ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Βελτίωση του Περιβαλλοντικού & Ενεργειακού Αποτυπώματος της Αττικής Οδού”

Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή
Κωνσταντίνου Μαυρή

Επιβλέπων
Πέτρος Καραϊσάς

Αθήνα, Νοέμβριος 2020

Copyright © Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας αυτή την διπλωματική εργασία θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Καραϊσά Πέτρο για την βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε στην διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας αλλά και σε όλη την διάρκεια των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου τις Διοικήσεις της Αττικής Οδού και των Αττικών Διαδρομών. Χωρίς την βοήθεια τους η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας αυτής θα ήταν αδύνατη.

Τέλος η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη στους γονείς μου και στους στενούς φίλους και ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου και μου συμπαραστάθηκαν σε όλη την διάρκεια της συγγραφής της.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την μελέτη και ανάδειξη των σημαντικότερων περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την λειτουργία των μεταφορών και πιο συγκεκριμένα των αυτοκινητοδρόμων.

Η μελέτη εστιάζεται στον αυτοκινητόδρομο της Αττικής Οδού και στο Οικολογικό και Ενεργειακό Αποτύπωμα που παρουσιάζει από τις δραστηριότητες του. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάζονται τα πρότυπα Ενεργειακής και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης τα οποία εφαρμόζονται σε όλες τις εργασίες, τους χώρους και τις δραστηριότητες της Αττικής Οδού και παρατίθενται συγκριτικές μετρήσεις των βασικών περιβαλλοντικών δεικτών. Στον επίλογο της εργασίας παρατίθενται προτάσεις βελτίωσης τόσο στο στάδιο κατασκευής όσο και στο στάδιο λειτουργίας του αυτοκινητόδρομου.

Ως γενικότερο συμπέρασμα επισημαίνεται η πρόοδος που έχει σημειώσει η Αττική Οδός ως προς την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων που έχει θέσει ως προς τον περιορισμό των εκπομπών CO_2, την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, της κατανάλωσης του νερού και πρώτων υλών καθώς και τον περιορισμό των λοιπών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Λέξεις κλειδιά: Οικολογικό αποτύπωμα, ανθρακικό αποτύπωμα, εκπομπές αερίων, αειφόρος ανάπτυξη

Summary

The aim of this thesis is to study and highlight the most important environmental impacts from the operation of transport and more specifically of motorways.

The study focuses on the Attiki Odos highway and the Ecological and Energy Footprint it presents from its activities. In this context, the Energy and Environmental Standards which are applied in its workspaces and activities are presented. In the epilogue of this thesis suggestions will be listed for improvement both in construction and in operation stage of the motorway.

As a general conclusion, the progress made by Attiki Odos towards achieving the environmental goals it has set for the reduction of CO_2 emissions, the reduction of energy consumption, the consumption of water and raw materials as well as the mitigation of other effects to the environment, is pointed out.

Key words: Ecological footprint, carbon footprint, gas emissions, sustainability

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες iii
Περίληψη iv
Summary v
Λίστα Σχημάτων ix
Λίστα Πινάκων xi
1ο Κεφάλαιο - Περιβάλλον και Ενέργεια 1
1.1 Το περιβάλλον και τα οικοσυστήματα του 1
1.2 Υφιστάμενα περιβαλλοντικά προβλήματα – πιέσεις 2
1.2.1 Κλιματική αλλαγή 4
1.2.2 Ατμοσφαιρικό περιβάλλον 9
1.2.3 Αστική ρύπανση 19
1.2.4 Ακουστικό περιβάλλον 21
2ο Κεφάλαιο - Περιβαλλοντικό και Ενεργειακό Αποτύπωμα 24
2.1 Το Φαινόμενο του θερμοκηπίου 24
2.1.1 Προβλέψεις πιθανών αλλαγών του κλίματος και οι ενδεχόμενες επιπτώσεις 26
2.2 Πρωτόκολλο του Κιότο 28
2.2.1 Το πρωτόκολλο του Κιότο στην Ευρώπη και στην Ελλάδα 29
2.2.2 Πρότυπα ποιότητας του αέρα στην Ευρώπη 31
2.2.3 Κύριοι ατμοσφαιρικοί ρύποι 33
2.3 Οικολογικό αποτύπωμα 34
2.3.1 Πόροι οικολογικού αποτυπώματος 39
2.3.1.1 Γεωργική έκταση γης 39
2.3.1.2 Βοσκότοποι 40
2.3.1.3 Ιχθυοκαλλιέργειες 40
2.3.1.4 Δασικές εκτάσεις 41
2.3.1.5 Οικιστική γη 41
2.3.2 Συντελεστές του Οικολογικού Αποτυπώματος 42
2.3.2.1 Συντελεστής απόδοσης 42
2.3.2.2 Συντελεστής ισοδυναμίας 44
2.3.3 Οικολογικό αποτύπωμα ανά τον κόσμο 45
2.4 Ενεργειακό αποτύπωμα 47
2.4.1 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος 48
2.4.1.1 Ορισμός και επιλογή των κατάλληλων αερίων 49
2.4.1.2 Η συλλογή των δεδομένων 49
2.4.1.3 Υπολογισμός του αποτυπώματος 49

2.4.2 Ενεργειακό αποτύπωμα ανά τον κόσμο 50
3ο Κεφάλαιο - Οδοί και Αυτοκινητόδρομοι..... 52
3.1 Εισαγωγή..... 52
3.2 Διαδικασία ιεράρχησης ενός οδικού δικτύου 52
3.3 Λειτουργική ιεράρχηση αστικού οδικού δικτύου 54
3.4 Κύριοι οδικοί άξονες 55
3.5 Αυτοκινητόδρομοι, η ανάγκη για περιβαλλοντικές αξιολογήσεις . 56
3.5.1 Εκτίμηση, αξιολόγηση και αντιμετώπιση των επιπτώσεων στο περιβάλλον 57
3.5.2 Περιβαλλοντική αξιολόγηση και ανάπτυξη οδικών έργων 58
3.5.3 Αγροτικά έναντι αστικών οδικών έργων 58
3.5.4 Η έννοια της Στρατηγικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης 59
3.6 Εθνική στρατηγική για την αειφόρο ανάπτυξη 60
3.7 Τρόπος κάλυψης των στόχων περιβαλλοντικής προστασίας..... 62
3.8 Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών..... 64
3.8.1 Οδικές υποδομές και δίκτυα 65
3.8.2 Πολυτροπικότητα των μεταφορών..... 65
3.8.3 Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο 66
3.8.4 Εκπομπές αερίων (Emissions) 67
4ο Κεφάλαιο - Πρότυπα Περιβαλλοντικής και Ενεργειακής Διαχείρισης... 68
4.1 Πρότυπα Πιστοποίησης Συστημάτων Διαχείρισης 68
4.2 Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης 69
4.2.1 Το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ISO 14001 72
4.2.2 Σύγκριση εφαρμογής ISO 14001 / EMAS..... 75
4.3 Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης..... 76
4.3.1 Το Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας ISO 50001 77
4.3.2 Οι ιδιότητες του προτύπου..... 78
4.3.3 Δομή και χρησιμότητα εφαρμογής του προτύπου 79
4.3.4 Τα οφέλη που προκύπτουν από την υιοθέτηση ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας..... 80
4.4 Συσχέτιση των προτύπων ISO 50001 και ISO 14001 80
5ο Κεφάλαιο - Η Αττική Οδός και το αποτύπωμα της 83
5.1 Εισαγωγή..... 83
5.2 Περιβαλλοντική Διαχείριση της Αττικής Οδού 84
5.2.1 Συντήρηση πρασίνου..... 85
5.2.2 Κατανάλωση νερού 86
5.2.3 Θόρυβος..... 87

5.2.3.1 Μετρήσεις οδικού κυκλοφοριακού θορύβου 87
5.2.3.2 Παρουσίαση μετρήσεων οδικού κυκλοφοριακού θορύβου 90
5.2.4 Ατμοσφαιρική ρύπανση 94
5.2.4.1 Όρια τιμών ρύπων 95
5.2.4.2 Παρουσίαση μετρήσεων NO_2 και CO 96
5.2.4.3 Παρουσίαση μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου 98
5.2.5 Ανακύκλωση 100
5.3 Ενεργειακή Διαχείριση της Αττικής Οδού 102
5.3.1 Ηλεκτρική ενέργεια 103
5.3.2 Καύσιμα 104
5.4 Το Ανθρακικό Αποτύπωμα της Αττικής Οδού 105
5.4.1 Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου 105
6ο Κεφάλαιο - Προτάσεις και Συμπεράσματα.....107
6.1 Εισαγωγή..... 107
6.2 Πρακτικές βελτίωσης στο στάδιο κατασκευής 107
6.2.1 Διαχείριση των υδάτων απορροής.....108
6.2.2 Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών 108
6.2.3 Νέες τεχνολογίες στην κατασκευή οδοστρωμάτων 109
6.3 Πρακτικές βελτίωσης στο στάδιο λειτουργίας..... 109
6.3.1 Λωρίδες Οχημάτων Υψηλής Πλήρωσης 110
6.3.2 Ηχορύπανση 110
6.3.3 Κατανάλωση ενέργειας.....111
6.3.4 Καθαρά οχήματα 112
6.3.5 Καθαρά καύσιμα 113
6.3.6 Συστήματα εντός οχήματος.....114
6.3.6.1 Συστήματα αλλαγής της οδικής συμπεριφοράς..... 114
6.3.6.2 Εξελιγμένα συστήματα υποβοήθησης της οδήγησης 115
6.3.6.3 Συστήματα πλοήγησης και πληροφόρησης..... 117
6.4 Συμπεράσματα..... 118
6.4.1 Αξιολόγηση του Οικολογικού Αποτυπώματος.....118
6.4.2 Αττική Οδός και Περιβάλλον 119
Βιβλιογραφία.....121

Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1. 1 - Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας [3] 13
Σχήμα 1. 2 - Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα [3]..... 14
Σχήμα 1. 3 – Ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ [3]..... 14
Σχήμα 1. 4 – Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα ανά τομέα [3] 16
Σχήμα 1. 5 – Κατανάλωση ενέργειας κατά κεφαλήν στην Ελλάδα [3]..... 17
Σχήμα 1. 6 – Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα [3] 18

Σχήμα 2. 1 - Φαινόμενο Θερμοκηπίου 25
Σχήμα 2. 2- Ποσοστό του πληθυσμού της Ευρώπης που εκτίθεται σε ρύπους που υπερβαίνουν τα ρυθμιζόμενα ανώτατα όρια [6]..... 32
Σχήμα 2. 3 - Αναπαράσταση οικολογικού αποτυπώματος [8]..... 35
Σχήμα 2. 4 - Παγκόσμιο Οικολογικό Αποτύπωμα ανά τύπο χρήσης [9] 37
Σχήμα 2. 5 - Αναπαράσταση Παγκόσμιου Οικολογικού Αποτυπώματος [9]..... 38
Σχήμα 2. 6 - Συγκριτική απεικόνιση των συντελεστών απόδοσης της Ελλάδας και του κόσμου ανά χρήση γης [6]..... 43
Σχήμα 2. 7 - Συγκριτική απεικόνιση Οικολογικού Αποτυπώματος ανά άτομο [9] 46
Σχήμα 2. 8 - Συγκριτική απεικόνιση βιοχωρητικότητας ανά άτομο [9]..... 47
Σχήμα 2. 9 - Απεικόνιση Ενεργειακού και Οικολογικού Αποτυπώματος σε συνάρτηση με την βιοχωρητικότητα [9] 48
Σχήμα 2. 10 – Ενεργειακό Αποτύπωμα ανά ήπειρο [9]..... 50
Σχήμα 2. 11 – Ενεργειακό Αποτύπωμα στην Ευρώπη [9]..... 51

Σχήμα 3. 1 – Μήκος αυτοκινητόδρομων για τις χώρες της ΕΕ 56

Σχήμα 4. 1 – Αρχή λειτουργίας του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ISO 14001 [20]..... 74
Σχήμα 4. 2 - Αρχή λειτουργίας του Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης ISO 50001 78

Σχήμα 5. 1 – Κατανάλωση νερού σε m^3 της Αττικής Οδού 86
Σχήμα 5. 2 – Απεικόνιση μέσων τιμών $Lden$ ανά γεωγραφική ενότητα..... 91
Σχήμα 5. 3 - Απεικόνιση μέσων τιμών Lde ανά γεωγραφική ενότητα 92
Σχήμα 5. 4 - Απεικόνιση μέσων τιμών $Lnight$ ανά γεωγραφική ενότητα..... 93

Σχήμα 5. 5 - Απεικόνιση μέσων τιμών για το σύνολο της Αττικής Οδού 94
Σχήμα 5. 6 – Απεικόνιση μετρήσεων CO ανά σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων 97
Σχήμα 5. 7 – Απεικόνιση μέσων τιμών μετρήσεων CO για το σύνολο των σταθμών μέτρησης..... 97
Σχήμα 5. 8 - Απεικόνιση μετρήσεων NO_2 ανά σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων 98
Σχήμα 5. 9 - Απεικόνιση μέσων τιμών μετρήσεων NO_2 για το σύνολο των σταθμών μέτρησης..... 98
Σχήμα 5. 10 – Απεικόνιση μέσων τιμών μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου για το σύνολο των σταθμών μέτρησης..... 99
Σχήμα 5. 11 – Απεικόνιση μέσων τιμών μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου ανά σταθμό μέτρησης..... 100
Σχήμα 5. 12 – Απεικόνιση δράσεων του προγράμματος ανακύκλωσης της Αττικής Οδού 101
Σχήμα 5. 13 – Απεικόνιση της κατανάλωσης ενέργειας της Αττικής Οδού..... 103
Σχήμα 5. 14 – Απεικόνιση της κατανάλωσης καυσίμων της Αττικής Οδού..... 104
Σχήμα 5. 15 – Απεικόνιση των Εκπομπών Αεριών Θερμοκηπίου της Αττικής Οδού 106

Σχήμα 6. 1 - Λωρίδα Οχημάτων Υψηλής Πλήρωσης στην πολιτεία του Tennessee 110
Σχήμα 6. 2 - Φωτοβολταικά πάνελ κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου στο Oregon 112
Σχήμα 6. 3 - Απεικόνιση διάταξης οχημάτων κινούμενα με την τεχνολογία “Platooning” 117

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 2. 1 - Πρότυπα της ΕΕ για τον αέρα και κατευθυντήριες γραμμές του ΠΟΥ [7] 33
Πίνακας 2. 2 - Συντελεστές απόδοσης ανά χρήση γης για την Ελλάδα και τον κόσμο [9] 43
Πίνακας 2. 3 – Συντελεστές ισοδυναμίας ανά χρήση γης [9] 45

Πίνακας 3. 1 – Κύριοι Στρατηγικοί Περιβαλλοντικοί Στόχοι [2] 62

Πίνακας 4. 1 – Κύριες διαφορές των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO και EMAS 76
Πίνακας 4. 2 – Ομοιότητες και διαφορές των ISO 50001 και ISO 14001 ... 81

Πίνακας 5. 1 - Μέσες τιμές $Lden$ ανά γεωγραφική ενότητα [31] 90
Πίνακας 5. 2 - Μέσες τιμές Lde ανά γεωγραφική ενότητα [31] 91
Πίνακας 5. 3 - Μέσες τιμές $Lnight$ ανά γεωγραφική ενότητα [31] 92
Πίνακας 5. 4 – Πίνακας κατανομής εξοπλισμού για την μέτρηση ρύπων.... 95
Πίνακας 5. 5 – Όρια τιμών για τους ρύπους που μετράει το δίκτυο της Αττικής Οδού [31] 96
Πίνακας 5. 6 – Μετρήσεις CO ανά σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων [31] 96
Πίνακας 5. 7 - Μετρήσεις NO ανά σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων [31] 97
Πίνακας 5. 8 – Πίνακας μέσων τιμών μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου για το σύνολο των σταθμών μέτρησης [31] 99
Πίνακας 5. 9 – Πίνακας μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου ανά σταθμό μέτρησης [31] 99
Πίνακας 5. 10 – Πίνακας δράσεων του προγράμματος ανακύκλωσης της Αττικής Οδού 101
Πίνακας 5. 11 – Πίνακας καταγραφής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της Αττικής Οδού 103
Πίνακας 5. 12 - Πίνακας καταγραφής της κατανάλωσης καυσίμων της Αττικής Οδού 104
Πίνακας 5. 13 – Εκπομπές Αερίων Θερμοκηπίου της Αττικής Οδού 106

1ο Κεφάλαιο - Περιβάλλον και Ενέργεια

1.1 Το περιβάλλον και τα οικοσυστήματα του

Η λέξη «περιβάλλον» αναφέρεται στο χώρο τριγύρω μας - στο πλαίσιο του οποίου εμείς υπάρχουμε. Όλα τα πράγματα, έμψυχα ή άψυχα, υφίστανται περιβαλλόμενα από άλλα πράγματα, επομένως όλα έχουν ένα περιβάλλον. Για την ανθρωπότητα, το περιβάλλον είναι, σε μια ευρύτερη κλίμακα, η βιόσφαιρα [1].

Η βιόσφαιρα είναι το εξωτερικό περίβλημα του πλανήτη το οποίο περιλαμβάνει τον αέρα, το έδαφος, το οικολογικό σύστημα που ενσωματώνει όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και τις μεταξύ τους σχέσεις. Κάθε οικοσύστημα καταλαμβάνει ένα χώρο στον οποίο επικρατούν ομογενής συνθήκες, ανεξάρτητα με την κλίμακα [1].

Τα στοιχεία του περιβάλλοντος είναι άρρητα συνδεδεμένα μεταξύ τους ώστε κανένα δεν υφίσταται σε απόλυτη απομόνωση, και τίποτα δεν μπορεί να αλλάξει χωρίς να επηρεάσει κάτι άλλο. Συνεπώς, το περιβάλλον δεν μπορεί να εκτιμηθεί απλά εξετάζοντας ένα στοιχείο του μεμονωμένα. Αντιθέτως θα πρέπει τα στοιχεία αυτά να θεωρηθούν κομμάτια του συνόλου. Αυτή η άποψη είναι κρίσιμη για να καταλάβουμε τον ρόλο τον οποίο διαδραματίζουν οι άνθρωποι στην επίδραση του περιβάλλοντος [1], [2].

Ο άνθρωπος είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι του περιβάλλοντος, και είναι ενεργοί συμμετέχοντες σε πολλά οικοσυστήματα. Πράγματι, κάθε πτυχή της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης , κοινωνική, οικονομική, ή φυσική, μπορεί να θεωρηθεί ότι θα επηρεάσει τα οικοσυστήματα στα οποία συμμετέχουν. Καθώς αλλάζουμε την φύση ή την ένταση των δραστηριοτήτων μας, η φυσική ισορροπία του περιβάλλοντος πρέπει να αλλάξει για να φιλοξενήσει αυτές τις αλλαγές. Παρομοίως, καθώς τα συστήματα τριγύρω μας αλλάζουν, ανταποκρινόμενα σε εμάς, πρέπει εμείς να τα φιλοξενήσουμε. Οι πράξεις μας έχουν επιπτώσεις όχι μόνο το άμεσο περιβάλλον μας αλλά και σε εμάς

τους ίδιους. Οτιδήποτε κάνουμε το οποίο θα υποβαθμίσει το περιβάλλον μας θα επηρεάσει αργότερα την ποιότητα της ζωής μας [1], [2].

Ένα κύριο χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος είναι ο συμβιβασμός του ανάμεσα στην εξέλιξη και την ισορροπία. Αυτή η δυναμική ισορροπία είναι μια αντανάκλαση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ στο εσωτερικό των οικοσυστημάτων. Καθώς δημιουργούνται διαταραχές, ένα σύστημα απορρίπτεται προσωρινά. Έπειτα ξεκινά η διαδικασία δημιουργίας μιας νέας ισορροπίας, η οποία μπορεί να μην είναι η ίδια όπως παλιά. Ο χρόνος που απαιτείται για να αποκτήσει ξανά αυτή την δυναμική ισορροπία μπορεί να ποικίλει από μερικά λεπτά έως δεκάδες χιλιάδες χρόνια, ανάλογα με την κλίμακα της διαταραχής και στην σχετική ευαισθησία του οικοσυστήματος [1], [2].

Η κατασκευή και λειτουργία αυτοκινητόδρομων, αν αναληφθεί χωρίς την σωστή κατανόηση των σχέσεων που είναι εγγενείς με την περιβαλλοντική λειτουργία, μπορεί να συνοδευτεί από σοβαρές διαταραχές στο περιβάλλον, το οποίο μπορεί να χρειαστεί μεγάλο χρονικό διάστημα για να ανακτήσει την ισορροπία του. Από ανθρώπινη άποψη, αυτό μπορεί να σημαίνει ότι γενιές θα πρέπει να λειτουργήσουν σε ένα εξασθενημένο περιβάλλον και να υποφέρουν από πολλές πιθανές συνδεδεμένες κοινωνικοοικονομικές δυσκολίες και οικονομικές απώλειες [1], [2].

1.2 Υφιστάμενα περιβαλλοντικά προβλήματα – πιέσεις

Ο μόνιμος πληθυσμός της Ελλάδας ανέρχεται σε 10.816.286 άτομα και η πυκνότητα του είναι μόλις 81,96 κάτοικοι ανά χλμ^2 , από τις μικρότερες στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο πληθυσμός συγκεντρώνεται σε ποσοστό 33% περίπου κατά μήκος της ακτογραμμής, γεγονός το οποίο εντείνεται ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο. Το 20% περίπου του πληθυσμού κατοικεί στις περιφερειακές ενότητες κεντρικού τομέα Αθηνών και Θεσσαλονίκης [1].

Τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη αισθητά στον ευρωπαϊκό χώρο, με αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης των θαλασσών, την όξυνση και πύκνωση των ακραίων καιρικών φαινομένων, την μεταβολή των κλιματικών ζωνών, την μετατροπή καλλιεργήσιμων εκτάσεων σε

ερήμους και ερήμων σε υγροτόπους και την μείωση των αποθεμάτων οργανικού άνθρακα στο έδαφος. Προβλέπεται αύξηση των διακυμάνσεων στα πρότυπα και στην ένταση των βροχοπτώσεων, που θα καταστήσουν τα εδάφη περισσότερο ευάλωτα στην διάβρωση. Άμεσα σχετιζόμενο με την κλιματιστική αλλαγή είναι και το φαινόμενο των πυρκαγιών, που οδηγούν σε καταστροφή των εδαφών και ερημοποίηση, σε απελευθέρωση CO_2 στην ατμόσφαιρα και στην υποβάθμιση της βιοποικιλότητας [1], [2].

Τα γενικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ελλάδα διαχωρίζονται σε προβλήματα βιομηχανικής και αστικής ρύπανσης. Ως προς την βιομηχανική ρύπανση, οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές πιέσεις προέρχονται από την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας. Η αυξημένη χρήση των ΑΠΕ στην Ελλάδα είναι αισθητή και ενθαρρυντική, ωστόσο οι υφιστάμενες περιβαλλοντικές πιέσεις παραμένουν κρίσιμες αλλά διαχειρίσιμες [1], [2] .

Τα τελευταία χρόνια ως αποτέλεσμα της σημαντικής βελτίωσης της ποιότητας των καυσίμων αλλά και της χρήσης του φυσικού αερίου, εμφανίζεται πτωτική τάση των συγκεντρώσεων για ορισμένους ρύπους όπως τα σωματίδια, το διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου και υδρογονάνθρακες, όμως παραμένουν σημαντικά προβλήματα υπερβάσεων των ορίων που καθορίζονται από την εθνική και κοινοτική νομοθεσία [1], [2].

Σοβαρές περιβαλλοντικές πιέσεις για την ποιότητα του αστικού ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος προέρχονται από το σύστημα μεταφορών, καθώς οι μεταφορές καλύπτουν ένα σημαντικό ποσοστό (περίπου 33%) της ενέργειας που καταναλώνεται συνολικά σε καθημερινή βάση, ενώ η βιομηχανία απαιτεί το 26%, τα νοικοκυριά και οι υπηρεσίες το 39% και η γεωργία περίπου το 2%.

Τα σημαντικότερα προβλήματα υποβάθμισης του ακουστικού περιβάλλοντος εντοπίζονται στα μεγάλα αστικά κέντρα και οφείλονται κατά κύριο λόγο στην κυκλοφορία των οχημάτων. Εκτός από τις μεγάλες αστικές περιοχές, πρόβλημα θορύβου αντιμετωπίζουν ορισμένες τουριστικές περιοχές της χώρας π.χ. από τα κέντρα διασκέδασης αλλά και περιοχές με συσσωρευμένη εμπορική ή/και βιομηχανική και βιοτεχνική δραστηριότητα.

Οι βασικοί κίνδυνοι υποβάθμισης και ερημοποίησης των εδαφών προέρχονται από την προβληματική διαχείριση των αστικών στερεών αλλά και των επικίνδυνων αποβλήτων, από την άναρχη επεκτατική οικιστική ανάπτυξη, από την ολοένα αυξανόμενη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων στην γεωργία, την υπερεκμετάλλευση των υδατικών πόρων για αρδευτική χρήση και από την καταστροφή των δασικών οικοσυστημάτων από πυρκαγιές ή και υπερβόσκηση [1], [2].

Αναφορικά με την ανεξέλεγκτη διάθεση αποβλήτων, οι ελληνικές αρχές ακολουθούν σχέδιο δράσης για την οριστική παύση λειτουργίας και αποκατάστασης των ΧΑΔΑ (Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων), σε συμμόρφωση με την απόφαση του Δικαστηρίου Ευρωπαϊκής Ένωσης (υπόθεση C-502/03) [1], [2].

Οι κυριότερες πιέσεις στην βιοποικιλότητα, την χλωρίδα και την πανίδα προέρχονται από την γεωργία και την αλιεία, εξαιτίας της προκαλούμενης ρύπανσης των εδαφών, των αλλαγών χρήσεων γης και την αλλοίωση της δομής και λειτουργίας των οικοσυστημάτων. Επίσης οι εξορυκτικές δραστηριότητες, η μεταποίηση και ο κλάδος των κατασκευών συνδέονται με φαινόμενα διάβρωσης, ρύπανσης, εναπόθεσης υλικών και δραστικής αλλοίωσης του τοπίου. Επιπλέον, μέσω της προώθησης του τουρισμού ασκούνται σημαντικές πιέσεις για τα φυσικά οικοσυστήματα και για την διατήρηση των χρήσεων γης κυρίως στην παράκτια ζώνη, ενώ τα τελευταία χρόνια έχουν ενταχθεί ανησυχητικά και οι δασικές πυρκαγιές [1], [2].

Οι σοβαρότερες πιέσεις στο πολιτιστικό περιβάλλον της χώρας προέρχονται από την ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλεί διάβρωση στα μνημεία, την γενική ρύπανση και υποβάθμιση του περιβάλλοντος, λόγω της ανάμιξης ασυμβίβαστων χρήσεων γης, τις υψηλές πυκνότητες δόμησης με περιορισμό των ανοιχτών και πράσινων χώρων, την άναρχη και αυθαίρετη δόμηση συχνά με μη φιλικά ή αρμονικά προς το περιβάλλον υλικά και τα απορρίμματα [1], [2].

1.2.1 Κλιματική αλλαγή

Έχει πλέον καταστεί σαφές ότι οι εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, προκαλούν, σε παγκόσμιο και κατά συνέπεια

και σε εθνικό επίπεδο, υπερθέρμανση, με αναμενόμενα αποτελέσματα την αύξηση της στάθμης των θαλασσών, την όξυνση και πύκνωση των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως οι πλημμύρες, καθώς και την μεταβολή των κλιματικών ζωνών, καθιστώντας καλλιεργήσιμες εκτάσεις σε ερήμους και ερήμους σε υγροτόπους [1], [2].

Ήδη είναι εμφανή τα αποτελέσματα της αλλαγής του κλίματος, με την αύξηση της θερμοκρασίας και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας λόγω της τήξης των πολικών παγετών, καθώς και με την συχνότερη εμφάνιση καταιγίδων και πλημμυρών. Οι μεταβολές αυτές αναμένεται να επιφέρουν σοβαρές επιπτώσεις στην ακεραιότητα των οικοσυστημάτων, τους υδατικούς πόρους, την δημόσια υγεία, την προσφορά τροφής, την βιομηχανία, τις γεωργικές καλλιέργειες, τις μεταφορές και τις υποδομές [1], [2].

Για τις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματική αλλαγής στην μεσογειακή λεκάνη ειδικότερα, έχουν εκπονηθεί μελέτες και εργασίες βασισμένες σε πιθανά σενάρια αλλαγής των κλιματικών μεταβλητών, όπως το PESETA Research Project για την Ευρώπη, οι Giannakopoulos et al ή οι Giorgi and Lionello [1], [2].

Το σημαντικότερο συμπέρασμα των μελετών αφορά στις προβλέψεις για την ξηρασία και την αύξηση της θερμοκρασίας. Συγκεκριμένα, ειδικά στις θερμές περιόδους, η μείωση των κατακρημνισμάτων μπορεί να υπερβεί το -25 με -30% και η αύξηση της θερμοκρασίας να ξεπεράσει τους 4-5ºC (Giorgi and Lionello 2008) [1], [2].

Επίσης, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να έχει επιπτώσεις και στον βιοφυσικό χαρακτήρα του εδάφους, ως αποτέλεσμα της προβλεπόμενης αύξησης της θερμοκρασίας, της μεταβαλλόμενης έντασης και συχνότητας των κατακρημνισμάτων και των δριμύτερων ξηρασιών [1], [2].

Σύμφωνα με τις τρέχουσες προβλέψεις, αναμένονται σημαντικές μειώσεις στα επίπεδα υγρασίας του εδάφους στην περιφέρεια της Μεσογείου κατά τους θερινούς μήνες, και αύξηση των αντίστοιχων επιπέδων στην Βορειοανατολική Ευρώπη. Επιπροσθέτως, οι παρατεταμένες περίοδοι ξηρασίας λόγω των κλιματικών αλλαγών ενδέχεται να συμβάλλουν στην υποβάθμιση του εδάφους και να αυξήσουν τον κίνδυνο απερήμωσης σε

ορισμένες περιοχές της Μεσογείου και της ανατολικής Ευρώπης [1], [2].

Οι αρνητικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής επιβεβαιώνονται και από τις πρόσφατες επιστημονικές διαπιστώσεις της Διακυβερνητικής Ομάδας για την Κλιματική Αλλαγή, στο πλαίσιο της 4^{ης} αλλά και της υπό ανάπτυξης 5^{ης} έκθεσης αξιολόγησης [1], [2] .

Στο πλαίσιο αυτό, η δεκαετής αναπτυξιακή στρατηγική της Ε.Ε θέτει την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και την ενεργειακή βιωσιμότητα ως έναν από τους κυρίαρχους στόχους της, ενισχύοντας παράλληλα την ανταγωνιστικότητα της Ε.Ε. και την μετατροπή της σε μια ιδιαίτερα αποδοτική από ενεργειακή άποψη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Ειδικότερα έχουν υιοθετηθεί οι ακόλουθοι στόχοι:

- Μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- Εξασφάλιση του 20% της ενεργειακής κατανάλωσης από ανανεώσιμες πηγές.
- Μείωση κατά 20% στην χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Επίσης την Πράσινη Βίβλο 2030 καθορίζεται το πλαίσιο των ευρωπαϊκών πολιτικών για την ενέργεια και το κλίμα και οι στόχοι πολιτικής, όπως η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, η διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και η υποστήριξη της ανάπτυξης, της ανταγωνιστικότητας και των θέσεων εργασίας μέσα από την εφαρμογή προσέγγισης που αποτελεί συγκερασμό υψηλής τεχνολογίας, αποδοτικότητας σε θέματα κόστους και αποδοτικής χρήσης πόρων [1], [2].

Επιπλέον των στόχων πολιτικής που αφορούν στην μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας, καθορίζονται πρόσθετοι στόχοι για την ενέργεια που χρησιμοποιείται από τον τομέα των μεταφορών [1], [2].

Το πλαίσιο που κατευθύνει τις πολιτικές αυτές λαμβάνει επίσης υπόψη τις μακρόπνοες προοπτικές που χάραξε η επιτροπή στον χάρτη πορείας για την μετάβαση σε μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών επιπέδων ανθρακούχων εκπομπών το 2050, στον ενεργειακό χάρτη πορείας για το 2050 και στην

Λευκή Βίβλο για τις μεταφορές [1], [2].

Οι εν λόγω χάρτες πορείας αναπτύχθηκαν με γνώμονα την επίτευξη του στόχου της μείωσης των εκπομπών θερμοκηπίου κατά 80 έως 95% έως το 2050 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Στα σενάρια των χαρτών πορείας διατυπώνονται οι ακόλουθες βασικές διαπιστώσεις:

- Έως το 2030, θα πρέπει να μειωθούν οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά 40% στην ΕΕ, για να μπορεί να επιτευχθεί μείωση των εκπομπών αεριών θερμοκηπίου κατά 80-95% έως το 2050, για την εξυπηρέτηση του διεθνώς συμφωνημένου στόχου περιορισμού της αύξησης της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα σε λιγότερο από 2ºC.
- Η αύξηση των μεριδίων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι βελτιώσεις στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης και η συγκρότηση καλύτερων και εξυπνότερων υποδομών ενέργειας αποτελούν «αναμφιβόλως θετικές» επιλογές για τον μετασχηματισμό του συστήματος ενέργειας της Eme E.
- Για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα σενάρια πολιτικής στον ενεργειακό χάρτη πορείας για το 2050 αναφέρουν μερίδιο περί το 30% για το 2030.
- Για τον εκσυγχρονισμό του ενεργειακού συστήματος απαιτούνται σημαντικές επενδύσεις με η χωρίς απαλλαγή από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, γεγονός που θα επιδράσει στις τιμές της ενέργειας έως το 2030.

Ο τομέας της ενέργειας στην Ελλάδα βασίζεται κυρίως στην χρήση ορυκτών καυσίμων, με αποτέλεσμα την έκλυση σημαντικών ποσοτήτων ρυπαντών και ιδιαίτερα αερίων του θερμοκηπίου [1], [2].

Για την περίοδο έως το 2020, οι τομείς με την πιο γρήγορη αύξηση εκπομπών, είναι εκείνοι με την μεγαλύτερη αύξηση ενεργειακής ζήτησης, δηλαδή ο τριτογενής τομέας και ο τομέας των μεταφορών. Ωστόσο, σε επίπεδο απόλυτης συμπεριφοράς στις συνολικές εκπομπές CO_2 που προκύπτουν από τον ενεργειακό τομέα της χώρας, η μεγαλύτερη επιβάρυνση προέρχεται από τον τομέα του ηλεκτρισμού, που είναι υπεύθυνος για περισσότερο από το 50% του συνόλου των εκπομπών μεταξύ 1990 και 2020.

Ο τομέας των μεταφορών αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών ρύπων και το μερίδιο του στο εκπομπών CO_2 από τον ενεργειακό τομέα βγαίνει αυξανόμενο από το 20% το 1990 σε 24,1% το 2020. Αντιθέτως, το μερίδιο των εκπομπών CO_2 από τον βιομηχανικό τομέα φαίνεται να μειώνεται συνεχώς, από το 15,6% το 1990 σε 12% το 2020 σύμφωνα με τις ισχύουσες προβλέψεις [1], [2].

Οι σημαντικότερες πηγές εκπομπών CH_4 είναι οι τομείς των μεταφορών και της βιομηχανίας καθώς ευθύνονται για το 43% και 28% αντίστοιχα του συνόλου των σχετικών εκπομπών, σύμφωνα με τις προβλέψεις για το έτος 2020, ωστόσο αναμένεται μικρή ετήσια μείωση τους της τάξης του 1,3% για την επόμενη εικοσαετία [1], [2].

Όσον αφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε όρους ισοδύναμων τόνων CO_2, οι εκπομπές βαίνουν αυξανόμενες από 79,9 Mt το 1990 σε 132 Mt το 2020 με ετήσιο ρυθμό της τάξης του 1,7%, ενώ τους υψηλότερους ρυθμούς αύξησης εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου παρουσιάζουν ο τριτογενής τομέας και ο τομέας των μεταφορών. Με βάση τις διαθέσιμες ενδείξεις και δεδομένης της μέτριας ανάπτυξης των σχετικών οικονομικών δραστηριοτήτων, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τους τομείς της βιομηχανίας και της γεωργίας αυξάνουν ελάχιστα [1], [2].

Ωστόσο, σημειώνεται ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αυξάνουν με ρυθμούς χαμηλότερους της αντίστοιχης τομεακής οικονομικής ανάπτυξης, λόγω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος και της χρήσης καθαρότερων καυσίμων.

Στον ενεργειακό τομέα, εκτός από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που αποδίδονται στην καύση των διαφόρων καυσίμων, παρατηρούνται και εκλύσεις κυρίως CH_4 με την μορφή διαφυγουσών εκπομπών [1], [2].

Οι εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, προκαλούν υπερθέρμανση, με αναμενόμενα αποτελέσματα την αύξηση της στάθμης των θαλασσών, την όξυνση και πύκνωση των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως οι πλημμύρες καθώς και την μεταβολή των κλιματικών ζωνών, καθιστώντας καλλιεργήσιμες εκτάσεις σε ερήμους και ερήμους σε υγροτόπους [1], [2].

Ήδη είναι εμφανή τα αποτελέσματα της αλλαγής του κλίματος, με την αύξηση της θερμοκρασίας και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας λόγω της τήξης των πολικών παγετών, καθώς και με την συχνότερη εμφάνιση καταιγίδων και πλημμυρών. Οι μεταβολές αυτές αναμένεται να επιφέρουν σοβαρές επιπτώσεις στην ακεραιότητα των οικοσυστημάτων, τους υδατικούς πόρους, την δημόσια υγεία, την προσφορά τροφής, την βιομηχανία, τις γεωργικές καλλιέργειες, τις μεταφορές και τις υποδομές [1], [2].

Επιπλέον των ήδη υψηλών απαιτήσεων σε αρδευτικό νερό στην νότια Ευρώπη και την Μεσόγειο, προβλέπεται ότι σε ξηρότερες συνθήκες θα απαιτείται περισσότερο νερό ανά επιφάνεια και η ζήτηση αιχμής για άρδευση θα αυξηθεί και λόγω της ξηρασίας και των υψηλών θερμοκρασιών, γεγονός που αναμένεται να ασκήσει σημαντικές πιέσεις και στην γεωργία, πολύ ισχυρότερες από ότι στις βόρειες εύκρατες περιοχές. Επιπλέον και αναφορικά με την βόσκηση στις ήδη θερμές περιοχές της Ευρώπης κατά τους θερμούς μήνες, μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά και η παραγωγή ζωικού κεφαλαίου [1], [2].

Επίσης, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να έχει επιπτώσεις και στον βιοφυσικό χαρακτήρα του εδάφους, ως αποτέλεσμα της προβλεπόμενης αύξησης της θερμοκρασίας, της μεταβαλλόμενης έντασης και συχνότητας των κατακρημνισμάτων και των δριμύτερων ξηρασιών [1], [2].

Οι αλλαγές αυτές ενδέχεται να προκαλέσουν μείωση των αποθεμάτων οργανικού άνθρακα στο έδαφος, καθώς και σημαντική αύξηση των εκπομπών CO_2. Προβλέπεται αύξηση των διακυμάνσεων στα πρότυπα και στην ένταση των βροχοπτώσεων, οι οποίες θα καταστήσουν τα εδάφη περισσότερο ευάλωτα στην διάβρωση.

1.2.2 Ατμοσφαιρικό περιβάλλον

Τα γενικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ελλάδα μπορούν να διαχωριστούν σε προβλήματα βιομηχανικής ρύπανσης και σε προβλήματα αστικής ρύπανσης. Η βιομηχανική ρύπανση εντοπίζεται κυρίως σε περιοχές όπου λειτουργούν μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Η αστική ρύπανση αφορά τις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές, όπου οι κύριες πηγές ρύπανσης εντοπίζονται στην κυκλοφορία των οχημάτων (πλήθος και υψηλή ηλικία

οχημάτων, κυκλοφοριακές συνθήκες, ανεπάρκεια ή έλλειψη μαζικών μέσων μεταφοράς), τις περιοχές των μεγάλων λιμανιών της χώρας και κατά δεύτερο λόγο στην λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης [1], [2].

Με στόχο την ενημέρωση του κοινού σε πραγματικό χρόνο και την προστασία της υγείας ευαίσθητων πληθυσμιακών ομάδων, τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης ανακοινώνονται με συνεχή ροή, ενώ το ΥΠΕΚΑ (Υπουργείο Περιβάλλοντος Και Ενέργειας) συντάσσει επίσης ετήσιες και περιοδικές εκθέσεις, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των σχετικών οδηγιών, που αναφέρουν τα επίπεδα των συγκεντρώσεων των προσδιοριζόμενων ρύπων, για την παρακολούθηση της κατάστασης του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος.

Στην ετήσια έκθεση ατμοσφαιρικής ρύπανσης για το έτος 2013 του ΥΠΕΚΑ παρατίθενται αναλυτικοί πίνακες με τις διαχρονικές μεταβολές των μέσων ετήσιων τιμών, των συγκεντρώσεων όλων των μετρούμενων ρύπων, ανά σταθμό μέτρησης [1], [2].

Σύμφωνα με την διαχρονική εξέλιξη των τιμών, παρά τις αυξομειώσεις των μέσων ετήσιων τιμών ρύπανσης από χρόνο σε χρόνο σε διάφορες θέσεις, παρατηρείται μια γενική τάση μετριασμού η σταθεροποίησης της τιμής των ρύπων [1], [2].

Η εξέλιξη αυτή μπορεί να αποδοθεί, κυρίως στην τεχνολογική αναβάθμιση του στόλου των Ι.Χ. αυτοκινήτων και των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, στην εφαρμογή του μέτρου της κάρτας ελέγχου καυσαερίων (ΚΕΚ), στα μέτρα ελέγχου εκπομπής ρύπων από διάφορες πηγές, στην χρήση καυσίμων με καλύτερες τεχνικές προδιαγραφές, στην λειτουργία των μέσων σταθερής τροχιάς, στην διευκόλυνση της κυκλοφορίας των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, στην διείσδυση του φυσικού αερίου στον οικιακό, βιομηχανικό και τριτογενή τομέα, στην ολοκλήρωση των μεγάλων κυκλοφοριακών έργων κ.λ.π [1], [2].

