



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Αξιολόγηση των επιπτώσεων στα μέσα μαζικής μεταφοράς λόγω των επικείμενων προσαρμοστικών - ρυθμιστικών μέτρων για την πρόληψη της κλιματικής αλλαγής

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΚΑΤΣΑΡΗ
Διπλωματούχου Πολιτικού Μηχανικού**

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

ΣΤ. ΛΥΚΟΓΙΑΝΝΗ ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.
(Επιβλέπουσα)
ΚΩΝ. ΚΕΠΑΠΤΣΟΓΛΟΥ, ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.
ΕΥΘ. ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗΣ, ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

ΣΤ. ΛΥΚΟΓΙΑΝΝΗ ΑΝ. ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.
(Επιβλέπουσα)
ΚΩΝ. ΚΕΠΑΠΤΣΟΓΛΟΥ, ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.
ΕΥΘ. ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗΣ, ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.
ΕΙΡ. ΚΛΑΜΠΑΤΣΕΑ, ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.
ΧΡΙΣΤ. ΜΗΛΙΩΤΗ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘ. ΠΑΝ. ΔΥΤ.
ΙΩΑΝ. ΠΟΛΙΤΗΣ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘ. Α.Π.Θ.
Γ. ΣΑΡΗΓΙΑΝΝΗΣ, ΟΜ. ΚΑΘ. Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2023

CC BY – NC - ND

η έγκριση της παρούσας διατριβής δεν προϋποθέτει και την αποδοχή των
απόψεων του συγγραφέα σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 202
παράγραφος 2 του Νόμου 5343/1932

Απόσπασμα 1: Σταθμός Αθηνάς.....	112
Απόσπασμα 2: Σταθμός Αριστοτέλους.....	112
Απόσπασμα 3: Σταθμός Αμαρουσίου	113
Απόσπασμα 4: Σταθμός Πατησίων.....	113
Απόσπασμα 5: Σταθμός Πειραιά Ι.....	114
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 1	116
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 2	117
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 3	117
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 4.....	118
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 5.....	118
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 6.....	119
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 7.....	119
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 8: Εμφάνιση δήμων με πύκνωση άνω των 8.500 κατοίκων ανά τετρ. χλμ	260
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 9: Τελικός συνδυασμός δήμων μέσω GIS	261
Απόσπασμα Προγράμματος 1: Στοιχεία καυσίμων	68
Απόσπασμα Προγράμματος 2: Ανάλυση χημικών συστατικών καυσίμου	69
Απόσπασμα Προγράμματος 3: περισσότερα χημικά στοιχεία συνήθων καυσίμων	69
Απόσπασμα Προγράμματος 4: Πωλήσεις καυσίμων σε Tera Joules	70
Απόσπασμα Προγράμματος 5: Ομαδοποίηση οχημάτων.....	71
Απόσπασμα Προγράμματος 6: Στοιχεία κυκλοφορίας για την ομαδοποίηση	72
Απόσπασμα Προγράμματος 7: Περισσότερα ενεργά δεδομένα για την ομαδοποίηση.....	73
Απόσπασμα Χάρτη 1: Ζώνες επιρροής στάσεων επι/αποεπιβίβασης μετρό	237
Απόσπασμα Χάρτη 2: Ζώνες επιρροής γραμμών κορμού ΟΣΥ	238
Απόσπασμα Χάρτη 3: Διακύμανση εισοδημάτων.....	254
Απόσπασμα Χάρτη 4: Διακύμανση εισοδημάτων κατά TDI.....	255
Απόσπασμα Χάρτη 5: Προσδιορισμός δήμων με συγκεκριμένα ατομικά εισοδήματα.....	256
Απόσπασμα Χάρτη 6: Σταθμοί μετρό εντός ζώνης επιρροής.....	262
Απόσπασμα Χάρτη 7: Διαφορετικοί συνδυασμοί ζωνοποίησης σταθμών επιρροής.....	265
Απόσπασμα Χάρτη 8: Επιλεγμένες γραμμές κορμού ΟΣΥ	267
Απόσπασμα Χάρτη 9: Επιβάρυνση γραμμών ΟΣΥ.....	269
Απόσπασμα Χάρτη 10: συνολική εικόνα επιβάρυνσης επιλεγμένων γραμμών ΟΣΥ.....	270
Απόσπασμα Χάρτη 11: Ανάγλυφο Αττικής (1990-2000).....	273
Απόσπασμα Χάρτη 12: Αστικοποίηση Αττικής σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.....	279
Απόσπασμα Χάρτη 13: Εξέλιξη οδικού δικτύου.....	280

Απόσπασμα Χάρτη 14: Διάφορες απεικονίσεις Αττικής για SLEUTH.....	280
Απόσπασμα Χάρτη 15: Τελικά αποτελέσματα.....	286
Απόσπασμα Χάρτη 16: Αποτελέσματα σε χαρτογραφική απεικόνιση.....	286
Απόσπασμα Χάρτη 18: ΡΣΑ 21.....	320
Απόσπασμα Χάρτη 19: Ζώνες προτάσεων.....	321
Απόσπασμα Χάρτη 20: Δακτύλιος Αθήνας.....	322
Απόσπασμα Χάρτη 21: Πρόταση δακτυλίου.....	323
Απόσπασμα Χάρτη 22: Σταθερές μεταφορές Λεκανοπεδίου.....	329
Απόσπασμα Χάρτη 23: Μετεπιβιβάσεις σταθερών μέσων.....	330
Απόσπασμα Χάρτη 24: Μελλοντικός σχεδιασμός σταθερών μέσων Αττικής (ΡΣΑ 21).....	331
Απόσπασμα Χάρτη 25: Πρόταση για βελτίωση MMM.....	334
Απόσπασμα Χάρτη 26: Δυναμική αστικής εξάπλωσης.....	337
Απόσπασμα Χάρτη 27: πρόταση για Ανατολική Αττική (μεσόγεια).....	339
Απόσπασμα Χάρτη 28: Πρόταση για Βόρεια Αττική.....	342

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Ιστορική αναδρομή της θερμοκρασίας της Γης.....	33
Γράφημα 3: Εδώ απεικονίζεται η ποσοτική συνεισφορά εκάστου παράγοντα καθώς και η συνολική επιβάρυνση των ανθρωπογενών παραγόντων.....	33
Γράφημα 2: Με κόκκινο παρουσιάζονται οι παράγοντες εκείνοι που συνεισφέρουν στην αύξηση της θερμοκρασίας. Με μπλε όσοι συνεισφέρουν αρνητικά. Πηγή IPCC, 5AR.....	35
Γράφημα 3: Εδώ απεικονίζεται η ποσοτική συνεισφορά εκάστου παράγοντα καθώς και η συνολική επιβάρυνση των ανθρωπογενών παραγόντων.....	35
Γράφημα 4: Συγκεντρωτικές ποσότητες CO ₂ ανθρωποκεντρικού χαρακτήρα.....	36
Γράφημα 5: Θερμοκρασιακές αυξήσεις λιγότερες από 2 °C.....	37
Γράφημα 6: Αύξηση CO ₂ και θερμοκρασίας σε σχέση με την προ βιομηχανική εποχή.....	38
Γράφημα 7: Παραμετροποίηση Copert.....	59
Γράφημα 8: Αποτελέσματα CO ₂	89
Γράφημα 9: NO _x	90
Γράφημα 10: Αποτελέσματα CO.....	91
Γράφημα 11: Αποτελέσματα VOC.....	92
Γράφημα 12: Αποτελέσματα PM ₁₀	93
Γράφημα 13: Αποτελέσματα PM _{2,5}	94
Γράφημα 14: Αποτελέσματα N ₂ O.....	95
Γράφημα 15: Διακύμανση CO ₂ από 1973 έως 2015.....	96
Γράφημα 16: Ολική ενεργειακή παραγωγή-συνολική κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, 2015.....	97
Γράφημα 17: Ποσοστιαία διακύμανση ειδών ορυκτών καυσίμων.....	98
Γράφημα 18: Διακύμανση κατανάλωσης αργού πετρελαίου (χιλ. Βαρέλια/ημέρα).....	101
Γράφημα 19: Εκπομπές CO ₂ ανά μεταφορικό μέσο στην Αττική.....	104
Γράφημα 20: : Εκπομπές N ₂ O ανά μεταφορικό μέσο στην Αττική.....	105
Γράφημα 21: Εκπομπές NO _x ανά μεταφορικό μέσο στην Αττική.....	106
Γράφημα 22: Εκπομπές PM ₁₀ ανά μεταφορικό μέσο στην Αττική.....	107
Γράφημα 23: Βενζόλιο.....	124

Γράφημα 24: Μονοξειδίο του άνθρακα	125
Γράφημα 25: Νιτρικά οξείδια	126
Γράφημα 26: Διοξείδιο του αζώτου	127
Γράφημα 27: Όζον	128
Γράφημα 28: Κατανομές ηλεκτρικής ενέργειας	153
Γράφημα 29: Υπολογισμός εκπομπών ανά MMWh	156
Γράφημα 31: Νομοτελειακός κύκλος	192
Γράφημα 32: Μέσο προσέγγισης σταθμών ΣΤΑΣΥ. Πηγή: ΤΕΕ	236
Γράφημα 33: Απόσταση βαδίσματος για τη προσέγγιση σταθμών ΣΤΑΣΥ. Πηγή: ΤΕΕ	237
Γράφημα 34: Οικονομικές Προκλήσεις στις σημερινές πόλεις. Πηγή: SIEMENS AG	298
Γράφημα 35: Κοινωνικές προκλήσεις. Πηγή:SIEMENS AG	298
Γράφημα 36: Περιβαλλοντικές προκλήσεις. Πηγή: SIEMENS AG	298
Γράφημα 37: Μεσοπρόθεσμη ανάγκη επενδύσεων σε υποδομές. Πηγή: SIEMENS AG	299
Γράφημα 38: Προσέλκυση επενδύσεων σε αστικές υποδομές. Πηγή: SIEMENS AG	299
Γράφημα 39: Κύριες αιτίες κυκλοφοριακών προβλημάτων. Πηγή: SIEMENS AG	300
Γράφημα 40: Γράφημα με τη βαθμολόγηση κρατών αναφορικά με τις μηδενικές εκπομπές. Πηγή: Qualcomm	306
Γράφημα 41: Μεσοσταθμικά κόστη διεθνώς	346
Γράφημα 42: Πρόσδος μελλοντικών εκπομπών	362

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ

Γραφική Παράσταση 1: Προβημοχανικής Περιόδου	51
Γραφική Παράσταση 2: Προβημοχανικής Περιόδου με ράβδους	52
Γραφική Παράσταση 3: Εκπομπές ρυπαντών ανά κατανάλωση άνθρακα (τόνοι/έτος)	160
Γραφική Παράσταση 4: τροφοδοτούμενα τιμολόγια	191
Γραφική Παράσταση 5: Όφελος από ανανεώσιμες πηγές	193
Γραφική Παράσταση 6: Εξασφάλιση ΑΠΕ	193
Γραφική Παράσταση 7: Πηγή ΣΕΑΑ, ΕΛΣΤΑΤ	199
Γραφική Παράσταση 8: Πηγή ΣΕΑΑ, ΕΛΣΤΑΤ	199
Γραφική Παράσταση 9: Πηγή ΣΕΑΑ, ΕΛΣΤΑΤ	199
Γραφική Παράσταση 10: Πηγή ΣΕΑΑ, ΕΛΣΤΑΤ	199
Γραφική Παράσταση 11: τελική πρόβλεψη SPSS	201
Γραφική Παράσταση 12: Στοιχεία έρευνας	210
Γραφική Παράσταση 13: Μέση απόσταση βαδίσματος σε MMM	235
Γραφική Παράσταση 14: Καμπύλη εισοδημάτων	254
Γραφική Παράσταση 15: Καμπύλη πυκνότητας πληθυσμού	258
Γραφική Παράσταση 16: Διακύμανση επιβατικής κίνησης μετρό	263
Γραφική Παράσταση 17: Πρόβλεψη αστικοποίησης	284
Γραφική Παράσταση 18: Τελική πρόβλεψη αστικής εξάπλωσης στην Αττική	287

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Γεωγραφικές αναλογίες των χωρών που παράγουν αέρια του θερμοκηπίου	41
Διάγραμμα 2: Θερμοκρασίας σε συνάρτηση του χρόνου για την περιοχή Mauna Loa. Πηγή: Lon Hocker.....	48
Διάγραμμα 3: Επικαιροποιημένη εκδοχή θερμοκρασίας – Mauna Loa. Πηγή: Lon Hocker....	49
Διάγραμμα 4: : Διαλυτότητας CO ₂ vs Θερμοκρασία νερού. Πηγή: Lon Hocker	50
Διάγραμμα 5: Γραμμική θερμοκρασιακή αύξηση θερμοκρασίας αέρα	53
Διάγραμμα 6: Πηγή: David Archibald (θερμοκρασιακές μεταβολές)	53
Διάγραμμα 7: Ετήσια διακύμανση βενζίνης	102
Διάγραμμα 8:Ετήσια διακύμανση πετρελαίου	102
Διάγραμμα 9: Ισοζύγιο CO ₂	165
Διάγραμμα 10: Ποσοστό μετακινήσεων ανά μέσο στην Αττική	173
Διάγραμμα 11: Κόστος μετατροπής εναλλακτικής ενέργειας για κάθε τόνο άνθρακα.....	176
Διάγραμμα 12: Παγκόσμιες τάσεις. Πηγή: Siemens Wien Studien. Ιδία επεξεργασία	313
Διάγραμμα 13: Mobility index vs κατά κεφαλήν εισόδημα	315
Διάγραμμα 14: Γραφική απεικόνιση πόλη – mobility score	316

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Πράσινη απεικόνιση αποδιδόμενη ακτινοβολία, Κόκκινη απεικόνιση – απορροφούμενη ακτινοβολία. Πηγή http://visibleearth.nasa.gov	29
Εικόνα 2: ΗΣΑΠ	136
Εικόνα 3: Εναέριο σύστημα παροχής ενέργειας.....	137
Εικόνα 4: Ενεργειακός κύκλος.....	151
Εικόνα 5: Ποσόστωση λιγνίτη ανά περιοχή εξόρυξης.....	155
Εικόνα 6: Πληθυσμιακή συσσώρευση 1991	230
Εικόνα 7: Πληθυσμιακή συσσώρευση 2031 (πρόβλεψη)	230
Εικόνα 8: Αστική πυκνότητα – Αττική (1991)	232
Εικόνα 9: Αστική πυκνότητα – Αττική (2031)	233
Εικόνα 10: r (avg).....	233
Εικόνα 11	363

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Πίνακας 1: Απλοποιημένη μορφή υπολογισμού ΔF	32
Πίνακας 2: Επιπτώσεις σε οικοσυστήματα	44
Πίνακας 3: Κατηγορίες οχημάτων κωδικοποιημένες με τα πρότυπα εκπομπών	59
Πίνακας 4: Απόσπασμα θεωρημένων συντελεστών εκπομπών της ΕΕ	60
Πίνακας 5: Πληθυσμού ενεργών οχημάτων κατά την περίοδο 2014 έως 2018	62
Πίνακας 6: Ενεργού στόλου οχημάτων για το έτος 2017	62

Πίνακας 7: Κατηγοριοποίηση οχημάτων σε εθνικό επίπεδο	63
Πίνακας 9: Κατηγοριοποίηση ανά κυλινδρισμό.....	64
Πίνακας 10: Συγκεντρωτική κατηγοριοποίηση ανά κυλινδρισμό	64
Πίνακας 11: Κατηγοριοποίηση με αναγωγή	65
Πίνακας 12: Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με το Corpert.....	65
Πίνακας 13: Συγκεντρωτική διόρθωση κατηγοριών σε αναγωγή Corpert.....	66
Πίνακας 14: Εισαγωγή δεδομένων σε φυλλομετρητή excel.....	66
Πίνακας 15: Συνέχεια εισαγωγής δεδομένων.....	67
Πίνακας 16: Αποτελεσμάτων για επιβατικά οχήματα	73
Πίνακας 17: Ετήσιας επιβάρυνσης επιβατικών οχημάτων σε NOx.....	74
Πίνακας 18: Ετήσιας επιβάρυνσης επιβατικών οχημάτων σε Pb	74
Πίνακας 19: Δεδομένων TAXI	77
Πίνακας 20: Κατηγοριοποίηση φορτηγών οχημάτων N1, N2, N3 για την Ελλάδα	80
Πίνακας 21: Κατηγοριοποίηση φορτηγών οχημάτων N1, N2, N3 για την Αττική	80
Πίνακας 22: Στοιχεία δειγματοληψίας για επαγγελματικά – φορτηγά οχήματα	81
Πίνακας 23: Τελικός Πίνακας N1, N2 (ελαφρά φορτηγά)	82
Πίνακας 24: Κατηγορίες N3-4 Βαρέα φορτηγά.....	83
Πίνακας 25: Κατηγορία > N4 υπερβαρέα φορτηγά	83
Πίνακας 26: Αρθρωτά φορτηγά	84
Πίνακας 27: Στοιχεία ΟΑΣΑ	85
Πίνακας 28: Συνολικά είδη λεωφορείων	86
Πίνακας 29: Τουριστικά λεωφορεία.....	86
Πίνακας 30: τελικός πίνακας εισαγωγής στο Corpert	87
Πίνακας 31: Στοιχεία δικύκλων	88
Πίνακας 32: Τελικός πίνακας εισαγωγής	88
Πίνακας 33: Μέσες ετήσιες καταναλωθείσες ποσότητες καυσίμων (χιλ. βαρέλια/ημέρα) .	101
Πίνακας 34: Υπολογισμός ρύπων από τα μεταφορικά μέσα της Αττικής.....	108
Πίνακας 35 :Σταθμοί ΕΑΡΘ	109
Πίνακας 36: Μετρήσιμοι ρυπαντές από σταθμούς ΕΑΡΘ.....	110
Πίνακας 37: Ζωνοποίηση κυκλοφοριακών σταθμών.....	115
Πίνακας 38: Ενοποίηση ζωνών.....	116
Πίνακας 39: Διακύμανση ρυπαντών σε μέση ωριαία βάση.....	120
Πίνακας 40: Διακύμανση ρυπαντών σε μέση ημερήσια βάση	120
Πίνακας 41: Ετήσια διακύμανση ρυπαντών.....	121
Πίνακας 42: Τελικές διακυμάνσεις.....	121
Πίνακας 43: Τελικός Πίνακας υπολογισμού ρυπαντών από τα μεταφορικά μέσα της Αττικής.....	122
Πίνακας 44: Δείκτες αγοράς ΙΧ οχημάτων (2014-2018).....	130
Πίνακας 45: Πηγή: stasy.gr, Λεουτσάκος, Γ.....	139
Πίνακας 46: Πηγή: Γεωργίου, Π., Τα Ηλεκτροκίνητα Λεωφορεία (Τρόλλευ) στην Ελλάδα, 2006.....	140
Πίνακας 47: Ομοκεντρικές αποστάσεις γραμμών ΟΣΕ Αττικής . Error! Bookmark not defined.	
Πίνακας 48: Οχήματα ΤΡΑΙΝΟΣΕ	141
Πίνακας 49: κατηγοριοποίηση ΟΣΕ	142
Πίνακας 50: Συνέχεια κατηγοριοποίησης οχημάτων ΟΣΕ.....	142
Πίνακας 51: Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ΟΣΕ	143
Πίνακας 52: Δρομολόγια ΟΣΕ.....	144
Πίνακας 53: Υπολογισμός ρυπαντών οχημάτων ΟΣΕ με Diesel και ηλεκτροκίνηση.....	147

Πίνακας 54: Συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις ΟΣΕ.....	148
Πίνακας 55: Διασυνδεδεμένο δίκτυο.....	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 56: κατανομές διασυνδεδεμένου μια μη δικτύου.....	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 57: Περιεκτικότητα λιγνίτη	155
Πίνακας 58: Θεωρητικοί συντελεστές εκπομπών	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 59: Χημική σύσταση ορυκτού λιγνίτη	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 60: Αποτελέσματα εκπομπών κινεζικής ομάδας μελέτης	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 61: Τιμές ρύπων από τα σταθερά μέσα στην Αττική	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 62: ΤΕΛΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ (ΟΔΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΑ) ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 63: Εκπομπές ΙΧ οχημάτων ανά κατηγορία - βενζινοκίνητα.....	174
Πίνακας 64: Εκπομπές ΙΧ οχημάτων ανά κατηγορία – ντίζελ	174
Πίνακας 65: ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΙΧ.....	175
Πίνακας 66: ΠΡΟΣΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ.....	179
Πίνακας 67: Προβληματισμοί στη χρήση Ηλεκτροκίνησης.....	182
Πίνακας 68: Πίνακας οχημάτων και οι συναφείς καταναλώσεις.....	183
Πίνακας 69: Ενεργειακός υπολογισμός ηλεκτρικών οχημάτων.....	184
Πίνακας 70: Συνολικό % υπολογισθέντων καταναλώσεων	184
Πίνακας 71: παραγωγή Co2 από ηλεκτροκίνηση.....	185
Πίνακας 72: Παραγωγή Co2	185
Πίνακας 73: Κόστος παραγωγής Ηλ. Ενέργειας για ηλεκτρικά οχήματα	186
Πίνακας 74: Οικονομοτεχνικά στοιχεία	186
Πίνακας 75.....	187
Πίνακας 76.....	187
Πίνακας 77: Οφέλη από κίνητρα.....	187
Πίνακας 78: Υπολογισμός κόστους με κίνητρα	188
Πίνακας 79: Συνολικά κίνητρα	188
Πίνακας 80: Κόστη.....	189
Πίνακας 81: Συνολική εξοικονόμηση	189
Πίνακας 82: Φωτοβολταϊκά	192
Πίνακας 83: Μέση πλήρωση οχημάτων ανά είδος μετακίνησης.....	195
Πίνακας 84: κατηγοριοποίηση μετακινήσεων	195
Πίνακας 85: Απόσυρση οχημάτων 1992-2003	198
Πίνακας 86: Συνολικά ποσοστά απόσυρσης	198
Πίνακας 87: υπολογισμός τιμής R2	200
Πίνακας 88: Πρόβλεψη	200
Πίνακας 89: Πρόγνωση στοιχείων.....	200
Πίνακας 90: αποτελέσματα ανάλυσης.....	201
Πίνακας 91: τελικά στοιχεία στατιστικής ανάλυσης.....	201
Πίνακας 92.....	203
Πίνακας 93: Υπολογισμός σταθεράς R2	204
Πίνακας 94: Απολογιστικά στοιχεία ΟΑΣΑ, 2003	208
Πίνακας 95: Προσδιορισμός εκπομπών από οχήματα σεναρίου #1	212
Πίνακας 96: Κριτήρια για DEA.....	224
Πίνακας 97: Στοιχεία ΟΣΥ	224
Πίνακας 98: Στοιχεία ΣΤΑΣΥ.....	224
Πίνακας 99: Αποτελέσματα μεθόδου DEA από MS excel	225

Πίνακας 100: Αποτελέσματα μεθόδου DEA από MS excel	226
Πίνακας 101: Τεχνική επάρκεια ΟΣΥ μέσω DEAP v.1.5	226
Πίνακας 102: Τεχνική επάρκεια ΣΤΑΣΥ μέσω DEAP v.1.5	226
Πίνακας 103: Πληθυσμιακά στοιχεία. Πηγή ΕΛΣΤΑΤ. Ιδία επεξεργασία	229
Πίνακας 104: Αποτέλεσμα έρευνας αξιολόγησης MMM. Πηγή: Athens Transport, 2018	243
Πίνακας 105: Είδος ερωτηματολογίου προτεινόμενο από το ΤΕΕ. 2006	244
Πίνακας 106: οικονομικά στοιχεία Δήμων Αττικής	250
Πίνακας 107: Στατιστικά στοιχεία	251
Πίνακας 108: Στατιστικός προσδιορισμός δείκτη TDI	252
Πίνακας 109: Κατηγοριοποίηση Δήμων κατά TDI	253
Πίνακας 110: ποσοστά πυκνότητας δήμων Αττικής.....	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 111 : Διακύμανση πυκνοτήτων (1991, 2002, 2011)	259
Πίνακας 112: Επιβαρύνσεις επιλεγμένων σταθμών από σενάριο #1	264
Πίνακας 113: Πηγή:ΟΑΣΑ	268
Πίνακας 114: Τελικός πίνακας επιβάρυνσης επιλεγμένων γραμμών ΟΣΥ	271
Πίνακας 115: Διακύμανση συντελεστών μετά την πρώτη Iteration.....	282
Πίνακας 116: Τελικές τιμές Monte Carlo	282
Πίνακας 117: Επεξήγηση μεταβλητών SLEUTH.....	283
Πίνακας 118: Πίνακας των είκοσι (20) δεικτών. Πηγή: Qualcomm. Ιδία επεξεργασία.....	304
Πίνακας 119: Συνοπτικά συγκοινωνιακά δεδομένα Βιέννης	309
Πίνακας 120: Πολιτικές αποθάρρυνσης ΙΧ.....	310
Πίνακας 121: Πολιτικές ενθάρρυνσης MMM	310
Πίνακας 122: Ενθάρρυνση βιώσιμων μορφών μετακίνησης	310
Πίνακας 123: Πλεοδομικός σχεδιασμός	311
Πίνακας 124: Συγκριτική βαθμολόγηση Βιέννη - Αθήνα	318
Πίνακας 125: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά για πρόταση Light Rail	344
Πίνακας 126: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά για πρόταση επέκτασης μετρό	344
Πίνακας 127: Κοστολόγια για Γαλλικά Lite Rail	345
Πίνακας 128: Κόστη από συστήματα σε Ην. Πολιτείες.....	345
Πίνακας 129: Breakdown κοστολογίων	346
Πίνακας 130: Κόστη ευρωπαϊκών συστημάτων.....	347
Πίνακας 131: Κόστη έξι (6) αμερικανικών πόλεων	347
Πίνακας 133: Κοστολόγια σταθμών	348
Πίνακας 134: Οικονομοτεχνικά στοιχεία μετρό.....	350
Πίνακας 135: οικονομοτεχνικά στοιχεία light rail.....	350
Πίνακας 136: Στοιχεία νέων γραμμών τραμ	352
Πίνακας 137: οικονομοτεχνικά στοιχεία.....	353
Πίνακας 138: Τελικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων.....	355
Πίνακας 139: Διατηρούμενες εκπομπές	373
Σχεδιάγραμμα 1: Συγκέντρωση CO2 παγκόσμια.....	166
Σχεδιάγραμμα 2:..... Πηγή: Global Carbon Report, 2018.....	167
Σχεδιάγραμμα 3: Σενάριο IPCC για μελλοντικούς ρύπους Co2.....	168
Σχεδιάγραμμα 4: Χρονόμετρο (carbon clock)	168
Σχεδιάγραμμα 5: Κόστη αστικού μετρό, RR.....	343

ABSTRACT

Πρόσφατα, το 2015 η Διάσκεψη στο Παρίσι για την Κλιματική Αλλαγή έθεσε ως στόχο τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη σε λιγότερο από 1,5° μέχρι το 2100. Τα περισσότερα κράτη, αν όχι όλα αποδέχθηκαν το στόχο ως προς τις αρχές του. Με δεδομένο ότι δεν υφίσταται μηχανισμός επιβολής κυρώσεων η επιβολή του δεν είναι καθόλου σίγουρη. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και συνεπακόλουθα η κλιματική αλλαγή αποτελούν υπαρξιακή απειλή. Οι αναμενόμενες κλιματικές αλλαγές επαναπροσδιορίζουν τον κόσμο και μεγιστοποιούν τους κινδύνους αστάθειας σε όλες τις μορφές.

Τέτοιες μορφές αστάθειας μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση των πολεμικών συγκρούσεων, σε οικονομική ύφεση καθώς και σε μαζικές μετακινήσεις προσφύγων.

Στον δικό μας μικρόκοσμο, στην Περιφέρεια Αττικής, των μακρόπνοων σχεδιασμών και των αντιαισθητικών πολεοδομικών αυθαιρεσιών μπορεί αυτή η ζοφερή απειλή να μετουσιωθεί σε μοχλό αναστροφής και αλλαγών στην πραγματικότητα των δημόσιων συγκοινωνιών του Λεκανοπεδίου; μπορεί η αναδιάταξη των δημόσιων συγκοινωνιών να απελευθερώσει ικανό δημόσιο χώρο για τον πολίτη που σήμερα του αποστερείται; μπορεί να αντιστραφεί η κυριαρχία της εξατομίκευσης και να επικρατήσει η συλλογικότητα; μπορεί το δημόσιο να νικήσει το ιδιωτικό;

Ο χρόνος θα δείξει...

ΚΕΦ_0 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΣΚΟΠΟΙ – ΣΤΟΧΟΙ - ΔΟΜΗ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η σημασία της επιστημονικής έρευνας είναι συνυφασμένη με τους τρόπους αναζήτησης και αποκάλυψης της αλήθειας καθώς και στην απόδοση απαντήσεων σε καίρια ερωτήματα σύμφωνα με τους αποδεκτούς κανόνες της καλής ακαδημαϊκής πρακτικής και μεθόδευσης.

Οι επιστημονικές έρευνες κατατάσσονται σε τρεις γενικότερες κατηγορίες: τις διερευνητικές, τις περιγραφικές και τις πειραματικές. Η εν λόγω έρευνα ανήκει στις περιγραφικές και σκοπός της είναι να προσδιορίσει και εκτιμήσει τα χαρακτηριστικά μιας δεδομένης κατάστασης. Στο πλαίσιο αυτό έχει σημασία η αποφυγή, στο μέτρο του εφικτού, μεροληψιών και ιδεολογημάτων δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην ορθή επιλογή της μεθοδολογίας (σε επίπεδα οργάνωσης, προδιαγραφών και σχεδιασμού) έτσι ώστε να αποδοθούν οι αντικειμενικότερες και πειστικότερες απαντήσεις πάνω στις υποθέσεις και ερωτήματα εργασίας.

Η ολοκλήρωση της διεξαγωγής μιας έρευνας ακολουθεί μια, γενικότερα, αποδεκτή ακαδημαϊκή διαδικασία αποτελούμενη, συνήθως από τα εξής κύρια μέρη:

1. Την εισαγωγή, η οποία περιλαμβάνει:
 - μια σύντομη περιγραφή της προϋπάρχουσας κατάστασης και του προβληματισμού ή του κενού το οποίο επιβάλλει την περαιτέρω έρευνα και μελέτη
 - τη σημασία της έρευνας και
 - τον επιδιωκόμενο σκοπό
2. Το θεωρητικό υπόβαθρο (literature overview) και την αποσαφήνιση των κύριων εννοιών και όρων, που προσδιορίζουν το θέμα.
3. Την ακολουθούμενη μεθοδολογία, η οποία συνήθως περιλαμβάνει την υπόθεση, το μοντέλο, το δείγμα και τη μεθοδολογία με βάση την οποία θα γίνει η επεξεργασία των στατιστικών στοιχείων.

4. Τα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν από τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων (findings, results).
5. Τα κύρια συμπεράσματα, η ερμηνεία και ο σχολιασμός τους (conclusions and discussion).
6. Τη βιβλιογραφία (references) (Τσακίρη, 2008)

ΓΕΝΙΚΗ ΟΠΤΙΚΗ

Η υποστηρικτική ομάδα (IPCC) πίσω από το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής προβλέπει, παρακολουθεί και παραμετροποιεί φυσικές - κλιματολογικές σταθερές οι οποίες εν δυνάμει θα μπορούσαν να επηρεάσουν μεγάλα γήινα τμήματα, προκαλώντας φυσικές καταστροφές, ασύμμετρης κλίμακας, οι οποίες στη συνέχεια θα μπορούσαν να πυροδοτήσουν αλυσιδωτές αντιδράσεις σε οικονομικοκοινωνικό επίπεδο, επηρεάζοντας επί το χείρον τις ζωές δεσεκατομμυρίων πολιτών. Οι μέχρι τούδε ερευνητικές ή και μελετητικές προσεγγίσεις στον τομέα των μεταφορών εντοπίζονταν αποκλειστικά στο δίκτυο μεταφορών και κατά πόσο θα μπορούσε να πληγεί σε επίπεδο υποδομών, σε υποτιθέμενες προσομοιώσεις αλλαγών των κλιματολογικών συνθηκών. Η ζημιά αποτιμάται οικονομικά και προτείνονται τρόποι βελτίωσης του δικτύου σε κλιμακωτό επίπεδο (δηλ. ανάλογα με την εκτίμηση του κινδύνου ως υψηλής προτεραιότητας, μέσης προτεραιότητας ή και χαμηλής προτεραιότητας).

Η παρούσα έρευνα προσέγγισε τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις μεταφορές από διαφορετική προοπτική, **πιο έμμεση** και περισσότερο εξαρτημένη από τις πολιτικές που, πιθανόν να επικρατήσουν αν όλα κινηθούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές απομείωσης των βλαβερών ρύπων που έχουν τεθεί από την IPCC. **Έγινε προσπάθεια μέσα από τα μέτρα επιβολής των «πράσινων πολιτικών απεξάρτησης του άνθρακα» να προβλεφθούν οι έμμεσες συνέπειες με τις οποίες θα επιφορτισθούν οι δημόσιες μεταφορές και εν προκειμένω τα εκατομμύρια επιβατών που τις χρησιμοποιούν και χρηματοδοτούν.**

Στο πρώτο στάδιο της μελέτης θα υπολογισθεί το προβλεπόμενο επιπλέον επιβατικό φορτίο που ενδέχεται να προκύψει λόγω των μέτρων απομείωσης των ρύπων κατά το επόμενο χρονικό διάστημα και μέχρι το 2030.

Σε δεύτερο στάδιο θα εκτιμηθεί – δοκιμασθεί η αντοχή των MMM και θα αξιολογηθούν οι δυσμενείς επιπτώσεις κατ' αρχάς στην μεταφορική υποδομή και κατά δεύτερο λόγο (έμμεσα) στους χρήστες των συστημάτων αυτών.

Η πιστή τήρηση των πράσινων πολιτικών στις εκπομπές αερίων ρύπων που περιορίζονται στα οχήματα ΙΧ έδειξε ότι ο προβλεπόμενος επιβατικός φόρτος παρουσιάζει σημεία αριθμητικής αύξησης και εν δυνάμει, θα μπορούσε εύκολα να εξαντλήσει και αποσαρθρώσει τις μεταφορικές υποδομές της Περιφέρειας Αττικής. Κάτω από τέτοιες ακραίες συνθήκες λειτουργίας η επιβολή και αναζήτηση νέων πρακτικών ή προοπτικών άσκησης υπηρεσιών μαζικού μεταφορικού έργου κρίνεται άκρως απαραίτητη για τις επερχόμενες δεκαετίες.

Ο επαναπρογραμματισμός των δημόσιων συστημάτων μεταφορών χρειάζεται να γίνει άμεσα και να περιλαμβάνει αφενός καταλληλότερα οχήματα (τόσο σε επιβατική ικανότητα όσο και σε ήπιες εκπομπές, όπως light rail, ηλεκτρικά λεωφορεία κ.λπ.) και αφετέρου πιο εντατικές μορφές διάθεσης πόρων (οικονομικών, ανθρώπινων) ώστε οι πολίτες να απολαμβάνουν ποιοτικότερες υπηρεσίες με χαμηλότερο κόστος.

Εν συνεχεία παρατέθηκαν προτάσεις βελτιστοποίησης των MMM σε πολυεπίπεδη δομή, όπως αλλαγή νοοτροπίας, τροποποίησης μέσων, αναδιάταξης γραμμών μετρό και τραμ, παράθεσης στοιχείων κόστους που θα ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις στο χρονικό διάστημα μεταξύ 2018 και 2030. Το σωτήριο έτος 2030 θα ξεκινήσει η πρώτη φάση απομείωσης των ρύπων κατά 50% σε σχέση με το ποσοστό των ρύπων που καταμετρούνταν τη δεκαετία του 1990. Από την επίτευξη των στόχων για το 2030 θα κριθούν και τα μέτρα που θα ληφθούν μέχρι το 2050 όπου εκεί θα έχουμε ολοκληρωτική παύση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, στη μητροπολιτική Αθήνα λειτουργούσαν αποκλειστικά γραμμές τραμ σε δίκτυο εκατοντάδων χιλιομέτρων. Η εμφάνιση των αστικών λεωφορείων παρουσίασε μία νέα δυναμική στις προπολεμικές, αστικές μεταφορές προσφέροντας περισσότερη ευελιξία στη χάραξη των δρομολογίων, στον τρόπο προσέγγισης των σημείων ενδιαφέροντος. Τέτοια ευελιξία δεν μπορούσαν να προσφέρουν τα σταθερά μέσα ενώ το κόστος τροποποίησης της χάραξης των γραμμών ήταν απαγορευτικό.

Η βελτίωση των οικονομικοκοινωνικών συνθηκών δημιούργησε μία νέα δυναμική αύξησης των ιδιωτικών μετακινήσεων, σταθερή μείωση της ζήτησης του τραμ ενώ οι μαζικές αστικές μετακινήσεις πραγματοποιούνταν, σε μεγάλο ποσοστό με τροχήλατα λεωφορειακά οχήματα, διαθέτοντας κινητήρες εσωτερικής καύσης. Απλώς, η μίξη πολλαπλών κατηγοριών οχημάτων σε οδικό δίκτυο χαμηλής ικανότητας απέβη σε βάρος της συνολικής αξιοπιστίας των δημόσιων συγκοινωνιών υποβαθμίζοντας ανεπανόρθωτα και εσαεί το κύρος τους. Ως τη στιγμή που καταργήθηκε το δίκτυο τραμ (δεκαετία 50) εξυπηρετούσε πολύ καλά την πόλη γιατί παρέμενε σχετικά πυκνή και σταθερά μικρή σε έκταση (πρότυπο compact πόλης). Ένα συνεκτικό συγκοινωνιακό δίκτυο, όπως το τραμ έδενε πάνω σε μια συνεκτική πόλη. Η διάλυση του ιστού, με τους άναρχα χωροθετημένους συνοικισμούς διέλυσε και το συγκοινωνιακό δίκτυο διότι μια τέτοια οικιστική διασπορά είχε ανάγκη από κάτι διαφορετικό για να εξυπηρετείται. Πιο γρήγορο και πιο ευέλικτο, όχι δέσμιο σε ράγες, το λεωφορείο (Βλαστός, 2007).

Το Ελληνικό Κράτος, κατά το απώτερο και πρόσφατο παρελθόν, δεν επεδίωξε σοβαρά να επενδύσει πάνω στη βιώσιμη ή εναλλακτική μορφή μετακινήσεων, αντιθέτως επένδυσε στην ιδιωτική μετακίνηση και τη περαιτέρω διάχυση των ΙΧ αυτοκινήτων αποκομίζοντας σημαντικά οικονομικά οφέλη όπως π.χ. έσοδα από ειδικούς φόρους, καύσιμα, μεταβιβάσεις κ.λπ. ενώ την ίδια στιγμή υποθήκευε το υγειονομικό και οικονομικό μέλλον των πολιτών του. Η επιβάρυνση όλων των περιβαλλοντικών δεικτών στο Λεκανοπέδιο, τα πλείστα κυκλοφοριακά προβλήματα,

η αναξιοπιστία των MMM αποτελούσαν μέρος αυτών των κοντόφθαλμων πολιτικών ενώ η αδυναμία της Πολιτείας να έλθει σε ρήξη με το πολυκέφαλο καθεστώς των ΙΧ αυτοκινήτων είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός νεοεισαγόμενου μοντέλου αστικής μετακίνησης, δηλ. του μετρό. Η Πολιτεία προτίμησε, για πολιτικούς λόγους να μην πάρει μέτρα περιορισμού της ιδιωτικής μετακίνησης ενώ επένδυσε στην ακριβότερη μορφή μαζικής μετακίνησης με το δυσμενέστερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα μόνο και μόνο για να διατηρήσει την ανίερη συμμαχία με τους κοσμοπολίτες του life styling.

Σε μία χρονική περίοδο 10ετούς οικονομικής ανέχειας και πολιτικής αστάθειας όπου τα MMM υπολειτουργούν, η Πολιτεία στην προσπάθειά της να εξορθολογήσει τα ελλείμματα δημιουργεί ταυτόχρονα κενά στη συγκοινωνιακή χωροκαλυπτικότητα αδυνατώντας να υιοθετήσει νέες υποδομές και τεχνολογίες που θα καθιστούσαν τις δημόσιες μεταφορές πιο αυτάρκειες και ταυτόχρονα πιο ελκυστικές στους επιβάτες. Εκ των ανωτέρω εξυφαίνεται ότι ο πρωταρχικός σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η προσπάθεια αξιολόγησης των δημόσιων αστικών συγκοινωνιών διαμορφώνοντας άποψη για την αντοχή και ανθεκτικότητά τους, κυρίως όταν εξετάζονται κάτω από το πρίσμα των κλιματικών μέτρων. Οι δημόσιες συγκοινωνίες, στο πλαίσιο σκέψης της διατριβής θα αξιολογηθούν τριαξονικά: σε επίπεδο παραγωγικής επάρκειας, σε επίπεδο χωροκαλυπτικότητας και, τέλος σε επίπεδο ποιοτικών χαρακτηριστικών.

Σε κάθε περίπτωση, το βασικό ζήτημα της αξιολόγησης των μέσων μεταφοράς παραμένει κατά κύριο λόγο, δημοσιονομικό. Πως μπορούμε να παράσχουμε συγκοινωνιακό έργο υψηλού επιπέδου και ταυτόχρονα να κρατούμε τους προϋπολογισμούς ελεγχόμενους. Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται να εφαρμοσθούν στρατηγικές και τεχνικές βελτίωσης του φορέα. Ένα κλασσικό παράδειγμα διαχειριστικής βελτίωσης των MMM είναι η μείωση των ανθρωποωρών και η ταυτόχρονη αύξηση των επενδύσεων σε νέες, πιο αυτάρκειες τεχνολογίες. Θα μπορούσε να αντικατασταθούν σταδιακά όλες οι λεωφορειακές γραμμές κορμού με γραμμές επίγειου τραμ (urban light rail) ή γραμμές ΒΤ (ηλεκτρικά λεωφορεία σε αποκλειστικές λωρίδες). Από την υπάρχουσα βιβλιογραφία (όρα Κεφ_6) διαφαίνεται ότι η παροχετευτική ικανότητα του LR ισοδυναμεί με την ικανότητα 27 αστικών λεωφορείων.

Ως **δεύτερος σκοπός** θεωρείται η παροχή και ανάδειξη προτάσεων για τα MMM του Λεκανοπεδίου, οι οποίες θα είναι προσαρμοσμένες στα απότοκα των μέτρων για την σταθεροποίηση του κλίματος. Φυσικά οι λύσεις αυτές δεν θεωρούνται εφάμιλλες άλλων προηγμένων χωρών σε επίπεδο εξυπηρέτησης ή τεχνολογικών καινοτομιών αλλά αναμένεται να δώσουν λύσεις στο πρόβλημα της αυξανόμενης επιβατικής κατά την επόμενη 10ετία. Οι προτάσεις θα πρέπει να κριθούν στο επίπεδο της σωρευτικής επιβατικής παροχетеυτικότητας και στην επιλογή των κατάλληλων τροχαίων συστημάτων. Η επιλογή των μέσων θα βασισθεί:

- Στην ελαχιστοποίηση του κόστους προμήθειας και υλοποίησης
- Στην πράσινη ταυτότητα αυτών

Η δεύτερη σκοπιμότητα προέκυψε όταν ο στόχος μας (βλ. κατωτέρω) δεν ικανοποιούσε την συνθήκη της αρχικής μας υπόθεσης, δηλ. ότι η νέα εισροή επιβατικής κίνησης προς τα MMM (λόγω των μέτρων στήριξης του κλίματος) δεν υπερβαίνει την αντοχή των υφιστάμενων μέσων.

Αντίθετα με τα φιλόδοξα σχήματα των σκοπιμοτήτων της εργασίας μας ο **στόχος** αυτής της έρευνας είναι απλός και μονοδιάστατος. Θα πρέπει με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων έρευνας και αξιοποίησης των ευρημάτων (στατιστικές – χωρικές αναλύσεις) να υπολογίσουμε το βαθμό επιβάρυνσης των MMM (Ο.ΣΥ – για συγκεκριμένες γραμμές κορμού και Μετρό – σε συγκεκριμένους σταθμούς), στο Νομό Αττικής, λόγω των προσαρμοστικών μέτρων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Ακολουθήθηκε η ποσοτική τεκμηρίωση ως μέθοδος διερεύνησης της υπόθεσης. Περισσότερα στην επόμενη ενότητα.

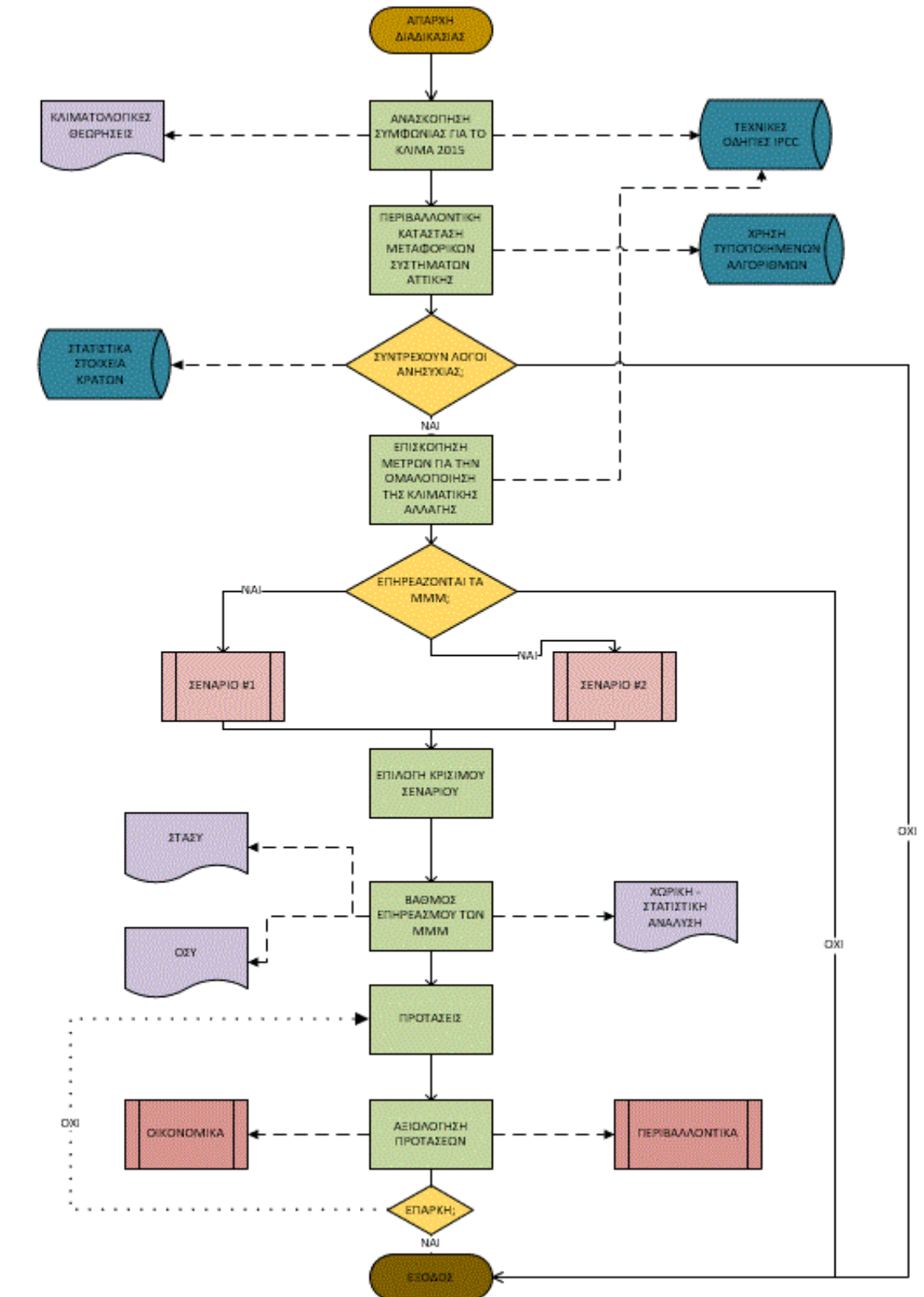
Παραδοσιακά η ερευνητική μεθοδολογία κατηγοριοποιείται ως ποσοτική ή ποιοτική. Σπάνια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τα δύο είδη. Σε γενικές γραμμές η ποσοτική έρευνα, η οποία επιλέχθηκε εν προκειμένω στην παρούσα διατριβή, εστιάζει σε γενικές τάσεις δειγμάτων και εξάγει νούμερα σύμφωνα με τα οποία δοκιμάζεται η αρχική υπόθεση εργασίας. Στο κεφ_5 δοκιμάζεται η αρχική μας υπόθεση σύμφωνα με την οποία τα μέτρα σταθεροποίησης για το κλίμα (Παρίσι, 2015-16) θα δημιουργήσουν σημαντικές επιβαρύνσεις στα ΜΜΜ λόγω των επιπρόσθετων μετακινήσεων οι οποίες υπολογίσθηκαν στο Κεφ_3.

Προκειμένου να περιχαρακωθεί το πεδίο ελέγχου της πρωταρχικής υπόθεσης είναι απαραίτητο να προσδιορισθούν και τα ακριβή δεδομένα που θα απαιτηθούν. Εν προκειμένω απαιτήθηκαν πληθυσμιακά δεδομένα με χρονική προβολή στο έτος 2030. Ειδικότερα υπολογίσθηκαν οι προβολές των πληθυσμιακών πυκνοτήτων των καλλικρατικών δήμων της Αττικής ενώ σε περαιτέρω επεξεργασία με τη χρήση στατιστικών προγραμμάτων και software χωρικής ανάλυσης προέκυψαν οι πλέον πυκνοκατοικημένοι δήμοι κατά το έτος 2030.

Με τη χρήση αντίστοιχης μεθοδολογίας προσδιορίσθηκαν οι καλλικρατικοί δήμοι που αγγίζουν τα σχετικά όρια φτώχειας. Οι ανωτέρω δήμοι αξιολογήθηκαν στατιστικά αλλά χρησιμοποιήθηκε και η μέθοδος Townsend που αποτελεί εργαλείο στατιστικής επεξεργασίας και στη χώρα μας κατά την τελευταία καταμέτρηση πληθυσμού - Απογραφή (2011).

Spatial data – correlations χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιορισθούν τα γεωχωρικά δεδομένα από τα οποία θα προέλθουν οι τελικές φορτίσεις επιβατών στα ΜΜΜ (ΣΤΑΣΥ και ΟΣΥ). Τα ποσοτικά αποτελέσματα της έρευνας μας σε συνδυασμό με τα προβλεπόμενα μέτρα για το κλίμα μας ώθησαν στην αναθεώρηση του αρχικού μας στόχου (δηλ. σε μικρή έως ήπια επιβάρυνση) και στο σχεδιασμό αναθεωρητικής πρότασης για τα ΜΜΜ με χρονικό ορίζοντα 12 ετών (2018-2030).

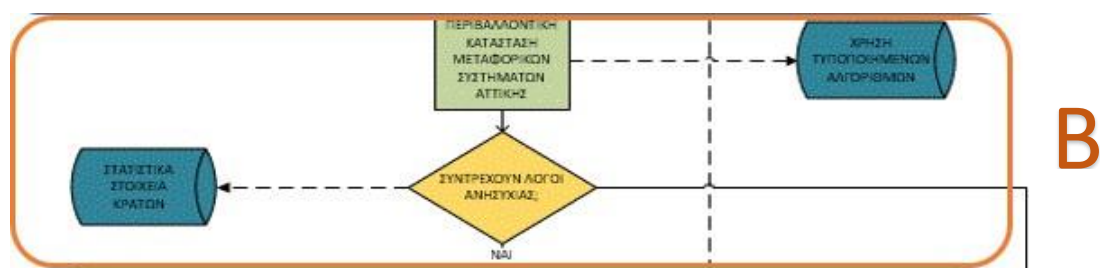
Το ροόγραμμα της διατριβής παρουσιάζεται στο σχ. 1 και επεξηγείται ως ακολούθως:



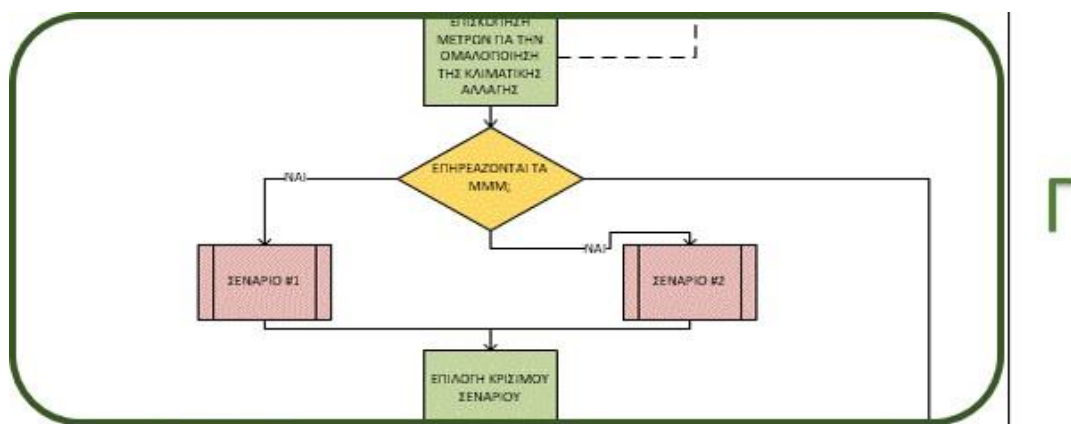
Σχ.1 Ροόγραμμα



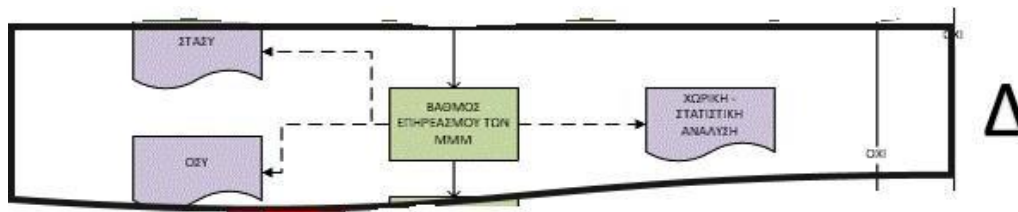
Σύμφωνα με το ως άνω απόκομμα (A) του ροογράματος (Σχ. 1) οι ερευνητικές διεργασίες, κυρίως θεωρητικού υποβάθρου παρουσιάζονται εκτενώς στο Κεφ. 1 (επεξήγηση κατωτέρω).



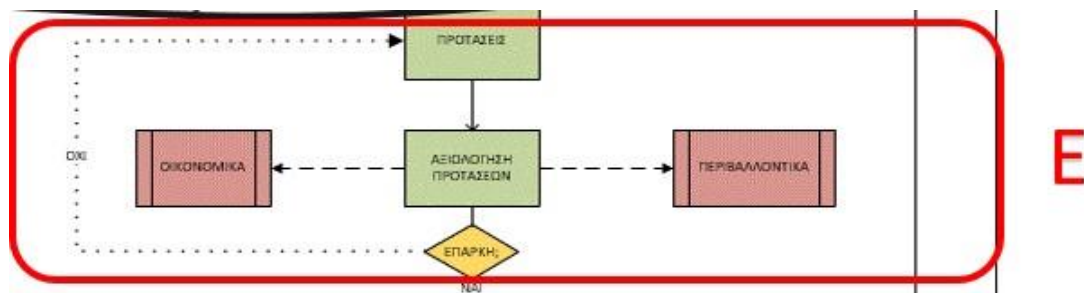
Σύμφωνα με το ως άνω απόκομμα (B) του κεντρικού ροογράματος αναπτύχθηκαν μέθοδοι υπολογισμού των ρύπων των υφιστάμενων μεταφορικών συστημάτων της Περιφέρειας Αττικής συσχετισμένοι με εθνικές, στατιστικές βάσεις δεδομένων. Αναλυτικότερη επεξήγηση παρουσιάζεται στο Κεφ. 2. Από τη στιγμή κατά την οποία το εύρος των συγκεντρωμένων υπολογισθέντων ρύπων καθιστά τη χώρα μας να μην κατέχει προνομιακή θέση σε παγκόσμιο επίπεδο τότε υπάρχουν λόγοι ανησυχίας. Η χώρα μας βρίσκεται στην 51^η θέση διεθνώς (2017) και μάλιστα πίσω από χώρες σαν τη Ρουμανία, Σουηδία, Αυστρία κ.λπ. που ενώ διαθέτουν ανάλογα δημογραφικά δεδομένα με την Ελλάδα υπερτερούν κατά πολύ στο επίπεδο της βιομηχανικής παραγωγής.



Σύμφωνα με το ως άνω απόκομμα (Γ) του κεντρικού ροογράματος τίθενται προς διερεύνηση τα μέτρα για τη προστασία του κλίματος (Παρίσι, 2015-16). Διερευνώνται δύο (2) πιθανά σενάρια εμπλοκής των ΜΜΜ στα περιοριστικά μέτρα που προτείνει η IPCC. Μέχρι σήμερα δεν υφίσταται ξεκάθαρη εθνική πολιτική στη περιβαλλοντική διαχείριση των υφιστάμενων μεταφορικών συστημάτων, όπως π.χ. αποσύρσεις παλαιών οχημάτων, επιδοτήσεις κ.λπ. Η έρευνα διενεργείται πάνω στα τεχνικά δοκίμια της IPCC που εκδίδονται περιοδικά και σε συνδυασμό με τις συνθήκες που κατά καιρούς έχει υπογράψει η χώρα μας. Περισσότερη ανάλυση στην επεξήγηση του Κεφ. 3 που περιλαμβάνει τα εν λόγω σενάρια και τους διαφορετικούς συνδυασμούς.



Στην ενότητα (Δ) του ροογράματος αξιολογείται η ετοιμότητα και ικανότητα των ΜΜΜ της Περιφέρειας Αττικής. Η αξιολόγηση βασίζεται σε χωρικές αναλύσεις GIS. Στο Κεφ. 5 πιο κάτω υπάρχει πιο αναλυτική περιγραφή.



Στην ενότητα (Ε) του ροογράματος παρατίθενται προτάσεις για βελτίωση των ΜΜΜ ενόψει των σταθεροποιητικών μέτρων για το κλίμα. Οι προτάσεις περαιτέρω αξιολογούνται ως προς την οικονομική και περιβαλλοντική τους επάρκεια. Περισσότερη επεξήγηση στο Κεφ. 6

Κεφ_1

Εισαγωγή στο πρόβλημα της υπερθέρμανσης (θεωρητική προσέγγιση). Σενάρια κλιματολογικά. Συμφωνία Παρισιού για το κλίμα 2015. Συνέπειες για Ελλάδα και ειδικότερα για την **Αττική** ύστερα από συμφωνία με την Επιτροπή.

Κεφ_2

Άκρως λεπτομερέστατη ανάλυση των ρύπων από όλα τα μέσα μεταφοράς στην Αττική. Αφορά στα οδικά και τροχαία μέσα (τραμ, τρένα κ.λπ). Η ανάλυση των εκπομπών ανά όχημα και κατηγορία έγινε με τη χρήση ειδικών αλγορίθμων (Software COPERT) αφού δεν γίνεται να μετρηθούν με κλασικό τρόπο όλα τα κυκλοφορούντα οχήματα στην Αττική, μέσα σε ένα στενό πλαίσιο αναφοράς. Ειδικοί αλγόριθμοι χρησιμοποιήθηκαν και για την ενεργειακή μετατροπή των παραγωγικών μονάδων της χώρας μας ώστε να λάβουμε τις εκπομπές που...θεωρητικά εκπέμπουν τα μέσα σταθερής τροχιάς στην Αττική, δηλ. ΗΣΑΠ, μετρό, τραμ, προαστιακός, ΟΣΕ κ.λπ.

Κεφ_3

Σε αυτό το κεφάλαιο επεξεργαζόμαστε σενάρια για τα μέτρα προσαρμογής στο κλίμα. Εδώ γεννήθηκε και η θέση (υπόθεση εργασίας της έρευνας). Τα μέτρα προσαρμογής στο κλίμα, σύμφωνα με τις προσαγές της συμφωνία του Παρισιού, θα αφήσουν έξω πληθυσμιακές ομάδες, που βρίσκονται σε συνεχιζόμενη οικονομική ανέχεια και οι οποίες, μοιραία θα στραφούν προς τα ΜΜΜ. Αυτό αποδεικνύεται από στατιστικά μοντέλα και δεδομένα από την απόσυρση οχημάτων, το 1991 (SPSS). Επίσης, η περιβαλλοντική καμπάνια τα επόμενα χρόνια θα είναι καταλυτική, όχι μόνο για τα κλίμα αλλά και για να προληφθούν οι ακραίες καταστάσεις που ενδέχεται να ενσκήψουν και από το οριστικό πέρας των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων.

Κεφ_4

Εδώ αξιολογείται η κατάσταση των δημόσιων μεταφορών ως προς την 1) παραγωγική τους επάρκεια (πρόγραμμα DEA), 2) την χωροκαλυπτικότητα τους (ArcGIS), 3) την άποψη των χρηστών (υφιστάμενες στατιστικές έρευνες).

Κεφ_5

Εδώ σταχυολογούνται και προσμετρώνται οι επιβαρύνσεις στα ΜΜΜ από την αύξηση της επιβατικής κίνησης λόγω κλιματικής προσαρμογής. Αναφερόμαστε σε συγκεκριμένους σταθμούς μετρό και ΟΣΥ (λεωφορεία). Στο ίδιο κεφάλαιο επιχειρείται και πρόβλεψη της αστικής εξάπλωσης της Αττικής με μοντέλα αστική εξάπλωσης, όπως το SLEUTH. Σε περίπτωση που υφίσταται ανάλογη περίπτωση θα πρέπει να προσαρμόσουμε την τελική μας πρόταση περί αναδιάρθρωσης των ΜΜΜ για να αναλάβουν τη ζήτηση.

Κεφ_6

Εδώ κατατίθενται προτάσεις για τη βελτίωση των ΜΜΜ ώστε μέχρι το 2030 να αναληφθεί η αυξημένη ζήτηση που προβλέπουμε, η οποία βελτίωση θα συντελεστεί με δύο τρόπους:

- Αναδιοργάνωση γραμμών με νέα βιώσιμα μέσα μεγαλύτερης χωρητικότητας
- Περιορισμό χρήσης ΙΧ μετακινήσεων.

Κεφ_7

Γενικά – Ειδικά Συμπεράσματα

ΚΕΦ_1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ - ΑΝΤΙΡΡΗΣΕΙΣ

ΤΟ ΔΙΑΚΥΒΕΥΜΑ

Η Υπηρεσία IPCC (Inter governmental Panel on Climate Change), εξουσιοδοτημένος επιστημονικός φορέας του Ο.Η.Ε. ο οποίος έχει συγκροτηθεί για τη λήψη αντισταθμιστικών μέτρων και δράσεων προκειμένου να περισώσουμε τον πλανήτη Γη και να παραδώσουμε στις επόμενες γενιές ένα κατοικήσιμο περιβάλλον.

Ως πανάκεια για την πολυπόθητη αναστροφή των ανεπιθύμητων καταστάσεων που προοιωνίζει η κλιματική αλλαγή, η IPCC πρότεινε, με προηγούμενες εκθέσεις αξιολόγησης, τη σταδιακή μείωση των εκπομπών CO₂ (**net zero**) μέχρι το έτος 2050. Το 2050 παραμένει έτος σταθμός, αφού ο κόσμος οφείλει να έχει προσαρμοσθεί μέχρι τότε, σε μία εναλλακτική πραγματικότητα, στην οποία οι ρυποβόρες εκπομπές ορυκτών καυσίμων θα έχουν εξαφανισθεί και αντικατασταθεί από καθαρές, ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (IPCC, Fifth Assessment Report , 2014).

Αυτό θα είναι το κρίσιμο ορόσημο που σύμφωνα με τα προγνωστικά μοντέλα, η Γη θα αποφύγει να υπερθερμανθεί πάνω από τους 1,5° C, στόχος που συνεχώς, σύμφωνα με την IPCC, καταστρατηγείται και απομακρύνεται. Ακόμη και στους 1,5° C υπερθέρμανσης διάφορα οικοσυστήματα που διαβιούν σε κοραλλιογενείς υφάλους θα εξαφανισθούν ενώ δεν θα υπάρχει υπολογίσιμη υποδομή αντίστασης απέναντι στις επερχόμενες επιπτώσεις από πανδαισία φυσικών φαινομένων όπως πυρκαγιές, καύσωνες ή τυφώνες.

Την ίδια χρονική στιγμή η ετήσια παραγωγή εκπομπών άνθρακα αυξήθηκε χαρακτηριστικά, ανεβάζοντας τις εκπομπές στους 42 Gt ετησίως(1Giga ton = 1 δις τόνοι). Αν επιθυμούμε αντιστροφή ή μετριασμό των επιπτώσεων θα πρέπει εντός των επόμενων 30 ετών να μειώνουμε την ετήσια εκπομπή άνθρακα κατά 1,5 Gt, δηλ. το 25% της ετήσιας παραγωγής των Ηνωμένων Πολιτειών ή το σύνολο των εθνικών μας εκπομπών άνθρακα και για τα επόμενα 20 χρόνια!!.

Το τελευταίο δύναται να επιτευχθεί με τρεις τρόπους:

1. Με πρόσθετες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (σήμερα οι ανανεώσιμες δεν υπερβαίνουν το 15% συνολικής παραγόμενης ενέργειας)
2. Μηδενισμός της σημερινής χρήσης ενέργειας από καύση ορυκτών καυσίμων
3. Εισαγωγή νέων τεχνολογιών αφαίρεσης του CO₂...μέχρι σήμερα δεν υφίσταται παρόμοια τεχνολογία.

Μπορεί να επιτευχθεί ένας τέτοιος στόχος;

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας περιλαμβάνουν την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, των ανεμικών φορτίων, των υδάτινων πόρων. Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας αγγίζει τα 70 TWh ετησίως (2016). ***Μια ανεμογεννήτρια ύψους 100μ, με διάμετρο λεπίδων 70μ, ταχύτητα ανέμου 15m/sec, πυκνότητα αέρα 1,2 Kg/m³ και ποσοστό αποδοτικότητας 40% παράγει περί τις 12,5 MWh, δηλ. αν βασισθούμε αποκλειστικά στην ανάπτυξη ανεμογεννητριών για την κάλυψη των εθνικών αναγκών σε ενέργεια θα χρειαζόταν να εγκατασταθούν παρόμοιες ανεμογεννήτριες σε έκταση περί των 60,000 τετρ. χλμ. ή τη μισή έκταση της Ελλάδας (EWEA, 2009).***

Φαίνεται μη εφαρμόσιμο και ανεδαφικό αφού εκτός των άλλων το υψηλό κόστος εγκατάστασης μιας τέτοιας γεννήτριας μπορεί να αποσβεσθεί μετά από 20 χρόνια. Ακριβό, επίσης, είναι και το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας για τις περισσότερες εναλλακτικές μορφές ενέργειας.

Είναι απολύτως κατανοητό ότι οι ήπιες οικολογικά, μορφές ενέργειας δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες. Γίνεται, επίσης, κατανοητό ότι τα κράτη ελίτ τα οποία αντιπροσωπεύουν το 20% του πληθυσμού και ευθύνονται για το 80% των εκπομπών, οφείλουν να ελαχιστοποιήσουν τις ανάγκες τους σε επίπεδο κρατών τρίτου κόσμου. Ο μέσος Αμερικανός παράγει 15 τόνους CO₂ ετησίως. Σταδιακά θα φθάσει να εκπέμπει 3,75 τόνους μέχρι να μηδενίσει το 2050 που είναι και το σημερινό όριο του Νιγηριανού που παράγει 0,1 τόνους ετησίως (Healy, 2019).

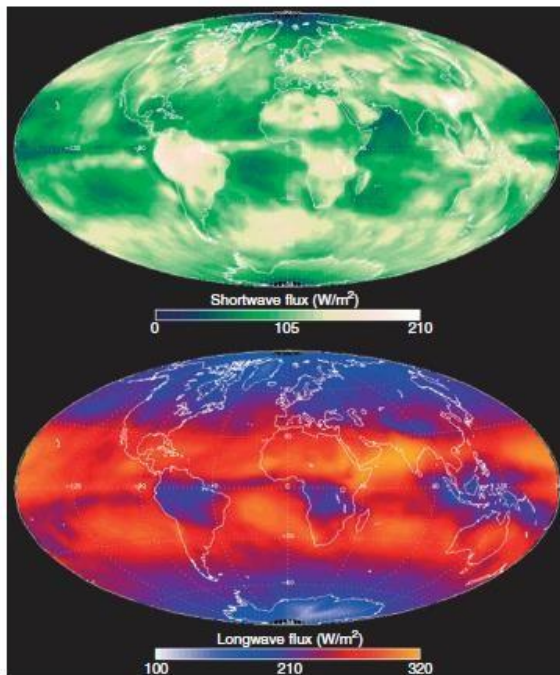
Στον ακμάζοντα κόσμο οι μηδενικές εκπομπές άνθρακα προοιωνίζουν και μεγάλες κοινωνικές αλλαγές. Θα υπάρξουν αλλαγές στη παραγωγή τροφίμων,

πρακτικά θα εξαλειφθεί η αεροπλοΐα, οι διεθνείς μεταφορές, γενικότερα ολόκληρος ο υλιστικός κόσμος όπως τον έχουμε γνωρίσει. Αυτός ο οργουελικός κόσμος είναι περισσότερο ελκυστικός από εκείνον που θα φέρει η ... αναμενόμενη κλιματική αλλαγή με πλημμυρικά φαινόμενα, διαρκείς τυφώνες, καταστροφή της αλυσίδας παραγωγής τροφίμων, μετανάστευση, μεγαλύτερη κοινωνική αδικία, βία.

Σύμφωνα με τις ...προβλέψεις της IPCC η κατάσταση χαρακτηρίζεται ως all lose situation. **Η μελλοντική διαχείριση των διαθέσιμων πόρων θα πρέπει να βασισθεί σε κοινωνικά συμβόλαια ισότητας και δικαιοσύνης.**

Το 1992, η Υπηρεσία UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) αναγνώρισε για πρώτη φορά την ανάγκη να θεσπίσει πολιτικές και μέτρα για την σταθεροποίηση της ατμόσφαιρας από τις συγκεντρώσεις των λεγόμενων αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδο που θα μπορούσε να προλάβει επικίνδυνες ανθρώπινες παρεμβάσεις στο κλιματολογικό σύστημα.

Στα Πρωτόκολλα του Κιότο συμπεριλήφθηκαν στόχοι μέτρων μείωσης του διοξειδίου του άνθρακα και των ισοδυνάμων του. Αναγνωρίστηκαν έξι (6) κατηγορίες αερίων του θερμοκηπίου (GHGs), συγκεκριμένα το CO₂, η μεθάνιο (CH₄), Το διοξείδιο του θείου (N₂O), οι υδροφθοράνθρακες (HFCs), οι υπερφθοράνθρακες (PFCs) και τα εξαφθοριούχα θεία (SF₆).



Εικόνα 1: Πράσινη απεικόνιση αποδιδόμενη ακτινοβολία, Κόκκινη απεικόνιση – απορροφούμενη ακτινοβολία. Πηγή <http://visibleearth.nasa.gov>

Το 1990 η Υπηρεσία IPCC εισήγαγε την ορολογία «επιβολή κλίματος» (climate forcing) για πρώτη φορά στην Πρώτη Έκθεση Αξιολόγησης (FAR), (IPCC, First assessment Report, 1992) όπου μία διατάραξη των υφιστάμενων κλιματολογικών συνθηκών (π.χ. λόγω της αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου) δημιουργεί μία ανισορροπία της ηλιακής ακτινοβολίας στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (στρατόσφαιρα και τροπόσφαιρα).

Με τη σειρά της αυτή η ανωμαλία

δημιουργεί θετικές ή αρνητικές ανατροφοδοτήσεις στο υπάρχον κλίμα. **Η θεώρηση αυτή απετέλεσε το βασικό επιστημονικό πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής.** (Εικόνα 1). Η κλιματική αλλαγή και το παράγωγο αυτής, δηλ. η υπερθέρμανση του πλανήτη

καθίστανται οι βασικές αρχές πάνω στις οποίες θεσπίστηκαν μέτρα, νομοθετήθηκαν πολιτικές ανάσχεσης και παγιώθηκαν οικονομικές αξιολογήσεις.

Ως κλίμα δε, χαρακτηρίζεται η 30ετής μέση εποχιακή επανάληψη κοινών μετεωρολογικών δεικτών, όπως π.χ. η θερμοκρασία και η υγρασία. Σε ενεργειακούς όρους ως κλίμα χαρακτηρίζεται ένα θερμοδυναμικό σύστημα που τροφοδοτείται θερμοκρασιακά από τον ήλιο και αποδίδει την πλεονασματική θερμοκρασία ως ακτινοβολία πίσω στο διάστημα (Lierpert, 2010).

Σε μαθηματικούς όρους η ενεργειακή – θερμοδυναμική περιγραφή αυτού του φυσικού φαινομένου μπορεί να αποδοθεί ως εξής:

$$NET = ASR - OLR \approx 0$$

Η διαφορά μεταξύ της απορροφούμενης ηλιακής ενέργειας (ASR - absorbed) και της αποδιδόμενης στο διάστημα ενέργειας (OLR - ongoing) ονομάζεται **«επίδραση του ενεργειακού ισοζυγίου»** του πλανήτη (**radiative forcing, RF**). Σε κανονικές συνθήκες η απορροφούμενη και η αποδιδόμενη ενέργεια είναι ισόποσες και η διαφορά τους είναι, σχεδόν, μηδενική. Το διοξείδιο του άνθρακα και τα παράγωγά του (π.χ. μεθάνιο και οι υδροφθοράνθρακες – fluorocarbons) ως αέρια του θερμοκηπίου κατακρατούσαν, ανέκαθεν, μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας διατηρώντας τη θερμοκρασία του πλανήτη 15 -20° C θερμότερη.

Μερικές φορές οι επικρατούσες συνθήκες επηρεάζουν την ισορροπία αυτή. Σύμφωνα με την καθεστηκυία άποψη, οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου έχουν αυξηθεί ανεξέλεγκτα και η κατακρατούμενη θερμότητα επηρεάζει αρνητικά τη θερμοκρασία του πλανήτη. Η υπερθέρμανση απειλεί άμεσα διάφορα οικοσυστήματα ενώ, εμμέσως, απειλείται και το οικονομικό - κοινωνικό υπόβαθρο της της ανθρώπινης κοινωνίας.

Σε μαθηματικούς όρους το radiative forcing, **RF**, συσχετίζεται με την αλλαγή της θερμοκρασίας επιφανείας της γης, ΔT_s , μέσω των μαθηματικών σχέσεων (Hartman, 1994):

$$C \frac{d\Delta T(t)}{dt} = RF(t) - \frac{\Delta T(t)}{\lambda}$$

Ως C εκλαμβάνεται η ηλιακή θερμότητα που μεταβάλλεται χρονικά και λ αποτελεί το δείκτη κλιματικής ευαισθησίας (climate sensitivity) με τιμές που ποικίλλουν από 25% μέχρι 30% λαμβάνοντας υπόψη παλαιοκλιματικές μετρήσεις και μετρήσεις των θαλασσών.

Η εξίσωση αυτή είναι διαφορική και η λύση της είναι προ καθορισμένη:

$$\Delta T(t) = \lambda RF [1 - \exp(-t/\lambda C)].$$

Αν θεωρήσουμε ότι το μέγεθος RF παραμένει σταθερό στα δισεκατομμύρια έτη της γης και ότι ο χρόνος t βαίνει στο άπειρο, η τελική σχέση ολοκληρώνεται ως εξής:

$$\Delta T_{eq} = \lambda RF.$$

Η σχέση αυτή αποδίδει μαθηματικά αυτό στο οποίο αναφερθήκαμε πιο πάνω ότι η μη αποδιδόμενη στο διάστημα ακτινοβολία, η οποία παραμένει στην ατμόσφαιρα, τροποποιεί το κλίμα επηρεάζοντας τη θερμοκρασία της επιφανείας δεν έχει αποδειχθεί συσχέτιση του RF με άλλες μετεωρολογικές παραμέτρους, όπως π.χ. την υγρασία.

Η τιμή του RF μετρείται στα υψηλότερα σημεία της ατμόσφαιρας (μεταξύ στρατόσφαιρας και τροπόσφαιρας). Συνεπώς, η τιμή του λ, όπως προαναφέρθηκε, καθορίζεται από τις ισχύουσες κλιματολογικές συνθήκες της εποχής που διανύουμε και τις τιμές RF. Σε καμία περίπτωση δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σταθερά λ για μελλοντικές προβλέψεις. Ο συντελεστής ευαισθησίας αποτελεί τρόπο περιγραφής του τρόπου αντίδρασης της Γης όταν οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα διπλασιασθούν και δεν αποτελεί πρόβλεψη για το πότε θα συμβεί αυτό (Lindsey, 2020).

Τα διάφορα, σύνθετης διαμόρφωσης, μετεωρολογικά μοντέλα πρόβλεψης στην προσπάθειά τους να προβλέψουν τη μέγιστη θερμοκρασία της Γης, όταν διπλασιασθούν οι συγκεντρώσεις CO₂ σε σχέση με την προ βιομηχανική περίοδο, αναγκαστικά προβαίνουν σε αναπροσδιορισμό της μεταβλητής λ αυξάνοντας το επίπεδο αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων τους.

Trace gas	Simplified expression Radiative forcing, ΔF (Wm ⁻²)	Constants
CO ₂	$\Delta F = \alpha \ln(C/C_0)$ $\Delta F = \alpha \ln(C/C_0) + \beta(\sqrt{C} - \sqrt{C_0})$ $\Delta F = \alpha(g(C) - g(C_0))$ where $g(C) = \ln(1 + 1.2C + 0.005C^2 + 1.4 \times 10^{-6}C^3)$	$\alpha = 5.35$ $\alpha = 4.841, \beta = 0.0906$ $\alpha = 3.35$
CH ₄	$\Delta F = \alpha(\sqrt{M} - \sqrt{M_0}) - (f(M, N_0) - f(M_0, N_0))$	$\alpha = 0.036$
N ₂ O	$\Delta F = \alpha(\sqrt{N} - \sqrt{N_0}) - (f(M_0, N) - f(M_0, N_0))$	$\alpha = 0.12$
CFC-11 ^a	$\Delta F = \alpha(X - X_0)$	$\alpha = 0.25$
CFC-12	$\Delta F = \alpha(X - X_0)$	$\alpha = 0.32$

Πίνακας 1: Απλοποιημένη μορφή υπολογισμού ΔF

Ειδικότερα η IPCC για τον υπολογισμό της τάσης της RF-radiative Forcing για τα έξι (6) αέρια του θερμοκηπίου, έχει προτείνει ο υπολογισμός να γίνεται βάσει του

παράπλευρου πίνακα (IPCC, Fifth Assessment Report , 2014).

Εδώ τίθεται η πρωταρχική ερώτηση: αν θεωρήσουμε ότι η συγκέντρωση CO₂ κατά το 1750 ήταν 280 ppm ποια θα μπορούσε να είναι η θερμοκρασία επιφανείας του πλανήτη όταν τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα διπλασιασθούν.

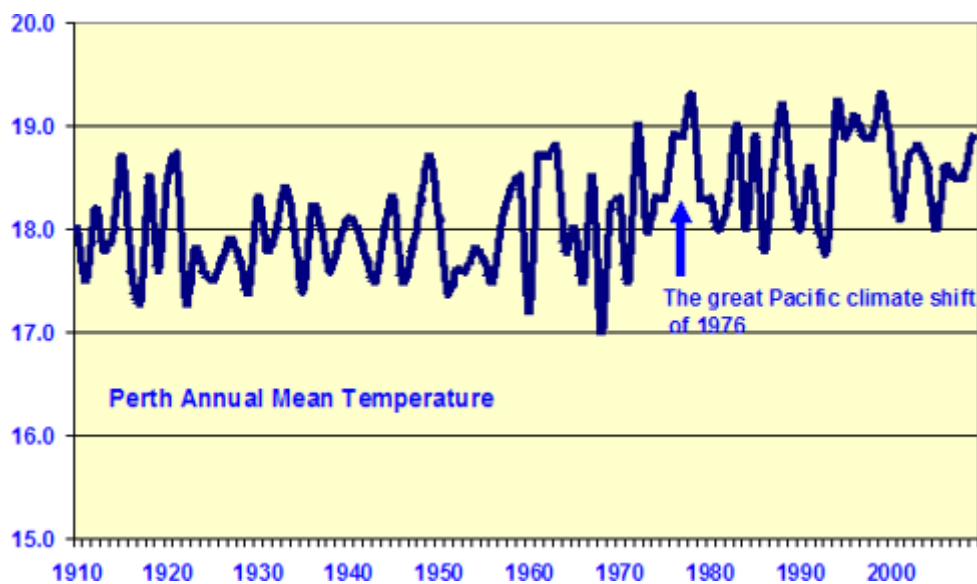
Σύμφωνα με τον ως άνω πίνακα η τάση της ακτινοβολίας ΔF ισούται με:

$$\Delta F = 5,35 * \ln(560/280) = 3,71 \text{ W/m}^2$$

Αντικαθιστώντας την τιμή ΔF στην εξίσωση $\Delta T_s = \lambda * \Delta F$

λαμβάνουμε για τιμή λ = 0,266 (σημερινά διαμορφωμένη τιμή)

Θερμοκρασία επιφανείας ίση με $\Delta T_s = 0,99K$, δηλ. περίπου 1° C. Στην επόμενη γραφική παράσταση θα δούμε την ιστορική αναδρομή της θερμοκρασίας της Γης όπως διαμορφώνεται από μετρήσεις στον Ειρηνικό Ωκεανό (Watts, 2010):



Γράφημα 1: Ιστορική αναδρομή της θερμοκρασίας της Γης

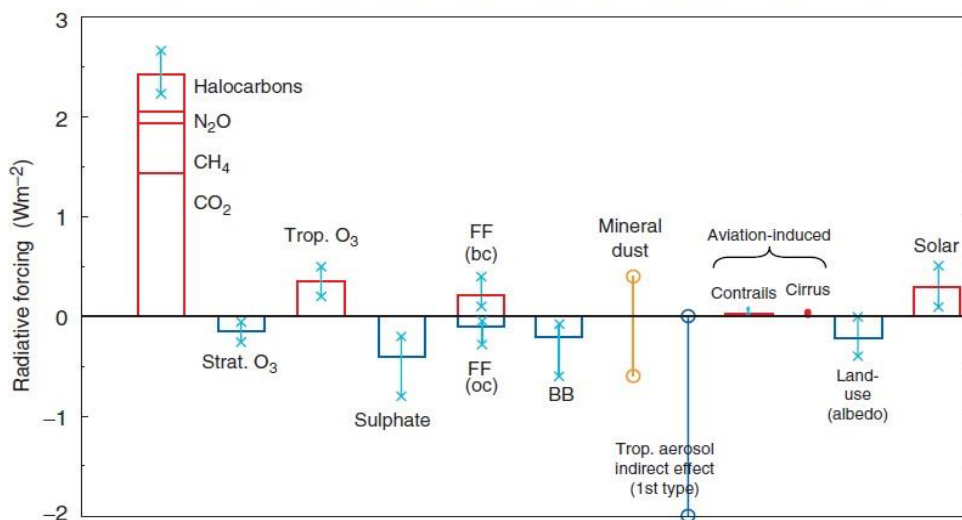
Παρατηρείται ότι το 1976 έχουμε το λεγόμενο Great Pacific climate **shift** με άνοδο της θερμοκρασίας κατά $0,4^{\circ}$ C. Έκτοτε και για τέσσερεις δεκαετίες η τάση αυξομείωσης παραμένει επίπεδη. Η IPCC ισχυρίζεται ότι από τους μεσαιωνικούς χρόνους έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας κατά $0,8^{\circ}$ C. Συνεπώς η αύξηση της θερμοκρασίας από το 1750 (απαρχή της Βιομηχανικής Επανάστασης) είναι λιγότερη από $0,5^{\circ}$ C. **Αποδεικνύεται ότι η συνολική αύξηση της θερμοκρασίας επιφανείας όταν διπλασιασθούν τα επίπεδα CO_2 από το 1750 υπολογίζεται να είναι της τάξης των $1,5^{\circ}$ C.**

Η επεξήγηση, λοιπόν, σύνθετων μετεωρολογικών παραμέτρων έχει αφεθεί σε ένα απλό, μονοδιάστατο μαθηματικό τύπο που, όπως είναι φυσικό έχει και κάποιους περιορισμούς στους οποίους αναφέρεται η ίδια η IPCC στο AR5 (5^η Έκθεση Αξιολόγησης).

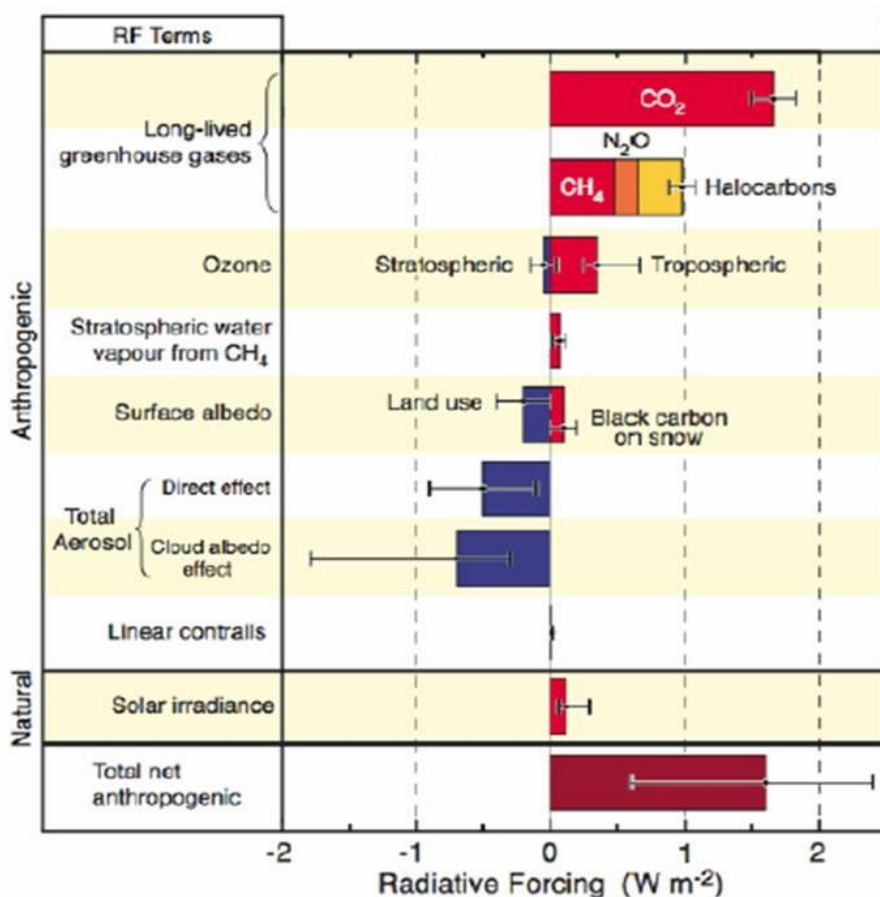
Στην τελευταία Έκθεση Αξιολόγησης (#5) η IPCC προβαίνει στις ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Για συγκεκριμένα αέρια του θερμοκηπίου (CO₂ και N₂O) οι τιμές RF που κυκλοφόρησαν από τον απλό μαθηματικό τύπο που αναφερθήκαμε ανωτέρω, έχουν αναπροσαρμοσθεί προς τα κάτω. Για τα λοιπά παράγωγα του άνθρακα οι τιμές έχουν αυξηθεί.
- Οι τιμές για το O₃ στρατόσφαιρας λειτουργούν κατευναστικά στην υπερθέρμανση του πλανήτη και οι τιμές είναι αρνητικές (στους Πίνακες..... που ακολουθούν διακρίνονται οι παράγοντες που δημιουργούν το RF και πως συνεισφέρουν στην ανατροφοδότηση του κλίματος).
- Αντίστροφη είναι η συνεισφορά του όζοντος που εδράζει στα ανώτερα τμήματα της τροπόσφαιρας.
- Μεγάλη συζήτηση έχει ξεκινήσει για τη χρήση των αερολυμάτων (aerosols) και, κυρίως, τα θειικά, τα οποία λειτουργούν, επίσης, κατευναστικά της υπερθέρμανσης και προσδίδουν αρνητική τιμή στο RF. Στις πρώτες εκθέσεις αξιολόγησης δεν προσμετρήθηκαν τα αερολύματα οπότε και οι προβλεπόμενες θερμοκρασίες και χρόνοι επίτευξης αυτών ήταν μακράν της αλήθειας. Μεγάλο μέρος της δημόσιας διαμάχης οφείλεται σε αυτή την παρατήρηση.
- Η αντανάκλαση της γης (albedo) από χιονισμένες εκτάσεις που έχουν αποψιλωθεί από πυρκαγιές προσδίδουν αρνητικές τιμές.
- Η ηλιακή ακτινοβολία από το 1750 έως σήμερα αγγίζει τα +0,30 W/m² με αβεβαιότητα της τάξης των ± 0,20 W/m²

Global and annual mean radiative forcing (1750 to present)

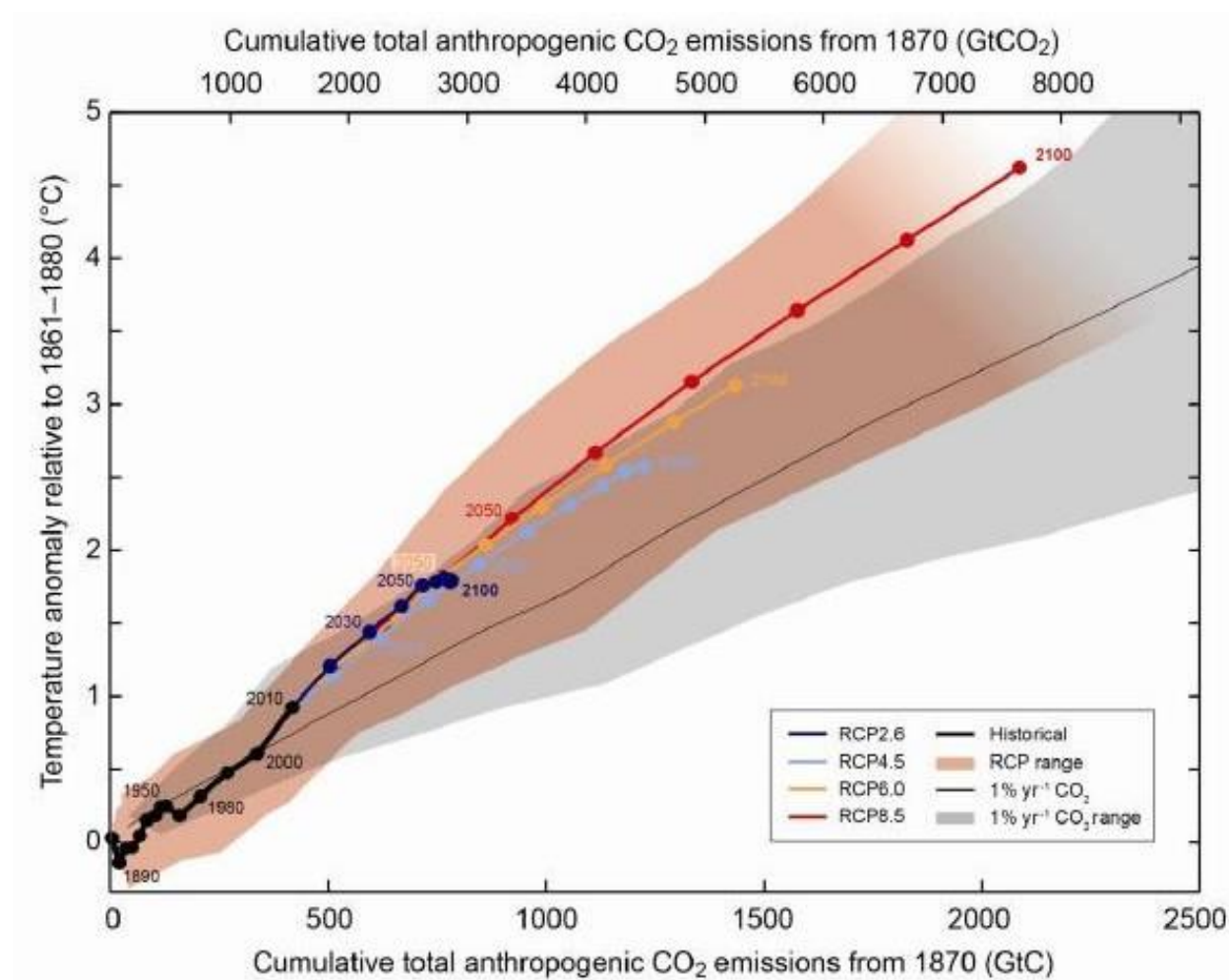


Γράφημα 4: Με κόκκινο παρουσιάζονται οι παράγοντες εκείνοι που συνεισφέρουν στην αύξηση της θερμοκρασίας. Με μπλε όσοι συνεισφέρουν αρνητικά. Πηγή IPCC, 5AR



Γράφημα 5: Εδώ απεικονίζεται η ποσοτική συνεισφορά εκάστου παράγοντα καθώς και η συνολική επιβάρυνση των ανθρωπογενών παραγόντων

Με οριοθετημένους τους φυσικούς παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα δευτερογενώς, η IPCC, κατά την τελευταία έκθεσή της προβαίνει στην επεξεργασία σεναρίων με σκοπό την οριοθέτηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (carbon budget) για να παραμείνει η πλανητική θερμοκρασία εντός των αποδεκτών ορίων. Τα σενάρια επεξεργάζονται περιπτώσεις όπου οι εκπομπές άνθρακα βαίνουν μειούμενες μέχρι το 2030, αυξάνονται με ρυθμό 1% ανά έτος μέχρι το 2030 ή και σενάρια όπου οι εκπομπές βαίνουν ανεξέλεγκτα (business as usual). Τα σενάρια παρουσιάζονται στο επόμενο Γράφημα 4 (IPCC, Fifth Assessment Report , 2014).



Γράφημα 6: Συγκεντρωτικές ποσότητες CO₂ ανθρωποκεντρικού χαρακτήρα

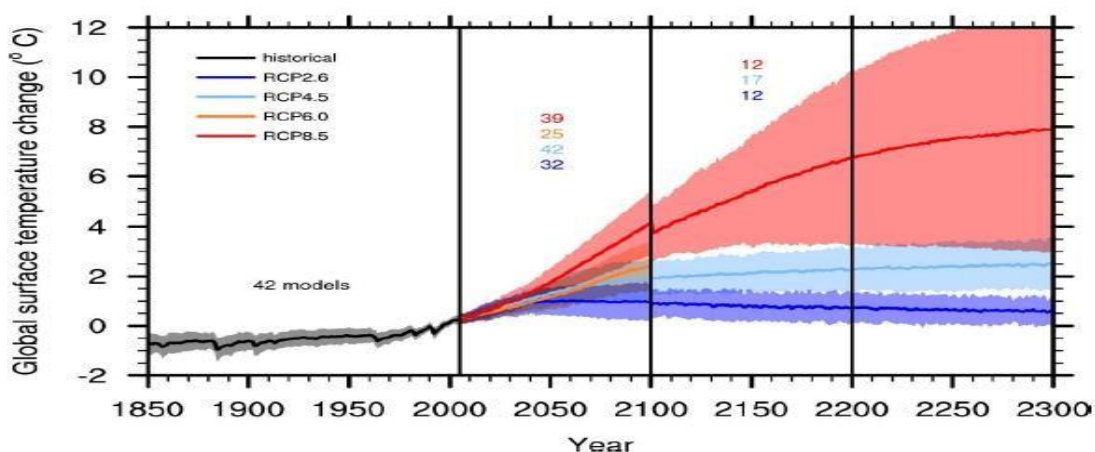
Συμπερασματικά αναφέρουμε:

- **Ακόμη και μηδενικές εκπομπές CO₂ οδηγούν σε σταθερές θερμοκρασίες επιφανείας. Η κλιματική αλλαγή επιμένει για πολλούς αιώνες**
- **Ανεξαρτήτων σεναρίων το 15-20% των εκπομπών άνθρακα παραμένουν**

στην ατμόσφαιρα για τουλάχιστον 100 χρόνια

- Η Μεταβατική Κλιματική Ανταπόκριση σε σωρευτικές εκπομπές C είναι Μ.Κ.Α = αύξηση θερμοκρασίας περί τους 0,8 – 2,5ο C ανά 1.000 Pg (1Pegaton = 1.000 Gt)
- Κάθε μεταβολή της θερμοκρασίας υποδηλοί μία μέγιστη σωρευτική εκπομπή C
- Λαμβάνοντας υπόψη την ιστορική αναδρομή των εκπομπών άνθρακα απαιτείται μια μέγιστη ποσότητα 270 Gt C (= 3,67 για CO₂, δηλ. 990 Gt CO₂) αν επιθυμούμε η παγκόσμια μέση θερμοκρασία να μην υπερβεί του 2ο C
- Με τις σημερινές εκπομπές αυτό το όριο φθάνει για τις επόμενες τρεις δεκαετίες
- Συνεπώς με την τεχνολογία αφαίρεσης του CO₂ να βρίσκεται σε εμβρυακή κατάσταση κάθε υπέρβαση των σωρευτικών maxima θέτει σε κίνδυνο τις επόμενες γενιές

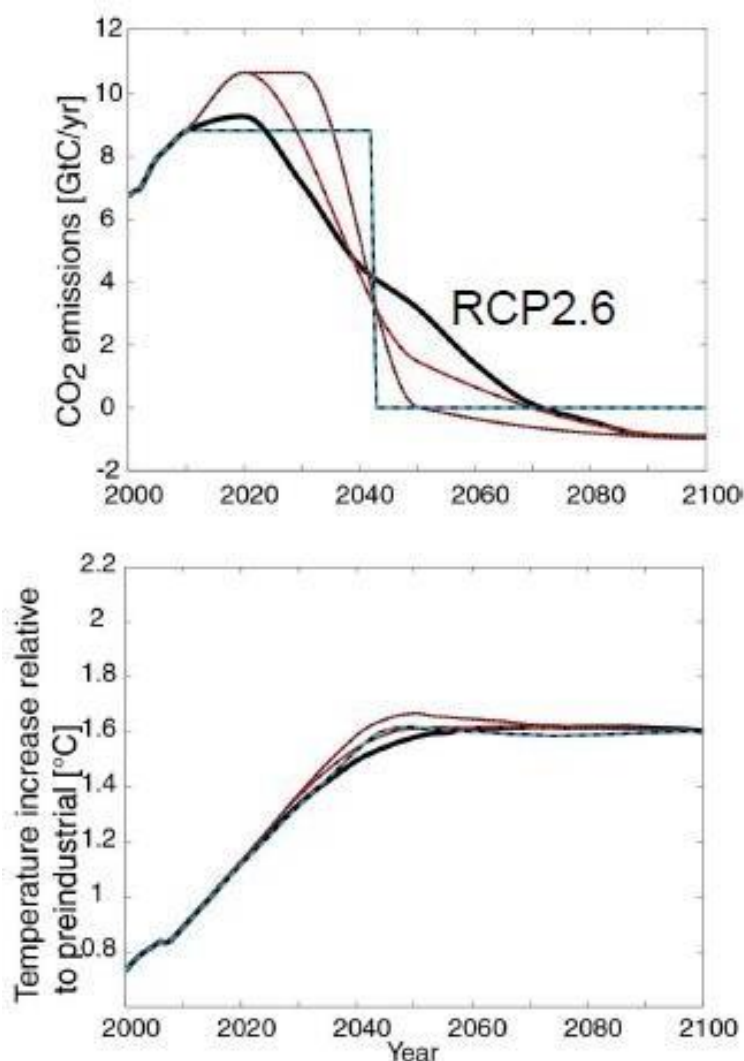
Μόνο το σενάριο RCP2.6 προβλέπει θερμοκρασιακές αυξήσεις λιγότερες από 2°C, όπως παρουσιάζεται στο επόμενο Γράφημα 5:



Γράφημα 7: Θερμοκρασιακές αυξήσεις λιγότερες από 2 °C

Όπως θα διαπιστώσουμε και στο επόμενο Γράφημα 6 του σεναρίου RCP2.6 η υπερθέρμανση δεν εξαρτάται από το προφίλ των εκπομπών αλλά από τις ποσότητες που εκπέμπονται. Επίσης, είναι πασιδηλο ότι αν και υπάρχει ολιστική ανάσχεση των

εκπομπών άνθρακα (net zero) το 2040 εντούτοις η θερμοκρασιακή καμπύλη παραμένει επίπεδη μέχρι το 2100 (IPCC, Fifth Assessment Report , 2014).



Γράφημα 8: Αύξηση CO₂ και θερμοκρασίας σε σχέση με την προ βιομηχανική εποχή

Συμπερασματικά καταλήγουμε ότι:

- Οι σωρευτικές συγκεντρώσεις του CO₂ σε μεγάλο βαθμό θα καθορίζουν τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία εδάφους μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα αλλά και μετέπειτα. Πολλές πτυχές της κλιματικής αλλαγής θα παραμένουν ενεργές για πολλούς αιώνες μετά τη διακοπή των εκπομπών
- Περιορίζοντας την κλιματική αλλαγή απαιτείται ουσιαστική και βιώσιμη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου – πολιτικές αποφάσεις – σε κάθε περίπτωση η μείωση ή έστω και η διατήρηση της θερμοκρασίας σε αυτά

τα επίπεδα προϋποθέτει σχεδόν μηδενικές εκπομπές άνθρακα

- Κάθε τόνος CO₂ προκαλεί τη ίδια ποσότητα θέρμανσης ανεξάρτητα του που ή πως εκπέμπεται
- Λύσεις που εμπεριέχουν χαμηλούς στόχους για μείωση των εκπομπών δείχνουν υψηλές συγκεντρώσεις την επόμενη δεκαετία. Η καθυστέρηση λήψης μέτρων θα δεσμεύσει τις επόμενες γενιές με ριζικότερες μειώσεις, με μεγαλύτερο κόστος σε δαπάνες και τεχνολογία

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

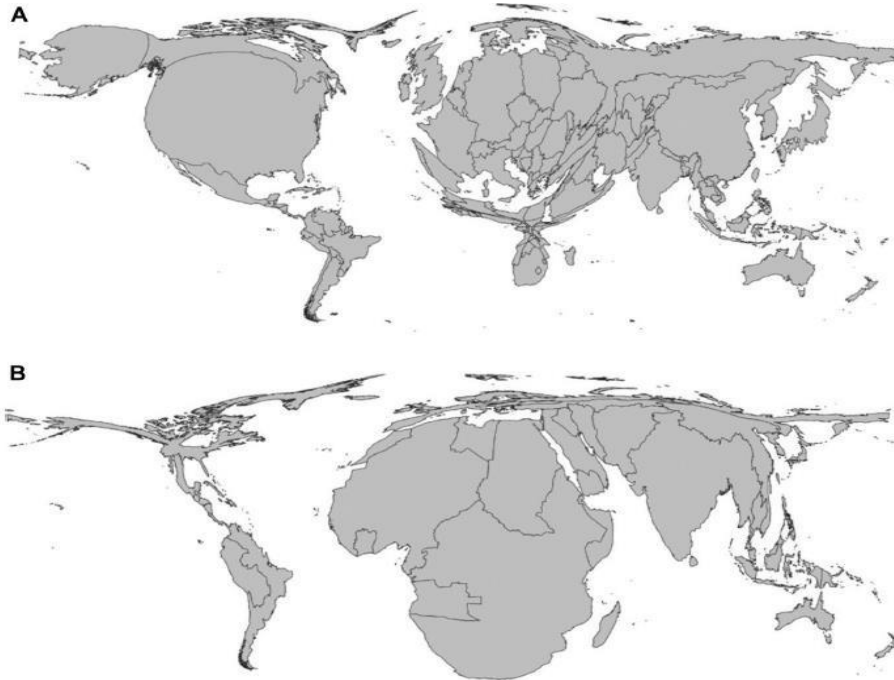
Η κλιματική αλλαγή με την περιβαλλοντική υποβάθμιση που προοιωνίζει επηρεάζει δυσανάλογα αρνητικά όχι μόνο τις αναπτυσσόμενες χώρες με χαμηλά Α.Ε.Π. αλλά και φτωχούς πληθυσμούς οι οποίοι διαβιούν σε αναπτυγμένες χώρες.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις (υψηλές θερμοκρασίες, υπερβολική υγρασία ή ξηρασία κατά περίπτωση, αύξηση της στάθμης των θαλασσών κ.λπ.) θα επηρεάσουν και επηρεάζουν την αγροτική παραγωγή, την πρόσβαση σε πόσιμο νερό, την παραγωγικότητα, την.. «περιβαλλοντική μετανάστευση» αφού κάποιες γεωγραφικές ενότητες θα χαρακτηρισθούν μη κατοικήσιμες προκαλώντας ασθένειες που σχετίζονται με τα τρόφιμα, τις αερομεταδιδόμενες διαταραχές, τα αναπνευστικά προβλήματα, τον υποσιτισμό, τη βία.

Η κοινωνική αδικία που υπάρχει σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο πρόκειται να υπερμεγεθυνθεί αφού οι χώρες με τη χαμηλότερη συνεισφορά εκπομπών CO₂ επηρεάζονται περισσότερο από εκείνες τις χώρες που παράγουν περισσότερο αλλά και το κόστος προσαρμογής στις νέες συνθήκες θα είναι αβάσταχτο για αυτές τις χώρες (Levy, 2015).

Αυτές οι δυσμενείς καταστάσεις απειλούν άμεσα δικαιώματα που έχουν ενσωματωθεί στην Παγκόσμια Συνθήκη των Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων, όπως αυτά της ασφάλειας, εκείνα που συνδέονται με τις ελάχιστες προϋποθέσεις ενός συμβατού επιπέδου ζωής, το δικαίωμα πρόσβασης σε τρόφιμα, νερό, στέγαση, ιατρική φροντίδα, καθώς και τις απαραίτητες κοινωνικές υπηρεσίες. Εν κατακλείδι απειλούν πολιτικά και αστικά δικαιώματα (Nations, 1948).

Στο επόμενο Διάγραμμα 1 διακρίνουμε στο επίπεδο A τις γεωγραφικές αναλογίες των χωρών που παράγουν αέρια του θερμοκηπίου σε σχέση με τις αναλογίες των χωρών που δέχονται αυτές τις επιπτώσεις (Επίπεδο B) (Patz, 2007).



Διάγραμμα 1: Γεωγραφικές αναλογίες των χωρών που παράγουν αέρια του θερμοκηπίου

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε πέντε (5) περιπτώσεις – αιτιολογήσεις που καταδεικνύουν περίτρανα ότι η κλιματικά αλλαγή πρέπει να θεωρηθεί ως, πρωτίστως, κοινωνικό πρόβλημα: (Byrd, 2014)

1. Οι μικροκαλλιεργητές. Οι μικρές αγροτικές μονάδες αγωνιούν να πετύχουν δίκαιες τιμές για τα αγαθά τους παλεύοντας με τα καιρικά φαινόμενα, τα πλείστα παράσιτα καθώς και τον ανταγωνισμό των μεγάλων υπερεθνικών μονάδων αγροτικής παραγωγής. Οι κλιματολογικές συνθήκες θα ωθήσουν τους μικροκαλλιεργητές στην αναζήτηση νέων προτύπων καλλιέργειας με δυσανάλογα κόστη επηρεάζοντας έτσι το μέλλον των οικογενειών τους, την οικονομικοκοινωνική διατάραξη των μικρών κοινωνιών, την συνεπαγόμενη αύξηση τιμών καθώς και την έλλειψη τροφίμων
2. Φτωχοί αγρότες και αστοί. Περίπου 1 δισεκατομμύριο άνθρωποι ζουν σε καταστάσεις ακραίας φτώχειας και εξαρτώνται άμεσα από το φυσικό τους περιβάλλον για επιβίωση. Η φτώχεια και η αδικία που με δυσκολίες προσπαθούμε να εξαλείψουμε με την κλιματική αλλαγή τα πράγματα θα χειροτερέψουν περισσότερο. Οι άνθρωποι αυτοί δεν έχουν τους πόρους να αντιμετωπίσουν καταστάσεις όπως πλημμύρες, ξηρασίες, με το γεγονός ότι, ίσως χρειασθεί να επαναπατριθούν σε άλλες περιοχές αλλάζοντας ριζικά τον παραδοσιακό τους τρόπο ζωής. Στο ίδιο μοτίβο φτωχές γειτονιές σε μεγαλουπόλεις υποφέρουν από τη ρύπανση η οποία χειροτερέψει με την υπερθέρμανση. Οι κατοικίες τους έχουν κατασκευασθεί από υλικά τα οποία σε επίπεδο μόνωσης δεν προσφέρουν τις δυνατότητες που έχουν τα νέα υλικά και οι τεχνολογίες.
3. Ανισόρροπη ικανότητα προσαρμογής. Ο αναπτυσσόμενος κόσμος ο οποίος στερείται των βασικών υποδομών και χρηματοδοτήσεων, σήμερα το μεγαλύτερο μέρος των πόρων που διαχειρίζεται θα στραφεί από την εξάλειψη της φτώχειας και της αδικίας στη κατασκευή απαιτούμενων υποδομών (π.χ.

κατασκευή τοιχίων αντιστήριξης από πλημμυρικά φαινόμενα, αρδευτικά έργα κ.λπ.) αντί για την ανέγερση σχολείων.

4. Γυναίκες, παιδιά και ηλικιωμένοι θα γίνουν πιο ευάλωτοι. Γυναίκες και παιδιά σε αγροτικές περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή καυσόξυλων και νερού, των οποίων η αφθονία θα ελαχιστοποιηθεί με αποτέλεσμα να απαιτούνται περισσότερες ανθρωποώρες αλλά και περισσότερη εργασία από μέρους τους. Τόσοι οι πιο ηλικιωμένοι αλλά και τα παιδιά θα είναι πιο επιρρεπή σε ασθένειες που θα σχετίζονται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Φυσικά δεν θα πρέπει να αποκλείσουμε και τη ψυχολογική πίεση των γυναικών να προσφέρουν στις οικογένειές τους κάτω από αυτές τις ακραίες καταστάσεις.
5. Κοινωνίες θα αναγκασθούν να μετεγκατασταθούν. Πολλές τοπικές κοινωνίες θα αναγκασθούν να μετακινηθούν σε άλλες περιοχές λόγω της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας, της ξηρασίας, των συχνών και καταστροφικών βροχοπτώσεων. Ήδη από το 2014 χωριά στο Φίτζι έχουν αρχίσει και μετακινούνται σε υψηλότερα σημεία λόγω της ανόδου των υδάτων. 34 ακόμη χωριά είναι έτοιμα να μετεγκατασταθούν. Το Κιριμπάτι, ένα νησί στον Ειρηνικό, έχει αγοράσει εκτάσεις στο Φίτζι για τη μετεγκατάσταση. Αυτό σημαίνει ότι ο τρόπος ζωής αυτών των λαών που υπήρξε μέχρι σήμερα θα αλλάξει για πάντα.

Επειδή τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής δεν είναι μόνο περιβαλλοντικά αλλά οικονομικά και κοινωνικά θα χρειασθεί οι νέες πολιτικές να αναλάβουν μια ολιστική προσέγγιση ξεπερνώντας μικροσυμφέροντα και στερεότυπες/καθεστωτικές καταστάσεις. Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι ένα τεράστιο έργο, χωρίς προηγούμενο στην ανθρώπινη ιστορία, το οποίο απαιτεί ιδιαίτερους χειρισμούς αποχαιρετώντας της επικρατούσα άποψη ότι ο άνθρωπος είναι μια ξεχωριστή οντότητα που δεν αγγίζεται από το περιβάλλον (Byrd, 2014).

Ακολουθεί ο Πίνακας 2, στον οποίο διακρίνονται οι επιπτώσεις σε γενικότερες κατηγορίες εμπλοκής στην κλιματική αλλαγή και σε ποιο βαθμό επηρεάζονται τα συστήματα αυτά (IPCC, Fifth Assessment Report , 2014).

Impacts	Chapter 3 Section	1.5°C	2°C	Sustainable Development Goals (SDGs) More Easily Achieved when Limiting Warming to 1.5°C
Water scarcity	3.4.2.1	4% more people exposed to water stress	8% more people exposed to water stress, with 184–270 million people more exposed	SDG 6 water availability for all
	Table 3.4	496 (range 103–1159) million people exposed and vulnerable to water stress	586 (range 115–1347) million people exposed and vulnerable to water stress	
Ecosystems	3.4.3, Table 3.4	Around 7% of land area experiences biome shifts	Around 13% (range 8–20%) of land area experiences biome shifts	SDG 15 to protect terrestrial ecosystems and halt biodiversity loss
	Box 3.5	70–90% of coral reefs at risk from bleaching	99% of coral reefs at risk from bleaching	
Coastal cities	3.4.5.1	31–69 million people exposed to coastal flooding	32–79 million exposed to coastal flooding	SDG 11 to make cities and human settlements safe and resilient
	3.4.5.2	Fewer cities and coasts exposed to sea level rise and extreme events	More people and cities exposed to flooding	
Food systems	3.4.6, Box 3.1	Significant declines in crop yields avoided, some yields may increase	Average crop yields decline	SDG 2 to end hunger and achieve food security
	Table 3.4	32–36 million people exposed to lower yields	330–396 million people exposed to lower yields	
Health	3.4.5.1	Lower risk of temperature-related morbidity and smaller mosquito range	Higher risks of temperature-related morbidity and mortality and larger geographic range of mosquitoes	SDG 3 to ensure healthy lives for all
	3.4.5.2	3546–4508 million people exposed to heat waves	5417–6710 million people exposed to heat waves	

Πίνακας 2: Επιπτώσεις σε οικοσυστήματα

Όμως πόσο έτοιμη είναι η κοινωνία μας να απεξαρτηθεί από τη χρήση ορυκτών καυσίμων όπως πετρέλαιο ή γαιάνθρακες.

Το 1988 η Μάργκαρετ Θάτσερ, σε ομιλία της σε επιστημονικό συνέδριο διατύπωσε την άποψη: «Για γενιές υποθέταμε ότι οι προσπάθειες της ανθρωπότητας δεν θα διατάραζαν ποτέ τη θεμελιώδη ισορροπία του πλανήτη ή της ατμόσφαιράς του. Βιώσιμη ευημερία μπορεί να επιτευχθεί με την προϋπόθεση ότι θα προστατεύσουμε το περιβάλλον του οποίου η ισορροπία θα αποτελέσει και τη μεγαλύτερη πρόκληση του τέλους του 20^{ου} αιώνα». Η ομιλία αυτή δόθηκε σε μια εποχή όπου η Κίνα απελευθέρωνε την οικονομία της, το Απαρτχάιντ έπνεε τα λοίσθια, ο Ψυχρός Πόλεμος βιάδιζε προς το τέλος του με την ήττα της Σοβιετικής Ένωσης. Παντού έμελλε να επικρατήσει ο νόμος της ελεύθερης αγοράς. Μέσα σε πέντε χρόνια η ελεύθερη, λεγόμενη αγορά είχε επεκταθεί σε τρία δισεκατομμύρια ανθρώπους.

Οι οικονομικοί ρυθμοί ανάπτυξης του δυτικού κόσμου φαινόντουσαν στατικοί μπροστά στους αναδυόμενους οικονομικούς γίγαντες των νέων οικονομιών. Μάλιστα ήταν η Κίνα αλλά και η Ινδία που στήριξαν το κόσμο κατά την ύφεση που ακολούθησε το 2008 και καθιερώθηκαν ως οι μηχανές της ανάπτυξης. Όλα αυτά, βέβαια, θα ερχόντουσαν και με κάποιο τίμημα: το πρώτο θα ήταν η κυριαρχία του κεφαλαίου έναντι της εργασίας. Με όλη αυτή τη φθηνή διαθέσιμη εργασία οι εργοδότες μπορούσαν να ξεφύγουν χωρίς να πληρώνουν. Το δεύτερο τίμημα είχε να κάνει με το φορτίο που δέχθηκε ο πλανήτης ως αντιστάθμισμα της ευημερίας (Elliot, 2015).

Οι κυβερνήσεις καθώς και όλοι όσοι νομοθετούν έχουν εκτός από τη διαφύλαξη του περιβάλλοντος και άλλες προτεραιότητες που θα τους εξασφαλίσουν και τη μελλοντική τους επανεκλογή, όπως τη μείωση της ανεργίας, την αύξηση του βιοτικού επιπέδου του κοινωνικού συνόλου. Φυσικά και οι πολιτικοί δεν είναι υπέρ της οικολογικής αυτοκτονίας αλλά γνωρίζουν πολύ καλά ότι ανάπτυξη και καπιταλισμός στέκονται εμπόδιο σε οποιαδήποτε κουβέντα ελαχιστοποίησης της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων. Άλλωστε η αύξηση του βιοτικού επιπέδου επήλθε με τη βιομηχανική επανάσταση.

Αλλά η οικονομία της επεκτατισμού και της απληστίας εξεταζόμενη συνδυαστικά με την αύξηση του πληθυσμού, βοήθησε στο να δημιουργηθούν προβλήματα τα οποία δεν θα μπορούσαν να προβλεφθούν στο τέλος του 18^{ου} αιώνα όπου ο πληθυσμός της γης ανέρχεται σε λιγότερο από 1 δις ανθρώπους. Σήμερα υπάρχουν 7 δις. Η ενέργεια που χρειάζεται έχει εξαπλασιασθεί από το 1960 έξι φορές. Το 90% της ενέργειας προέρχεται από ορυκτά καύσιμα και η παγκόσμια θερμοκρασία από την προ βιομηχανική περίοδο έχει αυξηθεί 1,2° C (Elliot, 2015).

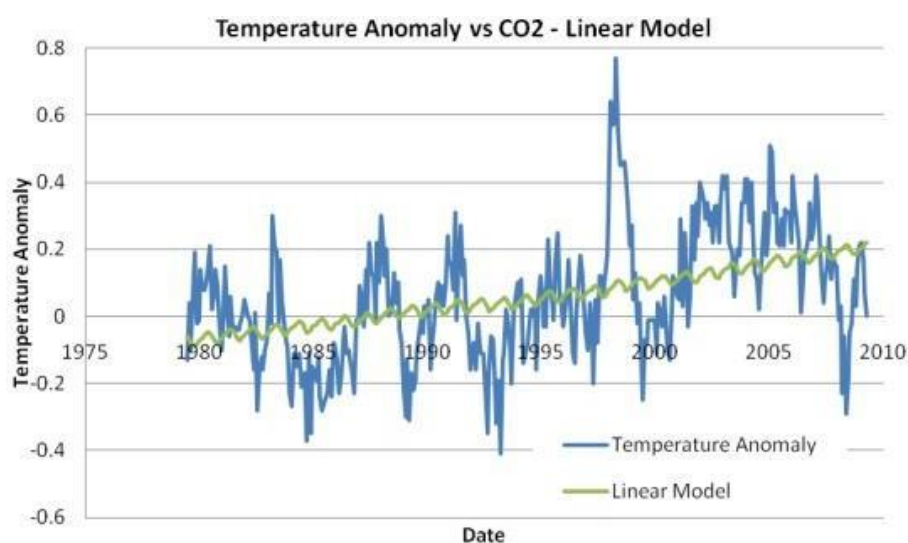
Κατά άλλους η ανακοπή της ανάπτυξης θεωρείται πράξη απόγνωσης έξω από την πραγματικότητα. Η ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί με την **από ανθρακοποίηση** της βιομηχανίας και δίνουν μεγάλη έμφαση στις νέες τεχνολογίες. Υπάρχει η δυνατότητα ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος την ίδια στιγμή με γνώμονα τη συνέχιση της οικονομικής δραστηριότητας σε σχέση με την ποιότητα του αέρα, των λιγότερο πυκνοκατοικημένων πόλεων. Αν αναζητούμε κάτι τέτοιο εις βάρος της ανάπτυξης και αν δεν μπορούμε να σπάσουμε τη σχέση ανάμεσα στην οικονομική δραστηριότητα και τις εκπομπές δεν θα μπορέσουμε ποτέ να λύσουμε το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Τρεις τρόποι υπάρχουν για να συντελεστεί η μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα (footprint): να μειωθεί η ατομική κατανάλωση, να μειωθεί ο αριθμός των ανθρώπων ή να μετατραπεί και καταστεί κάθε μονάδα ανάπτυξης λιγότερο επιρρεπή στον άνθρακα και τα παράγωγά του. Χρειάζεται **νέα τεχνολογία** που θα αποτελέσει και τον κινητήριο μοχλό της νέας ανάπτυξης (Stern, 2006).

Η κοινή γνώμη σίγουρα δεν συμφωνεί με την άποψη να χρηματοδοτηθούν περισσότερο οι τρίτες χώρες. Οι χώρες αυτές (Αφρική για παράδειγμα) διαθέτουν ανεξάντλητες πηγές ορυκτών καυσίμων τα οποία και σύντομα πρόκειται να εκμεταλλευθούν για την ανάπτυξή τους. Θα μπορούσαμε να εξάγουμε όλη τη διαθέσιμη νέα, πράσινη τεχνολογία που διαθέτουμε προς αυτές τις χώρες ως μια ύστατη προσπάθεια απομείωσης των συνολικά παραγόμενων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Ο ΟΗΕ, αυτή τη στιγμή επιδοτεί την προσαρμογή στις νέες προσαγές της κλιματικής αλλαγής με 1 δις δολάρια ετησίως. Θα έπρεπε το ποσό αυτό να πολλαπλασιαστεί, τουλάχιστον, 10 φορές (Helm, 2009).

Πάλι ο Helm υποστηρίζει ότι υπάρχουν τρεις τρόποι να από εξαρτηθεί η οικονομία μας από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων: Ο πρώτος τρόπος είναι να βάλεις τους καταναλωτές να πληρώσουν τις συνέπειες, ο δεύτερος είναι για τα επόμενα 15-20 χρόνια να γίνεται μετάβαση από την καύση γαιανθράκων στη καύση φυσικού αερίου. Το φυσικό αέριο είναι ορυκτό καύσιμο αλλά εκπέμπει τις μισές καταναλώσεις CO₂ σε σχέση με το γαιάνθρακα. Ο τρίτος τρόπος απομείωσης του CO₂ αποτελεί η επένδυση σε νέες τεχνολογίες. Αν ο κόσμος δεν πετύχει την ομαλή μετάβαση στη νέα εποχή και τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας τότε η κοινωνία μας θα ομοιάζει με την Κούβα την εποχή που η Σοβιετική Ένωση σταμάτησε τη βοήθεια και άρχισε το δυτικό εμπάργκο προς αυτήν.

ΟΙ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟΙ ΡΥΘΜΟΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΥΠΕΡΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ CO₂ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΟΧΙ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΑ

Στο επόμενο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η θερμοκρασιακή διακύμανση στην περιοχή Mauna Loa της Χαβάης που βασίσθηκε σε δορυφορικά δεδομένα.



