



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Διπλωματική Εργασία

«Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Ιεράρχηση των
Μέτρων Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή στον
Τομέα των Μεταφορών»



Μαρία Σκιαδά

Επιβλέπουσα

Παπαδοπούλου Μ., Αναπλ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

Αφιερώνεται

*στους γονείς μου
Νίκο και Λένα,*

*στον αδερφό μου
Σπύρο,*

στον Τζώννυ, την Κλεοπάτρα και την Ελευθερία

ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το παρόν τεύχος με τίτλο «Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Ιεράρχηση των Μέτρων Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή στον Τομέα των Μεταφορών» αποτελεί διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε στο πλαίσιο ολοκλήρωσης του προπτυχιακού κύκλου σπουδών μου στη Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η ανάθεση του θέματος της διπλωματικής πραγματοποιήθηκε από την κα. Μαρία Παπαδοπούλου, Αναπλ. Καθηγήτρια του Τομέα Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού.

Ο Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός ασχολείται με ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών πεδίων, ανάμεσα στα οποία συγκαταλέγεται η γεωδαισία, η φωτογραμμετρία, η τηλεπισκόπηση, ο χωρικός σχεδιασμός, το περιβάλλον, η διαχείριση των υδατικών πόρων, το κτηματολόγιο, τα συγκοινωνιακά και πλήθος άλλων. Μάλιστα, η διείσδυση των σύγχρονων τεχνολογιών στα αντικείμενα ενασχόλησης του Τοπογράφου Μηχανικού, έχει συντελέσει σημαντικά στη διεύρυνση των αντικειμένων αυτών και έχει προσδώσει σε αυτά νέες ενδιαφέρουσες διαστάσεις. Όσον αφορά στον τομέα της διαχείρισης των φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος, η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών και μεθόδων παρατήρησης γης στο επιστημονικό φάσμα του Αγρονόμου και Τοπογράφου Μηχανικού συνεισφέρουν σημαντικά στη δυνατότητα διαμόρφωσης μιας ολοκληρωμένης προσέγγισής τους και στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων με σκοπό την ορθολογική διαχείρισή τους.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα. Μαρία Παπαδοπούλου για την καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας καθώς και για τις καίριες παρατηρήσεις και επισημάνσεις της σε όλα τα στάδια εκπόνησής της. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Θωμά Χατζηχρήστο, μέλος Ε.Ε.Δ.Ι.Π. Ε.Μ.Π., για τη χορήγηση των απαραίτητων δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στο λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράσταση και στήριξή τους, που με συνοδεύει από την αρχή των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ	9
Περίληψη	10
Abstract... ..	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1. Κλιματική Αλλαγή.....	12
1.1.1. Αίτια κλιματικής αλλαγής.....	12
1.1.2. Συνέπειες κλιματικής αλλαγής.....	16
1.1.3. Αντιμετώπιση κινδύνου κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο	22
1.1.4. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε ευρωπαϊκό επίπεδο	27
1.1.5. Τομείς προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.....	29
1.1.6. Ελληνική πολιτική.....	32
1.2. Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στις Μεταφορές	32
1.3. Μέτρα Προσαρμογής.....	34
1.4. Καθορισμός Στόχου.....	37
1.5. Διάρθρωση Εργασίας.....	37
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	39
2.1. Περιγραφή Ευρύτερης Περιοχής Μελέτης	39
2.1.1. Θέση	39
2.1.2. Διοικητική διάρθρωση	40
2.1.3. Καθορισμός περιοχής μελέτης.....	40
2.2. Καταγραφή Φυσικού Περιβάλλοντος.....	41
2.2.1. Μορφολογία.....	41
2.2.2. Υδρογραφικό δίκτυο.....	42
2.2.3. Κλίμα.....	43
2.2.4. Τεκτονική – Σεισμικότητα.....	43
2.2.5. Ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά	44
2.2.6. Χλωρίδα	46
2.2.7. Πανίδα	47
2.3. Καταγραφή Ανθρωπογενούς Περιβάλλοντος.....	47
2.3.1. Πληθυσμιακά χαρακτηριστικά	47
2.3.1. Οικονομική δομή	49
2.3.2. Χρήσεις γης.....	51

2.4.	Δίκτυα Μεταφορών.....	52
2.4.1.	Οδικό δίκτυο.....	52
2.4.2.	Αστικές συγκοινωνίες.....	54
2.4.3.	Λιμάνια.....	56
2.4.4.	Αεροδρόμια.....	57
3.	ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	58
3.1.	Πολυκριτηριακή ανάλυση.....	58
3.1.1.	Πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας (Multiattribute Utility Theory)...	60
3.2.	Μέτρα Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή	62
3.2.1.	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	63
3.2.2.	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων και ποδηλατοδρόμων.....	64
3.2.3.	Επέκταση δικτύου Μέσων Μαζικής Μεταφοράς	64
3.2.4.	Μεταφορά παράκτιων δρόμων.....	64
3.2.5.	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων στο οδικό δίκτυο	64
3.2.6.	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	65
3.3.	Κριτήρια αξιολόγησης.....	65
3.4.	Περιγραφή Πολυκριτηριακής Ανάλυσης	66
3.5.	Απόδοση βαρών.....	71
3.6.	Εναλλακτικά σενάρια	74
3.6.1.	Σενάριο Α – Ισοβαρών Κριτηρίων	75
3.6.2.	Σενάριο Β – Περιβαλλοντικό Σενάριο.....	75
3.6.3.	Σενάριο Γ – Οικονομικό Σενάριο	77
3.6.4.	Σενάριο Δ – Κοινωνικό Σενάριο.....	78
4.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	81
4.1.	Αποτελέσματα σεναρίου Α – Ισοβαρών κριτηρίων.....	81
4.2.	Αποτελέσματα σεναρίου Β – Περιβαλλοντικό Σενάριο.....	83
4.3.	Αποτελέσματα σεναρίου Γ – Οικονομικό Σενάριο	85
4.4.	Αποτελέσματα σεναρίου Δ – Κοινωνικό Σενάριο	87
4.5.	Συσχέτιση με Δείκτες Αστικών Συγκοινωνιών	90
4.6.	Ανάλυση Ευαισθησίας	90
4.6.1.	Ανάλυση ευαισθησίας σεναρίου Β – Περιβαλλοντικό σενάριο	90
4.6.2.	Ανάλυση ευαισθησίας σεναρίου Γ – Οικονομικό σενάριο	95
4.6.3.	Ανάλυση ευαισθησίας σεναρίου Δ – Κοινωνικό σενάριο.....	99
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	101
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	103
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΡΤΩΝ	107

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1: Επίπεδα CO ₂ στην ατμόσφαιρα της Γης	17
Διάγραμμα 1.2: Επίπεδα CO ₂ στην ατμόσφαιρα της Γης για το διάστημα 2005-2014	17
Διάγραμμα 1.3: Θερμοκρασιακές αλλαγές για το διάστημα 1880-2013 σε μέσες θερμοκρασίες	18
Διάγραμμα 1.4: Μέση μηνιαία έκταση των πάγων της Αρκτικής θάλασσας για το διάστημα 1979-2013.	19
Διάγραμμα 1.5: Μεταβολή στη μάζα των πάγων της Ανταρκτικής	20
Διάγραμμα 1.6: Μεταβολή στη μάζα των πάγων της Γροιλανδίας.....	20
Διάγραμμα 1.7: Μεταβολής της στάθμης της θάλασσας, δορυφορικές παρατηρήσεις	21
Διάγραμμα 1.8: Μεταβολής της στάθμης της θάλασσας, δεδομένα παλιρροϊόμετρου	21
Διάγραμμα 2.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη περιφέρειας Αττικής, Απογραφή 2011.....	48
Διάγραμμα 2.2: Κατανομή πληθυσμού ανά περιφερειακή ενότητα, Απογραφή 2011	48
Διάγραμμα 2.3: Κατανομή πληθυσμού ανά κατηγορία, Απογραφή 2011	49
Διάγραμμα 2.4: Οικονομικά ενεργός και μη ενεργός πληθυσμός περιφέρειας Αττικής, Απογραφή 2011	50
Διάγραμμα 4.1: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο σενάριο ισοβαρών κριτηρίων	81
Διάγραμμα 4.2: Απόδοση μέτρων ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης στο σενάριο ισοβαρών κριτηρίων	82
Διάγραμμα 4.3: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο περιβαλλοντικό σενάριο	84
Διάγραμμα 4.4: Απόδοση μέτρων ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης στο περιβαλλοντικό σενάριο.....	84
Διάγραμμα 4.5: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο οικονομικό σενάριο	86
Διάγραμμα 4.6: Απόδοση μέτρων ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης στο οικονομικό σενάριο	86
Διάγραμμα 4.7: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο κοινωνικό σενάριο	88
Διάγραμμα 4.8: Απόδοση μέτρων ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης στο κοινωνικό σενάριο	88
Διάγραμμα 4.9: Συγκριτική κατάταξη μέτρων.....	89
Διάγραμμα 4.10: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - περιβαλλοντικό σενάριο.....	94
Διάγραμμα 4.11: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - περιβαλλοντικό σενάριο.....	94
Διάγραμμα 4.12: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - περιβαλλοντικό σενάριο.....	95

Διάγραμμα 4.13: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - περιβαλλοντικό σενάριο.....	95
Διάγραμμα 4.14: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - οικονομικό σενάριο	98
Διάγραμμα 4.15: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - οικονομικό σενάριο	98
Διάγραμμα 4.16: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - οικονομικό σενάριο	99
Διάγραμμα 4.17: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - οικονομικό σενάριο	99
Διάγραμμα 4.18: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - κοινωνικό σενάριο	100
Διάγραμμα 4.19: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - κοινωνικό σενάριο	100
Διάγραμμα 4.20: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - κοινωνικό σενάριο	100
Διάγραμμα 4.21: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - κοινωνικό σενάριο	100

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2-1: Γεωγραφική θέση της ευρύτερης περιοχής μελέτης.....	39
Εικόνα 2-2: Ζώνες σεισμικότητας.....	44
Εικόνα 3-1: Καθορισμός «εναλλακτικών λύσεων»	66
Εικόνα 3-2: Περιγραφή κριτηρίων αξιολόγησης.....	67
Εικόνα 3-3: Συγκριτική αξιολόγηση των κριτηρίων στο περιβαλλοντικό σενάριο.....	75
Εικόνα 3-4: Συγκριτική αξιολόγηση των κριτηρίων στο οικονομικό σενάριο	77
Εικόνα 3-5: Συγκριτική αξιολόγηση των κριτηρίων στο κοινωνικό σενάριο	79
Εικόνα 4-1: Υπόμνημα διαγραμμάτων ανάλυσης ευαισθησίας, περιβαλλοντικό σενάριο	95
Εικόνα 4-2: Υπόμνημα διαγραμμάτων ανάλυσης ευαισθησίας, οικονομικό σενάριο	99
Εικόνα 4-3: Υπόμνημα διαγραμμάτων ανάλυσης ευαισθησίας, κοινωνικό σενάριο	100

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1-1: Προέλευση των κυριότερων θερμοκηπικών αερίων	15
Πίνακας 1-2: Τομείς προσαρμογής και αντίστοιχα εθνικά σχέδια προσαρμογής.....	30
Πίνακας 1-3: Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στον τομέα των μεταφορών	33
Πίνακας 1-4: Μέτρα προσαρμογής ανά σχέδιο προσαρμογής	35
Πίνακας 1-5: Μέτρα προσαρμογής ανά χώρα.....	36
Πίνακας 2-1: Περιοχές προστασίας Αττικής	45

Πίνακας 2-2: Βιότοποι Αττικής	45
Πίνακας 2-3: Καταφύγια άγριας ζωής Αττικής	46
Πίνακας 2-4: Οικονομικός ενεργός πληθυσμός περιφέρειας Αττικής και παραγωγικοί τομείς, Απογραφή 2011.....	50
Πίνακας 2-5: Ποσοστιαία κατανομή κυριότερων χρήσεων γης στο Δ. Αθηναίων, την ΕΠΑ και την Ελλάδα	51
Πίνακας 2-6: Ιεράρχηση οδών κυρίου οδικού δικτύου περιοχής μελέτης	53
Πίνακας 2-7: Τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των ΜΜΜ.....	55
Πίνακας 3-1: Μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στον τομέα των μεταφορών	63
Πίνακας 3-2: Τέλη κυκλοφορίας ανά γραμμάριο εκπομπών CO ₂	70
Πίνακας 3-3: Πίνακας «επιπτώσεων»	71
Πίνακας 3-4: Τιμές δείκτη RI για διαφορετικές τιμές του N.....	74
Πίνακας 3-5: Πίνακας απόφασης στο περιβαλλοντικό σενάριο	76
Πίνακας 3-6: ΑHP προτεραιότητες στο περιβαλλοντικό σενάριο	76
Πίνακας 3-7: Βάρη κριτηρίων στο περιβαλλοντικό σενάριο	76
Πίνακας 3-8: Πίνακας απόφασης στο οικονομικό σενάριο.....	77
Πίνακας 3-9: ΑHP προτεραιότητες στο οικονομικό σενάριο.....	78
Πίνακας 3-10: Βάρη κριτηρίων στο οικονομικό σενάριο.....	78
Πίνακας 3-11: Πίνακας απόφασης στο κοινωνικό σενάριο.....	79
Πίνακας 3-12: ΑHP προτεραιότητες στο κοινωνικό σενάριο.....	79
Πίνακας 3-13: Βάρη κριτηρίων στο κοινωνικό σενάριο	80
Πίνακας 4-1: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο σενάριο ισοβαρών κριτηρίων ..	83
Πίνακας 4-2: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο περιβαλλοντικό σενάριο	85
Πίνακας 4-3: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο οικονομικό σενάριο	87
Πίνακας 4-4: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο κοινωνικό σενάριο	89
Πίνακας 4-5: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - περιβαλλοντικό σενάριο.....	91
Πίνακας 4-6: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - περιβαλλοντικό σενάριο.....	92
Πίνακας 4-7: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - περιβαλλοντικό σενάριο.....	93
Πίνακας 4-8: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - περιβαλλοντικό σενάριο.....	94
Πίνακας 4-9: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - οικονομικό σενάριο	96
Πίνακας 4-10: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - οικονομικό σενάριο	96
Πίνακας 4-11: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - οικονομικό σενάριο	97
Πίνακας 4-12: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - οικονομικό σενάριο	98

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Καλλικρατικοί Δήμοι περιοχής μελέτης	108
Χάρτης 2: Χρήσεις γης περιοχής μελέτης	109
Χάρτης 3: Υδατικά συστήματα περιοχής μελέτης.....	110
Χάρτης 4: Δίκτυο Μέσων Μαζικής Μεταφοράς περιοχής μελέτης.....	111
Χάρτης 5: Ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης	112
Χάρτης 6: ΙΧ ανά νοικοκυριό στην περιοχή μελέτης.....	113
Χάρτης 7: Σημεία εξυπηρέτησης αστικών συγκοινωνιών στην περιοχή μελέτης	114
Χάρτης 8: Οχηματοχιλιόμετρα και κάτοικοι ανά οχηματοχιλιόμετρο στην περιοχή μελέτης	115
Χάρτης 9: Μήκος γραμμών αστικών συγκοινωνιών προς μήκος οδικού δικτύου στην περιοχή μελέτης	116
Χάρτης 10: Μορφολογία εδάφους περιοχής μελέτης – Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους	117

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη για την ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στον τομέα των μεταφορών για μια συγκεκριμένη περιοχή μελέτης. Ο στόχος της μελέτης αφορά στη διερεύνηση για την εύρεση της καταλληλότερης ιεραρχίας μέτρων, που εξυπηρετεί το σκοπό της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή σε ό,τι αφορά στις μεταφορές για τη δεδομένη περιοχή μελέτης.

Πιο συγκεκριμένα, περιοχή μελέτης (Case study) αποτέλεσε η περιοχή της Αττικής. Για την ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής, πραγματοποιήθηκε σε πρώτη φάση εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση των προτεινόμενων μέτρων και πολιτικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Στη συνέχεια, απαραίτητη κρίθηκε η περιγραφή της Αττικής ως προς τα φυσικά και τα ανθρωπογενή χαρακτηριστικά της όπως επίσης και η ανάλυση δεικτών που σχετίζονται με τις υφιστάμενες μεταφορικές υποδομές της περιοχής, προκειμένου να διαπιστωθεί ποιιά απο το σύνολο των προτεινόμενων μέτρων δύνανται να βρουν πεδίο εφαρμογής στην Αττική. Τα παραπάνω στοιχεία χαρτογραφήθηκαν και απεικονίστηκαν με τη βοήθεια των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (λογισμικό ArcGIS), ώστε η διαδικασία ανάλυσης να αποκτήσει χωρική διάσταση και αναφορά στη δεδομένη χωρική κλίμακα.

Στη συνέχεια και βάσει των παραπάνω δεδομένων, εκτελέστηκε πολυκριτηριακή ανάλυση (λογισμικό DEFINITE), ώστε να προκύψει η ζητούμενη ιεράρχηση των μέτρων για την περιοχή μελέτης. Έτσι, δημιουργήθηκαν συνολικά τέσσερα σενάρια, το περιβαλλοντικό, το οικονομικό, το κοινωνικό καθώς και ένα σενάριο ισοβαρών κριτηρίων, η διαφοροποίηση των οποίων έγκειται στην απόδοση διαφορετικών βαρών στα κριτήρια αξιολόγησης των μέτρων προσαρμογής. Μετά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων για κάθε σενάριο, ακολούθησε διαδικασία ανάλυσης ευαισθησίας, προκειμένου να διαπιστωθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και το κατά πόσο αυτά είναι ευάλωτα σε πιθανές μεταβολές στην εκτέλεση της διαδικασίας αξιολόγησης. Τα τελικά αποτελέσματα ήταν αρκετά ικανοποιητικά και ανέδειξαν τις ιεραρχικές σχέσεις των μέτρων εκείνων, η εφαρμογή των οποίων θα μπορούσε να συμβάλει στην προσαρμογή του μεταφορικού συστήματος της περιοχής στην κλιματική αλλαγή.

Abstract

The current final thesis focuses on prioritizing adaptation measures to climate change in the transport sector for a particular study area. The aim of the study concerns the investigation to find the most appropriate measures hierarchy, which serves the purpose of adaptation to climate change in respect to transport for the given study area.

More specifically, the study area (Case study) was the region of Attica. For the prioritization of adaptation measures, initially an extensive literature review was held regarding the proposed measures and policies to adapt to climate change. Then, it was considered necessary to describe the Attica in terms of natural and artificial features, analyze the indicators related to the existing transport infrastructure in the area and determine which of all the proposed measures may find scope in Attica. This data has been mapped and visualized with the aid of geographical information systems (software ArcGIS), so as to analyze the process to acquire spatial dimensions in reference to the given spatial scale.

Then, based on the above data, multicriteria analysis was performed to obtain the desired hierarchy of measures for the study area. Thus, a total of four scenarios were created, environmental, economic, social and one scenario with equal criterias, the differentiation of which is to give different weights to the evaluation criteria. After the extraction of the results for each scenario, a sensitivity analysis procedure followed in order to determine the reliability of the results and whether they are susceptible to possible changes in the performance evaluation process. The final results were quite satisfactory and highlighted the hierarchical relationships of those measures, the implementation of which could contribute to the adjustment of the transport system in the region for climate change.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Κλιματική Αλλαγή

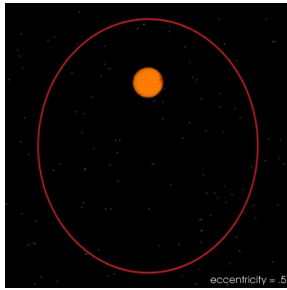
Ο όρος «κλιματική αλλαγή» αναφέρεται στη μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών για μεγάλες χρονικές περιόδους. Οι μεταβολές αυτές των καιρικών συνθηκών οφείλονται μεν σε φυσικά αίτια, ωστόσο καταλυτική θεωρείται και η επίδραση των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο κλίμα της Γης. Σύμφωνα με τη Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ως «η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρωπίνες δραστηριότητες», διαφοροποιώντας έτσι τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα, η οποία οφείλεται αποκλειστικά σε φυσικά αίτια (<http://www.europarl.europa.eu>, 2014).

1.1.1. Αίτια κλιματικής αλλαγής

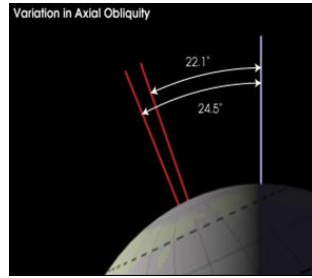
Τα αίτια που προκαλούν μεταβολές στο κλίμα της Γης διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τα εξωτερικά αίτια και τα εσωτερικά αίτια. Σε ό,τι αφορά στα εξωτερικά αίτια, τα κυριότερα εξ' αυτών είναι οι διακυμάνσεις Milankovitch, η ηλιακή δραστηριότητα, οι συγκρούσεις κομητών με τη γη και οι προσκρούσεις πολύ μεγάλων μετεωριτών (<http://dmod.physics.auth.gr>, 2014).

α₁) Διακυμάνσεις Milankovitch

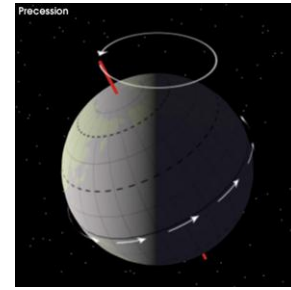
Η θεωρία Milankovitch αναφέρει ότι καθώς η Γη κινείται στο διάστημα γύρω από τον Ήλιο, συνδυάζονται οι περιοδικές μεταβολές τριών στοιχείων της γεωμετρίας του συστήματος Γης – Ήλιου, που δημιουργούν περιοδικές μεταβολές στο ποσό της ηλιακής ενέργειας που τελικά φθάνει στη Γη. Τέτοιου είδους μεταβολές είναι οι μεταβολές στην εκκεντρότητα της γήινης τροχιάς, δηλαδή στη μορφή της τροχιάς γύρω από τον ήλιο, αλλαγές στην λόξωση της εκλειπτικής, δηλαδή αλλαγές στη γωνία που σχηματίζει ο γήινος άξονας με το επίπεδο της γήινης τροχιάς και η μετάπτωση των ισημεριών, δηλαδή η μεταβολή στην κατεύθυνση του γήινου άξονα της περιστροφής. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι κύκλοι του Milankovitch δεν λαμβάνουν υπ' όψιν τον παράγοντα άνθρωπο, ο οποίος επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό το κλίμα, ενώ οι ακριβείς μηχανισμοί σύμφωνα με τους οποίους σχετικά μέτριες μεταβολές στην κατεύθυνση της τροχιάς και των αξόνων της Γης οδηγούν σε τόσο μεγάλες κλιματικές μεταβολές, όπως οι Εποχές του Πάγου, δεν αποδεικνύονται ικανοποιητικώς μέσα από τη θεωρία αυτή (NASA, physics4u.gr, 2014).



Εικόνα 1-1: Ελλειπτική τροχιά υψηλής εκκεντρότητας
Πηγή: physics4u.gr



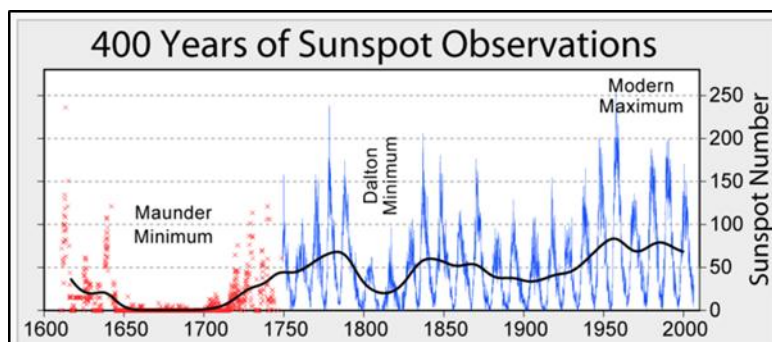
Εικόνα 1-2: Αλλαγές στην λόξωση της εκλειπτικής
Πηγή: physics4u.gr



Εικόνα 1-3: Μετάπτωση των ισημεριών
Πηγή: physics4u.gr

α₂) Ηλιακή Δραστηριότητα

Οι αλλαγές στο κλίμα έχουν συνδεθεί με τον κύκλο των ηλιακών κηλίδων, οι οποίες αποτελούν παροδικά φαινόμενα που εμφανίζονται στην επιφάνεια του Ηλίου (φωτόσφαιρα) και είναι ορατές ως σκοτεινές κυκλικές επιφάνειες - κηλίδες, σε σχέση με τις γειτονικές περιοχές της φωτόσφαιρας, με θερμοκρασία περίπου 4.700 βαθμούς Κελσίου, δηλαδή πολύ χαμηλότερη της φωτόσφαιρας. Ο αριθμός των κηλίδων στην ηλιακή επιφάνεια αυξάνεται γρήγορα και μετά μειώνεται με βραδύτερο ρυθμό, κάθε περίπου 11 χρόνια. Αυτή η περιοδικότητα, την οποία ακολουθεί η γενικότερη ηλιακή δραστηριότητα, αποκαλείται «ενδεκαετής ηλιακός κύκλος» ή «ενδεκαετής κύκλος της ηλιακής δραστηριότητας». Ο αριθμός των κηλίδων συνδέεται με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας από το 1979, οπότε και έγιναν διαθέσιμες ακριβείς δορυφορικές μετρήσεις της απόλυτης ροής ακτινοβολίας και διαπιστώθηκε ότι περισσότερες και μεγαλύτερες κηλίδες αυξάνουν τη λαμπρότητα του Ηλίου. Η μεταβολή που προκαλεί ο κύκλος των κηλίδων στην ηλιακή σταθερά είναι μικρή, της τάξεως του 0,1%.



Εικόνα 1-4: Η μεταβολή του αριθμού των ηλιακών κηλίδων τα τελευταία 400 χρόνια
Πηγή: physics4u.gr

α₃) Συγκρούσεις κομητών με τη γη και προσκρούσεις πολύ μεγάλων μετεωριτών
Συγκρούσεις κομητών με τη γη όπως επίσης και προσκρούσεις πολύ μεγάλων μετεωριτών έχουν χαρακτηριστεί ως αίτια κλιματικών μεταβολών και διακυμάνσεων. Ωστόσο, σημειώνεται ότι τέτοιου είδους φαινόμενα δε λαμβάνουν χώρα τακτικά, καθώς συνήθως συμβαίνουν κάθε 20 με 30 εκατομμύρια χρόνια ή και παραπάνω.

Σε ό,τι αφορά στα εσωτερικά αίτια, τα κυριότερα εξ' αυτών είναι η εκπομπή θερμοκηπικών αερίων, τα τροποσφαιρικά αιωρήματα και τα σύννεφα, η καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος, οι μεταβολές στην επιφάνεια της Γης και οι αλλαγές των χρήσεων γης όπως και η ηφαιστειακή και σεισμική δραστηριότητα.

β₁) Θερμοκηπικά αέρια

Στα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δεσμεύοντας τη θερμότητα και διατηρώντας την στην ατμόσφαιρα της Γης, συγκαταλέγονται τα ακόλουθα:

Οι υδρατμοί (H₂O), που ευθύνονται για τα δύο τρίτα του «φυσικού» φαινομένου του θερμοκηπίου. Στην ατμόσφαιρα, τα μόρια του νερού δεσμεύουν τη θερμότητα που εκπέμπει η Γη και στη συνέχεια την εκπέμπουν εκ νέου προς όλες τις κατευθύνσεις, θερμαίνοντας με αυτόν τον τρόπο την επιφάνεια της Γης. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν αυξάνουν τους υδρατμούς στην ατμόσφαιρα, ωστόσο σημειώνεται ότι ο θερμότερος αέρας δύναται να κατακρατήσει πολύ περισσότερη υγρασία και επομένως, οι αυξημένες θερμοκρασίες εντείνουν περαιτέρω τις κλιματικές αλλαγές.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που συνιστά τον κυριότερο συντελεστή του «ενισχυμένου» (ανθρωπογενούς) φαινομένου του θερμοκηπίου. Μάλιστα, στις βιομηχανικές χώρες, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τουλάχιστον το 80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Το μεθάνιο (CH₄), που αποτελεί το δεύτερο σημαντικότερο αέριο που ευθύνεται για το «ενισχυμένο» φαινόμενο του θερμοκηπίου και οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του οποίου συμβάλλουν περίπου κατά 20% στην ενίσχυση του φαινομένου. Το μεθάνιο εκπέμπεται από διάφορες πηγές, φυσικές και ανθρωπογενείς, με βασικότερες τις ανθρωπογενείς εκπομπές.

Το μονοξείδιο του αζώτου (N₂O), που απελευθερώνεται μέσω φυσικών διεργασιών αλλά και μέσω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Στις βιομηχανικές χώρες, το μονοξείδιο του αζώτου συμβάλλει κατά 4% έως 6% στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Τα φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου, που αποτελούν τα μόνα αέρια του θερμοκηπίου, τα οποία δεν έχουν συντεθεί με φυσικό τρόπο, αλλά η δημιουργία τους οφείλεται αποκλειστικά στον άνθρωπο και εξυπηρετεί βιομηχανικούς σκοπούς. Το μερίδιό τους στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στις βιομηχανικές χώρες είναι περίπου 1,5%, ωστόσο, σημειώνεται ότι τα φθοριούχα αέρια δύνανται να δεσμεύουν θερμότητα 22.000 φορές πιο αποτελεσματικά από το διοξείδιο του

άνθρακα, ενώ παραμένουν στην ατμόσφαιρα για χιλιάδες χρόνια. Τα φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν τους υδροφθοράνθρακες, που χρησιμοποιούνται για την ψύξη και την κατάψυξη, το εξαφθοριούχο θείο, που χρησιμοποιείται στην ηλεκτρονική βιομηχανία και τους υπερφθοράνθρακες που εκπέμπονται κατά την παραγωγή αλουμινίου και χρησιμοποιούνται επίσης στην ηλεκτρονική βιομηχανία. Τα γνωστότερα από τα φθοριούχα αέρια είναι οι χλωροφθοράνθρακες, που δεν αποτελούν μόνο αέρια του θερμοκηπίου, αλλά παράλληλα καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος και για το λόγο αυτό, αποσύρονται σταδιακά από την κυκλοφορία σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (1987) (<http://ec.europa.eu>, 2014).

Αέρια του Θερμοκηπίου	Προέλευση
Διοξείδιο του Άνθρακα	Οργανική αποσύνθεση, πυρκαγιές δασών, ηφαιστειακή δραστηριότητα, καύσιμα, αποδασώσεις.
Μεθάνιο	Υγρότοποι, οργανική αποσύνθεση, τερμίτες, φυσικό αέριο – πετρελαιοπηγές, καύση βιομάζας.
Οξείδια του Αζώτου	Απορρίμματα, λιπάσματα, καύση βιομάζας, καύσιμα.
Χλωροφθοράνθρακες	Ψυγεία, αεριοθούμενα, απορρυπαντικά.
Όζον	Ηλιακή δραστηριότητα, φωτοχημική αιθαλομίχλη.

Πίνακας 1-1: Προέλευση των κυριότερων θερμοκηπικών αερίων

Πηγή: www.physics4u.gr

β₂) Τροποσφαιρικά αιωρήματα και σύννεφα

Τα ηφαίστεια επηρεάζουν το κλίμα, εκτοξεύοντας μεγάλες ποσότητες σωματιδίων και αερίων στην ατμόσφαιρα. Τα τροποσφαιρικά αιωρήματα που σχετίζονται με τη βιομηχανική μόλυνση, την καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) και βιομάζας, ανάλογα με τη φύση τους και την κατανομή τους στην ατμόσφαιρα συμβάλλουν στη ψύξη ή τη θέρμανση του πλανήτη. Ακόμη, ενδέχεται να ενεργούν ως επιπρόσθετοι πυρήνες συμπύκνωσης των νεφών προκαλώντας το σχηματισμό περισσότερων και μικρότερων σταγονιδίων συστατικών των νεφών και αυξάνοντας έτσι την ανακλαστικότητά τους, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην ψύξη του πλανήτη.

β₃) Στρατοσφαιρικό όζον

Το όζον προστατεύει τη γη από την επικίνδυνη υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Ουσίες που απελευθερώνονται στη στρατόσφαιρα και οι οποίες προέρχονται ως επί το πλείστον από ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλλουν σημαντικά στην καταστροφή του όζοντος και εντείνουν με αυτό τον τρόπο το πρόβλημα, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στη θέρμανση του πλανήτη.

β₄) Μεταβολές στην επιφάνεια της γης και αλλαγές στις χρήσεις γης

Οι ανθρώπινες επεμβάσεις πάνω στον πλανήτη συμβάλλουν σε τοπικής κλίμακας αλλαγές της μορφής της επιφάνειας της γης. Σύνθετος συνδυασμός παραγόντων οδηγούν στην ερημοποίηση μεγάλου ποσοστού γης, όπως είναι για παράδειγμα η αποψίλωση των δασών, οι μεταβολές στη χρήση της γης και η πολεοδομική ανάπτυξη. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια τη διατάραξη της φυσικής ισορροπίας, επηρεάζοντας και μεταβάλλοντας έτσι το τοπικό ή και το παγκόσμιο κλίμα (<http://www.physics4u.gr>, 2014).

β₅) Ηφαιστειακή και σεισμική δραστηριότητα

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις έχουν ως αποτέλεσμα την εκπομπή ενός μίγματος αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Μερικά από αυτά, όπως η τέφρα και το διοξείδιο του θείου έχουν μια επίδραση ψύξης, καθώς αντανακλούν το ηλιακό φως μακριά από τη Γη, μειώνοντας τη θερμοκρασία, ενώ άλλα όπως το διοξείδιο του άνθρακα, προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας της Γης, συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (<http://www.physics4u.gr>, 2014).

1.1.2. Συνέπειες κλιματικής αλλαγής

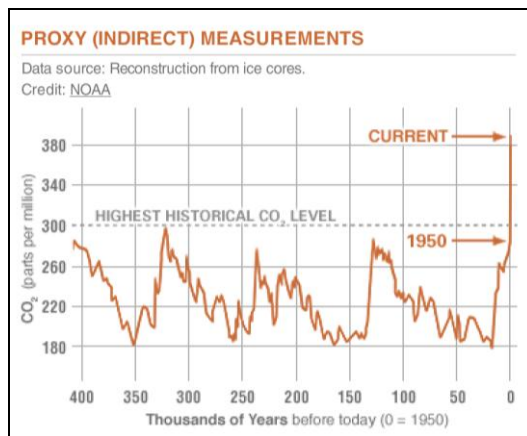
Η αλλαγή του κλίματος αναμένεται να επιφέρει ποικίλες αρνητικές συνέπειες στο φυσικό και το ανθρωπογενές περιβάλλον. Στη διεθνή βιβλιογραφία, αναφέρονται χαρακτηριστικά η εκδήλωση εντονότερων ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως είναι πλημμύρες, οι ξηρασίες, οι έντονες βροχοπτώσεις, οι καύσωνες και οι δασικές πυρκαγιές, τα προβλήματα διαθεσιμότητας νερού, η τήξη των παγετώνων και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι σημαντικές αλλαγές στην κατανομή ή ακόμη και στην εξαφάνιση διαφόρων ειδών πανίδας και χλωρίδας, η εξάπλωση ασθενειών στα φυτά και η προσβολή από επιβλαβείς οργανισμούς, η έλλειψη τροφίμων και νερού, η επέκταση της φωτοχημικής αιθαλομίχλης που προκαλεί προβλήματα υγείας στον άνθρωπο καθώς επίσης και οι μετακινήσεις πληθυσμών για την αποφυγή των κινδύνων αυτών. (<http://www.europarl.europa.eu>, 2014)

Σύμφωνα με την Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (NASA), οι βασικοί δείκτες μέσω των οποίων αντικατοπτρίζεται το μέγεθος των κλιματικών μεταβολών που συντελούνται στη Γη είναι οι ακόλουθοι:

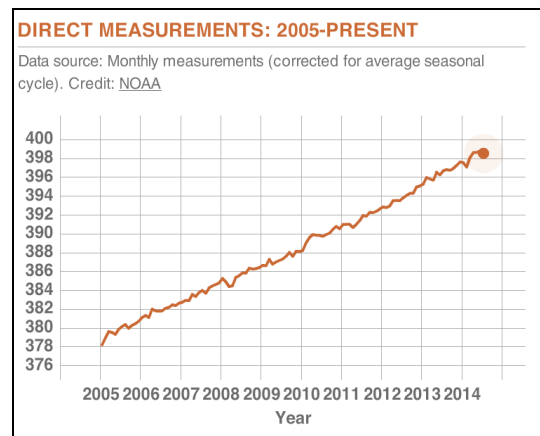
- Συγκέντρωση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂)
- Θερμοκρασία στην επιφάνεια της Γης
- Επίπεδο των πάγων της Αρκτικής θάλασσας
- Επίπεδο των πάγων στη Γη
- Στάθμη της θάλασσας

Συγκέντρωση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) αποτελεί ένα εκ των σημαντικότερων αερίων του θερμοκηπίου, που απελευθερώνεται τόσο μέσω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων όπως είναι η καύση ορυκτών καυσίμων και η αποψίλωση των δασών, όσο και από τις φυσικές διαδικασίες, όπως είναι η αναπνοή και οι ηφαιστειακές εκρήξεις. Στα ακόλουθα διαγράμματα, παρουσιάζονται τα επίπεδα του CO₂ στην ατμόσφαιρα της Γης κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριών κύκλων των παγετώνων (Διάγραμμα 1.1.), ενώ στο δεύτερο διάγραμμα (Διάγραμμα 1.2.), απεικονίζονται τα επίπεδα του CO₂ την τελευταία δεκαετία.

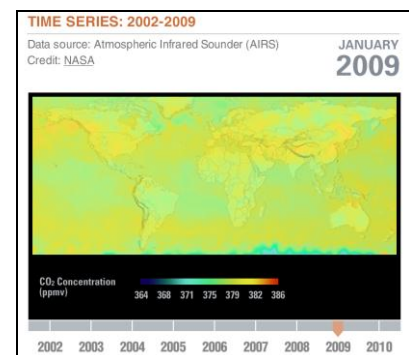
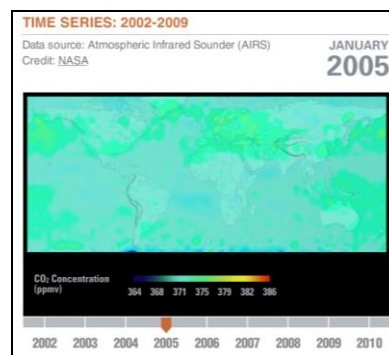
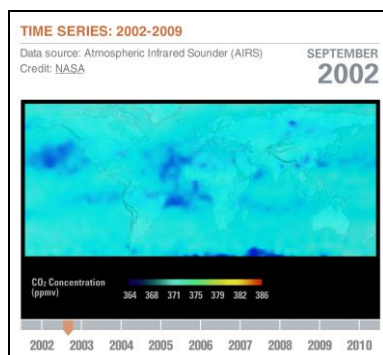


Διάγραμμα 1.1: Επίπεδα CO₂ στην ατμόσφαιρα της Γης
Πηγή: NASA



Διάγραμμα 1.2: Επίπεδα CO₂ στην ατμόσφαιρα της Γης για το διάστημα 2005-2014
Πηγή: NASA

Αντίστοιχα, η ακόλουθη χρονοσειρά παρουσιάζει την παγκόσμια κατανομή και τη μεταβολή της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα σε μέρη ανά εκατομμύριο κατ' όγκο (ppmv) σε ένα εύρος υψομέτρων από 3 έως 13 χιλιόμετρα για το χρονικό διάστημα 2002 – 2009.