Τα τελευταία χρόνια, ως αποτέλεσμα της σημαντικής βελτίωσης της ποιότητας των καυσίμων αλλά και της χρήσης του φυσικού αερίου, εμφανίζεται πτωτική τάση των συγκεντρώσεων για ορισμένους ρύπους όπως τα σωματίδια, το διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου και οι υδρογονάνθρακες. Ωστόσο, απαιτείται συνεχής προσπάθεια για την διατήρηση των συγκεντρώσεων των επικίνδυνων ρύπων εντός των

τιθέμενων από την εθνική και κοινοτική νομοθεσία ορίων, καθώς και η ένταση των ενεργειών για την ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διάστασης στην πολιτική κυρίως των μεταφορών και της βιομηχανίας, με ενθάρρυνση της χρήσης Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και αποθάρρυνσης χρήσης Ι.Χ .

Για κάθε ρύπο ειδικότερα, παρατηρούνται τα εξής:

- Για το μονοξείδιο του άνθρακα παρουσιάζεται γενικά τάση μείωσης των τιμών
- Για το διοξείδιο του θείου υπάρχει σημαντική τάση μείωσης των τιμών που συνδέεται με τις μειώσεις της περιεκτικότητας του θείου τόσο στο πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης όσο και στην αμόλυβδη βενζίνη
- Για το βενζόλιο παρατηρείται τάση μείωσης των συγκεντρώσεων σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια
- Για το μονοξείδιο του αζώτου υπάρχει τάση μικρής μείωσης των τιμών
- Για το διοξείδιο του αζώτου υπάρχει τάση μείωσης των τιμών τα τελευταία χρόνια, στις περισσότερες θέσεις μέτρησης
- Για το όζον υπάρχει γενικώς μια τάση σταθεροποίησης των τιμών με έντονη διακύμανση από έτος σε έτος σε κάποιους σταθμούς, λόγω της φύσης του ρύπου
- Για τα αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{10}$) γενικά παρατηρείται μικρή μείωση στις τιμές ρύπανσης από τον ρύπο αυτό
- Για τα αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{2,5}$) παρατηρείται μικρή τάση μείωσης των τιμών ή σταθεροποίηση

Η γεωμορφολογία και οι κλιματικές συνθήκες του λεκανοπεδίου της Αττικής ευνοούν την παγίδευση των ρύπων, οι οποίοι υποβάλλονται σε σειρά φωτοχημικών αντιδράσεων που παράγουν την χαρακτηριστική αιθαλομίχλη, ιδιαίτερα κατά τις ημέρες με ηλιοφάνεια και άπνοια. Τα μεγάλα αστικά κέντρα υπέφεραν στο παρελθόν από τις υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου, λόγω κυρίως της περιεκτικότητας του πετρελαίου σε θείο, στην θέρμανση και στα οχήματα. Οι μειώσεις του θείου στα καύσιμα, τα προγράμματα ελέγχου και συντήρησης της οικιακής θέρμανσης και ο εξοπλισμός των βιομηχανικών μονάδων με φίλτρα αποθείωσης συνέβαλαν

στην σημαντική μείωση των συγκεντρώσεων διοξειδίου του θείου τις τελευταίες δεκαετίες [1], [2].

Οι εκπομπές ρύπων θερμοκηπίου από την επενέργεια της δράσης των μεταφορών αυξήθηκαν περίπου 58% σε σχέση με το 1990 (από 14,77 Mt CO_2 το 1990 σε 23,33 Mt CO_2 το 2010). Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης των εκπομπών από μεταφορές την περίοδο 1990 – 2010 είναι 3%, ενώ το 2008 παρατηρήθηκε μείωση περίπου 5% σε σχέση με το 2007 και το 2010 μια ακόμα μεγαλύτερη μείωση (>10%) σε σχέση με το 2009 λόγω της οικονομικής κρίσης [1], [2].

Το 2010, το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών αερίου θερμοκηπίου προέρχονταν από τις οδικές μεταφορές, όπου από 80% συμμετοχή το 1990 στις συνολικές εκπομπές αερίων των μεταφορών ανήλθε σε 84% το 2010, λόγω κυρίως των δύο αντιφατικών παραμέτρων, της σημαντικής αύξησης του αριθμού των οχημάτων στην χώρα και της εξέλιξης της αντιρρυπαντικής τεχνολογίας των μηχανών των οχημάτων [1], [2].

Η συνολική συμμετοχή των μεταφορών στο σύνολο των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου όλων των τομέων (βιομηχανία, απορρίμματα κλπ) είναι 21%.

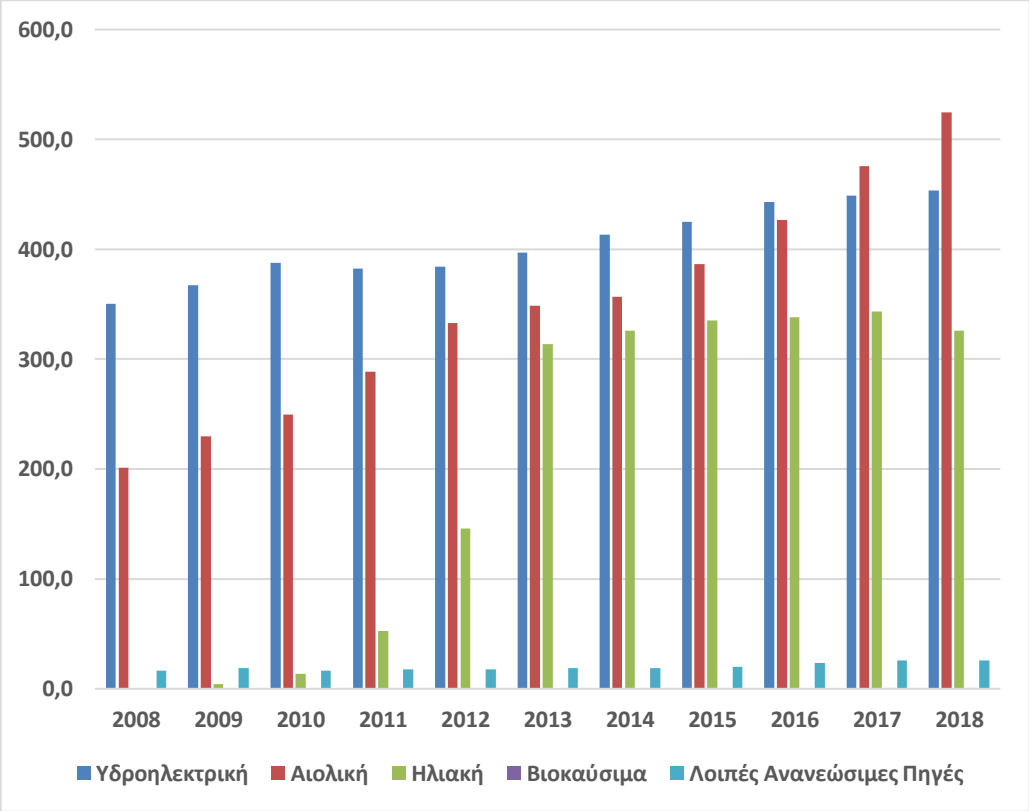
Για τις σιδηροδρομικές μεταφορές παρατηρείται διαρκώς μειούμενη τάση στην εκπομπή όλων των αερίων ρύπων θερμοκηπίου κατά την διάρκεια της εικοσαετίας 1990 – 2010 [1], [2].

Βασική κατηγορία των εκπομπών CO_2 αποτελούν οι οδικές μεταφορές. Ειδικότερα, οι σχετικές εκπομπές CO_2 το 2010 αυξήθηκαν κατά περίπου 58% σε σχέση με τις τιμές για το 1990, οι εκπομπές CH_4 μειώθηκαν κατά 15% περίπου, ενώ οι εκπομπές N_2O αυξήθηκαν κατά 3%. Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου, η ενεργειακή κατανάλωση αυξήθηκε κατά 58% [1], [2].

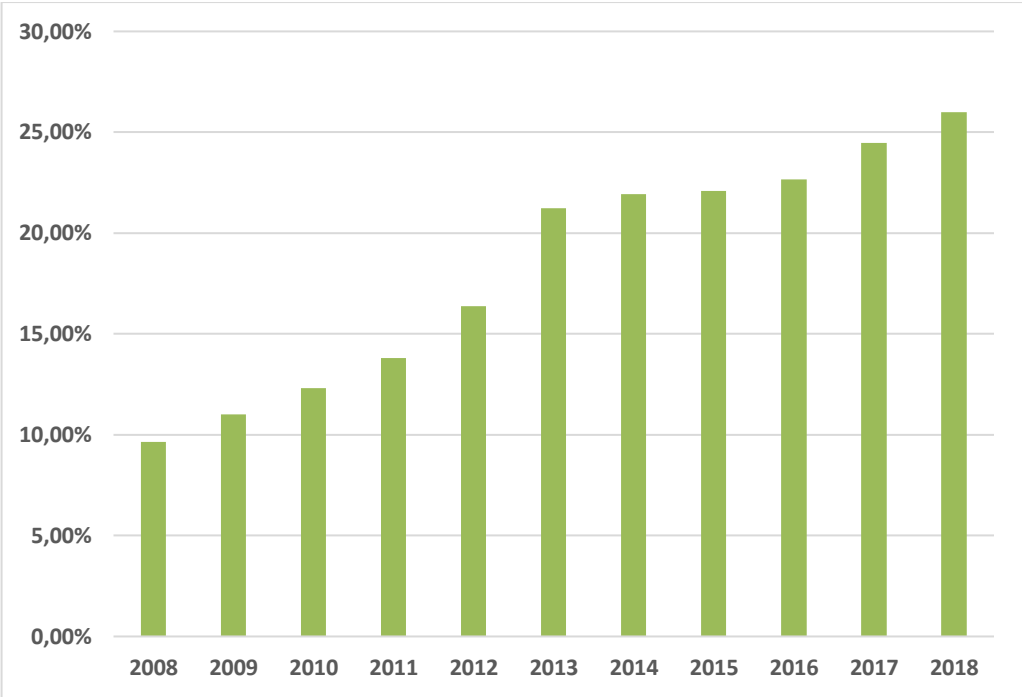
Η σημαντική αύξηση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου αποδίδεται στην αύξηση των επιβατικών αυτοκινήτων πράγμα που στο πλαίσιο της παρούσας οικονομικής κρίσης αλλάζει, παρόλο που το ποσοστό ιδιοκτησίας αυτοκινήτου στην Ελλάδα είναι χαμηλότερο από τον μέσο όρο της Ε.Ε.

Η κατανάλωση λιπαντικού ανά δείκτη κατανάλωσης καυσίμων το 1990 ήταν εννέα φορές υψηλότερη από τον μέσο όρο των άλλων χωρών που αναφέρουν τις εκπομπές CO_2 από την καύση των λιπαντικών.

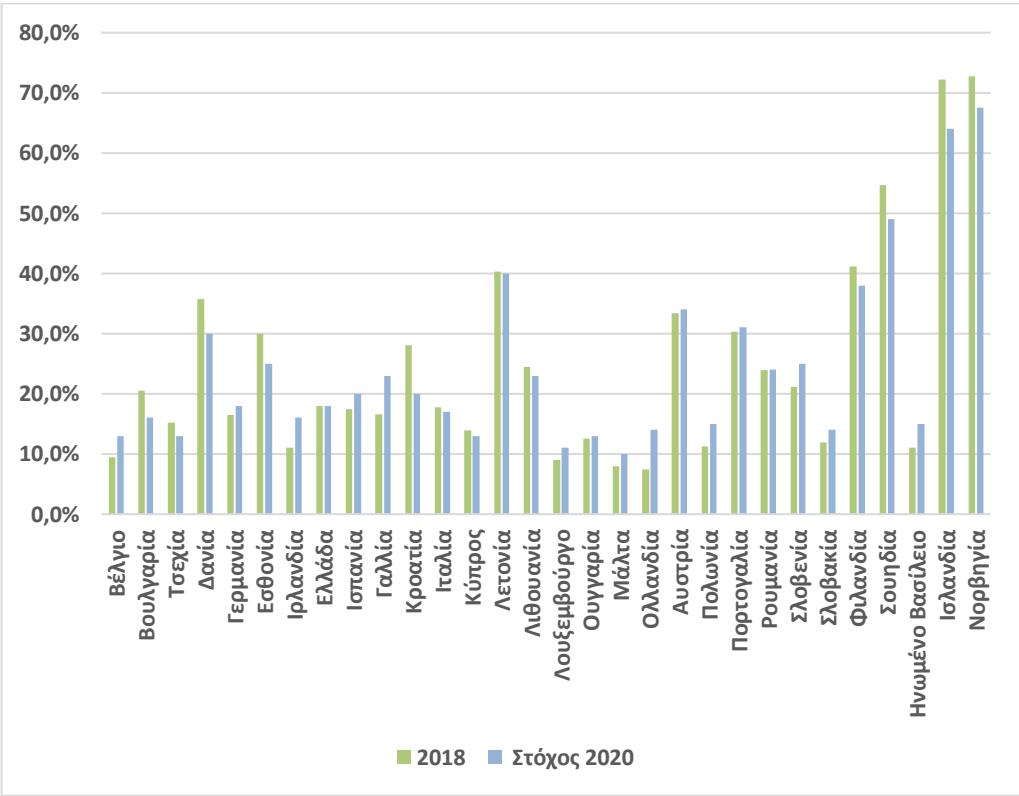
Ωστόσο, η βαθμιαία αυξανόμενη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), που αποτελούν βιώσιμη εναλλακτική στην χρήση των ορυκτών πόρων, συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα περιορίζει την εξάρτηση της χώρας από τα ορυκτά καύσιμα. Η διαχρονική εξέλιξη της συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στην χώρα, αποδεικνύει την αυξανόμενη τάση στην χρήση των ΑΠΕ, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα, το οποίο απεικονίζει το ποσοστό (%) της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από ΑΠΕ [1], [2].



Σχήμα 1. 1 - Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας [3]



Σχήμα 1. 2 - Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα [3]



Σχήμα 1. 3 – Ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ [3]

Σύμφωνα με το ΣΑΕ (Σενάριο Αναμενόμενης Εξέλιξης) του εγκεκριμένου

Εθνικού Προγράμματος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου για την Ελλάδα αναμένονταν σημαντική αύξηση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου για την περίοδο 2000 – 2020. Συγκεκριμένα:

- Η συνολική αύξηση των εκπομπών σε σχέση με το 1990 είναι 56,4% το 2020. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης των εκπομπών για το σύνολο της περιόδου 2000 – 2020 εκτιμήθηκε στο 1,2%.
- Ο ενεργειακός τομέας αποτελεί την βασική πηγή εκπομπών με ποσοστό συμμετοχής που βαίνουν αυξανόμενες από 76% το 1990 σε 79% το 2020.

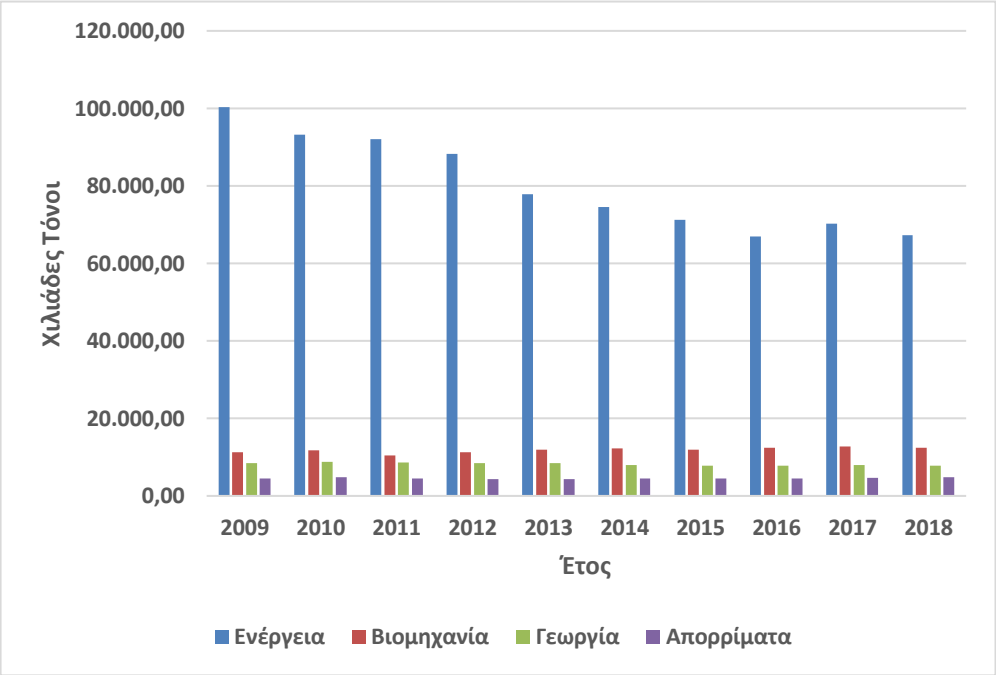
Οι προβλέψεις για την σημαντική αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οδήγησαν στον επιχειρησιακό σχεδιασμό ενός προγράμματος περιορισμού των εκπομπών, για την εκπλήρωση των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Ο σχεδιασμός αυτός περιλάμβανε σειρά μέτρων κυρίως στον ενεργειακό τομέα (οικιακός και τριτογενής τομέας, μεταφορές, βιομηχανία και ηλεκτροπαραγωγή), αλλά και στους τομείς των απορριμμάτων, της γεωργίας και των βιομηχανικών διεργασιών [1], [2].

Σύμφωνα με το ΣΑΕ, η προβλεπόμενη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στον τομέα των μεταφορών είναι σημαντική, +53% το 2020 σε σχέση με το 2000 και συνεπώς είναι σημαντική και η αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται στις μεταφορές [1], [2].

Τα μέτρα που προτείνονται για την μείωση των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών διακρίνονται σε τρείς κατηγορίες σε αυτά που αφορούν στα οχήματα (π.χ. συντήρηση αυτοκινήτων και φορτηγών) σε αυτά που αφορούν στην διαχείριση του συστήματος των μεταφορών (π.χ. χρήση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και κυκλοφοριακές ρυθμίσεις) και σε αυτά που αφορούν την χρήση νέων καυσίμων (π.χ. βιοκαύσιμα, χρήση φυσικού αερίου κ.λ.π) [1], [2].

Σύμφωνα όμως με πρόσφατες εκτιμήσεις (στοιχεία 2009 – 2010) αλλά και την έκθεση της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Περιβάλλοντος, η Ελλάδα εμφάνισε επίσης και την μεγαλύτερη μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου ανάμεσα στις χώρες της Ε.Ε για το έτος 2010 σε σύγκριση με το 2009. Η σημαντική μείωση στις εκπομπές οφειλόταν κυρίως στην μείωση χρήσης καυσίμων

στην θέρμανση, στις μεταφορές, στην ηλεκτροδότηση και την βιομηχανία στο σύνολο της. Η τάση αυτή αντανακλά τις συνεχείς δυσμενείς επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης. Ο μέσος όρος των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για την περίοδο 2008 – 2011 ήταν 15,2% υψηλότερος σε σχέση με το επίπεδο του έτους βάσης, και αρκετά χαμηλότερος από τον στόχο του 25% για την περίοδο 2008 – 2012 [1], [2].



Σχήμα 1. 4 – Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα ανά τομέα [3]

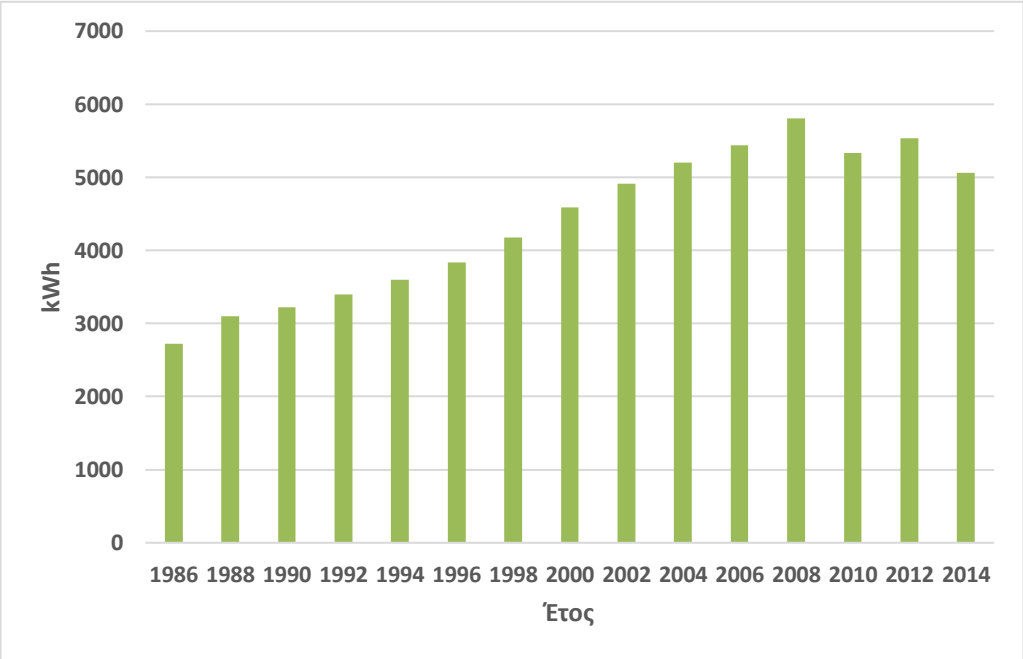
Τα γενικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ελλάδα διαχωρίζονται σε προβλήματα βιομηχανικής και αστικής ρύπανσης, ενώ τονίζεται ότι η χωρική διάσταση δεν μπορεί να υπεισέρχεται στην αντιμετώπιση των προβλημάτων του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος [1], [2].

Η βιομηχανική ρύπανση εντοπίζεται κυρίως σε περιοχές όπου λειτουργούν σταθμοί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ή σε περιοχές όπου λειτουργούν μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Η αστική ρύπανση αφορά στις πυκνοκατοικημένες περιοχές όπου οι κύριες πηγές ρύπανσης εντοπίζονται στην κυκλοφορία των οχημάτων (πλήθος οχημάτων, κυκλοφοριακές συνθήκες, ανεπάρκεια ή έλλειψη μέσων μαζικής μεταφοράς), τις περιοχές των μεγάλων λιμανιών της χώρας και στην λειτουργία της κεντρικής

θέρμανσης.

Αναφορικά με την βιομηχανική ρύπανση, οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές πιέσεις προέρχονται από την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank), από το 1985 η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα παρουσιάζει μικρή αλλά σταθερή ετήσια αύξηση, φαινόμενο δηλωτικό της αναβάθμισης του βιοτικού επιπέδου στην χώρα. Ωστόσο, από το 2008 μέχρι το 2012, η κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά 2.706,98 kg σε 2.343,05 kg, ως αποτέλεσμα των προσπαθειών που γίνονται για την βελτίωση της διαχείρισης ενέργειας στην χώρα, αλλά και λόγω της τρέχουσας οικονομικής συγκυρίας [1], [2].



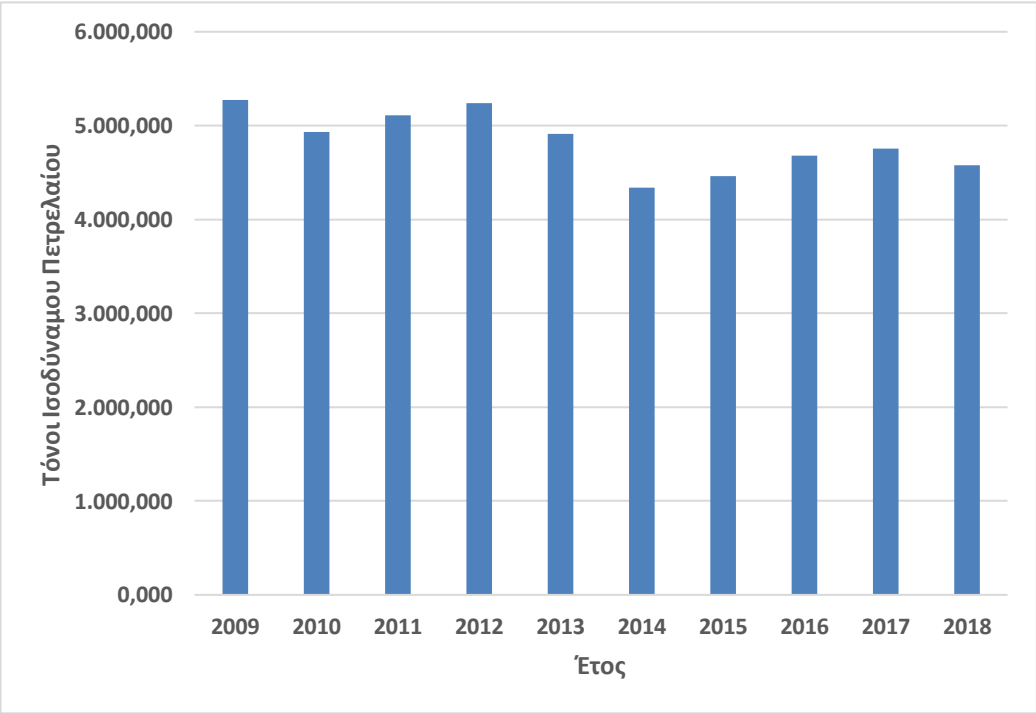
Σχήμα 1. 5 – Κατανάλωση ενέργειας κατά κεφαλήν στην Ελλάδα [3]

Σε ότι αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως προκύπτει και από το ακόλουθο διάγραμμα με στοιχεία ηλεκτροπαραγωγής του ΥΠΕΚΑ, για το διάστημα 1990 – 2007, παρατηρούνται τα εξής:

- Η αυξανόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την πάροδο του χρόνου, που απεικονίζει την οικονομική ανάπτυξη της εξεταζόμενης

περιόδου και την αντανάκλαση της στην αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας

- Το σημαντικό μερίδιο της ετήσιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη αλλά και την ετήσια ποσοστιαία μείωση ως προς την ετήσια συνολική παραγωγή
- Η ετήσια παραγόμενη από πετρέλαιο Η/Ε, η ποσοτική διατήρηση της με την πάροδο του χρόνου
- Η είσοδος του φυσικού αερίου στο μείγμα της παραγόμενης Η/Ε στην Ελλάδα και η σταδιακή αύξηση της παραγόμενης από αυτό Η/Ε λόγω της εγκατάστασης νέων Σταθμών Παραγωγής Τεχνολογίας Φυσικού Αερίου
- Η παραγόμενη από υδροηλεκτρικούς σταθμούς Η/Ε με την διευκρίνιση ότι οι εμφανείς αυξομειώσεις απεικονίζουν τις ετήσιες βροχοπτώσεις των περιοχών εγκατάστασης των σταθμών
- Η βαθμιαία αύξηση της παραγόμενης από Ανανεώσιμες Πηγές Η/Ε τα τελευταία χρόνια και την διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή



Σχήμα 1. 6 – Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα [3]

Παρά τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα των προσπαθειών για τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας και την αυξανόμενη χρήση των ΑΠΕ, οι υφιστάμενες περιβαλλοντικές πιέσεις είναι σημαντικές.

Εκτός από την παραγωγή ενέργειας, πηγές βιομηχανικής ρύπανσης είναι οι βιομηχανικές μονάδες (με υψηλότερες εκπομπές να προκύπτουν από διυλιστήρια, παραγωγή χημικών και φυτοφαρμάκων), οι οποίες συγκεντρώνονται κυρίως πλησίον των μεγάλων αστικών κέντρων [1], [2].

Η παραγωγή και χρήση ενέργειας καθώς και άλλοι βιομηχανικοί κλάδοι, όπως τα διυλιστήρια, και η παραγωγή χημικών και φυτοφαρμάκων είναι οι σημαντικότερες πηγές αερίων του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα του CO_2. Επίσης μια από τις σημαντικότερες πηγές εκπομπών CO_2 και φθοριούχων ενώσεων, είναι και η παραγωγή τσιμέντου, ενώ η διάθεση των απορριμμάτων και ο αγροτικός τομέας έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης για την παραγωγή CH_4 [1], [2].

1.2.3 Αστική ρύπανση

Τα τελευταία χρόνια, και ως αποτέλεσμα των ενεργειών που έχουν αναληφθεί από τις αρμόδιες αρχές, εμφανίζεται πτωτική τάση των συγκεντρώσεων για ορισμένους ρύπους όπως τα σωματίδια, το διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου και οι υδρογονάνθρακες.

Σοβαρές περιβαλλοντικές πιέσεις για την ποιότητα του αστικού ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος προέρχονται από τα συστήματα μεταφορών. Ειδικότερα, οι μεταφορές απαιτούν ένα σημαντικό ποσοστό της ενέργειας που καταναλώνεται συνολικά σε καθημερινή βάση. Ενδεικτικά, οι μεταφορές καταναλώνουν το 33%, η βιομηχανία το 26%, τα νοικοκυριά και οι υπηρεσίες το 39% και η γεωργία περίπου το 2%.

Εκτός από την σημαντική κατανάλωση ενέργειας από τις μεταφορές , ακόμα ένας παράγοντας που οδηγεί πλέον τις κυβερνήσεις και την τεχνολογία προς την αυξανόμενη χρήση των ΑΠΕ είναι οι βλαβερές εκπομπές ρύπων των μεταφορών, οι οποίες στην Ελλάδα είχαν φτάσει το 2010 τους 34 εκατομμύρια τόνους, σε αντίθεση με χώρες που προωθούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας των οποίων οι αντίστοιχες εκπομπές το ίδιο διάστημα ήταν 20 εκατομμύρια. Υπάρχουν επομένως σημαντικά περιθώρια

περιβαλλοντικών βελτιώσεων στον τομέα των μεταφορών [1], [2].

Οι μεταφορές ευθύνονται για το ένα τέταρτο περίπου των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου εντός της ΕΕ. Από τις θαλάσσιες μεταφορές παράγεται το 13,5% , από τις σιδηροδρομικές το 0,7%, από την εσωτερική ναυσιπλοΐα το 1,8% και από τις οδικές μεταφορές το 71,3% (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2008).

Στόχος της ΕΕ είναι μέχρι το 2050 να μειώσει τις εκπομπές που προέρχονται από τον τομέα των μεταφορών κατά 60% (και κατά 80-95& συνολικά) σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, με σκοπό να περιοριστεί σε μόνο 2ºC η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη [1], [2].

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις μεταφορές αυξήθηκαν κατά περίπου 34% στην περίοδο 1990 – 2008. Την ίδια περίοδο σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, οι ενεργοβόρες βιομηχανίες μείωσαν τις εκπομπές τους κατά περίπου 9%.

Σημειώνεται ότι σύμφωνα με έρευνα για το μέλλον των μεταφορών, οι καταναλωτές δηλώνουν πρόθυμοι να κάνουν αλλαγές για την μείωση των εκπομπών. Η πλειοψηφία των χρηστών του αυτοκινήτου σε ποσοστό 66% δηλώνουν ότι θα έκαναν υποχωρήσεις ως προς το μέγεθος του αυτοκινήτου, προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές και ένα ποσοστό 62% ότι θα μείωναν την χρήση του. Τέλος ένα ποσοστό 60% θα ήταν πρόθυμο να πληρώσει περισσότερο για το αυτοκίνητο του, αν αυτό βοηθούσε στην μείωση των εκπομπών [1], [2].

Τα σύγχρονα μεταφορικά μέσα καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα. Ο μέσος κινητήρας αυτοκινήτου εκπέμπει σήμερα 28 φορές λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα σε σύγκριση με την προ εικοσαετίας σχετική τεχνολογία.

Παράλληλα, οι νέοι κινητήρες αεροσκαφών πρόκειται σύντομα να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές τους. Η νέα γενιά των κινητήρων που θα υπάρχουν στην αγορά το 2020 θα μειώσει τις εκπομπές των αεροσκαφών κατά 10 - 15%. Οι μειώσεις των εκπομπών προβλέπεται να φτάσουν έως και 40% την περίοδο 2025 – 2030 (Περιβαλλοντική Έκθεση, 2010) [1], [2].

Ωστόσο, ο κλάδος των μεταφορών εξακολουθεί να καλύπτει το 96% των αναγκών του από το πετρέλαιο. Η Ευρώπη εισάγει περίπου το 84% του αργού πετρελαίου της από το εξωτερικό. Το 2010, σύμφωνα με στοιχεία της

Eurostat, η αξία του πετρελαίου που καταναλώθηκε στην ΕΕ (από εισαγωγές) ήταν περίπου € 210 δισεκατομμύρια.

Σημειώνεται επίσης ότι το πετρέλαιο αναμένεται να είναι όλο και περισσότερο δυσεύρετο τις επόμενες δεκαετίες, ενώ θα πρέπει να συνυπολογιστεί ότι προέρχεται από αυξανόμενα ασταθέστερες περιοχές. Μέχρι το 2050, η τιμή του πετρελαίου προβλέπεται να υπερδιπλασιαστεί σε σύγκριση με το 2005 [1], [2].

Άλλες πηγές αστικής ρύπανσης σε εθνικό επίπεδο περιλαμβάνουν την κεντρική θέρμανση, τα λιμάνια και τα αεροδρόμια, ενώ σε τοπικό επίπεδο, αέριοι ρύποι έχουν εντοπιστεί κατά μήκος (και εκατέρωθεν) μεγάλων οδικών αξόνων, χωρίς πάντως να έχουν εντοπισθεί σημαντικά προβλήματα [1], [2].

1.2.4 Ακουστικό περιβάλλον

Ως θόρυβος ορίζεται ο ανεπιθύμητος προκαλούμενος από ανθρωπογενείς δραστηριότητες ήχος, που μπορεί να προκαλέσει διαταραχές στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Ο θόρυβος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες υποβάθμισης του περιβάλλοντος και επομένως της ποιότητας ζωής. Το είδος των επιπτώσεων του θορύβου στην ανθρώπινη υγεία αποτελούσε για πολλά χρόνια βασικό πεδίο έρευνας και μελέτης [1], [2].

Έχει αποδειχτεί επιστημονικά η ύπαρξη ενός βιολογικού μηχανισμού, σύμφωνα με τον οποίο ο θόρυβος προκαλεί ουσιαστικές δυσμενείς επιπτώσεις στην ακοή με την μορφή παροδικής ή μόνιμης ακουστικής απώλειας [1], [2].

Διακρίνονται οι παρακάτω τρεις διεθνώς αναγνωρισμένες περιπτώσεις που συνδέουν το θόρυβο με την υγεία:

- Ο θόρυβος επιδρά δυσμενώς στο σύστημα ακοής του ανθρώπου
- Ο θόρυβος επιδρά δυσμενώς στην ψυχική και σωματική υγεία, δεδομένης της συνεισφοράς του στην δημιουργία άγχους
- Ο θόρυβος έχει καθοριστική επίπτωση στους ανθρώπους που ήδη πάσχουν από κάποια αρρώστια ή μη ομαλή φυσιολογία

Ο θόρυβος γίνεται ενοχλητικός για τον άνθρωπο όταν το επίπεδο του ήχου

υπερβαίνει το όριο των 55 – 65 db(A). Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, το 29,2% των κατοίκων των 15 χωρών της ΕΕ, της Νορβηγίας και της Ελβετίας (συνολικός πληθυσμός χωρών: 388 εκατ. κάτοικοι) ήταν εκτεθειμένοι σε μη επιθυμητά επίπεδα θορύβου πάνω από 55 db(A). Για τους θορύβους αυτούς, υπεύθυνα μεταφορικά μέσα ήταν η οδική πληροφορία σε ποσοστό 22,7%, τα αεροπλάνα και οι σιδηρόδρομοι σε ποσοστό 2,3% και 4,2% αντίστοιχα. (Συμεωνίδης – INFRAS, 2004) [1], [2].

Η ποιότητα του ακουστικού περιβάλλοντος στην Ελλάδα έχει επιδεινωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με τα σημαντικότερα προβλήματα να εντοπίζονται στα μεγάλα αστικά κέντρα, προκαλούμενα κατά κύριο λόγο από την κυκλοφορία των οχημάτων και ειδικότερα των βαρέων οχημάτων και των μοτοποδηλάτων. Εκτός από τις μεγάλες αστικές περιοχές, πρόβλημα θορύβου αντιμετωπίζουν σχεδόν όλες οι τουριστικές περιοχές της χώρας, όπου υποβαθμίζεται τόσο η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, όσο και η ποιότητα ζωής των μονίμων κατοίκων αυτών των περιοχών. Μικρότερης κλίμακας αλλά οξυμένα προβλήματα θορύβου προέρχονται από ειδικές δραστηριότητες (π.χ. κέντρα διασκέδασης) και από μηχανολογικές εγκαταστάσεις (π.χ. βιοτεχνίες, κλιματιστικά μηχανήματα) [1], [2].

Οι υφιστάμενες δεσμεύσεις της χώρας ως προς τον θόρυβο πηγάζουν από την οδηγία 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και την διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου», η οποία αποβλέπει στον καθορισμό μια κοινής προσέγγισης για την αποφυγή, πρόληψη ή περιορισμό, βάσει ιεράρχησης προτεραιοτήτων, των δυσμενών επιπτώσεων, συμπεριλαμβανομένης της όχλησης, από έκθεση σε θόρυβο.

Ιδιαίτερης σημασίας για την παρακολούθηση της ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος του ευρωπαϊκού χώρου είναι η θέσπιση και λειτουργία του NOISE (Noise Observation And Information Service for Europe), που αποτελεί την Υπηρεσία Παρατηρήσεων Και Πληροφοριών Περιβαλλοντικού Θορύβου για την Ευρώπη, που λειτουργεί υπό την ευθύνη του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) για λογαριασμό της ΕΕ, από στοιχεία της οποίας προκύπτει ότι περίπου 120 εκατομμύρια της ΕΕ, που αντιστοιχούν σε περισσότερο από το 30% του συνολικού πληθυσμού της ΕΕ, είναι εκτεθειμένα σε οδικό θόρυβο επιπέδων άνω των 55 L_{den} dB [1],

[2].

Ήδη για την Ελλάδα, παρουσιάζονται στο NOISE στοιχεία έκθεσης πληθυσμού από περιβαλλοντικό θόρυβο που προέρχεται από τις λειτουργικές δραστηριότητες του Διεθνούς Αεροδρομίου Αθηνών. Επίσης, το ΥΠΕΚΑ έχει σχεδιάσει εκτεταμένο πρόγραμμα υλοποίησης στρατηγικών χαρτών θορύβου βάσει της οδηγίας 2002/49/ΕΚ για όλες τις μεγάλες πόλεις της χώρας, που θα υποβληθούν στο NOISE [1], [2].

Αναφορικά με την ποιότητα του ακουστικού περιβάλλοντος, τα σημαντικότερα προβλήματα εντοπίζονται στα αστικά κέντρα και οφείλονται κατά κύριο λόγο στην κυκλοφορία των οχημάτων. Οι κυκλοφοριακές συνθήκες, η κατάσταση των οχημάτων, η οδική συμπεριφορά αλλά και οι κλιματολογικές συνθήκες επιδεινώνουν το πρόβλημα για τον δέκτη (άνθρωπο) των μεγαλουπόλεων.

Η ποιότητα του ακουστικού περιβάλλοντος στην Ελλάδα έχει επιδεινωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με τα σημαντικότερα προβλήματα να εντοπίζονται στα μεγάλα αστικά κέντρα, προκαλούμενα κατά κύριο λόγο από την κυκλοφορία των οχημάτων και ειδικότερα των βαρέων οχημάτων και των μοτοποδηλάτων. Εκτός από τις μεγάλες αστικές περιοχές, πρόβλημα θορύβου αντιμετωπίζουν σχεδόν όλες οι τουριστικές περιοχές της χώρας, όπου υποβαθμίζεται τόσο η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, όσο και η ποιότητα ζωής των μονίμων κατοίκων αυτών των περιοχών. Μικρότερης κλίμακας αλλά οξυμένα προβλήματα θορύβου προέρχονται από ειδικές δραστηριότητες και από μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Οι ζώνες ειδικού περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, όσον αφορά στον θόρυβο, είναι όλες οι αστικές περιοχές της χώρας, αλλά κυρίως η περιοχή της Αθήνας, που είναι συγκεντρωμένο περίπου το 40% του πληθυσμού, το 35% της βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας και το 70% των υπηρεσιών της Ελλάδος. Είναι γεγονός πως το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας εμφανίζει υψηλή πυκνότητα κατοίκησης σε γερασμένα ως επί το πλείστο κτίρια χωρίς ηχομόνωση, κυκλοφοριακή συμφόρηση (λόγω ανεπαρκούς οδικής υποδομής), έλλειψη χώρων στάθμευσης κλπ [1], [2].

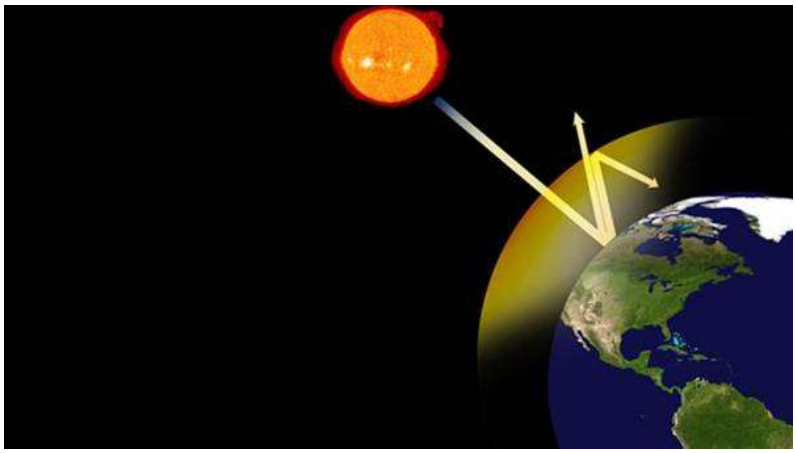
2º Κεφάλαιο - Περιβαλλοντικό και Ενεργειακό Αποτύπωμα

2.1 Το Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Φαινόμενο του θερμοκηπίου ή θερμοκηπικό φαινόμενο ονομάζεται η φυσική ατμοσφαιρική διαδικασία η οποία καθιστά τον πλανήτη φιλόξενο για ζωή. Ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό, αστρολόγο και φυσικό Ζοζέφ Φουριέ το 1824, ενώ διερευνήθηκε συστηματικά από τον Σουηδό φυσικό και χημικό Svante Arhenius το 1896. Ο Svante Arhenius, βρήκε ότι η μέση θερμοκρασία της γης είναι περίπου 15º C, λόγω της υπέρυθρης ικανότητας της απορρόφησης των υδρατμών και του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2). Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου η θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν ψυχρή, δηλαδή στους -20 º C περίπου αντί για 15ºC, πράγμα απαγορευτικό για την ανάπτυξη της ζωής. Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας της Αφροδίτης είναι στους 450 º C, ενώ στον Άρη είναι στους -53 º C. Για να είναι βιώσιμος ένας πλανήτης δεν παίζει ρόλο η θέση του πλανήτη στο ηλιακό σύστημα, αλλά η ατμόσφαιρα του πλανήτη [4], [5].