Διάγραμμα 2: Θερμοκρασίας σε συνάρτηση του χρόνου για την περιοχή Mauna Loa. Πηγή; Lon Hocker

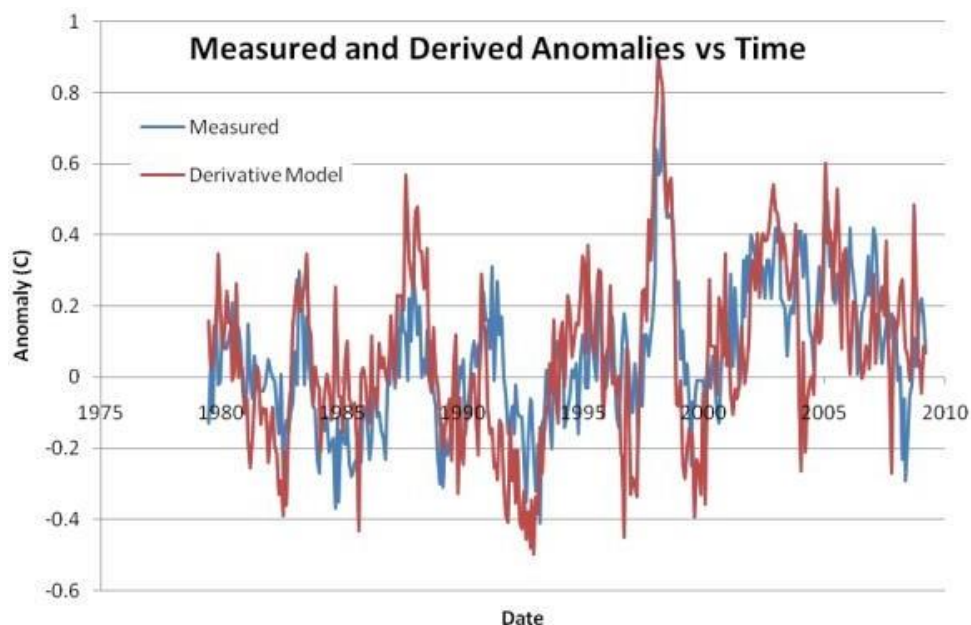
Κατά την περίοδο 1996-97 εμφανίσθηκε μια ακόμη μορφή μετεωρολογικής διαταραχής με την επιστημονική ονομασία El Nino. Επίσης, στο ίδιο διάγραμμα εμφανίζεται και ως πράσινη γραμμή η συγκέντρωση CO₂. Μεταξύ του ιστορικού διαγράμματος της θερμοκρασιακής ροής και της συγκέντρωσης διοξειδίου υπήρχε μια γραμμική (α' βαθμού) μαθηματική εξίσωση που συνέδεε τα δύο δεδομένα, ως εξής:

$$\text{Θερμοκρασία} = (\text{CO}_2 - 350) / 180$$

Στην προσπάθεια να βελτιστοποιηθεί ο παραπάνω τύπος για να μπορέσει να δείξει τις εξαμηνιαίες διακυμάνσεις του άνθρακα, προέκυψε η σχέση:

$$\text{Θερμοκρασία} = (\text{CO}_2(n+6) - \text{CO}_2(n-6)) / (12 * 0.22) - 0.58 \text{ (Hocker, 2010)}$$

Με την εφαρμογή αυτής της προσθήκης τα δεδομένα, τώρα, παρουσιάζονται επικαιροποιημένα στο επόμενο Διάγραμμα 3:

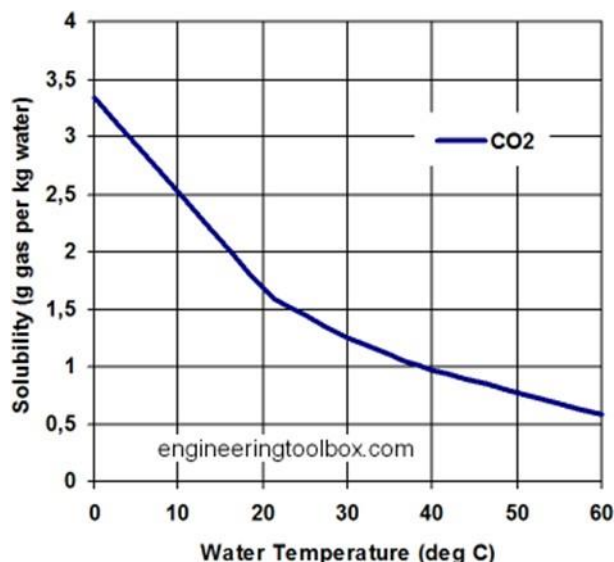


Διάγραμμα 3: Επικαιροποιημένη εκδοχή θερμοκρασίας – Mauna Loa. Πηγή: Lon Hocker

Εδώ βλέπουμε ότι η γραμμική μαθηματική σχέση ακολουθεί τη θερμοκρασιακό διάγραμμα πιστά, ακόμη και κατά τη διαταραχή που προκάλεσε το El Nino, το 1996-97 αλλά και παλαιότερα το 1987. **Το φαινόμενο αυτό (El Nino) ήταν γνωστό από τις αρχές του περασμένου αιώνα και δεν μπορεί κάποιος να ισχυρισθεί ότι το φαινόμενο αυτό προκλήθηκε από την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα.** Συνεπώς το διοξείδιο του άνθρακα αύξησε την ατμοσφαιρική του συγκέντρωση ταυτόχρονα με την αύξηση της θερμοκρασίας που επέβαλε το El Nino. Το ίδιο μαθηματικό μοντέλο παρακολουθεί πολύ καλά τη θερμοκρασιακή ανωμαλία του Mauna Loa από μετρήσεις από τη γη (χωρικά δεδομένα ENSO). Συνεπώς λαμβάνοντας δεδομένα από δύο εξωτερικές και αξιόπιστες πηγές (δορυφόρος και δεδομένα ENSO) **παρατηρήθηκε αύξηση της γήινης θερμοκρασίας που προκλήθηκε από το φαινόμενο El Nino.**

Η επόμενη ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί είναι πως η αύξηση της θερμοκρασίας από μετεωρολογικές διαταραχές μπορεί να αυξήσει τη

συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Για το λόγο αυτό παρατηρούμε από το επόμενο διάγραμμα ότι η διαλυτότητα του CO₂ στο νερό είναι αντιστρόφως ανάλογη της αύξησης της θερμοκρασίας.



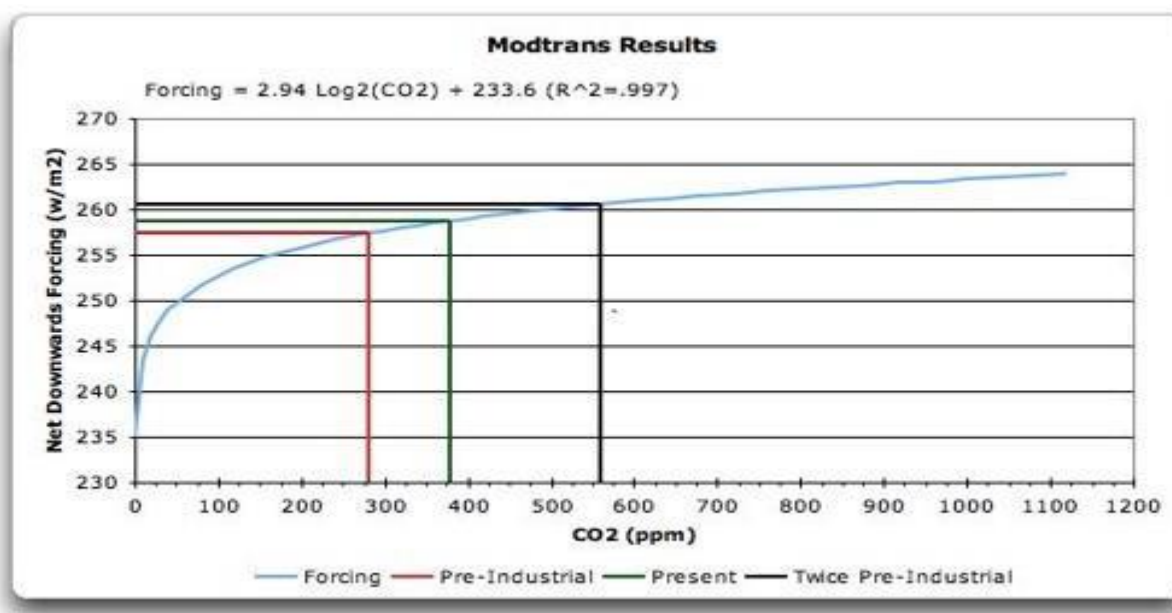
Διάγραμμα 4: : Διαλυτότητας CO₂ vs Θερμοκρασία νερού. Πηγή: Lon Hocker

Η διαλυτότητα του άνθρακα στο θαλάσσιο νερό είναι διαφορετική χωρίς, όμως, να αποκλίνει ιδιαίτερα από τα πραγματικά στοιχεία. Στην ατμόσφαιρα υπάρχουν 7.120 δισ. τόνοι CO₂ σε σχέση με τη θάλασσα που υπάρχουν 36.000 δισ., τόνοι. **Αυξάνοντας τη θερμοκρασία της θάλασσας 1° C μειώνεται η διαλυτότητα του διοξειδίου του άνθρακα κατά 4%, δηλ. απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα 1.440 δισ. τόνοι οι οποίοι εσφαλμένα από την IPCC θεωρούνται ότι συμβάλλουν στην αύξηση της RF. Για να προκληθεί μια αύξηση της θερμοκρασίας 63% από την προβιομηχανική εποχή και λαμβάνοντας υπόψη το ρυθμό διαλυτότητας του CO₂ στη θάλασσα, θα χρειαζόνταν 230 χρόνια (Hocker, 2010).**

Η ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΆΝΘΡΑΚΑ

Τα αέρια του θερμοκηπίου κρατούν τη Γη 30° C θερμότερη απ' ό τι θα ήταν χωρίς τη παρουσία αυτών των αερίων, δηλ. από -15° η μέση θερμοκρασία της Γης είναι γύρω στους 15° C. Το διοξείδιο του άνθρακα ευθύνεται για το 10% αυτής της επίδρασης, δηλ. συνεισφέρει στο ευεργετικό ζέσταμα του πλανήτη περί του 3° C. Η συγκέντρωση του CO₂ θερμοκρασίας. Αυτό σημαίνει ότι κάθε 50 χρόνια θα είχαμε αύξηση 100 ppm CO₂ με αποτέλεσμα η Γη να είχε ψηθεί μέχρι σήμερα και σύμφωνα με τις προσαγές της ICPP (Watts, 2010).

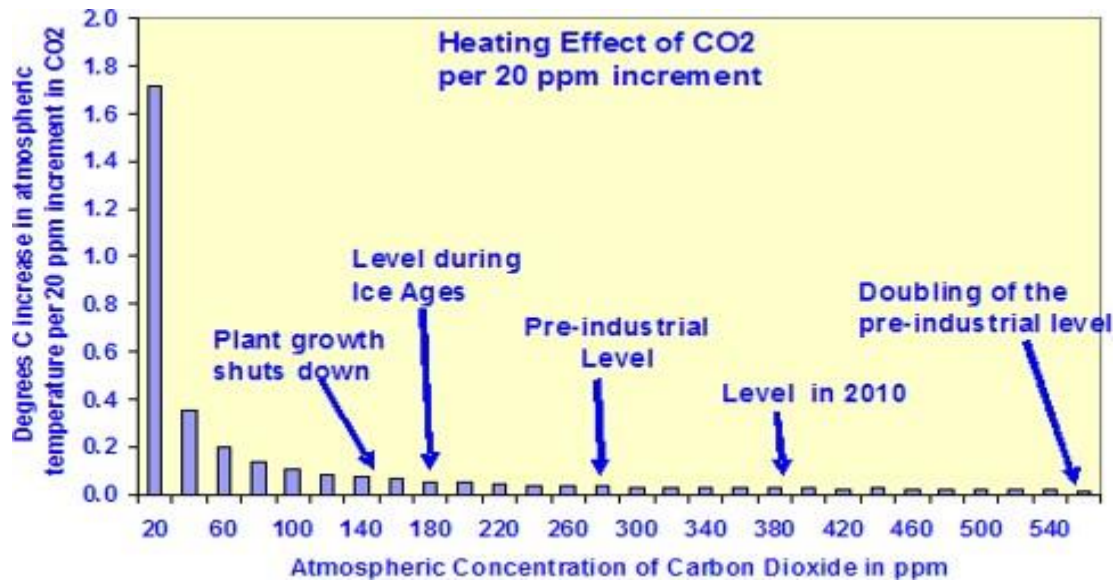
Το 2006 ο Willis Eschenbach παρουσίασε τη καμπύλη του CO₂ σε σχέση με το RF η οποία και παρουσιάζεται ακολούθως (πηγή: David Archibald)



Γραφική Παράσταση 1: Προβιομηχανικής Περιόδου

Από τη Γραφική Παράσταση 1 διαφαίνεται ότι το RF κατά την προβιομηχανική περίοδο ήταν περί τα 257,5 W/m² ενώ κατά το διπλασιασμό (δηλ. 560 ppm) η λογαριθμική καμπύλη προβλέπει 261,0 W/m² ή αύξηση της τάξης των 1,5% που δεν δικαιολογεί αυξήσεις στη θερμοκρασία κατά 5-6° C.

Αν αλλάξουμε τη Γραφική Παράσταση 2 και αντικαταστήσουμε με ράβδους τότε θα πάρουμε την ακόλουθη γραφική παράσταση (Πηγή:David Archibald)



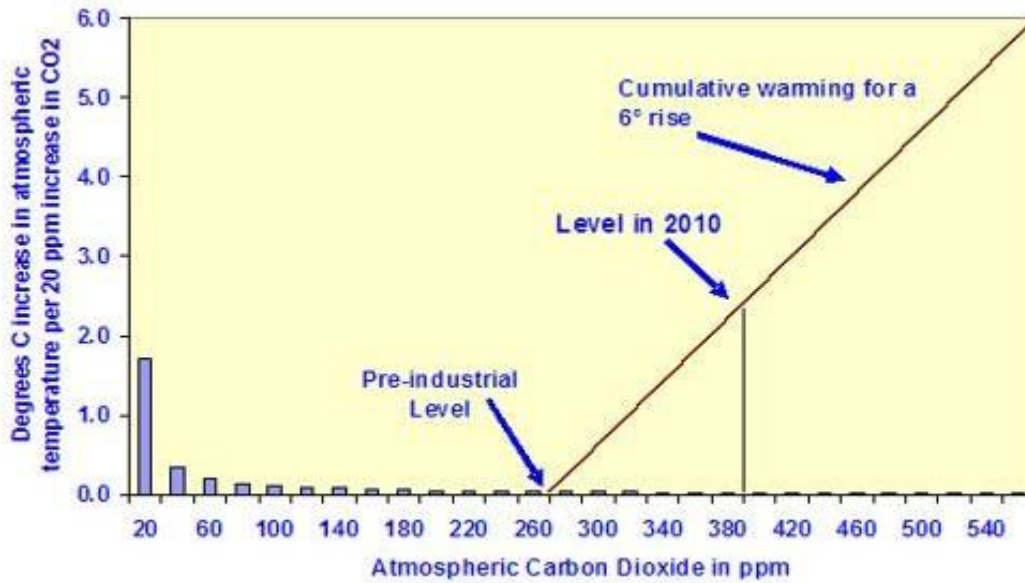
Γραφική Παράσταση 2: Προβημιοχανικής Περιόδου με ράβδους

Γεωλογικά η περίοδος που διανύουμε λέγεται Ολόκαινος και αποτελεί το διάδοχο της προηγούμενης περιόδου που ήταν βασικά εποχή των παγετώνων και ξεκίνησε 3 εκατ. χρόνια πριν.

Μετά τους παγετώνες η ζωή στη Γη λίγο έλειψε να εξαλειφθεί αφού το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα έπεσε στα 180 ppm δηλ. 30 ppm περισσότερο από το όριο των 150 ppm που διατηρεί τα φυτά στη ζωή.

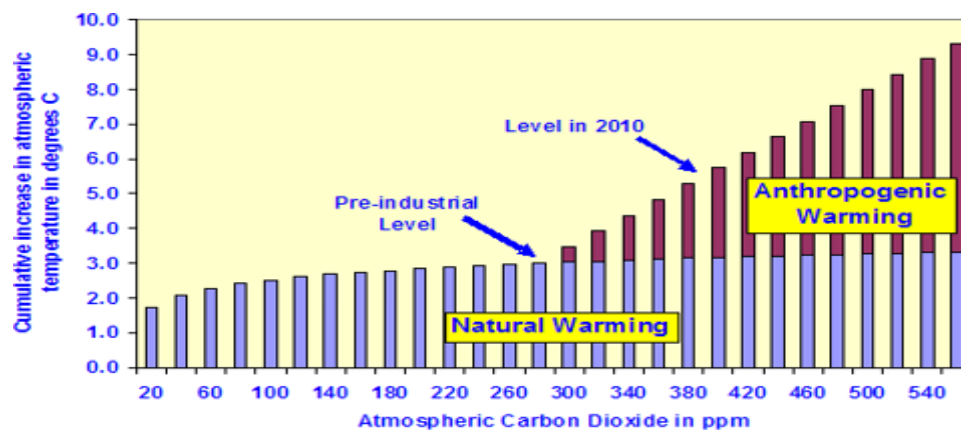
Αν ήταν τα φυτά να διαλέξουν τα όρια του διοξειδίου του άνθρακα αυτά θα ήταν πολύ διαφορετικά από τα δικά μας.

Η IPCC στο επόμενο διάγραμμα (Πηγή: David Archibald) όπως θα δούμε, αποφάσισε ότι ο παράγοντας υγρασία (water vapor) είναι πολύ σημαντικός στην υπερθέρμανση. Όντως είναι πολύ σημαντικός αλλά δεν φαίνεται να ενδιαφέρεται για τα επίπεδα της υγρασίας στην ατμόσφαιρα πριν τη βιομηχανική περίοδο.



Διάγραμμα 5: Γραμμική θερμοκρασιακή αύξηση θερμοκρασίας αέρα

Από το ως άνω σχετικό Διάγραμμα 5 και με τη γραμμικότητα που προτείνει η IPCC θα έπρεπε μέσα στο 2010 η Γη να έχει αγγίξει τους $+2^{\circ}\text{C}$ από τη 1780 και πριν το 2100 να αγγίξει του $+6^{\circ}$. Στο προηγούμενο Διάγραμμα 6 (Πηγή: David Archibald)



Διάγραμμα 6: Πηγή: David Archibald (θερμοκρασιακές μεταβολές)

φαίνεται η ανθρωπογενής επίδραση του CO₂ στην αύξηση της θερμότητας (Watts, 2010).

Σύμφωνα με την IPCC κάθε 20 ppm μετά από τη βιομηχανική εποχή (πάνω από 280 ppm) το CO₂ προσδίδει στη Γη $0,03^{\circ}\text{C}$ λόγω της φυσικής θέρμανσης και $0,43^{\circ}\text{C}$

από την ανθρωπογενή επίδραση πολλαπλασιασμένο 13 φορές. Φυσικά η εμπειρία δείχνει ότι τέτοια άνοδος της θερμοκρασίας δεν έχει υπάρξει στον πλανήτη.

Μένει να δούμε σε πρώτο επίπεδο αξιολόγησης τις εκπομπές καυσαερίων του θερμοκηπίου που δημιουργούνται από τα μεταφορικά μέσα στην Περιφέρεια Αττικής. Αυτό θα πραγματοποιηθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

Αμέσως μετά θα δούμε που πρέπει να κρατηθούν τα όρια του διοξειδίου του άνθρακα, σε επίπεδο εκπομπών και συγκεντρώσεων, ώστε να μπορέσει η χώρα μας να τηρήσει τη συνθήκη του Παρισιού, που έχει υπογράψει το 2016 και πως αυτό θα επηρεάσει τις δημόσιες μεταφορές στη Αττική.

**ΚΕΦ_2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ, ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟ ΤΑ
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΟΔΙΚΑ,
ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ)**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τρόπος υπολογισμού των αερίων ρυπαντών που προέρχονται από την κυκλοφορία και τα μέσα μεταφοράς θα υλοποιηθεί με δύο τρόπους:

- Με τη μέθοδο των **παραμετροποιημένων αλγορίθμων** που χρησιμοποιώντας επιστημονικά αποδεκτούς συντελεστές, για διάφορες μορφές ρυπαντών, υπολογίζονται οι αέριες εκπομπές με σχετικά μεγάλη ακρίβεια. Η παραμετροποίηση αφορά σε μια μεγάλη κατηγορία παραμέτρων/συντελεστών, όπως:
 - «θερμές» εκπομπές
 - «ψυχρή» εκκίνηση
 - Στοιχεία κινητήρα
 - Στοιχεία κυκλοφοριακών αποδόσεων
 - Ηλικία οχήματος
 - Επιβάρυνση A/C κ.λπ.

Στην περίπτωση μας επιλέξαμε το πρόγραμμα υπολογισμού εκπομπών για μέσα μεταφορών, **Copert v5.1 (freeware) [1]**, το οποίο έχει αναπτυχθεί και εφαρμοσθεί από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο.

- Ο δεύτερος τρόπος θα πραγματοποιηθεί συνεπικουρικά και ως τεκμηρίωση στον πρώτο τρόπο μεθοδολογίας του υπολογισμού των αερίων ρυπαντών από τα μεταφορικά μέσα. Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η **πρόσβαση στους υφιστάμενους σταθμούς μέτρησης, ανά την Αθήνα (πρώην ΠΕΡΠΑ νυν Υπουργείο Περιβάλλοντος) [2]**, οι οποίοι ανιχνεύουν αποκλειστικά εκπομπές καυσαερίων που προέρχονται από την κυκλοφορία. Στη συνέχεια με τη κατάλληλη στατιστική επεξεργασία θα μπορέσουμε να αποδώσουμε τις επιμέρους μετρήσεις στο σύνολο της αττικής χερσονήσου.

Να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα Corpet χρησιμοποιεί την **ενεργειακή εξισορρόπηση (energy balance) [3]**, δηλ. συνυπολογίζει στους αλγόριθμους του τη συνολική κατανάλωση καυσίμων στη χώρα μας. **Συνεπώς διασταυρώνουμε τα αποτελέσματά μας με τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις: [1]+[2]+[3].**

Θα πρέπει να γίνει ειδική μνεία για τα **μέσα σταθερής τροχιάς** που ο υπολογισμός της εξαιτίας τους ρύπανσης θα προσεγγισθεί διαφορετικά αφού η επιβάρυνση σε αέρια ρύπανση επιβαρύνει γεωγραφικές περιοχές που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από την πρωτεύουσα.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

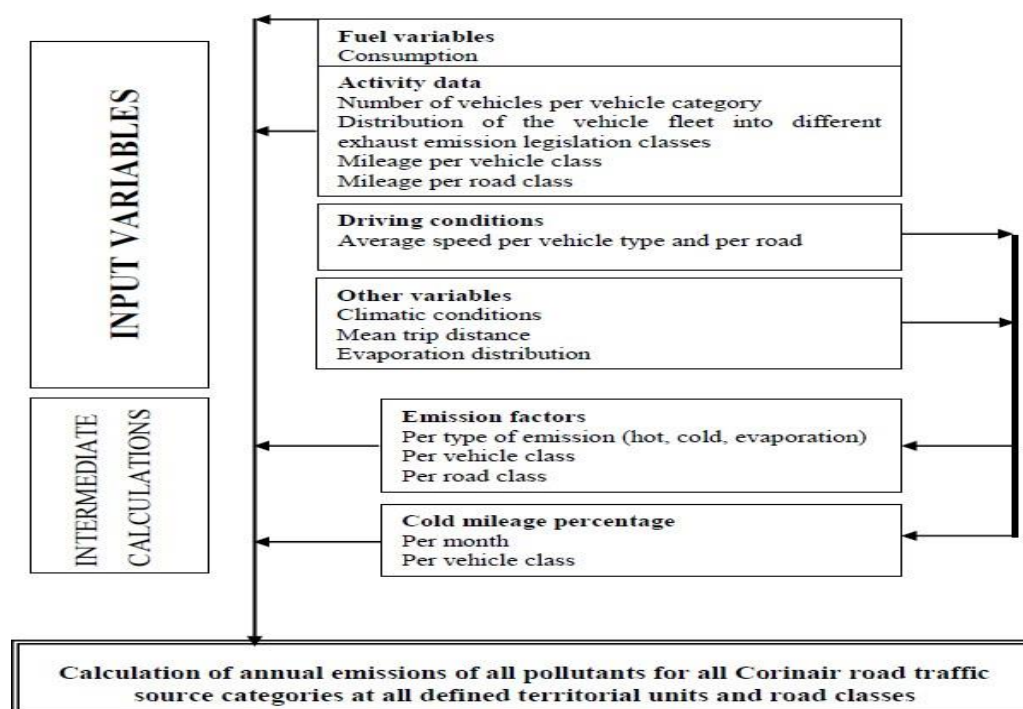
Το πρόγραμμα Corpert v5.1 χρησιμοποιεί την αλγοριθμική μέθοδο υπολογισμού **Tier 3** (EMEP/EEA, 2013). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό από σταθερά (ανελαστικά) τεχνικά δεδομένα (π.χ. συντελεστές εκπομπών) και με δεδομένα δραστηριότητας που σχετίζονται άμεσα με τη λειτουργία των οχημάτων (π.χ. διανυθέντα km). Το σύνολο των εκπομπών υπολογίζονται ως το άθροισμα των «θερμών – hot emissions» εκπομπών (κανονική λειτουργία του κινητήρα) και των «ψυχρών – cold start» εκπομπών, εκείνων, δηλ., που παράγονται στο μεταβατικό στάδιο προ της ομαλούς λειτουργίας. Αυτή η διαφοροποίηση κρίνεται απαραίτητη αφού οι μετρηθείσες συγκεντρώσεις ρυπαντών, κατά τη μεταβατικά φάση “cold start”, έδειξαν μεγάλες συγκεντρώσεις, μεγαλύτερες από εκείνες κατά την ομαλή λειτουργία του κινητήρα. Φαίνεται ότι απαιτείται διαφορετική μεθοδολογία.

$$ETOTAL = EHOT + ECOLD$$

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι και οι διαφορετικές οδηγικές συνθήκες καθιερώνουν αλλαγές στη συμπεριφορά του κινητήρα, με αποτέλεσμα να διαφοροποιούνται οι εκπομπές, δηλ.

$$ETOTAL = EURBAN + ERURAL + EHIGHWAY$$

Πιο συγκεκριμένα, η υπολογιστική μεθοδολογία του προγράμματος Corpert v5.0 δίνεται στο παρακάτω Γράφημα 7:



Γράφημα 9: Παραμετροποίηση Corpert

Οι κατηγορίες οχημάτων έχουν κωδικοποιηθεί από κοινού με τα πρότυπα εκπομπών (emission standards) και παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.

Vehicle category (j)	Type	Legislation/technology (k)
Passenger cars	Gasoline <0.8l	Euro 4, Euro 5, Euro 6
	Gasoline 0.8-1.4 l, 1.4-2.0 l > 2.0 l	PRE ECE, ECE 15/00-01, ECE 15/02, ECE 15/03, ECE 15/04, Improved Conventional (only for < 2.0 l), Open-Loop (only for < 2.0 l), Euro 1 – Euro 6c
	Diesel <1.4l	Euro 4, Euro 5, Euro 6
	Diesel 1.4-2.0 l, > 2.0 l	Conventional, Euro 1 – Euro 6c
	LPG	Conventional, Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4
	2-stroke	Conventional
	Gasoline Hybrids <1.4 l, 1.4-2.0 l, > 2.0 l	Euro 4 and later
	E85 CNG	Euro 4, Euro 5, Euro 6 Euro 4, Euro 5, Euro 6
Light commercial vehicles	Gasoline < 3.5 t	Conventional, Euro 1 – Euro 6c
	Diesel < 3.5 t	Conventional, Euro 1 – Euro 6c
Heavy-duty vehicles	Gasoline > 3.5 t, <=7.5 t, 7.5-16 t, 16- 32 t, > 32 t	Conventional, Euro I - Euro VI
	Urban CNG buses	Euro I, Euro II, Euro III, BEV
Buses	Urban buses standard	Conventional, Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V, Euro VI
	Coaches standard <=18 t	Conventional, Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V, Euro VI
Mopeds	2-stroke < 50 cm ³	Conventional, Euro 1, Euro 2, Euro 3
	4-stroke < 50 cm ³	
Motorcycles	2-stroke > 50 cm ³	Conventional, Euro 1, Euro 2, Euro 3
	4-stroke 50-250 cm ³	Conventional, Euro 1, Euro 2, Euro 3
	4-stroke 250-750 cm ³	Conventional, Euro 1, Euro 2, Euro 3
	4-stroke > 750 cm ³	Conventional, Euro 1, Euro 2, Euro 3

Πίνακας 3: Κατηγορίες οχημάτων κωδικοποιημένες με τα πρότυπα εκπομπών

Τα δεδομένα που συλλέξαμε στην πορεία της εργασίας παρουσιάζουν αντίστοιχες κατηγοριοποιήσεις.

Ο δε αλγόριθμος, στη γενική του εικόνα, παρουσιάζεται ως (EMEP/EEA, 2013):

$$E_{i,j} = \sum_k (<M_{j,k}> \times EF_{i,j,k}) \quad (4)$$

or

$$E_{i,j} = \sum_k (N_{j,k} \times M_{j,k} \times EF_{i,j,k}) \quad (5)$$

where,

$<M_{j,k}>$ = total annual distance driven by all vehicles of category j and technology k [veh-km],

$EF_{i,j,k}$ = technology-specific emission factor of pollutant i for vehicle category j and technology k [g/veh-km],

$M_{j,k}$ = average annual distance driven per vehicle of category j and technology k [km/veh],

$N_{j,k}$ = number of vehicles in nation's fleet of category j and technology k .

Μικρό δείγμα των θεωρημένων συντελεστών εκπομπών από την ΕΕ δίνεται στον επόμενο Πίνακα 4:

Sector	Type	Technology	CO	NM VOC	NO _x	N ₂ O	NH ₃	Pb	CO ₂ lube
	Units		g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
	Notes			Given as THC-CH4	Given as NO _x equivalent				due to lube oil
Passenger Cars	Gasoline <0.8 l	PC Euro 4 - 98/69/EC II	0.67	0.048	0.056	0.002	0.0339	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline <0.8 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0.67	0.048	0.056	0.0013	0.0123	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline <0.8 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0.67	0.048	0.056	0.0013	0.0123	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline <0.8 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0.67	0.048	0.056	0.0013	0.0123	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	PRE ECE	37.3	2.77	1.91	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	ECE 1500-01	29.6	2.19	1.91	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	ECE 1502	21.7	2.06	2.12	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	ECE 1503	21.1	2.06	2.30	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	ECE 1504	13.1	1.68	2.07	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	Open Loop	11.3	0.96	1.53	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	4.88	0.467	0.426	0.01	0.0922	1.82E-05	5.96E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2.42	0.206	0.229	0.006	0.1043	1.82E-05	5.30E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC I	2.07	0.089	0.090	0.002	0.0342	1.82E-05	4.64E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC II	0.69	0.048	0.056	0.002	0.0341	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0.69	0.048	0.056	0.0013	0.0123	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline 0.8-1.4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0.69	0.048	0.056	0.0013	0.0123	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	PRE ECE	37.3	2.8	2.53	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	ECE 1500-01	29.6	2.19	2.53	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	ECE 1502	21.7	2.060	2.40	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	ECE 1503	21.1	2.06	2.51	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	ECE 1504	13.4	1.68	2.66	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	Open Loop	6.49	0.29	1.29	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	3.92	0.530	0.485	0.01	0.0922	1.82E-05	5.96E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2.04	0.251	0.255	0.006	0.1043	1.82E-05	5.30E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC I	1.82	0.119	0.097	0.002	0.0342	1.82E-05	4.64E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC II	0.62	0.065	0.061	0.002	0.0342	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0.62	0.065	0.061	0.0013	0.0123	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0.62	0.065	0.061	0.0013	0.0123	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline 1.4-2.0 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	0.62	0.065	0.061	0.0013	0.0123	1.82E-05	3.98E-01
Passenger Cars	Gasoline >2.0 l	PRE ECE	37.3	2.77	3.9	0.01	0.0020	1.82E-05	6.63E-01

Πίνακας 4: Απόσπασμα θεωρημένων συντελεστών εκπομπών της ΕΕ

και αφορά σε συντελεστές για επιβατικά οχήματα.

Στη **συνολική τελική εργασία** θα επεξηγηθούν λεπτομερέστερα οι επιμέρους θεωρητικές ενότητες που συνδέονται με την επιστήμη των αέριων εκπομπών και εκλύονται από κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Ο πρώτος αντικειμενικός στόχος αυτής της έρευνας είναι να διαπιστωθεί και προσδιορισθεί ποσοτικά ο πληθυσμός των ενεργών οχημάτων που κυκλοφορούν, σήμερα, στην Αττική. Η **ΕΛΣΤΑΤ** διαθέτει λεπτομερειακούς πίνακες με παρόμοια αρχεία.

Έτος	Σύνολο οχημάτων κατά ΕΛΣΤΑΤ	Μεσοσταθμική μεταβολή	Μεσοσταθμική μεταβολή (%)	Δείκτες οικονομικής ανάπτυξης (%ΑΕΠ) - ΕΛΣΤΑΤ (**)	Δείκτες Αγοράς νέων οχημάτων ΕΛΣΤΑΤ (%) (**)	Δείκτες εμπορίου οχημάτων ΕΛΣΤΑΤ (%) (**)
2014	8,048,438					
2015	8,076,431	27,993	0.35%	1.96		2.71
2016	8,162,841	86,410	1.07%	3.40		1.56
2017	8,262,797	99,956	1.22%	3.87	-11.60	3.34
2018					26.10	(*) 4.60 (*)
	Μέσοι όροι	71,453	0.88%	3.08	7.25	3.05

(*) Α' τρίμηνο

(**) Σε σχέση με το προηγούμενο έτος

Πίνακας 5: Πληθυσμού ενεργών οχημάτων κατά την περίοδο 2014 έως 2018

Ο ενεργός στόλος οχημάτων για το 2017 παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα¹:

	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ		ΦΟΡΤΗΓΑ		ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ			ΜΟΤΟ
	ΙΧ	ΤΑΧΙ	ΦΙΧ	ΦΔΧ	ΟΑΣΑ	ΔΧ	ΙΧ	
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΑΣ	5,202,368	33,560	1,307,335	36,495	26,481			1,656,657
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	3,054,621	19,296	427,928	14,389	14,013			803,088
ΑΤΤΙΚΗΣ	2,870,757	16,923	274,543	10,700	12,236	1,718	720	9,798

Πίνακας 6: Ενεργού στόλου οχημάτων για το έτος 2017

Ακολουθώντας τους παραπάνω πληθυσμούς και σε συμφωνία με τις αναφερόμενες πιο κάτω πηγές ο στόλος των οχημάτων (ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ) που κυκλοφορούν πανελλαδικά κατά το έτος 2017 κατηγοριοποιείται ως εξής σε επίπεδο ηλικίας οχημάτων και κατηγορίας προτύπων εκπομπών (δηλ. EURO 1,2, 3 κ.λπ.):

1 ΕΛΣΤΑΤ

		> 10 ΕΤΗ (3.537.525)																							
ΕΤΟΣ		2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1992-1995	ΣΥΝΟΛΟ	
ΕΛΛΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	78,584	75,800	70,530	58,112	57,864	116,906	152,092	220,841	263,789	279,940	271,500	353,753	353,753	353,753	353,753	353,753	353,753	353,753	353,753	353,753	353,753	18,880	5,202,368	
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	EURO 6			EURO 5				EURO 4 (98/69/EC)				EURO 3 (98/96/EC)				EURO 2 (94/12/EC)			EURO 1 (91/441/EC)					
	ΑΡ. ΟΧΗΜΑΤΩΝ	224,914			384,974				1,389,823				1,768,765				1,415,012			18,880					
	%	4.32%			7.40%				26.72%				34.00%				27.20%			0.36%					
	ΑΡ. ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΒΕΝΖΙΝΗ	73,450			320,228				1,334,230				1,698,014				1,358,412			18,125					
	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΟΛΗΣΕΩΝ Diesel	72.00%	67.30%	62.20%	41.40%	39.80%	9.90%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%		4.00%
	ΑΡ. ΟΧΗΜΑΤΩΝ Diesel	151,464			64,746				55,593				70,751				56,600			755					

(*) Πηγή: ACEA Report Vehicles in Use, 2018

<http://www.kathimerini.gr/798133/article/oikonomia/ellhnikh-oikonomia/ekrhktikh-ay3hsh-stis-pwlhseis-twn-petrelaiokinhewn-ix>

<https://www.newsbeast.gr/car/arthro/3162471/peftoun-i-polisis-diesel-aftokiniton-stin-ellada>

Πίνακας 7: Κατηγοριοποίηση οχημάτων σε εθνικό επίπεδο

Σε επίπεδο Αττικής χερσονήσου τα δεδομένα τροποποιούνται αναλογικά όπως παρακάτω:

		Ευροpe 20																					
ΕΤΟΣ		2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1992-1995	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΤΤΙΚΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	EURO 6 (EC/717/2007)			EURO 5 (EC/715/2007)				EURO 4 (98/69/EC)				EURO 3 (98/96/EC)				EURO 2 (94/12/EC)			EURO 1 (91/441/EC)		2,870,759	
	ΑΡ. ΟΧΗΜΑΤΩΝ	124,112			212,435				766,929				976,036				780,829			10,418			
	ΑΡ. ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΒΕΝΖΙΝΗ	40,531			176,708				736,252				936,994				749,596			10,002			
	ΑΡ. ΟΧΗΜΑΤΩΝ DIESEL	83,580			35,728				30,677				39,041				31,233			417			

Πίνακας 8 : Κατηγοριοποίηση οχημάτων στην Αττική

Έχοντας υπολογίσει ανά κατηγορία προτύπων εκπομπών τα επιβατικά οχήματα που κυκλοφορούν στην Αττική το 2017, με όλες τις ηλικιακές εκφάνσεις, το επόμενο βήμα που οφείλουμε να πάρουμε είναι να μετατρέψουμε τον παραπάνω πίνακα, εκτός από ηλικιακή διαφοροποίηση και σε segmentation, δηλ. σε κατηγορίες οχήματος ανάλογα με τις διαστάσεις και τον κυβισμό του (δηλ. mini, medium, large κ.λπ.)

Ο ΣΕΕΑ (Σύνδεσμος Ελληνικών Εταιρειών Αυτοκινήτων) δέχεται τις κατηγορίες που εμφανίζονται στον παρακάτω Πίνακα 9 ²

		EURO 6 (EC/715/2007)			EURO 5 (EC/715/2007)				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΤΟΣ	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
		A (0,8-1,2l)	14.65%	15.10%	15.40%	13.90%	15.20%	15.90%	17.50%
B (1,2-1,4l)	43.02%	36.90%	39.90%	43.40%	44.20%	44.40%	38.20%	33.40%	
C (1,4-1,6l)	32.31%	28.70%	28.80%	27.00%	27.80%	23.40%	24.90%	26.70%	
D (1,6-1,8l)	5.03%	5.10%	4.60%	5.40%	4.40%	5.00%	6.70%	7.60%	
E (1,8-2,0l)	0.80%	0.30%	2.00%	4.00%	3.00%	4.00%	5.00%	6.00%	
F-G (>2,0 l)	0.17%	0.10%	0.00%	1.00%	0.00%	0.00%	1.00%	1.00%	
OTHER (SUV κ.λπ)	4.02%	13.80%	9.30%	5.30%	5.40%	7.30%	6.70%	8.80%	

		EURO 4 (98/69/EC)					EURO 3 (98/96/EC)				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΤΟΣ	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
		A (0,8-1,2l)	11.10%	12.40%	10.00%	9.00%	7.90%	7.50%	5.10%	8.10%	9.90%
B (1,2-1,4l)	25.40%	26.90%	28.80%	29.70%	28.20%	29.50%	33.00%	29.90%	28.90%	27.90%	
C (1,4-1,6l)	28.30%	29.20%	29.90%	29.12%	31.40%	29.00%	28.40%	33.10%	34.80%	35.00%	
D (1,6-1,8l)	12.00%	9.70%	10.30%	11.10%	12.10%	13.40%	15.90%	14.50%	14.20%	13.00%	
E (1,8-2,0l)	9.00%	8.00%	9.00%	1.20%	1.20%	1.50%	1.60%	6.00%	1.10%	8.00%	
F-G (>2,0 l)	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	1.00%	1.00%	2.00%	1.00%	6.00%	1.20%	
OTHER (SUV κ.λπ)	12.20%	11.80%	10.00%	17.88%	18.20%	18.10%	14.00%	7.40%	5.10%	4.50%	

Πίνακας 8: Κατηγοριοποίηση ανά κυλινδρισμό

Ως επόμενη υπολογιστική διεργασία μένει να υπολογίσουμε τους ετήσιους μέσους όρους ανά πρότυπα εκπομπών (EURO 1,2,3 Κ.λπ.) ανάγοντας τα δεδομένα σε στατιστική επεξεργασία. Για τα πρότυπα εκπομπών EURO 1 και EURO 2 ο ΣΕΕΑ δεν διαθέτει στοιχεία. Τα στοιχεία για τις περιόδους αυτές ελήφθησαν από την εταιρεία που διαχειρίζεται το πρόγραμμα Corpert, **EMISIA Data**.

Η αναγωγή στους μέσους όρους παρουσιάζεται στον επόμενο Πίνακα 10:

		ΜΕΣΟΙ ΕΤΗΣΙΟΙ ΟΡΟΙ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (*)					
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΤΟΣ	EURO 6	EURO 5	EURO 4 (98/69/EC)	EURO 3 (98/96/EC)	EURO 2 (94/12/EC)	EURO 1 (91/441/EC)
		A (0,8-1,2l)	15.05%	15.80%	10.08%	8.20%	NO DATA
B (1,2-1,4l)	39.94%	40.72%	27.80%	29.84%			
C (1,4-1,6l)	29.94%	25.96%	29.58%	32.06%			
D (1,6-1,8l)	4.91%	5.82%	11.04%	14.20%			
E (1,8-2,0l)	1.03%	4.40%	5.68%	3.64%			
F-G (>2,0 l)	0.09%	0.60%	1.80%	2.24%			
OTHER (SUV κ.λπ)	9.04%	6.70%	14.02%	9.82%			

Πίνακας 9: Συγκεντρωτική κατηγοριοποίηση ανά κυλινδρισμό

(*) Δεδομένα από ΣΕΕΑ

(**) Δεδομένα από Corpert Emisia Data

Επίσης, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό segmentation των οχημάτων (σελ. 3 της παρούσας) η κατηγορία ...OTHER που περιλαμβάνει SUV, MPV κ.λπ. οχήματα δεν υφίσταται ως διακεκριμένη κατηγορία και πρέπει να αφομοιωθεί από τις άλλες κατηγορίες κατ' αναλογικότητα.

Αυτή η αναγωγή παρουσιάζεται στον επόμενο Πίνακα 11:

ΝΕΟΙ ΜΕΣΟΙ ΕΤΗΣΙΟΙ ΟΡΟΙ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (*)						
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΤΟΣ	EURO 6	EURO 5	EURO 4 (98/69/EC)	EURO 3 (98/96/EC)	EURO 2 (94/12/EC)	EURO 1 (91/441/EC)
A (0,8-1,2l)	17.22%	16.93%	11.82%	9.17%	NO DATA	NO DATA
B (1,2-1,4l)	43.55%	43.52%	32.03%	32.93%		
C (1,4-1,6l)	32.64%	27.77%	34.06%	35.37%		
D (1,6-1,8l)	5.35%	6.28%	12.92%	15.75%		
E (1,8-2,0l)	1.13%	4.77%	6.79%	4.16%		
F-G (>2,0 l)	0.10%	0.71%	2.38%	2.62%		

Πίνακας 10: Κατηγοριοποίηση με αναγωγή

Σημ.: η κατηγορία OTHER κατά αναλογικότητα προστέθηκε στις άλλες ομάδες

(*) Δεδομένα από ΣΕΑΑ

(**) Δεδομένα από Copert Emisia Data

Θα χρειασθούμε να προμηθεύσουμε με δεδομένα τα EURO 1 και 2 πρότυπα εκπομπών αλλά και να μετατρέψουμε τις κατηγορίες αυτές (το segmentation), συνολικά σε τέσσερις (4) όπως προβλέπεται από τους κανονισμούς. Ταυτόχρονα έγινε και ο συσχετισμός οχημάτων σε βενζινοκίνητα και ντιζελοκίνητα.

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΜΕΣΩΝ ΟΡΩΝ ΓΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ Copert Emisia (DIESEL)						
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΤΟΣ	EURO 6	EURO 5	EURO 4 (98/69/EC)	EURO 3 (98/96/EC)	EURO 2 (94/12/EC) (**)	EURO 1 (91/441/EC) (**)
B (< 1,4l)	60.23%	60.46%	43.85%	42.10%	0.00%	0.00%
C (1,4-2,0l)	39.53%	38.82%	53.77%	55.28%	80.02%	78.81%
D (> 2,0l)	0.24%	0.72%	2.38%	2.62%	19.98%	21.19%

Πίνακας 11: Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με το Copert

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΜΕΣΩΝ ΟΡΩΝ ΓΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ Copert Emisia (BENZINH)							
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΤΟΣ	EURO 6	EURO 5	EURO 4	EURO 3	EURO 2	EURO 1
		(EC/715/2007)	(EC/715/2007)	(98/69/EC)	(98/96/EC)	(94/12/EC) (**)	(91/441/EC) (**)
A (< 0,8l)		3.31%	3.39%	2.36%	1.83%	0.00%	0.00%
B (0,8-1,4l)		56.92%	57.07%	41.48%	40.26%	69.72%	66.48%
C (1,4-2,0l)		39.53%	38.82%	53.77%	55.28%	27.53%	29.97%
D (> 2,0l)		0.24%	0.72%	2.39%	2.63%	2.75%	3.55%

Πίνακας 12: Συγκεντρωτική διόρθωση κατηγοριών σε αναγωγή Copert

Σημ.: η κατηγορία OTHER κατά αναλογικότητα προστέθηκε στις άλλες ομάδες

(*) Δεδομένα από ΣΕΑΑ

(**) Δεδομένα από Copert Emisia Data

Μετά από αυτή την επεξεργασία είμαστε έτοιμοι να εισαγάγουμε τα δεδομένα μας στο Copert για να υπολογίσουμε τις επί μέρους εκπομπές ανά κατηγορία ρυπαντή.

Βέβαια, θα πρέπει να αλλάξουμε τη μορφοποίηση των πινάκων μας σε format data input αποδεκτό από το πρόγραμμα.

Έτσι τα οριστικά μας δεδομένα για τα επιβατικά οχήματα παρουσιάζονται στους ακόλουθους Πίνακες 14 & 15:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Km ANA ΕΙΔΟΣ	On Peak	Off Peak	Rural	Highway	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
										peak (Km/h)	Off Peak (Km/h)	Rural (Km/h)	Highway (Km/h)
A (< 0,8l)	MINI	BENZINH	EURO 1	0	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (< 0,8l)	MINI	BENZINH	EURO 2	0	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (< 0,8l)	MINI	BENZINH	EURO 3	17,147	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (< 0,8l)	MINI	BENZINH	EURO 4	17,376	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (< 0,8l)	MINI	BENZINH	EURO 5	5,990	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (< 0,8l)	MINI	BENZINH	EURO 6	1,342	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (0,8-1,4l)	SMALL	BENZINH	EURO 1	6,649	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (0,8-1,4l)	SMALL	BENZINH	EURO 2	522,618	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (0,8-1,4l)	SMALL	BENZINH	EURO 3	377,234	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (0,8-1,4l)	SMALL	BENZINH	EURO 4	305,397	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (0,8-1,4l)	SMALL	BENZINH	EURO 5	100,847	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (0,8-1,4l)	SMALL	BENZINH	EURO 6	23,070	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (1,4-2,0l)	MEDIUM	BENZINH	EURO 1	2,997	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (1,4-2,0l)	MEDIUM	BENZINH	EURO 2	206,364	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (1,4-2,0l)	MEDIUM	BENZINH	EURO 3	517,971	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (1,4-2,0l)	MEDIUM	BENZINH	EURO 4	395,883	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (1,4-2,0l)	MEDIUM	BENZINH	EURO 5	68,598	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (1,4-2,0l)	MEDIUM	BENZINH	EURO 6	16,022	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
D (> 2,0l)	LARGE	BENZINH	EURO 1	355	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
D (> 2,0l)	LARGE	BENZINH	EURO 2	20,614	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
D (> 2,0l)	LARGE	BENZINH	EURO 3	24,643	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
D (> 2,0l)	LARGE	BENZINH	EURO 4	17,596	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
D (> 2,0l)	LARGE	BENZINH	EURO 5	1,272	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
D (> 2,0l)	LARGE	BENZINH	EURO 6	97	13,000	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
				2,650,082									

Πίνακας 13: Εισαγωγή δεδομένων σε φυλλομετρητή excel

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Km ANA ΕΙΔΟΣ	On Peak	Off Peak	Rural	Highway	TΑΧΥΤΗΤΑ	TΑΧΥΤΗΤΑ	TΑΧΥΤΗΤΑ	TΑΧΥΤΗΤΑ
										peak (Km/h)	Off Peak (Km/h)	Rural (Km/h)	Highway (Km/h)
A (<1,4l)	SMALL	DIESEL	EURO 1	0	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (<1,4l)	SMALL	DIESEL	EURO 2	0	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (<1,4l)	SMALL	DIESEL	EURO 3	16,436	14500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (<1,4l)	SMALL	DIESEL	EURO 4	13,452	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (<1,4l)	SMALL	DIESEL	EURO 5	21,601	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
A (<1,4l)	SMALL	DIESEL	EURO 6	50,340	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 1	328	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 2	24,993	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 3	21,582	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 4	16,495	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 5	13,870	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
B (1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 6	33,039	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (> 2,0l)	LARGE	DIESEL	EURO 1	88	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (> 2,0l)	LARGE	DIESEL	EURO 2	6,240	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (> 2,0l)	LARGE	DIESEL	EURO 3	1,023	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (> 2,0l)	LARGE	DIESEL	EURO 4	730	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (> 2,0l)	LARGE	DIESEL	EURO 5	257	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90
C (> 2,0l)	LARGE	DIESEL	EURO 6	201	14,500	25%	45%	15%	15%	19	45	60	90

220,677

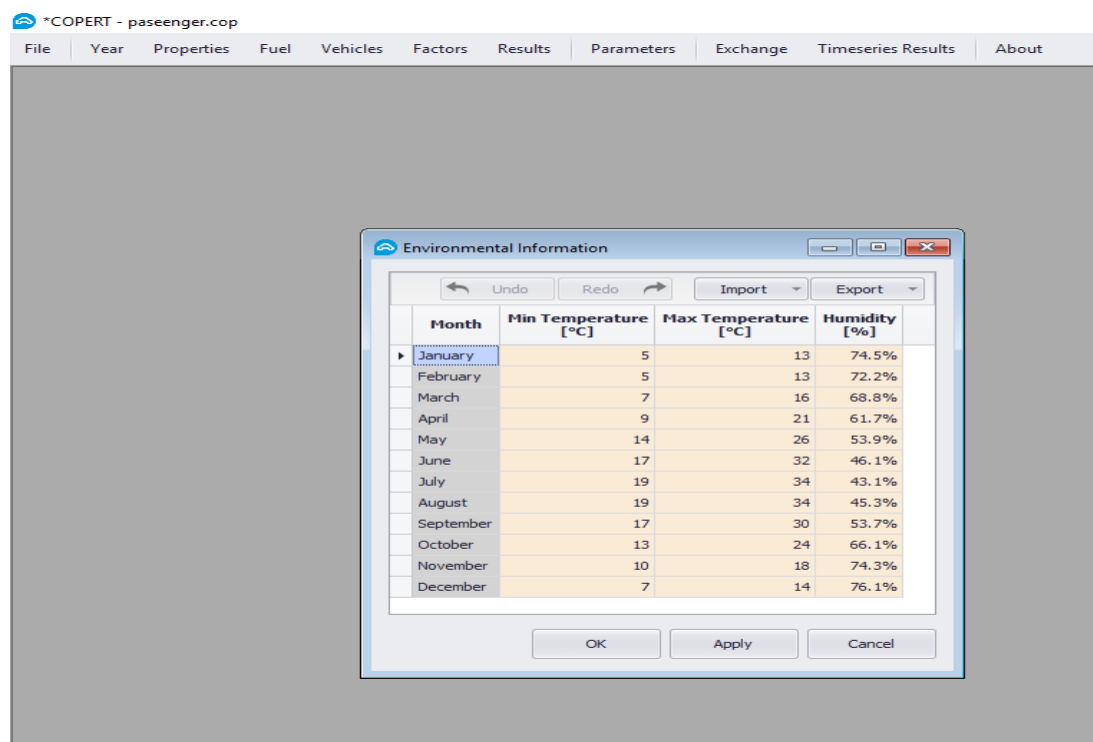
Πίνακας 14: Συνέχεια εισαγωγής δεδομένων

Ο πληθυσμός των επιβατικών οχημάτων προσδιορίστηκε από τη στατιστική επεξεργασία στοιχείων που προέρχονταν από πολλές πηγές και αναγράφεται στους ανωτέρω πίνακες ως ΠΟΣΟΤΗΤΑ. Το στοιχείο Km ANA ΕΙΔΟΣ δυστυχώς δεν μπορεί να προσδιορισθεί στατιστικά μιας και είναι δύσκολο να συγκεντρώσουμε στοιχεία για 2,8 εκ. επιβατικά οχήματα και να προσδιορίσουμε τα μέσα ετήσια διανυθέντα χλμ. Αντ' αυτού στραφήκαμε σε μεγάλη εταιρεία επισκευής και συντήρησης οχημάτων, την **AUTOMARIN** Αγ. Στεφάνου **απ' όπου με τη μορφή ερωτηματολογίου μας έδωσαν στοιχεία οχημάτων, της τελευταίας 5-ετίας από όπου διαπιστώθηκε ότι ένας M.O. χιλιομέτρων που διανύουν τα επιβατικά οχήματα στην Αττική μπορεί με ασφάλεια να προσδιορισθεί στα 13.000.** Στοιχεία που παραθέτει η εταιρεία kteohellas (Auto vision) στην ιστοσελίδα <https://kteohellas.gr/category/185.....> ο αριθμός των διανυομένων χιλιομέτρων, επίσης, προσδιορίζεται στα 13.000 χλμ. ετησίως. Για τα οχήματα πετρελαίου (diesel) το ερωτηματολόγιο έδειξε ότι διανύουν περισσότερα χλμ., κοντά στα 14.500.

Ο προσδιορισμός του ποσοστού των διανυομένων χλμ. εντός ή εκτός των ωρών αιχμής συμπληρωθήκαν από εμπειρικά δεδομένα. Το αυτό μπορεί να ειπωθεί και για το μέσο προσδιορισμό ταχυτήτων.

ΓΕΝΙΚΑ

Το ανωτέρω πρόγραμμα χρησιμοποιεί διεθνή πρότυπα για ποιότητα καυσίμων, καιρικών συνθηκών κ.λπ. Τα γενικά αυτά δεδομένα παρουσιάζονται ακολούθως³:



Απόσπασμα Προγράμματος 1: Στοιχεία καυσίμων

Βέβαια, τα δεδομένα των επιμέρους επικρατουσών κλιματολογικών συνθηκών ελήφθησαν από τον επίσημο ιστότοπο της ΕΜΥ.

Τα ειδικά χαρακτηριστικά των καυσίμων στην Ελλάδα δίνονται πιο κάτω:

³ ΕΜΥ, διαδικτυακός ιστότοπος www.emy.gr

*COPERT - paseenger.cop

File Year Properties Fuel Vehicles Factors Results Parameters Exchange Timeseries Results About

Fuel Specifications

Primary Fuel	Specifications				Content In Species										
	Energy Content [MJ/kg]	H:C Ratio [-]	O:C Ratio [-]	Density [kg/m ³]	S [ppm wt]	Pb [ppm wt]	Cd [ppm wt]	Cu [ppm wt]	Cr [ppm wt]	Ni [ppm wt]	Se [ppm wt]	Zn [ppm wt]	Hg [ppm wt]	As [ppm wt]	
Petrol Grade 1	43.774	1.86	0	750	0	0.0016	0.0002	0.0045	0.0063	0.0023	0.0002	0.033	0.0087	0.0003	
Petrol Grade 2	43.774	1.86	0	750	0	0.0016	0.0002	0.0045	0.0063	0.0023	0.0002	0.033	0.0087	0.0003	
Diesel Grade 1	42.695	1.86	0	840	0	0.0005	0.00005	0.0057	0.0085	0.0002	0.0001	0.018	0.0053	0.0001	
Diesel Grade 2	42.695	1.86	0	840	0	0.0005	0.00005	0.0057	0.0085	0.0002	0.0001	0.018	0.0053	0.0001	
LPG Grade 1	46.564	2.525	0	720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LPG Grade 2	46.564	2.525	0	720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CNG	48	4	0	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biodiesel	37.3	1.95	0.11	890	0	0.0005	0.00005	0.0057	0.0085	0.0002	0.0001	0.018	0.0053	0.0001	
Bioethanol	28.8	3	0.5	794	0	0.0016	0.0002	0.0045	0.0063	0.0023	0.0002	0.033	0.0087	0.0003	
H2	43.774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

OK Apply Cancel

Απόσπασμα Προγράμματος 2: Ανάλυση χημικών συστατικών καυσίμου

*COPERT - paseenger.cop

File Year Properties Fuel Vehicles Factors Results Parameters Exchange Timeseries Results About

Fuel Advanced Specifications

Year	Petrol					Diesel			
	E100 [% vol]	E150 [% vol]	Aromatics [% vol]	Olefins [% vol]	Benzene [% vol]	PCS [% vol]	CN	T95 [oC]	
1996	52%	86%	39%	10%	2.1%	9%	51	350	
2000	52%	86%	37%	10%	0.8%	7%	53	330	
2005	52%	86%	33%	10%	0.8%	5%	53	320	
2009	52%	86%	33%	10%	0.8%	5%	53	320	

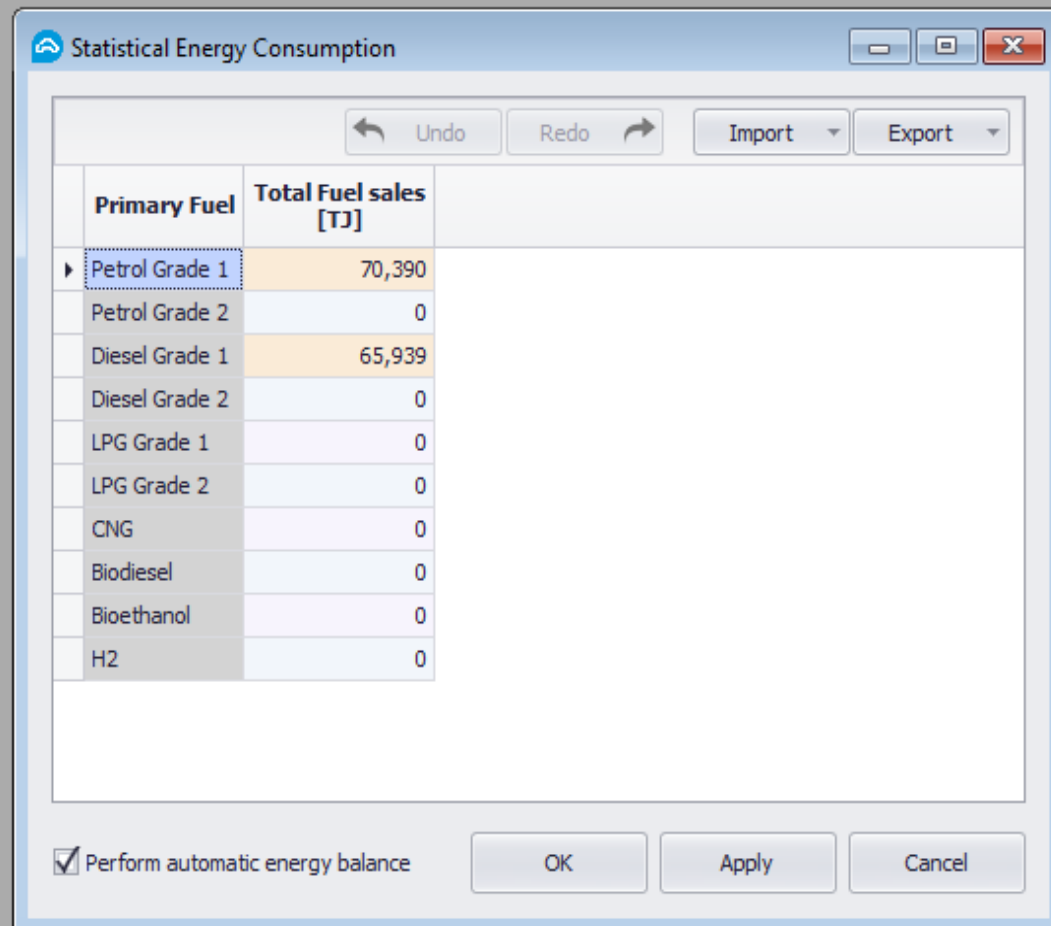
Fuel Year : 1996

OK Apply Cancel

Απόσπασμα Προγράμματος 3: περισσότερα χημικά στοιχεία συνήθων καυσίμων

Το Copert χρησιμοποιεί και την εξισορρόπηση των καυσίμων (energy balance), δηλ. αν γνωρίζουμε τη συνολική κατανάλωση καυσίμων (την οποία γνωρίζουμε)

μπορεί στο τέλος του υπολογισμού να προβεί σε μικροδιορθώσεις του συνολικού αποτελέσματος. Τα δεδομένα τα έχουμε, ήδη, περάσει στη βάση μας, ως ακολούθως:



The screenshot shows a software window titled "Statistical Energy Consumption". At the top, there are buttons for "Undo", "Redo", "Import", and "Export". Below these is a table with two columns: "Primary Fuel" and "Total Fuel sales [TJ]". The table lists various fuel types and their corresponding sales values. At the bottom of the window, there is a checkbox labeled "Perform automatic energy balance" which is checked, and three buttons: "OK", "Apply", and "Cancel".

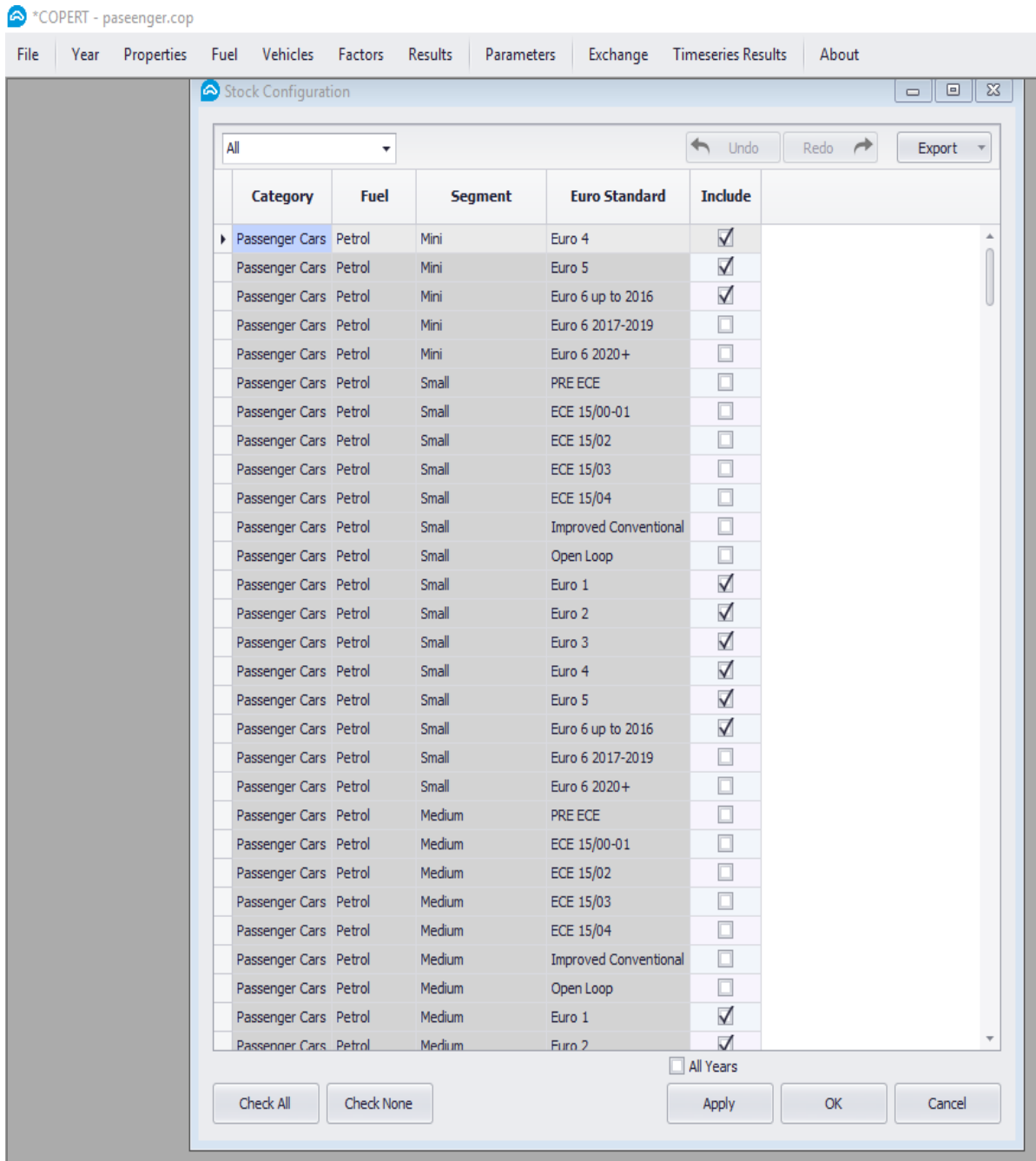
Primary Fuel	Total Fuel sales [TJ]
Petrol Grade 1	70,390
Petrol Grade 2	0
Diesel Grade 1	65,939
Diesel Grade 2	0
LPG Grade 1	0
LPG Grade 2	0
CNG	0
Biodiesel	0
Bioethanol	0
H2	0

Απόσπασμα Προγράμματος 4: Πωλήσεις καυσίμων σε Tera Joules

Στον τρόπο υπολογισμού των ποσοτήτων βενζίνης και ντίζελ θα αναφερθούμε σε επόμενο κεφάλαιο (2^{ος} τρόπος υπολογισμού αερίων εκπομπών).

A. ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Τα δεδομένα μας όπως εισήχθησαν στο Copert παρουσιάζεται στις παρακάτω απόσπασμα από το πρόγραμμα COPERT:



The screenshot shows the 'Stock Configuration' window in the COPERT software. The window title is '*COPERT - paseenger.cop'. The menu bar includes File, Year, Properties, Fuel, Vehicles, Factors, Results, Parameters, Exchange, Timeseries Results, and About. The main area contains a table with columns: Category, Fuel, Segment, Euro Standard, and Include. The table lists various passenger car configurations, including Mini and Small segments, with different Euro standards and fuel types (Petrol). The 'Include' column has checkboxes, many of which are checked. At the bottom, there are buttons for 'Check All', 'Check None', 'Apply', 'OK', and 'Cancel', along with an 'All Years' checkbox.

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Include
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 4	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 5	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 6 up to 2016	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 6 2017-2019	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 6 2020+	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	PRE ECE	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	ECE 15/00-01	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	ECE 15/02	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	ECE 15/03	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	ECE 15/04	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Improved Conventional	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Open Loop	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 1	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 2	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 3	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 5	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 up to 2016	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 2017-2019	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 2020+	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	PRE ECE	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	ECE 15/00-01	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	ECE 15/02	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	ECE 15/03	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	ECE 15/04	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	Improved Conventional	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	Open Loop	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 1	<input checked="" type="checkbox"/>
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 2	<input checked="" type="checkbox"/>

Απόσπασμα Προγράμματος 5: Ομαδοποίηση οχημάτων

Stock & Activity Data

All [Undo] [Redo] [Import] [Export]

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Stock [n]	Mean Activity [km]	Lifetime Cumulative Activity [km]	Fuel Balanced ~ Mean Activity [km]
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 4	17,376	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 5	5,990	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 6 up to 2016	1,342	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 1	6,649	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 2	522,618	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 3	377,234	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	305,397	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 5	100,847	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 up to 2016	23,070	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 1	2,997	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 2	206,364	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 3	517,971	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 4	395,883	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 5	68,598	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 up to 2016	16,022	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 1	355	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 2	20,614	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 3	24,643	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 4	17,596	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 5	1,272	13,000	0	0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	97	13,000	0	0
Passenger Cars	Diesel	Mini	Euro 4	0	0	0	0
Passenger Cars	Diesel	Mini	Euro 5	0	0	0	0
Passenger Cars	Diesel	Mini	Euro 6 up to 2016	0	0	0	0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 1	0	0	0	0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 2	0	0	0	0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 3	16,436	14,500	0	0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 4	13,452	14,500	0	0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 5	21,601	14,500	0	0

[OK] [Apply] [Cancel]

Απόσπασμα Προγράμματος 6: Στοιχεία κυκλοφορίας για την ομαδοποίηση

*COPERT - paseenger.cop

File Year Properties Fuel Vehicles Factors Results Parameters Exchange Timeseries Results About

Circulation activity

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Share				Speed				Min - Max Speed [km/h]
				Urban Peak [%]	Urban Off Peak [%]	Rural [%]	Highway [%]	Urban Peak [km/h]	Urban Off Peak [km/h]	Rural [km/h]	Highway [km/h]	
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 4	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 5	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Mini	Euro 6 up to 2016	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 1	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 2	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 3	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 5	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 up to 2016	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 1	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 2	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 3	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 4	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 5	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 up to 2016	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 1	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 2	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 3	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 4	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 5	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	5 - 130
Passenger Cars	Diesel	Mini	Euro 4	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	10 - 130
Passenger Cars	Diesel	Mini	Euro 5	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	10 - 130
Passenger Cars	Diesel	Mini	Euro 6 up to 2016	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	10 - 130
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 1	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	10 - 130
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 2	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	10 - 130
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 3	25%	45%	15%	15%	19	44	60	90	10 - 130

OK Apply Cancel

Απόσπασμα Προγράμματος 7: Περισσότερα ενεργά δεδομένα για την ομαδοποίηση

Τα αποτελέσματα για τα επιβατικά οχήματα δίνονται στους επόμενους Πίνακες 16 έως 18:

CO2 CO2

Sum of Total [t]	Column Labels	Hot Fossil	Hot Bio	Cold Fossil	Cold Bio	Grand Total
<input checked="" type="checkbox"/> Passenger Cars		6,451,425.7046	234,778.9963	670,022.9955	23,728.5869	7,379,956.2832
<input checked="" type="checkbox"/> Petrol		5,959,734.9939	200,178.6602	636,758.8673	21,387.786	6,818,060.3073
<input checked="" type="checkbox"/> Mini		41,892.9263	1,407.1213	5,320.998	178.7244	48,799.77
<input checked="" type="checkbox"/> Small		2,737,598.0682	91,951.8593	287,674.7996	9,662.5699	3,126,887.2969
<input checked="" type="checkbox"/> Medium		2,972,252.7585	99,833.5623	321,595.506	10,801.9161	3,404,483.7429
<input checked="" type="checkbox"/> Large-SUV-Executive		207,991.2408	6,986.1173	22,167.5637	744.5756	237,889.4975
<input checked="" type="checkbox"/> Diesel		491,690.7107	34,600.3361	33,264.1282	2,340.8008	561,895.9759
<input checked="" type="checkbox"/> Mini		0.	0.	0.	0.	0.
<input checked="" type="checkbox"/> Small		222,607.9222	15,664.947	14,961.1687	1,052.8193	254,286.8572
<input checked="" type="checkbox"/> Medium		243,798.6687	17,156.1425	16,567.9642	1,165.8897	278,688.665
<input checked="" type="checkbox"/> Large-SUV-Executive		25,284.1198	1,779.2466	1,734.9954	122.0918	28,920.4537

Πίνακας 15: Αποτελεσμάτων για επιβατικά οχήματα

Η συνολική **ετήσια** επιβάρυνση σε CO₂ οφειλόμενη στα μεταφορικά μέσα και δη τα επιβατικά, στην Αττική, αγγίζει τους **7,38 εκ. μετρικούς τόνους**, κατά το

έτος 2017. Θα διερευνήσουμε τρόπους επηρεασμού ή διακύμανσης των αποτελεσμάτων αυτών στο άμεσο μέλλον (**επόμενη 5-ετία, ίσως**).

Η ετήσια επιβάρυνση σε NOx παρουσιάζεται στον επόμενο Πίνακα 17:

NOx NOx

Sum of Total [t]	Column Labels	Hot	Cold	Grand Total
Passenger Cars		5,044.5472	2,237.243	7,281.7902
Petrol		3,128.7442	2,182.613	5,311.3572
Mini		14.2707	9.7152	23.9859
Small		1,782.4337	1,269.0004	3,051.434
Medium		1,249.7587	861.2575	2,111.0162
Large-SUV-Executive		82.2811	42.64	124.921
Diesel		1,915.803	54.6299	1,970.433
Mini		0.	0.	0.
Small		843.5919	23.8607	867.4526
Medium		987.343	28.2648	1,015.6078
Large-SUV-Executive		84.8682	2.5044	87.3726

Πίνακας 16: Ετήσιας επιβάρυνσης επιβατικών οχημάτων σε NOx

Ενώ η συνολική ετήσια εκπομπή σε Pb είναι:

Pb Pb

Sum of Total [kg]	Column Labels	Hot	Cold	Non Exhaust	Grand Total
Mini		0.0223	0.0028	7.9552	7.9804
Petrol		0.0223	0.0028	7.9552	7.9804
Passenger Cars		0.0223	0.0028	7.9552	7.9804
Diesel		0.	0.	0.	0.
Passenger Cars		0.	0.	0.	0.
Small		1.4969	0.1559	466.6589	468.3117
Petrol		1.459	0.1533	430.0902	431.7025
Passenger Cars		1.459	0.1533	430.0902	431.7025
Diesel		0.0379	0.0025	36.5687	36.6092
Passenger Cars		0.0379	0.0025	36.5687	36.6092
Medium		1.6256	0.1742	428.498	430.2978
Petrol		1.584	0.1714	388.8847	390.6401
Passenger Cars		1.584	0.1714	388.8847	390.6401
Diesel		0.0415	0.0028	39.6133	39.6576
Passenger Cars		0.0415	0.0028	39.6133	39.6576
Large-SUV-Executive		0.1152	0.0121	23.8583	23.9855
Petrol		0.1108	0.0118	20.7918	20.9144
Passenger Cars		0.1108	0.0118	20.7918	20.9144
Diesel		0.0043	0.0003	3.0665	3.0711
Passenger Cars		0.0043	0.0003	3.0665	3.0711

Πίνακας 17: Ετήσιας επιβάρυνσης επιβατικών οχημάτων σε Pb

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιούμε μπορεί να υπολογίσει συνολικά τους ακόλουθους **ρυπαντές**:

FC, Cd, CH₄, CO, CO₂, Cr, Cu, Hg, N₂O, NH₃, Ni, NMVOC, NO, NO_x, OM, Pb, PM₁₀, PM_{2.5}, PMTSP, Se, SO₂, VOC, Zn.

B. TAXI

Η κατηγορία αυτή είναι κατά παρέκκλιση μόνο διακριτή επειδή αν και το segmentation των οχημάτων αυτών ανήκουν στη γενικότερη κατηγορία των επιβατικών medium diesel (1,4 – 2,0 l) εντούτοις είναι γεγονός ότι οι περισσότεροι αυτοκινητιστές που δραστηριοποιούνται στη κατηγορία αυτή έχουν προβεί σε εκτεταμένες τροποποιήσεις των κινητήρων τους μετατρέποντάς τους σε υβριδικούς diesel – LPG (Υγραέριο). Επίσης, τα χιλιόμετρα που διανύουν ετησίως δεν μπορούν να συγκριθούν με τα κοινά επιβατικά. Σε κάθε περίπτωση, όμως, ο στόλος των TAXI παραμένει αναλλοίωτος αριθμητικά, τουλάχιστον, τις τελευταίες δεκαετίες κρατώντας τον σταθερά και κατά περίπτωση, στα 15 -16.000 οχήματα. **Έτσι θεωρούμε ότι δεν χρειάστηκε να υπολογισθούν οι ρύποι των TAXI ξεχωριστά αλλά ενσωματώθηκαν, σε δεύτερη προσπάθεια, στην κατηγορία των επιβατικών αλλάζοντας τα διανυόμενα ετήσια χιλιόμετρα.**

Οι **αντικειμενικές δυσκολίες** που αντιμετωπίσαμε μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

- Το ΣΑΤΑ (το θεσμοθετημένο Σωματείο τους) **δεν διαθέτει στοιχεία** σχετικά με την κατηγοριοποίηση των TAXI, δηλ. δεν γνωρίζουν την ηλικιακή ποσόστωση των οχημάτων που κυκλοφορούν σήμερα, ώστε να τα ταξινομήσουμε ανά πρότυπο ρύπων (EURO 1, 2 κ.λπ.) κάτι αντίστοιχο που επιχειρήσαμε με τα κοινά επιβατικά.
- Είναι δύσκολο να προσδιορισθεί ο μέσος ετήσιος αριθμός διανυομένων χιλιομέτρων.
- Από διάσπαρτες πηγές γνωρίζουμε ότι το σύνολο των κυκλοφορόντων TAXI είναι σε ποσοστό **61,5%** γηραιότερα από EURO 3 ⁴.

Για να μπορέσουμε να αποκτήσουμε μια σφαιρικότερη εικόνα της πραγματικής κατάστασης αποφασίσαμε **να διανείμουμε ερωτηματολόγια** σε συγκεκριμένες αφετηρίες TAXI στη περιοχή του Αμαρουσίου.

⁴ ΤΑΞΙΤΖΗΣ διαδικτυακός ιστότοπος

Στη συγκεκριμένη περίπτωση **διενεργήσαμε δειγματοληψία «σκοπιμότητας»** (purposive sampling) όπου επιλέγονται άτομα με κάποια συγκεκριμένα και «υποκειμενικά» κριτήρια αφού δεν γνωρίζουμε επακριβώς τη διαστρωμάτωση του πληθυσμού, στη συγκεκριμένη περίπτωση τη γηραιότητα του στόλου.

Χαρακτηριστικά του ερωτηματολογίου:

- **Δείγμα: 82**
- **Περιοχή: σε τέσσερις (4) αφετηρίες στο Μαρούσι. Στο σταθμός «Νερατζιώτισσα», στο σταθμό «ΗΣΑΠ», στην άτυπη αφετηρία Λ. Κηφισίας (έμπροσθεν HELLEXPO) και, τέλος, στην άτυπη αφετηρία επί της Λ. Πεντέλης (σταθμεύουν, κυρίως ραδιοΤΑΧΙ).**
- **Οι ερωτώμενοι έπρεπε να ήταν οι ίδιοι ιδιοκτήτες ΤΑΧΙ.**
- **Οι ερωτώμενοι έπρεπε να ασκούν το επάγγελμα του αυτοκινητιστή για περισσότερο από 5 χρόνια.**

Στην προσπάθεια αυτή στάθηκε αρωγός συνάδελφος ο οποίος ασκεί και περιοδικά το επάγγελμα αυτό.

Στον επόμενο Πίνακα 19, παρουσιάζονται τα επιμέρους στοιχεία που αφορούν τα ΤΑΧΙ κατά την εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα υπολογισμού ρύπων.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Km ANA ΕΙΔΟΣ	On Peak	Off Peak	ΤΑΧΥΤΗΤΑ		TA Rural	ΤΑΧΥΤΗΤΑ Highway	
								peak (Km/h)	Off Peak (Km/h)			
B	(1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 1	64	45,000	35%	55%	10%	19	45	90
B	(1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 2	4,787	45,000	35%	55%	10%	19	45	90
B	(1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 3	5,983	45,000	35%	55%	10%	19	45	90
B	(1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 4	4,702	45,000	35%	55%	10%	19	45	90
B	(1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 5	1,128	45,000	35%	55%	10%	19	45	90
B	(1,4-2,0l)	MEDIUM	DIESEL	EURO 6	259	45,000	35%	55%	10%	19	45	90

16,923

Πίνακας 18: Δεδομένων ΤΑΧΙ

Το δείγμα μας δείχνει να συμφωνεί με την άποψη ότι τα TAXI που κυκλοφορούν στην Αθήνα σήμερα είναι παλαιότερα από EURO 3 κατά ποσοστό **61,5%** αφού στο δικό μας δείγμα τα οχήματα που κυκλοφορούν με κανονισμούς προ EURO 3 είναι $(5,983 + 4,787 + 64)/16,923 = 64\%$.

Τα συνολικά διανυθέντα ετήσια χιλιόμετρα καθώς και τα ποσοστά αιχμής εκτός αιχμής φαίνονται απολύτως φυσιολογικά.

Οι ρύποι που εκπέμπουν τα TAXI δεν θα υπολογισθούν μεμονωμένα αλλά συνολικά αφού εισαγάγουμε όλες τις λοιπές κατηγορίες οχημάτων. Με αυτό τον τρόπο όχι μόνο θα μειώσουμε τους χρόνους εισαγωγής δεδομένων στο πρόγραμμα αφού δεν θα παραμετροποιούμε για κάθε ξεχωριστή κατηγορία αλλά θα μπορέσουμε στο τέλος να τρέξουμε και την ενεργειακή ισορρόπηση (energy balance) με τα καταναλωθέντα, ετήσια αποθέματα καυσίμων .

Σε αυτή την κατηγορία γνωρίζουμε την ηλικιακή της κατανομή συνεπώς γνωρίζουμε και κατηγοριοποίηση ανά πρότυπο ρύπου παίρνοντας πληροφορίες από το **ACEA Report (European Automobile Manufacturers Association, 2017)**, τον **ΣΕΑΑ** καθώς και από άλλες διαδικτυακές πηγές.

Πληροφορίες σχετικά με την κατηγοριοποίηση αυτής της ομάδας που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα Corept ανά «απόβαρο-ωφέλιμο φορτίο», «διανυθέντα ετήσια χιλιόμετρα», «κυκλοφοριακά δεδομένα» δεν υπάρχουν, άμεσα, διαθέσιμες. **Οι Υπηρεσίες οι οποίες επιλαμβάνονται να διαχειριστούν την πληροφορία αυτή είναι οι κατά τόπους Περιφέρειες Αττικής (Βόρειος, Νότιος Τομείς, Τμήμα Συγκοινωνιών).** Αν και ο Δήμος στον οποίο εργαζομαι έχει αгаσθή συνεργασία με τις Υπηρεσίες αυτές εντούτοις μου **απέκλεισαν** πρόσβαση στις πληροφορίες επικαλούμενοι φόρτο εργασίας, έλλειψη προσωπικού, πρόσβαση σε προσωπικά δεδομένα. Η πληροφορία που επιθυμούσα, είναι αλήθεια ότι απαιτεί πρόσβαση στη συνολική βάση δεδομένων των υπηρεσιών αυτών και περαιτέρω στατιστική επεξεργασία.

Η επόμενη λύση είναι να στραφούμε σε **ερωτηματολόγια** και σε **εταιρεία επισκευής συντήρησης βαρέων οχημάτων**, όπως η εταιρεία **ΚΑΟΥΣΗΣ ΑΕΒΕ**.

Στους επόμενους Πίνακες 20 και 21, παρουσιάζονται στοιχεία φορτηγών ανά πρότυπο ρύπων για Ελλάδα και Αττική.

ΕΤΟΣ	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1992-1995	ΣΥΝΟΛΟ	
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ <3,5Τ	6,152	5,859	5,059	3,530	3,749	6,456	10,786	19,031	31,916	31,391	31,943	68,697	68,697	68,697	68,697	68,697	68,697	68,697	68,697	68,697	68,697	68,697	169,520	1,343,830
ΦΟΡΤΗΓΑ >3,5Τ	642	611	559	458	333	646	1,797	3,055	3,295	3,168	3,112	24,114	24,114	24,114	24,114	24,114	24,114	24,114	24,114	24,114	24,114	24,114	72,652	
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	EURO 6 (EC/715/2007)		EURO 5 (EC/715/2007)		EURO 4 (1999/96/EC)		EURO 3 (1999/96/EC)		EURO 2 (91/54/2/EC)		EURO 1 (91/54/2/EC)													
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ <3,5Τ	17,070				24,521				182,978			343,485							274,788				169,520	
ΦΟΡΤΗΓΑ >3,5Τ	1,812				3,234				36,744			120,570							96,456				72,652	
Συνολικός (%)	1.41%				2.07%				16.35%			34.53%							27.63%				18.02%	
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ <3,5Τ (BENZINΗ 54.4%)	9,286				13,339				99,540			186,856							149,485				92,219	
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ <3,5Τ (ΝΤΙΖΕΛ 45.6%)	7,784				11,182				83,438			156,629							125,303				77,301	
ΦΟΡΤΗΓΑ >3,5Τ (BENZINΗ 1%)	18				32				367			1,206							965				727	
ΦΟΡΤΗΓΑ >3,5Τ (ΝΤΙΖΕΛ 99%)	1,794				3,202				36,377			119,364							95,491				71,925	

(*) Πηγή: ACEA Report Vehicles in Use, 2018
ΕΛΣΤΑΤ
<http://www.kathimerini.gr/931063/gallery/aytokinhsh/aytokinhsh-epikairothta/h-ellada-prvta8lthria-se-gerasmeno-stolo-forthgwn-sthn-ee>

Πίνακας 19: Κατηγοριοποίηση φορτηγών οχημάτων N1, N2, N3 για την Ελλάδα

ΕΤΟΣ	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1992-1995	ΣΥΝΟΛΟ	
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	EURO 6 (EC/715/2007)		EURO 5 (EC/715/2007)		EURO 4 (1999/96/EC)		EURO 3 (1999/96/EC)		EURO 2 (91/54/2/EC)		EURO 1 (91/54/2/EC)													
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ <3,5Τ	3,623				5,205				38,839			72,909							58,327				35,983	285,343
ΦΟΡΤΗΓΑ >3,5Τ	385				686				7,799			25,592							20,474				15,421	
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ <3,5Τ (BENZINΗ 54.4%)	1,971				2,831				21,128			39,662							31,730				19,574	
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ <3,5Τ (ΝΤΙΖΕΛ 45.6%)	1,652				2,373				17,711			33,246							26,597				16,408	
ΦΟΡΤΗΓΑ >3,5Τ (BENZINΗ 1%)	4				7				78			256							205				154	
ΦΟΡΤΗΓΑ >3,5Τ (ΝΤΙΖΕΛ 99%)	381				680				7,721			25,336							20,269				15,267	

(*) Πηγή: ACEA Report Vehicles in Use, 2018
ΕΛΣΤΑΤ
<http://www.kathimerini.gr/931063/gallery/aytokinhsh/aytokinhsh-epikairothta/h-ellada-prvta8lthria-se-gerasmeno-stolo-forthgwn-sthn-ee>

Πίνακας 20: Κατηγοριοποίηση φορτηγών οχημάτων N1, N2, N3 για την Αττική

Ακολουθεί ο Πίνακας 22 με τα αποτελέσματα του **ερωτηματολογίου** που διανεμίσαμε:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ (%)	ΜΕΣΑ ΕΤΗΣΙΑ ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΑ ΧΛΜ	ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ (%)	ΑΣΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ (%)	ΚΑΘΑΡΑ ΧΛΜ ΕΝΤΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ		ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	% ΑΡΘΡΩΤΩΝ ΦΟΡΤΗΓΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΡΘΡΩΤΩΝ (%)
						ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ (%)	ΚΑΘΑΡΑ ΧΛΜ			
<=7.5 t	ΧΩΜ/ΟΙΚ/ΣΙΔ	28	35,000	40	60	80	28,000	40%	0%	12.67%
	ΕΜΠΟΡ/ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ	57								
	ΆΛΛΗ	15								
7.5 - 12 t	ΧΩΜ/ΟΙΚ/ΣΙΔ	32	22,500	55	45	90	20,250	17%	0%	
	ΕΜΠΟΡ/ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ	45								
	ΆΛΛΗ	23								
12 - 20 t	ΧΩΜ/ΟΙΚ/ΣΙΔ	21	43,000	55	45	90	38,700	19%	8%	
	ΕΜΠΟΡ/ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ	58								
	ΆΛΛΗ	21								
20 - 32 t	ΧΩΜ/ΟΙΚ/ΣΙΔ	31	28,000	60	40	80	22,400	15%	12%	
	ΕΜΠΟΡ/ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ	62								
	ΆΛΛΗ	7								
> 32 t	ΧΩΜ/ΟΙΚ/ΣΙΔ	26	33,000	80	20	60	19,800	9%	18%	
	ΕΜΠΟΡ/ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ	72								
	ΆΛΛΗ	2								

Πίνακας 21: Στοιχεία δειγματοληψίας για επαγγελματικά – φορτηγά οχήματα

Για τη δειγματοληψία ακολουθήσαμε την ίδια μέθοδο με τα ΤΑΧΙ, δηλ. Purposive sampling.

Αρωγοί στάθηκαν επαγγελματίες συνάδελφοι.

Χαρακτηριστικά

Δείγμα: 41

Περιοχή: Ανά την Αττική χωρίς περιορισμούς ομαλούς στρωματοποίησης (πως θα μπορούσαμε άλλωστε...)

Ερωτηθέντες: Ιδιοκτήτες βαρέων οχημάτων, μόνο περί το 10% του δείγματος να αφορούν σε φορτηγά ΦΔΧ (Δημόσιας χρήσης, επιμισθούμενα). Οι 35 ερωτώμενοι διέθεταν ΦΙΧ και 7 ΦΔΧ.

Κατηγορίες: 3 κατηγορίες επιλέχθηκαν, Χωματοουργικές/Οικοδομικές, Εμπορευματικές, Άλλη (Αγροτική κ.λπ.).

Κατά την επεξεργασία οι κατηγορίες τονάζ παρουσιάζονται κάτω από τη στήλη «ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ», ενώ πραγματοποιήθηκε και **διόρθωση των συνολικά διανυομένων** χιλιομέτρων ανάλογα με τα ποσοστά χρήσης των αυτοκινητοδρόμων. Δηλαδή, σε μεγάλα ποσοστά χρήσης αυτοκινητοδρόμων

θεωρούμε ότι τα συνολικά χιλιόμετρα δεν έχουν πραγματοποιηθεί εντός της Αττικής αλλά στο σύνολο του οδικού δικτύου της χώρας ή και της Ευρώπης. Ο **συντελεστής** επιλέχθηκε από υποκειμενικά κριτήρια εμπειρίας. Μεγάλη σημασία έπαιξε και η υπο ομάδα φορτηγών. Οι μεταφορικές σίγουρα εκτελούν πολλά χλμ. εκτός Αττικής.

Το πρόγραμμα ζητά στοιχεία και για την κατηγορία των αρθρωτών φορτηγών (articulated trucks) για τα οποία ζητήσαμε στοιχεία από τους ερωτηθέντες.

Από την εταιρεία ΚΑΟΥΣΗΣ ΑΕΒΕ δεν αντλήσαμε πολλά στοιχεία εκτός από εκείνα που αφορούσαν στα διανυόμενα χλμ. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι τελικοί Πίνακες 23 έως 26 για εισαγωγή:

1. Ελαφρά Φορτηγά (<3,5 t)

ΕΙΔΟΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	EMISSION STANDARD	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Κμ	PEAK	OFFPEAK	RURAL	TΑΧΥΤΗΤΑ PEAK	TΑΧΥΤΗΤΑ OFFPEAK	TΑΧΥΤΗΤΑ RURAL
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	BENZINH	EURO 1	19,574	24,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	BENZINH	EURO 2	31,730	24,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	BENZINH	EURO 3	39,662	24,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	BENZINH	EURO 4	21,128	24,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	BENZINH	EURO 5	2,831	24,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	BENZINH	EURO 6	1971	24500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	NTIZEL	EURO 1	16,408	22,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	NTIZEL	EURO 2	26,097	22,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	NTIZEL	EURO 3	33,246	22,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	NTIZEL	EURO 4	18,213	22,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	NTIZEL	EURO 5	2,373	22,500	35	45	20	12	25	40
LIGHT COMMERCIAL VEHICLE	N1-III	NTIZEL	EURO 6	1,652	22,500	35	45	25	12	25	40

214,885

Πίνακας 22: Τελικός Πίνακας N1, N2 (ελαφρά φορτηγά)

Η κατηγορία των ελαφρών φορτηγών καταλαμβάνει τις ακόλουθες ομάδες: N1-I (μέχρι 1200Kg) N1-II (μέχρι 1700Kg) και N1-III (μέχρι 3500Kg). Σχεδιάζοντας συντηρητικά εντάξαμε όλες τις υπο ομάδες στην κατηγορία N1-III.

2. Βαρέα Φορτηγά (3,5 – 32 t)

ΕΙΔΟΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	EMISSION STANDARD	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Κμ	PEAK	OFFPEAK	RURAL	TAXYTHTA PEAK	TAXYTHTA OFFPEAK	TAXYTHTA RURAL
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>=3,5 t	BENZINH	EURO 1	9	25,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>=3,5 t	BENZINH	EURO 2	12	25,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>=3,5 t	BENZINH	EURO 3	15	25,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>=3,5 t	BENZINH	EURO 4	4	25,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>=3,5 t	BENZINH	EURO 5	0	25,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>=3,5 t	BENZINH	EURO 6	0	25,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	<=7,5 t	NTIZEΛ	EURO 1	6,059	28,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	<=7,5 t	NTIZEΛ	EURO 2	8,044	28,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	<=7,5 t	NTIZEΛ	EURO 3	10,055	28,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	<=7,5 t	NTIZEΛ	EURO 4	3,064	28,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	<=7,5 t	NTIZEΛ	EURO 5	270	28,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	<=7,5 t	NTIZEΛ	EURO 6	151	28,000	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	7,5 - 12 t	NTIZEΛ	EURO 1	2,726	20,250	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	7,5 - 12 t	NTIZEΛ	EURO 2	3,619	20,250	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	7,5 - 12 t	NTIZEΛ	EURO 3	4,523	20,250	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	7,5 - 12 t	NTIZEΛ	EURO 4	1,378	20,250	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	7,5 - 12 t	NTIZEΛ	EURO 5	121	20,250	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	7,5 - 12 t	NTIZEΛ	EURO 6	68	20,250	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	12 - 14 t	NTIZEΛ	EURO 1	763	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	12 - 14 t	NTIZEΛ	EURO 2	1,012	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	12 - 14 t	NTIZEΛ	EURO 3	1,266	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	12 - 14 t	NTIZEΛ	EURO 4	386	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	12 - 14 t	NTIZEΛ	EURO 5	34	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	12 - 14 t	NTIZEΛ	EURO 6	19	38,700	25	55	20	12	19	40

Πίνακας 23: Κατηγορίες N3-4 Βαρέα φορτηγά

ΕΙΔΟΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	EMISSION STANDARD	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Κμ	PEAK	OFFPEAK	RURAL	TAXYTHTA PEAK	TAXYTHTA OFFPEAK	TAXYTHTA RURAL
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	14-20 t	NTIZEΛ	EURO 1	2,101	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	14-20 t	NTIZEΛ	EURO 2	3,789	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	14-20 t	NTIZEΛ	EURO 3	3,486	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	14-20 t	NTIZEΛ	EURO 4	3,315	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	14-20 t	NTIZEΛ	EURO 5	94	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	14-20 t	NTIZEΛ	EURO 6	52	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	20-26 t	NTIZEΛ	EURO 1	1,707	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	20-26 t	NTIZEΛ	EURO 2	1,866	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	20-26 t	NTIZEΛ	EURO 3	2,833	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	20-26 t	NTIZEΛ	EURO 4	863	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	20-26 t	NTIZEΛ	EURO 5	76	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	20-26 t	NTIZEΛ	EURO 6	43	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	26-28 t	NTIZEΛ	EURO 1	4	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	26-28 t	NTIZEΛ	EURO 2	6	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	26-28 t	NTIZEΛ	EURO 3	7	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	26-28 t	NTIZEΛ	EURO 4	2	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	26-28 t	NTIZEΛ	EURO 5	0	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	26-28 t	NTIZEΛ	EURO 6	0	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	28 - 32 t	NTIZEΛ	EURO 1	160	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	29 - 32 t	NTIZEΛ	EURO 2	212	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	30 - 32 t	NTIZEΛ	EURO 3	265	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	31 - 32 t	NTIZEΛ	EURO 4	81	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	32 - 32 t	NTIZEΛ	EURO 5	7	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	33 - 32 t	NTIZEΛ	EURO 6	4	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>32 t	NTIZEΛ	EURO 1	882	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>32 t	NTIZEΛ	EURO 2	1,171	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>32 t	NTIZEΛ	EURO 3	1,463	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>32 t	NTIZEΛ	EURO 4	446	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>32 t	NTIZEΛ	EURO 5	39	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS RIGID	>32 t	NTIZEΛ	EURO 6	22	19,800	25	55	20	12	19	40

68,595

Πίνακας 24: Κατηγορία > N4 υπερβαρέα φορτηγά

Και ακολουθεί η κατηγορία των αρθρωτών:

3. Αρθρωτά

ΕΙΔΟΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	EMISSION STANDARD	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Κμ	PEAK	OFFPEAK	RURAL	ΤΑΧΥΤΗΤΑ PEAK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ OFFPEAK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ RURAL
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	14-20 t	NTIZEL	EURO 1	168	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	14-20 t	NTIZEL	EURO 2	223	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	14-20 t	NTIZEL	EURO 3	279	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	14-20 t	NTIZEL	EURO 4	85	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	14-20 t	NTIZEL	EURO 5	7	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	14-20 t	NTIZEL	EURO 6	4	38,700	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	20-28 t	NTIZEL	EURO 1	205	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	20-28 t	NTIZEL	EURO 2	272	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	20-28 t	NTIZEL	EURO 3	340	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	20-28 t	NTIZEL	EURO 4	104	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	20-28 t	NTIZEL	EURO 5	9	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	20-28 t	NTIZEL	EURO 6	5	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	28-34 t	NTIZEL	EURO 1	1	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	28-34 t	NTIZEL	EURO 2	1	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	28-34 t	NTIZEL	EURO 3	1	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	28-34 t	NTIZEL	EURO 4	0	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	28-34 t	NTIZEL	EURO 5	0	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	28-34 t	NTIZEL	EURO 6	0	22,400	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	34-40 t	NTIZEL	EURO 1	13	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	34-40 t	NTIZEL	EURO 2	17	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	34-40 t	NTIZEL	EURO 3	21	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	34-40 t	NTIZEL	EURO 4	6	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	34-40 t	NTIZEL	EURO 5	1	19,800	25	55	20	12	19	40
HEAVY DUTY TRUCKS ARTICULATED	34-40 t	NTIZEL	EURO 6	0	19,800	25	55	20	12	19	40

1,763

Πίνακας 25: Αρθρωτά φορτηγά

Τα αποτελέσματα θα φανούν στο τέλος της υπολογιστικής διαδικασίας.

Δ. ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ

Εδώ διακρίνουμε δύο (2) μεγάλες υπο ομάδες: τα αστικά λεωφορεία και τα πούλμαν (Coaches).

Για την πρώτη κατηγορία ζητήσαμε αναλυτικά στοιχεία από τον **ΟΑΣΑ** που παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 27:

ΑΔΑ	ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ (1)	STOCK (Αρ. Οχημάτων) - Ενεργά μόνο (2)	ΧΡΟΝΟΣ ΚΤΗΣΗΣ	Συνολικά km για το 2017	Μέση δραστηριότητα (Κιλόετος) (3)	(*)	εξτρα στήλη	Συνολική κατανάλωση πετρελαίου για το 2017 (lt)	Ολική δραστηριότητα (συνολικά Km μέχρι σήμερα) (4)	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ			ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ (μικτό βάρος)			Euro Standard							
										DIESEL	CNG	BioDIESEL	<= 15 t	15-18 t	>=18t	Euro I	Euro II	Euro III	Euro IV	Euro V	Euro VI	Συμβατικό	
1	NEOPLAN EABO C 97.N 4007 (MIDI)	79	1999 - 2001	2,196,659	886,484.19					√			√										
2	SOLARIS URBINO (MIDI)	220	2009	7,941,421	3,587,621.75					√			√										
3	MRC BENZ O 405 N (12m)	215	1994	10,474,427	6,265,527.00					√			√										
4	MRC EABO C 97.405 N (12m)	140	2001	5,915,881	3,549,046.00					√			√										
5	MRC EABO C 99.405 N (12m)	18	2001	1,168,348	561,579.00					√			√										
6	IRISBUS AGORA S (12m)	279	2004	8,255,273	4,642,478.82					√			√					√					
7	IRISBUS AGORA S CNG (12m)	102	2005	489,443	198,272.00						√				√				√				
8	RENAULT AGORA S CNG (12m)	123	2000	245,981	124,260.55						√				√								
9	IRISBUS CITELIS CNG (12m)	200	2010	850,945	418,442.14						√				√							√	
10	MRC EABO C 97.405 GN (18m)	172	1999	7,703,701	5,504,768.00					√			√						√				
11	VOLVO B 7 L (18m)	70	2000	2,387,536	1,661,651.00					√			√						√				
12	SOLARIS URBINO (18m)	100	2009	6,265,252	3,672,747.00					√			√								√		
		1718																					

(*) Σημ.: Συμπληρώνεται ή το (3) ή το (4)

Πίνακας 26: Στοιχεία ΟΑΣΑ

Στοιχεία για τα λοιπά αστικά λεωφορεία που χρησιμοποιούνται από τους **Δήμους, Περιφέρειες και Γενικό Δημόσιο σε συνδυασμό με τα λεωφορεία ΟΑΣΑ** παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 28 για εισαγωγή στο Copert:

ΕΙΔΟΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	EMISSION STANDARD	ΠΟΣΟΣΤΗΤΑ	Κμ	PEAK	OFFPEAK	RURAL	ΤΑΧΥΤΗΤΑ PEAK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ OFFPEAK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ RURAL
URBAN BUSES	MIDI <=15 t	DIESEL	EURO 1	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	MIDI <=15 t	DIESEL	EURO 2	112	27,805	35	65		12	19	
URBAN BUSES	MIDI <=15 t	DIESEL	EURO 3	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	MIDI <=15 t	DIESEL	EURO 4	312	36,097	35	65		12	19	
URBAN BUSES	MIDI <=15 t	DIESEL	EURO 5	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	MIDI <=15 t	DIESEL	EURO 6	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD 15 - 18 t	DIESEL	EURO 1	305	48,718	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD 15 - 18 t	DIESEL	EURO 2	224	44,837	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD 15 - 18 t	DIESEL	EURO 3	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD 15 - 18 t	DIESEL	EURO 4	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD 15 - 18 t	DIESEL	EURO 5	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD 15 - 18 t	DIESEL	EURO 6	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD + ARTICULATED >18 t	DIESEL	EURO 1	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD + ARTICULATED >18 t	DIESEL	EURO 2	343	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD + ARTICULATED >18 t	DIESEL	EURO 3	396	29,589	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD + ARTICULATED >18 t	DIESEL	EURO 4	0	41,699	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD + ARTICULATED >18 t	DIESEL	EURO 5	142	62,655	35	65		12	19	
URBAN BUSES	STANDARD + ARTICULATED >18 t	DIESEL	EURO 6	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	CNG	CNG	EURO 1	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	CNG	CNG	EURO 2	175	2,000	35	65		12	19	
URBAN BUSES	CNG	CNG	EURO 3	145	4,798	35	65		12	19	
URBAN BUSES	CNG	CNG	EURO 4	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	CNG	CNG	EURO 5	0	0	35	65		12	19	
URBAN BUSES	CNG	CNG	EURO 6	284	4,255	35	65		12	19	

2,438

Πίνακας 27: Συνολικά είδη λεωφορείων

Η κατηγορία των coaches ανά ηλικιακή κατηγορία παρουσιάζεται στον επόμενο Πίνακα 29 (ACEA, 2017)

ΕΤΟΣ	>10 ΕΤΙΑ																	ΣΥΝΟΛΟ				
	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000		1999	1998	1997	1992-1995
ΣΥΝΟΛΟ COACHES	26	25	24	19	16	30	76	93	123	167	96	763	763	763	763	763	763	763	763	763	2,236	9,798
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	EURO 6 (EC/715/2007)				EURO 5 (EC/715/2007)				EURO 4 (1999/96/EC)				EURO 3 (1999/96/EC)				EURO 2 (91/542/EC)		EURO 1 (91/542/EC)			
COACHES <=18t	75				141				1,242				3,815				2,289		2,236			
COACHES >18t	68				127				1,078				3,394				2,020		2,004			
COACHES >18t	8				14				124				382				229		224			

Πίνακας 28: Τουριστικά λεωφορεία

Μιας και δεν υπήρχαν στατιστικά δεδομένα θεωρήσαμε **αυθαίρετα** ότι η κατηγορία των πούλμαν άνω των 18t αποτελεί το **10%** του στόλου των λεωφορείων.

Τα δεδομένα για την εισαγωγή στο πρόγραμμα παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 30:

ΕΙΔΟΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	EMISSION STANDARD	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Κμ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΧΛΜ ΕΝΤΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΑΘΑΡΑ ΧΛΜ	PEAK	OFFPEAK	RURAL	ΤΑΧΥΤΗΤΑ PEAK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ OFFPEAK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ RURAL
COACHES	STANDARD <=18 t	DIESEL	EURO 1	2,004	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD <=18 t	DIESEL	EURO 2	2,020	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD <=18 t	DIESEL	EURO 3	3,394	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD <=18 t	DIESEL	EURO 4	1,078	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD <=18 t	DIESEL	EURO 5	127	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD <=18 t	DIESEL	EURO 6	68	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD >18 t	DIESEL	EURO 1	224	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD >18 t	DIESEL	EURO 2	229	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD >18 t	DIESEL	EURO 3	382	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD >18 t	DIESEL	EURO 4	124	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD >18 t	DIESEL	EURO 5	14	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
COACHES	STANDARD >18 t	DIESEL	EURO 6	8	75,000	0.65	48,750	20	55	25	12	40	60
				9,798									

Πίνακας 29: τελικός πίνακας εισαγωγής στο Copert

ΣΤ. ΔΙΚΥΚΛΑ

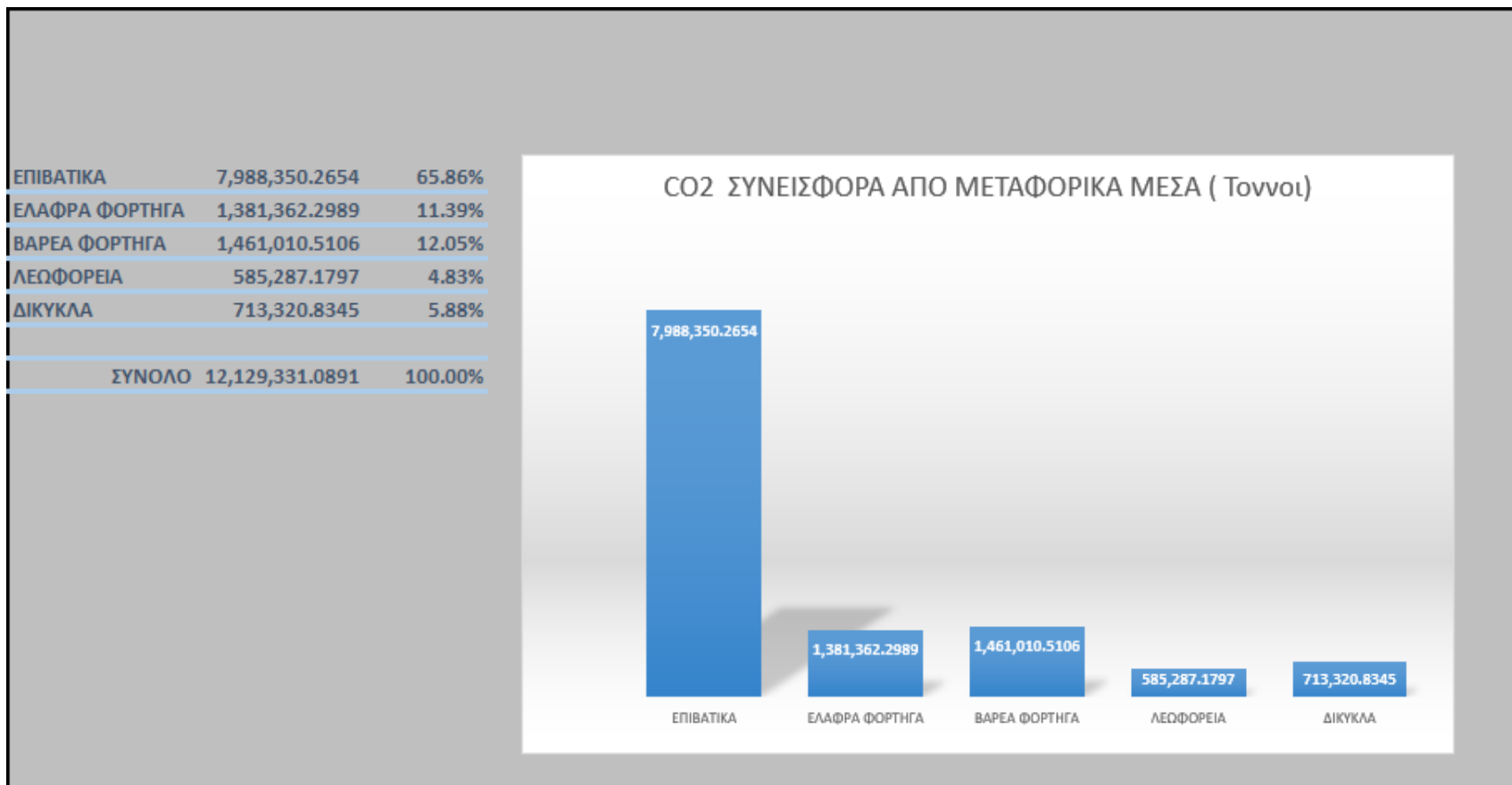
Εδώ η διαμορφωθείσα κατάσταση είναι λίγο ρευστή. Τα λιγοστά δεδομένα προέρχονται από τη Emisia Data παρωχημένων ετών που με κατάλληλη επεξεργασία παρουσιάζονται στους επόμενους Πίνακες 31 και 32. Οι κανονισμοί προτύπων ρύπων για τα δίκυκλα ακολουθούν τη δική τους χρονική εξέλιξη.

		ΕΤΟΣ																			ΣΥΝΟΛΟ
		2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	
		EC 168/2013 EURO 4 & EURO 5		EURO 2 και EURO 3 (stage II & III) 2002/51/EC										EURO 1 97/24/EC		Conventional					
ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΤΟ	117,347		309,967										175,540		132,070		734,924			
	ΜΟΠΕD 2-stroke < 50 cm ³	23,406		61,827										35,014		26,343		146,590			
	ΜΟΤΟ 4-STROKE <250 cm ³	59,173		156,303										88,517		66,597		370,591			
	ΜΟΤΟ 4-stroke 250-750 cm ³	28,552		75,419										42,711		32,134		178,816			
	ΜΟΤΟ 4-stroke > 750 cm ³	6,216		16,418										9,298		6,995		38,927			

Πίνακας 30: Στοιχεία δικύκλων

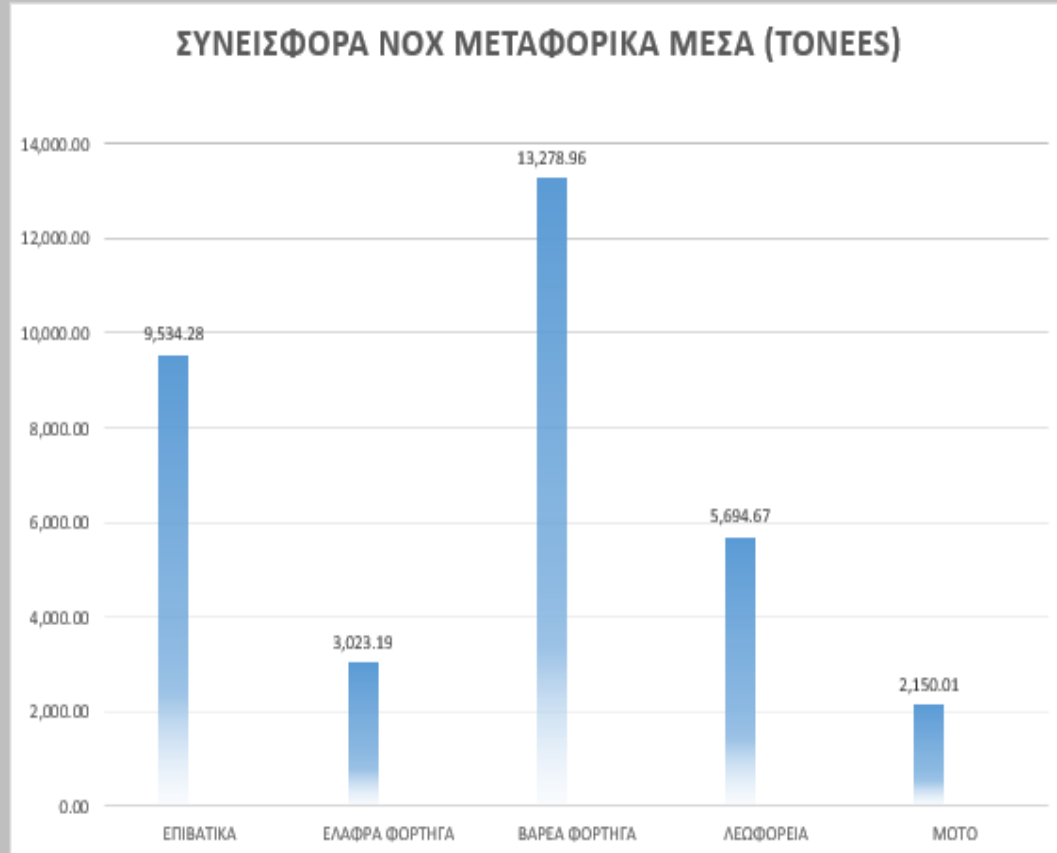
ΕΙΔΟΣ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	EMISSION STANDARD	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Κμ	PEAK	OFFPEAK	RURAL	ΤΑΧΥΤΗΤΑ PEAK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ OFFPEAK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ RURAL
ΜΟΠΕD	2-stroke < 50 cm ³	BENZINH	Conventional	26,343	5,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΠΕD	2-stroke < 50 cm ⁴	BENZINH	EURO 1	35,014	5,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΠΕD	2-stroke < 50 cm ⁵	BENZINH	EURO 2 & 3	61,827	5,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΠΕD	2-stroke < 50 cm ⁶	BENZINH	EYRO 4 & 5	23,406	5,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke < 250 cm ³	BENZINH	Conventional	66,597	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke < 250 cm ⁴	BENZINH	EURO 1	88,517	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke < 250 cm ⁵	BENZINH	EURO 2 & 3	156,303	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke < 250 cm ⁶	BENZINH	EYRO 4 & 5	59,173	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke 250 - 750 cm ³	BENZINH	Conventional	32,134	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke 250 - 750 cm ⁴	BENZINH	EURO 1	42,711	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke 250 - 750 cm ⁵	BENZINH	EURO 2 & 3	75,419	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke 250 - 750 cm ⁶	BENZINH	EYRO 4 & 5	28,552	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke > 750 cm ³	BENZINH	Conventional	6,995	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke > 750 cm ⁴	BENZINH	EURO 1	9,298	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke > 750 cm ⁵	BENZINH	EURO 2 & 3	16,418	12,500	30	50	10	25	50	90
ΜΟΤΟ	4-stroke > 750 cm ⁶	BENZINH	EYRO 4 & 5	6,216	12,500	30	50	10	25	50	90
				734,924							

Πίνακας 31: Τελικός πίνακας εισαγωγής



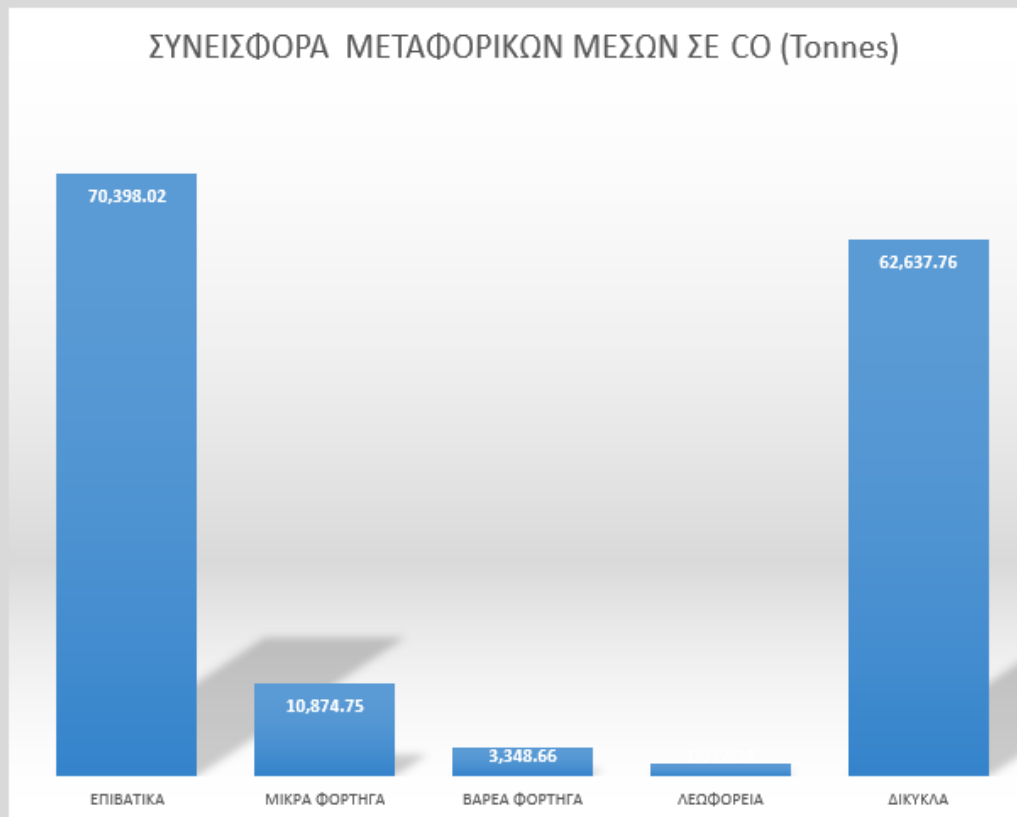
Γράφημα 10: Αποτελέσματα CO₂

ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ	9,534.28	28.31%
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗ	3,023.19	8.98%
ΒΑΡΕΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	13,278.96	39.43%
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	5,694.67	16.91%
ΜΟΤΟ	2,150.01	6.38%
ΣΥΝΟΛΟ	33,681.10	



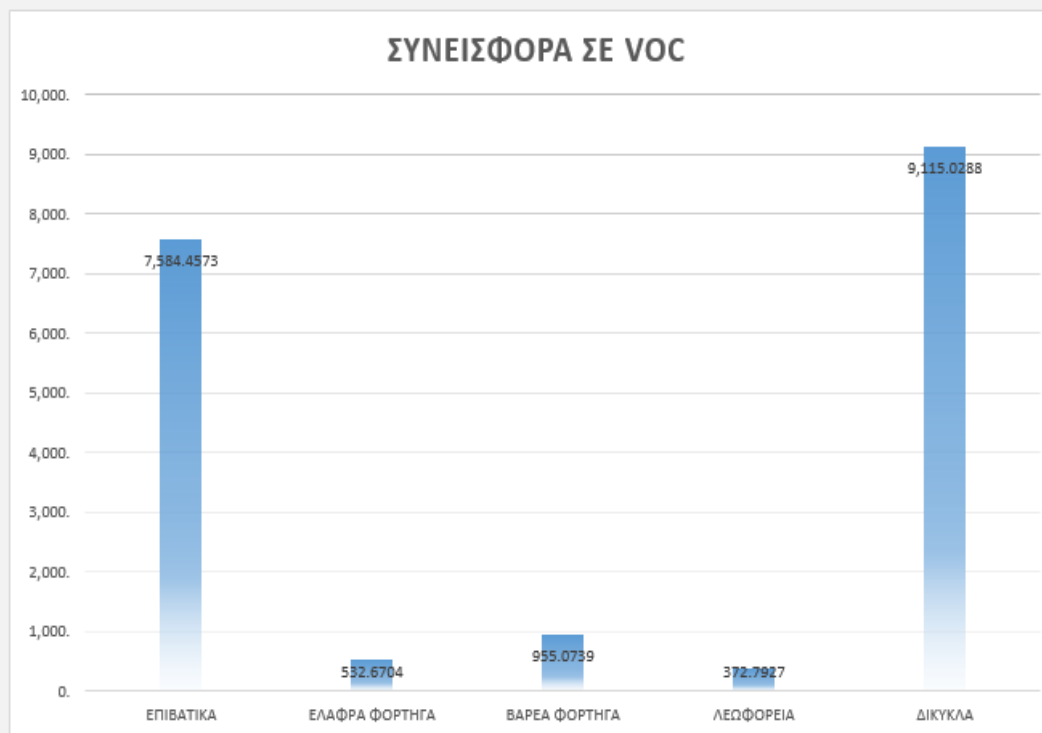
Γράφημα 11: ΝΟx

ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ	70,398.02	47.36%
ΜΙΚΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	10,874.75	7.32%
ΒΑΡΕΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	3,348.66	2.25%
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	1,377.34	0.93%
ΔΙΚΥΚΛΑ	62,637.76	42.14%
ΣΥΝΟΛΟ	148,636.52	100.00%



Γράφημα 12: Αποτελέσματα CO

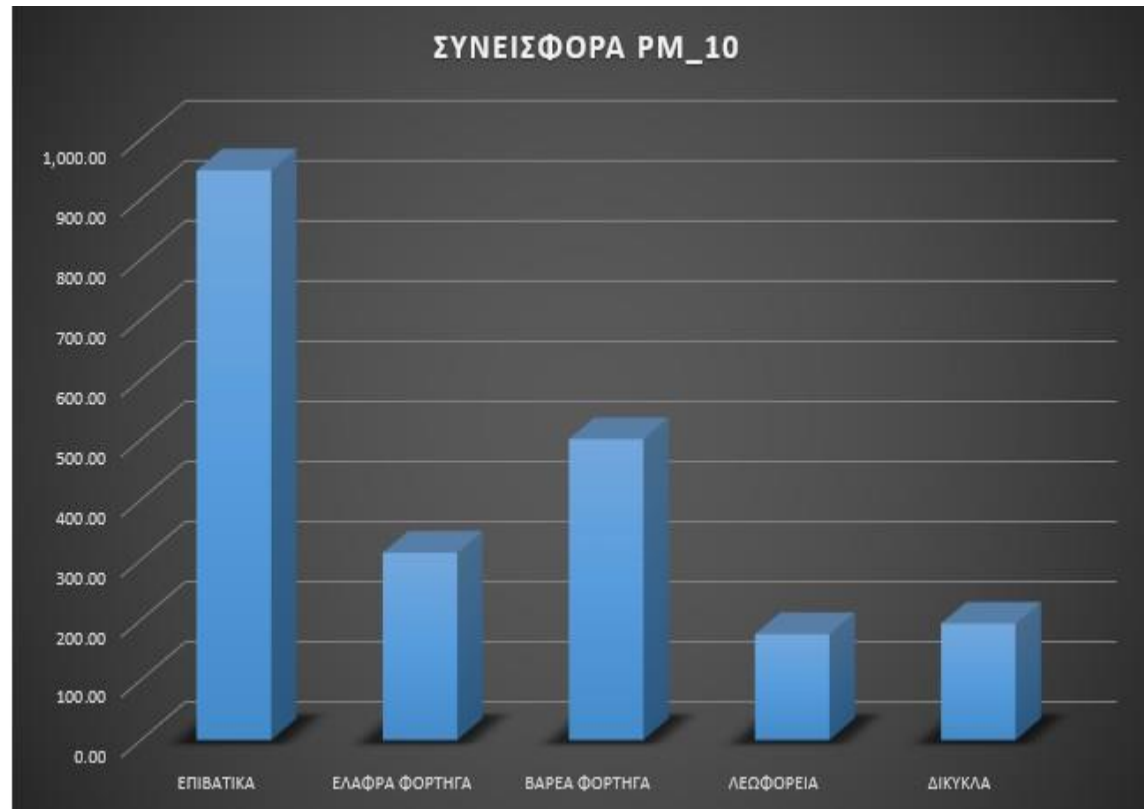
ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ	7,584.4573	40.86%
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	532.6704	2.87%
ΒΑΡΕΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	955.0739	5.15%
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	372.7927	2.01%
ΔΙΚΥΚΛΑ	9,115.0288	49.11%
ΣΥΝΟΛΟ	18,560.023	100.00%



Γράφημα 13: Αποτελέσματα VOC

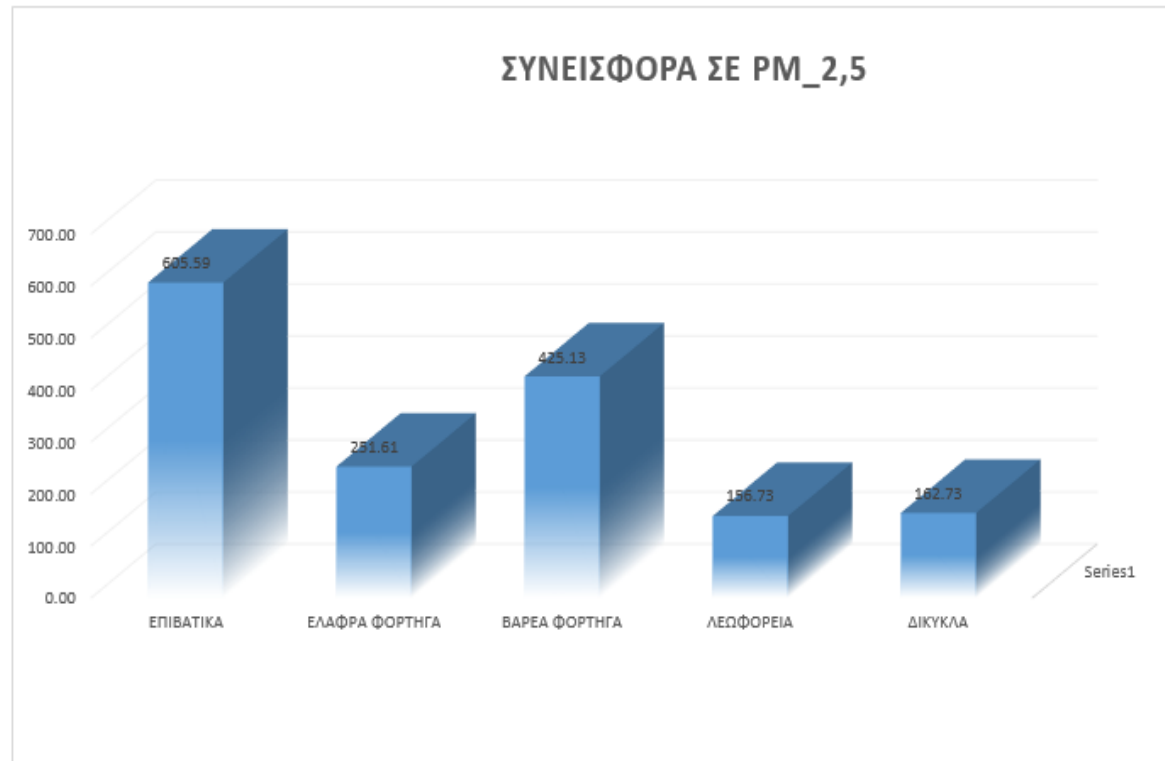
PM₁₀

ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ	947.95	44.50%
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	311.67	14.63%
ΒΑΡΕΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	500.75	23.51%
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	176.23	8.27%
ΔΙΚΥΚΛΑ	193.66	9.09%
ΣΥΝΟΛΟ	2,130.27	100.00%

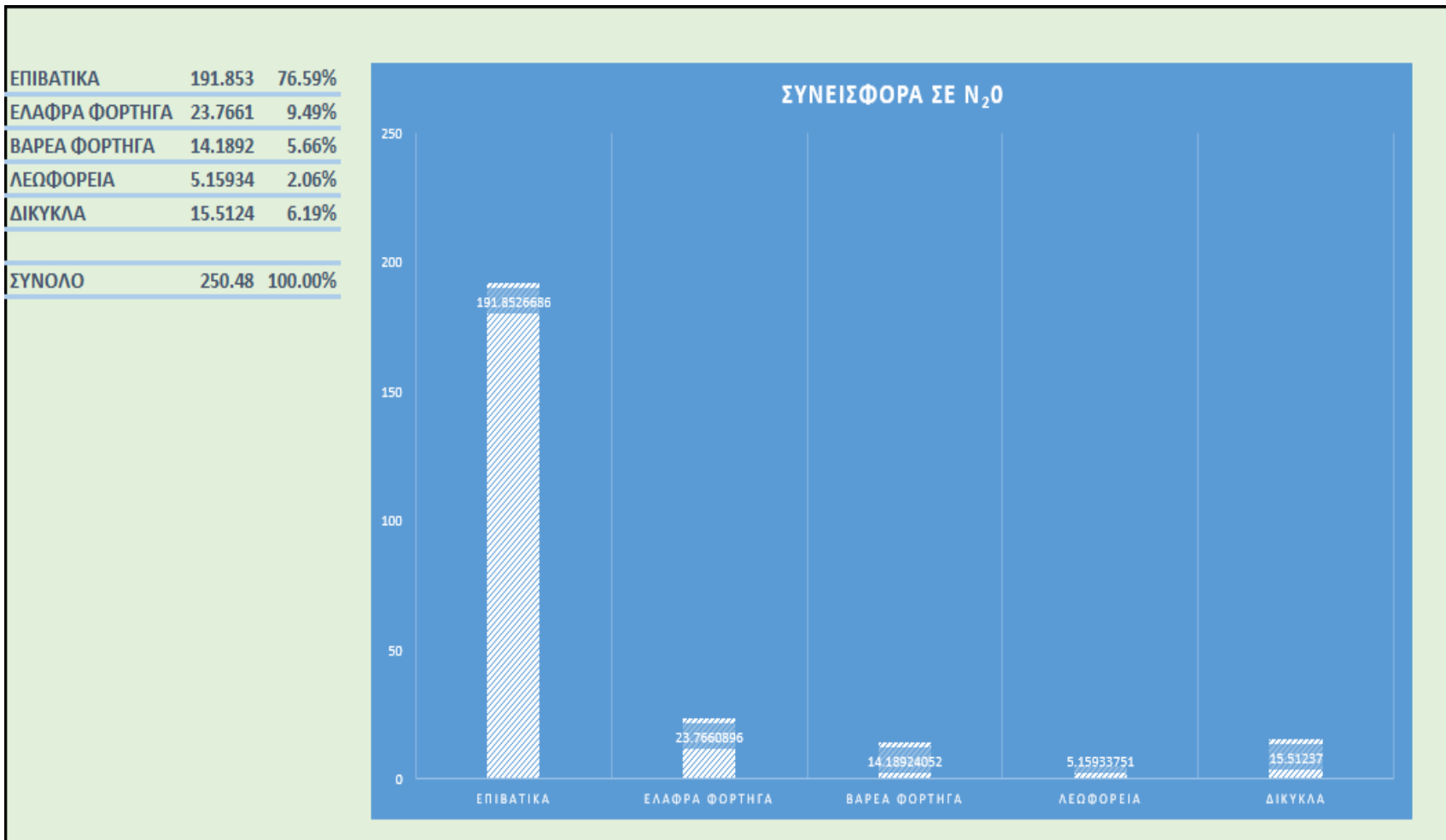


Γράφημα 14: Αποτελέσματα PM₁₀

ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ	605.59	37.81%
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	251.61	15.71%
ΒΑΡΕΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	425.13	26.54%
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	156.73	9.78%
ΔΙΚΥΚΛΑ	162.73	10.16%
ΣΥΝΟΛΟ	1601.80	100.00%



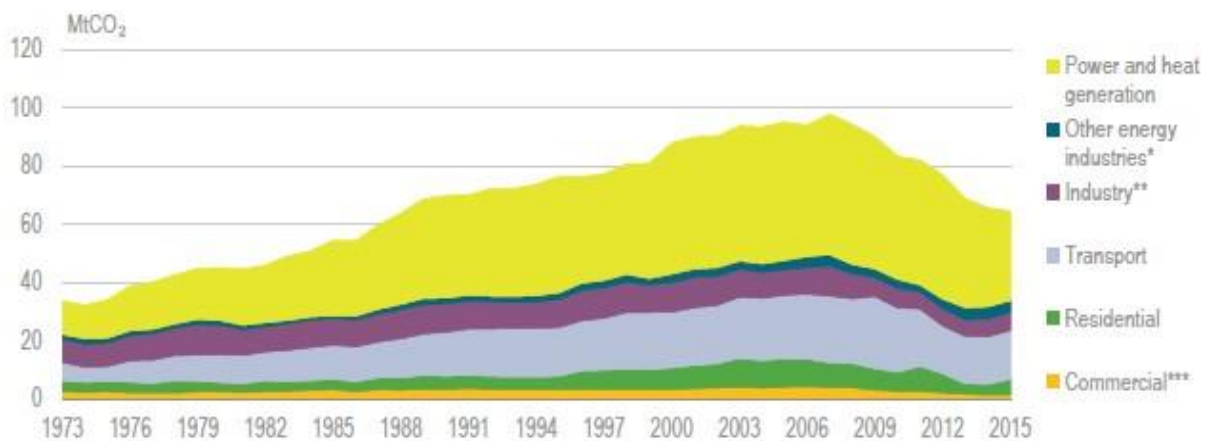
Γράφημα 15: Αποτελέσματα PM_{2,5}



Γράφημα 16: Αποτελέσματα N₂O

Από την υφιστάμενη βιβλιογραφία υπάρχει εκτίμηση των εκπομπών συγκεκριμένων ρυπαντών στον ελλαδικό χώρο που αποτυπώνεται στο επόμενο Γράφημα 15: (IEA, Energy Policies of IEA Countries: Greece 2017 Review, 2017)

Figure 5.3 Energy-related CO₂ emissions by sector, 1973-2015



* Other energy industries includes other transformations and energy own use.