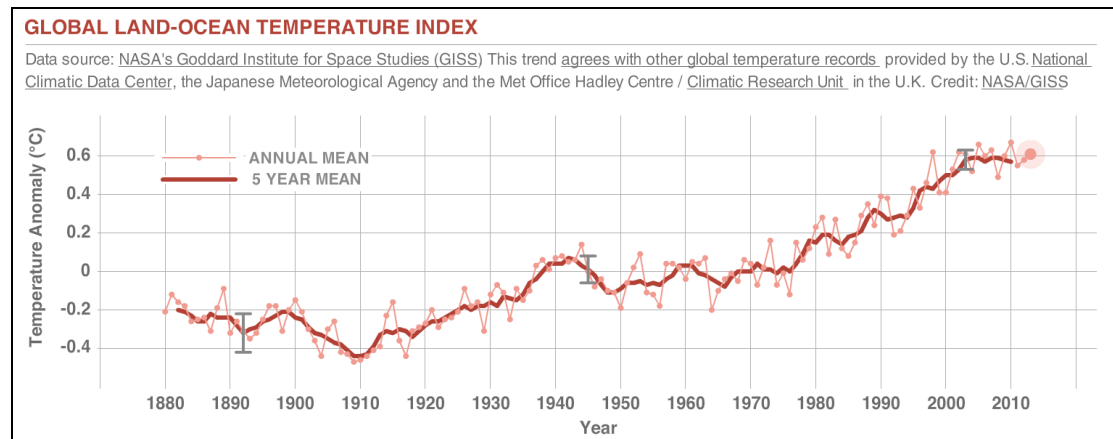
Χρονοσειρά 1-1: Μεταβολή της συγκέντρωσης του CO₂
Πηγή: NASA

Από τα στοιχεία αυτά, εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα διαχρονικά μεταβάλλονται, εμφανίζοντας μέγιστες και ελάχιστες τιμές

κατά περιόδους, ωστόσο τα σημερινά επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα είναι τα υψηλότερα των τελευταίων αιώνων.

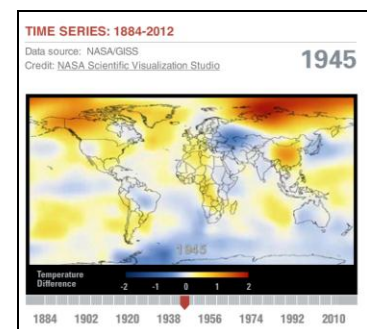
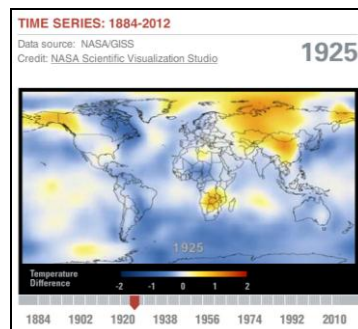
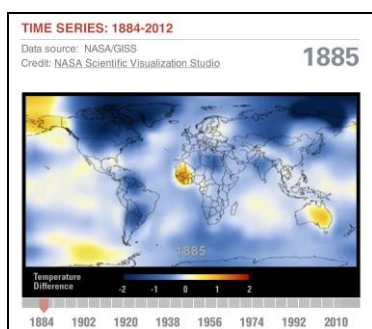
Θερμοκρασία στην επιφάνεια της Γης

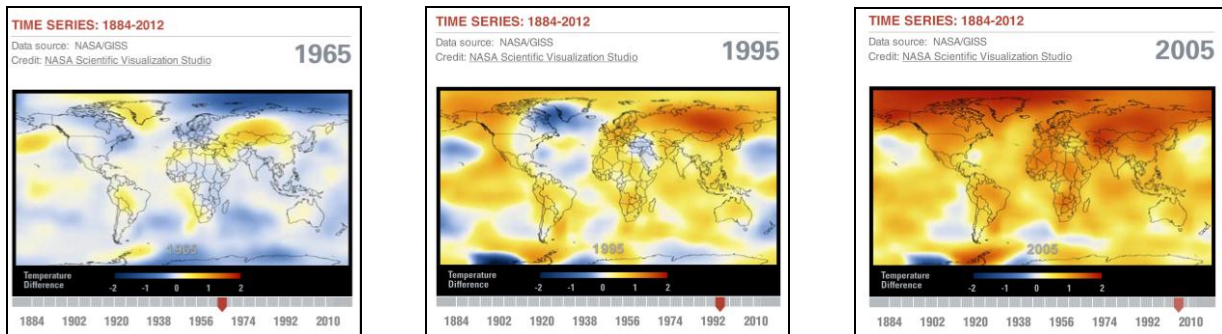
Το παρακάτω γράφημα απεικονίζει τις θερμοκρασιακές αλλαγές για το διάστημα 1880-2013, σε μέσες θερμοκρασίες. Οι γκρι μπάρες αντιπροσωπεύουν την αβεβαιότητα στις μετρήσεις. (NASA/GISS, 2014)



Διάγραμμα 1.3: Θερμοκρασιακές αλλαγές για το διάστημα 1880-2013 σε μέσες θερμοκρασίες
Πηγή: NASA

Παρατηρείται ότι το έτος 2013, αποτελεί την έβδομη θερμότερη χρονιά από το 1880 και εξής. Στη χρονοσειρά που ακολουθεί, παρουσιάζεται η μέση διακύμανση των παγκόσμιων επιφανειακών θερμοκρασιών από το 1885 έως το 2012. Το σκούρο μπλε χρώμα αντιπροσωπεύει περιοχές πιο δροσερές από το μέσο όρο, ενώ αντίστοιχα το σκούρο κόκκινο χρώμα υποδεικνύει περιοχές θερμότερες από το μέσο όρο.

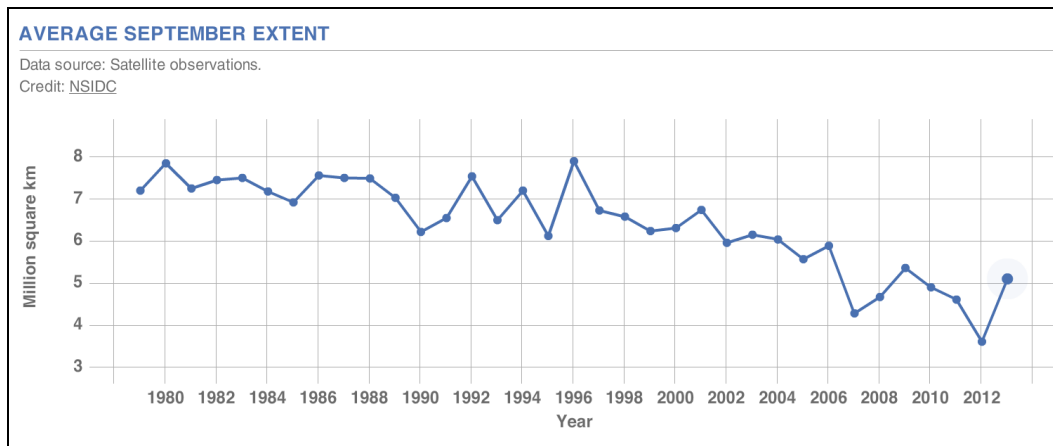




Χρονοσειρά 1-2: Μέση διακύμανση των παγκόσμιων επιφανειακών θερμοκρασιών
Πηγή: NASA

Επίπεδο των πάγων της Αρκτικής θάλασσας

Σε ό,τι αφορά στο χρονικό διάστημα 1979-2000, παρατηρείται ότι το επίπεδο των πάγων της Αρκτικής θάλασσας μειώθηκε κατά περίπου 11,5% κατά μέσο όρο ανά δεκαετία. Έχει διαπιστωθεί ότι το επίπεδο των πάγων σημειώνει τις ελάχιστες τιμές του το μήνα Σεπτέμβριο κάθε έτους. Στο ακόλουθο γράφημα, απεικονίζεται η μέση μηνιαία έκταση των πάγων της Αρκτικής θάλασσας για το μήνα Σεπτέμβριο ξεκινώντας από το έτος 1979. Οι μετρήσεις αυτές προέρχονται από δορυφορικές παρατηρήσεις.



Διάγραμμα 1.4: Μέση μηνιαία έκταση των πάγων της Αρκτικής θάλασσας για το διάστημα 1979-2013.

Πηγή: NASA

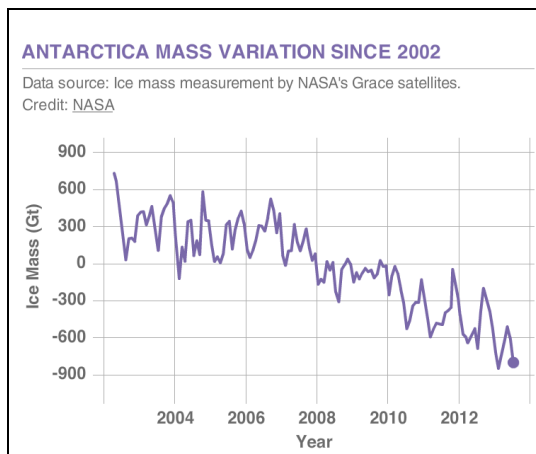
Αξίζει να σημειωθεί ότι η έκταση των πάγων τον Σεπτέμβριο του 2012 ήταν η χαμηλότερη που έχει σημειωθεί σε δορυφορικές παρατηρήσεις. Στην ακόλουθη χρονοσειρά, παρουσιάζονται τα ελάχιστα ετήσια επίπεδα των θαλάσσιων πάγων της Αρκτικής από το 1979, όπως αυτά προέκυψαν βάσει των δορυφορικών παρατηρήσεων.



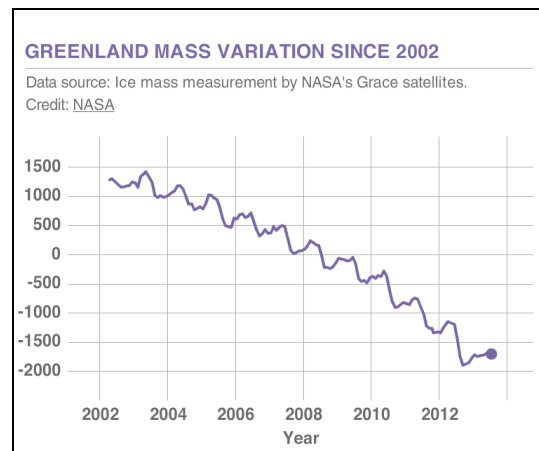
Χρονοσειρά 1-3: ελάχιστα ετήσια επίπεδα των θαλάσσιων πάγων της Αρκτικής
Πηγή: NASA

Επίπεδο των πάγων στη Γη

Δεδομένα από τους δορυφόρους της NASA (NASA's Grace satellites) αποδεικνύουν ότι τα φύλλα πάγου της γης τόσο στην Ανταρκτική (Διάγραμμα 1.5) όσο και στη Γροιλανδία (Διάγραμμα 1.6) χάνουν σημαντικά ποσοστά μάζας ετησίως.

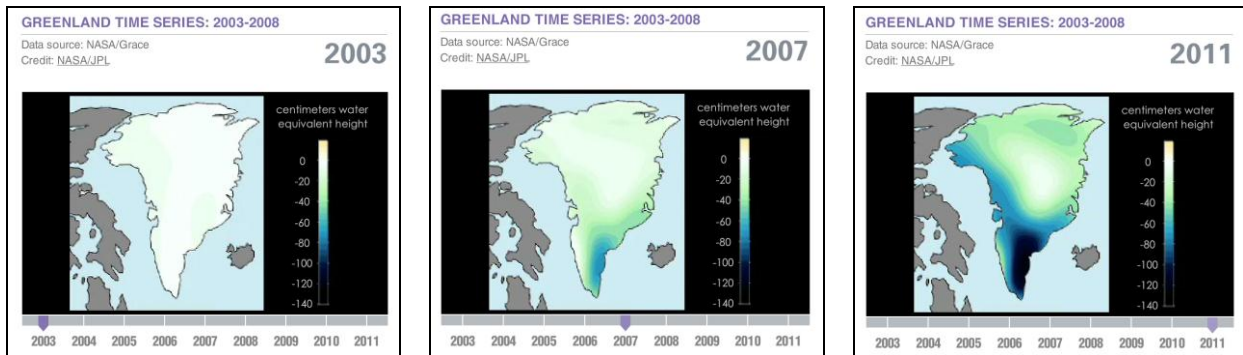


Διάγραμμα 1.5: Μεταβολή στη μάζα των πάγων της
Ανταρκτικής
Πηγή: NASA



Διάγραμμα 1.6: Μεταβολή στη μάζα των πάγων της
Γροιλανδίας
Πηγή: NASA

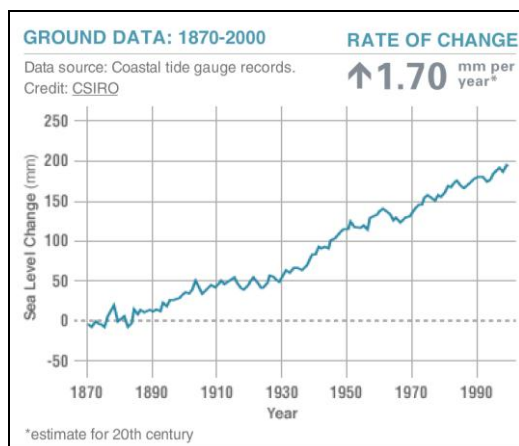
Μάλιστα, η ήπειρος της Ανταρκτικής φαίνεται να χάνει περισσότερα από 100 κυβικά χιλιόμετρα (24 κυβικά μίλια) πάγου ετησίως από το έτος 2002, όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο διάγραμμα. Στην παρακάτω χρονοσειρά, παρουσιάζονται οι μέσες αλλαγές της μάζας του πάγου στη Γροιλανδία για το μήνα Σεπτέμβριο κάθε έτους. Το μωβ και το μπλε χρώμα αντιπροσωπεύουν τις περιοχές και το ύψος της απώλειας του πάγου, ενώ το λευκό και το κόκκινο χρώμα υποδεικνύουν τις περιοχές όπου σημειώνεται αύξηση της μάζας του πάγου.



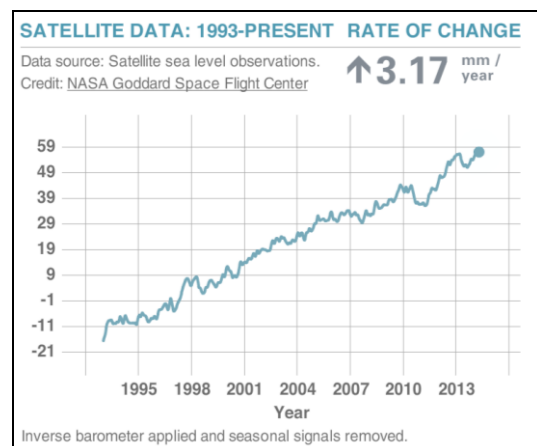
Χρονοσειρά 1-4: Μέσες αλλαγές της μάζας του πάγου στη Γροιλανδία
Πηγή: NASA

Στάθμη της θάλασσας

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας προκαλείται από δύο βασικούς παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται αμφότεροι με την υπερθέρμανση του πλανήτη, αφενός προστίθεται στα θαλάσσια ύδατα το νερό που προέρχεται από το λιώσιμο των πάγων της Γης και αφετέρου τα θαλάσσια ύδατα επεκτείνονται λόγω της υπερθέρμανσής τους. Τα ακόλουθα γραφήματα αναδεικνύουν το μέγεθος της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας από το έτος 1993 (Διάγραμμα 1.7, βάσει δορυφορικών δεδομένων) και από το έτος 1880 (Διάγραμμα 1.8, βάσει δεδομένων παλιρροιόμετρου).

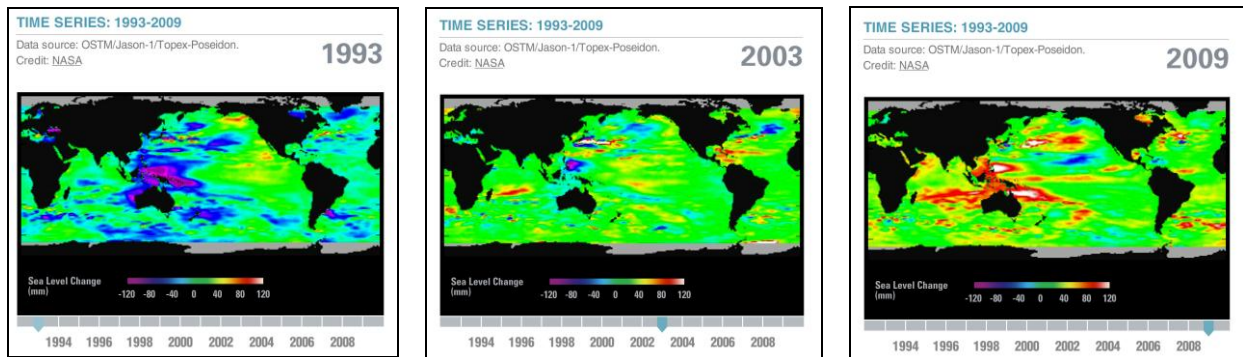


Διάγραμμα 1.7: Μεταβολής της στάθμης της θάλασσας, δορυφορικές παρατηρήσεις
Πηγή: NASA



Διάγραμμα 1.8: Μεταβολής της στάθμης της θάλασσας, δεδομένα παλιρροιόμετρου
Πηγή: NASA

Στην ακόλουθη χρονοσειρά, απεικονίζεται η μέση ετήσια διακύμανση του ύψους της επιφάνειας της θάλασσας για το χρονικό διάστημα 1993 – 2009. Το κόκκινο και το κίτρινο χρώμα αναδεικνύουν τις περιοχές όπου το επίπεδο της θάλασσας είναι υψηλότερο από το φυσιολογικό, ενώ το μωβ και το σκούρο μπλε χρώμα αντιστοιχούν στις περιοχές εκείνες όπου το επίπεδο της θάλασσας είναι χαμηλότερο από το φυσιολογικό.



Χρονοσειρά 1-5: Μέση ετήσια διακύμανση του ύψους της επιφάνειας της θάλασσας
Πηγή: NASA

1.1.3. Αντιμετώπιση κινδύνου κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο

Η Διεθνής Κοινότητα, η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) και κάθε κράτος ξεχωριστά βρίσκονται σήμερα αντιμέτωποι με μια διπλή πρόκληση όσον αφορά στην κλιματική αλλαγή ώστε να αποφευχθούν οι αρνητικές συνέπειές της στην κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον. Αφενός, πρέπει να υλοποιήσουν μέτρα μετριασμού (mitigation measures), ώστε να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις της και αφετέρου, πρέπει να ληφθούν μέτρα προσαρμογής (adaptation measures) στις τρέχουσες και μελλοντικές κλιματικές αλλαγές, οι οποίες δεν μπορούν πλέον να προληφθούν έστω και εάν επιτευχθούν όλοι οι σημερινοί στόχοι (<http://www.moa.gov.cy>, 2014). Οι κυριότεροι σταθμοί της ιστορικής εξέλιξης του ζητήματος της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο είναι οι ακόλουθοι:

- I. Διεθνής Συνδιάσκεψη της Στοκχόλμης (1972), όπου και υιοθετήθηκαν οι θεμελιώδεις αρχές του δικαίου που αφορούν στο περιβάλλον και δρομολογήθηκε η εκκίνηση του Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον.
- II. Ίδρυση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη με έδρα τη Γενεύη (1983).
- III. Δημοσίευση Έκθεσης για το Κοινό μας Μέλλον που είναι γνωστή ως Έκθεση Brundtland (Διασφάλιση της Βιώσιμης Ανάπτυξης, 1987).
- IV. Συγκρότηση Προπαρασκευαστικής Επιτροπής του ΟΗΕ (1989) για τη σύγκλιση Παγκόσμιας Συνδιάσκεψης για το περιβάλλον εντός των τριών επομένων ετών.
- V. Παγκόσμια Συνδιάσκεψη του Ρίο Ντε Τζανέϊρο που είναι γνωστή ως Συνάντηση Κορυφής για τη Γη (1992), από την οποία προέκυψαν 5 διεθνείς συμβάσεις: η Διακήρυξη του Ρίο για το περιβάλλον και την ανάπτυξη, το ολοκληρωμένο πρόγραμμα δράσης Local Agenda 21, η δήλωση των αρχών για τη διαχείριση, διατήρηση και βιώσιμη ανάπτυξη των δασών, η σύμβαση για τη βιολογική ποικιλομορφία και η σύμβαση για την αλλαγή του κλίματος,

η οποία είχε ως στόχους τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τη διαφοροποίηση του βάρους ευθύνης για την παραγωγή των αερίων μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών.

- VI.** Σύνοδος Γιοχάνεσμπουργκ (2002), όπου τέθηκε σε ισχύ το Πρωτόκολλο του Κιότο.
- VII.** Μπαλί (2007), όπου οι 192 χώρες που είχαν συνυπογράψει τη Σύμβαση – Πλαίσιο του Ο.Η.Ε. για την Κλιματική Αλλαγή συμφώνησαν για έναν οδικό χάρτη διαπραγματεύσεων ο οποίος προσδιόριζε τα βασικά θέματα που θα έπρεπε να αντιμετωπιστούν το Δεκέμβριο του 2009 στη Διάσκεψη της Κοπεγχάγης.
- VIII.** Διάσκεψη της Κοπεγχάγης (2009), η οποία ονομάστηκε Συμφωνία της Κοπεγχάγης και στην οποία αναγνωρίστηκε ότι απαιτούνται βαθιές περικοπές στις παγκόσμιες εκπομπές ρύπων και καθορίστηκαν εθελοντικές δεσμεύσεις για τον περιορισμό των ρύπων, χωρίς όμως να ορίζονται τα ανώτερα επιτρεπόμενα ποσοστά ούτε και οι αντίστοιχες χρονικές δεσμεύσεις.
- IX.** Διάσκεψη του Κάνουν (Μεξικό, 2010), στην οποία η παγκόσμια κοινότητα συμφώνησε ότι η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας πρέπει να διατηρηθεί κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου, τα βιομηχανικά έθνη δεσμεύθηκαν να δημιουργήσουν ταμείο οικονομικής ενίσχυσης του αναπτυσσόμενου κόσμου για τα επόμενα τρία έτη προκειμένου τα φτωχά κράτη να προσαρμοστούν στην πράσινη τεχνολογία, συμφωνήθηκε η χρηματοδότηση των εθνών που έχουν δασικό πλούτο προκειμένου να τον προστατέψουν από την υλοτομία και τη γεωργία και να διατηρηθεί σε ισχύ το Πρωτόκολλο του Κιότο το οποίο επιβάλλει στα πλούσια κράτη δεσμευτικούς περιορισμούς για τις εκπομπές ρύπων και εκπνέει στις 31 Δεκεμβρίου του 2012.
- X.** Διάσκεψη του Ντέρμπυ (2011, Νότιος Αφρική), η λεγόμενη και Πλατφόρμα του Ντέρμπυ αποτελεί τον οδικό χάρτη για μια παγκόσμια πολιτική για το κλίμα με στόχο τη μείωση των εκπομπών των ρύπων του θερμοκηπίου και επιθυμητό αποτέλεσμα τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2 βαθμούς Κελσίου σε σχέση με το 1990. Παράλληλα, μέχρι το 2015 θα πρέπει να αποφασιστεί μια νέα συμφωνία για την προστασία του κλίματος η οποία θα περιλαμβάνει όλες τις χώρες και η οποία θα τεθεί σε εφαρμογή από το 2020.
- XI.** Διάσκεψη της Ντόχα (2012, Κατάρ), της οποία βασικό ζητούμενο ήταν να δοθεί μια παράταση στο Πρωτόκολλο του Κιότο μέχρι το 2020, οπότε και αναμένεται να υπογραφεί ένα νέο πλάνο περιβαλλοντικής προστασίας (<http://www.moa.gov.cy>, 2014).

Από το σύνολο των διασκέψεων που έχουν πραγματοποιηθεί από το 1983 έως σήμερα, νομικά κατοχυρωμένες είναι η Διάσκεψη του Μόντρεαλ στον Καναδά (1987), η Διάσκεψη του Κιότο στην Ιαπωνία (1997), η Διάσκεψη του Κάνουν στο Μεξικό (2010) και η Διάσκεψη του Ντέρμπαν στη Νότιο Αφρική (2011), όπου συμφωνήθηκαν μεταξύ των συμμετεχόντων χωρών νομικά δεσμευτικές υποχρεώσεις για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο κλιματικό σύστημα.

The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, 1987

Το 1987 στο Μόντρεαλ του Καναδά, 181 χώρες υπέγραψαν το «Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ», με στόχο τη «διακοπή της παραγωγής και χρήσης των χημικών ουσιών που καταστρέφουν το όζον της στρατόσφαιρας». Το Πρωτόκολλο σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε, το χρονοδιάγραμμα εξάλειψης να μπορεί να αναθεωρείται στη βάση περιοδικών επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων. Πράγματι, το πρωτόκολλο τροποποιήθηκε, με σκοπό να επιταχυνθούν τα προγράμματα εξάλειψης, στο Λονδίνο το 1990, στην Κοπεγχάγη το 1992, στη Βιέννη το 1995, στο Μόντρεαλ το 1997 και στο Πεκίνο το 1999. Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ συμπληρώθηκε επίσης με σκοπό να εισάγει πρόσθετα μέτρα ελέγχου και προσθήκη νέων ελεγχόμενων ουσιών. Ενενήντα έξι χημικές ουσίες ελέγχονται προς το παρόν από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Συνοπτικά, οι νομικά δεσμευτικές υποχρεώσεις που συμφωνήθηκαν στο Μόντρεαλ για τις αναπτυγμένες χώρες (προγράμματα απόσυρσης) συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Μη χρήση των Halons μέχρι το 1994,
- Μη χρήση των CFCs, του τετραχλωράνθρακα, του μεθυλοχλωροφορμίου και των HBFCs μέχρι το 1996,
- Μείωση του μεθυλοχλωροφορμίου μέχρι 25% από το 1999, 50% μέχρι το 2001, 70% μέχρι το 2003 και απόσυρση μέχρι το 2005,
- Μείωση των HCFCs έως 35% μέχρι το 2004, 65% μέχρι το 2010, 90% μέχρι το 2015 και με 0,5 επιτρεπόμενη ποσότητα για λόγους συντήρησης μέχρι το 2030,
- Μη χρήση των HBFCs μέχρι το 1996 και άμεση μη χρήση του βρωμοχλωρομεθανίου.

Αντίστοιχα, τα προγράμματα απόσυρσης για τις αναπτυσσόμενες χώρες έχουν ως έξης:

- Μη χρήση των HBFCs μέχρι το 1996 και άμεση μη χρήση του βρωμοχλωρομεθανίου,
- Χωρίς μεταβολή των CFCs, Halons και τετραχλωράνθρακα στα κατά μέσο όρο επίπεδα των ετών 1995-1997, μείωση 50% μέχρι το 2005, 85% μέχρι το 2007 και ολοκληρωτική μη χρήση μέχρι το 2010,

- Χωρίς μεταβολή του μεθυλοχλωροφορμίου μέχρι το 2003 στα κατά μέσο όρο επίπεδα των ετών 1998-2000, μείωση τους μέχρι 30% έως το 2005, 70% έως το 2010 και μη χρήση έως το 2015,
- Χωρίς μεταβολή των HCFCs έως το 2016 στα επίπεδα του 2015 και μη χρήση τους έως το 2040 (Μπαλάσης Δ., 2008).

The Kyoto Protocol on Climate Change, 1997

Το 1997 στο Κιότο της Ιαπωνίας, με τη συμμετοχή περισσότερων από 150 χωρών καταρτίστηκε το «Πρωτόκολλο του Κιότο» που όριζε ότι «οι ανεπτυγμένες χώρες θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές των έξι βασικότερων αερίων που εντείνουν το φαινόμενο κατά τουλάχιστον 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990». Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο προβλέπει αρχικά μείωση της παραγωγής των έξι αερίων που θεωρείται ότι εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 5,2%, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2012 και παρέχει ένα διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών που έχουν προκληθεί από τον άνθρωπο, ορίζοντας στόχους μείωσης των επικίνδυνων εκπομπών για τις ανεπτυγμένες χώρες. Το Πρωτόκολλο του Κιότο δεν θα μπορούσε να έχει αποτελέσματα και να γίνει δεσμευτικό πριν τεθεί σε ισχύ. Αυτό θα συνέβαινε μόλις το επικύρωναν τουλάχιστον 55 χώρες, που αντιπροσώπευαν το 55% των εκπομπών επικίνδυνων αερίων του θερμοκηπίου των αναπτυγμένων χωρών όπως υπολογίστηκε το 1990. Η παγκόσμια συνθήκη του Κιότο που στοχεύει στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, τέθηκε σε ισχύ, θέτοντας περιορισμούς στην έκλυση βλαβερών αερίων, στις 16-2-2005, οπότε και εξασφαλίστηκαν αυτές οι προϋποθέσεις. Τα κύρια σημεία του Πρωτοκόλλου του Κιότο συνοψίζονται ως εξής:

- Τα ανεπτυγμένα κράτη δεσμεύονται να μειώσουν τις συνολικές τους εκπομπές κατά τουλάχιστον 5%. Ο στόχος αυτός αναφέρεται σε έξι αέρια (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, πλήρως φθοριομένοι υδρογονάνθρακες και εξαφθοριούχο θείο). Ο στόχος κάθε κράτους πρέπει να επιτευχθεί την περίοδο 2008-2012.
- Δυνατότητα εκπλήρωσης των υποχρεώσεων από κοινού. Τα Κράτη δύνανται να δηλώσουν κοινή εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους, μέσω μιας συμφωνίας που θα συνάψουν, όπου θα καταγράφεται η υποχρέωση κάθε κράτους ως προς το επίπεδο των εκπομπών.
- Δυνατότητα εκπλήρωσης μέρους των υποχρεώσεων μέσω τριών ευέλικτων μηχανισμών. Το Πρωτόκολλο του Κιότο παρέχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνεται η εκπλήρωση μέρους των υποχρεώσεων μέσω τριών μηχανισμών: από κοινού εφαρμογή, μηχανισμός "καθαρής" ανάπτυξης και εμπόριο εκπομπών. Η γενική προϋπόθεση είναι η εκπλήρωση των

υποχρεώσεων μέσω των μηχανισμών αυτών να είναι συμπληρωματική των εθνικών δράσεων για την επίτευξη του στόχου.

- Υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων. Το Πρωτόκολλο δεσμεύει τα Κράτη-Μέλη του σε εφαρμογή ή υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων για την επίτευξη του στόχου του Πρωτοκόλλου, σύμφωνα με τις εθνικές συνθήκες κάθε κράτους. Περιλαμβάνει και ενδεικτικό κατάλογο συγκεκριμένων μέτρων που μπορούν να εφαρμοσθούν από τα Κράτη-Μέλη.
- Συνεκτίμηση αποδεκτών (καταβόθρες). Το Πρωτόκολλο περιλαμβάνει διατάξεις για την συνεκτίμηση των αποδεκτών (καταβόθρες), οι οποίες παρέχουν κατ' αρχήν τη δυνατότητα συνυπολογισμού της πρόσληψης διοξειδίου του άνθρακα από τα δάση και τις καλλιεργούμενες γαίες στη μείωση των εκπομπών.
- Αυστηρό καθεστώς συμμόρφωσης. Το Πρωτόκολλο προβλέπει την εγκαθίδρυση ενός αυστηρού καθεστώτος συμμόρφωσης. Δεν υπάρχουν ποσοτικοί στόχοι για αναπτυσσόμενες χώρες (Αλιβιζάτος Γ., 2007).

Cancun Climate Change Conference, 2010

Το 2010 στη σύνοδο του Κανκούν του Μεξικό, 193 χώρες συμφώνησαν σε μια σειρά αποφάσεων που αποτέλεσαν το υπόβαθρο για τη σύναψη μιας τελικής συμφωνίας στη σύνοδο της επόμενης χρονιάς στο Ντέρμπαν της Νοτίου Αφρικής. Σε ό,τι αφορά στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, συμφωνήθηκε ότι οι χώρες που συμμετέχουν στο Πρωτόκολλο του Κιότο θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές τους κατά 25-40% έως το 2020, χωρίς όμως να δεσμεύονται για το πως θα επιτευχθεί ο στόχος αυτός, ενώ παράλληλα δε διασφαλίστηκε η προέκταση του Πρωτοκόλλου για τις υπόλοιπες χώρες.

Στα πιο σημαντικά σημεία των συμφωνιών της συνόδου συγκαταλέγονται η απόφαση για την ίδρυση ενός «Πράσινου Κλιματικού Ταμείου», με στόχο να την ενίσχυση των φτωχότερων χωρών προκειμένου να στραφούν σε καθαρότερες τεχνολογίες, χωρίς ωστόσο να διευκρινίζεται από που θα αντλούνται οι πόροι για την χρηματοδότηση του, παρά μόνο ότι η λειτουργία του ταμείου επαφίεται στην Παγκόσμια Τράπεζα. Σημαντική ήταν επίσης η συμφωνία για τον μετριασμό της αποψίλωσης των δασών Reducing Emission from Deforestation and Forrest Degradation in Developing Countries (REDD), μέσω της οποίας επεκτάθηκε το εμπόριο ρύπων σε όλους τους φυσικούς πόρους, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα στους ρυπαντές του βόρειου ημισφαιρίου να εξαγοράσουν δικαιώματα εκπομπής CO₂ στο νότιο ημισφαίριο με αντάλλαγμα την προστασία των δασών (Προύντζου Α., 2012).

Durban Climate Change Conference, 2011

Στη σύνοδο στο Ντερμπάν της Νοτίου Αφρικής το 2011, αποφασίστηκε η παράταση του Πρωτοκόλλου του Κιότου, έως ότου διαμορφωθεί μια νέα, καθολική και δεσμευτική συμφωνία, η οποία αναμένεται να ενεργοποιηθεί το 2020. Εκπρόσωποι από 194 χώρες αποφάσισαν να αρχίσουν τις διαπραγματεύσεις για την τελική συμφωνία το 2012, με στόχο αυτή να έχει διατυπωθεί έως το 2015 και να τεθεί σε ισχύ το 2020. Μέχρι τότε και με βασική απαίτηση των αναδυόμενων οικονομιών όπως η Κίνα και Ινδία, θα παραμένει σε ισχύ το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο δεσμεύει για μειώσεις των εκπομπών την Ε.Ε. και ορισμένες αναπτυγμένες χώρες. Επιπλέον, συμφωνήθηκαν οι λεπτομέρειες για το «Πράσινο Κλιματικό Ταμείο», που είχε διατυπωθεί στη σύνοδο του Κανκούν (Προύντζου Α., 2012).

1.1.4. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε ευρωπαϊκό επίπεδο

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ενέκρινε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική με στόχο την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας της Ε.Ε., με παράλληλο στόχο την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητάς της και την μετατροπή της σε μια ιδιαίτερα αποδοτική από ενεργειακή άποψη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο το Μάρτιο του 2007, επεσήμανε ότι για να επιτευχθεί ο στόχος της Σύμβασης, η σταθεροποίηση δηλαδή των συγκεντρώσεων των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδα τα οποία αποτρέπουν την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρεμβολή στο κλιματικό σύστημα, η συνολική ετήσια μέση αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του πλανήτη δεν θα πρέπει να υπερβεί τους 2 °C σε σύγκριση με τα προ - βιομηχανικής εποχής επίπεδα. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται να μειωθούν οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου μέχρι το 2050 σε ποσοστό τουλάχιστον 50 % έναντι των επιπέδων του 1990.

Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην Ένωση θα πρέπει να συνεχίσουν να μειώνονται και πέραν του 2020 ως τμήμα των προσπαθειών της Κοινότητας να συμβάλει στην επίτευξη αυτού του παγκόσμιου στόχου μείωσης των εκπομπών. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Μαρτίου 2007 αποφάσισε ότι, έως ότου συναφθεί παγκόσμια και συνολική συμφωνία για τη μετά το 2012 περίοδο, η Κοινότητα αναλαμβάνει μονομερή δέσμευση να επιτύχει μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 20 % έως το 2020, σε σχέση με το 1990. Επιπλέον, το Συμβούλιο, ενέκρινε για την Ένωση στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 30 % μέχρι το 2020, σε σχέση με το 1990, ώστε να συμβάλει στην επίτευξη παγκόσμιας και συνολικής συμφωνίας για τη μετά το 2012 εποχή, εφόσον και άλλες ανεπτυγμένες χώρες δεσμευθούν για ανάλογες μειώσεις εκπομπών και

εφόσον οι οικονομικά πιο προηγμένες αναπτυσσόμενες χώρες συμβάλουν καταλλήλως ανάλογα με τις ευθύνες και τις δυνατότητές τους.

Οι απαιτήσεις που υιοθετήθηκαν από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων αφορούσαν:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990
- 20% της κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές
- Μείωση κατά 20% στη χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω τη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι γνωστές ως στόχοι 20-20-20.

Τον Ιανουάριο του 2008 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε δεσμευτική νομοθεσία για την υλοποίηση των στόχων 20-20-20. Η γνωστή ως «δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια», η οποία συμφωνήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο τον Δεκέμβριο του 2008 και έγινε νόμος τον Ιούνιο του 2009, συμπεριλαμβάνει στα νομοθετήματά του την Οδηγία 2009/29/ΕΚ «για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας» και την απόφαση 406/2009/ΕΚ «περί των προσπαθειών των κρατών μελών να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών μέχρι το 2020». Τα δύο παραπάνω νομοθετήματα στοχεύουν στην επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών κατά 20%, στόχος που εξειδικεύεται σε μείωση κατά 21% στους τομείς του συστήματος εμπορίας και κατά 10% στους τομείς εκτός εμπορίας. Ακόμη, στον εν λόγω νόμο περιλαμβάνεται η Οδηγία 2009/28/ΕΚ «σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές» και η Οδηγία 2009/31/ΕΚ «σχετικά με την αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς». Παράλληλα, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης γίνεται μέσω του σχεδίου δράσης για την ενεργειακή απόδοση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) έχει σημειώσει ικανοποιητική πρόοδο προς την επίτευξη των κλιματικών και ενεργειακών στόχων για το 2020. Λαμβάνοντας όμως υπόψη τις μακροπρόθεσμες προοπτικές που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ο ουσιαστικός μακροπρόθεσμος στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2050. Επίσης, καθοδόν προς την επίτευξη μιας παγκόσμιας συμφωνίας για την συνέχιση του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η Ε.Ε. οφείλει να καθορίσει το επίπεδο της φιλοδοξίας για τους κλιματικούς στόχους για το 2030, ώστε να συμμετάσχει ενεργά στις διεθνείς διαπραγματεύσεις προς μια νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα που θα πρέπει

να τεθεί σε ισχύ το 2020 και να καλύπτει τουλάχιστον την δεκαετία μέχρι το 2030. Συνεπώς, απαιτείται η κατάρτιση ενός στρατηγικού πλαισίου με ορίζοντα το 2030 σχετικά με τους στόχους και τις πολιτικές της Ε.Ε. για την αλλαγή του κλίματος και την ενέργεια. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ξεκίνησε τις διαδικασίες διαμόρφωσης των απαραίτητων πολιτικών για το κλίμα και την ενέργεια προς το 2030. Με την Πράσινη Βίβλο που εξέδωσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στα τέλη Μαρτίου του 2013 δρομολόγησε μια διαδικασία δημόσιας διαβούλευσης σχετικά με το τι πρέπει να περιλαμβάνει το στρατηγικό πλαίσιο με ορίζοντα το 2030 (<http://www.ypeka.gr>, 2014).

1.1.5. Τομείς προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή

Ο Πίνακας 1-2 παρέχει μια επισκόπηση των τομέων πολιτικής που έχουν αναγνωριστεί στις εθνικές πολιτικές προσαρμογής στην Ευρώπη, σύμφωνα με τα στοιχεία που υποβλήθηκαν στην πλατφόρμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κλιματική αλλαγή (CLIMATE-ADAPT). Σημειώνεται ότι σε ορισμένες χώρες, οι σχετικές διαδικασίες διαμόρφωσης σχεδίων προσαρμογής ή/και απόδοσης προτεραιοτήτων στους διαφόρους τομείς προσαρμογής δεν έχουν ξεκινήσει. Για παράδειγμα, το γαλλικό εθνικό σχέδιο προσαρμογής δε δίνει σαφή προτεραιότητα σε κάποιο συγκεκριμένο τομέα, αλλά απαριθμεί 20 τομείς με τα αντίστοιχα μέτρα προσαρμογής για καθέναν από αυτούς. Παρομοίως στη Φινλανδία, η στρατηγική προσαρμογής παρέχει επίσης ευρεία κάλυψη των τομέων, χωρίς όμως να δίνει σε κάποιον από αυτούς σαφή προτεραιότητα. Ωστόσο, ακόμα και στις χώρες εκείνες όπου οι τομείς πολιτικής έχουν εντοπιστεί και ιεραρχηθεί, η διαδικασία της αναγνώρισης και της ιεράρχησης δε θεωρείται ποτέ ολοκληρωμένη, καθώς οι προτεραιότητες μπορούν να μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου, ενώ παράλληλα με τον καιρό αποκτάται περισσότερη γνώση για κάθε τομέα προσαρμογής.