Τα αέρια που καθορίζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλλουν στην θερμότητα και διαμορφώνουν ανεκτά επίπεδα θερμοκρασίας στον πλανήτη Γη, ώστε να είναι βιώσιμος για όλα τα έμβια όντα. Σε απόσταση 25 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της γης, υπάρχει ένα λεπτό σχηματιζόμενο διαχωριστικό στρώμα, αποτελούμενο από τα βασικότερα θερμοκηπικά αέρια, τους υδρατμούς, που είναι από τα πιο σημαντικά αέρια διότι σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχει σε αφθονία αν και ποικίλει από 0 έως 3 %, το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το όζον και οι χλωροφθοράνθρακες. Τα οποία αποτελούν το 99,5% όλων των αερίων στην γη. Το στρώμα αυτό δρα όπως το γυαλί ενός θερμοκηπίου χλωρίδας, για αυτό και πήρε την ονομασία Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, το οποίο επιτρέπει τις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου (ακτινοβολία βραχέων κυμάτων) να εισέλθουν στην επιφάνεια της γης, αλλά παράλληλα εγκλωβίζει την εκπεμπόμενη ακτινοβολία του εδάφους αλλά και των επιφανειακών υλικών. Ένα ποσοστό της ακτινοβολίας

απορροφάται από τα μόρια όζοντος του νερού, ενώ το υπόλοιπο, αφού φθάσει στο έδαφος, θερμαίνεται και επανεκπέμπεται ως υπέρυθρη ακτινοβολία. Το 30% περίπου της εισερχόμενης ακτινοβολίας ανακλάται από τα σύννεφα και το έδαφος πίσω στο διάστημα, το 20% απορροφάται από την ατμόσφαιρα και το υπόλοιπο μισό απορροφάται από την επιφάνεια της γης, την οποία και θερμαίνει [4], [5]..



Σχήμα 2. 1 - Φαινόμενο Θερμοκηπίου

Περισσότερο από ένα αιώνα χρειάστηκε για να συνειδητοποιήσουν οι επιστήμονες ότι οι συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών αερίων μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά το κλίμα της γης μέσω αυτής της διαδικασίας. Την δεκαετία του 1950 αποδείχτηκε πως το διοξείδιο του άνθρακα έχει διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα περίπου 10 χρόνια. Το 1958 ο Charles Kelling χρησιμοποίησε τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες της εποχής για την μέτρηση των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα στην Ανταρτική και Mauna Loa. Από το 1940 μέχρι και το 1970 υπάρχει πτώση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, ενώ από τα τέλη του 1980 η θερμοκρασία αυξάνεται απότομα. Ο Stephen Schneider, ένας από τους κορυφαίους εμπειρογνώμονες του θερμοκηπίου, είχε προβλέψει πρώτος την υπερθέρμανση του πλανήτη από το 1976. Αργότερα ασχολήθηκαν επιστήμονες της Αμερικάνικης Εθνικής Υπηρεσίας Ωκεανών και Ατμόσφαιρας (NOAA), αλλά και της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), που ιδρύθηκε από τα Ηνωμένα Έθνη το 1988, στην οποία δόθηκε ο ορισμός της θεωρίας του φαινομένου του θερμοκηπίου. Την δεκαετία του 1990 κάποιοι

επιστήμονες αμφισβήτησαν την θεωρία αυτή λόγω σημαντικών αβεβαιοτήτων στο σύνολο των δεδομένων του μοντέλου [4], [5]..

Η συνεχόμενη αύξηση της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων, οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ανθρώπινη δραστηριότητα (γεωλογικές, φυσικοχημικές, βιολογικές και πολιτισμικές δραστηριότητες). Η αύξηση αυτών των αερίων και η ύπαρξη ανισορροπίας μεταξύ της εισερχόμενης και εξερχόμενης ακτινοβολίας ενδέχεται να οδηγήσει σε αλλαγή του κλίματος [4], [5]..

Ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζεται η μεγαλύτερη απορρόφηση της ακτινοβολίας και η λιγότερη ενίσχυση της στον χώρο, με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται ο πλανήτης. Η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου λέγεται και αλλιώς ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς είναι υπεύθυνη για αυτό η ανθρώπινη δραστηριότητα. Συγκεκριμένα, η αύξηση των αερίων και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται στην καύση ορυκτών καυσίμων, στις εδαφικές αλλαγές που συντελούνται εξαιτίας της καταστροφής των δασών, στην ανάπτυξη της γεωργίας, καθώς και στους βιομηχανικούς ρύπους, στους ρύπους των οχημάτων, των κεντρικών θερμάνσεων κλπ [4], [5]..

2.1.1 Προβλέψεις πιθανών αλλαγών του κλίματος και οι ενδεχόμενες επιπτώσεις

Η αξιολόγηση της πρόβλεψης για την αλλαγή του κλίματος μέσα από διάφορους παράγοντες που καταχωρούνται στο κλιματιστικό μοντέλο, μας δίνει εκτιμήσεις για τις αναμενόμενες αλλαγές σε θερμοκρασία, βροχόπτωση κλπ. Με βάση το μοντέλο αυτό υπολογίζεται ενδεικτικά για την περίοδο 2000 – 2100, ότι οι πιθανές κλιματικές αλλαγές που αφορούν την βιοποικιλότητα, τα οικοσυστήματα, την υγεία, την γεωργία και στον σχεδιασμό βιομηχανικών και αστικών υποδομών. Αυτές οι κλιματικές αλλαγές είναι οι εξής:

- Υψηλότερες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες, πιο ζεστές ημέρες με καύσωνες σε όλο τον πλανήτη, με λιγότερες κρύες μέρες και παγετώνες
- Έντονες βροχοπτώσεις

- Αυξημένες καλοκαιρινές ξηρασίες σε ηπειρωτικές περιοχές με μεσαία γεωγραφικά πλάτη
- Έντονες ξηρασίες και πλημμύρες σε πολλές περιοχές
- Αύξηση μεταβλητότητας στις βροχοπτώσεις των ασιατικών μουσώνων
- Αύξηση στις μέγιστες ταχύτητες, στις μέσες και μέγιστες βροχοπτώσεις στους τροπικούς κυκλώνες
- Εντονότερες καταιγίδες στις περιοχές μέσου γεωγραφικού πλάτους

Οι επιπτώσεις των παραπάνω κλιματικών αλλαγών είναι οι εξής:

- Αυξημένες περιπτώσεις θανάτων και ασθενειών σε μεγάλες ηλικίες και αστέγους, αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρισμού λόγω ζήτησης ενέργειας για ψύξη, αλλαγές σε τουριστικούς προορισμούς, κίνδυνοι σε καλλιέργειες, έντονες επιδράσεις σε ζιζάνια και παράσιτα
- Αύξηση των πιθανοτήτων για πλημμύρες – κατολισθήσεις – χιονοστιβάδες, εδαφική διάβρωση, επαναπλήρωση των υδροφόρων λόγω μεγάλης απορροής, αυξημένες πιέσεις σε ασφαλτικά δίκτυα
- Μείωση απόδοσης καλλιεργειών, φθορές στα κτίρια λόγω συρρίκνωσης εδάφους, υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, αύξηση των πυρκαγιών, μειωμένη ικανότητα της παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας
- Μείωση παραγωγής των καλλιεργειών και των βοσκοτόπων
- Εντονότερη ξηρασία και πλημμύρες σε περιοχές τροπικής Ασίας και εύκρατες ζώνες
- Απώλεια των ζωών, επιδημίες μολυσματικών ασθενειών, αύξηση της παράκτιας διάβρωσης και φθορές σε παράκτια κτίρια, φθορές σε παράκτια οικοσυστήματα όπως κοραλλιογενείς υφάλους και μακρόβια βάση
- Απώλειες των ανθρωπίνων ζώων και αύξηση κινδύνων για την υγεία, καταστροφές σε υποδομές και ιδιωτικές περιουσίες

Μέχρι στιγμής δεν έχουν ληφθεί πολυάριθμα μέτρα για την πρόβλεψη και επίλυση του προβλήματος της αλλαγής του κλίματος. Η κλιματική αλλαγή είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα που είναι δύσκολο να επιλυθεί από μεμονωμένες χώρες. Ως εκ τούτου, το 1998 στο Κιότο της Ιαπωνίας, ήταν

αντικείμενο διαπραγμάτευσης [4], [5]. .

2.2 Πρωτόκολλο του Κιότο

Ήδη από την δεκαετία του 1980, οι κυβερνήσεις συνειδητοποίησαν το μέγεθος του προβλήματος και την ανάγκη να λάβουν κάποια σχετικά μέτρα. Έτσι, η συνεργασία διεθνώς κρίθηκε αναγκαία, εφόσον όλες οι χώρες συνέβαλαν στις εκπομπές αερίων και όλες υφίσταντο τις συνέπειες. Το 1992 οι κυβερνήσεις υιοθέτησαν την Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή [4], [5]..

Η Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention On Climate Change – UNFCCC or FCCCC) είναι μια διεθνής, διακυβερνητική συνθήκη που έχει αναπτυχθεί για την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής στα πλαίσια του ΟΗΕ. Η διαπραγμάτευση της σύμβασης δημιουργήθηκε την περίοδο (Φεβρουάριο 1991 με Μάιο 1992) και υπογράφηκε τον Ιούνιο του 1992 από την Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (United Nations Conference On Environment And Development - UNCED), γνωστή ως την Σύνοδο Κορυφής του Ρίο [4], [5]..

Ο στόχος της συνθήκες είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα, τα οποία αποτρέπουν την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλιματικό σύστημα. Επίσης, να γίνει ομαλοποίηση και προσαρμογή ολόκληρου του οικοσυστήματος στην κλιματική αλλαγή και προσφορά βοήθειας σε φτωχότερες χώρες για την αντιμετώπιση του προβλήματος, καθώς και επεξεργασία στρατηγικών για την αλλαγή του κλίματος. Η UNFCCC τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου 1994. Μέχρι τον Αύγουστο του 2009 είχε επικυρωθεί από 193 χώρες. Τα Συμβαλλόμενα Μέρη της σύμβασης έχουν τακτικές συναντήσεις – γνωστές ως Διάσκεψη των Μερών (COP), με στόχο την αξιολόγηση της προόδου σχετικά με την εκπλήρωση των υποχρεώσεων τους, καθώς και την εξέταση των μελλοντικών δράσεων της κλιματικής αλλαγής [4], [5]..

Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι μια διεθνής συμφωνία που συνδέεται με

την UNFCCC. Η κύρια διαφορά μεταξύ του πρωτοκόλλου και της σύμβασης είναι ότι, ενώ η Σύμβαση ενθαρρύνει τις χώρες για την σταθεροποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, το πρωτόκολλο δεσμεύει νομικά τις χώρες μέλη να το πράξουν [4], [5]..

Οι όροι της συμφωνίας των κρατών είναι να τεθεί το Πρωτόκολλο σε ισχύ εάν έχει επικυρωθεί από το 55% των συμβαλλόμενων μερών της UNFCCC. Η πλειοψηφία των μερών συμπεριλαμβανομένου του Καναδά, της Ιαπωνίας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης επικύρωσαν την συνθήκη. Τελικά συναντήθηκαν τον Νοέμβριο του 2004, όταν η Ρωσική Ομοσπονδία επικύρωσε το πρωτόκολλο. Έτσι το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005 [4], [5]..

Συμμετέχουν 191 χώρες που αντιπροσωπεύουν περίπου το 65% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από το 1990. Όλα τα μέλη του ΟΗΕ (εκτός Ανδόρας, Καναδά, Νότιο Σουδάν και ΗΠΑ) είναι συμβαλλόμενα μέρη του Πρωτοκόλλου. Οι ΗΠΑ, μια σημαντική πηγή εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, απέρριψε την Συνθήκη το 2001. Το ίδιο και ο Καναδάς που αποσύρθηκε το 2001 [4], [5]..

2.2.1 Το πρωτόκολλο του Κιότο στην Ευρώπη και στην Ελλάδα

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα σύνθετο πρόβλημα που αλληλοεπιδρά με πολλές εκφάνσεις της ανθρώπινης και φυσικής ύπαρξης. Επηρεάζει ή επηρεάζεται από παγκόσμια ζητήματα, συμπεριλαμβανομένων της φτώχειας, της αειφόρου ανάπτυξης, της διαχείρισης πόρων. Δεν είναι περίεργο λοιπόν, ότι οι λύσεις προτείνονται από όλους τους κλάδους και τους τομείς της έρευνας και της ανάπτυξης [4], [5]..

Στην καρδιά της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, όμως βρίσκεται η ανάγκη για την μείωση των εκπομπών. Το 2010, οι κυβερνήσεις συμφώνησαν ότι οι εκπομπές πρέπει να μειωθούν έτσι ώστε η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας να περιορίζεται σε κάτω από 2°C.

Το βασικό χαρακτηριστικό του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι ότι θέτει δεσμευτικούς στόχους για πολλές ανεπτυγμένες χώρες, αναφορικά με την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η πρώτη περίοδος δέσμευσης ίσχυε από το 2008 έως το 2012 και η δεύτερη περίοδος

δέσμευσης από το 2013 έως το 2020. Το πρωτόκολλο τροποποιήθηκε το 2012 για την εφαρμογή της δεύτερης δέσμευσης και τέθηκε σε νομική ισχύ τον Ιανουάριο του 2013 για 37 χώρε μέλη της ΕΕ. Αυτά ανέρχονται κατά μέσο όρο στο 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 κατά την διάρκεια της πενταετούς περιόδου 2008 – 2012. Οι δέκα χώρες που προσχώρησαν στην ΕΕ, στις 1 Μαΐου 2003, έχουν ατομικούς στόχους στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου, με εξαίρεση την Κύπρο και την Μάλτα, για τις οποίες δεν έχουν καθοριστεί στόχοι [4], [5]..

Τον Μάρτιο του 2000, αναπτύχθηκε από την ΕΕ το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος (European Climate Change Program - ECCP) και μαζί με εκπροσώπους βιομηχανιών και περιβαλλοντικών ενώσεων κατέληξαν σε 42 μέτρα που θα συμβάλλουν στον περιορισμό των αερίων φαινομένου θερμοκηπίου με τρόπο αποδοτικό από πλευράς κόστους. Τα μέτρα αφορούν στην βελτίωση της απόδοσης από πλευράς καυσίμων των οχημάτων, στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, στην αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στον συνδυασμό παραγωγής θέρμανσης και ηλεκτρικής ενέργειας, στην μείωση φθοριούχων θερμοκηπιακών αερίων στα συστήματα κλιματισμού, στον περιορισμό του μεθανίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής, στην διερεύνηση εκστρατειών ευαισθητοποίησης και στην ενίσχυση έρευνας και τεχνολογιών.

Η Ελλάδα υπέγραψε την σύμβαση τον Απρίλιο του 1998, παράλληλα με τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη της ΕΕ και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Όλα τα Κράτη Μέλη της ΕΕ, επικύρωσαν το πρωτόκολλο τον Μάιο του 2002. Η Ελλάδα το επικύρωσε, βάσει του νόμου 3017/2002 (ΦΕΚ Α’117). Σύμφωνα με το πρωτόκολλο, η ΕΕ και τα Κράτη Μέλη της έχουν υποχρέωση μείωσης των εκπομπών κατά 8% κατά την περίοδο 2008 – 2012 σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους βάσης (1990). Βάσει του άρθρου 4 του Πρωτοκόλλου, στο Συμβούλιο των Υπουργών Περιβάλλοντος της ΕΕ της 4ης Μαρτίου 2002, επετεύχθη συμφωνία για την έγκριση του ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας του Πρωτοκόλλου του Κιότο, της Σύμβασης – Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών όσον αφορά την αλλαγή του κλίματος και την από κοινού ανταπόκριση στις αντιστοίχως αναλαμβανόμενες υποχρεώσεις. Η Ελλάδα σύμφωνα με την απόφαση αυτή, δεσμεύεται να περιορίσει την αύξηση των

εκπομπών της στο +25% για το διάστημα 2008 – 2012, προκειμένου να συνεισφέρει στο κοινό στόχο της ΕΕ για μείωση 8% των εκπομπών της για το ίδιο διάστημα. Για να ανταποκριθεί στην δέσμευση της αυτή, η χώρα μας εκπόνησε το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου για την περίοδο 2000 – 2010 [4], [5]..

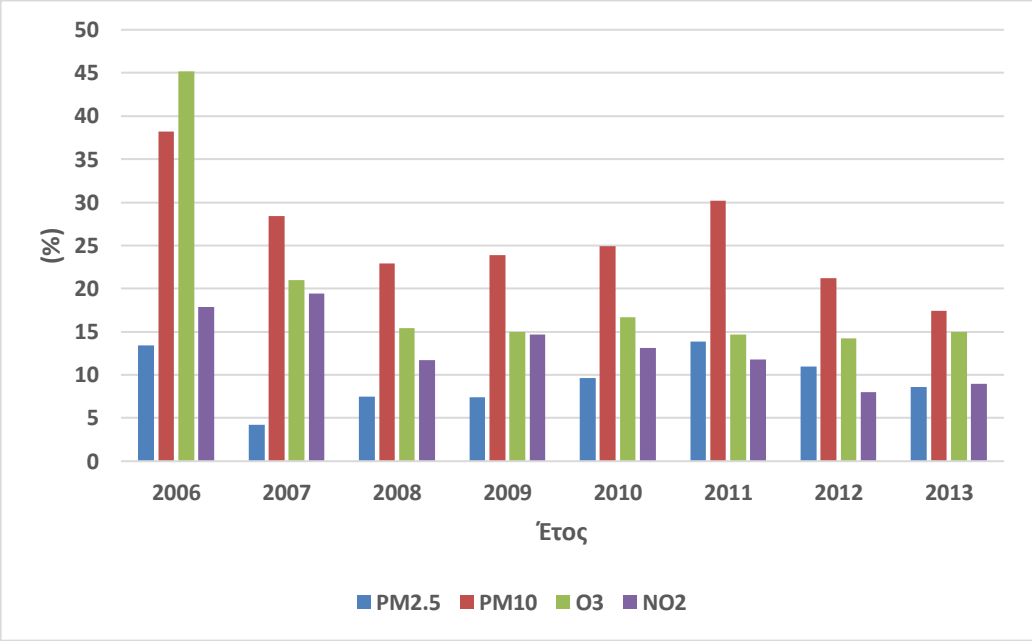
Το σύστημα εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (Emission Trading) ξεκίνησε την 1η Ιανουαρίου 2005 και αποτελεί μηχανισμό που καθιερώθηκε στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο, με σκοπό την λήψη μέτρων μείωσης εκπομπών αερίων. Σύμφωνα με την λειτουργία του συστήματος εμπορίας, οι βιομηχανικές μονάδες, όπου οι εκπομπές υπερβαίνουν τα επιτρεπτά όρια. Στις μονάδες που υπερβαίνουν τα όρια και δεν καλύπτουνε το πλεόνασμα με αγορά δικαιωμάτων θα επιβάλλονται κυρώσεις. Στόχος του συστήματος είναι να δοθεί χρηματοοικονομικό κίνητρο για τον περιορισμό εκπομπών. Στην ΕΕ το σύστημα κατοχυρώνεται με την Οδηγία 2003/87/ΕΚ και με τις οδηγίες πράξεων τροποποίησης έως σήμερα 2004/101/ΕΚ, 2008/101/ΕΚ, 2009/29/ΕΚ, 219/2009. Στην Ελλάδα, η οδηγία της ΕΕ ενσωματώθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση ΚΥΑ 54409/2632/2004 (ΦΕΚ 1931Β') [4], [5].

2.2.2 Πρότυπα ποιότητας του αέρα στην Ευρώπη

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι αποτέλεσμα της εκπομπής στην ατμόσφαιρα αερίων σωματιδίων σκόνης και καπνού και είναι επιβλαβής για τους ανθρώπους, τις υποδομές και το περιβάλλον. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) χαρακτηρίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση τον σοβαρότερο περιβαλλοντικό κίνδυνο για την υγεία στην Ευρώπη. Στην ΕΕ, η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί περισσότερους από 1000 πρόωρους θανάτους κατά μέσο όρο κάθε μέρα, αριθμός ο οποίος είναι υπερδεκαπλάσιος των θυμάτων τροχαίου ατυχημάτων. Το παρακάτω γράφημα δείχνει ότι η απώλεια ετών υγιούς ζωής σε μερικά κράτη μέλη της ΕΕ είναι παρόμοια με εκείνη χωρών οι οποίες συνδέονται συχνά με κακή ποιότητα του αέρα, όπως η Κίνα και η Ινδία. Το 2013 η Ευρωπαϊκή Ένωση εκτίμησε ότι το συνολικό εξωτερικό κόστος που συνεπάγεται η ατμοσφαιρική ρύπανση σε ότι αφορά τις επιπτώσεις στην υγεία κυμαίνεται

από 330 έως 940 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως [4], [5].

Ο ΠΟΥ προσδιορίζει τα αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ), το διοξείδιο του αζώτου (NO_2), το διοξείδιο του θείου (SO_2) και το τροποσφαιρικό όζον (O_3) ως τους πιο επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία ατμοσφαιρικούς ρύπους. Κατά τον ΕΟΠ, το 2014 τα λεπτά σωματίδια ($ΑΣ_{2,5}$) προκάλεσαν περίπου 400.000 πρόωρους θανάτους πολιτών της ΕΕ, το NO_2 προκάλεσε 75.000 πρόωρους θανάτους και το O_3 προκάλεσε 13.600 πρόωρους θανάτους [4], [5].



Σχήμα 2. 2- Ποσοστό του πληθυσμού της Ευρώπης που εκτίθεται σε ρύπους που υπερβαίνουν τα ρυθμιζόμενα ανώτατα όρια [6]

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ), το 2015 περίπου το ένα τέταρτο των Ευρωπαίων που ζουν σε αστικές περιοχές εξετέθη σε επίπεδα ατμοσφαιρικών ρύπων τα οποία υπερβαίνουν μερικά πρότυπα ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα της ΕΕ και έως 96% των πολιτών της ΕΕ που ζουν σε αστικές περιοχές εξετέθη σε επίπεδα ατμοσφαιρικών ρύπων τα οποία ο ΠΟΥ θεωρεί επιβλαβή για την υγεία. Η ατμοσφαιρική ρύπανση τείνει να πλήττει περισσότερο τους κατοίκους των πόλεων από ότι τους κατοίκους αγροτικών περιοχών, και η εξήγηση για αυτό είναι η πυκνότητα του πληθυσμού των πόλεων συντείνει στο να εκλύονται ατμοσφαιρικοί ρύποι σε μεγαλύτερη κλίμακα (π.χ. από οδικές μεταφορές)

και η διασπορά είναι πιο δύσκολη στις πόλεις από ότι στην ύπαιθρο [4], [5].

2.2.3 Κύριοι ατμοσφαιρικοί ρύποι

Τα αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ) απαρτίζονται από στερεά και υγρά σωματίδια αιωρούμενα στον αέρα. Αυτά περιλαμβάνουν ευρύ φάσμα ουσιών, από θαλάσσιο αλάτι και γύρη έως και καρκινογόνες για τον άνθρωπο ουσίες, όπως βενζοπυρένιο και μαύρο άνθρακα. Τα ΑΣ κατατάσσονται σε $ΑΣ_{10}$ (αδρά σωματίδια) και $ΑΣ_{2,5}$ (λεπτά σωματίδια), ανάλογα με το μέγεθος τους. Στις περιοχές της Ευρώπης στις οποίες για οικιακή θέρμανση χρησιμοποιούνται ακόμα συχνά στερεά καύσιμα, οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων (ιδίως ΑΣ) τείνουν να αυξάνονται όταν οι χειμώνες είναι πιο δριμείς [4], [5].

Το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) είναι τοξικό αέριο καφεκόκκινου χρώματος και ένα από τα οξείδια του αζώτου (NO_x).

Το διοξείδιο του θείου (SO_2) είναι ένα τοξικό άχρωμο αέριο με έντονη οσμή και ένα από τα οξείδια του θείου (SO_x).

Το τροποσφαιρικό όζον (O_3) είναι ένα άχρωμο αέριο, το οποίο σχηματίζεται σε στιβάδα της ατμόσφαιρας κοντά στο έδαφος από την χημική αντίδραση ρύπων, όπως πτητικών οργανικών ενώσεων (ΠΟΕ) και NO_x, παρουσία ηλιακού φωτός [4], [5].

Πίνακας 2. 1 - Πρότυπα της ΕΕ για τον αέρα και κατευθυντήριες γραμμές του ΠΟΥ [7]

Ρύπος	**Περίοδος**	**Κατευθυντήριες γραμμές ΠΟΥ μg/m^3**	**Οριακές τιμές οδηγίας ΠΑΑ της ΕΕ μg/m^3**	**Αριθμός φορών ετησίως επιτρεπόμενης υπέρβασης των προτύπων της ΕΕ**
NO_2	1 έτος	40	40	
	1 ώρα	200	200	18
O_3	8 ώρες	100	120	25
$ΑΣ_{10}$	1 έτος	20	40	
	24 ώρες	50	50	35

Πίνακας 2. 2 - ...Συνέχεια [7]

Ρύπος	Περίοδος	Κατευθυντήριες γραμμές ΠΟΥ μg/m^3	Οριακές τιμές οδηγίας ΠΑΑ της ΕΕ μg/m^3	Αριθμός φορών ετησίως επιτρεπόμενης υπέρβασης των προτύπων της ΕΕ
$AΣ_{2,5}$	1 έτος	10	25	
	24 ώρες	25		
SO_2	24 ώρες	20	125	3
	1 ώρα		350	24
	10 λεπτά	500		

2.3 Οικολογικό αποτύπωμα

Η έννοια οικολογικό αποτύπωμα (Ecological Footprint) δημιουργήθηκε από τον καθηγητή του Βρετανικού Πανεπιστημίου Κολούμπια και διευθυντή της σχολής Κοινότητας και Χωροταξίας (SCARP) William Rees. Τον ενέπνευσε ένας τεχνικός ηλεκτρονικών υπολογιστών που χαρακτήρισε τον νέο του υπολογιστή ως ένα μικρό αποτύπωμα στο γραφείο. Ο William Rees είναι και συνδημιουργός της μεθόδου του οικολογικού αποτυπώματος με τον Ελβετό, διδακτορικό του φοιτητή, ονόματι Mathis Wackenrangel εν έτει 1990 – 1994, ο οποίος σήμερα είναι διευθυντής του Παγκοσμίου Δικτύου Αποτυπώματος (Global Footprint Network). Πρόκειται για μια ανεξάρτητη μη κερδοσκοπική οργάνωση που ιδρύθηκε το 2003, με 40 συνεργαζόμενους εταίρους σε όλο τον κόσμο και αποσκοπεί στην δημιουργία και προώθηση εργαλείων βιωσιμότητας και στην λήψη αποφάσεων για τα οικολογικά όρια.

Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα εργαλείο μέτρησης και υπολογισμού των επιπτώσεων που έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα στο οικοσύστημα του πλανήτη Γη. Πρόκειται για την οικολογική φέρουσα ικανότητα (Biocapacity) του πλανήτη μας να αναγεννά και να παράγει την αναγκαία παραγωγική γη και θαλάσσια περιοχή ώστε να παρέχονται τα αγαθά και οι υπηρεσίες που απαιτούνται για τον ανθρώπινο πληθυσμό μιας πόλης ή χώρας ώστε να μπορεί να καταναλώνει, συμπεριλαμβανομένης και της αφομοίωσης των απορριμμάτων και των ρύπων. Μονάδα μέτρησης του είναι

το εκτάριο που ισούται με δέκα στρέμματα (W.Rees, M.Wackenrangel) [4], [5].

Σχήμα 2. 3 - Αναπαράσταση οικολογικού αποτυπώματος [8]

Υπάρχει και μια άλλη εκδοχή της έννοιας του οικολογικού αποτυπώματος σε σχέση με τα σημερινά αναπτυσσόμενα κοινωνικοοικονομικά κριτήρια. Σύμφωνα με αυτή ορίζεται ως ένα λογιστικό πλαίσιο για την μέτρηση των ζητούμενων πόρων του ανθρώπου στην βιόσφαιρα. Η ανθρώπινη οικονομία είναι ενσωματωμένη στην βιόσφαιρα του πλανήτη και εξαρτάται από τις οικολογικές υπηρεσίες του. Τα φυσικά προϊόντα και οι υπηρεσίες που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος έχουν επιπτώσεις στην γη. Δεδομένου όμως ότι η γη έχει την ικανότητα να ανανεώνει τα αγαθά της, μπορεί να αντιμετωπιστεί η ανθρώπινη ζήτηση, όσο ακόμα η ζήτηση είναι η αντίστοιχη της αναγεννητικής ικανότητας της βιόσφαιρας [4], [5].

Η πιο πρόσφατη εκδοχή ορίζει ως οικολογικό αποτύπωμα το δείκτη παρακολούθησης των απαιτήσεων της ανθρωπότητας στην βιόσφαιρα, συγκρίνοντας την κατανάλωση των ανθρώπων ενάντια στην αναγεννητική ικανότητα της γης ή βιολογική ικανότητα του πλανήτη. Ο δείκτης υπολογίζει :

1) Την περιοχή που απαιτείται για την παραγωγή των πόρων που καταναλώνουν οι άνθρωποι

2) Την περιοχή που καταλαμβάνουν οι υποδομές
3) Την απαιτούμενη περιοχή της δασικής έκτασης, ώστε να απομονώνεται το διοξείδιο του άνθρακα (CO2) και να μην απορροφάται από τον ωκεανό

Η έννοια του οικολογικού αποτυπώματος, είναι η πιο σημαντική σύλληψη στον χώρο της οικολογίας σήμερα, με απεριόριστες δυνατότητες από παιδαγωγική και πρακτική άποψη. Ως βιολογική ικανότητα (Biocapacity), ορίζεται η ικανότητα της φύσης να παράγει ανανεώσιμους πόρους και να απορροφά τα απόβλητα [4], [5].

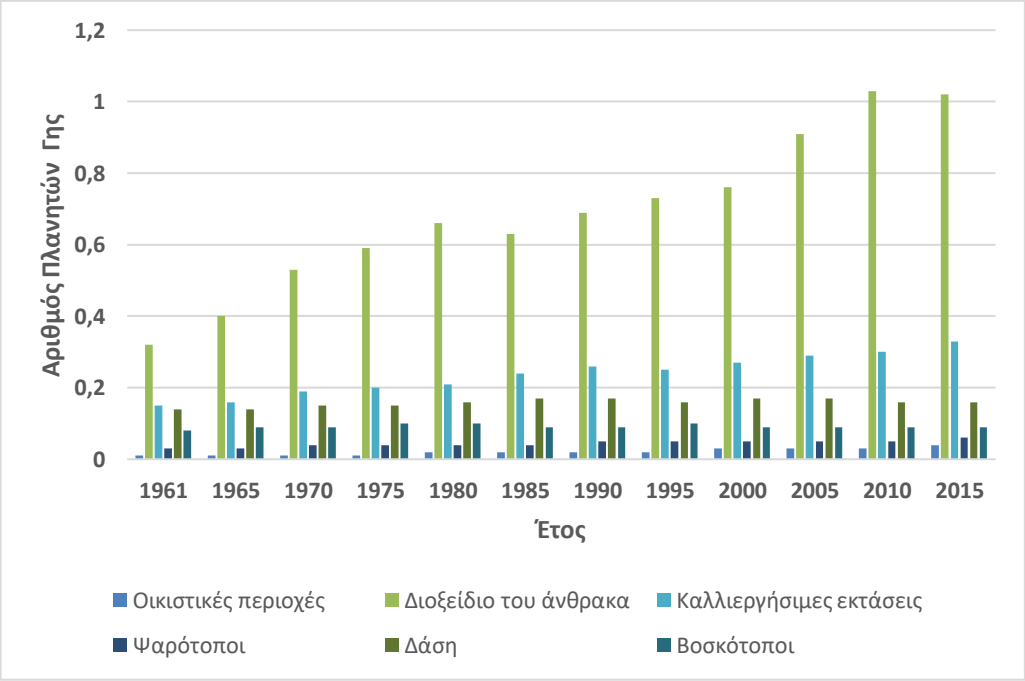
Οι μετρήσεις του οικολογικού αποτυπώματος και της βιολογικής ικανότητας βασίζονται σε έξι θεμελιώδεις παραδοχές :

- Να μπορεί να παρακολουθείται η πλειοψηφία των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, οι πόροι και τα απόβλητα που παράγουν
- Να γίνεται μέτρηση των πόρων και των αποβλήτων σε σχέση με την παραγωγικότητα της περιοχής που τα διατηρεί
- Με την κλιμάκωση της κάθε περιοχής σε αναλογία με την βιολογική παραγωγικότητα, διαφορετικές περιοχές να μπορούν να μετρηθούν με κοινή μονάδα μέτρησης (το ονομαζόμενο παγκόσμιο εκτάριο)
- Επειδή το παγκόσμιο εκτάριο ζήτησης αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη χρήση του αποτυπώματος και όλα τα παγκόσμια εκτάρια σε συγκεκριμένο έτος αντιπροσωπεύουν την ίδια ποσότητα βιολογικής παραγωγικότητας, να μπορούν να αθροίζονται. Μαζί να παρουσιάζουν την συνολική ζήτηση ή το οικολογικό αποτύπωμα. Με τον ίδιο τρόπο και για την βιολογική ανάγκη, κάθε εκτάριο παραγωγικής περιοχές να κλιμακώνεται ανάλογα με την βιολογική παραγωγικότητα και στην συνέχεια να αθροίζεται συνολικά
- Καθώς και τα δύο μέτρα εκφράζονται σε εκτάρια, οι ανθρώπινες ανάγκες μπορεί να είναι άμεσα συγκρίσιμες σε παγκόσμιο, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο της βιολογικής ικανότητας
- Τέλος, όταν οι ανάγκες της ζήτησης σε συγκεκριμένο οικοσύστημα υπερβαίνουν την αναγεννητική ικανότητα, τότε αναφερόμαστε σε υπέρβαση

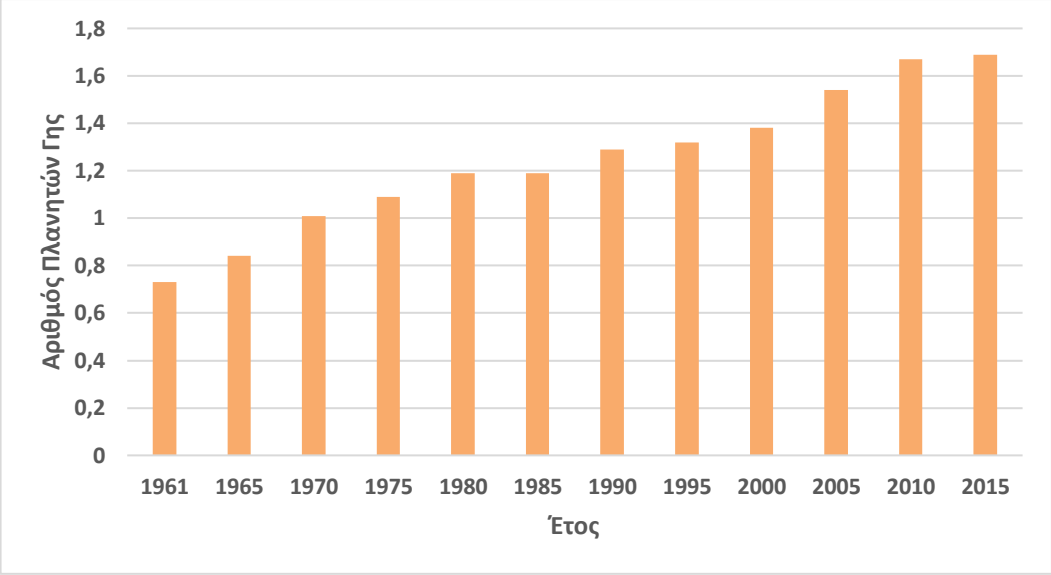
Αν και η λειτουργία των πόλεων γεωγραφικώς βρίσκεται σε διακριτές

θέσεις, το μέρος της γης που καταλαμβάνεται από τους κατοίκους βρίσκεται πολύ πέρα από τα γεωγραφικά όρια τους. Η συνολική έκταση της γης που απαιτείται για την διατήρηση μιας αστικής περιοχής (το οικολογικό αποτύπωμα της), είναι τουλάχιστον μια τάξη μεγέθους μεγαλύτερη από αυτή που περιέχεται εντός δημοτικών ορίων ή της σχετικής οριοθετημένης έκτασης. Επειδή οι άνθρωποι καταναλώνουν τους πόρους από όλο τον κόσμο μέσω του εμπορίου και των φυσικών ροών των αγαθών και παροχών, το οικολογικό αποτύπωμα είναι το άθροισμα αυτών των περιοχών. Η ανάγκη αυτή δημιουργεί εξαρτήσεις που μπορεί να μην είναι οικολογικά ή γεωπολιτικά σταθερές ή ασφαλείς [4], [5].

Η γη έχει πεπερασμένο εμβαδόν και έτσι το άθροισμα όλων των οικολογικών αποτυπωμάτων θα πρέπει να είναι μικρότερο από την συνολική επιφάνεια του πλανήτη. Από μελέτη που έγινε το 2008 από την WWF, παρατηρείται υπέρβαση της υγιούς βιοποικιλότητας του πλανήτη από την δεκαετία του 70 και μετά. Μέχρι σήμερα το οικολογικό αποτύπωμα της γης αντιστοιχεί σε 1,5 πλανήτη, πράγμα που σημαίνει ότι οι υπηρεσίες και τα αγαθά που χρησιμοποιούν τα ανθρώπινα όντα είναι κατά 50% περισσότερα από την ημερήσια παραγωγή της γης. Με άλλα λόγια η γη χρειάζεται 1,5 χρόνο να παράγει ότι εμείς καταναλώνουμε σε ένα μόνο έτος [4], [5].



Σχήμα 2. 4 - Παγκόσμιο Οικολογικό Αποτύπωμα ανά τύπο χρήσης [9]



Σχήμα 2. 5 - Αναπαράσταση Παγκόσμιου Οικολογικού Αποτυπώματος [9]

Υπολογίζεται ότι η ικανότητα της γης να παράγει τα φυσικά αποθέματα που χρειάζεται ένας ανθρώπινος οργανισμός για να ζήσει είναι 18 στρέμματα γης (ή 1,8 εκτάρια ανά άτομο). Το αποτέλεσμα αυτό υπολογίζεται απλά αν διαιρέσουμε την παγκόσμια παραγωγική έκταση του πλανήτη που ισούται με 12 δισεκατομμύρια στρέμματα, με τον παγκόσμιο πληθυσμό ο οποίος σήμερα ανέρχεται σε 6,92 δισεκατομμύρια και έχει ως αποτέλεσμα να αλλάζει το οικολογικό αποτύπωμα. Αυτό προϋποθέτει ότι η υπολογίσιμη γη δεν προορίζεται για άλλα είδη που κατοικούν στον πλανήτη, παρά μόνο για τους ανθρώπους. Σήμερα το οικολογικό αποτύπωμα της ανθρωπότητας έχει φτάσει στα 18.2 δισεκατομμύρια στρέμματα (ή 2,7 εκτάρια ανά άτομο), που αφορούν στους πόρους και τις υπηρεσίες που καταναλώνουν [4], [5].

Η National Footprint Accounts (NFAs) παρακολουθεί τους πόρους για κάθε χώρα μεμονωμένα, οι οποίοι στο σύνολο τους δημιουργούν το οικολογικό αποτύπωμα κάθε χώρας. Είναι μια λογιστική ποσοτικοποίηση της ετήσιας προσφοράς (Βιολογική Ικανότητα) και ετήσιας ζήτησης (Οικολογικό Αποτύπωμα) μέσω αυτών των δύο μέτρων. Το μέτρο του οικολογικού αποτυπώματος αναφέρεται ως μέτρο της ζήτησης των πληθυσμών για προϊόντα και δραστηριότητες στην βιόσφαιρα σε ένα δεδομένο χρονολογικό έτος, με δεδομένη την επικρατούσα τεχνολογία και την διαχείριση των πόρων του έτους. Το μέτρο της βιολογικής ικανότητας είναι το μέτρο της

παραγωγικής ποσότητας τόσο της χερσαίας όσο και της θαλάσσιας έκτασης μιας περιοχής, που διατίθεται για την παροχή υπηρεσιών που ο άνθρωπος καταναλώνει, δηλαδή ο οικολογικός μας προϋπολογισμός ή η αναγεννητική ικανότητα της φύσης. Οι πόροι των δύο αυτών μέτρων εκφράζονται σε αμοιβαίες αποκλειστικά μονάδες για μια περιοχή που παρέχονται αυτές οι υπηρεσίες του οικοσυστήματος σε ετήσια βάση. Οι πόροι χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Καλλιεργήσιμη γη
- Αλιεία
- Ξυλεία
- Βοσκοτόπια
- Δομημένη γη
- Ενέργεια (φαινόμενο του θερμοκηπίου)

2.3.1 Πόροι οικολογικού αποτυπώματος

Όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο τα βασικά στοιχεία που αποτελούν το οικολογικό αποτύπωμα είναι τα εξής:

- Η γεωργική γη
- Το αποτύπωμα του άνθρακα
- Τα βοσκοτόπια
- Τα δάση
- Οι αλιευτικές ζώνες
- Η γη που έχει καλυφθεί από ανθρώπινες κατασκευές

2.3.1.1 Γεωργική έκταση γης

Γεωργική έκταση θεωρείται η περιοχή γης που απαιτείται για την καλλιέργεια όλων των γεωργικών προϊόντων συμπεριλαμβανομένων των τροφών για ζώα, λάδι και καουτσούκ. Είναι ο τύπος γης με το μεγαλύτερο μέσο όρος βιολογικής παραγωγικότητας ανά εκτάριο. Από το 2003 υπάρχουν 1,5 δισεκατομμύρια εκτάρια καλλιεργήσιμης γης σε όλο τον κόσμο (Food and Agriculture Organization). Σύμφωνα με τον ίδιο οργανισμό η γεωργική γη καλύπτει το 38,4% της χερσαίας έκτασης του πλανήτη από το

2011. Τα μόνιμα βοσκοτόπια είναι το 68,4% του συνόλου της γεωργικής γης και το 26,3% της παγκόσμιας έκτασης, ενώ η καλλιεργήσιμη είναι το 28,4% του συνόλου της γεωργικής γης (10,9% της παγκόσμιας έκτασης) και οι μόνιμες καλλιέργειες (π.χ. αμπελώνες) είναι 3,1% (1,2% της παγκόσμιας έκτασης) [10], [11].

