Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών
Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

3ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο
Οικονομικής Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Παρασκευή 30 – Σάββατο 31 Οκτωβρίου 2015

http://envecon.econ.uth.gr/main/

Το Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών της Σχολής Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας διοργάνωσε με επιτυχία το 3^{ο} Πανελλήνιο Συνέδριο στις 30 και 31 Οκτωβρίου 2015 στις αίθουσες διδασκαλίας του Τμήματος (πρώην Γαλλικό Ινστιτούτο, Γ. Καρτάλη 72). Η επιστημονική αυτή συνάντηση συνέχισε την επιτυχή διοργάνωση των δύο πρώτων συνεδρίων που έλαβαν χώρα στις 26-27 Μαρτίου 2014 και 31 Οκτωβρίου - 1 Νοεμβρίου 2014 στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2011 και του έργου με τίτλο «Σενάρια εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και πολιτικές καταπολέμησής τους μέχρι το έτος 2030, στους τομείς της Ενέργειας, των Μεταφορών και της Βιομηχανίας στην Ελλάδα».

Και ενώ τα δύο πρώτα επιστημονικά συνέδρια ήταν επικεντρωμένα στην Κλιματική Αλλαγή, το 3^{ο} Πανελλήνιο Συνέδριο, όπως και τα επόμενα που ευελπιστώ να ακολουθήσουν, ήταν διευρυμένο αποσκοπώντας να παρουσιάσει τα βασικά θέματα που απασχολούν σήμερα την Οικονομική των Φυσικών Πόρων και του Περιβάλλοντος με έμφαση στα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα και στις πολιτικές διαχείρισης και επίλυσής τους τόσο σε επίπεδο Ελλάδος όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Στόχος του ήταν η ανάδειξη της διεπιστημονικότητας που διέπει την έρευνα περιβαλλοντικών θεμάτων με την ανταλλαγή απόψεων και εμπειριών των ερευνητών από διαφορετικά επιστημονικά πεδία και η εύρεση κοινών συνιστωσών στις κατάλληλες ερευνητικές προσεγγίσεις.

Η παρουσία των επιστημονικών δραστηριοτήτων των επιστημόνων και ερευνητών που συμμετείχαν και σε αυτό το συνέδριο επιβράβευσε και ενδυνάμωσε περαιτέρω την προσπάθεια αυτή. Οι ενδιαφέρουσες επιστημονικές μελέτες και οι εποικοδομητικές συζητήσεις σε γεμάτες αίθουσες από ακαδημαικούς, ερευνητές, μέλη ερευνητικών ομάδων αλλά και φοιτητές δεν μπορεί παρά να μας ικανοποιεί και να μας ενθαρρύνει στη συνέχιση της προσπάθειας αυτής.

Επιστημονικός Υπεύθυνος Συνεδρίου

Καθηγητής Γεώργιος Ε. Χάλκος
Διευθυντής Εργαστηρίου Επιχειρησιακών Ερευνών
Τμήματος Οικονομικών Επιστημών
Σχολής Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Βόλος 38333
Τηλ.: 24210-74920, 24210-74664 Fax: 24210 - 74701
Email: halkos@econ.uth.gr, URL: http://www.halkos.gr/
Email συνεδρίου: envecon_conference@econ.uth.gr
Site συνεδρίου: http://envecon2014.econ.uth.gr/

Περιεχόμενα

Ιστοσελίδα συνεδρίου και επισκέψεις …….…… 9

Επιτροπές συνεδρίου…… 10

Συνοπτικό Πρόγραμμα Συνεδρίου **12**

Πρόγραμμα Συνεδρίου **13**

Παρασκευή 30 Οκτωβρίου 2015

1η Συνεδρία:	11:50-13:30	Αμφιθέατρο……..	14
2η Συνεδρία:	11:50-13:30	Αίθουσα 4…….	15
3η Συνεδρία:	14:00-15:40	Αμφιθέατρο……..	16
4η Συνεδρία:	14:00-15:40	Αίθουσα 4……...	17
5η Συνεδρία:	16:00-17:40	Αμφιθέατρο …….	18
6η Συνεδρία:	16:00-17:40	Αίθουσα 4……...	19
7η Συνεδρία:	18:00-19:50	Αμφιθέατρο……	20

Σάββατο 31 Οκτωβρίου 2015

8η Συνεδρία:	09:00-10:40	Αμφιθέατρο……	21
9η Συνεδρία:	09:00-10:40	Αίθουσα 4……...	22
10η Συνεδρία:	11:10-13:10	Αμφιθέατρο ……..	23
11η Συνεδρία:	11:10-12:50	Αίθουσα 4……..	24

Πρακτικά Συνεδρίου 25

Σύνοψη Συνεδρίου 26

Αρθρα Συνεδρίου 32

Η επίδραση της ενσωμάτωσης του περιβάλλοντος στο Νεοκλασικό Υπόδειγμα Οικονομικής Μεγέθυνσης
Γ. Χάλκος & Ι. Ψαριανός ……..…….. 33

Οι επιπτώσεις των πιέσεων του περιβάλλοντος και των πόρων στην παραγωγικότητα
μεταξύ χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης
Χ. Μπαμπάτσου, Δ. Καΐκα, Α. Δήμου, Δ. Αστερίου & Ε. Ζέρβας……. 49

Τάσεις στην κατανάλωση ενέργειας και ύλης στο πλαίσιο της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης του 2008: Οι περιπτώσεις της Γερμανίας και Ελλάδας
Χ. Μέντης, Π. Καλημέρης & Κ. Μπίθας……. 61

Βραχυχρόνιες και Μακροχρόνιες Ελαστικότητες Ζήτησης του Πετρελαίου ως προς την Τιμή και το Εισόδημα
Χ. Τσιριμώκος……. 71

Ενεργειακή φτώχεια και κλιματική αλλαγή: προκλήσεις για την Ελλάδα
Α. Ατσαλής, Σ. Μοιρασγεντής & Χ. Τουρκολιάς…… 80

Το οικονομικό κόστος των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία λόγω της σωματιδιακής ρύπανσης στην πόλη του Βόλου
Γ. Πρώϊας, Κ. Μουστρής, Π. Νάστος & Α. Παλιατσός…… 91

Ανάπτυξη πιλοτικού σχεδίου για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας
Χ. Τουρκολιάς, Μ. Ιατρίδης & Α. Δημητρίου…….. 103

Επισκόπηση πολυκριτήριων μεθόδων λήψης αποφάσεων για την επιλογή ενεργειακού μίγματος
Δ. Σιάχος & Ν.Σ. Κουτσούκης ……. 113

Επίδραση της Ηλεκτρικής Διασύνδεσης της Κρήτης στην Προ-ημερήσια Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και στο Ενεργειακό Μείγμα
Α. Δαγούμας & Ν. Κολτσακλής…….. 123

Η Ελληνική Οικονομική Κρίση και οι Επιπτώσεις στις Μεταφορές
Β. Προφυλλίδης & Γ. Μποτζώρης…… 133

Περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις από τη λειτουργία του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής
Δ. Κολιδάκης, Γ. Μποτζώρης, Β. Προφυλλίδης & Α. Γαλάνης ……. 153

Ανισόπεδοι αστικοί ποδηλατόδρομοι: Διεθνείς πρακτικές και πρόταση υλοποίησης στην πόλη του Βόλου
Χ. Δεληγιάννη, Α. Γαλάνης, Γ. Μποτζώρης & Ν. Ηλιού…… 164

Δίκτυο ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής: Υφιστάμενη κατάσταση και μελλοντικές επεκτάσεις
Δ. Κολιδάκης, Α. Γαλάνης, Γ. Μποτζώρης & Β. Προφυλλίδης…….. 174

Αυτόνομη οδήγηση και έξυπνο οδικό περιβάλλον: Τεχνολογική εξέλιξη και μελλοντικές προκλήσεις
Α. Γαλάνης, Γ. Μποτζώρης & Ν. Ηλιού …… 184

Επιπτώσεις των κλιματολογικών συνθηκών στον τουρισμό: Μελέτη περίπτωσης για την Ελλάδα
Α. Μπούσης & Ε. Σαρδιανού…… 193

Λαμβάνοντας αποφάσεις με τη χρήση δέντρων ταξινόμησης με στόχο την εγκαθίδρυση βιώσιμων τουριστικών προϊόντων
Γ. Οικονόμου, Χ. Νεοφύτου & Σ. Ματσιώρη…….. 208

Εφαρμογή της ηδονιστικής τιμολόγησης στις τιμές των τουριστικών καταλυμάτων για την αποτίμηση της αξίας της θέας των δωματίων
Δ. Λατινόπουλος ……. 215

Παραγωγική Απόδοση, Τεχνολογική Ετερογένεια και Ιεραρχίες: Προς ένα ενιαίο πλαίσιο
Κ. Τσεκούρας, Ν. Χατζησταμούλου & Κ. Κουνετάς ……. 226

Οι μηχανισμοί επίδρασης των κυβερνητικών δαπανών στο περιβάλλον: ενδείξεις με τη χρήση δυναμικών υποδειγμάτων
Γ. Χάλκος & Ε. Παϊζάνος …….. 236

Δημοσιονομική πολιτική υπό τον περιορισμό του δημοσίου χρέους: Πρόσφατα στοιχεία για την περίπτωση της Ελλάδας
Σ. Παπαδάμου & Τ. Τζιβινίκος ……. 248

Αιτιότητα ανάμεσα στις εκπομπές CO_2, κατανάλωση ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης: Οι περιπτώσεις του Ηνωμένου Βασιλείου και της Πορτογαλίας
Χ. Δριτσάκη …… 260

Συσσώρευση ενός δημόσιου «κακού»:Κυκλικές Nash στρατηγικές και λύσεις Stackelberg
Γ. Χάλκος & Γ. Παπαγεωργίου …….. 271

Αρχές οικονομικής αποτίμησης περιβάλλοντος
Δ. Ματθόπουλος & Μ. Μαντζανάς …….. 285

Αντίληψη και προσανατολισμός στο περιβάλλον
Π. Σερδάρης …… 293

Οπτική Απεικόνιση των Προτύπων της Γονιδιακής Έκφρασης. Μια Υπολογιστική Προσέγγιση με CAS Λογισμικό
Κ. Τσιλίκα, Μ. Κάβουρας & Α. Εξαδάκτυλος …… 303

Μεταβολή της στάσης των πολιτών σε σχέση με τη σημασία της βιοποικιλότητας ανάλογα με το κοινωνικοοικονομικό προφίλ πολιτών
Σ. Ματσιώρη, Σ. Δρίτσας, Α. Εξαδάκτυλος, Ζ. Κοτσίρη & Δ. Βαφείδης…….. 310

Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των αλιέων στο νησί της Καλύμνου
Κ. Ροδίτη, Σ. Ματσιώρη & Δ. Βαφείδης …….. 320

Εφαρμογή της κλίμακας E.I.D: Η περίπτωση των Ελλήνων εκπαιδευτικών
Α. Γκαργκαβούζη, Σ. Παρασκευόπουλος & Σ. Ματσιώρη……... 327

Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο για την προσαρμογή των ΜΜΕ στη κλιματική αλλαγή
Β. Καρατζόγλου …… 337

Η αξιολόγηση των αντιλήψεων της τοπικής κοινωνίας σχετικά με τη συμβολή των Μικρών και Μεσαίων Επιχειρήσεων (ΜΜΕ) στην αειφόρο ανάπτυξη
Ι. Νικολάου, Ν. Τζόουνς, Α. Σκουλούδης & Κ. Ευαγγελινός ……. 349

Ένα μοντέλο τυποποίησης για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των περιβαλλοντικών προγραμμάτων πολιτικής: Διαγνωστικές προοπτικές μέσω του Βιώσιμου Συστήματος στηνπερίπτωση του Ασωπού ποταμού
Ι. Νικολάου, Κ. Σοφούλης, Ν. Τζόουνς & Κ. Ευαγγελινός …… 356

Γενεσιουργοί παράγοντες και συνέπειες της αναποτελεσματικής περιβαλλοντικής διαχείρισης: Η περίπτωση της λεκάνης του Ασωπού ποταμού
Α. Σκουλούδης, Ν. Τζόουνς, Κ. Ευαγγελινός & Μ. Προϊκάκη …….. 363

Αποτίμηση της προθυμίας πληρωμής για τα θαλάσσια και τα παράκτια οικοσυστήματα: Μελέτη περίπτωσης στην Ελλάδα
Γ. Χάλκος & Γ. Γαλάνη……. 373

Παράγοντες της κλιματικής αλλαγής που οδηγούν στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας: Επιπτώσεις στις παράκτιες ζώνες
Σ.Ε. Δρίτσας …….. 390

Οικονομική κρίση και προθυμία πληρωμής των πολιτών για την προστασία της παράκτιας ζώνης
Γ. Χάλκος & Σ. Ματσιώρη……. 398

Στατιστικά Σφάλματα Ψευδή Θετικά (Τύπου Ι) και Ψευδή Αρνητικά (Τύπου ΙΙ) κατά το σχεδιασμό και την εφαρμογή αγρο-περιβαλλοντικών πολιτικών: μια μελέτη επάνω στις δράσεις προστασίας των υδάτων
Δ. Ψαλτόπουλος, Δ. Σκούρας & Εμμ. Τυλλιανάκης ……. 407

Πολιτικές και μέτρα για την προσαρμογή της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή στην Ευρώπη
Δ. Βάσσιος, Δ. Καραμανώλης & Π. Λεφάκης …… 420

Ανάπτυξη προτύπων οικονομικής ανάλυσης της παραγωγής των δασών οξυάς στην Ελλάδα
Δ. Παλάσκας …….. 431

Ανάπτυξη διαδικτυακού Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων για την έκδοση Πράξεων Χαρακτηρισμού από τη Δασική Υπηρεσία
Α. Αθανασιάδης & Ζ. Ανδρεοπούλου …… 441

Υπόδειγμα ανάλυσης SWOT στό πρόβλημα της διαχείρισης αγροτικών πλαστικών αποβλήτων (APW) στην Ήλιδα.
Γ.Σπ. Κακαρελίδης & Π. Γαρίνη …… …….. 453

Προσφορά και ζήτηση για CHO.C.O. (Choose, Cut, Offset) φάρμες Χριστουγεννιάτικων Δέντρων στην Ελλάδα
Κ. Παπασπυρόπουλος & Ν. Γρηγοριάδης …….. 462

Κατάλογος Συμμετεχόντων 472

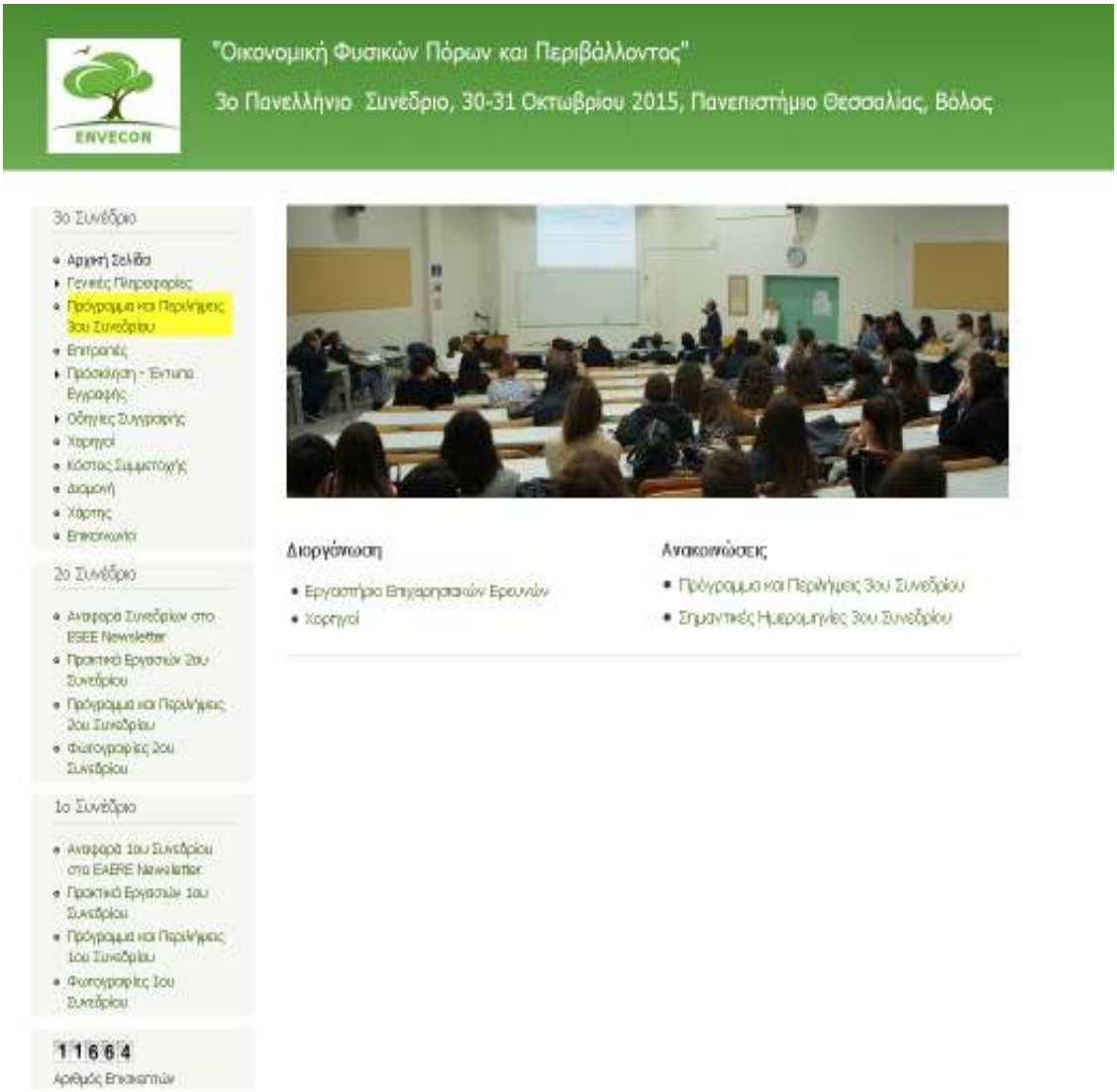
Συμμετέχοντες Φορείς – Ακαδημαϊκά και Ερευνητικά Ιδρύματα……472

Συμμετέχοντες Ακαδημαϊκοί και Ερευνητές……. 474

Χορηγοί …… 477

Ιστοσελίδα συνεδρίου και επισκέψεις

http://envecon.econ.uth.gr/main/



ΕΠΙΤΡΟΠΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Επιστημονική Επιτροπή

- Βαφείδης Δημήτριος, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Γιαννακόπουλος Αθανάσιος, Καθηγητής Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Διακουλάκη Δανάη, Καθηγήτρια ΕΜΠ
- Δονάτος Γεώργιος, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Ζερεφός Χρήστος, Ακαδημαϊκός, Πρόεδρος Διεθνούς Επιτροπής Όζοντος
- Κοκκώσης Χάρης, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Κούγκολος Αθανάσιος, Καθηγητής Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Ματθόπουλος Δημήτριος, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Πατρών
- Μάττας Κων/νος, Καθηγητής Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Μαυράκης Δημήτριος, Καθηγητής ΚΕΠΑ Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Μιχαλακάκου Παναγιώτα, Καθηγήτρια Πανεπιστήμιο Πατρών
- Μπίθας Κων/νος, Καθηγητής Πάντειο Πανεπιστήμιο
- Ξεπαπαδέας Αναστάσιος, Καθηγητής Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Προφυλλίδης Βασίλειος, Καθηγητής Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
- Σαρτζετάκης Ευτύχης, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Σκούρτος Μιχάλης, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Τσεκούρας Κων/νος, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Πατρών
- Τσιώνας Ευθύμιος, Καθηγητής Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Χονδρογιάννης Γεώργιος, Καθηγητής Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
- Χριστόπουλος Δημήτριος, Καθηγητής Πάντειο Πανεπιστήμιο
- Καμπάς Αθανάσιος, Αναπ. Καθηγητής Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Κοντογιάννη Αρετή, Αναπ. Καθηγήτρια Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
- Κουντούρη Φοίβη, Αναπ. Καθηγήτρια Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Ευαγγελινός Κων/νος, Επικ. Καθηγητής Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Ματσιώρη Στεριανή, Επικ. Καθηγήτρια Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Νικολάου Ιωάννης, Επικ. Καθηγητής Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
- Ψαριανός Ιάκωβος, Επικ. Καθηγητής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Οικονόμου Αθηνά, Λέκτορας Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Οργανωτική Επιτροπή

- Παπαγεωργίου Γεώργιος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Τσιλίκα Κορίνα, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Γαλάνη Γεωργία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Παϊζάνος Επαμεινώνδας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Ζησιάδου Αργυρώ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Κυριακούλα Ροδίτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Πρώϊας Γεώργιος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Τζιβινίκος Τρύφωνας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Βαρζάκα Χρυσαφούλα, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ομάδα Υποδοχής Σύνεδρων

- Αρχοντίδης Ιωάννης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Θεοδοσίου Ευαγγελία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Θεοδώρου Ευγενία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Κουλλολλι Ντένι-Διονύσιος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Μπατσιόλας Ιωάννης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Νταϊλιάνη Φωτεινή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Σαΐτη Ευτυχία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Σταμάτη Αικατερίνη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Τζάνης Παρμενίων-Χρίστος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Τσιάρα Αγγελική, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Τσιώτα Σοφία-Μαρία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τεχνική Υποστήριξη

- Θάνος Γιώργος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Συνοπτικό Πρόγραμμα Συνεδρίου

Ημέρα	Ώρα	Συνεδρίες - Θεματολογία
Παρασκευή 30/10/2015	11:00-11:30	Εγγραφή σύνεδρων
	11:30-11:50 Αμφιθέατρο	Καλωσόρισμα Σύνεδρων
	11:50-13:30 Αμφιθέατρο	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 1:** Βιώσιμος Τουρισμός
	11:50-13:30 Αίθουσα 4	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 2:** Διαχείριση Δασικών και Αγροτικών Εκτάσεων
	13:30-14:00 Αίθουσα 3	Διάλειμμα (σνακ, καφές, αναψυκτικά)
	14:00-15:40 Αμφιθέατρο	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 3:** Πολιτικές Αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής
	14:00-15:40 Αίθουσα 4	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 4:** Βιωσιμότητα και αποτελεσματική διαχείριση πόρων
	15:40-16:00 Αίθουσα 3	Διάλειμμα (καφές, αναψυκτικά)
	16:00-17:40 Αμφιθέατρο	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 5:** Ποσοτικές Μέθοδοι Οικονομικής Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος
	16:00-17:40 Αίθουσα 4	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 6:** Περιβάλλον: Αντίληψη – Αποτίμηση - Επιπτώσεις
	17:40-18:00 Αίθουσα 3	Διάλειμμα (καφές, αναψυκτικά)
	18:00-19:50 Αμφιθέατρο	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 7:** Βιώσιμες Μεταφορές
	19:45-21:00 Αίθουσα 3	Δείπνο
Σάββατο 31/10/2015	9:00-10:40 Αμφιθέατρο	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 8:** Οικονομική Ανάπτυξη και Περιβάλλον
	9:00-10:40 Αίθουσα 4	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 9:** Οικονομική Αποτίμηση Περιβάλλοντος
	10:40-11:15 Αίθουσα 3	Διάλειμμα (καφές, αναψυκτικά)
	11:15-12:55 Αμφιθέατρο	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 10:** Ενεργειακές Πολιτικές – ΑΠΕ
	11:15-12:55 Αίθουσα 4	**ΣΥΝΕΔΡΙΑ 11:** Κοινά – Κλαδική Βιωσιμότητα- Υπολογιστικές Προσεγγίσεις
	13:00-13:15 Αμφιθέατρο	Τελετή Λήξης
	13:20-14:30 Αίθουσα 3	Γεύμα

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Παρασκευή 30 Οκτωβρίου 2015

1η Συνεδρία **11:50-13:30** **Αμφιθέατρο**

Θεματική:	**Βιώσιμος Τουρισμός**
Προεδρία:	**Καθηγητής Χ. Κοκκώσης**

11:50-12:10	*Η στρατηγική προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή για τον τουρισμό* Χάρης Κοκκώσης Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
12:10-12:30	*Επιπτώσεις των κλιματολογικών συνθηκών στον τουρισμό: Μελέτη περίπτωσης για την Ελλάδα* Αλέξανδρος Μπούσης & Ελένη Σαρδιανού Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
12:30-12:50	*Εφαρμογή της ηδονιστικής τιμολόγησης στις τιμές των τουριστικών καταλυμάτων για την αποτίμηση της αξίας της θέας των δωματίων* Διονύσιος Λατινόπουλος Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
12:50-13:10	*Λαμβάνοντας αποφάσεις με τη χρήση δέντρων ταξινόμησης με στόχο την εγκαθίδρυση βιώσιμων τουριστικών προϊόντων* Γεώργιος Οικονόμου, Χρήστος Νεοφύτου & Στεριανή Ματσιώρη Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
13:10-13:30	Συζήτηση

2η Συνεδρία 11:50-13:30 Αίθουσα 4

Θεματική:	**Διαχείριση Δασικών και Αγροτικών Εκτάσεων**
Προεδρία:	**Επικ. Καθηγητής Κ. Ευαγγελινός**

11:50-12:10 *Ανάπτυξη διαδικτυακού Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων για την έκδοση Πράξεων Χαρακτηρισμού από τη Δασική Υπηρεσία*
Αντώνιος Αθανασιάδης & Ζαχαρούλα Ανδρεοπούλου
Τμήμα Δασολογίας & Φυσικής Περιβάλλοντος
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

12:10-12:30 *Υπόδειγμα ανάλυσης SWOT στό πρόβλημα της διαχείρισης αγροτικών πλαστικών αποβλήτων (APW) στην Ήλιδα.*
Γεώργιος Σπ. Κακαρελίδης
Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος

12:30-12:50 *Ανάπτυξη προτύπων οικονομικής ανάλυσης της παραγωγής των δασών οξυάς στην Ελλάδα*
Δημήτριος Παλάσκας
Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ"
Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης

12:50-13:10 *Προσφορά και ζήτηση για CHO.C.O. (Choose, Cut, Offset) φάρμες Χριστουγεννιάτικων Δέντρων στην Ελλάδα*
Κωνσταντίνος Παπασπυρόπουλος & Νικόλαος Γρηγοριάδης
Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών και
Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, ΑΠΘ

13:10-13:30 Συζήτηση

3η Συνεδρία **14:00-15:40** **Αμφιθέατρο**

Θεματική:	**Πολιτικές Αντιμετώπισης Κλιματικής Αλλαγής**
Προεδρία:	**Καθηγητής Γ. Χάλκος**

14:00-14:20 *Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο για την προσαρμογή των ΜΜΕ στη κλιματική αλλαγή*
Βενιαμίν Καρατζόγλου
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

14:20-14:40 *Παράγοντες της κλιματικής αλλαγής που οδηγούν στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας: Επιπτώσεις στις παράκτιες ζώνες*
Σοφοκλής Ε. Δρίτσας
Université Montesquieu - Bordeaux IV - Centre de droit comparé du travail et de la sécurité sociale (COMPTRASEC) και ΤΜΧΠΠΑ, Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων (ΕΔΚΑ), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

14:40-15:00 *Πολιτικές και μέτρα για την προσαρμογή της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή στην Ευρώπη*
Δημήτριος Βάσσιος[1], Δημήτριος Καραμανώλης[2] & Παναγιώτης Λεφάκης[2]
[1]Δήμος Θεσσαλονίκης, Διεύθυνση Αστικού Σχεδιασμού & Αρχιτεκτονικών Μελετών, Τμήμα Μελετών Δημοτικών Κτιρίων & Κοινόχρηστων Χώρων
[2] Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

15:00-15:20 *Ενεργειακή φτώχεια και κλιματική αλλαγή: προκλήσεις για την Ελλάδα*
Αθανάσιος Ατσαλής[1], Σεβαστιανός Μοιρασγεντής[2] & Χρήστος Τουρκολιάς[1]
[1] Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Βιομηχανικής & Ενεργειακής Οικονομίας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
[2] Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης

15:20-15:40 Συζήτηση

4η Συνεδρία **14:00-15:40** **Αίθουσα 4**

Θεματική:	**Βιωσιμότητα και αποτελεσματική διαχείριση πόρων**
Προεδρία:	**Επικ. Καθηγητής Ι. Νικολάου**

14:00-14:20 *Ένα μοντέλο τυποποίησης για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των περιβαλλοντικών προγραμμάτων πολιτικής: Διαγνωστικές προοπτικές μέσω του Βιώσιμου Συστήματος στην περίπτωση του Ασωπού ποταμού*

Ιωάννης Νικολάου[1], Κωνσταντίνος Σοφούλης[2], Νικολέτα Τζόουνς[3] & Κωνσταντίνος Ευαγγελινός[2]
[1]Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
[2] Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
[3] Τμήμα Γεωγραφίας, Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ηνωμένο Βασίλειο

14:20-14:40 *Η αξιολόγηση των αντιλήψεων της τοπικής κοινωνίας σχετικά με τη συμβολή των Μικρών και Μεσαίων Επιχειρήσεων (ΜΜΕ) στην αειφόρο ανάπτυξη*

Ιωάννης Νικολάου[1], Νικολέτα Τζόουνς[2], Αντώνιος Σκουλούδης[3] & Κωνσταντίνος Ευαγγελινός[3]
[1] Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
[2] Τμήμα Γεωγραφίας, Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ηνωμένο Βασίλειο
[3] Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

14:40-15:00 *Στατιστικά Σφάλματα Ψευδή Θετικά (Τύπου Ι) και Ψευδή Αρνητικά (Τύπου ΙΙ) κατά τον σχεδιασμό και την εφαρμογή αγρο-περιβαλλοντικών πολιτικών: μια μελέτη επάνω στις δράσεις προστασίας των υδάτων*

Δημήτριος Ψαλτόπουλος, Δημήτριος Σκούρας & Εμμανουήλ Τυλλιανάκης
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών

15:00-15:20 *Γενεσιουργοί παράγοντες και συνέπειες της αναποτελεσματικής περιβαλλοντικής διαχείρισης:*
Η περίπτωση της λεκάνης του Ασωπού ποταμού

Αντώνιος Σκουλούδης[1], Νικολέτα Τζόουνς[2], Κωνσταντίνος Ευαγγελινός[1] & Μαρίνα Προϊκάκη[1]
[1] Εργαστήριο Επιχειρησιακής Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
[2] Τμήμα Γεωγραφίας, Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ηνωμένο Βασίλειο

15:20-15:40 Συζήτηση

5η Συνεδρία 16:00-17:40 Αμφιθέατρο

Θεματική:	**Ποσοτικές Μέθοδοι Οικονομικής Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος**
Προεδρία:	**Καθηγητής Κ. Τσεκούρας**

16:00 – 16:20 *Παραγωγική Απόδοση, Τεχνολογική Ετερογένεια και Ιεραρχίες: Προς ένα ενιαίο πλαίσιο*
Κωνσταντίνος Τσεκούρας, Νικόλαος Χατζησταμούλου & Κωνσταντίνος Κουνετάς
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών

16:20-16:40 *Συσσώρευση ενός δημόσιου «κακού»: Κυκλικές Nash στρατηγικές και λύσεις Stackelberg*
Γεώργιος Χάλκος & Γεώργιος Παπαγεωργίου
Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών,
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

16:40-17:00 *Οι επιπτώσεις των πιέσεων του περιβάλλοντος και των πόρων στην παραγωγικότητα μεταξύ χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης*
Χριστίνα Μπαμπάτσου[1], Δήμητρα Καΐκα[2], Ανδρέας Δήμου[3], Δημήτριος Αστερίου[1] & Ευθύμιος Ζέρβας[2,*]
[1] Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
[2] Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
[3] Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων και Δημόσιας Διοίκησης, Πανεπιστήμιο Κύπρου

17:00-17:20 *Οι μηχανισμοί επίδρασης των κυβερνητικών δαπανών στο περιβάλλον: ενδείξεις με τη χρήση δυναμικών υποδειγμάτων*
Γεώργιος Χάλκος & Επαμεινώνδας Παΐζάνος
Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών,
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

17:20-17:40 Συζήτηση

6η Συνεδρία 16:00-17:40 Αίθουσα 4

Θεματική: Περιβάλλον: Αντίληψη – Αποτίμηση - Επιπτώσεις

Προεδρία: Καθηγητής Δ. Βαφείδης

16:00-16:25 *Μεταβολή της στάσης των πολιτών σε σχέση με τη σημασία της βιοποικιλότητας ανάλογα με το κοινωνικοοικονομικό προφίλ πολιτών*

Στεριανή Ματσιώρη[1], Σοφοκλής Δρίτσας[2], Αθανάσιος Εξαδάκτυλος[3], Ζωή Κοτσίρη[4] & Δημήτριος Βαφείδης[5]

[1] Εργαστήριο Ωκεανογραφίας Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[2] Université Montesquieu - Bordeaux IV - Centre de droit comparé du travail et de la sécurité sociale (COMPTRASEC) και ΤΜΧΠΠΑ, Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων (ΕΔΚΑ), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[3] Εργαστήριο Ωκεανογραφίας Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[4] Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[5] Εργαστήριο Ιχθυολογίας και της Υδροβιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

16:25-16:50 *Αντίληψη και προσανατολισμός στο περιβάλλον*

Παναγιώτης Σερδάρης

Τμήμα Διοίκησης επιχειρήσεων, Σχολή Διοίκησης & Οικονομίας, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας

16:50-17:20 *Το οικονομικό κόστος των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία λόγω της σωματιδιακής ρύπανσης στην πόλη του Βόλου*

Γεώργιος Πρώϊας[1], Κωνσταντίνος Μουστρής[2], Παναγιώτης Νάστος[3] & Αθανάσιος Παλιατσός[4]

[1] Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[2] Εργαστήριο Μηχανικής Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

[3] Εργαστήριο Κλιματολογίας και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

[4] Εργαστήριο Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

17:20-17:40 Συζήτηση

7η Συνεδρία 18:00-19:50 Αμφιθέατρο

Θεματική:	**Βιώσιμες Μεταφορές**
Προεδρία:	**Καθηγητής Β. Προφυλλίδης**

18:00-18:20 *Η Ελληνική Οικονομική Κρίση και οι Επιπτώσεις στις Μεταφορές*
Βασίλειος Προφυλλίδης & Γεώργιος Μποτζώρης
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

18:20-18:40 *Ανισόπεδοι αστικοί ποδηλατόδρομοι: Διεθνείς πρακτικές και πρόταση υλοποίησης στην πόλη του Βόλου*
Χριστίνα Δεληγιάννη[1], Αθανάσιος Γαλάνης[1],
Γεώργιος Μποτζώρης[2] & Νικόλαος Ηλιού[1]
[1] Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2] Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

18:40-19:00 *Δίκτυο ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής: Υφιστάμενη κατάσταση και μελλοντικές επεκτάσεις*
Δημήτριος Κολιδάκης[1], Αθανάσιος Γαλάνης[2],
Γεώργιος Μποτζώρης[3] & Βασίλειος Προφυλλίδης[3]
[1] Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Δήμου Κομοτηνής
[2] Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[3] Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

19:00-19:20 *Περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις από τη λειτουργία του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής*
Δημήτριος Κολιδάκης[1], Γεώργιος Μποτζώρης[2],
Βασίλειος Προφυλλίδης[2] & Αθανάσιος Γαλάνης[3]
[1] Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Δήμου Κομοτηνής
[2] Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
[3] Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

19:20-19:40 *Αυτόνομη οδήγηση και έξυπνο οδικό περιβάλλον: Τεχνολογική εξέλιξη και μελλοντικές προκλήσεις*
Αθανάσιος Γαλάνης[1], Γεώργιος Μποτζώρης[2] & Νικόλαος Ηλιού[1]
[1] Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2] Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

19:40-19:50 Συζήτηση

Σάββατο 31 Οκτωβρίου 2015

8η Συνεδρία **9:00-10:40** **Αμφιθέατρο**

Θεματική: **Οικονομική Αποτίμηση Περιβάλλοντος**

Προεδρία: **Καθηγητής Δ. Ματθόπουλος**

09:00-09:20 *Αρχές οικονομικής αποτίμησης περιβάλλοντος*
Δημήτριος Ματθόπουλος[1] & Μιχαήλ Μαντζανάς[2]
[1] Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Βιολογίας,
Σπουδαστήριο Περιβαλλοντικής Ηθικής, Πανεπιστήμιο Πατρών
[2] Ανωτάτη Εκκλησιαστική Ακαδημία Αθήνας

09:20-09:40 *Οικονομική κρίση και προθυμία πληρωμής των πολιτών για την προστασία της παράκτιας ζώνης*
Γεώργιος Χάλκος[1] & Στεριανή Ματσιώρη[2]
[1] Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2] Εργαστήριο Ωκεανογραφίας Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

09:40-10:00 *Αποτίμηση της προθυμίας πληρωμής για τα θαλάσσια και τα παράκτια οικοσυστήματα: Μελέτη περίπτωσης στην Ελλάδα*
Γεώργιος Χάλκος & Γεωργία Γαλάνη
Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

10:00-10:20 *Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των αλιέων στο νησί της Καλύμνου*
Κυριακούλα Ροδίτη, Στεριανή Ματσιώρη & Δημήτριος Βαφείδης
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος,
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

10:20-10:40 Συζήτηση

9η Συνεδρία **9:00-10:40** **Αίθουσα 4**

Θεματική:	**Οικονομική Ανάπτυξη και Περιβάλλον**
Προεδρία:	**Καθηγητής Κ. Μπίθας**

09:00-09:20 *Βραχυχρόνιες και Μακροχρόνιες Ελαστικότητες Ζήτησης του Πετρελαίου ως προς την Τιμή και το Εισόδημα*

Χρήστος Τσιριμώκος
Τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Ινστιτούτο Αστικού Περιβάλλοντος και Ανθρώπινου Δυναμικού (ΙΑΠΑΔ), Ερευνητική Ομάδα Οικονομικών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης *Ανάπτυξης,*
Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών

09:20-09:40 *Τάσεις στην κατανάλωση ενέργειας και ύλης στο πλαίσιο της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης του 2008:*
Οι περιπτώσεις της Γερμανίας και Ελλάδας

Χαράλαμπος Μέντης, Παναγιώτης Καλημέρης
& Κωνσταντίνος Μπίθας
Τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Ινστιτούτο Αστικού Περιβάλλοντος και Ανθρώπινου Δυναμικού (ΙΑΠΑΔ), Ερευνητική Ομάδα Οικονομικών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης *Ανάπτυξης,*
Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών

09:40-10:00 *Δημοσιονομική πολιτική υπό τον περιορισμό του δημοσίου χρέους: Πρόσφατα στοιχεία για την περίπτωση της Ελλάδας*

Στέφανος Παπαδάμου & Τρύφων Τζιβινίκος
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

10:00- 10:20 *Αιτιότητα ανάμεσα στις εκπομπές CO_2, κατανάλωση ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης: Οι περιπτώσεις του Ηνωμένου Βασιλείου και της Πορτογαλίας*

Χάϊδω Δριτσάκη
Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής,
ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας

10:20-10:40 Συζήτηση

10η Συνεδρία **11:10-13:10** **Αμφιθέατρο**

Θεματική: Ενεργειακές Πολιτικές και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Προεδρία: Καθηγητής Γ. Χάλκος

11:15-11:35 *Επίδραση της Ηλεκτρικής Διασύνδεσης της Κρήτης στην Προ-ημερήσια Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και στο Ενεργειακό Μείγμα*
Αθανάσιος Δαγούμας & Νικόλαος Κολτσακλής
Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών, Σχολή Οικονομικών, Επιχειρηματικών και Διεθνών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

11:35-11:55 *Ανάπτυξη πιλοτικού σχεδίου για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας*
Χρήστος Τουρκολιάς[1], Μηνάς Ιατρίδης[1] & Αντώνιος Δημητρίου[2]
[1]Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Τμήμα Ανάλυσης Ενεργειακής Πολιτικής
[2]Αναπτυξιακή Δυτικής Μακεδονίας ΑΕ

11:55-12:15 *Επισκόπηση πολυκριτήριων μεθόδων λήψης αποφάσεων για την επιλογή ενεργειακού μίγματος.*
Δημήτριος Σιάχος & Νικήτας-Σπυρίδων Κουτσούκης
Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης και Διεθνών Σχέσεων, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

12:15-12:35 *Η επίδραση της ενσωμάτωσης του περιβάλλοντος στο Νεοκλασικό Υπόδειγμα Οικονομικής Μεγέθυνσης*
Γεώργιος Χάλκος & Ιάκωβος Ψαριανός
Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

12:35-12:55 Συζήτηση

11η Συνεδρία 11:15-12:55 Αίθουσα 4

Θεματική: Κοινά, Κλαδική Βιωσιμότητα, Υπολογιστικές Προσεγγίσεις

Προεδρία: Επικ. Καθηγήτρια Σ. Ματσιώρη

11:15-11:35 *Οι φυτογενετικοί πόροι ως κοινό μέσα από την προσέγγιση της Elinor Ostrom*

Πασχάλης Αρβανιτίδης & Φωτεινή Νασιώκα
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

11:35-11:55 *Σύγχρονη βιώσιμη ιχθυοκαλλιέργεια: Η αύξηση αντιστάθμισης ως μοχλός ανάπτυξης του κλάδου*

Σ. Ματσιώρη[1], Α. Ματούζη[2], Ε. Γκολομάζου[3], Ε. Μαλανδράκης[3], Ό. Ντανταλή[3], Γρ. Καραμήτρος[3], Γ. Γκάφας[3], Μ. Κάβουρας[3], Γ. Φλέερης, Α. Εξαδάκτυλος[4] & Π. Παναγιωτάκη[4]

[1] Εργαστήριο Ωκεανογραφίας Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2] Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[3] Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[4] Εργαστήριο Ιχθυολογίας και της Υδροβιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

11:55-12:15 *Οπτική Απεικόνιση των Προτύπων της Γονιδιακής Έκφρασης. Μια Υπολογιστική Προσέγγιση με CAS Λογισμικό*

Κυριακή Τσιλίκα[1], Μενέλαος Κάβουρας[2] & Αθανάσιος Εξαδάκτυλος[2]

[1] Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2] Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

12:15-12:35 *Εφαρμογή της κλίμακας E.I.D: Η περίπτωση των Ελλήνων εκπαιδευτικών*

Αναστασία Γκαργκαβούζη[1], Στέφανος Παρασκευόπουλος[2] & Στεριανή Ματσιώρη[3]

[1] Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2] Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[3] Εργαστήριο Ωκεανογραφία Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

12:35-12:55 Συζήτηση

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΣΥΝΟΨΗ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ

Το πρόγραμμα του 3ου συνεδρίου αποτελούνταν από 11 συνεδρίες που έλαβαν χώρα στις αίθουσες διδασκαλίας του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Οι 11 θεματικές ενότητες που παρουσιάστηκαν αφορούσαν το *βιώσιμο τουρισμό*, τις *βιώσιμες μεταφορές*, τις *ποσοτικές μεθόδους οικονομικής φυσικών πόρων και περιβάλλοντος*, την *οικονομική ανάπτυξη και το περιβάλλον*, τη *διαχείριση δασικών και αγροτικών περιοχών*, τη *βιωσιμότητα και την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων*, τις *πολιτικές αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής*, το *περιβάλλον ως αντίληψη, αποτίμηση και επιπτώσεις* από την υποβάτου, την *οικονομική αποτίμηση του περιβάλλοντος με έμφαση στα παράκτια και θαλάσσια οικοσυστήματα*, τις *ενεργειακές πολιτικές και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας* και *τα κοινά, τη κλαδική βιωσιμότητα και τις υπολογιστικές προσεγγίσεις*.

Στα πρακτικά του συνεδρίου συμπεριελήφθηκαν 41 μελέτες. Οι πρώτες τέσσερεις εργασίες ασχολούνται με θέματα σχετικά με την *Οικονομική Μεγέθυνση και το Περιβάλλον*. Η 1η εργασία των Χάλκου και Ψαριανού παρουσιάζει το νεοκλασικό υπόδειγμα Οικονομικής Μεγέθυνσης εξετάζοντας το υπόδειγμα με δύο πρόσθετες μεταβλητές που επηρεάζουν την ευημερία: τη *ρύπανση και τα κόστη καταπολέμησης*. Με την εξαγωγή των άριστων *συνθηκών σταθερής κατάστασης* γίνεται ένας αρχικός έλεγχος της προκαλούμενης ισορροπημένης πορείας μεγέθυνσης υπό το πρίσμα της μεγιστοποίησης της ευημερίας με περιβαλλοντικές εξωτερικότητες. Με κατάλληλες οικονομετρικές μεθόδους ελέγχεται η ισχύς της ενσωμάτωσης του περιβάλλοντος στο νεοκλασικό υπόδειγμα μεγέθυνσης προσεγγίζοντας τον έλεγχο της ρύπανσης με τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η 2η εργασία των Μπαμπάτσου, Καΐκα, Δήμου, Αστερίου & Ζέρβα ασχολείται με τους δείκτες αποσύνδεσης σε επίπεδο πόρων και περιβαλλοντικής υποβάθμισης καθώς και με το δείκτη ολικής αποδοτικότητας, για 13 χώρες της ΕΕ και για την περίοδο 1990-2011. Ο δείκτης τεχνικής αποτελεσματικότητας επιμερίζεται στο δείκτη καθαρής τεχνικής αποτελεσματικότητας και στο δείκτη αποτελεσματικότητας κλίμακας. Στις ίδιες γραμμές, η 3η εργασία των Μέντη, Καλημέρη & Μπίθα διερευνά το φαινόμενο της αποσύνδεσης (decoupling effect) σε επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης και κατανάλωσης ύλης από τη διαδικασία οικονομικής μεγέθυνσης υπό το πρίσμα της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης του 2008 για τη Γερμανία και την Ελλάδα. Ομοίως η 4η εργασία του Χ. Τσιριμώκου υπολογίζει τις βραχυχρόνιες και μακροχρόνιες ελαστικότητες ζήτησης αργού πετρελαίου ως προς την τιμή αλλά το εισόδημα δεκαέξι οικονομιών για το διάστημα 1973-2013.

Οι επόμενες πέντε εργασίες των πρακτικών του συνεδρίου παρουσιάζουν θέματα σχετικά κυρίως με τις *Ενεργειακές Πολιτικές και τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας* αλλά και το *οικονομικό κόστος των επιπτώσεων της ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία*. Συγκεκριμένα η 5η εργασία των Ατσαλή, Μοιρασγεντή & Τουρκολιά εξετάζει τους επικρατέστερους ορισμούς της ενεργειακής φτώχειας και παρουσιάζει τις κοινωνικές επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας με έμφαση στη δημόσια υγεία. Η 6η εργασία των Πρώϊα, Μουστρή, Νάστου & Παλιατσού αποτελεί μια σημαντική προσπάθεια εκτίμησης του οικονομικού κόστους από τη σωματιδιακή ρύπανση στην ανθρώπινη υγεία με αναφορά στην πόλη του Βόλου. Ομοίως η 7η μελέτη των Τουρκολιά, Ιατρίδη & Δημητρίου στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου RES H/C SPREAD επιχειρεί την ανάπτυξη πιλοτικών περιφερειακών σχεδίων για θέρμανση και ψύξη σε πέντε διαφορετικές

ευρωπαϊκές περιφέρειες και τη περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας. Έμφαση δίνεται στην αποτελεσματικότερη προώθηση τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για θέρμανση και ψύξη. Η 8η εργασία των Σιάχου & Κουτσούκη παρουσιάζει τις κυριότερες μεθόδους «πολυκριτηριακής» ανάλυσης για λήψη ενεργειακών αποφάσεων και για τον προσδιορισμό των απαραίτητων παραμέτρων στη λήψη αποφάσεων στο Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα. Τέλος, το 9ο άρθρο των Δαγούμα & Κολτσακλή εξετάζει τις συνέπειες από την ηλεκτρική διασύνδεση της Κρήτης στην προ-ημερήσια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τη δυνητική διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και άλλων πηγών, όπως φυσικό αέριο και λιγνίτη.

Οι επόμενες πέντε εργασίες των πρακτικών του συνεδρίου παρουσιάζουν θέματα σχετικά με τις *βιώσιμες μεταφορές*. Ο Καθηγητής Βασίλης Προφυλλίδης και οι συνεργάτες του παρουσίασαν και σε αυτό το συνέδριο μια σειρά καινοτόμων ιδεών αναφορικά με τις βιώσιμες μεταφορές. Η 10η εργασία των Προφυλλίδη & Μποτζώρη εξετάζει εκτενώς τις επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης της περιόδου 2009-2015 στην Ελλάδα και για τις επιβατικές και εμπορευματικές οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές ενώ με πρωτογενή έρευνα σε επίπεδο πόλης εξετάζονται οι μεταβολές που επέφερε η οικονομική κρίση στις υπάρχουσες συνήθειες μετακίνησης. Η 11η μελέτη Κολιδάκη, Μποτζώρη, Προφυλλίδη & Γαλάνη αναφέρεται στις περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής. Η 12η μελέτη των Δεληγιάννη, Γαλάνη, Μποτζώρη & Ηλιού διερευνά τις διεθνείς πρακτικές κατασκευής ανισόπεδων δικτύων ποδηλατοδρόμων και την εφικτότητα υλοποίησης αντίστοιχου δικτύου στην πόλη του Βόλου. Η 13η εργασία των Κολιδάκη, Γαλάνη, Μποτζώρη & Προφυλλίδη αναφέρεται στα γεωμετρικά, λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του δικτύου ποδηλατοδρόμων από την εμπειρία εφαρμογής στην πόλη της Κομοτηνής. Τέλος, η 14η εργασία των Γαλάνη, Μποτζώρη & Ηλιού εξετάζει την τεχνολογική εξέλιξη αλλά και τις μελλοντικές τάσεις στον τομέα των αυτόνομων οχημάτω αλλά και των έξυπνων οδικών υποδομών και συστημάτων μεταφορών.

Ακολουθούν τρεις μελέτες που αφορούν το *βιώσιμο τουρισμό*. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Καθηγητής Χάρης Κοκκώσης ως πρόεδρος της συγκεκριμένης συνεδρίας και αναφερόμενος στην κατάλληλη στρατηγική προσαρμογής του τουρισμού στην κλιματική αλλαγή μας μετέδοσε με την ομιλία του αλλά και κατά τη διάρκεια της συζήτησης που ακολούθησε τις παρουσιάσεις της συνεδρίας την πολύχρονη εμπειρία του στον τομέα του Τουρισμού. Σε συνέχεια αυτών η 15η εργασία των Μπούση και Σαρδιανού εξετάζει την επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών στην τουριστική κίνηση στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στο νομό Ηρακλείου Κρήτης. Η μελέτη υπολογίζει τον τουριστικό κλιματικό δείκτη με χρήση ημερήσιων μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και δεδομένων τουριστικής κίνησης και προτείνει την παράταση της τουριστικής περιόδου πέραν της καλοκαιρινής περιόδου αιχμής. Η 16η εργασία των Οικονόμου, Νεοφύτου & Ματσιώρη αναπτύσει ένα δέντρο ταξινόμησης ως μέσο καθορισμού των βασικών παραμέτρων επηρεασμού της κατασκευής τεχνητών υφάλων με στόχο την αναβάθμιση του προσφερόμενου τουριστικού προϊόντος. Επίσης αποτιμώνται τα οφέλη από την κατασκευή τεχνητών υφάλων και παρουσιάζονται οι επιδράσεις της ανάλυσης σε θέματα διαχείρισης με στόχο μια βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη. Τέλος, η 17η μελέτη του Δ. Λατινόπουλου με τη βοήθεια της έμμεσης ή ωφελιμιστικής τιμολόγησης (hedonic pricing method) εξετάζει την αξία της θέας στη θάλασσα. Για την εφαρμογή της μεθόδου αποτίμησης και με σκοπό την προσέγγιση των τοπικών

επιδράσεων και της χωρικής μεταβλητότητας των συντελεστών χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης.

Οι επόμενες πέντε εργασίες αφορούν τη χρήση διαφόρων *ποσοτικών μεθόδων στην Οικονομική Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος*. Η 18η εργασία των Τσεκούρα, Χατζησταμούλου & Κουνετά για να ερευνήσει τη διαφορική παραγωγική απόδοση χρησιμοποιεί ένα ισορροπημένο σύνολο δεδομένων για δεκατρείς κλάδους από τη Μεταποίηση και τις Μεταφορές, δεκατριών χωρών της ΕΕ και για οκτώ έτη. Με τον τρόπο αυτό διερευνώνται οι αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ της ιδιοσυγκρατικής παραγωγικής απόδοσης, της τεχνολογικής ετερογένειας και των τεχνολογικών ιεραρχιών ενώ έμφαση δίνεται και στην πιθανή ενδογένεια. Η 19η εργασία των Χάλκου & Παϊζάνου χρησιμοποιώντας panel δεδομένα 94 χωρών για την περίοδο 1970-2008 εξετάζει τη σχέση των κυβερνητικών δαπανών και της περιβαλλοντικής ποιότητας και αναλύει τους μηχανισμούς του οριακού αποτελέσματος και τις επιδράσεις μέσω του επιπέδου οικονομικής ανάπτυξης και ποιότητας των θεσμών. Τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν ότι αύξηση στις κυβερνητικές δαπάνες οδηγεί σε βελτίωση των επιπέδων ρύπανσης SO_2 και NO_x με ενίσχυση της επίδρασης από το επίπεδο του εισοδήματος και της ποιότητας των θεσμών. Η επόμενη εργασία είναι αμιγώς από το χώρο της Οικονομικής Επιστήμης αλλά μας δίνει την εικόνα της επίδρασης της δημοσιονομικής πολιτικής στην Οικονομία και κατ' επέκταση στο Περιβάλλον. Συγκεκριμένα η 20η εργασία των Παπαδάμου & Τζιβινίκου διερευνά την επίδραση των προβλεπόμενων και απρόβλεπτων δημοσιονομικών σοκ σε βασικές μακροοικονομικές μεταβλητές της Ελληνικής οικονομίας σύμφωνα με ένα δομικό αυτοπαλίνδρομο διάνυσμα. Η 21η εργασία της Χ. Δριτσάκη εξετάζει τη σχέση ανάμεσα στις εκπομπές ρύπων, την ενεργειακή κατανάλωση και την οικονομική ανάπτυξη για τις περιπτώσεις του Ηνωμένου Βασιλείου και της Πορτογαλίας για την περίοδο 1960-2011. Τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν μία μονόδρομη βραχυχρόνια αιτιατή σχέση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO_2 για την Πορτογαλία και αμφίδρομη βραχυχρόνια αιτιακή σχέση για το ΗΒ. Τέλος, η 22η μελέτη των Χάλκου και Παπαγεωργίου εξετάζει αρχικά τη συσσώρευση ενός κοινωνικά ανεπιθύμητου δημόσιου «κακού» και την πιθανότητα κυκλικών στρατηγικών τύπου Nash κατά την ισορροπία. Οι αναλυτικές λύσεις του ιεραρχικού τύπου παιγνίου εξάγονται για το υπόδειγμα της συσσώρευσης του δημόσιου «κακού». Στο δημόσιο «κακό» δίνεται αντίθετη έννοια από αυτή του δημόσιου αγαθού. Για τη δυναμική οικονομική ανάλυση γίνεται χρήση διαφορικών παιγνίων και εξετάζονται αναλυτικά οι κυκλικές στρατηγικές Nash και οι λύσεις Stacklberg.

Ακολουθεί μια σειρά μελετών σχετικών με την *κατανόηση, την αντίληψη και την οικονομική αποτίμηση του περιβάλλοντος*. Η 23η εργασία των Ματθόπουλου και Μαντζανά συζητά με ένα φιλοσοφικό και ενδιαφέροντα τρόπο την εξελικτική πορεία και όλα εκείνα τα μέσα που καθιστούν εφικτή την αποτίμηση της εγγενούς αξίας των συστατικών μερών του περιβάλλοντος. Με τη βοήθεια των πλέον εξελιγμένων συστημάτων αντίληψης και ανταπόκρισης στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος, η ορθολογική αποτίμηση της εγγενούς αξίας ανάγεται στην ηθική μας διαπαιδαγώγηση και στη διαμόρφωση των ηθικών αρχών στη διαχρονική αναδιαμόρφωση βάσει των βιωμάτων μας. Οι ηθικές αυτές αρχές καθορίζουν την αισθητική αποτίμηση που μπορεί να αποδοθεί με διάφορα συστημικά μέσα όπως αυτό της οικονομικής αποτίμησης. Η 24η εργασία του Π. Σερδάρη συζητά την αντίληψη του περιβάλλοντος η οποία προέρχεται από τη θέση του ευρισκόμενου μέσα σ' αυτό. Τοιουτοτρόπως η αντίληψη είναι ολιστική και βίωμα και όχι μια απλή άθροιση αισθήσεων (οπτικών,

ακουστικών και αφής) αντιλήψεων. Η ανάλυση που επιχειρείται εστιάζεται στο ότι η σχέση με τη φύση θεμελιώνεται στην αλληλεξαρτώμενη της κοινής βιολογικής ουσίας με το μοίρασμα των κοινών πόρων (αέρα, νερό, κλπ) για μια αρμονική συμβίωση. Σε αυτή τη σειρά των μελετών και σε μια περισσότερο ποσοτική προσέγγιση η 25η εργασία των Τσιλίκα, Κάβουρα & Εξαδάκτυλου προτείνει ένα υπολογιστικό πλαίσιο στο περιβάλλον του συστήματος υπολογιστικής άλγεβρας του *Mathematica* για δημιουργία οπτικών αναπαραστάσεων συνδέοντας έτσι άμεσα τις βιολογικές λειτουργίες όπως η γονιδιακή έκφραση με τον τρόπο απεικόνισής τους.

Η επόμενη σειρά των μελετών διερευνά το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον των πολιτών. Η 26η εργασία των Ματσιώρη, Δρίτσα, Εξαδάκτυλου, Κοτσίρη & Βαφείδη εξετάζει τη στάση των πολιτών σε σχέση με τη θαλάσσια βιοποικιλότητα επιχειρώντας να διαπιστώσει κατά πόσο οι πολίτες αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα και τη σημασία της. Με την πραγματοποίηση δύο πρωτογενών ερευνών σε κατοίκους διαφορετικών Ελληνικών πόλεων και με τη χρήση της υποθετικής αξιολόγησης και της κλίμακας NEP βρέθηκε ότι η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν πρόθυμοι να συμβάλλουν στην προστασία της θαλάσσιας βιοποικιλότητας είτε με καταβολή χρηματικού ποσού είτε με αλλαγή των συνήθειών τους. Η 27η εργασία των Ροδίτη, Ματσιώρη και Βαφείδη με τη χρήση πρωτογενών στοιχείων παρουσιάζει τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των αλιέων στο νησί της Καλύμνου. Από τα εμπειρικά αποτελέσματα φαίνεται ότι το επάγγελμα του αλιέα στο νησί συνεχίζεται από γενιά σε γενιά και συμβάλει σημαντικά στην τοπική οικονομία του τόπου. Στη σειρά αυτή η 28η εργασία των Γκαργκαβούζη, Παρασκευόπουλου & Ματσιώρη στοχεύει στη μέτρηση της περιβαλλοντικής συνείδησης (περιβαλλοντική γνώση, στάσεις και εκδηλωμένη συμπεριφορά) των Ελλήνων εκπαιδευτικών. Η μέτρηση επετεύχθη μέσω ψυχομετρικών εργαλείων όπως η κλίμακα E.I.D (Environmental Identity Scale) που μετρά το βαθμό επιρροής του φυσικού περιβάλλοντος στη διαμόρφωση της αυτοεικόνας κάθε ατόμου.

Οι επόμενες τέσσερεις εργασίες αναφέρονται στη *βιωσιμότητα και αποτελεσματική διαχείριση των πόρων* καθώς και στις *μικρομεσαίες επιχειρήσεις* και την προσαρμογή τους στα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η 29η εργασία του Β. Καρατζόγλου περιγράφει και προτείνει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο προσαρμογής των μικρομεσαίων επιχειρήσεων στην κλιματική αλλαγή κεφαλαιοποιώντας την υπάρχουσα σχετική διεθνή εμπειρία και προσαρμόζοντας το στην Ελληνική πραγματικότητα. Οι επόμενες εργασίες της ενότητας επικεντρώνονται στη διαχείριση του περιβάλλοντος με μελέτη περίπτωσης τον Ασωπό ποταμό στη Βοιωτία. Η 30η εργασία των Νικολάου, Τζόουνς, Σκουλούδη & Ευαγγελινού έχει στόχο τη διερεύνηση της αντίληψης των τοπικών κοινωνιών για τη συμβολή των μικρομεσαίων επιχειρήσεων στην αειφόρο ανάπτυξη. Η εργασία αναπτύσει τη μεθοδολογία εντοπισμού της αντίληψης των τοπικών κοινωνιών για το ρόλο των ΜΜΕ στην τοπική οικονομική πρόοδο και στην προστασία του τοπικού φυσικού περιβάλλοντος με εφαρμογή στην περιοχή του Ασωπού. Ομοίως η 31η εργασία των Νικολάου, Σοφούλη, Τζόουνς & Ευαγγελινού βασίζεται στις βασικές αρχές του Βιώσιμου Συστήματος για να κατασκευάσει ένα διαγνωστικό μοντέλο για περιβαλλοντική πολιτική. Εφαρμογή του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου πραγματοποιείται στον Ασωπό ποταμό, μια περιοχή που παραμένει υπό αμφισβήτηση η περιβαλλοντική ποιότητά της από την τοπική κοινωνία, τους κρατικούς φορείς και μη κυβερνητικές οργανώσεις. Η 32η μελέτη των Σκουλούδη, Τζόουνς, Ευαγγελινού & Προϊκάκη παρουσιάζει τα ευρήματα από μια μικτή μεθοδολογική έρευνα που εστιάζει τόσο σε εμπόδια υιοθέτησης καλών πρακτικών περιβαλλοντικής διαχείρισης από

επιχειρήσεις στην περιοχή του Ασωπού ποταμού όσο και σε επιπτώσεις της σχετικής περιβαλλοντικής υποβάθμισης στην τοπική οικονομία.

Οι επόμενες τρεις εργασίες αναφέρονται στη *διαχείριση του περιβάλλοντος και στα παράκτια οικοσυστήματα*. Η 33η εργασία των Χάλκου και Γαλάνη χρησιμοποιεί τη μεθοδολογία του πειράματος επιλογής για εκτίμηση μη-αγοραίων αγαθών του θαλάσσιου και παράκτιου οικοσυστήματος. Τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η αλλαγή στην προθυμία πληρωμής συναρτάται με την εμπιστοσύνη στην κυβέρνηση και οι προτιμήσεις των συμμετεχόντων είναι ετερογενείς σχετικά με την αλλαγή κάποιων θαλάσσιων και παράκτιων χαρακτηριστικών. Η 34η μελέτη του Σ. Δρίτσα επικεντρώνεται στους παράγοντες που οδήγησαν στην κλιματική αλλαγή καθώς και στις αιτίες ανόδου της στάθμης της θάλασσας, ως μια επίπτωση του φαινομένου, έχοντας υπόψη ότι σχεδόν ο μισός πληθυσμός της γης ζει σε παράκτιες περιοχές. Μέσω συστηματικής ανάλυσης των αιτιών της ανόδου της στάθμης της θάλασσας η μελέτη προτείνει την αναζήτηση μιας νέας προσέγγισης χωροταξικού σχεδιασμού παράκτιων ζωνών με χρονικό ορίζοντα το 2050. Η 35η έρευνα των Χάλκου και Ματσιώρη στοχεύει στην αποτύπωση της μεταβολής της στάσης των πολιτών σε σχέση με τη διαχείριση της παράκτιας ζώνης και τη μεταβολή της προθυμίας πληρωμής τους για την προστασία της. Με τρεις πρωτογενείς έρευνας (με χρονική διαφορά) στο δημοτικό διαμέρισμα του Βόλου που δομήθηκαν σύμφωνα με τις αρχές των ερευνών της μεθόδου υποθετικής αξιολόγησης, βρέθηκε ότι υπάρχει διαφοροποίηση των ποσοστών των ατόμων που δέχονται να καταβάλουν χρηματικό ποσό για προστασία της παράκτιας ζώνης, των παραγόντων που συμβάλουν στην παραπάνω συμπεριφορά αλλά και του ίδιου του ποσού της προθυμίας πληρωμής.

Οι τελευταίες έξι εργασίες επικεντρώνονται στη *διαχείριση δασικών και αγροτικών εκτάσεων*. Συγκεκριμένα η 36η εργασία των Ψαλτόπουλου, Σκούρα & Τυλλιανάκη επιχειρεί να εντοπίσει τις αιτίες εμφάνισης στατιστικών σφαλμάτων τύπου Ι και ΙΙ κατά το σχεδιασμό και εφαρμογή αγρο-περιβαλλοντικών μέτρων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται πρωτογενής έρευνα από τη λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου στην Ήπειρο και συνδυάζονται οι μέθοδοι κόστους αποτελεσματικότητας και μοντέλα μεταφοράς ιζημάτων για να επιτευχθεί προσομοίωση της συγκέντρωσης χημικών συστατικών σε ύδατα, κάτω από διαφορετικά σενάρια απόθεσης. Η 37η μελέτη των Βάσσιου, Καραμανώλη & Λεφάκη διερευνά τα μέτρα και τις πολιτικές που έχουν ληφθεί ή πρόκειται να ληφθούν σε Ευρώπη και Ελλάδα, για προσαρμογή της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή. Για το σκοπό αυτό γίνεται ανασκόπηση της σχετικής ευρωπαϊκής και ελληνικής βιβλιογραφίας καθώς και πρακτικών που εφαρμόζονται, και τέλος πραγματοποιήθηκε ανάλυση των στοιχείων μέσω του πλαισίου DPSIR, δηλαδή της αλυσίδας μεταξύ Κινητήριων Δυνάμεων (Drivers), Πιέσεων (Pressures), Κατάστασης (State) και Επιπτώσεων (Impacts) που οδηγούν στις Αποκρίσεις (Responses). Η 38η έρευνα του Δ. Παλάσκα προτείνει την ενσωμάτωση παραμέτρων οικονομικής ανάλυσης στη δασική διαχείριση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μετασχηματισμό των υπαρχόντων δασο-αποδοτικών προτύπων σε Πίνακες Οικονομικής Απόδοσης, για πρόβλεψη της εξέλιξης των οικονομικών μεγεθών των συστάδων στον κύκλο παραγωγής τους και με χρήση κατάλληλου προεξοφλητικού επιτοκίου.

Η 39η εργασία των Αθανασιάδη και Ανδρεοπούλου παρουσιάζει ένα υπολογιστικό-πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ), το «e-praxis», για την υποβοήθηση της διαδικασίας έκδοσης πράξεων χαρακτηρισμού εκτάσεων γης από τη Δασική Υπηρεσία. Οι στόχοι του συστήματος είναι η απλούστευση και αυτοματοποίηση της διαδικασίας χαρακτηρισμού, η μείωση του απαιτούμενου χρόνου εξέτασης, η τεκμηριωμένη και βασισμένη σε αντικειμενικά κριτήρια λήψη αποφάσεων και η καταπολέμηση της γραφειοκρατίας. Η 40η μελέτη των Κακαρελίδη και Γαρίνη ασχολείται με τη διαχείριση αγροτικών πλαστικών αποβλήτων, κυρίως θερμοκηπίων, που χρησιμοποιούν οι αγρότες και που συνήθως απορρίπτονται με λανθασμένο τρόπο που ενδέχεται να ενέχει σοβαρό κίνδυνο για προϊόντα, γεωργούς και περιβάλλον. Οι δυσχέρειες στη διαχείριση των αγροτικών πλαστικών αποβλήτων προκαλούνται από τη διασπορά μικροαγροκτημάτων αλλά και από γραφειοκρατικές απαιτήσεις και κανονιστικά κενά. Υπάρχει επίσης έλλειψη κινήτρων προς αγρότες αλλά και παροχής πληροφόρησης και ευαισθητοποίησης. Η σχετική έρευνα διαχείρισης αγροτικών πλαστικών αποβλήτων έγινε στην Ηλιδα με εφαρμογή ανάλυσης SWOT. Η 41η εργασία των Παπασπυρόπουλου & Γρηγοριάδη ερευνά και προτείνει στους παραγωγούς καλλιεργούμενων Χριστουγεννιάτικων δέντρων την αξιοποίηση μέρους των καλλιεργειών τους ως φάρμες CHOCO (CHOose, Cut, Offset). Η αξιοποίηση αυτή είναι μία ενδιαδέρουσα ιδέα που στοχεύει στην προσέλκυση πολιτών αφού δίνει τη δυνατότητα επιλογής υλοτόμησης του δέντρου της αρεσκείας τους, να ζουν την εμπειρία αγροτουρισμού με δραστηριότητες που θα προσφέρει η φάρμα και να αντισταθμίζουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που θα δημιουργούνται από την φάρμα παίρνοντας πιστοποιητικό μηδενικών ρύπων.

Γεώργιος Χάλκος
Επιστημονικός Υπεύθυνος Συνεδρίου
Καθηγητής Οικονομικής των Φυσικών Πόρων
Διευθυντής Εργαστηρίου Επιχειρησιακών Ερευνών

Άρθρα Συνεδρίου

The effect of including the environment in the neoclassical growth model

George E. Halkos & Iacovos N. Psarianos
Laboratory of Operations Research,
Department of Economics, University of Thessaly
halkos@econ.uth.gr ipsarian@econ.uth.gr

Abstract
This study begins with a brief presentation of the Neoclassical Model of Economic Growth examining and presenting this model with the addition of two variables affecting welfare in opposing ways: *Pollution* and *Abatement Expenditures.* Next the *optimal steady-state conditions* are derived allowing for a preliminary comparison of the resulting *balanced growth paths* under the criterion of welfare maximization with and without environmental externalities. Finally with the help of adequate econometric panel data methods and using a balanced panel data of 21 OECD countries and for the time period 1990-2011 we test the validity of including the environment in the neoclassical growth model approximating pollution abatement with the electricity production from renewable sources and pollution with carbon dioxide emissions.

Keywords: Economic Growth; Physical Capital; Technological Progress; Environment; Pollution.

JEL Classification: O40; O41; O44; Q55; Q56.

Η επίδραση της ενσωμάτωσης του περιβάλλοντος στο Νεοκλασικό Υπόδειγμα Οικονομικής Μεγέθυνσης

Γεώργιος Χάλκος & Ιάκωβος Ψαριανός
Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών,
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη
Η μελέτη ξεκινά με την παρουσίαση του νεοκλασικού υποδείγματος Οικονομικής Μεγέθυνσης εξετάζοντας και παρουσιάζοντας το υπόδειγμα με δύο πρόσθετες μεταβλητές που επηρεάζουν την ευημερία: τη *ρύπανση και τα κόστη καταπολέμησης.* Κατόπιν εξάγονται οι άριστες *συνθήκες σταθερής κατάστασης* επιτρέποντας ένα προκαταρκτικό έλεγχο της συνεπαγόμενης ισορροπημένης πορείας μεγέθυνσης υπό το πρίσμα της μεγιστοποίησης της ευημερίας με περιβαλλοντικές εξωτερικότητες. Τέλος με τη χρήση κατάλληλων οικονομετρικών τεχνικών ανάλυσης panel δεδομένων και με τη βοήθεια ενός συνόλου panel δεδομένων για 21 OECD χώρες για τη χρονική περίοδο 1990-2011 ελέγχουμε την ισχύ της ενσωμάτωσης του περιβάλλοντος στο νεοκλασικό υπόδειγμα μεγέθυνσης προσεγγίζοντας τον έλεγχο της ρύπανσης με τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Λέξεις Κλειδιά: Οικονομική μεγέθυνση, φυσικό κεφάλαιο, περιβάλλον, ρύπανση, περιβαλλοντική καμπύλη Kuznets, ΑΠΕ.

JEL Κωδικοί: O40, O41, O44, Q55, Q56.

1. Introduction

The advancement of economic growth theory started with the Solow-Swan model (Solow, 1956; Swan, 1956) with exogenous technological progress and growth is considered either with exogenous saving rates as in the Solow-Swan model or with households' consumption and savings optimization models called optimal growth or Ramsey models (Ramsey, 1928; Cass, 1965; Koopmans, 1965). These models were followed by endogenous growth models where technological progress is endogenous (Romer, 1986; Lucas, 1988).

Natural resources contribute significantly to production. In the basic form of the neoclassical growth theory the contribution of natural resources in production is completely missing. In 1972 the perception of the Solow-Swan model (with three stocks of productive assets, namely labor, capital and production methods) was confronted by the report of the Club of Rome "the Limits to Growth" (Meadows et al., 1972). In the report it was predicted that the exhaustion of non-renewable resources will result to the fall down of the global economy and the worldwide collapse of the standards of living. Specifically, the report notified the humanity for the damaging influence of the uninterrupted and with immense rates of economic growth. More pollution, inappropriate use of non-renewable resources and overexploitation of renewable resources may stop economic growth. The economic growth versus the environment dispute considered the relationship between growth and quality of the environment arguing whether a change in growth is essential in improving environmental quality.

There are various theories of the relationship between economy and environment. The *limits theory* classifies this relationship in terms of the irreversible damage imposed to the environment hitting a threshold ahead of which production is so defectively influenced that the economy shrinks. The *new toxics view* is based on the idea that pollutants' emissions are reduced with additional economic growth but the new pollutants replacing them are raised. In this way the validity of the calculated turning points is questioned and the possibility that environmental damage persists to be enhanced as economies develop (Everett et al., 2010). According to the *race to bottom theory* international competition first increases environmental damage up to the point where developed countries begin to decrease their environmental effect but at the same time export activities polluting the environment to poorer countries. In this way we may end up in a non-improving situation. Finally, the *Porter's Hypothesis* considers economic growth and the environment as a false dichotomy. It finds that effective environmental policies may raise the level of R&D into more resource efficient processes, leading to higher competitiveness and profitability (Everett et al., 2010).

Empirical findings of the relationship between economic growth and the environment and the investigation of the environmental Kuznets curve hypothesis are based on the model specifications. The environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis suggests the existence of an inverted U-shape relationship between environmental damage and per-capita income. Specifically, it relates environment (using environmental pollution or damage as dependent) with economic development represented by economic variables (like GDP/c in level, square and cubic values as independent variables). Depending on data availability different variables have been used to approximate environmental damage like air pollutants (SO_X, NO_X, CO_2, PM10, etc.), water pollutants (e.g. toxic chemicals discharged in water, etc.) and other indicators like deforestation, municipal waste, energy use and access to safe drinking water.

2. Previous work

Reviews and critiques of the EKC studies may be fount among others in Arrow *et al*. (1995), Ekins (1997), Ansuategi *et al*. (1998) and Stern (1998). The differences in the extracted relationships and in the calculated turning points may be justified by the econometric models' specification and the adoption of static or dynamic analysis (Halkos, 2003). Simultaneously, the addition of more explanatory variables in the model specification, influences the estimated relationship. Roca et al. (2001) declare that estimated EKC is weaker when using more independent variables apart from income. Empirical evidence is unclear and mixed (Galeotti et al., 2006; He and Richard, 2010; Chuku, 2011).

Various studies have ended up to linear and monotonic relationships between damage and income. Akbostanci et al. (2009) and Fodha and Zaghdoud (2010) considering the link between income–environment in Turkey and Tunisia respectively, find a monotonically increasing relationship between CO_2 emissions and income. Others have found inverted-U shaped relationships with turning points ranging from higher than $800 to less than $80,000, implying a feasible division of environmental damage from economic growth (Grossman and Krueger, 1995; Holtz-Eakin and Selden 1995; Panayotou 1993, 1997; Cole et al., 1997; Stern and Common 2001; Halkos, 2003; Galeotti et al., 2006). He and Richard (2010) for the relationship between CO_2 emissions and GDP in the case of Canada and by using parametric, semi-parametric and non-linear models found weak evidence of the EKC hypothesis.

Stern *et al.* (1996) claim that the mix of effluent has shifted from sulphur and NO_X to CO_2 and solid waste, in a way that aggregate waste is still high and even if per unit output waste has declined, per capita waste may not have declined. Regressing per capita energy consumption on income and temperature gave them an inverted U-shape relationship between energy and income. Energy consumption peaked at $14600. The authors claim that the results depend on the income measure used. If income in PPP is used, the coefficient on squared income was positive but small and insignificant. If income per capita was measured using official exchange rates, the fitted energy income relationship was an inverted U-shape with energy use peaking at income $23900.

Other researchers have found *N*-shape relationships (Friedl and Getzner, 2003; Martinez-Zarzoso and Bengochea-Marancho, 2004; Akbostanci et al. (2009) showing that pollution and the associated environmental damage from economic growth may be a temporary phenomenon (He and Richard, 2010). Grossman and Krueger (1995) and Shafik and Bandyopadhyay (1992) claim that at high-income levels, material use increases in such a way that EKC is N-shape.

3. Dynamic models of modern Macroeconomic Theory

The *dynamic* models of modern Macroeconomic Theory – and the models of Growth Theory in particular – are concerned with the behavior of aggregate economy through time. The neoclassical model has been a cornerstone for the development of modern economic growth theory. It is founded on two basic equations: *the production function* and *the equation of physical capital accumulation.* The production function describes the way *factors of production* or *production inputs* can be combined to produce the economy's final output.[1] Factors of production are grouped in two broad categories: *labor,* L, and *physical capital,* K. The latter

[1] It is typical to measure output in value-terms of a single composite good whose price is set equal to 1. Thus, the final good becomes **a measure of comparison of values** for all other goods and services whose price is expressed in units of the final good (numéraire).

includes tools, machinery, and facilities (plant and equipment) used in production.[2] The production function is of *Cobb-Douglas* form with Constant Returns to Scale (CRS). Denoting total output by Y, it is

$$Y \equiv F(L,K) = L^{\alpha} K^{1-\alpha}, \qquad 0 < \alpha < 1 \tag{1}$$

The labor force, L, coincides with population which is, at present, constant.

Note that the production function (1), satisfies the principle of *positive and diminishing marginal products,* as it is

$$F_L(\bullet) \equiv \frac{\partial F(\bullet)}{\partial L} = \frac{\alpha K^{1-\alpha}}{L^{1-\alpha}} > 0, \quad F_{LL}(\bullet) \equiv \frac{\partial^2 F(\bullet)}{\partial L^2} = -\frac{\alpha(1-\alpha)K^{1-\alpha}}{L^{2-\alpha}} < 0$$

and

$$F_K(\bullet) \equiv \frac{\partial F(\bullet)}{\partial K} = \frac{(1-\alpha)L^{\alpha}}{K^{\alpha}} > 0, \quad F_{KK}(\bullet) \equiv \frac{\partial^2 F(\bullet)}{\partial K^2} = -\frac{\alpha(1-\alpha)L^{\alpha}}{K^{1+\alpha}} < 0$$

Also, the same function abides to the known as *Inada conditions*

$$\lim_{L\to 0} \frac{\partial F(\bullet)}{\partial L} = \lim_{K\to 0} \frac{\partial F(\bullet)}{\partial K} = \infty \quad \text{and} \quad \lim_{L\to \infty} \frac{\partial F(\bullet)}{\partial L} = \lim_{K\to \infty} \frac{\partial F(\bullet)}{\partial K} = 0$$

Finally, it is $F(L,0) = F(0,K) = 0$, meaning that production of positive output necessitates the use of positive amounts from both inputs.

The second fundamental equation of the neoclassical model is

$$\dot{K} = Y - cL - \delta K, \qquad 0 < \delta < 1 \tag{2}$$

and describes how physical capital accumulates. The term on the left side of (2) is equivalent to the difference $K_{t+h} - K_t$ in *continuous time,* that is, when the interval between time periods $t+h$ and t is arbitrarily small (close to zero). Generalizing, a 'dot' over any variable (of time) such as K, stands for the first derivative of this variable with respect to time,

$$\dot{K} \equiv \lim_{h\to 0} \frac{K_{t+h} - K_t}{h} \equiv \frac{\mathrm{d}K}{\mathrm{d}t}, \qquad h > 0$$

and measures the **net instantaneous change** of K in **absolute units.** The term $Y - cL$ on the right side of (1), is *total gross investment.* People spend on consumption a total amount equal to cL, where c is per capita consumption, whereas they save a value equal to $Y - cL$. The latter amount – total savings – is in turn invested in the production of new units of physical capital.[3] Finally, the term δK measures the 'wear and tear' of physical capital during

[2] Generally, the term 'physical capital' includes all **accumulated** or **produced** factors of production which are themselves output of some productive process.

[3] Given that the economy is *closed*, total savings is equal to total investment.

production. The assumption here is that a fixed proportion, δ, $0<\delta<1$, of the existing quantity of physical capital *depreciates* in every period. Evidently, the aggregate quantity of physical capital, K, increases when $Y-cL>\delta K$, decreases if $Y-cL<\delta K$, and remains the same when $Y-cL=\delta K$.[4]

Next the *Environment* is introduced in the neoclassical growth model. It is assumed that environmental deterioration in the form of *Pollution* is created by, and associated with, the use of physical capital in production of the final good. No doubt, this has a negative impact on peoples' welfare. At the same time, it is also assumed that pollution can be reduced by devoting part of aggregate output to *Abatement* activities. Specifically, it is assumed that 'Pollution', P_t, is a function of the two variables just mentioned: the economy's aggregate stock of physical capital $K_t>0$, and the level of 'Abatement' $B_t>0$, both at time t.[5]

$$P_t \equiv P\left(K_t, B_t\right) = \left(\frac{K_t}{B_t}\right) \tag{3}$$

It is clear that the level of pollution is increasing with the aggregate quantity of physical capital and decreasing with expenditures (amount of resources used) on pollution abatement:

$$\frac{\partial P}{\partial K} \equiv P_K > 0 \qquad \text{and} \qquad \frac{\partial P}{\partial B} \equiv P_B < 0 \tag{4}$$

To ensure that the present model is consistent with a *steady state*, or *balanced growth path,* where all variables grow at **constant** – not necessarily equal – rates, the restriction is imposed that function $P(\bullet)$ is **homogeneous of degree 0 (zero)**.[6] In addition, per-capita consumption and the level of pollution enter the instantaneous utility function as *multiplicatively separable arguments* as in the following equation

$$U\left(c,P\right) = \frac{c^{1-\sigma}P^{-\vartheta(1-\sigma)}-1}{1-\sigma}, \qquad \sigma>0, \quad \sigma\neq 1 \tag{5}$$

where $\vartheta>0$ stands as a weight of pollution on utility. Rewriting for convenience the model in aggregate terms one obtains the aggregate production function

$$Y = F\left(L,K\right) = L^{\alpha}K^{1-\alpha} \tag{6}$$

and the equation of physical capital accumulation

$$\dot{K} = L^{\alpha}K^{1-\alpha} - cL - \delta K - B \tag{7}$$

Equation (7) also represents the economy's resource constraint asserting that total output, $Y=L^{\alpha}K^{1-\alpha}$, can be allocated into total consumption, $C=cL$, total gross investment in

[4] The last case describes a situation defined as the *steady state* of the model.
[5] Note that all variables depend on time even though the time subscript is omitted whenever time dependence is easily understood.
[6] This guarantees a **constant level of pollution** in steady state.

physical capital, $\dot{K}+\delta K$, and pollution abatement activities, B. Population again grows at a constant exogenous rate n

$$L_t = L_0 e^{nt} \Rightarrow \dot{L} = nL \Rightarrow \gamma_{\{L\}} = n \tag{8}$$

Dividing all aggregate variables by population we express the model in per capita terms as

$$y = f(k) = k^{1-\alpha} \tag{9}$$

$$\dot{k} = k^{1-\alpha} - c - (\delta + n)k - b \tag{10}$$

As regards the pollution level it is

$$P \equiv \frac{K}{B} = \frac{\frac{K}{L}}{\frac{B}{L}} = \frac{k}{b} \tag{11}$$

that is, total pollution is given by the constant ratio of physical capital to pollution abatement expenditures both in per-capita terms. Based on (11) the instantaneous utility function becomes a function of per-capita consumption and per-capita expenditures on pollution abatement

$$U(c,P) \equiv U(c,b) = \frac{c^{1-\sigma}\left(\frac{k}{b}\right)^{-\vartheta(1-\sigma)} - 1}{1-\sigma}, \qquad \sigma > 0, \quad \sigma \neq 1 \tag{12}$$

Next, note that ϑ and $(1-\sigma)$ are constant and *logarithm, as a monotonic function* of the original arguments in $U(\bullet)$, preserves utility orderings over a given set of bundles of goods. Then, the instantaneous utility function (66) can equivalently be written as

$$W(c,P) \equiv \log U(c,P) = \log c - \vartheta \log P$$

or, using (11)

$$W(c,P) \equiv W(c,k,b) = \log c - \vartheta \log\left(\frac{k}{b}\right) \tag{13}$$

Similarly to the previous section, the optimization problem is

$$\max_{c,b} \int_{t=0}^{\infty} e^{-(\rho-n)t}\left[\log c - \vartheta \log\left(\frac{k}{b}\right)\right] \mathrm{d}t \tag{14}$$

and the respective current-value Hamiltonian becomes

$$\mathcal{H} = \log c - \vartheta \log\left(\frac{k}{b}\right) + \mu_k \left[f(k) - c - (\delta + n)k - b \right] \tag{15}$$

Proceeding in the usual fashion, the necessary conditions

$$\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial c} = 0 \tag{16}$$

$$\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial b} = 0 \tag{17}$$

$$\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial k} = (\rho - n)\mu_k - \dot{\mu}_k \tag{18}$$

along with $\dot{b} = 0$ and the standard steady-state conditions of the neoclassical model $\dot{c} = \dot{k} = \dot{y} = 0$, yield

$$f'(k) = \rho + \delta + \frac{b}{k} \tag{19}$$

where $f'(k)$ is the marginal product of per-capita physical capital. It is now straightforward to compare with the steady-state condition of the original model (without environmental externalities) which is

$$f'(k) = \rho + \delta \tag{20}$$

Clearly, the marginal product of k in steady state is higher in the model that takes into account environmental effects.[7] As a result, and due to the concavity of per-capita production $f(k) = k^{1-\alpha}$, condition (19) implies a steady state with smaller quantity of per-capita physical capital than (20). Thus, it is optimal for the economy to accumulate less physical capital than in the model without environmental effects. The reason is that physical capital is accompanied by the external (social) cost of pollution. This cost can be compensated in equilibrium by a higher marginal return of physical capital in production, which is possible only at a lower quantity of the said factor. As an end result, a lower level of per-capita output (income) is produced as fewer resources are put in the accumulation of physical capital while part of output is devoted to environmental protection. In terms of consumers' intertemporal utility one may suggest that, in a sense, what is lost because of lower per-capita consumption is returned thanks to improved environmental quality.

[7] Notice that the additional term in (19) is the (constant) ratio of per-capita abatement expenditures b, over per-capita physical capital k.

4. Empirical application

4.1 Econometric methods and Data used

Using a sample of 21 OECD[8] countries with a full set of data for the variables of interest we explore the relationship between carbon dioxide emissions and economic growth expressed by the gross national income and the use of renewable energy sources in the production of electricity for the time period 1971-2014.[9]

Box-Cox tests were used to establish the relationship to test linearity against logarithmic specification forms between the variables of interest. Our tests indicate the following specification:

$$(CO_2/c)_{it} = \beta_0 + \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 (GNI/c)_{it} + \beta_2 (GNI/c)^2_{it} + \beta_3 (GNI/c)^3_{it} + \beta_4 (REN/c)_{it} + \varepsilon_{it}$$

where **CO_2/c** represents carbon dioxide emissions per capita (in kt) stemming from burning of fossil fuels and manufacture of cement and comprising CO_2 produced throughout the consumption of solid, liquid, and gas fuels and gas flaring. **GDP/c** is Gross Domestic Product per capita (in current US$) and it is the sum of gross value added by resident producers plus product taxes minus subsidies (not included in products' value). Deductions for depreciation of fabricated assets or degradation of natural resources are not considered.[10] **REN/c** stands for renewable energy sources in the production of electricity representing electricity production per capita from renewable sources, excluding hydroelectric, including geothermal, solar, tides, wind, biomass, and biofuels.[11] Countries are indexed by i and time by t, α_i's represent country specific intercepts, while γ_t's time specific intercepts. Finally, ε_{it} is the stochastic error term.

The above equation has been estimated by various panel data methods. First we have employed the fixed effects (hereafter FE) method permitting each country to have a different intercept and treating α_i and γ_t as regression parameters. Then the random effects (hereafter RE) method was employed where individual effects are treated as random.That is α_i and γ_t are treated as components of the random disturbances. The residuals from an OLS estimate with a single constant are used to create variances utilized in a GLS estimates (for further details see Hsiao, 1986). If the effects country and time effects are correlated with the independent variables then RE model cannot be consistently estimated (Hsiao, 1986, Mundlak, 1978).

If we base our analysis on a static model, then adjustments to any shock result in the same period in which these occur, but this could only be justified in equilibrium or if the adjustment process is fast. According to Perman and Stern (1999) this is unlikely to be the case and on the other hand, it is expected that the adjustment to long-run equilibrium emission levels is a particularly slow process. An additional econometric concern for estimating the model is the

[8] The OECD countries considered are the following: Australia, Austria, Canada, Chile, Denmark, Finland, France, Greece, Ireland, Italy, Japan, Korea, Luxembourg, Mexico, Netherlands, Norway, Portugal, Sweden, Turkey, UK, USA.

[9] Another variable of interest for our purpose was the *greenhouse gases (GHG) net emissions/removals by LUCF* (in Mt of CO_2 equivalent) referring to changes in levels of all GHG attributable to forest and land-use change activities. Due to many missing values this variable was omitted from our analysis.

[10] For more details see http://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD

[11] The source of data is IEA Statistics © OECD/IEA 2012 (http://www.iea.org/stats/index.asp), subject to https://www.iea.org/t&c/termsandconditions/

potential bias occurring from the possible endogeneity between the renewable energy variable and CO_2/c emissions, since the use of renewables is expected to be greater in countries where air pollution is extensive.

To address the aforementioned concerns we employ the Arellano and Bond (1998) Generalized Method of Moments (A-B GMM). GMM controls for the endogeneity that is likely to exist in the determination of the dependent variables and alleviates potential reverse causality biases of the explanatory variables by employing predetermined variables as instruments in a systematic way. Since there is evidence of heteroskedasticity we use the more relevant two-step Arellano–Bond procedure. Moreover, we report Orthogonal-Deviations GMM to control for fixed country effects.

Various tests and diagnostics are used. The Hausman test compares the slope parameters estimated by the fixed and random effects models considering the inconsistency of the random effects model estimates. Rejection of the null hypothesis implies that the random effects model is inconsistently estimated and if there are no other econometric problems the fixed effects model should be used. Testing for cross-sectional dependence the Pesaran's (2004) cross-section dependence (CD) test is applied to estimate if the time series in the panel considered are cross-sectional independent.[12] The test is valid for large N and T in any order and is robust to structural breaks (Camarero et al., 2011). Moreover, a Breusch-Pagan LM test for individual effects for the random effects estimation robust standard errors is applied.

To examine the stochastic properties of the variables under consideration various unit root tests are usable (Levin, Lin and Chu, 2002; Harris and Tzavalis, 1999; Hadri, 2000; Breitung, 2000; Breitung and Das, 2005; Im, Pesaran and Shin, 2003;[13] and Fisher type[14] tests). The Levin–Lin–Chu, Harris and Tzavalis, and Breitung tests make the simplifying assumption that all panels share the same autoregressive parameter so that $\rho_i = \rho$ for all i ($\forall$i). The other tests however, allow the autoregressive parameter to be panel specific. Imposing the restriction that $\rho_i = \rho$ $\forall$i implies that the rate of convergence would be the same for all countries, an implication that is too restrictive in practice. On the other hand, the Im, Pesaran and Shin test allows for heterogeneous panels with serially uncorrelated errors but assumes that the number of time periods, T, is fixed. Fisher type tests allow for large T and finite or infinite N and are suitable in our case. Moreover, except for the Fisher tests, all the other tests require that there be no gaps in any panel's series.

Finally, panel co-integration tests are used. Pedroni (1999, 2000, 2004) proposed seven test statistics for the null of no co-integration; specifically, four panel statistics and three group statistics testing either panel co-integration or cointegration across cross-sections.

5.3 Empirical results

Table 1 and Figure 1 present the descriptive statistics and the graphical presentation of the variables of interest respectively. Similarly, Table 2a presents some of the panel unit root tests for the variables under consideration. Graphical examinations indicate that both a trend and a constant term were to be included in the model formulation. The number of lags was determined using the Akaike and Schwarz information criteria. Looking at Table 2a we see

[12] STATA's "xtcsd" command was used (De Hoyos and Sarafidis, 2006).

[13] Im, Pesaran and Shin (2003) test is generally more powerful than the Fisher type and that proposed by Levin, Lin and Chu (2002) tests (Barbieri, 2006).

[14] *Fisher type* tests are based on combining the p-values of the N cross-sectional tests rather than using appropriately scaled cross-sectional averages of the N independent test statistics (Verbeek, 2005).

support against non-stationarity in levels with our variables being I(1) implying that they are stationary in first differences and non-stationary in levels. Table 2b presents the Pedroni Cointegration tests where in four of the seven cases we reject the null hypothesis of no cointegration at the conventional statistical significance levels. In the static model according to the Hausman test, RE estimates are preferable. Based on the estimates of the static model, the extended use of renewable energy sources has a significantly negative direct effect on CO_2/c emissions.

Table 1: Descriptive Statistics of the variables considered

	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	No Obs
OECD					
CO_2/c	0.010034	0.004903	0.002328	0.027431	462
GDP/c	30350.43	17960.97	2268.397	113731.7	
Renewables/c	385.857	538.4775	0.023097	2543.186	

Figure 1: Basic graphical presentation of the variables of interest

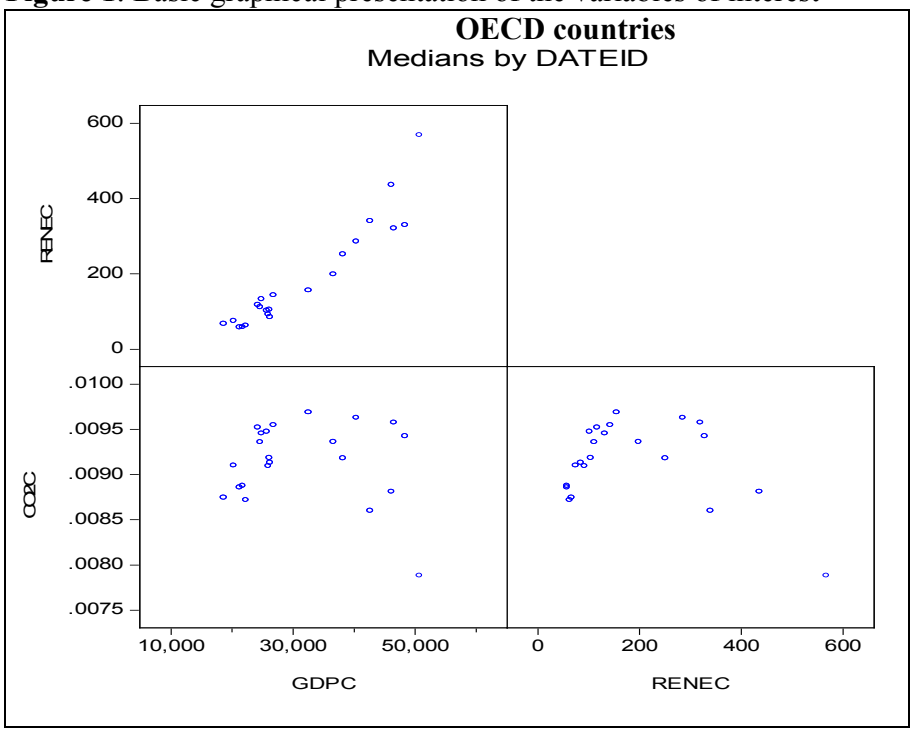


Table 2a: Summary of panel unit root tests (H_0: Panels contain unit roots)

Levels	*Im, Pesaran, Shin W-stat*	*ADF- Fisher chi-square*	*PP- Fisher chi-square*	First Differences	*Im, Pesaran, Shin W-stat*	*ADF- Fisher chi-square*	*PP- Fisher chi-square*
CO_2/c	0.9828	0.1274	0.4599	ΔCO_2/c	0.0000	0.0000	0.0000
GDP/c	0.4397	0.6798	0.9999	ΔGDP/c	0.0000	0.0000	0.0000
GDP/c^2	0.3058	0.1345	1.0000	ΔGDP/c^2	0.0000	0.0000	0.0000
GDP/c^3	0.0005	0.0005	1.0000	ΔGDP/c^3	0.0000	0.0000	0.0000
RENEW/c	1.0000	0.9879	0.9999	Δ(RENE/c)	0.0002	0.0000	0.0000

All values reported are probabilities and refer to the Full, OECD and non-OECD samples, respectively.

Table 2b: Pedroni cointegration test (H_0: No cointegration) (deterministic intercept and trend)

	OECD	
	Statistic	Prob.
Panel v-Statistic	-1.7259	0.9578
Panel rho-Statistic	0.8700	0.8079
Panel PP-Statistic	-2.1099	0.0174
Panel ADF-Statistic	-3.3589	0.0004
Group rho-Statistic	0.9291	0.8236
Group PP-Statistic	-4.4934	0.0000
Group ADF-Statistic	-5.4000	0.0000

To tackle the various concerns mentioned in the previous sub-section we use the A-B GMM. The significance of the lagged dependent variable (p-value = 0.000) suggests that dynamic specifications should be preferred.[15] It should be noted that the assumption of uncorrelated errors is important here, so tests for first- and second-order serial correlation related to the residuals from the estimated equation are reported in the last columns. These tests are asymptotically-distributed as normal variables under the null hypothesis of no-serial correlation. The test for AR(1) is rejected as expected, while there is no evidence that the assumption of serially uncorrelated errors is inappropriate in all significance levels. For all specifications we test the validity of instruments with the Hansen test, which failed to reject the null that the instrumental variables are uncorrelated with the residuals. The reported J-statistic is related to the Sargan statistic and the value of the GMM objective function at the estimated parameters while the Wald χ^2 test strongly rejects the null hypothesis (of all coefficients being zero).

In Table 3 GMM Orthogonal-Deviations estimates of the pollution equation are reported. Taking into account endogeneity in the A-B GMM estimates the effect of renewable energy sources on CO_2/c emissions remains significantly negative.[16] The rate of adjustment that emissions adjust to their equilibrium values is slow. The lag coefficients in the estimated models show that the adjustment of emissions (to the assimilative capacity of the environment) proceeds at a rate of 22% (1-0.78). That is 22% of the discrepancies between the desired and the actual emissions levels are adjusted each year requiring approximately about 5 years for adjustment. The causes of these slow adjustments should be sought mainly in the characteristics of pollutants (Global Warming Potential[17], etc) but also in the institutional and firms/industries characteristics of industrial markets in the countries considered as well as in the fuels used under the current regulations.

The turning points are within the sample. They start at the level of $47606 and reach the level of $78668 in the static specification while in the dynamic specification the turning points reaches the level of $52910. We have support of the EKC hypothesis in the dynamic analysis having ended up to an N-shape curve in the static specification. Figure 2 closely associated with the results of Table 3 shows the graphical presentations of the variables CO_2/c and GDP/c after

[15] As mentioned before, our dynamic model specification was reduced to an autoregressive distributed lag model [AD(1,0)], which for simplicity is called dynamic.

[16] The long-run coefficients of the GMM estimates may be calculated by dividing each estimated short-run coefficient by one minus the coefficient of the lagged dependent variable.

[17] For more information on Global Warming Potential, the dimensions of the problem of climate change and its economic effects see Halkos (2014, 2015).

the consideration of electricity production using renewable energy sources in both static and dynamic analyses. There are significant differences when dynamic specifications are considered.

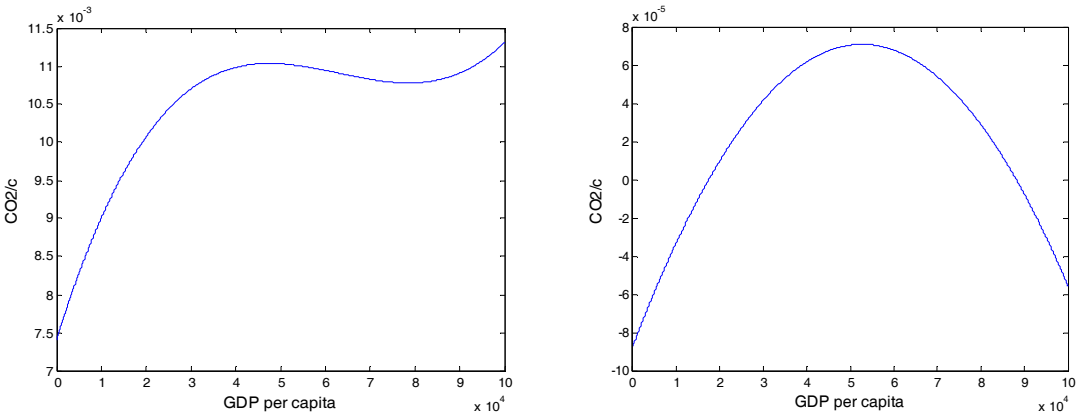
Table 3: Econometric Results

Model	OECD Random effects GLS	OECD GMM Orthogonal Deviations Two-Step
Constant	0.007616 [0.0000]	
GDP/c	1.91e-07 [0.0000]	5.99e-09 [0.0150]
GDP/c^2	-3.22e-12 [0.0000]	-5.67e-14 [0.0020]
GDP/c^3	1.70e-17 [0.0000]	
Renewable/c	-1.24e-06 [0.0000]	-5.15e-07 [0.0000]
$(CO_2/c)_{t-1}$		0.78065 [0.0000]
Turning Points	47606 & 78668	52910
R^2	0.233	
Pesaran's test of cross-sectional intependence	10.848 [0.0000]	
Hausman Test	4.57 [0.1083]	
Breusch-Pagan cross-sectional dependence	3259.91 [0.0000]	
A-B Test AR(1)		-2.64 [
A-B Test AR(2)		-0.36
Hansen Test		16.71 [1.0000]
J statistic		17.55076 [0.35085]
Wald χ^2 test		85169 [0.0000]
Observations	462	420

Figures in brackets are P-values. Tests of significance are based on robust standard errors in each case. The two-step GMM standard errors are Windmeijer's finite sample corrected.

Figure 2: CO_2/c versus economic growth after considering renewable/c

Static **Dynamic**



6. Conclusions and policy implications

In this study with the use of a balanced panel data of 21 OECD countries and for the time period 1990-2011 we have tested the validity of including the environment in the neoclassical growth model. We have used CO_2/c emissions as a proxy for pollution, GDP/c as representing economic growth and electricity production per capita from renewable sources as approximation for pollution abatement. In our model specification and in both static and dynamic analyses the variables were statistically significant. The use of renewable energy as a proxy for abatement was (as expected) negatively associated with CO_2 emissions although with a low magnitude.

Having also considered dynamic formulations, the significance of the lagged dependent variable implied a preference for dynamic specifications. Specifically, CO_2 lagged by one period is positive and statistically significant indicating that high carbon dioxide emissions do take place continuously as we move through time possibly due to the costs imposed in abating emissions. Actually, the rate of emissions adjustment to equilibrium values was slow proceeding at a rate of 22%.

The turning points estimated were within the samples starting at a level of $47606 and reaching the level of $78668 in the static specification. Similarly, in the dynamic specification the turning point reaches the level of $52910. We have found support of the EKC hypothesis in the dynamic analysis and an N-shape curve in the static specification.[18]

[18] For a more detailed analysis see Halkos G.E. & Psarianos I. (2015). The effect of including the environment in the neoclassical growth model, MPRA Paper 68050, University Library of Munich, Germany. Accessible at: https://ideas.repec.org/p/pra/mprapa/68050.html

References

Akbostanci E., Turut-Asik. S. and Tunc G.I. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: is there an environmental Kuznets curve. *Energy Policy,* **37:** 861-867.

Ansuategi A., Barbier E.B. and Perrings C.A. (1998). The Environmental Kuznets Curve. In: J.C.J.M. Van den Bergh and M.W. Hofkes, eds. *Theory and Implementation of Economic Models for Sustainable Development.* Kluwer.

Arellano M. and Bond S. (1998). Dynamic Panel Data estimation using DPD98 for GAUSS, Mimeo. Institute for Fiscal Studies, London.

Arrow K., Bolin B., Costanza R., Dasgupta. P., Folke C., Holling C.S., Jansson B.O., Levin S., Maler K.G., Perrings C. and Pimentel. D. (1995). Economic growth, carrying capacity and the environment. *Science,* **268:** 520-521.

Barbieri L. (2006). Panel Unit Root Tests: A Review. Quaderni del Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali, Serie Rossa, n.**43**, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza.

Breitung J. (2000). The local power of some unit root tests for panel data. In: B.H. Baltagi, eds. *Nonstationary Panels, Panel Cointegration and Dynamic Panels, Advances in Econometrics.* JAI: Amsterdam.

Breitung J. and Das S. (2005). Panel Unit Root Tests Under Cross Sectional Dependence. *Statistica Neerlandica,* **59:** 414-433.

Camarero M., Gómez E. and Tamarit C. (2011). Evidence of the Euro effect on trade estimating gravity equations with panel cointegration techniques**.** Accessible on: http://www.revecap.com/encuentros/trabajos/c/pdf/005.pdf

Cass D. (1965). Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation, *Review of Economic Studies,* **32:** 233–240.

Cole M.A., Rayner A.J. and Bates J.M. (1997). The Environmental Kuznets curve: an empirical analysis, *Environment and Development,* **2(4):** 401-416.

Chuku A. (2011). Economic development and environmental quality in Nigeria: is there an environmental Kuznets curve? MPRA Paper **30195**, University Library of Munich, Germany.

De Hoyos R.E. and Sarafidis V. (2006). Testing for cross-sectional dependence in panel-data models. *The Stata Journal*, **6**: 482-496.

Ekins P. (1997). The Kuznets curve for the environment and economic growth: examining the evidence. *Environment and Planning*, **29**: 805-830.

Everett T., Ishwaran M., Ansaloni G.P. and Rubin A. (2010). Economic *growth and the environment*, MPRA Paper **23585**, University Library of Munich, Germany.

Fodha M., and Zaghdoud O. (2010). Economic growth and pollution emissions in Tunisia: An empirical analysis of the environmental Kuznets curve, *Energy Policy*, **38**: 1150-1156.

Friedl B. and Getzner M. (2003). Determinants of CO_2 emissions in a small open economy, *Ecological Economics*, **45**: 133-148.

Galeotti M., Lanza A. and Pauli F. (2006). Reassessing the environmental Kuznets curve for CO2 emissions: a robustness exercise. *Ecological Economics,* **57:** 152-163.

Grossman G. and Krueger A. (1995). Economic growth and the Environment. *Quarterly Journal of Economics,* **110:** 353-377.

Halkos G.E. (2003). Environmental Kuznets Curve for sulphur: Evidence using GMM estimation. *Environment and Development Economics,* **8:** 581-601.

Halkos G.E. (2014). The economics of climate change policy: Critical review and future policy directions, MPRA Paper **56841**. University Library of Munich: Munich.

Halkos G.E. (2015). Climate Change Actions for Sustainable Development. *International Journal of Innovation and Sustainable Development,* **9**: 118-136.

Hadri K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *Econometrics Journal,* **3(2):** 148-161.

Harris R.D.F. and Tzavalis E. (1999). Inference for unit roots in dynamic panels where the time dimension is fixed. *Journal of Econometrics,* 91: 201-226.

He J. and Richard P. (2010). Environmemtal Kuznets curve for CO_2 in Canada. *Ecological Economics,* **69:** 1083-1093.

Holtz-Eakin D. and Selden T.M., (1995). Stoking the fires: CO_2 emissions and economic growth. *Journal of Public Economics*, **57**: 85-101.

Hsiao C. (1986). *Analysis of panel data*, Cambridge University Press, Cambridge UK.

Im K.S., Pesaran M.H. and Shin Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics,* **115**: 53-74.

Koopmans T.C. (1965). *On the concept of optimal Economic Growth in the Econometric approach to development planning*, Amsterdam, North-Holland.

Levin A., Lin C.F. and Chu C.S. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties, *Journal of Econometrics*, **108**: 1-24.

Lucas R.E., Jr. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, **22:** 3-42.

Martínez-Zarzoso I. and Bengochea-Morancho A. (2004). Pooled mean group estimation of an environmental Kuznets curve for CO_2, *Economics Letters,* **82(1)**: 121-126.

Meadows D.H., D.L. Meadows, J. Randers and W.W. Behrens III (1972). *The limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Washington D.C.: Potomac Associates.

Mundlak Y. (1978). On the pooling of time series and cross section data, *Econometrica,* **46**: 69-85.

Panayotou T. (1993). *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development.* Working Paper **WP238**, Technology and Employment Programme, International Labour Office, Geneva.

Panayotou T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environment and Development Economics,* **2(4):** 465-484.

Pedroni P. (1999). Critical values for cointegrating tests in heterogeneous panel with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics,* **61**: 653–678.

Pedroni P.L. (2000). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels Nonstationary Panels. *Panel Cointegration and Dynamic Panels,* **15**: 93-130.

Pedroni P.L. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the purchasing power parity hypothesis. *Econometric Theory,* **20**: 597- 625.

Perman R. and Stern D.I. (1999). The Environmental Kuznets curve: implications of non-stationarity, Working Papers in Ecological Economics **9901**, Center for Resource and Environmental Studies, Australian National University.

Pesaran M.H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels.* CESifo Working Papers, No. **1229**.

Ramsey F.P. (1928). A Mathematical Theory of Saving. *The Economic Journal,* **38**: 543-559.

Roca J., Padilla E., Farre M. and Galletto V. (2001). Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets hypothesis. *Ecological Economics,* **39:** 85-99.

Romer P.M. (1990). Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy,* **98(5)**: part 2, S71–S102.

Shafik N. and Bandyopadhyay S. (1992). Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence, Background paper for the World Development Report 1992, The World Bank, Washington DC.

Solow R.M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics,* **70(1)**: 65–94.

Stern D.I., Common M.S. and Barbier E.B. (1996). Economic growth and the environmental degradation: the environmental Kuznets Curve and sustainable development. *World Development,* **24:** 1151-1160.

Stern D.I. (1998). Progress on the environmental Kuznets curve?, *Environment and Development Economics,* **3***:* 175-198.

Stern D.I. and Common M.S. (2001). Is there an environmental Kuznets curve for sulphur? *Journal of Environmental Economics and Management,* **41:** 162-178.

Swan T.W. (1956). Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record,* **32:** 334–361.

Οι επιπτώσεις των πιέσεων του περιβάλλοντος και των πόρων στην παραγωγικότητα μεταξύ χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Χριστίνα Μπαμπάτσου[1], Δήμητρα Καΐκα[2], Ανδρέας Δήμου[3], Δημήτριος Αστερίου[1] & Ευθύμιος Ζέρβας[2,*]

[1] Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
Μπουμπουλίνας 57-59, 262 22, Πάτρα
[2]Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
Σαχτούρη 11, 26 222, Πάτρα
[3]Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων και Δημόσιας Διοίκησης, Πανεπιστήμιο Κύπρου
Λεωφόρος Πανεπιστημίου 1, ΟΕΔ01 Β101, Λευκωσία, Κύπρος
c.bampatsou@gmail.com, dkaika@eap.gr, andreas.s.dimou@gmail.com, d.a.asteriou@eap.gr, *zervas@eap.gr

Περίληψη
Η παρούσα μελέτη ασχολείται με τους δείκτες αποσύνδεσης σε επίπεδο πόρων και περιβαλλοντικής υποβάθμισης και τον δείκτη ολικής αποδοτικότητας, για 13 χώρες της ΕΕ και για την περίοδο από το 1990 έως το 2011. Λαμβάνοντας υπόψη τις μεγάλες πιέσεις που συνδέονται με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, την εξόρυξη πόρων και την χρήση γης, επιχειρούμε την ποσοτικοποίηση, μέσω του δείκτη ολικής αποδοτικότητας, των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των δεικτών αποσύνδεσης και των επιπτώσεων αυτών στην παραγωγικότητα. Σε αυτό το πλαίσιο, ο δείκτης του ΑΕΠ χρησιμοποιείται ως εκροή, ενώ οι δείκτες των υλικών ροών, της χρήσης γης και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, χρησιμοποιούνται ως εισροές. Στη συνέχεια, ο δείκτης ολικής αποδοτικότητας των πόρων επιμερίζεται στους δείκτες της τεχνικής αποτελεσματικότητας και της τεχνολογίας παραγωγής, υποδεικνύοντας το κατά πόσο τα κέρδη αποδοτικότητας, είναι αποτέλεσμα των βελτιώσεων της τεχνικής αποτελεσματικότητας ή οφείλονται στην τεχνολογική πρόοδο. Τέλος ο δείκτης τεχνικής αποτελεσματικότητας επιμερίζεται στον δείκτη της καθαρής τεχνικής αποτελεσματικότητας και στον δείκτη της αποτελεσματικότητας κλίμακας, υποδεικνύοντας το κατά πόσο η κύρια πηγή μεταβολών του δείκτη τεχνικής αποτελεσματικότητας προέρχεται από τις βελτιώσεις στην καθαρή τεχνική αποτελεσματικότητα ή είναι αποτέλεσμα των βελτιώσεων της αποτελεσματικότητας κλίμακας.

Λέξεις Κλειδιά: Δείκτης Ολικής Παραγωγικότητας; Δείκτης Αποσύνδεσης; Πόροι; Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου; Οικονομική Μεγέθυνση.

JEL Κωδικοί: O44; O47; O52; Q56; Q58.

1. Εισαγωγή

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η εξόρυξη ορυκτών πόρων και η χρήση γης καθιστούν τρεις μεγάλες πιέσεις με αντίκτυπο σε παγκόσμιο επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι κομβικής σημασίας για την αλλαγή του κλίματος. Η εξόρυξη ορυκτών πόρων είναι η αφετηρία όλων των αβιοτικών υλικών ροών και προσδιορίζει τις πιέσεις που σχετίζονται με τον όγκο του κύκλου εργασιών από το στάδιο της εξόρυξης, έως

την κατασκευή, την τελική παραγωγή, τη χρήση, την ανακύκλωση και την τελική διάθεση. Η χρήση γης, ιδίως δε η αλλαγή χρήσης της γης, σχετίζεται σημαντικά με τη χρήση της βιομάζας για τρόφιμα και μη επισιτιστικούς σκοπούς, με τις πιέσεις στη βιοποικιλότητα και με την αλλαγή και ικανότητα αποκατάστασης του οικοσυστήματος. Προκειμένου να διερευνηθεί η απόδοση του κοινωνικο-βιομηχανικού μεταβολισμού που επιφέρουν οι εν λόγω παράμετροι, μελετάται ο βαθμός αποσύνδεσης αυτών από την οικονομική μεγέθυνση (Προσδιορισμός δεικτών αποδέσμευσης (DI)).

Η παρούσα εργασία που σε ένα πρώτο επίπεδο μελετά τον βαθμό αποδέσμευσης των δεικτών από την οικονομική μεγέθυνση, σε ένα δεύτερο επίπεδο επιχειρεί να συνεισφέρει στον εμπλουτισμό της βιβλιογραφίας αναφορικά με τα εργαλεία άσκησης προληπτικής πολιτικής, εξάγοντας τον δείκτη ολικής αποδοτικότητας των οικονομικών συστημάτων μέσω ενός υποδείγματος ανάλυσης εισροών.

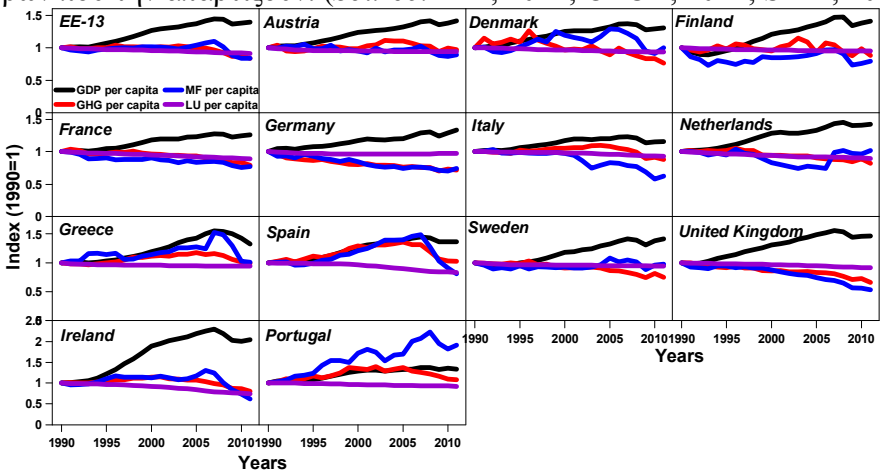
Για τον υπολογισμό του δείκτη ολικής αποδοτικότητας των οικονομικών συστημάτων, οι εκτιμήσεις γίνονται μέσω της μεθόδου DEA και βασίζονται σε ένα υπόδειγμα ανάλυσης εισροών. Ως εκροή χρησιμοποιείται ο δείκτης του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (GDP) σε κατά κεφαλήν όρους, ενώ ως εισροές χρησιμοποιούνται οι δείκτες, σε κατά κεφαλήν όρους, των υλικών ροών (MF), της χρήσης γης (LU) και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Ο δείκτης ολικής αποδοτικότητας, είναι ένα μέτρο της αποδοτικότητας της παραγωγής και ορίζεται ως ο λόγος του συνόλου των εκροών προς το σύνολο των εισροών (Fischer et al, 2009; Kitcher et al, 2013). Η ιδέα για τη δημιουργία του δείκτη ολικής αποδοτικότητας, ανήκει στον Malmquist (1953), και ως εκ τούτου ο δείκτης που αποδίδει την αύξηση της ολικής αποδοτικότητας, ονομάζεται δείκτης Malmquist.

Στις περιπτώσεις που υπάρχει διαθεσιμότητα δεδομένων πάνελ, ο δείκτης ολικής αποδοτικότητας (TFPCH) μπορεί να επιμεριστεί στα δυο συστατικά του που είναι οι δείκτες Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (EFFCH) και Τεχνολογίας Παραγωγής (TECHCH). Το γεγονός αυτό βοηθά στο να εκτιμηθεί το κατά πόσο η αύξηση της αποδοτικότητας σε πολλαπλές χρονικές περιόδους, είναι αποτέλεσμα των βελτιώσεων της τεχνικής αποτελεσματικότητας ή οφείλεται στην τεχνολογική πρόοδο. Σε ένα δεύτερο επίπεδο ο δείκτης Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (EFFCH) επιμερίζεται στον δείκτη της Καθαρής Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (PECH) και στον δείκτη της Αποτελεσματικότητας Κλίμακας (SECH). Οι εν λόγω δείκτες υποδεικνύουν την κύρια πηγή μεταβολών του δείκτη Τεχνικής Αποτελεσματικότητας.

2. Δεδομένα και Μεθοδολογία

Για τον προσδιορισμό των δεικτών αποδέσμευσης των υλικών ροών, της χρήσης γης και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την οικονομική μεγέθυνση χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που αφορούν ένα δείγμα 13 χωρών από το σύνολο των 15 χωρών της ΕΕ-15 και καλύπτουν την περίοδο από το 1990 έως το 2011 (Γράφημα 1). Οι δυο χώρες που αποκλείστηκαν από την ανάλυση εξαιτίας της μη διαθεσιμότητας δεδομένων στον δείκτη που αφορούσε τη χρήση γης, ήταν το Βέλγιο και το Λουξεμβούργο.

Γράφημα 1: Σχετικές Εξελίξεις των εισροών και εκροών της ΕΕ-13 ως σύνολο και των επιμέρους χωρών που την απαρτίζουν. (*Source:* EIA, 2014; OECD, 2014; SERI, 2014).



2.1. Προσδιορισμός των δεικτών αποδέσμευσης DI

Ο δείκτης αποδέσμευσης (DI) αναφέρεται στον λόγο της ποσοστιαίας μεταβολής της κατανάλωσης ενός πόρου, ή στην ποσοστιαία μεταβολή της παραγωγής εκπομπών ρύπων προς την ποσοστιαία μεταβολή της οικονομικής μεγέθυνσης εντός μιας ορισμένης χρονικής περιόδου (πχ. ένα έτος).

Έστω ότι η ποσοστιαία μεταβολή της κατανάλωσης ενός πόρου μεταξύ των χρονικών περιόδων t και t-1 δίνεται από τον τύπο $\Delta P_t = \frac{(P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}}$, ενώ η ποσοστιαία μεταβολή της οικονομικής μεγέθυνσης από τον τύπο $\Delta Y_t = \frac{(Y_t - Y_{t-1})}{Y_{t-1}}$. Στη περίπτωση αυτή ο δείκτης αποδέσμευσης έχει ως ακολούθως: $DI_t = \frac{\Delta P_t}{\Delta Y_t}$

Οι τιμές που λαμβάνει ο δείκτης αποδέσμευσης (DI) στην περίπτωση που επιτυγχάνεται συνεχής οικονομική μεγέθυνση, έχουν ως ακολούθως:

Όταν **DI>1**, τότε ο αυξανόμενος ρυθμός κατανάλωσης των πόρων, ή των εκπομπών ρύπων, συμβαδίζει ή είναι υψηλότερος από το ρυθμό οικονομικής μεγέθυνσης. Στη περίπτωση αυτή δε λαμβάνει χώρα η αποδέσμευση (no decoupling).

Όταν **DI=1**, τότε γίνεται λόγος για το σημείο καμπής μεταξύ της απόλυτης σύνδεσης (absolute coupling) και της σχετικής αποδέσμευσης (relative decoupling). Στο στάδιο της απόλυτης σύνδεσης, μια υψηλότερη τιμή του δείκτη DI συνεπάγεται τη μεγαλύτερη εξάρτηση της οικονομικής μεγέθυνσης σε πόρους, τον περιορισμό της αποδοτικότητας των πόρων και την εντονότερη περιβαλλοντική υποβάθμιση.

Όταν **0<DI<1**, τότε ο ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης των πόρων ή των εκπομπών ρύπων, υπολείπεται του ρυθμού οικονομικής μεγέθυνσης. Στην περίπτωση αυτή, λαμβάνει χώρα η σχετική αποδέσμευση (relative decoupling). Όταν ο δείκτης DI κυμαίνεται από 0 έως 1, τότε ο χαμηλότερος δείκτης DI συνεπάγεται μεγαλύτερη αποδοτικότητα των πόρων και χαμηλότερη εξάρτηση της οικονομικής μεγέθυνσης από τους πόρους.

Όταν **DI=0**, τότε σημειώνεται οικονομική μεγέθυνση, που όμως δεν επηρεάζει την κατανάλωση των πόρων η οποία παραμένει σταθερή. Στη περίπτωση αυτή, η διαρκής μεγέθυνση της οικονομίας, δε συνοδεύεται από αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων.

Όταν η κατανάλωση των πόρων ή οι εκπομπές ρύπων μειώνονται καθώς η οικονομία συνεχίζει να αυξάνεται, τότε **DI<0**. Στη περίπτωση αυτή η σχέση μεταξύ περιβάλλοντος και οικονομίας μπορεί α χαρακτηριστεί ως απολύτως αποδεσμευμένη (absolutely decoupling). (UNEP, 2010; UNEP, 2011)

2.2. Το Υπόδειγμα για τον προσδιορισμό του δείκτη ολικής αποδοτικότητας

Σύμφωνα με τους Fare et al (1994a), ο δείκτης Malmquist που αποδίδει τις μεταβολές της ολικής αποδοτικότητας για ένα υπόδειγμα εισροών, αποτυπώνεται στη σχέση (1):

$$M_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1},y^t,x^t)=\left[\frac{D_I^t(y^{t+1},x^{t+1})}{D_I^t(y^t,x^t)}\times\frac{D_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1})}{D_I^{t+1}(y^t,x^t)}\right]^{1/2} \qquad (1)$$

Όπου *I*, υποδηλώνει ότι πρόκειται για ένα υπόδειγμα ελαχιστοποίησης εισροών, το *y* υποδηλώνει την εκροή, το *x* υποδηλώνει την εισροή, το *M* υποδηλώνει την αποδοτικότητα του πιο πρόσφατου σημείου παραγωγής σε σχέση με το προγενέστερο σημείο παραγωγής και το *D* υποδηλώνει τη συνάρτηση απόστασης εισροής.

Ο πρώτος λόγος μέσα στις αγκύλες, αντιπροσωπεύει τον δείκτη Malmquist για την περίοδο *t*. Υποδεικνύει το προγενέστερο σημείο παραγωγής (x^t, y^t), χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της περιόδου *t*. Μετρά τη μεταβολή της αποδοτικότητας από την περίοδο *t* έως τη περίοδο *t+1* χρησιμοποιώντας ως σημείο αναφοράς το επίπεδο τεχνολογίας της περιόδου *t*. Σε αυτή τη περίπτωση όπου ο δείκτης ολικής αποδοτικότητας Malmquist βασίζεται στην τεχνολογία της περιόδου *t*, το αποτέλεσμα είναι:

$$M_I^t=\frac{D_I^t(y^{t+1},x^{t+1})}{D_I^t(y^t,x^t)} \qquad (2)$$

Ο δεύτερος λόγος μέσα στις αγκύλες, αντιπροσωπεύει τον δείκτη Malmquist για την περίοδο *t+1*. Υποδεικνύει το πιο πρόσφατο σημείο παραγωγής (x^{t+1}, y^{t+1}) χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της περιόδου *t+1*. Μετρά τη μεταβολή της αποδοτικότητας από την περίοδο *t* έως τη περίοδο *t+1* χρησιμοποιώντας ως σημείο αναφοράς το επίπεδο τεχνολογίας της περιόδου *t+1*. Σε αυτή τη περίπτωση όπου ο δείκτης ολικής αποδοτικότητας Malmquist βασίζεται στην τεχνολογία της περιόδου *t+1*, το αποτέλεσμα θα είναι:

$$M_I^{t+1}=\frac{D_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1})}{D_I^{t+1}(y^t,x^t)} \qquad (3)$$

Ο δείκτης ολικής αποδοτικότητας Malmquist μπορεί ισοδύναμα να αποδοθεί και με τον τρόπο που υποδεικνύει η σχέση (4):

$$M_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1},y^t,x^t)=\frac{D_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1})}{D_I^t(y^t,x^t)}\left[\frac{D_I^t(y^{t+1},x^{t+1})}{D_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1})}\times\frac{D_I^t(y^t,x^t)}{D_I^{t+1}(y^t,x^t)}\right]^{1/2} \qquad (4)$$

ή

$$M_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1},y^t,x^t)=\underbrace{\frac{D_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1})}{D_I^t(y^t,x^t)}}_{\text{EFFC}}\left[\underbrace{\frac{D_I^t(y^{t+1},x^{t+1})}{D_I^{t+1}(y^{t+1},x^{t+1})}\times\frac{D_I^t(y^t,x^t)}{D_I^{t+1}(y^t,x^t)}}_{\text{TECHC}}\right]^{1/2} \qquad (5)$$

Στην εξίσωση 5, ο δείκτης ολικής αποδοτικότητας Malmquist είναι προϊόν της μεταβολής που συντελείται στην τεχνική αποτελεσματικότητα (EFFCH) κατά την ίδια χρονική περίοδο και αποτελεί μέτρο της τεχνολογικής προόδου (TECHCH), όπως αυτή αποτυπώνεται από τις μετακινήσεις των συνόρων τις περιόδους *t + 1* και *t*.

Οι τιμές του δείκτη Malmquist και των συνιστωσών του, μπορούν να είναι μεγαλύτερες, ίσες ή μικρότερες της μονάδας. Εάν ο δείκτης Malmquist μεταξύ των χρονικών περιόδων t και t+1 είναι μεγαλύτερος από 1, τότε η αποδοτικότητα βελτιώνεται. Εάν ο δείκτης Malmquist είναι ίσος με 1, τότε η αποδοτικότητα παραμένει αμετάβλητη, και εάν ο δείκτης Malmquist είναι μικρότερος από 1, τότε η αποδοτικότητα μειώνεται.

Η δεύτερη συνιστώσα (TECHCH) συλλαμβάνει την μεταβολή στην τεχνολογία παραγωγής ως μετατόπιση του εμπειρικού συνόρου παραγωγής μεταξύ των περιόδων *t* και *t+1*, γεγονός που υποδεικνύει τη στροφή της μονάδας λήψης αποφάσεων (DMU) στην τεχνολογία παραγωγής. Εάν EFFCH>TECHCH, τότε η αύξηση της αποδοτικότητας είναι κατά κύριο λόγο αποτέλεσμα των βελτιώσεων στην τεχνική αποτελεσματικότητα, ενώ εάν EFFCH<TECHCH, τότε η αύξηση της αποδοτικότητας είναι κατά κύριο λόγο αποτέλεσμα της τεχνολογικής προόδου (Charnes et al, 1993).

Επιπλέον ο δείκτης της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (EFFCH) είναι προϊόν της Καθαρής Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (PECH) και της Αποτελεσματικότητας Κλίμακας (SECH) και ως εκ τούτου προκύπτει η σχέση (6)

$$EFFCH = PECH \times SECH \qquad (6)$$

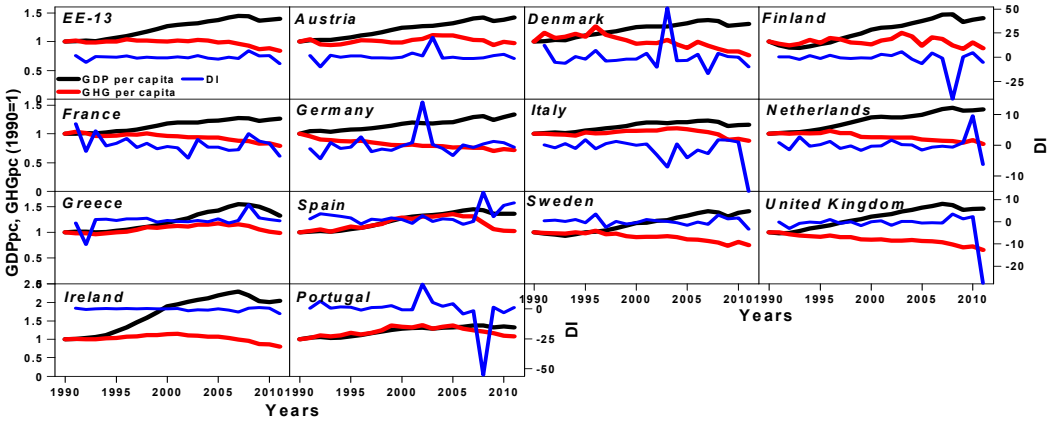
Εάν ο δείκτης των μεταβολών της αποτελεσματικότητας κλίμακας (SECH) είναι μεγαλύτερος από 1, αυτό σημαίνει ότι οι μεταβολές που έχουν συντελεστεί στις εισροές μεταξύ των χρονικών περιόδων t και t + 1, βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα κλίμακας. Εάν ο δείκτης των μεταβολών της καθαρής τεχνικής αποτελεσματικότητας (PECH) είναι μεγαλύτερος από 1, αυτό σημαίνει ότι η βελτίωση της διαχείρισης των πόρων ενισχύσει την αποδοτικότητα. Στην περίπτωση που *PECH > SECH, η* κύρια πηγή μεταβολών του δείκτη Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (είτε αύξηση είτε μείωση) είναι η βελτίωση στην Καθαρή Τεχνική Αποτελεσματικότητα, ενώ στη περίπτωση που *PECH < SECH, η* κύρια πηγή μεταβολών του δείκτη Τεχνικής Αποτελεσματικότητας είναι η βελτίωση στην Αποτελεσματικότητα Κλίμακας (Charnes et al, 1993).

3. Εμπειρικά Αποτελέσματα

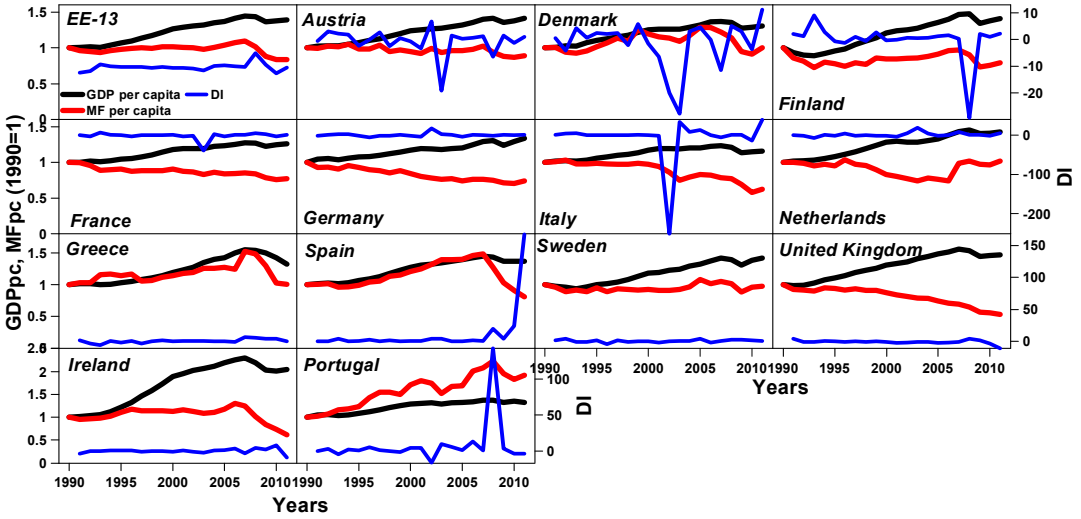
3.1 Δείκτες Αποδέσμευσης DI- Καμπύλη Kuznets

Στην ενότητα αυτή απεικονίζονται διαγραμματικά, οι σχετικές εξελίξεις και οι δείκτες αποδέσμευσης από την οικονομική μεγέθυνση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Γράφημα 2), των υλικών ροών (Γράφημα 3) και της χρήσης γης (Γράφημα 4)

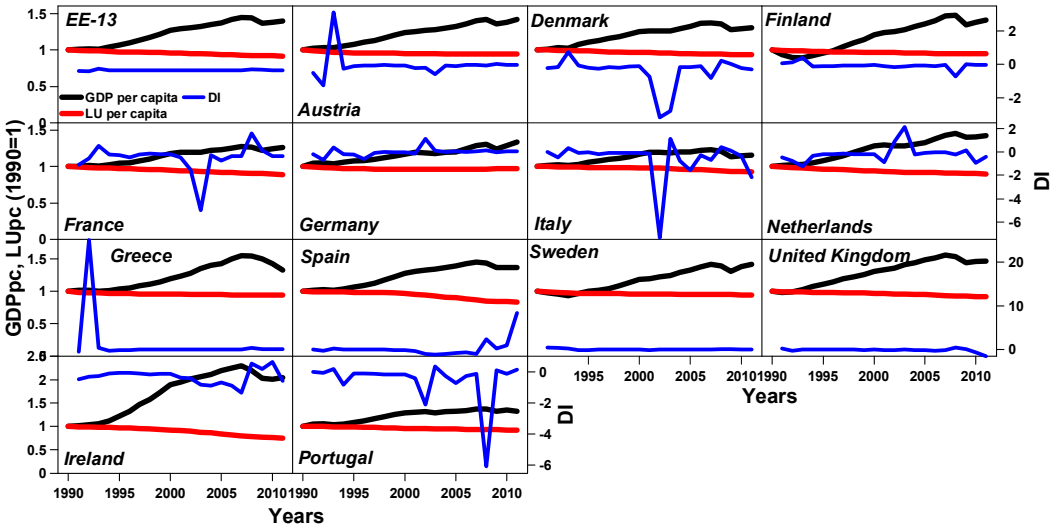
Γράφημα 2: Σχετικές εξελίξεις και δείκτης αποδέσμευσης στην περίπτωση των δεικτών GDP και GHG



Γράφημα 3: Σχετικές εξελίξεις και δείκτης αποδέσμευσης στην περίπτωση των δεικτών GDP και MF



Γράφημα 4: Σχετικές εξελίξεις και δείκτης αποδέσμευσης στην περίπτωση των δεικτών GDP και LU



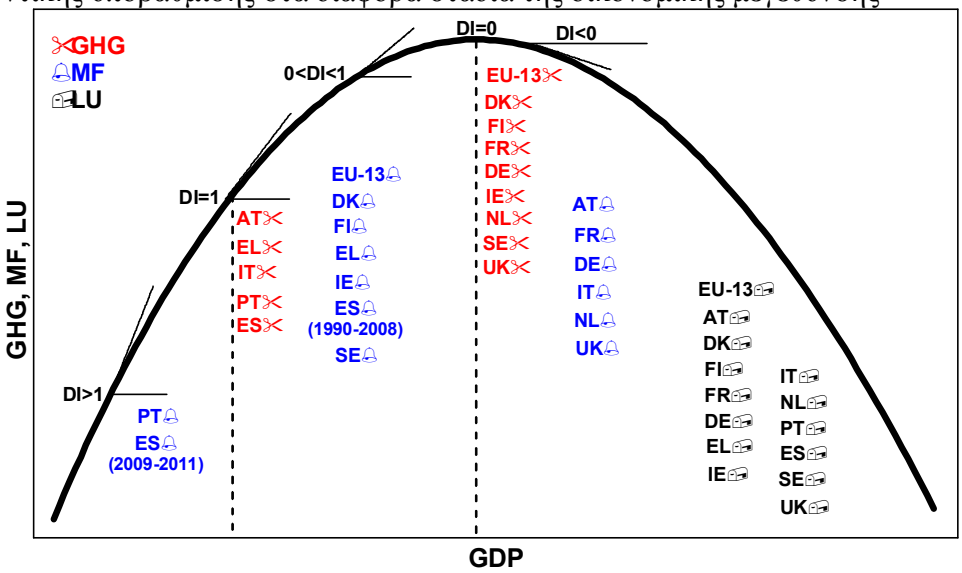
Στον **Πίνακα 1** οι χώρες κατηγοριοποιούνται με βάση τις ελαστικότητες και το βαθμό αποδέσμευσης που αυτές εμφανίζουν σε επίπεδο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG), υλικών ροών (MF) και χρήσης γης (LU) από την οικονομική μεγέθυνση (GDP) και κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 1990-2011. Ο προσδιορισμός των ελαστικοτήτων που γίνεται σε ετήσια βάση, συμβάλλει στην εκτίμηση των επιδόσεων των χωρών αναφορικά με τους Δείκτες Αποδέσμευσης, για το σύνολο της υπό εξέταση περιόδου (1990-2011).

Πίνακας 1: Ελαστικότητες-DI												
	GDP-GHG				GDP-MF				GDP-LU			
Χώρα	Κλίση	Περίοδος	Ελαστικότητα	DI	Κλίση	Περίοδος	Ελαστικότητα	DI	Κλίση	Περίοδος	Ελαστικότητα	DI
EU-13	-	1990-2011	|E_GHG|<1	DI<0	+	1990-2011	|E_MF|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
AT	+	1990-2011	|E_GHG|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_MF|<1	DI<0	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
DK	-	1990-2003	|E_GHG|<1	DI<0	+	1990-2011	|E_MF|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
DK		2004-2011	|E_GHG|>1	DI<0								
FI	-	1990-2011	|E_GHG|<1	DI<0	+	1990-2011	|E_MF|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
FR	-	1990-2011	|E_GHG|<1	DI<0	-	1990-2011	|E_MF|<1	DI<0	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
DE	-	1990-2001	|E_GHG|<1	DI<0	-	1990-1997	|E_MF|<1	DI<0	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
DE		2002-2011	|E_GHG|>1	DI<0		1998-2011	|E_MF|>1	DI<0				
EL	+	1990-2011	|E_GHG|<1	0<DI<1	+	1990-2011	|E_MF|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
IE	-	1990-2011	|E_GHG|<1	DI<0	+	1990-2011	|E_MF|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
IT	+	1990-2011	|E_GHG|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_MF|>1	DI<0	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
NL	-	1990-2011	|E_GHG|<1	DI<0	-	1990-2011	|E_MF|<1	DI<0	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
PT	+	1990-2011	|E_GHG|<1	0<DI<1	+	1990-2011	|E_MF|>1	DI>1	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
ES	+	1990-2011	|E_GHG|<1	0<DI<1	+	1990-2008	|E_MF|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
ES						2009-2011	|E_MF|>1	DI>1				
SE	-	1990-2011	|E_GHG|<1	DI<0	+	1990-2011	|E_MF|<1	0<DI<1	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
UK	-	1990-2011	|E_GHG|<1	DI<0	-	1990-2000	|E_MF|<1	DI<0	-	1990-2011	|E_LU|<1	DI<0
UK						2001-2011	|E_MF|>1	DI<0				

***AT:** Αυστρία **DK:** Δανία, **FI:** Φινλανδία, **FR:** Γαλλία, **DE:** Γερμανία, **EL:** Ελλάδα, **IE:** Ιρλανδία, **IT:** Ιταλία, **NL:** Ολλανδία, **PT:** Πορτογαλία, **ES:** Ισπανία, **SE:** Σουηδία, **UK:** Ηνωμένο Βασίλειο.*

Στη συνέχεια επιχειρείται σύνδεση των επιδόσεων των χωρών στους Δείκτες Αποδέσμευσης με τα διαφορετικά επίπεδα οικονομικής μεγέθυνσης όπως αυτά αποτυπώνονται από την καμπύλη Kuznets. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίζεται το στάδιο της οικονομικής μεγέθυνσης στο οποίο κατατάσσονται οι υπό εξέταση χώρες βάσει των επιδόσεών τους στους Δείκτες αποδέσμευσης των υλικών ροών, της χρήσης γης και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Γράφημα 5)

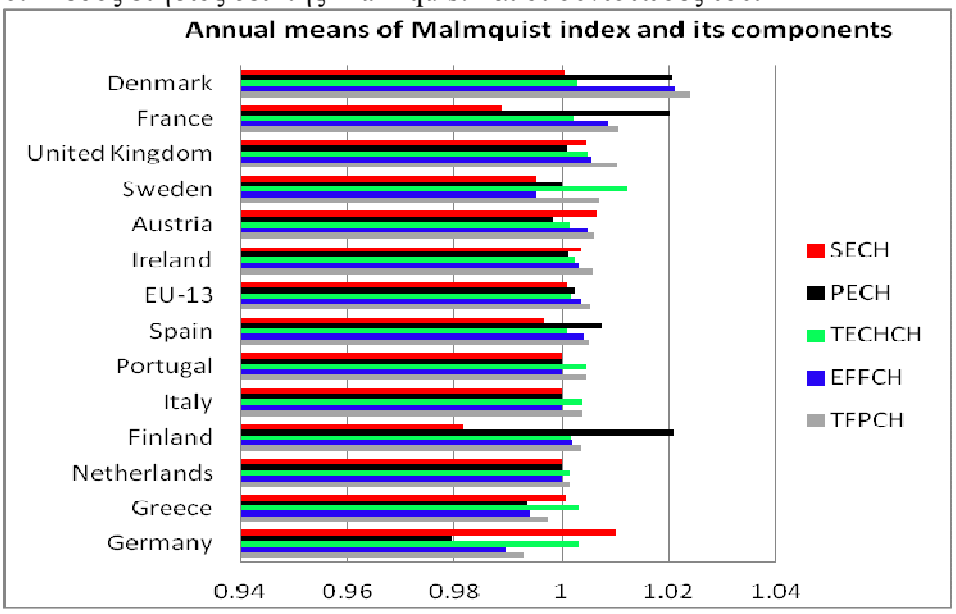
Γράφημα 5 Δείκτες αποδέσμευσης των πόρων (υλικές ροές, χρήση γης) και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης στα διάφορα στάδια της οικονομικής μεγέθυνσης



3.2 Μέρος ΙΙ: Δείκτης Ολικής Αποδοτικότητας (TFPCH) και επιμέρους δείκτες EFFCH, TECHCH, PECH και SECH

Στην ενότητα αυτή, συνοψίζονται και αποτυπώνονται τα ευρήματα της εμπειρικής ανάλυσης αναφορικά με τον δείκτη TFPCH και τις δυο συνιστώσες του που είναι οι δείκτες EFFCH και TECHCH. Στη συνέχεια ο δείκτης EFFCH επιμερίζεται στους δείκτες PECH και SECH (Γράφημα 6).

Γράφημα 6: Μέσος ετήσιος δείκτης Malmquist και οι συνιστώσες του.



Στο Γράφημα 6, οι χώρες κατατάσσονται σε αύξουσα σειρά με βάση τον δείκτη TFPCH.

Στη συνέχεια λαμβάνοντας υπόψη τις σχέσεις που έχουν καταγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία αναφορικά με τους δείκτες TFPCH, EFFCH, TECHCH, PECH, SECH επιχειρείται μια περεταίρω εμβάθυνση και καταγραφή των κινητήριων δυνάμεων στις μεταβολές του δείκτη ολικής αποδοτικότητας των οικονομικών συστημάτων για τις υπό εξέταση χώρες (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Οι κινητήριες δυνάμεις του δείκτη ολικής αποδοτικότητας των οικονομικών συστημάτων ανά χώρα

t	DMU	Αποδοτικότητα	Η κύρια πηγή προσδιορισμού της Αποδοτικότητας	Η κύρια πηγή προσδιορισμού του δείκτη EFFCH
1990-2011	Γερμανία	Απώλεια αποδοτικότητας	Τεχνολογική Πρόοδος	
1990-2011	Ελλάδα	Απώλεια αποδοτικότητας	Τεχνολογική Πρόοδος	
1990-2011	Ολλανδία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Τεχνολογική Πρόοδος	
1990-2011	Φινλανδία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας	Βελτίωση στην Καθαρή Τεχνική Αποτελεσματικότητα
1990-2011	Ιταλία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Τεχνολογική Πρόοδος	
1990-2011	Πορτογαλία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Τεχνολογική Πρόοδος	
1990-2011	Ισπανία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας	Βελτίωση στην Καθαρή Τεχνική Αποτελεσματικότητα
1990-2011	ΕΕ-13	Κέρδη Αποδοτικότητας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας	Βελτίωση στην Καθαρή Τεχνική Αποτελεσματικότητα
1990-2011	Ιρλανδία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας	Βελτίωση στην Αποτελεσματικότητα Κλίμακας
1990-2011	Αυστρία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας	Βελτίωση στην Αποτελεσματικότητα Κλίμακας
1990-2011	Σουηδία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Τεχνολογική Πρόοδος	
1990-2011	Ηνωμένο Βασίλειο	Κέρδη Αποδοτικότητας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας	Βελτίωση στην Αποτελεσματικότητα Κλίμακας
1990-2011	Γαλλία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας	Βελτίωση στην Καθαρή Τεχνική Αποτελεσματικότητα
1990-2011	Δανία	Κέρδη Αποδοτικότητας	Βελτίωση αποτελεσματικότητας	Βελτίωση στην Καθαρή Τεχνική Αποτελεσματικότητα

4. Συζήτηση και Συνέπειες Πολιτικής

Από το γράφημα 5 είμαστε σε θέση να δούμε το βαθμό αποδέσμευσης που η κάθε χώρα πετυχαίνει σε επίπεδο περιβάλλοντος και πόρων. Αναφορικά με τη χρήση της γης, παρατηρείται απόλυτη αποδέσμευση αυτής από την οικονομική μεγέθυνση, για το σύνολο των χωρών της ΕΕ-13. Δε συμβαίνει το ίδιο στην περίπτωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και των υλικών ροών καθώς υπάρχουν χώρες στις οποίες είτε δε λαμβάνει χώρα η αποδέσμευση, είτε λαμβάνει χώρα η σχετική αποδέσμευση ή τέλος λαμβάνει χώρα η απόλυτη αποδέσμευση που είναι και η επιθυμητή κατάσταση.

Το ενδιαφέρον μας επικεντρώνεται στις περιπτώσεις των χωρών της ΕΕ-13 στις οποίες μπορεί να μη λαμβάνει χώρα η αποδέσμευση, ή να λαμβάνει χώρα η σχετική αποδέσμευση για την περίπτωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και των υλικών ροών. Για αυτές τις περιπτώσεις προτείνουμε κάποιες κατευθυντήριες γραμμές χάραξης πολιτικής που αποσκοπούν στην μετάβαση της υπό εξέταση κάθε φορά χώρας από την τρέχουσα κατάσταση, σε ένα επόμενο και πιο βελτιωμένο στάδιο αποδέσμευσης. Οι κατευθυντήριες γραμμές για τις οποίες γίνεται λόγος, απορρέουν από την καταγραφή των κινητήριων δυνάμεων της ολικής αποδοτικότητας της κάθε χώρας (Πίνακας 2).

Με τη βοήθεια του Γραφήματος 5 και του Πίνακα 2, καταλήγουμε στις ακόλουθες διαπιστώσεις:

1. Στις περιπτώσεις της Γερμανίας και της Ελλάδας, παρατηρείται απώλεια αποδοτικότητας με κινητήρια δύναμη της εν λόγω μεταβολής την τεχνολογική πρόοδο (TECHCH).

Στη περίπτωση της Γερμανίας που έχει επιτύχει την απόλυτη αποδέσμευση για το σύνολο των υπό εξέταση δεικτών (GHG, MF, LU), η απώλεια αποδοτικότητας ενδεχομένως να σηματοδοτεί την τάση σύγκλισης, σε τουλάχιστον μια από τις περιπτώσεις των τριών δεικτών, με τον δείκτη οικονομικής μεγέθυνσης.

Στην περίπτωση της Ελλάδας, που σημειώνει σχετική αποδέσμευση στην περίπτωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και των υλικών ροών, οι τεχνολογικές εξελίξεις, δεν μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην άμβλυνση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Στις δυο αυτές περιπτώσεις χωρών, που η απώλεια αποδοτικότητας ερμηνεύεται με έναν εντελώς διαφορετικό τρόπο, οι φορείς χάραξης πολιτικής θα πρέπει να προσανατολιστούν σε πολιτικές βελτίωσης του δείκτη Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (EFFCH) προκειμένου να αποφευχθεί η μακροχρόνια σύγκλιση των δεικτών στη περίπτωση της Γερμανίας και να επιτευχθεί απόλυτη αποδέσμευση των δεικτών στην περίπτωση της Ελλάδας.

Να σημειωθεί πως ο δείκτης Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (EFFCH), δείχνει την απόκλιση της παραγωγικής επίδοσης της υπό εξέταση DMU σε σχέση με τις καλύτερες επιδόσεις στο δείγμα που συνήθως αποδίδεται είτε σε διαχειριστικές δυνατότητες που σχετίζονται με την εκμάθηση ορθών πρακτικών από άλλες χώρες, ή σε περιβαλλοντολογικές μεταβλητές μέσα στις οποίες αυτή λειτουργεί.

2. Στις περιπτώσεις της Ολλανδίας, της Ιταλίας, της Πορτογαλίας και της Σουηδίας, παρατηρείται κέρδος αποδοτικότητας με κινητήρια δύναμη της εν λόγω μεταβολής την τεχνολογική πρόοδο (TECHCH).

Σε αυτές τις περιπτώσεις χωρών, οι φορείς χάραξης πολιτικής θα πρέπει να προσανατολιστούν σε πολιτικές περεταίρω ενίσχυσης του δείκτη της Τεχνολογίας Παραγωγής (TECHCH),

Να σημειωθεί πως ο δείκτης TECHCH, σχετίζεται με τις μεταβολές στην τεχνολογία παραγωγής ως το αποτέλεσμα των προσπαθειών για καινοτομίες στην εξοικονόμηση πόρων και στις μεθόδους παραγωγής.

Μέσω μιας τέτοιας πολιτικής, η Ολλανδία που έχει πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση για το σύνολο των υπό εξέταση δεικτών (GHG, MF, LU), θα συνεχίσει να διατηρεί και να βελτιώνει τα κέρδη αποδοτικότητάς της.

Στην περίπτωση της Ιταλίας που έχει ήδη πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση στην περίπτωση των δεικτών MF και LU, η περεταίρω ενίσχυση της τεχνολογίας παραγωγής θα την ωθήσει σταδιακά στη μετάβαση από τη σχετική στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη GHG.

Στην περίπτωση της Πορτογαλίας που έχει πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση μόνο στην περίπτωση του δείκτη LU, η περεταίρω ενίσχυση της τεχνολογίας παραγωγής θα την ωθήσει σταδιακά στη μετάβαση από τη σχετική στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη GHG. Επιπλέον θα την ωθήσει στη σταδιακή μετάβαση από την μη αποδέσμευση στην σχετική και εν συνεχεία στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη MF.

Στην περίπτωση της Σουηδίας που έχει ήδη πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση στην περίπτωση των δεικτών GHG και LU, η περεταίρω ενίσχυση της τεχνολογίας παραγωγής θα την ωθήσει σταδιακά στη μετάβαση από τη σχετική στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη MF.

3. Στις περιπτώσεις της Φινλανδίας, της Ισπανίας, της ΕΕ-13, της Γαλλίας και της Δανίας, παρατηρείται κέρδος αποδοτικότητας με κινητήρια δύναμη της εν λόγω μεταβολής την βελτίωση της αποτελεσματικότητας (EFFCH) που με τη σειρά της απορρέει από την βελτίωση που σημειώνεται στην Καθαρή Τεχνική Αποτελεσματικότητα (PECH).

Σε αυτές τις περιπτώσεις χωρών, οι φορείς χάραξης πολιτικής θα πρέπει να προσανατολιστούν σε πολιτικές περεταίρω ενίσχυσης τόσο του δείκτη της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (EFFCH) όσο και του δείκτη της Καθαρής Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (PECH).

Να σημειωθεί πως ο δείκτης PECH, σχετίζεται με τις μεταβολές στη διαχείριση (management) των πόρων και ως εκ τούτου με το βαθμό επίτευξης της βέλτιστης κατανομής των πόρων. Η βελτίωση του εν λόγω δείκτη, μέσω μιας ορθολογικότερης χρήσης των εισροών και διερεύνησης της δυνατότητας βελτιστοποίησης της εσωτερικής οργάνωσης, δύναται να οδηγήσει σε μείωση της αναποτελεσματικότητας.

Στις περιπτώσεις της Φινλανδίας, της ΕΕ-13 και της Δανίας που έχουν πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση των δεικτών GHG και LU, η περεταίρω ενίσχυση των δεικτών της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας και της Καθαρής Τεχνικής Αποτελεσματικότητας, θα ωθήσει τις εν λόγω χώρες σε μια σταδιακή μετάβαση από τη σχετική στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη MF.

Στην περίπτωση της Ισπανίας που έχει πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση μόνο στην περίπτωση του δείκτη LU, η περεταίρω ενίσχυση των δεικτών της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας και της Καθαρής Τεχνικής Αποτελεσματικότητας θα την ωθήσει σταδιακά στη μετάβαση από τη σχετική στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη GHG. Επιπλέον θα την ωθήσει στη σταδιακή μετάβαση από την μη αποδέσμευση στην σχετική και εν συνεχεία στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη MF.

Μέσω μιας τέτοιας πολιτικής, η Γαλλία που έχει πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση για το σύνολο των υπό εξέταση δεικτών (GHG, MF, LU), θα συνεχίσει να διατηρεί και να βελτιώνει τα κέρδη αποδοτικότητάς της.

4. Στις περιπτώσεις της Ιρλανδίας, της Αυστρίας και του Ηνωμένου Βασιλείου, παρατηρείται κέρδος αποδοτικότητας με κινητήρια δύναμη της εν λόγω μεταβολής την βελτίωση της

αποτελεσματικότητας (EFFCH) που με τη σειρά της απορρέει από την βελτίωση που σημειώνεται στην Αποτελεσματικότητα Κλίμακας (SECH).

Σε αυτές τις περιπτώσεις χωρών, οι φορείς χάραξης πολιτικής θα πρέπει να προσανατολιστούν σε πολιτικές περεταίρω ενίσχυσης τόσο του δείκτη της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (EFFCH) όσο και του δείκτη της Αποτελεσματικότητας Κλίμακας (SECH).

Να σημειωθεί πως ο δείκτης SECH, απεικονίζει τον βαθμό στον οποίο μια DMU εκμεταλλεύεται τις οικονομίες κλίμακας, με το να μειώνει το μακροχρόνιο ανά μονάδα κόστος παραγωγής, καθώς η κλίμακα παραγωγής, αυξάνεται. Επιπλέον μας δίνει χρήσιμες πληροφορίες για το εάν η DMU, λειτουργεί σε άριστο μέγεθος ή σε μη άριστο μέγεθος στη περίπτωση που είτε υπερπαράγει είτε υποπαράγει συγκριτικά με το μέγεθός της.

Στην περίπτωση της Ιρλανδίας που έχει πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση των δεικτών GHG και LU, η περεταίρω ενίσχυση των δεικτών της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας και της Αποτελεσματικότητας Κλίμακας, θα ωθήσει την εν λόγω χώρα σε μια σταδιακή μετάβαση από τη σχετική στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη MF. Στην περίπτωση της Αυστρίας που έχει πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση των δεικτών MF και LU, η περεταίρω ενίσχυση των δεικτών της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας και της Αποτελεσματικότητας Κλίμακας, θα ωθήσει την εν λόγω χώρα σε μια σταδιακή μετάβαση από τη σχετική στην απόλυτη αποδέσμευση για την περίπτωση του δείκτη GHG. Μέσω μιας τέτοιας πολιτικής, το HB που έχει πετύχει την απόλυτη αποδέσμευση για το σύνολο των υπό εξέταση δεικτών (GHG, MF, LU), θα συνεχίσει να διατηρεί και να βελτιώνει τα κέρδη αποδοτικότητάς του.

5. Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να αποδοθεί για τις υπό εξέταση χώρες της ΕΕ-13, ένας δείκτης καταγραφής των μεταβολών της ολικής αποδοτικότητας των οικονομικών συστημάτων (TFPCH) με ταυτόχρονη απόδοση των παραγόντων ή αλλιώς των κινητήριων δυνάμεων που ευθύνονται για τις μεταβολές (αυξήσεις ή μειώσεις) της ολικής αποδοτικότητας των οικονομικών συστημάτων υπό συνθήκες οικονομικής μεγέθυνσης.

Ο προσδιορισμός των εν λόγω παραγόντων επιτυγχάνεται μέσω μιας διαδικασίας αποσύνθεσης του δείκτη των μεταβολών της ολικής αποδοτικότητας (TFPCH) στα συστατικά του στοιχεία που είναι οι δείκτες των μεταβολών της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (EFFCH), της Τεχνολογίας παραγωγής (TECHCH), της Καθαρής Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (PECH) και της Αποτελεσματικότητας Κλίμακας (SECH).

Με τον τρόπο αυτό ερμηνεύεται το εάν και κατά πόσο οι μεταβολές του δείκτη ολικής αποδοτικότητας (TFPCH) που μπορούν να επιφέρουν είτε κέρδη είτε απώλεια αποδοτικότητας, είναι αποτέλεσμα:

i) των μεταβολών που έχουν συντελεστεί στις εισροές (εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, υλικές ροές, χρήση γης) κατά τη χρονική περίοδο 1990-2011 (βλέπε Δείκτη Αποτελεσματικότητας Κλίμακας (SECH)) όπως αυτές καταγράφονται στα διάφορα στάδια της οικονομικής μεγέθυνσης που προσδιορίζονται μέσω των δεικτών αποδέσμευσης DI και έχουν ως σημεία αναφοράς την μη αποδέσμευση, την σχετική αποδέσμευση και την απόλυτη αποδέσμευση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης (εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου) και των πόρων (υλικές ροές, χρήση γης) από την οικονομική μεγέθυνση.

ii) των μεταβολών στη διαχείριση (management) των πόρων και ως εκ τούτου στο βαθμό επίτευξης της βέλτιστης κατανομής των πόρων (βλέπε Δείκτη Καθαρής Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (PECH)).

iii) των μεταβολών στην τεχνολογία παραγωγής ως το αποτέλεσμα των προσπαθειών για καινοτομίες στην εξοικονόμηση πόρων (βλέπε Δείκτη Τεχνολογίας Παραγωγής TECHCH).

Ο εν λόγω δείκτης που επιτρέπει τη συγκριτική ανάλυση μεταξύ των χωρών της ΕΕ-13 και επιπλέον καταφέρνει να αποτυπώσει τα διαφορετικά αίτια που προκαλούν σε μια μονάδα λήψης αποφάσεων (χώρες της ΕΕ-13) απώλεια ή κέρδος αποδοτικότητας, θα μπορούσε να λειτουργήσεις ως ένα εργαλείο χάραξης μέτρων περιβαλλοντικής πολιτικής στον τομέα διαχείρισης των πόρων, προκειμένου να διασφαλιστεί η βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη με ενδείξεις ποιοτικής βελτίωσης του προϊόντος.

Βιβλιογραφία

Charnes A, Cooper W.W, Lewin A.Y. and Seiford L.M. (1993). Data Envelopment Analysis: Theory, methodology, and application, Kluwer Academic Publishers Boston.

EIA (2014). International Energy Statistics: 1980–2011 (Complete) Energy Information Administration. Available from http://www.eia.gov/countries/data.cfm, accessed on 13 November 2014.

Fare R, Grosskopf S and Lovell C.A.K. (1994a). Production Frontiers, Cambridge University Press, Cambridge.

Fischer M. M, Scherngell T. and Reismann M. (2009). Knowledge spillovers and total factor productivity: evidence using a spatial panel datamodel, Geographical Analysis, 41(2), 204– 220.

OECD (2014). Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Gross Domestic Product (GDP) in national currency, in current prices and constant prices (national base year, previous year prices and OECD base year i.e. 2005). Available from: http://stats.oecd.org/, accessed on 14 November 2014.

Kitcher B, McCarthy I. P, Turner S. and Ridgway K. (2013). Understandinig the effects of outsourcing: unpacking the total factor productivity variable, Production Planning & Control, 24 (4-5), 308–317.

Malmquist S. (1953). Index numbers and indifference surfaces, Trabajos de Estadistica, 4, 209-242.

UNEP (2010). Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials, A Report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products and Materials to the International Panel for Sustainable Resource Management. In: Hertwich, E., van der Voet, E., Suh, S., Tukker, A., Huijbregts, M., Kazmierczyk, P., Lenzen, M., McNeely, J., Moriguchi, Y. (Eds.), UNEP.

UNEP (2011). Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. In: Fischer-Kowalski, M., Swilling, M., von Weizsäcker, E.U., Ren, Y., Moriguchi, Y., Crane, W., Krausmann, F., Eisenmenger, N., Giljum, S., Hennicke, P., Romero Lankao, P., SiribanManalang, A., Sewerin, S. (Eds.), UNEP.

WU Dittrich and SERI (2014). Global Material Flows Database. Available from: www.materialflows.net

Energy and Material Intensity in the course of the world economic crisis of 2008. The cases of Germany and Greece.

Charalampos Mentis, Panagiotis Kalimeris & Kostas Bithas
Research Team on Economics of the Environment and Sustainable Development, Institute of Urban Environment and Human Resources (UEHR), Department of Economic and Regional Development, Panteion University of Social and Political Sciences, Kallithea
x.mentis@eesd.gr pkalimeris@eesd.gr kbithas@eesd.gr

Abstract
This paper investigates the energy and material resources decoupling in the context of the world financial crisis of 2008 for Germany and Greece. Since the mid-seventies global resource consumption has increased considerably. Based on these trends certain considerations are imposed over the limits of undisrupted economic growth at a global level. In this paper we utilize data concerning energy and material consumption for Germany and Greece during 1965-2014 based on the principles of Material Flow Analysis (MFA). In this context we estimate the Resources Intensity (RI) indicator which is further distinguished into Energy Intensity (EI) and Material Intensity (MI). Regarding the global economic crisis of 2008 and its effects on the economy of Germany and Greece we investigate the progress for each country respectively in the decoupling of energy and material use from economic growth.

Keywords: Energy Intensity, Material Intensity, Material Flow Analysis (MFA), growth, Energy efficiency.
JEL Classification: O44; Q21; Q31; Q41; Q56.

Τάσεις στην κατανάλωση ενέργειας και ύλης στο πλαίσιο της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης του 2008. Οι περιπτώσεις της Γερμανίας και Ελλάδας.

Χαράλαμπος Μέντης, Παναγιώτης Καλημέρης & Κώστας Μπίθας
Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών, Τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Ινστιτούτο Αστικού Περιβάλλοντος και Ανθρώπινου Δυναμικού (ΙΑΠΑΔ), Ερευνητική Ομάδα Οικονομικών του Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Αριστοτέλους 29, Καλλιθέα, Αθήνα 17671

Περίληψη
Στην παρούσα εργασία διερευνάται το φαινόμενο της αποσύνδεσης (decoupling effect) σε επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης και κατανάλωσης ύλης από την διαδικασία οικονομικής μεγέθυνσης υπό το πρίσμα της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης του 2008 για την Γερμανία και την Ελλάδα. Η κατανάλωση φυσικών πόρων έχει αυξηθεί σημαντικά από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 και έπειτα. Δεδομένων αυτών των τάσεων τίθενται ουσιαστικά ερωτήματα αναφορικά με τους ενδεχόμενους περιορισμούς στην διαδικασία μιας απρόσκοπτης οικονομικής μεγέθυνσης σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιούμε δεδομένα όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας και ύλης για την χρονική περίοδο 1965-2014 βάσει των αρχών της Ανάλυσης Ροής Υλικών (Material Flow Analysis). Στο πλαίσιο αυτό διεξάγουμε εκτιμήσεις σχετικά με τον δείκτη Εντάσεως Φυσικών Πόρων (Resources Intensity) ο οποίος διακρίνεται σε δυο επιμέρους δείκτες : τον δείκτη Εντάσεως Ενέργειας (Energy Intensity) καθώς και τον δείκτη Εντάσεως Ύλης (Material Intensity). Λαμβάνοντας υπόψη την παγκόσμια οικονομική κρίση του 2008 και τις επιπτώσεις της στην οικονομία της Γερμανίας και της Ελλάδας εξετάζουμε τις τάσεις για την εκάστοτε χώρα αντίστοιχα ως προς την αποσύνδεση της διαδικασίας οικονομικής μεγέθυνσης από την κατανάλωση ενέργειας και ύλης.

Λέξεις Κλειδιά: Ενεργειακή αποδοτικότητα, Ανάλυση Ροής Υλικών, Ενεργειακή Κατανάλωση, Οικονομική Μεγέθυνση, Κατανάλωση Ύλης.
JEL Κωδικοί: O44, Q21, Q31, Q41, Q56.

1. Introduction

Modern economies are heavily reliant upon natural resources. Essential inputs of energy and material resources are required during the production process. In the past years global resources consumption increased considerably (Krausmann *et al.* 2009). Since 1980, global resources extraction grew on an average of 2.4% per year, with an aggregated growth of 93.4%, from around 35 billion tones, in 1980, to 67.6 billion tones, in 2009 (Giljum *et al.*, 2014). These trends impose considerations over physical limits to continuing global economic growth, based on the current patterns of resources use (EEA, 2015; Schneider, 2010; Kallis, 2011). The high level of resources use seems to result in a significant threat to global sustainability and the safe operating space for humanity defined by the planetary boundaries (Steffen *et al.*, 2015).

Recent studies indicate that the continuous flux of energy and material flows remains an essential input for the functioning of the "social or industrial metabolism" (Fischer Kowalski and Haberl, 2007; Fischer-Kowalski et al., 2011). The concept of social metabolism focuses on the inputs of materials and energy resources entered into socio-economic systems and the corresponding outflows of wastes and emissions (Ayres 1989; Baccini and Brunner 1991; Ayres and Simonis 1993; Fischer-Kowalski 1998; Fischer-Kowalski and Hüttler 1999;). As stated in EEA (2012), European economy utilizes huge amounts of energy and material resources to function. Total use of natural resources increased continuously until 2008, when the global recession led to a substantial decline of their utilization (EEA, 2015). In recent years, the endeavor to promote the sustainable use of natural resources has moved up the European Union (EU) environmental policy agenda and the term resource efficiency has gained a pre-eminent position in several European countries. As reported by the EU Sustainable Development Strategy (2006), one of the Europe's major strategies is to decouple the use of resources from the rate of economic growth in the long-run.

The link between resources use and growth is broadly evaluated through the Resources Intensity (RI) indicator. RI is defined as the Domestic Material Consumption (DMC)[19] divided by the GDP. That is the amount of resources used by an economy to produce one unit of GDP. In the present study, RI ratio is evaluated for two European Countries, namely Germany and Greece. RI is evaluated using annual time series data that cover the time period 1965 – 2014. These two countries have been selected since they are operating under the same economic and institutional regime (The European Union), yet they have strongly diverging trends concerning their economic performance and their resources use, throughout the time period under investigation, and especially after the global economic crisis of 2008 which is the origin of the current European economic crisis.

The paper is structured as follows. The next section refers to the methodology of the study, while section 3 presents the utilized data. Section 4 presents the analysis and the results of the empirical estimates of energy and material intensity for both examined countries. Finally, Section 5 discusses the main conclusions of the present study and traces implications for future research.

[19] Domestic Material Consumption defined as DMC= Domestic Extraction + Imports – Exports. DMC consists of the aggregation of all mass and energy resources that enter the economic system, namely: fossil fuels (coal, oil, and natural gas), metal ores, construction minerals, biomass, and so on. More details are available in the "Data" section.

2. Methodology

The methodology that the present study utilizes, for the estimation of the link between economic growth-natural resources, is based on the economy-wide Material Flow Accounting[20] (MFA). MFA is considered as an important tool for evaluating social metabolism[21] of economic systems, namely the per capita resources consumption of an economy. The concept of social metabolism has its roots in industrial ecology and focuses on the inputs of materials and energy resources into socio-economic systems and the corresponding outflows of wastes and emissions (Ayres and Simonis, 1994; Fischer Kowalski and Haberl, 2007; Fischer Kowalski and Hütler, 1999).

MFA describes the interaction of an economy along with natural environment in terms of material flows that enter into the economic process. MFA is used as a data analysis framework for tracing and recording the material inputs that enter the economic system. Those inputs are disaggregated into material categories such as biomass, fossil fuels, construction and industrial minerals. Contemporary studies on the estimation of RI conclude that economies are consuming fewer resources during the production process. RI estimation is based on the DMC/GDP ratio. This ratio follows a declining trend indicating a decoupling of resource consumption from economic growth for both the developed and the developing countries

Relevant literature distinguishes the decoupling effect into relative and absolute: Relative decoupling of resources indicates that the growth rate of resources used is lower than the growth rate of the economy (GDP), while absolute decoupling means that resource use declines, irrespective to the growth rate of GDP (UNEP, 2011).

In the present study, RI is distinguished into Material Intensity (MI) and Energy Intensity (EI). MI and EI are defined by DMC/GDP ratio and the Primary Energy Consumption (PEC)[22]/GDP ratio, respectively. These ratios depict the material and energy requirements of an economy for the production of one monetary unit of aggregate GDP and are used by the majority of the contemporary empirical studies. In our analysis the DMC/[GDP per Capita] and PEC/[GDP per Capita] ratios are utilized as two complementary indicators to the standard ones, for the estimation of material and energy requirements for the creation of one unit of economic welfare enjoyed by human beings. The framework that those complementary ratios are based on has been proposed by Bithas and Kalimeris (2013), and has been further used by Salahuddin and Gow (2014), depicting different trajectories and raising crucial queries concerning the decoupling effect.

3. Data

We carry out our estimates of PEC/GDP and PEC/[GDP per Capita] ratios based on annual data for the period 1965-2014. Primary Energy Consumption (PEC) data were drawn from the latest update of the BP Statistical Review of World Energy Worldbook of June 2015 (BP, 2015). PEC is expressed in million tons of oil equivalents (mtoe). The ton of oil equivalent (toe) is a unit of energy which is defined as the amount of energy released by burning one ton of crude oil. It is equivalent to 42 gigajoules (GJ) approximately (one billion or 10^9 joules) (Cleveland and Morris, 2009). However, as different crude oils have different energy values, the exact value is defined by convention. PEC is the aggregation of oil, natural gas, coal, nuclear energy, hydro-electricity and modern renewable fuels consumption (BP, 2015).

[20] Or Material Flow Analysis
[21] Or Industrial Metabolism
[22] PEC comprises commercially traded fuels including modern renewables used to generate electricity

Domestic Material Consumption (DMC) data were taken from the Sustainable Europe Research Institute (SERI) and the Vienna University of Economics and Business (WU) (SERI and WU Vienna, 2014). DMC equals Domestic extraction plus Imports minus Exports and is mainly consist of the aggregation of domestically utilized metal ores, fossil fuels, industrial minerals, construction minerals and biomass consumption. DMC is expressed in 1000 tons/yr.
Data on the GDP are drawn from The Conference Board Total Economy Database (The Conference Board Total Economy Database. 2015). The GDP is measured in million 1990 International Geary-Khamis dollars. The Geary-Khamis dollar is a hypothetical unit of currency that has the same purchasing power parity (PPP) that the United States dollar had in the USA in 1990. It was proposed by Roy C. Geary in 1958 and was further developed by Salem H. Khamis *(*Geary, 1958 ; Khamis, 1972*)*.

4. Analysis and results

4.1 The Energy Intensity Estimates

In this section we estimate the Energy Intensity (EI) trends for the two examined countries, Germany and Greece. Figure 1a depicts the Primary Energy Consumption (PEC) during the time period 1965-2014. The period 1965-2014 depicts relative stability for Germany's PEC trends. In contrast, a strong increment is delineated in PEC for Greece. In 1965-2007, there is a moderate increase of 28.52% in the case of Germany, while Greece is characterized by a far stronger increase of 418.49% (Table 1). During 2008-2014, a period reflecting the consequences of the global economic crisis, Germany's PEC decreases at a rate of 4.84%, while in Greece there is a decreasing trend of 24.17%.

The PEC per capita indicator (Social/Industrial metabolism) shares substantial similarities with PEC, as indicated in Figure 1b. Germany is characterized by a constant decreasing trajectory, with the exception of a few fluctuations during 1965-1988, while in the case of Greece the per capita PEC results in a strong increase, up to 314.08%, in the period of 1965-2007. For the whole period with available data, 1965-2014, Germany's energy per capita consumption follows a mild increase of 14.65%, while in Greece there is an intense increment of 207.85% (Table 1).

Germany's Energy Intensity (PEC/GDP) follows constant declining trends during 1965-2014, summing up to 55.23% (Fig. 1c, Table 1). On the other hand, in Greece's case there is an increase of 16.64% in the EI (Energy Intensity) during 1965-2007. The period 2008-2014, largely affected by the decreasing GDP rate, is related with a moderate increase of 1.73% for EI in Greece. The estimates indicate that the German economy has performed a remarkable improvement in energy efficiency, while Greece's economy is characterized by an increasing dependency on energy resources.

Figure 1d shows the PEC/[GDP per Capita] ratio of Germany and Greece for the respective examined period. In the case of Germany, the alternative EI indicator follows a declining evolutionary pattern, resulting in a 52.06% decrease throughout the time period 1965-2014. These estimates offer further support for a decoupling link between growth and energy in Germany. In the case of Greece, the alternative EI indicator delineates strongly increasing trends reaching 46.05%, during 1965-2007. From 2008 up to 2014, PEC/[GDP per Capita] indicates a moderate increment of up to 2.23%, probably a result induced by the ongoing Greek economic crisis being reflected in the Greek GDP (-25.46%, See Table 1) and GDP per capita declining rates (-25.82%, See Table 1).

Figure 1: a) Primary Energy Consumption; b) Per capita Primary Energy Consumption; c) Energy Intensity per unit of GDP; d) Energy Intensity per unit of GDP per capita, for Germany and Greece during 1965-2014.

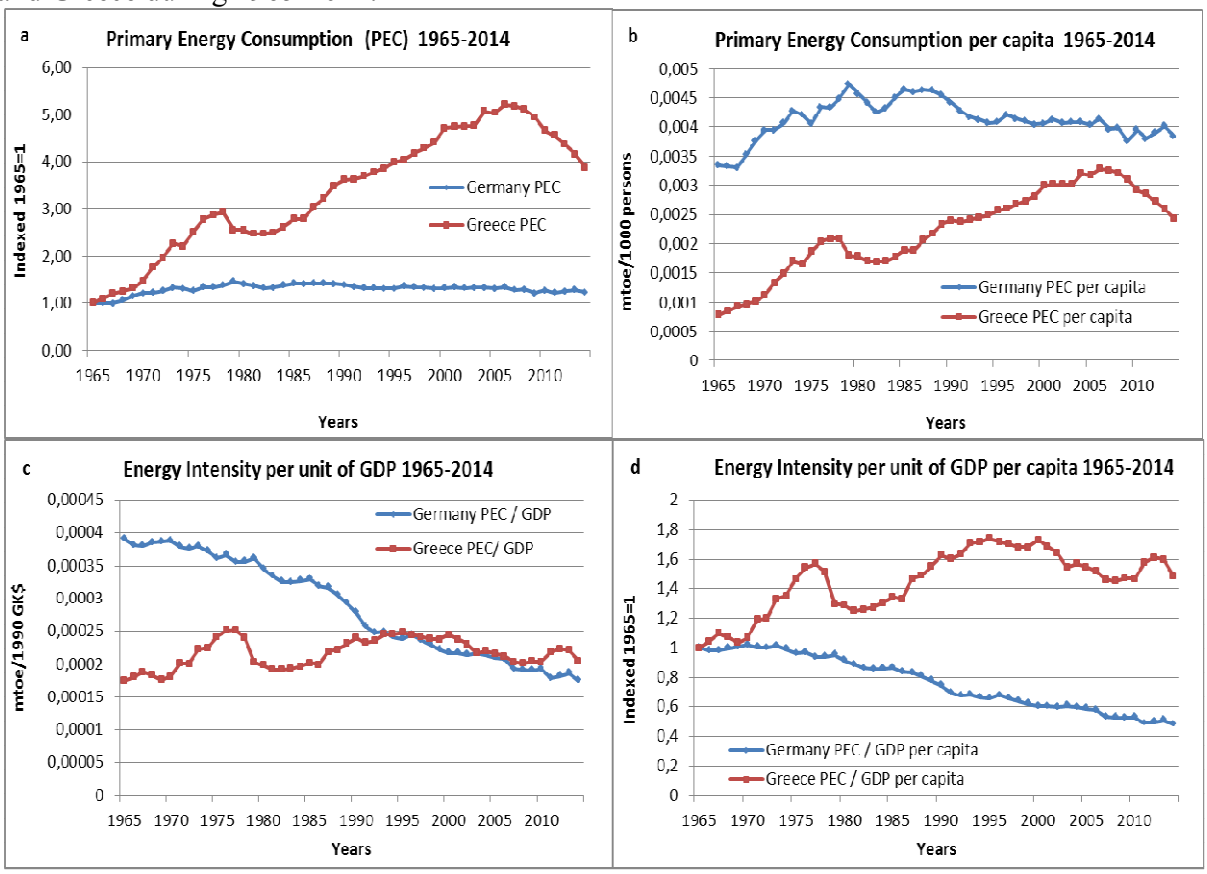


Table 1: Percentage changes in energy for indicative periods

	Primary Energy Consumption		Energy Intensity		Economic Output	
Germany	**PEC**	**PEC per capita**	**PEC/GDP**	**PEC/GDP per capita**	**GDP**	**GDP per capita**
1965-2014	22.77%	14.65%	-55.23%	-52.06%	174.23%	156.09%
1965-2007	28.52%	18.21%	-50.80%	-46.51%	161.24%	140.28%
2008-2014	-4.84%	-3.59%	-8.40%	-9.59%	3.88%	5.25%
Greece	**PEC**	**PEC per capita**	**PEC/GDP**	**PEC/GDP per capita**	**GDP**	**GDP per capita**
1965-2014	287.97%	207.85%	17.61%	48.21%	229.89%	161.77%
1965-2007	418.49%	314.08%	16.64%	46.05%	344.52%	255.01%
2008-2014	-24.17%	-24.54%	1.73%	2.23%	-25.46%	-25.82%

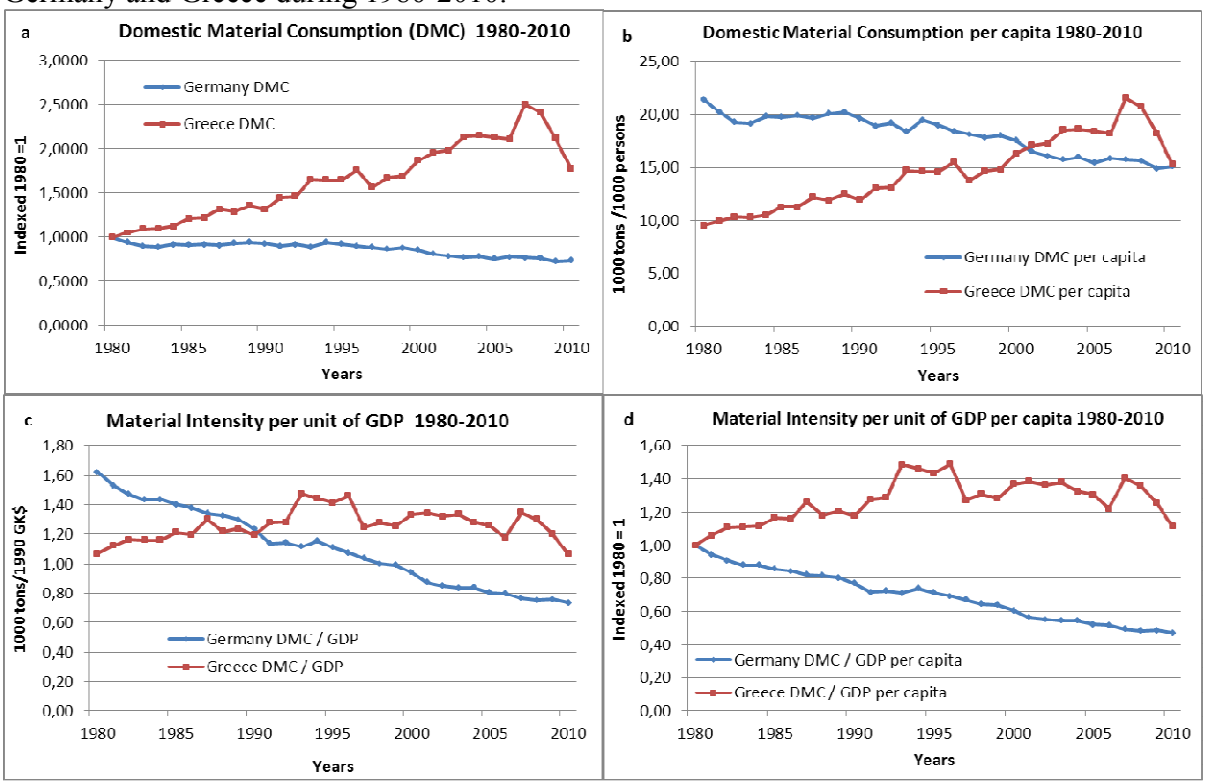
4.2 Material Intensity

Figure 2a presents the Domestic Material Consumption (DMC) for both Germany and Greece during the period 1980-2010. Germany's DMC follows a declining trajectory, indicating a 26.59% decrease for the period 1980-2010. By contrast, in Greece the material consumption is characterized by certain strong increasing trends resulting in an increase of 78.06% Notably however, from the year 2008 and onward (up to 2010) there is evidence of a declining trend of 26.11% (Fig. 2a, Table 2), a trend that may explained by the severe repercussions of the Greek economic crisis.

DMC per capita (Figure 2b) in Germany follows a constant decreasing rate (29.60%) during 1980-2010 and gradually decelerates (3.26% decrement) between the years 2008-2010. In Greece, the period 1980-2007 reveals a continuous increasing trend up to 125.60%. During 2008-2010 a decreasing rate of 26.30% is depicted, which possibly marks a new era of declining tendencies, a negative impact of the Greek economic crisis.

Figure 2c presents the Material Intensity (MI) estimates that are based on the DMC/GDP indicator for Germany and Greece during 1980-2010. As far as Germany is concerned, the DMC/GDP indicator steadily decreases (54.77%) during 1980-2010. It is only during 2008-2010 that signs of late deceleration (2.01%) are depicted. On the other hand, the DMC/GDP of Greece is characterized by a series of fluctuations mainly between 1992 and onwards. It is worth mentioned that the decreasing trend of the indicator, approximately around 2007, is probably closely related with the 9.6% decrement of Greece's GDP for the same time period (Fig. 2c; Table 2), which in turn is strongly correlated with the economic crisis in Greece.

Figure 2: a) Domestic Material Consumption; b) Per capita Domestic Material Consumption; c) Material Intensity per unit of GDP; d) Material Intensity per unit of GDP per capita, for Germany and Greece during 1980-2010.



Estimations of the MI DMC/GDP per capita indicator for both countries concerning the period 1980-2010 are presented in Figure 2d. Germany is characterized by a strong decreasing MI trend relating to the DMC/GDP per capita indicator, which reaches an overall decrement of 52.84% during 1980-2010. In the case of Greece an increasing trend of 40.38% is depicted by the MI indicator, during 1980-2007, which is once again shifted during 2008-2010, given the 18.05% decrement. These trends ought to be examined in relation to the GDP and GDP per capita growth rates (See Table 2). In the case of Germany the GDP is increased by 62.30% (1980-2010), while the GDP per capita increases 55.65% for the same period. Greece's GDP and GDP per capita initially follow an increasing trend of 78.29% and 59.92%, respectively, between the years 1980-2010, but afterwards and more specifically during 2008-2010 both indicators depict decreasing trajectories of a 9.60% decrement, concerning GDP, and 9.83% for GDP per capita (Table 2).

Table 2: Percentage changes in material intensity for indicative periods

	Domestic Material Consumption		**Material Intensity**		**Economic Output**	
Germany	**DMC**	**DMC/c**	**DMC/GDP**	**DMC/ GDP/c**	**GDP**	**GDP/c**
1980-2010	-26.59%	-29.60%	-54.77%	-52.84%	62.30%	55.65%
1980-2007	-23.01%	-26.70%	-52.92%	-50.55%	63.52%	55.69%
2008-2010	-3.75%	-3.26%	-2.01%	-2.51%	-1.78%	-1.27%

Greece	**DMC**	**DMC/c**	**DMC/GDP**	**DMC/ GDP/c**	**GDP**	**GDP/c**
1980-2010	78.06%	59.72%	-0.13%	11.34%	78.29%	59.92%
1980-2007	150.48%	125.60%	26.44%	40.38%	98.11%	78.43%
2008-2010	-26.11%	-26.30%	-18.26%	-18.26%	-9.60%	-9.83%

5. Discussion and Conclusions

Energy and Material intensity estimates are among the most contemporary methods utilized by the Material Flow Analysis (MFA) framework in order to evaluate the resource efficiency of modern economies. The present paper estimates and compares the Energy and Material Intensity for two fundamentally different economies of the Eurozone: Germany, as being the largest and among the most technologically advanced economies in the Eurozone and Greece, on the other hand, as being a representative small economy of the European south, based mainly on agricultural production and the production of tertiary (seasonal tourism and shipping) sectors, while it is heavily dependent on imports of technologically advanced goods.

The so-called world's financial crisis, arising after 2008, triggered substantially different impacts for the two examined countries. The German economy recovered rapidly, recording a remarkable growth by 3.88% during the period 2008 – 2014. On the contrary, the Greek GDP decreased substantially during the period 2008 –2014, a result that further worsened the already unsustainable levels of the Greek budget deficit and debt.

Evidently, in the case of Germany, EI estimated for both PEC/GDP and PEC/[GDP per Capita] is decreasing throughout the examined period (-55.23% for PEC/GDP; -52.06% for PEC/[GDP per Capita], during 1965-2014 – Table 1). Similarly, the MI estimates of both DMC/GDP and DMC/[GDP per Capita] reveal constantly decreasing trends (-54.77% for DMC/GDP; -52.84% for DMC/[GDP per Capita], for 1980-2010 – Table 2).
On the contrary, in the case of Greece, the EI trends show various stages of coupling (1969-1977; 1983-1995) and decoupling (1978-1982; 2000-2010), for both PEC/GDP and PEC/[GDP per Capita] indicators, while the whole period examined results in a general augmentation (17.61% for PEC/GDP; 48.21% for PEC/[GDP per Capita], during 1965-2014 – Table 1). Similarly, the MI estimates for Greece show a general coupling trend for both DMC/GDP and DMC/[GDP per Capita] ratios until 2007 (26.44% for DMC/GDP; 40.38% for DMC/[GDP per Capita], during 1980-2007). However, after the outbreak of the financial crisis in 2008 the MI trends are reversed, since an extreme reduction is estimated for both MI indicators (-18.26% for DMC/GDP; - 18.26% for DMC/[GDP per Capita], during 2008-2010 - Table 2).

There is strong evidence that Germany is related with a continuously improved efficiency in the way that natural resources are utilized within its economic system's processes, an argument that is reflected into the energy-material decoupling trends. These trends are further endorsed by the extreme decrement of the Greek GDP (-25.46%) and GDP per capita (-25.82%) during the same period (2008-2014), which seems to affect the increasing EI trends (Smooth increment of 1.73% for PEC/GDP, and 2.23% for PEC/[GDP per Capita] - Table 1), and the strong decline of MI (-18.26% for both the DMC/GDP and the DMC/[GDP per Capita] indicators - Table 2), during 2008-2014. Undoubtedly, the material decoupling and energy stability trends of the Greek economy are more the result of the ongoing Greek economic crisis, rather than an evidence of substantial efficiency improvements.

In conclusion, it seems that, in the case of Greece, what is estimated as decoupling of energy-material resources from the economic process and, hence, potential efficiency improvements (during 2008-2014), is more the result of the world's financial crisis of 2008 which triggered the Greek economic crisis that is still ongoing. In the case of Germany, there is clear evidence for long-term efficiency improvements and, hence, a successful implementation of the efficiency policy agendas. Nevertheless, it should be noted that further investigation is required in order to analyze the (de)-link of the economic process from the energy-material resources in the long run.

References

Ayres, R. U. 1989. Industrial metabolism. In Technology and environment, edited by J. H. Ausukl and H. E. Sladovich. Washington, D.C.: National Academy Press.

Ayres, R. and Simonis, U.E. 1994. Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development. Tokyo: United Nations University Press.

Baccini, P. and P. H. Brunner. 1991. Metabolism of the anthroposphere. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.

Bithas, K. & Kalimeris, P., 2013. Re-estimating the decoupling effect: Is there an actual transition towards a less energy-intensive economy? Energy, 51, pp.78–84.

BP 2015. Statistical Review of World Energy: Available online at: http://www.bp.com/statisticalreview

Cleveland CJ., Morris C., 2009. Dictionary of energy. UK: Elsevier.

European Environment Agency (EEA), 2012. Material resources and waste - 2012 Update. Luxembourg, Publications Office of the European Union.

European Environment Agency (EEA), 2015. The European environment state and outlook 2015. Available at: http://www.eea.europa.eu/soer-2015/synthesis/report

Eurostat Database 2015. Available online at: http://ec.europa.eu/eurostat/data/database

Fischer-Kowalski, M. 1998. Society's metabolism. In International Handbook of Environmental Sociology, edited by G. Redclif and G. Woodgate. Cheltenham: Edward Elgar.

Fischer-Kowalski, M. and Hüttler, W., 1999. Society's Metabolism: The intellectual History of Material Flow Analysis Part II, 1970 -1998. Journal of Industrial Ecology. 2(4), 107-136.

Fischer-Kowalski, M. and H. Haberl 2007. Socioecological transitions and global change: Trajectories of social metabolism and land use. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Fischer-Kowalski, M. et al., 2011.Methodology and Indicators of Economy-wide Material Flow Accounting. Journal of Industrial Ecology, 15(6), pp.855–876.

Geary RC., 1958. A note on comparisons of exchange rates and purchasing power between countries. Journal of the Royal Statistical Society, 121(1), pp.97–99

Giljum, S. et al., 2014. Global Patterns of Material Flows and their Socio-Economic and Environmental Implications: A MFA Study on All Countries World-Wide from 1980 to 2009. Resources, 3(1), pp.319–339.

Kallis, G., 2011. In defence of degrowth. Ecological Economics, 70(5), pp.873–880.

Khamis SH., 1972. A new system of index numbers for national and international purposes. Journal of the Royal Statistical Society, 135(1), pp.96–121

Krausmann, F. et al., 2009.Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century.Ecological Economics, 68(10), pp.2696–2705.

Salahuddin, M. & Gow, J., 2014.Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in Gulf Cooperation Council countries.Energy, 73, pp.44–58.

Schneider, F., Kallis, G. & Martinez-Alier, J., 2010.Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue.Journal of Cleaner Production, 18(6), pp.511–518.

Steffen, W. et al., 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347(6223), p.1259855.

The Conference Board Total Economy Database, 2015. Available at: http://www.conference-board.org/data/economydatabase/

United Nations Environment Program (UNEP), 2011. Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. Fischer-Kowalski et al.

U.S Energy Information Administration (EIA) 2014. Available at: http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=GM

WU, Dittrich and SERI, 2014. Global Material Flows Database. Available at www.materialflows.net.

Short –run and Long-run Price and Income Elasticities of Crude Oil Demand; The case of 16 countries

Christos Tsirimokos
Institute of Urban Environment and Human Resources, Department of Economics and Regional Development, Panteion University, 29 Aristotelous St., GR-17671 Kallithea, Athens
ch.tsirimokos@eesd.gr

Abstract
The present paper estimates the short-run and long-run price and income elasticities of crude oil demand in sixteen countries for the time period 1973-2013. Price and income elasticities are estimated for Australia, Austria, France, Germany, Greece, Italy, Japan, Spain, UK, USA, Brazil, China, India, Mexico, South Africa, and Turkey as representative developed and developing countries respectively. Crude oil consumption per capita is a function of four explanatory variables: real oil prices, real GDP per capita, oil consumption per capita lagged one year and a time trend representing technological improvements. The econometric model that is used is a multiple regression model derived from an adaption of Nerlove's Partial Adjustment Model. Empirical results reveal that elasticities, both price and income, are lower in the short-run, indicating that countries need time to respond to changes in price or income. Econometric estimations illustrate that oil consumption is highly price inelastic both in short-run and long-run. Oil consumption is income elastic in the majority of the economies in the long-run, indicating that countries are more sensitive to output changes.

Keywords: Crude Oil Demand; Oil Prices; Price Elasticity; Income Elasticity; Autoregressive Model.
JEL Classification: C13; C32; Q31; Q32; Q41.

Βραχυχρόνιες και Μακροχρόνιες Ελαστικότητες Ζήτησης του Πετρελαίου ως προς την Τιμή και το Εισόδημα για 16 Οικονομίες

Χρήστος Τσιριμώκος
Ινστιτούτο Αστικού Περιβάλλοντος και Ανθρώπινου Δυναμικού, Τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πάντειο Πανεπιστήμιο

Περίληψη
Στο παρόν άρθρο υπολογίζονται οι βραχυχρόνιες καθώς και οι μακροχρόνιες ελαστικότητες ζήτησης αργού πετρελαίου τόσο ως προς την τιμή αλλά και το εισόδημα δεκαέξι οικονομιών για το χρονικό διάστημα 1973-2013. Συγκεκριμένα, εξάγονται οι ελαστικότητες ζήτησης για τις οικονομίες της Αυστραλίας, Αυστρίας, Γαλλίας, Γερμανίας, Ελλάδος, Ιταλίας, Ιαπωνίας, Ισπανίας, Ηνωμένου Βασιλείου, και των ΗΠΑ. Οι παραπάνω οικονομίες δύναται να θεωρηθούν ως αντιπροσωπευτικές ανεπτυγμένες οικονομίες. Εκτός των προαναφερθέντων οικονομιών, εξάγονται οι ελαστικότητες ζήτησης έξι ανεπτυγμένων οικονομιών, ήτοι της Βραζιλίας, Κίνας, Ινδίας, Μεξικού, Νότιας Αφρικής και Τουρκίας. Η κατά κεφαλήν κατανάλωση πετρελαίου θεωρείται συνάρτηση των εξής ερμηνευτικών μεταβλητών: τις πραγματικές τιμές πετρελαίου, το πραγματικό εισόδημα, την κατανάλωση πετρελαίου με ένα έτος χρονικής υστέρησης και την χρονική τάση η οποία και εκφράζει τις τεχνολογικές μεταβολές. Η οικονομετρική ανάλυση η οποία χρησιμοποιείται σε αυτήν την μελέτη βασίζεται στο μοντέλο σταδιακής προσαρμογής (partial adjustment model) και τα αποτελέσματα της καταδεικνύουν ότι βραχυχρόνια τόσο οι ελαστικότητες ζήτησης ως προς την τιμή αλλά και το εισόδημα είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες μακροχρόνιες ελαστικότητες, υποδεικνύοντας ότι απαιτείται ένα εύλογο χρονικό διάστημα για τις υπό εξέταση οικονομίες προκειμένου να προσαρμοστούν - αντιδράσουν στις αλλαγές των τιμών του πετρελαίου και του προϊόντος. Επιπροσθέτως, η κατανάλωση πετρελαίου είναι ανελαστική ως προς την τιμή τόσο στην μακροχρόνια αλλά και στην βραχυχρόνια περίοδο ενώ η κατανάλωση πετρελαίου ως προς το εισόδημα στην μακροχρόνια

Λέξεις Κλειδιά: Ζήτηση Αργού Πετρελαίου, Τιμές Πετρελαίου, Ελαστικότητα Ζήτησης ως προς την Τιμή, Εισοδηματική Ελαστικότητα, Αυτοπαλίνδρομο Υπόδειγμα.
JEL Κωδικοί: O44, O47, O52, Q43, Q56.

1. Introduction

Modern societies are heavily reliant upon fossil fuels and especially oil. More than any other energy resource oil has powered the great economic boom of the past century and continues to drive the global economy affecting every aspect of daily life. Oil can be considered as a high-quality energy resource which plays a key role in economic development and prosperity. In 2012, 63.7 percent of the world's oil consumption was used for transport, 16 percent for non-energy use, 8.5 percent in industry and 11.8 percent in other sectors such as agriculture, residential, public and commercial services (IEA, 2014).

During the recent decades, world oil production and consumption has increased dramatically. But as countries' energy needs increase and there are not adequate substitutes for oil, the world oil demand and the global oil consumption increase respectively. Total world oil consumption in 2013 was 91,243 barrels per day (bp/d) of which 45,533 bp/d and 45,710 bp/d consumed in OECD and non-OECD countries respectively (BP, 2014).

It is useful for the governments and policy makers to know how the demand for crude oil responds to changes in price and income. Especially, in the existence of a global economic recession, such as the ones that many countries experience in recent years, policy makers should be aware about the responsiveness or sensitivity of crude oil demand to changes in price and income.

This paper attempts to derive the price and income elasticities of demand for crude oil both in the short–run and in the long–run in 16 countries. For that reason, ten developed countries and six developing ones have been included in this study. An econometric analysis is conducted for the estimation of the elasticities using annual time series data that cover the time period 1973-2013

The organization of the paper is as follows. The next section presents a brief literature review on crude oil demand. In section 3, the methodology that is used in this study is illustrated along with the utilized data. Section 4 presents the empirical findings of the paper. The last section includes the conclusions of the study.

2. Literature Review

There are numerous academic studies that examine the demand of aggregate energy demand in different countries or regions (De vita et al., 2006; Sa'ad, 2011; Huang, 2014). On the other hand, fewer studies can be found on the demand of a particular type of energy demand such as gasoline (Alves and Bueno, 2003), electricity (Lim et al., 2014) and natural gas (Erdoglu, 2010; Yu et al., 2014). Although the fluctuations of crude oil prices since the 2003 and especially the sharp increases in 2008 (BP, 2014) has shifted the attention to the oil market, there are relatively fewer studies that examine the demand on crude oil (Narayan and Smith, 2007; Altinay, 2007; Dees et al., 2007; Ghosh, 2009; Ziramba, 2010)

The overall empirical results conclude that for both elasticities, long-run estimates are greater than the short-run estimates. Price elasticity of demand for crude oil is extremely low, both in the short run and in the long run. Crude oil demand is found to be mostly income-inelastic or near unity in the long-term. Most of the studies estimate price and income elasticities for more than one country or regions that include usually developed countries, by using the same model. It is interesting that the studies on oil demand involve either world market or many countries or group of countries such as OECD and non-OECD countries, whereas the other energy demand studies usually analyze a particular country's demand.

3. Methodology and Data

In this study a multiple autoregressive model based on an adaptation of Nerlove's (1956) Partial Adjustment Model is used for the estimation of price and income elasticities of crude oil demand. It is assumed that oil demand is a function of world real oil prices, real GDP per capita, oil consumption per capita lagged one year and a time trend. Thereafter, crude oil demand can be explained by the following model:

$$LnD_t = a + \beta LnP_t + \gamma LnY_t + \delta LnD_{t-1} + \varepsilon LnT + u_t \quad (1)$$

in which D_t is the crude oil consumption per capita in year t, P_t is the real crude oil price in year t, Y_t refers to country's real GDP per capita in year t, D_{t-1} is the crude oil consumption per capita lagged one year, T represents a time trend expressing technological changes which affect the oil efficiency, u_t is an error term, α is a constant and β; γ; δ; ε are coefficients to be estimated.

The methodology applied to model crude oil demand is to specify a partial adjustment procedure. Assume a hypothetical economy that wants to reduce its crude oil consumption. The reduction of oil consumption cannot be succeeded within a single period and a partial adjustment can be made each time period. We denote the long-run crude oil demand function as:

$$D_t^L = \alpha P_t^{\beta} Y_t^{\gamma} u_t \quad (2)$$

while the gradual adjustment process is given by:

$$\frac{D_t^L}{D_t^S} = \left[\frac{D_t^S}{D_{t-1}^S}\right]^{\delta} \quad (3)$$

where D_t^L is the long run crude oil demand in year t, D_t^S is the short-run crude oil demand in year t, β is the long run price elasticity of crude oil demand, γ is the long-run income elasticity of crude oil demand and $0 < \delta \leq 0$ is the coefficient of adjustment. By solving in equation (2) for D_t^L and then substituting it in equation (3) we get:

$$\left[\frac{D_t^S}{(D_{t-1}^S)^{\delta}}\right]^{\frac{1}{1-\delta}} = a\, P_t^{\beta} Y_t^{\gamma} u_t \quad (4)$$

Solving in equation (4) for D_t^S and then taking logs of both sides of the equation we obtain:

$$LnD_t^S = (1-\delta)\, Ln\alpha + \beta(1-\delta)LnP_t + \gamma(1-\delta)LnY_t + \delta LnD_{t-1}^S + Lnu_t \quad (5)$$

Equation (5) is the same as equation (1) and its theoretical underpinning. The short-run price elasticity of crude oil demand is given by β(1- δ) which is equal to β in equation (1). Similarly the short-run income elasticity is given by γ(1-δ) which corresponds to γ in equation (1). Long-run price and income elasticity are given by β and γ respectively which are equivalent to β/(1-δ) and γ/(1-δ) in equation (1).

One of the most common problems of regression models containing lag variables is the phenomenon of autocorrelation among the residuals. In this study the Breusch-Godfrey Lagrange multiplier test is used for detecting autocorrelation. Durbin-Watson test is not applicable in cases of autoregressive models (Gujarati, 2009). If the autocorrelation exists, the coefficients will be estimated by the Cochrane-Orcutt (C-O) (1949) iterative procedure instead of the usual OLS.

The data used in this study are in the form of annual time series that covers the period of 1973–2013. Data on crude oil consumption and prices are drawn from BP Statistical Review of World Energy Workbook (2014). Oil consumption is expressed in thousand barrels per day while

crude oil prices are expressed in US dollars and are based on constant prices of 2013. Data on the GDP and population are drawn from The Conference Board Total Economy Database (2014). The GDP is measured in million 1990 International Geary-Khamis dollars. Population is expressed in thousands of persons per year.

4. Empirical Results

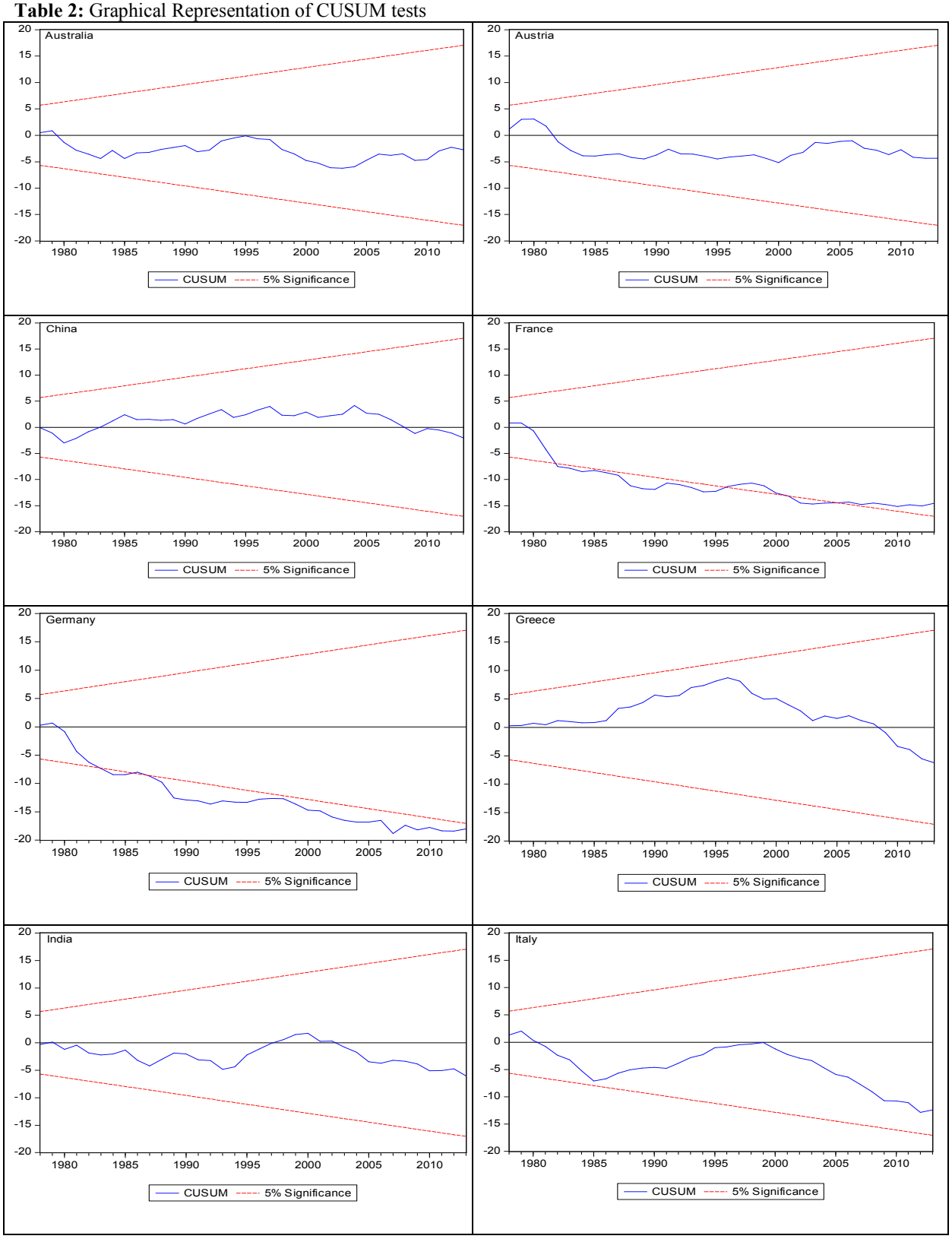
Table 1 presents the diagnostic tests of the estimation models. Tests regarding autocorrelation, heteroscedasticity, specification error and normality are conducted in order to check the robustness of the models. Results are relativley promising indicating that model perform statistically well. However, in cases of Brazil and USA serial correlation of order one among the residuals is detected and as a result the C-O iterative procedure is used as a remedial measure. Problems of heteroscedasticity are existence in cases of Austria, France, Germany, Greece and Japan. In that case the white's heteroscedasticity-consistent variances and standard errors is used as a remedy to the problem of heteroscedasticity. Specification errors occurred in cases of China and Mexico while the null hypothesis of the normally distribution of residuals is rejecting according to Jarque-Bera statistic in cases of South Africa and UK.

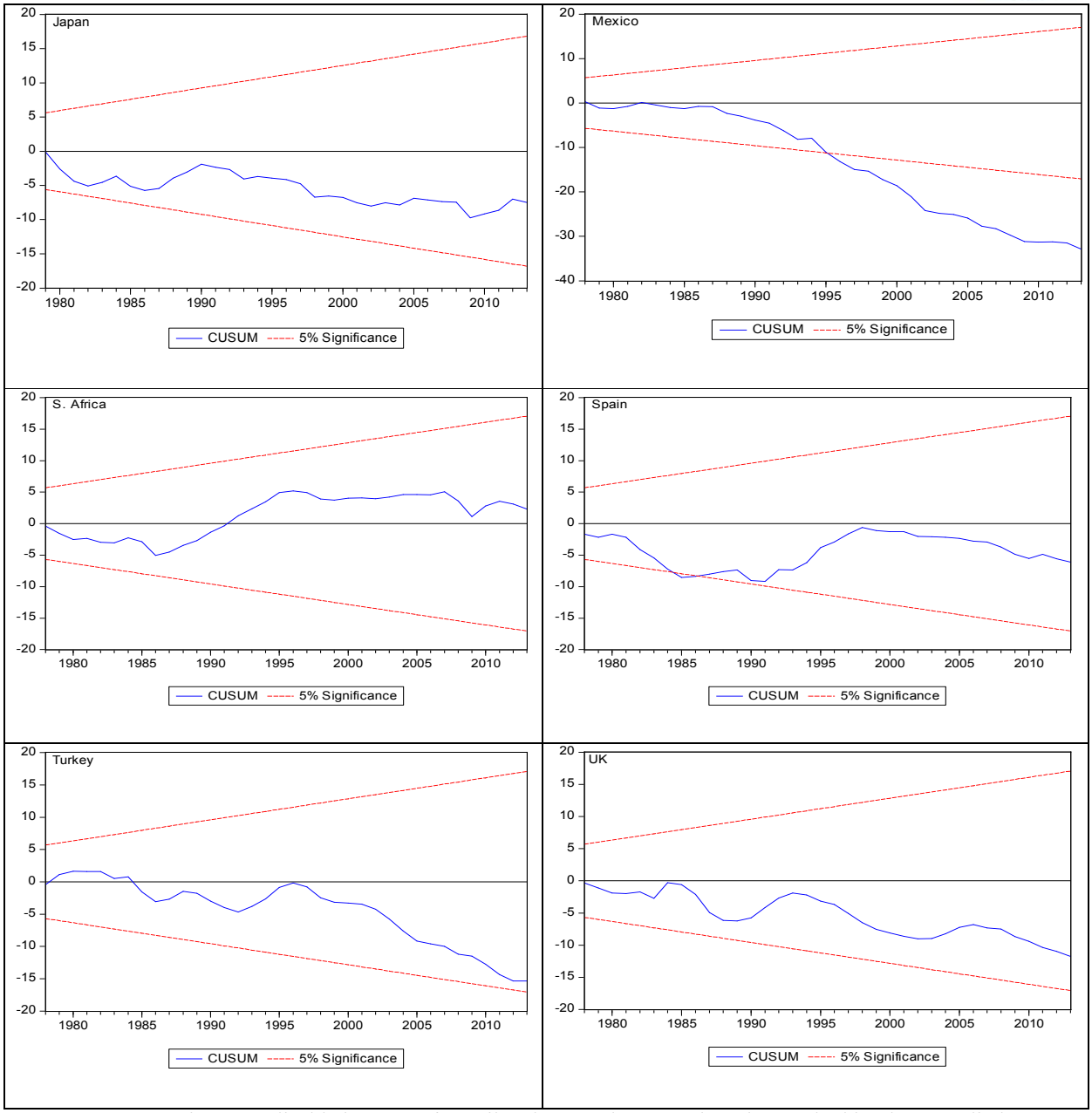
Table 1: Diagnostic Tests

Countries	LM(1)	LM(2)	White/BPG	Reset	Jarque-Bera
Australia	0.188[0.663]	1.091[0.579]	8.981[0.774]	0.738[0.465]	1.098[0.577]
Austria	0.066[0.796]	0.077[0.962]	23.285[0.038]*	0.088[0.930]	0.196[0.906]
Brazil	0.597[0.018]*	5.855[0.053]	9.305[0.053]	0.222[0.825]	2.912[0.233]
China	0.032[0.857]	0.216[0.897]	7.680[0.905]	2.231[0.032]*	0.577[0.749]
France	1.269[0.259]	1.322[0.516]	25.358[0.020]*	0.502[0.618]	4.075[0.130]
Germany	0.985[0.320]	1.001[0.606]	29.650[0.005]*	0.553[0.583]	2.071[0.355]
Greece	0.055[0.813]	0.056[0.972]	24.350[0.041]*	1.577[0.123]	1.340[0.511]
India	1.335[0.247]	1.348[0.509]	9.906[0.701]	0.086[0.931]	1.033[0.595]
Italy	0.344[0.557]	1.258[0.533]	18.941[0.090]	1.887[0.067]	1.745[0.417]
Japan	1.629[0.201]	0.742[0.689]	24.396[0.027]*	0.502[0.618]	0.072[0.964]
Mexico	1.119[0.290]	1.971[0.373]	14.042[0.446]	2.559[0.015]*	1.482[0.475]
S. Africa	0.354[0.551]	5.342[0.069]	10.185[0.678]	1.878[0.068]	16.496[0.000]*
Spain	0.947[0.330]	4.860[0.088]	21.467[0.090]	0.373[0.711]	0.314[0.854]
Turkey	0.497[0.480]	3.036[0.219]	15.658[0.334]	0.036[0.971]	1.039[0.594]
UK	0.003[0.952]	0.008[0.995]	11.740[0.627]	1.093[0.281]	26.223[0.002]*
USA	8.104[0.004]*	4.466[0.107]	7.190[0.126]	0.887[0.381]	0.127[0.938]

Notes: The figures in [ ] are the probability values rejecting the null hypothesis of the diagnostic tests. LM denotes the Breusch-Godfrey Likelihood Maximum test. BPG test is used for the detection of heteroscedasticity in cases of Brazil and USA since white test is not applicable when C-O method is employed.
* Statistical significance at 5%

Table 2: Graphical Representation of CUSUM tests





Notes: Cusum test is not applicable in cases of Brazil and USA where C-O iterative method has been applied.

Cumulative Sum (CUSUM) stability test is employed for the detection of the stability of the coefficients of the estimated models. The results of the CUSUM test illustrated at table 2. In most countries the parameters are stable over the sample period since they remain within the 95% critical bounds. However, in cases of France, Germany and Mexico test indicates parameter instability since cumulative sum goes outside the area between the two critical lines.