Τομέας Προσαρμογής	Σχέδια προσαρμογής χωρών που αναφέρονται στον τομέα
Διαχείριση υδάτων και υδάτινων πόρων	AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, GR, HU, IE, IT, NL, NO, LV, PL, PT, SK, SI, UK
Δάση και δασοκομία	AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, GR, HU, IE, IT, LT, LV, PL, PT, RO, SK, SI, UK
Γεωργία	AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, GR, HU, IE, IT, LV, PL, PT, RO, SK, SI, UK
Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	AT, CH, CY, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, GR, HU, IE, IT, LT, NO, PL, PT, SK, UK
Ανθρώπινη υγεία	AT, BE, CH, CY, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, HU, IT, LT, PL, PT, SK, SI, UK
Υποδομές και ανθρωπογενές περιβάλλον	AT, CY, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, IE, IT, HU, NO, PL, UK
Χωροταξικός και πολεοδομικός σχεδιασμός	AT, CH, DK, GR, DE, ES, FI, FR, HU, IT, NL, PL, PT, UK
Ενέργεια και κατανάλωση ενέργειας	AT, CH, CY, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, IT, LT, PL, PT, UK
Παράκτιες περιοχές	BE, CY, DE, DK, ES, FR, GR, IE, IT, LT, LV, PL, PT
Τουρισμός	AT, CH, CY, CZ, DE, ES, FI, FR, HU, IT, PL, PT, UK
Σχέδια έκτακτης ανάγκης	AT, CZ, DE, DK, FR, GR, NL, LV, PT, UK
Μεταφορές και υποδομές μεταφορών	AT, CZ, DE, ES, FI, FR, LT, NO, PL, UK
Αλιεία και υδατοκαλλιέργειες	CY, DK, ES, FI, FR, IE, IT, PT, UK
Βιομηχανία	CZ, DE, ES, FI, FR, LT, PT, UK
Φυσικές καταστροφές	AT, CH, FR, IT, SI
Εδάφη και ερημοποίηση εδαφών	BG, DE, ES, GR, IT
Επιχειρήσεις και υπηρεσίες	DE, ES, FI, LV, UK
«Πράσινες» υποδομές	AT, HU
Οικονομία	AT, LV
Περιφερειακή ανάπτυξη	DE, HU
Κοινότητες	FI, UK
Καύσωνες	BE
Ορεινές περιοχές	ES

Πίνακας 1-2: Τομείς προσαρμογής και αντίστοιχα εθνικά σχέδια προσαρμογής
Πηγή: Adaptation in Europe, EEA

Οι τομείς λοιπόν, που εντοπίζονται πιο συχνά στα εθνικά σχέδια προσαρμογής απεικονίζονται στον Πίνακα 1-2, με πράσινο χρώμα και είναι η διαχείριση των υδάτων και των υδάτινων πόρων, ο δασικός τομέας, η γεωργία, ο τομέας της βιοποικιλότητας όπως επίσης και της ανθρώπινης υγείας. Ακολούθως, λιγότερα συχνά εντοπίζονται οι τομείς των υποδομών, του χωροταξικού και πολεοδομικού σχεδιασμού, της ενέργειας, των παράκτιων περιοχών, του τουρισμού, των σχεδίων έκτακτης ανάγκης, των μεταφορών, της αλιείας καθώς επίσης και της βιομηχανίας, που σημειώνονται με γκριζό χρώμα στον Πίνακα 1-2. Οι τομείς που έχουν προσδιοριστεί σε μόλις πέντε χώρες ή λιγότερες όπως είναι η διαχείριση των φυσικών καταστροφών, η ερημοποίηση των εδαφών, οι «πράσινες» υποδομές, η οικονομία και η περιφερειακή ανάπτυξη σημειώνονται με μπλε χρώμα στον Πίνακα 1-2.

Σημειώνεται ότι η ομαδοποίηση των τομέων διαφέρει μεταξύ των χωρών. Για παράδειγμα, ορισμένες χώρες θεωρούν ότι η κατηγορία των υποδομών, περιλαμβάνει μόνο τα κτίρια και τις «γκρίζες» υποδομές (π.χ. δρόμοι,

σιδηρόδρομοι, γέφυρες, εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ενέργειας), ενώ άλλες χώρες θεωρούν τις υποδομές ως μια ευρύτερη κατηγορία, που περιλαμβάνει το ενσωματωμένο στον αστικό χώρο φυσικό περιβάλλον και την «πράσινη υποδομή». Αυτό σημαίνει ότι ορισμένα θέματα, όπως η πράσινη υποδομή και οι αστικοί χώροι πρασίνου, που φαίνεται να αναγνωρίζονται μόνο σε λίγες χώρες ως σημαντικοί τομείς προσαρμογής, στην πραγματικότητα ενδέχεται να αποτελούν σημαντικούς τομείς προσαρμογής για ένα ευρύτερο φάσμα χωρών.

Ένα ακόμη ενδιαφέρον εύρημα είναι ότι τα οικονομικά ζητήματα ουσιαστικά απουσιάζουν από τη λίστα, με μόλις δύο χώρες να επιλέγουν την οικονομία (Αυστρία, Λετονία) και τέσσερις τις επιχειρήσεις και τις υπηρεσίες (Γερμανία, Λετονία, Ισπανία και Ηνωμένο Βασίλειο) ως τομείς προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Αυτό βέβαια ενδέχεται να αντανακλά το γεγονός ότι τα οικονομικά ζητήματα και ο ιδιωτικός τομέας εν γένει δε χαίρουν ακόμη ιδιαίτερης προσοχής στις υφιστάμενες πολιτικές προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

Παράλληλα, εντοπίζονται ορισμένοι τομείς, η εμφάνιση των οποίων στα σχέδια προσαρμογής αντανακλά τις ιδιαίτερες γεωγραφικές ή οικονομικές συνθήκες της κάθε χώρας. Για παράδειγμα, η μέριμνα για τις παράκτιες ζώνες εντοπίζεται από τις χώρες της Μεσογείου, από τις χώρες γύρω από τη Βαλτική Θάλασσα και την Ιρλανδία, ενώ ο τουρισμός (και άλλοι τομείς που επηρεάζονται από τον τουρισμό, όπως οι μεταφορές) έχει αναγνωριστεί από πολλές χώρες της Μεσογείου και της κεντρικής ευρωπαϊκής περιφέρειας. Αντίστοιχα, θέματα σχετικά με την απεργήμωση αποτελούν βασική προτεραιότητα στην ισπανική και την ιταλική πολιτική προσαρμογής.

Αξίζει να επισημανθεί, τέλος, ότι αν και ορισμένοι τομείς εντοπίζονται σχεδόν σε κάθε χώρα, οι προκλήσεις προσαρμογής στους τομείς αυτούς ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών. Για παράδειγμα, ο τομέας της δασοκομίας στη νότια Ευρώπη αντιμετωπίζει ως βασική απειλή την αύξηση των δασικών πυρκαγιών, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, ενώ τα δάση στις σκανδιναβικές χώρες είναι πιο πιθανό να υποφέρουν από προβλήματα, όπως οι καταιγίδες και η εμφάνιση νέων παρασίτων. Έτσι, το περιεχόμενο των πολιτικών προσαρμογής ακόμη και όταν αναφέρονται στον ίδιο τομέα μπορεί να είναι πολύ διαφορετικό ανά χώρα. Το στοιχείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη διαμόρφωση των πανευρωπαϊκών προσπαθειών για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (European Environment Agency, 2013).

1.1.6. Ελληνική πολιτική

Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο του Κιότο τον Απρίλιο του 1998, παράλληλα με τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. και το κύρωσε με το Νόμο 3017/2002 (ΦΕΚ Α'117). Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο, η Ε.Ε. και τα Κράτη – Μέλη της έχουν υποχρέωση μείωσης των εκπομπών κατά 8% κατά τη περίοδο 2008-2012 σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους βάσης, που είναι το 1990. Η Ελλάδα σύμφωνα με την απόφαση αυτή, δεσμεύεται να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών της στο +25% για το διάστημα 2008-2012, προκειμένου να συνεισφέρει στο κοινό στόχο της ΕΕ για 8% μείωση των εκπομπών της για το αυτό διάστημα. Για να ανταποκριθεί στη δέσμευσή της αυτή, η χώρα μας εκτόνησε το Εθνικό Πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων φαινόμενου θερμοκηπίου για την περίοδο 2000-2010 (www.ypeka.gr, 2014).

1.2. Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στις Μεταφορές

Η άνοδος της θερμοκρασίας και της στάθμης της θάλασσας καθώς και η αύξηση της συχνότητας και της έντασης των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως είναι οι καταιγίδες, τα κύματα καύσωνα και οι πλημμύρες αναμένεται να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στις υποδομές αλλά και τη λειτουργία των μεταφορών. Παράλληλα, η αλλαγή του κλίματος δεν επηρεάζει μόνο τις υποδομές των μεταφορών, αλλά και την κατανομή των μεταφορικών ροών και της κυκλοφορίας. Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στον τομέα των μεταφορών διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, ενώ ταυτόχρονα διαφοροποιούνται ως προς το είδος και την ένταση τους ανάλογα με τη μεταφορική υποδομή που εξετάζεται (European Commission, 2013). Στον Πίνακα 1-3 καταγράφονται οι συνηθέστερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ανά μεταφορικό μέσο.

	Τύπος	Καιρικά φαινόμενα	Επιπτώσεις
Σιδηροδρομικές Υποδομές	Τρένο	Καύσωνας	Διαστολή των σιδηροδρομικών ραγών Μείωση της αντοχής των υλικών Ασάθεια των αναχωμάτων Υπερθέρμανση του εξοπλισμού
		Βροχόπτωση	Βλάβη στις υποδομές λόγω πλημμύρας ή/και κατολίσθησης Αποσταθεροποίηση του αναχώματος Διάβρωση των υλικών στις εγκαταστάσεις
		Έντονες Καταιγίδες	Βλάβη στις υποδομές και ιδίως στο δίκτυο ενεργειακής τροφοδοσίας
		Γενικά	Μείωση της ασφάλειας Αυξημένα κόστη για αποκατάσταση και συντήρηση Διαταραχή των “just in time” υπηρεσιών παράδοσης προϊόντων και επιβατών
Οδικές Υποδομές	Δρόμοι	Καύσωνας	Υποβάθμιση και καθίζηση του πεζοδρομίου Μείωση της διάρκειας ζωής της επιφάνειας της ασφάλτου
		Έντονη Βροχόπτωση/Πλημμύρες	Βλάβες στις υποδομές Βύθιση δρόμου Διάβρωση των υλικών στις εγκαταστάσεις Πλημμύρα υπόγειων διαβάσεων Υπερφόρτωση συστημάτων αποχέτευσης Κίνδυνος κατολίσθησης Ασάθεια των αναχωμάτων
		Έντονες Καταιγίδες	Βλάβη στις υποδομές
	Γενικά	Μείωση ταχύτητας Κλείσιμο των δρόμων και κίνδυνοι για την ασφάλεια Διαταραχή των “just in time” υπηρεσιών παράδοσης προϊόντων Υψηλά κόστη για αποκατάσταση και συντήρηση	
Παράκτιοι δρόμοι	Αύξηση της στάθμης της Θάλασσας	Βλάβη των υποδομών λόγω πλημμύρας Κλείσιμο Δρόμων Διάβρωση των ακτών	

Πίνακας 1-3: Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στον τομέα των μεταφορών

Πηγή: European Comission

1.3. Μέτρα Προσαρμογής

Στον Πίνακα 1-4, παρουσιάζονται τα μέτρα τα οποία σχετίζονται με την προσαρμογή στον τομέα των μεταφορών, όπως αυτά καταγράφονται στα σχέδια προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Μέτρα Προσαρμογής	Πηγή
Σταδιακή μεταφορά των εμπορευματικών μεταφορών στις εθνικές οδούς και μεταφορά των αεροπορικών μεταφορών στις σιδηροδρομικές γραμμές	"National Program to Abate Climate Change Impacts in the Czech Republic"
Δημιουργία κατάλληλης υποδομής για την ανάπτυξη unmotorised μεταφορών	
Χρήση εναλλακτικών τύπων δίσκων και χρήση φυσικού αερίου στα οχήματα	
Κατασκευή πυκνού δικτύου ποδηλατοδρόμων	
Παχύτερες στρώσεις ασφάλτου και περιορισμένη χρήση υλικών από βισκόζη στην κατασκευή των δρόμων	"Climate Change in Moldova, Socio-Economic Impact and Policy Options for Adaptation"
Αντικατάσταση εξαρτημάτων με πιο σκληρά μέταλλα στις γέφυρες	
Απαγόρευση της κυκλοφορίας των βαρέων οχημάτων το μεσημέρι κατά τους θερινούς μήνες	
Ηλεκτροδότηση του σιδηροδρόμου και αντικατάσταση των μηχανών diesel με ηλεκτρικό κινητήρα	"Climate change and inland waterway transport: impacts on the sector, the Port of Rotterdam and potential solutions"
Κατάρτιση σχεδίων εκκένωσης - σχεδίων έκτακτης ανάγκης	
Προγράμματα εκβάθυνσης των λιμένων	"Climate Change in Germany: Vulnerability and Adaptation of Climate Sensitive Sectors"
Χρήση νέων υλικών ανθεκτικών στη θερμότητα (π.χ. για τα πεζοδρόμια)	
Σχεδιασμός συστημάτων αποχέτευσης μεγαλύτερης χωρητικότητας, προκειμένου να αποστραγγίζονται τα νερά από τις έντονες βροχοπτώσεις	
Αλλαγές στους οικοδομικούς κώδικες και τα σχετικά πρότυπα	
Αύξηση των επιπέδων των αναχωμάτων σε περιοχές ευάλωτες στις πλημμύρες	"The Impacts of Climate Change on London - Technical Report"
Μεταφορά των παράκτιων δρόμων και των σιδηροδρομικών γραμμών	
Χάραξη εναλλακτικών διαδρομών για περιπτώσεις διακοπής ή / και ανάγκης για εκκένωση	
Χρήση του νερού που αντλείται από τις σήραγγες ως ψυκτικό υγρό για τις ανάγκες του μετρό	
Σχέδια κινητικότητας	"Belgium's 5th National Communication Climate Change, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change"
Πρωώθηση των συνδυασμένων μεταφορών με MMM	
Πρωώθηση σχεδίου μετακινήσεων "σπίτι - χώρος εργασίας"	
Ανάπτυξη δικτύου τραμ	
Ανάπτυξη λεωφορειογραμμών express	
Μέτρα προώθησης δημόσιων μεταφορών και της ποδηλασίας	
Μέτρα ρύθμισης της οδικής κυκλοφορίας ώστε να δοθεί προτεραιότητα στις δημόσιες μεταφορές στα αστικά κέντρα	

Μέτρα Προσαρμογής	Πηγή
Κατασκευή ποδηλατοδρόμων κατά μήκος των περιφερειακών δρόμων Τα ποδήλατα να κινούνται από και προς τις δύο κατευθύνσεις σε μονόδρομους	"Belgium's 5th National Communication Climate Change, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change"
Κατασκευή ποδηλατοδρόμων κατά μήκος των περιφερειακών δρόμων	
Δημιουργία κατάλληλων εγκαταστάσεων (ειδικούς χώρους στάθμευσης, σημεία ενοικίασης και κέντρα για μικροεπισκευές), ιδίως στις κύριες στάσεις και τους σταθμούς των ΜΜΜ	
Κατασκευή του δικτύου πεζοδρόμων, ποδηλατοδρόμων και δικτύων για τα άτομα με μειωμένη κινητικότητα	
Πρώθηση της τηλεργασίας	
Πρώθηση Eco-driving - σύστημα Ecoscore	
Χρήση βιοκαυσίμων και φορολογική απαλλαγή της χρήσης βιοκαυσίμων	"Finland's Fifth National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change"
Εθελοντικές συμφωνίες μεταξύ της Κομισιόν και των κατασκευαστών αυτοκινήτων	
Eco-driving	
Πρώθηση δημόσιων και unmotorised μετακινήσεων	
Φορολόγηση των αυτοκινήτων σε σχέση με τις εκπομπές CO2	
Ανανέωση του στόλου των οχημάτων	
Πρώθηση ΜΜΜ, ποδηλασίας και πεζοπορίας	
Αξιοποίηση πιθανών ευκαιριών που θα παρουσιαστούν από την αλλαγή του κλίματος	
Επέκταση των συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης	
Διασφάλιση της θερμικής άνεσης μέσω της μείωσης των θερμικών φορτίων στους τρόπους των μεταφορών	
Μείωση του δυναμικού θερμικής καταπόνησης για τους επιβάτες και το προσωπικό στα ΜΜΜ μέσω κατάλληλου κλιματισμού	"National plan: climate change adaptation", France
Τροποποιήσεις της νομοθεσίας, των προτύπων και των κατευθυντηρίων γραμμών	
Μείωση των υπερβολικά στεγανοποιημένων σημείων στις μεταφορικές υποδομές για τη μείωση / πρόληψη των τοπικών πλημμύρων	
Προσαρμογή των τεχνικών προδιαγραφών για την κατασκευή, τη συντήρηση και τη λειτουργία του δικτύων μεταφορών (υποδομές και εξοπλισμός)	
Μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη ζήτηση των μεταφορών και των συνεπειών της στην αναμόρφωση της διάταξης των μεταφορών	"Ireland, National Climate Change Strategy 2007-2012"
Ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για τη διάγνωση της ευπάθειας των μεταφορικών υποδομών	
Εξοικονόμηση καυσίμου - εναλλακτικές τεχνολογίες καυσίμου	
Φορολογικά κίνητρα	"Ireland, National Climate Change Strategy 2007-2012"
Βιοκαύσιμα - Mineral Oils Tax Relief (MOTR) II Scheme	
Πρώθηση της ομαλής και ασφαλούς οδήγησης	
TaxSaver Commuter Ticket Scheme	

Πίνακας 1-4: Μέτρα προσαρμογής ανά σχέδιο προσαρμογής

Στον Πίνακα 1-5, πραγματοποιείται μια ομαδοποίηση των μέτρων αυτών ανά συναφείς κατηγορίες μέτρων και καταγράφονται οι χώρες που συμπεριλαμβάνουν το εκάστοτε μέτρο στις στρατηγικές προσαρμογής τους.

Μέτρα	Χώρα
Σταδιακή μεταφορά των εμπορευματικών μεταφορών στις εθνικές οδούς και μεταφορά των αεροπορικών μεταφορών στις σιδηροδρομικές γραμμές	CZ
Ανάπτυξη unmotorised μεταφορών	CZ, FN
Χρήση εναλλακτικών καυσίμων - ηλεκτροδότηση οχημάτων	CZ, FI, IE, MD, BE
Κατασκευή - προώθηση - ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	CZ, BE, FI, IE,
Χρήση κατάλληλων υλικών - Αλλαγές στους οικοδομικούς κώδικες και τα σχετικά πρότυπα	MD, DE, AT, FR
Απαγόρευση της κυκλοφορίας των βαρέων οχημάτων το μεσημέρι κατά τους θερινούς μήνες	MD
Κατάρτιση σχεδίων εκκένωσης - σχεδίων έκτακτης ανάγκης - Χάραξη εναλλακτικών διαδρομών για περιπτώσεις διακοπής ή / και ανάγκης για εκκένωση	NL (Rotterdam), UK (London), FI
Προγράμματα εκβάθυνσης των λιμένων - Αύξηση των επιπέδων των αναχωμάτων σε περιοχές ευάλωτες στις πλημμύρες	NL (Rotterdam), UK (London)
Σχεδιασμός συστημάτων αποχέτευσης μεγαλύτερης χωρητικότητας, προκειμένου να αποστραγγίζονται τα νερά από τις έντονες βροχοπτώσεις	DE
Μεταφορά των παράκτιων δρόμων και των σιδηροδρομικών γραμμών	UK (London)
Χρήση του νερού που αντλείται από τις σήραγγες ως ψυκτικό υγρό για τις ανάγκες του μετρό	UK (London)
Προώθηση σχεδίου μετακινήσεων "σπίτι - χώρος εργασίας"	BE
red traffic light remote control system for public transport	BE
Δημιουργία κατάλληλων εγκαταστάσεων (ειδικούς χώρους στάθμευσης, σημεία ενοικίασης και κέντρα για μικροεπισκευές), ιδίως στις κύριες στάσεις και τους σταθμούς των MMM	BE
Κατασκευή του δικτύου πεζοδρόμων, ποδηλατοδρόμων και δικτύων για τα άτομα με μειωμένη κινητικότητα	BE
Προώθηση της τηλεργασίας	BE
Προώθηση Eco-driving - σύστημα Ecoscore	BE, FI, IE
Εθελοντικές συμφωνίες μεταξύ της Κομισιόν και των κατασκευαστών αυτοκινήτων	FI
Φορολόγηση των αυτοκινήτων σε σχέση με τις εκπομπές CO2- Φορολογικά κίνητρα	FI, IE
Ανανέωση του στόλου των οχημάτων	FI
Προώθηση - ανάπτυξη MMM	FI, BE, IE
Προώθηση πεζοπορίας	FI, IE, BE
Αξιοποίηση πιθανών ευκαιριών που θα παρουσιαστούν από την αλλαγή του κλίματος	FI
Διασφάλιση της θερμικής άνεσης μέσω της μείωσης των θερμικών φορτίων στους τρόπους των μεταφορών	AT
Μείωση του δυναμικού θερμικής καταπόνησης για τους επιβάτες και το προσωπικό στα MMM μέσω κατάλληλου κλιματισμού	AT
Μείωση των υπερβολικά στεγανοποιημένων σημείων στις μεταφορικές υποδομές για τη μείωση / πρόληψη των τοπικών πλημμύρων	AT
Μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη ζήτηση των μεταφορών και των συνεπειών της στην αναμόρφωση της διάταξης των μεταφορών	FR
Ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για τη διάγνωση της ευπάθειας των μεταφορικών υποδομών	FR

Πίνακας 1-5: Μέτρα προσαρμογής ανά χώρα

1.4. Καθορισμός Στόχου

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως βασικό στόχο τη διερεύνηση για την εύρεση της καταλληλότερης ιεράρχησης των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στον τομέα των μεταφορών για την περιοχή μελέτης. Σημαντική παράμετρος στο μελετώμενο πρόβλημα της ιεράρχησης αποτελεί η οπτική υπό την οποία εξετάζεται κάθε φορά το πρόβλημα και για το λόγο αυτό επιλέχθηκε η διερεύνηση να πραγματοποιηθεί για τέσσερα εναλλακτικά σενάρια: αυτό όπου όλα κριτήρια αξιολόγησης θεωρούνται ισοβαρή, το περιβαλλοντικό, το οικονομικό και τέλος το κοινωνικό σενάριο. Τέλος, για την υλοποίηση του στόχου και για την επίτευξη της καλύτερης δυνατής ακρίβειας των αποτελεσμάτων, σκόπιμο κρίθηκε να πραγματοποιηθεί ανάλυση ευαισθησίας για καθένα από τα σενάρια αυτά.

1.5. Διάρθρωση Εργασίας

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εστιάζει στη μελέτη για την ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στον τομέα των μεταφορών για τη δεδομένη περιοχή μελέτης. Η εν λόγω εργασία διαρθρώνεται σε πέντε βασικά κεφάλαια, καθένα από τα οποία αποτελείται από επιμέρους ενότητες.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται μια εισαγωγή σε θέματα σχετικά με την κλιματική αλλαγή και περιγράφονται τα αίτια και οι συνέπειες της. Καταγράφονται επίσης οι δράσεις που έχουν πραγματοποιηθεί έως σήμερα σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο στην κατεύθυνση της προσαρμογής. Στη συνέχεια, περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο η κλιματική αλλαγή δύναται να επηρεάσει τον τομέα των μεταφορών και καταγράφονται οι σημαντικότερες επιπτώσεις της στις υποδομές των δικτύων μεταφοράς. Ακολούθως, πραγματοποιείται ο καθορισμός του στόχου της εργασίας και η παρουσίαση της διάρθρωσής της.

Το δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας αφορά στον καθορισμό της περιοχής μελέτης. Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφεται και αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση του φυσικού και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της Αττικής, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην καταγραφή και την αξιολόγηση του υπάρχοντος δικτύου μεταφορών της Αττικής.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η διαδικασία αξιολόγησης των μέτρων προσαρμογής. Για το σκοπό αυτό, περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία της πολυκριτηριακής ανάλυσης όπως αυτή εκτελέστηκε, με τη βοήθεια διαγραμμάτων και εικόνων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιείται ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν μετά την εκτέλεση της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Η ανάλυση αυτή έχει συνολικά τέσσερεις κατευθύνσεις, όσα δηλαδή και τα εναλλακτικά σενάρια που δομήθηκαν. Στη συνέχεια, ακολουθεί η εκτέλεση ανάλυσης ευαισθησίας για καθένα από τα εναλλακτικά σενάρια, ώστε να διαπιστωθεί ο βαθμός της αξιοπιστίας τους.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν με την ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης καθώς και προτάσεις για μελλοντική περαιτέρω εξέλιξη της εργασίας.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό, καταγράφεται και αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση της ευρύτερης περιοχής της Αττικής, η οποία συνιστά την περιοχή μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης γίνεται τόσο ως προς τα φυσικά, όσο και ως προς το ανθρωπογενή χαρακτηριστικά της.

2.1. Περιγραφή Ευρύτερης Περιοχής Μελέτης

Στην ενότητα αυτή, περιγράφεται η περιοχή της περιφέρειας Αττικής, η οποία αποτελεί την ευρύτερη περιοχή μελέτης. Συγκεκριμένα, καταγράφονται στοιχεία σχετικά με τη θέση και με τη διοικητική διάρθρωση της περιφέρειας Αττικής.

2.1.1. Θέση

Η Αττική, ως ενιαία φυσικογεωγραφική ηπειρωτική ενότητα, βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της χώρας, καταλαμβάνει το Νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας και εκτείνεται μεταξύ των Β. παραλλήλων $38^{\circ} 20' 28''$ και $37^{\circ} 38' 54''$ και μεταξύ των Α. μεσημβρινών $24^{\circ} 04' 48''$ και $22^{\circ} 50' 54''$. Η Αττική οριοθετείται στα βόρεια από τον κόλπο των Αλκυονίδων και τη Βοιωτία, ανατολικά από το Ν. Ευβοϊκό κόλπο και τον κόλπο των Πεταλιών, νότια από το Μυρτώο πέλαγος και το Σαρωνικό κόλπο και δυτικά από τον Ισθμό της Κορίνθου και τον Κορινθιακό κόλπο. Η Αττική καλύπτει συνολική έκταση ίση με 3.808 τ.χλμ, η οποία αναλογεί στο 2,9% της συνολικής έκτασης της χώρας. (Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε., 2011)



Εικόνα 2-1: Γεωγραφική θέση της ευρύτερης περιοχής μελέτης

2.1.2. Διοικητική διάρθρωση

Η Περιφέρεια Αττικής, σύμφωνα με το πρόγραμμα «Καλλικράτης» διαιρείται διοικητικά σε 7 περιφερειακές ενότητες (π.ε.) και συνολικά 65 καλλικρατικούς δήμους (Χάρτης 1 Παραρτήματος). Συγκεκριμένα:

- Η π.ε. Κεντρικού Τομέα Αθηνών περιλαμβάνει τους δήμους: Αθηναίων, Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνας, Γαλατσίου, Ζωγράφου, Καισαριανής, Βύρωνος, Ηλιούπολης και Δάφνης – Υμηττού.
- Η π.ε. Νοτίου Τομέα Αθηνών περιλαμβάνει τους δήμους: Γλυφάδας, Ελληνικού - Αργυρούπολης, Αλίμου, Νέας Σμύρνης, Μοσχάτου – Ταύρου, Καλλιθέας, Παλαιού Φαλήρου και Αγίου Δημητρίου.
- Η π.ε. Βορείου Τομέα Αθηνών περιλαμβάνει τους δήμους: Πεντέλης, Κηφισιάς, Μεταμορφώσεως, Πεύκης – Λυκόβρυσης, Αμαρουσίου, Ψυχικού – Φιλοθέης, Χολαργού – Παπάγου, Νέας Ιωνίας, Βριλησίων, Αγ. Παρασκευής και Χαλανδρίου.
- Η π.ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών περιλαμβάνει τους δήμους: Αιγάλεω, Περιστερίου, Πετρούπολης, Χαϊδαρίου, Αγίας Βαρβάρας και Ίλιου / Καματερού ή Αγ. Αναργύρων –Καματερού.
- Η π.ε. Πειραιώς περιλαμβάνει τους δήμους: Πειραιώς, Κορυδαλλού, Νίκαιας-Αγίου Ιωάννη Ρέντη, Κερατσινίου-Δραπετσώνας και Περάματος.
- Η π.ε. Δυτικής Αττικής περιλαμβάνει τους δήμους: Ελευσίνας, Άνω Λιοσίων, Ασπροπύργου, Βιλίων, Ερυθρών, Ζεφυρίου, Μάνδρας, Μεγαρέων και Νέας Περάμου.
- Η π.ε. Ανατολικής Αττικής περιλαμβάνει τους δήμους: Παλλήνης, Αγίου Στεφάνου, Αναβύσσου, Αρτέμιδος, Αυλώνος, Αχαρνών, Βάρης, Βούλας, Βουλιαγμένης, Γέρακα, Γλυκών Νερών, Καλυβίων Θορικού, Κερατέας, Κρωπίας, Λαυρεωτικής, Μαραθώνος, Μαρκοπούλου Μεσογαίας, Νέας Μάκρης, Παιανίας, Ραφήνας και Σπάτων-Λούτσας.
- Η π.ε. Νήσων περιλαμβάνει τους δήμους: Αίγινας, Τροιζηνίας, Κυθήρων, Αγκιστρίου, Σαλαμίνας, Σπετσών και Ύδρας Πόρου. (<http://www.attiki.gov.gr/>, 2014).

2.1.3. Καθορισμός περιοχής μελέτης

Ως ευρύτερη περιοχή μελέτης ορίζεται η περιφέρεια Αττικής, συνολικής έκτασης 3.808 τ.χλμ., η οποία χωροθετείται στη Στερεά Ελλάδα και οριοθετείται στα βόρεια από τον κόλπο των Αλκυονίδων, ανατολικά από το Ν. Ευβοϊκό κόλπο και τον κόλπο των Πεταλιών, νότια από το Μυρτώο πέλαγος και το Σαρωνικό κόλπο και δυτικά από τον Κορινθιακό κόλπο.

Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε η έκταση εκείνη της περιφέρειας Αττικής που συναποτελείται από τις π.ε. Κεντρικού Τομέα Αθηνών, Βορείου Τομέα Αθηνών, Δυτικού Τομέα Αθηνών, Νοτίου Τομέα Αθηνών, Πειραιώς, Ανατολικής Αττικής και Δυτικής Αττικής. Η περιοχή μελέτης αποτελεί πρακτικά το σύνολο της περιφέρειας Αττικής, με εξαίρεση την π.ε. Νήσων. Ο καθορισμός της περιοχής μελέτης έγινε βάσει των διοικητικών ορίων των π.ε. και με γνώμονα την ύπαρξη κατά το δυνατόν μεγαλύτερης ομοιγένειας της χωρικής ενότητας που τελικά μελετάται, τόσο ως προς τα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντός της όσο και ως προς τα ανθρωπογενή χαρακτηριστικά της.

2.2. Καταγραφή Φυσικού Περιβάλλοντος

Στην παρούσα ενότητα, καταγράφονται τα βασικά στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος της Αττικής, προκειμένου να αναγνωριστούν τα κρίσιμα ζητήματα που αφορούν και σχετίζονται με την προστασία των φυσικών και πολιτιστικών πόρων και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Συγκεκριμένα, μελετώνται η μορφολογία της περιοχής, το κλίμα, το υδρογραφικό δίκτυο, τα ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής, η χλωρίδα, η πανίδα καθώς και τα στοιχεία του πολιτισμικού περιβάλλοντος της Αττικής.

2.2.1. Μορφολογία

Η συνολική έκταση του λεκανοπεδίου είναι 427 τ.χλμ, εκ των οποίων τα 370 τ.χλμ καταλαμβάνονται από τη λεκάνη απορροής του Κηφισού και τα 45 τ.χλμ από τη λεκάνη απορροής του Ιλισσού. Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται στη μεγαλύτερη έκτασή της ως πεδινή. Η γενική κατεύθυνσή της είναι βορειοανατολικά – νοτιοδυτικά και περιβάλλεται από τρεις κύριους ορεινούς όγκους: στα ανατολικά από τον Υμηττό με υψηλότερη κορυφή τα 1026 μ., στα βόρεια από την Πεντέλη με υψηλότερη κορυφή τα 1109 μ. και στα βορειοδυτικά από την Πάρνηθα, η οποία τοποθετείται πιο μακριά από τη λεκάνη απορροής συγκριτικά με τους άλλους δύο ορεινούς σχηματισμούς, με υψηλότερη κορυφή τα 1413 μ.. Τέλος, στα δυτικά χωροθετείται το όρος Αιγάλεω, με μεγαλύτερο υψόμετρο τα 468 μ..

Εκτός των μεγάλων ορεινών όγκων, στο λεκανοπέδιο απαντάται με διεύθυνση ΒΑ, ΝΔ μια ομάδα λόφων, το υψόμετρο των οποίων μειώνεται καθώς προχωράμε προς τα ΝΔ. Στο νότια, η περιοχή μελέτης βρέχεται από τα νερά του Σαρωνικού Κόλπου. Η ποικιλομορφία που συναντάται στο ανάγλυφο της Αττικής συνιστά αποτέλεσμα της έντονης δράσης τόσο ενδογενών (ορογένεση, ηφαιστειότητα, σεισμοί), όσο και εξωγενών παραγόντων (νερά, άνεμοι, θαλάσσια κύματα) (Κανδηλιώτη Γ., 2009).

Αντίστοιχα, οι ακτές της Αττικής είναι πολυσχιδείς και σχηματίζεται πλήθος κόλπων και όρμων, οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι: Χαλκουτσίου, Ωρωπού, Αγ. Αποστόλων, Αγ. Μαρίνας, Μαραθώνα, Ραφήνας, Λούτσας, Βραυρώνας, Πόρτο Ράφτη, Αυλάκι, Κακής θάλασσας, Δασκαλειού, Τουρκολίμανο, Θορικού, Λαυρίου, Σουνίου, Αναβύσσου, Βάρης, Βουλιαγμένης, Καβουρίου, Φαλήρου, Πειραιώς, Κερατσινίου, Ελευσίνας, Μεγάρων, Καλαμακίου και Σχίνου (Κανδηλιώτη Γ., 2009).

Η μορφολογία της περιοχής μελέτης απεικονίζεται στο χάρτη 11 του Παραρτήματος.

2.2.2. Υδρογραφικό δίκτυο

Στην Αττική, οι επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες σε συνδυασμό με τη μορφή και τη σύσταση του αναγλύφου της, δεν επέτρεψαν τη δημιουργία και την ανάπτυξη ιδιαίτερα μεγάλων ποταμών. Ο κύριος υδροκρίτης που ορίζει το λεκανοπέδιο της Αττικής ακολουθεί την κορυφογραμμή των όρεων Αιγάλεω – Πάρνηθας – Πεντέλης – Υμηττού. Τα δύο κύρια υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής είναι ο Κηφισός ποταμός, που αποτελεί τον μεγαλύτερο ποταμό της περιοχής και ο Ιλισσός ποταμός, οι κοίτες των οποίων έχουν διευθετηθεί και καλυφθεί κατά το μεγαλύτερο μέρος τους.

Η λεκάνη απορροής του Κηφισού είναι η μεγαλύτερη στο λεκανοπέδιο και καλύπτει το 67% της συνολικής έκτασής του. Ο Κηφισός διατρέχει το δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου, οι πηγές του τοποθετούνται στον αυχένα του Μπογιατίου στον δήμο Αγίου Στεφάνου και δέχεται τα ύδατα που διατρέχουν τις εσωτερικές προς τη λεκάνη απορροής του πλαγιές της Πάρνηθας, της Πεντέλης και του όρους Αιγάλεω. Το τμήμα του Κηφισού που βρίσκεται εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος του λεκανοπεδίου καλύπτεται με τσιμέντο, γεγονός που αυξάνει το συντελεστή απορροής της περιοχής και την παροχή του ποταμού, ιδιαίτερα σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων.

Αντίστοιχα, ο Ιλισσός ποταμός διατρέχει το νοτιοανατολικό τμήμα του λεκανοπεδίου και οι πηγές του τοποθετούνται στα νότια του Λυκαβηττού. Ο Ιλισσός στο μεγαλύτερο τμήμα του είναι επίσης καλυμμένος και χρησιμοποιείται πλέον ως αποχετευτικός αγωγός που εξυπηρετεί τις ανάγκες του πληθυσμού της περιοχής.

Παράλληλα, μια σειρά ρεμάτων συμπληρώνουν το υδρογραφικό δίκτυο του λεκανοπεδίου, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι το Κακόρεμα στον Υμηττό, το Λυκόρεμα και το Κατσικόρεμα στην Πεντέλη, το Βαθύ ρέμα στο Κρουονέρι, το Ρέμα της Αγίας Τριάδας και η Πικροδαφνέζα στην περιοχή της Πάρνηθας και τέλος το ρέμα της Πικροδάφνης στο Αιγάλεω.

Οι λίμνες που μαζί με τους ποταμούς και τα ρέματα ολοκληρώνουν το υδάτινο σύστημα της περιοχής μελέτης είναι η λίμνη Κουμουνδούρου στο δήμο Ασπρόπυργου και η τεχνητή λίμνη στο δήμο Μαραθώνα.

Σε ό,τι αφορά στα υπόγεια ύδατα της περιοχής μελέτης, εξετάζοντας το σύνολο των υδρολογικών στοιχείων του λεκανοπεδίου της Αττικής, καθίσταται σαφής η εξάρτηση της τροφοδοσίας των υπόγειων υδάτων από τα κλιματικά στοιχεία, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Το μικρό σχετικά ύψος βροχής στην περιοχή μελέτης καθιστά φτωχή την τροφοδοσία των υπόγειων οριζόντων σε νερό καθώς σε συνδυασμό με την οικιστική ανάπτυξη και την ανάπτυξη του οδικού δικτύου παρεμποδίζεται η κατείσδυση του νερού στο υπέδαφος. Η στάθμη του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα είναι υψηλή και σε ορισμένες περιπτώσεις φθάνει το βάθος 1,5 έως 2 μέτρα (Καρύμπαλης και Παυλόπουλος Κ., 2002).

Τα χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου που περιγράφηκαν απεικονίζονται στον χάρτη 3 του Παραρτήματος.

