

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Διαχρονική Εξέλιξη του Οδικού Κυκλοφοριακού
Θορύβου στην Αττική Οδό (2004 – 2013) και Συσχέτισή
του με τον Οδικό Κυκλοφοριακό Φόρτο»**

Επιβλέπων :
Βογιατζής Κωνσταντίνος,

Φοιτήτρια:
Μπαλαμώτη Δήμητρα
ΑΕΜ 0807046

Βόλος, Ιούλιος 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας	6
Μεθοδολογία	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ – ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	9
1.1 Ο θόρυβος γενικά	9
1.1.1 Τι είναι ήχος και τι θόρυβος	9
1.1.2 Μέτρηση και αξιολόγηση θορύβου	11
1.1.3 Πρόσθεση και αφαίρεση επίπεδων ηχητικής πίεσης	14
1.2 Ο οδικός συγκοινωνιακός θόρυβος	15
1.2.1 Πηγές Οδικού Θορύβου - Περιγραφή των βασικών μεταβλητών	16
1.2.2 Διάδοση του θορύβου	20
1.2.3 Μοντελοποίηση με υπολογιστές	22
1.2.4 Οι μελέτες- υποθέσεις κατασκευής του οδικού δικτύου	23
1.2.5 Παγκόσμια άποψη	23
1.2.6 Μετριάσμος του οδικού θορύβου	24
1.3 Βασικοί δείκτες περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου	26
1.4 Ο θόρυβος και γενικότερη όχληση	28
1.5 Το θεσμικό πλαίσιο προστασίας από το θόρυβο	29
1.5.1 Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ	29
1.5.2 Οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου (Σ.Χ.Θ.)	32
1.5.3 Τα Σχέδια Δράσης (Σ.Δ.)	33
1.5.4 Η Ενσωμάτωση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας στο Ελλ. Θεσμικό πλαίσιο	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Η ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ	46
2.1 Η Αττική Οδός – Το έργο	46
2.1.1 Σύντομη περιγραφή του έργου	46
2.1.2 Βασικά οφέλη	49
2.1.3 Καινοτομίες στη Λειτουργία	49
2.1.4 Διεύθυνση Κυκλοφορίας και Συντήρησης του αυτοκινητόδρομου	
Τεχνολογικές Υποδομές	50
2.1.5 Συμβολή στην ποιότητα ζωής των κατοίκων	52

2.2	Ο Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου 2008 της Αττικής Οδού	55
2.2.1	Διαμόρφωση ψηφιακού υποβάθρου – δόμηση υπολογιστικού περιβάλλοντος Ο.Κ.Θ. της Αττικής Οδού	59
2.2.2	Στρατηγικοί Χάρτες Ισοθορυβικών Καμπύλων δεικτών Θορύβου Lden & Lnight - 2008	62
2.2.3	Παρουσίαση αποτελεσμάτων επιφάνειας περιοχής μελέτης, αριθμού ατόμων και κτηρίων κατοικίας εκτεθειμένων στις ζώνες Ο.Κ. Θ.	65
2.3	Τα Σχέδια Δράσης της Αττικής Οδού	69
2.3.1	Σχέδιο Δράσης ΣΔ1	70
2.3.1.1	Επιφάνειες ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης	73
2.3.1.2	Πληθυσμός που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης	74
2.3.1.3	Κτήρια κατοικιών που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης	75
2.3.2	Σχέδιο Δράσης ΣΔ-2	76
2.3.2.1	Επιφάνειες ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης	77
2.3.2.2	Πληθυσμός που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης	78
2.3.2.3	Κτήρια κατοικιών που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης	79
2.3.3	Συμπεράσματα – Συγκριτική θεώρηση ΣΧ 2008 – ΣΔ1 – ΣΔ2	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΤΟ ΕΤΗΣΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟ

3.1	Περιγραφή Προγράμματος Παρακολούθησης Ο.Κ.Θ.	82
3.2	Το ετήσιο πρόγραμμα παρακολούθησης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου στην Αττική Οδό για την περίοδο 2004-2013	84
3.2.1	Οι μόνιμοι σταθμοί παρακολούθησης Ο.Κ.Θ.	84
3.2.2	Πρόγραμμα 24ωρων ακουστικών μετρήσεων	85
3.2.3	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων των 24ωρων ακουστικών μετρήσεων της περιόδου 2004-2013	86
3.3	Διακύμανση των δεικτών θορύβου L _{den} & L _{night} την περίοδο 2004-2013 στην Αττική Οδό	87
3.4	Διαχρονική εξέλιξη των δεικτών θορύβου Lden & Lnight την περίοδο 2009-2013 στην Αττική Οδό και συσχέτιση τους με τον οδικό κυκλοφοριακό φόρτο	92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α :	Τιμές δεικτών θορύβου L _{den} & L _{night} για τα έτη 2004-2013	104
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β :	Διαγράμματα ετησίας διακύμανσης δεικτών θορύβου L _{den} & L _{night} ανά θέση μέτρησης 2004 – 2013	115

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : Διαγράμματα ετησίας διακύμανσης δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} ανά θέση μέτρησης 2009 – 2013	125
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ : Φωτογραφικό υλικό	163
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	172

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρακάτω διπλωματική εργασία, παρουσιάζεται το έργο της Αττικής Οδού και αναλύεται το φαινόμενο του θορύβου. Εξετάζεται η εξέλιξη του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου στο πέρασμα της τελευταίας δεκαετίας (2004-2013) στην Αττική Οδό, καθώς και η συσχέτιση του με τον κυκλοφοριακό φόρτο στην αντίστοιχη χρονική περίοδο. Αυτό επετεύχθη μέσω της μεθοδευμένης συλλογής των απαραίτητων δεδομένων και την διαγραμματική παράσταση τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο, εξηγείται η έννοια του ήχου και του θορύβου. Δίνονται πληροφορίες για τον οδικό συγκοινωνιακό θόρυβο, τους τρόπους και τα μέσα μέτρησης του. Αναλύονται οι πηγές του οδικού θορύβου, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση του καθώς και τα μέτρα περιορισμού του. Επιπλέον παρατίθεται το θεσμικό πλαίσιο προστασίας από το θόρυβο σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Προχωρώντας στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφεται ο αυτοκινητόδρομος της Αττικής Οδού και τα οφέλη που πρόεκυψαν από τη λειτουργία του. Παρουσιάζεται η δημιουργία του Στρατηγικού Χάρτη Θορύβου του 2008 και των Σχεδίων Δράσης που εφαρμόστηκαν για την σωστή διαχείριση του προβλήματος του θορύβου στο πλαίσιο της πλήρους εφαρμογής των Περιβαλλοντικών Όρων για τη λειτουργία του έργου, ενώ παράλληλα γίνεται απεικόνιση των αποτελεσμάτων ανά επιφάνεια περιοχής μελέτης, αριθμού ατόμων και κτηρίων κατοικίας που εκτίθενται στις ζώνες οδικού κυκλοφοριακού θορύβου (Ο.Κ.Θ.).

Στο τρίτο κεφάλαιο, συναντάμε το ετήσιο πρόγραμμα παρακολούθησης του Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου στην Αττική Οδό, για την περίοδο 2004-2013, το οποίο αποτελείται από 24ωρες μετρήσεις που δίνουν τα απαραίτητα δεδομένα προς μελέτη για την καλύτερη δυνατή αξιολόγηση των μέτρων που πρέπει να εφαρμόζονται, ώστε να υπάρχει επιτυχής μείωση του θορύβου, βάσει των ευρωπαϊκών οδηγιών. Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση των παραπάνω δεδομένων και συσχέτιση τους με τις αντίστοιχες τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου, μέσω συνδυαστικών διαγραμμάτων.

Τέλος, το τέταρτο κεφάλαιο απαρτίζεται από τα συμπεράσματα που βγήκαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της προκείμενης διπλωματικής εργασίας.

ABSTRACT

In the thesis that follows, the highway of Attiki Odos is presented and the noise phenomenon is analyzed. The evolution of traffic noise during the last decade (2004-2013) is examined, as is its correlation with traffic volume at the same period. This was succeeded by meticulously collecting the necessary data and their diagrammatic presentation.

At the first chapter, the essence of sound and noise are explained. Information about the traffic noise is provided, as well as the ways and means to measure it. An analysis is made about traffic noise sources, the factors that affect its propagation and the means to mitigate the noise. Moreover, the Directive 2002/49/EC of the *Commission of European Communities* and its adaptation in Greece is presented.

Moving on to the second chapter, the Attiki Odos highway and the benefits of its usage are described. The synthesis of a Strategic Noise Map of 2008 and the Action Plans that took effect for the proper management of the noise issue, in compliance with the full application of the Environmental Terms for the operation of the highway, are also presented, while a visualization of the results per region, population and habitats that are exposed to the roadway noise zones is shown.

At the third chapter, we can see the annual probation program of roadway noise in Attiki Odos highway, for the 2004-2013 period, which is comprised of 24-hour measurements, that provide the necessary data for analysis and the best possible evaluation of the measures that have to be applied, to achieve a successful noise mitigation, conforming to the European Guidelines. Next, there is an extensive presentation of the aforementioned data, and their correlation with the corresponding traffic volume, via adjoined diagrams.

Finally, the fourth chapter comprises of the conclusions derived during the composition of the following thesis.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η στόχευση της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγκειται στην παρουσίαση της εξέλιξης του οδικού συγκοινωνιακού θορύβου την τελευταία δεκαετία στην Αττική Οδό, καθώς και η συσχέτιση του με τον κυκλοφοριακό φόρτο. Μέσω των καταγραφών των 24ωρων ακουστικών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν, μπορεί να απεικονιστεί όλη η πορεία του φαινομένου σε διαγράμματα ανά έτη και ανά θέση μέτρησης.

Με βάση τα δεδομένα των καταγραφών της πολύχρονης μελέτης του προγράμματος Παρακολούθησης του Κυκλοφοριακού Θορύβου, υπάρχει η δυνατότητα παρατήρησης του εύρους των τιμών των δεικτών L_{den} & L_{night} σε κάθε θέση μέτρησης, καθώς και της ωριαίας διακύμανσης κατά τη διάρκεια του 24ωρου. Επιπλέον δύναται να καταγραφούν οι θέσεις όπου παρατηρείται συνεχής υπέρβαση των ορίων.

Παράλληλα, συνδυάζοντας τις τιμές του Ο.Κ.Θ. με τα δεδομένα του κυκλοφοριακού φόρτου, μπορούμε κατ' αρχάς να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με τη συμμετοχή της κυκλοφορίας ως παραμέτρου στη διαμόρφωση του οδικού θορύβου και κατά συνέπεια, πόσο δύναται μια αύξηση/μείωση στην κυκλοφορία να επιφέρει μια αντίστοιχη μεταβολή στις τιμές του Ο.Κ.Θ..

Τέλος, οι ετήσιες μετρήσεις καθιστούν εφικτή την εκτίμηση της τάσης αύξησης/μείωσης των επιπέδων των δεικτών του θορύβου ώστε να παρέχονται οι ανάλογες πληροφορίες για τις απαραίτητες πιθανές επεμβάσεις, ενώ γίνεται ορατή η αποτελεσματικότητα των μέτρων μείωσης του θορύβου.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

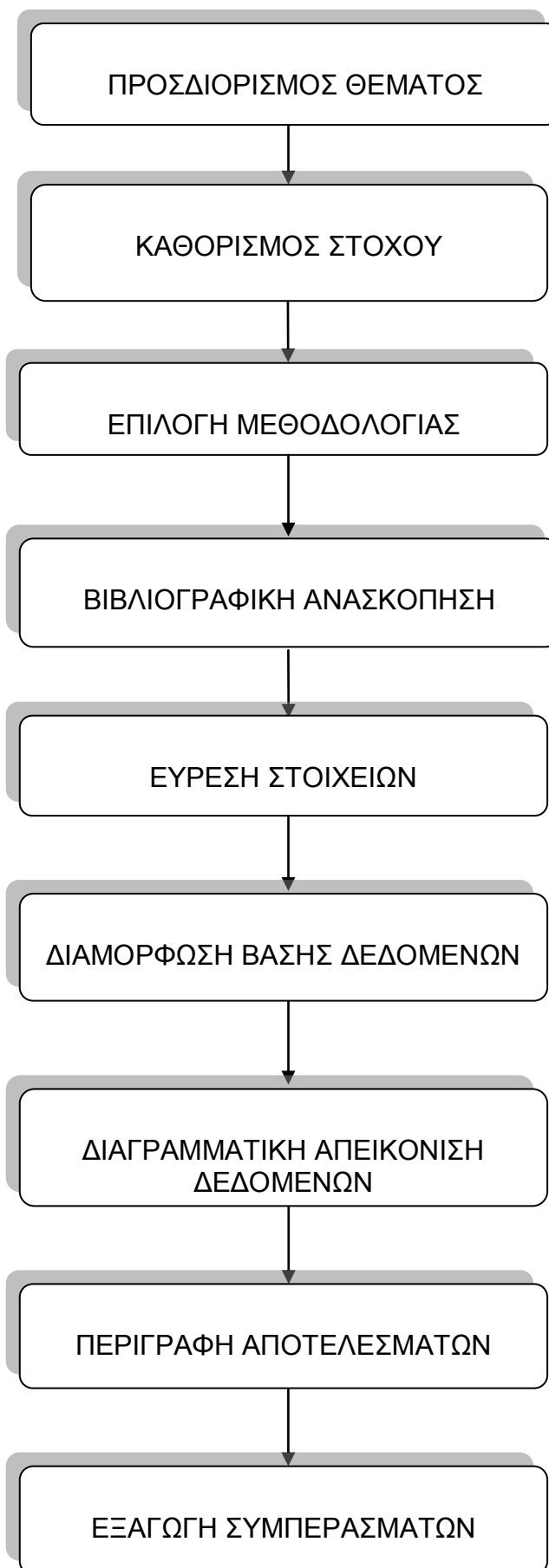
Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται συνοπτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. Η πρώτη ενέργεια ήταν ο καθορισμός του επιδιωκόμενου στόχου. Το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας αποτελεί παράθεση και συσχέτιση δεδομένων , συνεπώς βασίζεται εξ' ολοκλήρου σε δευτερογενή έρευνα.

Για την υλοποίησή της πραγματοποιήθηκε αρχικά βιβλιογραφική ανασκόπηση. Αναζητήθηκαν βιβλιογραφικές αναφορές πάνω σε παρόμοια ζητήματα τόσο στην Ελλάδα όσο και σε διεθνές επίπεδο. Πρέπει να σημειωθεί ότι βιβλιογραφικές αναφορές με αντικείμενο παρόμοιο της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας ήταν περιορισμένες, όσον αφορά την βαρύτητα της επίδρασης της κυκλοφορίας στον οδικό θόρυβο. Σημαντική βοήθεια προσέφερε η αναδρομή σε παλιές Διπλωματικές Εργασίες με παρεμφερές αντικείμενο.

Καθώς ολοκληρώθηκε η συγκέντρωση και η μελέτη των βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε η εύρεση των δεδομένων που απαιτούνταν για την ανάλυση. Τα απαραίτητα δεδομένα για την πραγματοποίηση της διπλωματικής εργασίας, αποτελούνται από τις 24ωρες ακουστικές μετρήσεις του προγράμματος Παρακολούθησης του Κυκλοφοριακού Θορύβου στην Αττική Οδό και τα δεδομένα των κυκλοφοριακών στοιχείων του αυτοκινητόδρομου. Τα δεδομένα παραχωρηθήκαν από τις εταιρίες, *Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ* η οποία παρείχε τις τριμηνιαίες εκθέσεις του «*Προγράμματος Παρακολούθησης Οδικού κυκλοφοριακού θορύβου (Ο.Κ.Θ.) ποιότητας Ατμόσφαιρας & Μετεωρολογικών δεδομένων από την λειτουργία της Αττικής Οδού*» και *Αττικές Διαδρομές ΑΕ* η οποία παραχώρησε τα κυκλοφοριακά στοιχεία.

Αφότου ολοκληρώθηκε η εύρεση των στοιχείων με τη διαδικασία που περιγράφηκε, ακολούθησε η καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων, η οποία υπέστη αρκετές τροποποιήσεις έως ότου πάρει την τελική της μορφή. Επόμενο βήμα ήταν η αναδιοργάνωση των στοιχείων και η κατάλληλη επεξεργασία τους για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε μορφή διαγραμμάτων. Από την περιγραφική στατιστική ανάλυση επιχειρήθηκε επεξήγηση και αιτιολόγησή των αποτελεσμάτων.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής όπου φαίνονται όλα τα στάδια που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της Διπλωματικής Εργασίας.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ο θόρυβος γενικά

1.1.1. Τι είναι ήχος και τι θόρυβος

Ήχος είναι καθετί που ακούμε. Ως ήχος, μπορεί να οριστεί κάθε είδος πίεσης που μπορεί να ανιχνεύσει το ανθρώπινο αυτί. Ο ήχος παράγεται από μια πηγή και συλλαμβάνεται από το αυτί μας. Για να φτάσει όμως ο ήχος από την πηγή στον δέκτη, πρέπει να παρεμβάλλεται ένα φέρον μέσο, διότι χωρίς μέσο διάδοσης δεν είναι εφικτή η μεταφορά του ήχου. Αυτό το μέσο συνήθως είναι ο αέρας. Άλλα μέσα διάδοσης είναι το νερό ή κάποιο στερεό σώμα. Ανάλογα με το μέσο μετάδοσης, αλλάζουν και οι ιδιότητες του ήχου. Για παράδειγμα όσο πιο πυκνή υφή έχει το μέσο διάδοσης, τότε τόσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα διάδοσης. Το μέσο μετάδοσης πάλλεται και δημιουργούνται ακουστικά κύματα, τα οποία λαμβάνονται από το ανθρώπινο αυτί (δέκτης) και τελικά γίνονται αντιληπτά από τον ανθρώπινο εγκέφαλο ως ήχος.

Τα χαρακτηριστικά του ήχου είναι η συχνότητα και η ένταση. Η συχνότητα ορίζει τον αριθμό των ολοκληρωμένων δονήσεων στη μονάδα του χρόνου και μετράται σε Hertz (Hz). Ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί και να ανεχτεί ένα ορισμένο φάσμα ήχων που κυμαίνεται από 16 έως και 20.000 Hz. Ως ένταση ήχου ορίζεται το ποσό της ηχητικής ενέργειας που διέρχεται από την μονάδα επιφάνειας (η οποία βρίσκεται κάθετα στην ακτίνα μετάδοσης του ηχητικού κύματος) στην μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε Watt/m^2 .

Από φυσική άποψη, δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα στον ήχο και τον θόρυβο. Ο θόρυβος είναι ένα σύμπλεγμα ηχητικών κυμάτων με ελάχιστη ή καμιά περιοδικότητα. Θόρυβος δεν θεωρείται ο κάθε ήχος, αλλά μόνο ο δυσάρεστος, ο ανεπιθύμητος και ενοχλητικός για τον άνθρωπο ήχος. Υπάρχει συνεπώς μια σημαντική διάκριση μεταξύ ήχου και θορύβου και δεν είναι πάντα εύκολη. Η διάκριση αυτή καθορίζεται από υποκειμενικούς παράγοντες, οι οποίοι προσδίδουν σε κάθε ηχητικό ερέθισμα έναν επιθυμητό ή ανεπιθύμητο χαρακτήρα. Για παράδειγμα, υπάρχουν περιπτώσεις που ακόμη και ο μηχανικός θόρυβος είναι επιθυμητός ή και απαραίτητος καθώς είναι γεγονός τα τελευταία χρόνια, ότι σημειώθηκαν αρκετά ατυχήματα όταν πεζοί δεν αντιλήφθηκαν την παρουσία ηλεκτρικών αυτοκινήτων ή τελευταίας τεχνολογίας τραμ, τα οποία προκαλούσαν ελάχιστο θόρυβο. Ο ήχος λοιπόν και ο θόρυβος είναι δυο διακριτά φαινόμενα. (Βογιατζής, 2007)

Ο θόρυβος είναι ένας από τους πιο σοβαρούς λόγους υποβάθμισης του αστικού και φυσικού περιβάλλοντος, διότι εκτός από την άμεση ενόχληση στον άνθρωπο αλλά και σε ζωικούς οργανισμούς, δημιουργεί ενόχληση στην εργασιακή απόδοση, ενόχληση στην επικοινωνία, ενόχληση στην ξεκούραση, ενόχληση στην βίωση της πόλης και του φυσικού περιβάλλοντος. Επομένως ο θόρυβος είναι από εκείνες τις επιπτώσεις της μηχανοποίησης της ζωής μας που προκαλούν σοβαρές κοινωνικοοικονομικές συνέπειες. Ο θόρυβος γίνεται ενοχλητικός ιδιαίτερα όταν είναι ασύμβατος με τον χώρο στον οποίο επικρατεί, για παράδειγμα σε ένα φυσικό περιβάλλον, σε ένα παραδοσιακό οικισμό ή στο εσωτερικό ενός ιδιωτικού χώρου. Οι πιο σημαντικές πηγές θορύβου που ευθύνονται για την υποβάθμιση του ακουστικού περιβάλλοντος είναι οι ακόλουθες:

- Η κυκλοφορία των μέσων μεταφοράς κάθε είδους
- Οι βιομηχανικές και βιοτεχνικές εγκαταστάσεις
- Οι εγκαταστάσεις αναψυχής και διασκέδασης

Ο θόρυβος μπορεί να διακριθεί ως:

- Συνεχής θόρυβος: παράγεται από μηχανήματα που λειτουργούν αδιάκοπα με τον ίδιο ρυθμό, για παράδειγμα ανεμιστήρες και αντλίες.
- Περιοδικός θόρυβος: όταν τα μηχανήματα λειτουργούν με διακοπές ή όταν διέρχονται μεμονωμένα οχήματα ή αεροπλάνα. Τα επίπεδα θορύβου αυξάνονται και μειώνονται άμεσα.
- Αιφνίδιος θόρυβος: ο θόρυβος από συγκρούσεις ή εκρήξεις, π.χ. πασσαλοπήκτες, πρέσες κοπής. Είναι σύντομος και απότομος και το αναπάντεχο του αποτέλεσμα προκαλεί μεγάλη ενόχληση.

Ο θόρυβος προσβάλλει την ιδιωτικότητα διότι ισοδυναμεί με απροειδοποίητη και αυθαίρετη είσοδο της δραστηριότητας ενός ξένου στον προσωπικό μας χώρο. Γι' αυτό και ο βαθμός ενόχλησης είναι πολύ μεγαλύτερος όταν ο προσβαλλόμενος από το θόρυβο βρίσκεται σε κλειστό χώρο, εκεί δηλαδή που αναζητά την απομόνωση. Επιπλέον όταν υπάρχει η εντύπωση ότι ο θόρυβος είναι αποτέλεσμα μιας ασυνείδητης και αυθαίρετης συμπεριφοράς ή έλλειψης σωστής οργάνωσης, σχεδιασμού και αστυνόμευσης από πλευρά πολιτείας, τότε γίνεται λιγότερο ανεκτός σε σχέση με ένα θόρυβο που θεωρείται αναπότρεπτος. Ο θόρυβος είναι μια ύπουλη επίπτωση γιατί δεν προσβάλλει άμεσα την υγεία. Προσβάλλει ωστόσο σοβαρά, αλλά έμμεσα, την ψυχολογία του δέκτη.

Η έννοια της ακουστικής ρύπανσης εξαρτάται από τις πηγές θορύβου και τα χαρακτηριστικά τους, τις κοινωνικές σχέσεις και την υποκειμενική αντίληψη των ανθρώπων που αντιλαμβάνονται την ενόχληση.

Ζώντας σε κοινωνίες και πόλεις όλο και πιο μεγάλες σε όγκο και πληθυσμό, γινόμαστε όλο και πιο ευαίσθητοι στην προστασία της ατομικότητάς μας. Έχουμε μεγαλύτερη ανάγκη την απομόνωση και την ησυχία. Αυτή την ανάγκη την έχει σε μικρότερο βαθμό ο κάτοικος ενός χωριού ή ενός μικρού οικισμού, σε σχέση με τον κάτοικο της πόλης. Από την άλλη μεριά, ένα νέο οικοδομικό ή συγκοινωνιακό έργο στο παρθένο περιβάλλον της υπαίθρου, επιφέρει σημαντικότερες επιπτώσεις από ένα αντίστοιχο έργο σε ένα ήδη επιβεβαρυμμένο αστικό περιβάλλον.

1.1.2. Μέτρηση και αξιολόγηση θορύβου

Η πλέον σημαντική παράμετρος για την περιγραφή του θορύβου και γενικότερα του ήχου, είναι το μέγεθος της ακουστικής πίεσης. Η ακουστική πίεση που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί κυμαίνεται μεταξύ του κατωφλίου ακουστότητας και του ορίου μονίμου βλάβης στο αυτί. Ο λόγος των δύο παραπάνω πιέσεων είναι 1 προς 5.000.000 και για να αποτυπωθεί αυτό το μεγάλο εύρος χρησιμοποιείται μία λογαριθμική κλίμακα. Εξάλλου το ανθρώπινο αυτί αντιδρά στις αλλαγές της ακουστικής πίεσης μάλλον αναλογικά παρά απόλυτα. Έτσι για την μέτρηση του ήχου (άρα και του θορύβου) έχει καθιερωθεί η μονάδα ντεσιμπέλ (dB). Για τους συνήθεις ήχους το εύρος της στάθμης ποικίλει από 0 έως 120 dB. Η μέτρηση του ήχου γίνεται με τη βοήθεια του ντεσιμπελόμετρου.



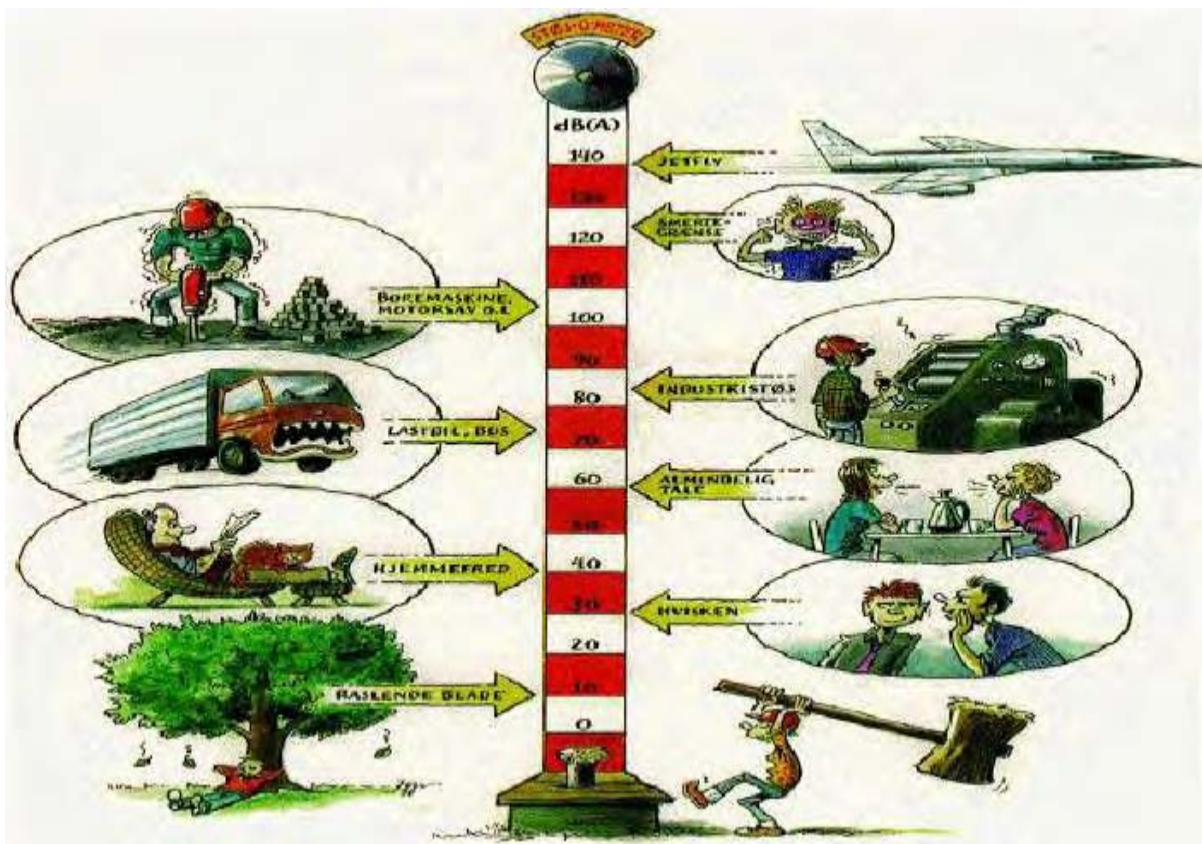
Εικόνα 1.1: Decibel meter (πηγή: www.decibel-meter.com)

Το ντεσιμπέλ γενικά είναι μονάδα που ακολουθεί λογαριθμική κλίμακα και η οποία εκφράζει τη διαφορά στάθμης μιας φυσικής ποσότητας. Συνήθως χρησιμοποιείται για να εκφράσει λόγο ισχύων ή εντάσεων. Το όνομα της μονάδας δόθηκε προς τιμήν του Γκράχαμ Μπελ εφευρέτη της τηλεφωνίας, ενώ το πρόθεμα ντέσι δηλώνει πως είναι δεκαδική υποδιαίρεση της κύριας μονάδας Μπελ. Η μονάδα Μπελ δεν χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς γιατί είναι γενικά δύσχρηστη, για αυτό τον λόγο χρησιμοποιείται αποκλειστικά το ντεσιμπέλ dB.

Η στάθμη ηχητικής πίεσης (SPL- Sound Pressure Level) σε dB, ορίζεται ως το δεκαπλάσιο του δεκαδικού λογαρίθμου του λόγου της έντασης του ήχου που εξετάζουμε, προς την ένταση ενός ήχου αναφοράς. Η ένταση του ήχου είναι ανάλογη του τετραγώνου της ηχητικής πίεσης.

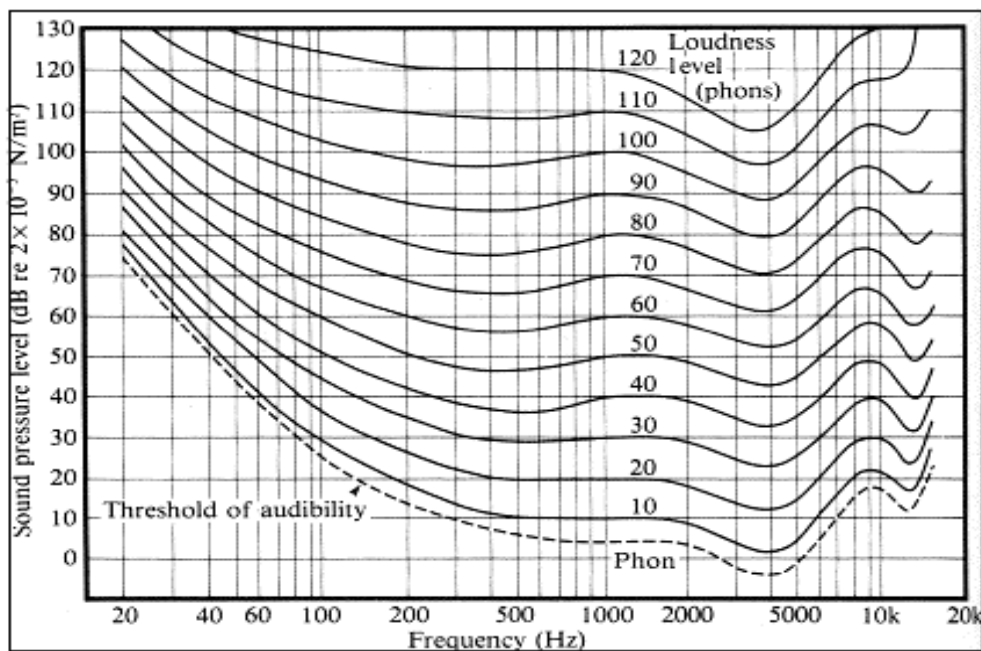
$$\text{SPL [dB]} = 10 \log(P^2/P_0^2) = 20 \log(P/P_0)$$

Όπου: P είναι η ηχητική πίεση του προς μέτρηση ήχου και ως P₀ λαμβάνεται μια ηχητική πίεση αναφοράς ίση με την ηχητική πίεση ενός ήχου στο κατώφλι της ακουστότητας. Συνεπώς ένας ήχος που μόλις ακούγεται έχει στάθμη ηχητικής πίεσης 20 dB, ενώ στο όριο του πόνου περίπου 134 dB.



Εικόνα 1.2: Η κλίμακα decibel dB(A) (πηγή: Department of Acoustics, Aalborg University)

Επισημαίνεται ότι ο θόρυβος δεν είναι ένας σταθερός ήχος, αλλά είναι μια ακανόνιστα κυμαινόμενη στάθμη ηχητικής πίεσης. Γι' αυτό έχουν καθιερωθεί δείκτες που λαμβάνουν υπόψη τους αυτό το γεγονός, για την περιγραφή της ενόχλησης από το θόρυβο. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος αποτελείται από ήχους διαφόρων εντάσεων και συχνοτήτων. Όμως το ανθρώπινο αυτί έχει διαφορετική ευαισθησία στις διάφορες συχνότητες. Ο τρόπος με τον οποίο το ανθρώπινο αυτί «ακούει» διαφορετικές συχνότητες σε διαφορετικές στάθμες ηχητικής πίεσης, μελετήθηκε από τους Fletcher et Munson τη δεκαετία του 1930. Το 1937 δημιούργησαν μία δέσμη από καμπύλες ελάχιστης ακουστότητας (εικόνα 1.3), οι οποίες περιγράφουν τη στάθμη ηχητικής πίεσης που πρέπει να έχει ένας ήχος (κατακόρυφος άξονας) για να είναι μόλις ακουστός σε συνάρτηση με την συχνότητά του (οριζόντιος άξονας), και από τις οποίες προκύπτει ότι η ευαισθησία της ακοής μεταβάλλεται όχι μόνο με τη συχνότητα αλλά και με την ένταση. Όσο μικρότερη είναι η ένταση, τόσο μικρότερη είναι η ευαισθησία της ακοής και τόσο μεγαλύτερη στάθμη απαιτείται για να γίνει ακουστή μία συγκεκριμένη συχνότητα.