Table 2: Unit root ADF test for countries employed C-O iterative method.

a. USA				
Variables	**t-statistic**	**Critical value (1%)**	**Critical value (5%)**	**p-value**
lnD	-1.756	-4.205	-3.526	0.706
lnY	-2.106	-4.211	-3.529	0.526
lnP	-2.104	-4.205	-3.526	0.527
ΔlnD	-3.684	-4.211	-3.529	0.035
ΔlnY	-4.683	-4.219	-3.533	0.003
ΔlnP	-8.064	-4.211	-3.529	0.000
b. Brazil				
lnD	-3.856	-4.226	-3.536	0.024*
lnY	-2.140	-4.205	-3.526	0.508
lnP	-2.104	-4.205	-3.526	0.527
ΔlnD	-4.638	-4.211	-3.529	0.003
ΔlnY	-5.099	-4.211	-3.529	0.000
ΔlnP	-8.064	-4.211	-3.529	0.000

Notes: The ADF regressions include trend and an intercept * Rejection of the null hypothesis at 5%

Table 3: Engle – Granger test for countries employed C-O iterative method.

a. USA			
		t-statistic	**Prob.**
ADF test statistic		-5.463	0.00
Critical Values	1%	-2.624	
	5%	-1.949	
b. Brazil			
ADF test statistic		-5.814	0.00
Critical Values	1%	-2.624	
	5%	-1.949	

Augmented Dickey-Fuller (ADF) (1981) unit root test and Engle-Granger (1987) co-integration test is conducted in the cases of USA and Brazil for the necessary characterization of the models as Autoregressive of Order one (AR(1)). Table 2 and 3 present the result of ADF and Engle - Granger test respectively. The results concerning USA reveal that the null hypothesis of the existence of unit root is not rejected in levels but all variables are stationary in first differences indicating that are all of them integrating of order one I(1) at both 1 percent and 5 percent significance level. Since all variables are stationary we conduct the Engle-Granger co-integration test. The null hypothesis of residuals' non-stationarity is rejected at both 1 percent and 5 percent significance level indicating that variables are cointegrated. Results regarding Brazil indicate all variables have a unit root in levels, except for oil consumption variable (lnD) which is stationary at 5% significance level and all variables becoming stationary in first differences indicating that they are all of them I(1) at both 1 percent and 5 percent significance level. Since our variables are I(1) we further proceed with co-integration test. Engle-Granger test suggests that all variables are co-integrated at both 1 percent and 5 percent significance level.

Having applied unit root and co-integration tests we further move on with the estimation of elasticities. Results of the estimated price and income elasticities are illustrated in table 2. All estimated elasticity coefficients have theoretically correct signs going in line with economic theory. Elasticity coefficients are mostly statistically significant at 5 percent level. However, income elasticities in case of Germany and UK are found to be statistically insignificant at 5

percent level. Both price and income elasticity in Mexico is insignificant at 5 percent level but income elasticity is found to be statistical significance at 1 percent level. Both price and income elasticities are significantly higher in the long term than in the short term. Crude oil demand is price highly inelastic both in the short-run and long-run, the. Crude oil demand is found to be income inelastic in the short-run with an exception of oil demand in USA which is slightly elastic. Oil demand is found to be mostly income elastic in long- run.

Table 4: Short-Run (SR), Long-Run (LR) Price and income elasticities of crude oil demand in developed and developing countries.

	SR		LR	
Country	**Price Elasticities**	**Income Elasticities**	**Price Elasticities**	**Income Elasticities**
Australia	-0.016	0.252	-0.065	1.021
Austria	-0.028	0.381	-0.085	1.147
France	-0.038	0.656	-0.114	1.958
Germany	-0.034	0.221*	-0.087	0.557*
Greece	-0.071	0.273	-0.403	1.544
Italy	-0.034	0.516	-0.140	2.104
Japan	-0.024	0.528	-0.082	1.771
Spain	-0.047	0.293	-0.428	2.638
UK	-0.057	0.180*	-0.103	0.324*
USA	-0.032	1.124	-0.040	1.404
Brazil	-0.059	0.769	-0.120	1.553
China	-0.066	0.171	-0.912	2.373
India	-0.025	0.146	-0.083	0.486
Mexico	-0.011*	0.244**	-0.168*	3.626**
S. Africa	-0.066	0.388	-0.190	1.107
Turkey	-0.081	0.241	-0.154	0.459

* Statistical insignificance at 5% ** Statistical significance at 1%

5. Conclusions

This study attempts to estimate and analyze the price and income elasticities of crude oil demand in ten developed countries and six developing ones covering the period 1973 – 2013. Results have shown that the short-run elasticities are lower than the corresponding long-run ones indicating that countries are more responsive in the long term than in the short-term. That could be explained by the necessary time-lag which countries need in order to response to price and income changes. Crude oil demand is highly price-inelastic possibly implying that countries have difficulty in finding alternative energy resources. That makes countries to be vulnerable to oil price shocks. Increases in oil prices have certainly a negative effect in countries' trade balance. Income elasticities indicate that crude oil is a normal good, since oil demand increases in line with an increase in real income. Short-run income elasticities are lower than unity. In most countries crude oil demand grows at a greater rate than income in the long-run presuming that countries have limited ability to find a substitute for crude oil. However, in cases of Germany, UK, India and Turkey, long-run income elasticities are less than unity indicating that crude oil demand grows at a smaller rate than income and oil intensity has been reducing over time. It is noteworthy that cannot be derived a general pattern regarding the sensitivity of developed countries and developed ones to changes in income and oil prices both in the short-run and long-run concluding that many developed countries behave like developing ones and vice versa.

References

Altinay, G., 2007. Short-run and long-run elasticities of import demand for crude oil in Turkey. Energy Policy, 35(11), pp.5829-5835.

Alves, D.C.O. & De Losso da Silveira Bueno, R., 2003. Short-run, long-run and cross elasticities of gasoline demand in Brazil. Energy Economics, 25(2), pp.191–199.

BP, 2015. Statistical Review of World Energy: Available online at: http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-workbook.xlsx

Cochrane, D. & Orcutt, G.H., 1949. Application of Least Squares Regression to Relationships Containing Auto- Correlated Error Terms. Journal of the American Statistical Association, 44(245), pp.32-61.

Dées, S. et al., 2007. Modelling the world oil market: Assessment of a quarterly econometric model. Energy Policy, 35(1), pp.178-191.

De Vita, G., Endresen, K. & Hunt, L.C., 2006. An empirical analysis of energy demand in Namibia. Energy Policy, 34(18), pp.3447–3463.

Dickey, D.A. & Fuller, W.A., 1981. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. Econometrica, 49(4), pp.1057–1072.

Engle, R.F., Granger, C.W.J., 1987. Co-integration and error-correction: Representation, estimation and testing. Econometrica, 55(2), pp.251–276.

Erdogdu, E., 2010. Natural gas demand in Turkey, Applied Energy, 87(1), pp. 211-219

Ghosh, S., 2009. Import demand of crude oil and economic growth: Evidence from India. Energy Policy, 37(2), pp.699-702.

Gujarati, D., 2009. Basic Econometrics-Fifth Edition. The McGraw-Hill Companies.

International Energy Agency (IEA), 2014. Key World Energy Statistics. Available online at: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf

Lim, K.-M., Lim, S.-Y. & Yoo, S.-H., 2014. Short- and long-run elasticities of electricity demand in the Korean service sector. Energy Policy, 67(C), pp.517–521.

Narayan, P.K. & Smyth, R., 2007. A panel cointegration analysis of the demand for oil in the Middle East. Energy Policy, 35(12), pp.6258-6265.

Nerlove, M., 1956. Estimates of the Elasticities of Supply of Selected Agricultural Commodities. Journal of Farm Economics, 38, pp.496-509

Sa'ad, S., 2011. Underlying energy demand trends in South Korean and Indonesian aggregate whole economy and residential sectors. Energy Policy, 39(1), pp.40–46.

The Conference Board Total Economy Database, 2014. Available at: https://www.conference-board.org/retrievefile.cfm?filename=TED---Output-Labor-and-Labor-Productivity-1950-2015.xlsx&type=subsite

Yu, Y., Zheng, X. & Han, Y., 2014. On the demand for natural gas in urban China. Energy Policy, 70, pp.57–63.

Ziramba, E., 2010. Price and income elasticities of crude oil import demand in South Africa: A cointegration analysis. Energy Policy, 38(12), pp.7844-7849.

Ενεργειακή φτώχεια και κλιματική αλλαγή: προκλήσεις για την Ελλάδα

Αθανάσιος Ατσαλής[1], Σεβαστιανός Μοιρασγεντής[2] & Χρήστος Τουρκολιάς[1]
[1]Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών
Εργαστήριο. Βιομηχανικής & Ενεργειακής Οικονομίας,
Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου Αθήνα 15780
[2]Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Ι. Μεταξά και Βασ. Παύλου, Παλαιά Πεντέλη15236
athanasiosatsalis@gmail.com, seba@noa.gr, ctourkolias@teemail.gr

Περίληψη
Η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί ζήτημα που τελευταία συγκεντρώνει αυξημένο ενδιαφέρον στην πολιτική και ερευνητική ατζέντα διεθνώς. Αν και δεν υπάρχει ένας γενικά αποδεκτός ορισμός ούτε και κοινά αποδεκτές μεθοδολογίες μέτρησης, στις αναπτυγμένες οικονομίες ως ενεργειακή φτώχεια θα μπορούσε χαρακτηριστεί η αδυναμία εξασφάλισης ικανοποιητικών συνθηκών θερμικής άνεσης εντός των κτιρίων σε μια δίκαιη τιμή. Στόχοι της παρούσας εργασίας είναι: (α) να εξετάσει τους επικρατέστερους ορισμούς της ενεργειακής φτώχειας και να παρέχει ποσοτικές εκτιμήσεις σχετικά με την εξέλιξη του προβλήματος στην Ελλάδα με βάση εναλλακτικές μεθοδολογίες μέτρησης, και (β) να παρουσιάσει, όπου είναι εφικτό σε ποσοτικούς όρους, τις πολύπλευρες κοινωνικές επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας δίνοντας έμφαση στο ζήτημα της δημόσιας υγείας. Από την εφαρμογή 3 εναλλακτικών μεθοδολογιών μέτρησης, προκύπτει ότι στην Ελλάδα το πρόβλημα εμφανίζει δραματική επιδείνωση μετά το 2010, ενώ υπολογίσθηκε ότι το 2013 το 20-29,5% των Ελληνικών νοικοκυριών υποφέρουν από ενεργειακή φτώχεια. Εφαρμόζοντας μοντέλα παλινδρόμησης πολλαπλών μεταβλητών τεκμηριώνεται μια σαφής συσχέτιση της ενεργειακής φτώχειας με αυξημένα επίπεδα θνησιμότητας. Υπολογίσθηκε ότι για την περίοδο 2003/2012, το 2,8-6% των θανάτων που καταγράφονται σε ετήσια βάση θα πρέπει να αποδοθούν στην ενεργειακή φτώχεια. Υπό το πρίσμα των παραπάνω ευρημάτων, η αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος αναδεικνύεται σε ζήτημα αιχμής για τη μείωση των εκπομπών και την αντιμετώπιση του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας.

Λέξεις Κλειδιά: Ενεργειακή φτώχεια, κτιριακό απόθεμα, δημόσια υγεία, εξοικονόμηση ενέργειας.

JEL Κωδικοί: Q41, Q48, I18.

1. Εισαγωγή

Το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας ή αλλιώς φτώχειας καυσίμων (energy ή fuel poverty), σχετίζεται με την ανεπαρκή πρόσβαση στις ενεργειακές πήγες ή/και την μη ικανοποιητική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών (Birol, 2007, Pachauri and Spreng, 2003). Για τις αναπτυσσόμενες χώρες αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα κοινωνικά προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν, αφού εκτιμάται ότι περίπου 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο δεν έχουν πρόσβαση σε σύγχρονες και αξιόπιστες ενεργειακές υπηρεσίες (Sagar, 2005). Οι Ευρωπαϊκές κοινωνίες δεν πάσχουν από μια ευρεία έλλειψη πρόσβασης σε ενεργειακές πηγές, αλλά υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την οικονομική προσιτότητα των παρεχόμενων ενεργειακών υπηρεσιών (Herrero, 2010). Παρόλη την έλλειψη στοιχείων σχετικά

με τον αριθμό των ατόμων που επηρεάζονται από την ενεργειακή φτώχεια, συγκρίνοντας/αξιολογώντας γνωστούς δείκτες και λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά από μελέτες που έχουν δημοσιευθεί, εκτιμάται ότι στην Ευρώπη το 2009, τουλάχιστον 50 εκατομμύρια άνθρωποι πλήττονταν από την ενεργειακή φτώχεια, ενώ άλλες πηγές υποστηρίζουν ότι οι αριθμοί είναι πολύ υψηλότεροι (EPPE project, 2009).

Η ανάγκη για μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την οικοδόμηση οικονομιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα δεν αμφισβητείται, εντούτοις αυτό θα πρέπει να γίνει εξασφαλίζοντας ικανοποιητικές ενεργειακές υπηρεσίες για όλους, φτωχούς και λιγότερο φτωχούς, αρχή που σήμερα αναγνωρίζεται τόσο από την επιστημονική κοινότητα όσο και από τους αποφασίζοντες. Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης χωρίς την εξασφάλιση αξιόπιστων ενεργειακών υπηρεσιών για ευρύτερα κοινωνικά στρώματα, είναι αδιαμφισβήτητα μια μη βιώσιμη λύση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Με βάση τα παραπάνω, καθίσταται φανερό ότι στις αναπτυγμένες χώρες, η ενεργειακή φτώχεια είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού τριών παραγόντων: το χαμηλό επίπεδο εισοδήματος, η ανεπαρκής ποιότητα των κατοικιών και οι υψηλές τιμές ενέργειας (ΕΟΚΕ, 2011). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διαχρονική εξέλιξη των μεγεθών αυτών στην Ελλάδα υπό το πρίσμα της οικονομικής κρίσης και των ευρύτερων κοινωνικών προβλημάτων που έχουν ανακύψει τα τελευταία χρόνια. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1, μέχρι το 2010 η αύξηση των διαθέσιμων εισοδημάτων και των συντάξεων ήταν συνεχής και μάλιστα με ρυθμούς υψηλότερους από αυτόν που παρατηρείται για το «γενικό δείκτη τιμών καταναλωτή». Όμως, μετά το 2010 παρουσιάζουν δραματική πτώση ως αποτέλεσμα των περιοριστικών πολιτικών που εφαρμόστηκαν. Αντίθετα, ο «υποδείκτης τιμών ενέργειας και καυσίμων» ενώ κατά τη δεκαετία 2000-2010 κινήθηκε ελαφρώς αυξητικά με ρυθμούς όμως κατώτερους αυτών του «γενικού δείκτη τιμών καταναλωτή», μετά το 2010 παρουσιάζει δραματική αύξηση κυρίως λόγω της αύξησης της φορολογίας στα καύσιμα. Ακόμη, το Διάγραμμα 2 δείχνει ότι τη διετία 2011-2013 τα νοικοκυριά που χρησιμοποιούν συστήματα κεντρικής θέρμανσης στην Ελλάδα μειώθηκαν στο μισό, καταφεύγοντας σε άλλες φθηνότερες και λιγότερο αποδοτικές μορφές θέρμανσης. Από τις εξελίξεις αυτές φαίνεται κατ΄αρχήν ότι το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις κατά τα χρόνια της κρίσης. Εντούτοις, η χάραξη αποτελεσματικών πολιτικών αντιμετώπισής του, απαιτεί τη συστηματική εκτίμηση του ποσοστού των νοικοκυριών σε ενεργειακή φτώχεια και των ευρύτερων επιπτώσεων που προκαλούνται.

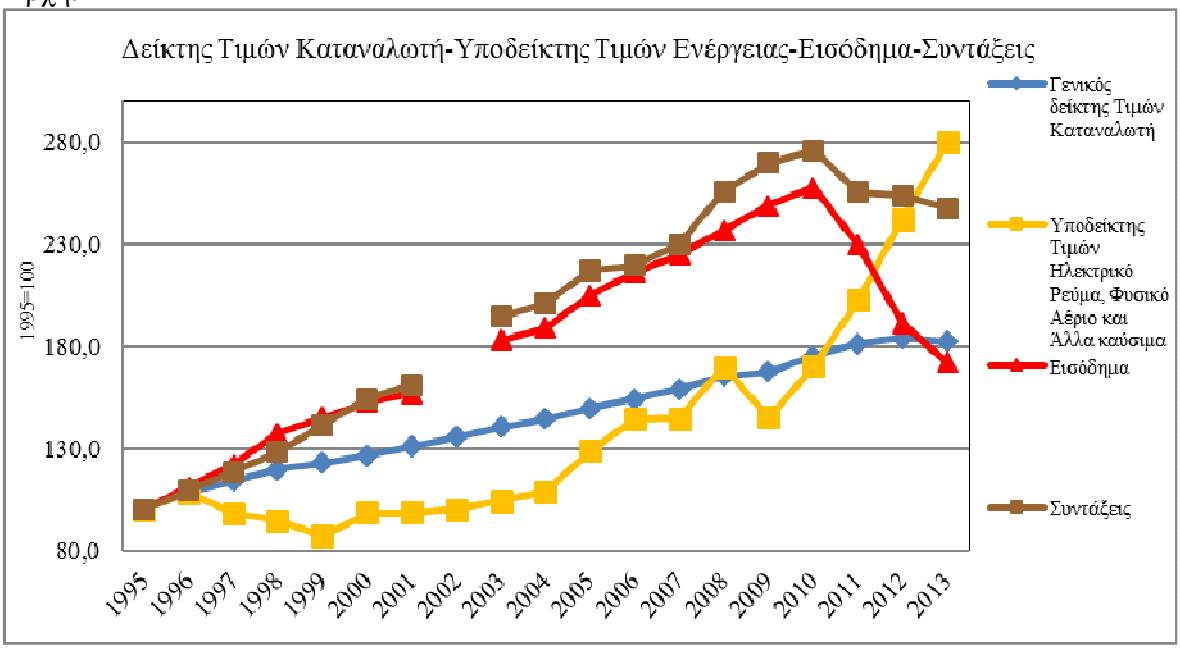
Δεδομένου ότι διεθνώς δεν υπάρχει ένας γενικά αποδεκτός ορισμός ούτε και κοινά αποδεκτές μεθοδολογίες μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας, στόχοι της παρούσας εργασίας είναι: (α) να εξετάσει τους επικρατέστερους ορισμούς της ενεργειακής φτώχειας, τις βασικές μεθοδολογίες μέτρησης και να παρέχει ποσοτικές εκτιμήσεις σχετικά με την εξέλιξη του προβλήματος στην Ελλάδα, και (β) να παρουσιάσει, όπου είναι εφικτό σε ποσοτικούς όρους, τις πολύπλευρες κοινωνικές επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας δίνοντας έμφαση στο ζήτημα της δημόσιας υγείας.

2. Ορισμοί και βασικές μεθοδολογίες μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας

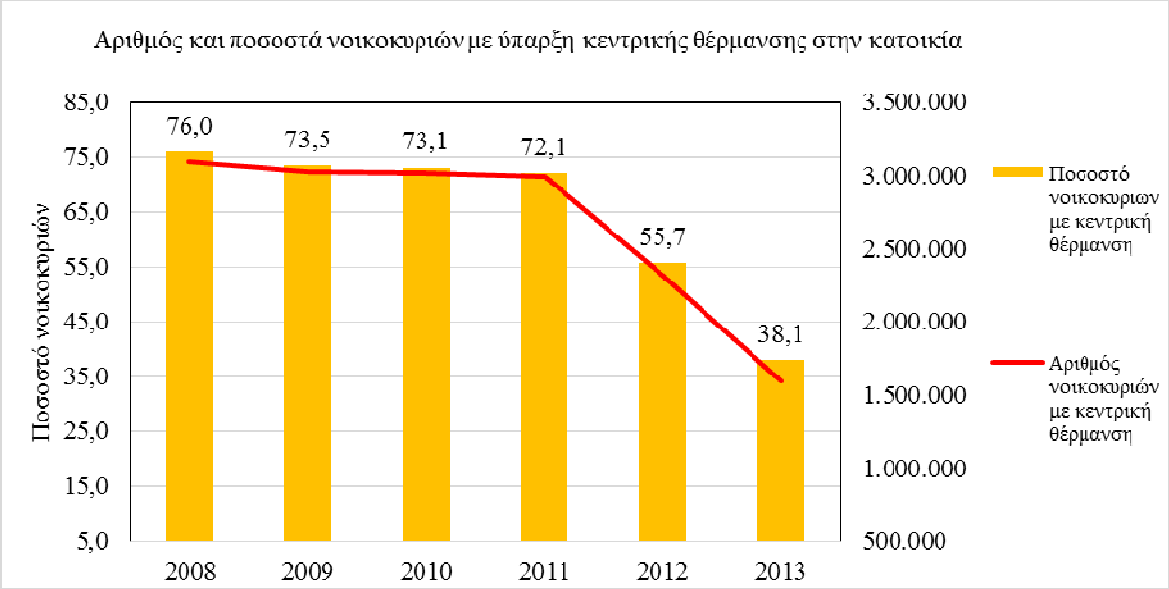
Όπως ήδη αναφέρθηκε, σε διεθνές επίπεδο δεν υπάρχει ένας ενιαίος ορισμός της ενεργειακής φτώχειας, ούτε και κοινά αποδεκτές μεθοδολογίες μέτρησης. Για τις αναπτυγμένες οικονομίες ως ενεργειακή φτώχεια θα μπορούσε να χαρακτηριστεί η αδυναμία εξασφάλισης ικανοποιητικών συνθηκών θερμικής άνεσης εντός των κτιρίων σε μια δίκαιη τιμή (EPEE project,

2009). Με πυρήνα αυτό τον ορισμό έχουν αναπτυχθεί τρεις βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας, οι οποίες παρουσιάζονται εν συντομία στην συνέχεια αυτής της Ενότητας.

Διάγραμμα 1: Εξέλιξη των δεικτών «γενικός δείκτης τιμών καταναλωτή», «υποδείκτης τιμών ηλεκτρικό ρεύμα, φυσικό αέριο και άλλα καύσιμα», «μέσο ετήσιο συνολικό διαθέσιμο εισόδημα», «μέσες ετήσιες συντάξεις» για τα έτη 1995 έως 2013. Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή.



Διάγραμμα 2: Αριθμός και ποσοστά νοικοκυριών που χρησιμοποιούν σύστημα κεντρικής θέρμανσης για τη θέρμανση της κατοικίας τους. Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή, Έρευνα Οικογενειακών Προϋπολογισμών.



Η *προσέγγιση των δαπανών* (Boardman, 1991), συσχετίζει τις ενεργειακές δαπάνες που υλοποιεί ένα νοικοκυριό ως ποσοστό του εισοδήματός του. Παραδοσιακά το ποσοστό αυτό ορίζεται στο 10%, και έτσι τα νοικοκυριά που δαπανούν 10% ή και περισσότερο του εισοδήματός τους για τη λήψη ενεργειακών υπηρεσιών στην κατοικία τους θεωρούνται ότι υποφέρουν από ενεργειακή φτώχεια.

Πρόκειται για μια από τις πλέον κλασσικές μεθοδολογίες μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας, που έχει χρησιμοποιηθεί στο Ηνωμένο Βασίλειο και αλλού, κυρίως λόγω της ευκολίας εφαρμογής της. Για την εφαρμογή της απαιτούνται στατιστικά δεδομένα δαπανών των νοικοκυριών τα οποία είναι διαθέσιμα σε όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέσω της Έρευνας Οικογενειακών Προϋπολογισμών (ΕΟΠ). Ωστόσο, μειονέκτημα της προσέγγισης αυτής αποτελεί ότι τα δεδομένα των ερευνών δαπανών, και ειδικότερα της ΕΟΠ, αναφέρονται στις πραγματικές ενεργειακές δαπάνες των νοικοκυριών για φωτισμό και καύσιμα, και όχι στις απαιτούμενες δαπάνες προκειμένου να εξασφαλισθούν συνθήκες θερμικής άνεσης εντός των κτιρίων. Έτσι, νοικοκυριά που επιλέγουν να μειώσουν δραστικά τις ενεργειακές τους δαπάνες λόγω έλλειψης πόρων είναι πιθανόν να μην καταγραφούν ως ενεργειακά φτωχά με βάση την προσέγγιση αυτή.

Προκειμένου να αντιμετωπισθεί η αδυναμία αυτή η προσέγγιση των δαπανών έχει τροποποιηθεί σε ορισμένες χώρες, όπως στο Ηνωμένο Βασίλειο (DEFRA/BERR, 2008). Συγκεκριμένα, βασιζόμενοι σε μια αναλυτικότερη έρευνα πεδίου των νοικοκυριών, η εκτίμηση του κατά πόσο ένα νοικοκυριό είναι σε ενεργειακή φτώχεια δεν γίνεται με βάση τις πραγματικές δαπάνες που πραγματοποιεί για την αγορά ενεργειακών υπηρεσιών, αλλά εκτιμώντας τις απαιτούμενες δαπάνες που θα πρέπει να πραγματοποιήσει προκειμένου να εξασφαλίσει συνθήκες θερμικής άνεσης. Έτσι, σε μεγάλο βαθμό αποφεύγεται το πρόβλημα του μη εντοπισμού ενεργειακών φτωχών νοικοκυριών που υπό-καταναλώνουν ενέργεια λόγω έλλειψης οικονομικών πόρων. Εντούτοις, είναι δυνατόν να καταγραφούν ως ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά που διαθέτουν υψηλό εισόδημα αλλά ταυτόχρονα είναι και ενεργειακά σπάταλα.

Επιπλέον, ο τρόπος υπολογισμού του εισοδήματος των νοικοκυριών είναι δυνατόν να οδηγήσει σε σημαντικά διαφορετικές εκτιμήσεις της ενεργειακής φτώχειας σε μια γεωγραφική περιοχή ή χώρα. Έτσι, οδηγούμαστε σε διαφορετικές εκτιμήσεις αν η ανάλυση βασισθεί: (α) στο βασικό εισόδημα των νοικοκυριών, δηλαδή στο άθροισμα των καθαρών εισοδημάτων των μελών του νοικοκυριού συμπεριλαμβανομένων των επιδομάτων που λαμβάνει το νοικοκυριό (είτε από ιδιωτικές πηγές είτε από κρατικά επιδόματα) πλην των επιδομάτων στέγασης, (β) στο πλήρες εισόδημα όπου στο βασικό έχουν προστεθεί τα επιδόματα στέγασης και έχουν αφαιρεθεί πιθανοί καταβαλλόμενοι φόροι, (γ) στο εναπομείναν εισόδημα, όπου από το πλήρες εισόδημα έχουν αφαιρεθεί οι δαπάνες στέγασης (ενοίκια, δόσεις στεγαστικού δανείου, κλπ.), και (δ) στο ισοδύναμο εισόδημα όπου κάποια από τις προηγούμενες κατηγορίες προσαρμόζεται με βάση συντελεστές διόρθωσης προκειμένου να αποτυπωθεί ότι νοικοκυριά με περισσότερα μέλη πρέπει να έχουν μεγαλύτερο εισόδημα από νοικοκυριά με μικρότερο αριθμό μελών προκειμένου να απολαμβάνουν την ίδια ποιότητα ζωής.

Η *υποκειμενική / συναινετική προσέγγιση* (Healy, 2004), αποσκοπεί στην μέτρηση ορισμένων βασικών παραμέτρων ή χαρακτηριστικών ενός νοικοκυριού προκειμένου να αξιολογηθεί αν είναι ενεργειακά φτωχό. Βασικές ελλείψεις και στερήσεις αγαθών καθιστούν ένα νοικοκυριό ενεργειακά φτωχό, και επομένως η συστηματική παρακολούθηση σχετικών δεικτών μπορεί να συμβάλλει στον αξιόπιστο εντοπισμό τους. Δείκτες διαφορετικών τύπων στέρησης είναι διαθέσιμοι στην Έρευνα Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης (EU-SILC) που

πραγματοποιείται ετήσια σε όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τρεις χαρακτηριστικοί τέτοιοι δείκτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια τέτοιου τύπου ανάλυση είναι οι ακόλουθοι: 1) Οικονομική αδυναμία για ικανοποιητική θέρμανση, 2) Δυσκολίες ανταπόκρισης στην πληρωμή πάγιων λογαριασμών και 3) Διαρροή στη στέγη, υγρασία στους τοίχους, στα πατώματα, στα θεμέλια ή διαβρωμένα κουφώματα ή πατώματα.

Η υποκειμενική προσέγγιση για κάποιους ερευνητές θεωρείται προτιμότερη από αυτή των δαπανών (Herrero, 2010). Οι δείκτες αφορούν υποκειμενικές μετρήσεις του κάθε νοικοκυριού και δεδομένου ότι βασίζονται σε πραγματικές αντιλήψεις και δηλώσεις των υπευθύνων τους, καταφέρνουν να ενσωματώνουν τις κοινωνικά αντιληπτές αναγκαιότητες. Επειδή η έρευνα της EU-SILC πραγματοποιείται σε κάθε κράτος μέλος της Ένωσης έχει σαν πλεονέκτημα τα στοιχεία που ανακτώνται να επιτρέπουν την σύγκριση μεταξύ των χωρών, θα πρέπει όμως να είμαστε ιδιαίτερα επιφυλακτικοί πριν την εξαγωγή συγκριτικών συμπερασμάτων. Η μέτρηση και η σύγκριση μεταξύ των αυτό-αναφερόμενων ενεργειακά φτωχών σε διαφορετικά κράτη μέλη της ένωσης μπορεί να επιφέρει πολύ διαφορετικά αποτελέσματα. Επίσης, η προσέγγιση αυτή δεν αναφέρεται στις σπατάλες που μπορεί να πραγματοποιούνται στην κατοικία. Η υποκειμενική / συναινετική μέθοδος αφορά μια προσέγγιση αυτοαναφοράς ανάλογα με την υποκειμενική αντίληψη της θερμικής άνεσης και την αδυναμία πληρωμής (EPEE project 2008).

Τέλος, η *προσέγγιση Hills* (2012) βασίζεται στην εκτίμηση ότι αν αποτυπωθούν τα νοικοκυριά με χαμηλό εισόδημα και με ταυτόχρονα υψηλές ενεργειακές δαπάνες (Low Income High Cost) είναι πιθανό η εκτίμηση της ενεργειακής φτώχειας να είναι πιο ακριβής. Ο δείκτης Hills αποτελεί μια σχετική μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας από την άποψη ότι συγκρίνει επιμέρους χαρακτηριστικά των νοικοκυριών με την διάμεσο των ενεργειακών δαπανών και το επίσημο όριο της φτώχειας. Στο πλαίσιο αυτό, ως ενεργειακά φτωχό προσδιορίζεται ένα νοικοκυριό για το οποίο: (1) οι απαιτούμενες ενεργειακές δαπάνες για την εξασφάλιση των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών θερμικής άνεσης υπερβαίνουν τη διάμεσο των αντίστοιχων δαπανών των νοικοκυριών του εξεταζόμενου δείγματος, και (2) το εναπομένων εισόδημα μετά την υλοποίηση των απαιτούμενων ενεργειακών δαπανών είναι κάτω από το επίσημο όριο/κατώφλι της φτώχειας.

Η προσέγγιση Hills επιτρέπει την εκτίμηση και του βάθους της ενεργειακής φτώχειας από την οποία υποφέρει ένα νοικοκυριό. Το βάθος της ενεργειακής φτώχειας εκφράζεται από την διαφορά μεταξύ των εκτιμώμενων ενεργειακών δαπανών του νοικοκυριού και του κατωφλίου των λογικά αποδεκτών ενεργειακών δαπανών για το νοικοκυριό αυτό. Με άλλα λόγια είναι η διαφορά μεταξύ των απαιτούμενων ενεργειακών δαπανών με το επίπεδο δαπανών που θα έπρεπε να είχε το νοικοκυριό προκειμένου να μην ήταν ενεργειακά φτωχό.

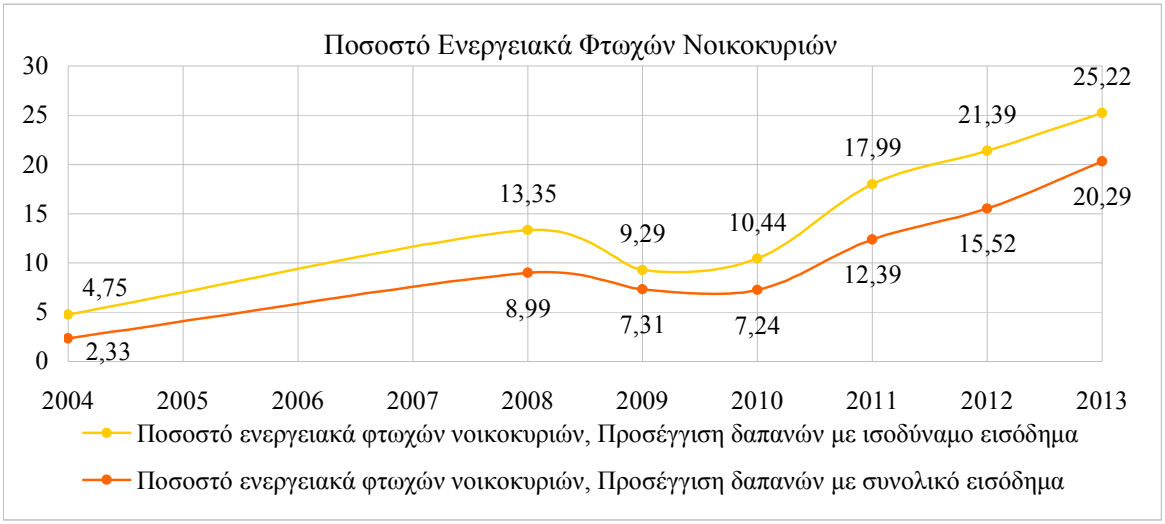
Με την προσέγγιση αυτή επιτυγχάνεται τα εύπορα νοικοκυριά με υψηλούς λογαριασμούς ενέργειας να μην ταξινομούνται ως ενεργειακά φτωχά, όπως συμβαίνει σε σημαντικό βαθμό με την προσέγγιση των δαπανών και του χρησιμοποιούμενου δείκτη του 10%. Εντούτοις, και η προσέγγιση αυτή έχει σημαντικά μειονεκτήματα, που κυρίως αφορούν την περίπλοκη και εν πολλοίς αδιαφανή διαδικασία υπολογισμού του δείκτη Hills, καθώς επίσης και το ότι συσκοτίζει την επίδραση της αύξησης των τιμών των καυσίμων και των βελτιώσεων στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κατοικιών (Moore, 2012).

3. Εκτίμηση της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει μια συστηματική και ολοκληρωμένη ανάλυση του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας, ενώ οι λίγες σχετικές έρευνες που έχουν ολοκληρωθεί (π.χ. Πάνας 2012, Santamouris 2013) αναδεικνύουν επί μέρους διαστάσεις του ζητήματος, χωρίς όμως να μπορούν να αποτελέσουν τη βάση χάραξης μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής αντιμετώπισης ή μετριασμού του προβλήματος. Η απουσία αναλυτικών μελετών διερεύνησης της ενεργειακής φτώχειας οφείλεται εν πολλοίς στην έλλειψη λεπτομερών στατιστικών δεδομένων που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν προς την κατεύθυνση αυτή. Εντούτοις, στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης επιχειρείται η μέγιστη δυνατή αξιοποίηση υφιστάμενων στατιστικών δεδομένων ώστε να υλοποιηθεί μια προκαταρκτική αποτύπωση την ενεργειακής φτώχειας στα Ελληνικά νοικοκυριά. Συγκεκριμένα, η ποσοτική εκτίμηση της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα επιχειρήθηκε με βάση 3 εναλλακτικές προσεγγίσεις: (1) την προσέγγιση δαπανών με βάση πρωτογενή στοιχεία της ΕΟΠ και το συνολικό εισόδημα των νοικοκυριών, (2) την προσέγγιση δαπανών με βάση πρωτογενή στοιχεία της ΕΟΠ και το ισοδύναμο εισόδημα των νοικοκυριών, και (3) την συναινετική/υποκειμενική προσέγγιση με βάση δείκτες από την έρευνα SILC που διενεργεί η ΕΛΣΤΑΤ.

Για την εκτίμηση της ενεργειακής φτώχειας με βάση την προσέγγιση των δαπανών χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενή στοιχεία της ΕΟΠ που διαθέτει η ΕΛΣΤΑΤ. Έτσι, για κάθε νοικοκυριό του δείγματος της ΕΟΠ υπολογίζεται το ποσοστό των ενεργειακών δαπανών που πραγματοποιεί για φωτισμό και καύσιμα ως προς το εισόδημα, και στη συνέχεια προσδιορίζεται το ποσοστό των νοικοκυριών που οι δαπάνες υπερβαίνουν το κατώφλι του 10%, τα οποία και χαρακτηρίζονται ως ενεργειακά φτωχά. Η ανάλυση έγινε τόσο με βάση το συνολικό όσο και με βάση το ισοδύναμο εισόδημα. Η χρήση του ισοδύναμου εισοδήματος ενσωματώνει στην ανάλυση το γεγονός ότι νοικοκυριά με περισσότερα μέλη χρειάζονται υψηλότερο εισόδημα προκειμένου να έχουν ένα συγκρίσιμο επίπεδο διαβίωσης με νοικοκυριά που αποτελούνται από λιγότερα μέλη.

Διάγραμμα 3: Ποσοστό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών στην Ελλάδα, με βάση την προσέγγιση των δαπανών και πρωτογενή στοιχεία της ΕΟΠ για τα έτη 2004, και 2008 έως 2013



Το Διάγραμμα 3 παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα με βάση τις δύο μεθόδους που βασίζονται στην προσέγγιση δαπανών. Οι δύο προσεγγίσεις δείχνουν παρόμοια τάση στην εξέλιξη της ενεργειακής φτώχειας στη χώρα. Το ποσοστό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών φαίνεται ότι αυξήθηκε από το 2004 έως στο 2008, μειώθηκε τη διετία 2009-2010 για να παρουσιάσει δραματική αύξηση μετά το 2010, ως αποτέλεσμα της ραγδαίας εξέλιξης της οικονομικής κρίσης με τον περιορισμό των εισοδημάτων και τις αυξήσεις των τιμών ενέργειας. Με βάση την προσέγγιση αυτή εκτιμήθηκε ότι το 2013, 20-25% των Ελληνικών νοικοκυριών βρίσκεται σε κατάσταση ενεργειακής φτώχειας, όταν τα αντίστοιχα ποσοστά το 2008 ήταν 9-13% και το 2004 2-5%. Αυτό μάλιστα μπορεί να θεωρηθεί ως και το κάτω όριο του ποσοστού των νοικοκυριών σε ενεργειακή φτώχεια, δεδομένου ότι οι υπολογισμοί βασίσθηκαν στις πραγματικές ενεργειακές δαπάνες των νοικοκυριών και όχι στις απαιτούμενες για να εξασφαλίσουν ανεκτές συνθήκες θερμικής άνεσης με βάση κάποια πρότυπα αναφοράς. Το 20-25% των Ελληνικών νοικοκυριών αντιστοιχεί σε 850.000-1.055.000 νοικοκυριά, στα οποία διαβιούν περίπου 2.050.000-3.300.000 κάτοικοι, ο ενεργειακά φτωχός πληθυσμός της χώρας.

Από περεταίρω ανάλυση των στοιχείων παρατηρείται ότι το ποσοστό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών παρουσιάζει σημαντικές γεωγραφικές διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις κρατούσες κλιματικές συνθήκες. Τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά είναι περισσότερα στην Β. Ελλάδα και ακολουθούν τα νοικοκυριά στην Κ. Ελλάδα και στην Αττική. Για το 2013 το 42,1% των νοικοκυριών στην Β. Ελλάδα είναι ενεργειακά φτωχά και ακολουθεί το 21,1% των νοικοκυριών στην Κ. Ελλάδα, στα νησιά το 19,5% στην Αττική το 15,5%. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι λόγω των κλιματικών συνθηκών ο οικογενειακός προϋπολογισμός των νοικοκυριών που διαβιούν στη Βόρειο Ελλάδα επιβαρύνεται περισσότερο από τις ενεργειακές δαπάνες σε σχέση με τα νοικοκυριά της υπόλοιπης χώρας. Εντούτοις, η τάση αύξησης των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών μετά το 2010 είναι πιο έντονη στην Αττική σε σχέση με τις άλλες περιοχές της χώρας. Πιθανόν αυτό να οφείλεται στην αυξημένη ανεργία στα αστικά κέντρα όπως η Αττική και στην επακόλουθη πτώση των εισοδημάτων των νοικοκυριών που έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ευπάθειας των νοικοκυριών στην ενεργειακή φτώχεια. Στους υπολογισμούς για τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά στην Ελλάδα ανά πηγή εισοδήματος του υπευθύνου του νοικοκυριού, υπολογίστηκε ότι έως το 2013 τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά με υπευθύνους μισθωτούς και με υπευθύνους συνταξιούχους αυξήθηκαν περισσότερο από τις υπόλοιπες κατηγορίες. Τα νοικοκυριά με συνταξιούχους είναι περισσότερο ευάλωτα στις αυξήσεις των τιμών ενέργειας λόγω του ότι απαιτούν υψηλότερο επίπεδο θέρμανσης για την ικανοποίηση των θερμικών τους αναγκών.

Για την ποσοτική εκτίμηση της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα με βάση την υποκειμενική/συναινετική προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε κατά βάση ο δείκτης «οικονομική αδυναμία για ικανοποιητική θέρμανση». Το ποσοστό του πληθυσμού που δηλώνει οικονομική αδυναμία για ικανοποιητική θέρμανση αυξάνεται συνεχώς μετά το 2010, φθάνοντας το 2013 στο 29,5%, σχεδόν διπλάσιο από αυτό του 2010. Σημαντικό τμήμα αυτών που δηλώνουν οικονομική αδυναμία για ικανοποιητική θέρμανση προέρχεται από το φτωχό τμήμα του πληθυσμού (48,4% το 2013), εντούτοις τα χρόνια της κρίσης αυξάνει σημαντικά το αντίστοιχο ποσοστό και στο μη φτωχό κομμάτι του πληθυσμού (από 9,7% το 2010 στο 23,9% το 2013). Παρά το ότι η μέθοδος καταγράφει μια δραματική αύξηση του προβλήματος κατά τα χρόνια της κρίσης, εντούτοις και τα προηγούμενα χρόνια δεν ήταν αμελητέα, υπολογίζοντας το ποσοστό των νοικοκυριών με αδυναμία για ικανοποιητική θέρμανση σε 15% το 2008 και σε 17% το 2004. Επιπλέον, καταδεικνύεται ότι από το πρόβλημα υποφέρουν κατά βάση τα φτωχά νοικοκυριά, τα

νοικοκυριά δηλαδή με χαμηλό εισόδημα. Ως προς την εξέλιξη άλλων δεικτών που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα στο πλαίσιο της υποκειμενικής προσέγγισης, προκύπτει ότι το 2013 το 35,2% των νοικοκυριών παρουσιάζουν δυσκολίες ανταπόκρισης στην πληρωμή πάγιων λογαριασμών, και το 14% κατοικεί σε κατοικίες με διαρροή στην στέγη, υγρασία στους τοίχους, στα πατώματα, στα θεμέλια ή διαβρωμένα κουφώματα ή πατώματα.

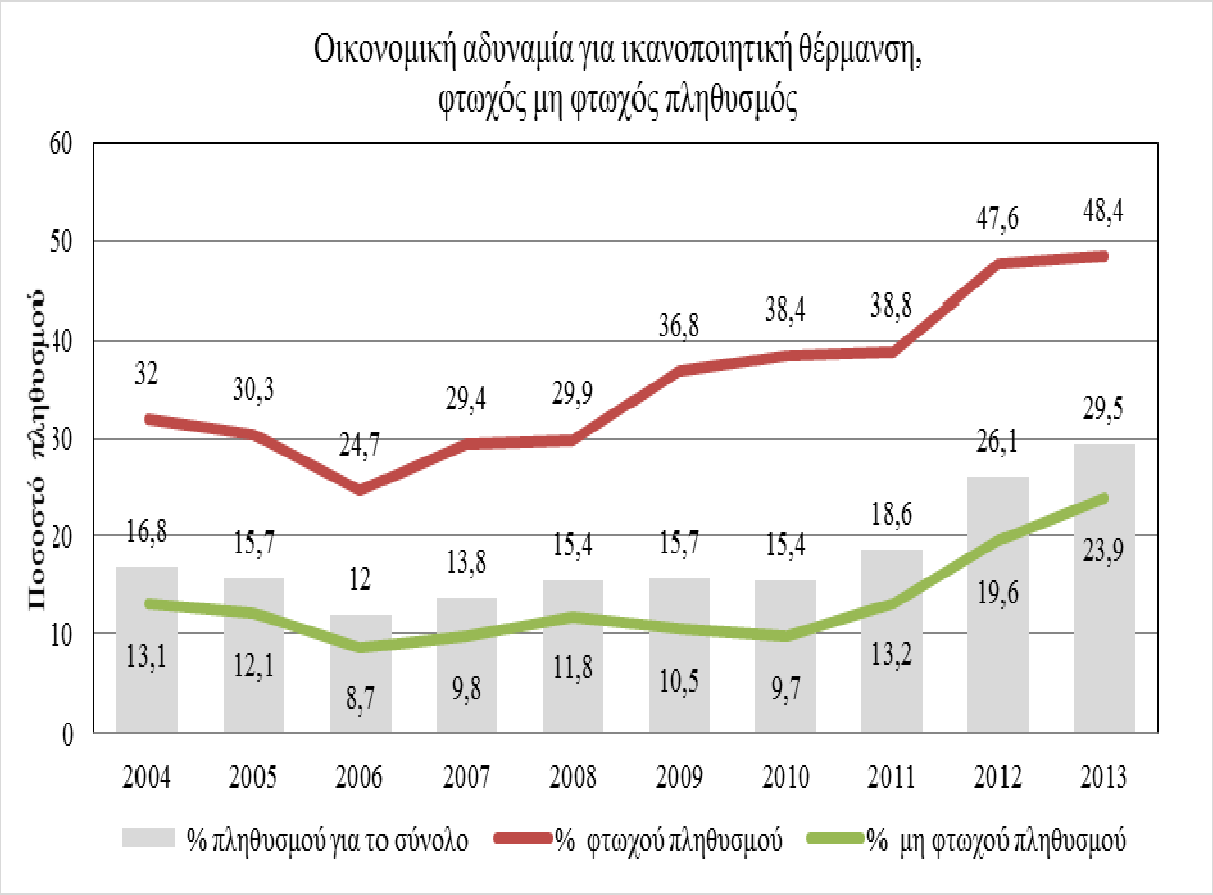
4. Ενεργειακή φτώχεια και επιπτώσεις στη δημόσια υγεία

Ένας μεγάλος όγκος δημοσιευμένων μελετών διεθνώς, συσχετίζει το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας με τη δημόσια υγεία και με αυξημένα επίπεδα θνησιμότητες και νοσηρότητας του ενεργειακά φτωχού πληθυσμού. Η διαβίωση σε μια κρύα κατοικία συνδέεται με αυξημένα ποσοστά εμφάνισης αρκετών ασθενειών, όπως καρδιαγγειακές παθήσεις, ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος, κρυολογήματα, γρίπη, κ.α., αλλά και με την επιδείνωση άλλων προϋπάρχοντων νοσημάτων, όπως η αρθρίτιδα και οι ρευματισμοί, και τελικά αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας (EPPE project, 2008). Στην έρευνα Marmot Review Team (2011) γίνεται μια αναλυτική επισκόπηση των επιπτώσεων στη δημόσια υγεία διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, που απορρέουν από τη διαβίωση σε κατοικίες που δεν εξασφαλίζονται οι κατάλληλες συνθήκες θερμικής άνεσης. Όμως, η ενεργειακή φτώχεια δεν επηρεάζει μόνο τον πληθυσμό των ενηλίκων. Μια κατοικία που υποθερμαίνεται, συρρικνώνει το χώρο που ζουν οι άνθρωποι και μειώνει τις ευκαιρίες των παιδιών και των εφήβων να έχουν ένα άνετο και ιδιωτικό περιβάλλον (EPPE project, 2008).

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιχειρήθηκε μέσω της στατιστικής ανάλυσης η τεκμηρίωση των ευρημάτων της βιβλιογραφίας και για την περίπτωση της Ελλάδας, δίνοντας έμφαση στη θνησιμότητα και στον αριθμό των θανάτων που μπορούν να αποδοθούν στην ενεργειακή φτώχεια. Αναπτύχθηκε και αξιολογήθηκε ένας σημαντικός αριθμός μοντέλων παλινδρόμησης πολλαπλών μεταβλητών, μέσω των οποίων έγινε συσχέτιση της μηνιαίας θνησιμότητας στην Ελλάδα με μετεωρολογικές παραμέτρους και με παραμέτρους που σχετίζονται με την ενεργειακή φτώχεια. Με την πραγματοποίηση διαδοχικών αναλύσεων παλινδρόμησης, αξιολογήθηκε η σημαντικότητα ενός αριθμού ανεξάρτητων μεταβλητών, στη διαμόρφωση της μηνιαίας θνησιμότητας.

Στο μοντέλο παλινδρόμησης που παρουσιάζεται στον Πίνακα 1, η μηνιαία θνησιμότητα (ΜΘ) στην Ελλάδα φαίνεται ότι συσχετίζεται με τις ακόλουθες ανεξάρτητες μεταβλητές: 1) βαθμοημέρες θέρμανσης (Heating Degree Days - HDD), 2) βαθμοημέρες ψύξης (Colling Degree Days - CDD), και 3) ποσοστά νοικοκυριών με αδυναμία ικανοποιητικής θέρμανσης (U-WRM). Το μοντέλο παλινδρόμησης παρουσιάζει καλή συμπεριφορά δεδομένου ότι το τετράγωνο του βαθμού συσχέτισης (R^2) φθάνει το 50%, ενώ και η συνολική σημαντικότητα του μοντέλου είναι πολύ ικανοποιητική. Και οι τρεις επιμέρους ανεξάρτητες μεταβλητές είναι σημαντικές με ερμηνεύσιμο πρόσημο. Από το μοντέλο καταδεικνύεται ότι η αδυναμία ικανοποιητικής θέρμανσης στις κατοικίες οδηγεί σε αυξημένα επίπεδα θνησιμότητας. Για την περίοδο 2003/2012 ο δείκτης αδυναμία ικανοποιητικής θέρμανσης στην Ελλάδα παίρνει τιμές στο εύρος 12%-26,1%. Έτσι, με βάση το στατιστικό μοντέλο που αναπτύχθηκε για την περίοδο 2003/2012 στον παράγοντα ενεργειακή φτώχεια μπορούν να αποδοθούν 750-1631 θάνατοι ανά μήνα της χειμερινής περιόδου ή 3.000-6.525 ανά έτος (ήτοι το 2,8-6% των θανάτων που καταγράφονται σε ετήσια βάση).

Διάγραμμα 4: Εξέλιξη του δείκτη «οικονομική αδυναμία για ικανοποιητική θέρμανση», για τον φτωχό πληθυσμό, τον μη φτωχό πληθυσμό και το σύνολο του πληθυσμού στην Ελλάδα, την περίοδο 2004-2013. Πηγή: Eurostat, Έρευνα εισοδήματος και συνθηκών διαβίωσης (EU-SILC)



Πίνακας 1: Μοντέλο παλινδρόμησης για τη συσχέτιση της μηνιαίας θνησιμότητας στην Ελλάδα με μετεωρολογικές παραμέτρους και δείκτες ενεργειακής φτώχειας.

Ανεξάρτητη Μεταβλητή	Συντελεστής Ανεξάρτητης Μεταβλητής	P-value
Σταθερά (C)	7273,05	2,28E-59
HDD	5,36	1,01E-13
CDD	5,21	7,12E-09
U-WRM	6248,60	1,60E-07
R^2	0,50	
F	3,79E-17	

5. Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιχειρήθηκε η ποσοτική εκτίμηση της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα με βάση 3 εναλλακτικές προσεγγίσεις. Όλες οι μέθοδοι δείχνουν μια δραματική επιδείνωση του προβλήματος μετά το 2010 με την κορύφωση της οικονομικής κρίσης, τη μείωση των εισοδημάτων και την αύξηση των ενεργειακών τιμών, κυρίως λόγω της επιβαλλόμενης φορολογίας. Με βάση την προσέγγιση δαπανών εκτιμήθηκε ότι το 2013, 20-25% των Ελληνικών νοικοκυριών βρίσκεται σε κατάσταση ενεργειακής φτώχειας. Αυτό μάλιστα μπορεί να θεωρηθεί ως και το κάτω όριο του ποσοστού των νοικοκυριών σε ενεργειακή φτώχεια, δεδομένου ότι οι υπολογισμοί βασίσθηκαν στις πραγματικές ενεργειακές δαπάνες των νοικοκυριών και όχι στις απαιτούμενες για να εξασφαλίσουν ανεκτές συνθήκες θερμικής άνεσης με βάση κάποια πρότυπα αναφοράς. Τα βασικά αυτά συμπεράσματα επιβεβαιώνονται και με την υποκειμενική/συναινετική προσέγγιση, όπου μέσω καταγραφής του δείκτη «οικονομική αδυναμία για ικανοποιητική θέρμανση» υπολογίζεται ότι το 2013 περίπου το 29,5% των νοικοκυριών είναι σε ενεργειακή φτώχεια. Από το πρόβλημα υποφέρουν κατά βάση τα φτωχά νοικοκυριά, τα νοικοκυριά δηλαδή με χαμηλό εισόδημα.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονισθεί ότι υπάρχουν σημαντικά περιθώρια βελτίωσης του μεθοδολογικού πλαισίου εκτίμησης των ενεργειακών φτωχών νοικοκυριών στην Ελλάδα. Ως κύριο προαπαιτούμενο για μια πιο αξιόπιστη εκτίμηση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, είναι η εκτίμηση των ενεργειακών τους δαπανών στη βάση των απαιτούμενων ενεργειακών καταναλώσεων για την εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών θερμικής άνεσης εντός των κτηρίων.

Επιπλέον, έγινε προσπάθεια τεκμηρίωσης της συσχέτισης της ενεργειακής φτώχειας με τη δημόσια υγεία και με τα αυξημένα επίπεδα θνησιμότητας και νοσηρότητας του ενεργειακά φτωχού πληθυσμού στην Ελλάδα. Με βάση το στατιστικό μοντέλο που αναπτύχθηκε για την περίοδο 2003/2012 στον παράγοντα ενεργειακή φτώχεια μπορούν να αποδοθούν 750-1631 θάνατοι ανά μήνα της χειμερινής περιόδου ή 3.000-6.525 ανά έτος (ήτοι το 2,8-6% των θανάτων που καταγράφονται σε ετήσια βάση).

Τα παραπάνω αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η εφαρμογή παρεμβάσεων που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος δεν συμβάλλει μόνο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αλλά και σε ένα μείζων κοινωνικό πρόβλημα, αυτό της ενεργειακής φτώχειας.

Βιβλιογραφία

Birol F (2007). Energy Economics: A Place for Energy Poverty in the Agenda? The Energy Journal 28(3), 1–6.

Boardman B (1991). Fuel Poverty: from Cold Homes to Affordable Warmth. London: Belhaven Press.

DEFRA/BERR (2008). The UK Fuel Poverty Strategy 6th Annual Progress Report. Department of Environment, Food and Rural Affairs. Department of Business Entreprise & Regulatory Reform. UK.

EPEE project (2008). Evaluation of fuel poverty in Belgium, Spain, France, Italy and the United Kingdom. WP2 - Deliverable 6. European fuel Poverty and Energy Efficiency (EPEE). Intelligent Energy Europe (contract EIE/06/158/SI2.447367).

EPEE project (2009). Tackling Fuel Poverty in Europe. Recommendations Guide for Policy Makers/ www.fuel-poverty.org

Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή – ΕΟΚΕ (2011). Η ενεργειακή πενία υπό το πρίσμα της ελευθέρωσης της αγοράς και της οικονομικής κρίσης. Διερευνητική γνωμοδότηση (2011/C 44/09).

Healy J D (2004). Housing, fuel poverty, and health: a pan-European analysis. Aldershot: Ashgate Publishing.

Hills J (2012). Getting the measure of fuel poverty. Final report of the fuel poverty review. CASE report. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48299/4664-exec-summary-fuel-pov-final-rpt.pdf

Marmot Review Team (2011). The health impacts of cold homes and fuel poverty. London: Friends of the Earth.

Moore R (2012). Definitions of fuel poverty: Implications for policy. Energy Policy 49, 19-26. doi:10.1016/j.enpol.2012.01.057

Pachauri S and Spreng D (2003). Energy use and energy accessin relation to poverty. CEPE Working Paper Nr. 25. Centre for Energy Policies and Economics. Swiss Federal Institutes of Technology. Zurich.

Πανάς Ε (2012). Έρευνα για την Ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Στατιστικής http://library.tee.gr/digital/m2600/m2600_panas.pdf

Sagar A D (2005). Alleviating energy poverty for the world's poor. Energy Policy 33, 1367-1372.

Santamouris M (2013). Financial crisis and energy consumption: A household survey in Greece, Energy and Buildings 65, 477-487

Herrero T S and Ürge-Vorsatz D (2010). Fuel Poverty in Hungary: A first assessment. Central European University, Hungary

Το οικονομικό κόστος των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία λόγω της σωματιδιακής ρύπανσης στην πόλη του Βόλου

Γεώργιος Πρώϊας[1], Κώστας Μουστρής[2],
Παναγιώτης Νάστος[3] & Αθανάσιος Παλιατσός[4]
[1]*Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*
[2]*Εργαστήριο Μηχανικής Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Αιγάλεω*
[3]*Εργαστήριο Κλιματολογίας και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα*
[4]*Εργαστήριο Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Αιγάλεω*
giproias@prd.uth.gr kmoustris@teipir.gr nastos@geol.uoa.gr agpal@teipir.gr

Περίληψη
Η εργασία αυτή αποτελεί μια πρώτη προσπάθεια για την εκτίμηση του οικονομικού κόστους που προκαλείται από τις επιπτώσεις της σωματιδιακής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία, με ιδιαίτερη αναφορά στην πόλη του Βόλου. Για το σκοπό αυτό έγινε εφαρμογή του μοντέλου AirQ2.2.3, που αναπτύχθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, προκειμένου να αξιολογηθούν οι ανεπιθύμητες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τη ρύπανση των PM_{10} στο Βόλο, κατά τη διάρκεια της 5-ετούς περιόδου 2007-2011. Τα αποτελέσματα της τρέχουσας εργασίας δείχνουν ότι, όταν η μέση ετήσια συγκέντρωση PM_{10} υπερβαίνει την αντίστοιχη οριακή τιμή της ΕΕ, ο αριθμός των εισαγωγών στο νοσοκομείο για την πάθηση του αναπνευστικού (HARD) αυξάνεται κατά 25%, κατά μέσο όρο. Υπάρχει επίσης μια εκτιμώμενη αύξηση της τάξης του 2.5% εισαγωγών λόγω HARD σε σχέση με τις αναμενόμενες ετήσιες εισαγωγές για την ίδια αιτία στο Βόλο. Τέλος, βρέθηκε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των ημερών υπέρβασης της ημερήσιας οριακής συγκέντρωσης των PM_{10} και των ετήσιων εισαγωγών λόγω HARD. Σύμφωνα με τα παραπάνω, φαίνεται ότι μια μείωση των επιπέδων συγκέντρωσης των PM_{10} θα οδηγούσε σε σημαντική μείωση του κόστους των HARD, που συνίσταται στο κόστος περίθαλψης ανά ημέρα παραμονής στο νοσοκομείο, το κόστος της φαρμακευτικής αγωγής, το κόστος των χαμένων ωρών ή και ημερών εργασίας, το κόστος μεταφοράς από και προς το νοσοκομείο, και άλλων.

Λέξεις Κλειδιά: Οικονομικό κόστος αστικής ρύπανσης, αιωρούμενα σωματίδια PM_{10}, Βόλος.

JEL Κωδικοί: Q50, Q53.

1. Εισαγωγή

Η αυξανόμενη εκβιομηχάνιση και η ταυτόχρονη ανάπτυξη των μητροπολιτικών περιοχών συνδέονται στενά με την πρόκληση σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Από τις αρχές της δεκαετίας του ‘80 κατέστη σαφές ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει την υγεία των ανθρώπων και των ζώων, προκαλεί ζημιές στη βλάστηση, στα εδάφη και στα υλικά. Γενικά, δεν επηρεάζει μόνο τις μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές, αλλά και τις μεσαίου μεγέθους αστικές περιοχές. Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει τα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε

πολλές από αυτές τις μεσαίου μεγέθους αστικές περιοχές που είναι πυκνοκατοικημένες και υπάρχουν εγκατεστημένες βαριές βιομηχανικές μονάδες γύρω από αυτές (Ziomas *et al.* 1989, Kelessis, 2001, Papamanolis, 2001, Triantafillou *et al.* 2002, Karandinos-Riga *et al.* 2006, Karanasiou et al. 2007b, Karanasiou et al. 2009, Papanastasiou and Melas, 2009, Proias *et al.* 2009, Papaioannou *et al.* 2010,). Τα ατμοσφαιρικά αερολύματα είναι ένας πολύ δυναμικός παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής με πολλούς τρόπους. Οι δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία που προκαλούνται από τα υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης ατμοσφαιρικών σωματιδίων βρίσκονται στο επίκεντρο του επιστημονικού ενδιαφέροντος (Nastos 2008, Nastos *et al.* 2010, Samoli *et al.* 2011).

Τα αιωρούμενα σωματίδια, ως ατμοσφαιρικός ρύπος, θεωρείται ότι αποτελούν ένα μείγμα στερεών και υγρών σωματιδίων που ποικίλουν σε μέγεθος, σύνθεση και προέλευση. Επειδή μόνο τα πολύ μικρά σωματίδια μπορούν με την εισπνοή να φτάσουν μέχρι τα τελικά τμήματα του αναπνευστικού δένδρου, ο όρος εισπνεόμενα σωματίδια εξ ορισμού περιλαμβάνει σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 10 μm (PM_{10}) που εναποτίθενται κυρίως στις κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην ανθρώπινη υγεία (Churg and Brauer 2000). Οι επιδημιολογικές έρευνες των τελευταίων δεκαετιών δείχνουν αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα σε αστικές περιοχές λόγω υψηλών επιπέδων συγκέντρωσης αιωρουμένων εισπνεόμενων σωματιδίων, ιδιαίτερα αυτών με μικρή αεροδυναμική διάμετρο PM_{10} και $PM_{2.5}$ (Seaton *et al.* 1995, Prichard *et al.* 1996, Schwartz *et al.* 1996, Costa and Dreher 1997, Pope *et al.* 2002). Συνεπώς, οι επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην ανθρώπινη υγεία είναι σημαντικές και καθορίζονται τόσο από το μέγεθός τους, όσο και από τη χημική τους σύσταση. Μακροχρόνια δε εισπνοή σωματιδίων προκαλεί διάφορες μορφές πνευμονοκονιάσεων, άσθματος ή, και σε ορισμένες περιπτώσεις, καρκινογένεση.

2. Αέρια ρύπανση και επιδημιολογικές μελέτες

Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες, όπως οι επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες, το τοπογραφικό ανάγλυφο των πόλεων, αλλά και η συνέργεια μεταξύ των διαφόρων ρύπων που επηρεάζουν τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Nastos *et al.* 2006, 2008, Larissi *et al.* 2010).

Είναι ήδη γνωστό από την εποχή του Ιπποκράτη (450 π.Χ.) ότι κλιματολογικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία. Η άποψη αυτή ενισχύεται και από επιδημιολογικά στοιχεία. Χαρακτηριστικά αναφέρονται οι καύσωνες του 1976, 1995 και του 1998 στην πόλη του Λονδίνου όπου συνδέθηκαν με 15% αύξηση της ολικής θνησιμότητας κατά τη διάρκεια των ημερών της αυξημένης θερμοκρασίας (Seaton *et al.* 1995, Hajat *et al.* 2002), ο καύσωνας του Ιουλίου του 1987 στην Αθήνα που συσχετίστηκε με 2000 επιπλέον θανάτους, δηλαδή με 97% αύξηση της ημερήσιας θνησιμότητας (Katsouyanni *et al.* 1993, Panagiotakos *et al.* 2004). Από σχετικές μελέτες έχει διαπιστωθεί ότι η εμφάνιση κυμάτων καύσωνα αυξάνει σε συχνότητα και ένταση, αποτελούν δε αιτία θανάτων σε πολλές χώρες. Ειδικότερα, στην Ελλάδα δύο κύματα καύσωνα συνέβησαν το καλοκαίρι του 2007 με συνέπεια την πρόκληση αυξημένου αριθμού κρουσμάτων νοσηρότητας σε ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού (Theoharatos *et al.* 2010). Τέλος, από μελέτη που έγινε σε 44 πόλεις των Η.Π.Α. έδειξε ότι η αυξημένη θνησιμότητα συνδέεται με την υψηλή μεταβλητότητα των ημερήσιων θερμοκρασιών του καλοκαιριού (McMichael and Beaglehole 2000).

Ο αέρας που αναπνέουμε περιέχει διάφορα επίπεδα ρύπων που κυρίως προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων, όπως στα αυτοκίνητα, στη βιομηχανία και στην παραγωγή ενέργειας. Οι πιθανές επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη δημόσια υγεία μπορούν να εκφραστούν

με διάφορους δείκτες όπως η μείωση του προσδόκιμου ζωής, ο αριθμός των πρόωρων θανάτων και ο αριθμός των εισαγωγών στα νοσοκομεία. Πολλές επιδημιολογικές μελέτες που έγιναν ως τώρα έχουν δείξει όχι μόνο μια συσχέτιση μεταξύ της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και εξάρσεων χρόνιων πνευμονικών νόσων αλλά και αύξηση των θανάτων από καρδιαγγειακές παθήσεις, ιδιαίτερα σε ηλικιωμένα και άτομα με υποκείμενες καρδιοπνευμονικές παθήσεις (Glantz 1993, Seaton *et al.* 1995). Κατά τη δεκαετία του '90 στην Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, έγινε προσπάθεια αποτίμησης της επίπτωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην καρδιοαγγειακή θνησιμότητα, από την πολυκεντρική μελέτη APHEA II (Air Pollution on Health: European Approach). Από την Ελλάδα μελετήθηκαν ημερήσια στοιχεία ρύπων, θερμοκρασίας και υγρασίας, από την περιοχή της Αθήνας και για τα έτη 1990-1997, δείχνοντας να υπάρχει μια θετική σχέση μεταξύ της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ολικής αλλά και της καρδιοαγγειακής θνησιμότητας (Katsouyanni *et al.* 1997). Από τους Paliatsos *et al.* (2006) έγινε προσπάθεια προσδιορισμού των επιπτώσεων του υποβιβασμού της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας στον αριθμό των παιδιών, ηλικίας μέχρι και 14 ετών, που εισάγονταν για νοσηλεία με κρίσεις παιδικού άσθματος, κατά τη διάρκεια της περιόδου 1984-2000. Από τη μελέτη διαπιστώθηκε ότι οι ατμοσφαιρικοί ρύποι όπως ο καπνός, το διοξείδιο του θείου και το μονοξείδιο του άνθρακα κυρίως ευθύνονταν για τον αριθμό των εισαγόμενων παιδιών με συμπτώματα παιδικού άσθματος.

Στοιχεία των επιδημιολογικών μελετών συγκλίνουν στην ύπαρξη θετικής σχέσης μεταξύ συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων και αναπνευστικών συμπτωμάτων (EPA 2008). Επιπλέον, η έκθεση ανθρώπων σε συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που προέρχονται από εξατμίσεις πετρελαιοκίνητων οχημάτων, οδηγεί σε πνευμονικές φλεγμονές, οξειδωτικές αντιδράσεις και αλλεργική ευαισθητοποίηση (EPA 2008). Βάσει των προηγούμενων στοιχείων και επιδημιολογικών μελετών, προκύπτει πως οι επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα λόγω βραχυχρόνιας έκθεσης σε αυξημένες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων συνδέονται κυρίως με καρδιακή ανεπάρκεια και ισχαιμία του μυοκαρδίου. Επειδή τα αιωρούμενα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 10μm (PM_{10}) που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και φυσικές πηγές μπορούν να να προκαλέσουν δυσμενείς επιπτώσεις σε ευπαθή άτομα, όπως τα ασθματικά παιδιά, οι Nastos *et al.* (2010) μελέτησαν τις πιθανές επιδράσεις των υπαίθριων συγκεντρώσεων των PM_{10} στις εισαγωγές στα νοσοκομεία λόγω των παιδιατρικών παροξύνσεων άσθματος στην Αθήνα, κατά την διάρκεια της περιόδου 2001-2004. Επίσης, αντίστοιχη μελέτη πραγματοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ ατμοσφαιρικής ρύπανσης και επισκέψεων στο νοσοκομείο της πόλης του Βόλου εξαιτίας αναπνευστικών και καρδιαγγειακών παθήσεων, στη διάρκεια της περιόδου 2001-2007 (Kalantzi *et al.* 2011). Τα ευρήματα της μελέτης υποδηλώνουν μια σημαντική σχέση μεταξύ της επιβάρυνσης της νοσηρότητας από αναπνευστικές και καρδιαγγειακές παθήσεις και των επιπέδων συγκέντρωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων. Τέλος, οι Samoli *et al.* (2011) διερεύνησαν τις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 10μg/m^3 (PM_{10}), του διοξειδίου του θείου (SO_2), του διοξειδίου του αζώτου (NO_2) και του επιφανειακού όζοντος (O_3) για τις παιδιατρικές εισαγωγές έκτακτης ανάγκης άσθματος στην Αθήνα, κατά την περίοδο από το 2001-2004. Διερευνήθηκαν οι επιδράσεις της εποχής, του φύλου, της ηλικίας και η παρουσία της σκόνης της ερήμου που μεταφέρεται κυρίως από τη Σαχάρα. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης μας επιβεβαιώνουν την ευθύνη των PM_{10} σε περιστατικά εισαγωγής στα νοσοκομεία λόγω έκτακτων περιστατικών εμφάνισης παιδικού άσθματος, τα οποία εμφανίζουν έξαρση κατά τη διάρκεια ημερών με επεισόδια μεταφοράς σκόνης από τη Σαχάρα.

Από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) έχει αναφερθεί ότι μια ετήσια αύξηση των συνολικών σωματιδίων κατά 10μg/m^3 προκαλεί αύξηση κατά 6% της θνησιμότητας. Επίσης αναφέρθηκε ότι η βραχυπρόθεσμη αύξηση του επιπέδου συγκέντρωσης των PM_{10}, $PM_{2.5}$ και PM_1 για αρκετές ημέρες προκαλεί βήχα, αναπνευστικά προβλήματα, χρήση βρογχοδιασταλτικών για τα άτομα που υποφέρουν από άσθμα, ακόμη δε και θνησιμότητα. Σε μια μελέτη που διεξήχθη για 29 ευρωπαϊκές πόλεις, το αποτέλεσμα για την πόλη της Αθήνας έδειξε ότι η αύξηση των ημερήσιων των επιπέδων συγκέντρωσης των PM_{10} κατά 10μg/m^3 αύξησε το ποσοστό θνησιμότητας κατά περίπου 1,5%.

Εργαλείο αξιολόγησης των επιπτώσεων της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στην ανθρώπινη υγεία αποτελεί το AirQ2.2.3 που είναι ένα εξειδικευμένο λογισμικό που επιτρέπει στο χρήστη να αξιολογήσει τις πιθανές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από την έκθεση σε ένα συγκεκριμένο ρύπο σε μια συγκεκριμένη αστική περιοχή κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου.

3. Σωματιδιακή ρύπνανση στην πόλη του Βόλου

Η πόλη του Βόλου βρίσκεται σε μια περιοχή με σύνθετη τοπογραφία. Σε απόσταση περίπου 3 km, βορειοανατολικά της πόλης, βρίσκονται οι πρόποδες του Πηλίου (1550 m υψόμετρο) που εκτείνεται κατά μήκος της χερσονήσου της Μαγνησίας στην ανατολική ακτή. Στα βορειοδυτικά είναι περιτριγυρισμένη από λόφους των οποίων το ύψος φτάνει περίπου το 500 m. Το κλίμα του Βόλου είναι μεσογειακού τύπου με υγρούς και ήπιους χειμώνες και ζεστά, ξηρά καλοκαίρια. Γνωρίζουμε ότι το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από έλλειψη βροχοπτώσεων κατά τη θερμή περίοδο του έτους ενώ οι περισσότερες βροχές εμφανίζονται τον Οκτώβριο και κατά τους χειμερινούς μήνες. Η ημερήσια διάρκεια της ηλιοφάνειας εμφανίζει ελάχιστο τον Ιανουάριο και μέγιστο τον Ιούλιο. Έτσι, η έντονη ηλιοφάνεια και η υψηλή θερμοκρασία, αποτελούν ιδανικές συνθήκες για την παραγωγή φωτοχημικών ρύπων. Επίσης, η παρουσία ορεινών όγκων, σε συνδυασμό με την γειτνίαση της θάλασσας, οδηγούν σε ανάπτυξη τοπικών παλινδρομικών συστημάτων κυκλοφορίας του αέρα, περίπτωση που απαντάται στα περισσότερα μεγάλα αστικά κέντρα, δυσχεραίνει σημαντικά την δυνατότητα καθαρισμού της ατμόσφαιρας, με τους μηχανισμούς διάχυσης και μεταφοράς. Σημαντικότατο ρόλο στην διαμόρφωση των επιπέδων ρύπανσης διαδραματίζει επίσης η ένταση του πνέοντος ανέμου και η εμφάνιση θερμοκρασιακών αναστροφών. Αναλυτικότερη περιγραφή των κλιματολογικών παραμέτρων της περιοχής υπάρχουν σε σχετικές εργασίες (μεταξύ άλλων Papamanolis 2001, Papanastasiou and Melas 2009, Proias *et al.* 2009a, Proias *et al.* 2009b, Proias *et al.* 2011 και Papaioannou *et al.* 2010).

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή μελέτης σχετίζεται με την τοπογραφία και τη ρυμοτομία της πόλης, καθώς και με τη ρύπανση που προκαλείται από σταθερές (βιομηχανία και κεντρική θέρμανση) και κινητές πηγές. Στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου υπάρχουν δύο βιομηχανικές περιοχές. Η μία βρίσκεται στα δυτικά της πόλης και η άλλη σε απόσταση λίγων χιλιομέτρων στα βορειοδυτικά της πόλης. Οι βιομηχανίες του νομού που ενοχοποιούνται για την ατμοσφαιρική ρύπανση της περιοχής είναι εγκατεστημένες στο εσωτερικό των δύο βιομηχανικών περιοχών. Επίσης, μια μεγάλη βιομηχανία παραγωγής τσιμέντου βρίσκεται στην ακτή, σε μικρή απόσταση από την ανατολική πλευρά της πόλης και η περιοχή του λιμανιού βρίσκεται δίπλα στο δυτικό άκρο της πόλης. Τέλος, η συνεχής κίνηση τουριστών προς το Πήλιο και το λιμάνι, εκτός του ότι αποτελεί παράγοντα επιδείνωσης του κυκλοφοριακού προβλήματος, συμβάλλει στην υποβάθμιση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος.

4. Επεξεργασία δεδομένων

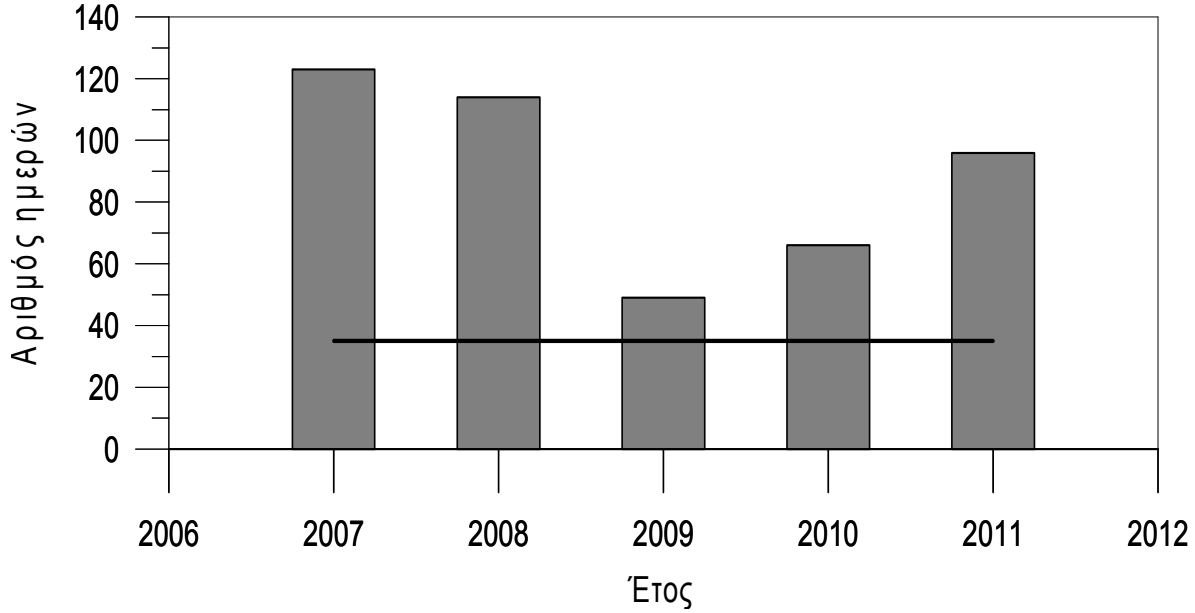
Στην εργασία αυτή μελετώνται οι συγκεντρώσεις των αιωρουμένων σωματιδίων PM_{10}, που έχουν καταγραφεί στο σταθμό μέτρησης της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης - Αποχέτευσης Μείζονος Περιοχής Βόλου (ΔΕΥΑΜΒ), που είναι εγκατεστημένος στο κέντρο του αστικού ιστού της πόλης. Οι μετρήσεις που παρουσιάζονται καλύπτουν την 5-ετή χρονική περίοδο 2007-2011. Όλες οι αναλύσεις των δεδομένων στην εργασία αυτή βασίζονται στις μέσες ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM_{10}, από τις οποίες υπολογίστηκαν οι μέσες συγκεντρώσεις για κάθε μήνα και για κάθε έτος, κατά τη διάρκεια της υπό μελέτη περιόδου.

Όσον αφορά τα επίπεδα συγκέντρωσης των ημερήσιων συγκεντρώσεων των PM_{10}, η σχετική Κοινοτική Οδηγία (EC, 1999) αναφέρει ότι η μέση ημερήσια συγκέντρωσή τους δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 50μg/m^3 και ο ετήσιος αριθμός των ημερών κατά τις οποίες μπορεί να ξεπεραστεί αυτή η τιμή, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 35. Επίσης, η μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης των PM_{10} δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 40μg/m^3.

Η διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης (μg/m^3) είναι 46.5±21.6 (2007), 44.6±20.5 (2008), 36.3±17.1 (2009), 38.8±29.6 (2010) και 46.4±33.0 (2011). Επομένως, η μέση ετήσια συγκέντρωση υπερβαίνει την ετήσια οριακή τιμή των 40μg/m^3 σε τρία από τα πέντε υπό εξέταση έτη.

Από την ανάλυση των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων των PM_{10}, διαπιστώνεται ότι παρατηρούνται υπερβάσεις της οριακής τιμής των 50μg/m^3. Στο Σχήμα 1 απεικονίζεται η διαχρονική εξέλιξη του ετήσιου αριθμού των ημερών με υπέρβαση της οριακής τιμής στο σταθμό μελέτης.

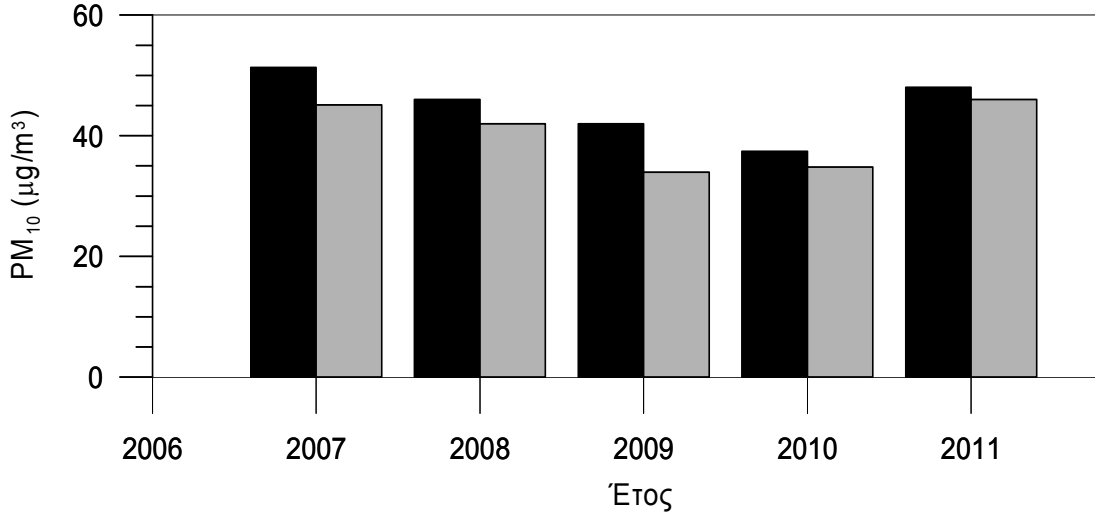
Σχήμα 1: Διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των ημερών με υπέρβαση της οριακής τιμής 50μg/m^3 (μέση 24ώρη τιμή), στο σταθμό της ΔΕΥΑΜΒ για την περίοδο 2007-2011. Η οριζόντια γραμμή αντιστοιχεί στον ετήσιο μέγιστο επιτρεπτό αριθμό υπερβάσεων



Από το Σχήμα 1 διαπιστώνεται ότι στο μεγαλύτερο μέρος της υπό μελέτη περιόδου, ο ετήσιος αριθμός των υπερβάσεων είναι αισθητά υψηλότερος του 35, που είναι ο ανά έτος επιτρεπόμενος αριθμός ημερών με υπέρβαση της ημερήσιας οριακής τιμής και έχει καθοριστεί από τη σχετική Κοινοτική Οδηγία (EC, 1999). Τα επίπεδα συγκέντρωσης είναι παρόμοια με εκείνα που αναφέρθηκαν σε μελέτες όπου παρουσιάζονται αποτελέσματα επεξεργασίας PM_{10}, που έχουν καταγραφεί από δίκτυα συνεχούς παρακολούθησής σε διάφορες ελληνικές πόλεις (Triantafillou *et al.* 2003, Grivas *et al.* 2004, Maraziotis *et al.* 2008, Larissi *et al.* 2010).

Κατά τη ψυχρή περίοδο του έτους (Οκτώβριος-Μάρτιος), τα επίπεδα συγκέντρωσης των PM_{10} είναι γενικά υψηλότερα από τα αντίστοιχα της θερμής (Απρίλιος-Σεπτέμβριος). Ειδικότερα, όπως προκύπτει από το Σχήμα 2, η διαχρονική υπεροχή των συγκεντρώσεων κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου κυμάνθηκε μεταξύ του 4% (2011) και του 19% (2009) εύρημα που θα μπορούσε να συνδεθεί με τη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης.

Σχήμα 2: Διαχρονική εξέλιξη των μέσων τιμών συγκέντρωσης των PM_{10}, κατά τη ψυχρή (χρώμα μαύρο) και τη θερμή (χρώμα γκρι) περίοδο του έτους, στο σταθμό της ΔΕΥΑΜΒ.



Το Δεκέμβριο του 2013, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις συγκέντρωσης των PM_{10} σε 14 σημεία της πόλης του Βόλου (Σχήμα 3) κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 02/12/2013-15/12/2013. Μετά την επεξεργασία και ανάλυση των τιμών συγκέντρωσης των PM_{10} για τις δύο εβδομάδες των μετρήσεων (02/12/2013-15/12/2013), τα συμπεράσματα που προέκυψαν ήταν τα εξής:

Τις απογευματινές ώρες, οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων ήταν υψηλότερες από τις πρωινές, σε όλες τις θέσεις μέτρησης. Το γεγονός αυτό συνδέεται κυρίως στη λειτουργία των συστημάτων οικιακής θέρμανσης και δευτερευόντως με την κυκλοφορία.

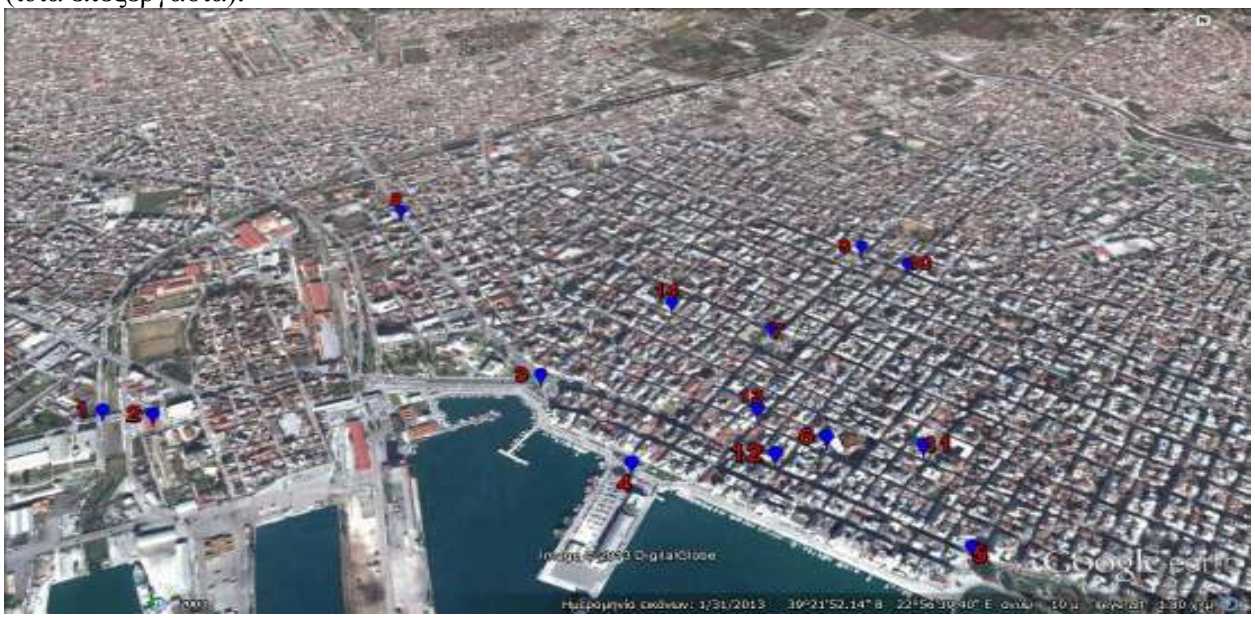
Τα Σαββατοκύριακα οι τιμές των τιμών συγκέντρωσης ήταν υψηλότερες, κυρίως τις απογευματινές ώρες, σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως να οφείλεται κυρίως στη λειτουργία της οικιακής θέρμανσης, καθώς τα σαββατοκύριακα δεν υπάρχει εμπορική δραστηριότητα και η κυκλοφορία οχημάτων είναι μειωμένη.

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε σημεία που βρίσκονταν μέσα στο κέντρο της πόλης του Βόλου κατέγραψαν υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων, σε

αντίθεση με τα σημεία που βρίσκονται περιφερειακά από αυτό. Από τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκε ότι πολύ καθοριστικό παράγοντα στη διαμόρφωση των επιπέδων συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων έχει τόσο η τιμή της ταχύτητας του πνέοντος ανέμου, όσο και η διεύθυνση πνοής του. Πιο συγκεκριμένα, την Τρίτη 10-12-2013 που η μέση ταχύτητα του ανέμου ήταν 11.9m/s και η επικρατούσα διεύθυνση βορειοανατολικό τομέα, η ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος της πόλης του Βόλου, όσον αφορά τη σωματιδιακή ρύπανση, ήταν άριστη.

Τέλος, τις ημέρες που επικρατούσαν βορειοδυτικοί άνεμοι ή άπνοια, οι τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων ήταν υψηλότερες. Χαρακτηριστική περίπτωση ήταν το απόγευμα της τέταρτης ημέρας, 5/12/2013, όπου εμφανίσθηκε το φαινόμενο της αιθαλομίχλης στην ατμόσφαιρα της πόλης, με αποτέλεσμα τον πλήρη υποβιβασμό της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος της πόλης. Το γεγονός αυτό συνδέθηκε με την άπνοια που επικρατούσε, σε συνδυασμό βέβαια με την ενδεχομένως αυξημένη λειτουργία της οικιακής θέρμανσης, μιας και η μέση θερμοκρασία αέρα της συγκεκριμένης ημέρας ήταν ίση με 6.6^{o}C.

Σχήμα 3: Θέσεις μέτρησης συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων στην πόλη του Βόλου (ιδία επεξεργασία).

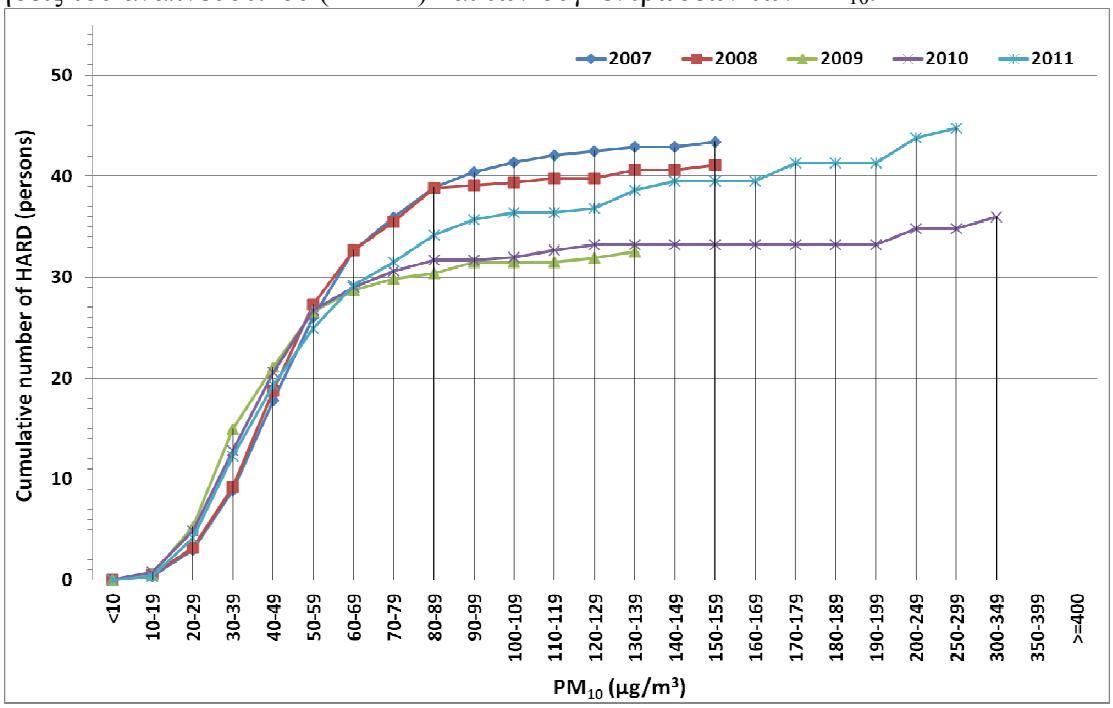


Σε μια πρώτη προσπάθεια για την εκτίμηση των επιπτώσεων της σωματιδιακής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία, με ιδιαίτερη αναφορά στην πόλη του Βόλου, έγινε εφαρμογή του μοντέλου AirQ2.2.3, που αναπτύχθηκε από τον ΠΟΥ, προκειμένου να αξιολογηθούν οι ανεπιθύμητες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τη ρύπανση των PM_{10}, στην υπό μελέτη περιοχή κατά τη διάρκεια της 5-ετούς περιόδου 2007-2011 (Moustris et al. 2015).

Ο κύριος στόχος αυτής της μελέτης ήταν η εκτίμηση των αρνητικών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία των PM_{10} στην πόλη του Βόλου κατά τη διάρκεια μιας 5-ετούς περιόδου, 2007-2011, με εφαρμογή του λογισμικού AirQ2.2.3. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, όταν η ετήσια μέση συγκέντρωση των PM_{10} είναι μεγαλύτερη από την ετήσια οριακή τιμή της ΕΕ, ο ετήσιος αριθμός υπερβάσεων των εισαγωγών στο νοσοκομείο για παθήσεις του αναπνευστικού (HARD), αυξάνεται περίπου 25% σε σύγκριση με τα έτη όπου η μέση ετήσια συγκέντρωση των PM_{10} είναι χαμηλότερη από την ετήσια οριακή τιμή (40μg/m^3). Επίσης, φαίνεται ότι το 90% του

ετήσιου αριθμού των υπερβάσεων των εισαγωγών στο νοσοκομείο για παθήσεις του αναπνευστικού συνέβη κατά τη διάρκεια των ημερών όπου η μέση ημερήσια συγκέντρωση των PM_{10} ήταν μέχρι 60μg/m^3, κατά μέσο όρο (Moustris et al. 2015).

Σχήμα 4: Σχέση μεταξύ ετήσιου αριθμού των υπερβάσεων των εισαγωγών στο νοσοκομείο για παθήσεις του αναπνευστικού (HARD) και των συγκεντρώσεων των PM_{10}.



Επίσης, παρατηρήθηκε μια αύξηση του αριθμού των υπερβάσεων των εισαγωγών στο νοσοκομείο για παθήσεις του αναπνευστικού. Αυτή η υπέρβαση ήταν περίπου 40 άτομα κατά μέσο όρο, σε σύγκριση με τον ετήσιο αριθμό HARD, σύμφωνα με την αρχική συχνότητα του ΠΟΥ η οποία είναι 1575 άτομα συνολικά για τους 125.000 κατοίκους του Βόλου. Αυτό αντιστοιχεί σε αύξηση της τάξης του 2,5% σε σχέση με το γενικό ετήσιο αριθμό των περιπτώσεων HARD στο Βόλο. Τέλος, κατά τη διάρκεια της ψυχρής (Οκτώβριος-Μάρτιος), διαπιστώθηκε ότι τα επίπεδα συγκέντρωσης των PM_{10} ήταν γενικά υψηλότερα από τα αντίστοιχα της θερμής (Απρίλιος-Σεπτέμβριος) περιόδου του έτους. Ειδικότερα, όπως διαπιστώθηκε, η διαχρονική υπεροχή των συγκεντρώσεων των PM_{10} κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου κυμάνθηκε μεταξύ του 4% (2011) και του 19% (2009) και θα μπορούσε να αποδοθεί στη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης.

5. Συμπεράσματα

Από την επεξεργασία των χρονοσειρών των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων των PM_{10}, που έχουν καταγραφεί στο αστικό σταθμό μέτρησης της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης - Αποχέτευσης Μείζονος Περιοχής Βόλου, κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 2007-2011, διαπιστώνονται τα εξής:

Τα επίπεδα των συγκεντρώσεων των PM_{10} παραμένουν πάνω από τις οριακές τιμές της Ε.Ε., τόσο σε ημερήσια, όσο και σε ετήσια βάση, στο σύνολο της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Αυτό μπορεί να αποδοθεί σε ανθρωπογενείς (λειτουργία βιομηχανίας και κυκλοφορία αυτοκινήτων) και σε φυσικές πηγές (επεισόδια μεταφοράς σκόνης από τη Σαχάρα) ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου, η διακύμανση των μέσων εποχικών τιμών των συγκεντρώσεων των PM_{10} εμφανίζει μέγιστο κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου του έτους. Η υπεροχή των συγκεντρώσεων κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου που κυμαίνεται μεταξύ του 4% (2011) και του 19% (2009), θα μπορούσε να αποδοθεί στη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης.

Τέλος, κατά τη διάρκεια των ημερών με επεισόδια μεταφοράς σκόνης από την περιοχή της Σαχάρας, η μέση ημερήσια συγκέντρωση των PM_{10} στο συγκεκριμένο σταθμό αυξάνεται κατά 242%, περίπου, σε σχέση με τη μέγιστη ημερήσια οριακή τιμή συγκέντρωσης (50 $\mu g/m^3$), που καθορίζεται από την αντίστοιχη Κοινοτική Οδηγία.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, όταν η ετήσια μέση συγκέντρωση των PM_{10} είναι μεγαλύτερη από την ετήσια οριακή τιμή της ΕΕ, ο ετήσιος αριθμός υπερβάσεων των εισαγωγών στο νοσοκομείο για παθήσεις του αναπνευστικού (HARD), αυξάνεται περίπου 25% σε σύγκριση με τα έτη όπου η μέση ετήσια συγκέντρωση των PM_{10} είναι χαμηλότερη από την ετήσια οριακή τιμή (40$\mu g/m^3$). Επίσης, φαίνεται ότι το 90% του ετήσιου αριθμού των υπερβάσεων των εισαγωγών στο νοσοκομείο για παθήσεις του αναπνευστικού συνέβη κατά τη διάρκεια των ημερών όπου η μέση ημερήσια συγκέντρωση των PM_{10} ήταν μέχρι 60$\mu g/m^3$, κατά μέσο όρο. Επίσης, παρατηρήθηκε μια αύξηση του αριθμού των υπερβάσεων των εισαγωγών στο νοσοκομείο για παθήσεις του αναπνευστικού. Αυτή η υπέρβαση ήταν περίπου 40 άτομα κατά μέσο όρο, σε σύγκριση με τον ετήσιο αριθμό HARD, σύμφωνα με την αρχική συχνότητα του ΠΟΥ η οποία είναι 1575 άτομα συνολικά για τους 125.000 κατοίκους του Βόλου. Αυτό αντιστοιχεί σε αύξηση της τάξης του 2,5% σε σχέση με το γενικό ετήσιο αριθμό των περιπτώσεων HARD στο Βόλο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Churg A., Brauer M., 2000. Ambient atmospheric particles in the airways of human lungs. *Ultrastruct. Pathol.*, 24: 353-361.

Costa D. L. and Dreher K. L. (1997). Bioavailable transition metals in particulate matter mediate cardiopulmonary injury in healthy and compromised animal models. *Environ. Health Perspect.*, 105**:** 1053-1060.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 2008. Effects of climate change on aquatic invasive species and implications for management and research. EPA, Office of Research and Development, Washington, D.C.

EU (1999) Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air, Official Journal L 163 , 29/06/1999 P. 0041 – 0060.

Hajat S., Kovats R. S., Atkinson, R. W., Haines A., 2002. Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *J. Epidemiol. Commun. H.*, 56: 367– 372.

Grantz D. A., 2003. Ozone impacts on cotton: Towards an integrated mechanism. *Environ. Pollut.*, 126: 331-344.

Grivas G., Chaloukakou A., Samara C. and Spyrellis N., 2004. Spatial and temporal variation of PM10 mass concentrations within the greater area of Athens, Greece. *Water Air Soil Poll.*, 158: 357-371.

Kalantzi E. G., Makris D., Duquenne M.-N., Kaklamani S., Stapountzis E., Gourgoulianis, K. I., 2011. Air pollutants and morbidity of cardiopulmonary diseases in a semi-urban Greek peninsula. *Atmos. Environ.*, 45: 7121-7126.

Karanasiou A. A, Siskos P. A., Eleftheriadis K. (2007b). *Contribution of major anthropogenic and natural sources in coarse and fine urban aerosol, resolved by factor analysis*. European Aerosol Conference, 24-29 August, Thessaloniki, Greece.

Karanasiou A. A., Siskos P. A., Eleftheriadis K., 2009. Assessment of source apportionment by Positive Matrix Factorization analysis on fine and coarse urban aerosol size fractions. *Atmos. Environ.*, 43: 3385-3395.

Karandinos-Riga A.-N. and Saitanis C., 2005. Comparative assessment of ambient air quality in two typical Mediterranean coastal cities in Greece. *Chemosphere*, 59: 1125-1136.

Katsouyanni K., Pantasopoulou A., Touloumi G., Moustris K., Tselepidaki I., Asimakopoulos D., Poulopoulou G. and Trichopoulos D., 1993. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch. Environ. Health*, 48: 235-242.

Katsouyanni K., Touloumi G., Spix C., Schwartz J., Balducci F., Medina S., Ross G., Wojtyniak B., Sunyer J., Bacharova L., Schouten J. P., Ponka A., Anderson H. R., 1997. Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Brit. Med. J.*, 314: 1658-1663.

Kelessis A. G., 2001. Eleven years of primary air-pollutant observations in the city of Thessaloniki, Greece. *Fresen. Environ. Bull.*, 10: 624-628.

Larissi I. K., Koukouletsos K. V., Moustris K. P., Antoniou A. and Paliatsos A. G., 2010. PM_{10} concentration levels in the greater Athens area, Greece. *Fresen. Environ. Bull.*, 19: 226-231.

Maraziotis E., Sarotis L., Marazioti C., Marazioti P., 2008. Statistical analysis of inhalable (PM_{10}) and fine particles ($PM_{2.5}$) concentrations in urban region of Patras, Greece. *Global NEST J.*, 10: 123-131.

Moustris P. Konstantinos, Proias T. George, Larissi K. Ioanna, Nastos T. Panagiotis, Koukouletsos V. Konstantinos and Paliatsos G. Athanasios, 2015. Health impacts due to particulate air pollution in Volos City, Greece. Journal of Environmental Science and Health, Part A, Accepted for publication

Nastos P. T., Paliatsos A. G., Priftis K. N., Kaldellis J. K., Panagiotopoulou-Gartagani P., Tapratzi-Potamianou P., Zachariadi-Xypolita A., Kotsonis K., Kassiou K. and Saxoni-Papageorgiou P., 2006. The effect of weather types on the frequency of childhood asthma admissions in Athens, Greece. *Fresen. Environ. Bull.*, 15: 936-942.

Nastos P. T., Paliatsos A. G., Papadopoulos M., Bakoula C., Priftis K. N., 2008. The effect of weather variability on pediatric asthma admissions in Athens, Greece. *J. Asthma*: 45, 59-65.

Nastos P. T., Paliatsos A. G., Anthracopoulos M. B., Roma E. S and Priftis K. N., 2010. Outdoor particulate matter and childhood asthma admissions in Athens, Greece: a time-series study. *Environmental Health*, 9:45, doi: 10.1186/1476-069X-9-45.

McMichael A. J., Beaglehole R., 2000. The changing global context of public health. *Lancet*, 356: 495-499.

Paliatsos A. G., Priftis K. N., Ziomas I. C., Panagiotopoulou-Gartagani P., Nikolaou-Panagiotou A., Tapratzi-Potamianou P., Zachariadi-Xypolita A., Nicolaidou P., Saxoni-Papageorgiou P., 2006. Association between ambient air pollution and childhood asthma in Athens, Greece. *Fresen. Environ. Bull.*, 15: 614-618.

Panagiotakos D. B., Chrysohoou C., Pitsavos C., Nastos P., Anadiotis A., Tentolouris C., Stefanadis C., Toutouzas P., Paliatsos A., 2004. Climatological variations in daily hospital admissions for acute coronary syndromes. *Int. J. Cardiol.*, 94: 229-233.

Papaioannou A. B., Viras L. G, Nastos P. T. and Paliatsos A. G., 2010. An analysis of selected air pollutants in the city of Volos, Greece. *Environ. Monit. Assess.*, 161: 485-494.

Papamanolis N., 2001. On the seasonal dependence of the air pollution in the city of Volos, Greece. *Fresen. Environ. Bull.*, 10: 749-754.

Papanastasiou D. K., Melas D., 2009. Statistical characteristics of ozone and PM10 levels in a medium sized Mediterranean City. *Int. J. Environ. Pollut.*, 36: 127-138.

Pope C. A. III, Burnett R. T., Thun M. J., Calle E. E., Krewski D., Ito K., and Thurston G. D., 2002. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *J. Am. Med. Assoc.,* 287: 1132-1141.

Pritchard R. J., Ghio A. J., Lehmann J. R., Winsett D. W., Park P., Gilmore M. I., Dreher K., Costa D., 1996. Oxidant generation and lung injury after particulate air pollutant exposure increases with the concentration of associated metals. *Inhal. Toxicol.*, 8: 457-478.

Proias G. T., Nastos P. T., Larissi I. K. and Paliatsos A. G., 2009a. PM_{10} concentrations related to Meteorology in Volos, Greece. *AIP Conference Proceedings*, vol. 1203, *7th International Conference of the Balkan Physical Union,* A. Angelopoulos and T. Fildisis (eds), American Institute of Physics (ISBN 978-0-7354-0740-4), 1091-1096 (doi:10.1063/1.3322316).

Proias G. T., Kaldellis J. K., Paliatsos A. G., 2009b. Statistical analysis of PM10 data in urban region of Volos, Greece. *Proceedings of and the 2nd International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE) & SECOTOX Conference*, June 21-26, 2009, Mykonos Island, Greece, vol. III, 1241-1246 (A. Kungolos, K. Aravossis, A. Karagiannidis, P. Samaras (eds), ISBN 978-960-6865-09-1).

Proias G. T., Moustris K. P., Larissi I. K., Nastos P. T., Paliatsos A. G., 2011. Temporal evolution of PM10 concentrations in the city of Volos, Greece. *Presented in the MESAEP 16th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region*, Ioannina, Greece, September 24-27, 2011.

Samoli E., Nastos P. T., Paliatsos A. G., Katsouyanni K., Priftis K. N., 2011. Acute effects of air pollution on paediatric asthma exacerbation: evidence of association and effect modification. *Environ. Res.*, 111: 418-424.

Seaton A., Mac Nee W., Donalson K., Godden D., 1995. Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet*, 345: 176-178.

Schwartz J., Dockery D. W., Neas L. .M., 1996. Is daily mortality associated specifically with fine particles? *J. Air Waste Manag. Assoc.*, 46: 927-939.

Theoharatos G., Pantavou K., Mavrakis A., Spanou A., Katavoutas G., Efstathiou P., Mpekas P. and Asimakopoulos D., 2010. Heat waves observed in 2007 in Athens, Greece: Synoptic conditions, bioclimatological assessment, air quality levels and health effects. *Environ. Res.*, 110: 152-161.

Triantafillou A. G., Patra A., Zuburtikoudis I., Pavlidis A., Vosniakos F. and Zoumakis N., 2001. An analysis of atmospheric pollutants concentration in urban area in Greece. *Fresen. Environ. Bull*, 10: 615-619.

Triantafillou A. G., Kiratzis N., Voutsinas M., Kiros H. S., Evangelopoulos V. and Vatalis C., 2003. Analysis of suspended particulate levels in an industrial area of Greece over a multi-year period. In: *Proceedings of 8th International Conference on Environmental Science and Technology*, 798-805.

Ziomas I. C., Zerefos C. S., Bais A. F., Proyou A. G., Amanatidis G. T., Kelessis A. G., 1989. Significant increasing trends in surface ozone in Greece. *Environ. Technol. Letters*, 10: 1071-1082.

Ανάπτυξη πιλοτικού σχεδίου για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας

Χρήστος Τουρκολιάς[1], Μηνάς Ιατρίδης[1] & Αντώνης Δημητρίου[2]
[1]*Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Τμήμα Ανάλυσης Ενεργειακής Πολιτικής, 19ο χλμ Λεωφόρου Μαραθώνος, 19009 Πικέρμι Αττικής*
[2] *Αναπτυξιακή Δυτικής Μακεδονίας ΑΕ, Φον Καραγιάννη 1-3, 50100 Κοζάνη*
ctourkolias@cres.gr, miatri@cres.gr, adimitriou@anko.gr

Περίληψη
Το Άρθρο 14 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση αποσκοπεί στην προώθηση αποδοτικών λύσεων για θέρμανση και ψύξη απαιτώντας τόσο τη διενέργεια περιεκτικής αξιολόγησης του δυναμικού αξιοποίησης της συμπαραγωγής υψηλής απόδοσης και της αποδοτικής τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης, όσο και την αξιολόγηση πολιτικών μέσω της ανάλυσης κόστους-οφέλους. Στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου RES H/C SPREAD επιχειρείται η ανάπτυξη πιλοτικών περιφερειακών σχεδίων για θέρμανση και ψύξη σε έξι διαφορετικές ευρωπαϊκές περιφέρειες συμπεριλαμβανομένης και της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας. Η ανάπτυξη των συγκεκριμένων περιφερειακών σχεδίων πραγματοποιείται σύμφωνα με τις απαιτήσεις που τίθενται από την εφαρμογή του Άρθρου 14, δίνοντας έμφαση στην αποτελεσματικότερη προώθηση τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για θέρμανση και ψύξη. Πιο συγκεκριμένα, θα καταρτιστούν χάρτες δυναμικού τόσο της ζήτησης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, όσο και της προσφοράς ενέργειας από ΑΠΕ, ενώ θα αξιολογηθούν διάφορα σενάρια διείσδυσης τεχνολογιών ΑΠΕ λαμβάνοντας υπόψη τα απαιτούμενα κόστη και τα προσδοκώμενα οφέλη, όπως θα προκύψουν από την ανάλυση κόστους-οφέλους. Για την επιλογή των αποτελεσματικότερων πολιτικών αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε ειδική μεθοδολογική προσέγγιση, ενώ για τη βελτίωση της συμμετοχικής διακυβέρνησης και της συνεργασίας των τοπικών, περιφερειακών και εθνικών φορέων συστάθηκε Εθνική Επιτροπή Διακυβέρνησης με σκοπό την υποστήριξη της ανάπτυξης και εφαρμογής του περιφερειακού σχεδίου.

Λέξεις Κλειδιά: ΑΠΕ, προσφορά και ζήτηση θέρμανσης και ψύξης, ανάλυση κόστους-οφέλους, Εθνική Επιτροπή Διακυβέρνησης

JEL Κωδικοί: Q42, D61, Q38.

1. Εισαγωγή

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) υφίσταται ένα ιδιαίτερα υψηλό και ταυτόχρονα ανεκμετάλλευτο δυναμικό για θέρμανση και ψύξη από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) με αποτέλεσμα να επιβάλλεται η προώθηση πολιτικών από τα Κράτη-Μέλη για την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση του. Για το συγκεκριμένο σκοπό θεωρείται ιδιαίτερα κρίσιμος ο ρόλος των τοπικών και περιφερειακών αρχών, αφού δύνανται να συμβάλλουν στη μεγαλύτερη διείσδυση των αποδοτικότερων τεχνολογιών. Ωστόσο, για τον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό και εφαρμογή σχεδίων για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο απαιτείται η περαιτέρω εξειδίκευση διαφόρων μεθοδολογιών και θεμάτων διακυβέρνησης.

Στο παραπάνω πλαίσιο η Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση προβλέπει την προώθηση της αποδοτικής θέρμανσης και ψύξης. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Άρθρο 14

της Οδηγίας, τα Κράτη-Μέλη οφείλουν να εκπονήσουν και να κοινοποιήσουν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή έως τις 31 Δεκεμβρίου 2015 περιεκτική αξιολόγηση του δυναμικού υλοποίησης της συμπαραγωγής υψηλής απόδοσης και της αποδοτικής τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης. Επιπρόσθετα, τα Κράτη-Μέλη πρέπει να υιοθετούν πολιτικές σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο για την προώθηση επαρκών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, δίνοντας έμφαση κυρίως στη συμπαραγωγή υψηλής απόδοσης. Τέλος, όλα τα παραπάνω δύνανται να οδηγήσουν στην ανάπτυξη τοπικών και περιφερειακών αγορών θερμότητας (ΕΕ, 2012).

Η περιεκτική αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί μέσω της εκπόνησης ανάλυσης κόστους-οφέλους για τον εντοπισμό των αποτελεσματικότερων τεχνολογιών για θέρμανση και ψύξη λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες, την οικονομική σκοπιμότητα και την τεχνική καταλληλότητα των εξεταζόμενων τεχνολογιών. Η ανάλυση κόστους-οφέλους θα διευκολύνει τον εντοπισμό των αποδοτικότερων λύσεων από άποψη πόρων και κόστους για την εκπλήρωση των απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης (ΕΕ, 2012).

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός ενός περιφερειακού σχεδίου θέρμανσης και ψύξης από ΑΠΕ στην περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας. Αναφορικά με τη διάρθρωση της εργασίας, στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται συνοπτικά το ευρωπαϊκό έργο RES H-C SPREAD στο πλαίσιο του οποίου διενεργείται η συγκεκριμένη ανάλυση, ενώ στην τρίτη και τέταρτη ενότητα περιγράφονται αντίστοιχα η μεθοδολογική προσέγγιση και τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της. Τέλος, στην τελευταία ενότητα συνοψίζονται τα βασικά συμπεράσματα της εργασίας.

2. Ευρωπαϊκό έργο RES H-C SPREAD

Το ευρωπαϊκό έργο RES H-C SPREAD, το οποίο χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα "Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη", στοχεύει στην ανάπτυξη πιλοτικών σχεδίων για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ σε έξι διαφορετικές ευρωπαϊκές περιφέρειες: Καστίλλη και Λεόν (Ισπανία), Εμίλια Ρομάνια (Ιταλία), Ρίγα (Λετονία), Ροδόπη (Βουλγαρία), Δυτική Μακεδονία (Ελλάδα) και Σάλτσμπουργκ (Αυστρία). Η επιλογή των συγκεκριμένων περιφερειών πραγματοποιήθηκε με γνώμονα ότι αντιπροσωπεύουν βασικές κλιματικές ζώνες της ΕΕ. Συνολικά 11 ερευνητικοί φορείς συμμετέχουν στο έργο, συμπεριλαμβανομένων του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) και της Αναπτυξιακής Δυτικής Μακεδονίας (ΑΝΚΟ ΑΕ).

Βασικό χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου έργου αποτελεί η έγκριση των περιφερειακών σχεδίων από τις αρμόδιες περιφερειακές αρχές. Επιπρόσθετα, αναμένεται η βελτίωση της συμμετοχικής διακυβέρνησης κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των σχεδίων διευκολύνοντας τη συνεργασία των τοπικών, περιφερειακών και εθνικών ενδιαφερόμενων μερών. Για το σκοπό αυτό, σε κάθε περιοχή έχουν συσταθεί Εθνικές Επιτροπές Διακυβέρνησης με σκοπό την ενεργή τους συμμετοχή στην ανάπτυξη των συγκεκριμένων περιφερειακών σχεδίων και στην υποβολή προτάσεων βελτίωσης τους, στη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων, στην αξιολόγηση και βελτίωση της αποτελεσματικότητας των προς ανάπτυξη σχεδίων και τελικά στην εφαρμογή τους.

Για την υποστήριξη των περιφερειακών αρχών αναπτύχθηκαν ειδικά εργαλεία και μεθοδολογικές προσεγγίσεις, ενώ η κατάρτιση περιφερειακών χαρτών δυναμικού θέρμανσης και ψύξης ταυτίζοντας προσφορά και ζήτηση ενέργειας αποτελεί ένα ακόμα σημαντικό εργαλείο για την επίτευξη των στόχων του έργου. Επίσης, το έργο περιλαμβάνει την επισκόπηση και αξιολόγηση καλών πρακτικών πολιτικών και μέτρων υποστήριξης των ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη σε όλη την Ευρώπη, ενώ ειδική διαδικασία αναπτύχθηκε για την ανάπτυξη και παρακολούθηση των σχεδίων θέρμανσης και ψύξης από ΑΠΕ. Τα συγκεκριμένα περιφερειακά

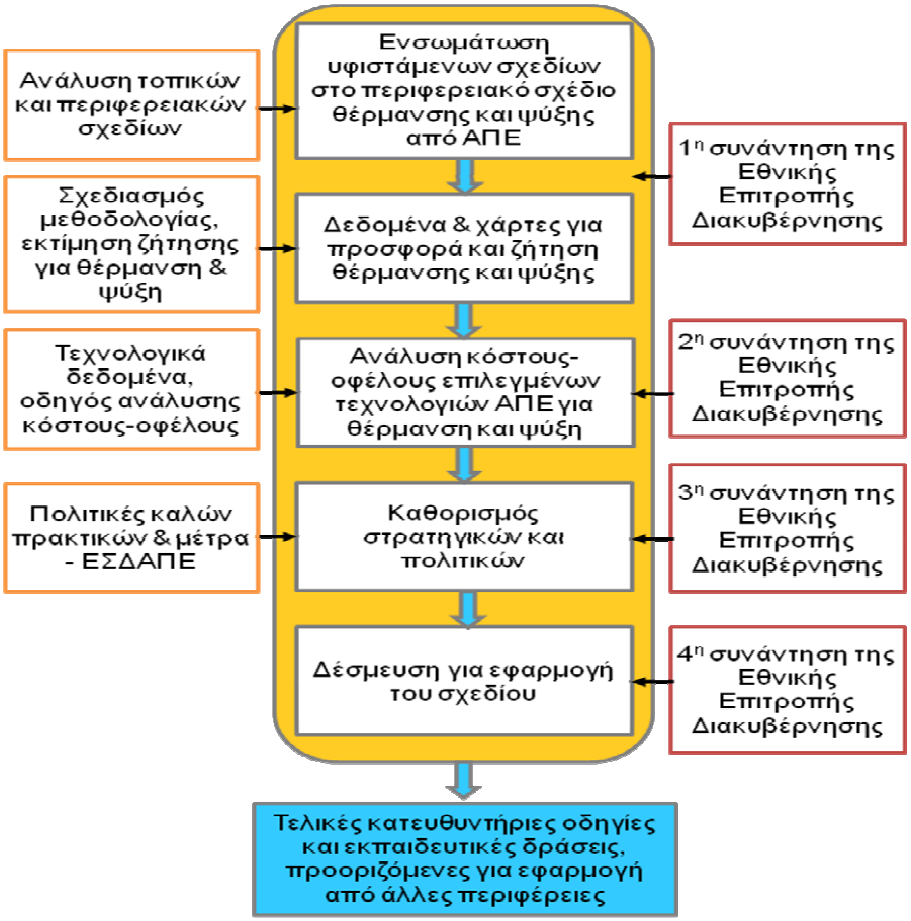
σχέδια θα βασιστούν στην ανάλυση των Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (ΣΔΑΕ) και θα περιλαμβάνουν τη συλλογή και χαρτογράφηση δεδομένων ζήτησης θέρμανσης και ψύξης και προσφοράς ΑΠΕ, την ανάλυση κόστους-οφέλους επιλεγμένων τεχνολογιών θέρμανσης και ψύξης από ΑΠΕ, την ανάπτυξη σχεδιαζόμενων πολιτικών και μέτρων και την πολιτική δέσμευση εφαρμογής των σχεδίων από τις ΕΕΔ.

Τέλος, μετά την ενοποίηση και έγκριση των σχεδίων, όλα τα αποτελέσματα του έργου θα διαδοθούν σε μεγάλο βαθμό σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, ενώ ειδικά προγράμματα εκπαίδευσης θα συμβάλλουν στην αποτελεσματική εφαρμογή της μεθοδολογίας και από άλλες ενδιαφερόμενες περιφέρειες.

3. Μεθοδολογική προσέγγιση

Η γενικότερη μεθοδολογική προσέγγιση που προτείνεται για την ανάπτυξη των περιφερειακών σχεδίων για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ στο πλαίσιο του έργου RES H-C SPREAD απεικονίζεται στο Διάγραμμα 1.

Διάγραμμα 1: Μεθοδολογική προσέγγιση για την ανάπτυξη των περιφερειακών σχεδίων για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ.

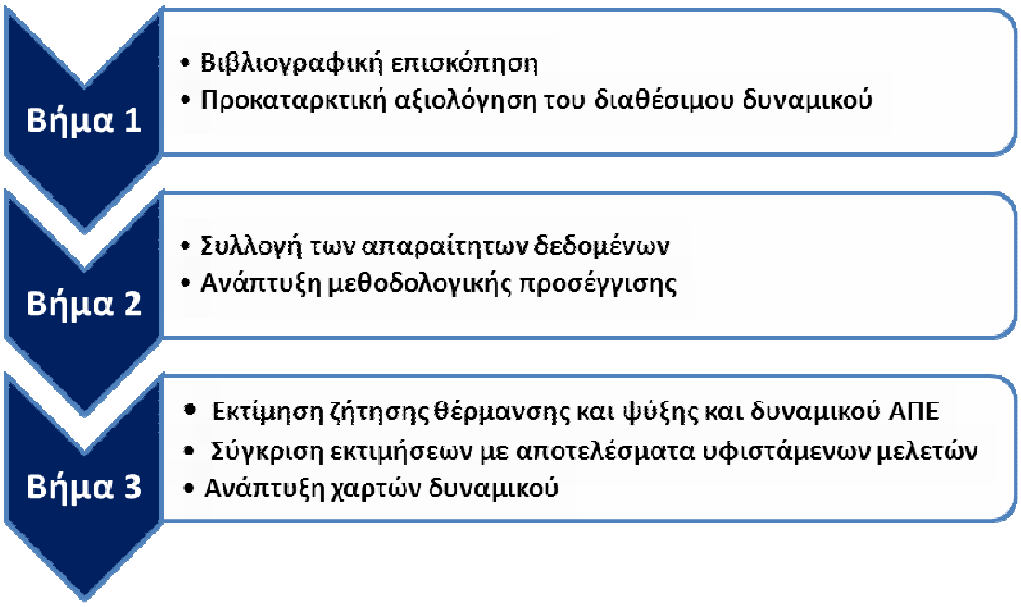


Οι βασικοί άξονες της μεθοδολογικής προσέγγισης αποτελούνται από α) τον εντοπισμό των βασικών παραμέτρων που πρέπει να ενσωματωθούν στα περιφερειακά σχέδια που θα αναπτυχθούν, β) τους χάρτες δυναμικού και τη μεθοδολογία ανάλυσης κόστους-οφέλους, γ) τις

στρατηγικές και πολιτικές που θα επιλεχθούν και δ) την έγκριση και δέσμευση για την εφαρμογή του περιφερειακού σχεδίου. Ο ρόλος των ΕΕΔ θεωρείται αρκετά κρίσιμος, αφού προβλέπεται η εμπλοκή τους στην υλοποίηση και των τεσσάρων αξόνων που ήδη περιγράφηκαν.

Ειδικότερα, στο πλαίσιο ανάπτυξης των χαρτών δυναμικού μια δεύτερη μεθοδολογική προσέγγιση αναπτύχθηκε τόσο για τη χαρτογράφηση της ζήτησης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, όσο και της προσφοράς ενέργειας από διαθέσιμες μορφές ΑΠΕ (Διάγραμμα 2).

Διάγραμμα 2: Μεθοδολογική προσέγγιση για την εκτίμηση του δυναμικού και την ανάπτυξη των αντίστοιχων χαρτών.

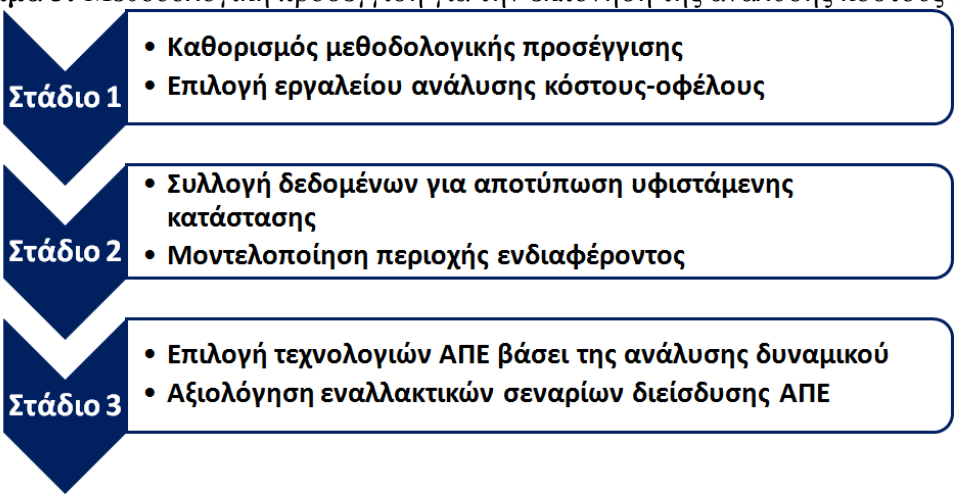


Η συγκεκριμένη μεθοδολογία αποτελείται από τρία διαφορετικά βήματα. Το πρώτο αφορά τη βιβλιογραφική επισκόπηση και τη συλλογή των υφιστάμενων μελετών δυναμικού για την περιοχή ενδιαφέροντος, το δεύτερο τη συλλογή των διαθέσιμων δεδομένων και την ανάπτυξη της μεθοδολογικής προσέγγισης για την εκτίμηση του δυναμικού και το τρίτο την εκτίμηση της ζήτησης θέρμανσης και ψύξης και του δυναμικού ΑΠΕ, την αξιολόγηση των υπολογιζόμενων μεγεθών και τελικά την ανάπτυξη των χαρτών δυναμικού.

Τέλος, για την εκπόνηση της ανάλυσης κόστους-οφέλους αναπτύχθηκε μια επιπρόσθετη μεθοδολογία, η οποία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία προβλέπει στο πρώτο στάδιο τον καθορισμό της μεθόδου που θα εφαρμοστεί και την επιλογή του κατάλληλου υπολογιστικού εργαλείου, στο δεύτερο στάδιο την αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης στην περιοχή ενδιαφέροντος και τη μοντελοποίηση με το υπολογιστικό εργαλείο που θα επιλεγεί στο πρώτο στάδιο και στο τρίτο στάδιο την επιλογή των εξεταζόμενων τεχνολογιών και την αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων διαφορετικής διείσδυσης τεχνολογιών ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη.

Διάγραμμα 3: Μεθοδολογική προσέγγιση για την εκπόνηση της ανάλυσης κόστους-οφέλους.



Στο πλαίσιο του έργου RES H-C SPREAD η ανάλυση κόστους-οφέλους διενεργείται μέσω του υπολογιστικού εργαλείου Energy Plan, ενώ λαμβάνονται υπόψη όλες οι απαιτήσεις του Άρθρου 14 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση.

Πιο συγκεκριμένα, τα βασικά βήματα υλοποίησης της ανάλυσης κόστους-οφέλους περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στάδια:

- ✓ Καθορισμός ορίων συστήματος και γεωγραφικών ορίων.
- ✓ Εκτίμηση της ζήτησης και προσφοράς ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.
- ✓ Διαμόρφωση βασικού σεναρίου.
- ✓ Διαμόρφωση εναλλακτικών σεναρίων.
- ✓ Υπολογισμός και πρόβλεψη τιμών και άλλων παραδοχών για την ανάλυση.
- ✓ Ανάλυση κόστους-οφέλους μέσω του υπολογισμού κατάλληλων δεικτών.
- ✓ Ανάλυση ευαισθησίας.

Το υπολογιστικό εργαλείο Energy Plan αποσκοπεί στην υποστήριξη κατά τη φάση σχεδιασμού μέτρων και πολιτικών του ενεργειακό τομέα ενσωματώνοντας στην ανάλυση διάφορες τεχνικές και οικονομικές παραμέτρους. Το μοντέλο δύναται να εφαρμοστεί σε ευρωπαϊκό, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, ενώ περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών δίνοντας έμφαση στη μοντελοποίηση και ανάλυση της παραγόμενης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από συμπαραγωγή υψηλής απόδοσης, δίκτυα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης και ΑΠΕ.

Το εργαλείο Energy Plan είναι ένα μοντέλο εισροών-εκροών, όπου ως δεδομένα εισόδου δηλώνονται διάφορα τεχνολογικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των εξεταζόμενων μέτρων και πολιτικών, συμπεριλαμβανομένων δεδομένων αναφορικά με τις εισαγωγές, εξαγωγές και τις πλεονάζουσες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ ως αποτελέσματα παρατίθενται τόσο ολοκληρωμένα ενεργειακά ισοζύγια, όσο και το συνολικό κόστος του εξεταζόμενου ενεργειακού συστήματος συμπεριλαμβανομένων και διαφόρων συνιστωσών του (κόστη λειτουργίας, καυσίμων, εκπομπών CO_2 κα.).

4. Αποτελέσματα

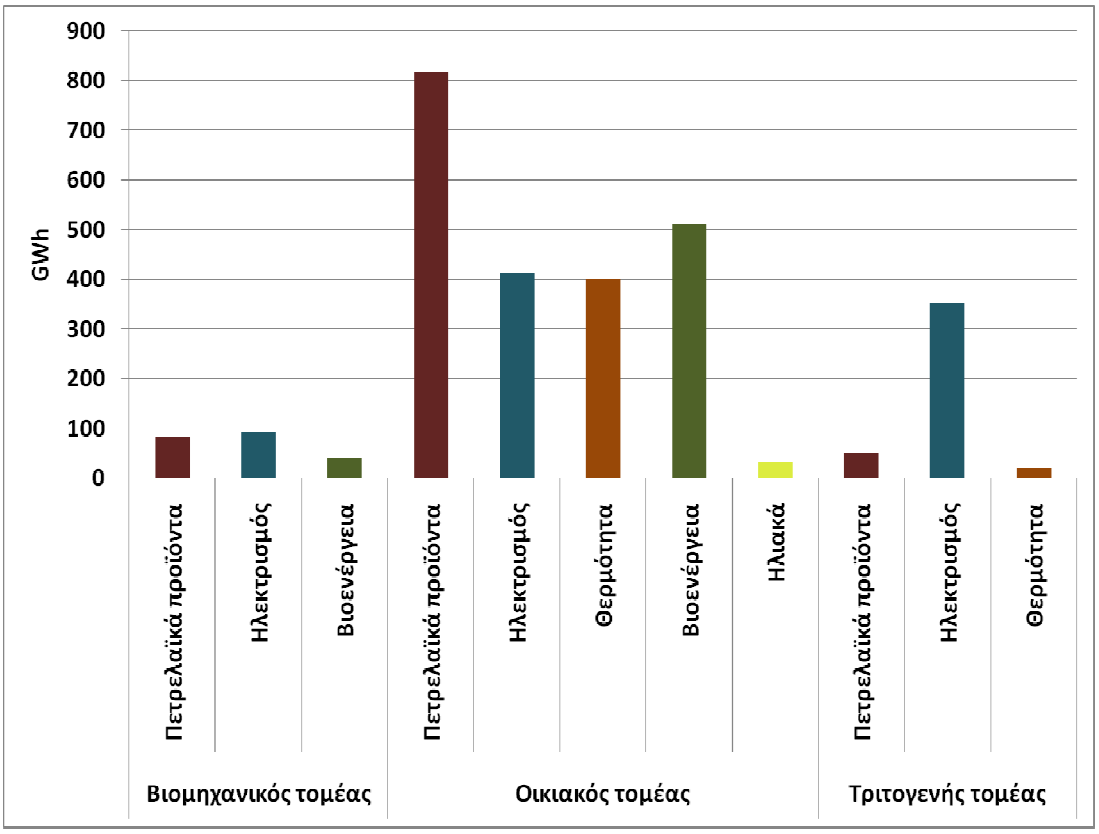
Η εφαρμογή των μεθοδολογικών προσεγγίσεων που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 2 οδήγησαν σε αποτελέσματα, τα οποία θα ληφθούν υπόψη κατά την κατάρτιση του

περιφερειακού σχεδίου για θέρμανση και ψύξη από ΑΠΕ στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα περιλαμβάνουν τη χαρτογράφηση της υφιστάμενης κατάστασης, την εκτίμηση του δυναμικού ζήτησης και προσφοράς ενέργειας και την ανάπτυξη των αντίστοιχων χαρτών και την αξιολόγηση των τεχνολογιών ΑΠΕ μέσω της ανάλυσης κόστους-οφέλους.

4.1 Χαρτογράφηση υφιστάμενης κατάστασης

Αρχικά προσδιορίστηκε η κατανάλωση τελικής ενέργειας στους τομείς ενδιαφέροντος, οι οποίοι αφορούν το βιομηχανικό, οικιακό και τριτογενή τομέα. Λόγω του γεγονότος ότι δεν υφίστανται επίσημα στοιχεία αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας σε περιφερειακό επίπεδο, συλλέχθηκαν όλα τα διαθέσιμα δεδομένα από το σύνολο των διοικητικών και μη πηγών (ΕΛΣΤΑΤ, Πληροφοριακό Σύστημα Πετρελαιοειδών, ΣΔΑΕ, Δημοτικές επιχειρήσεις Τηλεθέρμανσης, Δασαρχεία κα) με σκοπό την εκτίμηση της κατανάλωσης τελικής ενέργειας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 4, τα πετρελαιοειδή προϊόντα κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο στην κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα κυρίως για τη θέρμανση χώρων, ενώ αξιοσημείωτη είναι και η διείσδυση της τηλεθέρμανσης και της βιομάζας. Η κάλυψη της ζήτησης για θέρμανση χώρων στον τριτογενή τομέα, η οποία ωστόσο αντιπροσωπεύει μόνο το 8,6% της συνολικής ζήτησης για θέρμανσης στα κτίρια, πραγματοποιείται κυρίως μέσω πετρελαϊκών προϊόντων και τηλεθέρμανσης.

Διάγραμμα 4: Τελική κατανάλωση ενέργειας στο βιομηχανικό, οικιακό και τριτογενή τομέα.



4.2 Εκτίμηση δυναμικού και ανάπτυξη χαρτών

Επιπρόσθετα, αναπτύχθηκαν χάρτες δυναμικού τόσο για τη ζήτηση ενέργειας, όσο και για την προσφορά ενέργειας από τις διαθέσιμες ΑΠΕ. Για το συγκεκριμένο σκοπό αναπτύχθηκαν ειδικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις εκτίμησης των απαιτούμενων μεγεθών για κάθε μορφή ΑΠΕ ξεχωριστά.

Πιο συγκεκριμένα, ο προσδιορισμός της ζήτησης ενέργειας πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη διάφορες παραμέτρους, όπως ενδεικτικά είναι η τυπολογία, η χρονολογία κατασκευής και οι χρήσεις των κτιρίων, τυπικές ειδικές καταναλώσεις θέρμανσης σύμφωνα με τις μελέτες επέκτασης του δικτύου τηλεθέρμανσης και τον ΚΕΝΑΚ κα.

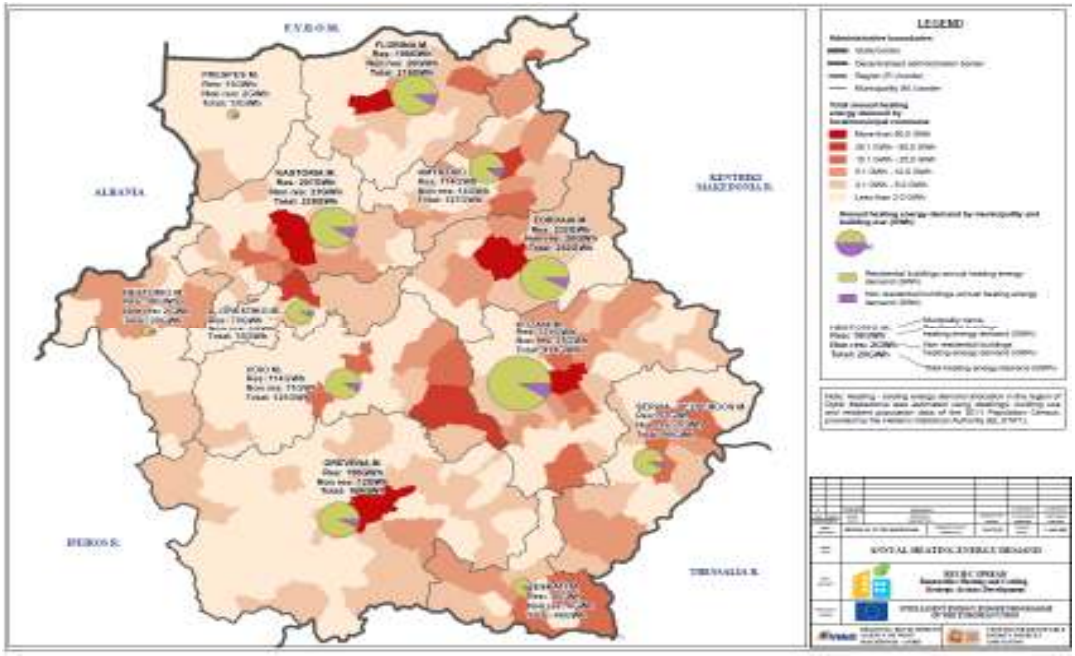
Επιπρόσθετα, εκτιμήθηκε το τεχνικο-οικονομικό δυναμικό ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη για τις ακόλουθες μορφές ΑΠΕ: (i) βιομάζα από δασικά υπολείμματα, από δενδροειδείς καλλιέργειες, από αροτραίες καλλιέργειες, από υπολείμματα τοπίου, από καυσόξυλα και από απορρίμματα νοικοκυριών, (ii) βιοαέριο, (iii) θερμικά ηλιακά για Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ), (iv) αεροθερμικές αντλίες θερμότητας και (v) γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

Για τον υπολογισμό των συγκεκριμένων μεγεθών χρησιμοποιήθηκαν διάφορα δεδομένα, όπως είναι τεχνολογικά δεδομένα, η διασπορά καλλιεργειών, κτιρίων και σφαγείων, παραδοχές αναφορικά με την ειδική κατανάλωση ΖΝΧ ανά άτομο και τις τιμές SPF και COP των αντλιών θερμότητας κα. Οι συγκεκριμένες μεθοδολογικές προσεγγίσεις συνοδεύτηκαν από αντίστοιχες διαδικασίες συλλογής των απαιτούμενων δεδομένων (RES H-C SPREAD, 2015a).

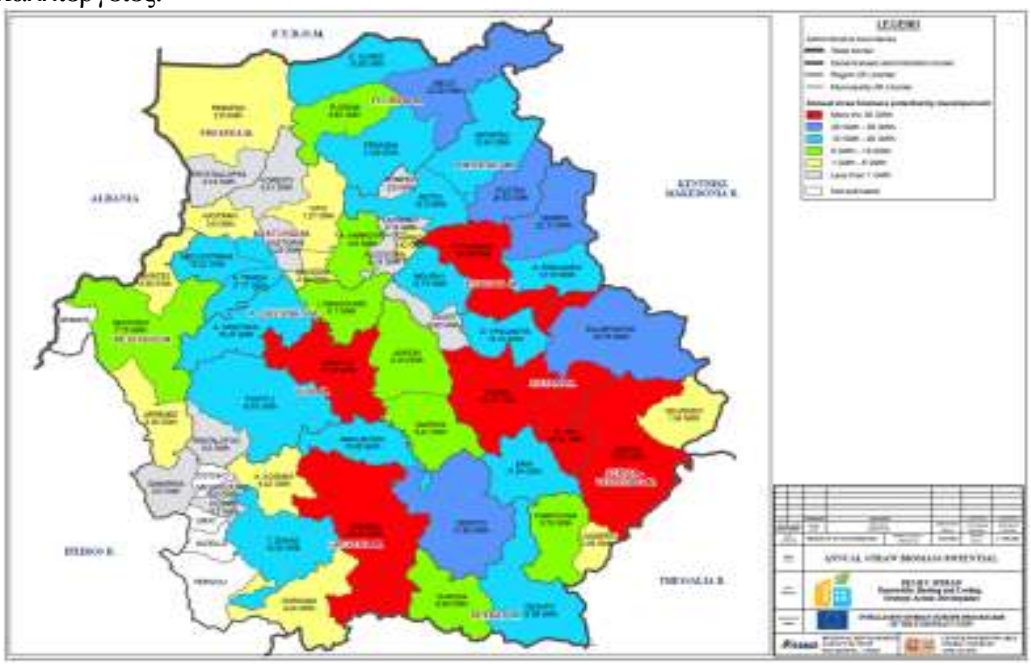
Στη συνέχεια όλα τα εκτιμούμενα μεγέθη αναφορικά με τη ζήτηση και προσφορά ενέργειας εισήχθηκαν σε κατάλληλο γεωπληροφοριακό σύστημα για την ανάπτυξη των απαραίτητων χαρτών.

Στα Διαγράμματα 5 και 6 απεικονίζονται αντίστοιχα οι χάρτες δυναμικού αντίστοιχα για τη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση και για τη προσφορά θερμικής ενέργειας από βιομάζα, η οποία προέρχεται από αροτραίες καλλιέργειες.

Διάγραμμα 5: Χάρτης δυναμικού για τη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση.



Διάγραμμα 6: Χάρτης δυναμικού για τη προσφορά θερμικής ενέργειας από βιομάζα από αροτραίες καλλιέργειες.



4.3 Εκπόνηση ανάλυσης κόστους-οφέλους

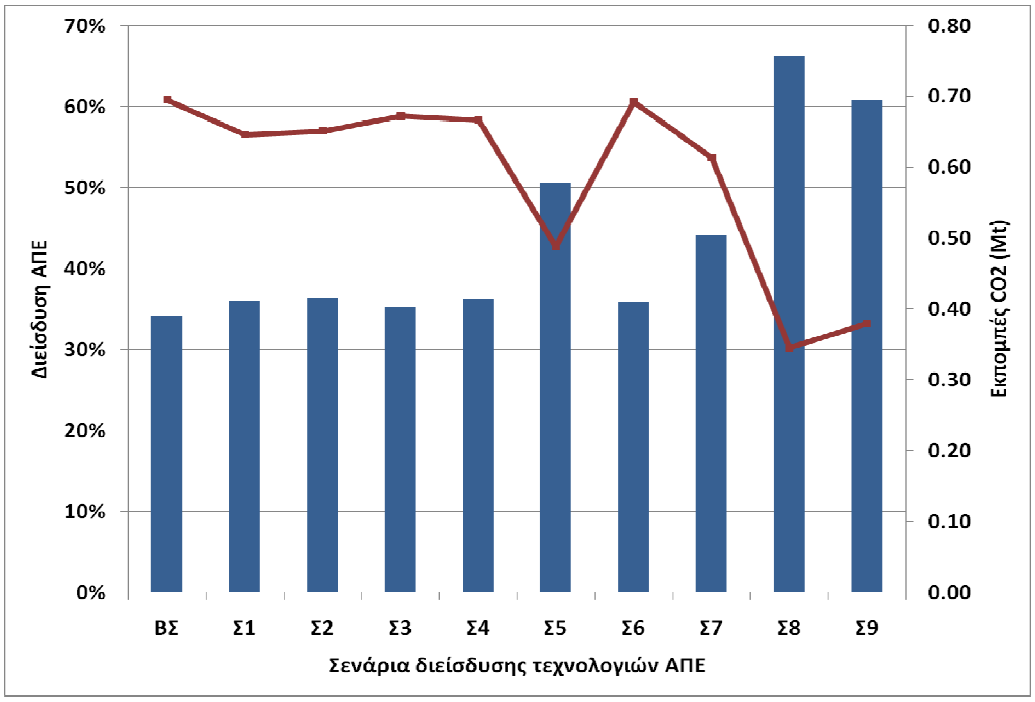
Εννέα διαφορετικά σενάρια διείσδυσης τεχνολογιών ΑΠΕ καταρτίστηκαν και αξιολογήθηκαν, ενώ σε κάθε σενάριο διασφαλίστηκε ότι το δυναμικό που εκτιμήθηκε αναφορικά με την προσφορά ενέργειας επαρκεί για την υλοποίηση των συγκεκριμένων σεναρίων. Τα σενάρια που αξιολογήθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, ενώ για κάθε σενάριο καθορίστηκαν στο μοντέλο Energy Plan τεχνολογικές και οικονομικές παράμετροι, όπως ενδεικτικά είναι ισχύς, βαθμοί απόδοσης, κόστη εγκατάστασης, λειτουργίας και καυσίμων, διάρκεια ζωής κα.

Πίνακας 1: Σενάρια διείσδυσης τεχνολογιών ΑΠΕ.

Σενάριο	Τεχνολογία ΑΠΕ	Καθορισμός σεναρίου
Σ1	Θερμικά ηλιακά για ΖΝΧ	Κάλυψη 60% ζήτησης ΖΝΧ νοικοκυριών που δεν διαθέτουν ηλιακό θερμικό σύστημα για ΖΝΧ
Σ2	Αεροθερμικές αντλίες θερμότητας	Αντικατάσταση 35% της καταναλισκόμενης ενέργειας από πετρέλαιο θέρμανσης
Σ3	Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	Αντικατάσταση 15% της καταναλισκόμενης ενέργειας από πετρέλαιο θέρμανσης
Σ4	Μονάδα συμπαραγωγής με βιοαέριο	Εγκατάσταση μονάδας ισχύος 3 MW
Σ5	Μονάδα συμπαραγωγής με βιομάζα	Εγκατάσταση μονάδας ισχύος 20 MW
Σ6	Λέβητας βιομάζας στο δίκτυο τηλεθέρμανσης	Αντικατάσταση 20% της καταναλισκόμενης ενέργειας από πετρέλαιο θέρμανσης
Σ7	Ατομικοί λέβητες βιομάζας	Αντικατάσταση 30% της καταναλισκόμενης ενέργειας από πετρέλαιο θέρμανσης
Σ8	Συνδυασμός ΑΠΕ	Συνδυασμός Σεναρίων 1, 4, 5, 6 και 7
Σ9		Συνδυασμός Σεναρίων 1, 2, 4, 5, 6 και 7

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση αναφορικά με τη διείσδυση ΑΠΕ και τα διαμορφούμενα επίπεδα εκπομπών CO_2 απεικονίζονται στο Διάγραμμα 8. Πιο συγκεκριμένα, τα σενάρια με το συνδυασμό ΑΠΕ εμφανίζουν τα υψηλότερα ποσοστά διείσδυσης ΑΠΕ (66,2% και 60,8% αντίστοιχα), ενώ σε υψηλά επίσης ποσοστά οδηγούν τόσο η μονάδα συμπαραγωγής με βιομάζα, όσο και η προώθηση των μεμονωμένων λεβήτων βιομάζας σε κτίρια. Αντίστοιχη είναι και η τάση στις εκπομπές CO_2, όπου τα συγκεκριμένα σενάρια εμφανίζουν τη μεγαλύτερη μείωση εκπομπών σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.

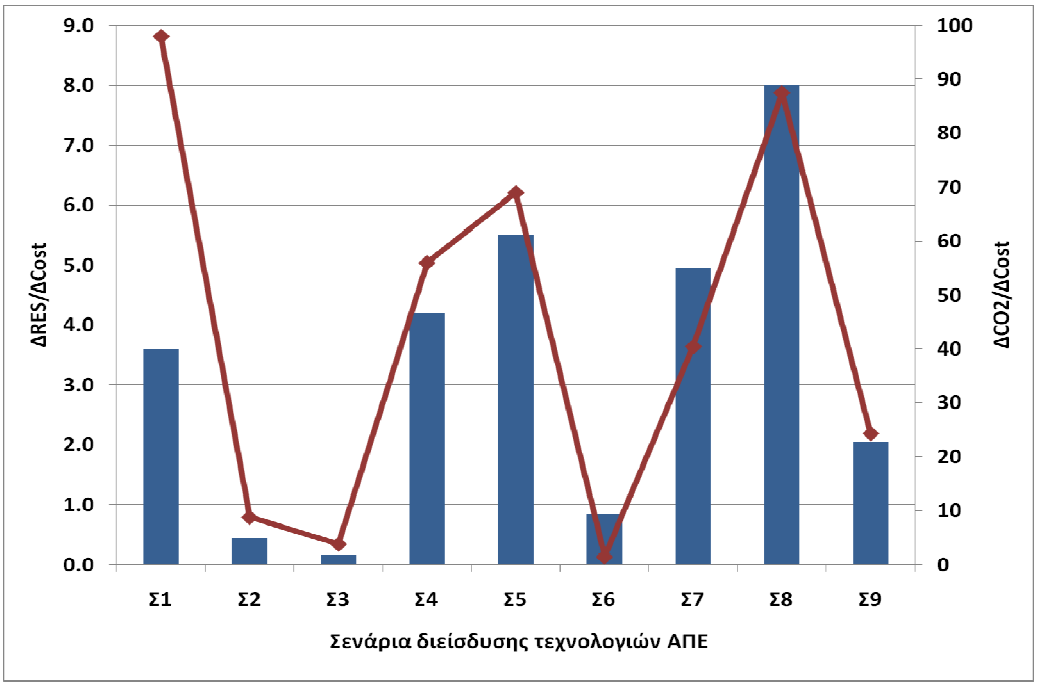
Διάγραμμα 8: Διείσδυση ΑΠΕ και εκπομπές CO_2 για τα εξεταζόμενα σενάρια.



Ωστόσο για την ανάπτυξη του περιφερειακού σχεδίου απαιτείται η αξιολόγηση των παραπάνω σεναρίων λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα οφέλη όσο και τα κόστη στο σύνολο του ενεργειακού συστήματος. Ως δείκτες αξιολόγησης των συγκεκριμένων σεναρίων επιλέχθηκαν ο λόγος της αύξησης της διείσδυσης των ΑΠΕ προς την αύξηση του ετήσιου κόστους του συνολικού ενεργειακού συστήματος (εκφρασμένος σε [% ΑΠΕ·100]/[εκατ. €]) και ο λόγος της μείωσης των εκπομπών CO_2 προς την αύξηση του ετήσιου κόστους του συνολικού ενεργειακού συστήματος (εκφρασμένος σε [Mt CO_2]/[εκατ. €·1000]) (RES H-C SPREAD, 2015b). Οι τιμές και των δυο δεικτών για τα εξεταζόμενα σενάρια παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 9, ενώ σημειώνεται ότι τα σενάρια τα οποία εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές δεικτών πρέπει να υλοποιηθούν κατά προτεραιότητα κατά την εφαρμογή του περιφερειακού σχεδίου.

Το σενάριο συνδυασμού ΑΠΕ, το οποίο δίνει έμφαση στην προώθηση της βιομάζας (Σ8), χαρακτηρίζεται ως το πιο αποδοτικό, ενώ το δεύτερο σενάριο συνδυασμού ΑΠΕ (Σ9) εμφανίζει χαμηλότερη επίδοση σε σχέση με τα σενάρια τόσο της συμπαραγωγής (βιομάζας και βιοαερίου), όσο και των μεμονωμένων λεβήτων βιομάζας σε κτίρια. Τέλος, αντίστοιχη είναι και η τάση του δείκτη με τη μείωση των εκπομπών CO_2.

Διάγραμμα 9: Αποτελέσματα ανάλυσης κόστους-οφέλους για τα εξεταζόμενα σενάρια.



5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκε η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου RES H-C SPREAD με στόχο τον καθορισμό αποδοτικών στρατηγικών και πολιτικών ενσωμάτωσης τεχνολογιών ΑΠΕ στο περιφερειακό σχέδιο θέρμανσης και ψύξης της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας σε τομείς προτεραιότητας. Η ανάλυση περιελάβανε διάφορες προπαρασκευαστικές δράσεις για την αποτελεσματική αξιολόγηση των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ στο πλαίσιο της ανάλυσης κόστους-οφέλους. Σε κάθε περίπτωση η διείσδυση των ΑΠΕ μπορεί να διπλασιαστεί σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση και να ανέλθει σε ποσοστά της τάξεως του 60-65%. Ωστόσο, τα συγκεκριμένα αποτελέσματα πρέπει να αξιολογηθούν και να εγκριθούν από τις ΕΕΔ πριν την έναρξη της εφαρμογής του περιφερειακού σχεδίου. Τέλος, η διενέργεια ανάλυσης ευαισθησίας θεωρείται επιβεβλημένη, ώστε να αποτιμηθεί η διακύμανση των αποτελεσμάτων λόγω των αβέβαιων παραμέτρων, ενώ θεωρείται ιδιαίτερα κρίσιμη η συλλογή περισσοτέρων δεδομένων σχετικά με την υφιστάμενη βιομηχανική δραστηριότητα στην περιφέρεια δίνοντας έμφαση στην απορριπτόμενη θερμότητα των βιομηχανικών μονάδων.

Βιβλιογραφία

ΕΕ (2012). Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ.

RES H-C SPREAD (2015a). Six Regional Maps of the RES H/C supply and demand potentials. Deliverable 6.1.

RES H-C SPREAD (2015b). Handbook on Cost-Benefit. Deliverable 4.1.

Επισκόπηση μεθόδων λήψης αποφάσεων για επιλογή ενεργειακού μίγματος

Δημήτρης Σιάχος & Νικήτας-Σπύρος Κουτσούκης
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης και Διεθνών Σχέσεων,
Αριστοτέλους 1 και Λεωφ. Αθηνών, Κόρινθος, 20100
siahos@teipir.gr nkoutsou@uop.gr

Περίληψη
Στην νέα απελευθερωμένη ενεργειακή αγορά, οι αποφάσεις επηρεάζονται από όλους τους εμπλεκόμενους: Πολιτεία, Ιδιώτες –επενδυτές των ενεργειακών εταιριών και πολίτες- χρήστες. Σε αυτό το πολύπλευρο ενεργειακό περιβάλλον οι αποφασίζοντες που χαράσσουν την Ενεργειακή Πολιτική είτε σε Εθνικό είτε σε ευρύτερο επίπεδο, έχουν ανάγκη να έχουν στα χέρια τους λειτουργικά, ευέλικτα και αντιπροσωπευτικά εργαλεία –συστήματα λήψης αποφάσεων, κρατώντας ισορροπίες ανάμεσα στις διεθνείς δεσμεύσεις για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και ενίσχυση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο Ενεργειακό Ισοζύγιο, τη λειτουργία της απελευθερωμένης αγοράς ενέργειας με όρους καθαρού ανταγωνισμού, την εξασφάλιση της οικονομικής ανάπτυξης και την προστασία του Καταναλωτή. Στόχος αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση των επικρατέστερων μεθόδων «πολυκριτηριακής» ανάλυσης για τη λήψη αποφάσεων στον Ενεργειακό Τομέα και ο προσδιορισμός όλων των απαραίτητων παραμέτρων για τη λήψη αποφάσεων στο Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα.

Λέξεις Κλειδιά: Επιλογή πολιτικής, ενεργειακός σχεδιασμός, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, πολυκριτηριακές μέθοδοι ανάλυσης.

JEL Κωδικοί: Q58, Q48, Q42, O21.

1. Εισαγωγή

Η μείωση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων, η αύξηση της εξαρτώμενης εισαγωγής, καθώς και οι συνέπειες της Κλιματικής Αλλαγής καθιστούν την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, μία από τις βασικές προτεραιότητες τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο, όσο και σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο τη «βιώσιμη ανάπτυξη» (Renewable Energy Road Map, COM 2007; Φορτσάκης 2009). Οι ΑΠΕ αποτελούν μονόδρομο για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα. Η προώθηση των ΑΠΕ είναι ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπισθεί στο ευρύτερο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής.

Η ανάπτυξη ενός πλαισίου πολιτικής στις «νέες συνθήκες» της αγοράς ενέργειας επηρεάζεται άμεσα από παραμέτρους, όπως η περαιτέρω ανάπτυξη και λειτουργία της ενεργειακής αγοράς τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, οι περιβαλλοντικές δεσμεύσεις όπως το Πρωτόκολλο του Κιότο, και οι οποίες επηρεάζουν οικονομικές, θεσμικές και κοινωνικές αποφάσεις που σχετίζονται με την ενέργεια (Παπαστάμου, Α., 2015). Επιπλέον, οι αποφάσεις που αφορούν στην προώθηση των ΑΠΕ καθορίζονται και επηρεάζονται από όλους τους εμπλεκόμενους της σύγχρονης ενεργειακής αγοράς, στο νέο απελευθερωμένο περιβάλλον (Δούκας, 2008). Είναι προφανές ότι βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματική προώθηση των ΑΠΕ, είναι η διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων και των βασικών επιδιώξεων των εμπλεκόμενων στις αποφάσεις ενεργειακού σχεδιασμού (Πολιτεία, Τοπικές Κοινωνίες, Πολίτες, Επενδυτές).

2. Κριτήρια Ενεργειακού Σχεδιασμού

Ο ορθολογικός και πλήρης Ενεργειακός Σχεδιασμός σε επίπεδο Πολιτείας εκτίνεται σύμφωνα με (Johansson et al, 2004) και (Στοϊμενίδης, 2009) σε πέντε άξονες: α) Τον Πολιτικό, β) Το Νομικό Πλαίσιο, γ) Το Πλαίσιο Χρηματοδότησης, δ) Την Κοινωνική Αποδοχή, ε) Την ερευνητική και τεχνολογική στήριξη. Τα κριτήρια αξιολόγησης που πρέπει να εξεταστούν για τη χάραξη Ενεργειακής πολιτικής, μπορούν να καταταχθούν σε Οικονομικά, Ενεργειακά, Περιβαλλοντικά, Πολιτικά- Κοινωνικά και Τεχνολογικά.

Α. Οικονομικά Κριτήρια (Κόστος παραγωγής, Κόστος επένδυσης, Ρυθμός αποπληρωμής επένδυσης, καθαρή παρούσα αξία επένδυσης, Κόστος πρώτης ύλης, Οικονομική εισφορά στην τοπική οικονομία, Δείκτης αύξησης του ΑΕΠ σε περιφερειακό επίπεδο, Πηγές χρηματοδότησης, Κόστος γης).

Β. Ενεργειακά κριτήρια (Σταθερότητα και ασφάλεια στην παροχή ενέργειας, Διαθεσιμότητα πρώτων υλών, Δυναμικό ανάπτυξης ΑΠΕ, Αποδοτικότητα της μονάδας παραγωγής (μετατροπή της ενέργειας σε χρήσιμη μορφή), συνδέεται και με το δείκτη καυσίμου -είναι η ποσότητα του καυσίμου που καταναλώνεται προς την ενέργεια που παράγεται-, Ενεργειακή περίοδος αποπληρωμής -είναι ο λόγος της ενέργειας που παράγεται σε όλη τη διάρκεια της ζωής μιας εγκατάστασης προς την ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή και λειτουργία του έργου-, Ποσότητα συμβατικών καυσίμων που εξοικονομούνται από την ανάπτυξη εναλλακτικών πηγών**,** Διαφοροποίηση της παραγωγής -όσο περισσότερες οι πρωτογενείς ενεργειακές πηγές, τόσο πιο ασφαλές του ενεργειακό σύστημα-**,** Δυνατότητα παράλληλης χρήσης αυτής παραγόμενης ενέργειας ή αξιοποίησης του απορριπτόμενου μέρους αυτής (πχ μονάδες τηλεθέρμανσης).

Γ. Περιβαλλοντικά κριτήρια (Περιβαλλοντική επιβάρυνση από εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, οσμές, αιθαλομίχλη ή όξινη βροχή -δείκτης εκπομπών: kg παραγόμενων εκπομπών/kwh, για όλη τη ζωή της εγκατάστασης-, Δυνατότητα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, Επιπτώσεις στην αισθητική του τοπίου, Επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και στην τοπική οικολογική σταθερότητα, Πιθανό καθεστώς προστασίας της περιοχής εγκατάστασης, Εκτάσεις γης που απαιτείται να δεσμευθούν (δείκτης δέσμευσης γης: δέσμευση γης ανά παραγόμενη kWh, Επιπτώσεις στη γεωργία, την κτηνοτροφία ή τον τουρισμό, Θόρυβος που δημιουργείται, Επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους, Επιπτώσεις από πιθανή δημιουργία λημμάτων ή απορριμμάτων, Δυνατότητες αξιοποίησης των απορριπτόμενων υλικών, Επιπτώσεις από τη δημιουργία συνοδών έργων, Χρόνος και κόστος αποκατάστασης περιβάλλοντος μετά τη λήξη λειτουργίας της μονάδας).

Δ. Πολιτικά –Κοινωνικά κριτήρια (Διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας και υποχρέωση συμμόρφωσης με την Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική και Ενεργειακή πολιτική, Δυνατότητα απεξάρτησης από εισαγόμενες ενεργειακές πηγές, Ποιότητα σχέσεων με τις γειτονικές χώρες και δυνατότητα συνεργασίας των δικτύων, Δυνατότητες ανάπτυξης υποδομών, Αποκέντρωση της παραγωγής, Δυνατότητα δημιουργίας θέσεων εργασίας -δείκτης δημιουργίας απασχόλησης: ώρες απασχόλησης που δημιουργούνται/ kwh, σε όλο τον κύκλο ζωής της εγκατάστασης-, Συμβατότητα με τις δραστηριότητες της περιοχής, Κοινωνική αποδοχή και κίνδυνος δημιουργίας κοινωνικών εντάσεων και αντιπαραθέσεων, Ύπαρξη τοπικών ομάδων συμφερόντων και βαθμός παρεμβατικότητας που έχουν, Βαθμός ευαισθητοποίησης Τοπικών Κοινωνιών, Τέλος ανταποδοτικότητας προς τις τοπικές κοινωνίες αλλά και τρόπος αξιοποίησής του, Επιπτώσεις στην υγεία, την ασφάλεια και την ποιότητα ζωής των τοπικών κοινωνιών).

Ε. Τεχνολογικά κριτήρια (Αξιοπιστία εφαρμοζόμενης τεχνολογίας, Ασφάλεια, Ωριμότητα τεχνολογίας, Σταθερότητα ηλεκτρικού δικτύου και δυνατότητα ανταπόκρισης στις εναλλαγές της ζήτησης, Δυνατότητα μελλοντικής ανάπτυξης, Χρόνος μελλοντικής απαξίωσης της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας, Συμβατότητα με τις εγχώριες ή τοπικές δυνατότητες).

3. Αποφασίζοντες στην περίπτωση των ενεργειακών έργων Α.Π.Ε.

Οι συμμετέχοντες στη διαδικασία λήψης απόφασης για την περίπτωση των εγκαταστάσεων Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ είναι:

i. **Η Πολιτεία- Κεντρική Διοίκηση.** Η Κεντρική Διοίκηση είναι αυτή που δίνει την κεντρική κατεύθυνση για την ακολουθούμενη ενεργειακή πολιτική, λαμβάνοντας υπόψη και τις αντίστοιχες διεθνείς δεσμεύσεις. Όργανα της Πολιτείας στη διαδικασία εμπλοκής της στη διαδικασία λήψης απόφασης για τις ΑΠΕ, είναι τα Υπουργεία Ενέργειας και Ανάπτυξης, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, αλλά και Α.Ε. που ελέγχονται από το κράτος, όπως η ΔΕΗ, η ΔΕΗ Ανανεώσιμες, ο ΛΑΓΗΕ κτλ.

ii. **Οι Τοπικές Κοινωνίες.** Αποτελούνται από τοπικές κοινωνικές ομάδες (επιμελητήρια, επαγγελματικές ενώσεις), μεμονωμένα άτομα, θεσμικά όργανα και ομάδες με πολιτική κατεύθυνση και το κάθε ένα από αυτά τα μέρη αντιδρά ανάλογα με τη δική του οπτική. Οι τοπικές κοινωνίες συμμετέχουν στο διάλογο για τη λήψη των αποφάσεων είτε μέσω των εκπροσώπων τους (Τοπική Αυτοδιοίκηση Α΄ και Β΄ βαθμού), είτε άμεσα (Δημόσια διαβούλευση, δημόσιος διάλογος, μέτρηση κοινής γνώμης μέσω δημοσκοπήσεων/ ερωτηματολογίων κτλ).

iii. **Οι Επενδυτές.** Για την επιτυχή ανάπτυξη ενός αποκεντρωμένου ενεργειακού συστήματος είναι απαραίτητη η συμμετοχή των υποψήφιων Επενδυτών αλλά και του χρηματοπιστωτικού συστήματος (τράπεζες που δύνανται να εξασφαλίσουν ρευστότητα).

iv. **Οι πολιτικές κινήσεις και οι ΜΚΟ.** Σε κάποιες περιπτώσεις η δυνατότητα παρέμβασης αυτών των ομάδων είναι ιδιαίτερα ισχυρή.

4. Μέθοδοι λήψης απόφασης

Οι πληροφορίες που συλλέγονται για την επίλυση ενός προβλήματος λήψης απόφασης με τόσες παραμέτρους, κατανέμονται σε «αντικειμενικές» και «υποκειμενικές». Για να μπορέσει να αποτυπωθεί καλύτερα η προτίμηση των συμμετεχόντων, έχει σημασία να καταγραφούν ο αριθμός των κριτηρίων και ο βαθμός βαρύτητας κάθε κριτηρίου για κάθε αποφασίζοντα. Είναι προφανές ότι έχουν καταγραφεί πολλοί διαφορετικοί τρόποι αποτύπωσης του βαθμού βαρύτητας κάθε κριτηρίου, ανάλογα με την επιλεγόμενη κάθε φορά μέθοδο λήψης απόφασης. Ενδεικτικά αναφέρουμε τη βαθμονόμηση της βαρύτητας των κριτηρίων για την τοποθέτηση της τοπικής κοινωνίας, μέσω της «στατιστικής» καταγραφής.

Αρκετοί ερευνητές έχουν επιχειρήσει να «ποσοτικοποιήσουν» μαθηματικά την άποψη/πεποίθηση των συμμετεχόντων στη διαδικασία απόφασης (Smets, Kennes, 1994 ; Smets, 2001). Έχουν αναπτύξει το μοντέλο αποτύπωσης των πεποιθήσεων TBM (Transferable Belief Model). Το μοντέλο αυτό στηρίζεται στην θεώρηση ότι η καταγραφή της άποψης αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα, αρχικά το επίπεδο δημιουργίας των πεποιθήσεων και στη συνέχεια της λήψης της απόφασης. Στόχος του μοντέλου αυτού είναι η δημιουργία «κατανομών πιθανότητας» οι οποίες είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των μοντέλων λήψης απόφασης.

Πέρα από τον προσδιορισμό των πιθανών εναλλακτικών λύσεων, των εξεταζόμενων κριτηρίων και των εμπλεκόμενων στη διαδικασία απόφασης, είναι απαραίτητο να μελετηθεί και μία σειρά δεικτών στάθμισης των μοντέλων Ανάλυσης που χρησιμοποιούνται για την λήψη απόφασης, όπως η «Ανάλυση Ευαισθησίας», η «Αβεβαιότητα» στην εκτίμηση των αποδόσεων, ο «Δείκτης Σταθερότητας», «όρια προτίμησης», «όρια αδιαφορίας», «όρια άρνησης». Η «Ανάλυση Ευαισθησίας» εξετάζει τις παραμέτρους της μεθόδου που επιλέγεται, τις «αποδόσεις» των εναλλακτικών επιλογών στα κριτήρια και τα βάρη των κριτηρίων. Οι «αποδόσεις» των εναλλακτικών επιλογών διέπονται συχνά από «Αβεβαιότητα», καθώς δεν μπορεί να είναι πάντα προβλέψιμες, καθώς βασίζονται σε εκτίμηση αστάθμητων παραμέτρων, όπως οι αναμενόμενες επιπτώσεις στο περιβάλλον, οι μελλοντικές τιμές του τέλους εκπομπών CO2, οι μελλοντική τιμή του πετρελαίου ή του Φ.Α.

Μέθοδοι Επιχειρησιακής Έρευνας. Η επιλογή των κατάλληλων λύσεων ανάμεσα σε διαφορετικές εναλλακτικές, θα μπορούσε να γίνει με τις μεθόδους της κλασσικής Επιχειρησιακής Έρευνας. Στόχος των μεθόδων αυτών είναι η δημιουργία μίας συνάρτησης (συνάρτηση χρησιμότητας, αντικειμενική συνάρτηση, συνάρτηση αξίας) η οποία συνδέει και συγκρίνει τις διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις. Αφού οριστεί το σύνολο των εναλλακτικών λύσεων, μέσα από τη συνάρτηση αυτή, προκύπτει η βέλτιστη. Οι μέθοδοι αυτοί στηρίζονται σε μαθηματικές παραμέτρους βασιζόμενες σε αυστηρά καθορισμένα ποσοτικά κριτήρια. Οι μέθοδοι της Επιχειρησιακής Έρευνας όμως, έχουν το σοβαρό μειονέκτημα ότι δεν μπορούν να δώσουν απαντήσεις σε προβλήματα που βασίζονται σε περισσότερα του ενός κριτηρίου, δεν μπορούν να λειτουργήσουν με μη ποσοτικά κριτήρια και δεν μπορούν να λύσουν προβλήματα στα οποία εμπλέκονται διαφορετικές ομάδες συμφερόντων.

Μέθοδος S.W.O.T. Σε αντίθεση με τις κλασσικές μεθόδους, η ανάλυση S.W.O.T. (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), (Hill, Westbrook, 2008 ; Στοϊμενίδης, 2009) έχει τη δυνατότητα να σταθμίσει τα δυνατά σημεία και τις αδυναμίες μιας εναλλακτικής επιλογής. Εφαρμόζεται για την αξιολόγηση πολιτικών επιλογών (Chang, Huang, 2006), ενώ βρίσκει αντίστοιχη εφαρμογή και στο χώρο της ενέργειας (Anderson, T., Doig, A., 2000 ; Terrados et al, 2007 ; Στοϊμενίδης, 2009). Η μέθοδος S.W.O.T. μπορεί να συμβάλει αποφασιστικά στον ενεργειακό προγραμματισμό, καθώς δίνει τη δυνατότητα συζήτησης και συνδιαμόρφωσης του στρατηγικού πλαισίου, έχει την ικανότητα να εντοπίζει τα προβλήματα, τις αδυναμίες και τις μελλοντικές προτεραιότητες. Μπορεί να μας δώσει με κατανοητό τρόπο τη γενική εικόνα του προβλήματος, δεν μπορεί να λειτουργήσει όμως στην περίπτωση της ύπαρξης πολύ μεγάλου αριθμού κριτηρίων ή πολλών διαφορετικών επιλογών.

Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που δεν μπορούν να λύσουν οι μέθοδοι της Επιχειρησιακής Έρευνας, η επιστημονική κοινότητα εδώ και τριάντα περίπου χρόνια, έχει αναπτύξει σειρά εργαλείων ώστε να βοηθήσει τους «αποφασίζοντες», κατά τη λήψη αποφάσεων. Τα εργαλεία αυτά είναι οι «Πολυκριτηριακές μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων», οι οποίες οδηγούν –παρά την πολυπλοκότητα των προβλημάτων- σε αποφάσεις οι οποίες λαμβάνονται με σχετικά απλές και σαφείς διαδικασίες (Greening, Bernow, 2004). Οι μέθοδοι αυτές, εξετάζουν εναλλακτικές πολιτικές λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο ποσοτικές παραμέτρους και εκτιμήσεις αλλά και ποιοτικές. Όπως αναφέρει ο Roy (1996), οι Πολυκριτηριακές μεθοδολογίες Λήψης Απόφασης, δεν έχουν ως στόχο την εύρεση της λύσης, αλλά την κατασκευή μιας «λογικής» που θα βοηθήσει τον «αποφασίζοντα» να διαμορφώσει την

προτίμησή του έτσι ώστε αυτή να είναι συνεπής με τους «στόχους» του. Οι Πολυκριτηριακές μεθοδολογίες Λήψης Απόφασης, λειτουργούν ουσιαστικά ως «Εργαλεία διευκόλυνσης της διαδικασίας λήψης απόφασης» από τους «αποφασίζοντες», καθώς οι αποφάσεις τους συνήθως χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό αβεβαιότητας για το μέλλον, ενώ βασίζονται συνήθως σε μικρό αριθμό κριτηρίων επιλογής. Η κατηγορία των πολυκριτηριακών μεθόδων λήψης απόφασης συναντάται στη βιβλιογραφία M.C.D.M. (Multi-Criteria Decision Making). Συνήθως κατηγοριοποιείται σε λήψη απόφασης πολλαπλών στόχων M.O.D.M. (Multi-Objective Decision Making) και λήψη απόφασης πολλαπλών χαρακτηριστικών M.A.D.M. (Multi- Attribute Decision Making), (Δερμεντζίδου, Ψαρράς 2006).

Πίνακας 1: Βήματα Πολυκριτηριακής Ανάλυσης (Στοϊμενίδης, 2009)

b)	Επιλογή των Κριτηρίων με ταυτόχρονη περιγραφή των χαρακτηριστικών τους.
c)	Βαθμονόμηση κριτηρίων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους.
d)	Καθορισμός συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων.
e)	Βαθμολόγηση κριτηρίων για κάθε εναλλακτικό σενάριο.
f)	Στάθμιση –εξαγωγή Αποτελεσμάτων.
g)	Σειρά κατάταξης σεναρίων.
h)	Ανάλυση ευαισθησίας.
i)	Επιλογή σεναρίου.

Σύμφωνα με τον Σπυριδάκο (2014) υπάρχουν τέσσερα θεωρητικά ρεύματα Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων: Συστήματα Αξιών (Πολυκριτήριας Χρησιμότητας, Αναλυτικής Ιεραρχίας), Σχέσεις Υπεροχής (Μέθοδοι ELECTRE, PROMETHE), Αναλυτική Συνθετική Προσέγγιση (UTA*, UTA II, MACBETH), Πολυστοχικός Γραμμικός Προγραμματισμός.

Μέθοδοι που βασίζονται στην πολυκριτηριακή θεωρία της χρησιμότητας.

Στόχος των μεθόδων αυτών είναι η κατασκευή *συστήματος αξιών* που να συνδέει όλα τα κριτήρια επιλογής με τις προτιμήσεις του «αποφασίζοντα». Αυτό το σύστημα αξιών με βάση την Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας (MAUT- Multi Attribute Utility Theory), οδηγεί σε μια συνάρτηση, ορισμένη από ένα σύνολο κριτηρίων, η οποία επιχειρείται να μεγιστοποιηθεί: $F=F(k_1, k_2,\ldots k_n)$. Μετά την σύνδεση όλων των κριτηρίων σε μία συνάρτηση, δημιουργούνται συναρτήσεις που στόχο έχουν να σταθμίσουν τη «βαρύτητα» των κριτηρίων αλλά και να προσδιορίσουν ποιο κριτήριο θεωρείται σημαντικότερο ώστε να πρέπει να θυσιαστεί κάποιο άλλο για να μεγιστοποιηθεί αυτό. Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι να προσδιοριστούν πόσες μονάδες του χ κριτηρίου μπορεί να «θυσιαστούν» προκειμένου να κερδηθεί μία μονάδα του κριτηρίου ψ. Οι μέθοδοι αυτοί παρέχουν περισσότερες δυνατότητες ως «εργαλεία στη διαδικασία λήψης αποφάσεων» από τα απλά μαθηματικά μοντέλα, δεν είναι όμως πολύ εύχρηστα, ούτε πολύ αποτελεσματικά (Vincke, 1992 ; Hokkanen, Salminem, 1994 ; Johansson-Stenman, O., 2002).

Μέθοδοι δημιουργίας σχέσεων υπεροχής μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων.

Οι μέθοδοι σχέσεων υπεροχής αναπτύχθηκαν για να καλύψουν το κενό που είχαν οι σχέσεις που αναπτύχθηκαν με τη θεωρία της χρησιμότητας όπου υπάρχει δυσκολία στη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών κριτηρίων. Οι κυριότερες τεχνικές που περιλαμβάνουν οι μέθοδοι υπεροχής είναι η ELECTRE και η PROMETHEE, οι οποίες περιλαμβάνουν και μια σειρά επιμέρους εκδοχές τους. Οι τεχνικές αυτές επιτρέπουν τη λήψη αποφάσεων χωρίς να υπάρχει ανάγκη κατάταξης

των κριτηρίων, όταν οι διαθέσιμες πληροφορίες δεν επαρκούν. Η τεχνική των μεθόδων υπεροχής σύμφωνα με τον (Buchanan *et al,* 1999) αποτελείται από δύο στάδια: α) την κατασκευή της σχέσης υπεροχής και β) την μετέπειτα ανάλυσή της. Στο πρώτο στάδιο συγκρίνονται ανά δύο οι διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις, στη συνέχεια καταλήγουμε στη μερική κατάταξή τους μέσα από τη διαδικασία αξιολόγησης των σχέσεων ανάμεσα στα εναλλακτικά σενάρια. Οι μέθοδοι ELECTRE σύμφωνα με τους (Roy, Vincke, 1981; Salminen *et al,* 1998) αν και δεν μπορούν να καταλήξουν πάντα σε συγκεκριμένο αποτέλεσμα, δεν απαιτούν την σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών κριτηρίων και δεν απαιτούν υποθέσεις που να περιορίζουν την αξιοπιστία τους. Έχουν αναπτυχθεί πέντε κύριες μέθοδοι ELECTRE. Σειρά μελετητών έχει αναφερθεί στις μεθόδους αυτές (Hokkanen, J., Salminen, P., 1997 ; Rogers, M., Bruen, M, 1998 ; Mousseau, V., Slowinski, R., 1998). Οι μέθοδοι στηρίζονται στην εκτίμηση διάφορων παραμέτρων και την δημιουργία μιας συνάρτησης (αλγόριθμου) απόφασης, προσδιορίζοντας άνω και κάτω όρια (κατώφλια) και κάνοντας συγκριτική αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων. Οι μέθοδοι PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations), σύμφωνα με τους (Brans, J.P., Vincke, Ph., 1985 ; Brans, J.P. *et al,* 1986 ; Keyser, W.D., Peeters, P., 1996 ; Πολατίδης, Η., 2003) έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι πιο κατανοητές και στόχος τους είναι η «μοντελοποίηση» της προτίμησης με απλό τρόπο. Συνοψίζοντας, βασικά πλεονεκτήματα των μεθόδων δημιουργίας σχέσεων υπεροχής είναι: Η δυνατότητα να χειρίζονται και ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα, να χειρίζονται δεδομένα, μη σαφώς ορισμένα, καθώς προσδιορίζουν τα όρια αδιαφορίας και προτίμησης, να υποστηρίζουν αποφάσεις στην περίπτωση που υπάρχει μεγάλος αριθμός αποφασιζόντων, να αξιολογούν κάθε κριτήριο ως προς το βαθμό της σημαντικότητάς του, τέλος, ενώ έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν χωρίς να συγκρίνουν ξεχωριστά ζεύγη επιλογών, όταν οι πληροφορίες για τη σύγκριση δεν επαρκούν, μπορούν να καταλήγουν σε γενική κατάταξη των διαθέσιμων επιλογών.

Οι μέθοδοι αλληλεπίδρασης (interactive methods). Στόχος των μεθόδων αυτών είναι η συμβολή στην προσπάθεια να κατανοήσει ο «αποφασίζοντας» όσο το δυνατόν καλύτερα το πρόβλημα που καλείται να επιλύσει και να καταλήξει έτσι στην όσο το δυνατόν πιο συμβιβαστική επιλογή, όταν οι στόχοι είναι περισσότεροι του ενός και οι εναλλακτικές επιλογές δεν είναι διακριτές (Zeleny, M., 1982 ; Steuer, R., 1986 ; Stewart, T.J., 1992 ; Πολατίδης, Η., 2003 ; Σίσκος, Γ. 2008). Περιλαμβάνουν διαδοχικά στάδια μελέτης, συζήτησης και υπολογισμών. Μέσα από την επαναληπτική συζήτηση μεταξύ αναλυτή και «αποφασίζοντα» προκύπτουν όλες οι απαραίτητες συμπληρωματικές πληροφορίες που απαιτούνται για τους υπολογισμούς. Από τους υπολογισμούς προκύπτει η «συνάρτηση χρησιμότητας» με βάση την οποία προκύπτει η λύση με την οποία μεγιστοποιείται η χρησιμότητα. Στις μεθόδους αυτές εφαρμόζονται συνήθως «γραμμικά πολυκριτηριακά μοντέλα βελτιστοποίησης.

Μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (Analytic Hierarchy Process –AHP). Στόχος της μεθόδου είναι η ιεράρχηση των χαρακτηριστικών του προβλήματος (κριτήρια & εναλλακτικές επιλογές), έτσι ώστε να μπορέσει ο «αποφασίζοντας» να δομήσει αποτελεσματικότερα την απόφασή του (Saaty, T.L, 1980 ; Σίσκο, Γ., 2008 ; Σπυριδάκο, 2014).. Κατασκευάζουμε μια ιεραρχία, έτσι ώστε στο πάνω μέρος να βρίσκεται ο στόχος του προβλήματος, στο επόμενο τα κριτήρια αξιολόγησης ή επιλογής και στο κατώτερο επίπεδο οι εναλλακτικές ενέργειες. Σε κάθε επίπεδο, από το $2^{ο}$ και μετά, ζητούμε από τον αποφασίζοντα να συγκρίνει δυαδικά τα στοιχεία του επιπέδου, ως προς ένα στοιχείο του προηγούμενου επιπέδου

βαθμολογώντας τη σημαντικότητα. Ξεκινάμε από το 2^{ο} επίπεδο και καταλήγουμε στο τελευταίο χρησιμοποιώντας την κλίμακα 1 έως 9.

Μέθοδος της στοχαστικής πολυκριτηριακής ανάλυσης αποδοχής (SMAA). Η μέθοδος της στοχαστικής πολυκριτηριακής ανάλυσης αποδοχής (Stochastic Multiobjective Acceptability Analysis), αποτελεί τεχνική ομαδικής (group decision) πολυκριτηριακής λήψης απόφασης (Lahdelma, R., et al. (1998 & 2002)). Στηρίζεται στον προσδιορισμό του διαστήματος των δυνατών τιμών της σημαντικότητας των κριτηρίων επιλογής. Στην περίπτωση των αβέβαιων δεδομένων γίνεται χρήση «κατανομών πιθανότητας». Στόχος της SMAA είναι η ανάδειξη του εύρους της προτίμησης, αναδεικνύοντας μία συγκεκριμένη επιλογή ως «προτιμητέα» και δεν απαιτεί την καταγραφή της επιλογής του κάθε αποφασίζοντα ξεχωριστά. Κατασκευάζεται ένας «δείκτης αποδοχής» για κάθε εναλλακτική επιλογή ο οποίος έχει στόχο να μετρήσει τις διαφορετικές προσεγγίσεις. Επίσης παράγεται ένας «παράγοντας εμπιστοσύνης» που ελέγχει και εκτιμά την αξιοπιστία των δεδομένων εισαγωγής. Τέλος παράγεται ένα «κεντρικό διάνυσμα» βαρών το οποίο αξιολογεί την τυπική προτίμηση για κάθε συγκεκριμένη εναλλακτική επιλογή.

Αξιολόγηση μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης

Οι βασικοί τρόποι σκέψης για την αντιμετώπιση των πολυκριτηριακών προβλημάτων όπου υπάρχουν διακριτές εναλλακτικές, είναι αφενός η σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων ανά δύο και αφετέρου η συγκεντρωτική κατηγοριοποίηση μέσω της «ομογενοποίησης» όλων των κριτηρίων στις ίδιες μονάδες για το σύνολο των εναλλακτικών προτάσεων (MAUT). Η περίπτωση της συγκεντρωτικής κατηγοριοποίησης (βασίζεται στη θεωρία της χρησιμότητας) δεν μπορεί να αντιμετωπίσει τη δυσκολία στη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών κριτηρίων. Δεν είναι εύκολο να συγκριθούν εντελώς διαφορετικά μεταξύ τους κριτήρια, όπως η αισθητική του τοπίου, οι θέσεις εργασίας που δημιουργούνται ή η εξοικονόμηση ισοδυνάμων τόνων πετρελαίου. Τη δυσκολία αυτή μπορούν να αντιμετωπίσουν οι μέθοδοι σύγκρισης ανά ζεύγη. Σε αυτήν την κατεύθυνση απαντούν οι μέθοδοι δημιουργίας *σχέσεων υπεροχής* μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων και η οικογένεια μεθοδολογιών AHP. Κάθε διαφορετική μέθοδος έχει προφανώς πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα «γραμμικά μοντέλα» κάνουν πλήρη αντιστάθμιση μεταξύ των κριτηρίων. Οι μέθοδοι που βασίζονται στη «θεωρία της χρησιμότητας», μετά την αντιστοίχηση της αξίας των επιμέρους κριτηρίων λειτουργούν αντίστοιχα με τις κλασικές μεθόδους Ανάλυσης Κόστους- Οφέλους. Η ύπαρξη των αντίστοιχων «κατωφλίων», στις μεθόδους που βασίζονται στη δημιουργία «σχέσεων υπεροχής» (μη αντισταθμιστικές μέθοδοι απόφασης), δηλαδή των ορίων «άρνησης» (συγκεκριμένη αρνητική τιμή ενός κριτηρίου την οποία δεν μπορούμε να υπερβούμε σε καμία περίπτωση, όσο κι αν βελτιωθεί η τιμή ενός άλλου κριτηρίου), των ορίων «προτίμησης» ή των ορίων «αδιαφορίας», δίνουν τη δυνατότητα «ανταλλαξιμότητας» μεταξύ των διαφορετικών κριτηρίων, μέχρι ένα συγκεκριμένο σημείο. Το όριο «άρνησης» των μεθόδων ELECTRE βρίσκει εφαρμογή στην περίπτωση των «περιβαλλοντικών» ή «χωροταξικών» ορίων που δεν μπορούν να ξεπεραστούν κατά την διερεύνηση της δυνατότητας εγκατάστασης μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας, σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Με τη μέθοδο αυτή λαμβάνονται υπόψη τα κριτήρια με τα μικρότερα ειδικά βάρη και επιτρέπεται η εφαρμογή του «ισχυρού κριτηρίου αειφορίας».

Επισκόπηση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης στον ενεργειακό σχεδιασμό

Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έως σήμερα καταδεικνύουν ότι οι συμβατικές πηγές ενέργειας είναι –στις περισσότερες περιπτώσεις- οικονομικότερες, όμως συνεπάγονται

μεγαλύτερων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Παρατηρείται επίσης, ασυμφωνία μεταξύ του οικονομικού και του περιβαλλοντικού συστήματος αξιολόγησης, καθώς η αγορά έχει δυσκολία στην ενσωμάτωση της αξίας των περιβαλλοντικών αγαθών. Στόχος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης στον ενεργειακό σχεδιασμό, είναι ο συνυπολογισμός του κόστους παραγωγής ενέργειας και του εξωτερικού κόστους (στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον και στην υγεία). Σημειώνουμε ξανά ότι οι μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης δεν είναι μέθοδοι εύρεσης της βέλτιστης λύσης, είναι μέθοδοι υποστήριξης του Αποφασίζοντα στην εύρεση και αξιολόγηση διαφορετικών ικανοποιητικών λύσεων. Υπάρχει πολύ μεγάλος αριθμός μελετών και δημοσιεύσεων όπου γίνεται προσπάθεια εφαρμογής μεθόδων Πολυκριτηριακής Ανάλυσης στη διαδικασία του περιβαλλοντικού σχεδιασμού, καθώς η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τη χρήση των συστημάτων παραγωγής ενέργειας είναι πολύ επισφαλής, όπως: (Tkach, Simonovic, 1999 ; Swisher *et al,* 1997).

Από την βιβλιογραφία, παρατηρείται ότι η κατανομή των δημοσιευμένων μελετών σε σχέση με την λήψη αποφάσεων σε πολυκριτηριακά προβλήματα έχει ως εξής (Δεμερτζίδου, Ε., 2006): Βελτιστοποίηση πολλαπλών στόχων 29%, AHP 20%, ELECTRE15%, PROMETHEE 10%.

Χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι μέχρι το 1990 οι εφαρμογές των πολυκριτηριακών μεθόδων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι περίπου το 29% στο σύνολο της διαδικασίας λήψης απόφασης, ενώ μετά το 1990 πάνω από το 70% των αντίστοιχων προβλημάτων αντιμετωπίζεται με αυτές τις μεθοδολογίες. Τα προβλήματα που καλούνται να λύσουν αυτές οι μεθοδολογίες βρίσκουν εφαρμογή: στον ανανεώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό (34%), στον σχεδιασμό ηλεκτρικής ενέργειας (19%), στην κατανομή των ενεργειακών πόρων (15%), στη διαχείριση της ενέργειας σε κτίρια (13%), στο σχεδιασμό έργων (12%). Στον ενεργειακό σχεδιασμό και την εγκατάσταση ΑΠΕ, η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι η AHP και ακολουθούν οι ELECTRE και PROMETHEE.

5. Συμπεράσματα

Η λήψη αποφάσεων στον ενεργειακό σχεδιασμό καλύπτει ολόκληρο το φάσμα των επιπέδων στη λήψη πολιτικών αποφάσεων (παγκόσμιο, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό). Ο ενεργειακός σχεδιασμός συμπεριλαμβάνει ταυτόχρονα πολλούς στόχους και ελέγχεται από διαφορετικές ομάδες εμπλεκομένων, ενώ οφείλει να λαμβάνει υπόψη έναν πολύ μεγάλο αριθμό διαφορετικών κριτηρίων. Η διαδικασία της λήψης αποφάσεων για τον ενεργειακό τομέα είναι μία πολύπλοκη διαδικασία η οποία καλείται να ισορροπήσει αντικρουόμενα συμφέροντα, ενώ οι όποιες αποφάσεις θα έχουν πιθανότατα σοβαρές επιπτώσεις (θετικές ή αρνητικές) στις επόμενες γενιές, καθώς από αυτές μπορεί να εξαρτηθεί η ανάσχεση της Κλιματικής Αλλαγής αλλά και η ποιότητα του βιοτικού τους επιπέδου. Οι μέθοδοι της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης που έχει αναπτύξει η επιστημονική κοινότητα, αποτελούν αναμφισβήτητα αξιόπιστα εργαλεία συμβολής στη διαδικασία λήψης αποφάσεων στον Ενεργειακό Τομέα, καθώς λειτουργούν σε συνθήκες ανάγκης ομαδικής λήψης απόφασης, λαμβάνοντας υπόψη τις αντικρουόμενες επιδιώξεις των εμπλεκομένων και συμπεριλαμβάνοντας μεγάλο αριθμό διαφορετικών κριτηρίων. Είναι κατά συνέπεια επιτακτική ανάγκη να ενσωματωθούν οι μέθοδοι αυτές στο σύγχρονο ενεργειακό σχεδιασμό, ο οποίος δεν μπορεί να περιορίζεται μόνο σε συγκεκριμένους ενεργειακούς στόχους, αλλά πρέπει να σταθμίζει μακροπρόθεσμους και βραχυπρόθεσμους στόχους, βέβαια και αβέβαια δεδομένα, αντικειμενικές, υποκειμενικές, ποσοτικές και ποιοτικές πληροφορίες.

Βιβλιογραφία

Anderson, T. and Doig, A., 2000. Community planning and management of energy supplies-international experience. Renewable Energy 19. pp. 325-331.

Brans, J.P., Vincke, Ph., 1985, Ά preference ranging organization method The PROMETHEE method for MCDM', Management Science 31. pp. 647-656.

Brans, J.P., Vincke, Ph., Mareschal, B., 1986, 'How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method, European Journal of Operational Research 24. pp. 228-238.

Buchanan, J., Sheppard, Ph., Vanderpooten, D., 1999, 'Project ranking Using ELECTRE III', Working paper, Department of Management Systems, University of Waikato, Hamilton.

Chang, H. and Huang, W., 2006. Application of a quantification SWOT analytical method. Mathematical and Computer Modelling 43 (1), pp.158-169.

Commission Communication of 10 January 2007: *"Renewable Energy Road Map. Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future"* http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/l27065_en.htm

Greening, L., Bernow, S., 2004. Design of coordinated energy environmental policies: use of multi-criteria decision making. Energy Policy 32. pp. 721-735.

Hill, D., and Westbrook, R., 2008. SWOT analysis: It's time for a product recall. Long Range Planning 30 (1), pp. 46-52.

Hokkanen, J., Salminen, P., 1994, 'The choice of a solid waste management system by using the ELECTRE III decision - aid method', in Applying Multiple Criteria Aid for Decision to Environmental Management. pp. 111-153.

Johansson-Stenman, O., 2002. 'Environmental Policy when people's preferences are inconsistent, non-welfaristic, or simply not developed', In Bromley, D., and Paavola, J., Economics, Ethics and Environmental Policy: Contested Choices, Blackwell.

Keyser, W.D., Peeters, P., 1996, Ά note on the use of PROMETHEE multi-criteria methods', European Journal of Operational Research 89. pp. 457-461.

Lahdelma R., Hokkanen J., Salminen, P., 1998, 'SMAA - Stochastic Multiobjective Acceptability Analysis', European Journal of Operational Research 106 pp. 137-143.

Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J., 2002, 'Locating a waste treatment facility by using stochastic multicriteria acceptability analysis with ordinal criteria', European

Martinez-Alier, J., Munda, G., O'Neil, J., 1998, 'Weak comparability of values as a foundation for ecological economies', Ecol. Econ. 26. pp. 277-286

Mousseau, V., Slowinski, R., 1998, 'Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples', Journal of Global Optimization 12. pp. 157-174.

Rogers, M., Bruen, M., 1998, 'Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within ELECTRE', European Journal of Operational Research 107. pp. 542-551.

Roy, B , Vincke, Ph, 1981, 'Multicriteria analysis survey and new directions', European Journal of Operational Research 8. pp. 207-218.

Saaty, T. L, 1980, 'The Analytic Hierarchy Process', McGraw – Hill.

Salminen, P, Hokkanen, J , Lahdelma R., 1998, 'Comparing multi-criteria methods in the context of environmental problems' European Journal of Operational Research 104. pp. 485-496.

Smets, Ph., Kennes, R., 1994. 'The transferable belief model' Artificial Intelligence, pp. 191-234.

Steuer, R., 1986, 'Multiple criteria optimization: theory, computation and application', Wiley, New York.

Stewart, T.J., 1992, Ά critical survey on the status of multiple criteria decision making theory and practice', Omega 20. pp. 569-586.

Swisher, J.N, Jannuzzi, GM, Redlinger, R.Y., 1997. 'Tools and Methods for Integrated Resource Planning', UNEP Collaborating Center on Energy and Environment, Riso National Laboratory.

Terrados, J., Almonacid, G., Hontoria, L., 2007. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools. Impact on renewable development. Renewable and Sustainable Energy Reviews 11. pp. 1275-1287.

Tkach, R.J., Simonovic, S.P., 1999. Ά new approach to multi-criteria decision making in water resources', Journal of Geographic Information and Decision Analysis 1 pp. 25-43.

Vincke, Ph., 1992, 'Multicriteria decision aid', Wiley, New York.

Zeleny, M., 1982, 'Multiple criteria decision-making', Mcgraw-Hill.

Δεμερτζίδου, Ε., 2006, Διερεύνηση πολυκριτηριακών μεθόδων για την υποστήριξη αποφάσεων Ενεργειακού Σχεδιασμού. Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Παπαστάμου, Α., 2015. Η «Πράσινη Διπλωματία» -Διεθνείς Σχέσεις και Προστασία του Περιβάλλοντος. Εκδόσεις Πατάκη.

Πολατίδης, Η., 2003. Ενεργειακή Ανάλυση και Λήψη Αποφάσεων: Ένα Πολυκριτηριακό Μεθοδολογικό Πλαίσιο. Τμήμα Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Πολατίδης, Η., Ελευθεριάδου, Ε., Χαραλαμπόπουλος, Δ., 2004, Ένα Πολυκριτηριακό εργαλείο λήψης απόφασης για τις ΑΠΕ. Πρακτικά RES Forum, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Σίσκος, Γ., 2008, Μοντέλα Αποφάσεων. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Σπυριδάκος, Α., 2014, Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία, Σημειώσεις ΜΠΣ: Επιστήμη των Αποφάσεων με Πληροφοριακά Συστήματα, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Τ.Ε.Ι. Πειραιά.

Στοϊμενίδης, Α., 2009. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Περιφερειακή Ανάπτυξη. Συσχέτιση Πολιτικών, Χρηματοδοτικών, Εκπαιδευτικών, Τεχνολογικών Παραμέτρων. Γεωπονική Σχολή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Φορτσάκης, Θ., 2009. Το Δίκαιο της Ενέργειας. Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα.

Assessing the impact of the Electric Interconnection of Crete in the Day Ahead Electricity Market and the Electric Mix

Athanasios Dagoumas & Nikolaos Koltsaklis
Department of International and European Studies, School of Economics, Business and International studies, University of Piraeus, 126 Gr. Lampraki, 18532, Piraeus
dagoumas@unipi.gr, nikkoltsak@gmail.com

Abstract
A critical project in the Ten Year Network Development Plan (TYNDP) of the Independent Transmission System Operator (ADMIE) is the interconnection of Crete with the mainland electric system. This project will enhance the penetration of renewable energy resources in the island and eliminate the share of oil in the energy mix. The interconnection will also decrease significantly the electro-production cost from the oil power plants in Crete, leading to relative decrease of the Social Welfare Services cost, which is allocated to all electricity consumers in the country. Moreover, the interconnection will affect the system marginal price of the day ahead market, affecting the revenues of the market participants as well as the final electricity tariffs. Therefore, the assessment of the interconnection of the Crete on the electricity market and the energy mix is of high interest. The paper presents the effect of the interconnection of Crete in the day ahead electricity market, quantifying also the penetration potential of renewable energy resources as well as of other energy resources, lignite and natural gas. The assessment is elaborated with a spatial multi-period long-term energy planning model of the Greek electric system, which incorporates also the unit commitment problem to assess the Day-Ahead Market.

Keywords: Energy planning; Energy forecasting; Alternative Energy Sources; Energy Prices.
JEL Codes: Q4; Q47; Q42; Q41.

Επίδραση της Ηλεκτρικής Διασύνδεσης της Κρήτης στην Προ-ημερήσια Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και στο Ενεργειακό Μείγμα

Αθανάσιος Δαγούμας & Νικόλαος Κολτσακλής
Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Σχολή Οικονομικών, Επιχειρηματικών και Διεθνών Σπουδών, Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών, Γρ. Λαμπράκη 126, 18532, Πειραιάς

Περίληψη
Ένα σημαντικό έργο στο Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης Συστήματος στο Ανεξάρτητου Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ Α.Ε.) είναι η ηλεκτρική διασύνδεση της Κρήτης με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό σύστημα. Το έργο αυτό αναμένεται να ενισχύσει τη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο νησί της Κρήτης και να περιορίσει σημαντικά το ποσοστό της ηλεκτροπαραγωγής από πετρέλαιο στο ηλεκτρικό μείγμα. Η διασύνδεση θα απομειώσει επίσης σημαντικά το υψηλό κόστος ηλεκτροπαραγωγής από τις πετρελαϊκές μονάδες, οδηγώντας σε αντίστοιχη σημαντική απομείωση του κόστους των Υπηρεσιών Κοινής Ωφέλειας (ΥΚΩ), οι οποίες κατανέμονται σε όλους του ηλεκτρικούς καταναλωτές σε όλη τη χώρα. Επιπλέον, η διασύνδεση θα επηρεάσει σημαντικά την Οριακή Τιμή Συστήματος (Ο.Τ.Σ.) της χονδρεμπορικής Προ-Ημερήσιας Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, επηρεάζοντας τα κέρδη των συμμετεχόντων στην αγορά καθώς και τα τελικά τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς, η αποτίμηση της επίπτωσης της ηλεκτρικής διασύνδεσης της Κρήτης στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και στο ηλεκτρικό μείγμα είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα. Το άρθρο αυτό παρουσιάζει την επίδραση της ηλεκτρικής διασύνδεσης της Κρήτης στην Προ-ημερήσια Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας, ποσοτικοποιώντας επίσης τη δυνητική διείσδυσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και άλλων πηγών, όπως το φυσικό αέριο και ο λιγνίτης. Η αποτύπωση γίνεται με ένα μοντέλο βελτιστοποίησης του μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού ενός συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, στο οποίο έχουν ενσωματωθεί οι περιορισμοί του Ημερήσιου Ενεργειακού Προγραμματισμού (ΗΕΠ).

Λέξεις Κλειδιά: Μακροχρόνιος Ενεργειακός Σχεδιασμός; Ενεργειακή Πρόβλεψη; Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας; Ενεργειακές Τιμές.
JEL Κωδικοί: Q4, Q47, Q42, Q41.

1. Introduction

The interconnection of the islands and especially of the Crete Island is probably the most important energy infrastructure development that the Independent Transmission System Operator S.A. (ADMIE) has undertaken to implement in its Ten Year Network Development Plan (TYNDP). The Regulatory Authority of Energy (RAE) has approved through its 560/2013 decision the TYNDP for the period 2014-2023, mentioning – concerning the Crete interconnection- that ADMIE has to make a final decision -until the submission of the TYNDP for 2015-2024- on the following critical issues: identification of the interconnection nodes in the mainland and the Crete electric system, identification of the dimension of the interconnection cable (e.g. 2 cables of 500 MW each). ADMIE is already elaborating its TYNDP, trying to resolve those critical issues, which concern economic, technical and environmental issues, as the interconnection node –especially in the Crete Island- faces local opposition from municipalities and citizens.

Moreover the dimensioning of the cable strongly affects the installation of major renewables plants, as the wind and solar capacity is exceptional high, making wind investments competitive to conventional ones, such as lignite and gas power plants, as the levelized cost of electricity is lower for several wind investments. However, again there is local opposition for the construction of massive wind farms form the local societies. All these issues create uncertainties on the connection node, the size of the cable and time of its implementation.

This paper does not aim to contribute on resolving any of issues related to local concerns, especially the environmental issues. It aims to quantify the effect of the interconnection of the cable in the electricity market of the mainland system. It aims to provide its effect on marginal system price of the Day-Ahead Electricity Market and on the electric mix, providing evidence on the penetration capability of renewables.

In order to provide quantify these effects, the energy system expansion problem, which identifies the units that will be commissioned based on an optimization function that considers techno-economic and environmental criteria, has to be integrated with the unit commitment problem, which identifies the units that will operate in the day-ahead electricity market based on an optimization function that considers their variable costs, their bidding strategy, the ancillary services and other technical criteria required by the Transmission System Operator. Section 2 provides a description of the need to proceed to an integration of the energy system expansion problem with the unit commitment problem. Section 3 provides the problem statement, while Section 4 provides the Mathematical Formulation. Section 5 provides the results of the modelling for some indicative scenarios, while the Conclusions summarize the main contribution of this work.

2. Unit commitment problem

The long-term Energy System Expansion Planning problem determines the optimal type of energy technologies, the capacity expansion, location, and time construction of new power generation plants while minimizing total cost over a long planning horizon. The most important factors such as the projected electricity demand as well as any economic (e.g., investment, fuel cost), technical (e.g., operational availability, technical operational minimum) and environmental (CO2 emissions targets and pricing) parameters are taken into consideration and the corresponding constraints must be satisfied. The optimization of the GEP problem is a very crucial and challenging task that should consider multiple aspects and decision criteria. There are various available technologies that can be deployed to meet the electricity demand. These

options can be identified based on several factors, including operational technical characteristics, environmental impact, variations on the fuel prices as well as construction lead times and life-times of the power plants (Bakirtzis et.al, 2012, Georgiou et. al., 2010 Mirzaesmaeeli et al. 2010). A recent paper (Koltaklis et al., 2014) describes a spatial multi-period long-term energy planning model, focusing on the Greek power system, while a continuation of this work (Koltsaklis and Georgiadis, 2015) describes the Integrated Unit Commitment and Generation Expansion Planning Model.

In order to understand the unit commitment problem, a short introduction on the structure and operation of the electricity markets is required. Until recently, power systems were organized at a centralized structure worldwide. Vertically-integrated and state-owned power enterprises were responsible for the operation of the whole spectrum of related activities: power generation, transmission, distribution, and retail. Moreover, such utilities acted as government-owned monopolies in all these fields. Market-based power systems were first introduced in Chile in 1982 with the separation of generation and distribution activities, the introduction of competition between producers, as well as of electricity trading and pricing according to the production cost (marginal pricing). The structure of electricity markets worldwide has been designed in a variety of ways.

However, all these implemented schemes share a number of common characteristics, of which the separation of generation, transmission, distribution, and retail activities is a key one. Markets promote competition in generation and retail, while transmission remains a monopoly managed now by non-commercial, independent organizations (transmission system operators, in short TSOs).

With regard to electricity trading, it is typically organized in power mandatory pools (Greece's case) or exchanges. Commonly, the preferred marketplace for short-term (daily) transactions is a day-ahead market, often referred to as forward market in the USA and as spot market in Europe. This market is organized as a two-sided power auction where electricity producers, retailers, and large consumers submit offers and bids for power supply to and withdrawal from the grid, correspondingly, throughout the following day. Market participants (e.g., power plants' owners, importers, exporters) must usually submit 24 selling offers/purchasing bids in total, i.e., one for each hour of the following day. Their hourly (or on a 30-minute basis in New Zealand) offers/bids are typically divided into a number of blocks each of which is associated with a specific pair of power quantity and its corresponding price. The objective of the electricity market operator refers to electricity demand and power reserves satisfaction in the most economical way. If transmission constraints are not taken into account in the market-clearing procedure, the intersection between the two curves sets the system marginal price (SMP) and this price applies for all market participants.

Therefore, Unit commitment problem is defined as the problem aiming at determining the optimal strategy so as to satisfy the power load and energy reserve requirements at minimum total cost by making use of an optimal combination of a set of existing power plants. Although it comprises a complex Mixed Integer Non-Linear Programming (MINLP) problem, it can be also formulated as a Mixed Integer Linear Programming (MILP) with high accuracy and for simplicity reasons. As a consequence, the development of a sophisticated and detailed modelling tool being able to represent in an analytical way all the market transactions is of paramount importance for the determination of the optimal scheduling plan at a regional and/ or national level and can be utilized either by market participants and/or by the electricity market operator.

3. Problem statement

The problem to be addressed in this work is that of the optimal dispatch of power generating units (unit commitment problem), as part of its energy system expansion problem, which identifies which units have to be commissioned / decommissioned. The problem under consideration is formally defined in terms of the following items:

- The scheduling period includes hourly time steps $t \in T$, where the electricity market operator determines the optimal scheduling plan for the 24 hours of the next day (day-ahead market).

- The power system under consideration is split into a number of subsystems $c \in C$. These subsystems are further divided into a certain number of zones $z \in Z$ to better represent the system's regional characteristics.

- A set of power generating units $g \in G$ is installed in each subsystem $g \in G^s$ (or zone $g \in G^z$). This set includes thermal units $g \in G^{th}$, hydroelectric units $g \in G^h$, (both referred to as hydrothermal ones $g \in G^{hth}$) and renewable units $g \in G^{res}$. Each renewable unit $g \in G^{res}$ is characterized by a specific availability factor in each zone and time period, $AF_{g,z,t}$.

- With reference to the operational cycle of each hydrothermal unit $g \in G^{hth}$: after a shut-down decision has been taken for each unit, it has to remain off (non-operational) for at least T_g^{down} hours, i.e., it has a specific minimum down time. A certain cost is associated with the shut-down decision of each unit $g \in G^{hth}$, SDC_g. According to the real non-operational time of each unit $g \in G^{hth}$, T_g^{rdn}, there are three available start-up types $m \in M$ $\{M: hot, warm, cold\}$ when a start-up decision is determined by the model. Moreover, there are specific time limits after which each unit $g \in G^{hth}$ changes stand-by condition, including the non-operational time before going from hot to warm stand-by condition (T_g^{htw}), and the corresponding one before going from warm to cold stand-by condition (T_g^{wtc}).

- A unit $g \in G^{hth}$ is considered operational when it operates in each one of the aforementioned phases, i.e., synchronization, soak, dispatchable and desynchronization. The total operational time of each unit must be greater than or equal to its minimum up time, T_g^{up} in order to be allowed to shut-down.

- Power system's requirements include: (i) electricity demand requirements in each subsystem and time period, $D_{s,t}$, (ii) primary-up reserve requirements in each time period, $R1_t^{up}$, (iii) secondary-up, $R2_t^{up}$, and secondary-down, $R2_t^{down}$, reserve requirements in each time period, (iv) fast secondary-up, $FR2_t^{up}$, and fast secondary-down, $FR2_t^{down}$, reserve requirements in each time period, and (v) tertiary reserve requirements in each time period, $R3_t$.

- When it comes to power reserve provision capabilities, each unit $g \in G^{hth}$ is identified based on: (i) upper bound on the provision of primary reserve, $R1_g$, (ii) upper bound on the provision of secondary reserve, $R2_g$, (iii) upper bound on the provision of tertiary

spinning, $R3_g^{sp}$, and non-spinning reserve, $R3_g^{nsp}$. Each unit's energy reserve offer has a certain price, i.e., $RC1_{g,t}$ for the primary energy reserve, and $RC2_{g,t}$ for the secondary range energy offer, while tertiary energy offer is non-priced.

3. Mathematical Formulation

3.1. Objective Function

The model's objective function to be optimized concerns the minimization of the total daily operational cost of the studied power system, including: (i) marginal cost of the power units incorporating fuel cost, variable operating and maintenance (O&M) cost, and CO_2 emission allowances cost, (ii) power imports cost, (iii) power exports revenues, (iv) pumping load revenues, (v) units' shut-down cost, and (vi) reserves provision cost, as represented by Equation (1).

$$\begin{aligned}
\boldsymbol{Min\ Cost^{daily}} = & \\
& \overbrace{\sum_{g\in(G^{hth}\cap G^{z})}\sum_{z\in Z}\sum_{b\in B}\sum_{t\in T}\left(pb_{g,b,t}\cdot CB_{g,b,t}\cdot L_{z,t}\right)}^{Marginal\ cost} + \\
& \overbrace{\sum_{n\in N^{z}}\sum_{z\in Z}\sum_{b\in B}\sum_{t\in T}\left(imb_{n,b,t}\cdot CIP_{n,b,t}\cdot L_{z,t}\right)}^{Power\ imports\ cost} - \\
& \overbrace{\sum_{n\in N^{z}}\sum_{z\in Z}\sum_{b\in B}\sum_{t\in T}\left(exb_{n,b,t}\cdot CEP_{n,b,t}\right)}^{Power\ exports\ revenues} - \\
& \overbrace{\sum_{h\in H^{z}}\sum_{z\in Z}\sum_{b\in B}\sum_{t\in T}\left(pmb_{h,b,t}^{pum}\cdot CPM_{h,b,t}\right)}^{Pumping\ load\ revenues} - \\
& \overbrace{\sum_{g\in G^{hth}}\sum_{t\in T}\left(x_{g,t}^{sd}\cdot SDC_{g}\right)}^{Shut-down\ cost} + \\
& \overbrace{\sum_{g\in G^{hth}}\sum_{t\in T}\left[\left(r1_{g,t}^{up}\cdot RC1_{g,t}\right)+\left(r2_{g,t}^{up}+r2_{g,t}^{down}\right)\cdot RC2_{g,t}\right]}^{Reserves\ provision\ cost}
\end{aligned} \tag{1}$$

3.2. Model constraints

Moreover, the model has to consider important Constraints, related to the Start-Up decisions, the synchronization operational stage, the soak operational stage, the de-synchronization operational stage, the minimum op and down time operation of units, logical constraints of the unit commitment, energy offer constraints, power imports, exports and pumped storage constraints, net power injections and power output constraints, reserve requirements, energy system constraints, energy resources limits, ramp rate constraints, corridor limits and the requirement of an energy balance among the demand and the power injection. All those constraints, eliminate the production of the units in order, as the Transmission System Operator aims at securing the system stability.

Figure 1 provides the indicative power output limits of each hydrothermal units. Figures 2-4 provide the modelling of the synchronization, the soak and the desynchronizations phases, aiming at describing how the technical characteristics of the units are critical in the determining their penetration and share in the day-ahead electricity market. The actual representation of those technical characteristics in fact simulates the real operation of the electric system from the Transmission System Operator, that is responsible for the stability and reliability of the electric system.

Figure 1: Power output limits of each hydrothermal unit (MW)

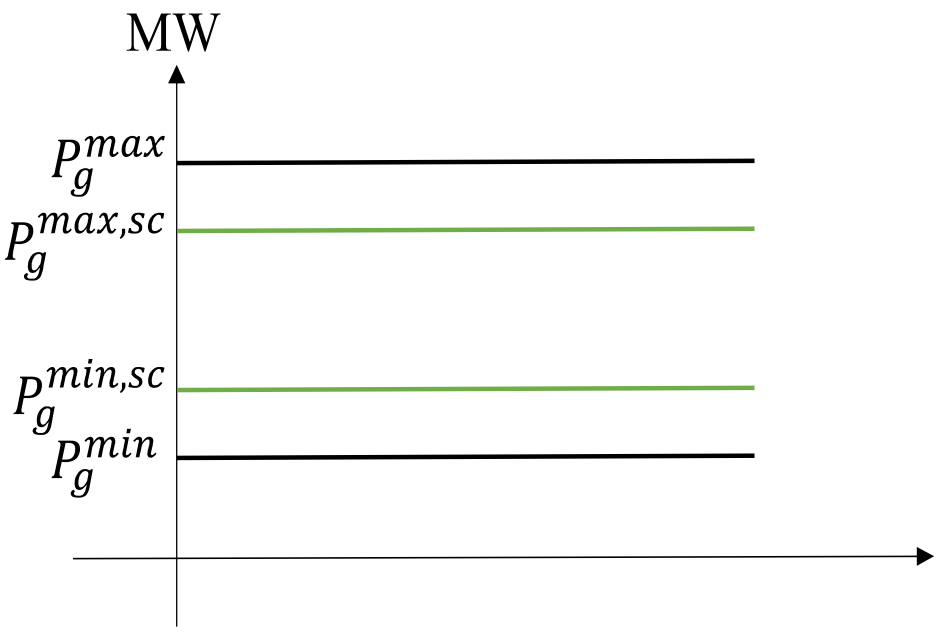


Figure 2: Modelling of the synchronization phase

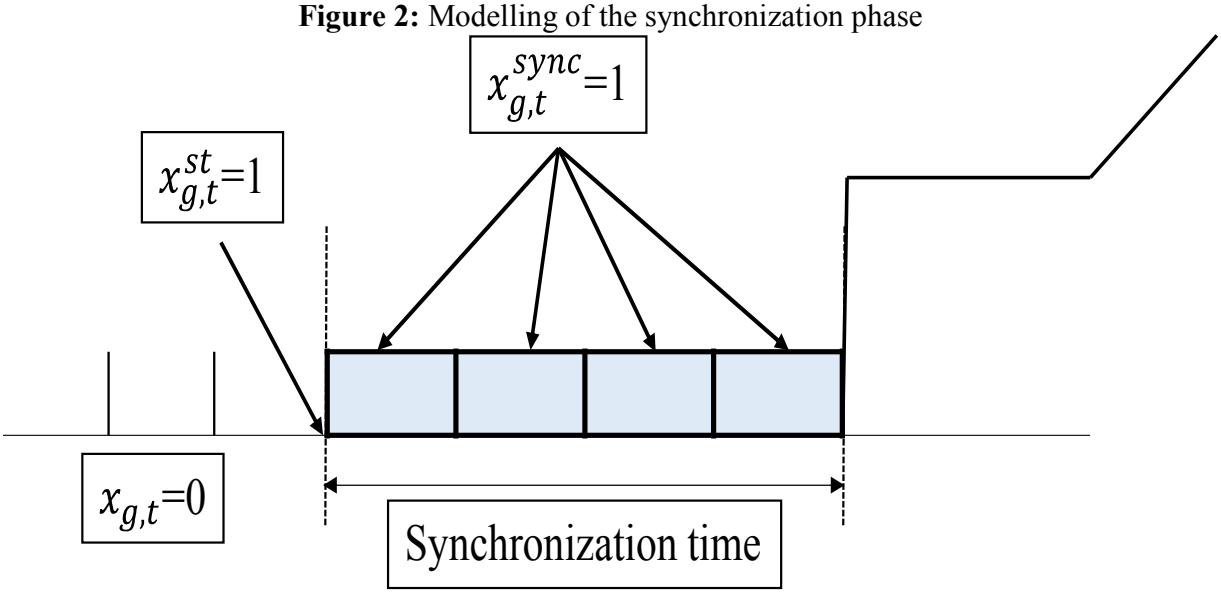


Figure 3: Modelling of the soak phase

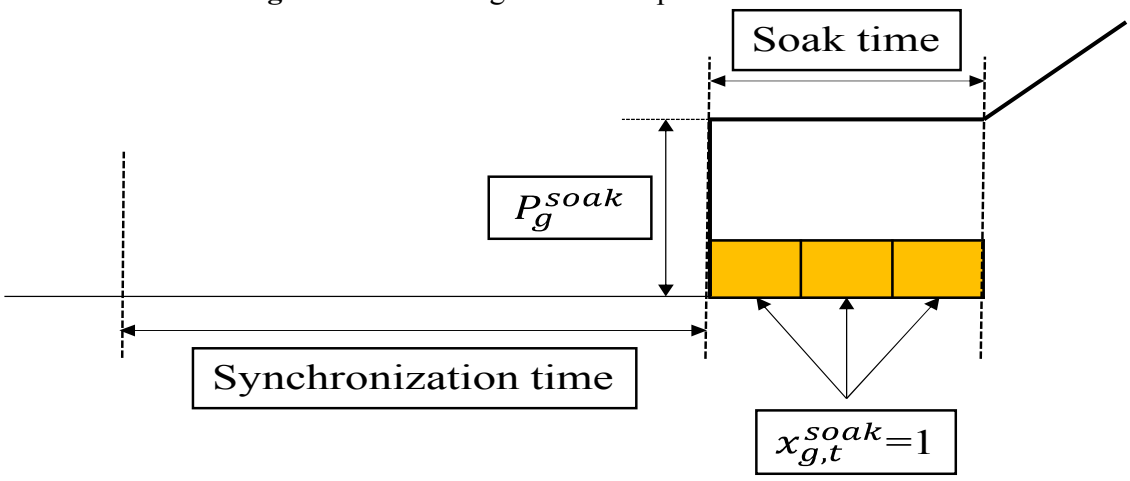
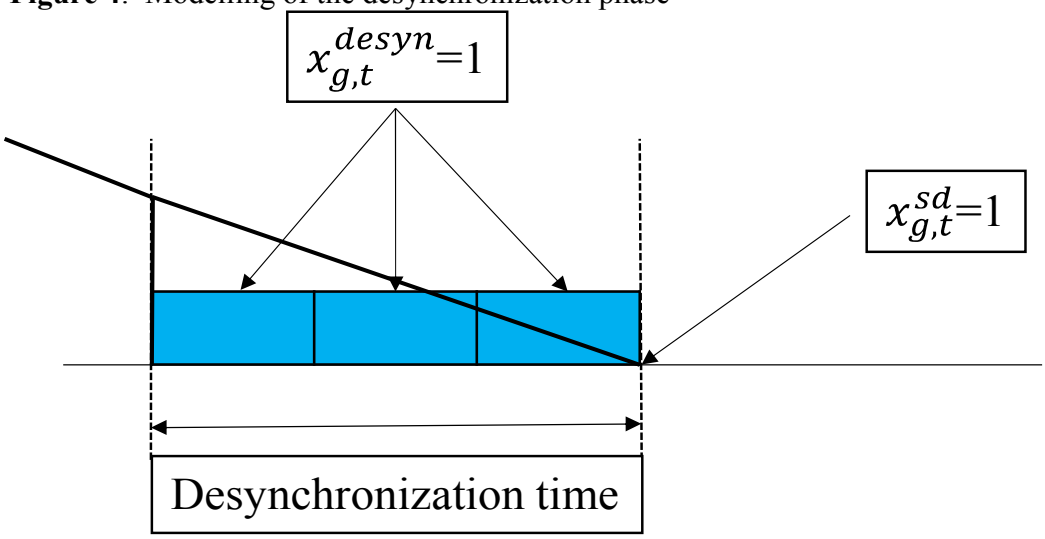


Figure 4: Modelling of the desynchronization phase



4. Results

The model, which provides the Energy System Expansion Planning, provide a signal on the units that have to be incorporated but as well the interconnection cables based on the least cost optimal solution. This is in fact the role of its model as a contributor to the Long-term Energy Planning. This optimum penetration of each technology and dimensioning of interconnectors are in practice used by a decision maker, namely the relevant Ministry to provide the ceilings in its energy policy for supporting the renewables. However, in practice this optimum share of its energy resource, depends on other issues, e.g. social acceptance of the investments and environmental issues but as well on their effect on actual cost the suppliers buy the energy from the pool, based on which they form their energy tariffs to the final energy consumers. As mentioned in the Introduction section, critical issues of the problem are the penetration level of Renewables and the size of the interconnection cable. Therefore, we consider

that it is also of high interest the examination of those issues on the day-ahead electricity market, as a signal of a minimum cost for suppliers in the electricity markets and therefore the final consumers. In order to quantify the influence of those issues, a number of scenarios have been built. The model has been used to examine those scenarios, differentiated by the penetration of renewables, and by the dimensioning of the cable, namely the Direct Current (DC) interconnector. Table 1 shows the assumptions of these scenarios.