2.2.3. Κλίμα

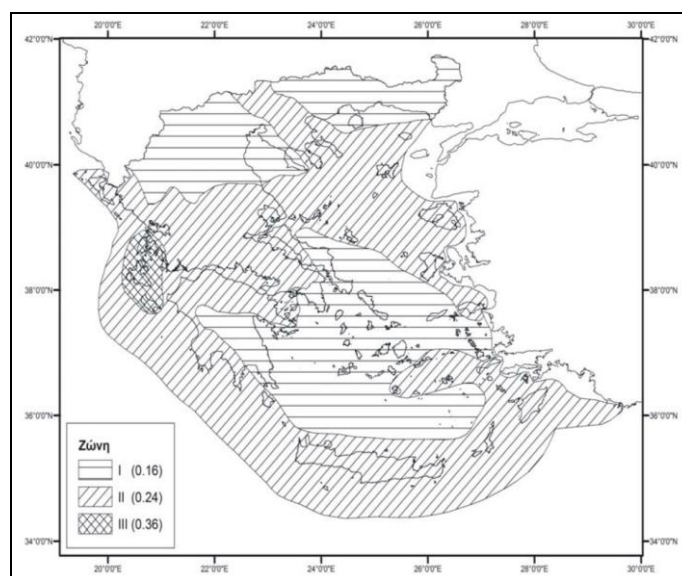
Η Αττική χαρακτηρίζεται από μεσογειακό κλίμα, δηλαδή από βροχερούς χειμερινούς μήνες και από ανόμβριους με υψηλές θερμοκρασίες θερινούς μήνες. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος κυμαίνεται μεταξύ 16° και 18°. Αντίστοιχα, το ετήσιο ύψος βροχής είναι περίπου 400mm. Ο ξηρότερος μήνας είναι ο Αύγουστος (5,4mm) και ο υγρότερος είναι ο Δεκέμβριος (68,5mm). Το ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται από 43,7% το μήνα Ιούλιο έως 75,6% τον Δεκέμβριο. (Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε., 2011)

2.2.4. Τεκτονική – Σεισμικότητα

Σε ό,τι αφορά στην τεκτονική της βορειοανατολικής Αττικής, σημειώνεται ότι στην περιοχή κυριαρχούν ρήγματα γενικής διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ και ΒΔ-ΝΑ, ενώ μικρότερη συμμετοχή έχουν τα ρήγματα διεύθυνσης Β-Ν. Οι κύριες ενεργές νεοτεκτονικές δομές της βορειοανατολικής Αττικής είναι οι ρηξιγενείς ζώνες της Βόρειας Πάρνηθας (Αυλώνα – Μαλακάσας) και της περιοχής Ωρωπού - Αγ. Αποστόλων η οποία οριοθετεί και τον Ευβοϊκό Κόλπο. Αντίστοιχα, στη νοτιοανατολική Αττική κυριαρχούν ρήγματα γενικής διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ.

Αναφορικά με τη σεισμικότητα της περιοχής μελέτης, η περιφέρεια Αττικής συνολικά κατατάσσεται στις Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας Ι (ζώνη χαμηλής

σεισμικής επικινδυνότητας) και II (ζώνη μέσης σεισμικής επικινδυνότητας), σύμφωνα με την κατανομή του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ – 2000 – (Φ.Ε.Κ. Β' 1154/12-8-2003).



Εικόνα 2-2: Ζώνες σεισμικότητας
Πηγή: Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός

2.2.5. Ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά

α. Ορεινοί όγκοι

Ως ορεινές περιοχές στην Αττική θεωρούνται οι ορεινοί όγκοι του Υμηττού, της Πεντέλης, της Πάρνηθας και του Αιγάλεω-Ποικίλου Όρους, που περικλείουν το γεωγραφικά οριζόμενο Λεκανοπέδιο της Αθήνας καθώς και οι ορεινοί όγκοι της Λαυρεωτικής, της Δυτικής και Βόρειας Αττικής (Γεράνεια, Πατέρα, Πάστρας, Μαλακάσα). Οι ορεινοί όγκοι της Περιφέρειας και ιδιαίτερα αυτοί που περιβάλλουν το Λεκανοπέδιο αποτελούν αναμφισβήτητα από τους σημαντικότερους φυσικούς πόρους της Αττικής, τόσο από την άποψη των αξιόλογων οικοσυστημάτων που αναπτύσσονται στις εν λόγω περιοχές, όσο και για τον καθοριστικό ρόλο που έχουν στη διαμόρφωση των κλιματικών συνθηκών, τη συμβολή τους στην αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στην αντιπλημμυρική προστασία. Κατόπιν ειδικής μελέτης, έχουν οριοθετηθεί και θεσμοθετηθεί ζώνες χρήσεων γης και όρων και περιορισμών στην δόμησή τους, ώστε να αποκλείονται οι ασύμβατες δραστηριότητες και να αναδεικνύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε ορεινού όγκου. Συγκεκριμένα, μέχρι σήμερα έχουν θεσμοθετηθεί (<http://www.minenv.gr>, 2014):

- Ο ορεινός όγκος του Υμηττού με το από 16.6.11 Π. Δ. (ΦΕΚ 187 Δ)
- Ο ορεινός όγκος της Πεντέλης με το από 26.8.88 Π. Δ. (ΦΕΚ 755 Δ)

- Ο ορεινός όγκος του Αιγάλεω με τον Ν. 2742/99 /άρθρ 21 (ΦΕΚ 207 Α)
- Ο ορεινός όγκος της Λαυρεωτικής με το από 24.1.03 Π. Δ. (ΦΕΚ 121Δ)
- Ο ορεινός όγκος της Πάρνηθας με το από 19.07.07 Π. Δ. (ΦΕΚ 336Δ)

β. Περιοχές προστασίας

Στο σύνολο της περιφέρειας καταγράφονται αξιόλογοι τόποι οικολογικού ενδιαφέροντος πολλοί εκ των οποίων περιλαμβάνονται στους καταλόγους της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους, Βιότοποι του προγράμματος CORINE, Βιότοποι του προγράμματος NATURA 2000 και δύο Εθνικοί Δρυμοί. Οι περιοχές της Περιφέρειας Αττικής που έχουν ενταχθεί στο πρόγραμμα NATURA 2000 παρουσιάζονται στον πίνακα 2-1 :

Περιοχή προστασίας	Κωδικός
Όρος Πάρνηθα	GR3000001
Εθνικό Πάρκο Σχοινιά – Μαραθώνα	GR3000003
Βραυρώνα – Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη	GR3000004
Σούνιο – Νησίδα Πατρόκλου και Παράκτια θαλάσσια Ζώνη	GR3000005
Υμηττός – Αισθητικό Δάσος Καισαριανής – Λίμνη Βουλιαγμένης	GR3000006
Όρη Γεράνια	GR2530005

Πίνακας 2-1: Περιοχές προστασίας Αττικής
Πηγή: <http://www.minenv.gr>

Επιπλέον, σημειώνεται ότι στην περιοχή εδράζουν και ορισμένοι σημαντικοί βιότοποι. Η Περιφέρεια περιλαμβάνει αρκετούς σημαντικούς βιότοπους σύμφωνα με τον κατάλογο που συνέταξε η Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης το 1992. Στον πίνακα 2-2 που ακολουθεί καταγράφονται όλοι οι σημαντικοί βιότοποι της περιοχής μελέτης.

Κωδικός	Βιότοποι
182	Έλος και Δάσος Σχοινιά Μαραθώνα
184	Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας και περιοχές Λημικό και Σαλονίκη
185	Περιοχή Δυτικά των Μεγάρων
189	Κορυφές όρους Πεντέλης
190	Όρος Αγριλίκι Μαραθώνα
191	Κορυφές Όρους Υμηττός και περιοχές Καισαριανής και Καρέα
192	Αττικό Άλσος
193	Λυκαβηττός
194	Εκβολή Ιλισσού
195	Εθνικός Δρυμός Σουνίου
197	Σκυρωνίδες Πέτρες
198	Κορυφές όρους Κιθαιρώνας
199	Κορυφές όρους Πατέρα
200	Άρμα και φαράγγι Γκούρας (Πάρνηθα)
202	Γεράνια όρη

Πίνακας 2-2: Βιότοποι Αττικής

Πηγή: Έκδοση της Ελληνικής Εταιρίας Προστασίας της Φύσης σε συνεργασία με το Πρόγραμμα ΦΙΛΟΤΗΣ του Ε.Μ.Π.

Στο σύνολο της έκτασης της Περιφέρειας Αττικής, εντοπίζονται τα ακόλουθα καταφύγια άγριας ζωής (Πίνακας 2-3) καθώς και οι εθνικοί δρυμοί Πάρνηθας και Σουνίου.

Περιοχές Καταφυγίων Άγριας Ζωής
Μαρμαροξέρα Λαυρίου
Μεγάρων – Βιλίων
Αιγάλεω
Θαλάρια Πειραιά
Πήλος Πειραιά
Όρος Πειραιά
Πάρνηθα
Βούτημα Καπανδριτίου
Μαυροσουβάλα Καπανδριτίου
Πατέρας Αιγάλεω
Ραπεντώσα Πεντέλης
Υμηττός

Πίνακας 2-3: Καταφύγια άγριας ζωής Αττικής
Πηγή: <http://www.minenv.gr>

2.2.6. Χλωρίδα

Η χλωρίδα της περιοχής μελέτης που παρουσιάζει ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον συγκεντρώνεται ως επί το πλείστον στις περιοχές των ορεινών όγκων της Πάρνηθας και του Αιγάλεω – Ποικίλου.

Χλωρίδα Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας

Στην Πάρνηθα απαντώνται 1.116 είδη και ποικιλίες χλωρίδας, από τα οποία 13 αναφέρεται ότι έχουν φυτευτεί τεχνητά, ενώ 10 θεωρούνται ξενικά για την Πάρνηθα. Τα ελληνικά ενδημικά είδη που υπάρχουν στην Πάρνηθα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Συνολικά, έχει καταγραφεί η παρουσία 92 ελληνικών ενδημικών ειδών (<http://www.parnitha.net/>, 2014).

Χλωρίδα Ορεινών Όγκων Αιγάλεω – Ποικίλο

Μέχρι σήμερα στο Όρος Αιγάλεω – Ποικίλο έχουν καταγραφεί και ταξινομηθεί πάνω από 750 αυτοφυή είδη και υποείδη. Από αυτά 41 είδη είναι ελληνικά ενδημικά, 8 είναι ενδημικά της Ελλάδας και της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου και 30 χαρακτηρίζονται σημαντικά. Από τα 79 συνολικά αυτά είδη 40 είναι προστατευτέα, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ή ευρωπαϊκές και διεθνείς συνθήκες (Συντονιστικό φορέων για την προστασία του Όρους Αιγάλεω – Ποικίλο και την Λίμνη Κουμουνδούρου).

2.2.7. Πανίδα

Όμοια με τη χλωρίδα της περιοχής μελέτης, η πανίδα που παρουσιάζει ιδιαίτερη ποικιλία απαντάται ως επί το πλείστον στις περιοχές των ορεινών όγκων της Πάρνηθας και του Αιγάλεω – Ποικίλου όρους.

Πανίδα Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας

Η Πάρνηθα περιλαμβάνεται στις περιοχές της Αττικής με την πλουσιότερη πανίδα αφενός λόγω της σημαντικής έκτασής της, της ευνοϊκής γεωγραφικής της θέσης, του σχετικά ήπιου κλίματός της, του ιδιόμορφου ανάγλυφου, του γεωλογικού πλούτου αλλά και αφετέρου λόγω του ότι ως Εθνικός Δρυμός, ως Καταφύγιο Θηραμάτων, ως Ειδική Περιοχή Προστασίας για τα Πουλιά (SPA) και ως περιοχή του Δικτύου «NATURA 2000» απολαμβάνει υψηλή προστασία. Στο συγκεκριμένο οικοσύστημα φιλοξενούνται πλήθος από ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα είδη της ελληνικής πανίδας. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η Πάρνηθα περιλαμβάνει πληθώρα βιοτόπων και αποτελεί ασφαλές καταφύγιο για την ορνιθοπανίδα, λόγω της ανακήρυξης της περιοχής ως Εθνικό Δρυμό. Πολλά είδη πτηνών και ιδίως αρπακτικών, τα οποία προστατεύονται από διάφορες συνθήκες και είναι απειλούμενα, απαντώνται στην περιοχή (<http://www.parnitha.net/>, 2014).

Πανίδα Ορεινών Όγκων Αιγάλεω – Ποικίλου

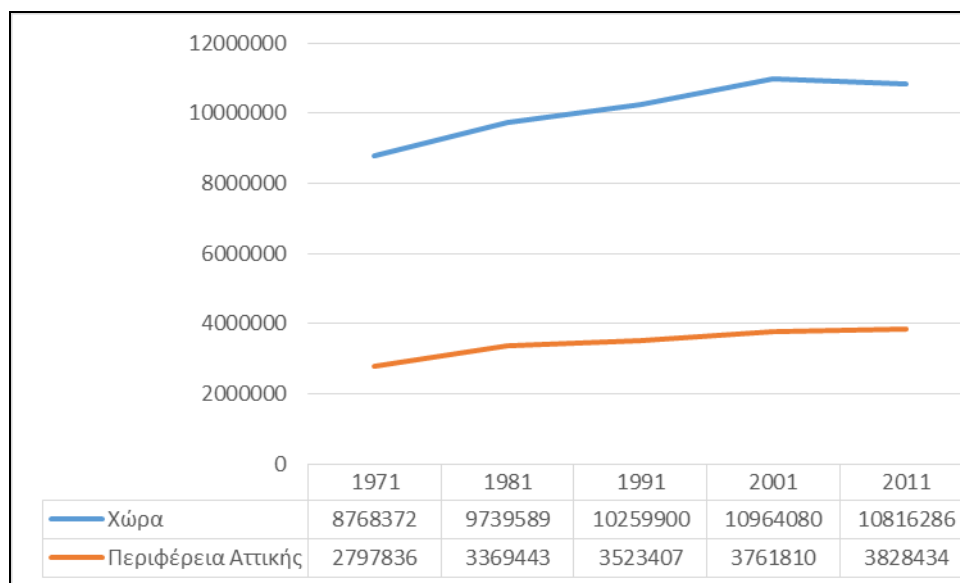
Μέχρι σήμερα στο συγκεκριμένο ορεινό όγκο έχουν καταγραφεί 84 είδη πουλιών που εμφανίζονται μονίμως ή σε συγκεκριμένες περιόδους. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται και 11 είδη, τα οποία περιλαμβάνονται στη Κοινοτική Οδηγία 79/409-85/411/ΕΟΚ. Ακόμα, έχει καταγραφεί σημαντικός αριθμός εντόμων, θηλαστικών, ερπετών, αμφιβίων αλλά και ειδών ορνιθοπανίδας, τα 20 από τα οποία περιλαμβάνονται στην Κοινοτική Οδηγία 79/409-85/411/ΕΟΚ «Είδη για τα οποία προβλέπονται μέτρα ειδικής διατηρήσεως που αφορούν τον οικότοπό τους».

2.3. Καταγραφή Ανθρωπογενούς Περιβάλλοντος

Στην ενότητα αυτή, καταγράφονται τα στοιχεία του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, τα οποία αφορούν στα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά και την οικονομική δομή της περιοχής μελέτης.

2.3.1. Πληθυσμιακά χαρακτηριστικά

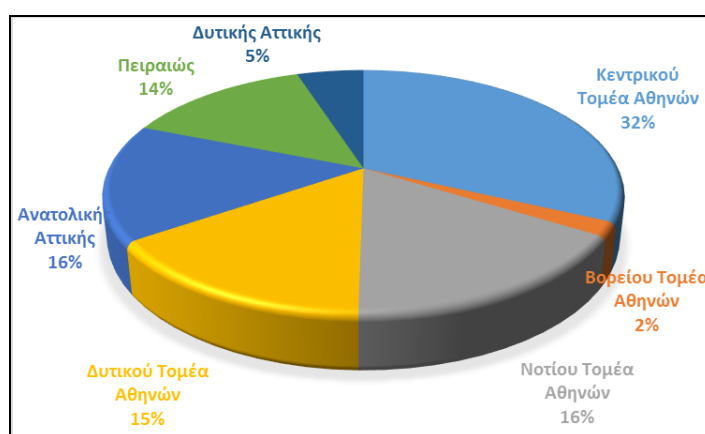
Η Περιφέρεια Αττικής συγκεντρώνει συνολικά το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της χώρας. Ειδικότερα, ο πληθυσμός της Περιφέρειας σύμφωνα με την απογραφή του 2011 της Ελ.Στατ., ανέρχεται σε 3.828.434 κατοίκους και καλύπτει το του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Στο διάγραμμα 2.1 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη του πληθυσμού της περιφέρειας Αττικής.



Διάγραμμα 2.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη περιφέρειας Αττικής, Απογραφή 2011
Πηγή: Ελ.Στατ., ίδια επεξεργασία

Σημειώνεται ότι η ανακοπή της ραγδαίας πληθυσμιακής συγκέντρωσης από τη δεκαετία του 1980 και έπειτα οφείλεται στις τάσεις κορεσμού και συμφόρησης πληθυσμού και δραστηριοτήτων στην περιφέρεια Αττικής και στις εφαρμοζόμενες πολιτικές περιφερειακής ανάπτυξης. Ωστόσο, παρά την σταθεροποίηση του ρυθμού αύξησης του πληθυσμού σε επίπεδα < 10%, αναμένεται περαιτέρω αύξηση του πληθυσμού κατά τις επόμενες δεκαετίες.

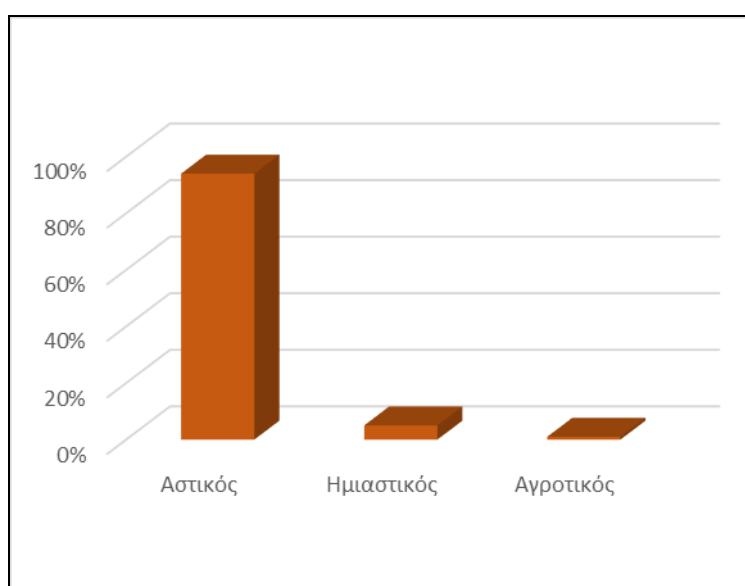
Ο πληθυσμός της π.ε. Κεντρικού Τομέα Αθηνών σύμφωνα με την απογραφή του 2011 ανέρχεται σε 1.029.520 κατοίκους, της π.ε. Βόρειου Τομέα Αθηνών σε 591.680 κατοίκους, της π.ε. Νότιου Τομέα Αθηνών σε 529.826 κατοίκους, της π.ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών σε 489.675 κατοίκους, της π.ε. Ανατολικής Αττικής σε 502.348 κατοίκους, της π.ε. Πειραιώς σε 448.997 κατοίκους και τέλος της π.ε. Δυτικής Αττικής σε 160.927 κατοίκους. Στο διάγραμμα 2.2. παρουσιάζεται η κατανομή του πληθυσμού της περιφέρειας ανά περιφερειακή ενότητα.



Διάγραμμα 2.2: Κατανομή πληθυσμού ανά περιφερειακή ενότητα, Απογραφή 2011
Πηγή: Ελ.Στατ., ίδια επεξεργασία

Σημειώνεται, επίσης, ότι η πληθυσμιακή συγκρότηση της Περιφέρειας Αττικής επηρεάζεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια από τη μεγάλη εισροή οικονομικών μεταναστών, ο αριθμός των οποίων σύμφωνα με την απογραφή του 2011 ανέρχεται σε περίπου 360.000.

Ο αστικός πληθυσμός της Περιφέρειας Αττικής καλύπτει περίπου το 50% του συνολικού αστικού πληθυσμού της χώρας. Σε επίπεδο περιφέρειας, ο αστικός πληθυσμός καλύπτει το 94% του συνολικού πληθυσμού της περιφέρειας, ο ημιαστικός το 5%, ενώ ο αγροτικός μόλις το 1% του συνολικού πληθυσμού της περιφέρειας. (Περπερίδου, 2010)

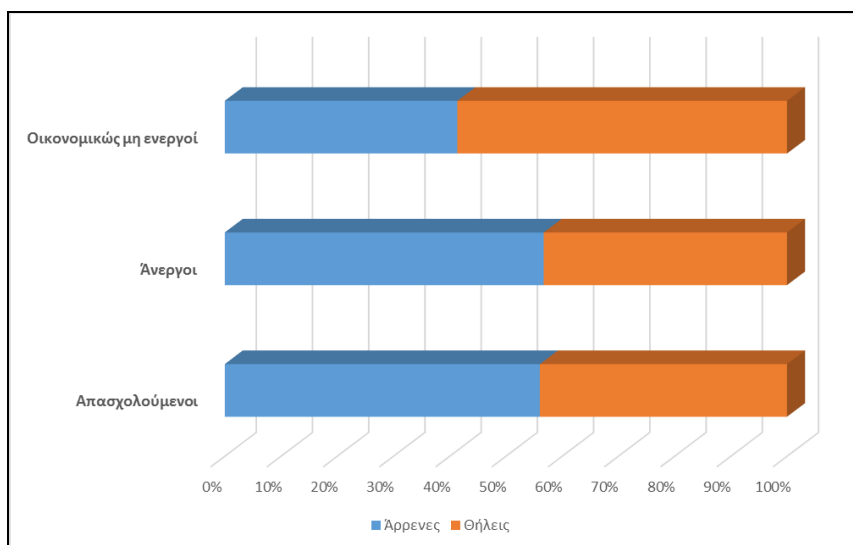


Διάγραμμα 2.3: Κατανομή πληθυσμού ανά κατηγορία, Απογραφή 2011
Πηγή: Ελ.Στατ., ίδια επεξεργασία

Η καταγραφόμενη αυξητική τάση του αστικού πληθυσμού μεταφράζεται χωρικά με την απόλυτη κυριαρχία του πολεοδομικού συγκροτήματος της πρωτεύουσας, γεγονός που δημιουργεί εσωτερικές μετακινήσεις και πληθυσμιακές πιέσεις στην ενδοχώρα και τις εσωτερικές ζώνες της Περιφέρειας, με τις ανάλογες οικιστικές πιέσεις, καθώς και την ανάγκη ενίσχυσης των υποδομών στις περιοχές αυτές.

2.3.1. Οικονομική δομή

Σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του 2011, ο απασχολούμενος πληθυσμός της Δυτικής Αττικής ανέρχεται σε 1,452,203 κατοίκους, οι άνεργοι σε 319,359 κατοίκους, ενώ ο οικονομικώς μη ενεργός πληθυσμός ανέρχεται σε 2,056,872 κατοίκους (Διάγραμμα 2.4).



Διάγραμμα 2.4: Οικονομικά ενεργός και μη ενεργός πληθυσμός περιφέρειας Αττικής, Απογραφή 2011

Πηγή: Ελ.Στατ., ίδια επεξεργασία

Η οικονομική διάρθρωση της ευρύτερης περιοχής της περιφέρειας Αττικής, όπως αυτή παρουσιάζεται στον πίνακα 2-4, σκιαγραφεί το προφίλ της οικονομίας της περιοχής μελέτης, η οποία φαίνεται να βασίζεται κυρίως στο δευτερογενή και τριτογενή τομέα και δευτερευόντως στον πρωτογενή τομέα παραγωγής. Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι ο κλάδος του εμπορίου απασχολεί το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού της Αττικής, ενώ ακολουθούν η δημόσια διοίκηση και οι μεταποιητικές βιομηχανίες.

Παραγωγικοί Τομείς	Ομάδες κλάδων οικονομικής δραστηριότητας	Οικονομικά ενεργός πληθυσμός
Πρωτογενής Τομέας	Γεωργία, Κτηνοτροφία, Αλιεία	17,524
Δευτερογενής Τομέας	Μεταποιητικές βιομηχανίες	139,108
	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου και νερού	10,437
	Κατασκευές	88,537
Τριτογενής Τομέας	Χονδρικό και λιανικό εμπόριο	273,264
	Ξενοδοχεία και εστιατόρια	84,229
	Μεταφορές, αποθήκευση και επικοινωνίες	99,804
	Ενδιάμεσοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί	64,640
	Δημόσια διοίκηση	149,129
	Εκπαίδευση	105,794
	Υγεία και κοινωνική μέριμνα	104,082
	Τέχνες και ψυχαγωγία	23,343
	Άλλες δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών	28,850

Πίνακας 2-4: Οικονομικά ενεργός πληθυσμός περιφέρειας Αττικής και παραγωγικοί τομείς, Απογραφή 2011

Πηγή: Ελ.Στατ., ίδια επεξεργασία

2.3.2. Χρήσεις γης

Στην ενότητα αυτή, καταγράφονται οι υφιστάμενες χρήσεις γης της περιοχής μελέτης, σύμφωνα με τους χάρτες κάλυψης χρήσεων γης Corine Land Cover του 2000 (χάρτης 2 Παραρτήματος).

Από το χάρτη χρήσεων γης της περιοχής μελέτης, εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι δήμοι Αθηναίων και Πειραιά καθώς και όσοι γειτνιάζουν με αυτούς συγκεντρώνουν το σύνολο του συμπαγούς αστικού ιστού. Αντίστοιχα, ορισμένοι δήμοι της Δυτικής Αθήνας, όπως ο δ. Περιστερίου και ο δ. Αιγάλεω καλύπτονται επίσης σε μεγάλο βαθμό από οικιστικό ιστό, γεγονός που συσχετίζεται άμεσα με τις υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες των εν λόγω δήμων.

Σε ό,τι αφορά στις βιομηχανικές δραστηριότητες, αυτές συγκεντρώνονται ως επί το πλείστον στις περιοχές του Ελαιώνα, του Λαυρίου και της Ελευσίνας. Παράλληλα παρατηρείται εμφάνιση σημαντικών βιομηχανικών και εμπορικών δραστηριοτήτων κατά μήκος της Εθνικής Οδού στο τμήμα που γειτνιάζει με την Αττική Οδό.

Στον πίνακα 2-5 παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανομή των κυριότερων χρήσεων γης στην Αττική, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της Αστικής Δημοσκόπησης, που διεξήγαγε η Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία την περίοδο 2002 – 2005.

Χρήση γης	Ποσοστό κάλυψης (%)
Βιομηχανικές χρήσεις	1.73
Εμπορικών, οικονομικές και επιχειρηματικές χρήσεις	1.73
Χρήσεις κατοικίας	11.14
Χρήσεις γης αναψυχής/ ψυχαγωγίας και αθλητικών εγκαταστάσεων	0.44
Χώροι πρασίνου	82.42
Ορυχεία και νταμάρια	1.31
Οδικού δίκτυο	0.96
Αεροδρόμια	0.96
Λιμένες	0.96
Σιδηροδρομικό δίκτυο	0.5
Χωματερές	1.31

Πίνακας 2-5: Ποσοστιαία κατανομή κυριότερων χρήσεων γης στο Δ. Αθηναίων, την ΕΠΑ και την Ελλάδα

Πηγή: Αστική Δημοσκόπηση, Eurostat

Σημειώνεται ότι ένα εκ των σημαντικότερων προβλημάτων που καταγράφονται στην περιοχή μελέτης και αφορούν στην οργάνωση του χώρου και των χρήσεων γης της περιοχής αφορά στην πολυπλοκότητα των χρήσεων γης, οι οποίες συχνά δε συνάδουν με τα τοπικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής. Ταυτόχρονα, παρατηρείται έντονη και διάσπαρτη ανάπτυξη των χρήσεων κατά μήκος των μεγάλων κυκλοφοριακών αξόνων, η οποία συνεπάγεται διόγκωση του

κυκλοφοριακού φόρτου, τον οποίο αδυνατούν να εξυπηρετήσουν οι αντίστοιχες υφιστάμενες υποδομές μεταφοράς. (Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε., 2011)

2.4. Δίκτυα Μεταφορών

Στην παρούσα ενότητα, καταγράφεται το σύστημα μεταφορών που εξυπηρετεί την περιοχή μελέτης, το οποίο αποτελείται από το οδικό δίκτυο, το σιδηροδρομικό δίκτυο, το δίκτυο των αστικών συγκοινωνιών, τους λιμένες και τους αερολιμένες της περιοχής.

2.4.1. Οδικό δίκτυο

Το οδικό δίκτυο της Αττικής διακρίνεται σε τρεις διακριτούς τομείς: την περιοχή μικρού δακτυλίου (κέντρο της Αθήνας), την υπόλοιπη περιοχή του λεκανοπεδίου και την περιοχή εκτός της περιοχής πρωτεύουσας. Ο κύριος ιστός οδικών αρτηριών της Αττικής χαρακτηρίζεται από αξονικές και περιφερειακές οδούς με επίκεντρο το κέντρο της Αθήνας. Ως κύριες αξονικές αρτηρίες με άμεση πρόσβαση στο κέντρο της Αθήνας εμφανίζονται οι:

- Λ. Κηφισίας και Μεσογείων από τα βόρειο-ανατολικά του Νομού
- Λ. Βουλιαγμένης από το νότο
- Λ. Συγγρού και Πειραιώς από τα νότιο-δυτικά
- Λ. Αθηνών, Ιερά Οδός, Πέτρου Ράλλη και Λένορμαν από τα δυτικά και βόρειο-δυτικά του Νομού
- Αχαρνών, Λιοσίων και Πατησίων από το βορρά.

Ως πρώτη βαθμίδα περιφερειακού δικτύου του κέντρου της Αθήνας υπάρχει ο δακτύλιος της Αθήνας. Ο δακτύλιος που αποτελείται από τις πρωτεύουσες αρτηρίες: Λ. Αλεξάνδρας, Φειδιππίδου, Μιχαλακοπούλου, Σπ. Μερκούρη, Υμηττού, Ηλία Ηλιού, Φραντζή, Καλλιρρόης, Χαμοστέρας, Πειραιώς, Ιερά Οδός, Λ. Κωνσταντινουπόλεως, Αχιλλέως, Δηλιγιάννη, Φιλαδέλφειας και Ιουλιανού, είναι το όριο εφαρμογής του μέτρου του περιορισμού κυκλοφορίας (μονά-ζυγά) και συνεπώς έχει μεγάλη σημασία στη λειτουργία της πόλης.

Επόμενη βαθμίδα κύριου περιφερειακού δικτύου είναι τα όρια του μεγάλου δακτυλίου, δηλαδή οι δρόμοι: Καποδιστρίου - Παπανικολή - Αγ. Παρασκευής - Χαλανδρίου - Μεσογείων - Κανελλοπούλου - Αλίμου-Κατεχάκη - Καρέα - Ελ. Βενιζέλου - Πρωτόπαπα - Αργυρουπόλεως - Αλεξίουπόλεως - Βουλιαγμένης - Αλίμου - Ποσειδώνος - Αλιπέδου - Σταθμός ΟΣΕ - Αγ. Δημητρίου - Χορμοβίτου - Λ. Δημοκρατίας - Ψαρών - Θερμοπυλών - Βασ. Γεωργίου - Τζαβέλα/α - Λαμπράκη - Θηβών - Αθηνών - Κηφισού - Εθνική Οδός Αθηνών Λαμίας - Αναγεννήσεως - Παναγούλη - Κασταμονής - Κύμης.

Με τη ραγδαία ανάπτυξη της πόλης τόσο σε πυκνότητα όσο και έκταση, καθώς και με την ολοκλήρωση της Αττικής Οδού διακρίνεται η λειτουργία ενός νέου διευρυμένου εξωτερικού δακτυλίου ο οποίος αποτελείται από τους άξονες Αττική Οδός, Λεωφόρος Βάρης-Κορωπίου, Παραλιακή (Λεωφόρος Ποσειδώνος) και Λεωφόρος Κηφισού. Εξυπηρετεί κυρίως μεγάλου μήκους περιαστικές μετακινήσεις και παρέχει πρόσβαση στο αεροδρόμιο και το λιμάνι του Πειραιά αποκλείοντας κεντρικές περιοχές του Λεκανοπεδίου.

Διακρίνεται επίσης η ενδιάμεση περιφερειακή διαδρομή όπως είναι ο άξονας Αλίμου - Καρέα - Κατεχάκη - Μουσών - Περρικού - Αττικό Άλσος - Πρωτοπαπαδάκη - Γαλασίου, που ενώνει την Παραλιακή με την Εθνική Οδό παρακάμπτοντας το κέντρο της πόλης από τα βόρειο-ανατολικά.

Το οδικό δίκτυο της Αττικής εκτιμάται ότι έχει συνολικό μήκος 14.000 χιλιόμετρα. Από αυτό το 80% είναι τοπικές οδοί με μικρή συμμετοχή στο μεταφορικό έργο των δημόσιων συγκοινωνιών. Το υπόλοιπο 20% αποτελείται από το κύριο οδικό δίκτυο. Σύμφωνα με την κατανομή των οδών του κύριου οδικού δικτύου που παρουσιάζεται στον Πίνακα 2-6, οι βασικές αρτηρίες (αυτοκινητόδρομοι, ταχείες εωφόροι, πρωτεύουσες και δευτερεύουσες αρτηρίες) συνιστούν το 1/2 του συνολικού κύριου οδικού δικτύου. (ΟΑΣΑ, 2014)

Κατηγορία Οδού	Μήκος (χλμ.)	Ποσοστό(%)
Αυτοκινητόδρομοι	169	6%
Ταχείες Λεωφόροι	37	1%
Πρωτεύουσες Αρτηρίες	552	19%
Δευτερεύουσες Αρτηρίες	629	22%
Συλ/εκτήριες Οδοί	1.493	52%
Σύνολο	2.881	100%

Πίνακας 2-6: Ιεράρχηση οδών κύριου οδικού δικτύου περιοχής μελέτης
Πηγή: ΜΑΜ-ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

Στο λεκανοπέδιο, υπάρχουν συνολικά 51 ανισόπεδοι κόμβοι, ενώ η μέση πυκνότητα δικτύου είναι 5,5 χλμ/τ.χλμ αστικής περιοχής. Οι μέσες ταχύτητες κυκλοφορίας είναι εντός δακτυλίου 18 χλμ/ώρα, στις αστικές περιοχές 22 χλμ/ώρα, στις προαστιακές 30 χλμ/ώρα και στις μη αστικές 48 χλμ/ώρα. Εντός του εσωτερικού οδικού δακτυλίου προσφέρονται 58.440 θέσεις στάθμευσης, από τις οποίες οι εκτός οδού με δημόσια χρήση είναι 25.060 και οι θέσεις παρά την οδό είναι 33.380.

Στην Περιφέρεια Αττικής κινείται το 43,6% των οχημάτων της χώρας. Ο κυκλοφοριακός φόρτος έχει αυξηθεί, ιδίως στο Α και ΝΑ λεκανοπέδιο, κυρίως λόγω της εκτεινόμενης κατά μήκος των βασικών κυκλοφοριακών αξόνων διάχυσης διαφόρων κεντρικών λειτουργιών αλλά και της αύξησης των πληθυσμιακών

πυκνοτήτων. Η βορειοανατολική Αττική αποτελεί τον προθάλαμο εισόδου – εξόδου μεταξύ Πρωτεύουσας και Κεντρικής – Βόρειας Ελλάδας με τα χερσαία δίκτυα μεταφορών. Σε αντίθεση με την βορειοανατολική, η νοτιοανατολική Αττική δεν δέχθηκε ισχυρές πιέσεις σε επίπεδο εθνικών και περιφερειακών μεταφορών. Αντίστοιχα και σε ό,τι αφορά στη δυτική Αττική, το υφιστάμενο οδικό δίκτυο αποτελείται από 3 κατηγορίες δρόμων, ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους, την ποιότητα τους και τις κινήσεις που εξυπηρετούν: το κύριο οδικό δίκτυο, που αποτελείται από την Εθνική οδό Αθηνών-Κορίνθου, καθώς και την Αθηνών-Θηβών, η οποία ωστόσο δεν έχει χαρακτηριστικά εθνικού άξονα, οι κύριοι άξονες που συνδέουν τους οικισμούς μεταξύ τους και με την Εθνική Οδό, οι δευτερεύοντες άξονες που συνδέουν τους οικισμούς με περιοχές αυθαιρέτων ή με σημαντικές βιομηχανικές και στρατιωτικές εγκαταστάσεις (<http://www.ametro.gr>, 2014).

2.4.2. Αστικές συγκοινωνίες

Το δίκτυο των αστικών συγκοινωνιών που εξυπηρετεί το λεκανοπέδιο Αττικής αποτελείται από τις γραμμές των λεωφορείων, των τρόλεϊ, το δίκτυο γραμμών του μετρό και το δίκτυο τραμ (Χάρτης 4 Παραρτήματος). Πιο συγκεκριμένα αποτελείται από:

- ένα πυκνό δίκτυο δρομολογίων αστικών λεωφορείων και ηλεκτροκίνητων τρόλεϊ που συνδέει διάφορες περιοχές της Αττικής.
- το δίκτυο του μετρό αποτελείται από τρεις γραμμές: τη Γραμμή 1 Η.Σ.Α.Π. που εκτελεί το δρομολόγιο Αθήνα - Πειραιάς, τη Γραμμή 2 ΜΕΤΡΟ, που εκτελεί το δρομολόγιο Ανθούπολη – Ελληνικό και τη Γραμμή 3 ΜΕΤΡΟ, που εκτελεί το δρομολόγιο Αγία Μαρίνα – Δουκίσσης Πλακεντίας – Αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος, διασχίζοντας έτσι ένα μεγάλο τμήμα του λεκανοπεδίου Αττικής.
- το δίκτυο του τραμ συνδέει την κεντρική περιοχή της Αθήνας (Σύνταγμα) με τα παραλιακά προάστια της πόλης. Οι συρμοί του τραμ πραγματοποιούν τις διαδρομές: Αθήνα - Γλυφάδα μέσω των περιοχών Νέα Σμύρνη, Παλαιό Φάληρο, Άλιμος, Ελληνικό και Αθήνα – Στάδιο Ειρήνης & Φιλίας (Νέο Φάληρο) μέσω των περιοχών Νέα Σμύρνη και Παλαιό Φάληρο και στη συνέχεια κατά μήκος της παραλιακής λεωφόρου, και Γλυφάδα - Στάδιο Ειρήνης & Φιλίας μέσω της παραλιακής λεωφόρου και του Δέλτα Φαλήρου.
- ο προαστιακός σιδηρόδρομος που πραγματοποιεί τα δρομολόγια Αθήνα – Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος» (με επτά ενδιάμεσους σταθμούς), Αθήνα-πόλη της Κορίνθου (84 χλμ. δυτικά της Αθήνας-με επτά ενδιάμεσους σταθμούς) και Κόρινθος - Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος» (με έντεκα ενδιάμεσους σταθμούς). Το συνολικό σχέδιο προβλέπει τη σύνδεση της πόλης του Πειραιά και του λιμανιού του με την Αθήνα, το αεροδρόμιο και τα άλλα μεγάλα αστικά κέντρα των γειτονικών νομών (Θήβα, Χαλκίδα, Λουτράκι).

- ένα πυκνό δίκτυο δρομολογίων υπεραστικών λεωφορείων που συνδέει σήμερα περιοχές της Περιφέρειας Αττικής, τόσο μεταξύ του, όσο και με περιοχές άλλων Περιφερειών.

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΕΘΕΛ	ΗΛΠΑΠ	ΗΣΑΠ/ΑΜΕΛ	ΤΡΑΜ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
ΓΡΑΜΜΕΣ ΑΣ					
Αριθμός γραμμών	321	22	3	3	γραμμές
Αριθμός κυκλικών γραμμών	54	4	0	0	γραμμές
ΕΚΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ					
Ανάπτυγμα γραμμών	7.566	356	148	23,7	χλμ. γραμμής
Μέσο μήκος γραμμής	23.571	16.191	49.178	-	μέτρα
Ολικό οχηματοχιλιόμετρα	366.806	38.407	175.978	2.385.401	οχημ/τρα σταθμ.
Ολικές οχηματοώρες	24.053	3.901	791	-	οχημ/ώρες
Μέσος χρόνος κυκλ. διαδρομής	87	98	85	-	λεπτό
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ					
Ημερήσια Δρομολόγια	16278	2303	611	392	δρομολόγια
ΣΗΜΕΙΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ (στάσεις)					
Ολικός αριθμός στάσεων	7.632	662	50	47	στάσεις
Μέσος αριθ. στάσεων γραμμής	62,8	50,0	34,0	-	στάσεις

Πίνακας 2-7: Τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των MMM
Πηγή: ΟΑΣΑ

Ορισμένοι από τους δείκτες του πίνακα 2-7 απεικονίζονται για τους δήμους της περιοχής μελέτης στους χάρτες 4, 6, 7, 8, και 10 του παραρτήματος.