Εικόνα 1.3: Οι καμπύλες Fletcher-Munson (πηγή: avmentor.gr)

Οι θόρυβοι που καταγράφονται από ένα μικρόφωνο ή από ένα ντεσιμπελόμετρο, φιλτράρονται και προσαρμόζονται με τον ίδιο τρόπο που το ανθρώπινο αυτί φιλτράρει και προσαρμόζει τους ήχους που δέχεται. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι προσομοίωσης του ανθρώπινου αυτιού που δίνουν λιγότερη έμφαση σε κάποιες συχνότητες και περισσότερη σε κάποιες άλλες. Για τον περιβαλλοντικό θόρυβο χρησιμοποιείται η κλίμακα (φίλτρο) A

που δίνει έμφαση στις συχνότητες γύρω στα 2000 Hz και ο περιβαλλοντικός θόρυβος που καταγράφεται, εκφράζεται σε dB(A).

1.1.3. Πρόσθεση και αφαίρεση επιπέδων ηχητικής πίεσης

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι μονάδες μετρήσεως του θορύβου δεν χρησιμοποιούνται με την ίδια μέθοδο που χρησιμοποιούνται οι λοιπές μονάδες μέτρησης, όπως παραδείγματος χάρη του μήκους. Η απλή άθροιση των ντεσιμπέλ είναι αδύνατη λόγω του ότι η κλίμακα dB(A) είναι λογαριθμική και όχι γραμμική.

Το άθροισμα δυο θορύβων της ίδιας ακουστικής στάθμης L_0 σε dB(A) θα έχει σαν αποτέλεσμα, ανεξαρτήτως της στάθμης, μια αύξηση 3 dB(A) δηλαδή ένα συνολικό επίπεδο $L_0+3\text{dB(A)}$. Η άθροιση 10 θορύβων του ίδιου επιπέδου θα δώσει ένα συνολικό άθροισμα $L_0+10\text{dB(A)}$. Μια διαφορά των 3dB(A) στην άθροιση δυο θορύβων είναι πολύ δύσκολο να γίνει αντιληπτή από το αυτί. Αντίθετα μία αύξηση στην ηχητική στάθμη κατά 10dB(A) αυξάνει σημαντικά την ηχητική εντύπωση ή γενικότερα την ακουστική όχληση, ενώ μία αντίστοιχη μείωση στην ηχητική στάθμη βελτιώνει σημαντικά αυτή την εντύπωση. Ο τρόπος με τον οποίο προστίθενται 2 στάθμες ηχητικής πίεσης απεικονίζεται στις εικόνες 1.4, 1.5 και 1.6, ενώ μαθηματικά γίνεται με την βοήθεια του παρακάτω τύπου:

$$dB_1 + dB_2 + \dots + dB_n = 10 \cdot \log(10^{dB_1/10} + 10^{dB_2/10} + \dots + 10^{dB_n/10})$$

Addition of Sound Pressure Levels (SPLs)

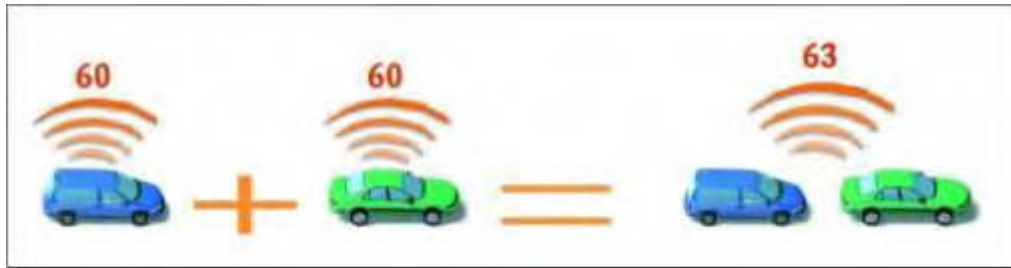
Short cut for the addition of two decibel values

When Two Values Differ By:	Add to Higher Value
= 0 to 1 dB	= 3 dB
= 2 to 3 dB	= 2 dB
= 4 to 9 dB	= 1 dB
= 10 or more dB	= 0 dB

Example: 65 dB + 70 dB = 71 dB

34

Εικόνα 1.4: Πρόσθεση δύο σταθμών ηχητικής πίεσης (πηγή: www.dot.ca.gov)



Εικόνα 1.5: Πρόσθεση δύο σταθμών ηχητικής πίεσης (πηγή: www.bruitparif.fr)



Εικόνα 1.6: Πρόσθεση δύο σταθμών ηχητικής πίεσης (πηγή: www.bruitparif.fr)

Τέλος ο τρόπος με τον οποίο αφαιρούνται 2 στάθμες ηχητικής πίεσης γίνεται με την βοήθεια του παρακάτω τύπου:

$$dB_1 - dB_2 - \dots - dB_n = 10 \cdot \log (10^{dB_1/10} - 10^{dB_2/10} - \dots - 10^{dB_n/10})$$

1.2. Ο οδικός συγκοινωνιακός θόρυβος

Στον αιώνα που διανύουμε τα μεγάλα συγκοινωνιακά έργα γνωρίζουν συνεχή και ταχεία ανάπτυξη σε όλον το κόσμο. Οι πόλεις μεγαλώνουν ολοένα και περισσότερο και οι μετακινήσεις ανθρώπων και αγαθών πολλαπλασιάζονται. Η ανάγκη για την κατασκευή νέων συγκοινωνιακών έργων ή για βελτίωση των ήδη υπαρχόντων αυξάνει διαρκώς καθώς είναι ταυτόχρονα μια από τις αναγκαίες και ικανές συνθήκες για την οικονομική ανάπτυξη ενός κράτους. Είναι αναπόσπαστο κομμάτι του σύγχρονου τρόπου ζωής, αφού βελτιώνουν την καθημερινότητα των πολιτών, και συμβάλουν στην ανάπτυξη του εμπορίου και στην μείωση των αποστάσεων. Μια από τις σπουδαιότερες αρνητικές επιπτώσεις των έργων αυτών είναι η δημιουργία στην γύρω περιοχή, του λεγόμενου συγκοινωνιακού θορύβου. Ως συγκοινωνιακός θόρυβος νοείται ο θόρυβος που προέρχεται από οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα, καθώς επίσης από αεροπορικές και θαλάσσιες μεταφορές. Ο θόρυβος λογίζεται ως σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα από τον άνθρωπο εδώ και πολλούς αιώνες. Η πολιτεία μέσω της νομοθεσίας θέτει ορια στις εκπομπές των πηγών θορύβου και επιβάλλει τον έλεγχο των επιπτώσεων του μέσω των Μελετών

Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, όπου προσδιορίζονται οι όροι λειτουργίας των νέων έργων. Χρηματοδοτεί, επίσης, μέσω εθνικών και κοινοτικών πόρων την προστασία του ακουστικού περιβάλλοντος, ενώ σε συνεργασία με αρμόδιους φορείς προβαίνει σε συγκεκριμένες δράσεις.

Ο οδικός θόρυβος είναι η συλλογική ηχητική ενέργεια που προέρχεται από τα οχήματα με κινητήρα. Εξαρτάται κυρίως από την επιφάνεια του οδοστρώματος, τα ελαστικά του οχήματος, τον κινητήρα / μετάδοση, την αεροδυναμική, καθώς και από τα στοιχεία πέδησης. Στις προηγμένες καθώς και στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες, ο οδικός θόρυβος συμβάλλει αναλογικά με μεγάλο μερίδιο στην συνολική ηχητική. Στις ΗΠΑ συμβάλλει περισσότερο στον περιβαλλοντικό θόρυβο από οποιαδήποτε άλλη πηγή θορύβου. Ο οδικός θόρυβος άρχισε να μετριέται ευρέως με τυποποιημένο τρόπο στη δεκαετία του 1960, όταν η μοντελοποίηση αυτού του φαινομένου με υπολογιστές τελειοποιήθηκε. Μετά την ψήφιση του νόμου περί εθνικής περιβαλλοντικής πολιτικής και του νόμου για τον έλεγχο του θορύβου, η ζήτηση για λεπτομερή ανάλυση στα έφτασε στα ύψη, και οι ιθύνοντες άρχισαν να απευθύνονται στους ακουστικούς επιστήμονες για απαντήσεις σχετικά με τον σχεδιασμό των νέων αυτοκινητοδρόμων και το σχεδιασμό της μείωσης του θορύβου.

Η μερική απαγόρευση των οχημάτων με κινητήρα από τις αστικές περιοχές έχει αποδειχθεί ότι έχει ελάχιστες επιπτώσεις στην μείωση των επιπέδων του θορύβου (όπως έγινε σαφές από τις μετέπειτα μελέτες μοντελοποίησης). Για παράδειγμα, η μερική απαγόρευση στο Γκέτεμποργκ, στην Σουηδία οδήγησε σε μικρή μείωση των επιπέδων του θορύβου. Οι κανονισμοί της ΕΕ και της Ιαπωνίας περί του θορύβου που προέρχεται από τα ελαστικά και τους κινητήρες αποσκοπούν μόνο στη μείωση του θορύβου κατά περίπου 3 dB(A), και θα έχουν σιγά-σιγά αποτέλεσμα, επειδή μερικά παλαιότερα θορυβώδη οχήματα μπορούν να κυριαρχήσουν το ηχητικό τοπίο.

1.2.1. Πηγές Οδικού Θορύβου - Περιγραφή των βασικών μεταβλητών

Οι πηγές του οδικού θορύβου (που σχετίζονται με τα συγκοινωνιακά έργα) μπορεί να περιλαμβάνουν επιβατικά αυτοκίνητα, μεσαία φορτηγά, βαρέα φορτηγά και λεωφορεία. Κάθε ένα από αυτά τα οχήματα παράγει θόρυβο, ωστόσο, η πηγή και το μέγεθος του θορύβου μπορεί να ποικίλει σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τον τύπο του οχήματος. Για παράδειγμα, ενώ ο θόρυβος από τα επιβατικά οχήματα εμφανίζεται κυρίως λόγω της διεπαφής ελαστικού και επιφάνειας οδοστρώματος και επομένως βρίσκεται στο επίπεδο του εδάφους, ο θόρυβος από τα βαρέα φορτηγά αποτελείται από έναν συνδυασμό του

θορύβου από τα ελαστικά, τον κινητήρα και την εξάτμιση, με αποτέλεσμα η πηγή του θορύβου να είναι περίπου 8 πόδια πάνω από το έδαφος. Παρακάτω δίνονται πληροφορίες σχετικά με τους τύπους των πηγών του οδικού θορύβου που είναι μέρος ενός οδικού δικτύου, και περιγράφει το είδος του θορύβου που παράγεται.

Επιβατικά οχήματα: ο θόρυβος εκπέμπεται σε ύψος 0-2 πόδια πάνω από το οδόστρωμα, κυρίως από την διεπαφή των ελαστικών με το οδόστρωμα. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τυπικά επιβατικά οχήματα, μικρά και κανονικά φορτηγά, μικρού έως μεσαίου μεγέθους SUV , μικρά και μεγάλα βαν μεταφοράς επιβατών. Τα τυπικά επίπεδα θορύβου για τα επιβατικά οχήματα είναι από 72 έως 74 dB(A) στα 55 mph σε απόσταση 50 ποδιών.

Μεσαία Φορτηγά: ο θόρυβος εκπέμπεται σε ύψος από 2 έως 5 πόδια πάνω από το οδόστρωμα, και αποτελεί συνδυασμό θορύβου από την διεπαφή των ελαστικών με το οδόστρωμα και το θόρυβο της εξάτμισης του κινητήρα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα μικρά φορτηγά διανομής, μεγάλα εκτός δρόμου οχήματα με εκτός δρόμου ελαστικά, μεγάλα φορτηγά με κινητήρα ντίζελ, κάποια ρυμουλκά φορτηγά, τα αστικά και τα σχολικά λεωφορεία με εξάτμιση που βρίσκεται κάτω από το όχημα, μεσαία φορτηγά διακίνησης (για μετακομίσεις και επαγγελματικές μεταφορές), μικρά και μεσαία τροχόσπιτα και άλλα μεγάλα φορτηγά με εξάτμιση που βρίσκεται κάτω από το όχημα. Τα τυπικά επίπεδα θορύβου για μεσαία φορτηγά είναι από 80 έως 82 dB(A) στα 55 mph σε απόσταση 50 πόδια.

Βαρέα φορτηγά: ο θόρυβος εκπέμπεται σε ύψος από 6-8 πόδια πάνω από την επιφάνεια της οδού, και αποτελεί συνδυασμό θορύβου από την διεπαφή των ελαστικών με το οδόστρωμα, το θόρυβο του κινητήρα και το θόρυβο της εξάτμισης. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει όλα τα μεγάλων διαστάσεων φορτηγά (νταλίκες), μεγάλα ρυμουλκά φορτηγά, φορτηγά μεταφοράς σκουπιδιών, μπετονιέρες, μεγάλα λεωφορεία, τροχόσπιτα με εξάτμιση που βρίσκεται στην κορυφή του οχήματος, καθώς και άλλα οχήματα με εξάτμιση που βρίσκεται πάνω από το όχημα (τυπικό ύψος εξάτμισης από 12 έως 15 πόδια). Τα τυπικά επίπεδα θορύβου για τα βαρέα φορτηγά οχήματα είναι από 84 έως 86 dB(A) στα 55 mph στα 50 πόδια.

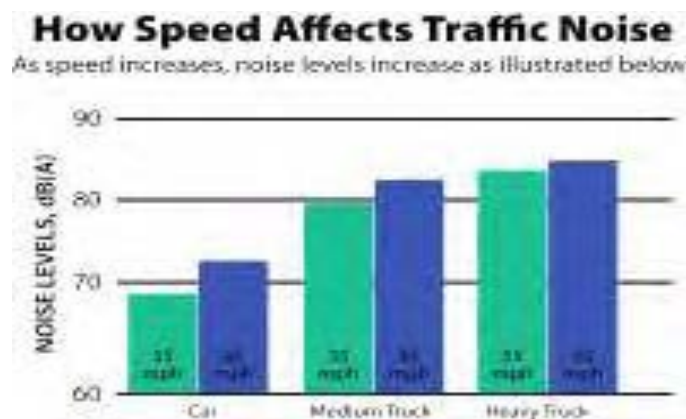
Η ένταση του οδικού θορύβου εξαρτάται από τις ακόλουθες μεταβλητές: τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά (κυκλοφοριακός φόρτος, ταχύτητα οχημάτων, σύνθεση κυκλοφορίας, την ηλικία των οχημάτων, κατανομή της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια του 24ωρου, κορναρίσματα, διαδικασίες εκκίνησης κλπ), τον τύπο της επιφάνειας του οδοστρώματος και τον τύπο ελαστικών των οχημάτων και τέλος, τα επιμέρους στοιχεία της

οδού (κατά μήκος κλίσεις, ύπαρξη διασταυρώσεων κλπ). Σε χαμηλότερες ταχύτητες ή και κατά την επιτάχυνση/επιβράδυνση, ο θόρυβος του κινητήρα, της εξάτμισης και του συστήματος κίνησης μπορούν να κυριαρχήσουν, ενώ αντίθετα σε υψηλές ταχύτητες υπερισχύει ο θόρυβος κύλισης του οχήματος και ο αεροδυναμικός θόρυβος.

Ο θόρυβος που σχετίζεται με **τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά** επηρεάζεται σημαντικά από τον κυκλοφοριακό φόρτο και την ταχύτητα του οχήματος. Η ηχητική ενέργεια περίπου διπλασιάζεται, είτε για κάθε αύξηση κατά δέκα μίλια την ώρα στην ταχύτητα του οχήματος, είτε λόγω μιας αύξησης του φόρτου των οχημάτων από 1000 σε 2000. Εξάιρεση στον κανόνα αποτελεί αυτό που συμβαίνει σε πολύ χαμηλές ταχύτητες όπου ο θόρυβος της πέδησης και της επιτάχυνσης κυριαρχούν επί του αεροδυναμικού θορύβου. Μικρές μειώσεις του θορύβου των οχημάτων συνέβησαν στη δεκαετία του 1970 καθώς τα κράτη επέβαλλαν θεσμική διάταξη για οχήματα με καλύτερο σύστημα σίγασης εξάτμισης.



Εικόνα 1.7: Η επιρροή του κυκλοφοριακού φόρτου στον οδικό θόρυβο



Εικόνα 1.8: Η επιρροή της ταχύτητας στον οδικό θόρυβο

Η σύνθεση της κυκλοφορίας είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στην διαμόρφωση του επιπέδου του οδικού θορύβου, καθώς υπάρχουν σημαίνουσες διαφορές στον ήχο που εκπέμπεται ανάλογα με το είδος και το μέγεθος των οχημάτων που συνθέτουν την κυκλοφορία. Για παράδειγμα για ταχύτητα κίνησης 60 χλμ/ώρα, η στάθμη LAmax ενός φορτηγού με περισσότερους από τρεις άξονες είναι 83 dB, ενός φορτηγού μέχρι τρεις άξονες είναι 80 dB, ενός λεωφορείου αστικών μεταφορών είναι 73 dB, μιας μοτοσικλέτας είναι 74 dB και τέλος ενός Ι.Χ είναι 73 dB. Αυτό σημαίνει πως ένα λεωφορείο αστικών μεταφορών εκπέμπει τον ίδιο θόρυβο με 4 Ι.Χ, ένα φορτηγό έως 3 άξονες εκπέμπει τον ίδιο θόρυβο με 5 Ι.Χ, ενώ ένα φορτηγό με περισσότερους από 3 άξονες εκπέμπει τον ίδιο θόρυβο με 10 Ι.Χ. Τα φορτηγά συνεισφέρουν ένα δυσανάλογα μεγάλο ποσοστό θορύβου, όχι μόνο λόγω των μεγάλων τους κινητήρων τους, αλλά και λόγω του ύψους του κινητήρα και της αεροδυναμικής αντίστασης, ωστόσο αποτελούν ένα μικρό ποσοστό του στόλου των οχημάτων, συνεπώς τα επιβατικά οχήματα λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων τους, κυριαρχούν στο ηχητικό τοπίο.



Εικόνα 1.9: Η επιρροή της σύνθεσης της κυκλοφορίας στον οδικό θόρυβο

Ο θόρυβος των οχημάτων δεν έχει αλλάξει πολύ κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών, ωστόσο, αν η τάση για χρήση υβριδικών οχημάτων συνεχιστεί, θα επέλθει σημαντική μείωση του θορύβου, ειδικά για συνθήκες ροής της κυκλοφορίας κάτω από 35 μίλια ανά ώρα. Τα υβριδικά οχήματα είναι τόσο ήσυχα σε χαμηλές ταχύτητες που δημιουργούν θέμα ασφάλειας των πεζών, όταν κάνουν αναστροφή ή ελιγμούς κατά τη στάθμευση κλπ (αλλά όχι όταν κινούνται προς τα εμπρός), και έτσι είναι συνήθως εξοπλισμένα με προειδοποιητικούς ηλεκτρικούς ήχους.

Ο τύπος της επιφάνειας του οδοστρώματος συμβάλλει σε διαφορετικά επίπεδα θορύβου. Από τους κοινούς τύπους επιφανειών οδοστρωμάτων στις σύγχρονες πόλεις, υπάρχει μια διαφορά των 4 dB μεταξύ των πιο δυνατών σε ήχο και των μαλακότερων. Οδοστρώματα τύπου chip seal ή οδοστρώματα με αυλάκια είναι πιο θορυβώδη, ενώ οι επιφάνειες με σκυρόδεμα χωρίς διάκενα είναι οι λιγότερο θορυβώδεις, και τέλος οι ασφαλικές επιφάνειες είναι περίπου στο μέσο. Οι ασφαλικές επιφάνειες με καουτσούκ (με χρήση ανακυκλωμένων παλαιών ελαστικών) είναι πολύ λιγότερο θορυβώδεις και χρησιμοποιούνται ήδη ευρέως. Η χρήση πειραματικών *πορο-ελαστικών* οδοστρωμάτων μπορεί να μειώσει κατά το ήμισυ τον οδικό θόρυβο.

Ο τύπος των ελαστικών μπορεί να προκαλέσει μια μεταβολή του θορύβου κατά 10 dB(A), με βάση ένα δείγμα από 100 διαθέσιμα εμπορικά ελαστικά του 2001. Μέχρι και το 2001, δεν υπήρχε συσχέτιση μεταξύ πρόσφυσης και θορύβου. Τα πιο αθόρυβα ελαστικά μπορεί να έχουν ελαφρώς χαμηλότερη αντίσταση κύλισης. Οι επισημάνσεις στα ελαστικά για το θόρυβο, την πρόσφυση και την αντίσταση κύλισης έχουν εισαχθεί ευρέως στην Ευρώπη, με τα θορυβώδη ελαστικά να φορολογούνται.

Τα επιμέρους στοιχεία της οδού μπορούν να επηρεάσουν αρκετά τα επίπεδα του θορύβου που παράγονται. Για παράδειγμα, οι μεγάλες ανηφορικές κλίσεις προκαλούν αυξημένα επίπεδα θορύβου. Παρόμοια, η ύπαρξη διασταυρώσεων είναι πιθανό να αυξήσει τα επίπεδα του θορύβου, λόγω της επιτάχυνσης/επιβράδυνσης των οχημάτων ή των πιθανών εμπλοκών και της χρήσης κόρνας.

1.2.2. Διάδοση του θορύβου

Διάφοροι παράγοντες καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο τα επίπεδα θορύβου μειώνονται με την πάροδο απόστασης. Υπό ιδανικές συνθήκες, μια γραμμική πηγή θορύβου (όπως η συνεχής ροή της κυκλοφορίας σε ένα πολυσύχναστο αυτοκινητόδρομο) μειώνεται με ρυθμό περίπου 3 dB κάθε φορά που η απόσταση διπλασιάζεται. Στην πραγματικότητα, ωστόσο, οι αλληλεπιδράσεις των ηχητικών κυμάτων με το έδαφος συχνά οδηγούν σε εξασθένηση που είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από τους ιδανικούς παράγοντες μείωσης που δίνονται παραπάνω. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την διάδοση του ήχου είναι οι υπάρχουσες κατασκευές, η τοπογραφία, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδών, το φύλλωμα, η κάλυψη του εδάφους, και η μικρομετεωρολογία-ατμοσφαιρικές συνθήκες, όπως ο άνεμος, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία. Η παρακάτω λίστα παρέχει κάποιες γενικές πληροφορίες σχετικά με τις δυνατές επιρροές που κάθε ένας από αυτούς τους παράγοντες μπορεί να έχει στην διάδοση του ήχου.

Υφιστάμενες κατασκευές. Οι υφιστάμενες κατασκευές μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στα επίπεδα του θορύβου σε οποιαδήποτε περιοχή. Οι κατασκευές μπορούν να μειώσουν το θόρυβο φυσικά, εμποδίζοντας την μετάδοση του ήχου. Υπό ειδικές συνθήκες, οι κατασκευές μπορούν να προκαλέσουν αύξηση των επιπέδων θορύβου, αν ο ήχος ανακλάται από τη κατασκευή και μεταδίδεται σε έναν δέκτη σε μια κοντινή τοποθεσία. Οι μετρήσεις έχουν δείξει ότι ένα ισόγειο σπίτι έχει τη δυνατότητα, λειτουργώντας σαν εμπόδιο, να μειώσει τα επίπεδα θορύβου έως και 10 dB(A) ή περισσότερο. Η πραγματική μείωση του θορύβου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη γεωμετρία της πηγής του θορύβου, του δέκτη, και τη θέση της κατασκευής. Η αύξηση του θορύβου που προκαλείται από την ανάκλαση είναι συνήθως 3 dB(A) ή λιγότερο, που είναι η ελάχιστη αλλαγή στα επίπεδα του θορύβου που μπορεί να παρατηρήσει το ανθρώπινο αυτί.

Τοπογραφία. Η τοπογραφία περιλαμβάνει τους υπάρχοντες λόφους, τα αναχώματα, και τα άλλα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους μεταξύ της πηγής θορύβου και της θέσης του δέκτη. Όπως και με τις κατασκευές, η τοπογραφία έχει τη δυνατότητα να μειώσει ή να αυξήσει τον ήχο ανάλογα με τη γεωμετρία της περιοχής. Οι λόφοι και τα αναχώματα, όταν τοποθετούνται μεταξύ της πηγής θορύβου και του δέκτη, μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στα επίπεδα θορύβου. Σε πολλές περιπτώσεις, τα αναχώματα χρησιμοποιούνται ως μέτρα μείωσης του θορύβου αφού μπορούν να μπλοκάρουν φυσικά την διάδοση του θορύβου από την πηγή στην τοποθεσία του δέκτη. Σε ορισμένες περιοχές, ωστόσο, η τοπογραφία μπορεί να οδηγήσει σε μια συνολική αύξηση των επιπέδων του ήχου είτε ανακλώντας ή διοχετεύοντας τον θορύβου προς μια ευαίσθητη θέση δέκτη.

Γεωμετρία της οδού. Η διάδοση του ήχου είναι ευαίσθητη στη συνολική γεωμετρία και πρέπει να εξεταστεί η περίθλαση (κάμψη των ηχητικών κυμάτων γύρω από εμπόδια), η ανάκλαση, η απώλεια λόγω διασποράς και η διάθλαση. Μια απλή συζήτηση δείχνει ότι ο ήχος θα μειωθεί όταν η διαδρομή του ήχου εμποδίζεται από το έδαφος, ή θα ενισχυθεί εάν ο δρόμος ανυψώνεται, έτσι ώστε να διαδίδεται. Ωστόσο, η πολυπλοκότητα των μεταβλητών αλληλεπίδρασης είναι τόσο μεγάλη, έτσι υπάρχουν πολλές εξαιρέσεις σε αυτό το απλό επιχείρημα.

Φύλλωμα. Το φύλλωμα, εάν είναι πυκνό, μπορεί να προσφέρει μια ελαφρά μείωση των επιπέδων θορύβου. Το FHWA εκτιμά ότι μπορεί να επιτευχθεί μια μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου από 3 έως 5 dB(A) για θέσεις που προστατεύονται με τουλάχιστον 100 πόδια από πυκνό αειθαλές φύλλωμα.

Εδαφοκάλυψη. Η κάλυψη του εδάφους μεταξύ του δέκτη και της πηγής του θορύβου μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην διάδοση του θορύβου. Για παράδειγμα, ο ήχος ταξιδεύει πολύ καλά σε αντανακλαστικές επιφάνειες όπως το νερό και το πεζοδρόμιο, αλλά ο θόρυβος μπορεί να μειωθεί όταν η κάλυψη του εδάφους είναι γρασίδι, γκαζόν, ή ακόμα και χαλαρό χώμα.

Η μικρομετεωρολογία είναι σημαντική για το γεγονός ότι τα ηχητικά κύματα μπορούν να διαθλώνται λόγω θερμικών και αεροδυναμικών παραγόντων, και ουσιαστικά να καταργούν την επίδραση ορισμένων ηχοπετασμάτων ή του εδάφους παρέμβασης. Όταν η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται με το ύψος, και η κατεύθυνση του ανέμου είναι από την πηγή προς τον δέκτη, τότε τα ηχητικά κύματα διαθλώνται προς τα κάτω, με αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων θορύβου πίσω από το ηχοπέτασμα.

1.2.3. Μοντελοποίηση με υπολογιστές

Ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος αξιολογείται με δύο διαφορετικές μεθόδους: την απευθείας μέτρηση και την πρόβλεψή του. Οι μέθοδοι μέτρησης χρησιμοποιούν ακουστικά όργανα, όπως τα ηχώμετρα. Οι μέθοδοι πρόβλεψης βασίζονται στην ακουστική θεωρία των ηχητικών εκπομπών και της διάδοσης, προσομοιώνοντας πραγματικές συνθήκες με μαθηματικά ή φυσικά μοντέλα. Συχνά μετρήσεις και μοντέλα πρόβλεψης συνδυάζονται για την επίτευξη της βέλτιστης δυνατής, ποιοτικά και ποσοτικά, αξιολόγησης.

Τα πρώτα σημαντικά μοντέλα προέκυψαν στα τέλη του 1960 και στις αρχές της δεκαετίας του 1970 για την αντιμετώπιση της γραμμικής πηγής θορύβου (π.χ. οδική κυκλοφορία). Δύο από τις κορυφαίες ερευνητικές ομάδες ήταν η BBN στη Βοστώνη και η ESL στο Sunnyvale, στην Καλιφόρνια. Και οι δύο αυτές ομάδες ανέπτυξαν πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα για να καταστεί δυνατή η μελέτη εναλλακτικών σχεδίων δρόμων, ρυθμίσεων κυκλοφορίας και στρατηγικές μετριασμού του θορύβου. Μεταγενέστερες τροποποιήσεις των μοντέλων έχουν τεθεί σε ευρεία χρήση μεταξύ των Κρατικών Τμημάτων Μεταφορών (DOT) και των πολεοδόμων, αλλά η ακρίβεια των πρώτων μοντέλων είχε μικρή μεταβολή μέσα σε 40 χρόνια.

Σε γενικές γραμμές τα μοντέλα ιχνηλατούν τις δέσμες ακτινών του ήχου και υπολογίζουν την απώλεια κατά τη διάδοση μαζί με την απόκλιση της δέσμης ακτινών (ή σύγκλιση) από τα φαινόμενα διάθλασης. Η περίθλαση συνήθως αντιμετωπίζεται με τη δημιουργία δευτερευόντων πομπών σε οποιοδήποτε σημείο των τοπογραφικών εμποδίων (όπως τα ηχοπετάσματα ή οι επιφάνειες κτιρίων). Η μετεωρολογία μπορεί να αντιμετωπιστεί με στατιστικές μεθόδους μέσω της χρήσης στατιστικών στοιχείων, για την

πραγματική συχνότητα της κατανομής της κατεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου (γράφημα windrose), σε συνδυασμό με τους θερμικούς παράγοντες (thermoclines).

1.2.4. Οι μελέτες- υποθέσεις κατασκευής του οδικού δικτύου

Μια ενδιαφέρουσα παλαιά περίπτωση όπου τα δύο από τα κορυφαία μοντέλα ήρθαν σε αντιπαράθεση το ένα με το άλλο, αφορούσε μια προτεινόμενη διεύρυνση του New Jersey Turnpike από έξι λωρίδες σε δώδεκα. Τα μοντέλα του BBN και του ESL ήταν σε αντίθετες πλευρές και για το θέμα αποφάνθηκε το Ανώτατο Δικαστήριο του New Jersey. Αυτή η περίπτωση στις αρχές του 1970 ήταν ένα από τα πρώτα παραδείγματα των ΗΠΑ όπου οι επιστήμονες σε θέματα ακουστικής είχαν ένα ρόλο στο σχεδιασμό μιας μεγάλης εθνικής οδού. Τα μοντέλα επέτρεψαν το δικαστήριο να κατανοήσει τις επιπτώσεις της γεωμετρίας των οδικών αξόνων (το πλάτος σε αυτήν την περίπτωση), της ταχύτητας των οχημάτων, των προτεινόμενων ηχοπετασμάτων, της «οπισθοχώρησης» του ορίου δόμησης και του τύπου του οδοστρώματος. Το αποτέλεσμα ήταν ένας συμβιβασμός που αφορούσε την ουσιαστική μείωση των επιπτώσεων της ηχορύπανσης.

Μια άλλη παλαιά υπόθεση αφορούσε την προτεινόμενη επέκταση του Interstate 66 μέσω του Arlington, Βιρτζίνια. Ο ενάγων, Συνασπισμός Μεταφορών του Arlington μήνυσε το Υπουργείο Μεταφορών της Βιρτζίνια σχετικά με θέματα ποιότητας του αέρα, θορύβου και αναστάτωση των γειτονιών. Για την ανάλυση του οδικού θορύβου, χρησιμοποιήθηκε από τον ενάγοντα το μοντέλο ESL, ο οποίος κέρδισε την υπόθεση αυτή, γεγονός που εν μέρει οφείλεται στην αξιοπιστία του μοντέλου. Το θέμα επανεξετάστηκε μια δεκαετία αργότερα και ένας πολύ μετριασμένος σχεδιασμός αυτοκινητόδρομου με εκτεταμένα μέτρα μείωσης του θορύβου έγινε δεκτός.

Νεότερες περιπτώσεις έχουν μελετηθεί σε κάθε πολιτεία, τόσο σε αμφισβητούμενες μελέτες όσο και σε προγραμματισμό και σχεδιασμό αυτοκινητοδρόμου ρουτίνας. Το κοινό, καθώς και οι κυβερνητικές υπηρεσίες έχουν συνειδητοποιήσει την αξία της ακουστικής επιστήμης στην προσφορά χρήσιμων πληροφοριών για τη διαδικασία σχεδιασμού οδικών αξόνων.

1.2.5. Παγκόσμια άποψη

Σε μακροσκοπικό επίπεδο, απαιτείται συνεχής έρευνα σε εθνική και παγκόσμια κλίμακα για τον οδικό θόρυβο, περιλαμβάνοντας θέματα όπως η επιλογή τύπου επιφάνειας οδοστρώματος, κανονισμούς και φορολόγηση για τα θορυβώδη οχήματα, και τη συνεχή επιθεώρηση μεμονωμένων οχημάτων .