** Industry includes CO₂ emissions from combustion at construction and manufacturing industries.

*** Commercial includes commercial and public services, agriculture, forestry, and fishing.

Source: IEA (2017), CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2017 (OECD countries), www.iea.org/statistics/.

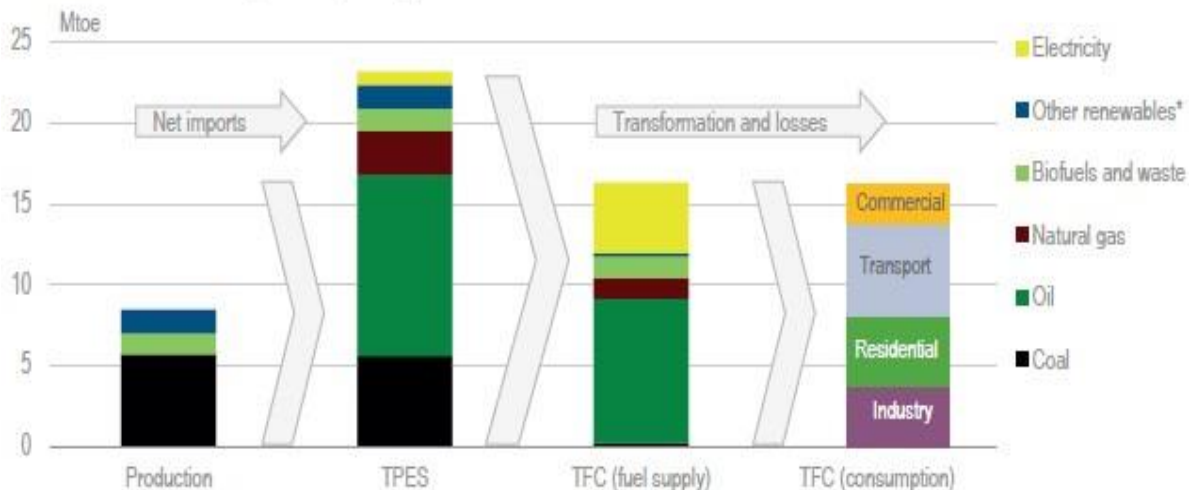
Γράφημα 17: Διακύμανση CO₂ από 1973 έως 2015

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση το σύνολο των εκπομπών CO₂ στον ελλαδικό χώρο (2015) πλησιάζει τα **64,6 Mt**. Από το ανωτέρω σχήμα οι εκπομπές που αναλογούν στα υφιστάμενα μεταφορικά μέσα αγγίζουν το 28,5% των συνολικών εκπομπών, ή **16,7Mt**. Τα ενεργά οδικά μέσα που δραστηριοποιούνται στην Αττική αποτελούν το 47,6% των συνολικών μέσων της χώρας (σελ. 6 της παρούσης). Συνεπώς, σε αναλογικούς όρους η Αττική θα έπρεπε να ευθύνεται για το 47,6% των συνολικών ρύπων CO₂. Σε αριθμητικό επίπεδο οι εκπομπές θα πρέπει να αγγίζουν το **0,476 X 16,7 = 7,95 Mt**. Κατά τους τελικούς μας υπολογισμούς οι εκπομπές CO₂ αθροίζονται σε **12,1 Mt** (σελ. 25 – ΠΙΝΑΚΕΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ), δηλ. 50% υπέρβαση των εκτιμήσεων της IEA Review χωρίς να μπορούμε να εκτιμήσουμε αν η έκθεση έχει βασισθεί στα λεγόμενα ...***greek statistics*** για να αποφύγει η χώρα μας τις μεγάλες περιβαλλοντικές δεσμεύσεις που έχει επιβάλλει η συνθήκη του Παρισιού.

Αυτό αποδεικνύεται και από τα επόμενα Γραφήματα 16 και 17 από τα οποία διαφαίνεται ότι η χώρα μας σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό (>55%) βασίζεται σε καύσεις αργού πετρελαίου ή και λιθάνθρακα (λιγνίτη) για την εξοικονόμηση των ενεργειακών αποθεμάτων που χρειάζεται η βιομηχανία, η παραγωγή ενέργειας, η κυκλοφορία, τα νοικοκυριά.

Figure 1.2 Overview of energy production, total primary energy supply (TPES), and total fuel consumption (TFC), 2015

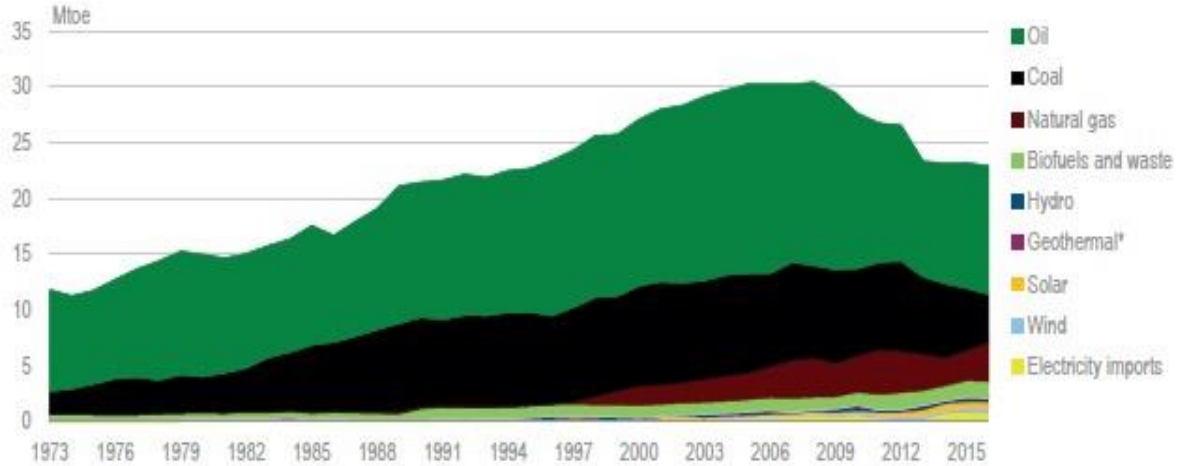


* Other renewables includes hydro, solar, and wind.

Source: IEA (2017), *World Energy Balances 2017*, www.iea.org/statistics/.

Γράφημα 18: Ολική ενεργειακή παραγωγή-συνολική κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, 2015

Figure 1.3 TPES by source, 1973-2016



* Negligible.

Note: Data are provisional for 2016.

Source: IEA (2017), *World Energy Balances 2017*, www.iea.org/statistics/.

Γράφημα 19: Ποσοστιαία διακύμανση ειδών ορυκτών καυσίμων

Βέβαια, η **δική μας μέθοδος υπολογισμού εσωκλείει ποσοστά λάθους που δεν μπορούν, εύκολα, να προσδιορισθούν αριθμητικά**. Κατά τη θεμελίωση της βάσης δεδομένων μας προβήκαμε πολλές φορές σε αυτό που λέγεται **educated guess** (τεκμηριωμένη εικασία, υπόθεση) ελλείψει βασικών πρωταρχικών δεδομένων αφού δεν θα είμασταν ποτέ σε θέση να γνωρίζουμε:

- Τα πραγματικά ενεργά οχήματα από το σύνολο των εν ενεργεία οχημάτων
- Πόσα οχήματα κυκλοφορούν στην Αττική από άλλες διοικητικές περιφέρειες
- Το σύνολο των μηχανικών μετατροπών που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτά προς την ευνοϊκότερη ή δυσμενέστερη πλευρά
- Τα πραγματικά χιλιόμετρα που διανύουν σε πραγματικούς χρόνους εντός της Αττικής αποκλειστικά
- Τα ποσοστά λάθους που θα μετακυλήσουν οι συντελεστές των αλγορίθμων των ρυπαντών στις εξισώσεις κ.λπ..

Για το λόγο αυτό προτείνουμε την αντιμετώπιση του προβλήματος και με άλλους δύο (2) τρόπους για να διαπιστώσουμε με κάθε νέα μέθοδο υπολογισμού τι έχουμε παραλείψει στην προηγούμενη.

- Στον υπολογισμό μας έχουμε παραλείψει τελείως οχήματα τα οποία και ενδέχεται (ή προβλέπεται) να μην φέρουν πινακίδες κυκλοφορίας και τα οποία οχήματα δεν διαθέτουν μετρητές χιλιομέτρων. Αναφέρομαι σε **μηχανήματα έργου** τα οποία η ηλικία τους προσμετράται με ώρες λειτουργίας. Ουδείς γνωρίζει πόσο επηρεάζουν κατά το δυσμενέστερο τους αέριους ρύπους. Αυτό που μπορούμε, πάλι να εικάσουμε, σε αντιδιαστολή του προηγούμενου επιχειρήματος, είναι να θεωρήσουμε ότι από το σύνολο των ενεργών οχημάτων κάποια εξ αυτών είναι ανενεργά και ότι οι μετατροπές που έχουν γίνει σε κάποια από αυτά (LPG, CNG κ.λπ.) βαίνουν προς όφελος του περιβάλλοντος.
- Το πρόγραμμα δεν υπολογίζει **ρυμουλκούμενα** οχήματα κάθε κατηγορίας και δεν παραμετροποιεί τους ρύπους από την επιβάρυνση.
- Από τα αποτελέσματα διαφαίνεται πολύ καθαρά ότι η αύξηση των πετρελαιοκίνητων οχημάτων να έχει μειώσει τους ρυπαντές CO₂ και CO εντούτοις έχει αυξηθεί σε επίπεδο συναγερμού η αύξηση των N₂O και NO_x. Δεν αποκλείεται και οι συντελεστές υπολογισμού των νιτρικών οξειδίων να έχουν αλλοιωθεί από τις αυτοκινητοβιομηχανίες (Diesel Gate).
- Στο φωτοχημικό νέφος (VOC) τα δίκυκλα πρωτοστατούν αφού οι κανονισμοί συμμόρφωσης άργησαν να εφαρμοσθούν (ξεκίνησαν το 1999 μια δεκαετία προ των προτύπων για τα επιβατικά και φορτηγά).
- Στα αιωρούμενα σωματίδια PM_{2,5} και 10 τον κυρίαρχο λόγο έχουν τα επιβατικά. Το ίδιο ισχύει και για το CO₂.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Κατά την ανάθεση των κυκλοφοριακών δεδομένων στο πρόγραμμα υπολογισμού τροχαίων ρύπων **ενδέχεται να έχουμε υπερεκτιμήσει** τα αποτελέσματα των μετρήσεων ή των ερωτηματολογίων. Τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν εν δυνάμει να αποκλίνουν σημαντικά τα ευρήματά μας από τους ετήσιους μέσους όρους είναι: ο ετήσιος προσδιορισμός των διανυθέντων χιλιομέτρων, τα όρια ταχύτητας εντός και εκτός ωρών αιχμής, τα ποσοστά κατά τα οποία τα οχήματα κινούνται εντός ή εκτός των ωρών αιχμής.

Το **Copert** μπορεί να επανυπολογίσει και να τροποποιήσει στατιστικά τους ρύπους αρκεί να γνωρίζει το σύνολο των καυσίμων τα οποία καταναλώθηκαν μέσα στο έτος υπολογισμού. Γνωρίζοντας τις μέσες καταναλώσεις των οχημάτων σε καύσιμα **επανυπολογίζει τους ρύπους ανασυνθέτοντας τα διανυθέντα χιλιόμετρα**. Αυτή η υπολογιστική διεργασία ονομάζεται **energy balance** και θα την χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια για δούμε πόσο μπορούν να αποκλίνουν οι μετρήσεις μας από τον πρώτο τρόπο υπολογισμού.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΕΝΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Ο επόμενος Πίνακας 33 (BP, 2017) και το Γράφημα 18 δείχνουν τη μέση ημερήσια κατανάλωση αργού πετρελαίου στη χώρα μας.

ΕΤΟΣ	χιλ. ΒΑΡΕΛΙΑ/ΗΜΕΡΑ
2006	434
2007	435
2008	414
2009	398
2010	369
2011	348
2012	312
2013	295
2014	294
2015	306



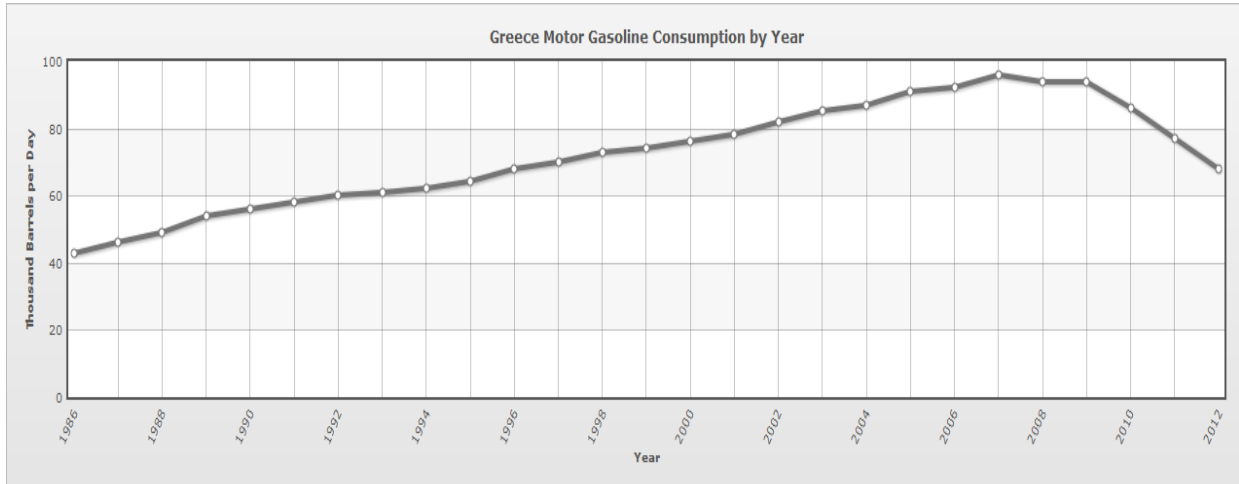
Πίνακας 32: Μέσες ετήσιες καταναλωθείσες ποσότητες καυσίμων (χιλ. βαρέλια/ημέρα)

Γράφημα 20: Διακύμανση κατανάλωσης αργού πετρελαίου (χιλ. Βαρέλια/ημέρα)

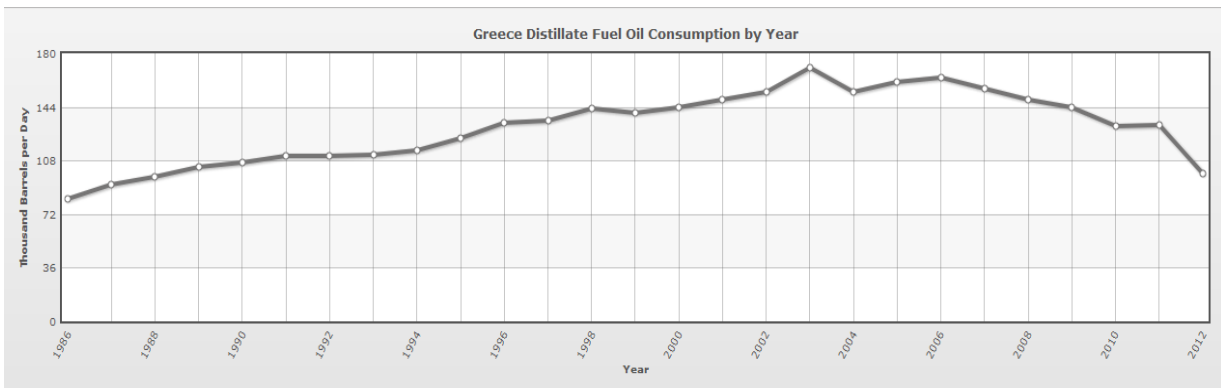
Διαπιστώνεται ότι κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης η κατανάλωση καυσίμων έχει μειωθεί σημαντικά. Εμείς χαράξαμε μία καμπύλη παλινδρόμησης (τύπου **regression**), πολυωνμικής μορφής, 3^{ου} βαθμού, για να μπορέσουμε να προβλέψουμε τις μελλοντικές ανάγκες για ζήτηση, βασιζόμενοι στα στατιστικά min max που ακολουθούν οι μέχρι σήμερα καταναλωτικές ανάγκες της χώρας. Μάλιστα αυτή η πρόβλεψη αφορά περίοδο 11 ετών οπότε μια πρόβλεψη 1-2 ετών φαίνεται πολύ ρεαλιστική. Αν αντικαταστήσουμε το x στη συνάρτηση εντός της γραφικής παράστασης, με το έτος που θέλουμε να προβλέψουμε (ας θεωρήσουμε το 2016) η τιμή που επιστρέφει είναι **315 χιλ. βαρέλια ημερησίως**.

Συνεπώς κατ' έτος η χώρα θα χρειάζεται το 2016 περί τα 315,000 X 360 βαρέλια αργού πετρελαίου ή 113,4 E+05 χιλιάδες ή 693,668 TJ (Terajoules), μονάδα που χρησιμοποιεί το Copert.

Η κατανάλωση βενζίνης (Motor gasoline) και ντίζελ (Distillate fuels) για την Ελλάδα παρουσιάζεται στα επόμενα Διαγράμματα 8 και 9: (IndexMundi, 2013)



Διάγραμμα 7: Ετήσια διακύμανση βενζίνης



Διάγραμμα 8: Ετήσια διακύμανση πετρελαίου

Παρατηρείται ότι για το έτος 2012 (τελευταίο έτος αναφοράς) η μέση ετήσια ημερήσια, κατανάλωση σε βενζίνη και ντίζελ ήταν 68,000 και 98,000 βαρέλια αντίστοιχα. Επίσης, κατά το 2012 η μέση ετήσια ημερήσια κατανάλωση αργού πετρελαίου ήταν 312,000 βαρέλια, όπως διαπιστώσαμε στη σελ. 35. Μπορούμε με ασφάλεια να θεωρήσουμε ότι και κατά το 2016 η ποσόστωση βενζίνης – ντίζελ, σε γενικές γραμμές παρέμεινε η ίδια. Αν θεωρήσουμε ότι στην Αττική κυκλοφορούν το **47%** των συνολικών οχημάτων της χώρας, σελ. 6, τότε η αναλογία βενζίνης – ντίζελ καθορίζεται ως εξής:

68,000 X 0,47 X 360 = 11,505,600 βαρέλια (70,390 TJ) - βενζίνη

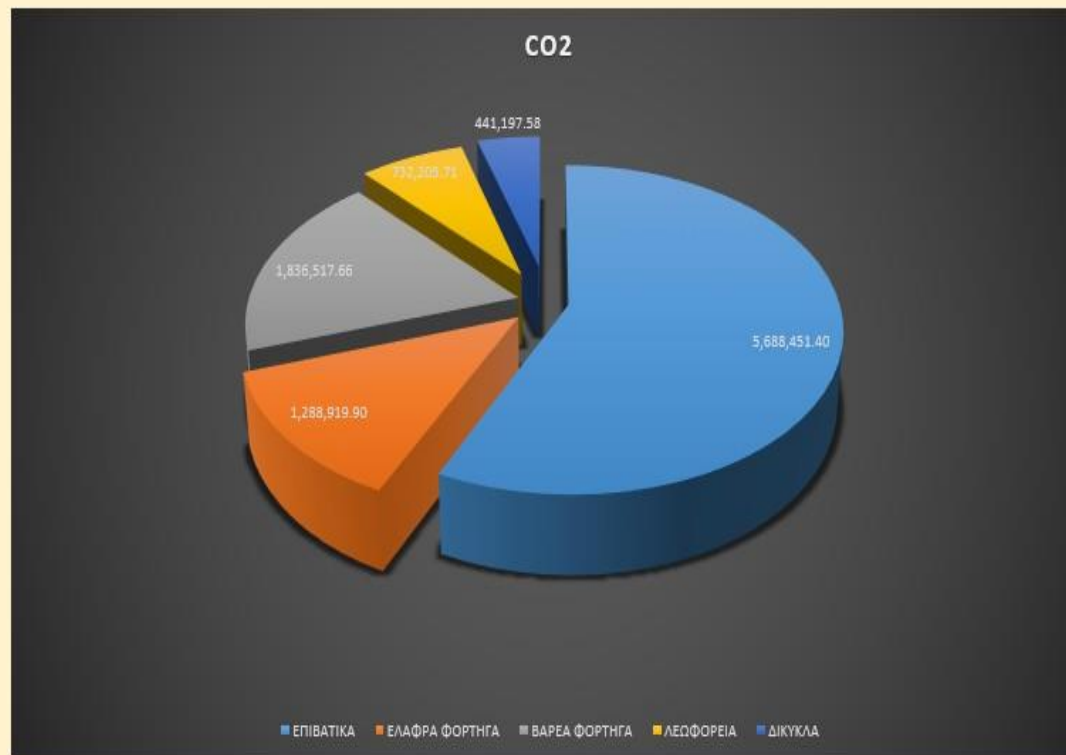
98,000 X 0,47 X 0,65 X 360 = 10,778,040 βαρέλια (65.939 TJ) - ντίζελ

ο συντελεστής 0,65 προστέθηκε για να εξομαλυνθεί η αναλογία μεταξύ οικιακού ντίζελ (θέρμανσης) και ντίζελ κίνησης. **Με τα νέα δεδομένα επανυπολογίζοντας τους ρύπους λαμβάνουμε τις νέες τιμές.**

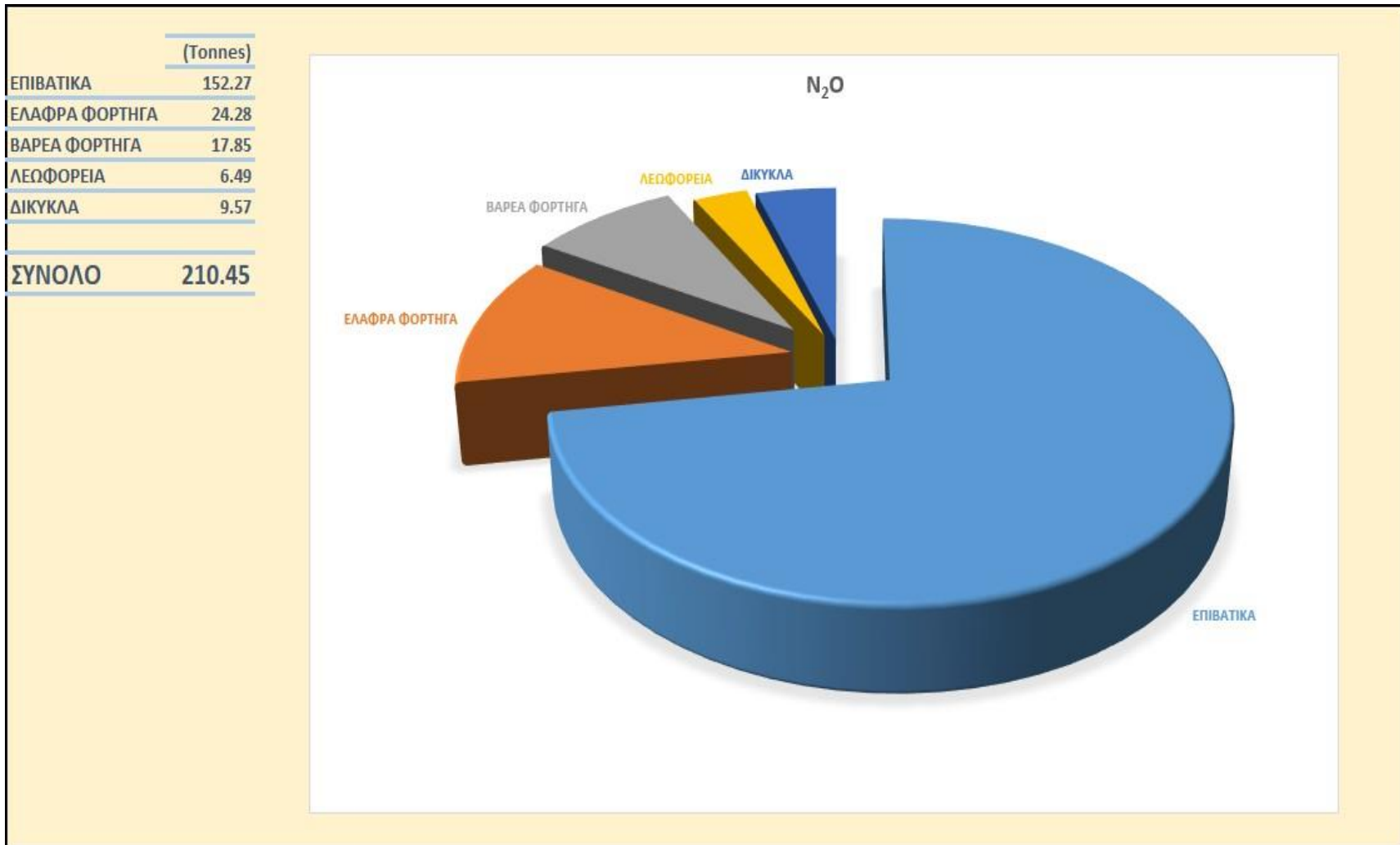
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στις επόμενες σελίδες καταγράφονται μέσω των Γραφημάτων 19 έως 22, οι νέες τιμές.

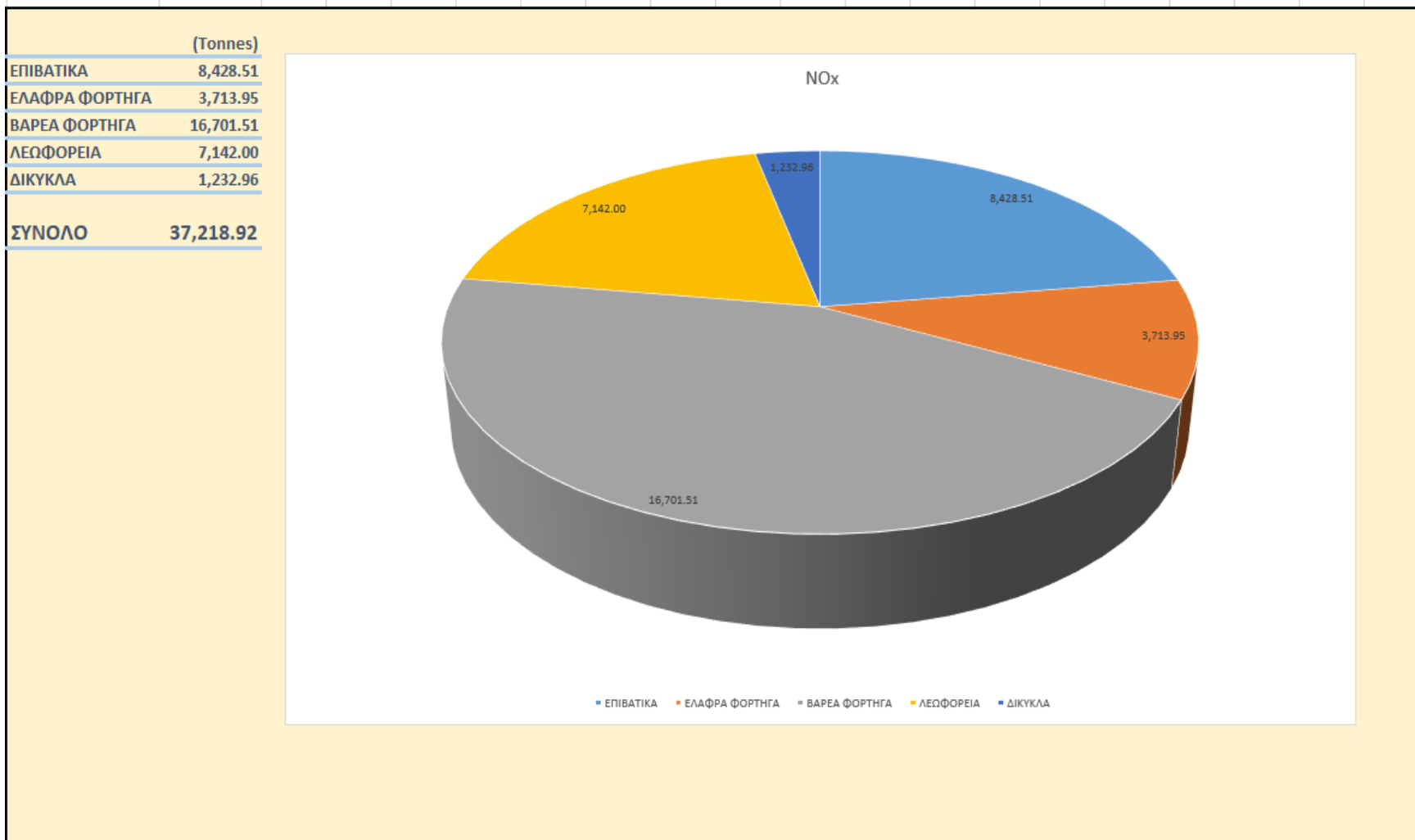
	(Tonnes)
ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ	5,688,451.40
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	1,288,919.90
ΒΑΡΕΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	1,836,517.66
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	732,205.71
ΔΙΚΥΚΛΑ	441,197.58
ΣΥΝΟΛΟ	9,987,292.24



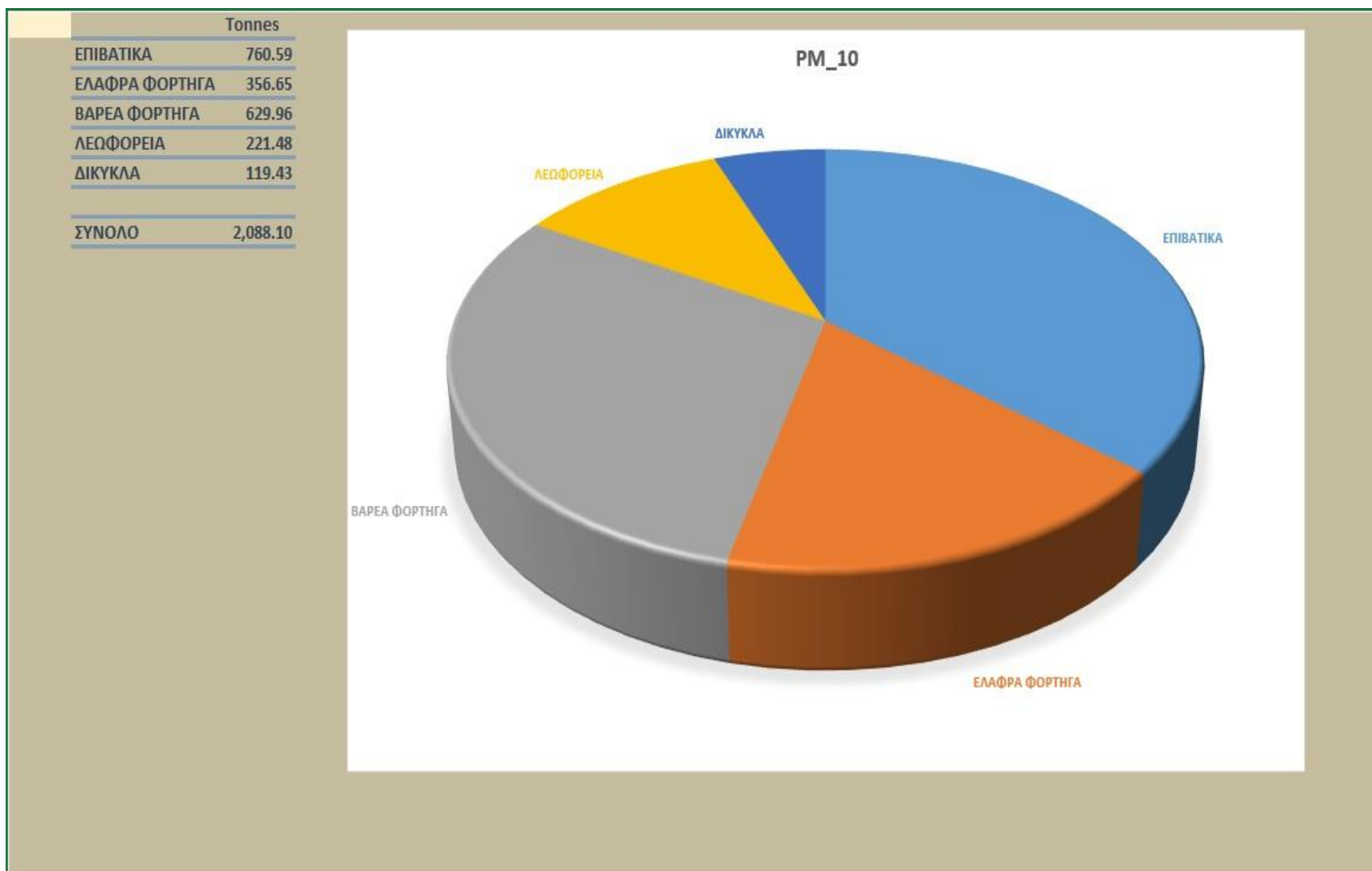
Γράφημα 21: Εκπομπές CO2 ανά μεταφορικό μέσο στην Αττική



Γράφημα 22: : Εκπομπές N₂O ανά μεταφορικό μέσο στην Αττική



Γράφημα 23: Εκπομπές NOx ανά μεταφορικό μέσο στην Αττική



Γράφημα 24: Εκπομπές PM₁₀ ανά μεταφορικό μέσο στην Αττική

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΘΟΔΩΝ I ΚΑΙ II

ΕΙΔΟΣ ΑΕΡΙΟΥ ΡΥΠΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ I (t)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΟΣ II (t)	% ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ
CO₂	12,129,331	9,987,292	18%
Nox	33,681	37,218	-11%
CO	148,636	96,063	35%
PM₁₀	2,130	2,088	2%
N₂O	250	210	16%

Πίνακας 33: Υπολογισμός ρύπων από τα μεταφορικά μέσα της Αττικής

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο τρόπος αυτός υπολογισμού εμπεριέχει στη μεθοδολογία του τις μετρήσεις ρύπων που διενεργεί η Υπηρεσία **ΕΑΡΘ** του Υπουργείου Περιβάλλοντος. Η ΕΑΡΘ διαθέτει συγκεκριμένους σταθμούς όπου διενεργούνται αυτοματοποιημένοι έλεγχοι των αέριων ρυπαντών και μέσω τηλεφωνικής γραμμής ενημερώνονται οι κατάλληλοι φορείς προκειμένου να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα ομαλοποίησης μιας κατάστασης που έχει αποκλίνει από τους θεσμοθετημένους μέσους όρους. Στον επόμενο Πίνακα 35 αναφέρονται οι εν λειτουργία τέτοιοι σταθμοί.

Όνομα	Σταθμός					Χαρακτηρισμός	Μετρούμενοι ρύποι						
	Θέση				Υψόμετρο (m -asl)		SO ₂	NOx	CO	O ₃	ΑΣ ₁₀	ΑΣ _{2,5}	C ₆ H ₆
	WGS84		ΕΓΣΑ87										
Γεωγρ. Μήκος	Γεωγρ. Πλάτος	X (m)	Y(m)										
Αθηνάς (ATH)	23° 43' 30",56	37° 58' 32",19	475861,4	4203144,21	75	Αστικός-Κυκλοφορίας	v	v	v	v			
Αριστοτέλους (ARI)	23° 43' 33",34	37° 59' 07",67	475932,35	4204237,61	75	Αστικός-Κυκλοφορίας	v	v		v	v		
Γεωπονική (GEO)	23° 42' 12",44	37° 58' 53",42	473957,7	4203804,36	40	Περιστατικός-Βιομηχανικός		v	v	v			
Λιόσια (LIO)	23° 41' 45",93	38° 04' 26",92	473344,48	4214085,13	165	Περιστατικός-Υποβάθρου		v		v	v		
Λυκόβρυση* (LYK)	23° 47' 14",24	38° 03' 54",72	481341,08	4213070,48	234	Περιστατικός-Υποβάθρου		v		v	v	v	
Μαρούσι (MAR)	23° 47' 08",41	38° 01' 41",68	481189,53	4208970,47	170	Αστικός-Κυκλοφορίας		v	v	v	v		
Νέα Σμύρνη (SMY)	23° 42' 40",77	37° 55' 45",83	474630,7	4198020,95	50	Αστικός-Υποβάθρου		v	v	v	v	v	
Πατησίων (PAT)	23° 43' 52",87	37° 59' 49",17	476412,51	4205515,17	105	Αστικός-Κυκλοφορίας	v	v	v	v		v	
Πειραιάς I** (PIR)	23° 38' 36",75	37° 56' 31",40	468679,3	4199445,93	4	Αστικός-Κυκλοφορίας	v	v	v	v	v	v	
Περιστέρι (PER)	23° 41' 12",01	38° 01' 05",56	472497,21	4207882,04	80	Αστικός-Υποβάθρου		v		v	v		
Αγ. Παρασκευή (AGP)	23° 49' 03",82	37° 59' 33",05	483995,32	4205000,11	290	Περιστατικός-Υποβάθρου		v		v	v	v	
Ελευσίνα (ELE)	23° 32' 12",27	38° 02' 55",39	459353,92	4211321,8	20	Περιστατικός-Βιομηχανικός	v	v		v	v	v	
Θρακομα (THR) κεδόνες	23° 45' 23",37	38° 08' 27",34	478661,66	4221479,46	550	Περιστατικός-Υποβάθρου		v		v	v	v	
Κορωπί (KOR)	23° 52' 38",40	37° 53' 55",36	489215,4	4194584,06	140	Περιστατικός-Υποβάθρου	v	v		v	v		
Οινόφυτα (OIN)	23° 38' 14",22	38° 18' 12",85	468286,03	4239559,63	100	Περιστατικός-Βιομηχανικός	v	v		v	v		
Αλιάρτος (ALI)	23° 06' 31",02	38° 22' 21",68	422136,04	4247542,97	110	Υποβάθρου	v	v		v	v	v	
<i>Παλαιότεροι σταθμοί</i>													
Ζωγράφου (PAN)	23° 47' 06",26	37° 58' 01",37	481121,43	4202180,74	245	Περιστατικός-Υποβάθρου		v		v	v		
Γουδή (GOU)	23° 45' 56",41	37° 58' 53",90	479421,17	4203803,65	155	Αστικός-Κυκλοφορίας		v			v	v	
Γαλάτσι (GAL)	23° 44' 49",08	38° 01' 11",60	477790,29	4208051,96	154	Περιστατικός-Υποβάθρου	v	v		v			
Πειραιάς II (BIO)	23° 39' 03",80	37° 56' 21",80	469338,25	4199147,56	25	Αστικός-Υποβάθρου	v	v		v			

*Από τον Απρίλιο του 2011 ο σταθμός λειτουργεί σε νέα θέση ** Από το Σεπτέμβριο του 2012 ο σταθμός λειτουργεί σε νέα θέση

Πίνακας 34 :Σταθμοί ΕΑΡΘ

Εξ' αυτών οι σταθμοί **ΑΘΗΝΑΣ, ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ, ΜΑΡΟΥΣΙ, ΠΑΤΗΣΙΩΝ και ΠΕΙΡΑΙΑΣ-I** είναι **αμιγώς κυκλοφοριακοί σταθμοί** οι οποίοι καταμετρούν ρύπους προερχόμενους από τη διερχόμενη κυκλοφορία οι οποίοι περιγράφονται στον επόμενο Πίνακα 36:

Ρύπος	Μέθοδος μέτρησης
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	Απορρόφηση στο υπέρυθρο (NDIR)
Οξείδια του αζώτου (NO,NO ₂)	Χημειοφωταύγεια
Όζον (O ₃)	Απορρόφηση στο υπεριώδες
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	Φθορισμομετρία
Αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ ₁₀ -ΑΣ _{2,5})	Απορρόφηση β ακτινοβολίας (εκτός από την Ελευσίνα όπου χρησιμοποιείται η σταθμική)
Βενζόλιο (C ₆ H ₆)	Αέρια χρωματογραφία (GC)
Βαρέα Μέταλλα	Ατομική Απορρόφηση

Πίνακας 35: Μετρήσιμοι ρυπαντές από σταθμούς ΕΑΡΘ

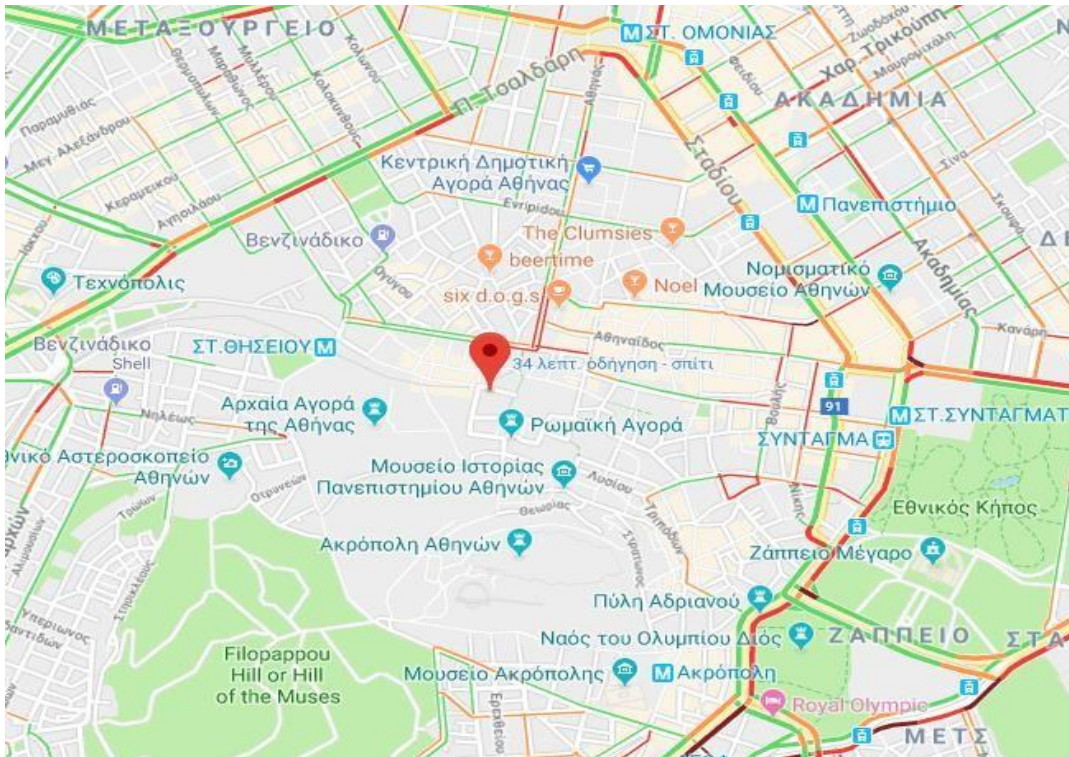
Τα δεδομένα που εκλαμβάνει η αντίστοιχη υπηρεσία προσμετρώνται σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ για το CO η μονάδα μέτρησης είναι σε mg/m^3 . **Οι αναλυτές που χρησιμοποιούνται βαθμονομούνται με ειδικό τρόπο και κυβίζονται αναλογικά σε διαστάσεις ενός κυβικού μέτρου.**

Ο τρόπος προσέγγισης της μεθοδολογίας αυτής υπολογισμού αερίων ρυπαντών μπορεί να περιγραφεί ως εξής: από την **εξειδίκευση των ελάχιστων διαθέσιμων δεδομένων** (π.χ. από τους αναλυτές ΕΑΡΘ) **θα οδηγηθούμε στη γενίκευση** (συνολικές ποσότητες αερίων ρυπαντών στην Αττική) **προβάλλοντας κάποιους περιορισμούς και εξαιρέσεις**. Στην προκείμενη περίπτωση η επεξεργασία των γενικευμένων συμπερασμάτων θα μπορούσε να υλοποιηθεί με στατιστική ασφάλεια, αν γνωρίζαμε τις ακόλουθες παραμέτρους: **τους επιμέρους κυκλοφοριακούς φόρτους, τη σύνθεση της κυκλοφορίας (δηλ. ΙΧ, βαρέα οχήματα, δίκυκλα κ.λπ.), τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες**, καθώς και την **ακτινική απόσταση του μετρητή από τον οδικό άξονα**.

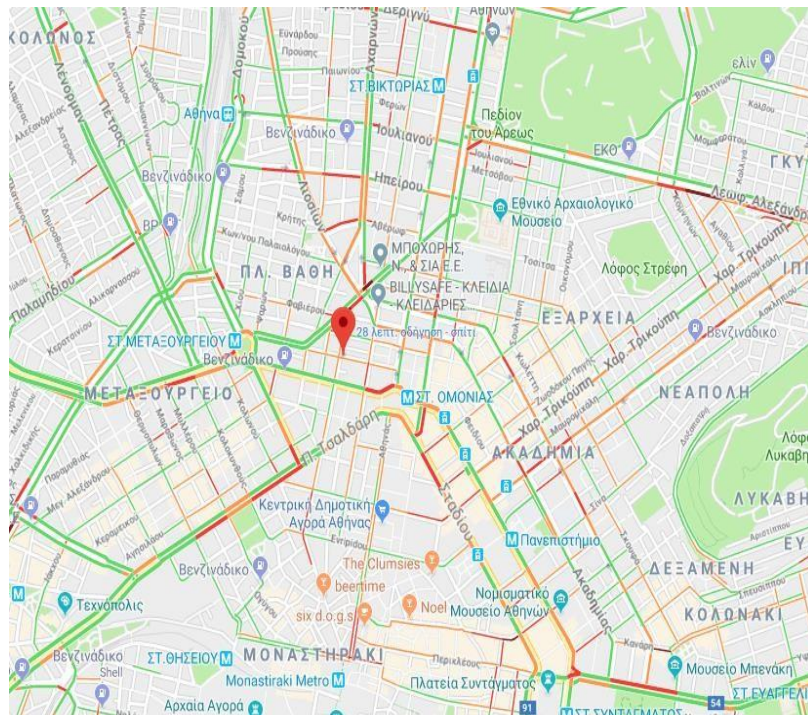
Σε αυτή την περίπτωση θα ήταν δυνατή η εύρεση των ποσοτήτων των ρύπων αν γνωρίζαμε αναλυτικά στοιχεία του υπό εξέταση οδικού άξονα. Θα **ζωνοποιούσαμε** την Αττική σε τμήματα σύμφωνα με το υφιστάμενο οδικό δίκτυο και θα υπολογίζαμε **τη συνολική επιβάρυνση των ρύπων από τις μεμονωμένες περιπτώσεις των μετρητών**. Οι μετρητές, όμως, της ΕΑΡΘ δεν μετρούν κάποιο συγκεκριμένο οδικό άξονα αλλά ένα πολυπληθές δίκτυο από αυτούς.

Ανάλογη αναλυτική κατάσταση με τους κυκλοφορικούς φόρτους **δεν διαθέτει** το Κέντρο Διαχείρισης Οδικής Κυκλοφορίας ή άλλος δημόσιος φορέας με τις αντίστοιχες αρμοδιότητες. Το Κέντρο αυτό περιοδικά προβαίνει σε μετρήσεις κυκλοφοριακών φόρτων σε βασικούς, κεντρικούς οδικούς άξονες. Στις περιοδικές αυτές μετρήσεις δεν περιλαμβάνονται οδοί που δεν ανήκουν στο Βασικό Οδικό Δίκτυο. Επίσης, σε ελάχιστες οδούς υφίστανται αρχεία που αναφέρουν τη σύνθεση της κυκλοφορίας.

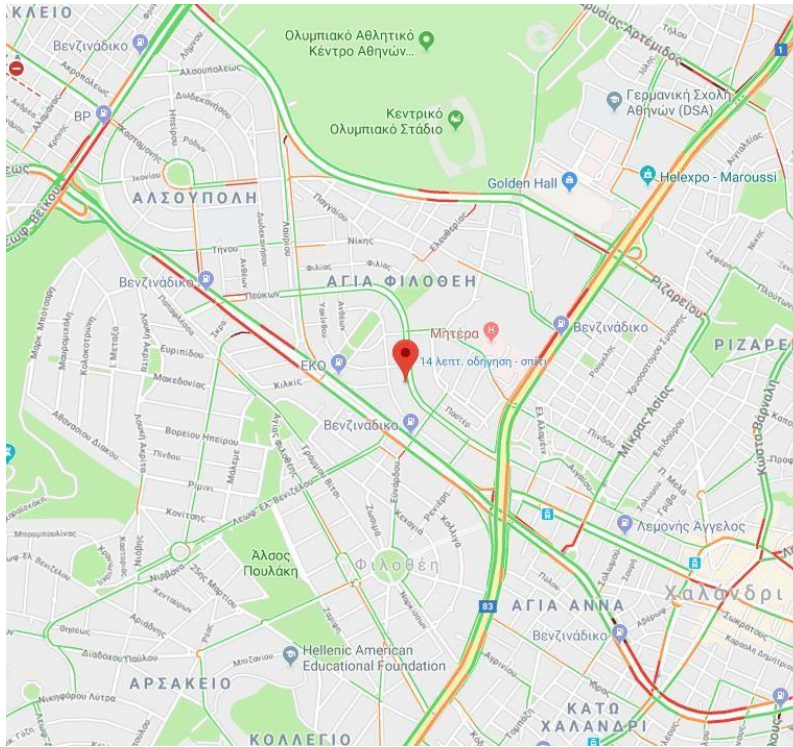
Στα επόμενα Αποσπάσματα 1 έως 5, παρατηρούμε τη θέση των μετρητών ΕΑΡΘ και το παραπλήσιο οδικό δίκτυο σε ακτινική απόσταση περί των 1.000 m.



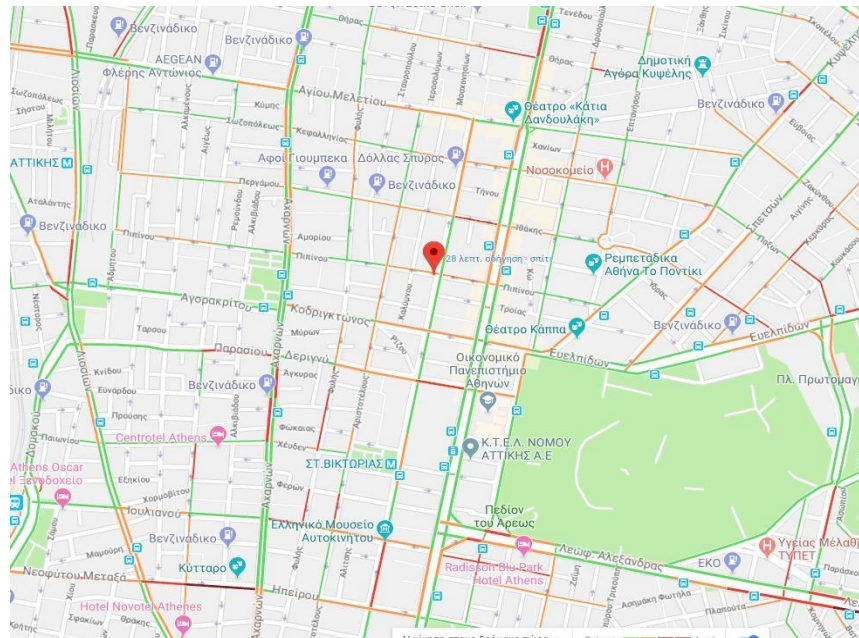
Απόσπασμα 1: Σταθμός Αθηνάς



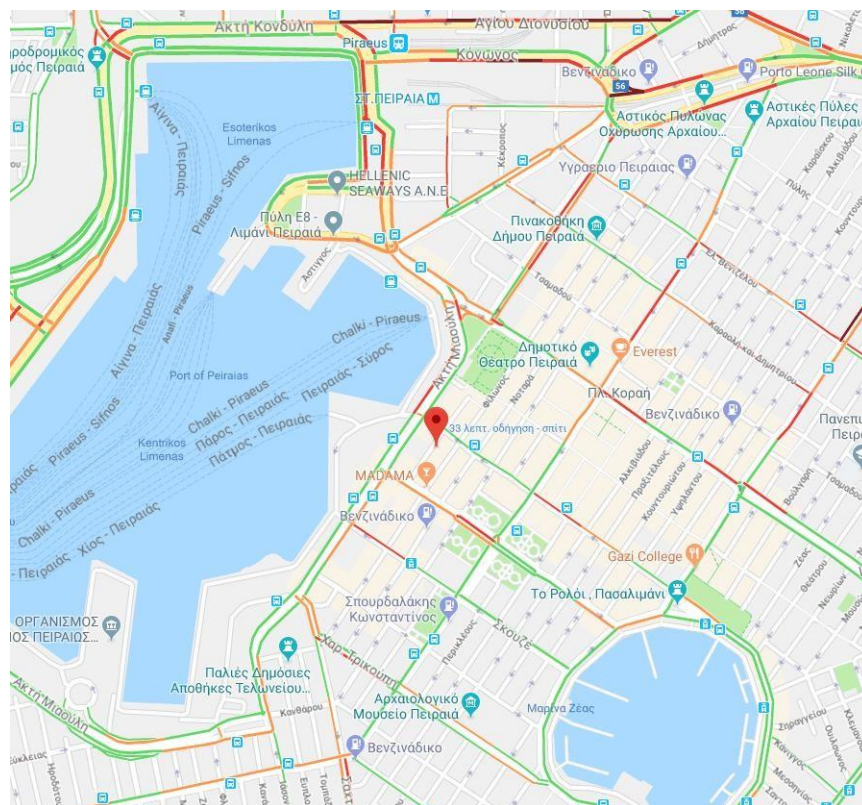
Απόσπασμα 2: Σταθμός Αριστοτέλους



Απόσπασμα 3: Σταθμός Αμαρουσίου



Απόσπασμα 4: Σταθμός Πατρίσιων



Απόσπασμα 5: Σταθμός Πειραιά I

Από το γεωγραφικό στίγμα της εγκατάστασης των μετρητών-αναλυτών της ΕΑΡΘ διακρίνουμε ένα πυκνότατο οδικό δίκτυο για το οποίο δεν υφίστανται μετρήσεις φόρτων. Επίσης, θα μπορούσαμε με την απλή παρατήρηση και καταγραφή να συλλέξουμε κάποια, σχετικά αξιόπιστα δεδομένα για τον προσδιορισμό της ΕΜΗΚ (Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία) **αλλά αυτό θα απαιτούσε μετρήσεις, τουλάχιστον ενός (1) έτους, γεγονός που ξεπερνά τα όρια και τις απαιτήσεις της παρούσης διατριβής. Οι συνθήκες μας επιβάλλουν να αναπροσαρμόσουμε η μέθοδό μας σε πιο ρεαλιστικά πρότυπα επεξεργασίας.**

Η αναγωγή στη γενίκευση θα υλοποιηθεί με **πολεοδομικά κριτήρια** σε συνδυασμό με τη σύνθεση του οδικού δικτύου. Πιο συγκεκριμένα ο νομός Αττικής περιλαμβάνει ένα φάσμα πολεοδομικών ζωνών από πυκνά δομημένα οικιστικά περιβάλλοντα μέχρι τελείως αδόμητες περιοχές. Από την εξέταση των πολεοδομικών

συνθηκών που διακρίναμε στις προηγούμενες εικόνες των αναλυτών της ΕΑΡΘ προβήκαμε σε μία ζωνοποίηση της Αττικής σύμφωνα με τον επόμενο Πίνακα 37:

	ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΑ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΑ	ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΕΑΡΘ
ΖΩΝΗ Α	Πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές. Ανάμικτες πολεοδομικές χρήσεις. Περιλαμβάνουν χρήσεις πρωτογενούς τομέα, μεταποιητικές, τριτογενείς,	Κεντρικές αρτηρίες με υψηλούς φόρτους. Το οδικό δίκτυο, λειτουργεί σε επίπεδο κορεσμού ενώ το επίπεδο εξυπηρέτησης (LOS) χαρακτηρίζεται ως D και F. Η σύνθεση της κυκλοφορίας περιλαμβάνει υψηλά ποσοστά βαρέων οχημάτων και λεωφορείων (αστικών - τουριστικών)	ΑΘΗΝΑΣ, ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ, ΠΑΤΗΣΙΩΝ, ΠΕΙΡΑΙΑΣ ΠΕ1
ΖΩΝΗ Β	Λιγότερο πυκνοκατοικημένα αστικά περιβάλλοντα. Ανάμικτες πολεοδομικές χρήσεις. Περιορίζονται σε μεταποιητικές και σε εκείνες του τριτογενούς τομέα.	Κεντρικές αρτηρίες με υψηλούς φόρτους αλλά και ύπαρξη ελεύθερων λεωφόρων. Επίπεδο εξυπηρέτησης C και D. Η σύνθεση περιλαμβάνει βαρέα οχήματα σε κανονικό ποσοστό (περ. 10%)	ΜΑΡΟΥΣΙ
ΖΩΝΗ Γ	Ημιαστικοί οικισμοί με χαμηλή οικιστική πυκνότητα. Συνήθως δεν υφίσταται θεσμοθετημένο σχέδιο πόλης αλλά έγκριση οικισμού. Οι χρήσεις ποικίλουν: πρωτογενής τομέας, δευτερογενής και ελάχιστη ενασχόληση του τριτογενούς τομέα.	Το οδικό δίκτυο είναι υποτυπώδες με ενδεχόμενη ύπαρξη μεγάλων συνδετήριων αξόνων (Αττική οδός κ.λπ). Επίπεδο εξυπηρέτησης Β και C	
ΖΩΝΗ Δ	Διάσπαρτοι οικισμοί εκτός σχεδίου. Περιορισμένες πολεοδομικές χρήσεις.	Το οδικό δίκτυο είναι υποτυπώδες με ενδεχόμενη λύπαρξη μεγάλων συνδετήριων αξόνων (Αττική οδός κ.λπ). Επίπεδο εξυπηρέτησης Β και C	

Πίνακας 36: Ζωνοποίηση κυκλοφοριακών σταθμών

Στον προηγούμενο πίνακα εκτός από τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των **ζωνών Α έως Δ υπάρχει και η αντιστοίχιση με τις περιοχές που έχουν εγκατασταθεί οι αναλυτές ΕΑΡΘ** και θεωρούμε ότι ταυτίζονται με εκείνα τα πολεοδομικά πρότυπα.

Για τις ζώνες Γ και Δ δεν υπάρχουν στοιχεία διότι η ΕΑΡΘ δεν έχει εγκαταστήσει μετρητές σε παρόμοια περιβάλλοντα. Η αντιστοίχιση θα γίνει με αναλογικούς συντελεστές που θα αναπτύξουμε στην πορεία της μεθόδου μας.

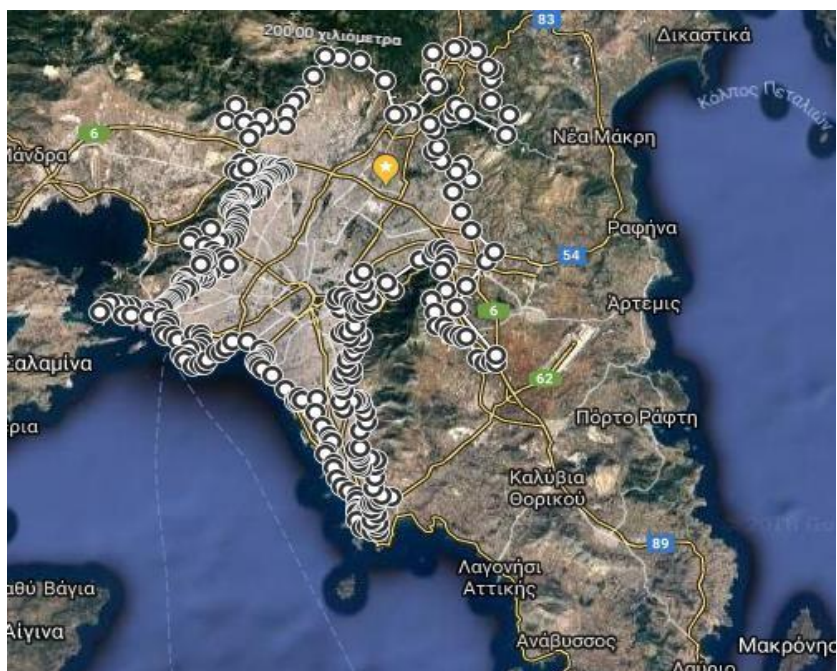
Για να μπορέσουμε να προσδιορίσουμε ποσοτικά τις ζώνες αυτές εντός του νομού Αττικής, χρησιμοποιήσαμε δορυφορικές φωτογραφίες (μέσω google maps) (Αποσπάσματα Ορθοφωτοχάρτη 1 έως 7) και παραθέτουμε πίνακα με τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα.

	ΕΚΤΑΣΗ (km ²)	ΣΧΗΜΑ	ΖΩΝΗ Α	ΖΩΝΗ Β	ΖΩΝΗ Γ	ΖΩΝΗ Δ	ΣΥΝΟΛΟ
ΚΥΡΙΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΟΙΚΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΤΤΙΚΗΣ (1)	381,55	Σχ. 1	152,62	171,70	57,23		381,55
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΜΕΤΩΠΟ (ΒΟΡΕΙΟΣ ΤΟΜΕΑΣ) (2)	80,84	Σχ. 2		20,21	40,42	20,21	80,84
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΜΕΤΩΠΟ (ΝΟΤΙΟΣ ΤΟΜΕΑΣ) (3)	33,23	Σχ. 3		6,65	11,63	14,95	33,23
ΜΕΣΟΓΕΙΑ 4)	11,52	Σχ. 4		2,88	5,76	2,88	11,52
ΝΟΤΙΟ ΜΕΤΩΠΟ (5)	57,25	Σχ. 5		11,45	20,04	25,76	57,25
ΔΥΤΙΚΟ ΜΕΤΩΠΟ (6)	98,77	Σχ. 6		24,69	49,39	24,69	98,77
ΒΟΡΕΙΟ ΜΕΤΩΠΟ (7)	28,23	Σχ. 7		7,06	14,12	7,06	28,23
ΛΟΙΠΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ (8)	4,50			0,45	2,03	2,03	4,50
ΑΔΟΜΗΤΟΙ ΧΩΡΟΙ	3.112,11						3.112,11
ΣΥΝΟΛΟ	3.808,00		152,62	245,08	200,61	97,58	3.808,00

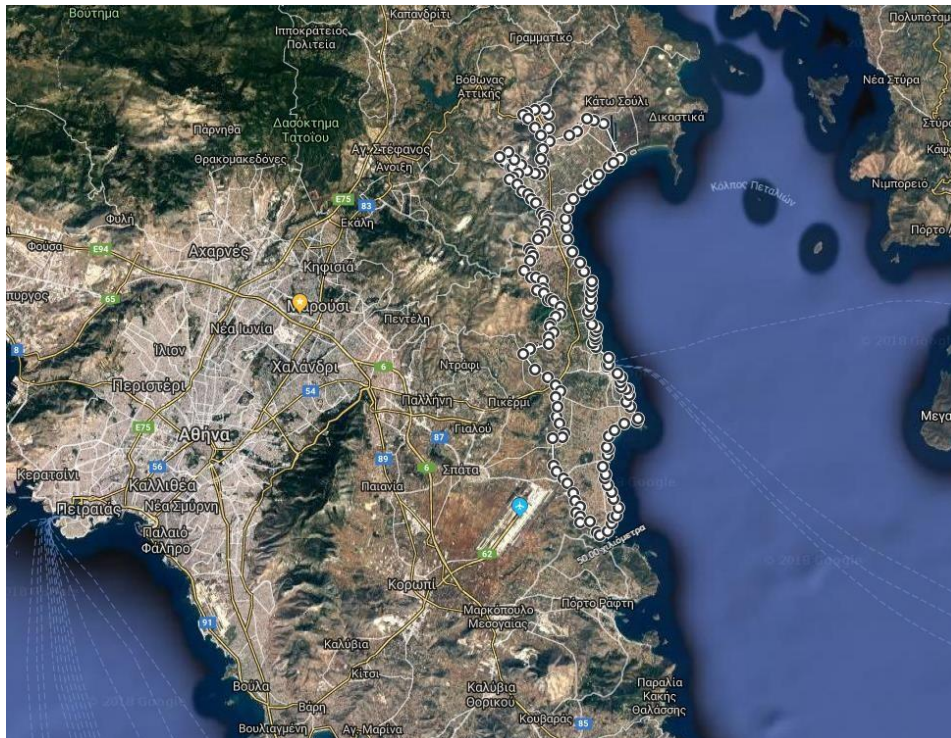
- (1) ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ-ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ-ΠΕΡΑΜΑ-ΠΕΙΡΑΙΑΣ-ΒΟΥΛΑ-ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ-ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ-ΒΥΡΩΝΑΣ-ΠΑΙΑΝΙΑ-ΠΑΛΛΗΝΗ-ΠΕΝΤΕΛΗ-ΚΗΦΙΣΙΑ-ΑΓ. ΣΤΕΦΑΝΟΣ-ΑΝΟΙΞΗ-ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ-ΦΥΛΗ-ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ
- (2) ΣΧΙΝΙΑΣ-ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ-ΒΑΛΤΟΣ-ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ-ΖΟΥΜΠΕΡΙ-ΜΑΤΙ-ΡΑΦΗΝΑ-ΚΑΜΑΡΙΖΑ-ΒΡΑΥΡΩΝΑ
- (3) ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ-ΑΥΛΑΚΙ-ΧΕΙΛΙΣΤΡΑ-ΜΑΡΙΣΤΡΑ-ΑΓ. ΜΑΡΙΝΑ ΜΙΚΡΟΛΙΜΑΝΟΥ-ΛΑΥΡΙΟ-ΣΟΥΝΙΟ
- (4) ΚΟΡΩΠΙ-ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ-ΚΑΛΥΒΙΑ-ΚΕΡΑΤΕΑ
- (5) ΑΓ. ΜΑΡΙΝΑ-ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ-ΦΕΡΙΖΑ-ΛΕΓΡΕΝΑ
- (6) ΣΧΙΣΤΟ-ΑΣΠΡΟΥΥΡΓΟΣ-ΕΛΕΥΣΙΝΑ-ΜΕΓΑΡΑ-ΚΙΝΕΤΤΑ
- (7) ΑΦΙΔΝΕΣ-ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙ-ΒΑΡΝΑΒΑΣ-ΠΟΛΥΔΕΝΔΡΙ-ΠΑΡΑΛΙΑΚΟ ΜΕΤΩΠΟ(ΩΡΩΠΟΣ, ΑΓ. ΑΠΟΣΤΟΛΟΙ, ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ κ.λπ.)
- (8) ΣΑΛΑΜΙΝΑ-ΑΙΓΙΝΑ-ΚΥΘΗΡΑ-ΠΟΡΟΣ-ΛΟΙΠΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ

Πίνακας 37: Ενοποίηση ζωνών

Παρακάτω παρατίθενται αποσπάσματα ορθοφωτοχαρτών με τις ζώνες ανά κατηγορία δόμησης του Ν. Αττικής:



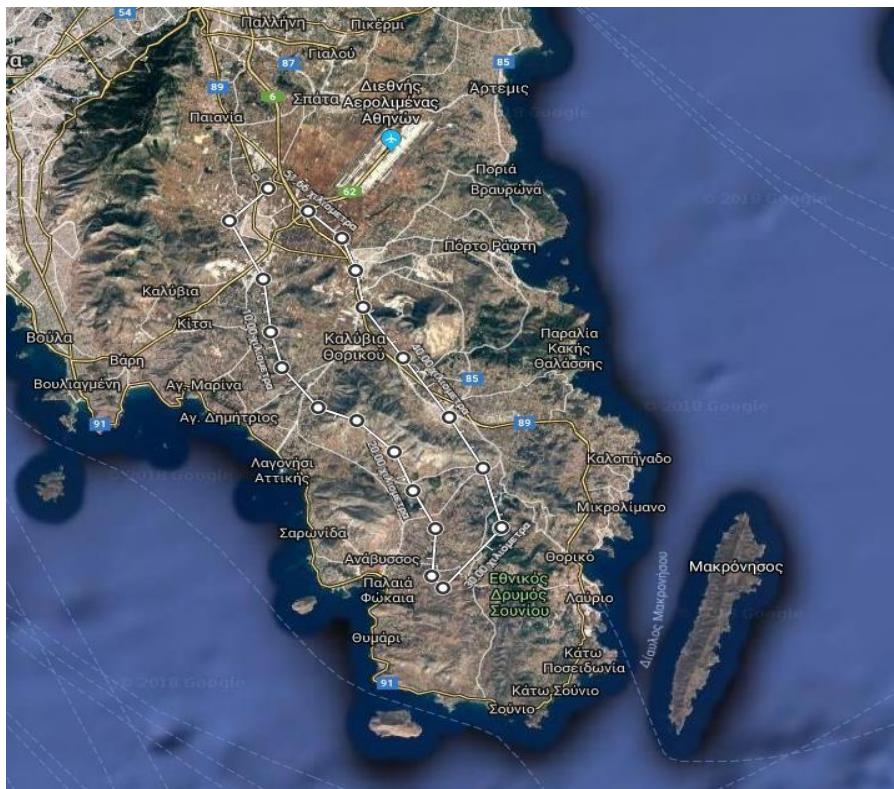
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 1



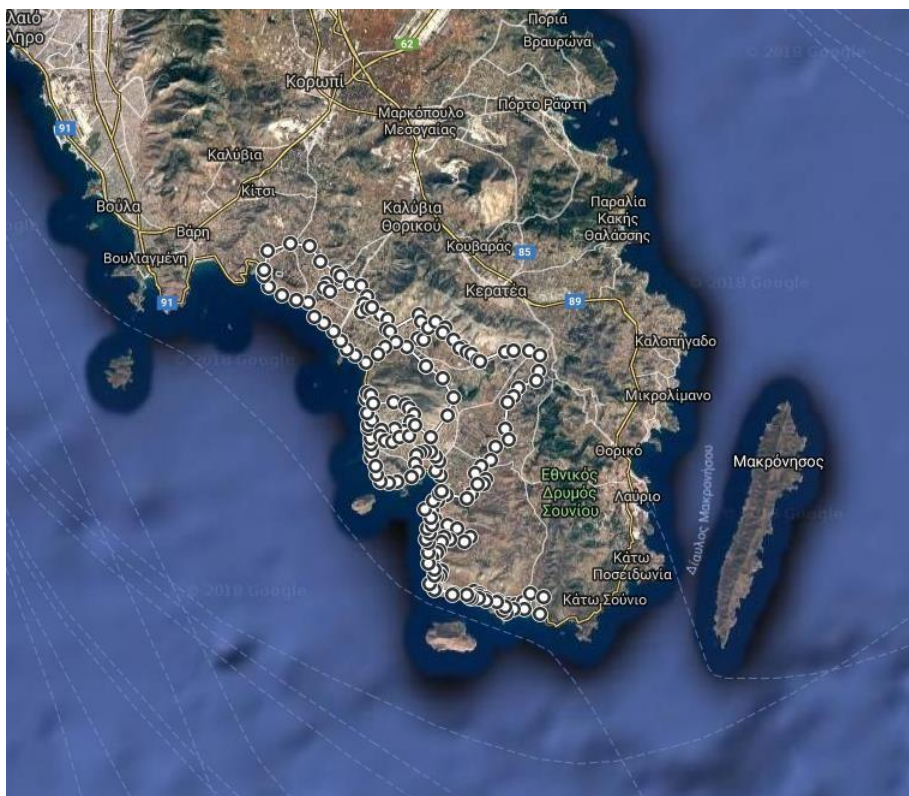
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 2



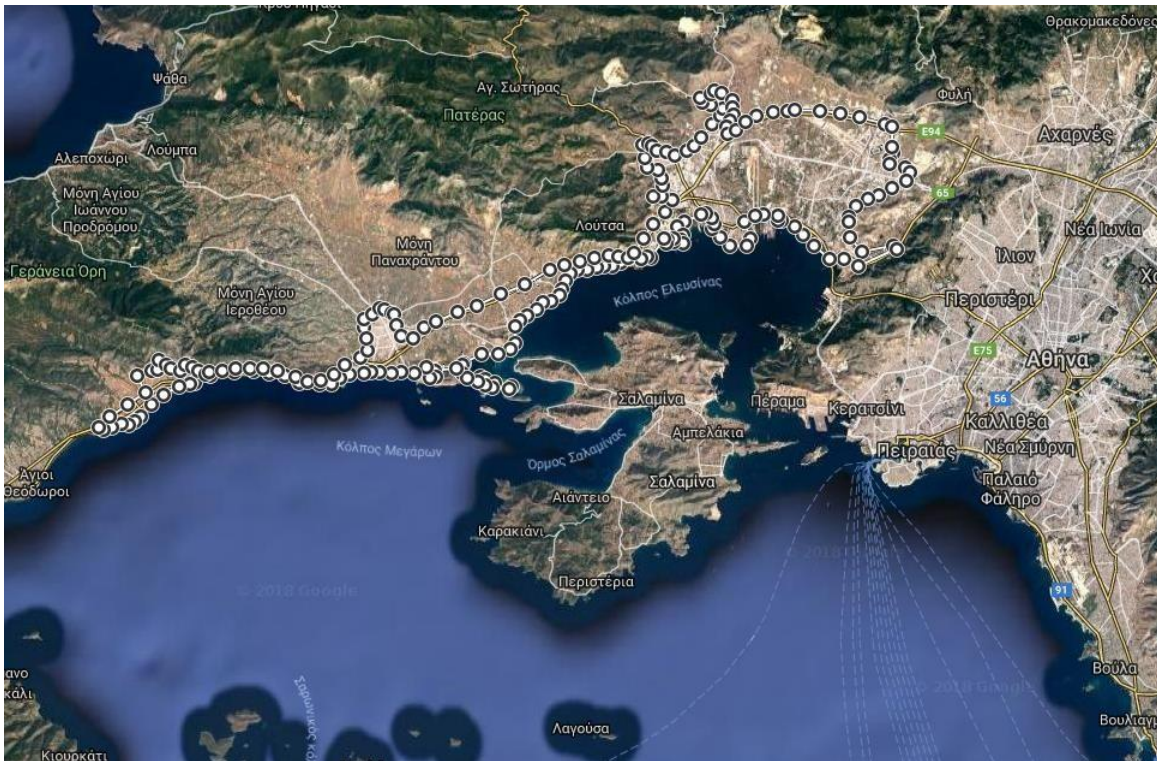
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 3



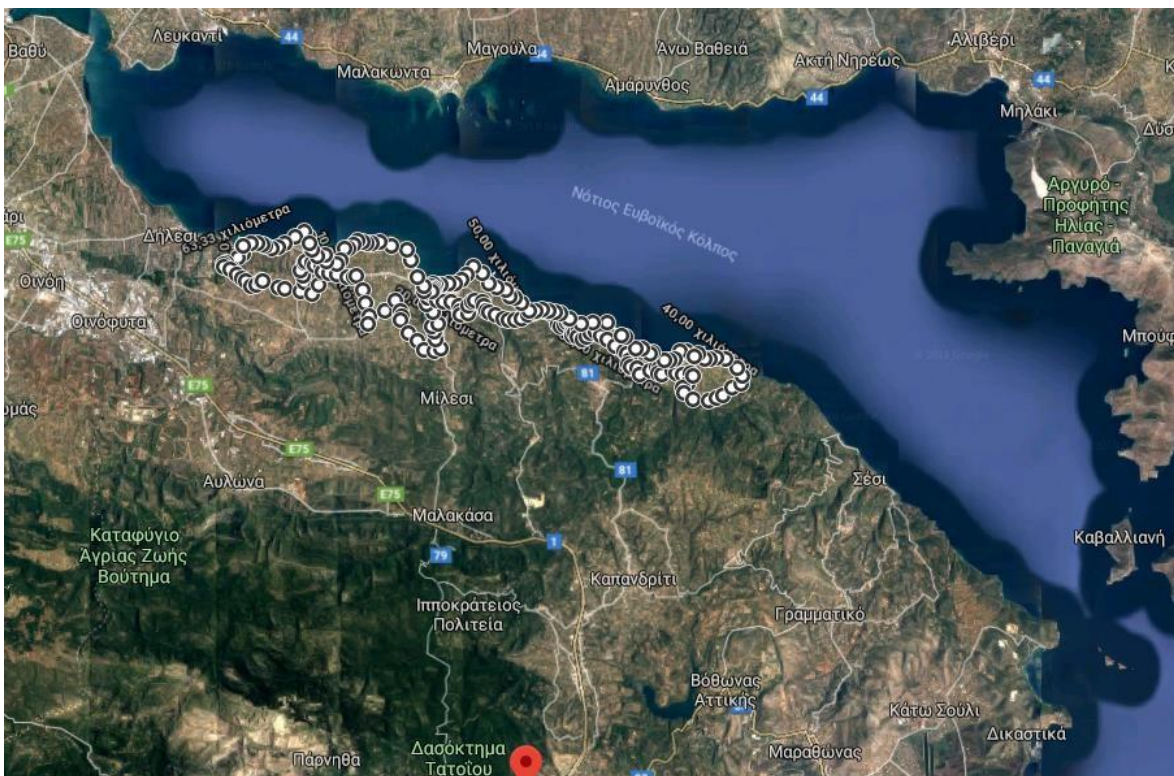
Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 4



Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 5



Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 6



Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 7

Αποτελέσματα

Θεωρούμε ότι οι τιμές των ρυπαντών είναι ομοιογενώς διασκορπισμένοι σε όλη την έκταση της κάθε ζώνης Α, Β, Γ και Δ σύμφωνα με την έκταση της ζώνης (Πίνακας σελ. 48) και ότι η επιρροή των ρυπαντών αγγίζει τα 50μ ύψους ατμόσφαιρας. Με αυτόν τον τρόπο θα κυβίσουμε αναλογικά το 1 κυβικό μέτρο για το οποίο έχουν βαθμονομηθεί οι αναλυτές ΕΑΡΘ.

Στη συνέχεια επεξεργασθήκαμε τα δεδομένα που διαθέτει ελεύθερα η ΕΑΡΘ στο site της απ' όπου έχουν προσδιορισθεί κατά σειρά οι ποσότητες ρυπαντών σε Ετήσια Μέση Ωριαία Διακύμανση και η Ετήσια Μέση Ημερήσια Διακύμανση για όλους τους υπό εξέταση σταθμούς. Πιο συγκεκριμένα παραθέτουμε τους ακόλουθους Πίνακες 39 και 40:

		ΡΥΠΑΝΤΕΣ					
ΖΩΝΗ	ΣΤΑΘΜΟΣ	CO(mg/m ³)	NO ₂ (μg/m ³)	BENZOLIO(μg/m ³)	NO (μg/m ³)	O ₃ (μg/m ³)	PM-10 (μg/m ³)
ΖΩΝΗ Α	ΑΘΗΝΑΣ	0,70	39,11		31,94	36,73	
	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ		36,78		47,06		40,79
	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	1,37	81,39	5,63	70,30	17,66	
	ΠΕΙΡΑΙΑΣ ΠΕΙ-1	0,81		2,81	62,24	24,30	42,82
ΖΩΝΗ Β	ΜΑΡΟΥΣΙ	0,41	14,69		27,06	62,39	31,42

Πίνακας 38: Διακύμανση ρυπαντών σε μέση ωριαία βάση

		ΡΥΠΑΝΤΕΣ					
ΖΩΝΗ	ΣΤΑΘΜΟΣ	CO(mg/m ³)	NO ₂ (μg/m ³)	BENZOLIO(μg/m ³)	NO (μg/m ³)	O ₃ (μg/m ³)	PM-10 (μg/m ³)
ΖΩΝΗ Α	ΑΘΗΝΑΣ	0,70	39,11		31,94	36,73	
	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ		36,78		47,06		40,79
	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	1,37	81,39	5,63	70,30	17,66	
	ΠΕΙΡΑΙΑΣ ΠΕΙ-1	0,81		2,81	62,24	24,30	42,82
	ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ	0,96	37,95		4,22	47,08	26,23
ΖΩΝΗ Β	ΜΑΡΟΥΣΙ	0,41	14,69		27,06	62,39	31,42
	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΖΩΝΩΝ Α ΚΑΙ Β	0,43	0,39		0,57	2,38	0,75

Πίνακας 39: Διακύμανση ρυπαντών σε μέση ημερήσια βάση

Στον ανωτέρω δεύτερο πίνακα έχουμε προβεί σε στατιστική ομαλοποίηση και έχουμε **διαγράψει** τις τιμές εκείνες που ξεφεύγουν από τους μέσους όρους. Ταυτόχρονα έχουμε δημιουργήσει συντελεστές ζωνών, μεταξύ Α και Β. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να **οδηγηθούμε σε υπόθεση εργασίας και να θεωρήσουμε ότι, ελλείψει δεδομένων, οι ίδιοι συντελεστές θα ισχύσουν διαδοχικά και για τις λοιπές ζώνες.**

Στους επόμενους δύο (2) πίνακες που παρατίθενται υπολογίζονται οι μέσες ωριαίες και μέσες ημερήσιες διακυμάνσεις ρύπανσης. Πιο συγκεκριμένα:

ΡΥΠΑΝΤΕΣ (ΕΤΗΣΙΑ ΡΥΠΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ)						
	CO(mg/m3)	NO (μg/m3)	BENZOLIO(μg/m3)	NO2 (μg/m3)	O3 (μg/m3)	PM-10 (μg/m3)
ΖΩΝΗ Α	8.294,40	327.844,80	36.460,80	406.771,20	226.627,20	361.195,20
ΖΩΝΗ Β	3.542,40	126.921,60	0,00	233.798,40	539.049,60	271.468,80
ΖΩΝΗ Γ	1.512,90	49.136,34	0,00	134.379,45	382.838,40	204.031,81
ΖΩΝΗ Δ	646,13	19.022,61	0,00	77.236,79	460.944,00	153.347,19
ΖΩΝΗ Ε	275,95	7.364,40	0,00	44.393,11	421.891,20	115.253,41

Πίνακας 40: Ετήσια διακύμανση ρυπαντών

Τέλος υπολογίζουμε τις **ολικές διακυμάνσεις ρύπανσης** ανά ρυπαντή και τις πινακοποιούμε ως ακολούθως:

ΚΥΒΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ [ΕΜΒΑΔΟΝ * 50μ ΥΨΟΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ]* ΡΥΠΑΝΤΗΣ							
	ΕΜΒΑΔΟΝ (Km2)	ΚΥΒΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ (m3)	CO(t)	NO2 (t)	NO (t)	O3 (t)	PM-10 (t)
ΖΩΝΗ Α	152,62	7.631.000.000	63.294,57	2.501,78	3.104,07	1.729,39	2.756,28
ΖΩΝΗ Β	245,08	12.254.175.000	43.409,19	1.555,32	2.865,01	6.605,61	3.326,63
ΖΩΝΗ Γ	200,61	10.030.275.000	15.174,80	492,85	1.347,86	3.839,97	2.046,50
ΖΩΝΗ Δ	97,58	4.879.050.000	3.152,52	92,81	376,84	2.248,97	748,19
ΖΩΝΗ Ε	3.112,11	155.605.500.000	42.939,84	1.145,94	6.907,81	65.648,59	17.934,06
			167.970,92	5.788,71	14.601,59	80.072,53	26.811,65

Πίνακας 41: Τελικές διακυμάνσεις

Εν τέλει παραθέτουμε **τελικό συγκεντρωτικό** πίνακα που δείχνει τις τιμές για όλους τους ρυπαντές που έχουν προσδιορισθεί για το νομό Αττικής και οφείλονται στα μεταφορικά μέσα οδικών μεταφορών.

Οι μέθοδοι υπολογισμού που αναπτύξαμε για τον υπολογισμό των αέριων ρυπαντών στο ν. Αττικής περιλαμβάνουν μεθόδους με **υψηλούς βαθμούς ελευθερίας**. Αυτό οφείλεται:

- Στην έλλειψη δεδομένων,
- στην επεξεργασία άλλων ώστε να προσδώσουν μια πιο κατάλληλη μαθηματικά και μια πιο ενημερωμένη εκδοχή,
- στα ερωτηματολόγια, που λόγω της φύσης της έρευνας και του συγκριτικά υψηλότερου πλήθους των εμπλεκόμενων δεν αποτελούν και το πλέον αξιόπιστο επιστημονικό εργαλείο επίλυσης προβλημάτων,
- στην διατύπωση αναγκαστικών υποθέσεων εργασίας κ.λπ.

ΕΙΔΟΣ ΑΕΡΙΟΥ ΡΥΠΑΝΤΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ I (tonnes)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ II (tonnes)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ III (tonnes)
CO₂	12.129.381	9.987.292	
NO_x	33.681	37.218	
CO	148.636	96.063	167.971
PM₁₀	2.130	2.088	26.812
N₂O	250	210	
NO	28.769	31.725	14.602
NO₂	4.499	5.494	5.789
O₃			80.073

Πίνακας 42: Τελικός Πίνακας υπολογισμού ρυπαντών από τα μεταφορικά μέσα της Αττικής

Θεωρούμε ότι η **μέθοδος II**, αν και σε κάποιο βαθμό μεταφέρει μέρη του προβληματισμού που αναπτύξαμε στην προηγούμενη παράγραφο, θεωρείται η πλέον αξιόπιστη και για τις υπόλοιπες ανάγκες της έρευνάς μας θα χρησιμοποιούμε τα αποτελέσματα αυτής. Η μέθοδος III θα μπορούσε να αποκτήσει μια πιο κεντροβαρή ερευνητική δυναμική αν υπήρχαν περισσότεροι αναλυτές-μετρητές διασκορπισμένοι σε λιγότερο κεντρο-αστικές περιοχές. Βέβαια η σκοπιμότητα ύπαρξης της αρμόδιας Δ/νσης ΕΑΡΘ περιορίζεται στον εντοπισμό υψηλών συγκεντρώσεων ρύπων και από εκεί και πέρα να ενημερώσει τάχιστα άλλους φορείς για τη λήψη μέτρων. Με αυτό τον τρόπο οι ζώνες θα ήταν πιο εξειδικευμένες και ο συντελεστής συγκέντρωσης ρύπων θα ήταν περισσότερο αντιπροσωπευτικός.

Από το ερευνητικό υλικό προκύπτει, επίσης, η ανάγκη **πρόβλεψης** της διακύμανσης των αέριων ρυπαντών για το άμεσο μέλλον μιας και η έρευνά μας περιορίσθηκε στο έτος 2016 λόγω των διαθέσιμων δεδομένων. Από δημοσιοποιημένες εκθέσεις του Υπουργείου Περιβάλλοντος δημιουργήσαμε καμπύλες πρόβλεψης χρησιμοποιώντας το εργαλείο forecast του Microsoft Excel. **Οι καμπύλες δείχνουν τις μελλοντικές τάσεις από τη μαθηματική οπτική χωρίς να μπορούν να επεξεργασθούν ή και να προβλέψουν πραγματικά σενάρια.** Σε περίπτωση που ακολουθήσουμε τις μαθηματικές νόρμες αυτή θα ήταν η εξελικτική πορεία των διαχρονικών διακυμάνσεων της ρύπανσης στην Αττική. Στο πλαίσιο αυτής της ανάλυσης οι καμπύλες εξέλιξης των ρύπων φαίνεται στα παρακάτω Γραφήματα 23 έως 27

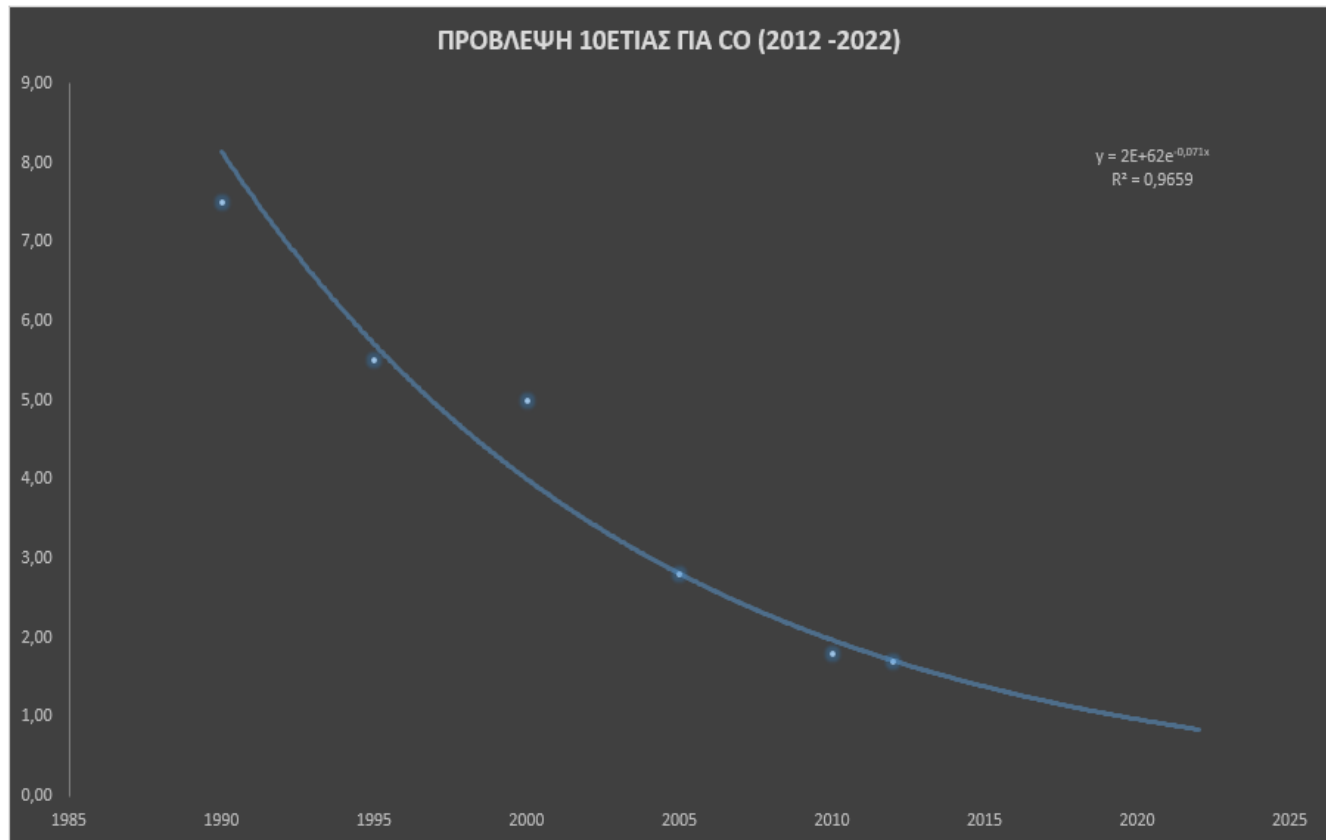
:

2004	7,5
2005	6,8
2006	5,2
2007	5,4
2008	5,4
2009	5,4
2010	4,5
2011	3,8
2012	2,0



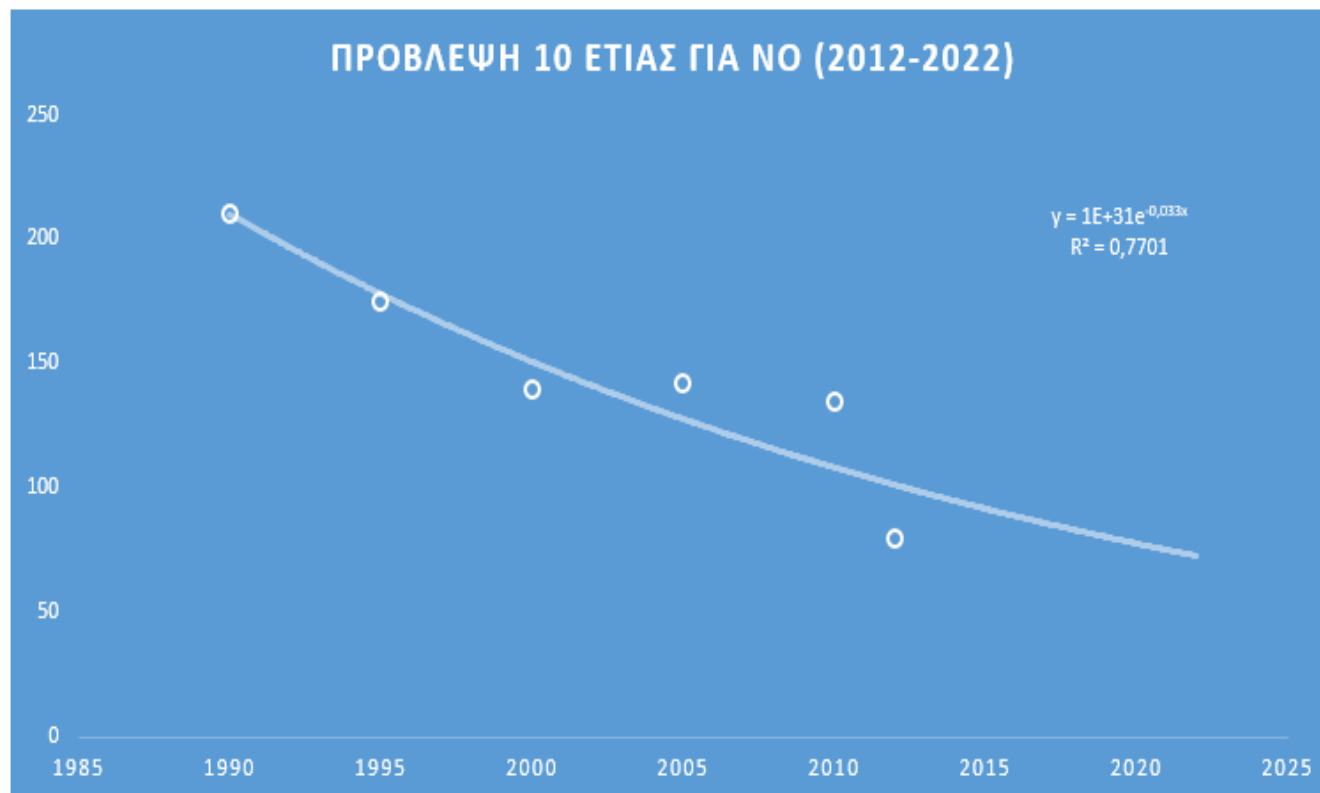
Γράφημα 25: Βενζόλιο

	min	max
1990	4,20	7,50
1995	3,50	5,50
2000	2,80	5,00
2005	1,80	2,80
2010	1,50	1,80
2012	1,40	1,70



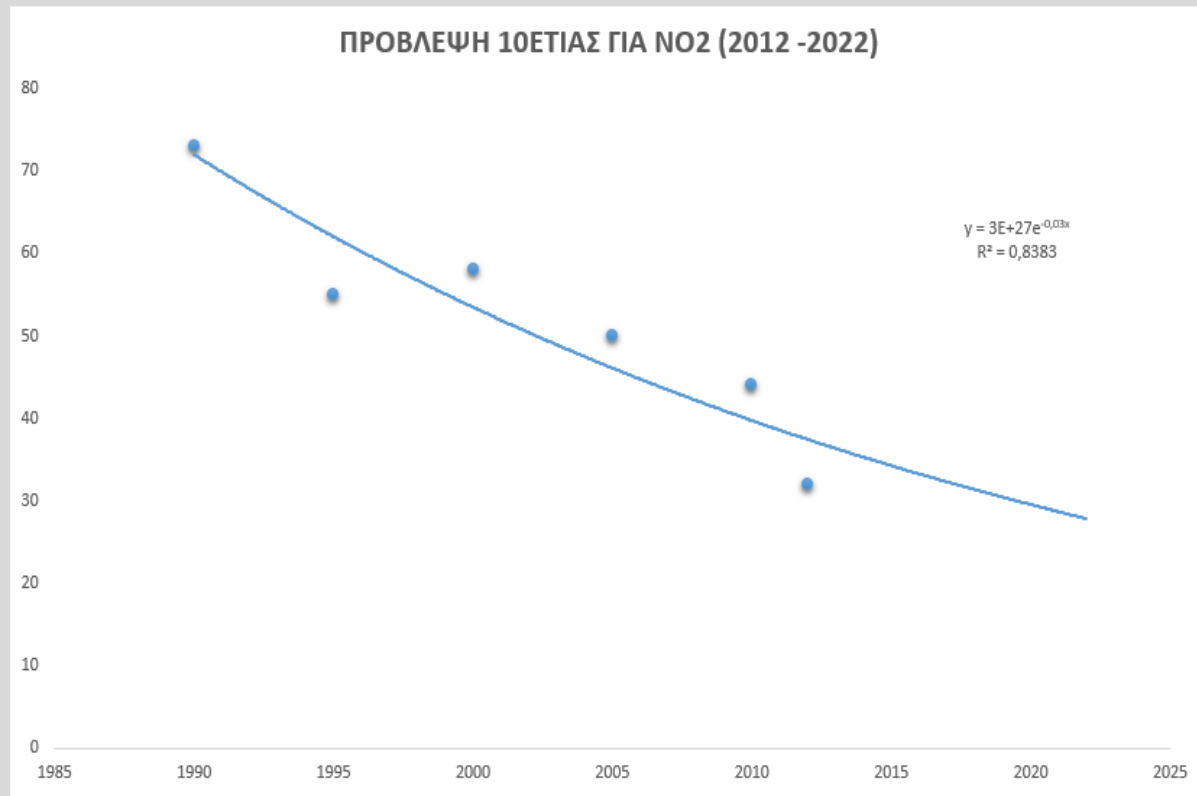
Γράφημα 26: Μονοξείδιο του άνθρακα

	min	max
1990	65	210
1995	60	175
2000	50	140
2005	55	142
2010	50	135
2012	25	80



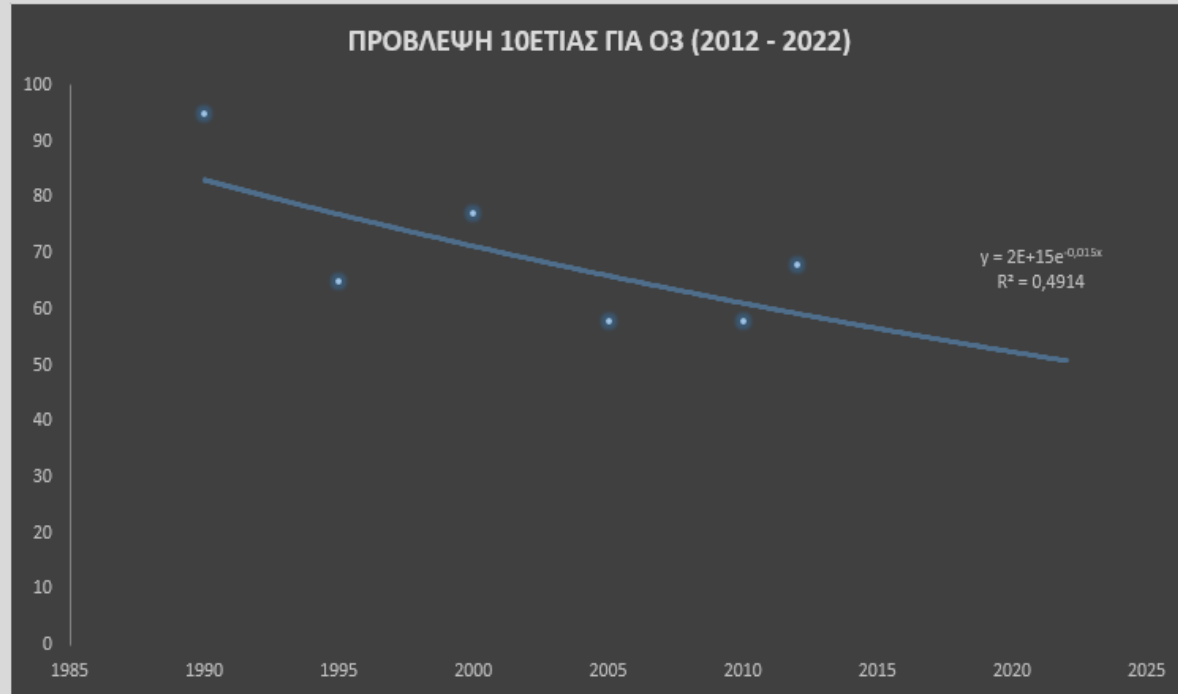
Γράφημα 27: Νιτρικά οξείδια

	min	max
1990	28	73
1995	32	55
2000	30	58
2005	38	50
2010	32	44
2012	27	32



Γράφημα 28: Διοξείδιο του αζώτου

	min	max
1990		95
1995	53	65
2000	48	77
2005	55	58
2010	50	58
2012	62	68



Γράφημα 29: Όζον

Παρατηρείται ότι για όλους τους γνωστότερους ρυπαντές η **μελλοντική μαθηματική τάση δείχνει μείωση ή σταθερή διατήρηση** των ως άνω ρυπαντών χωρίς ιδιαίτερες εξάρσεις για ακραίες τιμές. Η τάση μείωσης για την επόμενη, τουλάχιστον, πενταετία δείχνει τάσεις μείωσης από 5-10%. Δεν έχει συμπεριληφθεί η παράμετρος έκδοσης της νέας αντιρρυπαντικής τεχνολογίας EURO 7 που πρόκειται να ξεκινήσει από το 2020 και μετά. Αναγκαστικά, μετά την εφαρμογή του μέτρου αυτού, η καμπύλη θα δείξει πιο ραγδαίες τάσεις μείωσης.

Οι περιορισμοί των ντιζελοκίνητων οχημάτων, τουλάχιστον των ΙΧ, θα δείξει και περαιτέρω μειώσεις στα οξείδια του αζώτου.

Επίσης, δεν έχει συμπεριληφθεί και η δέσμευση της χώρας μας για περαιτέρω μείωση των δεικτών λόγω της συμφωνία του Παρισιού, 2016.

Η ΕΑΡΘ **δεν καταμετρά το CO₂** θεωρώντας ότι ο συγκεκριμένος ρύπος αφενός έχει μειωθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια και αφετέρου η αύξησή του δεν είναι ανησυχητική για τη δημόσια υγεία, τουλάχιστον σε μεσο-βραχυπρόθεσμο επίπεδο. Διαπιστώνεται, λοιπόν, από τις επισημάνσεις μας αλλά και **από τις μαθηματικές καμπύλες ότι οι αέριοι ρύποι στην Αττική βαίνουν μειούμενοι**, τουλάχιστον σε ορίζοντα 5ετίας. **Αλλά ποιες είναι οι τάσεις στην αγορά οχημάτων.**

Η διαχρονική διακύμανση τιμών δείχνει τάσεις μειωτικές αλλά τι γίνεται με την αγοραστική τάση των αυτοκινήτων στην Ελλάδα σήμερα. Ο επόμενος Πίνακας 44 περιγράφει αυτές ακριβώς τις τάσεις.

Έτος	Σύνολο οχημάτων κατά ΕΛΣΤΑΤ	Μεσοσταθμική μεταβολή	Μεσοσταθμική μεταβολή (%)	Δείκτες οικονομικής ανάπτυξης (%ΑΕΠ) - ΕΛΣΤΑΤ (**)	Δείκτες Αγοράς νέων οχημάτων ΕΛΣΤΑΤ (%) (**)	Δείκτες εμπορίου οχημάτων ΕΛΣΤΑΤ (%) (**)
2014	8,048,438					
2015	8,076,431	27,993	0.35%	1.96		2.71
2016	8,162,841	86,410	1.07%	3.40		1.56
2017	8,262,797	99,956	1.22%	3.87	-11.60	3.34
2018					26.10	(*) 4.60 (*)
	Μέσοι όροι	71,453	0.88%	3.08	7.25	3.05

(*) Α' τρίμηνο

(**) Σε σχέση με το προηγούμενο έτος

Πίνακας 43: Δείκτες αγοράς ΙΧ οχημάτων (2014-2018)

Οι δείκτες οικονομικής ανάπτυξης και, γενικότερα, του κλάδου εμπορίου οχημάτων δείχνουν ανοδικές τάσεις. Κάποιος θα ανάμενε ότι αυτή η τάση θα συμπαρέσυρε και την αγορά των αυτοκινήτων προς τα επάνω. Ατυχώς, ο δείκτης αγοράς νέων οχημάτων δείχνει αυξομειώσεις που δεν μας επιτρέπει να θεωρήσουμε ότι αυτός ο δείκτης κινείται εσχάτως ανοδικά.

Σε κάθε περίπτωση η μικρή ανοδική τάση αγοράς αυτοκινήτων δεν μπορεί να επηρεάσει τη διαχρονική (τουλάχιστον 20 ετών) τάση μείωση της ρυπαντικής επιβάρυνσης.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΣΤΟΧΟΙ

Τα μέσα σταθερής τροχιάς, **θεωρητικά**, κατά την λειτουργία τους στον τόπο και στη ζώνη επιρροής τους είναι απαλλαγμένα από αέριους ρύπους. Αναφερόμαστε, αποκλειστικά στα οχήματα **χωρίς να υπολογίζουμε τις υποδομές που συνοδεύουν τη χρήση αυτή**. Στις υποδομές αυτές υπάγονται κτίρια κεντρικού ελέγχου, κτίρια σταθμών και υποσταθμών υποστήριξης της ηλεκτροδότησης, χώροι στάθμευσης οχημάτων που άπτονται των υπόγειων σταθμών μετρό, υπεραυξημένη εμπορική δραστηριότητα όμορη των συγκοινωνιακών κόμβων κ.λπ..

Λόγω της ύπαρξης αυτών των παράπλευρων δραστηριοτήτων το αποτύπωμα του CO₂ είναι συνήθως πολύ υψηλό και επιβαρυντικό. Μελέτες που έχουν εκπονηθεί για τον υπολογισμό των παράπλευρων περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή μετρό, δείχνουν ότι η αναπλήρωση του αποτυπώματος CO₂ παίρνει πολλά χρόνια να ... αποπληρωθεί. Μάλιστα, έχουν καταδείξει ότι για μεσαίες επενδύσεις μετρό, ύψους περί των 20 εκατ. δολαρίων η περίοδος απόσβεσης μπορεί να αγγίξει και τα 28 έτη.

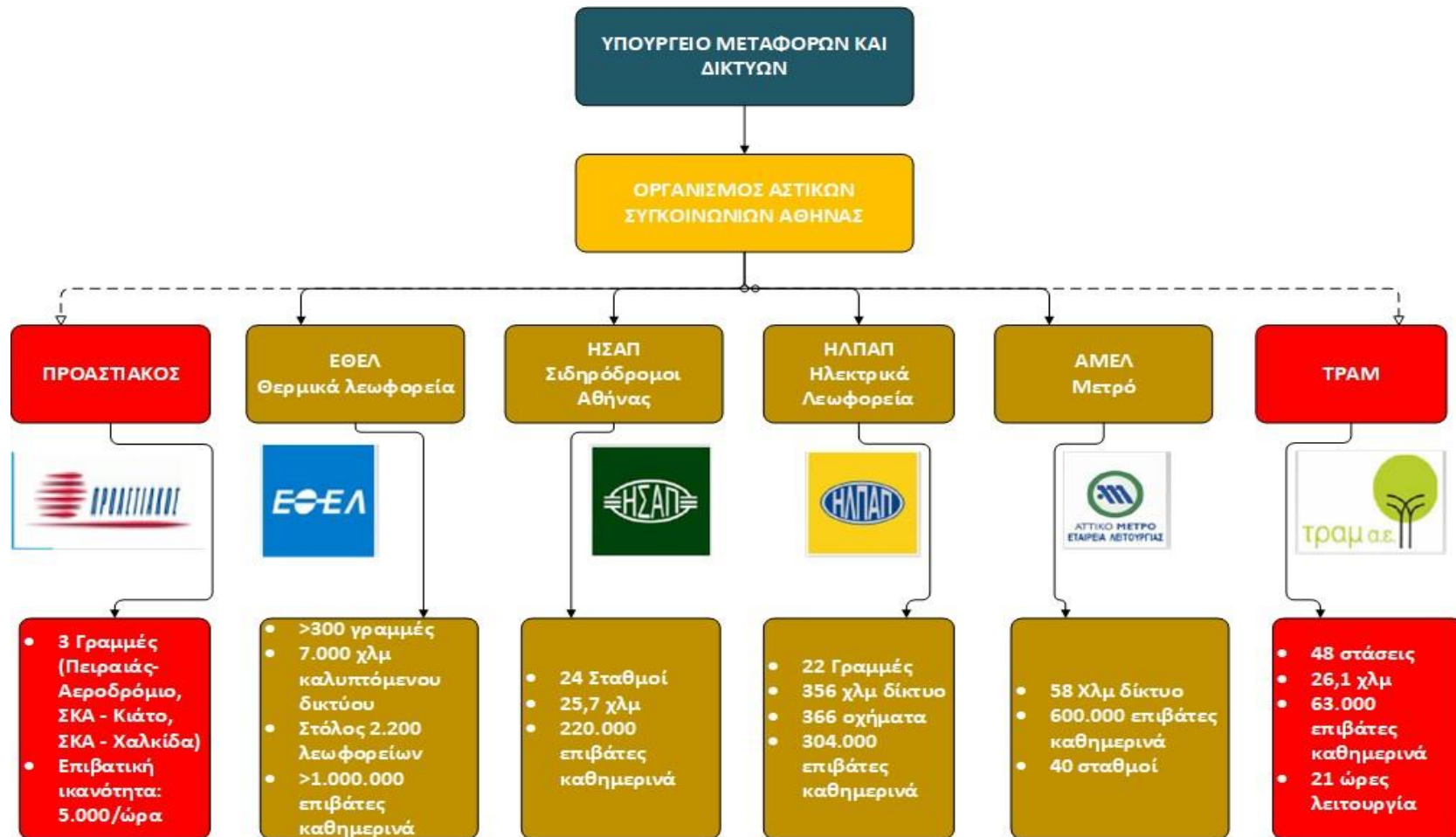
Στη έρευνά μας θα ασχοληθούμε **μόνο** με τα τροχαία μέσα και τις έμμεσες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στόχος μας είναι να υπολογίσουμε (θεωρητικά αλλά και **έμμεσα** με τη χρήση πηγών από τους αρμόδιους συγκοινωνιακούς φορείς) τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των μέσων σταθερής τροχιάς που δραστηριοποιούνται στο νομό Αττικής και στη συνέχεια, με τη χρήση αλγορίθμων ή και πρωτοβάθμιων δεδομένων να διαπιστώσουμε πως η σύνθετη αλυσίδα της ηλεκτρικής παραγωγής μεταφράζεται σε ρύπους που συνδέονται με τα μέσα σταθερής τροχιάς.

Τα μέσα σταθερής τροχιάς διαθέτουν ηλεκτροκινητήρες των οποίων τα τεχνικά χαρακτηριστικά είναι γνωστά. Είναι γνωστές οι παράμετροι που συνδέονται με την ισχύ των κινητήρων τους, τις βοηθητικές λειτουργίες τους, την κατανάλωση ενέργειας των υποσταθμών υποστήριξης κ.λπ. εντούτοις, ο ακριβής προσδιορισμός της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας παραμένει δύσκολος στους υπολογισμούς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι **φορείς παροχής συγκοινωνιακού έργου είναι πολυσχιδείς επιχειρήσεις, με πολύπλοκα οργανογράμματα, με διακριτές οριζόντιες και κατακόρυφες ιεραρχικές δομές, με δια-συνεργασίες και κοινές αρμοδιότητες**. Αν και έχουμε κατ' επανάληψη ζητήσει στατιστικά στοιχεία οι απαντήσεις δείχνουν την πολυπλοκότητα που διαπιστώσαμε και αναδείξαμε προηγουμένως.

Ανακεφαλαιώνοντας, η δομή της υπόλοιπης εργασίας συνοψίζεται ως εξής:

η επόμενη ενότητα θα περιορισθεί στη καταγραφή του... «οδικού χάρτη» των μέσων σταθερής τροχιάς στην Αττική. Στη συνέχεια με τη χρήση θεωρητικών μοντέλων και δεδομένων από το διαδίκτυο θα επιχειρήσουμε να υπολογίσουμε την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αυτών των συστημάτων. Σε επόμενη ενότητα θα εξετάσουμε το ενεργειακό τοπίο στη χώρα μας και με τη χρήση στατιστικών μοντέλων θα υπολογίσουμε τους συναφείς ρύπους. Τέλος θα αναρτήσουμε τελικούς πίνακες διασύνδεσης των εξαγόμενων ρύπων με τη κατηγορία μεταφορικού μέσου (μέσο-επιβάτης- χιλιόμετρα).



Από το σχηματικό διάγραμμα κατακόρυφης ιεράρχησης του ολικού συστήματος συγκοινωνιακών μεταφορών στην Αθήνα, σταθερής τροχιάς που παραθέσαμε στη σελίδα 62 της παρούσας εργασίας, όλα τα υφιστάμενα μεταφορικά μέσα (σταθερά και οδικά) λειτουργούν κάτω από την εποπτική στέγη του **ΟΑΣΑ**. Ταυτόχρονα συλλειτουργούν επιμέρους εταιρείες οι οποίες και έχουν αναλάβει κάποιο τμήμα του μεταφορικού έργου. Πιο συγκεκριμένα οι εταιρείες αυτές είναι:

- Η **ΣΤΑΣΥ ΑΕ** – Σταθερές Συγκοινωνίες που υπάγονται άμεσα το Μετρό, το Τραμ και ο ΗΣΑΠ
- Η **ΟΣΥ ΑΕ** – Οδικές Συγκοινωνίες που υπάγονται οι ΕΘΕΛ καθώς και τα Τρόλεϊ-ΗΛΠΑΠ
- Ο **ΟΣΕ** συγκεκριμένα έχει παραχωρήσει το κομμάτι logistics στη **ΤΡΑΙΝΟΣΕ** ενώ το τροχαίο υλικό και υποδομές έχουν παραχωρηθεί στην **ΓΑΙΑΟΣΕ**. Υπάρχει και το τμήμα της συντήρησης επισκευής των προαστιακών-υπεραστικών και εθνικών σιδηροδρομικών δικτύων στην εταιρεία **ΕΣΣΤΥ**.

Στη δική μας έρευνα εν προκειμένω, τα ηλεκτρικά λεωφορεία θα ενταχθούν στις σταθερές μεταφορές αφού ηλεκτροδοτούνται και ο υπολογισμός των ρύπων θα πρέπει να προσδιορισθεί με έμμεσο τρόπο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Τα μέσα σταθερής τροχιάς ή τουλάχιστον όσα κινούνται σε ράγες απαιτούν τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για να μπορέσουν να εκτελέσουν τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Προώθηση (εκκίνηση)
- Προώθηση (διατήρηση ορμής –coasting)
- Υπερνίκηση καμπύλων τμημάτων
- Κλίσεις
- Βοηθητικές λειτουργίες (θέρμανση, ψύξη)

Εν ολίγοις, η κατανάλωση ενέργειας σε επιβατικά τρένα ορίζονται από δύο κύριες παραμέτρους, την ενέργεια που απαιτείται για την υπερνίκηση του συντελεστή τριβής αέρα και την ενέργεια που απαιτείται για τη διατήρηση της στροφορμής του. Εδώ, σε ήσσονα βαθμό, η κατανάλωση επηρεάζεται από την μηχανική αντίσταση και από τις εφαρμογές άνεσης, δηλ. θέρμανση-ψύξη. Όλα τα μηχανικά – ηλεκτρικά συστήματα που καταναλώνουν ενέργεια έχουν και απώλειες (βαθμός αυτάρκειας) οι οποίες αγγίζουν το 20-25% της συνολικής κατανάλωσης. Συνεπώς, σε μαθηματικούς όρους η **απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι το πηλίκο της παρεχόμενης ενέργειας δια του βαθμού αυτάρκειας τους συστήματος** (Andersson, 2006):

If the utilised energy is E (at the pantograph) and the energy intake is E_m the energy loss is

$$E_{loss} = E_m - E.$$

The relative loss e_{loss} (of the intake) is determined by

$$e_{loss} = E_{loss} / E_m.$$

The energy efficiency η is then determined by

$$\eta = E / E_m$$

or

$$\eta = 1 - e_{loss}.$$

Also, e_{loss} may be determined by

$$e_{loss} = 1 - \eta$$

If the utilised energy is known to be E , the energy intake E_m is

$$E_m = E / \eta.$$

Αντιθέτως, οι σύγχρονοι συρμοί περιλαμβάνουν συστήματα επανάκτησης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της λειτουργίας πέδησης αλλά για υψηλότερη απόδοση ενέργειας θα πρέπει οι συρμοί να κινούνται με ταχύτητες ανώτερες των 150 χλμ. ανά

ώρα. Στη δική μας την περίπτωση θα θεωρούμε ότι υπάρχουν απώλειες στο δίκτυο, στρογγυλοποιημένες στο 20%.

Οι κατηγορίες συρμών ΗΣΑΠ, ΜΕΤΡΟ ηλεκτροδοτούνται από το δίκτυο μέσης τάσης του ΔΕΔΔΗΕ (25 kV/50 Hz) το οποίο τροφοδοτεί σε συγκεκριμένα σημεία, ειδικούς υποσταθμούς μετατροπής της τάσης σε 750 V DC. Οι συρμοί ηλεκτροδοτούνται από τη

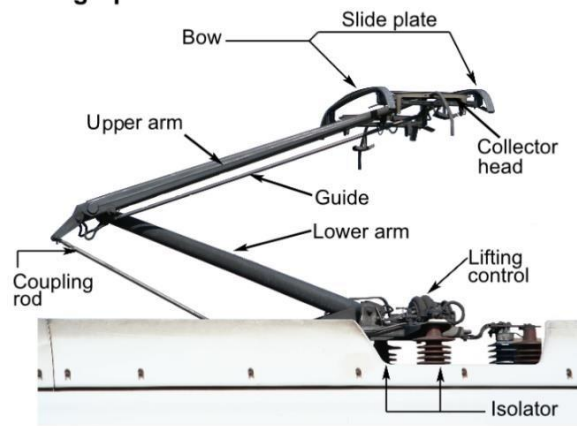


Εικόνα 2: ΗΣΑΠ

φερόμενη ως τρίτη ράγα.

Η αδιάλειπτη τροφοδοσία του δικτύου είναι προφανής και η φέρουσα ικανότητά του δικτύου θα πρέπει να συνυπολογίζει τον αριθμό των συρμών που βρίσκονται, την ίδια στιγμή σε λειτουργία. Η ικανότητα του δικτύου υπολογίζει τη μέγιστη κατανάλωση, δηλ. το συρμό/ούς με τους μεγαλύτερους κινητήρες. Στην περίπτωση του ΗΣΑΠ, πχ. ο μέγιστος ηλεκτροκινητήρας είναι της τάξης των 4 X 140 kW και υφίσταται σε 4 κινητήρια οχήματα ανά συρμό.

Οι κατηγορίες των λοιπών μέσων, δηλ. Προαστιακός, ΟΣΕ, Τραμ και τρόλεϊ τροφοδοτούνται από εναέρια συστήματα παροχής 25kV/50Hz με τη χρήση



Εικόνα 3: Εναέριο σύστημα παροχής ενέργειας

παντογράφου.