Συγκεκριμένα στον χάρτη 4, απεικονίζεται η διάρθρωση του συστήματος των μέσων μαζικής μεταφοράς (MMM) στην περιοχή μελέτης, το οποίο συναποτελείται από το δίκτυο των τριών γραμμών του μετρό, τον προαστιακό σιδηρόδρομο και το δίκτυο του τραμ. Παρατηρείται ότι το δίκτυο των MMM εξυπηρετεί πολλούς από τους δήμους της περιοχής μελέτης, ωστόσο υπάρχουν δήμοι στην Αττική από τους οποίους δε διέρχεται κανένα από τα παραπάνω μέσα σταθερής τροχιάς, όπως είναι ο δήμος Βάρης-Βούλας-Βουλιαγμένης στα νότια, ο δήμος Πεντέλης στα βόρεια, ο δήμος Χαϊδαρίου στα δυτικά και ο δήμος Ζωγράφου στον κεντρικό τομέα Αθηνών.

Στον χάρτη 6, απεικονίζεται ο αριθμός ΙΧ ανά νοικοκυριό για τους δήμους της περιοχής μελέτης. Παρατηρείται ότι η κατοχή ΙΧ αυξάνεται στους περιφερειακούς δήμους της Αττικής, ιδιαίτερα στον βόρειο τομέα και μειώνεται στις περιοχές του κεντρικού και δυτικού τομέα. Σημειώνεται ότι η κατανομή αυτή είναι αναμενόμενη, δεδομένου ότι η κατοχή ΙΧ είναι συνυφασμένη με την οικονομική κατάσταση του χρήστη, η οποία στα προάστια των Αθηνών είναι συγκριτικά καλύτερη.

Στον χάρτη 7, απεικονίζεται η κατανομή των σημείων εξυπηρέτησης των αστικών συγκοινωνιών στην Αττική. Παρατηρείται ότι το πλήθος των γραμμών είναι μεγαλύτερο για το δήμο Αθηναίων και Πειραιά (119 και 51 γραμμές αντίστοιχα) και μικρότερο (1-5 γραμμές) για τους δήμους Αγίου Στεφάνου, Άνοιξης, Μάνδρας, Σταμάτας, Διονύσου, Βουλιαγμένης, Ζεφυρίου και Φυλής. Αντίστοιχα, το ίδιο μοτίβο ακολουθεί και η κατανομή του αριθμού των στάσεων ανά δήμο.

Στο χάρτη 8, απεικονίζονται τα οχηματοχιλιόμετρα για τους δήμους της περιοχής μελέτης. Ως οχηματοχιλιόμετρο ορίζεται η μονάδα μέτρησης που αντιπροσωπεύει την κίνηση οδικού οχήματος σε μήκος ενός χιλιομέτρου (<http://www.ec.europa.eu>, 2014). Από το συγκεκριμένο χάρτη καθίσταται εμφανές ότι στο δήμο Αθηναίων αντιστοιχούν τα περισσότερα οχηματοχιλιόμετρα, με τους δήμους Πειραιά, Περιστερίου και Χαλανδρίου να ακολουθούν, ενώ στους δήμους Κρουονερίου, Ροδόπολης και Ζεφυρίου αντιστοιχεί ο μικρότερος αριθμός οχηματοχιλιομέτρων.

Τέλος στο χάρτη 10, απεικονίζεται ο λόγος του μήκους γραμμών αστικών συγκοινωνιών προς το μήκος δρόμων για κάθε δήμο. Παρατηρείται ότι στην πλειονότητα των δήμων, το μήκος των γραμμών αστικών συγκοινωνιών είναι μεγαλύτερο από εκείνο των δρόμων, με εξαίρεση τους περιφερειακούς δήμους, όπως είναι η Ελευσίνα, η Φυλή, η Πεντέλη και η Παλλήνη, για τους οποίους ισχύει το αντίστροφο, καθώς το δίκτυο των αστικών συγκοινωνιών δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένο στους δήμους αυτούς.

2.4.3. Λιμάνια

Η Αθήνα έχει δύο κυρίως λιμάνια που συνδέουν την ηπειρωτική Ελλάδα με τα νησιά: τον Πειραιά και τη Ραφήνα. Το μεγαλύτερο και πιο σημαντικό λιμάνι της Ελλάδας είναι ο Πειραιάς, ο οποίος απέχει 10 χλμ από το κέντρο της Αθήνας και εξυπηρετεί 20 εκατομμύρια επιβάτες το χρόνο. Το δεύτερο πιο πολυσύχναστο λιμάνι της Αττικής είναι η Ραφήνα, στα βορειοδυτικά της Αττικής. Η Ραφήνα απέχει 30 χλμ από το κέντρο της Αθήνας, 40 χλμ από το λιμάνι του Πειραιά και 10 χλμ από το Διεθνές Αεροδρόμιο της Αθήνας (www.yrpeka.gr, 2014).

2.4.4. Αεροδρόμια

Στην Περιφέρεια Αττικής χωροθετείται ο αερολιμένας «Ελευθέριος Βενιζέλος» που αποτελεί το μεγαλύτερο αεροδρόμιο της χώρας και εξυπηρετεί περίπου 16 εκατομμύρια επιβάτες το χρόνο. Το αεροδρόμιο «Ελ. Βενιζέλος» αποτελεί τη νοτιοανατολική πύλη της Ευρώπης. Σημειώνεται ότι η μεταφορά του αεροδρομίου του Ελληνικού στην περιοχή των Σπάτων και η λειτουργία του νέου διεθνούς αερολιμένα θεωρείται ότι έχει αναβαθμίσει σημαντικά το μητροπολιτικό ρόλο της περιφέρειας Αττικής, συντελώντας στην άρση της γεωγραφικής της απομόνωσης και εντάσσοντάς την σε διεθνείς αεροδιάδρομους σύνδεσης της Ευρώπης με Μέση Ανατολή, Άπω Ανατολή, Ανατολική και Νότια Αφρική, Ωκεανία. Επίσης στην περιφέρεια υπάρχουν και στρατιωτικά αεροδρόμια, όπως αυτό της Ελευσίνας (www.yreka.gr, 2014).

3. ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

3.1. Πολυκριτηριακή ανάλυση

Για την αξιολόγηση και την ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στον τομέα των μεταφορών στην περιοχή της Αττικής εφαρμόστηκε πολυκριτηριακή ανάλυση. Η πολυκριτηριακή ανάλυση μπορεί να ορισθεί ως μία συστηματική και μαθηματικά τυποποιημένη προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων που προκύπτουν από αντικρουόμενους στόχους. Καθώς η ικανοποίηση των στόχων αυτών δεν μπορεί να είναι πλήρης, οι εναλλακτικές λύσεις σε ένα τέτοιο πρόβλημα δύνανται να παρουσιάζουν άριστη επίδοση μόνο ως προς έναν ή περισσότερους – αλλά ποτέ ως προς όλους – τους στόχους, γιατί τότε δε θα υπήρχε πρόβλημα απόφασης. Είναι αναγκαίος λοιπόν ένας συμβιβασμός μεταξύ των αλληλοσυγκρουόμενων στόχων. Η έννοια του συμβιβασμού και κατ' επέκταση της συμβιβαστικής λύσης – σε αντιδιαστολή προς την άριστη λύση – δηλώνει το χαρακτήρα των αποφάσεων – λύσεων, που αναζητούνται στα πολυκριτηριακά προβλήματα. Οι λύσεις αυτές θεωρούνται άριστες μόνο κατά την άποψη του ατόμου που αποφασίζει για την επιλογή. (Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment of Cyprus, 2005)

Η πολυκριτηριακή ανάλυση θεωρείται πολύτιμο εργαλείο λήψης αποφάσεων, που αναπτύχθηκε με σκοπό να περιοριστεί η σύγχυση που προκαλείται σε περιπτώσεις προβλημάτων λήψης απόφασης που εμπλέκονται πολλά και διαφορετικής φύσεως κριτήρια. Κατά την διάρκεια του 20ου αιώνα, αναπτύχθηκαν πολλές θεωρίες και μέθοδοι σχετικά με την πολυκριτηριακή ανάλυση. Ανάμεσα σε αυτές εμφανίζονται πολλές ομοιότητες αλλά και σημαντικές διαφορές. Η σημαντικότερη διαφορά των μεθόδων αυτών έγκειται στον διαφορετικό τρόπο με το οποίο συνδυάζονται τα στοιχεία μεταξύ τους σε κάθε περίπτωση. Ωστόσο, παρόλο που υπάρχει ένας ιδιαίτερα μεγάλος αριθμός διαφορετικών μεθόδων μέσω των οποίων ο αποφασίζων μπορεί να εξάγει μια λύση για το πρόβλημά του, όλες αυτές οι μέθοδοι ακολουθούν κάποια βασικά κοινά βήματα:

- Ο αποφασίζων ορίζει τις εναλλακτικές λύσεις για το πρόβλημα το οποίο εξετάζει.
- Ο αποφασίζων ορίζει τα κριτήρια του προβλήματος το οποίο εξετάζει και τα οποία θεωρεί σημαντικά και απαραίτητα για την εύρεση της βέλτιστης λύσης.
- Ο αποφασίζων ορίζει τα βάρη για κάθε κριτήριο.
- Ο αποφασίζων ορίζει τις τιμές προτιμήσεων των εναλλακτικών για το κάθε κριτήριο του έχει οριστεί προηγουμένως.

- Αφού η μεθοδολογία που έχει επιλεγεί παρουσιάσει τη βέλτιστη λύση, ο αποφασίζων πρέπει να εξετάσει τα αποτελέσματα και να πραγματοποιήσει την ανάλυση ευαισθησίας του προβλήματος.

Όπως προαναφέρθηκε, η πολυκριτηριακή ανάλυση προσφέρει στον αποφασίζοντα την ιδανική λύση ή μια ομάδα ιδανικών λύσεων για το πρόβλημα που εξετάζει. Τα αποτελέσματα που εξάγονται στηρίζονται πάντα στην ανάλυση των κριτηρίων και της μοντελοποίησης των προτιμήσεων του αποφασίζοντος. Μια από τις σημαντικότερες και πιο διάσημες μεθοδολογίες για την λήψη αποφάσεων είναι αυτή του Roy, η οποία αποτελείται από τέσσερα βασικά βήματα:

1. Μελέτη του αντικειμένου απόφασης: Σε αυτό το στάδιο, καθορίζεται το πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί, καθώς και το σύνολο των λύσεων του προβλήματος. Ταυτόχρονα ορίζεται και η μέθοδος πολυκριτηριακής ανάλυσης που θα ακολουθηθεί για την εύρεση της βέλτιστης λύσης.
2. Καθορισμός οικογένειας κριτηρίων: Ο αποφασίζων εντοπίζει όλους του παράγοντες που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την λήψη της τελικής απόφασης του προβλήματος. Οι παράγοντες ονομάζονται και κριτήρια και έχουν κάποιες βασικές και αναγκαίες ιδιότητες. Πρέπει να είναι μονότονοι, επαρκείς και μη πλεονάσιμοι, δηλαδή η εξαίρεση ενός κριτηρίου από το σύνολο το κριτηρίων έχει ως αποτέλεσμα την αναίρεση της μονοτονίας ή της επάρκειας για ένα ζεύγος κριτηρίων.
3. Μοντέλο ολικής προτίμησης: Ο αποφασίζων εκφράζει τις προτιμήσεις του για κάθε ένα από τα κριτήρια που επιλέχθηκαν σε συνάρτηση των επιλεγμένων εναλλακτικών. Οι διαφορετικές προτιμήσεις που έχει κάθε μέλος για ένα κριτήριο θα έχουν άμεσο αντίκτυπο στο τελικό αποτέλεσμα της ανάλυσης. Σε ένα συλλογικό μοντέλο αποφάσεων οι προτιμήσεις αυτές συμψηφίζονται ώστε να δοθεί ένα τελικό ομαδικό αποτέλεσμα.
4. Υποστήριξη της απόφασης: Διερεύνηση και αξιολόγηση της απόφασης. Στο στάδιο αυτό κρίνεται η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για να λυθεί το πρόβλημα όσον αφορά στην επιλογή της προβληματικής αλλά και στον τρόπο σύνθεσης των προτιμήσεων (Roy, 1996)

Ένας τρόπος κατηγοριοποίησης των μεθόδων της πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι βάσει των δεδομένων τα οποία χρησιμοποιούν κάθε φορά. Με βάση αυτά τα κριτήρια έχουμε ντετερμινιστικές, στοχαστικές και fuzzy μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης, χωρίς ωστόσο να αποκλείονται και περιπτώσεις συνδυασμού των μεθόδων αυτών. Ένας διαφορετικός τρόπος διαφοροποίησης των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στην πολυκριτηριακή ανάλυση είναι με βάση τον αριθμό των αποφασιζόντων που συμμετέχουν στην όλη διαδικασία. Έτσι έχουμε ατομικές πολυκριτηριακές μεθόδους αλλά και ομαδικά μοντέλα πολυκριτηριακής

ανάλυσης, στα οποία μπορεί να λαμβάνουν μέρος περισσότεροι από έναν αποφασίζοντες. Τέλος, ένα διαφορετικό πλαίσιο διάκρισης των πολυκριτηριακών μεθόδων προτάθηκε από τους Pardalos et al. (1995), οι οποίοι διαχώρισαν τις πολυκριτηριακές μεθόδους σε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες:

- Πολυκριτήριο μαθηματικός προγραμματισμός (multiobjective mathematical programming)
- Πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας (multiattribute utility theory)
- Θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations approach)
- Αναλυτική συνθετική προσέγγιση (preference disaggregation approach)

Ένα από τα βασικά στοιχεία που διαφοροποιεί τις κατηγορίες αυτές είναι το είδος του συνόλου των επιλογών. Για παράδειγμα, η θεωρία των σχέσεων υπεροχής εφαρμόζεται σε προβλήματα που εξετάζουν ένα πεπερασμένο σύνολο διακριτών επιλογών σε αντίθεση με τον πολυκριτηριακό μαθηματικό προγραμματισμό που χρησιμοποιείται κυρίως σε προβλήματα με συνεχές σύνολο άπειρου αριθμού επιλογών. Τέλος, η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας εφαρμόζεται και σε συνεχές και σε διακριτό σύνολο επιλογών και στηρίζεται στη λογική της αναγωγής του πολυκριτηριακού σε μονοκριτηριακό πρόβλημα μέσω του προσδιορισμού μιας συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας (Pardalos et al., 1995).

3.1.1. Πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας (Multiattribute Utility Theory)

Από τις μεθόδους που προαναφέρθηκαν, στην παρούσα εφαρμογή επιλέχθηκε η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας, η οποία εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από τους Keeney and Raiffa το 1993, αλλά στην ουσία αποτελεί μια γενίκευση της θεωρίας των Neumann & Morgenstern η οποία πρωτοεμφανίστηκε το 1947. Ο στόχος αυτής της ομάδας μεθόδων είναι να δημιουργηθεί μια συνάρτηση χρησιμότητας μέσω της οποίας θα εκφράζονται οι προτιμήσεις του αποφασίζοντα, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$u(g_1, g_2, \dots, g_n) = u[u_1 g_1, u_2 g_2, \dots, u_n g_n]$$

Όπου το $u()$ ορίζει τη συνολική χρησιμότητα που ορίζεται ως η αξία που ο αποφασίζων αποδίδει ως συνάρτηση των μερικών χρησιμοτήτων u_1, u_2 κλπ. που αποδίδει για κάθε κριτήριο.

Η γενική θεωρία της πολυκριτήριας θεωρίας χρησιμότητας στηρίζεται στην άποψη ότι οι προτιμήσεις που έχει ένας αποφασίζοντας μπορούν να εκφραστούν από μια πραγματική συνάρτηση, τη συνάρτηση χρησιμότητας. Η πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας υπό συνθήκες βεβαιότητας βασίζεται στην παραδοχή ότι το σύστημα προτιμήσεων του αποφασίζοντα υπακούει στην κλασική δομή προτιμήσεων και τους ακόλουθους κανόνες.

Κανόνας 1^{ος}

Έστω ότι υπάρχει μια συνάρτηση $g \rightarrow R$, τέτοια ώστε για κάθε $a, b \in A$ ισχύει ότι :

1. Εάν και μόνο εάν το a προτιμάται από το b (aSb), τότε και μόνο τότε ισχύει ότι $g(a) > g(b)$.
2. Εάν και μόνο εάν το υπάρχει σχέση αδιαφορίας μεταξύ των a και b , τότε και μόνο τότε $g(a) = g(b)$.

Κανόνας 2^{ος}

1. Έστω ότι a, b, c ανήκουν στο A και ταυτόχρονα τα a, b μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους (a/Jb). Εάν το a προτιμάται του b και ταυτόχρονα το b προτιμάται του c , τότε το a προτιμάται του c . Άρα η σχέση υπεροχής είναι μεταβατική:

$$aSb, bSc \rightarrow aSc$$

2. Έστω ότι a, b, c ανήκουν στο A και ταυτόχρονα τα a, b μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους (a/Jb). Εάν υπάρχει σχέση αδιαφορίας μεταξύ των a και b και υπάρχει σχέση αδιαφορίας μεταξύ των b και c , τότε υπάρχει σχέση αδιαφορίας μεταξύ των a και c . Άρα η σχέση αδιαφορίας είναι μεταβατική:

$$aSb, bSc \rightarrow aSc$$

Ταυτόχρονα εάν και μόνο εάν ισχύει ο πρώτος κανόνας, τότε και μόνο τότε ισχύει και ο δεύτερος και το αντίστροφο.

Στο πλαίσιο της κλασικής δομής προτιμήσεων, η χαρακτηριστική σχέση S είναι μια ολική προδιάταξη (total preorder) αφού:

1. aSb ή/και $bSa \forall a, b \in A$ (S : πλήρης)
2. aSb και $bSc \Rightarrow aSc \forall a, b, c \in A$ (S : μεταβατική)

$$\text{Με } aSb \Leftrightarrow g(a) \geq g(b) \forall a, b \in A.$$

Η μεθοδολογία αυτή έχει συγκεκριμένο θεωρητικό υπόβαθρο και στηρίζεται κυρίως σε δύο ορισμούς και ένα θεώρημα. Οι πλέον συνηθισμένη μορφή συνάρτησης χρησιμότητας είναι η Προσθετική:

$$u(g_1, g_2, \dots, g_n) = \rho_1 u_1 g_1 + \rho_2 u_2 g_2 + \dots + \rho_n u_n g_n$$

Η ολική χρησιμότητα μιας λύσης ισούται με το άθροισμα των μερικών χρησιμοτήτων των τιμών όλων των κριτηρίων που λαμβάνουν μέρος στο πρόβλημα.

Ορισμός 1^{ος}

Δύο κριτήρια είναι ανεξάρτητα, έστω x_1 και x_2 , με τα υπόλοιπα κριτήρια εάν οι σχέσεις προτίμησης ή αδιαφορίας των κριτηρίων αυτών δεν εξαρτάται από τις τιμές των άλλων κριτηρίων (preference independence).

Ορισμός 2^{ος}

Το κριτήριο x_1 λέγεται ανεξάρτητο ως προς την χρησιμότητα σε σχέση με τα άλλα κριτήρια, όταν οι σχέσεις προτίμησης και αδιαφορίας στις κατανομές πιθανότητας αυτού του κριτηρίου είναι ανεξάρτητες από τα άλλα κριτήρια (utility independence).

Θεώρημα

Αν τα ζεύγη $\{x_1, x_2\}$, $\forall i=1,2,3,\dots,n$ είναι ανεξάρτητα των άλλων κριτηρίων και το κριτήριο x_1 είναι ανεξάρτητο ως προς τη χρησιμότητα των άλλων κριτηρίων, τότε η συνάρτηση χρησιμότητας $u(x_1, x_2, \dots, x_n)$ είναι είτε προσθετική είτε πολλαπλασιαστική και αντίστροφα.

Τέλος ο απλούστερος τύπος αθροιστικής συνάρτησης χρησιμότητας που υπάρχει είναι ο γραμμικός ή σταθμισμένος μέσος.

$$U(x) = \sum w_i \cdot g_i(x_i)$$

Κύριο χαρακτηριστικό του γραμμικού τύπου χρησιμότητας είναι ότι ο ρυθμός αύξησης της χρησιμότητας των τιμών ενός κριτηρίου, όσο αυτές αυξάνονται, παραμένει σταθερός σε όλο το εύρος των τιμών του κριτηρίου.

Συμπερασματικά, η πολυκριτήρια ανάλυση παρέχει τεχνικές και γνώσεις για τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων σε καταστάσεις που χαρακτηρίζονται από πολυπλοκότητα, συνθήκες αβεβαιότητας, ως προς την έκβαση τους, και αναγκαστικές αντισταθμιστικότητες (trade-offs) ανάμεσα σε ανταγωνιστικούς στόχους.

3.2. Μέτρα Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή

Από το σύνολο των μέτρων που καταγράφηκαν στην ενότητα 1.3, προς αξιολόγηση επιλέχθηκαν τα μέτρα εκείνα, των οποίων η κλίμακα εφαρμογής τους συνάδει με το μέγεθος της περιοχής μελέτης, δηλαδή την περιφέρεια Αττικής. Έτσι, επιλέχθηκαν τα μέτρα προσαρμογής που αναφέρονται σε περιφερειακό ή/και τοπικό επίπεδο εφαρμογής.

Συγκεκριμένα, τα μέτρα για τα οποία πραγματοποιήθηκε διαδικασία αξιολόγησης, με σκοπό την ιεράρχησή τους είναι τελικά τα εξής:

Μέτρα Προσαρμογής
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Επέκταση δικτύου Μέσων Μαζικής Μεταφοράς
Μεταφορά παράκτιων δρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων στο οδικό δίκτυο
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων

Πίνακας 3-1: Μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στον τομέα των μεταφορών

Ακολουθώς, πραγματοποιείται μια συνοπτική περιγραφή για κάθε μέτρο προσαρμογής.

3.2.1. Χρήση μη συμβατικών καυσίμων

Η χρήση των μη συμβατικών καυσίμων συνιστά ένα ιδιαίτερα δημοφιλές μέτρο, καθώς προτείνεται στην πλειονότητα των υφιστάμενων σχεδίων προσαρμογής. Στα μη συμβατικά καύσιμα συγκαταλέγονται το φυσικό αέριο, το υγροποιημένο αέριο (LNG, NGV, LPG) και τα βιοκαύσιμα. Συγκεκριμένα και σε ό,τι αφορά στα βιοκαύσιμα, σε αυτά κατατάσσονται σύμφωνα με το Νόμο 3468/2006, τα ακόλουθα καύσιμα: το βιοντίζελ, η βιοαιθανόλη, το βιοαέριο, η βιομεθανόλη, ο βιο-ETBE (αιθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας) και ο βιο-MTBE (μεθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας). Στο πλαίσιο που έχουν καθορίσει οι δύο σχετικές με την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ευρωπαϊκές οδηγίες 28/2009 και 30/2003, τίθενται συγκεκριμένοι στόχοι ανάμεσα στους οποίους συμπεριλαμβάνεται και η διείσδυση των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό σύστημα. Στην κατεύθυνση αυτή, τα κράτη – μέλη έχουν δεσμευθεί να καλύψουν το 20% των συνολικών ενεργειακών τους αναγκών και το 10% των ενεργειακών αναγκών τους που αφορούν στις μεταφορές από ανανεώσιμες πηγές, με χρονικό ορίζοντα το 2020. Για την Ελλάδα, προσφορότερα βιοκαύσιμα θεωρούνται η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ, ενώ ενδιαφέρον έχει εκδηλωθεί και για τα φυτικά έλαια. Το πρώτο εμπορικά εκμεταλλεύσιμο βιοκαύσιμο στον ελληνικό χώρο είναι το βιοντίζελ, το οποίο ωστόσο αντιπροσωπεύει ακόμη ένα μικρό ποσοστό των συνολικών καταναλισκόμενων καυσίμων. (Παπαγιαννάκη, 2011) Ανασταλτικοί παράγοντες εφαρμογής του εν λόγω μέτρου αποτελούν τόσο το αυξημένο κόστος παραγωγής και η αμφισβητούμενη μελλοντική εμπορική ανταγωνιστικότητά τους όσο και ζητήματα που αφορούν στην οργάνωση του δικτύου τροφοδοσίας τους. (Γιαννόπουλος, 2012)

3.2.2. Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων και ποδηλατοδρόμων

Γενικά, η ανάπτυξη των μη μηχανοκίνητων μεταφορών, όπως είναι το περπάτημα και το ποδήλατο συνιστά βασική προτεραιότητα σε όλα τα σχέδια προσαρμογής που μελετήθηκαν. Η ανάπτυξη ενός εκτεταμένου δικτύου πεζοδρόμων και ποδηλατοδρόμων δύναται να συνηγορήσει σημαντικά στην εδραίωση ενός βιώσιμου προτύπου κινητικότητας, που δίνει προτεραιότητα στους εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης έναντι του αυτοκινήτου και χαρακτηρίζεται ως εκ τούτου από χαμηλές εκπομπές CO₂ (National Climate Commission, 2009).

3.2.3. Επέκταση δικτύου Μέσων Μαζικής Μεταφοράς

Έργα υποδομής, όπως είναι η επέκταση του υφιστάμενου δικτύου ΜΜΜ, δημιουργία χώρων στάθμευσης κοντά στους σταθμούς ΜΜΜ, οι λεωφορειόδρομοι θεωρούνται απαραίτητα προκειμένου να διαμορφωθεί ένα ελκυστικό προφίλ για τις δημόσιες μεταφορές και παράλληλα να αποθαρρυνθεί η χρήση του αυτοκινήτου εντός των πολεοδομικών συγκροτημάτων (National Climate Commission, 2009). Σημειώνεται ότι ο ΟΑΣΑ έχει ήδη ξεκινήσει από το 2010 την αναδιάρθρωση των λεωφορειογραμμών με στόχο τη διευκόλυνση των μετεπιβιβάσεων σε μετρό και τραίνο, ενώ παράλληλα σχεδιάζεται η περαιτέρω επέκταση του δικτύου μετρό.

3.2.4. Μεταφορά παράκτιων δρόμων

Η μεταφορά των παράκτιων δρόμων αποτελεί μέτρο προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, δεδομένου ότι τα δίκτυα που χωροθετούνται πλησίον της ακτογραμμής είναι περισσότερο ευάλωτα σε ακραία καιρικά φαινόμενα που ενδέχεται να συμβούν ως απόρροια της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή του εν λόγω μέτρου, συνεπάγεται την ανάγκη χάραξης εναλλακτικών διαδρομών, γεγονός που καθιστά την υλοποίηση του μέτρου δύσκολη και ιδιαίτερα δαπανηρή (London Climate Change Partnership, 2002).

3.2.5. Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων στο οδικό δίκτυο

Τα αντιπλημμυρικά έργα στο οδικό δίκτυο μεταφορών αποτελούν βασικό μέτρο προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, δεδομένου ότι οι φυσικές καταστροφές όπως οι πλημμύρες αποτελούν φαινόμενα που εκδηλώνονται ως συνέπειες της κλιματικής αλλαγής (London Climate Change Partnership, 2002). Τα αντιπλημμυρικά έργα σχετίζονται με την ασφαλή αποθήκευση των πλημμυρικών όγκων, την ασφαλή

παροχέτευση των πλημμυρικών παροχών και την ασφαλή καθοδήγηση των πλημμυρικών παροχών. (Μουτάφης, 2005)

3.2.6. Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων

Τα φορολογικά κίνητρα και η φορολογική πολιτική εν γένει προτείνεται ως μέτρο προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή σε πολλά από τα σχέδια προσαρμογής που μελετήθηκαν και προβλέπει ότι τα οχήματα κατατάσσονται με βάση τη δυναμική των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων, όπως είναι η συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ηχορύπανση, η υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα, οι επιπτώσεις στην υγεία και τα οικοσυστήματα (National Climate Commission, 2009). Γενικά, τα φορολογικά συστήματα ανήκουν στις παρεμβάσεις που δύνανται να πετύχουν αξιολογη μείωση της κατά κεφαλήν κατοχής και χρήσης των αυτοκινήτων, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Μάλιστα, σύμφωνα με τους Ryan et al., (2009), εκτιμάται ότι το τέλος ταξινόμησης δύναται να επηρεάσει σε αυτήν την κατεύθυνση σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με το τέλος κυκλοφορίας, που επηρεάζει περισσότερο την επιλογή του τύπου οχήματος σε σχέση με την ενεργειακή του απόδοση ή την ένταση εκπομπών CO₂. Σε ό,τι αφορά στη φορολόγηση των καυσίμων σύμφωνα με τον Fosgerau (2004), εκτιμάται ότι έχει τη μεγαλύτερη επίδραση αφενός στην κατοχή και αφετέρου στη χρήση του αυτοκινήτου. Σημειώνεται τέλος ότι καθώς ολοένα και αυξανόμενος αριθμός των κρατών – μελών της ΕΕ εφαρμόζει σύστημα φορολόγησης των αυτοκινήτων βάσει των εκπομπών CO₂ και δεδομένου ότι η ευρωπαϊκή πολιτική για τις μεταφορές θέτει ως προτεραιότητα την ομοιομορφία στη θεσμικό πλαίσιο που αφορά στις οδικές μεταφορές, αναμένεται ότι η χρήση των εναλλακτικών οχημάτων θα προωθηθεί σημαντικά μέσω αντίστοιχων πολιτικών και μέτρων στην Ελλάδα στο εγγύς μέλλον.

3.3. Κριτήρια αξιολόγησης

Για την αξιολόγηση και την ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, ορίστηκαν τα απαιτούμενα κριτήρια αξιολόγησης. Τα κριτήρια αυτά αποτελούν ταυτόχρονα και περιορισμούς υλοποίησης των μελετώμενων μέτρων. Συγκεκριμένα, ως κριτήρια αξιολόγησης ορίστηκαν τα ακόλουθα:

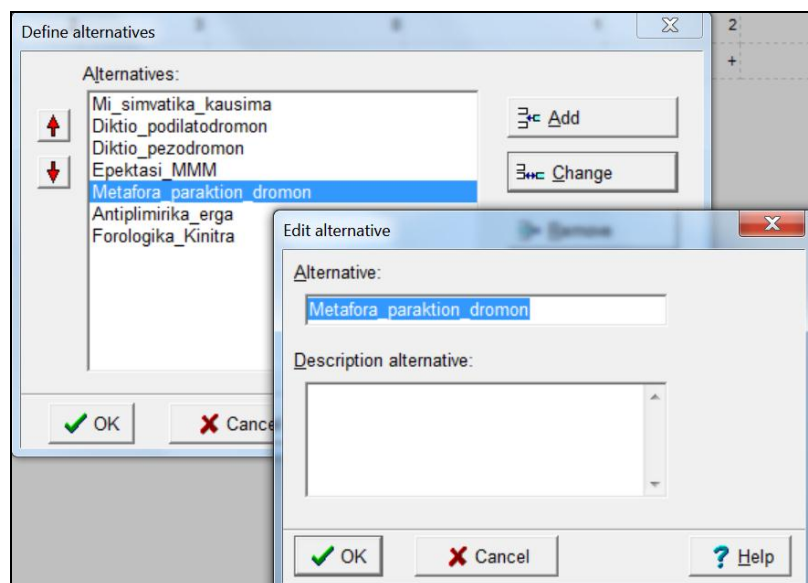
1. Το κόστος υλοποίησης του μέτρου, το οποίο αφορά στην ποιοτική προσέγγιση του κόστους υλοποίησης του κάθε μέτρου προσαρμογής,
2. Η μείωση των εκπομπών CO₂, που αφορά στην εκτιμώμενη συνεισφορά του κάθε μέτρου στο στόχο της επίτευξης μείωσης των επιπέδων εκπομπών CO₂ κατά 10% στον τομέα των μεταφορών,

3. Ο βαθμός υλοποίησης του μέτρου, που σχετίζεται με την υφιστάμενη κατάσταση υλοποίησης του μέτρου προσαρμογής και
4. Την αποδοχή του κοινού, που έγκειται στην αντιμετώπιση που εκτιμάται ότι θα έχει η εφαρμογή του κάθε μέτρου στο κοινό.

3.4. Περιγραφή Πολυκριτηριακής Ανάλυσης

Για την εφαρμογή της μεθόδου, όπως προαναφέρθηκε είναι απαραίτητος αρχικά ο καθορισμός των εναλλακτικών λύσεων, στη συνέχεια ο καθορισμός των κριτηρίων βάσει των οποίων πραγματοποιείται η αξιολόγηση και τέλος, ο καθορισμός των βαρών των κριτηρίων, τα οποία εκφράζουν τη σχετική σπουδαιότητα των κριτηρίων στο υπό μελέτη πρόβλημα. Ακολούθως, καταγράφονται τα στάδια εκτέλεσης της πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Αρχικά, στο πρόγραμμα (DEFINITE) εισήχθησαν οι «εναλλακτικές λύσεις» που αποτελούν τα μέτρα προσαρμογής (εικόνα 3-1).



Εικόνα 3-1: Καθορισμός «εναλλακτικών λύσεων»

Στη συνέχεια, καθορίστηκαν και περιγράφηκαν τα κριτήρια με βάση τα οποία πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων. Απαραίτητα στοιχεία για την περιγραφή των κριτηρίων αξιολόγησης αποτελούν το είδος (ποιοτικό ή ποσοτικό), η κλίμακα μέτρησης (ratio, monetary, interval, ordinal, binary, nominal), οι μονάδες μέτρησης και η κατεύθυνσή τους (cost or benefit).

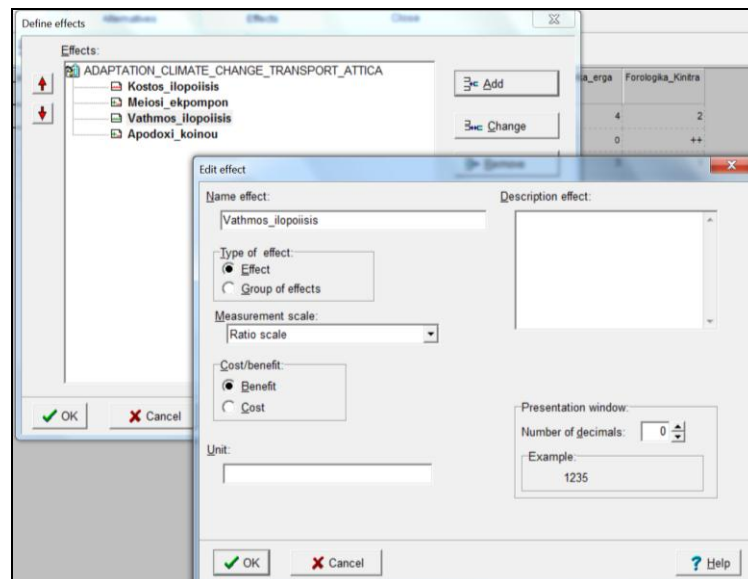
Σε ότι αφορά στις κλίμακες μέτρησης, αυτές διακρίνονται σε:

- Ratio: ποσοτική κλίμακα, καθαρός αριθμός, με σημείο έναρξης το μηδέν
- Monetary: ειδική περίπτωση της ratio, ποσοτική, χρηματικοί όροι
- Interval: ποσοτική κλίμακα, με έμφαση στην έννοια του διαστήματος
- Ordinal: ποιοτική κλίμακα, ειδική περίπτωσή της είναι η κλίμακα ---/+++ όπου υποδηλώνεται ότι οι επιπτώσεις από κάθε εναλλακτική ως προς το συγκεκριμένο κριτήριο διαφέρουν, χωρίς να είναι ξεκάθαρο σε τι απόσταση βρίσκονται μεταξύ τους.
- Binary: υποδηλώνει αν μια περίπτωση υφίσταται ή όχι. Τιμές «yes» and «no»
- Nominal: ονομαστική κλίμακα, αποτελείται κυρίως από στοιχεία προσδιορισμού μιας εναλλακτικής όπως π.χ. το όνομα μιας τοποθεσίας κλπ.

Αναφορικά με την κατεύθυνση των κριτηρίων, ισχύουν τα εξής:

- Αρνητική – κόστος: όσο μεγαλύτερη είναι η «επίπτωση» τόσο χειρότερη είναι η απόδοση της εναλλακτικής ως προς το κριτήριο αυτό
- Θετική – όφελος: όσο μεγαλύτερη είναι η «επίπτωση» τόσο καλύτερη είναι η απόδοση της εναλλακτικής αυτής ως προς το συγκεκριμένο κριτήριο.

Τα στοιχεία που εισήχθησαν για το σύνολο των κριτηρίων απεικονίζονται στην εικόνα 3-2.



Εικόνα 3-2: Περιγραφή κριτηρίων αξιολόγησης

Αφού ολοκληρώθηκε ο καθορισμός των εναλλακτικών και των κριτηρίων αξιολόγησης, στη συνέχεια κατασκευάστηκε ο «πίνακας επιπτώσεων». Στον πίνακα

αυτόν, καταγράφονται οι τιμές της κάθε εναλλακτικής ως προς το εκάστοτε κριτήριο που εξετάζεται.

Συγκεκριμένα και σε ό,τι αφορά στο μέτρο της χρήσης μη συμβατικών καυσίμων, σημειώνεται ότι η πλειονότητα αυτών και ιδίως τα βιοκαύσιμα χαρακτηρίζονται από υψηλά κόστη παραγωγής και επομένως η υλοποίηση του μέτρου συνεπάγεται αυξημένο κόστος. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το βιοντίζελ, παρά την άνοδο της τιμής του αργού πετρελαίου, εξακολουθεί να είναι πολύ ακριβότερο από το συμβατικό πετρέλαιο (<http://www.ypeka.gr>, 2014). Παράλληλα, η εφαρμογή του μέτρου στα περισσότερα σχέδια προσαρμογής συνδυάζεται με την ευνοϊκή φορολόγηση των μη συμβατικών καυσίμων, που σημαίνει ότι τα έσοδα του κράτους από τους αντίστοιχους φόρους μειώνονται με την εφαρμογή του μέτρου. Γενικά, σημειώνεται ότι η βιβλιογραφία σχετικά με τα οικονομικά οφέλη και τα κόστη της χρήσης των μη συμβατικών καυσίμων είναι συγκεχυμένη, με τις διάφορες εκτιμήσεις να παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις (Charles et al., 2013).

Σχετικά με τη μείωση των εκπομπών CO₂, η στροφή στα μη συμβατικά καύσιμα συνιστά βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το μέτρο της προώθησης των βιοκαυσίμων εκτιμάται ότι θα επιφέρει μείωση των εκπομπών σε ένα εύρος 0.8%-1.6% μέσω της βελτίωσης του μέσου συντελεστή εκπομπής CO₂ του στόλου. Επίσης, τα αισιόδοξα σενάρια που αφορούν στη δυναμική διείσδυση των οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων (υβριδικών και αμιγώς ηλεκτρικών) στην αγορά φαίνεται να έχουν πιο μετριοπαθή επίδραση στις συνολικές εκπομπές με χρονικό ορίζοντα το 2020. Συνολικά, μέγιστη μείωση των εκπομπών από την εφαρμογή των μέτρων που στοχεύουν σε αύξηση του μεριδίου των οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων υπολογίζεται σε περίπου 2% (Παπαγιαννάκη Κ., 2011).

Σε σχέση με το βαθμό υλοποίησης του μέτρου, επισημαίνεται ότι στην Ελλάδα έχουν γίνει μικρά βήματα προς την κατεύθυνση αυτή. Σε ό,τι αφορά στα βιοκαύσιμα και συγκεκριμένα στο βιοντίζελ, αυτό διατίθεται από το υπάρχον δίκτυο διανομής πετρελαίου κίνησης. Για το έτος 2008, στη χώρα διατέθηκαν 76.255 ΜΤ αυτούσιου βιοντίζελ, έναντι υποχρέωσης 112.117 ΜΤ, ενώ δραστηριοποιήθηκαν συνολικά 13 ελληνικές εταιρείες παραγωγής βιοντίζελ με εγχώριες μονάδες παραγωγής κα 4 εταιρείες εισαγωγής βιοντίζελ σε όλη τη χώρα. Σε σχέση με τη βιοαιθανόλη, μέχρι σήμερα δεν υπάρχει παραγωγή ή εισαγωγή βιοαιθανόλης για τη χρήση της ως καυσίμου μεταφορών (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2010). Η αποδοχή του κοινού απέναντι στη χρήση των μη συμβατικών καυσίμων δεν είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντική. Στην Ελλάδα ένα πολύ μικρό ποσοστό των οχημάτων κινείται με μη συμβατικά καύσιμα.