Ακόμη και χωρίς κανονισμούς, υπάρχουν ισχυρές ατομικές οικονομικές πιέσεις για πιο αθόρυβα οχήματα, επειδή τα πιο αθόρυβα οχήματα, θεωρούνται πιο πολυτελή και λιγότερο αγχωτικά. Οι αυστηρότερες ρυθμιστικές απαιτήσεις της ΕΕ και της Ιαπωνίας ενθαρρύνουν τον πιο αθόρυβο σχεδιασμό ακόμα και σε χώρες που δεν υπάρχει έλεγχος, επειδή οι περισσότεροι κατασκευαστές αυτοκινήτων φιλοδοξούν για διεθνείς πωλήσεις. Από την άλλη πλευρά, μεμονωμένοι ιδιοκτήτες μοτοσικλετών, αυτοκινήτων με πολύ δυνατά συστήματα μουσικής, και «τροποποιημένων» αυτοκινήτων μπορεί να προτιμούν το όχημά τους να είναι πιο θορυβώδες (τουλάχιστον σε ρελαντί ή χαμηλές ταχύτητες), και τέτοιος θόρυβος (συχνά από τροποποιημένα συστήματα εξάτμισης) μπορεί να ελέγχεται μόνο από τη συνεχή επιθεώρηση και την επιβολή κυρώσεων.

Αρκετές μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η μείωση της ηχορύπανσης λόγω κυκλοφορίας είναι χαμηλού κόστους ή αποδοτική. Οι μελέτες αυτές περιλαμβάνουν την εξέταση της μείωσης της αξίας των ακινήτων που πλήττονται από θόρυβο, το κόστος της υποστήριξης ενός πληθυσμού που προσπαθεί να ξεφύγει από τον θόρυβο, και την αύξηση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης που στατιστικά μπορούν να αποδοθούν σε ένα πιο θορυβώδη περιβάλλον.

Η ευρωπαϊκή τεχνολογία άρχισε να μιμείται την αντιμετώπιση των Ηνωμένων Πολιτειών για τον οδικό θόρυβο από τη δεκαετία του 1980, αν και οι εθνικές απαιτήσεις των μελετών ηχορύπανσης παραμένουν γενικά λιγότερο αυστηρές από ότι στις ΗΠΑ. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η ηχορύπανση από τα μηχανοκίνητα οχήματα έχει σημαντικό αντίκτυπο, αλλά οι τεχνολογίες δεν είναι τόσο προχωρημένες όπως στις δυτικές χώρες. Για παράδειγμα, μια πρόσφατη μελέτη από το Ιράν απεικονίζει ένα επίπεδο τεχνολογίας που οι Ηνωμένες Πολιτείες κατείχαν κατά τη δεκαετία του 1960. Η Ευρωπαϊκή Ένωση πρότεινε πρόσφατα μια σειρά από απαιτήσεις για τα ελαστικά των οχημάτων, παρόμοιες με εκείνες που εισήχθησαν στις ΗΠΑ στη δεκαετία του 1970.

1.2.6. Μετριάσμος του οδικού θορύβου

Θεωρητικά, υπάρχουν μια σειρά από επιλογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση ή τον μετριάσμο του κυκλοφοριακού θορύβου. Αυτές περιλαμβάνουν τη διαχείριση της κυκλοφορίας, τον σχεδιασμό των αυτοκινητοδρόμων, και τα ηχοπετάσματα, συμπεριλαμβανομένων των αναχωμάτων. Στην πραγματικότητα, ο μετριάσμος του θορύβου είναι συχνά ανέφικτος λόγω των απαιτήσεων σε χώρο, των ζητημάτων αισθητικής και του οικονομικού κόστους, ή και γιατί το κόστος υπερβαίνει τα οφέλη. Κάθε ειδικό μέτρο μείωσης που συνιστάται ως μέρος ενός σχεδίου πρέπει να είναι εφικτό και να

έχει ένα λογικό κόστος σε σχέση με το όφελος. Τα πιθανά μέτρα περιορισμού περιγράφονται παρακάτω.

Διαχείριση Κυκλοφορίας: Τα μέτρα διαχείρισης της κυκλοφορίας περιλαμβάνουν την τροποποίηση των ορίων ταχύτητας και τον περιορισμό ή την απαγόρευση της κυκλοφορίας φορτηγών. Ο περιορισμός της χρήσης φορτηγών σε ένα συγκεκριμένο δρόμο θα μειώσει τα επίπεδα θορύβου σε κοντινούς δέκτες δεδομένου ότι τα φορτηγά είναι πιο θορυβώδη από τα αυτοκίνητα. Ωστόσο, εκτοπίζοντας την κυκλοφορία των φορτηγών από ένα δρόμο σε έναν άλλο θα μεταφερθούν μόνο οι επιπτώσεις του θορύβου από τη μία περιοχή στην άλλη και είναι πιθανό η αλλαγή αυτή να συγκρούεται με την προβλεπόμενη λειτουργία του οδικού δικτύου (π.χ., μια αρτηρία γενικά φέρει την κυκλοφορία των φορτηγών). Ενώ η μείωση της ταχύτητας μπορεί να μειώσει το θόρυβο, απαιτείται μια μείωση τουλάχιστον κατά 10 mph για να προκύψει μια αξιοσημείωτη διαφορά στο θόρυβο. Επίσης, επειδή οι οδοί είναι προγραμματισμένες και σχεδιασμένες για να υποστηρίξουν ταχύτητες αντίστοιχες με την λειτουργική ταξινόμηση τους (π.χ., 35-45 mph σε μια αρτηρία), έτσι η αλλαγή των ταχυτήτων για το σκοπό του μετριασμού του θορύβου δεν είναι κοινή πρακτική.

Σχεδιασμός Οδών: Ο Σχεδιασμός οδών περιλαμβάνει μέτρα όπως η αλλαγή της χάραξης του δρόμου και η επιλογή κατασκευής «κλειστών» τμημάτων. Η τροποποίηση της χάραξης του δρόμου θα μπορούσε να μειώσει τα επίπεδα θορύβου, μετακινώντας την κυκλοφορία πιο μακριά από τους επηρεαζόμενους δέκτες, αλλά είναι πιθανό να αυξήσει τα επίπεδα θορύβου σε μια άλλη περιοχή.

Ηχοπετάσματα: Η κατασκευή ηχοπετασμάτων μεταξύ των δρόμων και των επηρεαζόμενων δεκτών, θα μειώσει τα επίπεδα θορύβου εμποδίζοντας την διάδοση του θορύβου από την οδική κυκλοφορία. Τα πετάσματα μπορεί να κατασκευαστούν ως τοίχοι ή ως αναχώματα. Τα αναχώματα απαιτούν περισσότερο χώρο σε σχέση με τα πετάσματα και συνήθως κατασκευάζονται με κλίση 3/1. Έχοντας αυτή την απαίτηση, ένα ανάχωμα με ύψος 8 πόδια θα έχει πλάτος 24 πόδια σε κάθε κατεύθυνση, δηλαδή συνολικό πλάτος 48 πόδια. Τα ηχοπετάσματα θα πρέπει να είναι αρκετά ψηλά ώστε να κόβουν την οπτική επαφή μεταξύ της πηγής του θορύβου και του δέκτη. Θα πρέπει επίσης να είναι επαρκή σε μήκος ώστε να αποφευχθεί η σημαντική «διαφυγή» του θορύβου γύρω από τα άκρα των πετασμάτων. Τα ανοίγματα στο πέτασμα, όπως για δρόμους και πεζοδρόμια, μπορούν να μειώσουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα του πετάσματος.

Εν κατακλείδι, πέρα από τα προτεινόμενα μέτρα που αναφέρθηκαν, η συμπεριφορά των οδηγών είναι ο παράγοντας-κλειδί που μπορεί να καθορίσει τη αυξομείωση των επιπέδων θορύβου και την αποδοτικότητα των τεχνικών μέτρων μετριασμού του θορύβου. Η κυκλοφοριακή αγωγή των πολιτών δύναται να περιορίσει την άσκοπη χρήση κόρνας και θορυβωδών επιταχύνσεων, ενώ παράλληλα, μπορεί να οδηγήσει σε πιο «ήσυχη» συμπεριφορά των μοτοσικλετιστών και στην αύξηση της υπευθυνότητας των οδηγών όσον αφορά την καλύτερη συντήρηση των οχημάτων τους.

1.3. Βασικοί δείκτες περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου

Η γενική μορφή δείκτη περιβαλλοντικού θορύβου L_n είναι η στάθμη, η οποία υπερβαίνεται κατά το $n\%$ μιας ορισμένης χρονικής περιόδου. Σε μια μεγάλη σειρά μετρήσεων κυκλοφοριακού θορύβου είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας μέσης τιμής η οποία ονομάζεται μέση στάθμη ή στάθμη L_{50} και η οποία είναι η στάθμη που έχει ξεπεραστεί κατά το 50% του χρόνου παρατήρησης. Με βάση τη στατιστική ανάλυση δημιουργούνται και άλλοι ποσοσομετρικοί δείκτες αξιολόγησης με κυριότερη τη μέση στάθμη κορυφής (Mean Peak Noise Level) L_{10} , η οποία ξεπεράστηκε κατά το 10 % του χρόνου παρατήρησης. Με τον ίδιο τρόπο προσδιορίζεται η μέση στάθμη κορυφής που ξεπεράστηκε κατά το 1% του χρόνου παρατήρησης (L_1) καθώς και η μέση στάθμη θορύβου βάθους (Background Noise Level) που ξεπεράστηκε κατά το 90% (ή 95%) του χρόνου παρατήρησης (L_{90} ή L_{95}), πάντα σε dB(A).

Στους Βρετανικούς κανονισμούς ο δείκτης $L_{10}(18\omega\rho)$ που είναι η μέση αριθμητική τιμή των 18 ξεχωριστών ωριαίων τιμών του L_{10} (καλύπτοντας τη χρονική περίοδο από τις 06:00 έως τις 24:00 κατά τις εργάσιμες ημέρες) έχει αποδειχτεί ότι εκφράζει μια καλή συσχέτιση του κυκλοφοριακού θορύβου με την όχληση στους ανθρώπους.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ο ιδιαίτερα χρησιμοποιούμενος δείκτης αξιολόγησης θορύβου, η ισοδύναμη συνεχής στάθμη ήχου (Equivalent Continuous Sound Level) L_{eq} , που εκφράζει τη συνεχή εκείνη στάθμη θορύβου, η οποία σε ορισμένη χρονική περίοδο έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού ή μεταβαλλόμενου, κατά την ίδια περίοδο. Ο τύπος με τον οποίο υπολογίζουμε την ισοδύναμη συνεχή στάθμη ήχου L_{eq} είναι ο εξής:

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right)$$

Όπου:

- L_{eq} : η ισοδύναμη συνεχής στάθμη ήχου
- T : η χρονική διάρκεια των μετρήσεων των επιπέδων θορύβου
- $p(t)$: η ηχητική πίεση που προέκυψε από τις μετρήσεις σε Pa
- $p(t)$: η ηχητική πίεση αναφοράς (=20Pa)

Από το 2002 που θεσμοθετήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση η οδηγία 2002/49/EK για την προστασία των πολιτών από το θόρυβο, εισήχθη και χρησιμοποιείται πλέον ο δείκτης L_{den} (Day – Evening - Night level) σε dB(A). Ο δείκτης L_{den} έχει αποδεδειγμένη σχέση με τον βαθμό κοινής όχλησης θορύβου και ειδικότερα με το ποσοστό αντιδράσεων ισχυρής όχλησης (%HA- Highly Annoyed) και προσδιορίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Όπου:

- L_{day} : είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου ημέρας, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου προσδιορισμένη για όλες τις ημερήσιες περιόδους ενός έτους για το χρονικό διάστημα 07:00-19:00.
- $L_{evening}$: είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου απογεύματος, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου προσδιορισμένη για όλες τις απογευματινές περιόδους ενός έτους για το χρονικό διάστημα 19:00-23:00.
- L_{night} : είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου νύχτας, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου προσδιορισμένη για όλες τις νυχτερινές περιόδους ενός έτους για το χρονικό διάστημα 23:00-07:00.

Ο L_{den} είναι ο νέος εναρμονισμένος δείκτης στάθμης θορύβου για το 24ωρο με κατηγοριοποίηση για την ημέρα, το απόγευμα και τη νύχτα, ενώ ο L_{night} είναι ο δείκτης διαταραχών του ύπνου. Οι ανωτέρω δείκτες χρησιμοποιούνται για να καταρτιστούν οι χάρτες θορύβου, να εκπονηθούν και να αναθεωρηθούν οι κανονιστικές διατάξεις σχετικά με τη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου, το σχεδιασμό μέτρων και την οριοθέτηση θορύβου.

1.4. Ο θόρυβος και γενικότερη όχληση

Η γενικότερη ενόχληση από το θόρυβο είναι κοινά αποδεκτή ως σημείο αναφοράς για την αξιολόγηση της επίδρασης στον πληθυσμό από την έκθεση σε αυτόν. Είναι σαφές πλέον, ότι ο θόρυβος προκαλεί σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία και την ευεξία των ανθρώπων. Οι άνθρωποι που ενοχλούνται από τον θόρυβο, μπορεί να βιώσουν μια σειρά από αρνητικές παρενέργειες όπως είναι ο θυμός, η δυσαρέσκεια, η απογοήτευση, η ανικανότητα, το άγχος, η κατάθλιψη, η απόσπαση της προσοχής και η εξάντληση. Επιπλέον, ψυχοκοινωνικά συμπτώματα που σχετίζονται με το άγχος, όπως η κούραση και η στομαχική δυσφορία, έχει βρεθεί ότι συνδέονται άμεσα με την έκθεση και την ενόχληση από το θόρυβο. Η έκθεση σε αυτόν συνδέεται άμεσα με την εμφάνιση ισχαιμικών καρδιοπαθειών, γνωστικής δυσλειτουργίας των παιδιών, διαταραχών του ύπνου, εμβοών δηλαδή ήχων που παράγει το ανθρώπινο σώμα και γίνονται αντιληπτοί από το άτομο, και αυξάνει τα επίπεδα ενόχλησης του ανθρώπου.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) καθώς και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ) έχουν αρχίσει να ασχολούνται σοβαρά με τον θόρυβο και τις επιπτώσεις του στην ανθρώπινη υγεία, με σκοπό την θεσμοθέτηση ανώτατων ορίων περιβαλλοντικού θορύβου στις κατοικημένες περιοχές.

Παρακάτω φαίνονται οι καμπύλες έκθεσης-ενόχλησης από τον οδικό θόρυβο, οι οποίες προέκυψαν από τη σύνθεση των αποτελεσμάτων των ερευνών των Schultz και Fidell et al. στην Ευρώπη, την Βόρεια Αμερική και την Αυστραλία. Στις καμπύλες υπολογίζεται το ποσοστό των έντονα ενοχλημένων ατόμων (Highly-Annoyed persons-HA) ως συνάρτηση του δείκτη L_{den} .

Για τον οδικό θόρυβο:

$$\%HA = 9.868 \cdot 10^{-4} (L_{den} - 42)^3 - 1.436 \cdot 10^{-2} (L_{den} - 42)^2 + 0.5118 (L_{den} - 42)$$

Οι παραπάνω συναρτήσεις λειτουργούν για τιμές του δείκτη L_{den} μεταξύ 45 και 75 dB(A). Για τιμές του δείκτη μεγαλύτερες από 75 dB(A) και μικρότερες από 45 dB(A), τα αποτελέσματα δεν θεωρούνται αξιόπιστα. Αντίστοιχα οι εξισώσεις που προέκυψαν από την έρευνα των Miedema & Oudshoorn είναι οι εξής:

Για τον οδικό θόρυβο:

$$\%HA = 9.994 \cdot 10^{-4} (L_{den} - 42)^3 - 1.523 \cdot 10^{-2} (L_{den} - 42)^2 + 0.538 (L_{den} - 42)$$

Σε έρευνα που έγινε για τον οδικό συγκοινωνιακό θόρυβο στο Βελιγράδι (Belojevic and Jakonljevic, 1997), 253 κάτοικοι εκτίθονταν σε επίπεδα θορύβου μεγαλύτερα των 65 dB(A). Οι κάτοικοι αυτοί υπέφεραν από κόπωση, κατάθλιψη, νευρικότητα και πονοκέφαλο σε μεγαλύτερο βαθμό από αυτούς που εκτίθονταν σε επίπεδα θορύβου κάτω των 55 dB(A). Επιπλέον η ποιότητα του ύπνου διαπιστώθηκε ότι ήταν χειρότερη στους κατοίκους των θορυβωδών δρόμων σε σχέση με τους κατοίκους των ήσυχων δρόμων. Έρευνα που έγινε στην Ιαπωνία (Yoshida et al., 1997) σε 366 γυναίκες, έδειξε ότι ο οδικός θόρυβος έχει επιπτώσεις στην κόπωση, την κατάθλιψη και την νευρικότητα μόνο όταν τα επίπεδα θορύβου υπερβαίνουν τα 70 dB(A). Σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες εκτιμήσεις της Διεύθυνσης DG XI της Ε.Ε. , ο θόρυβος από την οδική κυκλοφορία ενοχλεί περίπου στο 25% του πληθυσμού των ανεπτυγμένων κρατών της δυτικής Ευρώπης , ενώ το 19% του συνολικού πληθυσμού της Ε.Ε. (περίπου 67 εκατ.) βρίσκεται σε περιοχές με υψηλές στάθμες θορύβου. Σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), δεδομένα για την έκθεση στο θόρυβο υπάρχουν μόνο για τις πόλεις ή οικισμούς με πληθυσμό άνω των 250.000 κατοίκων. Σε αυτές τις πόλεις κατοικούν περίπου 110 εκατομμύρια Ευρωπαίοι πολίτες. Ωστόσο, εκτιμάται ότι τα δεδομένα αυτά, μπορεί να θεωρηθεί ότι ισχύουν και για τις πόλεις άνω των 50.000 κατοίκων, στις οποίες κατοικούν 285 εκατομμύρια πολίτες, δηλαδή το 57% του συνολικού πληθυσμού της Ένωσης.

1.5. Το θεσμικό πλαίσιο προστασίας από το θόρυβο

1.5.1. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ

Η εναρμονισμένη Ευρωπαϊκή προσέγγιση αναφορικά με τη διαχείριση του θορύβου, προκειμένου να προστατευθούν οι πολίτες από τις επιπτώσεις της έκθεσης σε αυτόν, καλύπτεται από την Ευρωπαϊκή οδηγία 2002/49/ΕΚ για την αξιολόγηση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου, η οποία βασίζεται για πρώτη φορά στην αξιολόγηση κοινών μεθόδων, κοινών αντιθορυβικών δράσεων και στην ενημέρωση του κοινού, σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Μέχρι την εφαρμογή της οδηγίας αυτής, η χαρτογράφηση του περιβαλλοντικού θορύβου στην Ευρώπη ήταν πολυσχιδής, διαφοροποιημένη από χώρα σε χώρα και βασισμένη σε πολλές και ελάχιστα συμβατές μεταξύ τους μεθοδολογίες ανάλυσης και αξιολόγησης. Η ανωτέρω οδηγία ενσωματώθηκε στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο με την ΚΥΑ Αριθμ. 13586/724 (ΦΕΚ Β' 384 28.3.2006) περί καθορισμού μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον.

Σύμφωνα με την οδηγία 2002/49/ΕΚ, ως περιβαλλοντικός θόρυβος ορίζεται ο ανεπιθύμητος ή επιβλαβής θόρυβος στην ύπαιθρο που δημιουργείται από ανθρώπινες

δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένου του θορύβου που εκπέμπεται από μεταφορικά μέσα, από οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές και από χώρους βιομηχανικής δραστηριότητας. Δεν αποτελούν αντικείμενο περιβαλλοντικού θορύβου οι θόρυβοι εντός των μέσων μεταφοράς, οι θόρυβοι των γειτόνων ή οι θόρυβοι εντός των χώρων εργασίας. Η οδηγία αυτή αποβλέπει στον καθορισμό μιας κοινής προσέγγισης για την αποφυγή, πρόληψη ή περιορισμό, βάσει ιεράρχησης προτεραιοτήτων, των δυσμενών επιπτώσεων, συμπεριλαμβανομένης της ενόχλησης, από έκθεση στον περιβάλλοντα θόρυβο.

Ειδικότερα για το σκοπό αυτό, εφαρμόζονται προοδευτικά συγκεκριμένες δράσεις, οι οποίες συνίστανται κατά πρώτο λόγο στον προσδιορισμό της έκθεσης στον περιβάλλοντα θόρυβο με χαρτογράφηση θορύβου σύμφωνα με κοινές στα κράτη μέλη μεθόδους αξιολόγησης, κατά δεύτερο χρόνο στη μέριμνα, ώστε να είναι διαθέσιμες στο κοινό πληροφορίες σχετικά με τον περιβάλλοντα θόρυβο και τις επιδράσεις του και, τέλος, στη θέσπιση σχεδίων δράσης από τα κράτη μέλη, βασισμένων στα αποτελέσματα της χαρτογράφησης του θορύβου, με στόχο την πρόληψη και τον περιορισμό του περιβάλλοντος θορύβου όπου χρειάζεται, και ιδίως όπου τα επίπεδα έκθεσης μπορούν να έχουν επιβλαβείς επιδράσεις την υγεία των ανθρώπων, καθώς και τη διαφύλαξη της ηχητικής ποιότητας του περιβάλλοντος όπου αυτή είναι καλή.

Η παρούσα οδηγία αποβλέπει επίσης, στην παροχή βάσης για την ανάπτυξη κοινοτικών μέτρων για τον περιορισμό του θορύβου που εκπέμπουν οι μείζονες πηγές και, ιδίως τα τροχοφόρα οχήματα, ο σιδηρόδρομος και η σχετική υποδομή, τα αεροσκάφη, ο υπαίθριος και βιομηχανικός εξοπλισμός και τα κινητά μηχανήματα. Η οδηγία 2002/49/ΕΚ έχει ως αντικείμενο τον περιβαλλοντικό θόρυβο, ο οποίος γίνεται αντιληπτός από τον πολίτη στο εσωτερικό της κατοικίας του και γύρω από αυτήν, στις σχετικά ήσυχες ζώνες μιας αστικής περιοχής ή της εξοχής, εντός των νοσοκομείων και πέριξ αυτών, εντός των σχολείων και στον περίγυρό τους, καθώς και στο εσωτερικό άλλων κτηρίων.

Με την οδηγία αυτή αποφασίστηκε η ευρωπαϊκά εναρμονισμένη εισαγωγή και καθιέρωση:

- Νέων δεικτών αξιολόγησης ακουστικού περιβάλλοντος (εισαγωγή των δεικτών L_{den} σε dB(A) και L_{night} σε dB(A) σε θέματα αξιολόγησης)
- Νέων ορίων περιβαλλοντικού θορύβου (εθνική διερεύνηση καθιέρωσης ορίων ποιότητας ακουστικού περιβάλλοντος βάσει των παραπάνω δεικτών σε περιοχές γενικής κατοικίας)

- Νέας εναρμονισμένης διαδικασίας συλλογής στοιχείων εισόδου υπολογισμού (με εισαγωγή νέας μεθοδολογίας συλλογής και κωδικοποίησης στοιχείων)
- Νέας μεθόδου αξιολόγησης επιπτώσεων θορύβου (εισαγωγή νέας αυτοματοποιημένης μεθοδολογίας επεξεργασίας στοιχείων σχεδίασης καμπύλων θορύβου μέσω λογισμικού)
- Νέας μεθοδολογίας επεξεργασίας των στοιχείων έκθεσης του πληθυσμού στον θόρυβο
- Διερεύνησης και επιλογής βέλτιστης διαδικασίας παρουσίασης (με εισαγωγή νέων τεχνολογιών παρουσίασης δεδομένων και τρόπων ενημέρωσης του κοινού)
- Καθορισμού στόχων και δεικτών ποιότητας ακουστικού περιβάλλοντος και,
- Καθορισμού στοιχείων ενιαίας σύνταξης έκθεσης κατάστασης ακουστικού περιβάλλοντος

Σύμφωνα με τα προτεινόμενα στο σχέδιο της παραπάνω οδηγίας, για την προστασία των πολιτών από το θόρυβο, εισήχθη και χρησιμοποιείται πλέον ο δείκτης L_{den} (Day-Evening-Night level) σε dB(A). Ο δείκτης L_{den} έχει αποδεδειγμένη σχέση με τον βαθμό κοινής όχλησης θορύβου και ειδικότερα με το ποσοστό αντιδράσεων ισχυρής όχλησης (%HA-Highly Annoyed) και προσδιορίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Όπου:

- L_{day} : είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου ημέρας, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου προσδιορισμένη για όλες τις ημερήσιες περιόδους ενός έτους για το χρονικό διάστημα 07:00-19:00.
- $L_{evening}$: είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου απογεύματος, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου προσδιορισμένη για όλες τις απογευματινές περιόδους ενός έτους για το χρονικό διάστημα 19:00-23:00.
- L_{night} : είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου νύχτας, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου προσδιορισμένη για όλες τις νυχτερινές περιόδους ενός έτους για το χρονικό διάστημα 23:00-07:00.

Ο L_{den} είναι ο νέος εναρμονισμένος δείκτης στάθμης θορύβου για το 24ωρο με κατηγοριοποίηση για την ημέρα, το απόγευμα και τη νύχτα, ενώ ο L_{night} είναι ο δείκτης διαταραχών του ύπνου. Οι ανωτέρω δείκτες χρησιμοποιούνται για να καταρτιστούν οι χάρτες θορύβου, να εκπονηθούν και να αναθεωρηθούν οι κανονιστικές διατάξεις σχετικά με τη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου, το σχεδιασμό μέτρων και την οριοθέτηση θορύβου.

Η οδηγία 2002/49/EK ορίζει την δημιουργία των Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου (Σ.Χ.Θ.) και την εφαρμογή Σχεδίων Δράσης (Σ.Δ.) για:

- Μεγάλα αεροδρόμια με πάνω από 50.000 κινήσεις (προσγειώσεις και απογειώσεις) το χρόνο
- Μεγάλους οδικούς άξονες με ετήσια κυκλοφορία άνω των 6.000.000 οχημάτων σε πρώτη φάση, και άνω των 3.000.000 οχημάτων σε δεύτερη φάση
- Μεγάλους σιδηροδρομικούς άξονες με ετήσια κυκλοφορία άνω των 60.000 συρμών σε πρώτη φάση και άνω των 30.000 συρμών σε δεύτερη φάση
- Οικιστικές περιοχές με πληθυσμό άνω των 250.000 κατοίκων σε πρώτη φάση και άνω των 100.000 κατοίκων σε δεύτερη φάση.

1.5.2. Οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου (Σ.Χ.Θ.)

Οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου παρουσιάζουν στοιχεία σχετικά με το ακουστικό περιβάλλον, την υπέρβαση της οριακής τιμής δείκτη θορύβου, τον αριθμό των κατοικιών μιας ζώνης που εκτίθενται σε συγκεκριμένες τιμές, τον αριθμό των ατόμων που πιθανώς βλάπτονται, αναλύσεις όσον αφορά τα μέτρα ή τα σενάρια καταπολέμησης του θορύβου κλπ. Υπάρχουν διαφορετικά είδη χαρτών θορύβου: χάρτες με τα στοιχεία που υποβάλλονται στην επιτροπή, χάρτες που συνιστούν πηγή πληροφοριών για τους πολίτες και χάρτες που χρησιμοποιούνται ως βάση για την κατάρτιση των σχεδίων δράσης.

Τα κράτη μέλη ορίζουν τις αρχές και τις υπηρεσίες που είναι υπεύθυνες για την κατάρτιση και την έγκριση των χαρτών θορύβου. Οι χάρτες θορύβου πρέπει να ανανεώνονται κάθε πέντε χρόνια και θα πρέπει να κοινοποιείται στην επιτροπή κατάλογος με τους σημαντικούς, από πλευράς φόρτου, οδικούς και σιδηροδρομικούς άξονες, τα μεγάλα αεροδρόμια και τις οικιστικές περιοχές με πληθυσμό μεγαλύτερο από 250.000 κατοίκους που βρίσκονται στο έδαφός τους και για τα οποία ισχύουν οι ορισμοί της οδηγίας.

Η μέθοδος χαρτογράφησης θορύβου στην χώρα μας μέχρι σήμερα γινόταν μέσω ακουστικών μετρήσεων, ενώ κάθε χώρα της Ε.Ε. είχε ουσιαστικά τον δικό της τρόπο

χαρτογράφησης και αξιολόγησης των επιπτώσεων του θορύβου στον γενικό πληθυσμό. Το γεγονός ότι σε κάθε χώρα ισχύουν και διαφορετικά όρια θορύβου, είχε ως αποτέλεσμα την μέχρι σήμερα ανυπαρξία ουσιαστικής συγκριτικής θεώρησης των επιπτώσεων του θορύβου στην Ευρώπη και συνεπώς την αδυναμία για οποιοδήποτε επιτελικό ευρωπαϊκό σχεδιασμό.

Οι στάθμες αυτές υπολογίζονται είτε με προβλέψεις είτε με μετρήσεις. Η πρόβλεψη των σταθμών θορύβου συνεπάγεται ότι θα υπάρξουν αβεβαιότητες, οι οποίες πρέπει να περιοριστούν προκειμένου οι προβλέψεις να είναι πιο ρεαλιστικές.

1.5.3. Τα Σχέδια Δράσης (Σ.Δ.)

Τα Σχέδια Δράσης συνιστούν ένα ολοκληρωμένο επιχειρησιακό σχέδιο και διαμορφώνουν το γενικό πλαίσιο καθορισμού των απαιτούμενων κινήσεων για τα επόμενα χρόνια –σε τοπικό επίπεδο- ώστε η προσπάθεια καταπολέμησης του θορύβου να είναι πλήρης, συντονισμένη και αποτελεσματική. Με τη δράση αυτή αναμένεται να αναπτυχθούν / ενεργοποιηθούν οι απαραίτητοι τοπικοί μηχανισμοί για την ορθολογική διαχείριση και υλοποίηση των απαιτούμενων δράσεων που απορρέουν από τα Σχέδια Δράσης. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται τεκμηριωμένος προσδιορισμός των αναγκών αντιμετώπισης του θορύβου σε επίπεδο δήμου/πόλης και αναλυτικός χρονοπρογραμματισμός τόσο των απαιτούμενων ενεργειών, όπως:

- Μελέτες
- Έρευνες
- Μετρήσεις
- Χαρτογραφήσεις
- Παρακολουθήσεις
- Έλεγχοι
- Κανονισμοί
- Προδιαγραφές
- Πρότυπα
- Εκπαίδευση
- Κατάρτιση
- Επιμόρφωση κλπ

Όσο και των απαιτούμενων έργων:

- Ηχοπετάσματα

- Ηχομονώσεις
- Ζώνες πρασίνου
- Ενδιάμεσες ζώνες προστασίας ή ελεγχόμενης ανάπτυξης
- Έργα διαχείρισης κυκλοφορίας
- Μείωση ταχυτήτων οχημάτων
- Συστήματα παρακολούθησης θορύβου

Τα Σχέδια Δράσης περιλαμβάνουν περιγραφή της ζώνης, της αρμόδιας αρχής, των οριακών τιμών, σύνοψη των αποτελεσμάτων χαρτογράφησης του θορύβου, μέτρα καταπολέμησης του θορύβου που έχουν ήδη ληφθεί, περιγραφή της προς βελτίωση κατάστασης όσον αφορά την υγεία, εντοπισμό των προβλημάτων, δράσεις που προβλέπονται για την επόμενη πενταετία, προϋπολογισμό, μακροπρόθεσμη στρατηγική, απολογισμό της δημόσιας διαβούλευσης, αξιολόγηση της σχέσης κόστους/αποτελεσματικότητας ή κόστους/ωφέλειας.

Τα Σχέδια Δράσης ανανεώνονται ανά πενταετία. Οι δράσεις που μπορούν να υλοποιηθούν από τις αρμόδιες αρχές είναι οι ακόλουθες: κυκλοφοριακός σχεδιασμός, προώθηση των δημόσιων μεταφορών, χωροταξικός σχεδιασμός, τεχνικά μέτρα, επιλογή πηγών χαμηλού θορύβου, περιορισμοί στη διάδοση των ήχων, άδειες, ενημερωτικές εκστρατείες ενημέρωσης του κοινού, έλεγχος του θορύβου, τέλη και πρόστιμα. Τα κράτη μέλη ορίζουν τις αρχές και τις υπηρεσίες που είναι υπεύθυνες για την κατάρτιση και την έγκριση των Σχεδίων Δράσης. Η οδηγία ορίζει την κατάρτιση Σχεδίων Δράσης για το σύνολο των μεγάλων οδικών και σιδηροδρομικών αξόνων, τα μεγάλα αεροδρόμια και τις οικιστικές περιοχές με πληθυσμό άνω των 250.000 κατοίκων.

Η ανάλυση της έκθεσης του πληθυσμού στον περιβαλλοντικό θόρυβο στα πλαίσια της Στρατηγικής Χαρτογράφησης Θορύβου, εξασφαλίζει:

- Τον εκτιμώμενο συνολικό αριθμό ατόμων (σε εκατοντάδες) εκτός πολεοδομικών συγκροτημάτων που ζουν σε κατοικίες εκτεθειμένες σε μία από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{den} (σε dB(A)) σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος στην πιο εκτεθειμένη πρόσοψη: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 ή αν άλλως προκύψει, σύμφωνα με τους όρους της εντολής.
- Τον εκτιμώμενο συνολικό αριθμό ατόμων (σε εκατοντάδες) εκτός πολεοδομικών συγκροτημάτων που ζουν σε κατοικίες εκτεθειμένες σε κάποια από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{night} (σε dB(A)), σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος στην πιο εκτεθειμένη πρόσοψη: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70. Τα στοιχεία αυτά

μπορούν επίσης να υπολογισθούν για τη ζώνη τιμών των 45-49 πριν από την ημερομηνία που προβλέπεται στο άρθρο 11 παράγραφος 1.