Ο θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης ενός επιβατικού τρένου προσδιορίζεται από τον τύπο (Holden, 2005):

$$E_m = \int \frac{1}{1000 \times 3600} \times V \times I_m \times k \times r_T dt = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times k \times V \int I_m \times r_T dt \quad (1)$$

where E_m = main power energy consumption (kWh)

V = voltage (V)

I_m = motor current (A)

k = motor combination code, $k \geq 1$

$r_T = \frac{T_{actual}}{T_{max}}$, the proportion between actual traction T_{actual} and maximum traction T_{max}

$$0 \leq r_T \leq 1$$

t = operation time (s)

Ο υπολογισμός της ενέργειας ενός τυπικού συρμού του, πχ. προαστιακού (DESIRO EMU) με Έλξη Εκκίνησης $T = 210$ kN έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: $V = 25.000$ Volts, $k = 2$, $r_T = 0,85$, $I_m = 6500$ A. Ο χρόνος dt στη δική μας περίπτωση ορίζεται ετησίως ως 17 ημερήσιας λειτουργίας X 365 ημέρες ανά έτος. Αντικαθιστώντας λαμβάνουμε:

$$E_m = 476.147,57 \text{ kWh ή } 480 \text{ MWh.}$$

Σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ως άνω συρμού ο ηλεκτροκινητήρας έλξης που διαθέτει είναι της τάξης των 3.000 kW. Αν συνυπολογίσουμε την απώλεια ενέργειας λόγω του συντελεστή αυτάρκειας 20%, τότε η ζητούμενη ισχύς θα έπρεπε να είναι: $3.000/0.8 = 3.750$ MW. Για να υπολογίσουμε τη ζητούμενη ετήσια ενέργεια (MWh) θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την καθημερινή λειτουργία(π.χ. 17 ώρες ημερήσια) Χ 365 ημέρα ανά έτος. **Η πραγματική κατανάλωση είναι υπερπολλαπλάσια της θεωρητικής.**

Άρα συνεπάγεται ότι ο τύπος υπολογισμού της κατανάλωσης φαίνεται να **υπο εκτιμά** τη συνολική κατανάλωση. Προφανώς ο παραπάνω μαθηματικός τύπος αναφέρεται αποκλειστικά στην απαιτούμενη ενέργεια του συρμού για την κινητήρια έλξη του συρμού και όχι στις βοηθητικές του λειτουργίες. Επίσης, δεν λαμβάνει υπόψη τις καμπυλότητες της διαδρομής ούτε και τις κλίσεις >1,5 – 2%.

Άλλωστε η πραγματική κατανάλωση της ενέργειας υπολογίζεται από την ενέργεια που καταναλώνει ο κάθε υποσταθμός διατήρησης τάσης. Η επιλογή του κατάλληλου υποσταθμού υποστηρίζει τις μέγιστες απαιτήσεις κατανάλωσης της κάθε σιδηροδρομικής γραμμής.

ΜΕΤΡΟ – ΗΣΑΠ –ΤΡΑΜ

Τα μεταφορικά συστήματα σταθερής τροχιάς Μετρό και ΗΣΑΠ χρησιμοποιούν για την ηλεκτροδότησή τους τη μέθοδο της τρίτης ράγας. Άρα, κάθε 1.500 μ υπάρχει ένας υποσταθμός που διατηρεί σταθερή τάση 750 V DC (Λεουτσάκος, 2016). Στον επόμενο πίνακα υπολογίζονται οι μέγιστες καταναλώσεις.

		1	2	3	4	4α	5	6	7	8	9	10	
ΦΟΡΕΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ	ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΥΡΜΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ (KW)	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟ ΟΧΗΜΑ	ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (KW) (2) X (3)	ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ (Km)	ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΗΣ (750 V DC)	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΑΣΗΣ	ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΜΕ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (KW)	ΣΥΝΕΧΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (ώρες)	ΗΜΕΡΕΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (GWh) (7) X (5) X (8) X (9)
ΣΤΑΣΥ ΑΕ	ΗΣΑΠ	3η ΡΑΓΑ	2 ΗΜΙΣΥΡΜΟΙ 3 ΒΑΓΟΝΙΩΝ	4 X 140	4	2.240	25,6	17	20%	2.688	20	365	334,9
	ΜΕΤΡΟ	3η ΡΑΓΑ	3 ΗΜΙΣΥΡΜΟΙ 2 ΒΑΓΟΝΙΩΝ	4 X 170	4	2.720	33,9	23	20%	3.264	20	365	538,5
	ΤΡΑΜ	ΕΝΑΕΡΙΑ	ΣΥΡΜΟΙ 5 ΒΑΓΟΝΙΩΝ	4 X 106	4	1.696	26,0	3	15	12	36	20	365

Πίνακας 44: Πηγή: stasy.gr, Λεουτσάκος, Γ.

Αντίθετα το Τραμ χρησιμοποιεί εναέρια ηλεκτροδότηση.

Στον ανωτέρω πίνακα υπολογίζονται οι εν δυνάμει μέγιστες καταναλώσεις και όχι εκείνες που καταγράφονται στους μετρητές της ΔΕΔΔΗΕ.

Η μέγιστη συνολική κατανάλωση **1,14 TWh**.

ΗΛΠΑΠ

			1	2	3	4	4α	5	6	7	8	9	10	
ΦΟΡΕΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ	ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΥΡΜΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ (KW)	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟ ΟΧΗΜΑ	ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (KW)	ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ (Km)	ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΗΣ (600 V DC)	ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΣΤΑΘΜΟ (KW)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ MW (PF=0,80)	ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΣΥΝΕΧΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (ώρες)	ΗΜΕΡΕΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (GWh) (8) X (9) X (10)
ΟΣΥ ΑΕ	ΗΛΠΑΠ	ΕΙΝΑΕΡΙΑ	ΜΟΝΟ ΟΧΗΜΑ	240 max	1	240	230,0	32	1066		34	17	365	211,7

Πίνακας 45: Πηγή: Γεωργίου, Π., Τα Ηλεκτροκίνητα Λεωφορεία (Τρόλλευ) στην Ελλάδα, 2006

Σήμερα ο ΗΛΠΑΠ διαθέτει ένα αξιόμαχο στόλο 350+ οχημάτων διαφόρων κατασκευαστών, το συνολικό μήκος του εναέριου δικτύου του είναι 232 χλμ. ενώ το υπόγειο δίκτυο φθάνει τα 270 χλμ.

Αναφορικά με τους υποσταθμούς στον πίνακα πιο πάνω αναφέρεται η μέση ισχύς ανά σταθμό και όχι η πραγματική. Η συνολική ισχύς είναι η ίδια. Η πραγματική ισχύς ανά σταθμό είναι: 25 σταθμοί 800 kW – 600V DC, 6 σταθμοί 2 X 800 kW – 600V DC και 1 υποσταθμός 3 X 1500 kW – 600 V DC.

ΟΣΕ

Η ΤΡΑΙΝΟΣΕ έχει αναλάβει το τμήμα Logistics του πρώην ΟΣΕ και εκτελεί το συγκοινωνιακό του έργο έχοντας δρομολόγια του προαστιακού σιδηρόδρομου, δρομολόγια σε πανελλαδικό επίπεδο (επιβατικές και εμπορευματικές γραμμές), καθώς και δρομολόγια διεθνών μεταφορών.

ΠΡΟΑΣΤΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ	
ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ (Km)
ΠΕΙΡΑΙΑΣ - ΣΚΑ	17,5
ΣΚΑ - ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	31,8
ΣΚΑ - ΚΙΑΤΟ (όρια Αττικής)	56,2
ΣΚΑ - ΧΑΛΚΙΔΑ (όρια Αττικής)	47,6
ΣΥΝΟΛΟ	153,0







Πίνακας 46: Ομοκεντρικές αποστάσεις γραμμών ΟΣΕ Αττικής

Ο προαστιακός χρησιμοποιεί και νέο σιδηροδρομικό δίκτυο αλλά και υφιστάμενο δίκτυο του ΟΣΕ. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι χιλιομετρικές αποστάσεις των σιδηροδρομικών δικτύων.








Η ΤΡΑΙΝΟΣΕ διαθέτει συρμούς που κινούνται με ηλεκτροδότηση και άλλοι οι οποίοι χρησιμοποιούν ντιζελοκίνηση. Κάποιοι είναι και υβριδικοί. Στον επόμενο Πίνακα 48 και φωτό καταγράφονται οι υφιστάμενοι συρμοί από διαφορετικούς κατασκευαστές.

A/A	ΕΙΔΟΣ ΤΡΟΧΑΙΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΕΛΕΞΗΣ	ΧΡΗΣΗ
1	ΣΕΙΡΑ A120	Siemens/AF/Krauss	30	Ηλεκτροκίνητη	Επιβατική - Εμπορική
2	ΣΕΙΡΑ A220	AdTranz/Bombardier	36	Ηλεκτρο-Diesel	Επιβατική - Εμπορική
3	ΣΕΙΡΑ A451	MLW	20	Diesel	Εμπορική
4	ΣΕΙΡΑ A501	MLW	10	Diesel	Εμπορική
5	ΣΕΙΡΑ 460	Siemens AG	20	Ηλεκτροκίνητη	Επιβατική
6	ΣΕΙΡΑ 501	AEG DE - IC2000N INTERCITY	20	Diesel	Επιβατική

Πίνακας 47: Οχήματα ΤΡΑΙΝΟΣΕ

OSE trainsets											
	Class	Axle Formula	Number	Year in Service	Power [kW]	Tractive Effort [kN]	Max.Speed [km/h]	Traction Type	Voltage	1st class	2nd class
	460	EMU-5	20	2006			160	E	25 kV 50 Hz		304
EMUs "Desiro" from Siemens/Hellenic Shipyards with outline similar to DBAG 642, nrs. 460 101-520											
	520	DMU-4	12	1989	1990	150	160	DE	Diesel	36	144
Old class 601, AEG DE-IC2000N, InterCity trains for the Athens-Thessaloniki line, nrs. 101-412											
	520	DMU-5	8	1995	1990	150	160	DE	Diesel	75	144
Old class 651, similar to previous class but 5 coaches instead of 4, bigger restaurant, nrs. 151-558											
	560	DMU-2	17	2003	400	55	115	DE	Diesel	12	113
Light rail standard gauge DMUs type GTW2/6, from Hellenic Shipyards, nrs. 101-917											
	620	DMU-2	12	1990	610		120	DH	Diesel	0	144
Old class 701, DMUs for local and middle distance trains (+one spare motor car)											
	621	DMU-2	15	2006	610		120	DH	Diesel	0	144
Similar to existing class 620, nrs. 621 101/201-115/215, used on Athens-Chalkida and Thessaloniki-Florina/Kozani											

Πίνακας 48: κατηγοριοποίηση ΟΣΕ

OSE locomotives and shunters											
	Class	Axle Formula	Number	Year in Service	Power [kW]	Tractive Effort [kN]	Max.Speed [km/h]	Traction Type	Voltage	1st class	2nd class
	120	Bo'Bo'	30	1999	5000	300	200	E	25 kV 50 Hz	---	---
Old class H.561, "Hellas Sprinter" electric locos by Siemens(D), nrs. 007-030 delivered 2004-2005											
	220	Bo'Bo'	36	1998	2000	260	200	DE	Diesel	---	---
Old class A.471, locomotives type DE2000 built by Adtranz/Bombardier(D), last 10 delivered in 2004											
	A.101	C	30	1962	478		70	DH	Diesel	---	---
Diesel shunters built by Krupp, similar to DBAG(D) class 360											
	A.151	B'B'	12	1972	507		70	DH	Diesel	---	---
Diesel shunters built by Faur (type LDH70), only 3 or 4 left in service											
	A.201	Bo'Bo'	10	1962	772	153	96	DE	Diesel	---	---
Diesel locomotives built by Alco, some being refurbished similar to class A.501 (1x in service 10/2008)											
	A.451	Co'Co'	20	1973	1985		120/150	DE	Diesel	---	---
Universal diesel locomotives built by MLW, now used for freight, 7 being refurbished similar to A.501											
	A.501	Co'Co'	10	1974	2610		112	DE	Diesel	---	---
Similar to class A.451 but stronger engine, all modernised (8 left)											

Πίνακας 49: Συνέχεια κατηγοριοποίησης οχημάτων ΟΣΕ

Η ετήσια κατανάλωση των **ηλεκτροκίνητων** συρμών παρουσιάζεται στον επόμενο Πίνακα 51.

		1	2	3	4	4α	5	6	7	8	9	10		
ΦΟΡΕΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ	ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΥΡΜΩΝ	ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ (KW)	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟ ΟΧΗΜΑ	ΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (KW)	ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ (Km)	ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΗΣ (25KV/50Hz)	ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΣΤΑΘΜΟ (MVA)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ MW (PF=0,80)	ΟΛΙΚΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (ώρες)	ΗΜΕΡΕΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ	ΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (GWh) (8) X (9) X (10)	
ΤΡΑΙΝΟΣΕ	ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ	ΕΝΑΕΡΙΑ	ΣΥΡΜΟΙ 5 ΒΑΤΩΝΙΩΝ	3.000 max	2	3.000	87,9	3	30	24	70	17	365	436,3
	ΟΣΕ	ΕΝΑΕΡΙΑ	ΠΟΙΚΙΛΛΕΙ ΑΝΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ (Εμπορευματική - επιβατική)	5.000 max	2	5.000	65,1	2	30	24	52	17	365	323,2

Πίνακας 50: Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ΟΣΕ

Η συνολική κατανάλωση **όλων** των μέσων σταθερής τροχιάς σε max όρους αγγίζει τις **2.107 GWh**.

Για να ολοκληρώσουμε τη διαδικασία θα πρέπει στους υπολογισμούς των αερίων ρύπων να συνυπολογίσουμε και τις εκπομπές από τους ντιζελοκίνητους συρμούς. Πρώτα θα πρέπει να προσδιορίσουμε τα δρομολόγια που εκτελεί ο ΟΣΕ. Από το επίσημο site της εταιρείας παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα το επιβατικά δρομολόγια σε καθημερινή βάση. Από Δευτέρα μέχρι Παρασκευή τα δρομολόγια παραμένουν τα ίδια. Ο μέγιστος αριθμός δρομολογίων τα οποία διέρχονται από το Νομό Αττικής είναι 8 ανά κατεύθυνση. Η συνολική διανυόμενη απόσταση ΠΕΙΡΑΙΑΣ –ΣΚΑ – όρια νομού είναι 65 χλμ. Παράλληλα, ο ΟΣΕ εκτελεί και εμπορευματικές μεταφορές απροσδιόριστου αριθμού μιας και οι ανάγκες ποικίλουν. **Θεωρούμε ... ότι οι εμπορευματικές μεταφορές ισούνται με τις επιβατικές.** Για μια οποιαδήποτε καθημερινή ημέρα ο αριθμός των δρομολογίων που εκτελούνται από τον ΟΣΕ και διέρχονται από το νομό Αττικής ανέρχονται σε 16.

από...	...σε	Δρομολόγια	..και επιστροφή σε Αθήνα
ΑΘΗΝΑ	ΤΙΘΟΡΕΑ	5	5
	ΛΕΙΑΝΟΚΛΑΔΙ	8	8
	ΔΟΜΟΚΟΣ	7	7
	ΛΑΡΙΣΑ	6	6
	ΚΑΤΕΡΙΝΗ	6	6
	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	6	6

Πίνακας 51: Δρομολόγια ΟΣΕ

Από τα 16 καθημερινά δρομολόγια εμπορευματικά δρομολόγια θεωρούμε από την υλικοτεχνική υποδομή της εταιρείας ότι όλα αυτά τα δρομολόγια εκτελούνται από ντιζελοκίνητους συρμούς. Αντίθετα, οι επιβατικές μετακινήσεις γίνονται κατά τα 2/3 από ντιζελοκίνητα τρένα, δηλ. 11. Συνολικά 27 δρομολόγια ημερησίως γίνονται από ντιζελοκίνητα τρένα. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι υπολογισμού της ενέργειας που χρειάζονται οι συρμοί για να κινηθούν. Θα επικεντρωθούμε σε δύο (2).

1^{ος} ΤΡΟΠΟΣ (HICKMAN, 1998)

Large freight trains (600 tonne empty mass):

$$\frac{kJ}{tonne.km} = 0.019 \times \frac{V_{average}^2}{\ln(x)} + 63$$

$$80 \text{ km} \leq x \leq 200 \text{ km}$$

Swedish RC trains:

$$\frac{kJ}{tonne.km} = 0.015 \times \frac{V_{average}^2}{\ln(x)} + 81$$

$$30 \text{ km} \leq x \leq 800 \text{ km}$$

Η μεταβλητή x υποδηλώνει μέγιστη απόσταση μεταξύ των σταθμών. Συνεπώς θα επιλέξουμε Swedish RC συρμούς αφού το x είναι λίγο μεγαλύτερη από 30 χλμ. Από τους πίνακες των συρμών ΟΣΕ η μέση ταχύτητα λαμβάνει τη τιμή 50 χλμ. ανά ώρα. Η κατανάλωση σε KJ ανά τόνο – χλμ. ισούται, μετά την αντικατάσταση σε 92,03 KJ/ton-Km. Για όλη την απόσταση Πειραιά – Οινόη των 65 χλμ. και με 600 τόνους συνολικό φορτίο (απόβαρο + ωφέλιμο) τότε η ενέργεια που απαιτείται είναι 3.589.170 KJ. Σε ετήσια βάση και με 27 δρομολόγια ημερήσια λαμβάνουμε: 35.371.270.350 KJ ή 5.822 MWh ή **9,83 GWh**.

2^{ος} ΤΡΟΠΟΣ

Από το ΜΕΕΤ/ΣΕ/491/98 ο δεύτερος τρόπος υπολογισμού προσδιορίζεται με την επόμενη μαθηματική σχέση:

$$E' = \frac{(N_{stops} + 1)}{L} \times \frac{v_{max}^2}{2} + B_0 + B_1 v_{ave} + B_2 v_{ave}^2 + g \frac{\Delta h}{L}$$

Where:

B_0, B_1 and B_2	are empirical coefficients for the steady state load
N_{stops}	is the number of time the train stops along the route
Δh	is the change in elevation between the start and end of the route in m
v_{ave}	is the average train speed on the route in m/s
v_{max}	is the maximum speed to which the train accelerates in m/s

Ο αριθμός των στάσεων εντός της Αττικής ορίζεται ως $N = 8$.

Ο συντελεστής $B_0 = 24,7$ (για εμπορευματικά τρένα), ο συντελεστής $B_1 = 0$ και ο $B_2 = 84,5E-03$. Η μέση ταχύτητα ορίζεται στα 50 χλμ. ανά ώρα ή 13.8 m/s. Η μέγιστη ταχύτητα ορίζεται στα 100 Km/h ή 27,8 m/s. Ως Δh ορίζεται η μέγιστη υψομετρική διαφορά. Για τη σιδηροδρομική γραμμή ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΣΚΑ – Οινόη η μέγιστη υψομετρική διαφορά παρατηρείται στην περιοχή του Αγ. Στεφάνου με 352 μ. Συνεπώς το $\Delta h = 352 - 4 = 348\text{m}$. $L =$ απόσταση ανά στάση, έστω 20 χλμ.

Αντικαθιστώντας λαμβάνουμε: $E' = 40,46$ KJ/Ton-km. Χρησιμοποιώντας την ίδια αναγωγή με τον 1^ο τρόπο λαμβάνουμε **4,32 GWh**. Η δεύτερη αυτή μέθοδος προσεγγίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια την κατανάλωση, κυρίως των εμπορευματικών συρμών με πολλές στάσεις ανάμεσα. Τίποτα από τα δύο δεν προσεγγίζει απόλυτα την περίπτωση που εξετάζουμε. Θα χρησιμοποιήσουμε, τελικά, τη μεσοτιμή αυτών των δύο μεθόδων, δηλ. **7,10 GWh**.

ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Σύμφωνα με το ΜΕΕΤ, έχουν καταρτισθεί πίνακες με συντελεστές που προσδιορίζουν

Electrical power generation emissions (g/kWh)

	1998	2020
SO ₂ :	2.7	0.8
NO _x :	1.2	0.35
HC:	1.1	0.55
CO:	0.08	0.04
PM:	0.14	0.07

Railway diesel locomotive emissions (g/kWh)

	1998	2020
SO ₂ :	1.0	0.03
NO _x :	12	3.5
HC:	1.0	0.50
CO:	4.0	0.50
PM:	0.25	0.08

τις εκπομπές καυσαερίων ανά kWh ενέργειας. Οι πίνακες αυτοί έχουν ως εξής:

Σε συνέχεια των πινάκων αυτών θα καταρτίσουμε δικούς μας πίνακες με τα δικά μας αποτελέσματα.

Πρώτα θα πρέπει να προβούμε σε **interpolation** (μέθοδος παρεμβολής) για να καθορίσουμε τις τιμές συντελεστών ρύπων για το 2018. Πιο συγκεκριμένα ο Πίνακας 53, τροποποιούνται ως ακολούθως:

DIESEL				ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ			
ΡΥΠΑΝΤΗΣ	1998	2020	2018	ΡΥΠΑΝΤΗΣ	1998	2020	2018
SO ₂	1,00	0,03	0,12	SO ₂	2,70	0,80	0,97
NO _x	12,00	3,50	4,27	NO _x	1,20	0,35	0,43
HC	1,00	0,50	0,55	HC	1,10	0,55	0,60
CO	4,00	0,50	0,82	CO	0,08	0,04	0,04
PM	0,25	0,08	0,10	PM	0,14	0,07	0,08

Πίνακας 52: Υπολογισμός ρυπαντών οχημάτων ΟΣΕ με Diesel και ηλεκτροκίνηση

Μετά την αναγωγή των συντελεστών ρυπαντών για τιμές 2018 προβήκαμε **ΟΕ** **τελικό υπολογισμό των καταναλώσεων των ρυπαντών** για όλα τα μέσα σταθερής τροχιάς.

Στον επόμενο Πίνακα 54, αναγράφονται οι τιμές.

		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΕΤ (g/GWh X 10 ⁶)				
		0,97	0,43	0,60	0,04	0,08
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (GWh)	SO ₂ (t)	NO _x (t)	HC (t)	CO (t)	PM (t)
ΜΕΤΡΟ	538,49	523,81	230,08	323,10	23,50	41,12
ΗΣΑΠ	334,89	325,76	143,09	200,93	14,61	25,57
ΤΡΑΜ	262,80	255,63	112,29	157,68	11,47	20,07
ΗΛΠΑΠ	211,66	205,89	90,44	127,00	9,24	16,16
ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ	436,34	424,44	186,43	261,80	19,04	33,32
ΟΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΟΣ	323,16	314,34	138,08	193,89	14,10	24,68
ΣΥΝΟΛΑ	2.107,34	2.049,87	900,41	1.264,40	91,96	160,92

Πίνακας 53: Συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις ΟΣΕ

Δεν προσθέτουμε τις εκπομπές του ντιζελοκίνητου ΤΡΑΙΝΟΣΕ γιατί είναι μηδαμινές σε σχέση με τις ηλεκτροκίνητες καταναλώσεις.

Σε γενικές γραμμές η κίνηση των τρένων διακρίνεται από μια ιδιόμορφη ποικιλοτροπία. Υπάρχουν επιβατικά τρένα τα οποία κινούνται με χαμηλή ταχύτητα σε σιδηροδρομικές γραμμές με πληθώρα σταθμών όπου επί το πλείστον χρησιμοποιούνται συρμοί με ηλεκτροκίνηση σε αντίθεση με άλλα τα οποία κινούνται με υψηλές ταχύτητες με στάσεις όχι πάντα προκαθορισμένες. Την ίδια στιγμή υπάρχουν τρένα τα οποία μετακινούν εμπορεύματα με χαμηλές ή υψηλές ταχύτητες. Τα δρομολόγια των επιβατικών συρμών μπορούν να επικαλεστούν ανά πάσα στιγμή εφόσον αναρτώνται δημοσίως. Δεν μπορούμε να πούμε το αυτό και με τα εμπορευματικά που, συνήθως, δεν κινούνται πάντα σε προκαθορισμένα δρομολόγια. Συνήθως, η ζήτηση καθορίζει τη συχνότητα των δρομολογίων. Κάτι αντίστοιχο συνέβη και στη δική μας έρευνα και αναγκασθήκαμε να προβούμε σε παραδοχές, μάλιστα απλοϊκής φύσης. Άρα η έκδοση ενός αλγόριθμου που θα περιλαμβάνει όλες τις συνιστώσες παραμένει ένα πολύ επίπονο επιστημονικό εγχείρημα.

Επίσης, ένα άλλο πρόβλημα με τους υπολογισμούς αναφέρεται, κυρίως, στα ηλεκτροκίνητα τρένα τα οποία κερδίζουν συνεχώς έδαφος σε σχέση με τα συμβατικά. Συνήθως η αναγωγή σε ποσότητες ρυπαντών θα πρέπει να παρουσιάζει και μια συσχέτιση με τον τρόπο παραγωγής ενέργειας σε κάθε τόπο. Υπάρχουν χώρες στην Ευρώπη των οποίων η παραγωγή της ενέργειας βασίζεται αποκλειστικά σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βλ. Σουηδία). Σε άλλες χώρες όπως π.χ. το Ην. Βασίλειο, η παραγωγή της ενέργειας είναι πιο διαστρωμένη σε πολλές πηγές (όπως λιθάνθρακα, φυσικό αέριο, πυρηνική ενέργεια, ανανεώσιμες πηγές κ.λπ.). Η Ελλάδα σε ποσοστό 85%, βασίζει την παραγωγή ενέργειας σε άνθρακα (λιγνίτη) και φυσικό αέριο ενώ το υπόλοιπο ποσοστό βασίζεται σε υδροηλεκτρικά έργα και σε μικρότερη εύρος βασίζεται σε ανανεώσιμες πηγές. Επίσης, εδώ θα πρέπει να ληφθεί μνεία και για την ... «αγορά-υπενοικίαση» ενέργειας που προέρχεται από άλλο κράτος και ενδέχεται να μην γνωρίζουμε τον τρόπο παραγωγής της.

Συνεπώς και οι συντελεστές ΜΕΕΤ δεν μπορούν να αποτελούν ολοκληρωματικό και ταυτόχρονα αξιόπιστο εργαλείο υπολογισμού των συντελεστών ρύπων που προέρχονται από τα μέσα σταθερής τροχιάς. Στη δική μας έρευνα αποφασίσαμε να εξετάσουμε την ελληνική ενεργειακή μορφολογία και να διαπιστώσουμε αν οι εκπομπές που υπολογίσαμε στο παρόν κεφάλαιο τεκμηριώνονται και από τα δεδομένα που θα λάβουμε από τα σημεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (πχ Πτολεμαΐδα, Μεγαλόπολη κ.λπ.).

Ο βαθμός εκπομπών ρύπων από την ηλεκτροκίνηση θα καταδείξει στο τέλος και πόσο **«πράσινη»** είναι η μετακίνηση με τα μέσα σταθερής τροχιάς στη χώρα μας. Στην επόμενη ενότητα θα αναλύσουμε την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και μέσα από συντελεστές θα υπολογίσουμε τις εκπομπές από την ετήσια καταναλωθείσα ενέργεια που απαιτούν τα ηλεκτροκίνητα μέσα μεταφοράς.

Η Ελλάδα παράγει ενέργεια όμως ένα μεγάλο ποσοστό αυτής έρχεται από το εξωτερικό με τη μορφή πρώτων υλών (όρα φυσικό αέριο) αλλά και εισάγει ενέργεια σε ποσοστό 20% της συνολικής εγχώριας παραγωγής.

Στο τέλος και αυτής της ενότητας θα αναρτήσουμε πίνακες απ' όπου θα διαφανούν οι εκπομπές ρυπαντών ανά κατηγορία μέσου μεταφοράς αλλά και των επιβατο – χιλιομέτρων.

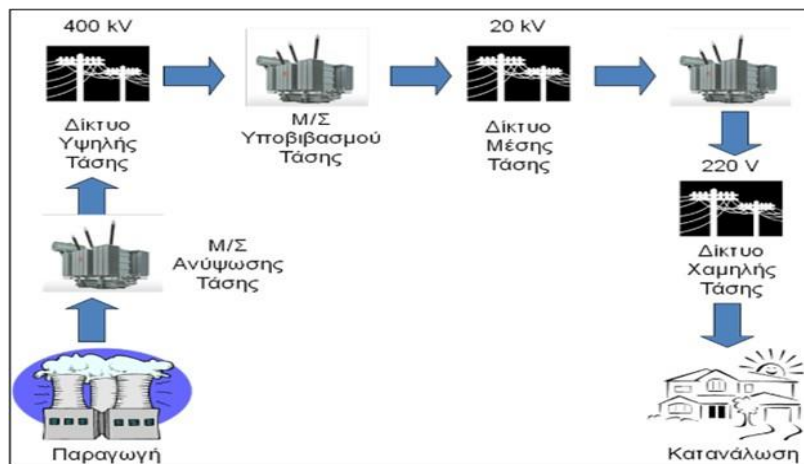
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί το πρώτο συστατικό ενός **Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ)**. Ένα ολοκληρωμένο ΣΗΕ περιλαμβάνει:

- Την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργεια σε μεγάλες ποσότητες από άλλες μορφές ενέργειας
- Την μεταφορά ενέργειας από τα κέντρα παραγωγής στα κέντρα κατανάλωσης και
- Τη διανομή ενέργεια στους καταναλωτές.

Η Ελλάδα , όπως και οι περισσότερες χώρες έχουν προβεί σε ενοποίηση των ΣΗΕ τους, σε μια ενιαία αρχή, τη ΑΔΣ (**Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα**). Εδώ η τεχνολογία υπήρξε καταλυτική και έγινε πραγματικότητα καθώς επέτρεψε τη κατασκευή και λειτουργία μεγάλων σταθμών παραγωγής αλλά και τη μεταφορά ενέργειας σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Στο ΕΔΣ υπάγονται οι σταθμοί παραγωγής, οι σταθμοί ανόρθωσης και υποβιβασμού της τάσης, τα δίκτυα μεταφοράς.

Τη σπονδυλική στήλη του Διασυνδεδεμένου Συστήματός μας οι τρεις γραμμές, διπλού κυκλώματος υπερυψηλής τάσης (400 kV) που μεταφέρουν ενέργεια από το μεγαλύτερο



Εικόνα 4: Ενεργειακός κύκλος

για τη χώρα μας ενεργειακό κέντρο παραγωγής, δηλ. τη Δυτική Μακεδονία. Εδώ παράγεται το **70%** της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που στη συνέχεια μεταφέρεται στα μεγάλα κέντρα κατανάλωσης της Κεντρικής και Νότιας Ελλάδας, όπου και καταναλώνεται το **65%** της ηλεκτρικής ενέργειας. Τέτοιο σύστημα παραγωγής – μεταφοράς – Διανομής παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.

Τα εναέρια δίκτυα υπερτερούν έναντι των υπολοίπων γιατί έχουν μικρό κόστος κατασκευής, εύκολη επιθεώρηση και συντήρηση. Οι σταθμοί παραγωγής παράγουν ενέργεια με τάση 15 kV ή 20 kV. Η τάση αυτή είναι πολύ χαμηλή για μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Έτσι, η τάση ανυψώνεται στα 150 kV (υψηλή) ή 400 kV (υπερυψηλή) και μεταφέρεται στα κέντρα κατανάλωσης. Η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται με μέση τάση στους μεγάλους καταναλωτές (πχ. Βιομηχανικές μονάδες), ενώ στους μικρούς καταναλωτές (οικιακή ενέργεια) με χαμηλή τάση (220/280 V).

Το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς γραμμές 400 kV, καθώς, επίσης εναέριας, υπόγειες και υποβρύχια καλώδια υψηλής τάσης (150 kV) που συνδέουν τη νησιά της Δυτικής Ελλάδας, Κέρκυρα, Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθο με το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς, καθώς και μια υποβρύχια σύνδεση της Κέρκυρας με την Ηγουμενίτσα στα 66 kV. Η λειτουργία του ΑΔΣ μεταφοράς πραγματοποιείται από τον Ανεξάρτητο Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ).

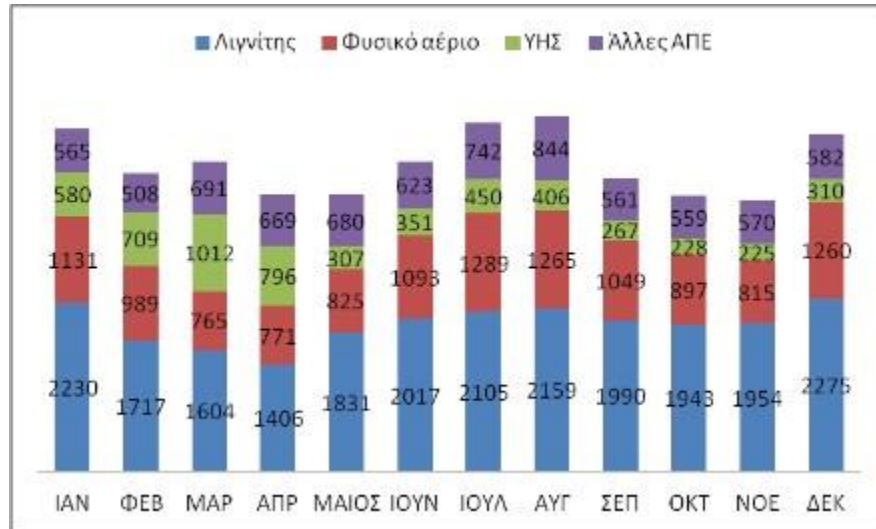
Στον επόμενο Πίνακα 55, διακρίνεται το διασυνδεδεμένο δίκτυο κατά το 2013.

	400 kV	400 kV (Συνεχές ρεύμα)	150 kV	66 kV	Σύνολο
Εναέριας	2.309	106	7.798	39	10.252
Υποβρύχιας			123	15	138
Υπόγειες			38		38
Σύνολο	2.309	106	7.959	54	10.428

Πίνακας 54: Διασυνδεδεμένο δίκτυο

Το δίκτυο έχει μήκος 10.428 χλμ. και η χώρας μας μπορεί να συνδέεται με το διεθνές δίκτυο και προμηθεύεται ηλεκτρική ενέργεια όταν οι ανάγκες το απαιτούν. Το Ελληνικό Σύστημα μεταφοράς περιλαμβάνει διασυνδέσεις με την Αλβανία, τη Βουλγαρία, την Τουρκία και την Ιταλία (ΡΑΕ, 2015).

Στην παρούσα φάση η ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα είναι απελευθερωμένη ακολουθώντας τις κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ. Η κύρια οργανωτική δομή πάνω στην οποία στηρίζεται η απελευθερωμένη αγορά είναι η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ). Οι πρωτογενείς πηγές ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι ο λιγνίτης, το πετρέλαιο, το



Πίνακας 55: κατανομές διασυνδεδεμένου και μη δικτύου

φυσικό αέριο, το νερό στα φράγματα και οι λοιπές μορφές ανανεώσιμης ενέργειας. Στο προηγούμενο Γράφημα 28, φαίνονται οι ποσοτώσεις – κατανομές πηγών ηλεκτρικής ενέργειας ⁵.

Ομοιοτρόπως, ο ΑΔΜΗΕ ανακοινώνει κάθε μήνα το ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας στο ελληνικό διασυνδεδεμένο σύστημα. Για το 2013 το ισοζύγιο παρουσιάζεται στο

	Διασυνδεδεμένο σύστημα	Μη διασυνδεδεμένο σύστημα
Λιγνίτης (%)	45,80	-
Πετρέλαιο (%)	-	81,75
Φυσικό αέριο (%)	23,96	-
Υδροηλεκτρική (%)	11,12	-
ΑΠΕ (%)	14,97	18,25
Εισαγωγές (%)	4,15	-

Γράφημα 30: Κατανομές ηλεκτρικής ενέργειας

προηγούμενο Πίνακα 56.

⁵ ΑΔΜΗΕ, μηνιαίο Δελτίο Ενέργειας, 2013.

Στο μη συνδεδεμένο σύστημα υπάγονται τα νησιά που διαθέτουν αυτόνομα σύστημα παραγωγής ενέργειας με θερμικά ηλεκτροπαραγωγά συστήματα.

Από το προηγούμενο πίνακα διαπιστώνουμε ότι η χρήση αργού πετρελαίου συντελείται μόνο σε μονάδες αυτόνομης παραγωγής ενέργειας που διαθέτουν τα νησιά. **Συνεπώς, η ηλεκτρική ενέργεια που διαμετακομίζεται στο νομό Αττικής προέρχεται από θερμικές μονάδες που πρωταρχικές πηγές ενέργειας είναι ο λιγνίτης (κατά ποσοστό 45,80%) και το φυσικό αέριο (23,96%).** Οι υδροηλεκτρικές μορφές παραγωγής ενέργειας αλλά και οι υπόλοιπες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας δεν συνεισφέρουν στην εκπομπή αέριων ρυπαντών, δηλ. CO₂, NO_x, HC, SO₂ κ.λπ.

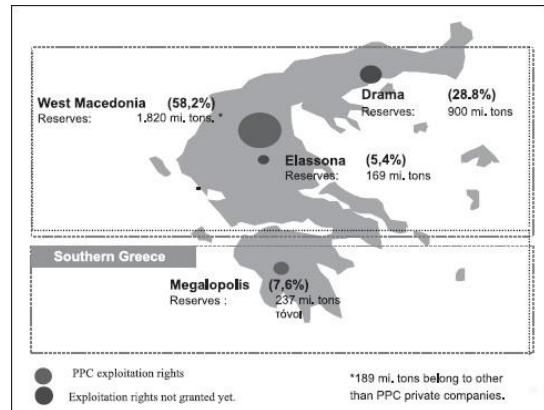
Στην επόμενη ενότητα θα υπολογίσουμε τους ρύπους από την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία των μέσων σταθερής τροχιάς της Αθήνας.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως υπολογίσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο η συνολική απαιτούμενη ενέργεια για τη λειτουργία των μέσων σταθερής τροχιάς αγγίζει τις **2.107 GW h**. Από τις 2.107 GWh ένα ποσοστό **46% προέρχεται από την καύση λιγνίτη, δηλ. 969,22 GWh** ενώ ένα ποσοστό της τάξης του **24% προέρχεται από την καύση φυσικού αερίου, δηλ. οι 505,68 GWh**.

Μένει να προσδιορίσουμε τις ποσότητες λιγνίτη που απαιτούνται για την αντίστοιχη παραγωγή ενέργειας και να ορίσουμε από τις βιβλιογραφικές πηγές τα ποσοστά

ρύπων που εκπέμπονται από την καύση λιγνίτη. Τα αποθέματα λιγνίτη στη χώρα μας διακρίνονται στην παραπάνω Εικόνα 5 (Kavouridis, Roumpos, & Galetakis, 2007)



Εικόνα 5: Ποσόστωση λιγνίτη ανά περιοχή εξόρυξης

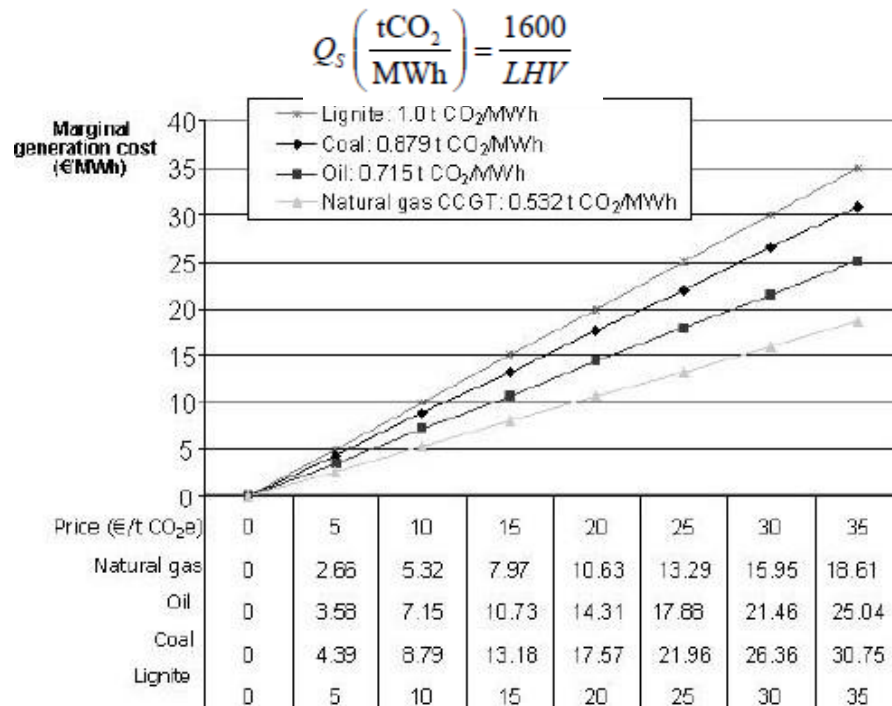
Ο ελληνικός λιγνίτης είναι χαμηλής θερμαντικής αξίας (LHV), με υψηλά ποσοστά υγρασίας και στάχτης. Στον επόμενο Πίνακα 57, παρουσιάζεται πίνακας με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά λιγνίτη που έχει εξορυχθεί από διάφορα σημεία της βόρειας Ελλάδας.

Mines	Lower heating value — LHV, kcal/kg		Ash content (dry basis), %	
	range	mean value	range	mean value
Main Field	1050–1600	1352	21.0–44.0	32.9
Kardia Field	1020–1605	1320	23.5–43.0	31.5
South Field	950–1505	1220	28.0–44.0	36.0
Amynteon Field	950–1620	1254	28.6–55.0	38.3

* the water content of the excavated lignite fluctuated in the range 48–55% in this period

Πίνακας 56: Περιεκτικότητα λιγνίτη

Ο μαθηματική σχέση μεταξύ εκπομπών αερίου CO₂ και έχει ως εξής:



Γράφημα 31: Υπολογισμός εκπομπών ανά MWh

Στους επόμενους πίνακες παρουσιάζεται η διασύνδεση και συσχέτιση του εκπεμπόμενου CO₂ με τις καταναλωθείσες ποσότητες λιγνίτη και φυσικού αερίου. Πιο συγκεκριμένα:

Power plants	Specific emission factor, ton CO ₂ /MWh
1. Lignite	
1.1 Ptolemais — Amynteon	1.31
1.2 Florina	0.94
1.3 Megalopolis	1.49
2. Gas (average)	0.44
3. Oil (average)	0.75

Πίνακας 57: Θεωρητικοί συντελεστές εκπομπών

Για τους υπολογισμούς μας θα θεωρήσουμε ότι το **70%** της παραγόμενης ενέργειας προέρχεται από τη Πτολεμαΐδα (συντελεστής CO₂ = **1,125**) και το **30%** από τη Μεγαλόπολη (συντελεστής = **1,49**).

Για το φυσικό αέριο ο συντελεστής θα είναι **0,44**.

Δυνάμει των προηγούμενων σχέσεων (θεωρητικών και πειραματικών) η παραγωγή 969,22 GWh θα δημιουργήσει ρύπους CO₂ (tones) της τάξης των **[0,70 *(1,125) + 0,30 * (1,49)] * 969,22x10³ = 1.196.502t**.

Οι εκπεμπόμενοι ρύποι από το φυσικό αέριο θα είναι της τάξης των:

$$0,44 * 505,68 \times 10^3 = 97.900 \text{ t.}$$

Η συνολική εκπομπή CO₂ είναι 1.294.402 t.

Για τον υπολογισμό του SO₂, NO_x και PM θα βασισθούμε στη χρήση εμπειρικών

$$M_{SO_2} = B \times k \times \left(1 - \frac{q}{100}\right) \times \frac{S}{100} \times \frac{64}{32}$$

$$M_{PM} = B \times \left(\frac{A}{100} + \frac{q}{100} \times \frac{Q}{33870}\right) \times a$$

μαθηματικών τύπων (Gong & Wang, 2020):

Προκειμένου να υπολογίσουμε τους ρύπους θα πρέπει να γνωρίζουμε τη χημική σύσταση του λιγνίτη καθώς και τα ποσοστά των ανόργανων στοιχείων που αναφέρονται

$$M_{CO_2} = B \times Q \times C \times O \times \frac{44}{12}$$

στους προηγούμενους τύπους.

Στον επόμενο Πίνακα 59, παρουσιάζεται η χημική σύσταση του ελληνικού λιγνίτη:

		Drama	Ptolemais	Florina	Forzando	Taldinskaya RWE database spec
Total Moisture	%	57,8	51,1	37,4	9,2	10,6
Inh. Moisture	%				3,6	4,6
Ash	%	16,1	17,3	27,2	13,0	8,9
VM	%		17,2	21,8	25,1	32,1
CO ₂	%		3,3	0,4		
FC	%		11,2	13,7	52,7	48,4
Fuel Ratio			0,65	0,63	2,1	1,51
LHV (average)	MJ/kg	4,380	5,368	7,89	24,82	25,33
Carbon		16,1	18,7	27,1	65,2	64,9
Hydrogen		1,40	1,60	2,2	3,79	4,36
Nitrogen		0,40	0,20	0,2	1,63	1,93
Sulphur	%	0,1-1,63	0,40	0,7	0,76	0,30
HGI					50	50
IDT _{red}	deg C				1350	1298
HT _{red}	deg C				1380	1390
FT _{red}	deg C				1400	1437
SiO ₂	%	19,6-55,4	9,1-55,3	26-48,2	49,1	69,2
Al ₂ O ₃	%	6,8-24,3	8,1-24,3	12,5-26,1	29,5	17,9
Fe ₂ O ₃	%	2,5-13,0	5,3-10,1	10-11,1	3,5	3,3
TiO ₂	%	0,2-0,9	0,4-1,1	0,6-1,1	1,4	0,7
P ₂ O ₃	%	<0,3	<0,6	0,3-0,6	0,5	0,8
CaO	%	7,4-63,4	20,1-56,4	6,9-30,0	9,4	4,3
MgO	%	2,2-4,1	2,2-8,8	2,8-3,2	2,1	1,9
Na ₂ O	%	0,6-1,3	<0,7	<0,1	0,36	0,7
K ₂ O	%	0,8-1,0	0,8-1,9	0,3-0,6	0,46	0,4
SO ₃	%	13,5-32,7	0,8-21,4	2,9-12,9	2,03	1,0

Πίνακας 58: Χημική σύσταση ορυκτού λιγνίτη

Για τον υπολογισμό του SO₂ θα χρειασθεί να γνωρίζουμε τις μεταβλητές:

Το Β αντιπροσωπεύει την κατανάλωση καυσίμου, δηλ. λιθάνθρακα – φυσικό αέριο κ.λπ. σε τόνους/έτος. Για να υπολογίσουμε τη ποσότητα του καυσίμου που απαιτείται για τη κίνηση των συρμών της πρωτεύουσας θα χρειασθεί να βρούμε το Μ.Ο. της μεταβλητής LHV και στη συνέχεια να μετατρέψουμε τη μονάδα kJ σε kWh ή MWh. Η μέση τιμή LHV για τα αποθέματα Πτολεμαΐδας, Δράμας και Φλώρινας είναι **5,879 MJ/kg** ή **1,633 kWh** ανά kg. Για την παραγωγή ενέργειας ίσης με 2.107 GWh χρειάζονται 1.290 X 10⁶ kg ή 1.290.000 τόνους ή 1.290 ktones. Από τη ποσότητα αυτή μόνο το 46% προέρχεται από καύση λιθάνθρακα (λιγνίτη). Το υπόλοιπο 24% προέρχεται από την καύση φυσικού αερίου, άρα υπολογίζουμε 50% των εκπομπών που προέρχονται από λιγνίτη. Το λοιπό ποσοστό προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές με μηδενική συνεισφορά σε ρύπους.

Συνεπώς, $B = 1.290.000 \text{ t/year} * 0,46 = 593.000 \text{ t/year}$.

$K = 90\%$, $q = 2$, S (από τον παραπάνω πίνακα, Μ.Ο. τιμών) $= 0,622/100$.
Αντικαθιστώντας λαμβάνουμε

$M_{SO_2} = 6.506 \text{ t/year}$ με λιγνίτη. Όσον αφορά το φυσικό αέριο $M_{SO_2} = [(0,24/0,46) * 6.506]/2 = 1.697$. Συνολικά το **$M_{SO_2} = 8.203 \text{ t/year}$** .

Για τον υπολογισμό του NO_2 θα χρειασθεί να γνωρίζουμε τις μεταβλητές:

$B = 593.000$ τόνοι ανά έτος, $\phi = 0,70$, N (από τον παραπάνω πίνακα) $= 0,22$ και αντικαθιστώντας λαμβάνουμε:

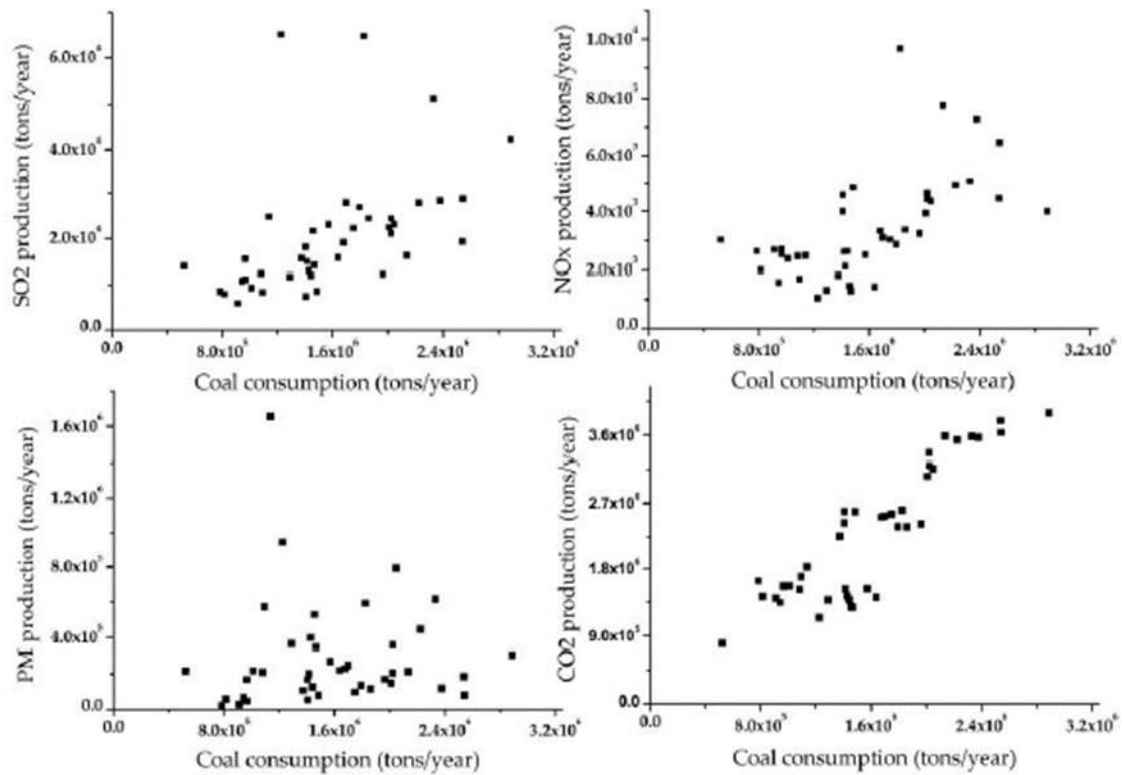
$M_{NO_2} = 593.000 * 0,70 * 0,22/100 * 46/14 = 3.000 \text{ t/year}$. Για το **φυσικό αέριο** έχουμε $M_{NO_2} = 782 \text{ t/year}$, συνολικά **$M_{NO_2} = 3.800 \text{ t/year}$** .

Για τον υπολογισμό του PM θα χρειασθεί να γνωρίζουμε τις μεταβλητές:

$B = 593.000 \text{ t/year}$, $A = 19,5/100$, $q = 2$ και $Q = 1,633 \text{ kJ/kg}$. Αντικαθιστώντας λαμβάνουμε:
 $M_{PM} = 1.209 \text{ t/year}$ και συμπεριλαμβάνοντας την καύση φυσικού αερίου λαμβάνουμε:

$M_{PM} = 1.524 \text{ t/year}$.

Κατά τους μελετητές Haijun Zhao et al, η συλλογή των παραμέτρων $St.ar$ (θείο – Sulphur received), $N.ar$ (Άζωτο) και $A.ar$ (στάχτη) ήταν πολύ δύσκολη ώστε να υποστηριχθούν ακριβή δεδομένα. Εντούτοις κατέληξαν στις τιμές που αφορούσαν σε 5 εργοστάσια παραγωγής ενέργειας στη Κίνα τα οποία παρουσιάζονται στην παρακάτω γραφική παράσταση.



Γραφική Παράσταση 3: Εκπομπές ρυπαντών ανά κατανάλωση άνθρακα (τόνοι/έτος)

Στη δική μας περίπτωση η συνολική ποσότητα άνθρακα και φυσικού αερίου που χρησιμοποιήθηκε αγγίζει, όπως υπολογίσαμε τους 1.290.000 τόνους.

Οι τιμές της κινέζικης μελετητικής ομάδας πινακοποιήθηκαν από εμάς και παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 60.

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ	ΚΕΝΤΡΟΒΑΡΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
CO ₂	5	2.250.000 - 3.200.000	3.100.000
SO ₂	5	15.000 - 24.000	19.500
NO _x	5	3.000 - 4.200	4.000
PM	5	3.200 - 5.000	4.100

Πίνακας 59: Αποτελέσματα εκπομπών κινεζικής ομάδας μελέτης

Ανακεφαλαιώνοντας θα συνοψίσουμε τις τιμές που λάβαμε για τις εκπομπές ρύπων που οφείλονται στη λειτουργία των μέσων σταθερής τροχιάς στην Αττική. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 61.

ΜΕΘΟΔΟΣ

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΜΕΕΤ (t/year)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ (t/year)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΙΝΕΖΩΝ ΜΕΛΕΤΗΤΩΝ (t/year)
CO ₂	-	1.294.402	3.100.000
SO ₂	2.050	8.203	19.500
NO _x	900	3.800	4.000
PM	161	1.524	4.100

Πίνακας 60: Τιμές ρύπων από τα σταθερά μέσα στην Αττική

Οι τιμές ΜΕΕΤ, που αντιπροσωπεύουν χαρακτηριστικές τιμές των Σουηδικών RC συρμών αφενός δεν περιλαμβάνου δείκτες για τον υπολογισμό του CO₂ αφετέρου οι τιμές φαίνεται να αποκλίνουν τόσο από την ελληνική πραγματικότητα όσο και από τη Κινεζική. Οι τιμές που υπολογίσαμε (μεσαία στήλη πίνακα) χρησιμοποιώντας κοινούς δείκτες με την Κινεζική μελετητική ομάδα θα θεωρήσουμε ότι είναι αντιπροσωπευτικότερες για την Ελλάδα και τη ποιότητα του ελληνικού λιγνίτη.

ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ (ΤΟΝΟΙ/ΕΤΟΣ)

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ (t)	ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ (t)	ΦΟΡΤΗΓΑ (t)	ΔΙΚΥΚΛΑ (t)	ΣΤΑΣΥ ΑΕ	ΟΣΥ ΑΕ	ΤΡΑΙΝΟΣΕ
					ΗΣΑΠ-ΜΕΤΡΟ- ΤΡΑΜ (t)	ΗΛΠΑΠ (t)	ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ- ΟΣΕ (t)
CO ₂	5.688.451	732.206	3.125.437	441.198	698.977	129.440	465.985
SO ₂					4.430	820	2.953
NO _x	8.428	7.142	20.416	1.233	2.052	380	1.368
PM	761	221	987	119	823	152	549

Πίνακας 61: ΤΕΛΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ (ΟΔΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΑ) ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

**ΚΕΦ_3 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
ΝΕΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣ ΤΑ ΜΜΜ _
ΠΙΘΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ_ΤΑΣΕΙΣ**

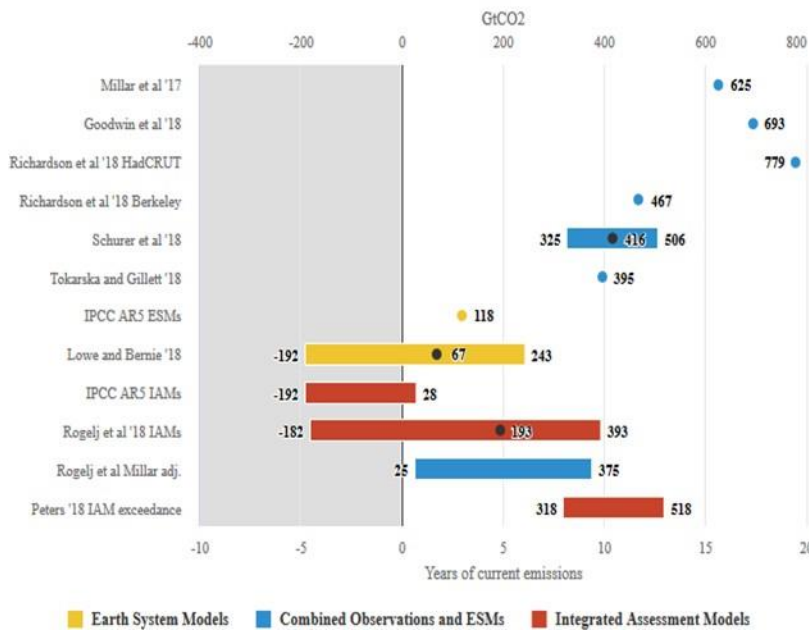
ΤΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ

Το 2015 κάθε χώρα που υπέγραψε το **Σύμφωνο του Παρισιού (Paris Agreement)**, σχετικά με την κλιματική αλλαγή, δεσμεύθηκε να κρατήσει την παγκόσμια θερμοκρασία «εμφανώς χαμηλότερη από 2° C» σε σύγκριση με την προ βιομηχανική εποχή και να «αναζητήσει τρόπους να την περιορίσει ακόμη χαμηλότερα στους 1,5° C». Περιορίζοντας τη θέρμανση στους 1,5° C απαιτεί αυστηρότερους ελέγχους στις εκπομπές από σήμερα μέχρι και το τέλος του 21^{ου} αιώνα. Υπάρχουν, βέβαια, πολλοί τρόποι να υπολογίσεις τα εναπομείναντα *maxima* αποθέματα άνθρακα τα οποία θα κρατήσουν τη θερμοκρασία στα όρια του 1,5C , μέσω μιας σπουδής που είναι γνωστή ως «**ισοζύγιο άνθρακα**» (carbon budget).

Η ιδέα του ισοζυγίου του άνθρακα που εξαρτά την μελλοντική θέρμανση του πλανήτη με τις εκπομπές CO₂ βασίζεται στη μαθηματική σχέση που αναπτύξαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στην τελευταία έκθεση της IPCC παρουσιάσθηκαν πολλά μαθηματικά μοντέλα που προσπαθούν να οριοθετήσουν και ποσοτικοποιήσουν τα αποθέματα άνθρακα προκειμένου να διατηρήσουμε τους θερμοκρασιακούς στόχους που έχει θέσει το Σύμφωνο του Παρισιού.

Το σχετικό Διάγραμμα 9 που εμφανίζεται παρακάτω δείχνει διαφορετικούς υπολογισμούς

Remaining carbon budget for a 66% chance of less than 1.5C warming



Διάγραμμα 9: Ισοζύγιο CO2

του αναμενόμενου ισοζυγίου για τη διατήρηση της θερμοκρασίας κάτω από 1,5 C με πιθανότητα επιτυχίας 66% (Hausfather, 2018).

Οι αρνητικές ράβδοι υπονοούν ότι τα κατώτερα όρια του ισοζυγίου έχουν ήδη καταστρατηγηθεί. Η αλήθεια παραμένει ότι

το Σύμφωνο του Παρισιού δεν έριξε άπλετο φως στη μεθοδολογία επίτευξης του στόχου. Θα μπορούσε να υπονοεί ότι ο στόχος είναι οι 1,5C με πιθανότητα 50% να διατηρηθεί σε χαμηλότερα επίπεδα ή ο στόχος να είναι «εμφανώς χαμηλότερος από 1,5 ή 2° C» με πιθανότητα 66% να μείνει χαμηλότερα. Φαίνεται από την προτίμηση της IPCC ότι βαίνουμε προς την πιθανότητα του 66%.

Περαιτέρω και προκειμένου να επιτευχθούν τα προλεγόμενα οι εκπομπές των GHG (αερίων του θερμοκηπίου) θα πρέπει να μειωθούν στο μισό μέχρι το 2030 και να μηδενισθούν (net zero emissions) το 2050.

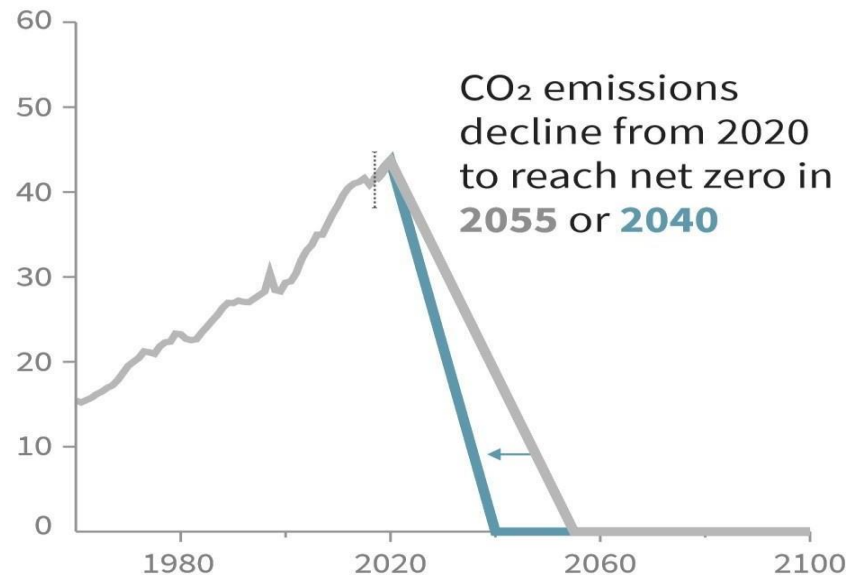
Μάλιστα από το 2050
μα μετά θα αρχίσουν οι
αρνητικές εκπομπές, πιο συγκεκριμένα εκπομπές αερολυμάτων με σκοπό να υποβοηθήσουν περαιτέρω την από θέρμανση της Γης.

Στο παράπλευρο Σχεδιάγραμμα 1 (Irfan, 2018) παρατηρούμε ότι οι σημερινές εκπομπές

αγγίζουν τους 42Gt, οι οποίοι θα πρέπει να μειωθούν 55%, δηλ. ριζική μείωση 24 Gt μέχρι το 2050.

Τι πολιτικές και μέτρα πρέπει να λάβουν τα κράτη για να παραμείνουμε εντός στόχου; Σύμφωνα με τον ΟΗΕ 40 χώρες μεταξύ των οποίων η Ινδία , η Κίνα, Η Σαουδική Αραβία και η Βενεζουέλα χορηγούν επιδοτήσεις για την καύση ορυκτών καυσίμων της τάξης των \$320 δις το χρόνο. Ο Jian Liu, κορυφαίος επιστήμονας του ΟΗΕ διατείνεται ότι και να σταματήσουν ολοσχερών οι επιδοτήσεις οι εκπομπές του CO₂ θα μειωθούν περίπου 10% μέχρι το 2013. Ο ίδιος επιστήμονας υποστηρίζει ότι αν η χρέωση για κάθε τόνο CO₂ που εκλύεται κοστολογείται με πάνω από 70\$ ανά τόνο θα συντελούσε στη μείωση, τουλάχιστον, 40% σε κάποιες χώρες. Σήμερα υπάρχουν 51 διαφορετικά τιμολόγια άνθρακα και καλύπτουν το 15% των συνολικών εκπομπών (Anzilotti, 2018).

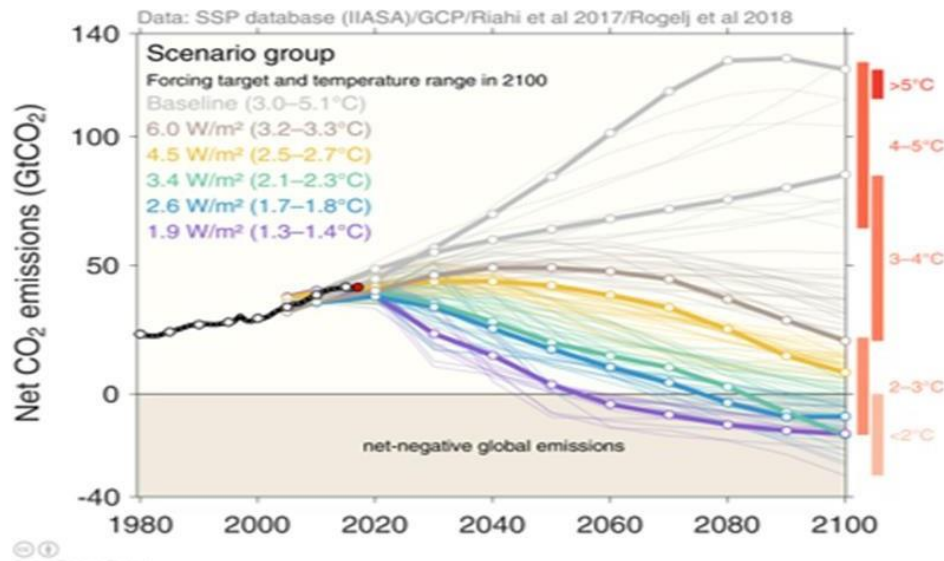
Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



Σχεδιάγραμμα 1: Συγκέντρωση CO₂ παγκόσμια

Από εκτιμήσεις διαφαίνεται ότι οι εκπομπές CO₂ για το 2030 αναμένεται να σημειώσουν ανοδική πορεία και μετά θα ξεκινήσει η μείωση όπου οι εκπομπές θα είναι 10% αυξημένες σε σχέση με το 2014. Την ίδια χρονική στιγμή ο πληθυσμός της Γης θα έχει αυξηθεί 25% και το GDP θα είναι διπλάσιο. Η οικονομίες θα παγώσουν και γι' αυτό το λόγο ο ΟΗΕ έχει συνθέσει 17 Βιώσιμες Αναπτυξιακές Παρεμβάσεις με σκοπό την αντιμετώπιση της φτώχειας, της υγείας, των οικονομικών ευκαιριών, της κοινωνικής ανάπτυξης (Mobil, 2020).

Η μετάβαση στη μετά άνθρακα περίοδο παρουσιάζεται στα επόμενα δύο Σχεδιαγράμματα 2 και 3 και στα υπολογιστικά-προγνωστικά σενάρια:

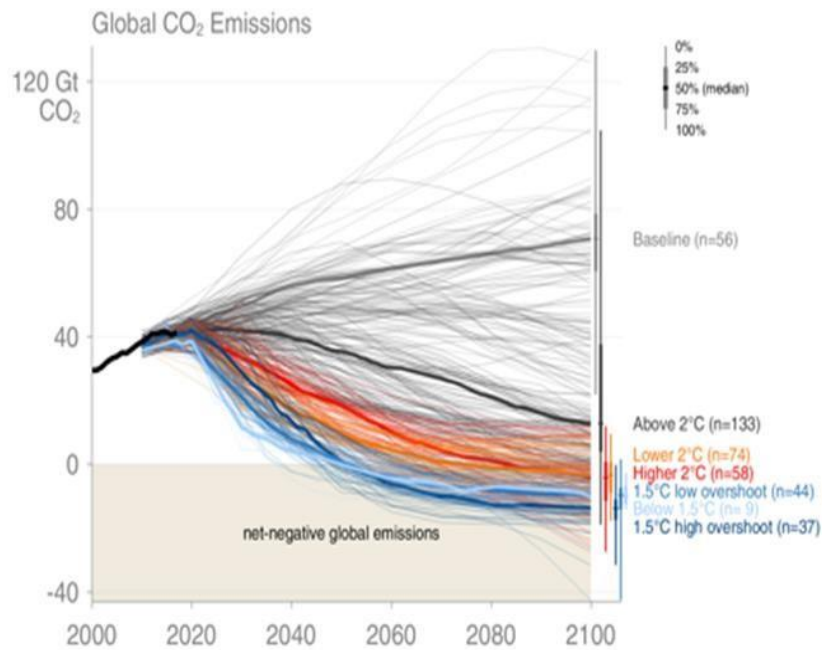


Σχεδιάγραμμα 2: Πηγή: Global Carbon Report, 2018

Παρατηρείται ότι μόνο το σενάριο που προβλέπει μηδενικές εκπομπές το 2050 και RF = 1,9W/m² θα «πιάσει» τους στόχους των κάτω των 2° C.

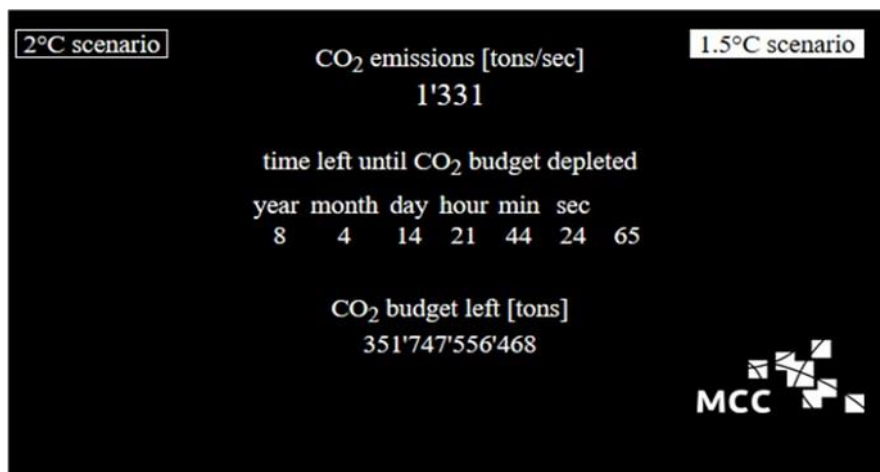
Σε περίπτωση μη λήψης μέτρων (business as usual) η αναμενόμενη αύξηση της θερμοκρασίας πιθανόν να αγγίξει του +5° C με οτιδήποτε συνεπάγεται αυτό.

The IPCC Special Report on “Global Warming of 1.5°C” presented new scenarios: 1.5°C scenarios require halving emissions by ~2030, net-zero by ~2050, and negative thereafter



Σχεδιάγραμμα 3: Σενάριο IPCC για μελλοντικούς ρύπους Co2

Πιο κάτω, Σχεδιάγραμμα 4, παρουσιάζεται το «χρονόμετρο άνθρακα» στο οποίο διακρίνεται ο χρόνος που απομένει για να φθάσουμε το όριο των 1,5C ή των 2 C αντίστοιχα.



Σχεδιάγραμμα 4: Χρονόμετρο (carbon clock)

Το χρονόμετρο της MCC 's Carbon Clock βασίζεται στην Έκθεση της IPCC όπου σύμφωνα με τις νέες παραδοχές απομένουν 420 Gt διοξειδίου άνθρακα για καύση προκειμένου η γήινη θερμοκρασία να μην υπερβεί τους 1,5C.

Από τα προ αναγραφόμενα οι διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας μας μας ωθούν σε προτάσεις και μέτρα διαχείρισης των μελλοντικών εκπομπών από ορυκτά καύσιμα σε τομείς όπως η παραγωγή ενέργειας, η οικιακή κατανάλωση, ο πολυσχιδής κλάδος των μεταφορών που αποτελεί και το αντικείμενο αυτής της έρευνας.

Ο κλάδος των μεταφορών όπως είδαμε στο πρώτο μέρος αυτής της έρευνας αντιστοιχεί στο 28,5% των συνολικών εκπομπών ορυκτών καυσίμων (IEA, Greenhouse Gas Emissions from Energy: Overview, 2021). Το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών αυτών προέρχεται από τα μέσα ΙΧ (ιδιωτικά αυτοκίνητα), **το οποίο υπολογίσθηκε σε ποσοστό 56.96% στο πρώτο μέρος της έρευνας**. Επίσης, για το τρίτο πιο σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου, δηλ. το N₂O (νιτρικό διοξείδιο), αν και οι συνολικές εκπομπές δεν είναι αξιοσημείωτες, **εντούτοις τα ΙΧ ευθύνονται για το 72,35% των εκπομπών. Με ποιους τρόπους θα μπορούσαμε να αντικαταστήσουμε την ιδιωτική μετακίνηση (ΙΧ);**

Πιθανές «προ επεξεργασμένες» λύσεις (Britain, 2019)

1. Εναλλακτικές καυσίμων

Τα ηλεκτρικά οχήματα, κατά γενική ομολογία, παράγουν τουλάχιστον το 50% των εκπομπών CO₂ σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα. Οι εκπομπές των ηλεκτρικών οχημάτων θα μειώνονται σταδιακά όσο οι μορφές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα βασίζονται σε βιώσιμες – ανακυκλώσιμες πηγές. **Από έρευνα που θα κάνουμε στη συνέχεια θα δούμε ότι με τη σημερινή κατάσταση παραγωγής ενέργειας αν ολόκληρος ο στόλος των ΙΧ στην Αττική κινούνταν με ηλεκτρική ενέργεια θα απαιτούσε αύξηση της υφιστάμενης παραγωγής κατά 16,90 ποσοστιαίες μονάδες.**

Η σύγχρονη τεχνολογική εξέλιξη του λεγόμενου smart charging (ελεύθ. μετάφραση ευφυής φόρτιση) θα μείωνε περαιτέρω το κόστος φόρτισης από τη δυνατότητα επιλογής του χρόνου φόρτισης να πραγματοποιείται κατά την off peak περίοδο (δηλ. εκτός αιχμής). Η φόρτιση θα μπορούσε να γίνεται και ιδιωτικά (σε γκαράζ) με την προϋπόθεση ότι και η τεχνολογία των υλικών των συσσωρευτών θα εξελιχθεί σε αναλογική αντιστοίχιση με τη ζήτηση των οχημάτων.

Οποιοδήποτε μεταφορικό μπορεί τεχνολογικά και οικονομοτεχνικά να μετασηματισθεί σε ηλεκτρικής μορφής θα πρέπει να γίνει.

Το υδρογόνο μπορεί να αποθηκεύσει περισσότερη ενέργεια από τις κοινές μπαταρίες και μάλιστα με μηδενικές εκπομπές CO₂. Η απαιτούμενη ενέργεια, όμως που απαιτείται για τη χημική διαδικασία είναι διπλάσια από αυτή των μπαταριών. Τούτο περιορίζει τη χρήση του σε ορισμένες μόνο, κατηγορίες μεταφορικών μέσων όπως π.χ. στα λεωφορεία.

Τα βιοκαύσιμα αποτελούν το αντικείμενο οξείας αντιπαράθεσης στο κατά πόσο δύνανται να χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικά καύσιμα. Από τη μια μεριά κατά την καύση τους δεν παράγονται και εκπέμπονται αέρια του θερμοκηπίου από την άλλη, η «καλλιέργειά» τους συντείνει στην αύξηση της θερμοκρασίας από την αλλαγή χρήσεων γης και τις συνέπειες στο κόστος παραγωγής τροφίμων. Εντούτοις η νέα γενιά βιοκαυσίμων που θα παράγονται από **λιγνοκυτταρινικά αποθέματα** θα μπορούσαν με τη κατάλληλη χημική και βιομηχανική επεξεργασία να βρουν εφαρμογή σε μεταφορικά μέσα στα οποία σήμερα δεν υπάρχει εναλλακτική, όπως η ναυσιπλοΐα, η αεροπλοΐα, τα βαρέα φορτηγά κ.λπ.

2. Τροποποιήσεις στα οχήματα

Η όλη φιλοσοφία εδώ περιστρέφεται από την τεχνολογία της «**ελαφράς κατασκευής**». Τέτοιες κατασκευές σε ενεργά οχήματα αποδίδουν επάρκεια της τάξης των 10% σε επίπεδο κατανάλωσης αλλά και εκπομπών. Η μετατροπή αυτή σε συνδυασμό με την εγκατάσταση ελαστικών νέα τεχνολογίας που προσφέρουν ένα βελτιωμένο συντελεστή κύλισης καθώς και βελτιώσεις στη συνολική αεροδυναμικότητα του οχήματος επιφέρει αυτάρκεια επιπλέον, 2-4% ανά όχημα. Το συνολικό κόστος για μια τέτοια μετατροπή ανέρχεται στο ποσό των £ 250 500 (Britain, 2019). Οι συνολικές εκπομπές από τη διαδικασία μετατροπής των ενεργών οχημάτων (δηλ. παραγωγή υλικών και εφαρμογή) εκλύει μεγάλες ποσότητες αερίων GHG. Άρα η μετάβαση σε μια τέτοια λύση είναι χρονοβόρα και θα πρέπει να ξεκινήσει άμεσα.

3. Νέα λειτουργικά-επιχειρηματικά πρότυπα

Σε κοινωνίες που στοχεύουν στην μετά άνθρακα εποχή προσβλέπουν στην παντοδυναμία των MMM και στην εκθρόνιση του ΙΧ ως το κυρίαρχο μέσο μετακίνησης της εποχής μας. Για να υλοποιηθεί μια παρόμοια πρόταση θα πρέπει:

- Να υλοποιηθεί ένα σύστημα όπου τα συνολικά κόστη ενός αυτοκινήτου να επιμερισθούν σε επίπεδο καθημερινής χρήσης ή κόστη ανά χλμ. χρήσης. Τέτοια κόστη θα περιλαμβάνουν την αγορά, την ασφάλεια καθώς και τις φορολογικές κρατήσεις. Ο οδηγός θα μπορεί να συγκρίνει το ιδιωτικό κόστος μετακίνησης σε σχέση με εκείνο που προσφέρουν οι δημόσιες συγκοινωνίες. Οι οδηγοί ΙΧ θα διαπιστώσουν ότι η χρήση του οχήματός τους **είναι ακριβότερη** και όσο οι δημόσιες συγκοινωνίες αυξάνουν το μερίδιό του στην σφαίρα μετακίνησης (modal shift) τόσο θα μειώνονται και τα εισιτήρια.
- Ασφαλιστικές εταιρείες που θέσπισαν πολιτικές είσπραξης λογισμένες πάνω στα συνολικά χλμ. που πραγματοποιούν οι πελάτες τους διαπίστωσαν ότι οι οδηγοί αυτοί έκαναν περικοπές στις μετακινήσεις τους της τάξης των 25%. Σήμερα οι αγοραστές οχημάτων επιθυμούν από τα οχήματα που πρόκειται να αγοράσουν: **αξιοπιστία, αντοχή και μικρές καταναλώσεις**. Οι κατασκευαστές επιθυμούν υψηλές πωλήσεις. Αν όλα τα οχήματα μπορούσαν να δοθούν **μόνον** μέσω leasing (χρονομίσθωση ανά μίλι) τότε η αντοχή και αξιοπιστία θα μετακυλιόνταν στην εταιρεία μίσθωσης και ο αγοραστής θα ενδιαφέρονταν μόνο για την κατανάλωση του οχήματος. Σε αυτή την περίπτωση σίγουρα οι κατασκευαστές θα σχεδίαζαν τα οχήματά τους με άλλη προοπτική, πιο οικολογική θα υποστηρίζαμε.

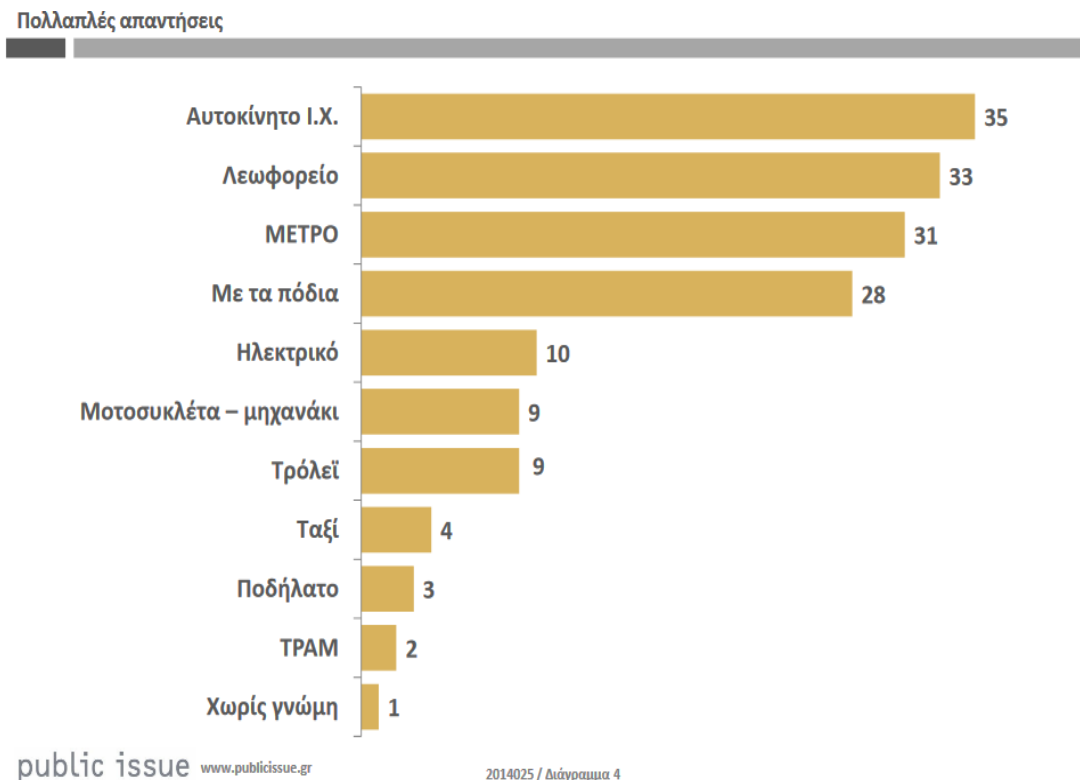
Και αυτή η διαπίστωση μας φέρνει στην τελευταία εναλλακτική για την τελική απεξάρτηση από τα ΙΧ, δηλ.

4. Αλλαγή νοοτροπίας

Γενικά όλα τα μηχανοκίνητα μέσα μετακίνησης (δημόσια και ιδιωτικά) πρέπει να περικόψουν δρομολόγια σε ποσοστό, μπορεί και 20% σε όφελος των εναλλακτικών μορφών μετακίνησης που χρησιμοποιούν μόνο ανακυκλώσιμες μορφές ενέργειας ή ιδιοκίνηση (περπάτημα, ποδήλατο κ.λπ.). Για να πραγματοποιηθούν τέτοιες αλλαγές απαιτείται μαζική-κοινωνική αλλαγή στον τρόπο συμπεριφοράς. **Μάλιστα, ειδικοί πολεοδομικοί σχεδιασμοί των μητροπολιτικών πόλεων θα πρέπει να περιλαμβάνει σχεδιασμούς προσανατολισμένους σε αυτό το επίπεδο, δηλ. της ελαχιστοποίησης των μετακινήσεων**. Στη θέση τους να δημιουργηθούν ευκαιρίες για περπάτημα, ποδήλατο, ΜΜΜ. Συνδυάζοντας σχεδιασμούς προς

όφελος των ΜΜΜ, υποχρεωτική αύξηση των επιβαίνοντων στα ΙΧ, εισαγωγή νέων τεχνολογιών και εναλλακτικά καύσιμα θα υποβοηθήσει τη μείωση ενεργειακών αποθεμάτων κατά 63% (Britain, 2019).

Σχετικά πρόσφατη έρευνα στο λεκανοπέδιο έδειξε το ακόλουθο Διάγραμμα 10, ήτοι των μετακινήσεων ανά μέσο (Public Issue, 2014) έδειξε:



Διάγραμμα 10: Ποσοστό μετακινήσεων ανά μέσο στην Αττική

Ένας ενεργειακός σχεδιασμός δεκαετίας θα πρότεινε τις εξής αλλαγές: η χρήση του ΙΧ να μειωθεί κατά 50%, ενώ τα μέσα ποδήλατο, TRAM και Τρόλεϊ να αυξήσουν ισόποσα τη διαφορά που θα προκληθεί από τις πολιτικές μείωσης του ΙΧ.

ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΑΤΤΙΚΗ 2030

Στο πρώτο μέρος της παρούσας εργασίας υπολογίσαμε τις εκπομπές που εκλύουν τα μεταφορικά μέσα στην Αττική. Στους επόμενους δύο Πίνακες 63 και 64, έχουν υπολογισθεί οι επιμέρους εκπομπές των ΙΧ ανά κατηγορία euro (1 έως 6) συμπεριλαμβανομένων και των οχημάτων diesel:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΤΟΣ	EURO 6 (EC/715/2007) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 5 (EC/715/2007) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 4 (98/69/EC) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 3 (98/96/EC) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 2 (94/12/EC) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 1 (91/144/EC) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]
	A (< 0,8l)	1,341	1,454.63	5,985	6,492.71	17,416	18,834.27	17,176.00		0		0
B (0,8-1,4l)	23,072	31,448.41	100,854	137,471.93	305,566	416,309.01	377,258.00	492,284.64	522,618	664,113.58	6,649	8,483.36
C (1,4-2,0l)	16,022	25,734.04	68,604	110,179.98	396,043	635,855.00	517,974.00	810,429.21	206,364	313,326.53	2,998	4,597.87
D (> 2,0l)	97	219.54	1,267	2,878.98	17,605	39,825.83	24,643.00	46,170.46	20,614	43,170.62	355	700.67

Πίνακας 62: Εκπομπές ΙΧ οχημάτων ανά κατηγορία - βενζινοκίνητα

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΤΟΣ	EURO 6 ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 5 ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 4 (98/69/EC) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 3 (98/96/EC) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 2 (94/12/EC) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]	EURO 1 (91/144/EC) ΟΧΗΜΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ CO2 [t]
	B (< 1,4l)	50,343	148,099.35	21,601	63,549.74	13,451	39,575.53	16,435	48,354.41	0		0
C (1,4-2,0l)	33,039	270,240.27	13,871	121,720.93	16,494	172,030.84	21,582	223,712.33	24,993	253,449.01	329	3,174.67
D (> 2,0l)	201	800.95	256	1,024.11	730	2,908.94	1,023	4,076.50	6,240	24,865.44	88	350.67

Πίνακας 63: Εκπομπές ΙΧ οχημάτων ανά κατηγορία – ντίζελ

Από τα σχεδιαγράμματα 2 και 3 ανωτέρω, μπορούμε να προτείνουμε δύο σενάρια προσαρμογής στις ντιρεκτίβες του Συμφώνου του Παρισιού. Το πρώτο σενάριο (βλ. Πίνακα 65) αποτελεί αυστηρή προσαρμογή των συμφωνηθέντων και όπως αυτά μεταφράστηκαν σε μαθηματική μορφή από την ICPP.

1. ΑΥΣΤΗΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

ΕΤΟΣ	2016	2018	μέχρι το 2030	μέχρι το 2050	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ	ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΝΕΡΓΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	2,870,759	2,942,528			(*)		
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2	5,688,451	5,688,451			(**)		
ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2			2,941,250	2,747,201	ΣΥΜΦΩΝΟ ΠΑΡΙΣΙΟΥ 2015	ΤΟ ΣΥΜΦΩΝΟ ΣΥΝΙΣΤΑ 50 % ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO2 ΜΕΧΡΙ ΤΟ 2030. ΤΟ 2030 Η ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΘΑ ΕΙΝΑΙ ΥΨΗΛΟΤΕΡΗ ΓΙΑΤΙ ΘΑ ... "ΑΠΟΣΥΡΘΟΥΝ" ΌΛΑ ΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕΧΡΙ ΚΑΙ Euro 3	
ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΑ			1,767,339	1,175,189	ΣΥΜΦΩΝΟ ΠΑΡΙΣΙΟΥ 2016	ΕΠΙΣΗΣ, 1.767.339 ΟΧΗΜΑΤΑ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΟΥΝ ΜΕ ΆΛΛΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ Ή ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ ΤΟ 30% ΝΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΝΑ ΜΕΤΑΤΡΑΠΟΥΝ ΣΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΟΙ ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΑΛΑΒΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΟΥ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΥ ΚΟΙΝΟΥ. ΙΣΩΣ ΝΑ ΑΠΑΙΤΗΘΕΙ ΑΝΑΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ.

(*) Η μεσοσταθμική μεταβολή των οχημάτων για την Ελλάδα από το έτος 2016 στο 2017 ήταν 1,22%. Άρα η μεσοσταθμική από το 2016 στο 2018 να είναι της τάξης του 2,50 %

(**) Οι εκπομπές από το 2016 στο 2018 θα παραμείνουν σταθερές

Πίνακας 64: ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΙΧ

Για τα οχήματα έχουμε υπολογίσει-προβλέψει αύξηση του στόλου που κινούνται στην Αττική της τάξης των 3,5% αν και αυτό δύσκολα συνάγεται από έρευνες (είμαστε συντηρητικοί στην εκτίμησή μας). Οι εκπομπές (βλ. πρώτο μέρος της έρευνας) βαίνουν μειούμενοι. Θεωρούμε ότι με την αύξηση του στόλου σε 2.942.528 οχήματα οι ρύποι παραμένουν οι ίδιοι (εκπομπές σύμφωνα με euro 6 - νέας αντιρρυπαντικής τεχνολογίας).

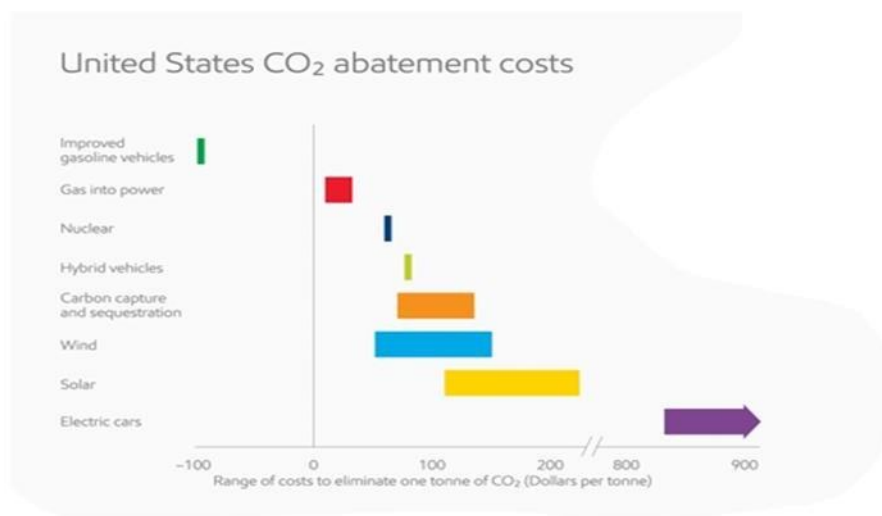
Σύμφωνα με το σενάριο αυτό πρέπει μέχρι το 2030 να έχουμε περιορίσει τις εκπομπές μας από τα ενεργά ΙΧ (με χρονολογία αναφοράς το 2018-19) στο μισό.

Από τους πίνακες 63 και 64 με κόκκινα νούμερα έχουμε αποτυπώσει το 50% των εκπομπών. Οι συνολικές εκπομπές σε CO₂ μετρήθηκαν σε 5.688.451 [t]. Παρατηρούμε ότι οι υπό περιορισμό εκπομπές είναι πάνω από 50% (περίπου 52%- 2.941.250[t]) γιατί πρέπει να δρομολογηθούν πολιτικές περιορισμού των ΙΧ στις κατηγορίες ευρο 1, 2 και 3 συνολικά.

Επειδή, όπως θα διαπιστώσουμε στην επόμενη ενότητα που αφορά στην ανάλυση αντικατάστασης του στόλου των ΙΧ με ηλεκτρικά (η οποία παρεμπιπτόντως είναι πολύ ακριβή οικονομοτεχνικά) θα μπορούσαμε να επιλέξουμε να κάνουμε το σενάριο αυτό πιο ήπιο στην προσαρμογή του, ως ακολούθως:

- 30% αντικατάσταση με ηλεκτρικά (συν bonus- κίνητρα)
- 70% αντικατάσταση- τροποποίηση των συμβατικών κινητήρων ώστε να καίνε υγραέριο (κόστος ανά όχημα 700 – 2,000 €). Τροποποίηση με φυσικό αέριο δεν υφίσταται ως τεχνολογία στην Ελλάδα, ακόμη. Εδώ η Πολιτεία θα μπορούσε ως κίνητρο να μειώσει το κόστος των τελών κυκλοφορίας.

Στο παρακάτω Διάγραμμα 11, αποτυπώνονται οι δαπάνες διαφόρων κοινών μετατροπών για τη διαγραφή ενός τόνου άνθρακα.



Διάγραμμα 11: Κόστος μετατροπής εναλλακτικής ενέργειας για κάθε τόνο άνθρακα

Παρατηρείται ότι η φθηνότερη μετατροπή είναι αυτή των συμβατικών κινητήρων σε φυσικού αερίου. Η ακριβότερη θεωρείται αυτή της ηλεκτροκίνησης. Ανάμεσα στις εφικτές λύσεις είναι και εκείνη της παρακράτησης και απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα από τις βιομηχανίες αν και αυτές οι μέθοδοι δεν έχουν ακόμη την εφαρμογή που θα περιμέναμε.

Με αριθμητικούς όρους, 1.767.339 ιδιοκτήτες ΙΧ οχημάτων (Πιν. 65) θα εισέλθουν στη διαδικασία αντικατάστασης ή μετατροπής του οχήματός τους, μέσα σε 12 χρόνια από σήμερα. Θεωρούμε ότι το 30% αυτών θα αντικαταστήσει τα οχήματά τους με ηλεκτρικά (περί τα 550.000 ΙΧ) λόγω παλαιότητας ενώ τα υπόλοιπα 1.240.000 θα μπουν στη διαδικασία μετατροπής με τα κίνητρα αντικατάστασης που θα εξετάσουμε πιο κάτω. **Σε επόμενη ενότητα «ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΕΚΙΝΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣ ΤΑ ΜΜΜ» και με τη βοήθεια του SPSS (διαχείριση στατιστικών δεδομένων από το 2018 έως το 2030) το ποσοστό του 27% προέκυψε ως αποτέλεσμα των προγνωστικών εφαρμογών του ίδιου προγράμματος.**

Με αυτό το τρόπο μέρος των εκπομπών $(2.941.250 * 0,70)/2 = 1.029.438$ τόνοι θα μεταφερθούν στη χρονική περίοδο από το 2030 μέχρι το 2050 όπου και θα μηδενισθούν οι εκπομπές συνολικά. Διαιρούμε δια 2 επειδή τα ΙΧ φυσικού αερίου εκπέμπουν τους μισούς ρύπους από τα κοινά συμβατικά οχήματα.

Μέχρι το 2050 και με την τεχνολογική ανάπτυξη τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα έχουν μειώσει σημαντικά το κόστος κτήσης και λειτουργίας οπότε η προσαρμογή στην εικοσαετία 2030 προς το 2050, ευελπιστούμε να γίνει ευκολότερη για τους χρήστες ΙΧ.

Η χώρα μας δεν είναι από τους κύριους ρυπαντές οπότε η απόκλιση ή όχι από τους στόχους θα εξακριβωθεί στο 2ο μισό της διαδρομής (το 2050) με περισσότερες τεχνολογικές εξελίξεις πάνω στο τραπέζι.

Η Πολιτεία θα μπορούσε να επιλέξει το κόστος χρήσης των ΙΧ να μην επιδοτηθεί από δημόσια κονδύλια και να παραμείνει μια ιδιωτική δαπάνη (κατά τη λεγόμενη φορολόγηση άνθρακα.....ο ρυπαίνων πληρώνει).

Σε αυτή την περίπτωση, επίσης, θα πρέπει να υπολογίσουμε το μέρος των συμπολιτών μας που θα καταργήσουν το ΙΧ ή θα περιορίσουν τις μετακινήσεις τους εντός του λεκανοπεδίου. **Αυτό θα έχει ως αντίκτυπο τις δημόσιες συγκοινωνίες οι οποίες θα πρέπει να αναπροσαρμόσουν ή και να εμπλουτίσουν τα δημόσια μέσα για να αναλάβουν τις νέες μετακινήσεις.**

Με δεδομένο ότι το σενάριο αυτό είναι πιο αυστηρό στη τήρηση των προθεσμιών και επειδή και σήμερα το κράτος μας δεν επιδοτεί τη μετατροπή των συμβατικών κινητήρων σε φυσικό αέριο, με τη δικαιολογία ότι ο πολίτης – χρήστης κερδίζει οικονομικά από τη μετατροπή, μη υπολογίσιμο μέρος των χρηστών που διαθέτουν παλιάς τεχνολογίας ΙΧ (μέχρι euro3, δηλ. μέχρι το 2030) δεν θα μπορέσουν να αντικαταστήσουν.

Κάτι αντίστοιχο εφαρμόσθηκε τη δεκαετία του 1990 με την απόσυρση της απλής βενζίνης αλλά, τότε, υπήρχε διαθέσιμο μεγάλο επενδυτικό κεφάλαιο από τράπεζες για το δανεισμό.

Υπολογίζουμε ότι **25%** αυτών των χρηστών από τους 1.240.000 θα στραφούν σε άλλους εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης και θα παροπλίσουν τα οχήματά τους. Κάποιοι μπορεί να εξυπηρετούνται με ποδήλατο ή με πεζές μετακινήσεις αλλά το 60% του 25% θα προτιμήσει τις δημόσιες συγκοινωνίες, δηλ. 186.000 οχήματα θα παροπλισθούν και νέες ημερήσιες μετακινήσεις θα πρέπει να αναληφθούν από τα δημόσια ΜΜΜ. Η ανάληψη αυτή θα γίνει σταδιακά στα επόμενα 12 χρόνια. Για υπολογιστικούς λόγους **κάθε τετραετία ένα 25% θα προστίθεται σωρευτικά στα ΜΜΜ**. Άρα ο τελικός σχεδιασμός θα γίνει για την τετραετία 2026-2030.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα εξετάσουμε το αξιόμαχο των δημόσιων μεταφορών, θα αναλύσουμε τις προτιμήσεις του επιβατικού κοινού, και θα δούμε πόσο ευέλικτα και ενεργειακά αποδοτικά είναι αυτά τα μέσα για να αναλάβουν πολλές χιλιάδες, νέες ημερήσιες μετακινήσεις.

Το δεύτερο σενάριο είναι πιο ήπιο στην εφαρμογή και προσαρμογή του. Η χώρα μας δεν ανήκει στους G20 και οι εκπομπές της αποτελούν το 0.175% της συνολικής παραγωγής. Χώρες, όπως οι Ην. Πολιτείες και η Κίνα που αποδεδειγμένα ρυπαίνουν το 50% των συνολικών ρύπων,

δεν ακολουθούν πολιτική φορολογίας του άνθρακα και δεν έχουν δεσμευθεί από το Σύμφωνο Του Παρισιού. Άρα σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα 3 η χώρα μας μπορεί **σιωπηλά** να ακολουθήσει τις καμπύλες 2 και 3 (μπλε και πράσινη) και να εισέλθει στο πιθανολογικό φάσμα (66% πιθανότητα) αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2-3° C. Το ήπιο σενάριο προσαρμογής διακρίνεται στον Πίνακα 66.

2. ΠΡΟΣΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

ΕΤΟΣ	μέχρι το		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ	ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
	2016	2018			
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΝΕΡΓΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	2,870,759	2,942,528			
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2	5,688,451	5,688,451	(*)		
ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2			5,688,451	ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΜΕ ΣΥΜΦΩΝΟ ΠΑΡΙΣΙΟΥ	ΔΕΝ ΘΑ ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ - ΤΟ 2060 ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ 40 ΧΡΟΝΙΑ ΜΑΚΡΙΑ. ΣΥΝΕΠΩΣ ΚΑΤΑΡΓΗΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ
ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΑ			2,942,528	ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΜΕ ΣΥΜΦΩΝΟ ΠΑΡΙΣΙΟΥ	ΗΠΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΖΗΤΗΣΗ ΣΤΑΔΙΑΚΑ (ΕΠΟΜΕΝΑ 40 ΧΡΟΝΙΑ)

(*) Η μεσοσταθμική μεταβολή των οχημάτων για την Ελλάδα από το έτος 2016 στο 2017 ήταν 1,22%. Άρα η μεσοσταθμική από το 2016 στο 2018 να είναι της τάξης του 2,50 %

(**) Οι εκπομπές από το 2016 στο 2018 θα παραμείνουν σταθερές

Πίνακας 65: ΠΡΟΣΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

Αυτό το σενάριο δεν διαφέρει από το αυστηρό # 1 σενάριο στις βασικές του αρχές, απλώς η προσαρμογή είναι ευκολότερη αφού ο μηδενισμός των ρύπων θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε 40 χρόνια!! Σε αυτή την περίπτωση 2.942.528 οχήματα συνολικά θα αντικατασταθούν σε βάθος 40ετίας από αντίστοιχα ηλεκτροκίνητα. Είναι επόμενο ότι για ένα τόσο μεγάλο χρονικό ορίζοντα και μη γνωρίζοντας τις μελλοντικές αναβαθμίσεις της τεχνολογίας είναι εύκολο να βγούμε εκτός προβλέψεων. **Θα θεωρήσουμε για λόγους απλότητας ότι μέσα στα επόμενα 20 χρόνια οι χρήστες θα οδηγηθούν να ελαχιστοποιήσουν (;) τις εκπομπές αντικαθιστώντας ή μετατρέποντας τα οχήματά τους.**

Και στο 2^ο σενάριο η ποσοστιαία σχέση 30-70% (ηλεκτρικά/μετατροπή σε φυσικό αέριο) ισχύει εξίσου. Μένοντας πιστοί στους υπολογισμούς του προηγούμενου σεναρίου, $2.942.528 * 0,5 * 0,7 * 0,6 * 0,25 = 154.000$ χρήστες μοιραία θα παροπλίσουν τα ΙΧ τους και κατευθυνθούν προς τα δημόσια μέσα, μέσα στην επόμενη 20ετία (δυσμενέστερη 5ετία 2035 -2040). Συνεπώς ο σχεδιασμός των ΜΜΜ θα γίνει για την περίπτωση με το πιο δυσμενές σενάριο, δηλ. το πρώτο (#1) και για 186.000 παροπλισμένα οχήματα την επόμενη 12ετία. Ο αριθμός των μετακινήσεων που απορρέει από τον μελλοντικό στόλο ανενεργών οχημάτων θα υπολογισθεί πιο κάτω.

Ο αριθμός των χρηστών θα εξαρτηθεί, επίσης και από τους υπολογισμούς που θα κάνουμε στην επόμενη ενότητα για να διαπιστώσουμε τη βιωσιμότητα της ηλεκτροκίνησης, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών κτήσης, συντήρησης, λειτουργίας αλλά και των κινήτρων που έχουν ανακοινωθεί από το σχεδιασμό της κυβέρνησης.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από τα διαθέσιμα δεδομένα το 70% των διαθέσιμων αποθεμάτων πετρελαίου – βενζίνης χρησιμοποιείται από τις μεταφορές. Σήμερα στη Κίνα και στην Ινδία η ανερχόμενη μεσαία τάξη δημιουργεί ανοδικές τάσεις στις πωλήσεις των ΙΧ αυτοκινήτων. Μέχρι το 2050 τα παγκόσμια ενεργά ΙΧ μπορούν να ανέλθουν στο 1,5 δις. Σε σχέση με το 2010 που κυμαίνονταν στις 750.000 οχήματα (Lee, 2011).

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα (Η.Ο. εφεξής) επηρεάζουν την οικονομία

Μόνο στην Ευρώπη η ηλεκτροκίνηση αναμένεται να δημιουργήσει ένα εκατομμύριο νέες δουλειές. Αυτές οι δουλειές σχετίζονται με την παραγωγή ανταλλακτικών για τα Η.Ο., στις νέες υποδομές φόρτισης και θα βοηθήσουν στην απεξάρτηση από το πετρέλαιο. Τα ημερήσια έξοδα της ευρωπαϊκής οικονομίας για την εισαγωγή πετρελαίου ανέρχονται σε 1δις ευρώ. Επενδύοντας αυτό το ποσό στις τοπικές οικονομίες θα βοηθούσε στη μείωση της ανεργίας, αύξηση των επενδύσεων αλλά και σε οικογενειακό επίπεδο θα αύξανε την αγοραστική ικανότητα σε άλλους καταναλωτικούς τομείς (Mierlo van, 2018).

Πολλοί ισχυρίζονται ότι τα κράτη θα έχαναν πολλούς φόρους και δασμούς από την εισαγωγή του πετρελαίου. Όμως η περιβαλλοντική βελτίωση του αέρα θα μειώσει τις δαπάνες νοσηλείας εξοικονομώντας έσοδα από τα δημόσια συστήματα υγείας.

Μια άλλη δυναμική που συνδέεται με τη χρήση των Η.Ο. είναι και τεχνολογία V2G (vehicle to grid). Οι απογευματινές ώρες παρουσιάζουν μια αύξηση της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Τα οχήματα αυτήν την ώρα, συνήθως, παραμένουν ανενεργά. Θα μπορούσαν να τροφοδοτούν με ενέργεια το σύστημα όταν το χρειάζεται και να φορτίζονται τις ώρες που η κατανάλωση παραμένει μικρή, όπως π.χ. τις νυκτερινές ώρες. Από έρευνες που έχουν διεξαχθεί υπολογίζουν ότι κάθε ιδιοκτήτης που θα χρησιμοποιεί το όχημά του για V2G θα μπορεί να κερδίζει από 300

έως 500 δολάρια το χρόνο από μειωμένα τιμολόγια της ηλεκτρικής ενέργειας (Todd, Chen, & Clogston, 2013).

Είναι τα Η.Ο. η βέλτιστη λύση για το περιβάλλον

Τα Η.Ο. παράγουν τις μισές εκπομπές CO₂ σε σχέση με τα συμβατικά και σε συνάρτηση με το μείγμα καυσίμων που χρησιμοποιεί κάθε χώρα. Αν τα Η.Ο. κινούνταν με ηλεκτρική ενέργεια από ανακυκλώσιμες πηγές τότε οι εκπομπές έτειναν προς τις μηδενικές εκπομπές. Εκπέμπουν 4 φορές λιγότερα αιωρούμενα σωματίδια (PM₁₀) και 20 φορές λιγότερο NO_x.

Σε γενικές γραμμές και από περιβαλλοντικές μελέτες διαπιστώνεται ότι τα Η.Ο. ότι ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος των οχημάτων αυτών σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα που τροφοδοτούνται με ορυκτά καύσιμα είναι 5 φορές μικρότερος.

Υπάρχουν βέβαια και πολλά εμπόδια στην υλοποίηση της ηλεκτροκίνησης. Κάποια εξ αυτών και πολύ σοβαρά, όπως παρατηρούμε στον επόμενο Πίνακα 67 (Todd, Chen, & Clogston, 2013).

Hurdles to Development and Solutions		
High cost of PEVs	Limited charging infrastructure	Consumer misperceptions
Demand Side Strategies <ul style="list-style-type: none">• Provide tax incentives for purchase• Alleviate battery ownership risk• Provide non-financial incentives• Encourage utility rate discounts• Transition government fleets to PEVs• Encourage PEV cabs	<ul style="list-style-type: none">• Invest in chargers in public spaces• Provide incentives for installing chargers• Collaborate with private charging station providers• Streamline local zoning and permitting• Disseminate information on charger locations	<ul style="list-style-type: none">• Develop a consumer education plan• Establish public demonstration of PEVs• Market private sector solutions and advancements
Supply Side Strategies <ul style="list-style-type: none">• Make public investments in R&D• Create tailored workforce training programs• Provide business financing• Support supply chain development		

Πίνακας 66: Προβληματισμοί στη χρήση Ηλεκτροκίνησης

Σε αυτήν την ενότητα θα προσπαθήσουμε να αναλύσουμε μακροοικονομικά το κόστος αγοράς, συντήρησης- διατήρησης ενός στόλου ηλεκτρικών οχημάτων για να διαπιστώσουμε αν το ποσοστό των ιδιοκτητών που θα είναι πρόθυμοι να αντικαταστήσουν το συμβατικό τους όχημα με αντίστοιχο ηλεκτρικό είναι πανομοιότυπο με αυτό που δεχθήκαμε στην προηγούμενη ενότητα του κεφαλαίου, δηλ. 30%.

Με την ίδια λογική που το κράτος θα δεχθεί να επιδοτήσει μια τέτοια επένδυση να γνωρίζει αν είναι επ' ωφελείας των κατοίκων του ή της προστασίας του περιβάλλοντος.

Για να γίνει η ανάλυση πιο αποδεκτή θα υπολογίσουμε ότι το σύνολο του στόλου της Αττικής θα αντικατασταθεί με ηλεκτρικά. Έτσι το κόστος επιδότησης θα είναι μεγαλύτερο και τα οφέλη μεγαλύτερα. Αν υπολογίσουμε μόνο το 30% , δηλ. περί τα 860.000 οχήματα τότε θα γνωρίζαμε από τώρα ότι κάτι τέτοιο δεν είναι οικονομικά εφικτό αφού υπάρχουν φθηνότερες λύσεις για την απομάκρυνση του άνθρακα με φίλτρα κ.λπ.

Στον επόμενο Πίνακα 68 (γενικών στοιχείων) υπολογίζεται πόση ενέργεια θα καταναλώνουν τα ηλεκτρικά οχήματα στην Αττική (πηγή στοιχείων υπολογισμού (Xue, Strabala, Lee Diane, & Qiu, 2015)).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

A1	Σύνολο οχημάτων	2.870.000,00	οχήματα
A2	Km ανά όχημα ανά έτος	13.000,00	Km
A3	Km ανά KWh (μέση τιμή ηλεκτρικού οχήματος)	4,00	Km/kWh

Πίνακας 67: Πίνακας οχημάτων και οι συναφείς καταναλώσεις

Στον επόμενο Πίνακα 69 (Υπολογισμός ενέργειας) υπολογίζεται η συνολική ενέργεια.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
H.E.=	$A1 * A2 * A3$
H.E.=	9.327.500.000,00 KWh
	9.327.500,00 MWh
	9.327,50 GWh
	9,33 TWh

Πίνακας 68: Ενεργειακός υπολογισμός ηλεκτρικών οχημάτων

Η συνολική παραγωγή ενέργειας της Ελλάδας (2013) αποτυπώνεται στον επόμενο Πίνακα 70:

% ΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
Σύνολο Ηλ.Ενέργειας Ελλάδας (2013)	Σύνολο Πρόσθετης Ηλ. Ενέργειας Ελλάδας από τη χρήση EV	% Επί του Συνόλου
55,1 TWh	9,33 TWh	0,169

Πίνακας 69: Συνολικό % υπολογισθέντων καταναλώσεων

Εν ολίγοις η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια θα αυξηθεί από τη χρήση των Η.Ο. κατά 17% περίπου. Τώρα θα πρέπει να διαπιστώσουμε πόσο CO₂ θα εξασφαλίσουμε από τη λειτουργία των Η.Ο. που αποτυπώνεται στους επόμενους Πίνακες 71 και 72 (στοιχεία υπολογισμού (Xue, Strabala, Lee Diane, & Qiu, 2015)):

ΠΑΡΑΓΩΓΗ CO₂ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ EV's

A1	Σύνολο οχημάτων	2.870.000,00	οχήματα
A2	Km ανά όχημα	13.000,00	Km
A3	Μέση κατανάλωση καυσίμου	0,09	lt/km
A4	kg CO ₂ ανά lt βενζίνης	2,37	kg/lt
A5	kg CO ₂ ανά kWh	0,62	kgCO ₂ /kWh

Πίνακας 70: παραγωγή Co₂ από ηλεκτροκίνηση

ΠΑΡΑΓΩΓΗ CO₂

ΘΕΡΜΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ CO₂	A1 * A2 * A3 * A4	
	7.958.223.000,00	kg
	7.958.223,00	tn
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ CO₂	9.327.500.000 * A5	
	5.783.050.000,00	kg
	5.783.050,00	tn
ΜΕΙΩΣΗ CO₂ ΑΠΌ ΤΗ ΧΡΗΣΗ EV's	2.175.173,00	tn
	2.175.173.000,00	Kg

Πίνακας 71: Παραγωγή Co₂

Αποδεικνύεται ότι με τη χρήση μόνο ηλεκτρικών οχημάτων οι εκπομπές CO₂ θα μειωθούν κατά 2,2 εκ. τόνοι. Η συνολική εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα όπως υπολογίσαμε στο πρώτο μέρος της έρευνας είναι 5.7 εκ τόνοι (**ποσοστό μείωσης 45%**). Απομένει να υπολογίσουμε το συνολικό κόστος αγοράς και χρήσης των Η.Ο. και να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα με υφιστάμενες βιομηχανικές μεθόδους απορρόφησης ή απομάκρυνσης του CO₂.

A1	Σύνολο οχ.	2,870,000.00	οχήματα
A2	Μέση τιμή EV	30,000.00	ευρώ
A3	Μέση τιμή οικιακής kWh	0.19	ευρώ/Kwh
A4	Βιομηχανικό κόστος μείωσης εκπομπών CO2	0.80	ευρώ/Kg CO2

Πίνακας 72: Κόστος παραγωγής Ηλ. Ενέργειας για ηλεκτρικά οχήματα

ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	(A1*A2)	M1
	86.100.000.000,00	ευρώ
ΚΟΣΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ	(9,33TWh*A4)	M2
	1.762.897.500,00	ευρώ
ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ EV's	(M1+M2)	
	87.862.897.500,00	ευρώ
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ Kg ΜΕΙΩΣΗΣ CO2	(2,175E09 kg*87E09 euro)	
	40,39	ευρώ/Kg CO2 reduced
(Για δωδεκαετή χρήση)	3,37	ευρώ/Kg CO2 reduced

Πίνακας 73: Οικονομοτεχνικά στοιχεία

Συνεπώς για κάθε Kg CO2 που απομακρύνεται από το περιβάλλον με τη χρήση των Η.Ο. ο ιδιώτης πληρώνει 3,37 €. Ποιο θα ήταν το κόστος με τις μεθόδους απορρόφησης του άνθρακα;

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΙΜΗΣ ΜΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΙΜΗ	3,37	ΕΝΑΝΤΙ	0,80	Ευρώ/Kg CO2 reduced	ΔΕΝ ΣΥΜΦΕΡΕΙ!!!!!!
---	-------------	---------------	-------------	----------------------------	---------------------------

Διαπιστώνεται ότι η χρήση των Η.Ο. είναι πράγματι πολύ ακριβή. Στο πλαίσιο αυτής της λογικής και της προστασίας του περιβάλλοντος το κόμμα της **Ν.Δ.** ως αντιπολίτευση και νυν κυβερνητικό κόμμα, **μελέτησε και εξήγγειλε μέτρα επιδότησης της ηλεκτροκίνησης** για τους Έλληνες χρήστες στην προσπάθεια απομείωσης του δυσανάλογου κόστους. Δημοσιοποίησε κίνητρα που σχετίζονται με τα ακόλουθα:

- Μείωση του Φ.Π.Α. από 24% σε 13%
- Απαλλαγή από τα τέλη κυκλοφορίας
- Κατάργηση φόρου πολυτελείας
- Μείωση δαπανών διοδίων και στάθμευσης

Θα δούμε σε πίνακες πως μεταφράζονται οικονομικά αυτές οι μειώσεις.

ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΦΠΑ

ΜΕΙΩΣΗ ΦΠΑ (από 24% σε 13%) ΑΝΑ ΑΓΟΡΑ ΝΕΟΥ ΕΥ					
ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΤΙΜΗ ΝΕΟΥ ΕΥ	ΠΑΛΑΙΟΣ ΦΠΑ 24%	ΝΕΟΣ ΦΠΑ 13%	ΟΦΕΛΟΣ ΑΝΑ ΟΧΗΜΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΦΠΑ
2.870.759	30.000	7.200	3.900	3.300	9.473.504.700

Πίνακας 74:

ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΕΛΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ			ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΑΛΛΑΓΗ ΤΕΛΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ					
2006 - 2010 (ευρώ)	2001-2005 (ευρώ)	ΕΩΣ 2000 (ευρώ)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΧΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ 200 ΚΑΙ ΜΕΤΑ (EURO 3 ΚΑΙ ΜΕΤΑ)	Μ.Ο ΤΕΛΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΥΒΙΣΜΟΥ	Μ.Ο ΤΕΛΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΝΑ ΟΧΗΜΑ (A1*B1+A2*B2+A3* B3+A4*B4)/(A1+A2+ A3+A4)		
40	40	40	< 0,8l	41.855	A1	40	B1	
130	130	130	0,8 - 1,4l	806.549	A2	130	B2	268
285	268	525	1,4 - 2,0l	998.473	A3	359	B3	
1,035	945	923	> 2,0l	43.609	A4	968	B4	
				1.890.486				

Πίνακας 75

Πίνακας 76: Οφέλη από κίνητρα

Θα επανυπολογίσουμε τα κόστη με τη χρήση των κινήτρων.

Σύνολο οχ.	2.870.000,00	οχήματα
Μέση τιμή EV (αφιαρουμένων των κινήτρων)	24.391,36	ευρώ
Ετήσια km ανά όχημα	13.000,00	Km
Μέση κατανάλωση οχήματος	0,09	Lt/km
Μέση τιμή καυσίμου	1,45	ευρώ/lit
Κρατικό κίνητρο	5.608,64	ευρώ
Κέρδος από εξοικονόμηση ενέργειας ανά όχημα	1.082,25	ευρώ
Μέση τιμή οικιακής kWh	0,19	ευρώ/Kwh
Βιομηχανικό κόστος μείωσης εκπομπών CO2 μείον την αξία του CO2	0,80	Ευρώ/Kg CO2

Πίνακας 77: Υπολογισμός κόστους με κίνητρα

ΚΟΣΤΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΛΟΓΩ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	4.868.955.000,00	ευρώ	
ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΦΟΡΤΙΣΗ	1.762.897.500,00	ευρώ	
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	3.106.057.500,00	ευρώ	1.082,25
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	70.003.203.576,66	ευρώ	
ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ EV's	71.766.101.076,66	ευρώ	
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ Kg ΜΕΙΩΣΗΣ CO2	32,99	Ευρώ/Kg CO2 reduced	
(Για δωδεκαετή χρήση)	2,75	Ευρώ/Kg CO2 reduced	

Πίνακας 78: Συνολικά κίνητρα

Ακόμη και με την επιδότηση κινήτρων τα Η.Ο. είναι 3,5 φορές ακριβότερα. Εμείς θα προτείνουμε και τη λύση της **απόσυρσης**. Στους επόμενους πίνακες υπολογίζονται τα κόστη.

Σύνολο οχ.	2,870,000.00	οχήματα
Μέση τιμή EV (αφαιρουμένων των κινήτρων)	19,391.36	ευρώ
Κόστος απόσυρσης	5,000.00	
Ετήσια km ανά όχημα	13,000.00	Km
Μέση κατανάλωση οχήματος	0.09	Lt/km
Μέση τιμή καυσίμου	1.45	ευρώ/lit
Κρατικό κίνητρο	3,926.39	ευρώ
Κέρδος από εξοικονόμηση ενέργειας ανά όχημα	1,082.25	ευρώ
Μέση τιμή οικιακής kWh	0.19	ευρώ/Kwh
Βιομηχανικό κόστος μείωσης εκπομπών CO2 μείον την αξία του CO2	0.80	Ευρώ/Kg CO2

Πίνακας 79: Κόστη

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΙΜΗΣ ΜΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΙΜΗ	2.75	ΕΝΑΝΤΙ	0.80	Ευρώ/Kg CO2 reduced	ΔΕΝ ΣΥΜΦΕΡΕΙ!!!!!!
---	-------------	---------------	-------------	--------------------------------	---------------------------

ΚΟΣΤΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΛΟΓΩ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	4,868,955,000.00	ευρώ
ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΦΟΡΤΙΣΗ	1,762,897,500.00	ευρώ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	3,106,057,500.00	ευρώ
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	55,653,203,576.66	ευρώ
ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ EV's	57,416,101,076.66	ευρώ
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ Kg ΜΕΙΩΣΗΣ CO2	26.40	Ευρώ/Kg CO2 reduced
(Για δωδεκαετή χρήση)	2.20	Ευρώ/Kg CO2 reduced

Πίνακας 80: Συνολική εξοικονόμηση

Συμπερασματικά αναφέρουμε ότι η μαζική αντικατάσταση των συμβατικών αυτοκινήτων ΙΧ με αντίστοιχα Η.Ο. δεν αποτελεί βιώσιμη οικονομικά λύση αφού με το 30% της αξίας θα μπορούσαν να εφοδιασθούν τα εργοστάσια που ρυπαίνουν με συσκευές κατακράτησης ή και απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα.

Με δεδομένη την κατεύθυνση προς μια βιώσιμη οικονομία και τη στροφή της χώρας μας προς τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας τότε θα συζητούσαμε την εισροή Η.Ο. στις πόλεις μας.

Οι υπολογισμοί διενεργήθηκαν με την παραδοχή ότι όλα τα συμβατικά οχήματα που κυκλοφορούν εντός Αττικής θα μπορούσαν μέσα σε μια 12ετία να γίνουν ηλεκτρικά. Καταλαβαίνει κανείς πόσο μη βιώσιμη οικονομικά θα ήταν η λύση: μόνο το 30% του 50% του συνολικού στόλου να μπορούσε να μετατραπεί σε ηλεκτρικό.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΙΜΗΣ ΜΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΙΜΗ	2.20	ΕΝΑΝΤΙ	0.80	Ευρώ/Kg CO2 reduced	ΔΕΝ ΣΥΜΦΕΡΕΙ!!!!!!
---	-------------	---------------	-------------	--------------------------------	---------------------------

Τώρα μετά την μακροοικονομική ανάλυση αρχίζουμε να αμφισβητούμε την αρχική παραδοχή μας (σενάριο 1) ότι το 30% των χρηστών θα στρεφόταν στη λύση των Η.Ο.

Απαιτούνται να στραφούμε σε τρόπους μείωσης των ορυκτών καυσίμων μέσα στην επόμενη 12ετία. ΠΩΣ;;;

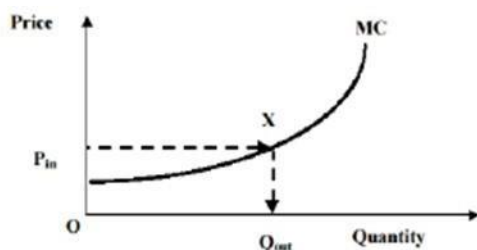
Η ενέργεια η οποία παράγεται στη χώρα μας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελούν το 14% περίπου της συνολικής ενέργειας. Ο ΑΠΕ δεν μπορούν να ανταγωνισθούν με τις συμβατικές πηγές. Η Πολιτεία οφείλει να επιβάλλει εκτός από κίνητρα και μια σειρά από οικονομικά μέτρα που θα έδιναν ικανοποιητική ώση στις ΑΠΕ για να κυριαρχήσουν στο ενεργειακό χάρτη.

Μία λύση θα μπορούσε να είναι η φορολόγηση των ορυκτών καυσίμων με το πρόσχημα ότι επιφέρουν αρνητικά μακροχρόνιες και ανεπίστροφες συνέπειες στα οικοσυστήματα αλλά ουδείς μπορεί να υπολογίσει την κοινωνική ζημιά που θα επέλθει από την υπερφορολόγηση δεν απομένει από το να δοκιμασθούν άλλες προτάσεις.

Μια δελεαστική πρόταση θα μπορούσε να είναι η κρατική επιδότηση για επενδύσεις ΑΠΕ (ειδικά δασμολογικά καθεστώτα feed-in tariffs) (Finon & Menanteau, 2004).

Feed-in tariffs (τροφοδοτούμενα τιμολόγια)

Οι πολιτικές feed-in tariffs εγγυώνται συγκεκριμένη τιμή αγοράς από τον εθνικό φορέα (π.χ. ΑΔΜΗΕ) για συγκεκριμένη χρονική περίοδο αποκλειστικά από ΑΠΕ. Οι εθνικοί-εξουσιοδοτημένοι φορείς αναγκάζονται να αγοράζουν ηλεκτρική ενέργεια από παραγωγούς ΑΠΕ. Με αυτό το τρόπο τα δασμολογικά αυτά καθεστώτα δημιουργούν μια ... «άτυπη»

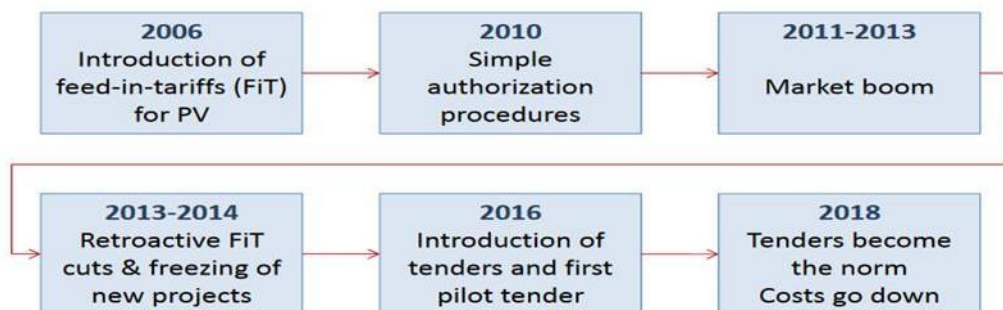


Γραφική Παράσταση 4: τροφοδοτούμενα τιμολόγια

επιδότηση για τους παραγωγούς αυτούς. Οι παραγωγοί θα δημιουργούν ηλεκτρική ενέργεια μέχρις του σημείου που τα κόστη παραγωγής ισοφαρίζονται με εκείνα του δασμού, X παράγοντας ενέργεια ίση με Q_{out} . Το συνολικό κόστος της επιδότησης θα είναι $P_{(in)} * Q_{(out)}$ (Γραφική Παράσταση 4) (Xue, Strabala, Lee Diane, & Qiu,

2015).

Στην περίπτωση της Ελλάδας, feed-in tariffs είχαμε με νομοθετικά διατάγματα (N.3468/2006) για την περίπτωση των φωτοβολταϊκών. Η πορεία αυτού του ειδικού δασμολογικού καθεστώτος ακολούθησε την εξής πορεία (Psomas, 2018):



Γράφημα 32: Νομοτελειακός κύκλος

Η πορεία της εξέλιξης των φωτοβολταϊκών στη χώρα μας με νομοθετική πρόταση είναι αισιόδοξη σύμφωνα με τον Πίνακα 82.