Ο υπολογισμός του αποτυπώματος των καλλιεργήσιμων εκτάσεων γίνεται με βάση τις ποσότητες παραγωγής των 164 διαφορετικών ειδών καλλιέργειας. Το αποτύπωμα του κάθε τύπου καλλιέργειας υπολογίζεται ως η περιοχή των καλλιεργουμένων εκτάσεων που θα απαιτούνταν για την παραγωγή σε παγκόσμιο όρο. Εξ ορισμού οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις, ως ενεργά διαχειριζόμενος τύπος χρήσης γης, έχουν απόδοση συγκομιδής ίση με την απόδοση της ανάπτυξης, και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατόν για το αποτύπωμα της παραγωγής να υπερβεί την βιολογική ικανότητα μέσα σε κάποια περιοχή [10], [11].

2.3.1.2 Βοσκότοποι

Για την εκτροφή των ζώων για την παραγωγή προϊόντων όπως το κρέας, τα δέρματα, το μαλλί και το γάλα χρειάζονται εκτάσεις γης για την βόσκηση. Παγκοσμίως υπάρχουν περίπου 3,5 δισεκατομμύρια εκτάρια φυσικών και ημιφυσικών λιβαδιών και βοσκοτόπων σύμφωνα με την Διεθνή Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας. Για τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος ενός προϊόντος ζωικού κεφαλαίου χρησιμοποιούνται διατροφικά προφίλ για να προσδιοριστεί το μίγμα των τροφών που καταναλώνονται από αυτό το ζωικό κεφάλαιο. Το ποσό των βοσκοτόπων που απαιτούνται από ένα προϊόν ζωικού κεφαλαίου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το ύψος του χόρτου βοσκής που απαιτείται για την κάλυψη των συνολικών αναγκών τροφοδοσίας του εν λόγω προϊόντος , μετά την αφαίρεση των άλλων πηγών τροφοδοσίας που χρησιμοποιούνται [10], [11].

2.3.1.3 Ιχθυοκαλλιέργειες

Για την συγκομιδή των ψαριών και άλλων θαλάσσιων προϊόντων απαιτούνται θαλάσσια αλιευτικά πεδία. Υπάρχει ένα αυξανόμενο χάσμα μεταξύ του διαθέσιμου ποσού ιχθύων και της ανθρώπινης ζήτησης. Αυτό

είναι το πρόβλημα που επιδεινώνεται καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται. Το 2005, η παγκόσμια κατά κεφαλή κατανάλωση ψαριών που συλλαμβάνονται από την άγρια αλιεία ήταν 14,4 κιλά, με επιπλέον 7,4 κιλά να συλλέγεται από τα ιχθυοτροφεία. Περισσότερο από το 95% των θαλάσσιων αλιευμάτων βρίσκεται στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, η οποία εκτός από δυσπρόσιτες περιοχές, είναι περίπου 1,9 δισεκατομμύρια εκτάρια. Οι θαλάσσιες περιοχές, εκτός της υφαλοκρηπίδας, εξαιρούνται επί του παρόντος από το οικολογικό αποτύπωμα. Τα εσωτερικά ύδατα αποτελούν επιπλέον 0,4 δισεκατομμύρια εκτάρια των διαθέσιμων αλιευτικών πεδίων [10], [11].

2.3.1.4 Δασικές εκτάσεις

Το αποτύπωμα των δασικών εκτάσεων υπολογίζει τις ετήσιες συγκομιδές ξυλείας για την προμήθεια των προϊόντων από ξύλο, όπως το χαρτί. /η συγκομιδή προϊόντων ξυλείας και καυσόξυλων απαιτεί φυσικά ή τεχνητά δάση. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας το 2007 υπήρχαν 3.940 εκατομμύρια εκτάρια δασικής έκτασης στο κόσμο. Η απόδοση παραγωγής που χρησιμοποιείται στο αποτύπωμα δασικών εκτάσεων είναι η καθαρή ετήσια προσαύξηση της εμπορεύσιμης ξυλείας ανά εκτάριο. Ο υπολογισμός του αποτυπώματος των δασικών εκτάσεων γίνεται ανάλογα με την παραγωγή ποσοτήτων των 13 πρωτογενών προϊόντων ξυλείας και τριών προϊόντων καυσίμων από ξύλο [10], [11].

2.3.1.5 Οικιστική γη

Η οικιστική γη αφορά την έκταση γης που καταλαμβάνουν ανθρώπινες κατασκευές που χρησιμοποιούνται είτε για στέγαση, είτε για μεταφορές, είτε για βιομηχανική παραγωγή. Χώροι που καταλαμβάνονται από υδροηλεκτρικά φράγματα και ταμιευτήρες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, υπολογίζονται επίσης στην οικιστική γη. Το αποτύπωμα της οικιστικής γης υπολογίζεται με βάση την έκταση της γης που καλύπτεται από την ανθρώπινη υποδομή. Το 2007, η κατοικημένη περιοχή της γης παγκόσμια ήταν 169.590.000 εκτάρια. Η οικιστική γη καταλαμβάνει έκταση που προηγουμένως ήταν καλλιεργήσιμη έκταση. Αυτή

η υπόθεση βασίζεται στην παρατήρηση ότι οι ανθρώπινοι οικισμοί βρίσκονται σε εύφορες περιοχές με ενδεχόμενο υψηλής απόδοσης καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Το αποτύπωμα της παραγωγής και το αποτύπωμα της κατανάλωσης του οικιστικού εδάφους είναι πάντα ίσο σύμφωνα με τους Εθνικούς Λογαριασμούς Αποτυπώματος [10], [11].

2.3.2 Συντελεστές του Οικολογικού Αποτυπώματος

Για τον υπολογισμό και την μεθοδολογία του οικολογικού αποτυπώματος σημαντικό ρόλο παίζουν δυο παράγοντες, ο συντελεστής απόδοσης (Yield Factor) και ο συντελεστής ισοδυναμίας (Equivalence Factor) [10], [11].

2.3.2.1 Συντελεστής απόδοσης

Ο συντελεστής απόδοσης χαρακτηρίζει την διαφορά μεταξύ της τοπικής με την παγκόσμια μέση παραγωγικότητα για συγκεκριμένο προϊόν, συγκεκριμένη περίοδο και δεδομένη χρήση της γης. Ουσιαστικά μεταφράζει ένα προϊόν σε έκταση που χρειάζεται για να παραχθεί. Για οποιοδήποτε είδος γης L ο συντελεστής απόδοσης μιας χώρας δίνεται από την παρακάτω σχέση [9], [10], [11].

$$YF_L = \frac{\sum_{i \in U} A_{W,i}}{\sum_{i \in U} A_{N,i}} \qquad (2.1)$$

Όπου U είναι το σύνολο όλων των πρωτογενών προιόντων μιας δεδομένης επιφάνειας γης και $A_{W,i}$, $A_{N,i}$ είναι οι επιφάνειες γης που χρειάζονται για να προμηθεύσουν το ετήσιο ποσό του προϊόντος i μιας χώρας, σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο αντίστοιχα. Αυτές οι περιοχές υπολογίζονται από τις σχέσεις

$$A_{N,i} = \frac{P_i}{Y_{N,i}} \qquad (2.2)$$

Και

$$A_{W,i} = \frac{P_i}{Y_{W,i}} \qquad (2.3)$$

Όπου P_i ο συνολικός εθνικός ετήσιος ρυθμός αύξησης του προιόντος i και

$Y_{N,i}$ και $Y_{W,i}$ οι συντελεστές απόδοσης για το προιόν i σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο αντίστοιχα. Με εξαίρεση τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις όλα τα είδη γης θεωρούνται ότι παρέχουν ένα προϊόν i και έτσι ο συντελεστής απόδοσης παίρνει την εξής μορφή

$$YF_L = \frac{Y_{N,i}}{Y_{W,i}} \qquad (2.4)$$

Ο συντελεστής απόδοσης είναι ένας παράγοντας που ευθύνεται για τις διαφορές της παραγωγικότητας μεταξύ χωρών για ένα συγκεκριμένο τύπο εδάφους. Κάθε χώρα και για κάθε χρόνο έχει παράγοντες απόδοσης για γεωργικές καλλιέργειες, βοσκότοπους, δάση και αλιεία [9], [10], [11].

Πίνακας 2. 3 - Συντελεστές απόδοσης ανά χρήση γης για την Ελλάδα και τον κόσμο [9]

Χρήση Γης	Ελλάδα	Κόσμος
Βοσκότοποι	0,996769	1
Δάση	0,491025	1
Καλλιεργήσιμες εκτάσεις	1,0106	1
Οικιστικές περιοχές	1,0106	1
Ψαρότοποι	0,756198	1

Σχήμα 2. 6 - Συγκριτική απεικόνιση των συντελεστών απόδοσης της Ελλάδας και του κόσμου ανά χρήση γης [6]

Ο συντελεστής απόδοσης του άνθρακα είναι ίδιος με αυτόν των δασικών εκτάσεων λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας δεδομένων σχετικά με την πρόσληψη άνθρακα σε άλλες χρήσεις γης. Τα ύδατα έχουν συντελεστή απόδοσης την μονάδα λόγω της έλλειψης ενός ολοκληρωμένου συνόλου δεδομένων για την παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων του γλυκού νερού [9], [10], [11].

2.3.2.2 Συντελεστής ισοδυναμίας

Προκειμένου να συνδυάσουμε το οικολογικό αποτύπωμα διαφορετικών ειδών χρήσεων της γης χρειαζόμαστε ακόμα μια παράμετρο, τον συντελεστή ισοδυναμίας. Ο συντελεστής αυτός μετατρέπει τις περιοχές, διαφορετικών χρήσεων γης σε αντίστοιχες περιοχές μέσης παγκόσμιας βιοπαραγωγικότητας σε όλους τους τύπους γης. Ποικίλει ανά τύπο χρήσης γης και ανά έτος. Για να υπολογίσουμε το συντελεστή ισοδυναμίας πρέπει να σταθμίσουμε διαφορετικές περιοχές εδάφους, στο πόσο ικανές είναι να παράγουν προϊόντα χρήσιμα για τον άνθρωπο. Έτσι εκτός από την ποσότητα μας ενδιαφέρει και η ποιότητα του προϊόντος. Οι συντελεστές ισοδυναμίας υπολογίζονται χρησιμοποιώντας κατάλληλα ευρετήρια από το μοντέλο των παγκόσμιων αγρο-οικολογικών ζωνών σε συνδυασμό με δεδομένα από καλλιεργήσιμες περιοχές, δασικών εκτάσεων και βοσκοτόπων. Το μοντέλο των παγκοσμίων αγρο-οικολογικών ζωνών δίνει σε κάθε περιοχή ένα δείκτη καταλληλότητας. Οι δείκτες αυτοί είναι οι εξής:

- Πολύ κατάλληλη (VS) - 0,9
- Κατάλληλη (S) - 0,7
- Μέτρια κατάλληλη (MS) - 0,5
- Οριακά κατάλληλη (MS) - 0,3
- Ακατάλληλη (NS) - 0,1

Ο υπολογισμός του συντελεστή ισοδυναμίας υποθέτει ότι η έκταση γης μιας χώρας που έχει δείκτη «πολύ κατάλληλη» θα είναι καλλιεργήσιμη ενώ η υπόλοιπη θα είναι δασική έκταση. Αντίθετα η λιγότερο κατάλληλη εδαφική περιοχή θα γίνεται βοσκοτόπια [9], [10], [11].

Ο συντελεστής ισοδυναμίας για οικιστική περιοχή είναι ίσος με αυτόν για καλλιεργήσιμες εκτάσεις εκτός εάν υπάρχουν σαφείς αποδείξεις ότι η

οικιστική περιοχή δεν βρίσκεται πάνω σε καλλιεργήσιμη έκταση. Επιπλέον ο συντελεστής ισοδυναμίας για περιοχή απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα έχει οριστεί ίσος με εκείνο των δασικών εκτάσεων.

Άρα ο συντελεστής ισοδυναμίας μεταφράζει μια συγκεκριμένη περιοχή γης σε παγκόσμια εκτάρια και αντιπροσωπεύει την παγκόσμια μέση δυνατή παραγωγικότητα όλων των βιοπαραγωγικών περιοχών. Η μέση παραγωγικότητα καλλιεργήσιμης έκτασης είναι υψηλότερη από την μέση παραγωγικότητα καλλιεργήσιμης έκτασης είναι υψηλότερη από την μέση παραγωγικότητα άλλων ειδών χρήσης γης και χρειάζεται να μετατραπεί, χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο συντελεστή ισοδυναμίας για να εκφραστεί σε παγκόσμια εκτάρια. Οι συντελεστές ισοδυναμίας είναι ίδιοι για όλες τις χώρες αλλά ποικίλουν χρόνο με το χρόνο λόγω αλλαγών της σχετικής παραγωγικότητας του οικοσυστήματος ή λόγω άλλων περιβαλλοντικών παραμέτρων. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τον συντελεστή ισοδυναμίας για κάθε είδος χρήσης [9], [10], [11].

Πίνακας 2. 4 – Συντελεστές ισοδυναμίας ανά χρήση γης [9]

Χρήση Γης	**Συντελεστής Ισοδυναμίας**
Καλλιεργήσιμες εκτάσεις	2,50
Δάση	1,28
Βοσκότοποι	0,46
Ψαρότοποι	0,37
Οικιστικές περιοχές	2,50
Βοσκότοποι	0,46
Ψαρότοποι	0,37
Οικιστικές περιοχές	2,50

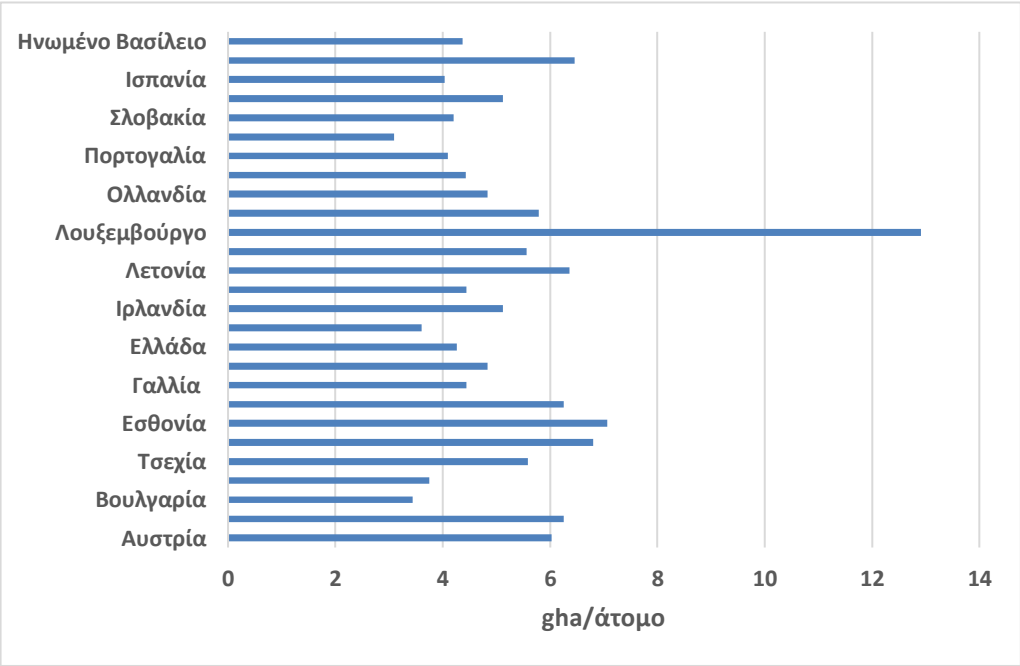
2.3.3 Οικολογικό αποτύπωμα ανά τον κόσμο

Κάθε χώρα έχει διαφορετικό οικολογικό αποτύπωμα και το ατομικό οικολογικό αποτύπωμα ποικίλει σημαντικά, εξαιτίας διαφόρων παραγόντων όπως:

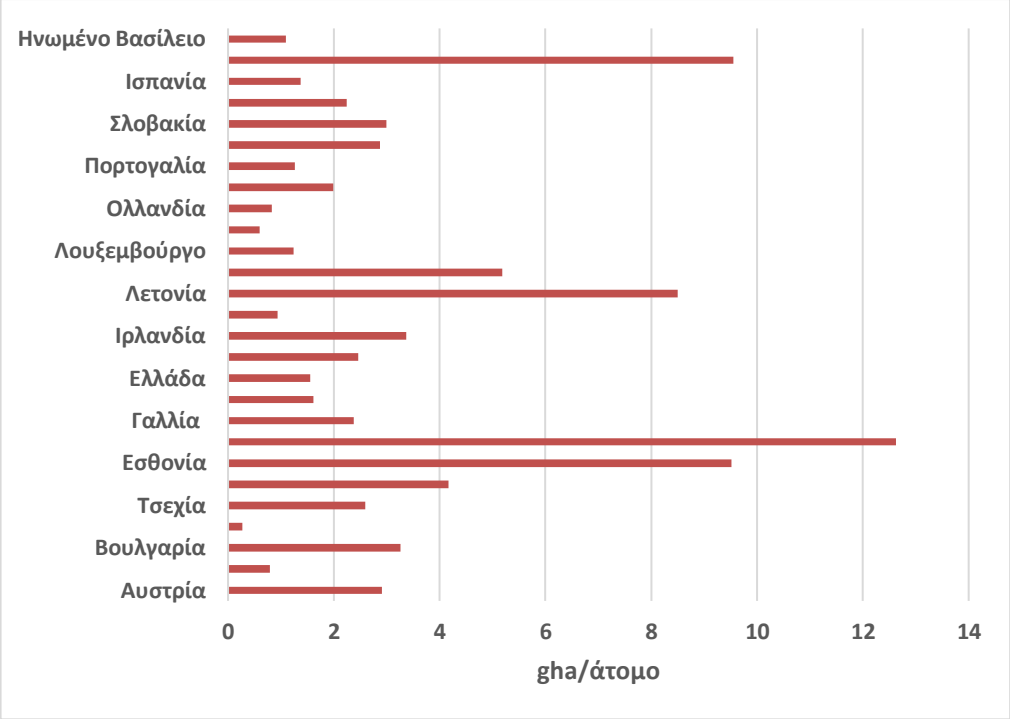
- Την χώρα στην οποία κατοικούν

- Την ποσότητα των αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνουν
- Τους πόρους που χρησιμοποιούνται
- Τα απόβλητα που δημιουργούνται από την παροχή αυτών των αγαθών και υπηρεσιών

Συγκριτικά, σε παγκόσμιο επίπεδο, αν ζούσαμε σαν ένα μέσο κάτοικο της Ινδονησίας θα χρειαζόμασταν μόνο τα δύο τρίτα του πλανήτη, σε αντίθεση με το αν ζούσαμε σαν ένα μέσο κάτοικο των Ηνωμένων Πολιτειών που θα υπήρχε απαίτηση για αριθμό ίσο με 4 πλανήτες. Το μέγεθος του οικολογικού αποτυπώματος του ατόμου εξαρτάται από το επίπεδο ανάπτυξης, τον πλούτο και εν μέρει από τις επιλογές των ανθρώπων για το τι τρώνε, τι προϊόντα αγοράζουν και πως ταξιδεύουν. Μεγάλη επίδραση στο οικολογικό αποτύπωμα έχουν οι κυβερνήσεις και οι επιχειρήσεις των χωρών και αυτό συμβαίνει γιατί οι άνθρωποι δεν έχουν άμεσο έλεγχο του μεγέθους του οικολογικού αποτυπώματος. Το ίδιο ισχύει και για τον τρόπο με τον οποίο παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια ή η ένταση της ηλεκτρικής παραγωγής. Έτσι μέσα από προγράμματα καινοτομίας, την πράσινη τεχνολογία και άλλες εργασίες μέσω πολιτικών δεσμεύσεων μπορεί να αλλάξει η κοινωνία [4], [5].



Σχήμα 2. 7 - Συγκριτική απεικόνιση Οικολογικού Αποτυπώματος ανά άτομο [9]



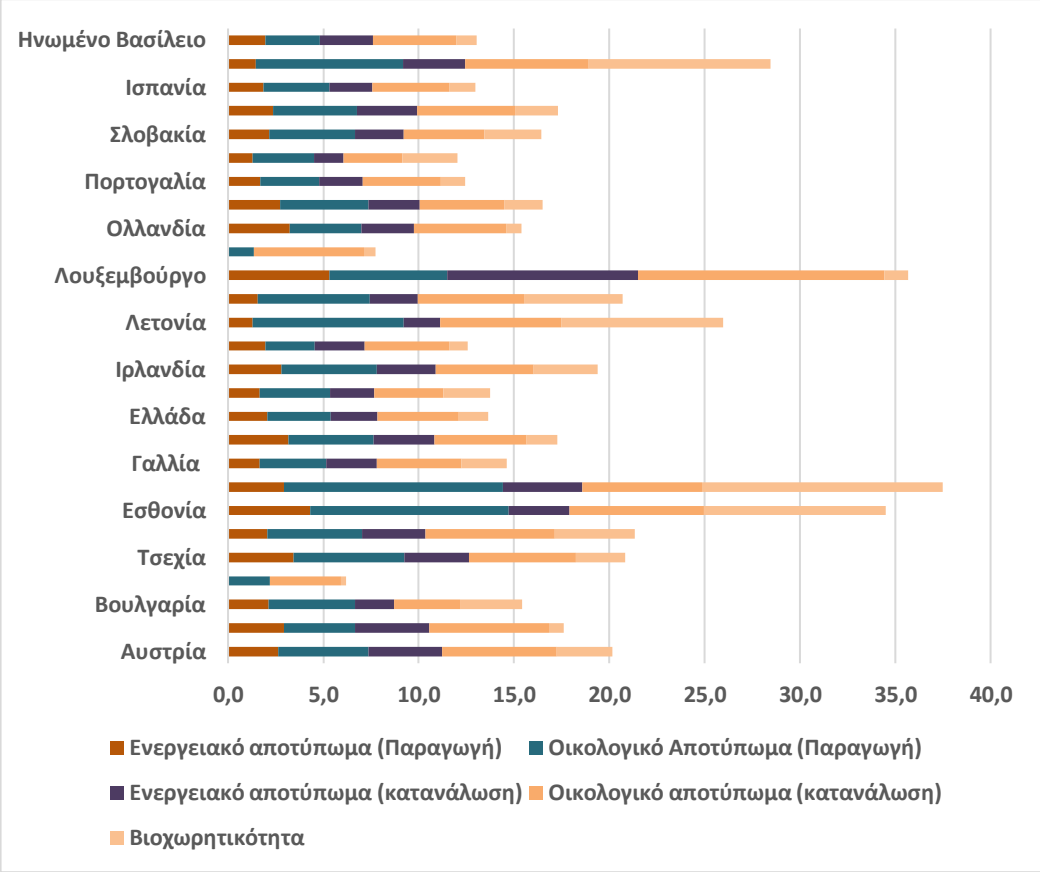
Σχήμα 2. 8 - Συγκριτική απεικόνιση βιοχωρητικότητας ανά άτομο [9]

2.4 Ενεργειακό αποτύπωμα

Το ενεργειακό αποτύπωμα (Carbon Footprint), είναι η ποσότητα των εκπομπών των αερίων του Θερμοκηπίου που προκαλούνται από ένα οργανισμό ή προϊόν ή άτομο. Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα συχνά υπολογίζεται σε τιμές του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), ή των ισοδυνάμων του σε άλλα αέρια του Θερμοκηπίου που εκλύονται στην ατμόσφαιρα από τις καθημερινές μας συνήθειες, οι οποίες συχνότερα σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας και έτσι προκύπτει και ο όρος, CO_2 footprint. Με άλλα λόγια, το CO_2 footprint ενός οργανισμού είναι ένας τρόπος ποσοτικοποίησης και μέτρησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον που προέρχονται από την λειτουργία του οργανισμού [4], [5], [10].

Σε πρακτικό επίπεδο, το ενεργειακό αποτύπωμα μας δείχνει πως οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα συγκρίνονται και αλληλοεπιδρούν με άλλα στοιχεία της ανθρώπινης ζήτησης, όπως την πίεση μας για τις πηγές τροφίμων, την ποσότητα των βιολογικών πόρων από απαιτούνται για να παράγουν τα αγαθά που καταναλώνουμε και το ποσό της παραγωγήσιμης γης που αφαιρούμε όταν εγκαθιστούμε και χτίζουμε, δομημένα κτίσματα και

δρόμους. Το αποτύπωμα άνθρακα είναι 54% του συνόλου του οικολογικού αποτυπώματος της ανθρωπότητας και η πιο ραγδαία αναπτυσσόμενη συνιστώσα της.



Σχήμα 2. 9 - Απεικόνιση Ενεργειακού και Οικολογικού Αποτυπώματος σε συνάρτηση με την βιοχωρητικότητα [9]

2.4.1 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος

Για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος, πρέπει να εκτιμηθεί η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται κατά την διάρκεια της ζωής ενός συστήματος. Ο κύκλος ζωής περιλαμβάνει όλα τα στάδια ενός συστήματος. Αναλύοντας τον κύκλο ζωής, βλέπουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα των εισροών και των εκροών όσον αφορά την παραγωγή ατμοσφαιρικών ρύπων και την κατανάλωση ενέργειας. Τα γενικά βήματα που ακολουθούνται για τον προσδιορισμό του ανθρακικού αποτυπώματος είναι:

- Επιλογή των αερίων που θα μετρήσουμε
- Ορισμός των ορίων μελέτης

- Συλλογή δεδομένων
- Υπολογισμός αποτυπώματος

2.4.1.1 Ορισμός και επιλογή των κατάλληλων αερίων

Ο ορισμός των ορίων αφορά την επιλογή των δραστηριοτήτων των οποίων οι εκπομπές θα ποσοτικοποιηθούν και θα συνεκτιμηθούν για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος. Χρειαζόμαστε στοιχεία από τρία πεδία για τον καθορισμό του αποτυπώματος. Το πρώτο πεδίο αφορά όλες τις έμμεσες εκπομπές που προέρχονται από την παραγωγή ενέργειας που χρησιμοποιείται. Το δεύτερο πεδίο αφορά όλες τις άμεσες εκπομπές όπως από καύσιμα και ιδιόκτητα μέσα μεταφοράς. Το τελευταίο πεδίο περιλαμβάνει όλες τις έμμεσες εκπομπές που δεν αφορούν την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας όπως επαγγελματικά ταξίδια, μεταφορά από μη ιδιόκτητα μέσα μεταφοράς κλπ [4], [5], [10].

2.4.1.2 Η συλλογή των δεδομένων

Τα δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν είτε επί τόπου με μετρήσεις με την χρήση ειδικού εξοπλισμού, είτε με εκτιμήσεις βάσει συντελεστών εκπομπών και μοντέλων. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από τον αντικειμενικό στόχο της μελέτης. Παρόλο που οι μετρήσεις πεδίου δίνουν τα πιο ακριβή αποτελέσματα, η εφαρμογή τους εμποδίζεται από το υψηλό κόστος με αποτέλεσμα οι συντελεστές και τα μοντέλα εκπομπών να είναι πλέον προτιμώμενες τεχνικές.

Η χρήση μοντέλων και συντελεστών εκπομπών πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα λειτουργικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου συστήματος. Ως εκ τούτου διαφορετικοί παράγοντες και μοντέλα εκπομπών έχουν προταθεί για διάφορες περιοχές [4], [5], [10].

2.4.1.3 Υπολογισμός του αποτυπώματος

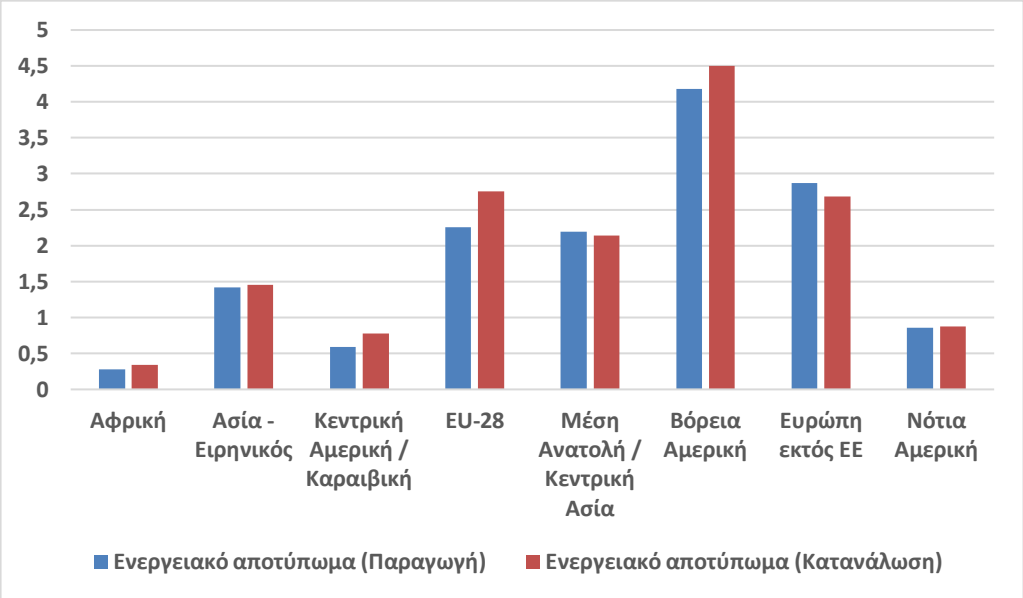
Ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος μπορεί να προσεγγιστεί μεθοδολογικά με δύο βασικές κατευθύνσεις. Από «κάτω προς τα πάνω» (bottom – up) βασιζόμενοι στην ανάλυση διεργασιών ή από «πάνω προς τα

κάτω» (bottom - down) βασιζόμενοι στην ανάλυση των περιβαλλοντικών εισροών – εκροών. Τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί μετατρέπονται σε ισοδύναμους τόνους CO2 με την χρήση των συντελεστών μετατροπής που παρέχονται από την IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

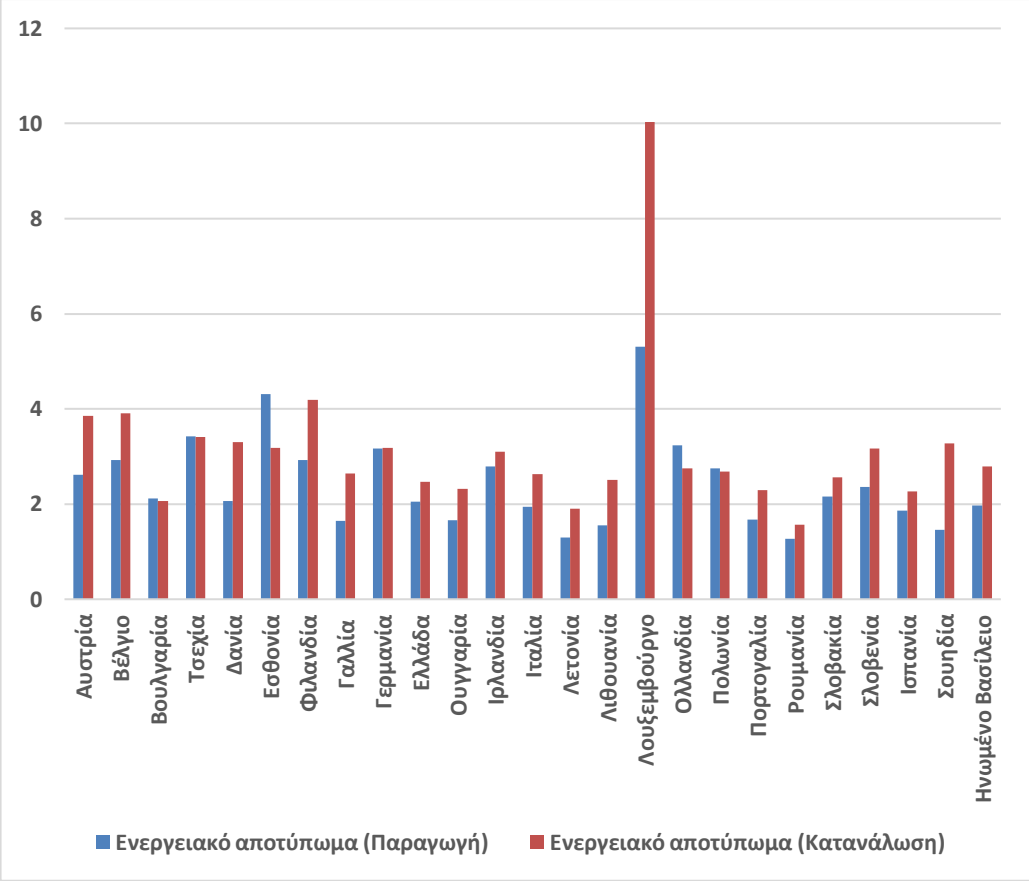
Η μονάδα του ανθρακικού αποτυπώματος ποικίλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του υπό εξέταση συστήματος. Το ανθρακικό αποτύπωμα για άτομα και δυναμικές διεργασίες υπολογίζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, συνήθως ετήσια. Υπάρχουν και συστήματα για τα οποία απαιτείται συνδυασμός υπολογισμών. Για παράδειγμα το ανθρακικό αποτύπωμα ενός κτιρίου, στο στάδιο κατασκευής του, υπολογίζεται μόνο μια φορά ενώ στην λειτουργική του φάση απαιτούνται ειδικοί υπολογισμοί. Ως εκ τούτου, ο παράγοντας του χρόνου πρέπει να αναφέρεται ρητά. Τέλος στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος είναι απαραίτητο να αναφέρονται και οι αβεβαιότητες [4], [5], [10].

2.4.2 Ενεργειακό αποτύπωμα ανά τον κόσμο

Σε παγκόσμιο επίπεδο η εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα είναι περίπου το 77% των συνολικών εκπομπών από την ανθρώπινη κατανάλωση ενέργειας. Οι μεταφορές είναι στο σύνολο τους σχεδόν το 25% των ανθρωπογενών εκπομπών CO_2, με τις οδικές μεταφορές να καταλαμβάνουν το 16% του συνόλου [4].



Σχήμα 2. 10 – Ενεργειακό Αποτύπωμα ανά ήπειρο [9]



Σχήμα 2. 11 – Ενεργειακό Αποτύπωμα στην Ευρώπη [9]

3ο Κεφάλαιο - Οδοί και Αυτοκινητόδρομοι

3.1 Εισαγωγή

Η κατασκευή των αυτοκινητόδρομων συχνά συνοδεύεται από σημαντικά οικονομικά και κοινωνικά οφέλη, αλλά μπορεί και να έχει εξίσου σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στις κοινωνίες και στο περιβάλλον. Όσο περισσότερο γινόμαστε γνώστες αυτών των επιπτώσεων, δημιουργείται μια αυξημένη ζήτηση για τις τεχνικές και δεξιότητες που χρειάζονται για να ενσωματώσουμε αυτούς τους περιβαλλοντικούς προβληματισμούς στην μελέτη και διαχείριση των αυτοκινητόδρομων [12], [13].

3.2 Διαδικασία ιεράρχησης ενός οδικού δικτύου

Το οδικό δίκτυο, και κυρίως το μήκος των αυτοκινητόδρομων, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την έκταση, την ποιότητα και την ποσότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών στον κλάδο των μεταφορών. Για την απρόσκοπτη πραγματοποίηση και ανάπτυξη των ΟΕΜ σε μια χώρα, το οδικό της δίκτυο θα οφείλει να συνδέει:

- Τους χώρους παραγωγής και καταναλώσεως των προϊόντων με τους χώρους εναποθέσεως και διαχειρίσεως εμπορευμάτων και πρώτων υλών (εμπορευματικά κέντρα, λιμάνια, σιδηροδρομικοί σταθμοί κλπ.
- Την χώρα με τα όμορα κράτη και, μέσω αυτών, με τους κύριους εμπορικούς εταίρους που βρίσκονται πέραν των γειτονικών χωρών. Επίσης, το οδικό δίκτυο θα πρέπει να συμβάλλει στην ασφαλή διακίνηση των οχημάτων και στην έγκαιρη παράδοση των φορτίων (π.χ. χωρίς να δημιουργούνται κυκλοφοριακά προβλήματα, λόγω ελλείψεως λωρίδων κυκλοφορίας) και επιπλέον, να μην επηρεάζει αρνητικά το περιβάλλον, αφού το ανεπαρκές οδικό δίκτυο ή μη βέλτιστη χάραξη του οδηγούν σε αυξημένες εκπομπές ρύπων.

Τα κυκλοφορικά συστήματα χρησιμεύουν στην βελτίωση των συνθηκών

ζωής των ανθρώπων. Θα πρέπει επομένως να διαμορφώνονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε ανάλογα με τις εκάστοτε κυκλοφοριακές ανάγκες να είναι ασφαλή, αποδεκτά από το περιβάλλον, αποδοτικά και οικονομικά. Το οδικό δίκτυο είναι μέρος της συγκοινωνιακής υποδομής και ταυτόχρονα το βασικότερο στοιχείο πρόσβασης σε μια περιοχή όπου συμπεριλαμβάνεται ο παρόδιος χώρος και οι οικισμοί. Μεταξύ των κυκλοφοριακών συστημάτων υπάρχουν αλληλοεξαρτήσεις μεγαλύτερου ή μικρότερου βαθμού. Συνεπώς θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην σύνδεση του κυκλοφοριακού συστήματος της οδού με τα υπόλοιπα κυκλοφοριακά συστήματα. Ιδιαίτερη επίσης προσοχή πρέπει να δίνεται στην κυκλοφορία με οχήματα ιδιωτικής χρήσης και στην κυκλοφορία μαζικών μέσων μεταφοράς στην οδό [12], [13].

Η διαμόρφωση του οδικού δικτύου επηρεάζει σε καθοριστικό βαθμό την ανάπτυξη του χώρου καθώς επίσης και στην δομή του σε επίπεδο τοπικό ή της ευρύτερης περιοχής. Απαιτείται επομένως εναρμόνιση του οδικού δικτύου με το χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό και το σχεδιασμό όλων των αρμόδιων φορέων.

Η κατάταξη σε λειτουργικές βαθμίδες των οδών του οδικού δικτύου προσδιορίζει το είδος ή τα είδη της κυκλοφορίας (διερχόμενη, σύνδεσης, πρόσβασης) που εξυπηρετεί η οδός και παρέχει ένα πρώτο προσδιορισμό της σχέσης των ειδών μεταξύ τους [12], [13].

Πρώτος στόχος της κατάταξης μιας οδού σε λειτουργική βαθμίδα είναι η κατάλληλη κυκλοφοριακή και γεωμετρική επίλυση της οδού, προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι κυκλοφοριακές απαιτήσεις των χρήσεων γης των οικιστικών περιοχών που καθορίζονται από το χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό, αλλά και οι κυκλοφοριακές απαιτήσεις των επιθυμητών παρόδιων χρήσεων γης.

Δεύτερος στόχος είναι η επιλογή, με βάση την λειτουργική βαθμίδα της οδού, των πολεοδομικών και κυκλοφοριακών στρατηγικών (σχεδιασμός, κανονιστικές διατάξεις, διαχειριστικές πολιτικές), προκειμένου να διατηρήσει η οδός την λειτουργική της ικανότητα [12], [13].

3.3 Λειτουργική ιεράρχηση αστικού οδικού δικτύου

Η λειτουργική ιεράρχηση των οδών του αστικού δικτύου είναι η κατάταξη των οδών σε κατηγορίες ανάλογα με τον βαθμό της βασικής λειτουργίας (κινητικότητας ή πρόσβασης) που επιτελούν. Διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- «Ελεύθερη λεωφόρος». Είναι μια αρτηρία μη διακοπτόμενης ροής, δηλαδή με πλήρη έλεγχο των προσβάσεων μέσω ανισόπεδων κόμβων / διαβάσεων σε όλες τις διασταυρώσεις με άλλες οδούς και με παράπλευρες οδούς για την εξυπηρέτηση της οδικής κυκλοφορίας. Οι ελεύθερες λεωφόροι προορίζονται για την εξυπηρέτηση μετακινήσεων μεγάλου μήκους με υψηλή ταχύτητα. Παράδειγμα ελεύθερης λεωφόρου είναι και ο αστικός αυτοκινητόδρομος των Αθηνών, η Αττική Οδός.
- «Κύρια αρτηρία». Είναι μια αρτηρία με μερικό έλεγχο των προσβάσεων μέσω ανισόπεδων και σηματοδοτούμενων κόμβων και με περιορισμό της απευθείας πρόσβασης από την τοπική κυκλοφορία και τις οδούς δευτερεύουσας σημασίας, ώστε να εξασφαλίζεται η δυνατότητα εξυπηρέτησης διαμπερών μετακινήσεων με σχετικά υψηλή ταχύτητα.
- «Δευτερεύουσα αρτηρία». Οι αρτηρίες αυτές εξυπηρετούν μετακινήσεις μικρότερου μήκους και με μικρότερη ταχύτητα σε σύγκριση με μια κύρια αρτηρία. Οι δευτερεύουσες αρτηρίες συμπληρώνουν τις κύριες αρτηρίες σε ένα αστικό οδικό δίκτυο.
- «Συλλέκτρια οδός». Σκοπός είναι η κατανομή των μετακινήσεων από τις αρτηρίες στο δίκτυο των τοπικών οδών και αντίστροφα, η διοχέτευση της κυκλοφορίας από το τοπικό δίκτυο στις αρτηρίες. Οι συλλέκτριες οδοί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω σε κύριες και δευτερεύουσες.
- «Τοπική οδός». Χρησιμοποιείται για την άμεση πρόσβαση από/προς το υπόλοιπο οδικό δίκτυο προς/από τις παρόδιες χρήσεις γης. Στις τοπικές οδούς δεν επιδιώκονται υψηλές ταχύτητες και διαμπερείς συνδέσεις.