- Τη συνολική έκταση σε Km² που εκτίθεται σε τιμές του L_{den} υψηλότερες των 55,65 και 75 dB, αντιστοίχως. Επιπλέον ο συνολικός αριθμός των κτηρίων (σε εκατοντάδες) και ο εκτιμώμενος συνολικός αριθμός ατόμων (σε εκατοντάδες) που ζουν σε κάθε μία από τις προαναφερόμενες περιοχές. Οι αριθμοί αυτοί πρέπει να περιλαμβάνουν τα πολεοδομικά συγκροτήματα.
- Τις ισοθορυβικές καμπύλες 55 και 65 dB με επιπλέον πληροφορίες για τη γεωγραφική θέση των χωριών, πόλεων και πολεοδομικών συγκροτημάτων εντός των καμπύλων αυτών.

Τέλος η τελική έκθεση σύμφωνα με το άρθρο 10(2) της οδηγίας 2002/49/EK, η οποία πρέπει να υποβληθεί στο ΥΠΕΚΑ και στη συνέχεια στην Ε.Ε., πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον:

- Γενική περιγραφή των πολεοδομικών συγκροτημάτων
- Χαρακτηριστικά των περιχώρων: πολεοδομικά συγκροτήματα, χωριά, εξοχή ή οτιδήποτε άλλο, πληροφορίες περί των χρήσεων γης, άλλες σημαντικές πηγές θορύβου
- Προγράμματα ελέγχου του θορύβου εκτελεσθέντα στο παρελθόν και εφαρμοζόμενα μέτρα κατά του θορύβου
- Εφαρμοζόμενες μέθοδοι υπολογισμού και μέτρησης
- Ο εκτιμώμενος συνολικός αριθμός ατόμων (σε εκατοντάδες) εκτός πολεοδομικών συγκροτημάτων που ζουν σε κατοικίες εκτεθειμένες σε μία από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{den} σε dB(A) σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος στην πιο εκτεθειμένη πρόσοψη: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 ή αν άλλως προκύψει, σύμφωνα με τους όρους της εντολής. Επιπλέον θα πρέπει να αναφέρεται, εφόσον υπάρχουν κατάλληλα στοιχεία και είναι σκόπιμο, πόσα άτομα των παραπάνω κατηγοριών ζουν σε κτήρια τα οποία έχουν ειδική μόνωση κατά του συγκεκριμένου θορύβου και ήσυχη πρόσοψη.
- Ο εκτιμώμενος συνολικός αριθμός ατόμων (σε εκατοντάδες) εκτός πολεοδομικών συγκροτημάτων που ζουν σε κατοικίες εκτεθειμένες σε κάποια από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{night} σε dB(A), σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος στην πιο εκτεθειμένη πρόσοψη: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70. Τα στοιχεία αυτά

μπορούν επίσης να υπολογισθούν για τη ζώνη τιμών των 45-49 πριν από την ημερομηνία που προβλέπεται στο άρθρο 11 παράγραφος 1.

- Επιπλέον θα πρέπει να αναφέρεται, εφόσον υπάρχουν κατάλληλα στοιχεία και είναι σκόπιμο, πόσα άτομα των παραπάνω κατηγοριών ζουν σε κτήρια τα οποία έχουν ειδική μόνωση κατά του συγκεκριμένου θορύβου και ήσυχη πρόσοψη.
- Η συνολική έκταση (σε km²) που εκτίθεται σε τιμές του L_{den} υψηλότερες των 55, 65 και 75 dB, αντιστοίχως. Επιπλέον, ο εκτιμώμενος συνολικός αριθμός κτιρίων (σε εκατοντάδες) και ο εκτιμώμενος συνολικός αριθμός ατόμων (σε εκατοντάδες) που ζουν σε καθεμία από τις προαναφερόμενες περιοχές. Οι αριθμοί αυτοί πρέπει να περιλαμβάνουν τα πολεοδομικά συγκροτήματα.
- Οι ισοθορυβικές καμπύλες 55 και 65 dB πρέπει να εμφανίζονται επίσης σε έναν ή περισσότερους χάρτες, όπου περιλαμβάνονται πληροφορίες για τη γεωγραφική θέση των χωριών, πόλεων και πολεοδομικών συγκροτημάτων εντός των καμπυλών αυτών.
- Περίληψη του σχεδίου δράσης, και πρότασης αντιθορυβικών μέτρων, με όλες τις σημαντικές πτυχές

1.5.4. Η Ενσωμάτωση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας στο Ελλ. Θεσμικό πλαίσιο

(Πηγή: Περιβαλλοντική τεχνική και θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, Κωνσταντίνος Βογιατζής, 1^η Έκδοση, Αθήνα 2010, Εκδόσεις Συμμετρία)

Με τη σχετική ΚΥΑ 13586 (ΦΕΚ Β' 384 28.3.2006) των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Μεταφορών και Επικοινωνιών περί «Καθορισμού μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον», επιτυγχάνεται η ενσωμάτωση στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο των διατάξεων της οδηγίας 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου του Συμβουλίου της 25.6.2002». Με την απόφαση αυτή αποσκοπείται η εφαρμογή των διατάξεων του Άρθρου 14 του Ν. 1650/1986 και συγχρόνως η συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2002/49 του Συμβουλίου της 25.6.2002 «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» που έχει δημοσιευθεί στην Ελληνική γλώσσα στην επίσημη εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕΛ 189/12/18.7.2002), ώστε με τον καθορισμό των αναγκαίων μέτρων, όρων και διαδικασιών και την ιεράρχηση συγκεκριμένων δράσεων και προτεραιοτήτων, να αποφεύγονται, να προλαμβάνονται ή να περιορίζονται οι δυσμενείς επιπτώσεις,

συμπεριλαμβανομένης και της ενόχλησης, από την έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο. Ειδικότερα για το σκοπό αυτό εφαρμόζονται προοδευτικά οι ακόλουθες δράσεις:

- Προσδιορισμός της έκθεσης στον περιβαλλοντικό θόρυβο με χαρτογράφηση θορύβου, σύμφωνα με εγκεκριμένες από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα μεθόδους αξιολόγησης.
- Μέριμνα ώστε να είναι διαθέσιμες στο κοινό πληροφορίες σχετικά με τον περιβαλλοντικό θόρυβο και τις επιδράσεις του.
- Θέσπιση σχεδίων δράσης, βασισμένων στα αποτελέσματα της χαρτογράφησης του θορύβου, με στόχο την πρόληψη και τον περιορισμό του θορύβου όπου χρειάζεται, και ιδίως όπου τα επίπεδα έκθεσης μπορεί να έχουν επιβλαβείς επιδράσεις στην υγεία των ανθρώπων, καθώς και τη διαφύλαξη της ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος, όπου αυτή είναι ικανοποιητική.

Ιδιαίτερα σε ότι αφορά τα προβλεπόμενα σχέδια δράσης για την αντιμετώπιση και διαχείριση των προβλημάτων και των επιδράσεων του περιβαλλοντικού θορύβου, συμπεριλαμβανομένου και του περιορισμού του θορύβου, αυτά περιλαμβάνουν μέτρα που αποσκοπούν στην αντιμετώπιση προτεραιοτήτων που ενδέχεται να επισημανθούν λόγω υπέρβασης κάποιας οικείας οριακής τιμής ή βάσει άλλων εθνικών κριτηρίων που καθορίζονται από την αρμόδια αρχή, για τις περιοχές που προσδιορίζονται στην παράγραφο. Τα σχέδια δράσης πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος V του άρθρου 11 της ανωτέρω απόφασης. Τα σχέδια δράσης διαμορφώνονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην ανωτέρω ΚΥΑ και εγκρίνονται με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και ΠΕΧΩΔΕ, μετά από εισήγηση της διεύθυνσης ΕΑΡΘ του ΥΠΕΚΑ και με την προϋπόθεση ότι έχουν ληφθεί υπόψη και συνεκτιμηθεί οι τυχόν παρατηρήσεις του κοινού.

Πιο αναλυτικά, όταν εκπονηθούν τα σχέδια δράσης και πριν την έγκρισή τους, το ΥΠΕΚΑ προβαίνει στη δημοσίευσή τους για υποβολή τυχόν παρατηρήσεων του κοινού. Οι απόψεις του κοινού διαβιβάζονται από την ΕΑΡΘ (Διεύθυνση Ελέγχου της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου) στην ΤΔΟΕ (Τεχνική Διυπουργική Ομάδα Εργασίας), προκειμένου να συνεκτιμηθούν και να ληφθούν υπόψη πριν την έκδοση της απόφασης έγκρισης των σχεδίων σύμφωνα με την ανωτέρω ΚΥΑ. Τα σχέδια δράσης τέλος, επανεξετάζονται και εν ανάγκη αναθεωρούνται με την ίδια διαδικασία που προβλέπεται στην ανωτέρω ΚΥΑ, οπότε σημειώνονται σημαντικές εξελίξεις που επηρεάζουν την

υπάρχουσα κατάσταση θορύβου και πάντως, κάθε τουλάχιστον πέντε χρόνια μετά την ημερομηνία της έγκρισής τους.

Στο πλαίσιο της πραγματοποίησης του ως άνω συντονιστικού έργου, συστήνεται στο πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ πενταμελής Τεχνική Διϋπουργική Ομάδα Εργασίας (ΤΔΟΕ), που συγκροτείται από τρεις εκπροσώπους του Υπουργείου ΠΕΧΩΔΕ, δύο από τις Διευθύνσεις Ελέγχου της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου (ΕΑΡΘ) και Πολεοδομικού Σχεδιασμού και ένας από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων και δύο εκπροσώπους του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών ένας από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας και ένας από τον ΟΣΕ. Στην ΤΔΟΕ μπορούν επίσης να συμμετέχουν εφόσον κρίνεται αναγκαίο και εκπρόσωποι άλλων συναρμόδιων υπουργείων ή φορέων του δημοσίου και του ιδιωτικού τομέα, καθώς και εμπειρογνώμονες Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων που λόγω των εξειδικευμένων γνώσεών τους μπορούν να συνεισφέρουν στο έργο της.

Στην ΤΔΟΕ προεδρεύει ο εκάστοτε εκπρόσωπος της Δ/σης ΕΑΡΘ του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ. Τα μέλη της ΤΔΟΕ με τους αναπληρωματικούς τους προτείνονται από τους φορείς που εκπροσωπούν και ορίζονται με απόφαση του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ. Με την ίδια απόφαση καθορίζεται η λειτουργία της επιτροπής, καθώς και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για την πραγματοποίηση του έργου της. Η ΤΔΟΕ σε τακτά διαστήματα, ανά εξάμηνο, με μέριμνα της Δ/σης ΕΑΡΘ του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ και έκτακτα όποτε κριθεί αναγκαίο και έχει τις ακόλουθες αρμοδιότητες:

1. Επεξεργάζεται και προτείνει προς τη Δ/ση ΕΑΡΘ τους στρατηγικούς χάρτες θορύβου και τα σχέδια δράσης για τη διαχείριση των προβλημάτων και επιδράσεων του θορύβου καθώς και την επανεξέταση ή/και την αναθεώρησή τους, σύμφωνα με τα άρθρα 7 και 8 της παρούσας απόφασης
2. Παρέχει τεχνική υποστήριξη σε θέματα διμερούς ή πολυμερούς συνεργασίας με άλλα κράτη-μέλη καθώς και με τρίτες χώρες κατ' εφαρμογή των άρθρων 7 και 8 της παρούσας απόφασης
3. Γνωμοδοτεί για κάθε θέμα που παραπέμπεται σε αυτήν από την αρμόδια Δ/ση Περιβάλλοντος (ΕΑΡΘ) του πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με την εφαρμογή της παρούσας απόφασης.

Η Δ/ση ΕΑΡΘ του ΥΠΕΚΑ εποπτεύει και ελέγχει την εφαρμογή των διατάξεων της παρούσας απόφασης και ειδικότερα:

1. Προβαίνει στην οριστική διαμόρφωση των προτεινόμενων από την ΤΔΟΕ στρατηγικών χαρτών θορύβου και σχεδίων δράσης που προβλέπονται στα άρθρα 7 και 8 καθώς και στην επανεξέταση ή/και στην αναθεώρησή τους και εισηγείται στον υπουργό ΠΕΧΩΔΕ την έγκρισή τους.
2. Συγκεντρώνει τους στρατηγικούς χάρτες θορύβου και τα σχέδια δράσης
3. Συλλέγει, κωδικοποιεί και επεξεργάζεται όλα τα στοιχεία θορύβου που θεωρούνται απαραίτητα για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης.
4. Εκπονεί τις εκθέσεις προς την Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων σύμφωνα με το άρθρο 10 της παρούσας απόφασης.

Επισημαίνεται ιδιαίτερα το Άρθρο 5 σε ότι αφορά τους δείκτες θορύβου και την εφαρμογή τους, ότι καθορίζονται ως δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου, οι δείκτες L_{den} και L_{night} κατά τα αναφερόμενα στο παράρτημα Ι του άρθρου 11 για την προετοιμασία και την αναθεώρηση της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου, σύμφωνα με το άρθρο 7, καθώς και για οποιαδήποτε μελέτη αξιολόγησης επιπτώσεων από οδικό, σιδηροδρομικό, αεροπορικό και βιομηχανικό θόρυβο.

ΚΥΑ 211773/2012 (ΦΕΚ 1367/Β/27-4-2012):

«Καθορισμός Δεικτών Αξιολόγησης και Ανωτάτων Επιτρεπόμενων Ορίων Δεικτών Περιβαλλοντικού Θορύβου που προέρχονται από τη λειτουργία συγκοινωνιακών έργων, τεχνικές προδιαγραφές ειδικών ακουστικών μελετών υπολογισμού και εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων, προδιαγραφές προγραμμάτων παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου και άλλες διατάξεις»

Η νέα αυτή ΚΥΑ αποσκοπεί στην αντιμετώπιση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο της εφαρμογής των διατάξεων του άρθρου 14 του Ν. 1650/86, και των άρθρων 2,3 και 5 της ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 με την οποία έγινε εναρμόνιση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ στην Ελληνική νομοθεσία, και καθορισμό ορίων οδικού κυκλοφοριακού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου, σύμφωνα με τους δείκτες αξιολόγησης L_{den} (24-ωρος) και L_{night} (8-ωρος νυχτερινός), έτσι όπως αυτοί ορίζονται στην εν λόγω οδηγία. Επίσης με την παρούσα ΚΥΑ καθορίζονται:

- Οι δέκτες που χρήζουν προστασίας από τον περιβαλλοντικό συγκοινωνιακό θόρυβο, καθώς και

- Οι τεχνικές προδιαγραφές σύνταξης και έγκρισης των Ειδικών Ακουστικών Μελετών Υπολογισμού και Εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων για την αντιμετώπιση του οδικού και του σιδηροδρομικού θορύβου που αναλύονται στην συνέχεια.

Ωστε να καθίσταται ευχερέστερη και πλέον αποτελεσματική η προσπάθεια για την αποτροπή της περιβαλλοντικής ηχορύπανσης και της γενικότερης υποβάθμισης του ακουστικού περιβάλλοντος από τη λειτουργία των συγκοινωνιακών υποδομών με την υιοθέτηση των απαραίτητων μέτρων ακουστικής αντιρρύπανσης στο πλαίσιο των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) και των Περιβαλλοντικών Όρων Λειτουργίας των συγκοινωνιακών υποδομών. Η παρούσα ΚΥΑ εφαρμόζεται σε γραμμικές πηγές θορύβου από τη λειτουργία των συγκοινωνιακών έργων (οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών που έχουν εφαρμογή στην παρούσα μελέτη) ώστε με τον καθορισμό, αξιολόγηση και την επιλογή των πλέον αποτελεσματικών εφαρμογών και διαδικασιών αντιθορυβικής προστασίας καθώς και των συστημάτων παρακολούθησης περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου να προλαμβάνονται ή να περιορίζονται οι δυσμενείς επιπτώσεις συμπεριλαμβανομένης της ενόχλησης από την έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο.

Η παρούσα ΚΥΑ εφαρμόζεται επίσης στο πλαίσιο της Στρατηγικής Χαρτογράφησης Θορύβου με τις διαδικασίες και μεθοδολογίες που προβλέπονται από την ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 εναρμόνισης της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ. Οι δείκτες και τα όρια εφαρμόζονται για δέκτες κατοικίας ευρισκόμενης εντός πάσης φύσεως θεσμοθετημένων ορίων οικιστικής ανάπτυξης όπως ΓΠΣ (Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια), σχεδίων πόλης, οικισμών κλπ. για τα οποία υπάρχει σχετική απόφαση καθορισμού ορίων και όρων δόμησης. Επιπλέον εφαρμόζονται για την προστασία ακουστικά ευαίσθητων δεκτών όπως:

- Εγκαταστάσεις υγεία και εκπαίδευσης (σχολεία, νοσοκομεία κλπ).
- Γηροκομεία, οίκοι τυφλών και συναφή ιδρύματα.
- Χώροι πολιτιστικών/κοινωνικών εκδηλώσεων (ανοικτά θέατρα, συνεδριακά κέντρα κλπ).

Ως δείκτες αξιολόγησης του περιβαλλοντικού θορύβου που προέρχεται από τη λειτουργία οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών έργων ορίζονται σύμφωνα με την οδηγία 2002/49/ΕΚ και σύμφωνα με το άρθρο 3 παράγραφος στ, ζ, η, θ της ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006, οι:

- L_{den} ($L_{day-evening-night}$) = σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης 24-ωρου
- L_{day} = 12-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας
- $L_{evening}$ = 4-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης απογευματινού θορύβου και
- L_{night} = 8-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης νυχτερινού θορύβου.

Σημειώνεται ότι όλοι οι παραπάνω δείκτες αφορούν σταθμισμένες κατά Α-κλίμακα μακροπρόθεσμες ηχοστάθμες, όπως αυτές ορίζονται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987 και τις τυχόν αναθεωρήσεις του. Ως χρονικές περίοδοι εφαρμογής των ανωτέρω δεικτών ορίζονται σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ που αναλύθηκε παραπάνω:

- Χρονική περίοδος ημέρας: από 07:00 έως 19:00
- Χρονική περίοδος απογεύματος: από 19:00 έως 23:00
- Χρονική περίοδος νύχτας: από 23:00 έως 07:00

Ως ανώτατα επιτρεπτά όρια των ανωτέρω δεικτών οδικού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου ορίζονται τα ακόλουθα:

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

Η διαδικασία ελέγχου, υπολογισμού και αξιολόγησης των ανωτέρω ορίων γίνεται στα πλαίσια της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου με τις διαδικασίες και τις μεθοδολογίες που προβλέπονται σύμφωνα με την ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 εναρμόνισης της ανωτέρω οδηγίας 2002/49/ΕΚ. Ο υπολογισμός και η μέτρηση των ανωτέρω δεικτών και ορίων γίνεται σε ύψος $4.0 \pm 0,2m$ πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2 μέτρων από την πιο εκτεθειμένη (προς την εκάστοτε γραμμική πηγή συγκοινωνιακού θορύβου) πρόσοψη των κτηρίων κατοικίας και λοιπών ευαίσθητων χρήσεων που χρήζουν προστασίας.

Για τις Ειδικές Ακουστικές Μελέτες Υπολογισμού και Εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων από τη λειτουργία έργων και δραστηριοτήτων οδικής ή/και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας, που αφορούν ιδιαίτερα στη μελέτη, αξιολόγηση και εφαρμογή αντιθορυβικών πετασμάτων για την απλοποίηση των ακουστικών

υπολογισμών, καθορίζονται ειδικοί δείκτες και όρια περιβαλλοντικού θορύβου όπως αναλυτικά προβλέπονται στην εν λόγω ΚΥΑ.

Σύμφωνα με το παράρτημα 2 της ανωτέρω ΚΥΑ «Ακουστικές μετρήσεις καταγραφής περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου» ορίζεται η εκάστοτε αναγκαία καταγραφή του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου και γενικότερα του υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος για το σύνολο των αναγκών ηχοπροστασίας και παρακολούθησής του, κατά τη λειτουργία ενός συγκοινωνιακού έργου. Προκειμένου να καλύπτει όλες τις ανάγκες της παρούσης κοινής υπουργικής απόφασης θα πρέπει να περιλαμβάνει:

1. Δείκτες και ανάλυση μετρήσεων: Για να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της ακουστικής επιβάρυνσης από την λειτουργία του συγκοινωνιακού έργου θα γίνεται στατιστική ανάλυση του θορύβου σε πραγματικό χρόνο (real-time). Η ανάλυση αυτή θα παρέχει στοιχεία για όλες τις παρακάτω αναφερόμενες ηχοστάθμες σε dB(A) και κατά ISO1996/1 (Description and measurement of Environmental noise, Basic quantities and procedures) και τις τυχόν αναθεωρήσεις του:

- ποσοδομετρικοί δείκτες θορύβου L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} καθώς και οι μέγιστες στάθμες (L_{max}) και ελάχιστες τιμές (L_{min}) στην διάρκεια της 24ωρης καταγραφής,
- δείκτες του άρθρου 3 ανωτέρω και πιο συγκεκριμένα: L_{den} , και L_{night}
- δείκτες του άρθρου 6 ανωτέρω και πιο συγκεκριμένα L_{d-e} και L_n (ειδικά για τον οδικό και σιδηροδρομικό θόρυβο), και
- ενεργειακά ισοδύναμη μέση ηχοστάθμη $L_{Aeq(24h)}$
- η ενεργειακά ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου (L_{eq}) εκφράζει την σταθερή εκείνη στάθμη του θορύβου, η οποία για κάποια ορισμένη χρονική περίοδο έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού ή μεταβαλλόμενου,
- η ποσοστομοριακή στάθμη L_N είναι η στάθμη εκείνη, η οποία υπερβαίνεται κατά το N% της αντίστοιχης χρονικής περιόδου μέτρησης

2. Χρονική περίοδος καταγραφής: Δεδομένου ότι ο περιβαλλοντικός θόρυβος έχει άμεση σχέση με την ημέρα αλλά και ώρα της ημέρας ή της νύκτας κατά την οποία έγιναν οι μετρήσεις, πρέπει να εξετάζεται κατά το δυνατόν η ημερήσια/ωριαία διακύμανση του φόρτου ώστε να διαπιστώνεται η αντιπροσωπευτική περίοδος των μετρήσεων και να εξασφαλίζεται η απαραίτητη αξιοπιστία. Στο πλαίσιο αυτό, όλες οι ακουστικές μετρήσεις για τις ανάγκες της παρούσης θα γίνονται σε χρονικές περιόδους 24ωρης διάρκειας -ανά

θέση μέτρησης- και θα διασφαλίζουν ανάλυση της διακύμανσης των ανωτέρω δεικτών του ακουστικού περιβάλλοντος σε ωριαία βάση με ελάχιστο βήμα δειγματοληψίας συνεχόμενης καταγραφής < 1sec.

3. Θέσεις μέτρησης: Οι ακουστικές μετρήσεις θα πραγματοποιούνται σε ικανό αριθμό θέσεων στην άμεση περιοχή του έργου κατά μήκος τόσο της οδού, ώστε να καλύπτουν το σύνολο των πλησιέστερων προς το έργο -των δεκτών του άρθρου 2 ανωτέρω- και με τέτοιο τρόπο ώστε παρέχουν αντικειμενική εικόνα της ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος, σε ύψος $4,0 \pm 0,2$ m (3,8 - 4,2 m) πάνω από το έδαφος (με χρήση κατάλληλης διάταξης τρίποδα ή τηλεσκοπικού ιστού) και σε απόσταση 2 μ. από την πιο εκτεθειμένη πρόσοψη του δέκτη μακριά από κάθετες ηχοανακλαστικές επιφάνειες ώστε να αποφεύγονται τυχόν ανακλάσεις που θα επιβαρύνουν την μετρούμενη στάθμη.

4. Όργανα μέτρησης: Τα όργανα ηχομετρήσεων και οι βαθμονομητές των θα πρέπει να πληρούν τις τεχνικές προδιαγραφές που περιέχονται στις δημοσιεύσεις 651 και 804 της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (I.E.C. PUBLICATIONS 651-1979 και 804.1985) και τις τυχόν αναθεωρήσεις των. Επίσης θα πληρούν τα πρότυπα IEC 1260 και IEC 61672.1 με τις τυχόν αναθεωρήσεις των. Επιπλέον στο σύστημα ηχομέτρησης θα πρέπει να εξασφαλίζεται: Στάθμιση συχνοτήτων κατά A, C (IEC 651), Z (EN 61672), γραμμική 10 Hz.20 kHz.

5. Στάθμιση χρόνου: S(slow), F(fast) και I(impulse) κατά IEC 651 και τυχόν αναθεωρήσεων του. Μέτρηση στάθμης ηχητικής πίεσης (SPL) από 20.120 dB(A), με δυναμικό εύρος μετρήσεων 100 dB, εύρος συχνοτήτων 15 Hz - 20 kHz με ρυθμό δειγματοληψίας 48Khz. Θα διαθέτει κατάλληλο επεξεργαστή για ολοκληρωτική και ποσοστομοριακή ανάλυση περιβαλλοντικού θορύβου για το σύνολο των ανωτέρω δεικτών, και θα πρέπει να παρέχεται συνεχής λειτουργία με ξηρά στοιχεία (μπαταρίες) για περίοδο > 24 ωρών. Θα έχει πυκνωτικό μικρόφωνο ICP Free-Field με προενισχυτή (IEPE)1/2'' class 1 (low noise) και θα πρέπει να διαθέτει διάταξη προστασίας έναντι δυσμενών καιρικών συνθηκών, της υγρασίας και του αέρα με κατάλληλο ανεμοκάλυπτρο εφοδιασμένο με διάταξη προστασίας από πουλιά.

6. Βαθμονόμηση οργάνων: Πριν και μετά από κάθε δέσμης μετρήσεων, ένας κατάλληλος βαθμονομητής ISO.EN.20942 ή τυχόν αναθεώρησης του, θα πρέπει να εφαρμοστεί στο μικρόφωνο για να ελεγχθεί εάν η τιμή αναφοράς που εκπέμπεται από τον βαθμονομητή

ταιριάζει με αυτή που γράφει ολόκληρο το σύστημα μέτρησης. Αυτή η περίπτωση θα παρουσιαστεί στην έκθεση των μετρήσεων μαζί με τα σχετικά στοιχεία (αύξων αριθμός, κατασκευαστής και πρότυπο). Ο βαθμονομητής και το ηχόμετρο θα πρέπει να έχουν βαθμονομηθεί τους τελευταίους 24 μήνες με τεκμηριωμένες μεθόδους βαθμονόμησης. Εάν υπάρχει διαφορά που υπερβαίνει τα 0.5 dB(A) μεταξύ των βαθμονομήσεων πριν και μετά την έρευνα, οι έλεγχοι θα πρέπει να επαναλαμβάνονται.

7. Στοιχεία μετρήσεων: Όλα τα στοιχεία των ακουστικών καταγραφών μαζί με τα σκαριφήματα, σχέδια και/ή χάρτες και φωτογραφίες που θα παρουσιάζουν τα σημεία, την ημερομηνία και ώρα μέτρησης, τα αριθμητικά αποτελέσματα και την επεξεργασία αυτών θα προβάλλονται αναλυτικά σε μορφή πίνακα η/και διαγράμματος διαχρονικής εξέλιξης αναγράφοντας τα στοιχεία του φυσικού προσώπου που ήταν υπεύθυνος για τις επί τόπου μετρήσεις καθώς και του υπεύθυνου σύνταξης της έκθεσης στην περίπτωση που δεν είναι το ίδιο πρόσωπο. Θα καταγράφονται τα στοιχεία: ταχύτητας του ανέμου (m/sec), θερμοκρασίας περιβάλλοντος (Co) και σχετικής υγρασίας (%) κατά την διάρκεια των μετρήσεων. Επίσης, θα καταγράφονται τα χαρακτηριστικά όλου του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε (τύπος ηχομέτρου, στατιστικός αναλυτής θορύβου, λογισμικά επεξεργασίας, βαθμονομητής κ.λπ.), ενώ θα υποβάλλονται υποχρεωτικά τα απαραίτητα - εν ισχύ- πιστοποιητικά διαπίστευσης-βαθμονόμησης του εξοπλισμού από κατάλληλο διαπιστευμένο εργαστήριο, μέγιστης διάρκειας ισχύος δύο (2) ετών.

8. Συνθήκες μέτρησης: Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στον προσδιορισμό των μετρήσεων, ιδιαίτερα σε συνθήκες ελεύθερου πεδίου, που μπορούν να ακυρώσουν τα αποτελέσματα. Ιδιαίτερα σε ότι αφορά τους ατμοσφαιρικές παράγοντες, επισημαίνεται ότι οι κατάλληλες ατμοσφαιρικές συνθήκες για μετρήσεις ορίζονται ως οι περίοδοι όπου δεν υπάρχει καθόλου βροχή ή χιόνι και όταν η ταχύτητα ανέμου δεν υπερβαίνει τα 3 m/s στη θέση μέτρησης. Στο πλαίσιο αυτό, δεν θα διεξάγονται μετρήσεις κατά την διάρκεια δυνατών ανέμων, βροχής, χιονόπτωσης και ομίχλης όπως επίσης και κατά την διάρκεια καταστάσεων που δεν αντιπροσωπεύουν την συνήθη οδική κυκλοφοριακή εικόνα (π.χ. κατά την διάρκεια ενός οδικού ατυχήματος ή παρουσίας εργοταξίου κ.λπ.) ή μη αντιπροσωπευτικής χρονικής περιόδου (π.χ. Σάββατο, Κυριακή, αργίες κ.λπ.).

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 βάρους της περιοχής είναι μεγαλύτερη των 10 dB(A) δεν απαιτείται περαιτέρω έλεγχος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ

2.1 Η Αττική Οδός – Το έργο

2.1.1 Σύντομη περιγραφή του έργου

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 και το μεγαλύτερο της Ελλάδας. Πρόκειται για έναν αστικού τύπου αυτοκινητόδρομο, που θεωρείται ένας από τους μεγαλύτερους περιφερειακούς δακτυλίους της Ευρώπης. Είναι ένας οδικός άξονας, που ενώνει τριάντα δήμους του λεκανοπεδίου και εξυπηρετεί κάθε χρόνο εκατομμύρια ανθρώπους, προσφέροντας ευκολότερη πρόσβαση σε απομακρυσμένες περιοχές. Η πρωτοποριακή κατασκευή και η υψηλής ποιότητας λειτουργία της, άλλαξε τα δεδομένα των οδικών μετακινήσεων στη χώρα μας κι ανέβασε τον πήχη στον τομέα της ασφάλειας και των προσφερόμενων υπηρεσιών, καθώς έχει αποτελέσει πρότυπο κατασκευής και λειτουργίας για τα μεγάλα οδικά έργα της χώρας. Αποτελεί έργο υποδομής μοναδικό, ακόμα και για τα ευρωπαϊκά δεδομένα, καθώς είναι ένας κλειστός αυτοκινητόδρομος με διόδια, μέσα σε μια μητροπολιτική πρωτεύουσα με έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Ο αυτοκινητόδρομος της Αττικής Οδού έχει μήκος 65 χλμ. και αποτελεί τον περιφερειακό δακτύλιο της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας και τη σπονδυλική στήλη του οδικού δικτύου ολόκληρου του Νομού Αττικής. Περιλαμβάνει τρεις λωρίδες κυκλοφορίας και μια λωρίδα έκτακτης ανάγκης ανά κατεύθυνση. Στο μέσον του, σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο, κινείται ο προαστιακός σιδηρόδρομος. Η Αττική Οδός αποτελεί τον συνδετικό κρίκο του οδικού άξονα ΠΑΘΕ (Πάτρα-Αθήνα-Θεσ/νίκη-Εύζωνοι), αφού συνδέει την εθνική οδό Αθηνών-Κορίνθου με την εθνική οδό Αθηνών-Λαμίας παρακάμπτοντας το κέντρο της Αθήνας. Ως κλειστός αυτοκινητόδρομος, έχει ελεγχόμενες προσβάσεις κι αποτελείται από δυο κάθετα διασταυρούμενα μεταξύ τους τμήματα:

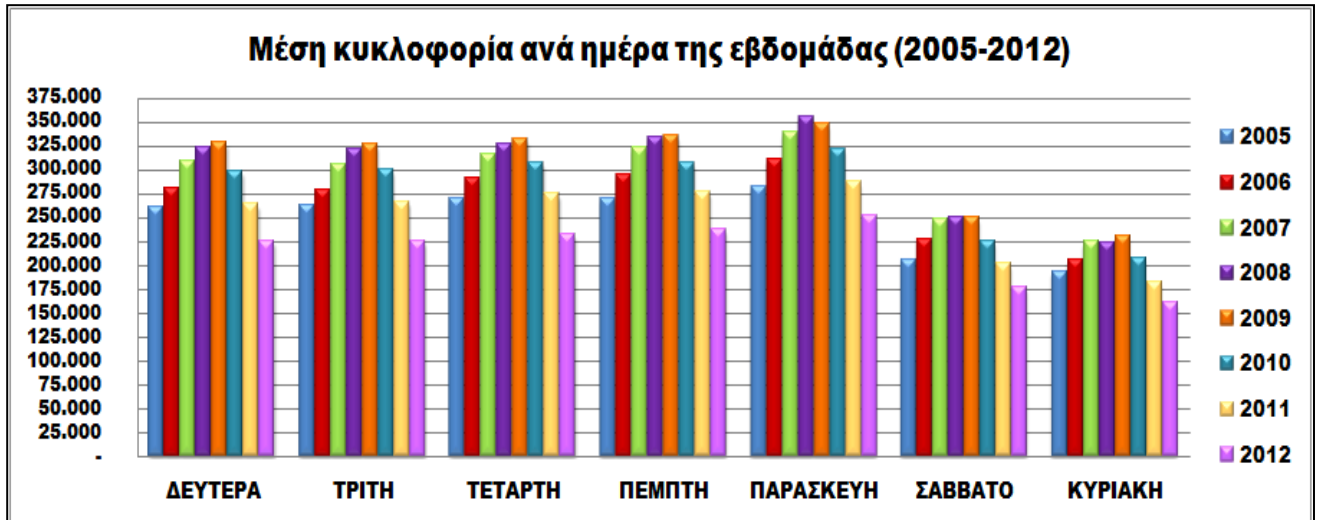
- Την Ελεύθερη Λεωφόρο Ελευσίνιας-Σταυρού-Σπάτων (Ε.Λ.Ε-Σ-Σ), μήκους περίπου 52 χλμ
- Την Δυτική Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού (Δ.Π.Λ.Υ), μήκους περίπου 13 χλμ.