National PV targets (National Energy & Climate Plan, Draft Nov. 2018)	2016	2020	2025	2030	2035	2040
PV capacity (GWp)	2.6	3.3	5.5	6.9	7.5	8.1
PV energy production (TWh)	3.9	5.2	8.6	10.5	11.2	12
PV as % of national electricity production	8.1%	10.4%	16.5%	19.2%	19.6%	20.5%

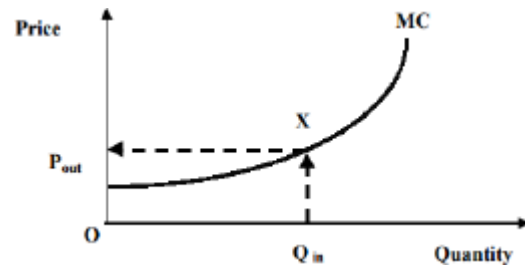
Πίνακας 81: Φωτοβολταϊκά

Το 2030 το εκτιμώμενο ποσοστό feed-in από τα φωτοβολταϊκά αναμένεται να φθάσει το 19,2%, περισσότερο από όλες τις ΑΠΕ σήμερα. Αυτό ενισχύει την πρότασή μας για το ποσοστό 30% το οποίο θα στραφεί στα ηλεκτροκίνητα οχήματα.

Αδιάβλητο σύστημα υποβολής προσφορών

Ότι και η προηγούμενη πρόταση, μόνο εδώ οι παραγωγοί ανταγωνίζονται σε ένα κλειστό σύστημα με προσφορές. Οι φορείς καθορίζουν τις ποσότητες που θα προκηρυχθούν ενώ οι παραγωγοί υποχρεούνται να τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ εντός ενός συγκεκριμένου χρόνου. Το συνολικό κόστος

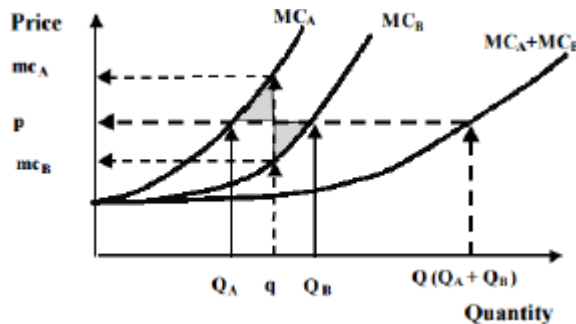
$P_{(out)}$ προκαθορισμένο από την τιμή προσφοράς της kWh, καθορίζει το $Q_{(in)}$ συνολικό παραγόμενο έργο επανατροφοδοσίας (Finon & Menanteau, 2004).



Γραφική Παράσταση 5: Όφελος από ανανεώσιμες πηγές

Πιστοποιητικά ΑΠΕ (certificates)

Σε αυτή την περίπτωση οι παραγωγοί ΑΠΕ έχουν τη δυνατότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, την αγορά ενέργειας μέσω τριτοπωλητών ή την ανταλλαγή αμοιαισότητας από άλλους παραγωγούς για την εξασφάλιση της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.



Γραφική Παράσταση 6: Εξασφάλιση ΑΠΕ

ζήτηση/προσφορά.

Ως παράδειγμα (βλ. Γραφική Παράσταση 6) (Finon & Menanteau, 2004)) ας υποθέσουμε ότι υπάρχουν δύο παραγωγοί Α και Β οι οποίοι πρέπει να παράξουν q ενέργεια. Ο Α παράγει ΑΠΕ ακριβότερα από τον Β και ως εκ τούτου παρουσιάζει και υψηλότερες δαπάνες $MC(A)$. Σε αυτή την περίπτωση ο φορέας (π.χ. ΑΔΜΗΕ) μπορεί να αγοράσει certificates ($quota - q$) και να

περιορίσει την ενέργεια του A σε Q(A) και τη διαφορά να την πάρει με ανταλλαγή q. Αντίθετα ο B μπορεί να αυξήσει την παραγωγή Q(B) και να πωλήσει ή ανταλλάξει quota.

Τα πιστοποιητικά μπορούν και μειώνουν το συνολικό κόστος της εξωτερικής παραγωγής όπως παρουσιάζονται από τις σκιασμένες επιφάνειες του σχήματός μας.

Το σχήμα με τις προσφορές έχει αρχίσει και στη χώρα μας να κερδίζει έδαφος σε σχέση με τα feed-ins σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές ντιρεκτίβες για παντελή μείωση των κρατικών επιδοτήσεων. Το τελευταίο σχήμα με τις ανταλλαγές δεν έχει υλοποιηθεί ακόμη. Πιστεύουμε ότι παρόμοιες λύσεις συμπεριλαμβανομένης, ακόμη και της φορολόγησης του άνθρακα θα μετέστρεφε την παραγωγή ενέργειας σε φθηνές για τη χώρα μας ΑΠΕ. Από τη βιβλιογραφία υπάρχει ανατροφοδότηση ότι η χώρα μας επιθυμεί να εκμεταλλευτεί τα ΑΠΕ με τον πλέον βέλτιστο τρόπο που θα σήμαινε εκτός της προστασίας του περιβάλλοντος, την οικονομία κλίμακος αλλά και την απεξάρτηση από το πετρέλαιο και τις καταστροφικές διακυμάνσεις του.

Όσον αφορά στα δικά μας σενάρια **τελικά παραμένουμε στις προβλέψεις μας**, δηλ. με το σενάριο #1 186.000 οχήματα δεν θα μπορέσουν να αντικατασταθούν ή και να μετατραπούν σε πιο φιλικά στο περιβάλλον οχήματα. **Στην επόμενη ενότητα η οριστική πρόβλεψη των μετακινήσεων θα επιχειρηθεί να ποσοτικοποιηθεί με τη χρήση στατιστικών προσεγγίσεων.**

Θα πρέπει να μετατρέψουμε τα μελλοντικά παροπλισμένα οχήματα σε ημερήσιες μετακινήσεις. Από έρευνες που έχουν διεξαχθεί διαπιστώνεται η μέση πλήρωση οχήματος ανά κατηγορία μετακίνησης (βλ. Πίνακας 83).

Μέση πλήρωση ΙΧ οχημάτων ανά σκοπό μετακίνησης στην Ευρώπη (IEA, 1997).

Σκοπός μετακίνησης	Μέση πλήρωση (επιβάτες/όχημα)
Μετακίνηση από/προς την εργασία	1,1-1,2
Οικογενειακό ταξίδι	1,4-1,7
Αναψυχή	1,6-2,0

Πίνακας 82: Μέση πλήρωση οχημάτων ανά είδος μετακίνησης

Στον επόμενο Πίνακας 84 φαίνεται ο σκοπός της μετακίνησης από σχετική έρευνα.

Κατανομή κατά σκοπό των μετακινήσεων στην Αθήνα (Αττικό Μετρό, 2000).

Σκοπός	Ποσοστό (%)
Εργασία	42,4
Εκπαίδευση	13,6
Ψώνια	7,5
Ατομικές υποθέσεις	13,3
Αναψυχή	3,6
Κοινωνικά	12
Στο πλαίσιο της εργασίας	4,2
Άλλος	3,4

Πίνακας 83: κατηγοριοποίηση μετακινήσεων.

Το 42,4% + 4,2% (=46,6%) μετακινείται για λόγους εργασίας. Ως αναψυχή θα προσθέσουμε 7,5%+13,3%+3,6%+12%=36,4%. Για ταξίδια 3,4%. Άρα ανακεφαλαιώνοντας:

Εργασία: 46,6%, Αναψυχή: 36,4%, οικ. Ταξίδι: 3,4%. Συνεπώς η μέση πλήρωση ανά όχημα και κατηγορία μετακίνησης = $[(0,46*1,15)+(0,364*1,55)+(0,034*1,8)]/[0,46 +0,364+0,034] = 1,34$.

Για το σενάριο #1 θα πρέπει να υπολογίσουμε τη βιωσιμότητα των ΜΜΜ για αύξηση των ημερήσιων μετακινήσεων κατά $186.000 * 1,34 = 250.000$ περίπου μετακινήσεις την τετραετία 2026-2030 (δυσμενέστερο σενάριο). Σε περίπτωση που τα κίνητρα από πλευράς πολιτείας δεν είναι ικανοποιητικά θα επαυξήσουμε τις μετακινήσεις προς τα ΜΜΜ κατά 20%, δηλ. 300.000 συνολικά.

Σε αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε διεξοδικότερα και αναλυτικότερα την επιλογή των 186.00 νέων μετακινήσεων προς τα ΜΜΜ χρησιμοποιώντας στατιστικά προγνωστικά λογισμικά. Τέτοιες μετακινήσεις θα προέλθουν είτε από την υπαναχώρηση κάποιων συμπολιτών μας από τη χρήση των ΙΧ οχημάτων βάσει οικονομικών, περιβαλλοντικών ευαισθησιών ή άλλων κοινωνικών συγκυριών είτε από τα κίνητρα και μέτρα που θα λάβει η χώρα μας προκειμένου να δημιουργήσει υποδομές απεξάρτησης από τα παράγωγα του άνθρακα και των λοιπών ορυκτών καυσίμων.

Αντίστοιχοι υπολογισμοί θα ήταν άνευ στατιστικής σημασίας αν η χώρα μας δεν είχε εισέλθει σε μια παρόμοια κατάσταση κατά το πρόσφατο παρελθόν της. Πιο συγκεκριμένα κατά τη δεκαετία του 1990 ξεκίνησε η σταδιακή αντικατάσταση του στόλου των επιβατικών οχημάτων με νέα οχήματα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας (καταλυτικών φίλτρων).

Κατά την ως άνω χρονική περίοδο, όπως θα δούμε και στα ιστοριογράμματα αυτής της εξέλιξης (βλ. στις επόμενες Γραφικές Παραστάσεις 7 έως και 11), η χώρα προσπαθούσε να ανακάμψει από μια πορεία οικονομικής αστάθειας (υψηλός πληθωρισμός, υψηλά επιτόκια δανεισμού, διαδοχικές υποτιμήσεις νομίσματος κ.λπ.). Από τα μέσα της δεκαετίας του 90 και μετέπειτα η οικονομία σταθεροποιείται, το κατά κεφαλή εισόδημα αυξάνεται σταδιακά ετησίως και οι ταξινομήσεις των νέων οχημάτων ακολουθούν ανοδική πορεία.

Σε διάστημα 20ετίας η χώρα μας επανεισέρχεται σε περίοδο οικονομικής αστάθειας, λόγω του υψηλού δανεισμού της και οδηγείται σε κατάσταση οικονομικής κρίσης με κύρια χαρακτηριστικά την υψηλή ανεργία, τη μείωση της ιδιωτικής κατανάλωσης, την εφαρμογή μέτρων μνημονίου από παγκόσμιους νομισματικούς οργανισμούς κ.λπ.

Τη δεκαετία του 1990 το τραπεζικό σύστημα εκμοντερνίστηκε και σε συνδυασμό με το μέτρο της απόσυρσης των παλαιών ΙΧ είχε σαν αποτέλεσμα την εκτόξευση των πωλήσεων νέων οχημάτων σε πρωτοφανή για τη εποχή επίπεδα. Σήμερα κατ' αντιστοιχία, ο τραπεζικός κλάδος

δανειοδοτήσεων των καταναλωτικών αναγκών είναι σχεδόν ανύπαρκτος ενώ η Πολιτεία δεν έχει προβεί στην ανακοίνωση μέτρων ή και κινήτρων για την αντικατάσταση των παλαιών οχημάτων.

Όπως διαπιστώνουμε στον Πίνακα 85, μέσα σε δώδεκα έτη (1991-2003) τα ΙΧ οχήματα παλαιάς τεχνολογίας αντικαταστάθηκαν από νέα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, σε ποσοστό περίπου **70%** (67,85 – Πίνακα 86). Δώδεκα έτη απομένουν επίσης, μέχρι την ολοκλήρωση και του 2030 όπου αναμένουμε να ισχύσουν οι προσαγές της Συμφωνίας του Παρισιού.

	12 ΕΤΙΑ												
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ΣΤΟΛΟΣ													
ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΙΧ	1,743,941	1,795,544	1,924,984	2,040,521	2,171,201	2,305,861	2,466,539	2,642,116	2,895,321	3,161,505	3,390,144	3,612,509	3,805,989
ΝΕΕΣ													
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ	167,655	199,004	147,789	112,567	128,137	136,856	162,030	180,046	261,573	288,502	279,521	265,776	253,047

Πίνακας 84: Απόσυρση οχημάτων 1992-2003

ΣΥΝΟΛΟ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (12ετίας)	3,805,989
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ (2ετίας)	2,582,503
% ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	67.85%

Πίνακας 85: Συνολικά ποσοστά απόσυρσης

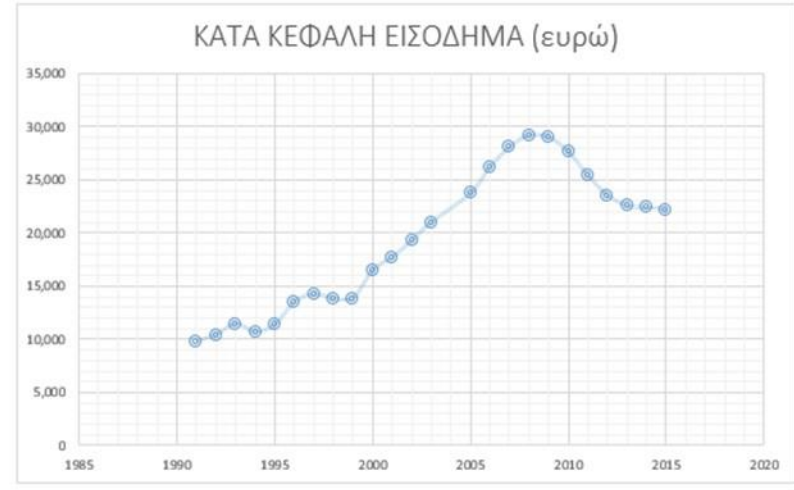
Αξιολογώντας δεδομένα από το 1990 αναφορικά με τις νέες ταξινομήσεις επιβατικών αυτοκινήτων, το κατά κεφαλή ΑΕΠ, τη διακύμανση των επιτοκίων και τις διεθνείς τιμές του αργού πετρελαίου διαπιστώνουμε συσχετίσεις μεταξύ των. **Συνεπώς το 33% των οχημάτων δεν αντικαταστάθηκαν μέχρι το 2003.**

Αύξηση του εισοδήματος και πτώση των επιτοκίων συνεπάγεται την αύξηση των πωλήσεων ενώ οι τιμές του αργού πετρελαίου δεν φαίνεται να επηρεάζουν άμεσα τις πωλήσεις.

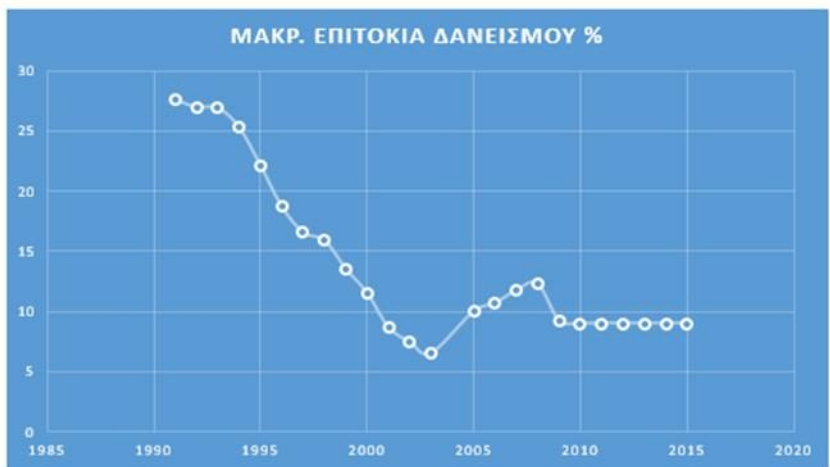
Για την πρόβλεψη των πωλήσεων θα χρησιμοποιήσουμε το SPSS forecasting καθώς και την παλινδρόμηση πολλαπλών παραγόντων.



Γραφική Παράσταση 7: Πηγή ΣΕΑΑ, ΕΛΣΤΑΤ



Γραφική Παράσταση 8: Πηγή ΣΕΑΑ, ΕΛΣΤΑΤ



Γραφική Παράσταση 9: Πηγή ΣΕΑΑ, ΕΛΣΤΑΤ



Γραφική Παράσταση 10: Πηγή ΣΕΑΑ, ΕΛΣΤΑΤ

Τα αποτελέσματα σε πινακοειδή μορφή παρουσιάζονται πιο κάτω. Η τιμή του R^2 είναι 0.829 και δείχνει ότι η στατιστική διακύμανση (variance) είναι συμμετρικά διακείμενη από τους μέσους όρους των δεδομένων μας.

Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics		Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	R-squared	Statistics	DF	Sig.	
CARsales-Model_1	0	.029	.829	17.607	17	.414	0

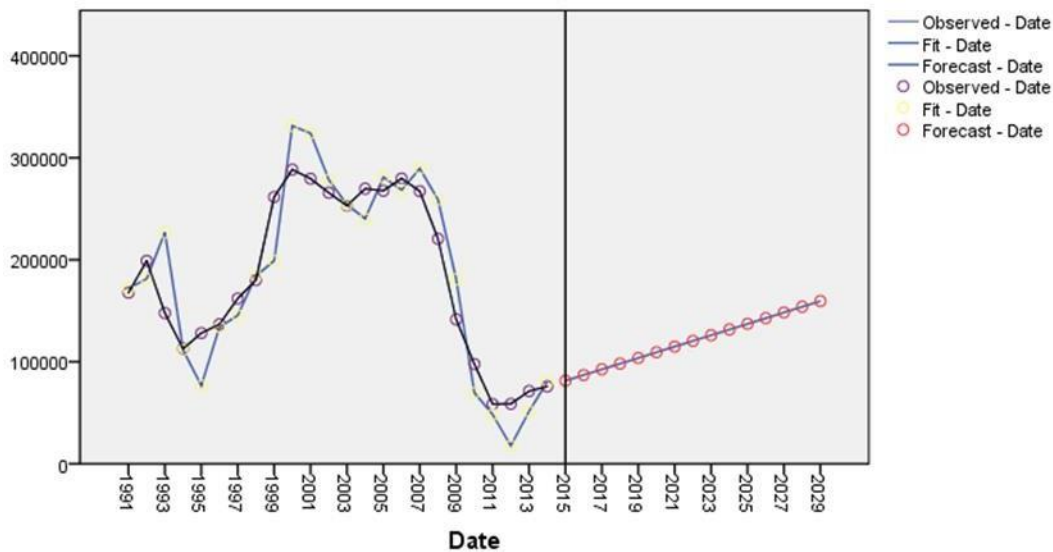
Πίνακας 86: υπολογισμός τιμής R^2

Forecast

Model		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
CARsales-Model_1	Forecast	81423	87000	92577	98155	103732	109310	114887	120465	126042	131620	137197	142774	148352	153929	159507
	UCL	149853	228654	321812	427468	544277	671237	807571	952657	1105980	1267107	1435665	1611331	1793820	1982879	2178282
	LCL	12992	-54654	-136657	-231159	-336812	-452617	-577797	-711728	-853896	-1003868	-1161271	-1325782	-1497116	-1675021	-1859269

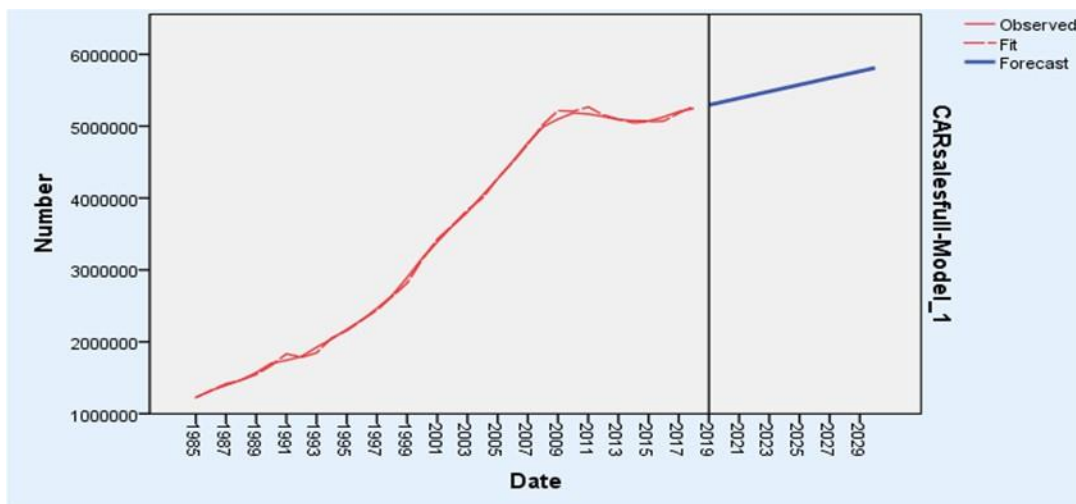
For each model, forecasts start after the last non-missing in the range of the requested estimation period, and end at the last period for which non-missing values of all the predictors are available or at the end date of the requested forecast period, whichever is earlier.

Πίνακας 87: Πρόβλεψη



Πίνακας 88: Πρόγνωση στοιχείων

Επαναλάβαμε τη διαδικασία με δεδομένα για το σύνολο του στόλου ανά έτος από το 1985 για μεγαλύτερη ακρίβεια στις προβλέψεις. Το SPSS υπολόγισε το μελλοντικό στόλο σύμφωνα με την επόμενη Γραφική Παράσταση 11.



Γραφική Παράσταση 11: τελική πρόβλεψη SPSS

Παρουσιάζοντας σε συνοπτικούς Πίνακες 90 και 91 τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης προβλέψεων από το λογισμικό SPSS καταλήγουμε:

ΕΤΟΣ	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΣΤΟΛΟΣ	5,295,907	5,342,678	5,389,450	5,436,222	5,482,993	5,529,765	5,576,537	5,623,308	5,670,080	5,716,852	5,763,623	5,810,395
ΝΕΑ ΟΧΗΜΑΤΑ (Πρόβλεψη SPSS)	98,155	103,732	109,310	114,887	120,465	126,042	131,620	137,197	142,774	148,352	153,929	159,507

Πίνακας 89: αποτελέσματα ανάλυσης

ΣΥΝΟΛΟ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (έως 2030)	5,810,395
ΣΥΝΟΛΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ/ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ (έως το 2030)	1,545,970
% ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	26.61%

Πίνακας 90: τελικά στοιχεία στατιστικής ανάλυσης

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι τα προγνωστικά μοντέλα δείχνουν **ότι μόνο το 27% των νέων προς ταξινόμηση οχημάτων θα είναι νέας τεχνολογίας** (ηλεκτρικά ή υβριδικά φυσικού αερίου) μέχρι το καταληκτικό έτος 2030 σε σύγκριση με τη 12ετία 1991 – 2003 όπου αντικαταστάθηκε το 70% του στόλου.

Με τη σημερινή δομή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας οι εκπομπές ηλεκτρικών και υβριδικών αερίων είναι σχεδόν ταυτόσημες. **Συνεπώς τα 186.000 οχήματα που πρωτοαναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα του κεφαλαίου παρουσιάζουν όντως στατιστικό ενδιαφέρον**. Ισχύει η αρχική παραδοχή ότι μόνο το 30% των οχημάτων θα αντικατασταθούν με οχήματα νέας τεχνολογίας.

Διαφαίνεται ότι οι συνθήκες σήμερα είναι τελείως διαφορετικές από εκείνες της δεκαετίας του '90 και η πολιτεία θα πρέπει να αποφασίσει μεταξύ των ακόλουθων περιπτώσεων:

1. Να βασισθεί και να επενδύσει στην ιδιωτική πρωτοβουλία δίνοντας αφενός κίνητρα αγοράς νέων αντιρρυπαντικών οχημάτων και αφετέρου εφαρμόζοντας αυστηρά μέτρα φορολόγησης για τα οχήματα εκείνα που εξακολουθούν να ρυπαίνουν ή
2. Να επενδύσει αποκλειστικά στις «πράσινες» δημόσιες συγκοινωνίες και να προωθήσει εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης εφαρμόζοντας και πάλι μέτρα φορολόγησης των εναπομεινάντων ιδιωτικών οχημάτων.

Στη πρώτη περίπτωση το περιβαλλοντικό κόστος μετατοπίζεται στους πολίτες και το Κράτος με την εξοικονόμηση πρόσθετων εσόδων μπορεί να στοχεύσει στην απάλειψη π.χ. των κοινωνικών αδικιών και της φτώχειας ή να χρηματοδοτήσει περισσότερο τις δημόσιες επενδύσεις με σκοπό τη μείωση της ανεργίας. Η δεύτερη περίπτωση είναι πιο σύνθετη στην ανάλυσή της και παραμένει αντικείμενο των πολιτικών πεποιθήσεων των εκάστοτε κυβερνήσεων να επιλέξουν.

Ένας άλλος τρόπος υπολογισμού του μελλοντικού στόλου θα ήταν και η γραμμική παλινδρόμηση πολλαπλών παραγόντων.

Οι σύγχρονες έρευνες προσπαθούν να προσδιορίσουν την επίδραση διαφόρων επιβαλλομένων μέτρων ή οικονομικών δεικτών που επηρεάζουν την αγορά νέων αυτοκινήτων. Στον Πίνακα 92 που ακολουθεί αναφέρονται τα καίρια σημεία αυτών των ερευνών ⁷.

Ερευνητές	Χώρα	Περίοδος	Μέθοδος	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Gunnar and Feyzioğlu (1997)	31 πολιτείες στο Μεξικό	1982-1988	IV	Εθνικό εισόδημα, κατανάλωση και τιμές καυσίμου, στόλος οχημάτων, πωλήσεις νέων οχημάτων, χιλιομετρικές αποστάσεις	Η ζήτηση και η κατανάλωση καυσίμων, οχημάτων και υπηρεσιών γύρω από αυτά παρουσιάζει ευαισθησία σε σχέση με την τιμή αυτών.
Storchmann (2005)	90 χώρες	1990-1997	OLS, GLS, IV	Ζήτηση καυσίμων, στόλος καυσίμων, κατά κεφαλή ιδιωτική κατανάλωση, τιμές καυσίμων, συντελεστής ανισότητας (Gini Coefficient), ετήσιο έξοδο συντήρησης και κατοχής οχήματος	Το επίπεδο εισοδήματος και ο τιμές πώλησης καθορίζουν την κατανάλωσης καυσίμων για κίνηση. Η κατανομή του πλούτου σε φτωχές και πλούσιες χώρες διαφοροποιεί την κατανάλωση καυσίμων και την αγορά οχημάτων.
Clerides and Zachariadis (2008)	18 χώρες σε Ευρώπη, ΗΠΑ, Καναδά, Ασία	1975-2003	OLS	Κατανάλωση καυσίμων νέων οχημάτων, τιμές καυσίμων, νομοθεσία κατανάλωσης καυσίμων, κατά κεφαλή εισόδημα	Η αυστηρή νομοθεσία κατανάλωσης καυσίμων και η αυξανόμενοι φόροι καυσίμου είναι απαραίτητοι για το σχεδιασμό/παραγωγή νέων οικονομικών σε κατανάλωση οχημάτων
Ryan, Ferreira and Convery (2009)	EU15	1995-2004	OLS, Fixed Effects, 2SLS, fixed Effect	Κατά κεφαλή εισόδημα, φόροι καυσίμων και κυκλοφορίας, πυκνότητα πληθυσμού, στόλος οχημάτων, πωλήσεις οχημάτων, τιμές οχημάτων και καυσίμων, εκπομπές CO ₂	Οι εθνικοί φόροι που αφορούν οχήματα και καύσιμα έχουν επίδραση στις πωλήσεις των επιβατικών οχημάτων και στις εκπομπές του CO ₂ από αυτά. Διαφορετικοί φόροι έχουν διαφορετικά αποτελέσματα.

Πίνακας 91:

Στη δική μας την προσπάθεια αξιολόγησης των συνθηκών που επηρεάζουν την αγορά του αυτοκινήτου σταθήκαμε σε τρεις παράγοντες, το κατά κεφαλή ΑΕΠ, τη διεθνή αγορά των καυσίμων καθώς και τα μακροχρόνια επιτόκια δανεισμού. Μάλιστα καμία από τις ανωτέρω έρευνες δεν θεώρησε ότι τα επιτόκια θα μπορούσαν να επηρεάσουν την αγορά νέου ΙΧ.

Ως κύριους παράγοντες επηρεασμού των πωλήσεων των αυτοκινήτων θεωρούμε το κατά κεφαλή εισόδημα, τα επιτόκια δανεισμού και τις διεθνείς τιμές αργού πετρελαίου. Το SPSS υπολόγισε τους ακόλουθους συντελεστές οι οποίοι παρουσιάζονται στους παρακάτω Πίνακες 93 και 94:

⁷ Ανδρέας Ψαρράς. Διερεύνηση των προσδιοριστικών παραγόντων της ζήτησης καινούργιων Αυτοκινήτων. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Διπλωματική εργασία, 2018

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.775 ^a	.600	.540	54233.449

a. Predictors: (Constant), FUEL, IRATES, INCOME

Πίνακας 92: Υπολογισμός σταθεράς R2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	168009.477	87356.008		1.923	.069
	INCOME	8.742	3.234	.717	2.703	.014
	IRATES	-747.437	2670.814	-.064	-.280	.782
	FUEL	-2482.596	463.203	-.994	-5.360	.000

a. Dependent Variable: CARsales

Το λογισμικό υπολόγισε τις μελλοντικές πωλήσεις σύμφωνα με τη μαθηματική σχέση:

$$CAR_{sales} = B_0 + B_1 (\text{Income}) + B_2 (\text{irates}) + B_3 (\text{fuel}) + \epsilon_0$$

Άρα $B_0 = 168009.48$, $B_1 = 8.742$, $B_2 = -747.437$, $B_3 = -2482.60$, και $\epsilon_0 = 0$

Το R^2 υπολογίσθηκε ως .600 το οποίο περιγράφει πολύ καλά τα δεδομένα της περίπτωσης μας.

Προβλέποντας το μέσο μελλοντικό εισόδημα (INCOME) με τα προγνωστικά μοντέλα, SPSS και excel, υπολογίζεται σε 24.000 ευρώ, τα μελλοντικά μέσα ετήσια επιτόκια υπολογίζονται σε 8,0% και η τιμή του αργού πετρελαίου σε 99 ευρώ. Αντικαθιστώντας στη σχέση CAR_{sales} μας επιστρέφει τιμή 126.060,60 που αντιπροσωπεύουν τις μέσες ετήσιες πωλήσεις της δεκαετίας 2020 – 2030. Πολλαπλασιάζοντας επί 12 λαμβάνουμε τη τιμή 1.512.727 το οποίο είναι σχεδόν ισότιμο με τη τιμή του πίν. 9.

Άρα και με τη δεύτερη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης προβλέπεται ότι με τις υφιστάμενες στατιστικές συνθήκες των οικονομικών δεικτών το 30% των υφιστάμενων οχημάτων θα αντικατασταθούν με οχήματα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, ενώ και ένα 30% των παλαιών οχημάτων δεν πρόκειται να αντικατασταθούν ή τροποποιηθούν μέχρι το 2030.

Σε κάθε περίπτωση οι δημόσιες συγκοινωνίες θα πρέπει να είναι έτοιμες να αναλάβουν επιπλέον 300.000 μετακινήσεις (186.000 X 1,34) μέχρι το τέλος της δεκαετίας 2020 – 2030.

Το **ποσοστό** των συμπολιτών μας οι οποίοι δεν θα μπορέσουν να αντικαταστήσουν τα οχήματά τους με άλλα νεότερης, αντιρρυπαντικής τεχνολογίας ή έστω και να τα αναβαθμίσουν, είναι προϊόν στατιστικών/χωρικών μεθόδων τα οποία σε αυτή τη χρονική συγκυρία δύσκολα αμφισβητούνται. Η κατηγορία αυτή των συμπολιτών μας εντάσσεται στην ευρύτερη μάζα πληθυσμού που έχει δεχθεί έντονα τα κτυπήματα της μεγάλης οικονομικής κρίσης και δεν φαίνεται να παρουσιάζει μεγάλη προσαρμογή και ευκαμψία στην αντιμετώπιση των τρεχουσών βιοτικών αναγκών πόσο μάλλον να ... «επενδύσει» στις πράσινες μετακινήσεις. Η κεκαλυμμένη, επίσημη ανεργία καλπάζει σε ρυθμούς 20%, οι εσωτερικές δημόσιες επενδύσεις είναι ανύπαρκτες, τα κίνητρα για την αντικατάσταση των παλαιότερης τεχνολογίας οχημάτων δεν αφορούν στα χαμηλότερα οικονομικοινωνικά στρώματα, η επικοινωνιακή πολιτική για την προστασία του περιβάλλοντος από τις επικίνδυνες εκπομπές έχει εξαφανισθεί λόγω της πανδημίας ηλιθιότητας. Τα μελλοντικά σχέδια της παγκόσμιας οικονομίας έχουν αφεθεί στα πέπλα του ...great reset 2030 σύμφωνα με το οποίο η γενική φτωχοποίηση ή κινεζοποίηση θα είναι το επιστέγασμα ή το νέο σύμβολο καταξίωσης της μελλοντικής ελίτ.

Για νεα επανέλθουμε στη στατιστική διαχείριση, η έρευνα έλαβε αναφορές από την προηγούμενη μεγάλη απόσυρση οχημάτων που πραγματοποιήθηκε στη δεκαετία του 1990. Σε καίρια σημεία της έρευνας αναφέρθηκε ότι οι οικονομικοινωνικές συνθήκες εκείνης της περιόδου παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, καθιστώντας τα δεδομένα μας συντηρητικώς ασφαλή. Ειδικότερα οι Έλληνες διέθεταν εισόδημα το οποίο ήταν πιο υψηλό και εξασφαλισμένο από τις τότε διαμορφωμένες χρηματοοικονομικές συναλλαγματικές αξίες σε σχέση με την σημερινή εργασιακή ανασφάλεια. Την ίδια χρονική περίοδο υπήρχαν δεκάδες χρηματοπιστωτικά ιδρύματα τα οποία και χρηματοδότησαν τις επενδύσεις αντικατάστασης του στόλου. Η σημερινή κατάσταση είναι τελείως διαφορετική και καθόλου φιλική σε παρόμοιες τάσεις.

Με ποιο τρόπο θα μπορούσε να θεμελιωθεί η παραδοχή μας ότι οι 300.000 νέες μετακινήσεις που θα δημιουργηθούν από τα μελλοντικά επιβαλλόμενα μέτρα, θα επέλεγαν

τα δημόσια MMM ως πρώτη επιλογή. Το θέμα αυτό οφείλουμε να το εξαντλήσουμε χρησιμοποιώντας περισσότερα επιχειρήματα.

Μπορούμε με στοιχεία να δείξουμε τι ποσοστό από το 30% των συμπολιτών μας οι οποίοι δεν αντικατέστησαν τα παλαιά τους οχήματα με αντίστοιχα καταλυτικά, στράφηκαν στα MMM τη δεκαετία του 90; Από τα στοιχεία του Κεφ_3 γνωρίζουμε ότι 2003 στη χώρα κυκλοφορούσαν 3.805.989 επιβατικά οχήματα, όλων των κατηγοριών. Στο χρονικό διάστημα μεταξύ 1991 και 2003 πωλήθηκαν συνολικά 2.582.503 οχήματα καταλυτικού τύπου, εξ αυτών 1.223.486 (ποσοστό 32%) δεν αντικαταστάθηκαν, τουλάχιστον μέχρι το έτος 2003. Στην Αττική κυκλοφορούν κατά μέσο όρο το 45% των συνολικών οχημάτων ή πιο απλά, στην Αττική μέχρι το 2003 δεν αντικαταστάθηκαν σε καταλυτικά, περίπου 550.000 οχήματα. Το 2003 ήταν έτος αναφοράς όπως είναι το 2030 στη δική μας περίπτωση (1991-2003, 12ετία αντίστοιχο με το διάστημα 2018-2030 που ερευνώ τα στοιχεία της παρούσας διατριβής).

Κατά τη μετατροπή οχημάτων σε επιβάτες-επιβατική κίνηση λαμβάνουμε:

550.000 οχ. X 1,34 (Μ.Ο. επιβατών ανά επιβατικό όχημα)=740.000 νέες μετακινήσεις.

Ο συντελεστής Μ.Ο. επιβατών ανά όχημα κατά το 2003 μπορεί να μην ήταν 1,34 που υπολογίσαμε στο Κεφ_3 για τη σημερινή αντιστοιχία. Τα οχήματα που κυκλοφορούσαν τη δεκαετία του 90 ήταν λιγότερα αλλά και ο πληθυσμός ήταν λιγότερος. Σε κάθε περίπτωση θεωρείται ασφαλής η χρήση του ιδίου συντελεστή, δηλ. 1,34.

Τα γεγονότα περιπλέκονται έτι περισσότερο όταν για την εποχή που αναφερόμαστε (1991-2003) αγνοούμε παντελώς το ποσοστό οχημάτων τα οποία ενώ αποσύρθηκαν ήταν, ήδη από καιρό παροπλισμένα. Από δημοσιεύματα που αναφέρονται στην εποχή της απόσυρσης του 1991 «...*Λίγο καιρό αργότερα, έγινε το επόμενο βήμα, αυτή τη φορά με καλύτερα αποτελέσματα (Ν. 1882/90, Κεφάλαιο Ι "Διαρρυθμίσεις στον ειδικό φόρο κατανάλωσης των επιβατικών αυτοκινήτων αντιρρυπαντική τεχνολογίας και άλλες διατάξεις). Οι εισαγωγές και πωλήσεις επιβατικών νέας τεχνολογίας ήταν γεγονός, ενώ η αγορά παρουσίασε άνοδο το 1990. Το πρόβλημα, όμως παρέμενε. Έως τα τέλη της χρονιάς εξακολουθούσαν να κυκλοφορούν πολλές χιλιάδες παλιά αυτοκίνητα, ηλικίας άνω των 20 ετών.*

Τη λύση έδωσαν τα οικονομικά κίνητρα για την απόσυρση επιβατικών και φορτηγών αυτοκινήτων συμβατικής τεχνολογίας ιδιωτικής χρήσης (Ν. 1921/91). Το μέτρο της απόσυρσης ξεκίνησε να ισχύει από 1η Ιανουαρίου 1991...»⁸. Συμπεραίνεται ότι όντως ένα μεγάλο ποσοστό των οχημάτων που αποσύρθηκαν, της τάξης του 30% ήταν χρόνια παροπλισμένο (165.000 οχήματα). Συνεπώς οι συνολικές νέες μετακινήσεις προς τα ΜΜΜ που πρέπει να διερευνηθούν αγγίζουν τις:

385.000 οχ. Χ 1,34 (Μ.Ο. επιβατών ανά επιβατικό όχημα)=515.000 νέες μετακινήσεις.

Μπορούμε να ανακαλύψουμε σε ιστορικά αρχεία παρόμοιες μετακινήσεις προς τα ΜΜΜ ή αύξηση της επιβατικής κίνησης κατά το ως άνω χρονικό διάστημα;

Ερευνώντας την επιβατική κίνηση το χρονικό διάστημα προ και μετά το 2003 μπορούμε να ανακτήσουμε δεδομένα μετακινήσεων από τον ΟΑΣΑ. Στον επόμενο Πίνακα 94 παραθέτουμε σχετικά στοιχεία:

Με βάση τα στοιχεία των μετρήσεων τύπου κομίστρου υπολογίστηκε η επιβατική κίνηση του 2003. Για στατιστικούς λόγους παρουσιάζεται η επιβατική κίνηση κατά φορέα για τα έτη 2000 έως και 2003.

ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ				
ΕΤΗ	2000	2001	2002	2003
ΕΘΕΛ	384.355.241	378.079.151	369.933.621	379.348.411
ΗΛΠΑΠ	73.303.724	83.572.031	80.214.651	81.062.020
ΗΣΑΠ (Τραίνο)	113.842.895	109.939.839	108.735.879	104.657.710
ΗΣΑΠ (Λεωφορεία)	7.291.336	6.487.050	0	0
ΑΜΕΛ	70.157.873	119.064.876	132.381.800	149.480.909
ΣΥΝΟΛΟ	649.953.069	697.142.947	691.265.951	714.549.050

Πίνακας 93: Απολογιστικά στοιχεία ΟΑΣΑ, 2003

⁸ Hellenic Motor History, Διαδικτυακό δημοσίευμα, 03.06.2019

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρείται ότι για μεν τα τροχαία μέσα η μέση αύξηση είναι της τάξης του -5% (μείωση) ενώ για τα σταθερά μέσα (ΗΛΠΑΠ – ΗΣΑΠ) υπάρχει μικρή αύξηση της τάξης του 10%. Ειδικότερα για το μετρό μεταξύ 2000 και 2003 υπάρχει αύξηση της τάξης του 110%.

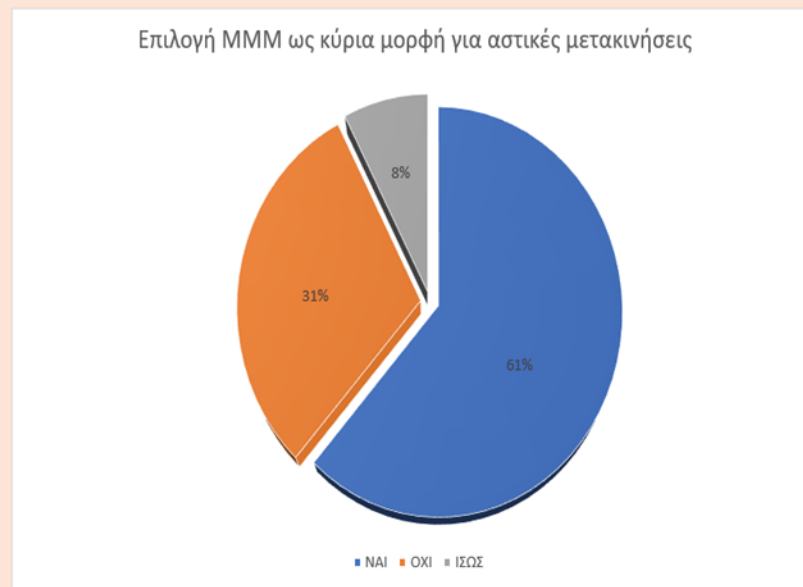
Μην ξεχνάμε, όμως ότι το μετρό είχε άρτι εισαχθεί στο Λεκανοπέδιο και την προσαρμοστική αυτή περίοδο ανακούσε συνεχώς επιπλέον επιβατική κίνηση. Άλλωστε και επικοινωνιακά είχε εμπορευθεί περισσότερο από τα λοιπά μέσα. Από τα ανωτέρω ιστορικά στοιχεία δεν διαφαίνεται και αδυνατούμε να εξάγουμε γόνιμα συμπεράσματα αναφορικά με το ποσοστό των συμπολιτών μας που στράφηκαν στα ΜΜΜ μη έχοντας αντικαταστήσει το δικό τους όχημα εξαιτίας της απόσυρσης.

Για να καταδειχθεί μια παρόμοια κοινωνική τάση θα χρειαζόνταν εξειδικευμένα ερωτηματολόγια μέσω στατιστικής διαστρωμάτωσης.

Τεκμαίρεται ότι ο ασφαλέστερος τρόπος εξαγωγής συμπερασμάτων αναφορικά με αντίστοιχες κοινωνικές τάσεις θα ήταν και η διεξαγωγή ενός νέου ερωτηματολογίου. Ένα στατιστικά αποδεκτό ερωτηματολόγιο θα έπρεπε να διαθέτει δείγμα της τάξης των 1500 ερωτηθέντων. Η δειγματοληψία θα πρέπει να είναι στρωματοποιημένη και συστηματική. Γίνεται κατανοητό ότι εμείς δεν διαθέτουμε τους κατάλληλους πόρους και εμπειρία για να διεξάγουμε ένα κατάλληλο για την περίπτωση ερωτηματολόγιο.

Εντούτοις διενεργήσαμε ένα άτυπο ερωτηματολόγιο απαρτιζόμενο από υπαλλήλους του φορέα στον οποίο εργάζομαι. Από ένα συνολικό δείγμα 52 εργαζομένων λάβαμε τις εξής απαντήσεις (όρα Γραφική Παράσταση 12):

ΕΡΩΤΗΣΗ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ	%
Φύλλο	ΑΝΔΡΑΣ	21
	ΓΥΝΑΙΚΑ	31
Διαθέτετε ΙΧ όχημα	ΝΑΙ	41
	ΟΧΙ	11
Χρησιμοποιείτε ΜΜΜ	ΣΠΑΝΙΑ	8
	ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΑΚΑ	37
	ΣΥΧΝΑ	7
Συμφωνείτε με την κλιματική αλλαγή	ΝΑΙ	28
	ΟΧΙ	16
	ΙΣΩΣ	8
Σε περίπτωση που αυξηθούν τα τέλη κυκλοφορίας αναλογικά με τα διανυθέντα χλμ ενώ θα υπά'ρχουν ΜΜΜ φθηνά και αξιόπιστα θα τα επέλεγε για τις αστικές μετακινήσεις	ΝΑΙ	32
	ΟΧΙ	16
	ΙΣΩΣ	4



Γραφική Παράσταση 12: Στοιχεία έρευνας

Σχ. 23 Ερωτηματολόγιο

Μεγάλη σημασία δίνεται στον τρόπο που θα συνταχθεί ένα ερωτηματολόγιο. Αν δεν δώσεις δυνατότητα επιλογής στον ερωτώμενο τότε θα ακολουθήσει τον ειρμό σκέψης του ερωτηματολογίου. Αν πείσεις τον ερωτώμενο ότι δεν θα έχει επιλογές διατήρησης του ιδιωτικού οχήματος εφόσον θα υπάρξουν ακραίες αυξήσεις των τελών κυκλοφορίας και από την άλλη του προσφέρεις φθηνή (0,50 € ημερήσιο εισιτήριο) και αξιόπιστη συγκοινωνία, τότε η επιλογή των MMM είναι καταλυτικά μονόδρομος. Το 61% απάντησε ότι θα απεμπολήσει τη δυνατότητα χρήσης ΙΧ τουλάχιστον για τις αστικές του μετακινήσεις θέλοντας να κρατήσει χαμηλά τα διανυθέντα ετήσια χλμ. Ο τρόπος σχεδίασης του ερωτηματολογίου καθώς και ο τρόπος αποκωδικοποίησης αυτού επαφίεται στην αντικειμενικότητα του διενεργούντα.

ΕΛΛΕΪΨΕΙ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ Ή ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ουδείς δύναται να αξιολογήσει τις τάσεις των συμπολιτών μας να επιλέγουν τις μετακινήσεις τους ιδιαίτερα αν αυτές είναι κατά τι biased από την Πολιτεία.

Οι τάσεις στο λεγόμενο modal shift των μορφών μετακίνησης εμπίπτουν στη σφαίρα πολλαπλών παραμέτρων. Σίγουρα τα στατιστικά δεδομένα είναι απαραίτητα αλλά δεν πρέπει να αγνοηθούν παράγοντες που σχετίζονται με τις ανθρώπινες επιλογές. Οι ανθρώπινες επιλογές παραμετροποιούνται από κοινωνικές ή οικονομικές αξίες, από τα ιδιαίτερα βιολογικά χαρακτηριστικά καθενός μας, από τη γεωγραφική μας θέση (δηλ. κατά πόσον είμαστε μέρος ενός ισχυρού καπιταλιστικού πυρήνα ή αν ανήκουμε στην περιφέρεια ενός ισχυρού οικονομικού συστήματος -π.χ. Ελλάδα ή αν ανήκουμε στον αναδυόμενο κόσμο). Η δημιουργία ενός **αλγόριθμου** που θα περιέγραφε παρόμοιες τάσεις θα ήταν το αντικείμενο μιας χρήσιμης μελλοντικής μελέτης.

Προς το παρόν οι 300.000 νέες μετακινήσεις που προβλέπουμε ότι θα δεχθούν τα MMM από το 2030 και μετά δεν μπορούν να τεκμηριωθούν από ιστορικά δεδομένα ή αντίστοιχες μελέτες ή να διερευνηθούν από εξειδικευμένες δημοσκοπικές έρευνες. Η ίδια ακριβώς έλλειψη δεδομένων σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αποδυναμώσει το επιχειρήμά μας ως μία ρεαλιστική προοπτική.

ΟΡΙΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2030 – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ - ΣΚΕΨΕΙΣ

Με τη χρήση στατιστικών δεδομένων και εργαλείων αποτυπώσαμε, σε έναν ικανοποιητικό βαθμό την κατηγοριοποίηση των οχημάτων που σύμφωνα με τις οδηγίες των διεθνών συνθηκών (Παρίσι, 2016) και οργανισμών, θα επιτρέπεται να κυκλοφορούν από το 2030 και με την προϋπόθεση ότι θα διαθέτουν τα απαιτούμενα πρότυπα εκπομπών. Μάλιστα προσδιορίσαμε και ποσοτικά το ποσοστό που αναμένεται ανά κατηγορία. Υπολείπεται ο προσδιορισμός των εκπομπών που θα εκλύονται από την ως άνω χρήση των οχημάτων αυτών κατά το χρονικό διάστημα (2030). Ο επόμενος Πίνακας 95 αποτυπώνει ακριβώς αυτό:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ΣΥΝΟΛΟ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2 (t)	ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ				ΛΟΙΠΑ ΟΧΗΜΑΤΑ			ΑΠΟΣΥΡΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΑ			
		ΣΥΣΤΑΣΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΡΥΠΩΝ (% ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ EURO 6)	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΤΟΛΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ ΟΧΗΜΑ	ΔΙΑΘΡΟΥΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ (t)	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΤΟΛΟΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΡΥΠΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ EURO 6	ΔΙΑΘΡΟΥΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ (t)	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΤΟΛΟΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΡΥΠΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΔΙΑΘΡΟΥΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ (t)
			[[1]*0.30]	[[2]/(1)]	[[4]*(5)*(6)]	[[5]]	[[1]- (5)]	[[8]*(9)]	[[11)-(8)]	[[11)-(8)]	[[11]*(12)]	[[11]*(12)]
1,767,339	2,941,250	45% ΛΙΓΝΙΤΗΣ - 55% ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (0.50)	0.50	550,000	1.66	457,662	1,031,339	0.50	515,670	186,000	0	0
		100% ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (0.50*0.45)	0.23	550,000	1.66	205,948						
		ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΑΘΡΟΥΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ (tonnes) [(7)+(10)+(13)]		847,474	28.81%							
ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙ ΟΙ ΡΥΠΟΙ ΑΠΟ ΤΑ ΜΜΜ ΠΟΥ ΘΑ ΚΛΗΘΟΥΝ ΝΑ ΑΝΑΛΑΒΟΥΝ ΝΕΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ												

Πίνακας 94: Προσδιορισμός εκπομπών από οχήματα σεναρίου #1

Πιο συγκεκριμένα, από τα 1.767.339 οχήματα του 1^{ου} σεναρίου («Σύνολο Οχημάτων» - όρα Πίνακα 94), υπολογίσθηκε ότι το 30% θα αντικατασταθούν από ηλεκτροκίνητα, δηλ. περίπου 550.00 οχήματα (πεδίο 5 του Πίνακα 94). Οι εκπομπές των ως άνω ηλεκτροκίνητων οχημάτων έχουν υπολογισθεί με δύο τρόπους:

- ο πρώτος με την υφιστάμενη σύσταση λιγνίτη και φυσικού αερίου στις μονάδες παραγωγής και
- ο δεύτερος, χωρίς την παρουσία λιγνίτη αφού σύμφωνα με τις κυβερνητικές εξαγγελίες η απολιγνιτοποίηση θα έχει τερματισθεί πριν την δεκαετία του 2030.

Κατά τη δεύτερη περίπτωση, δηλ. αν δεχθούμε πλήρη απολιγνιτοποίηση των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων τότε οι εναπομείναντες ρύποι προερχόμενοι από την ηλεκτροκίνηση, υπολογίζονται σε 205,948 τόνους CO₂, ετησίως. Σε αντίθετη περίπτωση, με την παρουσία λιγνίτη (συνήθως αποτελεί το 45% της καύσης των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων), οι αντίστοιχοι ρύποι υπολογίζονται σε 457,662 τόνους CO₂ (πεδίο 7 του Πιν. 11).

Ακολουθώντας παρόμοιο ειρμό σκέψης, τα οχήματα που θα απομείνουν να κυκλοφορούν έχοντας υποστεί εκτεταμένες και νόμιμες παρεμβάσεις στον κινητήρα τους, με την προοπτική συμβατότητας με κινητήρες euro 6, θα εκλύουν 515,670 τόνους CO₂ (πεδίο 10 του Πίν. 11). **Ο συντελεστής μείωσης ρύπων των υπολογισμών μας λαμβάνει ως βάση αναφοράς τους ρύπους των οχημάτων κατηγορίας EURO 6.**

Τα οχήματα τα οποία θα αποσυρθούν οριστικά δεν θα μολύνουν (μηδενικές εκπομπές).

Συναθροίζοντας το μέσο όρο των ηλεκτρικών οχημάτων, δηλ. $[457.662 + 205.948]/2 = 331.805$ τόνοι ετησίως συν τις ετήσιες εκπομπές των 515,670 τόνων, από τα τροποποιημένα αυτοκίνητα λαμβάνουμε τη συνολική ετήσια επιβάρυνση των **847.474 τόνων CO₂**.

Σύμφωνα με το 1^ο σενάριο οι ανεπιθύμητες εκπομπές που θα παραμείνουν στο περιβάλλον το έτος 2030 και εντεύθεν, τηρουμένων των αναλογιών της κατηγοριοποίησης των οχημάτων θα αποτελούν το $[847.474/2.941.250] / 100 = \mathbf{28,8\%!!}$

Εν ολίγοις, ακόμη και αν ο συνολικός στόλος των οχημάτων που θα παραμείνει το 2030 απαρτίζεται εξ ολοκλήρου από ηλεκτροκίνητα οχήματα, των οποίων η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται αποκλειστικά από φυσικό αέριο, ακόμη και σε αυτή την ακραία περίπτωση δεν πρόκειται να εκμηδενισθούν οι 2.941.250 τόνοι CO₂. Στο ακραίο αυτό σενάριο, οι ρύποι υπολογίζονται σε 592.000 τόνους, δηλ. η εναπομείνασα ποσότητα σε σχέση με την ποσότητα που πρέπει να εκμηδενίσουμε (2.941.250 τόνους) ισούται με ποσοστό της τάξης του 20%.

Επίσης, ειδική μνεία δέον να ληφθεί και ως προς την αύξηση των MMM, η οποία αναμένεται να συντελεστεί στην προσπάθεια εξασφάλισης των 300.000 νέων μετακινήσεων που υπολογίσθηκαν σε προηγούμενη ενότητα του παρόντος κεφαλαίου. Ο οριστικός

υπολογισμός των εκπομπών αυτών εν είδει περιβαλλοντικού ισοζυγίου θα πραγματοποιηθεί όταν υποβάλουμε προτάσεις (Κεφ 6). Το σίγουρο είναι ότι η τελική επιβάρυνση των εκπομπών θα είναι, σαφώς μεγαλύτερη του 30%.

Οδηγούμεστε λοιπόν στο σπινάλ ενός φαύλου κύκλου.

Εκ των αποτελεσμάτων αποδεικνύεται ότι η μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε δεν μπορεί να οδηγήσει στον πλήρη εκμηδενισμό των εκπομπών μέχρι το έτος 2030, για δύο λόγους:

1. Για τα μεν ηλεκτροκίνητα οχήματα, η παραγωγή ενέργειας δεν μπορεί να παραχθεί από 100% ανακυκλώσιμες πηγές ούτε η μεταφορά ενέργειας (από την παραγωγή στη διάθεση-αστικά, βιομηχανικά κέντρα) δύναται να υλοποιηθεί χωρίς ενεργειακές απώλειες. Συνεπώς ακόμη και αν υπήρχε η δυνατότητα ολικής αντικατάστασης του στόλου με ηλεκτροκίνητα, πάλι δεν θα επιτυγχάναμε πλήρη εκμηδενισμό των 2.941.250 τόνων CO₂ που ήταν και ο αρχικός στόχος.
2. Αναφορικά με τα οχήματα συμβατικής τεχνολογίας (εσωτερικής καύσης- Βενζίνης ή diesel) αντιρρυπαντικής ή μη είναι απολύτως φυσιολογική η έκλυση εκπομπών CO₂. Σήμερα, με τις σύγχρονες τεχνολογίες, περιορισμός των εκπομπών CO₂ κάτω των 70 gr/km είναι εφικτός αλλά δεν λύνει το ευρύτερο πρόβλημα του ολικού εκμηδενισμού.

Είναι επόμενο ότι ο στόχος της IPCC (μείωση των εκπομπών κατά 50% μέχρι το 2030) δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτεύξιμος εκτός και αν ζητηθεί να αποσυρθούν-διαγραφούν συνολικά όλα τα 2.941.250 οχήματα του σεναρίου #1. Σε μια τέτοια εκδοχή αλλάζει η μεθοδολογία ενώ η αναζήτηση σεναρίων για βιώσιμη συγκοινωνιακή υποδομή περνάει στη σφαίρα του μη εφικτού – εξωπραγματικού! Για να μπορέσουν οι πολίτες να συμφωνήσουν σε μια μαζική, άνευ προηγουμένου απόσυρση οχημάτων παλαιότερης τεχνολογίας θα πρέπει να ισχύσουν μια από τις δύο ακόλουθες περιπτώσεις (ή και οι δύο ταυτόχρονα):

1. Πλατιά συνειδητοποίηση των δεινών που δέον να επέλθουν από την διαφαινόμενη κλιματική αλλαγή
2. Πλήρης φτωχοποίηση των μαζών

Μια ματιά στην εφήμερη πραγματικότητα του 2021 που διανύουμε (π.χ. σε θέματα όπως ολική αναδιάρθρωση των παραδοσιακών μορφών συναλλαγών – ψηφιακή εποχή, αύξηση της ανεργίας διεθνώς, μαζική φτωχοποίηση και περιθωριοποίηση των μαζών, έκρηξη των ανισοτήτων, κοινωνιοπάθεια κ.λπ.) καταδεικνύει με απόλυτο τρόπο την κατεύθυνση που έχει προ επιλεγεί προκειμένου να επιτευχθούν τα μέτρα στήριξης της κλιματικής αλλαγής. Τα μεγάλα κέντρα λήψης αποφάσεων αδιαφορούν για τις κατά τόπους οικονομικοκοινωνικές συνθήκες διαβίωσης των πολιτών. Το τέλος του πλανήτη ελέω της κλιματικής αλλαγής είναι ante portas και καθώς οι απελπισμένοι χρόνοι απαιτούν απελπισμένα μέτρα δράσης, επαφίεται στις κυβερνήσεις των λαών να επιλέξουν να συνταχθούν με τον διεθνή παράγοντα ή να εφαρμόσουν αντίμετρα που θα στηρίξουν τα κοινωνικά στρώματα που δοκιμάζονται τη τελευταία 10ετία και όχι μόνο.

Για τη δική μας κυβέρνηση παρουσιάζεται μιας πρώτης τάξης ευκαιρία ώστε να προβεί σε ad hoc εκσυγχρονισμό των ΜΜ μεταφοράς, αναβαθμίζοντας τις υποδομές, δημιουργώντας εναλλακτικές «πράσινες» μετακινήσεις και ταυτόχρονα υψώνοντας αναχώματα στην ιδιομετακίνηση που τόσο έχει ταλαιπωρήσει το ελληνικό γίνεσθαι τα τελευταία 50 χρόνια. Προς το παρόν τα ευρωπαϊκά προγράμματα χρηματοδότησης της ηλεκτρομετακίνησης («Αντώνης Τρίτσης») στο Δημόσιο, τα ιδιωτικά προνόμια απόσυρσης του γερασμένου στόλου των πολιτών, με εξαίρεση τα προγράμματα απολογνιτοποίησης, δεν δείχνουν εντατικό σχεδιασμό, εν είδει προστατευτικής ομπρέλας στους ενσκήπτοντες τυφώνες των μέτρων της κλιματικής αλλαγής.

Στο επόμενο Κεφ_4 θα αξιολογήσουμε το status quo των συγκοινωνιών μας στην Αττική και στο επόμενο Κεφ_5 θα αξιολογήσουμε το βαθμό επιβάρυνσης που ενδέχεται να υποστούν τα ΜΜΜ από τις νέες μετακινήσεις. Η όλη αξιολόγηση θα μας βοηθήσει να εντοπίσουμε τα «στεγανά» στα ΜΜΜ και να προβούμε σε αναθεωρητικές προτάσεις στο επόμενο Κεφ_6.

Το Κεφ_6 είναι μονόδρομος στη μεθοδολογία μας αφού μόνο μια ριζική αναδιάρθρωση των ΜΜΜ (με βιώσιμες οικονομικά και περιβαλλοντικά λύσεις) θα μπορούσε να δώσει οριστική λύση προς τη βιώσιμη, αειφόρο μετακίνηση, δηλ. στην κατεύθυνση μετακινήσεων τύπου complete mobility που έχουν ενστερνιστεί πλείστες, ευρωπαϊκές, κυρίως χώρες.

ΚΕΦ_4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΖΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στο προηγούμενο ενότητα προσδιορίσαμε τις νέες, έκτακτες λόγω συνθηκών μετακινήσεις επιβατών προς τα δημόσια μέσα μεταφοράς οι οποίες και θα αγγίζουν μέχρι το τέλος της επόμενης δεκαετίας τις 300.000 τουλάχιστον στις ώρες αιχμής.

Κάποιος θα μπορούσε καλόβουλα να επιχειρηματολογήσει ότι η πολυαναμενόμενη επέκταση #4 του ΑΜΕΛ θα αναλάβει αυτές τις μετακινήσεις που, ορθά, αν κρίνουμε από το μέγεθος της γραμμής (από Γαλάτσι προς Πανόρμου και από εκεί με νέα επέκταση προς το σταθμό Αμαρουσίου) υπολογίζονται να κυμανθούν στο επίπεδο των 200-250.000 επιβατών σε ημερήσια βάση. Βέβαια οι συγκυριακές λόγω των μελλοντικά διαμορφούμενων συνθηκών ελέω της κλιματικής αλλαγής δεν συγκρίνονται με τις τακτικές μετακινήσεις που πρόκειται σταδιακά να αναλάβει η επέκταση, αλλά απλώς πρόκειται να προστεθούν σωρευτικά.

Στην περίπτωση που τα έργα επέκτασης της νέα γραμμής #4 ολοκληρωθούν μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 2020, η επιπρόσθετη ζήτηση των 300.000 νέων, έκτακτων μετακινήσεων λόγω της κλιματικής αλλαγής και του νομοθετικού πλαισίου που θα διέπει τις νέες ταξινομήσεις οχημάτων, θα πρέπει να συμπεριληφθεί στους νέους σχεδιασμός δρομολογήσεων και βελτιστοποίησης ώστε να αποτραπεί τα ΜΜΜ να λειτουργούν σε φάση αδρανούς κορεσμού.

Το βασικό ζήτημα κατά την αξιολόγηση των μέσων μεταφοράς είναι κατά κύριο λόγο **δημοσιονομικό**. Πως μπορούμε να παράσχουμε συγκοινωνιακό έργο υψηλού επιπέδου και ταυτόχρονα να κρατούμε τους προϋπολογισμούς ελεγχόμενους. Πως να διατηρήσουμε δρομολογήσεις σε πολεοδομικές περιοχές που έχουν χαμηλή ζήτηση («άγονες γραμμές») χωρίς να επιδοτούνται τα ελλείμματα από κρατικά κονδύλια. Τυπικές λύσεις σε τέτοια προβλήματα παραγωγικής διαδικασίας προϋποθέτουν είτε την κατακόρυφη αύξηση των κομίστρων ή τη δραστική μείωση του παρεχόμενου έργου για να κρατηθεί το σύστημα λειτουργικό.

Η πολιτική που ενθαρρύνει την παροχή επιπρόσθετου συγκοινωνιακού έργου χωρίς ανταποδοτικότητα, χαρακτηρίζεται ως «κοινωνική» πολιτική και επικροτείται συλλογικά.

Τα τελευταία, τουλάχιστον, τριάντα χρόνια η Πολιτεία επιδοτεί με τεράστια κονδύλια τη δημόσια συγκοινωνία επιτρέποντας το ίδιο επίπεδο παροχών ανεξάρτητα από τα ελλείμματα που συσσωρεύονται μειώνοντας στην ουσία την παραγωγικότητα τη στιγμή που άλλοι κλάδοι επιδιώκουν την αύξηση της παραγωγικότητας. Σήμερα μετά από δέκα χρόνια οικονομικής ύφεσης και στασιμότητας, η Πολιτεία προσπαθεί να εξορθολογήσει τα ελλείμματα δημιουργώντας ταυτόχρονα κενά στη συγκοινωνιακή χωροκαλυπτικότητα και αδυνατώντας να υπερκεράσει τις νέες υποδομές και τεχνολογίες που θα καθιστούσαν τις δημόσιες μεταφορές πιο αυτάρκειες και ταυτόχρονα πιο ελκυστικές στους επιβάτες.

Ως **παραγωγικότητα** ορίζεται το πηλίκο του οτιδήποτε παράγεται με τη μορφή εκροής (output) δια των προϋποθέσεων που απαιτούνται για την παραγωγή εισροών (inputs). Συνήθως αυτό το πηλίκο εκφράζεται με τη μορφή του μέσου όρου κάποιων παραγόμενων ειδών δια των ολικών μορφών που απαιτούνται για τη παραγωγή π.χ. κόστη παραγωγής, πάγια, εργατική δύναμη κ.λπ. Στη δική μας περίπτωση ένας φορέας συγκοινωνιακού έργου, π.χ. ο ΟΣΥ παρήγαγε 78 εκατομμύρια οχηματοχιλιόμετρα ετησίως (output) με συνολικό κόστος 264 εκατομμύρια ευρώ (input). Σε μαθηματικούς όρους η παραγωγικότητα εκφράζεται με το τύπο:

$$\text{ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ} = \text{output} / \Sigma \text{inputs} \quad (\text{Nash, 2006}) \quad (1)$$

Η τεχνική αυτάρκεια (technical efficiency) ενός συστήματος ορίζεται ομαλοποιώντας στατιστικά την παραγωγικότητα σύμφωνα με τις εισροές που θα απαιτηθούν για την παραγωγή μιας μονάδας εκροής. Στη περίπτωση του παραπάνω παραδείγματος με τον ΟΣΥ, η παραγωγικότητα προσδιορίζεται ως 264 εκατομμύρια ευρώ δια 78 εκατομμύρια οχηματοχιλιόμετρα, δηλ. 3,42€ /οχηματοχιλιόμετρο. Η τιμή αυτή θα συγκρινόταν με την αντίστοιχη τιμή ενός άλλου ή άλλων φορέων συγκοινωνιακού έργου για να διαπιστωθεί η «σχετική αυτάρκεια» του φορέα, δηλ. του ΟΣΥ.

Η ιδέα είναι να διαπιστωθούν τα προβλήματα και να ορισθούν οι στρατηγικές οι οποίες θα ... «ωθήσουν» τους φορείς να παράξουν περισσότερο συγκοινωνιακό έργο ελαχιστοποιώντας τις εισροές. Εν ολίγοις, αυτάρκεια είναι η ενδοφυής δυνατότητα ενός συστήματος να μετατρέπει όσον το δυνατόν περισσότερες εισροές σε εκροές, δηλ. με λιγότερα μέσα να παράγεται περισσότερο έργο.

Συνήθως υπάρχουν τρεις τύποι **εισροών** για την παραγωγή όλων των προϊόντων και υπηρεσιών: η εργασία, το επενδυμένο κεφάλαιο και τα ενδιάμεσα αγαθά. Ως εργασία ορίζεται η ανθρώπινη προσπάθεια που καταβάλλεται στην παραγωγική διαδικασία, ως κεφάλαιο ορίζονται οι πάγιες εκμεταλλεύσεις, τα μηχανήματα και οι εξοπλισμοί, τα κτίρια με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιούνται στη παραγωγική διαδικασία. Τα ενδιάμεσα αγαθά προμηθεύονται από την εξωτερική αγορά και η παρουσία τους θεωρείται καταλυτική στην παραγωγική εξέλιξη (π.χ. η ενέργεια).

Μαθηματικά οι εισροές ορίζονται ως:

$$\Sigma \text{inputs} = L + K + I \text{ (Nash, 2006)} \quad (2)$$

Όπου:

L = Labor (εισροή εργασίας)

K = capital (εισροές κεφαλαίου)

I = Intermediate goods (ενδιάμεσα αγαθά)

Η παραγωγικότητα ενός οργανισμού, υπηρεσία ή φορέα εξετάζεται ξεχωριστά για κάθε εισροή για να διαπιστωθεί με ποιο τρόπο επηρεάζεται η παραγωγική διαδικασία και τι στρατηγικές πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να βελτιωθούν τα επίπεδα εκροών. Σύμφωνα με την εξίσωση (1) υπάρχουν τρεις τρόποι να μεγιστοποιηθεί η παραγωγικότητα:

- **Αύξηση των εκροών χρησιμοποιώντας τις ίδιες υποδομές εισροών**
- **Κατακράτηση των εκροών στα ίδια επίπεδα αλλά μειώνοντας τις εισροές**
- **Αύξηση των εκροών χρησιμοποιώντας λιγότερες εισροές**

Από την εξίσωση (2) συνάγεται ότι υπάρχουν δύο τρόποι για να μειωθούν οι εισροές ή σε άλλη διάσταση να βελτιστοποιήσουμε την αυτάρκεια ενός συστήματος. Ο πρώτος τρόπος αφορά στη τροποποίηση των αναλογιών των υφιστάμενων εισροών. Προτιμώνται οι εισροές που είναι πιο επαρκείς σε σχέση με άλλες λιγότερο αυτάρκειες. Ο δεύτερος τρόπος αφορά στη βελτίωση της παραγωγικότητας όλων των εισροών.

Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται να εφαρμοσθούν στρατηγικές και τεχνικές βελτίωσης του φορέα. Ο πρώτος τρόπος βελτίωσης των εκροών (δηλ. αύξηση εκροών διατηρώντας ατόφιες τις εισροές) δύναται να εφαρμοσθεί με ασφάλεια σε παρόχους συγκοινωνιακού έργου, όπως στην περίπτωση που εξετάζουμε.

Ένα παράδειγμα διαχειριστικής βελτίωσης των ΜΜΜ θα μπορούσε να είναι η μείωση των ανθρωποωρών και η ταυτόχρονη αύξηση των επενδύσεων σε νέες, πιο αυτάρκειες τεχνολογίες. Θα μπορούσε να αντικατασταθούν κάποιες λεωφορειακές γραμμές με μια γραμμή ελαφρού τραμ (Nash, 2006).

Βέβαια η ως άνω διαδικασία θα ήταν παραγωγικά αυτάρκης με την προϋπόθεση ότι οι ώρες εργασίας που θα εξοικονομηθούν θα είναι λιγότερο παραγωγικές από την κεφαλαιακή επένδυση, διότι σε διαφορετική περίπτωση το ίδιο σύστημα θα οδηγηθεί σε απορρύθμιση, αυξάνοντας το κόστος λειτουργίας, μειώνοντας την επιβατική κίνηση, αυξάνοντας τις κρατικές επιδοτήσεις σε ανεξέλεγκτες καταστάσεις τόσο στον οικονομικό όσο και στο κοινωνικό τομέα.

Άλλος τρόπος αύξησης της παραγωγικότητας θα μπορούσε να επικεντρωθεί στο θέμα της βελτιστοποίησης των δρομολογίων διανέμοντας περισσότερες βάρδιες σε οδηγούς ή μειώνοντας το μισθολογικό κόστος (υπερωρίες, επιδόματα κ.λπ.). Το οικονομικό τμήμα σε θέματα παραγωγικότητας αναφέρεται ευκολότερα σε ιδιωτικές εταιρείες ή οργανισμούς όπου όλες οι εισροές αγοράζονται και όλες οι εκροές πωλούνται. Οι διακριτές διαφορές μεταξύ

παραγωγικότητας ή έλλειψης αυτής προσδιορίζονται στον οικονομικό τομέα αποκλειστικά. Έτσι, η εφαρμογή στρατηγικών ενίσχυσης της υφιστάμενης παραγωγικότητας για ιδιωτικές εταιρείες, ακολουθεί ομαλότερη πορεία από άλλους οργανισμούς, όπως εκείνων των παρόχων δημόσιων μεταφορών, των οποίων οι εκροές δεν περιγράφονται αποκλειστικά με οικονομικούς όρους.

Συνεπώς η όλη δυσκολία αξιολόγησης του έργου των δημόσιων μεταφορών βασίζεται στο γεγονός ότι πρέπει να επιλεγθούν συγκεκριμένοι δείκτες, ομαλοποιημένοι για όλες τις μορφές μεταφορών, οι οποίοι εν συνεχεία θα μπορούσαν να συγκεραστούν με οικονομικούς δείκτες. Πολλοί ερευνητές έχουν καταλήξει ότι εκροές που βασίζονται σε:

- Έσοδα από την επιβατική κίνηση
- Οχηματοχιλιόμετρα - οχηματοώρες
- Επιβατοχιλιόμετρα – επιβατοώρες
- Ατυχήματα
- Συχνότητα δρομολογίων

σε γενικές γραμμές, αποτελούν αντικειμενική βάση προσδιορισμού της αυτάρκειας του οργανισμού χωρίς να εμπλέκονται προσωπικές – υποκειμενικές απόψεις. Για το λόγο αυτό δεν υπεισέρχονται προσωπικές απόψεις, με τη μορφή ερωτηματολογίων, όπως καθαριότητα χώρων, γρήγορη μετακίνηση, συμπεριφορά προσωπικού κ.λπ.

Σε γενικές γραμμές η παραγωγική αυτάρκεια των δημόσιων συγκοινωνιών κρίνεται σε επίπεδο παροχής υπηρεσιών και κυρίως στο πως θα ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος ολοκλήρωσης των δρομολογίων, που αποτελεί και το βασικότερο παράγοντα αυτάρκειας του φορέα. Με δεδομένο το οδικό δίκτυο για το οποίο δεν μπορούμε να επέμβουμε, τη χωροτακτική δομή του δικτύου και των σταθμών αναμονής, η ελαχιστοποίηση του χρόνου ταξιδιού αποτελεί ένα εφικτό στόχο για όλους τους οργανισμούς ΜΜ.

Περνώντας από τη θεωρητική βάση στην εφαρμογή μεθόδων μέτρησης της παραγωγικής αυτάρκειας ενός παρόχου συγκοινωνιακού έργου οι περισσότεροι ερευνητές καταλήγουν στη χρήση του στατιστικού εργαλείου DEA (Data Envelopment Analysis).

Ας αναλογισθούμε ότι υπάρχουν φορείς – πάροχοι δημόσιων μεταφορών, π.χ. U1, U2, κ.λπ. που παράγουν **r** εκροές και **m** εισροές. Αν θεωρήσουμε ότι **X** είναι η ορίζουσα των εισροών και **Y** είναι η ορίζουσα των εκροών, τότε η ως άνω διαδικασία σε μαθηματικούς όρους παρουσιάζεται ως:

$$\frac{\text{weighted sum of outputs}}{\text{weighted sum of inputs}} = \frac{\sum_k u_k Y_{kq}}{\sum_j v_j X_{jq}}$$

Ως **v_j** καθορίζεται ο συντελεστής βαρύτητας κάθε εισροής $j = 1, 2, 3, \dots$ (συνήθως λαμβάνει τη τιμή 1) και ως **U_k** καθορίζεται ο συντελεστής βαρύτητας κάθε εκροής $k = 1, 2, 3, \dots$. Ένας τρόπος αξιολόγησης θα ήταν να μεγιστοποιηθούν οι εκροές Y, σύμφωνα με τη σχέση (Joblonsky, 2008):

$$\begin{aligned} &\text{maximize} && \frac{\sum_k u_k Y_{kq}}{\sum_j v_j X_{jq}} \\ &\text{subject to} && \frac{\sum_k u_k Y_{kp}}{\sum_j v_j X_{jp}} \leq 1, && p = 1, 2, \dots, n && (1) \\ &&& u_i \geq \varepsilon, && i = 1, 2, \dots, r && (1) \\ &&& v_j \geq \varepsilon, && j = 1, 2, \dots, m && \end{aligned}$$

Στη δική μας τη περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε εφαρμογές του MS Excel για την εξαγωγή των συμπερασμάτων και θα το ελέγξουμε με ένα πρόγραμμα freeware, το DEAP, μόνο που με

τη χρήση αυτών των προγραμμάτων προτιμάται η μέθοδος DEA (CCR), όπου ελαχιστοποιούνται οι εισροές, σύμφωνα με τη σχέση:

$$\begin{aligned}
 &\text{minimize} && z = \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{k=1}^r s_k^+ \right) \\
 &\text{subject to} && \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{iq}, && i = 1, 2, \dots, m \\
 &&& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} - s_k^+ = y_{kq}, && k = 1, 2, \dots, r \\
 &&& \lambda_j \geq 0, s_k^+ \geq 0, s_i^- \geq 0,
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Σχήμ
α
1:(2)

Όπου η μέγιστη τιμή για θ (τεχνική επάρκεια) δεν μπορεί να ξεπερνά το 1.

Επομένως θα πρέπει να καθορίσουμε τις κατάλληλες εκροές προκειμένου να αξιολογήσουμε δύο παρόχους συγκοινωνιακού έργου, δηλ. τον ΟΣΥ και τη ΣΤΑΣΥ, οι οποίοι από το 2016 και μετά συνυπάρχουν κάτω από την ομπρέλα του ΟΑΣΑ.

Συνεπώς δεδομένα από τους δύο αυτούς φορείς παραπέμπουν στα έτη 2016. Από το 2016 και μετά εκδίδονται απολογιστικά στοιχεία μόνο για τον ΟΑΣΑ με επιμέρους ειδικές αναφορές για ΟΣΥ και ΣΤΑΣΥ.

Τα κριτήρια για τις εισροές/εκροές των ομίλων επιλέχθηκαν από άλλες έρευνες που έχουν διεξαχθεί παγκοσμίως (Loop van der & Jong de, 1997):

impacts on travellers	costs and revenues	regional impacts	environmental impacts	administrative impacts
<ul style="list-style-type: none"> -travel times -travel cost -probability of having a seat -punctuality -comfort -safety in public transport -image 	<ul style="list-style-type: none"> -investment cost -operating cost -revenues 	<ul style="list-style-type: none"> -space consumption -barrier effect -impact on distribution of employment and population -disruption during construction 	<ul style="list-style-type: none"> -emissions -noise -visual effect -traffic safety 	<ul style="list-style-type: none"> -technical complexity -flexible expansion of capacity -construction in phases -response to emergencies -exclusion of future options

Στη δική μας περίπτωση ως εισροές χρησιμοποιήθηκαν οικονομικά – ισολογιστικά στοιχεία (κύκλος εργασιών-έσοδα / έξοδα,), στοιχεία εργατικού δυναμικού, πάγιος εξοπλισμός (λεωφορεία, βαγόνια κ.λπ. χωρίς ομαλοποίηση). Στοιχεία εκροών αποτελούν στοιχεία που προέρχονται από την παραγωγή του συγκοινωνιακού έργου, όπως οχηματοχιλιόμετρα, επιβατική κίνηση, στοιχεία ατυχημάτων κ.λπ. (βλ. Πίνακες 96 & 97).

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΣΥ 2016	
inputs	
ΕΣΟΔΑ	221,906,138
ΕΞΟΔΑ	263,947,619
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	5,300
ΣΤΟΛΟΣ	2,733
outputs	
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ	3,993,987
ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ	3,641,058
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	91.16%
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	17.50
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΘΕΝΤΑ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ	85,363,413
ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ	78,250,292
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΩΝ	91.67%
ΕΤΗΣΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	346,750,000
ΕΥΡΩ/ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΟ	3.37
ΕΥΡΩ/ΕΠΙΒΑΤΗ	0.76
ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	4,162

Πίνακας 96: Στοιχεία ΟΣΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΣΥ 2016	
inputs	
ΕΣΟΔΑ	105,948,889
ΕΞΟΔΑ	176,848,574
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	2,544
ΣΤΟΛΟΣ	675
outputs	
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ	525,563
ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ	524,670
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	99.83%
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	12
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΘΕΝΤΑ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ	50,957,009
ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ	50,712,415
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΩΝ	99.52%
ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	273,330,458
ΕΥΡΩ/ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΟ	3.49
ΕΥΡΩ/ΕΠΙΒΑΤΗ	0.65
ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	800

Πίνακας 97: Στοιχεία ΣΤΑΣΥ

Αντικαθιστώντας τα ανωτέρω στοιχεία σε εφαρμογή excel που βασίσθηκε στην εξίσωση (2) παραπάνω λαμβάνουμε τα εξής αποτελέσματα (Πίνακας 98).

Στο Πίνακα 3 αποτυπώνεται η σχετική επάρκεια της ΟΣΥ σε σχέση με την ΣΤΑΣΥ, η τιμή της οποίας προσδιορίζεται ως **1,00**. Δημιουργώντας νέα επανεκκίνηση με στοιχεία του ΟΣΥ βρίσκουμε ότι και η ΣΤΑΣΥ επιστρέφει τιμή **1,00**.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΟΣΥ

Τεχνική Επάρκεια 1

w1	w2	E
1	2.9976E-15	1

	ΟΣΥ	ΣΤΑΣΥ
ΕΣΟΔΑ	221,906,138	105,948,889
ΕΞΟΔΑ	263,947,619	176,848,574
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	5,300	2,544
ΣΤΟΛΟΣ	2,733	675
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ	3,993,987	525,563
ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ	3,641,058	524,670
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	0.912	0.998
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΘΕΝΤΑ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ	85,363,413	50,957,009
ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ	78,250,292	50,712,495
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΩΝ	0.917	0.995
ΕΤΗΣΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	346,750,000	273,330,458
ΕΥΡΩ/ΟΧΗΜΑΤΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΟ	3.370	3.490
ΕΥΡΩ/ΕΠΙΒΑΤΗ	0.760	0.650
ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	4,162	800

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

2.22E+08	less	221906138
2.64E+08	less	263947619
5300	less	5300
2733	less	2733
3993987	more	3,993,987
3641058	more	3,641,058
0.912	more	1
85363413	more	85,363,413
78250292	more	78,250,292
0.917	more	1
3.47E+08	more	346,750,000
3.37	more	3
0.76	more	1
4162	more	4,162

constraints	1	1	1	equals	1
--------------------	---	---	---	--------	---

Πίνακας 98: Αποτελέσματα μεθόδου DEA από MS excel

Χρησιμοποιώντας τη δεύτερη εφαρμογή (DEAP) τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακα 100, 101 και 102.

```

EG1-out.txt - Notepad
File Edit Format View Help
Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = Egl-ins.txt
Data file       = egl-dta.txt

Input orientated DEA

Scale assumption: CRS

Slacks calculated using multi-stage method

EFFICIENCY SUMMARY:

firm    te
  1    1.000
  2    1.000

mean 1.000

```

Πίνακας 99: Αποτελέσματα μεθόδου DEA από MS excel

```

FIRM BY FIRM RESULTS:

results for firm: 1
technical efficiency = 1.000
PROJECTION SUMMARY:
variable          original      radial      slack      projected
                  value        movement  movement  value
output  1         3993987.000  0.000      0.000     3993987.000
output  2         3641058.000  0.000      0.000     3641058.000
output  3              0.912      0.000      0.000      0.912
output  4         85363413.000  0.000      0.000     85363413.000
output  5         78250292.000  0.000      0.000     78250292.000
output  6              0.917      0.000      0.000      0.917
output  7         346750000.000  0.000      0.000     346750000.000
output  8              3.370      0.000      0.000      3.370
output  9              0.760      0.000      0.000      0.760
output 10          4162.000      0.000      0.000      4162.000
input   1         221906138.000  0.000      0.000     221906138.000
input   2         263947619.000  0.000      0.000     263947619.000
input   3           5300.000      0.000      0.000      5300.000
input   4          2733.000      0.000      0.000      2733.000
LISTING OF PEERS:
peer    lambda weight
  1      1.000

```

Πίνακας 100: Τεχνική επάρκεια ΟΣΥ μέσω DEAP v.1.5

```

results for firm: 2
technical efficiency = 1.000
PROJECTION SUMMARY:
variable          original      radial      slack      projected
                  value        movement  movement  value
output  1         525563.000      0.000      0.000     525563.000
output  2         524670.000      0.000      0.000     524670.000
output  3              0.998      0.000      0.000      0.998
output  4         50957009.000  0.000      0.000     50957009.000
output  5         50712495.000  0.000      0.000     50712495.000
output  6              0.995      0.000      0.000      0.995
output  7         273330458.000  0.000      0.000     273330458.000
output  8              3.490      0.000      0.000      3.490
output  9              0.650      0.000      0.000      0.650
output 10          800.000      0.000      0.000      800.000
input   1         105948889.000  0.000      0.000     105948889.000
input   2         76848574.000  0.000      0.000     76848574.000
input   3          2544.000      0.000      0.000      2544.000
input   4          675.000      0.000      0.000      675.000
LISTING OF PEERS:
peer    lambda weight
  2      1.000

```

Πίνακας 101: Τεχνική επάρκεια ΣΤΑΣΥ μέσω DEAP v.1.5

Συμπερασματικά καταλήγουμε ότι και οι δύο πάροχοι συγκοινωνιακού έργου, δηλ. ο ΟΣΥ και η ΣΤΑΣΥ, είναι εξ ίσου αυτόνομοι στη μεταξύ τους συγκριτική αξιολόγηση, βρισκόμενοι στις παρυφές του φακέλου του DEA (100% σχετική επάρκεια). Η αξιολόγηση της επάρκειας βασίστηκε στην ανά κατηγορία βαρύτητα των οικονομικών και φυσικών πόρων που κατέβαλλε κάθε φορέας προκειμένου να παράξει μια μονάδα έργου.

Οι δύο αυτοί πάροχοι είναι υπερχρεωμένοι και ο μοναδικός τρόπος να ισοσκελίσουν τα ελλείμματα, παραμένει η πίστωση μέσω κρατικών επιδοτήσεων. Εντούτοις με το διαθέσιμο τεχνικό εξοπλισμό σε λεωφορεία ή συστοιχίες βαγονιών και το διαθέσιμο ανθρώπινο δυναμικό, οι δύο αυτοί φορείς, παράγουν αξιοσημείωτο έργο με εκατοντάδες χιλιάδες ή και εκατομμύρια δρομολογίων και μάλιστα, με υψηλό συντελεστή εκτέλεσης (άνω του 95%), σύμφωνα με τα απογραφικά και ισολογιστικά στοιχεία τους. Λαμβάνοντας υπόψη και την επιδότηση, η οποία αγγίζει το 40% - 50% των εσόδων τους, το κόστος μετακίνησης ανά επιβάτη καθορίζεται στα 76 σεντς. Εντούτοις το ατομικό εισιτήριο κοστίζει 1,40 ευρώ που υποδηλώνει ότι πολλοί επιβάτες δεν πληρώνουν το αντίτιμο του εισιτηρίου ή ότι τα έξοδα διαχείρισης των φορέων αυτών είναι εξωπραγματικά, έχοντας συσσωρεύσει δεκαετίες παθητικών ισολογισμών μη δυνάμενων πλέον, να αναχρηματοδοτηθούν.

Θεωρείται δεδομένο ότι με την καθεστηκυία κατάσταση, αύξηση των εσόδων από τα εισιτήρια μόνο, κατά 25% μπορεί, εύκολα να επιτευχθεί με κατάλληλες πρακτικές. Επίσης, μπορεί να επιτευχθεί μείωση των εκροών (π.χ. των δρομολογίων), εξοικονομώντας σε πόρους, περίπου 10% επιπλέον μείωση των εξόδων. Συνολικά από τον ΟΣΥ μόνο, η Πολιτεία μπορεί να εξοικονομήσει ετήσια έσοδα της τάξης των 45 εκατομμυρίων, με τα οποία μπορεί να χρηματοδοτήσει την επανένταξη άπορων συμπολιτών μας σε νέα εργασιακά σχήματα ή και άλλης μορφής παραγωγικές απασχολήσεις. Την ίδια στιγμή θα ενισχυθεί η επιβατική κίνηση με νέους εργαζόμενους και θα τερματισθεί ο φαύλος κύκλος της οικονομικοκοινωνικής απάθειας για πολλούς άνεργους συναδέλφους μας.

Τα βήματα που πρέπει να ληφθούν είναι συγκεκριμένα και δεν χρειάζεται να αναστατωθεί η ομαλότητα των εργασιακών/συνδικαλιστικών σχέσεων των εργαζομένων που δραστηριοποιούνται στις δημόσιες μεταφορές, όπως οδηγοί, χειριστές, τεχνικοί, διοικητικοί

κ.λπ. Οι δύο αυτοί πάροχοι MMM διαθέτουν σημαντική εμπειρία, αξιοσημείωτη τεχνογνωσία και με τα κατάλληλα κίνητρα μπορούν να γίνουν ισότιμα ανταγωνιστικοί με τους αντίστοιχους ευρωπαϊκούς παρόχους. Στην επόμενη ενότητα θα διαπιστώσουμε, πόσο τα δημόσια MMM καλύπτουν χωροτακτικά τις ανάγκες των διαμενόντων στην Αττική.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΟΚΑΛΥΠΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΜΜ

Στην ενότητα θα αξιολογήσουμε τη χωροτακτική διείδυση των δημόσιων μεταφορών στη Περιφέρεια Αττικής, εν ολίγοις θα κρίνουμε αν οι υφιστάμενες δρομολογήσεις εξυπηρετούν τις υψηλές πληθυσμιακές συσσωρεύσεις της Αθήνας.

Για να προβούμε στην ως άνω αξιολόγηση θα χρειασθεί να επεξεργασθούμε πληθυσμιακά δεδομένα που έχουμε μεταφορτώσει από την ιστοσελίδα της ΕΛΣΤΑΤ. Η πληροφορία αυτή θα εισαχθεί προς ανάλυση στο πρόγραμμα Arc Map 10.2.2 (πρόγραμμα που αποδίδει χωρικές γεωαναφορές) μέσω του οποίου θα διαχειριστούμε πληροφορίες σχετικά με:

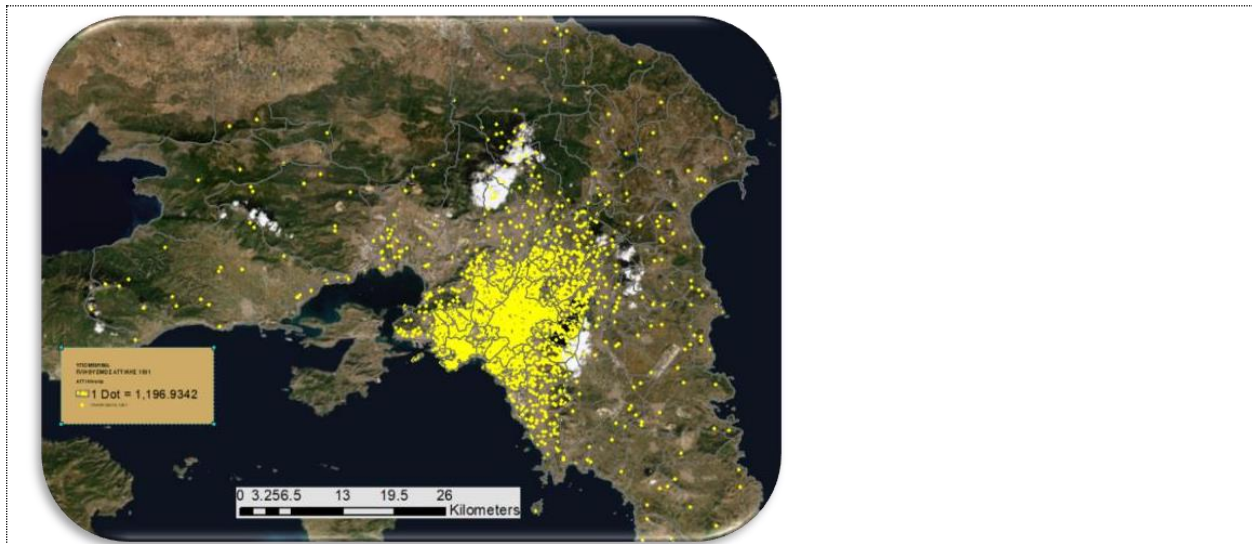
- Τη πληθυσμιακή πυκνότητα κατά τα απογραφικά έτη 1991, 2001 και 2011
- Τις πυκνότητες πληθυσμού ανά απογραφική χρονολογία και δημοτική ενότητα (κρατήθηκε μια ομοιογένεια στις δημοτικές – κοινοτικές ενότητες από το 1991 χωρίς να συνυπολογίσουμε τους καποδιστριακούς ή και καλλικρατικούς δήμους). Συνολικά στην ηπειρωτική Περιφέρεια Αττικής-εκτός από Σαλαμίνα, Αίγινα, Πόρο-Σπέτσες - Ύδρα, συλλέχθηκαν στατιστικά-απογραφικά στοιχεία για 112 δημοτικές ενότητες
- Το συντελεστή r , ο οποίος υποδηλοί το ρυθμό πληθυσμιακής ανάπτυξης
- Τις μελλοντικές συσσωρεύσεις πληθυσμού και μάλιστα κατά το 2031 γύρω από το οποίο βασίσθηκε η παρούσα σπουδή

Στον Πίνακα 103 παρουσιάζεται δείγμα αυτής της πληροφορίας.

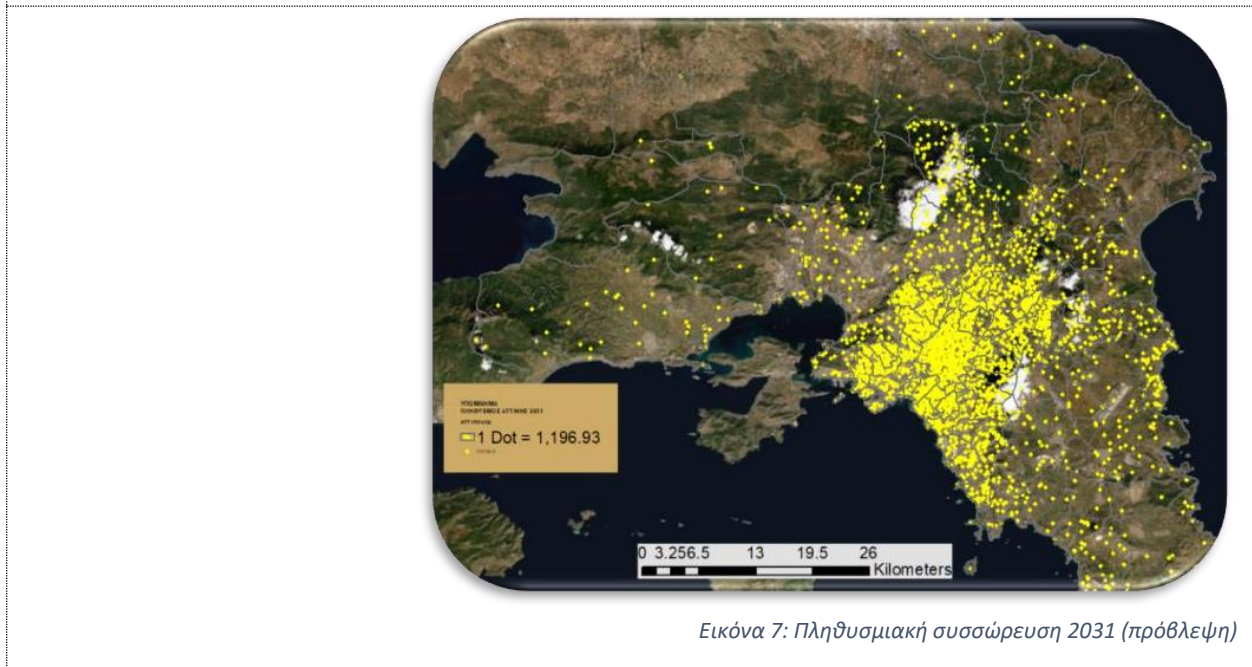
ΑΒΣ ΤΠΔ	ΔΗΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2011	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1991	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΕΜΒΑΔΟΝ - ΠΥΚΝΩΣΗ	ΠΥΚΝΩΣΗ 2011	ΠΥΚΝΩΣΗ 2001	ΠΥΚΝΩΣΗ 1991	r2001_2011	r1991_2001	rAVG	POP2031	ΠΠΣ 2031
5080	Αγία Βαρβάρα	26,550	31,354	29,426	7,249.63	2,171,625.04	2.17	12,226	14,438	13,550	-0.01663121	0.0063463	-0.00514	23,955	11,031
5060	Αγία Παρασκευή	59,704	60,065	48,557	13,626.18	8,378,723.54	8.38	7,126	7,169	5,795	-0.00060283	0.0212689	0.010333	73,410	8,761
5081	Αγιοι Ανάργυροι	34,168	35,072	31,852	11,239.69	3,263,372.07	3.26	10,470	10,747	9,760	-0.00261136	0.0096303	0.003509	36,652	11,231
5088	Αγιοι Δημήτριος και Γεωργίου	71,294	68,719	59,662	12,700.48	4,983,161.31	4.98	14,307	13,790	11,973	0.00367864	0.014133	0.008906	85,194	17,096
5111	Αγιοι Κωνσταντίνος και Ελένης	728	649	560	21,845.69	10,507,959.94	10.51	69	62	53	0.01148683	0.0147496	0.013118	946	90
5102	Αγιοι Στέφανος και Κωνσταντίνου	10,015	8,961	5,042	13,436.28	7,887,278.87	7.89	1,270	1,136	639	0.01112021	0.0575079	0.034314	19,893	2,522
5049	Αθήνα	664,046	789,166	816,556	37,643.35	38,980,275.47	38.98	17,035	20,245	20,948	-0.01726253	-0.0034119	-0.01034	540,021	13,854
5083	Αργάνη	69,946	77,917	81,607	10,668.62	6,421,213.23	6.42	10,893	12,134	12,709	-0.01079206	-0.0046271	-0.00771	59,951	9,336
5089	Άλμπος	41,720	39,800	32,514	15,471.74	5,983,473.75	5.98	6,973	6,652	5,434	0.00471137	0.0202196	0.012465	53,533	8,947
5126	Ανάβυσσος	6,202	6,721	3,315	23,271.29	14,717,139.29	14.72	421	457	225	-0.00803651	0.0706779	0.031321	11,603	788
1	Ανθούσα	2,132	2,389	2,889	9,663.31	3,152,587.56	3.15	676	758	916	-0.01138144	-0.0190036	-0.01519	1,573	499
1	Άρδη	6,510	5,276	2,770	8,357.23	4,076,644.98	4.08	1,597	1,294	679	0.02101712	0.0644321	0.042725	15,300	3,753

Πίνακας 102: Πληθυσμιακά στοιχεία. Πηγή ΕΛΣΤΑΤ. Ίδια επεξεργασία

Στις εικόνες 6 και 7 παρουσιάζονται οι πυκνώσεις πληθυσμού κατά τα έτη 1991 και 2031 (πρόβλεψη). Η πρόβλεψη της ανθρώπινης πληθυσμιακής ανάπτυξης προσομοιώνεται καλύτερα κάνοντας χρήση του εκθετικού ρυθμού ανάπτυξης. Τα περισσότερα βιολογικά είδη, λόγω των περιορισμένων πόρων διαβίωσης ακολουθούν το λεγόμενο λογιστικό ρυθμό ανάπτυξης.



Εικόνα 6: Πληθυσμιακή συσσώρευση 1991



Εικόνα 7: Πληθυσμιακή συσσώρευση 2031 (πρόβλεψη)

Ο εκθετικός ρυθμός ανάπτυξης συνεπάγεται από μια αλληλουχία μαθηματικών και βιολογικών σχέσεων. Πιο συγκεκριμένα ο ρυθμός ανάπτυξης του ανθρώπινου πληθυσμού (N) σε σχέση με το χρόνο ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ των γεννήσεων και των θανάτων, ή σε μαθηματικούς όρους:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = B - D \quad (1)$$

Το B (Births-γεννήσεις) μπορεί να γραφεί ως υποπολλαπλάσιο του N, δηλ. ως $\beta \cdot N$ και το D ως $\gamma \cdot N$, δηλ. $B - D = (\beta - \gamma) \cdot N$

Η ως άνω εξίσωση (B - D) (Births - Deaths) μπορεί να γραφεί ως $r \cdot N$, δηλ. η διαφορά γεννήσεων από τους θανάτους είναι μια μεταβλητή, r, θετική (>0) και μπορεί να γραφεί ως:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = rN \quad (2)$$

Η (2) είναι διαφορική εξίσωση α' βαθμού και για να λυθεί πρέπει να διαχωρισθούν οι μεταβλητές dN και dt παίρνοντας τη τελική μορφή:

$$\int \left(\frac{1}{N}\right) dN = \int r dt \quad \text{της οποίας η λύση είναι:}$$

$$\ln N = rt + c \quad \text{ή} \quad e^{(\ln N)} = e^{(rt+C)} \quad (3)$$

Από την (3) συνάγεται η γνωστή σχέση υπολογισμού της πληθυσμιακής αύξησης, που είναι η ακόλουθη:

$$N(t) = Ce^{rt} \quad (4)$$

Ως N υποδηλώνεται ο πληθυσμός ανά πάσα χρονική στιγμή, ως C υποδηλώνεται ο πληθυσμός στο χρόνο 0 (μηδέν, ή χρόνος αναφοράς), ως r υποδηλώνεται ο ρυθμός αύξησης (intrinsic rate of growth) και ως t υποδηλώνεται ο χρόνος στο μέλλον που επιθυμούμε να προβλέψουμε.

Αναφερόμενοι στο Πίν. 5 υπολογίσθηκε το $r_{(AVG)}$ (Εικ. 5), δηλ. ο μέσος όρος των r (ρυθμών αύξησης) των δεκαετιών 1991-2001 και 2001-2011. Γνωρίζοντας, λοιπόν το $r_{(AVG)}$, μέσω της

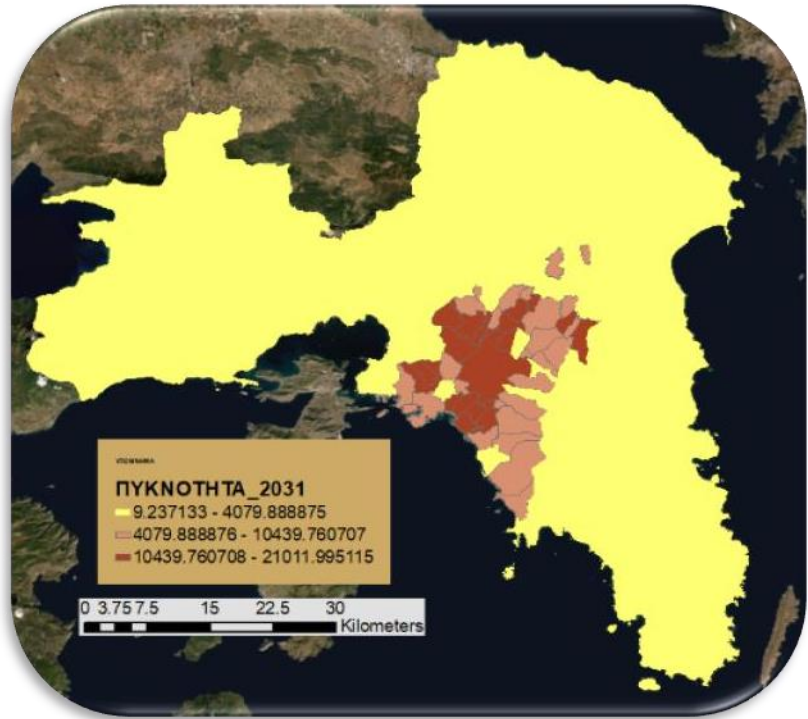
σχέσης (4) μπορέσαμε να υπολογίσουμε στατιστικά τους πληθυσμούς και πυκνότητες κατά το έτος 2031.

Από τις εικόνες. 6 και 7 παρατηρούμε ότι το κλεινό άστυ που θα μπορούσε τις προηγούμενες δεκαετίες να χαρακτηριστεί ως compact city, από το 2011 και, κυρίως το 2031, δείχνει μια τάση άναρχης αστικής εξάπλωσης εκτεινόμενη προς τα ΝΑ (νοτίως του Αλίμου και κατά μήκος της παραλιακής) και προς τα ανατολικά της Παλλήνης προς την Αρτέμιδα. Ουσιαστικά φαίνεται ότι αστικοποιείται όλη περιοχή ανατολικά της Πεντέλης.

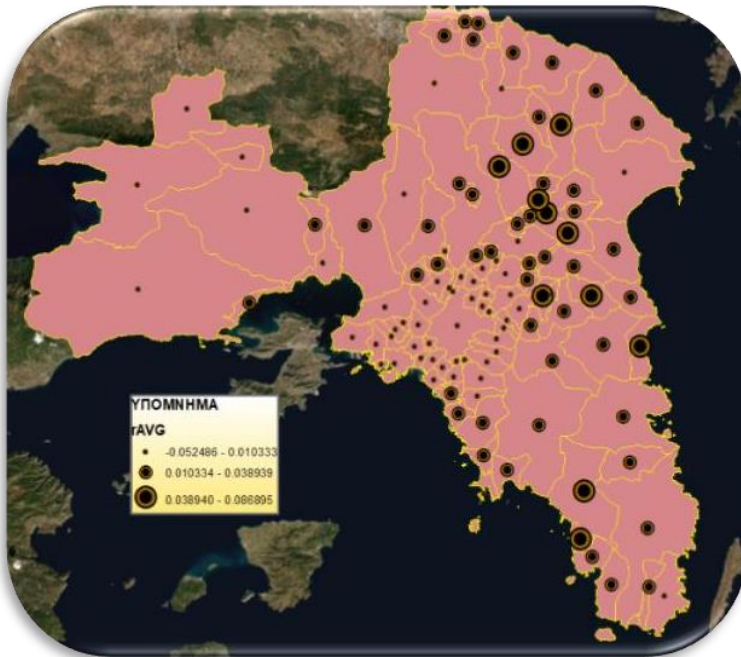
Την ίδια στιγμή ο πρώην πυκνοκατοικημένος πληθυσμός της Αθήνας δείχνει σημεία αραιώσης και αποκέντρωσης, ενώ οι ρυθμοί πληθυσμιακής ανάπτυξης, τις 3 τελευταίες δεκαετίες δείχνουν αρνητικούς βαθμούς. Εξάιρεση αποτελεί ο Πειραιάς που η πυκνότητα εξακολουθεί να είναι πολύ μεγάλη. Το ίδιο ισχύει και για τους όμορους δήμους του Πειραιά, δηλ. Δραπετσώνα, Νίκαια κ.λπ. Στις Εικόνες 8 και 9 παρουσιάζεται η αστική πυκνότητα ανά δημοτική ενότητα και κατά τα έτη 1991 και 2031.



Εικόνα 8: Αστική πυκνότητα – Αττική (1991)



Εικόνα 9: Αστική πυκνότητα – Αττική (2031)



Εικόνα 10: r (avg)

Στην παρακείμενη Εικόνα 10, έχει αποτυπωθεί ο μέσος δείκτης ανάπτυξης r (avg). Σύμφωνα με το συνημμένο υπόμνημα, οι μικρές κουκίδες αντιπροσωπεύουν αύξηση πληθυσμού της τάξης από -5,2% έως 1%. Οι μεγάλες κουκίδες αντιπροσωπεύουν πληθυσμιακές αυξήσεις μέχρι 6,8%.

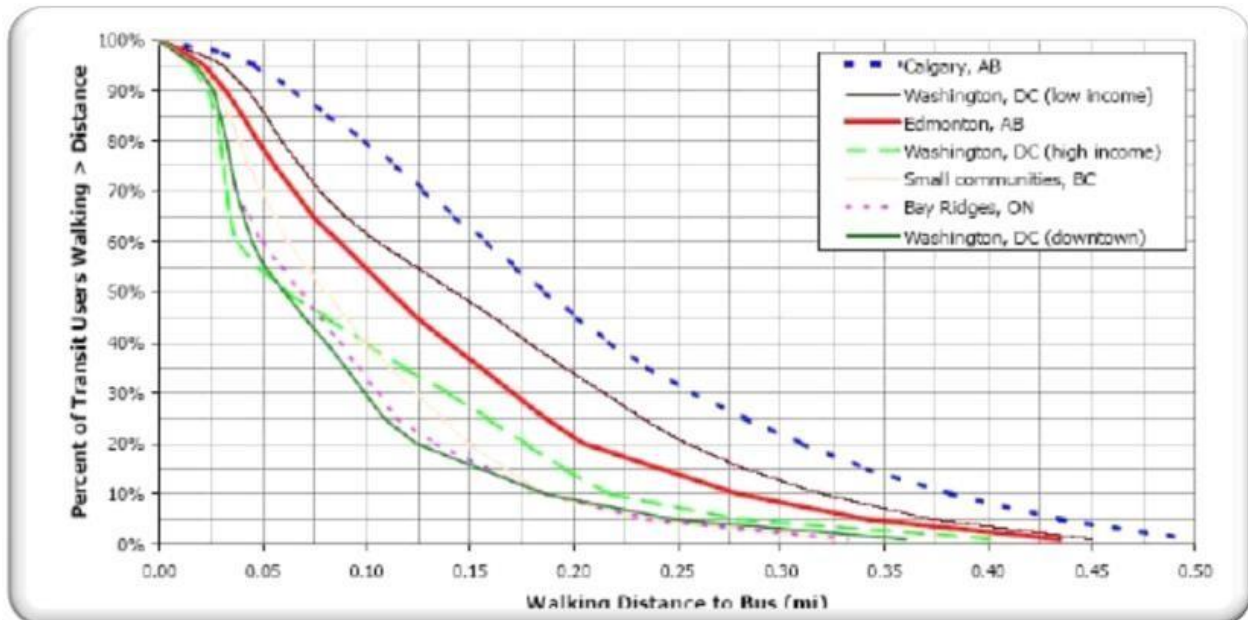
Η γεωγραφική κατανομή του δείκτη r δείχνει, επίσης, ροπές επανεγκατάστασης προς τα βόρεια- ανατολικά και σε μικρότερη κλίμακα προς τα νότια.

Στην επόμενη ενότητα θα κάνουμε χρήση ειδικού προγράμματος αστικής εξάπλωσης για να διαπιστώσουμε πως οι δημόσιες συγκοινωνίες οφείλουν να αναδιαρθρωθούν για να εξυπηρετήσουν τις μελλοντικές αστικές πυκνώσεις, στη περίπτωση που διαπιστωθεί κεντροβαρική μετατόπιση των πολεοδομικών κέντρων προς τα άκρα.

Εν συνεχεία δημιουργήσαμε αρχεία τύπου shapfiles για εισαγωγή στο Arc. Δημιουργήσαμε αρχείο για τους σταθμούς μετεπιβίβασης στο μετρό, ΗΣΑΠ και ξεχωριστό αρχείο για τις γραμμές ΟΑΣΑ. Επειδή ήταν αδύνατο να καταχωρήσουμε όλες τις αστικές γραμμές επιλέξαμε αντιπροσωπευτικές γραμμές κορμού που να εξυπηρετούν συγκεκριμένες κατευθύνσεις ώστε να μπορούμε να εξετάσουμε αν υπάρχει επαρκής χωροκαλυπτικότητα. Πιο συγκεκριμένα καταχωρήσαμε τις γραμμές κορμού: Α1 (Πειραιάς – Βούλα), Α15 (Στ. Λαρίσης – Δάσος), Α3 (Ακαδημία – Γλυφάδα, μέσω Λ. Βουλιαγμένης), Α7 (Στουρνάρη – Κηφισιά), Α8 (Πολυτεχνείο – Ν. Ιωνία – Μαρούσι), Β11 (Πλ. Βάθης - Ίλιον – Πετρούπολη), Β10 (Στ. Λαρίσης – Αχαρνές), Β18 (Ομόνοια – Πέραμα) και Β5 (Στ. Λαρίσης – Αγ. Παρασκευή). Οι λοιπές γραμμές κορμού είτε εκτείνονταν σε παράλληλους άξονες με τους αντιπροσωπευτικούς που επιλέξαμε είτε η συνολική τους διαδρομή δεν είχε το εύρος των αντιπροσωπευτικών της επιλογής μας.

Μένει να προσδιορίσουμε τη ζώνη επιρροής των μέσων. Η παρουσία ή η απουσία δημόσιων μεταφορών από το σημείο προέλευσης ή προορισμού του μέσου επιβάτη, αποτελεί και τη τελική επιλογή του επιβάτη αν θα επιλέξει αυτό το μέσο. Κάτω από ιδανικές συνθήκες, η απόσταση των ΜΜΜ και του επιβάτη, θα πρέπει να προσεγγίζεται με το απλό βάδισμα. Και οι δύο άκρες της μετακίνησης θα πρέπει να είναι άμεσα και γρήγορα προσεγγίσιμες αλλά η βαρύτητα των επιβατών δίνεται στον προορισμό αφού εκεί δεν υπάρχουν οι δυνατότητες που μπορεί να χρησιμοποιεί ο χρήστης μέχρι να φθάσει στην αρχή της μετακίνησής του. Με λίγα λόγια ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί το αυτοκίνητό του για να προσεγγίσει ένα σταθμό επιβίβασης που διαθέτει υπηρεσίες park & ride, σίγουρα, όμως στον τελικό του προορισμό δεν θα βρει αντίστοιχες υπηρεσίες.

Η μέγιστη απόσταση που θα βαδίσουν οι χρήστες μέχρι τα σημεία επιβίβασης εξαρτάται από τις συνθήκες. Στη Γραφική Παράσταση 13 δείχνει τα αποτελέσματα ερευνών που διενεργήθηκαν σε βορειοαμερικανικές πόλεις (Young - Kho, Sik-Park, Ho-Kim, & Ho-Kim, 2005).



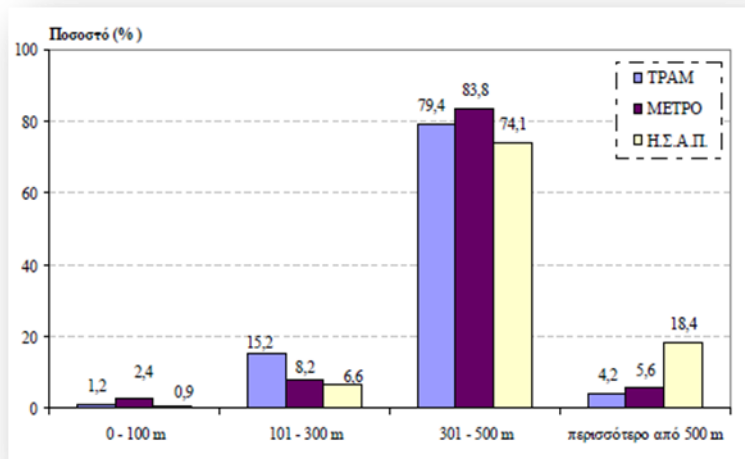
Γραφική Παράσταση 13: Μέση απόσταση βαδίσματος σε ΜΜΜ

με σημαντικές αποκλίσεις ανά πόλη και εισοδηματικά κριτήρια. Σε γενικές γραμμές οι περισσότεροι επιβάτες σε ποσοστό 75 - 80% επιλέγουν ως μέγιστη απόσταση βαδίσματος τα 400 μέτρα (0,25 του μιλίου). Αν υποθέσουμε ότι η μέση ταχύτητα βαδίσματος είναι 5km/h, τότε τα 400 μέτρα είναι ισοδύναμα με 5 λεπτά της ώρας.

Όπου δεν υφίστανται διαθέσιμες μελέτες για απόσταση βαδίσματος προς σταθερά μέσα μεταφοράς αυτές αναπληρώνονται από μελέτες λεωφορειακών γραμμών που μιμούνται τα σταθερά μέσα. Λεωφορειακές γραμμές με πυκνή συχνότητα, σχετικά μακρινή απόσταση μεταξύ στάσεων και χρήση ανέσεων για τους επιβάτες στις εξόδους είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα. Σε αυτές τις περιπτώσεις έχει καταφανεί ότι η μέση μέγιστη απόσταση βαδίσματος μπορεί να διπλασιασθεί, δηλ. να αγγίξει τα 10 λεπτά της ώρας ή 500-1000μ απόσταση.

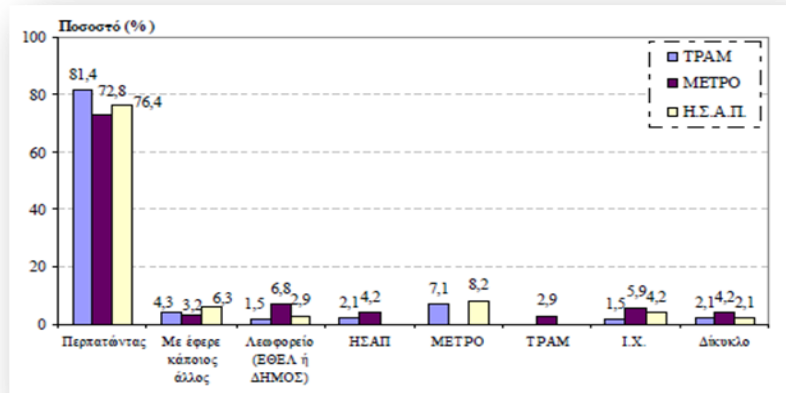
Συνεπώς για να φανεί ότι τα υπό εξέταση μέσα ικανοποιούν τις παραμέτρους επαρκούς καλυπτικότητας θα πρέπει οι στάσεις να μην έχουν μεγάλες επικαλύψεις αλλά ούτε και να είναι αραιά διασκορπισμένες στο χώρο. Επίσης, θα πρέπει να εξυπηρετούν άμεσα τα πλέον πυκνοκατοικημένα σημεία της πόλης.

Για τα σημεία επι/αποβίβασης της ΣΤΑΣΥ ακολουθήθηκε η παραπάνω υπόδειξη και επιλέχθηκε μια απόσταση επιρροής (buffer zone) της τάξης των 2 χλμ. Για τις γραμμές του ΟΣΥ επιλέχθηκε απόσταση επιρροής 500μ, όπως φαίνονται στις Εικ. 6 και 7 ακολούθως. Ταυτόσημες απόψεις επικρατούν και από έρευνες που έχουν διεξαχθεί στον ελληνικό χώρο. Στην Ελλάδα, επίσης δεν υπάρχουν αντίστοιχες μελέτες αλλά θα καταθέσουμε τα αποτελέσματα έρευνας που διεξήγαγε το ΤΕΕ (Μπαρτσώτας, 2015). Μεγάλο τμήμα των ερωτηθέντων (της τάξης του 75% κατά μέσο όρο ανά μέσο) απάντησε ότι προσεγγίζει του σταθμούς περπατώντας (Γράφημα 32).

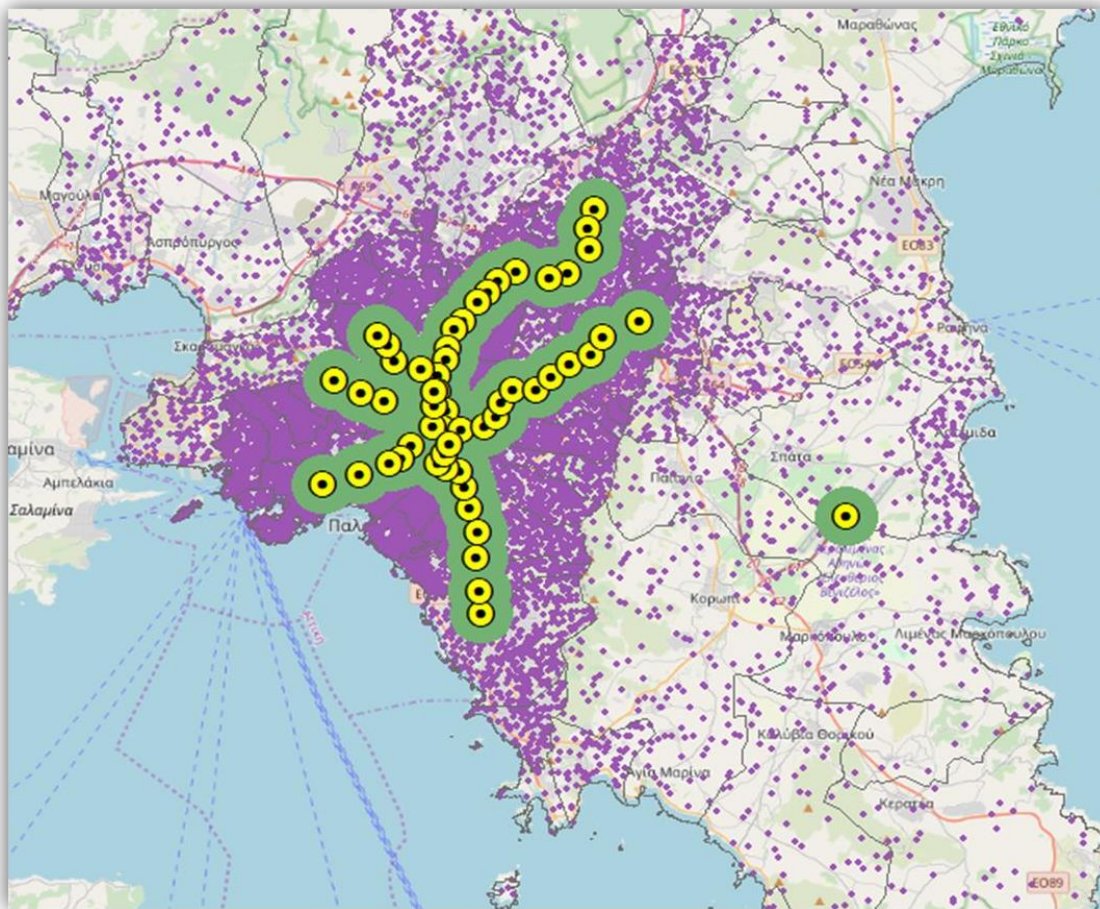


Γράφημα 33: Μέσο προσέγγισης σταθμών ΣΤΑΣΥ. Πηγή: ΤΕΕ

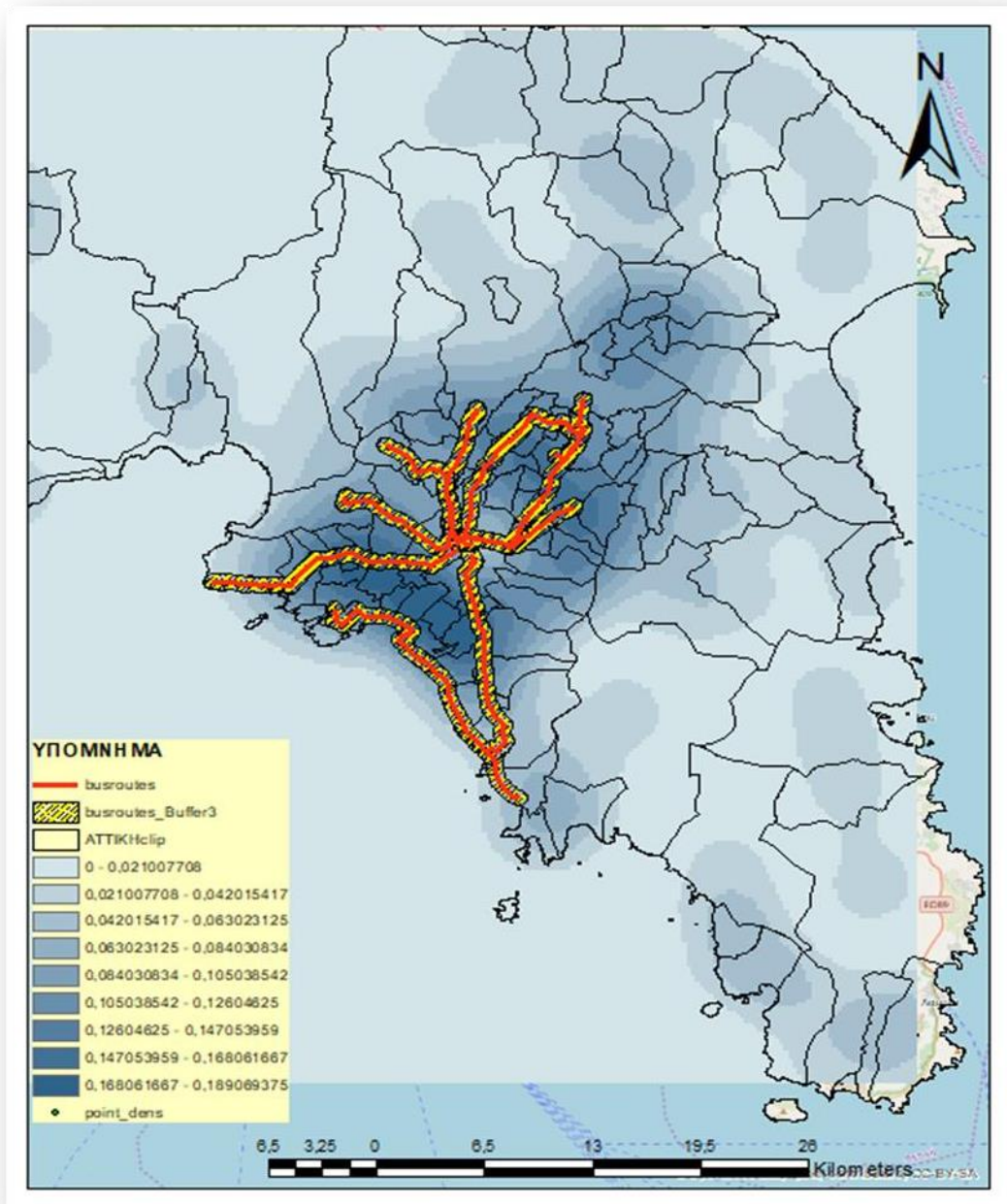
Ομοίως και για τη μέση απόσταση βαδίσματος η έρευνα κατέδειξε ότι αντίστοιχο ποσοστό (75%) ότι οι ερωτώμενοι περπάτησαν από 300 -500 μ. (όρα Γράφημα 33).