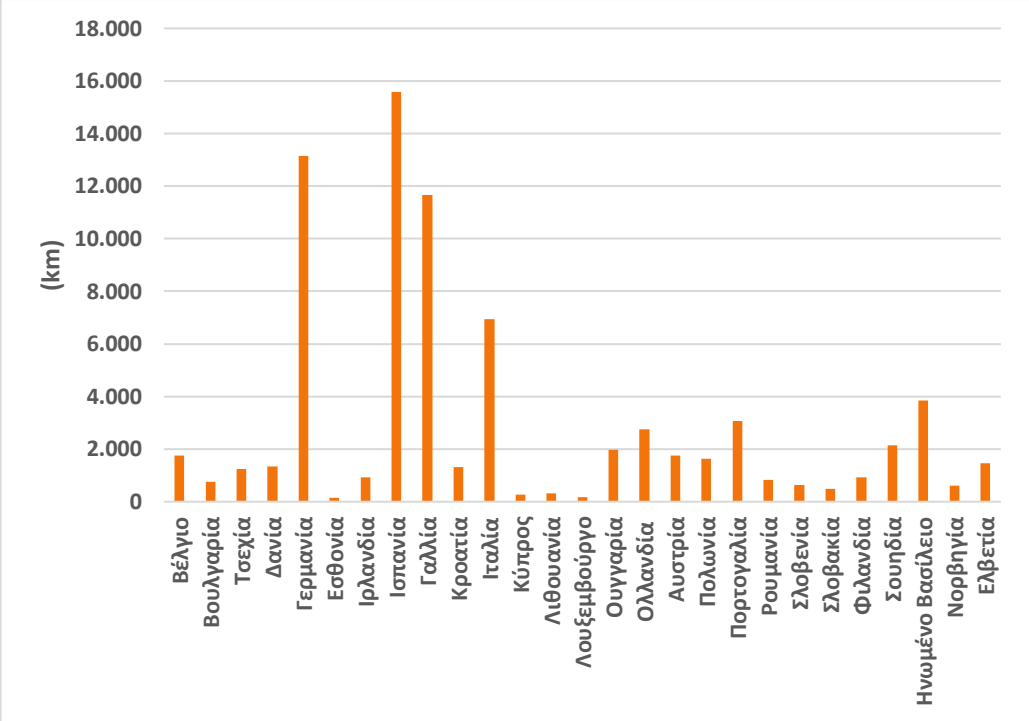
3.4 Κύριοι οδικοί άξονες

Ως κύριοι οδικοί άξονες της Ελλάδας εννοούνται οι οδικοί άξονες με σημαντική αξία για τις οδικές μεταφορές σε εθνικό επίπεδο: οι αυτοκινητόδρομοι και οι εθνικές οδοί. Οι δύο αυτές κατηγορίες δρόμων είναι διακριτές ως προς τις προδιαγραφές κατασκευής τους. Οι αυτοκινητόδρομοι ακολουθούν, κατά κανόνα, κατασκευαστικά πρότυπα υψηλότερης ποιότητας σε σχέση με τις εθνικές οδούς. Για παράδειγμα, ένας τυπικός αυτοκινητόδρομος αποτελείται από τέσσερις ή τρεις λωρίδες, με διαζώματα στο κέντρο και στις πλευρές [13].

Σε αντίθεση ένας εθνικός δρόμος, αν και σημαντικότερος από ένας τοπικό, μπορεί να είναι όμοιος κατασκευαστικά με αυτόν, π.χ. δύο λωρίδων, μιας για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας, χωρίς διαζώματα [13].

Το οδικό δίκτυο της Ελλάδας έχει συνολικό μήκος περίπου 117.756 χλμ., όπου αποτελείται από 1.100 χλμ. αυτοκινητόδρομων (ενώ με την ολοκλήρωση και των υπολοίπων τμημάτων που βρίσκονται υπό κατασκευή θα διαθέτει 3.455 χλμ.). Διασχίζει τόσο το ηπειρωτικό όσο και το νησιωτικό τμήμα της και κατανέμεται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Αυτοκινητόδρομοι
- Εθνικές οδοί και λεωφόροι
- Κύριο οδικό δίκτυο
- Ασφαλτόδρομοι
- Κύριοι χωματόδρομοι (συνδέσεις κοινοτήτων)
- Λοιποί χωματόδρομοι (δασικοί δρόμοι, δρόμοι κακής βατότητας, δευτερεύουσες συνδέσεις)



Σχήμα 3. 1 – Μήκος αυτοκινητόδρομων για τις χώρες της ΕΕ [13]

3.5 Αυτοκινητόδρομοι, η ανάγκη για περιβαλλοντικές αξιολογήσεις

Υπάρχει μια αυξανόμενη επίγνωση ότι η οδική ανάπτυξη έχει μεγάλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μερικές από τις κυριότερες επιπτώσεις των οδικών έργων μπορεί να περιλαμβάνουν την καταστροφή ευαίσθητων οικοσυστημάτων, την απώλεια μεγάλων καλλιεργήσιμων εκτάσεων, μετεγκατάσταση μεγάλου αριθμού ανθρώπων, μόνιμη διαταραχή τοπικών οικονομικών δραστηριοτήτων, δημογραφικών αλλαγών, επιτάχυνση της αστικοποίησης και την εισαγωγή ασθενειών [14].

Για να διεξαχθεί με επιτυχία μια περιβαλλοντική αξιολόγηση το προσωπικό του αυτοκινητόδρομου θα πρέπει να έχει κατανοήσει την διαδικασία της αξιολόγησης και να συγχρονιστεί με τις δραστηριότητες οδικού προγραμματισμού, σχεδιασμού και των δραστηριοτήτων κατασκευής [14].

Έργα τα οποία περιορίζονται στην αποκατάσταση, συντήρηση, μικρής έκτασης κατασκευή καθώς η λειτουργία και διαχείριση κυκλοφορίας γενικά συνεπάγονται μικρότερες περιβαλλοντικές ανησυχίες. Αυτές οι περιπτώσεις δεν απαιτούν περιβαλλοντικές αξιολογήσεις πλήρης κλίμακα. Αντίθετα

απαιτούν αναγνώριση των επιπτώσεων, μείωση καθώς και καταγραφή και παρακολούθηση συμμόρφωσης κάποιου μεγέθους [14].

3.5.1 Εκτίμηση, αξιολόγηση και αντιμετώπιση των επιπτώσεων στο περιβάλλον

Η αξιολόγηση των επιμέρους ειδών δράσεων που προκύπτουν από την επιλογή των επενδυτικών προτεραιοτήτων και των ειδικών στόχων στοχεύει στο έγκαιρο εντοπισμό και εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων στο περιβάλλον, θετικών και αρνητικών [14].

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται για τους τομείς που προβλέπονται από τη Οδηγία 2001/42/ΕΚ και συγκεκριμένα:

- Ατμόσφαιρα – Κλίμα
- Βιοποικιλότητα, πανίδα και χλωρίδα
- Υδάτινοι πόροι
- Έδαφος
- Τοπίο
- Πληθυσμός και υγεία
- Πολιτιστική κληρονομιά
- Υλικά και περιουσιακά στοιχεία

Τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η αξιολόγηση σε αυτό το επίπεδο περιλαμβάνουν:

- Το είδος της επίπτωσης που αναμένεται, δηλ. αν πρόκειται για θετική, αρνητική ή ουδέτερη περίπτωση
- Την ένταση της επίπτωσης, δηλ. αν πρόκειται για ασθενή, μέτρια ή σημαντική επίπτωση
- Τον χρονικό ορίζοντα εμφάνισης της επίπτωσης, βραχυ- , μέσο- ή μακροπρόθεσμα
- Την διάρκεια της επίπτωση, δηλ. αν θα είναι βραχυχρόνια ή μόνιμη
- Την προέλευση της επίπτωσης, αν πρόκειται για άμεση ή έμμεση επίπτωση ή αθροιστική

3.5.2 Περιβαλλοντική αξιολόγηση και ανάπτυξη οδικών έργων

Από άποψη μηχανικής ή προγραμματισμού, τα έργα ανάπτυξης συνήθως ακολουθούν μια καλά καθορισμένη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει μελέτες, προκαταρτικά σχέδια, λεπτομερή σχεδιασμό, και κατασκευή. Αυτή η διαδικασία ακολουθείται από την λειτουργία και την συντήρηση. Ανάλογα λοιπόν με την φύση του έργου, μπορεί να αποτελέσει ουσιαστικό στοιχείο στις πρώτες φάσεις της διαδικασίας αυτής, η διαβούλευση με διάφορες κυβερνητικές υπηρεσίες, το κοινό ή και τους δύο. Είναι πολύ σημαντικός ο συγχρονισμός των περιβαλλοντικών μελετών με την διαδικασία ανάπτυξης του έργου. Ιδανικά η περιβαλλοντική αξιολόγηση και οι διαδικασίες ανάπτυξης του έργου θα πρέπει να διεξάγονται παράλληλα [14], [15].

Όλο και περισσότερο, οι περιβαλλοντικές εκτιμήσεις απαιτούνται από το εθνικό και διεθνές δίκαιο καθώς και από άλλους κανονισμούς. Επομένως η περιβαλλοντική μελέτη θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από την αρχή στον προϋπολογισμό όλων των οδικών έργων [14], [15].

3.5.3 Αγροτικά έναντι αστικών οδικών έργων

Είναι επίσης πολύ σημαντικό να διαχωρίσουμε τα έργα τα οποία προτείνονται κυρίως για αγροτικά περιβάλλοντα έναντι αυτών που απευθύνονται κυρίως σε αστικές περιοχές. Η οδική ανάπτυξη σε αυτά τα δύο περιβάλλοντα παρουσιάζουν σημαντικά διαφορετικά προβλήματα.

Σε αγροτικά περιβάλλοντα, οι κύριες επιπτώσεις περιστρέφονται γύρω από την ανάπτυξη αγροτικών περιοχών και το άνοιγμα περιοχών που στο παρελθόν ήταν απρόσιτες. Η εισαγωγή νέων πηγών θορύβου είναι συχνά ένα θέμα σε αγροτικές περιοχές όπου τα επίπεδα περιβαλλοντικού θορύβου είναι συνήθως χαμηλά. Επιπλέον, επειδή η αγροτική ζωή ενσωματώνεται τόσο στενά στις βιοφυσικές πτυχές του περιβάλλοντος, θέματα όπως η ποιότητα του νερού και η διατήρηση της βιοποικιλότητας χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής [14], [15].

Σε αστικά περιβάλλοντα, όπου η πυκνότητα του πληθυσμού είναι υψηλότερη και η σύνδεση με το βιοφυσικό περιβάλλον είναι λιγότερο σημαντική, οι κύριες επιπτώσεις έχουν να κάνουν με την μετακίνηση των ανθρώπων, την γενική διατάραξη των γειτονιών, την τοπική μόλυνση και τον θόρυβο.

Η διαβούλευση είναι σημαντική τόσο για τις αγροτικές όσο και για τις αστικές περιοχές καθώς επιτρέπει στους υποστηρικτές των οδικών έργων να αναγνωρίσουν τις πιθανές επιπτώσεις.

Στην πραγματικότητα τα περισσότερα έργα είναι ένα μίγμα αγροτικών και αστικών τμημάτων, καθώς οι αγροτικοί δρόμοι δεν σταματάνε απλά στην ύπαιθρο, αλλά διασταυρώνονται με ή καταλήγουν σε αστικές περιοχές. Αν τα αστικά τμήματα στο τέλος του δρόμου καθώς και οι αστικές περιοχές που διασταυρώνονται με το δρόμο, είναι ένα αναπόσπαστο μέρος του έργου, τότε θα πρέπει να περιλαμβάνονται στην περιβαλλοντική αξιολόγηση. Για διάφορους πρακτικούς λόγους παρόλα αυτά, οι αστικές περιοχές εξαιρούνται από αυτά τα έργα [14], [15].

3.5.4 Η έννοια της Στρατηγικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης

Ορισμένα σχέδια και προγράμματα, δηλαδή οργανωμένα σύνολα έργων, δραστηριοτήτων και παρεμβάσεων είναι δυνατόν να συνοδεύονται, κατά την υλοποίηση τους και αργότερα, από δυσμενείς μεταβολές στο περιβάλλον. Καθώς οι διεθνείς και ευρωπαϊκές κοινότητες επαύξησαν το ενδιαφέρον τους για ορθότερη περιβαλλοντική διαχείριση, αλλά και για ανάπτυξη με αειφορικά χαρακτηριστικά, διαπιστώθηκε ότι η εκτίμηση και ο περιορισμός των επιπτώσεων σε επίπεδο έργων και δραστηριοτήτων, δεν ήταν πάντοτε δυνατόν να προστατεύσουν επιτυχώς το περιβάλλον [14], [15].

Η αποσπασματικότητα της εστίασης μόνο στο επίπεδο των έργων φαίνονταν καθαρότερα σε ζητήματα αθροιστικών και συνεργιστικών επιπτώσεων, αλλά και στον μακροπρόθεσμο ορίζοντα της λειτουργίας των έργων, κατά τον οποίο εμφανίζονταν δυσμενείς για το περιβάλλον τάσεις που ήταν δυνατόν να προβλεφθούν εκ των προτέρων. Οι διαπιστώσεις αυτές οδήγησαν στην αναζήτηση μιας μεθόδου που να προλαμβάνει εξαρχής τέτοιες δυσμενείς, που τις περισσότερες φορές οφείλονταν σε συγκεχυμένο προγραμματισμό ενός συνόλου έργων και όχι σε ελλιπή σχεδιασμό ή περιβαλλοντικές αβλεψίες των μεμονωμένων στοιχείων του συνόλου αυτού.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων στις αρχικές φάσεις εκπόνησης του σχεδίου ή του προγράμματος αποτελεί την προσφορότερη τέτοια μέθοδο. Ο επιδιωκόμενος στόχος της είναι η ισότιμη και ορθολογική συνεκτίμηση των

περιβαλλοντικών ζητημάτων αρκετά νωρίς στην διαδικασία σχεδιασμού, ώστε στις αποφάσεις για την τελική μορφή του σχεδίου ή του προγράμματος να έχει ενσωματωθεί η μέριμνα για την προστασία του περιβάλλοντος. Για να καταστεί αποτελεσματική η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από ορισμένα σχέδια και προγράμματα, θα πρέπει να πραγματοποιείται στο επίπεδο εκείνο που έπεται της διατύπωσης των κεντρικών κατευθύνσεων και στόχων και προηγείται των επιπέδων εξειδίκευσης και εφαρμογής [14], [15].

Στο επίπεδο αυτό, λαμβάνονται οι περισσότερες αποφάσεις γενικής φύσεως, οι οποίες έχουν συνήθως δύο χαρακτηριστικά:

- Αφορούν κυρίως σε θέματα προσανατολισμού και οριστικοποίησης του πλαισίου για τα επόμενα στάδια υλοποίησης του προγράμματος, παρά σε συγκεκριμένα ζητήματα σχεδιασμού των επιμέρους έργων και δραστηριοτήτων που θα ενταχθούν στο πρόγραμμα.
- Ενδεχόμενη ανατροπή ή μεταβολή των αποφάσεων αυτών στο μέλλον, συνοδεύεται από υψηλό έως δυσβάσταχτο κόστος, συνήθως με την έννοια της ανατροπής ολόκληρων τμημάτων προγραμματισμού ή αυτή της παραίτησης από την μεγάλη πλειοψηφία των στόχων του προγράμματος.

Ακριβώς αυτά τα δυο χαρακτηριστικά είναι εκείνα που δίνουν στις αποφάσεις το στρατηγικό τους χαρακτήρα και για τον λόγο αυτό το επίπεδο λήψης τους αποκαλείται «στρατηγικό». Έτσι η εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων που πραγματοποιείται σε αυτό το επίπεδο εκπόνησης του προγράμματος, συνήθως ονομάζεται Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση.

3.6 Εθνική στρατηγική για την αειφόρο ανάπτυξη

Η εθνική στρατηγική του 2005 (όπως αναθεωρήθηκε το 2009) καθορίζει, σε επίπεδο πολιτικής, το πλαίσιο για την ανάπτυξη ενός Εθνικού Προγράμματος Δράσης, το οποίο εισάγει την περιβαλλοντική διάσταση σε όλες τις πτυχές της ανάπτυξης. Σε πρώτη φάση η Εθνική Στρατηγική καθόρισε τέσσερις τομείς προτεραιότητας για τους οποίους προσδιόρισε συγκεκριμένα μέτρα και στόχους επίτευξης τους:

- Την ενδυνάμωση των προσπαθειών για την αντιμετώπιση της

κλιματιστικής μεταβολής

- Την αναδιάρθρωση του συστήματος μεταφορών στην κατεύθυνση της βιωσιμότητας
- Την προστασία της δημόσιας υγείας από τους κινδύνους που εγκυμονεί η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, καθώς και οι πρακτικές που εφαρμόζονται σήμερα σε όλο το κύκλωμα της διατροφικής αλυσίδας
- Την βελτίωση της οικοαποδοτικότητας στην διαχείριση των φυσικών πόρων

Η εθνική στρατηγική είναι συμβατή με τις σχετικές στρατηγικές της ευρωπαϊκής ένωσης και ταυτόχρονα, είναι προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις της Ελληνικής πραγματικότητας. Η υιοθέτηση της εθνική στρατηγικής αειφόρου ανάπτυξης αποσκοπεί στην ισόρροπη εξυπηρέτηση των τριών παραμέτρων που καθορίζουν την κοινωνική ευημερία σε αρμονία με το φυσικό περιβάλλον:

- Η κοινωνική παράμετρος
- Η οικονομική παράμετρος
- Περιβαλλοντική παράμετρος

Θεωρώντας ότι η περιβαλλοντική συνιστώσα της αειφόρου ανάπτυξης είναι ισότιμη με την οικονομική και κοινωνική συνιστώσα, η εθνική στρατηγική περιλαμβάνει και αναδεικνύει τις βασικές αρχές της περιβαλλοντικής πολιτικής. Οι αρχές αυτές είναι:

- Η αρχή της πρόληψης της ρύπανσης
- Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»
- Η αρχή της ισότητας και της συνευθύνης

Οι στόχοι της εθνικής βιώσιμης ανάπτυξης απορρέουν από την ανάλυση της ελληνικής ιδιαιτερότητας υπό το πρίσμα των προτεραιοτήτων που θέτει η ευρωπαική στρατηγική. Οι κεντρικοί στόχοι γύρω από τους οποίους διαρθρώνεται η εθνική στρατηγική είναι:

- Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής
- Μείωση αέριων ρύπων
- Μείωση και ορθολογική διαχείριση στερεών αποβλήτων
- Ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων

- Πρόληψη της ερημοποίησης
- Προστασία βιοποικιλότητας και οικοσυστημάτων

Το 2007 η εθνική στρατηγική επανεξετάστηκε, βάσει προτάσεων από υπουργεία και εντατικές διαβουλεύσεις με περιφερειακούς και τοπικούς υπεύθυνους καθώς και με ένα σύνολο ιδιωτικών μετόχων. Η αναθεώρηση περιλαμβάνει τις προτεραιότητες της αναθεωρημένης στρατηγικής για την αειφόρο ανάπτυξη της ΕΕ του 2006 και επιπρόσθετα τέσσερα κεφάλαια σχετικά με θέματα εθνικής προτεραιότητας. Πολιτισμός, τουρισμός, γεωργία και χωροταξικός σχεδιασμός [2], [16], [17].

3.7 Τρόπος κάλυψης των στόχων περιβαλλοντικής προστασίας

Συνοψίζοντας τους στρατηγικούς περιβαλλοντικούς στόχους, όπως διαμορφώνονται από τις νομοθετικές απαιτήσεις και τα στρατηγικά κείμενα, πραγματοποιείται στο στάδιο αυτό η αξιολόγηση των προτεραιοτήτων και της συνολικής στρατηγικής του προγράμματος, σε σχέση με τους στρατηγικούς στόχους για το περιβάλλον. Επιδιώκεται με τον τρόπο αυτό μια ολοκληρωμένη προσέγγιση όσον αφορά στην συμμόρφωση των προτεραιοτήτων του προγράμματος με τις στρατηγικές περιβαλλοντικές κατευθύνσεις. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται οι κύριοι περιβαλλοντικοί στόχοι.

Πίνακας 3. 1 – Κύριοι Στρατηγικοί Περιβαλλοντικοί Στόχοι [2]

Ατμόσφαιρα, κλίμα	Τήρηση ορίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου
	Αύξηση ενεργειακής εξοικονόμησης και ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων, βιοκλιματικός σχεδιασμός
	Ενίσχυση του ρόλου των ΑΠΕ

Πίνακας 3. 2 – ...Συνέχεια [2]

Βιοποικιλότητα, χλωρίδα και πανίδα	Συμβολή στην μείωση της βιοποικιλότητας (οικότοποι, είδη χλωρίδας και πανίδας, απειλούμενα είδη)
	Εφαρμογή ολοκληρωμένου σχεδιασμού για την προστασία και διατήρηση των προστατευόμενων περιοχών
Ύδατα	Συμβολή στην προστασία, αναβάθμιση και αποκατάσταση των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών και υδάτινων και στην ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων - εξοικονόμηση νερού
	Μείωση των ρυπαντικών φορτίων αποβλήτων που καταλήγουν στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα
	Προστασία και καλή κατάσταση των θαλάσσιων υδάτων
Έδαφος	Ελαχιστοποίηση παραγόμενων αποβλήτων και συμβολή στην βιώσιμη διαχείριση τους
	Προστασία εδάφους από διάβρωση - ερημοποίηση, προστασία δασών από πυρκαγιές - εκχερσώσεις που θα μπορούσαν να επιτείνουν την διάβρωση
	Συμβολή στην αειφόρο οργάνωση των χρήσεων γης
	Προστασία εδάφους από ρύπανση
Τοπίο	Περιορισμός της αστικοποίησης εδαφών
	Προστασία και ανάδειξη του φυσικού, αισθητικού και πολιτιστικού χαρακτήρα του τοπίου
Υγεία πληθυσμού	Μείωση της έκθεσης του τοπικού πληθυσμού στον θόρυβο
	Μείωση του πληθυσμού που εκτίθεται σε περιβαλλοντικό κίνδυνο
Υλικά, περιουσιακά στοιχεία	Προστασία και ενίσχυση της αξίας της γης και της ακίνητης περιουσίας

3.8 Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζει, σε μεγάλο βαθμό, την σημαντικότητα του τομέα των μεταφορών όσον αφορά την οικονομική και κοινωνική ευμάρεια των πολιτών της (Λευκή Βίβλος 2011). Έτσι διαμορφώνει και ακολουθεί πολιτικές οι οποίες θα βοηθήσουν αυτόν τον πολύ σημαντικό κλάδο να επιβιώσει ενόψει των νέων προκλήσεων τις οποίες αντιμετωπίζει. Κύριος στόχος είναι οι ευρωπαϊκές περιφέρειες να παραμείνουν ανταγωνιστικές σε παγκόσμιο επίπεδο και σύμφωνα με την ΕΕ, οι αποτελεσματικές μεταφορές αποτελούν καθοριστικό παράγοντα προς αυτή την κατεύθυνση. Πιο συγκεκριμένα ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στις χερσαίες μεταφορές. Υπολογίζεται πως για κάθε δύο κατοίκους αντιστοιχεί ένα αυτοκίνητο ενώ οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές εκπροσωπούν πάνω από τα δύο τρίτα της συνολικής μεταφοράς εμπορευμάτων (Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας 2014). Για τους παραπάνω λόγους η ΕΕ εστιάζει στην ανάπτυξη μεταφορών οι οποίες πληρούν τις απαιτήσεις ασφάλειας, καθώς επίσης και έχουν ως μέλημα τους την προστασία του περιβάλλοντος [16], [17].

Συνδυάζοντας τα παραπάνω με έργα τα οποία πραγματοποιούνται στην Ελλάδα στην τρέχουσα χρονική περίοδο, μπορούμε να πούμε πως πολλά έχουν γίνει και γίνονται προς την κατεύθυνση την οποία έχει ορίσει η ΕΕ. Πολλά οδικά έργα κατασκευάστηκαν και κατασκευάζονται τα τελευταία χρόνια στην χώρα μας ακολουθώντας τις πολιτικές της ΕΕ όσον αφορά την βελτίωση των οδικών υποδομών αλλά και στην πολυτροπικότητα των μεταφορών. Επηρεασμένο από τις πολιτικές της ΕΕ για την περιφερειακή αειφόρο ανάπτυξη είναι και το σύστημα των αστικών συγκοινωνιών σε όλη την Ελλάδα με του κυριότερους τομείς ενδιαφέροντος να είναι η αντιμετώπιση των αυξημένων μετακινήσεων των πολιτών αλλά και η εισαγωγή και η χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς. Ωστόσο, από την μεριά των οδικών εμπορευματικών μεταφορών, παρουσιάζονται κάποιες σημαντικές δυσλειτουργίες οι οποίες επιδρούν αρνητικά στο λειτουργικό κόστος μεταφοράς και στην ποιότητα εξυπηρέτησης [16], [17].

3.8.1 Οδικές υποδομές και δίκτυα

Είναι κοινώς παραδεκτό ότι παρά την διεύρυνση της ευρωπαϊκής ένωσης, έχουν παρατηρηθεί αποκλίσεις στις μεταφορικές υποδομές μεταξύ των ανατολικών και δυτικών κρατών μελών της. Οι αποκλίσεις αυτές, αποτελούν αντικείμενο επίλυσης για τα αρμόδια Ευρωπαϊκά θεσμικά όργανα. Για τον σκοπό αυτό, έχει αποφασιστεί ότι είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός κύριου δικτύου διαδρομών μέσω του οποίου θα πραγματοποιείται η μεταφορά των εμπορευματικών προϊόντων αλλά και των επιβατών. Θα δοθεί έμφαση στην εκτεταμένη χρήση προηγμένων τεχνολογιών και υποδομών εφοδιασμού με «καθαρά» καύσιμα με απώτερο σκοπό το δίκτυο αυτό να χαρακτηρίζεται από υψηλή αποδοτικότητα σε συνδυασμό με χαμηλές εκπομπές ρύπων. Στόχος όλων των παραπάνω είναι η ενοποίηση της ευρωπαϊκής ηπείρου από πλευράς υποδομών με εξάλειψη τυχόν αποκλίσεων μεταξύ των κρατών – μελών και την παράλληλη φροντίδα για την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων [16], [17].

3.8.2 Πολυτροπικότητα των μεταφορών

Ένα βασικό χαρακτηριστικό το οποίο, σύμφωνα με τους στόχους της ευρωπαϊκής ένωσης, θα πρέπει να ισχύει για το κύριο δίκτυο μεταφορών είναι η πολυτροπικότητα των μεταφορών (Λευκή Βίβλος, 2011). Η πολυτροπικότητα θα επιτευχθεί από την ενοποίηση των δικτύων διαφορετικών τρόπων μεταφοράς (οδικοί άξονες, αερολιμένες, λιμάνια κλπ.), παρέχοντας έτσι τόσο στους πολίτες όσο και γενικότερα στις υπηρεσίες μεταφορών ποικιλία στο είδος του μεταφορικού μέσου.

Θα αυξήσει την ποιότητα των μεταφορών σε όρους αποδοτικότητας, θα βελτιώσει τον χρόνο παράδοσης των μεταφερόμενων προϊόντων, θα διατηρήσει το επίπεδο του κόστους μεταφοράς υπό έλεγχο και θα οδηγήσει σε αυξημένη περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Χαρακτηριστικό των στόχων, που έχουν τεθεί, αποτελεί το ότι μέχρι το 2030 επιδιώκεται το 30% των οδικών εμπορευματικών μεταφορών να στραφεί σε άλλα είδη μεταφοράς ενώ μέχρι το 2050 το ποσοστό αυτό θα πρέπει να ανέρχεται στο 50% [16], [17].

3.8.3 Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο

Το σύστημα μεταφορών το οποίο ακολουθείται από τα κράτη μέλη της ΕΕ χαρακτηρίζεται εδώ και πολλές δεκαετίες από στασιμότητα. Το μέγεθος της εξάρτησης των μεταφορών από το πετρέλαιο μπορεί να διακριθεί και από το γεγονός πως αν και έχουν περάσει περίπου 40 χρόνια από την πρώτη μεγάλη πετρελαϊκή κρίση, και παρότι η τεχνολογία έχει πραγματοποιήσει σημαντικά άλματα προόδου, οι μεταφορές συνεχίζουν να εξαρτώνται από το πετρέλαιο και τα παράγωγα του κατά 96% των ενεργειακών τους αναγκών. Παρόλη την προσπάθεια που γίνεται για καθαρότερες μεταφορές, η αύξηση της ζήτησης για μεταφορές έχει διατηρήσει τα επίπεδα ρύπανσης από την χρήση του πετρελαίου σε αρκετά υψηλά επίπεδα. Επίσης, η μεγάλη εξάρτηση στην χρήση του πετρελαίου και των παραγώγων του έχει οδηγήσει στην μείωση των φυσικών αποθεμάτων. Ως εκ τούτου με την πάροδο των χρόνων αυτό το είδος καυσίμου θα καταστεί δυσεύρετο πλήττοντας την ικανότητα μετακίνησης των πολιτών, βασικά δημοσιονομικά μεγέθη όπως και ο πληθωρισμός και το εμπορικό ισοζύγιο και γενικότερα την συνολική ανταγωνιστικότητα της ΕΕ. Αποθαρρυντικό αποτελεί το γεγονός πως αν δεν αλλάξει η σημερινή κατάσταση σε ορίζοντα 40 ετών, η ενεργειακή εξάρτηση από αυτό το είδος ενέργειας θα μειωθεί μόνο έως το 90% με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να φτάνει το 10%, επίπεδο που είχε τεθεί ως στόχος επίτευξης για το 2020 (Λευκή Βίβλος, 2011) [16], [17].

Ως αποτέλεσμα όλων όσων αναφέρθηκαν πιο πάνω, η ΕΕ έχει θέσει ως ένα από τους βασικούς της στόχους την παύση της εξάρτησης των μεταφορών από το πετρέλαιο. Επιπροσθέτως αυτό θα πρέπει να επιτευχθεί χωρίς να επηρεαστεί η αποτελεσματικότητα του συστήματος μεταφορών και η κινητικότητα. Αντιθέτως, η απεξάρτηση αυτή θα πρέπει να πραγματοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε η χρήση αποτελεσματικότερων ενεργειακών πόρων να υποστηρίζει την πρόοδο της ευρωπαϊκής οικονομίας, να στηρίζει την ανταγωνιστικότητα και να μην εμποδίζει την παροχή υπηρεσιών κινητικότητας υψηλού επιπέδου για τους πολίτες. Η επίτευξη των στόχων αυτών απαιτεί την αύξηση της χρήσης καθαρών πηγών ενέργειας και την αξιοποίηση των σύγχρονων υποδομών με τον βέλτιστο τρόπο [16], [17].

3.8.4 Εκπομπές αερίων (Emissions)

Μεγάλο ενδιαφέρον για την διεθνή κοινότητα συγκεντρώνει το θέμα της εκπομπής αερίων και οι αρνητικές συνέπειες που έχει στο περιβάλλον και την ανθρωπότητα γενικότερα. Ο τομέας των μεταφορών αποτελεί μια από τις σημαντικότερες πηγές εκπομπής αερίων, καθώς σύμφωνα με το ένα τέταρτο των ευρωπαϊκών εκπομπών ρύπων προέρχονται από αυτόν, καθώς επίσης αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα ατμοσφαιρικής ρύπανσης των αστικών κέντρων. Εντός του κλάδου, οι οδικές μεταφορές αποτελούν μακράν τον υποκλάδο με τις μεγαλύτερες εκπομπές αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία αποτελούν το 70% του κλάδου των μεταφορών [16], [17].

Η ΕΕ πρωτοστατεί στην παγκόσμια προσπάθεια που γίνεται για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ως εκ τούτου έχει θέσει πολιτικές – στόχους με τις οποίες προβλέπονται μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Έχει αποφασιστεί η μη αναστρέψιμη μετάβαση σε μεταφορές χαμηλής εκπομπής ρύπων με βασικό στόχο οι εκπομπές μέχρι το 2020 να είναι μικρότερες κατά 30% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Επίσης, επιδιώκεται οι εκπομπές αερίων στο μέσο του αιώνα που διανύουμε να είναι το λιγότερο 60% χαμηλότερες από τα επίπεδα του 1990 και σταδιακά να επιτευχθούν μηδενικά επίπεδα εκπομπών. Οι πολιτικές αυτές θα ωφελήσουν τους πολίτες της ΕΕ καθώς μέσω αυτών θα υπάρξει βελτίωση της ποιότητας του αέρα, μείωση των επιπέδων της ηχορύπανσης, μείωση της συμφόρησης των οδικών δικτύων καθώς και αύξηση της ασφάλειας [16], [17].

4ο Κεφάλαιο - Πρότυπα Περιβαλλοντικής και Ενεργειακής Διαχείρισης

4.1 Πρότυπα Πιστοποίησης Συστημάτων Διαχείρισης

Τα πρότυπα είναι ένα από τα παλαιότερα «εργαλεία» διαχείρισης του περιβάλλοντος. Καθιερώθηκαν για να προστατεύουν το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία καθορίζοντας τα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα ρύπανσης. Αρχικά, οι τεχνικές και οι μέθοδοι για τον καθορισμό τέτοιων μέγιστων επιτρεπτών συγκεντρώσεων καθιερώθηκαν από τους υγιεινολόγους χώρων εργασίας για να προστατευθούν οι απασχολούμενοι σε αυτούς τους χώρους. Αργότερα, όμοιες μέθοδοι εφαρμόστηκαν για να διατυπώνονται οι μέγιστες συγκεντρώσεις στον αέρα, τα επιφανειακά νερά, το χώμα, το πόσιμο νερό και τα τρόφιμα [18].

Η βάση για να καθιερωθεί ένα πρότυπο είναι η καθοδηγητική τιμή (guide line). Η τιμή αυτή είναι μια εκτίμηση της ανώτατης επιτρεπτής συγκέντρωσης η οποία εγγυάται μια λογική ποιότητα συνθηκών υγιεινής και περιβάλλοντος. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται σε μια κριτική θεώρηση όλων των διαθέσιμων και συναφών τοξικολογικών πληροφοριών, περιλαμβανομένων και στοιχείων για την τύχη και την συμπεριφορά των ουσιών στο ανθρώπινο σώμα και το περιβάλλον. Οι καθοδηγητικές τιμές τίθενται από διεθνείς ομάδες ειδικών που οργανώνονται από διεθνείς οργανισμούς. Για παράδειγμα, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO – World Health Organization) καθιέρωσε τις καθοδηγητικές τιμές για τον αέρα το 1987 και για το νερό το 1985. Η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ ηγείται στην καθιέρωση καθοδηγητικών τιμών για το περιβάλλον [18].

Το πρότυπο είναι μια σταθερή τιμή που τίθεται από κάποια αρχή, γενικά υποκείμενη σε νομικές ρυθμίσεις, που καθορίζει την μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση μιας ουσίας σε τρόφιμο, σε νερό, σε αέρα ή σε έδαφος ή την μέγιστη επιτρεπτή πίεση που συντελείται από έκθεση σε ένα άλλο περιβαλλοντικό παράγοντα. Γενικά, ένα πρότυπο καθιερώνεται με βάση μια

καθοδηγητική τιμή αλλά λαμβάνονται επίσης υπόψη τεχνικοί, κοινωνικοί ή πολιτικοί παράγοντες [18].

Το πλέον γνωστό και ολοκληρωμένο υπόδειγμα ποιότητας είναι αυτό της ISO. Ό ISO είναι μια παγκόσμια οργάνωση με εθνικά παραρτήματα, που την δεκαετία του 80 δημιούργησε ένα μοντέλο ποιότητας γύρω από πέντε βασικούς πυλώνες (ISO 9000 – ISO 9004) που αφορούν το σύνολο παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών. Μέσω φορέων πιστοποίησης, οι επιχειρήσεις πιστοποιούνται κατά ISO σε διάφορα συστήματα διαχείρισης [18].

Συγκεκριμένα έχει εξακριβωθεί ότι οι επιχειρήσεις που πιστοποιούνται επιδίδονται μεταξύ άλλων σε καλύτερη καταγραφή των αποτελεσμάτων και των λειτουργιών τους, έχουν καλύτερη αίσθηση για όλες τις παραμέτρους διαχείρισης, βελτιώνουν την επιχειρησιακή τους κουλτούρα και την λειτουργική τους αποτελεσματικότητα και μειώνουν τις απώλειες από αναποτελεσματικές διεργασίες.

Ίσως ο πιο σημαντικός λόγος για τον οποίο μια επιχείρηση πρέπει να υιοθετεί τα πρότυπα κατά ISO είναι η δυνατότητες που θα έχει αυτή η ενέργεια και από την σκοπιά του μάρκετινγκ. Οι περισσότερες επιχειρήσεις που έχουν κριθεί κατά ISO χρησιμοποιούν την πιστοποίηση για να χτίσουν και την εικόνα τους στην αγορά. Αν οι επιχειρήσεις σήμερα επιζητούν την ανάπτυξη και την παροχή υψηλής ποιότητας προϊόντων, τότε σε επίπεδο μάρκετινγκ και πώλησης η πιστοποίηση θα τους φέρει ένα βήμα πιο κοντά στον πελάτη τους, ο οποίος τις περισσότερες φορές εντυπωσιάζεται στο άκουσμα και στην επεξήγηση της πιστοποίησης από ένα παγκόσμιο οργανισμό ελέγχου και ποιότητας [18].

4.2 Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (ΣΠΔ) είναι το σύστημα με το οποίο μια εταιρεία ελέγχει τις δραστηριότητες, τα προϊόντα και τις διεργασίες που προξενούν ή θα μπορούσαν να προξενήσουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ελαχιστοποιώντας με την υιοθέτηση του ΣΠΔ τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των λειτουργιών τους [19].

Σκοπός του ΣΠΔ είναι η αναγνώριση των σημαντικών πλευρών και οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

Σημαντική είναι η αξιολόγηση των πλευρών, ο προσδιορισμός του βαθμού επικινδυνότητας, η κατάταξη τους, ο προσδιορισμός των απειλών και ευκαιριών, καθώς και οι ενέργειες για την αντιμετώπισή τους [19].

Οι πλευρές θα μπορούσαν να αφορούν, αλλά δεν περιορίζονται, στους παρακάτω τομείς, ανάλογα με την δραστηριότητα της κάθε εταιρείας που θέλει να το εφαρμόσει :

- Ατμοσφαιρική ρύπανση
- Θόρυβος
- Ρύπανση των υδάτινων αποδεκτών
- Στερεά απόβλητα / Διαχείριση στερεών αποβλήτων
- Ρύπανση εδάφους / αλλοίωση τοπίου
- Προμήθειες και φυσικοί πόροι
- Αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών
- Κοινωνικές οχλήσεις κλπ.

Το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι «το τμήμα του γενικού συστήματος διοίκησης, που περιλαμβάνει την οργανωτική δομή, δραστηριότητες σχεδιασμού, πρακτικές και πόρους για την ανάπτυξη, υλοποίηση, συνεχή αξιολόγηση και διατήρηση της περιβαλλοντικής πολιτικής ενός οργανισμού». Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι μια μεθοδολογία συστηματοποίησης των διεργασιών μιας επιχείρησης, με σκοπό την βελτίωση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών της επιδόσεων. Περιλαμβάνει, σε γενικές γραμμές τα εξής:

- Αρχική περιβαλλοντική ανάλυση
- Καθορισμό της περιβαλλοντικής πολιτικής, των αντικειμενικών σκοπών και στόχων καθώς και δημιουργία προγράμματος υλοποίησης του
- Οργάνωση, επικοινωνία, εκπαίδευση και τεκμηρίωση
- Έλεγχο δραστηριοτήτων της επιχείρησης που έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον
- Διαδικασίες παρακολούθησης και μέτρησης

- Διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες, αρχεία και εσωτερικές επιθεωρήσεις
- Αναθεώρηση στόχων σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα του ελέγχου για συνεχή βελτίωση

Τα πλεονεκτήματα των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι τα εξής:

- Η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, με μείωση των παραγόμενων αποβλήτων και προστασία του περιβάλλοντος
- Η μείωση των δαπανών εξαιτίας της μείωσης των αποβλήτων και της προστασίας των αποθεμάτων
- Η βέλτιστη χρήση των πόρων και η εξοικονόμηση ενέργειας
- Η βελτίωση της οργάνωσης της επιχείρησης και η μείωση κόστους παραγωγής και λειτουργίας
- Η είσοδος σε νέες αγορές
- Προστασία περιβάλλοντος
- Εξασφάλιση περιβαλλοντικής συμμόρφωσης
- Εξασφάλιση περιβαλλοντικής εικόνας της εταιρείας
- Βελτίωση περιβαλλοντικής συνείδησης και συμπεριφοράς εργαζομένων
- Καλύτερη αποδοχή εταιρείας από πελάτες και κοινωνία

Τα δύο παγκοσμίως κυρίαρχα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι το πρότυπο ISO 14001 (International Organization for Standardization) και ο κανονισμός EMAS (Eco-management and Audit Scheme). Το ISO είναι διεθνές πρότυπο με παγκόσμια αναγνώριση, εφαρμόζεται σε όλους τους οργανισμούς και στην παροχή υπηρεσιών. Αντίθετα, το EMAS αναγνωρίζεται μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι διαφορές τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα [18], [19].