Γενικά και τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου

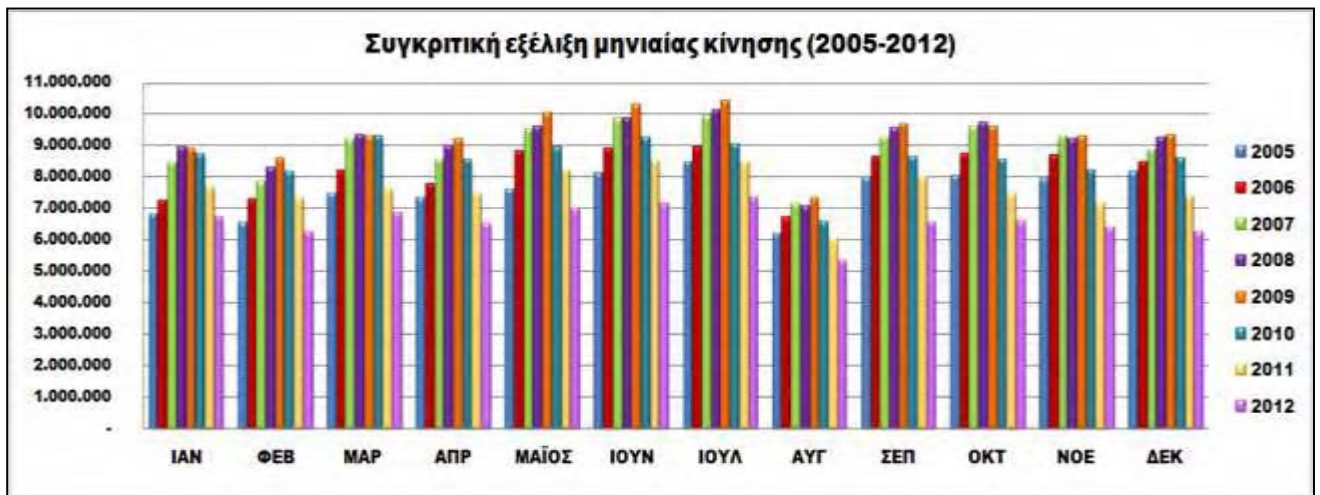
Η ταυτότητα του Έργου	
Συνολικό μήκος	65,20 χλμ.
Δίκτυο βοηθητικών/ παράπλευρων οδών	150 χλμ.
Ανισόπεδοι κόμβοι σε λειτουργία	29
Οδικές γέφυρες-Άνω διαβάσεις	100
Οδικές γέφυρες-Κάτω διαβάσεις	25
Γέφυρες σιδηροδρομικών γραμμών	38
Γέφυρες ρεμάτων	21
Πεζογέφυρες (άνω διαβάσεις)	12
Σηράγγες και πλήρως υπογειοποιημένα τμήματα Cut & Cover	56
Συνολικό μήκος σηράγγων και Cut & Cover	15,36 χλμ.
Μήκος Αντιπλημμυρικών Έργων	66,70 χλμ.
Σταθμοί Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών / Σ.Ε.Α.	4
Κέντρο Λειτουργίας και Συντήρησης	1
Σημεία Εξυπηρέτησης Συνδρομητών	11
Σταθμοί Διοδίων	39
Συνολικές λωρίδες διοδίων	195
Ηλεκτρονικές λωρίδες διοδίων	55
Λωρίδες διοδίων με εισπράκτορα	140

Κυκλοφοριακά στοιχεία

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται δεδομένα που αφορούν την κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου στην Αττική Οδό.



Διάγραμμα 2.1: Μέση κυκλοφορία ανά ημέρα της εβδομάδας (2005-2012)



Διάγραμμα 2.2: Συγκριτική εξέλιξη μηνιαίας κίνησης (2005-2012)

Χρηματοδότηση και κόστος έργου

Στις αρχές της δεκαετίας του '90, το Ελληνικό Δημόσιο προκήρυξε διεθνή διαγωνισμό για την ανάθεση της υλοποίησης του έργου της Αττικής Οδού, με τη μέθοδο της παραχώρησης με συγχρηματοδότηση. Στο διαγωνισμό, μειοδότης αναδείχθηκε ο ελληνικός όμιλος με την επωνυμία "Αττική Οδός" που έδωσε τελικά και το όνομά του στο νέο αυτοκινητόδρομο. Το έργο της Αττικής Οδού ολοκληρώθηκε εγκαίρως και χωρίς υπερβάσεις στο κόστος κατασκευής του, το οποίο ανήλθε στα 1,3 δις ευρώ περίπου. Το

κόστος αυτό χρηματοδοτήθηκε κατά 35% με το ποσό των 420 εκατ. ευρώ από το Ελληνικό Δημόσιο με συμμετοχή και πόρων του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης. Η Ανάδοχος εταιρία παραχώρησης «Αττική Οδός Α.Ε.» κάλυψε με ίδια και δανειακά κεφάλαια το υπόλοιπο 65%, συνεισφέροντας το ποσό των 880 εκατ. ευρώ. Τα δάνεια που έλαβε η Εταιρία Παραχώρησης καλύφθηκαν από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και από Εμπορικές Τράπεζες, ενώ οι μέτοχοι της Αττικής Οδού εξασφάλισαν εγγυήσεις για το σύνολο των δανείων από Όμιλο Διεθνών Τραπεζών, για όλη τη διάρκεια της κατασκευαστικής περιόδου.

2.1.2 Βασικά οφέλη

Τα οφέλη που προέκυψαν τόσο από την κατασκευή όσο και από την λειτουργία της αττικής οδού είναι πολλά και σημαντικά καθώς

- Δημιουργεί τον βασικό κορμό διασύνδεσης όλων των μεταφορικών μέσων και υποδομών της αττικής : οδικών, εναερίων, σταθερής τροχιάς (μετρό, τραμ, σιδηρόδρομος, προαστιακός) και λιμανιών.
- Μειώνει σημαντικά τον κυκλοφοριακό φόρτο, αφού υπολογίζεται ότι έχει απορροφήσει σημαντικό ποσοστό της συνολικής καθημερινής διαμπερούς κίνησης των οχημάτων στο λεκανοπέδιο.
- Συντελεί στην ανάπτυξη κι ολοκλήρωση του χωροταξικού και πολεοδομικού σχεδιασμού του νομού αττικής.
- Βοηθά στην στρατηγική αναδιάρθρωση των δικτύων ενέργειας και τηλεπικοινωνιών.
- Συμβάλλει στην οικιστική και επιχειρηματική ανάπτυξη των απομακρυσμένων περιοχών του νομού.

2.1.3 Καινοτομίες στη Λειτουργία

Η Αττική Οδός είναι εξοπλισμένη με την καλύτερη ποιότητα αντιολισθητικού τάπητα και σε όλο το μήκος της υπάρχει πλήρης περίφραξη. Η διέλευση των πεζών γίνεται μόνο από τις καθορισμένες υπέργειες και υπόγειες διαβάσεις, ενώ ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στον επαρκή και αποτελεσματικό φωτισμό. Στις εισόδους και κατά μήκος της Αττικής Οδού έχουν τοποθετηθεί ηλεκτρονικές πινακίδες μεταβλητού μηνύματος (VMS), οι οποίες ενημερώνουν τους οδηγούς για τις συνθήκες που επικρατούν στον αυτοκινητόδρομο.

Για τη διαχείριση της Αττικής Οδού αναπτύχθηκαν διοικητικοί και διαχειριστικοί μηχανισμοί που υποστηρίζονται από το σχεδιασμό και την εφαρμογή νέων οργανωτικών δομών και διαδικασιών καθώς και καινοτόμα διαχειριστικά εργαλεία με την ευρεία χρήση

νέων λογισμικών προγραμμάτων. Για την καλύτερη δυνατή λειτουργία και συντήρηση του αυτοκινητόδρομου εφαρμόζονται:

- Συστήματα υψηλής τεχνολογίας για την παρακολούθηση της ομαλής ροής των οχημάτων και τον εντοπισμό τυχόν συμβάντων, πάντα με γνώμονα την ασφάλεια του χρήστη.
- Σύστημα ηλεκτρονικών διελεύσεων διοδίων όπως και συνδρομητικά προγράμματα για την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση των χρηστών.
- Εγκατάσταση σταθμών μέτρησης θορύβου και αερίων ρύπων με ιδιαίτερη έμφαση στην παρακολούθηση των καυσαερίων στις σήραγγες.
- Ειδικά ηχοπετάσματα από διάφορα υλικά υψηλής ποιότητας και αισθητικής (π.χ. γυαλί, μέταλλο, polycarbonate, bois beton, κλπ.) για τη μείωση της ηχορύπανσης.
- Εφαρμογή αντιρρυπαντικής επάλειψης (anti - graffiti) στις εκτεθειμένες επιφάνειες από σκυρόδεμα.

2.1.4 Διεύθυνση Κυκλοφορίας και Συντήρησης του αυτοκινητόδρομου - Τεχνολογικές Υποδομές

Η καρδιά της διαχείρισης της κυκλοφορίας «χτυπά» στο Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (Κ.Δ.Κ.), που βρίσκεται στην Παιανία και λειτουργεί όλο το 24ωρο. Με τη συνεχή παρουσία ειδικευμένων στελεχών και εξοπλισμό υψηλής τεχνολογίας, το Κ.Δ.Κ. επιβλέπει διαρκώς τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν σε όλο το μήκος του αυτοκινητόδρομου, ενώ ενημερώνεται και ενημερώνει άμεσα τα λοιπά αρμόδια τμήματα ή/και τους φορείς για την εμφάνιση τυχόν προβλημάτων. Τα τεχνολογικά συστήματα που χρησιμοποιεί το Κ.Δ.Κ. χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

Συστήματα ανίχνευσης συμβάντων

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει όλες εκείνες τις υποδομές που δίνουν στο Κ.Δ.Κ. τη δυνατότητα να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή τι συμβαίνει στον αυτοκινητόδρομο.

- Αισθητήρες (επαγωγικοί βρόγχοι) που είναι τοποθετημένοι ανά 500 μέτρα κάτω από την ασφαλτο στον ανοιχτό αυτοκινητόδρομο και ανά 60 μέτρα στις σήραγγες, οι οποίοι παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το πλήθος, την ταχύτητα ροής και την πυκνότητα των οχημάτων. Με τον τρόπο αυτό, εντοπίζονται άμεσα τυχόν προβλήματα στην ομαλή ροή της κυκλοφορίας και ενεργοποιείται αυτόματα η διαδικασία επέμβασης.

- Κάμερες κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV) που βρίσκονται κατά μήκος της Αττικής Οδού και έχουν τη δυνατότητα να περιστρέφονται με τηλεχειρισμό, μεταδίδοντας την πλήρη εικόνα των συνθηκών κυκλοφορίας του αυτοκινητόδρομου στις οθόνες του Κέντρου Ελέγχου.
- Μετεωρολογικοί σταθμοί που είναι τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία της Αττικής Οδού και προσφέρουν πληροφόρηση για τυχόν μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που ενδέχεται να επιφέρουν επιδείνωση των καιρικών φαινομένων, έτσι ώστε όλες οι μονάδες να είναι σε επιφυλακή.
- Σταθμοί μέτρησης θορύβου και ατμοσφαιρικής ρύπανσης για τη μέτρηση και τον έλεγχο των μεγεθών αυτών.

Συστήματα ανταπόκρισης σε συμβάντα

Το Κ.Δ.Κ., βάσει των πληροφοριών που διαθέτει, είναι σε θέση να ενεργοποιεί άμεσα τις διαδικασίες που απαιτούνται για να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του αυτοκινητόδρομου. Ειδικότερα, το Κ.Δ.Κ.:

- Επικοινωνεί διαρκώς με τις μονάδες περιπολίας που κινούνται κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου και έχουν ως βασική αποστολή τον εντοπισμό έκτακτων περιστατικών και την άμεση επέμβαση - αποκατάσταση της κυκλοφορίας.
- Ενημερώνει τους οδηγούς για προβλήματα που μπορεί να συναντήσουν στη διαδρομή τους, μέσω των ηλεκτρονικών πινακίδων μεταβλητού μηνύματος που βρίσκονται στις εισόδους αλλά και κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου.
- Ειδοποιεί τις Μονάδες Περισυλλογής Οχημάτων που λειτουργούν με μέριμνα της Express Service, καθώς και την Οδική Βοήθεια Βαρέων Οχημάτων. Οι δύο αυτές μονάδες επεμβαίνουν όποτε υπάρχει ακινητοποιημένο όχημα, μεταφέροντάς το, χωρίς καμία χρέωση, στην πλησιέστερη έξοδο. Με αυτό τον τρόπο, εξυπηρετούνται άμεσα οι οδηγοί των ακινητοποιημένων οχημάτων και ελαχιστοποιούνται οι συνέπειες στην κυκλοφοριακή ροή του αυτοκινητόδρομου.
- Ειδοποιεί, ανάλογα με την περίπτωση, το αρμόδιο Τμήμα Τροχαίας, το ΕΚΑΒ και την Πυροσβεστική Υπηρεσία, η επέμβαση των οποίων συμβάλλει σημαντικά στην ασφαλή λειτουργία του αυτοκινητόδρομου.
- Συντονίζει τις εργασίες που πραγματοποιούν καθημερινά οι ομάδες συντήρησης-επέμβασης, με στόχο τη διατήρηση του αυτοκινητόδρομου σε καλή κατάσταση και την αποτροπή ενδεχόμενων κινδύνων.

2.1.5 Συμβολή στην ποιότητα ζωής των κατοίκων

Η Αττική Οδός είναι ένα έργο ζωτικής σημασίας για την Αττική, ένα έργο πνοής, το οποίο διευκολύνει τις μεταφορές και τις μετακινήσεις, βοηθά στην ισόρροπη ανάπτυξη της Αττικής και συντελεί σημαντικά στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της. Ένα μεγάλο έργο όπως η αττική οδός, οφείλει να εναρμονίζεται με το φυσικό περιβάλλον, ενώ θα πρέπει ταυτόχρονα να υλοποιεί δράσεις για την προστασία του. Η διαχείριση του περιβάλλοντος στην αττική οδό έχει πιστοποιηθεί κατά ISO 14001: 2004, ενώ η εταιρεία λειτουργίας Αττικές Διαδρομές, έχει αποσπάσει το 1^ο βραβείο της διεθνούς οδικής ομοσπονδίας (IRF), στην κατηγορία «Διαχείριση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Οδικών Υποδομών».

- **Μείωση του κυκλοφοριακού**

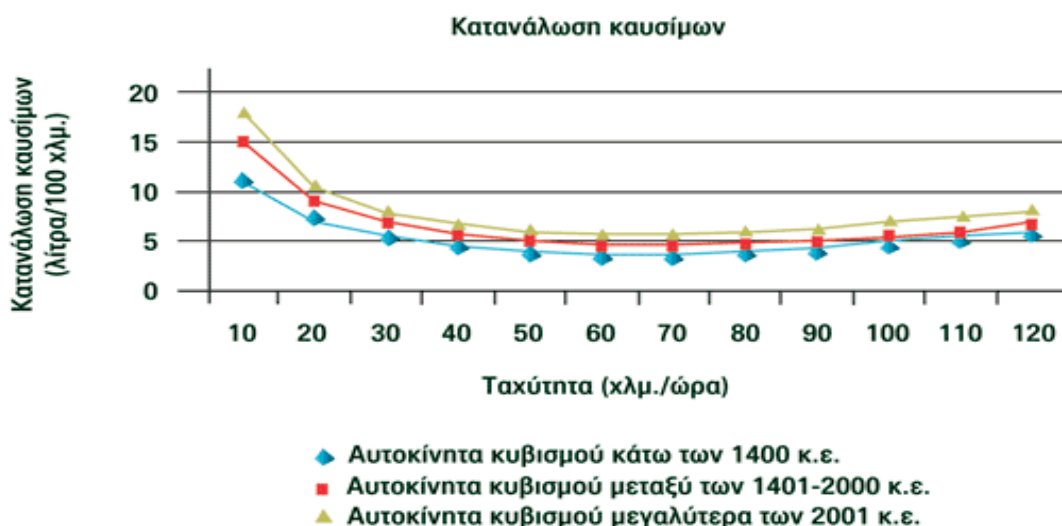
Η κατασκευή της Αττικής Οδού έχει βοηθήσει σημαντικά στη μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου της πρωτεύουσας αφού έχει απορροφήσει σημαντικό ποσοστό της συνολικής καθημερινής κίνησης των οχημάτων του Λεκανοπεδίου. Η Αττική Οδός αποτελεί σήμερα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας χιλιάδων ανθρώπων, ενώ μελέτες έχουν δείξει ότι οι οδηγοί που τη χρησιμοποιούν, εξοικονομούν καθημερινά από μισή έως και 1,5 ώρα. Σύμφωνα με έρευνα των Invision/Metron Analysis, το 55% των χρηστών της Αττικής οδού "κερδίζουν" 16 έως 30 λεπτά, κατά μέσο όρο, σε κάθε τους μετακίνηση.



Διάγραμμα 2.3: Αντιλαμβανόμενο οφέλος χρόνου από τη χρήση της Αττικής Οδού

• Εξοικονόμηση καυσίμων

Σύμφωνα με μελέτες, στοιχεία και εκτιμήσεις αρμοδίων φορέων, υπάρχει σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων από τη χρήση της Αττικής Οδού λόγω της χαμηλότερης κατανάλωσης καυσίμων. Σε σύγκριση με το υπάρχον υπερφορτωμένο αστικό οδικό δίκτυο, ένα αυτοκίνητο μέσου κυβισμού (1.400 κ.ε.) καταναλώνει 60% λιγότερη βενζίνη όταν χρησιμοποιεί την Αττική Οδό (αφού στο αστικό δίκτυο κινείται με μέση ταχύτητα μόλις 20 χλμ./ώρα). Επιπλέον, η Αττική Οδός βοηθά στη μείωση της φθοράς του αυτοκινήτου και συνεπώς στη μείωση του κόστους συντήρησής του. Εντός του αυτοκινητόδρομου το όχημα κυκλοφορεί με τις ενδεδειγμένες ταχύτητες και σε περιβάλλον χωρίς λακκούβες, τριγμούς ή νερά, ενώ και η ποιότητα της ασφάλτου προστατεύει συστήματα όπως οι αναρτήσεις, τα ελαστικά κ.ά.



Διάγραμμα 2.4: Κατανάλωση Καυσίμων

• Ρύπανση – Ηχορύπανση

Με την αποφόρτιση του κεντρικού άξονα κυκλοφορίας της αττικής, εκτός από τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, σημαντική μείωση παρατηρείται και στην ηχορύπανση. Ειδικά, για τη μείωση των θορύβων στην αττική οδό, έχει γίνει ανάλογη μελέτη και εφαρμόζονται ουσιαστικά αντιθορυβικά μέτρα, σε συνάρτηση με την εδαφική διαμόρφωση και τις ανάγκες κάθε περιοχής. Συγκεκριμένα, έχουν τοποθετηθεί ηχοπετάσματα συνολικής έκτασης αρκετών χιλιάδων τετραγωνικών μέτρων, καθώς και ακουστικές ζώνες προκηπίων και αναχωμάτων με ειδικές φυτεύσεις. Για τη διαρκή παρακολούθηση των τιμών του επιπέδου των ρύπων και του θορύβου, σε επιλεγμένα σημεία επί της Αττικής Οδού λειτουργούν 8 αυτόματοι σταθμοί μέτρησης θορύβου και 8

αυτόματοι σταθμοί μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η προσπάθεια για τον περιορισμό της ηχορύπανσης αναγνωρίστηκε με το βραβείο “ Decibel d’ Or ” το 2003, που απένειμε στην αττική οδό το Conseil National de Bruit της Γαλλίας (Εθνικό Συμβούλιο μελέτης του θορύβου).

- **Αποκατάσταση λατομείων – Αναδασώσεις**

Η Αττική Οδός, εκμεταλλεζόμενη τη μεγάλη παραγωγή προϊόντων εκσκαφής από τα επιμέρους εργοτάξια και σε συνεργασία με τον Οργανισμό Αθήνας και τη Διεύθυνση Αναδασώσεων Αττικής, αποκατέστησε, (μορφολογικά και περιβαλλοντικά), τα ανάγλυφα των παλιών λατομικών χώρων και προχώρησε στην αναδάσωσή τους. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν στις περιοχές των παλιών λατομείων οι προϋποθέσεις για την κατασκευή χώρων αναψυχής, πολιτιστικών εκδηλώσεων και αθλητισμού. Παραδείγματα των παραπάνω ενεργειών αποτελούν οι αποκαταστάσεις των λατομικών χώρων των Γλυκών Νερών, του Λατομείου Ζωίτσα, της Πεντέλης, κ.ά. Η μελέτη που έγινε για τα συγκεκριμένα λατομεία αποσκοπούσε στην ολοκλήρωση των εργασιών μορφολογικής και βλαστητικής αποκατάστασης των χώρων, με στόχο την αισθητική και περιβαλλοντική αναβάθμιση των τοπίων και του οικοσυστήματος της ευρύτερης περιοχής.

- **Αντιπλημμυρική Θωράκιση**

Από τη φάση κατασκευής της Αττικής Οδού, διευθετήθηκαν ομαλά όλα τα μεγάλα ρέματα, χείμαρροι και ποτάμια, τα οποία συναντούσε ο δρόμος στη χάραξή του, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφαλής κυκλοφορία των οχημάτων αλλά και η βελτίωση της ροής των όμβριων υδάτων στο λεκανοπέδιο. Τα αποχετευτικά και αντιπλημμυρικά έργα πραγματοποιήθηκαν με σεβασμό στη φύση και αποτελούν το ενδιάμεσο τμήμα (λόγω γεωγραφικής θέσης) του συνολικού και ενιαίου σχεδιασμού αντιπλημμυρικών έργων για την Αττική, συμβάλλοντας στην αντιπλημμυρική προστασία της πρωτεύουσας.

- **Προστασία του οικοσυστήματος της ΔΠΛΥ**

Η Δυτική Περιφερειακή Λεωφόρος Υμηττού (ΔΠΛΥ) αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της Αττικής Οδού. Μελετήθηκε και υλοποιήθηκε με τις πλέον σύγχρονες μεθόδους σε μια περιοχή αυστηρώς προστατευόμενη. Στη ΔΠΛΥ διανοίχτηκαν συνολικά 28 σήραγγες και cut & cover με συνολικό μήκος 7,5 χλμ., ενώ κατασκευάστηκαν ειδικά ηχοπετάσματα προστασίας σε μήκος 2.000 μέτρων. Στις οροφές των σιηράγγων έγινε δενδροφύτευση για να προστατευθεί το δάσος και να μη διαταραχθεί το τοπικό οικοσύστημα. Επιπλέον, έχουν κατασκευαστεί υπόγειες διαβάσεις, που εξασφαλίζουν την ελεύθερη μετακίνηση των ζώων.

- **Ανακύκλωση**

Η ιδιαίτερη μέριμνα για τη διαχείριση απορριμμάτων έχει οδηγήσει την Αττική Οδό σε προσεκτική επιλογή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή και χρησιμοποιούνται για την περαιτέρω λειτουργία του αυτοκινητόδρομου. Στην κατεύθυνση αυτή έχουν προτιμηθεί υλικά τα οποία μπορούν να υποστούν ανακύκλωση. Το μεγάλο πρόγραμμα ανακύκλωσης που υλοποιείται στην Αττική Οδό περιλαμβάνει τα απόβλητα από τη λειτουργία των γραφείων (χαρτί, toner, πλαστικό κλπ.), απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οθόνες κλπ.), και κάθε είδους απόβλητα που προκύπτουν από τη λειτουργία του ίδιου του αυτοκινητόδρομου (ορυκτέλαια, παλαιά αυτοκίνητα, συσσωρευτές, ανταλλακτικά-σιδερίκα, απόβλητα πρασίνου κλπ.)

2.2 Ο Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου 2008 της Αττικής Οδού

Στο πλαίσιο της εφαρμογής της ευρωπαϊκής οδηγίας 2002/49/EK και της ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚΒ'384/28.3.2006, πραγματοποιήθηκε η στρατηγική χαρτογράφηση του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου στην Αττική Οδό (2008), όπως προβλέπεται για τους μεγάλους οδικούς άξονες όπου καταγράφεται κυκλοφορία άνω των 6.000.000 οχημάτων ετησίως. Η ολοκλήρωση του Σ.Χ.Θ. και των Σ.Δ. εντάσσεται επίσης και στο πλαίσιο της πλήρους εφαρμογής των Περιβαλλοντικών Ορών για τη λειτουργία του έργου.

Οι ψηφιακοί χάρτες θορύβου αναπτύχθηκαν μέσω της χρησιμοποίησης ειδικού λογισμικού πρόβλεψης περιβαλλοντικού και κυκλοφοριακού θορύβου (λογισμικό **CadnaA**), το οποίο απαιτεί τη δημιουργία υποδομής του ψηφιακού υποβάθρου στοιχείων εδάφους και περιβάλλοντος χώρου (πολεοδομικά χαρακτηριστικά, γεωμετρικά χαρακτηριστικά οδών, ελεύθεροι χώροι, φυτεύσεις κλπ) αλλά και του κτιριακού ανάγλυφου (π.χ. του ύψους των κτιρίων κλπ), που θεωρούνται σημαντικές πληροφορίες, οι οποίες διαφοροποιούν τη διάδοση του θορύβου και άρα και τις επιπτώσεις του.

Το λογισμικό **CadnaA** που προτείνεται έχει την δυνατότητα να εκτιμήσει με ακρίβεια τις όποιες πραγματικές ή προβλεπόμενες διορθώσεις στις τελικές στάθμες λόγω εμποδίων, ηχοπετασμάτων κλπ. υπολογίζοντας και τις παντός είδους ανακλάσεις την ηχητικών κυμάτων επί των γύρω κτιρίων και εφαρμόζει την Γαλλική μεθοδολογία «NMPC-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)». Η εφαρμογή του ειδικού λογισμικού που προτείνεται και αναπτύσσεται στη συνέχεια, είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατόν να δοκιμάζονται διαφορετικές πολιτικές (policy tests) και στρατηγικές αντιμετώπισης θορύβου και να αξιολογούνται ως προς τις επιπτώσεις τους στο ακουστικό περιβάλλον για διάφορα

σενάρια κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών (π.χ. διαφορετικές ταχύτητες, απαγορεύσεις διέλευσης συγκεκριμένων τύπων οχημάτων κλπ), σε διάφορα χωρικά επίπεδα αναφοράς (π.χ. διαφορετικοί όροφοι πολυκατοικιών, κλπ) αλλά και με διαφορετικά μετεωρολογικά δεδομένα. Η εκτίμηση της τελικής στάθμης θορύβου στο περιβάλλον λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους που επηρεάζουν τη διάδοση του ήχου, όπως το ανάγλυφο και τη μορφολογία του εδάφους, τα τυχόν εμπόδια ή ηχοπετάσματα, τα μετεωρολογικά δεδομένα, κλπ. Για την ετοιμασία των Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου εφαρμόζονται οι χρωματισμοί που προβλέπει το ISO 1996.

Η Γαλλική Μέθοδος «NMPB Routes 96»

Σύμφωνα με το άρθρο 6 και το παράρτημα II της οδηγίας 2002/49/EK, οι προσωρινές μέθοδοι υπολογισμού για τον προσδιορισμό των δεικτών των περιβαλλοντικών συγκοινωνιακών θορύβων, συνιστώνται στα κράτη μέλη που δεν διαθέτουν κάποιες εθνικές μεθόδους υπολογισμού ή στα κράτη μέλη που επιθυμούν να περάσουν σε κάποια άλλη μέθοδο υπολογισμού. Ο προσδιορισμός των δεικτών των περιβαλλοντικών συγκοινωνιακών θορύβων, αφορά τους δείκτες L_{den} και L_{night} . Σε ότι αφορά τους θορύβους οδικής κυκλοφορίας εφαρμόζεται η γαλλική εθνική μέθοδος υπολογισμού «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)».

Η μέθοδος αυτή περιγράφει λεπτομερή διαδικασία για τον υπολογισμό της ηχοστάθμης που προκαλεί η οδική κυκλοφορία πλησίον μιας οδού, λαμβανομένης υπόψη της επίδρασης των καιρικών συνθηκών που επηρεάζουν τη διάδοση. Η εν λόγω μέθοδος, είναι συμβατή με τις αρχές προτύπου ISO 9613-2 και προτείνει μια εναλλακτική προσέγγιση του, δίνοντας έμφαση στις ευνοϊκές συνθήκες για τη διάδοση του ήχου και στις ομοιογενείς ατμοσφαιρικές συνθήκες. Ουσιαστικά, επαναχρησιμοποιεί σε μεγάλο βαθμό τις ίδιες σχέσεις, αλλά διαφέρει τόσο σε ότι αφορά τη διόρθωση για τις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών που επηρεάζουν τη διάδοση, όσο και στον υπολογισμό των μακροπρόθεσμων επιπέδων θορύβου σε μια περιοχή.

Το προαναφερόμενο πρότυπο ISO, περιγράφει μια λεπτομερή μέθοδο υπολογισμού για ατμοσφαιρικές συνθήκες ευνοϊκές στη διάδοση του ήχου, δηλαδή, συνθήκες που αποτελούν μέρος του συνόλου των παρατηρούμενων μετεωρολογικών συνθηκών σε μια περιοχή, και προτείνει μια συμβατική διόρθωση που επιτρέπει την εκτίμηση της τιμής των πραγματικών μακροπρόθεσμων επιπέδων θορύβου.

Η μέθοδος φιλοδοξεί να προσεγγίσει το σύνολο των παρατηρούμενων μετεωρολογικών συνθηκών μιας περιοχής και αποτελεί μία λεπτομερή μέθοδο

υπολογισμού που λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων από 125Hz μέχρι 4Hz. Οι ορισμοί των ευνοϊκών και ομοιογενών συνθηκών που αναφέρθηκαν ανωτέρω δίνονται στη συνέχεια:

- **Ομοιογενείς συνθήκες ως προς τη διάδοση:** Σύνολο ατμοσφαιρικών συνθηκών που οδηγούν σε μια ατμόσφαιρα ομοιογενή όσον αφορά τη διάδοση του ήχου με αποτέλεσμα η ακουστική ενέργεια να διαδίδεται σε ευθεία γραμμή.
- **Ευνοϊκές συνθήκες ως προς τη διάδοση:** Σύνολο ατμοσφαιρικών συνθηκών που παράγουν μια επανακάθοδο της ακουστικής ενέργειας προς το έδαφος και οδηγούν σε ηχητικές στάθμες στο δέκτη ανώτερες από αυτές που παρατηρούνται σε ομοιογενείς συνθήκες.
- **Μη ευνοϊκές συνθήκες προς τη διάδοση:** Σύνολο ατμοσφαιρικών συνθηκών που έχουν σαν αποτέλεσμα μια επάνοδο της ακουστικής ενέργειας και οδηγούν σε ηχητικές στάθμες στον δέκτη κατώτερες από αυτές που παρατηρούνται σε ομοιογενείς συνθήκες.

Η διακύμανση της ηχητικής στάθμης σε μεγάλη απόσταση οφείλεται στο φαινόμενο της διάθλασης των ακουστικών κυμάτων. Αυτή η διάθλαση οφείλεται στην ποικιλία της ταχύτητας του ήχου στη ζώνη διάδοσης που προκαλείται από τις διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας του αέρα και της ταχύτητας του ανέμου. Ανάλογα με αυτά τα χαρακτηριστικά η διάδοση του ήχου γίνεται σε διαφορετικές συνθήκες. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα του ανέμου είναι:

- **Θερμικοί παράγοντες:** οι θερμικές εναλλαγές ανάμεσα στο έδαφος και τα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας οδηγούν σε ποικιλία θερμοκρασιών του αέρα σε σχέση με το ύψος πάνω από το έδαφος και άρα σε ποικιλία της ταχύτητας του ήχου.
- **Αεροδυναμικοί παράγοντες:** Η επίδραση του ανέμου στην ηχητική διάδοση είναι συνδεδεμένη με τη διαδρομή του ήχου σε μικρή απόσταση από το έδαφος, διότι ο ήχος κοντά στην εδαφική επιφάνεια κινείται με πολύ μικρότερη ταχύτητα λόγω τριβής.