Αντίστοιχα και σε ό,τι αφορά στο μέτρο της ανάπτυξης του δικτύου των ποδηλατοδρόμων, το κόστος υλοποίησης του μέτρου είναι συγκριτικά με τα υπόλοιπα μετρίως υψηλό. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι στην Αττική ο ποδηλατόδρομος μήκους 13 χιλιομέτρων που συνδέει το Άλσος σχολής Χωροφυλακής με το Πάρκο Ιλισίων, έχει προϋπολογισμό ύψους 2 εκατομμυρίων ευρώ, ενώ αντίστοιχα ο σχεδιαζόμενος υπερτοπικός άξονας ποδηλάτου, συνολικού μήκους 26,6 χιλιομέτρων, που θα συνδέει την Κηφισιά με το Φαληρικό Όρμο εκτιμάται ότι έχει κόστος κατασκευής ίσο με 7 εκατομμύρια Ευρώ. (<http://www.ypeka.gr>, 2014). Σε σχέση με τις εκπομπές CO₂, καθίσταται σαφές ότι η εφαρμογή του συγκεκριμένου μέτρου δύναται να επιφέρει σημαντική μείωση των εκπομπών, δεδομένου ότι πρόκειται για μη μηχανοκίνητο τρόπο μετακίνησης. Σχετικά με το βαθμό υλοποίησης, σε συνολικά 16 δήμους της Αττικής έχουν κατασκευασθεί μέχρι σήμερα ποδηλατικές διαδρομές. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τους δήμους Κηφισιάς, Ζωγράφου, Παπάγου, Φιλοθέης-Ψυχικού, Χαλανδρίου, Βριλησίων, Αγίων Αναργύρων, Ιλίου, Αιγάλεω, Μοσχάτου, Δάφνης, Αργυρούπολης-Ελληνικού, Γλυφάδας, Βούλας, Ελευσίνας, Γαλασίου, με συνολικό μήκος περίπου 50 χλμ. (www.yme.gr, 2014). Η αποδοχή του κοινού απέναντι στο εν λόγω μέτρο εκτιμάται θετική, καθώς ο αριθμός των χρηστών αυξάνεται τα τελευταία χρόνια, χωρίς όμως αυτό να προδιαγράφει τη μαζική στροφή στο συγκεκριμένο τρόπο μετακίνησης, κυρίως λόγω του καθιερωμένου μοτίβου που χαρακτηρίζεται από την εξάρτηση των μετακινήσεων με ΙΧ.

Όσον αφορά στα αντιπλημμυρικά έργα, αυτά συνιστούν μέτρο προσαρμογής που χαρακτηρίζεται από υψηλό κόστος υλοποίησης, καθώς αφορούν σε τεχνικά – κατασκευαστικά έργα υψηλού κόστους που συνήθως απαιτούν την παράλληλη πραγματοποίηση απαλλοτριώσεων στα παρόδια οικόπεδα (<http://web.tee.gr>, 2014). Σχετικά με τις εκπομπές αέριων ρύπων, η εφαρμογή του συγκεκριμένου έργου δε συνεπάγεται μεταβολές στα υφιστάμενα επίπεδα εκπομπών. Ο βαθμός υλοποίησης του συγκεκριμένου μέτρου χαρακτηρίζεται ως υψηλός, καθώς στην περιοχή μελέτης τα δύο κύρια υδρογραφικά δίκτυα της περιοχής (Κηφισός ποταμός, Ιλισσός ποταμός) έχουν διευθετηθεί και καλυφθεί κατά το μεγαλύτερο μέρος τους, ενώ παράλληλα η χώρα ακολουθεί όσα ορίζει η Οδηγία 2007/60 για τη διαχείριση του πλημμυρικού κινδύνου, η οποία προδιαγράφει τη λήψη αντιπλημμυρικών μέτρων. Η αποδοχή του κοινού είναι γενικά θετική, μιας και το μέτρο σχετίζεται με την ασφάλεια των πολιτών, ωστόσο θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν η μερίδα εκείνη του πληθυσμού που αντιδρά λόγω των αναγκαστικών απαλλοτριώσεων που συνοδεύουν τα έργα αυτά.

Η μεταφορά των παράκτιων δρόμων συνιστά μέτρο προσαρμογής με πολύ υψηλό κόστος υλοποίησης, δεδομένου ότι απαιτεί τη συνακόλουθη μελέτη και χάραξη εναλλακτικών διαδρομών. Η συνεισφορά του στη μείωση των εκπομπών CO₂ είναι

μηδενική, όπως επίσης μηδενικός είναι και ο βαθμός υλοποίησης του στην περιοχή μελέτης. Ταυτόχρονα, η αποδοχή του κοινού απέναντι στο μέτρο χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα αρνητική, δεδομένου ότι η μεταφορά ενός δρόμου συνεπάγεται σημαντικές αλλαγές στις διαδρομές που ακολουθούν οι χρήστες καθώς και στις χρήσεις γης.

Η ανάπτυξη του δικτύου πεζοδρόμων αποτελεί μέτρο πρόωξης των μη μηχανοκίνητων μετακινήσεων. Το κόστος υλοποίησής του συγκριτικά με τα υπόλοιπα μέτρα χαρακτηρίζεται ως μετρίως υψηλό. Ωστόσο, σημαντική είναι η συνεισφορά του μέτρου στη μείωση των εκπομπών CO₂, δεδομένου ότι πρόκειται για μη μηχανοκίνητες μετακινήσεις. Σήμερα, η πλειονότητα των δήμων της Αττικής διαθέτει δίκτυο πεζοδρόμων, τα οποία όμως είναι διάσπαρτα, δε διαμορφώνουν ένα συνεκτικό δίκτυο και έχουν τοπικό χαρακτήρα. Το μέτρο θεωρείται γενικά κοινωνικά αποδεκτό, ωστόσο λαμβάνεται υπόψιν το γεγονός ότι η πεζοδρόμηση ενός δρόμου συνεπάγεται την απαγόρευση της κυκλοφορίας των οχημάτων και άρα τη διακοπή της χρήσης του από μια σημαντική μερίδα χρηστών.

Τα φορολογικά κίνητρα και συγκεκριμένα η ευνοϊκή φορολόγηση των αυτοκινήτων που εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες CO₂ ανά χιλιόμετρο συνεπάγεται ότι τα έσοδα του κράτους από τους αντίστοιχους φόρους μειώνονται με την εφαρμογή του μέτρου, επομένως το κόστος υλοποίησης του μέτρου χαρακτηρίζεται ως μετρίως υψηλό. Βέβαια, σημειώνεται ότι η συσχέτιση του τέλους κυκλοφορίας με τις εκπομπές CO₂ αναμένεται να επηρεάσει σημαντικά την επιλογή του τύπου οχήματος, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση των εκπομπών CO₂. Σε σχέση με το βαθμό υλοποίησης, η ισχύουσα φορολογία προβλέπει για ότι τα αυτοκίνητα που ταξινομήθηκαν μετά την 1η Νοεμβρίου του 2010, τα τέλη κυκλοφορίας προκύπτουν βάσει των εκπομπών ρύπων CO₂ (γραμμάρια CO₂ ανά χιλιόμετρο) και συγκεκριμένα λαμβάνονται υπόψη οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, όπως αυτές αναγράφονται στην άδεια του οχήματος, όπως φαίνεται στον πίνακα 4-2 (www.yme.gr, 2014).

Κλιμάκιο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (γρμ. CO ₂ ανά χιλιόμετρο)	Ετήσια τέλη κυκλοφορίας ανά γραμμάριο εκπομπών CO ₂ (σε ευρώ)
0-100	0,00
101-120	0,90
121-140	1,10
141-160	1,70
161-180	2,25
181-200	2,55
201-250	2,80
Άνω των 251	3,40

Πίνακας 3-2: Τέλη κυκλοφορίας ανά γραμμάριο εκπομπών CO₂

Πηγή: www.yme.gr

Η επέκταση του δικτύου Μέσων Μαζικής Μεταφοράς αποτελεί ένα από τα πλέον σύννηθα μέτρα προσαρμογής. Η υλοποίηση του μέτρου συνεπάγεται υψηλά κόστη. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι η προσφάτως πραγματοποιηθείσα επέκταση του υφιστάμενου δικτύου προς το Ελληνικό, την Ανθούπολη και το Χαϊδάρι προϋπολογίσθηκε στα 700 εκατομ. ευρώ (<http://www.ametro.gr>, 2014). Το εν λόγω μέτρο θεωρείται ότι συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών CO₂, καθώς συνηγορεί στη δημιουργία ελκυστικής ταυτότητας των δημόσιων συγκοινωνιών που δύναται να λειτουργήσει ανασταλτικά στο φαινόμενο της εξάρτησης από το αυτοκίνητο. Δεδομένων των επεκτάσεων που έχουν πραγματοποιηθεί αλλά και της σχεδιαζόμενης επέκτασης της γραμμής 3 του μετρό προς τον Πειραιά (μήκους 7,6 χλμ), ο βαθμός υλοποίησης του έργου κρίνεται ικανοποιητικός, ενώ αντίστοιχα ο μεγάλος αριθμός χρηστών του δικτύου MMM αναδεικνύει την υψηλή αποδοχή του κοινού απέναντι στο μέτρο.

Βάσει όλων των παραπάνω, συμπληρώθηκε ο πίνακας «επιπτώσεων», όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 3-3.

Κριτήρια	Κλίμακα μέτρησης	Μέτρα προσαρμογής						
		Μη συμβατικά καύσιμα	Δίκτυο ποδηλατοδρόμων	Δίκτυο πεζοδρόμων	Επέκταση MMM	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Αντιπλημμυρικά έργα	Φορολογικά κίνητρα
Κόστος υλοποίησης	0-6	3	4	4	5	6	5	2
Μείωση εκπομπών	---/+++	++	+++	+++	++	0	0	++
Βαθμός υλοποίησης	0-3	1	2	2	3	0	3	1
Αποδοχή κοινού	---/+++	-	++	+	+++	---	+	-

Πίνακας 3-3: Πίνακας «επιπτώσεων»

Η εισαγωγή των δεδομένων ολοκληρώθηκε με το στάδιο της απόδοσης βαρών στα κριτήρια αξιολόγησης, με στόχο την ιεράρχησή τους. Για την ιεράρχηση αυτή, γίνεται χρήση της τεχνικής απόδοσης βαρών AHP, όπως αυτή περιγράφεται στη συνέχεια.

3.5. Απόδοση βαρών

Ο βαθμός σπουδαιότητας των εφαρμοζόμενων κριτηρίων για την αξιολόγηση των εναλλακτικών μέτρων καθορίζεται από το συντελεστή βαρύτητας που αποδίδεται στα κριτήρια αυτά. Ανάλογα με την περίπτωση, χρησιμοποιούνται είτε άμεσοι συντελεστές βαρύτητας είτε έμμεσοι. Οι άμεσοι συντελεστές βαρύτητας χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που ο αριθμός των κριτηρίων είναι μικρός, όπως στο πρόβλημα που εξετάζεται και είναι δυνατή η επιλογή συντελεστών βαρύτητας (<http://unfccc.int>, 2014).

Η μέθοδος AHP συνιστά μια δομημένη τεχνική που χρησιμοποιείται για την οργάνωση και την ανάλυση πολυκριτηριακών αποφάσεων και χαρακτηρίζεται από την σαφήνεια αλλά και την ευκολία υλοποίησής της. Η AHP βοηθά στην αφομοίωση τόσο υποκειμενικών όσο και αντικειμενικών κριτηρίων και μέτρων αξιολόγησης, παρέχοντας παράλληλα έναν αποτελεσματικό μηχανισμό ελέγχου της συνέπειας (consistency) των μέτρων αξιολόγησης και των εναλλακτικών που προτείνονται, μειώνοντας την σύγχυση στην λήψη των αποφάσεων (Saaty, 1994). Η εφαρμογή της μεθόδου επιτυγχάνεται μέσα από τέσσερα επιμέρους στάδια:

1. Ορισμός και ανάλυση του προβλήματος σε μια ιεραρχική δομή
2. Σύγκριση των στοιχείων απόφασης και εισαγωγή των προτιμήσεων του αποφασίζοντα σε πίνακες κατά ζεύγη συγκρίσεων για κάθε επίπεδο ιεραρχίας
3. Υπολογισμός των σχετικών βαρών κάθε στοιχείου του προβλήματος
4. Σύνθεση του τελικού αποτελέσματος και επιλογή της καλύτερης δυνατής εναλλακτικής λύσης.

Τα δύο πρώτα βήματα απαιτούν την ανθρώπινη συμμετοχή, αντίθετα τα δύο τελευταία είναι καθαρά υπολογιστικά.

Στο πρώτο στάδιο της μεθόδου, ορίζεται το πρόβλημα και καθορίζονται τα ζητούμενα προς επίλυση, με την ανάλυση του προβλήματος σε επιμέρους υποπροβλήματα. Σύμφωνα με τον Saaty (1994), η δομή της ιεραρχίας θα πρέπει να αντιπροσωπεύει το πρόβλημα όσο το δυνατόν περισσότερο, να λαμβάνει υπ' όψιν το εξωτερικό περιβάλλον, να εντοπίζει στοιχεία που συμβάλλουν στην επίλυση του προβλήματος καθ' ύλην και να περιλαμβάνει όλους τους συμμετέχοντες στο πρόβλημα.

Στο δεύτερο στάδιο της μεθόδου, τα στοιχεία κάθε επιπέδου της ιεραρχίας συγκρίνονται κατά ζεύγη μεταξύ τους ως προς το βαθμό προτίμησης. Τα κριτήρια ανά δύο συγκρίνονται ως προς την ικανοποίηση του συνολικού στόχου. Δημιουργούνται κατά αυτό τον τρόπο πίνακες σύγκρισης ζευγών, τόσοι όσα και τα στοιχεία του προβλήματος. Για τις συγκρίσεις ανά ζεύγη που εκτελούνται σε δεδομένο επίπεδο, ένας πίνακας (matrix) A δημιουργείται με την τοποθέτηση του αποτελέσματος των συγκρίσεων ανά ζεύγη του στοιχείου i με το στοιχείο j στη θέση a_{ij} όπως φαίνεται παρακάτω:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

Η τυπική ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί για τη συμπλήρωση του πίνακα είναι ποιο από τα δύο κριτήρια i, j είναι σημαντικότερο για την ικανοποίηση του στόχου και πόσο σημαντικότερο είναι (Saaty, 2008). Τα στοιχεία a_{ij} του πίνακα δηλώνουν την προτίμηση του κριτηρίου i έναντι του κριτηρίου j και πρακτικά μπορεί να θεωρηθεί ότι εκφράζουν πόσες φορές πιο σημαντικό είναι το ένα κριτήριο από το άλλο. Για κάθε πίνακα κατά ζεύγη συγκρίσεων ισχύει $a_{ii}=1$, αφού αναφέρεται σε σύγκριση του κριτηρίου i με τον εαυτό του. Επίσης, αν το κριτήριο i είναι σημαντικότερο από το j τότε $a_{ij}>1$ ενώ αν το j είναι σημαντικότερο το i , τότε $a_{ij}<1$. Τέλος, για κάθε $i \neq j$, ισχύει $a_{ij} = 1/a_{ji}$.

Στη μέθοδο AHP δίνεται ιδιαίτερο βάρος στην αριθμητική κλίμακα που χρησιμοποιείται για τις συγκρίσεις των κριτηρίων κατά ζεύγη, που υποδεικνύει πόσο πιο σημαντικό είναι το ένα κριτήριο από το άλλο. Οι λεκτικοί όροι της θεμελιώδους κλίμακας του Saaty «1/9-1-9» χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν το πόσο έντονη είναι η προτίμηση μεταξύ των δύο συγκρινόμενων στοιχείων. Συγκεκριμένα, τιμή «1» υποδεικνύει ότι τα δυο στοιχεία που συγκρίνονται είναι εξίσου σημαντικά, η τιμή «3» ότι το ένα είναι συγκρατημένα πιο σημαντικό από το άλλο, η τιμή «5» ότι είναι έντονα πιο σημαντικό, η τιμή «7» ότι είναι πολύ έντονα πιο σημαντικό και τέλος η τιμή «9» δείχνει ότι είναι εξαιρετικά πιο σημαντικό. Οι τιμές «1/3», «1/5», «1/7» και «1/9» αντιπροσωπεύουν τα αντίθετα από τις παραπάνω τιμές: συγκρατημένα πιο ασήμαντο, έντονα πιο ασήμαντο, πολύ έντονα πιο ασήμαντο, εξαιρετικά πιο ασήμαντο, αντιστοίχως. Η παραπάνω κλίμακα και η χρήση των λεκτικών συγκρίσεων χρησιμοποιούνται για τη στάθμιση των ποσοτικά προσδιορισμών και μη-ποσοτικά προσδιορισμών στοιχείων.

Στο στάδιο υπολογισμού των προτεραιοτήτων, υπολογίζονται για κάθε κόμβο της ιεραρχικής δομής οι σχετικές προτεραιότητες (w) σε σχέση με το γονικό στοιχείο. Έστω ότι ο αποφασίζων γνωρίζει τα βάρη w_1, w_2, \dots, w_n των κόμβων A_1, A_2, \dots, A_n τότε ο πίνακας σύγκρισης ανά ζεύγη θα ήταν ο εξής:

$$\begin{vmatrix} w_1 / w_1 & w_1 / w_2 & \dots & w_1 / w_n \\ w_2 / w_1 & w_2 / w_2 & \dots & w_2 / w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n / w_1 & w_n / w_2 & \dots & w_n / w_n \end{vmatrix}$$

Για τον πίνακα A ισχύει $A_w = n_w$, όπου n είναι το πλήθος των συγκρινόμενων κόμβων. Επίσης, κάθε πίνακας $A=(a_{ij})$, όπου $a_{ij}=w_i/w_j$ για κάθε $i, j=1, \dots, n$ θεωρείται συνεπής όταν ισχύει $a_{jk} = a_{ik} / a_{ij}$, για κάθε $i, j, k=1, \dots, n$. Ο παραπάνω πίνακας A , όπου όλα τα βάρη είναι γνωστά, ικανοποιεί το κριτήριο της συνέπειας. Όμως, στην πραγματικότητα ο χρήστης δεν είναι σε θέση να γνωρίζει ακριβώς τα βάρη w_1, w_2, \dots, w_n , παρά μόνο εκτιμήσεις αυτών. Επομένως, ο πίνακας A δεν είναι απόλυτα συνεπής και σύμφωνα με τη θεωρία των ιδιοτιμών (eigenvalue theory), η

εκτίμηση του διανύσματος των βαρών δίνεται από τη σχέση $Aw' = \lambda_{\max} w'$, όπου λ_{\max} είναι η μέγιστη ιδιοτιμή του ασυνεπούς πίνακα A. Το διάνυσμα w' αποτελεί προσέγγιση του πραγματικού διανύσματος βαρών w , ενώ αποδεικνύεται ότι $\lambda_{\max} > n$ (Saaty, 1994).

Η ασυνέπεια σε έναν πίνακα συγκρίσεων μπορεί να αποδοθεί από την τιμή $\lambda_{\max} - n$, που εκτιμά την απόκλιση των συγκρίσεων από τη συνεπή προσέγγιση (Saaty, 1990). Στο γεγονός αυτό βασίζεται ο υπολογισμός του δείκτη συνέπειας CI (consistency index), που προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

Στη συνέχεια ο λόγος συνέπειας CR (consistency ratio) δίνεται από το λόγο του CI προς τον τυχαίο δείκτη συνέπειας RI. Οι τιμές του RI προκύπτουν από τις μέσες τιμές του CI για τυχαίους πίνακες και απεικονίζονται στον Πίνακα (Triantaphyllou et al., 1995).

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Πίνακας 3-4: Τιμές δείκτη RI για διαφορετικές τιμές του N
Πηγή: Triantaphyllou & Mann (1995)

Ο υπολογισμός του λόγου συνέπειας αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της AHP, καθώς μέσω αυτού διασφαλίζεται ότι οι κρίσεις του μελετητή ήταν συνεπείς και ότι η τελική απόφαση λαμβάνεται σωστά. Συγκεκριμένα, ο CR πρέπει να είναι μικρότερος από την τιμή 0.10. Αν προκύψει υψηλότερη τιμή του CR, απαιτείται επαναξιολόγηση των ανά ζεύγη συγκρίσεων (Saaty, 1990).

3.6. Εναλλακτικά σενάρια

Για την ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής δομήθηκαν διαφορετικά εναλλακτικά σενάρια, καθένα από τα οποία διαφοροποιείται ως προς την ταξινόμηση των κριτηρίων αξιολόγησης και την απόδοση βαρών σε αυτά. Τα εναλλακτικά σενάρια είναι στο σύνολό τους τέσσερα: το σενάριο σύμφωνα με το οποίο όλα τα κριτήρια θεωρούνται ισοβαρή μεταξύ τους, το περιβαλλοντικό σενάριο, το οικονομικό σενάριο και τέλος το κοινωνικό σενάριο. Η απόδοση των βαρών για τα τρία τελευταία σενάρια πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της μεθόδου AHP.

3.6.1. Σενάριο Α – Ισοβαρών Κριτηρίων

Με δεδομένο ότι τα βάρη των κριτηρίων αξιολόγησης είναι ίσα μεταξύ τους και τον πίνακα επιπτώσεων όπως αυτός είχε διαμορφωθεί στον καθορισμό του προβλήματος, εκτελέστηκε η πολυκριτηριακή ανάλυση, τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο.

3.6.2. Σενάριο Β – Περιβαλλοντικό Σενάριο

Σε ό,τι αφορά στο περιβαλλοντικό σενάριο τα κριτήρια ιεραρχήθηκαν μεταξύ τους ως εξής:

- Το κριτήριο της μείωσης των εκπομπών θεωρήθηκε ότι είναι «πολύ έντονα πιο σημαντικό» από το κριτήριο του κόστους (τιμή 9), «συγκρατημένα πιο σημαντικό» σε σχέση με το κριτήριο της αποδοχής του κοινού (τιμή 3) και «εντόνως πιο σημαντικό» σε σύγκριση με το κριτήριο του βαθμού υλοποίησης (τιμή 5).
- Το κριτήριο του κόστους θεωρήθηκε «πολύ εντόνως πιο ασήμαντο» από τα κριτήρια της αποδοχής του κοινού (τιμή 1/8) και του βαθμού υλοποίησης (τιμή 1/7).
- Η αποδοχή του κοινού θεωρήθηκε «συγκρατημένα σημαντικότερη» σε σχέση με το βαθμό υλοποίησης (τιμή 2). (Εικόνα 3-3)

	A - Importance - or B?		Equal	How much more?								
1	<input checked="" type="radio"/> Εκπομπες	or <input type="radio"/> Κostos	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
2	<input checked="" type="radio"/> Εκπομπες	or <input type="radio"/> Apodoxi koinou	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
3	<input checked="" type="radio"/> Εκπομπες	or <input type="radio"/> Vathmos ilop	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
4	<input type="radio"/> Κostos	or <input checked="" type="radio"/> Apodoxi koinou	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input checked="" type="radio"/> 9	
5	<input type="radio"/> Κostos	or <input checked="" type="radio"/> Vathmos ilop	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
6	<input checked="" type="radio"/> Apodoxi koinou	or <input type="radio"/> Vathmos ilop	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	

Εικόνα 3-3: Συγκριτική αξιολόγηση των κριτηρίων στο περιβαλλοντικό σενάριο

Ο λόγος συνέπειας CR υπολογίστηκε ίσος με 3,4%, τιμή αποδεκτή, ενώ ο αντίστοιχος πίνακας απόφασης είναι αυτός που απεικονίζεται ακολούθως:

	1	2	3	4
1	1	9.00	2.00	4.00
2	0.11	1	0.12	0.17
3	0.50	8.00	1	2.00
4	0.25	6.00	0.50	1

Πίνακας 3-5: Πίνακας απόφασης στο περιβαλλοντικό σενάριο

Βάσει των παραπάνω προέκυψαν τα βάρη των κριτηρίων που φαίνονται στον πίνακα 3-6.

AHP priorities	Περιβαλλοντικό Σενάριο		
Μείωση Εκπομπών	Κόστος	Αποδοχή κοινού	Βαθμός υλοποίησης
1	9	2	4
0.111111	1	0.125	0.166667
0.5	8	1	2
0.25	6	0.5	1
51%	3,9%	28,8%	16,3%
4.092546	0.033921		

Πίνακας 3-6: AHP προτεραιότητες στο περιβαλλοντικό σενάριο

Έτσι λοιπόν, για το περιβαλλοντικό σενάριο η ιεράρχηση των κριτηρίων και τα αντίστοιχα βάρη είναι τα εξής:

Ιεραρχία	Κριτήριο αξιολόγησης	Βάρος κριτηρίου
1	Μείωση εκπομπών	51%
2	Αποδοχή κοινού	28,8%
3	Βαθμός υλοποίησης	16,3%
4	Κόστος	3,9%

Πίνακας 3-7: Βάρη κριτηρίων στο περιβαλλοντικό σενάριο

Με δεδομένα τα παραπάνω βάρη και τον πίνακα επιπτώσεων όπως αυτός είχε διαμορφωθεί στον καθορισμό του προβλήματος, εκτελέστηκε η πολυκριτηριακή ανάλυση, τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο.

3.6.3. Σενάριο Γ – Οικονομικό Σενάριο

Σε ό,τι αφορά στο οικονομικό σενάριο τα κριτήρια ιεραρχήθηκαν μεταξύ τους ως εξής:

- Το κριτήριο της μείωσης των εκπομπών θεωρήθηκε ότι είναι «έντονα πιο ασήμαντο» από το κριτήριο του κόστους (τιμή 1/7), «συγκρατημένα πιο ασήμαντο» σε σχέση με το κριτήριο της αποδοχής του κοινού (τιμή 1/3) και «εντόνως πιο ασήμαντο» σε σύγκριση με το κριτήριο του βαθμού υλοποίησης (τιμή 1/5).
- Το κριτήριο του κόστους θεωρήθηκε «εντόνως πιο σημαντικό» από το κριτήριο της αποδοχής του κοινού (τιμή 5) και «συγκρατημένα πιο σημαντικό» από το βαθμό υλοποίησης (τιμή 3).
- Η αποδοχή του κοινού θεωρήθηκε «συγκρατημένα πιο ασήμαντη» σε σχέση με το βαθμό υλοποίησης (τιμή 1/3). (Εικόνα 3-4)

	A - Importance - or B?		Equal	How much more?								
1	<input type="radio"/> Εκpompes	or <input checked="" type="radio"/> Kostos	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input checked="" type="radio"/>	8 <input type="radio"/>	9 <input type="radio"/>	
2	<input type="radio"/> Εκpompes	or <input checked="" type="radio"/> Apodoxi koinou	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input checked="" type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>	8 <input type="radio"/>	9 <input type="radio"/>	
3	<input type="radio"/> Εκpompes	or <input checked="" type="radio"/> Vathmos ilop	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input checked="" type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>	8 <input type="radio"/>	9 <input type="radio"/>	
4	<input checked="" type="radio"/> Kostos	or <input type="radio"/> Apodoxi koinou	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input checked="" type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>	8 <input type="radio"/>	9 <input type="radio"/>	
5	<input checked="" type="radio"/> Kostos	or <input type="radio"/> Vathmos ilop	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input checked="" type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>	8 <input type="radio"/>	9 <input type="radio"/>	
6	<input type="radio"/> Apodoxi koinou	or <input checked="" type="radio"/> Vathmos ilop	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input checked="" type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>	8 <input type="radio"/>	9 <input type="radio"/>	

Εικόνα 3-4: Συγκριτική αξιολόγηση των κριτηρίων στο οικονομικό σενάριο

Ο λόγος συνοχής CR υπολογίστηκε ίσος με 4,3%, τιμή αποδεκτή, ενώ ο αντίστοιχος πίνακας απόφασης είναι αυτός που απεικονίζεται ακολούθως:

	1	2	3	4
1	1	0.14	0.33	0.20
2	7.00	1	5.00	3.00
3	3.00	0.20	1	0.33
4	5.00	0.33	3.00	1

Πίνακας 3-8: Πίνακας απόφασης στο οικονομικό σενάριο

Βάσει των παραπάνω προέκυψαν τα βάρη των κριτηρίων που φαίνονται στον πίνακα 3-9.

<i>AHP priorities</i>	Οικονομικό Σενάριο		
Μείωση Εκπομπών	Κόστος	Αποδοχή κοινού	Βαθμός υλοποίησης
1	0.142857	0.333333	0.2
7	1	5	3
3	0.2	1	0.333333
5	0.333333	3	1
5,5%	56,5%	11,8%	26,2%
4.117188	0.042953		

Πίνακας 3-9: AHP προτεραιότητες στο οικονομικό σενάριο

Έτσι λοιπόν, για το οικονομικό σενάριο η ιεράρχηση των κριτηρίων και τα αντίστοιχα βάρη είναι τα εξής:

Ιεραρχία	Κριτήριο αξιολόγησης	Βάρος κριτηρίου
1	Κόστος	56,5%
2	Βαθμός υλοποίησης	26,2%
3	Αποδοχή κοινού	11,8%
4	Μείωση εκπομπών	5,5%

Πίνακας 3-10: Βάρη κριτηρίων στο οικονομικό σενάριο

Με δεδομένα τα παραπάνω βάρη και τον πίνακα επιπτώσεων όπως αυτός είχε διαμορφωθεί στον καθορισμό του προβλήματος, εκτελέστηκε η πολυκριτηριακή ανάλυση, τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο.

3.6.4. Σενάριο Δ – Κοινωνικό Σενάριο

Σε ό,τι αφορά στο κοινωνικό σενάριο τα κριτήρια ιεραρχήθηκαν μεταξύ τους ως εξής:

- Το κριτήριο της μείωσης των εκπομπών θεωρήθηκε ότι είναι «συγκρατημένα πιο σημαντικό» από το κριτήριο του κόστους (τιμή 4), «συγκρατημένα πιο ασήμαντο» σε σχέση με το κριτήριο της αποδοχής του κοινού (τιμή 1/2) και «συγκρατημένα πιο σημαντικό» σε σύγκριση με το κριτήριο του βαθμού υλοποίησης (τιμή 3).
- Το κριτήριο του κόστους θεωρήθηκε «πολύ εντόνως πιο ασήμαντο» από το κριτήριο της αποδοχής του κοινού (τιμή 1/9) και «συγκρατημένα πιο ασήμαντο» από το βαθμό υλοποίησης (τιμή 1/3).

- Η αποδοχή του κοινού θεωρήθηκε «συγκρατημένα πιο σημαντική» σε σχέση με το βαθμό υλοποίησης (τιμή 3) (Εικόνα 3-5).

	A - Importance - or B?		Equal	How much more?								
1	<input checked="" type="radio"/> Εκπομπες	or <input type="radio"/> Κostos	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
2	<input type="radio"/> Εκπομπες	or <input checked="" type="radio"/> Apodoxi koinou	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
3	<input checked="" type="radio"/> Εκπομπες	or <input type="radio"/> Vathmos ilop	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
4	<input type="radio"/> Κostos	or <input checked="" type="radio"/> Apodoxi koinou	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input checked="" type="radio"/> 9	
5	<input type="radio"/> Κostos	or <input checked="" type="radio"/> Vathmos ilop	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
6	<input checked="" type="radio"/> Apodoxi koinou	or <input type="radio"/> Vathmos ilop	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	

Εικόνα 3-5: Συγκριτική αξιολόγηση των κριτηρίων στο κοινωνικό σενάριο

Ο λόγος συνοχής CR υπολογίστηκε ίσος με 1,9%, τιμή αποδεκτή, ενώ ο αντίστοιχος πίνακας απόφασης είναι αυτός που απεικονίζεται ακολούθως:

	1	2	3	4
1	1	4.00	0.50	3.00
2	0.25	1	0.11	0.50
3	2.00	9.00	1	3.00
4	0.33	2.00	0.33	1

Πίνακας 3-11: Πίνακας απόφασης στο κοινωνικό σενάριο

Βάσει των παραπάνω προέκυψαν τα βάρη των κριτηρίων που φαίνονται στον πίνακα 3-12.

AHP priorities	Κοινωνικό Σενάριο		
Μείωση Εκπομπών	Κόστος	Αποδοχή κοινού	Βαθμός υλοποίησης
1	4	0.5	3
0.25	1	0.111111	0.5
2	9	1	3
0.333333	2	0.333333	1
29,5%	6,4%	51%	13%
4.051826	0.018996		

Πίνακας 3-12: AHP προτεραιότητες στο κοινωνικό σενάριο

Έτσι λοιπόν, για το κοινωνικό σενάριο η ιεράρχηση των κριτηρίων και τα αντίστοιχα βάρη είναι τα εξής:

Ιεραρχία	Κριτήριο αξιολόγησης	Βάρος κριτηρίου
1	Αποδοχή κοινού	51%
2	Μείωση εκπομπών	29,5%
3	Βαθμός υλοποίησης	13%
4	Κόστος	6,4%

Πίνακας 3-13: Βάρη κριτηρίων στο κοινωνικό σενάριο

Με δεδομένα τα παραπάνω βάρη και τον πίνακα επιπτώσεων όπως αυτός είχε διαμορφωθεί στον καθορισμό του προβλήματος, εκτελέστηκε η πολυκριτηριακή ανάλυση, τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο.

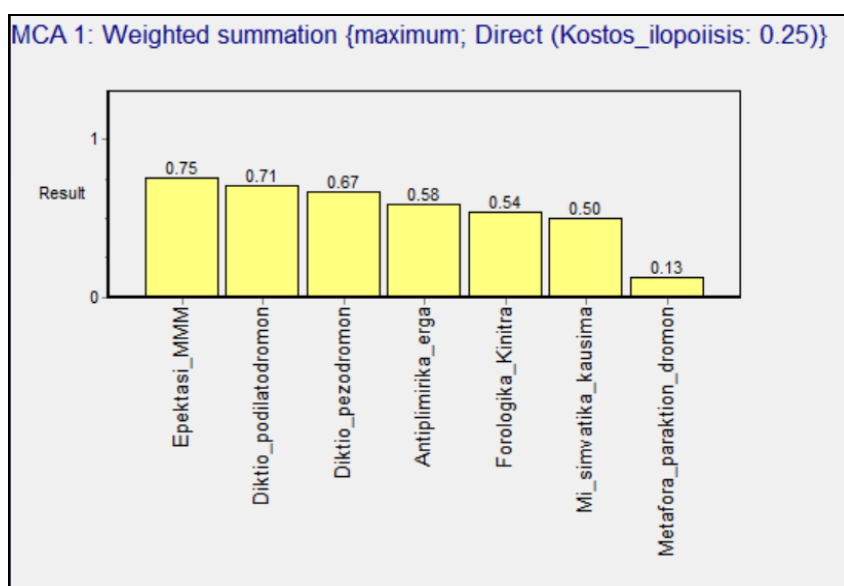
4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό, πραγματοποιείται ανάλυση των αποτελεσμάτων της πολυκριτηριακής ανάλυσης, όπως αυτά προέκυψαν ύστερα από την εκτέλεση της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων γίνεται για κάθε εναλλακτικό σενάριο.

4.1. Αποτελέσματα σεναρίου A – Ισοβαρών κριτηρίων

Με την εκτέλεση της πολυκριτηριακής ανάλυσης για το Σενάριο A, όπου όλα τα κριτήρα θεωρήθηκαν ισοβαρή, τα μέτρα προσαρμογής σημείωσαν τις ακόλουθες συνολικές επιδόσεις (με άριστα τη μονάδα) που παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.1:

- Επέκταση δικτύου MMM: 0,75
- Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων: 0,71
- Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων: 0,67
- Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο: 0,58
- Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων: 0,54
- Χρήση μη συμβατικών καυσίμων: 0,50
- Μεταφορά παράκτιων δρόμων: 0,13



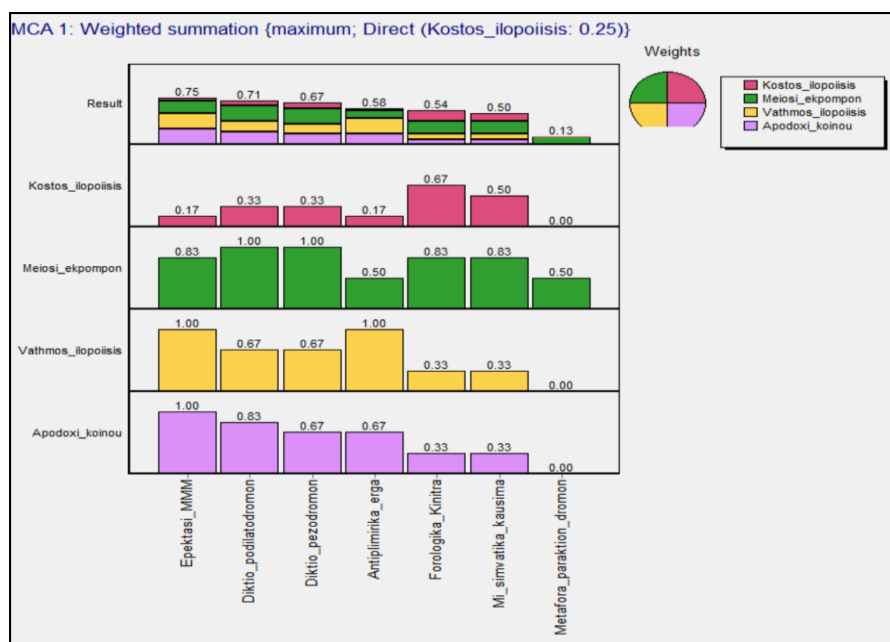
Διάγραμμα 4.1: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο σενάριο ισοβαρών κριτηρίων

Η απόδοση κάθε μέτρου ως προς κάθε κριτήριο, προέκυψε βάσει του πίνακα «επιπτώσεων» της ενότητας 3.2.2. και απεικονίζεται στο διάγραμμα 4.2. Από το διάγραμμα, παρατηρείται ότι:

- σε ό,τι αφορά στο κριτήριο του κόστους υλοποίησης, η εφαρμογή των φορολογικών κινήτρων σημειώνει την καλύτερη επίδοση (0,67), ακολουθούν η χρήση των μη συμβατικών καυσίμων (0,50), η ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων και ποδηλατοδρόμων (0,33), η επέκταση των MMM και η

πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο (0,17), ενώ τη χειρότερη επίδοση σημειώνει το μέτρο της μεταφοράς των παράκτιων δρόμων (0,00).

- σε σχέση με το κριτήριο της μείωσης των εκπομπών CO₂, άριστες επιδόσεις σημειώνουν τα μέτρα της ανάπτυξης δικτύου ποδηλατοδρόμων και πεζοδρόμων (1,00), έπονται τα μέτρα της επέκτασης του δικτύου MMM, της εφαρμογής φορολογικών κινήτρων και της χρήσης των μη συμβατικών καυσίμων (0,83), ενώ τελευταία στην εν λόγω κατάταξη βρίσκονται τα μέτρα που αφορούν στην πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων στο οδικό δίκτυο και τη μεταφορά των παράκτιων δρόμων (0,50).
- αναφορικά με τον υφιστάμενο βαθμό υλοποίησης, η επέκταση του δικτύου MMM και η πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων αποτελούν τα μέτρα με τις καλύτερες επιδόσεις (1,00), με την ανάπτυξη δικτύων πεζοδρόμων και ποδηλατοδρόμων να ακολουθούν (0,67), την εφαρμογή φορολογικών κινήτρων και τη χρήση μη συμβατικών καυσίμων να έρχονται τρίτα στη σειρά (0,33) και τη μεταφορά των παράκτιων δρόμων να σημειώνει μηδενική επίδοση.
- τέλος, σε ό,τι αφορά στο κριτήριο της αποδοχής του κοινού, το μέτρο της επέκτασης του δικτύου MMM εμφανίζει άριστη επίδοση (1,00), η ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων (0,83) ακολουθεί, η ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων και η πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων (0,67) ακολουθούν, η εφαρμογή φορολογικών κινήτρων, και η χρήση μη συμβατικών καυσίμων κατατάσσονται από κοινού στην τέταρτη θέση (0,33), ενώ η μεταφορά των παράκτιων δρόμων σημειώνει και σε αυτή την περίπτωση μηδενική απόδοση.



Διάγραμμα 4.2: Απόδοση μέτρων ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης στο σενάριο ισοβαρών κριτηρίων

Βάσει των παραπάνω, η ιεραρχία των μέτρων για το σενάριο των ισοβαρών κριτηρίων είναι αυτή που παρουσιάζεται στον πίνακα 4-1.