Ο σκοπός του συστήματος EMAS είναι η προώθηση της συνεχούς βελτίωσης των περιβαλλοντικών επιδόσεων. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω της κατάρτισης και της εφαρμογής περιβαλλοντικών πολιτικών από τις επιχειρήσεις, της συστηματικής αντικειμενικής και περιοδικής αξιολόγησης των επιδόσεων της ενημέρωσης του κοινού ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ενεργό συμμετοχή των εργαζομένων στον οργανισμό, καθώς

και κατάλληλη εκπαίδευση και διαρκή επιμόρφωση (Κανονισμός 761/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου).

Τα βασικά βήματα, από άποψη μεθοδολογικής προσέγγισης, που μπορεί μια επιχείρηση να ακολουθήσει ώστε να εφαρμόσει κάποιο πρότυπο ή κανονισμό, με δεδομένη την απόφαση και δέσμευση της διοίκησης προς αυτή την κατεύθυνση, είναι η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης λειτουργίας της επιχείρησης, η σύγκριση αυτής της κατάστασης λειτουργίας με τις απαιτήσεις του επιλεγέντος προτύπου, ο εντοπισμός των αναγκών προσαρμογής, ο αρχικός σχεδιασμός απαιτούμενων παρεμβάσεων, ο καθορισμός και προγραμματισμός των αναγκαίων ενεργειών – παρεμβάσεων, η δρομολόγηση προγράμματος υλοποίησης και η συνεχής παρακολούθηση και αξιολόγηση αυτού [18], [19].

4.2.1 Το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ISO 14001

Ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (ΣΠΔ) ορίζεται ως ένα σύνολο τεκμηριωμένων μεθόδων διαχείρισης των δραστηριοτήτων ενός οργανισμού, που αφορούν τα περιβαλλοντικά θέματα. Ο οργανισμός ISO ορίζει το ΣΠΔ ενός οργανισμού ως το «κομμάτι του συνολικού συστήματος διαχείρισης που περιλαμβάνει την οργανωτική δομή, τις σχεδιαζόμενες ενέργειες, ευθύνες, πρακτικές, διεργασίες, διαδικασίες και πηγές για την ανάπτυξη, εγκατάσταση, υλοποίηση, αναθεώρηση και διατήρηση της περιβαλλοντικής πολιτικής» [19], [20].

Η σειρά ISO 14000 αποτελείται από 21 πρότυπα. Αυτά μπορούν να χωριστούν σε έξι κατηγορίες:

- Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Περιβαλλοντικός έλεγχος
- Αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιδόσεων
- Περιβαλλοντική σήμανση
- Αξιολόγηση του κύκλου ζωής του προϊόντος
- Περιβαλλοντικές πλευρές των προτύπων παραγωγής

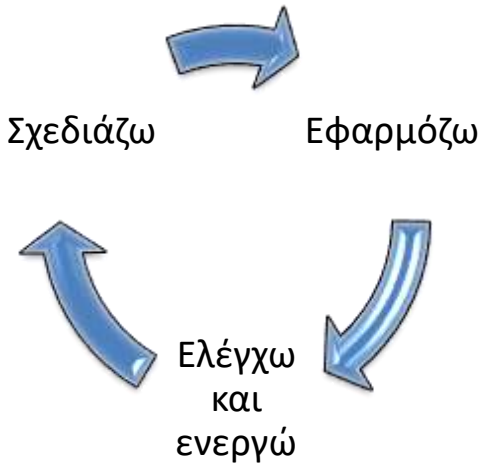
Τα ΣΠΔ περιλαμβάνουν συγκεκριμένα πρότυπα, έναντι των οποίων η συμμόρφωση μπορεί να μετρηθεί και να πιστοποιηθεί. Η πιστοποίηση

γίνεται από τρίτο, ανεξάρτητο φορέα και αυτό είναι ένα από τα πλεονεκτήματα του ISO 14001, καθώς μια τέτοια πιστοποίηση προσδίδει στο ΣΠΔ κύρος και αξιοπιστία ενώ ταυτόχρονα δυναμώνει την εικόνα της επιχείρησης και βελτιώνει τις σχέσεις της με τα ενδιαφερόμενα μέρη και την αγορά [19], [20].

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001 ο καθορισμός της περιβαλλοντικής πολιτικής από τον οργανισμό που θέλει να πιστοποιηθεί είναι ίσως το σημαντικότερο στοιχείο από όπου πρέπει να ξεκινήσει κανείς για την εγκατάσταση ενός ΣΠΔ. Η ανώτατη διοίκηση του οργανισμού οφείλει να υιοθετήσει μια περιβαλλοντική πολιτική, η οποία να:

- Περιλαμβάνει δέσμευση για διαρκή βελτίωση και πρόληψη της ρύπανσης
- Περιλαμβάνει δέσμευση για συμμόρφωση με την ισχύουσα νομοθεσία
- Είναι ικανή να προβαίνει σε ανασκόπηση των περιβαλλοντικών σκοπών και στόχων του ΣΠΔ
- Είναι γνωστή στους εργαζόμενους και εφαρμόζεται και τηρείται σε όλα τα επίπεδα
- Είναι καλά τεκμηριωμένη
- Είναι διαθέσιμη στο κοινό

Το ΣΠΔ ISO 14001 στηρίζεται στην αλληλουχία «σχεδιάζω, εφαρμόζω, ελέγχω και ενεργώ». Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει τον εντοπισμό των περιβαλλοντικών πλευρών και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την δραστηριότητα του οργανισμού και των προϊόντων / υπηρεσιών του. Θα πρέπει επίσης να εντοπίσει την οικεία νομοθεσία και να θεσπίσει κριτήρια για την συμμόρφωση με αυτήν. Κατά τον σχεδιασμό θα πρέπει επίσης να καθοριστούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι και σκοποί της εταιρείας και να συνταχτούν περιβαλλοντικά προγράμματα, τα οποία καθορίζουν τις απαραίτητες ενέργειες και τα μέσα για την επίτευξη αυτών των στόχων και σκοπών. Τέλος ο σχεδιασμός καθορίζει τις κρίσιμες παραμέτρους και τους δείκτες που αφορούν την περιβαλλοντική επίδοση του οργανισμού [19], [20].



Σχήμα 4. 1 – Αρχή λειτουργίας του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ISO 14001 [20]

Κατά την εφαρμογή και λειτουργία του ISO 14001 απαιτείται από την εταιρεία να δημιουργήσει κατάλληλες οργανωτικές δομές, περιγράψει κατάλληλα τις θέσεις εργασίας και να αποδώσει τις αντίστοιχες αρμοδιότητες και υποχρεώσεις. Θα πρέπει να εξασφαλίσει τους απαραίτητους πόρους (ανθρώπινους, οικονομικούς και τεχνολογικούς), που απαιτεί το ΣΠΔ. Επίσης θα πρέπει να διασφαλίσει την εκπαίδευση και διαρκή ενημέρωση του προσωπικού, για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων που ασκεί και να εφαρμόσει διαδικασίες σχετικά με την εσωτερική και εξωτερική επικοινωνία. Σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή και λειτουργία του ISO 14001 παίζει η τεκμηρίωση, η δημιουργία των καταλλήλων αρχείων και η εφαρμογή και διατήρηση διαδικασιών λειτουργικών ελέγχων, αλλά και ελέγχων εγγράφων. Τέλος στα πλαίσια του ΣΠΔ η εταιρεία θα πρέπει να καταρτίσει και να εφαρμόζει σχέδια ανταπόκρισης της σε περιστατικά έκτακτης ανάγκης [19], [20].

Ο έλεγχος και η αξιολόγηση των διεργασιών και λειτουργιών του ΣΠΔ, σύμφωνα με το πρότυπο, γίνεται μέσω μετρήσεων και παρακολούθησης συγκεκριμένων μεγεθών (π.χ. στόχοι, δείκτες, νομοθετικά όρια κλπ.). Ελέγχεται και αξιολογείται ο βαθμός συμμόρφωσης της εταιρείας με την νομοθεσία, τους κανονισμούς, αλλά και τις απαιτήσεις του ίδιου του ISO 14001. Ταυτόχρονα, εντοπίζονται οι μη συμμορφώσεις και οι παρεκκλίσεις από καθορισμένες απαιτήσεις και προτείνονται διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες. Ελέγχονται επίσης τα περιβαλλοντικά αρχεία του οργανισμού για

να διαπιστωθεί εάν αυτά είναι εντοπίσιμα, ιχνηλάσιμα και εύκολα ανακτήσιμα. Τέλος πραγματοποιούνται, σε τακτά χρονικά διαστήματα συστηματικές επιθεωρήσεις προκειμένου να εξεταστεί εάν το ΣΠΔ εφαρμόζεται και διατηρείται αποτελεσματικά και κατά πόσο συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του ISO 14001 [19], [20].

Τέλος προβλέπεται η ανασκόπηση του ΣΠΔ από την ανώτατη διοίκηση του οργανισμού και η εφαρμογή ενεργειών προκειμένου να βελτιωθεί το σύστημα. Η ανασκόπηση εντοπίζει τομείς και λειτουργίες που επιδέχονται βελτίωση και σχεδιάζονται οι κατάλληλες ενέργειες και διαδικασίες και έτσι ανοίγει ένας καινούργιος κύκλος [19], [20].

4.2.2 Σύγκριση εφαρμογής ISO 14001 / EMAS

Σε γενικές γραμμές, το ISO 14001 είναι πιο δημοφιλές από το EMAS. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στην διεθνή αναγνώριση που έχει το ISO 14001, ενώ το EMAS αναγνωρίζεται μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ακόμη, όμως και μεταξύ των χωρών της ΕΕ είναι σαφές το προβάδισμα του ISO 14001 σε σχέση με το EMAS, αφού στην πλειοψηφία των χωρών, ο αριθμός των καταχωρημένων επιχειρήσεων σύμφωνα με το ISO 14001 είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο αριθμό των επιχειρήσεων που έχουν καταχωρηθεί σύμφωνα με το EMAS [18], [21], [22].

Ένας λόγος, για τον οποίο το ISO 14001 είναι πιο δημοφιλές από το EMAS, είναι το γεγονός ότι το ISO 14001 αναφέρεται μόνο στην εφαρμογή συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης, ενώ το EMAS έχει μεγαλύτερες απαιτήσεις, όπως έχει προαναφερθεί (π.χ. συμμόρφωση με την νομοθεσία, δημοσιοποίηση περιβαλλοντικής δήλωσης) και κρίνεται αυστηρότερο. Οι απαιτήσεις αυτές, βέβαια, που καθιστούν κατά κάποιο τρόπο, το EMAS λιγότερο ελκυστικό στα «μάτια» των επιχειρήσεων, θα έπρεπε να στην ουσία να αποτελούν πλεονέκτημα του EMAS, καθώς με την ορθή κάλυψη τους, η επιχείρηση εξασφαλίζει καλύτερες σχέσεις με τις αρχές και το κοινό και κατ' επέκταση η προστασία του περιβάλλοντος είναι πιο αποτελεσματική.

Ένας άλλος λόγος για τον οποίο το ISO 14001 είναι πιο διαδεδομένο σε σχέση με το EMAS, είναι οι πολλές κοινές απαιτήσεις του προτύπου, με τα πρότυπα του ISO 9000. Έτσι για επιχειρήσεις που ήδη εφαρμόζουν Σύστημα

διαχείρισης ποιότητας σύμφωνα με τα ISO 9000, είναι πιο εύκολο και πιο οικονομικό να εφαρμόσουν ΣΠΔ σύμφωνα με το ISO 14001 [18], [21], [22].

Πίνακας 4. 1 – Κύριες διαφορές των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO και EMAS [18]

ISO	EMAS
Παγκόσμια αναγνώριση	Αναγνώριση μόνο στην Ε.Ε.
Ετήσιος έλεγχος συμμόρφωσης του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης	Καθορισμός της περιόδου επανελέγχου από τους επιθεωρητές περιβάλλοντος, το ελάχιστο κάθε 3 χρόνια
Δεν απαιτεί περιβαλλοντική δήλωση	Απαιτεί περιβαλλοντική δήλωση
Η περιβαλλοντική πολιτική του οργανισμού είναι ανακοινώσιμη στο κοινό	Η περιβαλλοντική πολιτική πρέπει να δημοσιεύεται, μεταξύ άλλων, και στα πλαίσια της περιβαλλοντικής δήλωσης
Λιγότερες απαιτήσεις	Περισσότερες απαιτήσεις, πληρέστερο

4.3 Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης

Ο σκοπός του συστήματος διαχείρισης ενέργειας (ΣΔΕ) είναι κυρίως η συνεχής βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και μέσω αυτής, κατ' επέκταση να υπάρξουν πραγματικές μειώσεις στις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου (GHG), πράγμα που θα έχει άμεσο αντίκτυπο στην αποτελεσματική αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής [23], [24], [25].

Ειδικότερα, ο σκοποί του ΣΔΕ είναι οι εξής:

- Ο σκοπός του διεθνούς προτύπου είναι να βοηθήσει τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς να καθιερώσουν τα απαραίτητα συστήματα και διαδικασίες για την βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης, συμπεριλαμβανομένης και της ενεργειακής κατανάλωσης
- Η εφαρμογή του προτύπου θα οδηγήσει στην μείωση των

ενεργειακών εξόδων, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθώς και των διαφόρων περιβαλλοντικών επιπτώσεων, διαμέσου της συστηματικής διαχείρισης της ενέργειας

- Το πρότυπο εφαρμόζεται σε κάθε τύπο και μέγεθος οργανισμού / επιχείρησης, ανεξάρτητα των γεωγραφικών, πολιτιστικών ή κοινωνικών συνθηκών. Η επιτυχής εφαρμογή του εξαρτάται από την δέσμευση όλων των επιπέδων και λειτουργιών του οργανισμού, και ειδικότερα από την ανώτατη διοίκηση

4.3.1 Το Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας ISO 50001

Αυτό το πρότυπο, καθορίζει τις απαιτήσεις για την εφαρμογή, την διατήρηση και βελτίωση ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, του οποίου σκοπός είναι να μπορεί ένας φορέας να ακολουθήσει μια μέθοδο για να πετύχει την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της χρήσης και της κατανάλωσης ενέργειας [23], [24], [25].

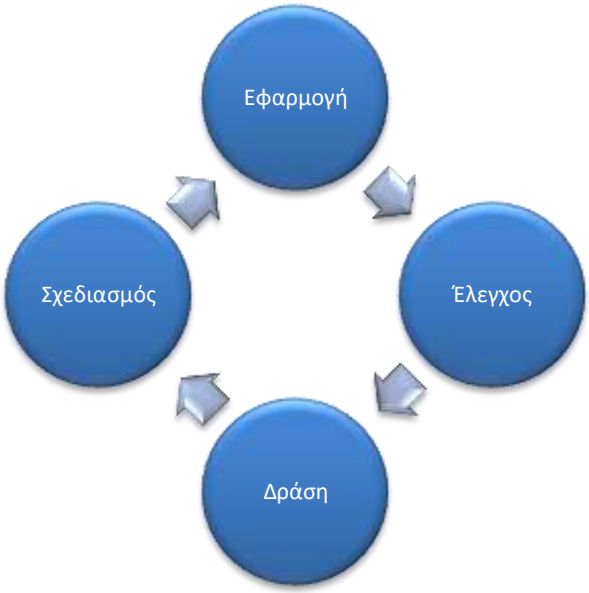
Το πρότυπο ISO 50001 επίσης καθιερώνει τις διαδικασίες που εφαρμόζονται για την χρήση και την κατανάλωση ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της μέτρησης διαφόρων μεγεθών, της τεκμηρίωσης διαδικασιών και της υποβολής εκθέσεων, του σχεδιασμού και των εφαρμοζόμενων πρακτικών για την προμήθεια και συντήρηση του απαραίτητου εξοπλισμού [23], [24], [25].

Το πρότυπο αυτό, που είναι εθελοντικό, εφαρμόζεται σε όλες τις παραμέτρους που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση οι οποίες μπορεί να παρακολουθούνται και να ρυθμίζονται από τον οργανισμό, αλλά δεν περιγράφει συγκεκριμένα κριτήρια ενεργειακής απόδοσης. Το πρότυπο αυτό έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να εφαρμόζεται ανεξάρτητα, αλλά μπορεί επίσης και να ευθυγραμμιστεί ή να ενσωματωθεί με άλλα συναφή πρότυπα, όπως το πρότυπο ISO 14001 [23], [24], [25].

Η συμμόρφωση των επιχειρήσεων/οργανισμών προς το πρότυπο αυτό επιβεβαιώνεται είτε μέσω των εσωτερικών επιθεωρήσεων και δήλωσης συμμόρφωσης, είτε μέσω της ετήσιας επιθεώρησης από τον φορέα πιστοποίησης.

Το ISO 50001 βασίζεται στην αρχή Σχεδιασμός – Εφαρμογή – Έλεγχος –

Δράση (Plan – Do – Check – Act). Αποτελεί ένα σύστημα συνεχούς βελτίωσης του οργανισμού/επιχείρησης και εφαρμόζει τις λεγόμενες καλές πρακτικές για την διαχείριση της ενέργειας.



Σχήμα 4. 2 - Αρχή λειτουργίας του Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης ISO 50001

Το ISO 50001 κατοχυρώθηκε από το ISO τον Ιούνιο του 2011 και είναι κατάλληλο για κάθε οργανισμό/επιχείρηση ανεξάρτητα από το μέγεθος, τον τομέα ή την γεωγραφική του θέση. Το πρότυπο ISO 50001, λοιπόν έχει να κάνει ένα σημαντικό βήμα προς τα εμπρός, απαιτώντας από μια επιχείρηση/οργανισμό να αποδείξει ότι έχει βελτιώσει την ενεργειακή της απόδοση. Στα πλαίσια αυτά, δεν προσδιορίζονται κάποιοι ποσοτικοί αντικειμενικοί σκοποί, μια επιχείρηση/οργανισμός επιλέγει τους αντικειμενικούς της σκοπούς και δημιουργεί το δικό της σχέδιο δράσης. Είναι πολύ πιθανό να υπάρξουν ορατά οικονομικά οφέλη, ακολουθώντας αυτή την προσέγγιση [23], [24], [25].

4.3.2 Οι ιδιότητες του προτύπου

Ο κύριος στόχος του προτύπου είναι η διαρκής βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και ο εντοπισμός τρόπων μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας.

Η συνεχής ενεργειακή διαχείριση βοηθά τους οργανισμούς να διαπιστώσουν

και να αξιοποιήσουν το πιθανό αναξιοποίητο ποσοστό της ενέργειας τους. Με τον τρόπο αυτό θα ωφεληθούν από την εξοικονόμηση του ενεργειακού τους δυναμικού και θα συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος και του κλίματος, π.χ. με την μείωση των εκπομπών CO_2 [26].

Το πρότυπο μπορεί να προειδοποιεί τους εργαζόμενους και την διοίκηση για τα άμεσα και μακροπρόθεσμα οφέλη διαχείρισης της ενέργειας που μπορούν να υπάρξουν. Ο οργανισμός / επιχείρηση μπορεί να ανακαλύψει πιθανές εξοικονομήσεις και πλεονεκτήματα. Επιπλέον, βελτιώνεται η εικόνα της επιχείρησης [26].

4.3.3 Δομή και χρησιμότητα εφαρμογής του προτύπου

Η δομή του ISO 50001 έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με άλλα πρότυπα συστημάτων διαχείρισης τύπου ISO, και συγκεκριμένα το ISO 9000 (Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας) και το ISO 14001 (Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης) [27].

Υπάρχουν επτά βασικά στοιχεία στο πρότυπο ISO 50001:2011 :

- Γενικές απαιτήσεις
- Διαχειριστική ευθύνη της διοίκησης
- Ενεργειακή πολιτική
- Σχέδιο δράσης για την ενέργεια
- Εφαρμογή και λειτουργία
- Έλεγχοι επιδόσεων
- Ανασκόπηση της διοίκησης

Το ISO 50001 επικεντρώνεται σε μια διαδικασία συνεχούς βελτίωσης για την επίτευξη των στόχων που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις ενός οργανισμού. Η διαδικασία αυτή ακολουθεί μια προσέγγιση σχεδιασμού Plan – Do – Check – Act (PDCA) [27].

Δεδομένου ότι και τα τρία συστήματα διαχείρισης βασίζονται στον κύκλο PDCA, το ISO 50001 μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα σε αυτά τα συστήματα [27].

4.3.4 Τα οφέλη που προκύπτουν από την υιοθέτηση ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας, έδειξαν πως υπάρχουν πραγματικά οφέλη από την σωστή εφαρμογή του συστήματος αυτού στις επιχειρήσεις, παρόλο που είναι εθελοντικό. Τα οφέλη αυτά συνοψίζονται ως εξής:

- Η καθιέρωση κατάλληλης ενεργειακής πολιτικής στον οργανισμό/επιχείρηση
- Η καθιέρωση ορθών πρακτικών διαχείρισης της ενέργειας
- Ο καθορισμός συγκεκριμένων αντικειμενικών στόχων αναφορικά με την αποδοτική χρήση ενέργειας
- Η συγκριτική αξιολόγηση, η μέτρηση, η τεκμηρίωση και η αναφορά των βελτιώσεων της ενεργειακής έντασης και των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον
- Η ύπαρξη διαφάνειας και καλύτερης επικοινωνίας σχετικά με την διαχείριση των ενεργειακών πόρων
- Ο προσδιορισμός των ενεργειακών αναγκών και ο εντοπισμός ευκαιριών ενεργειακής βελτίωσης
- Η αξιολόγηση και η ιεράρχηση της υλοποίησης νέων ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών
- Η μείωση του κόστους ενέργειας
- Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- Ο προσδιορισμός των νομικών και άλλων απαιτήσεων αναφορικά με τις ενεργειακές πλευρές του οργανισμού

4.4 Συσχέτιση των προτύπων ISO 50001 και ISO 14001

Λόγω της προοπτικής των οργανισμών και των επιχειρήσεων, υπάρχει διασύνδεση ανάμεσα στην ενέργεια και το περιβάλλον, πράγμα που ούτως η άλλως είναι γεγονός, αφού ο κύριος στόχος του προτύπου ISO 50001:2011 είναι η μείωση των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής, μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις ομοιότητες και διαφορές των δύο προτύπων. Παρατηρούμε ότι στα κύρια

οφέλη τα δύο συστήματα διαχείρισης ταυτίζονται απόλυτα. Η βασική όμως αιτία ομοιότητας των δύο προτύπων, είναι ότι βασίζονται στην ίδια φιλοσοφία [23], [28].

Από την μια η προσέγγιση PDCA (σχεδιάζω, δρώ, ελέγχω, ενεργώ) που υπάρχει και στα δύο και αντικατοπτρίζει τις διαδικασίες υλοποίησης των προτύπων σε ένα οργανισμό έτσι ώστε να πιστοποιηθεί, και από την άλλη, ο στόχος της συνεχούς βελτίωσης, αλλά είναι κοινός και στα δύο πρότυπα [23], [28].

Πίνακας 4. 2 – Ομοιότητες και διαφορές των ISO 50001 και ISO 14001 [23]

ISO 14001 (Περιβαλλοντική Διαχείριση)	**Ομοιότητες**	**ISO 50001 (Ενεργειακή Διαχείριση)**
Κύρια Χαρακτηριστικά	**PDCA (Σχεδιάζω, Δρώ, Ελέγχω, Ενεργώ)**	**Κύρια Χαρακτηριστικά**
Χρήση φυσικών πόρων	Εμπλοκή σε διαχείριση	Βασική γραμμή ενέργειας - σχεδιασμός
Διαχείριση αποβλήτων	Νομικές απαιτήσεις και απαιτήσεις συμμόρφωσης	Δείκτες περιβαλλοντικής απόδοσης
Ρύπανση	Αντικειμενικοί σκοποί, στόχοι και σχέδια δράσης	Αγορά προϊόντων (εξοπλισμού / υπηρεσιών)
Κύρια Οφέλη	Παρακολούθηση, μετρήσεις και ανάλυση	**Κύρια Οφέλη**
Μειωμένα λειτουργικά κόστη	Μη-συμμόρφωση, διορθωτικές και προληπτικές δράσεις	Μειωμένα λειτουργικά κόστη
Συμμόρφωση με τις οδηγίες	Εκπαίδευση και ενημέρωση	Συμμόρφωση με τις οδηγίες

Πίνακας 4. 3 – ...Συνέχεια [23]

ISO 14001 (Περιβαλλοντική Διαχείριση)	**Ομοιότητες**	**ISO 50001 (Ενεργειακή Διαχείριση)**
Μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα	Επικοινωνία	Μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα
Συγκριτικό πλεονέκτημα	Έλεγχοι λειτουργικοί και έλεγχοι εγγράφων, αρχείων	Συγκριτικό πλεονέκτημα
Συμμόρφωση με την νομοθεσία και με άλλες απαιτήσεις	Υποχρεώσεις συμμόρφωσης	Συμμόρφωση με την νομοθεσία και με άλλες απαιτήσεις

Παρά το γεγονός ότι η υλοποίηση του προτύπου ISO 50001 έχει βοηθήσει τους διάφορους οργανισμούς να εφαρμόσουν με επιτυχία πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας, υπάρχει εντούτοις ακόμη σημαντική ανισότητα μεταξύ του αριθμού των εταιρειών που πιστοποιήθηκαν στο ISO 50001 και του αριθμού που πιστοποιήθηκαν στο ISO 14001 [23], [28].

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν στην αρχή της παραγράφου αυτής, έγιναν και γίνονται προσπάθειες για ενοποίηση του προτύπου ISO 50001 σε οργανισμούς που λειτουργούν ήδη με το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14001. Με βάση τις ομοιότητες που αναλύθηκαν παραπάνω, έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες, που αποδεικνύουν την συμβατότητα μεταξύ των δύο προτύπων και διαχειριστικών συστημάτων [23], [28].

5ο Κεφάλαιο - Η Αττική Οδός και το αποτύπωμα της

5.1 Εισαγωγή

Η Αττική Οδός είναι ένα πρωτοποριακό έργο που κατασκευάστηκε με την μέθοδο της Σύμβασης Παραχώρησης και αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα συγχρηματοδοτούμενα οδικά έργα της Ευρώπης. Ανήκει στην πρώτη γενιά των συγχρηματοδοτούμενων έργων που δημοπρατήθηκαν στην Ελλάδα την δεκαετία του ’90 και επί της ουσίας άνοιξε το δρόμο και έθεσε τις βάσεις για το μέλλον των επιτυχημένων συμβάσεων παραχώρησης, στην ελληνική επικράτεια αλλά και στην Ευρώπη γενικότερα [29], [30].

Η Αττική Οδός είναι ένας σύγχρονος Αυτοκινητόδρομος μήκους 65 χλμ. Αποτελεί τον περιφερειακό δακτύλιο της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας και την σπονδυλική στήλη του οδικού δικτύου ολόκληρου του Νομού Αττικής. Πρόκειται για έναν αστικού-περιαστικού τύπου Αυτοκινητόδρομο, με 3 λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και μια λωρίδα έκτακτης ανάγκης. Αποτελεί μοναδικό έργο υποδομής, ακόμα και για τα ευρωπαϊκά δεδομένα, ενός κλειστού Αυτοκινητόδρομου με διόδια, που διασχίζει μια μητροπολιτική πρωτεύουσα με έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Ο Αυτοκινητόδρομος της Αττικής Οδού αποτελεί τον συνθετικό κρίκο του οδικού άξονα ΠΑΘΕ (Πάτρα – Θεσσαλονίκη - Εύζωνοι) αφού συνδέει την Εθνική Οδό Αθηνών – Λαμίας με την Εθνική Οδό Αθηνών – Κορίνθου, παρακάμπτοντας το κέντρο της Αθήνας. Ως κλειστός Αυτοκινητόδρομος διαθέτει πλήρη έλεγχο των προσβάσεων και αποτελείται από δύο κάθετα μεταξύ τους τμήματα, την Ελεύθερη Λεωφόρο Ελευσίνας – Σταυρού – Σπάτων (Ε.Λ.Ε-Σ-Σ), μήκους περίπου 52 χλμ. και την Δυτική Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού (Δ.Π.Λ.Υ.), μήκους περίπου 13 χλμ.

Ο σεβασμός και η προστασία του περιβάλλοντος, που αποτέλεσαν βασικούς στόχους ήδη από την φάση κατασκευής της Αττικής Οδού, συνεχίζουν να αποτελούν προτεραιότητα και κατά την λειτουργία της, αποδεικνύοντας στην πράξη ότι ένας αυτοκινητόδρομος μπορεί να συνυπάρχει σε αρμονία με

το περιβάλλον. Η διαχείριση του περιβάλλοντος στην εταιρεία «Αττική Οδό» έχει πιστοποιηθεί κατά ISO 14001: 2015 , ενώ παράλληλα η ενεργειακή διαχείριση της εταιρείας έχει πιστοποιηθεί κατά ISO 50001: 2011 και λόγω αλλαγής του προτύπου θα γίνει αναπροσαρμογή του ΣΔΕ με το πρότυπο ISO 50001: 2018 [29], [30].

Για την επίτευξη των περιβαλλοντικών και ενεργειακών στόχων, αναπτύχθηκαν τα συστήματα διαχείρισης των περιβαλλοντικών και ενεργειακών θεμάτων τα οποία απορρέουν από την λειτουργία και συντήρηση του Αυτοκινητόδρομου και των συνοδών δραστηριοτήτων του.

Η περιβαλλοντική και ενεργειακή διαχείριση στηρίζεται σε συγκεκριμένη δομή και οργάνωση της ΑΤΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ και σε καθιερωμένες διαδικασίες παρακολούθησης, μετρήσεων και καταγραφής των διάφορων πλευρών.

Ο σεβασμός και η προστασία του περιβάλλοντος, κατέχουν απόλυτη προτεραιότητα στη φιλοσοφία της επιχειρησιακής πολιτικής της «Αττικής Οδού» και αποτελούν τις βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται ο μακροπρόθεσμος περιβαλλοντικός και ενεργειακός σχεδιασμός της εταιρείας. Με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος, την εξοικονόμηση ενέργειας και την τήρηση των δεσμεύσεων που απορρέουν από τα συστήματα, έχει αναπτυχθεί η περιβαλλοντική και ενεργειακή πολιτική της Αττικής Οδού [29], [30].

5.2 Περιβαλλοντική Διαχείριση της Αττικής Οδού

Εδώ και πάνω από μια δεκαετία ξεκίνησε ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός της εταιρείας και του αυτοκινητόδρομου, με βάση τις απαιτήσεις του διεθνούς προτύπου ISO 14001. Αναπτύχθηκε το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – ΣΠΔ για την περιβαλλοντική διαχείριση συνολικά της Αττικής Οδού, συμπεριλαμβάνοντας και την εταιρεία Αττικές Διαδρομές, και εφαρμόζεται σε όλες τις εργασίες, τους χώρους και τις δραστηριότητες των εταιρειών [29], [30].

Ο σεβασμός και η προστασία του περιβάλλοντος για την Αττική Οδό αποτέλεσε τον βασικό προσανατολισμό από την φάση κατασκευής του αυτοκινητόδρομου, ενώ συνεχίζει και κατά την λειτουργία του,

αποδεικνύοντας στην πράξη ότι ένας αυτοκινητόδρομος μπορεί να συνυπάρχει σε αρμονία με το ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον.

Ως πρωτοπόρος εταιρεία υιοθέτησε τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης, μέσα από την ευρύτερη φιλοπεριβαλλοντική πολιτική της, η οποία χαρακτηρίζει τις δραστηριότητες της.

Η περιβαλλοντική διαχείριση της Αττικής Οδού συνέβαλε στην διαχείριση της πάσης φύσεως αποβλήτων και στον έλεγχο δραστηριοτήτων κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου, με αποτέλεσμα την εξασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος σε πολύ υψηλό επίπεδο [29], [30].

Το θέμα «Περιβάλλον και Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα» σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή και την αειφόρο ανάπτυξη, ζητήματα που αποτελούν παγκοσμίως την σημαντικότερη πρόκληση για τον πλανήτη μας. Η ανάλυση της προόδου που σημείωσε η Αττική Οδός και οι Αττικές Διαδρομές ως προς την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων που έθεσε, αλλά και στην συνέχεια, ως προς τον περιορισμό των εκπομπών CO_2, την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και πρώτων υλών και τον περιορισμό των λοιπών επιπτώσεων στο περιβάλλον, υπογραμμίζει την μακροπρόθεσμη δέσμευση της Αττικής Οδού έναντι της αειφόρου ανάπτυξης και υποστηρίζει την εκπλήρωση των νέων στόχων που θέτει για το μέλλον [29], [30].

Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της εταιρείας παρουσιάζεται στην συνέχεια ποσοτικά μέσω των δεικτών περιβαλλοντικής επίδοσης στους πίνακες που ακολουθούν.

5.2.1 Συντήρηση πρασίνου

Η εκτεταμένη φύτευση, που πραγματοποιήθηκε με την ολοκλήρωση της κατασκευής του αυτοκινητόδρομου, ανανεώνεται και συντηρείται σε τακτική βάση, με σεβασμό στην τοπική χλωρίδα, και συντελεί στην ομαλή ένταξη του αυτοκινητόδρομου στον τοπικό ιστό. Οι πράσινες ζώνες στον αυτοκινητόδρομο αποτελούν μια φυσική ζώνη για εμφύτευση και εμπλουτισμό της χλωρίδας, ενώ, σύμφωνα με έρευνες , λειτουργούν ως φίλτρο απορρόφησης των εκπεμπόμενων καυσαερίων από την κυκλοφορία των αυτοκινήτων [29], [30]. [31]

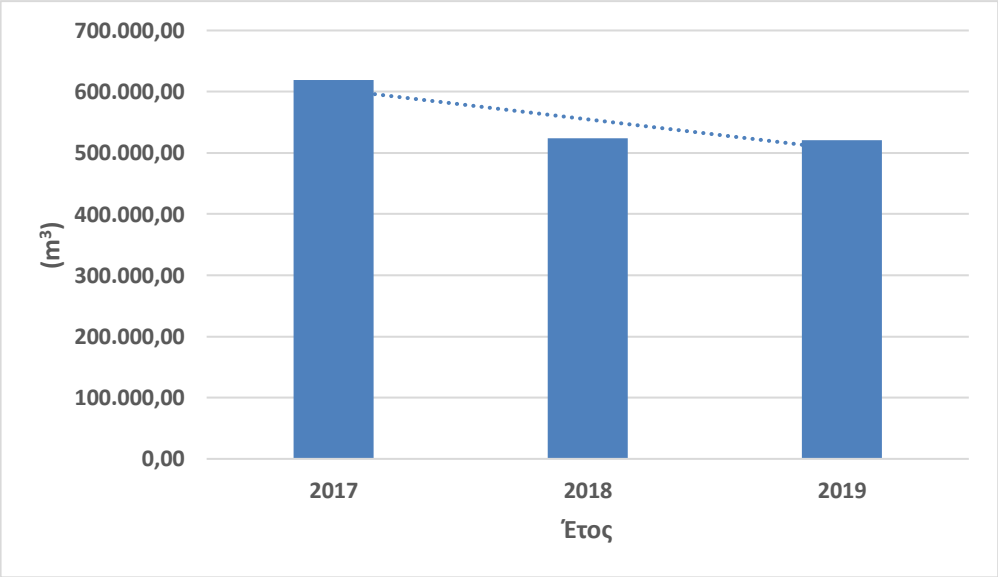
Η αρχική φύτευση περιλάμβανε πάνω από 1.000.000 δέντρα, θάμνους και

φυτά ενώ, για την συντήρηση και επέκταση του πρασίνου στον αυτοκινητόδρομο, εξειδικευμένο προσωπικό απασχολείται σε μόνιμη βάση. Οι εργασίες που αφορούν στο πράσινο γίνονται σε τακτική βάση και περιλαμβάνουν κλάδεμα, φυτεύσεις, καθαρισμό των χόρτων, περισυλλογή σκουπιδιών, παρακολούθηση ασθενειών, λίπανση, ψεκασμούς και άρδευση. Το 2017 η εταιρεία προχώρησε σε συμπληρωματική φύτευση 2.336 δέντρων και 28.735 θάμνων.

5.2.2 Κατανάλωση νερού

Για τις ανάγκες των γραφείων και των λοιπών εγκαταστάσεων της Α.Ο χρησιμοποιείται νερό από το δίκτυο ύδρευσης. Η άρδευση γίνεται από νερό γεωτρήσεων και ρυθμίζεται από κεντρικό ηλεκτρονικό σύστημα, που προγραμματίζεται ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, έτσι ώστε να αποφεύγεται η σπατάλη νερού. Για την άρδευση ειδικά διαμορφωμένων περιοχών με γκαζόν χρησιμοποιείται το νερό από τις Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων του έργου, ώστε να μην εξαντλούνται οι φυσικοί υδάτινοι πόροι.

Η διαχείριση του νερού άρδευσης γίνεται πάντα με στόχο την μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση. Ειδικότερα, σε συγκεκριμένα φυτά, κυρίως στα μεγάλα δέντρα, η ποσότητα του νερού έχει μειωθεί στο ελάχιστο πλέον, καθώς το ριζικό σύστημα έχει επεκταθεί και δεν χρειάζονται συχνή άρδευση.



Σχήμα 5. 1 – Κατανάλωση νερού σε m^3 της Αττικής Οδού

5.2.3 Θόρυβος

Ειδικά για την μείωση του θορύβου στην Αττική Οδό έχει γίνει ανάλογη μελέτη και εφαρμόζονται αντιθορυβικά μέτρα, σε συνάρτηση με την εδαφική διαμόρφωση και με τις ανάγκες της κάθε περιοχής. Συγκεκριμένα έχουν τοποθετηθεί ηχοπετάσματα, συνολικής έκτασης αρκετών χιλιάδων τετραγωνικών μέτρων, καθώς και ακουστικές ζώνες προκηπίων και αναχωμάτων με ειδικές φυτεύσεις. Στα 17 χρόνια λειτουργίας του αυτοκινητόδρομου έχουν τοποθετηθεί συνολικά 20km ηχοπετασμάτων [31].

Η έκθεση σε κυκλοφοριακό θόρυβο κατά μήκος της Αττικής Οδού μετριέται σε 24ωρη βάση μέσω 8 μόνιμων σταθμών παρακολούθησης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου (Ο.Κ.Θ) και Αέριων Ρύπων, που βρίσκονται κατά μήκος του αυτοκινητοδρόμου, και των οποίων η λειτουργία παρακολουθείται από την εταιρεία [31].

Όλοι οι σταθμοί αποτελούνται αρχικά από την σταθερή μονάδα παρακολούθησης Ο.Κ.Θ SALTO. Το 2009 έγινε αναβάθμιση παλαιών μονάδων στην τεχνολογία OPER@ για την εξασφάλιση της ταχύτερης και αποτελεσματικότερης συλλογής και ανάλυσης δεδομένων με μεγάλη επιτυχία μέχρι και τα τέλη του 2016. Σήμερα έχει προωθηθεί η αναβάθμιση του συστήματος με νέας τεχνολογίας συστήματα CUBE της 01dB.

Το νέο σύστημα διαθέτει ένα πλήρες, state of the art, σύστημα IT που δίνεται σχηματικά στην συνέχεια.

Κάθε ανεξάρτητη μονάδα καταγραφής του οδικού περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου είναι τύπου 1 και προτυποποιημένη LNE με δυνατότητα καθημερινής έκδοσης των βασικών δεικτών L_{den}, L_d, L_e και L_n. Με απόλυτα ασφαλές ιδιωτικό website είναι δυνατή η συνεχής απόδοση δεδομένων και υπολογισμών (display data and calculations) [31].

Εκτός από τους μόνιμους σταθμούς, πραγματοποιούνται και μετρήσεις σε συγκεκριμένα σημεία με την χρήση κινητών μονάδων μέτρησης θορύβου.

5.2.3.1 Μετρήσεις οδικού κυκλοφοριακού θορύβου

Κάθε χρόνο προγραμματίζονται ακουστικές μετρήσεις σε διάφορα σημεία κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου:

- με ειδικούς αυτοκινούμενους σταθμούς θορύβου κατάλληλα διαμορφωμένους - ώστε να πληρούν τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής οδηγίας θορύβου (με εφαρμογή ύψους μέτρησης 4,0μ.) - εξοπλισμένοι με στατιστικούς αναλυτές θορύβου και διάταξη μικροφώνου παντός καιρού (στον ειδικό ιστό) τύπου SOLO, DUO, FUSION (01 dB), καθώς και
- με αυτόνομους κινητούς σταθμούς θορύβου με στατιστικό αναλυτή και διάταξη μικροφώνου (σε τρίποδα) τύπου SOLO, DUO, FUSION (01 dB).

Πριν από κάθε 24ωρη ακουστική μέτρηση πραγματοποιείται βαθμονόμηση των οργάνων με ειδικό όργανο βαθμονόμησης (acoustical calibrator) για τα όργανα τύπου SOLO, DUO & FUSION, ώστε να παρακολουθείται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων σε όλη την διάρκεια των καταγραφών του ακουστικού περιβάλλοντος. Κατά την διάρκεια κάθε 24ωρης μέτρησης έγινε καταγραφή των ποσοστομετρικών δεικτών L_1, L_{10}, L_{50}, L_{95}, L_{99} της ενεργειακά ισοδύναμης μέσης ηχοστάθμης L_{eq} όπως επίσης της μέγιστης (L_{max}) και της ελάχιστης τιμής (L_{min}) [31].