Γενικό πλάνο της μεθόδου υπολογισμού NMPB – Routes – 96

Η πραγματοποίηση των υπολογισμών της μεθόδου γίνεται στα ακόλουθα βήματα και φαίνεται παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα :

1^ο βήμα : ανάλυση των πηγών του θορύβου σε σημειακές ηχητικές πηγές

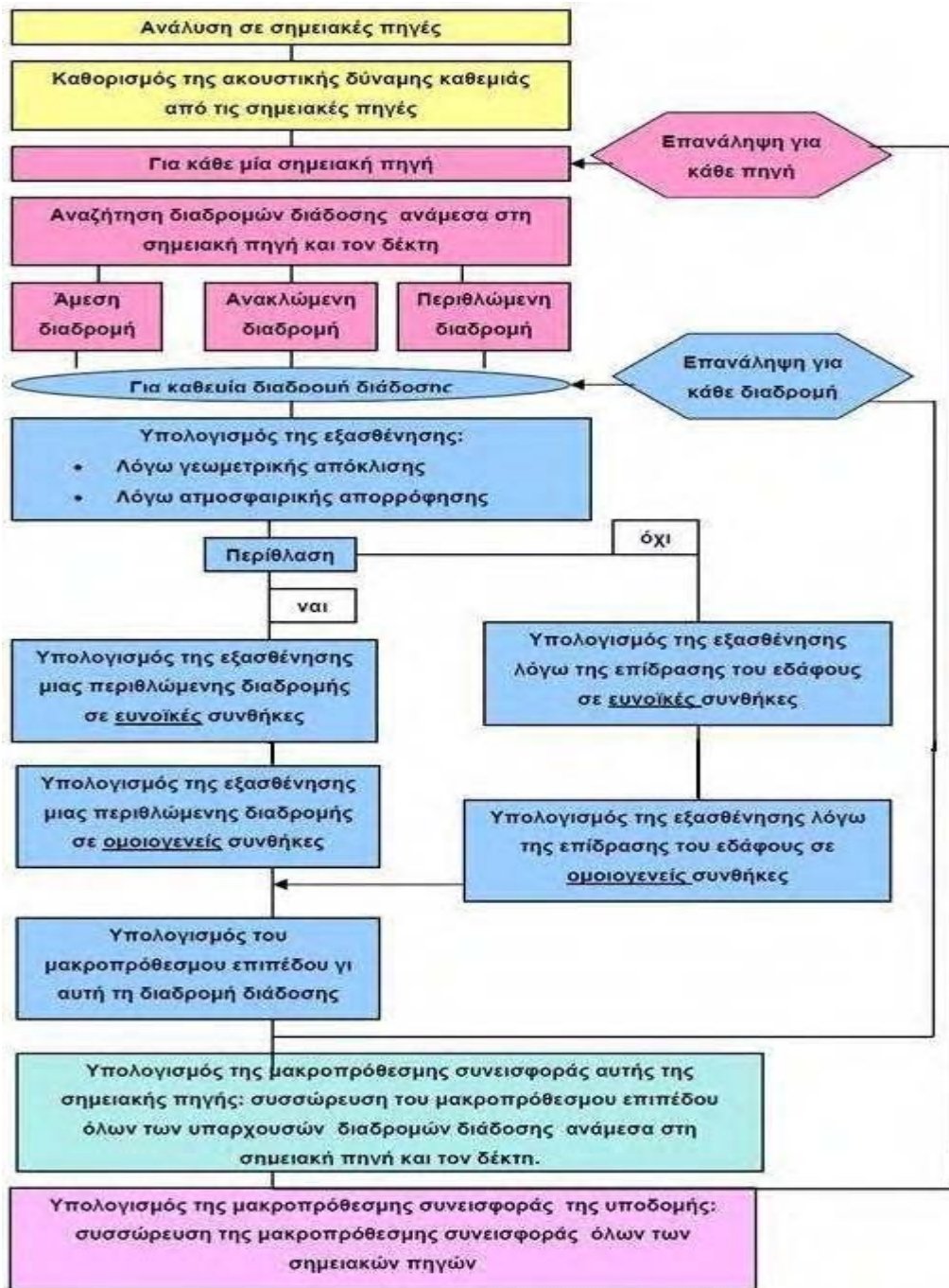
2^ο βήμα : καθορισμός της στάθμης ακουστικής ισχύος καθεμιάς από τις πηγές

3^ο βήμα : αναζήτηση των διαδρομών διάδοσης ανάμεσα σε κάθε μια επιμέρους πηγή και τον δέκτη (διαδρομές άμεσες, ανακλώμενες ή περιθλώμενες)

4^ο βήμα : για κάθε διαδρομή διάδοσης:

- Υπολογισμός της διάδοσης σε ευνοϊκές συνθήκες
- Υπολογισμός της διάδοσης σε ομοιογενείς συνθήκες
- Υπολογισμός του μακροπρόθεσμου επιπέδου που προκύπτει από τις ευνοϊκές και τις ομοιογενείς συνθήκες

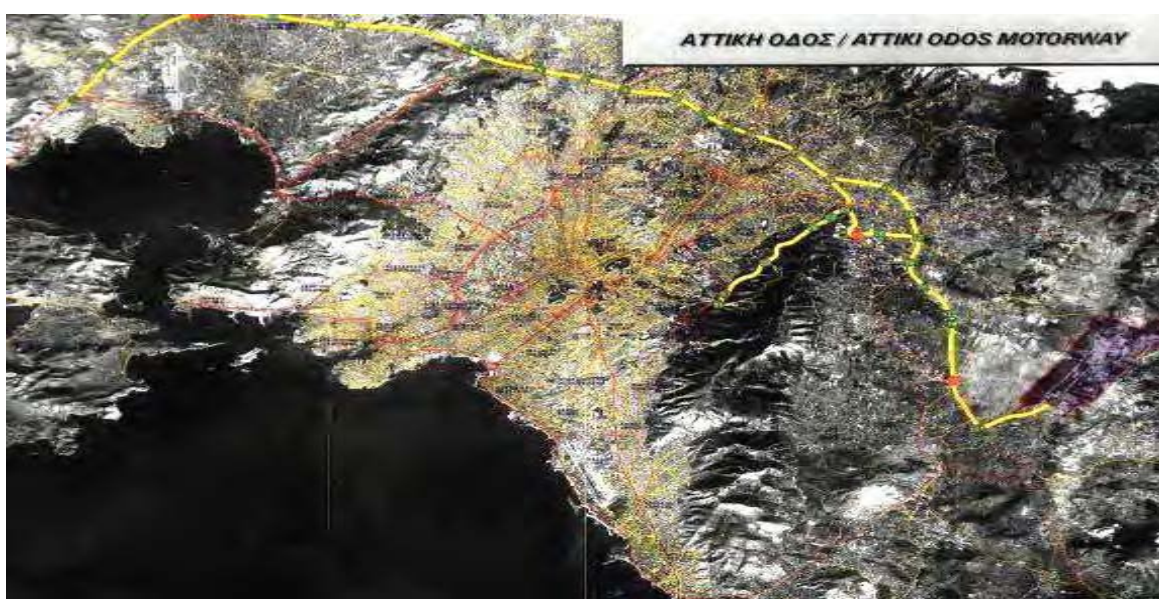
5^ο βήμα : άθροιση των μακροπρόθεσμων τιμών ηχητικής στάθμης κάθε διαδρομής, που επιτρέπει επιπλέον τον υπολογισμό της συνολικής συνδυασμένης στάθμης θορύβου στο δέκτη.



2.2.1 Διαμόρφωση ψηφιακού υποβάθρου – δόμηση υπολογιστικού περιβάλλοντος Ο.Κ.Θ. της Αττικής Οδού

Σύμφωνα με την Οδηγία, προβλέπεται η προετοιμασία ενός αναλυτικού ψηφιακού μοντέλου τριών διαστάσεων DTM (Digital Terrain Model) για κάθε πολεοδομικό συγκρότημα και η εφαρμογή αναλυτικών κυκλοφοριακών, γεωμετρικών, πολεοδομικών και πληθυσμιακών στοιχείων στο μοντέλο. Με την βοήθεια ειδικού λογισμικού και δικτύου υπολογιστών, είναι δυνατός ο προσδιορισμός της προβλεπόμενης στάθμης θορύβου σε κάθε σημείο του συγκροτήματος, για όλες τις χρησιμοποιούμενες μονάδες και δείκτες

θορύβου και επιπλέον τόσο για τις σημερινές όσο και για τις μελλοντικές κυκλοφοριακές συνθήκες καθώς και η επίπτωση στον πληθυσμό και τις χρήσεις γης. Για τις ανάγκες της παραπάνω μελέτης, δημιουργήθηκε ψηφιακό γεωγραφικό υπόβαθρο ανά Δήμο, με σύστημα συντεταγμένων το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87). Στη συνέχεια δημιουργήθηκε γεωγραφική βάση δεδομένων σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (G.I.S.), με την εισαγωγή και περιγραφικής πληροφορίας σε βάση δεδομένων. Τα επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας τα οποία εισάγονται στο μοντέλο υπολογισμού του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, παρουσιάζονται στην συνέχεια. Η περιοχή μελέτης αφορά όλη την γεωγραφική έκταση του έργου της Αττικής Οδού (βλέπε εικ. 2.1 στη συνέχεια).



Εικόνα 2.1: Γεωγραφική έκταση περιοχής μελέτης

- **Υψομετρικά Δεδομένα – Ψηφιακό Μοντέλο Οδού και Εδάφους (D.T.M.) :** ισούψεις καμπύλες τρισδιάστατα μοντέλα της οδού, μετατροπή της γεωμετρικής πληροφορίας σε τρισδιάστατη σε ότι αφορά κτίρια και οδικούς άξονες βασικού και συμπληρωματικού δικτύου (ανισόπεδοι κόμβοι, άνω διαβάσεις, παράπλευρο δίκτυο κ.λ.π), με την μέθοδο της επίθεσης των θεματικών επιπέδων πληροφορίας (overlying).

- **Οικοδομικά τετράγωνα:** Ως βασικό υπόβαθρο εισαγωγής των στοιχείων των οικοδομικών τετραγώνων, τόσο στο επίπεδο της διενεργηθείσας επιτόπιας συλλογής και ενημέρωσης της πληροφορίας (γεωμετρικές αλλαγές των ορίων των οικ. τετραγώνων, ύψος κτιρίων, σημεία ενδιαφέροντος-«ευαίσθητοι» δέκτες), όσο και στο επίπεδο της σύνδεσης με αρχεία βάσης δεδομένων πληθυσμιακών στοιχείων, αποτελούν οι

τοπογραφικές αποτυπώσεις του έργου από τα σχέδια «as build», οι χάρτες της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (Ε.Σ.Υ.Ε.), και Γ.Υ.Σ., κλίμακας 1:5000, καθώς και τα διαγράμματα Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., κλίμακας 1:1000.

- **Κτίρια:** Η διαδικασία εισαγωγής των κτιρίων στο ψηφιακό γεωγραφικό υπόβαθρο ακολουθεί αυτή των οικοδομικών τετραγώνων τόσο όσον αφορά τα τοπογραφικά υπόβαθρα όσο και στη μεθοδολογία εισαγωγής και διόρθωσης της εισαγόμενης πληροφορίας (Διαγράμματα, χάρτες, τοπικά σχέδια, απογραφικά στοιχεία, δορυφορικές εικόνες). Στο επίπεδο κτιρίων εισάγονται και πληθυσμιακά στοιχεία, με κύριες πηγές επεξεργασίας τους Χάρτες και Πίνακες Πληθυσμιακών Δεδομένων ανά Ο.Τ., της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (Ε.Σ.Υ.Ε.).

- **Οδικός Άξονας:** Η διαδικασία εισαγωγής των οδικών αξόνων στο ψηφιακό γεωγραφικό υπόβαθρο πραγματοποιήθηκε από τα ψηφιακά αρχεία οδοποιίας και συγκεκριμένα των οριζοντογραφιών των αντίστοιχων σχεδίων «ως κατασκευάσθη», καθώς και τα αντίστοιχα κυκλοφοριακά δεδομένα, τα οποία χορηγήθηκαν από την εταιρεία ΑΤΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΑΕ.

- **Άμεσα επηρεαζόμενες από το θόρυβο («ευαίσθητες») χρήσεις περιοχής μελέτης:** Οι «ευαίσθητες» στο θόρυβο χρήσεις καταγράφηκαν και αποτυπώθηκαν στους απογραφικούς χάρτες κυρίως στα πλαίσια της επιτόπιας έρευνας και αυτοψίας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω «ευαίσθητες» χρήσεις:

- Εκκλησίες
- Εκπαίδευση
- Πνευματικά κέντρα
- Νοσοκομεία – Κλινικές – Κέντρα υγείας
- Παιδικοί σταθμοί

- **Πολεοδομικές Ζώνες (νομικό καθεστώς) περιοχών μελέτης (όρια Γ.Π.Σ., όρια Ζ.Ο.Ε., όρια εγκεκριμένων χρήσεων γης, όρια οικισμών, όρια προστατευόμενων περιοχών, κ.λπ.) :** Στα πλαίσια της έρευνας για τις θεσμοθετημένες πολεοδομικές ζώνες (όρια Γ.Π.Σ., όρια Ζ.Ο.Ε., όρια εγκεκριμένων χρήσεων γης, όρια οικισμών, όρια προστατευόμενων περιοχών, κ.λπ.), συλλέχτηκαν από τις κατά τόπους Διευθύνσεις Πολεοδομίας Αττικής και Θεσσαλονίκης και τις αντίστοιχες Δ/σεις της Νομαρχιακής

Αυτοδιοίκησης, όλα τα ισχύοντα διατάγματα και αποφάσεις καθώς και οι αντίστοιχοι χάρτες.

2.2.2 Στρατηγικοί Χάρτες Ισοθροβικών Καμπύλων δεικτών Θορύβου Lden & Lnight - 2008

Στη συνέχεια δίνονται οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου Σ.Χ.Θ. 2008 της Αττικής Οδού για τους Ευρωπαϊκούς Δείκτες Θορύβου Lden & Lnight σε υπόβαθρο της δορυφορικής εικόνας του ψηφιακού υποβάθρου.

Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με την σχετική Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ, οι ισοθροβικές καμπύλες 55 και 65 dB εμφανίζονται στους συνημμένους χάρτες, όπου περιλαμβάνονται πληροφορίες για τη γεωγραφική θέση των δήμων και πολεοδομικών συγκροτημάτων που επηρεάζονται από τον οδικό άξονα εντός των καμπυλών αυτών. Τέλος σε ότι αφορά την έκθεση του πληθυσμού σε κάθε κτήριο κατοικίας, θεωρήθηκε ότι το σύνολο του καταγεγραμμένου πληθυσμού ανά κτήριο, ευρίσκεται εκτεθειμένο στην πλέον θορυβώδη πλευρά του κτηρίου εξασφαλίζοντας συνεπώς συνθήκες δυσμενούς σεναρίου έκθεσης και αξιολόγησης. Προκειμένου δε να καλυφθούν οι σχετικές απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ και να ληφθούν υπόψη στο σύνολο τους τα κτήρια κατοικιών και ο πληθυσμός που αντιστοιχεί, έγινε η παραδοχή όπως τα κτήρια κατοικιών με υψόμετρο < 4μ. ελήφθησαν στην στατιστική επεξεργασία με υψόμετρο ίσο με 4 μ. ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός έκθεσης του πληθυσμού σε κάθε πρόσοψη ώστε να αποφευχθεί η αποκλεισμός κτηρίων / πληθυσμού ελαφρά χαμηλότερου υψομέτρου.



Εικόνα 2.2: Σ.Χ.Θ 2008



Εικόνα 2.3: Σ.Χ.Θ 2008



Εικόνα 2.4: Σ.Χ.Θ 2008



Εικόνα 2.5: Σ.Χ.Θ 2008

2.2.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων επιφάνειας περιοχής μελέτης, αριθμού ατόμων και κτηρίων κατοικίας εκτεθειμένων στις ζώνες Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου

Η ανάλυση της έκθεσης του πληθυσμού στον περιβαλλοντικό θόρυβο στα πλαίσια της Στρατηγικής Χαρτογράφησης Θορύβου, εξασφαλίζει όλα τα απαιτούμενα της ευρωπαϊκής οδηγίας 2002/49/ΕΚ, άρθρο 10, παράρτημα VI. (βλέπε 1.5.3)

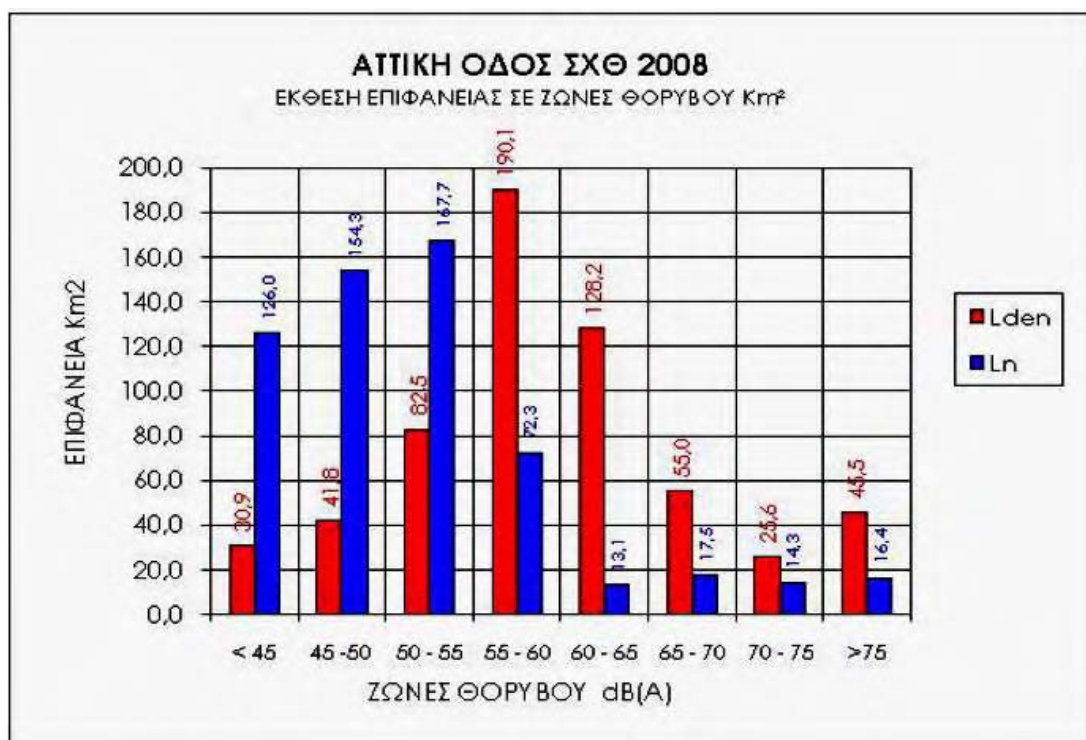
Τα στοιχεία επιφανειών, που εκτίθενται στις διάφορες ζώνες του δείκτη θορύβου L_{den} & L_{night} της περιοχής μελέτης, πρέπει – σύμφωνα με το παραπάνω ισχύον θεσμικό πλαίσιο – να κατηγοριοποιούνται στις ζώνες θορύβου υψηλότερες των 55, 65 και 75 dB, αντιστοίχως και σε ύψος 4μ. από το έδαφος (βλέπε πίνακα και διαγράμματα στη συνέχεια). Σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, επιβάλλεται η εκτίμηση του συνολικού αριθμού ατόμων που ζουν σε κατοικίες εκτεθειμένες σε μια από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{den} σε dB(A), σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, & > 75. καθώς και σε κάθε μία από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{night} (σε dB), - επίσης σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος : 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70. Επισημαίνεται, ότι το σύνολο των κατοίκων – που εκτίθενται στις ανωτέρω ζώνες θορύβου – ευρίσκεται εντός των ανωτέρω πολεοδομικών συγκροτημάτων & Δήμων στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με το Παράρτημα VI της Οδηγίας. Οι σχετικές εκτιμήσεις του ΣΧΘ 2008 οι οποίες δίνονται στους πίνακες και τα διαγράμματα στην συνέχεια, υπερκαλύπτουν την ανωτέρω απαίτηση παρουσιάζοντας αναλυτικά τον πληθυσμό (βάσει των επισήμων στατιστικών στοιχείων 2001), που αντιστοιχούν σε ζώνες θορύβου των δεικτών L_{den} & L_{night} για το κυκλοφοριακό υπόβαθρο που αντιστοιχεί στο πλέον πρόσφατο χρονικό σενάριο: 2008, τόσο σε απόλυτο αριθμό κατοίκων, όσο και σε επιφάνεια κατανεμημένων στο σύνολο των ανωτέρω ζωνών.

Επιφάνειες ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Η επιφάνεια περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου για τους δείκτες θορύβου Lden & Lnight δίνεται στον πίνακα και το διάγραμμα στη συνέχεια:

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (σε Km ² & %)			
	Lden	Lnight	Lden	Lnight
< 45	30,9	126,0	5,2%	21,7%
45 -50	41,8	154,3	7,0%	26,5%
50 -55	82,5	167,7	13,8%	28,8%
55 - 60	190,1	72,3	31,7%	12,4%
60 - 65	128,2	13,1	21,4%	2,3%
65 - 70	55,0	17,5	9,2%	3,0%
70 - 75	25,6	14,3	4,3%	2,5%
>75	45,5	16,4	7,6%	2,8%
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ σε Km ² και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	599,6	581,6	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.1: Κατανομή επιφανείας ανά ζώνη θορύβου στο σύνολο των Γεωγραφικών Ενοτήτων



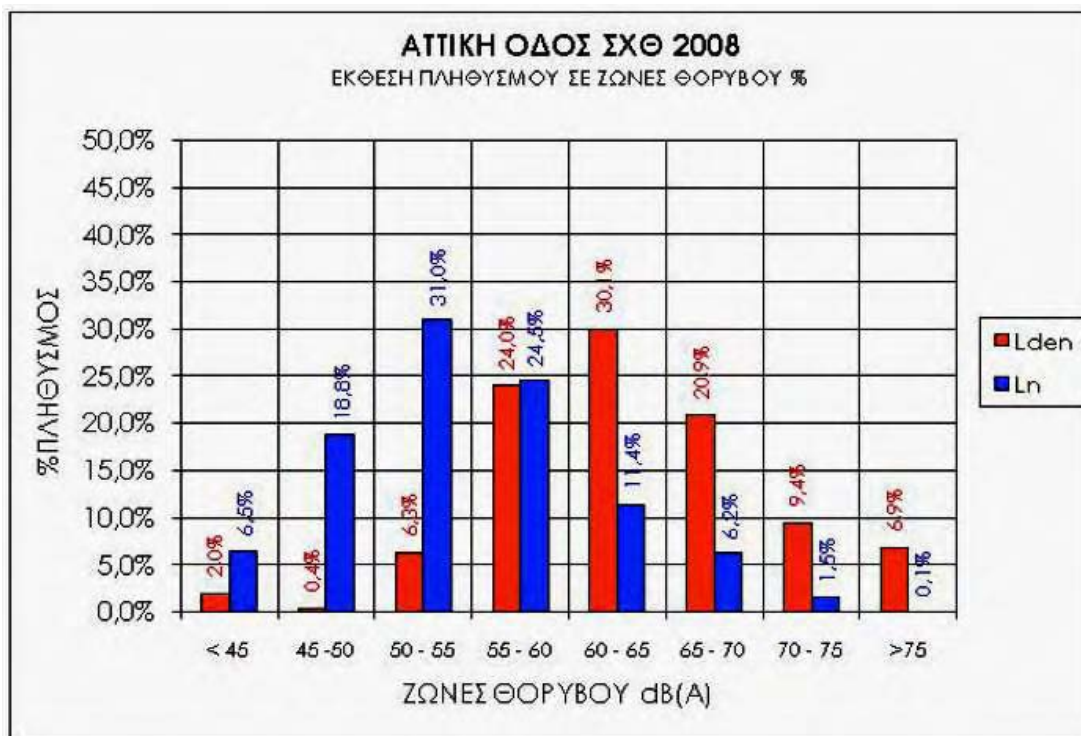
Διάγραμμα 2.5: Κατανομή επιφανείας περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου – Δείκτες Lden & Lnight

Πληθυσμός που εκτίθεται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Ο πληθυσμός που εκτίθεται ανά ζώνη θορύβου για τους δείκτες θορύβου Lden & Lnight δίνεται στον πίνακα και το διάγραμμα στην συνέχεια :

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (κάτοικοι & %)			
	Lden	Ln	Lden	Ln
< 45	510	1650	2,0%	6,5%
45 -50	101	4738	0,4%	18,8%
50 – 55	1583	7824	6,3%	31,0%
55 – 60	6056	6194	24,0%	24,5%
60 – 65	7594	2869	30,1%	11,4%
65 – 70	5286	1571	20,9%	6,2%
70 – 75	2384	391	9,4%	1,5%
>75	1743	20	6,9%	0,1%
ΣΥΝΟΛΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ σε κατοίκους και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	25257	25257	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.2: Κατανομή πληθυσμού ανά ζώνη θορύβου στο σύνολο των Γεωγραφικών Ενοτήτων



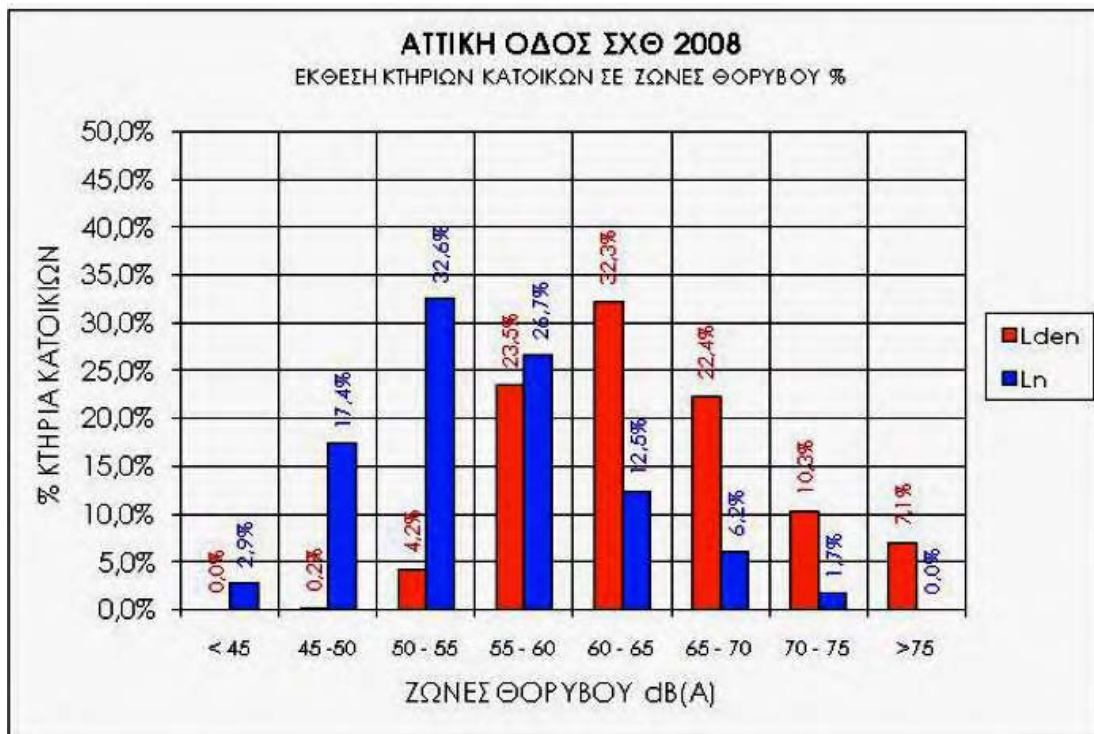
Διάγραμμα 2.6: Κατανομή πληθυσμού περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου – Δείκτες Lden & Lnight

Κτίρια κατοικιών που εκτίθεται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Τα κτήρια κατοικιών που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight δίνονται στον πίνακα και το διάγραμμα στην συνέχεια :

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (αρ. κτηρίων & %)			
	Lden	Ln	Lden	Ln
< 45	0	174	0,0%	2,9%
45 -50	14	1048	0,2%	17,4%
50 – 55	253	1965	4,2%	32,6%
55 – 60	1418	1608	23,5%	26,7%
60 – 65	1944	750	32,3%	12,5%
65 – 70	1347	371	22,4%	6,2%
70 – 75	621	103	10,3%	1,7%
>75	425	3	7,1%	0,0%
ΣΥΝΟΛΟ κτηρίων κατοικιών και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	6022	6022	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.3: Κατανομή κτηρίων κατοικιών ανά ζώνη θορύβου στο σύνολο των Γεωγραφικών Ενοτήτων



Διάγραμμα 2.7: Κατανομή κτηρίων κατοικιών περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου – Δείκτες Lden & Lnight

2.3 Τα Σχέδια Δράσης της Αττικής Οδού

Με την ολοκλήρωση του ΣΧΘ 2008 προβλέπεται η επαναξιολόγηση-επικαιροποίηση των εφαρμοσθέντων Σχεδίων Δράσης ηχοπετασμάτων, βασισμένων στα αποτελέσματα της χαρτογράφησης του θορύβου, με στόχο την πρόληψη και τον περιορισμό του περιβάλλοντος θορύβου όπου χρειάζεται καθώς και τη διαφύλαξη της ηχητικής ποιότητας του περιβάλλοντος, όπου αυτή είναι καλή.

Ιδιαίτερα σε ότι αφορά τις βασικές κατηγορίες σχεδίων δράσης συνοψίζονται σε δύο κατηγορίες στη συνέχεια. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει μέτρα για τη μείωση παραγωγής θορύβου κάθε οχήματος, τα οποία διαιρούνται σε:

- μέτρα σε οδικό επίπεδο: εφαρμογή αντιθορυβικών οδοστρωμάτων με κατάλληλο πρόγραμμα συντήρησης
- μέτρα σε επίπεδο επαφής ελαστικών/οδοστρώματος: εφαρμογή ελαστικών αυτοκινήτου «μειωμένης εκπομπής θορύβου»
- μέτρα σε επίπεδο διάχυσης : «low noise» μηχανές, συστήματα εκπομπής καυσαερίων, αεροδυναμική μείωση θορύβου κλπ.
- μέτρα σε επίπεδο ελέγχου : πρόγραμμα καθιέρωσης τεχνικού ελέγχου οχημάτων με έμφαση στον πλήρη έλεγχο και αντιμετώπιση στην σημειακή πηγή σε δύο επίπεδα : ΚΤΕΟ (κέντρα τεχνικού ελέγχου οχημάτων) & παρά την οδό (με αστυνομική υποστήριξη)

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει μέτρα για τη μείωση παραγωγής θορύβου στο σύνολο της κυκλοφοριακής ροής (γραμμική πηγή) επηρεάζοντας τις παραμέτρους κυκλοφορίας και γενικά εισάγοντας μέτρα διαχείρισης και οδηγικής συμπεριφοράς (driving behavior):

- συνολικός κυκλοφοριακός φόρτος
- σύνθεση κυκλοφορίας, δηλ. μείωση του αριθμού βαρέων ή/και ιδιαίτερα θορυβωδών οχημάτων
- μέση ταχύτητα
- μείωση της περιόδου επιτάχυνσης/επιβράδυνσης στον κύκλο οδήγησης, ή stop-and-go πρότυπο κυκλοφορίας
- επέμβαση στο μοντέλο αλληλοεπίδρασης γραμμικής κυκλοφοριακής πηγής και χρήσεων γης

- πλαίσιο διερεύνησης ακουστικών επιπτώσεων μέσω εκπόνησης Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων έργων συγκοινωνιακής υποδομής

Τα Σχέδια Δράσης περιλαμβάνουν τουλάχιστον τα στοιχεία που αναφέρονται στο σχετικό Παράρτημα της οδηγίας και της σχετική ΚΥΑ και θα είναι σε μορφή που να είναι δυνατή η υποβολή τους στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή χωρίς τροποποιήσεις.

2.3.1 Σχέδιο Δράσης ΣΔ1

Στα πλαίσια διαμόρφωσης του Υφιστάμενου Σχεδίου Δράσης ΣΔ1, το οποίο αφορά στην "Εφαρμογή αντιθορυβικών πετασμάτων, προγράμματος παρακολούθησης και χωροταξικών διατάξεων για το έτος 2010", συνολικά ενσωματώθηκαν στο σχετικό DTM, αρχικά, τα 127 υφιστάμενα αντιθορυβικά πετάσματα κατά μήκος των αξόνων της Αττικής Οδού - ΔΠΛΥ καθώς και του κλάδου της ΔΠΛΥ προς Ραφήνα.

- Κατεύθυνση προς Ελευσίνα: 53
- Κατεύθυνση προς Αεροδρόμιο: 47
- ΔΠΛΥ κατεύθυνση προς Κατεχάκη: 4
- ΔΠΛΥ κατεύθυνση προς Ραφήνα: 1
- Στους συνδετήριους κλάδους από ΑΟ προς ΔΠΛΥ: 6
- Στους συνδετήριους κλάδους από ΔΠΛΥ προς ΑΟ: 4
- Σε κάθετες γέφυρες/άνω διαβάσεις/παρειές σκεπαστών τμημάτων: 12

Πέραν των ανωτέρω υλοποιηθέντων πετασμάτων στο Σχέδιο Δράσης ΣΔ-1, συμπεριλήφθησαν και τα αντιθορυβικά πετάσματα, τα οποία εγκρίθηκαν με την υπ.αρ. οικ.122878/08-03-2010 σχετική έγκριση της ΕΥΠΕ/ΥΠΕΚΑ και η υλοποίησή τους δρομολογήθηκε και ολοκληρώθηκε εντός του 2010-αρχές 2011. Οι θέσεις αυτές δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 5.1 στη συνέχεια.