What is crucial to understand from those scenarios, is how much the system marginal price (SMP) is affected, if there is difference among the zones in Greece, which in practice shows that there is a bottleneck and requires re-dimensioning of the interconnectors Table 2 shows the weighted average System Marginal Price (SMP) at the different zones in Greece, namely the North Zone, the South Zone and the Crete Island, for the different scenarios of the penetration of Renewables (Wind and Photovoltaics) in the Crete Island and the size of the DC Interconnector of the mainland electric system with the system of Crete. The results show with a DC Interconnector of 1 GW, there is potential penetration potential for Renewables at the level of 2.5 GW. This increased penetration potential is attributed results from the fact that the Renewables have a low capacity factor, namely at the level of 18% and 26% for solar and wind capacity respectively, as reported in the relevant reports from the Electricity Market Operator S.A. (LAGIE). Those results have considered that the Transmission System Operator would require for system stability issues -a share, about 30%, of the generation to come from local thermal units, namely existing oil plants. Therefore, the possible size of 1GW of the DC Interconnector, leaves a space for considerable renewables penetration, which will results in significant System Marginal Price reduction. Something more that has to be mentioned is the fact that only for very few hours, there is a difference among the South and Crete zone pricing, which is the reason why we also examined an increased size of the cable (Case 5b). This practical means that a cable of 1 GW can allow a renewables capacity of 2.5 GW, but as this increases then there urges the need for switching off wind generators, according to dispatch orders form the Transmission System Operator.

Table 1: Scenarios for the penetration of Renewables (Wind and Photovoltaics) in the Crete Island and the size of the DC Interconnector of the mainland electric system with the system of Crete in MW

Case	Wind (MW)	Photovoltaics (MW)	DC Interconnector (MW)
Case 1	400	100	1000
Case 2	800	200	1000
Case 3	1200	300	1000
Case 4	1600	400	1000
Case 5	2000	500	1000
Case 5b	2000	500	2000

It has however to be mentioned that the model allows an examination of extensive scenarios, examining different evolution of critical values of natural gas price, co2 price, renewables investment cost, DC interconnector cost etc. A sensitivity analysis and a Monte Carlo analysis on all those critical parameters can allow a more detailed representation of the effect on the interconnection in the electricity market and the electric mix. Moreover, in order to quantify the overall energy system cost, the supplementary regulated costs, such as network costs, Social

Welfare costs and Special Tax for Emissions Reduction (ETMEAR), but as well the actual levelized cost of energy of the wind and solar plants is needed. This will allow the actual quantification on the breakeven point that identifies the size of the cable and the penetration of renewables.

Table 2: Weighted Average System Marginal Price at the North Zone, South Zone and the Crete Island for the different scenarios of the penetration of Renewables (Wind and Photovoltaics) in the Crete Island and the size of the DC Interconnector of the mainland electric system with the system of Crete

	Case 1	**Case 2**	**Case 3**	**Case 4**	**Case 5**	**Case 5b**
North Zone Price	30.89	28.38	29.01	28.21	24.62	25.34
South Zone Price	30.99	28.48	29.11	28.25	24.66	25.37
Crete Price	30.99	28.48	29.11	28.25	24.66	25.37

5. Conclusions

A critical project in the Ten Year Network Development Plan (TYNDP) of the Independent Transmission System Operator (ADMIE) is the interconnection of Crete with the mainland electric system. This project will enhance the penetration of renewable energy resources in the island and eliminate the share of oil in the energy mix. Moreover, the interconnection will affect the system marginal price of the day ahead market.

In order to provide quantify these effects, the energy system expansion problem, which identifies the units that will be commissioned based on an optimization function that considers techno-economic and environmental criteria, has to be integrated with the unit commitment problem, which identifies the units that will operate in the day-ahead electricity market based on an optimization function that considers their variable costs, their bidding strategy, the ancillary services and other technical criteria required by the Transmission System Operator.

The assessment is elaborated with a spatial multi-period long-term energy planning model of the Greek electric system, which incorporates also the unit commitment problem in order to assess the Day-Ahead Market. The model's objective function to be optimized concerns the minimization of the total daily operational cost of the studied power system, including: (i) marginal cost of the power units incorporating fuel cost, variable operating and maintenance (O&M) cost, and CO_2 emission allowances cost, (ii) power imports cost, (iii) power exports revenues, (iv) pumping load revenues, (v) units' shut-down cost, and (vi) reserves provision cost. Moreover, the model has to consider important Constraints, related to the Start-Up decisions, the synchronization operational stage, the soak operational stage, the de-synchronization operational stage, the minimum op and down time operation of units, logical constraints of the unit commitment, energy offer constraints, power imports, exports and pumped storage constraints, net power injections and power output constraints, reserve requirements, energy system constraints, energy resources limits, ramp rate constraints, corridor limits and the requirement of an energy balance among the demand and the power injection. All those constraints, eliminate the production of the units in order, as the Transmission System Operator aims at securing the system stability.

The model has been used to examine different scenarios. Showing how much the system marginal price (SMP) is affected, but as well if there is difference among the zones in Greece, which in practice shows that there is a bottleneck and requires re-dimensioning of the interconnectors. The paper provides indication on the evolution of the weighted average System

Marginal Price (SMP) at the different zones in Greece, namely the North Zone, the South Zone and the Crete Island, for the different scenarios of the penetration of Renewables (Wind and Photovoltaics) in the Crete Island and the size of the DC Interconnector of the mainland electric system with the system of Crete. The indicative results show with a DC Interconnector of 1 GW, there is potential penetration potential for Renewables at the level of 2.5 GW, based on the indicative scenarios examined.

The model also enables the examination of further of critical variables, such as the price of natural gas price, the CO2 price, the renewables investment cost, the DC interconnector cost etc, through a sensitivity analysis or a Monte Carlo analysis. This would allow a more detailed representation of the effect on the interconnection in the electricity market and the electric mix. Moreover, the representation of the overall energy system cost, requires a further extension of the model to quantify, the supplementary regulated costs, such as network costs, the Social Welfare costs and the Special Tax for Emissions Reduction (ETMEAR), but as well the actual levelized cost of energy of the wind and solar plants is needed. This would allow the actual quantification on the breakeven point that identifies the size of the cable and the penetration of renewables.

References

Bakirtzis G, Biskas P, Chatziathanasiou V. (2012). Generation expansion planning by MILP considering mid-term scheduling decisions. Elect Power Syst Res 86, pp. 98–112.

Georgiou PN, Mavrotas G, Diakoulaki D. (2011). The effect of islands' interconnection to the mainland system on the development of renewable energy sources in the Greek power sector. Renew Sustain Energy Rev 15, pp. 2607–20.

Koltsaklis N.K., A. S. Dagoumas, G.M. Kopanos, E.N. Pistikopoulos, M.C. Georgiadis (2014). A spatial multi-period long-term energy planning model: A case study of the Greek power system, Applied Energy 115, pp. 456-482.

Koltaklis N.K. and M.C. Georgiadis (2015). An Integrated Unit Commitment and Generation Expansion Planning Model, Computer Aided Chemical Engineering 37,pp. 2273–2278

Mirzaesmaeeli H, Elkamel A, Douglas PL, Croiset E, Gupta M. (2010). A multi-period optimization model for energy planning with CO2 emission consideration. J Environ Manage 91, pp. 1063–70.

Η ελληνική οικονομική κρίση και οι επιπτώσεις στις μεταφορές

Β. Προφυλλίδης & Γ. Μποτζώρης
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Τομέας Συγκοινωνιακών Έργων & Μεταφορών, Βασ. Σοφίας 12, 67100 Ξάνθη
vprofill@civil.duth.gr gbotzori@civil.duth.gr

Περίληψη
Στην εργασία διερευνώνται οι επιπτώσεις της ελληνικής οικονομικής κρίσης της περιόδου 2009-2015, που νοείται ως μείωση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ και διαθέσιμου εισοδήματος με ταυτόχρονη αύξηση του δημοσίου χρέους και της ανεργίας. Σε επίπεδο χώρας διερευνώνται οι επιπτώσεις στις επιβατικές και εμπορευματικές οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές, ενώ σε επίπεδο πόλης διερευνώνται, μέσω εκτεταμένης έρευνας ερωτηματολογίου, οι μεταβολές που επέβαλλε η οικονομική κρίση στις διαμορφωμένες συνήθειες μετακίνησης σε μια ελληνική πόλη μεσαίου μεγέθους, ανάλογα με το σκοπό μετακίνησης (εργασία, αγορές, ψυχαγωγία).

Λέξεις Κλειδιά: Οικονομική κρίση, επιβατικές μεταφορές, εμπορευματικές μεταφορές, έρευνα ερωτηματολογίου, συνήθειες μετακίνησης

JEL Κωδικοί: R41, R42, O11, O18.

1. Τι εννοούμε ως ελληνική οικονομική κρίση

Ο όρος *οικονομική κρίση* χρησιμοποιείται στην Ελλάδα συχνά από σκοπιά πολιτική ή κοινωνική και όχι (όπως θα έπρεπε) αυστηρά οικονομική. Ως *χρηματο-οικονομική* κρίση νοείται, στη συνήθη εμφάνισή της, η κατάσταση εκείνη κατά την οποία οι τιμές ορισμένων μετοχών ή κρατικών χρεωγράφων (ομολόγων) χάνουν αιφνίδια και απότομα μεγάλο μέρος της ονομαστικής τους αξίας, συνήθως μετά από υπέρμετρη και συχνά τεχνητή διόγκωσή τους (φαινόμενο φούσκας). Χρηματο-οικονομικές κρίσεις μπορούν να προκαλούνται από (ή να έχουν ως συνέπεια) καταρρεύσεις τραπεζών, οικονομική ύφεση, αδυναμία κρατών να εξυπηρετήσουν τα χρέη τους, απότομες προσαρμογές συναλλαγματικών ισοτιμιών.

Η διεθνής χρηματο-οικονομική κρίση του 2008 (που θεωρείται η χειρότερη μετά την αντίστοιχη του 1929) ξεκίνησε από τις ΗΠΑ με κυριότερη αιτία τη χορήγηση δανείων για απόκτηση κατοικίας, χωρίς εξασφάλιση των τραπεζών έναντι πιθανών κινδύνων στο ενδεχόμενο αδυναμίας των δανειοληπτών για εξυπηρέτηση των δανείων. Στα δάνεια αυτά δόθηκε η δυνατότητα να τιτλοποιηθούν με εγγύηση το ακίνητο στο οποίο αναφέρεται το δάνειο και να εισαχθούν στο χρηματιστήριο. Έτσι ένας τίτλος που αναφερόταν σε ένα ακίνητο κατέληξε να έχει ονομαστική αξία πολλαπλάσια της αξίας του ακινήτου. Η συνειδητοποίηση της κατάστασης αυτής το Σεπτέμβριο του 2008 οδήγησε σε κατάρρευση επενδυτικών τραπεζών και σε προβλήματα σε όσες τράπεζες είχαν στο χαρτοφυλάκιό τους τα συγκεκριμένα χρηματο-οικονομικά προϊόντα, (Ozturk & Sozdemir, 2015).

Από τις ΗΠΑ η κρίση μεταδόθηκε στην Ευρώπη και εξελίχθηκε σε κρίση χρέους (και απροθυμία των διεθνών αγορών να συνεχίζουν να δανείζουν, παρά μόνο με υψηλά και απαγορευτικά επιτόκια) για ευρωπαϊκές χώρες με υψηλό χρέος, χαμηλή ή αρνητική ανάπτυξη, εξαιρετικά αρνητικό ισοζύγιο τρεχουσών συναλλαγών και χαμηλή ανταγωνιστικότητα. Πρώτη

στοχοποιήθηκε από τις διεθνείς αγορές η Ελλάδα, η οποία βρέθηκε σε αδυναμία να αναχρηματοδοτήσει το Μάιο του 2010 δανειακές της υποχρεώσεις και αναγκάσθηκε να προσφύγει για χρηματοδότηση (τόσο για εξυπηρέτηση δανείων όσο και για εξασφάλιση των ταμειακών αναγκών του ελληνικού κράτους) στο Διεθνές Νομισματικό Ταμείο και στις χώρες της ζώνης του ευρώ, (Magoulios et al., 2015). Τα δάνεια που δόθηκαν στη χώρα είχαν ως προαπαιτούμενα τη δραστική μείωση και εξυγίανση των δημοσίων οικονομικών και δαπανών, τη μείωση του κόστους εργασίας, την αύξηση των δημοσίων εσόδων, κ.λπ.

Οι χρηματο-οικονομικές κρίσεις δεν πρέπει να συγχέονται με τις συνήθεις *κυκλικές διακυμάνσεις* της οικονομίας, κατά τις οποίες εναλλάσσονται περίοδοι ύφεσης και ανάπτυξης.

Η ελληνική ωστόσο οικονομική κρίση είχε πολύ πιο δραματικές συνέπειες σε σύγκριση με άλλες ομοειδείς χώρες. Μεταξύ 2008 και 2013, το ΑΕΠ της χώρας, (Σχήμα 1, Πίνακας 1) μειώθηκε κατά 26.03% έναντι μείωσης την ίδια περίοδο κατά 7.31% στην Ισπανία, κατά 8.35% στην Πορτογαλία, κατά 2.14% στις χώρες του ευρώ και κατά μόλις 1.03% στην ΕΕ-28 χωρών. Η ανεργία (Πίνακας 2) εκτοξεύθηκε στην Ελλάδα από 7.8% το 2008 σε 26.5% το 2014, στην Ισπανία από 11.4% το 2008 σε 24.5% το 2014, στην Πορτογαλία από 8.8% το 2008 σε 14.1% το 2014, στις χώρες του ευρώ από 7.6% το 2008 σε 11.6% το 2014 και στην ΕΕ-28 χωρών από 7.0% το 2008 σε 10.2% το 2014. Ιδιαίτερα δραματική είναι η κατάσταση στους νέους, όπου στη χώρα μας μετά το 2011 το ποσοστό ανήλθε σε επίπεδα άνω του 50% (52.4% το 2004), (Karafolas & Alexandrakis, 2015).

2. Η εξέλιξη του επιβατικών και εμπορευματικών μεταφορών στην Ελλάδα τα χρόνια της κρίσης

Ενώ η χώρα είχε εισέλθει σε ύφεση από το 2008, αυτό δεν έγινε αντιληπτό από την ελληνική κοινωνία μέχρι το 2010 (οπότε η χώρα περιήλθε υπό διεθνή οικονομικό έλεγχο) που συνέχισε να καταναλώνει και να μετακινείται χωρίς καμία ουσιώδη μείωση. Η συνειδητοποίηση όμως της πραγματικότητα από τους έλληνες πολίτες το 2010 είχε ως συνέπεια δραματικές, για ορισμένα μέσα μεταφοράς, μεταβολές των μεγεθών των μεταφορικών δραστηριοτήτων.

Οι *εμπορευματικές* μεταφορών έχουν τη μεγαλύτερη ευαισθησία ως προς οποιαδήποτε αλλαγή στα μεγέθη της οικονομικής δραστηριότητας. Έτσι μεταξύ 2010-2013 (Πίνακες 3 και 4), οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές στην Ελλάδα μειώθηκαν κατά 42.37% (μέση ετήσια μείωση της τάξης του 16.78%), έναντι μείωσης 3.11% (ή -1.05% ετησίως) για τις οδικές εμπορευματικές μεταφορές εξωτερικού, καθώς οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες ανέκαμπταν από την κρίση και ταυτόχρονα αυξάνονταν οι εξαγωγές ελληνικών προϊόντων. Την ίδια περίοδο (2010-2013), στις 28 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές εσωτερικού καταγράφουν μείωση μόλις 5.48% (ή -1.86% ετησίως), ενώ οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές εξωτερικού αύξηση κατά 4.94% (ή +1.62% ετησίως), (EU, 2015).

Οι σιδηροδρομικές εμπορευματικές μεταφορές γνώρισαν στη χώρα μας μεταξύ 2010-2013 κάθετη μείωση κατά 61.40% (-27.19% ετησίως), έναντι μικρής αύξησης 3.30% (1.09% ετησίως) στις χώρες της ΕΕ-28, (EU, 2015).

Και οι αεροπορικές εμπορευματικές μεταφορές εσωτερικού σημείωσαν στη χώρα μας σημαντική μείωση κατά 45.43% την περίοδο 2010-2013 (-18.28% ετησίως), είχαν όμως ήδη μειωθεί προηγουμένως κατά 19.12% μεταξύ 2008 και 2010. Την ίδια περίοδο, δηλαδή μεταξύ 2010 και 2013 η συνολική μείωση του εμπορευματικού μεταφορικού έργου στις 28 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν μικρή και διαμορφώθηκε στο 3.03% (-1.02% ετησίως), (EU, 2015).

Πίνακας 1: Μεταβολή του ΑΕΠ ετησίως (ποσοστό %, σταθερές τιμές 2010) για την Ελλάδα, την ΕΕ-28 χωρών, την Ισπανία και την Πορτογαλία την περίοδο 1995-2013.

Έτος	Εξέλιξη του ΑΕΠ (σε σταθερές τιμές 2010)														
	Ελλάδα			Χώρες Ευρώ			ΕΕ-28			Ισπανία			Πορτογαλία		
	% μεταβολή ετησίως	Δείκτης 2008=100	Δείκτης 1995=100	% μεταβολή ετησίως	Δείκτης 2008=100	Δείκτης 1995=100	% μεταβολή ετησίως	Δείκτης 2008=100	Δείκτης 1995=100	% μεταβολή ετησίως	Δείκτης 2008=100	Δείκτης 1995=100	% μεταβολή ετησίως	Δείκτης 2008=100	Δείκτης 1995=100
1995	2.10	63.26	100.00	2.46	75.35	100.00	2.66	73.60	100.00	2.76	63.39	100.00	4.28	75.21	100.00
1996	2.95	65.13	102.95	1.69	76.63	101.69	1.99	75.06	101.99	2.67	65.08	102.67	3.50	77.84	103.50
1997	4.46	68.04	107.55	2.69	78.69	104.42	2.68	77.07	104.72	3.69	67.48	106.46	4.43	81.28	108.08
1998	4.06	70.80	111.91	2.95	81.01	107.51	3.03	79.40	107.88	4.31	70.39	111.05	4.79	85.18	113.26
1999	3.07	72.98	115.35	2.97	83.42	110.70	3.01	81.79	111.13	4.48	73.55	116.03	3.89	88.49	117.66
2000	3.97	75.87	119.93	3.87	86.65	114.98	3.88	84.96	115.44	5.29	77.44	122.16	3.79	91.84	122.12
2001	3.74	78.71	124.41	2.10	88.47	117.40	2.18	86.82	117.96	4.00	80.53	127.05	1.94	93.62	124.49
2002	3.16	81.20	128.35	0.97	89.32	118.54	1.31	87.95	119.50	2.88	82.85	130.71	0.77	94.34	125.45
2003	6.64	86.59	136.87	0.69	89.93	119.35	1.47	89.24	121.26	3.19	85.49	134.88	-0.93	93.46	124.27
2004	4.95	90.87	143.64	2.25	91.96	122.04	2.51	91.48	124.30	3.17	88.20	139.15	1.81	95.16	126.53
2005	0.89	91.68	144.92	1.68	93.51	124.09	2.05	93.36	126.85	3.72	91.49	144.33	0.77	95.89	127.50
2006	5.82	97.01	153.35	3.26	96.55	128.13	3.42	96.55	131.19	4.17	95.30	150.35	1.55	97.37	129.48
2007	3.54	100.45	158.78	3.06	99.51	132.05	3.08	99.52	135.23	3.77	98.90	156.02	2.49	99.80	132.70
2008	-0.44	100.00	158.07	0.49	100.00	132.71	0.48	100.00	135.88	1.12	100.00	157.76	0.20	100.00	132.97
2009	-4.39	95.61	151.12	-4.54	95.46	126.68	-4.41	95.59	129.88	-3.57	96.43	152.12	-2.98	97.02	129.01
2010	-5.45	90.40	142.89	2.05	97.42	129.28	2.12	97.62	132.64	0.01	96.44	152.14	1.90	98.86	131.46
2011	-8.86	82.38	130.22	1.66	99.04	131.43	1.76	99.34	134.98	-0.62	95.84	151.21	-1.83	97.06	129.06
2012	-6.57	76.97	121.67	-0.83	98.21	130.34	-0.49	98.85	134.32	-2.09	93.84	148.05	-4.03	93.15	123.86
2013	-3.90	73.97	116.93	-0.36	97.86	129.86	0.12	98.97	134.47	-1.23	92.69	146.23	-1.60	91.65	121.87

Πίνακας 2: Εξέλιξη του ποσοστού ανεργίας στην Ελλάδα, στην ΕΕ-28 χωρών, στην Ισπανία και στην Πορτογαλία την περίοδο 1995-2013.

Έτος	Εξέλιξη του ποσοστού (%) ανεργίας														
	Ελλάδα			Χώρες Ευρώ			ΕΕ-28			Ισπανία			Πορτογαλία		
	Συνολικό ποσοστό ανεργίας	Ποσοστό ανεργίας ατόμων έως και 24 ετών	Ποσοστό ανεργίας ατόμων 25 ετών και άνω	Συνολικό ποσοστό ανεργίας	Ποσοστό ανεργίας ατόμων έως και 24 ετών	Ποσοστό ανεργίας ατόμων 25 ετών και άνω	Συνολικό ποσοστό ανεργίας	Ποσοστό ανεργίας ατόμων έως και 24 ετών	Ποσοστό ανεργίας ατόμων 25 ετών και άνω	Συνολικό ποσοστό ανεργίας	Ποσοστό ανεργίας ατόμων έως και 24 ετών	Ποσοστό ανεργίας ατόμων 25 ετών και άνω	Συνολικό ποσοστό ανεργίας	Ποσοστό ανεργίας ατόμων έως και 24 ετών	Ποσοστό ανεργίας ατόμων 25 ετών και άνω
1995	10.0			10.8	24.2	8.6				20.7	39.8	17.1	7.9	18.3	5.9
1996	10.1			10.9	24.9	8.8				19.9	39.2	16.3	8.0	18.7	5.9
1997	10.7			10.9	24.5	8.8				18.4	36.1	15.3	7.5	17.2	5.7
1998	11.1	30.4	8.20	10.3	22.9	8.4				16.4	32.4	13.7	6.1	14.1	4.7
1999	12.0	31.5	9.10	9.4	21.1	7.7				13.6	26.4	11.4	5.5	12.8	4.3
2000	11.2	29.1	8.70	8.4	18.8	6.9	8.9	19.30	7.30	11.9	23.2	10.1	5.1	12.5	3.9
2001	10.7	28.0	8.50	7.9	17.5	6.6	8.7	19.00	7.10	10.6	21.1	8.9	5.1	13.4	3.8
2002	10.3	26.8	8.40	8.3	18.4	6.9	9.0	19.70	7.40	11.5	22.2	9.8	6.2	15.6	4.7
2003	9.7	26.8	7.90	8.9	17.2	7.8	9.2	18.70	7.90	11.5	22.7	9.9	7.4	18.6	5.9
2004	10.6	26.5	8.80	9.1	18.1	8.0	9.3	19.20	7.90	11.0	22.0	9.5	7.8	19.7	6.2
2005	10.0	25.8	8.40	9.0	18.3	7.9	9.0	19.00	7.70	9.2	19.6	7.7	8.8	20.8	7.3
2006	9.0	25.0	7.50	8.4	17.1	7.3	8.2	17.70	7.00	8.5	17.9	7.2	8.9	21.2	7.4
2007	8.4	22.7	7.20	7.5	15.6	6.5	7.2	15.90	6.10	8.2	18.1	7.0	9.1	21.4	7.8
2008	7.8	21.9	6.60	7.6	16.1	6.5	7.0	15.90	5.90	11.3	24.5	9.7	8.8	21.6	7.4
2009	9.6	25.7	8.40	9.5	20.5	8.3	9.0	20.30	7.60	17.9	37.7	15.7	10.7	25.3	9.2
2010	12.7	33.0	11.20	10.0	21.1	8.8	9.6	21.40	8.20	19.9	41.5	17.8	12.0	28.2	10.5
2011	17.9	44.7	15.90	10.1	21.2	8.9	9.7	21.70	8.30	21.4	46.2	19.2	12.9	30.2	11.3
2012	24.5	55.3	22.30	11.3	23.5	10.1	10.5	23.30	9.10	24.8	52.9	22.5	15.8	38.0	13.9
2013	27.5	58.3	25.40	12.0	24.4	10.8	10.9	23.70	9.50	26.1	55.5	23.8	16.4	38.1	14.7
2014	26.5	52.4	24.80	11.6	23.8	10.4	10.2	22.20	9.00	24.5	53.2	22.3	14.1	34.7	12.5

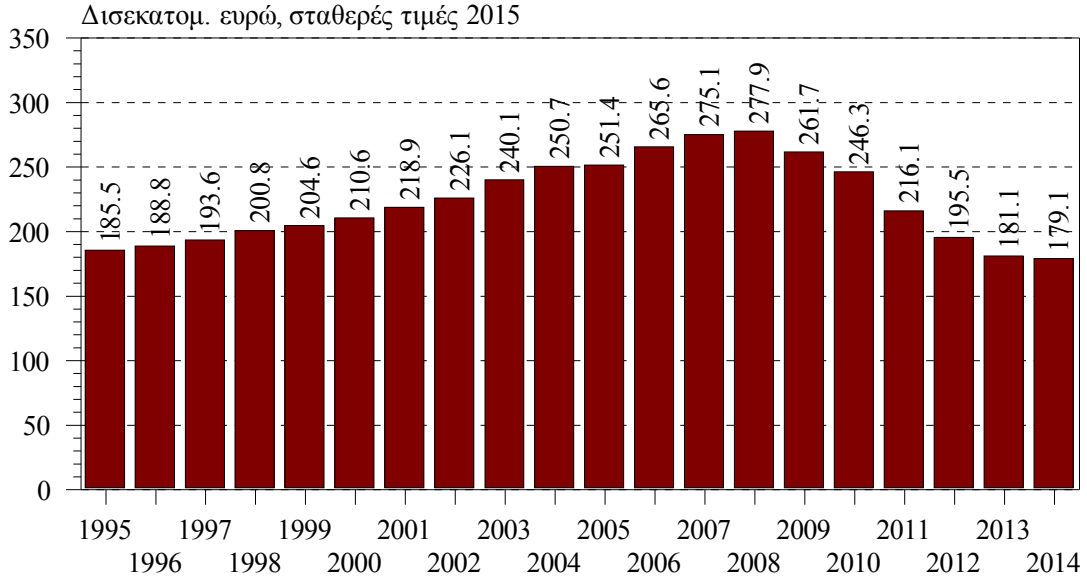
Πίνακας 3: Εξέλιξη μεταφορικού έργου (εμπορευματικού και επιβατικού) στην Ελλάδα και την ΕΕ-28 την περίοδο 1995-2013.

Ετος	Εμπορευματικές μεταφορές								Επιβατικές μεταφορές							
	Οδικώς, εσωτερικού (δισεκατομ. χιλιομ. τόνοι)		Οδικώς, εξωτερικού (δισεκατομ. χιλιομ. τόνοι)		Σιδηροδρομικώς (δισεκατομμύρια χιλιομετρικοί τόνοι)		Αεροπορικώς, πτήσεων εσωτερικού (χιλιάδες τόνοι)	Αεροπορικώς (δισεκατομ. χιλιομ. τόνοι)	Οδικώς, με Ι.Χ. αυτοκίνητα (δισεκ. χιλιομ. επιβάτες)		Οδικώς, με λεωφορεία (δισεκ. χιλιομ. επιβάτες)		Σιδηροδρομικώς (δισεκατομμύρια χιλιομετρικοί επιβάτες)		Αεροπορικώς, πτήσεων εσωτερικού (εκατομμύρια επιβάτες)	Αεροπορικώς (δισεκατομ. χιλιομετρικοί επιβάτες)
	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28
1995	20.00	951.43	4.00	250.00	0.29	388.12	60.32	1.77	43.95	3934.85	20.22	502.51	1.57	350.32	7.31	347.90
1996	21.00	959.39	4.05	276.22	0.34	393.86	56.16	1.82	47.25	4002.99	20.45	506.99	1.75	348.78	8.12	368.01
1997	21.50	986.24	4.12	310.18	0.32	411.25	55.55	1.93	50.45	4087.17	20.70	508.69	1.88	349.81	9.24	392.15
1998	22.00	1019.59	4.20	352.80	0.33	394.34	43.49	1.99	52.94	4191.02	21.20	515.81	1.55	350.74	8.82	411.25
1999	22.50	1056.13	4.30	369.18	0.33	385.31	39.25	2.03	57.97	4306.81	21.50	517.97	1.58	358.49	10.38	427.34
2000	23.00	1086.41	4.50	421.58	0.43	405.46	44.19	2.16	62.93	4355.42	21.70	548.29	1.89	371.51	12.13	459.51
2001	23.50	1103.57	4.60	447.05	0.38	388.05	46.81	2.17	67.93	4454.20	21.80	547.47	1.75	373.59	10.58	455.49
2002	24.00	1129.49	4.70	471.05	0.33	385.98	35.82	2.12	72.42	4542.34	22.00	538.58	1.84	366.13	9.24	447.45
2003	15.28	1127.43	4.06	480.26	0.46	394.38	40.32	2.14	75.92	4585.56	21.95	542.86	1.57	362.44	10.03	465.55
2004	31.75	1199.63	5.03	551.29	0.59	419.33	37.43	2.22	79.99	4651.57	21.60	543.94	1.67	368.79	11.24	495.71
2005	19.61	1225.83	4.15	568.77	0.61	416.02	36.16	2.28	84.91	4591.32	21.70	540.71	1.85	377.39	11.39	529.90
2006	26.14	1251.97	7.87	605.78	0.66	438.16	37.59	2.35	90.41	4636.34	21.80	537.00	1.81	389.34	12.08	552.02
2007	21.73	1297.77	6.06	627.18	0.84	452.00	37.64	2.43	94.90	4690.04	22.00	549.20	1.93	395.59	13.21	575.15
2008	24.35	1275.78	4.50	615.34	0.79	442.76	36.73	2.38	99.92	4698.44	22.10	554.46	1.66	410.70	13.00	563.30
2009	24.23	1158.69	4.36	541.07	0.55	363.54	30.50	2.23	101.30	4773.79	20.92	533.79	1.47	403.74	13.65	525.00
2010	25.26	1176.89	4.56	578.42	0.61	393.53	29.70	2.31	99.60	4716.81	21.10	527.80	1.38	405.30	12.47	539.48
2011	16.81	1173.45	3.79	570.41	0.35	422.10	22.50	2.28	98.32	4697.83	21.16	530.14	0.96	414.52	11.20	579.80
2012	16.49	1120.87	4.35	571.71	0.28	406.67	16.17	2.27	96.93	4614.08	21.10	524.10	0.83	419.58	10.30	573.51
2013	14.55	1112.45	4.42	607.00	0.24	406.50	16.21	2.24	95.81	4672.26	21.03	526.48	1.06	424.22	9.98	582.55
Μέση ετήσια μεταβολη 2010-2013	-16.78%	-1.86%	-1.05%	1.62%	-27.19%	1.09%	-18.28%	-1.02%	-1.28%	-0.32%	-0.11%	-0.08%	-8.60%	1.53%	-7.14%	2.59%
Συνολική μεταβολή 2010-2013	-42.37%	-5.48%	-3.11%	4.94%	-61.40%	3.30%	-45.43%	-3.03%	-3.80%	-0.94%	-0.34%	-0.25%	-23.64%	4.67%	-19.92%	7.98%

Πίνακας 4: Εξέλιξη του δείκτη (2010=100) μεταφορικού έργου (εμπορευματικού και επιβατικού) στην Ελλάδα και την ΕΕ-28 την περίοδο 1995-2013.

Ετος	Εμπορευματικές μεταφορές								Επιβατικές μεταφορές							
	Οδικός, εσωτερικού (Δείκτης 2010=100)		Οδικός, εξωτερικού (Δείκτης 2010=100)		Σιδηροδρομικός (Δείκτης 2010=100)		Αεροπορικός, πτήσεων εσωτερικού (Δείκτης 20108=100)	Αεροπορικός (Δείκτης 2010=100)	Οδικός, με Ι.Χ. αυτοκίνητα (Δείκτης 2010=100)		Οδικός, με λεωφορεία (Δείκτης 2010=100)		Σιδηροδρομικός (Δείκτης 2010=100)		Αεροπορικός, πτήσεων εσωτερικού (Δείκτης 2010=100)	Αεροπορικός (Δείκτης 2010=100)
	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28	Ελλάδα	ΕΕ-28
1995	79.19	80.84	87.74	43.22	47.56	98.62	203.07	76.36	44.13	83.42	95.83	95.21	113.38	86.44	58.67	64.49
1996	83.15	81.52	88.84	47.75	54.89	100.08	189.05	78.65	47.44	84.87	96.91	96.06	126.61	86.06	65.13	68.22
1997	85.13	83.80	90.37	53.62	51.63	104.50	187.00	83.23	50.65	86.65	98.08	96.38	136.23	86.31	74.13	72.69
1998	87.11	86.63	92.13	60.99	53.09	100.20	146.41	85.90	53.16	88.85	100.47	97.73	112.22	86.54	70.72	76.23
1999	89.09	89.74	94.32	63.83	53.09	97.91	132.14	87.81	58.20	91.31	101.90	98.14	114.46	88.45	83.27	79.21
2000	91.07	92.31	98.71	72.88	69.54	103.03	148.77	93.54	63.19	92.34	102.84	103.88	136.37	91.66	97.25	85.18
2001	93.05	93.77	100.90	77.29	61.89	98.61	157.58	93.92	68.20	94.43	103.32	103.73	126.32	92.18	84.85	84.43
2002	95.03	95.97	103.09	81.44	53.26	98.08	120.58	91.63	72.72	96.30	104.27	102.04	132.75	90.34	74.07	82.94
2003	60.48	95.80	89.14	83.03	74.27	100.21	135.74	92.39	76.23	97.22	104.03	102.85	113.81	89.43	80.45	86.30
2004	125.69	101.93	110.29	95.31	96.42	106.55	126.01	95.83	80.31	98.62	102.37	103.06	120.61	90.99	90.12	91.89
2005	77.64	104.16	91.05	98.33	99.84	105.72	121.74	98.50	85.25	97.34	102.84	102.45	134.06	93.11	91.32	98.22
2006	103.49	106.38	172.52	104.73	107.82	111.34	126.55	101.56	90.77	98.29	103.32	101.74	130.95	96.06	96.89	102.32
2007	86.04	110.27	132.97	108.43	135.99	114.86	126.71	104.99	95.28	99.43	104.27	104.05	139.55	97.61	105.97	106.61
2008	96.40	108.40	98.79	106.38	128.01	112.51	123.65	103.08	100.32	99.61	104.74	105.05	119.81	101.33	104.24	104.42
2009	95.93	98.45	95.57	93.54	89.90	92.38	102.67	96.26	101.71	101.21	99.14	101.13	106.07	99.61	109.47	97.32
2010	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2011	66.55	99.71	83.09	98.61	57.33	107.26	75.75	98.70	98.72	99.60	100.29	100.44	69.27	102.28	89.81	107.47
2012	65.28	95.24	95.48	98.84	46.09	103.34	54.43	97.93	97.32	97.82	99.98	99.30	60.16	103.52	82.59	106.31
2013	57.63	94.52	96.89	104.94	38.60	103.30	54.57	96.97	96.20	99.06	99.66	99.75	76.36	104.67	80.08	107.98

Σχήμα 1. Εξέλιξη του ΑΕΠ της Ελλάδας.



Οι *επιβατικές* μεταφορές εμφανίζουν χαμηλότερη, σε σύγκριση με τις εμπορευματικές, ευαισθησία ως προς τα μεγέθη της οικονομικής δραστηριότητας και ανάπτυξης. Έτσι, μεταξύ 2010-2013 (Πίνακες 3 και 4) οι οδικές επιβατικές μεταφορές με ΙΧ μειώθηκαν στη χώρα μας κατά 3.80% (-1.28% ετησίως), έναντι μείωσης 0.94% (-0.32% ετησίως) στην ΕΕ-28. Οι οδικές μεταφορές με λεωφορεία στη χώρα μας είχαν ανεπαίσθητη μείωση κατά 0.34% (-0.11% ετησίως), έναντι αντίστοιχης, επίσης ανεπαίσθητης, μείωσης στην ΕΕ-28 της τάξης του 0.25% (-0.08% ετησίως). Οι επιβατικές σιδηροδρομικές μεταφορές στην Ελλάδα μειώθηκαν κατά 23.64% μεταξύ 2010 και 2013 (-8.60% ετησίως), την ίδια περίοδο που στις 28 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι σιδηρόδρομοι έβλεπαν το μεταφορικό τους έργο να αυξάνεται κατά 4.67% (ετήσια αύξηση 1.53%). Τέλος, η αεροπορική ζήτηση πτήσεων εσωτερικού στη χώρα μας παρουσίασε μείωση της τάξης του 19.92% την περίοδο 2010-2013 (-7.14% ετησίως), έναντι αύξησης 7.98% (+2.59% ετησίως) την ίδια περίοδο στην ΕΕ-28, (EU, 2015). Είναι γνωστό ότι η αεροπορική μεταφορά εμφανίζει την υψηλότερη ελαστικότητα εισοδήματος, (Profillidis & Botzoris, 2015).

Τα Σχήματα 2, 3, 4 και 5 αποτυπώνουν συγκριτικά την εξέλιξη των εμπορευματικών και επιβατικών μεταφορών με τα διάφορα μέσα μεταφοράς (οδικώς, σιδηροδρομικώς, αεροπορικώς) στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ιδιαίτερα στα Σχήματα 2 και 4 δίνουμε για την Ελλάδα την εξέλιξη του εμπορευματικού και επιβατικού μεταφορικού έργου αντίστοιχα για την περίοδο 1995-2010, την πρόβλεψη εξέλιξης του μεταφορικού έργου για τα έτη 2011, 2012 και 2013 με βάση τα ιστορικά στοιχεία αυτής της περιόδου (εστιγμένες καμπύλες) και το μεταφορικό έργο που τελικώς καταγράφηκε στη χώρα τα έτη αυτά.

Παρατηρούμε, (Πίνακας 5), ότι η οικονομική κρίση επέφερε στην Ελλάδα απώλεια 33.28 δισεκ. χιλιομετρικών τόνων οδικών και σιδηροδρομικών μεταφορών (ενδεικτικά, η μεταφορά φορτίου ενός τόνου στη διαδρομή Αθήνα – Θεσσαλονίκη είναι 500 χιλιομετρικοί τόνοι, δηλαδή η μείωση την τριετία 2010-2013 αντιστοιχεί ενδεικτικά σε 66.5 εκατομμύρια διαδρομές φορτίων ενός τόνου στη διαδρομή Αθήνα – Θεσσαλονίκη) και απώλεια 31.02 χιλιάδων τόνων εμπορευμάτων αεροπορικώς.

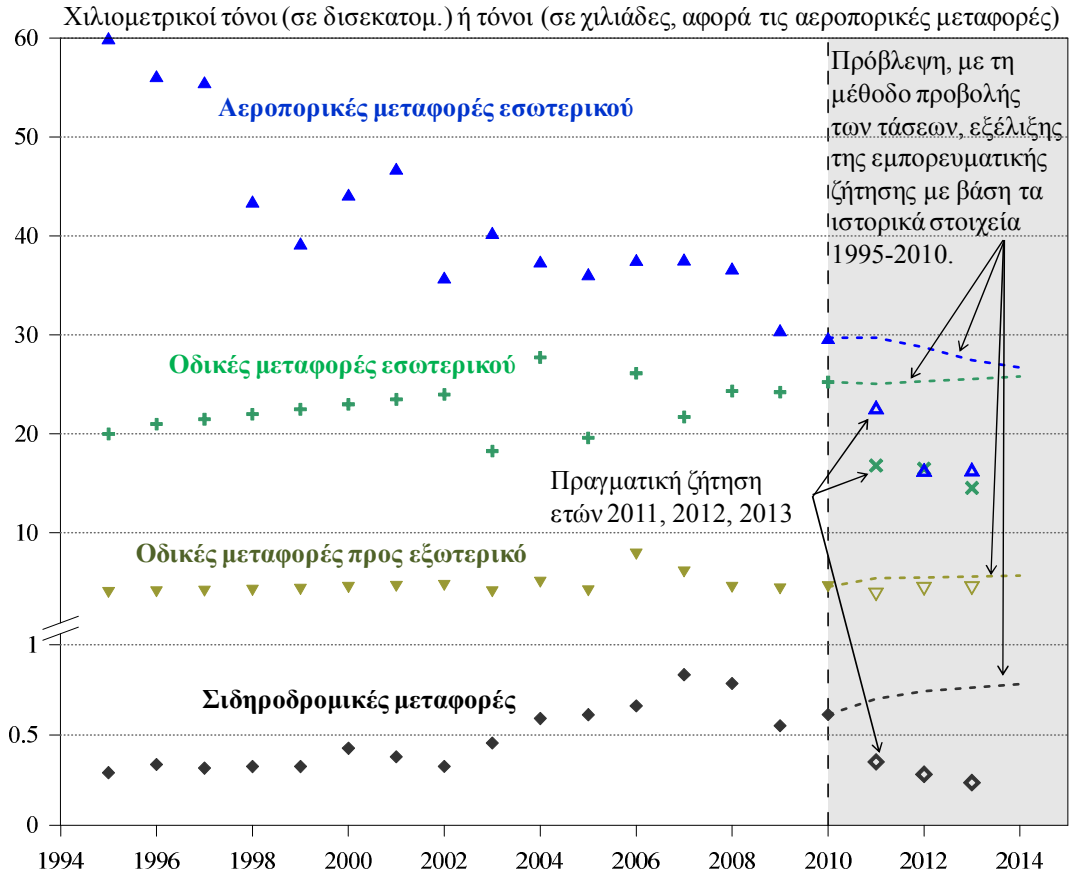
Σε ό,τι αφορά τις επιβατικές μεταφορές, (Πίνακας 6), η οικονομική κρίση συνοδεύθηκε την τριετία 2010-2013 από απώλεια 46.96 δισεκ. χιλιομ. επιβατών οδικών και σιδηροδρομικών μεταφορών (η μεταφορά ενός επιβάτη στη διαδρομή Αθήνα – Θεσσαλονίκη ισοδυναμεί με 500 χιλιομ. επιβάτες, συνεπώς την τριετία μεταξύ 2010 και 2013 είναι σαν να πραγματοποιήθηκαν 93.9 εκατομ. λιγότερες τέτοιες μετακινήσεις επιβατών). Την ίδια περίοδο είχαμε απώλεια 4.55 εκατομμυρίων επιβατών εσωτερικού, η οποία αντιστοιχεί, λαμβάνοντας υπόψη μέσο μέγεθος αεροσκαφών πτήσεων εσωτερικού 120 θέσεων (και πληρότητα 80%, όση και η μέση πληρότητα των πτήσεων εσωτερικού της IATA για το 2013, Profillidis & Botzoris, 2015), σε απώλεια περί των 115,025 πτήσεων συνολικά (105 λιγότερες πτήσεις ημερησίως την τελευταία τριετία).

3. Έρευνα ερωτηματολογίου για την αποτίμηση των επιπτώσεων της οικονομικής κρίσης στις διαμορφωμένες συνήθειες μετακίνησης σε πόλεις μεσαίου μεγέθους: Η περίπτωση της Ξάνθης

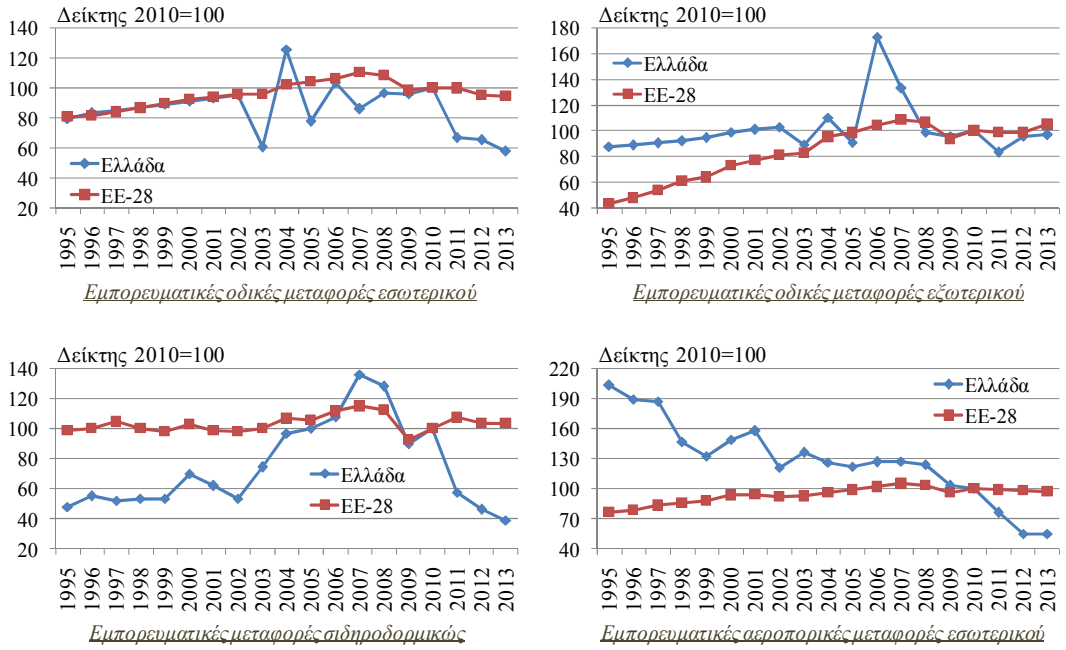
3.1 Χαρακτηριστικά της έρευνας ερωτηματολογίου

Η έρευνα διεξήχθη την άνοιξη του 2015 και περιλάμβανε 306 πλήρως συμπληρωμένα ερωτηματολόγια. Η διανομή των ερωτηματολογίων έγινε με κατάλληλο τρόπο ώστε να τηρούνται οι προϋποθέσεις αντικειμενικής και αντιπροσωπευτικής καταγραφής του μελετώμενου προβλήματος και πιο συγκεκριμένα:

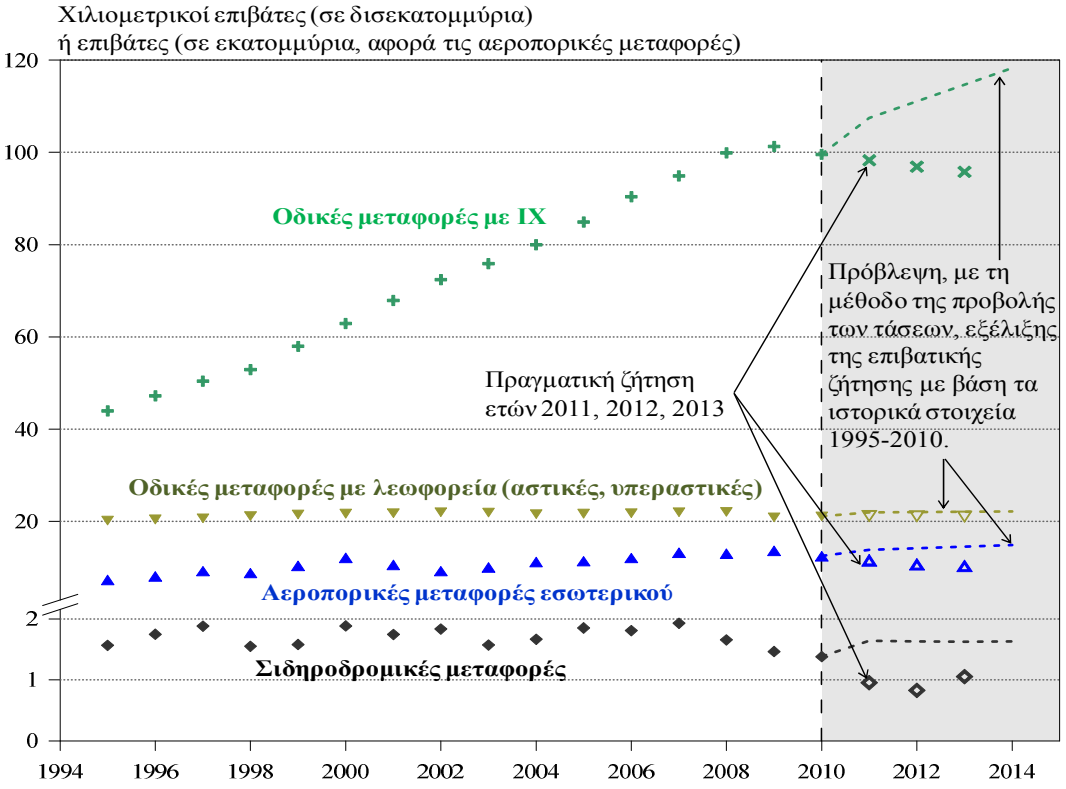
Σχήμα 2: Εξέλιξη της εμπορευματικής μεταφορικής ζήτησης στην Ελλάδα την περίοδο 1994-2010, της προβλεπόμενης ζήτησης για τα έτη 2011-2014 και της τελικώς πραγματοποιηθείσας, λόγω της οικονομικής κρίσης, ζήτησης.



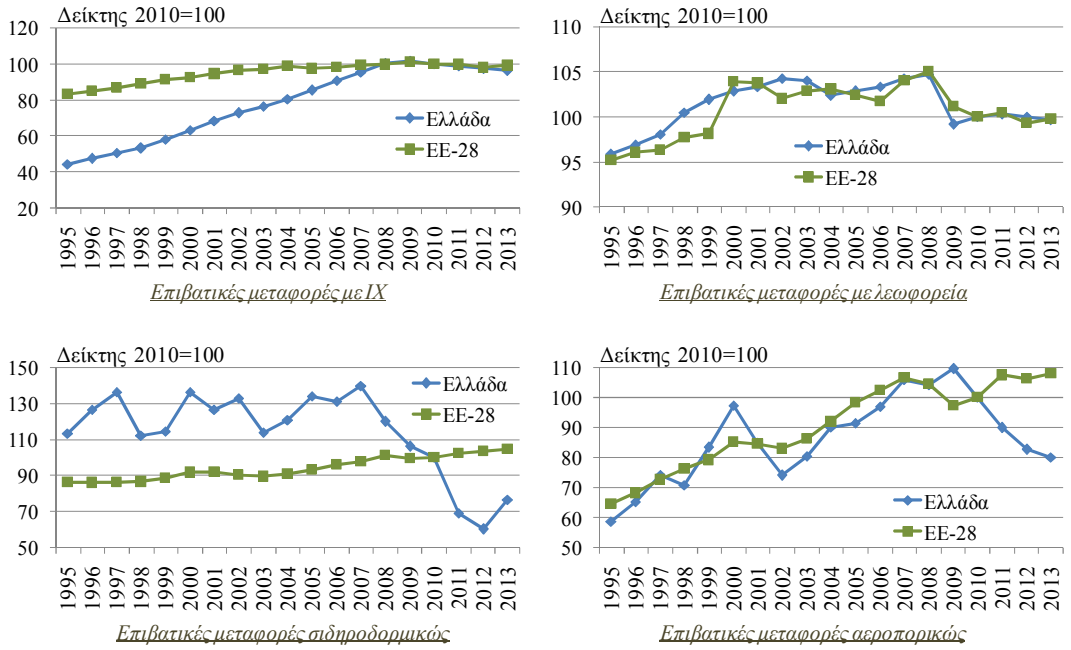
Σχήμα 3: Συγκριτική εξέλιξη του δείκτη εμπορευματικών μεταφορών στην Ελλάδα και την ΕΕ-28 την περίοδο 1995-2013, (δείκτης 2010=100).



Σχήμα 4: Εξέλιξη της επιβατικής μεταφορικής ζήτησης στην Ελλάδα την περίοδο 1994-2010, της προβλεπόμενης ζήτησης για τα έτη 2011-2014 και της τελικώς πραγματοποιηθείσας, λόγω της οικονομικής κρίσης, ζήτησης.



Σχήμα 5: Συγκριτική εξέλιξη του δείκτη εμπορευματικών μεταφορών στην Ελλάδα και την ΕΕ-28 την περίοδο 1995-2013, (δείκτης 2010=100).



Πίνακας 5: Προβλεπόμενο, αν δεν υπήρχε η οικονομική κρίση, και τελικώς καταγεγραμμένο εμπορευματικό μεταφορικό έργο στην Ελλάδα με διάφορα μέσα μεταφοράς.

	Εμπορευματικές μεταφορές											
	Οδικώς, εσωτερικού (δισεκ. χιλιομ. τόνοι)			Οδικώς, εξωτε-ρικού (δισεκ. χιλιομ. τόνοι)			Σιδηροδρομικώς (δισεκ. χιλιομ. τόνοι)			Αεροπορικώς, εσωτερικού (χιλιάδες τόνοι)		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Προβλεπόμενο, με βάση τα ιστορικά στοιχεία 1995-2010, μεταφορικό έργο	25.04	25.30	25.55	5.41	5.49	5.57	0.70	0.74	0.76	29.70	28.74	27.46
Καταγεγραμμένο, λόγω (και) της οικονομικής κρίσης μεταφορικό έργο	16.81	16.49	14.55	3.79	4.35	4.42	0.35	0.28	0.24	22.50	16.17	16.21
Διαφορά του προβλεπόμενου από το καταγεγραμμένο μεταφορικό έργο	8.23	8.81	11.00	1.62	1.14	1.15	0.35	0.46	0.52	7.20	12.57	11.25
Ποσοστιαία (%) απόκλιση προβλεπόμενου και καταγεγραμμένου μεταφορικού έργου	-32.9	-34.8	-43.0	-30.0	-20.7	-20.7	-49.7	-61.8	-68.8	-24.2	-43.7	-41.0

Πίνακας 6: Προβλεπόμενο, αν δεν υπήρχε η οικονομική κρίση, και τελικώς καταγεγραμμένο επιβατικό μεταφορικό έργο στην Ελλάδα με διάφορα μέσα μεταφοράς.

	Επιβατικές μεταφορές											
	Οδικώς, με ΙΧ αυτοκίνητα (δισεκ. χιλιομ. επιβάτες)			Οδικώς, με λεωφορεία (δισεκ. χιλιομ. επιβάτες)			Σιδηροδρομικώς (δισεκ. χιλιομ. επιβάτες)			Αεροπορικώς, εσωτερικού (εκατομ. επιβάτες)		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Προβλεπόμενο, με βάση τα ιστορικά στοιχεία 1995-2010, μεταφορικό έργο	107.45	111.06	114.67	21.96	22.03	22.09	1.64	1.63	1.63	13.82	14.17	14.53
Καταγεγραμμένο, λόγω (και) της οικονομικής κρίσης μεταφορικό έργο	98.32	96.93	95.81	21.16	21.10	21.03	0.96	0.83	1.06	11.20	10.30	9.98
Διαφορά του προβλεπόμενου από το καταγεγραμμένο μεταφορικό έργο	9.13	14.13	18.86	0.80	0.93	1.06	0.68	0.80	0.57	2.62	3.87	4.55
Ποσοστιαία (%) απόκλιση προβλεπόμενου και καταγεγραμμένου μεταφορικού έργου	-8.5	-12.7	-16.4	-3.6	-4.2	-4.8	-41.6	-49.0	-35.0	-19.0	-27.3	-31.3

- Το δείγμα να αποτελείται από άτομα των οποίων το κέντρο δραστηριοτήτων την περίοδο 2008-2015 αποτελεί η ευρύτερη αστική περιοχή της Ξάνθης.
- Παρόλο που το δείγμα ήταν τυχαίο, ελήφθη μέριμνα ώστε τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων να καλύπτουν όλο το φάσμα των κοινωνικών ομάδων της Ξάνθης, ώστε να ανταποκρίνεται σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό στις ρεαλιστικές συνθήκες που επικρατούν στην πόλη σήμερα.
- Οι απαντήσεις ήταν ανώνυμες, συνεπώς ανεπηρέαστες από το ψυχολογικό υπόβαθρο μιας επώνυμης δήλωσης.
- Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου έγινε με τη μορφή συνέντευξης. Ο ερωτώμενος συμπλήρωνε μεν μόνος του το ερωτηματολόγιο, ωστόσο είχε διαρκώς τη δυνατότητα της άμεσης επικοινωνίας για συμβουλές και διευκρινήσεις σχετικά με το ερωτηματολόγιο.
- Πριν την έναρξη συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου, ζητούνταν από τους ερωτώμενους να ταυτοποιήσεων τη χρονική περίοδο πριν την έναρξη της οικονομικής κρίσης με συγκεκριμένες δραστηριότητές τους εκείνης της περιόδου (εργασιακός φορέας, προϊστάμενος, κ.λπ.), προσωπικά αντικείμενα (τύπος κινητού τηλεφώνου, μάρκα αυτοκινήτου, κ.λπ.), συνήθειες (χόμπι, αγαπημένα καταστήματα, παρέες, κ.λπ.). Σκοπός αυτής της τακτικής ήταν να επανακτήσουν οι ερωτώμενοι ικανοποιητική επαφή με τη συγκεκριμένη περίοδο που αποτελεί και το σημείο αναφοράς και σύγκρισης της έρευνας.

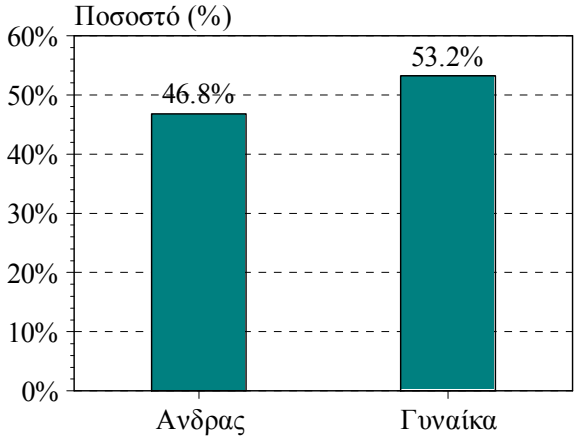
3.2 Αποτελέσματα της έρευνας ερωτηματολογίου

Στα Σχήματα 6 έως 24 δίνονται τα αποτελέσματα της έρευνας ερωτηματολογίου. Τα πρώτα τέσσερα ερωτήματα (Σχήματα 6 έως 9) αφορούν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος, το επόμενο ερώτημα αφορά το καθαρό, μετά φόρων, εισόδημα πριν την έναρξη της οικονομικής κρίσης και σήμερα. Στη συνέχεια ακολουθεί μια σειρά ερωτημάτων που αποτιμούν τις συνήθειες μετακίνησης πριν και μετά την οικονομική κρίση, τα μέσα μεταφοράς που κυρίως προτιμούν οι μετακινούμενοι για τις παραγωγικές (με σκοπό την εργασία ή τις σπουδές) και μη-παραγωγικές μετακινήσεις τους (με σκοπό την ψυχαγωγία ή τις αγορές).

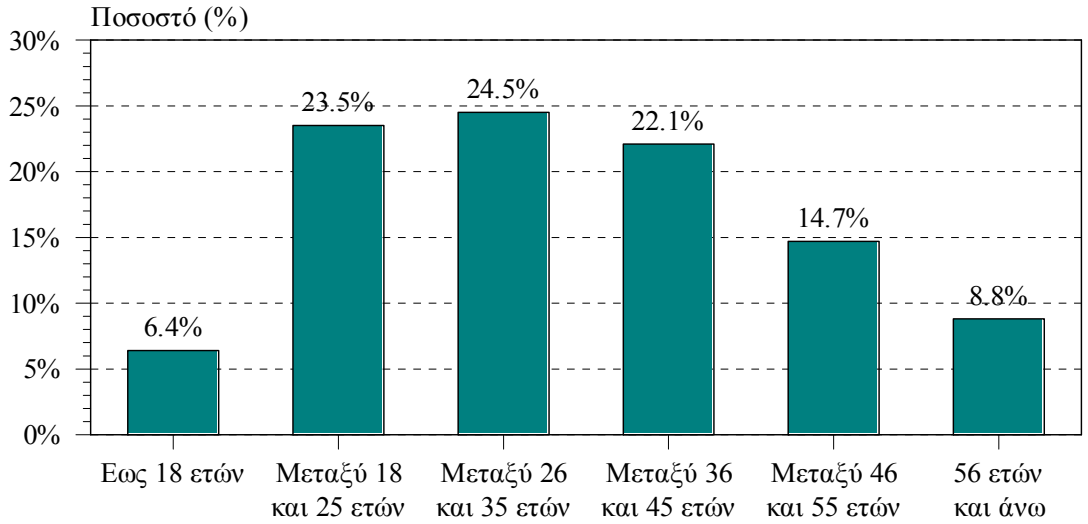
Μπορούμε να καταλήξουμε στις παρακάτω διαπιστώσεις:

- Οι πολίτες που ερωτήθηκαν ομολογούν συστηματική μείωση του ετήσιου εισοδήματός τους κατά 28.9% στο εύρος 10,000 έως 15,000 ευρώ και κατά 44.1% στ εύρος έως 5,000 ευρώ, (Σχήμα 10). Αξιοσημείωτο επίσης είναι το γεγονός ότι ενώ πριν την οικονομική κρίση το 11.3% των ερωτώμενων δήλωνε ετήσιο (καθαρό, μετά φόρων) εισόδημα άνω των 20,000 ευρώ, το ποσοστό αυτό μειώθηκε στο 1.5% την άνοιξη του 2015.
- Οι πολίτες στέφονται προς αυτοκίνητα μεσαίου κυβισμού, μεταξύ 1,000 και 1,400 κυβικών εκατοστών, (Σχήμα 11), τα οποία αντιπροσώπευαν την άνοιξη του 2015 το 51.5% των ερωτηθέντων, έναντι ποσοστού 39.6% πριν την έναρξη της οικονομικής κρίσης. Επιπροσθέτως, τα αυτοκίνητα μεγάλου κυβισμού, άνω των 1,800 κυβικών εκατοστών, μειώθηκαν από 13.2% προ της οικονομικής κρίσης σε 2.8% την άνοιξη του 2015.

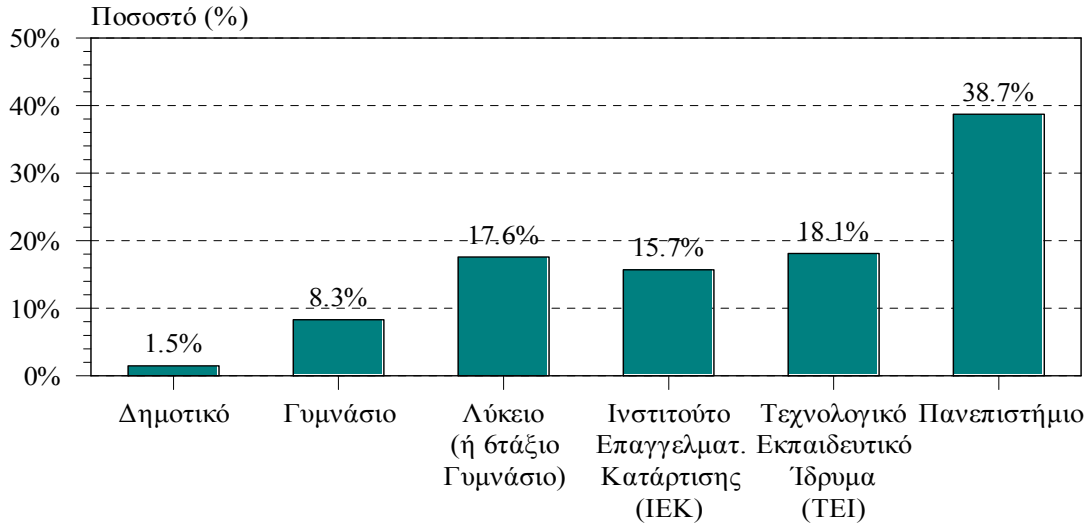
Σχήμα 6: Φύλο ερωτώμενων.



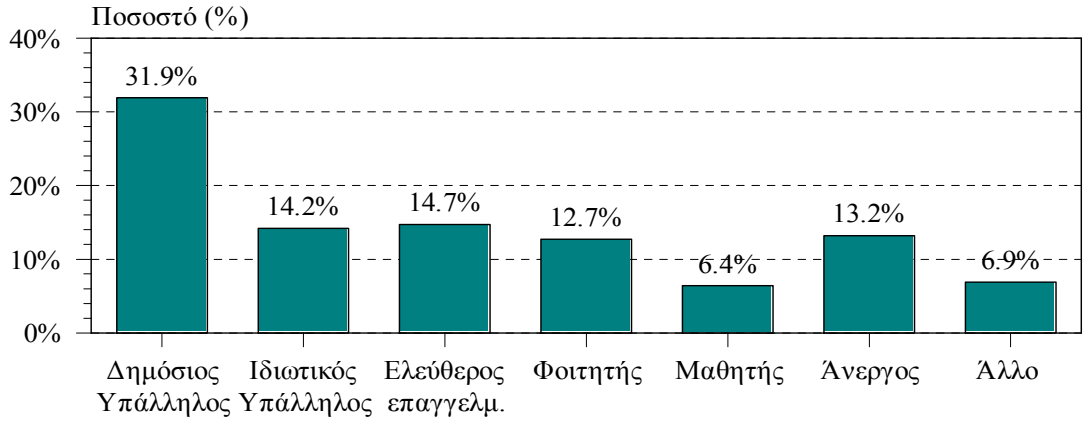
Σχήμα 7: Ηλικία ερωτώμενων.



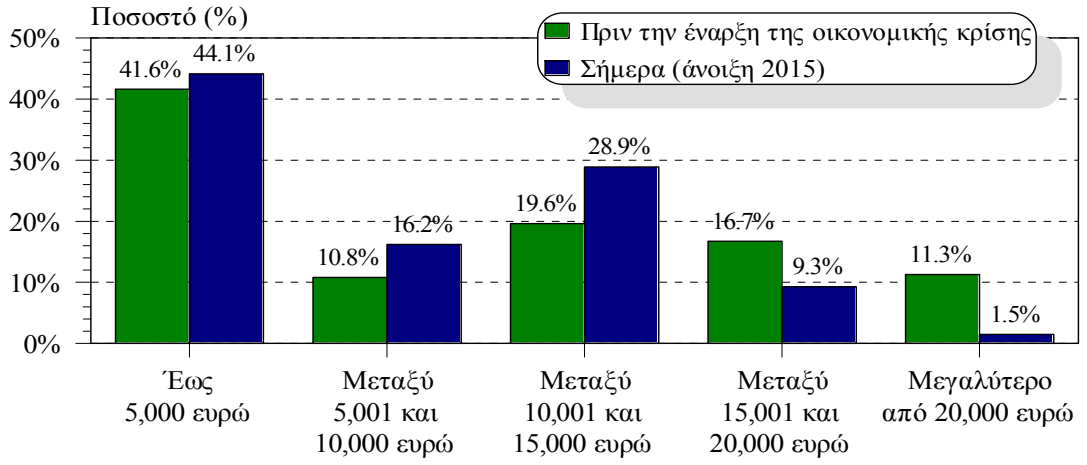
Σχήμα 8: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτώμενων.



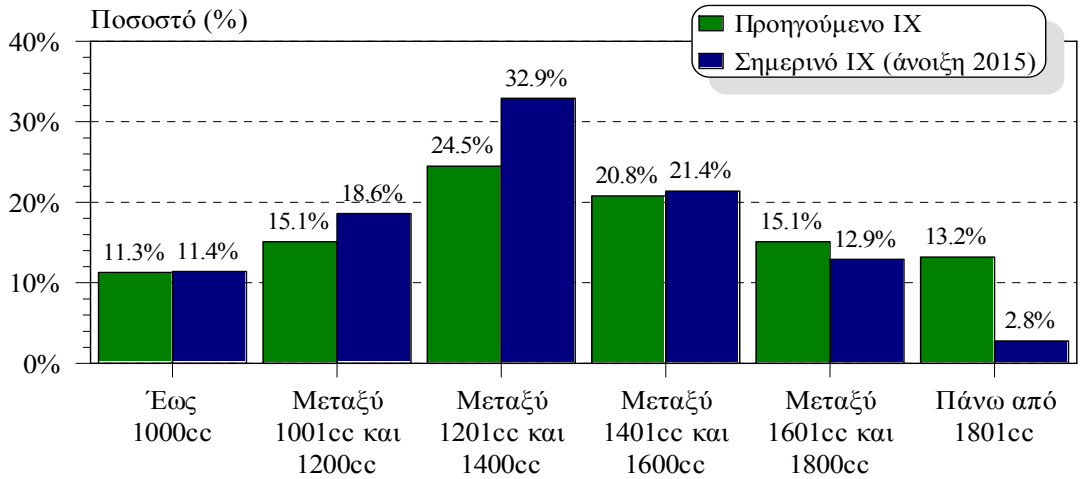
Σχήμα 9: Επάγγελμα ερωτώμενων.



Σχήμα 10: Ετήσιο εισόδημα (μετά φόρων) ερωτώμενων, πριν την έναρξη της οικονομικής κρίσης και σήμερα (άνοιξη 2015).



Σχήμα 11: Κυβισμός παλιού και νέου (καινούργιου ή μεταχειρισμένου) ΙΧ αυτοκινήτου όσων από τους ερωτώμενους άλλαξαν αυτοκίνητο μετά την έναρξη της οικονομ. κρίσης.



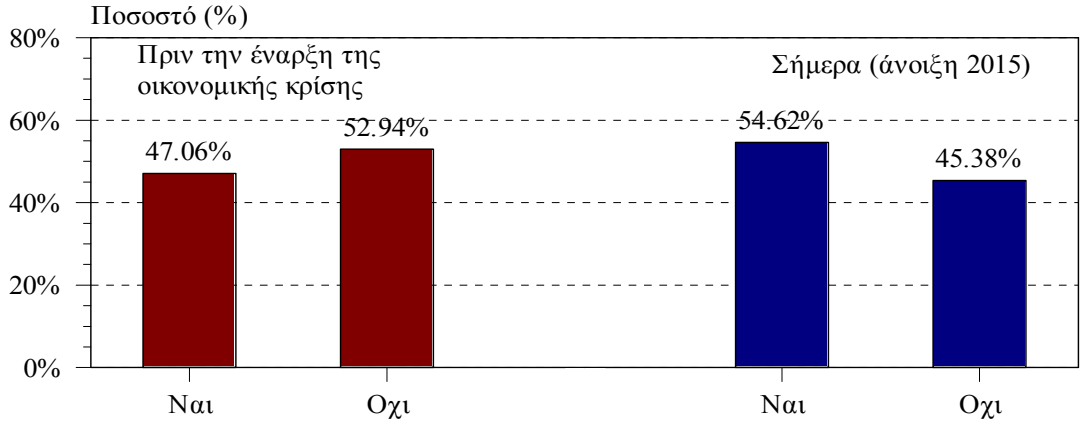
Προς την κατεύθυνση αυτήν συνέβαλαν προφανώς η επαχθής φορολόγηση των θεωρούμενων από την πολιτεία ακριβών αυτοκινήτων υψηλού κυβισμού και η αύξηση της φορολόγησης (και τελικώς της τιμής) της βενζίνης.

- Αυξήθηκε σημαντικά ο αριθμός των πολιτών που στη διάρκεια της οικονομικής κρίσης απέκτησαν ποδήλατο, (Σχήμα 12).
- Η συχνότητα χρήσης του ΙΧ αυτοκινήτου όπως ήταν αναμενόμενο μειώθηκε σήμερα (άνοιξη 2015) σε σχέση με τη συχνότητα χρήσης προς της οικονομικής κρίσης (Σχήματα 13 και 14). Ωστόσο, αυτή η μείωση της χρήσης του ΙΧ αυτοκινήτου ήταν ποσοστιαία μεγαλύτερη για μετακινήσεις με σκοπό μη-παραγωγικό (ψυχαγωγία, αγορές, κ.λπ.) και μικρότερη για μετακινήσεις με σκοπό παραγωγικό (εργασία, σπουδές, κ.λπ.).
- Η συχνότητα χρήσης του αστικού λεωφορείου δεν επηρεάσθηκε ιδιαίτερα, καθώς, αναφερόμενοι στην Ξάνθη, πρόκειται για πόλη μεσαίου μεγέθους με περιορισμένο,

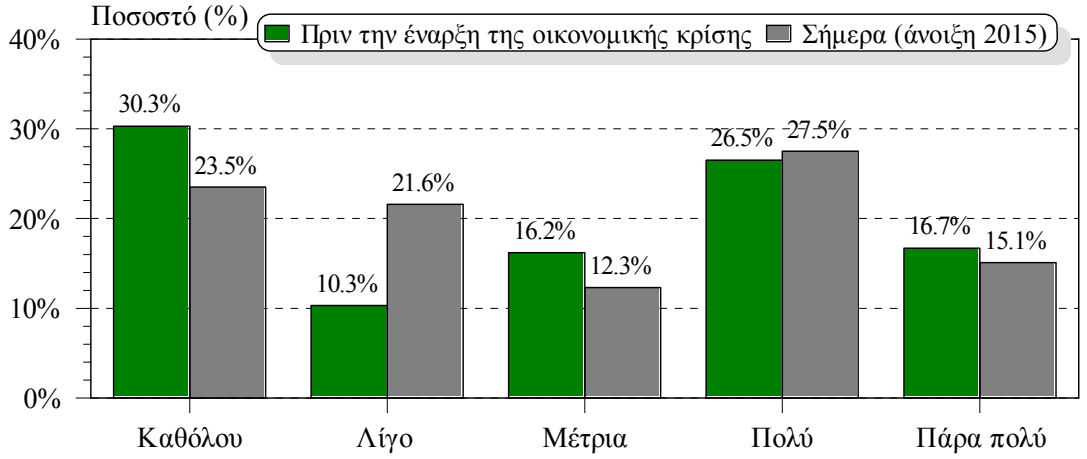
ούτως ή άλλως, δίκτυο αστικής εξυπηρέτησης και συνεπώς και χρήσης, (Σχήματα 15 και 16).

- Η συχνότητα χρήσης του ποδηλάτου στις καθημερινής μετακινήσεις αυξήθηκε ελαφρώς, (Σχήματα 17 και 18) κυρίως για μη-παραγωγικιούς σκοπούς μετακίνησης. Ωστόσο η αύξηση δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική και σε αυτό συμβάλει καθοριστικά το γεγονότος ότι από την πόλη της Ξάνθης απουσιάζει το δίκτυο ποδηλατοδρόμων. Το μοναδικό σημείο στο οποίο υπάρχει, διαχωρισμένο από την οδική κυκλοφορία, δίκτυο για χρήση ποδηλάτου και πεζής μετακίνησης είναι η διαδρομή (μήκους 1,200 μέτρων και πλάτους 2 μέτρων) που συνδέει τη βορειοδυτική είσοδο της πόλης με τις φοιτητικές εστίες στην περιοχή των Κιμμερίων.
- Η συχνότητα χρήσης του ταξί μειώθηκε σημαντικά τόσο για μετακινήσεις με σκοπό παραγωγικό όσο και για μετακινήσεις με σκοπό μη-παραγωγικό, (Σχήματα 19 και 20).
- Οι μετακινήσεις πεζή αυξήθηκαν σημαντικά, ουσιαστικά απορροφώντας το μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης της χρήση του ΙΧ αυτοκινήτου. Για σκοπό παραγωγικό (για εργασία, σπουδές, κ.λπ.) επέλεγαν πριν την οικονομική κρίση συστηματικά (πολύ συχνή και πάρα πολύ συχνή προτίμηση) τη πεζή μετακίνηση το 50.5% των ξανθιωτών, ποσοστό που αυξήθηκε σημαντικά μέσα στην οικονομική κρίση και διαμορφώθηκε στο 66.2% την άνοιξη του 2015, (Σχήμα 21). Η αύξηση της προτίμησης της πεζής μετακίνησης είναι εξίσου σημαντική και στις μετακινήσεις για μη-παραγωγικό σκοπό (αναψυχή, αγορές, κ.λπ.), όπου ενώ πριν την οικονομική κρίση η συστηματική πεζή μετακίνηση ανέρχονταν στο 40.7%, μέσα στην κρίση το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 56.9%, (Σχήμα 22).
- Ποσοστό 56.4% και 76.5% των ερωτηθέντων αποκρίθηκαν ότι όντως μείωσαν τις παραγωγικές και μη-παραγωγικές αντίστοιχα μετακινήσεις τους με ΙΧ αυτοκίνητο, (Σχήμα 23).
- Τέλος, στο ερώτημα αν θεωρούν ότι η οικονομική κρίση συνέβαλε στη μείωση των μετακινήσεων στην πόλη με ΙΧ αυτοκίνητο, το 57.5% των ερωτηθέντων απάντησε καταφατικά σε ό,τι αφορά τις παραγωγικές μετακινήσεις. Το αντίστοιχο ποσοστό καταφατικών απαντήσεων για τις μη-παραγωγικές μετακινήσεις ήταν συντριπτικά υψηλότερο και ανήλθε στο 76.5%. Ποσοστό άνω του 10% δεν παρατήρησε κάποια μεταβολή.

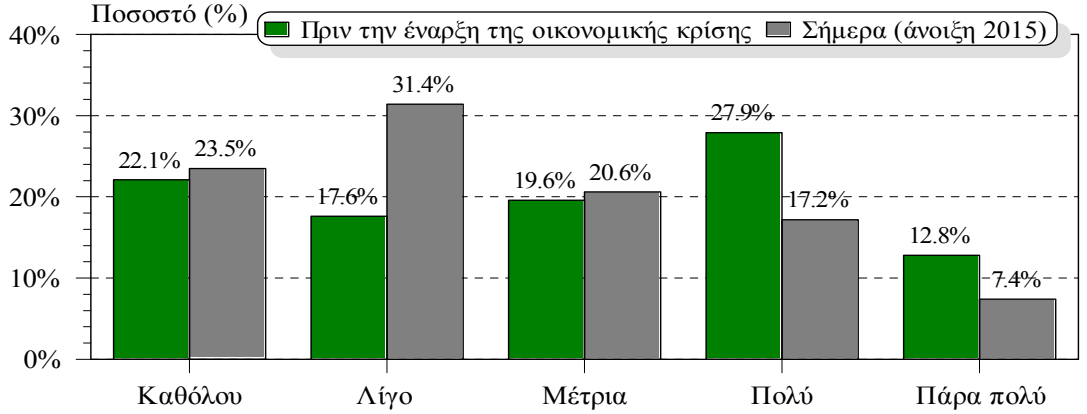
Σχήμα 12: Απόκριση ερωτώμενων στο ερώτημα εάν διάθεταν ποδήλατο πριν την έναρξη της οικονομικής κρίσης και αν διαθέτουν ποδήλατο σήμερα.



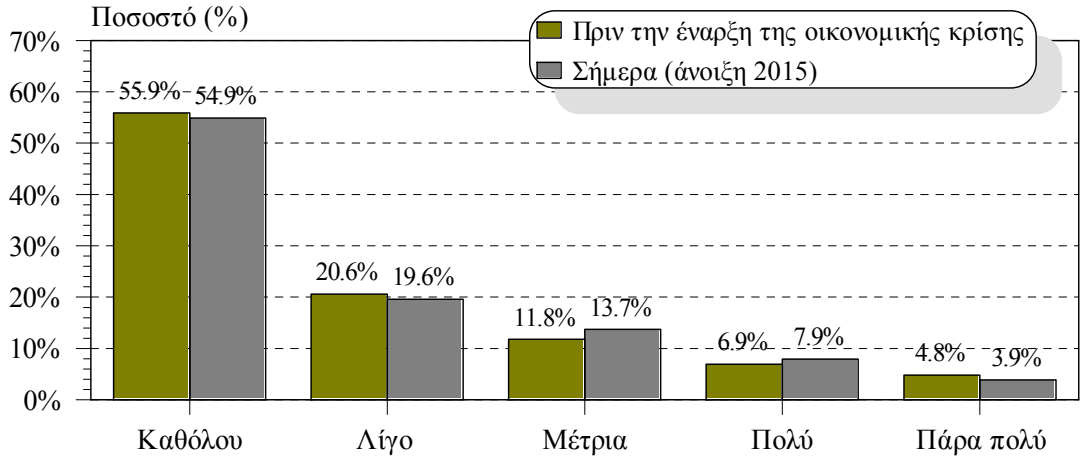
Σχήμα 13: Συχνότητα χρήσης Ι.Χ. αυτοκινήτου πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με παραγωγικό σκοπό μετακίνησης (εργασία, σπουδές).



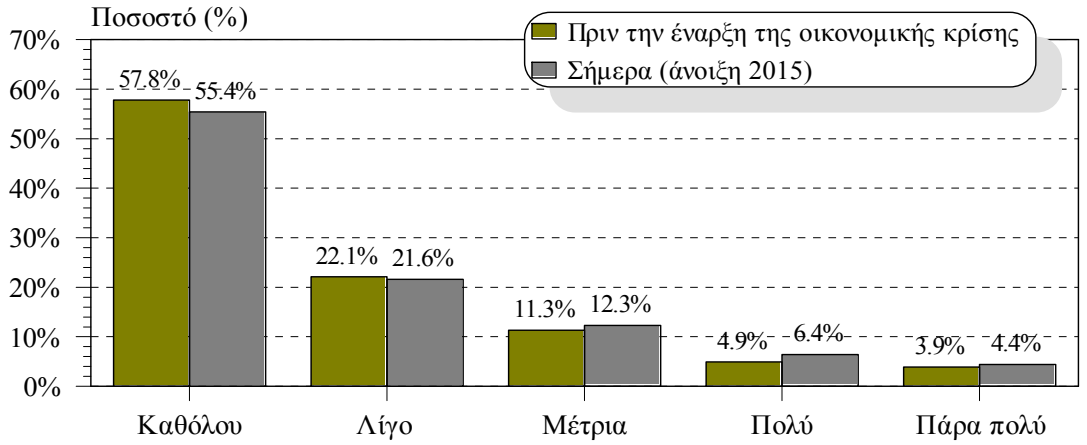
Σχήμα 14: Συχνότητα χρήσης Ι.Χ. αυτοκινήτου πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με μη παραγωγικό σκοπό μετακίνησης (ψυχαγωγία, αγορές).



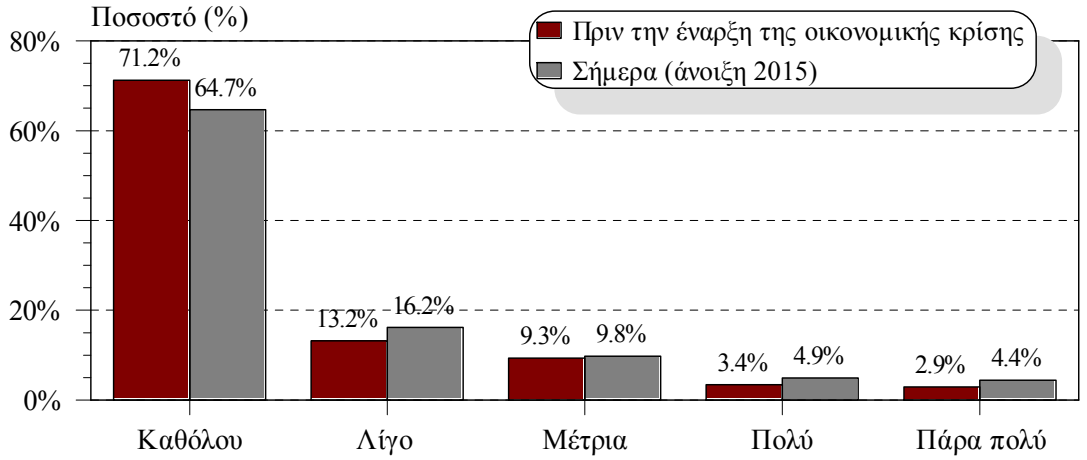
Σχήμα 15: Συχνότητα χρήσης αστικού λεωφορείου πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με παραγωγικό σκοπό μετακίνησης (εργασία, σπουδές).



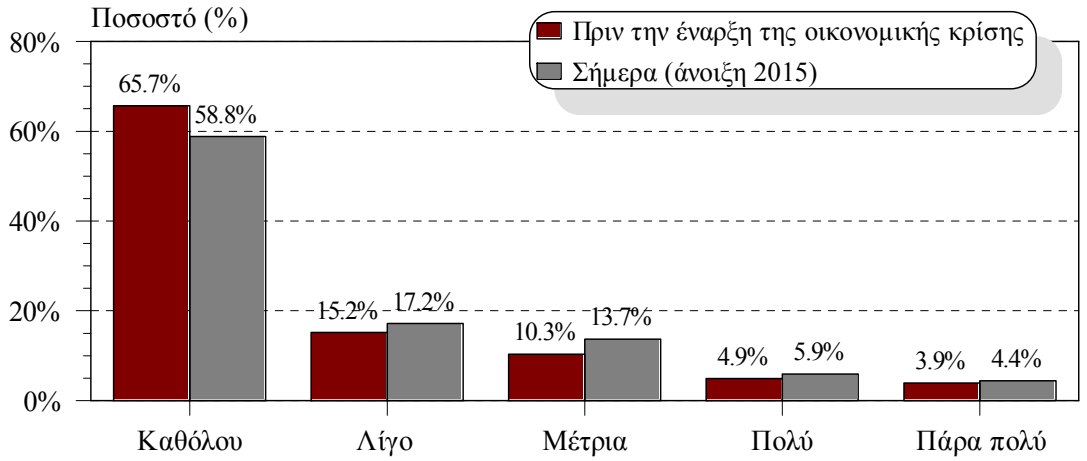
Σχήμα 16: Συχνότητα χρήσης αστικού λεωφορείου πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με μη παραγωγικό σκοπό μετακίνησης (ψυχαγωγία, αγορές).



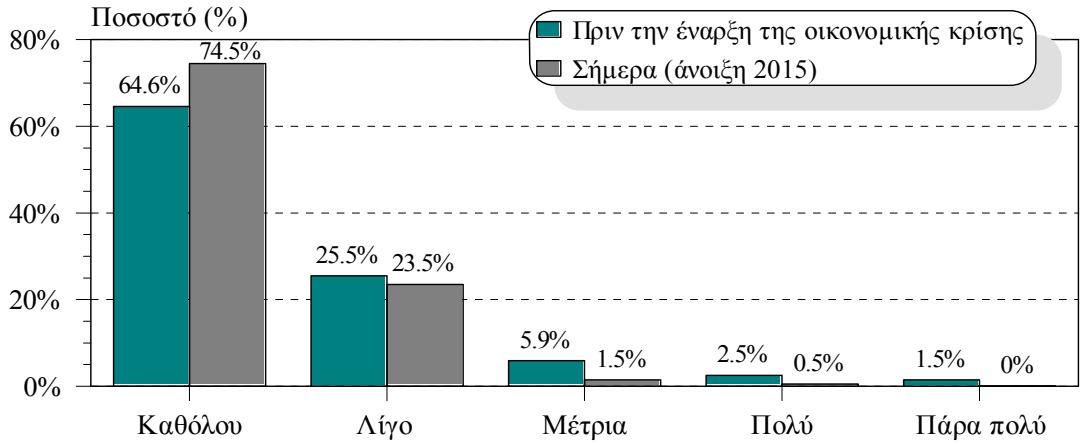
Σχήμα 17: Συχνότητα χρήσης ποδηλάτου πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με παραγωγικό σκοπό μετακίνησης (εργασία, σπουδές).



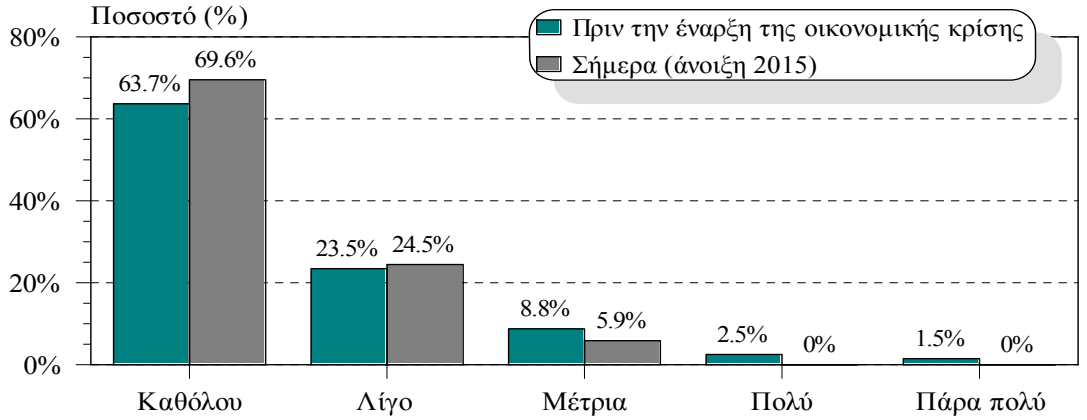
Σχήμα 18: Συχνότητα χρήσης ποδηλάτου πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με μη παραγωγικό σκοπό μετακίνησης (ψυχαγωγία, αγορές).



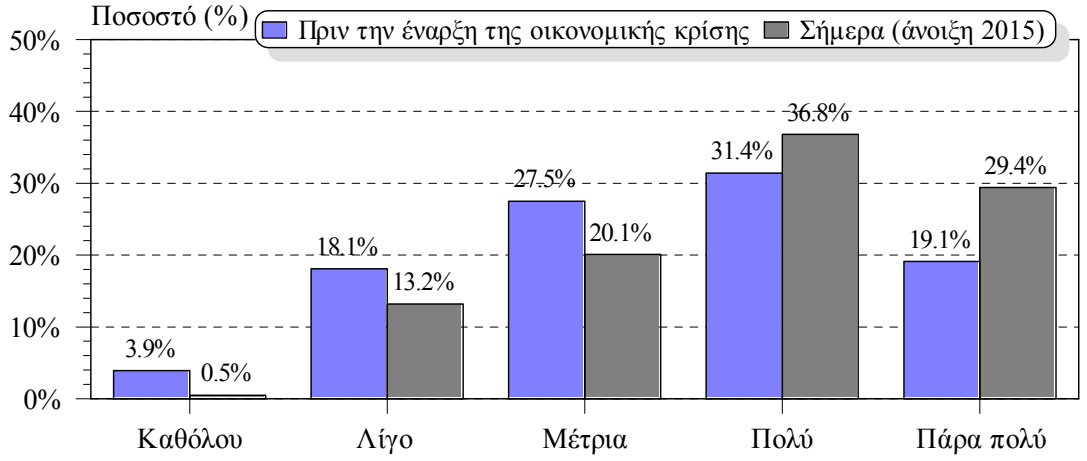
Σχήμα 19: Συχνότητα χρήσης ταξί πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με παραγωγικό σκοπό μετακίνησης (εργασία, σπουδές).



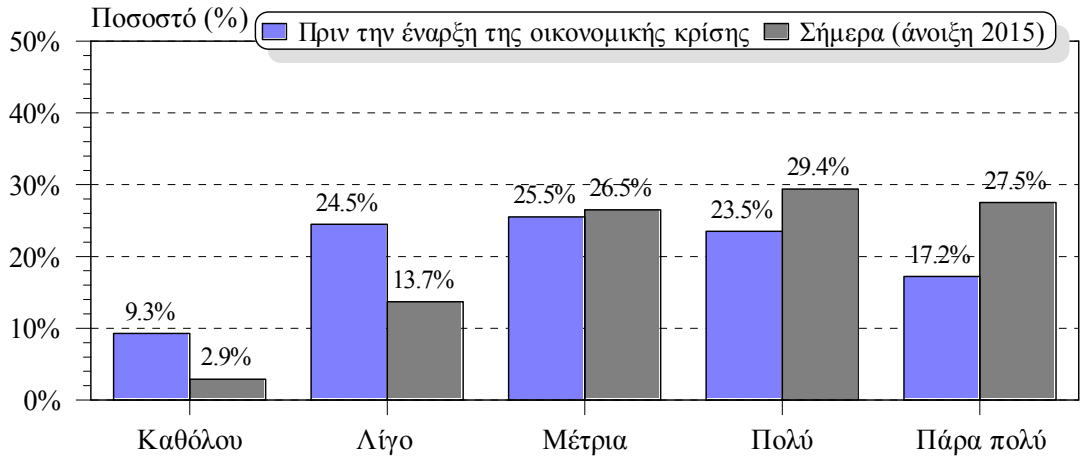
Σχήμα 20: Συχνότητα χρήσης ταξί πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με μη παραγωγικό σκοπό μετακίνησης (ψυχαγωγία, αγορές).



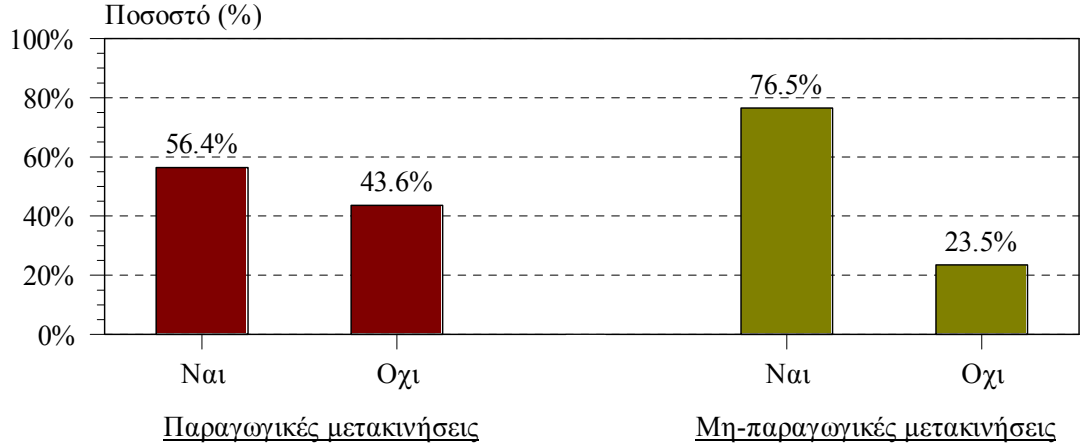
Σχήμα 21: Συχνότητα πεζής μετακίνησης πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με παραγωγικό σκοπό (εργασία, σπουδές).



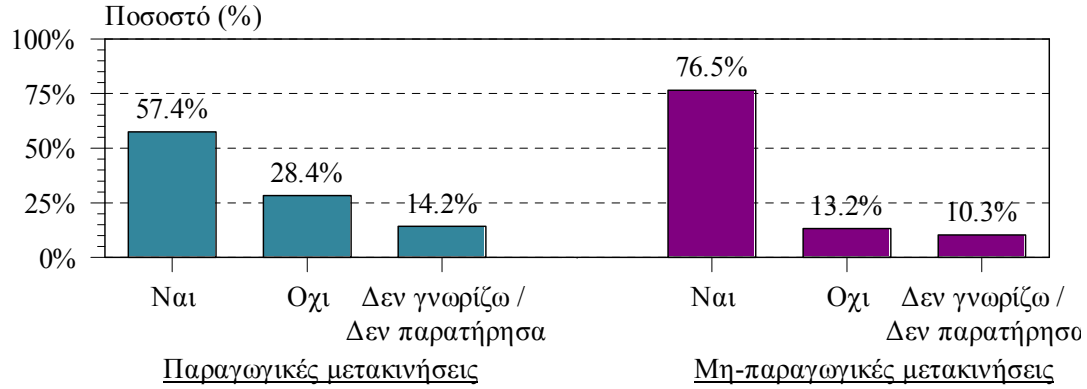
Σχήμα 22: Συχνότητα πεζής μετακίνησης πριν την οικονομική κρίση και σήμερα (άνοιξη 2015) με μη παραγωγικό σκοπό (ψυχαγωγία, αγορές).



Σχήμα 23: Απόκριση ερωτηθέντων στο ερώτημα αν λόγω της οικονομικής κρίσης έχουν μειώσει τις παραγωγικές και μη-παραγωγικές μετακινήσεις τους με ΙΧ αυτοκίνητο.



Σχήμα 24: Απόκριση ερωτηθέντων στο ερώτημα αν θεωρούν ότι η οικονομική κρίση συνέβαλε στη μείωση των μετακινήσεων στην πόλη με ΙΧ αυτοκίνητο.



4. Συμπερασματικές παρατηρήσεις

Η προηγούμενη ανάλυση καταδεικνύει ότι η ελληνική οικονομική κρίση είχε καταλυτική επιρροή στις συνήθειες μετακίνησης και στις μεταφορές. Αναζητούνται πλέον από τους πολίτες λύσεις χαμηλού κόστους, αξιοποιούνται περισσότερο φιλικοί προς το περιβάλλον τρόποι μετακίνησης, (όπως το ποδήλατο, η πεζή μετακίνηση, ο σιδηρόδρομος, το λεωφορείο) κι έτσι έχει επιτευχθεί μια νέα ισορροπία στις μεταφορές που μειώνει (κατ' αρχήν προσωρινά) τις απαιτήσεις για υψηλού κόστους συγκοινωνιακές υποδομές, (Profillidis et al., 2014. Botzoris et al., 2015).

Αν η σημερινή τάση γίνει τρόπος ζωής, υπάρχει ελπίδα και προοπτική όταν η χώρα επανέλθει σε υψηλότερους ρυθμούς οικονομικής ανάπτυξης, οι πολίτες να διατηρήσουν τις σημερινές συνήθειες μετακινήσεων, που είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον και ανθρώπινες. Διαφορετικά, αν επανέλθουμε στις προ δεκαετίας συνήθειές μας, θα απαιτούνται διαρκώς νέες συγκοινωνιακές υποδομές υψηλού κόστους, οι οποίες είναι αμφίβολο αν έχουν στο μέλλον τη δυνατότητα να χρηματοδοτηθούν.

Βιβλιογραφία

Botzoris G., Galanis A., Profillidis V. and Eliou N. (2015). Coupling and Decoupling Relationships between Energy Consumption and Air Pollution from the Transport Sector and the Economic Activity, International Journal of Energy Economics and Policy, 5(4), 949-954.

EU–European Union (2015), Energy and Transport in Figures–Statistical Pocketbook 2015, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Karafolas S. and Alexandrakis A. (2015). Unemployment Effects of the Greek Crisis: A Regional Examination, Procedia Economics and Finance, 19, 82-90.

Magoulios G., Kydros D. and Athianos S. (2015). The Economic Crisis and Effects on Income. The Case of Greece, Procedia Economics and Finance, 19, 27-36.

Ozturk S. and Sozdemir A. (2015). Effects of Global Financial Crisis on Greece Economy, Procedia Economics and Finance, 23, 568-575.

Profillidis V. and Botzoris G. (2015). Air Passenger Transport and Economic Activity, Journal of Air Transport Management, 49, 23-27.

Profillidis V., Botzoris G. and Galanis A. (2014). Environmental Effects and Externalities from the Transport Sector and Sustainable Transportation Planning - A Review, International Journal of Energy Economics and Policy, 4(4), 621-635.

Περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής

Δημήτριος Κολιδάκης[1], Γεώργιος Μποτζώρης[2], Βασίλειος Προφυλλίδης[2] & Αθανάσιος Γαλάνης[3]

[1]Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Δήμου Κομοτηνής,
Πλ. Βιζυηνού 1, 69100, Κομοτηνή, Ελλάδα
[2]Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Βασ. Σοφίας 12, 67100, Ξάνθη, Ελλάδα
[3]Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Πεδίον Άρεως, 38334, Βόλος, Ελλάδα
dkolidak@civil.duth.gr, gbotzori@civil.duth.gr, vprofill@civil.duth.gr, atgalanis@uth.gr

Περίληψη
Η παρούσα εργασία διερευνά τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής. Αρχικά, εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας στην πόλη της Κομοτηνής καθώς και την ανάγκη ανακύκλωσης υλικών τα οποία προέκυψαν από την ανάπλαση των οδών. Στη συνέχεια διερευνά τις κοινωνικές επιπτώσεις στην πόλη οι οποίες περιλαμβάνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση, τα τροχαία ατυχήματα, τον κοινωνικό αποκλεισμό, τη δημόσια υγεία, την ποιότητας ζωής στην πόλη καθώς και την κατάληψη οδικού χώρου που επιφέρει η μηχανοκίνητη κυκλοφορία. Όπως αναλύεται στην εργασία, μετά την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου, οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνθήκες έχουν βελτιωθεί αισθητά, κυρίως λόγω της μείωσης της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας και της απόδοσης περισσότερου αστικού οδικού χώρου στους λοιπούς οδικούς χρήστες, ενώ σε ό,τι αφορά τις οικονομικές επιπτώσεις από την κατασκευής του έργου, μέχρι στιγμής αυτές κρίνονται ως θετικές.

Λέξεις Κλειδιά: Ποδηλατόδρομοι, περιβάλλον, κοινωνία, οικονομία βιωσιμότητα.

JEL Κωδικοί: R41, R48, O18, O33.

1. Εισαγωγή

Οι σημερινές πόλεις τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα αφενός λόγω της υψηλής, αφετέρου διαρκώς αυξανόμενης ζήτησης για μετακινήσεις, ιδιαίτερα με μηχανοκίνητα μεταφορικά μέσα και δη με αυτοκίνητα. Οι οδικές μεταφορές είναι σημαντικό στοιχείο για την εκπλήρωση καθημερινών αναγκών των πολιτών για εργασία και αναψυχή, όσο και για τη διεξαγωγή του εμπορίου. Ωστόσο, οι πραγματικές επιπτώσεις τους στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία δεν είναι εύκολο να αποτιμηθούν με ακρίβεια, ενώ συχνά τα αρνητικά στοιχεία είναι περισσότερα από τα θετικά.

Στην παρούσα εργασία καταγράφονται οι περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής. Το δίκτυο ποδηλατοδρόμων προϋπολογισμού 2.700.000€, χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Μακεδονίας-Θράκης. Συνολικά, έχουν κατασκευαστεί 650m ποδηλατοδρόμου διπλής κυκλοφορίας πλάτους 2.50m (οδοί Ν. Ζωίδη και Απ. Σούζου) και 1100μ μονού ποδηλατοδρόμου πλάτους 1.20m σε κάθε πλευρά του δρόμου (οδοί Ορφέως και Δημοκρίτου).

Παράλληλα, σχεδιάζεται η επέκταση του δικτύου προς τις γειτονιές της πόλης, ώστε να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο δίκτυο αστικών ποδηλατοδρόμων.

2. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

2.1 Γενικά

Η ραγδαία αύξηση του ΙΧ έχει επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, οι οποίες θα πρέπει να αντιμετωπιστούν. Οι σημαντικότερες επιπτώσεις σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση, τον κυκλοφοριακό θόρυβο, την κατανάλωση ενέργειας και την ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων υλικών. Βέβαια είναι αρκετά δύσκολο να επιτευχθεί καταγραφή των ρύπων που δεν θα αποδοθούν στην ατμόσφαιρα της πόλης λόγω χρήσης του ποδηλατοδρόμου της Κομοτηνής. Οι εκπομπές εξαρτώνται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των οχημάτων, τα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου, τις συνήθειες των οδηγών και τις συνθήκες οδήγησης. Επίσης, οι συντελεστές εκπομπής ατμοσφαιρικών ρύπων μεταβάλλονται ανάλογα με το είδος, την τεχνολογία των οχημάτων και την ποιότητα του καυσίμου. Εμμέσως θεωρείται πως η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου συνεπάγεται μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης λόγω μείωσης της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας, του κυκλοφοριακού θορύβου και της κατανάλωσης ενέργειας.

Δείκτης βιώσιμης κινητικότητας της πόλης αποτελεί το συνολικό μήκος των ποδηλατοδρόμων σε σχέση με το συνολικό μήκος του οδικού δικτύου της πόλης. Πριν την κατασκευή του έργου οι ποδηλατοδρόμοι είχαν μήκος 2,000m σε σύνολο 113,800m του οδικού δικτύου της πόλης, αποτελώντας περίπου το 1.75% (Δήμος Κομοτηνής, 2011). Μετά την ολοκλήρωσή του έργου, οι ποδηλατόδρομοι έχουν μήκος 3,750m, αποτελώντας περίπου το 3.30% του συνολικού δικτύου που σημαίνει αύξηση της τάξης του 90%.

2.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Η ατμοσφαιρική ρύπανση των πόλεων λόγω της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας αποτελεί ένα πολύ σοβαρό ζήτημα που απειλεί την υγεία των κατοίκων τους. Η οξύτητα του προβλήματος στο αστικό περιβάλλον επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η συχνότητα των συνθηκών κυκλοφοριακής συμφόρησης, η πυκνότητα δόμησης της πόλης και η κατάσταση (ηλικία, τεχνολογία, επίπεδο συντήρησης) του στόλου των οχημάτων. Υπεύθυνη, κυρίως, για την ατμοσφαιρική ρύπανση στο αστικό περιβάλλον είναι η οδική κυκλοφορία, καθώς κυρίως το ΙΧ αλλά και τα λεωφορεία, τα φορτηγά (όπου και όταν επιτρέπονται) αλλά και τα δίκυκλα ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την ρύπανση στις πόλεις, (Profillidis et al., 2014).

Η παγκόσμια τάση για περισσότερες μετακινήσεις και για προτίμηση του ΙΧ έναντι των δημόσιων μέσων μετακίνησης καθιστούν το πρόβλημα έντονο και δυσεπίλυτο. Αν και κυριότερη αιτία των εκπομπών επιβλαβών αερίων είναι η καύση και τα παράγωγά της, ωστόσο σημαντικό ποσοστό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις οδικές μεταφορές προκαλείται από τη διαφυγή καυσίμου στην ατμόσφαιρα, τη δημιουργία αιωρούμενων σωματιδίων λόγω φθοράς των φρένων και των ελαστικών, τη φθορά του οδοστρώματος, κ.α. Οι κυριότεροι εκπεμπόμενοι ρύποι είναι οι εξής:

- μόλυβδος (Pb),
- αιωρούμενα σωματίδια,
- όζον (O_3),
- μονοξείδιο του άνθρακα (CO),
- διοξείδιο του θείου (SO_2),
- διοξείδιο του αζώτου (NO_2),
- υδρογονάνθρακες (HC) και πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC).

2.3 Κυκλοφοριακός θόρυβος

Ο θόρυβος στον αστικό χώρο ορίζεται ως ο ήχος που προκαλείται από όλες τις δραστηριότητες του ανθρώπου εκτός του θορύβου μέσα στους βιομηχανικούς χώρους εργασίας. Έτσι στον αστικό χώρο πηγές θορύβου είναι οι οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές, οι βιομηχανίες και βιοτεχνίες, τα δημόσια έργα αλλά και οι χώροι διασκέδασης, οι αθλητικές δραστηριότητες, οι παιδικές χαρές, κ.λπ. Οι επιπτώσεις στον άνθρωπο από την έκθεση στον κυκλοφοριακό θόρυβο καθορίζονται από τη διάρκεια, την ένταση και τη συχνότητα του θορύβου, επηρεάζοντας ακόμα και την επιλογή τοποθεσίας διαμονής σε μια πόλη, σύμφωνα με το επίπεδο θορύβου της οδού, (Galanis et al., 2014).

Οι μεταφορές αποτελούν την κυριότερη πηγή θορύβου στην Ευρώπη. Οι οδικές μεταφορές αποτελούν την κυριότερη αιτία έκθεσης των Ευρωπαίων πολιτών στον θόρυβο, εκτός όσων ζουν κοντά σε αεροδρόμια και σιδηροδρομικές γραμμές. Ο θόρυβος που προέρχεται από τα οχήματα μπορεί να αντιμετωπισθεί είτε στην πηγή ή/και με την παρεμπόδιση της διάδοσής του. Η πρώτη εναλλακτική αφορά στη λήψη μέτρων με στόχο τη βελτίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών των οχημάτων και του οδοστρώματος, στη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου και στη μείωση των ορίων ταχύτητας κίνησης των οχημάτων. Η δεύτερη λύση περιλαμβάνει μόνωση των κτιρίων, τοποθέτηση ηχοπετασμάτων στις οδούς και διασφάλιση επαρκούς απόστασης μεταξύ των πηγών του θορύβου και των αποδεκτών, (Galanis and Botzoris, 2014).

2.4 Κατανάλωση ενέργειας

Οι οδικές μεταφορές είναι ένας από τους κύριος παράγοντες κατανάλωσης ενέργειας στον κόσμο και φυσικά στην Ευρώπη, (EU, 2015). Η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και η εξάρτηση των οδικών μεταφορών από αυτά είναι σταθερά ανοδική τα τελευταία χρόνια και προβλέπεται να γίνει ακόμη εντονότερη. Αυτή η εξάρτηση ωστόσο συνοδεύεται από δυσεπίλυτα προβλήματα, όπως: α) τα αποθέματα πετρελαίου δεν είναι ανεξάντλητα, β) πολλές χώρες είναι άμεσα εξαρτημένες από άλλες, πετρελαιοπαραγωγούς, χώρες, δημιουργούνται έτσι γεωπολιτικές διενέξεις αλλά και κερδοσκοπικές αυξομειώσεις των τιμών του πετρελαίου που επιδρούν καθοριστικά στην πραγματική οικονομία και γ) η καύση ορυκτών καυσίμων παράγει CO_2, ένα αέριο το οποίο συμβάλλει στην ένταση του φαινομένου θερμοκηπίου, (Profillidis et al., 2014). Αυτά τα προβλήματα έχουν οδηγήσει τις αυτοκινητοβιομηχανίες στην ένταση των προσπαθειών για βελτίωση της αποδοτικότητας και για τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων όπως τα εξής:

- βιοκαύσιμα,
- υδρογόνο,
- υγροποιημένο προπάνιο,
- συμπιεσμένο φυσικό αέριο.

2.5 Ανακύκλωση χρησιμοποιημένων υλικών

Η εξασφάλιση της δυνατότητας ανακύκλωσης των νέων υλικών κατασκευής των οδοστρωμάτων και ιδιαίτερα των ανώτερων στρώσεων πρέπει να αποτελεί πάντα έναν από τους στόχους των διαφόρων επιλογών σχεδιασμού. Είναι εφικτό επίσης για την κατασκευή ή τη συντήρηση των οδοστρωμάτων να αξιοποιούνται και να ανακυκλώνονται υλικά εκτός του τομέα της οδοποιίας, τα οποία διαφορετικά θα θεωρούνταν πλεονάζοντα και θα απορρίπτονταν σε χώρους απόθεσης υλικών, όπως, π.χ., το σκυρόδεμα.

Στο έργο του ποδηλατοδρόμου στην Κομοτηνή, τα υλικά οδοποιίας (κυρίως άσφαλτος) ανακυκλώθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν σε ποσοστό 100%, είτε ως υλικό επίχωσης είτε για την

«επούλωση» τομών στο οδόστρωμα σε διάφορα σημεία. Από τα προϊόντα εκσκαφών, τα «υγιή» επαναχρησιμοποιήθηκαν ως υλικά επίχωσης ενώ τα υπόλοιπα τοποθετήθηκαν σε αδειοδοτημένους χώρους απόθεσης μαζί με το σύνολο των σκυροδεμάτων που καθαιρέθηκαν.

3. Κοινωνικές επιπτώσεις

3.1 Γενικά

Οι κοινωνικές επιπτώσεις είναι μεταξύ των σοβαροτέρων επιπτώσεων των κυκλοφοριακών προβλημάτων, καθώς εξαιτίας αυτών των προβλημάτων δημιουργούνται έντονες κοινωνικές τριβές γύρω από τη χρήση του, ούτως ή άλλως περιορισμένου, διαθέσιμου αστικού χώρου. Επομένως, είναι εύλογος ο προβληματισμός που αναπτύσσεται ως προς τον τρόπο διάθεσης και εκμετάλλευσης του χώρου, λόγω της συνεχούς αύξησης των μηχανοκίνητων οχημάτων. Τα προβλήματα αυτά εντείνονται και λόγω της ύπαρξης διαφορετικών συμφερόντων ανάμεσα σε διάφορες κοινωνικές ομάδες ή και τάξεις πληθυσμού, (Markovich and Lucas, 2011):

- Οι κάτοικοι της περιφέρειας ή οι εργαζόμενοι στο εμπορικό κέντρο έχουν συμφέρον το κέντρο της πόλης να είναι μεγάλος συγκοινωνιακός κόμβος και να τους προσφέρει εύκολη πρόσβαση και διαθεσιμότητα χώρου με το ιδιωτικό τους αυτοκίνητο, με το λιγότερο κόστος.
- Οι κάτοικοι του κέντρου επιθυμούν να προστατευθεί η περιοχή τους από την κυκλοφορία και τις διαμπερείς κινήσεις, να προσφέρονται πάντα οι πλέον ικανοποιητικές συνθήκες περιβάλλοντος και εμπορικής κίνησης, αλλά και να διατηρούνται σταθερά υψηλές οι τιμές της γης.
- Οι κάτοικοι κάθε πολεοδομικής ενότητας έχουν επιδίωξη να εκτρέπουν τη διαμπερή κυκλοφορία έξω από την περιοχή τους.
- Ο καταστηματάρχης επιθυμεί διαθεσιμότητα χώρου έμπροσθεν του καταστήματός του, τόσο για τους επισκέπτες – πελάτες του όσο και για να σταθμεύει ο ίδιος το αυτοκίνητό του.
- Κάθε πόλη διαθέτει σημεία υπερτοπικού χαρακτήρα (π.χ., νοσοκομείο, σιδηροδρομικός σταθμός). Όσοι βρίσκονται δίπλα σε αυτά είναι προφανές ότι υφίστανται ορισμένες επιπτώσεις και αδικούνται σε σχέση με όσους εργάζονται ή κατοικούν μακριά από αυτά.

Οι σημαντικότερες επιπτώσεις που σχετίζονται με την κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι τα τροχαία ατυχήματα, ο κοινωνικός αποκλεισμός, η επίδραση στην υγεία και στην ψυχοσωματική ανάπτυξη των παιδιών, η επιδείνωση της ποιότητας ζωής στην πόλη και η κατάληψη αστικού οδικού χώρου.

3.2 Κυκλοφοριακή συμφόρηση

Είναι ένα γνωστό και πλήρως κατανοητό φαινόμενο που προκύπτει από δύο κυρίαρχες αιτίες: α) η ζήτηση για χρήση των διαθέσιμων μεταφορικών υποδομών υπερβαίνει τις δυνατότητες ικανοποίησής τους και β) από τυχαία γεγονότα που επιφέρουν παροδικές διαταραχές στο δίκτυο μεταφορών, όπως, π.χ., κατά τη διάρκεια ατυχημάτων, κοινωνικών εκδηλώσεων ή ακραίων καιρικών φαινομένων. Τα αποτελέσματα της κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι η αύξηση του χρόνου μετακίνησης, η μείωση της αξιοπιστίας των μεταφορών υποδομών, η αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης, η αύξηση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων, η αύξηση της φθοράς των μηχανοκίνητων οχημάτων, η πρόκληση άγχους και επιθετικής συμπεριφοράς και η μείωση της παραγωγικότητας των εργαζομένων.

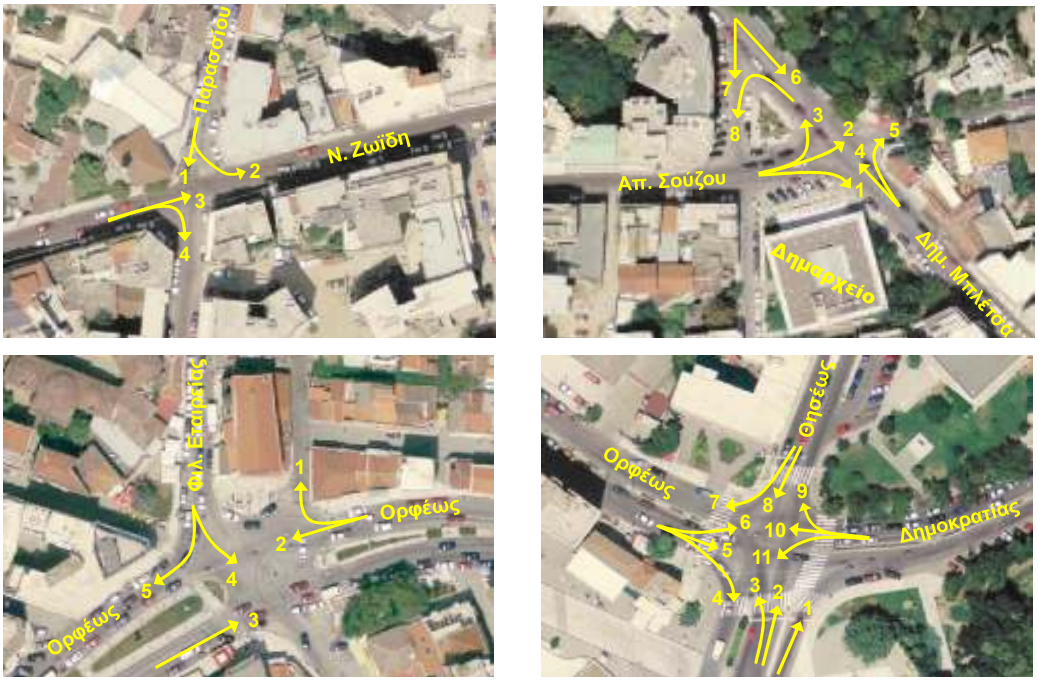
Τα κόστη της κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι εσωτερικά και εξωτερικά. Ως εσωτερικά κόστη νοούνται αυτά που καλείται να επωμισθεί ο κάθε μετακινούμενος λόγω της

επιλογής του για μετακίνηση σε οδικές υποδομές υπό συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης. Εξωτερικά κόστη είναι αυτά που επωμίζονται όλοι οι υπόλοιποι μετακινούμενοι ή μη, λόγω της επιλογής ενός πολίτη να μετακινηθεί σε κυκλοφοριακά συμφορημένη οδό.

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι ένα εξαιρετικά δυσεπίλυτο πρόβλημα. Η παγκόσμια τάση αύξησης της ιδιοκτησίας των οχημάτων προβλέπεται ότι θα προκαλέσει ένταση του φαινομένου στις ήδη προβληματικές περιοχές, αλλά και επέκτασή του σε περιοχές που μέχρι σήμερα δεν αντιμετωπίζουν σοβαρά κυκλοφοριακά προβλήματα. Η κλασσική αντιμετώπιση της αύξησης της ζήτησης για μετακινήσεις ήταν η προσφορά νέων ή βελτιωμένων οδικών υποδομών, η οποία έχει αποδειχθεί αναποτελεσματική για δύο λόγους: α) είναι ανέφικτο (τόσο οικονομικά όσο και χωροταξικά) ο ρυθμός κατασκευής νέων οδικών υποδομών να ακολουθήσει το ρυθμό αύξησης των ΙΧ και β) ακόμα και όταν νέες οδικές υποδομές προσφέρονται για χρήση, το αποτέλεσμα είναι η παροδική επίλυση του προβλήματος, (Botzoris et al., 2015).

Στο Σχήμα 1 δίνονται τέσσερις χαρακτηριστικοί κόμβοι του οδικού και ποδηλατικού δικτύου της Κομοτηνής, στους οποίους πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου πριν (2009), (Δήμος Κομοτηνής, 2010) και μετά (2014) την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου. Διαπιστώνεται, (Πίνακες 1 έως 4), ότι η λειτουργία του ποδηλατοδρόμων επέφερε μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου, συνεπώς και της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Σχήμα 1: Κόμβοι πραγματοποίησης κυκλοφορικών μετρήσεων πριν (το έτος 2009) και μετά (το έτος 2014) την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου, (Δήμος Κομοτηνής, 2011).



Πίνακας 1: Μέσοι κυκλοφοριακοί φόρτοι (ΜΕΑ/ώρα) στον κόμβο Ν. Ζωίδη και Παρασσίου πριν (2009) και μετά την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου (2014).

Κινήσεις	**Κόμβος Ν. Ζωίδη και Παρασσίου**							
	Ημερομηνίες και ώρες μετρήσεων							
	Σάββατο 27/6/2009 (7:00-21:30)	Πέμπτη 2/7/2009 (7:00-21:30)	Παρασκευή 3/7/2009 (7:00-21:30)	Τρίτη 7/7/2009 (6:30-15:30)	Τρίτη 17/6/2014 (7:00-21:30)	Πέμπτη 19/6/2014 (7:00-21:30)	Παρασκευή 20/6/2014 (7:00-21:30)	Σάββατο 21/6/2014 (6:30-15:30)
1	64	87	87	79	46	69	63	64
2	54	79	87	53	36	56	59	37
3	348	413	427	463	246	309	325	314
3 ποδηλατόδρ.	-	-	-	-	34	39	36	39
4	52	64	65	70	36	49	44	50

Πίνακας 2: Μέσοι κυκλοφοριακοί φόρτοι (ΜΕΑ/ώρα) στον κόμβο Απ. Σούζου και Δημ. Μπλέτσα πριν (2009) και μετά την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου (2014).

Κινήσεις	**Κόμβος Απ. Σούζου και Δημ. Μπλέτσα**							
	Ημερομηνίες και ώρες μετρήσεων							
	Σάββατο 20/6/2009 (7:00-21:30)	Πέμπτη 25/6/2009 (7:00-21:30)	Παρασκευή 26/6/2009 (13:00-21:30)	Τρίτη 30/6/2009 (6:30-15:30)	Τρίτη 10/6/2014 (7:00-21:30)	Πέμπτη 12/6/2014 (7:00-21:30)	Παρασκευή 13/6/2014 (13:00-21:30)	Σάββατο 14/6/2014 (6:30-15:30)
1	191	251	240	256	164	223	213	226
2	51	55	58	86	35	41	45	61
2 ποδηλατόδρ.	-	-	-	-	26	38	37	37
3	311	379	379	391	283	348	352	350
4	430	508	543	576	405	477	508	538
5	11	6	12	21	10	5	9	16
6	338	441	428	523	311	409	393	479
7	53	73	72	74	41	56	54	54
8	3	3	6	5	3	3	5	4

Πίνακας 3: Μέσοι κυκλοφοριακοί φόρτοι (ΜΕΑ/ώρα) στον κόμβο Ορφέως και Φιλικής Εταιρείας πριν (2009) και μετά την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου (2014).

Κινήσεις	**Κόμβος Ορφέως και Φιλικής Εταιρείας**							
	Ημερομηνίες και ώρες μετρήσεων							
	Τρίτη 23/6/2009 (6:30-15:30)	Πέμπτη 25/6/2009 (7:00-21:30)	Παρασκευή 26/6/2009 (7:00-21:30)	Σάββατο 27/6/2009 (7:00-21:30)	Τρίτη 17/6/2014 (7:00-21:30)	Πέμπτη 19/6/2014 (7:00-21:30)	Παρασκευή20/6/2014 (7:00-21:30)	Σάββατο21/6/2014 (7:00-21:30)
1	188	191	202	234	162	165	178	201
2	810	807	793	677	716	722	708	598
2 ποδηλατόδρ.	-	-	-	-	33	36	46	43
3	519	461	477	373	466	410	418	328
3 ποδηλατόδρ.	-	-	-	-	37	42	48	44
4	254	220	233	187	229	192	202	170
5	264	246	242	196	232	215	212	171

Παρατηρώντας δε τις μέσες τιμές ωριαίων φόρτων διαπιστώνουμε τη μείωσή τους στις μετρήσεις που έγιναν τον Ιούνιο του 2014, που σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνει και το 30%. Επίσης, εμφανίζονται και κινήσεις ποδηλάτων οι οποίες είναι μικρό ποσοστό σε σχέση με αυτές των αυτοκινήτων (περίπου 10%), ένδειξη ωστόσο ότι ο ποδηλατόδρομος είχε ήδη αρχίσει να χρησιμοποιείται από τους πολίτες.

3.3 Οδική ασφάλεια

Είναι μια σοβαρή επίπτωση που όμως παραμένει εδώ και χρόνια υποτιμημένη. Η Ελλάδα κατέχει μια από τις χειρότερες θέσεις στην Ευρώπη στον τομέα των τροχαίων ατυχημάτων και της οδικής ασφάλειας γενικότερα. Το έτος 2012, 988 πολίτες έχασαν τη ζωή τους σε τροχαία ατυχήματα, εκ των οποίων 21 ήταν ποδηλάτες (Road Safety Observatory, 2015). Κύρια μέτρα για τη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων είναι η βελτίωση της οδικής υποδομής, η βελτίωση της εκπαίδευσης οδηγών μηχανοκίνητων οχημάτων (ΙΧ και επαγγελματικών), ποδηλατών και πεζών, η αστυνόμευση των οδών και η εφαρμογή των ισχυόντων διατάξεων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της κυκλοφοριακής μελέτης του Δήμου Κομοτηνής, στην περιοχή που αναπτύχθηκε ο ποδηλατοδρόμος είχαν καταγραφεί τα έτη 2007, 2008 και 2009 συνολικά 17 τροχαία ατυχήματα με ελαφρύ τραυματισμό και ένα ατύχημα με σοβαρό τραυματισμό, (Δήμος Κομοτηνής, 2010). Αντιθέτως, τόσο κατά την περίοδο λειτουργίας του ποδηλατοδρόμου αλλά και κατά τη διάρκεια κατασκευής του καταγράφηκε μόλις ένα ατύχημα με ελαφρύ τραυματισμό (στις 19-12-2014 στην οδό Δημοκρίτου), σύμφωνα με τα στοιχεία του Τμήματος Τροχαίας της Κομοτηνής.

3.4 Κατάληψη χώρου

Για την ανάπτυξη των μεταφορικών υποδομών απαιτείται χώρος. Η επικράτηση των οδικών μετακινήσεων έναντι όλων των άλλων μέσων στις αστικές περιοχές έχει οδηγήσει σε μαζική και συστηματική χρησιμοποίηση αστικού χώρου για την κάλυψη των αναγκών κίνησης και στάθμευσης των αυτοκινήτων. Στα αστικά κέντρα ο χώρος αυτός αφαιρείται από τους πολίτες που δεν επιθυμούν ή δεν μπορούν να κατέχουν ΙΧ. Η χρήση του αυτοκίνητου απαιτεί

περισσότερο χώρο από οποιαδήποτε άλλο μέσο μετακίνησης. Ο χώρος που αντιστοιχεί σε κάθε άτομο για τη μετακίνησή του είναι συνάρτηση του χρησιμοποιούμενου μέσου, της πληρότητας και της ταχύτητας κίνησης, (Profillidis et al., 2014).

Πίνακας 4: Κυκλοφοριακοί φόρτοι (ΜΕΑ/ώρα) στον κόμβο Ορφέως και Θησέως πριν (έτος 2009) και μετά την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου (έτος 2014).

Κινήσεις	**Κόμβος Ορφέως και Θησέως**							
	Ημερομηνίες και ώρες μετρήσεων							
	Πέμπτη 4/6/2009 (7:00-21:30)	Παρασκευή 5/6/2009 (7:00-21:30)	Σάββατο 6/6/2009 (7:00-21:30)	Τρίτη 9/6/2009 (6:30-15:30)	Πέμπτη 19/6/2014 (7:00-21:30)	Παρασκευή 20/6/2014 (7:00-21:30)	Σάββατο 21/6/2014 (7:00-21:30)	Τρίτη 24/6/2014 (6:30-15:30)
1	143	140	124	226	108	108	98	197
2	262	270	202	257	232	234	173	226
3	523	556	495	561	485	512	451	502
4	241	248	209	252	205	212	184	223
5	118	128	112	206	93	93	96	183
5 ποδηλατόδρ.	-	-	-0	-	34	33	41	37
6	158	150	121	140	123	118	105	123
7	281	330	299	408	240	290	261	363
8	152	156	128	176	124	124	112	154
9	22	19	11	12	16	15	10	9
10	227	289	225	365	185	249	166	323
10 ποδηλατόδρ.	-	-	-	-	32	33	38	39
11	145	153	126	202	111	123	111	178

3.5 Κοινωνικός αποκλεισμός

Πρόκειται για ένα πολυδιάστατο πρόβλημα που ουσιαστικά σχετίζει την κινητικότητα με τον κοινωνικό αποκλεισμό, μια κατάσταση που εμποδίζει τους ανθρώπους να συμμετέχουν στην οικονομική, πολιτική και κοινωνική ζωή της κοινότητάς τους, λόγω της μειωμένης πρόσβασης σε ευκαιρίες, υπηρεσίες και κοινωνικά δίκτυα. Οι κύριες ομάδες πολιτών που βιώνουν τον κινητικό αποκλεισμό στις σύγχρονες πόλεις είναι οι εξής, (Γαλάνης κ.α., 2015):

- νοικοκυριά που δεν κατέχουν αυτοκίνητο,
- άτομα με αναπηρίες,
- νοικοκυριά με χαμηλό εισόδημα,
- άνεργοι,
- άτομα που δεν μπορούν να οδηγήσουν λόγω περιορισμού ηλικίας (κάτω των 18 ετών ή άνω των 70 ετών).

Για αυτές τις κοινωνικές ομάδες, η μη κατοχή ή χρήση αυτοκινήτου σε πόλεις με αυτοκινητοκεντρική ανάπτυξη προκαλεί σοβαρές δυσχέρειες κοινωνικής συμμετοχής και αξιοπρεπούς διαβίωσης. Η πρόσβαση στην εργασία, σε υπηρεσίες υγείας, σε δημόσιες υπηρεσίες, σε εμπορικά κέντρα και καταστήματα, σε χώρους αναψυχής και διασκέδασης, καθίσταται δύσκολη και σε ορισμένες περιπτώσεις αδύνατη χωρίς τη χρήση ΙΧ.

Ένας δείκτης κοινωνικού αποκλεισμού είναι το μήκος του οδηγού τυφλών που υπήρχε στην πόλη πριν την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου, μήκους συνολικά 2,400m, σε σχέση με αυτό που υπάρχει μετά την κατασκευή του. Συνολικά πλέον, η πόλη διαθέτει οδηγό τυφλών μήκους 5,900m, σύμφωνα με τα στοιχεία της Τεχνικής Υπηρεσίας του Δήμου Κομοτηνής, μια αύξηση της τάξης του 245%.

Ένας άλλος δείκτης είναι ο αριθμός των ειδικών διαμορφώσεων για την πρόσβαση ατόμων με ειδικές ανάγκες στα πεζοδρόμια (ράμπες) πριν και μετά την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου. Σύμφωνα με την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Κομοτηνής, στις οδούς που αναπτύχθηκε ο ποδηλατοδρόμος υπήρχαν πριν την κατασκευή του έργου 44 ράμπες πλάτους 1.2m, ενώ υπάρχουν μετά την ολοκλήρωσή του 115 ράμπες ελάχιστου πλάτους 1.50m.

3.6 Υγεία και ανάπτυξη των παιδιών

Οι επιπτώσεις στην υγεία των παιδιών προέρχονται από την έκθεσή τους στην αέρια ρύπανση, στον κυκλοφοριακό θόρυβο, στα τροχαία ατυχήματα, αλλά και από τη μείωση της δυνατότητας τους για φυσική (σωματική) δραστηριότητα και αυτόνομη μετακίνηση. Τα παιδιά είναι ένα σημαντικό τμήμα του πληθυσμού μιας κοινωνίας με ευαίσθητα υπό διαμόρφωση βιολογικά, πνευματικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά. Επιπτώσεις στην υγεία τους κατά την παιδική ηλικία μπορεί να τους ακολουθούν και στην υπόλοιπη ζωή τους.

Οι συνέπειες του περιορισμού της αυτόνομης κίνησης των παιδιών έχει άμεσες αρνητικές επιπτώσεις στη σωματική τους ανάπτυξή τόσο λόγω της μειωμένης φυσικής δραστηριότητας που μπορεί να τα οδηγήσει σε παχυσαρκία και μη ικανοποιητική ανάπτυξη του καρδιοαναπνευστικού συστήματος, όσο και λόγω της επίδρασής τους στην ανάπτυξη της αυτονομίας τους, τη μείωση των ευκαιριών για εύρεση φίλων και την ανάπτυξη της κοινωνικής τους δραστηριότητας. Η μείωση της φυσικής κινητικότητας και η εξάρτησή τους από το αυτοκίνητο εδραιώνει αυτοκινητοκεντρικά πρότυπα μετακίνησης που δύσκολα μεταβάλλονται. Για τους νέους ανθρώπους η οδήγηση αυτοκινήτου γίνεται πλέον τρόπος και αξία ζωής.

Δείκτης είναι η μείωση του συνολικού χώρου που καταλαμβάνει το αυτοκίνητο. Έτσι λοιπόν για τις οδούς Ν. Ζωίδη και Απ. Σούζου, οι οποίες έχουν συνολικά περίπου 9,000m^2 κοινόχρηστου χώρου, πριν την κατασκευή του έργου περίπου τα 7,000m^2 καλύπτονταν από άσφαλτο και εξυπηρετούσαν την κυκλοφορία των αυτοκινήτων, τη στάθμευση και την παράνομη στάθμευση και περίπου τα 2,000m^2 ήταν διαθέσιμα για πεζούς και ποδηλάτες. Με την ολοκλήρωση του έργου είναι διαθέσιμα περίπου 4,900m^2, παρουσιάζεται δηλαδή μείωση της τάξης του 40% (τα στοιχεία διατέθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Κομοτηνής).

3.7 Ποιότητα ζωής

Η δόμηση των πόλεων με σχεδόν αποκλειστικό γνώμονα την εξυπηρέτηση της κινητικότητας έχει επηρεάσει δυσμενώς την ποιότητα ζωής στην πόλη η οποία εξαρτάται από πλήθος παραγόντων που αφορούν την ασφάλεια, τη φυσική και πνευματική υγεία των πολιτών, τη φιλικότητα των γειτονιών, την ύπαρξη ελεύθερων δημοσίων χώρων, κ.λπ. Εδώ και αρκετά χρόνια οι άνθρωποι έχουν αρχίσει να συνειδητοποιούν ότι το δικαίωμα στην κινητικότητα και, κατ' επέκταση και κατ' ανάγκη, στη χρήση του ΙΧ έχει αρχίσει να επιδρά περισσότερο αρνητικά στις συνθήκες διαβίωσης στην πόλη.

Αντίστοιχα με την παραπάνω περίπτωση, δείκτης είναι η απόδοση περισσότερου χώρου στους πεζούς και ποδηλάτες, π.χ. από 2,000m^2 κοινόχρηστου οδικού χώρου στις οδούς Ν. Ζωίδη και Απ. Σούζου ο διαθέσιμος κοινόχρηστος χώρος έφτασε τα 4,900m^2, δηλαδή μια αύξηση 145%.

4. Οικονομικές επιπτώσεις

Το έργο κόστισε συνολικά 2.700.000€. Χρηματοδοτήθηκε πλήρως από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Μακεδονίας – Θράκης. Κατά τη διάρκεια των εργασιών δημιουργήθηκαν θέσεις εργασίας στις οποίες απασχολήθηκε προσωπικό από την ευρύτερη περιοχή της Κομοτηνής. Επιπλέον, ο ανάδοχος του έργου προμηθεύτηκε όλα τα απαιτούμενα υλικά από την ευρύτερη περιοχή, ενισχύοντας οικονομικά την τοπική κοινωνία.

Με την ολοκλήρωση του έργου επήλθε ανατροπή των υφιστάμενων συνθηκών λειτουργίας του κεντρικού τομέα της Κομοτηνής, καταλύοντας νοοτροπίες και πολυετείς συνήθειες, γεγονός που αρχικά επέφερε αντιδράσεις και διαμαρτυρίες των καταστηματαρχών και των πολιτών. Οι αντιδράσεις σε παρόμοιες περιπτώσεις είναι αναπόφευκτες όταν θίγονται καθημερινές συνήθειες και συμπεριφορές, που εκ των πραγμάτων αλλάζουν δύσκολα. Παρόλα αυτά, με την πάροδο μικρού χρονικού διαστήματος επήλθε ισορροπία στην αγορά και σταμάτησαν οι όποιες αντιδράσεις των πολιτών.

Στις οικονομικές επιπτώσεις θα πρέπει να υπολογιστεί και το κόστος των μετακινήσεων. Αφορά το κόστος που καλείται να πληρώσει ο χρήστης των μεταφορικών μέσων και το οποίο αφορά όλες εκείνες τις δαπάνες που απαιτούνται για τη απόκτηση και λειτουργία ενός μεταφορικού οχήματος, όπως το κόστος αγοράς ενός αυτοκινήτου, το κόστος ταξινόμησης, τα ετήσια ασφάλιστρα, το κόστος στάθμευσης, το κόστος συντήρησης, καυσίμων, κ.λπ., τα οποία ελαττώνονται σημαντικά με τη μείωση της χρήσης του οχήματος όταν επιλέγουμε εναλλακτικούς τρόπους ή μέσα μετακίνησης (πεζή, ποδήλατο, δημόσια συγκοινωνία).

Δείκτης αποτίμησης του κόστους μετακινήσεων είναι συλλογή δεδομένων χρήσης του ΙΧ. Η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου μηχανοκίνητης κυκλοφορίας και η εμφάνιση φόρτου μετακινήσεων με το ποδήλατο (Πίνακες 1 έως 4), συνεπάγεται αντίστοιχη μείωση του εξωτερικού αλλά και εσωτερικού οικονομικού κόστους των εν λόγω μετακινήσεων.

5. Συμπεράσματα

Αντικείμενο της εργασίας ήταν η διερεύνηση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων από την υλοποίηση και λειτουργία του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής. Με την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου, οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνθήκες έχουν βελτιωθεί σημαντικά, λόγω μείωσης της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας και απόδοσης περισσότερου αστικού οδικού χώρου στους πεζούς και στους ποδηλάτες. Σε ό,τι αφορά τις οικονομικές επιπτώσεις από την κατασκευή του έργου, μέχρι στιγμής η αποτίμησή τους κρίνεται θετική.

Η προώθηση έργων βιώσιμης κινητικότητας συμβάλλει θετικά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ιδιαίτερα σε πόλεις μεσαίου μεγέθους (όπως οι περισσότερες ελληνικές), οι οποίες διακρίνονται από την πυκνή δόμηση και την ανάμειξη χρήσεων γης, καθώς και το υψηλό ποσοστό χρήσης του ΙΧ για μετακινήσεις μικρού μήκους, που συνεπάγεται υψηλό εξωτερικό κόστος μετακινήσεων. Η αντίληψη των πολιτών ότι οι βιώσιμες μετακινήσεις συνεπάγονται αυξημένα οφέλη στους τομείς του περιβάλλοντος, κοινωνίας και οικονομίας, καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστικά συναφή έργα και δραστηριότητες στην προσπάθεια για μεταστροφή της πολιτικής μεταφορών σε ένα βιώσιμο πλαίσιο και τη δημιουργία αξιοβίωτων πόλεων.

Βιβλιογραφία

Botzoris G., Galanis A., Profillidis V. and Eliou N. (2015). Coupling and Decoupling Relationships between Energy Consumption and Air Pollution from the Transport Sector and the Economic Activity, International Journal of Energy Economics and Policy, 5(4), 949-954.

EU–European Union (2015), Energy and Transport in Figures–Statistical Pocketbook 2015, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Galanis A., Botzoris G., and Eliou N., (2014). Sustainable transportation planning and traffic noise reduction in urban built environment. 1rst Pan-Hellenic Congress on Economics of Natural Resources and Environment: Climate Change, Volos, Greece, March 2014.

Galanis A. and Botzoris G. (2014) Sustainable mobility and traffic management in urban built environment, 2nd International Virtual Conference on Advanced Scientific Results, University of Žilina, Slovakia, pp. 515-519, June 2014.

Markovich, J. and Lucas, K. (2011). The Social and Distributional Impacts of Transport: A Literature Review, Working Paper No 1055. University of Oxford, Transport Studies Unit, School of Geography and the Environment. Available from: http://www.tsu.ox.ac.uk/pubs/1055-markovich-lucas.pdf

Profillidis V., Botzoris G. and Galanis A. (2014). Environmental Effects and Externalities from the Transport Sector and Sustainable Transportation Planning - A Review, International Journal of Energy Economics and Policy, 4(4), 621-635.

Road Safety Observatory, Road fatalities characteristics. National Technical University of Athens, Available from: http://www.nrso.ntua.gr/index.php/data/ item/738-road-fatalities-characteristics-greece-1991-2012.html

Γαλάνης Α., Μποτζώρης Γ. και Ηλιού Ν., (2015), Προσέγγιση της έννοιας του φιλικού προς τον πεζό αστικού οδικού περιβάλλοντος, 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Πολεοδομίας, Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, Σεπτέμβριος 2015.

Δήμος Κομοτηνής (2010). Μελέτη για την Εφαρμογή Ελεγχόμενης Στάθμευσης και Ρύθμιση της Κυκλοφορίας, Κομοτηνή.

Δήμος Κομοτηνής (2011). Μελέτη Εφαρμογής Ποδηλατοδρόμων στο Δακτύλιο Εφαρμογής Κυκλοφοριακής Μελέτης της πόλης, Κομοτηνή.

Δήμος Κομοτηνής (2015), Δημοτικά Ποδήλατα Κομοτηνής. Ιστοσελίδα διαθέσιμη από: http://komotini.easybike.gr/el/

Ανισόπεδοι αστικοί ποδηλατόδρομοι: Διεθνείς πρακτικές και πρόταση υλοποίησης στην πόλη του Βόλου

Χριστίνα Δεληγιάννη[1], Αθανάσιος Γαλάνης[1], Γεώργιος Μποτζώρης[2] & Νικόλαος Ηλιού[1]
[1]Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Πεδίον Άρεως, 38334, Βόλος, Ελλάδα
[2]Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Βασ. Σοφίας 12, 67100, Ξάνθη, Ελλάδα
christine_delig@hotmail.com, atgalanis@uth.gr, gbotzori@civil.duth.gr, neliou@uth.gr

Περίληψη
Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση των διεθνών πρακτικών κατασκευής ανισόπεδων δικτύων ποδηλατοδρόμων και τη δυνατότητα υλοποίησης ενός αντίστοιχου δικτύου στην πόλη του Βόλου. Αρχικά, δίνεται ο ορισμός του ανισόπεδου ποδηλατικού δικτύου και στη συνέχεια αναλύονται οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή αυτού του ιδιαίτερου δικτύου, ενώ παρατίθενται περιπτώσεις σχεδιασμού και λειτουργίας του σε διεθνές επίπεδο. Ακολούθως, περιγράφεται μια αναγνωριστική πρόταση δημιουργίας ενός ανισόπεδου δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη του Βόλου, με παράθεση των τεχνικών χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων κατασκευής, λαμβάνοντας υπόψιν τις συγκοινωνιακές και πολεοδομικές παραμέτρους. Η υλοποίηση ανισόπεδων ποδηλατοδρόμων θα παρέχει τη δυνατότητα στους ποδηλάτες να διασχίζουν το αστικό οδικό δίκτυο με ταχύτητα και ασφάλεια, συμβάλλοντας στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και βελτιώνοντας το επίπεδο βιωσιμότητας μιας πόλης.

Λέξεις Κλειδιά: Ανισόπεδοι ποδηλατόδρομοι, οδική ασφάλεια, αστικό περιβάλλον, βιωσιμότητα.

JEL Κωδικοί: R41, R48, O18, O33.

1. Εισαγωγή

Ένα ερώτημα που απασχολεί πολλούς ερευνητές σήμερα είναι η επίδραση των μετακινήσεων στο περιβάλλον και την ποιότητα ζωής στις αστικές περιοχές. Η εξοικονόμηση πόρων συνδέεται σε μεγάλο βαθμό και με τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας για τις καθημερινές μετακινήσεις επιβατών και εμπορευμάτων. Οι μετακινήσεις των πολιτών με ιδιωτικά αυτοκίνητα έχουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως η ανεξαρτησία από την τήρηση δρομολογίων των μέσων μαζικής μεταφοράς, καθώς και η δυνατότητα επιλογής της επιθυμητής διαδρομής. Ωστόσο, συνδέονται και με μία σειρά τεράστιων προβλημάτων, καθώς οδηγούν στην κατανάλωση μεγάλων ποσών ενέργειας ανά επιβάτη και σχετίζονται άμεσα με την ηχητική και εναέρια ρύπανση.

Το ποδήλατο αποτελεί ένα βιώσιμο μέσο μεταφοράς καθώς έχει οφέλη στους τομείς της οικονομίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος. Στην Ελλάδα το ποδήλατο, φτηνό και προσιτό, χρησιμοποιήθηκε ως μέσο μετακίνησης στις πόλεις από τις αρχές του 20ου αιώνα, άρχισε όμως να εγκαταλείπεται στα μέσα του αιώνα, καθώς το βιοτικό επίπεδο του Έλληνα ανέβαινε και η χρήση του αυτοκινήτου συνδεόταν άμεσα με την κοινωνική του καταξίωση. Για την εύκολη και ασφαλή χρήση του ποδηλάτου εντός του αστικού οδικού περιβάλλοντος

απαραίτητη είναι η λειτουργία ποδηλατοδρόμων. Σύμφωνα με τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.) ποδηλατοδρόμος είναι οδός ή τμήμα οδού αποκλειστικής κυκλοφορίας ποδηλάτων.

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση των διεθνών πρακτικών κατασκευής ενός δικτύου ανισόπεδων αστικών ποδηλατοδρόμων και την παρουσίαση μιας αναγνωριστικής πρότασης για εφαρμογή στην πόλη του Βόλου.

2. Ανισόπεδοι αστικοί ποδηλατόδρομοι

2.1 Γενικά

Με τον όρο «ανισόπεδοι αστικοί ποδηλατοδρόμοι», αναφερόμαστε σε ποδηλατοδρόμους οι οποίοι είναι υπερυψωμένοι σε σχέση με το υφιστάμενο αστικό οδικό περιβάλλον και παρέχουν αποκλειστική διαδρομή στους ποδηλάτες απομονωμένη από την λοιπή κυκλοφορία οχημάτων και πεζών. Πρακτικά, η κυκλοφορία των ποδηλάτων πραγματοποιείται κάποια μέτρα πάνω από το έδαφος σε δρόμο σχεδιασμένο αποκλειστικά για ποδήλατα, αντίστοιχα με τους αστικούς ή υπεραστικούς αυτοκινητοδρόμους υψηλών ταχυτήτων.

Οι ανισόπεδοι ποδηλατοδρόμοι αποτελούν μία πολύ όμορφη, έξυπνη και ευρηματική ιδέα, ωστόσο η κατασκευή τους δεν αποτελεί εύκολο εγχείρημα, καθώς τίθενται ζητήματα τόσο κατασκευαστικά, όσο και νομικής φύσεως. Απαιτείται δηλαδή προσαρμογή της πολεοδομικής νομοθεσίας, καθώς πρόκειται για έργα μεγάλης κλίμακας που δεσμεύουν δημόσιο χώρο, ενώ τίθενται και ζητήματα οπτικής όχλησης και αρχιτεκτονικής αστικού τοπίου. Παρόλα αυτά, τα οφέλη τους είναι προφανή στους τομείς της μείωσης κυκλοφοριακής συμφόρησης και του εξωτερικού κόστους μετακινήσεων της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας λόγω της μεταστροφής των πολιτών σε ένα πιο ήπιο μέσο μετακίνησης όπως το ποδήλατο. Επιπλέον, ελαχιστοποιείται η κατανάλωση οδικού χώρου που μπορεί να αξιοποιηθεί από τη μηχανοκίνητη κυκλοφορία, ενώ οι ποδηλάτες μπορούν πλέον να μετακινηθούν με υψηλότερη ταχύτητα χωρίς να εμπλέκονται σε τροχαία ατυχήματα.

Στην Ελλάδα δεν υφίστανται προδιαγραφές για την κατασκευή δικτύου ανισόπεδων ποδηλατοδρόμων, ενώ οι μελετητές καλούνται να σχεδιάσουν τα δίκτυα ισόπεδων ποδηλατοδρόμων χωρίς επαρκείς προδιαγραφές παρά σύμφωνα με τις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 2: Διατομές (ΟΜΟΕ - Δ) και Τεύχος 10 Μέρος 1: Ισόπεδοι Κόμβοι (ΟΜΟΕ – ΙΚ).

2.2 Πρόδρομες διεθνείς πρακτικές κατασκευής ανισόπεδων ποδηλατοδρόμων

2.2.1 Manhattan “Bikeway”

Στην πόλη της Νέας Υόρκης στις Η.Π.Α. το 1965, ο υποψήφιος δήμαρχος Νέας Υόρκης William F. Buckley Jr., ο οποίος πρότεινε την κατασκευή του ποδηλατικού δικτύου στο Μανχάταν σε ύψος 20 πόδια από την επιφάνεια του εδάφους στις δύο πλευρές του δρόμου, συνοδευόμενου από ράμπες και περιοχές στάθμευσης. Το πλάνο αυτό εφαρμόστηκε σε συγκεκριμένες διαδρομές, χωρίς να υπάρχει περιορισμός από τεχνολογική άποψη ώστε να μην εξαπλωθεί σε όλη την πόλη (Rubinstein, 2012).

2.2.2 California Cycleway

Στην Πολιτεία της Καλιφόρνια στις Η.Π.Α., έγινε άλλη μια προσπάθεια για κατασκευή «εναέριων» ποδηλατικών διαδρομών, η οποία υλοποιήθηκε εν μέρει (Wikipedia, California Cycleway). Η σύλληψη της ιδέας έγινε κατά τη δεκαετία του 1890 και σχεδιάστηκε για να συνδέσει την πόλη Πασαντίνα (Pasadena) με το Λος Άντζελες με ένα υπερυψωμένο ξύλινο κατάστρωμα μήκους 10χλμ, ωστόσο κατασκευάστηκαν τελικά μόνο 2χλμ της διαδρομής. Η

πλήρης λειτουργία του θα είχε μέγιστη κλίση 3% και μέση κλίση ελαφρώς πάνω από 1%, ενώ στο υψηλότερο σημείο, η ανύψωση του δρόμου θα ήταν 50 πόδια (15 μέτρα). Σχεδιάστηκε ως μία ιδιωτική κερδοφόρα επιχείρηση, με αντίτιμο 10 cents του δολαρίου για μία διαδρομή ή 15 cents για ταξίδι μετ' επιστροφής. Δεν απέφερε όμως ποτέ κέρδη λόγω μείωσης της χρήσης του ποδηλάτου και της ανάπτυξης του υφιστάμενου σιδηροδρομικού δικτύου της εταιρείας "Pacific Electric Railway".

2.3 Σύγχρονες διεθνείς πρακτικές κατασκευής ανισόπεδων ποδηλατοδρόμων

2.3.1 SkyCycle London

Στο Λονδίνο παρουσιάστηκε το 2011 η ιδέα για την κατασκευή ενός δικτύου ανισόπεδων ποδηλατοδρόμων μήκους 219 χλμ επάνω από το υφιστάμενο δίκτυο σιδηροδρομικών γραμμών με την ονομασία "SkyCycle" από τους αρχιτέκτονες Sam Martin και Oli Clark (Wikipedia, SkyCycle). Οι ποδηλατόδρομοι θα έχουν πλάτος μέχρι 15μ και θα είναι προσβάσιμοι σε περισσότερα από 200 σημεία στην πόλη, ενώ οι ποδηλάτες θα πληρώνουν για τη χρήση τους εισιτήριο 1£. Οι σχεδιαστές υπολόγισαν ότι θα χρησιμοποιούσαν το δίκτυο περισσότεροι από 400,000 ποδηλάτες την ώρα αιχμής μειώνοντας το χρόνο μετακίνησης κατά 30 λεπτά.

Το έργο προτάθηκε να υλοποιηθεί σε πρώτη φάση σε μια διαδρομή μήκους 4 μιλίων μεταξύ των σταθμών "Stratford station" και στο "Liverpool Street station" με προϋπολογισμό 220 εκατομμύρια λίρες, ενώ το συνολικό κόστος του έργου υπολογίστηκε σε 7-8 δισεκατομμύρια λίρες με χρονική διάρκεια υλοποίησης 20 έτη. Το έργο απορρίφθηκε από το δήμαρχο του Λονδίνου Boris Johnson κατόπιν σύσκεψης με τις υπηρεσίες "Network Rail" και "Transport for London" που εξέφρασαν ανησυχίες για την οικονομική μελέτη βιωσιμότητας του έργου και τη δυνατότητα αξιοποίησης των υποδομών του υφιστάμενου σιδηροδρομικού δικτύου της πόλης.

2.3.2 Velo-City Toronto

Στην πόλη Τορόντο του Καναδά, ο αρχιτέκτονας Chris Hardwicke στόχευσε στην αντιμετώπιση του ζητήματος της ασφαλούς και άνετης μετακίνησης των ποδηλατών στην πόλη (Lloyd Alter, 2006). Για το σκοπό αυτό πρότεινε τη δημιουργία ενός «υψηλής ταχύτητας, παντός καιρού, και φιλικό προς το περιβάλλον σύστημα μεταφορών που θα έκανε τους πολίτες υγιέστερους. Με τη χρήση υπερυψωμένων ποδηλατικών διαδρομών, το velo-city δημιουργεί ένα δίκτυο σε όλη την πόλη». Οι υπερυψωμένοι ποδηλατόδρομοι θα εσωκλείονται σε σωλήνες που θα παρέχουν στους ποδηλάτες πλήρη προστασία από τις καιρικές συνθήκες. Οι σωλήνες θα διαχωρίζονται για τις δυο κατευθύνσεις κίνησης, μειώνοντας τις αντίσταση του αέρα και επιτρέποντας την ανάπτυξη ταχυτήτων έως 40 χλμ/ώρα, ώστε οι ποδηλάτες να μπορούν να διανύσουν σημαντικές αποστάσεις εντός της πόλης με άνεση, ασφάλεια και ταχύτητα.

2.3.3 "Veloway", Melbourne

Στην πόλη Μελβούρνη της Αυστραλίας, ο αρχιτέκτονας Chris Hardwicke πρότεινε την ανάπτυξη ενός ακόμη διαδρόμου υψηλής ταχύτητας για τους ποδηλάτες, ο οποίος θα χωροθετείται στην πλευρά από ένα υφιστάμενο υπερυψωμένο σιδηροδρομικό δίκτυο (Lloyd Alter, 2012). Ο ποδηλατόδρομος θα διατρέχει την κεντρική περιοχή της πόλης και θα έχει μήκος 1,7 χλμ, με συνολικό προϋπολογισμό 25 εκατομμύρια δολάρια Αυστραλίας συμβάλλοντας στην αύξηση της χρήσης του ποδηλάτου από τους κατοίκους της πόλης (Lavars, 2014).

2.3.4 “The Bicycle Snake” (Cykelslangen), Copenhagen

Στην πόλη Κοπεγχάγη της Δανίας, οι αρχιτέκτονες της εταιρείας “Dissing + Weitling” σχεδίασαν έναν ποδηλατόδρομο πλάτους 4μ σε μια γέφυρα ύψους 6-7μ από την επιφάνεια της θάλασσας, μήκους 190μ με μια ράμπα πρόσβασης μήκους 30μ. Ο εν λόγω ποδηλατόδρομος αποτελεί τμήμα της στρατηγικής της Κοπεγχάγης να γίνει η καλύτερη πόλη για τους ποδηλάτες παγκοσμίως μέχρι το τέλος του 2015, στοχεύοντας παράλληλα το 50% των καθημερινών μετακινήσεων στην πόλη να γίνονται με το ποδήλατο.

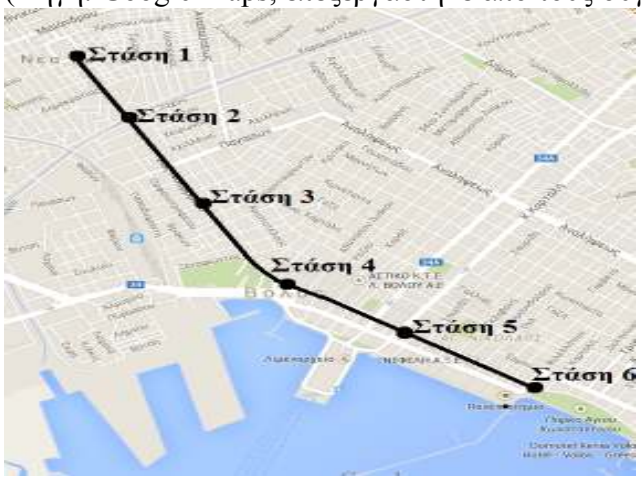
3. Πρόταση υλοποίησης δικτύου ανισόπεδων αστικών ποδηλατοδρόμων

3.1 Προτεινόμενη διαδρομή

Η πρόταση για την υλοποίηση δικτύου ανισόπεδων ποδηλατοδρόμων αφορά την πόλη του Βόλου που είναι μια τυπική μεσαίου μεγέθους ελληνική πόλη. Στόχος αυτής της πρότασης είναι να δοθεί στους ποδηλάτες η δυνατότητα να μετακινούνται σε αποκλειστικά δικιά τους οδική υποδομή με υψηλή ταχύτητα και ασφάλεια χωρίς να δεσμεύουν αστικό οδικό χώρο και να εμπλέκονται με την υπόλοιπη μηχανοκίνητη κυκλοφορία. Ρεαλιστικότερη εφαρμογή αυτής της πρότασης θα μπορούσε να επιτευχθεί σε πόλεις με υψηλότερους κυκλοφοριακούς φόρτους ποδηλατών όπως η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη.

Το δίκτυο ποδηλατοδρόμων προτείνεται να υλοποιηθεί κατά μήκος κύριων αρτηριών της πόλης συνδέοντας την πολεοδομική ενότητα της Νέας Ιωνίας με το κέντρο της πόλης του Βόλου. Το συνολικό μήκος της διαδρομής είναι 2,4 χλμ από την πλατεία του Ιερού Ναού Ευαγγελίστριας της Νέας Ιωνίας μέχρι τα κεντρικά κτίρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην παραλία του Βόλου. Προτείνεται η κατασκευή έξι στάσεων με μεταξύ τους απόσταση περί τα 500μ, εκτός της απόστασης μεταξύ των στάσεων 1 και 2 που είναι 350μ (Σχήμα 1).

Σχήμα 1: Προτεινόμενη διαδρομή δικτύου ανισόπεδων ποδηλατοδρόμων στην πόλη του Βόλου (Πηγή: Google Maps, επεξεργάστηκε από τους συγγραφείς).



Συγκεκριμένα, η χωροθέτηση των στάσεων είναι η εξής (Σχήμα 1):

- Στάση 1: Στον προαύλιο χώρο του Ιερού Ναού Ευαγγελίστριας που αποτελεί το κεντρικότερο σημείο της Νέας Ιωνίας.
- Στάση 2: Πλησίον της γέφυρας του χείμαρρου Κραυσίδωνα στη Λεωφόρο Ειρήνης, που αποτελεί φυσικό όριο μεταξύ Νέας Ιωνίας και Βόλου. Θα παρέχει στον ποδηλάτη άμεση

πρόσβαση στην περιοχή των Παλαιών, όπου βρίσκεται μεγάλο εμπορικό κέντρο και χώροι αναψυχής.

- Στάση 3: Στη συμβολή των οδών 2ας Νοεμβρίου και Βερναρδάκη. Εκεί βρίσκονται οι φοιτητικές εστίες και η φοιτητική λέσχη, ενώ πλησίον εντοπίζονται μεγάλο ιατρικό διαγνωστικό κέντρο και ιδιωτική κλινική.
- Στάση 4: Στην πλατεία Δημαρχείου, εξυπηρετώντας της πρόσβαση των ποδηλατών στο Δημαρχείο και το Δημοτικό Θέατρο του Βόλου, καθώς και στη Βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
- Στάση 5: Στη συμβολή των οδών Δημητριάδος και Τοπάλη, που βρίσκεται στην καρδία του κέντρου του Βόλου, ικανοποιώντας έτσι πλήθος αναγκών των χρηστών.
- Στάση 6: Στο παραλιακό κτιριακό συγκρότημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας παρέχοντας πρόσβαση και στο γραμμικό παραλιακό πάρκο που καταλήγει στην περιοχή του Αναύρου.

3.2 Κατασκευαστικά και λειτουργικά στοιχεία

3.2.1 Διαστάσεις

Ο ποδηλατόδρομος θα «ίπταται» σε ύψος 5μ πάνω από τους δρόμους της πόλης, ώστε να μην εισέρχεται στο περιτύπωμα κίνησης των οχημάτων (ΟΜΟΕ-Δ). Το πλάτος του μεταβάλλεται από 4,05μ έως 6,05μ. Το μέγιστο πλάτος θα υπάρχει στις στάσεις του δικτύου για την εύκολη είσοδο και έξοδο των ποδηλατών. Η αύξηση του πλάτους θα ξεκινά 10μ πριν από κάθε στάση και στο σημείο της εξόδου θα έχει αυξηθεί κατά 1μ για την κάθε φορά κίνησης.

3.2.2 Υλικά κατασκευής

Ο ποδηλατόδρομος θα περιβάλλεται από πλεξιγκλάς το οποίο θα παρεμβάλλεται ανάμεσα στους μεταλλικούς σκελετούς της διατομής. Επομένως ο ποδηλατόδρομος δε θα στερείται φυσικού φωτός. Σχετικά με την επιφάνεια ολίσθησης μπορούμε είτε να τοποθετήσουμε πλάκες σκυροδέματος και στη συνέχεια ασφαλτικό υλικό, είτε να χρησιμοποιήσουμε πλεξιγκλάς μη διαφανούς χρώματος κατά κύριο λόγο, με διάσπαρτα διαφανή κομμάτια, για την εξασφάλιση αισθήματος ασφάλειας στους χρήστες και τη διέλευση του ηλιακού φωτός στην οδό. Επιλέγεται η δεύτερη πρόταση καθώς επιχειρείται η υλοποίηση ελαφριάς κατασκευής. Οι κολώνες στήριξης του δικτύου στο έδαφος καθώς και στήριξης της οροφής εντός του δικτύου θα είναι από χάλυβα.

3.2.3 Προσβασιμότητα

Κατά μήκος της διαδρομής, όπως και στη μεγαλύτερη έκταση του Βόλου, υπάρχουν οι εξής ιδιαιτερότητες που επίσης χαρακτηρίζουν τις περισσότερες ελληνικές πόλεις:

- Μεγάλο μέρος της επιφάνειας καταλαμβάνεται από κατοικίες.
- Απουσιάζουν ανοιχτοί χώροι πρασίνου που όχι μόνο αναβαθμίζουν αισθητικά το αστικό περιβάλλον, αλλά παρέχουν την απαιτούμενη άνεση χώρου για το προτεινόμενο δίκτυο.
- Το οδικό δίκτυο της πόλης αποτελείται κυρίως από «δρόμους γειτονιάς», οι οποίοι διαθέτουν στενά πεζοδρόμια και έχουν μεγάλη ζήτηση για στάθμευση, καθιστώντας κατά αυτόν τον τρόπο δύσκολο το σχεδιασμό των εισόδων στο δίκτυο και των εξόδων από αυτό.

Με βάση τους προαναφερθέντες χωρικούς περιορισμούς, η πρόσβαση στο δίκτυο θα πραγματοποιείται με τη βοήθεια ανελκυστήρων και όχι ραμπών. Οι ποδηλάτες θα αποβιβάζονται

από τους ανελκυστήρες και θα βρίσκονται εντός ενός βοηθητικού διαδρόμου, μήκους λίγων μέτρων και πλάτους 2μ, που θα τους οδηγεί εντός του κύριου δικτύου. Οι διαστάσεις τους θα είναι 2μ x 2μ και θα είναι σε θέση να μεταφέρουν δύο χρήστες με τα ποδήλατά τους τη φορά.

3.2.4 Κυκλοφοριακές ρυθμίσεις

Η κάθε φορά κίνησης διαθέτει 2 λωρίδες πλάτους 1μ η κάθε μία, όπου η εσωτερική θα αποτελεί λωρίδα ταχείας κυκλοφορίας, ενώ η εξωτερική λωρίδα θα αποτελεί λωρίδα βραδείας κυκλοφορίας και εισόδου στο δίκτυο ή εξόδου από αυτό. Στο σημείο εξόδου ουσιαστικά υπάρχει μία τρίτη βοηθητική λωρίδα πλάτους 1μ. Το δίκτυο θα διαθέτει την κατάλληλη οριζόντια και κάθετη σήμανση. Η οριζόντια θα υπάρχει πάνω στο οδόστρωμα και θα γίνεται άμεσα αντιληπτή από τους χρήστες, ορίζοντας την πορεία τους. Η κάθετη σήμανση θα περιλαμβάνει πινακίδες αναρτώμενες από την οροφή που θα ενημερώνουν τους χρήστες για τις επόμενες στάσεις καθώς και για αποστάσεις των επιθυμητών προορισμών.

3.2.5 Φωτισμός

Για το φωτισμό τόσο του δικτύου όσο και του οδικού περιβάλλοντος, τοποθετούνται φωτοβολταϊκά συστήματα στην οροφή του δικτύου για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Έτσι, θα τροφοδοτούνται οι λαμπτήρες που φωτίζουν το δρόμο και βρίσκονται σε απόσταση 5μ από αυτόν ακριβώς κάτω από τον ποδηλατοδρόμο και οι λαμπτήρες που φωτίζουν το δίκτυο. Με τον τρόπο αυτό το δίκτυο θα αποκτήσει μια ενεργειακή αυτάρκεια, ενώ η πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια θα μπορεί να διατίθεται για την ανάγκες της πόλης, αποσβένοντας σε ένα βαθμό το κόστος κατασκευής.

3.2.6 Ποδηλατοστάσια

Δημιουργούνται χώροι στάθμευσης ποδηλάτων σε μικρή απόσταση από τις στάσεις που θα πρέπει να ικανοποιούν ποσοτικά και ποιοτικά τη ζήτηση, προσφέροντας άνεση και ασφάλεια, απαλλάσσοντας παράλληλα τους πεζούς από ενδεχόμενη παρεμπόδιση λόγω αυθαίρετης στάθμευσης ποδηλάτων εντός του πεζοδρομίου, ενθαρρύνοντας την ποδηλασία και περιορίζοντας τις κλοπές και καταστροφές σταθμευμένων ποδηλάτων.

3.2.6 Λοιπές χρήσεις

Στα τοιχώματα των διαδρόμων εξόδου του δικτύου ποδηλατοδρόμων μπορούν να διατίθενται ενημερωτικά μηνύματα, όπως η ημερομηνία, η θερμοκρασία, η ώρα, οι καιρικές συνθήκες, οι κυκλοφοριακές συνθήκες, έκτακτα οδικά συμβάντα ή ακόμα και διαφημίσεις ενισχύοντας την οικονομική βιωσιμότητα του έργου.

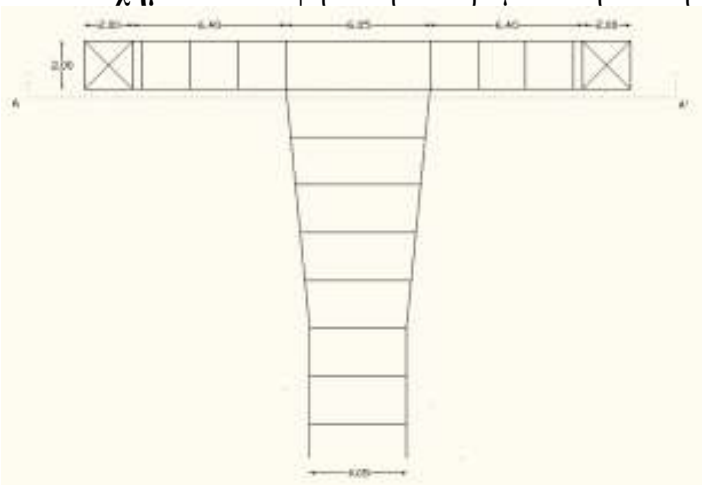
3.3 Κατασκευαστικές διαμορφώσεις των στάσεων

Η κατασκευαστική διαμόρφωση κάθε στάση διαφέρει ανάλογα με το πλάτος της οδού και τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά της γειτνιάζουσας περιοχής.

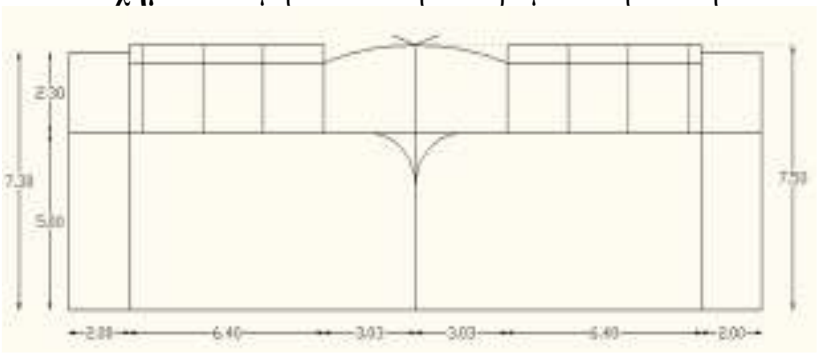
3.3.1 Στάση 1: Ιερός Ναός Ευαγγελίστριας

Εντός του προαύλιου χώρου του Ιερού Ναού Ευαγγελίστριας θα τοποθετηθούν δύο ανελκυστήρες εισόδου-εξόδου εκατέρωθεν του ποδηλατοδρόμου για την πρόσβαση σε αυτόν μέσω διαδρόμων μήκους 6,4μ (Σχήματα 2, 3).

Σχήμα 2: Κάτοψη ποδηλατοδρόμου στη Στάση 1



Σχήμα 3: Τομή ΑΑ' ποδηλατοδρόμου στη Στάση 1



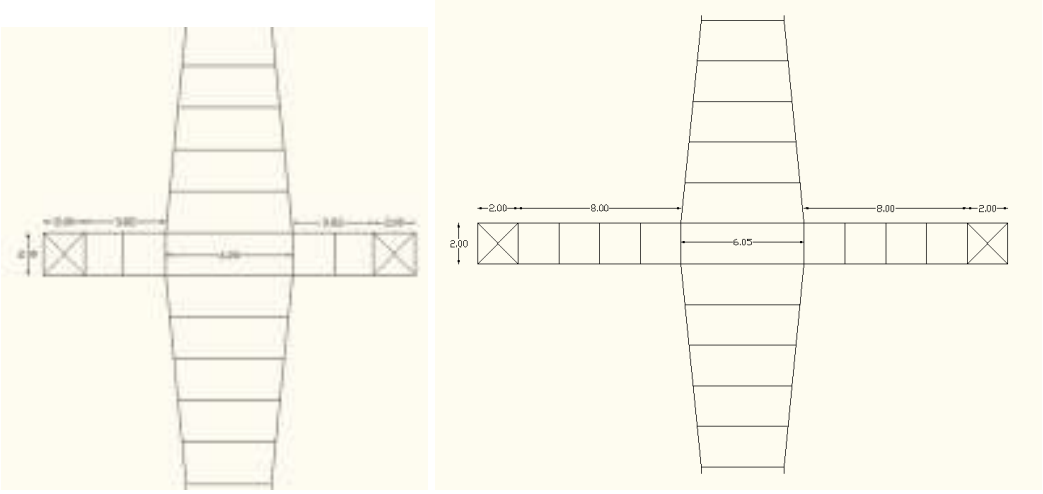
3.3.2 Στάση 2: Ποταμός Κραυσίδωνας

Οι δύο ανελκυστήρες εισόδου-εξόδου τοποθετούνται στα πεζοδρόμια εκατέρωθεν της οδού. Η οδός Λεωφόρος Ειρήνης έχει στο σημείο αυτό πλάτος 14,30μ. Οι διάδρομοι εισόδου και εξόδου στον ποδηλατόδρομο έχουν μήκος 3,82μ (Σχήμα 4, αριστερά). Το πλάτος των πεζοδρομίων στο συγκεκριμένο σημείο είναι 1,7μ. Γι αυτό το λόγο προτείνεται η διαπλάτυνση των πεζοδρομίων κατά 1,5μ από τα οποία τα 0,3μ θα καταληφθούν από τον ανελκυστήρα, ενώ τα υπόλοιπα 1,2μ θα διατεθούν για τη διαχωρισμένη από την κυκλοφορία των οχημάτων με κιγκλιδώματα κίνηση των πεζών. Η έξοδος από τους ανελκυστήρες θα πραγματοποιείται σε μία από τις δύο κάθετες, στην πλευρά που πραγματοποιήθηκε είσοδος, πλευρές του ανελκυστήρα, λόγω ανεπάρκειας χώρου. Επομένως, το πλάτος του δρόμου μειώνεται στα 11,10μ.

3.3.3 Στάση 3: Φοιτητικές Εστίες Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Στο σημείο αυτό η οδός 2ας Νοεμβρίου έχει πλάτος 16,7μ. Οι ανελκυστήρες τοποθετούνται σε απόσταση 8μ από τα σημεία εισόδου και εξόδου αντίστοιχα. Λόγω περιορισμένου χώρου προτείνεται η μετατροπή της οδού Βερναρδάκη ανάμεσα στις οδούς 2ας Νοεμβρίου και Ορφανοτροφείου και της οδού Καποδιστρίου ανάμεσα στις οδούς 2ας Νοεμβρίου και Μικρασιατών σε οδούς ήπιας κυκλοφορίας (Σχήμα 4, δεξιά).

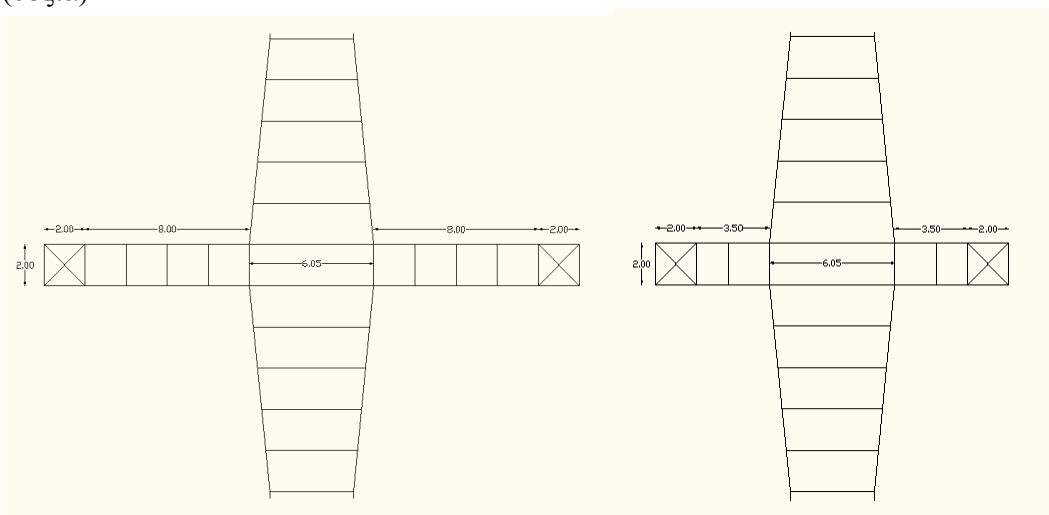
Σχήμα 4: Κάτοψη ποδηλατοδρόμου στη Στάση 2 (αριστερά) και στη Στάση 3 (δεξιά)



3.3.4 Στάση 4: Δημαρχείο Βόλου

Οι δύο ανελκυστήρες εισόδου-εξόδου τοποθετούνται στην πλατεία του Δημαρχείου Βόλου στο ύψος της οδού Σκιάθου. Το πλάτος του δρόμου στο σημείο αυτό είναι 17,15μ. Η είσοδος και έξοδος των ποδηλατών πραγματοποιείται μέσω διαδρόμων μήκους 8μ (Σχήμα 5, αριστερά).

Σχήμα 5: Κάτοψη ποδηλατοδρόμου στις Στάσεις 4 και 5 (αριστερά) και στη Στάση 6 (δεξιά)



3.3.5 Στάση 5: Κέντρο

Οι δύο ανελκυστήρες εισόδου-εξόδου τοποθετούνται εκατέρωθεν της οδού Δημητριάδος επί της οδού Τοπάλη. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η διαρρύθμιση προτείνεται η μετατροπή της οδού Τοπάλη σε οδό ήπιας κυκλοφορίας. Το μοναδικό τμήμα της οδού Τοπάλη που κυκλοφορείται με ΙΧ, εκτείνεται από την οδό Αργοναυτών εως την οδό Δημητριάδος. Η συγκεκριμένη ενέργεια δε θα επηρρεάσει ιδιαίτερα την κυκλοφορία των οχημάτων στο κέντρο της πόλης, λόγω της μικρής έκτασης και παρουσίας της γειτονικής και ίδιας κατεύθυνσης οδού

Κ.Καρτάλη. Η οδός Δημητριάδος έχει στο συγκεκριμένο σημείο πλάτος 9,38μ. Η είσοδος και έξοδος των ποδηλατών πραγματοποιούνται μέσω διαδρόμων μήκους 8μ (Σχήμα 5, αριστερά).

3.3.6 Στάση 6: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Η Στάση 6 χωροθετείται επί του γραμμικού παραλιακού πάρκου που γειτνιάζει του κτιρίου του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας εξυπηρετώντας πληθώρα ποδηλατών καθημερινά. Συγκεκριμένα, τοποθετούνται δύο ανελκυστήρες εκατέρωθεν του ποδηλατοδρόμου σε απόσταση 3,5μ από τα σημεία εισόδου-εξόδου (Σχήμα 5, δεξιά).

4. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή μελετήσαμε και προτείναμε της εφαρμογή μιας ιδιαίτερης περίπτωσης αστικού ποδηλατοδρόμου, αυτή του ανισόπεδου. Επισημάναμε τα οφέλη καθώς και τις ιδιαιτερότητες που τον διακρίνουν. Έτσι, είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε πλέον πως σχεδιάζοντας, κατασκευάζοντας και θέτοντας σε λειτουργία ένα ανισόπεδο δίκτυο ποδηλατοδρόμων εντός του αστικού περιβάλλοντος παύει να υφίσταται πλέον σε σημαντικό βαθμό η συνύπαρξη ποδηλάτου και μηχανοκίνητης κυκλοφορίας με όλα τα συνακόλουθα οφέλη οδικής ασφάλειας και άνεσης κυκλοφορίας.

Εκτός από ασφαλής, η ποδηλασία πλέον θα είναι γρήγορη και εύκολη. Ο ποδηλάτης θα πραγματοποιεί τη μετακίνηση του απαλλαγμένος από τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και τον παραγόμενο θόρυβο των οχημάτων, από υψόμετρο που του εξασφαλίζει μία διαφορετική οπτική της πόλης, ενώ η μετακίνησή του θα είναι ανεξάρτητη από καιρικές συνθήκες, καθώς το δίκτυο θα περιβάλλεται από προστατευτικό κάλυμα πλέξιγκλας.

Με το προτεινόμενο δίκτυο θα επιτυγχάνεται η ένωση κομβικών σημείων της πόλης του Βόλου, συνδέοντας το κέντρο της Νέας Ιωνίας με το κέντρο της πόλης του Βόλου εξυπηρετώντας σημαντικές χρήσεις γης. Επίσης, η υλοποίηση αυτού του δικτύου μπορεί να συντελέσει στην εξάπλωση του ποδηλάτου στην πόλη του Βόλου και στην ανάπτυξη μίας ποδηλατικής κουλτούρας, με αποτέλεσμα τη μείωση των μετακινήσεων με αυτοκίνητα, συμβάλλοντας στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής της πόλης και στην καλλιέργεια για τους πολίτες ενός υγιεινού τρόπου ζωής συνοδευόμενου από φυσική άσκηση μέσω της ποδηλατοκίνησης.

Ωστόσο, υπάρχουν ερωτήματα που μένουν αναπάντητα και μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω έρευνας. Αρχικά, τίθεται το ζήτημα της νομοθεσίας που δεν προβλέπει παρόμοιες κατασκευές και περαιτέρω τίθεται το ζήτημα της αποδοχής από τους πολίτες ενός έργου που αποτελεί σημαντική παρέμβαση στην πόλη τους. Για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να γίνει περισσότερο έρευνα λαμβάνοντας υπόψιν στοιχεία αρχιτεκτονικής ώστε να βελτιωθεί η αισθητική του έργου, ενώ θα πρέπει να τονιστούν και να ποσοτικοποιηθούν τα οφέλη από την υλοποίηση του έργου, καθιστώντας το εν λόγω δίκτυο ποδηλατοδρόμων οικονομικά βιώσιμο.

Βιβλιογραφία

DAC&LIFE. The Bicycle Snake. Available from: http://www.dac.dk/en/dac-life/copenhagen-x-gallery/cases/the-bicycle-snake/

Lavars, N. (August 10, 2014). Elevated Veloway would take cyclists above and beyond city traffic. Available from: http://www.gizmag.com/melbourne-veloway-cyclists-city-traffic/33303/

Lloyd Alter (January 16, 2006). Velo-City: Cycle tracks will abound in utopia. Available from: http://www.treehugger.com/cars/velo-city-cycle-tracks-will-abound-in-utopia.html

Lloyd Alter (September 18, 2012). Elevated bike "Veloway" superhighway proposed for Melbourne, Australia. Available from: http://www.treehugger.com/bikes/elevated-bike-veloway-superhighway-proposed-melbourne-australia.html

Rubinstein, D. (October 9, 2012). An old idea about elevated bike lanes resurfaces, to the dismay of cycling advocates. Available from: http://www.capitalnewyork.com/article/politics/2012/10/6538031/old-idea-about-elevated-bike-lanes-resurfaces-dismay-cycling-advoca

Wikipedia, The Free Encyclopedia. California Cycleway. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/California_Cycleway

Wikipedia, The Free Encyclopedia. SkyCycle (proposed transport project). Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/SkyCycle_(proposed_transport_project)

Υπουργείο Μεταφορών & Επικοινωνιών, Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.), Αθήνα, 2007. Διαθέσιμο από: http://www.yme.gr/imagebank/categories/KOK_pdf.pdf

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ), Τεύχος 2: Διατομές (ΟΜΟΕ – Δ), Έκδοση 2001.

Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ), Τεύχος 10, Μέρος 1: Ισόπεδοι Κόμβοι (ΟΜΟΕ-ΙΚ), Σχέδιο, Έκδοση 2011.

Δίκτυο ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής: Υφιστάμενη κατάσταση και μελλοντικές επεκτάσεις

Δημήτριος Κολιδάκης[1], Αθανάσιος Γαλάνης[2], Γεώργιος Μποτζώρης[3] & Βασίλειος Προφυλλίδης[3]
[1]Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Δήμου Κομοτηνής,
Πλ. Βιζυηνού 1, 69100, Κομοτηνή, Ελλάδα
[2]Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Πεδίον Άρεως, 38334, Βόλος, Ελλάδα
[3]Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Βασ. Σοφίας 12, 67100, Ξάνθη, Ελλάδα
dkolidak@civil.duth.gr, atgalanis@uth.gr, gbotzori@civil.duth.gr, vprofill@civil.duth.gr

Περίληψη
Στην παρούσα εργασία αναφέρονται τα γεωμετρικά, λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του δικτύου ποδηλατοδρόμων, όπως υλοποιήθηκε στην πόλη της Κομοτηνής. Αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση του δικτύου ποδηλατοδρόμων και οι μελλοντικές επεκτάσεις του, μέσω της παράθεσης τυπικών διατομών από τις περιοχές εμπορικών χρήσεων που εξυπηρετεί κυρίως σήμερα προς τις περιοχές κατοικίας και αναψυχής. Επίσης, παρουσιάζεται η διαδικασία επιλογής του υλικού επιφάνειας ποδηλατοδρόμου. Τέλος, παρατίθενται τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του αυτοματοποιημένου συστήματος κοινόχρηστων ποδηλάτων που έχουν αναπτυχθεί στην πόλη της Κομοτηνής, καθώς και τα οφέλη του για τους πολίτες. Η υλοποίηση έργων υπέρ της βιώσιμης κινητικότητας συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, τη μείωση του κόστους μετακινήσεων και την προστασία του περιβάλλοντος.

Λέξεις Κλειδιά: Ποδηλατόδρομοι, περιβάλλον, κοινωνία, οικονομία, βιωσιμότητα.

JEL Κωδικοί: R41, R48, O18, O33.

1. Εισαγωγή

Το ποδήλατο είναι ένα μέσο μετακίνησης που χρησιμοποιείται τόσο για μετακινήσεις εργασίας, όσο και άθλησης – αναψυχής, σε αστικό και σε υπεραστικό οδικό περιβάλλον. Σε πολλές χώρες της Βόρειας Ευρώπης, όπως στις Κάτω Χώρες και τη Δανία, οι μετακινήσεις με το ποδήλατο αντιπροσωπεύουν το 20% - 30% των καθημερινών μετακινήσεων σε αστικές περιοχές, ενώ αντίθετα σε χώρες της Νότιας Ευρώπης, όπως στην Ιταλία και την Ελλάδα, οι αντίστοιχες μετακινήσεις είναι λιγότερες από 5% του κυκλοφοριακού φόρτου (International Bicycle Fund). Το ποδήλατο είναι ένα δημοφιλές μέσο μετακίνησης στη Δυτική Αυστραλία μεταξύ των ανδρών, των νεαρών ενηλίκων και των πολιτών που είναι σωματικά πιο δραστήριοι (Bull et al., 2000).

Οι κυριότεροι παράγοντες που σχετίζονται τόσο με την ιδιοκτησία, όσο και με τη χρήση του ποδηλάτου ως μέσου μετακίνησης είναι οι εξής (Handy et al., 2010):

- Προσωπικοί: Προτίμηση άνεση και ικανότητα μετακίνησης με το ποδήλατο.
- Κοινωνικό περιβάλλον: Ποδηλατική κουλτούρα της κοινωνίας.
- Δομημένο περιβάλλον: Υποδομές, ανάμειξη των χρήσεων γης.

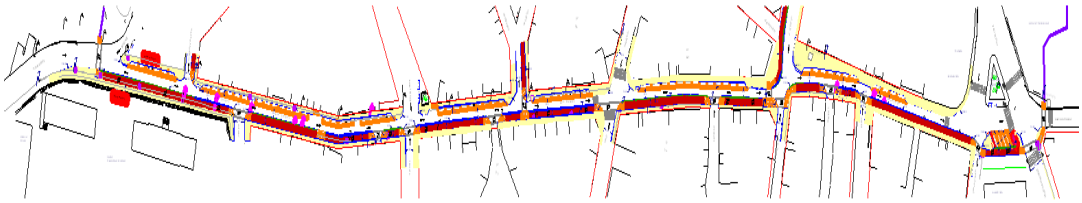
Στην παρούσα εργασία παρατίθεται η υφιστάμενη κατάσταση του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής, αλλά και οι μελλοντικές του επεκτάσεις. Παρουσιάζονται γεωμετρικά, λειτουργικά και κατασκευαστικά στοιχεία, όπως και η διαδικασία επιλογής του υλικού επιφάνειας του ποδηλατοδρόμου. Τέλος, παρατίθεται η λειτουργία του αυτοματοποιημένου συστήματος κοινόχρηστων ποδηλάτων.

2. Υφιστάμενο δίκτυο ποδηλατοδρόμων

2.1 Γεωμετρικά στοιχεία δικτύου ποδηλατοδρόμων

Το δίκτυο ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής, συνολικού προϋπολογισμού 2.700.000€, χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό πρόγραμμα Μακεδονίας – Θράκης. Έχουν κατασκευαστεί 650μ ποδηλατοδρόμου διπλής κυκλοφορίας πλάτους 2,50μ (οδοί Ν. Ζωίδη και Απ. Σούζου) και 1100μ μονού ποδηλατοδρόμου πλάτους 1,20μ σε κάθε πλευρά του δρόμου (οδοί Ορφέως και Δημοκρίτου). Ταυτόχρονα, έγινε υπογειοποίηση των δικτύων Δ.Ε.Η. και Ο.Τ.Ε. απελευθερώνοντας επιπλέον χώρο για τον πεζό και τον ποδηλάτη. Με την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου, καταργείται ως επί το πλείστον η παράνομη στάθμευση, καθώς και η στάθμευση στην μία από τις δύο πλευρές του δρόμου, καθόσον ο χώρος αυτός διατίθεται για την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου και πεζοδρομίου. Επίσης, κατασκευάζονται ειδικές ράμπες για τη διευκόλυνση της κίνησης των πεζών και των ατόμων με κινητικά προβλήματα. Για την κατασκευή του δικτύου λήφθηκαν υπόψιν οι προδιαγραφές των Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ-Δ).

Σχήμα 1: Οριζοντιογραφία οδών Ν. Ζωίδη και Απ. Σούζου (Κολιδάκης, 2015).



Σχήμα 2: Ποδηλατόδρομοι στις οδούς Απ. Σούζου (αριστερά) και Ν. Ζωίδη (δεξιά), (Κολιδάκης, 2015).

Παράλληλα διαμορφώθηκαν διαπλατύνσεις των πεζοδρομίων που οριοθετούν τις θέσεις στάθμευσης, προκειμένου να εξασφαλιστούν καλύτερες συνθήκες κυκλοφορίας και οδικής ασφάλειας. Για την διαμόρφωση λήφθηκε υπόψη ως δεδομένο ότι απαγορεύεται η στάθμευση για απόσταση 5,00μ από την διασταύρωση των οδών, σύμφωνα με τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (ΥΜΕ, 2007). Για επιπλέον ασφάλεια των ποδηλατών από τα κινούμενα οχήματα, εκτός από την ειδική λωρίδα ασφαλείας, τοποθετήθηκε κάγκελο ασφαλείας κατά μήκος του ποδηλατοδρόμου, στα τμήματα όπου δεν υπάρχουν θέσεις στάθμευσης. Η οριζοντιογραφία του ποδηλατοδρόμου στις οδούς Ν. Ζωίδη και Απ. Σούζου, αλλά και φωτογραφική απεικόνιση του δικτύου ποδηλατοδρόμων παρατίθεται στα Σχήματα 1 και 2.

2.2 Υλικό επιφάνειας δικτύου ποδηλατοδρόμων

Μια από τις σημαντικότερες επιλογές για την κατασκευή ποδηλατοδρόμου είναι αυτή των υλικών της επιφάνειας, διότι είναι μεγάλης σημασίας η συμμετοχή τους στη συνολική αισθητική της οδού. Οι μέθοδοι κατασκευής συναρτώνται με τα χαρακτηριστικά των υλικών, τις καταπονήσεις που υφίστανται και τα χαρακτηριστικά του αστικού περιβάλλοντος, που είναι κρίσιμες για την ποιότητα και τη συμπεριφορά του έργου στο χρόνο.

Με την πολυμορφία των υλικών επιτυγχάνεται η ανάπλαση του οδικού περιβάλλοντος σε συνδυασμό με σημαντικά οφέλη ως προς την ασφάλεια των οδικών χρηστών. Ένα πλούσιο κατασκευαστικά και χρωματικά οδικό τοπίο εντείνει την προσοχή και βοηθά οδηγούς, τους πεζούς και τους ποδηλάτες να αναγνωρίζουν ευκολότερα τις διάφορες λειτουργίες της οδού. Είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η φωτεινότητα των υλικών σε κάθε περίπτωση: ηλιοφάνεια, συννεφιά, νύχτα. Η χρωματική τους αντίθεση με την άσφαλτο έχει μεγάλη σημασία για την οδική ασφάλεια. Ωστόσο, δεν πρέπει να υποτιμάται ότι τα ανοιχτά χρώματα λερώνονται εύκολα. Για την επιλογή των υλικών επίστρωσης μια επίσης κρίσιμη παράμετρος είναι η συντήρησή τους. Στα έγχρωμα χυτά υλικά δύσκολα επαναφέρεται το αρχικό χρώμα. Το χρώμα επηρεάζει σημαντικά την αισθητική της οδού είτε θετικά είτε αρνητικά. Με το χρώμα ένας δρόμος μπορεί να αποκτήσει την εικόνα ενός φυσικού ή τεχνητού τοπίου. Υπάρχουν χρώματα, όπως το μπλε, που έχουν χρησιμοποιηθεί συχνά στους ποδηλατοδρόμους. Η ταυτότητα που τους προσδίδουν είναι έντονα τεχνητή, ενώ άλλα πιο γήινα χρώματα, όπως το κεραμίδι ή το ανοιχτό πράσινο, τους συνδέουν καλύτερα με το τοπίο, ακόμη και το αστικό.

Η ποιότητα των υλικών γίνεται αντιληπτή όταν περπατάς ή κάνεις ποδήλατο. Όσο πιο αδρή είναι η υφή τόσο πιο αισθητή γίνεται η παρουσία και η φυσιογνωμία των υλικών. Ένας ποδηλατοδρόμος κατασκευασμένος από κυβόλιθους δημιουργεί κραδασμούς κατά την κίνηση του ποδηλάτου, γεγονός που προκαλεί δυσαρέσκεια στον ποδηλάτη. Για την επιλογή των υλικών απόδοσης των χρωμάτων δεν πρέπει να υποτιμώνται επίσης χαρακτηριστικά όπως η αντίσταση κύλισης, η ποιότητα κύλισης, η ευκολία συντήρησης, η διάρκεια ζωής και το κόστος κατασκευής. Εναλλακτικά υλικά κατασκευής του ποδηλατοδρόμου είναι η έγχρωμη άσφαλτος πάχους 0,05μ, το έγχρωμο σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20 και οι βιομηχανικοί κυβόλιθοι.

Η <u>αντίσταση κύλισης</u> αναφέρεται στην τριβή κύλισης που αναπτύσσεται κατά την κίνηση του ποδηλάτου, λόγω του υλικού του ποδηλατοδρόμου, που έχει ως αποτέλεσμα την μεγαλύτερη προσπάθεια του ποδηλάτη. Όπως αναφέρεται στις «Γενικές Οδηγίες για Ποδηλατοδρόμους» του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.: «δεν υπάρχουν στοιχεία για τις μη ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες κι έτσι δεχόμαστε μείωση κατά 50% σε σχέση με αυτές». Επομένως η επιφάνεια ποδηλατοδρόμου με έγχρωμο σκυρόδεμα έχει μειωμένη αντίσταση κύλισης κατά 50% σε σχέση με την έγχρωμη άσφαλτο και βαθμολογείται με το μέγιστο. Οι βιομηχανικοί κυβόλιθοι

βαθμολογούνται εμπειρικά με την ίδια βαθμολογία με την άσφαλτο, λόγω της αντίστασης που αναπτύσσεται από την ασυνέχεια των υλικών (σημεία ενώσεων των κυβόλιθων).

Η ποιότητα κύλισης αναφέρεται στην ποιότητα κύλισης του ποδηλάτου στην επιφάνεια του ποδηλατοδρόμου, όπως πιθανοί κραδασμοί που μεταφέρονται στον ποδηλάτη λόγω επιφάνειας κύλισης. Αξιολογείται με ποιοτικό δείκτη ο οποίος είναι αντιστρόφως ανάλογος με τους κραδασμούς που μεταφέρονται στον ποδηλάτη. Καθόλου ή ελάχιστοι κραδασμοί βαθμολογούνται υψηλότερα. Το έγχρωμο σκυρόδεμα συγκεντρώνει την υψηλότερη βαθμολογία, λόγω της υφής της επιφάνειας που επιτυγχάνεται με την χρήση στροφείου (ελικοπτεράκι). Ακολουθεί η έγχρωμη άσφαλτος λόγω των ελαφρών κραδασμών που μεταδίδονται από τα αδρανή της ασφάλτου και τέλος με την χαμηλότερη βαθμολογία αξιολογούνται οι κυβόλιθοι λόγω των έντονων κραδασμών που προκαλούνται από τα σημεία ενώσεων τους.

Η ευκολία συντήρησης εφόσον απαιτηθεί συντήρηση ή αποκατάσταση κάποιας τομής κατά πόσο είναι δυνατό να αποκατασταθεί γρήγορα και πλήρως. Υψηλότερη βαθμολογία συγκεντρώνουν οι βιομηχανικοί κυβόλιθοι γιατί απαιτείται ελάχιστος χρόνος εργασίας για την συντήρηση τους αλλά και υλικά αφού μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν τα ίδια. Ακολουθεί το έγχρωμο σκυρόδεμα γιατί απαιτεί προμήθεια υλικών, χρόνο διάστρωσης, συμπύκνωσης με στροφείο ανάλογα με την έκταση της επέμβασης και χρόνο αναμονής μέχρι να επαναχρησιμοποιηθεί ο ποδηλατόδρομος. Χαμηλότερη βαθμολογία συγκεντρώνει η έγχρωμη άσφαλτος λόγω τις αδυναμίας παρασκευής ασφαλτομίγματος σε μικρές ποσότητες που απαιτούνται για αποκατάσταση τομής, αλλά και λόγω της αδυναμίας διάστρωσης σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Η διάρκεια ζωής αναφέρεται στην εκτιμούμενη διάρκεια ζωής του έργου. Η εκτίμηση γίνεται από εμπειρία που έχει αποκτηθεί από παρόμοια έργα. Εκτιμάται ότι η κατασκευή με κυβόλιθους θα διαρκέσει δέκα χρόνια, η έγχρωμη άσφαλτος δεκαπέντε χρόνια και το έγχρωμο σκυρόδεμα είκοσι χρόνια.

Το κόστος αναφέρεται μόνο στο κόστος κατασκευής του ποδηλατοδρόμου. Σύμφωνα με τα Ενιαία Τιμολόγια Έργων Οδοποιίας του Υ.ΠΟ.ΜΕ.ΔΙ. οι τιμές των εναλλακτικών υλικών είναι όπως περιγράφονται παρακάτω:

- Η τιμή της έγχρωμης ασφάλτου πάχους 0,05μ, με χρήση τροποποιημένης ασφάλτου, καθορίζεται στα 26,45€ ανά τμ. Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη προμήθειας, μεταφοράς διάστρωσης, συμπύκνωσης, όπως προβλέπεται από τις πρότυπες προδιαγραφές.
- Η τιμή του έγχρωμου σκυροδέματος κατηγορίας C16/20 πάχους 0,005μ, καθορίζεται στα 18,10€ ανά τμ. Στην τιμή συμπεριλαμβάνονται η προμήθεια και η διάστρωση σκυροδέματος κατηγορίας C16/20 πάχους 0,05μ. Εξομάλυνση της επιφανείας του σκυροδέματος με πήχη (δονητικό ή κοινό). Συμπύκνωση του σκυροδέματος με χρήση στροφείου (ελικόπτερο), συγχρόνως με την επίπαση με μίγμα αποτελούμενο σε ποσοστό 60% περίπου από χαλαζιακή άμμο και 40% από τσιμέντο. Διαμόρφωση αρμών με κοπή εκ των υστέρων με αρμοκόφτη, πλάτους 3-4mm, και σε βάθος περίπου 15mm, σε κάνναβο 5-6μ και πλήρωση αυτών με ελαστομερές υλικό.
- Η τιμή των βιομηχανικών κυβόλιθων πάχους 0,05μ καθορίζεται στα 19,74€ ανά τμ. Στην τιμή συμπεριλαμβάνονται η προμήθεια και τοποθέτηση των προκατασκευασμένων βιομηχανικών κυβόλιθων εκ σκυροδέματος οιονδήποτε διαστάσεων και χρώματος επιλογής της Υπηρεσίας, η πλήρωση των αρμών μετά το κοπάνισμα της τελικής κυλινδρώσεως και εν γένει πάσης εργασίας πλήρους κατασκευής ενός τετραγωνικού μέτρου.

Η επιφάνεια του ποδηλατοδρόμου επιλέχθηκε να κατασκευαστεί από έγχρωμο σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20. Το σκυρόδεμα κατά την κατασκευή του ποδηλατοδρόμου διαστρώνεται εύκολα και γρήγορα ενώ δύναται να διαστρωθεί τμηματικά. Το σκυρόδεμα επιλέχθηκε ως υλικό συγκρινόμενο με την άσφαλτο και τους κυβόλιθους με κριτήρια την αντίσταση κύλισης, ποιότητα κύλισης, συντήρηση, διάρκεια ζωής και κόστους κατασκευής, όπως αναφέρθηκαν ανωτέρω. Η βέλτιστη επιλογή υλικού προέκυψε μέσω συγκριτικής ανάλυσης, έγινε αναγωγή των αποτελεσμάτων σε κλίμακα 1-100, με το 100 να αποτελεί το άριστα για το κάθε κριτήριο (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Βαθμολόγηση υλικών κατασκευής επιφάνειας ποδηλατοδρόμου

	Άσφαλτος	**Σκυρόδεμα**	**Κυβόλιθοι**
Αντίσταση κύλισης	100	80	90
Ποιότητα κύλισης	90	100	50
Συντήρηση	50	90	100
Διάρκεια ζωής	75	100	50
Κόστος	70	100	90

3. Επέκταση δικτύου ποδηλατοδρόμων

3.1 Περιγραφή του δικτύου ποδηλατοδρόμων

Πέραν του υφιστάμενου δικτύου ποδηλατοδρόμων που χωροθετείται στον κεντρικό δακτύλιο της πόλης, προωθείται η επέκταση του και στις γειτονιές, αναπτυσσόμενο ακτινικά ώστε να καλύψει το μεγαλύτερο τμήμα του αστικού ιστού, δημιουργώντας έτσι ένα συνεχές δίκτυο κίνησης των ποδηλατών. Η ανάπτυξη του δικτύου θα γίνει στις εξής οδούς:

- Θησέως – Λεωφόρος Ηρώων
- Χαριλάου Τρικούπη – Αϊδινίου – Σοφούλη
- Βασιλέως Γεωργίου – Δημάρχου Μπλέτσα – Σισμανόγλου
- Κακουλίδη – Π. Τσαλδάρη
- Φιλίππου – Εθνικής Αντιστάσεως
- Λεωφόρος Δημοκρατίας
- Μακεδονίας - Υψηλάντου

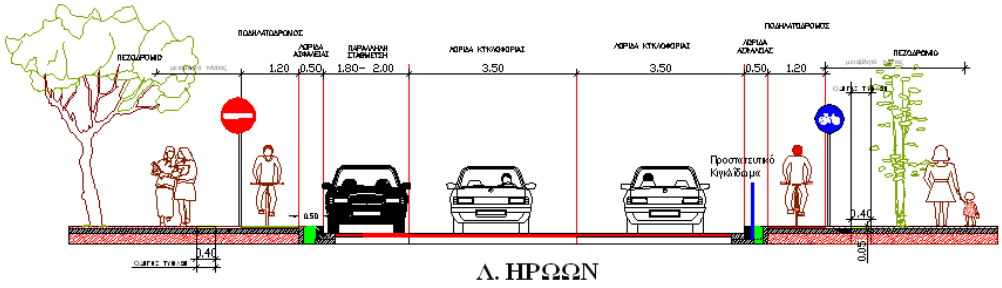
Η χωροθέτηση τμήματος αμφίδρομου ποδηλατοδρόμου θα δεσμεύσει τμήμα του λειτουργικού πλάτους της οδού, ανάλογα με το αν είναι μίας κατεύθυνσης, πλάτους 1,20μ, ή δύο κατευθύνσεων, συνολικού πλάτους 2,50μ, αφήνοντας μία λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση για την κίνηση των οχημάτων. Ο ποδηλατόδρομος, είναι επιθυμητό να διαχωρίζεται με νησίδα από την λωρίδα κυκλοφορίας, ή να κατασκευάζεται επί του πεζοδρομίου, ώστε να μην παραβιαστεί από τα μηχανοκίνητα οχήματα. Ακολούθως, παρατίθεται αναλυτική περιγραφή της διαμόρφωσης που προτείνεται για κάθε οδό, καθώς και περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης.

3.2 Οδοί Θησέως – Λεωφόρος Ηρώων

Οι οδοί είναι αμφίδρομης κυκλοφορίας πλάτους 16μ, από οικοδομική γραμμή σε οικοδομική γραμμή. Ο ποδηλατοδρόμος θα ενώνει την κεντρική πλατεία με τα στρατόπεδα της πόλης και το Μέγαρο Μουσικής «Μελίνα Μερκούρη». Προτείνεται η κατασκευή ποδηλατοδρόμου μονής κατεύθυνσης πλάτους 1,20μ σε κάθε πλευρά του δρόμου. Η στάθμευση των οχημάτων θα είναι παρά το κράσπεδο μόνο από την μία πλευρά της οδού (Σχήμα 3).

Εφόσον αποφασιστεί, σε μελλοντικό χρόνο, η επέκτασή του ποδηλατοδρόμου εκτός του πολεοδομικού ιστού, θα οδηγεί στο άλσος της Νυμφαίας.

Σχήμα 3: Διατομή ποδηλατοδρόμου στη Λεωφόρο Ηρώων (Κολιδάκης, 2015).



3.3 Οδοί Χαριλάου Τρικούπη – Αϊδινίου – Σοφούλη

Οι οδοί είναι μονής κατεύθυνσης με ελάχιστο πλάτος 12μ. Η διαδρομή εκκινεί από τον υπαίθριο Δημοτικό χώρο στάθμευσης, διέρχεται από το Δικαστικό Μέγαρο, την Δημοτική Αγορά, τον Ναό Κοιμήσεως της Θεοτόκου και καταλήγει στην συμβολή της οδού Ορφέως με τον πεζόδρομο της οδού Βενιζέλου. Προτείνεται η κατασκευή ποδηλατοδρόμου διπλής κατεύθυνσης, πλάτους 2,50μ. Η στάθμευση των οχημάτων θα επιτρέπεται μόνο από την μία πλευρά της οδού ενώ από την άλλη πλευρά θα καταργηθεί προκειμένου να κατασκευαστεί ο ποδηλατοδρόμος (Σχήμα 4).

Σχήμα 4: Διατομή ποδηλατοδρόμου στην οδό Χαριλάου Τρικούπη (Κολιδάκης, 2015)

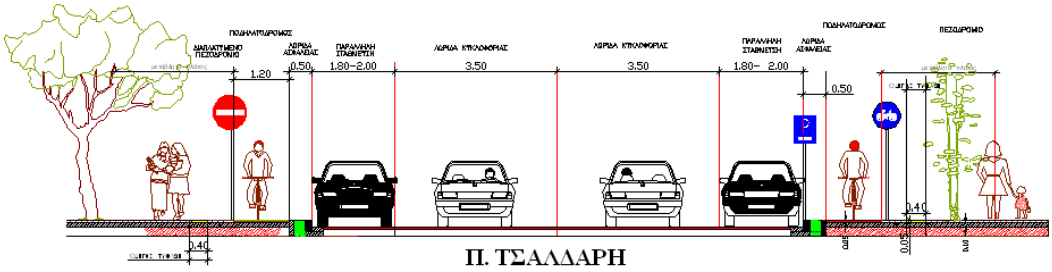
3.4 Οδοί Βασιλέως Γεωργίου – Δημάρχου Μπλέτσα – Σισμανόγλου

Οι οδοί είναι αμφίδρομης κυκλοφορίας με ελάχιστο πλάτος 14μ. Η διαδρομή εκκινεί από την κεντρική πλατεία της πόλης, διέρχεται από την Δημαρχεία και καταλήγει στο Νοσοκομείο της πόλης με δυνατότητα επέκτασης προς το χωριό Ροδίτη. Προτείνεται η κατασκευή ποδηλατοδρόμου μονής κατεύθυνσης πλάτους 1,20μ εκατέρωθεν της οδού. Με τον τρόπο αυτό καταργείται η παράνομη στάθμευση και από τις δύο πλευρές της οδού (Σχήμα 5).

3.5 Οδοί Κακουλίδη – Π. Τσαλδάρη

Οι οδοί είναι αμφίδρομης κυκλοφορίας με ελάχιστο πλάτος 20μ. Ο ποδηλατόδρομος ενώνει το καλοκαιρινό Δημοτικό Θέατρο με τον Σιδηροδρομικό Σταθμό της πόλης, διερχόμενος από την Περιφέρεια και το Δημοτικό Γήπεδο. Προτείνεται η κατασκευή μονού ποδηλατοδρόμου πλάτους 1,20μ εκατέρωθεν της οδού. Η στάθμευση των οχημάτων θα επιτρέπεται παρά το κράσπεδο και στις δύο πλευρές της οδού (Σχήμα 5).

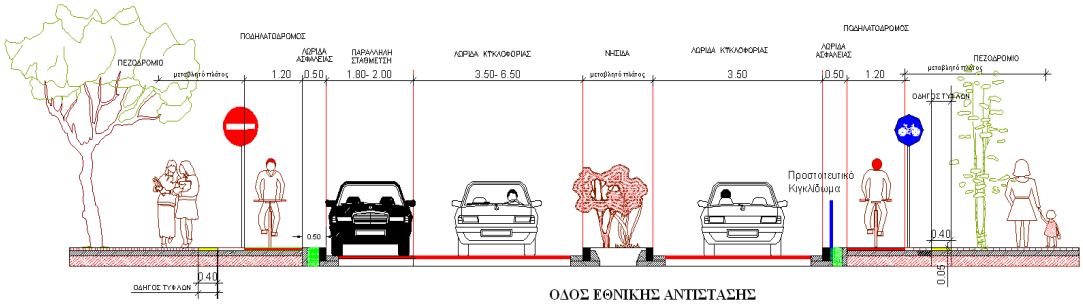
Σχήμα 5: Διατομή ποδηλατοδρόμου στην οδό Π. Τσαλδάρη (Κολιδάκης, 2015)



3.6 Οδοί Φιλίππου – Εθνικής Αντίστασης

Οι οδοί είναι αμφίδρομης κυκλοφορίας πλάτους 17μ. Η διαδρομή εκκινεί από την οδό Σοφούλη όπου βρίσκεται ο ΟΑΕΕ (ΤΕΒΕ) και το Εργατικό Κέντρο «Κύτταρο», διέρχεται από το Σεβιλί Τζαμί (Σπασμένο Τζαμί), το 3^{ο} Γενικό Λύκειο, το κτίριο της πρώην Υ.Ε.Β. όπου στεγάζονται Υπηρεσίες της Περιφέρειας και καταλήγει στο εμπορικό κέντρο «Cosmopolis». Προτείνεται η κατασκευή ποδηλατοδρόμου μονής κατεύθυνσης πλάτους 1,20μ εκατέρωθεν της οδού και θέσεων στάθμευσης οχημάτων στην μία ή και στις δύο πλευρές της οδού ανάλογα με το διαθέσιμο πλάτος (Σχήμα 6). Η διαδρομή του ποδηλατοδρόμου μπορεί να επεκταθεί προς την Πανεπιστημιούπολη, η οποία βρίσκεται εκτός της πόλης.