Οι σχετικοί δείκτες αξιολόγησης του περιβαλλοντικού θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών έργων είναι, σύμφωνα με την Οδηγία 2002/49/ΕΚ και σύμφωνα με το άρθρο 3 παρ. στ, ζ, η, θ της ΚΥΑ 13586/724 ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006, οι:

- L_{den} ($L_{day-evening-night}$) = σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου 24ωρου = ($L_{\eta\mu\acute{\varepsilon}\rho\alpha\varsigma-\alpha\pi o\gamma\varepsilon\acute{\upsilon}\mu\alpha\tau o\varsigma-\nu\acute{\upsilon}\kappa\tau\alpha\varsigma}$)
- L_{day} (12ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας)
- $L_{evening}$ (4ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης απογευματινού θορύβου)
- L_{night} (8ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης νυκτερινού θορύβου)

Σημειώνεται ότι όλοι οι παραπάνω επιμέρους δείκτες αφορούν σταθμισμένες κατά Α- κλίμακα μακροπρόθεσμες μέσες ηχοστάθμες, όπως αυτές ορίζονται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987 και τις τυχόν αναθεωρήσεις του. Ως χρονικές περίοδοι εφαρμογής των ανωτέρω δεικτών ορίζονται:

- Χρονική περίοδος ημέρας: από 07:00 έως 19:00
- Χρονική περίοδος απογευματινή: από 19:00 έως 23:00
- Χρονική περίοδος νύκτας: από 23:00 έως 07:00

Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των ανωτέρω δεικτών του οδικού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου καθορίζονται τα ακόλουθα:

- Για τον δείκτη L_{den} (24-ωρος): τα 70 dB(A)
- Για τον δείκτη L_{night} (8-ωρος νυκτερινός): τα 60 dB(A)

Όπως ισχύει ήδη στο πρόγραμμα παρακολούθησης της Αττικής Οδού, ο υπολογισμός και η μέτρηση των ανωτέρω δεικτών και ορίων πραγματοποιείται σε ύψος 4,0 ± 0,2 m (3,8 έως 4,2 m) πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2μ. από την πιο εκτεθειμένη (προς την εκάστοτε γραμμική πηγή συγκοινωνιακού θορύβου), πρόσοψη (εξωτερικός τοίχος ή κούφωμα), των κτιρίων κατοικίας και λοιπών ευαίσθητων χρήσεων που χρήζουν προστασίας [31].

Ειδικά στις μελέτες αντιθορυβικών πετασμάτων που αποτελούν περιβαλλοντικό όρο για τα οδικά έργα και δραστηριότητες, όπως η περίπτωση της Αττικής οδού εφαρμόζονται οι δείκτες στη συνέχεια:

- Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη θορύβου $L_{eqημέρας-απογεύματος}$ ή $L_{eqday-evening}$ (Equivalent Continuous Sound Level/ day -evening), ή L_{d-e} που εκφράζει τη σταθερή εκείνη στάθμη θορύβου, η οποία στη χρονική περίοδο «ημέρας-απογεύματος» ή «day-evening» στο χρονικό διάστημα από 07:00 -23:00, έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού ή μεταβαλλόμενου, κατά την ίδια χρονική περίοδο
- Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη Θορύβου $L_{eqνύχτας}$ ή $L_{eqnight}$ (Equivalent Continuous Sound Level/ night), ή L_n που εκφράζει την σταθερή εκείνη στάθμη θορύβου, η οποία στη χρονική περίοδο «νύχτας» από 23:00-07:00, έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού ή μεταβαλλόμενου, κατά την ίδια χρονική περίοδο όπως αναπτύχθηκε παραπάνω

Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των ανωτέρω περιγραφόμενων δεικτών Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου και/ή Σιδηροδρομικού Θορύβου

καθορίζονται τα ακόλουθα:

- Για τον δείκτη $L_{eqημέρας}$-απογεύματος η L_{de}: τα 67 dB(A)
- Για τον δείκτη $L_{eqνύχτας}$ η L_n: τα 60 dB(A)

Ορίζεται ως μετρούμενο μέγεθος η Α-σταθμισμένη στάθμη ηχητικής πίεσης η οποία εκφράζεται σε decibel (A) ή εν συντομία σε dB (A) και επιβάλλεται υποχρεωτικά η ταυτόχρονη τήρηση και των δυο ανωτέρω ορίων των αντίστοιχων δεικτών Οδικού Κυκλοφοριακού και Σιδηροδρομικού Θορύβου. Όλα τα ανωτέρω όρια, σε περιπτώσεις των ανωτέρω ευαίσθητων δεκτών, όπου απαιτείται ειδική ακουστική προστασία, δύναται να μειώνονται περαιτέρω έως και 5 dB (A) [31].

5.2.3.2 Παρουσίαση μετρήσεων οδικού κυκλοφοριακού θορύβου

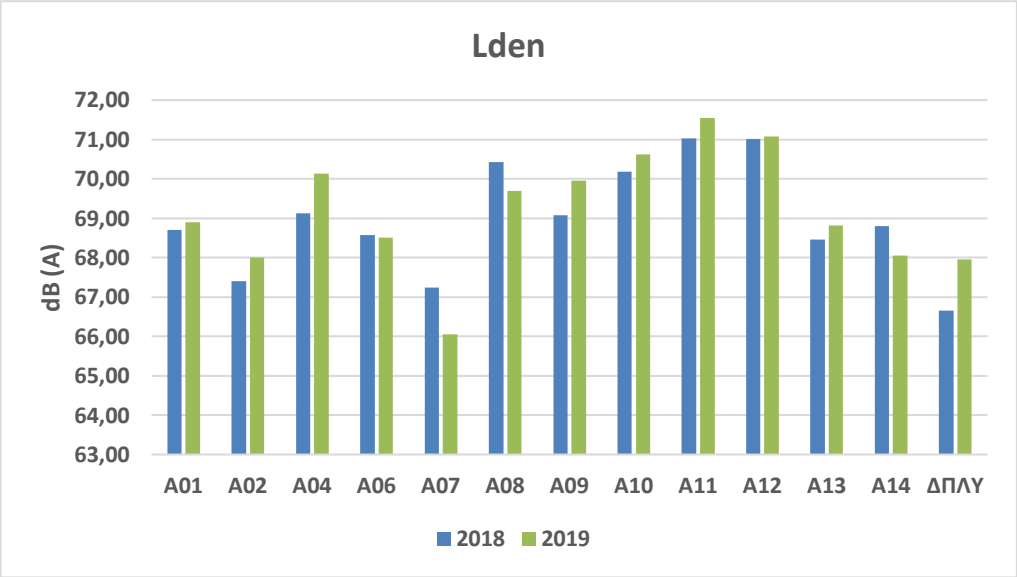
Προκειμένου να ληφθεί όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική εικόνα του υπό αξιολόγηση θορύβου από τις συγκοινωνιακές υποδομές πρέπει να ελέγχεται τυχόν επιρροή της μέτρησης από άλλες πηγές όπως π.χ. του θορύβου βάθους (background noise) της περιοχής. Εφόσον η διαφορά μεταξύ μετρούμενης στάθμης συγκοινωνιακού θορύβου και θορύβου βάθους της περιοχής είναι μεγαλύτερη των 10 dB(A) δεν απαιτείται περαιτέρω έλεγχος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των δεικτών L_{den}, L_{de} και L_{night} ανά γεωγραφική ενότητα.

Πίνακας 5. 1 - Μέσες τιμές L_{den} ανά γεωγραφική ενότητα [31]

Τιμές L_{den} (dB (A))		
Γεωγραφική Ενότητα	**2018**	**2019**
A01	**68,70**	**68,90**
A02	**67,40**	**68,00**
A04	**69,13**	**70,13**
A06	**68,57**	**68,51**
A07	**67,23**	**66,05**
A08	**70,43**	**69,69**
A09	**69,08**	**69,96**
A10	**70,18**	**70,63**

Πίνακας 5. 2 - .. Συνέχεια [31]

Τιμές L_{den} (dB (A))		
Γεωγραφική Ενότητα	**2018**	**2019**
Α11	**71,03**	**71,54**
Α12	**71,01**	**71,08**
Α13	**68,46**	**68,82**
Α14	**68,80**	**68,05**
ΔΠΛΥ	**66,65**	**67,95**



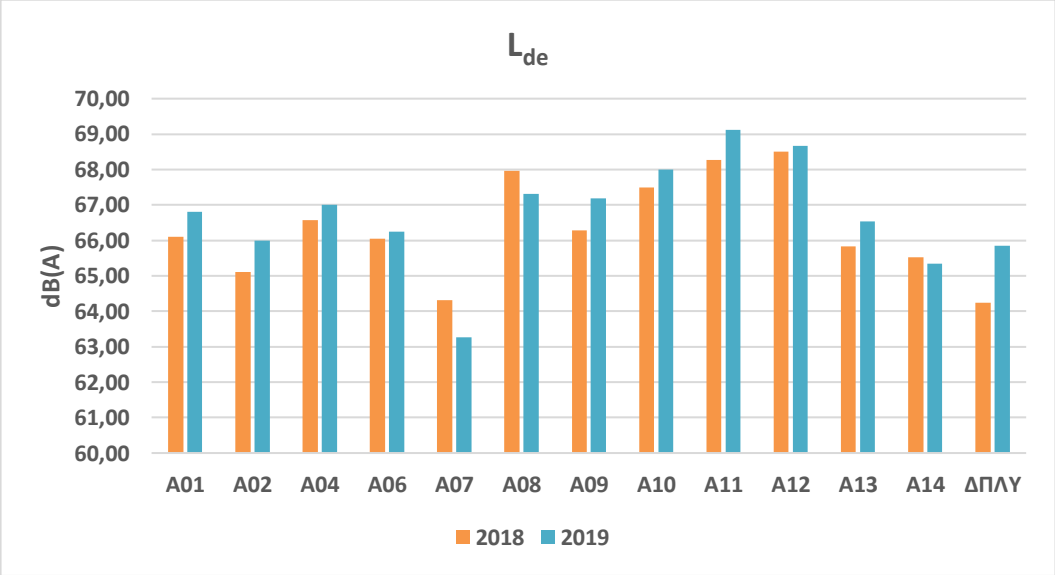
Σχήμα 5. 2 – Απεικόνιση μέσων τιμών L_{den} ανά γεωγραφική ενότητα

Πίνακας 5. 3 - Μέσες τιμές L_{de} ανά γεωγραφική ενότητα [31]

Τιμές L_{de} (07:00 – 23:00)		
Γεωγραφική Ενότητα	**2018**	**2019**
Α01	**66,10**	**66,80**
Α02	**65,10**	**66,00**
Α04	**66,57**	**67,00**
Α06	**66,05**	**66,25**
Α07	**64,32**	**63,27**

Πίνακας 5. 4 - ...Συνέχεια [31]

Τιμές L_{de} (07:00 – 23:00)		
Γεωγραφική Ενότητα	**2018**	**2019**
Α08	**67,97**	**67,31**
Α09	**66,29**	**67,19**
Α10	**67,50**	**68,00**
Α11	**68,28**	**69,12**
Α12	**68,51**	**68,66**
Α13	**65,83**	**66,54**
Α14	**65,52**	**65,35**
ΔΠΛΥ	**64,25**	**65,85**



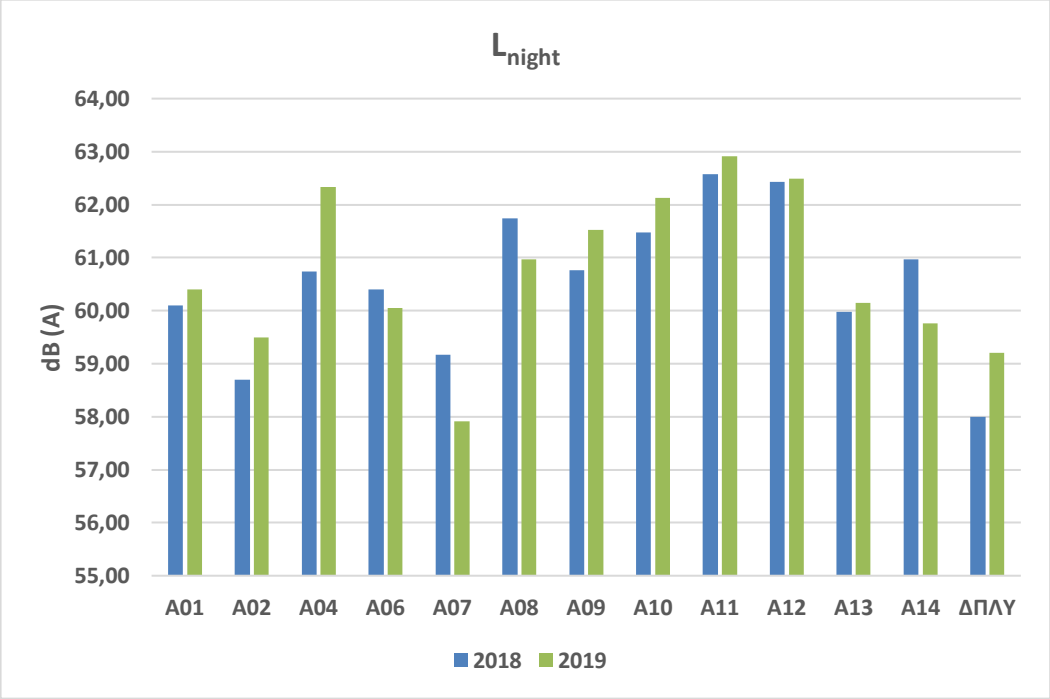
Σχήμα 5. 3 - Απεικόνιση μέσων τιμών L_{de} ανά γεωγραφική ενότητα

Πίνακας 5. 5 - Μέσες τιμές L_{night} ανά γεωγραφική ενότητα [31]

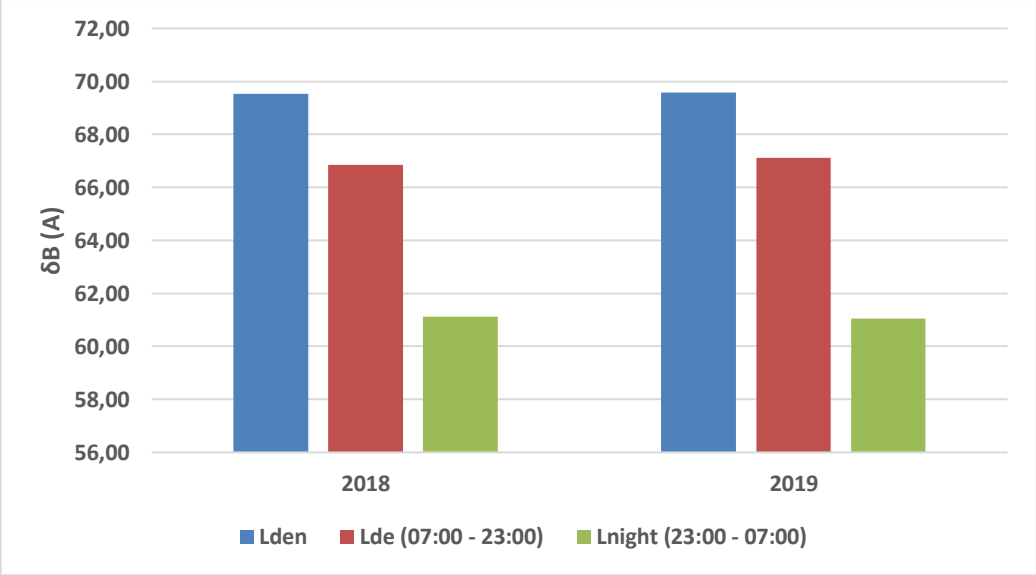
Τιμές L_{night} (23:00 – 07:00)		
Γεωγραφική Ενότητα	**2018**	**2019**
Α01	**60,10**	**60,40**

Πίνακας 5. 6 - ... Συνέχεια [31]

Τιμές L_{night} (23:00 – 07:00)		
Γεωγραφική Ενότητα	**2018**	**2019**
Α01	**60,10**	**60,40**
Α02	**58,70**	**59,50**
Α04	**60,73**	**62,33**
Α06	**60,40**	**60,05**
Α07	**59,17**	**57,92**
Α08	**61,74**	**60,97**
Α09	**60,76**	**61,53**
Α10	**61,48**	**62,13**
Α11	**62,58**	**62,91**
Α12	**62,43**	**62,49**
Α13	**59,98**	**60,15**
Α14	**60,96**	**59,76**
ΔΠΛΥ	**58,00**	**59,20**



Σχήμα 5. 4 - Απεικόνιση μέσων τιμών L_{night} ανά γεωγραφική ενότητα



Σχήμα 5. 5 - Απεικόνιση μέσων τιμών για το σύνολο της Αττικής Οδού

5.2.4 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Η παρακολούθηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης πραγματοποιείται σε 8 σταθμούς, που βρίσκονται κατά μήκος της Αττικής Οδού, όπου καταμετρώνται όλοι οι σχετικοί αέριοι ρύποι, που καθορίζονται από την σχετική Ευρωπαϊκή νομοθεσία (NO_2, CO, βενζόλιο και αιωρούμενα σωματίδια PM_{10} και $PM_{2,5}$) καθώς μετεωρολογικοί παράμετροι όπως η διεύθυνση ανέμου, η ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία, σχετική υγρασία και ύψος βροχής [31].

Η μέτρηση των ρύπων και των μετεωρολογικών παραμέτρων γίνεται σε συνεχή βάση σε όλη την διάρκεια της ημέρας. Στο σύστημα καταγραφής που είναι εγκατεστημένο σε κάθε σταθμό και που είναι συνδεδεμένο με τους αναλυτές και τα μετεωρολογικά αισθητήρια, υπολογίζονται κάθε πέντε λεπτά οι μέσες πρωτογενείς τιμές ρύπανσης. Οι μετρήσεις αυτές μεταφέρονται στο κεντρικό υπολογιστή του συστήματος μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης (ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο Κέντρο Ελέγχου και Συντήρησης), μέσω του δικτύου οπτικών ινών της Αττικής οδού, όπου και αποθηκεύονται [31].

Για την επιβεβαίωση καλής λειτουργίας των αναλυτών εκτελείται βαθμονόμηση μηδενός και κλίμακας των αναλυτών κάθε 15 ημέρες ή μετά από περιοδική συντήρηση.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων των επιπέδων αερίων ρύπων σε σχέση με τα επιτρεπόμενα όρια πραγματοποιείται από εξωτερικό συνεργάτη.

Η σημερινή κατάσταση/ σύνθεση υλικοτεχνικού εξοπλισμού των μόνιμων σταθμών ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Αττική Οδό έχει ως εξής:

- Οι αναλυτές THERMO 48i, 42i, και ENVIRONMENT VOC71 λειτουργούν με την μέθοδο αναφοράς (απορρόφηση υπέρυθρου, χημειοφωταύγεια και χρωματογραφία PID αντίστοιχα).
- Οι αναλυτές THERMO TEOM1400a και THERMO SHARP 5030 είναι ισοδύναμοι αναλυτές ως προς την ημιαυτόματη μέθοδο αναφοράς, πιστοποιημένοι από ανεξάρτητο Ευρωπαϊκό φορέα πιστοποίησης.

Πίνακας 5. 7 – Πίνακας κατανομής εξοπλισμού για την μέτρηση ρύπων

Μόνιμος Σταθμός	**CO**	**$NO/NO_2/NO_X$**	**Αιωρούμενα Σωματίδια $ΑΣ_{10}$**	**Αιωρούμενα Σωματίδια $ΑΣ_{2,5}$**
Α14	THERMO 48i	THERMO 42i	-	-
Α11	THERMO 48i	THERMO 42i	-	-
Α10	THERMO 48i	THERMO 42i	-	-
Α08.1	THERMO 48i	THERMO 42i	-	-
Α08.2	THERMO 48i	THERMO 42i	THERMO TEOM1400a	THERMO SHARP 5030
Α06	THERMO 48i	THERMO 42i	-	-
ΔΠΛΥ.	THERMO 48i	THERMO 42i	-	-
ΔΠΛΥ.2	THERMO 48i	THERMO 42i	THERMO TEOM1400a	THERMO SHARP 5030

5.2.4.1 Όρια τιμών ρύπων

Οι αποθηκευμένες μέσες τιμές χρησιμεύουν στην σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα θεσμοθετημένα Εθνικά όρια σύμφωνα με την οδηγία 2008/50/ΕΕ. Ακολουθούν τα όρια και οι στόχοι για τους ρύπους που μετρά το δίκτυο της Αττικής Οδού.

Πίνακας 5. 8 – Όρια τιμών για τους ρύπους που μετράει το δίκτυο της Αττικής Οδού [31]

Ρύπος	**Οριακή τιμή**
Βενζόλιο	5 μg/m^3 (σαν μέση ετήσια τιμή)
NO_2	200 μg/m^3 (σαν μέση ωριαία τιμή, για την οποία δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 18 φορές ανά έτος)
CO	10 μg/m^3 (σαν μέγιστη ημερήσια οκτάωρη τιμή)
$ΑΣ_{10}$	50 μg/m^3 (σαν μέση ημερήσια τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 35 φορές ανά έτος)
	40 μg/m^3 (σαν μέση ετήσια τιμή)
$ΑΣ_{2,5}$	25 μg/m^3 (σαν μέση ετήσια τιμή)

5.2.4.2 Παρουσίαση μετρήσεων NO_2 και CO

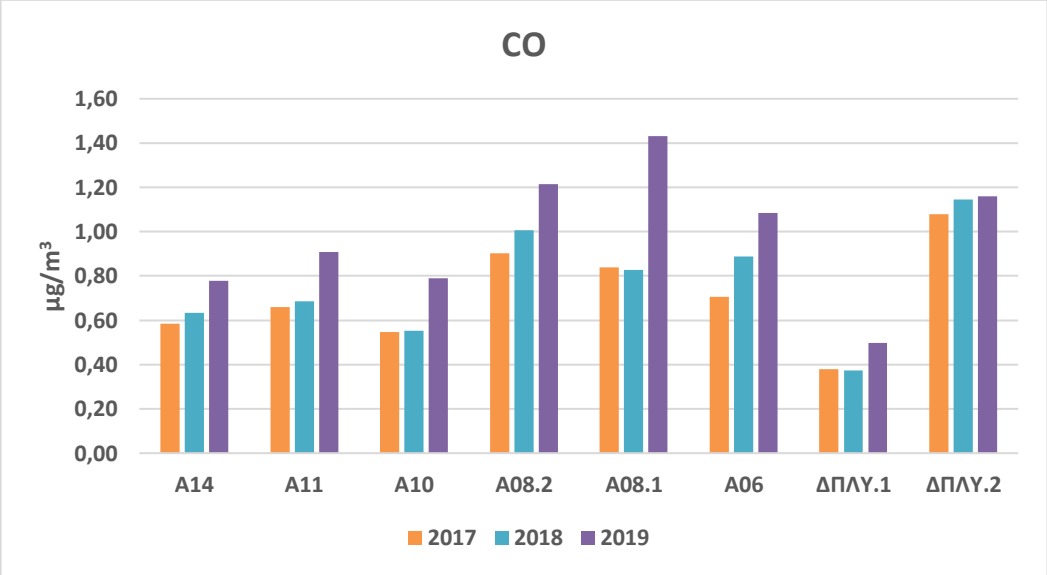
Στην ενότητα παρουσιάζονται οι μετρήσεις για τους τύπους ρύπων CO και NO2.

Πίνακας 5. 9 – Μετρήσεις CO ανά σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων [31]

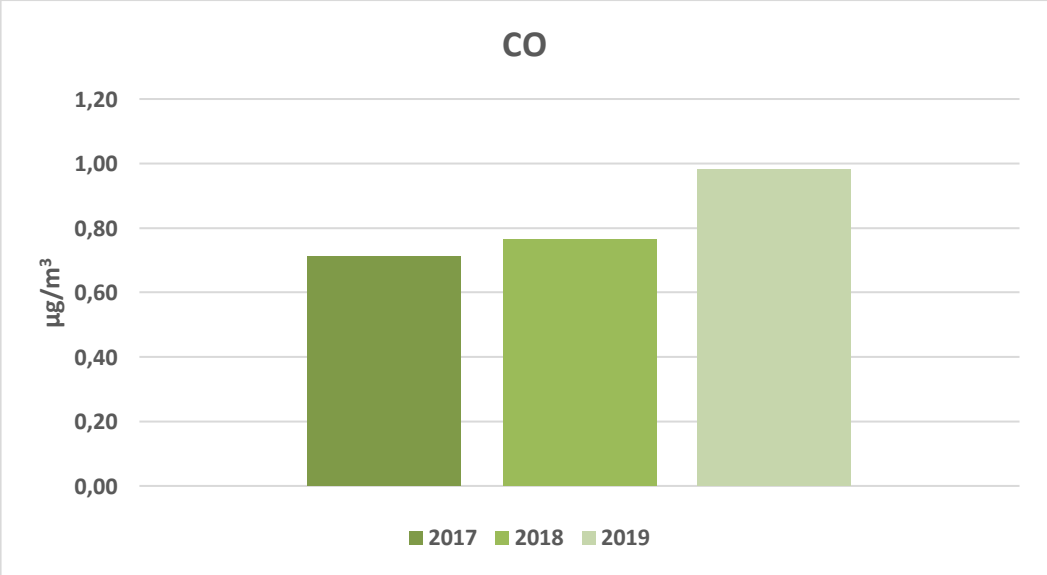
	Α14	**Α11**	**Α10**	**Α08.2**	**Α08.1**	**Α06**	**ΔΠΛΥ.1**	**ΔΠΛΥ.2**
2017	0,59	0,66	0,55	0,90	0,84	0,71	0,38	1,08
2018	0,64	0,69	0,55	1,01	0,83	0,89	0,37	1,14
2019	0,78	0,91	0,79	1,21	1,43	1,08	0,50	1,16

Πίνακας 5. 10 - Μετρήσεις NO ανά σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων [31]

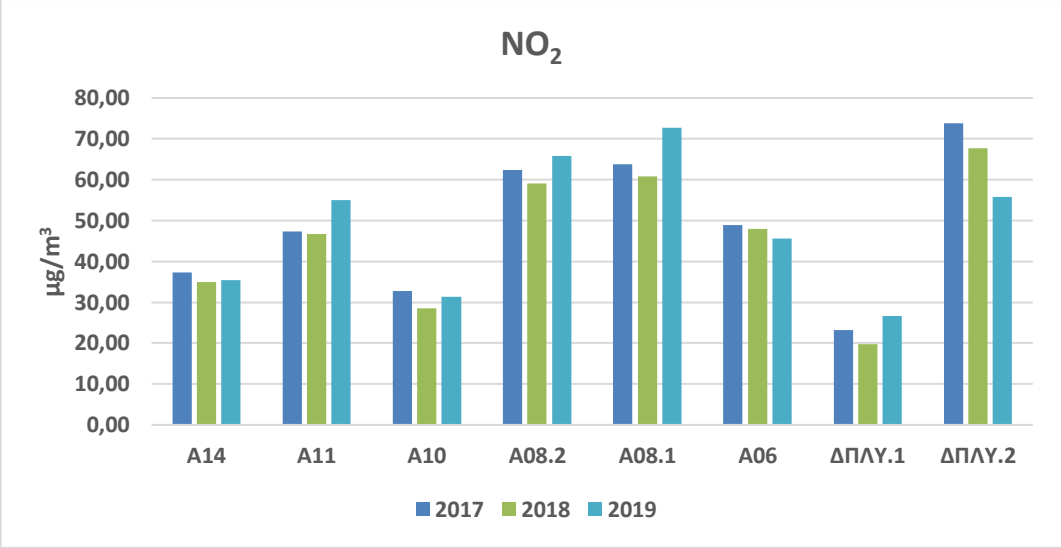
	A14	A11	A10	A08.2	A08.1	A06	ΔΠΛΥ.1	ΔΠΛΥ.2
2017	37,25	47,33	32,83	62,42	63,75	48,92	23,25	73,83
2018	35,00	46,67	28,58	59,08	60,75	48,00	19,83	67,75
2019	35,50	55,08	31,33	65,75	72,67	45,67	26,58	55,75



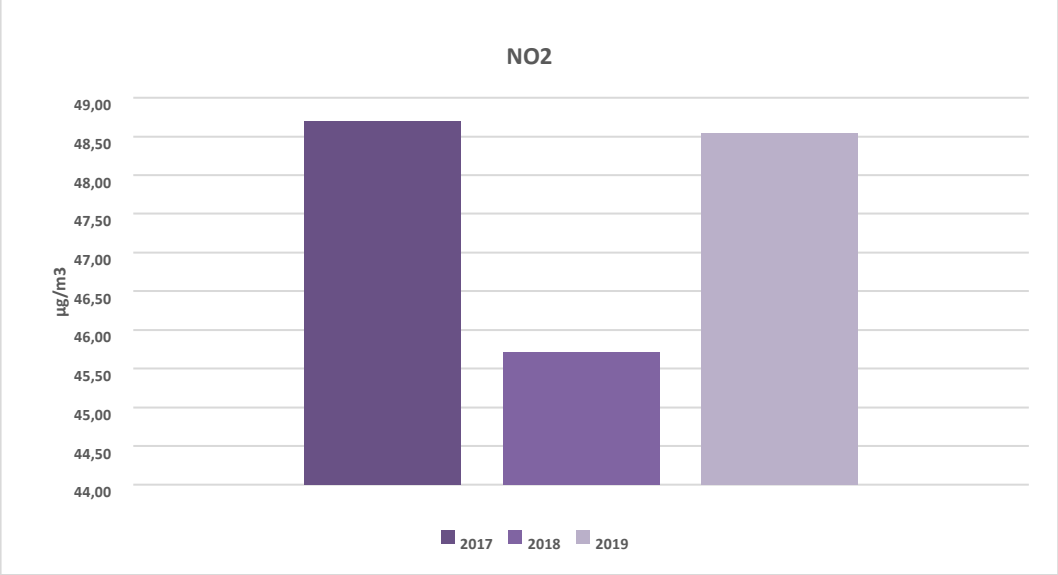
Σχήμα 5. 6 – Απεικόνιση μετρήσεων CO ανά σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων



Σχήμα 5. 7 – Απεικόνιση μέσων τιμών μετρήσεων CO για το σύνολο των σταθμών μέτρησης



Σχήμα 5. 8 - Απεικόνιση μετρήσεων NO_2 ανά σταθμό μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων



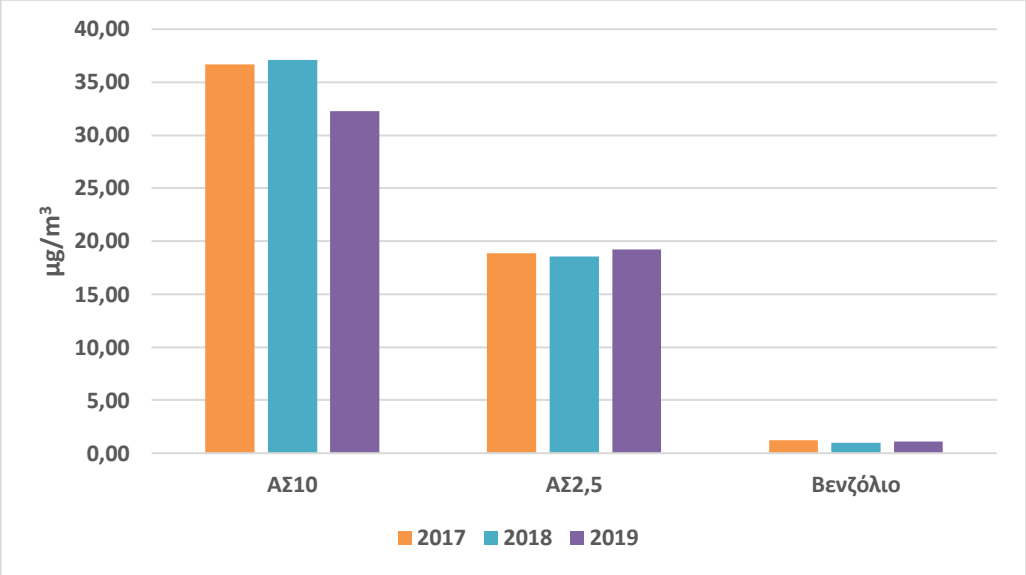
Σχήμα 5. 9 - Απεικόνιση μέσων τιμών μετρήσεων NO_2 για το σύνολο των σταθμών μέτρησης

5.2.4.3 Παρουσίαση μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου

Στην ενότητα παρουσιάζονται οι μετρήσεις για τους τύπους ρύπων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου.

Πίνακας 5. 11 – Πίνακας μέσων τιμών μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου για το σύνολο των σταθμών μέτρησης [31]

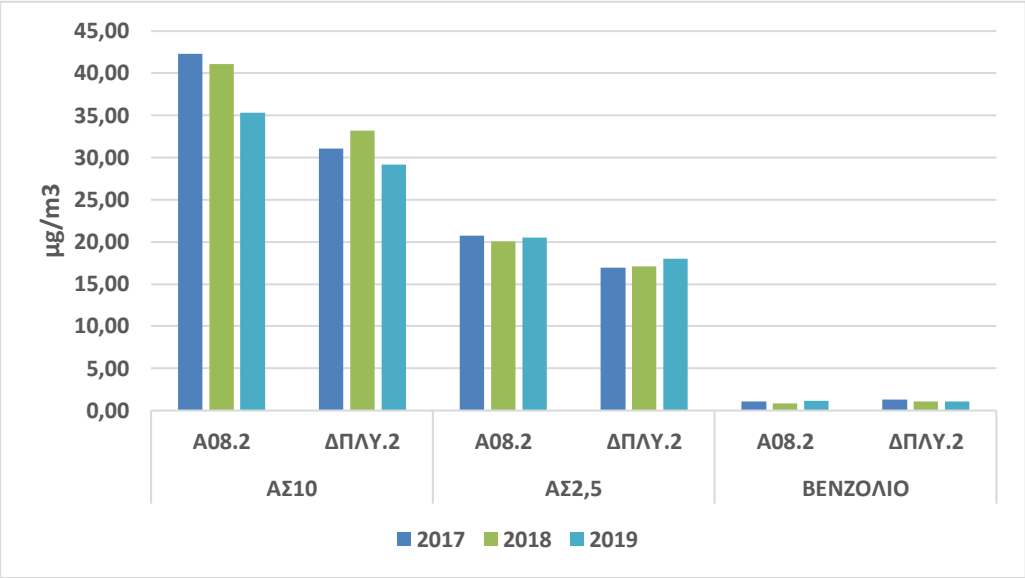
	$ΑΣ_{10}$	$ΑΣ_{2,5}$	Βενζόλιο
2017	**36,71**	**18,83**	**1,22**
2018	**37,13**	**18,58**	**0,95**
2019	**32,25**	**19,25**	**1,11**



Σχήμα 5. 10 – Απεικόνιση μέσων τιμών μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου για το σύνολο των σταθμών μέτρησης

Πίνακας 5. 12 – Πίνακας μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου ανά σταθμό μέτρησης [31]

Ρύπος	$ΑΣ_{10}$		$ΑΣ_{2,5}$		**Βενζόλιο**	
Σταθμός	**Α08.2**	**ΔΠΛΥ.2**	**Α08.2**	**ΔΠΛΥ.2**	**Α08.2**	**ΔΠΛΥ.2**
2017	**42,33**	**31,08**	**20,75**	**16,92**	**1,11**	**1,33**
2018	**41,08**	**33,17**	**20,08**	**17,08**	**0,86**	**1,04**
2019	**35,33**	**29,17**	**20,50**	**18,00**	**1,15**	**1,07**



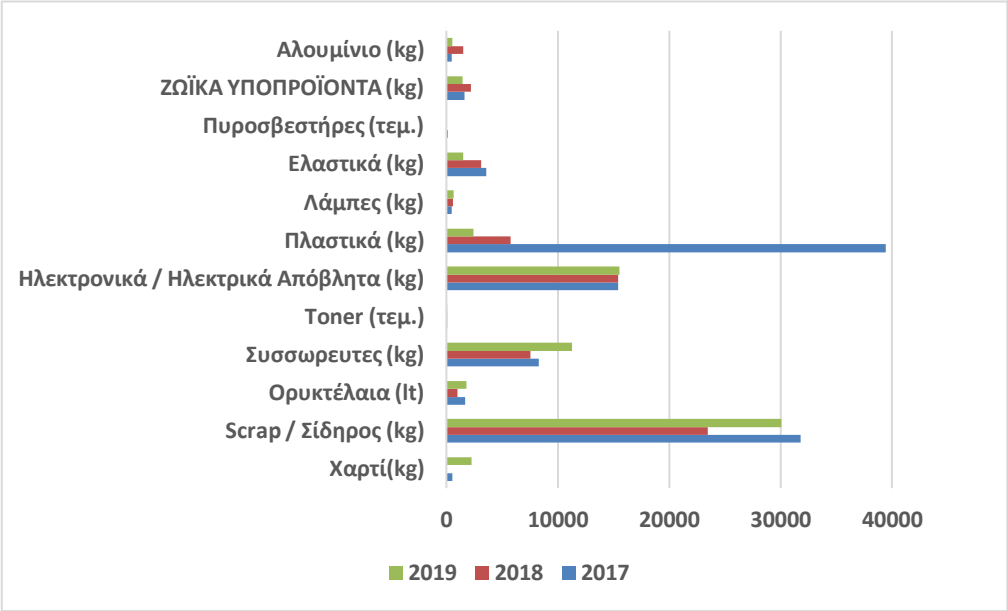
Σχήμα 5. 11 – Απεικόνιση μέσων τιμών μετρήσεων $ΑΣ_{10}$, $ΑΣ_{2,5}$ και βενζολίου ανά σταθμό μέτρησης

5.2.5 Ανακύκλωση

Το μεγάλο πρόγραμμα ανακύκλωσης που υλοποιείται στις εταιρείες περιλαμβάνεις απόβλητα από την λειτουργία των γραφείων (χαρτί, toner, πλαστικό, κλπ), απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οθόνες, κλπ) και κάθε είδους απόβλητα που προκύπτουν από την λειτουργία του ίδιου του αυτοκινητόδρομου (ορυκτέλαια, παλιά αυτοκίνητα, συσσωρευτές, ανταλλακτικά-σιδερικά, απόβλητα πρασίνου, κλπ). Παράλληλα, γίνεται ανακύκλωση συσκευασιών μέσω των μπλε κάδων, ιδίως στον χώρο των κεντρικών εγκαταστάσεων [30].

Η κατανάλωση χαρτιού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την καθημερινότητα μιας εταιρείας και την διαχείριση των εγγράφων της. Έτσι, για τον περιορισμό της κατανάλωσης χαρτιού, οι εταιρείες χρησιμοποιούν το σύστημα «ΠΑΠΥΡΟΣ» για την διαχείριση αρχείων και την κοινοποίηση και δρομολόγηση εγγράφων (υπηρεσιακών σημειωμάτων ή εισερχομένων εγγράφων) στα αρμόδια τμήματα / διευθύνσεις. Το σύστημα αυτό διανέμει ηλεκτρονικά τα απαραίτητα έγγραφα, περιορίζοντας σημαντικά την ανάγκη εκτύπωσης τους και εξοικονομώντας μεγάλες ποσότητες χαρτιού κάθε χρόνο [30].

Από την αρχή χρήσης του συστήματος, εκτιμάται ότι έχουν εξοικονομηθεί ποσότητες που αντιστοιχούν σε 14,2 τόνους χαρτιού.



Σχήμα 5. 12 – Απεικόνιση δράσεων του προγράμματος ανακύκλωσης της Αττικής Οδού

Πίνακας 5. 13 – Πίνακας δράσεων του προγράμματος ανακύκλωσης της Αττικής Οδού

Είδος	2017	2018	2019
Χαρτί(kg)	546	0	2.280
Scrap / Σίδηρος (kg)	31795	23.460	30.090
Ορυκτέλαια (lt)	1700	979	1.780
Συσσωρευτές (kg)	8269	7560	11292
Toner (τεμ.)	93	88	65
Ηλεκτρονικά / Ηλεκτρικά Απόβλητα (kg)	15397	15.449	15.547
Πλαστικά (kg)	39465	5.780	2.460
Λάμπες (kg)	500	570	650
Ελαστικά (kg)	3575	3.100	1.540
Πυροσβεστήρες (τεμ.)	157	54	12
Ζωικά υποπροϊόντα (kg)	1648,4	2.224	1.438
Αλουμίνιο (kg)	505	1.525	515

5.3 Ενεργειακή Διαχείριση της Αττικής Οδού

Κατά την λειτουργία και συντήρηση του Αυτοκινητοδρόμου ¨Αττική Οδός¨ καταναλώνεται κυρίως ηλεκτρική ενέργεια αφενός για τον οδοφωτισμό, αφετέρου για την λειτουργία των κτιριακών εγκαταστάσεων και λοιπού εξοπλισμού.

Εκτός της ηλεκτρικής ενέργειας, καταναλώνονται και ορυκτά καύσιμα για την κίνηση των οχημάτων και του εξοπλισμού εξυπηρέτησης της λειτουργίας και συντήρησης του αυτοκινητοδρόμου, αλλά και για την θέρμανση των κτιρίων και εγκαταστάσεων (χρήση λεβήτων, οι οποίοι λειτουργούν συμπληρωματικά όταν δεν επαρκεί η ισχύς των αντλιών θερμότητας) και τέλος για την εφεδρική λειτουργία των γεννητριών ΗΖ.

Πιο συγκεκριμένα αλλά όχι περιοριστικά, για την Ηλεκτρική Ενέργεια οι χρήσεις είναι :

<u>Χρήσεις Ενέργειας:</u>

-Αυτοκινητόδρομος

- Οδοφωτισμός
- Φωτισμός σηράγγων

-Κτιριακές εγκαταστάσεις

- Φωτισμός
- Ψύξη / θέρμανση
- Λοιπός εξοπλισμός

Για την Χημική Ενέργεια οι χρήσεις είναι :

<u>Χρήσεις Ενέργειας:</u>

-Πετρέλαιο θέρμανσης

- Λέβητες

-Πετρέλαιο κίνησης

- Οχήματα
- ΗΖ

-Βενζίνη κίνησης

- Οχήματα

5.3.1 Ηλεκτρική ενέργεια

Λόγω του αστικού χαρακτήρα της Αττικής Οδού, ο αυτοκινητόδρομος φωτίζεται σε όλο το μήκος του. Η ικανοποίηση των αναγκών φωτισμού του αυτοκινητόδρομου συνδέεται με σημαντική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και, για τον περιορισμό ενδεχόμενης σπατάλης, η εταιρεία λειτουργίας και συντήρησης, με την έγκριση της εταιρείας παραχώρησης, έχει εγκαταστήσει ένα σύστημα φωτομέτρων τόσο στις σήραγγες όσο και στον ανοιχτό δρόμο, ώστε να ρυθμίζεται η αφή / σβέση και η ένταση του φωτισμού, ανάλογα με την φωτεινότητα του περιβάλλοντος.