Ιεραρχηση Μέτρων Προσαρμογής – Ισοβαρή κριτήρια
Επέκταση δικτύου Μέσων Μαζικής Μεταφοράς
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων στο οδικό δίκτυο
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Μεταφορά παράκτιων δρόμων

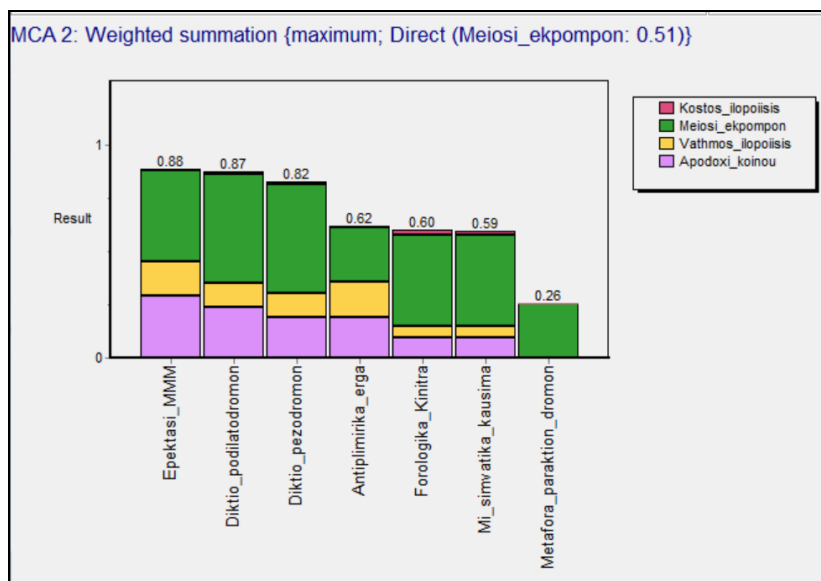
Πίνακας 4-1: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο σενάριο ισοβαρών κριτηρίων

Η κατάταξη των μέτρων στο συγκεκριμένο σενάριο είναι αρκετά σαφής, με τις αποδόσεις των μέτρων να διαφοροποιούνται αισθητά στην πλειονότητά τους, εκτός από το μέτρο της εφαρμογή φορολογικών κινήτρων και εκείνο της χρήσης μη συμβατικών καυσίμων που κατατάχθηκαν από κοινού στην πέμπτη θέση της ιεραρχίας.

4.2. Αποτελέσματα σεναρίου Β – Περιβαλλοντικό Σενάριο

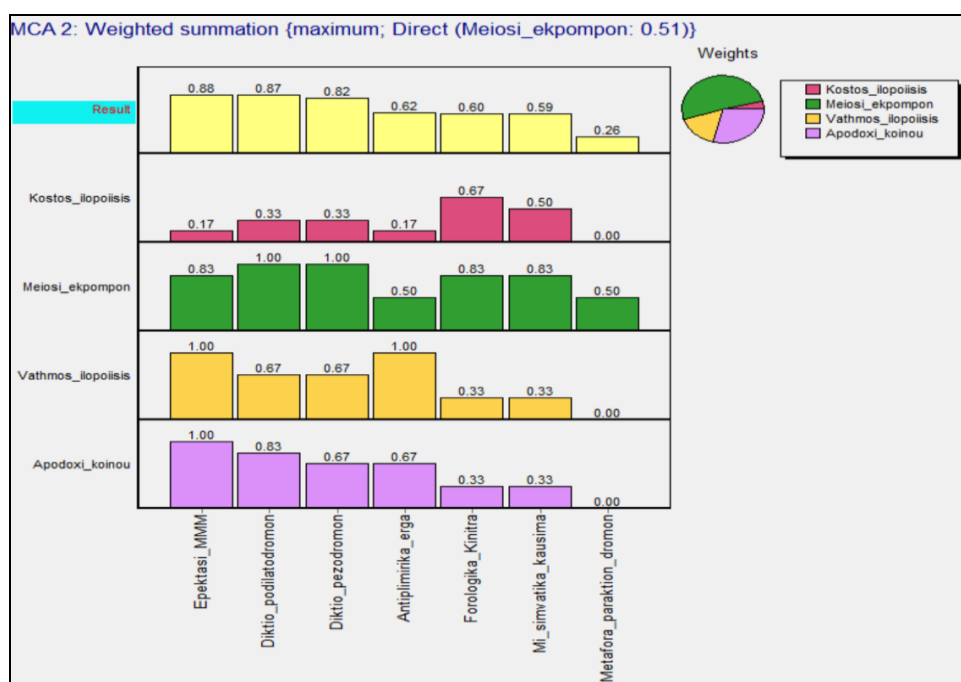
Με την εκτέλεση της πολυκριτηριακής ανάλυσης για το Περιβαλλοντικό Σενάριο, τα μέτρα προσαρμογής σημείωσαν τις συνολικές επιδόσεις (με άριστα τη μονάδα) που παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.3:

- Επέκταση δικτύου MMM: 0,88
- Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων: 0,87
- Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων: 0,82
- Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο: 0,62
- Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων: 0,60
- Χρήση μη συμβατικών καυσίμων: 0,59
- Μεταφορά παράκτιων δρόμων: 0,26



Διάγραμμα 4.3: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο περιβαλλοντικό σενάριο

Η απόδοση κάθε μέτρου ως προς κάθε κριτήριο, καθώς επίσης και η αντίστοιχη συμμετοχή της στη διαμόρφωση της τελικής απόδοσης του μέτρου (μέσω του βάρους που έχει λάβει κάθε κριτήριο) απεικονίζεται στο διάγραμμα 4.4. Από το διάγραμμα, παρατηρείται ότι οι αποδόσεις των μέτρων ως προς κάθε κριτήριο είναι οι ίδιες με το σενάριο των ισοβαρών κριτηρίων αφού έχουν προκύψει από τον ίδιο πίνακα «επιπτώσεων», ωστόσο η απόδοση βαρών στα κριτήρια έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση διαφορετικών συνολικών αποδόσεων για κάθε μέτρο.



Διάγραμμα 4.4: Απόδοση μέτρων ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης στο περιβαλλοντικό σενάριο

Τελικά, η ιεράρχηση των μέτρων για το περιβαλλοντικό σενάριο παρουσιάζεται στον πίνακα 4-2.

Ιεράρχηση Μέτρων Προσαρμογής – Περιβαλλοντικό σενάριο
Επέκταση δικτύου Μέσων Μαζικής Μεταφοράς
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων στο οδικό δίκτυο
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Μεταφορά παράκτιων δρόμων

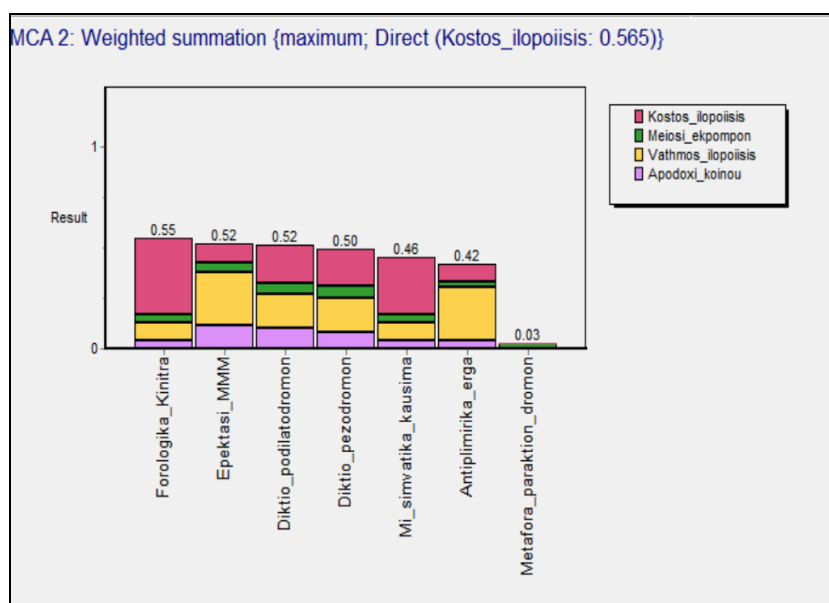
Πίνακας 4-2: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο περιβαλλοντικό σενάριο

Η κατάταξη των μέτρων στο συγκεκριμένο σενάριο είναι λιγότερο σαφής σε σχέση με το σενάριο των ισοβαρών κριτηρίων, καθώς η επέκταση του δικτύου ΜΜΜ (1^η θέση στην ιεραρχία) και η ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων (2^η θέση στην ιεραρχία) σημειώνουν πολύ κοντινές αποδόσεις, όπως επίσης κοντινές αποδόσεις σημειώνουν τα μέτρα της εφαρμογής φορολογικών κινήτρων (5^η θέση στην ιεραρχία) και της χρήσης μη συμβατικών καυσίμων (6^η θέση στην ιεραρχία).

4.3. Αποτελέσματα σεναρίου Γ – Οικονομικό Σενάριο

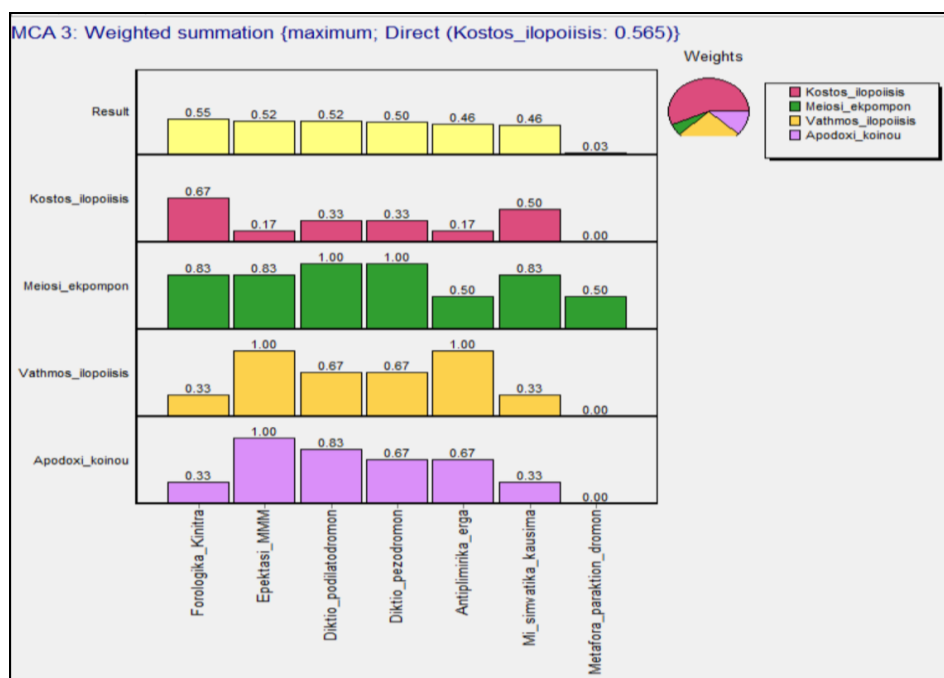
Με την εκτέλεση της πολυκριτηριακής ανάλυσης για το Οικονομικό Σενάριο, τα μέτρα προσαρμογής σημείωσαν τις συνολικές επιδόσεις (με άριστα τη μονάδα) που παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.5:

- Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων: 0,55
- Επέκταση δικτύου ΜΜΜ: 0,52
- Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων: 0,52
- Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων: 0,50
- Χρήση μη συμβατικών καυσίμων: 0,46
- Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο: 0,42
- Μεταφορά παράκτιων δρόμων: 0,03



Διάγραμμα 4.5: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο οικονομικό σενάριο

Η απόδοση κάθε μέτρου ως προς κάθε κριτήριο, καθώς επίσης και η αντίστοιχη συμμετοχή της στη διαμόρφωση της τελικής απόδοσης του μέτρου (μέσω του βάρους κάθε κριτηρίου) απεικονίζεται στο διάγραμμα 4.6. Από το διάγραμμα, παρατηρείται ότι οι αποδόσεις των μέτρων ως προς κάθε κριτήριο είναι οι ίδιες με το σενάριο των ισοβαρών κριτηρίων και του περιβαλλοντικού σεναρίου αφού έχουν προκύψει από τον ίδιο πίνακα «επιπτώσεων», ωστόσο η διαφορετική απόδοση βαρών στα κριτήρια έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση διαφορετικών συνολικών αποδόσεων για κάθε μέτρο.



Διάγραμμα 4.6: Απόδοση μέτρων ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης στο οικονομικό σενάριο

Τελικά, η ιεράρχηση των μέτρων για το οικονομικό σενάριο παρουσιάζεται στον πίνακα 4-3.

Ιεράρχηση Μέτρων Προσαρμογής – Οικονομικό σενάριο
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Επέκταση δικτύου Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων στο οδικό δίκτυο
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Μεταφορά παράκτιων δρόμων

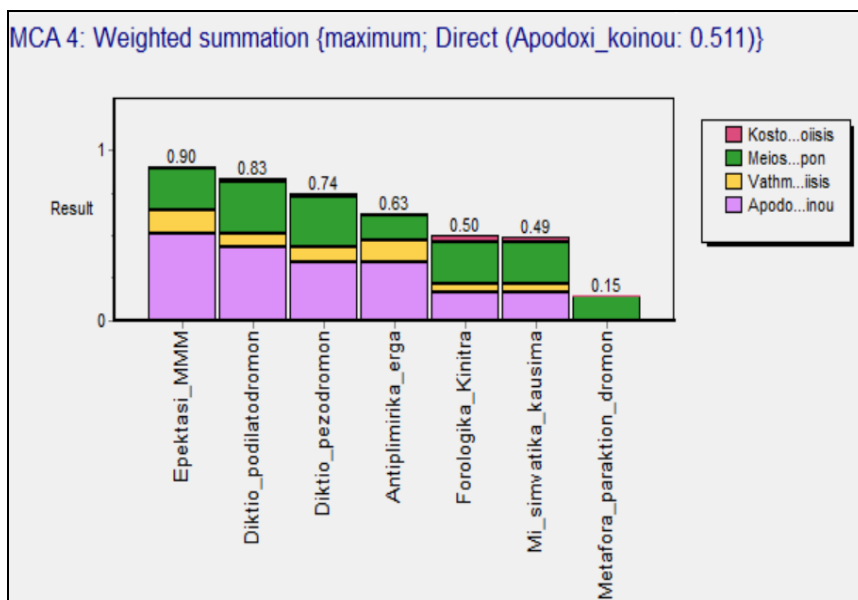
Πίνακας 4-3: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο οικονομικό σενάριο

Η κατάταξη των μέτρων στο συγκεκριμένο σενάριο χαρακτηρίζεται επίσης από ασάφεια, καθώς η επέκταση του δικτύου MMM και η ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων σημειώνουν την ίδια απόδοση και έτσι κατατάσσονται από κοινού στην 2^η θέση της ιεραρχίας, ενώ παράλληλα τα τέσσερα πρώτα μέτρα της ιεραρχίας (εφαρμογή φορολογικών κινήτρων, επέκταση δικτύου MMM, ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων) βρίσκονται πολύ κοντά ως προς τις συνολικές τους αποδόσεις.

4.4. Αποτελέσματα σεναρίου Δ – Κοινωνικό Σενάριο

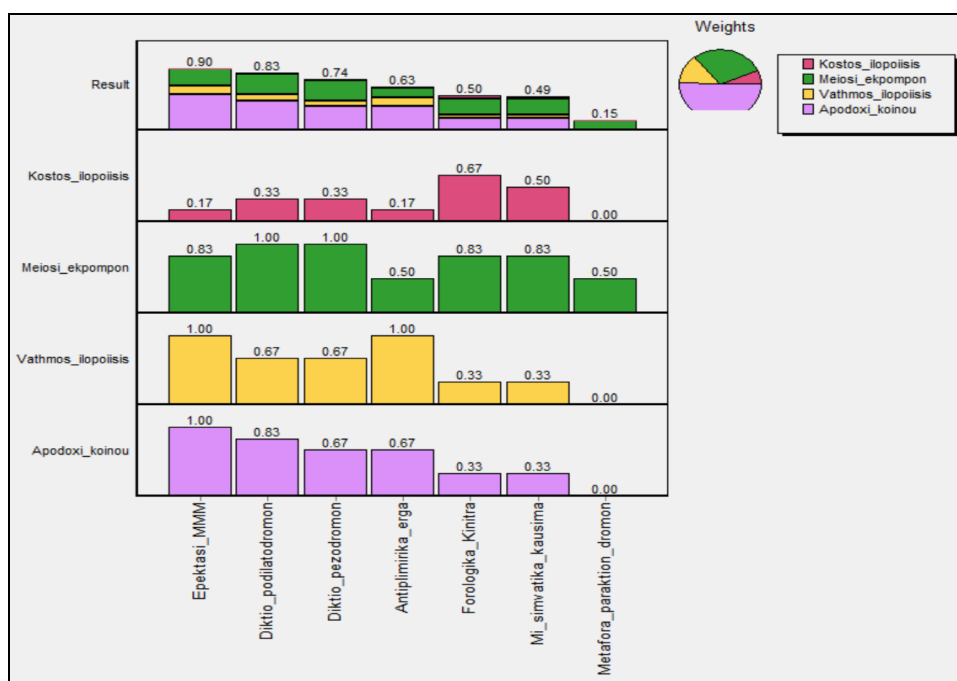
Με την εκτέλεση της πολυκριτηριακής ανάλυσης για το Κοινωνικό Σενάριο, τα μέτρα προσαρμογής σημείωσαν τις συνολικές επιδόσεις (με άριστα τη μονάδα) που παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.7:

- Επέκταση δικτύου MMM: 0,90
- Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων: 0,83
- Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων: 0,74
- Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο: 0,63
- Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων: 0,50
- Χρήση μη συμβατικών καυσίμων: 0,49
- Μεταφορά παράκτιων δρόμων: 0,15



Διάγραμμα 4.7: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο κοινωνικό σενάριο

Η απόδοση κάθε μέτρου ως προς κάθε κριτήριο, καθώς επίσης και η αντίστοιχη συμμετοχή της στη διαμόρφωση της τελικής απόδοσης του μέτρου (μέσω του βάρους κάθε κριτηρίου) απεικονίζεται στο διάγραμμα 4.8. Από το διάγραμμα, παρατηρείται ότι οι αποδόσεις των μέτρων ως προς κάθε κριτήριο είναι οι ίδιες με το σενάριο των ισοβαρών κριτηρίων αφού έχουν προκύψει από τον ίδιο πίνακα «επιπτώσεων», ωστόσο η απόδοση βαρών στα κριτήρια έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση διαφορετικών συνολικών αποδόσεων για κάθε μέτρο.



Διάγραμμα 4.8: Απόδοση μέτρων ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης στο κοινωνικό σενάριο

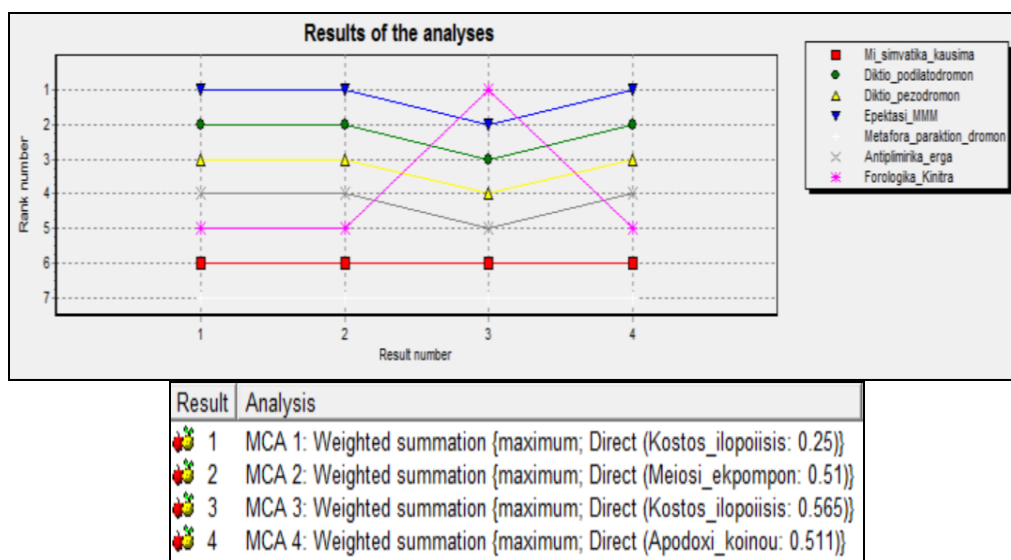
Τελικά, η ιεράρχηση των μέτρων για το οικονομικό σενάριο παρουσιάζεται στον πίνακα 4-3.

Ιεράρχηση Μέτρων Προσαρμογής – Κοινωνικό σενάριο
Επέκταση δικτύου Μέσων Μαζικής Μεταφοράς
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων στο οδικό δίκτυο
Μεταφορά παράκτιων δρόμων

Πίνακας 4-4: Ιεράρχηση μέτρων προσαρμογής στο κοινωνικό σενάριο

Η κατάταξη των μέτρων στο συγκεκριμένο σενάριο είναι περισσότερο σαφής σε σχέση με τα δύο προηγούμενα. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι και σε αυτήν την περίπτωση, το μέτρο της εφαρμογής φορολογικών κινήτρων και το μέτρο της χρήσης μη συμβατικών καυσίμων σημειώνουν πολύ κοντινές αποδόσεις.

Συνοψίζοντας, η συγκριτική κατάταξη των μέτρων προσαρμογής για κάθε μία από τις πολυκριτηριακές αναλύσεις που προηγήθηκαν απεικονίζεται στο διάγραμμα 4.9.



Διάγραμμα 4.9: Συγκριτική κατάταξη μέτρων

Βάσει του διαγράμματος, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το σενάριο των ισοβαρών κριτηρίων, το περιβαλλοντικό και το κοινωνικό σενάριο (στήλες 1,2 και 4 του διαγράμματος, αντίστοιχα), δίνουν ως αποτέλεσμα την ίδια σχεδόν ιεράρχηση μέτρων, με μικρές αποκλίσεις, ενώ το οικονομικό σενάριο διαφοροποιείται εμφανώς σε σχέση με τα υπόλοιπα σενάρια. Σημειώνεται επίσης, ότι το μέτρο της μεταφοράς των παράκτιων δρόμων καταλαμβάνει στο σύνολο των πραγματοποιηθέντων αναλύσεων την τελευταία θέση της κατάταξης.

4.5. Συσχέτιση με Δείκτες Αστικών Συγκοινωνιών

Δεδομένου ότι στο σύνολο των τεσσάρων αξιολογήσεων που πραγματοποιήθηκαν, στις τρεις από αυτές το μέτρο της επέκτασης του δικτύου MMM κατατάσσεται στην πρώτη θέση της ιεραρχίας, κρίνεται αναγκαία η συσχέτιση με τους δείκτες των αστικών συγκοινωνιών, κάποιιοι από τους οποίους περιγράφηκαν στην ενότητα 2.4.2..

Συγκεκριμένα, υπογραμμίζεται ότι η εφαρμογή του εν λόγω μέτρου προϋποθέτει την αύξηση του μεγέθους του δικτύου, μέσω της επέκτασης των υφιστάμενων γραμμών MMM και της αύξησης του πλήθους των γραμμών, όσο και τη βελτίωση του βαθμού εξυπηρέτησης του δικτύου, μέσω της πύκνωσής του με τη δημιουργία ενός πυκνού δικτύου στάσεων, προκειμένου να εξυπηρετούνται όλοι οι δήμοι της Αττικής.

Παράλληλα, θα πρέπει ο δείκτης που αφορά στο λόγο του μήκους γραμμών αστικών συγκοινωνιών προς το μήκος δρόμων να δίνει τιμές μικρότερες της μονάδας για όλους τους δήμους, γεγονός που θα μεταφράζεται χωρικά στην ύπαρξη ανεπτυγμένου δικτύου MMM σε όλους τους δήμους του λεκανοπεδίου, ακόμη και στους περιφερειακούς.

Τέλος, θα πρέπει να διερευνάται η εξέλιξη του δείκτη κατοχής ΙΧ ανά νοικοκυριό, δεδομένου ότι η κατοχή ΙΧ είναι ενδεικτική της χρήσης του έναντι των MMM και της εξάρτησης από αυτό. Έτσι, η μείωση του συγκεκριμένου δείκτη συνεπάγεται την αύξηση της χρήσης των MMM και για το λόγο αυτό θα πρέπει να μελετάται ο συγκεκριμένος δείκτης σε διαχρονική βάση σε επίπεδο δήμου.

4.6. Ανάλυση Ευαισθησίας

Προκειμένου να διαπιστωθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας. Καθώς οι ιεραρχήσεις των εναλλακτικών μέτρων που προέκυψαν συναρτώνται των επιλογών που έχουν πραγματοποιηθεί για τα βάρη των κριτηρίων αξιολόγησης, επόμενο είναι ενδεχόμενες αλλαγές στην απόδοση βαρών να δύνανται να οδηγήσουν σε μεταβολές στην κατάταξη που τελικά προκύπτει κάθε φορά. Έτσι, η ανάλυση ευαισθησίας πραγματοποιήθηκε για το περιβαλλοντικό, το οικονομικό και το κοινωνικό σενάριο, για όλα τα κριτήρια αξιολόγησης κάθε φορά.

4.6.1. Ανάλυση ευαισθησίας σεναρίου Β – Περιβαλλοντικό σενάριο

Σε ό,τι αφορά στο περιβαλλοντικό σενάριο, η ανάλυση ευαισθησίας έδειξε ότι η ιεραρχία των μέτρων είναι ευάλωτη σε μεταβολές των βαρών των κριτηρίων

αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.10, μια μεταβολή στο βάρος του κριτηρίου «κόστος υλοποίησης» της τάξης του +3%, έχει ως αποτέλεσμα το μέτρο «εφαρμογή φορολογικών κινήτρων» να έρχεται τέταρτο στην ιεραρχία και το μέτρο «πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων» αντίστοιχα πέμπτο, ενώ δε μεταβάλλεται κάποια από τις υπόλοιπες ιεραρχικές σχέσεις. Στην περίπτωση που το βάρος του κριτηρίου από 3,9% πάρει την τιμή 9,8% (μεταβολή +6%) οι σχέσεις μεταξύ των μέτρων «επέκταση δικτύου MMM» - «ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων» και «πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων» - «χρήση μη συμβατικών καυσίμων» αντιστρέφονται επίσης. Οι ιεραρχίες που προκύπτουν σε κάθε περίπτωση φαίνονται στον πίνακα 4-5.

Αρχικό βάρος	Μεταβολή +3%	Μεταβολή +6%
Επέκταση δικτύου MMM	Επέκταση δικτύου MMM	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Επέκταση δικτύου MMM
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων καυσίμων
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο
Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων

Πίνακας 4-5: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - περιβαλλοντικό σενάριο

Αντίστοιχα, για τα κριτήρια της μείωσης των εκπομπών CO₂ και του βαθμού υλοποίησης, όπως φαίνεται στα διαγράμματα 4.11 και 4.12, μεταβάλλοντας το βάρος των κριτηρίων κατά 2%, το μέτρο «εφαρμογή φορολογικών κινήτρων» έρχεται στην 4^η θέση και το μέτρο «πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων» στην 5^η θέση. Ακόμη, μια μεταβολή της τάξης του 3% έχει ως αποτέλεσμα το μέτρο της ανάπτυξης δικτύου ποδηλατοδρόμων να έρχεται στην 1η θέση της ιεραρχίας και το μέτρο της επέκτασης του δικτύου MMM στην 2η θέση, αντίστοιχα, ενώ μετατάσσονται επίσης το μέτρο της αντιπλημμυρικής προστασίας με εκείνο της χρήσης μη συμβατικών καυσίμων. Οι ιεραρχίες που προκύπτουν σε κάθε περίπτωση φαίνονται στους πίνακες 4-6 και 4-7.

Αρχικό βάρος (51%)	Μεταβολή +2%	Μεταβολή +3%
Επέκταση δικτύου MMM	Επέκταση δικτύου MMM	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Επέκταση δικτύου MMM
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο
Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων

Πίνακας 4-6: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - περιβαλλοντικό σενάριο

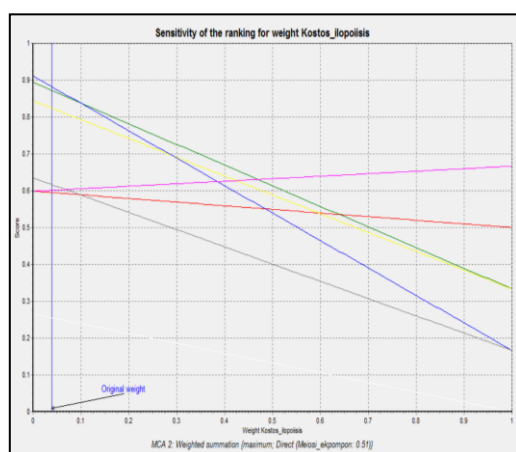
Αρχικό βάρος (16,3%)	Μεταβολή -2%	Μεταβολή -3%
Επέκταση δικτύου MMM	Επέκταση δικτύου MMM	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Επέκταση δικτύου MMM
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων καυσίμων
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο
Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων

Πίνακας 4-7: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - περιβαλλοντικό σενάριο

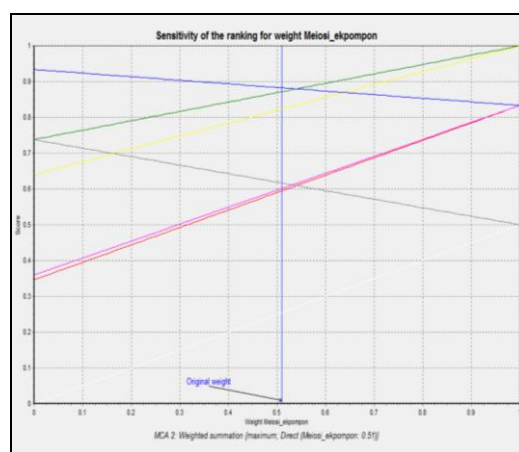
Τέλος, σε ό,τι αφορά στο κριτήριο «αποδοχή του κοινού», μειώνοντας το βάρος του κριτηρίου κατά 3%, το μέτρο «εφαρμογή φορολογικών κινήτρων» έρχεται στην 4η θέση και το μέτρο «πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων» στην 5η θέση. Ακόμη, μια μεταβολή της τάξης του -5% επί της αρχικής τιμής έχει ως αποτέλεσμα το μέτρο της ανάπτυξης δικτύου ποδηλατοδρόμων να έρχεται στην 1η θέση της ιεραρχίας και το μέτρο της επέκτασης του δικτύου MMM στην 2η θέση, αντίστοιχα, ενώ ταυτόχρονα μετατάσσει το μέτρο της αντιπλημμυρικής προστασίας με εκείνο της χρήσης μη συμβατικών καυσίμων. Οι αντίστοιχες ιεραρχίες φαίνονται στον πίνακα 4-8.

Αρχικό βάρος (28,8%)	Μεταβολή -3%	Μεταβολή -5%
Επέκταση δικτύου MMM	Επέκταση δικτύου MMM	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Επέκταση δικτύου MMM
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων καυσίμων
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο
Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων

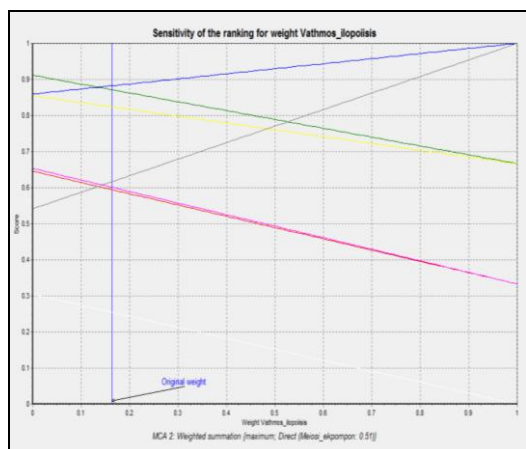
Πίνακας 4-8: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - περιβαλλοντικό σενάριο



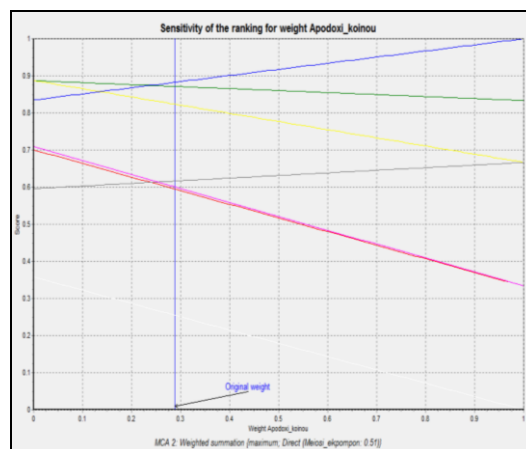
Διάγραμμα 4.10: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - περιβαλλοντικό σενάριο



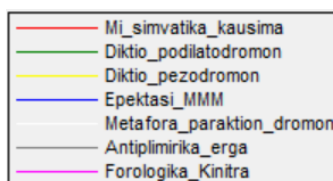
Διάγραμμα 4.11: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - περιβαλλοντικό σενάριο



Διάγραμμα 4.12: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - περιβαλλοντικό σενάριο



Διάγραμμα 4.13: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - περιβαλλοντικό σενάριο



Εικόνα 4-1: Υπόμνημα διαγραμμάτων ανάλυσης ευαισθησίας, περιβαλλοντικό σενάριο

4.6.2. Ανάλυση ευαισθησίας σεναρίου Γ – Οικονομικό σενάριο

Αντίστοιχα, σε ό,τι αφορά στο οικονομικό σενάριο, η ανάλυση ευαισθησίας έδειξε ότι η ιεραρχία των μέτρων είναι επίσης ευάλωτη σε μεταβολές των βαρών των κριτηρίων αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.14, μια μεταβολή στο βάρος του κριτηρίου «κόστος υλοποίησης» της τάξης του +1%, δύναται να μετατάξει το μέτρο της αντιπλημμυρικής προστασίας με εκείνο της χρήσης μη συμβατικών καυσίμων, τα οποία έρχονται στην 5η και 4η θέση, αντιστοίχως. Μια μεταβολή στο ίδιο κριτήριο της τάξης του -3%, έχει ως αποτέλεσμα το κριτήριο των φορολογικών κινήτρων να μετατάσσεται από την πρώτη στη δεύτερη θέση (και το μέτρο της επέκτασης του δικτύου MMM από την δεύτερη στην πρώτη, αντίστοιχα). Τέλος, μειώνοντας το βάρος του κριτηρίου κατά 5%, η ιεραρχική σχέση μεταξύ των μέτρων «εφαρμογή φορολογικών κινήτρων» και «ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων» αντιστρέφεται. Οι αντίστοιχες ιεραρχίες φαίνονται στον πίνακα 4-9.

Αρχικό βάρος (56,5%)	Μεταβολή +1%	Μεταβολή -3%	Μεταβολή -5%
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Επέκταση δικτύου MMM	Επέκταση δικτύου MMM
Επέκταση δικτύου MMM	Επέκταση δικτύου MMM	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων

Πίνακας 4-9: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - οικονομικό σενάριο

Για το κριτήριο της μείωσης των εκπομπών CO₂, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.15, μια μεταβολή της τάξης του +2%, δύναται να μετατάξει το μέτρο της αντιπλημμυρικής προστασίας με εκείνο της χρήσης μη συμβατικών καυσίμων, τα οποία έρχονται στην 5η και 4η θέση, αντιστοίχως. Η ιεραρχία που προκύπτει φαίνεται στον πίνακα 4-10.

Αρχικό βάρος (5,5%)	Μεταβολή +2%
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Επέκταση δικτύου MMM	Επέκταση δικτύου MMM
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο
Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων

Πίνακας 4-10: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - οικονομικό σενάριο

Σε ό,τι αφορά στο κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» (Διάγραμμα 4.16), μια μεταβολή του αντίστοιχου βάρους κατά -1%, επιφέρει αντιστροφή της σχέσης των μέτρων «χρήση μη συμβατικών καυσίμων» (4^η θέση) - «πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών έργων» (5^η θέση). Για το ίδιο κριτήριο, μια μεταβολή της τάξης του +3%, μετατάσσει το μέτρο «επέκταση του δικτύου MMM» στην 1^η θέση και το μέτρο «εφαρμογή φορολογικών κινήτρων» στη 2^η θέση της ιεραρχίας κατ' αντιστοιχία. Τέλος, μειώνοντας το βάρος του κριτηρίου κατά 5%, το μέτρο της ανάπτυξης δικτύου πεζοδρόμων κατατάσσεται στην 2^η θέση και το μέτρο της επέκτασης του δικτύου MMM στην 3^η θέση, αντίστοιχα. Η ιεραρχία που προκύπτει φαίνεται στον πίνακα 4-11.

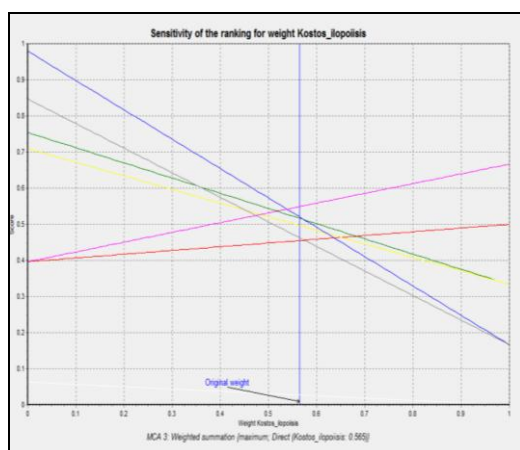
Αρχικό βάρος (26,2%)	Μεταβολή +3%	Μεταβολή -1%	Μεταβολή -5%
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Επέκταση δικτύου MMM	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Επέκταση δικτύου MMM	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Επέκταση δικτύου MMM	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Επέκταση δικτύου MMM
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο
Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων

Πίνακας 4-11: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - οικονομικό σενάριο

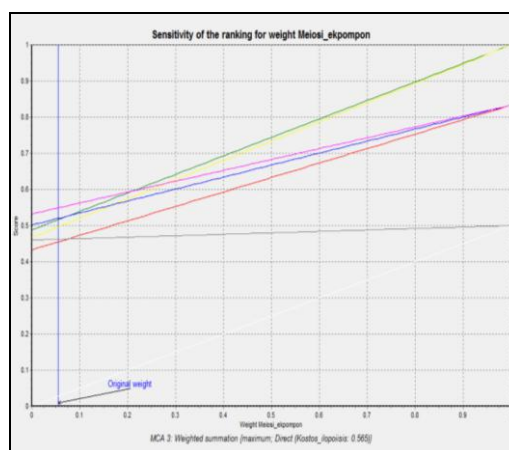
Τέλος, για το κριτήριο της αποδοχής του κοινού (Διάγραμμα 4.17), σημειώνεται ότι εάν το βάρος του κριτηρίου μειωθεί κατά 2%, αυτό συνεπάγεται τη μετάταξη του μέτρου «χρήση μη συμβατικών καυσίμων» στην 4η θέση (και του μέτρου «αντιπλημμυρικά έργα» στην 5η θέση, αντίστοιχα). Μια μείωση του βάρους κατά 5%, έχει ως αποτέλεσμα το μέτρο της ανάπτυξης δικτύου πεζοδρόμων να κατατάσσεται στην 2^η θέση (και το μέτρο της επέκτασης του δικτύου MMM στην 3^η θέση, αντίστοιχα), ενώ μια άυξηση του αρχικού βάρους κατά το ίδιο ποσοστό, έχει ως αποτέλεσμα το κριτήριο των φορολογικών κινήτρων να μετατάσσεται από την πρώτη στη δεύτερη θέση (και το μέτρο της επέκτασης του δικτύου MMM από την δεύτερη στην πρώτη, αντίστοιχα). Οι αντίστοιχες ιεραρχίες φαίνονται στον πίνακα 4-12.