ΑΡΧΗ	ΤΕΛΟΣ	ΜΗΚΟΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ	ΥΨΟΣ
33+770.90	33+861.80	106,70	ΠΡΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑ	4,5
34+424.70	34+426.30	60,10	ΑΝΩ ΔΙΑΒΑΣΗ	4,5
34+442.10	34+442.50	65,30	ΑΝΩ ΔΙΑΒΑΣΗ	4,5
36+730.10	36+824.50	94,40	ΠΡΟΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	4,5
7+160.80	7+584.90	424,10	ΔΠΛΥ ΠΡΟΣ ΡΑΦΗΝΑ	4,5
7+611.70	7+688.10	80,30	ΔΠΛΥ ΠΡΟΣ ΡΑΦΗΝΑ	4,5
9+658.10	9+757.90	98,90	ΔΠΛΥ ΠΡΟΣ ΡΑΦΗΝΑ	4,5
7+474.10	7+497.50	23,40	ΔΠΛΥ ΠΡΟΣ ΚΑΤΕΧΑΚΗ	4,5
7+692.40	7+797.10	96,80	ΔΠΛΥ ΠΡΟΣ ΚΑΤΕΧΑΚΗ	4,5
8+147.20	8+671.60	540,40	ΔΠΛΥ ΠΡΟΣ ΚΑΤΕΧΑΚΗ	4,5
8+835.90	9+230.80	396,50	ΔΠΛΥ ΠΡΟΣ ΚΑΤΕΧΑΚΗ	4,5

Πίνακας 2.4: Χ.Θ. Αρχής και Τέλους & Ύψος ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣ ΑΜΕΣΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ αντιθορυβικών πετασμάτων (2010-2011) ανά κατεύθυνση

Συγκριτική θεώρηση αποτελεσμάτων προγράμματος ακουστικών μετρήσεων & θεωρητικών αποτελεσμάτων μοντέλου ΣΔ-1

Πραγματοποιήθηκε στατιστική διερεύνηση της συσχέτισης των θεωρητικών προβλέψεων με αποτελέσματα πραγματικών καταγραφών σε 44 διακριτές γεωγραφικές θέσεις όπου έχουν εφαρμοσθεί πετάσματα συμπεριλαμβανομένων και των νέων αναβαθμισμένων μόνιμων σταθμών παρακολούθησης. Έτσι οι θέσεις του προγράμματος που επιλέχθηκαν, αφορούν θέσεις καταγραφής με την επήρεια της ήδη εφαρμοσμένης αντιθορυβικής προστασίας που προφανώς επηρεάζουν την καταγραφή και την καθιστούν συμβατή με το Σχέδιο Δράσης ΣΔ1 σε ότι αφορά υλοποιημένα πετάσματα.

Με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου ΣΔ1, τα οποία που αναλύονται στην συνέχεια, έγινε θεωρητικός υπολογισμός με το λογισμικό cadnaA των θεωρητικών τιμών των δεικτών L_{den} & L_{night} στα παραπάνω σημεία και στη συνέχεια ακολούθησε στατιστική σύγκριση μεταξύ των καταγεγραμμένων τιμών με τις θεωρητικές που υπολογίσθηκαν βάσει των σχετικών παραδοχών. Στον πίνακα στη συνέχεια δίνονται οι μέσες αποκλίσεις θεωρητικών – πραγματικών τιμών της διαφοράς μέτρησης - θεωρητικής προσέγγισης του μοντέλου στο σύνολο των ανωτέρω θέσεων αλλά και ανά ΓΕ και μόνιμους σταθμούς.

44 ΘΕΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ			
	Lden		Lnight	
	Διαφορά πραγματικών θεωρητικών τιμών	Τυπική απόκλιση δείγματος	Διαφορά πραγματικών θεωρητικών τιμών	Τυπική απόκλιση δείγματος
ΘΕΣΕΙΣ ΣΕ Γ.Ε	0,2	2,1	-1,3	2,1
8 ΜΟΝΙΜΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ (ΣΤ)	-2,0	1,6	0,6	2,0
Σύνολο Δείγματος	-0,2	2,2	-0,9	2,2

Πίνακας 2.5: Συγκριτική διαφορά πραγματικών 24ώρων ακουστικών μετρήσεων και των αντίστοιχων θεωρητικών προσεγγίσεων λογισμικού CADNAA για το ΣΔ1 της Αττικής Οδού.

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, διαπιστώθηκε για το σύνολο των θέσεων μία διακύμανση μεταξύ θεωρητικών και πραγματικών τιμών της τάξης του $-0,2 \pm 2,2$ dB(A) και $-0,9 \pm 2,2$ dB(A) για τους δείκτες Lden & Lnight αντίστοιχα, γεγονός που υποδηλώνει την σημαντική συσχέτιση της θεωρητικής προσέγγισης.

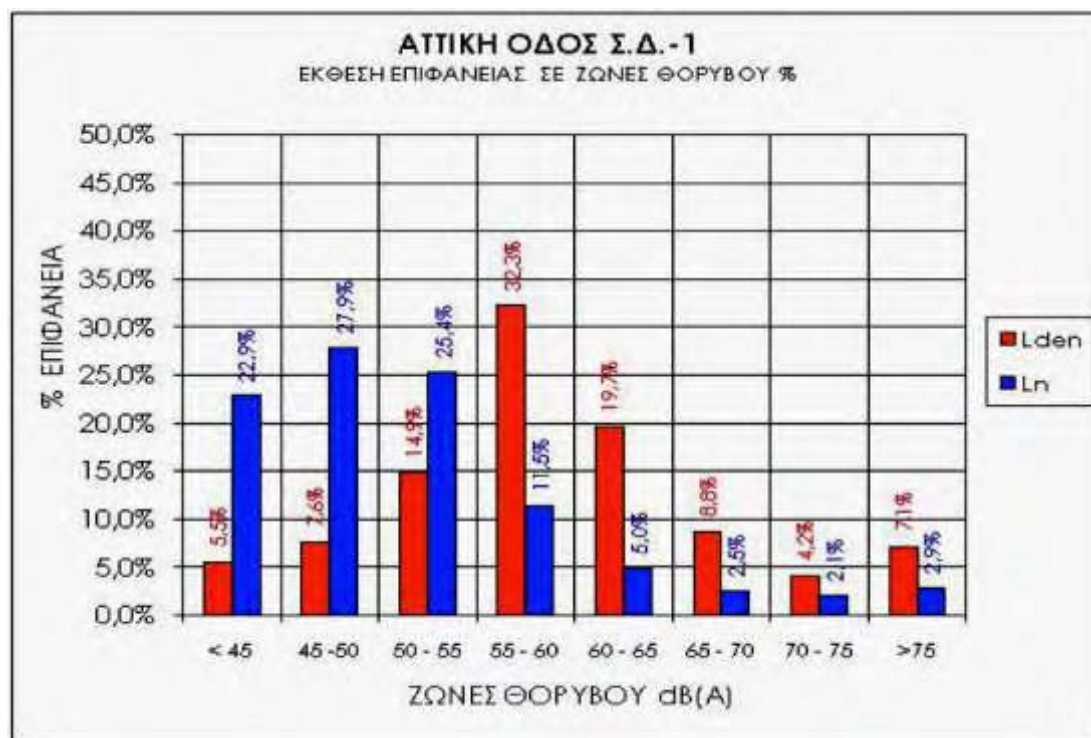
Σε ότι αφορά την έκθεση του πληθυσμού σε κάθε κτήριο κατοικίας, θεωρήθηκε ότι το σύνολο του καταγεγραμμένου πληθυσμού ανά κτήριο, βρίσκεται εκτεθειμένο στην πλέον θορυβώδη πλευρά του κτηρίου εξασφαλίζοντας συνεπώς συνθήκες δυσμενούς σεναρίου έκθεσης και αξιολόγησης. Στα πλαίσια αξιολόγησης, τόσο του ΣΧΘ 2008, όσο και των Σχεδίων Δράσης, καλύφθηκαν όλες οι σχετικές απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/EK και λήφθηκαν υπόψη στο σύνολο τους τα κτήρια κατοικιών και ο πληθυσμός που αντιστοιχεί σε αυτά. Επισημαίνεται, ότι τα στοιχεία επιφανειών, κατοικιών και πληθυσμού ανά ζώνη θορύβου, είναι σύμφωνα με το Παράρτημα VI της Οδηγίας.

2.3.1.1 Επιφάνειες ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Επιφάνεια περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight. - ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΣΔ-1

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (σε Km ² & %)			
	Lden	Ln	Lden	Ln
< 45	2,9	12,0	5,5%	22,9%
45 -50	4,0	14,6	7,6%	27,9%
50 -55	7,8	13,3	14,9%	25,4%
55 -60	16,9	6,0	32,3%	11,5%
60 -65	10,3	2,6	19,7%	5,0%
65 -70	4,6	1,3	8,8%	2,5%
70 -75	2,2	1,1	4,2%	2,1%
>75	3,7	1,5	7,1%	2,9%
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ σε Km ² και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	52,4	52,4	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.6: Επιφάνεια περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight



Διάγραμμα 2.8: Διαγραμματική κατανομή της επιφάνειας στις ζώνες των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου Lden και Lnight για το Σχέδιο Δράσης ΣΔ-1 της Αττικής Οδού.

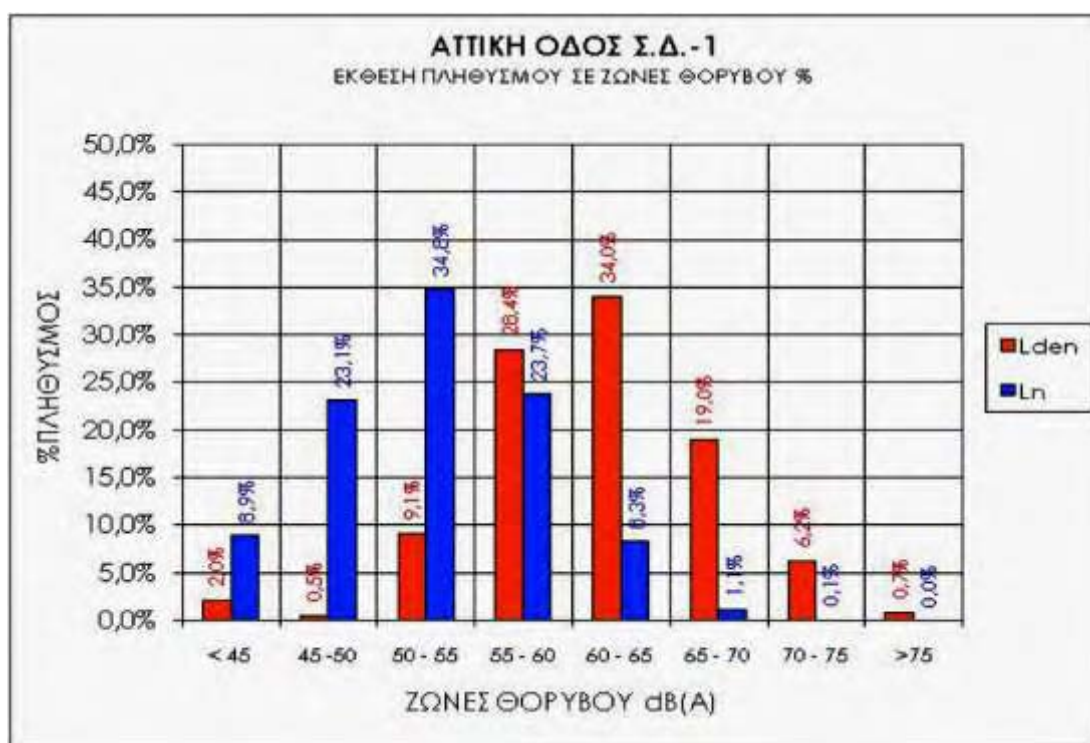
2.3.1.2 Πληθυσμός που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Πληθυσμός ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight.

ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΣΔ-1

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (κάτοικοι & %)			
	Lden	Ln	Lden	Ln
< 45	510	2255	2,0%	8,9%
45 -50	131	5828	0,5%	23,1%
50 – 55	2292	8795	9,1%	34,8%
55 – 60	7166	5998	28,4%	23,7%
60 – 65	8600	2085	34,0%	8,3%
65 – 70	4797	277	19,0%	1,1%
70 – 75	1573	19	6,2%	0,1%
>75	188	0	0,7%	0,0%
ΣΥΝΟΛΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ σε κατοίκους και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	25257	25257	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.7: Πληθυσμός ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight.



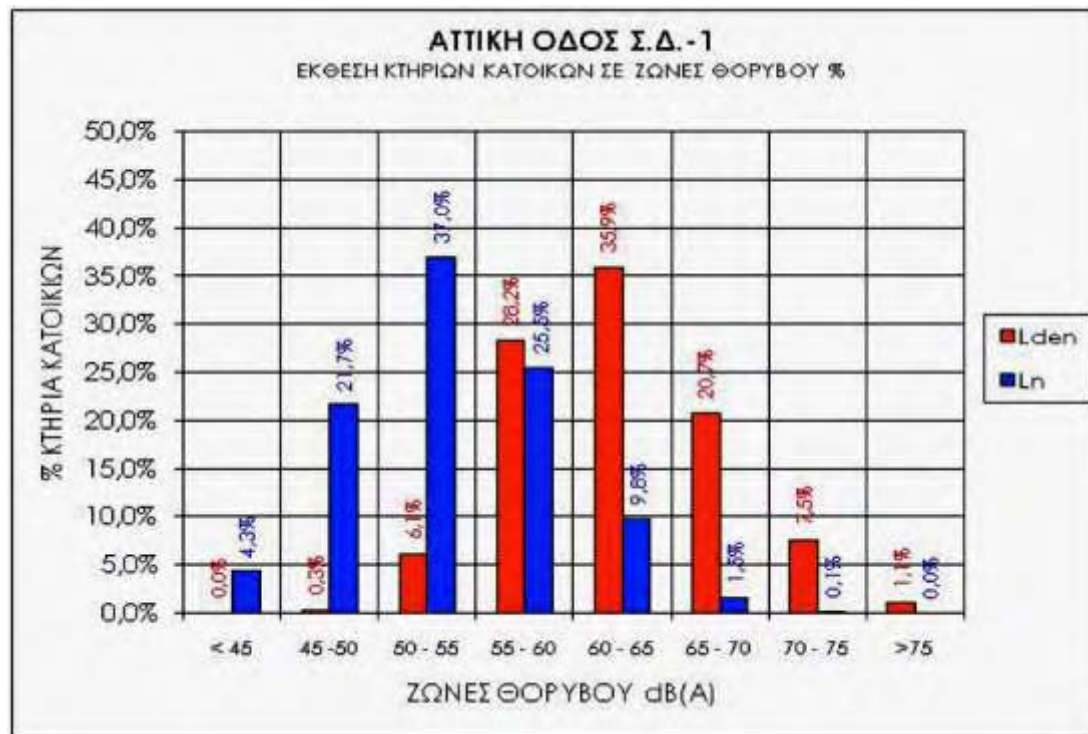
Διάγραμμα 2.9: Κατανομή πληθυσμού στις ζώνες των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου Lden και Lnight για το Σχέδιο Δράσης ΣΔ-1 της Αττικής Οδού.

2.3.1.3 Κτήρια κατοικιών που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Κτήρια κατοικιών ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnigh. **ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΣΔ-1**

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (αρ.κτηρίων & %)			
	Lden	Ln	Lden	Ln
< 45	0	261	0,0%	4,3%
45 -50	17	1305	0,3%	21,7%
50 – 55	370	2231	6,1%	37,0%
55 – 60	1701	1536	28,2%	25,5%
60 – 65	2164	588	35,9%	9,8%
65 – 70	1247	93	20,7%	1,5%
70 – 75	454	8	7,5%	0,1%
>75	69	0	1,1%	0,0%
ΣΥΝΟΛΟ κτηρίων κατοικιών και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	6022	6022	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.8: Κτήρια κατοικιών ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnigh



Διάγραμμα 2.10: Κατανόμη κτηρίων κατοικιών στις ζώνες των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου Lden και Lnigh για το Σχέδιο Δράσης ΣΔ-1 της Αττικής Οδού.

2.3.2 Σχέδιο Δράσης ΣΔ-2

Στα πλαίσια διαμόρφωσης του Σχεδίου Δράσης ΣΔ-2 της Αττικής Οδού, ελήφθησαν υπόψη οι παρακάτω παραδοχές :

- πλήρης εφαρμογή του Σχεδίου ΣΔ-1 με υλοποίηση των εγκεκριμένων πετασμάτων, εντός του 2010,
- εφαρμογή **νέων πετασμάτων**, τα οποία μελετήθηκαν σε επίπεδο οριστικής μελέτης εντός του 2010 (εφαρμογή τους τέλη 2011), σύμφωνα με το σχετικό έγγραφο 165727/21-05-2010 της Δ/σης ΕΑΡΘ/ΥΠΕΚΑ, καθώς και τα ήδη μελετημένα αλλά μη υλοποιηθέντα πετάσματα στο τμήμα προς Ραφήνα,
- εφαρμογή **μερικών καλύψεων** σε δύο τμήματα του αυτοκινητοδρόμου στις οδούς Αυγής και στην θέση του ρέματος Χαλανδρίου, όπου έχουν διαπιστωθεί, επί μακρόν, υπερβάσεις των ισχυόντων ορίων θορύβου και έχει εξαντληθεί το μέγιστο δυνατό ύψος πετάσματος (4,5μ) ήδη στα πλαίσια του ΣΔ-1.

Τέλος, σε ότι αφορά την έκθεση του πληθυσμού σε κάθε κτήριο κατοικίας, όπως αναλύεται στην συνέχεια, θεωρήθηκε ότι το σύνολο του καταγεγραμμένου πληθυσμού ανά κτήριο, ευρίσκεται εκτεθειμένο στην πλέον θορυβώδη πλευρά του κτηρίου εξασφαλίζοντας συνεπώς συνθήκες δυσμενούς σεναρίου έκθεσης και αξιολόγησης.

Σε εφαρμογή των ανωτέρω η εφαρμογή των νέων - πέραν του ΣΔ-1 - μη υλοποιηθέντων πετασμάτων αφορά τις θέσεις του πίνακα 5.4 στη συνέχεια:

ΑΡΧΗ	ΤΕΛΟΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ	ΥΨΟΣ
27+863.50	28+137.40	ΠΡΟΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	4,5
29+212.50	29+413.60	ΠΡΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑ	4,5
28+120.10	28+292.30	ΠΡΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑ	4,5
10+510.80	10+558.00	ΠΡΟΣ ΡΑΦΗΝΑ	4,5
10+548.10	10+580.80	ΠΡΟΣ ΡΑΦΗΝΑ	4,5
10+572.70	10+609.60	ΠΡΟΣ ΡΑΦΗΝΑ	4,5
11+062.90	11+118.60	ΠΡΟΣ ΡΑΦΗΝΑ	4,0
11+118.60	11+176.90	ΠΡΟΣ ΡΑΦΗΝΑ	4,5
10+509.60	10+606.80	ΡΑΦΗΝΑ ΠΡΟΣ ΔΠΛΥ	4,5
10+241.770	10+307.20	ΡΑΦΗΝΑ ΠΡΟΣ ΔΠΛΥ	4,5

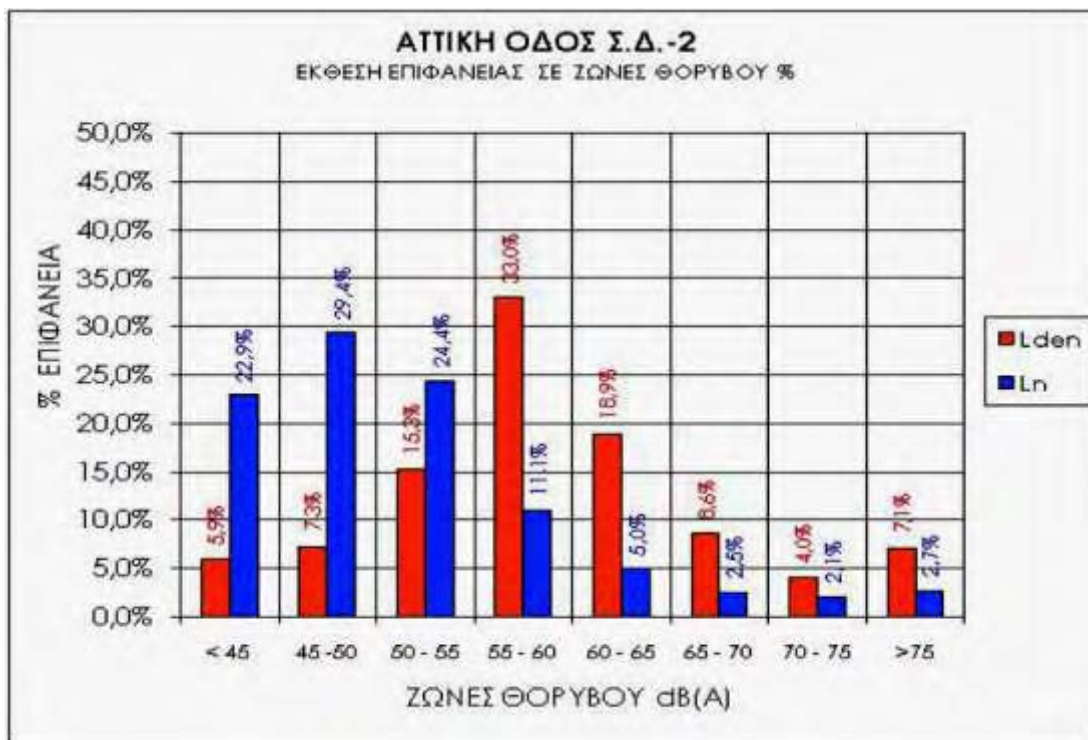
Πίνακας 2.9: Χ.Θ Αρχής και Τέλους & Ύψος ΝΕΩΝ ΜΕΛΕΤΗΜΕΝΩΝ & ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ αντιθορυβικών πετασμάτων ανά κατεύθυνση

2.3.2.1 Επιφάνειες ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Επιφάνεια περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight. - ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΣΔ-2

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (σε Km ² & %)			
	Lden	Ln	Lden	Ln
< 45	3,1	12,0	5,9%	22,9%
45 -50	3,8	15,4	7,3%	29,4%
50 - 55	8,0	12,8	15,3%	24,4%
55 - 60	17,3	5,8	33,0%	11,1%
60 - 65	9,9	2,6	18,9%	5,0%
65 - 70	4,5	1,3	8,6%	2,5%
70 - 75	2,1	1,1	4,0%	2,1%
>75	3,7	1,4	7,1%	2,7%
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ σε Km ² και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	52,4	52,4	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.10: Επιφάνεια περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight



Διάγραμμα 2.11: Κατανομή της επιφανείας στις ζώνες των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου Lden και Lnight για το Σχέδιο Δράσης ΣΔ-2 της Αττικής Οδού.

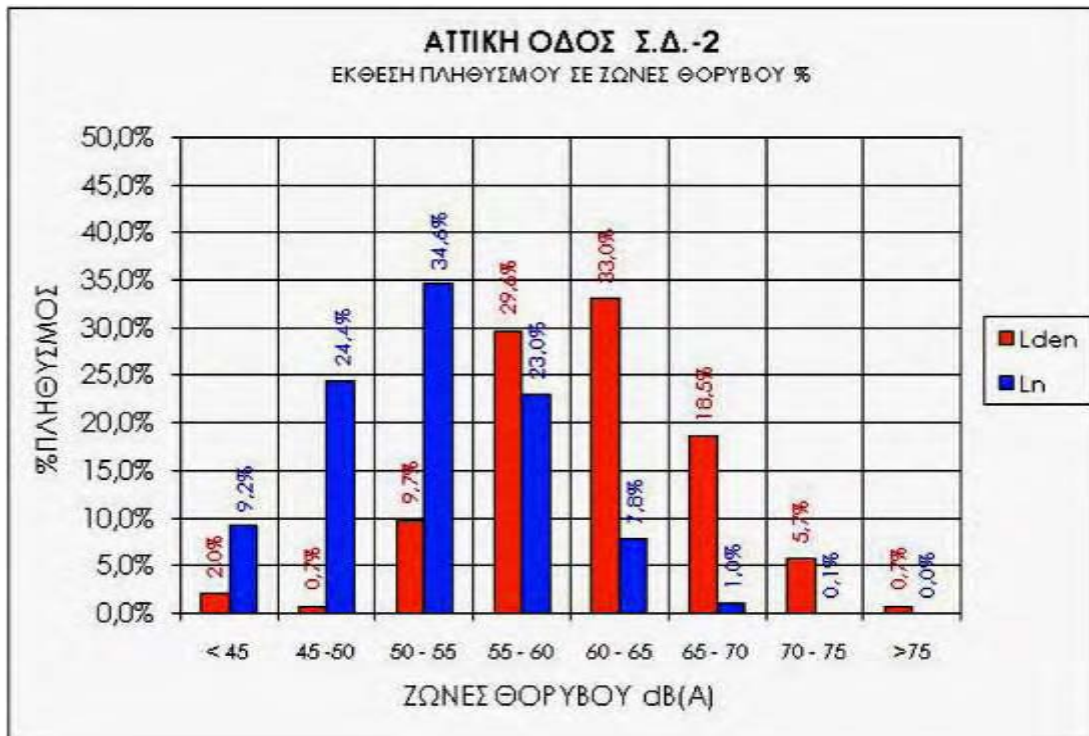
2.3.2.2 Πληθυσμός που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Πληθυσμός ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight.

ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΣΔ-2

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (κάτοικοι & %)			
	Lden	Ln	Lden	Ln
< 45	510	2313	2,0%	9,2%
45 -50	181	6156	0,7%	24,4%
50 – 55	2449	8740	9,7%	34,6%
55 – 60	7485	5818	29,6%	23,0%
60 – 65	8344	1958	33,0%	7,8%
65 – 70	4682	253	18,5%	1,0%
70 – 75	1428	19	5,7%	0,1%
>75	178	0	0,7%	0,0%
ΣΥΝΟΛΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ σε κατοίκους και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	25257	25257	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.11: Πληθυσμός ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnight.



Διάγραμμα 2.12: Κατανομή πληθυσμού στις ζώνες των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου Lden και Lnight για το Σχέδιο Δράσης ΣΔ-2 της Αττικής Οδού.

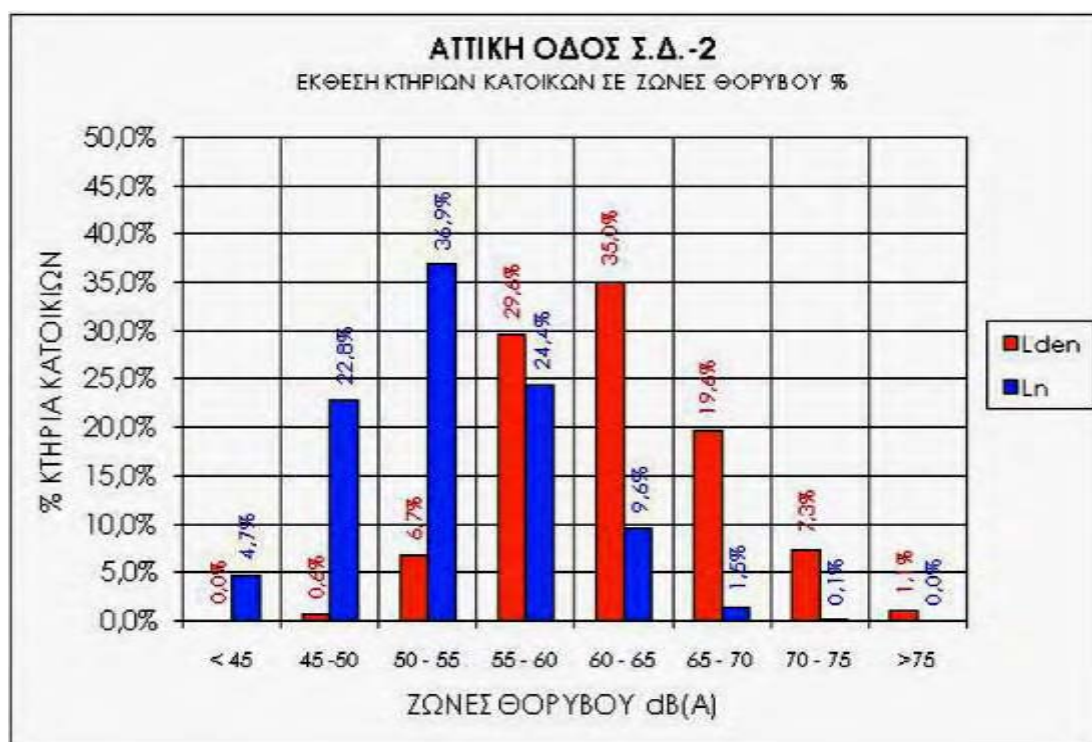
2.3.2.3 Κτήρια κατοικιών που εκτίθενται ανά ζώνη θορύβου / περιοχή μελέτης

Κτήρια κατοικιών ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnigh.

ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΣΔ-2

ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB(A)	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (αρ.κτηρίων & %)			
	Lden	Ln	Lden	Ln
< 45	0	284	0,0%	4,7%
45 -50	37	1375	0,6%	22,8%
50 – 55	404	2220	6,7%	36,9%
55 – 60	1780	1469	29,6%	24,4%
60 – 65	2109	578	35,0%	9,6%
65 – 70	1182	88	19,6%	1,5%
70 – 75	442	8	7,3%	0,1%
>75	68	0	1,1%	0,0%
ΣΥΝΟΛΟ κτηρίων κατοικιών και % αναλογία ανά ζώνη θορύβου =	6022	6022	100,0%	100,0%

Πίνακας 2.12: Κτήρια κατοικιών ανά ζώνη θορύβου για τούς δείκτες θορύβου Lden & Lnigh



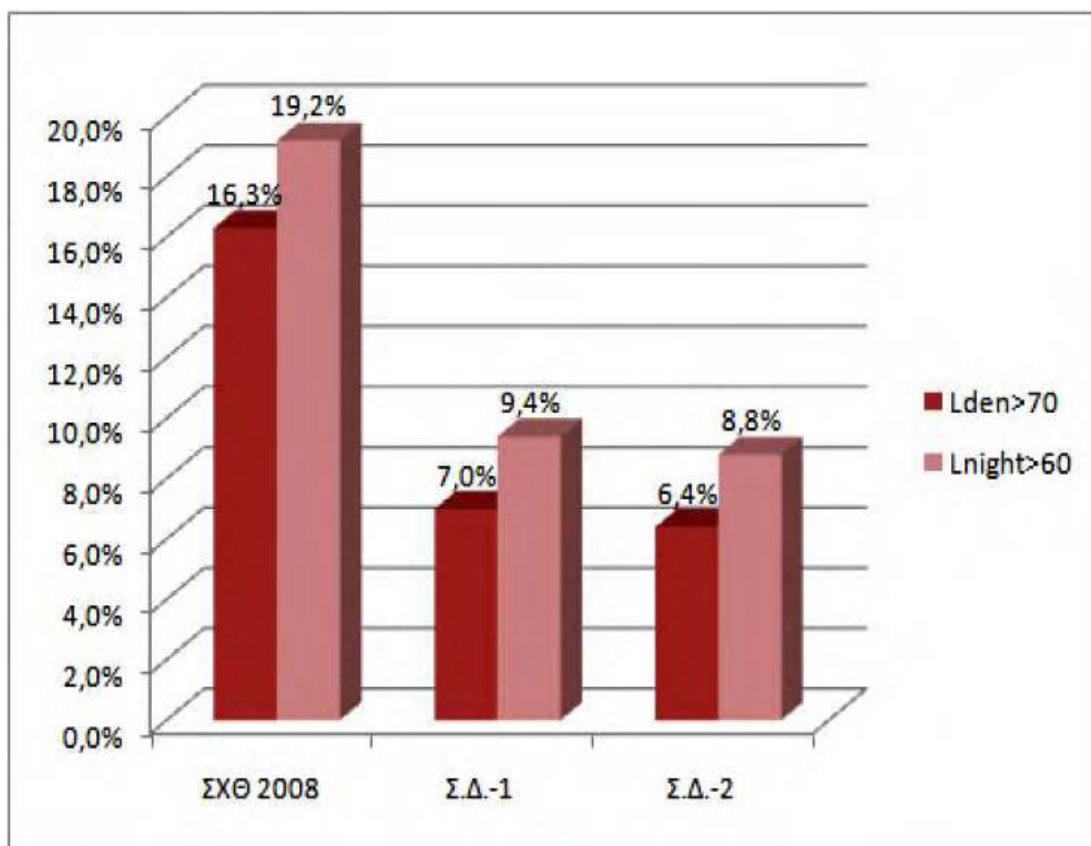
Διάγραμμα 2.13: Κατανόμη κτηρίων κατοικιών στις ζώνες των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου Lden και Lnigh για το Σχέδιο Δράσης ΣΔ-2 της Αττικής Οδού.

2.3.3 Συμπεράσματα – Συγκριτική θεώρηση ΣΧ2008 – ΣΔ1 – ΣΔ2

Τα Σχέδια Δράσης ΣΔ-1 και ΣΔ-2, τα οποία αναλύθηκαν ανωτέρω περιλαμβάνουν εκτιμήσεις αναφορικά με τη μείωση του αριθμού των επηρεαζόμενων ατόμων, επιφανείας και κτηρίων κατοικίας σε σχέση με τα αντίστοιχα στοιχεία του ΣΧΘ 2008, στο σύνολο των πολεοδομικών συγκροτημάτων κατά μήκος του οδικού άξονα της Αττικής Οδού. Ιδιαίτερα σε ότι αφορά την εφαρμογή του κριτηρίου **Lden = 70 dB(A) & Lnight = 60 dB(A)** στον πίνακα 5.5 και στο διάγραμμα του σχήματος 5.10, στη συνέχεια, δίνεται η συγκριτική θεώρηση έκθεσης σε πληθυσμό, για τον ΣΧΘ 2008 και τα ΣΔ-1 και ΣΔ-2, αντίστοιχα, η οποία κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητική λαμβανομένου υπόψη ότι ο σχεδιασμός των πετασμάτων γίνεται σήμερα για τα ισχύοντα όρια τα οποία υπολείπονται των νέων προτεινόμενων κριτηρίων. Επισημαίνεται επί πλέον ότι η φαινομενική μικρή βελτίωση του ΣΔ-2 σε σχέση με το ΣΔ-1, σε τοπικό επίπεδο μερικών καλύψεων είναι ιδιαίτερα αυξημένη και απόλυτα ικανοποιητική.