Σχήμα 6: Διατομή ποδηλατοδρόμου στην οδό Εθνικής Αντίστασης (Κολιδάκης, 2015)

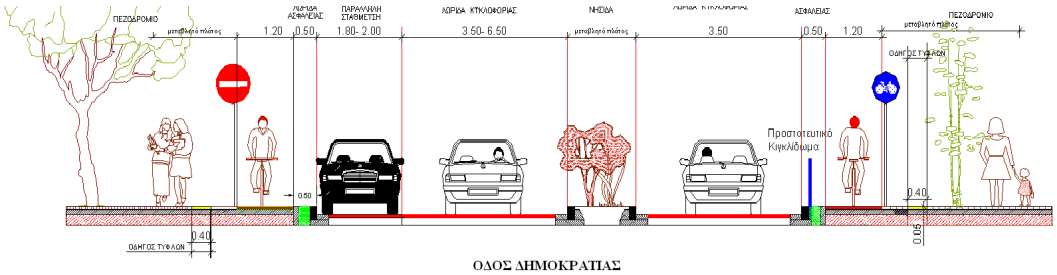


3.7 Λεωφόρος Δημοκρατίας

Πρόκειται για οδό αμφίδρομης κυκλοφορίας πλάτους 17μ. Εκκινεί από το διοικητήριο (πρώην Νομαρχεία) διέρχεται από το άλσος της Αγίας Παρασκευής, τον υπαίθριο Δημοτικό χώρο στάθμευσης, τον Ιερό Καθεδρικό Ναό Ευαγγελισμού της Θεοτόκου, το αστυνομικό τμήμα, το κλειστό Δημοτικό γυμναστήριο και κολυμβητήριο με δυνατότητα επέκτασης προς το χωριό Καρυδιά. Προτείνεται η κατασκευή ποδηλατοδρόμου μονής κατεύθυνσης πλάτους 1,20μ

εκατέρωθεν της οδού και θέσεων στάθμευσης οχημάτων στην μία ή και στις δύο πλευρές της οδού ανάλογα με το διαθέσιμο πλάτος (Σχήμα 7).

Σχήμα 7: Διατομή ποδηλατοδρόμου στην οδό Δημοκρατίας (Κολιδάκης, 2015)



3.8 Οδοί Μακεδονίας - Υψηλάντου

Ο ποδηλατόδρομος εκκινεί από την συμβολή των οδών Ορφέως και Δημοκρίτου, οδηγεί στην δυτική έξοδο της πόλης προς Ξάνθη διερχόμενος από το Ι.Κ.Α. με δυνατότητα επέκτασης προς το χωριό Υφαντές. Στην οδό Μακεδονίας, πλάτους 14μ η οποία είναι μονόδρομος με φορά από την οδό Σοφοκλέους Κομνηνού προς την οδό Υψηλάντου, με συνολικό πλάτος 14μ, προτείνεται η υλοποίηση ποδηλατοδρόμου στην δεξιά πλευρά της οδού πλάτους 2,50μ με δυνατότητα στάθμευσης οχημάτων εκατέρωθεν της οδού. Στην οδό Υψηλάντου, η οποία είναι αμφίδρομος με ενδιάμεση διαχωριστική νησίδα, συνολικού πλάτους 30μ προτείνεται να υλοποιηθεί ποδηλατοδρόμος εκατέρωθεν της οδού έκαστος με πλάτος 1,20μ.

4. Αυτοματοποιημένο σύστημα κοινόχρηστων ποδηλάτων

Παράλληλα με τον σχεδιασμό και κατασκευή των ποδηλατοδρόμων, ο Δήμος Κομοτηνής χρηματοδοτήθηκε από το Πράσινο Ταμείο, στο πλαίσιο του Χρηματοδοτικού Προγράμματος «Αστική Αναζωογόνηση 2012-2015», για την προμήθεια συστήματος κοινοχρήστων ποδηλάτων που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων: ποδήλατα, θέσεις στάθμευσης, θέσεις φύλαξης, εξειδικευμένο και εξελιγμένο τεχνολογικά λογισμικό υποστήριξης ηλεκτρονικής διαδικασίας κλειδώματος, ηλεκτρονικής διαδικασίας αυτόματης πληρωμής, ενημέρωση για βλάβη, κα (Κολιδάκης κα., 2014).

Με τη χρήση του «Αυτοματοποιημένου Συστήματος Κοινόχρηστων Ποδηλάτων» συντελείται μία ευρεία δράση περιβαλλοντικής και κυκλοφοριακής αναβάθμισης μιας περιοχής σε άμεση συνάρτηση με τα παρεχόμενα οφέλη σε κάθε δημότη ξεχωριστά, όπως είναι η εξυπηρέτησή του με την χρήση του ποδηλάτου ως προσιτού οδικού μέσου μεταφοράς, η ψυχαγωγία και η προσωπική του υγεία. Με τον τρόπο αυτό ο Δήμος προσφέρει στους πολίτες ένα σύγχρονο εργαλείο που θα συμβάλει στην μείωση των ρύπων και του θορύβου εντός πόλης, στην κυκλοφοριακή αποσυμφόρηση και στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Παράλληλα, με τον τρόπο αυτό θα μπορέσει το ποδήλατο να αποτελέσει ένα εναλλακτικό μέσο μετακίνησης των τουριστών και της γνωριμίας τους με την πόλη και τα τοπικά αξιοθέατα. Έτσι, ορισμένα από το βασικά οφέλη των «Συστημάτων Κοινόχρηστων Ποδηλάτων» για τους πολίτες και τον Δήμο είναι τα εξής:

- Βελτίωση καθημερινής ζωής, ικανοποίηση πολιτών,
- Βελτίωση περιβάλλοντος και δημόσιας υγείας,
- Αύξηση φήμης του Δήμου, δημοσιότητα,
- Τουριστική προβολή της περιοχής,

- Τόνωση εμπορικής κίνησης,
- Μείωση κυκλοφοριακού φόρτου,
- Ενίσχυση δημόσιων συγκοινωνιών

Ο Δήμος Κομοτηνής έχει εγκαταστήσει έξι σταθμούς αυτόματης διαχείρισης ποδηλάτων με συνολικά διαθέσιμα 100 ποδήλατα, που επιτρέπουν την αυτόματη μίσθωση ποδηλάτων χωρίς την παρουσία προσωπικού. Πρόκειται για ένα αυτοματοποιημένο ηλεκτρονικό σύστημα που δίνει τους πολίτες την ευχέρεια να παραλάβουν και να χρησιμοποιήσουν ένα ποδήλατο για όσο χρόνο επιθυμούν, επιστρέφοντας το σε κάποιο από τα εγκατεστημένα σημεία στάθμευσης.

Μοναδική προϋπόθεση για τον χρήστη είναι η «ταυτοποίησή» του πριν παραλάβει το ποδήλατο. Όλα τα άλλα αναλαμβάνονται από το Σύστημα και από τον φορέα που το λειτουργεί. Το Σύστημα είναι σχεδιασμένο ώστε ο χρήστης να εξυπηρετείται εύκολα και γρήγορα, χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα. Για την ταυτοποίηση απαιτείται από τον χρήστη μία απλή αίτηση (ηλεκτρονική ή/και έγγραφη). Ο χρήστης γίνεται συνδρομητής και μπορεί να ξεκλειδώσει ένα ποδήλατο από τους ειδικούς Σταθμούς, να το χρησιμοποιήσει για τη μετακίνησή του και, αφού ολοκληρώσει τη χρήση του, να το επιστρέψει σε οποιονδήποτε Σταθμό (Ιστοσελίδα: Δημοτικά Ποδήλατα Κομοτηνής).

5. Συμπεράσματα

Με την υλοποίηση του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην πόλη της Κομοτηνής, γίνεται μια προσπάθεια που επιδιώκει να διορθώσει το μοντέλο ανάπτυξης υποδομών που δίνει απόλυτη προτεραιότητα στο αυτοκίνητο, με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι ελεύθεροι κοινόχρηστοι χώροι και το αστικό πράσινο μέσα στην πόλη.

Η κατασκευή των ποδηλατοδρόμων στο κέντρο μείωσε τις θέσεις στάθμευσης. Επομένως για την εξυπηρέτηση των κατοίκων και των επισκεπτών προτείνεται η διαμόρφωση ελεύθερων ιδιόκτητων οικοπέδων, περιμετρικά του δακτυλίου, τα οποία θα νοικιαστούν από τον Δήμο και θα μετατραπούν σε υπαίθριους δημοτικούς χώρους στάθμευσης που θα εκμεταλλεύεται ο Δήμος. Σε κάποια από αυτά μπορούν να τοποθετηθούν ποδήλατα, ώστε οι δημότες να αφήνουν τα αυτοκίνητά τους στο χώρο στάθμευσης και να παίρνουν το δημοτικό ποδήλατο με το οποίο θα κινούνται στο κέντρο. Στόχος είναι η προστασία του κέντρου της πόλης από την είσοδο μεγάλου αριθμού αυτοκινήτων και η αποτροπή της ανεξέλεγκτης μακροχρόνιας στάθμευσης. Προϋπόθεση είναι η ανταπόκριση των δημοτών σε αυτή την πρωτοβουλία του Δήμου.

Ο Δήμος θα πρέπει να φροντίσει για την συστηματική συντήρηση των ποδηλατοδρόμων, πεζοδρομίων και οδοστρωμάτων το οποίο αφορά όχι μόνο την αισθητική του αστικού τοπίου, αλλά και την ασφάλεια των χρηστών του. Αυτό μπορεί να επιτευχτεί με την καθημερινή καταγραφή προβλημάτων και ελλείψεων που διαπιστώνονται. Επίσης θα πρέπει να περιοριστεί η ανεξέλεγκτη δυνατότητα των Οργανισμών Κοινής Ωφέλειας (Ο.Κ.Ω.) να τοποθετούν στύλους και να σκάβουν παντού καθώς και περιορισμός και τη θέσπιση προδιαγραφών για την τοποθέτηση πληροφοριακών πινακίδων από ιδιώτες και δημόσιους φορείς. Ο Δήμος γενικώς θα πρέπει να κινηθεί στη λογική ότι το συλλογικό συμφέρον και η ασφάλεια των ομάδων που κινούνται πεζοί ή με το ποδήλατο προέχει του ατομικού συμφέροντος και των εποχούμενων, με συνακόλουθα οφέλη στη μείωση του εξωτερικού κόστους μετακινήσεων, την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη της πόλης.

Βιβλιογραφία

Bull, F. C., Milligan, R., Rosenberg, M., & McGowan, H. (2000). Physical activity levels of Western Australian adults 1999. Health Department of Western Australia, Sport and Recreation Way2Go, Western Australian Government, Perth. Available from http://fulltext.ausport.gov.au/fulltext/2001/wa/PASummary.pdf

Handy, S. L., Xing, Y., Buehler, T. J. (2010). Factors Associated with Bicycle Ownership and Use: A Study of Six Small U.S. Cities. Transportation, 37 (6), 967-985.

International Bicycle Fund. Bicycle Statistics: Usage, production, sales, import, export. Retrieved from http://www.ibike.org/library/statistics-data.htm

National Highway Traffic Safety Administration, 2012 National Survey of Bicyclist and Pedestrian Attitudes and Behavior (Volumes 1, 2, 3). Available from http://www.nhtsa.gov/nti/811841

Δήμος Κομοτηνής, Δημοτικά Ποδήλατα Κομοτηνής. Διαθέσιμη από: http://komotini.easybike.gr/el/

Δήμος Κομοτηνής (2011), Μελέτη Εφαρμογής Ποδηλατοδρόμων στο Δακτύλιο Εφαρμογής Κυκλοφοριακής Μελέτης της πόλης.

Κολιδάκης Δημήτρης (2015), 'Σχεδιασμός και Κατασκευή Δικτύου Ποδηλατοδρόμων στην Πόλη της Κομοτηνής', Μεταπτυχιακή Εργασία, Διαπανεπιστημιακό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Οργάνωση και Διοίκηση Τεχνικών Συστημάτων, Ξάνθη, Μάρτιος 2015.

Κολιδάκης Δ., Γαλάνης Α., και Μποτζώρης Γ., (2014). Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων και συστήματος διαχείρισης-μίσθωσης κοινόχρηστων ποδηλάτων στην πόλη της Κομοτηνής. 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Οικονομική των Φυσικών Πόρων και του Περιβάλλοντος: Κλιματική Αλλαγή», Βόλος 31/10-1/11/2014.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων. Γενικές Οδηγίες για Ποδηλατοδρόμους. Αθήνα, 2002. Διαθέσιμη από: http://www.podilates.gr/sites/default/files/docs/podilato-specs_26_07_02.pdf

Υπουργείο Μεταφορών & Επικοινωνιών. Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας, Αθήνα, 2007. Διαθέσιμη από: http://www.yme.gr/imagebank/categories/KOK_pdf.pdf

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων. Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ), Τεύχος 2: Διατομές (ΟΜΟΕ-Δ), Έκδοση 2001.

Υπουργείο Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων. Αναπροσαρμογή και συμπλήρωση Ενιαίων Τιμολογίων Έργων, Εγκύκλιος 9, Αθήνα, 26 Φεβρουαρίου 2013.

Αυτόνομη οδήγηση και έξυπνο οδικό περιβάλλον: Τεχνολογική εξέλιξη και μελλοντικές προκλήσεις

Αθανάσιος Γαλάνης[1], Γεώργιος Μποτζώρης[2] & Νικόλαος Ηλιού[1]
[1]*Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,*
Πεδίον Άρεως, 38334, Βόλος, Ελλάδα
[2]*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,*
Βασ. Σοφίας 12, 67100, Ξάνθη, Ελλάδα
atgalanis@uth.gr, gbotzori@civil.duth.gr, neliou@uth.gr

Περίληψη
Η παρούσα εργασία εξετάζει την τεχνολογική εξέλιξη και τις μελλοντικές τάσεις στον τομέα των αυτόνομων οχημάτων, των έξυπνων οδικών υποδομών και των έξυπνων συστημάτων μεταφορών. Εξετάζοντας τα αυτόνομα οχήματα, παρουσιάζονται τα στάδια της τεχνολογικής τους εξέλιξης, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους, καθώς και τα μελλοντικά σχέδια και οι προοπτικές λειτουργίας τους. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η έννοια της έξυπνης οδικής υποδομής που αναφέρεται στην επικοινωνία τόσο μεταξύ των οδών και του οδικού περιβάλλοντος, όσο και με τα οχήματα που κυκλοφορούν επί αυτών, ανταλλάσουν δεδομένα και προσαρμόζονται στις μελλοντικές ανάγκες διαχείρισης της κυκλοφορίας. Τέλος, παρουσιάζονται εφαρμογές από ένα μελλοντικό έξυπνο κυκλοφοριακό μοντέλο στο οποίο μπορούμε να ενσωματώσουμε όλες τις σημερινές και αναπτυσσόμενες τεχνολογίες. Στόχος αυτών των δράσεων είναι η βελτίωση της ασφάλειας μεταφορών, της άνεσης μετακίνησης, καθώς και της βιωσιμότητας του συστήματος οδικών μεταφορών.

Λέξεις Κλειδιά: Αυτόνομη οδήγηση, έξυπνη οδική υποδομή, έξυπνο σύστημα μεταφορών, βιωσιμότητα.

JEL Κωδικοί: R41, R48, O18, O33.

1. Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία εξετάζει την τεχνολογική εξέλιξη και τις μελλοντικές τάσεις στον τομέα των αυτόνομων οχημάτων και των έξυπνων οδικών υποδομών. Αυτές οι πρακτικές εντάσσονται στη θεματική ενότητα των «Έξυπνων Συστημάτων Μεταφορών», "Intelligent Transport Systems" (ITS), στοχεύοντας στη δημιουργία ενός βιώσιμου οδικού περιβάλλοντος με οφέλη στους τομείς του περιβάλλοντος, της κοινωνίας και της οικονομίας.

Η κατασκευή οδικών υποδομών έχει εξελιχθεί διαρκώς από την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας όπου αποφασίστηκε για πρώτη φορά να κατασκευαστεί και να διατηρηθεί ένα οδικό δίκτυο για τη μεταφορά ανθρώπων και εμπορευμάτων, ως ζωτικό στοιχείο διατήρησης του κράτους. Μέχρι σήμερα, οι αυτοκινητόδρομοι και οι λοιπές οδικές υποδομές παραμένουν ως απλές επιφάνειες χωρίς να ανταλλάσουν δεδομένα μεταξύ οχημάτων ή μεταξύ τους, το οποίο πρόκειται να αλλάξει σύντομα…

Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα της ανθρωπότητας σήμερα είναι η εκτενής αστικοποίηση και τα συναφή κυκλοφοριακά προβλήματα που οδηγούν στην υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος. Τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι πολίτες

μετακινούνται από την ύπαιθρο στις αστικές περιοχές ώστε να απολαύσουν περισσότερες ευκαιρίες εργασίας και καλύτερες συνθήκες διαβίωσης. Η αστικοποίηση επιδρά και αλλάζει το οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό υπόβαθρο μιας περιοχής, οδηγώντας σε πολυάριθμες αρνητικές επιδράσεις του τομέα των μεταφορών, όπως η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, η εκπομπή ρύπων, ο κυκλοφοριακός θόρυβος, η κατανάλωση χρόνου κλπ. Η αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου απαιτεί τη χρήση της τεχνολογίας εφαρμοσμένη στον τομέα των μεταφορών με την ανάπτυξη «έξυπνων» προϊόντων και τη χρήση του «Διαδικτύου των Πάντων» "Internet of Things" (Rosen, 2013). Τα προϊόντα αυτά κατανέμονται σε τρεις κατηγορίες:

- Έξυπνα οχήματα
- Έξυπνη οδική υποδομή
- Έξυπνο σύστημα μεταφορών

Αναγνωρίζονται τέσσερις περίοδοι ως αυτές που ορίζουν την ανάπτυξη έξυπνων οχημάτων και οδικών υποδομών. Στην πρώτη περίοδο (<1980), τα αυτόνομα οχήματα δήλωσαν την παρουσία τους και κέρδισαν την ανεξαρτησία τους μέσα από την εισαγωγή του πρώτου στατικού εξοπλισμού. Στη δεύτερη περίοδο (1980-2000), οι ερευνητές στόχευσαν στην απόδοση προτεραιότητας σε οχήματα σε αστικές περιοχές, μέσα από την ανάπτυξη κατάλληλων κυκλοφοριακών μοντέλων. Η εισαγωγή αισθητήρων επέτρεψε τις μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο και το δυναμικό έλεγχο της κυκλοφορίας. Στην τρίτη περίοδο (2000-2010), η έρευνα στόχευσε στην ανάπτυξη αυτόνομων συστημάτων υποβοήθησης της κυκλοφορίας επί του οχήματος. Στην παρούσα τέταρτη περίοδο (2010-2020), η έρευνα στοχεύει στη ανάπτυξη συνεργατικών συστημάτων μεταξύ των οχημάτων και μεταξύ οχημάτων – οδικής υποδομής. Η συνδεσιμότητα των συστημάτων οδηγεί σε νέες λειτουργίες ασφαλείας και στην ικανότητα να αναπτυχθούν συστήματα αυτόνομης οδήγησης. Είναι σαφές ότι απαιτείται χρόνος μέχρι να επιτευχθεί πλήρης αυτοματοποίησης για την επίτευξη οδήγησης σε υψηλές ταχύτητες, μέσω της ανάπτυξης συστημάτων υψηλής αξιοπιστίας για την καθοδήγηση και αποφυγή συγκρούσεων.

2. Έξυπνα οχήματα και υποδομές

2.1 Αυτόνομα οχήματα

Η βιομηχανία αυτοκινήτων έχει αποτελέσει εδώ και 125 χρόνια ένα μοχλό τεχνολογικής καινοτομίας και οικονομικής ανάπτυξης. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, η ανάγκη για καινοτομία και βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των πολιτών οδηγεί σε μια νέα τεχνολογική επανάσταση, αυτή του «αυτόνομου οχήματος». Η χρήση της νέας τεχνολογίας μπορεί να δώσει λύσεις σε μια σειρά προβλημάτων που αντιμετωπίζει σήμερα η κοινωνία. Μερικά από αυτά είναι το υψηλό κόστος των τροχαίων ατυχημάτων, οι χαμένες εργατοώρες εξαιτίας της κυκλοφοριακής συμφόρησης και να συνακόλουθα περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς και η κατάληψη αστικού χώρου για θέσεις στάθμευσης προς όφελος των λίγων. Με την ευρεία εφαρμογή της τεχνολογίας αυτόνομης οδήγησης, πρόκειται να αλλάξει όλο το περιβάλλον μεταφορών επιβατών και εμπορευμάτων σε σύγκριση με όσα γνωρίζουμε σήμερα.

Ένα αυτόνομο αυτοκίνητο (autonomous car), γνωστό και ως αυτοκίνητο χωρίς οδηγό (driverless car) είναι ένα αυτόνομο όχημα ικανό να εκπληρώσει τις μεταφορικές υποχρεώσεις ενός οχήματος χωρίς οδηγό, διεπιδρώντας με το οδικό περιβάλλον χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Τα οχήματα που αλληλεπιδρούν τόσο μεταξύ τους, όσο και με το οδικό περιβάλλον μπορούν να μειώσουν τα τροχαία ατυχήματα, τις εκπομπές ρύπων, το άγχος οδηγητικού έργου και την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Για να επιτευχθούν όμως αυτοί οι στόχοι πρέπει να ληφθούν υπόψιν και να επιλυθούν ζητήματα ασφαλείας (Maisto, 2013). Ο αυτόνομος έλεγχος ενός οχήματος σημαίνει ότι το όχημα παρουσιάζει καλή απόδοση υπό συγκεκριμένες κυκλοφοριακές συνθήκες

για μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς να παρουσιάζει σφάλματα και να απαιτείται η ανθρώπινη παρέμβαση (Antsaklis et al., 1991).

Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Η.Π.Α.), η «Εθνική Διοίκηση Κυκλοφοριακής Ασφάλειας Αυτοκινητοδρόμων [National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)] του Υπουργείου Μεταφορών [U.S. Department of Transportation's (DOT)], σε έκθεσή της το έτος 2013, δηλώνει ότι τα «αυτόνομα» (autonomous) ή «αυτό-οδηγούμενα» (self-driving) οχήματα, είναι εκείνα στα οποία η λειτουργία του οχήματος συμβαίνει χωρίς να ελέγχει ο οδηγός άμεσα την επιβράδυνση, την επιτάχυνση, και την πέδηση, ενώ είναι σχεδιασμένα ώστε ο οδηγός να μην αναμένεται να ελέγχει συνέχεια το οδικό περιβάλλον καθώς το όχημα λειτουργεί αυτόνομα.

Η ίδια υπηρεσία (NHTSA) υιοθετεί ένα μοντέλο κατάταξης πέντε βαθμίδων που κυμαίνεται από οχήματα που δεν έχουν κανένα σύστημα αυτοματοποίησης (επίπεδο 0) έως τα πλήρως αυτόνομα οχήματα (επίπεδο 4):

- *Καμία αυτοματοποίηση* (επίπεδο 0): Ο οδηγός ελέγχει απόλυτα το όχημα σε όλο το χρόνο μετακίνησης.
- *Αυτοματοποίηση συγκεκριμένων λειτουργιών* (επίπεδο 1): Αυτοματοποίηση ατομικών συστημάτων ελέγχου του οχήματος, όπως το «ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου σταθερότητας» (electronic stability control) ή την «αυτόματη πέδηση» (automatic braking).
- *Αυτοματοποίηση συνδυασμένων λειτουργιών* (επίπεδο 2): Τουλάχιστον δυο διαδικασίες ελέγχου μπορούν να αυτοματοποιηθούν, όπως ο «προσαρμοσμένος έλεγχος οδήγησης» (adaptive cruise control) σε συνεργασία με τη «διατήρηση λωρίδας κυκλοφορίας» (lane keeping).
- *Περιορισμένη αυτοματοποίηση οδηγικών λειτουργιών* (επίπεδο 3): Ο οδηγός μπορεί να παραδώσει τον έλεγχο του οχήματος υπό συγκεκριμένες συνθήκες κυκλοφορίας. Το όχημα «αισθάνεται» πότε οι κυκλοφοριακές συνθήκες απαιτούν την επανάκτηση του ελέγχου από τον οδηγό και του παρέχει έναν απαιτούμενο μεταβατικό χρόνο για να προβεί στις απαραίτητες δράσεις.
- *Πλήρης αυτοματοποίηση οδηγικών λειτουργιών* (επίπεδο 4): Το όχημα αναλαμβάνει όλες τις λειτουργίες οδήγησης σε όλη τη διάρκεια του ταξιδιού, χωρίς να αναμένεται από τον οδηγό να προβεί σε καμία ενέργεια.

Τα πλήρως αυτόνομα οχήματα αναμένεται να αναπτυχθούν τεχνολογικά εντός της δεκαετίας, αλλά θα χρειαστούν αρκετά χρόνια ακόμη μέχρι να προσαρμοστούν οι μεταφορικές υποδομές και η κοινωνία σε αυτά (Irving, 2014). Η εταιρεία Nissan ανακοίνωσε το έτος 2013 τα σχέδιά της να θέσει σε κυκλοφορία αυτόνομα οχήματα μέχρι το έτος 2020. Η Nissan παρουσίασε την τεχνολογία αυτόνομου οχήματος σε έκθεση στην Καλιφόρνια το έτος 2013, εφαρμόζοντας την στο μοντέλο ηλεκτρικού οχήματος Nissan Leaf (Nissan News, 2013).

Οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσφέρουν σήμερα ένα πλήθος εφαρμογών υποβοήθησης της οδήγησης στους τομείς της αυτόνομης πέδησης, διατήρησης λωρίδας κυκλοφορίας, επιβράδυνσης/επιτάχυνσης, στάθμευσης, αποφυγής σύγκρουσης και ανίχνευσης κόπωσης οδηγού. Το μοντέλο αυτοκινήτου "2014 Mercedes S-Class" έχει υιοθετήσει τις ανωτέρω εφαρμογές για κυκλοφορία τόσο σε αστικό όσο και σε υπεραστικό περιβάλλον, για ταχύτητες έως 124 μίλια/ώρα (200 χλμ/ώρα), (Ingraham, 2013).

Το πρώτο αυτόνομο όχημα που αναπτύχθηκε για εμπορική χρήση είναι το Navia που αποτελεί ένα υβρίδιο μεταξύ ενός οχήματος για γκολφ και ενός μίνι λεωφορείου (Maisto, 2014). Το Navia είναι ένα ηλεκτρικό όχημα με μηδενικές εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων ικανό να μεταφέρει 8 επιβάτες με ταχύτητα 12 μιλίων/ώρα ή 20 χλμ/ώρα. Η εταιρεία Google ανακοίνωσε

στις 27 Μαίου 2014, ότι σκοπεύει να κατασκευάσει 100 πρωτότυπα αυτόνομων οχημάτων που θα τεθούν σε κυκλοφορία στην Πολιτεία της Καλιφόρνιας εντός των επόμενων δυο ετών. Σχεδιασμένα με γνώμονα την οδική ασφάλεια με έμφαση στην κάλυψη των τυφλών σημείων, τα οχήματα αυτά θα είναι ιδιαίτερα αποδοτικά σε δρόμους με υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους και πολλές διασταυρώσεις. Η μέγιστη ταχύτητα του οχήματος θα είναι 25 μίλια/ώρα ενώ θα διαθέτουν δυο καθίσματα, χώρο για αποσκευές, ένα κουμπί για έναρξη και παύση της λειτουργίας του οχήματος, και μια οθόνη που δείχνει τη διαδρομή (Google Official Blog, 2014).

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναγνωριστεί αρκετά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που θα επιφέρει η χρήση των αυτόνομων οχημάτων (Litman, 2015). Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρέχουν τα αυτόνομα οχήματα είναι τα εξής:

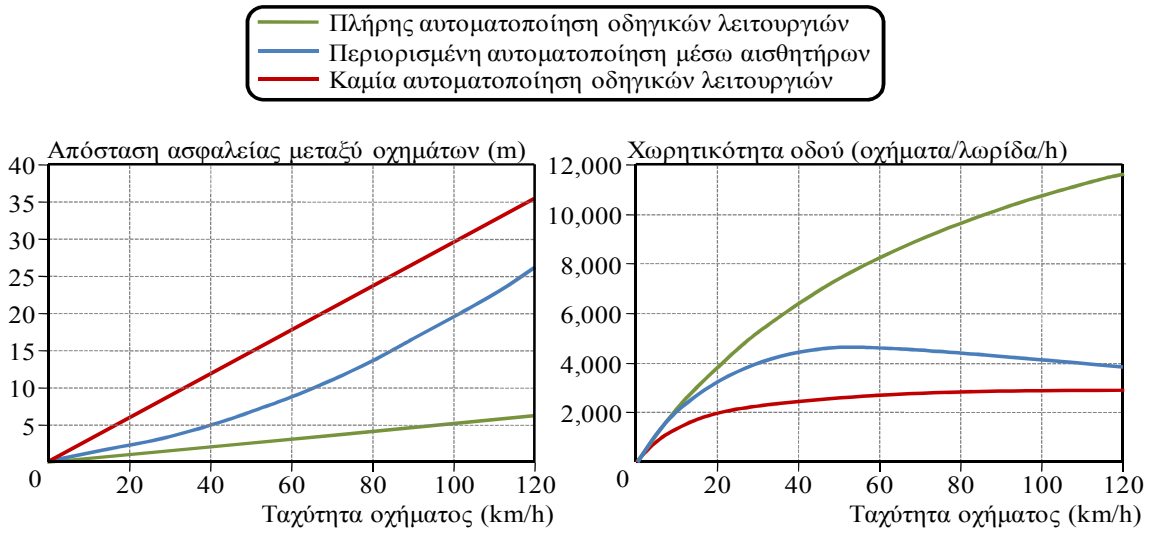
- Πρόκληση λιγότερων οδικών ατυχημάτων, εξαιτίας της απόσπασης της προσοχής από το οδηγικό έργο (Cowen, 2011).
- Αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας των οδών και μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, εξαιτίας της μείωσης των κυκλοφοριακών κενών ασφαλείας και της ικανότητας για καλύτερη διαχείριση της κυκλοφοριακής ροής (Cowen, 2011). Ανάλογα με το επίπεδο αυτοματοποιημένων λειτουργιών που διαθέτει ένα όχημα η αύξηση της χωρητικότητας μπορεί να κυμαίνεται από 43%, στην περίπτωση που όλα τα οχήματα έχουν εγκατεστημένους αισθητήρες εμποδίων, πρόσφυσης, κ.α., έως και 273% στην περίπτωση που πέρα από τους αισθητήρες υπάρχει και η δυνατότητα επικοινωνίας όχημα-με-όχημα με σκοπό τη συλλογή-επεξεργασία πληροφοριών και ενημέρωση κάθε οδηγού ως προς την κυκλοφορία στο αντίθετο ρεύμα, στις διασταυρώσεις, κ.α. (Tientrakool et al., 2011), (Σχήμα 1).
- Ανακούφιση των επιβατών του οχήματος από το έργο οδήγησης και εύρεση διαδρομής (Cowen, 2011).
- Αύξηση των ορίων ταχύτητας για αυτόνομα οχήματα (Houston Chronicle, 2012).
- Αφαίρεση των περιορισμών οδήγησης εξαιτίας φυσικής αδυναμίας του οδηγού ή του ιδιοκτήτη, όπου δε τίθεται πλέον θέμα ηλικίας, κόπωσης, απόσπασης προσοχής, κατανάλωσης αλκοόλ ή ουσιών.
- Καλύτερη διαχείριση της στάθμευσης, καθώς οι επιβάτες θα μπορούν να αποβιβασθούν στο σημείο προορισμού μετακίνησης και το όχημα να σταθμεύσει μακρύτερα και να ειδοποιηθεί να τους παραλάβει στην επιβίβαση, περιορίζοντας έτσι το χρόνο αναζήτησης στάθμευσης.
- Περιορισμός ανάγκης για αστυνόμευση και ασφαλιστική κάλυψη οχημάτων (Light, 2012).
- Μείωση των υποδομών οδικής σήμανσης και σηματοδότησης (Au et al., 2012).
- Ομαλότερη οδήγηση (Simonite, 2013).
- Μείωση της κατανάλωσης καυσίμων (λόγω της μείωσης της αεροδυναμικής αντίστασης) καθώς τα οχήματα έχουν τη δυνατότητα να κινούνται σε πολύ μικρές αποστάσεις μεταξύ τους, (Σχήμα 2).

Αντίστοιχα, τα σημαντικότερα εμπόδια και μειονεκτήματα που παρουσιάζουν τα αυτόνομα οχήματα είναι τα εξής:

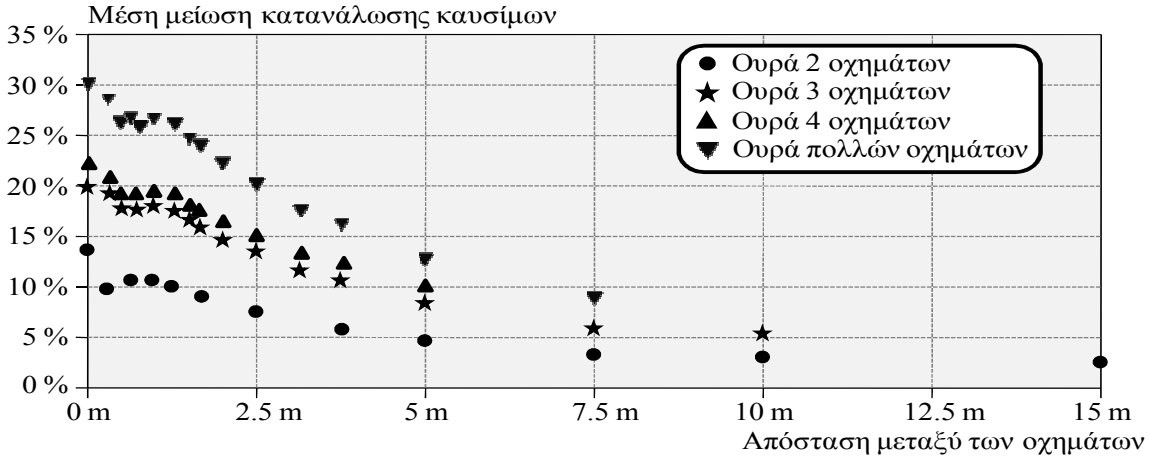
- Ζητήματα αξιοπιστίας ή αστοχίας του λογισμικού που μπορεί να οδηγήσουν σε ακινητοποίηση του οχήματος, λανθασμένη πορεία ή πρόκληση ατυχήματος (Ross, 2014).
- Εφαρμογή κατάλληλου νομοθετικού πλαισίου για την κυκλοφορία αυτόνομων οχημάτων (Lancaster, 2013).

- Οι οδηγοί δεν έχουν επαρκή οδηγική εμπειρία για να ανταποκριθούν σε περίπτωση που χρειαστεί να ανακτήσουν τον έλεγχο του οχήματος.
- Απώλεια επαγγελμάτων που σχετίζονται με τον τομέα εκτέλεσης μεταφορικού έργου (Light, 2012; Prynne, 2014).
- Απώλεια της ιδιωτικότητας και έλεγχος των μεταφορικών και καταναλωτικών προτιμήσεων (Lin, 2014).
- Κίνδυνος να εφοδιαστούν τα οχήματα με εκρηκτικά και να χρησιμοποιηθούν ως «φονικά όπλα» (Harris, 2014).
- Ηθικά προβλήματα που δημιουργούνται όταν ένα αυτόνομο όχημα αναγκαστεί να επιλέξει τη λιγότερο επιβλαβή δράση, εμπλεκόμενο σε μια αναπόφευκτη σύγκρουση (Lin, 2013; Worstall, 2014).

Σχήμα 1: Μεταβολή της απόστασης ασφαλείας μεταξύ των οχημάτων και της χωρητικότητας ενός αυτοκινητοδρόμου ανάλογα με τον όγκο των αυτοματοποιημένων λειτουργιών που διαθέτει ένα όχημα (Tientrakool et al, 2011).



Σχήμα 2: Μέση ποσοστιαία (%) μείωση της κατανάλωσης καυσίμων οχημάτων που κινούνται σε σειρά το ένα πίσω από το άλλο (Dávila and Nombela, 2011).



2.2 Έξυπνη οδική υποδομή

Η «έξυπνη οδική υποδομή» αναφέρεται στο οδικό περιβάλλον και τις οδούς που «επικοινωνούν» τόσο μεταξύ τους, όσο και με τα οχήματα που κυκλοφορούν επί αυτών, ανταλλάσουν δεδομένα και προσαρμόζονται στις μελλοντικές ανάγκες διαχείρισης κυκλοφορίας. Σε μια εφαρμογή για υπεραστικό δίκτυο μεταφορών, το γραφείο "Studio Roosegaarde" πρότεινε πέντε τρόπους - εφαρμογές ώστε να γίνουν οι οδοί πιο «έξυπνες». Το έργο "Smart Highway" προτείνει μια αντίληψη ενεργειακά αποδοτική που θα δοκιμαστεί σε τμήμα του αυτοκινητοδρόμου της επαρχίας Brabant της Ολλανδίας.

Η πρώτη εφαρμογή του έργου παρουσιάζει ένα δρόμο που φωτίζεται στο σκοτάδι χρησιμοποιώντας μια βαφή που ενισχύει το φωτισμό των διαγραμμίσεων. Η βαφή απορροφά φυσικό φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας και τον αποδίδει τις βραδινές ώρες για χρονική διάρκεια μέχρι 10 ώρες. Η δεύτερη εφαρμογή αφορά την υιοθέτηση ενός σχεδίου με βαφή που «αντιδρά» στις χαμηλές θερμοκρασίες παρουσιάζοντας νιφάδες χιονιού στο οδόστρωμα όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από το μηδέν, προειδοποιώντας τους οδηγούς να προσέχουν για εμφάνιση παγετού. Η τρίτη εφαρμογή παρουσιάζει οδικό φωτισμό που ενεργοποιείται όταν τα οχήματα διέρχονται από την καθεμία μέσω μιας διαδικασίας μεταβλητής φωτεινότητας (dimming). Η τέταρτη εφαρμογή παρουσιάζει τη χρήση οδικού φωτισμού με ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούν την αιολική ενέργεια από τα διερχόμενα οχήματα. Η πέμπτη εφαρμογή του έργου είναι η ανάπτυξη μιας λωρίδας κυκλοφορίας με επαγωγικούς βρόγχους κάτω από το οδόστρωμα με στόχο τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων.

Στο αστικό οδικό περιβάλλον όπου εμφανίζονται τα περισσότερα προβλήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης, οι μελλοντικές οδικές διαγραμμίσεις εισάγουν την ιδέα των εξής στοιχείων:

- Αισθητήρες κάτω από το οδόστρωμα για να επικοινωνούν με τα οχήματα.
- Φωτισμός κάτω από τη γυάλινη επιφάνεια των οδών, ώστε να τα μετατρέψουν σε προσαρμοσμένα «αυτόνομα κινητά συστήματα» (DMS).

Η τεχνολογία παρέχει τη δυνατότητα καλύτερου ελέγχου της κυκλοφορίας. Στο μελλοντικό οδικό περιβάλλον δε θα υφίστανται κυκλοφοριακά σήματα ή σηματοδότες… ή θα είναι προαιρετικά. Η οδική κυκλοφορία θα προσεγγίζεται ως μια ενιαία ροή, όπως το νερό σε ένα σωλήνα. Οι βασικές αρχές του συστήματος ελέγχου κυκλοφοριακής ροής θα καθοριστούν από ένα λογισμικό, κατάλληλα προσαρμοσμένο με τρόπο που να υιοθετεί τις μεταβολές στις κυκλοφοριακές συνθήκες. Οι «ηλιακές επιφάνειες» είναι ένα από τα σημαντικότερα καινοτόμα τεχνολογικά εργαλεία στο αστικό σύστημα μεταφορών. Δυναμικές λωρίδες κυκλοφορίας ικανές να φορτίζουν το όχημα κάθε δευτερόλεπτο, δημιουργούν την ευκαιρία για πιο ασφαλείς δρόμους και πιο άνετες μετακινήσεις. Συνδυάζοντας αυτές τις δυο τεχνολογικές καινοτομίες, μπορούμε να επιτύχουμε την ενοποίηση του οδικού περιβάλλοντος με τα οχήματα, θεωρώντας τα ως ένα.

Η δημιουργία «έξυπνης οδικής υποδομής» δεν είναι μια διαδικασία που γίνεται με άνεση, ευκολία και ταχύτητα. Σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, τα οχήματα και οι οδοί προσφέρουν σε συνέργεια μεταξύ τους τα στοιχεία της αυτοματοποίησης, οικολογικής οδήγησης και κατανάλωσης – διανομής ενέργειας. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αναπτύσσεται το πρόγραμμα "Forever Open Road" από τον οργανισμό FEHRL (Forum of European National Highway Research Laboratories), (Steve, 2010). Αντίστοιχο πρόγραμμα αναπτύσσεται στη Γαλλία με τίτλο R5G (Road of Fifth Generation) από τον οργανισμό IFSTTAR (Jacquot-Guimbal and Hautière, 2012).

2.3 Έξυπνο σύστημα μεταφορών

Σε ένα μελλοντικό «έξυπνο κυκλοφοριακό μοντέλο» μπορούμε να ενσωματώσουμε όλες τις τεχνολογικές εφαρμογές που αναπτύσσονται τόσο σήμερα, όσο και στο μέλλον. Πολλές πόλεις έχουν ήδη αναπτύξει και εφαρμόσει προγράμματα έξυπνων μεταφορών. Στην Κίνα, περισσότεροι από 200 εκατομμύρια πολίτες διαθέτουν σήμερα στην ιδιοκτησία τους ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο, οι περισσότεροι εκ των οποίων βρίσκονται σε αστικές περιοχές. Οι υφιστάμενες εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί κυρίως από χώρες της Δύσης (Ευρώπη, Αμερική), με αποτέλεσμα να χρειάζονται προσαρμογές για τα δεδομένα της Κίνας (36Kr - Chinese language technology blog).

Η αρχιτεκτονική ομάδα Superpool από την Κωνσταντινούπολη ανέπτυξε μια εφαρμογή διαχείρισης της κυκλοφορίας για χρήση σε έξυπνο κινητό τηλέφωνο, λαμβάνοντας μέρος στο διαγωνισμό "Audi Urban Future Award 2012". Αν και υπάρχει ήδη εφαρμογή διαχείρισης κυκλοφορίας για iPhone στην Κωνσταντινούπολη, αυτή παρέχει πληροφορίες για τις τρέχουσες κυκλοφοριακές συνθήκες, αφήνοντας τους οδηγούς να επιλέξουν μόνοι τους τη βέλτιστη διαδρομή. Η ιδέα της ομάδας Superpool είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής που θα προτείνει στους οδηγούς τη βέλτιστη διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσουνε για να φτάσουν στον προορισμό τους, σύμφωνα με όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες από τις συνθήκες κυκλοφορίας. Επίσης, η ομάδα προτείνει τη χρήση του ΙΧ αυτοκινήτου από πολλούς χρήστες (car sharing) με στόχο τη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου και τη βελτίωση της βιωσιμότητας του συστήματος μεταφορών.

3. Συμπεράσματα

Η είσοδος της ανθρωπότητα σε μια νέα τεχνολογική εποχή, που ορίζεται από το «Διαδίκτυο των Πάντων» και η εφαρμογή προηγμένων τεχνικών «Έξυπνων Συστημάτων Μεταφορών» στις μεταφορές, οδηγεί στην ανάπτυξη αυτόνομων οχημάτων που θα επικοινωνούνε τόσο μεταξύ τους, όσο και με την οδική υποδομή ή το οδικό περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας, λόγω καλύτερης προσαρμογής στις κυκλοφοριακές αλλαγές, και βελτίωση της οδικής ασφάλειας και άνεσης των μεταφορών με τα συνακόλουθα περιβαλλοντικά οφέλη. Τα αυτόνομα οχήματα θα έχουν τεθεί στην κυκλοφορία προς εμπορική χρήση μέχρι το 2020, ενώ πρόκειται να κυριαρχήσουν τις επόμενες δεκαετίες. Όμως για τη λειτουργία τους απαιτείται προσαρμογή της οδικής και λοιπής μεταφορικής υποδομής, καθώς και αλλαγή του νομοθετικού πλαισίου που θα ορίζει τη λειτουργία τους.

Τα «Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών» περιλαμβάνουν όλα τα προς εξέλιξη τεχνολογικά εργαλεία των μέσων μεταφοράς σε μια αστική περιοχή, επιτυγχάνοντας διασύνδεση μεταξύ των μετακινούμενων, των μέσων μεταφοράς και του οδικού περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό θα επιτυγχάνεται βελτιστοποίηση του συστήματος μεταφορές, και καλύτερη προσαρμογή στις αλλαγές των κυκλοφοριακών συνθηκών.

Η εφαρμογή των νέων τεχνολογικών εργαλείων και εφαρμογών μπορεί να δημιουργήσει πολυάριθμα οφέλη στις καθημερινές μετακινήσεις των πολιτών τόσο στο αστικό, όσο και στο υπεραστικό περιβάλλον, υπό το πρίσμα της έννοιας της βιωσιμότητας των μελλοντικών γενεών προς το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία.

Βιβλιογραφία

Au, T.S., Quinlan, M., & Stone, P. (2012). Setpoint Scheduling for Autonomous Vehicle Controllers. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2012). Available from http://www.cs.utexas.edu/~chiu/papers/Au12setpoint.pdf

Antsaklis, P.J., Passino, K.M., Wang, S.J. (1991). An Introduction to Autonomous Control Systems. IEEE Control Systems 11 (4): 5-13.

Cowen, T. (28 May 2011). Can I See Your License, Registration and C.P.U.? The New York Times. Available from http://www.nytimes.com/2011/05/29/business/economy/29view.html?_r=0

Dávila, A., Nombela, M. (2011). SARTRE – Safe Road Trains for the Environment Reducing Fuel Consumption through lower Aerodynamic Drag Coefficient, SAE Technical Paper 2011-36-0060.

Google Official Blog (27 May 2014). Just press go: designing a self-driving car. Available from http://googleblog.blogspot.gr/2014/05/just-press-go-designing-self-driving.html

Harris, M. (16 July 2014). FBI warns driverless cars could be used as "lethal weapons". The Guardian. Available from http://www.theguardian.com/technology/2014/jul/16/google-fbi-driverless-cars-leathal-weapons-autonomous

Houston Chronicle (11 September 2012). Get ready for automated cars. Available from http://www.chron.com/opinion/editorials/article/Get-ready-for-automated-cars-3857472.php

Ingraham, N. (18 May 2013). Mercedes-Benz shows off self-driving car technology in its new $100,000 S-Class. The Verge. Available from http://www.theverge.com/2013/5/18/4341656/mercedes-benz-shows-off-self-driving-car-technology

Irving, W.B. (31 October, 2014). When Can We Expect Truly Autonomous Vehicles? The Wall Street Journal. Available from http://blogs.wsj.com/cio/2014/10/31/when-can-we-expect-truly-autonomous-vehicles/

Jacquot-Guimbal H., Hautière N. (2012). Recherche et perspective: Les routes de cinquième génération. Administration, 234: 84-89.

Lancaster, J. (24 September 2013). Will Regulators Allow Self-Driving Cars In A Few Years? Forbes. Available from http://www.forbes.com/sites/quora/2013/09/24/will-regulators-allow-self-driving-cars-in-a-few-years/

Light, D. (8 May 2012). A Scenario: The end of Auto Insurance. Celent. Available from http://www.celent.com/reports/scenario-end-auto-insurance

Lin, P. (8 October 2013). The Ethics of Autonomous Cars. The Atlantic. Available from http://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/10/the-ethics-of-autonomous-cars/280360/

Lin, P. (22 January 2014). What If Your Autonomous Car Keeps Routing You Past Krispy Kreme? The Atlantic. Available from http://finance.yahoo.com/news/autonomous-car-keeps-routing-past-130800241.html;_ylt=A2KJ3CUL199SkjsAexPQtDMD

Litman, T. (27 February, 2015). Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning, Victoria Transport Policy Institute.

Maisto, M. (28 October 2013). Connected Cars Show Great Promise, but Safety, Security Worries Persist. eWeek. Available from http://www.eweek.com/mobile/connected-cars-show-great-promise-but-safety-security-worries-persist.html

Maisto, M. (6 January 2014). Induct Now Selling Navia, First Self-Driving Commercial Vehicle. eWeek. Available from http://www.eweek.com/innovation/induct-now-selling-navia-first-self-driving-commercial-vehicle.html/

Nissan News (28 August 2013). Nissan says it will have first commercially-viable autonomous drive vehicles by 2020; across the range in 2 vehicle generations. Green Car Congress. Available from http://www.greencarcongress.com/2013/08/20130828-ad.html

Prynne, M. (29 January 2014). Mass unemployment fears over Google artificial intelligence plans. The Telegraph. Available from http://www.telegraph.co.uk/technology/google/10603933/Mass-unemployment-fears-over-Google-artificial-intelligence-plans.html

Rosen, L. (27 June 2013). The Internet of Cars is a Near Thing Today. World Future Society. Available from http://www.wfs.org/blogs/len-rosen/internet-cars-near-thing-today

Ross, P.E. (11 April 2014). A Cloud Connected Car Is a Hackable Car, Worries Microsoft. IEEE Spectrum. Available from http://spectrum.ieee.org/tech-talk/transportation/advanced-cars/a-connected-car-is-a-hackable-car

Simonite, T. (25 October 2013). Data Shows Google's Robot Cars Are Smoother, Safer Drivers than You or I. MIT Technology Review. Available from http://www.technologyreview.com/news/520746/data-shows-googles-robot-cars-are-smoother-safer-drivers-than-you-or-i/

Steve, P. (2010). The Forever Open Road Programme. Proceedings of the 1rst International Symposium Highway to Innovation, Tel Aviv, Israel, 2010.

Studio Roosegaarde, Projects - Smart Highway. Available from: http://www.studioroosegaarde.net/project/smart-highway/

Superpool – Istanbul, Turkey, Audi Urban Future Award 2012. Available from http://www.audi.com/content/com/brand/en/vorsprung_durch_technik/content/2013/08/aufa_superpool_turkey.html

Tientrakool, P. Ho Y.-C., Maxemchuk, N.F. (2011). Highway capacity benefits from using vehicle-to-vehicle communication and sensors for collision avoidance. IEEE Vehicular Technology Conference, pp. 1-5, San Francisco, CA.

U.S. Department of Transportation Releases Policy on Automated Vehicle Development. National Highway Traffic Safety Administration. 30 May 2013. Available from http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S.+Department+of+Transportation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development

YOYO Car Share, Audi Urban Future Initiative. Available from http://audi-urban-future-initiative.com/api/fallback/blog/smartphone-mobility

Wikipedia The Free Encyclopedia. Autonomous car. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_car

Worstall, T. (18 June 2014). When Should Your Driverless Car From Google Be Allowed To Kill You? Forbes. Available from http://www.forbes.com/sites/timworstall/2014/06/18/when-should-your-driverless-car-from-google-be-allowed-to-kill-you/

36 Kr, Chinese language technology blog. Available from http://www.36kr.com/

Επιπτώσεις των κλιματολογικών συνθηκών στον τουρισμό: Μελέτη περίπτωσης για την Ελλάδα

Αλέξανδρος Μπούσης & Ελένη Σαρδιανού
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Σχολή Περιβάλλοντος, Γεωγραφίας & Εφαρμοσμένων Οικονομικών, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, ΠΜΣ "Βιώσιμη Ανάπτυξη"
Ελ. Βενιζέλου 70, Καλλιθέα 17671
alexandrosbousis@gmail.com, esardianou@hua.gr

Περίληψη
Η υιοθέτηση στρατηγικών που αφορούν στην ανάπτυξη του τουριστικού τομέα στην Ελλάδα αποτελεί αδήριτη ανάγκη η οποία όμως πρέπει να είναι στενά συνδεδεμένη με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Η οικονομική ανάπτυξη μπορεί να βασιστεί στην αύξηση της τουριστικής κίνησης. Η σχέση τουριστικής κίνησης και των μετεωρολογικών συνθηκών και μεταβολών που επικρατούν σε μια περιοχή είναι αμφίδρομη. Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει την επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών στην τουριστική κίνηση στην Ελλάδα, συγκεκριμένα στο νομό Ηρακλείου Κρήτης. Η ανάλυση βασίζεται στον υπολογισμό του Τουριστικού Κλιματικού δείκτη, όπως προτάθηκε από τον Mieczkowski (1985), με χρήση ημερήσιων μετεωρολογικών δεδομένων για τα έτη 2005-2012 από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και δεδομένων για την τουριστική κίνηση από την Ελληνική Στατιστική Αρχή. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι οι επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες ευνοούν την περαιτέρω παράταση της τουριστικής περιόδου όχι μόνο την περίοδο αιχμής του καλοκαιριού.

Λέξεις Κλειδιά: Κλιματολογικές συνθήκες, Τουριστικός Κλιματικός Δείκτης, Ελλάδα.

JEL Κωδικοί: Q54; Q44; L83.

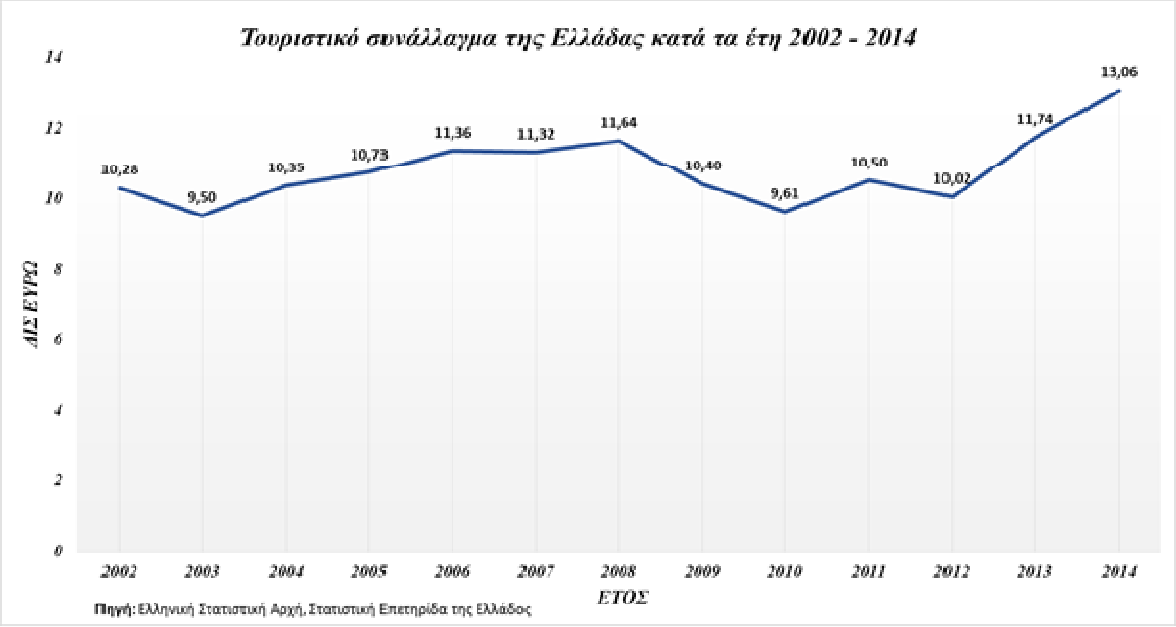
1. Εισαγωγή

Η τουριστική βιομηχανία, είναι κοινά αποδεκτό, ότι είναι στενά συνδεδεμένη με την αλλαγή του κλίματος. Σήμερα παράγει το 5% των παγκόσμιων εκπομπών του CO_2, ενώ αν συγκρίνουμε τις εκπομπές του τουρισμού με αυτές όλων των χωρών τότε ο τουρισμός θα ήταν ο πέμπτος μεγαλύτερος ρυπαντής παγκοσμίως. Οι προβλέψεις για το 2035, στα πλαίσια ενός "business as usual" σεναρίου, δείχνουν ότι οι εκπομπές του CO_2 από τον παγκόσμιο τουρισμό θα αυξηθούν κατά +130%, αν δε ληφθεί κανένα μέτρο μετριασμού (UNWTO, 2008). Για την αναστροφή της αυξητικής τάσης των εκπομπών του Co_2 από τον τουριστικό τομέα απαιτείται αλλαγή της συμπεριφοράς των τουριστών και των επιχειρηματικών πρακτικών. Με άλλα λόγια κρίνεται επιβεβλημένη η αλλαγή του προτύπου τουριστικής ανάπτυξης από τον συμβατικό τουρισμό στο βιώσιμο. Υπό αυτή την έννοια ως βιώσιμος τουρισμός σε μία περιοχή μπορεί να θεωρηθεί η προσπάθεια απομάκρυνσης από τον συμβατικό τουρισμό λαμβάνοντας υπόψη τα κοινωνικό – οικονομικά μεγέθη (με την αύξηση ανά τουρίστα προστιθέμενης αξίας) και τα περιβαλλοντικά μεγέθη (με τη μείωση της κατανάλωσης πόρων ή της παραγωγής αποβλήτων ανά τουρίστα) (Σπιλάνης).

Παράλληλα όμως ο τουρισμός αποτελεί την κύρια πηγή ξένου συναλλάγματος για τις αναπτυσσόμενες και τις φτωχές χώρες του πλανήτη, και όχι μόνο. Για παράδειγμα η χώρα μας ενώ διανύει κατά τα τελευταία έτη μία από τις χειρότερες οικονομικές υφέσεις, ο τομέας του τουρισμού παρουσιάζει οικονομική άνθηση και παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης και αξιοποίησης καθώς απευθύνεται στη διεθνή αγορά. Τα ιδιαίτερα μορφολογικά,

κλιματολογικά και πολιτιστικά στοιχεία που διαθέτει η χώρα μας προσελκύουν έναν ικανοποιητικό αριθμό τουριστών, με αποτέλεσμα ο τουρισμός να αποτελεί ήδη μια σημαντική οικονομική δραστηριότητα συμβάλλοντας άμεσα το 2014 με τουριστικό συνάλλαγμα αξίας 13,06 δις € στο ΑΕΠ. Κατά τα έτη της ύφεσης ο τομέας ο τουριστικός τομέας παρουσίασε μία ύφεση στα έσοδα του τις χρονιές 2009 και 2010 (από 11,64 δις € το 2008 σε 9,61 δις € το 2010, αλλά το 2011 το τουριστικό συνάλλαγμα κυμάνθηκε οριακά υψηλότερα από τα επίπεδα του 2009 (10,5 δις €). Τα έτη 2013 και 2014 το τουριστικό συνάλλαγμα κυμάνθηκε σε επίπεδα ρεκόρ (11,7 δις € και 13,06 δις € αντίστοιχα), ενώ την ίδια ώρα η συρρίκνωση του ΑΕΠ συνεχιζόταν (182,4 δις € και 179,08 δις €), γεγονός που ενισχύει επιπλέον τη σημασία του τουρισμού στην ελληνική οικονομία αυτή τη δύσκολη περίοδο (διάγραμμα 1).

Διάγραμμα 1: Το τουριστικό συνάλλαγμα της Ελλάδας (σε δις €) κατά τα έτη 2002 – 2014



Όμως η τουριστική ζήτηση είναι πολύ ευμετάβλητη και εύθραυστη σε εξωτερικούς κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ένας από τους σημαντικότερους περιβαλλοντικούς παράγοντες που μπορεί να επηρεάσει στο μέλλον τη ζήτηση του τουριστικού προϊόντος στην Ελλάδα είναι η κλιματολογικές συνθήκες και πως αυτές ενδέχεται να μεταβληθούν λόγω της αύξησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Σήμερα, η μέση θερμοκρασία στην Ευρώπη συνεχίζει να αυξάνεται, με διαφορετικούς ρυθμούς ανά περιφέρεια παρουσιάζοντας και μία εποχικότητα. Από το 1980 παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από τη Σκανδιναβία το χειμώνα, ενώ η Ιβηρική Χερσόνησος θερμαίνεται περισσότερο το καλοκαίρι (ΕΕΑ, 2012). Συγκρίνοντας τη μέση θερμοκρασία, ανά δεκαετία, με βάση την διακύμανσή και τη μεταβλητότητα που παρουσιάζει, από τις βάσεις μετεωρολογικών δεδομένων HadCrut 4, Merged Land – Ocean Surface Temperature και Goddard Institute of Space Studies Temp εξάγεται το συμπέρασμα ότι η μέση θερμοκρασία πάνω από το έδαφος, για την περίοδο 2002 – 2011 είναι 1,3 ^{o}C πάνω από τον αντίστοιχο μέσο όρο της προβιομηχανικής περιόδου 1850 – 1899, ενώ για την τελευταία δεκαετία 2005 – 2014, η οποία είναι και η θερμότερη που έχει καταγραφεί, η μέση θερμοκρασία αυξήθηκε κατά 1,5 ^{o}C (ΕΕΑ, 2015). Το 2014 είναι το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί ποτέ στην Ευρώπη με μέση ετήσια θερμοκρασία υψηλότερη κατά 2,11 ^{o}C – 2,16 ^{o}C από την περίοδο αναφοράς. Εξετάζοντας εποχιακά την απόκλιση των μέσων εποχιακών θερμοκρασιών παρατηρείται ότι κατά την

τελευταία δεκαετία, 2005 – 2014, την περίοδο του χειμώνα η μέση θερμοκρασία πάνω από τις χερσαίες περιοχές ήταν υψηλότερη κατά 1,46 ^{o}C – 1,53 ^{o}C. Για το έτος 2014 τα νούμερα είναι εντυπωσιακά: η μέση θερμοκρασία το χειμώνα ήταν υψηλότερη κατά 2,6 ^{o}C από την προβιομηχανική περίοδο. Για το καλοκαίρι, την τελευταία δεκαετία, η μέση θερμοκρασία ήταν υψηλότερη κατά 1,32 ^{o}C – 1,41 ^{o}C. Το 2014 η μέση θερμοκρασία ήταν υψηλότερη κατά 1,33 ^{o}C.

2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Για δεκαετίες οι περισσότερες μακροπρόθεσμες αναλύσεις για την αλλαγή του κλίματος είχαν επικεντρωθεί στις αλλαγές των μέσων τιμών των θερμοκρασιών και των κατακρημνισμάτων. Όμως οι Alexander et al. (2006), από την Αυστραλία, επικεντρώθηκαν στη συχνότητα εμφάνισης ακραίων τιμών των δύο αυτών μεταβλητών δημιουργώντας δείκτες κλιματικής αλλαγής που προέρχονταν από ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας και κατακρημνισμάτων. Η ανάλυση έδειξε ότι υπάρχει μια σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας καθ' όλη τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα. Επίσης τα τελευταία 25 χρόνια της ανάλυσης παρουσιάζεται μια στατιστικά σημαντική αύξηση στον αριθμό των θερμών νυχτών και μια στατιστικά σημαντική μείωση του αριθμού των ψυχρών για το 70% με 75% των περιοχών όλης της υφηλίου. Σε όλη την ευρωπαϊκή έκταση οι ζεστές ημέρες αυξήθηκαν κατά +2% ανά δεκαετία από το 1960 έως σήμερα (περίπου από +7% τη δεκαετία του 1960 σε +13% την τελευταία δεκαετία). Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη αυξητική τάση είναι οι Μεσογειακές χώρες, οι κεντρικές και νότιες περιοχές των Σκανδιναβικών χωρών και τέλος οι χώρες που «βρέχονται» από τη Βαλτική θάλασσα.

Για να αποκλειστεί ότι η πρόσφατη αυτή τάση στη διακύμανση της θερμοκρασίας διαφέρει από τη μακροπρόθεσμη κυκλική διακύμανση του κλίματος αναλύθηκε ένα σύνολο δεδομένων 126 χρόνων (1880 – 2006), μέγιστων τιμών ημερήσιων θερμοκρασιών για την περιοχή της κεντρικής Δυτικής Ευρώπης. Βρέθηκε ότι τα τελευταία πενήντα χρόνια η Καθημερινή Καλοκαιρινή Μέγιστη Θερμοκρασία (DSMT) PDF παρουσιάζει έντονη θετική τάση. Η συνδυασμένη αλλαγή, δηλαδή η αύξηση της μέσης τιμής κατά 1,6 ^{o}C (±0.4 oC) και της διακύμανσης της PDF, συνέβαλαν στην αύξηση της εμφάνισης ζεστών ημερών στην περιοχή. Έχει εκτιμηθεί ότι μέχρι τα τέλη του 21^{ου} αιώνα τα κύματα καύσωνα που διαρκούν πάνω από 1,5 εβδομάδα στη κεντρική Δυτική Ευρώπη θα είναι κατά 50% περισσότερα από την περίοδο 1961 – 1990. Μία διαπίστωση που ενισχύεται από το γεγονός ότι τα τελευταία 126 χρόνια τα έντονα κύματα καύσωνα, μικρότερης διάρκειας (< 1,5 εβδομάδας), έχουν διπλασιάσει τη διάρκειά τους και η συχνότητα των θερμών ημερών έχει τριπλασιαστεί (Della – Marta et al., 2007). Στην περιοχή την Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης βρέθηκε μία αυξητική τάση των ετήσιων θερμών ημερών, των ζεστών ημερών, των ζεστών νυχτών και της διάρκειας του κύματος καύσωνα, κατά το τελευταίο τέταρτο του 20^{ου} αιώνα. Όσον αφορά την ένταση και την συχνότητα των ακραίων κατακρημνισμάτων έχουν αυξηθεί για την περίοδο 1976 – 2001, ενώ η συνολική ποσότητά τους έχει μειωθεί (όπως φαίνεται από τον αριθμό ημερών όπου η κατακρήμνιση υπερβαίνει αντίστοιχα το 0,1 mm, 1 mm και 5 mm) (Bartholy, J., and R. Pongracz, 2007). Για την περιοχή της Μεσογείου διαπιστώθηκε ότι τα κύματα καύσωνα στην περιοχή έχουν αυξηθεί σε ένταση, αριθμό, και διάρκεια κατά την καλοκαιρινή περίοδο (Kuglitsh et al., 2009).

Τα τελευταία χρόνια όλο και πιο συχνά κάνουν την εμφάνισή τους στην Ευρώπη ακραία έντονα κύματα καύσωνα μεγάλης διάρκειας. Το 2003, κατά το διάστημα Ιουνίου – Σεπτεμβρίου το κύμα καύσωνα που έπληξε πολλές περιοχές της Ευρώπης μοιάζει πάρα πολύ με τα καλοκαίρια που έχουν προβλεφθεί από διάφορα κλιματικά μοντέλα για το τέλος του 21^{ου} αιώνα καθώς το κλίμα ανταποκρίνεται στην υψηλή περιεκτικότητα των αερίων του θερμοκηπίου στην

ατμόσφαιρα. Σύμφωνα με τα κλιματολογικά στοιχεία, η Ευρώπη ήταν κάτω από την επιρροή ενός συστήματος υψηλής πίεσης με επίκεντρο τη Μάγχη που οδήγησε σε παρατεταμένη ξηρασία και άνοδο της θερμοκρασίας στο μεγαλύτερο διάστημα του έτους. Η Ελβετία επηρεάστηκε από το κύμα καύσωνα καθώς σε πολλές τοποθεσίες της, μέσα στον Αύγουστο, έσπασαν ρεκόρ μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών που κρατούσαν από τις αρχές της δεκαετίας του 1950. Την ίδια περίοδο πολλά ποτάμια στέρεψαν, ενώ οι καλλιέργειες μαράθηκαν πριν τη συγκομιδή. Αν συνεχιστεί η αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου τότε είναι πολύ πιθανό οι θερινές θερμοκρασίες να αυξηθούν κατά μέσο όρο 4 ^{o}C, με αντίστοιχη αύξηση της συχνότητας τέτοιων κυμάτων καύσωνα (Beniston M., 2004). Το καλοκαίρι του 2003 στη βόρεια Ευρώπη γινόταν αντιληπτό ως όμορφο και ζεστό. Αλλά στη κεντρική και τη νοτιοδυτική Ευρώπη η έντονη και παρατεταμένη ζέστη είχε κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, από τις συνθήκες παρατεταμένης ξηρασίας η απώλειες στις καλλιέργειες ανήλθαν περίπου σε 12,3 δις εκατομμύρια δολάρια, ενώ οι ζημίες μόνο από της πυρκαγιές στα δάση της Πορτογαλίας ανήλθαν σε 1,6 δις εκατομμύρια δολάρια. Η Ευρωπαϊκή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αναγκάστηκε να μειώσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας λόγω έλλειψης νερού ψύξης, ενώ παράλληλα η ζήτηση από την πλευρά των πολιτών αυξήθηκε (μεγαλύτερη χρήση κλιματιστικών) με αποτέλεσμα η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας, σε πολλές περιπτώσεις να ξεπεράσει το 100 € / MWh. Στην οροσειρά των Άλπεων η ζέστη οδήγησε στην τήξη των παγετώνων με αποτέλεσμα να έχουμε σοβαρές κατολισθήσεις βράχων. Η πιο σημαντική όμως συνέπεια αντικατοπτρίζεται στα ποσοστά θνησιμότητας κατά την περίοδο 1 έως 15 Αυγούστου. Είναι χαρακτηριστικό ότι στη Γαλλία το ποσοστό θνησιμότητας αυξήθηκε κατά +54%, και η αύξηση αυτή ήταν στατιστικώς σημαντική σε όλες τις περιφέρειές της και για όλες τις ηλικίες άνω των 45 ετών (Schär, C., and G. Jendritzky, 2004).

Το καλοκαίρι του 2007 ήταν ασυνήθιστα ζεστό για τις περιοχές της νοτιοανατολικής Μεσογείου, της Βαλκανικής χερσονήσου και της Μικράς Ασίας με αποκλίσεις στη μέση θερμοκρασία, σε ορισμένες περιπτώσεις, πάνω από +4 ^{o}C και μεγάλης διάρκειας κύματα καύσωνα. Στην Ελλάδα ίσως καταγράφηκε το θερμότερο καλοκαίρι στην ιστορία. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ήταν μεγαλύτερη κατά +3,3 ^{o}C, συγκρινόμενη με τα αρχεία της περιόδου 1961 – 1990. Στις 26 Ιουνίου 2007 παρατηρήθηκε η τιμή ρεκόρ μέγιστης θερμοκρασίας +44,8 ^{o}C (το προηγούμενο καταγεγραμμένο ρεκόρ ήταν τον Ιούνιο του 1916, 43 ^{o}C) κατά τη διάρκεια του εντονότερου και μεγαλύτερου, σε διάρκεια, καύσωνα που παρατηρείται τον μήνα Ιούνιο στην Αθήνα. Ένα σύνολο από κλιματικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση του κλίματος στην περιοχή της Ευρώπης έδειξαν ότι το καλοκαίρι του 2007 αντανακλά τις ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες που αναμένονται στο τέλος του 21^{ου} αιώνα (2071 – 2100). Το αστικό περιβάλλον της Αθήνας επιδρά θετικά στις νυχτερινές θερμοκρασίες, καθιστώντας ακόμα πιο αφόρητο το κύμα καύσωνα (Founda and Giannakopoulos, 2009).

Ο αντίκτυπος σημαντικών καιρικών διακυμάνσεων, από το μέσο όρο, στην τουριστική βιομηχανία κατά τη διάρκεια μιας εκτεταμένης χρονικής περιόδου εξετάστηκε για πέντε δημοφιλείς προορισμούς των Η.Π.Α. από τους Day et al. (2013). Συγκεκριμένα εξετάστηκε ο αντίκτυπος των καιρικών διακυμάνσεων στις οικονομικές επιδόσεις των τουριστικών προορισμών σε βραχυπρόθεσμο διάστημα (εβδομαδιαίως) και σε μεσοπρόθεσμο διάστημα (ετήσιο). Η ανάλυση των ετήσιων στοιχείων έδειξε ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα των καιρικών συνθηκών και των οικονομικών στοιχείων του τουριστικού κλάδου, ακόμα και σε προορισμούς όπου το κλίμα δεν μεταβάλει την τουριστική ζήτηση. Οι οικονομικοί δείκτες παρουσίασαν σημαντικές συσχετίσεις με τη συνολική ετήσια βροχόπτωση, τις θερμές

βαθμοημέρες (με τον αριθμό των εργαζομένων και των ετήσιων αποδοχών τους) και τις ψυχρές βαθμοημέρες (με τις ετήσιες αποδοχές των εργαζομένων και τον αριθμό των εγκαταστάσεων). Σε μακροπρόθεσμο επίπεδο ο θερμότερος καιρός (μεγαλύτερος αριθμός θερμών βαθμοημέρων) έχει μία θετική συσχέτιση με τις οικονομικές επιδόσεις του τουριστικού κλάδου σε μία περιοχή. Εξαίρεση αποτελεί η τοποθεσία Colorado, η οποία είναι μία περιοχή αποκλειστικά για σκι, και είναι λογικό να παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση. Σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική σχέση ανάμεσα στις καιρικές συνθήκες και στους οικονομικούς δείκτες, με εξαίρεση τον αριθμό των ψυχρών ημερών στην περιοχή Colorado (θετική συσχέτιση) και στην περιοχή της Καλιφόρνιας (αρνητική συσχέτιση, παραθαλάσσιος προορισμός).

Στη Βόρεια Σκανδιναβία επιχειρήθηκε η σύγκριση των καιρικών προτιμήσεων (αποστροφές και αποδοχές) των τουριστών με τον παρόντα και τον προβαλλόμενο, από τα κλιματικά μοντέλα, μελλοντικό καιρό, κατά την θερινή περίοδο. Το 58% των συνεντευξιαζόμενων βρήκαν τις καιρικές συνθήκες καλύτερες απ' ότι τις ανέμεναν, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι τουρίστες του Αρκτικού κύκλου έχουν χαμηλές προσδοκίες αναφορικά με τον καιρό προορισμού. Ως συμπέρασμα προκύπτει ότι τουρίστες σε προορισμούς με υψηλά γεωγραφικά πλάτη προτιμούν έναν αίθριο καιρό, με άριστες συνθήκες ορατότητας, περισσότερες θερμές ημέρες και είναι αδιάφοροι ως προς τις σποραδικές βροχές. Όσον αφορά τον προβαλλόμενο, από τα κλιματικά μοντέλα, μελλοντικό καιρό δύο αλλαγές ξεχωρίζουν ως ιδιαίτερα σημαντικές σε σχέση με την τουριστική ζήτηση. Πρώτον, η πιθανή αύξηση της θερμοκρασίας. Σε πολλές περιοχές, το ένα τρίτο των μελλοντικών ημερών του καλοκαιριού (Ιούνιος – Αύγουστος) θα έχουν μέση ημερήσια θερμοκρασία 15 °C, η οποία συναντάται ως προτίμηση, ιδιαίτερα μεταξύ των εγχώριων τουριστών. Αντίστοιχα, ο αριθμός των μελλοντικών «δροσερών ημερών» αναμένεται να είναι λιγότερο από το μισό της παρούσας κατάστασης (30% έως 70% σήμερα) της περιοχής μελέτης, με αποτέλεσμα να ικανοποιείται περισσότερο η προτίμηση των τουριστών για θερμές ημέρες. Δεύτερον, τα κλιματικά μοντέλα, προβλέπουν μία αύξηση των βροχοπτώσεων υψηλής έντασης καθώς και μία αύξηση του αριθμού των «υγρών» ημερών, κάτι το οποίο μπορεί να αυξήσει τη δυσφορία του τουριστών. Άμεση συνέπεια της δεύτερης αλλαγής είναι η προβλεπόμενη αύξηση των ημερών με συννεφιά με αποτέλεσμα η πιθανότητα της εμπειρίας της θέασης του "Ήλιου του μεσονυχτίου" να μειωθεί περισσότερο απ' ότι σήμερα (σε ένα διάστημα 60 ημερών, για τους μήνες Ιούνιο – Ιούλιο, οι τουρίστες έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν το φαινόμενο 15 με 20 ημέρες). Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι κλιματικές αλλαγές μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά των επισκεπτών του Βορείου Αρκτικού κύκλου, και συνεπώς τη λήψη αποφάσεων για την επιλογή ενός μελλοντικού ταξιδιωτικού προορισμού. Μια επιλογή η οποία δεν βασίζεται σε μία μόνο καιρική μεταβλητή (πχ θερμοκρασία), αλλά σε ένα συνδυασμό μεταβλητών ο οποίος σχετίζεται με το σκοπό του ταξιδιού καθώς και τις προτεινόμενες δραστηριότητες του τουρίστα στον τόπο προορισμού (Førland et al., 2012).

Οι Rossello – Nadal et al (2010) ανέλυσαν τη σημασία των βραχυπρόθεσμων καιρικών συνθηκών στον προσδιορισμό των εξερχόμενων ροών των Άγγλων τουριστών. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι εφόσον η αλλαγή του κλίματος θα οδηγήσει σε θερμότερο κλίμα μία από τις μεγαλύτερες χώρες προέλευσης διεθνών τουριστών, τη Βρετανία, αυτό θα έχει αρνητικό αντίκτυπο σε χώρες που έχουν κύριο οικονομικό τομέα τον τουρισμό. Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα προέλευσης του τουρίστα, μπορούν να αποτελέσουν κίνητρο για τη λήψη αποφάσεων ταξιδιών, και οι αποφάσεις αυτές λαμβάνονται συχνά σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το μοντέλο προσομοίωσης (για μία αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά +1 ^{o}C, +2 ^{o}C και +3 ^{o}C) έδειξε ότι οι καιρικές συνθήκες στη Βρετανία θα

βελτιωθούν την περίοδο κατά την οποία οι Βρετανοί πραγματοποιούσαν τις διακοπές τους, με συνέπεια να μειωθούν οι ροές των τουριστών προς το εξωτερικό. Επίσης αποδείχθηκε ότι η επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας στις τουριστικές ροές δεν θα είναι ομοιογενής ετησίως αλλά παρουσιάζει υψηλότερη επίδραση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και μικρότερη κατά τη διάρκεια της άνοιξης. Αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους τουριστικούς προορισμούς της Μεσογείου, καθώς ένα μεγάλο ποσοστό των Βρετανών τουριστών επέλεξε αυτούς τους προορισμούς για τις καλοκαιρινές τους διακοπές.

Η μείωση των εξερχόμενων ροών των Άγγλων τουριστών όμως είναι λογικό, παράλληλα με τη μείωση της τουριστικής ζήτησης για τους Μεσογειακούς προορισμούς, να προκαλέσει αύξηση του εγχώριου τουρισμού στη Βρετανία. Για τους μήνες Ιούλιο έως Σεπτέμβριο, την εξαετία 1998 – 2004, βρέθηκε ότι η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια και η συναλλαγματική ισοτιμία παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική σχέση με τους εξεταζόμενους δείκτες της τουριστικής ζήτησης. Μία αύξηση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά +1 ^{o}C συσχετίζεται με μία αύξηση των ταξιδιών, προς τον τουριστικό προορισμό, κατά 14.600 τον ίδιο μήνα, ενώ μία επιπλέον ώρα ηλιοφάνειας οδηγεί σε αύξηση των ταξιδιών κατά 1.500 ταξίδια και σε μία μηνιαία αύξηση κατά των 3.000 των διανυκτερεύσεων. Επίσης μία ίδια αύξηση της θερμοκρασίας σχετίζεται με μία αύξηση της τάξεως των 45.200 διανυκτερεύσεων. Όσον αφορά τις τουριστικές δαπάνες βρέθηκε μία στατιστικώς σημαντική θετική συσχέτιση με τη θερμοκρασία, αλλά σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 10%. Σε αντίθεση με την ηλιοφάνεια όπου μία αύξηση κατά μία ώρα, οδηγεί σε αύξηση των μέσων τουριστικών δαπανών κατά 189,5 £ (266,13 €). Ειδικότερα για το θερμό καλοκαίρι του 2003 παρατηρήθηκε μία αύξηση των δαπανών του εγχώριου τουρισμού στην Αγγλία, που εκτιμήθηκε μεταξύ των 14,79 £ εκατομμυρίων και 30,32 £ εκατομμυρίων (Taylor και Ortiz, 2009).

Η ποσοτική αξιολόγηση των μετεωρολογικών παραμέτρων (θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, κατακρήμνιση, άνεμος) που αναφέρθηκαν στις ανωτέρω έρευνες, για σκοπούς τουριστικούς, μπορεί να επιτευχθεί με τη μορφή ενός δείκτη. Ο πιο διαδεδομένος δείκτης είναι ο Τουριστικός Κλιματικός Δείκτης, ο οποίος λειτουργεί ως ένα σύνθετο μέτρο της κλιματικής ευημερίας των τουριστών. Το κλίμα είναι μόνο ένα από τα κίνητρα που ωθούν τους τουρίστες να ταξιδέψουν. Παρόλα αυτά, αρκετοί ταξιδιώτες των οποίων τα κίνητρα του ταξιδιού είναι σίγουρα μη κλιματικά (πχ εκπαιδευτικός, πολιτιστικός τουρισμός), επιλέγουν να ταξιδέψουν στην περιοχή ενδιαφέροντος την περίοδο του έτους κατά την οποία πιθανότατα, να συναντήσουν τις ευνοϊκότερες κλιματικές συνθήκες (Mieczkowski, 1985). Ο Hein (2007) συσχέτισε τον TCI με τις ροές τουριστών προς πέντε περιφέρειες της Ισπανίας και τις συνέκρινε με τις ροές τουριστών σε προορισμούς άλλων μεσογειακών χωρών (Ιταλία, Ελλάδα και γαλλικές ακτές Μεσογείου) καθώς και με τις ροές των τουριστών στη Βορειοδυτική Ευρώπη (Δανία, Βέλγιο, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο και τις γαλλικές ακτές του Ατλαντικού). Υποθέτοντας ότι οι προτιμήσεις των τουριστών παραμένουν αμετάβλητες όσον αφορά: α) το χρονοδιάγραμμα των διακοπών τους, β) τις κλιματικές συνθήκες που αντιλαμβάνονται ως «ιδανικές» σε ένα τουριστικό προορισμό και γ) τη σημαντικότητα του κλίματος έναντι άλλων παραγόντων για την επιλογή του τουριστικού προορισμού, βρέθηκε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του του σκορ του TCI και των αριθμό των τουριστών για το έτος αναφοράς της μελέτης (2004). Το κλιματικό μοντέλο δείχνει ότι, κάτω από αυτές τις υποθέσεις, οι τουριστικές εισροές προς την Ισπανία θα υποστούν σημαντικές αλλαγές κατά τις επόμενες δεκαετίες. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ο τουρισμός αναμένεται να μειωθεί σημαντικά το 2080 σε σύγκριση με την τρέχουσα κατάσταση, λόγω των υπερβολικών θερμοκρασιών που προβλέπεται να επικρατούν στο μεγαλύτερο μέρος της Ισπανίας (σε όλη την Ισπανία, εκτός από τη βόρεια ακτή και τις Βαλεαρίδες Νήσους). Την

άνοιξη και το φθινόπωρο αναμένεται ο τουρισμός να αυξηθεί, αλλά η αύξηση αυτή δεν αρκεί για να αντισταθμίσει τις απώλειες του καλοκαιριού. Κύριος λόγος της μη αντιστάθμισης είναι το γεγονός ότι οι επικρατούσες κλιματικές συνθήκες στην Βόρεια Ευρώπη, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, αναμένονται ελκυστικότερες και έτσι θα προσφέρονται οι περιοχές αυτές ως εναλλακτικοί προορισμοί. Επιπλέον, ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής διαφαίνεται πολύ υψηλότερος στην ηπειρωτική Ισπανία, σε σύγκριση με την υπόλοιπη Μεσόγειο, όπου η επίδραση της θάλασσας θα μετριάσει την αύξηση της θερμοκρασίας σε κάποιο βαθμό. Με βάση τις υποθέσεις που αναφέρονται παραπάνω και όλους τους άλλους κοινωνικό – οικονομικούς παράγοντες να παραμένουν σταθεροί, ο τουρισμός στην Ισπανία θα μπορούσε να αναμένεται να μειωθεί σημαντικά ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Σε περίπτωση που ο συνολικός αριθμός των τουριστών στην Ευρώπη παραμείνει ίδιος, η προβλεπόμενη μείωση των ετήσιων τουριστικών ροών προς την Ισπανία είναι 20%.

Παρόμοια έρευνα διεξήχθη και το 2009. Σύμφωνα με τις τρέχουσες κλιματικές συνθήκες το σκορ του TCI χαρακτηρίζεται υψηλό για όλη την Ευρώπη, με εξαίρεση τη Νορβηγία, το βόρειο τμήμα του Ηνωμένου Βασιλείου και τις Άλπεις. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης και το φθινόπωρο, οι υψηλές τιμές του TCI συναντώνται γύρω από τις περιοχές της Μεσογείου, ενώ στην υπόλοιπη Ευρώπη οι τιμές χαρακτηρίζονται «αποδεκτές» (μεταξύ 40 και 60) μέχρι και «δυσμενείς» σε ορεινές περιοχές και υψηλά γεωγραφικά πλάτη. Το καλοκαίρι σε ολόκληρη τη περιοχή της Μεσογείου οι τιμές του δείκτη χαρακτηρίζονται από «πολύ καλές» ως «εξαιρετικές», ενώ για την κεντρική, βορειοδυτική και την ανατολική Ευρώπη χαρακτηρίζονται ως «πολύ καλές». Εξαίρεση αποτελούν οι περιοχές της βόρειας και βορειανατολικής Ευρώπης και οι Άλπεις που επικρατούν «αποδεκτές» τιμές του TCI. Το χειμώνα η Ευρώπη κυριαρχείται από χαμηλό σκορ TCI (Heins at al., 2009).

Η πρόβλεψη για το χειμώνα το 2060 διαφέρει ελάχιστα από τη παρούσα κατάσταση. Η Μεσόγειος αναμένεται να έχει «αποδεκτές τιμές» TCI, ενώ η υπόλοιπη Ευρώπη εξακολουθεί να έχει TCI που έχει αξιολογηθεί ως «δυσμενής» για τους επισκέπτες. Την άνοιξη και το φθινόπωρο διαφαίνεται να επικρατούν από «πολύ καλές» έως «άριστες» συνθήκες στο μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης της Μεσογείου. Υπάρχει μία τάση το φθινόπωρο να υπάρχει μία πιο ομοιογενή κατανομή των περιοχών της Γηραιάς Ηπείρου που «επωφελούνται» από την αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών απ' ότι την άνοιξη, με αποτέλεσμα να εντοπίζονται λιγότερες περιοχές με καλύτερες συνθήκες. Το καλοκαίρι, που αποτελεί την κύρια τουριστική περίοδο, όμως εντοπίζεται η εντυπωσιακότερη αλλαγή. Το σκορ του δείκτη TCI, στις Μεσογειακές χώρες, περιορίζεται κάτω από το όριο του 60 χαρακτηρίζοντας την περιοχή ως «αποδεκτή» από «πολύ καλή» και «εξαιρετική» που είναι σήμερα. Ταυτόχρονα στις περιοχές που «βρέχονται» από τη Βόρεια και τη Βαλτική θάλασσα, παρατηρείται αυξητική τάση του TCI. Στο σύνολό τους οι περιοχές χαρακτηρίζονται από συνθήκες «πολύ καλές» έως «εξαιρετικές». Για την Ισπανία, ως άμεση συνέπεια των παραπάνω αλλαγών, αναμένεται να είναι η μείωση κατά -14% του αριθμού των αλλοδαπών τουριστών το έτος 2060 σε σχέση με το έτος 2004. Επίσης αναμένεται να αυξηθεί η τουριστική κίνηση στη βορειοδυτική Ισπανία (παραλιακές περιοχές Βισκαϊκού κόλπου) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και να μειωθεί αισθητά στα ισπανικά παράλια της Μεσογείου. Όσον αφορά τον αριθμό διανυκτερεύσεων θα υπάρξει μείωση κατά -26% τη θερινή περίοδο, ενώ η ετήσια μείωση θα είναι -6% (Heins at al., 2009).

3. Μέθοδοι και Δεδομένα

Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος με αριθμό 20701-3/2010 και τίτλο «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών» η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης (ΥΠΕΚΑ, 2010). Για την

περαιτέρω ανάλυση θα επιλεγεί μία τουριστική περιοχή από την κλιματική ζώνη Α γιατί είναι η πιο θερμή ζώνη από τις τέσσερις κλιματικές ζώνες και το γεγονός αυτό την καθιστά πιο ευάλωτη σε ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας. Απαραίτητη προϋπόθεση για την περιοχή που θα επιλεγεί, τίθεται η παρουσία μετεωρολογικού σταθμού επιφανείας της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, απ' όπου θα προέλθουν αξιόπιστα μετεωρολογικά δεδομένα. Από την κλιματική ζώνη Α επιλέγεται ως περιοχή εξέτασης, ένας ώριμος τουριστικός προορισμός γνωστός σε όλο τον κόσμο, η περιφερειακή ενότητα Ηρακλείου. Ο τουρισμός στο Ηράκλειο ακολουθεί αλματώδη πορεία: ο αριθμός των διανυκτερεύσεων αυξήθηκε το 2013 κατά 158%. Την δεκαετία 2003 – 2013 ο μέσος αριθμός διανυκτερεύσεων στο Ηράκλειο, ήταν 7.017.729. Το 2013 παρουσίασε την μεγαλύτερη πληρότητα σε όλη την Ελλάδα (64,2%) με 8.972.454 διανυκτερεύσεις, οι οποίες αντιστοιχούν στο 44,6% των διανυκτερεύσεων στην Κρήτη και στο 12,57% ολόκληρης της χώρας (ΕΛΣΤΑΤ, 2014). Η περιοχή διαθέτει πλήθος τουριστικών εγκαταστάσεων και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, που παρέχουν υπηρεσίες υψηλού επιπέδου στους επισκέπτες. Διαθέτει το μεγαλύτερο λιμάνι του νησιού της Κρήτης και ένα από τα μεγαλύτερα αεροδρόμια, από πλευράς κίνησης, της χώρας. Όσον αφορά τις κλιματικές συνθήκες, οι βροχοπτώσεις είναι σπάνιες την περίοδο του καλοκαιριού, το φθινόπωρο οι θερμοκρασίες είναι ήπιες και συνήθως υψηλότερες από την Άνοιξη, με αποτέλεσμα ο επισκέπτης να απολαμβάνει τη θάλασσα και τον ήλιο.

Στο νομό Ηρακλείου λειτουργούν τρεις μετεωρολογικοί σταθμοί επιφανείας: ένας στην πόλη του Ηρακλείου, ένας στο Τυμπάκι και ένας στη Γόρτυνα. Στη Γόρτυνα δεν εκτελούνται παρατηρήσεις όλο το 24ωρο, ενώ το Τυμπάκι είναι στρατιωτικό αεροδρόμιο και δεν δέχεται πολιτικές πτήσεις. Για τους λόγους αυτούς τα μετεωρολογικά δεδομένα αντλήθηκαν από τον σταθμό επιφανείας του κρατικού αερολιμένα «Ν. Καζαντζάκη», ο οποίος έχει αναγνωριστικό αριθμό στον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό 754. Όσον αφορά τα στοιχεία για τον τουρισμό της περιοχής αντλήθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή. Οι τουριστικοί δείκτες που θα εξετασθούν είναι οι συνολικές διανυκτερεύσεις (σε καταλύματα ξενοδοχειακού τύπου και κάμπινγκ), οι αφίξεις και το ποσοστό πληρότητας των κλινών. Τα στοιχεία αυτά ήταν διαθέσιμα σε μηνιαία βάση για την περίοδο 2005 έως και 2012. Γι' αυτό το λόγο ως εξεταζόμενη χρονική περίοδος ορίζονται τα έτη αυτά.

Αρχικά πρέπει να επεξεργαστούν τα πρωτογενή μετεωρολογικά δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του TCI. Για το λόγο αυτό υπολογίζονται οι *μέσες μηνιαίες τιμές*, από τις ωριαίες παρατηρήσεις του επιλεγόμενου μετεωρολογικού σταθμού επιφανείας, των κάτωθι μετεωρολογικών παραμέτρων:

1. Μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία, T_{max} σε ºC.
2. Μέση ημερήσια θερμοκρασία, T σε ºC.
3. Ελάχιστη ημερήσια σχετική υγρασία, RH_{min} (%).
4. Μέση ημερήσια σχετική υγρασία, RH (%).
5. Συνολικές ώρες ηλιοφάνειας (h).
6. Συνολική κατακρήμνιση σε mm.
7. Μέση ταχύτητα ανέμου σε km / h.

Εν συνεχεία ο τουριστικός κλιματικός δείκτης υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$TCI = 2*(4*CId + CIa + 2*R + 2*S + W) \qquad (1)$$

Οι υποδείκτες Cid (Comfort Index daytime) και CIa (Comfort Index day) υπολογίζονται τέσσερις φορές, κάθε φορά με διαφορετικό δείκτη θερμικής άνεσης. Οι δείκτες θερμικής άνεσης που χρησιμοποιούνται είναι: α) η Ενεργή Θερμοκρασία (ET), β) η Φαινομενική Θερμοκρασία (AT), γ) ο Δείκτης Ψύχους (Wind Chill) και δ) ο Δείκτης Θερμότητας (Heat Index). Αφού

υπολογισθούν όλοι οι υποδείκτες τότε υπολογίζεται από τη σχέση που ήδη έχει αναφερθεί ο TCI. Τέλος με βάση την τιμή του ο δείκτης κατηγοριοποιείται ως εξής:

Πίνακας 1: Κλίμακα αξιολόγησης του Τουριστικού Κλιματικού Δείκτη κατά Mieczkowski

Κλίμακα αξιολόγησης TCI κατά Mieczkowski		
Τιμή TCI	Κωδικός	Χαρακτηρισμός Δείκτη
90 – 100	9	Ιδεατός
80 – 89	8	Τέλειος
70 – 79	7	Πολύ καλός
60 – 69	6	Καλός
50 – 59	5	Αποδεκτός
40 – 49	4	Οριακός
30 – 39	3	Δυσμενής
20 – 29	2	Πολύ δυσμενής
10 – 19	1	Εξαιρετικά δυσμενής
0 – 9	0	Αδύνατο
- 20 – 0	- 1	Αδύνατο
Πηγή: Mieczkowski, 1985, "*The tourism Climate Index: A method of evaluating world climates for tourism*", pp 229 *Σημείωση: Όλα τα σχήματα και οι πίνακες προήλθαν από τις πρωτογενείς πηγές και επεξεργάστηκαν από τον ερευνητή.*		

4. Εμπειρικά Αποτελέσματα

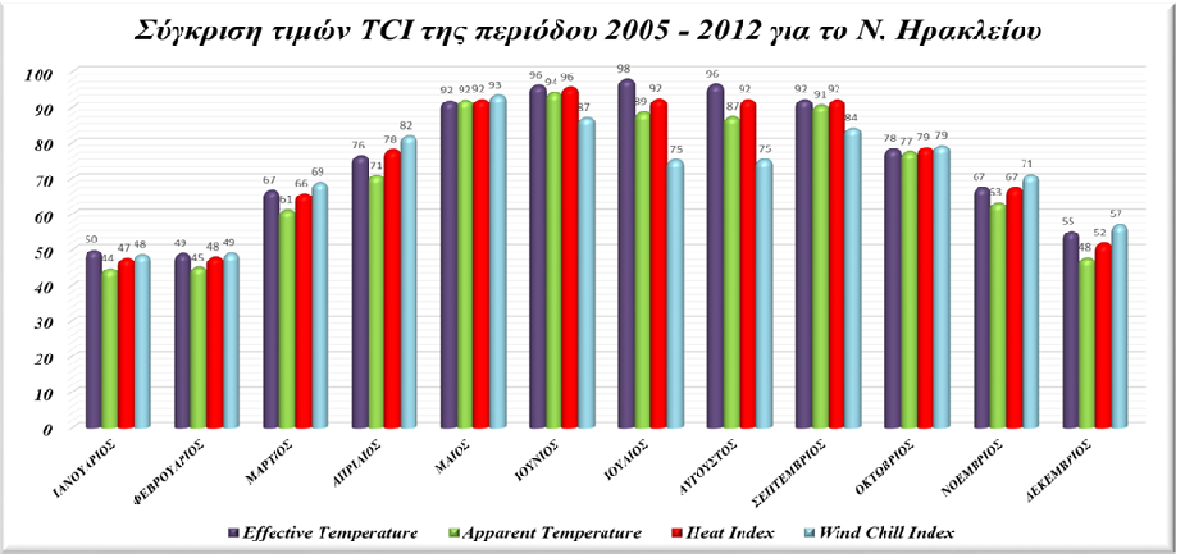
Στο γράφημα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο μέσος όρος της μηνιαίας τιμής του TCI, ανάλογα με τον δείκτη θερμικής άνεσης που έχει υπολογισθεί, για τα έτη 2005 – 2012. Σε γενικές γραμμές όλοι οι δείκτες τους περισσότερους μήνες εμφανίζουν παραπλήσιες τιμές. Εξαίρεση αποτελούν οι τιμές του TCI_{WC} κατά τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο. Αυτό είναι αναμενόμενο γιατί ο Δείκτης Ψύχους υπολογίζεται για θερμοκρασίες κάτω των 50 ^{o}F. Ενώ οι υπόλοιποι δείκτες στους μήνες αυτούς, ως επί τω πλείστων, εμφανίζουν τις μέγιστες τιμές του έτους, ο Δείκτης Ψύχους παρουσιάζει τις μέγιστες τιμές τον Απρίλιο, τον Μάιο και τον Σεπτέμβριο. Όσο απομακρυνόμαστε από τους μήνες του καλοκαιριού και κινούμαστε προς τους μήνες του χειμώνα ο δείκτη φυσιολογικά παρουσιάζει καλύτερη προσαρμογή και εμφανίζει σκορ παραπλήσια με τους υπόλοιπους δείκτες.

Ο TCI_{ET} τους μήνες Ιούνιο έως Σεπτέμβριο παρουσιάζει τα μεγαλύτερα σκορ απ' όλους τους δείκτες και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν λαμβάνεται υπόψη η θερμική επίδραση του ανέμου κατά τον υπολογισμό της αντιληπτής θερμοκρασίας με αποτέλεσμα να εμφανίζονται χαμηλότερες τιμές της αντιληπτής θερμοκρασίας και να βαθμολογείται με υψηλότερο σκορ από την κλίμακα του Mieczkowski. Ειδικότερα για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, τα έτη 2009 – 2012, παρατηρείται μια τάση μεγιστοποίησης του δείκτη με τιμές από 95 έως 100. Όμως στις περιπτώσεις αυτές παρατηρείται μία άνοδο της ET, όπου το εύρος της κυμαίνεται 26,3 ^{o}C – 27,53 ^{o}C. Δηλαδή μια επιπλέον πολύ μικρή αύξηση της θερμοκρασίας ή της υγρασίας τα επόμενα έτη θα έχει ως αποτέλεσμα την καθοδική τάση του δείκτη κατά το ίδιο χρονικό διάστημα.

Ο δείκτης TCI_{AT} χαρακτηρίζεται ιδεατός για τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο. Για τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο ο δείκτης χαρακτηρίζεται εξαιρετικός και μάλιστα την τελευταία τριετία ακολουθεί καθοδική τάση. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις ανοδικές τάσεις που παρουσιάζονται κατά το ίδιο χρονικό διάστημα στον δείκτη TCI_{ET}. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται όμως γιατί αρκετές τιμές της ET είναι οριακές με αποτέλεσμα να αξιολογούνται

με τη μέγιστη τιμή στην κλίμακα του Mieczkowski, ενώ οι τιμές της AT, λόγω καλύτερης προσαρμογής καθώς λαμβάνει υπόψη εκτός από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία και τη θερμική επίδραση του ανέμου, να είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες της ET και να αξιολογείται με μικρότερη τιμή στην κλίμακα του Mieczkowski.

Γράφημα 1: Σύγκριση τιμών TCI για τον Ν. Ηρακλείου (2005 – 2012)

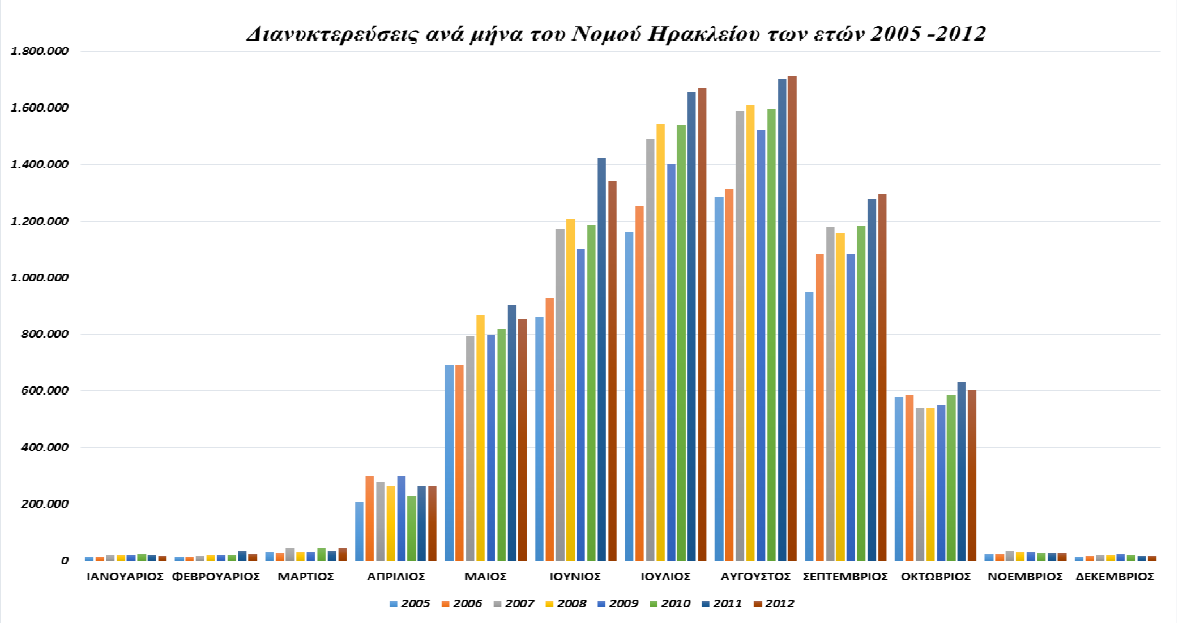


Για να έχει καλή προσαρμογή η εξίσωση υπολογισμού του HI θα πρέπει η θερμοκρασία να υπερβαίνει τους 26,7 ^{o}C (80 ^{o}F) και η υγρασία να είναι τουλάχιστον 40%. Η υγρασία σε όλες τις περιπτώσεις ξεπερνά την τιμή που απαιτεί ο δείκτης. Η μέση μηνιαία μέγιστη θερμοκρασία T_{max} για τους μήνες από τον Ιούνιο έως το Σεπτέμβριο, για όλα τα έτη, ξεπερνά σε όλες τις περιπτώσεις τους 80 ^{o}F. Η μέση μηνιαία ημερήσια θερμοκρασία για το ίδιο χρονικό διάστημα κυμαίνεται από 75 ^{o}F – 80,6 ^{o}F. Ειδικά για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο το εύρος των θερμοκρασιών είναι από 78 ^{o}F έως 80,6 ^{o}F. Δηλαδή για τους μήνες αυτούς αναμένεται καλή προσαρμοστικότητα του δείκτη θερμότητας. Ο TCI_{HI} χαρακτηρίζεται ιδεατός για τους μήνες Μάιο έως Σεπτέμβριο. Τους μήνες Απρίλιο και Νοέμβριο χαρακτηρίζεται πολύ καλός οριακά (78 και 79 αντίστοιχα), ενώ αποκλειστικά για το 2012 χαρακτηρίστηκαν και οι δύο μήνες εξαιρετικοί πετυχαίνοντας σκορ 88 και 82 αντίστοιχα. Παρόλο που κατά τους μήνες Νοέμβριο έως Μάρτιο οι τιμές των θερμοκρασιών είναι χαμηλότερες αρκετά από τους 80 ^{o}F η τιμή του δείκτη TCI εμφανίζει παραπλήσιες τιμές με τους δύο προηγούμενους δείκτες θερμικής άνεσης γεγονός που οφείλεται στους ήπιους χειμώνες της περιοχής και της έλλειψης ακραίων χαμηλών θερμοκρασιών.

Τον μήνα Μάιο όλοι οι δείκτες τον χαρακτηρίζουν «ιδεατό» και μάλιστα οι τρεις από τους τέσσερις δείκτες παρουσιάζουν το ίδιο ακριβώς σκορ 92, ενώ και ο τέταρτος δείκτης εμφανίζει παρόμοιο σκορ (93). Επίσης μεγάλη συμφωνία υπάρχει μεταξύ των δεικτών και τον μήνα Οκτώβριο. Ο μήνας χαρακτηρίζεται απ' όλους τους δείκτες «πολύ καλός», με διαρκώς αυξανόμενη τάση. Το 2012 τρείς στους τέσσερις δείκτες είχαν το ίδιο ακριβώς σκορ, με 82, και ο μήνας χαρακτηρίστηκε «εξαιρετικός». Ο δείκτης που έχει διαφορετική τιμή είναι ο δείκτης ψύχους, όπου για τον μήνα Οκτώβριο είναι λογικό να παρουσιάζει στρεβλώσεις. Οι χαμηλότερες τιμές TCI διαπιστώνονται κατά τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο. Μάλιστα ο Φεβρουάριος χαρακτηρίζεται από όλους τους δείκτες οριακός.

Οι τρεις τουριστικοί δείκτες που εξετάζονται είναι οι διανυκτερεύσεις, οι αφίξεις και η πληρότητα κλινών. Από την μηνιαία διακύμανση των δεικτών αυτών μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την τουριστική κίνηση και τη διάρκεια της τουριστικής περιόδου του νομού Ηρακλείου. Στο γράφημα 2 παρουσιάζονται οι συνολικές διανυκτερεύσεις στον Νομού Ηρακλείου για τα έτη 2005 – 2012. Οι μέγιστες τιμές όλων των εξεταζόμενων ετών εντοπίζονται στους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Για τον Αύγουστο του 2012 καταγράφηκε αριθμός ρεκόρ για τις διανυκτερεύσεις στο Ηράκλειο με 1.714.127. Ολόκληρο το 2012 οι διανυκτερεύσεις στην Περιφερειακή Ενότητα Ηρακλείου ήταν 7.867.785 σε σύνολο 71.469.189 διανυκτερεύσεων σε ολόκληρη τη χώρα (σε ποσοστό το 11% των διανυκτερεύσεων συνολικά της χώρας). Οι διανυκτερεύσεις ξεκινούν και σημειώνουν σημαντική άνοδο τον Απρίλιο μέχρι και τον Οκτώβριο. Τους μήνες Ιανουάριο έως Μάρτιο και Νοέμβριο – Δεκέμβριο οι διανυκτερεύσεις κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Το 2009 καταγράφηκε μία πτώση στους αριθμούς των διανυκτερεύσεων του Νομού Ηρακλείου, γεγονός που κρίνεται φυσιολογικό καθώς ήταν η πρώτη χρονιά που έκαναν την εμφάνισή τους οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα.

Γράφημα 2: Διανυκτερεύσεις ανά μήνα του Ν. Ηρακλείου (2005 – 2012)

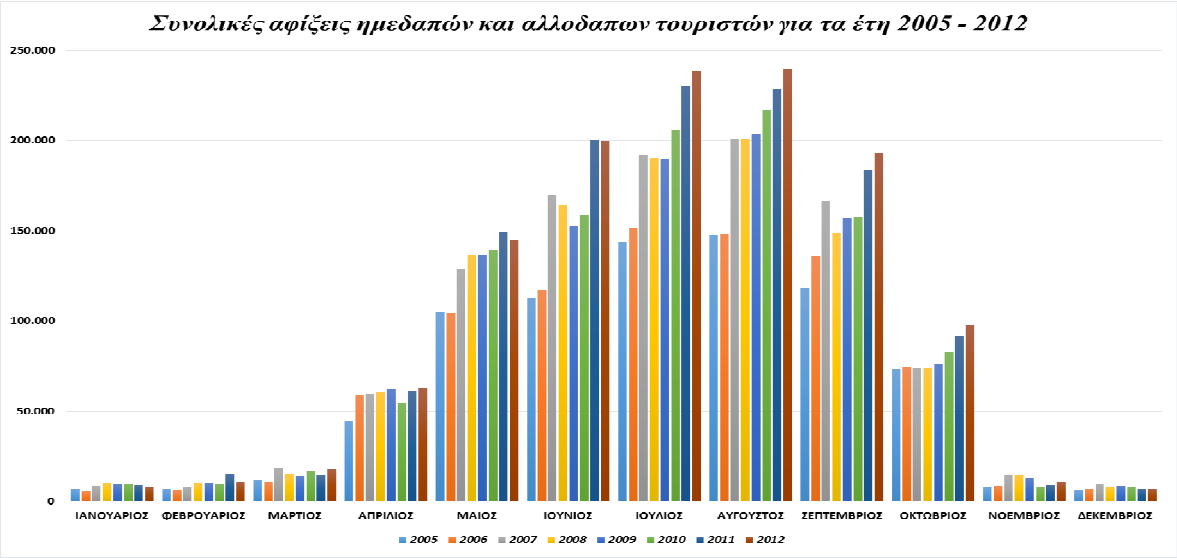


Εξετάζοντας τις συνολικές αφίξεις των ημεδαπών και των αλλοδαπών τουριστών καταλήγουμε στα ίδια ακριβώς συμπεράσματα με τις διανυκτερεύσεις. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, κατά τη διάρκεια όλων των ετών, εμφανίζεται ο μέγιστος αριθμός αφίξεων. Στη συνέχεια ακολουθούν οι μήνες Ιούνιος και Σεπτέμβριος. Αρκετά χαμηλές παραμένουν οι αφίξεις κατά τη διάρκεια των μηνών του Ιανουαρίου έως τον Μάρτιο και το Νοέμβριο – Δεκέμβριο. Τον Αύγουστο του 2012 οι αφίξεις ανήλθαν σε 239.292, ενώ το Δεκέμβριο του ίδιου έτους ανήλθαν σε μόλις 6.915. Το 2009 οι αφίξεις συνέχισαν την ανοδική πορεία που ακολουθούν όλα αυτά τα έτη (γράφημα 3), κάτι που σημαίνει ότι ως τουριστικός προορισμός το Ηράκλειο παραμένει θελκτικός και δημοφιλής. Αυτό επιβεβαιώνει και τον ισχυρισμό ότι η πρόσκαιρη μείωση των διανυκτερεύσεων το 2009 δεν οφείλεται στη μείωση της τουριστικής ζήτησης του Ηρακλείου, ως προορισμού, αλλά λόγω των αρνητικών συνθηκών της οικονομίας. Παρόλο όμως της συνέχισης της οικονομικής ύφεσης, όπως φαίνεται από τις διανυκτερεύσεις και τις αφίξεις ο

κλάδος του τουρισμού στο Ηράκλειο ανέκαμψε, όπως και σε ολόκληρη τη χώρα, και παρουσιάζει αυξητικές τάσεις. Οι συνολικές αφίξεις στο Ηράκλειο το 2012 ήταν 1.230.492, ενώ σε ολόκληρη τη χώρα ήταν 15.517.622 (7,93% στο σύνολο της χώρας). Τα συγκεντρωτικά στοιχεία που είναι διαθέσιμα για το έτος 2014 δείχνουν ότι οι αφίξεις στο σύνολο της χώρας ανήλθαν σε αριθμό ρεκόρ 21.497.260 (+ 38,5%).

Όσον αφορά την πληρότητα των κλινών οι μέγιστες τιμές πάλι εμφανίζονται τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο. Τα τελευταία έτη η πληρότητα των κλινών παρουσιάζει μία μείωση ως απόλυτο νούμερο, αντίθετα με την τάση που ακολουθούν οι διανυκτερεύσεις και οι αφίξεις. Αυτό συμβαίνει γιατί από τις διαθέσιμες 234.529 κλίνες που υπήρχαν το 2005, το 2012 σχεδόν διπλασιάστηκαν, καθώς οι κλίνες σε λειτουργία ανήλθαν τις 429.139. Άρα είναι απολύτως φυσιολογικό τα ποσοστά πληρότητας να εμφανίζονται μειωμένα, την ίδια στιγμή που οι αφίξεις και οι διανυκτερεύσεις αυξάνονται. Σε όλη την εξεταζόμενη περίοδο οι μήνες Ιούνιος έως και Σεπτέμβριος παρουσιάζουν πληρότητα μεγαλύτερη από 70%.

Γράφημα 3: Αφίξεις ανά μήνα του Ν. Ηρακλείου (2005 – 2012)



5. Συμπεράσματα

Η μέση μηνιαία τιμή των δεικτών για τους μήνες από τον Μάιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο για την εξεταζόμενη περίοδο (2005 – 2012) είναι πάνω από 90, με αποτέλεσμα ο Τουριστικός Κλιματικός δείκτης να χαρακτηρίζεται «εξαιρετικός» ή «ιδεατός». Εξαίρεση αποτελεί ο δείκτης ψύχους που όμως λόγω των υψηλών θερμοκρασιών δεν κρίνεται αξιόπιστος. Κατά τον υπολογισμό του δείκτη της ET διαπιστώθηκε ότι η υπολογιζόμενη αντιληπτή θερμοκρασία για τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο έχει οριακές τιμές με αποτέλεσμα ο δείκτης να μεγιστοποιεί το σκορ, αλλά σε μία ενδεχόμενη μικρή αύξηση της θερμοκρασίας να αρχίσει την πτωτική του πορεία. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τον δείκτη της AT. Η αντιληπτή θερμοκρασία, υπολογιζόμενη με τη AT, παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές με αποτέλεσμα να αυξάνεται η δυσφορία που νιώθουν οι τουρίστες κατά τους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο κάτι που αποτυπώνεται και στο σκορ του δείκτη ο οποίος χαρακτηρίζεται «εξαιρετικός». Οι μέσες τιμές των TCI για το Μάιο, για όλους τους δείκτες θερμικής άνεσης, είναι πάνω από το 90 και χαρακτηρίζεται «ιδεατός» μήνας για την περίοδο 2005 – 2012.

Ο μήνας Οκτώβριος χαρακτηρίζεται ως πολύ καλός αλλά παρουσιάζει οριακές τιμές και ανοδική τάση για να χαρακτηριστεί «εξαιρετικός». Το 2012 τρείς στους τέσσερις δείκτες είχαν

το ίδιο ακριβώς σκορ, με 82, και ο μήνας χαρακτηρίστηκε εξαιρετικός. Ο δείκτης που έχει διαφορετική τιμή είναι ο δείκτης ψύχους, όπου για τον μήνα Οκτώβριο είναι λογικό να παρουσιάζει στρεβλώσεις. Σε συνδυασμό με τις οριακές τιμές των δεικτών των μηνών Ιουλίου – Αυγούστου, μια ενδεχόμενη μικρή αύξηση της θερμοκρασίας ίσως να οδηγούσε σε μετατόπιση των ιδανικών κλιματικών συνθηκών της περιοχής για τουρισμό. Στο γεγονός αυτό θα πρέπει να συνυπολογιστούν οι πολλές ώρες ηλιοφάνειας της περιοχής και ότι, ως επί τω πλείστων, οι τουρίστες που προτιμούν το Ηράκλειο ως προορισμό έχουν ως κύρια δραστηριότητα την παραλία και την επίσκεψη σε εξωτερικούς χώρους αρχαιολογικού ενδιαφέροντος. Στο άμεσο μέλλον η περιοχή είναι πιθανό να επωφεληθεί από μία μικρή αύξηση της θερμοκρασίας καθώς η τουριστική περίοδος διαφαίνεται να παρατείνεται και το μήνα Οκτώβριο. Όμως δε θα πρέπει να αγνοηθεί το γεγονός ότι στους κορυφαίους μήνες, από πλευράς τουριστικής ροής, Ιούλιο – Αύγουστο, ξεκινά η πτωτική πορεία του δείκτη TCI. Σε μία ενδεχόμενη, περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας, η «δυσφορία» του επισκέπτη λόγω ζέστης θα αυξηθεί με αποτέλεσμα να μειωθεί η τουριστική κίνηση στους δύο αυτούς μήνες. Και όπως έδειξαν και οι έρευνες στην Ισπανία, σε μελλοντική προβολή 50 ετών, η μείωση της τουριστικής κίνησης κατά τους θερινούς μήνες θα είναι μεγαλύτερη από την αύξηση που αναμένεται τους υπόλοιπους μήνες του λόγω βελτίωσης των καιρικών συνθηκών, με αποτέλεσμα την μείωση της ετήσιας τουριστικής κίνησης (Heins et al., 2009).

Εξετάζοντας τη διακύμανση των διανυκτερεύσεων και των αφίξεων, για όλα τα έτη, οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, γεγονός που καταδεικνύει το πρόβλημα της έντονης εποχικότητας του τουρισμού της περιοχής. Τον Οκτώβριο κατά τα δύο τελευταία έτη της ανάλυσης (2011 και 2012) διαπιστώνεται μία ανοδική τάση στις αφίξεις, ενώ και στις διανυκτερεύσεις παρατηρείται μία αύξηση. Από τον Νοέμβριο μέχρι τον Μάρτιο οι αφίξεις και οι διανυκτερεύσεις παρουσιάζουν σημαντική μείωση. Για την πληρότητα των κλινών δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα καθώς η δυναμικότητά τους από το 2005 έχει μεταβληθεί σημαντικά (από τις διαθέσιμες 234.529 κλίνες που υπήρχαν το 2005, το 2012 σχεδόν διπλασιάστηκαν, καθώς οι κλίνες σε λειτουργία ανήλθαν τις 429.139).

Η περαιτέρω βελτίωση στον υπολογισμό των Τουριστικών Κλιματικών Δεικτών, σε συνδυασμό με την καλύτερη προβλεψιμότητα των κλιματικών μοντέλων, είναι βέβαιο ότι θα οδηγήσει στην βελτίωση της έγκαιρης πρόβλεψης της τουριστικής κίνησης και της αναπροσαρμογής της τουριστικής περιόδου σε μία περιοχή.

6. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Στα πλαίσια βελτίωσης των αποτελεσμάτων του Τουριστικού Δείκτη προτείνεται ο υπολογισμός του σε ημερήσια βάση. Καθώς ο δείκτης υπολογισθεί σε ημερήσια βάση αυτό θα επιτρέψει τον προσδιορισμό του ακριβή αριθμού των ευνοϊκών ημερών ανά μήνα και όχι απλός τον χαρακτηρισμό όλου του μήνα. Θα μπορούσε επίσης να εξαχθεί ο μέσος όρος του μήνα, από τους ημερήσιους TCI, και να επιχειρηθεί μία επαλήθευση με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Αν δεν τίθεται θέμα με τη διαθεσιμότητα των μετεωρολογικών στοιχείων και των τουριστικών δεδομένων προτείνεται η χρήση πιο σύνθετων βιοκλιματικών δεικτών για τον υπολογισμό της θερμικής άνεσης, για παράδειγμα της Φυσιολογικής Ισοδύναμης Θερμοκρασίας (Physiological Equivalent Temperature, PET) και να διευρυνθεί η εξεταζόμενη περίοδος.

Τέλος με τη βοήθεια των σύγχρονων κλιματικών μοντέλων θα μπορούσε να αντληθούν τα μελλοντικά κλιματολογικά στοιχεία και να υπολογισθούν οι μελλοντικοί Τουριστικοί Κλιματικοί Δείκτες για την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη μελλοντική πορεία του τουριστικού τομέα της εξεταζόμενης περιοχής και της διακύμανσης της τουριστικής περιόδου.

Βιβλιογραφία

Alexander, L.V., X. Zhang, T.C. Peterson, J. Caesar, B. Gleason, A.M.G. Klein Tank, M. Haylock, D. Collins, B. Trewin, F. Rahimzadeh, A. Tagipour, K.R. Kumar, J. Revadekar, G. Griffiths, L. Vincent, D.B. Stephenson, J. Burn, E. Aguilar, M. Brunet, M. Taylor, M. New, P. Zhai, M. Rusticucci, and J.L. Vazquez-Aguirre, 2006, "*Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation*", Journal of Geophysical Research – Atmospheres, 111, D05109

Bartholy, J., and R. Pongracz, 2007, "*Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001*", Global and Planetary Change, 57, pp 83 – 95

Beniston, M., 2004, "*The 2003 heat wave in Europe: A shape of things to come? An analysis based on Swiss climatological data and model simulations*", Geophysical Research Letters, 31, L02202

Day, J., N. Chin, S. Sydnor, and K. Cherkauer, 2013, "*Weather, climate, and tourism performance: a quantitative analysis*", Tourism Management Perspectives, 5, pp 51 – 56

Della – Marta, P.M., M.R. Haylock, J. Luterbacher, and H. Wanner, 2007, "*Doubled length of western European summer heat waves since 1880*", Journal of Geophysical Research – Atmospheres, 112, D15103

European Environment Agency (EEA), 2012, "*Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2012*", Based Report. EEA Report No. 12/2012, Copenhagen, Denmark, pp 304

European Environment Agency (EEA), 2015, "*European average air temperature anomalies between 1850 and 2014 relative to a pre-industrial baseline period*", ανάκτηση από:

http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/european-average-air-temperature-anomalies-1#tab-dashboard-01

European Environment Agency (EEA), 2015, "*Global and European temperatures: Summer - European annual and seasonal temperature anomalies over land areas*", ανάκτηση από: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-1/assessment

European Environment Agency (EEA), 2015, "*Global and European temperatures: Trends in warm days across Europe*", ανάκτηση από:

http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-1/assessment

European Environment Agency (EEA), 2015, "*Global and European temperatures: Winter - European annual and seasonal temperature anomalies over land areas*", ανάκτηση από: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-1/assessment

Førland, E.J., J.K. Steen Jacobsen, J.M. Denstadli, M. Lohmann, I. Hanssen-Bauer, H.O. Hygen, and H. Tømmervik, 2012, "*Cool weather tourism under global warming: comparing Arctic summer tourists' weather preferences with regional climate statistics and projections*", Tourism Management, 36, pp 567 – 579

Founda, D., and C. Giannakopoulos, 2009, "*The exceptionally hot summer of 2007 in Athens, Greece – A typical summer in the future climate?*", Global and Planetary Change, 67 (3 – 4), pp 227 – 236

Hein, L., 2007, "*The impact of Climate Change on Tourism in Spain*", CICERO Center for International Climate and Environmental Research, EU 6th Framework Program

Hein, L., M. Metzger, and A. Moreno, 2007, "*Potential impacts of climate change on tourism: a case study for Spain*", Current Opinion in Environmental Sustainability, Vol. 1, pp 170 – 178

Kuglitsch, F.G., A. Toreti, E. Xoplaki, P.M. Della-Marta, J. Luterbacher, and H. Wanner, 2009, "*Homogenization of daily maximum temperature series in the Mediterranean*", Journal of Geophysical Research – Atmospheres, 114, D15108

Mieczkowski, Z., 1985, "*The tourism Climatic Index: A method of evaluating world climates for tourism*", Canadian Association of Geographers, pp 220 – 233

Rosselló-Nadal, J., A. Riera-Font, and V. Cárdenas, 2010, "*The impact of weather variability on British outbound flows*", Climatic Change, 105 (1 – 2), pp 281 – 292

Schär, C., and G. Jendritzky, 2004, "*Climate change: Hot news from summer 2003*", Nature, 432 (7017), pp 559 – 560

Taylor, T. and R.A. Ortiz, 2009, "*Impacts of climate change on domestic tourism in the UK: a panel data estimation*", Tourism Economics, 15 (4), 803 – 812

United Nations World Tourism Organization (UNWTO), United Nations Environment Programme (UNEP) and World Meteorological Organization (WMO), 2008, "*Climate change and tourism: Responding to global challenges*", Madrid: UNWTO–UNEP–WMO.

Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2014, "Στατιστικά θέματα: Τουρισμός – Καταλύματα ξενοδοχειακού τύπου και κάμπινγκ (κίνηση)", ανάκτηση στις 04 – 08 – 2015 από:

http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-themes?p_param=A2001

Σπιλάνης, Γ. και Λ. Βαγιάννη, "*Βιώσιμος τουρισμός και φέρουσα ικανότητα σε ευαίσθητα νησιωτικά οικοσυστήματα*", Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Εργαστήριο Τοπικής και Νησιωτικής Ανάπτυξης

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2010, "*Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών*", Τεχνική Οδηγία 20701 – 3, pp 6 – 7

Making decisions via classification trees in view of establishing sustainable tourism products

George Ekonomou, Christos Neofitou & Steriani Matsiori
Department of Ichthyology and Aquatic Environment, University of Thessaly, Fytokou St., Nea Ionia, Prefecture of Magnisia, Thessaly
oikongeorge@gmail.com, chneofit@apae.uth.gr, steriani@uth.gr

ABSTRACT

Natural resources represent complex systems that combine human activities, innovation, economic development, biodiversity, natural habitats and natural functions. The construction of artificial reefs largely help the achievement of ecosystem balance within an advanced in quality tourism experience. As a direct consequence, effective coastal management requires solid decision making processes so as to implement workable plans and successful tourism policies. To this effort, a classification tree was developed so as to define parameters (variables) that significantly affect visitors' judgment concerning the construction of artificial reefs as a means of improving the offered tourism product. The results showed that the construction of artificial reefs is significantly affected by the visitors' judgment concerning the construction of the suitable and supportive infrastructure (marinas/jetties) as well as the visitation rate at the destination. In addition, management implications are introduced in light of sustainable tourism development whereas the benefits gained from the construction of artificial reefs are presented.

Keywords: Tourism, sustainable development

JEL classifications: L8; Q01.

Λαμβάνοντας αποφάσεις με τη χρήση δέντρων ταξινόμησης με στόχο την εγκαθίδρυση βιώσιμων τουριστικών προϊόντων

Γιώργος Οικονόμου , Χρήστος Νεοφύτου & Στεριανή Ματσιώρη
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Οδός Φυτόκου, Νέα Ιωνία, Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας, Θεσσαλία
oikongeorge@gmail.com, chneofit@apae.uth.gr, steriani@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι φυσικοί πόροι αντιπροσωπεύουν πολύπλοκα συστήματα που συνδυάζουν τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, την καινοτομία, την οικονομική ανάπτυξη, τη βιοποικιλότητα, τα φυσικά ενδιαιτήματα και τις φυσικές λειτουργίες. Η κατασκευή τεχνητών υφάλων βοηθά σημαντικά στην επίτευξη οικολογικής ισορροπίας μέσα από μια αναβαθμισμένη σε ποιότητα τουριστική εμπειρία. Κατά συνέπεια, μια αποτελεσματική διαχείριση των παράκτιων ζωνών απαιτεί τη λήψη δομημένων αποφάσεων ώστε να υλοποιηθούν άρτια σχεδιασμένες και επιτυχημένες τουριστικές πολιτικές. Στην προσπάθεια αυτή, αναπτύχθηκε ένα δέντρο ταξινόμησης ως μέσο καθορισμού παραμέτρων (μεταβλητών) που επηρεάζουν σημαντικά την κατασκευή τεχνητών υφάλων με στόχο την αναβάθμιση του προσφερόμενου τουριστικού προϊόντος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατασκευή τεχνητών υφάλων επηρεάζεται σημαντικά από την δημιουργία των κατάλληλων υποστηρικτικών υποδομών (μαρίνες) και την επισκεψιμότητα στον τόπο προορισμού. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται οι επιδράσεις της ανάλυσης σε θέματα διαχείρισης υπό το πρίσμα μιας βιώσιμης τουριστικής ανάπτυξης καθώς και τα οφέλη που αποκομίζονται από την κατασκευή τεχνητών υφάλων.

Λέξεις κλειδιά: Τουρισμός, βιώσιμη ανάπτυξη
Κωδικοί JEL: L8, Q01.

1. Introduction

Coastal and marine resources represent complicated natural systems that highly attract the interest of multiple users and uses. Tourism industry largely exploits such natural resources as fields of creating and launching tourism products. A tourism product can be defined as a bundle of benefits, activities and services that constitute the entire tourism experience (Medlik and Middleton, 1973) or a satisfying activity at a destination place (Jefferson and Lickorish, 1988). Tourism is directly connected with environmental issues since its impacts and pressures are related to the good ecological status of the natural resources, coastal management policies, biodiversity conservation and the well being of humans (Davenport and Davenport, 2006; Higgins and Desbiolles, 2006; Dwyer, 2009). As a direct consequence, the proposed tourism models and the offered tourism products should highly incorporate actions and activities that stimulate visitors' disposition towards knowledge seeking and environmental protection. Special interest tourism acts in favor of sustainable use of coastal and marine resources and tourism development. More specifically, dive tourism is profoundly associated with the construction, placement and smooth function of artificial reefs. To this extent, artificial reefs provide the opportunity to combine enjoyment, pleasure and feelings of satisfaction with educational opportunities and sustainable use of the marine resource. It is common knowledge that to many "recreational" divers and snorkelers the existence of an artificial reef at a marine destination may act as a "pull" motivation factor and a crucial determinant in the decision making process concerning the destination choice. Supportively, Shani et al. (2012) argue that by deploying artificial reefs ecological concerns and recreational divers' demands for diversification and themed experiences will be met. The interaction between coastal settings and marine resources as fields of developing tourism strategies and the preference patterns of visitors allow for determining the content of what a sustainable tourism product includes.

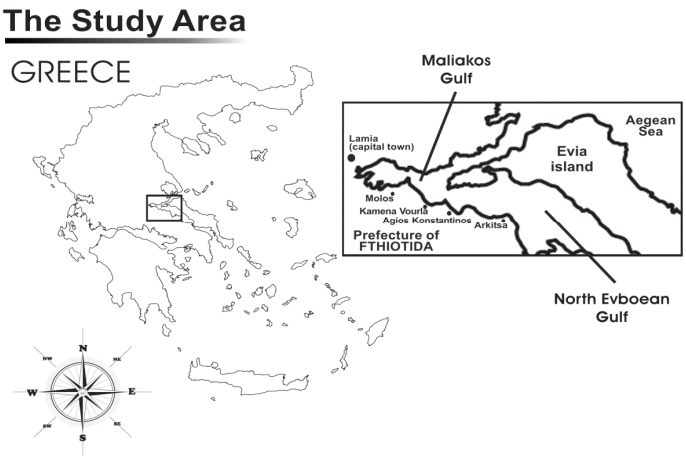
The purpose of this study is to determine crucial parameters that affect the construction of an artificial reef as a means of improving the current tourism product at a marine destination and transmitting environmental knowledge to site visitors. A classification (decision) tree was created in view of achieving the purpose of this study. Classification trees are highly used by managers, spatial planners and marketers as a supportive tool for making effective decisions. Classification trees are flexible, computationally efficient and handle easily mixed variables (continuous and discrete) (Ding and Simonoff, 2010). In this perspective, the classification tree model constitutes a useful management tool that helps the efforts of establishing "high" value sustainable tourism products by taking "low" risk choices considering the volatile market conditions, economic recession and severe competition among destinations.

2. Materials and Methods

This study aims at improving the tourism experience in the coastal zone between Molos and Arkitsa in prefecture of Fthiotida (Greece) within an environmentally friendly context. In this perspective, the wise use of Maliakos gulf and north Evboean gulf is of high importance in order to achieve results (Figure 1). Based on visitors' judgments a classification tree was created for identifying parameters that influence the artificial reef construction and placement. Personal interviews were conducted in the coastal zone of the study area. As a result, 1433 questionnaires for statistical analysis were collected. Classification (decision) trees are data mining techniques that allow for recursively splitting data based upon the predictors that best distinguish the response variable classes (Ding and Simonoff, 2010). In decision trees, each root node involves

one attribute, each branch node reflects a choice between a number of alternatives and each leaf node represents a class (Srivihok and Yotsawat, 2014). The model adopted in the present analysis encompasses a dependent variable (the construction of the artificial reef) and a set of predictor (independent) variables. The dependent variable is a dichotomous variable accepting values "yes" and "no". More specifically, "yes" response is defined as a positive respondent's judgment concerning the construction of the artificial reef while "no" answer indicates a negative response to the relevant question. The independent variables involved in the model are presented in Table 1. Chi-squared Automatic Interaction Detection (CHAID) was selected as the growing method. CHAID chooses the independent variable that has the strongest interaction with the dependent variable in a way that categories of independent variables are merged if they are not significantly different concerning the dependent variables (IBM SPSS, 2010).

Figure 1: Study area.



CHAID uses p-values with a Bonferroni correction as splitting criteria (Ritschard 2010). The significance values for splitting the nodes and merging categories was set at 0.05.

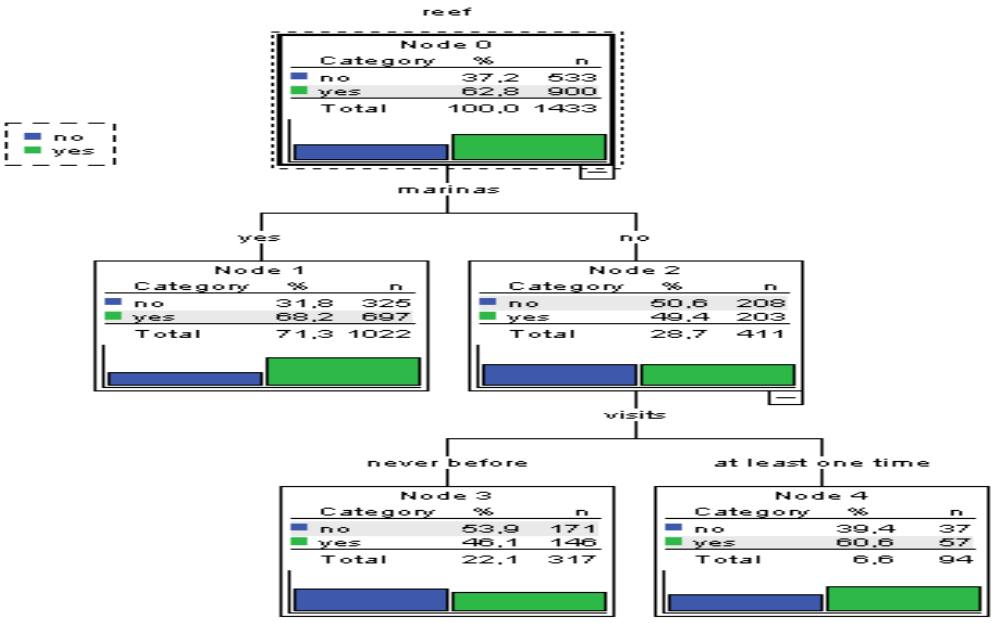
Table 1: The independent variables used in the analysis.

Independent Variables			
Name	**Description**	**Values**	**Meaning**
marinas	The construction of marinas in the study area	No	Negatively judge the construction
		Yes	Positively judge the construction
visits	The number of previous visits	never before	I have never visited the study area in the past (first time visit)
		at least one time	I have visited at least one time the study area in the past

3. Results

In the present analysis the classification tree showed that the construction of an artificial reef is associated with two predictor variables: the construction of a supportive infrastructure (marinas) and the visitation parameter in the study area (Figure. 2). Judging from the results we can ascertain that the classification tree is composed of two levels (tree depth). The overall number of nodes derived from the analysis is 5 while the number of terminal nodes (leaves) is 3.

Figure 2: Classification tree for constructing an artificial reef



The results showed that 64.5% of the cases were correctly classified giving a risk estimate of 0.355. The risk estimate indicates that the category predicted by the model ("yes" or "no" response to the reef construction) is wrong for the 35.5% of the cases. It reflects the proportion of the cases that incorrectly classified. In other words, this number reveals the risk of classifying wrong (misclassifying) a respondent (visitor) in the study area. The tree diagram shows that using the CHAID method the construction of marinas is the best predictor variable for making a decision about the construction of an artificial reef. For the "yes" category, construction of marinas is the best predictor of constructing the artificial reef. Of the coastal visitors in this category, 68.2% (697 respondents) answered positive in the construction of the reef. In addition, this is considered a terminal node since no other branches occurred. For those who answered "no" in the construction of marinas the next best predictor is the visitation parameter as a function of respondents' previous visits in the study area. For the "no" category to the marina construction and for those who have not visited the area again, 53.9% (171 respondents) showed a negative disposition for the reef construction whereas 60.6% of respondents (57 out of 94) that placed a "no" answer to the marinas construction and have visited the area at least one time in the past showed a positive disposition of artificial reef construction.

4. Discussion and Conclusions

It is widely known that artificial reefs facilitate at a considerable level the wise use of marine resources. The analysis showed that 900 out of 1433 respondents or 62.8% of the sample judged positively the reef construction whereas 533 respondents or 37.2% of the sample gave a negative response. The analysis showed that the best predictor for the reef construction was the marina construction. From those respondents who answered "yes" to the marina construction (1022), 697 respondents or 68.2% had a positive judgment concerning the reef construction. Since there are no other child nodes below this category this is considered a terminal node. Those visitors (node 1) constitute a large proportion of the sample and their opinion should be taken under serious consideration. For this terminal node, the predicted probability or, in other words, the proportion of cases in each category of the dependent variable for the leave that encompasses each case is almost 0.682. On the contrary, 411 respondents out of 1433 gave a negative "vote" concerning the marina construction. For these respondents, the analysis showed that the next best predictor was the number of visits variable.

Judging from the results we can state that 317 out of 411 respondents (22.1%) had not visited the area again in the past while 94 (6.6%) had visited the area at least one time in the past. The terminal node 3 predicts that the "first time" visitors are divided into two, and almost, equal subgroups concerning the reef construction. A "no" response to reef construction (predicted category) was given by 53.9% of respondents (predicted probability equals 0.539) while 46.1% (146 respondents) expressed a "yes" response. The terminal node 4 gave a more clear direction since 60.6% of the respondents that were split into this node gave a "yes" answer concerning the reef construction. To be more specific, for this node the predicted category to reef construction is "yes" with a predicted probability of 0.606.

The construction of an artificial reef offers the opportunity to develop and experience dive tourism. Dive tourism traditionally attracts visitors that are well-educated with high income background. Marina (jetties) construction as a core issue of marine ecotourism provides a supplementary and supportive infrastructure for achieving high rates of performance in combination with the reef construction. Therefore, marina construction suggests ecosystem stability, demonstrates an organized coastal site, contributes to the sustainable use of the environmental resource, provides enduring quality considering the materials used and to many people its existence offers an aesthetic stimulation. It would be useful to mention that environmental issues such as water quality, natural habitats and system's stability should be of high importance. Considering the above reasons we safely conclude that marina construction was fairly deemed as a crucial parameter in the classification tree model. The interaction among local society, dive tourism and artificial reef construction is presented in Figure 3. Visitation parameter remains the crucial benchmark of any tourism accomplishment. In the present study we examined the role of visitation variable in reef construction.

In other words we intended to find how experienced visitation phenomenon (potential previous visits on the site) could possibly influence the decision of constructing an artificial reef. Visitors' judgments should be incorporated in any tourism plan so as to implement effective tourism policies. It is beneficial to know visitors' judgments concerning a situation and

predicting the way that visitors will act in future events and occasions since such visitors' judgments deeply affect the destination selection process.

Figure 3: The interaction among local society, dive tourism and artificial reefs.

No one would deny that increased visitation rates are in direct connection with advanced tourism experience. To this effort, managers and local authorities should consider the reef construction as a valuable means of establishing sustainable tourism products. By this effort, visitors will find opportunities to get directly involved with the marine environment, gain unique experience and feelings of satisfaction within a safe and healthy marine environment. The benefits derived from incorporating artificial reefs into the offered tourism experience are multiple. Artificial reefs provide biological replenishment to local populations and combat illegal fishing while they can be used for enhancing the economic activity in the study area (occupation, increased income for the local communities, indirect benefits to other tourism related businesses etc). OSPAR commission states that the construction and/or placement of an artificial reef should shed light on potential negative environmental effects such as changes in wave action, current velocities and direction as well as patterns of sediments distribution and sediment chemistry.

The value of the risk estimate in this analysis is high. It goes without saying that further analysis and research should be done so as to examine more predictor variables and take the proper decision. To conclude it would be useful to mention that local communities and a large proportion of site visitors may ignore the valuable benefits of reef construction and placement in the study area. Local authorities should take the initiative and start organizing conferences and symposiums in view of communicating how effective resource exploitation, environmental management and modern tourism products can bring revenue and ensure well being (quality of life).

References

Davenport J. and Davenport J.L. (2006). The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. Estuarine, Coastal and Shelf Sciences, 67, 280-292.

Ding Y. and Simonoff J.S. (2010). An investigation of missing data methods for classification trees applied to binary response data. Journal of Machine Learning Research 11, 131-170.

Dwyer L.(2009). Destination and enterprise management for a tourism future. Tourism Management, 30, 63-74.

Higgins-Desbiolles F. (2006). More than an "industry": the forgotten power of tourism as a social force. Tourism Management, 27, 1192-1208.

IBM SPSS. (2010). IBM SPSS decision trees 19. SPSS Inc., IBM Company, 1989, 2010.

Jefferson A. and Lickorish L. (1988). Marketing tourism. Harlow: Longman.

Medlik S. and Middleton V.T.C. (1973). Product formulation in tourism. In Tourism and Marketing (Vol. 13). Berne: AIEST.

OSPAR Commission. (2010). Assessment of construction or placement of artificial reefs. Quality Status Report 2010.

Ritschard G. (2010). CHAID and earlier supervised tree models. No 2010.02. Department of Econometrics. University of Geneva. Switzerland.

Shani A., Polak O. and Shashar N. (2012). Artificial reefs and mass marine ecotourism. Tourism Geographie: An International Journal of Tourism Space, Place and Environment 14(3), 361-382.

Srivihok A. and Yotsawat W. (2014). Market segmentation of inbound business tourists to Thailand by binding of unsupervised and supervised learning techniques. Journal of Software, 9(5), 1334-1341.

Εφαρμογή της ηδονιστικής τιμολόγησης στις τιμές των τουριστικών καταλυμάτων για την αποτίμηση της αξίας της θέας των δωματίων

Διονύσης Λατινόπουλος
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πανεπιστημιούπολη, 54124, Θεσσαλονίκη
dlatinop@plandevel.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
Η ηδονιστική τιμολόγηση αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες έμμεσες μεθόδους οικονομικής αποτίμησης του περιβάλλοντος, η οποία έχει ως κύριο πεδίο εφαρμογής της την αγορά ακινήτων. Τα τελευταία χρόνια ωστόσο η μέθοδος αυτή επεκτείνεται και σε άλλα «σύνθετα» αγοραία αγαθά, η τιμή των οποίων συν-καθορίζεται από διάφορα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Μια τέτοια περίπτωση είναι αυτή των τιμών των τουριστικών καταλυμάτων, η οποία καθορίζεται από παράγοντες όπως: οι υπηρεσίες που παρέχονται από τις τουριστικές μονάδες, η θέση (τοποθεσία) των καταλυμάτων, η θέα που προσφέρει κάθε δωμάτιο, η χρονική περίοδος, κτλ. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να εξετάσει την ειδική περίπτωση της αξία της θέας στη θάλασσα, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι οι τιμές χρέωσης των δωματίων με θέα στη θάλασσα είναι συνήθως υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές δωματίων που δεν προσφέρουν τη συγκεκριμένη δυνατότητα. Για το σκοπό αυτό συλλέχθηκε, μέσω διαδικτυακών βάσεων, ένα δείγμα 557 δωματίων (από ξενοδοχεία και ενοικιαζόμενα δωμάτια) της Χαλκιδικής κατά την τουριστική περίοδο του καλοκαιριού. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, τα δεδομένα αυτά ψηφιοποιήθηκαν, ενώ παράλληλα υπολογίστηκαν όλες οι απαραίτητες για την περαιτέρω ανάλυση χωρικές μεταβλητές. Για την εφαρμογή της ηδονιστικής μεθόδου χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης με στόχο την αποτίμηση των τοπικών επιδράσεων και τη διερεύνηση της χωρικής μεταβλητότητας των συντελεστών παλινδρόμησης.

Λέξεις Κλειδιά: Θέα στη θάλασσα, ηδονιστική μέθοδος, τουρισμός, γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση.

JEL Κωδικοί: Q51, R10, Z30.

1. Εισαγωγή

Η θέα ενός δωματίου αποτελεί ένα χαρακτηριστικό το οποίο σε πολλές περιπτώσεις λαμβάνεται υπόψη κατά την διαμόρφωση της τιμής των δωματίων από τους ιδιοκτήτες/διευθυντές των τουριστικών καταλυμάτων (ξενοδοχείων και ενοικιαζόμενων δωματίων). Ο βασικός λόγος γι' αυτό είναι ότι δωμάτια με θέα σε φυσικό περιβάλλον προτιμώνται από αντίστοιχα δωμάτια χωρίς θέα από τους επισκέπτες/πελάτες των τουριστικών καταλυμάτων. Κατά συνέπεια, αρκετοί επισκέπτες είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν ένα χρηματικό ποσό για το συγκεκριμένο αγαθό, αποδίδοντάς του έτσι μια οικονομική αξία. Η αξία αυτή συνδέεται άμεσα με την αισθητική αξία του φυσικού περιβάλλοντος, η οποία σύμφωνα με την Εκτίμηση της Χιλιετίας για τα Οικοσυστήματα (Millennium Ecosystem Assessment) αποτελεί μία από τις κύριες συνιστώσες των πολιτιστικών υπηρεσιών ενός οικοσυστήματος (MEA, 2005).

Σε παράκτιες περιοχές, η αισθητική αξία διαμορφώνεται κυρίως από την θέα της θάλασσας. Αυτή, παρόλο που αποτελεί δημόσιο αγαθό - καθώς παρέχεται δωρεάν σε πολλά σημεία κοντά στην ακτή - έχει βρεθεί ότι συμβάλει σημαντικά στη διαμόρφωση των τιμών των τουριστικών καταλυμάτων, ιδιαίτερα στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου όπου η θάλασσα αποτελεί σημαντικό τουριστικό πόρο (Fleischer, 2012).

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιχειρείται λοιπόν να εκτιμηθεί η οικονομική αξία του θαλασσινού τοπίου και η χωρική διαφοροποίηση της αξίας αυτής με την εφαρμογή της ηδονιστικής μεθόδου τιμολόγησης (hedonic valuation). Η εφαρμογή της εν λόγω μεθόδου πραγματοποιήθηκε στην παράκτια ζώνη της περιφερειακής ενότητας της Χαλκιδικής κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής τουριστικής περιόδου του 2015.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η ηδονιστική τιμολόγηση αποτελεί μια έμμεση μέθοδο αποτίμησης του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων, κατά την εφαρμογή της οποίας εξετάζεται μια πραγματική αγορά αγαθών και επιχειρείται η εκτίμηση της επίδρασης συγκεκριμένων (περιβαλλοντικών) χαρακτηριστικών στις τιμές των αγοραίων αγαθών. Η μεθοδολογία αυτή προκύπτει από τη θεωρία των χαρακτηριστικών της αξίας που αναπτύχθηκε κυρίως από τους Lancaster (1966) και Rosen (1974) και εντάσσεται στη γενική κατηγορία των μεθόδων αποκαλυπτόμενων προτιμήσεων. Στηρίζεται στην παραδοχή ότι η συμπεριφορά των ατόμων σε μια αγορά «σύνθετων» αγαθών που ενσωματώνουν και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά φανερώνει (αποκαλύπτει) – μεταξύ άλλων – την αξία που αποδίδουν τα συγκεκριμένα άτομα στα υπό εξέταση περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά και στις πιθανές μεταβολές τους (π.χ. βελτίωση ή υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος) (Pearce and Ozdemiroglu, 2002). Η ηδονιστική μέθοδος τα τελευταία χρόνια συνδυάζεται, όλο και πιο συχνά με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης που έχουν στις τιμές των υπό εξέταση αγαθών διάφορα χαρακτηριστικά (συμπεριλαμβανομένων και των περιβαλλοντικών) με χωρική διάσταση (Schläpfer et al., 2015). Στο πλαίσιο αυτό έχουν αναπτυχθεί και μια σειρά από οικονομετρικές μεθόδους ανάλυσης (μοντέλα χωρικής παλινδρόμησης) οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τη χωρική διάσταση (Anselin, 1988).

Στην παρούσα εργασία η εφαρμογή της ηδονιστικής τιμολόγησης αποσκοπεί στην έμμεση εκτίμηση της επιθυμίας πληρωμής των επισκεπτών/τουριστών μιας περιοχής προκειμένου να διαμείνουν σ' ένα τουριστικό κατάλυμα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένης της θέας του δωματίου στη θάλασσα. Η ηδονιστική μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις κατά το παρελθόν στον τουριστικό τομέα για να αποτιμήσει την σημασία των επιμέρους χαρακτηριστικών των προσφερόμενων δωματίων στη διαμόρφωση των τιμών τους (π.χ. Espinet et al., 2003; Monty and Skidmore, 2003; Thrane, 2007). Ωστόσο, σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις έχουν χρησιμοποιηθεί οικονομετρικά μοντέλα που εξετάζουν τις χωρικές παραμέτρους (τα χαρακτηριστικά της περιοχής που βρίσκονται τα τουριστικά καταλύματα) με τη χρήση μοντέλων χωρικής παλινδρόμησης (π.χ. Zhang et al., 2011). Ακόμα λιγότερες είναι οι μελέτες που εξετάζουν την επίδραση των χαρακτηριστικών του φυσικού περιβάλλοντος – μεταξύ των οποίων και την αξία της θέας στη θάλασσα – στη διαμόρφωση των τιμών των δωματίων (π.χ. Fleischer, 2012; Rigall-I-Torrent et al., 2011).

3. Μέθοδοι και δεδομένα

3.1 Περιγραφή της ηδονιστικής τιμολόγησης

Σύμφωνα με τον Rosen (1974), διάφορα αγοραία προϊόντα/υπηρεσίες μπορούν να περιγραφούν ως ένα σύνολο διαφορετικών χαρακτηριστικών που ενσωματώνονται σ' ένα «σύνθετο» αγαθό. Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν μπορούν να πωληθούν ξεχωριστά αλλά συνδιαμορφώνουν την τελική τιμή/αξία των εν λόγω αγοραίων αγαθών. Στόχος της μεθόδου της ηδονιστικής τιμολόγησης είναι λοιπόν να εκτιμήσει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ των επιμέρους χαρακτηριστικών και της αξίας του αγοραίου αγαθού.

Τα χαρακτηριστικά ενός δωματίου ξενοδοχείου ή ενοικιαζόμενου διαμερίσματος μπορούν να διακριθούν σε τέσσερις γενικές κατηγορίες: χαρακτηριστικά του δωματίου/ξενοδοχείου που αφορούν την ίδια την επιχείρηση και την ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών (R), χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος και των λειτουργιών του (E), χαρακτηριστικά που αφορούν την τοποθεσία του καταλύματος αλλά δεν σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον (L) και χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την εποχικότητα (T). Εφαρμόζοντας επομένως τη θεωρία της ηδονιστικής τιμολόγησης, η τιμή P_i ενός δωματίου i καθορίζεται από ένα σύνολο χαρακτηριστικών ως εξής:

$$P_i = f_i(R_{i,k}, E_{i,n}, L_{i,m}, T_{i,j}) \qquad (1)$$

Η μερική παράγωγος της παραπάνω συνάρτησης ως προς την ποσότητα/τιμή οποιουδήποτε χαρακτηριστικού (μεταξύ των οποίων και των περιβαλλοντικών) ισούται με την οριακή συμβολή αυτού επί της αξίας του δωματίου και άρα μπορεί να αποτελέσει εκτίμηση της αξίας του ίδιου του υπό εξέταση χαρακτηριστικού. Η τιμή αυτή της μερικής παραγώγου αποτελεί στην ουσία την *ceteris paribus* επιθυμία του καταναλωτή (επισκέπτη) να πληρώσει για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Η πιο συνηθισμένη μέθοδος για την εκτίμηση της παραπάνω συνάρτησης είναι η εφαρμογή ενός γραμμικού προτύπου παλινδρόμησης που επιλύεται με τη βοήθεια της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων (OLS):

$$P_i = a + \beta Z_i + \varepsilon_i \qquad (2)$$

όπου α είναι ο σταθερός όρος, β είναι το διάνυσμα των συντελεστών παλινδρόμησης των Z χαρακτηριστικών των δωματίων και ε είναι το τυχαίο σφάλμα.

3.2 Γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση

Αξίζει να σημειωθεί ότι το ηδονιστικό μοντέλο στηρίζεται σε αρκετές υποθέσεις: π.χ. ισορροπία στην αγορά, πλήρως ενημερωμένοι επισκέπτες για τα χαρακτηριστικά των δωματίων, κ.ά. Μεταξύ των υποθέσεων αυτών περιλαμβάνεται και η υπόθεση ότι το τυχαίο σφάλμα της εξίσωσης 2 ακολουθεί μια κανονική κατανομή, με μέση τιμή μηδέν και σταθερή διακύμανση (δηλαδή ότι τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση). Ωστόσο, σε αρκετές περιπτώσεις είναι σκόπιμο να συμπεριληφθούν στο ηδονιστικό μοντέλο κάποια χαρακτηριστικά με χωρικό χαρακτήρα (π.χ. χαρακτηριστικά τοποθεσίας, αποστάσεις), τα οποία αν και δεν έχουν άμεση σχέση με τα εγγενή χαρακτηριστικά του δωματίου (ή του καταλύματος) ενδέχεται να επηρεάζουν την τιμή του. Τα χωρικά αυτά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν συχνά τοπική ομοιογένεια, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με την υπόθεση της απουσίας αυτοσυσχέτισης και άρα ενδέχεται να οδηγήσουν σε εκτίμηση μεροληπτικών συντελεστών παλινδρόμησης (Mallios et al., 2009). Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος χρησιμοποιούνται διάφορα μοντέλα που ενσωματώνουν τα χωρικά δεδομένα στο μοντέλο της παλινδρόμησης, μεταξύ των οποίων

συμπεριλαμβάνεται και η μέθοδος της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης (Geographically Weighted Regression - GWR).

Η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση επεκτείνει το κλασικό γραμμικό μοντέλο παλινδρόμησης, ενσωματώνοντας σ' αυτό χωρικά δεδομένα και επιτρέποντας έτσι την εκτίμηση τοπικών συντελεστών παλινδρόμησης. Η βασική της διαφορά επομένως από το κλασικό OLS μοντέλο είναι ότι οι παρατηρήσεις σταθμίζονται με βάση τη γεωγραφική τους θέση με αποτέλεσμα η ανάλυση να γίνεται πλέον όχι σε υπερτοπική κλίμακα (global model – με χωρικά σταθερούς δείκτες παλινδρόμησης) αλλά σε τοπικό επίπεδο (local model). Συγκεκριμένα, η GWR θεωρεί ότι τα στοιχεία που βρίσκονται κοντά σε ένα σημείο *i* με συντεταγμένες (μ_i, ν_i) έχουν μεγαλύτερη επιρροή στην εκτίμηση των τοπικών συντελεστών παλινδρόμησης από στοιχεία που βρίσκονται μακρύτερα από το σημείο αυτό. Συνεπώς, το μοντέλο της εξίσωσης παλινδρόμησης, ξεφεύγει από την κλασική θεώρηση του OLS μοντέλου όπου οι σχέσεις μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητης μεταβλητής είναι σταθερές σ' όλη την περιοχή μελέτης (εξίσωση 2) και η συνάρτηση παλινδρόμησης για κάθε παρατήρηση (δωμάτιο) *i* παίρνει πλέον την παρακάτω μορφή:

$$P_i = a(\mu_i, \nu_i) + \beta(\mu_i, \nu_i) Z_i + \varepsilon_i \qquad (3)$$

3.3 Περιοχή μελέτης και συλλογή δεδομένων

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η παράκτια ζώνη της περιφερειακής ενότητας Χαλκιδικής. Η περιοχή αυτή παρουσιάζει μεγάλη τουριστική ζήτηση κατά την καλοκαιρινή περίοδο και διαθέτει ένα πολύ σημαντικό αριθμό τουριστικών καταλυμάτων. Η συλλογή δεδομένων στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων (αναζήτησης δωματίων) διαθέσιμης στο ίντερνετ με σκοπό την κατά το δυνατό μεγαλύτερη ομοιογένεια (στη χρονική περίοδο της αναζήτησης και της κράτησης δωματίου) καθώς και τη μεγαλύτερη δυνατή λεπτομέρεια των χαρακτηριστικών των δωματίων. Σημειώνεται ότι αντίστοιχη μεθοδολογία αναζήτησης δεδομένων έχει πραγματοποιηθεί και σε προηγούμενες εφαρμογές της ηδονιστικής τιμολόγησης στον τουριστικό κλάδο (Andersson, 2010; Fleischer, 2012). Η αναζήτηση δεδομένων πραγματοποιήθηκε την περίοδο 17-20/8 για δεδομένη ημερομηνία διαμονής (Σάββατο 5/9/2015) με σκοπό οι τιμές των δωματίων να αναζητηθούν υπό σταθερές συνθήκες ζήτησης ώστε να μην συμπεριληφθεί τελικά η παράμετρος του χρόνου *T* (εποχικότητας) στην οικονομετρική ανάλυση. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την ημερομηνία αναζήτησης η μέση πληρότητα των καταλυμάτων στην περιοχή μελέτης ήταν ίση με 52%.

Σε αντίθεση με την εργασία της Fleischer (2012), η συλλογή δεδομένων δεν επικέντρωσε μόνο σε καταλύματα που πρόσφεραν θέα στη θάλασσα γιατί θεωρήθηκε ότι τα συγκεκριμένα καταλύματα μπορούν να εφαρμόσουν διακρίσεις στην τιμολόγηση (price discrimination) που θα οδηγούσε σε μια *de facto* στατιστικά σημαντική αξία της θέας. Βασικές προϋποθέσεις ωστόσο για την επιλογή των δωματίων ήταν να αναγράφονται για κάθε δωμάτιο τα χαρακτηριστικά της θέας του (θάλασσα, βουνό, κήπος ή πισίνα) και το συγκεκριμένο κατάλυμα να βρίσκεται εντός της παράκτιας ζώνης (απόσταση ως 3χλμ από την ακτή και υψόμετρο ως 300μ). Υπό αυτές τις προϋποθέσεις, κάθε παρατήρηση (δωμάτιο) βρίσκεται εντός μιας περιοχής που μπορεί να προσφέρει τη θέα στη θάλασσα ως δημόσιο αγαθό καθιστώντας την επομένως δυνητικό χαρακτηριστικό της απόφασης των επισκεπτών. Με τον τρόπο αυτό και με βάση τη συνολική διαθεσιμότητα της περιοχής κατά την περίοδο αναζήτησης συλλέχθηκαν δεδομένα για 557 δωμάτια (Χάρτης 1), για κάθε ένα από τα οποία εξετάστηκαν 26 χαρακτηριστικά που περιγράφονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Περιγραφική στατιστική των μεταβλητών του ηδονιστικού μοντέλου

Μεταβλητή (Κατηγορία)	**Περιγραφή**	**Αναμενόμενο πρόσημο**	**Μέση τιμή**	**Τυπική απόκλιση**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέγιστη τιμή**
Price[1]	Τιμή δωματίου[1] (€)	EM[1]	82.47	64.53	20	464
Rooms (R)	Αριθμός δωματίων του καταλύματος	+	50.33	90.32	1	483
Persons (R)	Αριθμός ατόμων ανά δωμάτιο	+	2.84	1.09	2	9
3star (R)	1 = Ξενοδοχείο τριών αστέρων	+	0.13	0.33	0	1
4star (R)	1 = Ξενοδοχείο τεσσάρων αστέρων	+	0.13	0.33	0	1
5star (R)	1 = Ξενοδοχείο πέντε αστέρων	+	0.05	0.22	0	1
Luxury (R)	1 = Περιγραφή δωματίου ως πολυτελείας (deluxe)	+	0.03	0.17	0	1
Villa (R)	1 = Περιγραφή καταλύματος ως βίλλα	+	0.04	0.20	0	1
Apartm (R)	1= Περιγραφή καταλύματος ως ενοικιαζόμενο δωμάτιο	-	0.46	0.50	0	1
Suite (R)	1 = Περιγραφή δωματίου ως σουίτα	+	0.08	0.28	0	1
Spa_wellness (R)	1= Διαθεσιμότητα κέντρου ευεξίας και σπα	+	0.17	0.37	0	1
Outdoor_sport (R)	1 = Πραγματοποίηση υπαίθριων δραστηριοτήτων/αθλημάτων	+	0.23	0.42	0	1
Room_service (R)	1 = Προσφέρονται υπηρεσίες δωματίου	+	0.28	0.45	0	1
Refund (R)	1 = Δυνατότητα επιστροφής χρημάτων	+	0.14	0.35	0	1
Cust_rating (R)	Μέση αξιολόγηση πελατών (κλίμακα 1-10)[2]	+	7.81	1.00	4.1	10
Breakfast (R)	1 = Προσφέρεται πρωινό στην τιμή	+	0.32	0.47	0	1
Half_board (R)	1= Προσφέρεται ημιδιατροφή	+	0.10	0.31	0	1
All_inclusive (R)	1= Προσφέρεται πλήρης διατροφή	+	0.05	0.22	0	1
Pool (R)	1 = Διαθεσιμότητα εξωτερικής πισίνας	+	0.40	0.49	0	1
Parking (R)	1= Δυνατότητα δωρεάν στάθμευσης	+	0.90	0.29	0	1
Wi-fi (R)	1= Δωρεάν παροχή wi-fi στο δωμάτιο	+	0.71	0.45	0	1
Seaview (E)	1 = Δωμάτιο με θέα στη θάλασσα	+	0.43	0.50	0	1
D_blueflags (E)	Απόσταση από ακτή με γαλάζια σημαία (m)	-	4711	4124	42.96	15512
D_shore (E)	Απόσταση από ακτή (m)	-	289.28	352.51	20.16	2988.69
D_forest (E)	Απόσταση από δασικές εκτάσεις (m)	-	3338	5334	0	24393
Density (L)	Πυκνότητα ξενοδοχειακών μονάδων	?	771.85	1168.75	37.3	8159.72
Urban (L)	1 = Κατάλυμα εντός οικισμού	-	0.37	0.48	0	1

[1]Εξαρτημένη Μεταβλητή

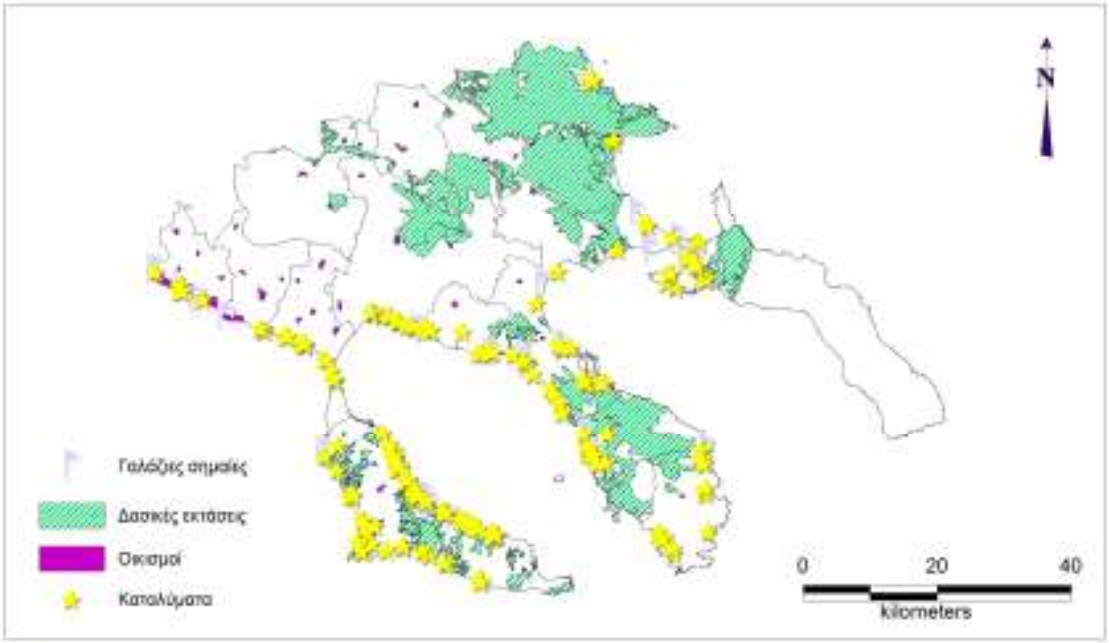
[2] Η συγκεκριμένη παράμετρος χρησιμοποιείται ως ανεξάρτητη μεταβλητή καθώς έχει διαπιστωθεί σε προηγούμενες μελέτες ότι μπορεί να επηρεάζει θετικά τη ζήτηση των δωματίων και άρα και τις τιμές τους (Öğüt and Taş, 2009).

Μεταξύ των διαφόρων μορφών προτύπου που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση παλινδρόμησης επιλέχθηκε στην παρούσα εργασία το ημι-λογαριθμικό γραμμικό πρότυπο, το οποίο για την περίπτωση της GWR πήρε την εξής μορφή:

$$\ln P_i = a(g_i) + \beta_1(g_i)R_{i,1} + \ldots + \beta_{20}(g_i)R_{i,20} + \beta_{21}(g_i)E_{i,1} + \ldots + \beta_{24}(g_i)E_{i,4} + \beta_{25}(g_i)L_{i,1} + \beta_{26}(g_i)L_{i,2} + e \quad (4)$$

όπου η εξαρτημένη μεταβλητή (lnP_i) είναι ο φυσικός λογάριθμός της τιμής ενός δωματίου για μία διανυκτέρευση και g είναι το διάνυσμα των συντεταγμένων (μ_i, v_i) της θέσης κάθε παρατήρησης (δωματίου). Στο επιλεγμένο πρότυπο, η επίδραση των συντελεστών β_i στην τιμή των δωματίων μπορεί να ερμηνευτεί σύμφωνα με τη σχέση: $\%\Delta Price=100[exp(\beta_i)-1]$ και άρα η τιμή $100*\beta_i$ αποτελεί μια καλή προσέγγιση της ποσοστιαίας μεταβολής της τιμής του δωματίου P_i όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή Z_i μεταβληθεί κατά μία μονάδα. Κατά την εφαρμογή της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης τα βάρη ορίστηκαν ως συνεχείς συναρτήσεις της απόστασης και υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας μια σταθερή μέθοδο στάθμισης (σταθερό εύρος ζώνης), η οποία στηρίζεται στη συνάρτηση Gauss. Η οικονομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού GWR4.0

Χάρτης 1. Χάρτης περιοχής μελέτης και γεωγραφική θέση των καταλυμάτων του δείγματος



4. Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης, τόσο για το ολικό μοντέλο (global model) με σταθερούς συντελεστές β_i για το σύνολο της περιοχής μελέτης, όσο και για το τοπικό μοντέλο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης (local model). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν βρέθηκε να έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση επί της τιμής των δωματίων και μάλιστα με τα αναμενόμενα πρόσημα. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι και τα τέσσερα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά (θέα στη θάλασσα, αποστάσεις από την πλησιέστερη ακτή, την

πλησιέστερη ακτή με γαλάζια σημαία και τις δασικές εκτάσεις) βρέθηκαν στατιστικά σημαντικά, ενώ επίσης διαπιστώθηκε ότι παρουσιάζουν σημαντική χωρική διακύμανση.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης

	Global model	Local Model - GWR		
	Coefficient	Min	Mean	Max
Σταθερός όρος	3.0290***	2.5845	3.0170	3.1563
Χαρακτηριστικά δωματίου/καταλύματος				
Rooms	0.0004*	-0.0037	3.2-e05	0.0011
Persons	0.1574***	0.0857	0.1727	0.2185
3star	0.1167***	-0.1924	0.0748	0.2842
4star	0.3849***	0.2704	0.4625	0.9211
5star	0.4539***	0.1920	0.5841	1.9792
Luxury	0.4585***	0.3069	0.4726	0.6418
Villa	0.6850***	0.1900	0.6643	1.3911
Suite	0.2033***	0.1202	0.1917	0.3423
Apartm	-0.0381	-0.1484	-0.0710	0.1014
Spa_wellness	0.1189**	-0.2443	0.0780	0.4628
Outdoor_sport	0.0784*	-0.0788	0.0513	0.2850
Room_service	0.1566***	0.0197	0.1552	0.3056
Refund	0.1182***	0.0471	0.1446	0.3696
Cust_rating	0.0478***	0.0124	0.0455	0.0982
Breakfast	0.1928***	0.1005	0.1812	0.4415
Half_board	0.3934***	0.1367	0.3702	0.5363
All_inclusive	0.5425***	0.4664	0.5825	0.7069
Pool	0.0193	-0.0390	0.0428	0.1089
Parking	-0.0326	-0.0976	-0.0356	0.1800
Wi-fi	0.0792***	-0.2936	0.0563	0.2418
Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά				
Seaview	0.0474*	-0.0051	0.0439	0.1014
D_blueflags	-5e-06*	-23e-06	-8e-06	7e-06
D_shore	-7e-05*	-26e-05	-4.3e-05	4e-05
D_forest	-8e-06***	-29e-06	-1e-06	18e-06
Λοιπά χαρακτηριστικά τοποθεσίας				
Density	3e-05**	-4.7e-05	5.3e-05	11e-05
Urban	-0.0580**	-0.1509	-0.0181	0.1379
N	557	557		
R^2	0.784	0.879		
Adj R^2	0.774	0.835		
F-statistic (GRW ANOVA)	-	2.64***		
AIC_c	195.01	122.18		
CV	0.0838	0.0704		

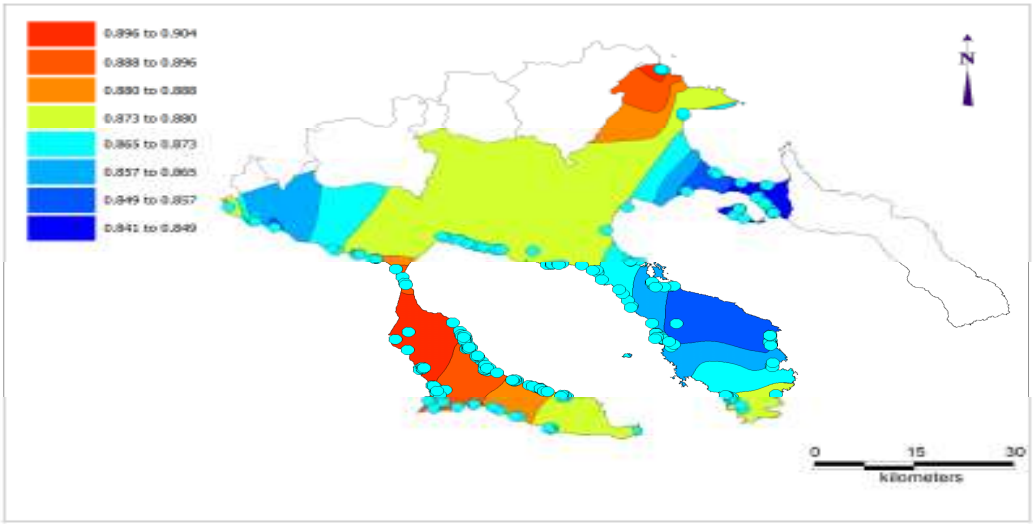
*, **, *** = Στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας 10%,5% και 1% αντίστοιχα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 2, το τοπικό μοντέλο της GWR παρουσιάζει υψηλότερες τιμές R^2 και adj-R^2 και επομένως καλύτερη προσαρμογή από το ολικό μοντέλο. Άλλωστε, οι τιμές του R^2, όπως φαίνονται στον Χάρτη 2 (ύστερα από χωρική παρεμβολή των αποτελεσμάτων), κυμαίνονται από 0.841 έως και 0.904 και είναι άρα υψηλότερες από την τιμή του ολικού μοντέλου σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Επίσης, το τοπικό GWR μοντέλο παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές στις στατιστικές ελέγχου AIC_c (διορθωμένο Akaike Info Criterion) και CV (Cross Validation), ενώ η τιμή της στατιστική ελέγχου F (GWR-ANOVA) που εξετάζει τη βελτίωση (μείωση στη διακύμανσης του σφάλματος) μεταξύ του GWR και του ολικού μοντέλου παρόλο που είναι σχετικά χαμηλή (2.64) είναι στατιστικά σημαντική.

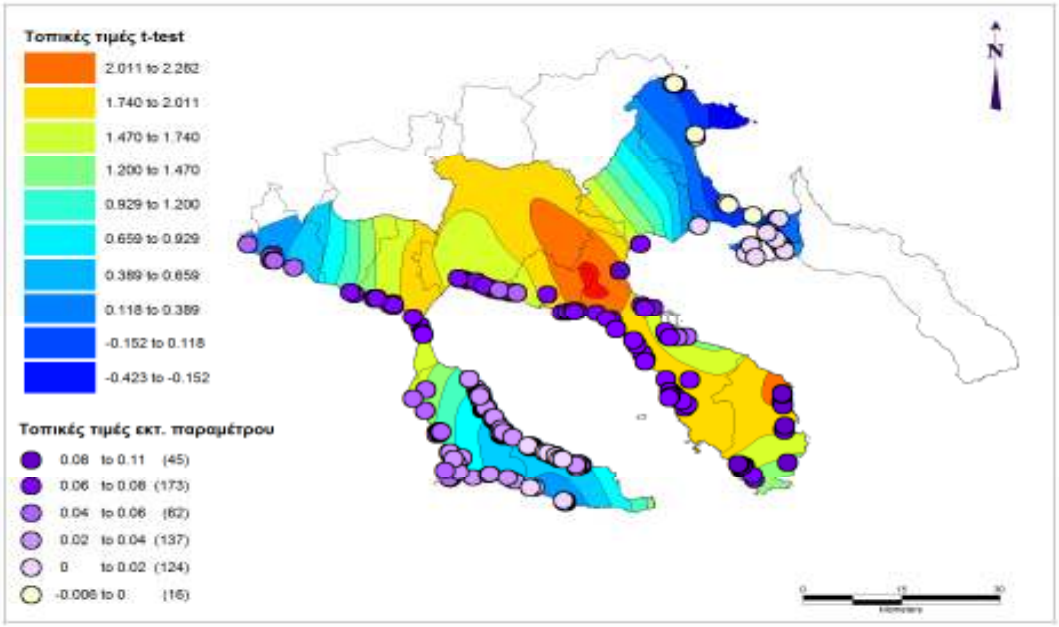
Ένα από τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης είναι το γεγονός ότι επιτρέπει την εκτίμηση: (α) τοπικών συντελεστών παλινδρόμησης για τα υπό εξέταση χαρακτηριστικά (ανεξάρτητες μεταβλητές), καθώς και (β) το τοπικό επίπεδο σημαντικότητας των χαρακτηριστικών αυτών. Στη συνέχεια, η χωρική διακύμανση και των δύο αυτών τιμών μπορεί να απεικονιστεί με τη βοήθεια κάποιου θεματικού χάρτη. Έτσι, αν και η επίδραση «της θέας στη θάλασσα» στις τιμές των δωματίων, φαίνεται για το σύνολο της περιοχής μελέτης να αντιστοιχεί περίπου στο 4.5% της αξίας των δωματίων, στον Χάρτη 3 διακρίνονται περιοχές που το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό δεν επηρεάζει στατιστικά την τιμή των δωματίων (π.χ. στη μεγαλύτερη έκταση της χερσονήσου της Κασσάνδρας). Ταυτόχρονα, στον ίδιο Χάρτη διακρίνονται αρκετές περιοχές όπου η επίδραση της θέας είναι στατιστικά σημαντική και μάλιστα αυξάνει ως και 10% τις τιμές των δωματίων (π.χ. στην μεγαλύτερη έκταση της χερσονήσου της Σιθωνίας). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περιοχές με υψηλές και στατιστικά σημαντικές τιμές των τοπικών συντελεστών της «θέας στη θάλασσα» είναι περιοχές με: (α) καταλύματα που εμφανίζονται σε αρκετά μεγαλύτερη εγγύτητα στη θάλασσα από τα υπόλοιπα καταλύματα του δείγματος καθώς και (β) περιοχές που βρίσκονται κοντά σε παράκτιους οικότοπους με μεγάλη οικολογική αξία.

Άλλα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκε η χωρική διακύμανση των τοπικών τους παραμέτρων (και των επιπέδων σημαντικότητάς τους) είναι αυτά της απόστασης των δωματίων από την πλησιέστερη ακτή καθώς και από την πλησιέστερη ακτή με γαλάζια σημαία. Παρατηρώντας τους Χάρτες 4 και 5 διαπιστώνεται ότι τα δύο αυτά χαρακτηριστικά, αν και αρκετά όμοια στον ορισμό τους διαφέρουν σημαντικά ως προς τα αποτελέσματά τους.

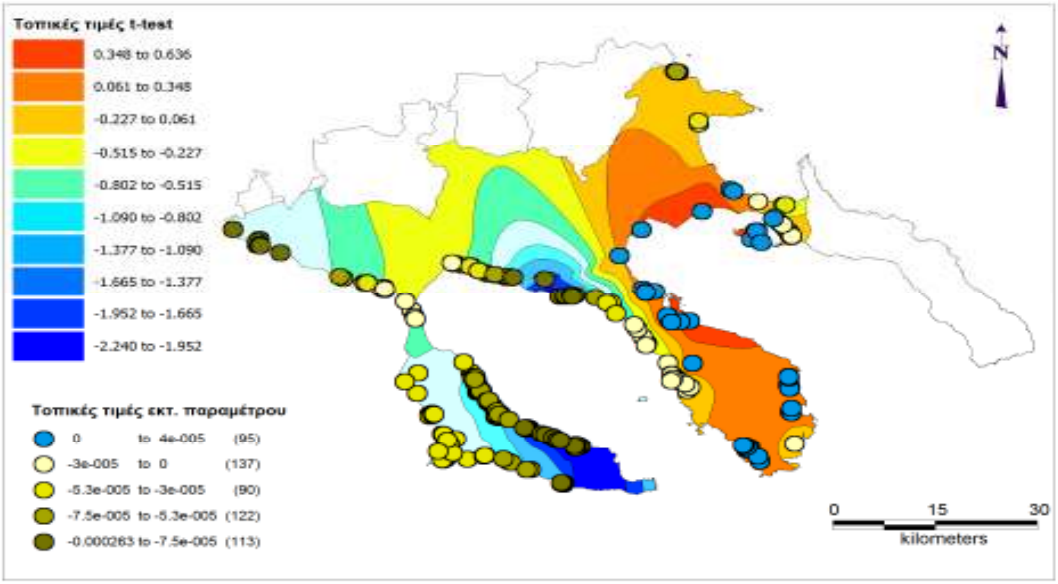
Χάρτης 2. Χάρτης τοπικών τιμών R^2



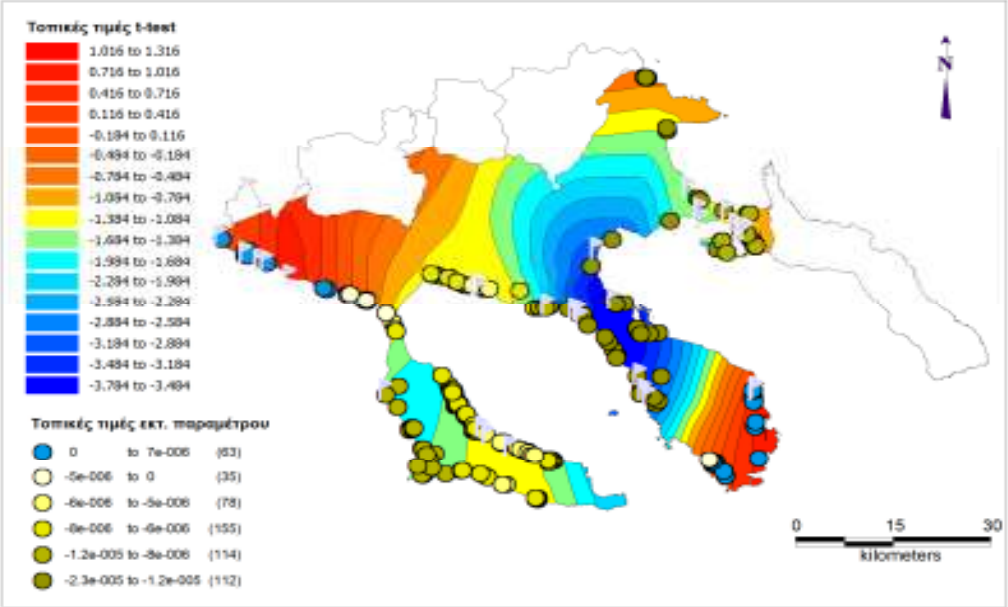
Χάρτης 3. Χάρτης τοπικών παραμέτρων και τιμών t-test της μεταβλητής «θέα στη θάλασσα»



Χάρτης 4. Χάρτης τοπικών παραμέτρων της μεταβλητής «απόσταση από την ακτή»



Χάρτης 5. Χάρτης τοπικών παραμέτρων της μεταβλητής «απόσταση από γαλάζιες σημαίες»



5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία εφαρμόζεται ένα μοντέλο ηδονιστικής τιμολόγησης το οποίο επιχειρεί με τη βοήθεια της μεθόδου της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης να διερευνήσει την αξία της θέας στη θάλασσα, αποτιμώντας έτσι μια βασική λειτουργία του παράκτιου περιβάλλοντος (αισθητική αξία). Η αξία αυτή βρέθηκε ότι σε κάθε δωμάτιο με θέα αντιστοιχεί περίπου στο 4.5% της προσφερόμενης τιμής του. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έρχονται σε αντίθεση με το βασικό συμπέρασμα της εργασίας της Fleischer (2012), σύμφωνα με την οποία, η αξία της «θέας στη θάλασσας» έχει μια σταθερή τιμή σ' όλες τις παράκτιες τουριστικές περιοχές της μεσογείου. Αντίθετα, στην παρούσα εργασία φαίνεται ότι υπάρχει σημαντική χωρική διαφοροποίηση των συντελεστών παλινδρόμησης που αναφέρονται στο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, γεγονός που αποδίδεται τόσο στην εφαρμογή της GWR (αντί της OLS) όσο και στις αρχικές προϋποθέσεις επιλογής του δείγματος, κατά τις οποίες δεν αποκλείστηκαν καταλύματα που δεν προσφέρουν θέα στη θάλασσα.

Μια μελλοντική ερευνητική προσπάθεια θα μπορούσε να περιλαμβάνει την περαιτέρω διερεύνηση των χαρακτηριστικών τόσο των τουριστών όσο και της τυπολογίας της θέας στις περιοχές όπου το εν λόγω χαρακτηριστικό παρουσιάζεται ιδιαίτερα σημαντικό. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι πέρα από τη θέα στη θάλασσα αντίστοιχη σημασία έχει και η περαιτέρω ανάλυση της χωρικής διακύμανσης όλων των άλλων χαρακτηριστικών και ειδικότερα των περιβαλλοντικών, τα οποία συνδέονται με συγκεκριμένες (πολιτιστικές) υπηρεσίες του παράκτιου οικοσυστήματος (αισθητική απόλαυση, ευκαιρίες για αναψυχή και τουρισμό ευημερία και ποιότητα ζωής).

Βιβλιογραφία

Andersson D.E. (2010). Hotel attributes and hedonic prices: an analysis of internet-based transactions in Singapore's market for hotel rooms, The Annals of Regional Science, 44 (2), 229-240.

Anselin L. (1988). Spatial econometrics: methods and models, Kluwer Academic Publishing, Dordrecht.

Espinet J.M., Saez M., Coenders G. and Fluvià M. (2003). Effect on prices of the attributes of the holiday hotels: a hedonic prices approach, Tourism Economics, 9 (2), 165-177.

Fleischer A. (2012). A room with a view – A valuation of the Mediterranean Sea View, Tourism Management, 33, 598-602.

Lancaster K.J. (1966). A new approach to consumer theory, Journal of Political Economy, 74, 132-157.

Mallios Z., Papageorgiou A., Latinopoulos D. and Latinopoulos P. (2009). Spatial Hedonic Pricing Models for the Valuation of Irrigation Water, Global NEST Journal, 11(4), 575-582.

MEA (2005). Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-Being, World Resources Institute, Washington, DC.

Monty B. and Skidmore M. (2003). Hedonic pricing and willingness to pay for bed and breakfast amenities in Southeast Wisconsin, Journal of Travel Research, 42, 195-199.

Öğüt H. and Taş O. (2009). The effect of online reviews on hotel pricing. Mediterranean Conference of Information Systems (MCIS) Proceedings, Athens, 25-27 September 2009.

Pearce D.W. and Ozdemiroglu E. (2002). Economic valuation with stated preference techniques: summary guide, Department of Transport, Local Government and the Regions, London.

Rigall-I-Torrent R., Fluvià M., Ballester R., Saló A., Ariza E. and Espinet J. (2011). The effects of beach characteristics and location with respect to hotel prices, Tourism Management, 32 (5), 1150-1158.

Rosen S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: products differentiation in pure competition, Journal of Political Economy, 82, 34-55

Schläpfer F., Waltert F., Segura L. and Kienast F. (2015). Valuation of landscape amenities: a hedonic pricing analysis of housing rents in urban, suburban and periurban Switzerland, Landscape and Urban Planning, 141, 24-40.

Thrane, C. (2007). Examining the determinants of room rates for hotels in capital cities: The Oslo experience. Journal of Revenue and Pricing Management 5 (4), 315-323.

Zhang H., Zhang J., Lu S., Cheng S. and Zhang J. (2011). Modeling hotel room price with geographically weighted regression, International Journal of Hospitality Management, 30, 1036-1043.

Productive Performance, Technology Heterogeneity and Hierarchies: Towards a Unified Framework

Kostas Tsekouras, Nikos Chatzistamoulou & Kostas Kounetas
University of Patras, Department of Economics
University Campus Rio, 26504 Patras Greece
tsekour@upatras.gr chatzist@upatras.gr kounetas@upatras.gr

Abstract

Two approaches have attempted to investigate the productive performance differentials. Each one of these approaches assumes a different technology hierarchy. The first assumes that the country frontiers have a dominant role and the productive performance differentials are due to country-specific mechanisms which result in (in-)efficient resources allocation through turbulence. The second approach focuses on the asymmetric effects of the emerging technologies on different industrial structures and the resulting productive performance differentials. The dominant technological hierarchy is the one reflected on industrial frontiers. In this paper, we employ a balanced panel of thirteen industries (Manufacturing and Transportation) on seventeen EU countries over an eight-year period, in order to shed light on the inter-relationships between the idiosyncratic productive performance, technology heterogeneity and alternative technological hierarchies. First stage empirical results suggest that with respect to the first hierarchy, transition economies exhibit idiosyncratic performance while, concerning the hierarchy dominated by the industrial frontiers, it becomes evident that misfit European industries are heavily influenced by globalization and/or environmental regulation issues. At a second stage and employing a dynamic panel probit with endogenous regressors we investigate the existence of endogeneity and time persistence of technology heterogeneity in conjunction with the role of the corresponding hierarchy.

Keywords: Technology heterogeneity, hierarchies, dynamic, endogeneity, manufacturing, transportation.
JEL classification: C51; D24; L6; L9.

Παραγωγική Απόδοση, Τεχνολογική Ετερογένεια και Ιεραρχίες: Προς ένα ενιαίο πλαίσιο

Κώστας Τσεκούρας, Νίκος Χατζησταμούλου & Κώστας Κουνετάς
Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών

Περίληψη

Δύο προσεγγίσεις έχουν επιχειρήσει να ερευνήσουν τη διαφορική παραγωγική απόδοση. Κάθε μία από αυτές υιοθετεί διαφορετική τεχνολογική ιεραρχία. Η πρώτη υποθέτει ότι τα όρια χωρών έχουν κυρίαρχο ρόλο και η διαφορική παραγωγική απόδοση οφείλεται σε μηχανισμούς που συνδέονται με τις χώρες που έχουν σαν αποτέλεσμα την αναποτελεσματική κατανομή των πόρων κυρίως μέσω διαταραχών. Η δεύτερη προσέγγιση εστιάζει στα ασύμμετρα αποτελέσματα των αναδυόμενων τεχνολογιών σε διαφορετικές κλαδικές δομές και στη επακόλουθη διαφορική παραγωγική απόδοση. Η κυρίαρχη τεχνολογική ιεραρχία είναι αυτή που αποτυπώνεται στα κλαδικά παραγωγικά όρια. Σε αυτή την εργασία χρησιμοποιούμε ένα ισορροπημένο σετ δεδομένων δεκατριών κλάδων από την Μεταποίηση και τις Μεταφορές, δεκατριών χωρών της ΕΕ για μια περίοδο οκτώ ετών για να διερευνήσουμε τις αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ της ιδιοσυγκρατικής παραγωγικής απόδοσης, της τεχνολογικής ετερογένειας και των τεχνολογικών ιεραρχιών. Τα εμπειρικά αποτελέσματα του πρώτου σταδίου καταδεικνύου ότι όσον αφορά την πρώτη ιεραρχία οι χώρες της μετάβασης παρουσιάζουν ιδιοσυγκρατική παραγωγική απόδοση ενώ στην ιεραρχία που κυριαρχείται από τα κλαδικά όρια προκύπτει ότι οι μη-προσαρμόσιμες Ευρωπαϊκές παραγωγικές επηρεάζονται ιδιαίτερα από την παγκοσμιοποίηση και θέματα περιβαλλοντικής ρύθμισης. Σε μια δεύτερη φάση χρησιμοποιώντας ένα δυναμικό probit υπόδειγμα με ενδογενείς παράγοντες ερευνούμε την ύπαρξη ενδογένειας και χρονο-εμμονής της τεχνολογικής ετερογένειας σε συνδυασμό με το ρόλο της αντίστοιχης ιεραρχίας.

Λέξεις Κλειδιά: Τεχνολογική ετερογένεια, Ιεραρχίες, δυναμικό, ενδογένεια, μεταποίηση, μεταφορές.
JEL Κωδικοί: C51, D24, L6, L9.

1. Introduction

Technology homogeneity has always been a very crucial precondition in efficiency and productivity analysis. Engineers, economists, operational researchers, and scholars from the management disciplines who have been engaged in this line of research are always very cautious to ensure that Decision Making Units (DMUs) are benchmarked against peers who employ identical production technology. In principle, each DMU is technologically comparable (strongly identical) only to itself. Viewed from this standpoint, it could be argued that achieving perfect technology homogeneity is a utopia, since "*heterogeneity of several types is everywhere*" (O'Donnell et al., 2008, Dosi et al., 2010). In other words, the urge to find commonalities among the examined DMUs and ensure as much technology homogeneity as possible, may lead instead in an idiosyncratic type of "*technological isolation*" of the examined DMUs (Tsekouras et al., 2015). In practice, when productive performance is evaluated, the examined DMUs, constituting the benchmarking set, are most of the times aggregated according to some *a priori* and based on the intuition of the researcher, shared characteristics (e.g. countries, sectors, industries, technological trajectories and business clusters). However, the lack of identifying DMU idiosyncratic productive performance characteristics may has a severe impact in defining the frontier and subsequently on the outcome of the benchmarking process in general. The idiosyncratic productive performance may be attributed to a number of specificities, peculiarities and idiosyncratic characteristics (observed or not) such as differences in the technical and managerial skills available to production entities, differences in the available resource endowments, economic infrastructure, and any other characteristics of the physical, social, institutional and economic environment in which production takes place. In this paper, we introduce and define the *DMU specific heterogeneity (DSH) on the basis of the isomorphic production sets and we present an algorithm for identifying DSH production units* on the basis of a highly aggregated frontier.

The handling of technology heterogeneity in the frontier context, has been greatly benefited by the introduction (Hayami and Ruttan 1970) and subsequent developments of the metafrontier approach (Battese and Rao, 2002; Battese et al., 2004; O'Donnell et al., 2008) which allows the incorporation of technology heterogeneity and measurement of the resulting notion of the technology gap. The issue surrounding the springs of heterogeneity, brings to the fore the concept of the technology hierarchy. For instance, country frontiers is the hierarchy which ensures the higher attainable level of technology homogeneity, *Country Dominance Hierarchy* (*CDH*) is prevailing in the analysis of (Bartlesman et al., 2013). On the other hand, in the case where the sectoral frontiers (Los & Verspagen (2006), Castellacci (2007), Castellacci and Zheng, 2010) are considered, those provide the appropriate framework for benchmarking homogeneous production entities. In the latter case, the *Sectoral Dominance Hierarchy* (*SDH*) is the pillar of the previous situation where country characteristics affect production technology constituting alternative technology hierarchies yet distinct and rather heterogeneous (Kounetas et al., 2009). In this vein, a DMU which significantly changes its productive performance under different considerations of technology hierarchy could be identified as structurally heterogeneous under the imposed alternative hierarchies of technology. In this paper we also define the *Structural Heterogeneity under alternative technology Hierarchies (HSH) and we introduce a measure of HSH in the frontier-metafrontier context*.

Both *DSH* and *HSH* are defined in the context of the technology set, the antecedent of any technology heterogeneity. In this line of argument, it is reasonable to assume that any technology heterogeneity patterns, and thus *DSH* and *HSH*, are endogenously related. More

specifically, the main research question of the present paper is to examine *the possibility that a DMU exhibiting idiosyncratic productive performance of the DSH type (at a technologically homogeneous environment), is endogenously related to the HSH type (in an environment where hierarchical technology heterogeneity is taken into consideration) associated to the former. In a nutshell, we investigate if the adopted, and most of the times imposed, technological hierarchy distorts the benchmarking process and is responsible for the idiosyncratic behavior of some of the corresponding production entities.*

We employ a balanced panel corresponding to seventeen European countries and thirteen industries from Manufacturing and Transportation sectors covering the period from 1999 to 2006. We exploit the potential of a recent econometric technique (proposed by Giles and Murtazashvili, 2010) estimating a dynamic panel probit model with an endogenous regressor which allows us to test for technology heterogeneity, time persistence and to examine the role of the initial conditions. The empirical results reveal that both DSH and HSH are mainly traced in the left tail of the productive performance distribution, and a type of weak endogeneity between the two types of heterogeneity is identifiable irrespectively to the technological hierarchy analyzed. Moreover, path dependence and initial conditions are the catalysts provoking technological heterogeneity and endogenous interdependence between the two types of heterogeneity that is the *DSH* and the *HSH*.

2. Methodological underpinnings

Our methodological framework is developed in three interconnected stages as below.

Definition 1. Let us first define the *Benchmarking Set* B given as the input-oriented frontier $F=\{(x,y)\in S: D_I(x,y)=1\}$[23] associated with technology $S=\{(x,y): x \text{ can produce } y\}$ that can be characterized as the upper boundary or the "technology frontier" for K entities.

For a given production entity (x,y), the estimations of the Simar and Wilson's (1998;2000) bootstrap DEA provide the following quantities:

$$\widehat{TE_m}(x,y)\equiv\theta(x,y)=\min\{\theta \mid \theta>0, y_i\le\sum_{i=1}^{n}\gamma_i y_i;\theta_x\ge\sum_{i=1}^{n}\gamma_i x_i \text{ for } \gamma_i \text{ such that } \sum_{i=1}^{n}\gamma_i=1;\ \gamma_i\ge 0, i=1,2,\ldots,n\} \quad (1)$$

$$\widehat{bias}\left(\widehat{\theta_i(x,y)}\right)\approx\frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\widehat{\theta^*_{i,B}}(x,y)-\widehat{\theta_i}(x,y) \quad (2)$$

$$\widehat{std}^2\left(\widehat{\theta_i(x,y)}\right)\approx\frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\widehat{\theta^{*,2}_{i,B}}(x,y)-\left(\frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\widehat{\theta^*_{i,B}}(x,y)\right)^2 \quad (3)$$

Definition 2. We define as w_i[24] the ratio of bias correction to standard deviation of the bootstrap estimated technical efficiency scores for each $i-th$ production entity as:

[23] The *input distance function* $D_I(x,y)=\sup\{\theta>0: x/\theta\in L(y)\}$, stands for the smallest input quantity vector on the ray from the origin through x that can produce where $L(y)=\{x\in R^N_+:(x,y)\in S\}$.

[24] This ratio incorporates and internalizes the combined effect of bias and variance resulting from the heterogeneous nature of the transformation of inputs into outputs along with the noise from the iterative process of the bootstrap technique, may shed light on the entity that is less likely to be part of a certain group of production entities.

$$w_i = \frac{bias_i}{s.e_i}, i = 1, 2, ..., K \quad (4)$$ [25]

Then the one with the minimum ratio is removed from the dataset while the rest are again being under evaluation of their efficiency with respect to the individual frontier. Taking into account the w_i ratio we can define DMUs' individual heterogeneity (DSH) as:

$$DSH = \begin{cases} 1, \ if \ w_i^* > w_i \\ 0, \ otherwise \end{cases} \quad (5)$$

Proposition 1. Let $B \subseteq R_+^M \times R_+^N$ be the set of production entity's that participate in a given benchmarking set and $B^* \subseteq R_+^{M+N}$ be the set of the bootstrapped estimates associated with the following function $f : B \to B^*$. Consider set C accompanied with a function linking the two sets as $g : B^* \to C$ including production entity exhibiting delinquent in production terms behaviour captured by the w_i ratio. *Thus, we can define that a production entity is characterized as DSH if* C *is not isomorphic to* B *set* or in *other words, if its removal from the benchmarking set doesn't form an isomorphic set.*

Lemma 1: A production entity can be characterized as DSH if the benchmarking B_k is not isomorphic to the benchmarking set B where B_{k-i} is the benchmarking set when i production entities has been removed through the benchmarking bootstrap process.

The algorithm developed at this section in order to identify the associated with the minimum ratio DMU can be illustrated as follows:

i. Apply the bootstrap algorithm to obtain, for each production entity, bias-corrected efficiency scores, bias and their standard errors.
ii. Compute the ratio w_i for each production entity in the benchmarking set
iii. Identify the production entity associated with the minimum value of w_i ratio.
iv. Remove the respective production entity so as to get a purged out from the sampling noise benchmarking set.
v. Conducting non-parametric test with respect to the different production entities' removal from one benchmarking set to another leads to an isomorphic set. If the removal of a production entity i destroys the isomorphism between the two sets the $i-th$ production entity is DSH, otherwise not and the procedure is terminated. If the $i-th$ production entity is DSH we repeat the step (i)-(v).

vi.a. If not repeat steps (1) to (4) .
vi.b. Otherwise, terminate the procedure[26].

[25] The numerator in formula (4) reflects the uncertainty we have about the true value of the efficiency score of the specific production entity operating at (x, y) compared to its peers and it is associated with its place in the space $R_+^N \times R_+^M$ denoting the precision of the efficiency score (Daraio and Simar, 2007). On the other hand, the denominator of this ratio, denotes the dispersion for each production entity taking into account every value or more effectively indicates how "tight" are the values of the efficiency scores around the mean compared to their peers after the bootstrap technique implementation and in reality accounts for noise of the i-th examined production entity (Efron and Tibshirani, 1993).

Following the seminal contribution of Giles and Murtazashvili (2010) we investigate the factors affecting the determinants of the effect of being DSH and the interaction with HSH effect. The DSH type of heterogeneity is estimated as follows:

$$DSH^{*}_{i,j,t|h_s} = a_0 + X_{i,j,t|h_s}\beta_{1i} + \rho DSH_{i,j,t-1|h_s} + h_{1i,j} + u_{1i,j,t},$$

where $i = 1,2,\ldots K$, $j = 1,2,\ldots J$, $t = 1,2,\ldots T$, $h_s = h_{CDH}, h_{SDH}$, (6) while

$DSH_{i,j,t|h_s} = 1$ if $DSH^{*}_{i,j,t|h_s} > 0$, and 0 otherwise

the HSH type of heterogeneity can be estimated as follows:

$$\left|TGR_{i,j|h_{CDH}} - TGR_{i,j|h_{SDH}}\right|_t = \gamma_0 + Z_{i,j,t}\gamma_i + \bar{Z}_{i,j}\delta_i + \phi\left|TGR_{i,j|h_{CDH}} - TGR_{i,j|h_{SDH}}\right|_{t-1} + h_{2i,j} + D^{T}_{t=2}\vartheta_t + u_{2i,j,t} \quad (7)$$

To examine the joint effect of the technology hierarchies under which a specific production entity has been imposed and operates by employing a dynamic probit model with an endogenous covariate[27] as follows:

$$DSH^{*}_{i,j,t|h_s} = \xi_0 + X_{i,j,t||h_s}\beta_{1i} + \beta_{2i}\left|TGR_{i,j|h_{CDH}} - TGR_{i,j|h_{SDH}}\right|_t + \rho DSH_{i,j,t-1||h_s} + \hat{u}_{2i,j,t} + \bar{v}_{2i,j} + \delta_i DSH_{i,j,t=||h_s} + \upsilon_{i,j} + u_{1i,j,t},$$

where $i = 1,2,\ldots K$, $j = 1,2,\ldots J$, $t = 1,2,\ldots T$, $h_s = h_{CDH}, h_{SDH}$ (8)

$DSH_{i,j,t||h_s} = 1$ if $DSH^{*}_{i,j,t|h_s} > 0$, and 0 otherwise

3. Data and variables description

To test our methodological approach, we employ a unique dataset that allows (i) introducing some apparent, nevertheless meaningful DMU associated heterogeneity (ii) examining different technology hierarchies without involving any micro-level idiosyncrasies but in conjunction to DMU specific heterogeneity and (iii) minimizing measurement errors that would increase DMU specific heterogeneity. It consists of 13 2-digit industries[28] according to the International Standard Industrial Classification (ISIC) in 17 EU countries[29] from 1999 to 2006. Thus, the employed dataset contains 221 observations on the cross section dimension and 1,768 observations on the panel dimension while the final dataset embraces five variables; one output and four input variables.

The output variable (Y) is captured by the gross valued added of each industry, whilst the inputs include the capital stock (K) in million Euros, the labor input (L) which is captured by the total hours worked by employees, expenditure on intermediate inputs (M) in million Euros and the total energy consumption (E) measured in million tons (Mt) of oil equivalent. In the second

[26] The rationale behind the previous procedure is that after the removal of a given production entity, the deviation of the variances of the efficiency scores of the rest production entitys in the benchmarking set, compared to the situation before the removal, can be used in order to improve its level of technology "homogeneity".

[27] We address the possible concern that an unobserved effect of a specific production entity characterized as specific heterogeneous $u_{1i,j,t}$ may be systematically related to additional covariates as corruption, bureaucratic barriers, cultural characteristics, knowledge condition, resources allocation, human capital e.t.c thus, introducing endogeneity issues.

[28] More specifically, 9 of them belong to the Manufacturing (Food and Beverages, Textiles, Wood and Wood Products, Pulp Paper, Chemicals and Chemical Products, Other non-metallic Minerals, Basic Metals, Transport Equipment and Construction) and 4 to the Transportation sector (Land Transport and Transport via Pipelines, Water Transport, Air Transport and Supporting and Auxiliary Transport Activities).

[29] In particular, Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Italy, Netherlands, Poland, Slovak Republic, Slovenia, Spain, Sweden, United Kingdom.

stage of the analysis where we investigate the drivers of the two types of technological heterogeneity and their underlying connection as well, we employ as additional exogenous explanatory variables, the input ratios of the productive characteristics of the DMUs', the *EURO*, which is a dummy variable indicating membership in the European Monetary Union (EMU) and the *GCI*, which reflects the Global Competitiveness Index's value of each country on a yearly basis.

Data for *Y, L* and *M*, were obtained from the database of Groningen Growth and Development Centre, Enerdata-Odyssey database was used to collect data on energy consumption, data on gross fixed capital formation and capital input files were acquired through OECD Structural Analysis and EU-KLEMS databases respectively. Industry specific deflators were acquired through OECD STAN. The Global Competitiveness Index data were collected from various editions of the Global Competitiveness Report published by the World Economic Forum.

To calculate the series for capital stock the Perpetual Inventory Method was employed (see Krautzberger and Wetzel, 2012). The initial condition for the capital stock is given by $K_{1999} = \frac{I_{1999}}{\delta + g}$, where g is estimated as the average growth rate in capital investments for the preceding 5 years for each of the examined industries and countries. The capital stock is constructed using the formula in Eq.(9):

$$K_{i,t|k} = (1-\delta)K_{i,t-1|k} + I_{i,t|k} \quad (9)$$

where $K_{i,t|k}$ and $I_{i,t|k}$ represent the capital stock and investment of the *i-th* country on the *k-th* industry for the year *t* respectively whilst δ is the depreciation rate assumed to be 10% yearly.[30]

4. Results and discussion

Table 1 below displays the empirical results. Although the *HSH* variable does not exert statistically significant influence on the probability that a DMU is identified as *DSH* neither in the *CDH* nor in the *SDH* case, a simple nested models test along with the statistical significance of the variable which captures the role of initial conditions, allows us to argue that the endogeneity is not a negligible issue. In other words, one could rather safely argue that *DSH* and *HSH* are endogenously related via the importance of initial conditions. The latter is known as state dependence (David 1985;1986) and may be interpreted as the way conditions and characteristics of the economic environment along with a set of institutional and regulatory factors of the starting period affect the future productive performance of a DMU. This result is also supported by the estimated coefficients of the introduced time dummies since only the first year time dummy is statistical significant in both technology hierarchies. Empirical results also indicate that the most influential determinant of both types of heterogeneity, irrespective the technology hierarchy imposed, is the path dependence phenomenon. Factors which are not, at least easily in the short-run, modifiable emerge as the major sources of heterogeneity. According to the theoretical framework introduced in the present paper, such kind of factors are mainly associated to institutional, social and cultural characteristics of the countries frontiers (*CDH*) on the one hand, and stages of the life cycle and trajectories of the sectoral technologies (*SDH*) on the other. It is not worthless to mention that path dependence along with the role of initial conditions pinpoint/trace that technological possibility sets in Europe are rather lumpy.

[30] In fact, the estimated capital series did not change in a significant manner when different levels of depreciation rates were considered.

Table 1: Empirical Results

	Country Dominated Hierarchy (CDH)			Sectoral Dominated Hierarchy (SDH)		
Dependent variable:	*HSH*	*DSH*	*DSH* with endogenous *HSH*	*HSH*	*DSH*	*DSH* with endogenous *HSH*
Regressors	Coefs	APE	APE	Coefs	APE	APE
constant	.039*** (.015)	-	-	.064*** (.013)	-	-
HSH	-	-	-.093 (.113)	-	-	.033 (.107)
HSH_{t-1}	.813*** (.014)	-	-	.823*** (.014)	-	-
DSH_{t-1}	-	.252*** (.045)	.186*** (.038)	-	.311*** (.047)	.196*** (.040)
Initial conditions	-	-	.354*** (.070)	-	-	.431*** (.076)
K/L	.000+*** (.000+)	.000+*** (.000+)	.000+*** (.000+)	.000+ (.000+)	.000+ (.000+)	.000+ (.000+)
K/E	.000+ (.000)	.000+*** (.000+)	.000+ (.000+)	.000+ (.000+)	.000+ (.000+)	.000+ (.000+)
K/M	-.001** (.000)	.002 (.004)	.009** (.004)	.000+ (.000+)	.014*** (.005)	.012** (.004)
L/E	-.000+ (.000+)	-.000+ (.000+)	.000+ (.000+)	-.000+** (.046)	-.000+ (.000+)	.000+ (.000+)
L/M	-.000+ (.001)	.020* (.008)	-.003 (.011)	.000+ (.000+)	.025*** (.008)	.010 (.007)
E/M	-.024 (.045)	-.524 (.388)	.024 (.295)	.002 (.046)	-.325 (.393)	.032 (.321)
$\left(\frac{\bar{K}}{L}\right)$	-.000+*** (.000+)	-	.000+ (.000+)	.000+* (.000+)	-	.000+ (.000+)
$\left(\frac{\bar{K}}{E}\right)$	.000+ (.000+)	-	.000+** (.000+)	-.000+ (.000+)	-	.001** (.000+)
$\left(\frac{\bar{K}}{M}\right)$	.008*** (.001)	-	.006 (.022)	.000+ (.001)	-	.011 (.016)
$\left(\frac{\bar{L}}{E}\right)$	-.000+ (.000+)	-	.000+* (.000+)	.000+ (.000+)	-	.000+** (.000+)
$\left(\frac{\bar{L}}{M}\right)$	.186** (.090)	-	.043 (.762)	-.007* (.004)	-	.063+* (.034)
$\left(\frac{\bar{E}}{M}\right)$	-16.45** (7.825)	-	-.037 (.066)	.052 (.207)	-	-.380 (1.785)
2000	-.017** (.008)	-	-	-	-	-
2001	.003 (.004)	-	-	-	-	-
2002	-.002 (.004)	-	-	-	-	-
2003	.001 (.004)	-	-	-	-	-
2004	.001 (.004)	-	-	-	-	-
2005	.000 (.004)	-	-	-	-	-
Idiosyncratic Group	-	.262*** (.057)	.144** (.067)	-	.120*** (.034)	.073** (.036)
GCI	-.005* (.002)	-.018* (.009)	-.009 (.008)	-0.10*** (.002)	-.030*** (.010)	-.017** (.008)
EURO	.003 (.003)	-.010 (.026)	.005 (.030)	-.200 (.161)	-.033 (.025)	-.014 (.022)
Residuals	-	-	.124 (.166)	-	-	.118 (.170)
Cumulative Residuals	-	-	-.060 (.038)	-	-	-.036 (.023)
R^2	.746	-	-	.741	-	-
Log-Likelihood	-	-514.89	-492.691	-	-525.679	-498.710
LR test of H_0: $\rho=0$	-	.000	.000	-	.000	.000
LR test H_0: DSH nested in Endogenous model	-	.000		-	.000	

In these lines, it is not surprising that the productive characteristics, as they are captured by the input ratios in their time varying or time invariant version, defined at the corresponding period-industrial average, level only in very rare cases influence the *DSH* and *HSH* variables. Input ratios should be considered as the mediators between the above mentioned "quasi-fixed" institutional, social, cultural and technological sources of heterogeneity and the DMUs' idiosyncratic productive performance. The lumpiness of these sources of heterogeneity does not put any pressure on input ratios and therefore no direct effect of input ratios on the types of technology heterogeneity is identified. Participation to the idiosyncratic group which consists of the DMUs have been identified as heterogeneous according to the algorithm described above and satisfying the threshold of the Florence median, appears to be affect significantly the probability of being DSH.

Quite interesting are the empirical results regarding the influence of GCI variable in both the *DSH* and *HSH* under both *CDH* and *SDH*. In any case, higher values of GCI result in lower probability that an industrial structure is identified as *DSH* and also in a more modest magnitude of *HSH*. Taking into account that GCI synthesizes institutional, financial, social, infrastructure and knowledge conditions it is absolutely reasonable to argue that heterogeneity of both *DSH* and *SDH* type concerns countries with less developed market mechanisms and incomplete shakeouts and sectors with low levels of technological opportunities and vulnerable to the effects and consequences of globalization and markets' integration.

Finally, surprisingly enough the introduction of EURO in some of the examined European economies has not affected positively the homogenization of the production possibility sets of the examined countries and technological sectors.

5. Conclusions

The results of the benchmarking process are prone to severe risks when technology heterogeneity issues are not handled appropriately. In the last fifteen years two rival approaches have emerged in the literature aspiring to investigate technology heterogeneity issues which result in productive performance idiosyncrasies. Each approach assumes a rather different technology hierarchy. More specifically, the first assumes that the country frontiers have a dominant role and the productive performance differentials are due to country-specific mechanisms which result in (in)efficient resource allocation mainly through turbulence. The second approach focuses on the asymmetric effects of the emerging technologies on different industrial structures and the resulting productive performance differentials which finally facilitate the differentiation of technologies of the examined industrial structures. In this case the dominant technological hierarchy is the one reflected from the sectoral frontiers.

In this paper, we have defined the two abovementioned dimensions of technology heterogeneity and we have developed a computational approach -based on bootstrapped DEA and the notion of isomorphism of consecutives sets of the DMUs under investigation- which allows the identification of the production entities which exhibit DMU-specific heterogeneity. Furthermore, exploiting the potentials of the metafrontier context and technology gap notion, we have defined and estimated the measure of heterogeneity which arises when we consider alternative technological structures that is the hierarchical structure heterogeneity. We employ a unique balanced panel dataset of thirteen industries of Manufacturing and Transportation in seventeen EU countries over an eight-year period, i.e. from 1999-2006.

Employing a recent econometric approach which allows the estimation of a dynamic panel probit model with one endogenous regressor, we explore the inter-relationships between the

idiosyncratic productive performance and alternative technological hierarchies. This quest reveals that the two types of technological heterogeneity are endogenously related via the initial conditions (state dependence) of the capricious performance of the examined European industrial structures. In the same line, path dependence becomes an influential characteristic of both types of technology heterogeneity irrespectively to technological hierarchy considerations.

Finally, although high levels of the multidimensional competitiveness imply low technology heterogeneity it is quite surprising that the input ratios, the conventional measures of industrial structures' technological characteristics, fail to predict idiosyncratic productive performance in both the examined technology hierarchies. Unraveling the mechanisms which compose the identified time persistence of the technology heterogeneity along with the examination of alternative technology hierarchies, for instance a lower aggregation level, may be considered as research extensions of high priority and great interest. A limitation of the present research that should be acknowledged is that the European metatechnology encompasses industrial structures only from Manufacturing and Transportation sectors and not some of the prominent Services.

References

Bartelsman, E., Haltiwanger, J., & Scarpetta, S. (2013). Cross-country differences in productivity: The role of allocation and selection. *The American Economic Review*, *103*(1), 305-334.

Battese, G. E., & Rao, D. P. (2002). Technology gap, efficiency, and a stochastic metafrontier function. *International Journal of Business and Economics*, *1*(2), 87-93.

Battese, G. E., Rao, D. P., & O'Donnell, C. J. (2004). A metafrontier production function for estimation of technical efficiencies and technology gaps for firms operating under different technologies. *Journal of Productivity Analysis*, *21*(1), 91-103.

Castellacci, F. (2007). Technological regimes and sectoral differences in productivity growth. *Industrial and Corporate Change*, *16*(6), 1105-1145.

Castellacci, F. and Zheng, J. (2010). Technological regimes, Schumpeterian patterns of innovation and firm-level productivity growth. *Industrial and Corporate Change,* 19(6), 1829-1865.

David, P. A. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. *The American economic review*, 332-337.

David, P.A. (1986) Understanding the economics of QWERTY: the necessity of history. *Economic History and The Modern Economics* eds W.N. Parker. Oxford, Blackwell.

Dosi, G., Lechevalier, S., & Secchi, A. (2010). Introduction: interfirm heterogeneity—nature, sources and consequences for industrial dynamics. *Industrial and Corporate Change*, *19*(6), 1867-1890.

Giles, J., & Murtazashvili, I. (2010). A control function approach to estimating dynamic probit models with endogenous regressors, with an application to the study of poverty persistence in China. *World Bank Policy Research Working Paper Series, Vol.*

Hayami, Y., and Ruttan, V.W. (1970). Agricultural productivity differences among countries. *The American economic review*, 895-911.

Kounetas, K., Mourtos, I., & Tsekouras, K. (2009). Efficiency decompositions for heterogeneous technologies. *European Journal of Operational Research*, *199*(1), 209-218.

Krautzberger, L., & Wetzel, H. (2012). Transport and CO2: productivity growth and carbon dioxide emissions in the european commercial transport industry. *Environmental and Resource Economics*, *53*(3), 435-454.

Los, B. and Verspagen, B. (2006). The Evolution Of Productivity Gaps And Specialization Patterns. *Metroeconomica*, 57(4), 464-493.

O'Donnell, C. J., Rao, D. P., & Battese, G. E. (2008). Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. *Empirical Economics*, *34*(2), 231-255.

Simar, L., and Wilson, P.W. (1999) Estimating and bootstrapping Malmquist indices. *European Journal of Operational Research*, 115, 459-471.

Simar, L., and Wilson, P.W. (2000) A general methodology for bootstrapping in nonparametric frontier models. *Journal of Applied Statistics,* 27, 779–802.

Simar, L., and Wilson, P.W. (1998) Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. Manage. Sci. 44, 49-61.

Tsekouras, K., Chatzistamoulou, N., Kounetas, K., & Broadstock, D. C. (2015). Spillovers, path dependence and the productive performance of European transportation sectors in the presence of technology heterogeneity. *Technological Forecasting and Social Change* (in press).