Γράφημα 34: Απόσταση βαδίσματος για τη προσέγγιση σταθμών ΣΤΑΣΥ. Πηγή: ΤΕΕ



Απόσπασμα Χάρτη 1: Ζώνες επιρροής στάσεων επι/αποεπιβίβασης μετρό



Απόσπασμα Χάρτη 2: Ζώνες επιρροής γραμμών κορμού ΟΣΥ

Όσον αφορά στις γραμμές ΣΤΑΣΥ (μετρό, ΗΣΑΠ) παρατηρούμε ότι **υπάρχουν ικανοποιητικές επικαλύψεις (overlapping)** σε αρκετούς σταθμούς επιβίβασης – αποβίβασης. Βέβαια, αντίθετα με τις διαθέσιμες, σύγχρονες έρευνες επιλέξαμε υψηλές τιμές για τις ζώνες επηρεασμού των σταθμών αυτών, δηλ. 1500μ ακτινική απόσταση ή 15 - 20 λεπτά βάδισμα ή 7-8 λεπτά οδήγηση.

Είναι πασίδηλο ότι τα κόστη κατασκευής των σταθμών μετρό είναι ασύμμετρα. Θεωρούνται ασύμμετρα αφενός λόγω του κόστους κατασκευής των (εκσκαφές, μεταφορά δικτύων, εδαφολογικές μελέτες και τεχνικές γεωδαισίας κ.λπ.) και αφετέρου λόγω των σημαντικών κοινωνικών και πολεοδομικών αλλαγών που επιφέρουν στις γειτονικές περιοχές. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω θεωρούμε ότι ακόμη και η μη επαρκής αλληλοκάλυψη των σταθμών μετρό αλλά δεν θα υποβάθμιζε το επίπεδο εξυπηρέτησης, τουλάχιστον βασιζόμενοι στα ελληνικά δεδομένα και όπως αυτά θα καταδειχθούν στην επόμενη ενότητα (ποιοτικά χαρακτηριστικά των δημόσιων συγκοινωνιών από έρευνες).

Αντιθέτως, σχετικά με τις αποτυπωμένες στην Εικ. 6 πυκνώσεις πληθυσμού, διαπιστώνεται ότι πυκνοκατοικημένοι δήμοι της Δυτικής Αττικής, όπως Χαϊδάρι, Αγ. Βαρβάρα, Κορυδαλλός, Νίκαια, Κερατσίνι και Ρέντης δεν εξυπηρετούνται από το μετρό. Το αυτό παρατηρείται και για νότιους δήμους, όπως Νέα Σμύρνη, παλαιό Φάληρο και Καλλιθέα. Για με την πρώτη κατηγορία (δυτικά προάστεια, πειραιώτικοι δήμοι) θα εξυπηρετηθούν στο μέλλον όταν, σύμφωνα με τα δημοσιεύματα, θα ολοκληρωθεί η επέκταση της γραμμής 3 (Δ. Πλακεντίας – Αγ. Μαρίνα) με νέους σταθμούς, όπως Κορυδαλλό, Νίκαια, Καλλιθέα και τέλος στον Πειραιά (Δημ. Θέατρο) κάποτε μέσα στο 2020-21.

Μελλοντική επέκταση (????) της γραμμής #2 πέραν της Ανθούπολης προς Παλατιανή, Ίλιον και Άνω Λιόσια θα εξυπηρετούσε και άλλες πυκνοκατοικημένες ζώνες, όπως διαπιστώνουμε από την Εικ. 6 και αναφερόμαστε σε όλη τη ζώνη νότια του Μενιδίου.

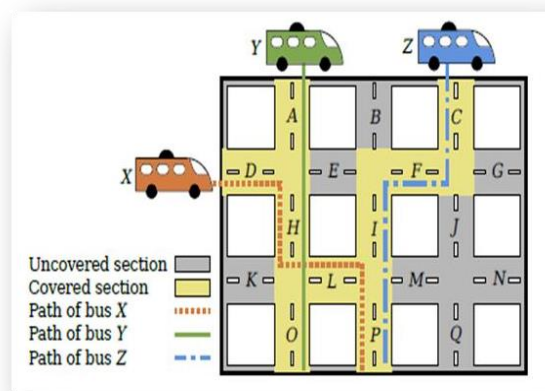
Αντίθετα για τη νέα γραμμή #4 και τις μελλοντικές της επεκτάσεις θα υποστηρίξαμε ότι μεγάλο ποσοστό της δρομολόγησής της καλύπτεται από άλλες γραμμές (όπως π.χ. ΗΣΑΠ, γραμμή 2 και 3) ενώ την ίδια στιγμή πολλές τοπικές - κυκλικές γραμμές του ΟΣΥ θα πρέπει να καταργηθούν τελείως (παράδειγμα η κυκλική γραμμή 501, 527 που προσφέρουν πρόσβαση στο Δήμο Πεύκης προς τη γραμμή ΗΣΑΠ (Μαρούσι).

Παραμένουν εκτός άμεσης εξυπηρέτησης οι δήμοι Νέα Σμύρνη, Παλαιό Φάληρο οι οποίες, θα μπορούσε κάποιος να επιχειρηματολογήσει ότι εξυπηρετούνται από το τραμ και τις μελλοντικές του επεκτάσεις.

Συμφωνούμε ότι η καλυπτικότητα των μετρό και τραμ, ενδεχομένως, εξυπηρετούν το 80% των πυκνοκατοικημένων περιοχών της Αθήνας όπως παρουσιάσθηκαν τα αποτελέσματα από την απογραφή του 2011 και τις προβλέψεις μας για το 2030.

Τα μέσα σταθερής τροχιάς κινούνται σε μοναδικούς προκαθορισμένους διαδρόμους με αποτέλεσμα η διαχυτικότητα τους και η καλυπτικότητα τους να εξαρτάται από τη στρατηγική θέση των σημείων επι/αποβίβασης και η ζώνη επιρροής τους στις κατά τόπους πληθυσμιακές συσσωρεύσεις. Άλλωστε με αυτό ασχοληθήκαμε ανωτέρω. Με τα οδικά μεταφορικά μέσα σημασία στη χωροκαλυπτικότητά τους παίζει η σωστή επιλογή δρόμων που θα επιλεγθούν για να εξυπηρετήσουν το επιβατικό κοινό. Συνεπώς δύο είναι οι τρόποι αξιολόγησης των οδικών μέσων ως προς τη διάχυσή τους:

1. Καλυπτικότητα σαν μια συνάρτηση των οδικών τμημάτων. Σύμφωνα με το παράπλευρο



Σχήμα 2: Καλυπτικότητα

Σχήμα 2, (Cruz Caminha, Souza Couto de, & et al, 2018) τα οδικά τμήματα που καλύπτονται από τα λεωφορεία X, Y και Z θα είναι $T_s: T_x \cup T_y \cup T_z = \{A, C, D, F, H, I, L, O, P\}$. Τα οδικά τμήματα έχουν, επίσης και διαφορετικά μήκη. Για αυτό το λόγο

η κάλυψη C οφείλει να ενσωματώνει το μήκος του κάθε τμήματος, η σε μαθηματική σχέση:

$$C = \sum_{i \in T_S} A_i * Y_i \quad (1)$$

Όπου A_i είναι το μήκος του i οδικού τμήματος και Y_i μπορεί να παίρνει τιμές 1 ή 0 για να γνωρίζουμε το ποσοστό κάλυψης των οδών. Συνεπώς η ιδέα εδώ είναι να μεγιστοποιήσουμε τη συνάρτηση (1). Αυτό για να επιτευχθεί θα πρέπει να εφοδιασθούν τα περισσότερα υπό εξέταση λεωφορεία με GPS συσκευές για να μπορούμε να τα παρακολουθούμε. Επειδή κάτι τέτοιο δεν μπορεί να είναι εφικτό ακολουθήσαμε τη επόμενη μέθοδο:

2. Η μέθοδος αυτή έχει τη λογική των ζωνών επιρροής όχι μόνο των σημείων επιβιβάσεων αλλά και της γραμμής αυτής καθαυτής. Για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα στην απεικόνιση χρησιμοποιήσαμε την ιδιότητα Kernell Density του προγράμματος Arc Map (ώρα Εικ. 7). Εδώ η πληθυσμιακή πυκνότητα αντιμετωπίζεται ως σημειακή συγκέντρωση στο χώρο και οι γύρωθεν πυκνώσεις των όμορων δήμων δίνουν «ισοπυκνωτικές» γραμμές (αντίστοιχες για παράδειγμα με τις π.χ. ισοϋψείς γραμμές ενός τοπογραφικού αρχείου). Οι συγκεντρώσεις αποτυπώνονται με ξεχωριστό τρόπο και διαφαίνεται με ευκολία η καλυπτικότητα των αντιπροσωπευτικών γραμμών κορμού του ΟΣΥ στη πόλη.

Από την Εικ. 7 βλέπουμε ότι προσθέτοντας στις ως άνω αντιπροσωπευτικές γραμμές τις υπόλοιπες με καταχωρισθείσες τοπικές ή κυκλικές γραμμές η καλυπτικότητα των λεωφορείων είναι κοντά στο 90% των πυκνοκατοικημένων περιοχών της πόλης μας.

Στην επόμενη ενότητα θα ασχοληθούμε με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δημόσιων συγκοινωνιών και όπως αυτά έχουν προκύψει από δημοσιεύσεις στο τύπο.

Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με έρευνες ποιοτικών χαρακτηριστικών των δημόσιων συγκοινωνιών, που έχουν κατά καιρούς διενεργηθεί στην Αθήνα. Οι έρευνες παρατίθενται με δική τους επεξεργασία και αξιοπιστία, την οποία θεωρούμε δεδομένη αφού δεν έχουμε εμείς προσωπικά διεξάγει αντίστοιχες έρευνες.

Έρευνα 1^η

Ετήσια έρευνα που πραγματοποιείται από την Athens Transport (Transport, 2018) μέσω δομημένου ερωτηματολογίου με κριτήρια – ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως συχνότητα δρομολογίων, ταχύτητα μετακίνησης, συνθήκες κατά τη μετακίνηση, αίσθηση ασφάλειας, σωστή και πλήρης ενημέρωση κ.λπ. Η αξιολόγηση ήταν δυνατή για χρήστες που χρησιμοποίησαν τα μέσα τουλάχιστο 2 φορές στο έτος εξέτασης, δηλ. το 2018.

Συνολικά συμπληρώθηκαν 2.391 ερωτηματολόγια. Δεν αναφέρεται το είδος της δειγματοληψίας, η στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε και έτσι δεν μπορούμε να αξιολογήσουμε την αξιολόγηση. Θεωρούμε ότι όντως χρησιμοποιήθηκαν ακαδημαϊκοί, θεσμοθετημένοι όροι δειγματοληψίας και ο αριθμός των δύο χιλιάδων ερωτηματολογίων ήταν αρκετός για τη δεδομένη μέθοδο.

Τα αποτελέσματα της έρευνας, σε πινακοειδή μορφή, παρουσιάζονται ακολούθως:

Κριτήρια Αξιολόγησης	Λεωφορεία και Τρόλεϊ	ΗΣΑΠ	Προσπακός	Τραμ	Μετρό (γραμμές 283)
Συχνότητα Δρομολογίων (ανομοιή σε Στάσεις/Σταθμούς)	4,4	5,8	3,8	5,1	7,1
Ωράριο Λειτουργίας	5	5,8	4	5,9	6,8
Ταχύτητα Μετακίνησης	5,2	5,8	6,9	4,4	8,3
Συνθήκες Μετακίνησης	3,8	4,1	5,7	5,6	6,8
Καθαριότητα και Αρτιότητα των Στάσεων	3,8	5	5,1	6,2	7,8
Καθαριότητα και Αρτιότητα των Οχημάτων	3,8	3,7	5,4	6	7
Συμπεριφορά και Επαγγελματισμός Του Προσωπικού	5,2	5,8	5,9	6,6	7,1
Αίσθηση Ασφάλειας	4,8	4,4	5,7	6,3	7,1
Ενημέρωση και Πληροφόρηση Επιβατών	4,8	5,4	4,4	5,7	7,1
Σχέση Ποιότητας Υπηρεσίας/Τιμής (Value for money)	4,5	4,8	5	5,5	6,9
Μέση βαθμολογία μέσου	4,5	5,1	5,2	5,7	7,2

Πίνακας 103: Αποτέλεσμα έρευνας αξιολόγησης ΜΜΜ. Πηγή: Athens Transport, 2018

Τα λεωφορεία αλλά και τα λοιπά δημόσια οδικά μέσα παίρνουν κάτω από 5 στις κατηγορίες:

- Συνθήκες μετακίνησης (καθαριότητα, αρτιότητα στάσεων κ.λπ.)
- Συχνότητες δρομολογίων
- Αίσθηση ασφάλειας

Ενώ στις κατηγορίες ταχύτητα μετακίνησης, συμπεριφορά βαθμολογήθηκαν πάνω από 5 αλλά κοντά στη βάση (δηλ.5,2 κ.λπ.). Σε αυτά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τα μέσα σταθερής τροχιάς έλαβαν πολύ υψηλότερη βαθμολογία.

Έρευνα 2^η

Αυτή η έρευνα διεξήχθη από το ΤΕΕ το 2006 (Μπαρτσώτας, 2015) αποκλειστικά για τα μέσα σταθερής τροχιάς, με τη κατωτέρω μέθοδο δειγματοληψίας:

ΦΟΡΕΑΣ:	ΤΕΕ – Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ:	ΤΕΕ – Παρατηρητήριο Αστικών Μεταφορών
ΤΥΠΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ:	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ, με ατομικές συνεντεύξεις (face to face) και χρήση δομημένου ερωτηματολογίου
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ:	Επιβάτες Αστικών Συγκοινωνιών που χρησιμοποιούν Μέσα Σταθερής Τροχιάς στην περιοχή των Αθηνών
ΠΕΡΙΟΧΗ:	Δίκτυο Αστικών Συγκοινωνιών της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας
ΔΕΙΓΜΑ:	Το μέγεθος του δείγματος ανέρχεται σε 800 επιβάτες που χρησιμοποιούν τα μέσα σταθερής τροχιάς
ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	Ακολούθησε η μέθοδος της πολυσταδιακής στρωματοποιημένης δειγματοληψίας. Τα στρώματα της έρευνας ήταν τα μέσα σταθερής τροχιάς Η.Σ.Α.Π., ΜΕΤΡΟ και ΤΡΑΜ. Έγινε απλή τυχαία δειγματοληψία (simple random sampling), υπό τον περιορισμό ποσοτώσεων φύλου και ηλικίας. Με την εν λόγω δειγματοληπτική μέθοδο, εξασφαλίστηκε η τυχαιότητα και αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος ως προς τα βασικά χαρακτηριστικά του πραγματικού πληθυσμού του δικτύου της έρευνας.
ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ:	Η έρευνα πεδίου πραγματοποιήθηκε από 12:00π.μ. 20:00μ.μ., για το διάστημα από 5/6/2006 έως 6/7/2006.

Πίνακας 104: Είδος ερωτηματολογίου προτεινόμενο από το ΤΕΕ. 2006

Το ΤΕΕ χρησιμοποίησε αναλυτικό τρόπο επιλογής του δείγματος κάνοντας χρήση της σχέσης:

$$n = \frac{c^2}{4L^2}$$

Βέβαια ως L το ΤΕΕ αποφάσισε να χρησιμοποιήσει επίπεδο ανεκτικότητας – στατιστικής αξιοπιστίας ποσοστό ίσο με 3%. Όμως, λανθασμένα, στην ως άνω σχέση χρησιμοποίησε συντελεστή ίσο με 4% αλλοιώνοντας τα αποτελέσματα. Αντικαθιστώντας με 3% θα έπαιρνε τιμή για το δείγμα, n ίση με 1.550 ερωτηματολόγια. Αντί αυτού διένειμαν γύρω στα 800 ερωτηματολόγια, δηλ. το 50% των ερωτηματολογίων που έπρεπε να συμπληρώσουν αν ήθελαν 97% ποσοστό αξιοπιστίας.

Σύμφωνα με την έρευνα οι χρήστες:

- Θεωρούν ως το βασικότερο πλεονέκτημα τους χρόνους διαδρομής
- Διαθέτουν τουλάχιστον ένα ΙΧ όχημα στο νοικοκυριό τους
- Επιλέγουν τον ΗΣΑΠ από ανάγκη ενώ το μετρό από επιλογή. Το δε τραμ τελείως περιστασιακά

- Προτιμούν μετακινήσεις μέχρι 30 λεπτά και δεν προτιμούν τις μετεπιβιβάσεις με λεωφορεία

Συμπερασματικά αναφέρουμε ότι κατά την πολυεπίπεδη αξιολόγησή μας οι δημόσιες μεταφορές έδειξαν ότι διαθέτουν αξιοσημείωτο υπόβαθρο το οποίο στέκεται στο πλευρό και το ύψος των απαιτήσεων των επιβατών του λεκανοπεδίου. Στο τέλος, όμως αυτό που έχει σημασία για το μέσο επιβάτη, είναι πόσο γρήγορα μπορεί να μετακινηθεί από το σημείο εκκίνησης Α στο σημείο προορισμού του Β με το χαμηλότερο κόστος και τις λιγότερες μετεπιβιβάσεις.

ΚΕΦ_5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΜΜ ΑΠΟ ΤΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ – ΤΕΛΙΚΕΣ ΣΚΕΨΕΙΣ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

Στην ενότητα #3 προσδιορίσθηκε αναλυτικά και διεξοδικά, ο αριθμός των συμπολιτών μας, που λόγω των υφισταμένων οικονομικοκοινωνικών συγκυριών είναι επόμενο να στραφούν στις δημόσιες συγκοινωνίες για τις καθημερινές τους μετακινήσεις, μη δυνάμενοι να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις αναπλήρωσης του στόλου των ΙΧ οχημάτων, που θα πραγματοποιηθεί τα αμέσως επόμενα χρόνια.

Ο ως άνω αριθμός των 300.000, επιπλέον αστικών μετακινήσεων με ΜΜΜ έχει υπολογισθεί συντηρητικά και δεν συμπεριλαμβάνει ένα, μη δυνάμενο να υπολογισθεί, επιπρόσθετο φορτίο που θα επιπέσει στις δημόσιες – αστικές συγκοινωνίες, το οποίο θα προέλθει αποκλειστικά και μόνο από τις περιβαλλοντικές καμπάνιες που, σύντομα θα διεξάγουν οι εθνικές κυβερνήσεις των μελών της ΕΕ.

Ήδη οι σχετικές πολιτικές για τον περιορισμό της καύσης των ορυκτών καυσίμων που νομοθετούνται και επιβάλλονται ευρωπαϊκά, θεωρούνται ότι είναι εφάμιλλες με εκείνες που προκρίθηκαν στο πρόσφατο παρελθόν για την αφύπνιση του κόσμου σε θέματα περιβαλλοντικής ανακύκλωσης. Υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό συμπολιτών μας που ευαισθητοποιείται και ταυτίζεται με τις αρχές διατήρησης του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα όταν αντιληφθούν ότι αυτό απειλείται και καταστρατηγείται από μεγάλα οικονομικά συμφέροντα που συνασπίζονται πίσω από μεγάλα κράτη και παγκόσμιους οργανισμούς.

Οι δημόσιες συγκοινωνίες μας, όπως μελετήθηκε και αναδείχθηκε στην ενότητα #4, διαθέτουν ικανή παραγωγική επάρκεια και πολύχρονη εμπειρία που τους επιτρέπει να σχεδιάσουν και να απορροφήσουν επιπλέον φορτία μετακινήσεων αλλά πόσο μπορούν να αντέξουν μέχρι την κατάρρευση του υπάρχοντος συστήματος; Πως μπορούμε να υπολογίσουμε τον παραγόμενο, νέο πληθυσμό μετακινήσεων και από που περιμένουμε να προέλθει; Όλες οι παραπάνω ερωτήσεις δεν απαντώνται άμεσα αλλά η επικείμενη λύση θα πρέπει να προέλθει

από λογικούς συγκερασμούς και από γόνιμες αφαιρετικές διαδικασίες δια της απόπου επαγωγής.

Η μελετητική διαδικασία που θα ακολουθηθεί στα επόμενα βήματα είναι:

- Προσδιορισμός περιοχών από όπου θα προέλθουν οι νέες μετακινήσεις. Πιθανολογούμε ότι οι επιπλέον μετακινήσεις θα προέλθουν από περιοχές (δήμους) που είναι, κατ' αρχήν οικονομικά πιο ευάλωτες. Επίσης, υποψήφιοι θα είναι και όσοι δήμοι εμφανίζουν μεγάλες πληθυσμιακές συγκεντρώσεις (πυκνότητες).
- Προσδιορισμός της γεωχωρικής τομής αυτών των δύο κατηγοριών. Υπονοείται συνδυασμός των δήμων που είναι ταυτόχρονα πυκνοκατοικημένοι και οι πολίτες τους διαθέτουν χαμηλότερα εισοδήματα.
- Απομόνωση των σταθμών μετρό/ΗΣΑΠ μέσα στις περιοχές αυτές και εκτίμηση των επιπλέον φόρτων ανά σταθμό σύμφωνα και με τις διαθέσιμες μελέτες μέτρησης της επιβατικής κίνησης.
- Αντίστοιχη επεξεργασία δεδομένων για τις προεπιλεγμένες γραμμές κορμού του ΟΣΥ.
- Σύγκριση αποτελεσμάτων. Τα συμπεράσματα του α' σταδίου θα μας οδηγήσουν σε νέους σχεδιαστικούς ατραπούς.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΗΜΩΝ ΜΕ ΧΑΜΗΛΟΤΕΡΑ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΑ

Ο όρος φτώχεια υποδηλοί τη σημαντική στέρηση αγαθών και την αδυναμία κάλυψης κάποιων υποτυπωδών αναγκών. Ο όρος φτώχεια χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες:

- Την απόλυτη φτώχεια. Ορίζεται ως το ποσοστό των κατοίκων που διαβιούν κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο χρημάτων ανά ημέρα. Η Παγκόσμια Τράπεζα ορίζει ως χρηματικό ποσό το ένα δολάριο ημερησίως με τιμαριθμική προσαρμογή τους έτους 1985. Το ποσοστό του πληθυσμού που διαβιεί με λιγότερα από ένα δολάριο, σε σχέση με το γενικό πληθυσμό εντάσσεται στα φτωχά εισοδήματα. Ο ορισμός αυτός είναι περισσότερο συνυφασμένος με κράτη του αναπτυσσόμενου κόσμου.
- Τη σχετική φτώχεια. Ως τέτοιο ορίζεται το ποσοστό του πληθυσμού που διαβιεί κάτω από ένα ποσοστό του ενδιάμεσου ετήσιου εισοδήματος. Σε χώρες της Ε.Ε. το ποσοστό αυτό ορίζεται στο 60% του ενδιάμεσου εισοδήματος (ΗΡΩΝ Σύμβουλοι, 2015).

Στη δική μας περίπτωση ο προσδιορισμός των φτωχών δήμων είναι πολύ πιο περίπλοκος στον υπολογισμό του. Τα μοναδικά διαθέσιμα δεδομένα προέρχονται από επεξεργασία της ΓΓΠΣ (taxis net) και αναφέρονται σε μέσα ετήσια, εισοδήματα ανά νοικοκυριό και ταχυδρομικό κώδικα. Δεν υπάρχουν στοιχεία για ατομικά εισοδήματα ούτε αναγωγές σε επίπεδο δήμων. Μια δεύτερη αντιξοότητα παρουσιάζουν και οι ταχυδρομικοί κώδικες.

Οι περισσότεροι δήμοι διαθέτουν από 2 έως 5 ταχυδρομικούς κώδικες. Διεφάνη, όμως από την επεξεργασία ότι υπολογίζοντας το μέσο όρο των εισοδημάτων ανά ταχυδρομικό κώδικα, για τους περισσότερους δήμους, δεν διαφοροποιούσε σημαντικά τη γενικότερη εικόνα των δήμων αυτών, όσον αφορά στα εισοδήματα των πολιτών τους.

Δεν μπορούμε να ισχυρισθούμε το ίδιο για το δήμο Αθηναίων.

Ο δήμος της Αθήνας, ο οποίος διαθέτει περισσότερους από 50 ταχυδρομικούς κώδικες, διαφοροποιεί, αρκετά σημαντικά τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων αυτών. Ο δήμος της Αθήνας θα έπρεπε κανονικά να αναλυθεί σε διαφορετικό επίπεδο μελέτης. Εντούτοις οι στόχοι και περιγράμματα της παρούσας διατριβής μπορούν να δικαιολογήσουν παρόμοιες στατιστικές ανακολουθίες.

Μία άλλη δυσλειτουργία που οφείλουμε να αναφέρουμε αποτελεί και το γεγονός ότι μετά την επεξεργασία των δεδομένων και αφού υπολογίσαμε την ενδιάμεση τιμή (median), δεν μπορούσαμε να τη συσχετίσουμε με το 60% των εναπομεινάντων δεδομένων, αφού το 60% του ενδιάμεσου μέσου εισοδήματος δεν υπήρχε σαν καταγραφή στους πίνακες. Το χαμηλότερο δηλωμένο εισόδημα είναι πολύ υψηλότερο από το καθορισμένο ποσοστό εντοπισμού των ορίων ένδειας.

Στον επόμενο τμήμα του Πίνακα 106, παρατηρούμε τα δεδομένα για κάθε δήμο όπως προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων της ΓΓΠΣ.

OBJECTID	ΔΗΜΟΣ	ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ	TDI
5080	Αγία Βαρβάρα	16,992 €	4.03
5060	Αγία Παρασκευή	29,064 €	-2.85
5081	Αγιοι Ανάργυροι	19,752 €	1.00
5088	Αγιοι Δημήτριος	21,308 €	0.91
5111	Αγιοι Κωνσταντίνος	18,859 €	-0.06
5102	Αγιοι Στέφανος	30,333 €	-5.89
5049	Αθήνα	16,081 €	6.36
5083	Αιγάλεω	18,558 €	3.96
5089	Άλιμος	27,197 €	-1.71
5126	Ανάβυσσος	24,348 €	-1.64
5121	Αρθούσα	22,708 €	-4.06

Πίνακας 105: οικονομικά στοιχεία Δήμων Αττικής

Στον επόμενο Πίνακα 107 παρουσιάζονται τα σχετικά χαρακτηριστικά των καταγεγραμμένων δεδομένων μας:

Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ	113	98,3%	2	1,7%	115	100,0%

Case Summaries

ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ							
Mean	Median	Minimum	Maximum	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Skewness
23389,92	21504,00	16081	40178	5999,298	35991574,61	,218	1,057

Πίνακας 106: Στατιστικά στοιχεία

Η ενδιάμεση τιμή (median) του δείγματος είναι 21.504,00 €. Το 60% αυτού ορίζεται στις 12.904,40 €. Σύμφωνα με τα προλεγόμενα, ως όριο φτώχειας ορίζονται τα εισοδήματα τα οποία είναι λιγότερα από το ποσό των 12.904,40€. Η ελάχιστη τιμή του δείγματος των δεδομένων είναι 16.081,00€. Άρα από τα διαθέσιμα δεδομένα δεν μπορεί να αναχθεί μετρήσιμο αποτέλεσμα .

Προκειμένου να αντιμετωπίσουμε την ανωτέρω αντιξοότητα θα χρειασθεί να στραφούμε σε διαφορετικό συντελεστή μέτρησης της οικονομικής ανέχειας. Ένας τέτοιος συντελεστής θα μπορούσε να είναι και ο TDI (Townsend Deprivation Index-δείκτης στέρησης). Ενδεικτικές τιμές αυτού του οποίου παρουσιάζονται και στον πίνακα 1.

Για να υπολογισθεί αυτός ο δείκτης χρειάζονται δεδομένα από τέσσερις άλλους επιμέρους στατιστικούς υπο δείκτες:

- Δείκτης z – unemployment, ανεργίας οικονομικά ενεργού πληθυσμού
- Δείκτης z – no home, νοικοκυριών χωρίς δική τους κατοικία
- Δείκτης z – no car, νοικοκυριών που δεν διαθέτουν δικό τους αυτοκίνητο
- Δείκτης z – overcrowded, νοικοκυριών με πάνω από ένα άτομο ανά υπνοδωμάτιο.

Από το 2011 η ΕΛ.ΣΤΑΤ. έχει εντάξει στα ερωτηματολόγια της και αυτούς τους δείκτες. Ο υπολογισμός του δείκτη σε επίπεδο δήμου προκύπτει από τη τυποποίηση των μεταβλητών z. Οι τιμές z έχουν υπολογισθεί στον ανωτέρω Πίν. 1 σύμφωνα με την ακόλουθη μαθηματική τυποποίηση:

$$Z - \text{Unemployment} = \ln [(100 * (\text{άνεργοι} / \text{οικ. ενεργοί άνω των 16 ετών})) + 1]$$

$Z_{-no_car} = 100 * (\text{νοικοκυριά χωρίς ιδιόκτητο αυτοκίνητο} / \text{σύνολο νοικοκυριών})$

$Z_{-no_home} = 100 * (\text{νοικοκυριά χωρίς ιδιόκτητη κατοικία} / \text{σύνολο νοικοκυριών})$

$z_{-Overcrowded} = \ln [(100 * (\text{νοικοκυριά με περισσότερα από 1 άτομα ανά δωμάτιο} / \text{σύνολο νοικοκυριών}) + 1]$ (ΗΡΩΝ Σύμβουλοι, 2015).

Υψηλές τιμές TDI υποδηλούν μεγαλύτερο ποσοστό στέρησης και έλλειψης σημαντικών αναγκών πρώτης ανάγκης. Στον Πίνακα 108 παρουσιάζονται τα στατιστικά χαρακτηριστικά του δείκτη αυτού.

Case Processing Summary						
	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
TDI	113	98.3%	2	1.7%	115	100.0%

Case Summaries						
TDI						
Mean	Median	Std. Deviation	Kurtosis	Skewness	Maximum	Minimum
-.8545	-.5200	2.82575	-.546	-.042	6.36	-5.89

Πίνακας 107: Στατιστικός προσδιορισμός δείκτη TDI

Θα υπολογίσουμε το όριο της σχετικής φτώχειας με τη βοήθεια του συντελεστή TDI. Το άνω μέρος του δείκτη (θετικές τιμές) εκτείνεται από την τιμή -.52 έως 6,36, συνολικά 6,88 μονάδες (σχ. 2). Το 60% ισούται προς $6,88 * 0,60 = 4,13$. Πρόθεσή μας είναι να αντιστοιχήσουμε τη τιμή TDI με τις τιμές των οικογενειακών εισοδημάτων του Πίν. 1. Επιτρέπουμε μικρή διακύμανση της τιμής 4,13, έως 15% εκατέρωθεν, για να προσεγγίσουμε μεγαλύτερη γκάμα τιμών εισοδημάτων. Ο δείκτης TDI μπορεί τώρα, να λάβει τιμές από 3,50 έως 4,75.

Οι αντίστοιχες τιμών των εισοδημάτων στον TDI παρουσιάζονται στον Πίνακα 109 ακολούθως:

Πίν. 2

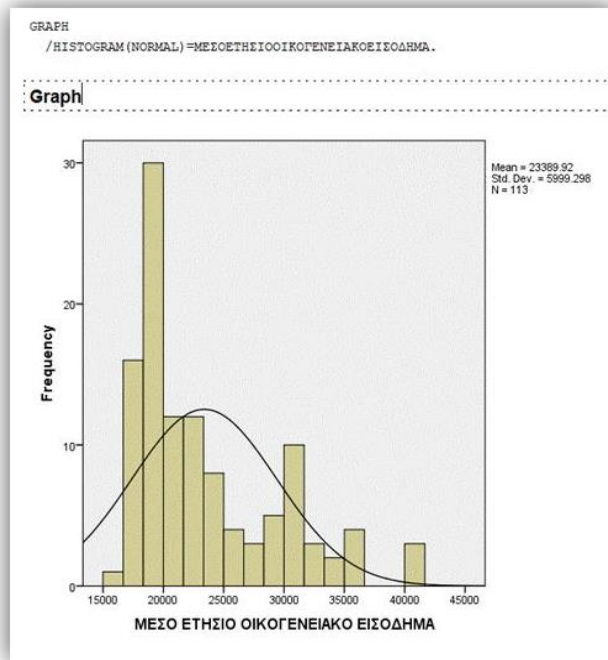
OBJECTID	ΔΗΜΟΣ	ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ	TDI
5094	Ταύρος	19.006 €	2,72
5159	Νίκαια	17.583 €	3,11
5160	Ρέντης	17.583 €	3,11
5056	Καισαριανή	21.812 €	3,27
5145	Ασπρόπυργος	17.720 €	3,43
5155	Πειραιώς	17.908 €	3,70
5083	Αιγάλεω	18.558 €	3,96
5080	Αγία Βαρβάρα	16.992 €	4,03
5054	Ζωγράφου	22.547 €	4,10
5087	Καλλιθέα	18.578 €	4,81
5049	Αθήνα	16.081 €	6,36

Πίνακας 108: Κατηγοριοποίηση Δήμων κατά TDI

Οι τιμές TDI, μεταξύ 3,50 και 4,75 αντιπροσωπεύουν τιμές εισοδημάτων της τάξης από 17.700 μέχρι 22.500. Μια ενδιαμέση τιμή 18.5550 - 19.000€ οικογενειακού εισοδήματος, αντιπροσωπεύει ορθολογικότερα την οικονομική κατάσταση της περιφέρειας Αττικής, σε επίπεδο οριοθέτησης των ορίων ανέχειας ή κοινά φτώχειας, στους επιμέρους δήμους.

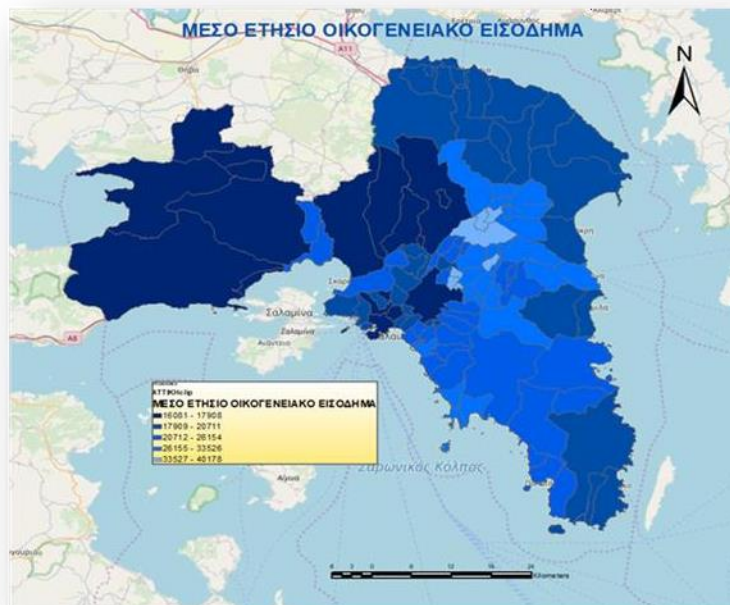
Φυσικά στη συγκεκριμένη περίπτωση τα όρια είναι υποκειμενικά περιγεγραμμένα και δεν αντανακλούν αντίστοιχες συσχετίσεις με άλλα σημεία της χώρας μας ή χωρών του εξωτερικού. Σε κάθε περίπτωση οι κατ' αναλογία συσχετισμοί κρατώνται καλώς.

Επίσης, αν παρατηρήσουμε και από την καμπύλη των δεδομένων των εισοδημάτων θα παρατηρήσουμε, όπως εμφανίζεται στη Γραφική Παράσταση 14, ότι στατιστικά, μια μεγάλη κατηγορία δήμων εμπίπτει στο διάστημα, αριστερά του μέσου όρου των 23.000 €, όπου εισοδήματα μεταξύ 17.000 και 20.000 € εμφανίζονται πολλές φορές. Η καμπύλη δείχνει μία αρνητική κούρρωση (-0.546, Γραφική Παράσταση 14) προς τα αριστερά. Σε αυτή τη δεξαμενή δεδομένων, πιθανολογούμε ότι βρίσκονται τα χαμηλά εισοδήματα. Συνεπώς η τιμή του μέσου εισοδήματος νοικοκυριού οριοθετείται γύρω στις 19.000 €.

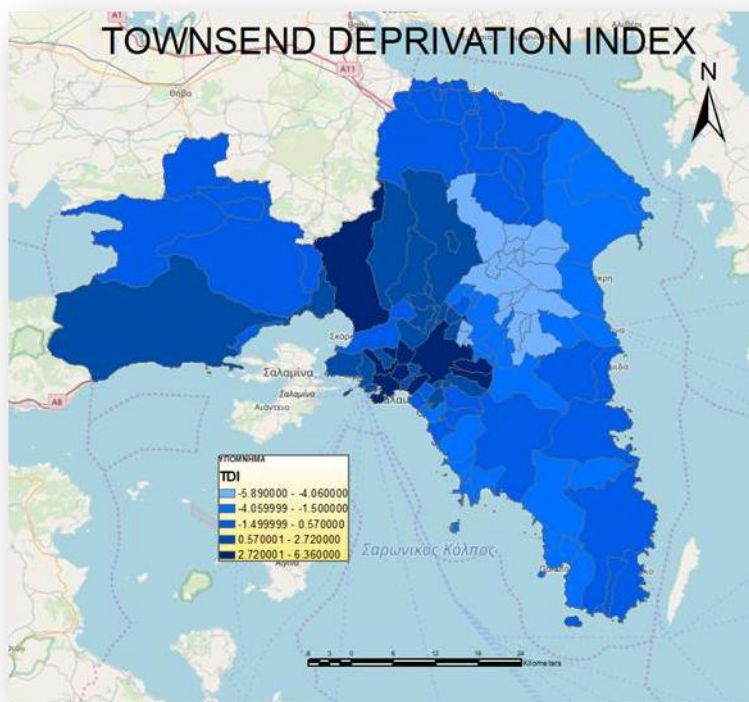


Γραφική Παράσταση 14: Καμπύλη εισοδημάτων

Σημαντικό, επίσης είναι να δείξουμε κατά πόσο συνδέονται χωρικά οι τιμές ΤΔΙ με τα εισοδήματα. Στα επόμενα Αποσπάσματα Χαρτών 3 και 4 φαίνεται η συσχέτιση.



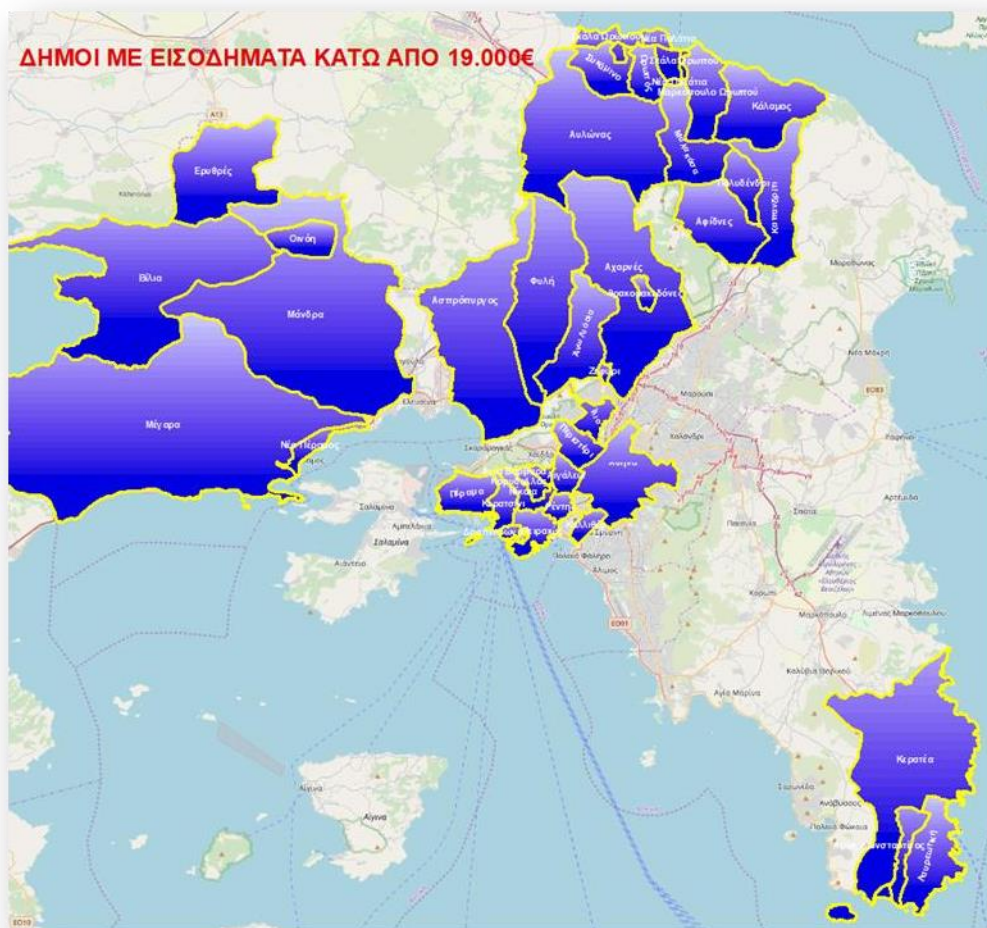
Απόσπασμα Χάρτη 3: Διακύμανση εισοδημάτων



Απόσπασμα Χάρτη 4: Διακύμανση εισοδημάτων κατά TDI

Η επιλογή ομοειδών χρωματικών ομάδων, στα αποσπάσματα των χαρτών 3 και 4 δείχνει την πραγματική, στατιστική συσχέτιση των δύο αυτών δεικτών (εισόδημα – TDI), οι οποίοι από μόνοι τους δεν θα μπορούσαν να υποστηρίξουν τη οριοθέτηση των κριτηρίων ανέχειας ή σχετικής φτώχειας, που επικρατεί στους Δήμους της Περιφέρειας Αττικής.

Συνεπώς με όριο ...«φτώχειας», του μέσου ετήσιου οικογενειακού εισοδήματος τα 19.000 €, μια κατάλληλη γεωχωρική ανάλυση θα επέλεγε τους ακόλουθους δήμους που εμφανίζονται στο Απόσπασμα του Χάρτη 5.



Απόσπασμα Χάρτη 5: Προσδιορισμός δήμων με συγκεκριμένα ατομικά εισοδήματα

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Με την πληθυσμιακή πυκνότητα δεν υπάρχουν αντικειμενικά κριτήρια που να καταδεικνύουν αυτόματα υψηλές ή χαμηλές πυκνότητες. Αν συμβουλευθούμε τη Wikipedia (https://en.Wikipedia.org/wiki/List_of_cities_by_population_density) θα πληροφορηθούμε ότι ανάμεσα στις 48 πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις βρίσκονται και 3 ελληνικές πόλεις. Δύο εξ αυτών βρίσκονται στην Αττική. Πιο συγκεκριμένα αναφερόμαστε στους δήμους Καλλιθέα και Νέα Σμύρνη, με πυκνότητες πάνω από 20.000 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Η οριοθέτηση ορίων βασίζεται σε υποκειμενικά κριτήρια που στηρίζονται στα ιδιαίτερα πολεοδομικά καθώς και οικονομικοκοινωνικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής.

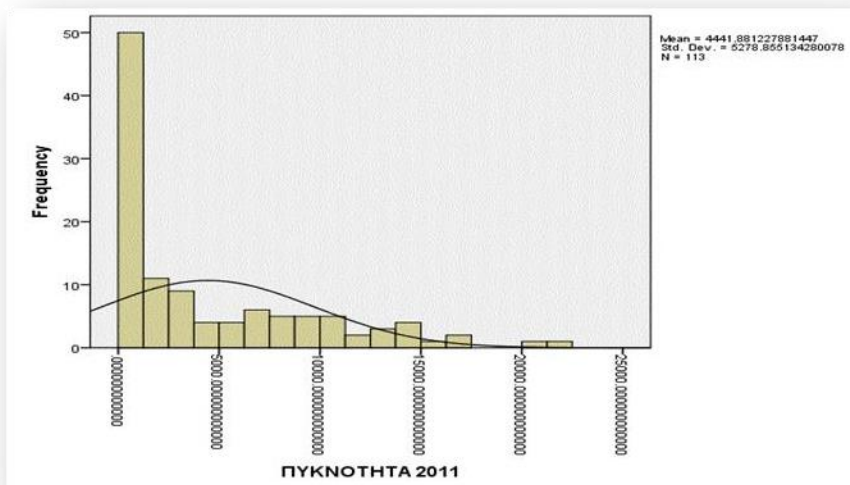
Η Περιφέρεια Αττικής περιλαμβάνει και δήμους με τεράστια έκταση στους οποίους η έντονη αστικοποίηση δεν υφίσταται, απεναντίας οι δήμοι αυτοί μπορούμε να ισχυρισθούμε ότι στηρίζονται στην αγροτική ή την τουριστική ανάπτυξη. Πολλοί εξ αυτών έχουν δεχθεί και μαζικές μετακινήσεις Αθηναίων σε αναζήτηση πιο ανθρώπινων συνθηκών διαβίωσης, δημιουργώντας περιοχές αμιγούς κατοικίας, τροποποιώντας τα υπάρχοντα πολεοδομικά σχέδια. Αυτή η αστικοποίηση είναι περιορισμένης έκτασης και δεν επηρεάζει σημαντικά τις πληθυσμιακές πυκνότητες.

Statistics		
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ 2011		
N	Valid	113
	Missing	2
Mean		4441.881228
Median		1742.998227
Std. Deviation		5278.855134
Variance		27866311.53
Skewness		1.225
Std. Error of Skewness		.227
Kurtosis		.681
Std. Error of Kurtosis		.451
Minimum		12.07203232
Maximum		21386.16164
Percentiles	10	80.68865606
	20	147.0834166
	25	232.7092399
	30	324.1299551
	40	963.8939060
	50	1742.998227
	60	3516.537084
	70	6351.520525
	75	7972.768908
	80	9645.753340
90	13197.27806	

Στο διπλό Πίνακα 110 παρατηρούμε τα εκατοστημόρια (percentiles) της πληθυσμιακής πυκνότητας των δήμων της Αττικής.

Πίνακας 109: ποσοστά πυκνότητας δήμων Αττικής

Στο 50% του δείγματος των καταγεγραμμένων δήμων οι πυκνότητες είναι πολύ χαμηλές. Το εναπομείναν 50% εμφανίζει συνήθεις πυκνότητες αστικού τύπου. Αν παρατηρήσουμε και στην καμπύλη κανονικής διανομής των δεδομένων (normal distribution curve, Γραφική Παράσταση 15) τότε η μελετώμενη πυκνότητα θα πρέπει να λαμβάνει τιμές πάνω από 7.500 κατοίκους ανά τετρ. Χιλιόμετρο.



Γραφική Παράσταση 15: Καμπύλη πυκνότητας πληθυσμού

Εξετάζοντας εκτενέστερα το ανωτέρω γράφημα (Γραφική Παράσταση 15), θα διαπιστώσουμε ότι αν μηδενίσουμε τη μπάρα αριστερά του μέσου όρου του δείγματος και ξανατρέξουμε τις εναπομείνασες καταχωρήσεις θα δούμε ότι το τελευταίο τέταρτο, που περιλαμβάνει τις υψηλές πυκνότητες έχει σημείο εκκίνησης τους 8.500 κατοίκους ανά τετρ. χιλιόμετρο.

Στον επόμενο Πίνακα 111 διακρίνονται οι 10 πιο πυκνοκατοικημένοι δήμοι της Αττικής.

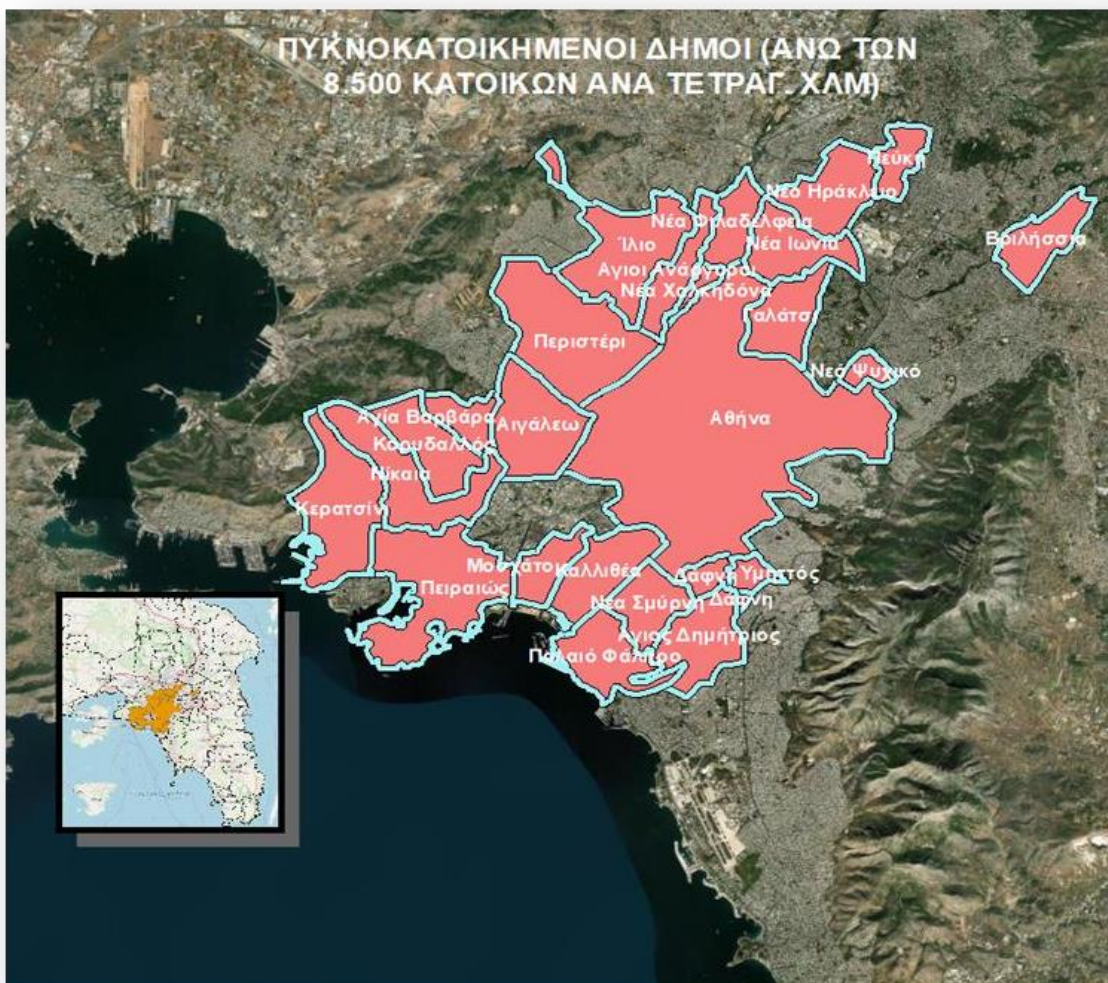
OBJECTID	ΔΗΜΟΣ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ 2011	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ 2001	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ 1991
5087	Καλλιθέα	21,386	24,469	24,805
5095	Νέα Σμύρνη	20,861	21,840	20,711
5049	Αθήνα	17,035	20,245	20,948
5052	Δάφνη	16,871	18,450	18,336
5069	Νέα Ιωνία	15,256	15,796	14,121
5155	Πειραιώς	14,624	16,254	41,777
5088	Αγιος Δημήτριος	14,307	13,790	11,973
5158	Κορυδαλλός	14,306	15,822	14,631
5051	Γαλάτσι	14,208	15,183	14,253
5159	Νίκαια	13,555	14,528	13,622

Πίνακας 110 : Διακύμανση πυκνοτήτων (1991, 2002, 2011)

Σε επόμενα βήματα οφείλουμε να ολοκληρώσουμε την επεξεργασία των δεδομένων μας και να:

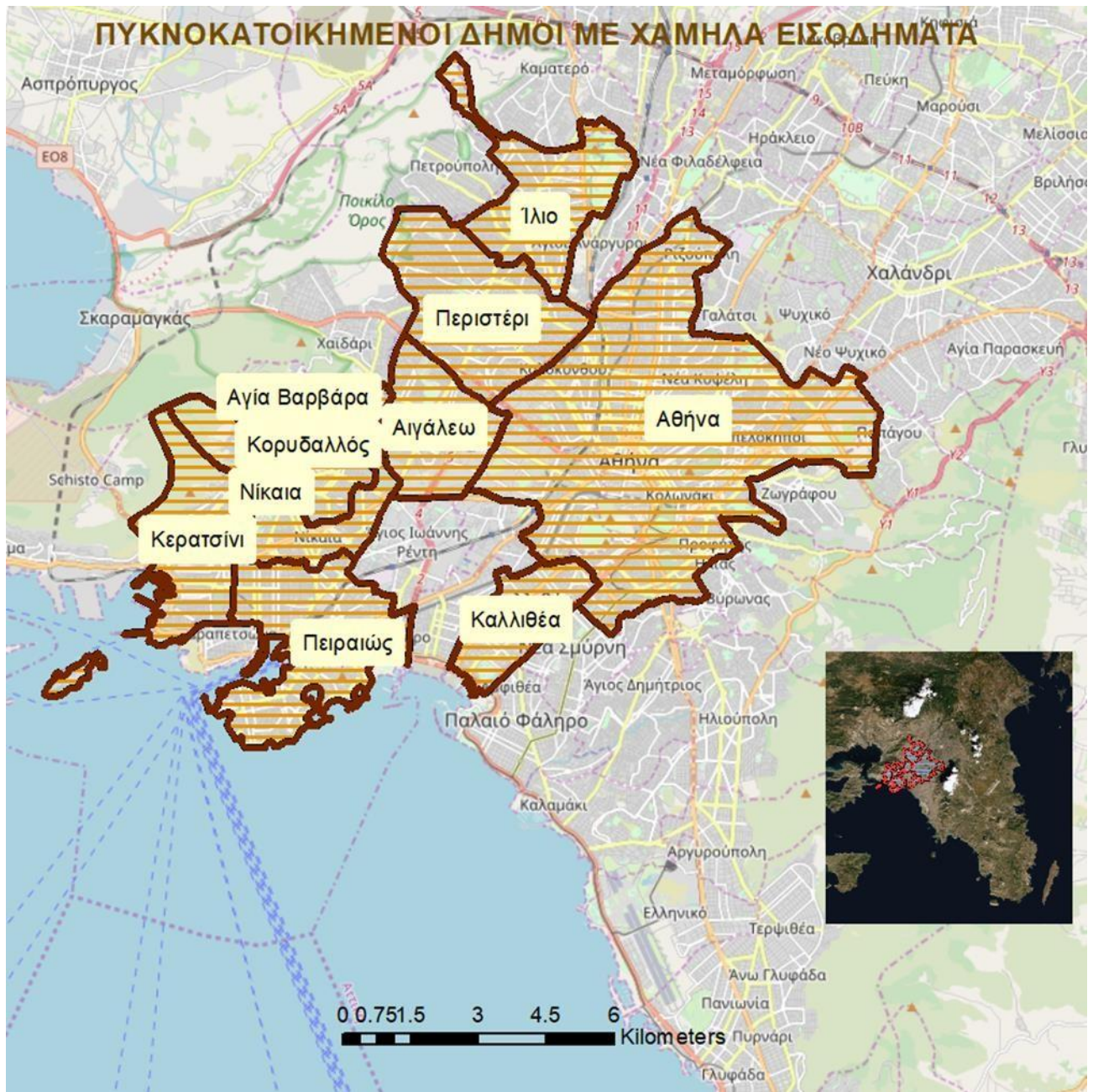
- αποτυπώσουμε σε γεωχωρικό επίπεδο τους δήμους που παρουσιάζουν πληθυσμιακή πύκνωση πάνω από 8.500 κατοίκους ανά τετρ. χιλιόμετρο
- να χρησιμοποιήσουμε γεωγραφικά συστήματα πληροφόρησης και να δημιουργήσουμε ένα γεωχωρικό επίπεδο που θα περιλαμβάνει την τομή των δύο επιπέδων, δηλ. χαμηλών εισοδημάτων και υψηλών πληθυσμιακών συγκεντρώσεων
- Περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο τα γεωγραφικά σημεία από όπου αναμένουμε τα επιπρόσθετα φορτία επιβατικής κίνησης, θα απομονώσουμε τους κύριους σταθμούς μετρό και μερικές από τις πιο βασικές γραμμές του ΟΣΥ ώστε να προσμετρήσουμε με όση ακρίβεια μπορούμε την επιβάρυνση
- Το είδος και μέγεθος της επιβάρυνσης θα μας οδηγήσει σε πιθανές λύσεις και προτάσεις

Στο επόμενο Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 8 φαίνονται οι πιο πυκνοκατοικημένοι δήμοι.



Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 8: Εμφάνιση δήμων με πυκνωση άνω των 8.500 κατοίκων ανά τετρ. χλμ

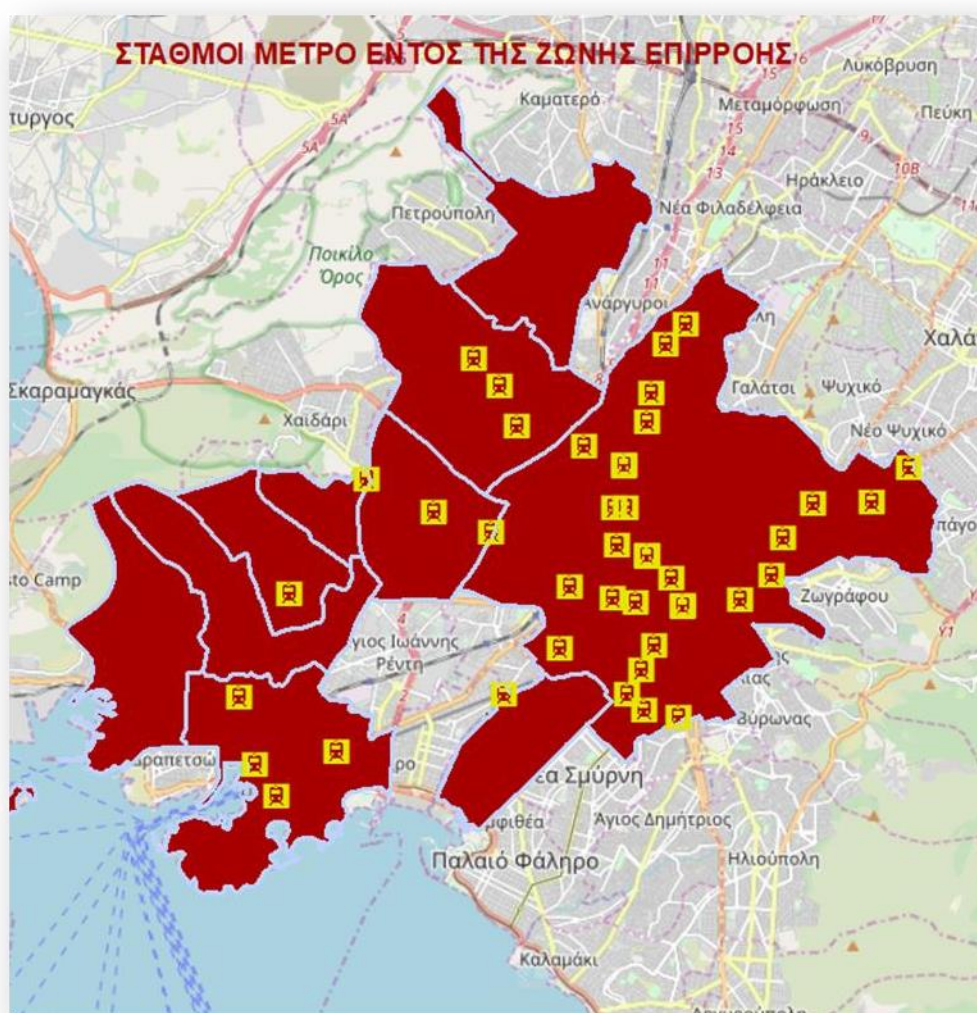
Στο Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 9 αποτυπώνεται η γεωχωρική τομή των δύο επιπέδων αξιολόγησης, δηλ. χαμηλά εισοδήματα έναντι υψηλών πυκνοτήτων.



Απόσπασμα Ορθοφωτοχάρτη 9: Τελικός συνδυασμός δήμων μέσω GIS

ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΜΕΤΡΟ

Στο επόμενο Απόσπασμα Χάρτη 6, έχουμε απομονώσει όλους τους σταθμούς μετρό που εξυπηρετούν εντός της ζώνης που επιλέξαμε στο Απόσπασμα Χάρτη 6.



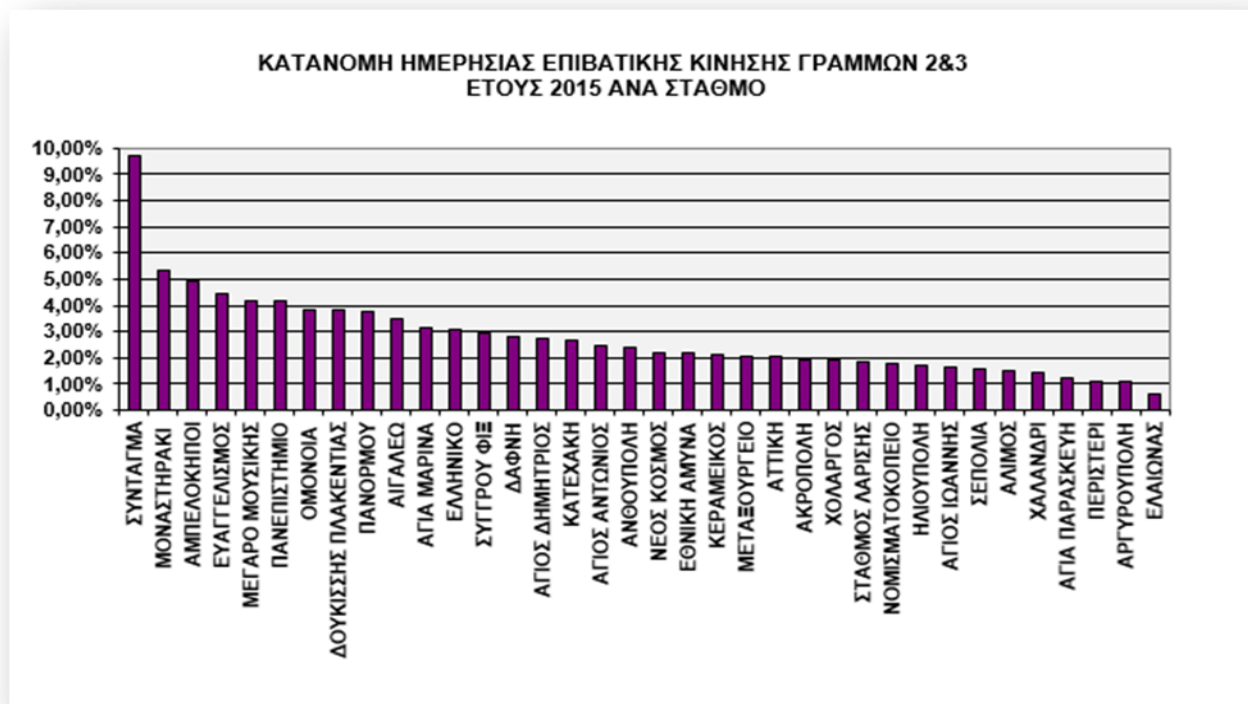
Απόσπασμα Χάρτη 6 Σταθμοί μετρό εντός ζώνης επιρροής

Στο Δήμο Αιγάλεω υπάρχουν τρεις (3) σταθμοί μετρό. Οι σταθμοί αυτοί εξυπηρετούν μια ευρύτερη περιοχή η οποία απαρτίζεται από διαφορετικούς όμορους δήμους, όπως το Περιστέρι, οι Αγ. Ανάργυροι, το Ίλιο και τη Πετρούπολη. Ο πληθυσμός αυτών των δήμων έχει αναχθεί σε επίπεδο 2030 σε προηγούμενη ενότητα (3^η). Το σύνολο των νέων επιβατών που θα

προέλθουν από τις κλιματικές προσαρμογές θα υπολογισθεί ως ποσοστό του συνολικού πληθυσμού, με αναγωγή στο έτος 2030.

Το σύνολο του πληθυσμού των ανωτέρω όμορων δήμων ανέρχεται σε 351.529 κατοίκους. Ο πληθυσμός της Αττικής, το 2030, υπολογίζεται σε 4.310.041. Συνεπώς, οι όμοροι αυτοί δήμοι αντιπροσωπεύουν το 8,16% του συνολικού πληθυσμού της Αττικής. Ως εκ τούτου οι νέες μετακινήσεις που αναμένονται μπορούν να υπολογισθούν ως εξής: $300.000 * 0,0816 = 24.480$ νέοι επιβάτες. Η κατανομή του επιβατικού κοινού στα μέσα σταθερής τροχιάς υπολογίζεται στο 60%. Άρα $24.480 * 0,60 = 14.688$ επιβάτες. Οι επιβάτες αυτοί θα κατανεμηθούν στους τρεις (3) σταθμούς μετρό που υπάρχουν στα διοικητικά όρια του δήμου Αιγάλεω, άρα ο σταθμός του Αγ. Αντωνίου θα αναλάβει $14.688 / 3 = 4.896$ επιβάτες.

Σύμφωνα με τη Γραφική Παράσταση 16 (www.athenstransport.com/2016) η ημερήσια επιβατική κίνηση ανά σταθμό μετρό αποτυπώνεται ως ποσοστό της συνολικής επιβατικής κίνησης.



Γραφική Παράσταση 16: Διακύμανση επιβατικής κίνησης μετρό

Η ημερήσια επιβατική κίνηση για το σταθμό του Αγ. Αντωνίου αγγίζει το 2,75% της συνολικής επιβατικής κίνησης, με άλλα λόγια (143.968.172 επιβάτες σε ετήσια βάση)/(315 ενεργές ημέρες ανά έτος) * (0,0275 βάσει σχ.11) = 12.569 ημερήσια επιβατική κίνηση στον ως άνω σταθμό. Ως ώρα αιχμής εκλαμβάνεται η τιμή: 12.569 * 0,10 = 1.257. Η ωριαία επιβατική κίνηση λόγω κλίματος είναι 4.896 * 0,10 = 489.

Η ποσοστιαία επιβάρυνση από τις νέες μετακινήσεις, το 2030 υπολογίζεται ως (489/1.257) * 100 = 38,90%.

Στον επόμενο Πίνακα 112 παρουσιάζονται οι επιβαρύνσεις ανά σημαντικό σταθμό μετρό εντός της υπολογισθείσας περιοχής (σχ. 9).

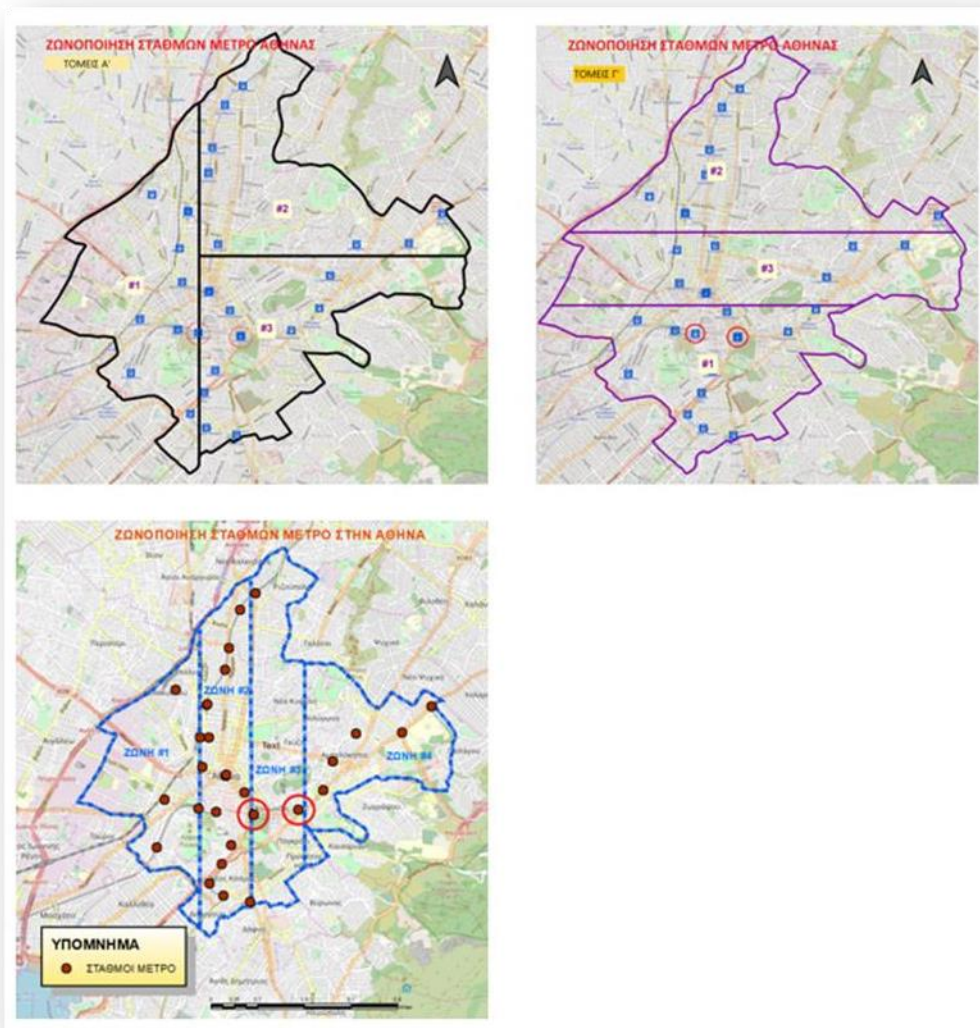
(*) Πηγή: www.athenstransport.com/2016

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2031	4.310.040,91	%ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ	0,60	ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΛΟΓΩ ΚΛΙΜΑΤΟΣ	300.000,00	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΓΡΑΜΜΩΝ 2 ΚΑΙ 3 (2015)	143.968.172,00				
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)				
ΣΤΑΘΜΟΣ	(1) ΣΥΝΟΛΟ ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΝΤΟΣ ΖΩΝΗΣ ΔΗΜΟΥ	(2) ΠΟΣΟΣΤΟ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	(3) ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	(4) ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΩΡΑ ΑΙΧΜΗΣ (10%)	(5) ΖΩΝΗ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΣΤΟΥΣ ΓΥΡΩ ΔΗΜΟΥΣ	(6) ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΩΝ	(7) % ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	(8) ΝΕΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΚΛΙΜΑΤΟΣ	(9) ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΩΡΑ ΑΙΧΜΗΣ ΛΟΓΩ ΚΛΙΜΑΤΟΣ (10%)	(10) ΝΕΟ ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ	(11) % ΑΥΞΗΣΗΣ
		(*)	[D * (2)/315]	[(3)*0,10]			[ΣΥΝΟΛΟ (6)]/(A)	[(7) * (B) * (C)]/(1)	[(8) * 0,10]	(8) + (3)	[(10) - (3)]/(3)
ΑΙΓΑΛΕΩ	2	3,50%	15.996,46	1.599,65	ΧΑΙΔΑΡΙ	45.246	4,85%	4.366,61	436,66	20.363,07	27,30%
					ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑ	23.955					
					ΑΙΓΑΛΕΩ	59.951					
					ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ	62.036					
					ΡΕΝΤΗΣ	17.926					
					ΣΥΝΟΛΟ	209.114					
ΑΓ. ΑΝΤΩΝΙΟΣ	3	2,75%	12.568,65	1.256,86	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	138.019	8,16%	4.893,63	489,36	17.462,28	38,94%
					ΑΓ. ΑΝΑΡΓΥΡΟΙ	36.652					
					ΙΛΙΟ	89.244					
					ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ	87.614					
					ΣΥΝΟΛΟ	351.529					
ΣΥΝΤΑΓΜΑ	2	9,75%	44.561,58	4.456,16	ΑΘΗΝΑΙΩΝ	270.016	6,26%	5.638,32	563,83	50.199,90	12,65%
ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	2	4,50%	20.566,88	2.056,69	ΑΘΗΝΑΙΩΝ	270.016	6,26%	5.638,32	563,83	26.205,20	27,41%
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	1	5,20%	23.766,17	2.376,62	ΑΘΗΝΑΙΩΝ	540.031	12,53%	22.553,28	2.255,33	46.319,46	94,90%
ΑΜΠΕΛΟΚΗΦΟΙ	4	5,00%	22.852,09	2.285,21	ΑΘΗΝΑΙΩΝ	135.008	3,13%	1.409,58	98,67	24.261,67	6,17%

(*) Αυτό ισχύει κατά 50% μίας και ο σταθμός ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ εξυπηρετεί και τον ΗΣΑΠ

Πίνακας 111: Επιβαρύνσεις επιλεγμένων σταθμών από σενάριο #1

Πιο συγκεκριμένα στο δήμο της Αθήνας υπάρχουν πολλοί σταθμοί μετρό και ΗΣΑΠ. Οι σταθμοί με τη μεγαλύτερη επιβατική κίνηση σύμφωνα με το σχ. 11 είναι το Συντάγματος, του Μοναστηρακίου και του Ευαγγελισμού. Η δυσκολία εδώ έγκειται στη διανομή του πληθυσμού ανά σταθμό εντός του δήμου της Αθήνας μιας και υπάρχει πληθώρα από αυτούς. Στο επόμενο Απόσπασμα Χάρτη 7, έγινε προσπάθεια ζωνοποίησης του Δήμου Αθηναίων, με διάφορα σχήματα ώστε να προέλθει το δυσμενέστερο σενάριο.



Απόσπασμα Χάρτη 7: Διαφορετικοί συνδυασμοί ζωνοποίησης σταθμών επιρροής

Από τα ανωτέρω σχήματα του σχ. 12 το δυσμενέστερο σενάριο για τους σταθμούς Σύνταγμα, Μοναστηράκι και Ευαγγελισμό, αποτυπώνεται στο υπο-σχήμα που βρίσκεται στο κάτω αριστερό τμήμα. Οι σταθμοί παρουσιάζονται με κόκκινο κυκλικό περίγραμμα.

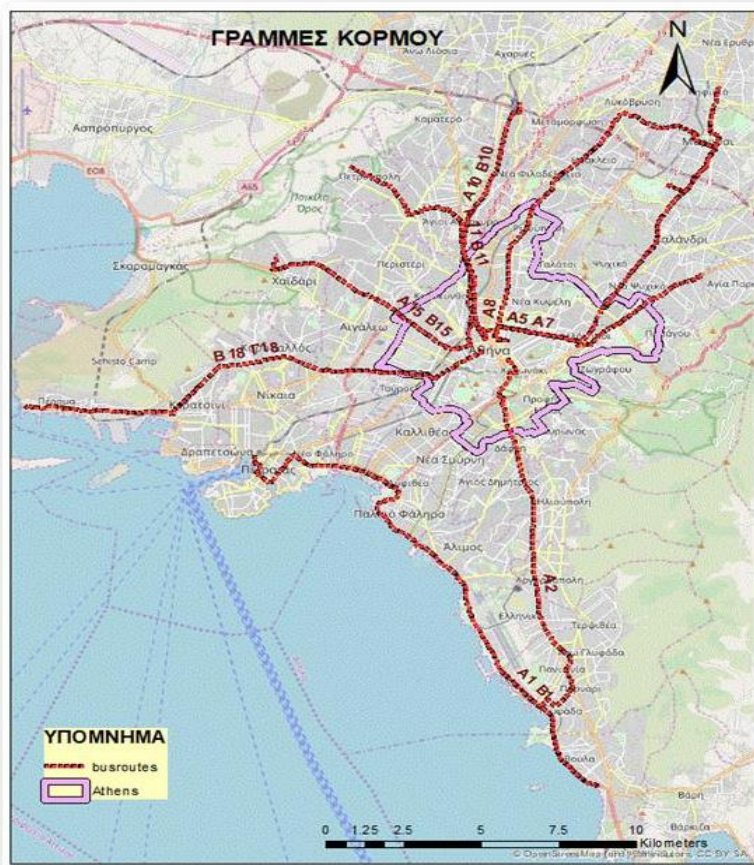
Οι λοιποί υπολογισμοί των επιπλέον μετακινήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 112.

Παρατηρείται ότι η επιβάρυνση είναι αρκετά σημαντική. Εν ολίγοις αν δεχθούμε ότι η συνήθης διάταξη των συρμών του μετρό περιλαμβάνει συρμούς των 5 ή 6 βαγονιών, με χωρητικότητα 100 περίπου επιβατών ανά βαγόνι, γίνεται αντιληπτό ότι μια μέση αύξηση 30% θα σήμαινε την προσθήκη ενός επιπλέον βαγονιού και επειδή αυτό δεν επιτρέπεται από τη διάταξη θα χρειαζονταν ένας επιπλέον συρμός για την απορρόφηση των νέων μετακινήσεων.

ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΟΡΜΟΥ ΟΣΥ

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας επιλέξαμε κάποιες γραμμές κορμού του ΟΣΥ για να μελετήσουμε την επιβάρυνση που ενδέχεται να ασκηθούν μέχρι το 2030 από τα μέτρα κλιματικής προσαρμογής. Οι επιλεγμένες γραμμές παρουσιάζονται στο επόμενο Απόσπασμα Χάρτη 8.

Οι γραμμές αυτές έχουν ομοκεντρική διάταξη (όλες έχουν την αφετηρία τους σε κάποιο σημείο του Δήμου Αθηναίων) και εκτείνονται προς όλα τα σημεία του ορίζοντα, καλύπτοντας μεγάλες αποστάσεις διαμέσου πληθώρας διαφορετικών δημοτικών ενοτήτων.



Απόσπασμα Χάρτη 8: Επιλεγμένες γραμμές κορμού ΟΣΥ

Αποταθήκαμε στον ΟΑΣΑ για να τις μετρήσεις επιβατικής κίνησης των ανωτέρω γραμμών. Οι μετρήσεις μέσης ημερήσιας επιβατικής κίνησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 113.

Αρ Γραμμής	Όνομασία Γραμμής	Επιβατική Κίνηση
A1	ΠΕΙΡΑΙΑΣ-ΒΟΥΛΑ	9,950
A2	ΑΚΑΔΗΜΙΑ-ΒΟΥΛΑ (μέσω ΑΜΦΙΘΕΑΣ)	11,600
A5	ΑΚΑΔΗΜΙΑ-ΑΓ.ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ-ΑΝΘΟΥΣΑ	9,500
A7	ΣΤΟΥΡΝΑΡΗ-ΚΗΦΙΣΙΑ (ΠΛ.ΠΛΑΤΑΝΟΥ)	18,150
A8	ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ-ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ-ΜΑΡΟΥΣΙ	15,950
A10	ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΑΡΙΣΗΣ-ΑΧΑΡΝΑΙ	8,600
A11	ΠΛ.ΒΑΘΗ-ΙΛΙΟΝ-ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ (μέσω Πανορά)	9,835
A15	ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΑΡΙΣΗΣ-ΔΑΣΟΣ	9,561
B18	ΟΜΟΝΟΙΑ-ΠΕΡΑΜΑ (μέσω Π.ΡΑΛΛΗ)	8,850

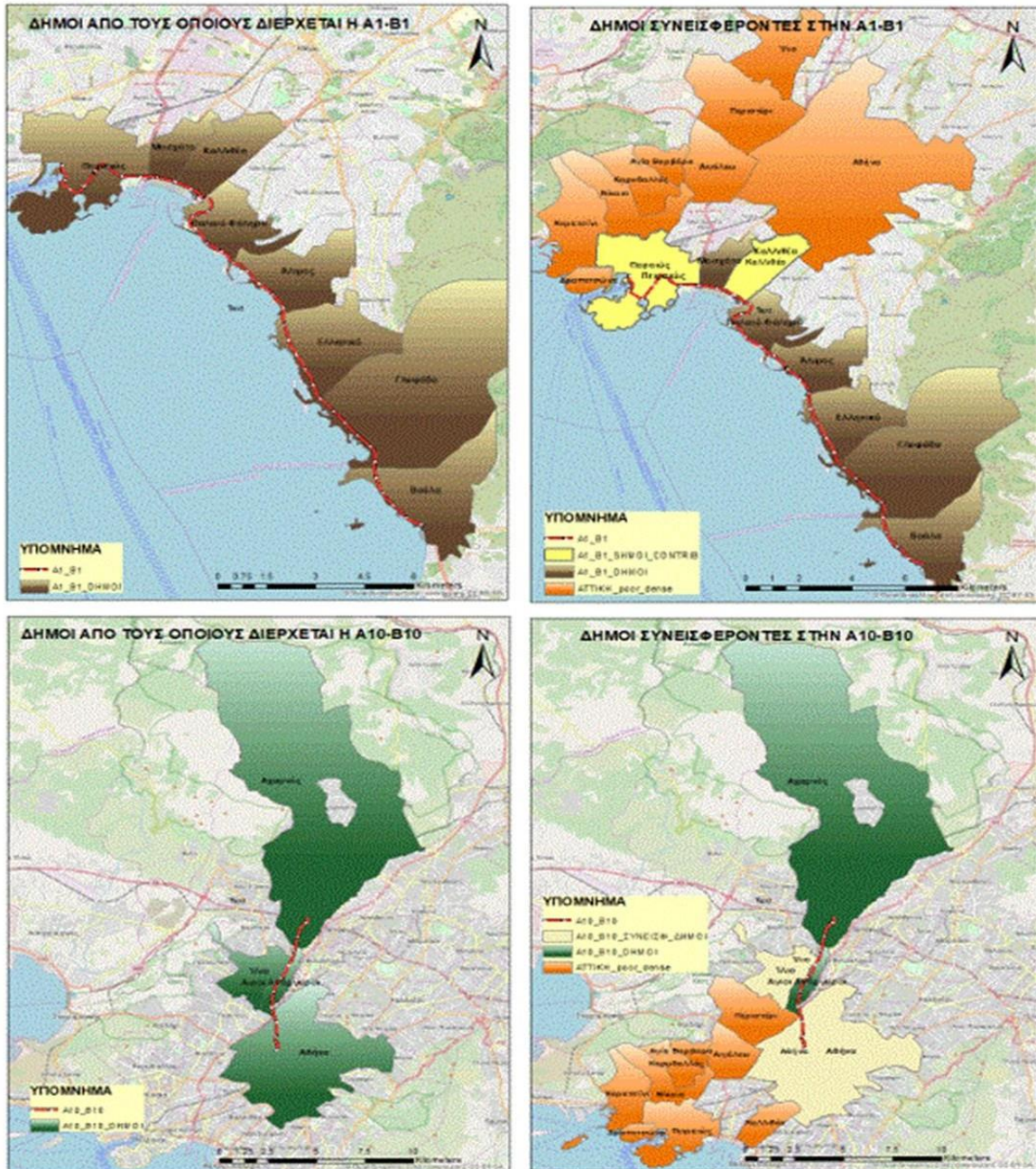
Πίνακας 112: Πηγή:ΟΑΣΑ

Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί είναι η ακόλουθη:

- Θα απομονώσουμε τη συγκεκριμένη γραμμή για να διαπιστώσουμε από ποιους δήμους διέρχεται
- Εν συνεχεία θα ασκήσουμε χωροτακτική τομή (geospatial intersection) με εκείνους τους δήμους που επιλέξαμε προηγούμενα, ώστε να πληρούν συγκεκριμένα εισοδηματικά κριτήρια και να βρίσκονται εντός προκαθορισμένων ορίων πληθυσμιακής πύκνωσης. Από αυτές τις δύο κατηγορίες αναζητούμε την προέλευση των νέων μετακινήσεων προς τα ΜΜΜ
- Η ολοκλήρωση των υπολογισμών θα δείξει την ενδεχόμενη επιβάρυνση στα λεωφορεία.

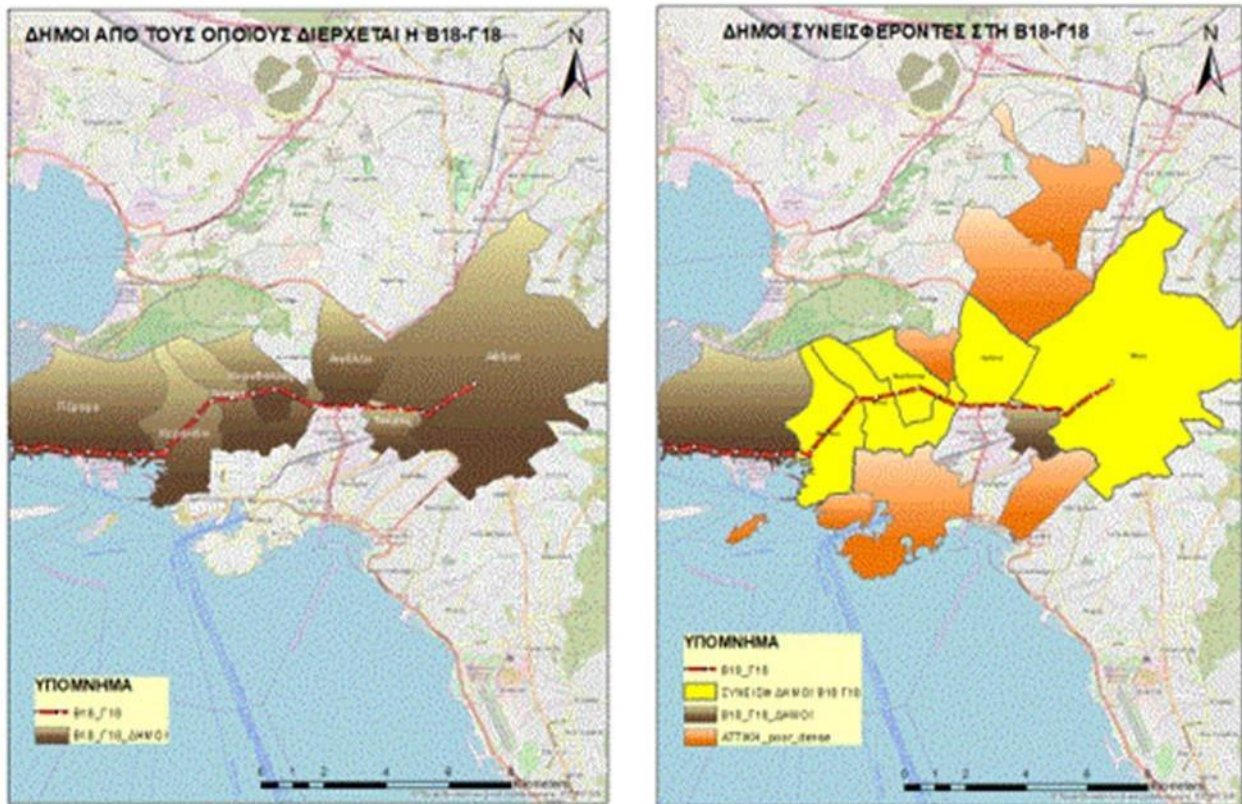
Πιο συγκεκριμένα και για αρχή θα επιλέξουμε τη γραμμή Α1 (Πειραιάς – Βούλα). Στο παρακάτω Απόσπασμα Χάρτη 9, εμφανίζεται η γραμμή να διέρχεται από μια σειρά όμορων δήμων. Η μέση ημερήσια επιβατική κίνηση αγγίζει τους 9.500 επιβάτες. Από τη ανάλυσή μας προκύπτει ότι οι δήμοι που πρόκειται να αυξήσουν τις μετακινήσεις διαθέτουν συγκεκριμένα εισοδηματικά κριτήρια και είναι πυκνοκατοικημένοι. Αντίστοιχη μεθοδολογία ακολουθήθηκε και με το μετρό. Στη συγκεκριμένη περίπτωση της Α1-Β1 γραμμής, ως συνεισφέροντες δήμοι θα είναι ο Δήμος Αθηναίων και ο Δήμος Καλλιθέας.

Ο πληθυσμός των δύο αυτών δήμων ανάγεται σε επίπεδο 2030 και υπολογίζεται η αναλογία του σε σχέση με το γενικότερο πληθυσμό της Αττικής, κατά την ίδια χρονική περίοδο. Η πληθυσμιακή αναλογία επανυπολογίζεται σε αναλογία επιβατικής κίνησης, η οποία και προστίθεται στη σημερινή μέτρηση του ΟΑΣΑ. Θεωρούμε, όπως και με το μετρό ότι η επιλογή των λεωφορείων από το επιβατικό κοινό αγγίζει το 60%.



Απόσπασμα Χάρτη 9: Επιβάρυνση γραμμών ΟΣΥ

Στο Απόσπασμα Χάρτη 10, εμφανίζεται η γραμμή Β18 – Γ18.



Απόσπασμα Χάρτη 10: συνολική εικόνα επιβάρυνσης επιλεγμένων γραμμών ΟΣΥ

Ακολουθώντας τους ως άνω συσχετισμούς επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για τις γραμμές Α10 – β10 (Στ. Λαρίσης – Αχαρνές, σχ. 15) και Β18-Γ18 (Ομόνοια – Πέραμα, Απόσπασμα Χάρτη 10).

Στον παρακάτω Πίνακα 114 έχουν καταγραφεί οι δοκιμαστικές γραμμές κορμού για τις οποίες έχουν υπολογισθεί τα ποσοστά επιβάρυνσης με νέες μετακινήσεις.

Τα ποσοστά ξεκινούν από 10% έως και 37% και με δεδομένο ότι σε ώρες αιχμής η χωρητικότητα των λεωφορείων αγγίζει το 85%, γίνεται αντιληπτό ότι τέτοιες επιφορτίσεις απαιτούν νέες δρομολογήσεις, δηλ. τακτικότερα δρομολόγια, που προϋποθέτουν περισσότερα λεωφορεία ανά γραμμή καθώς και περισσότερους υπαλλήλους για να λειτουργήσουν το στόλο και τη διαχείριση γενικότερα.

Με αυτό τον τρόπο αυξάνονται τα πάγια και λειτουργικά έξοδα των παρόχων δημόσιων συγκοινωνιών, που όπως διαπιστώσαμε σε προηγούμενη ενότητα λειτουργούν με 50% κρατικές επιδοτήσεις.

Ένα νέο σχέδιο αναδιοργάνωσης των δημόσιων συγκοινωνιών σε αυτή τη χρονική στιγμή είναι απαραίτητο.

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 4,310,040.91									
ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ ΟΣΥ 0.6									
ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑ 300,000									
ΓΡΑΜΜΗ	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	ΣΥΝΕΙΣΦΕΡΟΝΤΕΣ ΔΗΜΟΙ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	ΣΥΝΟΛΟ ΓΡΑΜΜΩΝ	ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΑΠΟ ΚΛΙΜΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΝΕΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΑΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ
A10-B10	8,600	ΑΘΗΝΑ	540,020	0.125	67,661	22	1,845	2,400	27.90%
		ΙΛΙΟ	89,243	0.021	1,848	2	554		
A1-B1	9,950	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	155,503	0.036	5,610	7	481	830	8.34%
		ΚΑΛΛΙΘΕΑ	86,768	0.020	1,747	3	349		
B18-Γ18	8,850	ΑΘΗΝΑ	540,020	0.125	67,661	22	1,845	3,221	36.40%
		ΑΙΓΑΛΕΩ	59,951	0.014	834	5	100		
		ΚΟΥΡΥΔΑΛΛΟΣ	62,036	0.014	893	2	268		
		ΝΙΚΑΙΑ	88,940	0.021	1,835	2	551		
		ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ	81,087	0.019	1,526	2	458		
A2	11,600	ΑΘΗΝΑ	540,020	0.125	67,661	22	1,845	1,845	15.91%
A11	9,835	ΑΘΗΝΑ	540,020	0.125	67,661	22	1,845	2,400	24.40%
		ΙΛΙΟ	89,243	0.021	1,848	2	554		
A15-B15	9,561	ΑΘΗΝΑ	540,020	0.125	67,661	22	1,845	2,194	22.95%
		ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	138,019	0.032	4,420	10	265		
		ΑΙΓΑΛΕΩ	59,951	0.014	834	6	83		

Πίνακας 113: Τελικός πίνακας επιβάρυνσης επιλεγμένων γραμμών ΟΣΥ

ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ήδη από το Κεφ. 4^ο υπήρχε διάχυτη ανατροφοδότηση από την ανάλυση των πληθυσμιακών δεδομένων ότι πραγματοποιούνταν μια αξιοσημείωτη αστικοποίηση της αττικής γης έξω από τα περιορισμένα όρια του γνωστού κλεινού άστεως. Η τάση έδειχνε μια μετακίνηση της αστικής ζώνης προς τα ανατολικά, μέσω Πικερμίου προς την Αρτέμιδα. Μάλιστα η Αρτέμιδα εμφάνιζε το μεγαλύτερο δείκτη πληθυσμιακής πύκνωσης όταν ολοκληρώθηκε η στατιστική πρόβλεψη για το έτος 2030.

Στο Απόσπασμα Χάρτη 11, παρατηρούνται οι καλύψεις γης κατά το χρονικό διάστημα από το 1980 μέχρι το 2000 στην Περιφέρεια Αττικής. Από την ως άνω ανασκόπηση των χρήσεων επισημαίνεται η μαζική και ταυτόχρονα, άναρχη αστικοποίηση που έλαβε χώρα τα τελευταία 60-70 χρόνια. Η σημειούμενη εκτόξευση της αστικοποίησης οδήγησε σε ορατή μείωση των δασικών και αγροτικών εκτάσεων. Οι χρήσεις γης προήλθαν από αυτόματη επεξεργασία των δορυφορικών φωτογραφιών, με GIS λογισμικά διαμέσου της τεχνικής διαδικασίας image classification.

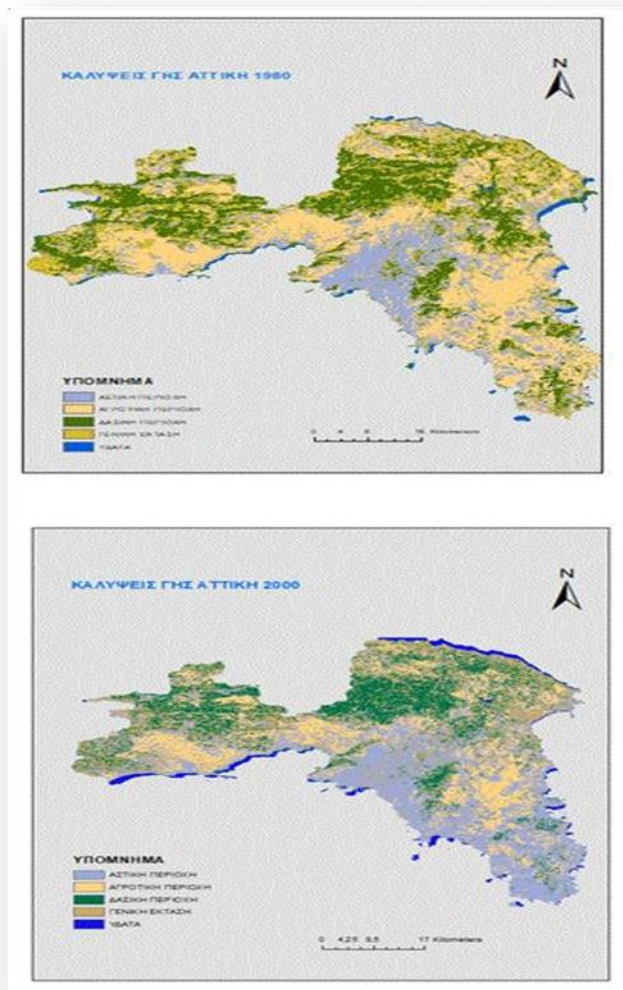
Τελικά μπορεί να επαληθευθεί ότι έχει οριστικοποιηθεί ο κύκλος της αυθόρμητης αστικοποίησης; Μήπως εξακολουθεί να πραγματοποιείται σε πιο χαλαρά χρονοδιαγράμματα λόγω των οικονομικών συγκυριών; Οφείλουμε να μελετήσουμε, συνολικά τις τάσεις και προθέσεις για να προσφέρουμε τη βέλτιστη λύση, αναφορικά με την αναδιάρθρωση των δημόσιων μέσων μεταφοράς τώρα, που μόλις διαπιστώσαμε ότι ενδέχεται να υπάρξει σημαντική επιβάρυνση από τις επιπτώσεις της κλιματικής προσαρμογής.

Υπάρχουν μοντέλα «πρόβλεψης» των μελλοντικών τάσεων αστικοποίησης τα οποία συνδυάζουν αρχές:

- της γεωγραφίας - χωρικών δεδομένων (spatial data) και
- της ραγδαίας ανάπτυξης των υπολογιστικών αναλυτικών μεθόδων.

Δυστυχώς, σε αυτά τα μοντέλα δεν υπεισέρχονται, ακόμη, οι αρχές της κοινωνιολογίας και της οικονομίας σε ξεχωριστά και διακριτά επίπεδα αξιολόγησης, εφάμιλλα με τα χωρικά.

Υπάρχουν, βέβαια και αρκετά στατιστικά μοντέλα, τα οποία συνδυάζουν αποκλειστικά και μόνο οικονομικοκοινωνικά δεδομένα για να παράξουν μελλοντολογικά σενάρια. Την εγκυρότητα των τελευταίων προτύπων αδυνατώ να καταθέσω αφού δεν τα έχω εξετάσει ενδελεχώς σε παρόμοιες περιπτώσεις. Αντίθετα για τα χωρικά μοντέλα υφίσταται μεγάλη βιβλιογραφία.



Απόσπασμα Χάρτη 11: Ανάγλυφο Αττικής (1990-2000)

Όπως, ήδη γνωρίζουμε η αστικοποίηση περιγράφεται ως ένα παγκόσμιο, μη σχεδιασμένο, πείραμα το οποίο και επηρεάζει μεγάλες περιοχές του πλανήτη μας. Πριν από 100 χρόνια μόνο το 15% του πληθυσμού διέμενε σε αστικά κέντρα. Σήμερα το ποσοστό αυτό έχει ανέλθει στο 50% και μέχρι το 2030, περί τα 5 δισεκατομμύρια κόσμου αναμένεται να διαβιεί σε αστικά κέντρα, δηλ. το 60% του συνολικού πληθυσμού κατά την εποχή αυτή⁹. Μάλιστα η αστική αυτή ανάπτυξη δεν περιορίζεται μόνο στην αύξηση του πληθυσμού αλλά και στην αστική εξάπλωση.

Η ανάπτυξη των υπολογιστών είναι πολύ σημαντική για την προβλεπτική ανάλυση και τα δυναμική της αστικής διάχυσης. Η σύγχρονη ανάπτυξη δορυφορικών συστημάτων τηλε-ανίχνευσης, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφόρησης (GIS) καθώς και η ανάπτυξη των υπολογιστών έχουν επιτρέψει την εμφάνιση νέων χωρικών μοντέλων προσέγγισης των τάσεων πρόβλεψης, όπως τα κυτταρικά αυτόματα (CA), τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα ή, τέλος και τα παραδοσιακά στατιστικά μοντέλα. Η χρήση αυτών των προτύπων (μοντέλων) επιτρέπει στους νομοθέτες να επεξεργαστούν διάφορα σενάρια, σχετικά με την αστική διάχυση και να αξιολογήσουν τα μελλοντικούς χωροταξικούς τους σχεδιασμούς.

Μεταξύ αυτών των δυναμικών μοντέλων, τα CA τα οποία αρχικώς υποδείχθηκαν από τους Ulam και Newmann τη δεκαετία του 1940, είναι τα πλέον εύχρηστα μοντέλα πρόβλεψης μιας και διαθέτουν μεγάλη προσαρμοστικότητα, είναι σχετικά απλοϊκά στη σύνθεσή τους και μπορούν να συσχετισθούν με δορυφορικά και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Από την εποχή που ο Couclelis επεσήμανε για πρώτη φορά τη σχέση μεταξύ γεωγραφικών CA και των δυναμικών δεδομένων χρήσεων γης αναπτύχθηκε μια πληθώρα τέτοιων συστημάτων, όπως :

- Το SLEUTH

⁹ UN. World Urbanization Prospects: The 2001 Revision. 2002

- Το DUEM
- Το MCE -CA model
- Το MAS -CA κ.λπ. (Lua, Tang, Cui, & Yin, 2014)

Το μοντέλο SLEUTH είναι λογισμικό, ανοιχτού κώδικα προγραμματισμού και μπορεί να προεκβάλλει τις επικείμενες τάσεις των αστικών διαχύσεων, μέσω της διαχείρισης και ανασκόπησης δεδομένων σχετικών με τις μέχρι σήμερα αστικοποιήσεις.

Οι χρονικές αυτές ανασκοπήσεις θα πρέπει να αναφέρονται σε ισο- χρονικά διανεμημένες χρονικές περιόδους, δηλ. ας πούμε το 1930, το 1950, το 1970 κ.λπ. Μάλιστα η πρόβλεψη θα γίνεται σε αντίστοιχα χρονικά quota.

Άρα οι αντικειμενικοί στόχοι αυτής της ενότητας είναι: (1) να εξετάσουμε την ικανότητα του SLEUTH να προσομοιώσει την αστική ανάπτυξη της Αττικής μέσω ιστορικών ανασκοπήσεων από το 1980 έως και το 2010, (2) να αξιολογήσουμε τα συνοπτικά στατιστικά στοιχεία του λογισμικού (κν. το αστικό DNA της Αττικής) και (3) να προβλέψουμε το μοτίβο αστικής διάχυσης και πως αυτό θα μπορούσε να διαμορφώσει την τελική μας πρόταση για την αναδιάρθρωση των ΜΜΜ.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SLEUTH

Το ανωτέρω λογισμικό αναπτύχθηκε από τον Clarke et al (Clarke, Hoppen, & Gaydos, 1995). Το λογισμικό αυτό προσομοιώνει τη δυναμική της αστικοποίησης μέσω τεσσάρων κανόνων: την απρόσκοπτη ανάπτυξη, την ανάπτυξη νέων κυτταρικών εστιών αστικοποίησης, την περιφερειακή ανάπτυξη υφιστάμενων αστικών δομών και την ανάπτυξη που δημιουργεί η διανοιχθείσα οδοποιία.

Κάθε τύπος ανάπτυξης εφαρμόζεται διαδοχικά σε κάθε κύκλο υπολογισμού οι οποίοι βαθμονομούνται από πέντε διαφορετικούς συντελεστές, οι οποίοι είναι:

1. Dispersion (Διασπορά - ΔΣΠ)
2. Breed (Διασπορά νέων αστικών κέντρων - ΔΣΠΝΚ)
3. Spread (Περιφερειακή διασπορά του κεντρικού αστικού ιστού - ΠΔΣΠ)
4. Slope resistance (Περιορισμός αστικοποίησης λόγω κλίσεων εδάφους- ΚΛ)
5. Road gravity (οδοποιία - ΟΔΠ)

Οι συντελεστές αυτοί είναι ακέραιοι αριθμοί που εκλαμβάνουν τιμές από 0 έως 100 ανάλογα με τη συνεισφορά τους στην εκάστοτε μελετώμενη αστική δυναμική.

Η απρόσκοπτη ανάπτυξη ελέγχεται από το συντελεστή ΔΣΠ. Η εξάπλωση που οφείλεται από τη δημιουργία νέων αστικών θυλάκων και τη πιθανή εξάπλωσή τους ελέγχεται από το συντελεστή ΔΣΠΝΚ. Η αστική εξάπλωση που πραγματοποιείται σε υφιστάμενα αστικά κέντρα, με τάσεις εξωστρέφειας ελέγχεται από το συντελεστή ΠΔΣΠ. Ο συντελεστής αυτός καθορίζει αν ένα τυχαίο, μη αστικοποιημένο κελί (cell ή kv. Pixel) μετατρέπεται σε αστικοποιημένο όταν τρία από τα γειτονικά κελιά είναι αστικοποιημένα (Lua, Tang, Cui, & Yin, 2014). Με αυτό το τρόπο λειτουργούν τα κυτταρικά αυτόματα.

Κάτι αντίστοιχο μπορεί να ειπωθεί για το συντελεστή ΟΔΠ ο οποίος ελέγχει την ανάπτυξη μέσω των παραμετροποιημένων τιμών των συντελεστών ΔΣΠ, ΔΣΠΝΚ και ΠΔΣΠ.

Οι συντελεστές αυτοί λειτουργούν σε συνδυασμένη λογική συστοιχία. Το SLEUTH αναπαράγει γραμμική, εκθετική ή και S – shaped μορφές αστικής ανάπτυξης.

Το SLEUTH απαιτεί δεδομένα εισαγωγής αστικής ανάπτυξης από τέσσερις διαφορετικές χρονικές περιόδους, αναπαράσταση του οδικού δικτύου από δύο τουλάχιστον χρονικές περιόδους, ένα επίπεδο εισαγωγής με τις τοπογραφικές κλίσεις εδάφους και ένα επίπεδο εισαγωγής με το ανάγλυφο της περιοχής, το οποίο χρησιμοποιεί και ως μοτίβο για τα αποτελέσματα. Επίσης απαιτείται και ειδικό επίπεδο για τις εξαιρούμενες από δόμηση ζώνες.

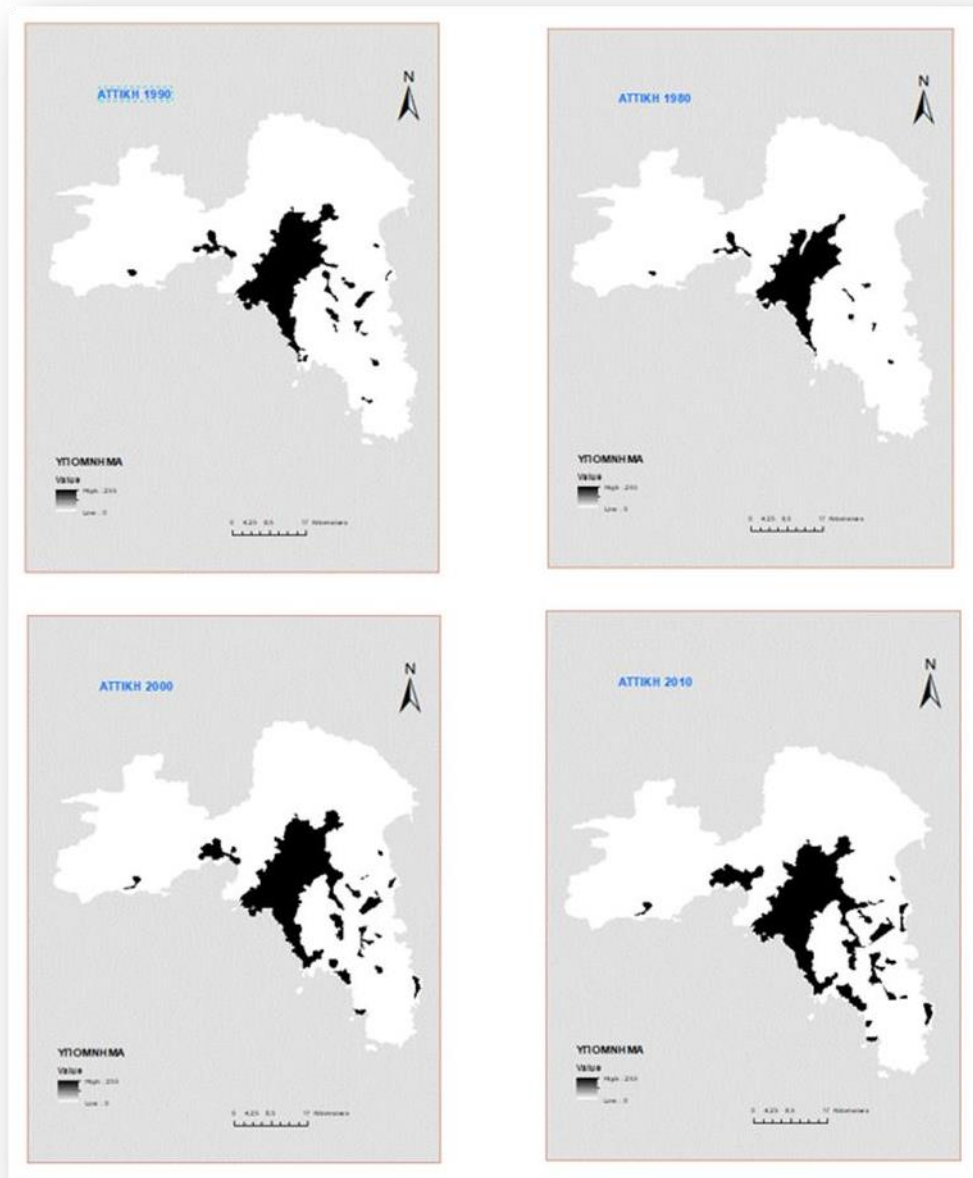
Ο υφιστάμενος αστικός ιστός ψηφιοποιήθηκε από τρεις (3) δορυφορικές εικόνες του Landsat TM8, που ελήφθησαν σε χρονικές περιόδους από 2 Ιουλίου έως και 30 Αυγούστου των ετών 1990, 2000 και 2010.

Για τη ψηφιοποίηση του 1980 χρησιμοποιήθηκε η βιβλιογραφία του Google Earth Pro. Η δορυφορική λήψη πραγματοποιήθηκε το 1984. Για τις ανάγκες της παρούσας διατριβή θα θεωρήσουμε ότι η εικόνα ελήφθηκε το 1980. Ο Landsat διαθέτει ιστορικές δορυφορικές λήψεις της Αττικής μόνο τη δεκαετία του 1970 και πιο συγκεκριμένα, η μοναδική φωτο με αξιοπρεπή ανάλυση, ήταν του 1975.

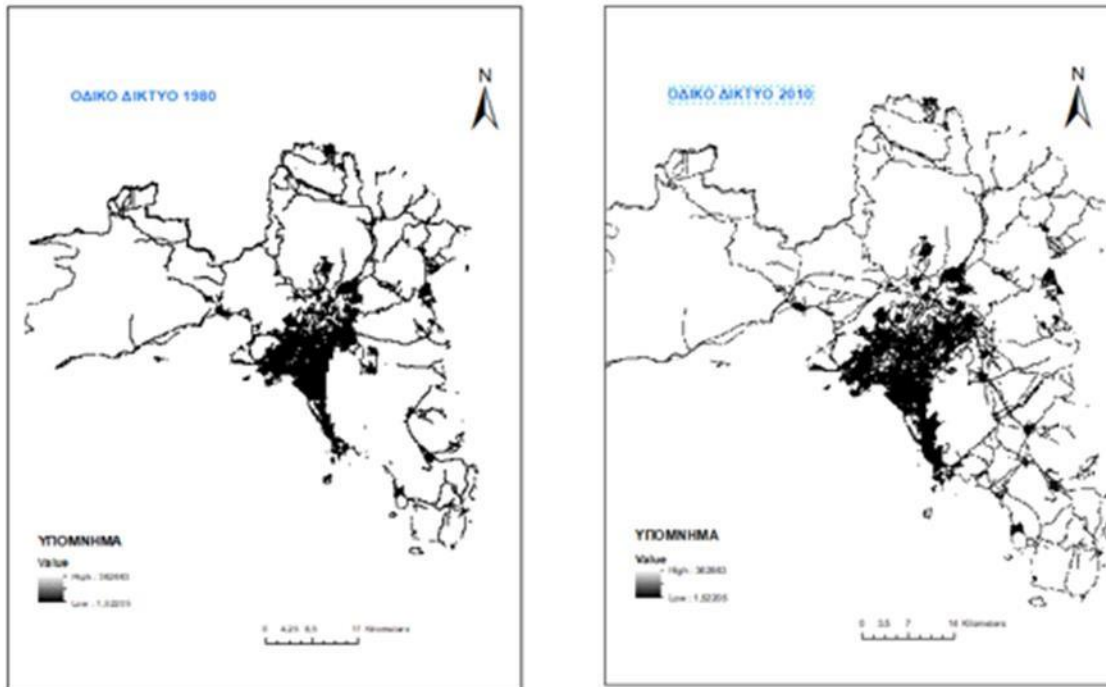
Οι εικόνες μετά την ψηφιοποίηση συναρθρώθηκαν σε ένα κοινό σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων (Greek Grid – ΕΓΣΑ 1987), Απόσπασμα Χάρτη 12. Οι οδικοί χάρτες προέρχονται από ψηφιοποίηση του δικτύου και από διάσπαρτα μορφοποιημένα αρχεία GIS (shapefiles). Οι χάρτες αυτοί αναφέρονται στις δεκαετίες 1980 και 2000 (Απόσπασμα Χάρτη 13).

Τα δεδομένα για την εξαγωγή των τοπογραφικών κλίσεων (σε %) καθώς και των σχετικών ανάγλυφων προήλθαν από DEM (Digital Elevation Model), ανάλυσης 30μ, από ελεύθερη διαδικτυακή πηγή. Εν συνεχεία τα δεδομένα συναρθρώθηκαν σε ΕΓΣΑ 1987 και πραγματοποιήθηκε ειδική επεξεργασία για τη δημιουργία ειδικών επιπέδων χωρικής ανάλυσης (layers). Επίσης, από την υφιστάμενη αστικοποίηση αποκλείσαμε κάποιες περιοχές προστασίας (Απόσπασμα Χάρτη 14).

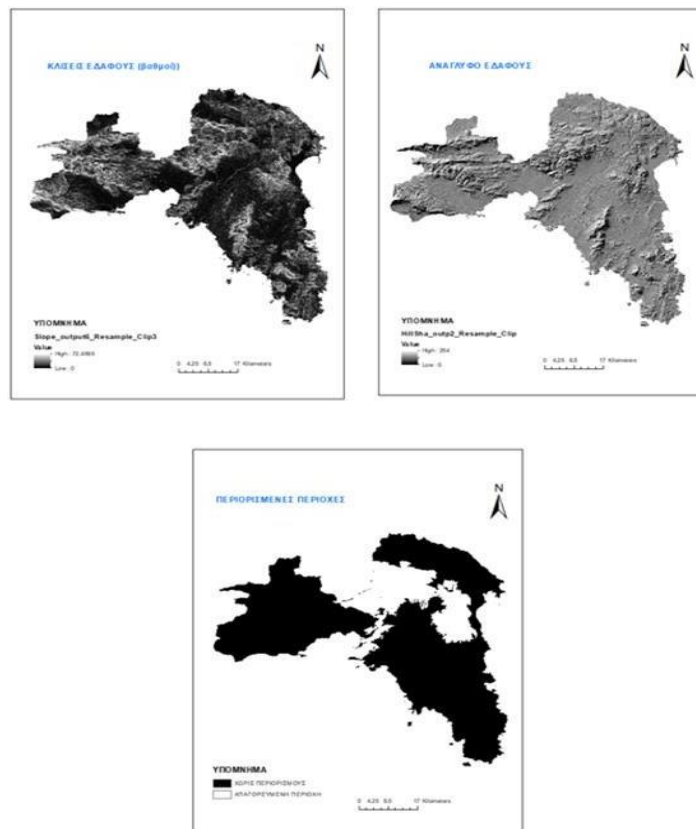
Όλα τα δεδομένα ραστεροποιήθηκαν (rasterized) σε 30μ ανάλυση και μετατράπηκαν σε ψηφιακά αρχεία, μορφοποίησης gif, σε χρωματική κλίμακα greyscale, όπως απαιτούσε το λογισμικό.



Απόσπασμα Χάρτη 12: Αστικοποίηση Αττικής σε διαφορετικές χρονικές περιόδους



Απόσπασμα Χάρτη 13: Εξέλιξη οδικού δικτύου



Απόσπασμα Χάρτη 14: Διάφορες απεικονίσεις Αττικής για SLEUTH

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (CALIBRATION)

Η βαθμονόμηση είναι από τα πιο σημαντικά στοιχεία επιτυχίας του μοντέλου μας, αφού μας επιτρέπει να ταυτοποιήσουμε τα χαρακτηριστικά εξάπλωσης μιας περιοχής με τέτοιο τρόπο ώστε να αντανakλούν τα πραγματικά δεδομένα της εξεταζόμενης περιοχής (αστικό DNA). Σκοπός της βαθμονόμησης είναι η εξαγωγή των πέντε (5) βασικών συντελεστών για την περίοδο βαθμονόμησης, δηλ. από το 1980 έως και το έτος 2010. Αυτό επιτυγχάνεται από το SLEUTH με τη μέθοδο Μόντε Κάρλο (μαθηματική θεώρηση σύμφωνα με την οποία σχετίζεται το ρίσκο και η αβεβαιότητα από τεχνικές πρόβλεψης), όπου ο χρήστης επιλέγει μια ομάδα τιμών για τους συντελεστές και το λογισμικό προβαίνει σε επαναλήψεις (iterations) όλων των πιθανών συνδυασμών αυτών μέχρι να προκύψει ο ιδανικός συνδυασμός τιμών για αυτούς τους συντελεστές. Άρα με τη βαθμονόμηση το σύστημα επιλέγει τους κατάλληλους συντελεστές και τους χρησιμοποιεί για να προβλέψει τις λειτουργίες αστικής εξάπλωσης, έχοντας ως αναφορά τα πραγματικά δεδομένα με τα οποία έχει τροφοδοτηθεί το σύστημα. Στη δική μας περίπτωση, το σύστημα έχοντας ως έτος αναφοράς το 1980 δοκιμάζει την αξιοπιστία του προσπαθώντας να προβλέψει την αστική διάχυση κατά τα επόμενα έτη 1990, 2000 και 2010.

Η βαθμονόμηση χρησιμοποιεί τρεις φάσεις, την τραχεία (coarse), τη ραφιναρισμένη (fine) και την τελική (final). Έχοντας επιλέξει σωστούς συντελεστές το μοντέλο προβαίνει στην απαιτούμενη πρόβλεψη. Εμείς του ζητήσαμε να κάνει πρόβλεψη έως το 2040. Στον επόμενο Πίνακα 115, διακρίνονται οι πιθανές τιμές των συντελεστών μετά από την πρώτη επανάληψη. Οι συντελεστές του μοντέλου προτείνουν η επιλογή των

Run	Product	Compare	Pop	Edges	Clusters	Size	Leesalee	Slope	%Urban	Xmean	Ymean	Rad	Fmatch	Diff	Brd	Sprd	Slp	RG	
100	0.21946	0.59409	0.99094	0.94655	1.00000	0.92967	0.656	2	0.82775	0.82216	0.95282	1.00000	0.99463	0.00000	1	1	100	1	1
101	0.21946	0.59409	0.99094	0.94655	1.00000	0.92967	0.656	2	0.82775	0.82216	0.95282	1.00000	0.99463	0.00000	1	1	100	1	25
102	0.02498	0.59344	0.96464	0.95343	0.51923	0.73166	0.656	5	0.88688	0.82158	0.26478	0.97788	0.97228	0.00000	1	1	100	1	50
103	0.02498	0.59344	0.96464	0.95343	0.51923	0.73166	0.656	5	0.88688	0.82158	0.26478	0.97788	0.97228	0.00000	1	1	100	1	75
104	0.02498	0.59344	0.96464	0.95343	0.51923	0.73166	0.656	5	0.88688	0.82158	0.26478	0.97788	0.97228	0.00000	1	1	100	1	100
225	0.16685	0.61564	0.99508	0.98769	0.89286	0.99149	0.655	3	0.68843	0.82329	0.90300	0.93629	0.99158	0.00000	1	25	100	1	1
226	0.16685	0.61564	0.99508	0.98769	0.89286	0.99149	0.655	3	0.68843	0.82329	0.90300	0.93629	0.99158	0.00000	1	25	100	1	25
727	0.00498	0.59605	0.98130	0.97122	0.12903	0.27271	0.655	2	0.84658	0.82101	0.74591	0.74319	0.98657	0.00000	25	1	100	1	50
728	0.00498	0.59605	0.98130	0.97122	0.12903	0.27271	0.655	2	0.84658	0.82101	0.74591	0.74319	0.98657	0.00000	25	1	100	1	75
729	0.00498	0.59605	0.98130	0.97122	0.12903	0.27271	0.655	2	0.84658	0.82101	0.74591	0.74319	0.98657	0.00000	25	1	100	1	100
200	0.00020	0.59185	0.97083	0.92820	0.03571	0.02835	0.654	8	0.87034	0.82139	0.81912	0.98730	0.97797	0.00000	1	25	75	1	1
201	0.00020	0.59185	0.97083	0.92820	0.03571	0.02835	0.654	8	0.87034	0.82139	0.81912	0.98730	0.97797	0.00000	1	25	75	1	25
227	0.11696	0.61769	0.91298	0.90200	0.66284	0.97325	0.654	7	0.95121	0.82320	0.98386	0.76418	0.92536	0.00000	1	25	100	1	50
228	0.11696	0.61769	0.91298	0.90200	0.66284	0.97325	0.654	7	0.95121	0.82320	0.98386	0.76418	0.92536	0.00000	1	25	100	1	75
229	0.11696	0.61769	0.91298	0.90200	0.66284	0.97325	0.654	7	0.95121	0.82320	0.98386	0.76418	0.92536	0.00000	1	25	100	1	100
355	0.05337	0.61104	0.97062	0.95451	0.98973	0.77704	0.654	0	0.61282	0.82330	0.81817	0.47151	0.96286	0.00000	1	50	100	25	1
356	0.05337	0.61104	0.97062	0.95451	0.98973	0.77704	0.654	0	0.61282	0.82330	0.81817	0.47151	0.96286	0.00000	1	50	100	25	25
725	0.03547	0.59493	0.90123	0.86322	0.25000	0.71352	0.654	8	0.96091	0.82043	0.96515	0.94429	0.91428	0.00000	25	1	100	1	1
726	0.03547	0.59493	0.90123	0.86322	0.25000	0.71352	0.654	8	0.96091	0.82043	0.96515	0.94429	0.91428	0.00000	25	1	100	1	25
480	0.00027	0.61713	0.98228	0.98636	0.01316	0.12365	0.654	7	0.84902	0.82196	0.62346	0.99989	0.98784	0.00000	1	75	100	25	1
481	0.00027	0.61713	0.98228	0.98636	0.01316	0.12365	0.654	7	0.84902	0.82196	0.62346	0.99989	0.98784	0.00000	1	75	100	25	25
1350	0.10112	0.60538	0.97768	0.97067	0.92308	0.67942	0.654	5	0.87202	0.82196	0.82036	0.74197	0.98355	0.00000	50	1	100	1	1
1351	0.10112	0.60538	0.97768	0.97067	0.92308	0.67942	0.654	5	0.87202	0.82196	0.82036	0.74197	0.98355	0.00000	50	1	100	1	25
575	0.04608	0.61225	0.99254	0.94971	0.44325	0.76119	0.654	1	0.82856	0.82234	0.93066	0.57300	0.99584	0.00000	1	100	75	1	1
576	0.04608	0.61225	0.99254	0.94971	0.44325	0.76119	0.654	1	0.82856	0.82234	0.93066	0.57300	0.99584	0.00000	1	100	75	1	25

Πίνακας 114: Διακύμανση συντελεστών μετά την πρώτη Iteration

τιμών των συντελεστών για την επόμενη φάση να πραγματοποιείται από τα τρία (3) υψηλότερα σκορ της σταθεράς Lee Salee. Υπάρχει και η πιο εξελίξιμη μέθοδος OSM αλλά δεν υπάρχει compiler για το λειτουργικό των windows.

Το SLEUTH είναι δομημένο σε περιβάλλον UNIX, γλώσσας C++ με αποτέλεσμα να μην μπορεί να λειτουργήσει σε περιβάλλον windows, χωρίς τους απαιτούμενους compilers.

Μετά από πολύωρη διαδικασία συνεχών iterations της τεχνικής Μόντε Κάρλο παραθέτουμε τον επόμενο Πίνακα 116, όπου διακρίνονται οι τελικές τιμές των πέντε (5) συντελεστών από τη βαθμονόμηση.

Run	Product	Compare	Pop	Edges	Clusters	Size	Leesalee	Slope	%Urban	Xmean	Ymean	Rad	Fmatch	Diff	Brd	Sprd	Slp	RG
0	0.13404	0.61115	0.98597	0.97438	0.58178	0.88549	0.65508	0.84214	0.82233	0.99030	0.99555	0.99080	0.00000	4	17	99	6	50

Πίνακας 115: Τελικές τιμές Monte Carlo

Στον επόμενο Πίνακα 117, διακρίνονται οι δείκτες που μετρούν την αποδοτικότητα του μοντέλου.