Πίνακας 5. 14 – Πίνακας καταγραφής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της Αττικής Οδού

Μορφή Ενέργειας	2017	2018	2019
Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)	32.213.606,31	32.198.542,00	29.746.745,00

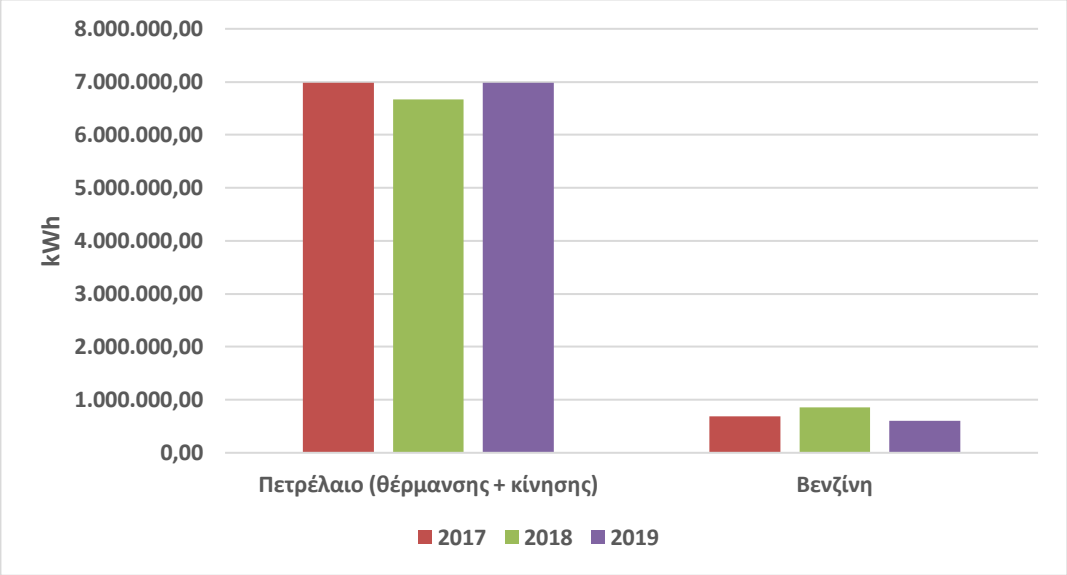
Σχήμα 5. 13 – Απεικόνιση της κατανάλωσης ενέργειας της Αττικής Οδού

5.3.2 Καύσιμα

Η κατανάλωση καυσίμων παρουσιάζει αυξομειώσεις αλλά σε γενικές γραμμές λόγω σταθερών δραστηριοτήτων αυτές δεν είναι σημαντικές. Πέρα από την αντικατάσταση οχημάτων παλιάς τεχνολογίας με νέα οχήματα, που φαίνεται σε επιμέρους μετρήσεις, η γενικές αυξομειώσεις οφείλονται σε χρήση η μη των εφεδρικών λεβήτων και των ΗΖ.

Μορφή Ενέργειας	2017	2018	2019
Πετρέλαιο (θέρμανσης + κίνησης) (kWh)	6.981.179,28	6.667.855	6.987.918,57
Βενζίνη (kWh)	682.185,70	851.483	599.698,23

Πίνακας 5. 15 - Πίνακας καταγραφής της κατανάλωσης καυσίμων της Αττικής Οδού



Σχήμα 5. 14 – Απεικόνιση της κατανάλωσης καυσίμων της Αττικής Οδού

5.4 Το Ανθρακικό Αποτύπωμα της Αττικής Οδού

Για την αξιολόγηση του Ανθρακικού Αποτυπώματος χρησιμοποιείται η μέθοδος «Bilan Carbone» και οι τομείς λειτουργιάς που συμπεριλαμβάνονται είναι οι εξής:

- Άμεση κατανάλωση ενέργειας
    - Κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για την θέρμανση χώρων
    - Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση και άλλες ειδικές χρήσεις
    - Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις σήραγγες, τον οδοφωτισμό και την επεξεργασία νερού
- Μεταφορές
    - Εισερχόμενες μεταφορές: αναγνώριση από τους κύριους προμηθευτές των ειδών γραφείου (μικρές προμήθειες, χαρτί, διάφορα, κλπ)
- Μετακινήσεις ατόμων
    - Εξωτερικές μετακινήσεις προσωπικού
    - Μετακινήσεις προσωπικού σπίτι - εργασία
    - Μετακινήσεις επισκεπτών
- Εισερχόμενα υλικά και τριτογενείς υπηρεσίες
    - Υπηρεσίες τρίτων
- Αποσβέσεις
    - Εξοπλισμός ηλεκτρονικών υπολογιστών
    - Κτίρια και χώροι στάθμευσης
    - Μηχανήματα και οχήματα
- Διαχείριση αποβλήτων
    - Απόβλητα επεξεργασίας που συλλέγονται και υφίστανται επεξεργασία

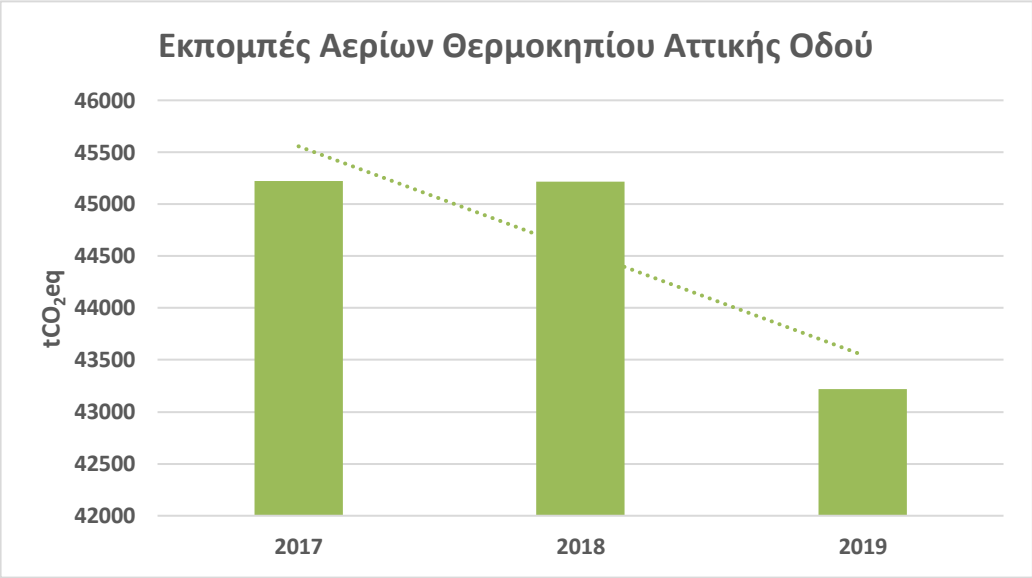
5.4.1 Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παρέμειναν σχεδόν στα ίδια επίπεδα με το 2017, με μια μικρή μείωση 0,33%. Για το 2018, το ανθρακικό αποτύπωμα των δύο εταιρειών υπολογίζεται σε 45.215 tCO_2eq (τόνοι

ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα).

Πίνακας 5. 16 – Εκπομπές Αερίων Θερμοκηπίου της Αττικής Οδού

	2017	2018	2019
Εκπομπές Αερίων Θερμοκηπίου Αττικής Οδού (tCO_2eq)	**45226**	**45215**	**43217**



Σχήμα 5. 15 – Απεικόνιση των Εκπομπών Αεριών Θερμοκηπίου της Αττικής Οδού

6ο Κεφάλαιο - Προτάσεις και Συμπεράσματα

6.1 Εισαγωγή

Οι επενδύσεις στις οδικές υποδομές έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις όχι μόνο στο σύστημα οδικών μεταφορών αλλά και σε ευρύτερα συστήματα όπως το περιβάλλον, η οικονομία και η κοινωνία, συστήματα με τα οποίας οι οδικές υποδομές αλληλοεπιδρούν. Οι οδικές υποδομές αποτελούν το επίκεντρο της περιφερειακής ανταγωνιστικότητας, αλλά εξαρτώνται από τον κατασκευαστικό τομέα, ο οποίος δεν είναι καινοτόμος, λόγω της υψηλής και μακροπρόθεσμης επένδυσης που απαιτείται και της απουσίας της καταναλωτικής αγοράς, που θα μπορούσε να ωθήσει προς καινοτόμα προϊόντα, ενώ ταυτόχρονα είναι δύσκολο να βρεθούν πηγές χρηματοδότησης της καινοτομίας. Η κοινωνική απαίτηση για καθαρότερες, λιγότερο θορυβώδεις και πιο αποδοτικές ενεργειακά οδικές μεταφορές με ελάχιστες επιπτώσεις στην κοινωνία και το περιβάλλον, θέτει την πρόσκληση γεφύρωσης του χάσματος μεταξύ των αντικρουόμενων αναγκών της βιομηχανίας που ασχολούνται με τις οδικές μεταφορές [32].

6.2 Πρακτικές βελτίωσης στο στάδιο κατασκευής

Η κατασκευή και αναβάθμιση των οδικών υποδομών θα πρέπει να αποτελεί μια ευκαιρία για τον έλεγχο και επανασχεδιασμό της διαχείρισης των υδάτων ώστε να προστατεύονται οι υπόγειοι ταμιευτήρες, οι υδροβιότοποι και οι ποταμοί και ταυτόχρονα να μειώνεται ο κίνδυνος πλημμυρών. Στις οδικές υποδομές υπάρχουν και πολλές πιθανές πηγές ρύπανσης των παρακείμενων πόρων νερού. Υπάρχει όμως πληθώρα μέτρων εξομάλυνσης όπως η καλά σχεδιασμένες επιφάνειες και η πρόβλεψη για επαρκή αποστράγγιση και απομάκρυνση του μολυσμένου νερού.

Σημαντική παράμετρο αποτελεί και η χρήση ανακυκλωμένων και περιβαλλοντικά φιλικών υλικών κατασκευής. Η επαναχρησιμοποίηση υλικών οδοποιίας ή άλλων βιομηχανιών είναι εφικτής σε αρκετές περιπτώσεις [32].

6.2.1 Διαχείριση των υδάτων απορροής

Μια καινοτόμα πρακτική αποφυγής της ρύπανσης του νερού από την απορροή των οδικών υποδομών αποτελεί την χρήση ειδικών φίλτρων αφρού που τοποθετούνται στα φρεάτια των οδοστρωμάτων, ώστε να συγκρατούν βαρέα μέταλλα, έλαια, λίπη, υδρογονάνθρακες και μικροοργανισμούς που τυχόν περιέρχονται στα απορρέοντα ύδατα.

Μια άλλη καινοτόμα εφαρμογή για την διαχείριση των υδάτων απορροής είναι η χρήση διαπερατού οδοστρώματος (είτε από διαπερατό σκυρόδεμα ή πορώδες ασφαλτόμιγμα), καθώς η απομάκρυνση των υδάτων απορροής δεν αποτελεί μόνο θέμα ασφάλειας αλλά και περιβαλλοντική ανάγκη, αφού το νερό που συγκεντρώνεται από το σύστημα αποστράγγισης σε ειδικούς ταμιευτήρες εξασφαλίζει ότι το μολυσμένο νερό δεν θα έρθει σε επαφή με έδαφος [32].

6.2.2 Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών

Σήμερα κάθε κατασκευαστικό έργο πρέπει να συμπεριλάβει μια ειδική μελέτη σχετικά με την χρήση των απορριπτέων υλικών καθώς υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες τεχνικές για την αξιοποίηση τους, ώστε να γίνεται ταυτόχρονα συνετή χρήση των φυσικών πόρων. Κάποιες λύσεις κάνουν εφικτή την χρήση κατεστραμμένων τμημάτων της επιφάνειας οδοστρωμάτων, μπαζών και απορριπτέων υλικών από την κατασκευή ή από άλλες δραστηριότητες, ακόμα και υποπροϊόντων [32].

Η χρήση των ελαστικών στην παρασκευή ασφαλτομιγμάτων για την κατασκευή οδοστρωμάτων είναι επίσης μια σημαντική τεχνική, καθώς πέρα από τις θετικές ιδιότητες που προσφέρει στο οδόστρωμα (μείωση θορύβου, αύξηση της πρόσφυσης και του χρόνου καλής λειτουργίας του οδοστρώματος) μειώνει και την απόθεση άχρηστων υλικών στο περιβάλλον.

Τα ανακυκλωμένα και περιβαλλοντικά φιλικά υλικά έχουν σημαντική επίδραση στην κατανάλωση καυσίμου από τα οχήματα. Πολλές έρευνες πραγματεύονται την ανάλυση της κατανάλωσης σε συνάρτηση με τις οδικές υποδομές. Κάποιες από αυτές υποστηρίζουν πως μια σημαντική μείωση στην κατανάλωση καυσίμου είναι εφικτή με την κατασκευή ομαλής επιφάνειας οδοστρώματος.

6.2.3 Νέες τεχνολογίες στην κατασκευή οδοστρωμάτων

Μια νέα σχετικά τεχνολογία στην κατασκευή οδοστρωμάτων με μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον και ταυτόχρονα πρακτική εφαρμογή σε έργα υποδομής είναι η χρήση ηλιακού συλλέκτη στην ασφαλτική στρώση των οδοστρωμάτων [32].

Η τεχνολογία αυτή αφορά σε εγκιβωτισμό συστήματος ηλιακού συλλέκτη στην επιφανειακή στρώση του οδοστρώματος με διπλό όφελος. Πρώτον τους θερινούς μήνες μειώνει την θερμοκρασία του οδοστρώματος, μειώνοντας την δημιουργία αυλακώσεων και μικροκλίματος και δεύτερον κατά τον χειμώνα συμβάλλει στον αποχιονισμό με την θέρμανση του οδοστρώματος και την αποφυγή της ρύπανσης του γειτνιάζοντος εδάφους από το αλάτι. Πέρα από αυτό η περίσσεια ενέργειας μπορεί να διοχετευτεί για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της οδού και των εγκαταστάσεων της. Η πρωτοπόρος χώρα αυτής της τεχνολογίας είναι η Ολλανδία [32].

Στις νέες τεχνολογίες συγκαταλέγεται και η προσπάθεια μείωσης της θερμοκρασίας των ασφαλτομιγμάτων και παραγωγή των ονομαζόμενων «θερμών ασφαλτομιγμάτων» ή αλλιώς «warm asphalt mixes». Η μείωση της θερμοκρασίας του ασφαλτομίγματος δεν συμβάλει μόνο στην μείωση της απαιτούμενης ενέργειας, αλλά και στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Αυτή την στιγμή υπάρχουν περισσότερες από 15 πατενταρισμένες τεχνολογίες μιγμάτων χαμηλής θερμοκρασίας ασφαλτομίγματος σε Ευρώπη και Αμερική. Ενώ το Πρωτόκολλο του Κιότο έδωσε ώθηση και στην έρευνα άλλων τεχνολογιών με ακόμη χαμηλότερες θερμοκρασίες όπως το μίγμα «cold mix asphalt» και το μίγμα «half warm mix asphalt» [32].

6.3 Πρακτικές βελτίωσης στο στάδιο λειτουργίας

Παρά την μεγάλη έμφαση στην ανάπτυξη περιβαλλοντικά βιώσιμων υλικών οδοστρώματος περισσότερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην υλοποίηση των διαφόρων περιβαλλοντικά βιώσιμων στρατηγικών στο στάδιο της λειτουργίας των οδικών υποδομών ώστε να αναπτυχθούν μελλοντικά καλύτερα συστήματα μεταφοράς. Στην συνέχεια αναπτύσσονται πρακτικές

βελτίωσης στο στάδιο της λειτουργίας και συντήρησης για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της ηχορύπανσης και της κατανάλωσης ενέργειας [32].

6.3.1 Λωρίδες Οχημάτων Υψηλής Πλήρωσης

Οι λωρίδες Οχημάτων Υψηλής Πλήρωσης (High Occupation Vehicle) είναι λωρίδες που έχουν σχεδιαστεί για χρήση από τα οχήματα με καθορισμένη ελάχιστη πληρότητα. Σκοπός της χρήσης τους είναι η μείωση της κυκλοφορίας και ως εκ τούτου η μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και η βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Η εφαρμογή των λωρίδων HOV έδειξε μια αύξηση του carpooling με αποτέλεσμα την μείωση των εκπομπών και επομένως της ατμοσφαιρική ρύπανσης [32].

Σχήμα 6. 1 - Λωρίδα Οχημάτων Υψηλής Πλήρωσης στην πολιτεία του Tennessee

6.3.2 Ηχορύπανση

Η περιβαλλοντικές μελέτες των νέων έργων συμπεριλαμβάνουν τον περιβαλλοντικό θόρυβο στα κριτήρια σχεδιασμού, κάτι που αποδεικνύει την αναγνώριση του θορύβου ως κύρια όχληση. Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την οδηγία για τον Περιβαλλοντικό Θόρυβο 2002/49/EC ώθησε τα κράτη μέλη να διαμορφώσουν σχέδια δράσης για την αντιμετώπιση του. Ωστόσο η υλοποίηση αναποτελεσματικών από τα κράτη μέλη δεν επικυρώνει την επιτυχία του μέτρου [32]..

Σε τοπικό επίπεδο, οι προσεγγίσεις διαφέρουν ελαφρά από χώρα σε χώρα.

Γενικά όμως οι πρακτικές περιλαμβάνουν, όσον αφορά στις οδικές υποδομές, την χρήση «ήσυχων» οδοστρωμάτων και την τοποθέτηση ηχοπετασμάτων. Τα οδοστρώματα που παράγουν θόρυβο κάτω από 104 dB(A) μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς ως «ήσυχα» οδοστρώματα, ενώ τα πιο αθόρυβα δύσκαμπτα οδοστρώματα παράγουν επίπεδα θορύβου που κυμαίνονται από 99 έως 101 dB(A). Καθώς όμως οι ιδιότητες τους μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί ακουστική μακροβιότητα των επιφανειών των οδοστρωμάτων [32].

Παραδείγματα των πιο «ήσυχων» εύκαμπτων και δύσκαμπτων οδοστρωμάτων είναι αντίστοιχα το πορώδες ασφαλτόμιγμα με προσθήκη ανακυκλωμένων ελαστικών και πολυμερών και το νέας γενιάς οδόστρωμα επιφάνειας σκυροδέματος.

6.3.3 Κατανάλωση ενέργειας

Οι μικροπρισματικές ανακλαστικές πινακίδες χρησιμοποιούν μια καινοτόμο διαδικασία που ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μειώνει τις εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων κατά 97%. Επίσης η κατανάλωση ενέργειας είναι λιγότερη κατά 77%, και η παραγωγή στερεών αποβλήτων μικρότερη κατά 46% σε σύγκριση με τις παραδοσιακές διαδικασίες κατασκευής ανάγλυφων αντανακλαστικών σημάτων [32].

Εκφραζόμενη σε όρους ενδεχόμενης Θέρμανσης του Πλανήτη (GWP), η συνολική μείωση που επιτυγχάνεται από τις νέες γενιές προϊόντων σε σύγκριση με τα προηγούμενα είναι περίπου 60%. Η μείωση της ζήτησης του αλουμινίου, υλικό των πινακίδων μεταβλητού μηνύματος (VMS) έχει βελτιώσει σημαντικά τα αποτελέσματα, καθώς ανασχεδιασμός των VMS θα οδηγήσει σε μείωση 25,5 τόνων εκπομπών CO_2 σε όλο το 10ετή κύκλο ζωής τους.

Μια ακόμα πρωτοποριακή δράση στον τομέα της ενεργειακής κατανάλωσης των οδικών υποδομών είναι η τοποθέτηση φωτοβολταικών πάνελ κατά μήκος των οδικών αξόνων για την παραγωγή ενέργειας που θα τροφοδοτεί το φωτισμό του άξονα κατά την διάρκεια της νύχτας. Ένα τέτοιο έργο έχει υλοποιηθεί ήδη από το 2008 στο Oregon των ΗΠΑ, όπου 594 ηλιακοί συλλέκτες παράγουν περίπου 112.000 kWh ετησίως, για να παράγουν

ενέργεια για τον νυχτερινό φωτισμό.

Σχήμα 6. 2 - Φωτοβολταικά πάνελ κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου στο Oregon

6.3.4 Καθαρά οχήματα

Το νέο σκεπτικό της βιώσιμης κινητικότητας στις αστικές περιοχές του μέλλοντος αναφέρεται στην κατά δυνατόν μειωμένη εκπομπή κάθε μορφής ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου με χρήση περιβαλλοντικά φιλικών μέσων και συνάδει με τις κατευθύνσεις του Ενεργειακού Χάρτη Πορείας και τους στόχους της πολιτικής μεταφορών της ΕΕ, όπως αναφέρονται στην Λευκή Βίβλο των Μεταφορών του 2011 για προώθηση «καθαρών» οχημάτων και καυσίμων και συγκεκριμένα για μείωση κατά 50% της χρήσης οχημάτων συμβατικών καυσίμων και αντικατάσταση τους από ηλεκτροκίνητα και καθιέρωση πλήρως απαλλαγμένων από CO_2 αστικών εμπορευματικών μεταφορών έως το 2030, με ολοκληρωτική εφαρμογή έως το 2050 [16].

Οι τεχνολογικές εξελίξεις που κινούνται προς αυτή την κατεύθυνση είναι οι εξής:

- Συνεχής βελτίωση των παραμέτρων λειτουργίας οχημάτων συμβατικών καυσίμων, με:
    - Βελτίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών του κινητήρα

(εσωτερικής καύσης) και του οχήματος
    - Βελτιστοποίηση της καύσης και του θερμοδυναμικού κύκλου
    - Έρευνα και βελτιστοποίηση της τεχνολογίας συσκευών αντιρύπανσης
- Κατασκευή «υβριδικού» τύπου μηχανών, όπως:
    - Υβριδικά οχήματα βενζίνης – ηλεκτρισμού
    - Επαναφορτιζόμενα υβριδικά οχήματα

Παρά το πλεονέκτημα της αυτόματης επαναφόρτισης της μπαταρίας μέσω του συστήματος πέδησης και του βενζινοκινητήρα, τα πρώτα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην κατανάλωση και τις εκπομπές καυσαερίων, λόγω της χρήσης ηλεκτρισμού για την μερική κίνηση των οχημάτων [16].

Αντίστοιχα, τα δεύτερα διαθέτουν μεγαλύτερες μπαταρίες, επαναφορτιζόμενες, που μπορούν να κινήσουν το όχημα αυτόνομα δίχως την χρήση κινητήρα εσωτερικής καύσης με συνέπεια την εκπομπή μηδενικών ρύπων. Μειονέκτημα, όμως είναι το μεγάλο κόστος των μπαταριών [16].

6.3.5 Καθαρά καύσιμα

Οι τεχνολογικές εξελίξεις που κινούνται προς αυτή την κατεύθυνση είναι οι εξής:

- Ηλεκτρική ενέργεια (με χρήση επαναφορτιζόμενης μπαταρίας)
- Υδρογόνο (αυτούσιο ή τροφοδοτούμενες κυψέλες καυσίμου)
- Φυσικό αέριο – συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG)
- Βιοκαύσιμα

Αυτή που προπορεύεται σημαντικά στην αγορά και θα αποτελέσει και μελλοντικά το κύριο καύσιμο με στόχο την από-ανθρακοποίηση των μεταφορών είναι η ηλεκτρική ενέργεια, με την εισαγωγή νέων και προηγμένων μοντέλων από όλες τις αυτοκινητοβιομηχανίες και ολοένα και αυξανόμενη αποδοχή από την πλευρά των καταναλωτών. Η τεχνολογία που χρησιμοποιούν τα ηλεκτροκίνητα οχήματα είναι είτε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες είτε κυψέλες καυσίμου υδρογόνου (ή άλλη περιβαλλοντικά φιλική πρώτη ύλη).

Οι κινητήρες που λειτουργούν με συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) έχουν

την ίδια αυτονομία με τους κινητήρες βενζίνης, αλλά χειρότερες επιδόσεις, ομοίως με το φυσικό αέριο, η χαμηλή τιμή του καυσίμου και οι μειωμένοι ρύποι αποτελούν βασικά πλεονεκτήματα [16].

Εκτός από τον ηλεκτρισμό, μεγάλη προώθηση και έρευνα γίνεται στον τομέα των βιοκαυσίμων. Λαμβάνοντας υπόψη τον πλήρη κύκλο ζωής από την πρώτη ύλη μέχρι το τελικό καύσιμο, αυτά που έδειξαν να έχουν θετική τελική απόδοση και μελλοντική χρήση στις αστικές μεταφορές είναι τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς.

Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη και περαιτέρω προώθηση όλων των καθαρών καυσίμων στην αγορά παρουσιάζει δυσκολίες, εξαιτίας, πρώτον, των ελλείψεων των ανάλογων σταθμών ανεφοδιασμού – επαναφόρτισης και ανεπτυγμένων δικτύων μεταφοράς και δεύτερον του σημαντικά υψηλού κόστους αγοράς των εν λόγω οχημάτων σε σχέση με τα συμβατικά καυσίμου, δυσκολίες οι οποίες όμως αναμένεται εν καιρώ να ξεπεραστούν με τη συμμόρφωση των κρατών μελών.

6.3.6 Συστήματα εντός οχήματος

Αυτά αφορούν την εισαγωγή συνεχώς και μεγαλύτερης «ευφυίας» συστήματα στο όχημα, ως μέρος του εξοπλισμού τους. Η υλοποίηση τους σε πλήρες εμπορικό επίπεδο προϋποθέτει και την πλήρη τεχνολογική υποστήριξη των κατάλληλων υποδομών, η οποία αναμένεται να γίνει σταδιακά στα επόμενα χρόνια μέχρι το 2030 [16].

6.3.6.1 Συστήματα αλλαγής της οδικής συμπεριφοράς

Τέτοια συστήματα είναι τα εξής:

- Σύστημα απενεργοποίησης κινητήρα (start – stop system)
- Σύστημα παρακολούθησης της πίεσης των ελαστικών (Tyre pressure monitoring)
- Σύστημα αλλαγής σχέσεων μετάδοσης (Gear shift indicator – GSI)

Αυτά συμβάλλουν στην υιοθέτηση ενός οικολογικού – οικονομικού τρόπου οδήγησης (eco–driving), στοχεύοντας σε βέλτιστη ενεργειακά διαχείριση του οχήματος για μειωμένη κατανάλωση καυσίμου και εκπομπών μέσω

αλλαγής της ανθρώπινης οδηγικής συμπεριφοράς, για αυτό και εναλλακτικά καλούνται οικολογικά συστήματα [16].

Έχει διαπιστωθεί ότι η τήρηση των κανόνων οικολογικής οδήγησης μπορεί να προσδώσει οφέλη της τάξεως έως και 20% της κατανάλωσης ενέργειας βραχυπρόθεσμα, και μακροπρόθεσμα 7 έως 10%. Ακόμη, όσον αφορά τις εκπομπές CO_2, σύμφωνα με τις μετρήσεις του συστήματος start – stop στο αστικό περιβάλλον η μείωση τους μπορεί να φτάσει έως και 12%, το σύστημα GSI έως και 5% και το σύστημα παρακολούθησης της πίεσης των ελαστικών 2-4% [16].

6.3.6.2 Εξελιγμένα συστήματα υποβοήθησης της οδήγησης

Τέτοια συστήματα (advanced driver assistance systems – ADAS) είναι τα εξής:

- Σύστημα νυχτερινής όρασης (night vision), το οποίο αυξάνει την δυνατότητα αντίληψης της παρουσίας πεζών, οχημάτων και άλλων αντικειμένων σε συνθήκες περιορισμένης ορατότητας μέσω της κάμερας υπέρυθρων που διαθέτει
- Σύστημα παρακολούθησης της κατάστασης του οδηγού (Driver Condition Monitoring), το οποίο μέσω ενός αισθητήρα ελέγχου της κίνησης των ματιών, ελέγχει την κατάσταση του οδηγού (απόσπαση της προσοχής, απροσεξία, υπνηλία) με εφαρμογή κυρίως στις εμπορευματικές μεταφορές, αλλά και με προοπτικές διάδοσης στο σύνολο των μεταφορών
- Έξυπνο σύστημα ταχύτητας (Intelligent Speed Adaptation – ISA), το οποίο συμβουλεύει ή και αναγκάζει τον οδηγό να διατηρήσει τα όρια ταχύτητας, βάση ενός χάρτη που περιλαμβάνει τα όρια κυκλοφορίας και του συστήματος εύρεσης θέσης (GPS). Ιδιαίτερα κατά την κίνηση σε αυτοκινητόδρομους και δρόμους υψηλών ταχυτήτων, η μείωση των εκπομπών μπορεί να αγγίξει το 6%
- Σύστημα αυτόνομης πέδησης εκτάκτου ανάγκης (Autonomous Emergency Braking - AEB), το οποίο μέσω ραντάρ και των κατάλληλων αλγόριθμων, εντοπίζει τα εμπόδια, υπολογίζει την απόσταση και παρέχει προειδοποιήσεις σε περίπτωση επικείμενης

σύγκρουσης. Σε περίπτωση που θεωρεί την σύγκρουση αναπόφευκτη, ενεργοποιεί τα φρένα ακαριαία και δυνατά θέτοντας ταυτόχρονα τα μέτρα παθητικής ασφάλειας του οχήματος σε λειτουργία

- Σύστημα διατήρησης της λωρίδας (Lane Keeping System - LKS), το οποίο εντοπίζει τα όρια της λωρίδας μέσω κάμερας που αναγνωρίζει την σήμανση της, ανιχνεύει την τάση του οδηγού να αλλάξει λωρίδα και τον προειδοποιεί για το αντίθετο. Το παρεμβατικό σύστημα εμποδίζει την αλλαγή μέσω του ελέγχου του τιμονιού, διορθώνοντας την πορεία μέσα στα όρια της
- Σύστημα ελέγχου πορείας (Cruise Control – CC), το οποίο διατηρεί σταθερή την ταχύτητα του οχήματος στο επίπεδο που την όρισε ο οδηγός, μέσω του ηλεκτρονικού ελέγχου του γκαζιού, με εφαρμογή κυρίως σε μεγάλους αυτοκινητόδρομους και με ποσοστό μείωσης στην κατανάλωση ενέργειας και εκπομπών έως και 10%. Όλο και περισσότεροι κατασκευαστές τοποθετούν το εν λόγω σύστημα στα οχήματα τους
- "Τρένο" οχημάτων (Platooning), το οποίο και δημιουργεί μια τηλεματικά συγχρονισμένη κίνηση οχημάτων, με την σύνδεση τους μέσω ενός συστήματος ελέγχου και αισθητήρων. Η ακολουθία οχημάτων που δημιουργείται συμβάλλει στην δημιουργία πιο ομαλής ροής καθώς τα οχήματα πορεύονται με την ίδια ταχύτητα και διατηρούν μεταξύ τους ίσες αποστάσεις αυξάνοντας την διαθεσιμότητα του χώρου των οδών. Κύρια εφαρμογή βρίσκει στο υπεραστικό περιβάλλον με μείωση των εκπομπών CO_2 σε ποσοστό 10 έως 20%.

Σχήμα 6. 3 - Απεικόνιση διάταξης οχημάτων κινούμενα με την τεχνολογία "Platooning"

6.3.6.3 Συστήματα πλοήγησης και πληροφόρησης

Αυτά στοχεύουν στην ενημέρωση και πληροφόρηση των μετακινούμενων, είτε οδηγών ΙΧ οχημάτων είτε χρηστών ΜΜΜ, σχετικά με τον προγραμματισμό του ταξιδιού ή της μετακίνησης τους (χρόνος διαδρομής, πρόταση εναλλακτικής, στάθμευση, συνδυασμένη μετακίνηση, δρομολόγια ΜΜΜ, επιλογή μέσου) και την καθοδήγηση αυτών, συμβάλλοντας παράλληλα στην αλλαγή του οδηγικού προτύπου προς την οικολογική οδήγηση, στην αποφυγή της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των τροχαίων ατυχημάτων και στην συνολική επιτυχία των κυκλοφοριακών μέτρων και της διαχείρισης της κυκλοφορίας [16].

Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται:

- Ολοκληρωμένα συστήματα επιλογής της διαδρομής, τα οποία υπολογίζουν μέσω αλγόριθμων την συντομότερη με βάση την ελάχιστη κατανάλωση διαδρομή, όπως το σύστημα οικολογικού σχεδιασμού (Eco Trip Planning)
- Συστήματα δυναμικής πλοήγησης, όπου γίνεται δυναμική καθοδήγηση της οικονομικότερης διαδρομής με βάση τις ρυθμίσεις των φαναριών και την πραγματική πυκνότητα της κυκλοφορίας, όπως το σύστημα «Dynamic Eco-Guidance»
- Συστήματα πληροφόρησης, τα οποία και ενημερώνουν οδηγούς και μετακινούμενους με πληροφορίες σχετικά με τις κυκλοφοριακές

συνθήκες, ώστε αυτοί να προκαθορίσουν ή να μεταβάλλουν την πορεία τους ανάλογα, όπως οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (Variable Message Signs) οι οποίες είναι τοποθετημένες στα οδικά δίκτυα σε βασικές αρτηρίες, σε εισόδους πόλεων, οδούς ταχείας κυκλοφορίας και σε δρόμους που συχνά επικρατούν ιδιαίτερες συνθήκες.

6.4 Συμπεράσματα

Μια παγκόσμια κινητοποίηση έχει ξεκινήσει τα τελευταία χρόνια απέναντι στην κλιματική αλλαγή, στην ενεργειακή κατανάλωση, στον υπερπληθυσμό, σε όλα αυτά που απειλούν την επιβίωση των ατόμων αλλά και του πλανήτη. Απαιτείται λοιπόν η μέγιστη συνεργασία και συγκράτηση στην κατανάλωση της γης, στην κατανάλωση χώρου και πόρων σε όλους τους τομείς.

Συγκεκριμένα στον τομέα των μεταφορών, όλη η Ευρώπη συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, βιώνει μια περίοδο που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί πολύ κρίσιμη για τις αστικές μεταφορές του μέλλοντος. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία, οι πόλεις:

- Και οι αστικές μεταφορές ευθύνονται για περίπου 25% των εκπομπών σε CO_2, για το 64% σε NO_2 και το 35% σε $ΑΣ_{10}$ των συνολικών μεταφορών στην Ευρώπη με βαρύνουσες επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία και για σχεδόν 70% των συνολικών εκπομπών στις αστικές περιοχές που είναι υπεύθυνες για την κλιματική αλλαγή
- «Πάσχουν» από χρόνια κυκλοφοριακή συμφόρηση, η οποία εκτιμάται ότι κοστίζει ετησίως 100 δισεκατομμύρια ευρώ
- «Ασφυκτιούν» με ποσοστό κάλυψης 30 – 60% της γης τους από το σύστημα μεταφορών
- Με τις εκπομπές θορύβου των μεταφορών τους να επηρεάζουν την ζωή και την υγεία σε 20 εκατομμύρια Ευρωπαίους

6.4.1 Αξιολόγηση του Οικολογικού Αποτυπώματος

Το αποτύπωμα είναι ένα εξαιρετικά ισχυρό και χρήσιμο εργαλείο. Είναι ένας

κατανοητός και διαισθητικός δείκτης που προσδιορίζει την χρήση από την ανθρωπότητα του φυσικού κεφαλαίου της γης όσον αφορά την χωρική αξία, το παγκόσμιο εκτάριο.

Το αποτύπωμα δεν είναι τέλειο και έχει επικριθεί για την ανικανότητα του να λογοδοτήσει για όλο το φάσμα της ζήτησης από την ανθρωπότητα στην βιόσφαιρα, δεδομένου ότι δεν περιλαμβάνει όλα τα αέρια του θερμοκηπίου ή τα τοξικά απόβλητα. Παρά την συγκεκριμένη κριτική το αποτύπωμα συνεχίζει να βελτιώνεται και να αναπτύσσεται και αποτελεί το σημαντικότερο εργαλείο για την αξιολόγηση των επιπτώσεων του ανθρώπου στον πλανήτη.

6.4.2 Αττική Οδός και Περιβάλλον

Ο σεβασμός και η προστασία του περιβάλλοντος αποτέλεσε για την Αττική Οδό τον βασικό προσανατολισμό από την φάση της κατασκευής του Αυτοκινητόδρομου, ενώ συνεχίζει και κατά την λειτουργία του, αποδεικνύοντας στην πράξη ότι ένας Αυτοκινητόδρομος μπορεί να συνυπάρχει σε αρμονία με το ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον.

Από το έτος 2008 άρχισε ένας στοχευμένος περιβαλλοντικός σχεδιασμός της Αττικής Οδού με βάση τις απαιτήσεις του διεθνούς προτύπου ISO 14001. Αναπτύχθηκε το Σύστημα Περιβαλλοντικής διαχείρισης για την περιβαλλοντική διαχείριση της εταιρείας και του αυτοκινητόδρομου, και εφαρμόζεται σε όλες τις εργασίες, τους χώρους και τις δραστηριότητες των εταιρειών.

Η περιβαλλοντική διαχείριση της Αττικής Οδού συνέβαλε στην διαχείριση των πάσης φύσεως αποβλήτων και στον έλεγχο των δραστηριοτήτων κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου, με αποτέλεσμα την εξασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος σε πολύ υψηλό επίπεδο.

Η πρόοδος που έχει σημειώσει η Αττική Οδός ως προς την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων που έχει θέσει, αλλά και στην συνέχεια, ως προς τον περιορισμό των εκπομπών CO_2, την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας, της κατανάλωσης του νερού και πρώτων υλών καθώς και τον περιορισμό των λοιπών επιπτώσεων στο περιβάλλον, υπογραμμίζει την μακροπρόθεσμη δέσμευση της Αττικής Οδού έναντι της αειφόρου

ανάπτυξης και εταιρικής ευθύνης και υποστηρίζει την εκπλήρωση των νέων στόχων της για το μέλλον.

Βιβλιογραφία

[1] Υ. Π. Χ. Κ. Δ. Έργων, «Στρατηγική Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Επιχειρησιακού Προγράμματος Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη 2007-2013,» Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας Και Δημοσίων Έργων, Αθήνα, 2007.

[2] Υ. Π. Ε. Κ. Κ. Αλλαγής, «Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Του Επιχειρησιακού Προγράμματος "Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη 2014-2020,» Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας Και Κλιματικής Αλλαγής, Αθήνα, 2014.

[3] EUROSTAT, «https://ec.europa.eu/eurostat,» [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση JUNE 2020].

[4] Α. Δ, *Δημιουργία μοντέλου εκτίμησης του ενεργειακού αποτυπώματος,* Αθήνα, 2013.

[5] Κ. Λάζου, *Εκτίμηση Των Επιπτώσεων Της Οικονομικής Κρίσης Με Την Μέθοδο του Οικολογικού Αποτυπώματος.*

[6] W. H. Organization, «https://www.who.int/,» [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση June 2020].

[7] Ε. Ε. Συνέδριο, «Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Η Προστασία της Υγείας μας παραμένει ανεπαρκής,» 2018.

[8] «https://www.overshootday.org/kids-and-teachers-corner/what-is-an-ecological-footprint/,» [Ηλεκτρονικό].

[9] «https://www.footprintnetwork.org/,» [Ηλεκτρονικό].

[10] Κ. Αχτύπη, *Μεθοδολογια Για Την Αποτίμηση Του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Απο Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες – Εφαρμογή Για Την Περίπτωση του Ανθρακικού Αποτυπώματος,* Αθήνα, 2017.

[11] G. F. Network, «Calculation Methodology For The National Footprint Accounts,» 2010.

[12] «https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2085/1/%CE%9A%CE%B5%CF%864.pdf,» [Ηλεκτρονικό].

[13] Μ. Τσιρόπουλος, «Περιβαλλοντική Χωρητικότητα Και Ταξινόμηση Οδικών Δικτύων,» Μάρτιος 2014. [Ηλεκτρονικό].

[14] k. C. H. Tsunokawa, «Roads And The Enviroment,» The Word Bank , 1997.

[15] V. C. a. P. Brinckerhoff, «Enviromental Stewardship Practices, Procedures,and Policies for Highway Construction and Maintenance,» American Association of State highway and Transportation Officials, 2004.

[16] Ε. Χαλβαντζή, *Αστικό Περιβάλλον και Μεταφορές στην Ευρωπαική Ένωση,* Αθήνα, 2017.

[17] Π. Ο. Α. Δ. Ε. κ. Πελλοπονήσου, «Μελέτη Κινητικότητας Στους Ελληνικούς Αυτοκινητόδρομους Και Της Ελληνικής Οικονομίας Στην Περίοδο Της Οικονομικής Κρίσης 2008-2016,» 2017.

[18] Κ.Αραβώσης, «Συστήματα Περιβαλλοντικής ΔΙαχειρισης ISO14001 - EMAS Σαν Μέσα Σχεδιασμού, Διαχείρισης Και Αξιολόγησης Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων Επιχειρήσεων,» *Περιβάλλον & Δίκαιο,* 2002.

[19] Κ. Κοκολάκη, *Ποιότητα και Περιβαλλοντική Διαχείριση: Παρουσίαση του Προτύπου ISO 14001 & Εφαρμογή του,* Ηράκλειο, 2012.

[20] Χ. Σ. Δουίτσης, *Η Διάδοση του ISO 14001 στην Ελλάδα, Κίνητρα & Οφέλη,* Μυτιλήνη,

2009.

[21] B. Group, «ISO 14001:2015 and ISO 50001, The Best Of Both Worlds».

[22] Α. Ζουμπούλης, *Αρχές Περιβαλλοντικής Διαχείρισης - Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων,* Θεσσαλονίκη, 2015.

[23] Ε. Γκανή, *Ενεργειακή Διαχείριση Με Την Χρήση του Προτύπου ISO 50001:2011 - Επιδράσεις στην Κλιματική Αλλαγή,* Λάρισα, 2018.

[24] B. Group, «ISO 50001:2018 Energy Management Systems,» 2018.

[25] https://compete4secap.eu/home/, «Οδηγός Τοπικών Αρχών για το Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης,» 2018.

[26] l. P. L. Z. M. R. Ilze Dzene, «Application of ISO 50001 for Implementation of Sustainable Energy Action Plans,» Science Direct, 2014.

[27] M. C. Frederic Marimon, «Reasons to Adopt ISO 50001 Energy Management System,» 2017.

[28] E. G. Huang, «Understanding the Requirements of the Energy Management System Certification,» https://www.sgs.com/, 2011.

[29] Α. Οδός, «Έκθεση Εταιρικής Υπευθυνότητας 2018,» 2018.

[30] Α. Οδός, «Αειφόρος Απολογισμός 2017».

[31] Α. Διαδρομές, «65η Ετήσια Έκθεση 2019».