The channels of the effect of government expenditure on the environment: evidence using dynamic panel data

George E. Halkos & Epameinondas A. Paizanos
Department of Economics, University of Thessaly, Korai 43, 38333, Volos, Greece
halkos@uth.gr epaizanos@yahoo.gr

Abstract
This paper explores the relationship between government spending and environmental quality by using panel data for 94 countries for the period 1970-2008. We identify and estimate three distinct channels that comprise the total direct effect of government expenditure on air pollution, namely a marginal effect, an effect conditional on economic growth and an effect conditional on institutional quality. Since the adjustment rate of emissions to their equilibrium level is slow due to technological and institutional reasons, we explicitly take into account dynamics by applying appropriate econometric methods. The results demonstrate that there is a significant alleviating direct effect of government expenditure on SO_2 and NO_x emissions, which increases with the level of economic growth and democracy. However, there is no evidence of a significant effect on pollutants with more global impact on the environment and human health, like N_2O and CO_2, implying that the adoption of international environmental treaties is required in this case.

Keywords: Air pollution; Government expenditure; Dynamics; Economic growth; democracy.
JEL Codes: Q53; Q54; Q56; E62.

Οι μηχανισμοί επίδρασης των κυβερνητικών δαπανών στο περιβάλλον: ενδείξεις με τη χρήση δυναμικών υποδειγμάτων

Γεώργιος Χάλκος & Επαμεινώνδας Παϊζάνος
Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη
Σκοπός αυτού του άρθρου είναι η εξέταση της σχέσης μεταξύ των κυβερνητικών δαπανών και της ποιότητας του περιβάλλοντος, χρησιμοποιώντας δεδομένα panel για 94 χώρες, για την περίοδο 1970-2008. Πιο συγκεκριμένα, αναλύονται τρεις ξεχωριστοί μηχανισμοί, ήτοι το οριακό αποτέλεσμα και οι επιδράσεις μέσω του επιπέδου οικονομικής ανάπτυξης και της ποιότητας των θεσμών, που αθροιστικά καθορίζουν τη συνολική άμεση επίδραση των κυβερνητικών δαπανών στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Καθώς ο ρυθμός προσαρμογής των ρύπων στα επίπεδα μακροχρόνιας ισορροπίας είναι σχετικά βραδύς, εξαιτίας τεχνολογικών και θεσμικών παραγόντων, χρησιμοποιούμε κατάλληλα δυναμικά οικονομετρικά υποδείγματα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση των κυβερνητικών δαπανών οδηγεί σε βελτίωση των επιπέδων ρύπανσης SO_2 και NO_x, ενώ η επίδραση αυτή ενισχύεται με το επίπεδο του εισοδήματος και της ποιότητας των θεσμών. Αντιθέτως, δεν υπάρχει ένδειξη αντίστοιχης επίδρασης σε ρύπους με διεθνές αντίκτυπο στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία, όπως είναι οι ρύποι N_2O και CO_2, υποδεικνύοντας ότι σε αυτές τις περιπτώσεις η υιοθέτηση διεθνών περιβαλλοντικών συνθηκών είναι αναγκαία.

Λέξεις Κλειδιά: Ατμοσφαιρική ρύπανση, Κυβερνητικές δαπάνες, Δυναμικά Υποδείγματα, οικονομική ανάπτυξη, θεσμοί.
JEL Κωδικοί: Q53, Q54, Q56, E62.

1. Introduction

A growing body of literature has shown the economic implications of government expenditure to be significant and broad. Furthermore, a number of recent theoretical and empirical studies have shown that government expenditure is also a significant determinant of environmental degradation generated from both the production and consumption sectors (Lopez et al., 2011; Halkos and Paizanos, 2013; Galinato and Islam, 2014; Lopez and Palacios, 2014; Islam and Lopez, 2015). At the same time, many studies posit a link between several other factors and environmental pollution. In particular, it is documented that air pollution is influenced by various other determinants apart from fiscal policy, including economic growth, political institutions, population, trade and investment (Grossman and Krueger, 1995; Halkos, 2013; Bernauer and Koubi, 2009; Zhu and Peng, 2012; Cole and Elliott, 2003). Moreover, some of these characteristics may interact with government expenditure and influence its effect on environmental quality. In this regard, it is highly unlikely that the effect of government spending on pollution is independent from country specific characteristics such as the level of economic development and the quality of institutions in a country. It is therefore surprising that the majority of the studies analyzing the effect of government expenditure on environmental quality report a unified estimate of this effect based on a world sample of countries.

Given the aforementioned background, the aim of this study is to provide a rigorous investigation of the relationship between government expenditure and air pollution. For this purpose, we identify three distinct channels that may determine the direct effect of government spending on pollution, namely a marginal effect and a direct effect conditional on the level of economic development and institutional quality. Failure to explicitly examine the first and second channels may lead to omitted variable bias, by not accounting for the effect of government expenditure on reducing emissions conditional on the level of economic development and on institutional quality (Galinato and Islam, 2014). The remainder of the paper is organized as follows; Section 2 examines the previous literature on the relationship between government expenditure and the environment, whilst Section 3 presents the data and introduces the suggested econometric methods used in the analysis. Section 4 reports the empirical results and Section 5 provides the conclusions and policy implications of the analysis.

2. Literature Review

The level of income is an important determinant of environmental quality that may interact with government expenditure[31] and influence its effect on pollution. The effect of government expenditure on air pollution is expected to be greater in developed countries, since the income effect that follows an increase in government expenditure is more likely to exceed the scale effect and therefore contributes to a greater reduction of emissions, especially for production-generated pollutants (Islam and Lopez, 2015). Related to this, if the environment is considered a normal, or even a luxury public good, it is likely that it will only be demanded when the demand for other public goods has already been satisfied, which is more likely to occur in developed countries with greater government sectors (Frederik and Lundström, 2001; Martinez-Mongay, 2002). Moreover, government expenditure in high income countries is more likely to be directed to education and R&D spending categories and therefore reinforce the magnitude of the technique and composition effects. On the other hand, the effect of government spending on pollution may be exaggerated in developing countries, due to larger

31 For an extended review of the literature on the relationship between government spending and environmental degradation see Halkos and Paizanos (2013).

market failures and the relatively higher portion of the population that depends on government expenditure for public goods such as education and health (Lopez et al. 2010).

Another significant determinant of environmental quality, which may also influence the effect of government spending, is the quality of governance. In non-democratic regimes, small elites are affected disproportionately by stricter environmental policies, since they rely on polluting industrial activities to increase their personal wealth and therefore have incentives to oppose the establishment of environmental regulations (Bernauer and Koubi, 2009; Bernauer and Koubi, 2013; Lake and Baum, 2001; Niskanen, 1997; Farzin and Bond, 2006). Related to that, corruption may interact with political stability and further deteriorate environmental quality by reducing the stringency of environmental regulations (Fredriksson and Svensson, 2003; Fredriksson et al., 2003; Welsch, 2004; Cole, 2007; Halkos and Tzeremes, 2013).

On the other hand, in democracies the median voter faces a relatively lower burden from environmental policies and therefore the implementation of stricter environmental policies is more likely in such regimes. Overall, a better quality of political institutions is expected to reinforce the magnitude of the effect of government expenditure on pollution. Higher levels of government expenditure aid the establishment and enforcement of environmental regulations, which in turn may lead to the development of institutions that improve environmental quality (Fullerton and Kim, 2008). Galinato and Islam (2014), provided evidence that following an increase of government expenditure on public goods, the efficiency of environmental regulations on reducing consumption-generated pollution is significantly enhanced in democratic regimes, leading to an alleviating effect on environmental degradation.

3. Data used and proposed econometric methods

3.1 Data

The sample used consists of 94 countries with data on SO_2, N_2O, CO_2, NO_x, GDP per capita, the share of government consumption and other relevant explanatory variables information for the period 1970–2008. The data for all pollutants emissions are from the Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) v4.2. Data on emissions of the four pollutants were used instead of their concentrations, to avoid dependence of results on geographical and atmospheric condition characteristics. National income data are from Maddison (2010) while the data for the government share of GDP[32], investment and population were collected from the Feenstra et al. (2015). Finally, the source for the trade data was the World Bank Indicators (2014), while that of the degree of democracy was the Polity IV Project (2014). The database includes 3,525 observations per variable.

3.2 Econometric approach

To establish the specification between air pollution, government share and the other control variables, the Box-Cox test was performed to test linearity against logarithmic functional forms. In addition, two or three powers of the income variable are used based on the results of the Akaike and Bayesian information criteria, while employing greater powers of this variable leads to multicollinearity. Thus, depending on the pollutant examined, a quadratic or cubic specification of the model is estimated. Specifically, findings of the tests suggested the estimation of the following model, which represents a conventional formulation of the EKC augmented by the lagged government expenditure and its interactions with income and democracy, as well as by the inclusion of a number of relevant control variables:

[32] This variable is the government consumption share of GDP.

$$\ln(P/c)_{it} = \beta_1 \ln Govshare_{it-1} + \beta_2(\ln Govshare_{it-1} \times \ln GDP/c) + \beta_3(\ln Govshare_{it-1} \times polity) +$$
$$+ \beta_4 \ln(GDP/c)_{it} + \beta_5(\ln(GDP/c))^2_{it} + \beta_6(\ln(GDP/c))^3_{it} + \beta_7 X_{it} + \mu_i + \zeta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

where subscripts i and t represent country and time respectively, while all variables, except for polity, are expressed in natural logarithms.

The interaction terms of government share with income and of government share with democracy capture the extent to which the level of economic development and institutional quality influence the effect of government expenditure on pollution. At the margin, the total direct effect of government spending on pollution can be calculated by examining the partial derivative:

$$\frac{\partial \ln(P/c)}{\partial(\ln Govshare_{it-1})} = \beta_1 + \beta_2(\ln GDP/c) + \beta_3 polity \quad (2)$$

The coefficients of interest in Eq. (1) are β_1, β_2 and β_3. If greater income level and improved institutional quality enhance the effectiveness of government share on pollution, β_2 and β_3 are expected to be significantly negative. On the other hand, since a larger government in a low income country with limited level of institutional quality may have harmful consequences for the environment, for example by a relatively greater impact of special-interest groups that support a large government size to promote their private benefits (Mueller and Murrel, 1986; Bernauer and Koubi, 2013), the marginal effect of government expenditure on emissions, captured by β_1, may be positive.

An application of the Hausman test provides evidence that the FE formulation is preferable to RE for the estimation of Eq. (1) in all pollutants specifications.

The panel dataset used in this research consists of large N and T dimensions, therefore, non-stationarity and the potential dynamic misspecification of the pollutants equations should be taken into account (Halkos, 2003). For example, technological advances that usually accompany economic development may take several years to be fully implemented and utilized by industries. In addition, due to psychological reasons and as a result of the force of habit (inertia), industries and consumers may not alter their production methods and consumption behaviour immediately after a technological advance or a distributional effect, occurring from a change in public spending. Moreover, imperfect knowledge may further delay the adjustment process. Finally, established institutional characteristics (firms/industries) of the industrial market as well as the type of fuels used and wind velocities, may also contribute to the existence of lags in the examined relationships.

3.2.1 Partial adjustment model

Including more than one lags of the government expenditure and income variables in Eq. (1), in order to capture dynamics, may result in multicollinearity. Thus, this study uses a partial adjustment model that constitutes an autoregressive model transformation of estimating distributed lag models. This approach assumes that there is an equilibrium (i.e. optimal or long-run) emissions level at which the economy achieves the desired level of welfare, under the given state of technology and other characteristics of the economy. Hence, the optimal level of pollution is a linear function of the explanatory variables of the model and can be expressed as follows:

$$\ln(P/c)^*_{it} = \beta_0 + \beta_1 Z_{it} + u_t \quad (3)$$

where Z_{it} includes all the explanatory variables of the model.
Eq. (3) may be alternatively written as:

$$\ln(P/c)_{it} = \delta\beta_0 + \delta\beta_1 Z_{it} + (1-\delta)\ln(P/c)_{it-1} + \delta \mathrm{u}_{\mathrm{it}} \quad (4)$$

Eq. (4) is the short-run pollution specification thus, the coefficients of the government spending variable and its interactions with income and democracy, obtained from the estimation of this equation, can be interpreted as the short-run elasticity of government spending on pollution. The respective long-run elasticity can be obtained by dividing the short-run coefficients by the term δ.

Finally, for each subsequent year after a government expenditure increase, the partial effects on the environment can be estimated by using the Koyck transformation. In particular, assuming that the subsequent effects of government expenditure are all of the same sign as their short-run counterparts and that they decline geometrically each year, the partial effects are calculated by:

$$\beta_{\kappa t} = \beta_{i0}(1-\delta)^t \quad (5)$$

3.2.2 Other econometric concerns

Furthermore, the model is also estimated with the use of more appropriate non-stationary heterogeneous panels methods. Finally, another econometric concern during estimation of Eq. (1) is the bias occurring from the potential endogeneity between government spending and pollution, since government spending often increases with pollution, for example because governments impose ecological taxes and thus increase tax revenues. Moreover, as already mentioned, the impact of government expenditure may not occur instantaneously. To address this issues, the lagged share of government expenditure is used, which is also expected to mitigate bias attributed to reverse causality.

4. Results and discussion

The analysis begins with the examination of panel unit root tests for the variables considered in the model formulation. Testing for unit roots in panel data requires consideration of both the T and N dimensions. Since the panel data set in this case consists of both N → ∞ and T → ∞ dimensions, the tests of stationarity performed are based on the Fisher-type Dickey-Fuller unit root test, which is more appropriate in this case[33]. The results of the Fisher-type Dickey-Fuller unit root tests on the variables of interest show that there is evidence against stationarity in levels, since in all cases the variables are I(1).

Furthermore, in order to use the DFE method, the variables in the model should be co-integrated, implying that there is a long-run relationship among them. The Pedroni Residual Co-integration test rejects the null hypothesis of no-cointegration, at the 0.01 statistical significance level, in four of the seven cases for all pollutants equations. However, in terms of raw power of the statistics for relatively small values of T, the rho and panel-v statistics are the most conservative and are characterized by low power (Pedroni, 2004), suggesting that evidence of co-integration is stronger than that revealed by the results. Moreover, both the Kao and Fisher-Johansen tests indicate the existence of a long-term relationship between the variables in all specifications.

The results of the Partial Adjustment Model, for the four pollutants specifications, are reported in Table 1. According to the Hausman test, the FE formulation is preferred to RE thus, for each pollutant the FE estimates are presented. Moreover, to account for autocorrelation and heteroskedasticity, all standard errors reported are robust, based on the Huber–White-Sandwich estimates of the variance–covariance matrix.

[33] For details see Halkos (2011).

Odd numbered columns present the estimated equations without the inclusion of the interaction variables of government expenditure with income and the democracy level. In this case, the coefficient of the lagged government share captures the short-run marginal effect on emissions. The effect is significantly positive for all pollutants, except in the case of CO_2. This result is in line with the hypothesis that a larger government in developing countries with a low level of institutional quality deteriorates environmental quality by promoting private benefits of special-interest groups.

Table 1: Estimates of production generated per capita emissions using the Partial Adjustment Model

	SO_2/c		N_2O/c		CO_2/c		NO_x/c	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Log Government share lagged*GDPc, lagged		-0.037***		-0.019		-0.002		-0.043***
		(0.011)		(0.014)		(0.017)		(0.015)
Log Government share lagged*polity, lagged		-0.003**		-0.004**		-0.001		-0.005***
		(0.0015)		(0.001)		(0.001)		(0.002)
Log Government share lagged	0.030**	0.311***	0.027*	0.167	0.003	0.019	0.069***	0.396***
	(0.012)	(0.088)	(0.013)	(0.107)	(0.012)	(0.133)	(0.018)	(0.122)
Log GDPc	-4.348***	-4.905***	0.359**	0.355**	0.612***	0.619***	-5.627***	-6.246***
	(1.300)	(1.286)	(0.156)	(0.166)	(0.187)	(0.182)	(1.648)	(1.651)
Log $GDPc^2$	0.586***	0.650***	-0.019**	-0.022**	-0.031***	-0.032***	0.729***	0.798***
	(0.164)	(0.163)	(0.009)	(0.009)	(0.011)	(0.011)	(0.207)	(0.206)
Log $GDPc^3$	-0.026***	-0.028***					-0.030***	-0.033***
	(0.007)	(0.007)					(0.008)	(0.008)
Polity	-0.003**	-0.008**	-0.001	-0.008***	0.0002	-0.002	-0.001	-0.009***
	0.001	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.0008)	(0.003)	(0.001)	(0.003)
Log Investment	0.027**	0.025**	0.026**	0.025**	0.031***	0.031***	0.023	0.021
	(0.010)	(0.010)	(0.011)	(0.011)	(0.009)	(0.009)	(0.017)	(0.017)
Log Trade openness	-0.005	-0.003	-0.012**	-0.011*	0.010	0.011	-0.018*	-0.016
	(0.009)	(0.009)	(0.006)	(0.006)	(0.007)	(0.007)	(0.010)	(0.131)
Log Population	0.006	0.014	-0.028	-0.026	0.008	0.008	0.004	0.012
	(0.018)	(0.018)	(0.022)	(0.023)	(0.021)	(0.022)	(0.027)	(0.026)
Constant	8.865***	10.435***	-3.610***	-3.522***	-2.858***	-2.867***	11.02***	12.80***
	(3.304)	(3.248)	(1.007)	(1.065)	(0.899)	(0.866)	(4.13)	(4.110)
Lagged dependent variable	0.863***	0.856***	0.811***	0.807***	0.857***	0.856***	0.740***	0.731***
	(0.023)	(3.248)	(0.050)	(0.052)	(0.017)	(0.017)	(0.049)	(0.048)
Total long-run gov.share elasticity	0.219**	-0.634***	0.141*	-0.322	0.022	-0.127	0.265***	-0.327**
Turning Points	796/4,230	679/7,785	12,675	3,191	19,360	15,865	567/19,149	804/12,457
R^2	0.813	0.814	0.671	0.673	0.828	0.828	0.614	0.617
F test	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Hausman FE v. RE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nobs/Countries	3,525/94	3,525/94	3,468/94	3,468/94	3,525/94	3,525/94	3,525/94	3,525/94

Note: Robust standard errors in parentheses. All tests' values reported are probabilities. Total long-run government expenditure elasticity is calculated at the sample median level of income and polity for EU & NA countries in 2008.
*Significant at 10%. **Significant at 5% ***Significant at 1%.

The even numbered columns in Table 1 report the estimates for each pollutant equation with the inclusion of the interactive terms. These specifications are considered as benchmark in what follows. Moving on to the examination of the results for SO_2, one observation is that the marginal impact of government share remains positive, however this impact decreases for higher levels of income and democracy. This result is in line with theoretical predictions that higher development level and better institutional quality amplify the alleviating effect of government expenditure on environmental degradation. Concerning N_2O emissions, the marginal impact of government expenditure is positive but insignificant, while only the level of democracy significantly improves the effect of government spending on this pollutant.

Regarding consumption-generated pollution, government expenditure has no significant effect on CO_2 emissions through any of the considered channels. On the other hand, the marginal impact on NO_x emissions is positive and significant, but this effect is alleviated for higher levels of income and democracy. The total long-run direct effect of government

expenditure on air pollution, calculated at the sample median level of income and polity for EU and North America (hereafter EU & NA) countries in 2008, is significantly negative on SO_2 and NO_x emissions, while there is no evidence of a significant total effect, either positive or negative, on N_2O and CO_2 emissions. In particular, the results suggest that a 1% increase of government expenditure leads to a long-run reduction of SO_2 emissions by 0.634% and to a reduction of NO_x emissions by 0.327%.

Table 2: Estimates of per capita emissions using Dynamic Fixed Effects

	SO_2/c	N_2O/c	CO_2/c	NO_x/c
Log Government share * GDPc, lagged	-0.260***	-0.086	0.023	-0.158***
	(0.080)	(0.084)	(0.104)	(0.056)
Log Government share * polity, lagged	-0.021*	-0.021**	-0.011	-0.017**
	(0.012)	(0.009)	(0.011)	(0.008)
Log Government share lagged	2.194***	0.764	-0.130	1.426***
	(0.626)	(0.638)	(0.787)	(0.472)
Log GDPc	-32.20***	1.691**	-17.97*	-21.46***
	(7.203)	(0.713)	(10.13)	(4.901)
Log $GDPc^2$	4.269***	-0.103**	2.497**	2.753***
	(0.887)	(0.041)	(1.255)	(0.603)
Log $GDPc^3$	-0.187***		-0.109**	-0.115***
	(0.036)		(0.051)	(0.024)
Polity	-0.053**	-0.041**	-0.021	-0.032**
	(0.025)	(0.016)	(0.018)	(0.014)
Log Investment	0.187**	0.146**	0.160**	-0.089
	(0.083)	(0.068)	(0.071)	(0.072)
Log Trade openness	-0.049	-0.068**	0.078	-0.074*
	(0.071)	(0.034)	(0.064)	(0.043)
Log Population	-0.001	-0.205**	0.050	-0.049
	(0.139)	(0.098)	(0.156)	(0.111)
Convergence coefficient	-0.141***	-0.188***	-0.138***	-0.261***
	(0.024)	(0.052)	(0.022)	(0.051)
Turning Points	982/4,105	3,673	330/12,965	871/9,799
Hausman MG v. PMG	0.812	0.653	0.926	0.791
Hausman MG v. DFE	0,998	1.000	1.000	1.000
Nobs/Countries	3,431/94	3,374/94	3,431/94	3,431/94

Note: Robust standard errors in parentheses. All tests' values reported are probabilities.
*Significant at 10%. **Significant at 5% ***Significant at 1%.

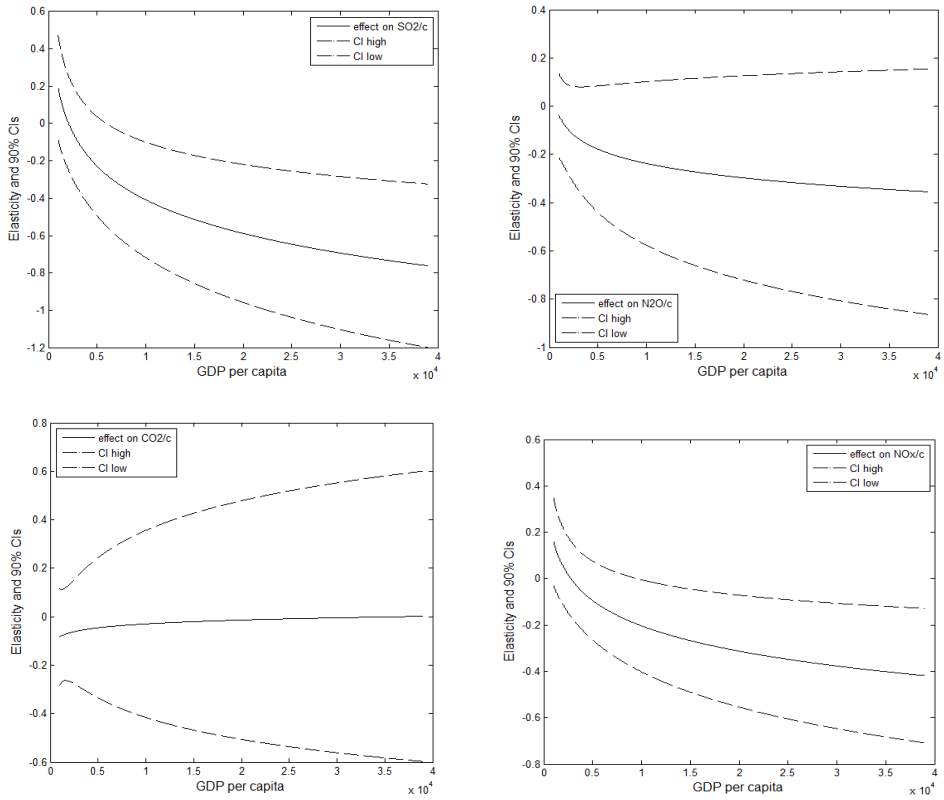
It is interesting to note that the estimated coefficients of the lagged pollutant variables are significant in all cases at the 1% level, suggesting that taking into account dynamics is necessary. Moreover, the rates with which emissions adjust to their equilibrium values, in the sense of the assimilative capacity of the environment, are similar among the four pollutants and considered relatively slow

Table 2 presents the estimates of per capita emissions using the DFE method, which explicitly takes into account dynamics. Comparing the MG and PMG estimators with the use of a Hausman test, the PMG estimator, the efficient estimator under the null hypothesis, is preferred and thus, assuming long-run coefficients to be equal across panels, is more appropriate in this panel. Additionally, another application of the Hausman test suggests that the

simultaneous equation bias between the error term and the lagged dependent variable is minimal in the model and indicates that the DFE model is the most appropriate method in this case. The reported standard errors are robust to intra-group correlations. Finally, all coefficients from the DFE model are properly signed and similar to the Partial Adjustment Model estimates.

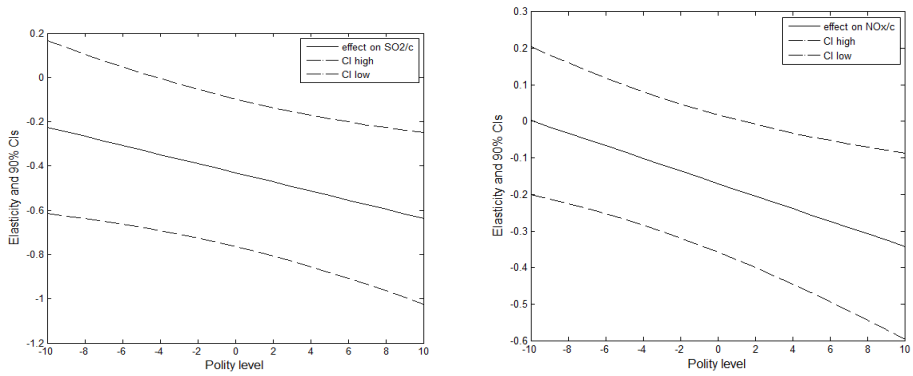
To improve our impression of the total direct effect, the effect on pollution of a 1% increase in the size of government at different levels of income and democracy is calculated, based on the DFE estimates. The results are illustrated in figures 1 and 2.

Figure 1: Elasticity of emissions conditional on the level of income.



Estimates based on the DFE estimation method. The effects are calculated at the sample median level of polity (10) for the EU&NA countries, in 2008.

Figure 2: Elasticity of emissions conditional on democracy level.



Estimates based on the DFE estimation method. The effects are calculated at the sample median level of GDP ($ 24,101) for the EU&NA countries, in 2008.

For countries with very low level of income the effect of government expenditure on SO_2 is positive but insignificant, even when calculated at the maximum level of institutional quality. In particular, for the lowest income of the sample, a 1% increase in the size of government increases SO_2 emissions by 0.2%. The effect becomes significantly negative, at the 10% level, for income levels above $ 5,500, as indicated by the dashed lines for the confidence intervals. At the maximum level of income, SO_2 emissions decrease by 0.73%. Therefore, SO_2 emissions decrease by 465% when income rises from its lowest level to its maximum of $ 40,000. This result suggests that in developed countries the alleviating effect of government expenditure on SO_2 pollution is significantly enhanced. As in the partial adjustment model, the effect of government expenditure on N_2O and CO_2 emissions is insignificant at all levels of income and democratic quality.

Concerning NO_x emissions, for countries with very low level of income the effect of government expenditure is positive and insignificant, even for the maximum level of institutional quality. In particular, for the lowest income of the sample, a 1% increase in the size of government increases NO_x emissions by 0.17%. This effect becomes significantly negative, at the 10% level, for income levels above $ 7,500, as shown by the dashed lines for the confidence intervals. At the maximum level of income, NO_x emissions decrease by 0.42%. Therefore, NO_x emissions decrease by 347% when income increases from its lowest level to its maximum of $ 40,000.

Focusing on the effect of government expenditure on pollution conditional on the democracy level, the results suggest that there is no significant effect on N_2O and CO_2 pollution. Regarding the effect on SO_2 emissions, calculated at the median level of income of EU & NA countries in 2008, a 1% increase of government spending decreases emissions by 0.23% and 0.62%, at the minimum and maximum level of democracy respectively. Therefore, SO_2 emissions reduce by 170% when democracy increases from -10 to its maximum value of 10. As shown by the confidence intervals, indicated by the dashed lines, this effect is significant at 10% for levels of democracy above -4. Regarding NO_x emissions, when the polity level is -10, a 1% increase of government expenditure slightly decreases pollution by 0.01%, while at the maximum level of democracy NO_x emissions decrease by 0.34%. Finally, these effects are significant at the 10% level only for levels of democracy above 2.

5. Conclusions and policy implications

During recent years there has been an emphasis on the implementation of expansionary macroeconomic policies as a tool to lessen the adverse effects of economic crisis. In this regard, although the enhancement of environmental quality is not the major goal of fiscal policy it is nevertheless important to consider the possible effects of such policies on the efficiency of environmental regulations and their potential impact on pollution levels.

The results presented in this study demonstrate that there is a significantly negative direct effect of government expenditure on SO_2 and NO_x emissions, while this effect is insignificant on N_2O and CO_2 related pollution. Moreover, the results reveal that the alleviating direct effect of government spending on air pollution is significantly reinforced in developed countries that also constitute democratic jurisdictions, due to the greater demand for enhanced environmental quality, larger fraction of public spending targeted at education and R&D, the use of environmentally cleaner technologies and the increased efficiency of environmental regulations. Furthermore, the total direct effect of government spending on air pollution is also largely determined by the different characteristics of the pollutants. In particular, the estimated

effects are greater in significance and in magnitude on pollutants that are characterized by shorter atmospheric life time, local geographical range and therefore more immediate impact on human health. Furthermore, there is evidence that production-generated pollution is easier to be controlled by the implementation of fiscal policy, compared to consumption-generated pollution.

Overall, these results are in line with those reported in Halkos and Paizanos (2013) who also found a negative direct effect of government expenditure on SO_2 emissions which is a production-generated pollutant with local externalities, while they report that there is no significant direct effect on CO_2 emissions which is a mix between production- and consumption-related pollutant and is characterized by global externalities.

Turning to policy implications, the results of this study provide reassurance to macroeconomic policy makers that the direct effect of a fiscal spending expansion is not detrimental to environmental quality and in fact may lead to significant improvements in air quality, particularly in developed and democratic countries. Therefore, fiscal spending may be used to complement the efforts to improve environmental quality rendering them easier and more cost efficient. The effect of government spending on environmental quality in developing countries and autocratic regimes can be reinforced by mitigating policy distortions such as the protection of industry and energy subsidies and by enforcing property rights over natural resources that may promote the internalization of environmental costs to the sources that generate pollution (Panayotou, 1993). Moreover, the need for technology and knowledge transfers to developing countries is crucial to advance the abatement methods used and promote environmental cleaner production methods.

Concerning the mitigation of pollutants with more global impact like N_2O and CO_2, the adoption of international environmental treaties that will internalize such externalities is required (Lekakis, 2000; Morales and Guerrero, 2006; Halkos, 2013). Finally, it should be mentioned that there are several other factors that may also affect environmental quality, which ought to be considered in designing fiscal policies, like the composition of government spending and the cumulative effect of each policy on economic growth (Lopez et al., 2011; Halkos and Paizanos, 2013).

Ackwoledgments

This research has been co-financed by the European Union (European Social Fund – ESF) and Greek national funds through the Operational Program "Education and Lifelong Learning" of the National Strategic Reference Framework (NSRF) - Research Funding Program: Heracleitus II. Investing in knowledge society through the European Social Fund.

European Union
European Social Fund

OPERATIONAL PROGRAMME
EDUCATION AND LIFELONG LEARNING
investing in knowledge society
MINISTRY OF EDUCATION & RELIGIOUS AFFAIRS
MANAGING AUTHORITY
Co-financed by Greece and the European Union

NSRF 2007-2013
EUROPEAN SOCIAL FUND

References

Bernauer T. and Koubi V. (2009). Effects of political institutions on air quality, Ecological Economic, 68 (5), 1355-1365.

Bernauer T. and Koubi V. (2013). Are bigger governments better providers of public goods? Evidence from air pollution, Public Choice, 156(3), 693-609.

Cole M.A. and Elliott R.J.R. (2003). Determining the trade-environment composition effect: the role of capital, labor and environmental regulations, Journal of Environmental Economics and Management, 46(3), 363-383.

Cole M.A. (2007). Corruption, income and the environment: An empirical analysis, Ecological Economics, 62, 637-647.

Farzin Y.H. and Bond C.A. (2006). Democracy and Environmental Quality, Journal of Development Economics, 81(1), 213-235.

Feenstra R.C., Inklaar R. and Timmer M.P. (2015). The Next Generation of the Penn World Table, forthcoming American Economic Review, available for download at www.ggdc.net/pwt.

Frederik C. and Lundström S. (2001). Political and Economic Freedom and the Environment: The Case of CO2 Emissions, Working Paper in Economics no. 29, University of Gothenburg, Gothenburg.

Fredriksson P.G. and Svensson J. (2003). Political instability, corruption and policy formation: the case of environmental policy, Journal of Public Economics, 87, 1383-1405.

Fredriksson P.G., List J.A. and Millimet D.L. (2003). Bureaucratic Corruption, Environmental Policy and Inbound US FDI: Theory and Evidence, Journal of Public Economics, 87(7-8), 1407-1430.

Fullerton D. and Kim S.R. (2008). Environmental Investment and Policy with Distortionary Taxes, and Endogenous Growth, Journal of Environmental Economics and Management, 56(2), 141-154

Galinato G.I and Islam F. (2014). The Challenge of Addressing Consumption Pollutants with Fiscal Policy, Working Paper Series WP 2014-1, Washington State University, Washington.

Grossman G. and Krueger A. (1995). Economic growth and the Environment, Quarterly Journal of Economics, 110, 353-377.

Halkos G.E. (2003). Environmental Kuznets Curve for sulfur: evidence using GMM estimation and random coefficient panel data models, Environment and Development Economics, 8, 581-601.

Halkos G.E. (2011). Econometrics: Theory and Practice: Instructions in using Eviews, Minitab, SPSS and Excel, Gutenberg, Athens.

Halkos G.E. (2013). Exploring the economy - environment relationship in the case of sulphur emissions, Journal of Environmental Planning and Management, 56 (2), 159-177.

Halkos G.E. and Paizanos E. (2013). The effect of government expenditure on the environment: An empirical investigation, Ecological Economics, 91, 48-56.

Halkos G.E. and Tzeremes N. (2013). Carbon dioxide emissions and governance: A nonparametric analysis for the G-20, Energy Economics, 40 (C), 110-118.

Islam F. and Lopez R. (2015). Government Spending and Air Pollution in the U.S, International Review of Environmental and Resource Economics, 8(2), 139-189.

Lake D. and Baum M. (2001). The invisible hand of democracy: political control and the provision of public service, Comparative Political Studies, 34(6), 587-621.

Lekakis J.N. (2000). Environment and development in a Southern European country: which environmental Kuznets curves? Journal of Environmental Planning and Management, 43 (1), 139–153.

Lopez R., Thomas V. and Wang Y. (2010). The Quality of Growth: Fiscal Policies for Better Results, IEG World Bank.

Lopez R., Galinato G.I and Islam F. (2011). Fiscal spending and the environment: Theory and empirics, Journal of Environmental Economics and Management, 62, 180-198.

Lopez R. and Palacios A. (2014). Why has Europe become Environmentally Cleaner? Decomposing the Roles of Fiscal, Trade and Environmental Policies, Environmental and Resource Economics, 58(1), 91-108.

Maddison A. (2010). GDP and Population Online Data, Available at http://www.ggdc.net/ MADDISON/oriindex.htm

Martinez-Mongay C. (2002). Fiscal Policy and the Size of Governments, in M. Buti, J. von Hagen and C. Martinez-Mongray, eds., The Behaviour of Fiscal Authorities -Stabilisation, Growth and Institutions, Palgrave, Basinstoke.

Morales A.M. and Guerrero M. (2006). The European Union as first mover in the market for greenhouse gas emissions permits, Journal of Environmental Planning and Management, 49(4), 533–553.

Mueller D.C. and Murrell P. (1986). Interest groups and the size of government, Public Choice, 48(1), 125-145.

Niskanen W. (1997). Autocratic, democratic and optimal government, Economic Inquiry, 35 (3), 464-479.

Panayotou T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development, Working Paper WP238, Geneva: Technology and Employment Programme, International Labour Office.

Pedroni P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis, Econometric Theory, 20, 597-625.

Polity IV Project (2014). Polity IV Data Series, Accessible at: http://www.systemicpeace.org/ inscrdata.html.

Welsch H. (2004). Corruption, growth and the environment: a cross-country analysis, Environment and Development Economics, 9, 663–693.

World Bank (2014). World Development Indicators, Available at http://data.worldbank.org /datacatalog/world-development-indicators

Zhu Q. and Peng X. (2012). The impacts of population change on carbon emissions in China 1978-2008, Environmental Impact Assessment Review, 36, 1-8.

Fiscal policy under government debt constraints: recent evidence from Greece

Stephanos Papadamou & Trifon Tzivinikos
University of Thessaly, Department of Economics, Volos, Greece
stpapada@uth.gr tzivinik@uth.gr

Abstract
This paper investigates the effects of anticipated and unanticipated fiscal policy shocks on major Greek macroeconomic variables over the period 2000:1-2013:3 within a structural VAR (SVAR) framework. The sign restriction approach pioneered by Uhlig 2005 J.M.E. is applied to identify a government spending and a government revenue shock while controlling for debt dynamics. Additionally, the output and unemployment responses to fiscal shocks under different scenarios concerning the amalgamation of budget components are considered. Our findings indicate that a government spending shock has a quite sizable effect on unemployment and output and increases government debt while a government revenue shock has the opposite effects although not as profound as the expenditure shock.

Keywords: Fiscal policy; structural VAR; unemployment; output; government debt.

JEL classification: E62; C32; H63; J68.

Δημοσιονομική πολιτική υπό τον περιορισμό του δημοσίου χρέους: Πρόσφατα στοιχεία για την περίπτωση της Ελλάδας

Στέφανος Παπαδάμου & Τρύφων Τζιβινίκος
Τμήμα Οικονομικώς Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη
Στο παρόν άρθρο διερευνάται η επίδραση των προβλεπόμενων και απρόβλεπτων δημοσιονομικών σοκ σε βασικές μακροοικονομικές μεταβλητές της Ελληνικής οικονομίας κατά την περίοδο 2000:1-2013:3 σύμφωνα με ένα δομικό αυτοπαλίνδρομο διάνυσμα. Η μέθοδος του περιορισμού προσήμου χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να επιτευχθεί η ταυτοποίηση ενός σοκ στις κυβερνητικές δαπάνες και στα έσοδα του κράτους λαμβάνοντας υπόψη το ύψος του χρέους της χώρας. Συγκεκριμένα, διερευνώνται οι ανταποκρίσεις του παραγόμενου προϊόντος και της ανεργίας υπό διαφορετικά σενάρια δημοσιονομικής πολιτικής αναφορικά με το μείγμα των στοιχείων του προϋπολογισμού Τα ευρήματα μας αποκαλύπτουν ότι ένα σοκ στις κυβερνητικές δαπάνες έχει σημαντική επίδραση στην ανεργία και στο προϊόν οδηγώντας όμως σε αύξηση του χρέους ενώ ένα σοκ στα κρατικά έσοδα επιφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα όχι όμως σε τέτοιο βαθμό. Με την εφαρμογή διαφορετικών συνδυασμών δημοσιονομικών σοκ και λαμβάνοντας υπόψη την υστέρηση των πολιτικών αποφάσεων επεκτείνουμε την υπάρχουσα βιβλιογραφία έτσι ώστε να εφαρμόσουμε μία περισσότερο ρεαλιστική δημοσιονομική πολιτική και παράλληλα να εκτιμήσουμε την επίδραση κάθε σεναρίου πολιτικής στο δημόσιο χρέος.

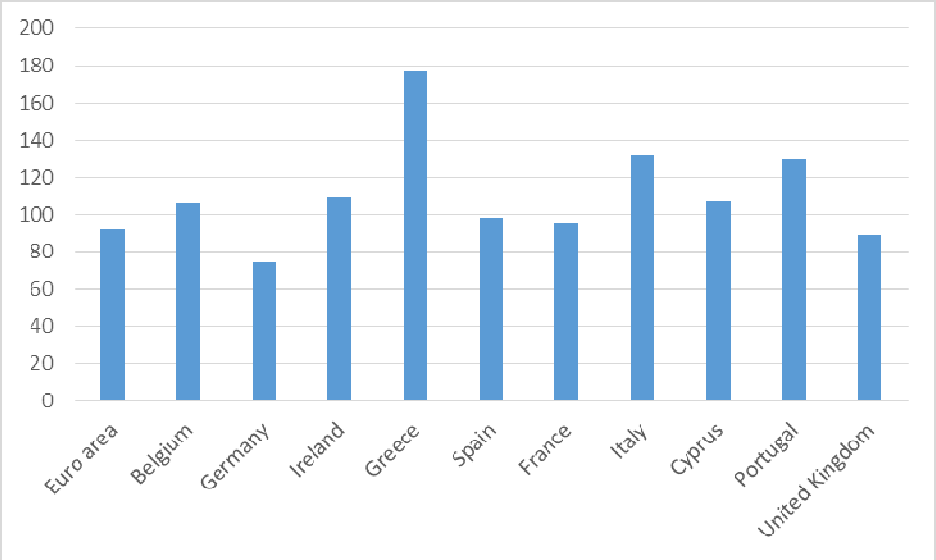
Λέξεις κλειδιά: Δημοσιονομική πολιτική, δομικό αυτοπαλίνδρομο διάνυσμα, ανεργία, προϊόν, δημόσιο χρέος.

JEL Κωδικοί: E62, C32, H63, J68.

1. Introduction

Unambiguous there are many advantages in participating in a currency union such as Eurozone but drawbacks also exists. The loss of an important instrument that policymakers have, namely monetary policy denotes the regained attention of fiscal policy. Furthermore, it has been noted that the European Central Bank (ECB) is handicapped by the existence of structural rigidities among the member countries so monetary policy will face severe constraints in accentuating output misalignments (De Grauwe and Storti, 2005). Fiscal policy is the only tool that policy makers have to respond to idiosyncratic shocks to dampen business cycle fluctuations and reduce output volatility at a national level. While recent academic discussions are focused on how fiscal policy influences business cycle in the aftermath of the global financial crisis (Cwik and Wieland, 2011; Ramey 2011) little attention have been paid on the relationship of the rising government debt and fiscal policy. Figure 1 shows debt to GDP ratios in 2014 according to |Eurostat.

Figure 1: Debt to GDP ratios for selected countries in 2014. Data are taken from Eurostat database.



Greece confronted a severe sovereign debt crisis in 2009 which made essential the financial support provided by the International Monetary Fund (IMF) on May 2010 (IMF, 2010). Since then two Economic Adjustment Programmes (EAP) have been applied and although the reduction of government deficit the consequences of fiscal consolidation was harsh as output contraction reached 31.7% and unemployment rate exceeded the projections of European Commission and came up to 26.6% in 2014. Recently researchers have stated that fiscal multipliers have been underestimated for a group of countries suggesting vicariously that fiscal consolidation programs may have deeper recessionary effects than expected (IMF 2012b, Blanchard and Leigh, 2013).

On the empirical grounds a list of factors may enhance the effectiveness of fiscal policy and therefore the size of multipliers. For instance, the responsiveness of interest rates to fiscal policy changes (Monacelli et al., 2010) and the degree of openness of an economy (Ilzetzki et al., 2010) influence substantially the magnitude of multipliers. Moreover, in case of fiscal expansion output rises in a more persistent manner in presence of low government

debt, nominal rigidities and when the share of "Non-Ricardian" (i.e. liquidity constrained) consumers relative to "Ricardian" ones is larger (Coenen et al., 2010).

While in the US fiscal policy has been extensively investigated (Ramey and Shapiro, 1997; Blanchard and Perotti, 2002; Fatás and Mihov, 2001; Mountford and Uhlig, 2009; Barro and Redlick, 2011), in Eurozone studies are less numerous (Favero and Marcellino, 2001; Rafiq and Mallick, 2008). But since 2009 as fiscal consolidation measures are employed Euro Area countries attract an increasingly deal of attention.(David and Leeper, 2011). In addition, the analysis of fiscal policy in countries with high level of debt are back to the forefront of the policy discussion (Mayer et al., 2013).

The remainder of the paper is organized as follows. Section 2 reviews the relevant literature, theoretical and empirical, of the effects of fiscal policy. Section 3 presents data information and discusses in more detail the SVAR econometric methodology. In Section 4 we present the main empirical findings. Section 5 includes a brief summary of the results and concluding remarks.

2. Literature review

2.1 Theoretical Literature

There is no consensus concerning the impact of government spending or tax cuts on fundamental macroeconomic variables. The outcome varies depending on the openness of the economy, the exchange rate regime and assumptions made about markets, individuals and prices. According to the Keynesian framework in a world of rigid prices, aggregate demand determines output, consumption responds to current income and fiscal expansion has a positive effect on growth. In a Ricardian equivalence world fiscal multipliers are zero as consumers are forward-looking and fully aware of the government' s intertemporal budget constraint (Barro, 1974). Eurozone is a special case as exchange rate regime is fixed among the member countries but flexible with the rest of the world. In that case a coordinated fiscal expansion, in particular of times of deep global recession, could strengthen the effects of fiscal policy (Beetsma and Giuliodori, 2011).

2.2 Empirical Evidence

As theoretical frameworks allow many possible outcomes researchers tried to shed light to the effects of fiscal policy shocks on main macroeconomic variables but no broad consensus achieved. Although, generally, public expenditure increases or tax cuts demonstrate positive output multipliers (Ramey and Shapiro, 1998; Fatas and Mihov, 2005; Marcellino, 2006; Blanchard and Perotti, 2002; Mountford and Uhlig 2009) the estimated size and duration of these effects is very disperse. Moreover, as researchers aim to explain the economic effects of fiscal consolidations they faced non-Keynesian fiscal multipliers, namely positive output responses following expenditure cuts (Giavazzi and Pagano, 1990; Perotti, 2004).

It should be noted that the cyclical position of the economy is often seen as an important factor when assessing the impact of fiscal policy on economic activity (Hemming et al., 2002). Therefore, the estimated results of the studies should be treated as "average effects'', depending on the prevailed economic state in the sample period. Auerbach and Gorodnichenko (2010) document government spending multipliers that are almost zero in expansionary phases and near 2 in recessions. Likewise, Bachmann and Sims (2012), find that the spending multiplier is almost zero in expansions and around 3 during recessions.

Caldara and Kamps (2008) showed that all identification approaches used in the literature produced very similar results concerning government spending shocks, GDP, consumption and the real wage all significantly increased. Different results, though, deriving from changes to taxation. To assess the effects of fiscal policy in Spain, De Castro and Hernandez de Cos (2006) find that a government spending shock increases output in the short-term but in the medium and long term an expansionary shock causes decreased output and inflation. The cumulative output multiplier rises to 1.31 for the first four quarters and then falls to 0.40 at the 20th quarter. For German economy, Tenhofen et al. (2010) come across with positive output and consumption multipliers following an expenditure shock although the statistical significance is low but when they disaggregate the expenditure component to wage and non-wage they find that only non-wage spending has a clear and persistent positive effect on output contrary to the results obtained by Fatas and Mihov (2001) for the US.

Romer and Romer (2007) using the narrative approach to identify the timing and size of the changes in taxes, find that exogenous tax increase has a negative effect on output. Authors who investigate tax changes via other identification schemes (Blanchard and Perotti, 2002 and Perotti, 2007) usually obtain a tax multiplier of about 1 while computed multipliers via narrative approach are about 3. Mertens and Ravn (2014) enhance the empirical evidence of high tax multipliers as they estimated them around 2 on impact and up to 3 after six quarters. For the developing countries of Asia Jha et al. (2014) find that tax cuts have a greater countercyclical impact on output that government spending. Those differences among tax multipliers are not explained by a difference in the shocks but by the different models used (Favero & Giavazzi 2012).

The sign restriction approach has been adopted in recent studies and is used by researchers in order to draw structural conclusions using VARs. Pappa (2009) studied the responses of fiscal shocks in the labor market employing a structural VAR and based on sign restrictions identification approach initially introduced by Uhlig (2005). Results showed that shocks to government consumption and investment increase real wages and employment. Jha et al. (2014) applies Mountford and Uhlig (2009) methodology to identify fiscal shocks considers SVAR models using historical quarterly time-series from emerging Asian economies. Responses showed that in Asia unanticipated tax cuts may be more effective for the economic activity than higher government spending. Rubio-Ramirez et al. (2010) extended the sign restrictions methodology allowing for zero restrictions.

The majority of the aforementioned studies ignored the fact that fiscal shocks provoke shifts in public debt which governments are obliged to retain at a specific level. This can trigger biased estimation of multipliers as models fail to keep track of the debt dynamics that arise following a fiscal shock (Favero and Giavazzi, 2007). The consequence of omitting feedback of the debt level and to keep track of its path when estimating the impulse responses is models that ignore the possibility that future taxes and spending interact with other macroeconomic variable but not to the level of the public debt. The only one case that we could omit the debt variable is when the economy's growth rate is exactly equal to the average cost of financing the debt as then debt stability will not be a concern (Bohn, 1998).

In an attempt to address debt dynamics in a VAR model Favero and Giavazzi (2007) use the long-term interest rate and obtained smaller output response after an expenditure shock for the US during 1980-2006:2. By utilizing a Bayesian SVAR model Afonso and Sousa (2009) provide evidence that a government spending shock has small effect on real

GDP and not significant impact on private consumption in the US, UK, Germany and Italy while a revenue shock produced positive response on GDP and private investment. When debt dynamics is taken into account GDP become more responsive in contrast to results provided by Favero and Giavazzi (2007).

Ilzetzki et al. (2013) estimate the effects of fiscal policy for a large panel data set of developed and developing countries. Their research revealed that fiscal multipliers are lower for countries with relatively high debt levels. Hence, in countries with high debt levels fiscal stabilization policy becomes counterproductive and in any case harder to implement. The fiscal position on the transmission of government spending shocks have occupied Mayer et al. (2013). They provided evidence that the allowance of positive levels of government debt in the steady state affected the size of fiscal multipliers depending on the horizon at which the multiplier is evaluated. Specifically, they find that short-run multipliers differ substantially when high levels of debt are introduced in the steady state.

Fiscal multipliers estimation in Greece is limited due to the lack of macroeconomic and fiscal data. Apergis and Cooray (2013) investigate the public debt in the framework of fiscal consolidation. Debt sustainability can be achieved by an aggressive growth policy and primary balance to GDP. Thomakos (2012) investigate the size of fiscal multipliers in expansions and recessions indicating spending multipliers that are as high as 1.32 during recessions. Moreover the latter effect is noticeable (as high as 2.35) for a positive government wage expenditure shock. Tagkalakis (2014) building on Blanchard and Perotti (2002), examines the importance of credit for the transmission of fiscal policy shocks in Greece. A government expenditure shock contributes to a positive response in output. This effect can be explained by the tightness of credit conditions in recent years.

3. Data information and specification

We use a new non-interpolated quarterly data set from 2000 to 2013:3. Our benchmark model includes 5 variables which are specifically the change in the log of real government spending defined as the sum of government consumption and investment, the change in the log of real net revenues defined as total current revenues minus current transfers, the change in the log of real GDP, the change in the log of the number of unemployed and the real government debt. All variables are transformed in real terms using the GDP deflator. The VAR is fitted with one lag based on information criteria and no time trend included. While all variables are stationary at 5% confidence level the “sign” methodology is robust to the non-stationarity issue so we don’t impose any cointegrating long-run relationship among the variables as in Blanchard and Quah (1988) or Gali (1996). Hence, the approach is “agnostic” as no long-run restrictions are posed to the identification procedure. The confidence bands are drawn by taking draws from posterior distribution and identifying the shocks for each case. The bands are modelled as the 16th and 84th percentile quantities for the dynamic responses, which if the distribution is normal would correspond to one standard deviation band (Sims and Zha, 1999).

Moreover, in an attempt to estimate the economic effects of individual expenditure and revenue items and their impact on public debt we re-estimated several different SVAR specifications. As far as expenditures we considered government consumption, government investment, current government transfers and government wage bill by replacing the government spending variable by one of the mentioned variables and enters before net revenue variable. As far as revenues we replaced net revenues with a distortionary tax namely income tax, indirect taxes and capital tax.

3. Empirical findings

In Table 1 and 2 we summarize the findings reported in Figure 2 and 3.

3.1 Government expenditure components

In case of a contractionary government spending shock the response of output is statistically significant for the first 6 quarters (Figure 2) and the impact response to a 1 st.dev. is estimated at -0.18 (Table 1) and it rises to -0.07 after 1 year of the shock and to -0.01 after 2 years. The cumulative output multiplier falls to -0.48 one year after the shock and approaches -0.60 two years after the shock (see Table 1).. As far as unemployment one negative government spending shock triggers an increasement by 0.58 immediately after the shock and it keeps rising statistically significant for the first 5 quarters. There is a slight decrease after the second year although not statistically significant. Considering the cumulative effect, unemployment rises by 1,45% the first year and 1.65% the second year. While the effects for the economy are unfavorable the impact on debt is adverse and exhibits a persistent and statistically significant fall for 10 quarters. The impact effect is -0.15 p.p. and it rises to -0.05 after 2 years but the cumulative effect is much stronger as it reaches -0.44 the first year and -0.86 the third year.

The output response to a government consumption curtailment (Figure 2) as it is expected approximates the output response of a government spending shock. The impact response is -0.23 p.p. and declines to zero after 8 quarters while the cumulative response is -0.58 p.p. after 1 year and- 0.71 after 2 years. The impact response of unemployment is 0.71 and diminishes to zero after 2 years and simultaneously the debt response is positive and reaches -0.19 immediately after the shock. The cumulative response of unemployment and debt after 1 year is -1.69 and 0.56 p.p. respectively. Although the response of output and unemployment is more subtle the response of debt is more profound.

Government wage bill comes second in size concerning the expenditure budget components. In Figure 3 we observe that after a 1 st. dev. government wage bill cut output falls on impact by -0.22 and by -0.07 after 1 year whereas the cumulative response is -0.53 the first year and -0.62 the second. The impact response of unemployment is 0.67 and is statistically significant only for 3 quarters whereas the impact debt response is -0.19 and is statistically significant for more than 2 years. We should emphasize the Keynesian response of output as a government wage bill shock stagnates demand and increases unemployment contrary to other studies that have identified output expansion (Alesina et al., 2002).

Government investment shock (Figure 4) produces the less profound responses as the impact output response is -0.08 p.p. and quickly diminishes to almost zero after 1 year and the same applies for unemployment impact response which is -0.25 and fall to zero rapidly. It is interesting that government debt falls only -0.08 on impact. We should mention here that government investment represent the smallest component of government expenditure. In order to produce comparable results among the various components of government expenditure we should produce shock as a percentage of GDP share.

Figure 2: The effects of a government spending and components shock. The solid black line represents the response of output/unemployment/debt to

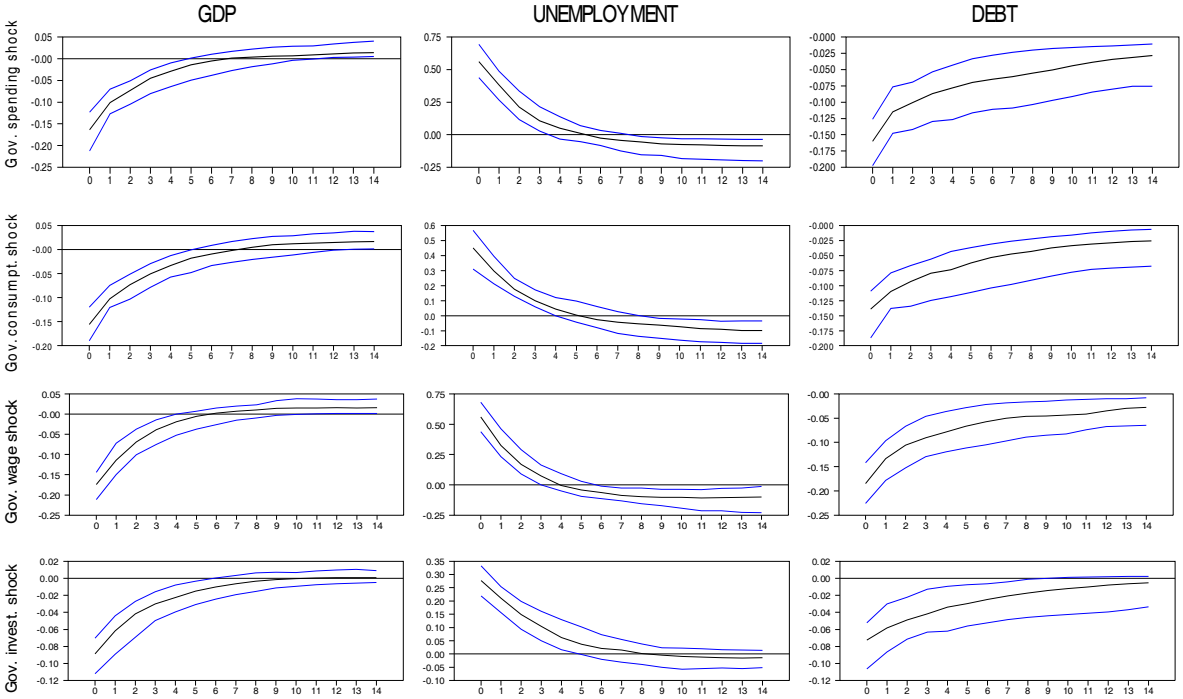


Figure 3: The effects of a government revenue and components shock. The solid black line represents the response of output/unemployment/debt to a 1 st. dev. shock to government revenues. The top blue solid line represents the 84th percentile and the bottom blue solid line represents the 16th percentile.

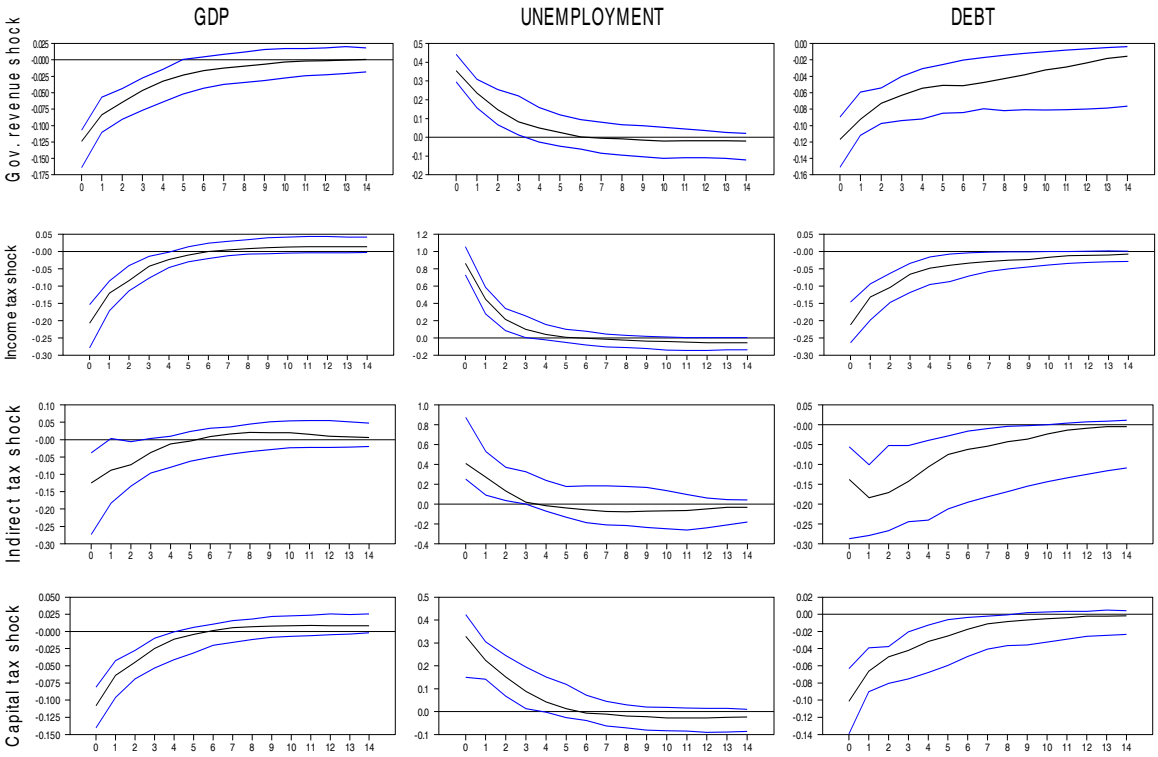


Table 1: Cumulative Multipliers of Government Expenditure Shocks

A. Cumulative output multipliers of government spending components

Shock to	Quarters				
	Impact	1st	4th	8th	12th
Gov. spend.	-0.15	-0.27	-0.42	-0.48	-0.41
consumption	-0.17	-0.27	-0.41	-0.47	-0.42
Wage	-0.18	-0.31	-0.46	-0.53	-0.53
Gov. invest.	-0.11	-0.17	-0.24	-0.27	-0.27

B. Cumulative unemployment multipliers of government spending components

Shock to	Quarters				
	Impact	1st	4th	8th	12th
Gov. spend.	0.51	0.85	1.08	1.03	0.75
consumption	0.53	0.86	1.12	1.04	0.76
Wage	0.54	0.95	1.23	1.18	0.98
Gov. invest.	0.31	0.55	0.83	0.88	0.88

C. Cumulative debt multipliers of government spending components

Shock to	Quarters				
	Impact	1st	4th	8th	12th
Gov. spend.	-0.15	-0.27	-0.44	-0.68	-0.86
consumption	-0.17	-0.30	-0.49	-0.74	-0.93
Wage	-0.19	-0.33	-0.52	-0.76	-0.90
Gov. invest.	-0.09	-0.14	-0.19	-0.27	-0.32

3.2 Government revenue components

Concerning the effects of a 1 st. dev. government net revenue shock (Figure 3) the output declines on impact by 0.18 p.p. and fades out quickly as it is statistically significant for the first 4 quarters and the cumulative multiplier is configured to 0.39 after one year. Comparing that shock with the government spending shock the response is less persistent and smoother. The delay of the government to apply the new measures seems that barely aggravates the response of output. Unemployment and debt respond as expected but the effect is less profound in case of unemployment and it seems that major part of the collected taxes is directed to the payment of debt.

In case of direct taxes the response of all variables are more persistent as a 1 st. dev. shock leads to an immediate decrease of output and to 0.29 p.p and the effect remains for 4 quarters. Compared to a 1 p.p. shock to indirect taxes (Figure 7) which have strong impact response at 0.35 p.p. but fade out quickly, income taxes lead to a more contracted output. The same is applied for unemployment as a shock to income taxes raises unemployment to 1.03 while indirect taxes raise unemployment by 0.48 on impact. The impact response of debt to a shock to both taxes is profound but direct taxes reduce debt in a more persistent manner. Decision lags on both kind of taxes lead to a more gradual fall in output and to a lesser raise of unemployment but have detrimental effect on the effort of Greek government to reduce public debt.

Capital taxes represent the smallest portion of government revenues and a 1 st. dev. shock reduces output by 0.16 and raises unemployment by 0.49 on impact and is statistically significant for only 3 quarters. All kind of taxes lead to a debt reduction and to a fall in output while at the same time cause unemployment to raise which is in line with Bassanini and Duval (2006).

Table 2: Cumulative Multipliers of Government Revenue Components

A. Cumulative output multipliers of government revenue components

Shock to	Quarters				
	Impact	1st	4th	8th	12th
Net revenues	-0.13	-0.22	-0.31	-0.35	-0.34
Direct taxes	-0.19	-0.33	-0.47	-0.48	-0.41
Indirect taxes	-0.12	-0.20	-0.30	-0.31	-0.27
Capital taxes	-0.10	-0.16	-0.24	-0.25	-0.21

B. Cumulative unemployment multipliers of government revenue components

Shock to	Quarters				
	Impact	1st	4th	8th	12th
Net revenues	0.41	0.68	0.93	0.99	0.91
Direct taxes	0.86	1.33	1.67	1.68	1.43
Indirect taxes	0.39	0.65	0.83	0.66	0.42
Capital taxes	0.32	0.54	0.78	0.83	0.73

C. Cumulative debt multipliers of government revenue components

Shock to	Quarters				
	Impact	1st	4th	8th	12th
Net revenues	-0.12	-0.20	-0.34	-0.48	-0.54
Direct taxes	-0.19	-0.34	-0.54	-0.71	-0.76
Indirect taxes	-0.13	-0.30	-0.61	-0.78	-0.87
Capital taxes	-0.10	-0.16	-0.26	-0.34	-0.37

4. Conclusions

Our findings indicate that a government spending shock has a quite sizable effect on unemployment and output and increases government debt while a government revenue shock has the opposite effects although not as profound as the expenditure shock. The disaggregation of data revealed that it is preferred to reduce government consumption than government wage bill in order to reduce public debt and affect as least as possible the economy. On the other hand the reduction of government investment offers very little concerning the fall of public debt while is causes unemployment and output contraction. As far as taxes concerned income taxes reduce public debt substantially but harm the economy while the reduction of indirect taxes affect the economy only at impact and the effects fade out very quickly.

References

Afonso, A. (2010). Expansionary fiscal consolidations in Europe: new evidence. *Applied Economics Letters*, *17*(2), 105-109.

Afonso, A., & Sousa, R. (2009). *RM, 2009b.The Macroeconomic Effects of Fiscal Policy in Portugal: a Bayesian SVAR Analysis. School of Economics and Management* (No. 09). Working Papers.

Alesina, A., & Perotti, R. (1996). Income distribution, political instability, and investment. *European economic review*, *40*(6), 1203-1228.

Alesina A., S. Ardagna, R. Perotti, and F. Schiantarelli, (2002), Fiscal Policy, Profits, and Investment, *American Economic Review*, vol. 92, no. 3, June 2002, pp. 571-589.

Alesina, A., & Ardagna, S. (2009). Large changes in fiscal policy: Taxes versus spending. NBER Working Paper Series. 15348.

Apergis, N., & Cooray, A. (2013). Convergence in tax revenues across ASEAN and Asia Pacific and Oceania countries: Evidence from club convergence. *J. Multinal. Financ. Manag.*, *27*, 11-21.

Auerbach, A. J., & Gorodnichenko, Y. (2010). *Measuring the output responses to fiscal policy* (No. w16311). National Bureau of Economic Research.

Bachmann, R., & Sims, E. R. (2012). Confidence and the transmission of government spending shocks. *Journal of Monetary Economics*, *59*(3), 235-249.

Barro, R. J. (1974). Are government bonds net wealth?. *The Journal of Political Economy*, 1095-1117.

Barro, R., Redlick, C., 2011. Macroeconomic effects from government purchases and taxes. *Quarterly Journal of Economics 126* (1), 51–102.

Bassanini, A., & Duval, R. (2006). The determinants of unemployment across OECD countries: Reassessing the role of policies and institutions. *OECD Economic Studies*, *42*(1), 7.

Baxter, M., & King, R. G. (1993). Fiscal policy in general equilibrium. *The American Economic Review*, 315-334.

Beetsma, R., & Giuliodori, M. (2011). The effects of government purchases shocks: Review and estimates for the eu*. *The Economic Journal*, *121*(550), F4-F32.

Blanchard, O. J., & Quah, D. (1988). *The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances* (No. w2737). National Bureau of Economic Research.

Blanchard, O. (1990). Suggestions for a new set of fiscal indicators. OECD Economics Department Working Paper. 79.

Blanchard, O. J., & Leigh, D. (2013). *Growth forecast errors and fiscal multipliers* (No. w18779). National Bureau of Economic Research.

Blanchard, O., Perotti, R., (2002). An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output. *Quarterly Journal of Economics,* 117, 1329–1368.

Bohn, H. (1998). The behavior of US public debt and deficits. *Quarterly journal of economics*, 949-963.

Caldara, D., & Kamps, C. (2008). What are the effects of fiscal policy shocks? A VAR-based comparative analysis.

Coenen, G., Erceg, C., Freedman, C., Furceri, D., Kumhof, M., Lalonde, R., Laxton, D., LindT, J., Mourougane, A., Muir, D., Mursula, S., de Resende, C., Roberts, J.,Roeger, W., Snudden, S., Trabandt, M., in't Veld, J., 2010. Effects of fiscal stimulus in structural models. IMF Working Papers No. 10/73, International Monetary Fund.

Collignon, S. (2007). The three sources of legitimacy for European fiscal policy. *International Political Science Review*, 28(2), 155-184.

Collignon, S. (2012). Fiscal policy rules and the sustainability of public debt in europe*. *International Economic Review*, 53(2), 539-567.

Davig, T., & Leeper, E. (2011). Monetary–fiscal policy interactions and fiscal stimulus. *European Economic Review*, *55*,211–227.

de Castro Fernández, F., & Hernández de Cos, P. (2006). *The economic effects of exogenous fiscal shocks in Spain: a SVAR approach* (No. 0647).

De Grauwe, P., & Costa Storti, C. (2005). *Is Monetary Policy in the Eurozone less Effective than in the US?*.

European Commission (2014). The Second Economic Adjustment Programme for Greece-Fourth Review: April 2014. In: Occasional Papers No. 192.

Eurostat (2013) News Release, Provision of deficit and debt data for 2012 – first notification, No 64/2013, 22 April 2013. Available at: http://europa.eu/rapid/press-release_STAT-13-64_en.htm

Faia, E., Lechthaler, W., Merkl, C., 2013. Fiscal stimulus and labor market policies in Europe. *Journal of Economic Dynamics and Control 37* (3), 483–499.

Fatás, A., & Mihov, I. (2001). *The effects of fiscal policy on consumption and employment: theory and evidence* (Vol. 2760). Centre for Economic Policy Research.

Fatás, A., & Mihov, I. (2005). Policy volatility, institutions and economic growth.

Fatás, A., Mihov, I., (2009). The euro and fiscal policy. NBER Working Papers 14722. National Bureau of Economic Research, Inc.

Favero, C. A., & Marcellino, M. G. (2001). Large datasets, small models and monetary policy in Europe.

Favero, C., & Giavazzi, F. (2007). *Debt and the effects of fiscal policy* (No. w12822). National Bureau of Economic Research.

Favero, C., & Giavazzi, F. (2012). Measuring tax multipliers: The narrative method in fiscal VARs. *American Economic Journal: Economic Policy*, *4*(2), 69-94.

Fragetta, M., & Melina, G. (2011). The effects of fiscal policy shocks in SVAR models: a graphical modelling approach. *Scottish Journal of Political Economy*,*58*(4), 537-566.

Fry, R., & Pagan, A. (2011). Sign restrictions in structural vector autoregressions: A critical review. *Journal of Economic Literature*, *49*(4), 938-960.

Gali, J. (1996). *Technology, employment, and the business cycle: Do technology shocks explain aggregate fluctuations* (No. w5721). National Bureau of Economic Research.

Galí, J., López□Salido, J. D., & Vallés, J. (2007). Understanding the effects of government spending on consumption. *Journal of the European Economic Association*, *5*(1), 227-270.

Giavazzi, F., & Pagano, M. (1990). Can severe fiscal contractions be expansionary? Tales of two small European countries. In *NBER Macroeconomics Annual 1990, Volume 5* (pp. 75-122). MIT Press.

Giavazzi, F., Jappelli, T., Pagano, M., & Benedetti, M. (2005). *Searching for non-monotonic effects of fiscal policy: New evidence* (No. w11593). National Bureau of Economic Research.

Giordano, R., Momigliano, S., Neri, S., & Perotti, R. (2007). The effects of fiscal policy in Italy: Evidence from a VAR model. *European Journal of Political Economy*, *23*(3), 707-733.

Hemming, R., Kell, M., & Mahfouz, S. (2002). The effectiveness of fiscal policy in stimulating economic activity: A review of the literature.

Ilzetzki, E., Mendoza, E.G., Végh, C.A., 2013. How big (small?) are fiscal multipliers? *Journal of Monetary Economics 60* (2), 239–254.

Jha, S., Mallick, S. K., Park, D., & Quising, P. F. (2014). Effectiveness of countercyclical fiscal policy: Evidence from developing Asia. *Journal of Macroeconomics*, *40*, 82-98.

Kollmann, R., Ratto, M., & Roeger, W. (2013). Fiscal policy, banks and the financial crisis. *Journal of Economic Dynamics and Control*, *37*(2), 387-403.

Marcellino, M. (2006). Some stylized facts on non-systematic fiscal policy in the euro area. *Journal of Macroeconomics*, *28*(3), 461-479.

Mayer, E., Rüth, S., & Scharler, J. (2013). Government debt, inflation dynamics and the transmission of fiscal policy shocks. *Economic Modelling*, *33*, 762-771.

Mertens, K., & Ravn, M. O. (2014). A reconciliation of svar and narrative estimates of tax multipliers. *Journal of Monetary Economics*, *68*, S1-S19.

Monacelli, T., Perotti, R., & Trigari, A. (2010). Unemployment fiscal multipliers.*Journal of Monetary Economics*, *57*(5), 531-553.

Mountford, A., & Uhlig, H. (2009). What are the effects of fiscal policy shocks?.*Journal of applied econometrics*, *24*(6), 960-992.

Pappa, E. (2009). The effects of fiscal shocks on employment and the real wage. *International Economic Review*, *50*(1), 217-244.

Paredes, J., Pedregal, D. J., & Pérez, J. J. (2014). Fiscal policy analysis in the euro area: Expanding the toolkit. *Journal of Policy Modeling*, *36*(5), 800-823.

Rafiq, M. S., & Mallick, S. K. (2008). The effect of monetary policy on output in EMU3: a sign restriction approach. *Journal of Macroeconomics*, *30*(4), 1756-1791.

Ramey, V. A., & Shapiro, M. D. (1998, June). Costly capital reallocation and the effects of government spending. In *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (Vol. 48, pp. 145-194). North-Holland.

Romer, C. D., & Romer, D. H. (1989). Does monetary policy matter? A new test in the spirit of Friedman and Schwartz. In *NBER Macroeconomics Annual 1989, Volume 4* (pp. 121-184). MIT Press.

Romer, C. D., & Romer, D. H. (2007). *The macroeconomic effects of tax changes: estimates based on a new measure of fiscal shocks* (No. w13264). National Bureau of Economic Research.

Rubio-Ramirez, J. F., Waggoner, D. F., & Zha, T. (2010). Structural vector autoregressions: Theory of identification and algorithms for inference. *The Review of Economic Studies*, *77*(2), 665-696.

Tagkalakis, A. O. (2014). Credit and the transmission of fiscal policy shocks: Recent evidence from Greece. *Economics Letters*, *122*(2), 263-267.

Tenhofen, J., Wolff, G. B., & Heppke-Falk, K. H. (2010). The macroeconomic effects of exogenous fiscal policy shocks in Germany: a disaggregated SVAR analysis. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 328-355.

Thomakos, D. (2012). Fiscal multipliers in deep economic recessions and the case for a 2-year extension in Greece's austerity programme'. *Eurobank EFG Economic Research*, *8*(4), 1-44.

Uhlig, H. (2005). What are the effects of monetary policy on output? Results from an agnostic identification procedure. *Journal of Monetary Economics*,*52*(2), 381-419.

Causality among CO_2 emissions, energy consumption and economic growth: The cases of UK and Portugal

Chaido Dritsaki
Department of Accounting and Finance
Western Macedonia University of Applied Sciences
Kozani, GREECE
dritsaki@teiwm.gr

Abstract
The current paper aims at investigating the relationship between CO_2 emissions, energy consumption and economic growth for two member countries of European Union, United Kingdom (country of North Europe) and Portugal (country of South Europe) over the period 1960-2011. For the long run equilibrium relationship of the examined variables, we use the Johansen technique. For the causal relationship among variables we employ the VECM. The results of the paper showed that in the short run, there is a unidirectional causal relationship between energy consumption and CO_2 emissions for Portugal with direction from energy consumption to CO_2 emissions and bilateral causal relationship between energy consumption and CO_2 emissions for United Kingdom.

Keywords: Carbon emissions; Energy consumption; Economic Growth; Johansen; VECM.

JEL Codes: Q43; Q53; Q56.

Αιτιότητα ανάμεσα στις εκπομπές CO_2, κατανάλωση ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης: Οι περιπτώσεις του Ηνωμένου Βασιλείου και της Πορτογαλίας

Χάϊδω Δριτσάκη
Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη
Η παρούσα εργασία σκοπό έχει να εξετάσει τη σχέση ανάμεσα στις εκπομπές ρύπων, την κατανάλωση ενέργειας και την οικονομική ανάπτυξη για δύο κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το Ηνωμένο Βασίλειο (χώρα της Βόρειας Ευρώπης) και την Πορτογαλία (χώρα της Νότιας Ευρώπης) για την περίοδο 1960-2011. Για την μακροχρόνια σχέση ισορροπίας των υπό εξέταση μεταβλητών, χρησιμοποιούμε τη μέθοδο του Johansen. Για την αιτιατή σχέση μεταξύ των μεταβλητών εφαρμόστηκε το VECM (Υπόδειγμα Διόρθωσης Λαθών). Τα αποτελέσματα της εργασίας δείχνουν ότι υπάρχει μονόδρομη βραχυχρόνια αιτιατή σχέση ανάμεσα στην κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για την Πορτογαλία με κατεύθυνση από την κατανάλωση ενέργειας προς τους ρύπους και αμφίδρομη βραχυχρόνια αιτιακή σχέση ανάμεσα στην κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για το Ηνωμένο Βασίλειο.

Λέξεις Κλειδιά: Εκπομπές CO_2, κατανάλωση ενέργειας, οικονομική ανάπτυξη, Johansen, Υπόδειγμα Διόρθωσης Λαθών.

JEL Κωδικοί: Q43, Q53, Q56.

1. Introduction

Population growth and mainly the rapid industrialization in most countries increased the threat of overheating of the planet and climate change the last years. The carbon dioxide emission is regarded the main cause of greenhouse effect. The link between carbon dioxide emission and economic growth has been studied in detail from many researchers who are really concerned about the quality of environment. Many attempts have been made in international level, in order to reduce the carbon dioxide emission, one of which is Kyoto protocol signed in 1997 and is one of the most important attempts that has been reached. Kyoto protocol is an international treaty which extends the United Nations Framework Convention on climate change and reductions on greenhouse gas emissions. From 2010, 191 countries have signed this protocol aiming at lowering the level of emissions worldwide.

However, according to the environmental Kuznets curve (1955), the relationship between various indicators of environmental degradation and per capita income is an inverted U-shaped curve per resident**.** According to this curve, the use of natural resources or carbon dioxide emissions increases with the increase of per capita income. But after a turning point, the use of natural resources or carbon dioxide emissions is reducing with the increase of per capita income.

The reasons are the following:

- Production composition
- Consumers' preference for environmental quality
- Income increase which returns back as a tax form for the fighting of pollution

Kuznets curve, which was adopted from economist Simon Kuznets in 1955, examined income inequality and claimed with the inverted U shape that income inequality increases in the beginning as per capita income increases and afterwards decreases with the increase of per capita income and economic growth.

A report of World Bank in 1992 made the environmental Kuznets curve popular implying that the downgrading of environment can be decelerated from policies that protect the environment and promote economic growth.

However, the environmental Kuznets curve is an empirical phenomenon, but from an econometric perspective there are many papers that are not so popular. The reason is that although many researchers used Kuznets curve, few examined the statistic and diagnostic data as far as serial correlation or stochastic trends are concerned. One of the main goals of econometrics is the testing on coefficient relations, if there are true or spurious correlations. Perman and Stern (2003) claimed that Kuznets curve does not exist when we use proper statistical and econometrical techniques. On the contrary, we have a more realistic view on the hypothesis that economic growth and technology change the quality of environment. It seems that most of the indicators in environment degradation are increasing when income increases. However, in developing middle income countries, it has been proved that the effect of per capita income increases pollution. In richer countries, growth is slower so many attempts are made to reduce pollution. The econometric results on recent studies show that pollution problems can and must be solved in developing countries.

The aim of this paper is to examine how the used variables are connected in a long run basis both in an industrialized country of EU such as United Kingdom and to a less industrialized country of EU like Portugal. It also evaluates the dynamic causal relationships between CO_2 emissions, energy consumption and economic growth on those countries.

The rest of the paper is as follows: In section two the literature review is presented while the following section describes the data and methodology. On section four, the empirical results are given and section five provides the conclusions of this paper.

2. Literature review

According to Ozturk and Uddin (2012), there are three basic pillars in the empirical literature which examine the relationship between economic growth, energy consumption and environment pollution. The first one is focused on the quality of environment and economic growth using the environmental Kuznets curve. In this framework, among others are the papers of Grossman and Krueger (1991), Dinda and Coondoo (2006) and Acaravci and Ozturk (2010). The results of these papers are ambiguous and most of the papers show that the inverted U shape of the environmental Kuznets curve is not valid.

The second group examines the relationship between energy consumption and production, a fact that implies that energy consumption and production can be examined together as far as the causality direction is concerned. The papers of Narayan and Singh (2007), Apergis and Payne (2009) and Lau et al. (2011) belong to this group.

The third group contains the papers which are regarded as a combination of the aforementioned groups. This group examines the dynamic relationship between carbon dioxide emissions, energy consumption and economic growth. The more recent studies are that of Soytas and Sari (2009), Zhang and Cheng (2009), Ozturk and Acaravci (2010). Kim et al. (2010) consider the linkage between carbon dioxide emissions and economic growth for the case of Korea. Using Granger causality, the authors found causality between carbon dioxide and growth. Tiwari (2011) in his paper searched for the causality in a static and dynamic framework between energy consumption, CO_2 emissions and economic growth in India using Granger approach in a VAR framework. The findings showed that energy consumption Granger cause economic growth but not the other way round. Ozturk et al. (2013) examine the short and long-run relationship and causality between energy consumption and economic growth in Turkey in 1960-2006 using Johansen and Juselius cointegration method and vector error correction models. Bozkurt and Akan (2014) examine the long run relationship between carbon dioxide emissions, economic growth and energy consumption for Turkey in 1960-2010. The results from Johansen and Juselius test show that there is an equilibrium relationship between the variables. Their findings show that energy use has a positive impact on economic growth while carbon emission has a negative effect. Xue et al. (2014) in their paper investigate the relationship between CO2 emissions, fossil energy consumption and economic growth in nine European countries for the period 1970-2008. Based on the approach of Granger causality test, their results show that there is a causal relationship between the three variables with both unidirectional and dual-directional causality. This causal relationship varies among countries.

Most of the results on these papers showed a causal long run relationship between energy consumption and carbon dioxide emissions.

Finally, many researchers have been employed not only with production and economic growth but also with trade related to car emissions. The paper of Anderson et al. (2010) characterizes the relationship between trade and environment emissions.

3. Data and Methodology

3.1 Data

This study utilizes annual data on CO_2 emissions (E) (metric tons per capita), energy consumption (EC) (kg of oil equivalent) per capita, real GDP (Y) (both in constant 2000). We collect the data CO_2 emissions (E) per capita, energy consumption (EC) per capita, real GDP (Y) per capita from the World Development Indicators (WDI) published by the World Bank. The analysis is confined to the period 1960-2011 due to data availability. All data used in the

study are in logarithmic form. The transformation of the data must be done in order to minimize heteroscedasticity (see Gujarati 2004).

The relationship between carbon emissions (E), energy consumption (EC), national income (Y), can be expressed in the following equation:

$$E_t = \beta_0 + \beta_1 EC_t + \beta_2 Y_t + e_t \quad (1)$$

where e_t is white noise.

Logarithmic transformation of the above equation would leave the basic equation as follows:

$$\ln E_t = \beta_0 + \beta_1 \ln EC_t + \beta_2 \ln Y_t + e_t \quad (2)$$

The above model can be written as a basic multiple VAR model with the following form:

$$Z_t = (\ln E_t, \ln EC_t, \ln Y_t) \quad (3)$$

where Z_t is a column vector composed of the three variables

The following VAR model in the form of a system is the following:

$$\ln E_t = \alpha_{01} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{1i} \ln E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{2i} \ln EC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{3i} \ln Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\ln EC_t = \beta_{01} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{1i} \ln EC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{2i} \ln E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{3i} \ln Y_{t-i} + e_t \quad (5)$$

$$\ln Y_t = \gamma_{01} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{1i} \ln Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{2i} \ln E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{3i} \ln EC_{t-i} + u_t \quad (6)$$

where p=time lags. On VAR models, white noise errors ε_t, e_t, and u_t are called structural innovations.

Thus, before starting the process of VAR model, we should find the order of VAR model meaning the number of time lags of the variables of VAR model. Afterwards, looking for the optimal length of time lags on time series, we use the minimum value of Final Prediction Error (FPE), Akaike Information Criterion (AIC), Schwarz Information Criterion (SIC) and Hannan-Quinn (HQ) criterion, and Likelihood Ratio (LR) criterion. Therefore, the methodology of our paper consists the following steps:

- The first step consists the unit root test on time series on VAR model. If this is valid, then we can estimate every equation separately with the OLS methodology.
- If these series are integrated order I(1), we apply Johansen test (1995). If not all the series are integrated the same order, we then use the autoregressive distributed lags (ARDL) applied by Pesaran et al (2001).
- If there is even one cointegrated vector, meaning that variables of VAR model are cointegrated then there is a long run equilibrium relationship.
- Then we create an error correction model where we can discover the long run equilibrium relationship.
- We examine the stability of coefficients of the error correction model.
- Finally, we test for causal relationship from error correction model using the appropriate equations.

3.2 Unit root and cointegration test

There are various methods for the unit root test. On this paper, we have chosen the Dickey-Fuller (1979, 1981), (ADF) tests as well as Phillips-Perron (1988) (P-P). On these tests the null hypothesis is that time series presents a unit root.

After the stationarity test (unit root) on time series, we apply the cointegration test developed by Johansen (1995) (because all series are integrated first order) for the investigation of long run relationship among examined variables. Johansen test uses two statistics, trace and maximum eigenvalue. The maximum number of cointegrating vectors we can obtain on this test is one less from the variables. The null hypothesis of trace test is that there are r cointegrating vectors against the alternative that there are many. The null hypothesis for the maximum eigenvalue is that there are r cointegrating vectors against the alternative that there are r+1. Both tests (trace, maximum eigenvalue) start with null hypothesis that there is no cointegrating vector. We should point out that Johansen approach uses the optimal length of time lags on VAR model referred above.

In the meantime, we examine the long run relationship between variables on models (4), (5) and (6) using the following equations:

$$\ln E_t = \beta_{01} + \delta_{11} \ln E_{t-1} + \delta_{21} \ln EC_{t-1} + \delta_{31} \ln Y_{t-1} + e_{1t} \quad (7)$$

$$\ln EC_t = \beta_{02} + \delta_{12} \ln EC_{t-1} + \delta_{22} \ln E_{t-1} + \delta_{32} \ln Y_{t-1} + e_{2t} \quad (8)$$

$$\ln Y_t = \beta_{03} + \delta_{13} \ln Y_{t-1} + \delta_{23} \ln E_{t-1} + \delta_{33} \ln EC_{t-1} + e_{3t} \quad (9)$$

3.3 Error correction model (ECM)

Since there is a cointegrated vector (long run equilibrium relationship), a dynamic error correction model can be derived through a simple linear transformation. The dynamic error correction model incorporates short run dynamics with long run equilibrium.

The dynamic error correction model is expressed as follows:

$$\Delta \ln E_t = \alpha_{01} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{1i} \Delta \ln E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{2i} \Delta \ln EC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{3i} \Delta \ln Y_{t-i} + \lambda_1 ECM_{t-1} + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$\Delta \ln EC_t = \beta_{01} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{1i} \Delta \ln EC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{2i} \Delta \ln E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{3i} \Delta \ln Y_{t-i} + \lambda_2 ECM_{t-1} + e_t \quad (11)$$

$$\Delta \ln Y_t = \gamma_{01} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{1i} \Delta \ln Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{2i} \Delta \ln E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{3i} \Delta \ln EC_{t-i} + \lambda_3 ECM_{t-1} + u_t \quad (12)$$

where ECM_{t-1} error correction term which is taken from long run cointegrating relationship between variables on models (7), (8) and (9).

3.4 The VECM Granger Causality

After the long run relationship between variables, we test for the direction of causality using VECM model. The equations that arise can be used for Granger causality testing and are the following:

$$\begin{bmatrix} \Delta \ln E_t \\ \Delta \ln EC_t \\ \Delta \ln Y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^{p} \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \ln E_{t-p} \\ \Delta \ln EC_{t-p} \\ \Delta \ln Y_{t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{bmatrix} ECM_{t-1} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ u_{3t} \end{bmatrix}$$

(13) where i (i=1,…p) is the optimal lag length determined by the Schwarz Information Criterion (SIC), ECM_{t-1} is the lagged residual obtained from the long-run relationship presented in Equation 1, λ_1, λ_2, λ_3 are the adjustment coefficients, and u_{1t}, u_{2t}, u_{3t} are the disturbance terms assumed to be uncorrelated with zero means N(0,σ).

4. Empirical results

4.1 Unit Roots Tests

Applying the unit root tests of ADF, by Dickey and Fuller (1979, 1981), P-P by Philips and Perron (1988) we present the results on table 1.

Table 1: Unit Root Analysis

Variable	ADF		P-P	
	C	C,T	C	C,T
Portugal				
lnEP	-1,061(0)	0,239 (0)	-1,788[4]	0,184[4]
ΔlnEP	-3,857(2)**	-7,228(0)*	-6,354[5]*	-7,241[4]*
lnECP	-1,061(0)	0,452(0)	-1,866[3]	0,543[2]
ΔlnECP	-5,831(0)*	-6,838(0)*	-6,046[4]*	-6,849[3]*
lnYP	-1,424(1)	-2,276(1)	-1,460[1]	-1,103[0]
ΔlnYP	-4,411(0)*	-4,538(0)*	-4,114[8]*	-4,106[10]*
United Kingdom				
lnEUK	1,254(1)	-1,975(0)	1,199[3]	-1,728[1]
ΔlnEUK	-8,134(0)*	-8,519(0)*	-8,134[0]*	-8,497[1]*
lnECUK	-1,355(0)	-0,378(0)	-1,700[4]	-0,300[2]
ΔlnECUK	-6,226(0)*	-7,377(0)*	-6,432[3]*	-7,383[2]*
lnYUK	-1,178(1)	-2,258(1)	-1,197[2]	-1,315[1]
ΔlnYUK	-4,441(0)*	-4,503(0)*	-4,034[6]*	-4,051[7]*

Notes: 1. *, ** and *** show significant at 1%, 5% and 10% levels respectively.
2. The numbers within parentheses followed by ADF statistics represent the lag length of the dependent variable used to obtain white noise residuals.
3. The lag lengths for ADF equation were selected using Schwarz Information Criterion (SIC).
4. Mackinnon (1996) critical value for rejection of hypothesis of unit root applied.
5. The numbers within brackets followed by PP statistics represent the bandwidth selected based on Newey West (1994) method using Bartlett Kernel.
6. C=Constant, T=Trend, Δ=First Differences.

The results on table 1 show that time series on both countries are stationary in their first differences, meaning that they are integrated order one I(1). Thus, we can continue on Johansen cointegration test. But first the number of time lags of VAR model is needed. The order of optimal length of lags is selected from the minimum values of AIC, SBC and HQC criteria. On table 2 we present the results of these criteria.

Table 2: VAR lag order selection criteria (Max=4)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SBC	HQC
Portugal						
0	52.93928	NA	2.51e-05	-2.080803	-1.963853	-2.036608
1	224.1090	313.8111	2.92e-08	-8.837873	-8.3700*	-8.6610*
2	234.1126	17.0896*	2.8e-08*	-8.8796*	-8.061043	-8.570324
3	236.5802	3.906893	3.74e-08	-8.607506	-7.438006	-8.165550
4	244.0753	10.93049	4.07e-08	-8.544806	-7.024455	-7.970263
United Kingdom						
0	97.82329	NA	3.86e-06	-3.950970	-3.834020	-3.906775

1	288.5474	349.6609	1.99e-09	-11.52281	-11.055*	-11.346*
2	299.878	19.3580*	1.8e-09*	-11.619*	-10.8013	-11.3105
3	302.4778	4.114874	2.40e-09	-11.35324	-10.18374	-10.91129
4	308.2812	8.463209	2.80e-09	-11.22005	-9.699697	-10.64551

Notes 1. *denotes the optimal lag selection.

Most of the results of table 2 show that the optimal length of time lags on variables is equal to two for both countries. So, the order of VAR model is equal to two meaning that we get a VAR model second order VAR (2).

4.2 Cointegration Test

Johansen's cointegration test (1995) will give us the number of cointegrating vectors. On table 3 we present the results of Johansen cointegration test.

Table 3: Johansen Cointegration tests -VAR(2)

Cointegration Rank tests	Hypothesis	Trace statistics	Critical Values	p-values	Cointegrating Equations
Portugal					
λ trace tests					
0.372	H_0:r=0, H_1:r>0	32.446	29.797	0.0242	1
0.142	H_0:r=1, H_1:r>1	9.1518	15.494	0.3515	0
0.028	H_0:r=2, H_1:r>2	1.4386	3.841	0.2304	0
λ max tests					
0.372	H_0:r=0, H_1:r=1	23.294	21.131	0.0244	1
0.142	H_0:r=1, H_1:r=2	7.7132	14.264	0.4086	0
0.028	H_0:r=2, H_1:r=3	1.4386	3.841	0.2304	0
United Kingdom					
λ trace tests					
0.248649	H_0:r=0, H_1:r>0	30.245	29.797	0.0498	1
0.208850	H_0:r=1, H_1:r>1	12.950	15.494	0.1166	0
0.024446	H_0:r=2, H_1:r>2	1.2375	3.841	0.2660	0
λ max tests					
0.248649	H_0:r=0, H_1:r=1	20.294	21.131	0.0414	1
0.208850	H_0:r=1, H_1:r=2	11.713	14.264	0.1219	0
0.024446	H_0:r=2, H_1:r=3	1.2375	3.841	0.2660	0

Notes: 1.Trace and max-eigenvalue tests indicate one cointegrating equation at 5% level.
2. MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values.

The results on table 3 show that there is a cointegrating vector for both countries that we examine, confirming the existence of long run relationship between variables. The cointegrating vectors are the following:

$lnEP_t=7.034+1.532lnECP_{t-1} + 0.322lnYP_{t-1}$ (Portugal)

$lnEUK_t= 1.437 + 0.553lnECUK_{t-1} + 0.085lnYUK_{t-1}$ (United Kingdom)

Since there is a cointegrating vector (long run equilibrium relationship) for both countries, we continue with a dynamic error correction model where the causality of variables can be examined.

4.3 The VECM Granger Causality

The results from the estimation of error correction models for both countries are presented on the following table.

Table 4: The ECM Granger causality analysis

Dependent variable	Short run (F-stat)			Long run (t-stat)
	$\Delta lnEP_t$	$\Delta lnECP_t$	$\Delta lnYP_t$	ECM_{t-1}
Portugal				
$\Delta lnEP_t$		0.096553***	0.086996	-0.312260
$\Delta lnECP_t$	0.163729		0.010990	-0.169961
$\Delta lnYP_t$	0.434187	0.705991		-0.985866*
	$\Delta lnEUK_t$	$\Delta lnECUK_t$	$\Delta lnYUK_t$	ECM_{t-1}
United Kingdom				
$\Delta lnEUK_t$		0.599630***	0.033964	-0.359797
$\Delta lnECUK_t$	0.507349***		0.029677	0.002719
$\Delta lnYUK_t$	0.659530	0.865452		-0.819606

Notes: 1. *, ** and *** show significant at 1%, 5% and 10% levels respectively.
2. Δ denotes the first difference operator.

The results on table 4 show that there is a one-way short run causal relationship between energy consumption and CO_2 emissions for Portugal with direction from energy consumption to CO_2 emissions and bilateral short run causal relationship between energy consumption and CO_2 emissions for United Kingdom.

5. Conclusions and policy implications

On this paper, we examine the relationship between CO_2 emissions and economic growth in two member countries of European Union using the Johansen and Juselius maximum likelihood for cointegration test, as well as the error correction model for causality test. The empirical results showed that there is a cointegrated vector for both of examined countries, which confirms the existence of long run relationship between variables on the VAR model. Also, the dynamic error correction models showed that there is a one way short run causal relationship between energy consumption and CO_2 emissions for Portugal with direction from energy consumption towards carbon dioxide emissions and a two-way short run relationship between energy consumption and carbon dioxide emissions for United Kingdom.

The one way causal relationship can be explained because Portugal is regarded ample in coal and there are plenty of energy sources such as solar, wind and hydroelectric energy. During last years, policy that was applied by the Portuguese government was to reduce the pollution emissions. Thus, according to Redes Energeticas Nacionais (REN) data, electricity company, noted that 70% of electricity produced in Portugal in the first quarter of 2013 derived from renewable resources mainly hydroelectric and wind. On the other hand, the contribution of photovoltaic on energy sector was only 0,7%. Furthermore, it was estimated that for the first three months on 2013, a significant reduction of CO_2 emissions was achieved, as the production from coal and gas fell by 29% and 44% respectively in relation to the first quarter of 2012. The production increase from renewable resources favored country's economy in a difficult situation, allowing the exporting of electricity which corresponds to 6% of domestic production.

As far as United Kingdom is concerned, the bilateral causal relationship can be explained because UK is rich in coal, petrol and natural gas, and uses these sources in a large

extent. UK, creating a wind-farm in the North Sea, 150km from the northeast coast of UK, has been committed to the EU. This huge project will create 4750 direct and indirect working places, producing more than 1,5 billion pounds for local economy. Furthermore, more than 400.000 photovoltaic systems less than 50kw have been located in UK until now. The total electrical power of these systems reached 1.439MW. But the policy that governments' applies for renewable energy sources is dubious.

In 2011, the amount of energy needs of EU, in terms of gross internal consumption, is covered by average from 35% oil, 24% natural gas, 17% solid fuels eg. coal, 14% nuclear energy and 10% renewable sources like hydroelectric or wind energy. This mixture varies among countries on a large degree and develops as a result of geographical conditions, like availability and accessibility in natural resources, national policy, changes on economical motives, technological progress, requirements of growth in internal market (European Committee 2013).

The member states of EU share the same targets. In many cases, these targets can be better achieved with the adoption of a common framework and common action in a European level. For this reason, countries' leaders agreed that till 2020 the following three targets should be achieved:

- Reduction of energy cost for households and companies in order to ensure a constraint on environmental consequences form production, transport and energy use.
- Reduction on CO_2 emissions by 20% in comparison to 1990 levels.
- Increase on renewable sources in the total energy mixture of EU by 20% and increase on energy return by 20%.

All these targets are considered the "center" of the strategy "'Europe 2020" for a smart, sustainable and without exclusion growth (European Committee 2013).

REFERENCES

Acaravci, A., and Ozturk, I. (2010). On the relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in Europe. *Energy,* 35(12), 5412-5420.

Andersen, O., Gossling, S., Simonsen, M., Walnum, H.J., Peeters, P. and Neiberger, C. (2010). CO2 emissions from the transport of China.s exported goods. *Energy Policy*, 38(10), 5790-5798.

Apergis, N., and Payne, J.E. (2009). Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*, 31, 211-216.

Bozkurt, C and Akan, Y. (2014) Economic Growth, CO2 emissions and Energy consumption: The Turkish case. International Journal of Energy Economics and Policy, Vol. 4(3), 484-494.

Dickey, D., and Fuller, W.A. (1979). Distribution of the estimates for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association* 74(366), 427-431.

Dickey, D., and Fuller, W.A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.

Dinda, S., and Coondoo, D. (2006). Income and emission: a panel data-based cointegration analysis. *Ecological Economics*. 57, 167-181.

Engle, R.F., and Granger, C.W.J. (1987). Co-integration and error-correction: representation, estimation and testing. *Econometrica,* 55(2): 251-276.

Johansen, S., and Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to money demand. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics,* 52(2), 169-210.

Johansen, S. (1995). Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models, Oxford University Press, Oxford.

Granger, C.W.J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 34(3), 424-438.

Grossman, G.M. and Krueger, A.B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. NBER Working Paper, 3914. NBER, Cambridge.

Gujarati, D.N. (2004). (Fourth Edition). Basic econometric, New York: The McGraw-Hill companies Inc.

Kim, S.-W., Lee, K. Nam, K. (2010), The relationship between CO2 emissions and economic growth: The case of Korea with nonlinear evidence. *Energy Policy*, 38, 5938-5946.

Kuznet, S. (1955). Economic growth and income in equality. *American Economic Review*, 45(1), 1-28.

Lau, E., Chye, Xiao-Hui., Choong, Chee-Keong. (2011). Energy-growth causality: Asian countries revisited. *International Journal of Energy Economics and Policy,* 1(4), 140-149.

MacKinnon, J.G. (1996). Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. *Journal of Applied Econometrics,* 11(6), 601-618.

MacKinnon, J.G., Haug, A.A. and Michelis, L. (1999). Numerical distribution functions of likelihood ratio tests for cointegration. *Journal of Applied Econometrics* 14(5), 563-577.

Narayan, P.K., and Singh, B. (2007). The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji islands. *Energy Economics*, 29, 1141-1150.

Osterwald-Lenum, M. (1992). A note with quantiles of the asymptotic distribution of the maximum likelihood cointegration rank test statistics. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics,* 54(3), 461-472.

Ozturk, I. and Acaravci, A. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9): 3220-3225.

Ozturk, I. and Uddin, G.S. (2012). Causality among carbon emissions, energy consumption and growth in India. *Economic Research*, 25(3), 752-774.

Ozturk, I., Kaplan, M., Kalyoncu, H. (2013). The causal relationship between energy consumption and GDP in Turkey. *Energy & Environment*,24(5), 727-734.

Pao, H.T., and Tsai, C.M. (2011). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. *Energy Policy,* 38, 7850-7860.

Perman, R. and Stern, D. I., (2003). Evidence from panel unit root and cointegration tests that the environmental Kuznets curve does not exist. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(3), 325-347.

Phillips, P.C., and Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-46.

Soytas, U., and Sari, R. (2009). Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: challenges faced by an EU candidate member. *Ecological Economics*, 68, 1667-1675.

Tiwari, A. K. (2011). Energy consumption, CO2 emissions and Economic growth: A Revisit of the evidence from India. *Applied Econometrics and International Development,* Vol.11-12, 165-189.

Xue, B., Geng, Y., Muller, K., Lu,C. and Ren. W. (2014) Understanding the Causality between Carbon Dioxide Emission, Fossil Energy Consumption and Economic Growth in Developed Countries: An Empirical Study. *Sustainability,* 6(2), 1037-1045.

Zhang, X.P., and Cheng, X.M. (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecological Economics*, 68(10), 2706-2712.

Public bad conflicts: Cyclical Nash strategies and Stackelberg solutions

George E. Halkos & George J. Papageorgiou
Laboratory of Operations Research, University of Thessaly, Department of Economics
Korai 43, 3833, Volos Greece
halkos@uth.gr gjpap@otenet.gr

Abstract
The first purpose of this paper is to study the dynamics of a general socially undesirable public evil and the possibility of cyclical Nash strategies in equilibrium. As a second result of the paper we found the analytical solutions of the hierarchical (Stackelberg) game for the public bad accumulation model. In both cases we use the differential game modeling, as the appropriate tool for the economic analysis that follows. The control setting is not the usual one, which assumes an accumulated stock of a public bad (e.g. pollutants, wastes or even tax evasion), but we claim that the disadvantage which is responsible for the unwished public evil accumulation is the use of the available inputs and equipment. Therefore, this could be a crucial assumption which possibly prevents the irreversibility of the public bad accumulation. As a continuation, we set as stock the available resources (inputs plus equipment) and the stress of the regulator is to reduce these resources. In the first case of Nash equilibrium, we find that the establishment of cyclical strategies, during the game between the agents in charge and the regulator, requires that the agents' discount rate must be greater than the government's discount rate, i.e., the agents in charge must be more impatient than the government (acting as the regulator). In the second case of the hierarchical setting, we provide the analytical expressions of the strategies as well as the steady state value of the resources' stock. We use the notion of a public bad as the opposite meaning to the public good.

Keywords: Public bad; cyclical policies; Nash equilibrium; Stackelberg equilibrium
JEL Classifications: C61, C62, D43, H21.

Συσσώρευση ενός δημόσιου «κακού»: Κυκλικές Nash στρατηγικές και λύσεις Stackelberg

Γεώργιος Ε. Χάλκος & Γεώργιος Ι. Παπαγεωργίου
Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη
Ο πρωταρχικός σκοπός αυτής της μελέτης είναι η διερεύνηση της συσσώρευσης ενός κοινωνικά ανεπιθύμητου δημόσιου «κακού» και η πιθανότητα κυκλικών στρατηγικών τύπου Nash κατά την ισορροπία. Το δεύτερο αποτέλεσμα που εξάγεται από αυτή τη μελέτη είναι οι αναλυτικές λύσεις του ιεραρχικού τύπου παιγνίου για το υπόδειγμα της συσσώρευσης του δημόσιου «κακού». Αξίζει να σημειωθεί ότι στο δημόσιο «κακό» δίνουμε την αντίθετη έννοια από εκείνη του δημόσιου αγαθού δηλαδή εκείνη την έννοια που βλάπτει το δημόσιο βίο (όπως λόγου χάριν συσσώρευση ρύπων, σκουπιδιών, φοροδιαφυγή). Και στις δύο περιπτώσεις κάνουμε χρήση της μεθοδολογίας των διαφορικών παιγνίων, θεωρούμενων ως το πλέον κατάλληλο εργαλείο της δυναμικής οικονομικής ανάλυσης. Στο παίγνιο που λαμβάνει χώρα, ως μεταβλητή κατάστασης τίθεται το σύνολο των διαθέσιμων πόρων των δημιουργών του δημόσιου «κακού» (1ος παίκτης), ενώ η πίεση των κοινωνικών σχεδιαστών (2ος παίκτης) είναι να βρεθούν οι πολιτικές εκείνες που περιορίζουν τους διαθέσιμους αυτούς πόρους. Στην πρώτη περίπτωση της Nash ισορροπίας βρίσκουμε ότι για να ακολουθηθούν κυκλικές στρατηγικές μεταξύ του 1ου και 2ου παίκτη (θεωρούμενες ως οι πλέον αποδοτικές), απαιτείται ο υπεύθυνος της συσσώρευσης του δημόσιου «κακού» να είναι περισσότερο ανυπόμονος από τον κοινωνικό σχεδιαστή. Στη δεύτερη περίπτωση της ιεραρχικής ισορροπίας, υπολογίζουμε τις αναλυτικές εκφράσεις των ακολουθούμενων στρατηγικών καθώς και τις τιμές των διαθέσιμων πόρων των υπεύθυνων της συσσώρευσης του δημόσιου «κακού».

Λέξεις Κλειδιά: Δημόσιο κακό, κυκλικές πολιτικές, Nash ισορροπία, Stackelberg ισορροπία.
JEL Κωδικοί: C61, C62, D43, H21.

1. Introduction

In this paper we deal with the dynamics of accumulation of a socially undesirable evil which harms prosperity of the economic agents of a country or a nation. In the undesirable socially evil we give the opposite meaning of the (desirable) public good, which impairs social welfare. For example the pollutants accumulation is harmful for the environmental services thought as a renewable resource, waste accumulation is bad for the public health, public debt accumulation produces disutility, therefore is detrimental to nations' households, because it reduces their consumption in order to meet their future tax burden (Greiner and Fincke, 2009)

Considering methodology, game theory may be used as an appropriate tool in order to design an efficient action against accumulation of a public "bad", because the regulator has to take into consideration the response of victims e.g. the pollutes, the taxpayers and so on. In the most cases, every socially undesirable stock is an irreversible fact, and therefore one of the planer's main concern may could the discovery of effective ways to reduce the sources (inputs and equipment) which are responsible for the unwished stock accumulation. We use both optimal control and differential game approaches to study the intertemporal strategic interactions between the economic agents in charge and the social planer.

The major problem of evil stock accumulation requires to finding ways to effectively reduce the unwished stock, maintaining, at the same time, the standards of the economic process in a country. The environmental example says that the clean environment is obviously a public good. Conversely, all the "dirty" production process that generate pollutants, e.g. emissions caused by uncontrolled production, constitutes a public bad. But which of the factors of production process generates pollutants? Clearly the uncontrolled, with respect to the environment, production involves antiquated equipment that emits more than permissible and therefore constitutes a polluters' "bad weapon". It is a usual phenomenon the old production equipment (which is previously used as the main production equipment for the Western developed countries) to change hands moving to the Southern or Eastern developing countries at a low acquisition cost. Similarly, all the extracted depletable fossil fuels which are used as inputs in the production are sources of pollution. The power of such a "dirty" production process rests on the accumulation of that resources.

Returning to the model solution problems, one of the main cares should be the multiple equilibrium points concern. Finding multiple equilibrium points in economic models is not an attractive solution for the policy makers. But the recognition of multiple optimal stable equilibrium may be crucial in order to locate the thresholds separating the basins of attraction surrounding these different equilibria. Starting at a threshold, a rational economic agent is indifferent between moving toward one or the other equilibrium, but a small movement away from the threshold can "destroy" this indifference, leading in a unique optimal course of action.

The introductory one sector, with a convex – concave production function, optimal growth model of Skiba (Skiba, 1978) was the start of a fast growing literature towards the cyclical solution strategies generated in intertemporal dynamic economic models. Wirl (1995) exploring the optimality of cyclical exploitation of renewable resources stocks, reconsidering a model of Clark *et al* (1979), concludes that equilibrium that falls below the maximum sustainable yield but that exceeds the intertemporal harvest rule due to the positive spillovers allows for optimal, long run, cyclical harvest strategies.

As it is already made clear, the purpose of the present paper is to uncover principles underpinning efficient design of countermeasures against the sources of the undesired public harm. In particular, we model the optimal balance of competing parties, and we intent to find the implications of misspecification at the level for success or failure. An important aim of the first part of our research is the identification of mechanisms generating oscillations of both

responsible (for the public evil) agents' activities and periodic countermeasures on behalf the regulator. The discussion of a threshold occurrence does not only limited in the well known (S, s) policies in inventory management, but there are however, other nonlinearities implying oscillatory behavior. We intend to study this issue by using the methodology of stable limit cycles. Limit cycles, has the intuitive explanation which says that if a trajectory of a continuous dynamical system stays in a bounded region forever, it has to approach a point or a cycle. Cycles gives rise to cyclical policies in economic models, e.g. if a policy trajectory say a higher tax policy, which is restricted in a bounded planar space then this policy sooner or later will retrace its previous steps. Moreover, in higher than the two dimensional systems, sufficient conditions for the existence of limit cycles of nonlinear dynamical systems are provident. Arithmetically the sufficient conditions requires that a pair of purely imaginary eigenvalues exists, for a particular value of the bifurcation parameter, and the real part of this pair of eigenvalues changes smoothly its sign as the parameter is altered from below its actual value to above.

The stability of limit cycles is of great importance for the long run behavior of a dynamical system. Economic mechanisms that may be a source of limit cycles, as mentioned by Dockner and Feichtinger (1995) are: (i) complementarity over time, (ii) dominated cross effects with respect to capital stocks, and (iii) positive growth of equilibrium.

The contribution of the paper, in the public economics field, is that it considers the bad stock accumulation control problem not in its irreversible aspect, as a stock of an accumulated public evil, but also as a stock of resources that potentially may damage the welfare of a nation. Consequently, from this perspective, one can prevent the accumulated undesirable stock by weakening the responsible agents' resources.

The problem is modeled first as a Nash differential game, for which we explore at equilibrium the possibility of limit cycles and second as a Stackelberg differential game for which we calculate the equilibrium strategies. The public economics control game takes place between the government, acting as the regulator, and the agents in charge for which the resources used in economic activities are responsible for public evil. Such stock accumulation and regulation control models can be found, among others, in Forster (1980) concerning optimal energy use model; in Xepapadeas (1992) regarding environmental policy design and non-point source pollution and so on.

The remainder of the paper is organized as follows. Section 2 comments on cyclical policies in the undesirable stock control, while Section 3 introduces the Nash differential game and gives a necessary condition for cyclical strategies. Section 4 investigates the Stackelberg differential game between the regulator and the agents in charge and calculates the equilibrium strategies and the players' value functions. The last section concludes the paper.

2. Cyclical Policies in stock accumulation and Impatience

An intuitive explanation of cyclical policies in a stock control setting, between the agents in charge and the government (gov is the regulator), may be the following. We assume that the resources of the above agents are the only responsible in a public bad accumulation situation. Taking the example of pollutants accumulation, the resources may be the inputs and the antiquated equipment used in the production process. As antiquated equipment is considered the old production equipment, that is already used in the past by the Western developed countries, which change owner to the Southern or Eastern developing countries at a low acquisition cost. Similarly, all the extracted depletable resources which are used as inputs in the production are the resources of pollution. The power of such a "dirty" production process is based on the accumulation of the responsible resources.

The agents in charge for the public evil accumulation derive utility from the higher intensity of the responsible mechanisms, such as emissions or tax evasion, while the other side (e.g. the government or any group of agents that fight against accumulation) derive utility from the measures taken against mechanisms (e.g. abatement or counter evasion). Let us start with rather few responsible mechanisms and a rather low and decreasing accumulated stock of the agents' resources. A farsighted regulator, which only gains benefits from the resources reduction, will curb its measures against since further reducing the stock would only be possible at high costs. As a consequence the resource stock of the responsible agents starts to grow again. Now the agents in charge has to react by increasing the intensity of their "dirty" mechanisms but only moderately such the government measures would be still not very efficient, leading mainly to higher costs but moderate benefits for the government. Moreover this would save the responsible agents' resources and the dynamical system would approach a stable steady state. If the agents in charge have a high discount rate, that is a realistic assumption, they behave myopically reacting strongly, i.e. they intensify their "dirty" mechanisms (e.g. emissions or tax evasion). This provokes measures on the regulator's side which in turn lead to an increasing reduction and decreasing agents' resources. To avoid their resources' exhaustion the agents in charge have to reduce the intensity of their mechanisms, so the cycle is closed.

3. The Nash Differential Game

Let us denote by $x(t)$ the instantaneous resources available to the representative agent in charge at time t. Without any regulator's counter action taken and also without any other actions on the agents in charge side, the stock of resources grows according to the function $g(x)$, which is considered as growth function, obviously dependent on the available resources, satisfying the conditions $g(0)=0$, $g(x)>0$ for all $x\in(0,K)$, $g(x)<0$ for all $x\in(K,\infty)$, $g''(x)\leq 0$. Starting up the mechanisms, which are responsible for the public bad accumulation, is costly for the agents in charge, e.g. compliance costs and damages in the available equipment, also reducing their capital available to the production process. This clearly affects negatively the agents' resources. The reduction of the growth of the resource stock, however, does not only depend on the intensity of mechanisms $\nu(t)$, but is also influenced by the measures $u(t)$ against, undertaken by the government. We set as instrument variables for both sides the intensity of the responsible mechanisms $\nu(t)$ and the regulator's actions $u(t)$ undertaken, which are assumed non-negatives $\nu(t)\geq 0$, $u(t)\geq 0$.

Analogously to the models of optimal harvesting natural resources one can thought as "harvesting" the resources of the agents in charge and this reducing function is denoted by $\phi(u,\nu)$. Combining the growth $g(x)$ with the reducing function $\phi(u,\nu)$ the state dynamics can be written as

$$\dot{x}=g(x)-\phi(u,\nu), \qquad x(0)=x_0>0 \tag{1}$$

Along a trajectory the non negativity constraint is imposed, that is

$$x(t)\geq 0 \quad \forall t\geq 0 \tag{2}$$

With the assumption of the compliance costs and the damages incurred in equipment due to the intensive usage, a higher intensity of the responsible mechanisms and also the government measures leads to stronger reduction of the agents in charge resources and therefore we

assume the partial derivatives of the function that reduces the resources $\phi(u,\nu)$ to be positive, i.e. $\phi_u > 0$, $\phi_\nu > 0$. Moreover the law of diminishing returns is applied only for the government actions undertaken, that is $\phi_{uu} < 0$ and for simplicity we assume $\phi_{\nu\nu} = 0$.

The utility functions the two players need to maximize defined as follows:

Player 1, the government (or the regulator), derive instantaneous utility, on one hand from the responsible agents mechanisms' reductions $\phi(u,\nu)$, and on the other hand from their measures effort $u(t)$ which gives rise to increasing and convex costs $a(u)$. Additionally a high stock of resources, on behalf the agents which are answerable for accumulation cause disutility, which is described by the increasing function $\delta(x)$. Summing up, the present value of player's 1 utility is described by the following functional

$$J_1 = \int_0^\infty e^{-\rho_1 t}\left[\phi(u,\nu) - \delta(x) - a(u)\right]dt \qquad (3)$$

Player 2, the economic agents in charge, enjoy utility $\upsilon(x)$ from the available resources $x(t)$, and utility, as well, from the intensity ν of the responsible mechanisms or methods used, which is described by the function $\beta(\nu)$. For the utilities $\upsilon(x)$ and $\beta(\nu)$ we assume that are monotonically increasing functions with decreasing marginal returns, therefore for the first derivatives we have $\upsilon'(x) > 0$, $\beta'(\nu) > 0$ and for the second $\upsilon''(x) < 0$, $\beta''(\nu) < 0$. So, player's 2 utility function is defined, in its additively separable form, as:

$$J_2 = \int_0^\infty e^{-\rho_2 t}\left[\upsilon(x) + \beta(\nu)\right]dt \qquad (4)$$

3.1. Equilibrium analysis

We begin analysis with the concept of open loop Nash equilibrium, which is based on the fact that every player's strategy is the best reply to the opponent's exogenously given strategy. Obviously, equilibrium holds if both strategies are simultaneously best replies.

The current value Hamiltonians for both players, are defined as follows

$$H_1 = \phi(u,\nu) - \delta(x) - a(u) + \lambda\left(g(x) - \phi(u,\nu)\right)$$

$$H_2 = \upsilon(x) + \beta(\nu) + \mu\left(g(x) - \phi(u,\nu)\right)$$

The first order conditions, for the maximization problem, are the following system of differential equations for both players:

First, the maximized Hamiltonians are

$$\frac{\partial H_1}{\partial u} = (1-\lambda)\phi_u(u,\nu) - a'(u) = 0 \qquad (5)$$

$$\frac{\partial H_2}{\partial \nu} = \beta'(\nu) - \mu\phi_\nu(u,\nu) = 0 \qquad (6)$$

and second the costate variables are defined by the equations

$$\dot{\lambda} = \rho_1\lambda - \frac{\partial H_1}{\partial x} = \lambda\left[\rho_1 - g'(x)\right] + \delta'(x) \qquad (7)$$

$$\dot{\mu} = \rho_2\mu - \frac{\partial H_2}{\partial x} = \mu\left[\rho_2 - g'(x)\right] - \upsilon'(x) \qquad (8)$$

3.2. Stability of equilibrium

An interior steady state $\left(x^*,\lambda^*,\mu^*\right)$ with the optimal controls $\left(u^*,\nu^*\right)$ is a solution of the following system (taking steady states):

$$g(x)=\phi(u,\nu)$$
$$\lambda\left(\rho_1-g'(x)\right)=-\delta'(x)$$
$$\mu\left(\rho_2-g'(x)\right)=\upsilon'(x)$$
$$(1-\lambda)\phi_u(u,\nu)=a'(u)$$
$$\mu\phi_\nu(u,\nu)=\beta'(\nu)$$

and the Jacobian matrix, evaluated at the steady state, is

$$J=\begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x}\left[g(x)-\phi(u,\nu)\right] & \frac{\partial}{\partial \lambda}\left[g(x)-\phi(u,\nu)\right] & \frac{\partial}{\partial \mu}\left[g(x)-\phi(u,\nu)\right] \\ \frac{\partial}{\partial x}\left[\lambda\left(\rho_1-g'(x)\right)+\delta'(x)\right] & \frac{\partial}{\partial \lambda}\left[\lambda\left(\rho_1-g'(x)\right)+\delta'(x)\right] & \frac{\partial}{\partial \mu}\left[\lambda\left(\rho_1-g'(x)\right)+\delta'(x)\right] \\ \frac{\partial}{\partial x}\left[\mu\left(\rho_2-g'(x)\right)-\upsilon'(x)\right] & \frac{\partial}{\partial \lambda}\left[\mu\left(\rho_2-g'(x)\right)-\upsilon'(x)\right] & \frac{\partial}{\partial \mu}\left[\mu\left(\rho_2-g'(x)\right)-\upsilon'(x)\right] \end{pmatrix}$$

which after the simple calculations, takes the following final form:

$$J=\begin{pmatrix} g'(x) & -\partial\phi(u,\nu)/\partial\lambda & -\partial\phi(u,\nu)/\partial\mu \\ -\lambda g''(x)+\delta''(x) & \rho_1-g'(x) & 0 \\ -\mu g''(x)-\upsilon''(x) & 0 & \rho_2-g'(x) \end{pmatrix} \quad (9)$$

The main stability analysis is focused in periodic solutions, and therefore we make use of the Hopf bifurcations. Thus, computing determinants and trace of the Jacobian matrix (9) we have

$$\mathrm{tr}J=\rho_1+\rho_2-g'(x)$$

$$\det J=g'\left[\rho_1-g'(x)\right]\left[\rho_2-g'(x)\right]-\left[\lambda g''(x)-\delta''(x)\right]\left[\rho_2-g'(x)\right]\frac{\partial\phi(u,\nu)}{\partial\lambda}-$$
$$-\left[\mu g''(x)+\upsilon''(x)\right]\left[\rho_1-g'(x)\right]\frac{\partial\phi(u,\nu)}{\partial\mu}$$

The Jacobian (9) possesses two purely imaginary eigenvalues $\pm i\sqrt{\omega}$ if the condition $\frac{\det J}{\mathrm{tr}J}=\omega>0$ holds.

In the following we compute the value of ω as:

$$\omega=\rho_1\rho_2-\left[g'(x)\right]^2-\left[\lambda g''(x)-\delta''(x)\right]\frac{\partial\phi(u,\nu)}{\partial\lambda}-\left[\mu g''(x)+\upsilon''(x)\right]\frac{\partial\phi(u,\nu)}{\partial\mu}$$

A Hopf bifurcation can thus only occur if the conditions $\omega>0$ and the following

$$\rho_1\left[\lambda g''(x)-\delta''(x)\right]\frac{\partial\phi(u,\nu)}{\partial\lambda}+\rho_2\left[\mu g''(x)+\upsilon''(x)\right]\frac{\partial\phi(u,\nu)}{\partial\mu}= \quad (10)$$
$$=\rho_1\rho_2\left[\rho_1+\rho_2-2g'(x)\right]$$

has to hold.

In what follows we give specific forms in the functions of the model in order to extract some useful conclusions for periodic solutions.

3.3. Specifications of the model

We specify the functions involved as

Growth function: $g(x) = Rx(1-x)$ (11.1)

The function that reduces the responsible agents' resources as a Cobb – Douglas type

$$\phi(u,\nu) = u^{\pi}\nu \qquad (11.2)$$

The government's cost function as a linear function

$$a(u) = au \qquad (11.3)$$

The government's damage function $\delta(x)$ and the agents' utility derived from the resource stock $\sigma(x)$ in linear forms, respectively

$$\delta(x) = \delta x \qquad (11.4)$$

$$\upsilon(x) = \sigma x \qquad (11.5)$$

Finally, the agents' utility function, derived form the resources' intensive usage, we assume to be in the form

$$\beta(\nu) = \gamma - \frac{\nu^{\eta-1}}{1-\eta} \qquad (11.6)$$

with $r,\ a,\ \delta,\ \sigma,\ \gamma,\ b > 0,\ \ \pi,\ \eta \in (0,1)$

For the above specifications, the necessary condition for cyclical strategies is given from the next proposition.

Proposition 1

Given the specifications (11.1) - (11.6) *for the functions of the model, a necessary condition for cyclical strategies is that the regulator is less farsighted than the agents which are responsible for the unwished public evil, therefore the condition* $\rho_2 > \rho_1$ *has to hold.*

Proof

In the appendix A

4. The Stackelberg Setting

In this section we analyze the case in which the two players of the game move hierarchically and the rate of measures taken against accumulation is chosen by the government before the responsible agents decides on the rate of their methods, thus the government is the leader.

4.1. Responsible agents as follower

We first consider the optimization problem for the follower, i.e. the responsible agents, which takes the action of the leader as given. The responsible agents face the following objective which is maximized, that is

$$\max_{\nu} \int_0^{\infty} e^{-\rho_2 t}\left(\upsilon(x) + \beta(\nu)\right)dt$$

Note that the agents' maximization takes place with respect to the intensity of the resources utilization, which means higher intensive use. The state variable evolves according to (1), for which the growth function is simplified in linear form, i.e. $g(x)=rx$. Thus, the resources equation of motion becomes $\dot{x}=rx-\phi(u,\nu)$. Moreover we assume separability of the model through the agents' in charge separable utility function. Therefore we assume that the utility enjoyed by the resources in the form, $\upsilon(x)=\sigma x$ and the utility derived from the intensive use of the responsible resources, in the linear form $\beta(\nu)=\beta\nu$, as well.

The responsible agents' Hamiltonian current value, after the above simplifications is

$$H_2=\sigma x+\beta\nu+\mu\left[rx-\phi(u,\nu)\right]$$

The first order conditions for an interior solution w.r.t. the control ν is therefore,

$$\frac{\partial H_2}{\partial \nu}=\beta-\mu\phi_\nu(u,\nu)=0$$

and the specification for the function that reduces the responsible resources: $\phi(u,\nu)=u^\pi\nu^\varepsilon$, $\varepsilon>1$, we get the optimal control function for the responsible agents, as follows

$$\phi_\nu=\varepsilon u^\pi\nu^{\varepsilon-1}=\frac{\beta}{\mu}\quad\Rightarrow\quad \nu^*(u)=\left[\frac{\beta}{\varepsilon\mu}\right]^{\frac{1}{\varepsilon-1}}u^{\frac{\pi}{1-\varepsilon}} \qquad (12)$$

Now, the adjoint variable μ has to follow the differential equation

$$\dot{\mu}=\rho_2\mu-\frac{\partial H_2}{\partial x}=\mu\left[\rho_2-r\right]-\sigma \qquad (13)$$

Substituting the follower's optimal control function (12) into the function that reduces the resources, we take the analytical form of that function, as:

$$\phi\left(u,\nu^*(u)\right)=u^\pi\left(\nu^*(u)\right)^\varepsilon=u^{\frac{\pi}{1-\varepsilon}}\left[\frac{\varepsilon\mu}{\beta}\right]^{\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}} \qquad (14)$$

The readable expressions of (12) and (14) leads to the conclusion which says that, since $\varepsilon>1$ and therefore $\frac{\pi}{1-\varepsilon}<0$, an increase to the counter accumulation measures on behalf the government, u, results in a more cautious control on behalf the followers', $\nu^*(u)$. Similarly, (14) leads to a lower reduction of the responsible agents' resources, $\phi\left(u,\nu^*(u)\right)$.

4.2. The Government as regulator

Following Dockner *et al*. (2000) (especially Chapter 5) we formulate the government's problem, for which the leader has to take into account the dynamics of the optimal decisions of the follower, expressed by the adjoint equation (13). Equation (13) now becomes the second state's evolution, so the leader's problem now is treated as an optimal control problem with two state variables. Moreover, combining with the early calculated analytical form (14), the leader's objective functional becomes (we assume the damage function $\psi(\nu)$, due to intensive use of resources, in the form $\psi(\nu)=\psi\nu$)

$$\max_{u} \int_{0}^{\infty} e^{-\rho_1 t} \left(u^{\frac{\pi}{1-\varepsilon}} \left[\frac{\varepsilon\mu}{\beta} \right]^{\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}} - au - \delta x - \psi \left[\frac{\varepsilon\mu}{\beta} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} u^{\frac{\pi}{1-\varepsilon}} \right) dt \quad (15)$$

which is subject to both state dynamics, the original resource's dynamics plus the intensity's shadow price dynamics which stems from the follower's maximization problem, i.e. the following dynamics

$$\dot{x} = rx - u^{\frac{\pi}{1-\varepsilon}} \left[\frac{\varepsilon\mu}{\beta} \right]^{\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}} \quad (16)$$

$$\dot{\mu} = \mu[\rho_2 - r] - \sigma \quad (17)$$

The Hamiltonian current value of the above system (15) - (17) becomes

$$H_1 = u^{\frac{\pi}{1-\varepsilon}} \left\{ \left[\frac{\varepsilon\mu}{\beta} \right]^{\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}} (1-\lambda) - \psi \left[\frac{\varepsilon\mu}{\beta} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \right\} - au - \delta x + \lambda rx + \xi[\mu(\rho_2 - r) - \sigma]$$

with λ, ξ to denote the adjoint variables of the states x, μ respectively. We note again that the responsible agents' shadow price μ now becomes the new state variable for the government's problem.

Taking first order conditions we are able to express analytically the leader's optimal control u^* as a function of the adjoints λ, ξ, that is,

$$\frac{\partial H_1}{\partial u} = \frac{\pi}{1-\varepsilon} u^{\frac{\pi+\varepsilon-1}{1-\varepsilon}} \left[\frac{\varepsilon\mu}{\beta} \right]^{\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}} \left(1 - \lambda - \frac{\psi\varepsilon\mu}{\beta} \right) - a = 0 \quad \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \; u^*(\lambda, \xi) = \left[\frac{a\beta(\varepsilon-1)}{\pi[\psi\varepsilon\mu + \beta(\lambda-1)]} \right]^{\frac{1-\varepsilon}{\pi+\varepsilon-1}} \left(\frac{\beta}{\varepsilon\mu} \right)^{\frac{\varepsilon}{\pi+\varepsilon-1}} \quad (18)$$

Moreover, the adjoints follow the differential equations

$$\dot{\lambda} = \rho_1 \lambda - \frac{\partial H_1}{\partial x} = \lambda(\rho_1 - r) + \delta \quad (19)$$

$$\dot{\xi} = \rho_1 \xi - \frac{\partial H_1}{\partial \mu} = \xi(\rho_1 - \rho_2 + r) - \frac{au}{\pi\mu} \quad (20)$$

Note that, thanks to state separability, the government's adjoint variable ξ, with respect to the responsible agents' adjoint variable μ, has no influence on the leader's optimization problem. The findings in the Stackelberg game are summarized in the following proposition.

Proposition 2.

In the Stackelberg game with the government as leader and responsible agents as follower a feasible solution exists, iff ψ is sufficient large, i.e. iff

$$\psi > \frac{\beta(1-\lambda)}{\varepsilon\mu} = \frac{\beta(\rho_1 - r + \delta)(\rho_2 - r)}{\varepsilon\sigma(\rho_1 - r)} \quad \text{or} \quad \varepsilon > \frac{\beta(1-\lambda)}{\psi\mu} \quad (21)$$

The optimal strategies are then given by

$$u_S^* = \left[\frac{a\beta(\varepsilon-1)}{\pi\left[\psi\varepsilon\mu+\beta(\lambda-1)\right]}\right]^{\frac{1-\varepsilon}{\pi+\varepsilon-1}}\left(\frac{\beta}{\varepsilon\mu}\right)^{\frac{\varepsilon}{\pi+\varepsilon-1}} \qquad (22)$$

$$\nu_S^* = \left[\frac{a\beta(\varepsilon-1)}{\pi\left[\psi\varepsilon\mu+\beta(\lambda-1)\right]}\right]^{\frac{\pi}{\pi+\varepsilon-1}}\left(\frac{\beta}{\varepsilon\mu}\right)^{\frac{1-\pi}{\pi+\varepsilon-1}} \qquad (23)$$

the optimal reducing function of the responsible resources is given by

$$\phi_S^*(u,\nu) = \left[\frac{a\beta(\varepsilon-1)}{\pi\left[\psi\varepsilon\mu+\beta(\lambda-1)\right]}\right]^{\frac{\pi}{\pi+\varepsilon-1}}\left(\frac{\beta}{\varepsilon\mu}\right)^{\frac{\varepsilon}{\pi+\varepsilon-1}} \qquad (24)$$

The steady state value of the resources' stock is given by

$$x_S^\infty(u,\upsilon) = \frac{1}{r}\left[\frac{a\beta(\varepsilon-1)}{\pi\left[\psi\varepsilon\mu+\beta(\lambda-1)\right]}\right]^{\frac{\pi}{\pi+\varepsilon-1}}\left(\frac{\beta}{\varepsilon\mu}\right)^{\frac{\varepsilon}{\pi+\varepsilon-1}} \qquad (25)$$

Proof

The values $(22)-(25)$ follow, from further substitutions of (18), from the maximization condition $\frac{\partial H_1}{\partial \nu}=0$ and from the steady state condition $\dot{x}=0 \;\Leftrightarrow\; rx-h_S^*(u,\nu)=0$.

Proposition 3.

In the Stackelberg game the analytic forms of the objective functionals are given by

$$J_S^1 = \frac{a(1-\pi-\varepsilon)}{\pi\rho_1}\left[\frac{a\beta(\varepsilon-1)}{\pi\left[\psi\varepsilon\mu+\beta(\lambda-1)\right]}\right]^{\frac{1-\varepsilon}{\pi+\varepsilon-1}}\left(\frac{\beta}{\varepsilon\mu}\right)^{\frac{\varepsilon}{\pi+\varepsilon-1}} - \frac{\delta x_0}{\rho_1 - r} \qquad (26)$$

$$J_S^2 = \frac{\beta(\varepsilon-1)}{\varepsilon\rho_2}\left[\frac{a\beta(\varepsilon-1)}{\pi\left[\psi\varepsilon\mu+\beta(\lambda-1)\right]}\right]^{\frac{\pi}{\pi+\varepsilon-1}}\left(\frac{\beta}{\varepsilon\mu}\right)^{\frac{1-\pi}{\pi+\varepsilon-1}} - \frac{\sigma x_0}{\rho_2 - r} \qquad (27)$$

Proof

On request

Proposition 4.

For the values of ψ such that

$$\frac{\beta(1-\lambda)}{\varepsilon\mu} < \psi < \frac{\beta(1-\lambda)}{\mu}$$

the regulator as leader act more cautiously and the responsible agents more aggressively compared to the Nash case[1]*. This leads to a higher reducing function and a higher profit of the Stackelberg follower compared to the Nash case. For values of ψ larger than $\frac{\beta(1-\lambda)}{\mu}$, i.e. $\left(\psi > \frac{\beta(1-\lambda)}{\mu}\right)$, the government acts more aggressively and the responsible agents more*

[1] For the Nash differential game exposition, see Halkos and Papageorgiou, 2011.

cautiously compared to the Nash case, leading to a lower reducing function and a lower objective value for the follower compared to the Nash case.

Proof

Upon request due to the extended proof

Since ψ is the crucial variable which measures damages to the responsible resources due to the intensive use, it is obvious (from proposition 4) that for large values of ψ the regulator follows more truculent policy, but for small values of ψ the leader's policy is holding back.

4. Conclusions

The purpose of this paper was to investigate the dynamics of a public evil accumulation together with the actions undertaken for counter accumulation. For this purpose we setup a very simple accumulation model. In this model, we claim that the disadvantage in the public evil control is not the accumulated stock of the harms, an irreversible fact, but rather the use of the available "bad" inputs together with the antiquated equipment, used in the production process. We called the production inputs and the available equipment used "the agents' resources", as the causality of the public evil accumulation.

We model the responsible agents' resources as an accumulated stock first in a simultaneous (Nash) game. The Nash game takes place between the government which uses as control a counter–accumulation policy and the responsible agents using the intensity of the resources' usage as their control. The economic analysis that follows in the game's solution, focused on cyclical policies, reveals the possibility of limit cycles. As a result we found the sufficient condition for the cyclical policies existence. According to that result it suffices, assuming different discount rates, the responsible agents' discount rate to be greater than the government's discount rate. In the second setting, we extend the simultaneous move in a hierarchical (Stackelberg) differential game, for which the government undertakes the role of leader, while the answerable agents undertake the follower's role. In the above Stackelberg game, we first calculate the analytical expressions of the player's strategies and the analytical expression of the reducing resources function. We also found the steady state of the agents' resources stock. The analytical expressions of the value functions are finally calculated. The last proposition of the paper concerns about the behavior of the reducing resources' function. To be more precise, we found the interval between one crucial parameter of the model lies. If this parameter lies between certain values the reducing function takes higher values, leading therefore to higher profits for the follower, compared with the Nash case. One the other hand, if the parameter takes a higher value than the threshold, the government acts more aggressively and the polluters more cautiously, leading to a lower reducing function and therefore to a lower objective value for the follower, in comparison to the Nash case.

Appendix A

Proof of proposition 1.

With the specifications, given in subsection entitled "**3.3. Specifications of the model**", one can compute

$g'(x)=R(1-2x)$, $g''(x)=-2R$, $\phi_u(u,\nu)=\gamma u^{\gamma-1}$, $\phi_\nu(u,\nu)=u^{\pi}$, $a'(u)=a$, $\beta'(\nu)=\nu^{\eta-2}$, $\delta'(x)=\delta$, $\upsilon'(x)=\upsilon$

$$\frac{\partial H_1}{\partial u}=0 \;\Leftrightarrow\; (1-\lambda)\phi_u(u,\nu)=a'(u) \;\Leftrightarrow\; (1-\lambda)\gamma u^{\pi-1}\nu=a \qquad (A.1)$$

$$\frac{\partial H_2}{\partial \nu}=0 \;\Leftrightarrow\; \beta'(\nu)=\mu\phi_\nu(u,\nu) \;\Leftrightarrow\; \mu u^{\pi}=\nu^{\eta-2} \qquad (A.2)$$

Combining $(A.1)$ and $(A.2)$ the optimal strategies take the following forms

$$u^*=\mu^{-1/[1+(1-\pi)(1-\eta)]}\left[\frac{a}{\pi(1-\lambda)}\right]^{(\eta-2)/[1+(1-\eta)(1-\pi)]} \qquad (A.3),$$

$$\nu^*=\mu^{(\pi-1)/[1+(1-\pi)(1-\eta)]}\left[\frac{a}{\pi(1-\lambda)}\right]^{\pi/[1+(1-\pi)(1-\eta)]} \qquad (A.4)$$

and the optimal reducing function becomes

$$\phi(u^*,\nu^*)=\mu^{-1/[1+(1-\pi)(1-\eta)]}\left[\frac{a}{\pi(1-\lambda)}\right]^{\pi(\eta-1)/[1+(1-\pi)(1-\eta)]} \qquad (A.5)$$

with the following partial derivatives

$$\frac{\partial\phi}{\partial\lambda}=\frac{\mu^{-1/[1+(1-\pi)(1-\eta)]}\left[\frac{a}{\pi(1-\lambda)}\right]^{\pi(\eta-1)/[1+(1-\pi)(1-\eta)]}}{(1-\lambda)}\frac{\pi(\eta-1)}{1+(1-\eta)(1-\pi)}= \qquad (A.6)$$

$$=\frac{\phi(u^*,\nu^*)}{(1-\lambda)}\frac{\pi(\mu-1)}{1+(1-\eta)(1-\pi)}$$

$$\frac{\partial\phi}{\partial\mu}=\frac{\mu^{-1/[1+(1-\pi)(1-\eta)]}\left[\frac{a}{\pi(1-\lambda)}\right]^{\pi(\eta-1)/[1+(1-\pi)(1-\eta)]}}{\lambda_2}\frac{-1}{1+(1-\eta)(1-\pi)}= \qquad (A.7)$$

$$=\frac{\phi(u^*,\nu^*)}{\mu}\frac{-1}{1+(1-\eta)(1-\pi)}$$

Both derivatives $(A.6)$, $(A.7)$ are negatives due to the assumptions on the parameters $\pi,\eta\in(0,1)$ and on the signs of the functions derivates, that is $\phi_u>0$, $\phi_\nu>0$, $\upsilon'(x)>0$, $\delta'(x)>0$, which ensures the positive sign of the adjoints λ, μ.

Bifurcation condition $\omega=\dfrac{\det(J)}{\mathrm{tr}(J)}$ now becomes

$\rho_1\rho_2\left[\rho_1+\rho_2-2g'(x)\right]=\lambda\rho_1 g''(x)\frac{\partial\phi}{\partial\lambda}+\mu\rho_2 g''(x)\frac{\partial\phi}{\partial\mu}$, which after substituting the values from (A.6), (A.7) and making the rest of algebraic manipulations, finally yields (at the steady states)

$$\frac{\phi(u_\infty,\nu_\infty)g''(x)}{1+(1-\eta)(1-\pi)}\left[\rho_1\pi(1-\eta)\frac{\delta}{\delta+g'(x)-\rho_1}-\rho_2\right]-\rho_1\rho_2\left[\rho_1+\rho_2-2g'(x)\right]=0 \quad (\text{A.8})$$

Where we have set $\frac{\lambda}{1-\lambda}=\frac{\delta}{\rho_1-g'(x)-\delta}$ stemming from the adjoint equation $\dot{\lambda}=\lambda(\rho_1-g'(x))-\delta'(x)$, which at the steady states reduces into $\lambda=\delta'(x)/(\rho_1-g'(x))$.

Condition $w>0$ after substitution the values from (A.6), (A.7) becomes

$$w=\rho_1\rho_2-\left[g'(x)\right]^2+\frac{\phi(u,\nu)g''(x)}{1+(1-\eta)(1-\pi)}\left[\pi(1-\eta)\frac{-\delta}{g'(x)+\delta-\rho_1}+1\right]>0 \qquad (\text{A.9})$$

The division of (A.8) by ρ_1 yields

$$\frac{\phi(u_\infty,\nu_\infty)g''(x)}{1+(1-\eta)(1-\pi)}\left[\pi(1-\eta)\frac{\delta}{\delta+g'(x)-\rho_1}-\frac{\rho_2}{\rho_1}\right]-\rho_2\left[\rho_1+\rho_2-2g'(x)\right]=0 \quad (\text{A.10})$$

The sum $(\text{A.9})+(\text{A.10})$ must be positive, thus after simplifications and taking into account that (at the steady state) $\phi(u_\infty,\nu_\infty)=g(x)$, we have:

$g(x)g''(x)\frac{\rho_1-\rho_2}{\rho_1\left[1+(1-\eta)(1-\pi)\right]}>\left[\rho_2-g'(x)\right]^2$ and the result $\rho_2>\rho_1$ follows from the strict concavity of the logistic growth $g''<0$, since it is supposed $0<\eta<1$ and $0<\pi<1$, as well.

References

Clark, C., W., Clarke, F., H., and Munro G., R., (1979). The optimal exploitation or renewable resources stocks: Problems of irreversible investment, Econometrica, 47, 25 – 47.

Dockner, E. (1985). Local stability analysis in optimal control problems with two state variables. In G. Feichtinger, Ed. Optimal Control Theory and Economic Analysis 2. Amsterdam: North Holland

Dockner, J., Feichtinger, G., (1991). On the Optimality of Limit Cycles in Dynamic Economic Systems, Journal of Economics, 53, 31 – 50.

Gatto, M., Muratori, S., and Rinaldi, S., (1988), On the Optimality of the Logistic Growth, Journal of Optimization Theory and Applications, 57, 3, 513 – 517.

Forster, B., (1980), Optimal Energy Use in a Polluted Environment, Journal of Environmental Economics and Management, 7, 321 – 333.

Grass, D., Gaulkins, J., Feichtinger, G., Tragler, G., Behrens, D., (2008), Optimal Control of Nonlinear Processes. With Applications in Drugs, Corruption and Terror, Springer, Berlin.

Greiner A., Fincke B., (2009), Public Debt and Economic Growth, Springer

Hartman, P., (1982). Ordinary differential equations, (2nd ed.), Basel: Birkhauser

Kuznetsov, Y., (2004). Elements of Applied Bifurcation Theory, (3rd ed.), Springer.

Skiba, A., K., (1978), Optimal Growth with a Convex – Concave Production Function, Econometrica, 46, 527 – 539.

Wirl, F., (1995), The Cyclical Exploitation of Renewable Resources Stocks May Be Optimal, Journal of Environmental Economics and Management, 29, 252 – 261.

Xepapadeas, A., (1992), Environmental Policy Design and Dynamic Non – Point Source Pollution, Environmental Economics and Management, 23, 22 – 39.

Αρχές οικονομικής αποτίμησης περιβάλλοντος

Δημήτριος Ματθόπουλος[1] & Μιχαήλ Μαντζανάς[2]
[1]*Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Βιολογίας, Σπουδαστήριο Περιβαλλοντικής Ηθικής*
Σεφέρη 2, Αγρίνιο 30100
dmatthop@upatras.gr
[2]*Εκκλησιαστική Ακαδημία Αθηνών,*
Χρυσαλλίδος 38, Νέα Κηφισιά 14561
mic.mantzanas@gmail.com

Περίληψη
Από τις απαρχές της δημιουργίας του σύμπαντος η φύση έχει αποτιμήσει κάθε συστατικό μέρος της, βιοτικό και μη, με μια εγγενή αξία, τα μέτρα της οποίας κανένας δεν είναι σε θέση να μεταβάλει. Εξελικτικά, η βιοτική συνιστώσα του περιβάλλοντος έχει αποκτήσει την ικανότητα να αντιλαμβάνεται αυτή την εγγενή αξία και ανταποκρίνεται αντίστοιχα. Παρέμβαση σε αυτό το αξιακό σύστημα έχει επιχειρηθεί από την στιγμή κατά την οποία εμφανίστηκε ο άνθρωπος. Η εξελικτική πορεία του έχει προσδώσει όλα εκείνα τα μέσα δια των οποίων είναι σε θέση να αποτιμήσει την εγγενή αξία των συστατικών μερών του περιβάλλοντός. Η πολιτισμική και τεχνολογική ανάπτυξή του αποτέλεσαν την κινητήριο δύναμη δια μέσου της οποίας επιχειρεί να αξιολογήσει το σύνολο των συστατικών μερών του περιβάλλοντος κατά το δοκούν. Υπό αυτές τις συνθήκες διαρκώς αναθεωρεί την αποτίμηση αυτή προσπαθώντας να αποκομίσει τα μέγιστα οφέλη. Λαμβάνοντας υπόψη ότι εξελικτικά διαθέτει τα πλέον εξελιγμένα συστήματα αντίληψης και ανταπόκρισης στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος, η ορθολογική αποτίμηση της εγγενούς αξίας αποτελεί αντικείμενο της ηθικής του διαπαιδαγώγησης. Η διαδικασία της διαμόρφωσης των ηθικών αρχών αρχίζει από τα πρώτα βήματά μας και αναδιαμορφώνεται με την πάροδο του χρόνου ανάλογα τα βιώματά μας. Οι διαμορφωμένες ηθικές αρχές αποτελούν τη βάση εκείνη που καθορίζει την αισθητική αποτίμηση και μπορεί να εκφραστεί με διάφορα συστημικά μέσα μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η οικονομική αποτίμηση.

Λέξεις Κλειδιά: Οικονομική αποτίμηση, ηθικές αρχές, εγγενής αξία, αισθητική αποτίμηση.

JEL Κωδικοί: N01, N50, O13, Q50, Z18.

Πόσοι από εμάς δεν έχουμε μείνει άφωνοι βλέποντας ένα ωραίο ηλιοβασίλεμα, δεν έχουμε εκθαμβωθεί από ένα ωραίο ζωγραφικό πίνακα με πολύχρωμα λουλούδια ή ακόμη και με ένα μαγευτικό τοπίο ή δεν έχουμε αφεθεί στο άκουσμα μιας γλυκιάς μελωδίας κάποιο καλοκαιρινό βράδυ κοντά σε μια πηγή; Πόσοι από εμάς δεν έχουμε απολαύσει ένα ωραίο δασικό περιβάλλον ή την ομορφιά της άγριας φύσης; Αναρωτηθήκαμε ποτέ τι ακριβώς αποτιμούμε εκείνη τη στιγμή; Πολύ λογικά θα έλεγε κάποιος ότι η αποτίμηση αυτή είναι αισθητική. Αναμφίβολα και είναι. Ποιος όμως καθόρισε τα κριτήρια αυτής της αποτίμησης; Και πάλι λογικά θα πει κάποιος ότι τα κριτήρια έχουν καθοριστεί από τον ίδιο τον άνθρωπο. Προσοχή όμως. Οι απαρχές των κριτηρίων αυτών χρονολογικά προσδιορίζονται από πολύ παλιά. Τα πρώτα αναλυτικά στοιχεία αναφορικά με τα κριτήρια της αισθητικής αποτίμησης τα έχουμε από τους αρχαίους Έλληνες. Με λίγα λόγια εδώ και πολλούς αιώνες την ανθρώπινη σκέψη απασχόλησε η αισθητική αποτίμηση του περιβάλλοντα χώρου. Χαρακτηριστικά ο Αριστοτέλης στο 'Περί Ψυχής' αναφέρει '*ἡ αἴσθησις τῶν μὲν ἰδίων ἀληθής ἐστιν ἢ ὅτι ὀλίγιστον ἔχουσα τὸ ψεῦδος*' (Ross, 1961α). Θα πρέπει να γίνει κατανοητό

ότι η πνευματική αντίληψη, η οποία εξαρτάται από την ψυχική κατάσταση του ατόμου, σχηματοποιείται από τα προσλαμβανόμενα αισθητικά ερεθίσματα. Συνεπώς η αισθητική αποτίμηση του περιβάλλοντος είναι το αποτέλεσμα της ικανότητας προς επεξεργασία των προσλαμβανόμενων ερεθισμάτων από το περιβάλλον (Θεοχαρόπουλος και Ματθόπουλος, 2013). Μετά τον Αριστοτέλη, ο Kant στο έργο του '*Critique of Judgment*' ασχολήθηκε με την αισθητική κρίση της φύσεως (Pratt et al., 2000). Κατά τον Kant (1969) η έννοια της καλαισθησίας είναι μια ολοκληρωμένη κριτική δια της οποίας ένα αντικείμενο εκτιμάται σε σχέση με την ελεύθερη νομοτέλεια της φαντασίας.

Τι σχέση όμως έχουν τα όσα αναφέρθηκαν προηγούμενα με το υπό διαπραγμάτευση θέμα μας; Αν και φαινομενικά δεν διαφαίνεται να σχετίζονται, εντούτοις αν δεν υπάρχει άμεση σχέση τουλάχιστον υφίσταται ένας παραλληλισμός. Αρχικά θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το περιβάλλον, μέσα στο οποίο διαβιούμε, οφείλουμε να το διακρίνουμε σε δύο μέρη. Το φυσικό και το ανθρωπογενές. Το μεν φυσικό μας έχει παρασχεθεί από αυτή τούτη τη φύση, ενώ το ανθρωπογενές αποτελεί δημιούργημα του ανθρώπου για να τον διευκολύνει στην καθημερινότητά του. Το φυσικό από τις αρχές της δημιουργίας του έχει αποκτήσει μια αισθητική αξία, της οποία την αποτίμηση δεν έχουμε τη δυνατότητα να την αλλοιώσουμε. Την αξία αυτή έχει την ικανότητα κάθε ζωντανός οργανισμός, μέσα στα πλαίσια που η ίδια η φύση του έχει καθορίσει, να την διαπιστώσει. Το δε ανθρωπογενές όντας δημιούργημα του ανθρώπου, που αποσκοπεί στο να τον διευκολύνει, έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με τα εκάστοτε αισθητικά πρότυπα των κοινωνικών ομάδων στις οποίες έχει ανατεθεί η διαμόρφωσή του.

Η αξιακή αποτίμηση που έχει αποδοθεί κατά τη δημιουργία του φυσικού περιβάλλοντος, η καλούμενη αυταξία (Skolimowski, 1981; Θεοχαρόπουλος και Ματθόπουλος, 2013) αποτελεί αδιαπραγμάτευτη αρχή, εκτός της περιπτώσεως εκείνης κατά την οποία οι φυσικές διαδικασίες παρεμβαίνουν και αναδιαμορφώνουν αφ' εαυτές την όλη του διάπλαση. Στα πλαίσια της εξελικτικής πορείας του φυσικού περιβάλλοντος, η οποία άρχισε με την καλούμενη χημική εξέλιξη, κάποια δεδομένη στιγμή, διαμορφώθηκαν εκείνες οι συνθήκες με βάση τις οποίες δόθηκε η δυνατότητα να αρχίσει μια νέα εξελικτική διαδικασία, η καλούμενη βιολογική εξέλιξη. Αποτέλεσμα αυτής της νέας εξελικτικής διαδικασία υπήρξε η εμφάνιση των διαφόρων οργανισμών μέσα σε ένα χρονικό ορίζοντα αρκετών δισεκατομμυρίων ετών. Με δεδομένο το γεγονός ότι το σύνολο των οργανισμών, που κατά το παρελθόν έζησαν, αλλά και σήμερα υφίστανται στο φυσικό περιβάλλον, αποτελούν συστατικά μέρη αυτού τούτου του περιβάλλοντος καθίσταται σαφές ότι η όποια αξιακή αποτίμηση αποδίδεται στο περιβάλλον, συμπεριλαμβάνει και τους οργανισμούς που διαβιούν σε αυτό, είναι λογικό ότι υφίσταται τις φυσικές αναδιαμορφώσεις. Αυτή η αξιακή αποτίμηση θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι εκ φύσεως έχει μόνο μια συνιστώσα, την οποία κάθε οργανισμός έχει τα δικά του κριτήρια διαμέσου των οποίων της αποδίδει μία τιμή. Η αποδιδόμενη τιμή είναι λογικό ότι καθορίζεται από την εξελικτική θέση που κατέχει κάθε οργανισμός στο φυσικό περιβάλλον.

Η τελευταία αυτή διαδικασία αποτίμησης άρχισε να υφίσταται μια διαφοροποίηση από τη στιγμή κατά την οποία στο φυσικό περιβάλλον έκαμε την εμφάνισή του το γένος *Homo* και ιδιαίτερα το είδος αυτού *Homo sapiens,* δηλαδή ο σημερινός άνθρωπος. Η εξελικτική πορεία του αποτέλεσε παράγοντα μιας ιδιόμορφης αναδιαμόρφωσης του φυσικού περιβάλλοντος. Η αναδιαμόρφωση αυτή δεν είχε μόνο ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του καλούμενου ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, αλλά καθόρισε και επιπλέον συνιστώσες ως προς την αξιακή αποτίμηση αυτού τούτου του φυσικού περιβάλλοντος. Κάτω από αυτές τις καταστάσεις εκτός της αισθητικής αποτίμησης εισήγαγε και την οικονομική αποτίμηση του περιβάλλοντος. Θα πρέπει, όμως, να γίνει σαφές ότι η καλούμενη οικονομική αποτίμηση του περιβάλλοντος αποτελεί μια φυσική παράμετρο, στο πλαίσιο της ενεργειακής ισορροπίας που

η ίδια η φύση έχει διαμορφώσει, στα δισεκατομμύρια έτη της ύπαρξής της. Τα κριτήρια της οικονομικής αποτίμησης που καθόρισε ο άνθρωπος διαφέρουν κατά πολύ από αυτά της φύσεως. Ένα βασικό χαρακτηριστικό των ανθρωπίνων κριτηρίων είναι το ότι αναδιαμορφώνονται ανάλογα με τις κρατούσες εκάστοτε συνθήκες, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να διακριθούν σε προσωπικά και κοινωνικά. Είναι αναμφισβήτητο γεγονός ότι μεταξύ προσωπικού και κοινωνικού συμφέροντος φαινομενικά υπάρχει μεγάλο χάσμα. Το χάσμα που φαινομενικά υφίσταται μεταξύ αυτών των δύο συμφερόντων εστιάζεται στο ότι κατά μεγάλο ποσοστό το κοινωνικό συμφέρον αντανακλά το σύνολο των προσωπικών συμφερόντων. Στις περισσότερες όμως των περιπτώσεων, η διαμόρφωση του κοινωνικού συμφέροντος αποτελεί τη συνισταμένη των συμφερόντων μιας μικρής ομάδας ατόμων, αυτών που εκάστοτε αποτελούν την άρχουσα τάξη.

Στο σημείο αυτό τίθεται πλέον το ερώτημα. 'Υπάρχει δυνατότητα απεξάρτησής των ανθρωπίνων κριτηρίων από το προσωπικό ή/και το κοινωνικό συμφέρον;'. Η απάντηση στο ερώτημα αυτό θα τολμούσα να αναφέρω ότι είναι αρνητική. Από τις απαρχές της ιστορίας διαπιστώνουμε ότι η κοινωνικοποίηση του ανθρώπου ήταν συνυφασμένη με τη δυνατότητα του περιβάλλοντος να του παρέχει ικανοποιητικές συνθήκες, ώστε να καλύπτει τις διατροφικές του ανάγκες. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της εμφάνισης των πρώτων πολιτισμικών στοιχείων στην περιοχή της Μεσοποταμίας. (Cardwell, 1995; Gille, 1978). Η εφορία των εδαφών γύρω από τους ποταμούς Τίγρη και Ευφράτη δημιούργησε τις προϋποθέσεις για μόνιμη εγκατάσταση ανθρώπινων ομάδων που προηγουμένως ζούσαν πλάνητα βίο (Childe 1979; Hassan and Hill, 1992). Η πολιτισμική εξέλιξη, ως αποτέλεσμα του πλούσιου σε απόδοση διατροφικών αγαθών περιβάλλοντος, αποτέλεσε την κινητήριο δύναμη ώστε οι ανθρώπινες κοινωνίες να αρχίσουν μια διαφορετικού είδους εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Στο πλαίσιο της ατομικότητάς του και ταυτόχρονα της κοινωνικής του οργάνωσης, από τη στιγμή κατά την οποία ικανοποίησε τις άμεσες διατροφικές του ανάγκες, άρχισε την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων κάτω από ένα διαφορετικό πρίσμα. Οι ιδιαίτερες φυσικές ιδιότητες ορισμένων πόρων προκάλεσαν το ενδιαφέρον του με αποτέλεσμα να τους δώσει και ιδιαίτερη σημασία. Ουσιαστικά τους προσέδωσε μια αισθητική αποτίμηση κάτω από ένα διαφορετικό αξιακό σύστημα. Η πολιτισμική ανέλιξη των κοινωνικών ομάδων είχε ως αποτέλεσμα και την αντίστοιχη τεχνολογική εξέλιξη. Αποτέλεσμα αυτής υπήρξε η ολοένα και εντονότερη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων με τελικό επακόλουθο ορισμένοι από αυτούς να αποτιμηθούν όχι με αισθητικά κριτήρια, αλλά με μια νέα ομάδα κριτηρίων τα οποία επονομάστηκαν οικονομικά κριτήρια.

Με βάση τα κριτήρια αυτά αποτιμήθηκαν όχι μόνο οι φυσικοί πόροι, αλλά και κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα. Και καλά μεν οι ανθρώπινες δραστηριότητες αποτιμήθηκαν ανάλογα με τις προσφερόμενες υπηρεσίες, αλλά τα μέτρα που χρησιμοποίησε και ακόμη χρησιμοποιεί και σήμερα ο άνθρωπος, ώστε αξιακά να προσδιορίσει τους φυσικούς πόρους, εν πολλοίς δεν αποτελούν φυσικά κριτήρια. Η εγγενής αξία, αυταξία, που η ίδια η φύση έχει προσδώσει στα συστατικά της μέρη απέχει κατά πολύ από τα ανθρώπινα μέτρα. Το ερώτημα που τίθεται σε αυτό το σημείο εστιάζεται στο γεγονός της αντίληψης αυτής της εγγενούς αξίας (Skolimowski, 1981). Όπως έχει ήδη αναφερθεί (Θεοχαρόπουλος και Ματθόπουλος, 2013) κάθε οργανισμός αντιλαμβάνεται το φυσικό περιβάλλον με το σύνολο των εξελικτικά αναπτυγμένων αισθήσεών του. Του γεγονότος αυτού δεν διαφεύγει και ο άνθρωπος. Ακριβώς επειδή οι αισθήσεις έχουν σταδιακά εξελιχθεί, με την πάροδο του χρόνου, είναι λογικό επακόλουθο, όσο βαίνουμε από κατώτερους προς ανώτερους οργανισμούς, να απαντάμε και πλέον εξελιγμένα συστήματα αισθήσεων. Συνεπώς, εφόσον θεωρούμε ότι ο άνθρωπος αποτελεί την κορωνίδα της εξέλιξης, οφείλουμε να αποδεχτούμε ότι θα πρέπει να διαθέτει και τα πλέον εξελιγμένα συστήματα αντίληψης των ερεθισμάτων που προέρχονται από το φυσικό περιβάλλον. Το όλο θέμα δεν είναι μόνο να αντιλαμβανόμαστε τα προσλαμβανόμενα

ερεθίσματα, αλλά και οι διαδικασίες της ανταπόκριση σε αυτά. Ως εκ τούτου είναι φυσιολογικό να αποδεχτούμε ότι το όλο σύστημα πρόσληψης των ερεθισμάτων, επεξεργασίας αυτών στο κέντρο ελέγχου και απόδοσης εντολών προς ανταπόκριση σε αυτά, από τον ανθρώπινο οργανισμό, οφείλει να είναι από τα τελειότερα αν όχι το τελειότερο στη φύση. Με αυτά τα δεδομένα, είναι λογικό επακόλουθο ότι ο άνθρωπος είναι σε θέση να αποδίδει την αξιακή αποτίμηση, του κάθε συστατικού μέρους του περιβάλλοντος, με τον καλύτερο και ακριβέστερο τρόπο.

Τι σημασία, όμως, έχουν όλα όσα αναφέρθησαν προηγουμένως με την οικονομική αποτίμηση του περιβάλλοντος; Οφείλουμε να αντιληφθούμε τόσο θεωρητικά όσο και πρακτικά ότι είναι απόλυτα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Το γιατί, είναι προφανές. Εφόσον η φύση έχει προσδώσει σε κάθε συστατικό της στοιχείο μια εγγενή αξία και συγχρόνως έχει προικίσει τους οργανισμούς με τα κατάλληλα συστήματα αντίληψης και ανταπόκρισης στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος, καθίσταται προφανές ότι διαθέτουμε όλον εκείνο τον φυσικό εξοπλισμό για την ακριβή αισθητική αποτίμηση του περιβάλλοντος.

Με βάση αυτά τα δεδομένα οφείλουμε να λάβουμε υπόψη μας το γεγονός ότι πλην του εξοπλισμού που έχουμε παραλάβει, ως συστατικά μέλη του περιβάλλοντος, μας έχει προικίσει η φύση και με μια επιπλέον ικανότητα. Είμαστε τα μόνα μέλη της βιοτικής συνιστώσας του περιβάλλοντος που, εκτός από τον βασικό εξοπλισμό αντίληψης και ανταπόκρισης, διαθέτουμε και την ικανότητα να διαχειριζόμαστε το σύνολο των περιβαλλοντικών δεδομένων κατά την κρίση μας. Το ερώτημα που πλέον ανακύπτει εστιάζεται στο κατά πόσον διαχειριζόμαστε το περιβάλλον κατά τρόπο που οι παρεμβάσεις μας σε αυτό να είναι αντιστρεπτές. Αν παρατηρήσουμε επισταμένως το σύνολο των υπόλοιπων μελών της βιοτικής συνιστώσας του περιβάλλοντος, θα διαπιστώσουμε ότι αξιοποιούν τόσα στοιχεία του περιβάλλοντος όσα τους είναι αναγκαία ανά πάσα στιγμή, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα σε αυτό τούτο το περιβάλλον να ανακάμπτει. Η μόνη βιοτική μορφή που αξιοποιεί δεδομένα του περιβάλλοντος σε βαθμό εντονότερο από αυτόν που έχει ανάγκη είναι ο άνθρωπος. Η εξελικτική πορεία του υπήρξε τοιαύτη ώστε να θεωρούμε σήμερα ότι το σημαντικότερο εξελικτικό γεγονός να είναι η ανάπτυξη του συστήματος αντίληψης και ανταπόκρισης στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος. Το αποτέλεσμα αυτής της εξελικτικής διαδικασίας υπήρξε η πνευματική ανάπτυξη του ανθρώπου. Αναλογιζόμενοι την ιστορία του ανθρώπου, κατά τις τελευταίες πενήντα χιλιετίες, διαπιστώνουμε τη σημασία αυτής της εξελικτικής διαδικασίας. Η πνευματική ανάπτυξη αποτέλεσε τη βάση για την κοινωνική, την πολιτισμική και τελικά την τεχνολογική του ανάπτυξη. Δεν πρέπει όμως να μας διαφεύγει της προσοχής ότι κοιτίδες αυτής της εξελικτικής διαδικασίας υπήρξαν περιοχές πλούσιες σε φυσικούς πόρους από όπου μπορούσε να αντλήσει τα απαραίτητα για τη διαβίωσή του (Childe 1979; Hassan and Hill, 1992). Μετά από την πρώτη κοινωνική δομή που δημιούργησε ο άνθρωπος διαπίστωσε ότι είχε τη δυνατότητα όχι απλά να συλλέγει τα αναγκαία για την καθημερινή του διαβίωση, αλλά διαπίστωσε επίσης ότι είχε τη δυνατότητα να συλλέγει περισσότερα, ώστε αφενός μεν σε περιόδους δυσκολίας εξεύρεσης των διατροφικών πόρων να διαθέτει αποθέματα από προηγούμενη περίοδο αφθονίας, αφετέρου δε να ανταλλάσει ορισμένα από αυτά που συνέλεγε με άλλες κοινωνικές ομάδες που είτε είχαν την ανάγκη αυτών είτε διέθεταν διατροφικά είδη που αυτός δεν είχε τη δυνατότητα να τα διαθέτει σε επάρκεια. Η διαδικασία αυτή που σταδιακά ανέπτυξε τις πρώτες μορφές εμπορίου δημιούργησε τις συνθήκες για μια νέα αξιακή αποτίμηση των διαφόρων στοιχείων του περιβάλλοντος. Η νέα αυτή αξιακή αποτίμηση δεν είναι άλλη από αυτήν της ενεργειακής αποτίμησης. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η αποτίμηση αυτή είναι παράλληλα οικονομική. Η φύση από μόνη της την έχει αποτιμήσει, παρόλα αυτά ο άνθρωπος, αναλόγως με τις ικανότητες και τις δυνατότητές του, διαμόρφωσε σταδιακά μια διαφορετική οικονομική αποτίμηση. Η αποτίμηση αυτή διαρκώς αναθεωρείται. Οι παράγοντες που συμβάλουν σε

αυτή τη διαδικασία αναθεώρησης είναι τόσο φυσικής όσο και ανθρωπογενούς προέλευσης. Οι φυσικής προέλευσης είναι αποτέλεσμα των φυσικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα και δεν επιδέχονται ανθρώπινης παρέμβασης. Οι ανθρωπογενούς προέλευσης εξαρτώνται τόσο από την τεχνολογική ανάπτυξη όσο και από την βούληση κοινωνικών ομάδων. Ιδιαιτέρως οι παράγοντες που εξαρτώνται από τη βούληση των κοινωνικών ομάδων υπόκεινται αποκλειστικά και μόνο σε μια ανθρώπινη συνθήκη. Η συνθήκη αυτή δεν είναι άλλη από την ηθική υπόσταση τόσο την ατομική όσο και τη συλλογική. Τόσο η ατομική όσο και η συλλογική υπόσταση είναι δύο ιδιαιτερότητες που είναι αλληλένδετες μεταξύ τους. Θησκευτικο-κοινονικο-πολιτισμικά κριτήρια επιδρούν και αναδιαμορφώνουν την ηθική υπόσταση. Χαρακτηριστική αναφορά της διαφορετικότητας που δυνατόν να διαμορφωθεί στις διάφορες κοινωνικές ομάδες προέρχεται από την εποχή ακόμη του Ηροδότου. Τη διαφορετικότητα, αλλά και τις διαμορφούμενες αξίες ανάλογα με το κοινωνικό και πολιτισμικό στάδιο ανάπτυξης την παρουσιάζει στο τρίτο του βιβλίο των ιστοριών που επιγράφεται 'Θάλεια', όπου αναφερόμενος στον βασιλέα των Περσών Δαρείο παρουσιάζει γλαφυρά τις διαφορές ηθών και εθίμων μεταξύ Ελλήνων και Ινδών (Ζενάκος, 1992).

Είναι πλέον γεγονός ότι τα μέτρα με βάση τα οποία αποτιμά τα συστατικά στοιχεία του περιβάλλοντος απέχουν πολύ από αυτά της φύσης. Η πολιτισμική εξέλιξη αποτέλεσε τη βάση αυτών των μέτρων. Διάφορα φιλοσοφικά συστήματα έχουν αναπτυχθεί διαχρονικά και τα οποία οριοθετούν αυτά τα μέτρα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι διαχρονικά το κυρίαρχο σύστημα αποτέλεσε αυτό του ανθρωποκεντρισμού. Με βάση το σύστημα αυτό υφίσταται μια υπέροχή του ανθρώπου επί της φύσης. Επί του θέματος αυτού παρατηρούμε ότι οι πρώτες αναφορές ανάγονται τόσο στο βιβλίο της Γενέσεως όσο και στον Αριστοτέλη (Μοσκόβης, 1989), αλλά και αργότερα στον Kant (1963). Η υπεροχή αυτή εκφράζεται ως αξιακή αντιμετώπιση.

Η οποιαδήποτε ανθρώπινη παρέμβαση προς το περιβάλλον δεν προσδιορίζεται στα μέτρα όπως αυτά έχουν καθοριστεί από τη φύση, αλλά ως προς την οικονομική και κάθε άλλου είδους αποτίμηση έχει καθορίσει ο άνθρωπος. Ένα απλό παράδειγμα είναι σε θέση να καταδείξει τη μεγάλη διαφορά μεταξύ αυτών των δύο αξιακών αποτιμήσεων. Στο ενδεχόμενο μιας καταστρεπτικής πυρκαγιάς η αποτίμηση προσδιορίζεται ως προς το εύρος των απωλειών στα ανθρώπινα μέτρα, δηλαδή των απωλειών σε ανθρωπογενούς προέλευσης παρεμβάσεις ή σε απώλειες ανθρώπινου δυναμικού και όχι σε απώλειες στοιχείων του περιβάλλοντος. Με άλλα λόγια ενδιαφερόμαστε ως προς απώλειες σε ανθρώπινες κατασκευές, η οικονομική αποτίμηση των οποίων είναι σαφώς προσδιορισμένη, και όχι σε απώλειες ως προς φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς, των οποίων την αυταξία (Skolimowski, 1981; Θεοχαρόπουλος και Ματθόπουλος, 2013) υπό τις καλύτερες των προϋποθέσεων την προσδιορίζουμε κατά το δοκούν, αλλά κυρίως ως προς το ελάχιστο δυνατόν αποτέλεσμα. Η ανθρωποκεντρική αυτή θεώρηση μας έχει οδηγήσει πολλές φορές σε διατύπωση εσφαλμένων συμπερασμάτων, μετά την αντιμετώπιση ανθρωπογενούς προέλευσης παρεμβάσεις στο περιβάλλον. Ορισμένες δε φορές επισήμως έχει προσδιοριστεί η έκφραση ότι η φύση 'εκδικείται' τον άνθρωπο. Η έννοια της εκδίκησης είναι ανθρώπινη συμπεριφορά και όχι φυσική διαδικασία. Η φύση δεν εκδικείται. Η φύση ακολουθεί αναλλοίωτους νόμους. Διαδικασίες που δεν επιδέχονται ανθρώπινης παρέμβασης. Είναι λογικό λοιπόν μετά την εκδήλωση μιας εκτεταμένης πυρκαγιάς, μια έντονη βροχόπτωση να προκαλέσει την μετατόπιση μεγάλων ποσοτήτων εδάφους με ορμή, από υψηλότερα προς χαμηλότερα μέρη, εφόσον δεν υπάρχει φυτοκάλυψη για να αναχαιτίσει την ορμητική ροή των υδάτων, με αποτέλεσμα πλημμυρκά φαινόμενα. Η ανθρώπινη αμέλεια δεν σημαίνει και φυσική εκδίκηση. Συνεπώς κάθε ανθρώπινη παρέμβαση ενέχει τον κίνδυνο του καταλογισμού, αμέσως ή και εμμέσως, των αποτελεσμάτων προς τον ίδιο τον άνθρωπο, ανεξαρτήτως των προσωπικών ή μη ευθυνών από την ίδια τη φύση.

Στο σημείο αυτό το ερώτημα που εύλογα ανακύπτει εστιάζεται στο κατά πόσον υπάρχει το ενδεχόμενο της αναστροφής των πιθανών συνεπειών προς τον ίδιο τον άνθρωπο από τις κάθε είδους παρεμβάσεις του προς το περιβάλλον. Η απάντηση είναι ταυτόχρονα απλή αλλά και δύσκολη. Απλή καθόσον το μόνο που απαιτείται είναι η αλλαγή στάσης του ανθρώπου ως προς το περιβάλλον του. Δύσκολη καθόσον μια τέτοια αλλαγή προϋποθέτει την άμεση αποδοχή νέων αξιακών αρχών, οι οποίες όμως θα δείξουν τα αποτελέσματά τους μετά από την παρέλευση μεγάλου χρονικού διαστήματος. Το γιατί θα απαιτηθεί μεγάλο χρονικό διάστημα εξηγείται από το γεγονός ότι τα αποτελέσματα των ανθρώπινων παρεμβάσεων προς το περιβάλλον εκδηλώνονται σε πολύ ελάχιστο χρονικό διάστημα, αλλά οι ρυθμοί που το ίδιο το περιβάλλον ακολουθεί ως προς τις διαδικασίες αφομοίωσης των παρεμβάσεων είναι πάρα πολύ βραδείς. Με άλλα λόγια ενώ οι αρνητικές παρεμβάσεις εκδηλώνονται άμεσα, οι ρυθμοί αποκατάστασης απαιτούν μεγάλα χρονικά διαστήματα. Εκείνο το οποίο θα πρέπει να γίνει κατανοητό είναι το γεγονός ότι οι αλλαγές των αξιακών αρχών, το πρώτο πράγμα που θα επιτύχουν να κάμουν θα είναι σε πρώτο στάδιο να αρχίσει μια διαδικασία σταθεροποίησης της κατάστασης του περιβάλλοντος, δηλαδή να μην προκαλούνται νέες αρνητικές επιπτώσεις, ώστε σε ένα δεύτερο στάδιο η ίδια η φύση να επενεργήσει για την σταδιακή αφομοίωση αυτών και την έναρξη των διαδικασιών αποκατάστασης σε ένα επόμενο στάδιο.

Που θα πρέπει όμως να εστιάζονται οι αξιακές αρχές που οφείλουμε να αναθεωρήσουμε; Στο ερώτημα αυτό η απάντηση είναι απλή. Η αναθεώρηση θα πρέπει να γίνει σε όλες τις ενδεχόμενες αρχές μας. Τόσο ως προς τις αισθητικές μας αξίες όσο και ως προς τους μηχανισμούς εκμετάλλευσης του περιβάλλοντος, αλλά και ως προς τις οικονομικές μας αξίες. Αναζητώντας λύσεις στα διάφορα φιλοσοφικά συστήματα, ως προς την αντιμετώπιση του περιβάλλοντος, διαπιστώνουμε ότι υφίστανται διάφορες θεωρίες. Άλλες από αυτές είναι άμεσα παρεμβατικές, ενώ άλλες παρέχουν τη δυνατότητα της παρέμβασης σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βάθος χρόνου. Το ποία από αυτές τις φιλοσοφικές θεωρίες έκαστος καλείται να ακολουθήσει, εξαρτάται από τη γενικότερη θεώρηση της ύπαρξης του καθενός μέσα σε αυτό τούτο το περιβάλλον. Σε γενικές όμως γραμμές, εκείνο που θα πρέπει να αναλογιστούμε είναι το γεγονός ότι θα πρέπει πραγματικά να αποτολμήσουμε την όποια αλλαγή επί των αξιακών μας συστημάτων, έτσι ώστε με την πάροδο του χρόνου να αρχίσουμε να βλέπουμε τα πρώτα δειλά δείγματα μεταστροφής προς ηπιότερες επιπτώσεις, που θα δώσουν την ευκαιρία σε ένα επόμενο στάδιο να αρχίσει η φυσική διαδικασία ανάκαμψης. Ας μην μας διαφεύγει της προσοχής ότι ο Αριστοτέλης στα πολιτικά του αναφέρει χαρακτηριστικά ‘ὁ δὲ ἄνθρωπος ὅπλα ἔχων φύεται φρονήσει καὶ ἀρετῇ, οἷς ἐπὶ τἀναντία ἔστι χρῆσθαι μάλιστα. διὸ ἀνοσιώτατον καὶ ἀγριώτατον ἄνευ ἀρετῆς’ (Μοσκόβης, 1989). Συνεπώς το όλο θέμα ανάγεται στις ατομικές και κοινωνικές αποδεκτά ηθικές αρχές.

Αναφέραμε όμως προηγουμένως ότι υφίστανται διαφορές μεταξύ κοινωνικών ομάδων, όσον αφορά τις ηθικές τους αρχές. Όπως όμως διαφέρουν οι ηθικές αρχές μεταξύ των διαφόρων κοινωνικών ομάδων, κατά παρόμοιο τρόπο υφίστανται διαφορές ως προς τις αποδεκτές ηθικές αρχές μεταξύ διαφορετικών ατόμων, όχι μόνο μεταξύ ατόμων διαφορετικών κοινωνικών ομάδων, αλλά ακόμη και μέσα στην ίδια κοινωνική ομάδα. Χαρακτηριστικά ο Porteous (1966) ασχολούμενος με την εκτίμηση των αισθητικών ενδιαφερόντων αναφέρει ότι υφίστανται δύο επίπεδα. Το πρώτο προσωπικό και το δεύτερο κοινωνικό. Κατ’ αυτόν μετακινούμενοι από το ένα επίπεδο στο άλλο συχνά διολισθαίνουμε σε οριακά ενδιαφέροντα. Τα όρια του πρώτου επιπέδου καθορίζονται από την προσωπική ικανοποίηση που αποκομίζει ο δέκτης όταν παρατηρεί τον περίγυρό του. Τα όρια, όμως, του δευτέρου επιπέδου είναι ευρύτερα, καθόσον θα πρέπει να ικανοποιήσουν μια ομάδα αποδεκτών. Σε αυτή τη δεύτερη περίπτωση η ικανοποίηση απευθύνεται προς τις ατομικές αισθητικές αξίες του συνόλου. Κατά παράλληλο τρόπο, συνεπώς, οι ηθικές αρχές στο επίπεδο

των κοινωνικών ομάδων οφείλουν να αποτελούν την συνισταμένη της ικανοποίησης των ατομικών ηθικών αξιών κάθε μέλους των κοινωνικών ομάδων.

Στο σημείο αυτό πλέον θα πρέπει να αναλυθεί η ικανότητα του καθενός να προσδιορίζει και να εκφράζει τα όρια μέσα στα οποία θα κυμαίνεται η ηθικότητά του. Η ικανότητα αυτή φυσιολογικά αναπτύσσεται σταδιακά, καθοδηγούμενη από τις εμπειρίες και την εκπαίδευση, κάτω από την επίδραση του γενετικού υπόβαθρου. Οι εμπειρίες είναι το αποτέλεσμα της συσχέτισης με τη φύση, ενώ η εκπαίδευση συνιστά διαδικασία η οποία πραγματώνεται διά της οικογένειας και του εκπαιδευτικού συστήματος, στο πλαίσιο των οποίων οι αξίες, οι αρχές και οι νοοτροπίες διαμορφώνουν την προσωπικότητά μας. Οι εμπειρίες και η εκπαίδευσή μας επηρεάζουν την καθημερινότητά μας κατά τέτοιον τρόπο, ώστε ο καθένας μας βιώνει το δικό του σήμερα καθοδηγούμενος από τα συναισθήματά του. Η προσωπικότητά μας είναι ουσιαστικά η κινητήρια δύναμη με την οποία εκφραζόμαστε διαμέσου των υφιστάμενων συστημικών μεθόδων. Η καλλιέργεια των μεθόδων αυτών είναι μια διαδικασία που απαιτεί χρόνο για να φθάσει στην κορύφωσή της, υπό την καθοδήγηση τόσο του γενετικού υποβάθρου όσο και του εκπαιδευτή.

Κάτω από αυτό το πλαίσιο η υποκειμενικότητα των ηθικών αξιών οφείλει να αντανακλά την πραγματικότητα κατά τρόπο αντικειμενικό. Η πραγματικότητα για την οποία αναφερόμαστε είναι αυτή τούτη η αυταξία του περιβάλλοντος όπως την ορίσαμε προηγουμένως. Η καθ' οιονδήποτε τρόπο αποτίμηση του περιβάλλοντος είναι αποτέλεσμα της ικανότητας προς επεξεργασία των προσλαμβανόμενων ερεθισμάτων από αυτό, λαμβάνοντας υπόψη ότι κατά τον Αριστοτέλη η γνώση της ψυχικής κατάστασης συμβάλει κατά πολύ στην αντίληψη του περιβάλλοντος (Ross 1961β). Σύμφωνα όμως με τον Kant η έννοια της καλαισθησίας, με τον προσδιορισμό της εκτίμησης της αίσθησης αναφέρεται στην αποτίμηση της αισθητικής αξίας (Pratt et al. 2000), είναι μια ολοκληρωμένη κριτική δια της οποίας ένα αντικείμενο εκτιμάται σε σχέση με την ελεύθερη νομοτέλεια της φαντασίας (Kant 1969). Οφείλουμε, συνεπώς, να δώσουμε σημασία στο γεγονός ότι καθένας μας ζει το παρόν κάτω από δύο καταστάσεις. Η μία είναι ένα σύνολο γεγονότων τα οποία δεν βρίσκονται υπό τον έλεγχό μας, αλλά υπό τον έλεγχο του κοινωνικού μας περίγυρου, ενώ η άλλη υπόκειται στον έλεγχο της φαντασίας μας, δηλαδή μιας διττής διαδικασίας η οποία καθορίζεται τόσο από τη θέλησή μας όσο και από τα προγενέστερα βιώματά μας.

Συνεπώς η αποτίμηση του περιβάλλοντος προϋποθέτει την κατάλληλη εκπαίδευση του εκτιμητή, ώστε αυτός να καταστεί ικανός να αντιληφθεί την εγγενή αξία του εκτιμώμενου, έτσι ώστε να εκφραστεί καταλλήλως. Η διαδικασία αυτή συσχετίζεται με την ικανότητά μας να κατανοήσουμε τον περίγυρό μας, η οποία όπως προαναφέραμε διαμορφώνεται από την 'Παιδεία' μας. Η δε Παιδεία αποτελεί έννοια σχετιζόμενη όχι μόνο με το περιβάλλον στο οποίο διαβιούμε, αλλά και με το γενετικό υπόβαθρο που έχουμε κληρονομήσει από τους προγόνους μας. Κάτω από αυτά τα δεδομένα η υποκειμενική κρίση οφείλει να αντανακλά την πραγματικότητα κατά τρόπο αντικειμενικό. Όταν, όμως, η πραγματικότητα αποτελεί μέρος του φυσικού περιβάλλοντος έχει τη δική της αισθητική αξία, δηλαδή την αυταξία της, μια διαχρονική αξία μη καθοριζόμενη από τα ανθρώπινα μέτρα και σταθμά, και η οποία οφείλει να εκτιμηθεί δεόντως.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γένεσις. Κεφάλαιο 1, 26. Διαθέσιμο στο: http://www.myriobiblos.gr/bible/ot/chapter.asp?book=1 (Προσπελάστηκε: 5/10/2015).

Ζενάκος Λ. (1992). Ηροδότου Ιστορίες. 3.38.3,4. Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα. Διαθέσιμο στο: http://www.greek-language.gr/Resources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=30&page=78 (Προσπελάστηκε: 26/9/2015).

Θεοχαρόπουλος Δ. και Ματθόπουλος Δ. (2013). Αισθητική αποτίμηση του περιβάλλοντος. Στο: Μανωλάς Ε, Πρωτοπαπαδάκης Ε, Τσαντόπουλος ΓΕ (επιμ) '*Θέματα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων*'. Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων: Ορεστιάδα; 2013. σελ. 210-216.

Cardwell D. (1995). Wheels, Clocks and Rockets: a History of Technology, WW Norton and Company, New York and London, USA and the UK.

Childe G. (1979). Early forms of Society, In: Singer C, Holmyard EJ, Hall AR (Eds), A History of Technology Volume I: From early times to fall of Ancient Empires, Oxford University Press, Oxford, UK; 1979. p. 38-57.

Gille B. (1978). Histoire des Techniques. L' Encyclopédie de la Pléiades, Editions Gallimard, Paris.

Hasan A.Y. and Hill D.R. (1992). Islamic Technology: an illustrated History, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Kant, I. (1963). Duties to animals and spirits and duties to oneself. At: Lectures on Ethics, Methuen, London.

Kant, I. (1969). *The Critique of Judgment*. Trans. by Meredith JC, Oxford University Press, London

Μοσκόβης Β. (1989). Αριστοτέλους Πολιτικά I-II, 1253a, 33-36. Νομική Βιβλιοθήκη, Αθήνα.

Porteous J.D. (1996). Environmental Aesthetics. Ideas, Politics and Planning, Routledge, London.

Pratt V., Howarth J. and Brady E. (2000). Environment and Philosophy, Routledge, London.

Ross W.D. (1961α). Aristotle. *De anima*, Clarendon Press, Oxford, 428b 18-19. Διαθέσιμο στο: http://stephanus.tlg.uci.edu/inst/fontsel (Προσπελάστηκε: 12/5/2014).

Ross W.D. (1961β). Aristotle. *De anima*, Clarendon Press, Oxford, 402a1-7. Διαθέσιμο στο: http://stephanus.tlg.uci.edu/inst/fontsel (Προσπελάστηκε: 12/5/2014).

Skolimowski H. (1981). Eco-philosophy: Designing new tactics for living, Marison Boyars, London.

Αντίληψη και προσανατολισμός στο περιβάλλον

Σερδάρης Παναγιώτης
ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Διοίκησης & Οικονομίας
Τμήμα Διοίκησης επιχειρήσεων
Κοίλα Κοζάνης 50100
Serpan54@gmail.com

Περίληψη

Η αντίληψη του περιβάλλοντος έχει μία χαρακτηριστική ιδιαιτερότητα – η οποία πηγάζει από τη θέση του ευρισκόμενου μέσα σ' αυτό. Μ' αυτή τη θεώρηση η αντίληψη είναι και βίωμα, δεν είναι απλή άθροιση από οπτικές, ακουστικές και αφής αισθήσεις αντιλήψεων. Είναι ολιστική. Η ανάλυσή μας επικεντρώνεται στη θεώρηση, ότι η σχέση με τη φύση θεμελιώνεται στην αλληλεξαρτώμενη σύνδεση, κοινής βιολογικής ουσίας, μοίρασμα των κοινών πόρων αέρα, νερό, αίσθηση για αρμονία κλπ. Η «φύση» πάλι περιγράφεται ως απουσία των ανθρώπων και ίχνη της ανθρώπινης ανάμιξης. Το πρόβλημα της συμπεριφοράς στην έκταση ή στο χώρο απασχολεί επιστήμονες από τον τομέα της ψυχολογίας, των μαθηματικών, της αρχιτεκτονικής κλπ. Η μεθοδολογική θεωρητική προσέγγιση στηρίχτηκε στην ερμηνεία της έννοιας «χώρος». Μ' αυτήν καθορίζονται ο φυσικός Ευκλείδιος χώρος, όπως και ο χώρος (έκταση) των κοινωνικών σχέσεων, συμπεριφορών κλπ. Οι διαπιστώσεις της ανάλυσης συμβάλλουν, στην τεκμηρίωση ότι η μετακίνηση στην έκταση του χώρου προϋποθέτει την ύπαρξη εσωτερικού μοντέλου, το οποίο ρυθμίζει τον χωρικό προσανατολισμό. Στην ψυχολογία αυτό το μοντέλο καθορίζεται ως γνωστικός χάρτης. Η πλοήγηση, θεμελιώνεται στον σχεδιασμό πριν την εκκίνηση της διαδρομής, από το σημείο εκκίνησης. Ο σχεδιασμός αποτελεί χωρικά νοητικά μοντέλα, τα οποία διαφέρουν από τους γνωστικούς χάρτες δεν διαφυλάσσουν μετρική πληροφορία, αλλά αντανακλούν χωρικές σχέσεις.

Λέξεις κλειδιά : Περιβάλλον - φύση, προσανατολισμός, γνωστικοί χάρτες, πλοήγηση, χωρικά νοητικά μοντέλα.

JEL Κωδικοί: 120.

1. Αντίληψη και προσανατολισμός στο περιβάλλον

Η αντίληψη του περιβάλλοντος ανεξάρτητα από το είδος και τύπο του, έχει μία χαρακτηριστική ιδιαιτερότητα - αυτή βγαίνει από θεώρηση του συμμετέχοντα, μπορεί να λεχθεί και ότι είναι σχηματισμένη από το οπτικό σημείο της εσωτερικής ένταξης. Σ' αυτή τη θεώρηση η αντίληψη είναι και βίωμα, γιατί άτομο είναι άμεσα συρόμενο στις επιδράσεις και τις διαδικασίες, οι οποίες έρχονται απ' έξω. Εξαιτίας η ίδια έχει πολύπλοκο χαρακτήρα και δεν είναι άθροιση από οπτικές, ακουστικής και αφής αισθήσεις αντιλήψεων. Είναι ολιστική. Σε ορισμένο βαθμό ο άνθρωπος γίνεται μέρος από το περιβάλλον και τις διαδικασίες, οι οποίες διέρχονται εκείνη τη στιγμή σ' αυτό.

Ο άνθρωπος είναι συμμετέχων και συρόμενος στη συμπεριφορική συνθήκη με την έκφραση του Barker (1968), και συμμετέχει σε δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ των καταστάσεων και του περιεχομένου. Η αντίληψη σ' αυτές τις συνθήκες είναι δύσκολη μπορεί να αποδιοργανωθεί (διαλυθεί) σε στοιχεία – οπτικές μορφές, συνθήκες θερμοκρασίας, ακουστικές επιδράσεις, αισθήσεις αφής – οι οποίες είναι διάχυτες, σ' ένα σύνολο.

Σε μία έρευνα με μεγάλο δείγμα τυχαίας επιλογής των ερωτευμένων γι' αυτό, πώς αισθάνονται τη σχέση με τη φύση, οι Vining et al., (2008) διαπιστώνουν ότι το 77% των εξεταζόμενων αισθάνονται σαν μέρος από τη φύση και από την κοινωνία. Η ανάλυση των

απαντήσεων δείχνει, ότι η σχέση με τη φύση θεμελιώνεται στην αλληλεξαρτώμενη σύνδεση κοινής βιολογικής ουσίας, στο μοίρασμα των κοινών πόρων (αέρα, νερό, θερμοκρασία), αίσθηση για αρμονία, αποκατάσταση και αμοιβαία ύπαρξη. Η «φύση» πάλι περιγράφεται ως απουσία των ανθρώπων και ίχνη ανθρώπινης ανάμιξης δηλαδή, ως τελείως διαφορετική από ανθρώπινους εποικισμούς. Αυτά τα στοιχεία ενισχύουν την αντίληψη, ότι ο άνθρωπος αισθάνεται οργανικά δεμένος με το φυσικό κόσμο. Ανεξάρτητα που γύρω στο 23 % των ερωτευμένων απορρίπτουν ή δεν σημειώνουν αυτή τη σχέση.

Η ολιστική αντίληψη της φύσης είναι αντικείμενο των συχνότερων συναντώμενων στη βιβλιογραφία εμπειρικών ερευνών. Έτσι οι Hetzog & Dhernick (2000) συγκρίνουν τη βιωμένη ηρεμία και χαλάρωση, όπως και το συναίσθημα του κινδύνου, που περιβάλλουν την πόλη και τη φύση. Τα αποτελέσματα δείχνουν ευκρινώς εκφρασμένη διαφορά στα βιώματα – στο φυσικό περιβάλλον, οι εξεταζόμενοι αισθάνονται πιο ήρεμοι και χαλαρωμένοι σε σύγκριση με το περιβάλλον της πόλης. Ενδιαφέρον είναι, ότι το φυσικό περιβάλλον δραστηριοποιεί και αδύναμα βιώματα κινδύνου. Η χαλάρωση όπως και η αίσθηση απειλής υπάρχει και σε συνηθισμένες συνθήκες. Τα βιώματα της απειλής μπορούν να αναζητηθούν στην απουσία των άλλων ανθρώπων, στο φόβο αγρίων ζώων, εντόμων, φιδιών κλπ.

Άλλη έρευνα των Harting et al., (1991) μετρά την υποκειμενική κατάσταση έξαψης, την εκτέλεση του γνωστικού καθήκοντος και κάποιους φυσιολογικούς δείκτες πριν και μετά τη διαμονή σε φυσικό χώρο. Τα αποτελέσματα δείχνουν, ότι στο φυσικό περιβάλλον ο άνθρωπος ανανεώνεται πιο γρήγορα και πληρέστερα. Αυτό εμφανίζεται πρώτα απ' όλα στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης. Παρατηρείται και σημαντική βελτίωση των γνωστικών λειτουργιών σε σύγκριση με τα περιβάλλοντα κατοικίας, αν και δεν είναι στατιστικά σημαντική. Παρόμοια αποτελέσματα παίρνουν οι Van det Berg et al., (2003). Βρίσκουν, ότι ο φυσικός χώρος προκαλεί θετικότερες συγκινησιακές καταστάσεις και σε μικρότερο βαθμό βελτίωσης της συγκέντρωσης. Οι αναλύσεις μας αποκαλύπτουν, ότι η προτίμηση στο φυσικό περιβάλλον καθορίζεται από την ικανότητα βελτίωσης της διάθεσης. Επίσης ότι τα υψηλότερα επίπεδα stress στην καθημερινότητα οδηγούν σε εντονότερες προτιμήσεις προς το φυσικό περιβάλλον.

Η θετική επίδραση του φυσικού περιβάλλοντος πάνω σε ολόκληρη την κατάσταση του οργανισμού επιβεβαιώνεται και σε έρευνες, οι οποίες χρησιμοποιούν υλικό φωτογραφιών, αντί φυσικής παρουσίας στη φύση. Έτσι ο Roger (1981) δείχνει στα εξεταζόμενα πρόσωπα φωτογραφίες με διάφορα φυσικά τοπία και όψεις των πόλεων. Στη βάση αυτού του υλικού ερεθίσματος βρίσκει, ότι οι φυσικές όψεις δραστηριοποιούν πραγματικούς ά-ρυθμούς στον εγκεφαλικό φλοιό και επιφέρουν θετικότερες συγκινησιακές καταστάσεις. Τα φυσικά τοπία όχι μόνο, βελτιώνουν τη διάθεση και βελτιστοποιούν τη φυσιολογική κατάσταση, αλλά και αφυπνίζουν το αίσθημα της προσωπικής ύπαρξης, δραστηριοποιώντας ηθικά αισθήματα Cowie (2002). Σε αναγνωρισμένο νόημα η φύση ενεργεί δίνοντας ανάταση στο πνεύμα και αισθήματα ενότητας στο σύνολο της ζωής. Ο Ribe (2002) διαπιστώνει, ότι οι άνθρωποι με υλιστικό προσανατολισμό έχουν χαμηλότερα μέτρα εκτίμησης αξιολογώντας ακόμη και μη ελκυστικά μέτρα ως αποδεκτά με την εγγύτητα σε φυσικούς πόρους, από τις αισθητικές ποιότητες του περιβάλλοντος. Η ομορφιά της φύσης λαμβάνει προτεραιότητα μόνο όταν παρατηρούν πολύ όμορφες φυσικές όψεις. Μ' άλλα λόγια, τα υλιστικά προσανατολιζόμενα πρόσωπα αντιλαμβάνονται τη φύση σαν πηγή πόρων και δυνατότητα εξαγωγής οφελών. Οι άνθρωποι με μυστικιστική διάθεση και στάση πάλι αναζητούν στη φύση ερέθισμα για να ξεκλειδώσουν ασυνήθιστα βιώματα και ανάταση του πνεύματος.

Η ολιστική αντίληψη της φύσης δεν είναι ομογενής σε σχέση με συγκινησιακή αντιδιαστολή, την οποία δραστηριοποιούν διαφορετικά μέρη ή τοποθεσίες. Υπάρχουν περιοχές, οι οποίες επηρεάζουν τη συγκινησιακή κατάσταση όλων, οι οποίοι είναι εκεί ή τις έχουν επισκεφθεί.

Εικονα 1 :Test Box (Συγκινησιακών Βιωμάτων)

- **Συγκινησιακός τόνος :**
- Ευχάριστο 3 2 1- ουδέτερο - 1 2 3 δυσάρεστο
- ικανοποίηση 3 2 1- ουδέτερο - 1 2 3 πλήξη
- **Ηρεμία – ένταση , πίεση :**
- Πιεσμένος 3 2 1- ουδέτερο - 1 2 3 χαλαρός
- Νευριασμένος 3 2 1- ουδέτερο - 1 2 3 ήρεμος
- **Ζωντάνια – κούραση**
- Ζωηρός 3 2 1- ουδέτερο - 1 2 3 εξαντλημένος / οργισμένος
  Ανανεωμένος 3 2 1- ουδέτερο - 1 2 3 κουρασμένος

Αυτές οι διαφορές κατευθύνουν την ιδέα για τη δημιουργία καρτών (εικόνων) αποτίμησης μιας ή άλλης φυσικής περιοχής. Σε εξάρτηση απ' αυτό εκτιμάται αν αυτοί μπορούν να ωφεληθούν και να εξάγουν κάποια ή άλλα πρακτικά συμπεράσματα. Για τη λήψη της πληροφορίας σ' αυτή τη συμπεριφορά χρησιμοποιούνται φωτογραφίες, οι οποίες παρουσιάζουν διαφορετικά σημεία από συγκεκριμένη περιοχή. Κάθε φωτογραφία αξιολογείται, ενώ χρησιμοποιούνται κλίμακες, που παρουσιάζονται με μορφή κειμένου στο test Box (Εικόνα 1).

Οι εικόνες των υποκειμενικών αντιδράσεων σε φυσικές τοποθεσίες, όψεις και μέρη μπορούν να δοθούν και με δείκτες για υποκειμενική εκτίμηση, έτσι που οι γενικεύσεις και τα συμπεράσματα να γίνουν εύκολα. Για παράδειγμα μπορούν να παρουσιαστούν σαν διαγράμματα ή πάλι πάνω σε χάρτη να τοποθετηθούν απεικονίσεις στα μέρη αλλά εκτιμήσεις είναι υποκειμενικές

Δεν πρέπει να ξεχνάμε όμως, ότι οι ατομικές προσωπικές διαφορές (διαθέσεις αξίες προσανατολισμού, εγώ-ταύτιση κλπ) σ' αυτές τις εκτιμήσεις θα εμφανιστούν, το οποίο δίνει τη δυνατότητα να μπούμε στην κατανόηση πως η φύση και η προσωπικότητα βρίσκονται σε συστοιχία.

Η καθαρότητα του αέρα αυθόρμητα γίνεται αντιληπτή απ' όλους οι οποίοι πηγαίνουν στη φύση. Σ' αυτή τη σχέση η βλάστηση συμβάλει σημαντικά για το φιλτράρισμα του αέρα και την οξυγόνωση του. Ο αέρας στη φύση διαφέρει έντονα από την ατμόσφαιρα της πόλης και γενικά από την ατμόσφαιρα στα κατοικούμενα μέρη.

Ο καθαρός αέρας είναι διαφανής και επιτρέπει να υπάρχει ορατότητα σε μεγάλες αποστάσεις. Η διαφάνεια στην όραση δημιουργεί οπτική απάτη εγγύτητας και μ' αυτό δυναμώνει την αντίληψη της ενότητας στη φύση. Αυτό γίνεται αισθητά διάχυτο όχι μόνο στον κοντινότερο περίγυρο αλλά και σε ολόκληρο ορατό πεδίο.

Το επίπεδο θορύβου στη φύση είναι πολύ χαμηλό σε σύγκριση με το περιβάλλον της πόλης. Η ησυχία στη φύση είναι καταπληκτική και προδιαθέτει σε βύθιση απορρόφησης. Ακόμη και οι μικρότεροι ψίθυροι ακούγονται καθαρά. Το πλησίασμα των ανθρώπων γίνεται αντιληπτό από μακριά. Όλο αυτό κατευθύνει τη σκέψη και το συγκινησιακό βίωμα σ' εκείνο,

το οποίο μπορεί να αποκαλεστεί «ρυθμός ζωής» και το οποίο στα κατοικήσιμα μέρη δεν γίνεται αντιληπτό, πνιγμένο από δυνατούς και απότομους ήχους κάθε είδους.

Τα νερά στη φύση εμφανίζονται σαν ποτάμια, πηγές, ρυάκια. Το τρεχούμενο νερό ιδιαίτερα στα ρυάκια δημιουργεί μονότονο θόρυβο, ο οποίος αρέσει ανθρώπους. Από μόνη της η κίνηση του νερού με τη δική της ομοιομορφία δημιουργεί αίσθηση ζωής και ταυτόχρονα αμετάβλητη μονιμότητα.

Η φύση αφθονεί από μορφές, χρώματα και σχήματα – τεράστια αιωνόβια δένδρα, λεκανοπέδια, κατακόρυφοι βράχοι, απότομες ορεινές κορυφές, πυκνοί καλαμώνες, χόρτα που σαλεύουν από τον αέρα. Η πολυμορφία ξυπνά διαφορετικά συναισθήματα και σκέψεις βυθίζοντας μας σε διάλογο με τον εαυτό μας, κάτι που σπάνια μας δίδεται στη δίνη της καθημερινότητας.

Τα θετικά αποτελέσματα στο φυσικό περιβάλλον εμφανίζονται σε σχέσεις και συμπεριφορές : αυτό μειώνει τη φόρτιση του ρόλου, όπως βιωμένες συγκρούσεις και την αίσθηση της εξάντλησης (Burnout). Ακόμη και η θέα από το παράθυρο σε ένα κομμάτι φύσης ή απλά η παρουσία του φυτού ή λουλουδιού στο μπαλκόνι βελτιώνουν την αυτοπεποίθηση και βοηθούν στη γρηγορότερη αποκατάσταση, ενώ η άγρια φύση προδιαθέτει στη μεγαλύτερη εμπιστοσύνη και τη χαμηλότερη ανάγκη ελέγχου πάνω στη συμπεριφορά των γύρω όταν ο άνθρωπος είναι με ομάδα Davis (2004).

Εξαιτίας αυτού, η μελέτη των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος σε φυσικές συνθήκες έχει σημασία για να δοθούν πρακτικές συμβουλές για την προπαγάνδιση των επισκέψεων στη φύση. Μπορούν να διατεθούν ως πληροφορία με σκοπό τη συντήρηση όπως και τη διατήρηση της φυσικής ανάπτυξης.

Το πρόβλημα της συμπεριφοράς στην έκταση ή στο χώρο απασχολεί επιστήμονες από τον τομέα όπως της ψυχολογίας, των μαθηματικών, της ρομποτικής, του σχεδιασμού της πόλης και την αρχιτεκτονική.

Η μετακίνηση στο χώρο είναι παρούσα σε όλα τα ζώα. Στη φύση ο άνθρωπος διαρκώς είναι σε κίνηση – είτε κάνει περίπατο ή μαζεύει φρούτα του δάσους, είτε για άθληση κλπ., παρατηρούμε σκόπιμα κατευθυνόμενη κίνηση. Αυτή προϋποθέτει την ύπαρξη εσωτερικού μοντέλου, το οποίο ρυθμίζει τον χωρικό προσανατολισμό, μετακίνηση και συντονισμό co-ordination στα χαμηλότερα επίπεδα της ρύθμισης της συμπεριφοράς (Mergner & Becker, 2003). Στην ψυχολογία αυτό το μοντέλο καθορίζεται ως **γνωστικός χάρτης**. Οι γνωστικοί χάρτες είναι μέθοδος την οποία χρησιμοποιούμε για να συνθέσουμε και να συγκεντρώσουμε χωρική γνώση. Αν γενικεύσουμε, μπορεί να δοθεί ο ακόλουθος ορισμός: γνωστικός χάρτης είναι υποκειμενικά αντιλαμβανόμενη κατανομή των αντικειμένων στο χώρο και οι σχέσεις μεταξύ τους.

Στον ευκλείδιο γεωμετρικό χώρο είναι διαταγμένα τα αντικείμενα του φυσικού κόσμου που περιβάλει την ανθρώπινη συμπεριφορά. Εξαιτίας αυτού είναι σκόπιμο να εξετάζονται μόνο γνωστικοί χάρτες που σχετίζονται μ' αυτό το χώρο. Τα μοντέλα τα οποία περιγράφουν τη **δομή των γνωστικών χαρτών** σκιαγραφούν δύο στενά συνδεόμενα η μία με την άλλη διαδικασίες. Στην βιβλιογραφία της ψυχολογίας ο **γνωστικός χάρτης περιγράφεται σαν χωρικό οπτικό σκίτσο** (σκαρίφημα) που, περιέχει 2 μέρη στοιχείων – οπτικό και χωρικό. Το οπτικό πακέτο περιέχει πληροφορία για το αντικείμενο στο χώρο, όπως σχήμα, μέγεθος ή χρώμα. Το χωρικό στοιχείο αντιπροσωπεύει εσωτερικό πρόγραμμα κίνησης προδιαγραφής. Το περιεχόμενο της οπτικής πληροφορίας συντάσσεται με αύξοντα αριθμό εγγραφόμενων παραστάσεων από μετακινήσεις, για να φθάσει από το ένα σημείο στο άλλο (Mammarelia et al., 2008).

Στη νευροβιολογία η διαμόρφωση των γνωστικών χαρτών συνδέεται με λειτουργίες του ιππόκαμπου. Πρώιμες έρευνες ορίζουν αυτή τη δομή έτσι: «Ο γνωστικός χάρτης συναντάται από δύο κύρια συστήματα – το σύστημα για θέση (μέρος) και το σύστημα για

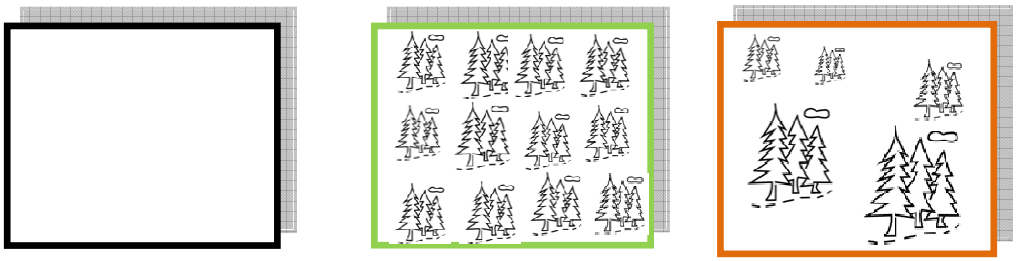
είδηση (μήνυμα). Το πρώτο είναι σύστημα μνήμης, το οποίο περιέχει πληροφορία για μέρη στο χώρο του οργανισμού, χωρικές σχέσεις και για την ύπαρξη αντικειμένων μέσα σ' αυτόν. Το δεύτερο σύστημα δίνει προειδοποιεί για αλλαγές στο συγκεκριμένο μέρος, συμπεριλαμβανομένης της «παρουσίας του νέου αντικειμένου ή απουσίας παλιού» (Ο' Keefe & Nadel, 1978).

Νεώτερες έρευνες των λειτουργιών του ιππόκαμπου, οι οποίες στηρίζονται στη μελέτη της ανθρώπινης συμπεριφοράς στο χώρο, μιλούν για το χάρτη των κατευθύνσεων και την gradient κλίση των ερεθισμάτων και τον σκιτσαρισμένο χάρτη ο οποίος ανταποκρίνεται στις θέσεις των Jacobs & Schenk (2003). Απ' αυτήν την οπτική γωνία, οι συγγραφείς, σε συμφωνία με τον Nasar (2008), ορίζουν το γνωστικό χάρτη, όχι σαν εικόνες στο μυαλό, άλλα σαν σχέδια (προγράμματα) για την λήψη της πληροφορίας από τους δυναμικούς ή εν-δυνάμει χώρους. Ο Nasar επισημαίνει ότι «...καθοριστικά χαρακτηριστικά σε μία τάξη διανοητικών αναπαραστάσεων, γνωστή ως χάρτης, είναι ο εφοδιασμός του πλοηγού (δηλαδή του ανθρώπου, που καθορίζει την κατεύθυνση) με προσδοκίες για αισθητηριακή έξοδο. ... Με το γνωστικό χάρτη ο πλοηγός μπορεί να θέσει τον εαυτό του σε συγκεκριμένο πλαίσιο και άμεσα να κινηθεί μέσω διαφορετικών αντικειμένων» (σελ. 286).

Η δομή των γνωστικών χαρτών δεν είναι απλή μορφή, αλλά αντιπροσωπεύει σύνθεση από ετερογενείς γνωστικές παραστάσεις, αντιλήψεις, οι οποίες βρίσκονται σε στενή σχέση οι μεν με τις δε, όπως δείχνουν τα πειραματικά στοιχεία, είναι προϊόν της διαφορετικής επεξεργασίας των επιμέρους κατηγοριών modus της επερχόμενης πληροφορίας όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.

Ο παρουσιαζόμενος διμερής χώρος (Εικόνα 2α) στον ίδιο τον εαυτό του δεν περιέχει πληροφορία, εκτός εκείνη που έρχεται από υπέρ-αισθητηριακές αισθήσεις αντιλήψεων για πάνω – κάτω και δεξιά – αριστερά. «Καθαρός» χώρος μπορεί να παρατηρηθεί όταν ο αντιλαμβανόμενος βρίσκεται σε απόλυτο σκοτάδι και είναι στερημένος από οποιαδήποτε εξωτερικά αισθητηριακά ερεθίσματα, για παράδειγμα σε έρευνες αισθητηριακής στέρησης (deprivation).

Εικόνα 2: Αισθητηριακή επεξεργασία πληροφορίας.



α) Διμετρικός χώρος β) αντικείμενα γ) αντικείμενα στο χώρο

Τα αντικείμενα (Εικόνα 2β) εκτός του χώρου τοποθέτησης φέρουν πληροφορία για την ένταξη σε συγκεκριμένη κατηγορία. Η κατηγοριοποιημένη αναφορά, θεμελιωμένη στην πείρα και τη μάθηση, δίνει πληροφορία για κάποιες ιδιότητες των αντικειμένων (στο προτεινόμενο παράδειγμα – δένδρα με βελονοειδή φύλλα, το χρώμα των φύλλων – πράσινο, χρώμα του κορμού – γκρι – καφέ, συναντώνται σε μεγάλο ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας κλπ, συμπληρωματική πληροφορία. Στο βαθμό που τα αντικείμενα δεν είναι χωρικά εντοπισμένα , μπορούν να βγουν συμπεράσματα για την ποσότητα όπως π.χ. γίνεται σε συγκεκριμένα για πώληση χριστουγεννιάτικα έλατα.

Η συνένωση της πληροφορίας για το χώρο και τα αντικείμενα επιτρέπει να διαμορφωθεί γνωστικός χάρτης. Στη Εικόνα 2γ γίνεται καθαρό πλέον , ότι απεικονίζεται μέρος με ομάδες δένδρων με βελονοειδή φύλλα. Μπορεί να οριστεί κατεύθυνση (μπροστά – πίσω) απόσταση (κοντά – πιο μακριά) και να γίνει προϋπόθεση, ότι το πρώτο πλάνο είναι χαμηλότερο από πίσω.

Οι γνωστικοί χάρτες έχουν **περιεχόμενο**, το οποίο δεν είναι ταυτόσημο με το περιεχόμενο των συνηθισμένων γεωγραφικών χαρτών. Οι έρευνες δείχνουν, ότι οι άνθρωποι δεν στρέφουν την προσοχή και δεν συντηρούν στη μνήμη την πληροφορία, η οποία δεν είναι, ουσιαστική για τη σκόπιμα κατευθυνόμενη συμπεριφορά στο χώρο (Martin & Jones, 1997).

Το περιεχόμενο των γνωστικών χαρτών συμπληρώνεται σταδιακά από διάφορες γνώσεις για χώρους. Αυτές συσσωρεύονται από αναμνήσεις των ταξιδιών, μνήμη για παρόμοιους χάρτες, προηγούμενες προφορικές υποδείξεις οδηγιών κλπ. Μερικοί ερευνητές δέχονται, ότι στο αποτέλεσμα αυτό, αντί να οικοδομήσουν ολοκληρωμένους γνωστικούς χάρτες οι άνθρωποι συντομότερα χρησιμοποιούν παραστάσεις αντιπροσώπευσης representation, οι οποίες θυμίζουν συνθέσεις κολάζ. Αυτές δεν συμφωνούν με χάρτες, αλλά περιέχουν μορφές, μερική πληροφορία και διάφορα οπτικά σημεία (Tversky, 1993). Συμφωνά με την ίδια ερευνήτρια σε πολύ γνωστά μέρη οι άνθρωποι έχουν αρκετά καλές ιδέες παραστάσεων για χωρικές κατανομές. Αυτές οι ιδέες πιάνουν ικανοποιητικά ακριβώς και σε συμφωνία με τα στοιχεία και επιτρέπουν διαφορετικά οπτικά σημεία, τον αναπροσανατολισμό και συμπεράσματα για το χώρο. Στη δική μας ορολογία αυτό αποτελεί **χωρικά νοητικά μοντέλα**, τα οποία σε αντίθεση από τους γνωστικούς χάρτες δεν διαφυλάσσουν μετρική πληροφορία, αλλά αντανακλούν χωρικές σχέσεις.

Το πρόβλημα σ' αυτή την άποψη είναι η αναφορά, ότι οι γνωστικοί χάρτες είναι τέτοιοι, διότι περιέχουν μετρική πληροφορία. Τα κολάζ και τα χωρικά νοητικά μοντέλα δεν είναι ο μοναδικός τρόπος για αντανάκλαση των χωρικών απόψεων και σχέσεων. Αυτό δεν μπορεί να γίνει στη βάση σύνδεσής του χώρου και ενέργειας και την παρουσίαση των χωρικών διαστάσεων σαν σειρά απλών γραφικών κατευθυνόμενων τομών, σε γραφική τέχνη, μέσω της οποίας περιγράφονται χωρικές σχέσεις (Zimring & Dalton 2003). Σύμφωνα με τον Freksa (1992) αντί εκτίμησης των μετρικών αποστάσεων οι χωρικές απόψεις μπορούν να αντανακλαστούν μέσω σύγκρισης των ιδιαιτεροτήτων των αντικειμένων από το οπτικό σημείο του παρατηρητή και την εξαγωγή των συμπερασμάτων για χωρικές όμως σχέσεις σε τέτοια συσχετιζόμενη βάση. Στη Εικόνα 2γ η σύγκριση του ύψους των δένδρων δίνει την αντίληψη για κοντά- μακριά

Οι έρευνες δείχνουν, ότι τα αντικείμενα στο χώρο έχουν το πλεονέκτημα στο περιεχόμενο των γνωστικών χαρτών. Οι άνθρωποι εύκολα θυμούνται την τοποθεσία των βράχων, λόφων σπηλαίων κλπ, αλλά είναι ανακριβείς στην εκτίμηση μέτρησης του χώρου (Foo et al., 2005). Οι συγγραφείς βρίσκουν ότι σε καλή ορατότητα οι άνθρωποι χρησιμοποιούν συγκριτικά ακριβή παρουσίαση του χώρου, αν η ορατότητα είναι περιορισμένη στηρίζονται στην τοπολογική πληροφορία και γνώση πως φαίνεται συγκεκριμένο μέρος. Υπάρχουν όμως μέρη, στα οποία ούτε έχει καλή ορατότητα, ούτε ανάλογο εφικτό προσανατολισμό στο χώρο. Σε τέτοια μέρη, η διαμόρφωση του γνωστικού χάρτη δεν είναι δυνατή διότι οι κατευθύνσεις «μπροστά – πίσω» και «δεξιά – αριστερά» προκαλούν ομοιογενή κατανομή στο χώρο.