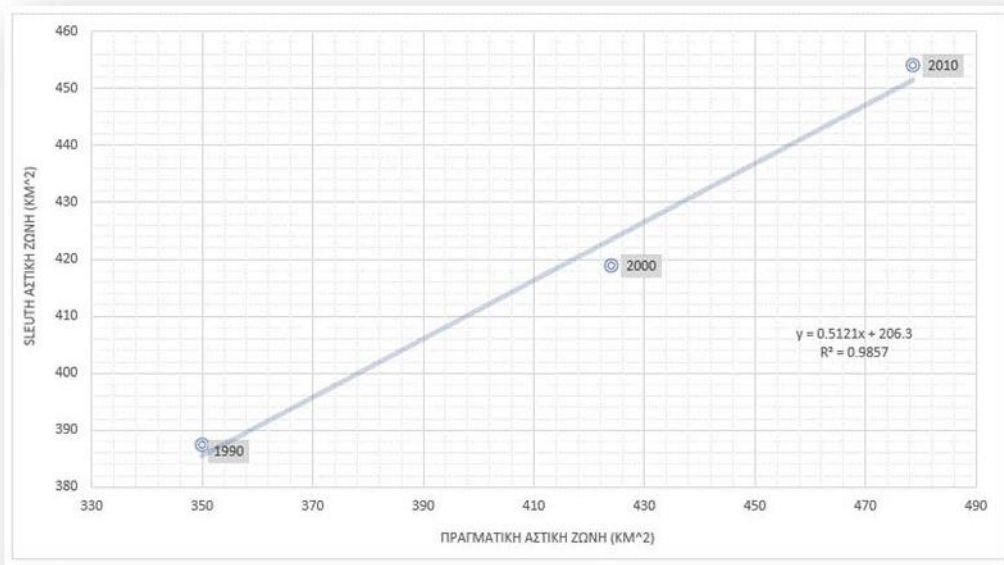
Index	Description
Product	A composite index which is the result of all scores multiplied together
Compare	Comparison of modeled final urban extent to real final urban extent
r^2 population	Least square regression score of modeled urbanization compared with actual urbanization for control years
Edges r^2	Least square regression score for modeled urban edge count compared with actual urban edge count for control years
R^2 clusters	Least square regression score for modeled urban clustering compared with known urban clustering for control years
Average Slope r^2	Least square regression of average slope for modeled urbanized cells compared with average slope of known urban cells for control years
$X_{mean} r^2$	Least square regression of average x values for modeled urbanized cells compared with average X values of known urban cells for control years
$Y_{mean} r^2$	Least square regression of average y values for modeled urbanized cells compared with average y values of known urban cells for control years

Πίνακας 116: Επεξήγηση μεταβλητών SLEUTH

Η ιδανική περίπτωση θα ήταν αν όλες οι τιμές των δεικτών του Πίν. 8 ελάμβαναν την τιμή 1. Εντούτοις σημαντικοί δείκτες όπως ο r^2 pop φέρει τη τιμή 0.986 όπως παρατηρείται στη Γραφική Παράσταση 17. Επίσης σημαντικοί δείκτες είναι και X_{mean} και Y_{mean} οι οποίοι είναι πολύ κοντά στη μονάδα.

Από τη βιβλιογραφία βλέπουμε ότι και ο δείκτης LeeSalee φέρει τη τιμή 0.655. Οποιαδήποτε τιμή μεταξύ 0.20 και 0.80 είναι γενικότερα αποδεκτή. Στο επόμενο σχ. 16 βλέπουμε την εξέλιξη της τιμής r^2 pop.

Στους x και y άξονες έχουν καταγραφεί τα εμβαδά που περικλείονται από τις αστικές ζώνες. Στον άξονα x οι πραγματικές – παρατηρηθείσες τιμές, στον άξονα y, οι τιμές που λήφθηκαν από το SLEUTH, σε τετρ. χλμ..

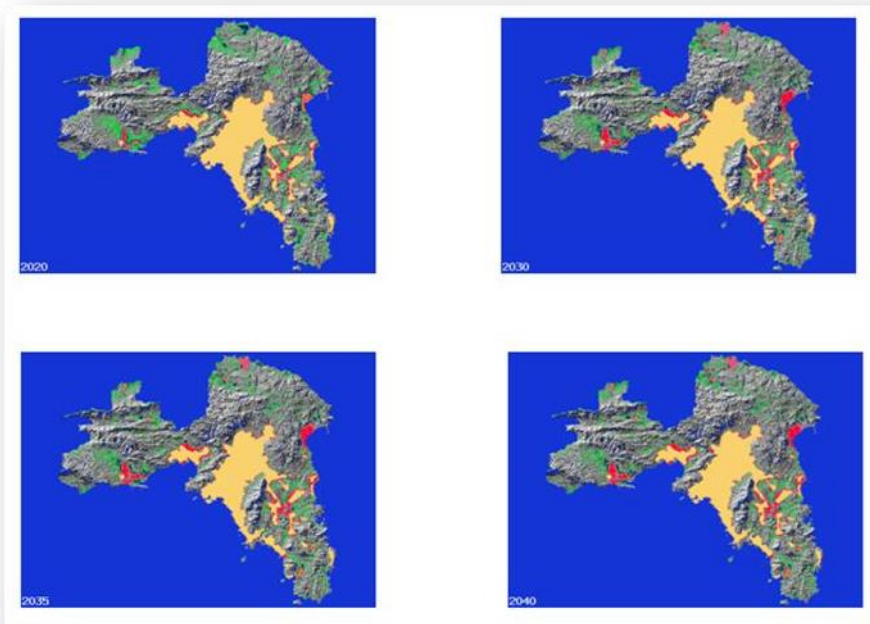


Γραφική Παράσταση 17: Πρόβλεψη αστικοποίησης

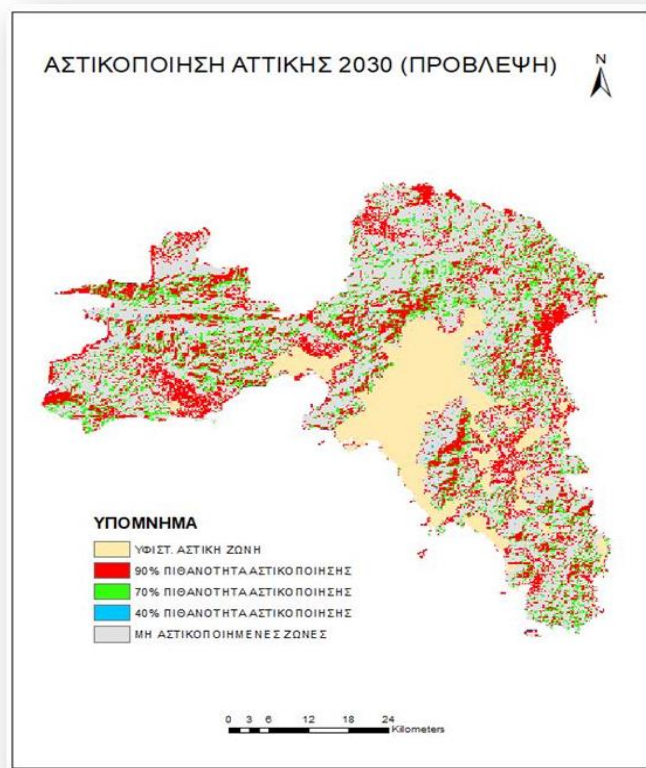
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με το σενάριο που βαθμονομήθηκε από το λογισμικό μας εκτιμήθηκε μόνο η περίπτωση της «ιστορικής» και απρόσκοπτης ανάπτυξης, δηλ. εκείνης που δεν λαμβάνει υπόψη τους υπάρχοντες πολεοδομικούς σχεδιασμούς (ΓΠΣ, τοπικά ΣΧΟΟΠ κ.λπ.) ή άλλους περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Στο δικό μας σενάριο εξαιρέθηκαν μόνο οι ορεινοί δασικοί δρυμοί (π.χ. Πάρνηθας), του Αιγάλεω, του Πεντελικού καθώς και περιοχής γύρω από Σχοινιά. Άλλωστε οι περισσότερες από αυτές τις εξαιρούμενες περιοχές θα αποκλείονταν λόγω τοπογραφίας και κλίσεων εδάφους. Μας ενδιέφερε περισσότερο η τάση εξωστρεφούς αστικοποίησης, πέραν του κλεινού άστεως και λιγότερο οι συγκεκριμένες περιοχές πέριξ των οποίων θα εκδηλωνόταν η αστικοποίηση.

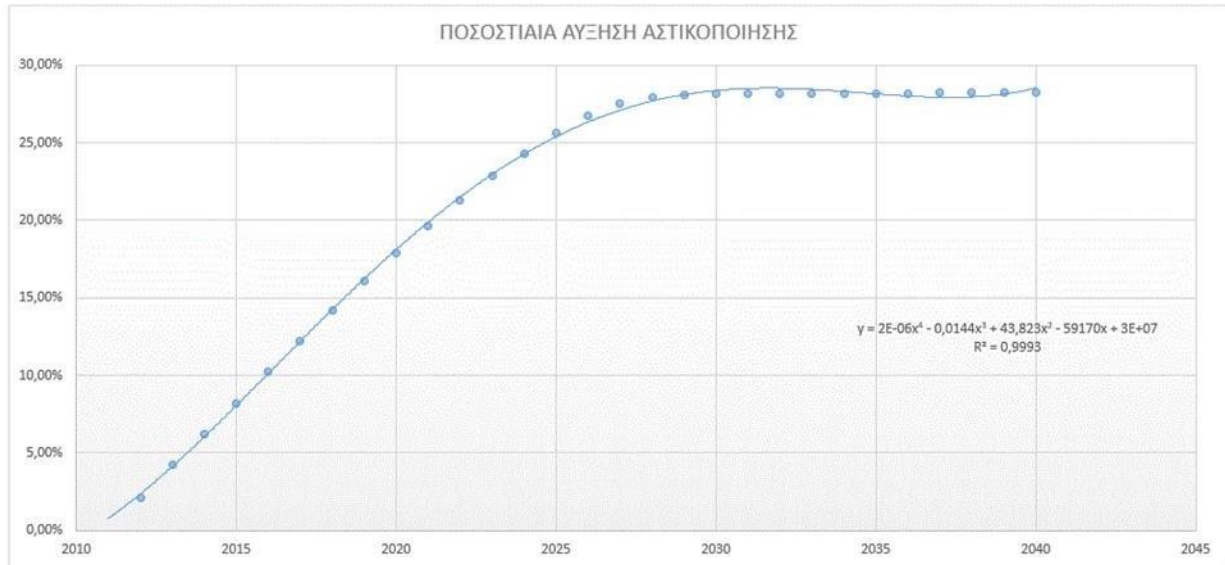
Τα αποτελέσματα της αστικής εξάπλωσης του SLEUTH παρουσιάζονται στο Απόσπασμα Χάρτη 15, το οποίο δείχνει σε μορφή time lapse την προβλεπόμενη αστική εξάπλωση από το 2011 μέχρι το 2040. Στο Απόσπασμα Χάρτη 16, έχουμε αποτυπώσει τα ίδια δεδομένα σε περιβάλλον GIS για μεγαλύτερη ευκρίνεια αναφορικά με το έτος 2030, το οποίο μας ενδιαφέρει μελετητικά. Στη παρακάτω Γραφική Παράσταση 18 διακρίνεται σε γράφημα η ποσοστιαία αύξηση της αστικοποίησης σύμφωνα με τα στατιστικά δεδομένα.



Απόσπασμα Χάρτη 15: Τελικά αποτελέσματα



Απόσπασμα Χάρτη 16: Αποτελέσματα σε χαρτογραφική απεικόνιση



Γραφική Παράσταση 18: Τελική πρόβλεψη αστικής εξάπλωσης στην Αττική

Σύμφωνα με τον Πίνακα 116 ανωτέρω, οι τιμές του συντελεστή spread είναι υψηλή (99) συνεπώς ήταν επόμενο να αναμένουμε μελλοντικές εξαπλώσεις στις περιφερειακές άκρες των υφιστάμενων πολεοδομικών συγκροτημάτων. Η εξαπλωση αυτή φαίνεται να κρατείται σταθερή μετά το 2025 κατά τη Γραφική Παράσταση18.

Σε γενικές γραμμές οι προβλεπόμενες αστικές πυκνώσεις δεν προϋδεάζουν σοβαρές αλλαγές στη πολεοδομική ανασυγκρότηση της Αττικής και δεν θα μας επηρεάσουν στην τελική πρόταση για τις δημόσιες συγκοινωνίες.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Αναφερόμαστε στην ενότητα «ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΜΕΤΡΟ» και «ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΟΡΜΟΥ ΟΣΥ» και στα αποτελέσματα των Πίν. 5 και 7.

Στον Πίνακα 5 υπολογίσθηκε η επιβάρυνση ανά προεπιλεγμένο σταθμό μετρό, η οποία βρέθηκε να κυμαίνεται μεταξύ 47% στο σταθμό Μοναστηρακίου έως και 6,17% στο σταθμό Αμπελοκήπων. Η μεσοσταθμική αύξηση (αφαιρώντας τους δύο ανωτέρω σταθμούς ως outliers – ακραίες τιμές) είναι της τάξης του 25,5 %. Οι αυξήσεις αυτές είναι λογικό ότι θα είναι ιδιαίτερα καταφανείς σε δήμους με υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα και οι οποίοι συνορεύουν με άλλους δήμους αντίστοιχων πληθυσμιακών μεγεθών.

Αναγνωρίζουμε ότι οι πολυπληθέστεροι δήμοι είναι αυτοί των Αθηνών αλλά και του Περιστερίου οι οποίοι και συγκεντρώνουν τις σημαντικότερες αυξήσεις. Μαθηματικά οι αυξήσεις αυτές θα βαίνουν μειούμενες και όπως κινούμαστε στα άκρα των γραμμών-αξόνων του μετρό και ΗΣΑΠ. Μεσοσταθμικές αυξήσεις γύρω στο **25%** θα μπορούσε να σημαίνει ότι στα τροχήλατα βαγόνια μετρό ή ΗΣΑΠ, σε ώρες αιχμής θα χρειαζόνταν η προσθήκη δύο (2) επιπλέον βαγονιών ή ενός (1) βαγονιού + ενός (1) βαγονιού με μηχανή, ανάλογα με τη συνήθη διάταξη των συρμών.

Τυχόν αυξήσεις του υλικοτεχνικού εξοπλισμού συμπαρασύρουν και αντίστοιχες αυξήσεις στο υφιστάμενο προσωπικό. Στην περίπτωση των ανθρωπίνων πόρων δεν θα έχουμε αύξησης τάξης του 25% καθότι υπεισέρχονται θέματα που αφορούν στην πρόληψη προσωρινού προσωπικού (ελαστικές μορφές απασχόλησης), στην αναδιάταξη των δρομολογίων – βαρδιών κ.λπ. Απεναντίας προβλέπεται αύξηση της τάξης του 15%, συνολικά για το προσωπικό.

Η αύξηση δαπανών λειτουργίας σε μετρό και ΗΣΑΠ δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη του 8-10% αφού αναμένεται αύξηση εσόδων από την ενίσχυση της επιβατικής κίνησης. Συνεπώς οι επιβαρύνσεις που υπολογίσθηκαν στους Πιν. 5 και 7

πιο πάνω, θεωρούνται επεικώς διαχειρίσιμες, ειδικότερα όταν η καταληκτική ημερομηνία απέχει μία 10ετία από σήμερα.

Αντίστοιχες αυξήσεις παρατηρήθηκαν και για συγκεκριμένες γραμμές της ΟΣΥ. Ήδη η Πολιτεία φρόντισε να ανανεώσει το στόλο με 400 νέα λεωφορεία για να αντιμετωπίσει το θέμα του SARS -2. Μάλιστα οι προμήθειες πραγματοποιήθηκαν με τη διαδικασία της απευθείας ανάθεσης. Συνεπώς το ελληνικό δημόσιο μπορεί πολύ εύκολα να λύνει βαθμιδωτά τα προβλήματα όταν ενσκήπτουν, εντούτοις αδυνατεί να δει τη μεγαλύτερη εικόνα και κυρίως, όταν αυτή απαιτεί μακροχρόνιους σχεδιασμούς και δεσμεύσεις.

Η Πολιτεία πρέπει να δεσμευθεί να λάβει ριζικά μέτρα αναδιάρθρωσης των ΜΜΜ καταστρώνοντας τα καθαρά, αξιόπιστα και φθηνά. Η κλιματική αλλαγή, ως ιδέα ή έναυσμα (ανεξαρτήτως πολιτικών ή επιστημονικών πεποιθήσεων) μπορεί να πυροδοτήσει αλλαγές νοοτροπιών και να οδηγήσει χώρες σαν τη δική μας σε έναν αειφόρο μετασχηματισμό.

Όλα αυτά αναφέρονται ενδελεχώς στο Κεφ_3 ΟΡΙΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ ΓΙΑ ΤΟ 2030 καθώς και στο Κεφ_6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΕΝΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ.

**ΚΕΦ_6 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΜΜΜ
ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ**

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΣΤΟΧΟΙ

Ανακεφαλαιώνοντας τη μέχρι αυτή τη στιγμή θεματολογία που αναπτύξαμε στα προηγούμενα κεφάλαια οδηγούμαστε στη διατύπωση ορισμένων πρώιμων συμπερασματικών - συνοπτικών αναφορών, όπως:

1. Από τη θεμελίωση των βασικών θερμοκρασιακών συναρτήσεων που παρουσιάστηκαν από την IPCC, **η αύξηση της θερμοκρασίας της γης αναμένεται να αυξηθεί κατά 1,5 έως 2^ο C μέχρι τον διπλασιασμό των εκπομπών CO₂ ή κατ' επέκταση, οποτεδήποτε μετά το 2050.** Υπάρχει αρκετή ακαδημαϊκή βιβλιογραφία από που αντιτίθεται στην επιχειρηματολογία της IPCC. Η χώρα μας, όπως είναι γνωστό υπέγραψε τη Διακήρυξη σωτηρίας του πλανήτη και όπως αυτή παρουσιάστηκε στα πρακτικά της Συνόδου των Παρισίων (Paris Agreement), το 2016.
2. Η χώρα μας εκπέμπει περί τους 70 Mt CO₂ ετησίως (2017)¹⁰ και βρίσκεται στην 51^η θέση παγκοσμίως. Χώρες όπως η Σουηδία, η Νορβηγία, η Εσθονία ή η Ρουμανία εκπέμπουν μεσοσταθμικά 25% λιγότερες εκπομπές. Οι προαναφερθείσες χώρες διαθέτουν συγκρίσιμα δημογραφικά στοιχεία με την Ελλάδα και ισχυρότερες υποδομές βιομηχανικής παραγωγής. Με το ίδιο μέτρο σύγκρισης, χώρες όπως η Αυστρία και το Βέλγιο βρίσκονται στην 50^η και 40^η θέση στον αντίστοιχο πίνακα. Εκπέμπουμε κατ' αναλογία πληθυσμού και δραστηριοτήτων υψηλότερες εκπομπές. Η χώρα μας και ιδιαίτερα **η περιφέρεια Αττικής, στον τομέα των μεταφορών, όπως παρουσιάσαμε στο 2^ο Κεφάλαιο εκπέμπει 10-12 Mt CO₂, αφήνοντας μεγάλα περιθώρια βελτίωσης και περιορισμού των εκπομπών CO₂.**

10 Wikipedia, List of Countries by Carbon dioxide Emissions, 2017

3. Σύμφωνα με τα προσαρμοστικά μοντέλα της IPCC, το σενάριο περιορισμού της αύξησης της θερμοκρασίας σε **λιγότερο από 1,5⁰ C**, προβλέπει περιορισμό των εκπομπών CO₂ κατά 50% μέχρι το 2030 και πλήρη περιορισμό των εκπομπών κατά το έτος 2050.
4. Σε μια ιδιαίτερα έντονη και άμεση προσαρμογή (#1 σενάριο στην παρούσα εργασία - κεφ.3) ένας ανάλογος περιορισμός μείωσης της παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 2 βαθμούς, θα απαιτούσε την άμεση ... «απομάκρυνση» από τη κυκλοφορία όλων των ΙΧ οχημάτων, τεχνολογίας euro3 και προγενέστερης (βενζίνης και ντίζελ). Δηλ. 1,8 εκατομμύρια ιδιοκτήτες ΙΧ θα πρέπει να αναζητήσουν τρόπους αντικατάστασης των οχημάτων τους.
5. Στατιστική ανάλυση οικονομικών δεικτών από το 1980 και μετά, όπως: οι νέες ταξινομήσεις ΙΧ οχημάτων, το κατά κεφαλή εισόδημα, τα μέσα επιτόκια μακροχρόνιου δανεισμού καθώς και οι τιμές του αργού πετρελαίου, σε συνάρτηση με τις τάσεις που δημιουργήθηκαν κατά τη μαζική απόσυρση της δεκαετίας του 1990, μας βοήθησαν να προβούμε στην ακόλουθη πρόβλεψη: μέχρι το 2030 μόλις το 26,6% του συνόλου των νέων προς ταξινόμηση οχημάτων θα είναι νέας τεχνολογίας (ηλεκτρικής ή υβριδικής). Από τα υπόλοιπα, γύρω στα 186.000 οχήματα θα παροπλισθούν λόγω μη συμβατότητας με τις νέες τεχνολογικές οδηγίες. Έπεται ότι οι χρήστες τους μοιραία θα στραφούν προς τα δημόσια ΜΜΜ. Λαμβάνοντας υπόψη στατιστικά δεδομένα που συσχετίζουν το μέσο αριθμό επιβατών ανά ΙΧ όχημα στην Αθήνα, αυτομάτως τα 186.000 οχήματα μετατρέπονται σε 300.000 χρήστες ατομικής μετακίνησης. Αν λάβουμε υπόψη και την εντατική επικοινωνιακή πολιτική που θα επενδυθεί πάνω σε αυτό το αντικείμενο, με προτάσεις life styling μέσω των κοινωνικών δικτύων, τότε ο αριθμός που προβλέψαμε ενδέχεται ακόμη και να διπλασιασθεί. Το Κράτος, κατά το πρόσφατο παρελθόν, δεν επεδίωξε σοβαρά να επενδύσει πάνω στη βιώσιμη μορφή μετακινήσεων και να καταστήσει τα ΜΜΜ πιο εύχρηστα, λιγότερα κοστοβόρα, με συχνότητες διέλευσης κάτω από 10'. Αντιθέτως επέλεγε, σε συνεννόηση με τις εταιρείες εισαγωγής να ... «συν

διαμορφώνει» και να τονώνει τις αγοραστικές ανάγκες και προτιμήσεις των πολιτών στην επιλογή του νέου τύπου ιδιωτικής μετακίνησης. Σε διαφορετική περίπτωση, σήμερα δεν θα υπήρχε ανάγκη να λάβουμε πιο εξειδικευμένα μέτρα για την προστασία του αστικού περιβάλλοντος.

6. Κατανοώντας τα προαναφερόμενα, η επόμενη φάση της έρευνάς μας όφειλε να κινηθεί γύρω από δύο άξονες:
 - Ο πρώτος: να ερευνηθεί η διαχειρησιακή επάρκεια των σημερινών ΜΜΜ (οδικών ή σταθερών μέσων)
 - Και ο δεύτερος: να επιχειρηθεί έρευνα σχετικά με ποιες περιοχές της Αττικής και ποια συγκοινωνιακά μέσα θα δεχθούν την επαύξηση της επιβατικής κίνησης με τις επιπλέον 300.000 πρόσθετες επιφορτίσεις. Επιτεύχθηκαν στα κεφ. 4 και 5.
7. Γνωρίζουμε ότι διαπραγματευόμαστε μελλοντολογικά σενάρια όπου τυχαία γεγονότα, όπως η πρόσφατη διασπορά του sars-covid2 ή άλλων απρόσμενων συμβάντων θα μπορούσαν να δημιουργήσουν χαοτικές παρεμβάσεις και να αναστείλουν Συμφωνίες ή άλλες ανάλογες επιστημονικές πρακτικές. Ουδόλως αναμένουμε **ότι ο επικείμενος προγραμματισμός χωρών και ιδιαίτερα της χώρας μας, να είναι τόσο πολύ αυστηρός στη λήψη μέτρων ή τόσο πιεστικός στα θεωρητικά χρονοδιαγράμματα.** Πόσο μάλλον όταν οι πλέον ρυπογόνες χώρες όπως οι ΗΠΑ και η Κίνα δεν υπέγραψαν το Σύμφωνο των Παρισίων. Συνεπώς, η συγκλίνουσα προσαρμογή είναι βέβαιο ότι θα αποκλίσει στη πράξη και αναμένεται να διαρκέσει και πέραν του σωτηρίου έτους 2050. **Εμείς από την πλευρά μας δουλέψαμε ένα... «υποθετικό» σενάριο (less likely to happen....) με συγκεκριμένες παραδοχές και με προδιαγραφμένα εργαλεία επίλυσης.**
8. Το σενάριό μας, βέβαια ενδέχεται να αποδειχθεί έτι εφιαλτικότερο όταν μαζί με τους περιορισμούς για την ανάσχεση της αύξησης της θερμοκρασίας προστεθούν και οι συνέπειες από τον επικείμενο και αναμενόμενο οριστικό τερματισμό των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων. Φυσικά, τέτοιες

συνέπειες σχετίζονται με την ... καταρράκωση των επιπέδων ανθρώπινης διαβίωσης, αφού θα επιβραδυνθεί η βιομηχανική παραγωγή, θα περιορισθεί η παραγωγή ενέργειας, θα εξαλειφθεί η αυτοκίνηση, οι εμπορικές μεταφορές θα μηδενισθούν προκαλώντας οικονομικές αναταράξεις και ο κόσμος μας θα μεταβληθεί σε κόλαση ...οργουελικού τύπου. Τέτοιο σενάριο δεν γίνεται κατανοητό, πόσο μάλλον αποδεκτό στις μεγάλες μάζες χωρίς επαναστατικές αντιδράσεις. Θα μπορούσε, όμως να στρογγυλευθεί και διανθισθεί με «...σκοτεινά, πολύπλοκα και επαμφοτερίζοντα επιστημονικά ...στοιχεία» σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη η οποία, να υπενθυμίσουμε ότι οφείλεται αποκλειστικά σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ειδικότερα θα μπορούσε να ζητηθεί από όλους τους πολίτες να συμμετέχουν ενεργά και παθιασμένα σε αυτή την δονκιχωτική σταυροφορία που θα οδηγήσει στην οικειοθελή επαναδιαπραγμάτευση των μελλοντικών μας αναγκών και δικαιωμάτων, με απώτερο στόχο τη σωτηρία του ...πλανήτη. Ένα τέτοιο σενάριο σίγουρα θα επιτύχει και θα μεταθέσει το κέντρο βάρους της όλης προσπάθειας στην προσωπική, ανιδιοτελή πρωτοβουλία.

Αν το ζητούμενο είναι η δραστική, μελλοντική απανθρακοποίηση των δομών ενέργειας και παραγωγής, με πρόσχημα την επιβίωση του είδους από την υπέρμετρη αύξηση της θερμοκρασίας, αυτό παρουσιάζεται ως σχήμα οξύμωρο, σε ευθεία αντιδιαστολή με τα σενάρια των μηδενιστών μελλοντολόγων που διαβλέπουν μια πραγματικότητα χωρίς ορυκτά καύσιμα και τη κατάρρευση του δυτικού κόσμου.

Ανεξαρτήτως αν προσδεθούμε στη μία ή στην άλλη αρχή γεγονός παραμένει ότι τα οχήματα εκπέμπουν επικίνδυνες για την δημόσια υγεία χημικές ουσίες. Το διοξείδιο του άνθρακα δεν εγκυμονεί **άμεσους** κινδύνους για την υγεία των συμπολιτών μας, αντίθετα η παρουσία του είναι απαραίτητη για την επιβίωσή μας. Εν τούτοις υπάρχουν πολλά άλλα εκλυόμενα αέρια, όπως τα νιτρικά οξείδια, το βενζόλιο, τα θειικά οξείδια ή άλλες στερεές ουσίες, όπως τα particulate matters (PM_{2.5}, PM₁₀ κ.λπ.) που είναι ιδιαίτερα βλαβερά σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

Είναι υποχρέωσή μας να λάβουμε μέτρα περιορισμού των εκλυόμενων στην ατμόσφαιρα επικίνδυνων αερίων. Όμως, η αντικατάσταση των συμβατικών οχημάτων με άλλα, εφοδιασμένα με ηλεκτροκίνηση δεν μπορεί να είναι αυτοσκοπός. Αποδείξαμε στο Κεφ. 3 ότι η ηλεκτροκίνηση δεν είναι οικονομικά εφικτή λύση. Δεν μπορεί να έχει και περιβαλλοντική αποδοχή αν, πρώτα δεν αλλάξει ο τρόπος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, δηλ. από παραγωγή καύσης ορυκτών καυσίμων (π.χ. φυσικό αέριο, λιγνίτης κ.λπ.) σε μετατροπή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δηλ. χρησιμοποίηση βιώσιμων πηγών όπως αέρα, ηλιακή ενέργεια κ.λπ. Η χώρα μας χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές σε ποσοστό 14%, που είναι πολύ χαμηλό αν αναλογισθούμε ότι έχουμε ανεξάντλητα αποθέματα ηλιακής ενέργειας. Ο λόγος που το ποσοστό είναι τόσο χαμηλό οφείλεται στην υπάρχουσα τεχνολογία, στους περιορισμούς της καθώς και στο κόστος μετατροπής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ευελπιστούμε ότι με το πέρασμα του χρόνου θα βελτιωθούν οι τεχνολογικές λύσεις και η ανεξάρτηση από τον άνθρακα να γίνει σταδιακά και συντονισμένα.

Εμείς οφείλουμε στο τωρινό στάδιο ολοκλήρωσης της παρούσας έρευνας και από τα μέχρι τώρα εξαχθέντα συμπεράσματα, τα οποία αποτυπώσαμε συνοπτικά στην εισαγωγή του 6^{ου} μέρους, **να κινηθούμε σε δύο κατευθύνσεις:**

πρωτογενώς να προτείνουμε τρόπους απορρόφησης της επιπρόσθετης επιβατικής κίνησης που θα προστεθεί μέχρι το 2030 στα ΜΜΜ, από τα μέτρα προστασίας του κλίματος

και

δευτερογενώς, οι προτάσεις να βασίζονται σε «πράσινες» λύσεις.

Επιπρόσθετα θα μπορούσε να εκπονηθεί και μια συνοπτική οικονομοτεχνική μελέτη κοστολόγησης αυτών των προτάσεων.

Πρώτα, όμως θα κάνουμε μια ανασκόπηση των προβληματισμών, επιχειρημάτων, αλλά και εφαρμοστικών λύσεων που έχουν διεξαχθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, μέσω της βιβλιογραφίας.

Η ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Σήμερα, ο πληθυσμός που διαβιεί σε αστικά περιβάλλοντα είναι περισσότερος από εκείνον που διαμένει σε μη αστικά περιβάλλοντα. Ειδικότερα, το 2007 ήταν το κατ'εξοχήν έτος που καταγράφηκε αυτή η πρωτοφανής χωρική μετατόπιση πληθυσμών.

Οι σημερινές πόλεις βρίσκονται σε μια διαρκή διαπάλη ώστε να πετύχουν την αρμονικότερη ισορρόπηση μεταξύ των αρχών του **κλασσικού τριπτύχου**: οικονομικός ανταγωνισμός, προστασία του περιβάλλοντος, κοινωνικό status quo - ποιότητα ζωής. Το περιβάλλον αναγνωρίζεται ως ο καταλυτικός παράγοντας ο οποίος μπορεί να πυροδοτήσει αλλαγές και μεταρρυθμίσεις στη διάταξη των οικονομικο-κοινωνικών δομών. Εντούτοις παραμένει ευάλωτος και μπορεί να παρακαμφθεί ή ακόμη και να θυσιασθεί μπροστά σε τρέχοντα οικονομικά ζητήματα ανάπτυξης. Καταγραφές, αναλύσεις και επεξεργασίες των ανωτέρω προβλημάτων καθώς και οι αρνητικές μεταξύ τους διεπιφάνειες, έχουν υπάρξει κατ'εξακολούθηση στο παρελθόν μέσα από τα πορίσματα αμέτρητων εκπονημένων μελετών.

Πιο κάτω καταγράφονται σε γραφικές παραστάσεις (Γραφήματα 34 έως 36), τα σημαντικότερα ευρήματα έρευνας που χρηματοδοτήθηκε από τη Siemens AG (GlobeScan & MRC McLean Hazel, 2007) και αφορούσε στο τρόπο διαχείρισης των megacities (πόλεις άνω των 10 εκατομμυρίων κατοίκων).



Γράφημα 35: Οικονομικές Προκλήσεις στις σημερινές πόλεις. Πηγή: SIEMENS AG

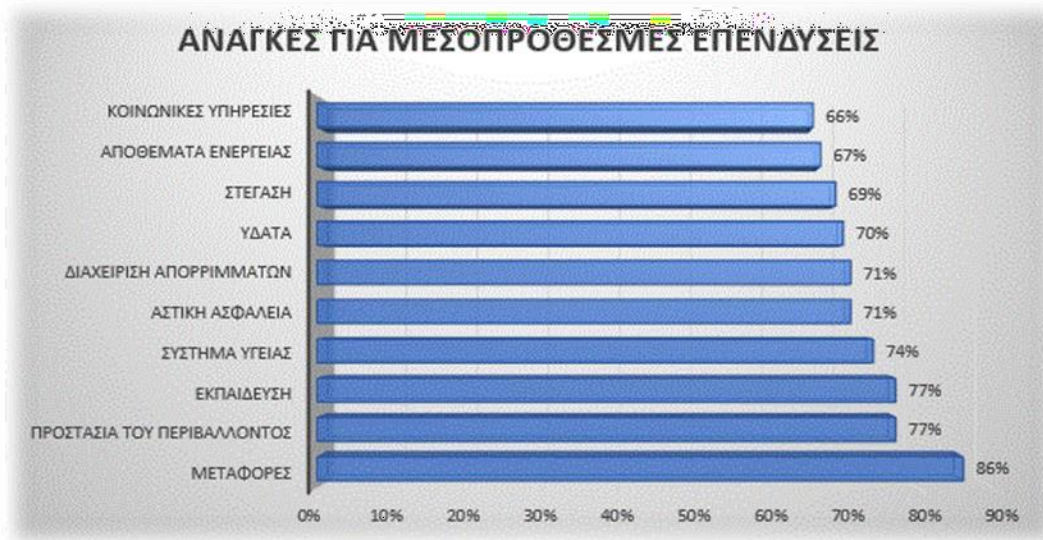


Γράφημα 36: Κοινωνικές προκλήσεις. Πηγή: SIEMENS AG

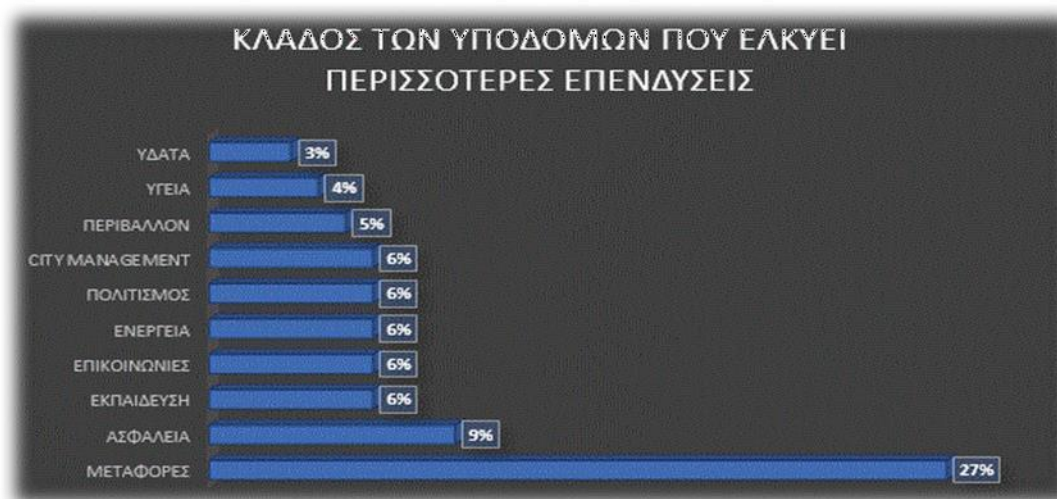


Γράφημα 37: Περιβαλλοντικές προκλήσεις. Πηγή: SIEMENS AG

Περιβάλλον: Το σύστημα των μεταφορών αναδεικνύεται από την παραπάνω έρευνα ως η δεύτερη μεγαλύτερη πρόκληση (15%) και ότι οι μεταφορές είναι αδιάρρηκτα συνδεδεμένες με τη κυκλοφοριακή συμφόρηση, συνεισφέροντας σημαντικά (περί το 30%) στην αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σε εξειδικευμένες ερωτήσεις της έρευνας σχετικά με τις επενδύσεις που πρέπει να συντελεστούν σε διάφορους νευραλγικούς τομείς, εδώ οι μεταφορές είχαν τον πρώτο λόγο. Στα επόμενα διαγράμματα (Γράφημα 37 και 38) της ίδιας έρευνας αποτυπώνονται οι απαντήσεις των ερωτηθέντων φορέων των μεγαλουπόλεων:



Γράφημα 38: Μεσοπρόθεσμη ανάγκη επενδύσεων σε υποδομές. Πηγή: SIEMENS AG

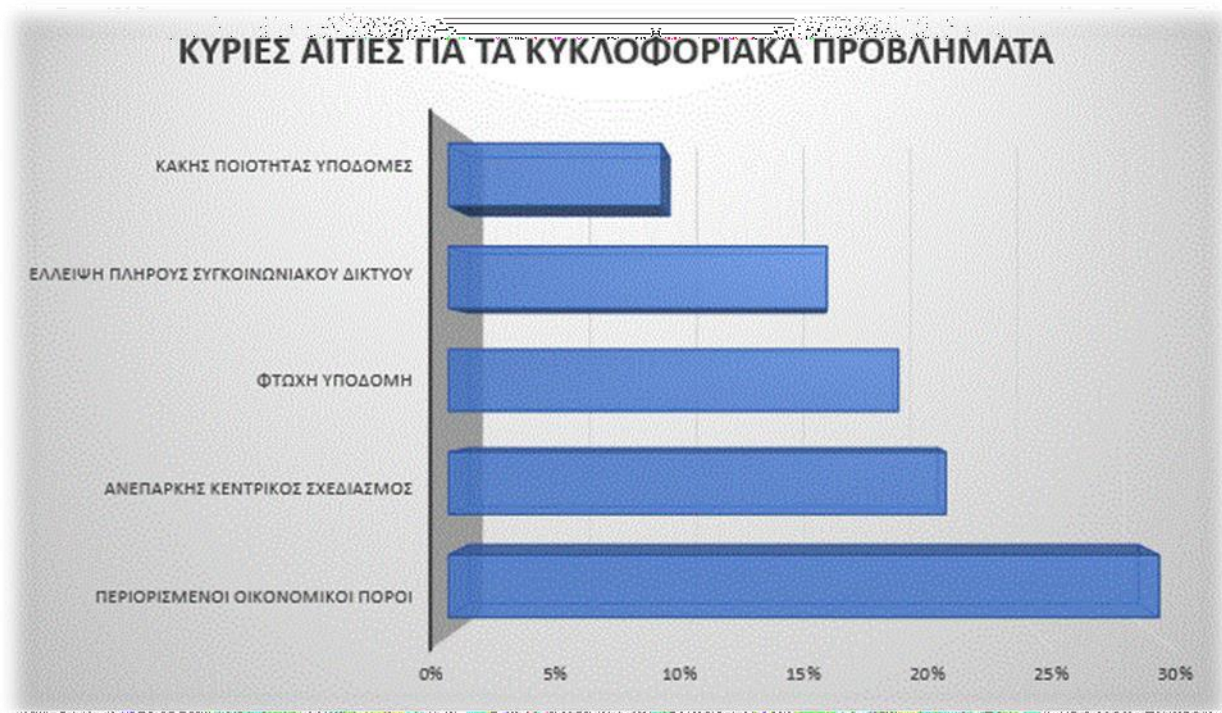


Γράφημα 39: Προσέλκυση επενδύσεων σε αστικές υποδομές. Πηγή: SIEMENS AG

Αν οι σημερινές μεγαλουπόλεις αποτελούν την ατμομηχανή των εθνικών οικονομιών τότε τα συγκοινωνιακά δίκτυα εξασφαλίζουν να κρατούν τις μηχανές να δουλεύουν ικανοποιητικά. Όταν στις οδικές αρτηρίες ή στους λιμένες παρατηρείται υπερκορεσμός ζήτησης, τότε το κόστος για την οικονομία είναι πολύ μεγάλο. Στο Λονδίνο, έρευνα που διεξήγαγε η τοπική τους Βιομηχανική Συνομοσπονδία, έδειξε ότι το κόστος της συγκοινωνιακής συμφόρησης, σε αρτηρίες και λιμένες και τα απότοκά της, αποτιμάται σε 20 δις λίρες. Στο Λονδίνο, όπου πραγματοποιούνται καθημερινά 30 εκατομμύρια μετακινήσεις, η χρηματοδότηση του δημόσιου συστήματος μεταφοράς δεν

επαρκεί για να διατηρήσει το σύστημα σε απτά επίπεδα εξυπηρέτησης. Πόσο μάλλον να μπορέσει να εξυπηρετήσει την προβλεπόμενη πληθυσμιακή αύξηση με την ίδια υποδομή. Η εταιρεία transport for London, ήδη προειδοποιεί ότι υπάρχει ανεξέλεγκτη κοσμοσυρροή σε όλα τα συγκοινωνιακά δίκτυα της πόλης (GlobeScan & MRC McLean Hazel, 2007).

Ποιοι είναι οι παράγοντες που ευθύνονται περισσότερο για τα κυκλοφοριακά προβλήματα. Στο επόμενο Γράφημα 39 κατηγοριοποιούνται οι απαντήσεις των ερωτηθέντων στην έρευνα της Siemens.



Γράφημα 40: Κύριες αιτίες κυκλοφοριακών προβλημάτων. Πηγή: SIEMENS AG

Από τη στιγμή που η σημαντικότερη αιτία σχετίζεται με οικονομικά στοιχεία και, κυρίως με ανεπαρκείς κεφαλαιακούς - χρηματοδοτικούς πόρους, τότε σε αυτή την περίπτωση ως βέλτιστη λύση προτείνεται εκείνη η οποία θα αυξήσει την ικανότητα της υφιστάμενης υποδομής, χωρίς την ανάγκη δημιουργίας επιπλέον αστικών υποδομών. Ακόμη και εκεί όπου θα χρειαστούν νέοι πόροι, το τελικό προϊόν θα πρέπει να υλοποιείται σε μικρές και τμηματικές αναβαθμίσεις των υπάρχοντων υποδομών, π.χ. με

το να προστεθούν νέες γραμμές σε υφιστάμενες δομές μετρό ή τραμ. Το 33% των ερωτηθέντων τάσσεται υπέρ της αναβάθμισης των υφιστάμενων υποδομών ενώ μόνο το 12% συναινεί για projects κατασκευής νέων υποδομών. Αντίθετα **μόνο το 9%** θεωρεί ότι το ζήτημα της διαχείρισης της ζήτησης θα μπορούσε να βοηθήσει στην εκτόνωση των κυκλοφοριακών προβλημάτων (GlobeScan & MRC McLean Hazel, 2007).

Με τον όρο διαχείριση της ζήτησης εννοούμε τη λήψη περιοριστικών μέσων κατά της χρήσης ΙΧ οχημάτων και, ταυτόχρονα, τη θεμελίωση ρυθμιστικών μέτρων για την αναβάθμιση των δημόσιων μέσων μεταφοράς. Αυτή είναι η γνωστή μέθοδος “push-pull” ή μαστίγιο – καρότο. Πόλεις όπως το Λονδίνο, Στοκχόλμη και Όσλο εφαρμόζουν πολιτικές φορολόγησης των ΙΧ οχημάτων σύμφωνα με την καθημερινή τους χρήση, το επιτυγχάνουν δε με την τοποθέτηση κάποιου ηλεκτρονικού αισθητήρα στα αυτοκίνητα. Το Λονδίνο και η Στοκχόλμη έχουν παρατηρήσει μειώσεις στους κυκλοφοριακούς φόρτους της τάξης του 30%, ενώ η μείωση των εκπομπών και ατυχημάτων ανάγεται στην τάξη του 10-20%. Δυστυχώς δεν υπάρχουν σαφή συμπεράσματα από μελέτες που να αποδεικνύουν τη συσχέτιση μεταξύ της κοστολόγησης της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των αποτελεσμάτων της στη λειτουργία των επιχειρήσεων. Δεν μετρήθηκαν ούτε θετικά ούτε αρνητικά αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση, οι αρχές του Λονδίνου σκέφτονται να αυξήσουν την τιμολόγηση των ΙΧ για τα επόμενα έτη.

Παρατηρείται ότι διαφορετικές χώρες λαμβάνουν λιγότερο ή περισσότερο ολοκληρωμένα μέσα διαχείρισης των μεταφορών μέσα στα αστικά τους περιβάλλοντα. Είναι λογικό για όλες τις χώρες (κυρίως για τις αναδυόμενες) να επιθυμούν, πρωταρχικά να βελτιώσουν και ισχυροποιήσουν τους εγγενείς οικονομικούς τους πόρους και δευτερογενώς να λάβουν μέτρα διαφύλαξης του περιβάλλοντος. Οι ως άνω επισημάνσεις παρατηρούνται ιδιαίτερα στις χώρες του τρίτου κόσμου, που ενώ διαθέτουν τους απαραίτητους φυσικούς και οικονομικούς πόρους για να αυξήσουν το εθνικό τους προϊόν, οι ίδιες αυτές χώρες φέρονται να υστερούν σε μαζικές αστικές υποδομές. Αποτυγχάνουν, επίσης και στην ιεράρχηση των προτεραιοτήτων τους σχετικά με την ορθολογικότερη διαχείριση του περιβάλλοντος. Αντίθετα χώρες που,

παραδοσιακά ανήκουν στην πλουτοκρατική ελίτ, πειραματίζονται διαρκώς με νέους τρόπους διαχείρισης των συγκοινωνιακών και μεταφορικών τους μέσων, οδηγούμενοι πιο κοντά σε λύσεις ολοκληρωμένων συστημάτων μεταφορών (complete mobility) για να είναι περισσότερο στοχευμένες και προσαρμοσμένες στις ανάγκες των χρηστών τους.

Τα μεταφορικά δίκτυα των μεγαλουπόλεων, τα οποία αντικαθρεφτίζουν εν πολλοίς, την πολεοδομική εικόνα των πόλεων (θα έλεγα την ίδια την φυσιογνωμία των πόλεων που γνωρίζουμε), επεκτείνονται ανισομερώς σε σχέση με το τρόπο που αυξάνεται ο αυτόχθων πληθυσμός και αναλαμβάνουν τη διεκπεραίωση των νέων μετακινήσεων που προήλθαν από εγγενείς κοινωνικές αλλαγές, συνήθως με καθυστέρηση πολλών δεκαετιών.

Είναι αναμενόμενο από μια μεγαλούπολη, η οποία καταλαμβάνει ένα συγκεκριμένο και πεπερασμένο χώρο να ελαχιστοποιήσει την κυκλοφοριακή συμφόρηση όταν ο πληθυσμός αυξάνει ;

Μπορεί, η ίδια πόλη να μειώσει τους χρόνους μετακίνησης όταν όλο και περισσότερος κόσμος μετακινείται;

Μπορεί να αυξηθεί ή έστω διατηρηθεί ένα ελάχιστο ανεκτό επίπεδο ζωής όταν οι πόλεις έχουν υπερκορεσθεί από τους υφιστάμενους. Πολύπλοκους οδικούς άξονες;

Πως θα μπορούσαν τα μέσα μεταφοράς να υπερκεράσουν εκατομμύρια νέες μετακινήσεις;

Πως θα μπορούσαν να απευθυνθούν περισσότερες ακόμη ερωτήσεις πάνω στο θέμα αυτό όταν πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα περιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις μεταφορές; (CEBR, 2017).

Υπάρχουν πόλεις οι οποίες έχουν αγγίξει τα όρια των σχεδόν, «μηδενικών εκπομπών» βασιζόμενοι σε μαζικές μετακινήσεις που χρησιμοποιούν βιώσιμες μορφές ενέργειας ή και από αστικές μετακινήσεις των πολιτών με ποδήλατα και βόδισμα. Η νέα τεχνολογία οφείλει να υποδείξει θεμιτούς και βιώσιμους τρόπους διαχείρισης του

προβλήματος. Υπάρχουν αντικειμενικοί δείκτες (indices) οι οποίοι εν δυνάμει και με την κατάλληλη επεξεργασία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα ώστε να μας δείξουν ποιες μέθοδοι οδηγούν στις μηδενικές εκπομπές; Στην έρευνα που διεξήγαγε η Qualcomm προτάθηκαν 20 δείκτες οι οποίοι υποδιαιρέθηκαν σε τρεις κατηγορίες:

- **Το σημερινό status quo.** Οι δείκτες σε αυτή την κατηγορία αφορούν σε μετρήσεις ρύπανσης, επίπεδα κυκλοφοριακής συμφόρησης, ποσοστά τρόπου μετακίνησης (modal shift), CO2 εκπομπές κ.λπ. Με λίγα λόγια αυτοί δείκτες καταγράφουν την καθεστηκυία κατάσταση
- **Αναμονή για Αλλαγές.** Εδώ οι δείκτες εξετάζουν πως μια πόλη ενθαρρύνει τους κατοίκους της να προσαρμόζονται στις προτροπές για χρήση μέσων μετακίνησης με βιώσιμα μέσα, εξετάζουν, επίσης τρόπους ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών (όπως EV οχήματα). Οι δείκτες εδώ περιλαμβάνουν ποδηλατικές διαδρομές σε σχεδιαστική φάση, στην καθιέρωση ζωνών χαμηλών οχλήσεων κ.λπ.
- **Προετοιμασία για το μέλλον.** Εδώ οι δείκτες αφορούν στον οραματισμό των πόλεων ενόψει των μελλοντικών προκλήσεων.

Στο επόμενο Πίνακα 118, διακρίνονται οι είκοσι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα (CEBR, 2017).

Δείκτης	Μονάδα	Πηγή	
Ρύπανση της ατμόσφαιρας	PM10 και PM2.5 (ug/m3)	WHO AAP Βάση δεδομένων	Status Quo
Επίπεδο κυκλοφοριακής συμφόρησης	Αύξηση χρόνου μετακίνησης	TomTom	
Modal split	% μετακινήσεων με ΙΧ όχημα	Siemens Green City Index, Land Transport Authority	
Αστικές υποδομές	% χωρικού σχεδιασμού	skytrax, Metrobits	
Ενεργειακή Ένταση	κατανάλωση ανά € του ΑΕΠ	EIA	
CO2 εκπομπές	Εκπομπές κατά κεφαλή	EIA, CDP Cities	
Πληθυσμιακή αύξηση	1990 -2050	UN	
Πυκνότητα	κάτοικοι ανά Km2	Demographia World Atlas	
Διαθεσιμότητα ποδηλατικών διαδρομών και σχήματα car sharing	cebr score	Διάφορες πηγές	Αναμονή για Αλλαγές
Χρηματοδοτικά κίνητρα για χαμηλές εκπομπές	cebr score	Διάφορες πηγές	
Μη Χρηματοδοτικά κίνητρα για χαμηλές εκπομπές	Point system	Διάφορες πηγές	
Χρήση EV Οχημάτων	Ταξινόμηση 2015	IEA, SMMT	
Αναλογία κόστους καυσίμων με τιμή KWh	Επικαιροποιημένα τιμολόγια	Eurostat, Bloomberg	Αναμονή για το μέλλον
Κίνητρα για MMM και taxi	cebr score	Διάφορες πηγές	
Ζώνες χαμηλών εκπομπών	cebr score	Διάφορες πηγές	
Δέσμευση για agenda Χαμηλών εκπομπών	Point system	Διάφορες πηγές	Προετοιμασί για το μέλλον
Προετοιμασία για αυτόνομα οχήματα	cebr score	Διάφορες πηγές	
Επενδύσεις σε υποδομές	Αναλογία επενδύσεων ως ποσοστό του ΑΕΠ	OECD, Παγκόσμια Τράπεζα	
Διθεσιμότητα σημείων φόρτωσης EV οχημάτων	αφ. από πρίζες ανά 1.000 κατοίκους	Σημεία φόρτωσης, AFCD, IEA	

Πίνακας 117: Πίνακας των είκοσι (20) δεικτών. Πηγή: Qualcomm. Ιδία επεξεργασία

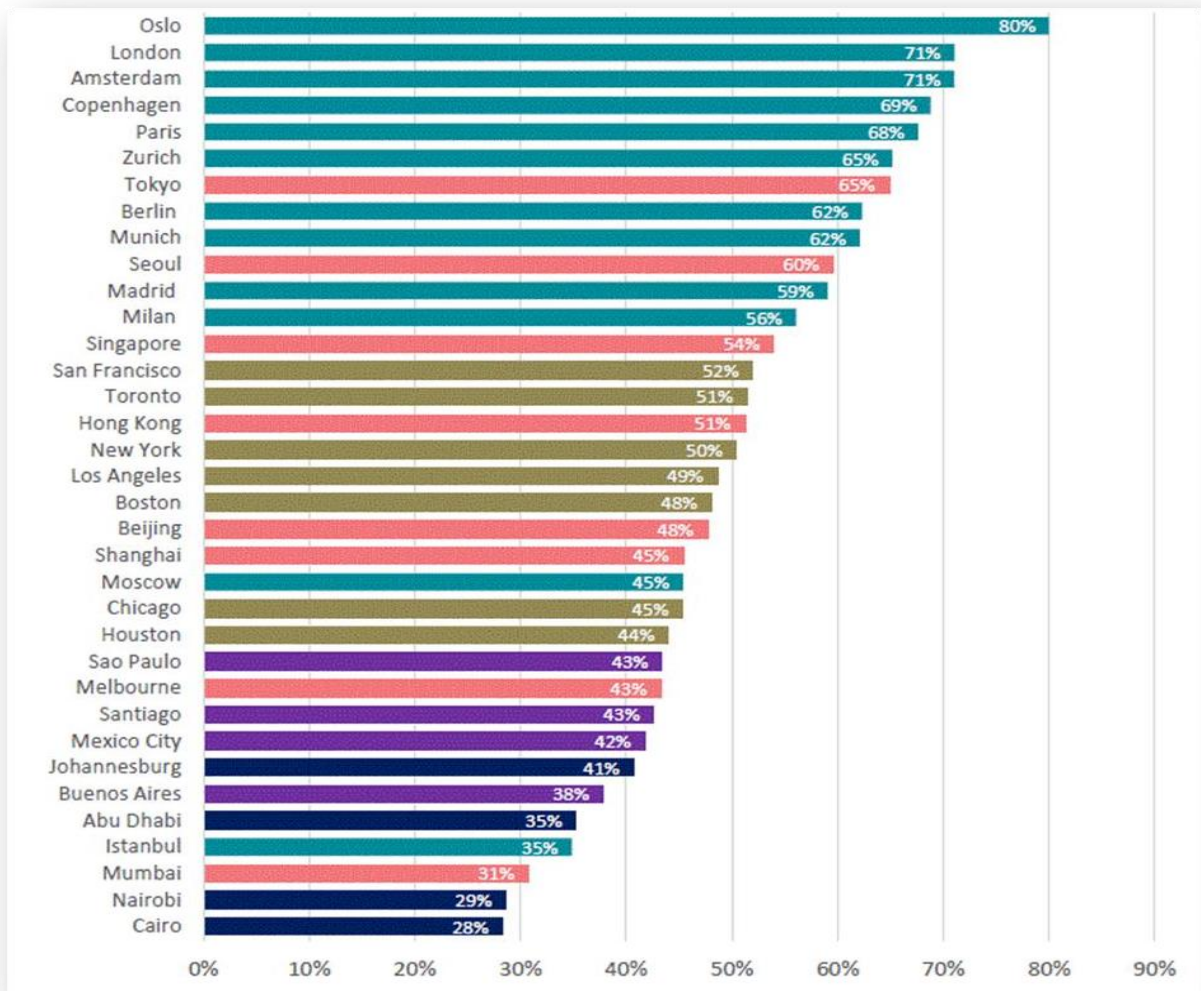
Από την έρευνα διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα (CEBR, 2017):

- Το Όσλο θεωρείται η πρώτη πόλη με σχέδιο μηδενικών εκπομπών
- Οι Ευρωπαϊκές πόλεις ηγούνται στη βιώσιμη μετακίνηση.
- Οι ασιατικές πόλεις είναι πολύ ευρηματικές και απηχούν άπλετο οραματισμό για το μέλλον αλλά αποτυγχάνουν στο επίπεδο της υφιστάμενης κατάστασής τους .

- Στις βορειοαμερικανικές πόλεις υπάρχει διάχυτη απροθυμία στο να υιοθετήσουν νέες πρακτικές και να αποσχισθούν από την τυπική συνύπαρξη του κόσμου με τα ιδιωτικά, ρυπογόνα ΙΧ.
- Οι νοτιοαμερικανικές πόλεις εν αντιθέσει με τις αντίστοιχες βορειοαμερικανικές βρίσκονται σε αρχικά στάδια καταπολέμησης των εκπομπών αλλά αν αποφασίσουν να λάβουν ριζικά μέτρα είναι σίγουρο ότι θα επιτύχουν σχετικά γρήγορα ένα βιώσιμο μέλλον.
- Για τις αφρικανικές πόλεις η επίτευξη των στόχων για μηδενικές εκπομπές δεν είναι ανάμεσα στις προτεραιότητες που θέτουν οι εκάστοτε κυβερνήσεις.
- Πόλεις όπως το Όσλο, το Λονδίνο και το Άμστερνταμ έχουν επιτύχει τις υψηλότερες βαθμολογήσεις.
- Οι πέντε κορυφαίες πόλεις βρίσκονται όλες στην ευρωπαϊκή ήπειρο. Ένα κοινό χαρακτηριστικό αυτών των πόλεων είναι ότι συγκαταλέγονται στον εύπορο βορρά. Αυτό βοηθά τα υψηλά σκορ αφού οι κάτοικοι αυτών των πόλεων μπορούν να προβαίνουν σε τακτικότερες αναβαθμίσεις του ιδιωτικού στόλου.
- Μόνο το Τόκυο και η Σεούλ είναι οι μόνες με ευρωπαϊκές πόλεις που ανευρέθησαν στις πρώτες δέκα θέσεις του πίνακα.
- Στις τελευταίες θέσεις του πίνακα φιγουράρουν αφρικανικές και νοτιοαμερικανικές πόλεις.

Ένας βαθμός της τάξης του 100% θα αποδείκνυε ότι μια συγκεκριμένη πόλη έχει υλοποιήσει όλες τις φιλοδοξίες της και ήδη, λειτουργεί σε καθεστώς πλήρους βιωσιμότητας τις αστικές της μεταφορές.

Στο επόμενο Γράφημα 40, εμφανίζονται διάφορες μεγαλουπόλεις με τις συνολικές βαθμολογήσεις που έχουν λάβει.



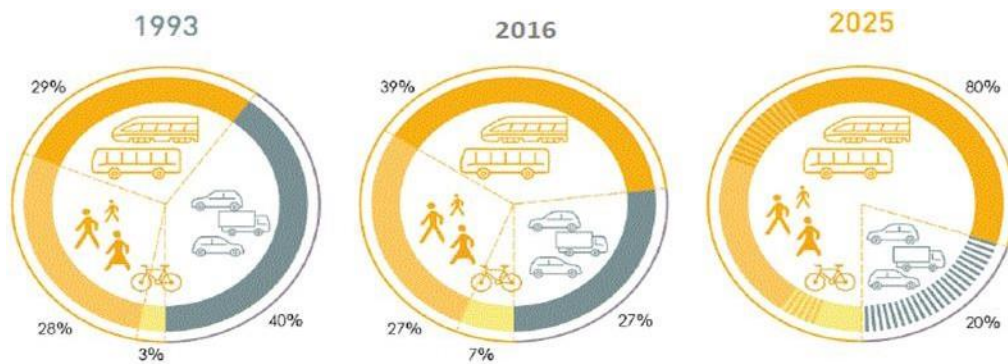
Γράφημα 41: Γράφημα με τη βαθμολόγηση κρατών αναφορικά με τις μηδενικές εκπομπές. Πηγή: Qualcomm

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Γιατί επιλέξαμε τη Βιέννη σαν περίπτωση αναφοράς; Η Βιέννη για τα αυστριακά δεδομένα, υφίσταται εξίσου το βάρος μεγάλων κοινωνικών φαινομένων, όπως π.χ. την αστικοποίηση. Ήδη από το 2009 οι κάτοικοι που διαβιούν σε αστικά κέντρα είναι, επίσης πολυπληθέστεροι από εκείνους των αγροτικών περιοχών. Οι ταχείς ρυθμοί ανάπτυξης των αστικών αυτών κέντρων δημιουργούν χαοτικές καταστάσεις στην αγορά των μεταφορών, είτε με τη μορφή αύξησης των επιβατών είτε με τη ζήτηση περισσότερων εμπορευμάτων. Η κινητικότητα και γενικότερα οι μεταφορές ως προβλήματα, βρίσκονται στη καρδιά των σύγχρονων πόλεων. Η Βιέννη, όμως διατηρεί σταθερά τα πρωτεία στη διαχείριση παρόμοιων προβλημάτων.

Η Βιέννη καταλαμβάνει έκταση 415 Km² και ο πληθυσμός αγγίζει τα 1,9 εκατομμύρια κατοίκους. Η μητροπολιτική Βιέννη έχει πληθυσμό περί τα 3,6 εκατομμύρια. Η πληθυσμιακή πυκνότητα υπολογίσθηκε σε 4,500 κατοίκους ανά τετρ. χλμ., το δε ακαθάριστο κατά κεφαλή εισόδημα αγγίζει τις 47,500 €. Παρατηρούμε ότι τα χωρικά δεδομένα παρομοιάζουν με τα αθηναϊκά δεδομένα, με τη διαφορά ότι η μητροπολιτική Αθήνα έχει πληθυσμό 4,5 εκατομμύρια και μικρότερη πληθυσμιακή πυκνότητα. Η μητροπολιτική Αθήνα είναι περισσότερο διασκορπισμένη πολεοδομικά. Αυτές είναι οι ομοιότητες. Στα υπόλοιπα δημογραφικά, χωρικά και οικονομικά στοιχεία υπάρχει στοιχειώδης διαφορά. Το 45% του αστικού περιβάλλοντος είναι πράσινοι χώροι, το 36% είναι δομημένο περιβάλλον, το 14% αποτελεί το οδικό δίκτυο της πόλης (PASTA, 2017).

Η επιτυχία της πόλης στη διαχείριση των αστικών μεταφορών φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 3 (Stratil-Sauer, 2017):



Σχήμα 3: Modal shift (είδος μετακίνησης)

Από το 1993 μέχρι σήμερα η χρήση του ΙΧ οχήματος έχει μειωθεί 13% ενώ ο στόχος που έχει τεθεί για το 2025 προβλέπει περαιτέρω μείωση της ιδιωτικής μετακίνησης κατά 7 ποσοστιαίες μονάδες. Η ιδιωτική μετακίνηση, μετά το 2025 θα αποτελεί το 20% όλων των μετακινήσεων. Αντίθετα για την ίδια περίοδο στοχεύουν σε αύξηση των ΜΜΜ – βαδίσματος – ποδήλατου, ώστε οι βιώσιμες μορφές μετακίνησης να αγγίζουν το 80% των συνολικών.

Η κύρια αιτία για την μετατόπιση του είδους μεταφοράς (modal shift) αποτελούν οι πολιτικές αποφάσεις που ελήφθησαν με στόχο τη βελτίωση των δημόσιων μεταφορών και τη λήψη μέτρων διαχείρισης της στάθμευσης. Από την ολοκλήρωση της βασικής γραμμής του μετρό (U – Bahn) το 1984, μέχρι το 1993 υφίσταται διαδοχικές επεκτάσεις. Ταυτόχρονα, το 2010 η δραματική μείωση των εισιτηρίων αύξησε την επιβατική κίνηση.

Τα συνολικά συγκοινωνιακά στοιχεία της Βιέννης αποδίδονται στον επόμενο Πίνακα 119 (PASTA, 2017):

Car network²	Walking & Cycling network^{5 2}	Public Transport network²
<p>Private car density: 372.5 cars/ 1,000 people (2015) → Total number of cars is slightly increasing, the private car density is decreasing</p> <p>Road network: 2,777 km municipal roads and 47 km federal roads (> 24 km² of space for cars)</p> <p>Parking: Parking fees for on-street parking in most of the districts</p> <p>Road pricing: no</p> <p>Car sharing: 4 car sharing services provide approx. 1,000 cars</p>	<p>Bicycle availability: 55% of all households in Vienna</p> <p>Cycling network: 1,298 km of cycling lanes in 2015 (2005: 1,011 km), 0.38 km² for cycling infrastructure</p> <p>Contra-flow cycling: 242 km</p> <p>Pedestrian zones: 0.337 km², 11.35 km² space for pedestrians</p> <p>Cycle parking: > 35,000 cycling racks</p> <p>Bike sharing: City bike since 2003 with 1,500 bicycles in 120 stations</p>	<p>Metro: 5 lines; 78.5 km</p> <p>Tram: 29 lines; 222.7 km</p> <p>Bus: 127 lines, 846.86 km</p> <p>Passengers: > 900 million passengers/ year and 698,968 annual public transport passes sold in 2015</p> <p>PT priority: yes, in the general traffic organisation</p> <p>Real time information: yes</p> <p>Price for a PT annual ticket: € 365.00</p>

Πίνακας 118: Συνοπτικά συγκοινωνιακά δεδομένα Βιέννης

Από τα ανωτέρω στοιχεία του πίνακα μπορούμε να επικεντρωθούμε στις γραμμές μετρό, οι οποίες είναι πέντε (5), συνολικού μήκους 79 χλμ. έναντι των δύο (2) γραμμών που διαθέτει η χώρα μας. Η Βιέννη διαθέτει 29 γραμμές τραμ έναντι δύο (2) της Αθήνας. Ο συνολικός αριθμός των επιβατών υπολογίζεται σε 900 εκατομμύρια έναντι, περί των 500 εκατομμυρίων στην Αθήνα. Το ετήσιο κόστος των εισιτηρίων υπολογίζεται στα 365 €, δηλ. 1 € ανά ημέρα και στο σύνολο των μετακινήσεων. Στη Βιέννη με τα 48,000 € κατά κεφαλή εισόδημα, το ημερήσιο κόστος μετακίνησης είναι χαμηλότερης αξίας από την Αθήνα, στην οποία το κατά κεφαλή εισόδημα δεν υπερβαίνει τις 20,000 €. Τεκμαίρεται ότι οι Αθηναίοι χρησιμοποιούν περισσότερο τα ιδιωτικά μέσα μεταφοράς αφού τα ΜΜΜ είναι ακριβά, αναξιόπιστα και ανεπαρκή. Την ίδια στιγμή δεν υπάρχει τιμολογιακή πολιτική για τη παρά το κράσπεδο στάθμευση. Η Δημοτική Αστυνομία, ως αρμόδια υπηρεσία να διαχειρισθεί και να επιβάλλει πρόστιμα δεν υφίσταται νομοτελειακά.

Οι κοινές βιεννέζικες πολιτικές για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων παρουσιάζονται στους επόμενους Πίνακες (120 έως 123): (Buehler, Pucher, & Altshuler, 2016) *(η στήλη «Παρατηρήσεις» έχει προστεθεί από τον γράφοντα για συγκρίσιμους λόγους)*

Πολιτικές που αποθαρύνουν τη χρήση ΙΧ οχημάτων		
Δραστηριότητα	Περιγραφή	Παρατηρήσεις (ελληνική απάντηση)
Τιμές καυσίμων	Από το 2014, περίπου το 50% της τιμής των καυσίμων είναι φόροι	Ισχύει και εδώ ελέω μνημονίων
Περιοχές ήπιας κυκλοφορίας	Οι περισσότερες τοπικές οδοί είναι ήπιας κυκλοφορίας (max ταχύτητα από 7 έως 30Km/h)	Μόνο το 5% είναι οδοί ήπιας κυκλοφορίας. Για τις οδούς αυτές δεν υπάρχει νομοθετική ρύθμιση. Εξαιρούνται οι πεζόδρομοι. Κι εκεί όμως το καθεστώς λειτουργίας δεν είναι απόλυτα σαφές. Απεναντίας
Ιεράρχηση οδών	Οι αρτηρίες σπανίως κατευθύνονται διαμπερώς σε περιοχές ήπιας κυκλοφορίας. Η αποθάρυνση πραγματοποιείται με τη χρήση ειδικών κατασκευασμάτων όπως σαμαράκια, στενώσεις οδών, τεχνητά αδιέξοδα κ.λπ.	Όλες οι αστικές κατασκευές που προορίζονται για ανάσχεση ταχυτήτων στη χώρα μας θεωρούνται αντιουτανγματικές πράξεις. Μάλιστα για τις κυκλοφοριακές αποφάσεις των δήμων, υπεύθυνοι είναι οι ΓΤ Αποκεντρωμένης Διοίκησης, οι οποίοι διορίζονται
Στάθμευση	Όλοι οι μητροπολιτικοί δήμοι έχουν μειώσει τις προσφερόμενες θέσεις στάθμευσης, ενώ την ίδια στιγμή έχουν αυξήσει τα κόστη στάθμευσης	Μόνο μία λέξη χαρακτηρίζει το καθεστώς στάθμευσης:...μπάχαλο.... Καθώς και αντλιακή κάθε ενέργεια επιβολής συστημάτων στάθμευσης παρά την οδό. Εξαιρούνται οι ιδιωτικοί χώροι στάθμευσης, στεγασμένοι ή μη
Διπλώματα οδήγησης	Αυστηρά και πολυέξοδα προγράμματα απόκτησης διπλώματος οδήγησης. Ειδικές ρυμπίσεις για νεαρούς οδηγούς	Διαφορετικά διπλώματα έχουν ... διαφορετικό κόστος απόκτησης με πλαγίους τρόπους
Έσοδα από κονδύλια οδών	Έσοδα από τα διόδια και γενικότερα τη χρήση οδών εκτρέπονται προς τα γενικά έσοδα του κράτους	Το ίδιο ισχύει κι εδώ

Πίνακας 119: Πολιτικές αποθάρυνσης ΙΧ

Πολιτικές που ενθαρρύνουν το βάδισμα και το ποδήλατο		
Δραστηριότητα	Περιγραφή	Παρατηρήσεις (ελληνική απάντηση)
Car-free περιοχές	Πολλές κεντρικές περιοχές έχουν πεζοδρομηθεί και διαθέτουν υπόγεια γκαράζ στις παρυφές τους	Δεν υπάρχουν - με εξαίρεση κάποιων εμπορικών κέντρων
Περιοχές ήπιας κυκλοφορίας	Παρεμπόδιση διαμπερούς κυκλοφορίας	Ότι και σε προηγούμενο λήμμα πίνακα
Πεζοδρόμια - πεζοδρομήσεις	Διαπλάτυνσεις πεζοδρομίων, κυρίως σε περιοχές ήπιας κυκλοφορίας	Με εξαίρεση τα πεζοδρόμια της Αθήνας (στον αμιγή εμπορικό τομέα) δεν υπάρχει πεζοδρόμιο στους υπόλοιπους δήμους της Αθήνας που να θεωρείται προσπελάσιμο
Δίκτυο ποδηλάτων	Ενοποίηση ποδηλατικών δικτύων διαμέσου όλων των δήμων, περιφερειών (districts). Ειδική σηματοδότηση στις διασταυρώσεις	Οι διάσπαρτοι, τμηματικοί ποδηλατόδρομοι έχουν καταλήξει θέσεις στάθμευσης οχημάτων. Οι νέοι ποδηλατόδρομοι απαιτούν ακριβά τεχνικά έργα για να μπορέσουν να τους διαχωρίσουν από τη διερχόμενη κυκλοφορία και τους κιδόνους που ελωχεύουν. Η δε ζήτηση είναι μηδενική
Ενωμάτωση με ΜΜΜ	Όλες οι ποδηλατικές διαδρομές καταλήγουν σε σταθμούς ΜΜΜ	---
Κυκλοφοριακή αγωγή	Περιεκτικά μαθήματα κυκλοφοριακής αγωγής σε σχολεία	Όλα τα πάκια κυκλοφοριακής αγωγής που κατασκευάσθηκαν με ευρωπαϊκούς πόρους τη δεκαετία 1990 - 2000, σήμερα είναι ...λαχανόκηποι

Πίνακας 120: Πολιτικές ενθάρρυνσης ΜΜΜ

Πολιτικές που ενθαρύνουν τη χρήση ΜΜΜ		
Δραστηριότητα	Περιγραφή	Παρατηρήσεις (ελληνική απάντηση)
Ποσότητα υπηρεσιών	Σημαντική αύξηση του ολικού παραγόμενου συγκοινωνιακού έργου μεταξύ των ετών 1990 και 2012 (+80%). Αυξημένες ώρες λειτουργία και συχνότητες	Σημαντική μείωση δρομολογίων καθώς και γραμμών ολόκληρων λόγω της μνημονιακής κρίσης
Ποιότητα υπηρεσιών	Εκσυγχρονισμός στόλου, σταθμών και υπηρεσιών	Το 2004 ήταν το τελευταίο σωτήριο έτος εκσυγχρονισμού στόλου και σταθμών. Οι υπηρεσίες βελτιώνονται συστηματικότερα
Ενημέρωση χρηστών	Online ενημέρωση, real-time ενημέρωση σε οχήματα και σταθμούς	Εδώ έχει παραχθεί σημαντικό έργο σε επίπεδο ενημέρωσης
Εκπτώσεις	Εκπτώσεις για ειδικές ομάδες χρηστών	Υφίστανται κι εδώ εξ ίσου οι εκπτώσεις
Ενοποίηση συστημάτων	Ενοποίηση όλων των συστημάτων σε τοπικού, περιφερειακού και ιδιωτικού παρόχου συγκοινωνιακού έργου	Εδώ υφίσταται μόνο ένας κεντρικός, κρατικός φορέας ο ΟΑΣΑ. Τα πάντα είναι ενοποιημένα και κάτω από μια ομπρέλλα

Πίνακας 121: Ενθάρρυνση βιώσιμων μορφών μετακίνησης

Πολεοδομικός σχεδιασμός που βοηθά στη χρήση συμπαγών και μικτών χρήσεων		
Δραστηριότητα	Περιγραφή	Παρατηρήσεις (ελληνική απάντηση)
Συντονισμένες ενέργειες με MMM	Περιορισμός της αστικής εξάπλωσης και ενθάρρυνση συμπαγούς δόμησης γύρω από σταθμούς MMM. Επέκταση MMM σε νέα projects κατοικιών	Στην αττική γενικότερα έχει ολοκληρωθεί η ασύμμετρη αστική εξάπλωση τις περασμένες 4 δεκαετίες. Εδώ αντιμετωπίζουμε το αντίθετο της compact πόλης
Πολεοδομική διαδικασία	Υπάρχει συντονισμός των χρήσεων γης με όλα τα κρατικά σχήματα για νέες χρήσεις	Κάθε δέκα με δεκαπέντε χρόνια αναζητούμε ένα νέο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο για να δημιουργήσει απλώς, νέα πολεοδομικά προβλήματα στη συνέχεια

Πίνακας 122: Πολεοδομικός σχεδιασμός

Οι πολιτικές που υιοθετήθηκαν από τις κεντροευρωπαϊκές πόλεις, εκτός από τη Βιέννη, αλλά και από πόλεις όπως η Ζυρίχη, το Μόναχο, το Άμστερνταμ κ.λπ., είναι κοινότυπες, απλές στον τρόπο εφαρμογής και είναι γνωστές από τα τέλη της δεκαετίας του 1980. Η μοναδική παράμετρος που προσδίδει δυσκολία στο όλο εγχείρημα είναι ότι **θα πρέπει να υποστηρίζονται κεντρικά και να υπάρχει γενική σύμπνοια από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, δημόσιους και ιδιωτικούς**. Μάλιστα πολλοί από εμάς, που έχουμε εμπλακεί σε διάφορα κλιμάκια των τοπικών αυτοδιοικήσεων, γνωρίζουμε τα κελεύσματα και τις πολιτικές αυτές, από τις θεμελιώδεις αρχές της AGENDA 21 (local agenda στους κατά τόπους δήμους και περιφέρειες). Μάλιστα πολλές από αυτές τις πολιτικές θα μπορούσαν να έχουν λάβουν ουσιαστικές ευρωπαϊκές χρηματοδοτήσεις με τη προϋπόθεση σοβαρότητας και κάποιων ελάχιστων τεχνικών προδιαγραφών.

Πολλοί δήμοι προχώρησαν σε βήματα εξέλιξης των πολιτικών βιωσιμότητας αλλά τμηματικά, μονοσήμαντα και με έλλειψη οράματος. Η κεντρική διοίκηση δεν έλαβε μέρος σοβαρά στην υποστήριξη και προώθηση τέτοιων πολιτικών, οι οποίες και συνετρίβησαν κυριολεκτικά, μετά την έναρξη της περιόδου κρίσης χρέους. Σε αντίθεση με τις πόλεις της Ευρώπης (όπως η Βιέννη) που υιοθετήσαν αυτές τις πρακτικές και, σταδιακά οδηγήθηκαν σε σχήματα - συστήματα « ολοκληρωμένων μεταφορών» ή complete mobility (CM).

Με το όρο complete mobility (CM) υπονοούμε... μια ιδέα μέσω της οποίας μια πόλη μπορεί να αναπτύξει, αφού κατανοήσει τις ιδιαίτερες οικονομικές, κοινωνικές και δημογραφικές **τάσεις** το πλέον αυτάρκες, βιώσιμο και προσανατολισμένο στους χρήστες, σύστημα μεταφορών για να καλύψει επιβατικές αλλά και εμπορικές μεταφορές. Περιγράψουμε ένα σύστημα το οποίο μπορεί διαδραστικά να διαχειρίζεται μεμονωμένους τρόπους ζωής με κατάλληλα περιβαλλοντικά κριτήρια, ανταγωνιστικότητα και οραματισμούς που μια σύγχρονη πόλη οφείλει να αναδεικνύει (Smartcities, 2009).

Αλήθεια ποιες μπορεί να είναι αυτές οι τάσεις;

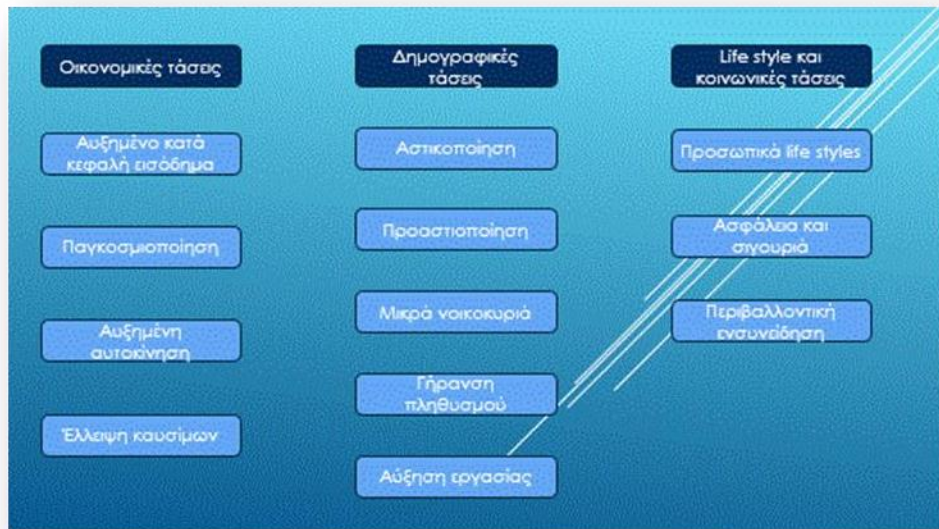
Κατ' αρχήν το κατά κεφαλή εισόδημα, το οποίο δεν συνδέεται με μόνο με την πλουτοκρατία. Η Παγκόσμια Τράπεζα προβλέπει μεταξύ του 2006 και 2050 το εισόδημα αναμένεται να αυξηθεί περί τις 3,5 ποσοστιαίες μονάδες ενώ στη Βιέννη, το μέσο εισόδημα αυξήθηκε από τις 15,800 € στις 19,400 €.

Η παγκοσμιοποίηση είναι μια βασική τάση που πρέπει να διερευνηθεί και ενσωματωθεί στο σχέδιο των μεταφορικών συστημάτων. Ήδη, από τη δεκαετία του 1980 οι εμπορικές συναλλαγές της Βιέννης έχουν αυξηθεί πέντε φορές. Ιδίως, η εγγύτητα της Αυστρίας με τις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης έχει αυξήσει τις εξαγωγές από τα 133,8 δις. δολάρια σε 162,6 μόνο μέσα στο 2007. Από το 1994 μέχρι το 2007 το εμπορευματικό φορτίο έχει αυξηθεί 157% ενώ ο συνολικός οδικός φόρτος έχει αυξηθεί, την ίδια περίοδο, 590%!!.

Μια άλλη αξιοσημείωτη τάση είναι εκείνη που σχετίζεται με την αυτοκίνηση που αυξήθηκε παγκοσμίως, κυρίως λόγω της σταθερής τιμής των καυσίμων και της μαζικής παραγωγής φθηνών οχημάτων. Οι σταθερές τιμές των καυσίμων έχουν διατηρηθεί μέχρι σήμερα που η διαφαινόμενη έλλειψή τους είναι γεγονός. Από το 2008 και μετά τη χρηματιστηριακή κρίση ο κόσμος άρχισε να αναρωτιέται τι είδος μετακίνηση θα

επιθυμούσε ή αν θα ήθελε να παραμείνει στα προάστια που δεν έχουν καλή συγκοινωνιακή κάλυψη με τα κεντρικά αστικά κέντρα.

Στο επόμενο Διάγραμμα 12 έχουν καταγραφεί οι σημαντικότερες τάσεις αξιολόγησης των συνθηκών (Smartcities, 2009):



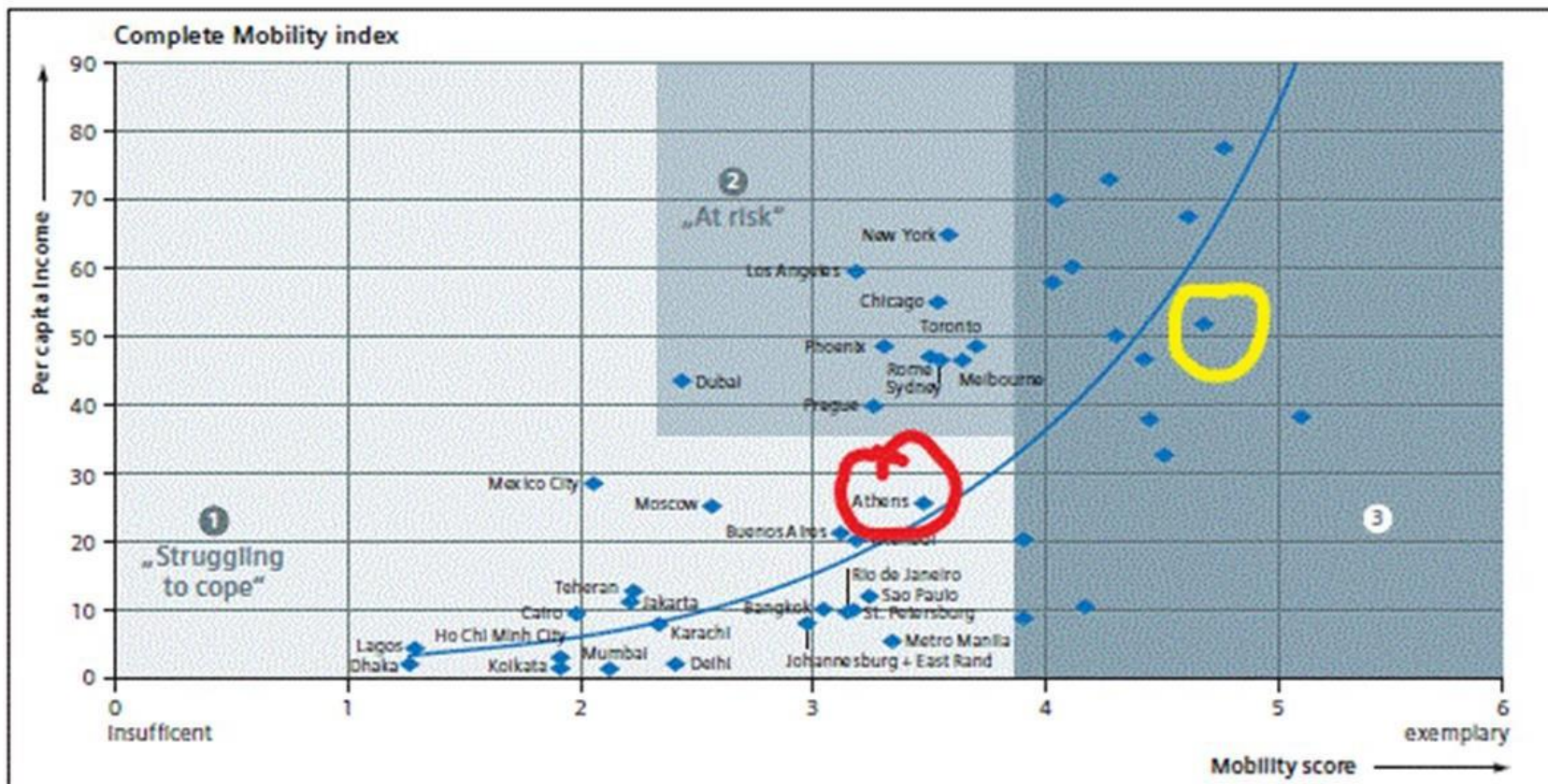
Διάγραμμα 12: Παγκόσμιες τάσεις. Πηγή: Siemens Wien Studien. Ίδια επεξεργασία

Επίσης, σημαντική θέση κατέχουν οι δημογραφικές τάσεις (βλ. ανωτέρω διάγραμμα). Ανάμεσά τους αναφέρεται η αστική εξάπλωση, το μέγεθος των νοικοκυριών που συντελούν στην προαστιαποίηση καθώς και η γήρανση του πληθυσμού που συμβαδίζει με το αυξημένο επίπεδο βελτίωσης των υγειονομικών συνθηκών. Ένα σύστημα ολοκληρωτικών μεταφορών θα πρέπει να λάβει υπόψη όλες τις εμπλεκόμενες παραμέτρους και να προβεί στη λειτουργία ενός συστήματος μετακίνησης που θα εξυπηρετεί αποκλειστικά αυτές τις ομάδες ενώ ταυτόχρονα θα πληροί περιβαλλοντικά κριτήρια βιωσιμότητας, θα διαθέτει αυτάρκειες και προσιτές υπηρεσίες.

Στο πλαίσιο αξιολόγησης τέτοιων συμπεριφορών έχουν αναπτυχθεί δείκτες (indices) που όπως είδαμε Σχήμα 3, απλώνονται σε μια μεγάλη γκάμα οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών δεικτών. Οι συγκεκριμένοι δείκτες παρουσιάζονται πιο κάτω, όταν

θα υπάρξει σύγκριση της βαθμολογίας της Βιέννης με την Αθήνα (Πίνακας 124). Πολλές χώρες έχουν αξιολογηθεί στα πρότυπα αυτά και έχουν κατηγοριοποιηθεί σε τρεις βαθμίδες: σε εκείνες που **δυσκολεύονται να καλύψουν τη διαφορά**, σε εκείνες που βρίσκονται στη ζώνη **«ρίσκου»** και σε εκείνες που χαρακτηρίζονται **άριστες στην κατηγορία τους**.

Στα δύο επόμενα Διαγράμματα 13 και 14, βλέπουμε πως ταξινομούνται οι πόλεις που συμμετείχαν στην αξιολόγηση (Smartcities, 2009).



Διάγραμμα 13: Mobility index vs κατά κεφαλήν εισόδημα



Διάγραμμα 14: Γραφική απεικόνιση πόλη – mobility score

Στο προηγούμενο Διάγραμμα14, διακρίνεται η θέση της Αθήνας καθώς και εκείνη της Βιέννης. Η σύγκριση δεν μπορεί να αποφευχθεί.

Στην ανωτέρω αξιολόγηση συμμετείχαν 46 πόλεις οι οποίες βαθμονομήθηκαν απέναντι σε 11 ποιοτικούς και ποσοτικούς δείκτες (σχ. 7), χρησιμοποιώντας δεδομένα από το UITP Millennium Database. Η Αθήνα στο σχ. 8, οριοθετείται με κόκκινο κύκλο ενώ η Βιέννη με κίτρινο. Στη βαθμολόγηση αυτή η Βιέννη είναι τρίτη, με σταθερά πρώτη τη Ζυρίχη. Η μέγιστη βαθμολογία που μπορεί να προκύψει για κάθε δείκτη είναι το 6,0. Το ίδιο πραγματοποιήθηκε και για τις 46 πόλεις.

Το σκορ κάθε πόλης στη συνέχεια χαράχθηκε σε συνάρτηση έναντι του κατά κεφαλήν εισοδήματος εκάστης πόλης. Από τη κατηγοριοποίηση αυτή στη βαθμίδα 1 (struggling to cope) ανευρίσκοντα πόλεις όπου το σύστημα μεταφορών τους είναι στοιχειώδες ενώ το κατά κεφαλή εισόδημα είναι σχετικά χαμηλό. Στη βαθμίδα 2 (at risk) βρίσκονται πόλεις με μεγάλη εξάρτηση από τα ΙΧ μέσα μετακίνησης, υψηλή κατανάλωση ενέργειας και διαρκώς αυξανόμενα κόστη μετακίνησης. Στη βαθμίδα 3 (best in class) βρίσκονται πόλεις με βαθμολογία πάνω από το μέσο όρο του επιπέδου του ΑΕΠ τους.

Πόλεις δύνανται να μετακινηθούν κατακόρυφα ή οριζόντια πάνω στη γραφική παράσταση. Η κατακόρυφη μετακίνηση οφείλεται σε δύο αιτίες: ή αυξήθηκε το ΑΕΠ τους απότομα ή διορθώθηκαν τα στοιχεία από τις ανάλογες βάσεις δεδομένων. Η κατακόρυφη μετακίνηση δεν αλλάζει τη βαθμολογία του δείκτη μετακίνησης (mobility index). Απλώς μετατοπίζεται σε περιοχή στην οποία εφόσον διαθέτει αρκετούς πόρους θα μπορούσε να στραφεί σε λύσεις πιο βιώσιμες για τα μεταφορικά του στοιχεία.

Η οριζόντια μετατόπιση μπορεί να οφείλεται σε δύο λόγους. Ο πρώτος έχει να κάνει με τη βελτίωση των δεικτών ή έστω κάποιων εξ αυτών. Ο δεύτερος έχει να κάνει και πάλι με την διόρθωση των επιμέρους στατιστικών στοιχείων. Η βελτίωση θα πρέπει να επιδεικνύει σταθερότητα στη λήψη ή την εφαρμογή μέτρων. Μάλιστα επιπλέον επιβραβεύονται με extra bonus όσες πόλεις προμηθεύουν αδιάσειστα στατιστικά δεδομένα.

Παρατηρείται κυρίως στη δεύτερη ομάδα (“at risk”), να συναντώνται πόλεις αντίστοιχης δυναμικότητας και να αντικαθιστούν άλλες πόλεις των οποίων η έδρα βρίσκεται ή στη Βόρειο Αμερική ή στην Αυστραλία. Εδώ οι πόλεις διαθέτουν εξαιρετικό οδικό δίκτυο, εξάρτηση από την αυτοκίνηση, τεράστιες κατασπαταλήσεις ενέργειας, κακή διαχείριση, υποτυπώδη συστήματα ΜΜ.

Στον επόμενο Πίνακα 124, συγκρίνονται οι βαθμολογήσεις Αθήνας και Βιέννης.

		ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ				
		Υπηρεσίες ΜΜΜ	Διαχείριση κυκλοφορίας	Πληροφόρηση κοινού για ΜΜΜ και κόστη μετακίνησης	Αεροδρόμια - συνδέσεις	Διαχείριση λιμένων
ΒΙΕΝΝΗ		5	5	5	4	5
ΑΘΗΝΑ		3	3	4	4	5

		ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ									
		Οδικές υποδομές	Οδικά ατυχήματα	Ενεργειακοί πόροι	Ρυπογόνες Εκπομπές	Αναλογία κόστους διατήρησης ΜΜΜ ως προς το ΑΕΠ	Ποιότητα οδικού δικτύου	Μ.Ο. εξόδων νοικοκυριών για ΜΜΜ	Ποιότητα σταθερών συγκοινωνιών	Θεσμοθετημένες ποδηλατικές διαδρομές	Σημεία προσέγγισης ΑΜΕΑ
ΒΙΕΝΝΗ		6	5	5	4	3	N/A	3	5	5	6
ΑΘΗΝΑ		4	3	4	3	3	N/A	3	4	2	3

		ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ
ΒΙΕΝΝΗ		4.7
ΑΘΗΝΑ		3.4

Πίνακας 123: Συγκριτική βαθμολόγηση Βιέννη - Αθήνα

Το πρόβλημα καταγράφεται, κυρίως σε ζητήματα παροχής ποιοτικών συγκοινωνιακών παροχών (πιο στοχευμένες και λιγότερο ενεργειοβόρες) και σε θέματα διαχείρισης βιώσιμων εναλλακτικών ως προς τα ΙΧ αυτοκίνητα. Σημασία πρέπει να δοθεί στα ατυχήματα και στο περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (και όχι μόνο σε αυτά).

ΧΩΡΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Έχοντας συγκεντρώσει σημαντικές και εξειδικευμένες γνώσεις από τις μέχρι τώρα ενότητες της έρευνάς μας, η τελική ερώτηση που παραμένει να απαντηθεί είναι πως θα μπορέσουμε να καλύψουμε την επερχόμενη υψηλή ζήτηση στα ΜΜΜ, χρησιμοποιώντας βιώσιμες ενεργειακά λύσεις;

Τρεις περιπτώσεις θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως πιθανά συζητήσιμες:

Λύση 1. do nothing (business as usual), δηλ. λήψη μηδενικών μέτρων μέχρι την παρουσία του προβλήματος. Ανοχή στον κορεσμό των ΜΜΜ, υψηλό κόστος διαχείρισης, αύξηση των ΙΧ οχημάτων, κυρίως αυτών που είναι και ρυπογόνα.

Λύση 2. Εκπρόθεσμη διαχείριση του προβλήματος με εκ περιτροπής προτάσεις, όπως: εμβόλιμα δρομολόγια στις ώρες αιχμής, προσλήψεις προσωπικού για την αντιμετώπιση της αυξημένης ζήτησης, νέες προμήθειες εξοπλισμού (λεωφορείων, βαγονιών κ.λπ.) που αναφορικά με το περιβαλλοντικό τους προφίλ θα προτιμήσουν λύσεις που θα καθορίζονται από τις εκάστοτε διαμορφωμένες αντιλήψεις της ελεύθερης αγοράς, αύξηση των κομίστρων λόγω αύξησης των λειτουργικών δαπανών. Αναφερόμαστε στη πολιτική διαχείριση του θέματος η οποία θα θριαμβολογεί μέσα από τα media ενώ στην ουσία θα διευρύνεται ο φαύλος κύκλος και θα συνεχίσουμε να απέχουμε παρασάγγες από τα mobility trends των κεντρο -ευρωπαϊκών πόλεων.

Λύση 3. Να επιχειρηθεί μια προσπάθεια απεξάρτησης της χρήσης των ΙΧ οχημάτων από τις μεγάλες αστικές πυκνώσεις και τη σταδιακή αντικατάσταση αυτών των μετακινήσεων από άλλες που θα διεξάγονται από βιώσιμες, προσιτές και αξιόπιστες δημόσιες συγκοινωνίες.

Σύμφωνα με το νέο Ρυθμιστικό σχέδιο (ΡΣΑ 21) η πολεοδομική συγκρότηση της Αττικής απαρτίζεται από τρεις διαφορετικές χωρικές ενότητες: την ευρύτερη Αθήνα (Κεντρική , Βόρεια,

Νότια, Δυτική και Πειραιάς), την Ανατολική (Βόρεια, Μεσόγεια και Λαυρεωτική), καθώς και τη Δυτική Αττική (Θριάσιο και Μεγαρίδα). Το Απόσπασμα Χάρτη 18 παρουσιάζει αυτή την πολεοδομική θεματογραφία.

Οι προτάσεις μας κινηθούν σε τρεις άξονες (Απόσπασμα Χάρτη 19):

1. Εσωτερικός δακτύλιος της Αθήνας
2. Ευρύτερη περιοχή Αθηνών (μητροπολιτική Αθήνα)
3. Στις εκτός περιοχές



Απόσπασμα Χάρτη 17: ΡΣΑ 21



Απόσπασμα Χάρτη 18: Ζώνες προτάσεων

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΑΘΗΝΑΣ

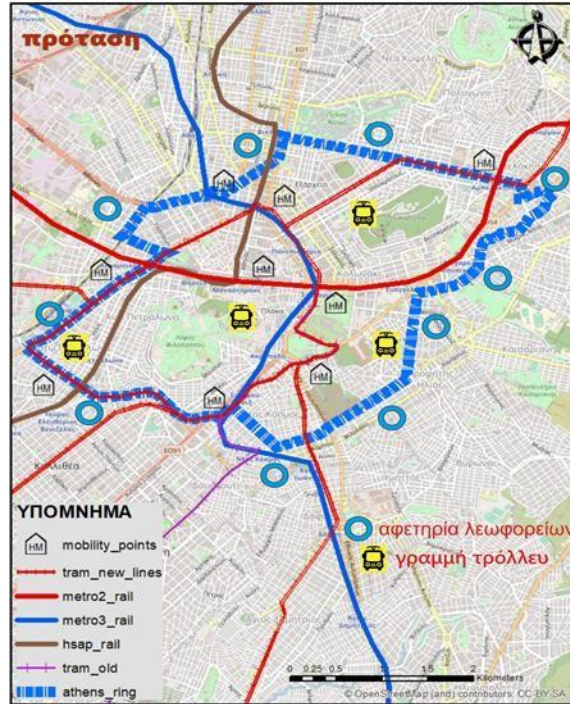
Ο δακτύλιος της Αθήνας (Απόσπασμα Χάρτη 20) είναι ο γνωστός δακτύλιος όπου καθημερινά επιτρέπονται να εισέρχονται τα ΙΧ οχήματα των οποίων οι κυκλοφοριακές τους πινακίδες λήγουν τη μια μέρα σε ζυγό άρτιο αριθμό και την επόμενη σε μονό.



Απόσπασμα Χάρτη 19: Δακτύλιος Αθήνας

Εν ολίγοις, επιτρέπεται η καθημερινή κυκλοφορία των ΙΧ οχημάτων, μόνο κατά το ήμισυ της συνολικής τους ποσότητας. Προτείνουμε να απαγορευθεί τελείως η κυκλοφορία των ΙΧ εσωτερικά του δακτυλίου (car free zone). Εξωτερικά του δακτυλίου θα επιτρέπεται σε μία μόνο λωρίδα αφού το υπόλοιπο εύρος των οδών θα χρησιμοποιείται για αναστροφές και αφετηρίες των λεωφορείων και TAXI.

Απαγορεύεται, επίσης και η κυκλοφορία όλων των ΜΜΜ, τα οποία χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα για τη κίνησή τους. Σε αυτή τη



Απόσπασμα Χάρτη 20: Πρόταση δακτυλίου

κατηγορία υπάγονται τα λεωφορεία του ΟΣΥ, καθώς και τα TAXI. Σύμφωνα με το Απόσπασμα του Χάρτη 21, υπολογίσαμε το κεντροειδές του σχήματος του δακτυλίου, το οποίο βρίσκεται παραπλήσια της πλατείας Συντάγματος (αρχή της οδού Καραολή Σερβίας). Χαράσσοντας ένα εγγεγραμμένο κύκλο εντός του δακτυλίου, μας βοηθά να διαπιστώσουμε ότι η ακτίνα του δεν υπερβαίνει τα 1,5 km.

Στο Απόσπασμα του Χάρτη 21, παρουσιάζουμε τη κυκλοφοριακή διαμόρφωση της κλειστής αυτής περιοχής. Προτείνουμε τη λειτουργία κυκλικής γραμμής light rail η οποία θα διέρχεται από τις οδούς: Πανεπιστημίου, Πειραιώς, Χαμοστέρνας, Καλιρρόης και μετά θα συνενώνεται, ταυτιζόμενη με την υφιστάμενη γραμμή τραμ που καταλήγει στη πλατεία Συντάγματος.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να διαχωρίσουμε τη διαφορά μεταξύ τραμ και light rail. Ως τραμ εκλαμβάνονται ηλεκτρικά βαγόνια, τα οποία συνθέτουν στο τοπικό φολκλόρ μιας περιοχής, αναγνωρίζονται ως ορόσημο (landmark) των πόλεων και χρησιμοποιούνται, κυρίως, για τουριστικούς σκοπούς. Το τραμ της Αθήνας αν και ξεκίνησε ως ελαφρύ υπέργειο μετρό (light rail) εξελίχθηκε σε τουριστικό αξιοθέατο λόγω των ανεπαρκών επιλογών των διαδρομών του.

Εικόνα 4

Εμείς αναφερόμαστε σε ελαφρύ υπέργειο μετρό, όπως π.χ. το Manchester Rail.

Σε καμμία περίπτωση οι μελετητές δεν υπερέβησαν εαυτούς ώστε να μειώσουν την ικανότητα κορεσμού των οδών από τις οποίες θα διέρχονταν το τραμ. Δεν τόλμησαν να χρησιμοποιήσουν πουθενά αποκλειστικές λωρίδες κυκλοφορίας. Τα μηνύματα που αποκωδικοποιούσαν οι πολιτικοί εποπτικοί φορείς από τις αγορές δεν επέτρεπαν ανασφαλείς και ανέξοδους πειραματισμούς. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η ο Πειραιάς, όπου οι διαβουλεύσεις για τη επιλεγόμενη διαδρομή του τραμ κράτησε σχεδόν μια δεκαετία. Ακόμη και σήμερα το τραμ προσεγγίζει το κέντρο του Πειραιά με δοκιμαστικές διαδρομές. Εν κατακλείδι, το Athens Tram, σήμερα χρησιμοποιείται κατά κόρον από τους καλοκαιρινούς, αργόσχολους παραθεριστές των νοτίων πλαζ.

Το συνολικό μήκος της κυκλικής γραμμής εντός του δακτυλίου (περίμετρος) υπολογίζεται στα 9,8 km. Συνεπώς για να διατηρηθούν οι συχνότητες αναμονής στα 10' της ώρας θα απαιτούνται να λειτουργούν αδιάλειπτα τέσσερις (4) συρμοί ανά κατεύθυνση του δακτυλίου (αριστερόστροφα και δεξιόστροφα). Οι συνδυασμοί βαγονιών και γενικότερα η μεταφορική-επιβατική ικανότητα, θα εξαρτηθούν από τη ζήτηση. “Άλλωστε εμείς δεν προβαίνουμε σε εφαρμοστική μελέτη. Στο τέλος του παρόντος κεφαλαίου θα επιχειρήσουμε συνάμα και να κοστολογήσουμε το όλο εγχείρημα για να διαπιστώσουμε αν είναι όντως εφικτό.

Τα τρόλεϊ θα επιτρέπεται να κυκλοφορούν εντός του δακτυλίου καθώς και να χρησιμοποιούν το οδόστρωμα αποκλειστικά για αφετηρίες και σταθμούς αναμονής. Η χρήση τους θα μειωθεί και θα δρομολογηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούν αποκλειστικά περιοχές εντός του δακτυλίου, με υψηλές συχνότητες ή και να εξυπηρετούν τις γύρω από την Αθήνα περιοχές, όπως τη Καλλιθέα, Νίκαια, Ταύρο κ.λπ., οι οποίες όπως διαπιστώσαμε στο Κεφ. 5 θα έχουν και τη μεγαλύτερη ζήτηση. Σε κάθε περίπτωση οι γραμμές των τρόλεϊ θα χρησιμοποιούνται για να επικουρούν τους σταθμούς του light rail (LR), φροντίζοντας για τη συντονισμένη ανταπόκριση των δρομολογίων τους με αυτά του LR. Άλλωστε εντός του δακτυλίου οι καθυστερήσεις θα είναι μηδαμινές.

Περιμετρικά του δακτυλίου και πλησίον συγκοινωνιακών κόμβων (σταθμών μετρό, light rail, αφετηρίες λεωφορείων ή τρόλεϊ) θα υπάρχουν σταθμοί - mobility centers, όπου θα προσφέρονται όλα τα βιώσιμα μέσα μεταφοράς (HM, στην εικ. 22). Τέτοια μέσα αποτελούν τα ποδήλατα, τα ηλεκτρικά οχήματα, ειδικά οχήματα υβριδικής - νέας τεχνολογίας για χρήση car sharing. Αυτά κατά τη περίοδο προσαρμογής θα λειτουργούν υπό τη σκέπη του δημοσίου, σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα οι επιχειρήσεις αυτές θα δύνανται να αναληφθούν από ιδιώτες.

Ο γράφων αντιλαμβάνεται και από την πολύχρονη εμπειρία σε κυκλοφοριακές μελέτες και εφαρμογές αλλά και από την υποβόσκουσα ... «γνωστή νοοτροπία» των Αθηναίων ότι αντίστοιχου εύρους πολεοδομικές ενότητες δεν μπορούν να περιχαρακωθούν και προστατευθούν από τη διερχόμενη κυκλοφορία. Σε καμμία δε περίπτωση με τη χρήση κατασταλτικών ή αστυνομικών μέσων. Εκτός από τη διάθεση, νοοτροπία και δυσκολία προσαρμογής σε νέες πρακτικές, θα μπορούσαμε να ενισχύσουμε τα επιχειρήματα της αντίθετης πλευράς, καταστώντας σαφές ότι ο έλεγχος με ηλεκτρονικά και εποπτικά μέσα προσκρούει σε νομικά θέματα περί προσωπικών δεδομένων, αναγείρονται ζητήματα τα οποία οδηγούν σε έμμεση καταστρατήγηση των δικαιωμάτων άσκησης των δημοκρατικών και συνταγματικών αρχών. Κάποιος θα μπορούσε να επιχειρηματολογήσει για πλημμελείς αστυνομικούς ελέγχους λόγω της έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού.

Όλες αυτές οι αντιδράσεις είναι φυσιολογικές.

Στις περισσότερες, κεντροβόρειες ευρωπαϊκές πόλεις αυτού του είδους οι προκαταλήψεις αν και δεν υφίστανται πλέον ως ...«κραυγές αντίδρασης», εντούτοις ουδείς αμφιβάλλει ότι η προσαρμογή στη σημερινή πραγματικότητα δεν κράτησε και για αυτούς τους πειθαρχημένους λαούς αρκετές δεκαετίες.

Επίσης, μέσα σε αυτή τη τεράστια πολεοδομική ενότητα, με το μωσαϊκό χρήσεων, σίγουρα θα υφίστανται μετακινήσεις που πρέπει να γίνονται με ιδιωτικά ή και δημόσια μέσα πέραν των ΜΜΜ. Πιο συγκεκριμένα αναφερόμαστε σε μετακινήσεις ατόμων με ειδικές ανάγκες, σε μετακινήσεις ασθενών σε νοσοκομεία και κλινικές, σε μετακινήσεις από και προς τις δημόσιες υπηρεσίες, σε κατασκευαστικές εργασίες κ.λπ. Στην εσώκλειστη αυτή περιοχή λειτουργεί το

Κοινοβούλιο με τις πολυφυείς υπηρεσίες του, διασπαρμένες σε μεγάλο εύρος πέριξ αυτού. Εδώ, επίσης, δρουν ιδιωτικοί ή και δημοτικοί χώροι στάθμευσης με χιλιάδες πελατών στα βιβλία τους. Τα ιδιωτικά και δημόσια κτίρια χρειάζονται στρατούς από συντηρητές, επισκευαστές, ΟΚΩ κ.λπ., όπου οι φορείς μετακινούνται με ίδια μεταφορικά μέσα. Να σημειώσουμε, επίσης και τη λειτουργία της μεγαλύτερης, πανελλαδικά αγοράς λιανικού αλλά και χονδρικού εμπορίου καθώς και πλείστων άλλων βιομηχανικών ή βιοτεχνικών επιχειρήσεων με τεράστιες απαιτήσεις για ιδιωτικές μετακινήσεις πελατών και προμηθευτών. Τέλος δεν πρέπει να λησμονούμε και τα μεγάλα ξενοδοχειακά συγκροτήματα που αποτελούν παράγοντες οικονομικής ευμάρειας και πόλοι έλξης μεγάλων πολιτιστικών και επιστημονικών συμβάντων. Και τέλος να μην ξεχνάμε και τους εκατοντάδες χιλιάδες κατοίκους οι οποίοι διαθέτουν μεν ΙΧ αυτοκίνητο αλλά δεν διαθέτουν θέση στάθμευσης.

Το πρόβλημα είναι σαφές και κατανοητό. Η λύση του είναι εύκολη όταν κάνουμε τις αναγωγές με τα παραδείγματα και πρακτικές που παρουσιάσαμε στις προηγούμενες ενότητες της εργασίας μας. Οι προσπάθειες οφείλουν να προσεγγίσουν το θέμα με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια, θεσπίζοντας μέτρα περιορισμού της καθημερινής χρήσης ενώ την ίδια στιγμή θα αναβαθμισθούν τα ΜΜΜ. Συνήθως ο πολίτης υπερφορολογείται για την απόκτηση-χρήση του ΙΧ οχήματος χωρίς να έχει τη δυνατότητα εναλλακτικών επιλογών.

Ως πρώτο βήμα στην οικειοθελή απεξάρτηση από τα ιδιωτικά προτείνεται να είναι η κατάργηση των σημερινών τελών κυκλοφορίας και η αντικατάστασή τους από άλλο σύστημα φορολόγησης μέσω της χρονοχρέωσης της καθημερινής χρήσης. Η έναρξη του συστήματος αυτού θα πραγματοποιείται αρχικά στα ΚΤΕΟ, όπου μετά τον τακτικό ετήσιο έλεγχο θα τοποθετείται μικρή μονάδα GPS στο όχημα η οποία θα παρέχει δεδομένα σε servers όπου και θα καθορίζεται η συνολική δαπάνη χρήσης. Θα χρησιμοποιούνται πολλαπλασιαστές όταν διαπιστώνεται υπερβολική χρήση. **Για όσους χρησιμοποιούν τα ιδιωτικά τους οχήματα με τις σημερινές συχνότητες η τιμολόγηση της χρονοχρέωσης θα υπολογίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να επιβαρύνεται με τα σημερινά τέλη κυκλοφορίας πολλαπλασιασμένα επί ενός συντελεστή 2,5 ή και 3 φορές επιπλέον των σημερινών κοστολογίων.** Αντιθέτως η μείωση της χρήσης να αντισταθμίζεται φορολογικά προς όφελος του φορολογούμενου.

Ένα άλλο μέτρο περιορισμού της διάθεσης και χρήσης θα μπορούσε να είναι και η αύξηση των φορολογικών επιβαρύνσεων των αυτοκινήτων. Δεν μπορεί να γίνει αύξηση των δασμών αφού δεν το επιτρέπουν οι ευρωπαϊκοί νόμοι εμπορίου. Θα μπορούσαν να αυξηθούν και οι έμμεσοι φόροι στα καύσιμα αφού οι σημερινές, συγκριτικά υψηλές τιμές για τα παγκόσμια δεδομένα δεν φαίνεται να πτοούν τους περισσότερους χρήστες. Σε όλη τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης που συντελέστηκε τη τελευταία δεκαετία η μείωση της χρήσης του ΙΧ υπολογίζεται μεσοσταθμικά σε 15-25%!!

Την ίδια στιγμή που θα λαμβάνονται αυτά τα μέτρα περιορισμού της χρήσης των ιδιωτικών μέσων μεταφοράς θα πραγματοποιείται ταυτόχρονα και η επικείμενη αναβάθμιση των ΜΜΜ. Αυτό μπορεί να συμβεί με την αύξηση των συχνοτήτων διέλευσης που δεν θα υπερβαίνουν τα 10 λεπτά της ώρας για κάθε μέσο και γραμμή, καθώς και από τη δραστική μείωση των εισιτηρίων. Τα κόμιστρα θα πρέπει να μειωθούν στα 0,5 € ανά μετακίνηση και ημέρα. Αφού η Βιέννη, με 50.000 ευρώ κατά κεφαλή εισόδημα διαθέτει ημερήσια εισιτήρια έναντι 1,0 €, τότε η Αθήνα μπορεί να δικαιολογήσει εισιτήρια ύψους 0,5 € για το αυτό χρονικό διάστημα.

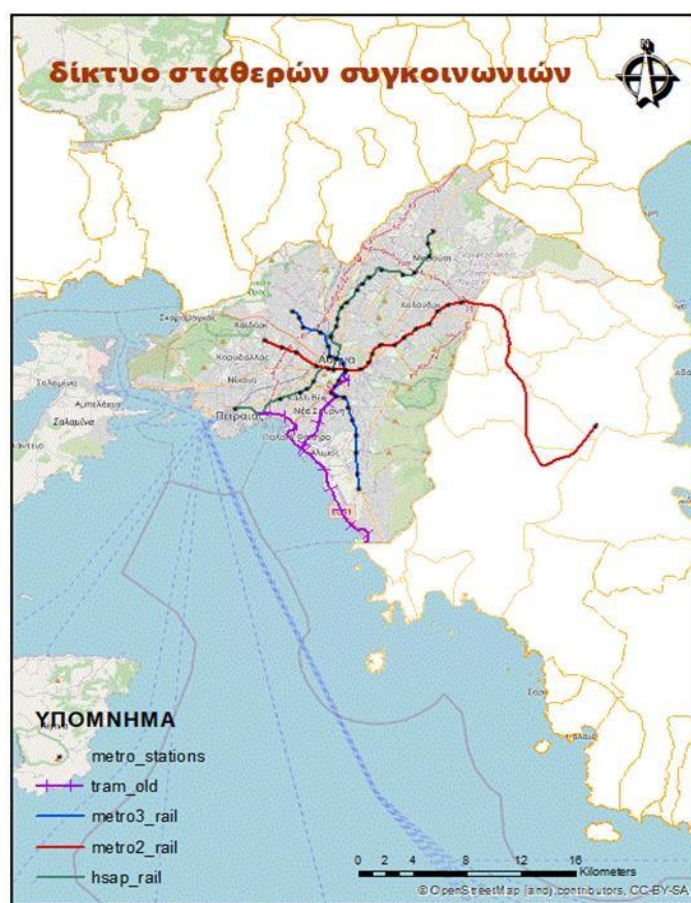
Ο δακτύλιος θα οριοθετείται και θα σημαίνεται όπως ακριβώς και σήμερα, με την αποκλειστική χρήση πληροφοριακών πινακίδων του ισχύοντος ΚΟΚ. Θα πρέπει να δημιουργηθεί ειδική υπηρεσία διαχείρισης των μετακινήσεων. Η υπηρεσία αυτή θα αξιολογεί το σύνολο των μετακινήσεων, θα συντονίζει τις ιδιωτικές μετακινήσεις όπου και όποτε χρειασθεί εντός της car free ζώνης και θα υποδεικνύει πιθανά σενάρια δρομολόγησης μέσα από ένα περιορισμένο οδικό δίκτυο που θα προσφέρεται για αντίστοιχες μετακινήσεις. Η εμπειρία που θα συσσωρεύσει η υπηρεσία αυτή θα μπορούσε να μεταλαμπαδευθεί και σε άλλα κέντρα δήμων που παρουσιάζουν μεταφορικά προβλήματα από ελλιπή κεντρικό σχεδιασμό ή από την ανεπαρκή ρυμοτομία. Μάλιστα τα τοπικά κέντρα διαχείρισης των μετακινήσεων να είναι εξαρτώμενα από το κεντρικό της Αθήνας. Μεγάλη συζήτηση θα χρειασθεί αναφορικά με το φορέα που θα επιλεγεί να λειτουργήσει το θεσμό αυτό. Θα είναι αποκλειστικά ευθύνη της τοπικής αυτοδιοίκησης (Δήμος ή Περιφέρεια) ή θα αφεθεί στις κρατικές αρμοδιότητες. Προτείνω το δεύτερο ως επιλογή. Η ίδια υπηρεσία θα είναι υπεύθυνη και για τη πολυσχιδή διαφημιστική εκστρατεία που αναμένεται να τονώσει την οικολογική εγρήγορση των πολιτών.

Η αστυνόμευση του car free δακτυλίου θα είναι προσεκτική και διακριτική χωρίς υπερβολές, κυρίως την πρώτη περίοδο εφαρμογής. Τα πρόστιμα, όμως θα πρέπει να είναι παραδειγματικά. Αφαίρεση των πινακίδων κυκλοφορίας για 6 μήνες και σημαντική επιβάρυνση του point system. Για κατ' εξακολούθηση παραβάσεις θα ισχύουν ακόμη πιο δυσάρεστες και εξαντλητικές ποινές.

ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ (ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΗ)

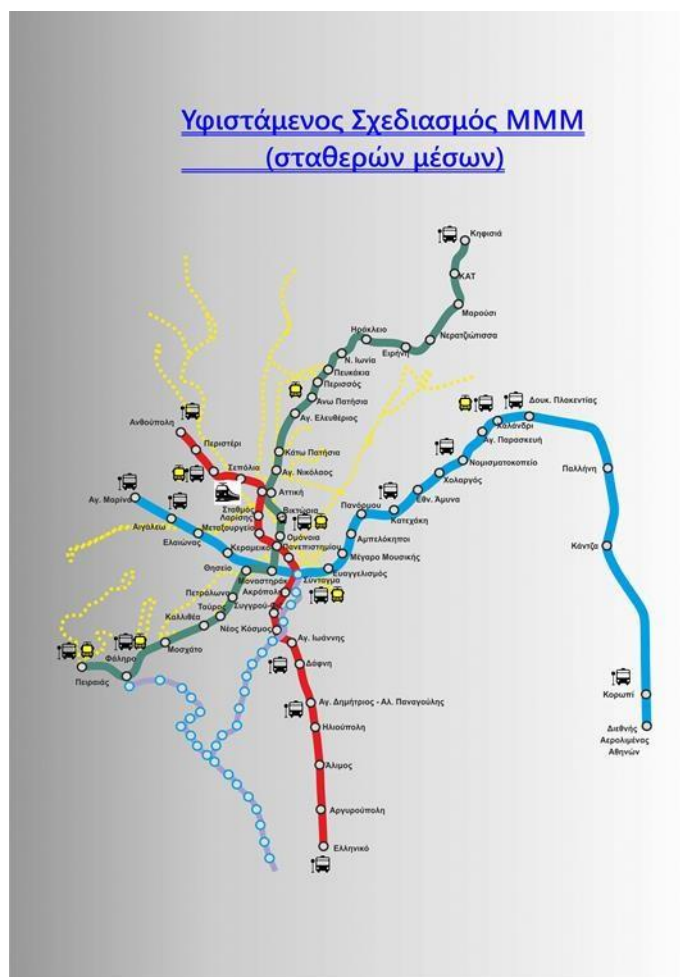
Εντός της ζώνης αυτής βρίσκεται συγκεντρωμένο το 40% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Καθημερινά πάνω από 7 εκατομμύρια μετακινήσεων πραγματοποιούνται με κάθε μορφής μέσο. Τη μερίδα του λέοντος αναλαμβάνουν τα ΜΜΜ (πάνω από 65%), δηλ. τα λεωφορεία, τα σταθερά μέσα, τα TAXI. Υπάρχουν και ιδιωτικές μετακινήσεις οι οποίες αποτελούν το 35% των συνολικών. Το δίκτυο των σταθερών μέσων παρουσιάζεται στην εικ. 5.

Στην Απόσπασμα του Χάρτη 22, απεικονίζονται τα σταθερά μέσα καθώς και οι γραμμές τρόλεϊ (με κίτρινο διακεκομμένο χρώμα). Παρατηρείται από την ως άνω εικόνα ότι μετεπιβίβαση σε άλλο μέσο (λεωφορείο ή τρόλεϊ) μπορεί να επιτευχθεί μόνο σε 17 από τους συνολικούς σταθμούς (περίπου το 25%). Στους λοιπούς σταθμούς, προφανώς υπάρχουν μέσα που κινούνται παράλληλα, πάνω



Απόσπασμα Χάρτη 21: Σταθερές μεταφορές Λεκανοπεδίου

στον ίδιο άξονα, είτε υπέργεια είτε υπόγεια. Αυτό δεν επιδεικνύει ιδανικό στρατηγικό σχεδιασμό. Με τη σημερινή κατάσταση διατηρούνται λεωφορειακές γραμμές οι οποίες αφενός δεν παρουσιάζουν υψηλή επιβατική κίνηση αφετέρου η όλη χάραξη της διαδρομής τους δεν προσφέρει ουσιαστικά στην εξυπηρέτηση του επιβατικού κοινού. Πολλές από αυτές εξυπηρετούν, απλώς συντεχνιακές απαιτήσεις. Η συνδικαλιστική κοινότητα πιστεύει ότι κάθε μείωση ή τροποποίηση των γραμμών οδηγεί σε αντίστοιχη και σταδιακή μείωση του



Απόσπασμα Χάρτη 22: Μετεπιβιβάσεις σταθερών μέσων

προσωπικού, δηλαδή σε εν δυνάμει απομείωση της ισχύος των ίδιων των σωματείων. Η αποδυνάμωση του δημόσιου χαρακτήρα των δημόσιων μεταφορών οδηγεί σε ατέρμονες

συζητήσεις περί ιδιωτικοποιήσεων, ενεργοποιείται ένα περιβάλλον πρόσφορο σε απεργιακές κινητοποιήσεις, επέρχεται κοινωνική αναστάτωση που οδηγεί σε ανεπιθύμητες πολιτικές εξελίξεις τις οποίες ουδείς επιθυμεί. Πολλές από τις λεωφορειακές γραμμές προήλθαν από πολιτική απαίτηση τοπικών αρχόντων – φράξιες τοπικών κομματικών συνδέσμων που θεωρούν ότι οι συγκοινωνίες συντελούν στην ανάπτυξη των κοινοτήτων τους. Οι περισσότερες κυκλικές γραμμές προήλθαν από παρόμοιες καταστάσεις. Εν κατακλείδι ο μοναδικός και αυτοτελής σκοπός των οδικών συγκοινωνιών δεν θα μπορούσε παρά να είναι συν επικουρικός των σταθερών συγκοινωνιών, με δεδομένο τις τεράστιες χρονοκαθυστερήσεις με τις οποίες βαρύνουν τα δρομολογία τους λόγω της άμεσης εμπλοκής τους με τη λοιπή κυκλοφορία. Αυτό ισχύει περισσότερο για τις γραμμές κορμού.

Το ΡΣΑ 21 προτείνει την επέκταση/νέα δημιουργία γραμμών μετρό. Συνολικά προτείνει 6 νέες γραμμές καθώς και τις επεκτάσεις των υφιστάμενων. Παράλληλα προτείνει δύο εμπορευματικές σιδηροδρομικές γραμμές (μία προς Λαύριο στα πρότυπα της παλιάς γραμμής και η άλλη προς τη ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη Περάματος). Με αυτές τις προτάσεις οριστικοποιείται το κεφάλαιο «μεταφορές». Δείγμα της πρότασης παρουσιάζεται στο Απόσπασμα του Χάρτη 24.



Απόσπασμα Χάρτη 23: Μελλοντικός σχεδιασμός σταθερών μέσων Αττικής (ΡΣΑ 21)

Οι γραμμές Γ2 και Γ3 είναι οι σημερινές γραμμές 2 και 3 αντίστοιχα. Η μεν Γ2 επεκτείνεται ανατολικά μέχρι τη Γλυφάδα και δυτικά μέχρι το Ζεφύρι. Οι δύο αυτές γραμμικές επεκτάσεις ήταν μέσα στους μεσοπρόθεσμους σχεδιασμούς της υφιστάμενης γραμμής 2. Για τη γραμμή 3 η επέκταση από το Περιστέρι μέχρι Κορυδαλλό, Νίκαια και Πειραιά είναι στους μεσοβραχυπρόθεσμους σχεδιασμούς. Η γραμμή Γ4 είναι η προς μελέτη/σχεδιασμό γραμμή 4 με κατεύθυνση από τη Λυκόβρυση μέχρι το σταθμό Αμαρουσίου. Η δυτική επέκταση μέχρι την Πετρούπολη είναι μακροχρόνιος σχεδιασμός του νέου ρυθμιστικού. Η γραμμή Γ5 Βύρωνας – Άνω Λιόσια δεν φαίνεται να έχει πολύ χρηστικότητα αφού ο συνδυασμός των γραμμών Γ3 και Γ4 εξυπηρετεί αυτές τις περιοχές. Άλλωστε και οι ανωτέρω γειτονίες δεν φαίνεται να προΐδεάζουν υψηλές επιβατικές κινήσεις. Η γραμμή Γ6 Μελίσσια – Πέραμα ως προς το πρώτο σκέλος της (Πέραμα) φάνηκε και από τη δική μας έρευνα (Κεφ. 5) ότι οι νέες μετακινήσεις λόγω κλιματικής αλλαγής θα επηρεάσει τα οικονομικοκοινωνικά στρώματα των δυτικών αυτών περιοχών της Αθήνας και του Πειραιά. Η επέκταση από το κέντρο της Αθήνας μέχρι τα Μελίσσια δεν φαίνεται να δικαιολογεί το υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας του μετρό. Ίσως τα μέλη της επιτροπής του ΡΣΑ να είχαν πρόσβαση σε ειδικότερο αρχείο μετακινήσεων το οποίο αγνοώ. Το ίδιο φαίνεται να ισχύει και για τη γραμμή Γ7. Για τη κυκλική γραμμή Γ8 μπορούμε να πούμε: (α)_δεν είναι κυκλικής μορφής (τουλάχιστον αυτό καταδεικνύει η γεωμετρική της κατατομή) και (β)_ποιος είναι ο ρόλος της....αναπάντητα ερωτήματα.