Αρχικό βάρος (11,8%)	Μεταβολή -2%	Μεταβολή -5%	Μεταβολή +5%
Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων	Επέκταση δικτύου MMM
Επέκταση δικτύου MMM	Επέκταση δικτύου MMM	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων
Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων	Εφαρμογή φορολογικών κινήτρων
Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων	Επέκταση δικτύου MMM	Ανάπτυξη δικτύου πεζοδρόμων
Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο
Χρήση μη συμβατικών καυσίμων	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Πραγματοποίηση αντιπλημμυρικών μέτρων στο οδικό δίκτυο	Χρήση μη συμβατικών καυσίμων
Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων	Μεταφορά παράκτιων δρόμων

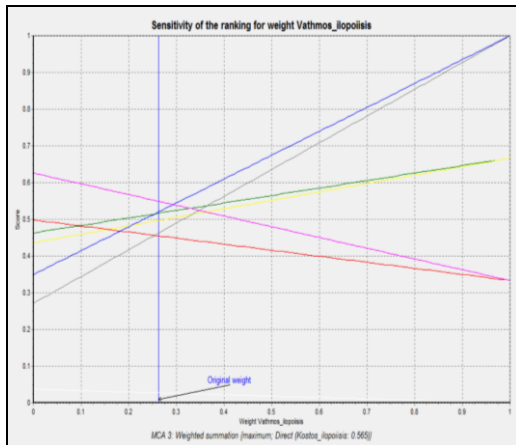
Πίνακας 4-12: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - οικονομικό σενάριο



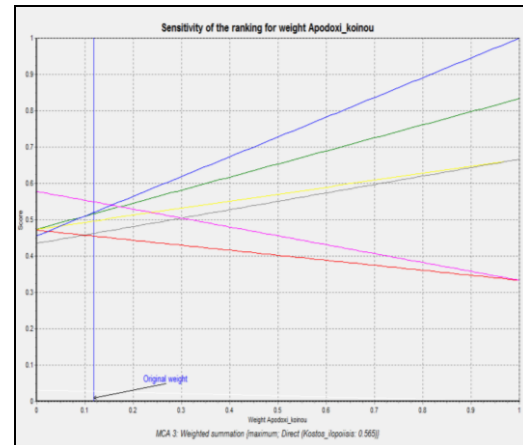
Διάγραμμα 4.14: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - οικονομικό σενάριο



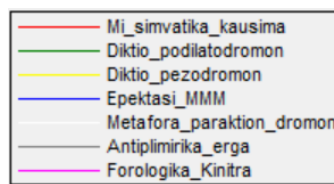
Διάγραμμα 4.15: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - οικονομικό σενάριο



Διάγραμμα 4.16: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - οικονομικό σενάριο



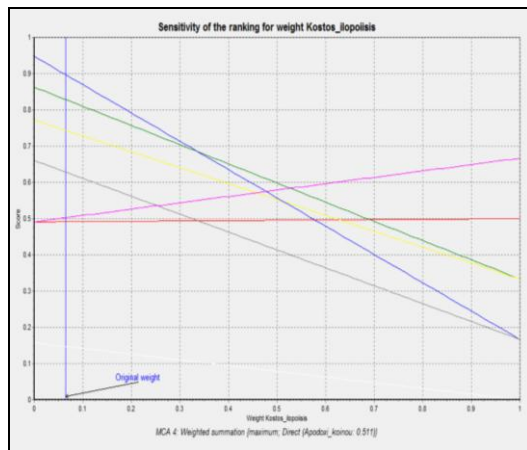
Διάγραμμα 4.17: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - οικονομικό σενάριο



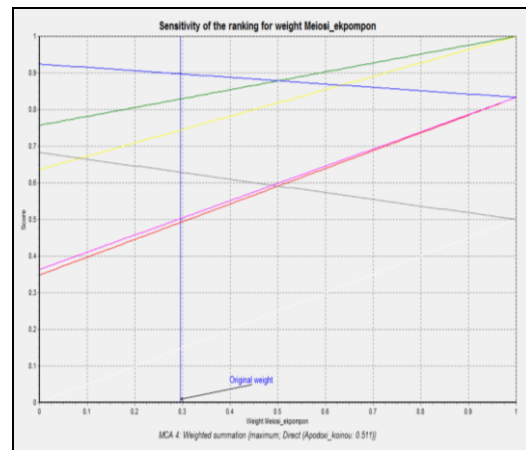
Εικόνα 4-2: Υπόμνημα διαγραμμάτων ανάλυσης ευαισθησίας, οικονομικό σενάριο

4.6.3. Ανάλυση ευαισθησίας σεναρίου Δ – Κοινωνικό σενάριο

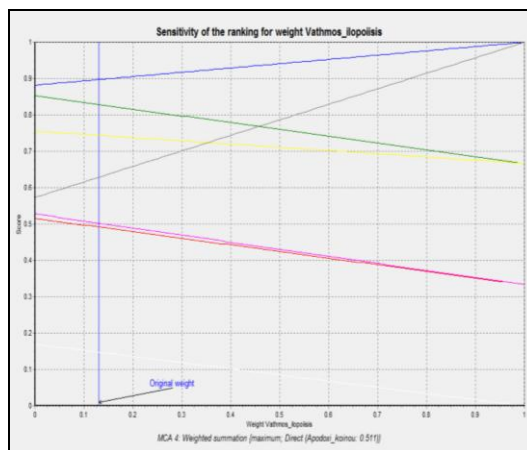
Σε ό,τι αφορά στο κοινωνικό σενάριο, η ανάλυση ευαισθησίας έδειξε ότι η ιεραρχία των μέτρων δεν χαρακτηρίζεται ως ευάλωτη σε μεταβολές των βαρών των κριτηρίων αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στα διαγράμματα 4.18, 4.19 και 4.20 μεταβολές στα βάρη των κριτηρίων «κόστος υλοποίησης», «μείωση εκπομπών» και «βαθμός υλοποίησης» έως και 20%, δε δύνανται να επιφέρουν οποιαδήποτε αλλαγή στην ιεραρχία των μέτρων. Αντίστοιχα και σε ό,τι αφορά στο κριτήριο της αποδοχής του κοινού (Διάγραμμα 4.21), δε σημειώνονται αλλαγές στην ιεράρχηση για μεταβολές του βάρους του κριτηρίου έως 30%.



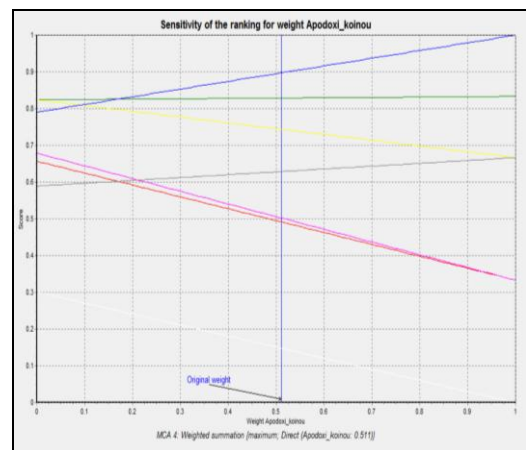
Διάγραμμα 4.18: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «κόστος υλοποίησης» - κοινωνικό σενάριο



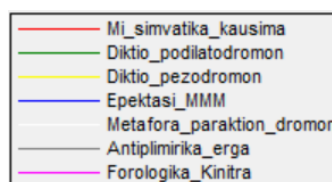
Διάγραμμα 4.19: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «μείωση εκπομπών» - κοινωνικό σενάριο



Διάγραμμα 4.20: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «βαθμός υλοποίησης» - κοινωνικό σενάριο



Διάγραμμα 4.21: Ανάλυση ευαισθησίας για το κριτήριο «αποδοχή κοινού» - κοινωνικό σενάριο



Εικόνα 4-3: Υπόμνημα διαγραμμάτων ανάλυσης ευαισθησίας, κοινωνικό σενάριο

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, προέκυψαν ορισμένα συμπεράσματα, τα οποία θεωρείται σκόπιμο να επισημανθούν. Τα συμπεράσματα αυτά αφορούν τόσο στο βαθμό ικανοποίησης του στόχου, όπως αυτός είχε αρχικά διατυπωθεί, όσο και στην αξιολόγηση της μεθοδολογικής προσέγγισης που ακολουθήθηκε για την ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στον τομέα των μεταφορών.

Σε ό,τι αφορά στον προκαθορισμένο στόχο, αυτός θεωρείται ότι επιτυγχάνεται σε ικανοποιητικό βαθμό, καθώς με την ολοκλήρωση της διαδικασίας προέκυψε η ζητούμενη ιεραρχία των μέτρων προσαρμογής για τα τέσσερα εναλλακτικά σενάρια που δομήθηκαν, όπως επίσης διαγιγνώσκεται η ευαισθησία του αποτελέσματος για καθεμία από τις μελετώμενες περιπτώσεις.

Η ιεράρχηση των μέτρων προσαρμογής πραγματοποιήθηκε με την εκτέλεση πολυκριτηριακής ανάλυσης. Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθόδου έγινε με γνώμονα την πολυπλοκότητα της φύσης του προβλήματος που εξετάζεται. Εν τέλει, η πολυκριτηριακή ανάλυση θεωρείται ικανοποιητική ως μέθοδος αξιολόγησης, καθώς προσέδωσε στη διαδικασία που ακολουθήθηκε πλήθος πλεονεκτημάτων, όπως η επιτυχής αναπαράσταση του πολυδιάστατου προβλήματος της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, η ευελιξία της συνολικής διαδικασίας, η δυνατότητα να αποτιμάται ταυτόχρονα η επίδραση όλων των διαφορετικών παραγόντων του προβλήματος στο τελικό αποτέλεσμα καθώς επίσης και η απλοποίηση της διαδικασίας, όπου αυτό κατέστη αναγκαίο, όπως για παράδειγμα για την αξιολόγηση μη μετρήσιμων μεγεθών. Ωστόσο, ως βασική αδυναμία της μεθοδολογικής προσέγγισης επισημαίνεται ότι οι συντελεστές βαρύτητας αποδόθηκαν από ένα άτομο, η συνολική προσέγγιση είναι στη βάση της ποιοτική, ενώ τα αποτελέσματα που προκύπτουν δεν αποτελούν βέλτιστες, αλλά «συμβιβαστικές» λύσεις.

Τέλος, υπογραμμίζεται η χρησιμότητα των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, με τη βοήθεια των οποίων κατέστη εφικτή η χωρική αναπαράσταση των στοιχείων του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής μελέτης όπως επίσης και η χωρική απόδοση χρήσιμων δεικτών που σχετίζονται με το ζήτημα των μεταφορών που εξετάστηκε.

Δεδομένης της πολυδιάστατης φύσης του προβλήματος της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, σκόπιμο κρίθηκε να γίνουν προτάσεις για περαιτέρω μελέτη. Συγκεκριμένα, θεωρείται ότι η αξιολόγηση των μέτρων προσαρμογής θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί εναλλακτικά σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων

Πληροφοριών και ακολούθως τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων να συγκριθούν και να συνδυαστούν κατάλληλα μεταξύ τους, όπως επίσης προτείνεται η μελέτη του εξεταζόμενου προβλήματος με ποσοτικούς όρους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αλιβιζάτος Γ., 2007, «Ανάλυση Εφαρμογής του Πρωτοκόλλου του Κιότο στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2005 – 2007», Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Γιαννόπουλος Γ., 2012, «Ο Τομέας των Μεταφορών και η Κλιματική Αλλαγή», Hellenic Institute of Transport, Αθήνα

Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε., 2011, «Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Αττικής 2012-2014», Ενότητα 1: Στρατηγικός Σχεδιασμός, Αθήνα

Κανδηλιώτη Γ., 2009, «Εκτίμηση Πλημμυρικής Επικινδυνότητας στο Υδατικό Διαμέρισμα της Αττικής», Διπλωματική Εργασία, ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Καρύμπαλης Ε., Παυλόπουλος Κ., 2002, «Παλαιογεωγραφική αναπαράσταση της ροής του Ηριδιανού και ανθρώπινες παρεμβάσεις», Γεωγραφίες, Νο 3, Αθήνα

Μουτάφης Ν., 2005, «Αντιπλημμυρικά Έργα», Μέρος Α', Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Μπαλάσης Δ., 2008, «Παραγωγή και Κατανάλωση Ουσιών που Καταστρέφουν το Όζον», Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

ΟΑΣΑ, 2009, «Γενικό Σχέδιο Μεταφορών Αττικής», Αθήνα

Παπαγιαννάκη Κ., 2011, «Κλιματική Αλλαγή και Μεταφορές: Ανάλυση Προσδιοριστικών Παραγόντων και Αξιολόγηση Πολιτικών», Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Περπερίδου, Δ. 2010, «Ανάπτυξη Μεθοδολογίας Καταγραφής και Ανάλυσης Συστηματικών Δραστηριοτήτων και Μετακινήσεων με Χρήση Γεωστατιστικών Μεθόδων - Συμβολή στην Εκτίμηση της Έκθεσης στην Ατμοσφαιρική Ρύπανση», Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Προύντζου Α., 2012, «Διερεύνηση Αποδοτικότητας Μέτρων για την Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής», Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Συντονιστικό Φορέων για την προστασία του Όρους Αιγάλεω – Ποικίλο και την Λίμνη Κουμουνδούρου, «Πρόταση για το χαρακτηρισμό του οικοσυστήματος Αιγάλεω – Ποικίλου και της λίμνης Κουμουνδούρου ως περιοχές προστασίας της φύσης», Αθήνα

Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2010, «Εθνική Έκθεση σχετικά με την Προώθηση της Χρήσης των Βιοκαυσίμων ή άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων για Μεταφορές την περίοδο 2005-2010», Αθήνα

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Charles C., Gerasimchuk I., et al., 2013, “Biofuels—At What Cost? A review of costs and benefits of EU biofuel policies”, International Institute for Sustainable Development

Department of the Environment, Heritage and Local Government of Ireland, 2007, "Ireland, National Climate Change Strategy 2007-2012"

European Commission, 2013, “Adapting infrastructure to climate change”, Brussels

European Environment Agency, 2013, “Adaptation in Europe: Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments”, Denmark

Fosgerau, M., 2004, “Dynamic time-series models for Danish car ownership and use”, Danish Transport Research Institute.

Keeney R.L., Raiffa H., 1993, “Decisions with multiple objectives—preferences and value tradeoffs”, Cambridge University Press, Cambridge & New York

Krekt A., 2009, “Climate change and inland waterway transport: impacts on the sector, the Port of Rotterdam and potential solutions”, Ministry of Infrastructure and the Environment

London Climate Change Partnership, 2002, “London’s Warming: The Impacts of Climate Change on London” Technical Report

Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment of Cyprus, 2005, «Development of best management systems for high priority waste streams in Cyprus»

Ministry of Ecology, Sustainable Development of France, Transport and Housing, 2011, "French National plan: climate change adaptation"

Ministry Of Environment of Czech Republic, "National Program to Abate the Climate Change"

National Climate Commission, 2009, "Belgium's 5th National Communication Climate Change, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change"

Neumann J., Morgenstern O., 1947, "Theory of Games and Economic Behavior", Princeton University Press, Princeton NJ

Pardalos P., Siskos Y., Zopounidis C., 1995, "Advances in multicriteria analysis", Kluwer, Dordrecht.

Pipatti R., Esala M., Jääskeläinen S., Kuusisto E., Mikkonen I., 2010, "Finland's Fifth National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change"

Roy B., 1996, "Multicriteria Methodology for Decision Aiding", Kluwer Academic, Dordrecht

Ryan, L., Ferreira, S., et al., 2009, "The impact of fiscal and other measures on new passenger car sales and CO₂ emissions intensity: Evidence from Europe" Energy Economics

Saaty, T.L., 1994, "Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP", RWS Publications, Pittsburgh, PA, U.S.A.

Saaty T. L., 2008, "Decision making with the analytic hierarchy process", Services Sciences (1), pp: 83-98.

Triantaphyllou E. & Mann S. H., 1995, "Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: Some challenges", International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice

United Nations Development Programme, 2009, "Climate Change in Moldova, Socio-Economic Impact and Policy Options for Adaptation"

Zebisch M., Grothmann T., Schröter D., Hasse C., Fritsch U., Cramer W., 2005, "Climate Change in Germany, Vulnerability and Adaptation Of Climate Sensitive Sectors", Potsdam Institute for Climate Impact Research

Διαδικτυακοί Τόποι

<http://europarl.europa.eu>, European Parliament, 29.09.2014

<http://ec.europa.eu>, European Commission, 29.09.2014

<http://climate.nasa.gov>, National Aeronautics Space Administration, 26.08.2014

<http://dmod.physics.auth.gr>, Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ., 26.08.2014

<http://physics4u.gr>, 26.08.2014

<http://climateadaptation.eu>, Centre for Climate Adaptation, 12.09.2014

<http://moa.gov.cy>, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου, 12.09.2014

<http://web.tee.gr>, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 20.09.2014

<http://parnitha.net>, Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας, 19.09.2014

<http://yme.gr>, Υπουργείο Μεταφορών Υποδομών και Δικτύων, 20.09.2014

<http://ametro.gr>, Αττικό Μετρό Α.Ε., 20.09.2014

<http://attiki.gov.gr>, Αποκεντρωμένη Διοίκηση Αττικής, 20.09.2014

<http://statistics.gr>, Ελληνική Στατιστική Αρχή, 19.09.2014.

<http://ypreka.gr>, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 22.08.2014



<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>, European Commission Eurostat, 19.09.2014

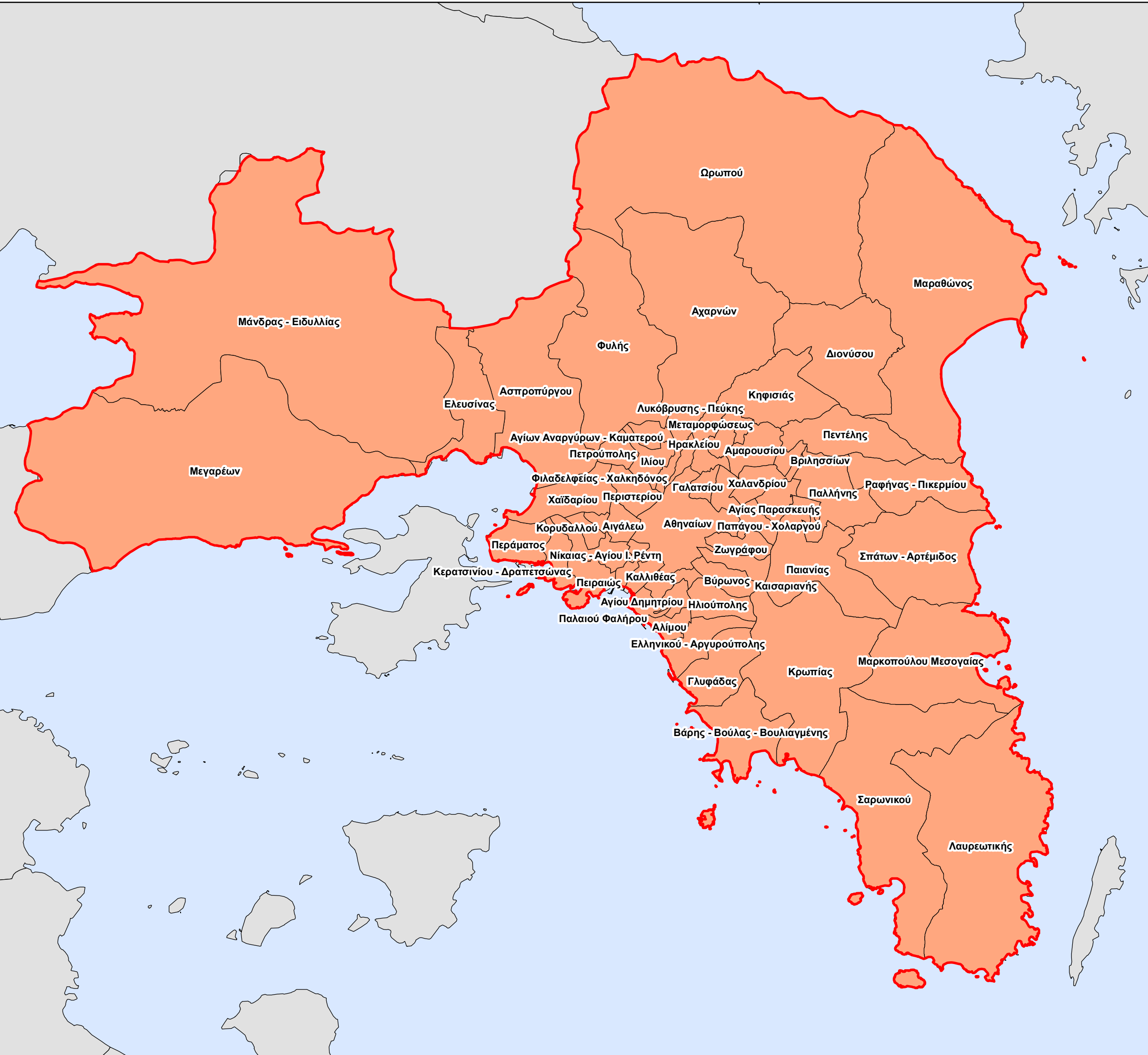
<http://oasa.gr>, Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών, 10.09.2014

<http://unfccc.int>, United Nations Framework Convention on Climate Change, 10.09.2014

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΡΤΩΝ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Περιοχή Μελέτης
-  Καλλικρατικοί Δήμοι



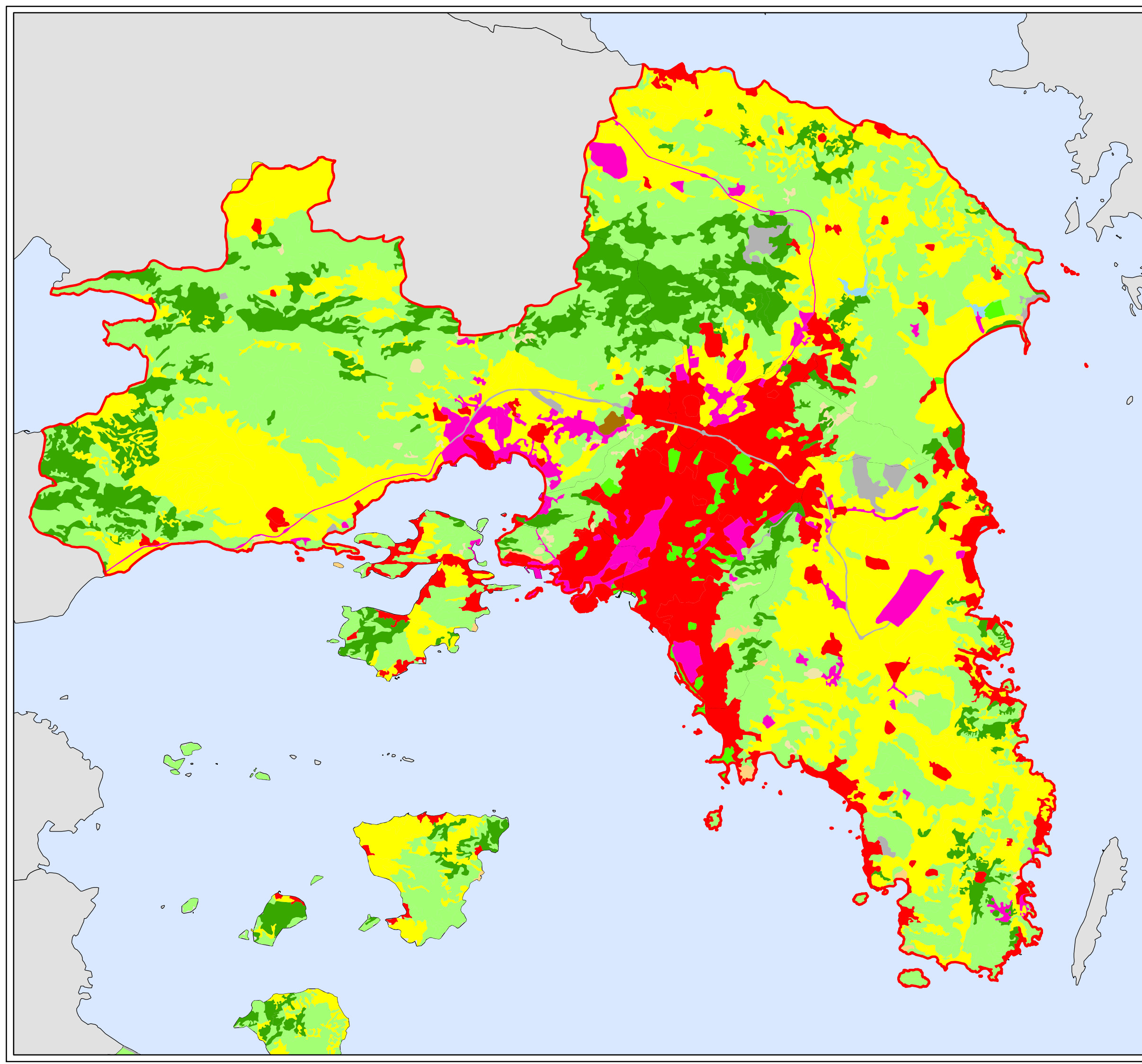
ΧΑΡΤΗΣ 1:
Καλλικρατικοί δήμοι
περιοχής μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Περιοχή Μελέτης
- Χρήσεις Γης**
- Αστική οικοδόμηση
- Βιομηχανικές - εμπορικές ζώνες
- Ορυχεία
- ΧΥΤΑ
- Χώροι οικοδόμησης
- Αστικό πράσινο
- Γεωργικές περιοχές
- Δάση
- Θαμνώδεις εκτάσεις
- Εκτάσεις με λίγη ή καθόλου βλάστηση
- Υδάτινες επιφάνειες

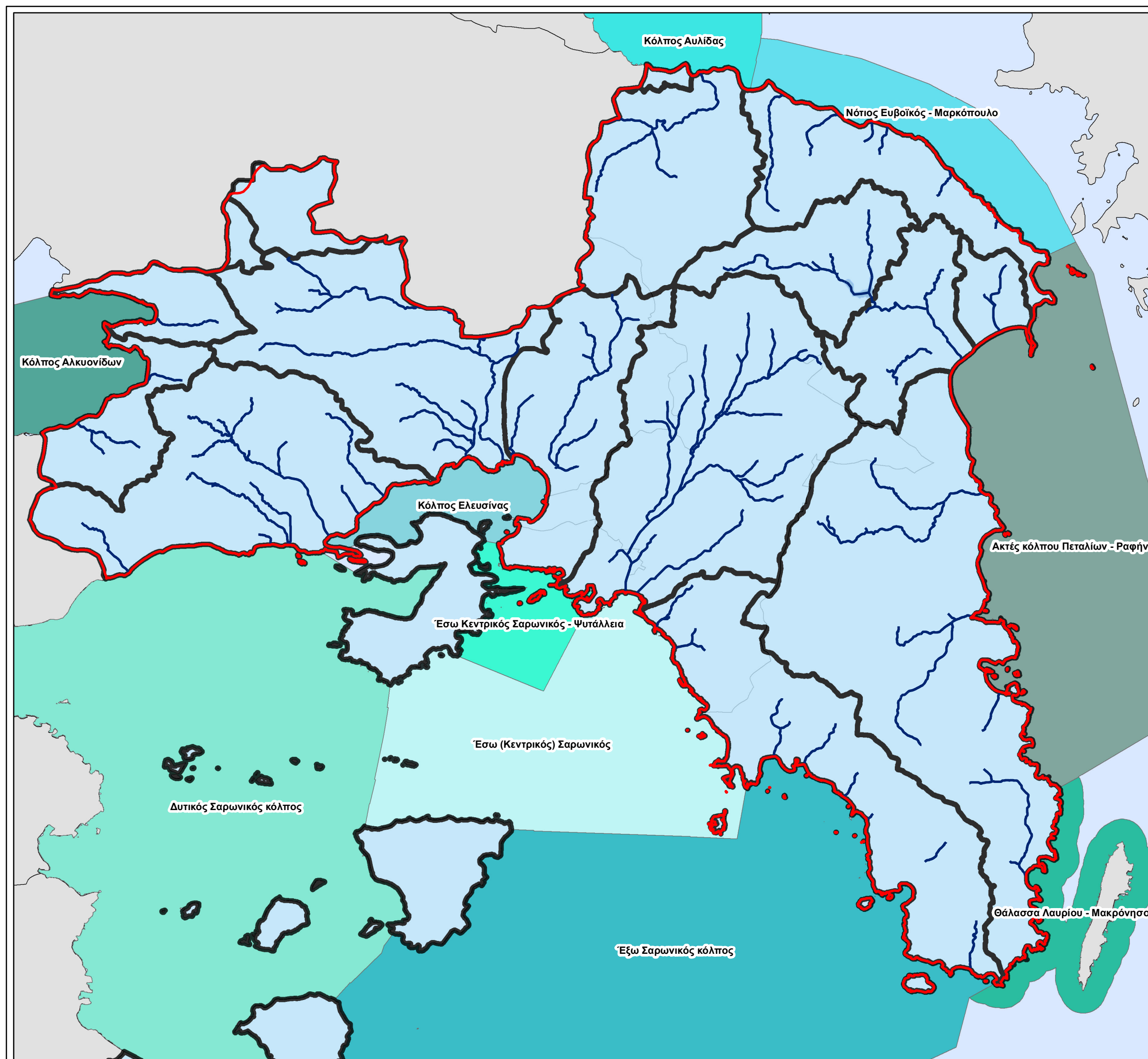
ΧΑΡΤΗΣ 2:
Χρήσεις γης περιοχής μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ


- Περιοχή Μελέτης
- Ποτάμια συστήματα
- Λεκάνες απορροής ποταμών

Παράκτιες Υδάτινες Επιφάνειες

- Έξω Σαρωνικός κόλπος
- Έσω (Κεντρικός) Σαρωνικός
- Έσω Κεντρικός Σαρωνικός - Ψυτάλλεια
- Ακτές κόλπου Πεταλίων - Ραφήνα
- Δυτικός Σαρωνικός κόλπος
- Θάλασσα Λαυρίου - Μακρόνησου
- Κόλπος Αλκυονίδων
- Κόλπος Αιολίδας
- Κόλπος Ελευσίνας
- Νότιος Ευβοϊκός - Μαρκόπουλο

ΧΑΡΤΗΣ 3:
Υδατικά συστήματα περιοχής μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

□ Περιοχή Μελέτης

Μετρο

— 1
— 2
— 3

Επέκταση μετρό

— 2
— 3

— Σιδηροδρομικό δίκτυο
— Εμπορευματική σιδηροδρομική γραμμή

Σταθμοί και στάσεις ΟΑΣΑ

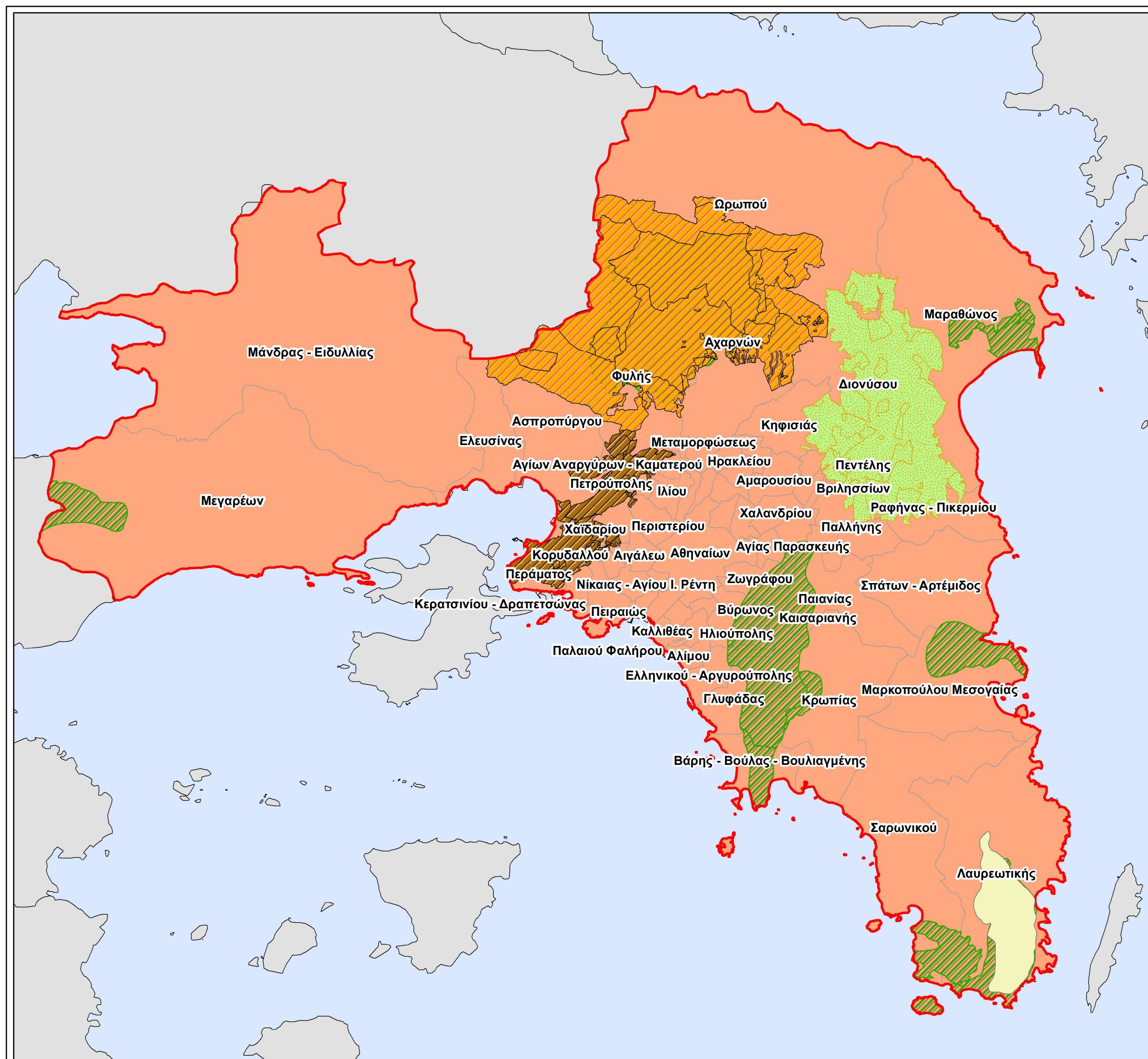
▲ ΜΕΤΡΟ (ΗΣΑΠ/ΑΜΕΛ)
▲ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ
▲ ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ
▲ ΤΡΑΜ

ΧΑΡΤΗΣ 3:
Δίκτυο Μέσων Μαζικής Μεταφοράς
περιοχής μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 100.000

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ


ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ



- ΥΠΟΜΝΗΜΑ**
- Περιοχή Μελέτης
 - Περιοχές Natura 2000
 - Ζώνες Προστασίας Όρους Πεντέλης
 - Ζώνες Προστασίας Όρους Αιγάλεω
 - Ζώνες Προστασίας Όρους Πάρνηθας
 - Περιοχές προστατευόμενες από Διεθνείς Συνθήκες

ΧΑΡΤΗΣ 5:
Φυσικό περιβάλλον περιοχής μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ


 Περιοχή Μελέτης


Νοικοκυριά


 1 Dot = 1.200

• noikokuria

ΙΧ ανά νοικοκυριό

 0 - 1.1

 1.1 - 1.4

 1.4 - 1.7

ΧΑΡΤΗΣ 6:
ΙΧ ανά νοικοκυριό
στην περιοχή μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000






ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ




ΥΠΟΜΝΗΜΑ

 Περιοχή Μελέτης

Κάτοικοι ανά γραμμή

-  0 - 4188
-  4188 - 7010
-  7010 - 14502

Αριθμός γραμμών

-  1 - 23
-  23 - 51
-  51 - 119

Κάτοικοι ανά στάση

-  0 - 485
-  485 - 818
-  818 - 1100

ΧΑΡΤΗΣ 7:
Σημεία εξυπηρέτησης
στην περιοχή μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ


ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ


ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

 Περιοχή Μελέτης

Οχηματοχιλιόμετρα

 627 - 5890


 5890 - 20032

 20032 - 76664

Κάτοικοι ανά οχηματοχιλιόμετρο

 0 - 16

 16 - 41

 41 - 87

ΧΑΡΤΗΣ 8:
Οχηματοχιλιόμετρα και
κάτοικοι ανά οχηματοχιλιόμετρο
στην περιοχή μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

 Περιοχή Μελέτης



 Α

 Β

ΧΑΡΤΗΣ 10:
Μήκος γραμμών προς μήκος δρόμων
στην περιοχή μελέτης

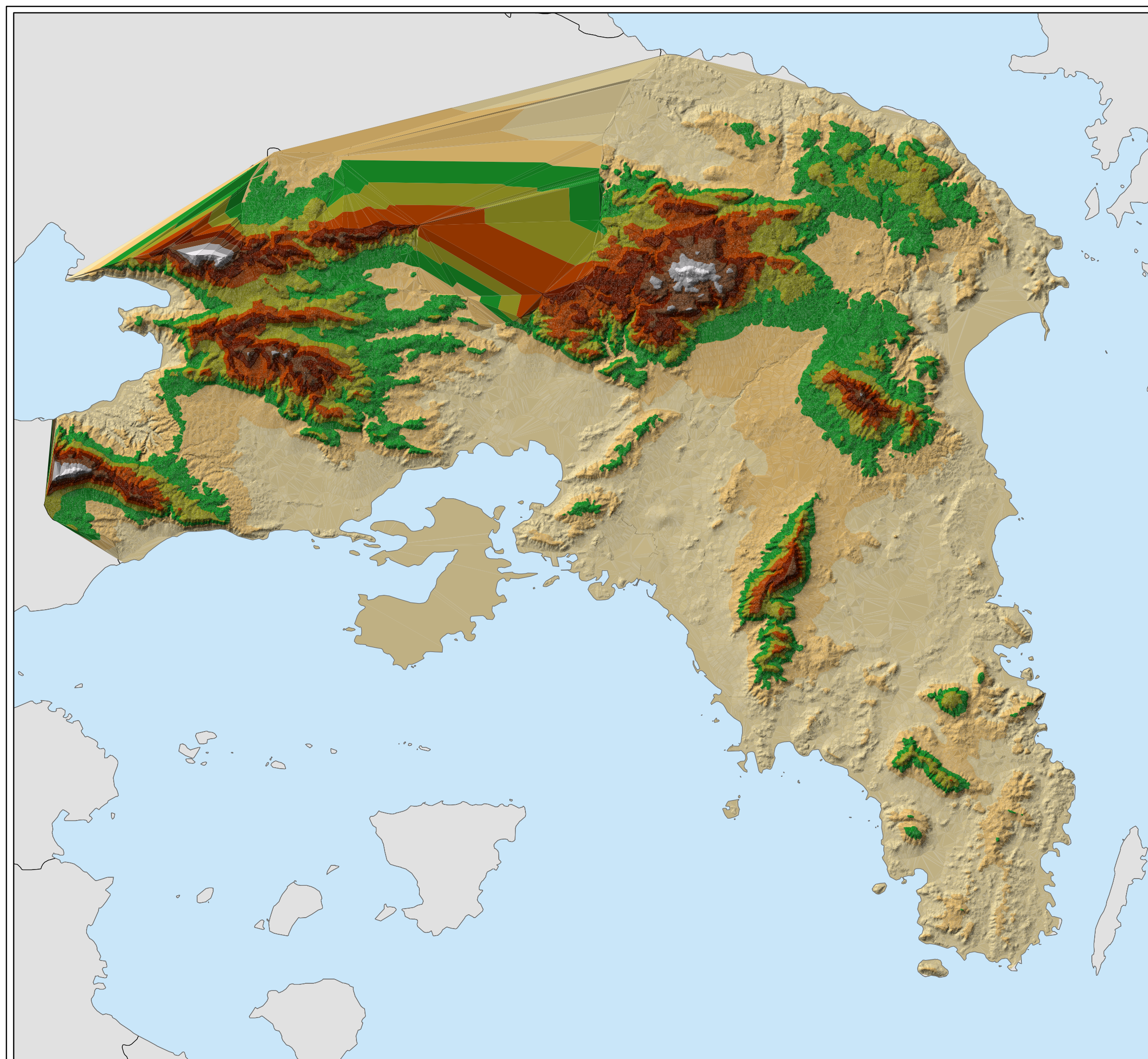
ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ





ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 1228,889 - 1380
- 1077,778 - 1228,889
- 926,667 - 1077,778
- 775,556 - 926,667
- 624,444 - 775,556
- 473,333 - 624,444
- 322,222 - 473,333
- 171,111 - 322,222
- 20 - 171,111

ΧΑΡΤΗΣ 11:
Μορφολογία περιοχής μελέτης

ΚΛΙΜΑΚΑ
1: 300.000



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΣΚΙΑΔΑ ΜΑΡΙΑ