Χωρίς να έχει στο μυαλό του γνωστικό χάρτη, όσο και τμηματικός να είναι, ο άνθρωπος μπορεί να περιφέρεται στα χαμένα για ώρες, μερικές φορές και μέρες. Οι γνωστικοί χάρτες επομένως είναι νοερό εργαλείο για τον προσανατολισμό σε συγκεκριμένο μέρος και τη λήψη συγκεκριμένης απόφασης πως και που να κινηθούν. Στην χρησιμοποίηση των γνωστικών χαρτών, ότι και να εμπεριέχεται, αυτό συνήθως είναι αντανακλασμένο σε μεγαλύτερο ή μικρότερο τμήμα από το χώρο. Οι τουρίστες, χρησιμοποιούν τμηματικούς

γνωστικούς χάρτες για επιμέρους τοποθεσίες. Η κίνηση σε μεγάλο ανοιχτό χώρο, οποία και να είναι η φύση ή αυτή μεγάλης πόλης, προϋποθέτει το πέρασμα από το ένα μέρος στο άλλο, το οποίο είναι η άλλη άποψη του προσανατολισμού, γνωστή ως **επιλογή διαδρομής** (καθορισμένη στην αγγλική λογοτεχνία ως Waylinding).

Οι διαδρομές είναι γνωστικές αναπαραστάσεις των δρόμων και μέρων, μέσω των οποίων πρέπει να διέλθουμε για να φτάσουμε από το ένα σημείο μέχρι το άλλο σε συγκεκριμένο ευρείας έκτασης χώρο (φυσική περιοχή, μεγάλη πόλη). Στηρίζονται σε ομάδα στοιχείων, είναι ιδιαίτερο τα οποία αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένα μέρη και τοποθεσίες. Οι δρόμοι δεν είναι υποχρεωτικό να συνδέουν άμεσα δύο στοιχεία διαδρομής, αλλά μπορεί να οδηγούν σε διαφορετικά μέρη σε συγκεκριμένη περιοχή. Οι διαδρομές σχηματίζονται μέσω της διαπίστωσης για το ποίοι δρόμοι οδηγούν στα γειτονικά στοιχεία στο πέρασμα από το σημείο αφετηρίας μέχρι το τελικό σημείο (Darken & Petetson, 2001).

Οι ερευνητές σημειώνουν, ότι οι ιδιαιτερότητες των στοιχείων διαδρομής συνήθως είναι σταθερές και διακριτές, βοηθούν να διαπιστωθεί που βρίσκεται το πρόσωπο. Τα στοιχεία αυτά είναι σε σειρά τοπολογικά δομημένα, σε μερική απόσταση το ένα, με το άλλο τακτοποιημένα στο χώρο Chown (1999). Η τοπολογική δομή του γνωστικού χάρτη της διαδρομής συνήθως δεν συμπεριλαμβάνει πληροφορία για απόσταση και κατεύθυνση (μετρημένες μέσω κλίμακα για μήκος και θέση έναντι των κατευθύνσεων στον κόσμο).

Η κίνηση σε διαδρομή καθορίζεται σαν πλοήγηση. Ο όρος χρησιμοποιείται για τον καθορισμό προσανατολισμένης ,σκόπιμα κατευθυνόμενης κίνησης σε διάφορα μέρη (στοιχεία) του χώρου. Όπως παρατηρούν οι Foo et al., (2005), υπάρχουν αρκετές στρατηγικές πλοήγησης. Η βασικότερη είναι η στρατηγική διοίκησης μετατόπισης κατεύθυνσης σε αντιληπτικό πίνακα, οδηγό. Αυτή δεν έχει ανάγκη από συντήρηση στη μνήμη γνώσεις, άλλα απλά πρέπει να ακολουθηθεί η κατεύθυνση, θα μπορούσαμε να πούμε από ένστικτο (Σερδάρης, 2002: 411-427). Το βάδισμα σε καλά στρωμένο μονοπάτι ή σε άσφαλτο είναι παράδειγμα για τέτοια στρατηγική στον προσανατολισμό στη φύση. Παρόμοια είναι και η στρατηγική της κίνησης σε κατεύθυνση με χαρακτηριστική ιδιαιτερότητα σε συγκεκριμένο μέρος (Landmark navigation), η οποία όμως απαιτεί αναγνώριση των σημείων μαρκαρίσματος της κοινής θέας και θέσης.

Η ολοκλήρωση της πορείας ως στρατηγική πλοήγησης συνδέεται με την ικανότητα να ανανεώνεται η απόσταση που διανύθηκε, αναφερόμενη στο σημείο αφετηρίας της διαδρομής. Η απόσταση στο περιβάλλον εκτιμάται στη βάση του χρόνου από την αναχώρηση από το σημείο εκκίνησης Α μέχρι την άφιξη στο σημείο Β. Πρέπει να πάρουμε υπόψη μας όμως, ότι οι αποστάσεις παρουσιαζόμενες ως απαιτούμενο χρόνος για βάδισμα είναι μόνο εκτιμήσεις στο περίπου και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες.

Η πλοήγηση, θεμελιωμένη στην προ εκκίνηση της διαδρομής απαιτεί ενθύμηση υπό-σειρών χαρακτηριστικών των μέρων, συνδεόμενων με δρόμους, τοπία, εκτίμηση της κατεύθυνσης σε σχέση με το σημείο εκκίνησης κλπ. Οι ερασιτεχνικές επισκέψεις στη φύση συχνότερα χρησιμοποιούν αυτόν τον τύπο πλοήγησης. Η πλοήγηση, θεμελιωμένη σε χάρτη στηρίζεται σε ολοκληρωμένη ανασκόπηση του χώρου και της αναπαράστασης των αποστάσεων.

Στον προσανατολισμό στη φύση συχνά χρησιμοποιούνται μόνιμες υποδείξεις με πίνακες για συγκεκριμένες διαδρομές, οι οποίες ανακαλύπτονται στη θέση. Μέσω αυτών σε πρώτη θέση πρέπει να αναφέρουμε τη στίξη. Οι πινακίδες υπόδειξης εξυπηρετούν στην αντίληψη της κατεύθυνσης στην οποία βρίσκεται συγκεκριμένο αντικείμενο(συνήθως καταφύγιο ή κιόσκι, άλλα όπως μοναστήρι ή το κοντινότερο χωρίο. Όταν η διαδρομή μπερδεύεται και δεν υπάρχει ούτε χάρτης, ούτε πυξίδα ο άνθρωπος πρέπει να χρησιμοποιεί τις φυσικές ιδιαιτερότητες. Οι φυσικοί προσανατολιστές, έστω και όχι ιδιαίτερα ελπιδοφόροι,

ότι βοηθούν στην πλοήγηση. Οι κατεύθυνσεις της ανατολής και δύσης του ηλίου δίνουν πλησιέστερη εκτίμηση, της κατεύθυνσης «ανατολή – δύση».

Σε καθημερινό επίπεδο του τρόπου ζωής μιλάνε γι' αυτό, ότι οι άνθρωποι διαφέρουν στην «αίσθηση για κατεύθυνση», χωρίς να είναι ξεκάθαρο σε ποίες ικανότητες στηρίζεται αυτή. Παρόλα αυτά, χρησιμοποιώντας αυτοεκτιμήσεις γι' αυτή την αίσθηση οι Cornell et al., (2003) βρίσκουν αδύναμες έως μέτριες συσχετίσεις με ακρίβεια στην υπόδειξη της φανταζόμενης τοποθεσίας και την ακρίβεια στην επιλογή της πορείας, στην αλλαγή της κατεύθυνσης στην εύρεση των αισθήσεων σε σύμπλεγμα από κτήρια. Η αυτοεκτίμηση της αίσθησης για κατεύθυνση συνδέεται με το πόσο γνωρίζουν συγκεκριμένους χώρους και την ενθύμηση λεπτομερειών, οι οποίες μετά χρησιμοποιούνται στην πλοήγηση.

Η πλοήγηση είναι ιδιαίτερα δύσκολη σε μειωμένη ορατότητα (πυκνή ομίχλη, σκοτάδι). Σε τέτοιες συνθήκες η κίνηση σε διαδρομή είναι ελπιδοφόρα μόνο αν ακολουθείται καλά περπατημένο μονοπάτι και εκ των προτέρων γνωρίζουμε ότι αυτό οδηγεί μέχρι το σκοπό. Στην απουσία τέτοιου μονοπατιού, απουσιάζει και ο μοναδικός ελπιδοφόρος προσανατολισμός στη γνωστική παρουσίαση διαδρομής ενώ οι γνωστικοί χάρτες των τοποθεσιών είναι ανώφελοι, διότι δεν μπορούν να αναγνωριστούν οι προσανατολιστές σ' αυτούς. Οι άνθρωποι έρχονται σε επαφή και άγγιγμα με τη φύση για διαφορετικούς λόγους και αιτίες, αλληλεπιδρώντας μαζί της με διαφόρους τρόπους. Σταθήκαμε στα ζητήματα αντιλήψεις των ανθρώπων για τη φύση και τον προσανατολισμό τους σ' αυτήν. Τα γνωστικά στοιχεία που έχουν γι' αυτήν και η ικανότητα προσανατολισμού τους καθορίζουν τη συμπεριφορά και τις αντιλήψεις τους, ενώ παράλληλα τους δημιουργούν την αίσθηση κατεύθυνσης και συναισθήματα ασφάλειας, ηρεμίας χαλάρωσης αλλά και ανησυχίας στη διαδρομή τους μέσα στη φύση λόγω άγνοιας.

Βιβλιογραφία

Barker, R.G. (1968), Ecological psychology: Concepts and methods for studying the environment of human behavior, Stanford University Press

Darken, R.P., Peterson, B. (2001), Spatial orientation, way finding, and representation, in: K. Stanney (Ed.), Handbook of virtual environment technology, California: Naval Postgraduate School

Davis, J. (2004), Psychological benefits of nature experiences: An outline of research and theory with special reference to transpersonal psychology, Ecopsychology and Transpersonal Psychology, Napora University

Chown, E. (1999), Making predictions in an uncertain world: Environmental structure and cognitive maps, Adaptive Behavior, 7 (1), 1-17.

Cornell, E.H., Sorenson, D., Mio, T. (2003), Human sense of direction and wayfinding, Annals of Association of American Geographers, 93, 399 – 425.

Cowie, R. (2002), Charged experiences of natural environments, Current Psychology: Developmental/Learning/Personality/Social, 21, 133 – 143.

Foo, P., Warren, W.H., Duchon, A., Tarr, M.J. (2005), Do humans integrate routes into a cognitive map? Map- versus landmark-based navigation in novel shortcuts, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31, 195 – 215.

Freksa, C. (1992), Using orientation information for qualitative spatial reasoning, in: A.U. Frank, I. Campari, U. Formentini (Eds.), Theories and methods of spatio-temporal reasoning in geographic space, Berlin: Springer, 162 – 178

Jacobs, L.F., Schenk, F. (2003), Unpacking the cognitive map: The parallel map theory of hippocampal function, Psychological Review, 110, 285 – 315.

Hartig, J., Mang, M., Evans, G.W. (1991), Restorative effects of natural environment experiences, Environment and Behavior, 23, 3 – 26.

Herzog, T.R., Dhernick, K.K. (2000), Tranquility and danger in urban and natural settings, Journal of Environmental Psychology, 26, 29 – 39.

Mammarelia, I.C., Pazzaglia, F., Connoldi, C. (2008), Evidence for different components in chldren's visiospatial working memory, British Journal of Developmental Psychology, 28, 337 – 355.

Martin, M., Jones, G.V. (1997), Memory for orientation in the natural environment, Applied Cognitive Psychology, 11, 279 – 288.

Mergner, T., Becker, W. (2003), A modeling approach to human spatial orientation system, Annals of New York Academy of Sciences, 1004, 303 – 315.

Nasar, J.L. (2008), Assesing perceptions of environments for active living, American Journal of Preventive Medicine, 34, 357 – 363.

O"Keefe, J., Nadel, L. (1978), The hippocampus as a cognitive map, Claredon Press, Oxford.

Ribe, R.G. (2002), Is scenic beauty a proxy for acceptable management? The influence of environmental attitudes on landscape perceptions, Environment and Behavior, 34, 757 – 780.

Roger, U.S. (1981), Natural versus urban scenes. Some psychophysiological effects, Environment and Behavior, 13, 523 – 536.

Tversky, B. (1993), Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models, in: A.U. Frank, I. Campari (Eds), Spatial information theory: A theoretical basis for GIS, Prceedings COSIT"93, Berlin: Springer, 14 – 24.

Van der Berg, A.E., Koole, S.L., van der Wulp, N.Y. (2003), Environmental preference and restoration: (How) are they related?, Journal of Environmental Psychology,23, 135 – 146.

Vining, J., Merrick, M.S., Price, E.A. (2008), The distinction between humans and nature: Human perceptions of connectedness to nature and elements of natural and unnatural, Human Ecology Review, 15.

Zimring, C., Dalton, R.C. (2003), Linking objective measures of space to cognition and action, Environment and Behavior, 35, 3 – 16.

Σερδάρης Π., Η ψυχολογία της προσωπικότητας, εκδ. University Studio Press Θες/νίκη (2002).

Visualizing Gene Expression Patterns: A Computational Approach with CAS Software

Kyriaki Tsilika[1] Menelaos Kavouras[2] & Athanasios Exadactylos[2]
[1] , *Laboratory of Operations Research, Department of Economics, University of Thessaly*
[2]*Department of Ichthyology and Aquatic Environment, University of Thessaly*
ktsilika@uth.gr, melios72@yahoo.gr, exadact@uth.gr

Abstract

Gene expression as a biological response to environmental stimulus and as a physiological process of development, is crucial for the study of life. Visualization is an important means to identify complex gene networks. The primary purpose of this study is to provide immediate connection to analytics of biological functions and visualization. We introduce a visual framework in the environment of a main computer algebra system (CAS), *Mathematica*, to picture the differences in gene expression. Our computer codes construct snapshots for gene expression patterns, with the advantage of being self-explanatory contrary to traditional approaches using charts, indices and numerals. They also provide a dynamic interface to facilitate comparisons among genes, indicate gene pairs at a glance and, possibly, help interpret the joint-or interaction-effects that arise. The programming codes along with their application in examples from selected case studies concerning genes involved in embryonic development of common sole (*Solea solea*) are our methodological contribution in the visualization of gene expression patterns. This work could assist researchers in biosciences with suggestions specific to gene expression patterns.

Keywords: Gene expression; common sole; gene expression pattern detection, tabular visualization, *Mathematica* computer software.
JEL Classification: C88; C63.

Οπτική Απεικόνιση των Προτύπων της Γονιδιακής Έκφρασης: Μια Υπολογιστική Προσέγγιση με CAS Λογισμικό

Κυριακή Τσιλίκα[1], Μενέλαος Κάβουρας[2] & Αθανάσιος Εξαδάκτυλος[2]
[1] *Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,*
[2]*Τμήμα Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, Ελλάδα*

Περίληψη

Η γονιδιακή έκφραση ως βιολογική απόκριση σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα και ως φυσιολογική αναπτυξιακή διαδικασία, είναι σημαντική για την κατανόηση και περιγραφή των ζωτικών λειτουργιών των οργανισμών. Η απεικόνιση ως μέσο περιγραφής των προρρηθέντων πολύπλοκων γονιδιακών δικτύων θεωρείται εκ των ων ουκ άνευ. Κύριος σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να συνδέσει άμεσα τις βιολογικές λειτουργίες όπως η γονιδιακή έκφραση, με τον τρόπο απεικόνισής τους. Εδώ προτείνεται ένα υπολογιστικό πλαίσιο στο περιβάλλον ενός ισχυρού συστήματος υπολογιστικής άλγεβρας, του *Mathematica*, για τη δημιουργία οπτικών αναπαραστάσεων. Οι υπολογιστικοί κώδικες δημιουργούν στιγμιότυπα των προτύπων της γονιδιακής έκφρασης με αυτοεπεξηγηματική περιγραφή, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους που χρησιμοποιούν διαγράμματα, δείκτες και αριθμούς. Η προτεινόμενη υπολογιστική προσέγγιση δύναται να αποτυπώσει οπτικά, σε στατικές και δυναμικές εικόνες, εν δυνάμει γονιδιακά ζεύγη ή δίκτυα, και πιθανώς να αναδείξει – ερμηνεύσει λανθάνουσες (υποκρύπτουσες) συνδέσεις ή αλληλεπιδράσεις. Οι υπολογιστικοί κώδικες και η εφαρμογή τους σε συγκεκριμένη πειραματική μελέτη η οποία αφορά σε γονίδια που εμπλέκονται στην εμβρυϊκή ανάπτυξη του είδους «γλώσσα η κοινή» (*Solea solea)*, αποτελούν μια μεθοδολογική συμβολή στην απεικόνιση των προτύπων της γονιδιακής έκφρασης. Η παρούσα εργασία αφορά στους ερευνητές των βιοεπιστημών που έχουν ως αντικείμενο τα πρότυπα της γονιδιακής έκφρασης.

Λέξεις κλειδιά: Γονιδιακή έκφραση; Γλώσσα η κοινή; Ανίχνευση Μοτίβων Γονιδιακής Έκφρασης; Μητρωική Απεικόνιση; Σύστημα υπολογιστικής άλγεβρας *Mathematica*.
JEL Κωδικοί: C88, C63.

1. Introduction

Over the years databases have progressed from theory, to small text files, to visual representations, to presently include research in genetic (genome-transcriptome) databases.

This work focuses on visual interfaces for gene expression data and especially for RT-qPCR data. We applied visualization to extract and/or verify the conclusions of gene expression analysis and facilitate comparisons when working with transcriptional data. We aimed at understanding different molecular/biomarker patterns which arise among different treatments. We created the computational framework to insert transcriptome data and handle them in a qualitative approach. For this purpose, a main computer algebra system, *Mathematica*, was used to generate visual outputs out of raw data. Specifically, in *Mathematica*'s computational environment, we created pattern constructs consisting of colored patches which described the differential gene expression per treatment. In this way, we provided a concise framework for synthesizing and displaying the RT-qPCR data. Our programming techniques develop three different aspects of related visualization: visual query by genes depicted in static images, comparative schemes for treatments accomplished by dynamic images and numerical data depiction using *Mathematica*'s dynamic visualization options.

Our visual interface was applied empirically by using data from six different embryos batches (eggs) of common sole (*Solea solea*) in order to generate versions of comparative snapshots, with controls added to allow the choice of two spawning seasons and the choice of six batches, three in each season. Our approach allowed for clear visual gene expression comparisons among treatments.

2. Literature Review

The great amount of information that new technologies provide and the complexity of life itself, primary due to nucleic acids proprieties and the high level of polymorphism that is observed, either genetic or phenotypic, require a more holistic overview in every particular type of problem.

A number of computational approaches have been applied to biological data, in order to facilitate their analysis and to attribute them more accessible and intuitive use. They involve a variety of programming languages, software packages, web applications i.e. Perl (Lang et al. 2015), Python (Boher et al. 2015), PHP & Java (Koch et al. 2015) and FuncTree (Uchiyama et al. 2015). Computational approaches of gene expression analysis with *Mathematica* are discussed in (Allen, 2013; Vilar and Saiz, 2010).

Graphical visualizations of gene expression patterns and networks can be found elsewhere (Uchiyama et al. 2015; Lang et al. 2015; Koch et al. 2015; Bohler et al. 2015). Related visualizations have been previously presented (Fails et al., 2006). Although not directly related to the biological field, a set of visualizations that build along the same schematic representations are already a fact (Halkos and Tsilika, 2014; Halkos and Tsilika, 2015a,b,c).

3. Methods and Data

3.1 Data Set Description

Solea solea is a promising species for aquaculture. Anomalies in embryonic stages are a serious setback during intensive rearing, entailing economical, biological and welfare issues.

Our example study utilized data from six different embryo batches (eggs) of common sole (*Solea solea*). Half of each collected from F1 cultured broodstock (already acclimatized for a long time period) and naturally fished breeders (again properly acclimatized), during winter and summer spawning period, respectively. In the following notations, winter period samples are associated with 5,7,9 treatments and summer period samples with E, E2, E3 treatments.

Six (6) target genes of hox family (A1a, A2a, A2b, A13a, B1a, B1b) regarding physiological embryo development were isolated and their expression were estimated 48 hours after spawning.

Table 1: Data matrix of Ct values[1] averages of three biological replications: rows E, E2, E3 correspond to summer spawning period while rows 5, 7, 9 correspond to winter spawning period

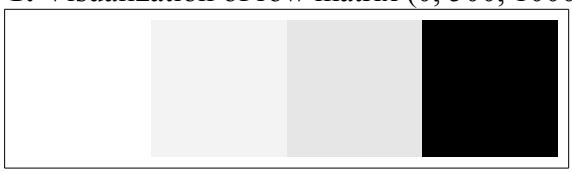
	A1a	**A2a**	**A2b**	**A13a**	**B1a**	**B1b**	**Reference: RPS4**
E	27.70	26.40	23.99	29.17	24.52	22.29	18.22
E2	25.98	24.35	23.70	26.54	24.62	20.86	16.46
E3	28.29	25.39	26.93	24.11	28.24	24.90	19.46
5	29.68	27.60	25.27	28.55	26.03	21.94	19.93
7	27.61	24.95	23.43	25.84	24.71	19.93	17.79
9	30.06	27.75	25.87	29.32	25.69	21.10	19.74

3.2 Methods

In our computational approach, the first step is the loading of experimental data; all experimental data are featured in a number of 1×n lists. Each cell identifies the average Ct value which stands for a specific gene expression level. Then, a matrix results from a list of the predefined lists. Appropriate built-in *Mathematica* functions generate plots, in which, the entries in the matrix are shown in a discrete array of squares.

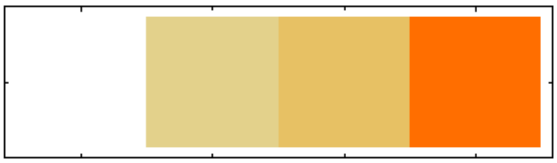
In black-and-white snapshots, white squares indicate the absence of gene expression while gray-shaded squares indicate gene expressions of variant levels. For example, the row matrix (0, 500, 1000, 10000) is depicted by **`ArrayPlot`** function in *Mathematica* as shown in Fig. 1.

Figure 1: Visualization of row matrix (0, 500, 1000, 10000) using gray-shaded squares



Alternatively, we can create colored snapshots using **`MatrixPlot`** function, where each colored cell illustrates a specific gene expression level. In the pattern construct for each treatment, a light colored cell indicates a low gene expression while cells having more intense colors indicate comparatively higher gene expression (Fig. 2)

Figure 2: Visualization of row matrix (0, 500, 1000, 10000) using colored squares

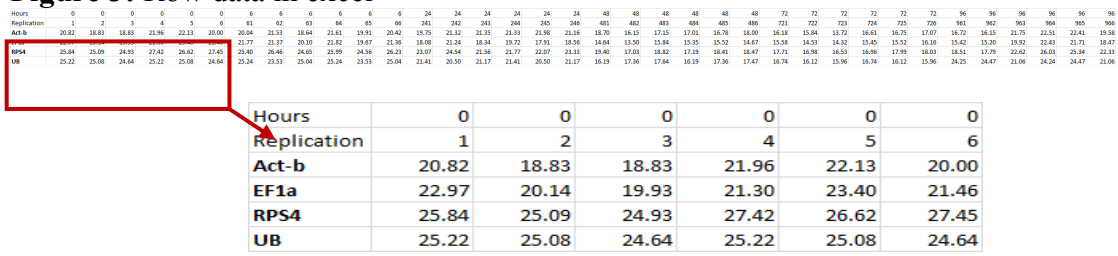


Additionally, the following expression pattern constructs of reference genes (Fig. 4) are created in *Mathematica.* Reference genes are important for RT-qPCR data normalization. Various visual outputs of RT-qPCR matrix (Fig. 3), corresponding to differential expression of four reference genes in sole eggs in a time period of 0, 6, 24, 48 72, 96 h after spawning can be constructed, but the tendencies or patterns observed in each reference are preserved. Each colored cell illustrates a different level of gene expression in each reference. The row

[1] Ct is the number of the cycles required for the fluorescent signal to cross the threshold. Ct levels are inversely proportional to the amount of target nuclear acid in the sample. High Ct values state for low expression

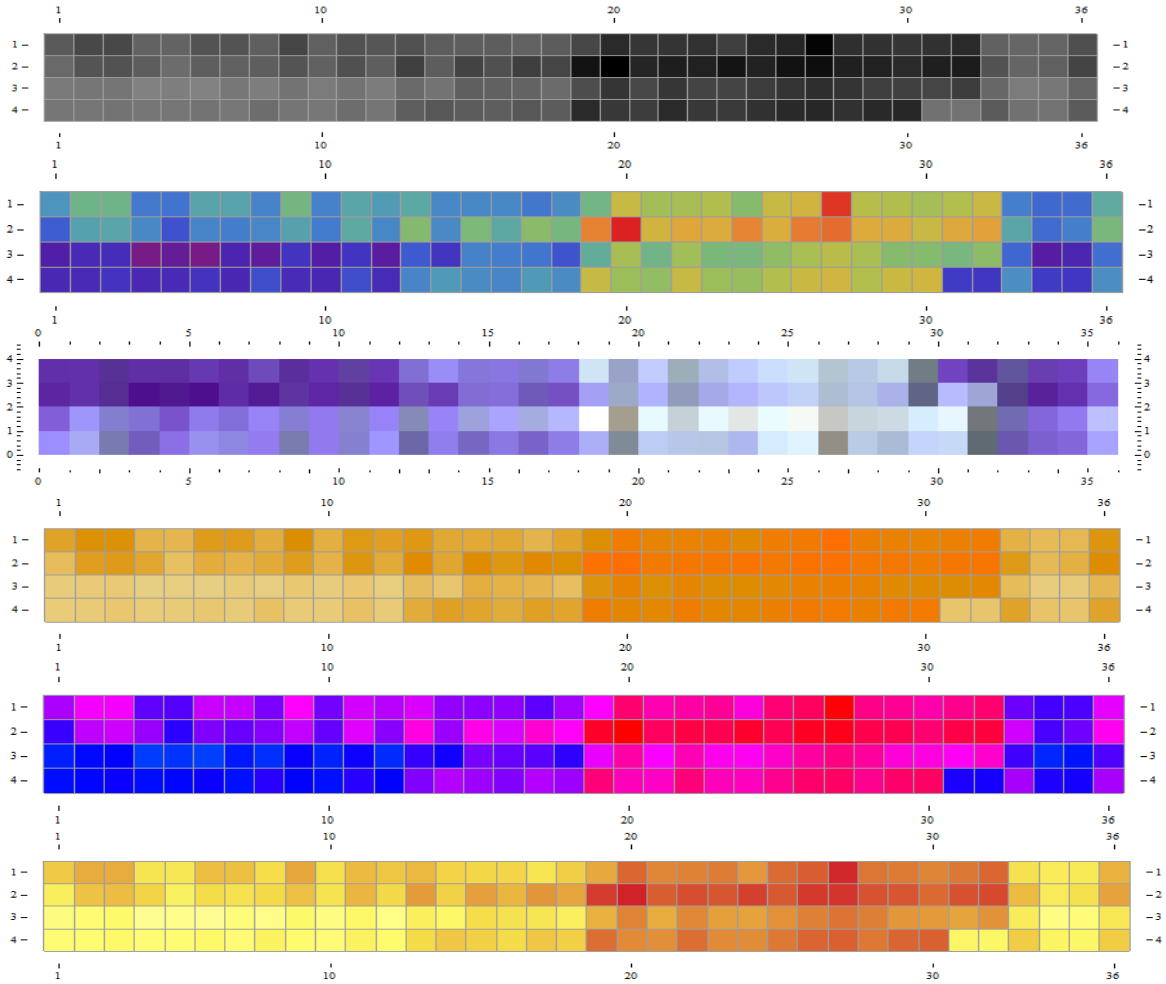
having the minimum color variation indicates stability in expression. Thus the gene with a uniform color pattern seems to be the best candidate for reference.

Figure 3: Row data in excel



Hours	0	0	0	0	0	0
Replication	1	2	3	4	5	6
Act-b	20.82	18.83	18.83	21.96	22.13	20.00
EF1a	22.97	20.14	19.93	21.30	23.40	21.46
RPS4	25.84	25.09	24.93	27.42	26.62	27.45
UB	25.22	25.08	24.64	25.22	25.08	24.64

Figure 4: A *Mathematica* output: several versions of the same plot give an overview of expression within these four genes of interest



4. Empirical Results

The *Mathematica* modules that follow were designed to record RT-qPCR data of par. 3.1 on lists, as well as to convert the indices associated to every gene expression level (Ct values in the technical terminology) to appropriate shades of colors/gray.

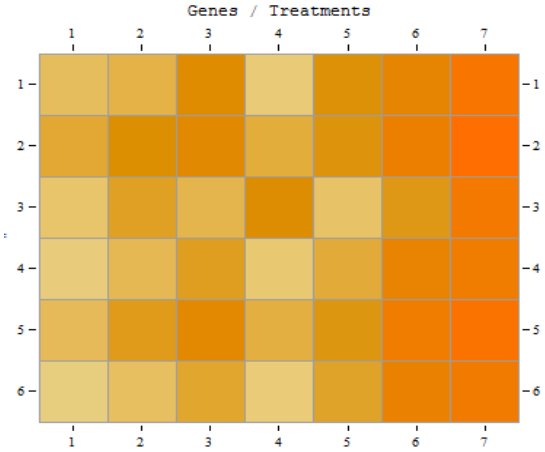
Data are inserted in lists of seven entries: the Ct values from E, E2, E3, 5, 7, 9 rows from Table 1. In *Mathematica*'s internal representation the example variables that must be set by the user are:

```
e:={27.7,26.4,23.99,29.17,24.52,22.29,18.22};
e2:={25.98,24.35,23.7,26.12,24.62,20.55,16.46};
e3:={28.29,25.39,26.93,24.11,28.24,24.9,19.46};
```

```
n5:={29.68,27.6,25.27,28.99,26.03,21.94,19.93};
n7:={27.61,24.95,23.43,26.19,24.71,19.93,17.79};
n9:={30.57,27.75,25.87,29.32,25.69,21.1,19.74};
```

The second step involves several visual schemes of the data (using inverse Ct values) were generated by the following *Mathematica* codes:

```
Labeled[MatrixPlot[{1/e, 1/e2, 1/e3, 1/n5, 1/n7, 1/n9}, FrameTicks -> All, Mesh ->
True, Frame -> True, FrameStyle -> Opacity[0], FrameTicksStyle -> Opacity[1]], {"Genes
/ Treatments"}, Top}]
```




```
Manipulate[MatrixPlot[{{1/n5, 1/n7, 1/n9}[[i]], {1/e, 1/e2, 1/e3}[[j]]}, FrameTicks ->
None,  Mesh -> True, Frame -> True, FrameStyle -> Opacity[0],  FrameTicksStyle ->
Opacity[1]], {i, 1, 3, 1}, {j, 1, 3, 1}]
```

or

```
Manipulate[ArrayPlot[{{1/n5, 1/n7, 1/n9}[[i]], {1/e, 1/e2, 1/e3}[[j]]},
FrameTicks -> None, Mesh -> True, Frame -> True, FrameStyle -> Opacity[0],
FrameTicksStyle -> Opacity[1]], {i, 1, 3, 1}, {j, 1, 3, 1}]
```

Fig. 5 illustrates the use of dynamic visualization options in Mathematica 8, comparing pairwise any winter with any summer treatment, in two different visual schemes.

Figure 5: A snapshot from *Mathematica*: comparing pairwise any winter with any summer treatment.

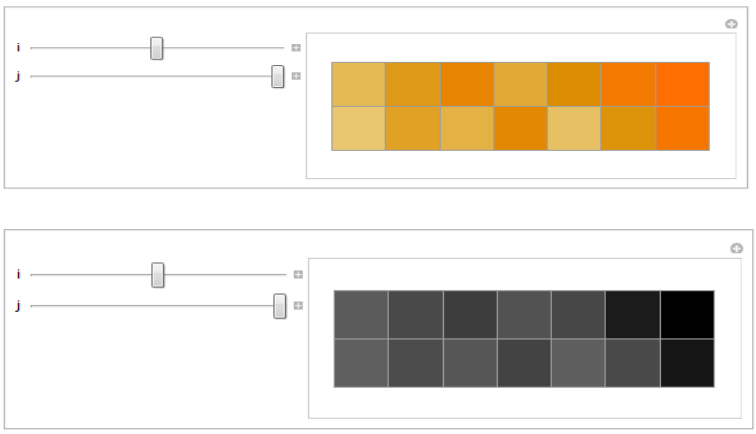


Fig. 6 illustrates the use of dynamic visualization options in Mathematica 8, comparing all treatments pairwise.

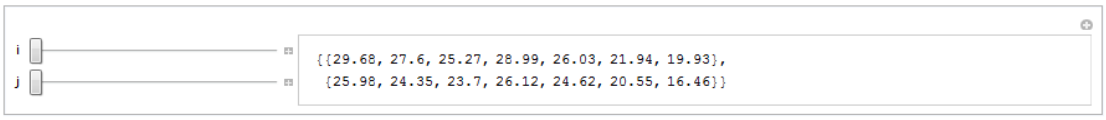
```
Manipulate[ MatrixPlot[{{1/n5, 1/n7, 1/n9, 1/e, 1/e2, 1/e3}[[i]], {1/n5, 1/n7, 1/n9, 1/e, 1/e2, 1/e3}[[j]]}, FrameTicks -> None, Mesh -> True, Frame -> True,  FrameStyle -> Opacity[0], FrameTicksStyle -> Opacity[1]], {i, 1, 6, 1}, {j, 1, 6, 1}]
```

Figure 6: A snapshot from *Mathematica*: comparing winter treatments 5 and 9

Moreover, we provided instant creation of a dynamic interface that allowed varying treatments per season, when comparing numerically different treatments pairwise and gaining useful insights from Ct values dataset (Fig. 7).

Figure 7: A snapshot from *Mathematica*: comparing winter treatment 5 with summer treatment E2

```
Manipulate[{{n5, n7, n9}[[i]], {e2, e3, e}[[j]]}, {i, 1, 3, 1}, {j, 1, 3, 1}]
```



5. Conclusions

This study focused on implementing computer codes of functional programming style in order to develop a tool that enables biologists to place their data in *Mathematica*'s computational environment and accurately depict their gene expression patterns in a variety of snapshots. Our programming codes make use of *Mathematica*'s built-in matrix functions and created an interface that automate the process of creating cognitively and aesthetically compelling representations of RT-qPCR data of different target genes and treatments. Our qualitative approach was applied at the empirical level, with actual estimated values related to the development of *Solea solea* in early life stages. The generated output makes clear that the present computational approach enables complex analyses and sorting strategies.

Acknowledgements

The sampling protocol was facilitated to IMARES, The Netherlands. The access to IMARES RECIRC was funded by the European Union's Seven Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement No 262336.

References

Allen T.D (2013). Detecting Differential Gene Expression Using Affymetrix Microarrays, The Mathematica Journal 15, dx.doi.org/doi:10.3888/tmj.15-11. Available from: http://www.mathematica-journal.com/2013/11/detecting-differential-gene-expression-using-affymetrix-microarrays/

Bohler A, Eijssen L.M.T, van Iersel M. P, Leemans C, Willighagen E.L, Kutmon M., Jaillard M. and Evelo C. T (2015). Automatically Visualise and Analyse Data on Pathways using PathVisioRPC from any Programming Environment, BMC Bioinformatics, 16:267. DOI 10.1186/s12859-015-0708-8.

Fails J. A, Karlson A, Shahamat L and Shneiderman B (2006). A Visual Interface for Multivariate Temporal Data: Finding Patterns of Events across Multiple Histories, VAST, 2006, IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology 2006, IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology 2006, pp. 167-174, doi:10.1109/VAST.2006.261421

Halkos G.E and Tsilika K. D (2014). Analyzing and Visualizing the Synergistic Impact Mechanisms of Climate Change Related Costs, Applied Mathematics and Computation 246, 586-596, DOI 10.1016/j.amc.2014.08.044.

Halkos G.E and Tsilika K. D (2015a). A Dynamic Interface for Trade Pattern Formation in Multi-regional Multi-sectoral Input-Output Modeling, Computational Economics, DOI 10.1007/s10614-014-9466-3.

Halkos G.E and Tsilika K. D (2015b). Trading Structures for Regional Economies in CAS Software, Computational Economics, DOI 10.1007/s10614-015-9515-6.

Halkos G.E and Tsilika K. D (2015c). Visualizing Trading Relationships in the Framework of Interregional Input-Output Analysis. 6th International Conference on Experiments / Process / System Modeling / Simulation / Optimization (6th IC-EpsMsO), pp. 550-556. (ISBN Vol. II: 978-618-80527-7-2)

Koch A, De Meyer T, Jeschke J and Van Criekinge Wim (2015). MEXPRESS: Visualizing Expression, DNA Methylation and Clinical TCGA Data, BMC Genomics, 16:636. DOI 10.1186/s12864-015-1847-z.

Lang S, Ugale A, Erlandsson E, Karlsson G, Bryder D and Soneji S (2015). SCExV: a Webtool for the Analysis and Visualisation of Single Cell qRT-PCR Data, BMC Bioinformatics, 16:320. DOI 10.1186/s12859-015-0757-z

Shapiro B.E, Levchenko A, Meyerowitz E.M, Wold B.J and Mjolsness E.D (2003). Cellerator: extending a computer algebra system to include biochemical arrows for signal transduction simulations, Bioinformatics, 19, 677-678.

Uchiyama T, Irie M, Mori H, Kurokawa K, Yamada T (2015). FuncTree: Functional Analysis and Visualization for Large-Scale Omics Data. PLoS ONE 10(5): e0126967. doi:10.1371/journal.pone.0126967.

Vilar J. M. G and Saiz L (2010). Gene Expression CplexA: a Mathematica package to study macromolecularassembly control of gene expression, Bioinformatics 26, 2060-2061.

Μεταβολή της στάσης των πολιτών σε σχέση με τη σημασία της βιοποικιλότητας ανάλογα με το κοινωνικοοικονομικό προφίλ των πολιτών

Στεριανή Ματσιώρη[1], Σοφοκλής Ε. Δρίτσας[2], Αθανάσιος Εξαδάκτυλος[3], Ζωή Κοτσίρη[4] & Δημήτριος Βαφείδης[5]

[1] Εργαστήριο Ωκεανογραφίας Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Οδός Φυτόκον Βόλος Ν. Μαγνησίας Τ.Κ.: 38446, steriani@uth.gr

[2] Université Montesquieu - Bordeaux IV - Centre de droit comparé du travail et de la sécurité sociale (COMPTRASEC) Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ΤΜΧΠΠΑ, Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων (ΕΔΚΑ) dritsas@uth.gr

[3] Εργαστήριο Ιχθυολογίας και της Υδροβιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Οδός Φυτόκον Βόλος Ν. Μαγνησίας Τ.Κ.: 38446, exadact@uth.gr

[4] Π.Μ.Σ Αειφορική Διαχείριση Υδατικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[5] Εργαστήριο Ωκεανογραφίας Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Οδός Φυτόκον Βόλος Ν. Μαγνησίας Τ.Κ.: 38446,. dvafidis@uth.gr

Περίληψη

Η διατήρηση και η προστασία της βιοποικιλότητας αποτελεί βασικό στόχο των σχεδίων διαχείρισης του περιβάλλοντος. Οι προσπάθειες για την εκτίμηση της αξίας της θαλάσσιας βιοποικιλότητας στηρίζονται στις εκφρασμένες προτιμήσεις των πολιτών, ενώ η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα των πολιτών να κατανοήσουν τα αγαθά και τις υπηρεσίες, οι οποίες πηγάζουν από τη βιοποικιλότητα. Στόχος της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί η στάση των πολιτών σε σχέση με τον όρο θαλάσσια βιοποικιλότητα και επιπλέον να διαπιστωθεί κατά πόσο οι πολίτες αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα και τη σημασία του. Για την υλοποίηση των στόχων της έρευνας διεξήχθησαν δύο πρωτογενείς έρευνες (σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα) με προσωπικές συνεντεύξεις και τη βοήθεια ενός δομημένου ερωτηματολογίου σε κατοίκους διαφορετικών πόλεων της Ελλάδας (δείγμα 200 ατόμων και στις δύο έρευνες). Οι έρευνες δομήθηκαν σύμφωνα με τις αρχές των ερευνών της μεθόδου υποθετικής αξιολόγησης, ενώ η διερεύνηση των περιβαλλοντικών αντιλήψεων των πολιτών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της κλίμακας NEP. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων και στις δύο έρευνες είναι πρόθυμοι να συμβάλλουν σε ένα πρόγραμμα για την προστασία της θαλάσσιας βιοποικιλότητας είτε με την καταβολή ενός χρηματικού ποσού είτε με την αλλαγή των συνήθειών τους.

Λέξεις κλειδιά: Οικονομική αξία, θαλάσσια βιοποικιλότητα, NEP κλίμακα, διατήρηση βιοποικιλότητας.

JEL Κωδικοί: Q29, Q50, Q51, Q57.

1. Εισαγωγή

Ο όρος βιοποικιλότητα, κατέχει κυρίαρχη θέση στο λεξιλόγιο όσων ασχολούνται με τη διαχείριση των φυσικών πόρων, ως αποτέλεσμα του ολοένα αυξανόμενου ενδιαφέροντος και της ευαισθησίας της κοινωνίας απέναντι σε ολόκληρο το φάσμα των ζωντανών οργανισμών, με τους οποίους ο άνθρωπος μοιράζεται τον πλανήτη γη (Hunder, 2001). Η διατήρηση και η προστασία της βιοποικιλότητας αποτελεί βασικό στόχο των σχεδίων διαχείρισης του περιβάλλοντος (Sheppard, 2006). Έρευνες απέδειξαν ότι οι πολίτες στην πλειονότητά τους δεν κατανοούν τον όρο «βιοποικιλότητα» (Turpie, 2003, Spash ανδ Hanley, 1995). Οι Christie et al. (2006) διαπίστωσαν ότι το κοινό δείχνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για λειτουργίες του οικοσυστήματος που σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα και επηρεάζουν άμεσα την ανθρώπινη ευημερία.

Η Turpie (2003), στην προσπάθειά της να εκτιμήσει τις αξίες χρήσης και μη χρήσης, που πηγάζουν από τη βιοποικιλότητα, εφάρμοσε τεχνικές, οι οποίες στηρίζονται στις εκφρασμένες προτιμήσεις των πολιτών, διαπιστώνοντας ότι η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα των πολιτών να κατανοήσουν τα αγαθά και τις υπηρεσίες, οι οποίες πηγάζουν από τη βιοποικιλότητα. Ο προσδιορισμός των κινήτρων αυτών θα συμβάλει ουσιαστικά στη λήψη αποφάσεων για τη σωστή διαχείριση της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, ιδιαίτερα σήμερα που η βιοποικιλότητα του πλανήτη υποβαθμίζεται με ταχύτατους ρυθμούς και το ενδιαφέρον του κοινού για την προστασία της ολοένα και εντείνεται.

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει την στάση των πολιτών απέναντι στη θαλάσσια βιοποικιλότητα και να εντοπίσει τα κίνητρα που τους ωθούν να αναγνωρίσουν τη χρησιμότητά της.

Επιμέρους στόχοι ήταν:

1. Η διερεύνηση των απόψεων των πολιτών για τη χρησιμότητα της θαλάσσιας βιοποικιλότητας.
2. Η διερεύνηση των δημογραφικών -κοινωνικοοικονομικών παραγόντων που επηρεάζουν την άποψη των πολιτών για την αξία, τη χρησιμότητα και την προστασία της θαλάσσιας βιοποικιλότητας
3. Η σύνδεση της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών με τις απόψεις τους για τη θαλάσσια βιοποικιλότητα.

Στη χώρα μας ελάχιστες είναι οι έρευνες σε αυτόν τον τομέα παρόλο που η θαλάσσια βιοποικιλότητα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομική, κοινωνική, πολιτιστική δραστηριότητα, κ.λπ. Όλες, σχεδόν, οι έρευνες είχαν ως στόχο τον υπολογισμό της οικονομικής αξίας ενός είδους θαλάσσιας βιοποικιλότητας (Langford *et al.*, 1998; Langford *et al*., 2001; Kaval *et al*., 2009; Halkos and Jones, 2011; Matsiori *et al*. 2012, 2013). Από όσο γνωρίζουν οι συγγραφείς, στη χώρα μας, υπάρχει μία ακόμα έρευνα (Matsiori *et al*. 2014) που να προσπαθεί να συνδέσει τη συνολική οικονομική αξία της θαλάσσιας βιοποικιλότητας με τις απόψεις και γνώσεις των πολιτών για τη θαλάσσια βιοποικιλότητα.

2. Μέθοδοι και Δεδομένα

Για την υλοποίηση των στόχων της έρευνας διενεργήθηκαν επαναλαμβανόμενες έρευνες με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου, σε τέσσερεις περιφερειακές ενότητες της χώρας μας (Μαγνησία, Θεσσαλονίκη, Αττική και Ηλεία) και συλλέχθηκαν συνολικά 559 έγκυρα ερωτηματολόγια. Για τη διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ερευνητικής επισκόπησης, μέσω της οποίας αναζητούνται σχέσεις μεταξύ διαφόρων μεταβλητών (Kerlinger, 1979). Η έρευνα δομήθηκε σύμφωνα με τις αρχές των ερευνών της CVM και το δείγμα επιλέχθηκε με τυχαίο τρόπο με προσωπικές συνεντεύξεις και με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου που κατασκευάστηκε και δοκιμάστηκε, για τις ανάγκες της έρευνας,

σύμφωνα με τις οδηγίες της Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας (National Oceanic and Atmospheric Administration, N.O.A.A. panel) για τη βελτίωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της (Arrow et al., 1993). Για να ελεγχθεί η αξιοπιστία, με την έννοια της εσωτερικής συνέπειας των αντιλήψεων των ερωτηθέντος σχετικά με τους παράγοντες που τους επηρέασαν στην απόδοση οικονομικής αξίας στη βιοποικιλότητα, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης a-Cronbach. Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται κυρίως για πολυμερείς απαντήσεις. Είναι το μέτρο που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μέτρηση της εσωτερικής συνέπειας μιας δοκιμασίας (Churchill, 1995).

Ταυτόχρονα, η οικολογική συνείδηση των ατόμων διερευνήθηκε με τη βοήθεια του νέου οικολογικού παραδείγματος (NEP κλίμακα). Η κλίμακα NEP αποτελεί μια βελτιωμένη έκδοση μιας παλαιότερης κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση της οικολογικής συνείδησης των ατόμων (Dunlap and Van Liere, 1978, Kotchen and Reiling, 2000), η χρήση της οποίας έχει οδηγήσει σε αρκετά έγκυρα αποτελέσματα πρόβλεψης της συνείδησης των συμμετεχόντων σε αυτές τις έρευνας (Dunlap et al. 1992, Kotchen and Reiling, 1999).

2. Εμπειρικά αποτελέσματα

3.1 Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων στην έρευνα

Στον Πίνακα 1 δίνονται τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα απ' όπου προκύπτει ότι το δείγμα είναι νεανικής ηλικίας σε σχέση με τον μέσο όρο της χώρας (42 ετών).

Πίνακας 1: Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων στην έρευνα

	Μέσος όρος/ Ποσοστό	**Τυπική απόκλιση**
Φύλο (%)	Γυναίκες (53,5%)	
Ηλικία (έτη)	34,7	14,60
Επίπεδο σπουδών (έτη)	13,68	2,97
Οικογενειακή κατάσταση	Άγαμος/η (54,7%)	
Επαγγελματική δραστηριότητα	Δημόσιος Υπάλληλος (22,4 %)	
Αριθμός μελών οικογένειας	3,57	1,055
Μέσο μηναίο προσωπικό εισόδημα (€)	627,17	477,70
Μέσο μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα (€)	1.367,22	631,60

3.2 Περιβαλλοντική συνείδηση πολιτών

Οι περιβαλλοντικές αντιλήψεις των συμμετεχόντων στην έρευνα σκιαγραφήθηκαν με τη χρήση της NEP κλίμακας. Η αναγνώριση των συνιστωσών, οι οποίοι περιγράφουν την οικολογική συνείδηση των ερωτώμενων, έγινε με την εφαρμογή της Παραγοντικής Ανάλυσης με περιστροφή των παραγόντων με τη μέθοδο της ορθογωνικής περιστροφής (orthogonal rotation) ή μέθοδο της περιστροφής της μέγιστης διακύμανσης (Varimax). Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την καλύτερη ανάγνωση του περιεχομένου των παραγόντων. Τα αποτελέσματα μετά την περιστροφή των αξόνων δίνονται στον Πίνακα 2.

3.3 Απόψεις πολιτών για τη θαλάσσια βιοποικιλότητα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι ερωτώμενοι επισημαίνουν ότι η απώλεια της θαλάσσιας βιοποικιλότητας έχει σημαντικές συνέπειες τόσο στον άνθρωπο όσο και στο φυσικό περιβάλλον. Οι απαντήσεις των ερωτώμενων, σε ανάλογη ερώτηση, αναδεικνύουν για μια ακόμα φορά τη σημασία που έχει η θαλάσσια βιοποικιλότητα για την οικολογική ισορροπία και την «υγεία» των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Πίνακας 3).

Πίνακας 2: Παράγοντες οικολογικής συνείδησης συμμετεχόντων στην έρευνα

Παράγοντες	Ποσοστό Διακύ-μανσης	Χαρακτη-ριστική ρίζα	Cronba-ch's a	Total Cronba-ch's a	K.M.O.	Bartlett's Test of Sphericity
Κυριαρχία ανθρώπου στη φύση (F1)	20,065	3,010	0,628	0,704	0,74	Approx. χ^2 =1667,819 df = 105 Sig. = .000
Σχέση ανθρώπου και φύσης (F2)	15,630	2,344	0,683			
Αντιανθρω-πισμός (F3)	11,350	1,702	0,606			
Όρια φύσης (F4)	7,959	1,194	0,340[1]			

Πίνακας 3: Επιπτώσεις από την απώλεια της θαλάσσιας βιοποικιλότητας

	Σημασία απώλεια (%)						
	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ	Μη απαντήσεις (%)	Είδος Αξίας
Μείωση ιχθυοαποθεμάτων και τροφής	1,3	4,1	9,8	37,6	36,5	0,8	Άμεση Αξία Χρήσης
Μείωση ωφελειών αναψυχής	5	9,8	27,2	25,9	31,3	0,7	Άμεση Αξία Χρήσης
Συνέπιες στην ανθρώπινη υγεία	1,4	3,4	12	31,7	49,2	2,3	Άμεση Αξία Χρήσης
Συνέπειες στην «υγεία» των θαλάσσιων οικοσυστημάτων	1,1	2,1	8,1	23,6	**64,6**	0,6	Έμμεση αξία χρήσης
Αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα ζωής των επόμενων γενεών	0,9	0,9	2,1	11,6	27,2	57,2	Αξία μεταβί-βασης
Απώλεια ειδών	1,1	1,4	11,3	30,4	55,1	0,7	Αξία ύπαρξης
Αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα της ζωής μας στο μέλλον	1,1	2,3	14,5	26,3	55,3	0,6	Δυνητική αξία

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3, οι συμμετέχοντες στην έρευνα, αξιολογούν ως πολύ σημαντικές τις συνέπειες που θα έχει η απώλεια της θαλάσσιας βιοποικιλότητας στη ζωή τους στο μέλλον και στην απώλεια άλλων ειδών. Η τιμή του a-Cronbach ήταν ίση με 0,856.

[1] Ο χαμηλός δείκτης αξιοπιστίας του τέταρτου παράγοντα (0,340) προβληματίζει γιατί στη σύμφωνα με τη δεν μπορούμε να μιλήσουμε για συνοχή των μεταβλητών που διαμορφώνουν τον παράγοντα αυτό.

Η ανάλυση της επίδρασης των δημογραφικών χαρακτηριστικών των πολιτών (φύλο, ηλικία, εισόδημα, προέλευση, κ.λπ.) στις απόψεις τους για τις συνέπειες από την απώλεια της βιοποικιλότητας βασίστηκε στην συστηματική εφαρμογή των ελέγχων όπως το χ^2, το Mann - Whitney (M – W) ή το U και το Kruskal – Wallis. Για τον υπολογισμό του παρατηρούμενου επιπέδου σημαντικότητας p-value χρησιμοποιείται η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo. Επιλέχθηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι γιατί ο έλεγχος κανονικότητας του δείγματος έδειξε ότι αυτό δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή στις μεταβλητές ελέγχου (Πίνακες 4 και 5).

Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες στην έρευνα ερωτήθηκαν για το ποιοι πιστεύουν ότι ευθύνονται για την απώλεια της θαλάσσιας βιοποικιλότητας (Πίνακας 6).

Αξίζει να σημειωθεί ότι αν και σχεδόν οι μισοί πιστεύουν ότι το εκπαιδευτικό σύστημα ευθύνεται για την απώλεια της θαλάσσιας βιοποικιλότητας το ποσοστό αυτό είναι αναμφισβήτητα μικρότερο από τον ρόλο που διαδραματίζει η κεντρική διοίκηση και η βιομηχανική δραστηριότητα.

Πίνακας 4: Αποτελέσματα ελέγχου με κριτήριο χ^2

	Μεταβλητές συσχέτισης	χ^2	**df**	**P**	**Gramer' s V**
Συνέπειες στην «υγεία» των θαλάσσιων οικοσυστημάτων – διαταραχή οικολογικής ισορροπίας	**Φύλο**	6,053	5	0,289	0,104
	Περιφερειακή Ενότητα (Μαγνησίας)	28,874	5	0,000	0,228
	Περιφερειακή Ενότητα (Θεσσαλονίκης)	19,706	5	0,000	0,188
	Περιφερειακή Ενότητα (Αττικής)	2,101	5	0,667	0,061
	Περιφερειακή Ενότητα (Ηλείας)	40,194	5	0,000	0,269
Αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα ζωής των επόμενων γενεών	**Φύλο**	8,593	5	0,106	0,124
	Περιφερειακή Ενότητα (Μαγνησίας)	21,178	5	0,001	0,195
	Περιφερειακή Ενότητα (Θεσσαλονίκης)	24,233	5	0,000	0,209
	Περιφερειακή Ενότητα (Αττικής)	5,009	5	0,262	0,095
	Περιφερειακή Ενότητα (Ηλείας)	32,397	5	0,000	0,241
Απώλεια σημαντικών ειδών, τα οποία έχουν δικαιώματα ύπαρξης	**Φύλο**	10,679	5	0,040	0,139
	Περιφερειακή Ενότητα (Μαγνησίας)	48,543	5	0,000	0,295
	Περιφερειακή Ενότητα (Θεσσαλονίκης)	4,175	5	0,544	0,087
	Νομός (Αττική) Περιφερειακή Ενότητα (Αττικής)	3,800	5	0,437	0,083
	Περιφερειακή Ενότητα (Ηλείας)	38,946	5	0,000	0,265
Αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα της ζωής μας στο μέλλον	**Φύλο**	6,435	5	0,251	0,107
	Περιφερειακή Ενότητα (Μαγνησίας)	72,885	5	0,000	0,382
	Περιφερειακή Ενότητα (Θεσσαλονίκης)	4,633	5	0,467	0,091
	Περιφερειακή Ενότητα (Αττικής)	1,849	5	0,735	0,058
	Περιφερειακή Ενότητα (Ηλείας)	59,995	5	0,000	0,328

Πίνακας 5: Αποτελέσματα μη παραμετρικών ελέγχων

	Μεταβλητή ελέγχου	**P**	**Απόφαση**
Μείωση των διαθέσιμων ιχθυοαποθεμάτων και κατά συνέπεια της διαθέσιμης τροφής για τον άνθρωπο	Ηλικία (σε έτη)	0,00	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,052	Αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης
	Επίπεδο εκπαίδευσης (σε έτη σπουδών)	0,00	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
Μείωση ωφελειών αναψυχής και τουρισμού	Ηλικία (σε έτη)	0,001	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,084	Αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης
	Επίπεδο εκπαίδευσης (σε έτη σπουδών)	0,032	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
Συνέπιες στην ανθρώπινη υγεία	Ηλικία (σε έτη)	0,013	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,069	Αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης
	Επίπεδο εκπαίδευσης (σε έτη σπουδών)	0,15	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
Συνέπειες στην «υγεία» των θαλάσσιων οικοσυστημάτων – διαταραχή οικολογικής ισορροπίας	Ηλικία (σε έτη)	0,026	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,067	Αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης
	Επίπεδο εκπαίδευσης (σε έτη σπουδών)	0,00	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
Αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα ζωής των επόμενων γενεών	Ηλικία (σε έτη)	0,00	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,605	Αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης
	Επίπεδο εκπαίδευσης (σε έτη σπουδών)	0,002	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
Απώλεια σημαντικών ειδών, τα οποία έχουν δικαιώματα ύπαρξης	Ηλικία (σε έτη)	0,003	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,303	Αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης
	Επίπεδο εκπαίδευσης (σε έτη σπουδών)	0,037	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
Αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα της ζωής μας στο μέλλον	Ηλικία (σε έτη)	0,001	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**
	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,159	Αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης
	Επίπεδο εκπαίδευσης (σε έτη σπουδών)	0,00	**Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης**

Πίνακας 6: Ευθύνη για την απώλεια της θαλάσσιας βιοποικιλότητας

	ΝΑΙ	**ΟΧΙ**	**Μη απαντήσεις**
Οι Τοπικές Αυτοδιοικήσεις	51,5	38,6	9,8
Οι κυβερνήσεις	**71,6**	17,2	11,3
Το εκπαιδευτικό σύστημα	**48,8**	32,4	18,8
Έλλειψη νομοθετικού πλαισίου	54,0	27,5	18,4
Οι ΜΚΟ (μη κυβερνητικές μη κερδοσκοπικές οργανώσεις	45,3	27,5	27,2
Η έντονη βιομηχανική δραστηριότητα	**68,3**	17,4	14,3
Οι αγρότες (μέσα από τη χρήση φυτοφαρμάκων κ.λπ.)	56,4	25,4	18,2

3.4 Απόδοση Οικονομικής αξίας στη θαλάσσια βιοποικιλότητα

Τέλος, έγινε προσπάθεια να εντοπιστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τους πολίτες στο να αποδώσουν οικονομική αξία στη θαλάσσια βιοποικιλότητα. Δεδομένου ότι η εξαρτημένη μεταβλητή δεν είναι ποσοτική αλλά διχοτόμος η ανάλυση των αποτελεσμάτων γίνεται με τη χρήση της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) (Bateman and Turner, 1992). Με τη βοήθεια της λογιστικής παλινδρόμησης διερευνήθηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν του πολίτες στο να αποδώσουν οικονομική αξία στη θαλάσσια βιοποικιλότητα.

Ο υπολογισμός της διάθεσης για πληρωμή των ερωτώμενων, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, έγινε με την εκτίμηση ενός πρότυπου λογιστικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απάντηση των ερωτώμενων σε ερώτηση σχετική με το αν αποδίδουν οικονομική αξία στη θαλάσσια βιοποικιλότητα και ως ανεξάρτητες μεταβλητές τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα, τα αποτελέσματα της εφαρμογής της κλίμακας NEP, τα οποία βοηθούν στην κατανόηση της οικολογικής συνείδησης του δείγματος και τους λόγους απόδοσης οικονομικής αξίας σε αυτή.

Ειδικότερα, το αρχικό μοντέλο ήταν:

$$\text{logit}[\Pr(Y=1)]=f(\text{GEN, AGE, EDU, INC, } RES \text{ , BIO_IM}_i\text{, F}_i)$$

Όπου Y είναι η διχοτομική εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία έχει την τιμή 1 όταν οι ερωτώμενοι δέχονται ότι η θαλάσσια βιοποικιλότητα έχει οικονομική αξία και 0 όταν αρνούνταν, GEN το φύλο των συμμετεχόντων, AGE η ηλικία τους, EDU το επίπεδο μόρφωσης τους, INC το μέσο μηνιαίο εισόδημα των ερωτώμενων, *RES* ο τόπος κατοικίας των ερωτώμενων, BIO_IM_i *(BIO_IM$_1$,…, BIO_IM$_6$)* οι λόγοι απόδοσης οικονομικής αξίας στη θαλάσσια βιοποικιλότητα και F_i οι διαστάσεις της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών

Το τελικό μοντέλο περιελάμβανε μόνο τις προσδιοριστικές μεταβλητές που ήταν στατιστικά σημαντικές. Για την έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2013, το τελικό μοντέλο συμπεριελάμβανε μόνο το ποσό της προσφερόμενης προθυμίας πληρωμής και το μέσο μηνιαίο εισόδημα των πολιτών. Ενώ για την έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2014 το τελικό μοντέλο περιελάμβανε μόνο το ποσό της προσφερόμενης προθυμίας πληρωμής, το μέσο εισόδημα των πολιτών και το επίπεδο μόρφωσής τους (Πίνακας **7**).

Πίνακας 7: Αποτελέσματα εφαρμογής του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης

Μεταβλητές	**Περιγραφή**	**b**	**Wald**
Σταθερά		3,091 [0,003]	8,647
BIO_IM1	Παροχή τροφής στον άνθρωπο	3,091 [0,003]	8,647
BIO_IM5	Συμβολή στην ισορροπία του οικοσυστήματος	2,344 [0,000]	20,58
BIO_IM6	Αναγνώριση αξίας ύπαρξης	3,864 [0,000]	13,273
Όρια φύσης (F4)		-0,704 [0,006]	7,680
Σχέση ανθρώπου και φύσης (F2)		-0,528 [0,015]	5,901
Nagelkerke R^2	0,558		
LR χ_{10}^2	127,208 [0,000]		
Hosmer-Lemeshow	20,303 (df 8) [0,009]		

3. Συμπεράσματα – Συζήτηση αποτελεσμάτων

Η παρούσα έρευνα στοχεύει στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών, των αντιλήψεών τους για τη θαλάσσια βιοποικιλότητα και των κοινωνικοοικονομικών τους χαρακτηριστικών με την πρόθεσή τους να αποδώσουν οικονομική αξία σε αυτή. Για αυτό το λόγο αρχικά χρησιμοποιήθηκε η διεθνώς αναγνωρισμένη NEP κλίμακα, με τη βοήθεια της οποίας εξήχθησαν οι παράγοντες που περιγράφουν την οικολογική συνείδηση των πολιτών. Η εφαρμογή της PCA έδωσε 4 παράγοντες που αποτυπώνουν τη βασική διαφοροποίηση της στάσης των ανθρώπων απέναντι στο περιβάλλον. Οι 3 παράγοντες αναδεικνύουν την εργαλειακή σχέση που υπάρχει μεταξύ του ανθρώπου και της φύσης και μόνο ο ένας αναφέρετε στην απόρριψη του ανθρωποκεντρισμού. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με αυτά προηγούμενων ερευνών (Black et al. 1985; Hopper and Nielsen, 1991; Van et al. 1981; Ματσιώρη και συν. 2014).

Στη συνέχεια, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, οι παραπάνω παράγοντες μαζί με τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων και τις δηλώσεις των πολιτών για τους λόγους που αποδίδουν οικονομική αξία στη θαλάσσια βιοποικιλότητα εισήχθησαν σε ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, με σκοπό την ερμηνεία της πρόθεσης των πολιτών να αποδώσουν οικονομική αξία σε αυτή. Παρατηρώντας τον Πίνακα 7 γίνεται φανερό ότι κανένα από τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των πολιτών δεν σχετίζεται με την απόδοση οικονομικής αξίας στη θαλάσσια βιοποικιλότητα. Αντίθετα, οι γνώσεις τους και κάποιες από τις διαστάσεις της περιβαλλοντικής τους συνείδησης καθορίζουν τη στάση τους αυτή. Σύμφωνα με τους Lopez et al (2007) η προθυμία πληρωμής των πολιτών για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας επηρεάζεται τόσο από το πόσο είναι εξοικειωμένοι με το υπό εκτίμηση είδος όσο και από τις γνώσεις τους για τη σημασία του. Σύμφωνα με τους Turner et al. (2000), η οικονομική αξία του φυσικού περιβάλλοντος εξαρτάται πάντα από τον τύπο των λειτουργιών που θεωρούνται από μια κοινωνία ως σημαντικές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Arrow K. Solow R. Portney P.R. Leamer E.E. Radner R. and Schuman H. (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. *Federal Register* 58 (10), 4601-4614.

Black J.S. Stern P.C. Elworth J.T. (1985). Personal and contextual influences on household energy adaptations. *Journal of Applied Psychology*, 70, 3-21.

Christie M, Hanley N, Warren J, Murphy K, Wright R, Hyde T (2006) Valuing the diversity of biodiversity. Ecological Economics 58: 304-317.

Churchill, G. (1995). Marketing Research: Methodological Foundations, 6th ed. Forth Worth: Dryden Press.

Dunlap R. Van Liere K. Mertig A. Catton W. and Howell R. (1992). Measuring endorsement of an ecological worldview: a revised NEP scale. Paper presented at the Annual Meeting of the Rural Sociological Society, The Pennsylvania State University, State College, PA, August, and at the Sixth Meeting of the Society for Human Ecology at Snowbird, UT, October.

Dunlap R.E., and Van Liere K.D. (1978). The new environmental paradigm: a proposed measuring instrument and preliminary results. *Journal of Environmental Education,* 9, 10–19.

Halkos George E. and Jones Nikoleta (2012). "Modeling the effect of social factors on improving biodiversity protection," *Ecological Economics*, Elsevier, vol. 78(C), 90-99.

Hopper J.R. and Nielsen J.M. (1991). Recycling and altruistic behavior: Normative and behavioral strategies to expand participation in community recycling problem. *Environment and Behavior,* 23, 195-220.

Hunder M. (2001). «Biological diversity» in Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems. Cambridge: Cambridge University Press.

Kerlinger, F. (1979). Foundations of Behavior Research. London: Holt, Rinehart and Winston.

Kotchen M. and Reiling S.D. (2000). Environmental attitudes, motivations, and contingent valuation of nonuse values: A case study involving endangered species. *Ecological Economics*, 31(1), 93–107.

Kotchen M.J. and Reiling S.D. (1999). Do reminders of substitutes and budget constraints influence contingent valuation estimates? Another comment. *Land Economics* 73, 3.

Langford I.H. Kontogianni A. Skourtos M.S. Georgiou S. and Bateman I.J. (1998). Multivariate mixed models for openended contingent valuation data: willingness to pay for conservation of monk seals, *Environmental and Resource Economics* 12, 443–456.

Langford I.H. Skourtos M.S. Kontogianni A. Day R.J. Georgiou S. and Bateman I.J. (2001). Use and nonuse values for conserving endangered species: the case of the Mediterranean Monk Seal. In: Turner RK, Bateman IJ, Adger N, editors. Economics of coastal and water resources: Valuing environmental functions. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Lopez A.G. and Cuervo-Arango M.A. (2008). Relationship among values, beliefs, norms and ecological behavior. Psicothema., 20 (4), 623- 629.

Matsiori S. Aggelopoulos S, Tsoutsou A. Neofitou Ch. Soutsas K. and Vafidis D. (2012). Economic value of conservation: The case of the Edible Sea Urchin Paracentrotus lividus. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 13, (1), 269–274

Matsiori S. Stamkopoulos Z. Aggelopoulos S. Soutsas K. Neofitou Ch. And Vafidis D. (2013). Social Values of Biodiversity Conservation for Mediterranean monk seal (Monachus monachus). *African Journal of Agricultural Research,* 8(18), 2022-2026.

Ματσιώρη Σ., Βαρσαμούδη Π., Α. Εξαδάκτυλος, Δ. Βαφείδης (2013) Προσδιορισμός των παραγόντων απόδοσης οικονομικής αξίας στη θαλάσσια βιοποικιλότητα. Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Επιστημονικού Συνεδρίου στην Οικονομική των Φυσικών Πόρων και του Περιβάλλοντος: Κλιματική Αλλαγή. Βόλος, 26 – 27 Μαρτίου 2014.

Sheppard C (2006) The muddle of' biodiversity. Marine Pollution Bulletin 52 (2): 123-124.

Spash CL, Hanley N (1995) Preferences, information and biodiversity preservation. Ecological Economics 12: 191-208.

Turpie JK (2003) The existence value of biodiversity in South Africa: how interest, experience, knowledge, income and perceived level of threat influence local willingness to pay. Ecological Economics 46: 199-216.

Van Liere K.D. and Dunlap R.E. (1981). Environmental concern: Does it make a difference how it's measured? *Environment and Behavior*, 13, 651-676.

Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των αλιέων στο νησί της Καλύμνου ΝΑ Αιγαίο, Δωδεκάνησα

Κυριακούλα Ροδίτη, Στεριανή Ματσιώρη & Δημήτριος Βαφείδης
Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
roditi@uth.gr

Περίληψη
Στο νησί της Καλύμνου, ΝΑ Αιγαίο, Δωδεκάνησα, πραγματοποιήθηκε έρευνα με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου με προσωπική συνέντευξη στους επαγγελματίες αλιείς κατά την περίοδο Ιουνίου 2014 και Οκτώβριος 2014, σύμφωνα με τις αρχές της απλής τυχαίας δειγματοληψίας. Συγκεντρώθηκαν δεδομένα από 68 αλιευτικά σκάφη. Η μέση ηλικία των αλιέων ήταν 47,7 ±11,99 έτη. Το 58,8 % είχε παρακολουθήσει εκπαίδευση δημοτικού σχολείου, 85,3 % προέρχονταν από οικογένεια αλιέων και για το 98,5 % αποτελούσε κύριο επάγγελμα τους. Η μέση τιμή των ετών απασχόλησης με την αλιεία ήταν 32,2 ±14,63 έτη. Το 89,7 % των αλιέων ήταν έγγαμοι και είχαν από 1-5 παιδιά. Το μέσο ετήσιο εισόδημα από την αλιεία ήταν 26.903 ±16577,4 € και το 94,1 % πωλούσε την παραγωγή χονδρικός. Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του σκάφους η μέση ιπποδύναμη της κύριας μηχανής υπολογίστηκε 70,29 ±90,97 hp, η μέση χωρητικότητα 12,06 ±19,42 GT, το μέσο μήκος 10,70 ±4,50 m και το μέσο πλάτος 3,91 ±1,42 m, η μέση αξία του σκαριού 56.300 ±61.711 €, η μέση ηλικία του σκαριού 16,65 ±10,97 έτη, τα μέλη του πληρώματος 1,9 ±1,72 άτομα, η μέση αμοιβή του πληρώματος 1.096 ±417 € και το μέσο ετήσιο κόστος συντήρησης του σκάφους 2.557 ±3.081 €. Από τα αποτελέσματα της έρευνας συμπεραίνουμε ότι το επάγγελμα του αλιέα στο νησί της Καλύμνου συνεχίζετε από γενιά σε γενιά, κάτι που αποδεικνύει τον τοπικό χαρακτήρα του και την συμβολή του στην οικονομία του τόπου.

Λέξεις Κλειδιά: Αλιείς, ερωτηματολόγιο, απλή τυχαία δειγματοληψία, χαρακτηριστικά σκάφους.

JEL Κωδικοί: Q00, Q01, Q22.

1. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται μεγάλο ενδιαφέρον για τις κοινωνικοοικονομικές μελέτες της αλιείας. Οι μελέτες αυτές αποτελούν βασική προϋπόθεση για την πραγματοποίηση διαχειριστικών μέτρων και αυξάνουν τις πιθανότητες επιτυχίας τους. Οι κύριοι στόχοι της διαχείρισης της αλιείας είναι ίδιοι σε όλο τον κόσμο και αναφέρεται ως Κοινή Αλιευτική Πολιτική. Ωστόσο, σε τοπικό επίπεδο συχνά οι βασικοί στόχοι της διαχείρισης εξετάζουν λεπτομερώς τα χαρακτηριστικά της αλιείας (Mardle et al. 2002) και την επίδραση της χρήσης των κοινωνικοοικονομικών δεικτών στο περιβάλλον από τις αλιευτικές δραστηριότητες (Bowen 2003, Chaves et al. 2002, INDECO 2006).

Σε διεθνές επίπεδο εμφανίζονται μελέτες που εξετάζουν τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των αλιέων, που αποτελούν σημαντικό κομμάτι στη σύσταση της αλιείας, καθώς και άλλα βασικά χαρακτηριστικά της τα οποία αποτελούν την ποικιλία των αλιευτικών εργαλείων και τα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος της (Battaglia 2010, Brian 2001, Camargo et al. 2001, Cinner et al. 2008, Colloca et al. 2003, Farrugio 1993, Frango de, Freire

& Garcia-Allut 2000, Hammer et al. 2003, Kalikoski 2012, Rees et al. 2015, Tagliani et al. 2003, Τζανάτος 2006, Virtanen et al. 2001)

Σε μια χώρα όπως η Ελλάδας όπου υπάρχει εκτεταμένη ακτογραμμή και πλήθος κατοικούμενων νησιών η αλιεία αποτελεί σημαντική πηγή απασχόλησης και εισοδήματος για τους κατοίκους (Almeida et al. 2001).

Στη χώρα μας έχουν πραγματοποιηθεί παρόμοιες έρευνες που αφορούν τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των αλιέων της μικρής παράκτιας αλιείας στον Πατραϊκό Κόλπο (Tzanatos et al. 2006), καθώς και τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των σπογγαλιέων της Καλύμνου (Ροδίτη και συν. 2011).

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκαν στοιχεία που αφορούσαν τις κοινωνικές και οικονομικές παραμέτρους της αλιείας για την περίπτωση της Καλύμνου, ενός νησιού που η αλιεία αποτελεί βασική πηγή εισοδήματος. Σκοπός της παρούσας έρευνας λοιπόν είναι η καταγραφή των κοινωνικών και οικονομικών χαρακτηριστικών των αλιέων στον νησί της Καλύμνου, ΝΑ Αιγαίο, Δωδεκάνησα.

2. Μέθοδοι και Δεδομένα

2.1 Μέθοδοι

Πραγματοποιήθηκε έρευνα με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου σε επαγγελματίες αλιείς κατά την περίοδο Ιούνιος 2014 και Οκτώβριος 2014 στο νησί της Καλύμνου, ΝΑ Αιγαίο, Δωδεκάνησα.

Με τη μέθοδο της απλής τυχαίας δειγματοληψίας εντοπίστηκε το δείγμα των αλιευτικών σκαφών όπου θα συμμετείχαν στην έρευνα. Αρχικά, έγινε καταγραφή του συνολικού πληθυσμού των αλιευτικών σκαφών, όπου δραστηριοποιούνταν στο νησί της Καλύμνου, σύμφωνα με το Εθνικό Αλιευτικό Μητρώο, ώστε να πραγματοποιηθεί η μέθοδος της απλής τυχαίας δειγματοληψίας. Επιλέχθηκαν 68 αλιευτικά σκάφη όπου θα συμμετείχαν στην έρευνα. Για τις ανάγκες της συλλογής των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατασκευή δομημένου ερωτηματολογίου. Η συλλογή των στοιχείων, με τη χρήση του δομημένου ερωτηματολογίου, πραγματοποιήθηκε με προσωπική συνέντευξη σε επαγγελματίες αλιείς της Καλύμνου και η διάρκεια της ήταν από μια έως δύο ώρες για τον κάθε ερωτώμενο.

Τα δεδομένα που καταγράφονταν κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων αφορούσαν τα προσωπικά στοιχεία των αλιέων και τα χαρακτηριστικά του σκάφους. Τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά περιλάμβαναν στοιχεία που αφορούσαν την ηλικία των ερωτώμενων, το επίπεδο εκπαίδευσης, την οικογενειακή κατάσταση, τα έτη εμπειρίας, το εισόδημα και τον τρόπο διοχέτευσης των αλιευμάτων στην αγορά (χονδρική, λιανική ή ιδιόκτητο ιχθυοπωλείο). Καθώς και τα χαρακτηριστικά του σκάφους που αφορούν στοιχεία όπως ο αριθμός ημερών ετήσιας δραστηριότητας, τα μέλη πληρώματος, το ετήσιο κόστος συντήρησης του σκάφους, η αμοιβή του πληρώματος, χαρακτηριστικά σκάφους (ιπποδύναμη κύριας μηχανής, χωρητικότητα, μήκος, πλάτος, αξία και έτος κύριας μηχανής και σκαριού σκάφους).

Το ετήσιο εισόδημα από την αλιεία σχετίστηκε με το ολικό μήκος του αλιευτικού σκάφους και με τον ετήσιο αριθμό των ημερών αλιείας.

Πραγματοποιήθηκε αναγνώριση των βασικών διαφορών ανάμεσα στο ολικό μήκος του σκάφους, στην τρέχουσα αξία του σκάφους (χωρίς κανένα είδος εξοπλισμού), στο ποσό που καταβάλλεται για την επισκευή του σκάφους και στην αμοιβή του κάθε μέλους του πληρώματος. Ο έλεγχος δεν ακολουθούσε κανονική κατανομή, για το λόγο αυτό ακολουθήσαμε έλεγχο όλων των δυνατών ζευγών για να εντοπίσουμε που οφείλετε. Ο έλεγχος αυτός έγινε με τη χρήση του πολλαπλού ελέγχου όλων των δυνατών ζευγών Tuckey. Καθώς, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα δυνατά ζεύγη διαφέρουν, για όλες τις περιπτώσεις ακολουθήσαμε μη παραμετρικό έλεγχο Kruskal-Wallis (Kruskal-Wallis test).

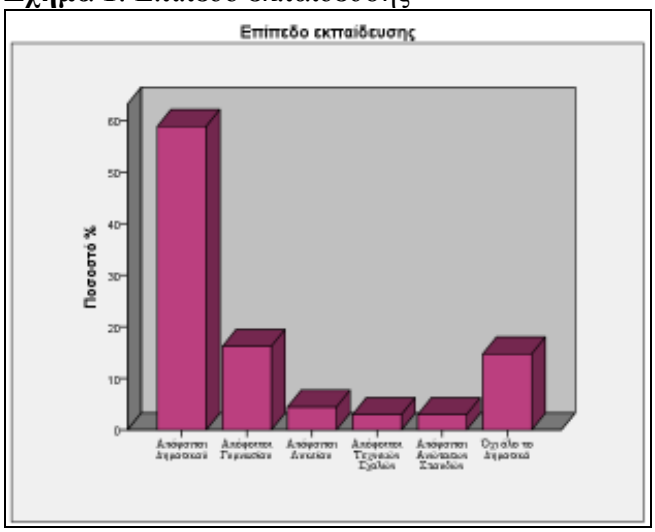
3.1 Δεδομένα

3.1.1 Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά

Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δομημένου ερωτηματολόγιου, με προσωπική συνέντευξη, σε επαγγελματίες αλιείς, η διάρκεια της οποίας ήταν από μια έως δυο ώρες για κάθε ερωτώμενο και συνολικά συλλέχθηκαν 68 έγκυρα ερωτηματολόγια. Η μέση ηλικία των αλιέων ήταν 47,7 ±11,99 έτη, με ελάχιστη ηλικία τα 19 έτη και μέγιστη 75 έτη.

Οι μισοί και πλέον από τους αλιείς (58,8 %) ήταν απόφοιτοι δημοτικής εκπαίδευσης, ενώ το 14,7 % αυτών δήλωσε ότι είχε παρακολουθήσει κάποιες μόνο τάξεις του δημοτικού σχολείου, χωρίς όμως να το έχει ολοκληρώσει. Ένα μικρό ποσοστό των ερωτηθέντων ήταν απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (16,2 % απόφοιτοι γυμνασίου, 4,4 % απόφοιτοι λυκείου). Τέλος, ένα μικρό ποσοστό (2,9 %) είχαν τεχνική εκπαίδευση και ένα εξίσου μικρό ποσοστό (2,9 %) ήταν απόφοιτοι ανώτατων σπουδών (Σχήμα 1).

Σχήμα 1: Επίπεδο εκπαίδευσης



Το 89,7 % των αλιέων ήταν έγγαμοι, το 8,8 % ήταν άγαμοι και ένα πολύ μικρό ποσοστό (1,5 %) ήταν διαζευγμένοι. Το ποσοστό 48,5 % των αλιέων είχαν από τρία έως πέντε παιδιά , υπήρχαν και αλιείς που είχαν ένα μόνο παιδί. Από τους συμμετέχοντα στην έρευνα το 85,3 % (58 αλιείς) προέρχονταν από οικογένεια αλιέων και ένα μικρό ποσοστό (8,8 %) αυτών προέρχονταν από οικογένεια σπογγαλιέων. Οι αλιείς ασχολούνται πάρα πολλά χρόνια με την αλιεία, με μέση τιμή 32,2 ±14,63 έτη και με ανώτερο τα 68 έτη. Υπήρχαν και άτομα που απασχολούνταν μόλις 3 έτη. Για τη συντριπτική πλειονότητα (98,5 %) των αλιέων, η αλιεία αποτελούσε το κύριο επάγγελμα τους. Η πλειοψηφία (94,1 %) των αλιέων απάντησε ότι πωλεί την παραγωγή χονδρικός. Ένα μικρό ποσοστό (5,9 %) διέθεταν τα αλιεύματα απευθείας στη λιανική πώληση και άλλοτε στη χονδρική πώληση.

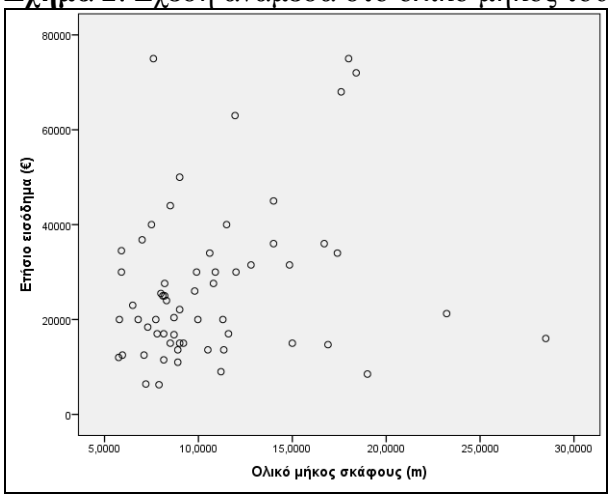
Το μέσο ετήσιο εισόδημα από την αλιεία βρέθηκε 26.903 ±16.577 € με μέγιστο 75.000 € και ελάχιστο 6.250 €. Οι αλιείς με ηλικία μικρότερη από 40 έτη είχαν μέσο ετήσιο εισόδημα 28.883 ±16.138 €. Το μέσο ετήσιο εισόδημα των αλιέων 40-60 ετών ήταν 27.268 ±19.173 € ενώ των αλιέων με ηλικία άνω των 60 ετών ήταν 23.319 ±9.825 €. Ανάμεσα σε αυτές τις τρείς ομάδες δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά με το ετήσιο εισόδημα από την αλιεία (Kruskal-Wallis, H=1,031, df=2, P>0,05).

3.1.2 Χαρακτηριστικά σκάφους

Οι ερωτώμενοι αλιείς κλήθηκαν επίσης, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά του σκάφους που διέθεταν. Σύμφωνα με τις απαντήσεις τους, η μέση ιπποδύναμη της κύριας μηχανής ήταν 70,2 ±90,97 hp με μέγιστη 450 hp και ελάχιστη 2 hp. Η μέση χωρητικότητα ήταν 12,0 ±19,42 GT με μέγιστη 131 GT και ελάχιστη 0,88 GT. Το μέσο μήκος του σκάφους ήταν 10,7 ±4,50 m και μέγιστο 28,5 m και ελάχιστο 2,5 m.Το 25,0 % των σκαφών είχαν ολικό μήκος πάνω από 12 m, το 70,0 % είχε ολικό μήκος μικρότερο από 12 m και ένα μικρό ποσοστό 4,4 % συμπεριλήφθη στην κατηγορία των αλιευτικών σκαφών με αλιευτικό εργαλείο βιτζότρατα-μηχανότρατα. Το μέσο πλάτος του σκάφους ήταν 3,9 ±1,42 m με μέγιστο 9,4 m και ελάχιστο 1,7 m.

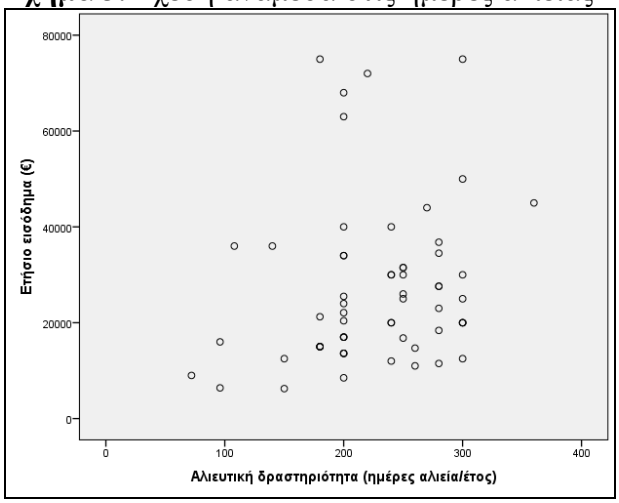
Η μέση αξία της κύριας μηχανής ήταν 19.528 ±26.573 € με μέγιστη αξία 180.000 € και ελάχιστη 500 €. Η μέση ηλικία της κύριας μηχανής ήταν 13,9 ±7,13 έτη με μέγιστη ηλικία τα 31 έτη και ελάχιστη τα 2 έτη. Η μέση αξία του σκαριού του σκάφους (χωρίς κανένα είδος εξοπλισμού) ήταν 56.300 ±61.711 € με μέγιστη αξία 250.000 € και ελάχιστη 3.000 €. Η μέση ηλικία του σκαριού του σκάφους ήταν 16,65 ±10,97 έτη με μέγιστη ηλικία τα 55 έτη και ελάχιστη μισό έτος. Υπήρχε σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τρέχουσα αξία του σκάφους (χωρίς κανένα είδος εξοπλισμού) και των τριών ομάδων με διαφορετικό ολικό μήκος (Kruskal-Wallis, H=34,851, df=2, P<0,05).

Σχήμα 2: Σχέση ανάμεσα στο ολικό μήκος του σκάφους και στο ετήσιο εισόδημα από αλιεία



Η μέση τιμή των μελών του πληρώματος ήταν 1,9 ±1,72 άτομα με μέγιστο τα 6 άτομα έως κανένα. Το μέσο ετήσιο κόστος συντήρησης του σκάφους ήταν 2.557 ±3.081 € με μέγιστο κόστος 15.000 € και ελάχιστο 500 €. Οι τρείς ομάδες με διαφορετικό ολικό μήκος είχαν σημαντική διαφορά με το μέσο ετήσιο κόστος συντήρησης του σκάφους (Kruskal-Wallis, H=28,636, df=2, P<0,05). Η μέση μηνιαία αμοιβή του κάθε μέλους του πληρώματος ήταν 1.096 ±417 € με μέγιστη 2.300 € και ελάχιστη 250 €. Σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε ανάμεσα στο μηνιαίο εισόδημα του πληρώματος και το μέγεθος του σκάφους (Kruskal-Wallis, H=8,539, df=2, P<0,05). Ανάμεσα στο ετήσιο εισόδημα και το ολικό μήκος του σκάφους, ο συντελεστής συσχέτισης είναι χαμηλός θετικός και μη στατιστικά σημαντικός (Σχήμα 2). Ανάμεσα στο ετήσιο εισόδημα και τον ετήσιο αριθμό των ημερών αλιείας, ο συντελεστής συσχέτισης είναι χαμηλός θετικός και μη στατιστικά σημαντικός (Εικ. 3).

Σχήμα 3: Σχέση ανάμεσα στις ημέρες αλιείας και στο επίπεδο εισοδήματος από αλιεία



5. Συμπεράσματα

Η μέση ηλικία των αλιέων που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν 47,7 έτη συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν νέοι άνθρωποι που ασχολούνται με το επάγγελμα του αλιέα, το αποτέλεσμα αυτό ισχυροποιεί και το γεγονός ότι υπάρχουν αλιείς που ασχολούνται στον κλάδο μόλις τρία έτη. Παρόμοια μέση ηλικία εμφανίζουν και οι αλιείας στη μελέτη των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών για την βιώσιμη διαχείριση της μικρής κλίμακας αλιείας στην Νότια Ευρώπη (Garcia-de-la-Fuente et al. 2013). Οι αλιείς παρουσιάζουν χαμηλό μορφωτικό επίπεδο λαμβάνοντας υπόψη μας ότι μισοί και πλέον από αυτούς ήταν απόφοιτοι δημοτικής εκπαίδευσης. Εμφανής είναι ο ισχυρός σύνδεσμος του επαγγέλματος του αλιέα με την οικογένεια, αφού η πλειοψηφία των συμμετεχόντων προέρχονταν από οικογένεια αλιέων επιβεβαιώνοντας τον παραδοσιακό χαρακτήρα του επαγγέλματος (Kalandaridis & Labrianidis 1999).

Για την πλειονότητα των αλιέων η αλιεία αποτελούσε την κύρια πηγή εσόδων. Η ηλικία των αλιέων δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με το ετήσιο εισόδημα από την αλιεία, σε αντίθεση με παρόμοια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον Πατραϊκό Κόλπο, όπου η ηλικία των αλιέων παρουσίαζε στατιστικά σημαντική διαφορά με το ετήσιο εισόδημα από την αλιεία (Tzanatos et al. 2006).Οι τρείς ηλικιακές ομάδες εμφάνισαν παρόμοιο ετήσιο εισόδημα, κάτι που αποδεικνύει ότι οι αλιείς στο νησί της Καλύμνου εργάζονται με την ίδια ένταση ανεξαρτήτως ηλικίας.

Πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός του ολικού μήκους του σκάφους σε τρείς κατηγορίες οι οποίες αποτελούνταν από σκάφη με ολικό μήκος πάνω από 12 m, σε σκάφη με μικρότερο από 12 m ολικό μήκος και σκάφη που διέθεταν το αλιευτικό εργαλείο βιτζότρατα. Από την ανάλυση, εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο ολικού μήκους του σκάφους και με τη τρέχουσα αξία του σκαριού του σκάφους. Επίσης, σημαντική διαφορά προέκυψε και ανάμεσα στο μέγεθος του ολικό μήκος του σκαριού με το ετήσιο κόστος συντήρησης του σκάφους, καθώς και ανάμεσα στο ολικό μήκος και το μηνιαίο εισόδημα του πληρώματος. Η ανάλυση αυτή εφαρμόστηκε και σε μια μελέτη που στόχο είχε την ανάλυση των κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων για την εμπορική αλιεία στη Βόρεια Καρολίνα (Brian 2002).

Σήμερα, όπου η Ελλάδα αντιμετωπίζει οικονομική κρίση η αλιεία είναι ένας κλάδος ο οποίος μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην ενίσχυση της οικονομίας σε τοπικό επίπεδο συνεπώς και στην ευρύτερη οικονομία της χώρας.

Βιβλιογραφία

Almeida O, McGrath D. G. and Ruffino M.L. (2001). The commercial fisheries of the lower Amazon: an economic analysis. Fisheries Management and Ecology 8 (2001), 253-269.

Battagia P, Romeo T, Consoli P, Scotti G. and Andaloro F. (2010). Characterization of the artisanal fisheries and its socio-economic aspects in the central Mediterranean Sea (Aeolian Island, Italy). Fisheries Research 102 (2010), 87-97.

Bowen E.R. and Riley C. (2003). Socio-economic indicators and integrated coastal management. Ocean & Coastal Management 46 (2013), 299-312.

Cheuvront B. (2002). A Social and Economic Analysis of Commercial Fisheries of Core Sound, North Carolina. Division of Marine Fisheries. Report of NOAA Award. Atlantic Coastal Fisheries Cooperative Management 2002.

Chaves P, Pichler H. and Robert M. (2002). Biological, technical and socioeconomic aspects of the fishing activity in a Brazilian Estuary. Journal of Biology 61 (2002), 52-59.

Cinner E.J, Daw T, and McClanahan R.T.(2008). Socioeconomic Factors that Affect Artisanal Fishers' Readiness to Exit a Declining Fishery. Conservation Biology 23 (2008), 124-130.

Colloca F, Crespi V, Cerasi S. and Coppola R. (2003). Evolution the Artisanal Fishery in Cilento, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome 2003.

Farrugio H, Oliver P. and Biagi F. (1993). An overview of the history, knowledge, recent and future research trends in Mediterranean fisheries. Science Marine 57 (2-3), 105-119.

Franco de Camaro S.A. and Petrere M.JR. (2001). Social and financial aspects of the artisanal fisheries of Middle Sao Francisco River, Minas Gerais, Brazil. Fisheries Management and Ecology, 8 (2001), 163-171.

Freire J. and Garcia-Allut A. (2000). Socioeconomic biological causes of management failures in European artisanal fisheries: the case of Galicia (NW Spain). Marine Policy 24 (2000), 375-384.

Garcia-de-la-Fuente L, Conzalez-Alvarez J, Garcia-Flores L, Fernandez-Rueda P. and Alcazar-Alvarez J. (2013). Relevance of socioeconomic information for the sustainable management of artisanal fisheries in South Europe. A characterization study of the Asturian artisanal fleet (northern Spain). Ocean & Coastal Management. 86 (2013), 61-71.

Hammer M, Holmlund H.C. and Aqvist Almlov M. (2003). Social-ecological feedback links for ecosystem management: a case study of fisheries in the Central Baltic Sea archipelago. Ocean & Coastal Management 46 (2003), 527-545.

INDECO. (2006). Utility and uses of socio-economic indicators on the environmental impact of fishing activities. The French Mediterranean Trawler Fleet the Danish Pelagic Fisheries in the North Sea, 1-54.

Kalantaridis C. and Labrianidis L. (1999). Family production and the global market: Rural Industrial Growth in Greece, Sociologia Ruralis, 39 (2), 146-164.

Kalikoski C.D. and Vasconcellos M.M. (2012). Case study of the technical, socio-economic and environmental conditions of small-scale fisheries in the Estuary of Patos Lagoon, Brazil.FAO Fisheries and Aquaculture. Rome 2012.

Mardle S, Pascoe S, Boncoeur J, Gallic B, Garcia-Hoyo J, Herrero I, Jimenez-Toribio R, Cortes C, Padilla N, Nielsen J. and Mathiesen C. (2002). Objectives of fisheries management: case studies from the UK, France, Spain and Denmark. Marine Policy 26 (2002), 415-428.

Rees S, Mangi S, Hattam C, Gall S, Rodwell L, Peckett F. and Attrill M. (2015). The socio-economic effects of a Marine Protected Area on the ecosystem service of leisure and recreation. Marine Policy, 62 (2015), 144-152.

Tagliani P.R.A, Landazuri H, Reis E.G, Tagliani C.R, Asmus M.L. and Sanchez-Arcilla A. (2003). Integrated coastal zone management in the Patos Lagoon estuary: perspectives in context of developing country. Ocean & Coastal Management 46 (2003) 807-822.

Tzanatos E, Dimitriou E, Papaharisis L, Roussi A, Somarakis S. and Koutsikopoulos C. (2006). Principal socio-economic characteristics of the Greek small-scale coastal fishermen. Ocean & Coastal Management 49 (2006) 511-527.

Virtanen J, Ahvonen A. and Honkanen A. (2001). Regional socio-economic importance of fisheries in Finland. Fisheries Management and Ecology, 8 (2001) 393-403.

Ροδίτη Κ, Ματσίωρη Σ. και Βαφείδης Δ. (2011). Κοινωνικοοικονιμικά χαρακτηριστικά των σπογγαλιέων της Καλύμνου, Συνέδριο Υδρολογίας-Αλιείας, Βόλος 9-11 Ιουνίου 2011.

Τζανατος Ε. (2006). Δομή, Χαρακτηριστικά και Διαχείρηση της Μικρής Παράκτιας Αλιείας στην Ελλάδα, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστημιο Πατρών. Πάτρα 2006.

Εφαρμογή της κλίμακας E.I.D: Η περίπτωση των Ελλήνων εκπαιδευτικών

Αναστασία Γκαργκαβούζη[1], Στέφανος Παρασκευόπουλος[2] & Στεριανή Ματσιώρη[3]
[1]*Π.Μ.Σ Αειφορική Διαχείριση Υδατικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας agkargkavouzi@uth.gr*
[2] *Εργαστήριο Ωκεανογραφία Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Οδός Φυτόκον Βόλος Ν. Μαγνησίας Τ.Κ.: 38446, steriani@uth.gr*
[3]*Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλία. pstefano@uth.gr*

Περίληψη
Η παρούσα εργασία στοχεύει στη μέτρηση της περιβαλλοντικής συνείδησης των Ελλήνων εκπαιδευτικών. Η περιβαλλοντική συνείδηση συνίσταται: στην περιβαλλοντική γνώση, στις στάσεις και στην εκδηλούμενη συμπεριφορά. Η μέτρησή της επιτυγχάνεται μέσω ψυχομετρικών εργαλείων όπως η κλίμακα E.I.D (Environmental Identity Scale), που μετρά το βαθμό επιρροής του φυσικού περιβάλλοντος στη διαμόρφωση της αυτοεικόνας κάθε ατόμου. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 100 εκπαιδευτικοί και η συλλογή των στοιχείων έγινε μέσω ερωτηματολογίων αυτοδιαχείρισης. Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε έλεγχος αξιοπιστίας της κλίμακας υπολογίζοντας τον συντελεστή a-Cronbach (a=0,9) και εφαρμόστηκε παραγοντική ανάλυση σε κύριες συνιστώσες (PCA) οδηγώντας σε έξι παράγοντες. Πραγματοποιήθηκαν παραμετρικοί και μη έλεγχοι για τη διερεύνηση της σχέσης παραγόντων-ατομικών χαρακτηριστικών. Το μέσο σκορ της κλίμακας ήταν 97,08 (+12,238) με ελάχιστο συνολικό σκορ 64 και μέγιστο 120.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική συνείδηση, εκπαιδευτικοί, κλίμακα E.I.D.

JEL Κωδικοί: I29.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σύγχρονη εκβιομηχανισμένη κοινωνία αποτελεί αδιαμφισβήτητη πραγματικότητα η εφαρμογή μοντέλων, σε όλες τις διαστάσεις του κοινωνικού οικοδομήματος, που έχουν ως πυλώνα λειτουργίας τους την βιομηχανική και την τεχνολογική ανάπτυξη. Δεν υφίσταται πτυχή του σύγχρονου κόσμου που να μην εμπλέκεται με άμεσο ή έμμεσο τρόπο με την τεχνολογία σε οποιαδήποτε μορφή της. Ο άνθρωπος αντίστοιχα, ως το κύριο συστατικό ενός υλικοτεχνικού πολιτισμού, ανέπτυξε τη δράση του θέτοντας ως σκοπό την εκμετάλλευση με κάθε σύγχρονο μέσο του ευρύτερου περιβάλλοντος προς αποκλειστικό του όφελος(Wilson, 2001). Αυτή η πρακτική οδήγησε σταδιακά, από την βιομηχανική επανάσταση και ύστερα, στην καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος μέσω της ανεξέλεγκτης χρήσης της βιομηχανίας και της τεχνολογίας, της υπερεκμετάλλευσης των φυσικών πόρων, της υποβάθμισης του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα, της ατμοσφαιρκής ρύπανσης, στα πλαίσια πάντα μιας αστικοιποημένης κοινωνίας (Oskamp, 2000). Για να είναι εφικτή σε οποιοδήποτε βαθμό η αναστροφή της παρούσας κατάστασης, απαιτούνται σημαντικές και πολύ επίπεδες αλλαγές στο μηχανισμό λειτουργίας της κοινωνίας γενικότερα, αλλά και στις δράσεις των ατόμων ειδικότερα.

Η συνειδητοποίηση του προβλήματος και των επιπτώσεών του είναι αυτή που μπορεί να οδηγήσει στην μεταστροφή των κοινωνικών και ατομικών πρακτικών και τη δημιουργία

ενός πλέγματος προστασίας, μέσω των κατάλληλων μοντέλων διατήρησης και διαχείρισης του περιβάλλοντος (Παπαδημητρίου, 2006). Προϋπόθεση για την υλοποίηση των παραπάνω αποτελεί η διαμόρφωση πολιτών με περιβαλλοντική συνείδηση, ξεκινώντας από το χώρο της Εκπαίδευσης, η οποία καλείται σήμερα να διαδραματίσει ίσως τον σημαντικότερο ρόλο στην προσπάθεια προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος, αναλαμβάνοντας το χρέος της καλλιέργειας φιλοπεριβαλλοντικών στάσεων και συμπεριφορών στους/τις μαθητές/ριες, υπό το πρίσμα των κατάλληλων περιβαλλοντικών γνώσεων (Αγγελίδου & Κρητικού, 2005). Πρακτικά, σημαντική ευθύνη για την δημιουργία περιβαλλοντικά ευσυνείδητων πολιτών φέρουν οι εκπαιδευτικοί όλων των Βαθμίδων Εκπαίδευσης, οι οποίοι, στα πλαίσια του Σχολείου, διδάσκουν Περιβαλλοντική Εκπαίδευση[1].

Στην Ελλάδα, ο θεσμός της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης δεν είναι καινούριος[2], ωστόσο δεν εφαρμόζεται στην έκταση και το βαθμό που απαιτείται- παρά την τεράστια πρόοδο που έχει επιτευχθεί σε επίπεδο σχεδιασμού-, δεδομένου ότι η καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος αποτελεί το σημαντικότερο οικουμενικό πρόβλημα του σύγχρονου κόσμου. Λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε συνδυασμό με τον επουσιώδη ρόλο του εκπαιδευτικού στη διαμόρφωση περιβαλλοντικά υπεύθυνων παιδιών, η παρούσα εργασία αποσκοπεί αφενός στη διερεύνηση της περιβαλλοντικής συνείδησης των εκπαιδευτικών της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης της χώρας, εξετάζοντας τις γνώσεις, τις στάσεις και τις συμπεριφορές αυτών που καλούνται να διδάξουν τα περιβαλλοντικά ζητήματα στους/τις μαθητές/ριες του σήμερα και πολίτες του αύριο· αφετέρου, εξετάζει τον βαθμό στον οποίο αυτή η περιβαλλοντική συνείδηση μεταφράζεται σε συμπεριφορά. Για την υλοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα ψυχομετρικά εργαλεία της κοινωνικής και περιβαλλοντικής ψυχολογίας που έχουν καθιερωθεί ως εργαλεία μέτρησης της σύνδεσης των ανθρώπων με τη φύση και αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία ως κλίμακες μέτρησης (Hefler et al. 2009).

Συγκεκριμένα, μεταξύ άλλων, έγινε εφαρμογή της κλίμακας EID για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις διαστάσεις της περιβαλλοντικής συνείδησης των εκπαιδευτικών και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και της δυνατότητας αποτύπωσης ή όχι της περιβαλλοντικής συνείδησης μέσα από την εφαρμογή της. Η κλίμακα αυτή χρησιμοποιείται για πρώτη φορά στην Ελλάδα, προσδίδοντας στην έρευνα πρωτότυπο χαρακτήρα. Η μέτρηση της περιβαλλοντικής συνείδησης των εκπαιδευτικών μπορεί να συντελέσει ουσιαστικά στην εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν την επιμόρφωση των Ελλήνων εκπαιδευτικών, καθώς και τον ανασχηματισμό του θεσμού της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης της χώρας, με γνώμονα την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, βάσει των αρχών της αειφορίας και της βιωσιμότητας.

1.1 Ορισμός Περιβαλλοντικής Συνείδησης και μέσα μέτρησής της

Η έννοια της συνείδησης είναι εκ προοιμίου σύνθετη και συχνά ακατανόητη στην ουσία της. Αποτελεί έναν πολυδιάστατο όρο που συνίσταται σε τρείς παράγοντες, τις στάσεις του ατόμου, τις γνώσεις του, καθώς και τη δράση ή εκδηλούμενη συμπεριφορά του. Για την αποσαφήνιση του όρου, αρκεί να προσδιοριστεί το περιεχόμενο των όρων στάση-γνώση-συμπεριφορά. Έτσι, η σημασία κάθε έννοιας αποτυπώνεται ως εξής:

---

[1] Στην ιστοσελίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου παρέχονται ολοκληρομένες πληροφορίες και το θεσμό της Περιβαλλοντικης Εκπαιδευσης στην Ελλάδα, καθώς και για θέματα στόχων, θεματολογίας και αξιολόγησης στα πλαίσια των Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων: http://www.pi-schools.gr/perivalontiki/ (Πρόσβαση: 15/4/2015)

[2] Στα ελληνικά σχολεία εφαρμόζονται κάθε σχολικό έτος Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης ποικίλης θεματολογίας και υλοποιούνται από τους εκάστοτε εκπαιδευτικούς της Σχολικής Μονάδας, σύμφωνα με τις υποδείξεις του αρμόδιου Υπουργείου: http://www.esos.gr/sites/default/files/articles-legacy/periballobtikh_ekpaideysh.pdf (Πρόσβαση: 15/4/2015)

- ✓ Στάση: Σύμφωνα με τους Cialdini, Petty & Cacioppo (1981) οι στάσεις αφορούν *«ένα γενικό και διαρκές, θετικό ή αρνητικό, συναίσθημα για κάποιο πρόσωπο, αντικείμενο ή θέμα. Μία στάση αφορά τη θετική ή αρνητική προδιάθεση ενός ατόμου για κάποιον ή σε κάτι στο περιβάλλον του».* Κατά τους Ajzen & Fishbein (2000), η στάση ορίζεται ως συνάρτηση των πεποιθήσεων του ατόμου όσον αφορά τις συνέπειες της πράξης και της αξιολόγησης αυτών των συνεπειών (Βοσνιάδου 1998). Στη βιβλιογραφία απαντώνται τρείς διαστάσεις των στάσεων, η συναισθηματική, η γνωστική και η συμπεριφορική. Οι στάσεις μπορούν να λειτουργήσουν ως πρόγνωση της συμπεριφοράς του ατόμου.
- ✓ Γνώση: Αφορά την κατάρτιση και τα γνωστικά εφόδια που έχει κάθε άτομο σε έναν συγκεκριμένο τομέα, για παράδειγμα, γνώση για το Περιβάλλον αποτελεί η κατανόηση και ερμηνεία εννοιών όπως βιοποικιλότητα, ρύπανση ή μόλυνση. Ωστόσο αποτελεί μια έννοια με βαθύτερο περιεχόμενο και συνδέεται με ένα σύνολο από αναπαραστάσεις[1] και την *«επίδραση των αισθητών αντικειμένων του εξωτερικού κόσμου επί της αισθητικότητας».*[2]
- ✓ Κατά τους Gambro και Switzky (1996: 32), η περιβαλλοντική γνώση ορίζεται ως «*η ικανότητα των ατόμων να καταλαβαίνουν και να αξιολογήσουν την επίδραση της κοινωνίας στο περιβάλλον, γνώση που προβάλλει μέσα από την αναγνώριση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και την κατανόηση των αιτιών και των συνεπειών τους».* Με τον όρο «φιλοπεριβαλλοντική συμπεριφορά», νοείται η συμπεριφορά που εκδηλώνεται συνειδητά και επιδιώκει την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων των ενεργειών του ατόμου στο φυσικό κόσμο (Συγκολλίτου 1997).

Η μέτρηση της συνείδησης είναι μια διαδικασία που, σύμφωνα με την Κοινωνιολογική Επιστήμη, είναι εφικτή μέσω των διαφόρων εργαλείων έρευνας που έχουν αναπτυχθεί, με δημοφιλέστερο το ερωτηματολόγιο (Κουλάκογλου, 2002). Αυτό συμβαίνει διότι, μέσω του ερωτηματολογίου, και δει μέσω των κλιμάκων αθροιστικής βαθμολόγησης (Likert scale) είναι πρακτικά δυνατό να σκιαγραφήσει ο ερευνητής τις στάσεις των ατόμων, τις γνώσεις του επί συγκεκριμένων θεμάτων, καθώς και τη δράση του ή τη συμπεριφορά του. Ειδικότερα, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα παρουσιαστεί η κλίμακα EID (Clayton 2003), η οποία αφορά στο βαθμό που το φυσικό περιβάλλον διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της εικόνας που έχει καθένας για τον εαυτό του, ενώ καταγράφει τις διαφορές που εντοπίζονται στην περιβαλλοντική ταυτότητα μεταξύ των ατόμων. Η κλίμακα αποτελεί το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου της έρευνας και έπεται των ερωτήσεων που αφορούν δημογραφικά στοιχεία, καθημερινές προσωπικές πρακτικές των ερωτηθέντων σχετικά με το Περιβάλλον και περιβαλλοντικές τους γνώσεις.

1.2 Η κλίμακα E.ID

Πληθώρα ερευνών διεξήχθησαν με αντικείμενο τη σύνδεση των ατόμων με τη φύση, που αποτέλεσαν το θεωρητικό υπόβαθρο για τη δημιουργία των σύγχρονων εργαλείων που μετρούν περιβαλλοντική συνείδηση[3]. Μία κλίμακα μέτρησης περιβαλλοντικής συνείδησης

[1] Κατά τον Ανδρουλιδάκη(2010), ο Kant ορίζει την γνώση ως ένα σύνολο από αναπαραστάσεις, οι οποίες έχουν γεννηθεί στο εσωτερικό της συνείδησης και οι οποίες έχουν συγκριθεί και συνδεθεί μεταξύ τους. Οι αναπαραστάσεις σχηματίζονται από την ενεργοποίηση των δύο γνωστικών δυνάμεων της ανθρώπινης συνείδησης., της αισθητικότητας και του νου ή λόγου.

[2] Σύμφωνα με τον Ανδριόπουλο(2003), ο Αριστοτέλης θεωρεί ότι το σημείο αφετηρίας απόκτησης των γνώσεων είναι η επίδραση του αισθητού αντικειμένου πάνω στην αισθητική δύναμη της συνείδησης. Η ενεργοποίηση της αισθητικότητας παράγει αισθητές εικόνες ή φαντασίες, όπως τις αποκαλεί, οι οποίες με την σειρά τους προκαλούν την δραστηριοποίηση του νου και την παραγωγή των εννοιών.

[3] Leopold 1949, Orr 1994, Stern & Dietz 1994, Thompson & Barton 1994, Berry 1997, Schultz 2000α, Norberg-Hodge 2000β, Stern 2000γ, Pretty 2002, Clayton & Opotow 2003.

αποτελεί η EID (Environmental Identity Scale), που δημιουργήθηκε το 2003 από την κοινωνιολόγο-ερευνήτρια του περιβάλλοντος Susan Clayton και τον επίσης κοινωνιολόγο Opotow και αποτελεί το κύριο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή της τρέχουσας έρευνας. Αναπαριστά την περιβαλλοντική ταυτότητα των ατόμων, με την έννοια των αξιών, των στάσεων και της συμπεριφοράς που διαμορφώνουν βάσει των πεποιθήσεών τους για το περιβάλλον. Για την Clayton, οι προσωπικές στάσεις απέναντι το περιβάλλον αποτυπώνουν την αυτοεικόνα που σχηματίζει καθένας για το άτομό του (Clayton 2003). Η περιβαλλοντική ταυτότητα αντικατοπτρίζει το σύνολο των τύπων των σχέσεων που εμφανίζουν τα άτομα με τη φύση, από το χρόνο που αφιερώνουν σε εκδρομές στη φύση, τις περιβαλλοντικές τους πρακτικές- για παράδειγμα ανακύκλωση, η αγορά προϊόντων με φιλική προς το περιβάλλον συσκευασία κ.ά., έως τις υιοθέτηση των απόψεων των οικολόγων. Για τους δημιουργούς της κλίμακας EID, η έμμεση σχέση των ανθρώπων με το φυσικό περιβάλλον αντιστοιχεί σε έναν άξονα που κυμαίνεται από την αυτοαντίληψη ανωτερότητας των ατόμων απέναντι στους υπόλοιπους ζωντανούς οργανισμούς, έως την αντίληψη των ίσων δικαιωμάτων μεταξύ των έμβιων οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου (Arnocky et al 2007). Οι Clayton και Opotow (2003), σε μια λεπτομερή ανάλυση της έννοιας της περιβαλλοντικής ταυτότητας, υποστηρίζουν ότι περιγράφει την αίσθηση του εαυτού, ως μέρος ενός οικοσυστήματος και αποφεύγει τη σύγχυση γύρω από το γεγονός ότι η έννοια «περιβάλλον» μπορεί να συμπεριλαμβάνει και την έννοια του κοινωνικού περιβάλλοντος, ενώ συγχρόνως, αντανακλά τις αξίες, τις στάσεις και τις συμπεριφορές των ατόμων προς το περιβάλλον. Σύμφωνα με το σχεδιασμό της, τα ερωτήματα της κλίμακας EID αποτυπώνουν πέντε βασικές διαστάσεις: τη σημασία της αλληλεπίδρασης του ατόμου με τη φύση, την αναγνώριση του εαυτού ως μέλος της φύσης, τη σημασία της εκπαίδευσης και της βιωσιμότητας, την αισθητική εκτίμηση και απόλαυση της φύσης από τον άνθρωπο, την εμπειρική επαφή με τη φύση. Πληθώρα ερευνών έχουν υλοποιηθεί παγκοσμίως, χρησιμοποιώντας της κλίμακα EID για την μέτρηση περιβαλλοντικής ταυτότητας διαφόρων πληθυσμιακών ομάδων (Clayton & Opotow 2003, Cheng 2008α, Olivos et al. 2008β, , Davis et al. 2009, Dono et al. 2010, Brugger et al. 2011α, Olivos & Aragones 2011β, Clayton 2012).

2. Στόχοι τηε έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι αφενός η διερεύνηση της περιβαλλοντικής συνείδησης των εκπαιδευτικών που υλοποιούν προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στα ελληνικά σχολεία, και αφετέρου, η καταγραφή της αποτύπωσης ή όχι των περιβαλλοντικών στάσεων σε εκδηλούμενη συμπεριφορά, μέσα από αποτύπωση της περιβαλλοντικής τους ταυτότητας στην κλίμακα E.ID.

Η έρευνα για την περιβαλλοντική συνείδηση των εκπαιδευτικών υλοποιήθηκε στα πλαίσια του 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Βόλος, 2015) με θέμα "Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Εκπαίδευση για την Αειφορία". Στο Συνέδριο παρευρέθηκαν εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης που συμμετέχουν και υλοποιούν Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στα ελληνικά σχολεία όλης της επικράτειας, μετατρέποντας το δείγμα της έρευνας σε πανελλαδικό.

Για την συλλογή των δεδομένων της έρευνας κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε δομημένο ερωτηματολόγιο (αυτοδιαχείρισης) που αποτελείται από δύο μέρη: Το πρώτο μέρος αφορά τα δημογραφικά και πρόσθετα ατομικά στοιχεία, και το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει την κλίμακα E.ID, για τη σκιαγράφηση της περιβαλλοντικής ταυτότητας των εκπαιδευτικών. Το μέγεθος του δείγματος ανήλθε στα 100 άτομα.

3. Μέθοδοι και δεδομένα

Όσον αφορά την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, έγινε χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 20.0. Αναλυτικά, έγινε χρήση της διεθνώς αναγνωρισμένης κλίμακας EID, η οποία αποτελείται από μια πολυθεματική ερώτηση 24 θεμάτων (πεντάβαθμης κλίμακας Likert). Επίσης, πραγματοποιήθηκε Παραγοντική ανάλυση σε κύριες συνιστώσες (PCA) μέσω της τεχνικής της ορθογωνικής περιστροφής της μέγιστης διακύμανσης (Varimax). Για τον έλεγχο της Συνολικής Δειγματικής Καταλληλότητας χρησιμοποιήθηκε το μέτρο K.M.O. (Kaiser- Mayer- Olkin), ενώ για την πληρέστερη εξέταση της καταλληλότητας των δεδομένων για παραγοντική ανάλυση, έγινε ο έλεγχος Σφαιρικότητας του Bartlett (Bartlett's Test of Sphericity). Για τον προσδιορισμό του αριθμού των παραγόντων έχουν αναπτυχθεί πολλά κριτήρια. Το πλέον δημοφιλές είναι το κριτήριο της ιδιοτιμής (Eigenvalue), σύμφωνα με το οποίο επιλέγουμε μόνο τους παράγοντες των οποίων η τιμή υπερβαίνει το 1 (Sharma 1996, Σιώμκος & Βασιλικοπούλου 2005: 287). Ένα άλλο σημαντικό κριτήριο, για την επιλογή του πλήθους των παραγόντων, είναι το κριτήριο του ποσοστού της Διακύμανσης, το οποίο ερμηνεύουν οι παράγοντες. Ο έλεγχος αξιοπιστίας των κλιμάκων έγινε με τη βοήθεια του συντελεστή α-Cronbach, και η διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ του σκορ στην κλίμακα και των παραγόντων, με τα χαρακτηριστικά των ατόμων, έγινε με τη βοήθεια παραμετρικών και μη ελέγχων, και κυρίως εφαρμόστηκαν, ανάλογα με την κατηγορία των μεταβλητών και τα αποτελέσματα του ελέγχου κανονικότητας στους παράγοντες, σειρά t-test, ανάλυση διακύμανσης one-way ANOVA, Mann-Whitney U τεστ, Kruskal Wallis Test (Clayton 2003: 54-55, Cheng 2008, Gosling & Williams 2010α, Kiesling & Manning 2010β, Olivos & Aragonés, 2011α: 8-10, Brügger et al. 2011β, Bremer 2014α: 32-39, Clayton & Kilins 2014β). Ο συντελεστής αξιοπιστίας α-Cronbach υπολογίστηκε ακόμη για κάθε έναν από τους παράγοντες που προέκυψαν από την εφαρμογή της PCA.

4. Αποτελέσματα

4.1 Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Στον Πίνακα 1 δίνονται τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Πίνακας 1: Δημογραφικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών

Ατομικά χαρακτηριστικά	Ποσοστό %	Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
Φύλο	Άνδρες 28 Γυναίκες 72		
Ηλικία		46,12	± 9,004
Έτη υπηρεσίας		17,43	± 8,262
Έγγαμος/η	25		
Απόφοιτος Α.Ε.Ι	90		

4.2 Κλίμακα EID

Η κλίμακα EID αποτελείται από 24 ερωτήματα-μεταβλητές που μετρούν τις περιβαλλοντικές στάσεις των ατόμων, τις συνήθειές τους, τις πεποιθήσεις τους αλλά και την εικόνα τους σε σχέση με τη φύση, αποτυπώνοντας την περιβαλλοντική τους ταυτότητα (Πιν. 3). Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το μέσο συνολικό σκορ της κλίμακας είναι

97,08, με τυπική απόκλιση ±12,238 (Πιν. 2). Για τον χαρακτηρισμό του μέσου συνολικού σκορ υιοθετήθηκε η εξής πρακτική, όπως στην προηγούμενη κλίμακα: Μέγιστο σκορ είναι η τιμή 120, λαμβάνοντας υπόψη ότι για τις 24 ερωτήσεις της κλίμακας την ολοένα ενισχυμένη περιβαλλοντική ταυτότητα εκφράζουν οι απαντήσεις με τιμή 5 στην κλίμακα Likert. Συνεπώς, χαμηλό σκορ θεωρείται μέχρι το 42, μέτριο σκορ από 43 έως 83, και υψηλό πάνω από 84 μονάδες. Το μέσο συνολικό σκορ των εκπαιδευτικών χαρακτηρίζεται συνεπώς ως πολύ υψηλό. Στον πίνακα παρουσιάζονται οι απαντήσεις επί τοις εκατό για καθεμιά από τις 24 ερωτήσεις, καθώς επίσης και ο μέσος όρος των απαντήσεων και η αντίστοιχη τυπική απόκλιση για καθεμιά από τις 24 ερωτήσεις. Η παραγοντική ανάλυση σε κύριες συνιστώσες οδήγησε στην εξαγωγή έξι παραγόντων. Ο πρώτος παράγοντας είναι στατιστικά ο σημαντικότερος, γιατί έχει την μεγαλύτερη ερμηνευτική ικανότητα όπως μαρτυρά το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγεί, το οποίο είναι 31,11%. Οι επόμενοι πέντε παράγοντες εξηγούν μόνο το 7,485%, το 6,552%, το 5,86%, το 5,232% και το 4,386% αντίστοιχα της συνολικής διακύμανσης, ανεβάζοντας το συνολικό ποσοστό της εξηγούμενης διακύμανσης στο 62,627%. Σύμφωνα με τον σχεδιασμό της, η κλίμακα EID οδηγεί στην εξαγωγή πέντε παραγόντων που εξηγούν το 55,6% της συνολικής διακύμανσης (Clayton & Opotow 2003, Olivos et.al. 2001: 68). Για την καταλληλότητα των δεδομένων έγινε το Kaiser-Meyer-Olkin τεστ (K.M.O=0,913) και πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος σφαιρικότητας του Bartlett (p value<0,01), επιβεβαιώνοντας την καταλληλότητα της παραγοντικής ανάλυσης. Τελικά, οι έξι παράγοντες είναι οι εξής:

1. Ο πρώτος παράγοντας ονομάστηκε «εκτίμηση της φύσης» (Cronbach's a: 0,804).
2. Ο δεύτερος παράγοντας ονομάστηκε «ιδεολογική προσήλωση στη φύση» (Cronbach's a: 0,833).
3. Ο τρίτος παράγοντας ονομάστηκε «αίσθηση ταύτισης με τη φύση» (Cronbach's a: 0,747).
4. Ο τέταρτος παράγοντας ονομάστηκε «Καλλιέργεια στάσεων μέσα από τη σχέση με τη φύση» (Cronbach's a: 0,576).
5. Ο πέμπτος παράγοντας ονομάστηκε «Απόλαυση της φύσης» (Cronbach's a: 0,469).
6. Ο τελευταίος παράγοντας ονομάστηκε «Περιβαλλοντική ταυτότητα» (Cronbach's a: 0,403).

Ο συνολικός Cronbach's a για την κλίμακα EID υπολογίστηκε 0,9 τιμή που ξεπερνά το υψηλό όριο του 0,7 και ανταποκρίνεται στη διαπίστωση των δημιουργών της ότι οι τιμές του a κυμαίνονται πάντα κοντά στο 0,9 (Clayton & Opotow, 2003, Olivos et. al, 2007, Olivos & Aragones 2011).

Πίνακας 2: Σκορ κλίμακας EID

Περιγραφικά στατιστικά					
	Αριθμός απαντήσεων	Ελάχιστο Σκορ	Μέγιστο Σκορ	Μέσο Συνολικό Σκορ	Τυπική απόκλιση
Κλίμακα EID	100	64,00	120,00	97,08	12,238

Πίνακας 3: Αποτελέσματα κλίμακας EID

	Θέματα κλίμακας	Απαντήσεις %					Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση
		Δ.Α	Δ	ΟΣ.ΟΔ	Σ	Σ.Α		
Εκτίμηση της φύσης	Όταν είμαι αναστατωμένος ή αγχωμένος, αισθάνομαι καλύτερα εάν περάσω λίγο χρόνο έξω από το σπίτι, ερχόμενος σε επαφή με τη φύση		1	7	34	58	4,49	0,674
	Είναι σημαντικό για εμένα να ζω κοντά στην εξοχή. Δεν θα επιθυμούσα να ζήσω όλη τη ζωή μου σε μία αστική πόλη	6	6	17	30	41	3,9	1,202
	Μου αρέσει η κηπουρική	9	6	11	38	36	3,86	1,231
	Θα προτιμούσα να ζω σε ένα μικρό δωμάτιο ή σπίτι με ωραία θέα, παρά σε ένα σπίτι με θέα σε άλλα κτίρια		4	8	26	62	4,46	0,809
	Δεν μπορώ να φανταστώ τη ζωή μου μακριά από τη φύση		8	9	42	41	4,16	0,896
Ιδεολογική προσήλωση στη φύση	Έχω πολλά κοινά με τους οικολόγους	3	21	27	32	17	3,39	1,091
	Πιστεύω ότι μερικά από τα σημερινά κοινωνικά προβλήματα θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με την επιστροφή σε έναν πιο αγροτικό τρόπο ζωής, όπου οι άνθρωποι ζουν σε αρμονία με τη γη		14	18	42	26	3,8	0,985
	Απολαμβάνω πραγματικά το κάμπινγκ και τη πεζοπορία στη φύση	2	8	17	30	43	4,04	1,053
	Μερικές φορές αισθάνομαι ως κομμάτι της υπόλοιπης φύσης και όπως εγώ έχω την προσωπικότητά μου, έτσι και τα δέντρα, ή τα βουνά, έχουν τη δική τους προσωπικότητα		6	21	41	32	3,99	0,882
	Είμαι περήφανος για το γεγονός ότι μπορώ να επιβιώσει έξω στη φύση μόνος μου για κάποιες ημέρες	9	22	26	28	15	3,18	1,201
	Τα συμφέροντά μου συχνά νομίζω ότι συμπίπτουν με τις θέσεις που υποστηρίζουν οι οικολόγοι	3	15	31	32	19	3,49	1,059
Αίσθηση ταύτισης με τη φύση	Η συμμετοχή σε περιβαλλοντικές συμπεριφορές/ δράσεις είναι σημαντικό για μένα		3	15	44	38	4,17	0,792
	Αποτελώ μέρος του ευρύτερου οικοσυστήματος			6	34	60	4,54	0,61
	Πρέπει να συμπεριφέρομαι περιβαλλοντικά υπεύθυνα για να είναι εφικτή η βιωσιμότητα		1	4	39	56	4,5	0,628
	Η ανατροφή των παιδιών πρέπει απαραίτητα να συμπεριλαμβάνει τη γνώση για το Περιβάλλον			6	26	68	4,62	0,599
φύ ση	Θεωρώ τον εαυτό μου κομμάτι της φύσης και δεν τον διαχωρίζω από αυτή		2	10	46	42	4,28	0,726

	Πιστεύω ότι οι στάσεις κάθε ατόμου διαμορφώνονται σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον κοντά στο οποίο μεγάλωσε		7	7	45	41	4,2	0,853
	Γενικά, η εικόνα που έχω για τον εαυτό μου αντικατοπτρίζει τη θέση μου στο φυσικό κόσμο		2	28	37	33	4,01	0,835
Απόλαυση της φύσης	Ξοδεύω αρκετό χρόνο σε εκδρομές στη δύση, για παράδειγμα σε λίμνες, δάσος, θάλασσα	1	10	22	50	17	3,72	0,9
	Με αναζωογονεί κάθε εκδρομή στη φύση		1	2	41	56	4,52	0,594
	Κρατάω ενθύμια από τις εξορμήσεις μου στη φύση, όπως κοχύλια ή πέτρες	10	13	15	28	34	3,63	1,338
Περιβαλλοντική ταυτότητα	Εφόσον διέθετα αρκετό χρόνο ή χρήματα, θα αφιέρωνα σίγουρα κομμάτι από αυτά για την υποστήριξη δράσεων προστασίας του περιβάλλοντος	1	3	11	51	34	4,14	0,804
	Αισθάνομαι ότι έχω πολλά κοινά με τα υπόλοιπα είδη		4	22	47	27	3,97	0,81
	Δεν έχω αντικρίσει ποτέ μου ένα έργο τέχνης τόσο όμορφο όσο ένα πραγματικό τοπίο της φύσης, όπως το ηλιοβασίλεμα ή μια βουνοπλαγιά	3	8	16	30	43	4,02	1,092

5. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την στατιστική επεξεργασία και ανάλυση της κλίμακας EID διαφαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί είναι περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένοι σε μεγάλο βαθμό, όπως δηλώνουν οι στάσεις, οι πεποιθήσεις τους και οι καθημερινές τους πρακτικές. Η κλίμακα EID καταγράφει την περιβαλλοντική ταυτότητα των εκπαιδευτικών ως προς το ρόλο που διαδραματίζει η σχέση τους με τη φύση για τη διαμόρφωση των προσωπικών τους πεποιθήσεων. Το μέσο σκορ των εκπαιδευτικών στην κλίμακα ήταν υψηλό (Πίνακας 2), καθώς το 87% των ερωτηθέντων συγκέντρωσε σκορ μεγαλύτερο από 84 μονάδες, όταν μέγιστο σκορ θεωρείται το 120. Τα στατιστικά τεστ έδειξαν ότι στον παράγοντα «αίσθηση ταύτισης με τη φύση» σημειώθηκαν υψηλότερα σκορ από τους εκπαιδευτικούς που κάνουν ανακύκλωση, πιστοποιώντας την πεποίθηση ότι οι φιλοπεριβαλλοντικές τους πρακτικές έχουν θετικό αντίκτυπο στη φύση με την οποία εμφανίζουν υψηλό βαθμό ταύτισης. Στον παράγοντα «Απόλαυση της φύσης» τα δύο φύλα διαφοροποιήθηκαν σημαντικά στις απαντήσεις τους, με τις γυναίκες να φαίνεται να περνούν περισσότερο χρόνο κοντά στη φύση και να επιλέγουν την φυσική τους άσκηση σε υπαίθριους χώρους, κοντά στη φύση. Στον παράγοντα «Περιβαλλοντική ταυτότητα» οι εκπαιδευτικοί που δηλώνουν συμμετοχή σε περιβαλλοντική οργάνωση σημείωσαν υψηλότερα σκορ.

Πρακτικά αυτό δείχνει, ότι οι εκπαιδευτικοί που δραστηριοποιούνται σε περιβαλλοντικές οργανώσεις έχουν σαφέστερη εικόνα για τη σχέση τους με το περιβάλλον και τους κανόνες που τη διέπουν. Στον ίδιο παράγοντα, το σκορ των εκπαιδευτικών διαφοροποιείται σε σχέση και με επίπεδο εκπαίδευσης. Αναλυτικά, οι εκπαιδευτικοί που είναι κάτοχοι μεταπτυχιακών τίτλων ή/και διδακτορικού διπλώματος φαίνεται να σημειώνουν υψηλότερα σκορ από όσους είναι απόφοιτοι μόνο Α.Ε.Ι, Τ.Ε.Ι ή Παιδαγωγικής Ακαδημίας. Υψηλότερο σκορ στην κλίμακα σημαίνει την ύπαρξη ισχυρής περιβαλλοντικής ταυτότητας, ωστόσο αποτελεί ανάγκη να διερευνηθεί περαιτέρω η σχέση μεταξύ του επιπέδου εκπαίδευσης και της περιβαλλοντικής ταυτότητας των ατόμων. Τα στατιστικά τεστ για τη

σχέση του σκορ στην κλίμακα EID και χαρακτηριστικών των ατόμων δεν έδειξαν κάποια σημαντική μεταβολή σε σχέση με την ειδικότητα, τη βαθμίδα υπηρέτησης των εκπαιδευτικών, τα έτη υπηρεσίας, την ηλικία, τον τόπο κατοικίας, τη συμμετοχή σε περιβαλλοντική οργάνωση. Έρευνες που χρησιμοποιούν την κλίμακα EID καταγράφουν την ανυπαρξία συστηματικής συσχέτισης μεταξύ του σκορ της κλίμακας και δημογραφικών χαρακτηριστικών, τα οποία μεταβάλλονται ανάλογα με τον υπό μελέτη κάθε φορά πληθυσμό (Clayton & Opotow 2003, Cheng 2006, Olivos et.al. 2007, Kiesling & Manning 2010, Olivos & Aragonés 2011, Clayton 2012, Tam et. al. 2013).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγγελίδου, Ε.& Κρητικού, Ε. (2006). Για ποιους λόγους συμμετέχουν και ποια εμπόδια συναντούν οι εκπαιδευτικοί που ασχολούνται συστηματικά με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στη Δ/νση Δ/βαθμιας Εκπ/σης Ανατ. Αττικής, Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Σχολικά Προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Αθήνα, σελ. 1-11 http://kpe-kastor.kas.sch.gr/kpe/yliko/sppe2/oral/PDFs/1-11_oral.pdf (Πρόσβαση:7/6/2015)

Ανδριόπουλος Δ., (2003). Αριστοτέλης, Εκδόσεις Παπαδήμας Δ. Ν., Αθήνα, σ. 76.

Ανδρουλιδάκης Κ., (2010). Καντιανή Ηθική. Θεμελιώδη ζητήματα και προοπτικές, Εκδόσεις Ιδεόγραμμα, Αθήνα.

Βοσνιάδου Σ., (1998). Γνωσιακή Ψυχολογία.Gutenberg, Αθήνα.

Bremer, Anne E.(2014). Cultivating Human-Nature Relationships: The Role of Parents and Primary Caregivers in Development of Environmental Identity Pitzer Senior Theses Paper 49. Claremont, California, United States. http://scholarship.claremont.edu/pitzer_theses/49/ (Πρόσβαση: 16/6/2015)

Brügger A., Kaiser F. G., Roczen N. (2011). One for all?Connectedness to nature, inclusion of nature, environmental identity, and implicit association with nature. European Psychology, 16, 324–333.

Cheng, J.C. (2008). Children, teachers and nature: An analysis of an environmental education program. PhD, University of Florida, p 25-190.

Cialdini, R. B., Petty, R. E. & Cacioppo, J. T. (1981). Attitude and Attitude Change. Annual Review of Psychology, 32, 357-404.

Clayton, S. (2003). Environmental identity: A conceptual and an operational definition. In Clayton, S. & Opotow , S.(Eds.), Identity and the natural environment. The psychological significance of nature. MIT Press, Cambridge, p. 45-65.

Clayton, S., & Opotow, S. (2003). Identity and the natural environment: The psychological significance of nature MIT Press: Cambridge.

Davis, J. L., Green, J. D., & Reed, A. (2009). Interdependence with the environment: Commitment, interconnectedness, and environmental behavior. Journal of Environmental Psychology, 29, 173-180.

Dono, J., Webb, J., & Richardson, B. (2010). The relationship between environmental activism, pro-environmental behaviour and social identity. Journal of Environmental Psychology, 30, 178-186.

Gambro, J. S., & Switzky, H. N. (1996). A national survey of high school students'environmental knowledge. The Journal of Environmental Education, 27(3), 28-33.

Κουλάκογλου Κ. (2002). Ψυχομετρία και ψυχολογικά αξιολόγηση, Παπαζήση, Αθήνα.

Hefler, E., Cervinka, R. & Zeidler, D. (2009). Connectedness with Nature and Support in Life through Spirituality. Journal of Health Psychology, 17, 379-388

http://www.esos.gr/sites/default/files/articleslegacy/periballobtikh_ekpaideysh.pdf

(Πρόσβαση:15/4/2015)

Παπαδημητρίου, Ε. (2006). Περιβαλλοντική πολιτική και οικολογική κρίση, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, σ. 19.

Olivos, P., Aragonés, J. I., & Amérigo, M. (2011). The connectedness with nature scale and its relationship with environmental beliefs and identity. International Journal of Hispanic Psychology, 4:5-19 http://www.researchgate.net/publication/236172119_The_connectedness_to_nature_scale_and_its_relationship_with_environmental_beliefs_and_identity

Oskamp, S. (2000) A sustainable future for humanity? How can psychology help?. American Psychologist, 55, 496–508.

Σιώμκος, Γ.Ι. & Βασιλικοπούλου, Α.Ι. (2005). Εφαρμογή Μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς, Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα.

Sharma, S., (1996). Applied Multivariate Techniques. Wiley & Sons Inc, New York

Συγκολλίτου, Ε.(1997). Περιβαλλοντική Ψυχολογία, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.

Stern, P. C. (2000). Towards a coherent theory of environmentally significant behavior. Journal of Social Issues, 56(3), 407-424.

Wilson, K. G. (2001). Some notes on theoretical constructs: Types and validation from a contextual-behavioral perspective. International Journal of Psychology and Psychological Therapy, 1, 205-215.

Developing a framework for SME climate change adaptation.

Benjamin Karatzoglou
Department of Economics, University of Macedonia
venos@uom.edu.gr

Abstract
Climate adaptation has been recognized as an urgent key global priority by major multinational companies which are promptly investing on improving climate awareness and management capacity. Yet, international -let alone Greek- small and medium-size enterprises (SMEs) are vaguely aware of the pending threat and fail to respond to climate change (CC) impacts, overwhelmed by their short-termism, corporate culture, risk avoidance, and profit pursuit priorities. SMEs have neither the incentives nor the tools to monitor, measure, and intervene on their CC performance. While the number of adaptation strategies and action plans doubles approximately every two years, stakeholders identify critical knowledge deficit in SMEs in implementing adaptation actions and governments increasingly need to allocate support to SMEs to facilitate risk assessment and adaptation activities. Associated with corporate CC adaptation are the principles of strategic, financial, and operational risk management and governance, as well as physical and financial impact disclosure to investors and regulators. The need for an integrated framework offering to SMEs a robust approach to CC adaptation governance, risk assessment and financing of adaptation activities, has become imperative and such a tool is outlined / prescribed in this paper, capitalizing on the international experience adjusted to the Greek reality.

Keywords: Climate change adaptation; integrated framework, SMEs.
JEL Classification: M14; M41; Q54.

Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο για την προσαρμογή των ΜΜΕ στη κλιματική αλλαγή

Βενιαμίν Καρατζόγλου
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
venos@uom.edu.gr

Περίληψη
Η ανάγκη προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (ΚΑ) έχει αναγνωρισθεί ως μία κρίσιμη προτεραιότητα από τις πολυεθνικές επιχειρήσεις οι οποίες επενδύουν σημαντικά στη βελτίωση της σχετικής ενημέρωσης και διαχειριστικής δυνατότητας τους. Ωστόσο, οι διεθνείς –καθώς και οι Ελληνικές- μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ) είναι οριακά ενήμερες για τις επερχόμενες απειλές που σχετίζονται με τις επιπτώσεις της ΚΑ και αδυνατούν να ανταποκριθούν αποτελεσματικά σε αυτές, καθώς οι προτεραιότητες τους υπαγορεύονται από την κουλτούρα τους καθώς και τις ανάγκες επιβίωσης, αποφυγής άμεσων λειτουργικών κινδύνων, και μεγιστοποίησης της βραχυχρόνιας κερδοφορίας τους. Στην παρούσα φάση λοιπόν οι ΜΜΕ δεν έχουν ούτε τα κίνητρα αλλά ούτε και τα εργαλεία για να παρακολουθήσουν, μετρήσουν και μετριάσουν τις επιπτώσεις της λειτουργίας τους στην ΚΑ. Έτσι, και ενώ ο αριθμός διαθέσιμων στρατηγικών και πλαισίων δράσης εκτιμάται ότι διπλασιάζεται κάθε δύο έτη, τα ενδιαφερόμενα μέρη εντοπίζουν γνωστικά κενά στην ικανότητα των ΜΜΕ να εφαρμόσουν δράσεις προσαρμογής στην ΚΑ ενώ οι κυβερνήσεις απαιτείται να υποστηρίζουν τις ΜΜΕ στη διαδικασία αποτίμησης των σχετικών κινδύνων και επιλογής των πλέον κατάλληλων δράσεων προσαρμογής.
Η επιλογή των δράσεων αυτών θα πρέπει να συνάδει με τις αρχές διαχείρισης του στρατηγικού, χρηματοδοτικού, και λειτουργικού κινδύνου κάθε επιχείρησης καθώς και την αποκάλυψη σχετικών με τη ΚΑ επιλεγμένων φυσικών και οικονομικών επιπτώσεων στους επενδυτές και τις αρχές. Η ανάγκη για την ανάπτυξη ενός εύχρηστου πλαισίου που να προσφέρει στις Ελληνικές ΜΜΕ μία συνεκτική προσέγγιση στη διαχείριση της προσαρμογής στη ΚΑ, στην αποτίμηση των σχετικών κινδύνων, και στη χρηματοδότηση μέτρων αντιμετώπισης της, έχει καταστεί πλέον αναγκαία. Ένα ολοκληρωμένο τέτοιο πλαίσιο περιγράφεται /προτείνεται στο παρόν άρθρο, κεφαλαιοποιώντας τη σχετική διεθνή εμπειρία αφού πρώτα την προσαρμόσει στην Ελληνική πραγματικότητα.

Λέξεις Κλειδιά: Προσαρμογή στη Κλιματική Αλλαγή, ολοκληρωμένο πλαίσιο, ΜΜΕ/
JEL Κωδικοί: M14, M41, Q54.

1. Εισαγωγή

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (ΚΑ) δημιουργούν εύλογους κινδύνους -και περιορισμένες ευκαιρίες- για τις επιχειρήσεις. Οι επιχειρήσεις έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του προβλήματος της ΚΑ και, ως συνέπεια, αναμένεται να αναλάβουν αντίστοιχα σημαντικές πρωτοβουλίες στην αντιμετώπιση του. Στα πλαίσια των σχετικών προσπαθειών τους, οι επιχειρήσεις ωθούνται στην ενσωμάτωση αειφορικών ενδιαφερόντων και στόχων στην ατζέντα διαχείρισης τους. Μεταξύ των πλέον σημαντικών τέτοιων προσπαθειών περιλαμβάνονται και οι δράσεις μετριασμού και προσαρμογής στη ΚΑ με τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη συγκεκριμένων πολιτικών και δράσεων που θα επιτρέψουν τον εντοπισμό, την εκτίμηση και την αντιμετώπιση των κατά περίπτωση διαστάσεων του προβλήματος.

Η Ελληνική επιχειρηματική κοινότητα έχει πρόσφατα ενημερωθεί για τους κινδύνους και τις απειλές που σχετίζονται με τα αέρια του θερμοκηπίου και έχει εμπλακεί σε σχετικές με την ΚΑ πρωτοβουλίες. Περιορισμένος αριθμός, κυρίως μεγάλου μεγέθους μεταποιητικών επιχειρήσεων έχουν προχωρήσει στη λήψη κάποιων πρώιμων μέτρων προσαρμογής στις αναμενόμενες επιπτώσεις της ΚΑ αλλά η μεγάλη πλειοψηφία των επιχειρήσεων παραμένει οριακά πληροφορημένη για το θέμα και τις ιδανικές πρωτοβουλίες οι οποίες θα επιτρέψουν την επιλογή εκείνων των μέτρων που θα μειώσουν τον στρατηγικό, χρηματοδοτικό, και λειτουργικό τους κίνδυνο. Ειδικά οι πολύ μικρές, μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις (για συντομία ΜΜΕ) δεν φαίνεται να αναγνωρίζουν κάποιο ρόλο για τον εαυτό τους στην συλλογική προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος, επικαλούμενες το μικρό τους μέγεθος (Hillary, 2000), το περιορισμένο περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα (Bradford and Fraser, 2008; Revell and Blackburn, 2007) και τα αρνητικά αποτελέσματα που εμφανίζει η ανάλυση κόστους-μεγέθους σε όρους βιωσιμότητας και ανταγωνιστικότητας από την εμπλοκή τους (Hillary, 2000; Revell and Blackburn, 2007).

Αν και η επίκληση αυτή είναι εν μέρει αληθής, υποβαθμίζει την σωρευτική επίδραση που η λειτουργία χιλιάδων ΜΜΕ μπορεί να έχει στο τοπικό ή/και παγκόσμια κλίμα καθώς οι ΜΜΕ θεωρούνται υπεύθυνες για το 60% της διεθνούς παραγωγής CO_2 και το 70% της συνολικής ρύπανσης (Parker et al 2009). Αγνοεί επίσης την αναμφίβολη επίδραση που η ΚΑ θα έχει στις μικρού και μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις. Ακόμη χειρότερα, η επίκληση δεν ακυρώνει τις πιέσεις που τα εξωτερικά ενδιαφερόμενα μέρη όπως η Διοίκηση, οι νομοθέτες, οι χρηματοδοτικοί οργανισμοί, οι πελάτες και προμηθευτές και οι τοπική κοινωνία, αναπόφευκτα θα ασκήσουν στις μη συμμορφούμενες, αδιάφορες ή αντιδραστικές οντότητες. Η αναμενόμενη αύξηση των πιέσεων αλλά και του βαθμού συνθετότητας των πολιτικών μοντελοποίησης, κοστολόγησης, εφαρμογής και δημοσίευσης επιχειρηματικών δράσεων για την αντιμετώπιση της ΚΑ απαιτεί ανάλογη, έγκαιρη και αποτελεσματική εμπλοκή των εταιρικών διοικήσεων. Στη συνέχεια της εργασίας αυτής θα αναπτύξουμε και παρουσιάσουμε ένα τυποποιημένο *ολοκληρωμένο πλαίσιο* σύνθεσης και διαχείρισης των πολλαπλών μεταβλητών και παραμέτρων που απαιτούνται για την επιλογή, εκ μέρους των ανωτέρω στελεχών, της άριστης κατά περίπτωση πολιτικής.

2. Εννοιολογικοί Προσδιορισμοί και Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Στα πλαίσια της παρούσας πρότασης θα χρησιμοποιηθούν οι ορισμοί του IPCC (2007) οι οποίοι ορίζουν ως *δράσεις μετριασμού* τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις μείωσης της παραγωγής, ή αύξησης της απόσυρσης, αερίων του θερμοκηπίου και ως *δράσεις προσαρμογής* τις ρυθμίσεις στις οποίες προβαίνουν τα φυσικά ή ανθρωπογενή συστήματα ώστε να προσαρμοσθούν σε υπαρκτές ή αναμενόμενες κλιματικές μεταβολές προκειμένου να μειώσουν τις αρνητικές και να εκμεταλλευθούν τυχόν θετικές επιπτώσεις τους. Λόγω του μεγέθους και της φύσης των εργασιών τους, οι ΜΜΕ έχουν σημαντικότερο ρόλο και

υψηλότερο ενδιαφέρον για τις δράσεις προσαρμογής παρά για τις δράσεις μετριασμού. Και, αυτό διότι οι δεύτερες έχουν μακροχρόνια και συστημικά αποτελέσματα ενώ οι πρώτες αφορούν και επηρεάζουν άμεσα τη βιωσιμότητα των ασκούντων αυτές επιχειρήσεων. Τέλος, μοντέλα ενσωμάτωσης δράσεων μετριασμού έχουν αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό υποστηρίζοντας συγκεκριμένες εθνικές ή κλαδικές πολιτικές και έχουν ήδη θεσμοθετηθεί ενώ τα ανάλογα μοντέλα για δράσεις προσαρμογής υπολείπονται σημαντικά (Dickinson, 2007; West and Brereton 2013).

Για την κατηγοριοποίηση των οντοτήτων βάσει μεγέθους χρησιμοποιούμε τα αντίστοιχα κριτήρια της Ε.Ε, όπως αυτά ενσωματώθηκαν στην Ελληνική νομοθεσία με τον Ν.4308/14 (Ελληνικά Λογιστικά Πρότυπα, συναφείς ρυθμίσεις και άλλες διατάξεις). Ο νομοθέτης κατηγοριοποιεί τις οντότητες στις εξείς τέσσερις κατηγορίες, πολύ μικρές, μικρές, μεσαίες και μεγάλες, με συμπλεκτική χρήση (δύο εκ των) τριών κριτηρίων, συγκεκριμένα του συνολικού ενεργητικού τους, του καθαρού ύψος κύκλου εργασιών και του μέσου όρου απασχολουμένων κατά τη διάρκεια της λογιστικής περιόδου. Με βάση την ταξινόμηση αυτή, ο ρόλος των ΜΜΕ στην Ελληνική επιχειρηματική πραγματικότητα είναι καταλυτικός όπως αποδεικνύεται στον ακόλουθο πίνακα.

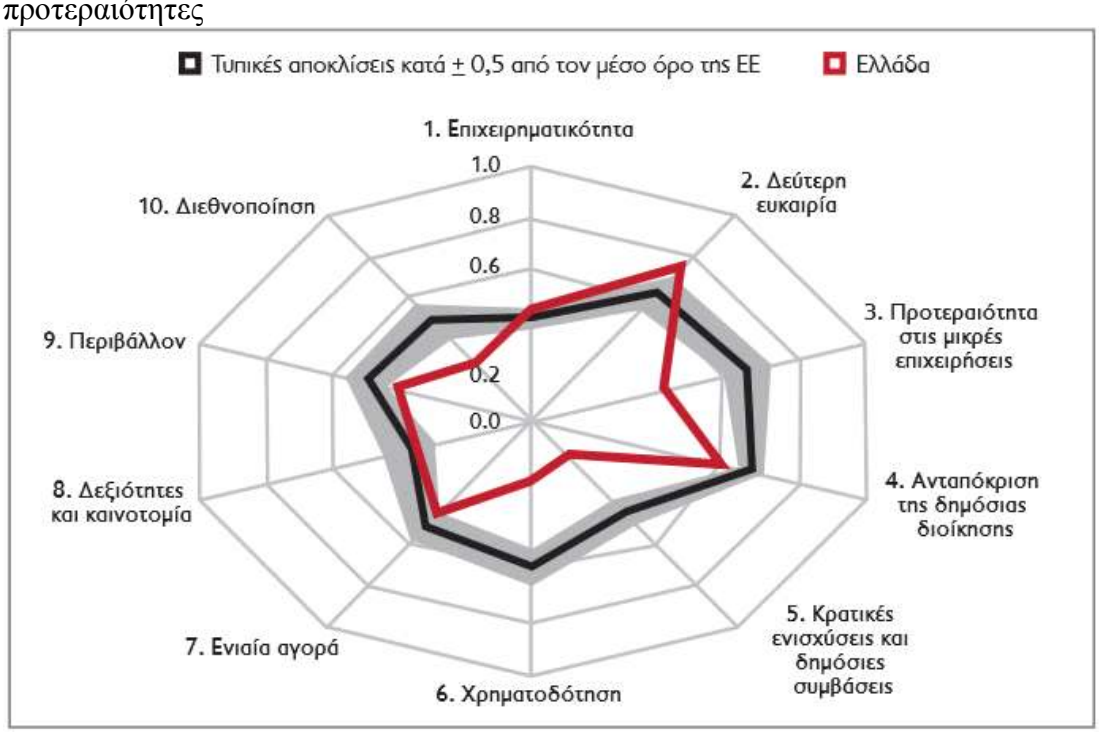
Πίνακας 1: Βασικά μεγέθη Ελληνικών ΜΜΕ-Σύγκριση με αντίστοιχα μεγέθη για ΕΕ.

	Αριθμός επιχειρήσεων			Αριθμός απασχολουμένων			Προστιθέμενη αξία		
	Ελλάδα		ΕΕ27	Ελλάδα		ΕΕ27	Ελλάδα		ΕΕ27
	Αριθμός	Ποσοστό	Ποσοστό	Αριθμός	Ποσοστό	Ποσοστό	€δις	Ποσοστό	Ποσοστό
Πολύ μικρές	513.780	96,7%	92,1%	916.074	54,5%	28,7%	17	34,6%	21,1%
Μικρές	14.978	2,8%	6,6%	282.808	16,8%	20,4%	9	18,1%	18,3%
Μεσαίες	2.301	0,4%	1,1%	227.958	13,6%	17,3%	8	16,3%	18,3%
ΜΜΕ	**531.059**	**99,9%**	**99,8%**	**1.426.840**	**84,8%**	**66,5%**	**34**	**69,0%**	**57,6%**
Μεγάλες	378	0,1%	0,2%	255.413	15,2%	33,5%	15	31,0%	42,4%
Σύνολο	**531.437**	**100,0%**	**100,0%**	**1.682.253**	**100,0%**	**100,0%**	**49**	**100,0%**	**100,0%**

Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή-Επιχειρήσεις και Βιομηχανία, 2014. Δικτυακός τόπος: ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/performance-review/files/countries-sheets/2014/greece_el.pdf

Οι μικρές επιχειρήσεις δεν είναι περιορισμένες εκδοχές των μεγάλων συναδέλφων τους αλλά οντότητες με διαφορετικά χαρακτηριστικά, ανάγκες, περιορισμούς και προτεραιότητες (Hillary 2000). Ειδικότερα οι Ελληνικές ΜΜΕ έχουν χαμηλότερη παραγωγικότητα αλλά υψηλότερη ευελιξία, περιορισμένη - ασύμμετρη πληροφόρηση αλλά υψηλή προσαρμοστικότητα σε κρίσιμες μεταβαλλόμενες συνθήκες, δυσκολίες πρόσβασης σε χρηματοδότηση και άγνοια σύγχρονων χρηματοδοτικών εργαλείων αλλά προσωποπαγείς σχέσεις με τους παρεπόμενους κρίκους στην αλυσίδα αξίας και έντονη ενσωμάτωση στις τοπικές κοινωνίες όπου δραστηριοποιούνται. Οι παραπάνω διαφορές τους από τις αντίστοιχες ΜΜΕ της ΕΕ απεικονίζονται στο ακόλουθο …

Γράφημα 1: Αποκλίσεις των Ελληνικών ΜΜΕ από τις αντίστοιχες της ΕΕ σε σημαντικές προτεραιότητες



Πηγή: ΓΣΕΒΕΕ, 2014. Δικτυακός τόπος: www.gsevee.gr/press/mme_eng.pdf

…και αναδεικνύουν τις προβληματικές περιοχές των Ελληνικών ΜΜΕ με προεξάρχουσες την περιορισμένη πρόσβαση σε χρηματοδότηση(6) και κρατικές ενισχύσεις(5), την χαμηλή ιεράρχηση τους στις εθνικές προτεραιότητες(3) την εσωστρέφεια-αποκοπή τους από το διεθνές γίγνεσθαι(10) και το μειωμένο ενδιαφέρον τους για το περιβάλλον(9).

Η ανάπτυξη ενός *ολοκληρωμένου πλαισίου* το οποίο θα παρέχει μία συνοπτική αλλά ταυτόχρονα συνεκτική προσέγγιση στις διαθέσιμες βέλτιστες δράσεις εταιρικής προσαρμογής στη ΚΑ και αποτίμησης /μείωσης των σχετικών κινδύνων θα παρείχε στις διοικήσεις, ιδίως των ΜΜΕ, ένα πολύτιμο εργαλείο υπέρβασης των επιφυλάξεων τους και ουσιαστικής προληπτικής εμπλοκής τους στη συλλογική προσπάθεια αντί της εκ των υστέρων διοικητικής υποχρέωσης τους σε ανάλογη συμμόρφωση. Ως *ολοκληρωμένο πλαίσιο* ορίζουμε εδώ μία λογική δομή που διαμορφώθηκε προκειμένου να διαγνώσει, κατηγοριοποιήσει, εκτιμήσει και ιεραρχήσει τα πλέον κρίσιμα ζητήματα που αντιμετωπίζει μία οντότητα σε δεδομένη χρονική στιγμή αλλά και να παράσχει συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές ή/και σειρές ενεργειών (πολιτικές) για την αντιμετώπιση των ζητημάτων αυτών. Στόχος ενός τέτοιου πλαισίου είναι να λειτουργήσει ως εργαλείο μείωσης της πολυπλοκότητας και διευκόλυνσης εντοπισμού της άριστης ad hoc λύσης μέσω μίας αφαιρετικής – απλοποιητικής ανάγνωσης και ανασύνθεσης των εμπλεκόμενων παραμέτρων.

Ο ορισμός αυτός διαμορφώθηκε από τη συνένωση ανάλογων ορισμών που χρησιμοποιούνται κυρίως σε τεχνικά εγχειρίδια και επεξηγεί γιατί η ανάγκη χρήσης ενός *ολοκληρωμένου πλαισίου* έχει θετική συσχέτιση με τον αριθμό των παραμέτρων, τους ρυθμούς μεταβολής των, και την πολυπλοκότητα των μηχανισμών που τις συνδέουν και αρνητική συσχέτιση με το μέγεθος και τους πόρους της οντότητας που καλείται να διαχειριστεί αυτή τη σύνθετη πραγματικότητα.

Σύμφωνα με τον Bar-Yam (1997) η πληροφόρηση που απαιτείται για να περιγράψουμε ικανοποιητικά ένα σύστημα είναι το μέτρο της πολυπλοκότητας του. Και βέβαια, η πολυπλοκότητα ενός συστήματος αντιμετώπισης ενός προβλήματος είναι ευθέως ανάλογη

της πολυπλοκότητας του προβλήματος αυτού (Simpson and Simpson, 2005). Αν δεχθούμε τα παραπάνω, στη περίπτωση των δράσεων που απαιτούνται για την εταιρική προσαρμογή στη ΚΑ η συνεκτίμηση πολλαπλών, δυναμικών, διασυνδεδεμένων παραγόντων καθιστά απογοητευτική κάθε απόπειρα απλοποιητικής τυποποίησης των σχέσεων τους και των προσπαθειών ελέγχου του αποτελέσματος τους. Οι πολιτικές προσαρμογής (πρέπει να) είναι διάχυτες σε κάθε διάσταση της διοίκησης μίας οντότητας και συγκεκριμένα:

- στον *στρατηγικό και τακτικό σχεδιασμό*, με σχετική δέσμευση της διοίκησης και πρόβλεψη σχετικών κονδυλίων στον προϋπολογισμό
- τη διαμόρφωση κατάλληλου *χρηματοδοτικού μίγματος*, καθώς η έκθεση σε κίνδυνο δυσκολεύει τη πρόσβαση σε χρηματοδότηση και αυξάνει το μέσο κόστος ξένων κεφαλαίων
- τη διαμόρφωση *επενδυτικού μίγματος*, που σχετίζεται -μεταξύ άλλων- με την επιλογή προϊόντων και τρόπου παραγωγής, ανάδειξη νέων επιχειρηματικών ευκαιριών, θέματα χωροθέτησης και ασφαλείας της επιχείρησης, και την επιλογή προμηθευτών και συνεργατών, και
- τη διαμόρφωση *λειτουργικού μίγματος* σε σχέση με τη συχνότητα και αντικατάσταση του παραγωγικού εξοπλισμού, μεταβολές στο προϊοντικό της μίγμα, ανασχεδιασμό παραγωγής, εκπαίδευση προσωπικού, θέματα ελέγχου και συντήρησης, ανάπτυξη συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης και πιθανή πιστοποίηση τους, συλλογή και αξιοποίηση σχετικών πληροφοριών και δημοσίευση - κοινοποίηση τους σε ενδιαφερόμενα μέρη.

Αναπόφευκτα, οι διοικήσεις των επιχειρήσεων θα αντιμετωπίσουν κάθε δράση προσαρμογής στη ΚΑ των ανωτέρω διαστάσεων σε όρους επενδύσεων και θα χρησιμοποιήσουν τα μόνα εργαλεία αξιολόγησης που γνωρίζουν καλά (καθαρά παρούσα αξία, εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης, χρόνος επανείσπραξης, προεξοφλημένες χρηματοροές, ανάλυση κόστους-οφέλους) για να αποφασίσουν την εμπλοκή ή αποστασιοποίηση τους. Ενώ όμως τα σχετικά κόστη είναι ενδοεταιρικά, σαφή, άμεσα, και μετρήσιμα, τα προσδοκώμενα οφέλη είναι γενικευμένα, μελλοντικά, αβέβαια και μη εύκολα ποσοτικοποιήσιμα. Η παρατήρηση αυτή επιδεινώνεται σημαντικά αν συνεκτιμήσουμε το περιβάλλον έντονης οικονομικής κρίσης μέσα στο οποίο δραστηριοποιούνται οι Ελληνικές ΜΜΕ και το οποίο υπονομεύει τη βιωσιμότητα τους, καθώς και την έλλειψη πρόσβασης σε πληροφόρηση και δυνατότητας ανάλυσης της για τις μεταβολές στα εξωτερικά περιβάλλοντα (θεσμικό, τεχνολογικό, οικονομικό, και κοινωνικό) εντός των οποίων δραστηριοποιούνται. Η υποκίνηση εθελούσιας εμπλοκής των ΜΜΕ λοιπόν σε δράσεις προσαρμογής στη ΚΑ θα ενισχυθεί με αύξηση της σχετικής πληροφόρησης των διοικήσεων τους, μείωση του κόστους υλοποίησης σχετικών πρωτοβουλιών, και ανάδειξη των αναμενόμενων ωφελειών σε χρηματοοικονομικούς και κοινωνικούς όρους. Η δε υλοποίηση των σχετικών πρωτοβουλιών προϋποθέτει διαθεσιμότητα απτών εργαλείων που οι ΜΜΕ να μπορούν να χρησιμοποιήσουν προκειμένου να μετρήσουν, κοστολογήσουν, χρηματοδοτήσουν, και εφαρμόσουν αποτελεσματικά τις σχετικές δεσμεύσεις τους. Η 'συστηματικοποίηση' των ανωτέρω διαδικασιών αποτελεί τη μοναδική θεραπεία στην αύξηση της πολυπλοκότητας των παραγόντων που προσδιορίζουν τις ιδανικές πολιτικές προσαρμογής για κάθε οντότητα.

Το προτεινόμενο πλαίσιο ανήκει στα εργαλεία αυτά. Ως ελάχιστο, θα πρέπει να συμμορφώνεται με τους ισχύοντες νομικούς και λογιστικούς κανόνες και αρχές. Θα πρέπει επίσης να ενσωματώνει τους εθελούσιους καταστατικούς περιορισμούς αλλά και αυτούς που έχουν επιβάλλει στην επιχείρηση εξωτερικοί φορείς όπως οι πιστοποιήσεις της, οι συνεργάτες, οι προμηθευτές ή οι πελάτες της. Θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις δηλωμένες δεσμεύσεις της διοίκησης προς τους επενδυτές και το κοινωνικό σύνολο καθώς και τον τρόπο μέτρησης και κοινοποίησης των επιπτώσεων των δεσμεύσεων αυτών σε όρους κερδοφορίας

και κινδύνου. Και βέβαια, θα πρέπει να συμφιλιώνει όλα τα παραπάνω με την ανάγκη προσαρμογής της οντότητας στη ΚΑ παρέχοντας τις αναγκαίες ελαστικότητες στη διοίκηση της. Η άποψη μας είναι ότι διαφορετικοί τύποι δράσεων προσαρμογής είναι πλέον αποτελεσματικοί και άρα κατάλληλοι για ΜΜΕ με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Η δημιουργία τυπολόγιου με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά και η συνακόλουθη κατηγοριοποίηση των ενδιαφερομένων οντοτήτων θα παρείχε ένα δοκιμασμένο αρχικό πλαίσιο δράσης και θα αύξανε τη δέσμευση τους στην αποδοτική ολοκλήρωση της σχετικής προσπάθειας ενώ ταυτόχρονα θα υποδείκνυε στη Διοίκηση αλλά και σε άλλα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και περιβαλλοντικές ομάδες πίεσης, τις ιδανικές παρεμβάσεις που θα αύξαναν την αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης του κοινού προβλήματος της ΚΑ.

Στην επόμενη παράγραφο περιγράφουμε τον τρόπο συλλογής και το είδος στοιχείων που απαιτούνται για να καταστήσουν εφικτή την παραπάνω πρόταση και ολοκληρώνουμε με μία μεθοδολογία σύνθεσης των χαρακτηριστικών των ΜΜΕ που υποδεικνύει τη βέλτιστη κατά περίπτωση πολιτική προσαρμογής τους στην ΚΑ.

3. Επιλογή δεδομένων και πηγών συλλογής τους

Τα κίνητρα και οι περιορισμοί εμπλοκής των επιχειρήσεων σε δράσεις προστασίας του περιβάλλοντος έχουν μελετηθεί εκτεταμένα, οδηγώντας στη δημοσίευση εκατοντάδων σχετικών άρθρων σε επιστημονικά περιοδικά. Ένα υποσύνολο των μελετών αυτών έχει εστιάσει στον εντοπισμό των συγκεκριμένων κινήτρων και αντικινήτρων που αφορούν τις ΜΜΕ (για μία περιεκτική παράθεση τέτοιων άρθρων που στηρίζονται σε εμπειρικές μελέτες εκατοντάδων διεθνών ΜΜΕ, βλ. Parker et al (2009) σελ.7). Ως ανασταλτικοί για τις ΜΜΕ καταγράφηκαν, μεταξύ άλλων, εσωτερικοί και εξωτερικοί παράγοντες όπως:

- Η έλλειψη πληροφόρησης για το πρόβλημα
- Η έλλειψη πληροφόρησης για τις τεχνικά διαθέσιμες λύσεις
- Η έλλειψη πληροφόρησης για τη σχετική νομοθεσία και νομολογία και τις εξελίξεις ή τάσεις τους
- Η αντίληψη ότι άλλοι είναι υπεύθυνοι για την επίλυση του προβλήματος αυτού (το κράτος, οι μεγάλες επιχειρήσεις, η τοπική κοινωνία, οι ανταγωνιστές)
- Η απροθυμία εμπλοκής σε δράσεις που δεν βελτιώνουν άμεσα την αποδοτικότητα λειτουργίας της επιχείρησης -και τα συνακόλουθα αποτελέσματα χρήσης
- Η μειωμένη κερδοφορία ή/και ρευστότητα ή φόβοι για επιδείνωση των σχετικών μεγεθών λόγω μεταβολών σε εξωτερικούς παράγοντες όπως η ζήτηση ή η φορολογία
- Η σταθερή φύση των σχετικών εξόδων η οποία αυξάνει το νεκρό σημείο και τη λειτουργική μόχλευση της επιχείρησης

Ενώ τα κυρίαρχα κίνητρα εμπλοκής των ΜΜΕ σε σχετικές προσπάθειες ερευνητικά βρέθηκαν να είναι:

- Η ύπαρξη σχετικών διεθνών, εθνικών, τοπικών, ή κλαδικών κανονισμών
- Η ζήτηση ή η απαίτηση για βελτίωση περιβαλλοντικών επιδόσεων από πελάτες, συνεργάτες ή άλλα ενδιαφερόμενα μέρη (stakeholders)
- Κίνητρα οικονομική φύσης όπως επιχορηγήσεις για σχετικές επενδύσεις, φορολογικές εκπτώσεις, μείωση καταναλούμενων πόρων, φθηνότερη χρηματοδότηση, κ.α
- Πρωτογενές ενδιαφέρον της επιχείρησης για το φυσικό περιβάλλον της
- Αντίληψη της ορθής διαχείρισης του περιβάλλοντος ως ενός ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και εργαλείου διαφοροποίησης για το marketing της.

Δεδομένου ότι η παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου και η συνακόλουθη ΚΑ αποτελούν σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα, μπορούμε αναγωγικά να εικάσουμε ότι το ίδιο μίγμα

κινήτρων και περιορισμών, ίσως με διαφορετική σύνθεση, θα καθορίζει τη στάση των ΜΜΕ στην αντιμετώπιση του.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση της καταγραμμένης πραγματικότητας είναι *αναγκαία* συνθήκη εκκίνησης κάθε απόπειρας συστηματοποίησης της σχετικής πληροφόρησης. Για μία σειρά λόγων όμως, που περιγράφονται στη συνέχεια, στην περίπτωση αυτή, δεν είναι και *ικανή* συνθήκη.

- Στην απόλυτη πλειοψηφία τους οι μελετητές έλεγξαν το είδος και την ένταση συσχέτισης μεταξύ *περιορισμένων συγκεκριμένων* ανεξάρτητων μεταβλητών και του βαθμού και είδους επιλεγμένων δράσεων εμπλοκής των ΜΜΕ σε σχετικές προσπάθειες. Η προσέγγιση αυτή δεν επιτρέπει τη διαμόρφωση ενός *ενιαίου ολοκληρωμένου πλαισίου* συνεκτίμησης και στάθμισης πολλαπλών παραγόντων.
- Σε ελάχιστες μόνο περιπτώσεις προηγήθηκε η ανάπτυξη ενός τυπολόγιου των ΜΜΕ με βάση συγκεκριμένα εσωτερικά χαρακτηριστικά τους, τη στιγμή που οι ερευνητές παραδέχονται ότι οι περιορισμοί και οι ιδανικές δράσεις για κάθε περίπτωση συναρτώνται απόλυτα από τα φυσικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των εμπλεκομένων οντοτήτων
- Η συντριπτική πλειοψηφία των διαθέσιμων μελετών εμφαίνει δράσεις μετριασμού και όχι προσαρμογής, αν και ελάχιστες προχωρούν ρητά σε σχετική διάκριση
- Επίσης, η απόλυτη πλειοψηφία των μελετών αφορά μελέτη του προβλήματος μέσα σε κλαδικούς ή γεωγραφικούς περιορισμούς
- Οι δράσεις μετριασμού είναι κεντρικά κατευθυνόμενες (top-down) και με ποσοτικοποιήσιμα, σε φυσικούς και οικονομικούς όρους, αποτελέσματα, και άρα γενικεύσιμες. Οι δράσεις προσαρμογής είναι προσαρμοσμένες στις τοπικές και εταιρικές ιδιομορφίες (bottom-up) και με μη ποσοτικοποιήσιμα αποτελέσματα
- Δεν εντοπίσθηκε κανένα άρθρο που να μελετά εμπειρικά το θέμα της ΚΑ σε σχέση με τις Ελληνικές ΜΜΕ (τελευταίος έλεγχος στο scholar.google.com 15/10, λέξεις κλειδιά: climate change, [and] adaptation, [and] Greek SMEs)

Με βάση τα παραπάνω, η προσπάθεια ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου πλαισίου για την προσαρμογή των Ελληνικών ΜΜΕ στη κλιματική αλλαγή θα πρέπει να ξεκινήσει με συλλογή στοιχείων για τις εκτιμώμενες κλιματικές μεταβολές σε κάθε περιοχή. Το IPCC, αλλά και διάφορες μελέτες, κλαδικές όπως η PESETA (2009) και περιφερειακές όπως η Garnaut (2008) παρέχουν εκτιμήσεις σε εποχική και τοπική ανάλυση, για μία σειρά κλιματικών μεταβλητών που περιλαμβάνουν θερμοκρασία, νεφοκάλυψη, υετό, και ένταση ανέμων. Η παρουσίαση των δεδομένων γίνεται πλέον σε ανάλυση τετραγωνικού χιλιομέτρου, ή και μεγαλύτερη, και αφορά εναλλακτικά σενάρια (χείριστο, βέλτιστο, πλέον πιθανό) *χωρίς* συνεκτίμηση δράσεων μετριασμού (Α) και *με* σχετική συνεκτίμηση (Β), σε βάθος εκατονταετίας. Ταυτόχρονα, το IPCC (2014) παραθέτει διαθέσιμες πολιτικές προσαρμογής στη ΚΑ των επηρεαζομένων οντοτήτων. Επιπλέον, η σχετική μελέτη της Τράπεζας της Ελλάδος (2011) παρουσιάζει εμπεριστατωμένα τις προβλεπόμενες κλιματικές και περιβαλλοντικές μεταβολές για πλειάδα σημαντικών κλάδων της ελληνικής οικονομίας, αποτιμά το κόστος των μεταβολών και προεκτιμά το κόστος των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή σε κλαδικό επίπεδο. Πολλοί άλλοι φορείς έχουν εκπονήσει και διαθέτουν στο διαδίκτυο αντίστοιχες μελέτες για τα προβλήματα ανά περιοχή, ανά κλάδο, και ανά βαθμό τρωτότητας (ενδεικτικά EEA 2012, Ciscar et al 2010). Αντίστοιχα, οι παραπάνω (IPCC, PESETA) -αλλά και πολλές άλλες- μελέτες προτείνουν θεωρητικά, ή καταγράφουν πραγματικά, μοντέλα προσαρμογής που αποδείχθηκαν αποτελεσματικά σε συγκεκριμένες περιπτώσεις (για ένα συμπίλημα τέτοιων μοντέλων, βλ. Dickinson 2007).

Οι περιφερειακές ΜΜΕ ωστόσο παραβλέπουν όλα τα παραπάνω. Αδιαφορούν ή υποβαθμίζουν το θέμα της ΚΑ και τους κινδύνους που αυτό μπορεί να επιφέρει στη ομαλή

λειτουργία τους και αγνοούν τις τεχνολογικά διαθέσιμες δράσεις προσαρμογής των και μείωσης των κινδύνων αυτών. Και βέβαια τα στελέχη τους δεν έχουν την αναγκαία εκπαίδευση ή πείρα επιλογής και σύνθεσης των κρίσιμων χαρακτηριστικών που θα υποδείξουν την ιδανική κατά περίπτωση πολιτική. Κάθε απόπειρα εμπλοκής τους λοιπόν θα πρέπει να ξεκινήσει με τη συλλογή, φιλτράρισμα, και διάθεση με μηδαμινό κόστος, στις ενδιαφερόμενες οντότητες της αναγκαίας πληροφόρησης.

- Η Διοίκηση μπορεί να αναλάβει την παρακολούθηση των κλιματικών δεδομένων και εκτιμήσεων βάσει των κυρίαρχων μοντέλων και την διαθεσιμότητα ενήμερων τέτοιων στοιχείων σε περιφερειακό επίπεδο ή σε διοικητικές υποδιαιρέσεις όπως οι φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης.
- Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος και τα ενδιαφερόμενα Πανεπιστήμια μπορούν να δημιουργήσουν βάσεις δεδομένων με τις καταγραμμένες επιπτώσεις των διαφόρων κλιματικών σεναρίων στις φυσικές και ανθρωπογενείς υποδομές και δραστηριότητες καθώς και τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές αντιμετώπισης των επιπτώσεων αυτών με χρήση των προαναφερθεισών διεθνών μελετών ή υλοποίηση νέων. Οι ίδιοι φορείς μπορούν να ολοκληρώσουν και μελέτες εκτίμησης εμφάνισης των σχετικών κινδύνων (risk assessment) ανά περιοχή
- Το Υπουργείο Οικονομίας, Υποδομών και Τουρισμού, σε συνεργασία με την Ένωση Ελληνικών Τραπεζών και την Ένωση Ασφαλιστικών Εταιρειών Ελλάδος μπορούν να προχωρήσουν στη διαμόρφωση και τυποποίηση ενός πλέγματος οικονομικών ενισχύσεων και προϊόντων, προσαρμόσιμων στα ειδικά χαρακτηριστικά και τις ανάγκες των ενδιαφερομένων επιχειρήσεων. Τα ευρύτερης εφαρμογής κίνητρα μπορούν να περιληφθούν ως αυτοτελής κατηγορία πράξεων στον υπό σύνταξη νέο επενδυτικό νόμο, υποκινώντας και ενισχύοντας επιχειρηματικές επενδύσεις προσαρμογής στην ΚΑ
- Οι κλαδικές Ομοσπονδίες, Σύνδεσμοι, ή Ενώσεις (ΣΕΒ, ΣΕΤΕ, ΕΕΤ, ΠΑΣΕΓΕΣ ΣΑΤΕ, κλπ) μπορούν να παρακολουθούν τις εξελίξεις σε όρους εμφανιζόμενων προβλημάτων και προτεινόμενων λύσεων σε διεθνές επίπεδο για *τον κλάδο ενδιαφέροντος τους* και να ενημερώνουν / εκπαιδεύουν περιοδικά τα μέλη τους ή και να εκπονήσουν προτάσεις διαχείρισης των επιπτώσεων της ΚΑ σε εθνικό-περιφερειακό επίπεδο συνεκτιμώντας τα ειδικά χαρακτηριστικά και ιδιομορφίες
- Τα τοπικά επιμελητήρια, οι τοπικές ενώσεις δήμων και τα γραφεία ανάπτυξης της νομαρχιακής αυτοδιοίκησης, οι τοπικοί γεωργικοί συνεταιρισμοί και ενώσεις επαγγελματιών, μπορούν να λειτουργήσουν ως εστιακά σημεία στα οποία θα απευθύνονται οι ενδιαφερόμενοι για να συλλέξουν την πλέον αξιόπιστη και σχετική με την περίπτωση τους πληροφόρηση. Η προσαρμογή της γενικής πληροφορίας σε τοπικό και κλαδικό επίπεδο θα πάρει τη μορφή ενός πίνακα που θα παραθέτει κλιματικές μεταβολές, επιπτώσεις και Δράσεις προσαρμογής όπως στον Πίνακα 2.

Τα παραπάνω, αν και καινοτόμα για την Ελλάδα, αποτελούν κοινό τόπο σε πολλές χώρες ή περιοχές του εξωτερικού (βλ.ενδεικτικά http://www.adaptationscotland.org.uk/3/99/0/SME-Info-Notes--Helping-small-business-meet-its-climate-change-challenge.aspx) Μία μεθοδολογία σύνθεσης όλων των παραπάνω πληροφοριών σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο παρουσιάζεται στη συνέχεια. Με χρήση συγκεκριμένων κριτηρίων από την προαναφερθείσα αρθρογραφία προτείνουμε τη διαμόρφωση ενός τυπολόγιου των ΜΜΕ βάσει της παραδοχής ότι τα κοινά χαρακτηριστικά των επιχειρήσεων στο εσωτερικό κάθε κατηγορίας θα διασφαλίζουν εν πολλοίς κοινούς αντιληπτούς περιορισμούς, κοινά κίνητρα εμπλοκής, κοινές βέλτιστες πρακτικές προσαρμογής στη ΚΑ και κοινούς τύπους κατάλληλων οικονομικών ενισχύσεων.

Πίνακας 2: Ενδεικτικές Κλιματικές μεταβολές /Επιπτώσεις / Δράσεις προσαρμογής

Κλιματικές μεταβολές	Επιπτώσεις	Δράσεις προσαρμογής
Αύξηση μέσης θερμοκρασίας	Θερμοπληξία φυτών	Ανθεκτικά σε θερμοκρασία-ξηρασία φυτά
	Θερμοπληξία ζώων	Προσαρμογή οργανικ αποθέματος εδάφους
	Λιώσιμο χιονιού	Μεταβολή υποδομών χιον-κού κέντρου
	Αυξημένη κατανάλωση νερού	Συστήματα ανακύκλησης νερού-στάγδην
	Αύξηση κατ/νης ενέργειας(κλιματιστικά)	Βιοκλιματικές κατασκευές
	Μείωση αποθέματος ιχθύων	Χρήση ΑΠΕ
	Αύξηση εισβολικών ειδών-ευτροφισμός	Ανάπτυξη ελεγχόμενων υδατοκαλλιεργειών
	……..	……..
Αύξηση επιπέδου θάλασσας	Διάβρωση παράκτιων περιοχών	Ανέγερση φραγμάτων-φρακτών
	Καταστροφή παραθαλάσσιων υποδομών	Μετακίνηση υποδομών
	Αλάτωση (salination) εδάφους	Χρήση φυτών ανθεκτικών σε αλμυρότητα
	Υφαλμήρωση υπόγειου/πόσιμου νερού	Χρήση συστημάτων αφαλάτωσης
	Αυξημένη πιθανότητα καταιγίδων	Συστήματα έγκαιρης ειδοποίησης
	…….	…….
Μεταβολή στην εποχικότητα	Ακατάλληλες αγροτ.καλλιεργειες	Επιλογή νέων κατάλληλων καλλιεργειών
	Καταστροφή καλλιεργειών	Βελτίωση συστ. πρόβλεψης καιρού
	Μεταβολές στη τουριστική περίοδο	Επανατοποθέτηση τουρ.προιόντος
	……	……

Πηγή: Συγγραφέας. Προσαρμοσμένο από διαθέσιμους πίνακες στο www.weadapt.org. Τα στοιχεία δεν είναι εξαντλητικά και οι δράσεις προσαρμογής ανά σειρά δεν αντιστοιχούν στις επιπτώσεις

4. Μεθοδολογία σύνθεσης: το προτεινόμενο πλαίσιο

Το τυπολόγιο που προτείνεται στη θεωρητική αυτή προσέγγιση στηρίζεται στη παραδοχή ότι η τελική στάση κάθε οντότητας απέναντι στην ΚΑ είναι συνάρτηση της αντίληψης της για τις αναμενόμενες επιπτώσεις και της ικανότητας της να επενδύσει στη διαχείριση των επιπτώσεων αυτών. Όσον αφορά το κριτήριο της αντίληψης (Α), οι επιχειρήσεις μπορούν να αντιληφθούν την ΚΑ ως:

- Άμεση, βέβαια, και έντονη απειλή για τη βιωσιμότητα τους (A_{-2}), ή
- Μακροπρόθεσμη, πιθανή, και περιορισμένη απειλή για τη βιωσιμότητα τους (A_{-1}), ή
- Ευκαιρία επανατοποθέτησης ή/και διαφοροποίησης του προϊόντικού τους μίγματος, ανάπτυξης καινοτομιών, και αντιμετώπισης του ανταγωνισμού (A_{+1})

Όσον αφορά το κριτήριο της διαχείρισης της προσαρμογής στη ΚΑ, η ταξινόμηση είναι ευθεία συσχέτιση της χρηματοοικονομικής κατάστασης κάθε επιχείρησης (F). Και εδώ, μπορούμε να αναγνωρίσουμε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Ζημιογόνες, ή λειτουργούσες στο νεκρό σημείο, επιχειρήσεις (F_{-1})
- Οριακά κερδοφόρες, εκτεθειμένες σε υψηλή χρημ/κή μόχλευση, με ασταθή ζήτηση (F_0)
- Κερδοφόρες, εκτεθειμένες σε χαμηλό δανεισμό (F_{+1})

Προφανώς αναγνωρίζουμε ότι οι ΜΜΕ είναι πολυδιάστατες οντότητες και η πλήρης τυποποίηση τους θα απαιτούσε περισσότερους από δύο άξονες. Ομοίως, στο εσωτερικό κάθε κριτηρίου θα μπορούσε κάποιος να αναγνωρίσει περισσότερες από τις τρεις κατηγορίες που προτείνουμε. Τέλος, ο καθορισμός των ιδανικών δεικτών και τιμών-στόχων για την ένταξη επιχείρησης σε μία από τις διαθέσιμες κατηγορίες, απαιτεί πρόσθετες διεργασίες. Όπως κάθε μοντέλο όμως, έτσι και αυτό εκφράζει μία απλοποιημένη αναπαράσταση μίας σύνθετης πραγματικότητας. Η επιβάρυνση του με πρόσθετους άξονες και κατηγορίες ανά άξονα θα δικαιολογούνταν μόνο αν το όφελος από τις προσθήκες αυτές υπερκάλυπτε το πρόσθετο κόστος ανάπτυξης και χρήσης του μοντέλου ενώ δείκτες και τιμές-στόχοι μπορούν να

προταθούν μόνο σε μία ad hoc εφαρμογή του πλαισίου. Ο ισχυρισμός της παρουσίασης αυτής είναι ότι η εμπλοκή των ΜΜΕ σε δράσεις προσαρμογής στη ΚΑ θα είναι πιο επιτυχημένη αν τους προταθούν εγκαίρως οι ιδανικότερες πολιτικές παρέμβασης και επιλογές χρηματοδότησης με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά τους. Η σύνθεση των κατηγοριών των δύο αξόνων παράγει το τυπολόγιο που έχει τη μορφή του Πίνακα 3:

Πίνακας 3: Τυπολόγιο των ΜΜΕ βάσει της χρημ/κής κατάστασης τους και της αντίληψης τους για την ΚΑ

		Αντίληψη της Κ.Α. από τις επιχειρήσεις		
		Υψηλός κίνδυνος	Χαμηλός κίνδυνος	Ευκαιρία
Χρηματο-οικονομική κατάσταση	Ζημιογόνες	A_{-2} F_{-1}	A_{-1} F_{-1}	$A+_{1}$ F_{-1}
	Οικονομικά πιεσμένες	A_{-2} F_{0}	A_{-1} F_{0}	$A+_{1}$ F_{0}
	Κερδοφόρες	A_{-2} F_{+1}	A_{-1} F_{+1}	$A+_{1}$ F_{+1}

Πηγή: Συγγραφέας

Από τη σύνθεση των δύο τελευταίων πινάκων διαμορφώνεται το τελικό προτεινόμενο τυπολόγιο που έχει τη μορφή του Πίνακα 4:

Πίνακας 4: Αντιστοίχιση δράσεων και οικονομικών κινήτρων με τύπους των ΜΜΕ

	Δράσεις προσαρμογής							**Οικονομικά κίνητρα**			
Τύποι ΜΜΕ	Δράση 1	Δράση 2	Δράση 3	Δράση 4	Δράση 5	Δράση 6	….	Επιχορή -γηση	Χαμηλότοκος δανεισμός	Φορολογ Κίνητρα	Αλλα ……
A_{-2} F_{-1}	V	V		V				€			
A_{-1} F_{-1}		V				V		€			
$A+_{1}$ F_{-1}	V		V			V		€	€		
A_{-2} F_{0}		V	V	V				€			
A_{-1} F_{0}	V		V		V				€		
$A+_{1}$ F_{0}			V		V					€	
A_{-2} F_{+1}		V		V		V			€	€	
A_{-1} F_{+1}		V	V		V	V			€	€	
$A+_{1}$ F_{+1}	V	V		V	V	V				€	€

Πηγή: Συγγραφέας. Η σειρά των συμβόλων είναι τυχαία και, στη πράξη, καθορίζεται από τις επιλεγείσες δράσεις

Οι προτεινόμενες δράσεις προσαρμογής για κάθε τύπο επιχείρησης ενημερώνονται κατά περίπτωση από τις διαθέσιμες στον Πίνακα 2 δράσεις και τα οικονομικά κίνητρα από τον κατάλογο διαθέσιμων ενισχύσεων. Προφανώς το εθελούσιο της εμπλοκής του επιχειρηματία σε δράσεις προσαρμογής επιτρέπει, αλλά δεν επιβάλλει, την συνεκτίμηση των προτάσεων του Πίνακα 4. Παρέχει ωστόσο έναν οδηγό επιλογής των διαθέσιμων βέλτιστων δράσεων και των τρόπων χρηματοδότησης τους, στερώντας τους φορείς των ΜΜΕ από ένα ισχυρό άλλοθι μη συμμόρφωσης και αδιαφορίας αντιμετώπισης του κοινού προβλήματος της ΚΑ.

5. Συμπεράσματα

Οι ΜΜΕ έχουν μία πολλαπλότητα χρημ/κών αλλά και μη-οικονομικών κινήτρων για να εμπλακούν στη διαχείριση της επελαύνουσας ΚΑ. Η διαχείριση αυτή μπορεί να επιδιωχθεί με δράσεις μετριασμού των επιπτώσεων της λειτουργίας τους ή/και με δράσεις προσαρμογής στις νέες συνθήκες που η ΚΑ παράγει, και, για λόγους που εξηγήθηκαν παραπάνω, κυρίως τις δεύτερες όσον αφορά τις ΜΜΕ. Η πραγματικότητα ωστόσο εμφανίζει περιορισμένα καταγραμμένα παραδείγματα αποτελεσματικής εμπλοκής των ΜΜΕ σε σχετικές προσπάθειες και ακόμη λιγότερα στη περίπτωση της Ελλάδας. Εκτεταμένος αριθμός εμπειρικών μελετών έχει εντοπίσει τα κυρίαρχα κίνητρα και φραγμούς εμπλοκής των ΜΜΕ στην περιβαλλοντική διαχείριση υποσύνολο της οποίας είναι η ΚΑ. Οι μελέτες αυτές έχουν προστιθέμενη αξία για επιχειρήσεις με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που λειτουργούν σε περιοχές με συγκεκριμένα περιβαλλοντικά προβλήματα, δεν επιτρέπουν όμως τη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου που να καλύπτει τις ανάγκες συναφούς μεγέθους αλλά ετερόκλιτων οντοτήτων.

Στη παρούσα θεωρητική προσέγγιση ισχυριζόμαστε ότι τα ενδιαφερόμενα μέρη μπορούν να διατάξουν τις επιχειρήσεις σε ένα τυπολόγιο, ένα συνεχές με κριτήρια την αντίληψη τους για την ΚΑ και τις χρημ/κές τους επιδόσεις. Ισχυριζόμαστε επίσης ότι γειτονικές επιχειρήσεις επί του συνεχούς αυτού θα μοιράζονται συναφείς αντιλήψεις όσον αφορά κίνητρα και αντικίνητρα εμπλοκής και θα ωφεληθούν από κοινές βέλτιστες πρακτικές προσαρμογής στη ΚΑ και κοινούς τύπους οικονομικών ενισχύσεων. Άρα, η ανάπτυξη από την Διοίκηση ενός ενιαίου πλαισίου κινήτρων για όλους θα ήταν τόσο αναποτελεσματική όσο το να αφεθούν οι τοπικές ΜΜΕ να αυτοσχεδιάσουν την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Η Διοίκηση θα πρέπει να θέσει τα κάτω όρια συμμόρφωσης, να ενισχύσει τους σχετικούς ελεγκτικούς μηχανισμούς, να συγκεντρώνει, επεξεργάζεται, και διαθέτει στις ΜΜΕ την αναγκαία για λήψη αποφάσεων πληροφόρηση, και τέλος να αναδείξει τα μακροπρόθεσμα οφέλη από την αξιοποίηση της. Οι δε επιχειρήσεις θα πρέπει να ενημερωθούν, εκπαιδευθούν, και καθοδηγηθούν στην πλέον αποδοτική αξιοποίηση των παραπάνω εργαλείων συμμετέχοντας και εμπλουτίζοντας τα σε τοπικό, κλαδικό, ή εταιρικό επίπεδο και, αφού εντοπίσουν τη θέση τους στο τυπολόγιο να εστιάσουν στις καταλληλότερες για τη περίπτωση τους δράσεις και στο ιδανικό μίγμα χρηματοδότησης των δράσεων αυτών που το ολοκληρωμένο πλαίσιο υποδεικνύει. Το πρόβλημα της ΚΑ είναι πολυδιάστατο και συστημικό. Η αντιμετώπιση του δεν επιτρέπει η κάθε επιχείρηση να περιοριστεί στο τμήμα του προβλήματος που αυτή αντιλαμβάνεται ως σημαντικό αλλά να συμμετάσχει σε μία αντίστοιχα σύνθετη, μαζική, και συστηματική προσπάθεια διαχείρισης του.

Βιβλιογραφία

Bar-Yam, Y. (1997). Dynamics of Complex Systems. Ed:Perseus Books, Reading, MA

Bradford J, and Fraser E. G. (2008). Local authorities, climate change and small and medium enterprises: identifying effective policy instruments to reduce energy use and carbon emissions. Corporate Social Responsibility and Environment Management, 15(3), 156-172.

Ciscar, J.C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabó, L., Van Regemorter, D., Amelung,B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O.B., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C.M., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J., and Soria, A. (2010) Physical and economic consequences of climate change in Europe. PNAS Proccedings. USA. Available from http://www.pnas.org/content/108/7/2678.full.pdf (10/15/2015)

Dickinson, T. (2007). The Compendium of Adaptation Models for Climate Change: First Edition, Adaptation and Impacts Research Division, Environment Canada.

EEA (European Environment Agency). (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. Available from http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012 (10/15/2015)

Hillary R. (2000). Small and Medium-sized Enterprises and the Environment Greenleaf Publishing, Sheffield, UK.

Garnaut, R. (2011). Garnaut Climate Change Review. Available from http://www.garnautreview.org.au/update-2011/garnaut-review-2011.html (10-10-2015)

IPCC (2007). IPCC Forth Assessment Report-Climate Change. Available from https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm (10/15/2015)

IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Available from http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2 (17/10/2015)

Parker C.M., Redmond J., and Simpson M. (2009). A review of interventions to encourage SMEs to make environmental improvements. Environment and Planning C, 27(2), 279-301 doi:10.1068/c0859b

PESETA research project (Final report). (2009). Climate change impacts in Europe. Juan-Carlos Ciscar (Editor). Spain. Available from http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=2879 (1/2010)

Revell A, and Blackburn R. A. (2007). The business case for sustainability? An examination of small firms in the UK's construction and restaurant sectors. Business Strategy and the Environment,16(6), 404-420

Simpson J.J. and Simpson M.J. (2005). System Integration Frameworks. INCOSE. Available from http://systemsconcept.org/static_files/2005/INCOSE05_SIF.pdf on 10/13/2015

Τράπεζα της Ελλάδος . (2011). Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Αθήνα. Available from http://www.bankofgreece.gr/BogEkdoseis/%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%B7%CF%82_%CE%95%CE%BA%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7.pdf (12/10/2015)

West J. and Brereton D. (2013). Climate change adaptation in industry and business: A framework for best practice in financial risk assessment, governance and disclosure. National Climate Change Adaptation Research Facility. Gold Coast, Australia.

Η αξιολόγηση των αντιλήψεων της τοπικής κοινωνίας σχετικά με τη συμβολή των Μικρών και Μεσαίων Επιχειρήσεων (ΜΜΕ) στην αειφόρο ανάπτυξη

Νικολάου Ι.Ε.[*], Τζόουνς Ν.[**] , Σκουλούδης Α.[***] & Ευαγγελινός Κ.[***] [*]

[*] *Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Βας. Σοφίας 12, 67100.*

[**]*Τμήμα Γεωγραφίας, Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ηνωμένο Βασίλειο.*

[***] *Εργαστήριο Επιχειρησιακής Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

[****] *Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Λόφος Πανεπιστημίου, 81100, Μυτιλήνη.*

Περίληψη

Η σχετική αρθρογραφία για την αειφόρο επίδοση των ΜΜΕ πολλαπλασιάζεται τελευταία με ιδιαίτερα μεγάλη ένταση. Αυτό οφείλεται κυρίως στο μεγάλο μερίδιο που κατέχουν στο σύνολο της επιχειρηματικής κοινότητας και την ιδιαίτερη συμβολή τους σε ζητήματα οικονομικής ανάπτυξης, περιβαλλοντικής διατήρησης και κοινωνικής ισότητας. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις που φαίνεται ότι οι τοπικές κοινωνίες αντιμετωπίζουν τις ΜΜΕ με σκεπτικισμό κυρίως για αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και στην κοινωνική ζωή. Οι τοπικές κοινωνίες δείχνουν σε αρκετές περιπτώσεις χαμηλή εμπιστοσύνη στη λειτουργία των επιχειρήσεων. Αυτό το άρθρο έχει στόχο να διερευνήσει την αντίληψη των τοπικών κοινωνιών για τη συμβολή των ΜΜΕ στην αειφόρο ανάπτυξη. Ειδικότερα, θα αναπτυχθεί μεθοδολογία για τον εντοπισμό της αντίληψης των τοπικών κοινωνιών για το ρόλο των ΜΜΕ στην τοπική οικονομική πρόοδο, την προστασία του τοπικού φυσικού περιβάλλοντος και τα κοινωνικής συνοχής κάτω από τις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται από την παγκόσμια οικονομική κρίση. Μια εφαρμογή της μεθοδολογία θα πραγματοποιηθεί στην περιοχή του Ασωπού στη Βοιωτία. Η εξεταζόμενη περιοχή έχει θεωρηθεί ως ιδιαίτερα υποβαθμισμένη περιβαλλοντικά τόσο από τις τοπικές κοινωνίες όσο και από μια σειρά επιστημόνων, μέσων επικοινωνίας και κρατικών οργανισμών ελέγχου. Η μεθοδολογία βασίζεται στην άντληση πληροφοριών διαμέσου ερωτηματολογίων που διακινήθηκαν στην τοπική κοινωνία και σε επεξεργασία αυτών των πληροφοριών με στατιστικά τεστ.

Λέξεις Κλειδιά: Ασωπός ποταμός, εταιρική περιβαλλοντικό μάνατζμεντ, εταιρική αειφορία, εταιρική κοινωνική ευθύνη.

JEL Κωδικοί: Q01, Q50, Q56, Q59.

1. Εισαγωγή

Οι ΜΜΕ συστήνουν το 99% του συνολικού αριθμού των επιχειρήσεων και είναι υπεύθυνες για το 70% των συνολικών ρύπων (Hillary, 2004; Walker and Preuss, 2008). Επιπρόσθετα, οι ΜΜΕ απασχολούν ένα μεγάλο αριθμό απασχολούμενων και βοηθούν τις τοπικές κοινωνίες στην ανάπτυξη, ενώ ενδυναμώνουν το τοπικό ΑΕΠ. Αρκετοί επιστήμονες έχουν εστιάσει στην εξέταση της συμπεριφοράς των ΜΜΕ σε ποίκιλα θέματα αειφόρου ανάπτυξης (von Malmborg, 2003; Lawrence *et al.*, 2006). Williamson *et al.* (2006) εντόπισε ότι οι ΜΜΕ υιοθέτησαν αειφορικές πρακτικές περισσότερο ως συμμόρφωση με τις κρατικές ρυθμίσεις παρά ως εθελοντική πρακτική που θα αποδώσει οφέλη στην επιχείρηση. Ωστόσο, η σχετική βιβλιογραφία παρέχει σημαντικές κινητήριες ομάδες να εξηγήσουν της τάσεις των ΜΜΕ να υιοθετήσουν αειφορικές πρακτικές όπως είναι η μείωση του κόστους, η ανάπτυξη

νέων καινοτομιών, βελτίωση της φήμης και αύξηση των χρηματικών οφελών (Lewitz and Hansen, 2014).

Η επίδραση των ΜΜΕ στην αειφορική κατάσταση των τοπικών κοινωνιών κερδίζει ένα διαφορετικό ενδιαφέρον. Walker and Preuss (2008) υποστηρίζει οι ΜΜΕ παρέχουν προστιθέμενη αξία στις τοπικές κοινωνίες και την τοπική οικονομία κυρίως στις περιπτώσεις όπου οι τοπικές αρχές σχεδιάζουν προοδευτικές πολιτικές. Αυτό θα μπορούσε να υλοποιηθεί με την ενσωμάτωση αειφορικών κριτηρίων στις προμήθειες των τοπικών αρχών ώστε να παροτρυνθούν οι ΜΜΕ να υιοθετήσουν συγκεκριμένες αειφορικές στρατηγικές.

Το άρθρο αυτό σκοπεύει να εξετάσει την αντίληψη των πολιτών της τοπικής κοινωνίας σχετικά με τη συμβολή των ΜΜΕ στην τοπική αειφορία ανάπτυξη. Ειδικότερα, μια έρευνα διεξάγεται σε μια ιδιαίτερα περιβαλλοντικά υποβαθμισμένη περιοχή όπως είναι η περιοχή του ποταμού Ασωπού στη Βοιωτία όπου μεγάλη κριτική υπάρχει από τις τοπικές κοινωνίες. Στην περιοχή ανιχνεύονται μεγάλες ποσότητες εξασθενούς χρώμιου και σε μεγαλύτερο ποσοστό από τα επιτρεπτά όρια. Οι συγκεντρώσεις αυτών των χημικών στοιχείων πέρα των θεμάτων υγείας που προκαλούν στις τοπικές κοινωνίες αλλά και θέματα φήμης για την περιοχή που αντανακλά στη μείωση των πωλήσεων αγροτικών προϊόντων.

Το υπόλοιπου του άρθρου διακρίνεται σε τέσσερις ενότητες. Η επόμενη ενότητα περιλαμβάνει μια σύντομη βιβλιογραφική επισκόπηση για να αποσαφηνιστούν ζητήματα που αφορούν τους τρόπους με τους οποίους οι επιχειρήσεις συνεισφέρουν στην αειφόρο ανάπτυξη και να αποκαλυφθούν για το πως αντιλαμβάνονται οι τοπικές κοινωνίες τη σχέση αυτή. Η τρίτη ενότητα παρουσιάζει τη μεθοδολογία της έρευνας το οποίο χρησιμοποιεί στοιχεία που αντλούνται με ερωτηματολόγια. Η τέταρτη ενότητα αναλύει τα αποτελέσματα και η τελευταία ενότητα περιλαμβάνει στα συμπεράσματα.

2. Θεωρητικό υπόβαθρο

Οι ΜΜΕ θεωρούνται οι επιχειρήσεις που απασχολούν λιγότερους από 250 εργαζόμενους. Υπολογίζεται ότι αυτού του τύπου οι επιχειρήσεις προσφέρουν περισσότερο από το 50% του συνόλου των απασχολούμενων (Kerr, 2006). Ωστόσο, αρκετοί συγγραφείς υποστηρίζουν ότι οι ΜΜΕ ευθύνονται για την περιβαλλοντική και την κοινωνική υποβάθμιση. Για αυτό το λόγο, αρκετές αειφορικές και κοινωνικές εταιρικές στρατηγικές των ΜΜΕ προτείνονται για να τις διευκολύνουν ώστε να εντοπίσουν νέες ευκαιρίες τόσο σε εσωτερικό όσο και εξωτερικό επίπεδο. Perrini (2006) προτείνει στρατηγικές εταιρικής κοινωνικής ευθύνης που θα μπορούσε να διαμορφώσει τις κατάλληλες συνθήκες για τις ΜΜΕ να κερδίσουν ταυτόχρονα εσωτερικά οφέλη (λ.χ. μείωση του κόστους βελτίωση της παραγωγικότητας και καινοτομίες) και εξωτερικά οφέλη (λ.χ. καλύτερη πρόσβαση στην αγορά και ανάπτυξη της τοπικής κοινωνίας). Uhlaner *et al.* (2004) θεωρούν ότι η περιβαλλοντικές και κοινωνικές στρατηγικές που εφαρμόζουν οι ΜΜΕ θα επιφέρουν οφέλη στην τοπική οικονομία όπως είναι η αύξηση του τοπικού ΑΕΠ, την βελτίωση της ευημερίας των εργαζομένων και δημιουργούν προϋποθέσεις άμεσα ή έμμεσα για νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Ανεξάρτητα από τις οικονομικές επιδράσεις, η υιοθέτηση περιβαλλοντικών και κοινωνικών στρατηγικών από τις ΜΜΕ ίσως να βελτιώσουν την ποιότητα των τοπικών φυσικών πόρων και της υγείας των πολιτών.

Ένα σημαντικό εμπόδιο που αντιμετωπίζουν οι ΜΜΕ ώστε να επενδύσουν τα περιβαλλοντικές και κοινωνικές στρατηγικές είναι ότι οι μάνατζερ/ ιδιοκτήτες είναι ενήμεροι για τις επιπτώσεις των επιχειρήσεων στους φυσικούς πόρους και στην κοινωνία. Η πλειοψηφία έχει δείξει ότι μάνατζερ/ ιδιοκτήτες θεωρούν μετριασμένες τις επιπτώσεις τους στο φυσικό περιβάλλοντος και στην κοινωνία εξαιτίας του μικρού μεγέθους τους. Φαίνεται δύσκολο να αντιληφθούν τον αθροιστικό αντίκτυπο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μιας και οι ΜΜΕ αποτελούν περισσότερο από το 98% του συνόλου των επιχειρήσεων. Αυτό που

λαμβάνεται υπόψη από τους μάνατζερ/ ιδιοκτήτες είναι η σύνδεση των επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον της επιχείρησης τους σε σχέση με μια μεγάλη επιχείρηση. Άλλο εμπόδιο για την υιοθέτηση περιβαλλοντικών και κοινωνικών στρατηγικών από τις ΜΜΕ είναι τα μειωμένα χρηματικά κεφάλαια, εμπειρία και κατάλληλα εκπαιδευόμενο προσωπικό σε περιβαλλοντικά θέματα (Murrillo-Luna *et al.*, 2011).

Εξέχουσα επιμέλεια δίνεται από διάφορους ερευνητές σχετικά με την ανταπόδοση και των οφελών που αντλούν οι ΜΜΕ από την εφαρμογή περιβαλλοντικών και κοινωνικών στρατηγικών. Αυτό επιβάλει μια σειρά απαντήσεων από μάνατζερς/ ιδιοκτήτες για να κάνουν κατανοητές τις κινητήριες δυνάμεις για να υιοθετήσουν τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές στρατηγικές. Το πρώτο ερώτημα επικεντρώνεται να εντοπίσει τις κρίσιμες ενδιαφερόμενες ομάδες που ενδιαφέρονται για την περιβαλλοντική στρατηγική των επιχειρήσεων. Πολλοί ερευνητές ταξινομούν τις ενδιαφερόμενες ομάδες σε διάφορες κατηγορίες όπως: άμεσους και έμμεσους, πρωτεύοντες και δευτερεύοντες, και χρηματοοικονομικούς και μη χρηματοοικονομικούς (Delmas and Toffel, 2004). Επιπρόσθετα, κάθε ταξινόμηση των ενδιαφερόμενων ομάδων σκοπεύει να βοηθήσει τους μάνατζερς/ ιδιοκτήτες ώστε να κάνουν καλύτερες αποφάσεις και τους δίνει σαφές και καθαρό μήνυμα σε ποιούς οι επιχειρήσεις είναι υπεύθυνοι.

Russo and Perrini (2010) επισημαίνουν ότι η συμμετοχή των ΜΜΕ σε κοινωνικά ζητήματα ίσως να βοηθήσουν της βελτίωση της φήμης, των συνθηκών εργασίας και της αφοσίωσης των εργαζομένων. Οι χρηματοοικονομικές ενδιαφερόμενες ομάδες (λ.χ. τραπεζικό σύστημα και ασφαλιστικές επιχειρήσεις) επιζητούν την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραμέτρων σε καθημερινή βάση ώστε να περιορίσουν τους ενδεχόμενους χρηματοοικονομικούς κινδύνους που συνδέονται με αυτούς. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι ενδεχόμενες πληρωμές για δικαστικά πρόστιμα από πιθανά περιβαλλοντικά ατυχήματα που απροσδόκητα χειροτερεύει τη χρηματοοικονομική κατάσταση της επιχείρησης.

Αν και η θεωρία παρέχει μαρτυρία για τα οφέλη των ΜΜΕ από τις ενδιαφερόμενες ομάδες, εντούτοις ορισμένες ομάδες (λ.χ. καταναλωτές και τοπικές κοινωνίες) δεν φαίνεται να ανταμείβουν τις προσπάθειες της επιχείρησης. Για ορισμένους κλάδους επιχειρήσεων υπάρχει επικριτική αντιμετώπιση από τους καταναλωτές και τις τοπικές κοινωνίες για τα προγράμματα αειφορίας και εταιρικής κοινωνικής ευθύνης που εφαρμόζουν. Για παράδειγμα, οι τοπικές κοινωνίες αντιμετωπίζουν τις λειτουργίες των εξορυκτικών επιχειρήσεων λόγω της χαμηλής προστιθέμενης αξίας που προσδίδουν μετά το πέρας της λειτουργίας τους (Veiga *et al.*, 2001). Σε αρκετές περιπτώσεις, οι τοπικές κοινωνίες έχουν αντιδράσει για την "ανήθικη" συμπεριφορά των επιχειρήσεων, δηλαδή για εφαρμογή προγραμμάτων ΕΚΕ καθαρά και μόνο για δημόσιες σχέσεις και ξεπλύματος "πράσινου" χρήματος (green-washing).

Παρά την κοινή άποψη ότι υπάρχον περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένοι καταναλωτές που ευνοούν επιχειρήσεις που υιοθετούν φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές, αυτό δεν είναι εμφανές στην πραγματική αγορά. Πράγματι, αρκετές έρευνες έχουν θεωρητικά προσφέρει μαρτυρία ότι οι καταναλωτές έχουν εισάγει πράσινα κριτήρια ώστε να επιλέξουν τέτοιου είδους προϊόντα, ωστόσο τα εμπειρικά δεδομένα έχουν δείξει ότι οι αποφάσεις βασίζονται κυρίως στην τιμή (Manaktola and Jauhari, 2007).

3. Μεθοδολογία

3.1 Επιστημονικά ερωτήματα

Αυτή η έρευνα βασίζεται σε τέσσερα επιστημονικά ερωτήματα τα εξής:

Πόσο ενημερωμένοι είναι οι πολίτες σχετικά με τη συμβολή των ΜΜΕ στην αειφόρο ανάπτυξη;

j) Πόσο ενημερωμένοι είναι οι πολίτες σχετικά με τις στρατηγικές και τα προγράμματα και τις στρατηγικές ΕΚΕ των ΜΜΕ;
k) Πόσο ενημερωμένοι είναι οι πολίτες σχετικά με την περιβαλλοντική υποβάθμιση της περιοχής;
l) Ποίο μέσο ενημέρωσης εμπιστεύονται περισσότερο οι πολίτες;

3.2 Συλλογή δεδομένων

Αυτή η έρευνα διεξάγεται στην περιοχή του ποταμού Ασωπού στη Βοιωτία. Αυτή η περιοχή θεωρείται ιδιαίτερα υποβαθμισμένη περιβαλλοντικά κυρίως από βιομηχανικά απόβλητα. Οι τοπικοί υδάτινοι πόροι θεωρούνται ακατάλληλοι για την πόση από τους πολίτες και τη χρήση στον αγροτικό τομέα (Loizidou, 1998). Επίσημες μετρήσεις έχουν δείξει ότι το πόσιμο νερό συγκεντρώνει μεγάλες ποσότητες χρωμίου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η περιοχή είναι μια από τις μεγαλύτερες βιομηχανικές ζώνες της Ελλάδας. Περισσότερες από 1000 ΜΜΕ διαφορετικών κλάδων λειτουργούν στην περιοχή όπως είναι βιομηχανίες μετάλλων, βιομηχανίες τροφίμων και αναψυκτικών.

Η έρευνα βασίστηκε σε ένα δείγμα 850 πολιτών της περιοχής μελέτης. Το δείγμα επιλέχθηκε τυχαία από μια δεξαμενή 5000 χιλ. ανθρώπων. Ένα ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε και διακινήθηκε. Το ερωτηματολόγιο περιείχε τέσσερα μέρη για να αντλήσουν ερωτήματα σχετικά την αντίληψη των ανθρώπων για: a) το τρέχον περιβαλλοντικό στάτους της περιοχής, b) για τη συμβολή των τοπικών ΜΜΕ στην αειφόρο ανάπτυξη, c) για τις στρατηγικές των ΜΜΕ στο φυσικό περιβάλλον και την κοινωνία, και d) για την εμπιστοσύνη στις πηγές από όπου λαμβάνουν σχετικές πληροφορίες.

4. Αποτελέσματα

Οι ερωτώμενοι έχουν διακριθεί σε τρεις κατηγορίες ώστε να αποφευχθούν στοιχεία προκατάληψης. Αυτές οι κατηγορίες είναι μέλη Μη Κυβερνητικών Οργανώσεων (ΜΚΟ – Τύπου Ι), απασχολούμενοι στις τοπικές ΜΜΕ (Τύπου ΙΙ) και αυτοί που ανήκουν στο γενικό κοινό (Type III). Ο πίνακας Ι δείχνει ότι μέλη των ΜΚΟ θεωρούν σημαντική τη συμβολή των επιχειρήσεων σε θέματα οικονομικής βοήθειας (r_s =.086, p<.01), σε φιλανθρωπίες (r_s =,108, p<.01) και σε τοπικές υποδομές (r_s =.77, p<.01). Οι απασχολούμενοι σε τοπικές ΜΜΕ θεωρούν σημαντική τη συμβολή των ΜΜΕ στην περιβαλλοντική προστασία (r_s =.33, p<.01) και στις φιλανθρωπίες (r_s =.87, p<.01). Τέλος, το γενικό κοινό βρίσκουν ιδιαίτερα μεγάλη τη συμβολή των επιχειρήσεων στην αειφορία.

	Τοπικές Γιορτές	Οικονομική βοήθεια	Φιλανθρωπίες	Περιβαλλοντική προστασία	Τοπικές υποδομές	Υποτροφίες
Μέλη ΜΚΟ (n=250)	,022	,086*	,108**	,066	,077*	,063
Απασχολούμενοι σε τοπικές ΜΜΕ (N=300)	,018	,049	,087*	,033*	,018	,004
Γενικό Κοινό (N=304)	,184**	,103**	,139**	,113**	,102**	,071*

Πίνακας Ι: Η επίδραση των ΜΜΕ στην τοπική αειφορία

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*
**. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*

Ο Πίνακας ΙΙ δείχνει ότι οι κατηγορίες Τύπου Ι και τύπου Type ΙΙ θεωρούν ότι τα προγράμματα ΕΚΕ των ΜΜΕ έχουν θετικό αντίκτυπο σε ορισμένες μεταβλητές ποιότητας της τοπικής οικονομίας. Ειδικότερα, θεωρούν ότι υπάρχει συσχέτιση με τα θέματα τεχνογνωσίας (r_s=-.09, p<.01), πολιτισμικής κληρονομίας (r_s=-.100, r_s=-.111, p<.01), τοπικών

προϊόντων (r_s=-.073, p<.05), αγροτική παραγωγή (r_s=-.075, r_s=-.081, p<.05) και ποιότητα ζωής (r_s=-.115, p<.01). Αντίθετα, οι ερωτώμενοι Τύπου ΙΙΙ θεωρούν σημαντική συμβολή για τις ΜΜΕ την απασχόληση (r_s=.075, p<.05), την τοπική οικονομία (r_s=.085, p<.01) και την αγροτική παραγωγή (r_s=.072, p<.05).

	Απασχόληση	Βιοτικό επίπεδο	Τοπική οικονομία	Τεχνογνωσία	Πολιτισμική κληρονομία	Υγεία	Περιβάλλον	Τοπικά Προϊόντα	Αγροτική Παραγωγή	Ποιότητα ζωής
Μέλη ΜΚΟ (n=250)	-,052	-,021	-,044	-,090**	-,100**	-,028	-,038	-,073*	-,075*	-,115**
Απασχολούμενοι τοπικών ΜΜΕ (N=300)	-,082*	-,077*	-,096**	-,090**	-,111**	-,063	-,034	-,068	-,081*	-,051
Γενικό κοινό (N=304)	,075*	,074*	,085**	,065**	,225**	-,075	-,048	-,018	,072*	-,067

Πίνακας ΙΙ: Γνώση των στρατηγικών ΕΚΕ

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*
**. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*

Ο πίνακας ΙΙΙ δείχνει ότι η γνώση των ερωτώμενων σχετικά με την περιβαλλοντική υποβάθμιση. Οι ερωτώμενοι Τύπου Ι και Τύπου ΙΙ θεωρούν ότι οι ΜΜΕ έχουν χαμηλή επίπτωση στην ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος, ενώ το γενικό κοινό δεν θεωρούν ότι υπάρχει κάποια επίπτωση στο περιβάλλον από τη λειτουργία των ΜΜΕ. Αυτό είναι ένα λογικό αποτέλεσμα μιας και πολίτες ενδιαφέρονται να βελτιώσουν το προφίλ της τοπικής οικονομίας.

Πίνακας ΙΙΙ: Γνώση σχετικά με την τοπική περιβαλλοντική υποβάθμιση

	Υλικά	Ποιότητα νερού	Βιοποικιλότητα	Ποιότητα αέρα	Ρύπανση του εδάφους
Μέλη ΜΚΟ (n=250)	-,065	-,068*	-,109**	-,084*	-,079*
Απασχολούμενοι σε ΜΜΕ (N=300)	-,092**	-,109**	-,130**	-,094**	-,069*
Γενικό κοινό (N=304)	,049	,059	,029	,054	,036

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*
**. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*

Ο Πίνακας ΙΥ δείχνει ότι οι πηγές πληροφόρησης που εμπιστεύονται οι ερωτώμενοι. Οι ερωτώμενοι Τύπου Ι και Τύπου ΙΙ θεωρούν πολύ σημαντικές και αξιόπιστες τις πηγές πληροφοριών όπως είναι: ΜΚΟ (r_s=.154, p<.01; r_s=.199, p<.01), τηλεόραση (r_s=.070, p<.05), και διαδίκτυο (r_s=.080, p<.05; r_s=.095, p<.01). Οι ερωτώμενοι Τύπου ΙΙΙ θεωρούν λιγότερο σημαντική την τηλεόραση (r_s=-.147, p<.01).