Ο σχεδιασμός του νέου ρυθμιστικού έχει ένα οριζόντια εφαρμογής 50 ετών. Εμείς έχουμε ένα πιο κλειστό παράθυρο εφαρμογής κάποιων βραχυπρόθεσμων δράσεων, όπως η εξυπηρέτηση των νέων μετακινήσεων λόγω των επικείμενων μέτρων προσαρμογής στο κλίμα. Από το κεφ. 5 υπάρχουν σοβαρές, πιθανολογικές ενδείξεις ότι ο μεγαλύτερος όγκος από τις νέες μετακινήσεις προβλέπεται να λάβει χώρα στις δημοτικές ενότητες: Καλλιθέα, Αιγάλεω, Αγ. Βαρβάρα, Νίκαια, Κορυδαλλός, Περιστέρι, Ίλιον. Συνεπώς η πρόταση θα πρέπει να είναι άμεσα υλοποιήσιμη τεχνικά και λειτουργικά, δεν μπορεί να είναι υψηλού κόστους (αφού δεν γνωρίζουμε πως θα εξελιχθούν τα φαινόμενα την επόμενη δεκαετία και μέχρι το 2030) και θα πρέπει κατά προτεραιότητα να εξυπηρετεί τις περισσότερο πληττόμενες γειτονίες.

Προτείνεται η κατασκευή νέων γραμμών light rail (LR), συνολικά πέντε (5). Την πρώτη κυκλική γραμμή την παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα (Εσωτερικός Δακτύλιος της Αθήνας), χαράχθηκε η διαδρομή της, υπολογίσθηκε το σύνολο των επιβατικών συρμών για να διατηρηθεί η χρονοσυχνότητα των 10'. Σε αυτό το σημείο προτείνουμε τη γραμμή που θα συνδέει το κυκλικό δακτύλιο του LR με το Κερατσίνι και ενδεχομένως σε δεύτερη φάση, μέχρι το Πέραμα, διαμέσου των οδών Πέτρου Ράλλη - Σαλαμίνας. Η κύλιση του υπέργειου ελαφρού μετρό θα πραγματοποιείται πάντα στις αριστερές λωρίδες των οδών για να αποφεύγονται οι δεξιές στρέφουσες και εμπλοκή με τη λοιπή κυκλοφορία (εικ. 8). Ο διάδρομος κύλισης θα είναι αποκλειστικής χρήσης και μόνο κάτω από ακραίες καταστάσεις (περιορισμένο οδόστρωμα κ.λπ.) θα είναι κοινής διέλευσης με την υπόλοιπη διερχόμενη κυκλοφορία. Στους κομβικούς άξονες θα παραχωρείται προτεραιότητα και οι σταθμοί επι/αποβίβασης θα κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ασφαλείς και αδιατάρακτες από τη λοιπή κυκλοφορία. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την κατασκευή 1,5μ πεζοδρομίου εκατέρωθεν των κλάδων κατεύθυνσης των οδών και μέχρι της πλησιέστερης σηματοδοτούμενης διασταύρωσης. Σε αυτή την περίπτωση θα μειωθεί περαιτέρω η ροή κορεσμού των οδών. Το μήκος της γραμμής ανέρχεται σε 12 Km.

Θα διατηρηθεί η υφιστάμενη γραμμή τραμ η οποία διασχίζει όλο το παραλιακό μέτωπο, συνολικού μήκους 16 Km, εκτεινόμενη από τη Γλυφάδα μέχρι το κέντρο του Πειραιά (A5). Η γραμμή αυτή θα τροφοδοτείται από άλλες τρεις (3) γραμμές LR, τύπου loop, η A2 (Κυκλική δακτυλίου – Καλλιθέα, διαμέσου της οδού Ελ. Βενιζέλου ή Συγγρού – παραλιακή A5), συνολικού μήκους 3,8Km, η γραμμή A3 (Κυκλική – Νέα Σμύρνη – παραλιακή A5), υφιστάμενη γραμμή τραμ, συνολικού μήκους 5,2 Km και η γραμμή A4 που θα συνδέει την κυκλική δακτυλίου-Άλιμο – Αγ. Δημήτριο – παραλιακή A5, συνολικού μήκους 7,0 Km, διαμέσου της οδού Αγ. Δημητρίου. Η διασύνδεση των γραμμών A2, A3 και A4 προς τη παραλιακή A5 θα γίνεται με μετεπιβίβαση.

Ο σχεδιασμός αυτών των γραμμών θα μπορούσε να είναι μονής ράγας και για τους δύο κλώνους κατεύθυνσης. Σε παρόμοια περίπτωση θα χρειαζόνταν μεγάλης ακτίνας roundabouts (άνω των 20μ.,) για κάθε γραμμικό χιλιόμετρο ώστε να υπάρχει αρκετός χώρος για αναμονή του ενός συρμού όταν κινείται ο άλλος αντίστροφα. Τα μήκη των γραμμών A2 έως και A4 είναι

λιγότερα από 5χλμ και προκειμένου να διατηρηθούν οι συχνότητες στα 10', θα απαιτούνταν ένας (1) συρμός ανά κατεύθυνση (πάντα σε αδιάλειπτη και αποκλειστικής χρήσης λωρίδα κύλισης). Η παραλιακή γραμμή A5 θα απαιτεί 3 ή και 4 συρμούς ανά κατεύθυνση. Να σημειωθεί ότι η μέση ταχύτητα των LR αγγίζει τα 17,8 μίλια ανά ώρα (28,5 km/h) και οι υπολογισμοί έχουν γίνει σύμφωνα με αυτή την προδιαγραφή.

Οι αναμονές των συρμών loop κατά τη διασύνδεσή τους με τη κυκλική διαδρομή του κέντρου ή την παραλιακή A5 είναι θέμα αποκλειστικά κατασκευαστικής μεθόδου και δεν θα υπεισέλθουμε επ' αυτής.

Επίσης, στο πλαίσιο ολοκλήρωσης των γραμμών LR, προτείνουμε και τη γραμμή **A6**, η οποία θα συνδέει τη κυκλική γραμμή του δακτυλίου με το Μαρούσι, μέσω των οδών Χαρ. Τρικούπη, Αλεξάνδρας, Λ. Κηφισίας, ανισόπεδη Αττικής Οδού (δακτυλίδι), συνολικού μήκους 10,5 Km.



Απόσπασμα Χάρτη 24: Πρόταση για βελτίωση MMM

Η επιλογή του LR δεν είναι απόλυτη ούτε μοναδικής τεχνολογίας. Πολλές πόλεις χρησιμοποιούν το λεγόμενο BRT (Bus Rapid Transit) το οποίο αποτελείται από συνδυασμούς λεωφορείων, αλληλοσυρόμενους (μέχρι 3 το ανώτερο) χρησιμοποιώντας ειδικές λεωφορειολωρίδες αποκλειστικής χρήσης. Το τραμ χρειάζεται ειδική κατασκευή που απαρτίζεται από ράγες, σταθμούς, έργα σηματοδότησης κ.λπ. που θεωρητικά εκτοξεύουν τα κόστη 10-15 φορές υψηλότερα χωρίς να αυξάνεται ανάλογα και η μεταφορική επάρκεια του LR. Αν το σύστημα που θα εφαρμοσθεί βασισθεί αποκλειστικά στη σχέση κόστους – οφέλους τότε η ζυγαριά γέρνει προς την πλευρά του BRT. Στις περισσότερες πόλεις που χρησιμοποιούνται τα BRT κινούνται με συμβατικά καύσιμα (ντίζελ) διότι οι φορείς δεν επιθυμούν να εκτοξεύσουν τα κόστη κατασκευής όπως συμβαίνει με τα ηλεκτροκίνητα BRT τα οποία απαιτούν για τη λειτουργία τους σοβαρές υποδομές όπως στύλους, τεντοτήρες, καλωδιώσεις τροφοδοσίας κ.λπ. , δηλ. κάτι σαν τα δικά μας τρόλεϊ αλλά με περισσότερη ευελιξία και χωρητικότητα. Διάφορες πόλεις, κυρίως οι αναδυόμενες χρησιμοποιούν απλά λεωφορεία, μεγάλης χωρητικότητας (με τη χρήση συρόμενων αμαξωμάτων) σε λωρίδες αποκλειστικής χρήσης εξασφαλίζοντας έτσι μεγάλη παροχευτικότητα και χαμηλά κόστη. Σε επόμενη ενότητα θα υπάρξει κοστολόγηση και για τη 2^η περίπτωση.

Αναφορικά με τις υφιστάμενες γραμμές μετρό προτείνουμε να επεκταθούν προ τα δυτικά οι γραμμές 2 και 3 (εικ. 8). Πιο συγκεκριμένα προτείνουμε η γραμμή 2 (αεροδρόμιο – Αγ. Μαρίνα) να επεκταθεί μέχρι τον Κορυδαλλό διαμέσου της Αγ. Βαρβάρας. Το συνολικό μήκος της επέκτασης ανέρχεται σε 2,45 Km. Η γραμμή 3 (Ελληνικό – Ανθούπολη) προτείνουμε να επεκταθεί μέχρι το Ίλιον (οδό Θηβών) διαμέσου της Πετρούπολης. Το συνολικό μήκος ανέρχεται σε 5,30 Km.

Με τη χρήση υπέργειου ελαφρού μετρό ή BRT και με τις μικρές επεκτάσεις των υφιστάμενων γραμμών μετρό επιτυγχάνουμε να προσφέρουμε μαζική μετακίνηση σε συγκεκριμένες γειτονιές της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών που θα τις χρειασθούν περισσότερο λόγω των επικείμενων λήψεων μέτρων για τη κλιματική προσαρμογή. Ταυτόχρονα, το κόστος διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα, η εφαρμογή μπορεί να επιτευχθεί στα επόμενα δέκα

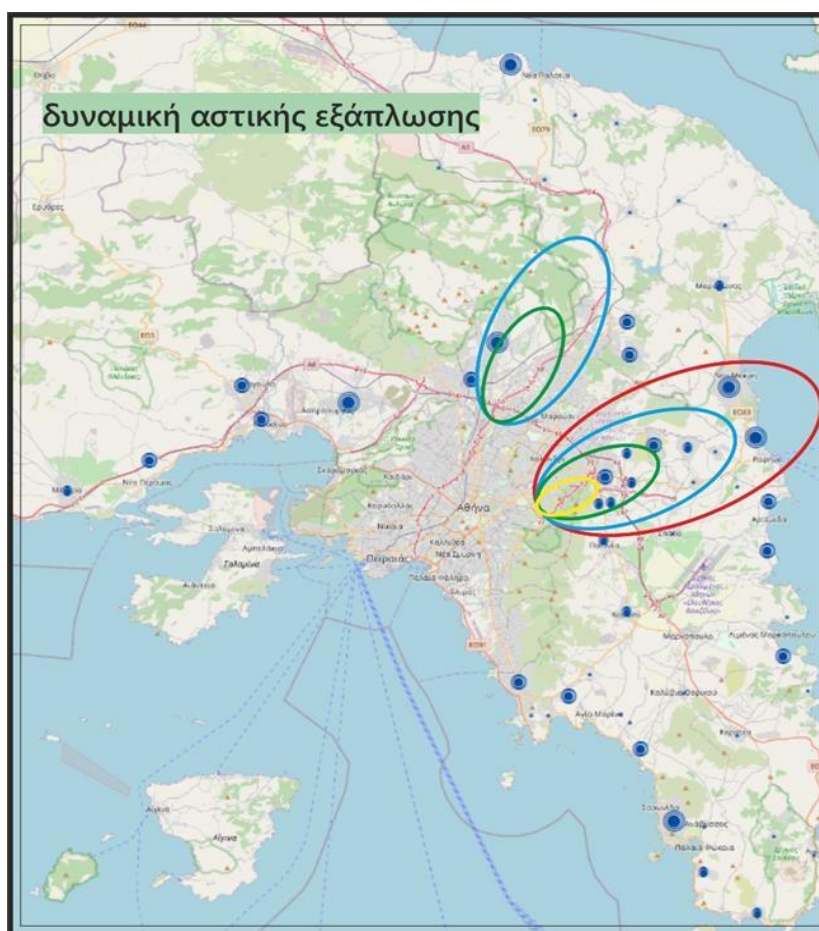
χρόνια και τελικά, οι μορφές αυτές των μαζικών μετακινήσεων θα έχουν οικολογικό αποτύπωμα, μειώνοντας σημαντικά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Αναφορικά με τις υπόλοιπες μορφές οδικών συγκοινωνιών (δηλ. λεωφορεία και τρόλεϊ) θα πρέπει να υπάρξει ριζική αλλαγή στα δρομολόγια, γραμμές κ.λπ. ώστε να εξυπηρετούν αποκλειστικά τα μέσα σταθερής τροχιάς, εκτελώντας σύντομες διαδρομές μεταξύ σημείων που παρουσιάζουν οικιστικές πυκνώσεις και θα καταλήγουν πάντα σε ορισμένο σημείο επι/αποβίβασης σταθερών ΜΜ. Οι γραμμές κορμού θα σταματήσουν να λειτουργούν και σταδιακά στο μέλλον θα αντικατασταθούν από το σύστημα υπέργειου μετρό (L. Rail). Όλες οι μονάδες λεωφορείων θα στηρίξουν τα σταθερά μέσα και γι αυτό το λόγο πρέπει να υπάρξει και κατάλληλη επιλογή στόλου. Λεωφορεία άνω των 9μ θα αντικαθίστανται με λεωφορεία τύπου midi, ώστε να είναι πιο ευέλικτα και να τηρούν τους χρόνους δρομολογίων τους. Θα προτιμηθούν και όσα είναι υβριδικής τεχνολογίας (φυσικό αέριο – αν υφίστανται). Στο ίδιο πλαίσιο θα κινηθούν και τα τρόλεϊ.

Όπως αναφέραμε και στην ενότητα του εσωτερικού δακτυλίου το κόστος μετακίνησης θα είναι 0,50 € σε ημερήσιο επίπεδο.

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΟΣ

Στο Απόσπασμα του Χάρτη 26, αποτυπώνονται οι κυριότεροι οικισμοί της Αττικής στις ενότητες της Ανατολικής και Δυτικής Αττικής. Στην ίδια εικόνα ο συμβολισμός των οικισμών εμφανίζεται αναλογικός σε σχέση με την έκτασή τους.



Απόσπασμα Χάρτη 25: Δυναμική αστικής εξάπλωσης

Στο κεφ. 5 με τη χρήση του προγράμματος SLEUTH αναλύσαμε τις περιπτώσεις εμφάνισης φαινομένων έντονης αστικής εξάπλωσης. Ο ρυθμός αστικής εξάπλωσης θα είναι χαμηλής έντασης τις επόμενες δεκαετίες και μάλιστα αυτός ο ρυθμός θα ανασταλεί σχεδόν μετά το 2025. Μικρές και διάσπαρτες τάσεις εξάπλωσης καταδεικνύονται κατά μήκος των ελλειπτικών καμπύλων που έχουν σχεδιασθεί στην εικ. 9.

Οι τάσεις αστικοποίησης ανιχνεύονται σε μεγαλύτερο βαθμό προς τα ανατολικά, στον άξονα της Λ. Μαραθώνος προς Ραφήνα και κατά ελάχιστο βαθμό στον άξονα της Εθνικής προς βορειοανατολικά, προς Καπανδρίτι. Έτσι λοιπόν φαινόμενα αστικοποίησης παρουσιάζονται στις ενότητες της Ανατολικής Αττικής, όπως τα Μεσόγεια και στη Βόρεια Αττική. Οι προτάσεις μας θα επικεντρωθούν σε αυτές τις ενότητες.

ΜΕΣΟΓΕΙΑ

Στο επόμενο Απόσπασμα του Χάρτη 27, παρουσιάζεται η ενότητα της Ανατολικής Αττικής (Μεσόγεια) και η πρόταση για αναβάθμιση των ΜΜΜ.



Απόσπασμα Χάρτη 26: πρόταση για Ανατολική Αττική (μεσόγεια)

Τομέας Α. (Απόσπασμα Χάρτη 10) Όσες οικιστικές ενότητες οριοθετούνται κατά μήκος του άξονα της Λ. Μαραθώνος αλλά και όσες βρίσκονται στην ζώνη επιρροής αυτής ($\pm 3-5$ χλμ.) θα εξαρτηθούν συγκοινωνιακά από λεωφορειακές γραμμές οι οποίες θα κινούνται ταχύτατα από τις οικιστικές ζώνες προς το σημείο εισαγωγής στη ζώνη της ευρύτερης Αθήνας που, σε αυτή την περίπτωση είναι ο σταθμός μετρό «Δουκίσσης Πλακεντίας». Τα λεωφορεία θα ανευρεθούν από εκείνα που θα παροπλισθούν από τις γραμμές κορμού αλλά και από τα ΚΤΕΛ τα οποία δεν έχει

πλέον νόημα να λειτουργούν. Οι συχνότερες δρομολογίων θα είναι στα 10' κατά τις ώρες αιχμής και θα αυξάνονται ανάλογα κατά τις υπόλοιπες ώρες (όχι πάνω από 20'). Σε αυτή τη ζώνη η χρονοχρέωση των ΙΧ οχημάτων θα κοστίζει λιγότερο ανά ώρα χρήσης σε σχέση με τη ζώνη της μητροπολιτικής Αθήνας. Σε αυτή την περιοχή των Μεσογείων δεν παρατηρούνται φαινόμενα κυκλοφοριακού κορεσμού εντούτοις οι χρήστες θα πρέπει να συνηθίζουν στην ιδέα της σταδιακής απεξάρτησης από τα ιδιωτικά μέσα μεταφοράς. Υφιστάμενες γραμμές ΟΣΥ αλλά και οι γραμμές ΚΤΕΛ θα προβούν σε ριζική αναδιαμόρφωση των δρομολογίων τους προκειμένου να εξυπηρετήσουν τη νέα πολιτική μετακινήσεων, γρήγορες και αξιόπιστες.

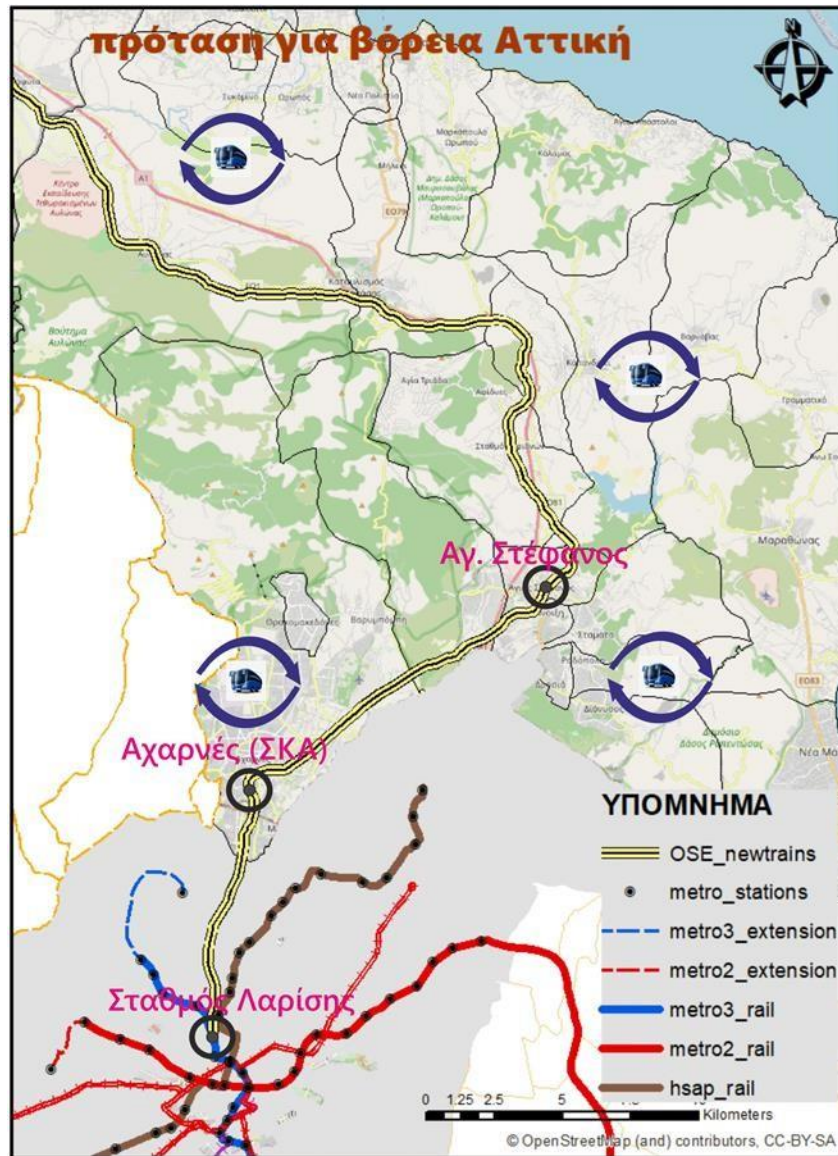
Τομέας Β. Αναφερόμαστε και πάλι στην εικ. 10. Οι οικισμοί πέριξ του αεροδρομίου, δηλ. εκείνοι που ανευρίσκονται στη κεντρική περιοχή της ζώνης των Μεσογείων. Εδώ και πάλι οι λεωφορειακές γραμμές θα αναλάβουν το μεγάλο μέρος των μετακινήσεων με την προϋπόθεση ότι θα κατασκευασθούν 2 ή 3 σταθμοί στον προαστιακό και στο τμήμα μεταξύ της «Δουκίσσης Πλακεντίας» και του σταθμού «Αεροδρόμιο». Σε αυτή την περίπτωση δεν γνωρίζω αν η εταιρεία που διαχειρίζεται τον Προαστιακό ή η ο ΟΑΣΑ θα αναλάβει το κατασκευαστικό εγχείρημα. Επίσης, θα πρέπει να προστεθεί και εμβόλιμος συρμός στις ώρες αιχμής. Εδώ στον Τομέα Β τα σημεία εισόδου στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών θα είναι οι νέοι σταθμοί. Τα διαθέσιμα λεωφορεία θα ανευρεθούν από τις ίδιες δεξαμενές με εκείνες του Τομέα Α.

Τομέας Γ. Ίδια λογική με αυτή των τομέων Α και Β. Γρήγορες και αξιόπιστες λεωφορειακές γραμμές μέχρι το σημείο εισόδου στη μητροπολιτική ζώνη. Σε αυτό τον Τομέα Γ θα είναι το σημείο 3 που αντιστοιχεί στον τελευταίο σταθμό του υφιστάμενου τραμ, στη Βούλα.

Σε αυτή την ενότητα η αστικοποίηση δεν έχει προχωρήσει στο βαθμό που περιγράψαμε για την ενότητα των Μεσογείων. Ο οικιστικές πυκνώσεις εδώ είναι πολύ διάσπαρτες και γι αυτό το λόγο προτείνουμε να αναβαθμισθεί ο άξονας της σιδηροδρομικής γραμμής του ΟΣΕ με τακτικότερα δρομολόγια ανάλογα με τη ζήτηση της περιοχής.

Σχέδιο πρότασης παρουσιάζεται στο Απόσπασμα του Χάρτη 28.

Στον σιδηροδρομικό άξονα θα πρέπει επίσης να αναβαθμισθούν οι σταθμοί των: Αγ. Στεφάνου, Αχαρνών (Σ.Κ.Α.) καθώς και του Σταθμού Λαρίσης. Θα χρειασθεί να κατασκευασθεί και έτερος σταθμός μεταξύ του Αγ. Στεφάνου και των Οινοφύτων για να μπορέσει να αναλάβει τους οικισμούς Ωρωπού, Καλάμου, Νέων Παλατιών κ.λπ. Ο σταθμός των Αχαρνών θα είναι ο κεντρικότερος αφού μέσω του προαστιακού οι επιβάτες θα μπορούν να μετεπιβιβασθούν στον ΗΣΑΠ, στη νέα γραμμή LR Α6 καθώς και στο μετρό (γραμμή 2 – Αεροδρόμιο) έχοντας πολλές επιλογές όσον αφορά στον προορισμό τους.

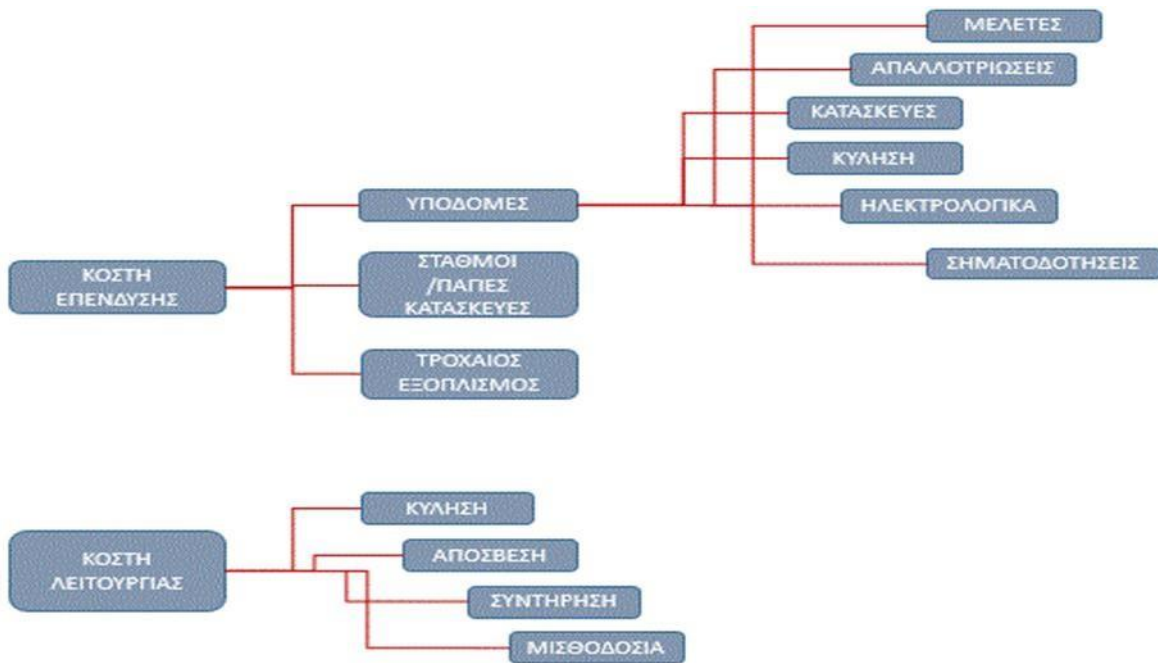


Απόσπασμα Χάρτη 27: Πρόταση για Βόρεια Αττική

Στην επόμενη ενότητα θα επικεντρωθούμε στην ανάλυση και συνοπτική παρουσίαση των στοιχείων κόστους που είναι συνυφασμένα με την κατασκευή μεγάλων αστικών δικτύων μετρό ή light rail. Δεν θα αναλύσουμε εξονυχιστικά τα οικονομοτεχνικά δεδομένα, απλώς θα συγκρίνουμε μεγέθη κόστους που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, η οποία είναι και αρκετά εκτεταμένη.

Οι σχετιζόμενες δαπάνες που, συνήθως συναντώνται σε αντίστοιχα, σύνθετα, ευρεία κλίμακας μεταφορικά έργα χωρίζονται σε δαπάνες επένδυσης (συνήθως αφορούν στη φάση μελέτης, προκήρυξης και κατασκευής του έργου) και στα έξοδα λειτουργίας (συνήθως υπολογίζονται για τα πρώτα 15 έτη λειτουργίας).

Πιο κάτω στο Σχεδιάγραμμα 5, εμφανίζονται γραμμικά οι συγκεκριμένες δαπάνες:



Σχεδιάγραμμα 5: Κόστη αστικού μετρό, RR

Στόχος μας είναι να προσδιορίσουμε (οριοθετήσουμε) τις δαπάνες που σχετίζονται με μια αντίστοιχη πρόταση, αλλά σε καμμία περίπτωση δεν θα μας απασχολήσει μακροοικονομικά η φύση των λογιστικών ή οι μέσο μακροπρόθεσμες οικονομικές δεσμεύσεις.

Αποτελεί κοινή μελετητική πρακτική η ανάλυση των στοιχείων κόστους να λαμβάνει ως μονάδα αναφοράς το τρέχον χιλιόμετρο ενώ οι σταθμοί αναλόγως της χωροθεσίας κοστολογούνται μεμονωμένα.

Τα γεωμετρικά στοιχεία της πρότασής μας απεικονίζονται στους επόμενους Πίνακες 125 και 126.

ΓΡΑΜΜΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΚΟΣ (Km)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
A0	ΚΥΚΛΙΚΗ	9.8	
A1	ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ	12.0	
A2	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	3.8	
A3	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ	0.0	υφιστάμενη γραμμή
A4	ΑΛΙΜΟΣ	7.0	
A5	ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ	2.5	μόνο η επέκταση στο κέντρο Πειραιά
A6	ΜΑΡΟΥΣΙ	10.5	
ΣΥΝΟΛΟ		45.6	

Πίνακας 124: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά για πρόταση Light Rail

ΓΡΑΜΜΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΚΟΣ (Km)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
#2	ΓΡΑΜΜΗ 2	2.5	ΕΠΕΚΤΑΣΗ
#3	ΓΡΑΜΜΗ 3	5.3	ΕΠΕΚΤΑΣΗ
ΣΥΝΟΛΟ		7.8	

Πίνακας 125: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά για πρόταση επέκτασης μετρό

Αν ανατρέξουμε στη βιβλιογραφία θα δούμε ότι στον επόμενο Πίνακα 127 παρουσιάζονται κόστη urban light rail από ευρωπαϊκά projects (κυρίως στη Γαλλία) μεταξύ των ετών 1994 και 2009 (Griffiths, 2012).

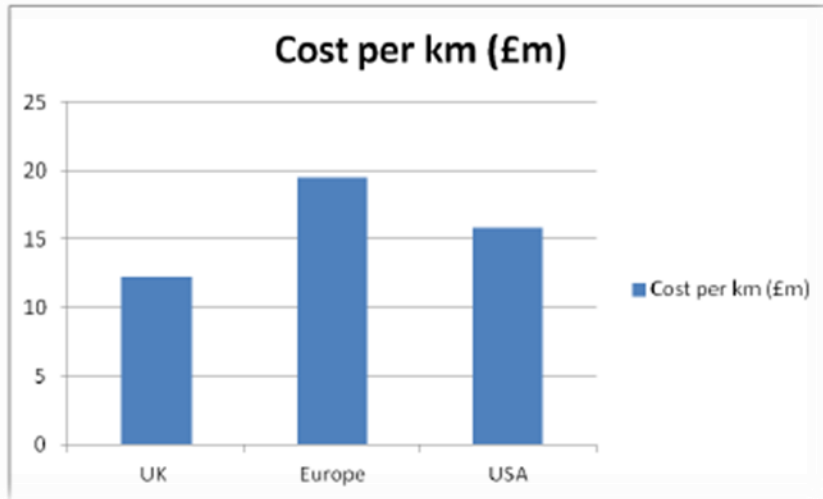
European Scheme Costs				
System	Date Opened	Length (km)	Cost (€m)	Cost per km (€m)
Bordeaux 1	2003	22.2	513.16	23.1
Bordeaux 2	2006	18.6	361.20	19.4
Grenoble 3	2006	15.2	308.70	20.3
Le Mans	2006	15.4	231.96	15.1
Lyon	2000	18.7	343.19	18.4
Marseille	2006	16.0	331.14	20.7
Montpellier	2006	19.0	376.26	19.8
Montpellier 1	2000	15.2	322.06	21.2
Montpellier 2	2006	19.8	364.68	18.4
Mulhouse	2005	19.0	301.64	15.9
Nantes Phase 2	1994	13.9	272.28	19.6
Nice	2006	8.5	232.20	27.3
Orleans	2000	17.9	278.56	15.6
Paris	2002	3.0	78.69	26.2
St. Etienne	2005	8.0	121.70	15.2
Strasbourg	1994	12.6	283.11	22.5
Strasbourg 2	2006	13.5	345.72	25.6
Toulon	2009	18.3	399.90	21.9
Valenciennes	2006	9.4	215.46	22.9
Average				19.5

Πίνακας 126: Κοστολόγια για Γαλλικά Lite Rail

Στον επόμενο Πίνακα 128 και στο επόμενο Γράφημα 41 (Griffiths, 2012) εμφανίζονται δεδομένα από **lite rails** στις Ην. Πολιτείες, καθώς και πως έχουν παγιωθεί τα αναλογούντα κόστη διεθνώς.

US Scheme Costs				
System	Approx date	Length (km)	Cost (€m)	Cost per km (€m)
Denver Southwest Corridor	1999	13.7	174.90	12.8
Hiawatha Corridor, Minneapolis	2002	18.7	580.52	31.0
Pittsburgh Stage 2	2003	8.7	319.03	36.7
Portland Interstate MAX	2002	9.3	296.30	31.9
Portland/Westside/Hillsboro MAX	1996	28.5	1035.42	36.3
Portland Streetcar 1 & 2	2001	3.9	52.31	13.6
Portland Streetcar River Place	2005	1.0	11.93	12.4
Portland Streetcar Gibbs Extension	2006	1.0	11.29	11.7
Portland Streetcar Lowell Extension	2007	0.6	9.87	15.3
Sacramento Folsom Corridor	2002	20.8	231.64	11.1
Sacramento South Corridor	2002	10.1	193.22	19.1
Salt Lake North South Corridor	1998	24.3	300.40	12.4
San Diego Mission Valley East	2003	8.9	416.35	46.8
Southern New Jersey LRT	2002	45.0	603.14	13.4
VTA Tasman West	1999	12.1	355.43	29.4
Average				15.9

Πίνακας 127: Κόστη από συστήματα σε Ην. Πολιτείες



Γράφημα 42: Μεσοσταθμικά κόστη διεθνώς

Από τη σύγκριση των πινάκων 12 και 13 παρατηρείται ότι τα κόστη lite rails στις Ην. Πολιτείες κρατούνται σε χαμηλότερα επίπεδα, 15,9 εκ. δολάρια ανά χιλιόμετρο. Στην Ευρώπη διακρίνουμε ότι οι δαπάνες κατασκευής αγγίζουν μεσοσταθμικά τα 19,5 εκ. δολάρια. Στο Ην. Βασίλειο σε αντίθεση με τον λοιπό κόσμο φαίνεται ότι κρατούν χαμηλά τα κόστη, γύρω στα 12 εκ. δολάρια ανά χιλιόμετρο.

Τα κοστολόγια για κατασκευή **μετρό** εμφανίζονται παρακάτω Πίνακες 129 έως 131 (Flyvbjerg, Bruzelius, & Wee van, 2008):

Subsystem	San Francisco BART (%)	Atlanta MARTA Phase A (%)	Baltimore MTA Phase I (%)	Chicago CTA O'Hare (%)	Boston MBTA Red Line South (%)
Land	7	9	2	0	11
Guideway	37	33	25	20	15
Stations	19	20	30	28	33
Trackwork	3	2	2	7	7
Power	2	1	2	5	6
Control	4	2	4	8	7
Facilities	2	3	2	4	0
Eng./Mgt./Test	14	23	24	8	6
Vehicles	12	7	9	20	15
<i>Total</i>	100	100	100	100	100

Πίνακας 128: Breakdown κοστολογίων

	Opening year	Length km	Vertical segregation	Number of stops. Stop spacing km	Capital costs (million)	Costs/km (million)	Cost/km (million) 2002-US\$
Copenhagen Metro Phases 1-3	2002-07	21	48% tunnel 52% elevated	22 1.0	DKK 11,400	DKK 542.9	69.8
London Jubilee Line extension	1999	16	78% tunnel 22% at ground level	NA NA	GBP 3,600	GBP 225	329.9
Madrid Extension 1995-99	1999	56.3	68% tunnel 32% at ground level	38 1.5	NA	US\$22.8	26.7
Toulouse VAL Line A	1993	9.7	90% tunnel 10% elevated	15 0.6	FRF 3,700	FRF 381.4	60.9
Toulouse VAL Line A extension	2004	2.2	NA	3 0.7	€ 187.5	€ 85.2	81.1
Marseille Lines 1-2	1977-92	19.6	80% tunnel 12% elevated 8% at ground level	24 0.8	FRF 6,343	FRF 323.7	59.1
Lille VAL RT	1988	29	75% tunnel 25% above	NA 0.7	FRF 8,900	FRF 306.9	56.0
Lyon Ligne D	1991-97	14	NA	15 0.9	FRF 7,300	FRF 521.4	79.5
Paris Meteor Phase 1	1998	7.2	NA	7 1.0	US\$ 1,419	US\$ 197.1	220.0
Marseille Line 1 extension	2006	2.5	NA	4 0.6	€ 175.4	€ 70.2	68.8
Toulouse VAL Line B	2007	15	NA	20 0.8	€ 968	€ 64.5	63.2
London Victoria Line	1968-69	15.8	100% tunnel	NA 1.3	€ 740.5	€ 46.9	63.1
Vienna Stage 1	1984	NA	NA	NA NA	NA	€ 70	94.2*
Berlin U-Bahn	NA	4.6	100% tunnel	5 0.9	US\$ 275	US\$ 59.8	88.3*
Hannover U-Bahn	NA	69.0	17% tunnel	110 0.6	US\$ 750	US\$ 10.9	16.1*
Hannover U-Bahn extension	NA	2.8	100% tunnel	NA NA	US\$ 108	US\$ 38.5	56.9*
Turin Metro Phase 1	2005	9.6	100% tunnel	15 0.6	GBP 442	GBP 40	71.7

Πίνακας 129: Κόστη ευρωπαϊκών συστημάτων

	Washington, DC Metro	Atlanta MARTA	Baltimore Metro Section A&B	Los Angeles North Hollywood extension	Atlanta North Line extension	San Francisco BART Airport extension
Opening year	1985	1986	1983	2000	2000-03	2002
Length km	97.3	43.1	12.2	10.1	3.7	14.0
% in tunnel, elevated, at ground level	57% tunnel	42% tunnel	56% tunnel	NA	NA	NA
Number of stops	57	26	9	3	2	4
Stop spacing km	1.7	1.7	1.4	3.4	1.85	3.5
Capital costs m	7,968	2,720	1,289	1,311	463.2	1,510.2
Costs/km m US\$	81.9	63.1	105.7	129.8	125.2	107.9
Costs/km m 2002-US\$	114.3	88.0	147.5	131.6	126.9	109.4

NA: Not available.

Πίνακας 130: Κόστη έξι (6) αμερικανικών πόλεων

Υπάρχει διακριτή διακύμανση των κοστολογίων τα οποία παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ακόμη και μεταξύ των ίδιων χωρών (π.χ. Ην. Πολιτείες), ανά χώρα κατασκευής αλλά και ανά κατηγορία υποενοτήτων μεμονωμένων κατασκευαστικών στοιχείων, δηλ. σηραγγώσεις, railing, σταθμοί κ.λπ.

Component	Unit construction costs Millions of 1983 dollars
Underground stations	40
Elevated stations	23
Ground level stations	10
Two-track km, in tunnel:	
Including stations	85
Excluding stations	64
Two-track km, elevated:	
Including stations	34
Excluding stations	24
Two-track km, at ground level:	
Including stations	19
Excluding stations	14

Πίνακας 131: Κοστολόγια σταθμών

Από την ανάλυση κόστους - breakdown (όρα Πίνακας 129), περίπου το 50% των δαπανών αναλαμβάνονται από το tunneling και την κατασκευή των σταθμών. Το τροχαίο υλικό δεν υπερβαίνει το 15% του συνολικού κόστους.

Απεναντίας οι δαπάνες μηχανικού συμβούλου (Eng./Mgt/Test – Πίν. 15) συμβάλλουν στο 20% της συνολικής σύμβασης.

Το κόστος μπορεί να απομειωθεί σημαντικά λαμβάνοντας υπόψη κάποια χαρακτηριστικά, όπως:

- Τα υπογειοποιημένα τμήματα κοστίζουν ακριβότερα, κυρίως τα υπογειοποιημένα τμήματα που διασταυρώνονται με άλλες υφιστάμενες γραμμές
- Οι κατασκευές τύπου cut-and-cover είναι φθηνότερες από τις σηραγγώδεις κατασκευές (deep bored-in)
- Τα εθνικά συστήματα υγείας (ιδιωτικά ή δημόσια) συμπαρασύρουν τα κόστη (για το λόγο αυτό το Ην. Βασίλειο που διαθέτει φθηνό σύστημα δημόσιας υγείας έχει κατορθώσει να κρατά χαμηλά τις δαπάνες)
- Εμπλοκή συνδικαλιστικών φορέων (Unionization)
- GDP κατά κεφαλή

- Περιορισμός της διαφθοράς (π.χ. η Ελλάδα αν και συμπεριλαμβάνεται στις ευρωπαϊκές χώρες χαμηλού κόστους εντούτοις η ύπαρξη μιας χρόνιας, υποθόσκουσας διαφθοράς δημιουργεί οικονομικές ανωμαλίες)
- Οι φορείς θα πρέπει να ορίζουν εσωτερικούς συμβούλους (in – house). Οι Σύμβουλοι-Μελετητές του έργου, παραδοσιακά δεν προτείνουν τις φθηνότερες λύσεις.
- Οι προτάσεις **μελετοκατασκευής** θεωρούνται δαπανηρότερες.

Επανερχόμενοι στην πρότασή μας η κατασκευή LR θα κόστιζε:

(Α΄ Φάση) μέχρι το 2030, η ανάπτυξη των νέων γραμμών urban rail με τις συμπαραμαρτούντες κατασκευές, κοστολογείται: 45,6 Km * 19 εκ. δολάρια/Km = 870 εκ. δολάρια ή περίπου 730 εκ. €.

Η πρόταση μετρό θα κόστιζε:

7,8 Km * 77,3 εκ. δολάρια/km [(Μ.Ο. Πίν. 16 – εκτός από outliers 326 εκ. και 16.1 εκ.)]= 603 εκ. δολάρια ή 508 εκ. €.

Ο συνολικός προϋπολογισμός της Α΄ Φάσης (10ετία) αγγίζει τα 1,2 δις. € (± 25%)

Σχετικά με τα **κόστη λειτουργίας** αυτά καθορίζονται εν πολλοίς από το εργατοϋπαλληλικό προσωπικό και τις καταναλώσεις ρεύματος, τα οποία φυσικά είναι και ανελαστικά πάγια έξοδα. Κόστη που σχετίζονται με συντηρήσεις-επισκευές του υλικοτεχνικού εξοπλισμού ή με αποσβέσεις εξοπλισμού αποτελούν δευτερεύουσας σημασίας έξοδα.

Σε κάθε περίπτωση, με εξαίρεση τα κόστη κατασκευής τα έξοδα λειτουργίας ενός LR ή μετρό είναι χαμηλότερα από εκείνα των λεωφορείων έχοντας ως βάση σύγκρισης την επιβατική κίνηση, δηλ. ένας τυπικός συρμός LR αντιστοιχεί με 4,5 λεωφορεία ενώ σε σχέση με τη μεταφορική του ικανότητα για συχνότητες των 10 λεπτών, αντιστοιχούν με 27,5 τυπικά λεωφορεία¹¹.

11 Christopher McKechnie, The True Operating Costs Between Bus and Light Rail, 2020

Στους Πίνακες 134 και 135, κατωτέρω εμφανίζονται ενδεικτικά τα κόστη λειτουργίας:

ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕΤΡΟ

ΚΕΝΤΡΟ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΟ	ΕΩΣ	Μ.Ο.	ΤΚΜ	ΜΕΡΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (Μ€)
Κ τροχ+γραμμ	Μ€/Km	Κατανάλωση συρμών (KWh/Km)	3.5	5.5	4.5	221,900	998,550
		Κόστος ενέργειας (€/KWh)	0.06	0.16	0.11	221,900	24,409
Κ συντ	Μ€/Km	Γενικά κόστη συντήρησης εξοπλισμού	3.5	4.5	4	221,900	887,600
Κ ανελαστικά	Μ€/Km	Μισθοδοσία και εισφορές 15 εργαζομένων			15	30,000	450,000
Κ αποσβεση	Μ€/Km	Αξία συρμών [Κ τροχαιο - Υπολειμματική αξία]/περίοδος απόσβεσης	Αγορά τροχαίου εξοπλισμού	Υπολειμματική αξία (10 ετίας)			Μερικό κόστος Μ€
			34,800,000	30,000,000		480,000	
ΣΥΝΟΛΟ							2,840,559

Πίνακας 132: Οικονομοτεχνικά στοιχεία μετρό

ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΝΕΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ Lrail ANA ΕΤΟΣ

ΚΕΝΤΡΟ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΟ	ΕΩΣ	Μ.Ο.	ΤΚΜ	ΜΕΡΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (Μ€)
Κ τροχ+γραμμ	Μ€/Km	Κατανάλωση συρμών (KWh/Km)	3.5	5.5	4.5	14,454,000	65,043,000
		Κόστος ενέργειας (€/KWh)	0.06	0.16	0.21	14,454,000	3,035,340
Κ συντ	Μ€/Km	Γενικά κόστη συντήρησης εξοπλισμού	2.5	3.5	3	14,454,000	43,362,000
Κ ανελαστικά	Μ€/Km	Μισθοδοσία και εισφορές 200 εργαζομένων			200	30,000	6,000,000
Κ αποσβεση	Μ€/Km	Αξία συρμών [Κ τροχαιο - Υπολειμματική αξία]/περίοδος απόσβεσης	Αγορά τροχαίου εξοπλισμού	Υπολειμματική αξία (10 ετίας)			Μερικό κόστος Μ€
			100,000,000	60,000,000		4,000,000	
ΣΥΝΟΛΟ							121,440,340

Πίνακας 133: οικονομοτεχνικά στοιχεία light rail

Απομένει να διενεργηθεί μια περιβαλλοντική αξιολόγηση της πρότασής μας της οποίας η μεθοδολογία είναι απλή: θα υπολογίσουμε το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της πρότασής μας δημιουργώντας ένα ισοζύγιο μεταξύ των εκπομπών που θα προστεθούν στο μεταφορικό δίκτυο (δηλ. θα προστεθούν συρμοί Light Urban Rail και μετρό) ενώ θα αποσυρθούν λεωφορεία και επιβατικά ΙΧ.

Ο αντικειμενικός στόχος ορίζει ότι το ισοζύγιο πρέπει να είναι πλεοναστικό ως προς τους ρύπους που αποσύρονται. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να επανυπολογισθούν κάποια τμήματα της τελικής πρότασης.

Ανατρέχοντας στο Κεφ_2, Ενότητα «ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ», υποενότητα «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ», παρατηρούμε ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις των μέσων σταθερής τροχιάς Μετρό, ΗΣΑΠ και Τραμ έχουν προσδιορισθεί ως ακολούθως:

Μετρό: 538,50 GWh

ΗΣΑΠ: 334,90 GWh και

Τραμ: 262,80 GWh

Τεκμαίρεται ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις του τραμ αποτελούν το 23,1 % των συνολικών καταναλώσεων. Με άλλα λόγια είναι απολύτως ασφαλές να ισχυρισθούμε ότι και οι εκπομπές CO₂, στις μεγάλες ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες της χώρας μας θα είναι ανάλογες των απαιτήσεων κατανάλωσης, δηλ. το μέγεθος κατανάλωσης προσδιορίζει και τις συνεπακόλουθες εκπομπές.

Στο ίδιο Κεφ_2 υπολογίσαμε ότι οι τελικές εκπομπές CO₂ προερχόμενες από το Μετρό, ΗΣΑΠ και Τραμ υπολογίσθηκαν σε 698.677 τόνους ετησίως. Άρα το τραμ ευθύνεται αποκλειστικά για:

$$698.677 * 0,231 = 161.602,10 \text{ CO}_2 \text{ τόνους ετησίως}$$

Απομένει να υπολογίσουμε πόσο συνεισφέρει ο κάθε συρμός του τραμ προκειμένου να αξιολογήσουμε να διαμορφώσουμε το περιβαλλοντικό μας αποτύπωμα. Πρώτα θα χρειασθεί να υπολογίσουμε τον αριθμό συρμών της πρότασης και εν συνεχεία να το συγκρίνουμε με τον υφιστάμενο στόλο τραμ. Ο αριθμός τραμ απεικονίζεται στον επόμενο Πίνακα 136.

ΓΡΑΜΜΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΚΟΣ (km)	ΧΡΟΝΟΣ	
			ΔΙΑΝΥΣΗΣ	# ΣΥΡΜΩΝ
			(MIN)	
A0	ΚΥΚΛΙΚΗ	9.8	20.6	2
A1	ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ	12.0	25.3	3
A2	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	3.8	8.0	1
A3	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ	0.0	0.0	0
A4	ΑΛΙΜΟΣ	7.0	14.7	1
A5	ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ	2.5	5.3	1
A6	ΜΑΡΟΥΣΙ	10.5	22.1	2
ΣΥΝΟΛΟ		45.6		10

ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	28.5	KM/HR
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	10	MIN

Πίνακας 134: Στοιχεία νέων γραμμών τραμ

Κάθε κλάδος κατεύθυνσης του τραμ απαιτεί 10 συρμούς ή 20 συνολικά για να επιτευχθούν οι απαιτήσεις για 10' συχνότητες (ως μέση ταχύτητα λαμβάνεται εκείνη των 28,5 km/hr). Επίσης, η αδιάλειπτη λειτουργία του μέσου αυτού προϋποθέτει την προμήθεια τουλάχιστον 20% περισσότερων συρμών για να αντιπαρέχεται στις καθυστερήσεις που δέον να επέλθουν από τα προγραμματισμένα services και επισκευές. Στην περιβαλλοντική αξιολόγηση θα σταθούμε στα 20 αφού αυτά θα κυκλοφορούν οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας. Απομένει να αναζητήσουμε τον αριθμό συρμών της υφιστάμενης γραμμής τραμ. Αυτό απεικονίζεται στον Πίνακα 137.

(ποσά σε χιλ. Ευρώ)				ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ		
	2015	2014	2013	2015/2014	2015/2013	2014/2013
Έσοδα Πωλήσεων	206.263	252.807	238.614	-18,4%	-13,6%	5,9%
Λειτουργικά Έσοδα	223.837	273.895	258.529	-18,3%	-13,4%	5,9%
Συνολικά Έσοδα (προ επιδότησης)	243.058	287.725	302.700	-15,5%	-19,7%	-4,9%
Κρατική Επιδότηση (Ν.3920/11)	108.000	100.290	158.000	7,7%	-31,6%	-36,5%
Λειτουργικές Δαπάνες	352.788	377.486	371.559	-6,5%	-5,1%	1,6%
Συνολικά Έξοδα	429.073	448.567	450.452	-4,3%	-4,7%	-0,4%
Συντελεστής Ανάκτησης Κόστους	64%	73%	70%	-12,3%	-8,6%	4,3%
Δύναμη Τακτικού Προσωπικού (31.12.)	7.962	7.949	8.355	0,2%	-4,7%	-4,9%
Στόλος Οχημάτων						
Λεωφορεία (Οχήματα)	2.031	2.052	2.139	-1,0%	-5,0%	-4,1%
Τρόλεϊ (Οχήματα)	356	356	366	0,0%	-2,7%	-2,7%
Μετρό (Βαγόνια)	396	396	294	0,0%	34,7%	34,7%
Ηλεκτρικός (Βαγόνια)	226	226	226	0,0%	0,0%	0,0%
Τραμ (Συρμοί)	34	34	35	0,0%	-2,9%	-2,9%

Πίνακας 135: οικονομοτεχνικά στοιχεία

Σύμφωνα με την Έκθεση Πεπραγμένων του ΟΑΣΑ ο αριθμός συρμών του Τραμ είναι 34 για το έτος 2015. Ευελπιστούμε ότι έχει διατηρηθεί ο ίδιος στόλος μέχρι το 2018 όπου προβήκαμε στους υπολογισμούς εκπομπών στα MMM της Περιφέρειας Αττικής.

Άρα οι εκπομπές από τους συρμούς L.Rail της πρότασης ανέρχονται σε:

$$\{20/34\} * 161.602,1 = 95.060,06 \text{ τόνοι CO}_2 \text{ ετησίως}$$

Η επέκταση του τραμ στην πρότασή μας είναι μικρής κλίμακας σε επίπεδο τοποθέτησης γραμμών αλλά πολύ κομβική και σημαίνουσα σε επίπεδα μεταφορικής ικανότητας. Υποθέτουμε ότι με την υπάρχουσα υποδομή θα μπορούσαν να διατηρηθούν τα δρομολόγια χωρίς την επικαιροποίηση του στόλου. Συνεπώς δεν προβλέπονται ρύποι από την πρόταση.

Εν αντιθέσει, προβλέπεται η απόσυρση αντίστοιχου αριθμού λεωφορείων που εξυπηρετούν τις υπό εξέταση περιοχές. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με η βιβλιογραφία η μεταφορική ικανότητα εκάστου συρμού L. Rail, με 10λεπτες συχνότητες διέλευσης ισοδυναμούν με 27 λεωφορεία. Θα διατηρήσουμε την ως άνω ισοδυναμία στο υπόλοιπο των υπολογισμών.

Οι εκπομπές που εκλύονται από τα λεωφορεία στο Λεκανοπέδιο Αττικής έχουν, ήδη υπολογισθεί στο Κεφ_2 «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΥΑΣΑΕΡΙΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ», Υποενότητα «ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ» και είναι της τάξης των 732.206 τόνοι CO₂ ετησίως.

Ο αριθμός των λεωφορείων που κυκλοφορούν στο Λεκανοπέδιο υπολογίζεται σε 2.438 αστικού τύπου και 9.798 τουριστικά. Για απλούστευση των υπολογισμών θεωρούμε ότι κάθε λεωφορειακή μονάδα εκπέμπει την ίδια ποσότητα εκπομπών (δεν ισχύει αλλά θεωρούμε ότι η στόχευσή μας δεν επιτρέπει μεγαλύτερη ακρίβεια).

Συνεπώς οι εκπομπές ανά μονάδα: $[732.206] / [2.438 + 9.798] = 59,84$ τόνοι CO₂ ετησίως

Ενώ οι συνολικές εκπομπές υπολογίζονται σε:

$$59,84 * 20 * 27 = 32.313,780 \text{ τόνους CO}_2 \text{ ετησίως}$$

Ταυτόχρονα αποσύρονται από την κυκλοφορία επιβατικά ΙΧ οχήματα των οποίων η επιβάρυνση υπολογίζεται ως ακολούθως:

N = # οχημάτων προς απόσυρση = 180.000

Κυκλοφορούντα ΙΧ (επικαιροποίηση 2018) = 2.870.759

Pύποι ΙΧ οχημάτων = 5.688.451 τόνοι CO₂

$$N * \{P/K\} = 180.000 * (5.688.451/2.870.759) = 356.672,6 \text{ τόνοι CO}_2$$

Στον επόμενο Πίνακα 138 παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό ισοζύγιο της πρότασής μας:

ΠΗΓΗ ΡΥΠΟΥ	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΟΙ	ΑΠΟΣΥΡΟΜΕΝΟΙ
	ΡΥΠΟΙ (τόνοι CO ₂ ετησίως)	ΡΥΠΟΙ (τόνοι CO ₂ ετησίως)
Τραμ	95.060,06	0,00
Μετρό	0,00	0,00
Λεωφορεία	0,00	32.313,78
Επιβατικά Ι.Χ.	0,00	356.672,60
ΣΥΝΟΛΑ	95.060,06	388.986,38
ΙΣΟΖΥΓΙΟ 293.926,32		

Πίνακας 136: Τελικός πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1

Η τελική πρόταση που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο Κεφ_6 φέρει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Σημαντική απομείωση των ιδιωτικών μετακινήσεων (ΙΧ)
- Σταδιακή ανάληψη των μαζικών, αστικών μεταφορών με μέσα χαμηλών ενεργειακών απαιτήσεων (lite rail ή BRT) και, σχετικά μεγάλης μεταφορικής ικανότητας
- Απόσυρση παλιών ρυπογόνων ΜΜΜ (κυρίως, λεωφορεία diesel)
- Απομείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος έως 65% των απαιτήσεων της συνθήκης του Παρισιού, IPCC για το 2030
- Αλλαγή νοοτροπίας

Αλλαγή νοοτροπίας. Τι μπορεί να σημαίνει.

Σήμερα, στον κόσμο λειτουργούν τρία διαφορετικά συστήματα μαζικών μεταφορών (urban transport). **Το Ευρωπαϊκό.** Η Ευρώπη παρουσιάζει πυκνοκατοικημένους αστικούς ιστούς, όπου οι πόλεις κατοικήθηκαν πολύ πριν την περίοδο της αυτοκίνησης και πάντα οι πόλεις αυτές θα διάκινται φιλικά προς τα ΜΜΜ. **Το Ασιατικό μοντέλο.** Εδώ έχει υπάρξει αλματώδης αύξηση της αστικής εξάπλωσης (τόσο χωροθετικά όσο και πληθυσμιακά), η οποία συνοδεύθηκε από γιγαντιαίες επενδύσεις στα μέσα σταθερής τροχιάς. **Το Αμερικανικό.** Οι Ην. Πολιτείες έφθασαν το 1920 στο απόγειο της αυτοκίνησης, το επιβατικό όχημα αποτελεί σημείο αναφοράς όχι μόνο για τις μετακινήσεις αλλά συμβολίζει το πνεύμα εσωτερικής ανεξαρτησίας για τους Αμερικανούς πολίτες.

Οι Ην. Πολιτείες κατά τις δεκαετίες 1960, 70 και 80 επένδυσαν σε υπογειοποιημένα συστήματα σταθερής τροχιάς (μετρό) ξοδεύοντας τεράστια κεφάλαια, ποτέ όμως δεν υλοποίησαν τις βασικές προτεραιότητες, δηλ. να δημιουργήσουν ένα αξιόπιστο τοπικό δίκτυο (έστω και λεωφορείων) που θα μετέφερε τους πολίτες από τις πόλεις προς τα ΜΜΜ χωρίς να χρειάζεται κάποιος επιβάτης να περπατήσει ή να οδηγήσει. Αν συνυπολογίσουμε την αλματώδη αστική εξάπλωση των προαστείων (suburban sprawl), τη φθηνή τιμή των καυσίμων και το

εξωπραγματικό οδικό δίκτυο (Highways, expressways, district road network) τότε το αμερικανικό μοντέλο είναι μοναδικό και προσαρμοσμένο στους εθνοκοινωνικούς συμβολισμούς. Η πραγματικότητα για τους Αμερικανούς δημιουργήθηκε όταν υπήρχε αφθονία πόρων για κάθε τι καθημερινό (Life, 2018).

Και η Ευρώπη στα μεταπολεμικά χρόνια ανέπτυξε σχέδια προσαρμογής του επιβατικού οχήματος στις πόλεις, κατεδαφίζοντας παλαιές και ιστορικές συνοικίες για την διάνοιξη οδικού δικτύου και χώρων στάθμευσης. Οι αστικές περιοχές επεκτάθηκαν και νέα αστικά κέντρα δημιουργήθηκαν. Στη Γερμανία, π.χ. υποστηρίζεται μια ισχυρή κουλτούρα αυτοκινήτου και τα πρώτα σχέδια αυτοκινητοδρόμων αναπτύχθηκαν εκεί εμπνέοντας την Αμερική να κατασκευάσει το δικό της οδικό δίκτυο. Αλλά η Γερμανία δεν σταμάτησε ποτέ να αναπτύσσει μεταφορικά συστήματα σταθερής τροχιάς. Το Μόναχο, μία πόλη στο μέγεθος του Ντένβερ, διαθέτει 95 χλμ. μετρό και 434 χλμ. S-Bahn (commuter rail), με 20λεπτες συχνότητες και αξία εισιτηρίου ισάξια με τις λοιπές αστικές μεταφορές (English, 2018).

Χωρίς να επιθυμούμε να φανούμε επικριτικοί στις διαφορετικές πρακτικές και συνάμα αντιλήψεις που συναντώνται στον κόσμο σχετικά με τα αστικά συστήματα οδικών μεταφορών, δεν μπορούμε να μην ρωτήσουμε τι καθιστά ένα τέτοιο σύστημα πιο ιδεατό, πιο λειτουργικό ή γενικότερα τι το καθιστά καλύτερο από τα άλλα. Έχει να κάνει με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και τους ρύπους που συσσωρεύονται από την αλόγιστη χρήση των ΙΧ (βλ. αμερικάνικο μοντέλο). Το μοντέλο αυτό όντως φαίνεται να ρυπαίνει περισσότερο; οι διεθνείς δείκτες δεν επιβεβαιώνουν απόλυτα τη υπόθεση αυτή. Μήπως εμπλέκεται η υπερεξάντληση ορυκτών πόρων που γνωρίζουμε ότι πλησιάζουν στο τέλος τους; Όντως αγγίζουν το λυκαυγές τους; Πόσες χώρες βασίζονται αποκλειστικά στις ανανεώσιμες πηγές όταν αναφερόμαστε στους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι αισθητικό το πρόβλημα; Έχει να κάνει με την εσωτερική αυτάρκεια των συστημάτων μαζικής μετακίνησης; Δηλαδή υπάρχει περίπτωση να υφίσταται ένα παγκόσμιο σύστημα βαθμολόγησης των MMM, όπου συνυπολογίζοντας παραμέτρους όπως, κόστη λειτουργίας, ικανότητα μεταφοράς, χρόνους, οδικά δίκτυα, περιβαλλοντικούς δείκτες κ.λπ. να μπορούσε να εξάγει έναν ακέραιο αριθμό που θα καθόριζε τη παγκόσμια θέση εκάστου

συστήματος; Τέτοιος αλγόριθμος δεν υπάρχει. Αν αναρωτηθούμε γιατί δεν υπάρχει η απάντηση σχετίζεται με την de facto άσκηση των επιστημονικών διεργασιών.

Θεωρώ ότι όλα σχετίζονται με την κοινωνιολογία της επιστήμης και τους περιορισμούς της.

Πότε η επιστήμη επιλέγεται ως μέσο επίλυσης προβλημάτων (περιβαλλοντικών, κοινωνικών, οικονομικών) και πότε η πολιτική «επιστημονικοποιείται». Αυτό είναι επιστημονικό πρόβλημα ή συγκεκριμένοι «επιστήμονες» χρησιμοποιούν την επιστήμη ως μέσο πολιτικής επιρροής; Το τελευταίο οφείλεται στην ανικανότητα της επιστήμης να προσφέρει μια ολική κατανόηση των φυσικών νόμων ή οφείλεται στο ότι συγκεκριμένες πολιτικές και κοινωνικές ομάδες αντιλαμβάνονται τα αποτελέσματα επιστημονικών δεδομένων διαφορετικά (όχι αντικειμενικά).

Μιλάμε για αβεβαιότητες που γεννά η επιστήμη ή αναφερόμαστε σε κατάχρηση επιστημονικών αξιών. Και τα δύο πεδία δημιουργούν κοινωνικές αντιπαραθέσεις οι οποίες δεν οδηγούν πάντα σε παραγωγικό ανταγωνισμό και άμιλλα. Βέβαια να τονίσουμε ότι η επιστημονική αντιπαραθέση κατέστη μεθοδολογικό εργαλείο στην κοινωνιολογία της επιστημονικής γνώσης κατά τις δεκαετίες 1970 και 1980. Σήμερα μπορούμε να αναγνωρίσουμε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις στην επιστημονική αντιπαραθέση. Η πρώτη σχετίζεται με την αντιπαραθέση που φέρνει η ίδια η επιστημονική πραγματικότητα, όπως η πυρηνική ενέργεια, τα παρασιτοκτόνα, η γενετική μηχανική κ.λπ. Η δεύτερη προσέγγιση σχετίζεται με τις αντιπαραθέσεις εντός της επιστημονικής έρευνας, όπως π.χ. η κλιματική αλλαγή (Pinch, 2014).

Σε τομείς, καταφανώς ευρέος φάσματος και διαφοροποίησης, όπως η κλιματική αλλαγή (και όχι μόνο), η συσσώρευση και διάνθιση του επιπέδου επιστημονικής γνώσης που έχει συντελεστεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών θα οδηγούσε, εσφαλμένα, στην εντύπωση ότι μια τέτοια γνώση θα βοηθούσε στην επίλυση διαφορετικών αντιπαραθέσεων και στη λήψη αποδεκτών αποφάσεων. Εντούτοις, αντίθετα με τη κοινή λογική, η επίκληση της επιστήμης δημιουργεί τριβές και εντάσεις μεταξύ των διεθνών παικτών.

Η επιστήμη βρίσκεται στο επίκεντρο των συζητήσεων και όσοι προτείνουν λύσεις επιθυμούν να επιβεβαιώνονται από επιστημονικές απόψεις ενώ όσοι εναντιώνονται σε αυτές

τις λύσεις θεωρούν ότι οφείλονται είτε στην επιστημονική αβεβαιότητα είτε σε ελλιπή ή μη κατανοητά επιστημονικά αποτελέσματα.

Ο κεντρικός στόχος της επιστήμης είναι να βοηθήσει στην επίλυση των αντιπαραθέσεων αυτών μέσω της κατάτμησης και κατανόησης των μεμονωμένων φυσικών ιδιοτήτων που συνθέτουν ένα πρόβλημα. Επίσης, στο όνομα της επιστήμης λαμβάνονται σημαντικές αποφάσεις και είναι πιθανή η αξιολόγηση του μελλοντικού αντίκτυπου αυτών των αποφάσεων. Με δεδομένο την κλιματική αλλαγή και τον υψηλό βαθμό σημαντικότητας καθώς και την αθρόα και πλατιά προσέλευση φορέων γνώσης και υπηρεσιών, είναι επόμενο να δημιουργηθεί ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων (π.χ. μετεωρολογικών, κοινωνικών οικονομικών, βιοποικιλότητας, κ.λπ.) τα οποία εν πολλοίς μπορεί να βασίζονται σε αντικρουόμενα συμφέροντα.

Η τελευταία αντίληψη αντανακλά αφενός την πολυπραγμοσύνη της ανθρώπινης σκέψης και αφετέρου την πολυπλοκότητα της φύσης την οποία η σύγχρονη επιστημονική σκέψη αδυνατεί να ξεκλειδώσει τις επιμέρους φυσικές ιδιότητες και να αναπτύξει μια συνεκτική και διαπραγματέυτη εικόνα του φυσικού γίγνεσθαι. Αυτή η έλλειψη συνεκτικότητας ονομάζεται «αβεβαιότητα».

Ως αβεβαιότητα αναφέρεται η διαφοροποίηση μεταξύ του **είναι** και του **οίδα**. Άρα ως αβεβαιότητα νοείται η αντανάκλαση των ατελών γνώσεων των τωρινών συνθηκών ενός προβλήματος καθώς και η ατελής γνώση των μελλοντικών εκβάσεων αυτών των συνθηκών. Για γεγονότα που υπάρχει αρκετό έδαφος κατανόησης το εύρος αυτών των πεπερασμένων ατελειών μπορεί να περιορισθεί, υπολογίζοντας το επίκτητο σφάλμα. Πολλές φορές επιπρόσθετη έρευνα δύναται να εμφανίσει νέες προοπτικές αβεβαιότητας στο σύστημα, κυρίως όταν εμπλέκονται διάφοροι επιστημονικοί κλάδοι, επεκτείνοντας αόριστα τα όρια της αβεβαιότητας.

Ένας τέτοιος τομέας της κλιματικής αλλαγής που εξετάζεται ενδελεχώς είναι και η έννοια της ευαισθησία του κλίματος (climate sensitivity) και πιο συγκεκριμένα, όπως διαπιστώσαμε στο Κεφ_3, η αύξηση της θερμοκρασίας σε συν αντιστοιχία με τον διπλασιασμό των αποθεμάτων CO₂. Το εύρος της θερμοκρασιακής αυτής ευαισθησίας κυμαίνεται μεταξύ 1,5 και 4,5 βαθμούς

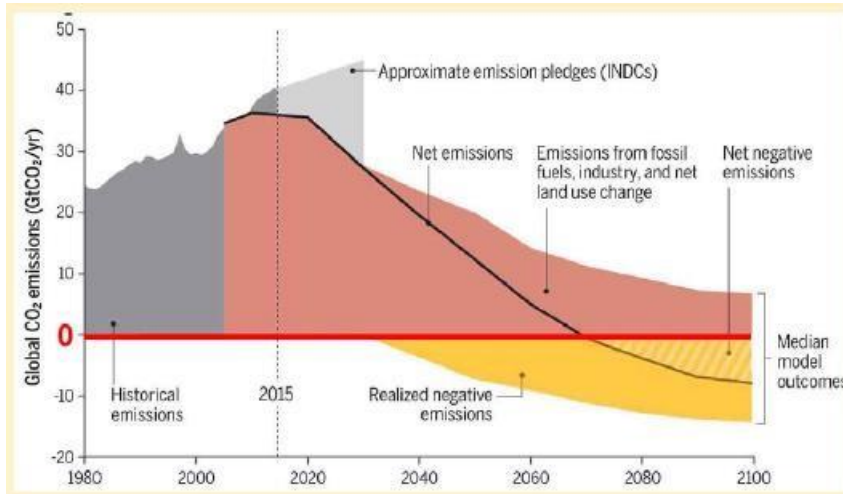
Κελσίου. Αν και η θερμοκρασιακή αυτή διακύμανση θεωρείται κλασσικό δείγμα αβεβαιότητας, εντούτοις η διακύμανση αυτή δεν οφείλεται σε πιθανολογικό σφάλμα αλλά στη χρήση 15 διαφορετικών κλιματικών μοντέλων που χρησιμοποιούν ανεξάρτητες παραδοχές και παραμετροποιήσεις.

Ένας άλλος λόγος για αυτό είναι ότι η επιστημονική έρευνα γίνεται φανερά και αναπόφευκτα αντικείμενο πολιτικής αντιπαράθεσης, κυρίως σε περιβαλλοντικά θέματα και μπορεί να αποδειχθεί με τρεις λόγους: Πρώτον, η επιστήμη προμηθεύει κάθε εμπλεκόμενο φορέα με τις εξειδικευμένες, πολλές φορές αντιφατικές γνώσεις που χρειάζεται. Δεύτερον, οι αντιπαραθετικές – επιστημονικές απόψεις πολλές φορές προβάλλουν ηθικές ή και πολιτικές απόψεις πάνω σε ένα θέμα. Τρίτον, η επιστημονική αβεβαιότητα οφείλεται, εν πολλοίς όχι στην έλλειψη επιστημονικής γνώσης αλλά στην έλλειψη συνοχής μεταξύ των διαφόρων επιστημονικών κλάδων (Sarewitz, 2004).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί και εκείνο με τους ωκεανογράφους από το Scripps Institution, όπου ανέπτυξαν ένα έξυπνο σύστημα για να μετρά θερμοκρασιακές διαφορές στην επιφάνεια των ωκεανών, μέσω ακουστικών σημάτων και παρακολούθησης των κινήσεων των ακουστικών σημάτων πάνω σε θαλάσσιες εκτάσεις, ευελπιστώντας να δώσουν ένα τέλος στην αντιπαράθεση για την υπερθέρμανση. Ωστόσο κάποιοι θαλάσσιοι βιολόγοι αντιτάχθηκαν στην έρευνα υποστηρίζοντας ότι τα ακουστικά σήματα θα έβλαπταν τα θαλάσσια θηλαστικά. Η όλη υπόθεση ανατέθηκε στο Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας (National Research Council) να ξεδιαλύνει την υπόθεση. Το Συμβούλιο απεφάνθη ότι αν και δεν συντρέχουν λόγοι ότι τα ακουστικά κύματα μπορούν να βλάψουν τα θαλάσσια θηλαστικά εντούτοις δεν μπόρεσε να αποκλείσει τελείως την πιθανότητα (Oreskes, 2004).

Εξιδανικεύοντας την αβεβαιότητα στην θεωρία της κλιματικής αλλαγής θα αναφερθούμε σε δύο (2) σημεία επιστημονικής αντιπαράθεσης εντός της επιστημονικής γνώσης. Το **πρώτο** σχετίζεται με τις Αρνητικές Εκπομπές (βλ. Γράφημα 42) (Anderson & Peters, 2016) – αναπτύχθηκε στο Κεφ_3.

Με



Γράφημα 43: Πρόοδος μελλοντικών εκπομπών

τον όρο Αρνητικές Εκπομπές υπονοούνται τα αποθέματα διοξειδίου του άνθρακα που χρειάζονται να απορριφθούν μαγικά από την ατμόσφαιρα

ξεκινώντας από το έτος 2030 (κίτρινη περιοχή του Γραφήματος 42-Realized negative emissions – net negative emissions), προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος των 1,5 – 2⁰ C. Σύμφωνα με την IPCC, σε όλα τα κλιματικά μοντέλα ενυπάρχει ο όρος των αρνητικών εκπομπών και για αυτό το λόγο συγκλίνουν στους 2⁰ ενώ η πραγματική απόκλιση θα ξεπερνούσε τους 4,5⁰ C. Η ως άνω περιγραφόμενη κίτρινη περιοχή (Σχ. 1) περιλαμβάνει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από το 2030 έως το 2100, ποσότητας 1δς Giga τόνων. Για να αντιληφθούμε την ποσότητα αρκεί να τη μετατρέψουμε σε ...αφρικανικούς ελέφαντες. Έκαστος εξ αυτών ζυγίζει 5 τόνους. Σε αυτή την περίπτωση, η ποσότητα CO₂ που πρέπει να απορροφηθεί αντιστοιχεί με 200 εκ. ελέφαντες, δηλ. θα πρέπει να απορροφούνται κάθε έτος περί τα 3 εκ. ελέφαντες (Life, 2018).

Άξιο αναφοράς παραμένει το γεγονός ότι παρόμοια τεχνολογία δέσμευσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου δεν υφίσταται ακόμη. Τα λεγόμενα BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage) συστήματα αφενός δεν έχουν δείξει ότι αποτελούν βιώσιμη λύση (τεχνολογικά και οικονομικά) αφετέρου αποτελούν συνδυασμό αυταπάτης και ευσεβούς πόθου.

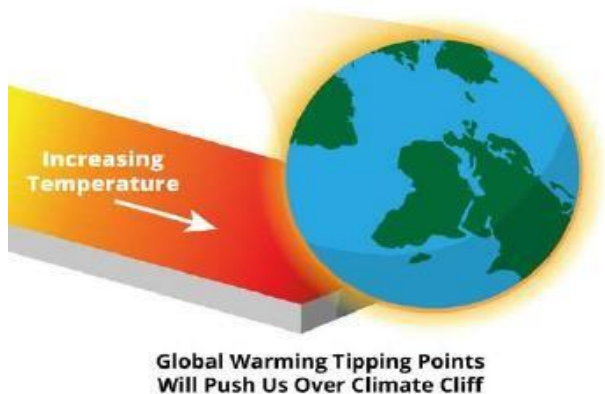
Πως μπορεί να εξηγηθεί η στάση της IPCC όταν πολλοί θεωρούν ότι στην στρέβλωση των επιστημονικών δεδομένων έχουν συμβάλει και οι εταιρείες πετρελαιοειδών, οι οποίες καλλιεργούν μια ευδαιμονική ουτοπία θεωρώντας ότι σήμερα μπορούμε να καταναλώσουμε

λίγο παραπάνω αφού στο μέλλον θα υπάρξουνσυσσκευές που θα απορροφούν **μαγικά** τις εκπομπές και εμείς θα συνεχίσουμε στους ρυθμούς του ίδιου life styling.

Το δεύτερο **σημείο** σχετίζεται με τα λεγόμενα tipping points (σημεία ανατροπής). Τα σημεία αυτά συμβαίνουν όταν μια διαδικασία σε κάποια χρονική στιγμή κάτω από ειδικές συνθήκες μεταπηδά σε άλλο επίπεδο ισορροπίας, διαφορετικών ιδιοτήτων (βλ. Εικόνα 11) (JobOne, 2011).

Τα tipping points του κλίματος λαμβάνουν χώρα όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.

Συνήθως είναι και μη αντιστρέψιμη διαδικασία.



Εικόνα 11: Tipping points

Παράδειγμα το λιώσιμο των πάγων της Ανταρκτικής που βρίσκεται σε διαρκή τήξη μη αντιστρέψιμη.

Άλλα παραδείγματα αποτελούν το λιώσιμο πάγων της Γροιλανδίας, η κατάρρευση των κοραλλιογενών υφάλων, τα ωκεάνεια ρεύματα.

Δυσμενέστερο σενάριο αποτελεί η συνεργητική δράση των tipping points σε επίπεδο βιολογικό, γεωλογικό και κλιματικό. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να πραγματοποιηθούν γρήγορες και αποτελεσματικές δράσεις διότι απειλείται όλο το οικονομικο-κοινωνικό, πολιτισμικό φάσμα δραστηριοτήτων.

Τα δύο (2) ανωτέρω σημεία δημιουργούν έντονες επιστημονικές αντιπαραθέσεις, σύγχυση σε εθνικό επίπεδο δίνοντας την ευκαιρία σε κυβερνήσεις να προετοιμάζουν τις χώρες τους κατά την κρίση τους συνοδευόμενη από ελλιπή δεδομένα ενώ, τέλος ο γενικότερος πληθυσμός παρουσιάζει μια εμφανή αδιαφορία συνοδευόμενη από μελαγχολική εσωστρέφεια.

Όλα αυτά, μάλιστα συμβαίνουν κάτω από την ομπρέλα της IPCC και του Ο.Η.Ε

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 1

Το σημείο καμπής της θεωρίας της κλιματικής αλλαγής αποτελεί το χρονικό σημείο κατά το οποίο θα διπλασιασθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με τις αντίστοιχες εκπομπές του 1750 μ.Χ. Αυτό δέον να λάβει χώρα οποιαδήποτε στιγμή μετά το 2050. Μέχρι να φθάσει το σημείο μηδέν όλες οι προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων της IPCC αποκλίνουν σημαντικά από τις ιστορικές μετρήσεις. Συνεπώς κάποιος είτε πιστεύει ακράδαντα στις προβλέψεις και λαμβάνει όλα τα προβλεπόμενα μέτρα έγκαιρα ή δεν πιστεύει και παρασιτικά προσκολλιέται στους υπόλοιπους παίκτες ευεργετούμενος και ευελπιστώντας στην έμμεση σωτηρία. Ο τελευταίος είναι σε κατάσταση win-win ανεξαρτήτως αποτελέσματος.

Σήμερα με τα επικαιροποιημένα επιστημονικά επιχειρήματα δεν μπορείς να ταχθείς α ν τ ι κ ε ι μ ε ν ι κ ά υπέρ της μίας ή της άλλης πλευράς. Να συμπληρώσουμε, επίσης ότι πίσω από την κλιματική αλλαγή έχει προσδεθεί όλο το οικονομικό, ακαδημαϊκό και πολιτικό κατεστημένο της Γης.

Η χώρα μας μελετώντας την οικονομική της ανθρωπογεωγραφία, τις δεσμεύσεις που απορρέουν από την Ευρωπαϊκή Ένωση, το επίπεδο των υποδομών και το γενικότερο καλό μπορεί να στραφεί προς ένα από τα μεταφορικά μοντέλα στα οποία αναφερθήκαμε στην αρχή του κεφαλαίου ανεξαρτήτως της κλιματικής αλλαγής. Οι πολιτικοί και όχι μόνο ιθύνοντες της χώρας μας, συνυπολογίζοντας τις τωρινές συνθήκες πραγματικότητας, οφείλουν να υιοθετήσουν ένα μοντέλο που προσομοιάζει εκείνων των κεντρικών ευρωπαϊκών κρατών. Είναι φθηνότερο, καθαρότερο, οικονομικότερο, με λίγα λόγια το πλέον αυτάρκες για τις ανάγκες.

Ανεξάρτητα από τα κελεύσματα ή τους βρυχηθμούς των pro climate change ή και των αρνητών της, η Ελλάδα πρέπει να δει τα θετικά σημεία αυτής της τελικής επιλογής.

Εδώ κλείνει και η παρένθεση που ανοίξαμε στην αρχή του κεφαλαίου σχετικά με την αλλαγή νοοτροπίας!

Πόσο γρήγορα μπορεί να γίνει μια τέτοια μεταρρύθμιση;

Θα δούμε πιο κάτω.

2

Όπως, ήδη αναφέρθηκε το πρόβλημα με τη μετάβαση των αστικών μέσων μεταφοράς σε μια σταδιακή κατάσταση μείωσης των εκπομπών και ταυτόχρονης απεξάρτησης από την ιδιωτική μετακίνηση απαιτεί αλλαγή νοοτροπίας (συζητήθηκε αναλυτικά στην προηγούμενη ενότητα), εθιμικών συνηθειών και αλλαγή τρόπου ζωής όσον αφορά στην κατανάλωση. Ποιοι κοινωνικοί μηχανισμοί κινητοποίησης μπορούν να επιλεγούν ώστε να περατωθεί η αλλαγή νοοτροπίας εντός των προθεσμιών, στη δική μας περίπτωση μέχρι το 2030.

Συνήθως κοινωνικές μεταβάσεις αυτής της μορφής, οι οποίες υποβαθμίζουν το βιοτικό επίπεδο των πολιτών και τους εκτοπίζουν από τη ζώνη άνεσης και ασφάλειας σπάνια φέρουν την αποδοχή ή επιδοκιμασία των κατά τόπους πολιτικών ηγεσιών για το λόγο ότι τέτοιες αλλαγές έχουν έντονο αντιλαϊκό χαρακτήρα. Όταν, όμως συντρέξουν απρόσμενα νέα κοινωνικά φαινόμενα ανατροπής, όπως π.χ. η χρήση μάσκας ή η επιβολή της ... «κοινωνικής απόστασης» που πρέπει να επιβληθούν προκειμένου να διατηρηθεί η δημόσια υγεία τότε κάμπτονται οι κοινωνικές αντιστάσεις και η εφαρμογή εκτελεστικών μέτρων, καθαρά αυταρχικού χαρακτήρα, τυγχάνουν της συνολικής αποδοχής των πολιτών ενώ οι διεργασίες ολοκλήρωσης επιταχύνονται σε υπέρμετρο βαθμό.

Η πανδημία SARS – 2 ενδέχεται να καθιερώσει μακροπρόθεσμα νέα ήθη αναφορικά με τον τρόπο που ζούμε, εργαζόμαστε ή πως διαβιούμε στον ελεύθερο χρόνο μας.

Είναι δυνατόν η εμπειρία που αποκομίσαμε από τη διαχείριση μιας παγκόσμιας κρίσης να χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς για τη θέσπιση μέτρων και εργαλείων διαχείρισης κάποιας άλλης κρίσης;

Πολλοί αναλυτές θεωρούν ότι η πανδημία covid-19 και η κλιματική αλλαγή φέρουν πολλές συστημικές ομοιότητες.

Επιγραμματικά τα ακόλουθα διαπιστώθηκαν από την πανδημία μέχρι στιγμής:

- Τα lockdowns πυροδότησαν μειώσεις στις εκπομπές καυσαερίων οι οποίες, όμως προκλήθηκαν με ένα ανορθόδοξο τρόπο, δηλ. με ολική παύση των οικονομικών δραστηριοτήτων. Εννοείται ότι οι υφιστάμενοι φόροι άνθρακα δεν θα ήταν τόσο αποτελεσματικοί.
- Η πανδημία ενδέχεται να δημιουργήσει νέα ήθη σε θέματα τρόπου ζωής και εργασίας, επηρεάζοντας άμεσα την κατανάλωση, μειώνοντας τις ενεργειακές απαιτήσεις, μειώνοντας εν τέλει τις εκπομπές.
- Η διαχείριση κάθε κρίσης απαιτεί ευρύτερες λαϊκές συναινέσεις διαφορετικά οι πολλές και αχρείαστες περιδινήσεις μόνο θα καθυστερούν την εφαρμογή νέας νοοτροπίας και θα διογκώνεται το αρχικό πρόβλημα.
- Η πρόληψη θεωρείται η ορθότερη διαχείριση κρίσης.
- Οι πολιτικές λαμβάνονται με γνώμονα την επιστημονική γνώση (βέβαια διαπιστώσαμε σε προηγούμενη ενότητα πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί η επιστημονική γνώση).

Οι ημερήσιες εκπομπές καυσαερίων κατά τη διάρκεια του lockdown του Απριλίου 2020 παρουσίασαν μείωση της τάξης του 17% σε σύγκριση με τον μέσο όρο του 2019 και χωρία να υπάρχουν δεδομένα για το υπόλοιπο του 2020, 2021. Υπολογίζεται ότι ο μέσος όρος των εκπομπών μετά τα lockdowns θα επανέλθουν στο -4% σε σχέση με την κανονικότητα. Επισημαίνεται ότι η ως άνω μείωση για τα επόμενα 8 χρόνια μέχρι το 2030 δεν θα είναι αρκετή για να φθάσει τα όρια της συμφωνίας του Παρισιού. Οι ερευνητές διατείνονται ότι θα πρέπει να υπάρξουν δραστικότερα μέτρα διαχωρισμού της οικονομικής δραστηριότητας και των εκπομπών (Fuentes, Galeotti, Lanza , & Manzano, 2020).

Πιο συγκεκριμένα σε μια κατάσταση μετά πανδημίας η πολυπόθητη αλλαγή νοοτροπίας δύναται να επιτευχθεί με την εισαγωγή νέων κοινωνικών τάσεων, όπως π.χ. η κοινωνία χαμηλών επαφών (**low contact**) της οποίας ο κύριος αντικειμενικός στόχος θα παραμένει ο χαμηλός κίνδυνος επιμόλυνσης. Συνεπώς δραστηριότητες που στοχεύουν στη μείωση των επαφών ή στην ασφάλεια των πολιτών αναμένεται να αναπτυχθούν ασύμμετρα.

Η ανάπτυξη τέτοιων δραστηριοτήτων δεν μπορούν να εγγυηθούν τη μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου, σίγουρα όμως η αναδιανομή της ενεργειακής κατανάλωσης θα ωφελήσει μακροπρόθεσμα την αναβάθμιση του περιβάλλοντος.

Υπάρχει σχετική ασυμφωνία στο κατά πόσον τα μέτρα που έχουν ληφθεί στο πλαίσιο μείωσης της διασποράς της νόσου θα παραμείνουν και μετά την έξαρσή της. Αν και αναμένονται οι μειώσεις των εκπομπών να διατηρηθούν, όπως αναφέρθηκε στο -4%, εντούτοις το όλο εγχείρημα εδράζεται στις υποστηρικτικές πολιτικές που πρέπει να αναληφθούν από τις κυβερνήσεις προκειμένου να διαφοροποιήσουν το παραγωγικό μοντέλο.

Για παράδειγμα η **τηλεργασία** και η **προσαρμογή στις ψηφιακές υπηρεσίες** αναμένεται να διατηρηθούν επ' αόριστο μετά τον covid-19. Άλλοι αναλυτές υποστηρίζουν ότι η πανδημία αποτελεί μια ιστορική ευκαιρία για ανασύνταξη (**reset**) όλης της οικονομικής ανάπτυξης και στην εισαγωγή εναλλακτικών μορφών χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τώρα που τα επιτόκια έχουν παραμείνει πολύ χαμηλά (σχεδόν μηδενικά) είναι ευκαιρία να χρηματοδοτούνται μόνο βιώσιμες επενδύσεις (Schmidt, 2021).

Το μεγαλύτερο πρόβλημα των κοινωνιών εδράζεται στην ατομία λήψης σκληρών αποφάσεων και στην έλλειψη εξειδικευμένων κινήτρων προκειμένου να υποστηριχθούν μακροπρόθεσμοι σχεδιασμοί, οι οποίοι προκαλούν αντιλαϊκές αντιδράσεις και, μοιραία το τέλος όσων υπηρετούν τέτοιες πολιτικές. Οι πολίτες αδυνατούν να κατανοήσουν πολιτικές και μέτρα πρόληψης που βασίζονται σε γεγονότα τα οποία δεν κατανοούν διότι δεν αποτυπώνονται στον οπτικό τους φάσμα. Πιο συγκεκριμένα Οι θανατηφόρες επιπτώσεις μιας πανδημίας γίνονται ευκολότερα αντιληπτές εφόσον θέλει μερικές μόνο εβδομάδες για να αποκαλυφθούν σε σχέση και αντίθεση με τις μακροχρόνιες παρενέργειες της κλιματικής αλλαγής των οποίων ο χρονικός ορίζοντας μετριέται σε δεκάδες χρόνια.

Συνήθως η κατανόηση τέτοιων περιπλεγμένων και πολυσχιδών εγχειρημάτων απαιτεί εξειδικευμένο γνωστικό αντικείμενο, ενασχολήσεις με μελέτες καθώς και διαρκή επιμόρφωση.

Παρόμοια χαρακτηριστικά διαθέτει αποκλειστικά η επιστημονική κοινότητα.

Είναι γεγονός ότι πολυδιάστατα ζητήματα, όπως η κλιματική αλλαγή, ο περιορισμός των επιδημιών, η γενετική μηχανική αλλά και άλλοι επιστημονικοί κλάδοι που άπτονται των κανόνων της βιοηθικής δεν γίνεται να αντιμετωπίζονται ως κλασσικά, καθημερινά προβλήματα ανακατανέμοντας δικαιώματα και ευθύνες ισοδύναμα μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Είναι ώρα να αναλάβουν ηγετικό ρόλο οι επιστημονικές/τεχνικές επιτροπές υποκαθιστώντας τους νόμιμους, συνταγματικούς φορείς άσκησης εξουσίας των δημοκρατικών πολιτευμάτων προς όφελος και προάσπισης των δημόσιων αξιών;

Εδώ αρχίζουμε να βαδίζουμε σε παράξενους ατραπούς εκτροπής της δημοκρατικής νομιμότητας.

Πολλοί εμπλεκόμενοι θεωρούν ότι η λύση στα προβλήματα μπορεί να προέλθει από την εγκαθίδρυση εξειδικευμένων τεχνικών επιτροπών από επιστημονικά ινστιτούτα (πανεπιστήμια) οι οποίες και θα προσδιορίζουν μέτρα και πολιτικές βασισμένες στην επιστημονική έρευνα και στην επιβαλλόμενη αναγκαιότητα. **Οι επιτροπές αυτές δεν θα έχουν μόνο συμβουλευτικό ρόλο**, μάλιστα να δικαιούνται να παρακάμπτουν τις καθεστηκυίες πολιτικές διεργασίες. Φυσικά οι επιστήμονες δεν θα νομοθετούν (ας κοιμάται καλά η δημοκρατία) αλλά αυτή η παράκαμψη αρμοδιοτήτων γίνεται να επιτευχθεί με Την οργάνωση ομάδων πολιτών, με δημοψηφίσματα, με μυστική ψήφο στα κοινοβούλια κ.λπ. (Fuentes, Galeotti, Lanza , & Manzano, 2020).

Οι ίδιοι μελετητές συμφωνούν για την δημιουργία μιας θεσμικής διαδικασίας επιλογής προβλημάτων σε σημαντικά και καθημερινά λαμβάνοντας υπόψη τη σπουδαιότητα των προβλημάτων, τους χρόνους περαίωσης, την αβεβαιότητα, τα πολιτικά κίνητρα κ.λπ. σε θέματα κλιματικής αλλαγής θα έπρεπε η όλη δικαιοδοσία να βγει από την ατζέντα των πολιτικών κομμάτων που ασκούν εξουσία σε εθνικό επίπεδο.

Άρα στη συνέχεια θα πρέπει να υπάρξουν πρωτοβουλίες τροποποίησης των εθνικών συνταγμάτων ώστε να συμπεριλάβουν και τις σύγχρονες αναγκαιότητες.

Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως η απαρχή εγκαθίδρυσης μιας παγκόσμιας κυβέρνησης η οποία με σύμμαχο την διαρκώς εξειδικευόμενη επιστημονική γνώση θα προσδιορίζει ιεραρχικά

την δόμηση και οργάνωση των μέτρων που πρέπει να εφαρμόζονται δευτερογενώς από τις εθνικές κυβερνήσεις.

Αλλά αυτό είναι, κυρίως πρόβλημα το οποίο ανάγεται στη σφαίρα της κοινωνιολογικής επιστήμης.

Συγκρίνοντας τις κοινές πολιτικές μεταξύ covid-19 και κλιματικής αλλαγής με σκοπό να προασπισθούν τα μέτρα απομείωσης εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, να αποδυναμωθεί το κλίμα ανισότητας μεταξύ των κρατών (συνήθως τα φτωχότερα θα υποστούν και τις μεγαλύτερες καταστροφικές συνέπειες), να δημιουργηθούν διεθνείς συμμαχίες και να οριοθετηθούν τα όρια μεταξύ επιστήμης και πολιτικής βλέπουμε ότι οδηγούμαστε στις ακόλουθες επισημάνσεις:

(1) οι καθυστερήσεις για την εφαρμογή μέτρων Προσαρμογής κοστίζουν ακριβά σε κοινωνικό επίπεδο, (2) οι αποτελεσματικές πολιτικές σχεδιάζονται ώστε να αποτραπεί η κοινωνική προκατάληψη, (3) τα μέτρα πρέπει να είναι αντισταθμιστικά των ανισοτήτων ώστε να προληφθούν τα χειρότερα αποτελέσματα, (4) οι επιστημονικές απόψεις πρέπει να ισορροπούν με διαφάνεια μεταξύ δεδομένων και κοινωνικών αξιών.

Υπονοείται ότι οι πολιτικές μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελούν την μεγαλύτερη πρόκληση στις σύγχρονες πολιτικές πρακτικές διότι απαιτούν ριζικές αλλαγές στα θεμέλια του οικονομικοκοινωνικού μας γίγνεσθαι. Στον αντίποδα οι όποιες κοινωνικές αλλαγές προέλθουν από την πανδημία εύκολα μπορούν να αρθούν μόλις αυτή τελειώσει. Παρεμπιπτόντως οι όποιες αλλαγές απαιτηθούν για την κλιματική αλλαγή θα πρέπει να εδραιωθούν δεκαετίες προτού το φαινόμενο αγγίξει τις καταστροφικές του διαστάσεις (Klenert , Funke, Matauch, & O'Callaghan, 2020).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 2

Σε αυτό το σημείο προσπαθούμε να προσδιορίσουμε χρονικά το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα πρέπει να λάβουν χώρα δύο (2) διαφορετικά δρώμενα: Το πρώτο σχετίζεται με την ωρίμανση των συνθηκών αλλαγής νοοτροπίας του τρόπου που προσεγγίζουμε μέχρι σήμερα

τις αστικές μετακινήσεις. Το δεύτερο αφορά στα μεταφορικά έργα και στον υπολογισμό του χρόνου περαίωσης αυτών.

- (1) Το χρονικό διάστημα που μας χωρίζει μέχρι το 2030 είναι 9 έτη. Αν μπορέσουμε να διατηρήσουμε μερικά από τα μέτρα που επέβαλλε η πανδημία, όπως η τηλεργασία, οι ψηφιακές πλατφόρμες και γενικά οι επαφές low contact σίγουρα θα βοηθήσει αρχικά στη μείωση των εκπομπών και μακροπρόθεσμα στην αλλαγή νοοτροπίας. Αν τα ανωτέρω συγκεραστούν και από στοχευμένες εκστρατείες προτροπής από εθνικούς φορείς, είμαστε σίγουροι ότι το εναπομένον χρονικό διάστημα θεωρείται αρκετό.
- (2) Αναφορικά με το χρονικό πλαίσιο για την κατασκευή των απαιτούμενων εργασιών της εφαρμοστικής μας πρότασης θεωρούμε ότι θα χρειασθούν από 5-10 χρόνια για τις δημόσιες συμβάσεις ενώ η κατασκευή μπορεί να κρατήσει μέχρι 5 έτη. Συνεπώς δεν φαίνεται να προλαβαίνουμε τις χρονικές προθεσμίες.

3

Συνοψίζοντας τη μέχρι τούδε επιχειρηματολογία καταλήγουμε στις ακόλουθες επισημάνσεις:

- Η προτεινόμενη ανάλυση αντικατάστασης του στόλου των ΙΧ με ηλεκτρικά (Σενάριο #1, η οποία παρεμπιπτόντως είναι πολύ ακριβή οικονομοτεχνικά) προέβλεψε:
 - 30% αντικατάσταση με ηλεκτρικά (συν bonus- κίνητρα)
 - 70% αντικατάσταση- τροποποίηση των συμβατικών κινητήρων με εναλλακτικά καύσιμα, τα οποία δεν έχουν επιλεγεί από την Πολιτεία (αν υποθέσουμε ότι θα χρησιμοποιηθεί το υγραέριο, τότε το κόστος ανά όχημα προσδιορίζεται μεταξύ 700 – 2,000 €)
 - Υπολογίζουμε ότι **25%** αυτών θα στραφούν σε άλλους εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης και θα παροπλίσουν τα οχήματά τους. Κάποιοι μπορεί να εξυπηρετούνται με ποδήλατο ή με πεζές μετακινήσεις αλλά το 60% του 25% θα προτιμήσει τις δημόσιες συγκοινωνίες, **δηλ. 186.000 οχήματα θα παροπλισθούν και νέες ημερήσιες μετακινήσεις θα πρέπει να αναληφθούν από τα δημόσια ΜΜΜ**
 - Προκειμένου να υπολογίσουμε τη βιωσιμότητα των ΜΜΜ υπολογίσαμε αύξηση των ημερήσιων μετακινήσεων κατά $186.000 * 1,34 = 250.000$ περίπου μετακινήσεις την τετραετία 2026-2030 (δυσμενέστερο σενάριο). Σε περίπτωση που τα κίνητρα από πλευράς πολιτείας δεν είναι ικανοποιητικά θα επαυξήσουμε τις μετακινήσεις προς τα ΜΜΜ κατά **20%, δηλ. 300.000 συνολικά.**
- Το επιπρόσθετο μεταφορικό φορτίο που θα αναληφθεί από τα ΜΜΜ λόγω των προσαρμοστικών μέτρων για το κλίμα, μας οδήγησε στην αξιολόγηση των φορέων παροχής συγκοινωνιακού έργου. Αναφέρομαι στον ΟΣΥ και ΣΤΑΣΥ, **οι οποίοι είναι εξ ίσου αυτάρκεις στη μεταξύ τους συγκριτική αξιολόγηση, βρισκόμενοι στις παρυφές του φακέλου του DEA** (100% σχετική επάρκεια). Η αξιολόγηση της επάρκειας βασίσθηκε στην ανά κατηγορία βαρύτητα των οικονομικών και φυσικών πόρων που

- κατέβαλλε κάθε φορέας προκειμένου να παράξει μια μονάδα έργου. Οι δύο αυτοί πάροχοι είναι υπερχρεωμένοι και ο μοναδικός τρόπος να ισοσκελίσουν τα ελλείμματα, παραμένει η πίστωση μέσω κρατικών επιδοτήσεων. Εντούτοις με το διαθέσιμο τεχνικό εξοπλισμό σε λεωφορεία ή συστοιχίες βαγονιών και το διαθέσιμο ανθρώπινο δυναμικό, **οι δύο αυτοί φορείς, παράγουν αξιοσημείωτο έργο** με εκατοντάδες χιλιάδες ή και εκατομμύρια δρομολογίων και μάλιστα, με υψηλό συντελεστή εκτέλεσης (άνω του 95%), σύμφωνα με τα απογραφικά και ισολογιστικά στοιχεία τους.
- Μετά την αξιολόγηση των φορέων αστικών μεταφορών μελετήθηκε η επιβάρυνση ανά προεπιλεγμένο σταθμό μετρό, η οποία βρέθηκε να κυμαίνεται μεταξύ 47% στο σταθμό Μοναστηρακίου έως και 6,17% στο σταθμό Αμπελοκήπων. Η μεσοσταθμική αύξηση είναι της τάξης του 25,5 %. Μεσοσταθμικές αυξήσεις γύρω στο **25%** θα μπορούσε να σημαίνει ότι στα τροχήλατα βαγόνια μετρό ή ΗΣΑΠ, **σε ώρες αιχμής** θα χρειαζόνταν η προσθήκη δύο (2) επιπλέον βαγονιών ή ενός (1) βαγονιού + ενός (1) βαγονιού με μηχανή, ανάλογα με τη συνήθη διάταξη των συρμών. **Η αύξηση δαπανών λειτουργίας σε μετρό και ΗΣΑΠ δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη του 8-10% αφού αναμένεται αύξηση εσόδων από την ενίσχυση της επιβατικής κίνησης. Συνεπώς οι επιβαρύνσεις που υπολογίσθηκαν θεωρούνται επιεικώς διαχειρίσιμες, ειδικότερα όταν η καταληκτική ημερομηνία απέχει μία 10ετία από σήμερα.**
 - Σύμφωνα με τις προσαγές της IPCC και της συμφωνίας του Παρισιού για το κλίμα (2015) μία πρώτη εφαρμογή στο χώρο των μεταφορών στην Αττική, μέχρι το 2030 θα δημιουργούσε τις δεσμεύσεις του ακόλουθου Πίνακα 139.

ΔΙΑΤΗΡΟΥΜΕΝΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ (2030)			
ΣΤΟΧΟΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ (2030) τόνοι/έτος	ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ τόνοι/έτος	ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ τόνοι/έτος	ΟΧΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΑΠΟΣΥΡΣΗ τόνοι/έτος
2,941,250	331,805	516,670	0

Πίνακας 137: Διατηρούμενες εκπομπές

Δηλαδή, το 30% των ρύπων θα διατηρούνταν παραβιάζοντας τις τεχνικές απαιτήσεις της συμφωνίας για το κλίμα. Εκ των αποτελεσμάτων αποδεικνύεται ότι η μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε δεν μπορεί να οδηγήσει στον πλήρη εκμηδενισμό των εκπομπών μέχρι το έτος 2030, για δύο λόγους: Πρώτο. Για τα μεν ηλεκτροκίνητα οχήματα, η παραγωγή ενέργειας δεν μπορεί να παραχθεί από 100% ανακυκλώσιμες πηγές ούτε η μεταφορά ενέργειας (από την παραγωγή στη διάθεση-αστικά, βιομηχανικά κέντρα) δύναται να υλοποιηθεί χωρίς ενεργειακές απώλειες. Συνεπώς ακόμη και αν υπήρχε η δυνατότητα ολικής αντικατάστασης του στόλου με ηλεκτροκίνητα, πάλι δεν θα επιτυγχάναμε πλήρη εκμηδενισμό των 2.941.250 τόνων CO₂ που ήταν και ο αρχικός στόχος. Δεύτερο. Αναφορικά με τα οχήματα συμβατικής τεχνολογίας (εσωτερικής καύσης- Βενζίνης ή diesel) αντιρρυπαντικής ή μη είναι απολύτως φυσιολογική η έκλυση εκπομπών CO₂. Σήμερα, με τις σύγχρονες τεχνολογίες, περιορισμός των εκπομπών CO₂ κάτω των 70 gr/km είναι εφικτός αλλά δεν λύνει το ευρύτερο πρόβλημα του ολικού εκμηδενισμού.

- Είναι επόμενο ότι ο στόχος της IPCC (μείωση των εκπομπών κατά 50% μέχρι το 2030) δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτεύξιμος εκτός και αν ζητηθεί να αποσυρθούν-διαγραφούν συνολικά όλα τα 2.941.250 οχήματα του σεναρίου #1. Σε μια τέτοια εκδοχή αλλάζει η μεθοδολογία ενώ η αναζήτηση σεναρίων για βιώσιμη συγκοινωνιακή υποδομή περνάει στη σφαίρα του μη εφικτού – εξωπραγματικού! Για να μπορέσουν οι πολίτες να συμφωνήσουν σε μια μαζική, άνευ προηγουμένου απόσυρση οχημάτων παλαιότερης τεχνολογίας θα πρέπει να ισχύσουν μια από τις δύο ακόλουθες περιπτώσεις (ή και οι δύο ταυτόχρονα): Πλατιά συνειδητοποίηση των δεινών που δέον να επέλθουν από την διαφαινόμενη κλιματική αλλαγή και εν τέλει πλήρης φτωχοποίηση των μαζών. Για την Πολιτεία παρουσιάζεται μιας πρώτης τάξης ευκαιρία ώστε να προβεί σε ad hoc εκσυγχρονισμό των ΜΜ μεταφοράς, αναβαθμίζοντας τις υποδομές, δημιουργώντας εναλλακτικές «πράσινες» μετακινήσεις και ταυτόχρονα υψώνοντας αναχώματα στην ιδιομετακίνηση που τόσο έχει ταλαιπωρήσει το ελληνικό γίγνεσθαι τα τελευταία 50 χρόνια.
- Είναι υποχρέωσή μας να λάβουμε μέτρα περιορισμού των εκλυόμενων στην ατμόσφαιρα επικίνδυνων αερίων. Όμως, η αντικατάσταση των συμβατικών οχημάτων με άλλα, εφοδιασμένα με ηλεκτροκίνηση δεν μπορεί να είναι αυτοσκοπός. Αποδείξαμε ότι η ηλεκτροκίνηση δεν είναι

οικονομικά εφικτή λύση. Δεν μπορεί να έχει και περιβαλλοντική αποδοχή αν, πρώτα δεν αλλάξει ο τρόπος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, δηλ. από παραγωγή καύσης ορυκτών καυσίμων (π.χ. φυσικό αέριο, λιγνίτης κ.λπ.) σε μετατροπή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δηλ. χρησιμοποίηση βιώσιμων πηγών όπως αέρα, ηλιακή ενέργεια κ.λπ. Η χώρα μας χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές σε ποσοστό 14%, που είναι πολύ χαμηλό αν αναλογισθούμε ότι έχουμε ανεξάντλητα αποθέματα ηλιακής ενέργειας. Ο λόγος που το ποσοστό είναι τόσο χαμηλό οφείλεται στην υπάρχουσα τεχνολογία, στους περιορισμούς της καθώς και στο κόστος μετατροπής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

- Εμείς οφείλουμε στο τωρινό στάδιο ολοκλήρωσης της παρούσας έρευνας και από τα μέχρι τώρα εξαχθέντα συμπεράσματα **να κινηθούμε σε πρόταση αναδιάρθρωσης των ΜΜΜ σε δύο κατευθύνσεις:**

πρωτογενώς να προτείνουμε τρόπους απορρόφησης της επιπρόσθετης επιβατικής κίνησης που θα προστεθεί μέχρι το 2030 στα ΜΜΜ, από τα μέτρα προστασίας του κλίματος

και δευτερογενώς, οι προτάσεις να βασίζονται σε «πράσινες» λύσεις.

Στο πλαίσιο των ανωτέρω κατευθύνσεων προτείνουμε ξεχωριστές λύσεις για τον κεντρικό δακτύλιο της Αθήνας, την ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή των Αθηνών (τομείς) καθώς και τις περιοχές εκτός (Ανατολική και βόρεια Αττική).

Οι προτάσεις βασίζονται στο σταδιακό περιορισμό των ΙΧ, στην ανάπτυξη συστημάτων σταθερής τροχιάς (επέκταση υφιστάμενων γραμμών μετρό- το πολύ 7 χλμ και τη δημιουργία δύο (2) επιπλέον σταθμών στις επιβαρυμένες περιοχές της Δυτικής Αττικής) καθώς και στη δημιουργία 7 νέων γραμμών τραμ (suburban rail) οι οποίες θα απορροφήσουν πολλές νέες μετακινήσεις. Το κόστος κατασκευής είναι χαμηλό ενώ παράλληλα αναβαθμίζεται (σύμφωνα με τους υπολογισμούς μας) το περιβάλλον. Για τις περιοχές εκτός (Ανατολική – Βόρεια Αττική) προτείνονται πυκνώσεις των οδικών μεταφορικών μέσων, η δημιουργία ενός ενδιάμεσου σταθμού μετρό καθώς και τη δημιουργία park & ride χώρων στις περιοχές που συνορεύουν με τη μητροπολιτική Αθήνα. Τα ανωτέρω αναπτύχθηκαν αναλυτικά (όχι βέβαια σε επίπεδο εφαρμοστικής μελέτης στο Κεφ. 6).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	6
ΚΕΦ_0 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΣΚΟΠΟΙ – ΣΤΟΧΟΙ - ΔΟΜΗ	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	12
ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14
ΓΕΝΙΚΗ ΟΠΤΙΚΗ	14
ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	16
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	19
ΚΕΦ_1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ - ΑΝΤΙΡΡΗΣΕΙΣ	25
ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ, ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	26
ΤΟ ΔΙΑΚΥΒΕΥΜΑ.....	26
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	29
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ – ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	34
ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....	40
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	40
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΛΗΤΤΟΝΤΑΙ	42
Διατήρηση της οικονομίας μακριά από τη χρήση ορυκτών καυσίμων	45
ΘΕΩΡΙΕΣ ΠΟΥ ΑΝΙΤΙΘΕΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	48
ΟΙ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟΙ ΡΥΘΜΟΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ Επιφανειασ προκαλουν υπερΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ CO ₂ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ και όχι αντιστροφή	48
Η λογαριθμική επίδραση του Διοξειδίου του Άνθρακα	51
ΚΕΦ_2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ, ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΟΔΙΚΑ, ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ).....	55
ΟΔΙΚΑ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	56

Εισαγωγή.....	56
1 ^{ος} ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	58
Γενικά στοιχεία	58
Στατιστικά Δεδομένα	62
Copert Data Input	68
Γενικά	68
Α. Επιβατικά Οχήματα	71
Β. ΤΑΧΙ	76
Γ. Ελαφρά – Βαρέα Φορτηγά	79
Δ. Λεωφορεία.....	85
ΣΤ. Δίκυκλα.....	88
Αποτελέσματα	89
Γενικές Παρατηρήσεις	96
2 ^{ος} ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	100
Εισαγωγικά Στοιχεία	100
Υπολογισμός καταναλωθέντων καυσίμων	101
Αποτελέσματα	103
Συγκριτικός Πίνακας Μεθόδων I Και II.....	108
3 ^{ος} ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	109
Γενικά στοιχεία	109
Μεθοδολογία.....	111
Αποτελέσματα	120
Τελικός Πίνακας – Πρόβλεψη για το άμεσο μέλλον	122
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ.....	131
Γενικές Παρατηρήσεις – Στόχοι	131
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ	133
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ.....	135
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....	135
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	139
Μετρό – ΗΣΑΠ –Τραμ	139
ΗΛΠΑΠ	140
ΟΣΕ	141
1 ^{ος} τρόπος (Hickman, 1998)	145

2 ^{ος} τρόπος.....	146
ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	147
ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....	149
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΟΠΙΟ.....	151
Ελληνική Πραγματικότητα	151
Υπολογισμός Ρύπων από την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	155
ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ (τόνοι/έτος).....	162
ΚΕΦ_3 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΝΕΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣ ΤΑ ΜΜΜ _ ΠΙΘΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ_ ΤΑΣΕΙΣ	163
ΣΕΝΑΡΙΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ της ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ.....	164
ΤΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	164
ΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ – Γενικες διαπιστωσεις.....	170
ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ Αττική 2030.....	174
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	181
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	181
ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	183
ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΘΗΚΗ επιδοτησης ΑΠΕ	191
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ προς ΤΑ ΜΜΜ.....	197
ΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ _ ΣΤΡΟΦΗ προς ΤΑ ΜΜΜ	206
ΟΡΙΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2030 – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ - ΣΚΕΨΕΙΣ.....	212
ΚΕΦ_4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΖΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ.....	216
ΜΕΤΡΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	217
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ της ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ	217
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΡΕΩΝ ΟΣΥ - ΣΤΑΣΥ	222
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ της ΧΩΡΟΚΑΛΥΠΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΜΜ.....	229
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΥΠΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΜΜ	239
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟ ΕΡΕΥΝΕΣ	242
ΚΕΦ_5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΤΩΝ ΜΜΜ ΑΠΟ ΤΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ – ΤΕΛΙΚΕΣ ΣΚΕΨΕΙΣ	246
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΤΩΝ ΜΜΜ από τις ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ της ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – ΜΕΤΡΑ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑΣ	247
ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ	247
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ	249

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΗΜΩΝ ΜΕ ΧΑΜΗΛΟΤΕΡΑ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΑ.....	249
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ.....	257
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΜΕΤΡΟ.....	262
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΟΡΜΟΥ ΟΣΥ.....	267
ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ.....	272
ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	272
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ.....	274
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SLEUTH.....	276
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	278
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ (calibratiov).....	281
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	285
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	288
ΚΕΦ_6 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΜΜΜ ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ	290
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	291
ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - στοχοι.....	291
η πολυπλοκοτητα της κινητικοτητασ σε παγκοσμιο επιπεδο.....	297
ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ της βιεννης.....	307
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	307
COMPLETE MOBILITY.....	312
ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΑΤΤΙΚΗ.....	319
ΧΩΡΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	319
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΑΘΗΝΑΣ.....	322
ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ (ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΗ).....	329
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΟΣ.....	337
ΜΕΣΟΓΕΙΑ.....	339
ΒΟΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗ.....	341
ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	343
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	351
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	356
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	376
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	380

- Nash, A. (2006, March 13). *Design of effective public transportation systems*. Ανάκτηση από Academia.edu: https://www.academia.edu/2716857/Design_of_effective_public_transportation_systems
- ACEA. (2017). *Report – Vehicles in use, Europe 2017*. Europe: ACEA.
- Anderson, K., & Peters, G. (2016, October 14). *The Trouble With Negative Emissions*. Ανάκτηση από Geoengineering Monitor: <https://www.geoengineeringmonitor.org/2016/10/the-trouble-with-negative-emissions/>
- Andersson, E. (2006, June 01). *Energy consumption and related air pollution for Scandinavian electric passenger trains*. Ανάκτηση από ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/237375918_Energy_consumption_and_related_air_pollution_for_Scandinavian_electric_passenger_trains
- Anzilotti, E. (2018, November 27). *Global Emissions Must Drop 55% by 2030 to Meet Climate Goals*. Ανάκτηση από FastCompany: <https://www.fastcompany.com/90272330/global-emissions-must-drop-55-by-2030-to-meet-climate-goals>
- BP. (2017). *BP Statistical Review*. Europe: BP.
- Britain, Z. C. (2019). *Zero Carbon Britain: Rising to the Climate Emergency*. London: Centre for alternative technologies.
- Buehler, R., Pucher, J., & Altshuler, a. (2016, October 27). *Vienna's path to sustainable transport*. Ανάκτηση από Taylor & francis online: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15568318.2016.1251997>
- Byrd, R. (2014, December 06). *5 Reasons Why Climate Change Is a Social Issue, Not Just an Environmental One*. Ανάκτηση από HuffPost: https://www.huffpost.com/entry/climate-change-is-a-social_b_5939186
- CEBR. (2017, April 01). *Urban Mobility Index*. Ανάκτηση από Qualcomm: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/urban-mobility-index-report.pdf>
- Clarke, K., Hoppen, S., & Gaydos, L. (1995, July 24). *A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area*. Ανάκτηση από ncgia: http://ncgia.ucsb.edu/projects/gig/Repository/references/Washington_Baltimore/clarkehoppen_gaydos.pdf
- Cruz Caminha, P., Souza Couto de, R., & et al. (2018, October 09). *On the Coverage of Bus-Based Mobile Sensing*. Ανάκτηση από Open Science: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01890866>
- Elliot, L. (2015, April 08). *Can the world economy survive without fossil fuels?* Ανάκτηση από The Guardian: <https://www.theguardian.com/news/2015/apr/08/can-world-economy-survive-without-fossil-fuels>

- EMEP/EEA. (2013). *Technical Report 12*. London: EEA.
- English, J. (2018, October 10). *Why Public Transportation Works Better Outside the U.S.* Ανάκτηση από bloombergCityLab: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-10-10/why-public-transportation-works-better-outside-the-u-s>
- EWEA. (2009, 01 01). <https://www.ewea.org/wind-energy-basics/how-a-wind-turbine-works/>. Ανάκτηση από <https://www.ewea.org>
- Finon, D., & Menanteau, P. (2004, March 16). *The Static and Dynamic Efficiency of Instruments of Promotion of Renewables*. Ανάκτηση από Human and Social Sciences: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00001300>
- Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., & Wee van, B. (2008, March 01). *Comparison of Capital Costs per Route-Kilometre in Urban Rail*. Ανάκτηση από SSRN: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2237995
- Fuentes, O., Galeotti, M., Lanza, A., & Manzano, B. (2020, October 16). *COVID-19 and Climate Change: A Tale of Two Global Problems*. Ανάκτηση από MDPI: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/20/8560>
- GlobeScan, & MRC McLean Hazel. (2007). *Sponsored by Siemens A research project conducted by GlobeScan and MRC McLean Hazel Sponsored by Siemens Megacity Challenges Content*. Munich: Siemens AG. Ανάκτηση από Academia.
- Gong, H., & Wang, B. (2020, March 01). *Strategic Analysis of China's Geothermal Energy Industry*. Ανάκτηση από ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/339883200_Strategic_Analysis_of_China%27s_Geothermal_Energy_Industry
- Griffiths, P. (2012, October 15). *Briefing Paper Costs of Light Rail Schemes*. Ανάκτηση από Uk Tram: https://uktram.com/wp-content/uploads/2018/07/Briefing_Paper_-_Costs_of_Light_Rail_Schemes.pdf
- Hartman, D. (1994). *Global Physical Climatology*. San Diego: Academic Press. Ανάκτηση από Meteo.Edu: http://meteo.edu.vn/remoclic/Bai_giang/KHH_and_KHVN/Physical_Climatology.pdf
- Hausfather, Z. (2018, April 09). *Analysis: How much 'carbon budget' is left to limit global warming to 1.5C?* Ανάκτηση από CarbonBrief: <https://www.carbonbrief.org/analysis-how-much-carbon-budget-is-left-to-limit-global-warming-to-1-5c>
- Healy, H. (2019, 01 01). *New Internationalist*. Ανάκτηση από Newint: <https://newint.org/features/2018/12/17/what-if-we-reduced-carbon-emissions-zero-2025>
- Helm, D. (2009). *The Economics and Politics of Climate Change*. Στο D. Helm, *Revue de Philosophie Economique* (σσ. 125-127). Paris: Oxford University Press. Ανάκτηση από Cairn.Info.
- Hickman, A. (1998). *METHODOLOGY FOR CALCULATING TRANSPORT EMISSIONS PROJECT REPORT SE/491/98*. berkshire: RANSPORT RESEARCH LABORATORY MEET Proceedings.

- Hocker, L. (2010, June 09). *A study: The temperature rise has caused the CO2 Increase, not the other way around*. Ανάκτηση από Watts up with that?: <https://wattsupwiththat.com/2010/06/09/a-study-the-temperature-rise-has-caused-the-co2-increase-not-the-other-way-around/>
- Holden, D. (2005). Wardrop's Third Principle: Urban Traffic Congestion and Traffic Policy . *ournal of Transport Economics and Policy*, 239-262.
- IEA. (2017). *Energy Policies of IEA Countries: Greece 2017 Review*. Europe: IEA.
- IEA. (2021). *Greenhouse Gas Emissions from Energy: Overview*. Europe: IEA.
- IndexMundi. (2013). *Country Facts Explorer*. New York: IndexMundi.
- IPCC. (1992). *First assessment Report*. New York: UN.
- IPCC. (2014). *Fifth Assessment Report* . Paris: IPCC.
- Irfan, U. (2018, October 08). *Report: we have just 12 years to limit devastating global warming*. Ανάκτηση από VOX: <https://www.vox.com/2018/10/8/17948832/climate-change-global-warming-un-ipcc-report>
- Joblonsky, J. (2008, 01 01). *A Spread-sheet based System for DEA Models*. Ανάκτηση από MCDM: [https://mcdm.ue.katowice.pl/files/papers/mcdm07\(3\)_4.pdf](https://mcdm.ue.katowice.pl/files/papers/mcdm07(3)_4.pdf)
- JobOne. (2011). *Eleven Critical Climate Change And Global Warming Tipping Points Defined*. Ανάκτηση από Job One for Humanity: https://www.joboneforhumanity.org/climate_tipping_points
- Kavouridis, K., Roumpos, C., & Galetakis, M. (2007). THE EFFECT OF POWER PLANT EFFICIENCY, LIGNITE QUALITY. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 356.
- Klenert, D., Funke, F., Matauch, L., & O'Callaghan, B. (2020). *Five lessons from COVID-19 for advancing climate change mitigation*. Ανάκτηση από JRC Publications Repository: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121002>
- Lee, H. (2011, August 01). *Will Electric Cars Transform the U.S. Market?* Ανάκτηση από Harvard Kennedy School: <https://www.hks.harvard.edu/publications/will-electric-cars-transform-us-market>
- Levy, B. (2015, May 08). *Climate Change, Human Rights, and Social Justice* . Ανάκτηση από National Library of Medicine: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26615065/>
- Liepert, B. (2010, September 02). *The physical concept of climate forcing*. Ανάκτηση από Wiley Interdisciplinary Reviews: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcc.75>
- Life, T. o. (2018, May). *Climate and Ecological Delusions and Contradictions That Will Rapidly End Humanity...Unless...* Ανάκτηση από FighttheDragon: <https://d3n8a8pro7vhmx.cloudfront.net/ccbiatl/pages/102/attachments/original/1526677327/Delusions-and-Contradictions-v1.0.pdf?1526677327>
- Lindsey, R. (2020, August 14). *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide*. Ανάκτηση από Climate.Gov: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

- Loop van der, J., & Jong de, G. (1997). *What is the best public transport system? An instrument to compare urban public transport systems using transportation, environmental and social criteria*. Ανάκτηση από Transactions on the Built Environment: <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/UT97/UT97018FU.pdf>
- Lua, L., Tang, L., Cui, S., & Yin, K. (2014, June 18). *Simulating Urban Growth Using the SLEUTH Model in a Coastal Peri-Urban District in China*. Ανάκτηση από MDPI: <https://www.mdpi.com/2071-1050/6/6/3899>
- Mierlo van, J. (2018, April 27). *The World Electric Vehicle Journal, The Open Access Journal for the e-Mobility Scene*. Ανάκτηση από MDPI: <https://www.mdpi.com/2032-6653/9/1/1>
- Mobil, E. (2020). *Sustainability Emissions and Climate*. europe: ExxonMobil.
- Nations, U. (1948). *Universal Declaration of Human Rights*. New York: UN.
- Oreskes, N. (2004, August 05). *Science and public policy: what's proof got to do with it?* Ανάκτηση από Environmental Science & Policy: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901104000644>
- PASTA. (2017, August 17). *Facts on Active Mobility/Vienna, Austria*. Ανάκτηση από Physical Activity through Sustainable Transport approaches: https://pastaproject.eu/fileadmin/editor-upload/sitecontent/Publications/documents/AM_Factsheet_Vienna_WP2.pdf
- Patz, J. (2007, 01 01). *Climate Change and Global Health: Quantifying a Growing Ethical Crisis*. Ανάκτηση από ECO HEALTH: https://www.academia.edu/4272814/Climate_Change_and_Global_Health_Quantifying_a_Growing_Ethical_Crisis
- Pinch, T. (2014). *"Scientific Controversies" for International Encyclopedia for Social and Behavioral Sciences*. Ανάκτηση από Cornell.edu: <https://forccast.hypotheses.org/files/2017/07/Pinch-2015-Scientific-Controversies.pdf>
- Psomas, S. (2018). *Status and outlook of the Greek PV Market*. Athens: RenPower Greece.
- Sarewitz, D. (2004, August 06). *How science makes environmental controversies worse*. Ανάκτηση από Environmental Science & Policy: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901104000620>
- Schmidt, R. (2021, January 29). *Are there similarities between the Corona and the climate crisis?* Ανάκτηση από SpringerLink: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13412-021-00666-5>
- Smartcities, T. (2009). *Sustainable Urban Infrastructure - Vienna edition*. Ανάκτηση από TP: http://www.tp-smartcities.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Siemens_Wienstudie.pdf
- Stern, N. (2006, October 30). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Ανάκτηση από The London School of Economics: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/>

- Stratil-Sauer, G. (2017, June 07). *URBAN FRAMEWORK FOR NEW MOBILITY SERVICES*. Ανάκτηση από Fluidtime Symposium: <https://www.fluidtime.com/wp-content/uploads/Symposium-2018/Fluidtime-Symposium-2018-1.4.-Gregor-Stratil-Sauer.pdf>
- Todd, J., Chen, J., & Clogston, F. (2013). *Creating the Clean Energy Economy Analysis of Electric Vehicle Industry*. Washington DC: International Economic Development Council.
- Transport, A. (2018, December 11). *Έρευνα Athens Transport 2018 – Η αξιολόγηση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς*. Ανάκτηση από Athens Transport: <https://www.athenstransport.com/2018/12/ereuna-2018-a/>
- Watts, A. (2010, March 08). *The Logarithmic Effect of Carbon Dioxide*. Ανάκτηση από Watts up with that?: <https://wattsupwiththat.com/2010/03/08/the-logarithmic-effect-of-carbon-dioxide/>
- Xue, A., Strabala, M., Lee Diane, & Qiu, A. (2015). *The Economics and Future of Electric Powered Economics and Future of Electric Powered Automobiles*. Chicago: University of Chicago.
- Young - Kho, S., Sik-Park, J., Ho-Kim, Y., & Ho-Kim, H. (2005). A DEVELOPMENT OF PUNCTUALITY INDEX FOR BUS OPERATION. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 492-504.
- Βλαστός, Θ. (2007). *Από τα παμφορεία στο μετρό - 170 χρόνια δημόσιες*. Αθήνα: Μίλητος.
- ΗΡΩΝ Σύμβουλοι. (2015). *Περιφερειακή Στρατηγική για την Κοινωνική Ένταξη και την Καταπολέμηση της Φτώχειας*. Αθήνα: ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ.
- Λεουτσάκος, Γ. (2016). Practices for Energy Sustainability Enhancement in Metro systems. *International Conference "GREEN TRANSPORTATION 2016"*. Athens: TEE.
- Μπαρτσώτας, Α. (2015). *ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ*. Αθήνα, Αττική, Ελλάδα.
- Τσακίρη, Λ. (2008, 01 01). *Εισαγωγή στη Μεθοδολογία της Έρευνας*. Ανάκτηση από <http://dpms.csd.auth.gr/stuff/eis-meth-er.pdf>