Πίνακας ΙΥ: Πηγές πληροφόρησης

	ΜΚΟ	Τηλεόραση	Διαδίκτυο	Εφημερίδες	Φίλοι	Δήμος
Μέλη ΜΚΟ (n=250)	,154**	,070*	,080*	,027	-,054	-,013
Απασχολούμενοι σε ΜΜΕ N=300)	,199**	,049	,095**	,062	-,033	-,030
Γενικό κοινό (N=304)	,034	-,147**	,064	-,017	-,009	,056

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*
**. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*

5. Συμπεράσματα και Συζήτηση

Το άρθρο επικεντρώνεται στο να εντοπίσει, σε μια περιβαλλοντικά υποβαθμισμένη περιοχή, την αντίληψη των πολιτών για την αειφορική ή μη συμβολή των τοπικών επιχειρήσεων. Ένα δείγμα 850 πολιτών ρωτήθηκαν να εκφέρουν τη γνώμη τους σχετικά με την αειφορική συμβολή των τοπικών ΜΜΕ και της περιβαλλοντικής κατάστασης της περιοχής.

Η έρευνα απαντά τέσσερα επιστημονικά ερωτήματα. Στο πρώτο, οι ερωτώμενοι θεωρούν ότι μικρή συμβολή έχει γίνει από τις τοπικές ΜΜΕ στην αειφόρο ανάπτυξη. Ωστόσο, τονίζουν ότι ορισμένες στρατηγικές ΕΚΕ είναι πολύ σημαντικές και θα πρέπει να υιοθετηθούν από τις τοπικές ΜΜΕ όπως είναι οι χρηματική βοήθεια, οι τοπικές υποδομές οι τοπικές υποδομές και οι φιλανθρωπίες.

Ένα ακόμα σημαντικό εύρημα είναι ότι οι ερωτώμενοι δεν έχουν εμπιστοσύνη στις εφημερίδες, στους φίλους και στον δήμο για να ενημερωθούν για τα περιβαλλοντικά και τα κοινωνικά θέματα. Μεγάλη εμπιστοσύνη φαίνεται να έχουν οι ερωτώμενοι στο διαδίκτυο και στις ΜΚΟ. Τέλος, φαίνεται να πιστεύουν ότι η κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος είναι καλή

AKNOWLEGMENTS

This research has been c0-financed by the European Union (European Social Fund- ESF) and Greek national funds through the Operational Program "Education and Lifelong Learning" of the National Strategic Reference Framework (NSRF) – Research Funding Program: **THALES.** Investing in knowledge society through the Euriopean Social Fund.

European Union
European Social Fund

OPERATIONAL PROGRAMME
EDUCATION AND LIFELONG LEARNING
investing in knowledge society
MINISTRY OF EDUCATION & RELIGIOUS AFFAIRS
MANAGING AUTHORITY
Co- financed by Greece and the European Union

NSRF 2007-2013
programme for development
EUROPEAN SOCIAL FUND

References

Delmas M. and Toffel M.W., 2004. Stakeholders and environmental management practices: an institutional framework, Business Strategy and the Environment, 13(4), 209-222.

Hillary R., 2004. Environmental management systems and smaller enterprise, *Journal of Cleaner Production*, 12(6), 561-569.

Kerr I.R., 2006. Leadership strategies for sustainable SEM operation, *Business Strategy and the Environment*, 15, 30-39.

Klewitz J. and Hansen E.G., 2014. Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systemic review, *Journal of Cleaner Production*, 65, 57-75.

Lawrence S.R., Collins E., Pavlovich K. and Arunachalam M., 2006. Sustainability practices of SMEs: the case of NZ, *Business Strategy and the Environment*, 15, 242-257.

Loizidou, M., 1998. Preliminary Study for the Construction and Operation of a Wastewater Treatment Plant in Asopos Area, Viotia. National Technical University of Athens, Ministry of Environment, Regional Planning and Public Works.

Manaktola K. and Jauhari V., 2007. Exploring consumer attitude and behaviour towards green practices in the lodging industry in India, *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 19 (5), 364 - 377

Murrillo-Luna J., Garces-Ayerbe C. and Rivera-Torres P., 2011. Barriers to adoption of proactive environmental strategies, *Journal of Cleaner Production*, 19, 1417-1425.

Perrini F., 2006. SMEs and CSR theory: evidence and implications form an Italian perspective, *Journal of Business Ethics*, 67, 305-316.

Russo A. and Perrini F., 2010. Investigating stakeholder theory and social capital: CSR in large firms and SMEs, *Journal of Business Ethics*, 91, 207-221.

Uhlaner L.M., van Goor-Balk H.J.M. (Annemieke) and Masurel E., 2004,Family business and corporate social responsibility in a sample of Dutch firms, *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 11 (2), 186 – 194.

Von Mamborg F., 2003. Conditions for regional public-private partnerships for sustainable development – Swedish perspectives, *European Environment*, 13, 133-149.

Walker H. and Preuss L., 2008. Fostering sustainability through sourcing from small business: public sector perspectives, *Journal of Cleaner Production*, 16, 1600-1609.

Williamson D., Lynch-Wood G. and Ramsay J., 2006. Drivers of environmental behavior in manufacturing SMEs and the implications for CSR, Journal of Business Ethics, 67, 317-330.

Ένα μοντέλο τυποποίησης για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των περιβαλλοντικών προγραμμάτων πολιτικής: Διαγνωστικές προοπτικές μέσω του Βιώσιμου Συστήματος στην περίπτωση του Ασωπού ποταμού

Νικολάου Ι.[***], Σοφούλης Κ.[*], Τζόουνς Ν.[**] & Ευαγγελινός Κ.[*]

[*]*Τμήμα Μηχανικών Περιβαλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Λόφος Πανεπιστημίου, 81100, Μυτιλήνη.*

[**]*Τμήμα Γεωγραφίας, Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ηνωμένο Βασίλειο.*

[***]*Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Βασ. Σοφίας 12, 67100, Ξάνθη.*

Περίληψη

Το άρθρο βασίζεται στις βασικές αρχές του Βιώσιμου Συστήματος που αναπτύχθηκε από τον Strafford Beer για να κατασκευάσει ένα διαγνωστικό μοντέλο για την περιβαλλοντική πολιτική. Το μοντέλο διευκολύνει τους σχεδιαστές πολιτικής να εντοπίσουν τις αδύναμους και δυνατούς παράγοντες ενός περιβαλλοντικού σχεδίου πολιτικής. Η πλειοψηφία των σημερινών μεθοδολογιών πηγάζουν κυρίως από οικονομικές και κοινωνιολογικές θεωρίες για να εξηγήσουν τη βιωσιμότητα ενός περιβαλλοντικού ή αειφορικού σχεδίου πολιτικής. Ωστόσο, τα προγράμματα περιβαλλοντικής πολιτικής έχουν υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας και θεωρείται αναγκαία η διεπιστημονική προσέγγιση προκειμένου να εντοπιστούν οι παράγοντες που διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη βιωσιμότητα ενός προγράμματος. Το Βιώσιμο Σύστημα θεωρείται κατάλληλο για να απαντήσει το βασικό επιστημονικό ερώτημα που προκύπτει για κάθε πρόγραμμα περιβαλλοντικής πολιτικής, δηλαδή: Είναι το πρόγραμμα επαρκώς σχεδιασμένο προκειμένου να επιτύχει τους βασικούς σκοπούς για τους οποίους σχεδιάστηκε; είναι το πρόγραμμα βιώσιμο; Με άλλα λόγια, ποίοι είναι οι βασικοί παράγοντες που εξηγούν την αποτυχία των περιβαλλοντικών προγραμμάτων; Η απάντηση αυτών των ερωτημάτων γίνεται με το σχεδιασμό ενός πίνακα αποφάσεων βασισμένο στο Βιώσιμο Σύστημα. Μια εφαρμογή του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου πραγματοποιείται στον Ασωπό ποταμό, δηλαδή μια περιοχή που παρά τα περιβαλλοντικά προγράμματα που θεσπίζονται παραμένει υπό αμφισβήτηση η περιβαλλοντική ποιότητά της από την τοπική κοινωνία, τους κρατικούς φορείς και μη κυβερνητικές οργανώσεις.

Λέξεις Κλειδιά: Περιβαλλοντική πολιτική, σχεδιασμός πολιτικής, θεωρία συστημάτων, αειφόρος ανάπτυξη, περιβαλλοντικό μάνατζμεντ.

JEL Κωδικοί: M14, Q52, Q56, Q58.

1. Εισαγωγή

Θέματα σχετικά με την περιβαλλοντική υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος έχουν τελευταία τοποθετηθεί στο επίκεντρο της πολιτικής ατζέντας σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο. Αυτή η τάση θα μπορούσε να εξηγηθεί ως μια απαίτηση των σύγχρονων κοινωνιών να καλύψουν τις απεριόριστες απαιτήσεις των πολιτών υπό τον περιορισμό των λιγοστών φυσικών πόρων. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, μια σειρά από εργαλεία πολιτικής έχουν σχεδιαστεί και έχουν εφαρμοστεί. Αυτά τα εργαλεία, κυρίως για λόγους κατανόησης, διακρίνονται σε τρεις τύπους ως εξής: α) τα εργαλεία "εντολών και ελέγχου" (λ.χ. νομοθεσίες), β) οικονομικά εργαλεία (λ.χ. φόροι, άδειες ρύπανσης) και γ) εθελοντικά εργαλεία. Η εφαρμογή αυτών των εργαλείων έχει στόχο να παρακινήσουν, να επιβάλλουν ή να ενθαρρύνουν τους εμπλεκόμενους στην πολιτική να εφαρμόσουν αποτελεσματικά πρακτικές για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος (Tsireme *et el.*, 2012).

Παρά το γεγονός ότι αρκετές κυβερνήσεις και δημόσιοι οργανισμοί καταβάλλουν μεγάλη προσπάθεια στο να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν περιβαλλοντικά προγράμματα, εντούτοις αρκετές φορές τα αποτελέσματα είναι πολύ περιορισμένα. Διαισθητικά, ορισμένες θεμελιώδεις αδυναμίες είναι η πολυπλοκότητα της έννοιας της αειφόρου ανάπτυξη και εν γένει των θεμάτων πολιτικής. Οι Espinosa and Walker (2006) τονίζουν ότι τα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν περιορίζονται σε διοικητικά και πολιτικά όρια. Επιπρόσθετα, οι Espinosa *et al.* (2008) αναλύουν την πολυπλοκότητα της έννοιας της αειφόρου ανάπτυξης ως αποτέλεσμα του μεγάλου εύρους συστατικών που τη συστήνουν όπως είναι η οικονομία, το περιβάλλον και η κοινωνία καθώς οι χιλιάδες κοινωνικοοικονομικές και βιολογικές σχέσεις που αποτελούν αυτά τα συστατικά. Η πολυπλοκότητα και η ποικιλία μεγεθύνεται στην περίπτωση που αναφερόμαστε στην περιβαλλοντική διάσταση της αειφορίας μιας αρκετοί βιολογικοί οργανισμοί επιδρούν μεταξύ τους και με τον ανθρώπινο παράγοντα. Επιπρόσθετα, η επιτυχία των σχεδιαζόμενων προγραμμάτων πολιτικής, κυρίως σε χώρες με μεγάλη κρατική παρέμβαση, είναι απαραίτητα μεγάλα κανάλια επικοινωνίας ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ποικιλία και πολυπλοκότητα καθώς επίσης και να συμβάλλει στην επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων στην πολιτική (λ.χ. κρατικοί οργανισμοί, επιχειρήσεις, νοικοκυριά, καταναλωτές) που θα εφαρμόσουν την πολιτική (Adham *et al.*, 2012).

Ένα μη βιώσιμο, ιδιαίτερα υψηλής πολυπλοκότητας και δυναμικό περιβάλλον διαμορφώνεται κατά το σχεδιασμό μιας πολιτικής. Kennedy (2011) παραθέτει διάφορους λόγους για να εξηγήσει τις δυναμικές διαμέσου των θεωριών συστημάτων για να σχεδιάσει τα δημόσια πολιτικά προγράμματα. Επίσης, τόνισε ότι οι συστημικές θεωρίες να βοηθήσουν την ικανότητα των σχεδιαστών πολιτικής να ασχοληθούν με την πολύπλοκη φύση που αντιμετωπίζει η κυβέρνηση στην προσπάθεια της να επιλύσει τα καθημερινά προβλήματα. Παρομοίως, αρκετές πολυπλοκότητας και διαδράσεις εντοπίζονται στα προγράμματα δημόσιας περιβαλλοντικής πολιτικής. Briasoulis (2004) υποστηρίζει ότι τα πολύπλοκα θεσμικά περιβάλλοντα δημιουργούν ένα μη βιώσιμο πλαίσιο για την περιβαλλοντική πολιτική και το σχεδιασμό πολιτικών.

Για να υπερκεράσουμε την αβεβαιότητα και την πολυπλοκότητα των προγραμμάτων περιβαλλοντικής πολιτικής, μια νέα μεθοδολογία προτείνεται που βασίζεται στο βιώσιμο σύστημα. Ειδικότερα, ο βασικός στόχος που θα επιτευχθεί με τη νέα μεθοδολογία είναι να εντοπιστούν οι κρίσιμοι παράγοντες που ασκούν επιρροή στην επιτυχία και τη βιωσιμότητα των προγραμμάτων πολιτικής. Για το λόγο αυτό προτείνεται ένας πίνακας καταγραφής των πολιτικών σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής της πολιτικής. Μια αρχική εφαρμογή θα πραγματοποιηθεί για την περιοχή του Ασωπού ποταμού στη Βοιωτία όπου αρκετές έρευνες έχουν διεξαχθεί από δημόσιους οργανισμούς και μεγάλο ενδιαφέρον έχει αναπτυχθεί από τις τοπικές κοινωνίες.

Το υπόλοιπο του άρθρου περιέχει τέσσερις ενότητες. Η πρώτη ενότητα περιέχει μια σύντομη παρουσίαση του βιώσιμου συστήματος. Στη δεύτερη ενότητα περιγράφεται η μεθοδολογία στην οποία βασίζεται η έρευνα. Σκοπός της μεθοδολογίας είναι να διαγνώσει τις δυναμικές και τις αδυναμίες των εργαλείων της τρέχουσας πολιτικής και να προτείνει νέες προοπτικές για το σχεδιασμό προγραμμάτων περιβαλλοντικής πολιτικής τα οποία θα επιτυγχάνουν μεγαλύτερο βαθμό βιωσιμότητας.

2. Το Βιώσιμο Σύστημα

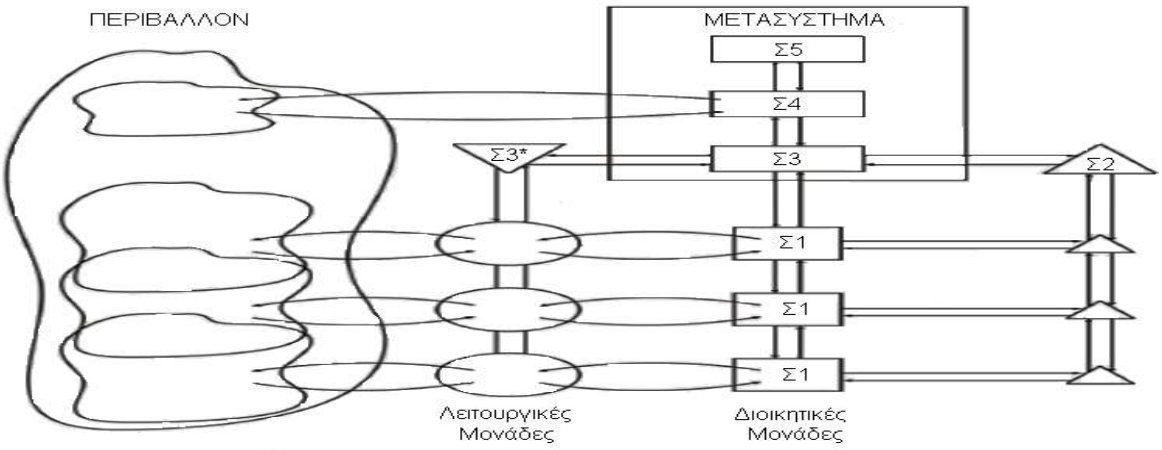
Η επιτυχία των στόχων της αειφόρου ανάπτυξης είναι ένα πολύπλοκο και δύσκολο έργο μιας και είναι ένας πολιτικά κατασκευασμένος ορισμός που συνδέει διάφορα συστατικά που προέρχονται από διαφορετικά επιστημονικά πεδία όπως είναι η περιβαλλοντική διαχείριση, η κοινωνιολογία, η πολιτική και τα οικονομικά. Espinosa and Porter (2011) ταξινομούν την έννοια της αειφορίας σε δυο επίπεδα: α) το μάκρο-επίπεδο που περιλαμβάνει τη βιόσφαιρα

και τον ανθρώπινο παράγοντα και β) το μίκρο-επίπεδο που περιλαμβάνει υπο-συστήματα όπως είναι το οικολογικό, οικονομικό, κοινωνικό και πολιτισμικό. Αυτή η πολυπλοκότητα αυξάνεται ακόμα περισσότερο στη σύγχρονη εποχή όπου εντείνεται το φαινόμενο της παγκοσμιοποίησης και οι έχουμε ακόμα πιο έντονη πολυπλοκότητα στο οικονομικό σύστημα που μεταδίδεται στο κοινωνικό και πολιτικό σύστημα (Espinosa *et al.*, 2008). Για το λόγο αυτό, καλό σχεδιασμένα πολιτικά προγράμματα για την αειφόρο ανάπτυξη θα πρέπει να βασίζονται σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση όπως είναι η συστημική δυναμική και η κυβερνητική (Espinosa *et al.*, 2008).

Ορισμένοι ερευνητές προτείνουν το βιώσιμο σύστημα για να σχεδιαστούν περισσότερο κατανοητές πολιτικές που θα μετριάζουν την πολυπλοκότητα της αειφόρου ανάπτυξης και θα βοηθούν την αποφυγή μελλοντικών εμπόδιων κατά το σχεδιασμό αυτών των πολιτικών. Το βιώσιμο σύστημα παρέχει έναν συστηματικό τρόπο για να διαφωτίσει το «γιατί» και το «πότε» ένας οργανισμός θα μπορούσε να είναι βιώσιμος. Η λογική του βιώσιμου συστήματος υπονοεί ότι κάθε έμβιος οργανισμός ή οργάνωση έχει πέντε διαφορετικά και αλληλοσυνδεόμενα συστήματα τα οποία λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους και από το περιβάλλον τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι μια οργάνωση επηρεάζεται από το εξωτερικό περιβάλλον (δεν μπορεί να χαρακτηριστεί τελείως ανεξάρτητα από αυτό) αλλά εν τέλει καταφέρνει να διατηρήσει την ξεχωριστεί ταυτότητα από αυτό. Αυτό συνεπάγεται ότι πρέπει να πληρείται ο νόμος του Ashby για την «απαιτούμενη ποικιλία» (Ashby, 1964) όπου η εσωτερική ποικιλία ενός οργανισμού θα πρέπει να προσαρμόζεται (να είναι τουλάχιστον ίση αν όχι μικρότερη) με την ποικιλία του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Ειδικότερα, το Υπο-σύστημα 1 (Σ1) αποτελεί τα θεμέλια ολόκληρου του συστήματος και περιέχει τις λειτουργικές μονάδες που είναι υπεύθυνες για να παρέχουν τις υπηρεσίες για το σκοπό του συστήματος. Τα υπόλοιπα τέσσερα υπο-συστήματα αποτελούν το μετά-σύστημα που βοηθά και προστατεύει τις κύριες λειτουργίες ολόκληρου του συστήματος (Διάγραμμα 1). Το Υπό-Σύστημα 2 (Σ2) περιέχει τα κατάλληλα πρωτόκολλα και διαδικασίες που συμβάλλουν στον περιορισμό των ταλαντώσεων μεταξύ λειτουργικών ομάδων του Σ1 καθώς και κατά την σύνδεση με τα υπόλοιπα υπο-συστήματα. Το Υπο-σύστημα 3 (Σ3) παρέχει τις κατάλληλες διαδικασίες για την αποδοτική κατανομή των πόρων του συστήματος στα επιμέρους υποσυστήματα και στις λειτουργικές μονάδες του Σ1. Το Σ3 είναι επίσης υπεύθυνο για την παρακολούθηση των λειτουργιών των λειτουργικών μονάδων καθώς και τον άμεσο έλεγχο και την επικοινωνία με του Σ1 με τα Σ2 και Σ4. Αυτό το επιτυγχάνει με το Υπο-Σύστημα 3* (Σ3*) που είναι μέρος του Σ3 και επιτελεί τον έλεγχο της λειτουργίας των λειτουργικών ομάδων. Το Υπό-Σύστημα 4 (Σ4) είναι η νοημοσύνη του συστήματος που επιζητεί να εντοπίσει τις δυναμικές και τις αδυναμίες εντός του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος του οργανισμού. Στη γλώσσα του βιώσιμου συστήματος, το Σ4 επιτελεί «το έξω και τη συνέχεια» του συστήματος, δηλαδή τις επιδράσεις και τις αλλαγές του εξωτερικού περιβάλλοντος και το μέλλον του συστήματος. Οι πληροφορίες αυτές μεταφέρονται από το Σ4 στα Υπο-Συστήματα Σ1, Σ2, Σ3 και Σ5. Το τελευταίο Υπο-Σύστημα (Σ5) καλείται η πολιτική του συστήματος και συμβάλει στην ανάλυση και στον εντοπισμό του οράματος του συστήματος (Beer, 1979). Αξίζει να σημειωθεί ότι το βιώσιμο σύστημα έχει αναδρομική μορφή υπό την έννοια ότι κάθε σύστημα είναι τμήμα ενός μεγαλύτερου συστήματος που έχει ακριβώς την ίδια μορφή και αποτελείται από πέντε Υπο-Συστήματα.

Διάγραμμα 1: Το βιώσιμο σύστημα (Beer, 1979).



3. Μεθοδολογία

3.1 Επιστημονικά ερωτήματα

Οι ανάγκες των σύγχρονων κοινωνιών και των οικονομικών σχέσεων για υψηλής ποιότητας φυσικούς πόρους έχουν ωθήσει τις επιχειρήσεις να ενσωματώσουν τα περιβαλλοντικά ζητήματα εντός της πολιτικής ατζέντας. Μέχρι σήμερα τα εργαλεία περιβαλλοντικής πολιτικής που σχεδιάζονται από τις κυβερνήσεις φαίνεται να έχουν ορισμένες αδυναμίες για να επιλύσουν αποτελεσματικά τα τεράστια περιβαλλοντικά προβλήματα. Ο κατακερματισμός των τρεχόντων εργαλείων πολιτικής μπορεί να είναι μια εξήγηση, ενώ η πολυπλοκότητα των αειφορικών θεμάτων μπορεί να ακόμα μια εξήγηση. Η ασυνέχεια των υφιστάμενων πολιτικών καθώς επίσης και η αποτυχία να είναι βιώσιμες αυτές οι πολιτικές είναι σημαντικοί παράγοντες που εξηγούν την αποτυχία αυτών των πολιτικών. Σε αυτό το πλαίσιο, τα επιστημονικά ερωτήματα είναι ως εξής:

α) σε ποιά περίπτωση ένα περιβαλλοντικό ή αειφορικό πρόγραμμα είναι επαρκώς σχεδιασμένο προκειμένου να πετύχει τους βασικούς στόχους του;

b) σε ποιά περίπτωση ένα περιβαλλοντικό ή αειφορικό πρόγραμμα θεωρείται βιώσιμο;

3.2. Συλλογή δεδομένων

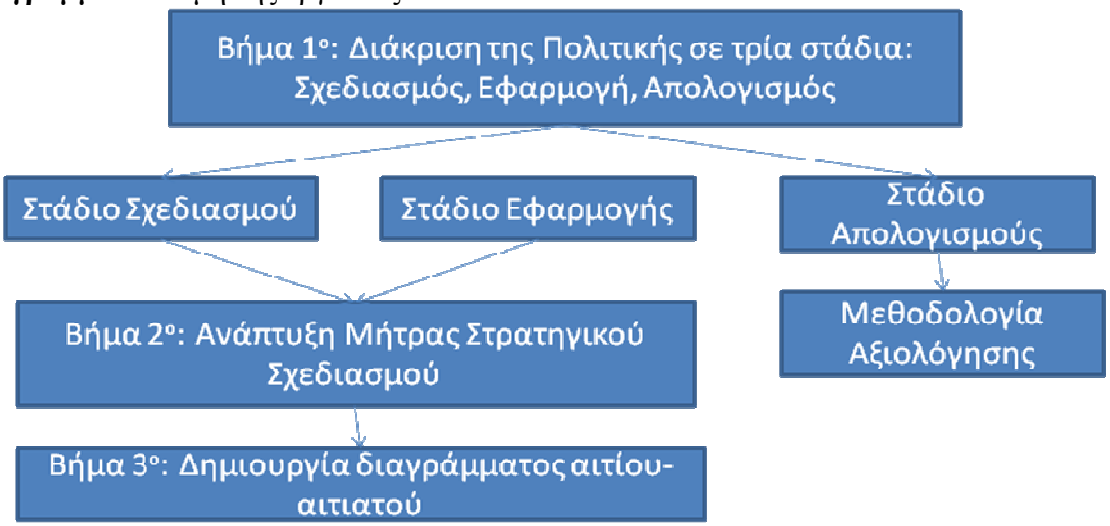
Το άρθρο επικεντρώνεται στην εξέταση της περιοχή τους Ασωπού στη Βοιωτία και κυρίως τους παράγοντες που θεωρούνται υπεύθυνοι για τις αποτυχίες των υπαρχόντων προγραμμάτων πολιτικής. Η τοπική κοινωνία και οι δημόσιες αρχές έχουν κατηγορήσει την περιοχή για υψηλές συγκεντρώσεις επικίνδυνων αποβλήτων όπως είναι το εξασθενές χρώμιο. Αυτό βέβαια συνεπάγεται μια υποβάθμιση της φήμης των τοπικών παραγωγών αγροτικών προϊόντων και συνεπώς μια απότομη μείωση της ζήτησης των καταναλωτών.

Πραγματοποιήθηκαν ορισμένες προσωπικές συνεντεύξεις για να αντλήσουν πληροφορίες σχετικά με την τοπική κοινωνία σχετικά με την αποτυχία των υφιστάμενων προγραμμάτων πολιτικής. Τα πρωτόκολλα των συνεντεύξεων διακινήθηκαν σε 20 πρόσωπα που κατέχουν κρίσιμες θέσεις στην τοπική κοινωνία. Το πρωτόκολλο συνεντεύξεων διακρίθηκε σε πέντε τμήματα σύμφωνα με το βιώσιμο σύστημα του Beer.

3.3. Δομή της εργασίας

Το Διάγραμμα 2 δείχνει τη δομή της εργασία που αποτελείται από τρία βήματα. Πρέπει να σημειωθεί, ότι στο πρώτο βήμα, τα περιβαλλοντικά προγράμματα διακρίνονται σε τρία μέρη ως προς τη χρονική διάρκεια, δηλαδή στο στάδιο του σχεδιασμού, στο στάδιο της εφαρμογής και, τέλος, στο στάδιο του απολογισμού. Στα επόμενα δυο βήματα αναπτύχθηκαν η μήτρα στρατηγικού σχεδιασμού και το διάγραμμα αιτίου αιτιατού.

Διάγραμμα 2: Δομή της εργασίας



3.4 Μήτρα στρατηγικού σχεδιασμού

Ο πίνακας Ι περιγράφει την μήτρα στρατηγικού σχεδιασμού κα ελέγχου ενός περιβαλλοντικού προγράμματος σύμφωνα με τα πέντε συστήματα του Beer.

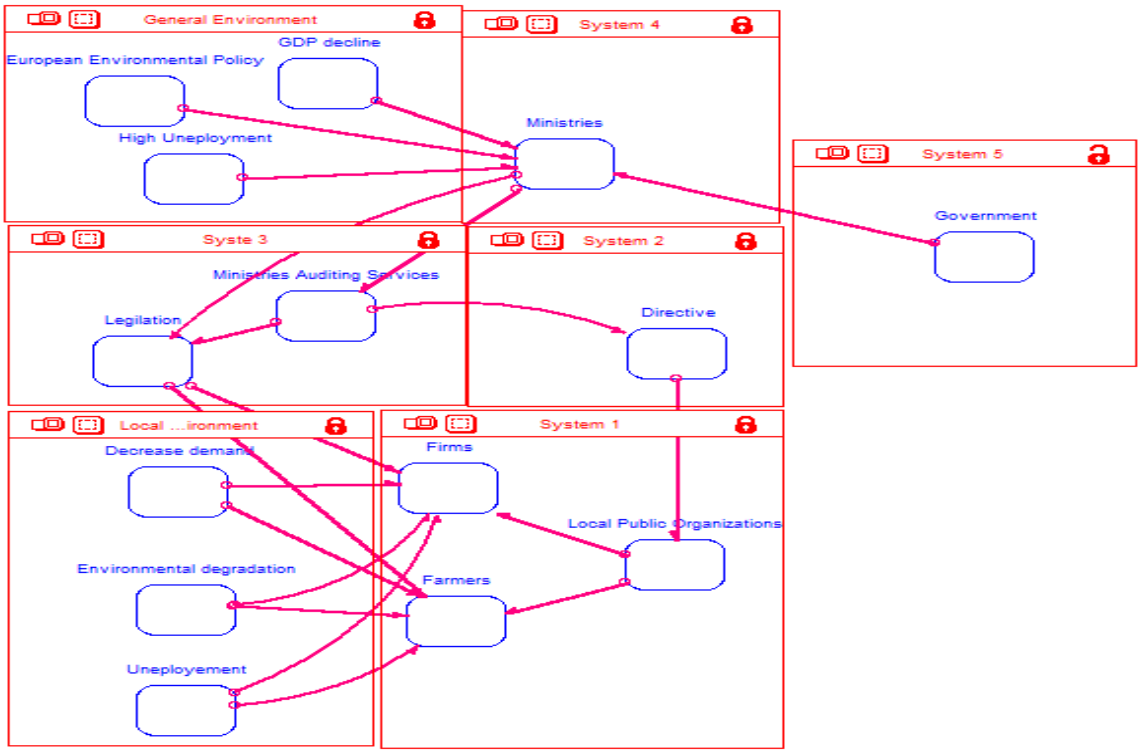
Πίνακας 1: Μήτρα στρατηγικού σχεδιασμού

	Ανάλυση Κύκλου Ζωής Πολιτικής				
Υποσυστήματα	**Ex ante**		**Λειτουργικό Στάδιο**		**Ex post**
	Κατά το στάδιο του σχεδιασμού		**Κατά το στάδιο της εφαρμογής**		**Τελική Αξιολόγηση**
Σ1	**Βασικά χαρακτηριστικά του Βιώσιμου Συστήματος**	**Λειτουργίες**	**Πρακτικές επιδράσεις**	**Παρακολούθηση των Λειτουργιών**	
	Υποκείμενα πολιτικής				
	Μονάδες διαχείρισης				
	Περιβάλλον				
Σ2					
	Αντιταλαντωτική	Ενισχυτές – Μειωτές ποικιλότητας			
	Μονάδες διαχείρισης				
	Υποκείμενα πολιτικής				
	Περιβάλλον				
	Συντονιστική				
Σ3					
	Μεταφορά πληροφοριών στο μετασύστημα				
	Μεταφορά πληροφοριών από το μετασύστημα				
	Συνοχή και Συνέργεια				
Κανάλι Σ-3*	Έλεγχος				
Σ-4					
	Παρακολούθηση εξωτερικού περιβάλλοντος				
	Διάχυση πληροφόρησης προς τα πάνω				
	Διάχυση πληροφόρησης προς τα κάτω				
Σ-5					
	Εξειδίκευση του σκοπού				
	Ομοιοστασία				
	Εκπροσώπηση				

4. Διάγραμμα αιτίου - αιτιατού

Το διάγραμμα3 αποτυπώνει το διάγραμμα αιτίου - αιτιατού που προκύπτει από την μήτρα στρατηγικού σχεδιασμού της περιοχής του Ασωπού.

Διάγραμμα 3: Διάγραμμα αιτίου αιτιατού



5. Συμπεράσματα

Παρατηρήθηκαν ορισμένα κενά στην πολιτική όπως:

1) Σύστημα συντονισμού μεταξύ των λειτουργικών ομάδων (λ.χ. δημόσιων υπηρεσιών και επιχειρήσεων),
2) Απουσία του Σ-3*, δεν υπάρχει σύστημα καταγραφής των αποτελεσμάτων της πολιτικής και επικοινωνίας με το σύστημα 4. Σήμερα υπάρχει απλώς μια σειρά ερευνητικών προγραμμάτων από πανεπιστήμια,
3) Το Σ-4 δεν φαίνεται να λαμβάνει πληροφορίες από το γενικό περιβάλλον και να αναπροσαρμόζεται γρήγορα (λ.χ. ευρωπαϊκή πολιτική, οικονομική κατάσταση)
4) Το Σ-5 μοιάζει να απουσιάζει από τις αποφάσεις εξαιτίας της πολιτικής κατάστασης.

AKNOWLEGMENTS

This research has been c0-financed by the European Union (European Social Fund- ESF) and Greek national funds through the Operational Program "Education and Lifelong Learning" of the National Strategic Reference Framework (NSRF) – Research Funding Program: **THALES.** Investing in knowledge society through the Euriopean Social Fund.

European Union
European Social Fund
OPERATIONAL PROGRAMME
EDUCATION AND LIFELONG LEARNING
investing in knowledge society
MINISTRY OF EDUCATION & RELIGIOUS AFFAIRS
MANAGING AUTHORITY
Co- financed by Greece and the European Union
NSRF 2007-2013
programme for development
EUROPEAN SOCIAL FUND

References

Adham K.A. Kasimin H., Said M.F. and Igel B., 2012. Functions and inter-relationships of operating agencies in policy implementation for a viable system perspective, *System Practice and Action Resources*, 25, 149-170.

Ashby R., 1964. An introduction to cybernetics, Methuen, London.

Beer S., 1979. The heart of enterprise, Wiley, Chichester.

Beer S., 1981. Brain of the firm, Wiley, Chichester.

Briassoulis H., 2004. The institutional complexity of environmental policy and planning problems: the example of Mediterranean desertification, *Journal of Environmental Planning and Management*, 47(1), 115-135.

Espinosa A. and Porter T., 2011. Sustainability, complexity and learning: insights from complex systems approaches, *The Learning Organization*, 18 (1), 54-72.

Espinosa A. and Walker J., 2006. Environmental management revisited: lessons from a cybernetic intervention in Colombia, *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 37(1), 75-92.

Espinosa A., Harnden R. and Walker J., 2008. A complexity approacch to sustainability - Strafford Beer revisited, *European of Operational Research*, 187, 636-651.

Nikolaou E.I. and Evangelinos K.I., 2010. A SWOT analysis of environmental management practices in Greek mining and mineral industry, *Resource Policy*, 36(3), 226-234.

Nikolaou E.I., Ierapetritis D. and Tsagarakis K.P., 2011. An evaluation of the prospects of green entrepreneurship development using a SWOT analysis, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 18(1), 1-16.

Tsireme, A, Nikolaou E.I., Georgantzís N., and Tsagarakis K., 2012, The influence of environmental policy on the decisions of managers to adopt G-SCM practices, *Clean Technology and Environmental Policy,* 14, 953-964.

Kennedy M., 2011. Cybernetics and system dynamics: impacts on public policy, *Kybernetes*, 40 (1/2), 124-140.

Antecedents and consequences of environmental *mis*management: The case of the Asopos river basin

Antonis Skouloudis[1], Nikoleta Jones[2], Konstantinos Evangelinos[1] & Marina Proikaki[1]
[1]*Centre for Environmental Policy & Strategic Environmental Management, University of the Aegean, University Hill, Lesvos Island, 81100*
[2]*Global Sustainability Institute, Anglia Ruskin University, East Rd, Cambridge, CB1 1PT*
skouloudis@env.aegean.gr, nikoleta.jones@anglia.ac.uk, kevag@aegean.gr, proikaki@env.aegean.gr

ABSTRACT
This paper outlines findings of a mixed methods survey focusing a) on obstacles to the adoption of benign environmental management practices by enterprises operating in the area of Asopos River and b) on implications of related environmental degradation to the local economy. We present the results of a questionnaire-based study on the related perspectives of business owners/managers and identify an array of antecedents of environmental mismanagement. Secondly, we examine via interviews the views to environmental degradation of local tourism and hospitality small business owners operating in the greater area of the river's estuaries. The study concludes with highlighting policy-making considerations and future research perspectives to mitigate and settle such local sustainability concerns.

Keywords: Environmental degradation, environmental (mis)management; Asopos River area; mixed methods survey, (local) sustainability.
JEL Classification: Q01; Q50; Q56; Q59.

Γενεσιουργοί παράγοντες και συνέπειες της αναποτελεσματικής περιβαλλοντικής διαχείρισης: Η περίπτωση της λεκάνης του Ασωπού ποτάμού

Αντώνιος Σκουλούδης[1], Νικολέτα Τζόουνς[2], Κωνσταντίνος Ευαγγελινός[1] & Μαρίνα Προϊκάκη[1]
[1] *Εργαστήριο Επιχειρησιακής Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου*
[2]*Τμήμα Γεωγραφίας, Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ηνωμένο Βασίλειο*

Περίληψη
Η παρούσα εργασία παρουσιάζει ευρήματα από μια μικτή μεθοδολογική έρευνα που εστιάζει α) σε εμπόδια για την υιοθέτηση καλών πρακτικών περιβαλλοντικής διαχείρισης από επιχειρήσεις που λειτουργούν στην περιοχή του Ασωπού ποταμού και β) σε επιπτώσεις της σχετικής περιβαλλοντική υποβάθμισης στην τοπική οικονομία. Σε αυτό το πλαίσιο, παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα έρευνας μέσω ερωτηματολογίου για την οπτική των ιδιοκτητών και μελών της διοίκησης τοπικών επιχειρήσεων και κατηγοριοποιούμε μια σειρά από συναφή εμπόδια περιβαλλοντικής διαχείρισης. Επιπλέον, εστιάζουμε μέσω συνεντεύξεων στις αντιλήψεις ιδιοκτητών τοπικών επιχειρήσεων του τουρισμού και εστίασης αναφορικά με την περιβαλλοντική υποβάθμιση στην ευρύτερη περιοχή των εκβολών του ποταμού. Η μελέτη καταλήγει αναδεικνύοντας κατευθυντήριες προτάσεις στην χάραξη πολιτικής και προτάσεις μελλοντικής έρευνας για την εξομάλυνση τέτοιων προβλημάτων που διαταράσσουν τη βιωσιμότητα σε τοπικό επίπεδο.

Λέξεις-κλειδιά: Περιβαλλοντική υποβάθμιση, περιβαλλοντική (κακο)διαχείριση, Ασωπός ποταμός, μικτή μεθολογική έρευνα, (τοπική) βιωσιμότητα.
JEL Κωδικοί: Q01, Q50, Q56, Q59.

1. Introduction

Environmental management (EM) techniques have gained increased interest due to the win-win opportunities they can yield in terms of reduced environmental externalities and economic efficiency (Frijns and Van Vliet, 1999). Still, EM technologies and relevant initiatives are usually hampered and still neither fully nor widely utilized due to bottlenecks that principal actors of such practices (i.e. industrial-manufacturing facilities and sites for the scope of this study) encounter when attempting to engage in such practices. *Antecedents of environmental mismanagement* (EmM) are increasingly stressed in the literature and cumulatively can hinder or even prevent the adoption of proactive pollution control approaches. Such factors are generally greater for small and medium enterprises (SMEs) primarily due to intrinsic organizational attributes and characteristics of managerial planning (Walker *et al*., 2008) and can have significant implications on local sustainability and quality of life.

In order to effectively implement local sustainability strategies, it is crucial to investigate and address the antecedents and implications of environmental mismanagement so that environmental degradation can be alleviated and unsustainable growth patterns can be readjusted. To date, such antecedents and implications of EmM have never been adequately studied either in the Greek business sector or an industrial area. This is where this study aims to contribute by focusing on the industrial zone of the greater Asopos river area, where water and ground pollution (due to ineffective waste management techniques) remains a much-debated issue and has gained increased publicity over the past three decades.

2. Background

In its attempt to move towards higher levels of EM a company faces numerous and multidimensional obstacles. When business entities experience extensive obstacles to EM, their intentions to foster environmental protection are rarely translated into actions. Such obstacles are presented in Table 1 and can be either internal or external (Chan, 2008; Shi *et al*., 2008). Aspects that do not lie within the organizations themselves (i.e. external factors) refer to antecedents which the firm cannot directly control or influence. In contrast, internal factors are dependent upon aspects which can be directly controlled by the firm as they represent intrinsic characteristics, available resources or capabilities. Likewise, another well-established classification of antecedents of EmM is between sectoral and organizational factors (Post and Altman, 1994). Sectoral parameters relate to the characteristics of the business activity and mostly impact firms pertaining to environmentally sensitive sectors. In contrast, organizational antecedents refer to specific traits of the stand-alone firm and affect all companies irrespectively of the sector they operate in. Table 1 summarizes major antecedents of EmM as identified in the business management literature.

Environmentally degraded places suffer losses, well beyond pollution and ecosystem deterioration, in terms of social exclusion and economic decline (Satterfield, 2000; Hayden, 2000; Ellerbusch, 2006; Noonan et al., 2007; Erickson et al., 2008). The intrinsic attributes of a place (comprising its identity) are shaped by a mixture of socioeconomic activities which are spatially predominant. When stigmatization occurs, these place-based characteristics are linked to negative connotations and most of them are disregarded while salient and usually few negative aspects are primarily emphasized (Wester-Herber, 2004). In this context, Keene and Padilla (2014) assert that those who reside in degraded locales can embody the perceived negative characteristics of their environment while Solecki (1998) points out three main groups of research studies which focus on individuals' attitudes toward issues of environmental concern. One group attempts to frame differences between socioeconomic groups (e.g. the environmental attitudes between urban, suburban and rural residents).

Another set of studies contributes to attitudinal responses to particular environmental issues, such as the waste management hazardous or toxic by-products. Finally, a third strand of research reports on individuals' perceptions and beliefs with respect to global or local environmentally-related issues of environmental concern, such as global biodiversity loss or local water pollution and ecosystem deterioration.

Table 1: Significant factors of EmM

Antecedents	**Indicative literature**
Economic/financial barriers	Jones, 2010; Massoud *et al*., 2010; Zhu and Geng, 2010
Lack of time/human resources	Walker *et al*., 2008; Vernon *et al*., 2003; Revell and Blackburn, 2004
Technical/information barriers	Massoud *et al*., 2010; Zhu and Geng, 2010; Geng *et al*., 2010
Lack of awareness/ uncertainty over potential benefits	Massoud *et al*., 2010; Frijns and van Vliet, 2006; Fang and Côté, 2005
Unfavorable organizational culture	Hillary, 2004; Frijns and van Vliet, 2006
Managerial perceptions	Walker *et al*., 2008; Vernon *et al*., 2003; Revell and Rutherfoord, 2003
Institutional/regulatory inefficiencies	Hilson, 2000 ; Murillo-Luna *et al*., 2007; Geng *et al*., 2010
Short-term planning	Murillo-Luna *et al*., 2007; Chan, 2008; Walker *et al*., 2008; Zhu and Geng, 2010
Competitive/market pressures	Rutherfoord *et al*., 2000; Drake *et al*., 2004; Revell, 2007
Slack stakeholder pressures	Shi *et al*., 2008; Revell, 2007; Drake *et al*. 2004
General economic climate	Shi *et al*., 2008; McCormick and Kaberger, 2007; Tinsley, 2002

3. THE CASE OF Asopos river area

Over the years, the Asopos river area has been in the center of media coverage due to the widespread and long-standing industrial pollution (taking place for more than forty years). In 1969, under a Presidential Decree, industries were encouraged through incentives to relocate their facilities from Athens to Viotia, leading to the creation of an unofficial industrial zone in the wider areas of Inofyta and Sximatari with Asopos river, which flows by these settlements, to be proclaimed a receiver of processed industrial waste. Nevertheless, the industrial zone was designed with neither spatial planning considerations nor robust environmental monitoring of the operating firms. Ten years later (in 1979) additional permissions were given to industrial activities that were formerly forbidden. Since then the river and the area's groundwater have been subjected to long-term pollution due to untreated industrial waste or insufficient environmental management techniques. Likewise, inadequate environmental audits by apposite governmental authorities have failed to address and put an end to poorly-treated industrial liquid wastes/effluents, untreated sludge or improper solid waste disposal.

During 2004-2009, 4.3 million euros in environmental fines for non-compliance with environmental laws and regulations have been imposed to 163 industries operating in the area (Laoudi *et al*. 2011). In May 2010 the resulting situation was declared an "environmental crisis" that forced governmental authorities to take appropriate legislative action (Tentes and Damigos, 2012). Nowadays, more than 400 industries (mostly SMEs) pertaining to the textile, metal finishing, chemical, food, fertilizer, paint, tannery and pharmaceutical sectors operate in

the area (Massoura, 2008). Tentes and Damigos (2012) stress that "the river basin has foregone any ability to provide services to both humans and the ecosystem and has suffered a total loss of value", suggesting that the elicited value of areas' groundwater lies between 7.0-9.3 million euros.

Proper EM by local industries will definitely assist in the restoration of the Asopos river basin, the environmental rehabilitation of the ecosystem and mitigate the impacts on the local quality of life. In order to achieve such sustainability-related targets, bottlenecks that undermine the ability of firms to operate under a benign EM status need to be adequately explored and related implications in the local community need to be effectively addressed.

4. Research design

In order to address the central research questions of the study (i.e. which are the main antecedents of EmM and what critical implications on the local settlements stem from EmM in the Asopos river basin?) we opted for a mixed methods approach. This included a) the distribution of a structured questionnaire to industrial/manufacturing firms operating in the greater area (n≈600) and b) semi-structured interviews with small business (SB) owners of the tertiary sector (tourism and hospitality) which are located at the river delta.

The quantitative research instrument included questions of descriptive information along with 25 statements that respondents are asked to evaluate on a five point Likert-type scale. These statements refer to eight groups of antecedents of EmM as derived by the literature. Internal EmM factors include resources, perceptions, organizational culture and implementation practices, while statements pertaining to external EmM parameters cover institutional inefficiencies, economic conditions, external support/guidance and the role of third party verifiers/certifiers. The last part of the questionnaire includes an open-ended question in order to generate additional – qualitative – data to explain the EM impediments sample firms are facing. In this context, respondents are asked to denote and point out the major problems their enterprise currently faces ("Please indicate the major problems your organization currently faces").

Face-to-face interviews utilizing a simple set of open-ended, pilot-tested and revised questions were selected as the most appropriate approach, in order to better detect SB owners discourse towards the environmental problem of the Asopos river basin. During July-October 2014, 41 semi-structured interviews were conducted with SB owners from Oropos, Halkoutsi and Dilesi settlements in proximity to the river estuaries. These interviews lasted 15-40 minutes based on the level of engagement and participation of the interviewees. The analysis explored awareness and viewpoints on environmental degradation and water quality within the local context, implications on the local economy and the individual enterprise.

5. Empirical findings

Antecedents of EmM

Preliminary findings[1] of the quantitative survey (n=33) are presented in Table 2. These early results suggest that EmM is triggered by internal factors pertaining to available organizational resources: lack of management and/or staff time for implementation and maintenance of EM practices and procedures (39.4%), lack of adequate technical knowledge and specialization of organizational members on EM implementation (53,5%), limited financial resources to actively engage in EM (48,5%). Respondents also perceived the cost of implementing and maintaining EM techniques as high (45,5%) and linked EM to additional burdensome bureaucratic procedures for the firm (48,5%).

[1] The questionnaire-based survey is still in progress.

In addition, external parameters referring to the independent third-party verifiers were pinpointed as crucial in EM engagement. Specifically, the high cost of external verification of EM implemented practices was emphasized (43,4%) as well as the notion that third-party auditors pursue their self-interests and have self-seeking goals (39,4%; e.g. by influencing the length of the audit cycles). Respondents further placed emphasis on the low quality services offered by EM consultants (48,5%) and the fact that they are not fully aware of sector-specific characteristics that are critical for successful EM implementation (42,4%).

However, according to gathered responses, important aspects that induce EmM are the constantly changing economic climate (60,6%), the lack of robust economic incentives and of identified tangible economic benefits for the firm (66,7%) and a widespread uncertainty over the actual value of EM in the market place (48,5%). Institutional weaknesses in terms of lack of financial support by the government (69,7%), insufficient guidance by apposite governmental bodies (66,7%), the strict and complex environmental legislative framework (69,7%), the lack of adequate trade associations support (60,7%) along with ambiguous and/or conflicting guidance by competent bodies (63,6%) were addressed as particularly critical towards EmM.

Finally, respondents stressed that the primary problems their company currently faces are connected to the downturn of the domestic economy, the lack of a robust governmental policy for development coupled with the heavy tax burdens their firm face and the lack of government-based programmes for efficient waste management and recycling.

Consequences of EmM

More than half of the interviewees criticized that the unjustified – according to their accounts – claims that their settlements are affected by the environmental problem of Asopos tarnishes and brings detraction to their areas. SB owners from Oropos asserted that the whole area close to the river delta has been segregated and faced an unprecedented (compared to other destinations in the prefecture) decline since the 2000s. They pinpointed that the issue of environmental degradation has been unduly magnified and, combined with a recent increase in the tolls at the highway leading to the study areas, have contributed to a decrease in the number of visitors. In this regard, respondents stressed a loss of the areas' attractiveness which has been also negatively affected by the poor condition of the local road network and the lack of public transportation in the study area.

All respondents adopted a defensive stance during the interview, attempting to encounter the negative publicity their area has attracted and sketch out a favorable profile of the area. In many cases, arguments aiming to reduce the attractiveness of other, competing, destinations in the Attica prefecture (in order to bolster local attractiveness) were set forth. Interviewees juxtaposed their area to other places in Central Greece in an attempt to present a comparatively more favorable profile for their settlement.

Eight respondents objected that they had incidents where customers asked specifically for bottled water instead of tap water. In this respect, few owners expressed supporting arguments on the quality of their business services by denoting that their suppliers of vegetables, fruits and/or meat products are not from the areas close to the industrial zone. Nevertheless, in few accounts it was confirmed that health risks in the food chain could exist in the area and that the vegetables grown in the plain of Oropos may pose such threats to public health. Two SB owners asserted that their businesses are thriving and that the Asopos river is not influencing their performance but blamed competing businesses in the area, the civil services and/or community movements for being slack, uncoordinated and not undertaking appropriate actions to exert pressure for resolving the problem.

Table 2: Antecedents of EmM

Antecedents of EmM	**Strongly disagree**	**Disagree**	**Neutral**	**Agree**	**Strongly agree**
Lack of management and/or staff time	4(12,1%)	10(30,3%)	6(33,3%)	11(33,3%)	2(6,1%)
Lack of training and specialist staff	2(6,1%)	7(21,2%)	6(18,2)	14(42,4%)	4(12,1%)
Limited financial resources	1(3,1%)	8(24,2%)	8(24,2%)	13(39,4%)	3(9,1)
Lack of awareness of organizational benefits	6(18,2%)	8(24,2%)	5(15,2%)	10(30,3%)	4(12,1%)
Perception of high cost for implementation and maintenance	1(3,0%)	8(24,2)	9(27,3)	13(39,4)	2(6,1)
Perception of additional bureaucratic burden	1(3,1%)	8(24,2%)	8(24,2%)	13(39,4%)	3(9,1%)
EM is interrupting critical operating processes	3(9,1%)	16(48,5%)	9(27,3%)	4(12,1%)	1(3,0)
Inability to link EM with positive impacts to environmental quality	4(12,1%)	17(51,5%)	8(24,2%)	4(12,1%)	0
Difficulties with environmental aspects/effects evaluation and the determination of significance	3(9,1%)	14(42,4%)	9(27,3%)	6(18,2%)	1(3%)
Negative experience with previous quality/H&S standards that reduces EM's perceived effectiveness	4(12,1%)	11(33,3%)	12(36,4%)	6(18,2%)	0
EM requires drastic changes in operational procedures and processes	2(6,1%)	17(51,5%)	9(27,3%)	5(15,2%)	0
Top management is engaged in more important/critical issues	3(9,1%)	17(51,5%)	8(24,2%)	5(15,2%)	0
High cost of external certification of EM practices	1(3%)	7(21,2%)	11(33,3%)	13(39,4%)	1(3%)
External auditors are pursuing self-seeking goals	0	7(21,2%)	13(39,4%)	11(33,3%)	2(6,1%)
External auditors are offering low quality and merely bureaucratic services	0	11(33,3%)	11(33,3%)	10(30,3%)	1(3%)
Volatile economic conditions/ unstable economic environment	1(3%)	5(15,2%)	7(21,2%)	14(42,4%)	6(18,2%)
Lack of robust economic incentives and of identified tangible economic benefits for the firm	1(3%)	5(15,2%)	5(15,2%)	19(57,6%)	3(9,1%)
Uncertainty over the actual value of EM in the market place	2(6,1%)	10(30,3%)	5(15,2%)	14(42,4%)	2(6,1%)
Lack of financial support by the government	0	6(18,2%)	4(12,1%)	13(39,4%)	10(30,3%)
Insufficient guidance and poor information provision on EM practices by apposite governmental bodies	0	4(12,1%)	6(18,2%)	15(45,5%)	7(21,2%)
Strict and extremely complex legislative framework on the environment	0	3(9,1%)	7(21,2%)	16(48,5%)	7(21,2%)
EM consultants offer low quality services that do not contribute to environmental protection	0	6(18,2%)	11(33,3%)	12(36,4%)	4(12,1%)
EM consultants are unaware of the firm's sector-specific characteristics and peculiarities	1(3%)	4(12,1%)	13(39,4%)	10(30,3%)	4(12,1%)
Absence or lack of trade association or business network support	0	5(15,2%)	7(21,2%)	15(45,5%)	5(15,2%)
Competent bodies provide ambiguous and/or conflicting guidance, information, explanation or support on EM	0	5(15,2%)	7(21,2%)	11(33,3%)	10(30,3%)

"The problem lies to all water reserves in the area of the river basin. We avoid getting supplies from local producers, vegetables and other agricultural products". (Participant 5, female, 30s)

"The water here maybe clean, but the thing that worries me the most is the vegetables we are buying and using in my business and originate from Viotia; I often think that these products are doing more harm than good…". (Participant 30, male, 40s)

"(…) I've lost customers due to the water issue here; they've told me they can't visit us anymore due to the potential risks of the water here; they don't want to shower or drink from this water". (Participant 14, female, 70s, family business)

"I've had customers that specifically asked for bottled water on their table and not tap water even though I assure them that is perfectly safe; they believe that the whole area here is contaminated". (Participant 23, male, 30s)

A large group of respondents indicated that if they had the necessary financial resources they would relocate their business in a more attractive and not disparaged place as their current location. The same interviewees referred to internationally-renowned Greek islands, coastal destinations or densely populated urbanized areas as potential relocation points. The utilization of financial incentives was pinpointed as policy instruments that would stimulate a potential decision to relocate. Participants with strong bonds with the area were maintaining a counterview; they perceived relocation as a most undesirable scenario or the least feasible option primarily due to their attachment to the place and local community. Likewise, few SB owners stressed latent costs and underlying risks of relocating as barriers which leave little room for implementing such decision, especially during the current highly turbulent macroeconomic environment.

"I wish I could do this step (of relocating), but there are too many factors to consider; if I have to pay up double or triple of my current annual costs to start a new business in a more attractive place, it is just pointless…At this age and with the current state of the economy you settle for what you've got and simply try to manage to go by". (Participant 26, male, 50s)

"I grew up here, I have my family here, my children got married here…my grand children are here…I can't leave…and go where? Where can I find better? I have my friends, my people, everyone here…". (Participant 14, female, 70s, family business)

6. Concluding remarks

The findings of this study reveal different layers of concern connected to EmM that coexist within the local communities of the Asopos river basin. In order to enhance the diffusion of EM practices, all potential parameters that lead to EmM should be addressed with initiatives, incentives and formal guidelines under the scope of efficient environmental responsibility. As SB owners from the river delta pinpointed, the area no longer supports their well-being but, instead, it is associated with negative aspects that carry stigmatization to the land, the local products and mostly to the local economic base: tourism and hospitality. The study's interviewees acknowledged that the current situation creates feedback loops that undermine sustainable livelihoods in the broader study area.

EM penetration in environmentally degraded areas can benefit from studies as the one outlined in this paper. Equipped with such findings governmental bodies can be in a better position to adjust their policy approaches and ensure compatibility with the needs of the local business sector and the concerns-expectations of the community. Assessing EmM antecedents offers fruitful evidence for the development of business-related sustainability indicators, which in turn can inform the development of robust governance mechanisms and motivate

companies to upgrade their environmental performance. Relying on bureaucratic approaches (e.g. relying strictly on compliance) may not achieve the overall target of environmental restoration if all other clusters which can impede and offset desirable outcomes are isolated. Likewise, policy-making could benefit from attitudinal studies such as ours if better sustainability criteria and management objectives are to be realized in environmentally-degraded areas. Community members should be central in shaping local action plans and their lay views on environmental degradation and aspects of spatial stigmatization could prove to be useful in developing participatory decision-making schemes. Such schemes must include representatives of all critical stakeholders and aim at resolving conflicts and issues that aggravate degradation and consequent stigmatization. Organizing public meetings or hearings, citizen panels and focus groups could contribute towards that direction, help regain trust, increase community cohesion/consensus and build a shared understanding of environmental responsibility.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research has been co-financed by the European Union (European Social Fund – ESF) and Greek national funds through the Operational Program "Education and Lifelong Learning" of the National Strategic Reference Framework (NSRF) - Research Funding Program: THALES - Investing in knowledge society through the European Social Fund.

European Union
European Social Fund

OPERATIONAL PROGRAMME
EDUCATION AND LIFELONG LEARNING
investing in knowledge society
MINISTRY OF EDUCATION & RELIGIOUS AFFAIRS
MANAGING AUTHORITY

NSRF 2007-2013
programme for development
EUROPEAN SOCIAL FUND

Co- financed by Greece and the European Union

REFERENCES

Chan E.S. (2008). Barriers to EMS in the hotel industry, *Hospitality Management*, 27, 187-196.

Drake F., Purvis M. and Hunt J. (2004). Meeting the environmental challenge: a case of win–win or lose–win? A study of the UK baking and refrigeration industries, *Business Strategy and the Environment*, 13, 172-185.

Ellerbusch F. (2006). Brownfields: Risk, property, and community value. *Local Environment*,11, 559-575.

Erickson D., Reid C., Nelson L., O'Shaughnessy A. and Berube A. (2008). *The enduring challenge of concentrated poverty in America: case studies from communities across the U.S.* Washington: Federal Reserve System⁄Brookings Institution.

Fang Y. and Côté R.P. (2005). Towards sustainability: Objectives, strategies and barriers for cleaner production in China, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 12, 443-460.

Frijns J. and Van Vliet B. (1999). Small-scale industry and cleaner production strategies, *World Development*, 27, 967-983.

Geng Y., Xinbei W., Qinghua Z. and Hengxin Z. (2010). Regional initiatives on promoting cleaner production in China: a case of Liaoning, *Journal of Cleaner Production*, 18, 1502-1508.

Hayden K. (2000). Stigma and place: Space, community, and the politics of reputation. *Studies in Symbolic Interaction,* 23, 215-234.

Hillary R. (2004). Environmental management systems and the smaller enterprise, *Journal of Cleaner Production*, 12, 561-569.

Hilson G. (2000). Barriers to implementing cleaner technologies and cleaner production practices in the mining industry: a case study of the Americas, *Minerals Engineering*, 13, 699-717.

Jones C. (2010). Exploring new ways of assessing the effect of regulation on environmental management, *Journal of Cleaner Production*, 18, 1229-1250.

Keene D.E. and Padilla M.B. (2014). Spatial stigma and health inequality. *Critical Public Health,* 24, 392-404.

Laoudi A., Tentes G. and Damigos D. (2011). *Groundwater damage: A cost-based valuation for Asopos River basin*, Skiathos: Third International CEMEPE/SECOTOX Conference, June 19-24, 975-980.

Massoud M.A., Fayad R., El-Fadel M. and Kamleh R. (2010). Drivers, barriers and incentives to implementing environmental management systems in the food industry: a case of Lebanon, *Journal of Cleaner Production,* 18, 200-209.

Massoura G. (2008). *Pollutant hydrochemistry in Asopos river basin*. Athens: Agricultural University of Athens (in greek).

McCormick K. and Kaberger T. (2007) Key barriers for bioenergy in Europe: economic conditions, know-how and institutional capacity, and supply chain co-ordination, *Biomass and Bioenergy*, 31, 443-452.

Murillo-Luna J.L., Garcés-Ayerbe C. And Rivera-Torres P. (2007). What prevents firms from advancing in their environmental strategy? *International Advances in Economic Research*, 13, 35-46.

Noonan D.S, Krupka D.J. and Baden B.M. (2007). Neighborhood dynamics and price effects of superfund site clean-up. *Journal of Regional Science,* 47, 665-692.

Post J.E. and Altman B.W. (1994). Managing the environmental change process: barriers and opportunities, *Journal of Organizational Change Management*, 7, 64-81.

Revell A. (2007). The ecological modernisation of small firms in the UK's construction industry, *Geoforum*, 38, 114-126.

Revell A. and Blackburn R. (2004). *SMEs and their response to environmental issues in the UK*. Kingston Hill: Small Business Research Centre, Kingston University.

Rutherfoord R., Blackburn R. and Spence L.J. (2000). Environmental and the small firm: an international comparison, *International Journal of Environmental Behaviour and Research*, 6, 310-325.

Satterfield T.A. (2000). Risk, remediation and the stigma of a technological accident in an African-American community. *Human Ecology Review,* 7, 1-11.

Solecki W.D. (1998). Local attitudes on regional ecosystem management: A study of New Jersey pinelands residents. *Society & Natural Resources: An International Journal,* 11, 441-463

Shi H., Peng S.Z., Liu Y. and Zhong P. (2008). Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives, *Journal of Cleaner Production*, 16, 842-852.

Tentes G. and Damigos D. (2012). The lost value of groundwater: the case of Asopos river basin in central Greece, Water Resource Management, 26, 147-164.

Tinsley S. (2002). EMS models for business strategy development, *Business Strategy and the Environment*, 11, 376-390.

Vernon J., Essex S., Pinder D. and Curry K. (2003). The 'greening' of tourism micro-businesses: outcomes of focus group investigations in South East Cornwall, *Business Strategy and the Environment*, 12, 49-69.

Walker B., Redmond J., Sheridan L., Wang C. and Goeft U. (2008). *Small and medium enterprises and the environment: barriers, drivers, innovation and best practice: A review of the literature*. Edith Cowan University: Small & Medium Enterprise Research Centre (SMERC).

Wester-Herber M. (2004). Underlying concerns in land-use conflicts - the role of placeidentity in risk perception. *Environmental Science & Policy* 7: 109-116.

Zhu Q. and Geng Y. (2010). Drivers and barriers of extended supply chain practices for energy saving and emission reduction among Chinese manufacturers, *Journal of Cleaner Production*, 40, 6-12.

Assessing the willingness to pay for marine and coastal ecosystems: A Case Study in Greece

George Halkos & Georgia Galani
Laboratory of Operations Research, Department of Economics,
University of Thessaly, Korai 43, 38333, Volos, Greece
halkos@uth.gr galani@uth.gr

Abstract
The achievement of good environmental status (GES) of marine and coastal ecosystem services is specified in the Marine Strategy Framework Directive (MSFD). This paper uses the choice experiment methodology (CE) to estimate the value of non-market benefits of marine and coastal ecosystem. Non market benefits are rarely considered in marine planning and management. Assessing respondents' willingness to pay in order to contribute in the development of marine planning and management implies that changes in marine and ecosystem services in Greece should be considered. The results show government trust and willingness to pay is directly linked. The results of the Mixed Logit Model also demonstrate that preferences are heterogeneous with changes in certain marine and coastal attributes.

Keywords: Marine Strategy Framework Directive, Marine and coastal ecosystem, Non-market valuation, Choice experiment.

JEL Classification: Q50, Q57, C25.

Αποτίμηση προθυμίας πληρωμής για τα θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα: Μελέτη περίπτωσης στην Ελλάδα

Γεώργιος Χάλκος & Γεωργία Γαλάνη
Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη
Η επίτευξη των καλών περιβαλλοντικών επιπέδων των θαλάσσιων και παράκτιων οικοσυστημάτων ορίζεται στην Οδηγία Πλαίσιο Θαλάσσια Στρατηγική. Στη παρούσα έρευνα χρησιμοποιείται η μεθοδολογία του πειράματος επιλογής (ΠΕ) για την εκτίμηση των μη-αγοραίων αγαθών του θαλάσσιου και του παράκτιου οικοσυστήματος. Τα μη-αγοραία αγαθά σπανίως συμπεριλαμβάνονται σε σχέδια θαλάσσιας διαχείρισης. Μέσω της εκτίμησης της προθυμία πληρωμής των συμμετεχόντων να συνεισφέρουν στην δημιουργία σχεδίων διαχείρισης, προτείνουμε ποιες μεταβολές της ποιότητας του θαλάσσιου και παράκτιου οικοσυστήματος στην Ελλάδα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μεταβολή της προθυμίας πληρωμής σχετίζεται άμεσα με την εμπιστοσύνη στην κυβέρνηση. Επίσης, τα αποτελέσματα των Μικτών Υποδειγμάτων Logit, δείχνουν ότι οι προτιμήσεις των συμμετεχόντων είναι ετερογενείς σχετικά με την αλλαγή κάποιων θαλάσσιων και παράκτιων χαρακτηριστικών.

Λέξεις Κλειδιά: Οδηγία Πλαίσιο Θαλάσσιας Στρατηγικής, θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα, μη-αγοραία αποτίμηση, πείραμα επιλογής.

JEL Κωδικοί: Q50, Q57, C25.

1. Introduction

Marine and coastal ecosystems play an important role in the balance of the environment as they interrelate and interact dynamically. The coverage of water amounts to more than 70% and the remainder consists of land area (Burke et al. 2001; UNEP 2006). The total length of the coastlines worldwide extends over 350,000-1,000,000 km and circa 84% of the countries that have a coastline within its extent display a variety of geomorphological types and ecosystems (Martinez et al. 2007). Moreover, it is indicative the fact that human population lives within 100 km of the coast (Cohen et al. 1997; Gommes et al. 1998; Burke et al. 2001).

Mankind is strongly dependent on marine and coastal ecosystems and it is attracted by the environmental goods and services that are plentiful in these types of ecosystems and that influence their choice to live permanently for leisure, recreation, and tourism or even for commercial reasons (Martinez et al. 2007).

On the other hand, biodiversity loss, poor water quality and sea level rise provoked by anthropogenic pressures are some of the challenges that marine and coastal ecosystems has to encounter without profoundly depicting the integrated envision of the disaster (Halpern, 2007, 2008). Salm et al. (2000) reported that the environmental degradation of marine and coastal ecosystems is multifaceted in term of the various human constructions which aim to contribute to increasing profits, but in essence replace the natural environment with harbors, industries, dams and settlements.

The European Union (EU) has developed a comprehensive Maritime Policy, which includes the Marine Strategy Framework Directive (MSFD) (Directive, 2008/56/EC) and the recently recommended Maritime Spatial Planning Directive (pMSPD) (European Commission, 2013), in addition to improving the quality of Europe's regional sea (Directive, 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, European Commission, 2006, 2007; Directive, 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council). According to the MSFD, the marine strategies adopted by the EU member states in the future must enable the sustainable use of environmental services (Article 1). The MSFD emphasizes the importance of healthy ecosystems as a prerequisite for ESs to be provided (Directive, 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council).

This paper contributes to the marine and coastal ecosystem valuation literature by applying a state-of-the-art valuation method to a case study in Greece, where the application of valuation studies is very limited. The aim of this study is to provide policy-makers with much needed information on the economic value of the benefits generated by the sustainable management of the marine and coastal ecosystems in Volos, Lesvos and Crete. The economic value of the changes in the ecological, social and economic conditions of the marine and coastal ecosystem has been estimated with a recently developed non-market valuation technique, namely the choice experiment (hereafter CE) method.

There are to date only a few CE applications to marine and coastal ecosystems and to our knowledge, the study presented here is the first application of a CE in Greece that includes the attribute of the state of *Posidonia oceanica*, an endemic seagrass in the Mediterranean, which has been significantly degraded by structural damage from anchors. The European species of seagrass include *Zostera marina* (eelgrass) grows from the Arctic to the Mediterranean Sea and is the only seagrass species found along the coast of Iceland. Following, *Zostera noltii* or *Zostera nana* in literature (dwarf eelgrass) is widely distributed along the Mediterranean and Atlantic coasts, but does not extend further north than the southern coasts of Norway. *Cymodocea nodosa* (seahorse grass) is found in the Mediterranean Sea and in the warmer regions of the Atlantic Sea from southern Portugal to

the northwestern African coast. *Posidonia oceanica* is a strictly Mediterranean species (Borum et al. 2004). The existing valuation studies that use the CE method introducing the attribute of Posidonia oceanica include only Diedrich's et al. (2013) study that used the classification tree method to estimate the willingness to pay (WTP) in a Marine Protected Area (MPA) located in a heavily used Bay on the island of Mallorca in Spain. This MPA was designated to protect *Posidonia oceanica*. The CE on marine and coastal ecosystems in Greece presented here provides a valuable addition to this scant literature.

The structure of the paper is the following. Section 2 reviews the existing relevant literature and section 3 describes the case study. The empirical results of the econometric analyses are reported in section 4 while the last section concludes the paper.

2. Literature Review

A number of empirical studies based on application of the CE reported in the assessment of environmental improvement of aquatic ecosystems. These studies therefore vary according to the purpose or in the selection of the sample. The research focus is on identifying the perceptions of the users of the aquatic ecosystem in general (Can & Alp, 2012), or those who live near a particular aquatic ecosystem (Kataria et al. 2012; Stithou et al. 2013). There are also research efforts in the assessment of the value of improving the environmental status of the aquatic ecosystem in the geographical context of a country (Kataria 2009; Metcalfe et al. 2012).

With respect to coastal waters, Hynes et al. (2013) applied the choice experiment on the west coast of Ireland to elicit swimmers' willingness to pay to improve the health of benthic water and management of the coastal erosion problem. In Turkey, Can & Alp (2012) conducted a research on the effective management of the marine ecosystem of the port Gkotsek Turkey, which is threatened due to increased tourism and the lack of effective policies. Metcalfe et al. (2012) conducted a large-scale empirical study for all water bodies, including the coastal waters in the United Kingdom. They used an ecological approach to value water and particular attributes used within a timeframe. With regard to investigations related to the valuation of marine biodiversity, Norton and Hynes (2014) used attributes such as sustainable fisheries, marine pollution levels and endemic species to describe the conservation of marine biodiversity according to Marine Strategy Framework Directive.

The majority of studies are associated with the ecology of the aquatic ecosystem, incorporating variables related to attributes describing recreation and aesthetics of the environment, however, the way in which these attributes are included in the studies vary greatly throughout the literature. For example, may include attributes that pertain to endemic species whose levels describe quantitative characteristics (Morrison & Bennett 2004; Kragt et al., 2011; Eggert and Olsson, 2009). Alternatively, they may include quality characteristics generally associated with the biodiversity of the aquatic ecosystem (Hanley et al. 2005; Alvarez-Farizo et al. 2007; Birol et al. 2008).

The aesthetics of aquatic ecosystems often affected by the waste disposal and the clarity of the water (Alvarez-Farizo et al. 2007; Hanley et al. 2006; Stithou et al. 2013; MacDonald et al. 2015). Some studies describe and potential risks of environmental degradation of aquatic ecosystems to human health, thereby combining the attributes that describe the recreation and the risks to human health (Smyth et al., 2009). In the United Kingdom, Beaumont et al. (2008) estimated values related to the existence and preservation of marine biodiversity, including concepts such as ecosystem health and recreational opportunities.

Doherty et al. (2014) via a multidisciplinary research attempted to elicit the preferences of respondents regarding the recreational values and the state of health of ecosystems along rivers, coasts and lakes. In Spain, Remoundou et al. (2015) examined the willingness to pay for measures to combat the effects of climate change affecting the marine and coastal ecosystem and the residents' leisure opportunities.

Empirical studies involving the attributes of reefs are few (MacDonald et al. 2015; Taylor and Longo 2010; Marre et al. 2015). According to McArthur and Boland (2006) it is vital to understand the links between seagrass and fish production. If this relationship can be quantified, the value of the contribution of seagrass to fisheries production can be estimated and decision makers can take efficient measures regarding the long-term sustainability and health of marine ecosystems. Costanza et al. (1997) calculated the goods and services provided by the global natural environment to be worth US$16-54 trillion per year in 1997 and a value for seagrass of US$19,004. This value importantly, does not include many of the obvious values such as fisheries. Samonte-Tan et al. (2007) estimated the total net benefits of coral reefs seagrass, mangroves, beaches, intertidal areas, and marine waters of the Bohol Marine Triangle (BMT) in the Philippines.

In Greece, a limited number of studies have been carried out aiming at determining the role of environmental assessment methodologies. Kountouri et al. (2009) examined the value of constructing a wind farm using the contingent valuation method (CVM). Moreover, Birol et al. (2006) investigated the role of economic valuation for providing information to design effective and sustainable policies for water management. As part of this study an empirical study on the wetlands of Lake Cheimaditida was applied in order to estimate the total value including non-use values. Birol et al. (2007) investigated the farmers' willingness to pay for the adoption of an effective management of waste water treatment in the aquifer at Akrotiri in Cyprus. The results showed that the majority of participants, were willing to participate in a wastewater treatment program. On the southeast side of the Aegean, in Mytilene, Jones et al., (2008) conducted a survey in order to estimate the willingness to pay of respondents to improve the quality of coastal waters via a wastewater treatment program. Organtzi et al. (2009) conducted a survey on the coast of Toroneos Gulf on the east side of the Kassandra peninsula. The questionnaire included three groups of participants, including residents, owners of holiday homes and campers. In Mytilini there have been also conducted another study involving the elicitation of willingness to pay to protect the coast from the coastal sedimentary formations affecting coastal tourism. The rock formations are usually created in the intertidal zone along the coastline (Kontogianni et al., 2014). As regards the investigation of the water quality of Greek marine and coastal ecosystems, the literature is also limited. Kontogianni et al. (2003) attempted to examine the impact of the deterioration of the water quality of Thermaikos Gulf in Thessaloniki. Respondents were asked to state their maximum willingness to contribute to Gulf restoration.

According to Jones et al. (2011) tourism has significant positive and negative impacts on the management of coastal ecosystems with high biodiversity value. In Crete, there have been investigated the visitors' preferences on two alternative policies to reinforce the protection of spawning areas for the sea turtle *Caretta Caretta*. According to the results visitors who trust the authorities tend to consider that the imposition of a tax would be an effective policy. One of the few empirical studies carried out to assess the value of endangered species, held in Mytilene by Langford et al. (1998). A methodological extension of this investigation was made by Kontogianni et al. (2012) the purpose of which was to provide participants with two methodological frameworks. Comparing the results of surveys conducted in 1995 and 2009 noted that in 2009 were more reliable results.

Halkos & Matsiori (2012) conducted a CVM research to assess the economic benefits resulting from improving the quality of coastal beaches along the Pagasitikos Gulf, in central Greece. The goal of the research was to extract the key factors influencing the willingness to pay for the protection of the coasts, the coastal development and coastal management. Recently, Halkos & Matsiori (2015) explored the attitudes and motivations of the residents of Thessaloniki and Volos to contribute to the protection of marine biodiversity. Using appropriate statistical and econometric methods exported three factors explaining the environmental profile of the participants.

3. Case Study

We apply a CE survey to quantify consumer preferences for specific attributes that represent the good environmental status of marine and coastal ecosystem in Greece. CE surveys are used to elicit public preferences for environmental goods and policies that are typically not related to existing markets (Boxall et al. 1996; Louviere et al. 2000). Respondents choose their preferred option from hypothetical but realistic choices that include the attributes important to the product. Usually, these attributes have multiple levels, designed to create realistic variation among the options. The respondents' preferences for each attribute can be elicited from their choices using discrete choice statistical methods (Hanley et al. 2001; Alpizar et al. 2001; Carlsson et al. 2003; Hensher and Greene 2003; Hensher et al. 2005).

The respondents were explained that if they chose the baseline scenario option, they would not be expected to pay, however, there would not be any active marine and coastal ecosystem management, in which case the conditions in these ecosystems would deteriorate to low levels for edible fishes, charismatic species status, beach development etc.

The primary research in Greece covered three regions: (a) Volos-Pagasetic Gulf, (b) Rethymnon Crete and (c) Mytilene Lesvos. From the three regions, 512 completed and validated questionnaires were collected.[1] Useful information we have received from the pilot study, which was preceded by the main survey, as far as finalizing the questionnaire, deciding on the way of eliciting the data, and specifying the sample size. To assure the representativeness of the sample, the proportionate stratified random sampling with reference to the population of each region have been used. Using the available data on the number of people living in the three regions from the 2011 census, the variable "region" has been decided as the stratification variable.

As a statistical unit we considered the household (living permanently or temporarily in each region) and its representative who would participate to the scheduled interview. The main survey lasted from middle of January till middle of April 2014. Data collection was conducted by means of a personal interview after a visit to the site. The survey instrument contained the choice experiment questions, as well as questions about attitudes towards marine and coastal management, individual opinions on the Mediterranean Sea, the comparative importance scoring questions, the demographic and the socioeconomic characteristics of the participant. In average terms, the respondents indicate strong agreement with the statements that human activities cause environmental damages to the part of the Mediterranean Sea around Greece, and a high quality marine environment is essential for tourism. On the other hand, they strongly disagree that building new hotels in public beaches is more important than protecting the marine environment.

[1] It is worth mentioning that a more complicated primary research was carried out a year earlier and in the framework of the research program ODEMM-FP7-244273 with many participants being unwilling to complete the questionnaire due to time limitations. Having this in mind a new questionnaire was prepared much simplified compared to the previouw one and completely restructured.

4. Econometric Results

4.1. Multinomial Logit Model

The CE method has its theoretical foundation in Lancaster's model of consumer choice (Lancaster, 1966), and its econometric basis in random utility theory (McFadden, 1974). Lancaster proposed that consumers derive satisfaction not from the goods themselves, but from the attributes they provide. To illustrate the basic model behind the CE presented here, consider a respondent's choice for a marine and coastal ecosystem management scenario and assume that utility depends on choices made from a choice set, which includes all the possible management scenario alternatives. The respondent is assumed to have a utility function of the form:

$$U_i(Z_j, e_{ij}) = V_i(I_j, Z_j) + e_{ij} \tag{1}$$

Where for any respondent i, a given level of utility will be associated with any management scenario alternative j. Utility derived from any of the marine and coastal management scenario alternatives depends on the attributes of the management scenario (Z_j), and the social, economic and attitudinal characteristics of the respondent (I_j).

The random utility theory (RUT) is the theoretical basis for integrating behavior with economic valuation in the CE method. According to RUT, the utility of a choice is comprised of a deterministic component (V) and an error component (e), which is independent of the deterministic part and follows a predetermined distribution. Assuming that the relationship between utility and attributes is linear in the parameters and variables function, and that the error terms are identically and independently distributed with a Weibull distribution, the probability of any particular alternative j being chosen can be expressed in terms of a logistic distribution. Equation (1) can be estimated with a Multinomial Logit Model (McFadden 1974; Greene 1997), which takes the form:

$$Pr_{ij} = \frac{exp(V_{ij})}{\sum_{k=1}^{K} exp(V_{ik})} \tag{2}$$

The LIMDEP 10.0 NLOGIT 5.0 econometric package was used to produce the econometric models. The Multinomial Logit Model (McFadden 1974) has been estimated with aggregated data on three areas: Volos, Crete and Lesvos. Although the overall fit of the model, as measured by Pseudo R^2, is low by conventional standards used to describe probabilistic discrete choice models (Ben-Akiva and Lerman, 1985), the coefficients are highly significant at less than 1% level and all the signs are as expected a priori. The attributes are all statistically significant which indicates that they are fundamental determinants of the choice of the participants. The sign of the price coefficient indicates that the effect on utility of choosing a choice set with a higher payment level is negative.

Table 1, presents the basic model for the whole sample including the basic survey attributes, the effects on participants' perceptions according to the responsibility to ensure the health of marine ecosystems, the effects of demographic and socioeconomic characteristics and the overall effects. Overall the results indicate that positive and significant economic values exist for higher levels of ecological, economic and social attributes of the marine and coastal ecosystems. In the entire sample those who wish to maintain the small-scale commercial fishing and state that the government is responsible for ensuring the health of the marine environment, are reluctant to contribute to the implementation of management measures to improve environmental quality (cult). Also the unwillingness of stakeholders to

contribute to an improvement in environmental quality is increasing, as participants believe that the government has the ultimate responsibility to ensure the health of the marine environment (resp1) and as doubts about the government's ability to contribute substantially to the protection of the marine environment are enhanced (trust). However, it seems that a sacrifice of the environmental quality, is sufficient to reduce unemployment and boost the tourism industry (econ1, econ 5). Additionally, it is impossible to achieve recovery of the Greek economy without making investments to protect the marine environment (econ 3).

According to the demographic and socioeconomic characteristics, the younger participants (age), who have families with more than two members (members) are sensitized on environmental quality showing that they care about the future generations. This of course depends on the existence of an employment that ensures an income.

Table 1: MNL models-pooled data

Variables	**MNL-Basic**	**MNL-Overall effects**
Attributes	Coeff. (s.e)	Coeff. (s.e)
edible	.20011*** (.05856)	.42417*** (.06351)
charism	.11787** (.05891)	.36703*** (.06400)
beach	-.09184*** (.03515)	.07325* (.03870)
users	-.18069*** (.02374)	-.01850 (.02853)
posid	.06830*** (.02615)	.18104*** (.02840)
consq	.05646** (.02625)	.21485*** (.02995)
price	-.01531*** (.00069)	-.01547*** (.00072)
Effects		
cult		-.01263*** (.00134)
resp1		-.00703*** (.00126)
resp2		.00361*** (.00124)
trust		-.00987*** (.00137)
legisl		-.00445*** (.00118)
econ1		-.00405*** (.00123)
econ2		-.00656*** (.00178)
econ3		.00470*** (.00128)
econ4		-.00508*** (.00150)
econ5		.00726*** (.00144)
age		-.01935*** (.00275)
gender		-.36938*** (.06201)
members		.11018*** (.02486)
employment		.10140*** (.01529)
income		.08119*** (.01606)
LL	-3387.85214	-3102.33727
Pseudo R^2	0.09	0.16

***Indicates significance at 1%, **Indicates significance at 5%, *Indicates significance at 10%.

4.2. Mixed Logit Model

The MNL model assumes the independence of irrelevant alternatives (IIA) property, which states that the relative probabilities of the options being chosen are unaffected by the introduction or removal of other alternatives. The MNL model assumes homogeneous preferences across respondents. Preferences, however are heterogeneous and accounting for this heterogeneity enables estimation of unbiased estimates of individual preferences and enhances the accuracy and reliability of estimates of demand, participation, marginal and total welfare (Greene, 1997). There is a huge amount of variability in the reasoning underlying decisions made by a population of individuals. In order to observe the heterogeneity, MLogit (Mixed Logit) models have been estimated. The attributes enter into the utility function by examining linear, uniform, triangular, logarithmic and non-stochastic specifications. The monetary factor is considered constant in order to facilitate the process for estimating social welfare measures (Train, 2003). Formally, the random utility function in the MLogit model is given by:

$$U_{ij} = V\left(Z_j(\beta + n_i),\ I_i\right) + e_{ij} \tag{3}$$

Similarly to the MNL model, utility is decomposed into a deterministic component (V) and an error component stochastic term (e). Indirect utility is assumed to be a function of the choice attributes (Zj), with parameters β, which due to preference heterogeneity may vary across respondents by a random component η_i , and of the social, economic and attitudinal characteristics (I_i). By specifying the distribution of the error terms e and η, the probability of choosing j in each of the choice sets can be derived (Train, 1998). Equation (2) now becomes:

$$Pr_{ij} = \frac{exp\left(V(Z_j(\beta+n_i).I_i)\right)}{\sum_{k=1}^{K} exp\left(V(Z_j(\beta+n_i).I_i)\right)} \tag{4}$$

Treating preference parameters as random variables requires estimation by simulated maximum likelihood. Procedurally, the maximum likelihood algorithm searches for a solution by simulating a number of draws from distributions with given mean and standard deviations. Halton sequences are used for simulations (Halton, 1960). Probabilities are calculated by integrating the joint simulated distribution.

The selection therefore of random parameters and the unknown distributions of the parameters is a difficult process (Train 2003; Hensher et al. 2005). However, after a number of trials, MLogit models for the pooled sample have been estimated and are presented in Table 2 and Table 3. All the parameters except the payment attribute was specified to be normally distributed (Train 1998; Morey and Rossmann 2003; Carlsson et al. 2003).

As shown in Table 2, the MLogit- Basic model is statistically significant (Chi-square =1025.57654 and a p-value equal to zero) with Pseudo- R^2 =0.13. All variables used in the model are statistically significant except for the variable of charismatic species as the participants seem to be influenced by the population of edible fishes to enhance environmental quality contributing to a management program. MLogit model estimates reveal significant and large derived standard deviations for two attributes (edible fishes and coastal development) indicating that the data support choice specific unconditional unobserved heterogeneity for these attributes and some respondents might prefer lower levels of these.

4.3 Mixed Logit Model with Interactions

Even if unobserved heterogeneity can be accounted for in the MLogit model, the model fails to explain the sources of heterogeneity (Boxall and Adamowicz, 2002). One solution for detecting the source heterogeneity while accounting for unobserved heterogeneity is by including interactions of respondent-specific social and economic characteristics with choice specific attributes. This enables the MLogit model to pick up preference variation in terms of both unconditional taste heterogeneity and individual characteristics and hence improve model fit (e.g., Revelt and Train, 1998; Morey and Rossmann, 2003).

Table 2:MLogit models-pooled data

	MLogit-Basic		**MLogit-Perceptions**		**MLogit-Demographic-Socioeconomic**	
Attributes	**Coeff.**	**s.e.**	**Coeff.**	**s.e.**	**Coeff.**	**s.e.**
Random Parameters						
edible	.33507***	0.10527	.43271***	0.0652	.46201***	0.1133
beach	-.16530**	0.07116	-3.938***	1.2928	-.12410*	0.0688
age					-.03258***	0.0044
Non Random Parameters						
charism	0.09979	0.08354	.37176***	0.0720	.24710***	0.0821
users	-.23078***	0.03532	-0.0164	0.0285	-.13514***	0.0371
posid	.11637***	0.04284	.18322***	0.0295	.17934***	0.0453
consq	.05709*	0.034	.21628***	0.0306	.14708***	0.0382
price	-.02070***	0.00206	-.01577***	0.0009	-.02002***	0.0021
Effects						
cult			-.01293***	0.0014		
res1			-.00872***	0.0012		
res2			.00309**	0.0012		
trust			-.01002***	0.0014		
legisl			-.00488***	0.0012		
econ1			-.00277**	0.0012		
econ2			-.00684***	0.0017		
econ3			.00248*	0.0012		
econ4			-.00517***	0.0015		
econ5			.00771***	0.0014		
age						
gender					-.59726***	0.0889
members					.06983**	0.0311
emloyment					.09595***	0.0213
income					.10486***	0.0221
LL	-3379.23315		-3158.98001		-3294.15851	
Pseudo R^2	0.13		0.19		0.15	

***Indicates significance at 1%, **Indicates significance at 5%, *Indicates significance at 10%.

After extensive testing of the various interactions of the attributes with the respondents' social and economic characteristics collected in the survey, the model that includes the age, the gender, the number of members in the household, the employment and the income was found to fit the data the best. The results are reported in the Table 3. This model has a higher overall fit compared to the MNL models and the MLogit-Basic, the MLogit-Perceptions, the MLogit-Demographic-Socioeconomic model, with a Pseudo R^2 of 0.21.

Table 3: MLogit model with interactions estimates

	MLogit-Averall Effects-Interactions	
Attributes	**Coeff.**	**s.e.**
Random Parameters		
beach	-5.53771***	1.10087
Non Random Parameters		
edible	.43351***	0.06406
charism	.38580***	0.06548
users	0.01128	0.02991
posid	.18861***	0.02902
consq	.23067***	0.03054
price	-.01577***	0.00073
Effects		
cult	-.01246***	0.00134
res1	-.00681***	0.00128
res2	.00376***	0.00124
trust	-.00955***	0.00144
legisl	-.00416***	0.0012
econ1	-.00371***	0.00125
econ2	-.00571***	0.00179
econ3	.00541***	0.00131
econ4	-.00412***	0.00153
econ5	.00728***	0.00145
age	-.03223***	0.00407
gender	-.19780**	0.08494
members	.07761**	0.03178
emloyment	.08422***	0.01622
income	.05019**	0.02381
Interactions		
beach*age	.06191***	0.01259
beach*gender	-.59234**	0.24558
beach*members	.22332**	0.09532
beach*income	.10328**	0.04323
LL	-3080.33471	
Pseudo R^2	0.21	

***Indicates significance at 1%, **Indicates significance at 5%, *Indicates significance at 10%.

4.4 Willingness To Pay

The choice experiment method is consistent with utility maximisation and demand theory (Bateman et al. 2003), thus when the parameter estimates are obtained by the use of the appropriate model, welfare measures can be estimated using the following formula:

$$CV = \frac{ln \sum_i exp(V_{i1}) - ln \sum_i exp(V_{i0})}{\beta_{price}} \quad (5)$$

Where CV (compensating variation) is the welfare measure, β_{price} is the marginal utility of income represented by the coefficient of the monetary attribute in the CE, and V_{i1} and V_{i0} represent indirect utility functions before and after the change in management. For the linear utility index the marginal value of change in a single attribute can be represented as a ratio of coefficients, reducing the equation (6) to:

$$WTP = \frac{-\beta_{attribute}}{\beta_{price}} \quad (6)$$

Table 4 reports the marginal WTP values, for each of the attributes estimated. The ranking of attributes remains consistent for the MNL and MLogit models. The estimation of WTP through increased water bill for eight years until 2020 indicates that respondents are willing to pay 13.07 € (MNL estimation) in order to maintain the levels of the population of edible fishes, 11.8 € in order to introduce MPA zoning for marine ecosystems under threat, 7.7€ in order to maintain the level of populations of charismatic species (such as *caretta caretta*), 6€ to adverse the increased coastal development, 4.46 to maintain the good environmental status of *Posidonia oceanica* in marine ecosystems and 3.69 to adverse the negative consequences of increased population of non-indigenous species.

Table 4: Willingness to Pay Estimates per household

	MNL	**95% confidence interval**	**Mlogit**	**95% confidence interval**
Edible Fish	13.07	(5.57-20.57)	16.19	(6.22-26.15)
Charismatic species	7.7	(0.16-15.24)	4.82	(3.09-12.73)
Beach development	6	(1.50-10.50)	7.99	(1.25-14.72)
MPA Zoning	11.8	(8.76-14.84)	11.15	(7.80-14.49)
Posidonia Oceanica State	4.46	(1.11-7.81)	5.62	(1.57-9.68)
Non-indigenous species warnings	3.69	(0.33-7.05)	2.76	(0.46-5.98)

5. Conclusion

This paper contributes to the limited literature on estimation of economic values of marine and coastal ecosystems using choice experiments, and is one of the few valuation studies that has been undertaken in Greece.

The results indicate that there are positive and significant economic benefits associated with ecological, economic, and social attributes of the marine and coastal ecosystems in Volos, Lesvos and Crete. The impacts of social, economic and attitudinal attributes of respondents on their valuation of marine and coastal attributes are significant and conform to economic theory. Further, there is considerable preference heterogeneity within the Greek public, which should be taken into consideration when designing provision of public goods, such marine and coastal ecosystems.

The significant contribution of this study is providing policy makers with the type of management programs that the Greek public is willing to support. In particular, the attributes that most affect the probability of selecting a policy for the management of a healthy marine and coastal ecosystem “Alternative 1” is the “edible fish” and the “MPA Zoning”. The attributes that affect less the probability of choice is the "beach development", the “*Posidonia Oceanica* State” and the “Non-indigenous species warnings”. Furthermore, the results of the study also reveal that trust is a significant parameter explaining the respondents’ perceptions of the proposed policy instruments. Specifically, it is interesting to observe that institutional trust was a determinant factor of respondents’ willingness to contribute to a management program.

References

Alpizar F., Carlsson, F. & Martinsson, P. (2003). Using choice experiments for non-market valuation. Working Papers in Economics No. **52,** June 2001 Department of Economics Göteborg University. Accessible at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.196.7222&rep=rep1&type=pdf

Alvarez-Farizo, B., Hanley, N., Barberan, R., & Lazaro, A. (2007). Choice modelling at the "market stall": Individual versus collective interest in environmental valuation. *Ecological Economics*, 60(4), 743-751.

Bateman, I.J., Carson, R.T., Day, B., Hanemann, W.M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Ozdemiroglu, E., Pearce, D.W., Sugden, R., Swanson, S., (2003). *Guidelines for the Use of Stated Preference Techniques for the Valuation of Preferences for Non-market Goods*. Edward Elgar, Cheltenham.

Beaumont, N. J., Austen, M. C., Mangi, S. C., & Townsend, M. (2008). Economic valuation for the conservation of marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*, 56(3), 386-396.

Ben-Akiva M. & Lerman S.R. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. MIT Press, Cambridge, MA

Birol, E., Karousakis, K., Kountouri, P., (2006). Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application, *Science of the Total Environment*, 365, 105-122.

Birol, E., Koundouri, P., Kountouris, Y., (2008).*Using the choice experiment method to inform river management in Poland: flood risk reduction versus habitat conservation in the upper Silesia Region*. In: Birol, E., Koundouri, P. (Eds.), Choice Experiments Informing Environmental Policy. Edward Elgar, Cheltenham, UK.

Birol, E., Kountouri, P., Kountouris, Y., (2007). *Farmers' Demand for Recycled Wastewater in Cyprus: A contingent valuation approach, Environmental Economy and Policy Research*, Discussion Paper Series, No. 24, University of Cambridge.

Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D., Greve, T.M., (2004). *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. A publication by the EU project Monitoring and Managing of European Seagrasses (M & MS) EVK3-CT-2000-00044.

Boxall, P. C., & Adamowicz, W. L. (2002). Understanding heterogeneous preferences in random utility models: a latent class approach. *Environmental and Resource Economics*, *23*(4), 421-446.

Boxall, P., Adamowicz, W., Swait, J., Williams, M., Laviere, J., (1996). A comparison of stated preference methods for environmental valuation, *Ecological Economics*, 18, 243–253.

Burke, L., Kura, Y., Kassem, K., Revenga, C., Spalding, M., McAllister, D., (2001). *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems.* Washington, DC, USA: World Resources Institute p. 77.

Can, Ö. & Alp, E. (2012). Valuation of environmental improvements in a specially protected marine area: A choice experiment approach in Göcek Bay, Turkey. *Science of the Total Environment*, 439, 291-298.

Carlsson, F., Frykblom, P., & Liljenstolpe, C. (2003). Valuing wetland attributes: an application of choice experiments. *Ecological Economics*, 47(1), 95-103.

Cohen, J.E., Small, C., Mellinger, A., Gallup, J., and Sachs, J., (1997). Estimates of coastal populations, *Science,* 278, 1211–1212.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R.S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253–260.

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 2000. Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy, p. 72. Luxembourg.

Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council, 2008. Establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). Off. J. Europ. Union 164/19e164/40, 22. Strasbourg.

Diedrich, A., Terrados, J., Arroyo, N. L., & Balaguer, P. (2013). Modeling the influence of attitudes and beliefs on recreational boaters' use of buoys in the Balearic Islands. *Ocean & Coastal Management*, 78, 112-120.

Doherty, E., Murphy, G., Hynes, S., & Buckley, C. (2014). Valuing ecosystem services across water bodies: results from a discrete choice experiment. *Ecosystem Services*, *7*, 89-97.

Eggert, H., & Olsson, B. (2009). Valuing multi-attribute marine water quality. *Marine Policy*, 33(2), 201-206.

European Commission, (2013). *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council Establishing a Framework for Maritime Spatial Planning and Integrated Coastal Management*. COM(2013) 133 Final Brussels.

Gommes, R., du Guerny, J., Nachtergaele, F., Brinkman, R., (1998). *Potential Impacts of Sea-Level Rise on Populations and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, SD (Sustainable Development) Dimensions/Special.

Greene, W.H., (1997). *Econometric Analysis*, Third Edition, Prentice Hall.

Halkos, G., & Matsiori, S. (2015). Environmental attitude, motivations and values for marine biodiversity protection. MPRA Paper **63947**, University Library of Munich, Germany.

Halkos, G.E., Matsiori, S., (2012). Determinants of willingness to pay for coastal zone quality improvement, *The Journal of Socio-Economics*, **41**, 391– 399.

Halpern, B.S., Selkoe, K.A., Micheli, F., Kappel, C.V., (2007). Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats, *Conservation Biology*, **21**, 1301–1315.

Halpern, B.S., McLeod K.L., Rosenberg A.A. & Crowder L.B. (2008). Managing for cumulative impacts in ecosystem based management through ocean zoning, *Ocean and Coastal Management*, **51(3)**, 203-211.

Halton, J. H. (1960). On the efficiency of certain quasi-random sequences of points in evaluating multi-dimensional integrals. *Numerische Mathematik*, **2(1)**, 84-90.

Hanley, N., Adamowicz, W., & Wright, R. E. (2005). Price vector effects in choice experiments: an empirical test. *Resource and Energy Economics*, **27(3)**, 227-234.

Hanley, N., Colombo, S., Mason, P., & Johns, H. (2007). The reform of support mechanisms for upland farming: paying for public goods in the severely disadvantaged areas of England. *Journal of Agricultural Economics*, **58(3)**, 433-453.

Hanley, N., Mourato, S., & Wright, R. E. (2001). Choice modelling approaches: a superior alternative for environmental valuation?. *Journal of Economic Surveys*, **15(3)**, 435-462.

Hanley, N., Wright, R. E., & Alvarez-Farizo, B. (2006). Estimating the economic value of improvements in river ecology using choice experiments: an application to the water framework directive. *Journal of Environmental Management*, **78(2)**, 183-193.

Hensher, D. A., & Greene, W. H. (2003). The mixed logit model: the state of practice. *Transportation*, **30(2)**, 133-176.

Hensher, D. A., Rose, J. M., & Greene, W. H. (2005). *Applied choice analysis: a primer*. Cambridge University Press.

Hynes, S., Tinch, D., & Hanley, N. (2013). Valuing improvements to coastal waters using choice experiments: An application to revisions of the EU Bathing Waters Directive. *Marine Policy*, **40**, 137-144.

Jones, N., Panagiotidou, K., Spilanis, I., Evangelinos, K. I., & Dimitrakopoulos, P. G. (2011). Visitors' perceptions on the management of an important nesting site for loggerhead sea turtle (Caretta caretta L.): The case of Rethymno coastal area in Greece. *Ocean & Coastal Management*, **54(8)**, 577-584.

Jones, N., Sophoulis C.M., Malesios C., **(**2008). Economic valuation of coastal water quality and protest responses: A case study in Mitilini, Greece, *Journal of Socio-Economics*, **37,** 2478–2491.

Kataria, M. (2009). Willingness to pay for environmental improvements in hydropower regulated rivers. *Energy Economics*, **31(1)**, 69-76.

Kataria, M., Bateman, I., Christensen, T., Dubgaard, A., Hasler, B., Hime, S., ... & Nissen, C. (2012). Scenario realism and welfare estimates in choice experiments–A non-market valuation study on the European water framework directive. *Journal of Environmental Management*, **94(1)**, 25-33.

Kontogianni, A., Damigos, D., Tourkolias, C., Vousdoukas, M., Velegrakis, A., Zanou, B., & Skourtos, M. (2014). Eliciting beach users' willingness to pay for protecting European beaches from beachrock processes. *Ocean & Coastal Management*, **98**, 167-175.

Kontogianni, A., Langford, I.H., Papandreou, A., Skourtos, M.S., (2003). Social preferences for improving water quality: an economic analysis of benefits from wastewater treatment. *Water Resources Management*, **17,** 317–336.

Kontogianni A. Tourkolias C., Machleras A. & M. Skourtos (2012). Service providing units, existence values and the valuation of endangered species: A methodological test. *Ecological Economics,* 79, 97–104.

Kountouri, P., Kountouris, Y., Remoundou, K., (2009). Valuing a wing farm construction: a contingent valuation study in Greece, *Energy Policy*, **37,** 1939-1944.

Kragt, M. E., Newham, L. T., Bennett, J., & Jakeman, A. J. (2011). An integrated approach to linking economic valuation and catchment modelling. *Environmental Modelling & Software*, **26(1)**, 92-102.

Lancaster K.J. (1966). A new approach to consumer theory, *Journal of Political Economy*, 74(2), 132-157.

Langford, I. H., Kontogianni, A., Skourtos, M. S., Georgiou, S., & Bateman, I. J. (1998). Multivariate mixed models for open-ended contingent valuation data: willingness to pay

for conservation of monk seals. *Environmental and Resource Economics*, **12(4)**, 443-456.

Louviere, J. J., Hensher, D. A., & Swait, J. D. (2000). *Stated choice methods: analysis and applications*. Cambridge University Press.

MacDonald, D. H., Ardeshiri, A., Rose, J. M., Russell, B. D., & Connell, S. D. (2015). Valuing coastal water quality: Adelaide, South Australia metropolitan area. *Marine Policy*, **52**, 116-124.

Marre, J. B., Brander, L., Thebaud, O., Boncoeur, J., Pascoe, S., Coglan, L., & Pascal, N. (2015). Non-market use and non-use values for preserving ecosystem services over time: A choice experiment application to coral reef ecosystems in New Caledonia. *Ocean & Coastal Management*, **105**, 1-14.

Martinez, M.L., Intralawan, A., Vasquez, G., Pérez-Maqueo, O., Sutton, P., Landgrave, R., (2007). The coasts of our world: ecological, economic and social importance, *Ecological Economics*, **63,** 254–272.

McArthur, L.C. & Boland, J.W. (2006). The economic contribution of seagrass to secondary production in South Australia. *Ecological Modelling,* **196,** 163–172.

McFadden, D. L. (1974), Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice behaviour. In: P. Zarembka (Ed.) *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, New York, pp. 105–142.

Metcalfe, P. J., Baker, W., Andrews, K., Atkinson, G., Bateman, I. J., Butler, S., ... & Train, K. (2012). An assessment of the nonmarket benefits of the Water Framework Directive for households in England and Wales. *Water Resources Research*, **48(3)**, W03526 1-18.

Morey, E., & Rossmann, K. G. (2003). Using stated-preference questions to investigate variations in willingness to pay for preserving marble monuments: Classic heterogeneity, random parameters, and mixture models. *Journal of Cultural Economics*, **27(3-4)**, 215-229.

Morrison, M., & Bennett, J. (2004). Valuing New South Wales rivers for use in benefit transfer. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, **48(4)**, 591-611.

Norton, D., & Hynes, S. (2014). Valuing the non-market benefits arising from the implementation of the EU Marine Strategy Framework Directive. *Ecosystem Services*, **10**, 84-96.

Organtzi, M., Mallios Z., and Latinopoulos, P., (2009). Double bounded contingent valuation of quality improvement in a coastal environment. Proceedings of the 11th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST2009): A-1030-1037.

Remoundou, K., Diaz-Simal, P., Koundouri, P., & Rulleau, B. (2015). Valuing climate change mitigation: A choice experiment on a coastal and marine ecosystem. *Ecosystem Services,* **11**, 87-94

Revelt, D., & Train, K. (1998). Mixed logit with repeated choices: households' choices of appliance efficiency level. *Review of Economics and Statistics*, **80(4)**, 647-657.

Salm, R.V., Clark, J., Siirila E., (2000). *Marine and Coastal Protected Areas: A guide for planners and managers.* IUCN. Washington DC.

Samonte-Tan, G. P. B., A. T. White, M. T. J. Diviva, E. Tabara, and C. Caballes (2007). Economic valuation of coastal and marine resources: Bohol Marine Triangle, Philippines. *Coastal Management*, **35,** 319–338.

Smyth, R. L., Watzin, M. C., & Manning, R. E. (2009). Investigating public preferences for managing Lake Champlain using a choice experiment. *Journal of Environmental Management*, **90(1)**, 615-623.

Stithou, M., Hynes, S., Hanley, N., & Campbell, D. (2013). Estimating the value of achieving "Good Ecological Status" in the Boyne River Catchment in Ireland using choice experiments. *The Economic and Social Review*, **43(3)**, 397-422.

Taylor, T., & Longo, A. (2010). Valuing algal bloom in the Black Sea Coast of Bulgaria: A choice experiments approach. *Journal of Environmental Management*, **91(10)**, 1963-1971.

Train, K. E. (1998). Recreation demand models with taste differences over people. *Land Economics*, **24(2)**, 230-239.

Train, K.E., (2003). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

UNEP, (2006). *Marine and coastal ecosystems and human wellbeing: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment*. UNEP. 76pp.

Παράγοντες της κλιματικής αλλαγής που οδηγούν στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας: επιπτώσεις στις παράκτιες ζώνες

Σοφοκλής Ε. Δρίτσας
Université Montesquieu - Bordeaux IV - Centre de droit comparé du travail et de la sécurité sociale (COMPTRASEC) και Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ΤΜΧΠΠΑ, Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων (ΕΔΚΑ)
dritsas@uth.gr

Περίληψη
Κατά την διάρκεια της πρώτης παγκόσμιας συνδιάσκεψης για το κλίμα το 1979, οι επιστήμονες άρχισαν να κατανοούν την έννοια της κλιματικής «μετάβασης». Ενώ κατά την δεκαετία του ΄80 η υπερθέρμανση του πλανήτη αντιμετωπίζονταν ως ένα υποθετικό σενάριο, στα τέλη του 20ου αιώνα η κλιματική αλλαγή μετατράπηκε πλέον από σενάριο σε πραγματικό γεγονός. Η υπερθέρμανση του πλανήτη και η αλλαγή του κλίματος είναι αποδεδειγμένες, ενώ όλες οι πρόσφατες έρευνες τονίζουν ότι, η αλλαγή θα συνεχίσει στο μέλλον με σημαντική πιθανότητα έντασης των φαινομένων. Αρκετά επιστημονικά άρθρα τεκμηριώνουν τις σημαντικές αλλαγές σε παγκόσμιο επίπεδο (παγετώνες της Ευρώπης, Αμερικής, Ασίας) και οι πολλαπλές εκτιμήσεις συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι έστω και αν μειώσουμε από σήμερα σημαντικά τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, η θερμοκρασία θα συνεχίζει να αυξάνεται για δεκαετίες. Οι πληθυσμοί έχουν αρχίσει να συνειδητοποιούν ότι θα πρέπει να αντιδράσουν στη νέα παγκόσμια πρόκληση και αντιλαμβάνονται όλο και περισσότερο ότι, η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει σημαντικές επιπτώσεις στο τρόπο ζωής τους καθώς και στην οργάνωση των δραστηριοτήτων τους. Παράλληλα, η χλωρίδα και η πανίδα προσπαθούν να προσαρμοστούν στις νέες κλιματικές συνθήκες. Πρόκειται επομένως για παγκόσμια προβλήματα με πολλαπλές διαστάσεις και που απαιτούν συντονισμένες παγκόσμιες δράσεις. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στους παράγοντες που οδήγησαν στην κλιματική αλλαγή καθώς και στις αιτίες της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, ως μια διάσταση αυτού του φαινομένου, λαμβάνοντας υπόψη ότι περίπου ο μισός πληθυσμός της γης ζει σε παράκτιες περιοχές. Πραγματικά, οι παράκτιες περιοχές, εκτός των ιστορικών και πολιτισμικών παραμέτρων, παρουσιάζουν έντονα οικονομικά και κοινωνικά στοιχεία (τουριστικές δραστηριότητες, εμπορικές συναλλαγές, αλιεία) που απειλούνται άμεσα από τις κλιματικές αλλαγές. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι επομένως - μέσω της συστηματικής ανάλυσης των αιτιών της ανόδου της στάθμης της θάλασσας - να προβληματιστούμε για την ανάγκη μιας νέας προσέγγισης του χωροταξικού σχεδιασμού των παράκτιων ζωνών με χρονικό ορίζοντα το 2050.

Λέξεις κλειδιά: Κλιματική αλλαγή, Άνοδος της στάθμης της θάλασσας, Παράκτιες περιοχές.
JEL Κωδικοί: Q54, Q56, Q59.

1. Εισαγωγή

Η διεθνής κοινότητα έχει συνειδητοποιήσει πλέον την κλιματική αλλαγή. Έχει διαπιστωθεί ότι η αύξηση της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο την τελευταία πεντηκονταετία είναι η μεγαλύτερη που έχει παρατηρηθεί την τελευταία χιλιετία. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν συμβάλει στην αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που επηρεάζουν άμεσα τη θέρμανση της ατμόσφαιρας. Οι μετρήσεις που λαμβάνονται από το 1860 μέχρι σήμερα δείχνουν ότι η θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,6° C κατά τη διάρκεια του εικοστού αιώνα. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία έχει επιταχυνθεί τα τελευταία 25 χρόνια,

είναι πιο έντονη κατά τους θερινούς μήνες στις ηπειρωτικές περιοχές του βορείου ημισφαιρίου (Plan Bleu, 2008).

Η αύξηση της θερμοκρασίας συνδέεται με την αύξηση των συγκεντρώσεων αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Οι συνέπειες του φαινομένου, ως φυσική διεργασία, έχει διαπιστωθεί ότι εντείνονται από την περίοδο της βιομηχανικής έκρηξης. Η συγκέντρωση ορισμένων αερίων έχει αυξηθεί στην ατμόσφαιρα (διοξείδιο του άνθρακα, οξείδιο του αζώτου, το μεθάνιο) εξαιτίας των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, ενώ κάποια άλλα αέρια δημιουργήθηκαν από τον άνθρωπο για την ικανοποίηση των αναγκών της κοινωνίας. Η συνεχιζόμενη αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του αιώνα που διανύουμε δεν αμφισβητείται πλέον από την επιστημονική κοινότητα είτε σε παγκόσμιο είτε σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αλλά το εύρος και η ποικιλομορφία των επιπτώσεων στο περιβάλλον, την οικονομία και την ανθρώπινη υγεία, θα εξαρτηθούν από την ικανότητά μας να μειώσουμε τις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και να αναπτύξουμε εκείνες τις στρατηγικές που θα είναι ικανές να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις αυτές καθώς και θα οδηγήσουν στην προσαρμογή των ανθρώπων στα νέα περιβαλλοντικά δεδομένα.

Παρά το γεγονός ότι οι αβεβαιότητες και οι προβληματισμοί ως προς την έκταση των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων παραμένουν, η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει ήδη πολλές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, στους φυσικούς πόρους και στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις εξελίξεις, η διεθνής κοινότητα καλείται να αντιμετωπίσει μια σημαντική πρόκληση: ενώ την ευθύνη για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου την έχουν κυρίως οι βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής γίνονται ήδη αισθητές στο σύνολο των χωρών του πλανήτη.

Επιπλέον, η ευαισθητοποίηση του κοινού σε περιβαλλοντικά θέματα έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμια κλίμακα. Θέματα όπως η διάβρωση των παράκτιων περιοχών, η βιοποικιλότητα ή η σχέση μεταξύ ρύπανσης και υγείας είναι πλέον στο προσκήνιο και δεν μπορούν πλέον να αγνοηθούν από τα όργανα λήψης αποφάσεων είτε σε εθνικό είτε σε παγκόσμιο επίπεδο.

Μια από τις σοβαρότερες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Η αύξηση της συχνότητας των καταιγίδων και των περιστατικών πλημμύρας έχουν ήδη επιδεινώσει το πρόβλημα. Στις επόμενες δεκαετίες το πρόβλημα αυτό αναμένεται να είναι πολύ πιο σοβαρό, επηρεάζοντας τόσο την ακτή αυτή καθαυτή όσο και τις υποδομές στις παράκτιες περιοχές (λιμάνια, αεροδρόμια, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, αποχετευτικό και υδρευτικό δίκτυο, μονάδες επεξεργασίας λυμάτων, τουριστικές εγκαταστάσεις κ.λπ.).

Στην παρούσα εργασία, σε μια πρώτη φάση θα παρουσιάσουμε τα αίτια της κλιματικής αλλαγής, ακολούθως θα επικεντρωθούμε στις αιτίες της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και τέλος θα προβληματιστούμε για τις συνέπειες που θα έχει η άνοδος της στάθμης της θάλασσας στις παράκτιες περιοχές και ειδικότερα στην λεκάνη της Μεσογείου.

2. Αιτίες της κλιματικής αλλαγής

Το κλίμα παρουσίαζε και θα παρουσιάζει αποκλίσεις που οφείλονται σε φυσικά αίτια που συμπεριλαμβάνουν τις ανεπαίσθητες μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας, τις ηφαιστειακές εκρήξεις, οι οποίες μπορούν να καλύψουν τη γη με σκόνη που αντανακλά την ηλιακή θερμότητα στο διάστημα, καθώς και τις φυσικές αποκλίσεις του ίδιου του κλιματικού συστήματος. Οι φυσικές αιτίες μπορούν να εξηγήσουν μόνο ένα μικρό μέρος αυτής της θέρμανσης.

Η συντριπτική πλειοψηφία των επιστημόνων συμφωνεί ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες προκαλούν την αυξανόμενη συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα που δεσμεύουν τη θερμότητα. Η ενέργεια του ήλιου θερμαίνει την επιφάνεια της γης και, καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται, η θερμότητα αντανακλάται στην ατμόσφαιρα ως ενέργεια

υπεριώδους ακτινοβολίας. Ένα μέρος της ενέργειας απορροφάται στην ατμόσφαιρα από τα αέρια του θερμοκηπίου. Ειδικότερα η ατμόσφαιρα λειτουργεί όπως τα τοιχώματα ενός θερμοκηπίου: αφήνει το ορατό ηλιακό φως να εισέλθει, απορροφώντας την εξερχόμενη ενέργεια υπεριώδους ακτινοβολίας, διατηρώντας παράλληλα ζεστό το εσωτερικό του. Αυτή η φυσική διαδικασία ονομάζεται ως «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η μέση θερμοκρασία στη γη θα ήταν -18°C, ενώ αυτή τη στιγμή φθάνει τους +15°C, κάτι που σημαίνει ότι χωρίς αυτή την διαδικασία δεν θα υπήρχε ζωή πάνω στον πλανήτη Γη (ΙΣΤΑΜΕ, 2009).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα των αερίων του θερμοκηπίου τα οποία ενισχύουν το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου και αυξάνουν τη θερμοκρασία. Η ενίσχυση αυτή της υπερθέρμανσης που προκαλεί ο ανθρώπινος παράγοντας ονομάζεται «ενισχυμένο» ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου (GIEC, 2001).

Με τον όρο «αέρια του θερμοκηπίου» αναφερόμαστε στα αέρια της ατμόσφαιρας που δρουν σαν επιλεκτικοί απορροφητήρες. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι τα εξής (GIEC, 2001):

- Οι υδρατμοί ευθύνονται για περίπου τα δύο τρίτα του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν αυξάνουν τους υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, ο θερμότερος αέρας μπορεί να κατακρατήσει πολύ περισσότερη υγρασία και επομένως οι αυξημένες θερμοκρασίες εντείνουν περαιτέρω τις κλιματικές.
- Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ο κυριότερος συντελεστής του ενισχυμένου ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου με διάρκεια ζωής που κυμαίνεται από 50-200 έτη ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσης και επιστροφής του στο έδαφος και τους ωκεανούς .
- Το μεθάνιο είναι το δεύτερο σημαντικότερο αέριο που ευθύνεται για το ενισχυμένο ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου, δεσμεύει θερμότητα 23 φορές πιο αποτελεσματικά από το διοξείδιο του άνθρακα, αλλά έχει μικρότερη διάρκεια ζωής που κυμαίνεται από 10 έως 15 χρόνια.
- Το υποξείδιο του αζώτου απελευθερώνεται με φυσικό τρόπο από τους ωκεανούς και τα παρθένα δάση, καθώς και από τα βακτήρια του εδάφους. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση ορυκτών καυσίμων και τη βιομηχανική χημική παραγωγή με χρήση αζώτου.
- Τα φθοριούχα αέρια είναι τα μόνα αέρια θερμοκηπίου που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για βιομηχανικούς σκοπούς και δεν έχουν συντεθεί με φυσικό τρόπο. Περιλαμβάνουν τους υδροφθοράνθρακες, το εξαφθοριούχο θείο, τους υπερφθοράνθρακες και τους χλωροφθοράνθρακες.

Οι υδρατμοί και το διοξείδιο του άνθρακα είναι, κυρίως, οι ισχυροί απορροφητήρες της υπέρυθρης ακτινοβολίας, αλλά συγχρόνως και οι ασθενείς απορροφητήρες του ορατού ηλιακού φωτός. Καθώς τα αέρια αυτά απορροφούν υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης αποκτούν κινητική ενέργεια, η οποία αυξάνει την μέση κινητική ενέργεια του αέρα και έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα. Με αυτό τον τρόπο η υπέρυθρη ακτινοβολία της Γης διατηρεί την κατώτερη ατμόσφαιρα ζεστή (GIEC, 2001).

Το Πρωτόκολλο του Κιότο, εκτός του διοξειδίου του άνθρακα, αναφέρεται και σε άλλα τρία αέρια του θερμοκηπίου που παρουσιάζουν αυξημένη κατακράτηση ακτινοβολίας. Αυτά είναι: το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου, και τα φθοριούχα αέρια (οι υδροφθοράνθρακες, το εξαφθοριούχο θείο, οι υπερφθοράνθρακες και οι χλωροφθοράνθρακες). Τα αέρια αυτά με διάφορες ατμοσφαιρικές διαδικασίες μετατρέπονται σε ενώσεις που είναι γνωστές σαν «ισοδύναμα του διοξειδίου του άνθρακα» (ONU, 1998) .

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα διαρκές φαινόμενο μεταβολών του κλίματος της γης. Με τον όρο κλιματική αλλαγή αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Τέτοιου τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών. Οι κλιματικές αλλαγές, όπως αναφέραμε πιο πάνω, οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας. Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο: «αλλαγή του κλίματος είναι η κλιματική αλλαγή που αποδίδεται άμεσα η έμμεσα στην ανθρώπινη δραστηριότητα». Το «σύστημα του κλίματος είναι η ατμόσφαιρα, η υδρόσφαιρα, η βιόσφαιρα, η γεώσφαιρα και οι αλληλεπιδράσεις τους. Η Σύμβαση-Πλαίσιο του ΟΗΕ για τις Κλιματικές Αλλαγές (UNFCC), ορίζει την «κλιματική αλλαγή ως την μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες», διακρίνοντας τον όρο της κλιματικής αλλαγής από την κλιματική *μεταβλητότητα* που έχει φυσικά αίτια» (ONU, 1992).

3. Αιτίες της ανόδου της στάθμης της θάλασσας

Το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας καθορίζεται από πολλούς περιβαλλοντικούς παράγοντες σε πολύ διαφορετικές χρονικές κλίμακες, που κυμαίνονται από μερικές ώρες (όπως είναι για παράδειγμα η περίπτωση της παλίρροιας) μέχρι μερικά εκατομμύρια χρόνια (η τροποποίηση των λεκανών απορροής των ωκεανών ως αποτέλεσμα των τεκτονικών κινήσεων και καθιζήσεων). Σε κλίμακα δεκαετίας και αιώνα ορισμένοι από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν το μέσο επίπεδο της στάθμης της θάλασσας εξαρτώνται από το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές (GIEC, 2001).

Το θαλασσινό νερό υπόκειται με την θέρμανση σε διαστολή. Σύμφωνα με τις αναλύσεις των θερμοκρασιών των ωκεανών και των αποτελεσμάτων τους, η θερμική διαστολή φαίνεται να είναι μια από τις κύριες αιτίες των ιστορικών αλλαγών του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας και θα πρέπει να παίξει κυρίαρχο ρόλο στην αύξηση του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας για τα επόμενα 100 χρόνια. Στους ωκεανούς η θερμοκρασία μεταβάλλεται με πολύ αργούς ρυθμούς και η θερμική διαστολή θα συνεχιστεί για πολλούς αιώνες, ακόμη και αν οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σταθεροποιηθούν.

Η αύξηση της θερμοκρασίας και το πάχος του υδατικού στρώματος εξαρτάται από την περιοχή. Επιπλέον, για μια δεδομένη μεταβολή της θερμοκρασίας, το ζεστό νερό διαστέλλεται πιο εύκολα από το κρύο νερό. Η γεωγραφική κατανομή των μεταβολών του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας εξαρτάται από τις γεωγραφικές διακυμάνσεις της θερμικής διαστολής, από τα επίπεδα υφαλμύρωσης των υδάτων και από την κυκλοφορία των ανέμων και των ωκεανών. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειώσουμε ότι η έκταση των μεταβολών της ανόδου στάθμης της θάλασσας σε περιφερειακό επίπεδο είναι σαφώς μεγαλύτερη από τον μέσο όρο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η στάθμη της θάλασσας εξαρτάται από την αύξηση ή την μείωση της υδάτινης μάζας των ωκεανών. Μια τέτοια περίπτωση είναι η είσοδος του θαλάσσιου νερού στο έδαφος. Τα κύρια αποθέματα νερού είναι τα παγωμένα νερά των παγετώνων ή των φύλλων πάγου. Αυτός ήταν ο κύριος λόγος για την πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά την τελευταία παγετώδη

περίοδο, όταν μεγάλες ποσότητες νερού είχαν αποθηκευθεί σε φύλλα πάγου μεγάλης έκτασης που κάλυπταν τις ηπείρους του βορείου ημισφαιρίου. Μετά τη θερμική διαστολή, το λιώσιμο των παγετώνων και των πάγων αναμένεται να είναι μια από τις σημαντικότερες αιτίες της ανόδου της στάθμης της θάλασσας τον 21° αιώνα. Οι παγετώνες και οι πάγοι αντιπροσωπεύουν ένα μικρό ποσοστό των εκτάσεων πάγου που βρίσκονται συνολικά πάνω στη γη, αλλά είναι πιο ευαίσθητοι στην κλιματική αλλαγή από τους παγετώνες της Ανταρκτικής και της Γροιλανδίας, οι οποίοι βρίσκονται σε περιοχές με πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες, με χαμηλές βροχοπτώσεις και αργό ρυθμό τήξης. Επομένως, τα μεγάλης έκτασης φύλλα πάγου θα συμβάλλουν ελάχιστα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας τις επόμενες δεκαετίες (Plan Bleu, 2008) .

Το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας εξαρτάται επίσης από τις διαδικασίες που δεν είναι άμεσα συνδεδεμένες με τις κλιματικές αλλαγές. Έτσι, τα χερσαία αποθέματα νερού (και συνεπώς το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας) επηρεάζονται από την άντληση υπογείων υδάτων, από την κατασκευή δεξαμενών και φραγμάτων, από την χρησιμοποίηση νερού για άρδευση, κ.λπ. Οι παράγοντες αυτοί θα μπορούσαν να αντισταθμίσουν σε μεγάλο βαθμό την αναμενόμενη και σύμφωνα με τις εκτιμήσεις, επιταχυνόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας της θερμικής διαστολής και της τήξης των πάγων. Επιπλέον, τα φαινόμενα καθίζησης των ακτών σε περιοχές που γειτνιάζουν με δέλτα ποταμών μπορούν επίσης να επηρεάσουν την στάθμη της θάλασσας σε τοπικό επίπεδο. Οι τεκτονικές κατακόρυφες κινήσεις ξηράς και οι μεταβολές ακτών και ακτογραμμών μπορούν να επηρεάζουν την στάθμη της θάλασσας σε τοπικό επίπεδο και μπορούν να έχουν συγκρίσιμα αποτελέσματα με αυτά που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή. Τέλος, το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας, ανάλογα με την χρονική κλίμακα (εποχική, διαχρονική ή δεκαετίας), επηρεάζεται από τις μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο και στα ατμοσφαιρικά φαινόμενα (κλασικό παράδειγμα είναι το φαινόμενο του El Niño).

Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας οφείλεται κυρίως στη θερμική διαστολή λόγω της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας και δευτερευόντως στην τήξη των παγετώνων και τη μετατόπισή τους στη θάλασσα, κάτι που προσθέτει επιπλέον μάζες νερού στις θάλασσες.

4. Συνέπειες της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στις παράκτιες περιοχές

Η γνωστότερη από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Πρόκειται για περιβαλλοντικό φαινόμενο που εξελίσσεται προοδευτικά σε βάθος χρόνου, πλήττει τις παράκτιες, νησιωτικές περιοχές καθώς και τις περιοχές που γειτνιάζουν με δέλτα ποταμών και προκαλεί υποχρεωτικές μετακινήσεις πληθυσμιακών ομάδων.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους ωκεανούς θα οδηγήσουν στην αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας και της μέσης στάθμης της θάλασσας, στον περιορισμό της έκτασης των θαλάσσιων πάγων, στην τροποποίηση της αλμυρότητας των θαλάσσιων υδάτων, της κατάστασης των κυμάτων και της κυκλοφορίας των υδάτων στους ωκεανούς. Οι ωκεανοί αποτελούν βασικό στοιχείο του κλιματικού συστήματος με σημαντικές φυσικές και βιοχημικές αλληλεπιδράσεις στο κλίμα. Αρκετά θαλάσσια οικοσυστήματα επηρεάζονται από τις κλιματικές αλλαγές. Είναι πλέον επιστημονικά αποδεκτό ότι η εξέλιξη και η μεταβλητότητα του κλίματος, που εξηγούνται από την σχέση που υπάρχει μεταξύ του κλίματος και του ωκεανού με φαινόμενα πολυετούς διάρκειας (όπως για παράδειγμα η ταλάντωση στον Ειρηνικό Ωκεανό) και από τις περιοδικές μεταβολές, επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την επάρκεια των αλιευμάτων και έχουν σημαντικές επιπτώσεις στις

δυναμικές ανάπτυξης των πληθυσμών τους, και κατά συνέπεια προκαλούν σοβαρότατες συνέπειες στους κατοίκους που εξαρτώνται από την αυτή την πηγή.

Ως αποτέλεσμα της αλλαγής του κλίματος, πολλές παράκτιες περιοχές (οι περισσότερες από αυτές είναι πολυπληθείς) θα πρέπει να αντιμετωπίσουν τον μόνιμο κατακλυσμό και την μετακίνηση των ζωνών αιγιαλού και παραλίας, την παράκτια διάβρωση εξαιτίας της έντασης του φαινομένου των κυματικών καταιγίδων, την απώλεια των υγροτόπων και των ορυζώνων και την υφαλμύρωση του παράκτιου υδροφόρου ορίζοντα εξαιτίας της εισβολής των θαλάσσιων υδάτων. Η επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής, με συνέπεια την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, θα προκαλέσει την αύξηση των καταιγίδων, και ειδικότερα των πλημμυρών εξαιτίας της συχνότερης πρόκλησης ακραίων καιρικών φαινομένων, καθώς και την αυξανόμενη διάβρωση των παράκτιων περιοχών (GIEC, 2001).

Οι επιπτώσεις στα παράκτια οικοσυστήματα, τα οποία παρουσιάζουν έντονες διαφορές ως προς την παραγωγική διαδικασία, όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, κοραλλιογενείς νήσοι, οι ύφαλοι των νήσων, οι αλυκές και οι ορυζώνες, εξαρτώνται από τον ρυθμό της ανόδου της στάθμης της θάλασσας σε σχέση με την ταχύτητα της ανάπτυξης και προσθήκης ιζημάτων στις παράκτιες περιοχές, την έκταση που προορίζεται για οριζόντια (από βιότοπο σε βιότοπο) ή κάθετη (εντός των ορίων του ίδιου βιοτόπου) μετανάστευση των πτηνών ή των εντόμων και τους παράγοντες που εμποδίζουν αυτή, τις μεταβολές στη σχέση κλίμα-ωκεανός - συμπεριλαμβανομένων της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας και της θυελλώδους δραστηριότητας - και τους περιορισμούς στους οποίους υπόκεινται οι παράκτιες περιοχές από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες, τα φαινόμενα λεύκανσης των κοραλλιών προκλήθηκαν από διάφορες αιτίες, και κυρίως από την αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών. Στην περίπτωση που συνεχιστεί η αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας θα οδηγήσει στην περαιτέρω επιδείνωση του φυσικού περιβάλλοντος των κοραλλιογενών υφάλων καθώς και στην αύξηση των κρουσμάτων θαλάσσιων ασθενειών(Plan Bleu, 2008) .

Οι αξιολογήσεις των στρατηγικών προσαρμογής των παράκτιων περιοχών στα νέα κλιματολογικά δεδομένα οδήγησαν στον παραγκωνισμό των έργων για την προστασία αυτών των περιοχών (όπως είναι για παράδειγμα τα φράγματα, κ.λπ.) προς όφελος της λήψης προστατευτικών μέτρων πιο ευέλικτων (όπως είναι η περιβαλλοντική διαχείριση των ακτών), ο κατευθυνόμενος και προγραμματισμένος περιορισμός ανθρώπινων δραστηριοτήτων, η βελτίωση της ανθεκτικότητας των βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών συστημάτων των παράκτιων περιοχών.

Οι πολιτικές προσαρμογής των παράκτιων περιοχών στα νέα κλιματικά δεδομένα σε σχέση με την διαχείριση των ακτών και του θαλάσσιου περιβάλλοντος θα είναι πιο αποτελεσματικές εάν συνδυαστούν με την εφαρμογή συγκεκριμένων πολιτικών σε άλλους τομείς, όπως είναι οι πολιτικές προστασίας των παράκτιων περιοχών, οι πολιτικές περιορισμού των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών, τα ολοκληρωμένα σχέδια διαχείρισης των χρήσεων γης, καθώς και η λήψη θεσμικών μέτρων για τον χωροταξικό σχεδιασμό των παράκτιων περιοχών.

5. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τους Portney και Weyant (1999), οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών δεν διαπιστώνονται μόνο στις φτωχότερες περιοχές του πλανήτη, αλλά επίσης στις ανεπτυγμένες χώρες του βορείου ημισφαιρίου. Η λήψη μέτρων και στρατηγικών για την αντιμετώπιση των συνεπειών αυτών ίσως θα πρέπει να διακρίνει δύο χρονικούς ορίζοντες:

- ο πρώτος χρονικός ορίζοντας θα πρέπει να είναι ορίζοντας δεκαετίας, δηλαδή με το τι θα συμβεί τα επόμενα δέκα χρόνια (παρατεταμένες ξηρασίες, επαναλαμβανόμενα φαινόμενα πλημμυρών, ακραία καιρικά φαινόμενα, κ.λπ.), και
- ο δεύτερος χρονικός ορίζοντας θα πρέπει να είναι ορίζοντας πεντηκονταετίας, δηλαδή με το τι θα συμβεί μέχρι τα μέσα του 21^{ου} αιώνα, λαμβάνοντας υπόψη τις δημογραφικές πιέσεις, την τεχνολογική εξέλιξη, την διάβρωση των εδαφών, τα φαινόμενα λειψυδρίας, κ.λπ.

Είναι προφανές ότι κατά μήκος των ακτών, οι υποδομές είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες και ευαίσθητες σε κινδύνους που προέρχονται από τις κλιματικές αλλαγές. Επιπλέον, οι παράκτιες περιοχές δέχονται μεγάλες δημογραφικές πιέσεις καθώς και είναι αποδέκτες της αύξησης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον τομέα του τουρισμού, προοπτικές που θα οδηγήσουν σε πραγματικές προκλήσεις τόσο σε κοινωνικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο. Οι πολιτικοί μηχανικοί έχουν πλέον συνειδητοποιήσει ότι οι κλιματικές αλλαγές θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτό συλλαμβάνουν, σχεδιάζουν, αναπτύσσουν και κατασκευάζουν έργα υποδομής ικανά τόσο να προστατεύσουν τους πληθυσμούς των ευαίσθητων περιοχών από τις κλιματικές αλλαγές όσο και να εξασφαλίσουν και να διατηρήσουν την οικονομική τους ευημερία σε αποδεκτά επίπεδα.

Επομένως, οι υποδομές θα πρέπει να βελτιωθούν και να προστατευθούν, ενώ παράλληλα θα πρέπει να σέβονται το φυσικό περιβάλλον, το οποίο αποτελεί μια πραγματική πρόκληση. Οι επιστημονικές γνώσεις, οι προβληματισμοί και οι αβεβαιότητες σχετικά με την αλλαγή του κλίματος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη σύγχρονη τεχνική πρακτική. Η άλλη πρόκληση είναι να διατηρηθεί, για τις μελλοντικές γενιές, το κατάλληλο περιβάλλον που θα διασφαλίζει την προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης.

Για την διασφάλιση των προτεραίων στοιχείων είναι αναγκαίο (Plan Bleu, 2008):

- Να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα των επενδύσεων στα μελλοντικά έργα υποδομής.
- Να ενισχυθούν και να προσαρμοστούν στα νέα περιβαλλοντικά δεδομένα τα υφιστάμενα έργα υποδομής λαμβάνοντας υπόψη όλη την σύγχρονη διαθέσιμη πληροφορία για το κλίμα.
- Να προωθηθεί η λεπτομερής εξέταση των ευαίσθητων και εκτεθειμένων περιοχών.
- Να ενσωματωθούν οι νέοι κανονισμοί και ρυθμίσεις στον κατασκευαστικό τομέα.
- Να μην επηρεάζονται οι χρήσεις γης και η χρησιμοποίηση των υλικών στον κατασκευαστικό τομέα από τις βραχυπρόθεσμες εμπορικές επιδιώξεις.

Λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες παραμέτρους, δύο από αυτές εμφανίζουν πρωταρχική σημασία: η χρήση των υλικών στην κατασκευή νέων έργων υποδομής ή στην αντικατάσταση των παλαιών υποδομών και η λεπτομερής εξέταση, σε περιφερειακό και σε εθνικό επίπεδο, των παράκτιων περιοχών χαρακτηρισμένες από την διεθνή βιβλιογραφία ως περιοχές υψηλού κινδύνου στις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Όσον αφορά την

δεύτερη παράμετρο για τις παράκτιες περιοχές υψηλού κινδύνου, ομάδες επιστημόνων έχουν εκπονήσει έρευνες υπό την αιγίδα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον) και της UNESCO σχετικά με τις συνέπειες που θα έχει η άνοδος της στάθμης της θάλασσας σε διάφορες περιοχές του πλανήτη, συμπεριλαμβανομένης και της μεσογειακής λεκάνης.

Ειδικότερα, το Σχέδιο Δράσης για τη Μεσόγειο διαπίστωσε έγκαιρα ότι εάν η ένταση των φυσικών φαινομένων ήταν παρόμοια στο σύνολο των παράκτιων περιοχών της μεσογειακής λεκάνης, το μέγεθος των επιπτώσεων θα ήταν διαφορετικό στις ευαίσθητες περιοχές της Μεσογείου, κάτι που θα απαιτούσε την λήψη διαφορετικών μέτρων και στρατηγικών αντιμετώπισης των συνεπειών. Έτσι, τα προγράμματα διαχείρισης των παράκτιων περιοχών (Coastal Area Management Programme, CAMP) λαμβάνουν πλέον υπόψη τους τις έρευνες για τις κλιματικές αλλαγές προσδιορίζοντας με σαφήνεια τις ζώνες, τα συστήματα, τις υποδομές και τις δραστηριότητες που εμφανίζονται πιο ευάλωτες στις κλιματικές αλλαγές (Georgas, D., 2000).

Οι ραγδαίες μεταβολές του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας μπορούν να οδηγήσουν στην αύξηση της έντασης (και, ενδεχομένως, της συχνότητας) των πλημμυρών που θα επεκταθούν στο εσωτερικό της πληγείσας περιοχής, στην υφαλμύρωση των υπόγειων υδάτων και στην διάβρωση των εδαφών. Οι συνέπειες αυτές θα οδηγήσουν, με χρονικό ορίζοντα το 2050, σε νέο και πολύ διαφορετικό χωροταξικό σχεδιασμό των παράκτιων περιοχών καθώς και στη λήψη πρωτοβουλιών για την εκ νέου ολοκληρωμένη διαχείριση αυτών των περιοχών. Τέλος, τα νέα περιβαλλοντικά δεδομένα προδιαγράφουν νέο προγραμματισμό και σχεδιασμό των μεγάλων έργων υποδομής στις παράκτιες περιοχές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Georgas D., 2000, Assessment of climatic change impacts on coastal zones in the Mediterranean. UNEP's Vulnerability Assessments. Methodology and evidence from case studies. Nota di Lavoro 40. Fondazione Eni Enrico Mattei (EEM).

GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), 2001, *Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité*, Rapport du Groupe de travail II du GIEC.

ΙΣΤΑΜΕ, 2009, Κλιματικές Αλλαγές, Περιβαλλοντική Τρωτότητα και Ευρωπαϊκές Προκλήσεις, Κείμενο Διαβούλευσης.

Organisme des Nations Unies (ONU), 1992, Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

Organisme des Nations Unies (ONU), 1998, Protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

Plan Bleu, 2008, Changement Climatique et énergie en Méditerranée.

Portney P., and J. Weyant (edits), 1999: Discounting and Intergenerational Equity. Resources for the Future.

Οικονομική κρίση και προθυμία πληρωμής των πολιτών για την προστασία της παράκτιας ζώνης

Γεώργιος Χάλκος[1] & Στεριανή Ματσιώρη[2]

[1] *Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Σχολής Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Κοραή 43, Βόλος 38333, halkos@uth.gr*

[2] *Εργαστήριο Ωκεανογραφίας Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Οδός Φυτόκον Βόλος Ν. Μαγνησίας Τ.Κ.: 38446, steriani@uth.gr*

halkos@uth.gr steriani@uth.gr

Περίληψη

Η παράκτια ζώνη αποτελεί τον γεωγραφικό χώρο, στον οποίο αναπτύσσεται πλήθος ανθρώπινων δραστηριοτήτων πολλές εκ των οποίων συχνά έχουν αντικρουόμενα συμφέροντα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισής της θα φέρνει σε συνεργασία όλους τους εμπλεκόμενους φορείς (κυβερνήσεις, τοπικές κοινωνίες κ.λπ.) για την επίτευξη της αειφορίας στο πλαίσιο ενός συμμετοχικού προτύπου αποφάσεων. Τα τελευταία χρόνια, όμως, που η χώρα μας δοκιμάζεται από μια από τις σημαντικότερες οικονομικές κρίσεις της νεότερης ιστορίας της οι πολίτες έχουν επαναπροσδιορίσει τις ανάγκες τους και τις προτεραιότητές τους. Στο πλαίσιο αυτό η παρούσα έρευνα στοχεύει στην αποτύπωση της μεταβολής της στάσης των πολιτών σε σχέση με τη διαχείριση της παράκτιας ζώνης και την μεταβολή της προθυμίας πληρωμής τους για την προστασία της. Για τον σκοπό αυτό διενεργήθηκαν τρεις πρωτογενείς έρευνας (με χρονική διαφορά) στο δημοτικό διαμέρισμα του Βόλου, με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου. Οι έρευνες δομήθηκαν σύμφωνα με τις αρχές των ερευνών της μεθόδου υποθετικής αξιολόγησης, ενώ στο ερωτηματολόγιο της έρευνας συμπεριλήφθηκε και πολυθεματική ερώτηση που σκοπό είχε να μετρήσει τις διαχρονικές προτιμήσεις των πολιτών, στο πλαίσιο ενός υποθετικού σεναρίου βελτίωσης των παρεχόμενων υπηρεσιών της παράκτιας ζώνης της περιοχής έρευνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας υπάρχει διαφοροποίηση των ποσοστών των ατόμων που δέχονται να καταβάλουν ένα χρηματικό ποσό για την προστασία της παράκτιας ζώνης, των παραγόντων που συμβάλουν στην παραπάνω συμπεριφορά αλλά και του ίδιου του ποσού της προθυμίας πληρωμής.

Λέξεις Κλειδιά: Παράκτια ζώνη, Οικονομική κρίση, Προθυμία πληρωμής πολιτών

JEL Κωδικοί: Q50, Q58, Q57.

1. Εισαγωγή

Η παράκτια ζώνη συμβάλλει σημαντικά στην οικονομία των χωρών γιατί παρέχει ένα μεγάλο αριθμό προϊόντων και υπηρεσιών με υψηλή οικονομική αξία, ενώ οι άνθρωποι ζουν, εργάζονται και δημιουργούν εκεί (Costanza et al 1997; Ledoux & Turner 2002) Το 43% των υπηρεσιών που παράγονται παγκοσμίως από τα φυσικά οικοσυστήματα παρέχονται από παράκτια ζώνη (Boissonnas et al 2002). Από την άλλη πλευρά, η οικονομική δραστηριότητα που αναπτύσσεται στην παράκτια ζώνη οδηγεί στη μείωση της ποιότητας του νερού, στην απώλεια της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, των οικοτόπων, αλλά και των υπηρεσιών που παρέχονται από τη θαλάσσια και παράκτια ζώνη. Η αλληλεπίδραση και μερικές φορές τη σύγκρουση μεταξύ των οικονομικών δραστηριοτήτων που προσφέρονται από την παράκτια ζώνη υπογραμμίζουν την ανάγκη για αποφάσεις αποτελεσματικότερης διαχείρισης. Σύμφωνα με Bower και Turner (1998), η ανάγκη εύρεσης λύσης στο πρόβλημα της αειφορικής διαχείρισης της παράκτιας ζώνης γίνεται πιο έντονο λόγω της κλιματικής αλλαγής. Έτσι, οι

αποφάσεις που σχετίζονται στη διαχείριση των παράκτιων ζωνών πρέπει να ενσωματώνουν μεγάλο αριθμό παραμέτρων που σχετίζονται με την υπερεκμετάλλευση και την άριστη κατανομή της μεταξύ των διαφόρων χρήσεων της (Noronha, 2004).

Από τη άλλη πλευρά, η οικονομική κρίση που διέρχεται η χώρα μας αλλά και η παγκόσμια οικονομία, έχει αλλάξει σημαντικά τη συμπεριφορά των πολιτών. Οι πολίτες έχουν αλλάξει την καταναλωτική τους συμπεριφορά και η αγορά ειδών πολυτελείας έχει περιοριστεί ενώ η τιμή πώλησης των προϊόντων καθορίζει την απόφασή τους για την αγορά τους η όχι (Ang *et al.* 2000). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το κατά πόσο αυτή η αλλαγή στη συμπεριφορά στην κατανάλωση, λόγω της οικονομικής κρίσης, έχει επηρεάσει και την προθυμία τους να καταβάλλουν ένα χρηματικό ποσό για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Οι πολίτες, σε περιόδους οικονομικής κρίσης, ενδιαφέρονται περισσότερο για την τιμή πώλησης των προϊόντων, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην μεταβολή στην συμπεριφορά τους απέναντι στο φυσικό περιβάλλον αφού είναι περισσότερο προσηλωμένοι στην εργασία τους και στην εξοικονόμηση του εισοδήματός τους (Schlossberg, 1992).

Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτελούσε η διερεύνηση της στάσης των πολιτών απέναντι στη διαχείριση και προστασία της παράκτιας ζώνης και του τρόπου που αυτή μεταβάλλεται λόγω της οικονομικής κρίσης που διέρχεται η χώρα μας. Οι επιμέρους στόχοι της συνοψίζονταν στη διερεύνηση:

- των απόψεων των πολιτών για τον τρόπο διαχείρισης της παράκτιας ζώνης.
- Των δημογραφικών - κοινωνικοοικονομικών παραγόντων που επηρεάζουν την άποψη των πολιτών για την αξία της παράκτιας ζώνης.
- Του βαθμού που η οικονομική κρίση επηρεάζει την προθυμία πληρωμής των πολιτών για τη διαχείριση και προστασία της παράκτιας ζώνης.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει σημαντικός αριθμός εργασιών που αναφέρονται στην εκτίμηση της αξίας της παράκτιας ζώνης (Halkos & Matsiori 2012). Υπάρχει, επίσης, ένας σημαντικός αριθμός ερευνών που εστιάζουν στις προτιμήσεις των πολιτών για τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των παράκτιων ζωνών (Barry et al. 2011). Σύμφωνα με τον Priskin (2003) η προτιμήσεις και οι ανάγκες των πολιτών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για προγράμματα ζωνών. Οι παράγοντες ου καθορίζουν την προθυμία πληρωμής των πολιτών για την προστασία της παράκτιας ζώνης δεν έχουν διερευνηθεί και καθοριστεί επακριβώς (Lindsay et al., 2008). Έτσι, ένας σημαντικός αριθμός ερευνών έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η προθυμία πληρωμής των πολιτών για την προστασία της παράκτιας ζώνης καθορίζεται από το εισόδημα, επίπεδο μόρφωσης, τη σχέση τους με τον υπό εκτίμηση πόρο, τις προτιμήσεις τους για τον τρόπο διαχείρισης του πόρου και τις γνώσεις τους για θέματα διατήρησης του περιβάλλοντος (Kotchen & Reiling, 2000; Giraud, et al. 2002; Halkos & Matsiori 2012). Στη χώρα μας υπάρχει περιορισμένος αριθμός ερευνών που σκοπό έχουν τη διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την προθυμία πληρωμής των πολιτών για την προστασία της παράκτιας ζώνης (Jones et al. 2008; Organtzi et al. 2009; Halkos & Matsiori 2012). Ενώ από την άλλη πλευρά, και σύμφωνα με όσα γνωρίζουν οι συγγραφείς, δεν υπάρχει άλλη έρευνα που να προσπαθεί να διερευνήσει τη στάση των πολιτών απέναντι στην παράκτια ζώνη σε σχέση με την οικονομική κρίση.

2. Μέθοδοι και Δεδομένα

Για την υλοποίηση των στόχων της έρευνας διενεργήθηκαν επαναλαμβανόμενες έρευνες με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου, στο δημοτικά διαμέρισμα του Βόλου και συλλέχθηκαν συνολικά 400 έγκυρα ερωτηματολόγια. Η έρευνα δομήθηκε σύμφωνα με τις αρχές των ερευνών της CVM και το δείγμα επιλέχθηκε με τυχαίο τρόπο με προσωπικές συνεντεύξεις και με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου που κατασκευάστηκε και δοκιμάστηκε, για τις ανάγκες της έρευνας, σύμφωνα με τις οδηγίες της Υπηρεσίας Ωκεανών

και Ατμόσφαιρας (NOAA panel) για τη βελτίωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της (Arrow et al., 1993). Στο πλαίσιο της εφαρμογής της CVM δομήθηκε μια υποθετική αγορά με τη βοήθεια της οποίας οι συμμετέχοντες στην έρευνα εξέφραζαν την προθυμία πληρωμής τους για την προστασία της παράκτιας ζώνης.

Η δομή της υποθετικής αγοράς περιελάμβανε:

1. Μια σύντομη περιγραφή των μέτρων που υποθετικά θα πρέπει να ληφθούν για την προστασία της παράκτιας ζώνης, στο πλαίσιο ενός υποθετικού προγράμματος προστασίας της.
2. Το μέσο και της συνθήκες πληρωμής, που απαιτεί η συμμετοχή των ερωτώμενων στο πρόγραμμα προστασίας της παράκτιας ζώνης.
3. Την ερώτηση απόσπασης της προθυμίας πληρωμής των ερωτώμενων. Στην παρούσα έρευνα η ερώτηση της επιθυμίας χρηματικής συνεισφοράς αποφασίστηκε να είναι διχοτομικής επιλογής (dichotomous choice). Πριν από την ερώτηση της διχοτομικής επιλογής προηγήθηκε μια ερώτηση που διερευνούσε την πρόθεση για συμμετοχή των ερωτώμενων σε ένα υποθετικό πρόγραμμα για την προστασία της παράκτιας ζώνης, το οποίο θα λαμβάνονταν από την πολιτεία. Η συμμετοχή στο πρόγραμμα αυτό θα σήμαινε την καταβολή από αυτούς ενός χρηματικού ποσού.

Στο επόμενο στάδιο οι ερωτώμενοι είχαν αν επιλέξουν αν θα καταβάλλουν πραγματικά το χρηματικό ποσό που τυχαία επιλέχθηκε για τον καθένα, επιβεβαιώνοντας με αυτόν τον τρόπο τη συμμετοχή τους ή όχι στο πρόγραμμα. Τα ποσά της προθυμίας πληρωμής τυχαία μεταβάλλονταν μέσα στο δείγμα των συμμετεχόντων στην έρευνα και κυμαίνονταν από 1 έως 55 € (με βήμα 5€). Το ποσό αυτό καθορίστηκε από προηγούμενη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον Παγασητικό και είχε ως στόχο την ένταξη ορισμένων ακτών στο πρόγραμμα 'Γαλάζιες σημαίες» (Halkos & Matsiori 2012). Στη συνέχεια και για τα άτομα που δε δέχθηκαν να συμμετέχουν στο παραπάνω πρόγραμμα με την καταβολή ενός χρηματικού ποσού, στο ερωτηματολόγιο συμπεριλήφθηκε ερώτηση που σκοπό είχε τη διερεύνηση των λόγων που τους οδήγησε σε αυτή τη συμπεριφορά. Δεδομένου ότι η εξαρτημένη μεταβλητή δεν είναι ποσοτική αλλά διχοτόμος η ανάλυση των αποτελεσμάτων γίνεται με τη χρήση της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) (Bateman and Turner 1992). Με τη βοήθεια της λογιστικής παλινδρόμησης διερευνήθηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν του πολίτες στο να πληρώσουν για την προστασία της παράκτιας ζώνης. Τέλος, η μέση προθυμία πληρωμής των ερωτώμενων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο (Hanemann 1989):

$$E(WTP) = \left(\frac{1}{\beta_1}\right) * \ln\left(1 + \exp^{\beta_0}\right) \qquad (1)$$

Ταυτόχρονα, στο ερωτηματολόγιο συμπεριλήφθησαν και δύο πολυθεματικές ερωτήσεις που σκοπό είχαν στην εξαγωγή συμπερασμάτων τόσο για την οικολογική συνείδηση των πολιτών όσο και τους λόγους για τους λόγους για τους οποίους οι πολίτες επιθυμούν να καταβάλλουν ένα χρηματικό ποσό για την προστασία της παράκτιας ζώνης. Η οικολογική συνείδηση των ατόμων διερευνήθηκε με τη βοήθεια της του νέου οικολογικού παραδείγματος (NEP κλίμακα). Η κλίμακα NEP αποτελεί μια βελτιωμένη έκδοση μιας παλιότερης κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση της οικολογικής συνείδησης των ατόμων (Dunlap and Van Liere 1978, Kotchen and Reiling 2000), η χρήση της οποίας έχει οδηγήσει σε αρκετά έγκυρα αποτελέσματα πρόβλεψης της συνείδησης των συμμετεχόντων σε αυτές τις έρευνας (Dunlap et al. 1992, Kotchen and Reiling 1999). Η κλίμακα NEP κατασκευάστηκε από τους Dunlap et al. (2000) και προσπαθεί να διερευνήσει τις στάσεις και αντιλήψεις των πολιτών με τη βοήθεια μιας πολυθεματικής ερώτησης 15 θεμάτων. Τα 15 θέματα ομαδοποιούνται στη βάση 5 παραγόντων: τα όρια ανάπτυξης, την ευθραυστότητα της ισορροπίας της φύσης, τον αντι-ανθρωποκεντρισμό, την εξαίρεση ή μη

των ανθρώπων από τους περιορισμούς της φύσης και την πιθανότητα μιας οικολογικής καταστροφής. Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας και για την σκιαγράφηση της οικολογικής συνείδησης των συμμετεχόντων στην έρευνα, στα δεδομένα της NEP κλίμακας, εφαρμόστηκε Ανάλυση σε Κύριες Συνιστώσες (PCA) Η με τη βοήθεια της PCA εξήχθησαν οι παράγοντες που περιγράφουν τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων για τη σχέση του ανθρώπου και της φύσης.

Από την άλλη πλευρά, για την εξαγωγή των παραγόντων που ωθούν τους πολίτες για στην καταβολή ενός χρηματικού ποσού για την προστασία της παράκτιας ζώνης, χρησιμοποιήθηκε μια πολυθεματική ερώτηση που χρησιμοποιήθηκε σε προηγούμενη έρευνα στην παράκτια ζώνη του Παγασητικού κόλπου από τους Halkos & Matsiori (2012). Η ερώτηση αυτή περιελάμβανε 26 θέματα που «μετρούσε» τις διαφορετικές ανάγκες, αντιλήψεις και προτιμήσεις του κοινού για τη βελτίωση της ποιότητας των παράκτιων ζωνών.

2. Εμπειρικά Αποτελέσματα

3.1 Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων στην έρευνα

Στον Πίνακα 1 δίνονται τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Πίνακας 1: Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων στην έρευνα

	2013		2014	
	Μέσος/ Ποσοστό %	Τυπική απόκλιση	Μέσος/ Ποσοστό %	Τυπική απόκλιση
Φύλο (%)	Γυναίκα (51,1%)		Άνδρας (54%)	
Ηλικία (έτη)	46,5	14,37	33,28	14,27
Επίπεδο σπουδών (έτη)	13,15	2,51	14,05	2,27
Οικογενειακή κατάσταση	Έγγαμος (54%)		Ελεύθερος (66%)	
Επαγγελματική δραστηριότητα	Ελεύθερος επαγγελματίας (30,7%)		Ελεύθερος επαγγελματίας (33,4%)	
Μέσο μηναίο προσωπικό εισόδημα (€)	1169,48	500,41	924,27	477,70

3.2 Περιβαλλοντική συνείδηση πολιτών

Οι περιβαλλοντικές αντιλήψεις των συμμετεχόντων στην έρευνα σκιαγραφήθηκαν με τη χρήση της NEP κλίμακας. Η αναγνώριση των παραγόντων, οι οποίοι περιγράφουν την οικολογική συνείδηση των ερωτώμενων, έγινε με εφαρμογή Παραγοντικής Ανάλυσης με περιστροφή των παραγόντων με τη μέθοδο της ορθογωνικής περιστροφής (orthogonal rotation) ή μέθοδο της περιστροφής της μέγιστης διακύμανσης (Varimax). Τα αποτελέσματα μετά την περιστροφή των αξόνων δίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Παράγοντες οικολογικής συνείδησης συμμετεχόντων στην έρευνα

Έτος	Παράγοντες	Ποσοστό Διακύ-μανσης	Χαρακτη-ριστική ρίζα	Cronbach's a	
2013	Επέμβαση ανθρώπου στη φύση (F1)	35,915	5,387	0,867	Total Cronbach's a: 0,523
	Κυριαρχία ανθρώπου στη φύση (F2)	12,965	1,945	0,758	K.M.O.: 0,863
	Ισορροπία – όρια φύσης (F3)	8,091	1,214	0,301	Bartlett's Test of Sphericity: Approx. χ^2=1133,719 df = 105 Sig. = .000
2014	Κυριαρχία ανθρώπου στη φύση (F1)	19,172	2,876	0,659	Total Cronbach's a: 0,456
	Επέμβαση του ανθρώπου στη φύση (F2)	12,217	1,833	0,613	K.M.O.: 0,668
	Άνθρωπος και φύση (F3)	11,153	1,673	0,172	Bartlett's Test of Sphericity: Approx. χ^2=471,630 df = 105 Sig. = .000

3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν στην απόδοση οικονομικής αξίας στην περιοχή

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε πολυθεματική ερώτηση που σκοπό είχε να διερευνήσει τις απόψεις των πολιτών για τον τρόπο διαχείρισης της παράκτιας ζώνης και τον ταυτόχρονο εντοπισμό των παραγόντων που ωθούν στην απόδοση οικονομικής αξίας στην περιοχή. Η αναγνώριση των παραγόντων, οι οποίοι περιγράφουν τον τρόπο που οι πολίτες αντιλαμβάνονται τη διαχείριση της περιοχής, έγινε με εφαρμογή Παραγοντικής Ανάλυσης με περιστροφή των παραγόντων με τη μέθοδο της ορθογωνικής περιστροφής (orthogonal rotation) ή μέθοδο της περιστροφής της μέγιστης διακύμανσης (Varimax). Τα αποτελέσματα μετά την περιστροφή των αξόνων δίνονται στον Πίνακα 3.

3.4 Εκτίμηση της μέσης προθυμίας πληρωμής για την προστασία της παράκτιας ζώνης

Ο υπολογισμός της διάθεσης για πληρωμή των ερωτώμενων, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, έγινε με την εκτίμηση ενός πρότυπου λογιστικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απάντηση των ερωτώμενων στην ερώτηση προθυμίας πληρωμής και ως ανεξάρτητες μεταβλητές τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα, τα αποτελέσματα της εφαρμογής της κλίμακας NEP, τα οποία βοηθούν στην κατανόηση της οικολογικής συνείδησης του δείγματος και τους παράγοντες που ωθούν τους πολίτες να αποδώσουν αξία στην περιοχή και σχετίζονται με τον τρόπο της μελλοντικής διαχείρισης της περιοχής. Ειδικότερα, το αρχικό μοντέλο ήταν:

$$\text{logit}[\Pr(Y=1)] = \beta_0 + \beta_1 \text{BID} + \beta_2 \text{GEN} + \beta_3 \text{AGE} + \beta_4 \text{INC} + \beta_5 \text{EDU} + \beta_6 F_{ecol1} + \beta_7 F_{ecol2} + \beta_8 F_{ecol3} + \beta_9 F_1 + \beta_{10} F_2 + \beta_{11} F_3 + \beta_{12} \text{PAST_PAY}$$

Όπου:

- Y, η διχοτομική εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία έχει την τιμή 1 όταν οι ερωτώμενοι δέχονται να καταβάλουν ένα χρηματικό ποσό και 0 όταν αρνούνταν,

- BID το χρηματικό ποσό που έπρεπε να δεχθεί να καταβάλει ο κάθε ερωτώμενος ή να απορρίψει,
- GEN το φύλο των συμμετεχόντων,
- AGE η ηλικία τους,
- EDU το επίπεδο μόρφωσης τους,
- F_{ecoli} οι διαστάσεις της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών, F_i οι απόψεις των πολιτών για τη διαχείριση της περιοχής
- PAST_PAY το αν είχαν καταβάλει ένα χρηματικό ποσό στο παρελθόν για την προστασία του περιβάλλοντος.
- INC το μέσο μηνιαίο εισόδημα των ερωτώμενων,

Πίνακας 3: Παράγοντες οικολογικής συνείδησης συμμετεχόντων στην έρευνα

Έτος	Παράγο-ντες	Ποσο-στό Διακύ-μανσης	Χαρακτη-ριστική ρίζα	Cronbach's a	Total Cronbach's a	K.M.O.	Bartlett's Test of Spheri-city
2013	Διατήρηση παράκτιας ζώνης (F1)	33,571	11,078	0,923	0,928	0,879	Approx. χ^2 =3216,679 df = 528 Sig. = .000
	Ανάπτυξη παράκτιας ζώνης (F2)	13,493	4,453	0,807			
	Τουριστική ανάπτυξη ακτών (F3)	8,307	2,741	0,716			
2014	Ανάπτυξη της περιοχής (F1)	28,835	7,497	0,842	0,896	0,74	Approx. χ^2 =1159,646 df = 325 Sig. = .000
	Διατήρηση παράκτιας ζώνης (F2)	10,619	2,761	0,823			
	Παρεχόμενες υπηρεσίες (F3)	8,794	2,287	0,766			

Το τελικό μοντέλο περιελάμβανε μόνο τις προσδιοριστικές μεταβλητές που ήταν στατιστικά σημαντικές. Για την έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2013, το τελικό μοντέλο συμπεριλάμβανε μόνο το ποσό της προσφερόμενης προθυμίας πληρωμής και το μέσο μηνιαίο εισόδημα των πολιτών. Ενώ για την έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2014 το τελικό μοντέλο περιλάμβανε μόνο το ποσό της προσφερόμενης προθυμίας πληρωμής, το μέσο εισόδημα των πολιτών και το επίπεδο μόρφωσής τους (Πίνακας 4). Τέλος, η μέση WTP υπολογίστηκε για το έτος 2013 στα 28,003€ ενώ για το έτος 2014 στα 25,15€ με τη βοήθεια του τύπου (1).

Πίνακας 4: Αποτελέσματα εφαρμογής του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης

Έτος	Μεταβλητές	Περιγραφή	b	Wald	Έτος	Μεταβλητές	Περιγραφή	b	Wald
2013	Σταθερά		-1,26 [0,001]	6,480	2014	Σταθερά		-3,33 [0,001]	6,664
	BID	Προσφερόμενη προθυμία πληρωμής	-0,025 [0,000]	5,190		BID	Προσφερόμενη προθυμία πληρωμής	-0,083 [0,000]	21,21
	INC	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,01 [0,03]	8,324		*INC*	Μέσο μηνιαίο εισόδημα	0,01 [0,05]	3,611
						EDUC	Επίπεδο μόρφωσης (σε έτη)	0,333 [0.001]	
	Nagelkerke R^2		0,211			Nagelkerke R^2		0,303	
	LR χ^2_{10}		202,282			LR χ^2_{10}		36,2572	
	Hosmer Lemeshow		12,588 (df 8) [0.127]			Hosmer Lemeshow		16,346 (df 8) [0.038]	

Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες στην έρευνα να επιμερίσουν την προθυμία πληρωμής τους (ως ποσοστό %) σε διάφορες λειτουργίες της παράκτιας ζώνης (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Ποσοστό (%) συνολικής WTP σε διάφορες δραστηριότητες της παράκτιας ζώνης

	Ποσοστό %	
	2013	**2014**
Ποιότητα νερών κολύμβησης	36,493	26,908
Περιβαλλοντική εκπαίδευση και πληροφόρηση	16,520	15,816
Ασφάλεια, ναυαγοσωστικά πρώτες βοήθειες, υπηρεσίες και εγκαταστάσεις	14,358	19,322
Περιβαλλοντική διαχείριση	9,608	10,391
Ενίσχυση των εγκαταστάσεων αναψυχής	36,493	26,908

3. Συμπεράσματα – Συζήτηση αποτελεσμάτων

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας εξετάστηκε το κατά πόσο η οικονομική κρίση που περνάει τα τελευταία χρόνια η χώρα μας επηρεάζει τους παράγοντες που καθορίζουν την προθυμία πληρωμής των πολιτών για την προστασία της παράκτια ζώνης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας υπάρχει η ένδειξη ότι το εισόδημα αποτελεί τον κυρίαρχο παράγοντα που καθορίζει τη συμπεριφορά των πολιτών απέναντι στο φυσικό περιβάλλον στο πλαίσιο της κρίσης. Σύμφωνα με αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας στην περιοχή το εισόδημα, μαζί με την ηλικία, το φύλο αλλά και τις απόψεις των πολιτών για τη διαχείριση της περιοχής, ήταν ένας από τους παράγοντες που καθορίζουν αυτή τους τη συμπεριφορά Halkos & Matsiori (2012). Η επανάληψη της έρευνας στις δύο επόμενες χρονιές οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η οικονομική κρίση μεταβάλει τη στάση των πολιτών απέναντι στο περιβάλλον και η λήψη της οποιασδήποτε απόφασης για συμμετοχή τους σε προγράμματα προστασίας του, όταν αυτά μάλιστα θα οδηγήσουν στην καταβολή ενός χρηματικού ποσού. το παραπάνω συμπέρασμα αξίζει να διερευνηθεί περαιτέρω για να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα. Το εισόδημα, γενικότερα, έχει σχετιστεί σε πολλές έρευνες ως καθοριστικός παράγοντας της συμπεριφοράς των πολιτών σε σχέση με περιβάλλον (Mohai 1985; Guagnano *et al.* 1995). Jacobsen & Hanley (2008) διερεύνησαν την επίδραση του εισοδήματος σε 46 έρευνες CVM. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το μέγεθος της επίδρασης του εισοδήματος δεν ήταν σημαντικό σε όλες τις περιπτώσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ang S.H., Leong S.M., Kotler P. (2000). The Asian apocalypse: Crisis marketing for consumers and businesses. Long Range Planning (33), 97-119.

Arrow K., Solow R., Portney P.R., Leamer E.E., Radner R., Schuman H. (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. *Federal Register* 58 (10), 4601-4614.

Barry L., van Rensburgn T.M., Hynes S. (2011). Improving the recreational value of Ireland's coastal resources: A contingent behavioural application, Marine Policy, 35, 764–771.

Bateman I., Turner K. (1992). Evaluation of the Environment: The Contingent Valuation Method, GEC Working Paper 92-18, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE), University of East Anglia, Norwich and University College London.

Boissonnas J, Connolly N, Mantoura F., D'Ozouville L (2002) Integrating marine science in Europe. European Science Foundation Marine Board, Strasbourg.

Bower B., Turner R.K. (1998). Characterising and analysing benefits from integrated coastal zone management. Ocean and Coastal Management 38, 41-66.

Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P. van den Belt M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 387, 253–260.

Dunlap R., Van Liere K., Mertig A., Catton W., Howell R. (1992). Measuring endorsement of an ecological worldview: a revised NEP scale. Paper presented at the Annual Meeting of the Rural Sociological Society, The Pennsylvania State University, State College, PA, August, and at the Sixth Meeting of the Society for Human Ecology at Snowbird, UT, October.

Dunlap R.E., Van Liere K., Mertig A.G., Jones R.E. (2000). Measuring endorsement of the New Ecological Paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues,* 56, 425-442.

Dunlap R.E., Van Liere K.D. (1978). The new environmental paradigm: a proposed measuring instrument and preliminary results. *Journal of Environmental Education,* 9, 10–19.

Giraud L.K., Loomis B.J., Johnson L.R. (1999). Internal and external scope in willingness-to-Pay estimates for threatened and endangered wildlife. Journal of Environment Management, 56, 221-229.

Guagnano G.A., Stern P.C., Dietz T. (1995). Influences on attitude-behavior relationships: A natural experiment with curbside recycling. Environmental Behavior 27: 699 – 718.

Halkos G., Matsiori S. (2012). Determinants of Willingness to Pay for Coastal Zone Quality Improvement. The Journal of Socio-Economics, 41 (4): 391–399.

Hanemann M. (1989). Information and the concept of option value. *Journal of Environmental Economics and Management* 16: 23-37.

Jacobsen J.B., Hanley N. (2008). Are There Income Effects on Global Willingness to Pay for Biodiversity Conservation? Environmental Resource Economics 43 (2): 137-160.

Jones N., C.M. Sophoulis, Malesios Ch. **(**2008). Economic valuation of coastal water quality and protest responses: A case study in Mitilini, Greece, Journal of Socio-Economics 37: 2478–2491.

Kotchen J.M., Reiling S.D. (2000). Environmental attitudes, motivations, and contingent valuation of nonuse values: a case study involving endangered species, Ecological Economics 32, 93–107.

Kotchen M., Reiling S.D. (2000). Environmental attitudes, motivations, and contingent valuation of nonuse values: A case study involving endangered species. *Ecological Economics*, 31(1), 93–107.

Kotchen M.J., Reiling S.D. (1999). Do reminders of substitutes and budget constraints influence contingent valuation estimates? Another comment. *Land Economics* 73, 3.

Ledoux L., Turner R.K. 2002. Valuing ocean and coastal resources: a review of practical examples and issues for further action. Ocean and Coastal Management, 45, 583–616.

Lindsay E.B., J.M. Halstead, H.C. Tupper, Vaske J.J. (2008). Factors Influencing the Willingness to Pay for Coastal Beach Protection, Coastal Management, 20, 291-302.

Mohai P. (1995). Methodological issues: The demographics of dumping revisited: Examining the impact of alternative methodologies in environmental justice research. Virginia Environmental Law Journal 14: 628-641

Noronha L. (2004) Coastal management policy: observations from an Indian case. Ocean & Coastal Management, 47, (1–2) 63–77.

Organtzi M., Mallios Z., Latinopoulos P. (2009). Double bounded contingent valuation of quality improvement in a coastal environment, In CEST2009: A-1030-1037.

Priskin J. (2003). Tourist perceptions of degradation caused by coastal nature-based recreation. Environmental Management, 32(2), 189–204.

Schlossberg H. (1992). Products must live up to expectations. Marketing News .

False Positives and False Negatives Errors in the Design and Implementation of Agri-environmental policies: A Case Study on Water Protection Actions

Demetrios Psaltopoulos, Dimitris Skuras & Emmanouil Tyllianakis
Department of Economics, University of Patras, University Campus – Rio, 26504, Patras
dempsa@upatras.gr, skuras@econ.upatras.gr, etyllianakis@upatras.gr

Abstract

Over the years, agri-environment policy has emerged as one of the most important elements of the Common Agricultural Policy (CAP) in terms of its budgetary burden and the proportion of participating farmers and farmland. In the 2007-2013 period the main agri-environment measure (measure 214 of the RDPs) had a budget of €37.5 billion to address nearly 43 million hectares or almost a quarter of the EU's utilized agricultural area. One of the most important issues addressed by agri-environment measures in the EU refers to water pollution by nutrients and especially nitrogen and phosphorous which is regulated by the Nitrates mandate. The process of designing and implementing action programmes for controlling nutrients requires long-term commitment and cost-efficient distribution of public expenditure funds might be subject to statistical errors. In other words, action programmes may address areas where the nutrients issue is not currently and is not likely to become in the future very important (Type I error) and fail to address areas where the nutrients issue is currently very important or may likely become so in the future (Type II error). In this work we attempt to reveal all the sources contributing to the risk of committing either type I or type II errors in the design and implementation of agri-environment action programmes. We utilize field data from the Louros watershed in Epirus and combine cost-effectiveness analysis with sediment transportation models to simulate nutrient concentration in water under alternative nutrient deposition scenarios.

Keywords: Cost-effectiveness analysis; nutrient pollution; statistical errors; European Union; Common Agricultural Policy.

JEL Classification: Q51; Q52; Q53; Q58; D31.

Σφάλματα Ψευδή Θετικά και Ψευδή Αρνητικά κατά τον σχεδιασμό και την εφαρμογή αγρο-περιβαλλοντικών πολιτικών: μια μελέτη επάνω στις δράσεις προστασίας υδάτων

Δημήτριος Ψαλτόπουλος, Δημήτριος Σκούρας & Εμμανουήλ Τυλλιανάκης
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο ΠατρώΝ, Πανεπιστημιούπολή - Ρίο, GR 26504

Περίληψη

Με την πάροδο των ετών οι αγρο-περιβαλλοντικές πολιτικές βρίσκονται πλέον στο προσκήνιο της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (Κ.Α.Π.) σε σχέση με το μεγάλο οικονομικό βάρος τους καθώς και σε σχέση με το ποσοστό των αγροτών και αγροτικής γης που η Κ.Α.Π. επηρεάζει. Την περίοδο 2007-2013 το κύριο αγρο-περιβαλλοντικό μέτρο (Μέτρο 214 των RDPs) είχε προϋπολογισμό 37,5 δις ευρώ και αφορούσε εκτάσεις 43 εκατομμυρίων εκταρίων ή με άλλα λόγια το ένα τέταρτο των αγροτικών εκμεταλλεύσεων στην Ε.Ε. Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που σχετίζονται με τις αγρο-περιβαλλοντικές πολιτικές είναι η μόλυνση των υδάτων από χημικά συστατικά, κυρίως νιτρικά και φωσφορικά στοιχεία, που υπόκεινται στις ανάλογες κοινοτικές οδηγίες. Η διαδικασία σχεδιασμού και εφαρμογής προγραμματικών δράσεων για τον έλεγχο των χημικών συστατικών απαιτεί μακροχρόνιες δεσμεύσεις και αποδοτική διανομή των χρηματικών διαθεσίμων που προέρχονται από την κοινοτική φορολόγηση, διαδικασία κατά την οποία μπορούν να προκύψουν στατιστικά σφάλματα. Με άλλα λόγια, προγράμματα δράσεων μπορεί να λαμβάνουν υπ' όψιν τους περιοχές όπου το πρόβλημα της μόλυνσης από χημικά συστατικά να μην είναι, ούτε να διαφαίνεται στο μέλλον ότι θα γίνει, σημαντικό (σφάλμα τύπου Ι) και να μην λαμβάνουν υπ' όψιν τους περιοχές όπου το πρόβλημα της μόλυνσης από χημικά συστατικά να είναι πολύ σημαντικό ή να διαφαίνεται ότι θα γίνει σημαντικό στο μέλλον (σφάλμα τύπου ΙΙ). Στην παρούσα εργασία προσπαθούμε να εντοπίσουμε όλες τις αιτίες εμφάνισης στατιστικών σφαλμάτων τύπου Ι και ΙΙ κατά τον σχεδιασμό και εφαρμογή αγρο-περιβαλλοντικών μέτρων. Χρησιμοποιούμε πρωτογενή δεδομένα από την λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου στην Ήπειρο και συνδυάζουμε μεθόδους αποτελεσματικότητας από πλευράς κόστους (cost-effective analysis) και μοντέλων μεταφοράς ιζημάτων (sediment transportation models) για να προσομοιώσουμε την συγκέντρωση χημικών συστατικών σε ύδατα, κάτω από εναλλακτικά σενάρια απόθεσης.

Λέξεις κλειδιά: Αποτελεσματικότητα κόστους, μόλυνση από χημικά συστατικά, στατιστικά σφάλματα, Ευρωπαϊκή Ένωση, Κοινή Αγροτική Πολιτική.

JEL Κωδικοί: Q51, Q52, Q53, Q58, D31.

1. Introduction

In the European Union, agri-environment measures constitute the policy response for meeting society's demand for environmental outcomes provided by agriculture. Agri-environment measures in the Common Agricultural Policy (CAP) were introduced as an option for EU's member states in the late 1980s and have been made a compulsory component of member states' Rural Development Plans (RDPs) since the 1992 reform of the CAP. Agri-environment measures in the EU are made up of two components. The one follows the Polluter-Pays-Principle and ensures that farmers comply with mandatory national and European environmental standards that form part of the cross-compliance regime at their own costs (European Commission, 2003). The other follows the Provider-gets-Principle and is designed to remunerate farmers for voluntary environmental commitments going beyond legal requirements of the Polluter-Pays-Principle. As such, the application of agri-environment programmes has been compulsory for Member States in the framework of their RDPs, but they remain optional for farmers. Thus, the design of agri-environment measures should meet public demand for environmental goods under the budgetary constraint of payments to farmers that aim to cover the costs incurred and income forgone as resulting from voluntary environmental commitments. The involvement of farmers is usually medium to long-term with a minimum participation of five years. Over the years, agri-environment policy has emerged as one of the most important elements of the CAP in terms of its budgetary burden and the proportion of participating farmers and farmland. In the 2007-2013 period the main agri-environment measure (measure 214 of the RDPs) had a budget of €37.5 billion to address nearly 43 million hectares or almost a quarter of the EU's utilized agricultural area.

One of the most important issues addressed by agri-environment measures in the EU refers to water pollution by nutrients and especially nitrogen and phosphorous. Mineral fertilizers and livestock are the main sources of nutrients which, very often, are out of balance with land availability and crop needs. This imbalance creates a surplus of nutrients, some of which may be lost to water (nitrates and phosphates) and air (ammonia and nitrogen oxides). The agri-environment policy has an embedded "Nitrates" component in its mandatory part, the Nitrates Directive (EEC, 1991), and implements action programmes for controlling nutrients balance that are voluntary for farmers within the so called Nitrates Vulnerable Zones (NVZs) and through the national and regional RDPs. The Nitrates Directive is an important building block of the wider European environmental and nature conservation policy as it is directly connected to the Water Framework Directive (WFD) and the Habitats and Birds Directives.

The WFD establishes a comprehensive, cross-border approach to water protection with the aim of achieving good status for European bodies of water by 2015. The WFD introduced two important economic perspectives related to water protection from pollution or other environmentally undesired actions. First, it requires the cost-effectiveness of environmental programmes applied at river basin level. Second, it introduces the notion of disproportionality, i.e. the situation in which the cost of actions aiming at protecting or restoring water bodies to good environmental status are, by large, exceeding the expected benefits. Disproportionate costs have important policy implications because their presence allows the relevant authorities to extend deadlines for achieving good environmental status beyond 2015 and up to 2027 or, alternatively, to adopt less stringent environmental objectives. In more extreme situations, disproportionate costs allow authorities to designate Heavily Modified Water Bodies or consider new modifications that cause status deterioration but are of overriding public interest, and 'sustainable'. The Habitats Directive protects almost 21,500 Sites of Community Importance (SCIs), covering 13% of the EU's total surface area, many are wetlands such as lagoons, Mediterranean temporary ponds, active bogs, wet

meadows and calcareous fens including wetland habitats and species such as amphibians, water plants and invertebrates, that are also listed as Ramsar Wetlands of International Importance. One of wetlands' major threats is eutrophication from agricultural and livestock nutrients and pollution from agricultural, urban and industrial runoffs.

Taking into account the high public expenditure devoted to agri-environment policy, the long term commitments undertaken by farmers and society's demand for environmental outcomes from agriculture it is important to assure policy decision makers that funds are directed to the areas in need and in a cost effective way. In decision making, a false positive, known in statistics as type I error, refers to the situation where the presence of a condition is assumed when in reality there is not. A false negative, known in statistics as type II error, refers to the situation where no presence of a condition is assumed when in reality there is one. In the process of designing agri-environmental policies controlling for nutrients, policy decision makers may fall into false positives and false negatives. In other words, action programmes may address areas where the nutrients issue is not currently and is not likely to become in the future very important (false positive) and fail to address areas where the nutrients issue is currently very important or may likely become so in the future (false negative). Section 2 of this work, reviews, very briefly, the sources contributing to the risk of committing either false positives or false negatives in the design and implementation of agri-environment action programmes and proposes a decision making processes aiming at minimizing the possibility of committing such errors. Section 3 describes the methods, the information sources and the underlying assumptions in the derivation of the various scenarios. Section 4 presents the results of an application in a Greek case study within the European framework of RDPs. Section 5 concludes and draws policy recommendations for the design and implementation of agri-environment action programmes.

2. Sources of False Positives and Negatives in the Design of Agri-environmental Policy

Mandatory and voluntary agri-environment measures aim, among others, at confronting the concentration of nutrients, especially nitrogen and phosphorous, in the water of downstream rivers, lakes and wetlands. Most frequently, such measures target directly nutrient deposition on land by setting maximum applicable quantities. For example, the Nitrates Directive states that the amount of livestock manure applied to the land each year, including by the animals themselves, shall not exceed a maximum of 170 Kg of nitrogen per hectare. Other measures attempt to manage nutrients on the filed by promoting favourable farm practices such as crop rotation systems while others aim at restricting leaching of nutrients from the field with, for example, the maintenance of buffer strips. The design and implementation of agri-environment action programmes for nutrient control is based on information about nutrient deposition from agricultural and livestock activity measured in Kg per hectare and the concentration of nutrients in surface and groundwater in certain sampling stations measured in mg/L. This practice of setting policy targets presumes a direct relationship between nutrient deposition on the field and downstream nutrient concentration. As such it fails to take account of the static abiotic environment (geology and soil) and the dynamics of human activity and climate changes as well as the changing and fluctuating water supply. Thus, we should not presume a linear and static relationship between deposition and concentration on which to build solid and robust agri-environmental policy measures. Figure 1 below attempts to sketch how false positives and false negatives may be generated in agri-environmental policy making.

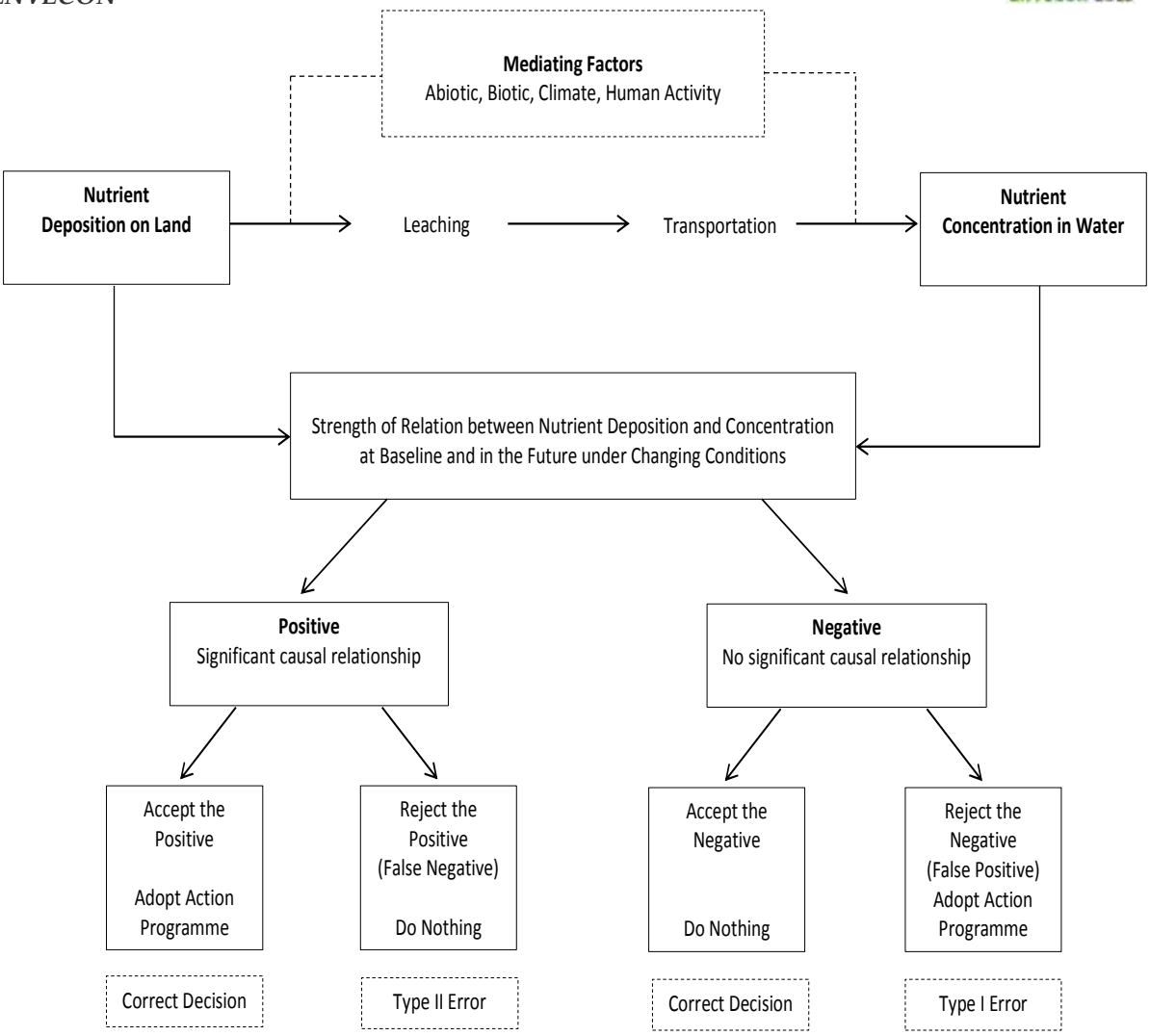


Figure 1. Sources of False Positive and Negative Errors in the Design of Agri-environmental Measures.

The upper part of the diagram provides a coarse picture of the nutrient deposition-leaching-transportation-concentration process and how this process is influenced by abiotic, biotic, human activity and climate change factors. The underlying relationship between nutrient deposition and nutrient concentration in downstream water bodies may be truly positive or truly negative. For agri-environmental policy, false negatives occur when we fail to recognise now or project in the future a truly positive relationship between deposition and concentration while false positives occur when we fail to recognise now or project in the future a truly negative relationship between deposition and concentration. In the case of false negatives we do not adopt an agri-environmental action programme when, in reality, we should do so. This is because we fail to relate current or projected agricultural activity with nutrient concentration now or in the future. In the case of false positives we adopt an agri-environmental action programme when, in reality, we should not do so. This is because we falsely relate agricultural activity with nutrient concentration now or in the future. Both decisions cause inefficiencies either by not addressing a real problem (false negatives) and allowing social costs or by addressing a non-existing problem and wasting financial resources (false positives).

In this work we focus on two broad areas within the policy design process which may contribute to the generation of false positives and false negatives:

- Appropriate baseline monitoring and modelling of the nutrient deposition-concentration function and the resultant baseline abatement function
- Forecast and incorporate changes resultant from human activity and climate change and the resultant dynamic abatement function

Under abiotic factors we refer to those physical processes pertinent to the geology, topography, soil physical and chemical properties. Under biotic factors we refer to the whole range of sources that contribute to nutrient deposition such as land uses other than agriculture and animal activity other than livestock and/or grazing. Under human activity factors we refer to agriculture and other activities contributing nutrients and including municipal and industrial sources coming from septic tanks or other devices of establishments that are not connected to municipal wastewater networks, animal wastes, food processing, etc. In addition, activities other than agriculture may have an impact on the hydrology and especially on the quantity and frequency of water provided to water courses. Beyond irrigation and its corresponding drainage networks, examples include water extraction for municipal and industrial uses and sometimes small or large scale energy production from hydro electrical power plants. Finally, climate and especially temperature and runoffs are crucial factors determining the nutrients' cycle and their transportation.

3. Case Study and Methods

3.1. The case study area of the Louros watershed

The Louros water catchment is situated in the central-southern part of the Ipirus (NUTS 2 region) Water District in Greece, extended in 926 Km^2. The river is rising at the mountains next to "Dodoni Oracle", one of the most important and famous oracle of Greece. The main river flows for 72 Km, and its waters are fed by many spring and snow fed tributaries. The river forms a delta where it empties into the Amvrakikos Gulf, a site listed under the Ramsar Convention and the Natura 2000 network[1]. The river's delta includes freshwater marsh with the largest reedbeds in Greece, wet meadows and seasonally inundated land, lagoons, barrier spits, a major saltmarsh, and some of the most extensive tracts of riparian forest remaining in Greece. The estuaries of the river form landscapes of unique diversity composing ascenery of exquisite beauty. The Amvrakikos Gulf is very important for biodiversity and a unique biogeographical refuge in the migratory route between Europe and Africa. Located deep into the Mediterranean well connected to the Balkans and the European mainland serves as a bridgehead for a bundle of routes from and towards Africa serving 182 migratory species that breed, winter, or stage in the area. Of these birds, 70 are listed in Annex I of Directive 79/409/EEC, detailing the species in need of special conservation measures[2].

The river's annual discharge at its mouth is 3 km^3 and the density of its hydrographic network in the catchment is 0.69Km/Km^2. The river, despite the operation of a relatively small (10.3 MW), hydroelectric power plant, has continuous water flow due to the serious siltation of the dam. The upper part of the catchment is mountainous and semi-mountainous with the highest elevation at 1,976 m. The lower part of the catchment is plain and Louros, together with the adjacent Arachthos river, irrigates and drains the most significant, for

agricultural production, plain of Western Greece. The catchment receives relatively large volumes of convective precipitation, and rainfall is high for Mediterranean conditions. The

[1] The site's description and map under the Ramsar Convention can be found at: https://rsis.ramsar.org/ris/61 and under the Natura 2000 network at: http://natura2000.eea.europa.eu/

[2] Last amendment of Annex I of Directive 79/409/EEC is found in Directive 2009/147/EC, Official Journal, L20/7 of 26.1.2010.

average annual precipitation ranges from 800 mm in the lowlands up to 1300 mm in the mountainous areas. Louro's water is used as a major source of drinking water for more than 2000 years now when in 31 AC, the Roman Emperor Augustus Octavius built one of the largest aqueducts in Greece to provide Louro's water to the ancient town of Nicopolis counting for 300,000 inhabitants. Today, Louros provides drinking and industrial water to the three largest urban areas of the catchment and many smaller towns. Farming, tourism, stock raising, aquaculture at the uplands and fish farming at the estuaries are the most important economic activities directly or indirectly dependent on the quality and quantity of Louro's water.

Chemical analyses undertaken in several monitoring points indicate high conductivity and concentrations of pollutants mostly at the river's estuaries once drainage channels have returned drained irrigation water to Louros river. The river has been highlighted as vulnerable for eutrophication, and two published studies have classified the water quality as "fair" or "poor to fair" (Ovezikoglou et al., 2003; Kotti et al., 2005). However, the nutrient concentrations are recorded in relatively low levels in the published studies (average nitrate < 1 mg-N/L, average phosphate < 15 μg-P/L). Maize, medic (clove) and cotton are the most widely spread irrigated arable cultivations with considerable fertilization, while wheat is mostly rain-fed with minimum fertilization. Citrus fruits, mainly orange and mandarins and to a less extent lemon trees and kiwi fruits are the most important irrigated perennial cultivation while olive groves are mostly rain fed with minimum or no use of fertilizer.

Extensive consultation with the scientific community and stakeholders concluded that the almost 10,000 ha of intensively cultivated land within the watershed (3,300 ha of maize; 4,000 ha of medic; 340 ha of cotton; and 2,100 ha of citrus fruit) contribute an average annual of about 1,780 tons of nitrogen and 1,160 tons of phosphorous in terms of deposited active substance. For example, maize cultivations, depending on the site and soil properties accept during starter band fertilization an average of 1,000 Kg of (16-20-0) per hectare corresponding to 160 Kg of N or 1,000 Kg of (18-12-8) corresponding to 180 Kg of N per hectare. During surface fertilization the same plots accept usually 300 to 350 Kg of (25-0-0) per hectare corresponding to 75 to 90 Kg of N. The corresponding phosphorous start fertilization is about 120-200 Kg per hectare depending on soil needs and the use of either (18-12-18) or (16-20-0). Application of phosphorous during surface fertilization is rare for maize.

Water chemical analyses carried out by the Greek Ministry of Rural Development and Food (MRDF) showed that at locations close to the river's estuaries, the concentration of nutrients (nitrates, ammonium and total phosphorous) was worrying at least during autumn and early winter. Following these, rather weak evidence, the MRDF announced in 2006 the plains of the Louros catchment and part of the adjacent Arachthos catchment, a Nitrification Vulnerable Zone (NVZ) under the Nitrates Directive. The plan that, as yet, has not been implemented due to Greece's financial crisis and consequent budgetary constraints, allows compensation for farmers of the aforementioned cultivations if they comply with measures or combination of measures including the set aside of land, maximum allowable fertilization levels and irrigation per cultivation.

3.2. Simulating Scenarios under Future Changes

The status of water quality in relation to agricultural activity may change either because an agro-environmental programme is adopted or because of two dynamic changes that may occur in the future. In this work, besides the adoption of an agro-environmental programme, we consider two dynamic changes. First, policy induced land use changes due to the operation of the Common Agricultural Policy and especially the reforms already

completed or underway in Pillar 1, i.e., Direct Payments and Market Related Expenditure. Second, climate changes affecting both the hydrology of the catchment and the nutrient uptake rate of plants.

In order to simulate the adoption of an agro-environmental programme we considered mitigation measures that have been introduced in other NVZs during the implementation of the 2007-2013 Rural Development Programmes in Greece. For annual cultivations the proposed agro-environmental scheme (Mitigation 1) includes a composite scheme with 5% of the total land occupied by non-cultivated margins, 20% of the land under rotation with nitrogen fixing legumes, 20% of the land under half of the standard fertilization scheme, and 25% reduction in the deposition of fertilizers to the rest 55% of the land. This scheme achieves 51.25% reduction in fertilization deposition in relation to the baseline. For each one of the major annual cultivations (maize, cotton and medic), the actual deposited quantities of fertilizers are calculated and subtracted from the total deposition in each sub-catchment. Furthermore, adaptations to the leaching coefficient are made to take account of uncultivated margins. The proportional reduction in irrigation water is also simulated. For perennial plantations of citrus fruit only a 25% reduction in deposited fertilizers is considered. The same measure was simulated with increased reductions to 30% (Mitigation 2). In this scheme, the cultivated land is distributed to 5% uncultivated margins, 25% under nitrogen fixing legumes, 25% with half the fertilization and the rest 45% of the land with a 30% reduction in fertilization and irrigation. For citrus fruit plantations a 30% reduction in fertilization is envisaged.

For each cultivation, the cost of the mitigation measures was calculated based on Standard Gross Margins (SGMs) provided for the region of Ipirus by Eurostat's FADN, the Farm Accountancy Data Network. The standard Gross Margin (SGM) of a cultivation is defined as the value of output from one hectare less the cost of variable inputs required to produce that output. We assume that agro-environmental policies induce only temporary changes to farm practices and thus, the constant cost of fixed assets such as capital, land, and buildings is not affected and should not enter the cost calculations.

Meteorological data from three different climate models were used to define the meterological time series for the 2031-2060 scenario period, namely the KNMI-RACMO2-ECHAM5 (abbreviated thereafter as KNMI), the SMHIRCA-BCM (abbreviated thereafter as SMHI) and the HadRM3-HadCM3Q model (abbreviated thereafter as Hadley) (Christensen et al., 2009). Observed meteorological time series were adjusted by the average difference between the control and scenario periods for each month and for each of the three climate models as more sophisticated methods (downscaling with a power function) resulted to very unrealistic precipitation amounts, especially for summer months. The predicted relative changes in precipitation did not differ substantially among the three climate models, with the least change predicted by the KNMI model (-12 %) followed by the SMHI model (-14%) and the Hadley model (-16 %). The seasonal patterns in precipitation change were seemingly random, except for the month of July for which all three climate models predict a large decrease in precipitation (55-65%). As concerns temperature, the three climate models were more different, with the SMHI model predicting the smallest increase (+1°C on average), the Hadley model predicting the largest increase (+2.2°C), and the KMNI predicting an intermediate decrease(+1.8°C). Seasonal patterns are also more pronounced, with a smaller increase in winter temperatures and a larger increase in summer temperatures. The modelled climate change effects have an impact on the hydrology of the area. For example, in one of the central and most important reaches of the river, the simulated flow for the control period 1981-2010 was 16.6 m^3/s and decreased by 14.9 %, 18.3% and 27.7% under the KNMI the SMHI and the Hadley models respectively. There is an even greater effect on the annual

minimum flow. For the same reach, the average annual minimum flow for the control period was 8.1 m^3/s and is decreased by 20.6 %, 5.5% and 29.3% for the KNMI the SMHI and the Hadley models respectively.

Climate change will also induce long term land-use and plant productivity changes depending on the IPCC storyline (Nakicenovic et al., 2010). In general, the IPCC storylines refer to the 'A'-scenarios representing a market-oriented future and the 'B'-scenarios representing a more environmental-oriented future. Furthermore, the '1'-scenarios represent a future globalised world, whereas the '2'-scenarios represent a world with stronger national or local regulations. These storylines are combined to produce various scenarios, e.g., A1, B1, A2, B2, and their variants. These scenarios have direct impact on forecasted CO_2 concentrations. In 2009, the Bank of Greece set up the "Climate Change Impacts Study Committee" with the mandate to draft a report presenting the foreseen environmental, economic and social impacts of climate change and estimating the cost of these changes for the Greek economy as well as the cost of the proposed adjustment measures (Zerefos et al., 2011). In this study, climate change impacts on agriculture have been measured for each of 11 Greek climate zones. The researchers used the AquaCrop (version 3.1, 2010) model developed by the FAO (Doorenbos and Kassam, 1979) for modelling crop production in relation to water (especially for rain fed cultivations) and literature stylized facts for higher production response under increased concentrations of CO_2 and less production under the risk of severe climate phenomena and diseases. Their forecasted have been combined with simulated hydrology changes in the area to produce alternative broad land use and fertilization changes. For the Louros watershed, the highest negative change is projected for wheat (almost -10%) and the highest positive change is projected for cotton, vineyards and olive groves (almost +10%). The fertilization for all other cultivations either remains unchanged or is projected with minor (less than 5%) negative or positive changes. The aforementioned IPCC storylines are combined with climate change model forecasts to produce alternative combinations of long term climate and land use changes. In the case of the Louros watershed, the best future scenario is the KNMI model combined with the B1 storyline and the worse future scenario comes from the Hadley model combined with the A2 storyline.

In the short-term land use changes may be induced by the continuous reforms of the Common Agricultural Policy (CAP). The CAP, since 2005, has gradually moved away from coupled payments towards more decoupled payments. Greece adopted the so called historical model that calculated decoupled payments based on historical records of production and subsidies. For many products, decoupled subsidies are granted almost unconditionally with the only obligation being for the farmers to take care of the good ecological status of the land. For cotton, 65% of the subsidy is decoupled and 35% depends on delivering a minimum amount of cotton. This has affected both the area used for cotton and the amount of deposited nutrients. The land under cotton has decreased dramatically especially by the farmers who choose to take the decoupled part and switch cultivation or let the land lying idle. The farmers targeting both the decoupled and the coupled parts of the cotton subsidy do not aim to maximize production but to minimize costs, including cost for fertilization, because the minimum production allowing the farmer to qualify for the coupled part of the subsidy is very low and can be attained with minimum inputs. In the period following decoupling (2005-209) the area cultivated by cotton was reduced by almost 40% and the area under wheat by almost 30%.

Taking into account the Commission's decision to continue this trend for further decoupling and the new binding "Greening" rules for 2014-2020, we assumed that an amount of marginally fertile land cultivated by cotton and maize will be withdrawn and a reduction of

fertilization will take place within a wider farm survival strategy to reduce operating costs. After extensive consultation with the scientific community and the local stakeholders we decided to model land use change due to the changing agricultural policy and markets for agricultural products as a 25% set aside for capturing those farmers who will stop farming with the decoupled part of the subsidy and 25% reduction in the use of fertilizers for those farmers who will continue cultivation aiming to the coupled part of the subsidy. This land use scenario was translated to reduced nutrient deposition per cultivation and sub-catchment because certain cultivations such as cotton are highly localized within the watershed. Following the suggestions from the projections of the local stakeholders we escalated the same land use projection to 30% reduction in land cultivated and fertilizer used and run both simulations.

4. Results

4.1. The Cost of a False Positive

For each one of the four major cultivations in the watershed we estimated the cost of the mitigation measures. In order to proceed in our calculations we carried out two focus groups with stakeholders and elite interviews with agronomists in the area. Farmers' income from the different cultivations was estimated from the Standard Gross Margins derived by the FADN database for the region of Irirus where the Louros watershed is situated. From the FADN database we also calculated initial estimates of the cost of fertilization, and the cost of cultivating lentils, as well as the SGM of the lentil for fodder. Form elite interviews with agronomists we estimated the loss in production due to reduced fertilization and irrigation.

Consequently, stakeholders were presented with the initial estimates during a focus group with the aim to discuss and adapt initial estimates of the exact effects of reduced fertilization and irrigation on production and on farmer's income. During the focus group we also estimated the transaction cost for submitting an environmental plan and subscribe to an agri-environmental programme. The cost of the mitigation measures for each one of the four major cultivations was estimated as income forgone from reduced production plus transaction costs minus cost avoided from reduced fertilization and irrigation and fodder production. For citrus fruit plantations only income forgone was estimated as there is no way to have land under set-aside. Table 1 reports several scenarios of agri-environmental mitigation measures.

Table 2 presents average cost estimates for abating nitrates and TP for the different cultivations in the area and the watershed as a whole, should the Mitigation 1 scheme is adopted by all farmers located within the hydrological boundaries of the watershed. The upper part of table 2 provides average cost estimates for fertilizer reduction per hectare (ha) and kilogram (Kg) of active substance for the four major cultivations and the watershed as a whole. The cost per hectare varies significantly from 437.2 €/ha for the less profitable cultivation of medic to 657.2 €/ha for the most profitable cultivation of cotton. The cost of abating one Kg of pure nitrogen ranges from 4.5 €/Kg for corn to 12.5 €/Kg for medic. For phosphorous, the cost of abatement per Kg is much higher than for nitrogen ranging from a high of almost 54 €/Kg for citrus fruit cultivation to a low of 5.4 €/Kg for corn.

These estimates can be compared with older estimates of abatement costs for seven EU Member States carried out in the framework of a study estimating the ex post costs of implementing the Nitrates Directive in Europe (Kuik, 2006). In this study, cost estimates at 2004 prices range from a high 236 €/ha in the Netherlands to a low of 6 €/ha in the UK, which, however, refer to livestock and grasslands respectively. As concerns the cost per Kg this range from a low 0.4 €/Kg for Croatia, then not a member State of the EU, to a high of 3.5€/Kg for the Netherlands. Taking into account that these estimates were derived with the Nitrates Directive in focus, they refer to grasslands and livestock which are not as intense

activities as, for example, cotton. They also target a nitrogen concentration of 50 mg/l set up by the Nitrates Directive for sub-surface waters. In our study, the nutrient loads are already low and thus the marginal abatement cost is at its steeply rising part. An indirect way to measure abatement cost is through prohibitive standards, penalties and/or taxes. In the Netherlands, between 1998 and 2005, penalty-free thresholds were gradually reduced – for example, for nitrogen from 300 kg/ha to 140 kg/ha for grassland farms (Goffe, 2013). Penalties, in the Netherlands were fixed at €0.68/kg for nitrogen and €2.60-€10.40/kg for phosphorous in 1998, and were increased to €2.53-€5.07/kg and €20.60/kg respectively (Goffe, 2013) while levy taxes in 2003 were set to 2.3 €/Kg for nitrogen and 9.1 €/Kg for phosphate (Söderholm and Christiernsson, 2008) which compare with the results of our study.

The focus of this study, however, is to reveal the high abatement cost when this is measured in terms of reduced nutrient concentration downstream. The cost estimate for nitrates is unreal at the unprecedented levels of just over 300 thousand euro per reduced microgram per litre €/[(μg/l)]. For phosphorous this is at 412,398 €/[(μg/l)]. So, a false positive decision to comply with WFD and attain a "Good" status as concerns nutrient loads would be obviously unacceptable by any taxpayer in Europe. Which are the reasons for this case? First, the nutrient loads are already at a "Moderate" to "Good" status, i.e., the nutrient concentration is already low compared to the 50 mg/l threshold of the Nitrates Directive. Thus, the marginal cost to attain an even lower level of concentration is extremely high. Second, at this level of concentration, the simulations showed that even the withdrawal of 30% of the cultivated land will not reduce nitrate concentration by more than 0.02 mg/l and TP concentration by 0.013 mg/l. These are negligible achievements at a highly disproportional cost.

Table 1: Simulated nutrient concentrations under the baseline and different climate change, land use change and combined scenarios.

	$N\text{-}NO_3$ (mg/l)	$N\text{-}NH_4$ (mg/l)	SRP (μg/l)	TP (μg/l)
Baseline	0.877	0.082	43.2	48.2
Agro-environmental Mitigation Measures				
Mitigation 1	0.861	0.080	31.4	36.5
Mitigation 2	0.858	0.080	30.0	35.1
Climate and Land Use Changes Scenarios				
Climate Change Best Scenario (KNMI+B1)	0.859	0.075	42.8	48.8
Climate Change Worse Scenario (Hadley+A2)	0.893	0.079	43.7	50.6
CAP Induced Land Use Change at 25%	0.861	0.080	31.4	36.5
CAP Induced Land Use Change at 30%	0.858	0.080	30.1	35.2
Scenarios from Combined Changes				
Mitigation 2 and Climate Change (KNMI+B1)	0.839	0.073	29.1	35.4
Mitigation 2 and Climate Change (Hadley+A2)	0.871	0.077	29.9	37.5
CAP Land Use Change at 30% and Climate Change (KNMI+B1)	0.839	0.073	29.4	35.1
CAP Land Use Change at 30% and Climate Change (Hadley +A2)	0.871	0.077	30.6	36.8

Source: Authors' estimates from INCA-N and INCA-P simulations

Table 2: Estimates of the average mitigation cost in the Louros watershed, Greece.

	$N\text{-}NO_3$ (mg/l)	$N\text{-}NH_4$ (mg/l)	SRP (μg/l)	TP (μg/l)
Baseline	0.877	0.082	43.2	48.2
Agro-environmental Mitigation Measures				
Mitigation 1	0.861	0.080	31.4	36.5
Mitigation 2	0.858	0.080	30.0	35.1
Climate and Land Use Changes Scenarios				
Climate Change Best Scenario (KNMI+B1)	0.859	0.075	42.8	48.8
Climate Change Worse Scenario (Hadley+A2)	0.893	0.079	43.7	50.6
CAP Induced Land Use Change at 25%	0.861	0.080	31.4	36.5
CAP Induced Land Use Change at 30%	0.858	0.080	30.1	35.2
Scenarios from Combined Changes				
Mitigation 2 and Climate Change (KNMI+B1)	0.839	0.073	29.1	35.4
Mitigation 2 and Climate Change (Hadley+A2)	0.871	0.077	29.9	37.5
CAP Land Use Change at 30% and Climate Change (KNMI+B1)	0.839	0.073	29.4	35.1
CAP Land Use Change at 30% and Climate Change (Hadley +A2)	0.871	0.077	30.6	36.8

Source: Authors' estimates from the RICA/FADN database, agronomic information and Focus Groups with stakeholders

To summarize the discussion so far, we would argue that the abatement cost of agri-environmental programmes aiming to manage nutrient loads should be measured as a change in nutrient concentration and not at levels of abated fertilizer. In other words, the targets of such agri-environmental programmes and policies should be set at nutrient concentration levels and not at quantities of abated substance either in mineral fertilizer or in manure and slurry. This can be attained if, during the design of agri-environmental programmes, the status quo (baseline), the impacts of the mitigation measures and the impacts from likely future changes are simulated. Then, false positives and false negatives can be avoided, the cost-effectiveness of mitigation measures can be assessed and an appropriate monitoring system can be set up.

5. Conclusions

The EU's agri-environmental policy is a response to the growing concern over the environmental impacts of agriculture. As such, agri-environmental policy attempts to meet requirements from the WFD, the Nitrates Directive and the Habitats Directive, the cornerstone of environmental conservation in Europe. Agri-environmental policy has grown to a tremendous budget (€37.5 billion in the period 2007-2013) and power by affecting almost a quarter of the EU's utilized agricultural area. This work concerned only with programmes managing nutrient loads in freshwaters and not with other forms of agri-environmental programmes. Results showed that, under public pressure and seemingly high rates of mineral fertilization, decision makers may falsely adopt an agri-environmental programme that may be ineffective in reducing nutrient loads and cost inefficient. Furthermore, they fail to take account of future changes that may inactivate the proposed mitigation measures, aggravate or reverse the baseline situation.

The present work suggests that the design of such agri-environment programmes should evolve to a thoroughly designed, interdisciplinary exercise integrating science and social-science models in a step-wise procedure. This process will ensure the decision maker with the highest possible information from scientific sources and models and from local knowledge. This information can be used by appropriate simulation models to calibrate the baseline situation. Once an appropriately calibrated model is derived, further scenarios simulating policy, land use and climate changes can be simulated. Based on these results the effectiveness and cost efficiency of the proposed actions and of envisaged changes can be assessed. As a result, decision makers will be able to grasp an ex-ante evaluation of the current situation and of the proposed mitigation actions, if needed. This will allow decision makers to monitor the current situation and respond by adopting new measures or adapting existing ones to the changing physical, social and policy environment.

Under this proposal, the cost of the design phase of an agri-environmental programme will increase. But, in view of the high cost of mitigation measures, such an increase in the design stage of the agri-environmental policy should be condired as an insurance against the commitment of very expensive false positive and false decisions. Finally, in this work we propose that the targets of agri-environmental policy and consequently the measurement of abatement cost should be done in terms of nutrient loads in water and not in terms of physical quantities of abated substance. This will provide the cost efficiency exercise with a wider perspective as concerns the sources of nutrients and abiotic, biotic and anthropogenic activities that contribute the nutrient loads. In turn, this will force agricultural policy decision makers to coordinate their actions with other environmental policy makers for achieving maximum results and avoiding internal contradictions.

References

Christensen, J.H., Rummukainen, M., and Lenderink, G. 2009. Formulation of very-high-resolution climate model ensembles for Europe. Chapter 5 (pp.47-58), In Van der Linden, P. and J.F.B. Mitchell (eds), ENSEMBLES: Climate change and its impacts: Summary of research and results from ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160 pp.

Goffe, P. 2013. The Nitrates Directive, Incompatible with Livestock Farming?. Policy Paper No. 93, 30th May. Notre Europe – Jacques Delors Institute. Dowloable from:

www.institutdelors.eu/media/nitratesdirective-legoffe-ne-jdi-may13.pdf

Kotti, M.E., Vlessidis, A.G., Thanasoulias, N.C., and Evmiridis, N.P. (2005). Assessment of river water quality in Northwestern Greece. Water Resources Management, 19(1), 77-94.

Kuik, O. 2006. Ex ante and ex post costs of implementing the Nitrates Directive: Case study in the framework of the project 'Ex post estimates of costs to business of EU environmental policies'. Commissioned by European Commission, DG Environment, Unit G.1 Sustainable Development and Economic Analysis. Framework contract No ENV.G.1/FRA/2004/0081. Downloable from:

ec.europa.eu/environment/enveco/ex_post/pdf/nitrates.pdf

Ovezikoglou, V., Ladakis, M., Dassenakis, M., & Skoullos, M. (2003). Nitrogen, phosphorus and organic carbon in main rivers of the western Greece. Global NEST Journal, 5(3), 147-156.

Skuras, D., Wade, A., Psaltopoulos, D. Whitehead, P. Kontolaimou, A. and Erlandsson, M. 2014. An interdisciplinary modelling approach assessing the cost-effectiveness of agri-environmental measures on reducing nutrient concentration to WFD thresholds under climate change: the case of the Louros catchment. Operational Research, 14(2), 205-224.

Söderholm, P. and Christiernsson, A. 2008. Policy effectiveness and acceptance in the taxation of environmentally damaging chemical compounds. Environmental Science and Policy, 11. 240-252.

Zerefos, C., Capros, P., Natsis, A. Papandreou, A., Sabethai, I and Yfantopoulos, I. (eds.) 2011. The environmental, economic and social impacts of climate change in Greece. Bank of Greece (in Greek).

Πολιτικές και μέτρα για την προσαρμογή της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή στην Ευρώπη

Βάσσιος Δημήτριος[1], Καραμανώλης Δημήτριος[2] & Λεφάκης Παναγιώτης[2]
[1]*Δασολόγος MSc, Δήμος Θεσσαλονίκης, Διεύθυνση Αστικού Σχεδιασμού & Αρχιτεκτονικών Μελετών, Τμήμα Μελετών Δημοτικών Κτιρίων & Κοινόχρηστων Χώρων, Θεσσαλονίκη 56421*
vassiosd@gmail.com
[2]*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη 54124*
karam@for.auth.gr, plefakis@for.auth.gr

Περίληψη
Η κλιματική αλλαγή έχει γίνει βασικός οδηγός στις περιβαλλοντικές αλλαγές που οδηγούν σε σημαντική άνοδο στη θερμοκρασία του πλανήτη και σε έντονα καιρικά φαινόμενα, ενώ αναμένεται να έχει επιπτώσεις και στα μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα. Η απάντηση στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής αφορά στο μετριασμό και στην προσαρμογή των διαφόρων συστημάτων. Ο μετριασμός στοχεύει στον περιορισμό των μελλοντικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, κυρίως μέσω της μείωσης των θερμοκηπικών αερίων, ενώ η προσαρμογή στοχεύει στη μείωση της ευπάθειας των συστημάτων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Ο όρος «προσαρμοστική δασική διαχείριση» περιγράφει μια διαδικασία διαχείρισης δασών που δεν είναι στατική αλλά προσαρμόζεται στα διάφορα δεδομένα. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση των μέτρων και των πολιτικών που έχουν ληφθεί ή πρόκειται να ληφθούν, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα, για την προσαρμογή της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή. Για τον λόγο αυτό έγινε ανασκόπηση σχετικής ευρωπαϊκής και ελληνικής βιβλιογραφίας καθώς και πρακτικών που εφαρμόζονται, και τέλος πραγματοποιήθηκε ανάλυση των στοιχείων μέσω του πλαισίου DPSIR.

Λέξεις-κλειδιά: Κλιματική αλλαγή, προσαρμοστική δασική διαχείριση, πλαίσιο DPSIR.

JEL Κωδικοί: Q01, Q23, Q28.

1. Εισαγωγή

Διαχείριση είναι η τέχνη της συνέχισης μιας επιχειρησιακής δράσης και περιλαμβάνει τη διεύθυνση και τον έλεγχο ενός οργανισμού, καθώς και την καθοδήγηση και τους τρόπους που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη των αντικειμενικών σκοπών και στόχων (Καρβούνης και Γεωργακέλλος, 2003). *Δασική διαχείριση* είναι το σύνολο των σχεδιασμένων και λελογισμένων επεμβάσεων που γίνονται στο δάσος ώστε να πάρουμε από αυτό δασικά προϊόντα και ταυτόχρονα να βελτιωθεί η δομή, η υγεία και η κατά χώρο και χρόνο τάξη των συστάδων του (Καραμανώλης και Καρτέρης, 2009). Η δασική διαχείριση αποτελεί το σημείο επαφής του δασικού οικοσυστήματος και των ανθρωπογενών και τεχνολογικών συστημάτων και περιλαμβάνει τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που αναπτύσσονται μέσα στο δάσος, με στόχο την απόληψη άμεσων ή έμμεσων αξιών χρήσεις από αυτό ή την απολαβή αξιών χρήσης σε βάρος του. Η εναργής αντίληψη του εύρους και του βάθους των εννοιών της δασικής διαχείρισης και της δασικής πολιτικής είναι βασική προϋπόθεση για τη στήριξή τους σε γερές βάσεις που θα αντέχουν στις διάφορες πιέσεις που θα δέχονται, ανάλογες με αυτές που δέχεται το δασικό οικοσύστημα (Ξανθόπουλος, 1998).

Σχετικά με επικείμενες αλλαγές στη δασική διαχείριση, ο Καλαπόδης (2011) αναφέρει ότι θα πρέπει να αναθεωρηθούν οι απαρχαιωμένες προδιαγραφές δασικής διαχείρισης

σύμφωνα με παγκόσμια πρότυπα και παράλληλα η διαχείριση θα πρέπει να προσαρμοστεί στις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες. Επίσης, είναι ανάγκη να γίνουν οι κατάλληλες νομοθετικές ρυθμίσεις για να προσαρμοστούν η δασική διαχείριση και η δασική πολιτική στην κλιματική αλλαγή, να εφαρμοστεί ένα μόνιμο σύστημα παρακολούθησης της κατάστασης των δασών, συνδυαστικά με τη χρήση νέων τεχνολογιών, και να υπάρξει παροχή κινήτρων προς τους ιδιοκτήτες δασών για αποτελεσματικότερη διαχείριση της ιδιοκτησίας τους (Βάσσιος και Λεφάκης, 2014).

2. Κλιματική αλλαγή και δάση

Η κλιματική αλλαγή έχει γίνει βασικός οδηγός στις περιβαλλοντικές αλλαγές που οδηγούν σε σημαντική άνοδο στη θερμοκρασία του πλανήτη και σε έντονα καιρικά φαινόμενα. Στην Ευρώπη η μέση ετήσια θερμοκρασία έχει ανέβει πάνω από 1,1 ^{0}C σε σχέση με τις προ βιομηχανικές συνθήκες και είναι μεγαλύτερη από τον αντίστοιχο παγκόσμιο μέσο όρο. Επιπροσθέτως, μια ιδιαιτέρως σοβαρή θερινή ξηρασία που παρατηρήθηκε το 2003 συνοδεύτηκε από μείωση στη δασική παραγωγή και στη ζωτικότητα στα δάση της κεντρικής Ευρώπης και από δυο περιόδους με πολύ μεγάλες δασικές πυρκαγιές στη νότια Ευρώπη (Πορτογαλία 2003 και Ελλάδα 2007). Λιγότερο ξεκάθαρες είναι οι τάσεις για τις αλλαγές στους ανέμους, αν και κάποιοι καταστροφικοί άνεμοι σε χώρες όπως η Σουηδία, η Γερμανία, η Σλοβακία, η Ισπανία και η Γαλλία προκάλεσαν σημαντικές απώλειες σε ιστάμενο όγκο, όσον αφορά στο ξυλαπόθεμα. Όλα τα γεγονότα δείχνουν ότι οι καλοκαιρινές θερμοκρασίες στη Γαλλία και στην Ιβηρική χερσόνησο θα αυξηθούν τις επόμενες δεκαετίες κατά 6 ^{0}C σε σχέση με την περίοδο 1961-1990. Στην κεντρική Ευρώπη οι προβλέψεις σχετικά με τις βροχοπτώσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οδηγούμαστε σε πιο υγρούς χειμώνες και σε πιο ξηρά καλοκαίρια. Επιπλέον, υπάρχουν πολλά μοντέλα προσομοίωσης που δείχνουν ότι θα αυξηθεί η συχνότητα εμφάνισης ισχυρών ανέμων στην Ευρώπη, ιδίως στη βορειοδυτική και στην κεντρική Ευρώπη (Bolte et. al., 2009).

Αναμενόμενες επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής σε αβιοτικούς παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν και κάποιους βιοτικούς παράγοντες όπως παθογόνους οργανισμούς και παράσιτα. Στην κεντρική Ευρώπη αναμένεται αύξηση της συχνότητας καταστροφών από έντομα. Είναι πολύ πιθανό τα δάση στην κεντρική Ευρώπη να υποφέρουν από νέα και ασυνήθιστα παράσιτα ή έντομα όπως το σκαθάρι της Ασίας (Anoplophora glabripennis) και το νηματώδες (Bursaphelenchus xylophilus) που προσβάλει το ξύλο του πεύκου. Επίσης, είναι πιθανό πολλά ιθαγενή είδη να αυξήσουν τη δράση τους εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Παρόλα αυτά, η κλιματική αλλαγή μπορεί να έχει και θετικές επιδράσεις στην παραγωγικότητα των δασών, ιδίως σε περιοχές που οι χαμηλές θερμοκρασίες, οι μικρές περίοδοι ανάπτυξης και το υψηλό υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος είναι περιοριστικοί παράγοντες. Επιπλέον, τα δάση ερυθρελάτης στη Σκανδιναβία πιθανότατα θα αυξήσουν την παραγωγικότητά τους, αν βέβαια δεν προσβληθούν περαιτέρω από το σκαθάρι (Ips typographus) που προσβάλει τον φλοιό τους. Έτσι οι ιδιοκτήτες, καθώς και οι διαχειριστές των δασών στην Ευρώπη, έχουν πάντα να αντιμετωπίσουν τη μελλοντική αβεβαιότητα. Βιοτικοί και αβιοτικοί κίνδυνοι έχουν ιστορικά επηρεάσει τις αποφάσεις τους σε συνδυασμό με την αβεβαιότητα της αγοράς του ξύλου στο μέλλον. Αυτές οι εμπειρίες μπορεί να είναι χρήσιμες για την προσαρμογή των δασών στην κλιματική αλλαγή αλλά η κατάρτιση σχεδίου για την κλιματική αλλαγή είναι πιο δραστική από την παρελθοντική αβεβαιότητα και τα επακόλουθα μπορεί να ξεπεράσουν τη διαθέσιμη εμπειρία (Bolte et. al., 2009).

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να έχει επιπτώσεις και στα μεσογειακά λιβαδικά οικοσυστήματα. Πιο συγκεκριμένα, προβλέπεται να αυξηθούν η θερμοκρασία και ο κίνδυνος ξηρασίας και να μειωθούν η ετήσια βροχόπτωση, η διαθεσιμότητα νερού και η παραγωγή των φυτών. Επιπροσθέτως, ενδέχεται να αυξηθεί η ευπάθεια των οικοσυστημάτων με κίνδυνο να

εισβάλουν νέα είδη. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος υπάρχει περίπτωση να αυξηθεί η συχνότητα των πυρκαγιών, με αποτέλεσμα να μεταβληθεί το μικροκλίμα που ευνοεί την ανταγωνιστικότητα των C_4 ειδών (Καρατάσιου κ.α., 2014).

3. Προσαρμοστική δασική διαχείριση

Ο όρος *προσαρμοστική δασική διαχείριση* (*adaptive forest management*) περιγράφει μια διαδικασία διαχείρισης που δεν είναι στατική αλλά αναθεωρείται και προσαρμόζεται στα επιστημονικά και στα εμπειρικά δεδομένα (Ξανθόπουλος, 1998). Η προσαρμοστική διαχείριση συμβάλει στη συνεχή, συστηματική και βελτιωμένη δασική διαχείριση σε πολύπλοκες συνθήκες, μαθαίνοντας από τα αποτελέσματα της επιχειρησιακής πρακτικής. Ο όρος χρησιμοποιήθηκε τη δεκαετία του 1970 για να περιγράψει μια προσέγγιση η οποία χρησιμοποιεί τις πολιτικές διαχείρισης σαν πηγή μάθησης που σε ανταπόδοση μπορεί να δώσει πληροφορίες για μεταγενέστερες δράσεις (Lawrence and Gillet, 2011). Η προσαρμοστική δασική διαχείριση στοχεύει στη διατήρηση και στην ανάπτυξη των λειτουργιών του δάσους ως προαπαιτούμενο για την παροχή υπηρεσιών, από αυτό, στο διηνεκές (Bolte et. al., 2009).

Αναφορικά με την κλιματική αλλαγή, η σχετική με αυτή ατζέντα θέτει νέες κοινωνικοπολιτικές απαιτήσεις στη δασοπονία που σχετίζονται με βιοφυσικές ευκαιρίες και περιορισμούς. Αυτό σημαίνει ότι το φυσικό και το κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο η δασική διαχείριση διεξάγεται, εμπλέκεται άμεσα. Η δασοπονία, όσον αφορά στο κομμάτι που σχετίζεται με τις καλλιεργούμενες δασικές εκτάσεις και τις χρήσεις γης, πρέπει να εμπλακεί αρκετά για να αξιοποιήσει τις νέες ευκαιρίες. Η προσέγγιση μέσω της προσαρμοστικής διαχείρισης ενθαρρύνει μια συγγενή προσέγγιση στη διαχείριση χωρίς να περιορίζει την επινοητικότητα που απαιτείται για να συναναστραφεί αποτελεσματικά με την αβεβαιότητα, το ρίσκο και την αλλαγή. Ένα απλό μοντέλο της προσαρμοστικής διαχείρισης απεικονίζεται στο Σχήμα 1 (Lawrence and Gillet, 2011).

Σχήμα 1: Μοντέλο προσαρμοστικής διαχείρισης

Πηγή: Lawrence and Gillet (2011), επεξεργασία από Βάσσιο Δ.

Σύμφωνα με αυτό, απαιτείται αρχικά *καθορισμός* του προβλήματος, κυρίως δηλαδή των διαχειριστικών σκοπών, των στόχων για δράση, των παραδοχών και των εναλλακτικών υποθέσεων. Όσον αφορά στο *σχεδιασμό*, απαιτείται να σχεδιαστούν κάποιες δράσεις για τον έλεγχο των υποθέσεων. Η *υλοποίηση* περιλαμβάνει εφαρμογή των δράσεων που σχεδιάστηκαν. Ακολουθεί η *παρακολούθηση* της υλοποίησης και της αποτελεσματικότητας

και έπειτα η *αξιολόγηση* αυτών. Στο στάδιο της *αναθεώρησης*, αναθεωρούνται οι τυχόν αβεβαιότητες και οι υποθέσεις και υπάρχει συνεισφορά όλων των στοιχείων που έχουν γίνει γνώση.

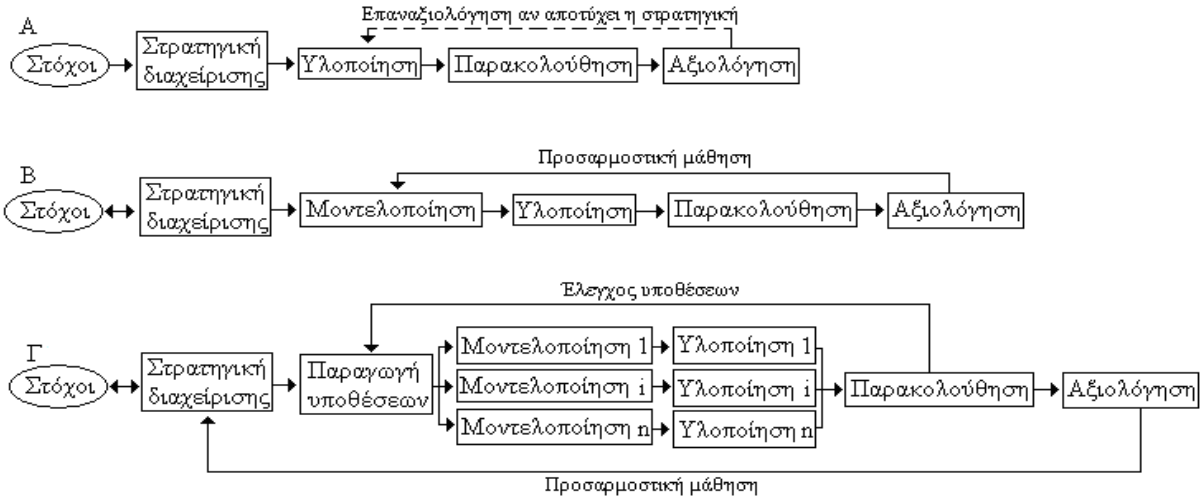
Ένα χαρακτηριστικό απλοποιημένο σχήμα που δείχνει τις διαδικασίες στην προσαρμοστική διαχείριση είναι το Σχήμα 2.

Σχήμα 2: Διαδικασίες προσαρμοστικής διαχείρισης

Πηγή: Lawrence and Gillet (2011), επεξεργασία από Βάσσιο Δ.

Η προσαρμοστική διαχείριση επιπροσθέτως διακρίνεται και σε *παραδοσιακή, παθητική* και *ενεργητική*. Στο Σχήμα 3 γίνεται η παρουσίαση των βασικών τμημάτων κάθε μιας. Το Α διάγραμμα αντιστοιχεί στην παραδοσιακή, το Β στην παθητική και το Γ στην ενεργητική. Η παραδοσιακή περιλαμβάνει ένα βρόχο ανατροφοδότησης της μάθησης, η παθητική επιχειρεί και μοντελοποίηση μέσω της μάθησης, ενώ η ενεργητική είναι δομημένη και με πολλαπλά ερμηνευτικά και συγκριτικά μοντέλα (Lawrence and Gillet, 2011).

Σχήμα 3: Σύγκριση παραδοσιακής (Α), παθητικής (Β) και ενεργητικής προσαρμοστικής (Γ) διαχείρισης



Πηγή: Lawrence and Gillet (2011), επεξεργασία από Βάσσιο Δ.

4. Μέτρα προσαρμοστικής διαχείρισης

Τα μέτρα που μπορεί να ληφθούν για την προσαρμοστική διαχείριση των δασών, επικεντρώνονται στους παρακάτω τομείς (Kolström et al., 2011):

- *Αναγέννηση των δασών*: Η αναγέννηση των δασών προσφέρει μια άμεση λύση στο χειρισμό των ειδών και στη σύνθεση των δασών. Συνήθως για να διασφαλίσουμε την προσαρμοστική ανταπόκριση της αναγέννησης αυξάνουμε τη γεννητική ποικιλότητα μέσα στον πληθυσμό των νεαρών φυτών. Όσο μεγαλύτερος είναι ο πληθυσμός των νεαρών φυτών αλλά και όσο πιο ποικίλος, τόσο πιο πιθανό είναι για τους πληθυσμούς να προσαρμοστούν στην αλλαγή του κλίματος. Η φυσική επιλογή λειτουργεί σαν μια δεξαμενή γονιδίων και στα επόμενα χρόνια οι πληθυσμοί προσαρμόζονται καλύτερα στην κλιματική αλλαγή. Τα είδη που χρησιμοποιούνται για την αναγέννηση ίσως να

αντιμετωπίσουν μεγάλο κίνδυνο μαρασμού στο μέλλον. Η επιδίωξη βελτίωσης κάποιων δασικών ειδών εμπεριέχει τον κίνδυνο απωλειών από νέες ασθένειες φυτών. Η συλλογή νέων φυτών, για να προσαρμοστούν αυτά στην αλλαγή του κλίματος, περιλαμβάνει τον κίνδυνο του προγνωστικού λάθους, δίνοντας έτσι μεγάλη αβεβαιότητα στις προβλέψεις.

- *Φροντίδα, αραιώσεις και συγκομιδή*: Προσαρμοστικά μέτρα στη φροντίδα και στις αραιώσεις έχουν να κάνουν με πρακτικές όπου είτε μεταβάλλεται η συχνότητα και η ένταση των αραιώσεων, είτε πραγματοποιείται μίξη ειδών ή/και δημιουργία ανομήλικων συστάδων. Όσον αφορά στη συγκομιδή, προτείνονται μικρής κλίμακας παρεμβάσεις σε αυτή και χρήση συστημάτων που προάγουν τη φυσική αναγέννηση κατάλληλων ειδών για να αυξηθεί η χωρική ετερογένεια και η βιοποικιλότητα. Βέβαια, οι παρεμβάσεις μικρής κλίμακας ίσως ελαττώσουν το απαιτούμενο φως για τα δέντρα.
- *Σχεδιασμός δασικής διαχείρισης*: Ο σχεδιασμός της δασικής διαχείρισης περιλαμβάνει την τροποποίηση του χρόνου της τελικής συγκομιδής. Γενικά οι χρόνοι μεταξύ των διαδοχικών καρπώσεων θα πρέπει να ελαττωθούν, λόγω της αύξησης της παραγωγικότητας. Βέβαια, στην Ισπανία σε δάση μαύρης πεύκης οι χρόνοι μεταξύ των διαδοχικών καρπώσεων μειώθηκαν λόγω δυσκολιών σε φυσική αναγέννηση και μεγάλης θνησιμότητας εξαιτίας της καλοκαιρινής ξηρασίας.
- *Παράσιτα και ασθένειες*: Οι υψηλές θερμοκρασίες ενδέχεται να αυξήσουν τις πιθανότητες προσβολής των δασών από παράσιτα και ασθένειες. Για τη βελτίωση της υγείας και της σταθερότητας των δασών χρησιμοποιείται η μίξη με είδη λιγότερο ευπαθή σε ασθένειες και παράσιτα, καθώς οι μονοκαλλιέργειες είναι πιο ευάλωτες. Επίσης, η επιλογή ανθεκτικών οικογενειών και κλώνων ενδέχεται να είναι μια καλή λύση. Παρόλα αυτά η προετοιμασία για την αντιμετώπιση των ολοένα και αυξανόμενων κινδύνων από παράσιτα και ασθένειες εξακολουθεί να είναι σε μέτρια επίπεδα στην Ευρώπη.
- *Υποδομές και μεταφορές*: Η συντήρηση του δασικού οδικού δικτύου πρέπει να προσαρμοστεί στις απότομες και ραγδαίες βροχοπτώσεις και τη μεγάλη απορροή, αλλά και στις μικρότερες περιόδους στις οποίες παγώνει η επιφάνεια του εδάφους κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επιπλέον, απαιτείται αλλαγή στον τρόπο του ξεπαγώματος του παγωμένου εδάφους, ενδεχομένως και με χρήση μηχανημάτων. Σχετικά με τις υποδομές, στη Ρουμανία για να προσαρμοστούν στις ξηρές συνθήκες προτάθηκε η αύξηση της χρήσης και δημιουργίας λιμνών αποθήκευσης, καθώς και καναλιών άρδευσης. Γενικά τα μέτρα που έχουν παρθεί μέχρι τώρα στην Ευρώπη είναι λίγα.

Σε γενικές γραμμές τα διαχειριστικά μέτρα που λαμβάνονται εφεξής, λόγω της αλλαγής του κλίματος, επιβάλλεται να είναι ευέλικτα (Stewart et al., 1998).

5. Πολιτική και στρατηγική για προσαρμοστικά μέτρα

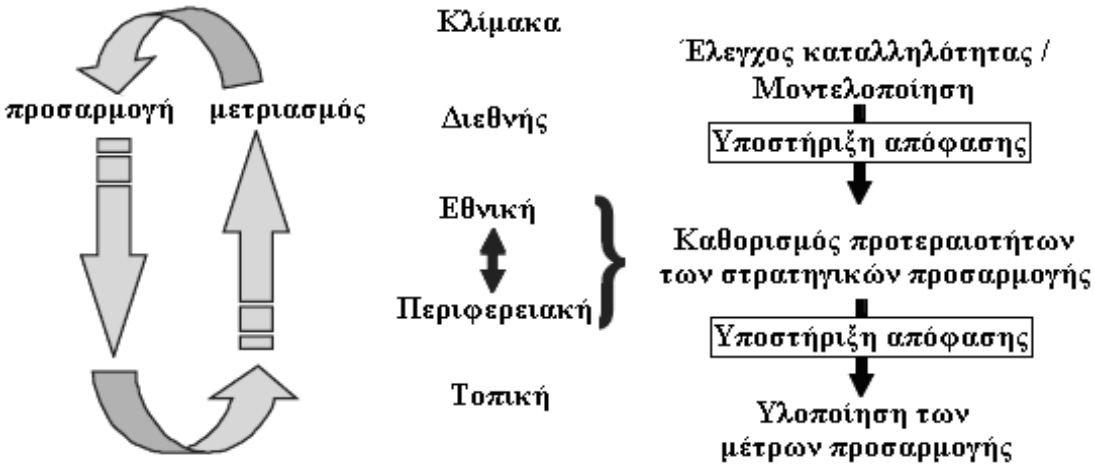
Η απάντηση στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής αφορά κυρίως στο *μετριασμό* (mitigation) και στην *προσαρμογή* (adaptation). Ο μετριασμός στοχεύει στο να περιοριστούν οι μελλοντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, κυρίως μέσω της μείωσης των θερμοκηπικών αερίων, ενώ η προσαρμογή είναι η διαδικασία που έχει ως στόχο τη μείωση της ευπάθειας των διαφόρων συστημάτων στις τρέχουσες ή στις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Σκριμιζέα κ.α, 2014).

Ένα δυναμικό σύστημα παρακολούθησης είναι απαραίτητο για την αποτίμηση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής και της αντίδρασης των δασικών οικοσυστημάτων στις στρατηγικές προσαρμοστικής διαχείρισης. Ελλάτωση του κατακερματισμού των δασών σε συνδυασμό με χρήση διαδρόμων που θα συνδέουν πυκνά δάση, θα οδηγήσει σε αύξηση της βιοποικιλότητας και αυτό με τη σειρά του στην ενίσχυση της φυσικής ικανότητας προσαρμογής. Η ίδρυση οργανισμών για δασική διαχείριση θα βελτιώσει τη διαχείριση κατακερματισμένων δασών που ανήκουν σε διαφορετικούς ιδιοκτήτες. Γενικά, είναι

απαραίτητο οι ιδιοκτήτες δασών να ενημερωθούν και να γνωρίσουν τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στα δάση. Στην Ευρώπη οι ιδιοκτήτες δασών ενθαρρύνονται με κίνητρα να εφαρμόσουν προσαρμοστική διαχείριση μέσω προστατευτικών λειτουργιών (Ιταλία) ή με μετατροπή ευπαθών δασών ερυθρελάτης ή πεύκης σε μικτά δάση (Γερμανία). Στη Μεσόγειο γίνονται επενδύσεις σε πολιτικές πρόληψης πυρκαγιών, κυρίως μέσω ενημέρωσης του κοινού και των ιδιοκτητών δασών (Kolström et al., 2011). Βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μπορεί να είναι η δημιουργία δασοκομικών έργων για τη δέσμευση του CO_2. Τα συγκεκριμένα έργα είναι κυρίως έργα δάσωσης και αναδάσωσης και έργα αποφυγής αναδάσωσης και καλύτερης δασικής αειφορικής διαχείρισης (Παπασπυρόπουλος κ.α., 2013).

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής χρειάζεται ένα ενιαίο σχέδιο προσαρμοστικής διαχείρισης για τα δάση της κεντρικής Ευρώπης, σύμφωνα με το οποίο απαιτείται μετριασμός των αερίων του θερμοκηπίου και, παράλληλα, προσαρμογή των δασών (Σχήμα 4). Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει σχεδιασμό σε διαφορετικές κλίμακες, οι οποίες θα συνδέονται μεταξύ τους με δράσεις που θα υποστηρίζουν τις αποφάσεις (Bolte et al., 2009).

Σχήμα 4: Ενιαίο σχέδιο προσαρμοστικής διαχείρισης για την κεντρική Ευρώπη



Πηγή: Bolte et al. (2009), επεξεργασία από Βάσσιο Δ.

Τα προσαρμοστικά μέτρα συχνά οδηγούν σε μεγαλύτερο κόστος. Παρόλα αυτά, επενδύοντας σε υποδομές, έρευνα και ενημέρωση για τα προσαρμοστικά μέτρα, θα οδηγηθούμε σε βελτίωση της κοινωνικοοικονομικής ικανότητας προσαρμογής. Σε επίπεδο πολιτικής, η προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές ίσως να απαιτεί ρυθμίσεις στο κοινωνικό, οικονομικό και πολιτικό σύστημα. Τα εμπόδια που ενδέχεται να προκύψουν περιλαμβάνουν θεσμικά και πολιτικά κωλύματα. Τα πολιτικά εργαλεία που υπάρχουν θα πρέπει να προσαρμοστούν ή να χρησιμοποιηθούν προς την πορεία της προσαρμοστικότητας. Για παράδειγμα ο ευρωπαϊκός φορέας που ασχολείται με την Κοινή Ευρωπαϊκή Αγροτική Πολιτική (Common Agricultural Policy of the European Commission) υποστηρίζει τα προσαρμοστικά μέτρα αλλά κάτι τέτοιο δεν κάνουν και όλα τα μέλη του (Kolström et al., 2011). Βέβαια στην Ευρώπη, εν αντιθέσει με την Κοινή Αγροτική Πολιτική και την περιβαλλοντική πολιτική, η δασική πολιτική είναι αρμοδιότητα των κρατών-μελών, οπότε η διαχείριση των δασών βασίζεται στο συντονισμό μεταξύ των πολιτικών των κρατών και των κοινοτικών πρωτοβουλιών. Οι κοινοτικές δράσεις και πρωτοβουλίες για τη διαχείριση των δασών πραγματοποιούνται μέσω των πολιτικών για την αγροτική ανάπτυξη, για το περιβάλλον (Life+), για τις έρευνες και για τα προγράμματα περιφερειακής ανάπτυξης (Καμχής, 2007).

Στην Ελλάδα δεν έχει πραγματοποιηθεί πρόγραμμα εθνικής στρατηγικής για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, ούτε έχουν αξιολογηθεί οι κίνδυνοι που συνδέονται με αυτή. Η Τράπεζα της Ελλάδας έκανε μία έκθεση το 2011 για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη χώρα μας, ενώ ο ΟΟΣΑ σε μελέτη του αναφέρει ότι η Ελλάδα, αν και έχει αναγνωρίσει την ανάγκη για προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, παρόλα αυτά δεν προτείνει συγκεκριμένες δράσεις. Η Ελλάδα σε ανακοίνωσή της προς τη Γραμματεία της Σύμβασης Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή στη Βόννη, αναφέρει ότι δίνεται από την πλευρά της έμφαση κυρίως στο μετριασμό των εκπομπών και λιγότερο στην προσαρμογή. Τα μέτρα προσαρμογής περιλαμβάνονται στα γενικότερα μέτρα που εφαρμόζονται σε περιοχές με τρωτά σημεία όπως το πρόβλημα της ερημοποίησης, την αγροτική παραγωγή, τα δασικά οικοσυστήματα κ.λπ. (Σκριμιζέα κ.α, 2014). Αναφορικά με την προσαρμογή της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή στη χώρα μας, τον Ιανουάριο του 2010 ξεκίνησε το έργο LIFE+ AdaptFor με τέσσερεις δασικές περιοχές μελέτης και ποικίλες δράσεις και παραδοτέα (http://www.life-adaptfor.gr/). Στο πλαίσιο αυτού του έργου προτείνονται βραχυπρόθεσμα μέτρα που πρέπει να υλοποιηθούν άμεσα για τον έλεγχο της υφιστάμενης κατάστασης, μακροπρόθεσμα μέτρα για την ενίσχυση των δασών από την επίδραση της κλιματικής αλλαγής, καθώς και συμπληρωματικά μέτρα για την προστασία τους από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (Chrysopolitou et al, n.d.).

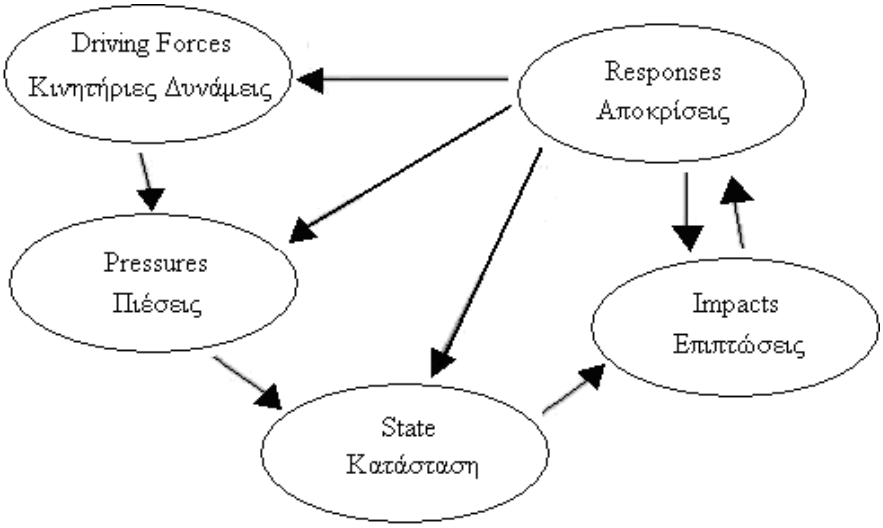
Πάντως η κλιματική αλλαγή εκτός από οικολογικό είναι και κοινωνικό πρόβλημα, καθώς οι κοινωνικές και οικονομικές ανάγκες ως τώρα οδήγησαν τα διάφορα οικοσυστήματα στη σημερινή τους μορφή. Το αν η κλιματική αλλαγή θα επιδράσει αρνητικά ή θετικά σε αυτά, θα εξαρτηθεί από τις μελλοντικές αρχές και ανάγκες της κοινωνίας (Καραμανώλης, 2011). Οι δράσεις που πρόκειται να λάβουν χώρα στο μέλλον θα είναι περίπλοκες αν ληφθούν υπόψη οι κοινωνικές πιέσεις, οι προτεραιότητες των κυβερνήσεων και οι οικονομικοί παράγοντες (Smit and Pilifosova, 2001). Η κεντρική πολιτική σκηνή επιβάλλεται να υπολογίσει περισσότερες μεταβλητές ενόψει της κλιματικής αλλαγής, όπως την πληθυσμιακή αλλαγή, την οικονομικοκοινωνική κατάσταση, την εκπαίδευση, καθώς και την υγεία και την ασφάλεια. Οι πολίτες έχουν επενδύσει στην παρούσα κατάσταση της κοινωνίας και ενδέχεται το κόστος λήψης αποφάσεων κατά της αλλαγής του κλίματος να είναι πιο μεγάλο από το να μην υπάρξει αντίδραση (Holling, 2001· Καραμανώλης, 2011).

6. Πλαίσιο DPSIR

Σύμφωνα με το πλαίσιο DPSIR, υπάρχει μια αλυσίδα μεταξύ των *Κινητήριων Δυνάμεων* (*Driving Forces* ή *Drivers*), των *Πιέσεων* (*Pressures*), της *Κατάστασης* (*State*) και των *Επιπτώσεων* (*Impacts*) που οδηγούν στις *Αποκρίσεις* (*Responses*). Το συγκεκριμένο πλαίσιο δίνει ανατροφοδότηση σε όσους ασκούν πολιτική, για την επίδραση που θα έχουν οι επιλογές τους στο περιβάλλον. Μια κινητήρια δύναμη είναι ουσιαστικά μια ανάγκη, η πίεση είναι το αποτέλεσμα της ανάγκης αυτής, η κατάσταση αποτελεί το επακόλουθο των πιέσεων, οι αλλαγές στην υφιστάμενη κατάσταση προκαλούν επιπτώσεις, ενώ η απόκριση είναι το αποτέλεσμα μιας ανεπιθύμητης επίπτωσης (Kristensen, 2004). Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται το πλαίσιο DPSIR.

Στις δυνάμεις περιλαμβάνονται, εκτός από τις ανθρώπινες ανάγκες, και οι κοινωνικές ωθήσεις που οδηγούν τελικά σε πιέσεις στο όλο σύστημα και στο περιβάλλον, στην κατάσταση περιγράφεται το καθεστώς που προκαλείται από τις πιέσεις, στις επιπτώσεις αναφέρονται κυρίως η κατάσταση των λειτουργιών και των υπηρεσιών του οικοσυστήματος και οι μεταβολές στη βιοποικιλότητα, και τέλος στις αποκρίσεις προτείνονται μέτρα για τον μετριασμό ή την εξάλειψη των αρνητικών επιδράσεων που προκαλούνται από τις πιέσεις (Miókovics et al, 2014).

Σχήμα 5: Πλαίσιο DPSIR



Πηγή: Kristensen (2004), επεξεργασία από Βάσσιο Δ.

Ως μια πρώτη προσέγγιση, εφαρμόζοντας το πλαίσιο DPSIR στα δεδομένα της κλιματικής αλλαγής και την ευθύνη της για τις αλλαγές στα δάση, προκύπτουν τα εξής:

Κινητήριες δυνάμεις: Οι κινητήριες δυνάμεις εν προκειμένω, είναι οι ανθρώπινες ανάγκες και οι δραστηριότητες που επικεντρώνονται κυρίως στη βιομηχανία, στην κτηνοτροφία και στις χρήσεις γης.

Πιέσεις: Οι κινητήριες δυνάμεις πιέζουν σε τέτοιο βαθμό με αποτέλεσμα να γίνεται υπερβολική χρήση ορυκτών καυσίμων, αποψίλωση δασών και έντονες κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Όλα αυτά προκαλούν αύξηση των εκπομπών CO_2 και γενικά αερίων που επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Κατάσταση: Η υφιστάμενη κατάσταση χαρακτηρίζεται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, και την έντονη κλιματική αλλαγή, με κύρια χαρακτηριστικά την αισθητή αύξηση της θερμοκρασίας, τα έντονα καιρικά φαινόμενα και την μεγάλη ξηρασία, σε παγκόσμιο επίπεδο.

Επιπτώσεις: Οι επιπτώσεις στα δασικά οικοσυστήματα επικεντρώνονται στην καταστροφή τους από τη δράση εντόμων και λοιπών παθογόνων οργανισμών αλλά και από πυρκαγιές, μεταβολή της σύνθεσης των δασών λόγω της εισβολής νέων ειδών που οδηγεί σε ευπάθεια των δασών, εμφάνιση ισχυρών ανέμων, ενώ σε ορισμένα είδη ενδέχεται να αυξηθεί η παραγωγικότητα (θετική επίπτωση).

Αποκρίσεις: Οι αποκρίσεις μπορεί να είναι οικολογικά μέτρα καθώς και μέτρα πολιτικής, όπως μέτρα μετριασμού του φαινομένου που στοχεύουν στη μείωση των θερμοκηπικών αερίων αλλά και στη δέσμευση του CO_2 με τη δημιουργία δασοκομικών έργων, αναγέννηση των δασών μέσω αύξησης της γενετικής ποικιλότητας, καλλιεργητικά μέτρα με κατάλληλες αραιώσεις και μίξεις ειδών, τροποποίηση του χρόνου τελικής συγκομιδής, συντήρηση και βελτίωση των υποδομών του δάσους, ελάττωση του κατακερματισμού των δασών και διαχείρισή τους μέσω κατάλληλων οργανισμών ή συνεταιρισμών, δημιουργία συστήματος παρακολούθησης των δασών, ενημέρωση και παροχή κινήτρων στους ιδιοκτήτες δασών να εφαρμόσουν προσαρμοστική διαχείριση, επιπλέον μέτρα πρόληψης πυρκαγιών, αναθεώρηση προδιαγραφών δασικής διαχείρισης, αλλαγές στη νομοθεσία με στόχο την προσαρμογή της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή, συνεργασίες για την αντιμετώπιση του προβλήματος σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

7. Συμπεράσματα

Η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε μείωση της παραγωγής και της ζωτικότητας των δασών, σε αύξηση των δασικών πυρκαγιών και άρα σε σημαντικές απώλειες σε ιστάμενο όγκο. Επίσης, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τη δράση παθογόνων οργανισμών και παράσιτων, ενώ είναι πολύ πιθανόν τα δάση να υποφέρουν, εκτός από τα ιθαγενή, και από νέα παράσιτα ή έντομα. Βέβαια, ενδέχεται να υπάρξει θετική επίδραση σε κάποια δάση όπως π.χ. σε δάση ερυθρελάτης, τα οποία πιθανότατα θα αυξήσουν την παραγωγικότητά τους λόγω της κλιματικής αλλαγής. Στα λιβάδια αναμένεται αύξηση της θερμοκρασίας και του κινδύνου ξηρασίας λόγω μείωσης και της ετήσιας βροχόπτωσης, ενώ ενδέχεται να αυξηθεί η ευπάθεια των λιβαδικών οικοσυστημάτων με αυξημένη πιθανότητα να εισβάλουν νέα είδη. Η λύση στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής γενικότερα επικεντρώνεται στο μετριασμό και στην προσαρμογή του φαινομένου. Τα προσαρμοστικά μέτρα συνήθως οδηγούν σε μεγαλύτερο οικονομικό κόστος αλλά βελτιώνουν τη κοινωνικοοικονομική ικανότητα προσαρμογής. Τα μέτρα που πάρθηκαν ως τώρα για την προσαρμογή της διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή αφορούν κυρίως σε διαχειριστικούς, δασοκομικούς, καλλιεργητικούς και γενικά οικολογικούς άξονες.

Πάντως η αλλαγή του κλίματος θα πρέπει να αντιμετωπιστεί και ως κοινωνικό πρόβλημα, εκτός από οικολογικό. Η κεντρική πολιτική σκηνή θα πρέπει να συνυπολογίσει την πληθυσμιακή αλλαγή, την οικονομική αλλά και την κοινωνική κατάσταση, καθώς η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή απαιτεί σχετικές ρυθμίσεις στους παραπάνω τομείς. Τα διάφορα πολιτικά εργαλεία που υπάρχουν θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν προς την πορεία της προσαρμοστικότητας. Με την επένδυση σε υποδομές, έρευνα και ενημέρωση για τα προσαρμοστικά μέτρα, θα βελτιωθεί η ικανότητα προσαρμογής της κοινωνίας στα νέα δεδομένα αλλά και η συνολική υφιστάμενη κατάσταση, σε συνδυασμό με κατάλληλες νομοθετικές ρυθμίσεις για την προσαρμογή της δασικής διαχείρισης και της δασικής πολιτικής στην κλιματική αλλαγή, με την εφαρμογή ενός συστήματος παρακολούθησης των δασών, καθώς και παροχή κινήτρων προς τους δασοκτήμονες για να διαχειριστούν καλύτερα την περιουσίας τους. Εν κατακλείδι, για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής απαιτείται ένα ολοκληρωμένο σχέδιο προσαρμοστικής διαχείρισης για τα ευρωπαϊκά δάση, σύμφωνα με το οποίο χρειάζεται μετριασμός των θερμοκηπικών αερίων και ταυτόχρονα προσαρμογή των δασών, στο πλαίσιο μιας κοινής περιβαλλοντικής και δασικής πολιτικής, που θα σέβεται όμως τις ιδιαιτερότητες κάθε χώρας και κάθε περιοχής.

Βιβλιογραφία

Βάσσιος Δ. και Λεφάκης Π. (2014). Έλεγχος του κράτους στη διαχείριση των δασών από δασοπολιτική και νομική άποψη, Πρακτικά Πανελλήνιου Συνεδρίου Οικονομικής των Φυσικών Πόρων και του Περιβάλλοντος: Κλιματική Αλλαγή, Βόλος 31 Οκτωβρίου-1 Νοεμβρίου 2014, σελ. 484-495.

Bolte A., Ammer C., Löf M., Madsen P., Nabuurs G., Schall P., Spathelf P. and Rock J. (2009). Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept, Scandinavian Journal of Forest Research, 24:6, 473-482.

Chrysopolitou V., Drougas P., Alifragkis D., Avtzis D., Avtzis N., Diamandis S., Poulis G., Radoglou K., Tsiripidis I., Tsiaoussi V., Zerva A. and Dafis, S. (n.d.). Adaptation of forest management to climate change in Greece: application at four pilot sites. Διαθέσιμο στο: http://adapttoclimate.uest.gr/full_paper/chrysopolitou_et_al.pdf (Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Ιουλίου 2015).

Holling C.S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological and social systems, Ecosystems, 4, 390-405.

Καλαπόδης Ν. (2011). Αναπροσανατολισμός της δασικής διαχειριστικής στην Ελλάδα. Διαθέσιμο στο: http://www.ife.uni-freiburg.de/dateien/pdf-dateien/ab-58-11-kalapodis (Ημερομηνία πρόσβασης: 15 Σεπτεμβρίου 2014).

Καμχής Μ. (2007). Η ενοποίηση του ευρωπαϊκού χώρου 1986-2006. Ένα σχεδιαστικό εγχείρημα μεγάλης κλίμακας. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.

Καραμανώλης Δ. και Καρτέρης Μ. (2009). Δασική Διαχειριστική ΙΙ. Μέθοδοι και τεχνικές διαχείρισης δασών. Τμήμα Εκδόσεων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου, Θεσσαλονίκη.

Καραμανώλης Δ. (2011). Διαχείριση οικοσυστημάτων και κλιματική αλλαγή, Πρακτικά 15^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, Καρδίτσα 16-19 Οκτωβρίου 2011, σελ. 77-84.

Καρατάσιου Μ., Κωστοπούλου Π. και Γιανταμίδης Α. (2014). Κλιματική αλλαγή και λιβαδικά οικοσυστήματα, Πρακτικά 8^{ου} Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Λιβάδια-Κτηνοτροφία: Έρευνα και ανάπτυξη. Προοπτικές εργασίας για νέους, Θεσσαλονίκη 1-3 Οκτωβρίου 2014, σελ. 91-97.

Καρβούνης Σ. και Γεωργακέλλος Δ. (2003). Διαχείριση του περιβάλλοντος. Επιχειρήσεις και βιώσιμη ανάπτυξη. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Kolström M., Lindner M., Vilén T., Maroschek M., Seidl R., Lexer M., Netherer S., Kremer A., Delzon S., Barbati A., Marchetti M. and Corona P. (2011). Reviewing the Science and Implementation of Climate Change. Adaptation Measures in European Forestry, Forests 2011, 2, 961-982.

Kristensen P. (2004). The DPSIR Framework. Διαθέσιμο στο: http://wwz.ifremer.fr/dce/content/download/69291/913220/file/DPSIR.pdf (Ημερομηνία πρόσβασης: 21 Σεπτεμβρίου 2015).

Lawrence A., Gillett S., (2011). Human dimensions of adaptive forest management and climate change: A review of international experience, Forestry Commission, Edinburgh. i–iv, 1–44.

Miókovics E., Bódis J. and Mólnar, Zs. (2014). Analysis of landscape change in the Nagyperek (Somogy, Hungary) with the DPSIR Framework, Natura Somogyiensis,

Kaposvár, 24, 5-16. Διαθέσιμο στο: http://www.smmi.hu/termtud/ns/ns24/5-16_Miokovics.pdf (Ημερομηνία πρόσβασης: 10 Οκτωβρίου 2015).

Ξανθόπουλος Π. (1998). Η διαχείριση των δασών και η στρατηγική της βιώσιμης ανάπτυξης. Διδακτορική Διατριβή, Πάντειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Παπασπυρόπουλος Κ., Καραχρήστος Χ., Ιωάννου Κ., Παππάς Ι., Γούναρης Ν., Μανδάνα Β., Θεοχάρης Ν., Λεφάκης Π. και Χριστοδούλου Α. (2013). Λειτουργία των εθελοντικών αγορών πώλησης αντισταθμισμάτων άνθρακα μέσω έργων φυσικής και τεχνητής δασοπονίας, Πρακτικά 16ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη 6-9(13) Οκτωβρίου 2013, σελ. 932-939.

Σκριμιζέα Ε., Παπακωνσταντίνου Δ. και Παπαδοπούλου Μ. (2014). Προς μία στρατηγική προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή: Ο ρόλος της εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Επιστημονικού Συνεδρίου Οικονομικής των Φυσικών Πόρων και του Περιβάλλοντος: Κλιματική Αλλαγή, Βόλος 26-27 Μαρτίου 2014, σελ. 303-314.

Smit B. and Pilifosova O. (2001). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. In: McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J. and White K.S. (Eds), Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability, Cambridge, New York: Cambridge University Press, p. 877-912.

Stewart R.B., Wheaton E. and Spittlehouse D.L. (1998). Climate change: implications for the boreal forest. In: Legge A.H. and Jones L.L. (Eds), Emerging air issues for the 21st century: the need for multidisciplinary management, Pittsburg, Penn.: Air and Waste Management Assoc., p. 86-101.

Development of standards for economic analysis of beech forests' production in Greece

Dimitris Palaskas
Hellenic Agricultural Organization "DEMETRA"
Forest Research Institute of Thessaloniki
Loutra Thermis - 57006 - Thessaloniki
diomitri@gmail.com

Abstract
Beech forests occupy an area of 2,866 km^2 being included in the most important, by ecological and economic point of view, forest ecosystems of the country, as they contribute to the production of high quality fresh water, among other services they provide, and due to remarkable annual wood production, great part of which is converted to technical wood (roundwood). Not only the job opportunities to local populations, especially in times of economic crisis, but also the maximization of the forest yield are permanent targets of the sustainable forest management. For this purpose, some conditions are required, such as existence of up-to-date reliable management plans and adequate financing for the exploitation of the forests. Moreover, prediction of the economic performance of the forest stands and control of the forest operations require suitable standards of economic analysis of the forest production, based on new or existing forest-growth models (Site-Index Systems, Yield Tables, Tables of forest products assortment). In this paper, related methodology is developed and the Tables of Economic Performance of beech forests are presented, applicable to beech forests of Cholomontas mountain, Chalkidiki.

Keywords: Forest management; wood products, roundwood; Forest Cooperatives; Yield Tables, Cholomontas.
JEL Classification: O23; O21; O28; Q57.

Ανάπτυξη προτύπων οικονομικής ανάλυσης της παραγωγής των δασών οξυάς στην Ελλάδα

Δημήτρης Παλάσκας
Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ"
Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης
Λουτρά Θέρμης - Τ.Κ. 57006 - Θεσσαλονίκη

Περίληψη
Τα δάση οξυάς καταλαμβάνουν έκταση 2.886 km^2 και περιλαμβάνονται στα σημαντικότερα, από οικολογικής και οικονομικής άποψης, δασικά οικοσυστήματα της χώρας, λόγω της συμβολής τους, μεταξύ άλλων, στην παραγωγή νερού υψηλής ποιότητας, καθώς επίσης και λόγω των αξιόλογων παραγόμενων ετησίως ποσοτήτων ξυλείας, σημαντικό ποσοστό της οποίας διαμορφώνεται σε τεχνική ξυλεία. Όχι μόνο η παροχή ευκαιριών απασχόλησης στους τοπικούς πληθυσμούς, ιδίως σε εποχή οικονομικής κρίσης, αλλά και η μεγιστοποίηση της αξίας του συγκομιζόμενου ξύλου, αποτελούν πάγιους στόχους της αειφορικής δασικής διαχείρισης και για το σκοπό αυτό απαιτούνται μια σειρά από προϋποθέσεις, όπως η ύπαρξη σύγχρονων, αξιόπιστων διαχειριστικών σχεδίων και η εξασφάλιση των απαιτούμενων πιστώσεων για την εκμετάλλευση των δασών. Επιπλέον, για την πρόβλεψη της οικονομικής απόδοσης των συστάδων και τον έλεγχο της ορθής εκτέλεσης των υλοτομικών εργασιών απαιτείται η ύπαρξη κατάλληλων προτύπων οικονομικής ανάλυσης της δασικής παραγωγής, τα οποία θα βασίζονται σε νέα ή υφιστάμενα δασο-αποδοτικά πρότυπα (Συστήματα Σταθμοδεικτικών Καμπυλών, Πίνακες Παραγωγής, Πίνακες Κατηγοριών Προϊόντων). Στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται η σχετική μεθοδολογία και παρουσιάζονται οι Πίνακες Οικονομικής Απόδοσης των δασών οξυάς με εφαρμογή στα δάση οξυάς του όρους Χολομώντα Χαλκιδικής.

Λέξεις Κλειδιά: Διαχείριση δασών, προϊόντα ξύλου, τεχνική ξυλεία, Δασικοί Συνεταιρισμοί, Πίνακες Παραγωγής, Χολομώντας
JEL Κωδικοί: O23, O21, O28 Q57.

1. Εισαγωγή

Η διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων απαιτεί τη λήψη αποφάσεων, όπως ο καθορισμός του περίτροπου χρόνου, η διαχειριστική μορφή, το σύστημα εκμετάλλευσης κ.ά., αποφάσεις οι οποίες, πολλές φορές, εξαρτώνται τόσο από τις κρατούσες επιστημονικές αντιλήψεις όσο και από τις γενικότερες οικονομικές συνθήκες. Για παράδειγμα, ο περιορισμός των πιστώσεων προς τις Δασικές Υπηρεσίες προκρίνει συστήματα εκμετάλλευσης που βασίζονται στην παραχώρηση αυτών σε ξυλεμπόρους ή στους Δασικούς Συνεταιρισμούς, ενώ η αύξηση της τιμής του πετρελαίου θέρμανσης κατά τα προηγούμενα χρόνια οδήγησε σε έντονη ζήτηση για καυσόξυλα, αλλά και στην ανάγκη για διάθεση ποσοτήτων καυσοξύλων σε ευπαθείς κοινωνικές ομάδες με μειωμένο τίμημα, με συνέπεια τον περιορισμό της παραγωγής τεχνικής ξυλείας.

Εν τούτοις, η άσκηση ορθολογικής και αειφορικής δασοπονίας πολλαπλών σκοπών, με την οποία θα επιδιώκεται, μεταξύ άλλων, η μεγιστοποίηση των εισοδημάτων των παραδασόβιων πληθυσμών, και φυσικά των εσόδων του Δημοσίου, θα πρέπει να βασίζεται σε τεκμηριωμένες αποφάσεις και αποτελεσματικό σχεδιασμό, στοιχεία που, μέχρις ενός σημείου, καλύπτονται σήμερα από τα δασικά διαχειριστικά σχέδια. Αυτά συντάσσονται είτε από τους δασολόγους των Δασικών Υπηρεσιών, είτε από ιδιώτες δασολόγους μελετητές και, παρά τις προσπάθειες εκσυγχρονισμού του πλαισίου σύνταξης αυτών, και του περιεχομένου τους, συνεχίζουν να αποτελούν το βασικό εργαλείο μεσοπρόθεσμου σχεδιασμού για τα δασικά οικοσυστήματα, αν και βασίζονται σε Τεχνικές Προδιαγραφές, αλλά και αντιλήψεις, του 1965.

Μια σημαντική έλλειψη των διαχειριστικών σχεδίων, η οποία μέχρι σήμερα δεν έχει αναπληρωθεί από κάποια άλλη διαδικασία στις Δασικές Υπηρεσίες, είναι η απουσία οικονομικού και λογιστικού ελέγχου της διαχείρισης, ήτοι μιας διαδικασίας η οποία θα επέτρεπε την πρόβλεψη, τον έλεγχο και την ανάλυση των αποκλίσεων των οικονομικών αποτελεσμάτων της δασικής διαχείρισης. Το κενό αυτό προσπαθεί να καλύψει η παρούσα εργασία παρουσιάζοντας πρότυπα οικονομικής ανάλυσης της δασικής παραγωγής για τα δάση οξυάς. Το συγκεκριμένο είδος επιλέχθηκε πιλοτικά αφενός μεν επειδή τα συγκεκριμένα δασικά οικοσυστήματα είναι από τα σημαντικότερα στη χώρα, και αφετέρου επειδή για το εν λόγω είδος υφίστανται τα απαραίτητα εργαλεία για την ανάπτυξη των οικονομικών προτύπων, και ειδικότερα οι Πίνακες Παραγωγής οξυάς (Gatzojannis, 1998; Ομάδα μελέτης, 2013) και οι εξισώσεις κατηγοριών προϊόντων οξυάς των Κατενίδη και Ευθυμίου (1983).

Τα δάση οξυάς καταλαμβάνουν έκταση 2.886 km^2, σύμφωνα με στοιχεία του ψηφιακού χάρτη βλάστησης κλίμακας 1:20.000 της Δασικής Υπηρεσίας, και παρέχουν τα παρακάτω προϊόντα και υπηρεσίες:

- *Τεχνική ξυλεία*: το ξύλο οξυάς ενδείκνυται για χρήσεις όπως η επιπλοποιία, τα ξύλινα μέσα συσκευασίας, τα παιδικά παιχνίδια, ξυλόγλυπτα και είδη λαϊκής τέχνης, δάπεδα και παρκέτα, σκάλες εσωτερικού χώρου κ.ά (Μαντάνης, 2008)
- *Καυσόξυλα και ξυλεία θρυμματισμού* (βιομηχανική ξυλεία)
- *Δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα*: τα δάση γενικά δεσμεύουν 1 tn CO_2 για κάθε παραγόμενο m^3 βιομάζας. Ειδικότερα για τα υψηλά δάση οξυάς εκτιμάται ότι σε κάθε m^3 υπέργειας βιομάζας αντιστοιχούν 400 kg C (Ξανθόπουλος κ.ά., 2015), ποσότητα που στην περίπτωση των ξύλινων επίπλων μπορεί να παραμείνει αποθηκευμένη στο ξύλο έως και 30 χρόνια (Μπαρμπούτης, 2009).
- *Φιλτράρισμα και αποθήκευση νερού*: τα δάση οξυάς παράγουν άριστης ποιότητας νερό, λόγω των ιδιαίτερων ιδιοτήτων των δασικών εδαφών τους
- *Παροχή ενδιαιτήματος στην άγρια πανίδα* και *συμβολή στη βιοποικιλότητα*: στην Ελλάδα τα δάση οξυάς σχηματίζουν δύο τύπους οικοτόπων (9110 και 9130), όπου εντοπίζονται διάφορα σημαντικά είδη χλωρίδας και πανίδας

- *Αισθητικές αξίες - αναψυχή* κ.ά.

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση Οικονομικών Προτύπων για τη δασική παραγωγή των δασών οξυάς, συμπεριλαμβανομένης της μεθοδολογίας ανάπτυξης αυτών, και η προκαταρκτική διερεύνηση του τρόπου αξιοποίησης αυτών από τα αρμόδια τμήματα των Δασικών Υπηρεσιών.

2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Η ανάπτυξη Προτύπων Οικονομικής Ανάλυσης βασίζεται σε υφιστάμενα δασο-αποδοτικά πρότυπα, τα οποία προβλέπουν την εξέλιξη των βασικών δασο-αποδοτικών μεγεθών στον κύκλο παραγωγής μιας συστάδας. Κλασικά πρότυπα αυτού του είδους, στη δασολογική επιστήμη, είναι οι Πίνακες Παραγωγής, οι οποίοι, μέσα από κατάλληλες εξισώσεις, παρέχουν πληροφορίες για δασο-αποδοτικά μεγέθη, όπως το ανώτερο ύψος (Ho), η κυκλική επιφάνεια (G), ο όγκος του ξυλαποθέματος (V), ο αριθμός των κορμων (N), ο όγκος και ο αριθμός κορμών των αραιώσεων (Vdf και Ndf αντίστοιχα), η συνολική απόδοση (ΣIv), η τρέχουσα και η μέση προσαύξηση / απόδοση (Iv και Zu αντίστοιχα) (Γκατζογιάννης, 1995). Οι Πίνακες Παραγωγής βασίζονται σε μία θεμελιώδη σχέση ταξινόμησης της μορφής Ho=f(SI, A), όπου SI ο δείκτης ποιότητας τόπου (το ύψος ενός δένδρου σε μια ηλικία αναφοράς Ao) και A η στηθιαία ηλικία του δένδρου (Gatzojannis et al., 1995). Η επιλογή κατάλληλου μοντέλου για τη σχέση ταξινόμησης είναι καθοριστικής σημασίας, αφού από το ανώτερο ύψος (Ho) εξαρτώνται τα περισσότερα βασικά δασο-αποδοτικά μεγέθη. Κατά καιρούς, έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα (King, 1966; McDill and Amateis, 1992; Erikkson et al., 1997), αλλά και τεχνικές για την ανάπτυξη Συστημάτων Σταθμοδεικτικών Καμπυλών (ΣΣΚ), όπως η χρησιμοποίηση δεδομένων αναλύσεων κορμού, δηλ. ζευγών παρατηρήσεων ηλικίας-ύψους, που θα πρέπει όμως να καλύπτουν το συνολικό εύρος των Ποιοτήτων Τόπου σε μια περιοχή, και κατά συνέπεια μεγάλο εύρος ηλικιών των δένδρων (Gatzojannis et al., 2015). Για την Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί ΣΣΚ και Πίνακες Παραγωγής για τα βασικότερα δασοπονικά είδη, ενώ για την οξυά, ειδικότερα, έχουν δημοσιευθεί (τοπικοί) Πίνακες Παραγωγής για την περιοχή του Χολομώντα Χαλκιδικής (Gatzojannis, 1998 και Ομάδα Μελέτης, 2013), Άνω Βροντού Σερρών (Γκατζογιάννης, 1999), ενώ οι Απατσίδης και Σηφάκης (1999) έχουν δημοσιεύσει σχετικές εξισώσεις και Πίνακες για το σύνολο της χώρας.

Αντίθετα, για την εκτίμηση (πρόβλεψη) των κατηγοριών προϊόντων που μπορούν να παραχθούν από διάφορες κατηγορίες συστάδων, η βιβλιογραφία είναι μάλλον περιορισμένη. Πέραν των εξισώσεων που ανέπτυξαν οι Κατενίδης και Ευθυμίου (1983) για την οξυά για το σύνολο της χώρας, ανάλογη εργασία έχει πραγματοποιηθεί για την πλατύφυλλο δρυ Αρακύνθου Μεσολογγίου (Απατσίδης κ.ά, 1989), για τη δασική πεύκη Δράμας (Gatzojannis et al., 1995) και την ελάτη Περτουλίου (Παπαδόπουλος, 1997). Πρότυπα οικονομικής ανάλυσης της δασικής παραγωγής, που να βασίζονται στους Πίνακες Παραγωγής, έχουν αναπτυχθεί στην Ελλάδα για τη δασική πεύκη (Γκατζογιάννης κ.ά., 1995, Κόντος, 2002)

3. Μέθοδοι και Δεδομένα

Όπως αναφέρθηκε, οι Πίνακες Παραγωγής (ΠΠ) προβλέπουν την εξέλιξη βασικών δασο-αποδοτικών μεγεθών, όπως το ξυλαπόθεμα και τον όγκο των ενδιάμεσων καρπώσεων (αραιώσεων), σε ολόκληρο τον κύκλο παραγωγής των συστάδων, που συνήθως ξεπερνά τα 100 έτη. Από την άλλη πλευρά, οι ΠΠ δεν παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη σύνθεση της παραγωγής (του ιστάμενου ξυλαποθέματος ή του όγκου των αραιώσεων) σε επιμέρους κατηγορίες προϊόντων, προκειμένου η πρόβλεψη της ακαθάριστης αξίας της παραγωγής, αλλά και του κόστους συγκομιδής, να είναι κατά το δυνατόν ακριβείς. Για την αντιμετώπιση του προβήματος αυτού απαιτείται η ύπαρξη κατάλληλων εξισώσεων πρόβλεψης της ποσότητας των επιμέρους κατηγοριών προϊόντων, οι οποίες χρησιμοποιούν, κατά κανόνα, ως

μεταβλητή πρόβλεψης τη στηθιαία διάμετρο του δένδρου (Mitscherlich, 1937, Assmann, 1970, Απατσίδης κ.ά, 1989). Οι εξισώσεις αυτές δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν απευθείας στους ΠΠ, αφού αυτοί περιλαμβάνουν μεγέθη σε επίπεδο συστάδας και όχι σε επίπεδο δένδρου. Για το λόγο αυτό απαιτείται η εφαρμογή των εν λόγω εξισώσεων σε πρωτογενή δεδομένα απογραφής, προκειμένου να υπολογισθούν οι παραγόμενες ποσότητες των επιμέρους κατηγοριών προϊόντων σε επίπεδο συστάδας, και στη συνέχεια η ανάπτυξη νέων εξισώσεων, οι οποίες θα προβλέπουν τους όγκους των παραγόμενων προϊόντων με βάση δασο-αποδοτικά μεγέθη των ΠΠ, όπως π.χ η μέση διάμετρος (dm), το ανώτερο ύψος (Ho) κ.λπ. Η ανάπτυξη εξισώσεων με εξαρτημένη μεταβλητή την αναλογία όγκου (RV), αντί απευθείας του όγκου κάθε κατηγορίας προϊόντος προτιμάται[1] (εξίσ. 1), ενώ το άθροισμα των αναλογιών όγκου όλων των προϊοντων, προφανώς ισούται με τη μονάδα (εξίσ. 2).

$$RV_i=f(dm,Ho,p...) \quad (1)$$

όπου i=1,2,3... δείκτης που εκφράζει την κάθε κατηγορία προϊόντος, και

$$\Sigma RV_i=1 \quad (2)$$

Στη συνέχεια, με βάση τις αναλογίες που δίνουν οι εξισώσεις, επιμερίζεται ο όγκος του ξυλαποθέματος και των ενδιάμεσων καρπώσεων στα επιμέρους προϊόντα, η (ακαθάριστη) αξία των οποίων, στη συνέχεια, μπορεί να υπολογισθεί εφαρμόζοντας τις κατάλληλες τιμές. Ακολούθως, για κάθε κλάση ηλικίας υπολογίζεται η συνολική οικονομική απόδοση κάθε συσταδικού τύπου, ως το άθροισμα της αξίας του ξυλαποθέματος και της σωρευτικής αξίας των ενδιάμεσων καρπώσεων. Η εξέλιξη της τρέχουσας (στη δεκαετία) και της μέσης (στην ηλικία Τ της συστάδας) οικονομικής απόδοσης παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον άριστο, από οικονομικής άποψης, περίτροπο χρόνο κάθε συσταδικού τύπου (σε συνάρτηση πάντα με τον τεθέντα οικονομικό στόχο, π.χ μεγιστοποίηση της Ακαθάριστης Παρούσας Αξίας), όπως αντίστοιχα, ανάλογη πληροφορία, με καθαρά δασο-αποδοτικά κριτήρια (δηλ. μόνο με βάση τον παραγόμενο όγκο) παρέχει το σημείο τομής των καμπυλών της τρέχουσας (Iv) και της μέσης προσάυξησης (Zu) (απόδοσης). Επιπλέον, με τις πληροφορίες του Πίνακα Οικονομικής Απόδοσης μπορεί να υπολογισθεί η Παρούσα Αξία της συστάδας, συναρτήσει του περίτροπου χρόνου της (u) και του προεξοφλητικού επιτοκίου (p).

3.1 Δεδομένα

Η έρευνα βασίσθηκε σε πρωτογενή στοιχεία απογραφής Δοκιμαστικών Επιφανειών (ΔΕ) σε αμιγείς συστάδες οξυάς του συμπλέγματος δημοσίων δασών Αρναίας Χαλκιδικής[2], η οποία πραγματοποιήθηκε το 1993, καθώς επίσης και σε χρονοσειρές ποσοτήτων και τιμών δασικών προϊόντων, προερχόμενες τόσο από τα Δελτία εκποίησης δασικών προϊόντων από τις ΚΕΔ, σε πανελλαδικό επίπεδο, όσο και από στοιχεία των βιβλίων παραγωγής του Δασαρχείου Αρναίας. Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα στατιστικά των 1.096 ΔΕ, ενώ στον Πίνακα 2 τα στοιχεία των μέσων σταθμισμένων τιμών για τα προϊόντα οξυάς (σταθερές τιμές 2014).

Επισημαίνεται ότι οι τιμές των περισσότερων προϊόντων δίνονται πρωτογενώς σε €/χ.κ.μ. και έχουν αναχθεί σε κοινή μονάδα αναφοράς (€/m^3) σύμφωνα με τους συντελεστές που χρησιμοποιεί η Δασική Υπηρεσία (1 χ.κ.μ. = 0,7 m^3 για τα στρογγύλια και 0,6 m^3 για τα καυσόξυλα και την ξυλεία θρυμματισμού). Για τους οικονομικούς υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές 10ετίας από τις δημοπρασίες των Δασικών Υπηρεσιών (ΚΕΔ).

[1] Διότι διαφορετικά θα επρόκειτο για εξίσωση μαζοπίνακα απλής εισόδου

[2] Τα στοιχεία αυτά παραχωρήθηκαν ευγενώς από το Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης

Πίνακας 1: Περιγραφικά στατιστικά των 1.096 ΔΕ που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη των εξισώσεων κατηγοριών προϊόντων (δάση οξυάς Αρναίας Χαλκιδικής)

Περιγραφικά στατιστικά	**SI**	**T**	**Do**	**Ho**	**Dm**	**N**	**G**
Μέσος όρος	17.0	65.5	34.93	21.4	22.7	514	18.65
Τυπικό σφάλμα	0.1	0.5	0.3	0.1	0.2	8	0.21
Διάμεσος	17.0	64.2	33.8	21.5	21.9	480	18.18
Τυπική απόκλιση	3.7	16.8	9.1	3.3	6.0	254	6.88
Διακύμανση	13.4	283.0	83.7	11.0	36.0	64394	47.36
Ελάχιστο	8.0	29.0	11.4	8.6	9.3	80	1.43
Μέγιστο	40.7	173.5	80.0	31.7	52.6	1940	43.35

Πίνακας 2: Μέσες τιμές διάθεσης προϊόντων οξυάς σε €/m^3 (σταθ. τιμές 2014)

Σύστημα εκμετάλ.	**Προϊόν**	**Περίοδος 2009-2013**			**Περίοδος 2004-2013**		
		Αξία (€)	**Ποσότ. (m^3)**	**Μέση τιμή (€/m^3)**	**Αξία (€)**	**Ποσότ. (m^3)**	**Μέση τιμή (€/m^3)**
ΚΕΔ (αυτεπιστ.)	Στρογγύλη	806.282	20.328	39,66	2.728.079	55.353	49,29
	Στρογγύλια Α	84.865	2.047	41,46	399.865	8.725	45,83
	Στρογγύλια Β	58.390	1.493	39,11	251.135	6.190	40,57
	Σχίζες	4.994	158	31,57	261.123	5.343	48,87
	Θρυμματισμού	10.318	459	22,48	103.332	2.521	40,99
	Καυσόξυλο	1.779.980	43.504	40,92	7.865.465	191.623	41,05
πδ 126/86 (παραχώρηση σε ΑΔΣ)	Βουβά	105.623	1.703	62,03	494.706	6.506	76,04
	Στρογγύλια	3.321	75	44,52	20.972	439	47,74
	Καυσόξυλα	994.642	20.153	49,35	1.815.023	39.636	45,79

3.2 Μέθοδοι

Στον Πίνακα 3 φαίνονται οι εξισώσεις των Κατενίδη και Ευθυμίου (1983), οι οποίες εφαρμόσθηκαν στα πρωτογενή δεδομένα των 1.096 ΔΕ.

Πίνακας 3: Εξισώσεις παραγωγής ξύλου σε συνάρτηση με τη στηθιαία διάμετρο (X) των δένδρων κατά κλάσεις (από Κατενίδη και Ευθυμίου, 1983)

α/α	**Κατηγορία ξύλου**	**Εξίσωση**	**R^2**	**SD%**	**F0,01**
1	Στρογγύλη ξυλεία	$Y=0,249012-0,0342337X+0,001034X^2$	0,96	23,32	103
2	Στρογγύλια Α’	$Y=-0,227433+0,017907X-0,000229X^2$	0,60	43,25	7
3	Στρογγύλια Β’	$Y=-0,078123+0,014983X-0,000200X^2$	0,55	20,09	6
4	Σχίζες	$Y=0,011982-0,004808X+0,000183X^2$	0,54	103,38	5
5	Ξύλο θρυμματισμού	$Y=0,056867-0,003947X+0,000140X^2$	0,96	16,76	100
6	Καυσόξυλο	$Y=-0,049062+0,000437X+0,000106X^2$	0,91	30,00	44
7	Κλαδόξυλο	$Y=0,388369-0,026569X+0,000547X^2$	0,98	13,02	233
8	**ΣΥΝΟΛΟ**	**$Y=0,351612-0,036232X+0,001582X^2$**	**0,99**	**3,36**	**2924**

Σε κάθε ΔΕ εκτιμήθηκε αρχικά ο όγκος των επιμέρους προϊόντων (με βάση τη βαθμίδα διαμέτρου στην οποία ανήκουν οι κορμοί εντός της ΔΕ) και στη συνέχεια οι αναλογίες όγκων σε επίπεδο ΔΕ. Λαμβάνοντας υπ’ όψιν το γεγονός ότι οι αρχικές εξισώσεις βασίζονται σε μία μόνο μεταβλητή (στηθιαία διάμετρος), πραγματοποιήθηκε η προσαρμογή εξισώσεων των αναλογιών όγκου με μία μεταβλητή, τη μέση διάμετρο (dm).

Κατά τους υπολογισμούς, έγιναν οι παρακάτω προσαρμογές/παραδοχές:

- Η εξίσωση RVstrog=f(dm) υπολογίσθηκε για dm>10 (αν dm≤10, RVstrog=0)
- Στην εξίσωση RKL=f(dm) τέθηκε ανώτερη τιμή το 100%
- Η VstrB υπολογίσθηκε ως η διαφορά του αθροίσματος των όγκων των υπόλοιπων επιμέρους προϊόντων από την τιμή Vtot (βλ. εξίσ. 2). Εάν η διαφορά αυτή ήταν <0, τότε υπολογίστηκε αρχικά ποσότητα για τη VStrB ίση με το 50% της ποσότητας της επόμενης κλάσης ηλικίας και η πλεονάζουσα ποσότητα αφαιρέθηκε από τον όγκο των καυσόξυλων. Ο νέος όγκος των καυσοξύλων συμβολίζεται ως VK'. Αυτό αφορά σε μικρές κλάσεις ηλικίας και κατά συνέπεια σε μικρές τιμές dm, όπου οι εξισώσεις παρουσιάζουν μικρότερη προσαρμογή.

Επειδή οι αναλογίες των παραγόμενων κατηγοριών προϊόντων αναμένονται διαφορετικές εάν υπολογιστούν στο ξυλαπόθεμα ή στις ενδιάμεσες καρπώσεις, υπολογίσθηκε η μέση διάμετρος των αραιώσεων (dmdf με dmdf<dm), χρησιμοποιώντας τον συντελεστή διόρθωσης k του Magin, που εκφράζει τη σχέση μεταξύ του μέσου όγκου (Vm=V/N) του ξυλαποθέματος και των αραιώσεων (Gatzojannis, 1999).

Έχοντας υπολογίσει τις ποσότητες των επιμέρους κατηγοριών προϊόντων τόσο στο ξυλαπόθεμα, όσο και στις ενδιάμεσες καρπώσεις, μπορούν να υπολογισθούν στη συνέχεια δασο-αποδοτικά οικονομικά μεγέθη, εφαρμόζοντας τις κατάλληλες τιμές για κάθε κατηγορία προϊόντων. Τα μεγέθη αυτά είναι η αξία ξυλαποθέματος (EV), η αξία ενδιάμεσων καρπώσεων (EVdf), η σωρευτική αξία ενδιάμεσων καρπώσεων ($ΕΣVdf_t$=$EVdf_{t-5}$+$ΕΣVdf_{t-5}$), η συνολική οικονομική απόδοση (ΕΣIv=EV+EV/2+ΕΣVdf), η τρέχουσα (περιοδική της 10ετίας) οικονομική απόδοση [EIv_t=($ΕΣIv_t$-$ΕΣIv_{t-10}$)/10] και ο ρυθμός μεταβολής αυτής (RIv_t=EIv_t/$ΕΣIv_{t-10}$), και η μέση οικονομική απόδοση (ΕΣIv/T).

Η Παρούσα Αξία για συγκεκριμένη ηλικία t και περίτροπο χρόνο u υπολογίζεται με βάση τον τύπο (προσαρμογή από Στάμου, 1985):

$$PV_t=(Au+ΕΣVdf_u)/1,0p^{u-t}-ΕΣVdf_t \qquad (3)$$

όπου Au η αξία των τελικών καρπώσεων ταυτιζόμενη με την αξία του ξυλαποθέματος στον περίτροπο χρόνο (Au=EV_t) και p το επιτόκιο προεξόφλησης.

Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι ο τρόπος υπολογισμού του κρίσιμου μεγέθους της σωρευτικής αξίας των ενδιάμεσων καρπώσεων (ΕΣVdf) επηρεάζει σημαντικά το σύνολο των υπόλοιπων μεγεθών. Για τον υπολογισμό του συγκεριμένου μεγέθους απαιτείται η εφαρμογή του συντελεστή ανατοκισμού $1,0p^5$ (δεχόμενοι 5ετείς κλάσεις ηλικίας), που σημαίνει ότι, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο επιτόκιο, η σωρευτική αξία των αραιώσεων στο τέλος του περίτροπου χρόνου ανατοκιζόμενη θα έχει σημαντικά μεγαλύτερη αξία σε σύγκριση με την αξία του ξυλαποθέματος και της τελικής κάρπωσης (Au). Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας και προκειμένου να είναι ευχερής η σύγκριση μεταξύ της τρέχουσας και της μέσης οικονομικής απόδοσης, οι παραπάνω υπολογισμοί γίνονται απαλλαγμένοι του συντελεστή ανατοκισμού. Η περίπτωση αυτή αντιστοιχεί στην οικονομική ανάλυση μίας κανονικής διαχειριστικής κλάσης, σταθερού επιπέδου πυκνότητας (p) και Ποιότητας Τόπου (Π.Τ), με ίση εκπροσώπηση όλων των κλάσεων ηλικίας και έκταση F=u ha, δηλαδή ίση με τον περίτροπο χρόνο (Γκατζογιάννης, 1991)

4. Αποτελέσματα

Η εφαρμογή των εξισώσεων του Πίνακα 1 παρουσίασε ορισμένα προβλήματα, ειδικά στις κλάσεις διαμέτρου <16 cm, αφού σε αυτές το άθροισμα των όγκων των επιμέρους προϊόντων ξεπερνούσε το άθροισμα της συνολικής εξίσωσης με α/α 8 (Πίνακα 3). Για το λόγο αυτό, στις κλάσεις διαμέτρου <20 cm χρησιμοποιήθηκαν τα μέσα ποσοστά που δίδουν σε σχετικό πίνακα οι Κατενίδης και Ευθυμίου (1983), και όχι οι εξισώσεις του Πίνανα 1. Τα αποτελέσματα των εξισώσεων για τους Πίνακες Κατηγοριών Προϊόντων οξυάς φαίνονται στον Πίνακα 4, ενώ στον Πίνακα 5 απεικονίζεται ο Πίνακας Οικονομικής Απόδοσης για τον συσταδικό τύπο 3ης Π.Τ. και μέσης πυκνότητας (p=0,7).

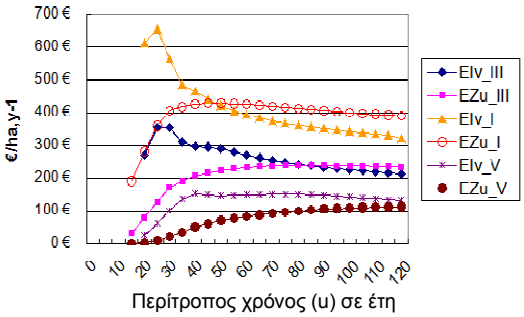
Πίνακας 4: Εξισώσεις Πινάκων Κατηγοριών Προϊόντων οξυάς Χαλκιδικής

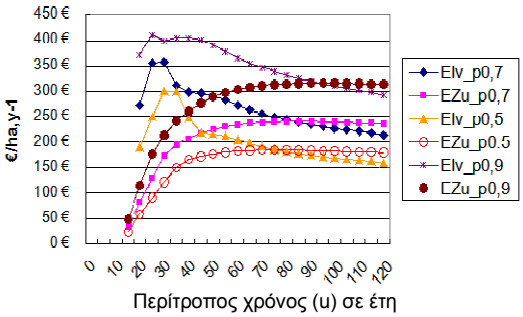
α/α	Προϊόν	Εξίσωση	Συντ/στές εξίσωσης	R^2 (%)	Τιμή F	Παρατηρήσεις
1	Κλαδόξυλο (KL)	$Y = a+b*\ln(x)^2+c/x$	a=-1,792 b=0,102 c=24,408	92,9	7131 (p=0,0)	Y=αναλογία όγκου KL στο κορμόξυλο, x=dm (N=1096)
2	Στρογγύλη (Strg)	$Y = a+b/x+c*\ln(x)/x^2$ (x>10)	a=0,956 b=-29,070 c=85,426	81,4	2352,6 (p=0,0)	Y=αναλογία όγκου Strg στο συνολικό όγκο1, x=dm (N=1076)
3	Στρογγύλια Α' ποιότ. (StrA)	$Y = \exp(a+b/x+c*\ln(x))$	a=24,641 b=-154,96 c=-6,449	48,0	500,3 (p=0,0)	Y=αναλογία όγκου StrA στο συνολικό όγκο, x=dm (N=1088)
4	Στρογγύλια Β' ποιότ. (StrB)	$Y = \exp(a+b/x+c*\ln(x))$	a=19,556 b=-104,75 c=-5,236	35,3	297,3 (p=0,0)	Y=αναλογία όγκου StrB στο συνολικό όγκο, x=dm (N=1094)
5	Σχίζες (Sxi)	$Y = \exp(a+b/x+c*\ln(x))$	a=5,91 b=-89,69 c=-1,663	80,2	2136,9 (p=0,0)	Y=αναλογία όγκου Sxi στο συνολικό όγκο, x=dm (N=1056)
6	Ξυλεία θρυμματισμού (Thri)	$Y = a+b*\ln(x)+c*\ln(x)/x$	a=-0,715 b=0,155 c=2,501	98,5	36302 (p=0,0)	Y=αναλογία όγκου Thri στο συνολικό όγκο, x=dm (N=1056)
7	Καυσόξυλα (K)	$Y = a+b/x+c*\ln(x)/x^2$	a=0,148 b=-4,66 c=26,998	79,6	2134,3 (p=0,0)	Y=αναλογία όγκου K στο συνολικό όγκο, x=dm (N=1096)

Όπως παρατηρούμε, ο άριστος περίτροπος χρόνος στις συστάδες αυτές είναι τα 110 έτη (Iv=Zu), με αποκλειστικό κριτήριο την απόδοση σε όρους όγκου ξυλείας, ενώ από οικονομικής άποψης τα 85 έτη (EIv=EZu). Το σημείο αυτό μεταβάλλεται ανάλογα με την Π.Τ και το επίπεδο πυκνότητας (Σχήμα 1) και μάλιστα, όσον αφορά τη δεύτερη περίπτωση, κατά τρόπο που οι συστάδες μικρότερης πυκνότητας να εμφανίζουν νωρίτερα τον οικονομικά άριστο περίτροπο χρόνο (στα 75 χρόνια αντί για τα 90). Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι στις αραιότερες συστάδες αναμένονται χονδρότερα δένδρα, τα οποία δύνανται να παραγουν μεγαλύτερης αξίας προϊόντα.

[1] Συνολικός όγκος (Vtot): κορμόξυλο + κλαδόξυλο

Σχήμα 1: Εξέλιξη της τρέχουσας (EIv) και μέσης (EZu) οικονομικής απόδοσης σε διαφορετικές Ποιότητες Τόπου (για p=0,7) (αριστερά) και επίπεδα πυκνότητας (για Π.Τ.=III) (δεξιά), για την περίπτωση της κανονικής διαχειριστικής κλάσης





Πίνακας 5: Οικονομική απόδοση των δασών οξυάς Χολομώντα Χαλκιδικής μέτριας πυκνότητας (p=0,7) και 3ης Ποιότητας Τόπου

T	Ho	Dm	V	Vdf	ΣIv	Iv	Zu	EV	Evdf	EΣvdf	EΣIv	Riv	EIv	EZu	PV
έτη	m	cm	m^3/ha			m3/ha, y^{-1}		€/ha				%	€/ha, y^{-1}		€/ha
5								0	0,00						
10	3,9					5,0		0	0,00						
15	5,9	6,7	6,4		6,4			522	0,00		522			34,80	2387
20	7,7	8,1	20,0		20,0		1,0	1640	0,00		1640	52,2	272,66	82,00	2835
25	9,4	9,4	38,9	1,3	39,6		1,6	3194	108,01	0	3249	21,7	355,57	129,94	3367
30	10,9	10,8	60,5	2,9	63,2	5,0	2,1	4970	234,18	108	5196	11,0	357,31	173,19	3870
35	12,4	12,2	82,8	4,4	89,1	5,3	2,5	6299	361,01	342	6822	6,0	312,29	194,90	4319
40	13,8	13,5	104,8	5,8	116,3	5,5	2,9	7378	474,71	703	8318	4,4	298,26	207,96	4701
45	15,1	14,8	126,0	7,0	143,8	5,5	3,2	8340	573,22	1178	9804	3,6	296,26	217,87	5019
50	16,3	16,2	146,1	7,9	171,4	5,5	3,4	9208	644,37	1751	11281	3,0	291,94	225,62	5280
55	17,5	17,5	165,1	8,7	198,8	5,4	3,6	10001	653,65	2395	12724	2,5	283,18	231,34	5506
60	18,7	18,8	182,9	9,4	225,6	5,3	3,8	10736	655,97	3049	14113	2,1	273,13	235,21	5763
65	19,8	20,1	199,6	9,9	251,9	5,2	3,9	11423	654,46	3705	15455	1,9	264,33	237,77	6065
70	20,9	21,4	215,2	10,3	277,6	5,1	4,0	12071	650,92	4360	16756	1,7	256,70	239,37	6426
75	21,9	22,6	229,7	10,6	302,6	4,9	4,0	12688	646,33	5010	18022	1,5	250,11	240,29	6860
80	22,9	23,9	243,4	10,9	327,0	4,8	4,1	13280	641,28	5657	19257	1,4	244,39	240,72	7379
85	23,9	25,2	256,2	11,0	350,8	4,7	4,1	13850	636,10	6298	20466	1,2	239,42	240,78	8003
90	24,8	26,4	268,2	11,2	373,9	4,6	4,2	14402	630,99	6934	21652	1,1	235,06	240,57	8749
95	25,7	27,6	279,5	11,3	396,4	4,4	4,2	14938	626,06	7565	22817	1,1	231,21	240,17	9642
100	26,6	28,8	290,1	11,3	418,3	4,3	4,2	15462	621,38	8191	23964	1,0	227,77	239,64	10708
105	27,4	30,0	300,1	11,4	439,7	4,2	4,2	15973	616,97	8813	25094	0,9	224,68	238,99	11980
110	28,3	31,2	309,5	11,4	460,5	4,1	4,2	16474	612,84	9430	26210	0,9	221,86	238,28	13495
115	29,1	32,4	318,4	11,4	480,8	4,0	4,2	16966	608,99	10042	27313	0,8	218,65	237,50	15301
120	29,9	33,6	326,9	11,1	500,5	3,9	4,2	17449	592,93	10651	28397	0,8	213,69	236,64	17449

Επεξηγήσεις: *T=ηλικία σε έτη, Ho=ανώτερο ύψος, Dm=μέση διάμετρος, V=όγκος ξυλαποθέματος, Vdf=όγκος ενδιάμεσων καρπώσεων, ΣIv=συνολική απόδοση, Iv=τρέχουσα προσαύξηση, Zu=μέση προσαύξηση, EV=αξία ξυλαποθέματος, EVdf=αξία ενδιάμεσων καρπώσεων, EΣVdf=σωρευτική αξία ενδιάμεσων καρπώσεων, EΣIv=συνολική οικονομική απόδοση, RIv=ρυθμός οικονομικής απόδοσης, EIv=τρέχουσα οικονομική απόδοση, EZu=μέση οικονομική απόδοση, PV=παρούσα αξία*

5. Συμπεράσματα

Η ενσωμάτωση παραμέτρων οικονομικής ανάλυσης στη δασική διαχείριση είναι εφικτή μέσω του μετασχηματισμού υφιστάμενων δασο-αποδοτικών προτύπων (Πίνακες Παραγωγής) σε Πίνακες Οικονομικής Απόδοσης, για την πρόβλεψη της εξέλιξης των οικονομικών μεγεθών των συστάδων στον κύκλο παραγωγής τους. Η εύρεση του οικονομικά "άριστου" περίτροπου χρόνου και η διαφοροποίηση αυτού από το άριστο που προσδιορίζουν οι Πίνακες Παραγωγής, η δυνατότητα εκτίμησης της αξίας του ξυλαποθέματος και των ενδιάμεσων καρπώσεων, καθώς επίσης και της Παρούσας Αξίας σε κάθε χρονικό σημείο εξέλιξης της συστάδας ή της διαχειριστικής κλάσης (αναλόγως της ενσωμάτωσης του επιτοκίου στον υπολογισμό της σωρευτικής αξίας των ενδιάμεσων καρπώσεων), παρέχουν σημαντικά εργαλεία κατά τον σχεδιασμό, αλλά και την αξιολόγηση της διαχείρισης.

Όπως είναι φυσικό, τα οικονομικά αποτελέσματα των προτύπων αυτών εξαρτώνται από παραδοχές που έχουν γίνει, ως προς τις τιμές των προϊόντων και το επιτόκιο προεξόφλησης. Η χρησιμοποίηση του κατάλληλου προεξοφλητικού επιτοκίου έχει γίνει αντικείμενο προβληματισμού, καθώς υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις για το ύψος του (Κουραντίδου 2011). Σε κάθε περίπτωση, οι οικονομικές αναλύσεις, και ιδίως οι μακροπρόθεσμες, όπως αυτές που σχετίζονται με τη δασική παραγωγή, πρέπει να συνοδεύονται από διαφορετικά βασικά σενάρια. Τέλος, η αξιοποίηση των προτύπων στην δασική πράξη προϋποθέτει κατάλληλες προσαρμογές των κανονικών (πρότυπων) μεγεθών στα πραγματικά μεγέθη κάθε συστάδας (Γκατζογιάννης, 1991).

Ευχαριστίες

Το έργο εντάσσεται στη Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών Έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» MIS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ, (ΕΠΑΝΑΔ, ΕΣΠΑ 2007-2013). Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους (ΕΣΠΑ 2007-2014), το οποίο συντονίζεται από το ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών / Υπεύθυνος Παρακολούθησης Δρ. Ιωάννης Μελιάδης

Βιβλιογραφία

Assmann, E. (1970). The principles of forest yield study. 506 pp. Pergamon Press, Oxford, New York, Torondo, Sydney. ISBN/ISSN:0080066585

Erikkson, H., Johannson, U. and Kiviste, A. (1997). A Site-index Model for Pure and Mixed Stands of Betula pendula and Betula pubescens in Sweden. Scand. J. For.Res. 12: 149–156

King, J. (1966). Site index curves for Douglas-fir in the Pacific Northwest. Weyerhaeuser Forestry Paper 8.

McDill, M. and Amateis, R. (1992). Measuring forest site quality using the parameters of a dimensionally compatible height growth function. For.Sci. 38, 409–429

Mitscherlich, G., (1939). Assortment tables for spruce, pine, beech and oak. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft,10, 569 – 583. (in German)

Gatzojannis, S. 1998. Ertragstafeln für Buchenbestände in Griechenland. Allg.Forst-u.J.-Ztg., 169 (12): 219-224

Gatzojannis, S., Palaskas, D. and Gkatzogiannis, S. (2015). Site-index model for Pinus brutia in Thassos, Greece. All. Forst und Zagdz., 186 (5/6): 85-94

Gatzojannis, S., Stamou, N., Efthymiou, P. and Kontos, N. (1995). Forest planning and management tools. Establishment of yield models (Site index, yield and assortment tables of Scots pine). Final report of the project: AIR PL 920715

Απατσίδης, Λ., Ριζόπουλος, Δ., Παπαδόπουλος, Θ., Πανταζής, Π., Παράσχος, Γ., Τσιλιγιάννης, Κ., Ιορδανίδης, Π., και Κουτσοκώστα, Χ. (1989). Συστήματα ογκομετρικών και προσαυξητικών πινάκων, ποιοτήτων και δείκτη ποιότητας τόπου για τη διαχείριση του δρυοδάσους Αρακύνθου Μεσολογγίου. Δασική Έρευνα, Τόμος Χ, Παράρτημα, Αθήνα

Απατσίδης, Λ. και Σηφάκης, Χ. (1999). Ηλεκτρονική εφαρμογή APSI. Αθήνα. 6 σελ., 8 Παραρτήματα και 14 Πίνακες.

Γκατζογιάννης, Σ. (1991). Μαθήματα Δασικής Οικονομίας. Τμήμα Δασοπονίας Δράμας του Τ.Ε.Ι. Καβάλας, 143 σελ.

Γκατζογιάννης, Σ. (1995). Αποτελέσματα αναλύσεων και δασοαποδοτικά πρότυπα του Συμπλέγματος δασών Αρναίας. Επιστημονική υποστήριξη και συνδρομή στην εκπόνηση της διαχειριστικής μελέτης του δημοσίου συμπλέγματος δασών Αρναίας περιόδου 1995 – 2004. ΙΔΕ/ ΕΘΙΑΓΕ

Γκατζογιάννης, Σ. (1999). Πίνακες Παραγωγής συστάδων οξιάς (Fagus sylvatica) του δάσους Άνω Βροντού Σερρών. Δασική Έρευνα. 12: 91-104

Κατενίδης, Κ. και Ευθυμίου, Π. (1983). Μελέτη των υλοτομικών εργασιών στα ελληνικά δάση οξυάς. Δασική Έρευνα, 3 (IV): 165-217

Κόντος, Ν. (2002). Μεγιστοποίηση της εμπορικής αξίας της παραγωγής κορμόξυλου δασικής πεύκης. Διδακτ. διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π. ΑΠΘ. 136 σελ.

Κουραντίδου, Μελίνα (2011). Προεξοφλητικό επιτόκιο και αξιολόγηση επενδύσεων στη δασοπονία και το περιβάλλον. Μεταπτυχιακή διατριβή. Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π. ΑΠΘ. 117 σελ.

Μαντάνης, Γ. (2008). Εφαρμογές των ειδών ξύλου στην ελληνική αγορά. Περιοδικό "Επιπλέον", τ. 37, 12/2008

Μπαρμπούτης Ι. (2009). "Πλιάτσικο" στο ελληνικό φυσικό περιβάλλον. Πρακτικά 3ου Πανελ. Συνεδρ. " Κλιματική Αλλαγή Βιώσιμη Ανάπτυξη και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ". 15-17 Οκτωβρ. 2009, Θεσσαλονίκη. Σελ. 185-192

Ξανθόπουλος, Γ., Σκουτέρη, Α., Θεοδωρίδης, Ν., Παλάσκας, Δ., Αλπμάνης, Κ. (2015). Μεθοδολογία Εκτίμησης της Αξίας Δασικής Γης στην Ελλάδα. 8ο Πανελ. Δασολ. Συνέδριο, Κεφαλονιά 4-7/10/2015 (πρακτικά υπό έκδοση).

Ομάδα μελέτης (2013). Διαχειριστικό Σχέδιο Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη - Βραστάμων 2012-2021. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Διοίκηση Δάσους Ταξιάρχη - Βραστάμων. 118 σελ. (χωρίς Παραρτήματα και Χάρτες)

Παπαδόπουλος, Ι. (1997). Εκτίμηση και πρόβλεψη της προσφοράς εμπορεύσιμου ξύλου στο πανεπιστημιακό δάσος Πετρουλίου σε συνδυασμό με τις ανάγκες της ξυλαγοράς. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π. ΑΠΘ. 245 σελ.

Στάμου, Ν. (1985). Οικονομική των Δασικών Εκμεταλλεύσεων. Δασική Οικονομική Ι. Πανεπιστ. παραδόσεις. Υπηρ. Δημοσιευμάτων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη. 537 σελ.

Ανάπτυξη διαδικτυακού Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων για την έκδοση Πράξεων Χαρακτηρισμού από τη Δασική Υπηρεσία

Αθανασιάδης Αντώνιος & Ανδρεοπούλου Ζαχαρούλα
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Δασικής Πληροφορικής,
Σχολή Γεωπονίας και Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος
Ταχ. Θυρ. 247 , Θεσσαλονίκη 54 124
antathadasol@gmail.com, randreop@for.auth.gr

Περίληψη
Η παρούσα εργασία παρουσιάζει το «e-praxis», ένα υπολογιστικό-πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ) για την υποβοήθηση της διαδικασίας έκδοσης Πράξεων Χαρακτηρισμού εκτάσεων γης από τη Δασική Υπηρεσία. Το ζήτημα που ερευνάται, είναι ο χαρακτηρισμός εκτάσεων γης ως δασικές ή μη, με βάση την ισχύουσα νομοθεσία και τις θεμελιώδεις αρχές της Δασικής Οικολογίας. Το «e-praxis» είναι μία διαδικτυακή εφαρμογή που βασίζει τη λειτουργεία της σε ένα μοντέλο δομημένο πάνω στην αποκωδικοποίηση της σχετικής Δασικής Νομοθεσίας και αξιοποιεί την «Βασισμένη σε κανόνες αξιολόγηση» (Rule-Based Reasoning) τεχνική. Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν οι γλώσσες προγραμματισμού PHP, HTML και JavaScript. Οι στόχοι του συστήματος είναι η απλούστευση -και στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό-αυτοματοποίηση της διαδικασίας, η μείωση του απαιτούμενου χρόνου εξέτασης, η τεκμηριωμένη και βασισμένη σε αντικειμενικά κριτήρια λήψη αποφάσεων και η καταπολέμηση της γραφειοκρατίας. Η χρήση της εφαρμογής από τη Δασική Υπηρεσία, μπορεί να συμβάλλει στην εξοικονόμηση χρόνου για τέλεση άλλων εργασιών και στην ενίσχυση της αντικειμενικότητας στη λήψη απόφασης. Εκτός από τη Δασική Υπηρεσία, το προτεινόμενο ΣΥΑ θα μπορούσε να αποτελέσει συμβουλευτικό εργαλείο για ιδιώτες δασολόγους-μελετητές και να χρησιμοποιηθεί και ως μέσο εκπαίδευσης για νεοδιοριζόμενους δασολόγους και φοιτητές δασολογίας και νομικών επιστημών.

Λέξεις Κλειδιά: Χαρακτηρισμός έκτασης, ηλεκτρονική διοίκηση, χρήσεις γης, δασική νομοθεσία, Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων

JEL Κωδικοί: C88, D73, K32, Q15, Q58.

1. Εισαγωγή

Η απόδοση χαρακτήρα σε μια έκταση γης είναι μια διαδικασία απαραίτητη, όχι μόνο για την προστασία και διατήρηση των φυσικών πόρων, αλλά και για τον περαιτέρω προσδιορισμό και καθορισμό των επιτρεπτών επεμβάσεων και χρήσεων γης. Τα κριτήρια στα οποία βασίζεται και οι διαδικασίες που ακολουθεί, καθορίζονται από τη νομοθεσία κάθε χώρας σε συνάρτηση με τα ιδιαίτερα οικολογικά και περιβαλλοντικά της χαρακτηριστικά. Θεμελιώδους σημασίας είναι η νομική κατοχύρωση του ορισμού της έννοιας των δασικών οικοσυστημάτων και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που καθορίζουν εν τέλει τι είναι δάσος και τι όχι (Helms, 2002; Lund, 2009).

Στην Ελλάδα που οι διαδικασίες κτηματογράφησης είναι ακόμα εν εξελίξει, υφίσταται η ανάγκη εξέτασης μεμονωμένων περιπτώσεων χαρακτηρισμού εκτάσεων γης, σε εκτός σχεδίου πόλεως περιοχές της χώρας μας, όπου δεν έχει συνταχθεί Δασικός Χάρτης ή Δασολόγιο. Σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζεται μια κατά περίπτωση διαδικασία εξέτασης

του δασικού ή μη χαρακτήρα μιας έκτασης, από τη Δασική Υπηρεσία, όπως αυτή ορίζεται από την κείμενη Δασική Νομοθεσία (άρθρο 14 του Ν.998/79 όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 34 Ν.4280/2014) και διενεργείται είτε αυτεπάγγελτα, είτε κατόπιν αιτήματος.

Το έγγραφο το οποίο αναφέρει το χαρακτηρισμό της έκτασης και συνοδεύεται από τοπογραφικό διάγραμμα των ορίων της και χάρτη προσανατολισμού, αποτελεί την **Πράξη Χαρακτηρισμού (ΠΧ),** που είναι απαραίτητη προϋπόθεση είτε για την αξιοποίηση και οικονομική εκμετάλλευση της έκτασης (έκδοση οικοδομικής άδειας, κατασκευή περίφραξης, εγκατάσταση αγροτικής καλλιέργειας κ.α.) σε περίπτωση που δεν έχει δασικό χαρακτήρα, είτε για την προστασία και αποκατάστασή της σε αντίθετη περίπτωση.

Η διερεύνηση του χαρακτήρα μιας έκτασης και η έκδοση ΠΧ συχνά διέπονται από πολύπλοκες και χρονοβόρες διαδικασίες (Στάμου, 2002). Τα βασικότερα προβλήματα είναι ο μεγάλος αριθμός αιτήσεων και οι σημαντικές ελλείψεις προσωπικού σε αρκετές Δασικές Υπηρεσίες, που έχουν ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση της έκδοσης ΠΧ (Παπαδόπουλος κ.α., 1998). Άλλα σημαντικά προβλήματα είναι α) η πολυπλοκότητα και συνεχής αναθεώρηση της δασικής νομοθεσίας β) η υποκειμενικότητα και γ) η παράλειψη στοιχείων είτε από αμέλεια είτε από δόλο (Ρηγόπουλος και Καραχλέ, 2013). Επακόλουθα, προκύπτουν αντιρρήσεις επί των αποφάσεων και ενεργοποίηση δικαστικών διαδικασιών επανεξέτασης, με αποτέλεσμα την καλλιέργεια κλίματος καχυποψίας έναντι της Δασικής Υπηρεσίας.

Γίνεται αντιληπτό πως είναι απαραίτητη η εφαρμογή νέων μεθόδων αντιμετώπισης του ζητήματος στη βάση των δυνατοτήτων που προσφέρει σήμερα η πληροφορική, ώστε πρωτίστως να επιτευχθεί α) σημαντική ελάττωση του απαιτούμενου χρόνου έκδοσης ΠΧ β) μείωση υποκειμενικότητας κατά τη διαδικασία και γ) οργάνωση και κωδικοποίηση της ισχύουσας νομοθεσίας έτσι ώστε να είναι εύκολα και άμεσα προσβάσιμη σε κάθε στάδιο της διαδικασίας, μειώνοντας την πιθανότητα παράλειψης κρίσιμων παραμέτρων.

Η παρούσα εργασία προτείνει μια νέα μεθοδολογία για την έκδοση ΠΧ από τη Δασική Υπηρεσία, βασισμένη στις δυνατότητες που παρέχει η πληροφορική και ειδικότερα ο προγραμματισμός σε επίπεδο διαδικτύου. Συγκεκριμένα παρουσιάζει ένα **Διαδικτυακό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (Web-based DSS)** που επεξεργάζεται όλες τις σχετικές παραμέτρους (νομικές, περιβαλλοντικές, οικολογικές) που επηρεάζουν το ζήτημα, λειτουργώντας υποστηρικτικά στη λήψη απόφασης περί του χαρακτήρα μιας έκτασης.

Η **Λήψη Αποφάσεων** είναι η διαδικασία επιλογής μιας δράσης μεταξύ εναλλακτικών δράσεων με αντικειμενικό σκοπό την επίτευξη ενός στόχου. Οι διαχειριστές αποφάσεων μελετώντας διάφορους αλληλοεπιδρώμενους βιολογικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες που αφορούν στο εξεταζόμενο ζήτημα και χρησιμοποιώντας νέα διαδραστικά εργαλεία και τεχνικές, προσπαθούν να ελαχιστοποιήσουν τα περιθώρια σφάλματος (Turban and Aronson, 1998). Τα εργαλεία αυτά είναι τα **Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ) -Decision Support Systems (DSS)**, που βασίζονται στην χρήση υπολογιστή και προορίζονται να βοηθήσουν το διαχειριστή να εντοπίσει και να επιλύσει προβλήματα και να προβεί στη λήψη αποφάσεων χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες επικοινωνίας, γνώσεις, δεδομένα και μοντέλα (Power, 2007; Turban and Aronson, 1998).

Σκοπός της εργασίας είναι, μέσω της χρήσης του προτεινόμενου συστήματος, να συνεισφέρει στην α)αναβάθμιση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών β)μείωση της γραφειοκρατίας γ)αύξηση της παραγωγικότητας των Δασικών Υπηρεσιών με ταυτόχρονη εξοικονόμηση πόρων που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για άλλες εργασίες.

2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Σήμερα η χρήση ΣΥΑ από οργανισμούς, υπηρεσίες και κυβερνήσεις για την επίλυση ζητημάτων δασικής πολιτικής και διαχείρισης, είναι μια πραγματικότητα (Borges et al., 2003; Stewart et al., 2013). Θεωρούνται τα πλέον σύγχρονα εργαλεία της πληροφορικής που

χρησιμοποιούνται στη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων και συνήθως περιλαμβάνουν αυτόνομες εφαρμογές που προσαρμόζονται στις ανάγκες και απαιτήσεις των διαχειριστών με βάση τις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής μελέτης (Tasoulas, 2012; Segura et al., 2014). Ειδικότερα, προσφέρουν μεθοδολογία εργασίας για την επίλυση προβλημάτων διοίκησης και λειτουργίας της Δασικής Υπηρεσίας με μεγαλύτερη αντικειμενικότητα, εξοικονόμηση χρόνου και λαμβάνοντας υπόψη όλα τα κρίσιμα στοιχεία και παράγοντες που εμπλέκονται με το εκάστοτε εξεταζόμενο ζήτημα (Athanasiadis and Andreopoulou, 2015). Ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και εφαρμογή αναλυτικών μοντέλων επιχειρησιακής έρευνας μέσα από τα ΣΥΑ μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στη διαχείριση των φυσικών πόρων και την χάραξη στρατηγικών για μια βιώσιμη ανάπτυξη (De Meo et al., 2013).

Διαδεδομένα είναι τα ΣΥΑ που βασίζονται σε Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) που συνδυάζουν θεματική με χωρική πληροφορία σε βάσεις δεδομένων και επιλύουν προβλήματα υποθέσεων ρουτίνας (Athanasiadis and Andreopoulou, 2011). Παράλληλα χρησιμοποιούνται γλώσσες προγραμματισμού, διαδικτυακές εφαρμογές, βάσεις δεδομένων, μαθηματικά και οικονομικά μοντέλα (Lexer and Brooks, 2005; McIntosh et al., 2011).

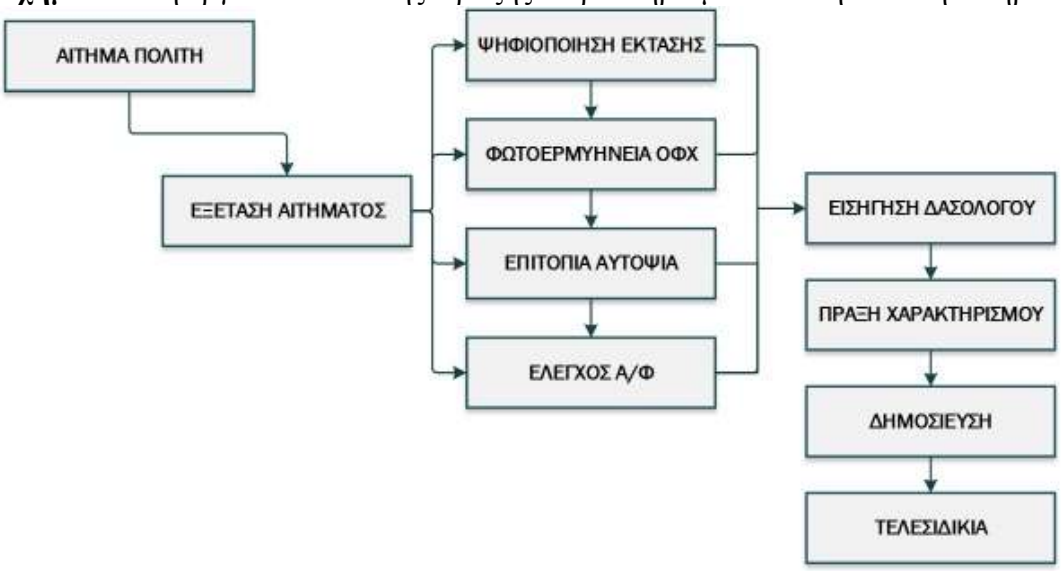
Σε διεθνές επίπεδο εντοπίζονται αρκετές προσπάθειες χειρισμού και αντιμετώπισης ζητημάτων διαχείρισης και προστασίας (Kirilenko et al., 2007; Zeng et al., 2007) και δασικής διοίκησης (Church et al., 2000). Στην Ελλάδα, υπήρξαν τα τελευταία χρόνια ορισμένες προσπάθειες αντιμετώπισης συναφών ζητημάτων, κυρίως όσον αφορά το ζήτημα της πρόληψης και αντιμετώπισης των δασικών πυρκαγιών και διαφόρων άλλων καθαρά διαχειριστικών ζητημάτων (Andreopoulou, 2011), αλλά παρατηρείται ένα κενό σε ότι αφορά αντιμετώπιση ζητημάτων δασικής διοίκησης και οργάνωσης της δασικής νομοθεσίας με βάση την αξιοποίηση των ΣΥΑ (Αθανασιάδης, 2015).

3. Μέθοδοι και δεδομένα

3.1 Μεθοδολογία έκδοσης Πράξεων Χαρακτηρισμού από τη Δασική Υπηρεσία

Το προτεινόμενο ΣΥΑ θα αποτελεσεί ουσιαστικά μια προσομοίωση της συμβατικής διαδικασίας. Κατόπιν έρευνας σε Δασαρχεία της χώρας (Αθανασιάδης, 2015), διαπιστώθηκε ότι σε γενικές γραμμές η ακολουθούμενη διαδικασία περιλαμβάνει τα παρακάτω βασικά στάδια, όπως αποτυπώνονται στο σχήμα 1:

Σχήμα 1: Ροή εργασιών έκδοσης Πράξης Χαρακτηρισμού από τη Δασική Υπηρεσία



Η εξέταση μιας υπόθεσης χαρακτηρισμού περιλαμβάνει συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από δύο κύριες προκαταρτικές εργασίες: α) Επιτόπια αυτοψία και β) Έλεγχος παρελθούσης κατάστασης. Τα δεδομένα αυτά οδηγούν το διαχειριστή-δασολόγο στη σύνταξη

της σχετικής Εισηγητικής Έκθεσης. Η ΠΧ σε διάστημα 2 μηνών από τη δημοσίευσή της καθίσταται τελεσίδικη εφόσον δεν έχουν εγερθεί αντιρρήσεις από οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο.

Θα πρέπει τέλος να σημειωθεί πως πριν την έναρξη εξέτασης της υπόθεσης, απαιτείται έλεγχος πληρότητας στοιχείων του φακέλου της αίτησης και έρευνα στο αρχείο της Υπηρεσίας για τυχόν ειδικές περιπτώσεις που δύνανται να επηρεάσουν σημαντικά τη λήψη απόφασης. Οι κυριότερες από αυτές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 1.

Πίνακας 1: Ειδικές Περιπτώσεις Αρχείου Υπηρεσίας

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΝΟΜΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΔΑΣΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ	Δεν εκδίδεται ΠΧ.	ΦΕΚ 2159/31-12-2010	Έχει αποδοθεί χαρακτήρας
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Εκδίδεται ΠΧ	Παρ.2 άρθ. 29 & άρθ.46α Ν.4661/2012	Δεν ισχύουν παραχωρητήρια, άδειες εκχέρσωσης & αλλαγής χρήσης για δασικές εκτάσεις, δάση και αναδασωτέες.
ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	Εκδίδεται ΠΧ (ΜΗ ΔΑΣΙΚΗ)	Παρ.6ζ άρθ. 3 Ν.4280/2014	Εντός σχεδίου Πόλεως
ΑΝΑΔΑΣΩΤΕΑ	Δεν εκδίδεται ΠΧ	Παρ.3 άρθ. 117 Συντάγματος	Έχει χαρακτήρα ΔΑΣΙΚΟ της παρ.4 άρθ. 3 Ν.4280/2014
ΑΛΛΗ ΠΡΑΞΗ	Ζητούνται στοιχεία τεκμηρίωσης	Αρθ.14 Ν.998/1979	Έχει ήδη αποδοθεί χαρακτήρας με προγενέστερη ΠΧ
ΕΠΟΙΚΙΣΤΙΚΗ	Ζητούνται στοιχεία τεκμηρίωσης	Ν.4061/2012	Δυνατότητα αναγνώρισης Ιδιωτικού Δάσους
ΝΟΜΙΜΗ ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΗΣΗΣ	Ζητούνται στοιχεία τεκμηρίωσης	Νόμιμη άδεια	Διατήρηση αγροτικής χρήσης, μη δυνάμενη να χρησιμοποιηθεί για άλλο σκοπό

Η μελέτη και κατανόηση της σχετικής δασικής νομοθεσίας και των μεθόδων εργασίας που εφαρμόζονται από τη Δασική Υπηρεσία αποτελούν προϋπόθεση για το σχεδιασμό του προτεινόμενου ΣΥΑ.

3.2 Κριτήρια χαρακτηρισμού σύμφωνα με τη Δασική Νομοθεσία

Το δομικό πρόβλημα που καλείται να επιλύσει το προτεινόμενο σύστημα είναι αυτό της αναγνώρισης δασογενούς περιβάλλοντος (ΣτΕ 2257/2014). Ιδιαίτερης σημασίας είναι οι νομοθετικοί ορισμοί συγκεκριμένων βασικών εννοιών (δάσος, δασική έκταση, βοσκότοπος, χορτολιβαδική έκταση κλπ.) και το νομικό καθεστώς που διέπει τα ιδιοκτησιακά ζητήματα των δασών. Η δασική νομοθεσία, αποδίδει τους ορισμούς των θεμελιωδών εννοιών του δάσους, βασιζόμενη σαφώς στην επιστημονική τεκμηρίωση που παρέχει η επιστήμη της δασολογίας (ΣτΕ 5234/1996, ΣτΕ 32,33,34/2013). Η νομολογία των δικαστηρίων αποτελεί μια επίσης σημαντική παράμετρο που επηρεάζει το ζήτημα (Ρόζος, 2006).

Συμπερασματικά, οι βασικοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για την απόδοση χαρακτήρα σε μια έκταση, σύμφωνα με τη δασική επιστήμη (Ντάφης, 1986) και την ισχύουσα δασική νομοθεσία (άρθρο 3 του Ν.998/1979 όπως τροποποιήθηκε από το άρθρο 32 του Ν. 428/2014), είναι οι παρακάτω:

- Βαθμός συγκόμωσης βλάστησης ή ποσοστό εδαφοκάλυψης[1]
- Βλάστηση και χαρακτήρας συνορευουσών εκτάσεων
- Βλάστηση και χαρακτήρας ευρύτερης περιοχής μελέτης
- Εμβαδό της υπό μελέτη έκτασης (αναγκαία επιφάνεια εδάφους)[2]

[1] Αποτελεί το βασικό κριτήριο για τη διαμόρφωση δασογενούς περιβάλλοντος (Ντάφης, 1986).
[2] Αφορά στην ελάχιστη εδαφική επιφάνεια που μπορεί να συστήσει δασοβιοκοινότητα (Ντάφης, 1986).

- Είδος βλάστησης και φυτικά είδη
- Αλληλεπίδραση με γειτονικά δασικά οικοσυστήματα - ανθρωπογενείς παρεμβάσεις
- Κατάσταση έκτασης κατά το παρελθόν (1945, 1960, 1998 κ.α.)

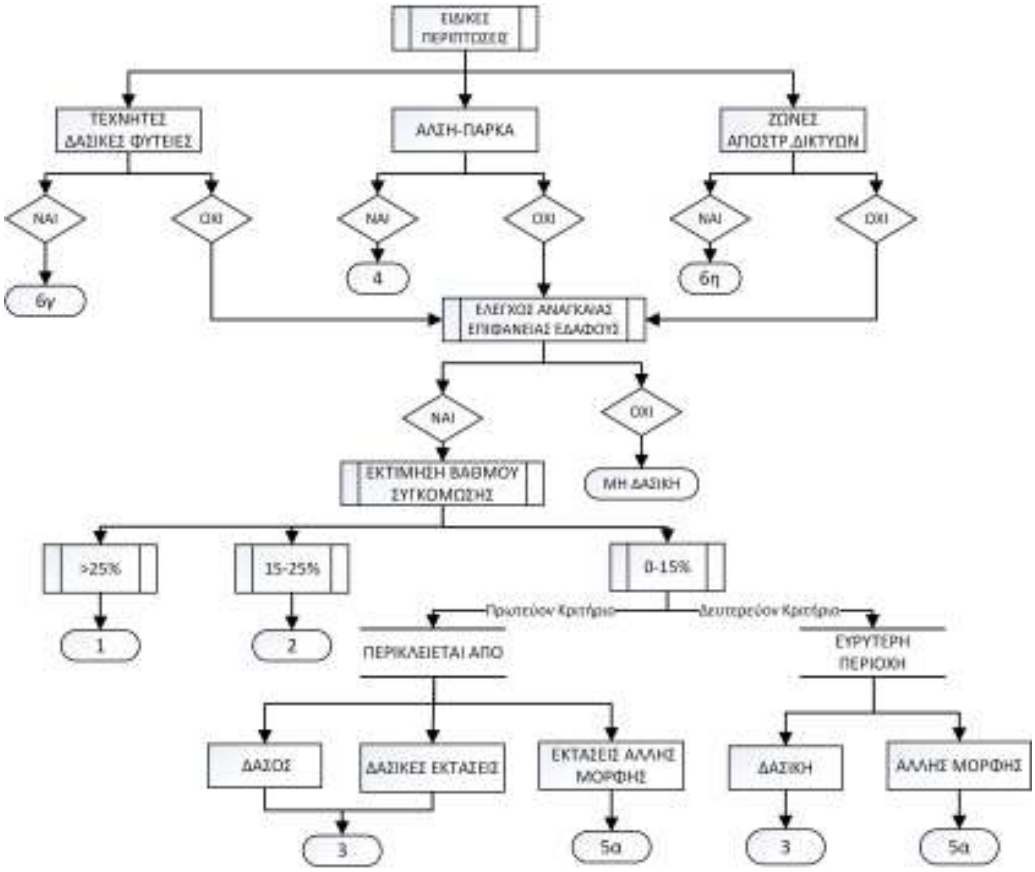
Τα δεδομένα αυτά αποτελούν τις βασικές παραμέτρους του προτεινόμενου ΣΥΑ.

3.3 Σχεδιασμός του συστήματος

Για το φυσικό σχεδιασμό του συστήματος επιλέχθηκε η τεχνική της «**Βασισμένης σε Κανόνες Αιτιολόγησης» (Rule-Based Reasoning)** που εμπίπτει στην επιστημονική περιοχή της τεχνητής νοημοσύνης (Frye et al, 1995). Με τον τρόπο αυτό η γνώση δεν αναπαρίσταται στατικά, αλλά μέσω ενός συνόλου κανόνων της μορφής «εάν…τότε…» ("if-then" rules) που υποδεικνύουν τι πρέπει να γίνει ή να αποφασιστεί σε ένα συγκεκριμένο στιγμιότυπο του προβλήματος υπό θεώρηση (Deng and Wibowo, 2008). Σχεδιάστηκαν δύο μοντέλα λήψης απόφασης ανάλογα με την ύπαρξη ή μη δασικής βλάστησης στην προς μελέτη έκταση.

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της κάθε περίπτωσης και τα διαθέσιμα δεδομένα από τις προκαταρτικές εργασίες, ο διαχειριστής απαντώντας σε επιμέρους ερωτήματα, οδηγείται σταδιακά στη λήψη απόφασης κατατάσσοντας την υπό μελέτη έκταση σε μία από τις παραγράφους του άρθρου 3 όπως καταδεικνύεται στο σχήμα 2.

Σχήμα 2: Διάγραμμα ροής λήψης απόφασης για εκτάσεις που εντοπίζεται δασική βλάστηση



Αντίστοιχο μοντέλο εφαρμόζεται και στην περίπτωση μη ύπαρξης δασικής βλάστησης, ενώ η εξέταση αφορά τόσο την παρούσα όσο και την παρελθούσα κατάσταση[1] της υπό μελέτη έκτασης. Η συγκριτική ανάλυση των δύο καταστάσεων οδηγεί στον τελικό χαρακτηρισμό της έκτασης που διέπεται από τις παρακάτω παραδοχές με βάση τη νομοθεσία:

[1] Το 1945 είναι το έτος αεροφωτογράφισης του συνόλου της χώρας. Συνήθως εξετάζονται και αεροφωτογραφίες ενδιάμεσων ετών, για τη διαπίστωση του διαχρονικού χαρακτήρα της έκτασης.

→ Έκταση δασικής μορφής σήμερα, ανεξαρτήτως μορφής στο παρελθόν, διατηρεί το χαρακτήρα της και υπάγεται στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας.
→ Έκταση δασικής μορφής κατά το παρελθόν, ανεξάρτητα αν σήμερα έχει άλλη μορφή, διατηρεί το χαρακτήρα της και υπάγεται στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας (κηρύσσεται αναδασωτέα ή δασωτέα)
→ Οι δασωμένοι αγροί μπορούν υπό προϋποθέσεις να ανακτήσουν την πρότερη χρήση.
→ Οι εποικιστικές εκτάσεις διατηρούν το ιδιοκτησιακό τους καθεστώς.

3.4 Ανάπτυξη του Συστήματος

Για τη δημιουργία του προτεινόμενου διαδικτυακού ΣΥΑ χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω βασικά εργαλεία πληροφορικής (Πίνακας 2):

Πίνακας 2: Συνοπτική αναφορά γλωσσών Προγραμματισμού και λογισμικών

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ		ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ	
HTML (Hypertext Markup Language)	Ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής	**Dreamweaver**	Προγραμματισμός σε γραφικό περιβάλλον
JavaScript	Επίτευξη διαδραστικότητας	**Notepad++**	Ειδικός κειμενογράφος για συγγραφή κώδικα
PHP (Hypertext Pre Processor)	Για ανάπτυξη δυναμικού περιεχομένου	**XAMP**	Δημιουργία τοπικού δίκτυο (local server)

Ο σχεδιασμός και ανάπτυξη του περιβάλλοντος διεπαφής χρήστη πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον προγραμματισμού HTML ενώ για την ομοιομορφία των σελίδων της εφαρμογής αξιοποιήθηκε η τεχνολογία CSS (Cascading Style Sheets). Η τεχνική εισαγωγής δεδομένων στο σύστημα πραγματοποιήθηκε με χρήση φορμών της HTML (web forms):

```
<form id="aitisi" method="post" action="arxeio.php" onsubmit="return checkForm();">
```

Στον παραπάνω κώδικα HTML δηλώνεται η ταυτότητα της φόρμας (id="aitisi_form") και η υποβολή των δεδομένων στην επόμενη σελίδα με όνομα «arxeio.php». Η τιμή "return checkForm();" αντιπροσωπεύει μια function της Javascript που εκτελείται κατά την υποβολή των στοιχείων (on submit) και ελέγχει αν δόθηκαν τιμές σε όλα τα πεδία. Εντός των φορμών, τόσο τα εισαγόμενα δεδομένα, όσο και αυτά που προκύπτουν από υπολογισμού παρασκηνίου, αποθηκεύονται σε: α)Πλαίσια κειμένου (input type text), β)Περιοχές εισαγωγής κειμένου (text area), γ)Πλαίσια επιλογής (check box), δ)Πλαίσια μοναδικής επιλογής (radio buttons) ε)Αναδυόμενα μενού επιλογής (drop down menu). Με τον τρόπο αυτό καθίσταται εύκολη η αποθήκευση και ανάκτησή τους μέσω της δυνατότητας-εντολής **«Session» (Σύνοδος)** της PHP. Έτσι καθίσταται δυνατή η πρόσβαση και επεξεργασία των δεδομένων σε όλα τα στάδια λειτουργίας του συστήματος.

Η επίτευξη διαδραστικότητας επιτυγχάνεται με τις **«functions» (λειτουργίες)** της Javascript που ορίζουν «τι θα συμβεί και πότε» ανάλογα με τις απαντήσεις που δίδονται στα ερωτήματα και τις συνθήκες που έχουμε ορίσει:

```
function futies_(i)
{document.getElementById('das_vlastisi_no_'+i).style.display = 'none';
document.getElementById('futies_'+i).style.display = 'block';
document.getElementById('das_eidi_perigrafi_'+i).style.display = 'none';}
```

Ένα απλό παράδειγμα αποτελεί η παραπάνω function που εκτελείται σε περίπτωση δήλωσης από το χρήστη ότι υφίσταται δασική βλάστηση στην υπό μελέτη έκταση και καθορίζει την απόκρυψη και εμφάνιση αντίστοιχων αντικειμένων HTML.

Για την υλοποίηση της βάσης κανόνων του συστήματος που προσδιορίστηκε κατά το φυσικό σχεδιασμό χρησιμοποιήθηκε κυρίως η Javascript με πολύπλοκες functions του τύπου "if….elseif….else…"που ορίζουν το αποτέλεσμα που θα έχει κάθε επιλογή.

```
If((document.querySelector('input[name=das_vlastisi_'+i+']:checked').value == 'nai')
&& (document.getElementById('Vath_sugk_'+i).value == 'dasos'))
{message = '1'; document.getElementById('katigories_daswn_'+i).style.display = 'block';}
else if((document.querySelector('input[name=das_vlastisi_'+i+']:checked').value == 'nai')
&& (document.getElementById('Vath_sugk_'+i).value == 'das_ektasi'))
{message = '2';document.getElementById('katigories_daswn_'+i).style.display = 'block';}
```

Το παραπάνω τμήμα κώδικα ορίζει τιμές για τη μεταβλητή «*message*» ανάλογα με τον εκτιμώμενο βαθμό συγκόμωσης βλάστησης της έκτασης. Οι τιμές 1 και 2 αφορούν στις αντίστοιχες παραγράφους του άρθρου 3 και εμφανίζουν τα σχετικά μηνύματα στην οθόνη.

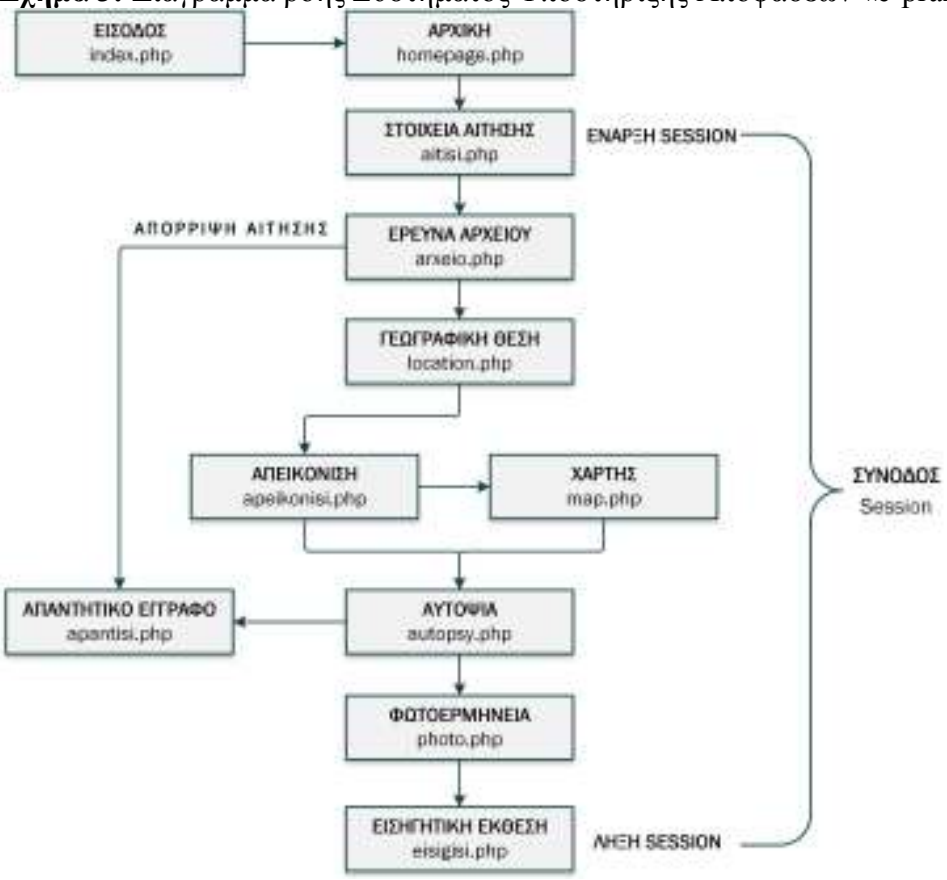
Για τον έλεγχο των ειδικών περιπτώσεων προτιμήθηκε η δημιουργία λογικών συναρτήσεων με χρήση PHP. Στο παρακάτω απόσπασμα κώδικα PHP παρουσιάζεται η περίπτωση που η εξεταζόμενη έκταση βρίσκεται εντός κυρωμένου Δασικού Χάρτη.

```
echo (($_SESSION['arxeio']['rows'][$i]['dmap']=='nai')?' βρίσκεται εντός κυρωμένου
Δασικού χάρτη και έχει χαρακτηριστεί ως: '.$_SESSION['arxeio']['rows'][$i]['XP'].'. Ως εκ
τούτου <b>δεν εκδίδεται Πράξη χαρακτηρισμού για το τμήμα αυτό</b>':");
```

4. Αποτελέσματα

Στην εφαρμογή-λογισμικό που παρουσιάζεται, δόθηκε η ονομασία «e-praxis» (ηλεκτρονική Πράξη). Πρόκειται για ένα Διαδικτυακό ΣΥΑ που παρέχει δυνατότητες υποστήριξης απόφασης χρησιμοποιώντας το περιβάλλον διεπαφής ενός φυλλομετρητή, (web browser interface) που ενσωματώνει τεχνολογίες υπολογισμού από την πλευρά του χρήστη (Javascript) (Jain and Tyagi, 2014). Ανήκει στην κατηγορία των «**ΣΥΑ προσανατολισμένο στους κανόνες» (Rule-Oriented DSS)** (Bonczek et al., 1980) και έχει τη δομή ενός ιστότοπου με επιμέρους ιστοσελίδες όπως αποτυπώνεται στο σχήμα 3.

Σχήμα 3: Διάγραμμα ροής Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων «e-praxis»



Ο χρήστης, αφού πιστοποιηθεί από το διαχειριστική αρχή του συστήματος, εισάγει κωδικό πρόσβασης και όνομα χρήστη που του επιτρέπουν να εισέλθει στην εφαρμογή και να μεταφερθεί στην αρχική σελίδα της εφαρμογής (homepage.php) η οποία αποτελεί μια ενημερωτική ενότητα για τις δυνατότητες και τη χρηστικότητα της εφαρμογής. Εν συνεχεία, ξεκινάει η λειτουργία του ΣΥΑ με διαδοχικές οθόνες στις οποίες ο χρήστης καλείται να κάνει τις εκτιμήσεις του και να εισάγει όλες τις ζητούμενες πληροφορίες. Γενικά, η δομή του συστήματος είναι βασισμένη σε ερωτηματολόγια που δημιουργούν μια αίσθηση διαδραστικότητας μεταξύ του συστήματος και του χρήστη. Η Εικόνα 1 παρουσιάζει την οθόνη «Στοιχεία αίτησης» όπου γίνεται απλή εισαγωγή στοιχείων στο σύστημα.

Εικόνα 1:Εισαγωγή στοιχείων αίτησης στο σύστημα (aitisi.php)

Ένα παράδειγμα εισαγωγής δεδομένων-εκτιμήσεων του χρήστη –πάντα με βάση τη συλλογή στοιχείων από τις κύριες προκαταρτικές εργασίες– είναι η δήλωση των συνορευουσών εκτάσεων (Εικόνα 2), όπου ο χρήστης καλείται να δώσει και μια σύντομη περιγραφή. Η εργασία αυτή διενεργείται στις σελίδες «Αυτοψία» και «Φωτοερμηνεία».

Εικόνα 2: Προσδιορισμός όμορων εκτάσεων-συνόρων της υπό μελέτη έκτασης

Εάν από την έρευνα αρχείου προκύψει αδυναμία έκδοσης ΠΧ για την υπό μελέτη έκταση, το σύστημα αντί Εισηγητικής Έκθεσης, παράγει Απαντητικό Έγγραφο (apantisi.php) προς τον ενδιαφερόμενο που αναφέρει τους λόγους για τους οποίους είναι αδύνατη η συνέχιση της διαδικασίας. Αξίζει να αναφερθεί πως ο χρήστης έχει τη δυνατότητα θέασης της έκτασης σε υπόβαθρα πρόσφατων δορυφορικών εικόνων μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής «Google maps» είτε πληκτρολογώντας τις συντεταγμένες των κορυφών του πολυγώνου της έκτασης, είτε ανεβάζοντας (upload) ένα αρχείο .txt με τα ζεύγη συντεταγμένων (apeikonisi.php). Με τον τρόπο αυτό μπορεί να προβεί σε μια πρόχειρη εκτίμηση για του χαρακτήρα και τη βλάστηση της ευρύτερης περιοχής και να δώσει μια περιγραφή που θα χρησιμοποιηθεί στην εισηγητική του έκθεση.

Αφού συμπληρωθούν τα απαιτούμενα πεδία στην τελευταία οθόνη εισαγωγής (photo.php) και υποβληθούν στο σύστημα, παράγεται αυτόματα η εισηγητική έκθεση που περιέχει όλα τα συμπεράσματα που δικαιολογούν τη λήψη απόφασης και μπορεί να εκτυπωθεί ή να αποθηκευτεί σε μορφή pdf αρχείου. Η μορφή και το περιεχόμενο των εγγράφων που εκδίδει το σύστημα (Εισηγητική Έκθεση, Απαντητικό Έγγραφο) συνάδει με τη μορφή των εγγράφων που εκδίδουν οι κατά τόπους Δασικές Υπηρεσίες και έχει προσαρμοστεί σύμφωνα με την Υ.Α 118790/7487/22-10-2014 (ΦΕΚ Β΄3632).

5. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία προτείνει μια προσέγγιση αντιμετώπισης του ζητήματος των χαρακτηρισμών, βασισμένη στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων των Διαδικτυακών ΣΥΑ. Το «e-praxis» αποτελεί μια προσομοίωση της διαδικασίας έκδοσης ΠΧ, σε συμφωνία με τα οριζόμενα από τη δασική νομοθεσία και ακολουθώντας τα βασικά στάδια εργασίας που εφαρμόζει η Δασική Υπηρεσία. Το σύστημα λαμβάνει υπόψη το σύνολο των παραμέτρων που εμπλέκονται στην επικείμενη λήψη απόφασης και στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό, τις ποσοτικοποιεί και διερευνά τις αναμενόμενες αλληλεξαρτήσεις και αλληλεπιδράσεις.

Το «e-praxis» απευθύνεται κατά κύριο λόγο προς τη Δασική Υπηρεσία και συγκεκριμένα προς τους διαχειριστές υποθέσεων χαρακτηρισμού (δασολόγους). Σε δεύτερο βαθμό η χρήση του θα μπορούσε να επεκταθεί και στον ιδιωτικό τομέα από δασολόγους-μελετητές που τελούν ως σύμβουλοι σε υποθέσεις χαρακτηρισμού. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας εξομοιωτής της πραγματικής διαδικασίας, για εκπαιδευτικούς σκοπούς, στο πλαίσιο επιμόρφωσης και εκπαίδευσης νέων υπαλλήλων της υπηρεσίας, φοιτητών δασολογίας κ.α. Τέλος θα μπορούσε να αποτελέσει ένα συμβουλευτικό εργαλείο για τις αρμόδιες επιτροπές δασικών αμφισβητήσεων σε νομικό και δικαστικό επίπεδο.

Το περιβάλλον εργασίας της εφαρμογής είναι σχετικά απλό, χωρίς πρόσθετες λειτουργίες και ιδιαίτερα σχεδιαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, με σκοπό τη

διεύρυνση της ομάδας χρηστών, αφού δεν απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις χειρισμού ηλεκτρονικού υπολογιστή για τη χρήση του. Η ευθύνη του χρήστη έγκειται στην ορθή συμπλήρωση των ερωτηματολογίων της εφαρμογής, καθώς οδηγείται στοχευμένα στην περάτωση της διαδικασίας χωρίς να του δημιουργείται η αίσθηση απώλειας ελέγχου.

Βασικό πλεονέκτημα της εφαρμογής είναι εύκολη προσαρμογή και επικαιροποίηση της βάσης κανόνων του μοντέλου λήψης απόφασης σε ενδεχόμενες αλλαγές της νομοθεσίας που διέπει το καθεστώς των χαρακτηρισμών. Αυτό καθίσταται εφικτό με μικρές ή μεγαλύτερες επεμβάσεις και τροποποιήσεις στον κώδικα προγραμματισμού (PHP, Javascript) διασφαλίζοντας τη λειτουργικότητα και αξιοπιστία του συστήματος.

Το ενδεχόμενο όφελος από τη χρήση του «e-praxis» από τη Δασική Υπηρεσία είναι η ενίσχυση της αντικειμενικότητας στη λήψη απόφασης. Γενικά, με τη υιοθέτηση των ΣΥΑ, ο βασικός ρόλος του διαχειριστή περιορίζεται στη σωστή συλλογή και αξιοποίηση των δεδομένων και την αξιολόγηση των ευρημάτων και αποτελεσμάτων (Papathanassiou et al., 2005). Το «e-praxis» δεν καταργεί την εμπειρική θεώρηση του δασολόγου απέναντι στο ζήτημα, αλλά ενισχύει τη λήψη απόφασης με τεκμηριωμένα επιχειρήματα, διασφαλίζοντας την αποφυγή παράλειψης κρίσιμων δεδομένων και την ορθή ερμηνεία και εφαρμογή της νομοθεσίας χάρη στο σύστημα των ερωταπαντήσεων, που «αναγκάζει» το χρήστη να διερευνήσει και να συνυπολογίσει όλες τις παραμέτρους που αφορούν στο ζήτημα, μη μπορώντας ούτε να αγνοήσει αλλά ούτε να υπερεκτιμήσει κάποιες από αυτές.

Η οργανωτική δομή του προτεινόμενου ΣΥΑ επιτρέπει την ταχύτερη αποπεράτωση της διαδικασίας σε σχέση με την εμπειρική διαδικασία, εξοικονομώντας εργατοώρες για τη διενέργεια άλλων σημαντικών εργασιών (διαχείριση, πρόληψη, προστασία) από τη Δασική Υπηρεσία. Με την οργάνωση της εξέτασης των υποθέσεων χαρακτηρισμού σε επιμέρους στάδια εργασίας και την τμηματική εισαγωγή δεδομένων, ο χρήστης γνωρίζει διαρκώς τι θα πρέπει να κάνει και πότε. Παράλληλα, η σχετική νομοθεσία είναι ενσωματωμένη στο σύστημα επεξεργασίας προβλήματος και δεν απαιτείται επιπρόσθετος χρόνος αναζήτησης των σχετικών άρθρων των νόμων.

Η αξιοποίηση του προτεινόμενου ΣΥΑ δύναται ενδεχομένως να συμβάλλει στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, διότι στοχεύει στην εξάλειψη των λανθασμένων ή εκ του πονηρού αποχαρακτηρισμών δασικών εκτάσεων και τον εντοπισμό παράνομων αλλαγών χρήσεων γης. Ακόμα, ένα κοινά αποδεκτό, αμερόληπτο και αυτοματοποιημένο σε σημαντικό βαθμό σύστημα έκδοσης ΠΧ, μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις διενέξεις μεταξύ πολιτών και Δημόσιας διοίκησης και να συμβάλλει στην καλλιέργεια σχέσεων εμπιστοσύνης και αξιοπιστίας.

Με τις κατάλληλες προσθήκες και επεκτάσεις και κυρίως ενσωμάτωσης δυναμικών Βάσεων Δεδομένων, το «e-praxis» μπορεί να μετατραπεί σε ένα ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Εργαλείο Ηλεκτρονικής Διοίκησης που θα διαχειρίζεται πλήρως την ενδοϋπηρεσιακή διαδικασία της έκδοσης Πράξης Χαρακτηρισμού και δε θα χρησιμοποιείται μόνο ως ΣΥΑ εκδίδοντας εισηγητικές εκθέσεις. Ακόμα, η διασύνδεση της εφαρμογής με ένα λογισμικό ΓΣΠ μπορεί να συσχετίσει το σύνολο των πληροφοριών που αφορούν σε μια έκταση γης με την γεωγραφική της αποτύπωση στο χάρτη. Τέλος Θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί απευθείας σύνδεση του προτεινόμενου Συστήματος «e-praxis» με τη «Διαύγεια», έτσι ώστε η δημοσίευση των ΠΧ να διενεργείται σε πραγματικό χρόνο. Αντίστοιχα εφικτή είναι και η σύνδεση με την ειδική εφαρμογή του ΥΠΕΚΑ όπου αναρτώνται οι ΠΧ και η ταυτόχρονη ενημέρωση της σελίδας του υπουργείου παράλληλα με τη χρήση του ΣΥΑ.

Βιβλιογραφία

Αθανασιάδης Α.Δ. (2015). Ανάπτυξη συστήματος λήψης αποφάσεων για το χαρακτηρισμό δασικών εκτάσεων στη δασική υπηρεσία. Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ, Θεσσαλονίκη

Andreopoulou Z.S. (2011). Introducing Computer and Network Services and Tools in Forest Service and the Human Resources factor, Journal of Environmental Protection and Ecology, 12 (2), 761-768.

Athanasiadis A.D. and Andreopoulou Z.S. (2015). A DSS for the identification of forest land types by the Greek Forest Service, Int. Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics, 1(1), 76-88.

Athanasiadis A.D. and Andreopoulou Z.S. (2011) DSS applications in forest policy and management: Analysis of current trends. In: Salampasis M., Matopoulos A., (Eds.), Proc. of the 5th International Conference on Information and Communication Technologies for Agriculture, Food and Environment (HAICTA2011). Greece: Skiathos; 2011. p.549-558.

Bonczek R.H., Holsapple C.W. and Whinston A.B. (1980). Future Directions for Developing Decision Support Systems. Decision Sciences, 11, 616-631.

Borges J.G., Falcão A., Miragaia C., Marques P., Marques, M. (2003). A decision support system for forest resources management in Portugal. In: Arthaud, G.J., Barrett, T.M. (Eds.), System Analysis in Forest Resources: Managing Forest Ecosystems, vol. 7. Springer: Netherlands; 2003. p. 155–163.

Church R., Murray A., Figueroa A. and Barber K. (2000). Support system development for forest ecosystem management, European Journal of Operational Research, 121 (2), 247-258.

De Meo I., Ferretti F., Hujala T., and Kangas A. (2013). The usefulness of Decision Support Systems in participatory forest planning: a comparison between Finland and Italy. Forest Systems, 22(2), 304-319.

Deng H. and Wibowo. S. (2008). A Rule-Based Decision Support System for Evaluating and Selecting IS Projects. In: Proceedings of the International Multi-Conference of Engineers and Computer Scientists, vol.2. Hong Kong; 2008. p. 1962-1968

Frye D., Zelazo P.D. and Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning, Cognitive Development, 10 (4), 483-527.

Helms. A. (2002). Forest, forestry, forester: what do these terms mean, Journal of Forestry, 100(8), 15-19.

Jain P. and Tyagi J.K. (2014). An Evaluation Framework of web-based Decision Support Systems. International Journal of Engineering Research & Management Technology, 1 (1), 215-222.

Kirilenko A., et al. (2007) An Internet-based decision support tool for non-industrial private forest landowners, Environmental Modelling & Software, 22(10), 1498-1508.

Lexer M. J. and Brooks R. T. (2005). Decision support for multiple purpose forestry, Forest Ecology and Management, 207(1–2), 1-3.

Lund G. (2009) Definitions of forest, deforestation, afforestation, and reforestation. Forest Information Services, Gainesville, VA. Available from: http://home.comcast.net/~gyde/DEFpaper.htm

McIntosh. B.S., et al. (2011). Environmental decision support systems (EDSS) development-Challenges and best practices, Environmental Modelling & Software, 26 (12), 1389-1402.

Ντάφης Σ. (1986). Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Παπαδόπουλος Ι., Χριστοδούλου Α., Μπλιούμης Β., Στάθης Κ., Στάμου, Ν. (1998) Προβλήματα της δασικής πράξης και του δασολογικού κλάδου: Καταγραφή και ανάλυση απόψεων. 8ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο Ελληνικής Δασολογικής Εταιρίας, Θεσσαλονίκη; 1998. σ.50-62

Papathanasiou J., Manos B., Vlachopoulou M., Vassiliadou I., (2005). A decision support system for farm regional planning, Yugoslav Journal of Operations Research, 15 (1), 109-124

Power D.J. (2007). Brief History of Decision Support Systems, DSSResources.COM, Available from: http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html

Ρηγόπουλος Δ., Καραχλέ Β. (2013). Έκθεση Επιθεώρησης Έρευνας: 383/Α/2013 στα Δασαρχεία και Διευθύνσεις Δασών χωρίς Δασαρχεία της χώρας, Σώμα Επιθεωρητών-Ελεγκτών Δημόσιας Διοίκησης, Υπουργείο Διοικητικής Μεταρρύθμισης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης; Αθήνα.

Ρόζος Ν. (2006). Η αντιμετώπιση από τη νομοθεσία και τη νομολογία ορισμένων ζητημάτων που αφορούν εκτάσεις με δασική βλάστηση. Δικτυακό άρθρο. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο:

http://www.nomosphysis.org.gr/print.php?artid=2486&lang=1&catpid=1

Segura M., Ray D. and Maroto C. (2014). Decision support systems for forest management: A comparative analysis and assessment, Computers and Electronics in Agriculture, 101, 55-67.

Στάμου Ν. (2002). Ελληνική Δασοπονία: Επίκαιρα προβλήματα και προοπτικές. 10ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, Τρίπολη; 2002. σ. 80-94.

Stewart A., Edwards D and Lawrence A. (2013). Improving the science–policy–practice interface: decision support system uptake and use in the forestry sector in Great Britain, Scandinavian Journal of Forest Research, 29(1), 144-153.

Tasoulas E.A. Andreopoulou Z.S. (2012). Integrated Administration ICT System in Forest Environments Supporting Proper Management, International Journal of Environmental protection and ecology, 13(1), 338-344.

Turban E. and Aronson J. (1998). Decision Support Systems and Intelligent Systems, Prentice Hall Inc, New Jersey

Zeng H., et al. (2007). A GIS-based decision support system for risk assessment of wind damage in forest management. Environmental Modelling & Software, 22(9), 1240-1249.

A prototype SWOT analysis for the agricultural plastic waste (APW) problem in Ilida-Greece

George Sp. Kakarelidis[1] & Panagiota Garini[2]
[1] *TEI of WEST GREECE, Department of Business Administration, Patras, Greece*
[2] *48th Primary School of Patras*
gkakarel@teiwest.gr g.garini@gmail.com

Abstract
The agricultural plastic waste (APW), mainly greenhouses films, bags and pesticide boxes that farmers use, are mostly disposed improperly, posing a serious risk for products, farmers and the environment. Difficulties in managing APW are caused by dispersion of microfarms, bureaucratic requirements, regulatory gaps, lack of provision of information, awareness and incentives for farmers, as well as by the direct burden on prices, in casing of regulations enforcement. Given that the proper management of APW includes several stakeholders and investors, appropriate research and analysis should be carried out before taking decisions which cause additional costs. In a related management research (APW) in Ilida, a SWOT analysis was carried out as well. This paper, even it refers to Ilida, may be applied in every country. One basic characteristic is that the partners and stakeholders involved have potential conflicts of interest and therefore the individual analyzes should be synthesized properly. The findings can form the basis of a full feasibility study for investors.

Keywords: SWOT Analysis; Agricultural Plastic Waste; APW; Recycling; Environmental Administration.

JEL Classifications: O13; O21; Q15; Q52; Q53; Q56; R52

Υπόδειγμα ανάλυσης SWOT στό πρόβλημα της διαχείρισης αγροτικών πλαστικών αποβλήτων (APW) στην Ηλιδα.

Γεώργιος Σπ. Κακαρελίδης[1] & Παναγιώτα Γαρίνη[2]
[1] *Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος*
[2] *48ο Δημοτικό Σχολείο Πατρών*

Περίληψη
Τα αγροτικά πλαστικά απόβλητα (APW), κυρίως θερμοκηπίων, που χρησιμοποιούν οι αγρότες, ως επί το πλείστον απορρίπτονται μέ εσφαλμένο τρόπο, πράγμα πού μπορεί νά ενέχει σοβαρό κίνδυνο για προϊόντα, γεωργούς και περιβάλλον. Δυσχέρειες στη διαχείριση των APW προκαλούνται από διασπορά μικροαγροκτημάτων, γραφειοκρατικές απαιτήσεις, κανονιστικά κενά, έλλειψη παροχής πληροφόρησης, ευαισθητοποίησης και κινήτρων προς αγρότες, καθώς και η άμεση επιβάρυνση των τιμών, σε περίπτωση εξαναγκασμού. Δεδομένου ότι η ορθή διαχείριση των APW περιλαμβάνει διάφορους φορείς και επενδυτές, πρέπει να γίνονται κατάλληλες αναλύσεις, πριν την εφαρμογή αποφάσεων που επιφέρουν πρόσθετο κόστος. Σε σχετική έρευνα διαχείρισης (APW) στην Ηλιδα, εφαρμόσθηκε και ανάλυση SWOT. Η εργασία αυτή, παρ' ότι αναφέρεται στην Ηλιδα, μπορεί να έχει εφαρμογή σε κάθε χώρα. Η ιδιαιτερότητα έγκειται στό γεγονός ότι οι εμπλεκόμενοι εταίροι έχουν πιθανόν αλληλοσυγκρουόμενα συμφέροντα και κατά συνέπεια οι επιμέρους αναλύσεις έπρεπε να συντεθούν κατάλληλα. Τα συμπεράσματά της, μπορούν να αποτελέσουν τη βάση μιας πλήρους μελέτης σκοπιμότητας για επενδυτές.

Λέξεις-Κλειδιά: SWOT Ανάλυση, Αγροτικά πλαστικά απόβλητα, APW, Περιβαλλοντική διαχείριση, Ανακύκλωση.

JEL Κωδικοί: O13, O21, Q15, Q52, Q53, Q56, R52.

1. Introduction

The paper originates on an analysis conducted by the authors in Ilida, Greece and circulated in August 2014 to the partners of "The Agricultural Waste valorisation for a competitive and sustainable Regional Development" (AWARD) Interreg Program, namely Ilida Municipality, Innopolis NGO from Greek side (IFOA, University of Bari, Region of Apuglia BAT Province and Regional Federation of Farmers Puglia were partners from Italy). AWARD's main task was to enhance competitiveness of agricultural firms by reducing costs of agricultural plastic waste (APW) collection and disposal and by making value of it through reuse & recycling.

The APW of the agricultural sector of both Puglia and Western Greece regions is for the most part uncorrectly disposed of and poorly recycled with serious hazard and danger to the farmers themselves and the environment. Some causes for this are difficult collection of APW from the many widespread microfarms, bureaucratic requirements and regulatory gaps, lack of information and motivation of farmers. But there is also an opportunity due to the fact that APW is a resource: if correctly recovered and recycled it can become a source of wealth, jobs creation and of energy.

The authors based their research also on questionnaires and analysis some of which were funded and carried out for the AWARD project and can be retrieved from http://www.award-project.eu/products/ available as at least by June 2015. None of the authors were funded by this or other project on the subject. The first of the authors did field research required, interviews, literature review and the swot analysis itself as an appointed honorary scientific supervisor and quality auditor of Ilida Municipality, while the second did database formulation, statistical findings and reporting on plastics and their environmental issues.

1.1 The Agricultural Plastics Waste

For years, the growing use of plastics in agriculture has helped farmers increase crop production. A wide range of plastics are used in agriculture, including, polyolefin, polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Ethylene-Vinyl Accetate Copolymer (EVA), Poly-vinyl chloride (PVC) and, in less frequently, Polycarbonate (PC) and poly-methyl-methacrylate (PMMA). Key agricultural applications are: Greenhouses usually with high plastic cover, Tunnels using low height plastics for vegetables, Mulching: plastics for covering the ground with plastic film helps maintain humidity and prevents weed from growing, Plastic reservoirs and irrigation systems, Silage: to store animals' grains and straw during the winter, Other plastic applications include boxes; crates for crop collecting, handling and transport. Furthermore the pesticides are contained in plastic bottle/boxes as well as fertilizers that are contained in plastic bags.

1.2 Recycling: conserving raw materials and reducing waste

The use of agro plastics expands per cultivtion period (normally twice a year) or per 3 years for greenhouses. Therefore AP waste is accumulated in the fields that must be removed. Since plastics in essence are a complex of simpler molecules based on carbon and hydrogen it may be decomposed into these components and reused to create other plastics or cut to flakes or pellet and sent to other plastic factories. This is known as recycling. By decomposing certain types of plastics it was discovered that its ingredients could be used in producing new plastic products that retained a certain percentage of the virgin (originally synthesized) plastic characteristics. Methods for doing this are devided in two main categories: mechanical and chemical. The mechanical method involves collecting, sorting to plastic polymer types, cleansing, shredding, processing. Unfortunately only 3 times the APW can be reprocessed

effectively and only clean of dirt, humidity and soil plastics are processed. So a successful APW recycling company must be capable of processing very dirty and contaminated Greenhouse films, that none of the other packaging recycling companies will accept.

1.3 Energy recovery and Incineration

Because plastic is actually fuel the alternatives to recycling is the incineration and energy recovery. For waste fractions that do not allow further economically sensible material recovery, such as recycling, energy recovery by combustion is probably the only alternative to landfill disposal. This is especially true when dealing with high calorific value waste fractions and low biodegradability, such as plastics. Highly degraded or soil contaminated plastics, that cannot be mechanically recycled can be successfully used as an alternative fuel in power plants or in cement factories. In energy recovery the plastic behaves as a fuel: *1 ton of plastic gives off as much energy as 1 ton of oil* [Barrales-Rienda 2002].

1.4 Recycling actors, stakeholders and statement of the APW problem

In broad context these are: Plastic Producers (or shops), Farmers, Collectors, Recyclers and of course the Municipality and the People of the Area involved in the process and the managing of APW. From the 80.000 tns per year APW produced in Greece only a 25% of it has been recycled mainly due to contamination or other causes. The same holds for Ilia area where 8.000 tns per year are "produced" and confirmed by interviews and also by comparing answers with the OPEKEPE (the Greek Payment Authority of Common Agricultural Policy) data per farm per cultivation (available after approved request at http://www.opekepe.gr/english/) The remaining is given to unofficial collectors for a small fee, burned or burried or thrown to landfills. The legislation is very general and simply prohibits burn and throwing the plastics. The problem arises when the farmers do decide or being obliged to handle the APW accordingly. Which means to fold, freigh, transport and landfill their APW. Due to the ground morphology, the non existing collection stations and collection schema by municipalities which are only obliged to handle urban waste, this way of removing APW from farms by farmers only means that agroproducts prices will be rocketed high. It must be noted that this problem is an international one where states and farmers are trying to balance environmental priorities with competitive low agro product prices.

2. Research questions and literature review

From the statement of the problem the following research questions may arise.

2.1 Is biodegradation an altenative?

The new concepts of *biodegradation* (where starch additives are incorporated to plastic) and photo degradation (where photo sensitive additives are integrated in the manufacturing of plastic products) have been controversial towards commercial applications. Light and air must be available in order for the biodegradable and photodegradable materials to decompose, along with sufficient moisture and nutrients to sustain microbial action (Alter, 2003; Boettcher, 1992). The deeper these plastics are buried in the landfill, or in the soil the less likely they are to decompose. "Moreover, making plastics degradable would lower the quality and performance of the material and therefore would mitigate some of its major desirable features in various applications" (Siddique et al., 2008, p.1839). It is reasonable to conclude that the market for plastic recycling is not threatened by biodegradable plastic. Due to the higher manufacturing costs of these products compared to regular plastics, and the lack of environmental benefits, firms will not replace conventional plastic products in the near future.

2.2 Is recycling logo a guarantee for recycling?

Awareness of population of the APW caused environmental problems is not satisfactory. Recycling logo does not really mean the product is recyclable it just denotes what type of plastic it is based on the number in the center – plastic industry refuses to change the misunderstood symbol. "67 percent of people believe that the recycling symbol guaranteed recyclability" – stated the David Sadiki study in California (Morrison & Ellenwood, 2008). Even though the benefits of recycling over disposal are manifold, individuals should keep in mind that it better serves the environment to "reduce and reuse" before "recycling" even becomes an option.

2.3 Is there in Europe and Greece a suitable legislation, labelling/tracing and management system for APW?

The answer, unfortunately, is not. There is a confusing situation about adequate legal framework, labeling schema or a feasible APW disposal system in Europe. Furthermore in Greece farmers have no knowledge on proper APW handling nor guidelines exist (Liantzas K. et al., 2009).

3. Methods and Data

3.1 Methods Used

Although Ilida Municipality is not directly involved in APW handling (only for urban waste), the Mayor insisted in examining the matter, mapping the existing situation and see if there are opportunities to invest and go for zero APW plastics in Ilida, well in advance of EU directives. A step towards the latter calls for a SWOT analysis that will result to identifying the stakeholders, the environment, the opportunities and possibly to a well defined Feasibility study to be given to possible investors. The whole cycle of APW (production, Use, collection, transportation, recycling and energy recovery) need to be considered as a system.

Therefore Surveys, Pest Analysis, Statistical analysis were performed for Ilida municipality and metadata analysis were performed on Ilia prefecture data and results were compared and confirmed. In addition a series of interviews were done concerning all stakeholders.[1] In this paper the interviews were processed and revealed the stakeholders' opinions and findings for Ilida Municipality and Ilia were calculated and compared. A SWOT table is constructed and also an APW management system is proposed for further investigation.

3.2 Data and Economics of Recycling and Energy recovery findings.

The findings for Ilia indicate a poor transport network: neither cargo ports, trains, natural gas pipelines, nor highways. The farm area is about 120,000 acres (=12,000 hectares (ha) distributed in microfarms of 50 acres on average) located in relative small flat surfaces among hills and villages, therefore preventing easy access of big tracks and folding plastic machinery.[2] The Agro Plastics are estimated RRP = 1500 – 2000 € / tn depending on the use type and there is no Levy system applied on AP purchases for obliging the balance between plastic bought and plastics returned to collectors for recycling.

Concerning the plastic producers we have 42 in Greece but none in Ilia area or adjacent territories. The agro plastics purchased by farmers is 12000 tn/year while the APW produced by farmers is 8000 tn clean APW/year (Ilida municipality accounts for 20% of APW of Ilia Prefecture, i.e. 1600 tn /year) that is 16000 tn "gross or contaminated"/year.

[1] All the analysis mentioned is uploaded and available at http://www.award-project.eu/products/

[2] 1 acre requires on average 1000 kg Agro Plastic/year (greenhouse every 3 years).

Referring to collectors we have three operating officially, picking around 1500- 2000 tn APW yearly from farmers almost in gratis. Mass APW transportation is problematic due to the dimensions of the truck trailers of 13,6m X 2,4m x 2,5m and the maximum transport weight 24 tn. At a cost of 30euro per tn. The main problem for the transportation of the APW is the large amount of dirt and humidity that the used films have. From 25 - 75% of the cargo could be dirt and water. To lower the costs of transportation local collector stations could built where cleansing and sorting processing is applied to APW before transported to recyclers.Then the material could be compressed.

Collectors sell to recyclers at a rate of 150-200 euro/tn of APW. Incinerators and Energy Heat Industry is totally lacking and forbidden in the area. Recycled APW is sold by Recyclers to Plastics Industry at a price varying with a maximum of 550€/tn, having a process cost of 150-200€/tn. There are tow recyclers, one located in Preveza area having a recycling capacity of around 7000 tn/year, although the actual levels are much less. In comparison the second recycler located in Ilida actually processes around 500 tn / year as calculated by its balance sheet.[1]

4. The SWOT Table (ή Πίνακας Δυνάμεων, Αδυναμιών, Ευκαιριών, Απειλών)

The difference in the following SWOT table (divided into 2 parts due to margins namely Table 1 and 2) which this paper proposes is that all stakeholders are shown in order to find out common elements and deduce contradictions. These if tabulated properly reveal conflicting interests and common objectives. Thus a single SWOT matrix for the ideal compound Stakeholder is constructed. By observing this compound matrix (Table 3) it is easily understood that the ideal stakeholder is simply the public interest.

Thus a single compound SWOT (as presented in Table 3 below) may be constructed based on common interests and conflicts for an imaginary Beneficiary. We have excluded Virgin Plastic Producers for their lack of business interest due to the prohibitive cost for collecting and transporting the APW to their plant and to the untraceability of the plastics and their quality received. We also excluded from further examination the Energy Recovery plants (incineration) because there is only one belonging to Public Power Company (DEH) and because a incineration plant is not allowed as a possible investment in Ilia region as it has been decided by FOSDA (the Regional Organization managing the waste). The reason for this is not clear since FOSDA prohibited that on the grounds of social causes without further explanation or study.

From Table 3 we understand that the opportunities bypass any threats or weakness involved. An APW recycling seems plausible due to the fact that only a small percentage of APWs are processed. A feasibility Study must therefore be performed before investments decisions are taken. An utmost priority for any business is a long range business plan and certainties on the raw materials availability. This is where an APW administration schema with traceability of plastics comes to the surface

[1] Names and data are withheld.

Table 1: Stakeholders' SWOT matrix Strengths & Weaknesses part

StakeHolders\	Strengths	Weakness
ILIDA (Area, Infrastructure, People, Legislation etc) MUNICIPALITY	-Mainly farmers, -Big agro production cheap labor area -A national highway is under construction -A bio Waste Factory is to be constructed, -Landfills already in place -relatively small reachable population in regard with awareness -Eperience on Waste problem	-No gas & train network -NO Commercial Port -NO specific legislation -Poor access to small farms -No energy recovery facility -Bio Plant handles and composte only biowaste, no plans for handling plastics. -No management / control or authority of APW or on decision making on the waste problem -No collection stations -Limited statistics available on APW production and tracing
FARMERS	-increasing agro production -increasing flow of APW	-High contaminated APW -No machinery access for rolling up thousnd plastics -Negative APW pricing
COLLECTORS	-no serious competition, -almost charge free APW available -cheap labours, -may select only the cleanser APW -vast APW amounts	-NO priority on Business Expansion -NO ability to handle pesticide containers or fertilizers bags -Depend on free of charge APW -Depend on APW clearness
RECYCLERS	-NO pollution -NO competition, -Regenerated product fully sold -cheap labours, -select only the cleanser APW -vast APW amounts -Large R.O.I.	-NO priority on Expansion -NO ability to handle pesticide containers or fertilizers bags -Depend on free of charge APW -Depend on APW clearness -Limited reuse of plastic resins (up to 3 times)
PRODUCERS	-Know how and machinery in place -Large Capacity	-High transport costs -Untraceability of their products
Energy Recovery (Incineration)	-Zero remainings -1 to 1 energy recovery	-require continuous feedstock -Public Perception on them

Table 2: Stakeholders' SWOT matrix Opportunities & Threats part

Stakeholders\	Opportunities	Threats
ILIDA (Area, Population, Infrastructure, Legislation etc)	With APW schema: clean environmentl pollution -Employment - profitability for All -Enforcement of EU directives	The existing legislation is very general (no burning, no throwing in the land) but does not state where agro plastic waste can be disposed.
MUNICIPALITY	-Integration of all WASTE types -Coordination of APW schema -Real time Data -Public awareness	-Dire financial straits that limit the necessary personnel for establishing an appropriate APW administration schema
FARMERS	-Product and soil quality -Product export endorsement	-Negative pricing -Depend on collector's approval of used plastics
COLLECTORS	-Known collection schema and stations -Less cost Increased quantity collected -Business expansion	-Selective collection at source (ie. depend on the will of farmers)
RECYCLERS	-Increased quality & quantity processed -Business expansion due to farmers obligation for no plastics at lanfills - Opportunity to include pesticide and fertilizer containers.	-Lower Plastic quality due to resin types variety that demands extensive sorting -High cost of large scale recycling plants -high cost of handling pesticide and fertilizer containers -high transportation costs
PRODUCERS	- not applicable	-Virgin monomers cheaper
Energy Recovery	- cont. feedstock	-Public perception

Table 3: SWOT matrix Strengths & Weaknesses

STRENGTHS	**WEAKNESSES**
-Unique & Long experience in plastic recycling between stakeholders -Common concern of the APW problem and its impacts on the environment & production	-Relatively small APW% recycled -No APW managing schema -Weak awareness on practical issues -Lack of technology and equipment -Weak economic situation -Lack of infrastructure
OPPORTUNITIES	**THREATS**
-Investment on recycling -Manpower employment increase in collection, transport & recycling processes -Quantity & quality increase of recycled APW -Avoidance of agro products quality inferiority -Selling of all Production -Profitability of all stakeholders -Law & EU directives compliance -Market expansion	-Implementation Costs -Financial crisis -Coordination of various actors (stakeholders) -Authorization (decision making and chain of command)

5. Conclusions & Further Research

5.1 Concluding Remarks

The current situation in Greece is summarized as follows: Absence of any organized system of control and management of APW.Collected stuff for recycling regeneration by private collectors is around 20-25% of APW. Mostly the collected stuff for recycling includes plastics from greenhouses roofs that are of heavy duty type and relatively clean (around 20-50% contamination with humidity, soil and pesticides). The remaining APW is burried, burned or discarded uncontrollably.The situation gets worse due to high collection

and transport costs. APW recycling is still considered as an investment. And It is strongly supported by EU that demands zero Plastics landfilling by 2025.

From the Public Interest point of view we realize the following:

- Awareness on APW management is growing
- All agricultural products exports must be endorced on APW free soil.
- By 2025 (if not earlier on each EU) no landfilling of Plastic Waste will be banned
- Plastic is fuel and can be recycled therefore both alternatives may be used
- But there are Poor Decision support systems, un-clarified responsibilities, authority levels and chain of command in State, Regional and Local Governments.

From the investors point of view we see that:

- APW collection and recycling is profitable although there is infrastructure.problem.
- APW can be combined with Plastic Packaging Waste
- The recycling market is NOT mature so it is open for new comers
- The cost of machinery needed cannot be considered as a large scale investment.
- There is labour willing to work for all key players.

- Public private partnerships are endorsed

The Threats for the APW recycling can be summarized as:

- Poor investment due to limited bank loans
- Indifference of farmers due to zero earnings by giving away their APW
- Negative Public perception on Energy recovery
- Non enforced legislation
- No APW specific management and administration

5.2 Further Research on Management of APW Flows

The roadmap towards a zero APW, zero uncontrolled combustion and discharges, zero plastic remainings by 100% recycling / regeneration and energy recovery, requires an enhanced Research in Universities and Laboratories concerning the chemical as well decomposition of polymers, the Pursuing of energy recovery, the establishment of an APW management system including traceability and the total ban of plastics land filling.

5.3 How a management system may work

The Key issue for a functional management system is the triptych:

a. A clear and explicit will for the formation of a reliable APW management.
b. Control measures to impose collection and management.
c. Financial resources for a management system to function smoothly and without obstructions.

The first can be resolved by an organization that consists os all stakeholders, and a funding mechanism of the costs of tracing and management of the APW, as well as to establishing motives and penalties for the parties involved, so as to ensure cooperation with the management system. The second mandates the establishment of a levy and information system that will register any transaction of agricultural plastics amongst Producers, retailers, farmers, collector, recyclers and vise versa. Technology, especially smartphonne makes this feasible and fairly easy to implement. At such a traceable system any record that does not balance input-output of APW could result in not re-running levy imposed on the buyers price. The third will be funded by the system imposed.

References

Alter, H. (1993). The Origins Of Municipal Solid Waste: II. Policy Options For Plastics Waste Management. *Waste Management Research* **11:** 319-332.

Barrales-Rienda J.M. (2002). Energy recovery from plastic materials. In: *Handbook of*

Plastic Recycling, Francesco La Mantia Rapra Technology, Shawbury, U.K., (Eds) pp. 337-410.

Boettcher, F.P. (1992). Environmental Compatibility Of Polymers-Emerging Technologies In Plastics Recycling. *American Chemical Society Symposium Series* **513:** 16–25.

European Commission. *GREEN PAPER: On a European Strategy on plastic waste in the Environment in Europe*. Accessible at: http://ec.europa.eu/environment/waste/plastic_waste.htm

Liantzas, K., Briassoulis, D., Hiskakis, M. (2007). Comparative Analysis Of The European And Greek Legislative Framework For Agricultural Plastic Wastes (APW) And Its Implementation In Greece. Proceedings on the First Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2007), Skiathos Island, Greece, June 24 to 28, 2007.

Morrison, F.M. & Ellenwood, L. (2008). Forever Plastic [Documentary]. Canada: Canadian Broadcasting Corporation.

Siddique, R., Khatib, J., & Kaur, I. (2008). Use Of Recycled Plastic In Concrete: A Review. *Waste Management* **28(10):** 1835-1852.

Προσφορά και ζήτηση για CHO.C.O. (Choose, Cut, Offset) φάρμες Χριστουγεννιάτικων Δέντρων στην Ελλάδα

Κωνσταντίνος Γ. Παπασπυρόπουλος[1,2] & Νικόλαος Γρηγοριάδης[1]
Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Βασιλικά, 57006, Θεσσαλονίκη
Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, ΑΠΘ
kodafype@for.auth.gr, grig_nick@fri.gr

Περίληψη
Στην Ελλάδα υπάρχει μια μικρή εποχική αγορά Καλλιεργούμενων Χριστουγεννιάτικων Δέντρων (ΚΧΔ), με κύριο κέντρο παραγωγής τον Ταξιάρχη Χαλκιδικής και βασικά κέντρα πώλησης την Αθήνα και Θεσσαλονίκη. Η αγορά αυτή, εξαιτίας ποικίλων λόγων, βρίσκεται σε διαρκή ύφεση τα τελευταία 15 χρόνια. Μέσω της δράσης ΑγροΕΤΑΚ του ΕΛΓΟ Δήμητρα υλοποιείται στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών το έργο CHO.C.O. από τις λέξεις CHOose, Cut, Offset, το οποίο ερευνά και προτείνει στους παραγωγούς ΚΧΔ την αξιοποίηση μέρους των καλλιεργειών τους ως φάρμες CHOCO. Η αξιοποίηση αυτή αφορά την προσέλκυση πολιτών που θα έχουν τη δυνατότητα να διαλέγουν και υλοτομούν το δέντρο της αρεσκείας τους, να ζουν μια εμπειρία αγροτουρισμού με δραστηριότητες που θα προσφέρει η φάρμα, θα έχουν τη δυνατότητα να αντισταθμίζουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που θα δημιουργούνται από την φάρμα (εκπομπές από τη μετακίνηση των πολιτών προς τη φάρμα και από την υλοτόμηση του ελάτου) και να παίρνουν πιστοποιητικό μηδενικών ρύπων. Με τη χρήση ερωτηματολογίων διερευνήθηκε η πλευρά της προσφοράς και της ζήτησης για φάρμες CHOCO στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχει ενδιαφέρον για την προσφορά του προϊόντος από τους παραγωγούς, ενώ οι καταναλωτές δείχνουν ενδιαφέρον τόσο για την αγροτουριστική διάσταση της CHOCO φάρμας, όσο και για το πιστοποιητικό ανθρακικής ουδετερότητας.

Λέξεις Κλειδιά: Διάλεξε και Υλοτόμησε, Αντιστάθμισμα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, ανθρακική ουδετερότητα, καλλιεργούμενα έλατα, Ταξιάρχης

JEL Κωδικοί: Q11, Q12, Q13, Q21, Q23, Q26, Q54, L83.

1. Εισαγωγή

Στην Ελλάδα είναι λίγα τα δασοπονικά μη επεξεργασμένα προϊόντα που προσφέρονται απευθείας στην αγορά από ιδιώτες. Ένα από αυτά, το Καλλιεργούμενο Χριστουγεννιάτικο Δέντρο (ΚΧΔ) το οποίο παράγεται στη χώρα μας από τη δεκαετία του 1970, εμπορεύεται πολύ συχνά από τους ίδιους τους παραγωγούς του και στολίζει πολλά ελληνικά σπίτια κατά τη Χριστουγεννιάτικη περίοδο. Η πρωτοβουλία για την παραγωγή αυτού του προϊόντος προήλθε από πανεπιστημιακούς και ερευνητές δασολόγους οι οποίοι, έχοντας εμπειρία από το παράδειγμα του εξωτερικού, πρότειναν σε ιδιοκτήτες μη παραγωγικής γης να προσπαθήσουν να καλλιεργήσουν το έλατο, διότι είχαν δει πως στο εξωτερικό το περιθώριο κέρδους ήταν μεγάλο. Έτσι, πολλοί αγρότες με οριακή γη, στην οποία δεν μπορούσαν να ασκήσουν κάποια παραδοσιακή μορφή γεωργίας, αποφάσισαν να ακολουθήσουν αυτή την προτροπή (Παπασπυρόπουλος κ.ά., 2008)

Πράγματι, η απόφαση αυτή είχε εντυπωσιακά αποτελέσματα για τους ιδιοκτήτες. Παρά τον εποχικό χαρακτήρα της πώλησης του προϊόντος (συνήθως το αρμόδιο Υπουργείο επιτρέπει την πώληση από 1 έως 24 Δεκεμβρίου), οι παραγωγοί πετύχαιναν να αποκομίσουν έσοδα τα οποία μπορούσαν να καλύψουν τις οικονομικές ανάγκες ενός ολόκληρου έτους (Χριστοδούλου κ.ά., 1992). Το ΚΧΔ ήταν μια πολύ επικερδής επιλογή που μάλιστα μέχρι το 1992 τύχαινε και της επιδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Διάφοροι, όμως, λόγοι συνέβαλαν ώστε τα τελευταία 20 χρόνια η αγορά να φθίνει διαρκώς και η υλοτομία δέντρων προς πώληση να γίνεται ολοένα και μικρότερη (Papaspyropoulos et al., 2008), όπως δείχνει και το Σχήμα 1.

Όπως φαίνεται, από το 1994 και μετά, οπότε και διαπιστώνεται η μέγιστη ποσότητα υλοτομημένων δέντρων, υπάρχει μια διαρκής μείωση των ΚΧΔ τα οποία οι παραγωγοί αποφασίζουν να διοχετεύσουν στην αγορά, με εξαίρεση τις χρονιές 1998-1999 που υπήρξε μια διόρθωση. Την τελευταία χρονιά που υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, το 2013, τα υλοτομημένα δέντρα ήταν λιγότερα από 40 χιλιάδες σε όλη τη χώρα. Ακόμα και αυτός ο αριθμός, όμως, δεν δείχνει την πραγματική κατάσταση της αγοράς, αφού δεν είναι διαθέσιμα από κάποιον αρμόδιο φορέα τα πραγματικά ετήσια δεδομένα πωλήσεων των ΚΧΔ σε καταναλωτές. Άρα συνολικά πρόκειται πια για μια αγορά συνολικής ετήσιας αξίας που οριακά αγγίζει το 1 εκατομμύριο ευρώ ετησίως θέτοντας ως μέση τιμή τα 25 € ανά δέντρο.

Σχήμα 4; Διαχρονική εξέλιξη υλοτομημένων Χριστουγεννιάτικων δέντρων στην Ελλάδα (Πηγή δεδομένων: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Γράφημα των συγγραφέων)

Οι λόγοι της παρακμής αυτής στην αγορά ΚΧΔ στην Ελλάδα ποικίλουν και συνοψίζονται στους παρακάτω: α) την έλλειψη ενός ισχυρού συνεταιρισμού των παραγωγών, β) τον ανταγωνισμό με τα πλαστικά δέντρα, γ) την έλλειψη κατάλληλου marketing, δ) την οικονομική κρίση, ε) τις συνήθειες του έλληνα καταναλωτή, στ) τη μεγάλη ηλικία των παραγωγών, ζ) την χαμηλή ποιότητα σε σχέση με την τιμή πώλησης, η) την έλλειψη έρευνας για τα ΚΧΔ στην Ελλάδα

Όσον αφορά τον τελευταίο λόγο, από το Νοέμβριο 2014 υλοποιείται στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών της Θεσσαλονίκης το έργο CHOCO (CHOose, Cut, Offset), ένα από τα ελάχιστα έργα που διερευνούν την αγορά των ΚΧΔ στην Ελλάδα. Σκοπός του έργου είναι να προσαρμόσει στην Ελλάδα τις γνωστές στις ΗΠΑ, Καναδά και Γερμανία Choose & Cut φάρμες (Διάλεξε και Υλοτόμησε). Στην κλασική προσέγγιση του εξωτερικού, δηλαδή στην προσέλκυση καταναλωτών στις φάρμες ΚΧΔ όπου οι τελευταίοι έχουν την ευκαιρία να

ζήσουν μια αγροτουριστική εμπειρία και στη συνέχεια να υλοτομήσουν το επιθυμητό δέντρο, το έργο CHOCO προτείνει επιπρόσθετα την πιστοποίηση των φαρμών ως ανθρακικά ουδέτερων, μέσω αντισταθμίσματος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που μπορεί να προκύπτει από τη μετακίνηση των καταναλωτών προς τη φάρμα.

Στο πλαίσιο του προγράμματος CHOCO η παρούσα έρευνα εξέτασε την πλευρά της προσφοράς, δηλαδή αυτή των παραγωγών, και την πλευρά της ζήτησης, δηλαδή αυτή των καταναλωτών, για να διαπιστωθεί κατά πόσο αμφότερες οι πλευρές θα ενδιαφέρονταν για το συγκεκριμένο προϊόν.

2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Η βιβλιογραφία που σχετίζεται με τις φάρμες Choose & Cut είναι πολύ μικρή διεθνώς. Γενικές διαπιστώσεις μπορούν να γίνουν και από πηγές της αγροτικής οικονομίας. Αν και δεν αναφέρεται επίσημα κάπου στη βιβλιογραφία, μπορεί να ειπωθεί ότι η ιδέα πίσω από τις Choose & Cut καλλιέργειες στο εξωτερικό επιβεβαιώνει εν μέρει την οικονομική θεωρία, η οποία διατυπώνει πως η ζήτηση για αγροτικά προϊόντα είναι ανελαστική (Anderson 1987). Έτσι, όταν το εισόδημα του κοινωνικού συνόλου αυξάνεται, το εισόδημα των αγροτών δεν αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό. Για το λόγο αυτό είναι λογικό κάποιοι αγρότες να προβαίνουν στην παροχή υπηρεσιών, ένα ιδιαίτερα ελαστικό αγαθό, για να αυξήσουν το εισόδημά τους (Bailey et al., 2000). Αν και τα ΚΧΔ δεν είναι ξεκάθαρα ένα αγροτικό προϊόν, με την έννοια ότι δεν είναι βρώσιμο, είναι πιθανό να εμφανίζει παρόμοιες ιδιότητες ως προς την εισοδηματική ανελαστικότητα, αν και κάτι τέτοιο δεν φαίνεται να έχει μελετηθεί στη βιβλιογραφία και δεν συζητείται σε πιθανά σχετικές βιβλιογραφικές πηγές (Larson, 2004). Έτσι, οι Choose & Cut καλλιέργειες στο εξωτερικό είναι μια εναλλακτική για τους ίδιους τους παραγωγούς ώστε να αυξήσουν το εισόδημά τους μέσω της παροχής επιπλέον δραστηριοτήτων στους καταναλωτές, όπως διατροφή, διαμονή και λοιπές μορφές αναψυχής.

Όσον αφορά την πλευρά της προσφοράς διάφορες τεχνικές, κυρίως, μελέτες έχουν αποδείξει τη βιωσιμότητα της επιχείρησης στις ΗΠΑ, κάτι που τις έχει κάνει ιδιαίτερα δημοφιλείς τα τελευταία χρόνια. Οι Nzokou and Leefers (2007) διαπίστωσαν ότι οι φάρμες Choose & Cut δημιουργούν απόδοση για τους ιδιοκτήτες η οποία είναι υψηλότερη κατά 4 με 15% σε σχέση με τις καλλιέργειες χονδρικής πώλησης για το είδος *Abies fraseri* (Fraser fir) και 2 με 3% υψηλότερη για το είδος *Pinus sylvestris* (Scotch pine). Για το λόγο αυτό, σημειώνουν οι συγγραφείς, έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλείς τα τελευταία χρόνια στην πολιτεία του Michigan.

Όσον αφορά την πλευρά της ζήτησης, οι Florkowska et al. (1992) διεξήγαγαν κοινωνικοοικονομική έρευνα για τους καταναλωτές Δένδρων σε φάρμες Choose & Cut στις Νότιες ΗΠΑ. Με τη μορφή των ερωτηματολογίων περιγράφεται το προφίλ των καταναλωτών αυτών όσον αφορά την εμπιστοσύνη που δείχνουν στο προϊόν, στις συνήθειές τους όσον αφορά την αγορά του προϊόντος, καθώς και την προτίμησή τους σε είδη δένδρων. Οι ερευνητές βρίσκουν ότι το ετήσιο εισόδημα του 59% των αγοραστών ξεπερνάει τα 35.000 $ (τιμές 1992), το 68% των καταναλωτών αγόρασαν το δένδρο τους από την ίδια φάρμα με την προηγούμενη χρονιά, το 62% ταξίδεψε 1-10 μίλια για την αγορά αυτή, 50% των δέντρων αγοράστηκαν μέχρι 8 Δεκεμβρίου και το 70% των αγορών έγινε μετά το μεσημέρι. Χαρακτηριστικό των καταναλωτών είναι ότι προτιμούν να αγοράζουν δένδρα ύψους περίπου 2 μέτρων τα οποία ανήκουν στο είδος *Pinus virginiana* (Virginia pine) και ο χρόνος επιλογής του δέντρου που θα υλοτομούσαν ήταν 5 με 30 λεπτά. Υπήρξαν ερωτήσεις και για τα προβλήματα που συναντούν από τη χρήση τέτοιων δένδρων και οι απαντήσεις αφορούσαν την ακαταστασία που προκαλούν, τη δυσκολία στη μεταφορά, καθώς και στην απόρριψη. Τις απαντήσεις αυτές τις έδωσαν κυρίως οι γυναίκες και οι ηλικιωμένοι.

3. Μέθοδοι και Δεδομένα

Για την εξέταση της προσφοράς και της ζήτησης χρησιμοποιήθηκε η έρευνα με ερωτηματολόγια με κλειστές, κατά κύριο λόγο ερωτήσεις. Αυτή η μέθοδος θεωρείται ότι έχει το πλεονέκτημα πως εφαρμόζεται με τον ίδιο τρόπο σε όλους τους ερωτώμενους, ελαχιστοποιούνται οι όποιες επιδράσεις ή η μεροληψία του ατόμου που διενεργεί τη συνέντευξη και, όταν οι ερωτήσεις είναι καλά διατυπωμένες, επιτυγχάνεται υψηλός δείκτης αξιοπιστίας (Maughan et al., 2004). Ετοιμάστηκαν δύο διαφορετικά ερωτηματολόγια για κάθε πλευρά. Για την πλευρά της προσφοράς ετοιμάστηκε ένα ερωτηματολόγιο 40 ερωτήσεων, όπου σκοπό είχε τη λεπτομερή πληροφόρηση για τις καλλιέργειες ΚΧΔ στην Ελλάδα και την κατανόηση του πώς οι παραγωγοί βλέπουν το προϊόν της CHOCO φάρμας. Για την πλευρά της ζήτησης ετοιμάστηκε ένα πιο ευέλικτο ερωτηματολόγιο με 15 ερωτήσεις για να μπορεί να απαντηθεί γρήγορα από τους ερωτώμενους πολίτες.

Για την πλευρά της προσφοράς επιλέχτηκε η μέθοδος της συνέντευξης εξειδικευμένων και έμπειρων παραγωγών (experts). Η περιοχή έρευνας ήταν ο Ταξιάρχης Χαλκιδικής, όπου παράγεται ετησίως περισσότερο από το 50% των ΚΧΔ. Ο Ταξιάρχης ήταν από τα πρώτα επιτυχημένα κέντρα παραγωγής των δέντρων στην Ελλάδα και οι παραγωγοί του είναι από τους πιο έμπειρους στη χώρα, με περισσότερα από 30 χρόνια ασχολίας με τις καλλιέργειες Χριστουγεννιάτικων Δέντρων. Προσεγγίστηκαν συνολικά 15 παραγωγοί, αλλά δέχτηκαν να απαντήσουν οι οκτώ. Στην έρευνα με experts ένα δείγμα 6-12 ατόμων είναι αρκετό για να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα (Guest et al., 2006; Johnson and Turner, 2003).

Για την πλευρά της ζήτησης έγινε συνέντευξη με πολίτες στη Θεσσαλονίκη κατά την Διεθνή Έκθεση Θεσσαλονίκης 2015 στο πλαίσιο εκδήλωσης του ΕΛΓΟ Δήμητρα στο περίπτερό του για την παρουσίαση των έργων ΑγροΕΤΑΚ, μεταξύ αυτών και του έργου CHOCO. Ο πρώτος συγγραφέας προσέγγιζε κάθε πέμπτο επισκέπτη του περιπτέρου. Ζητήθηκε από 53 επισκέπτες να απαντήσουν στο ερωτηματολόγιο, αλλά δέχτηκαν να απαντήσουν 31 (ποσοστό απόκρισης 58,5%). Αφού εξηγούνταν το τι είναι οι φάρμες CHOCO, στους ερωτώμενους εφαρμόστηκε η λίγο χρησιμοποιημένη στη βιβλιογραφία μέθοδος Contingent Activity Method, ή Contingent Behavior (Heyes and Heyes, 1999). Η μέθοδος αυτή, αντί να ρωτάει για προθυμία πληρωμής (Willingness to pay, WTP), θέτει υποθετικές ερωτήσεις για δραστηριότητες των καταναλωτών, ώστε έμμεσα να φτάσει στην εκτίμηση της WTP. Οι Heyes and Heyes (1999) εφάρμοσαν για πρώτη φορά την CAM ρωτώντας τους καταναλωτές πόσα επιπλέον χιλιόμετρα θα ήταν διατεθειμένοι να διανύσουν για να επισκεφθούν μια προστατευόμενη φυσική περιοχή, δηλαδή τη λεγόμενη Willingness to Travel (WTT). Με αυτόν τον τρόπο θεωρείται ότι το πλεονέκτημα της CAM είναι ότι μειώνονται οι απαντήσεις διαμαρτυρίας, ενώ, αν και δεν αναφέρεται κάπου στη βιβλιογραφία, είναι πιθανό να μετριάζεται το φαινόμενο του free riding, όπως εμφανίζεται στην Contingent Valuation Method. Η προσέγγιση της CAM ταιριάζει στην παρούσα έρευνα, αφού εξετάζεται πόσα χιλιόμετρα θα ήταν διατεθειμένοι να διανύσουν οι καταναλωτές ώστε να επισκεφθούν μια φάρμα CHOCO. Στους καταναλωτές δόθηκε «Κάρτα αποστάσεων», κατά αναλογία με την κάρτα πληρωμής, στην οποία συμπεριλαμβανόταν και η απόσταση των 0 χιλιομέτρων.

Οι απαντήσεις τους σε αμφότερα τα ερωτηματολόγια επεξεργάστηκαν με μεθόδους περιγραφικής και εφαρμοσμένης στατιστικής με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου IBM SPSS 22.0 (Gray and Kinnear, 2012). Το επίπεδο σημαντικότητας τέθηκε στο 5%.

4. Εμπειρικά Αποτελέσματα

4.1 Αποτελέσματα για την πλευρά της προσφοράς

Όσον αφορά την πλευρά της προσφοράς, ο Πίνακας 1 δείχνει τα βασικά χαρακτηριστικά των απαντήσεων των παραγωγών. Φαίνονται τόσο κάποια γενικά στοιχεία που αφορούν τους παραγωγούς, όσο και στοιχεία που αφορούν τις απόψεις τους για το προϊόν CHOCO και αν θα μπορούσαν να το προσφέρουν στην αγορά. Διαπιστώνεται καταρχήν η μεγάλη ηλικία των παραγωγών, αλλά και η αντίστοιχα μεγάλη εμπειρία τους, κάτι που ήταν επιθυμητό για τους σκοπούς της έρευνας. Όπως φαίνεται, το μεγαλύτερο ποσοστό των experts δεν είχε γνώση για τις φάρμες Choose & Cut στο εξωτερικό, παρόλο που πολύ συχνά κάθε Δεκέμβριο οι ίδιοι ανοίγουν, μετά από ραντεβού με κάποιους ντόπιους καταναλωτές, τις καλλιέργειές τους για να τους κόψουν ένα δέντρο και να τους το πουλήσουν. Δεν ήταν όμως γνώστες της οργανωμένης αυτής προσπάθειας που υπάρχει στο εξωτερικό με την προσφορά αναψυχικών δραστηριοτήτων ταυτόχρονα με τη δυνατότητα επιλογής και υλοτομίας του επιθυμητού δέντρου.

Πίνακας 1: Απαντήσεις της πλευράς της προσφοράς

Απάντηση	**Ποσοστό**
Ηλικία μεγαλύτερη των 56 ετών	62,5%
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση	75%
Εμπειρία στην καλλιέργεια Χριστουγεννιάτικων Δέντρων	75%
Διάμεσο μέγεθος καλλιεργειών	43 στρέμματα
Γνώση για τις φάρμες Choose & Cut	25%
Βρίσκουν ενδιαφέρουσα την πρόταση CHOCO	87,5%
Ενδιαφέρονται να προσφέρουν το προϊόν	75%
Πιθανότητα να έρθει από Θεσσαλονίκη ένας καταναλωτής	55%
Χρειάζονται εργασίες στις καλλιέργειες	50%
Η τιμή του δέντρου ίδια με τη λιανική/μικρότερη από λιανική	50%/50%
Δεν παίζει ρόλο στην τιμή από ποιον θα γίνεται η υλοτομία	100%
Ενδιαφέρονται να αποκτήσουν πιστοποιητικό μηδενικών ρύπων	87,5%
Δεν ενδιαφέρονται να συλλέξουν το δέντρο μετά τα Χριστούγεννα	75%

Φαίνεται, ότι θα ήταν πρόθυμοι να προσφέρουν τη φάρμα CHOCO και να πιστοποιηθούν από κάποιον κατάλληλο ελληνικό φορέα, όπως το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, για την ανθρακική ουδετερότητα της φάρμας τους. Μοιρασμένες είναι οι απόψεις τους για την τιμή που πρέπει να θέσουν στο δέντρο, πάντως δεν θεωρούν ότι πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή που το πωλούν στην πλατεία. Δείχνουν, πάντως, ανεξήγητη απροθυμία να συμβάλλουν στη μεταχριστουγεννιάτικη χρήση του δέντρου, αφού δεν θα ήταν διατεθειμένοι να συλλέξουν τα δέντρα των καταναλωτών τους, ενώ δεν αξιοποιούν τα υλοτομημένα δέντρα που μένουν αδιάθετα.

Τα προβλήματα που κυρίως ανέφεραν οι παραγωγοί ώστε να μπορέσουν να προσφέρουν το προϊόν ήταν:

- Καλλιέργειες μακριά από δημόσιο δρόμο (δύσκολη πρόσβαση)
- Δύσκολη μετακίνηση μέσα στην καλλιέργεια λόγω καιρού
- Αδυναμία συνεννόησης μεταξύ των παραγωγών για προσφορά κοινών δραστηριοτήτων
- Κόστος μετακίνησης για τον καταναλωτή
- Γενικότερη απαξίωση του προϊόντος του ΚΧΔ

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι παραγωγοί προβληματίζονται για διάφορα θέματα τα οποία μπορούν να συμβάλλουν στην αποτυχία προσφοράς του προϊόντος CHOCO. Πολλές από τις καλλιέργειες βρίσκονται μακριά από άσφαλτο και ένας καταναλωτής που θα έχει ένα απλό ΙΧ αυτοκίνητο θα έχει πρόβλημα να προσεγγίσει την περιοχή μέσω χωματόδρομου. Ο δρόμος αυτός, μάλιστα, μπορεί να είναι σε πολύ κακή κατάσταση, εάν έχει βρέξει πριν την προσέλευση του καταναλωτή. Για τον ίδιο λόγο μπορεί να είναι δύσκολη και η μετακίνηση μέσα στην καλλιέργεια λόγω λάσπης. Για να αποφευχθούν αυτά τα προβλήματα, θα πρέπει οι παραγωγοί να κάνουν πολλές εργασίες στις καλλιέργειες, κάτι που δεν φαίνεται ότι είναι διατεθειμένοι προς το παρόν να πραγματοποιήσουν.

Σημαντικό ήταν το γεγονός ότι οι παραγωγοί παραδέχτηκαν πως υπάρχει πρόβλημα συνεννόησης και συνεργασίας μεταξύ τους. Έτσι, θα ήταν ανέφικτο γι αυτούς να προσφέρουν κοινές δραστηριότητες (για παράδειγμα να πάρουν μια πρωτοβουλία για να δίνουν κουπόνια φθηνότερης διαμονής σε ξενοδοχείο της περιοχής). Αντίθετα, όμως, πιστεύουν ότι με άλλους επαγγελματίες, όπως ιδιοκτήτες εστιατορίων και ξενώνων, θα μπορούσαν να συνεργαστούν από μόνοι τους για να προσφέρουν αναψυχικές δραστηριότητες. Τέλος, θεωρούν ότι το κόστος μετακίνησης για τους καταναλωτές θα είναι ένας περιοριστικός παράγοντας για την προσέλευσή τους στις φάρμες CHOCO, ενώ θεωρούν ότι η γενικά χαμηλή αποδοχή που έχει το ΚΧΔ στην Ελληνική κοινωνία δεν θα αλλάξει μέσω αυτής της πρότασης. Έτσι, δίνουν πιθανότητα 55% να προσέλθουν καταναλωτές από τη Θεσσαλονίκη, ενώ πολύ λιγότερη από τις γύρω περιοχές (όπως Πολύγυρο, Αρναία και Νέα Μουδανιά).

4.2 Αποτελέσματα για την πλευρά της ζήτησης

Ο Πίνακας 2 δείχνει τα βασικά χαρακτηριστικά των απαντήσεων των καταναλωτών όσον αφορά το προϊόν CHOCO.

Πίνακας 2: Απαντήσεις της πλευράς της ζήτησης

Απάντηση	**Ποσοστό**
Γυναίκα	43,3%
Ετήσιος εισόδημα 8-16 χιλιάδες € / 16-24 χιλιάδες €	42,9% / 32,1%
Τόπος μόνιμης κατοικίας η Θεσσαλονίκη	54,8%
Ανήκουν σε οικογένεια με παιδιά ανήλικα	33,3%
Δεν έχουν αγοράσει ΚΧΔ κατά το παρελθόν	64,5%
Θα ήταν διατεθειμένοι να ζήσουν την εμπειρία CHOCO ανεξάρτητα αν έχουν αγοράσει ΚΧΔ κατά το παρελθόν	87,1%
Θα ήθελαν να υλοτομήσουν οι ίδιοι το δέντρο	37,9%
Ενδιαφέρονται να πάρουν πιστοποιητικό μηδενικών ρύπων από τη φάρμα / Δεν απάντησαν	51,6% / 54,8%
Ενδιαφέρονται η φάρμα να αξιοποιούσε το δέντρο τους μετά τα Χριστούγεννα	76,7%
Βρίσκουν την ιδέα ως εναλλακτική μορφή υπαίθριας αναψυχής	51,6%

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 2 υπήρξαν συμμετέχοντες τόσο από τη Θεσσαλονίκη, όσο και εκτός Θεσσαλονίκης. Συνολικά το 70% των συμμετεχόντων ανήκαν σε οικογένειες με παιδιά, ενώ το 33,3% σε οικογένειες με ανήλικα παιδιά. Αυτό ήταν σημαντικό για την έρευνα γιατί εκτιμάται ότι οι φάρμες CHOCO θα έχουν μεγαλύτερη αποδοχή σε οικογένειες που ζουν πιο έντονα το κλίμα των Χριστουγέννων, ενώ επιζητούν και την αναψυχή των παιδιών. Μεγάλο ποσοστό, όπως ήταν αναμενόμενο, δεν έχει αγοράσει ΚΧΔ κατά το παρελθόν. Το σημαντικό, όμως, είναι ότι μετά την περιγραφή του τι είναι οι φάρμες CHOCO και ανεξάρτητα της κατά το παρελθόν αγοράς ή όχι ΚΧΔ, οι περισσότεροι συμμετέχοντες απάντησαν ότι θα ήταν πρόθυμοι να επισκεφθούν μια τέτοια φάρμα (Uncertainty coefficient = 0,119, p-value = 0,05 στο όριο της στατιστικής σημαντικότητας). Συνολικά το 80% των

καταναλωτών που στο παρελθόν δεν είχαν αγοράσει ΚΧΔ απάντησε ότι θα ήθελε να επισκεφθεί μια φάρμα CHOCO.

Όσον αφορά τη βασική ερώτηση, την κάρτα αποστάσεων, ο Πίνακας 3 δείχνει τις απαντήσεις των καταναλωτών στο WTT.

Πίνακας 3: Willingness to travel σε φάρμα CHOCO από τους καταναλωτές

Κάρτα αποστάσεων (αποστάσεις μετ' επιστροφής)	**Ποσοστό**
Έως 40 χλμ	30%
41-80 χλμ	26,7%
0 χλμ	23,3%
81-120 χλμ	13,3%
121-160 χλμ	6,7%

Διαπιστώνεται ότι οι περισσότεροι καταναλωτές διατίθενται να διανύσουν μετ' επιστροφής μιαν απόσταση που δεν ξεπερνά τα 40 χλμ, κάτι που επιβεβαιώνει και τη βιβλιογραφία στο εξωτερικό για την πιο συνηθισμένη απόσταση (Florkowska et al., 1992). Η αμέσως πιο δημοφιλής απάντηση, 41-80 χλμ επιβεβαιώνει και πάλι τη βιβλιογραφία ως προς τις μέγιστες αποστάσεις που καλύπτουν κάποιοι καταναλωτές στο εξωτερικό (Guenthner et al., 1991). Παρόλο που το 12,9 % των καταναλωτών δεν θέλουν να επισκεφθούν μια φάρμα CHOCO, το ποσοστό στην απάντηση 0 χλμ σχεδόν διπλασιάζεται. Αυτό δείχνει πιθανά ότι ένα ποσοστό των καταναλωτών παρόλο που θα ήθελε να επισκεφθεί μια φάρμα, δεν έχει τη δυνατότητα για οικονομικούς λόγους να το κάνει. Πάντως, οι καταναλωτές που δεν ήθελαν να πάνε σε μια τέτοια φάρμα απάντησαν ότι το κάνουν κυρίως γιατί δεν τους αρέσει να αγοράζουν ΚΧΔ γενικά.

Συσχετίζοντας με διάφορες παραμετρικές (ανάλυση παλινδρόμησης, πολυμεταβλητή λογιστική παλινδρόμηση, ανάλυση συσχέτισης) και μη παραμετρικές (Mann-Whitney U Test) μεθόδους τη μεταβλητή WTT με άλλες μεταβλητές της ανάλυσης δεν βρέθηκε κάποια σημαντική εξάρτηση. Η WTT ήταν ανεξάρτητη τόσο σε σχέση με τον τόπο κατοικίας του καταναλωτή, όσο και με το αν αγόρασε ή όχι κατά το παρελθόν ΚΧΔ. Ήταν επίσης ανεξάρτητη από το εισόδημα του καταναλωτή, ή από το αν ανήκει σε οικογένεια με παιδιά ή όχι, αν και όχι αναμενόμενο. Όσον αφορά τους κατοίκους της Θεσσαλονίκης, κανένας δεν απάντησε ότι θα ήταν διατεθειμένος να διανύσει περισσότερα από 120 χλμ, μιαν απόσταση που χρειάζεται για να φτάσει και να επιστρέψει από τον Ταξιάρχη Χαλκιδικής που είναι και το πιο πιθανό να λειτουργήσει μια φάρμα CHOCO. Γενικά οι Θεσσαλονικείς εμφάνισαν μια τάση για λιγότερα χιλιόμετρα, αν και αυτό δεν επιβεβαιώθηκε στατιστικά λόγω της μεγάλης τυπικής απόκλισης των απαντήσεων των κατοίκων εκτός Θεσσαλονίκης.

Θέτοντας ως αποστάσεις τις μέσες τιμές των κλάσεων των πέντε κατηγοριών και λαμβάνοντας υπόψη ότι στη βιβλιογραφία έχει εκτιμηθεί το κόστος χρήσης συμβατικού οχήματος στα 10,42 λεπτά του €/χλμ σε τιμές 2007 (Papaspyropoulos et al., 2015), δηλαδή περίπου 12 λεπτά σε τρέχουσες τιμές, έγινε προσπάθεια να εξαχθεί η προθυμία πληρωμής για επίσκεψη στις φάρμες CHOCO ανά καταναλωτή. Ελήφθησαν υπόψη τόσο οι απαντήσεις με τις μηδενικές τιμές, όσο και χωρίς, ενώ διαχωρίστηκαν οι απαντήσεις και ανάμεσα σε Θεσσαλονικείς και μη, αν και όπως έδειξε η ανάλυση δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Να σημειωθεί εδώ ότι δεν ελήφθη υπόψη το κόστος ευκαιρίας για άλλη δραστηριότητα την ημέρα της επίσκεψης, γιατί δεν υπήρχαν συγκρίσιμα στοιχεία. Επίσης, δεν εκτιμήθηκε ο χρόνος που δαπανά ο καταναλωτής ως κόστος, γιατί θεωρήθηκε ότι πηγαίνει σε μια δραστηριότητα για αναψυχικούς λόγους που δεν του στερεί το χρόνο από την εργασία του. Με βάση τα παραπάνω, ο Πίνακας 4 δίνει τη μέση προθυμία πληρωμής με το 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης για επίσκεψη σε μια φάρμα CHOCO για διάφορες περιπτώσεις.

Πίνακας 4: Willingness to pay των καταναλωτών για επίσκεψη σε φάρμα CHOCO

Περίπτωση προθυμίας πληρωμής	Μέση τιμή (€)	95% ΔΕ (€)
Συνολικά για όλο το δείγμα με τα 0 χλμ	5,36	3,47 – 7,25
Κάτοικοι Θεσσαλονίκης (με 0 χλμ)	3,95	2,05 – 5,85
Κάτοικοι εκτός Θεσσαλονίκης (με 0 χλμ)	7,20	3,50 – 10,90
Συνολικά για όλο το δείγμα χωρίς τα 0 χλμ	6,99	4,97 – 9,02
Κάτοικοι Θεσσαλονίκης (χωρίς 0 χλμ)	5,60	3,61 – 7,59
Κάτοικοι εκτός Θεσσαλονίκης (χωρίς 0 χλμ)	8,51	4,67 – 12,35

Τα ποσά του Πίνακα 4 μπορούν να κριθούν ως αρκετά υψηλά αν λάβουμε υπόψη παλιότερη εργασία του πρώτου συγγραφέα που έδειχνε ότι σε τρέχουσες τιμές οι καταναλωτές είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν 3,26 € απλά για να επισκεφθούν το Αισθητικό Δάσος Κουρί στον Αλμυρό Βόλου (Papaspyropoulos and Pappas, 2008), ενώ οι Togridou et al. (2006) εκτίμησαν μέση τιμή προθυμίας πληρωμής 7,15 €/επισκέπτη σε τρέχουσες τιμές για επίσκεψη στο Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο της Ζακύνθου, μια από τις πιο σημαντικές προστατευόμενες περιοχές της χώρας. Εδώ πρέπει να γίνει κατανοητό ότι ένας επισκέπτης σε μια φάρμα CHOCO, αφού θα έχει επωμιστεί με το κόστος της επίσκεψης, είναι εις γνώσιν του ότι θα επωμιστεί και με το κόστος αγοράς δέντρου, που ανέρχεται σε 25-30 € τουλάχιστον. Φυσικά για όλα τα παραπάνω πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο μικρός αριθμός συμμετεχόντων στην έρευνα. Μελλοντική συμπλήρωση και άλλων ερωτηματολογίων μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση των αποτελεσμάτων.

5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η πλευρά της προσφοράς και της ζήτησης για τις φάρμες CHOCO, ένα προϊόν για εναλλακτικό τρόπο διάθεσης των ΚΧΔ στην Ελλάδα. Από την πλευρά της προσφοράς, δηλαδή τους παραγωγούς, υπάρχει διάθεση για παροχή του συγκεκριμένου προϊόντος, αρκεί να λυθούν σημαντικά προβλήματα στις καλλιέργειες, όπως η πρόσβαση σε αυτές, αλλά και η δυνατότητα παροχής αναψυχικών δραστηριοτήτων. Οι παραγωγοί ενδιαφέρονται να λαμβάνουν πιστοποιητικό ανθρακικής ουδετερότητας και να το δίνουν στους καταναλωτές. Δεν ενδιαφέρονται, όμως, να συμβάλλουν στην αξιοποίηση του δέντρου μετά τα Χριστούγεννα κάτι που φάνηκε πως ήταν πολύ σημαντικό και ήθελαν οι καταναλωτές. Όσον αφορά τους τελευταίους, δηλαδή την πλευρά της ζήτησης, αυτοί έδειξαν υψηλή προθυμία για μετακίνηση σε μια τέτοια φάρμα. Τα χιλιόμετρα που πρέπει να διανύσουν είναι στο διεθνή μέσο όρο. Οι κάτοικοι της Θεσσαλονίκης δεν φαίνεται να είναι διατεθειμένοι να διανύσουν μια απόσταση περίπου 140 χλμ μετ' επιστροφής για να επισκεφθούν μια φάρμα CHOCO, αν και το πιο πιθανό είναι να βρίσκεται σε τέτοια απόσταση από τον τόπο κατοικίας τους. Η προθυμία πληρωμής εκτιμήθηκε μεγαλύτερη για τους κατοίκους εκτός Θεσσαλονίκης, αν και δεν ήταν στατιστικά σημαντική η διαφορά. Θα πρέπει να υπάρξουν και άλλες απαντήσεις, για να διαπιστωθεί εάν αυτές οι τάσεις είναι πραγματικές και όχι τυχαίες.

Ευχαριστίες

Το έργο εντάσσεται στην Πράξη «Εκπόνηση σχεδίων Ερευνητικών & Τεχνολογικών Αναπτυξιακών έργων Καινοτομίας (ΑγροΕΤΑΚ)» με MIS 453350, στο πλαίσιο του ΕΠ «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, ΕΣΠΑ 2007-2013. Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους και συντονίζεται από τον ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης / Υπεύθυνος Παρακολούθησης: Δρ. Νικόλαος Γρηγοριάδης.

Βιβλιογραφία

Anderson, K. (1987). On why agriculture declines with economic growth. Agricultural Economics, 1(3), 195-207.

Bailey, A., Williams, N., Palmer, M., & Geering, R. (2000). The farmer as service provider: the demand for agricultural commodities and equine services. Agricultural Systems, 66(3), 191-204.

Florkowska MA, Lindstrom OM, Florkowski WJ. (1992). Attitudes and perceptions of choose-and-cut Christmas tree consumers. HortScience, 27(11): 1175.

Gray, C. D., & Kinnear, P. R. (2012). IBM SPSS statistics 19 made simple. Psychology Press.

Guenthner, J. F., White, D. R., & Levi, A. E. (1991). Christmas tree marketing. University of Idaho, Cooperative Extension System, Agricultural Experiment Station, College of Agriculture.

Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. Field methods, 18(1), 59-82.

Heyes, C., & Heyes, A. (1999). Willingness to pay versus willingness to travel: Assessing the recreational benefits from Dartmoor National Park. Journal of Agricultural Economics, 50(1), 124-139.

Johnson, B. & Turner, L.A. (2003). Data collection strategies in mixed methods research. Handbook of mixed methods in social and behavioral research.

Larson RB. 2004. Christmas Tree Marketing: Product, Price, Promotion, and Place Tactics. Journal of forestry, 102(4), 40-45.

Maughan, B. A. R. B. A. R. A. (2004). Investigator-based interviews. International Journal of Market Research, 46(1), 99-102.

Nzokou P, Leefers LA. (2007). Costs and returns in Michigan Christmas tree production, 2006. Michigan State University Extension. MSUE Extension bulletinE-2999, East Lansing.

Papaspyropoulos K., Christodoulou A., Blioumis V., (2008). The status of Christmas Tree Market in Greece, in Thomsen, I.M., Rasmussen, H.N. & Sørensen, J.M.(Eds.) 2008: Proceedings of the 8th International Christmas Tree Research and Extension Conference. Forest & Landscape Working Papers No. 26-2008, 145pp. Forest & Landscape Denmark, Hørsholm, pp. 107-111.

Papaspyropoulos, K. G., & Pappas, I. A. (2008). Visitors' profile and their perceptions of the aesthetic forest Kouri of Almyros, Greece. In Proceedings (in CD) of the 6th European Conference on Ecological Restoration, Ghent.

Papaspyropoulos, K. G., Sokos, C. K., & Birtsas, P. K. (2015). The impacts of a wildfire on hunting demand: a case study of a Mediterranean ecosystem. iForest-Biogeosciences and Forestry, 8(1), 95

Togridou, A., Hovardas, T., & Pantis, J. D. (2006). Determinants of visitors' willingness to pay for the National Marine Park of Zakynthos, Greece. Ecological Economics, 60(1), 308-319.

Παπασπυρόπουλος Κ., Μπλιούμης Β., Χριστοδούλου Α., (2008). Πραγματικότητα και προοπτικές της καλλιέργειας Χριστουγεννιάτικων Δένδρων στην Ελλάδα. Συνέδριο JeanMonnet, Βέροια. Σελ 215-233.

Χριστοδούλου Α, Β. Μπλιούμης, Ι. Παπαδόπουλος και Ν. Στάμου, (1992). Ναι στο Χριστουγεννιάτικο Δένδρο, Οικονομικός Ταχυδρόμος (2-1-92).

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ

Α/Α	Συμμετέχοντες Φορείς – ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ
1	Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Ηνωμένο Βασίλειο
2	Ανωτάτη Εκκλησιαστική Ακαδημία Αθήνας
3	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή
4	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος
5	Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος,
6	Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
7	Δήμος Θεσσαλονίκης, Διεύθυνση Αστικού Σχεδιασμού & Αρχιτεκτονικών Μελετών, Τμήμα Μελετών Δημοτικών Κτιρίων & Κοινόχρηστων Χώρων
8	Δήμος Κομοτηνής, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών
9	Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης
10	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Βιομηχανικής & Ενεργειακής Οικονομίας
11	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών
12	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
13	Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ" Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης
14	Εργαστήριο. Δασικής Πληροφορικής, Σχολή Γεωπονίας και Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
15	Εργαστήριο Επιχειρησιακής Περιβαλλοντικής Πολιτικής & Διαχείρισης, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
16	Εργαστήριο Επιχειρησιακών Ερευνών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
17	Εργαστήριο Κλιματολογίας και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
18	Εργαστήριο Μηχανικής Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά
19	Εργαστήριο Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιώς
20	Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων (ΕΔΚΑ) ΤΜΧΠΠΑ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
21	Εργαστήριο Ιχθυολογίας και της Υδροβιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
22	Εργαστήριο Ωκεανογραφίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

23	Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών
24	Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος
25	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
26	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών,
27	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών
28	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή
29	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
30	Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων και Δημόσιας Διοίκησης
31	Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών
32	Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Βιολογίας, Σπουδαστήριο Περιβαλλοντικής Ηθικής
33	Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών
34	Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Σχολή Οικονομικών, Επιχειρηματικών και Διεθνών Σπουδών, Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών
35	Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης και Διεθνών Σχέσεων
36	Πάντειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικονομικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης, Ινστιτούτο Αστικού Περιβάλλοντος και Ανθρώπινου Δυναμικού
37	ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων
38	ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Διοίκησης & Οικονομίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων
39	ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής
40	Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Σχολή Περιβάλλοντος, Γεωγραφίας & Εφαρμοσμένων Οικονομικών, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας
41	Université Montesquieu - Bordeaux IV - Centre de droit comparé du travail et de la sécurité sociale (COMPTRASEC)
42	48° Δημοτικό Σχολείο Πατρών

Συμμετέχοντες Ακαδημαϊκοί - Ερευνητές

Α/Α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ/ΦΟΡΕΑΣ
1	Αρβανιτίδης Πασχάλης	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
2	Αστερίου Δημήτριος	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
3	Ατσαλής Αθανάσιος	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
4	Βάσσιος Δημήτριος	Δήμος Θεσσαλονίκης
5	Βαφείδης Δημήτριος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
6	Γαλάνη Γεωργία	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
7	Γαλάνης Αθανάσιος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
8	Γαρίνη Παναγιώτα	48ο Δημοτικό Σχολείο Πατρών
9	Γκαργκαβούζη Αναστασία	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
10	Γκάφας Γεώργιος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
11	Γκολομάζου Ελένη	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
12	Γρηγοριάδης Νικόλαος	Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών
13	Δαγούμας Αθανάσιος	Πανεπιστήμιο Πειραιώς
14	Δεληγιάννη Χριστίνα	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
15	Δημητρίου Αντώνιος	Αναπτυξιακή Δυτικής Μακεδονίας ΑΕ
16	Δήμου Ανδρέας	Πανεπιστήμιο Κύπρου
17	Δριτσάκη Χάϊδω	ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας
18	Δρίτσας Σοφοκλής	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
19	Εξαδάκτυλος Αθανάσιος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
20	Ευαγγελινός Κωνσταντίνος	Πανεπιστήμιο Αιγαίου
21	Ζέρβας Ευθύμιος	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
22	Ζουμπουλάκης Μιχαήλ	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
23	Ιατρίδης Μηνάς	*Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας*
24	Κάβουρας Μενέλαος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
25	Καΐκα Δήμητρα	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
26	Κακαρελίδης Γεώργιος	ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος
27	Καλημέρης Παναγιώτης	Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών
28	Καραμανώλης Δημήτριος	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
29	Καραμήτρος Γρηγόρης	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
30	Καρατζόγλου Βενιαμίν	Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
31	Κοκκώσης Χάρης	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
32	Κολιδάκης Δημήτριος	Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Δήμου Κομοτηνής
33	Κόλλιας Χρήστος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
34	Κολτσακλής Νικόλαος	Πανεπιστήμιο Πειραιώς
35	Κοτσίρη Ζωή	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

36	Κουνετάς Κωνσταντίνος	Πανεπιστήμιο Πατρών
37	Κουτσούκης Νικήτας-Σπύρος	Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
38	Λατινόπουλος Διονύσιος	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
39	Λεφάκης Παναγιώτης	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
40	Μαλανδράκης Εμμανουήλ	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
41	Μαντζανάς Μιχαήλ	Ανωτάτη Εκκλησιαστική Ακαδημία Αθήνας
42	Ματθόπουλος Δημήτριος	Πανεπιστήμιο Πατρών
43	Ματούζη Αναστασία	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
44	Ματσιώρη Στεριανή	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
45	Μέντης Χαράλαμπος	Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών
46	Μοιρασγεντής Σεβαστιανός	Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
47	Μουστρής Κωνσταντίνος	ΤΕΙ Πειραιά
48	Μπαμπάτσου Χριστίνα	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
49	Μπίθας Κωνσταντίνος	Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών
50	Μποτζώρης Γεώργιος	Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
51	Μπούσης Αλέξανδρος	Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
52	Νασιώκα Φωτεινή	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
53	Νάστος Παναγιώτης	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
54	Νεοφύτου Χρήστος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
55	Νικόλαος Ηλιού	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
56	Νικολάου Ιωάννης	Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
57	Ντανταλή Όλγα	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
58	Οικονόμου Γιώργος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
59	Παϊζάνος Επαμεινώνδας	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
60	Παλάσκας Δημήτρης	Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός "ΔΗΜΗΤΡΑ"
61	Παλιατσός Αθανάσιος	ΤΕΙ Πειραιά
62	Παναγιωτάκη Παναγιώτα	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
63	Παντελαίου Ιωάννα	Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
64	Παπαδάμου Στέφανος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
65	Παπασπυρόπουλος Κων/νος	Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών και ΑΠΘ
66	Παρασκευόπουλος Στέφανος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
67	Προϊκάκη Μαρίνα	Πανεπιστήμιο Αιγαίου
68	Προφυλλίδης Βασίλειος	Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
69	Πρώϊας Γεώργιος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
70	Ροδίτη Κυριακούλα	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
71	Σαρδιανού Ελένη	Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
72	Σερδάρης Παναγιώτης	ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας
73	Σιάχος Δημήτριος	Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

74	Σκουλούδης Αντώνιος	Πανεπιστήμιο Αιγαίου
75	Σκούρας Δημήτριος	Πανεπιστήμιο Πατρών
76	Σοφούλης Κωνσταντίνος	Πανεπιστήμιο Αιγαίου
77	Τζιβινίκος Τρύφων	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
78	Τζόουνς Νικολέτα	Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ηνωμένο Βασίλειο
79	Τουρκολιάς Χρήστος	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας και ΕΜΠ
80	Τσεκούρας Κωνσταντίνος	Πανεπιστήμιο Πατρών
81	Τσιλίκα Κυριακή	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
82	Τσιριμώκος Χρήστος	Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών
83	Τυλλιανάκης Εμμανουήλ	Πανεπιστήμιο Πατρών
84	Φλέερης Γεώργιος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
85	Χάλκος Γεώργιος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
86	Χατζησταμούλου Νικόλαος	Πανεπιστήμιο Πατρών
87	Ψαλτόπουλος Δημήτριος	Πανεπιστήμιο Πατρών
88	Ψαριανός Ιάκωβος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΧΟΡΗΓΟΙ 3ου Συνεδρίου

GENESIS pharma

1919 bristot®

espresso italiano dal 1919

ΕΨΑ ΠΙΕΣ

Η μετακίνηση της ερευνητικής ομάδας του Καθηγητή Κ. Μπίθα με σκοπό τη διάχυση των αποτελεσμάτων χρηματοδοτήθηκε από τα ακόλουθα ερευνητικά προγράμματα

A. LIFE CLIMATREE (LIFE14 CCM/GR/635 CLIMATREE)

Project Title: A novel approach for accounting & monitoring carbon sequestration of tree crops and their potential as carbon sink areas (CLIMATREE)

Coordinating Beneficiary: Institute of Urban Environment and Human Resources, Panteion University

Associated Beneficiaries: Agricultural University of Athens, The Spanish National Research Council, University of Basilicata in Italy, Research Committee - University of Western Macedonia, TERRA NOVA Ltd Environmental Engineering Consultancy

Project Duration: 07/15 – 06/19

Summary of the Project:

The ClimaTree project aims to contribute towards the development of a novel methodology and an innovative tool for the quantification of carbon storage in permanent tree-crops. The European Parliament and the Council have invited the Commission to assess the possibilities for inclusion of LULUCF into the EU's climate policy and if necessary put forward a legislative proposal (Article 9 of Decision 406/2009/EC).

The primary objectives of ClimaTree are:

a) to improve and update the estimated carbon sink accounting within EU through the inclusion of the calculated tree-crop capacity (CO_2 t/y)

b) to estimate the socioeconomic benefit of tree crops' carbon storage and to evaluate the economic dimensions under different climatic and economic scenarios

c) to improve the design and efficacy of Union environmental and climate policy and legislation

d) to act as a catalyst for, and promote, the integration and mainstreaming of carbon sink objective into Agricultural Sector and its Stakeholders and Decision makers

e) to provide a more accurate and increased baseline for carbon sink, and to improve this way the knowledge base for the monitoring and evaluation of effective climate change mitigation actions and measures

f) to improve Agricultural and Environmental Policies at the micro level and to provide a tool for supporting the evaluation of investments related to tree crops.

B. Project Title: LIFE CONOPS - Development & demonstration of management plans against -the climate change enhanced- invasive mosquitoes in S. Europe

Coordinating Beneficiary:

BENAKI PHYTOPATHOLOGICAL INSTITUTE

Associated Beneficiaries: Research University Institute of Sustainable Development and Human Resources/ Urban Environment and Human Resources (UEHR), Panteion University, Agricultural University of Athens, Azienda Sanitaria Locale Cesena, Azienda Unità Sanitaria Locale Ravenna, Centro Agricoltura Ambiente "G.Nicoli" S.R.L., NCSR DEMOKRITOS, ONEX Hellenic-Services Provision Private Company-Security Systems, TERRA NOVA ENVIRONMENTAL ENGINEERING CONSULTANCY Ltd, Regione Emilia-Romagna–Public Health Service

Project Duration: 07/13 – 12/17

Summary of the Project:

The LIFE CONOPS project aims to draw up integrated management plans for the effective and environmentally-friendly control of invasive mosquito species (IMS), preventing their entry, spread and establishment across Europe.

Specific objectives include: The identification and characterisation of the current status of the IMS problem in terms of its entomological, environmental and socio-economic dimensions; Assessment of the environmental parameters that affect the establishment of IMS in European territories; The identification, listing and geo-reference of areas (in Greece and Italy) identified to be at high/medium/low risk of introduction and establishment of IMS; The development, optimisation and implementation of a novel monitoring device (prototype) at selected high-risk areas in Greece and Italy; The development and implementation of management plans that aim to confront the IMS threat at selected high-risk areas in Greece and Italy.

Expected results: The project expects to achieve the following results: A network of 12 prototype devices for the monitoring (surveillance) of the IMS population in selected areas of Greece and Italy; and The development of integrated management plans for combating the IMS problem now and in the future, based on climatic and environmental projections.

UEHR role: UEHR is responsible for the identification of the socioeconomic impact of the problem of invasive mosquitoes and the socioeconomic assessment of the produced management plans.

Contact Person: Prof. Bithas Kostas
Address: 14 Aristotelous str., PC-17671, Athens, Greece Tel: +30 210 9247450 Fax: +30 210 9248781
E-mail: kbithas@eesd.gr EESD Web Page: www.eesd.gr UEHR Web Page: www.uehr.gr