ΣΕΝΑΡΙΑ	Lden>70 dB(A)	Lnight>60 dB(A)
ΣΧΘ 2008	16,3%	19,2%
Σ.Δ.-1	7,0%	9,4%
Σ.Δ.-2	6,4%	8,8%

Πίνακας 2.13: Συγκριτική διαφοροποίηση έκθεσης του πληθυσμού σε στάθμες Lden>70 dB(A) & Lnight>60 dB(A) για τον ΣΧΘ 2008, και τα Σχέδια Δράσης ΣΔ-1 και ΣΔ-2 της Αττικής Οδού.



Διάγραμμα 2.14: Συγκριτική διαφοροποίηση της ποσοστιαίας έκθεσης του πληθυσμού για τις στάθμες $L_{den} > 70$ dB(A) και $L_{night} > 60$ dB(A) για το σύνολο των σεναρίων : ΣΧΘ 2008 (χωρίς αντιθορυβική προστασία και Σχέδια Δράσης ΣΔ-1 και ΣΔ-2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΟ ΕΤΗΣΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟ

3.1 Περιγραφή Προγράμματος Παρακολούθησης Ο.Κ.Θ

Για την μακροχρόνια περιβαλλοντική παρακολούθηση της διακύμανσης των δεικτών κυκλοφοριακού θορύβου στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών όρων λειτουργίας των συγκοινωνιακών έργων θα πρέπει να προβλέπεται η εκπόνηση και εφαρμογή, από τον κύριο του Έργου, «Ειδικής Μελέτης Προγράμματος Παρακολούθησης Περιβαλλοντικού Θορύβου Συγκοινωνιακών Έργων» η οποία θα καθορίζει:

- τη χωροθέτηση και τις κατάλληλες τεχνικές προδιαγραφές μόνιμου/ων σταθμού/ών παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου εφόσον απαιτείται από τους περιβαλλοντικούς όρους.
- το αναλυτικό πρόγραμμα 24ωρων ακουστικών καταγραφών ωριαίας ανάλυσης σε ετήσια βάση (αν προταθεί), και θα καλύπτει την καταγραφή του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου, σε ύψος $4,0\pm 0,2$ m πάνω από το έδαφος και σε απόσταση 2m από την πιο εκτεθειμένη πρόσοψη του υπό προστασία δέκτη.

Με την υλοποίηση των προβλεπόμενων αντιθορυβικών έργων και την έναρξη λειτουργίας του κάθε έργου, εκπονούνται και στη συνέχεια υποβάλλονται για έγκριση στην αρμόδια υπηρεσία, το αργότερο μέχρι την 31^η Ιανουαρίου του επομένου έτους, τα αποτελέσματα του Ετήσιου Προγράμματος Παρακολούθησης Ορίων Δεικτών Περιβαλλοντικού Θορύβου.

Το ετήσιο αυτό πρόγραμμα περιλαμβάνει αναλυτικές αξιολογήσεις της διακύμανσης των σχετικών δεικτών θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία του έργου, λαμβανομένου υπόψη του ακουστικού υποβάθρου της άμεσης περιοχής.

Σε περίπτωση καταγραφής συστηματικών υπερβάσεων των ορίων θορύβου, ο κύριος του Έργου και ο φορέας λειτουργίας του Έργου οφείλει να προβεί άμεσα σε μελέτη αντιμετώπισης θορύβου και να υποβάλει προτάσεις με τα κατάλληλα μέτρα άρσης των υπερβάσεων (η διαδικασία αυτή δεν αποτελεί μέρος του προγράμματος παρακολούθησης).

Τεχνικές προδιαγραφές

Κατά την λειτουργία ενός συγκοινωνιακού έργου, η εκάστοτε αναγκαία καταγραφή του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου και γενικότερα του υπάρχοντος ακουστικού

περιβάλλοντος για το σύνολο των αναγκών ηχοπροστασίας και παρακολούθησης του, πρέπει να ακολουθεί της επιταγές της σχετικής ΚΥΑ 13586 (ΦΕΚ Β' 384 28.3.2006) των Υπουργών Οικονομίας & Οικονομικών, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων και Μεταφορών & Επικοινωνιών περί «Καθορισμού μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον», η οποία ενσωματώνει στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο τις διατάξεις της οδηγίας 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου του Συμβουλίου της 25.6.2002». (βλέπε 1.5.4)

Η εκάστοτε αναγκαία καταγραφή του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου, σύμφωνα με το παράρτημα 2 της ανωτέρω ΚΥΑ, θα πρέπει να είναι συμβατή με τα παρακάτω:

1. Δείκτες και ανάλυση μετρήσεων
2. Χρονική περίοδος καταγραφής
3. Θέσεις μέτρησης
4. Όργανα μέτρησης
5. Στάθμιση χρόνου
6. Βαθμονόμηση οργάνων
7. Στοιχεία μετρήσεων
8. Συνθήκες μέτρησης

Ο οριστικός σχεδιασμός του συστήματος για το σύνολο των ενοτήτων όπου θα εφαρμοσθούν σταθμοί παρακολούθησης, τα απαραίτητα έργα υποδομής καθώς και ο απαιτούμενος υλικοτεχνικός εξοπλισμός, πληρούν τις παρακάτω κατευθυντήριες γραμμές:

- Συλλογή και επεξεργασία των απαραίτητων παραμέτρων οδικού κυκλοφοριακού θορύβου.
- Πλήρης συμβατότητα και δυνατότητα επικοινωνίας με το ΕΔΠΠ -Εθνικό Δίκτυο Πληροφορικής Περιβάλλοντος- του ΥΠΕΧΩΔΕ, μέσω του υπάρχοντος συστήματος παρακολούθησης αστικού θορύβου του ίδιου Υπουργείου (Τμήμα Θορύβου – Δ/ση ΕΑΡΘ).
- Δυνατότητα τηλεμετάδοσης στον σταθμό ελέγχου της Αττικής Οδού - και στη συνέχεια για αποστολή στοιχείων στο ΥΠΕΚΑ και τοπικούς & εθνικούς ενδιαφερόμενους φορείς.

3.2 Το ετήσιο πρόγραμμα παρακολούθησης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου στην Αττική Οδό για την περίοδο 2004-2013

Ήδη από τον Ιούλιο 2002, στην Αττική Οδό εκπονείται πλήρες Πρόγραμμα Παρακολούθησης του Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου. Το πλήρες σύστημα Παρακολούθησης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου Ο.Κ.Θ. (Road Traffic Noise Monitoring Station - RTNMS) της Αττικής Οδού, έχει σαν στόχο την συγκέντρωση των ακουστικών και λοιπών παραμέτρων που απαιτούνται για τον ορθό σχεδιασμό, που αποσκοπεί στην διόρθωση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τον θόρυβο καθώς και τον διαρκή έλεγχο της αποτελεσματικότητας των ηχοπροστατευτικών μέτρων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της συνεχούς παρακολούθησης (monitoring) της στάθμης των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου $L_{10}(18\text{ώρου})$, $Leq(h)$, L_{den} και L_{night} σε επιλεγμένα αντιπροσωπευτικά σημεία της Αττικής Οδού είτε είναι μεσοπρόθεσμα είτε μακροπρόθεσμα.

3.2.1 Οι μόνιμοι σταθμοί παρακολούθησης Ο.Κ.Θ

Το πλήρες σύστημα Παρακολούθησης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου Ο.Κ.Θ. (RTNMS) όπως έχει καθορισθεί στην σχετική εγκεκριμένη μελέτη Αντιθορυβικής Προστασίας αποτελείται σήμερα από οκτώ μόνιμους σταθμούς:

- Γ.Ε. A14 : 1
- Γ.Ε. A08 : 2
- Γ.Ε. A10 : 1
- Γ.Ε. A11 : 1
- Γ.Ε. A06 : 1
- ΔΠΛΥ : 2

Η πλέον πρόσφατη αναβάθμιση και πλήρης προσαρμογή των καταγραφών του συστήματος του προγράμματος του Ο.Κ.Θ. στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ και την ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ Β 384/28/3/2006 [3],[4], σε περιβάλλον επικοινωνίας οπτικών ινών, ολοκληρώθηκε τον Δεκ. 2009, με την εφαρμογή νέας τεχνολογίας αιχμής OPER@ για την εξασφάλιση της ταχύτερης και αποτελεσματικότερης συλλογής και ανάλυσης δεδομένων σύμφωνα με τις νέες απαιτήσεις.

Η μονάδα OPER@ μπορεί να καταγράφει ταυτόχρονα τα παρακάτω μεγέθη που καλύπτουν πλήρως τις απαιτήσεις των σχετικών περιβαλλοντικών όρων που διέπουν το έργο της Α.Ο. και των σχετικών Ευρωπαϊκών οδηγιών:

- 1/3 octave Leq , L_p Slow, L_p Fast & L_p Impulse

- LAeq; LBeq; LCeq & LZeq
- LpA fast; LpA slow & LpA Impulse
- LpB fast; LpB slow & LpB Impulse
- LpC fast; LpC slow & LpC Impulse
- LpZ fast; LpZ slow & LpZ Impulse
- Ανάλυση στο 1/3 της οκτάβας ενός από τους παραπάνω δείκτες
- Στατιστικούς δείκτες για όλα τα παραπάνω μεγέθη
- PNL, PNLt
- SIL4, SIL3, PSIL
- Δείκτες Lday, Levening, Lnight & Lden της οδηγίας 2002/49/EK

3.2.2 Πρόγραμμα 24ωρων ακουστικών μετρήσεων

Το πρόγραμμα παρακολούθησης, περιλαμβάνει, επιπλέον, σειρά ετησίων ακουστικών μετρήσεων και συγκεκριμένα τρία τρίμηνα ανά έτος, σε διακριτές γεωγραφικές θέσεις, παρά τον άξονα, που στοχεύουν:

- στον πλήρη έλεγχο αποτελεσματικότητας των προβλεπόμενων αντιθορυβικών πετασμάτων,
- στον έλεγχο των ισχυόντων ορίων θορύβου σε θέσεις που δεν χρήζουν άμεσης αντιθορυβικής προστασίας για την έγκαιρη εφαρμογή μελλοντικών μέτρων προστασίας,
- στην πύκνωση δείγματος ακουστικών μετρήσεων μεταξύ των μόνιμων σταθμών με έμφαση σε τυχόν περιοχές προς ένταξη στο σχέδιο πόλης.

24ωρες ακουστικές μετρήσεις της περιόδου 2004-2013

Η καταγραφή του υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος στα πλαίσια της περιόδου 2004-2013 πραγματοποιήθηκε με αυτοκινούμενους σταθμούς και περιλαμβάνει:

- 2004 : 204
- 2005 : 203
- 2006 : 200
- 2007 : 200
- 2008 : 188
- 2009 : 199
- 2010 : 212
- 2011 : 210

- 2012 : 200
- 2013 : 203

Οι 24ωρες ακουστικές μετρήσεις εκτελέσθηκαν :

- 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 CEL 593 και τύπου SOLO (01 dB).
- με αυτόνομους κινητούς σταθμούς θορύβου με στατιστικό αναλυτή και διάταξη μικροφώνου (σε τρίποδα) τύπου SOLO.

Πριν από κάθε 24ωρη ακουστική μέτρηση γίνεται βαθμονόμηση των οργάνων με ειδικό όργανο βαθμονόμησης (acoustical calibrator) τύπου CEL-284/2 για τα ηχόμετρα τύπου CEL- 593 και ειδικό βαθμονομητή για τα όργανα τύπου SOLO, 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 οι μέγιστες (L_{max}) και ελάχιστες τιμές (L_{min}).

3.2.3 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων των 24ωρων ακουστικών μετρήσεων της περιόδου 2004-2013

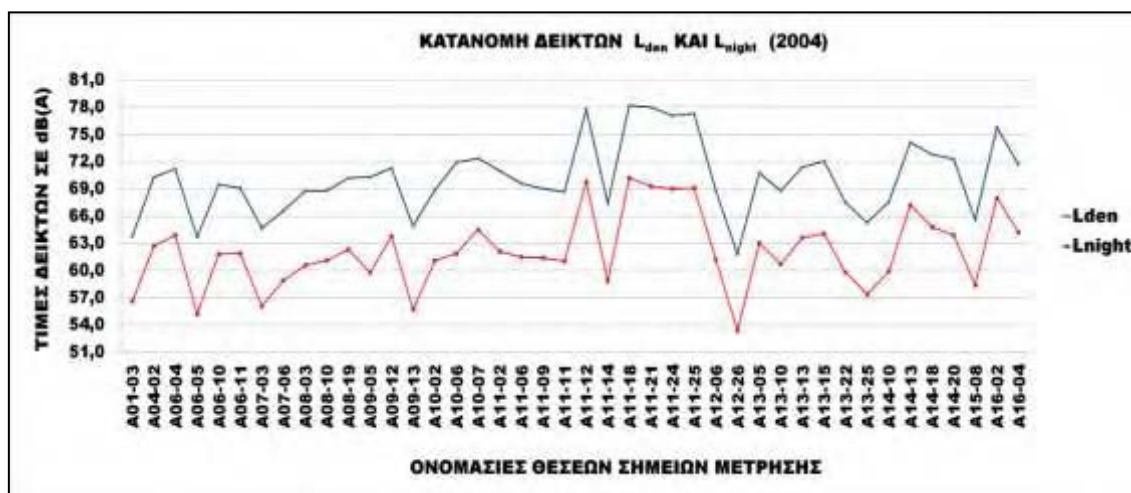
Με την ολοκλήρωση των 24ωρών ακουστικών μετρήσεων του προγράμματος καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Στις θέσεις όπου έχουν ήδη υλοποιηθεί τα προβλεπόμενα - από τις εγκεκριμένες ΜΠΕ & ειδικές ακουστικές μελέτες - μέτρα αντιθορυβικής προστασίας τα αποτελέσματα είναι απόλυτα συμβατά με τις προβλέψεις και επιτυγχάνεται στις περισσότερες περιπτώσεις πλήρης κάλυψη του νομοθετημένου.
- Με τη χρήση των υλοποιημένων πετασμάτων επιτυγχάνεται ικανοποιητική προστασία μέχρι το επίπεδο του δεύτερου ή/και τρίτου ορόφου της πρώτης σειράς κατοικιών προς το έργο. Σε περιπτώσεις όμως οικιών περισσοτέρων ορόφων καταγράφονται πλέον υπερβάσεις οι οποίες απαιτούν ειδική ακουστική μελέτη και εφαρμογή επιπλέον μέτρων.
- Επισημαίνεται όμως ότι με την πλήρη λειτουργία της Αττικής Οδού και την ολοκλήρωση του παράπλευρου οδικού δικτύου, η χρήση του οποίου έχει αυξηθεί

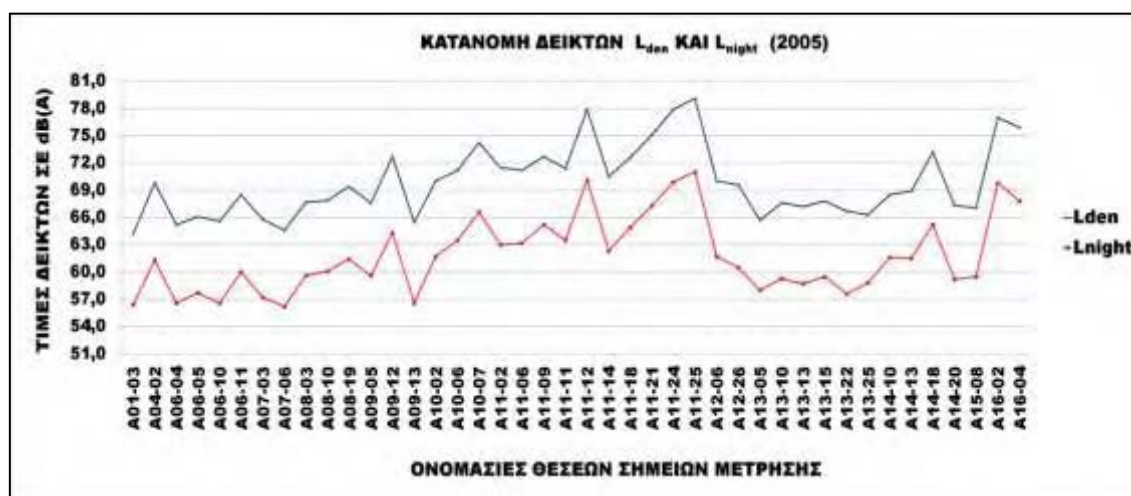
σημαντικά παρατηρούνται ήδη σχετικά υψηλές στάθμες θορύβου (εντεύθεν των υλοποιημένων αντιθορυβικών πετασμάτων), με αποτέλεσμα να έχουν καταγραφεί σημειακές υπερβάσεις των ορίων, οι οποίες όμως οφείλονται στην αυξημένη χρήση του παράπλευρου δικτύου (διαμπερείς και εγκάρσιες κινήσεις με στόχο την αποφυγή Ι.Κ. και αστικών οδικών τμημάτων των γειτνιαζόντων Δήμων που χαρακτηρίζονται από υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους). Για τις θέσεις αυτές δεν προτείνεται η λήψη επιπλέον μέτρων από την Α.Ο.

3.3 Διακύμανση των δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} την περίοδο 2004-2013 στην Αττική Οδό

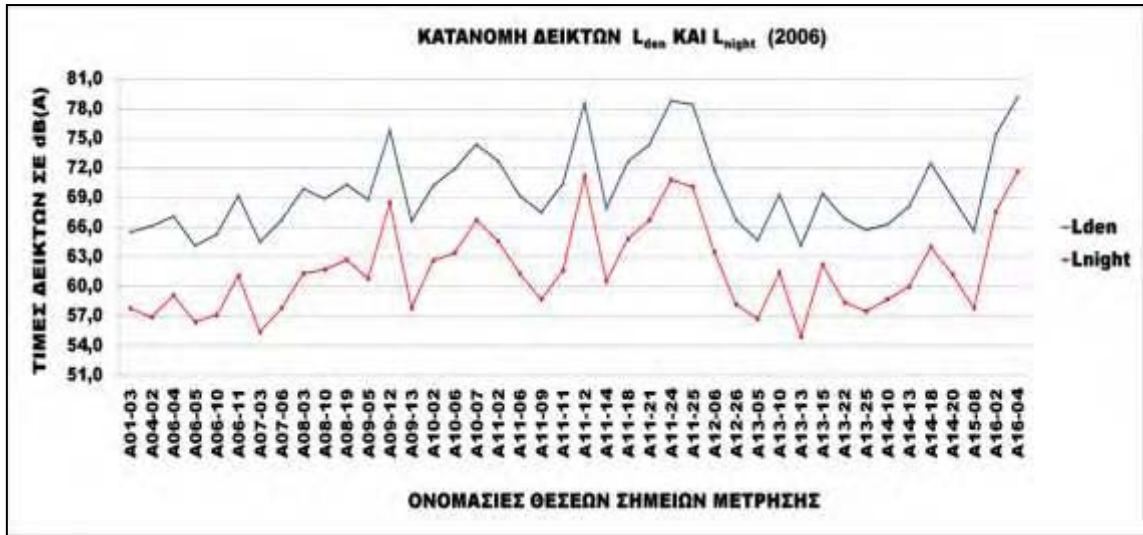
Στα διαγράμματα που ακολουθούν, φαίνεται η κατανομή των δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για τα έτη 2004-2013. Η κατανομή αφορά 42 σημεία τα οποία βρίσκονται στο τμήμα Ελευσίνα – Αεροδρόμιο.



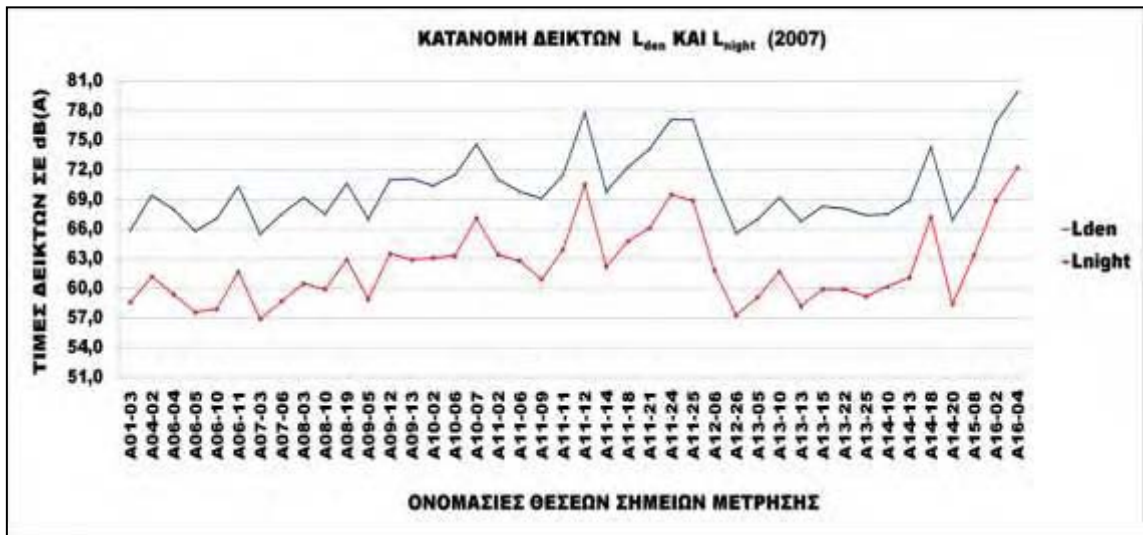
Διάγραμμα 3.1: Κατανομή δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2004



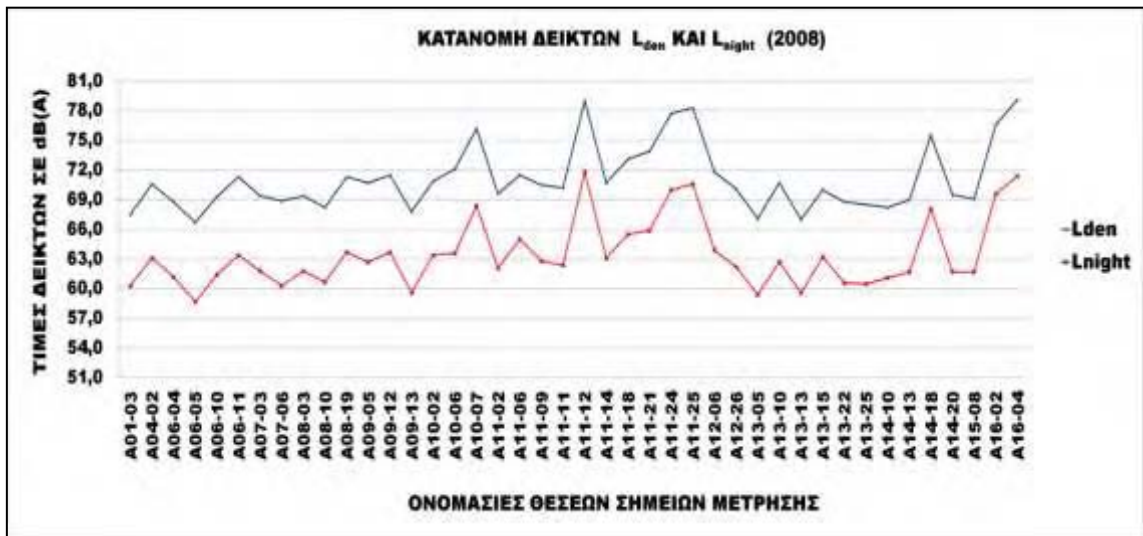
Διάγραμμα 3.2: Κατανομή δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2005



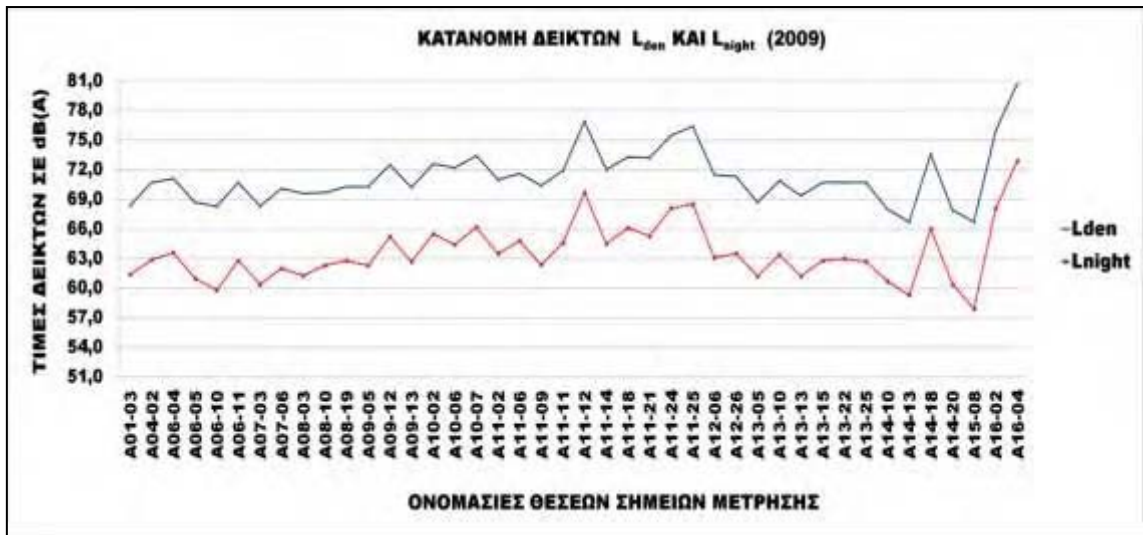
Διάγραμμα 3.3: Κατανομή δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2006



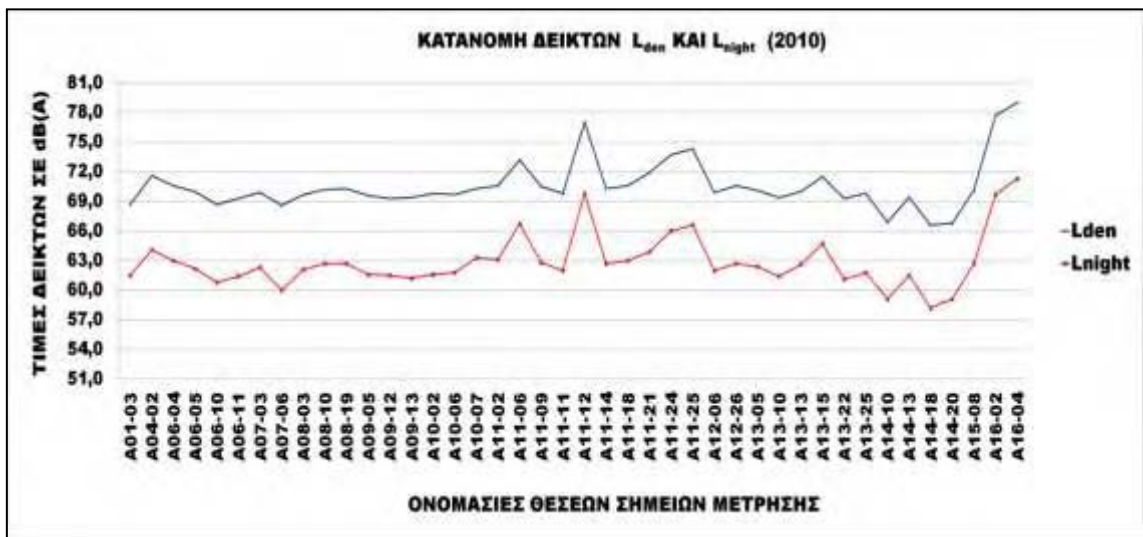
Διάγραμμα 3.4: Κατανομή δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2007



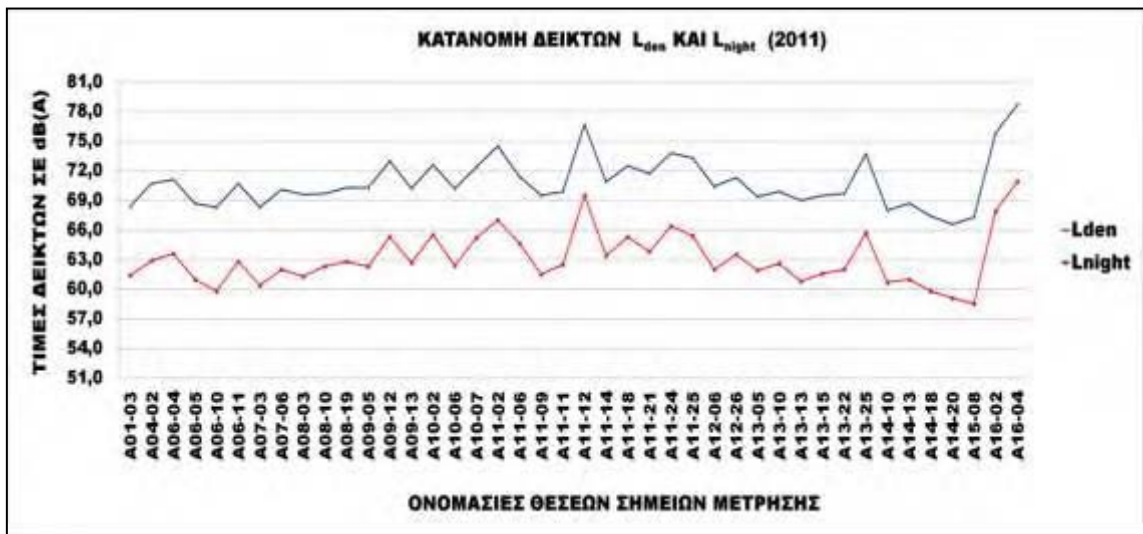
Διάγραμμα 3.5: Κατανομή δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2008



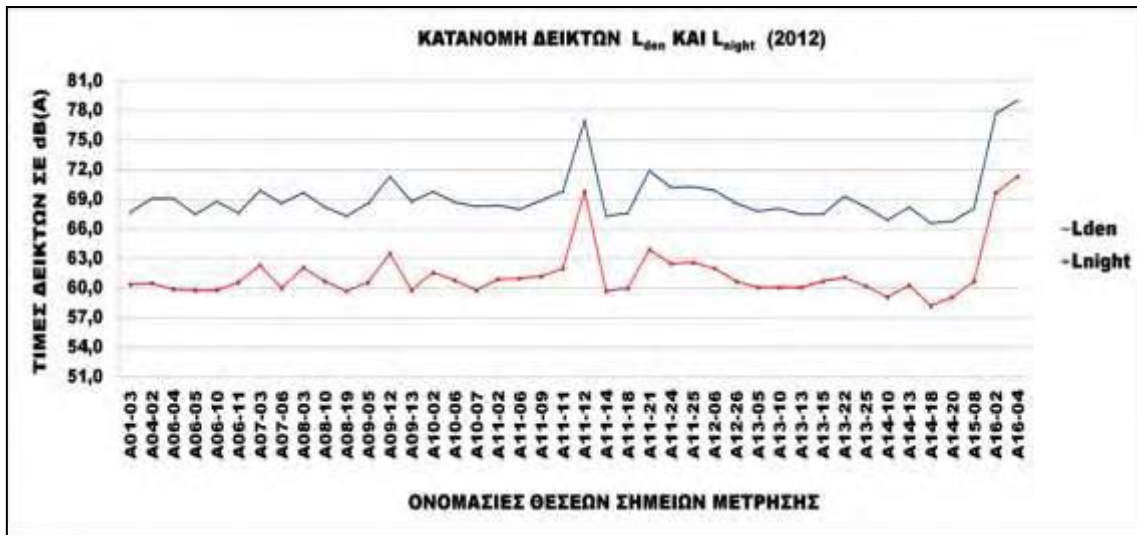
Διάγραμμα 3.6: Κατανομή δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2009



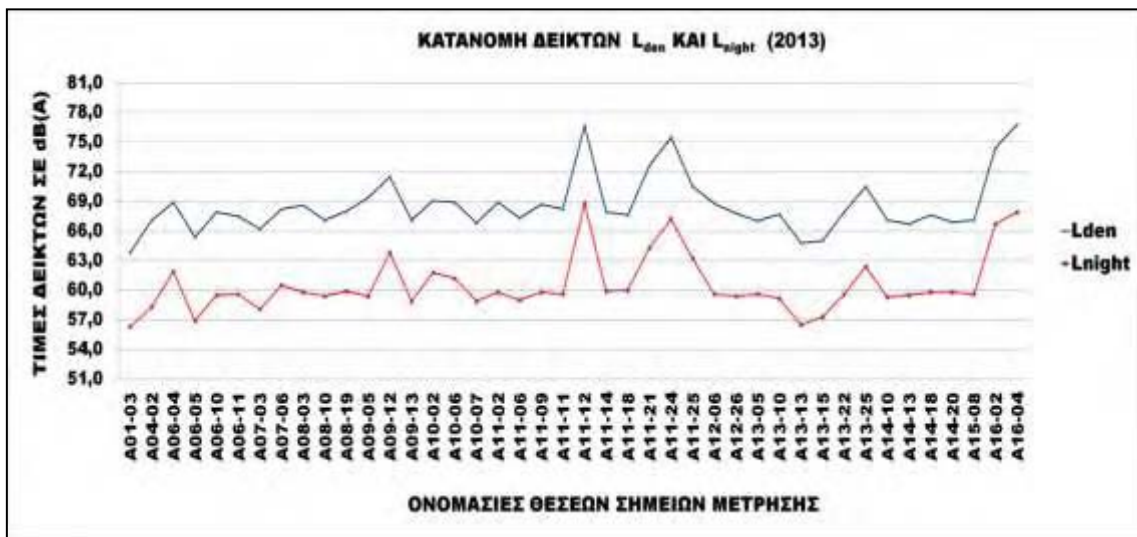
Διάγραμμα 3.7: Κατανομή δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2010



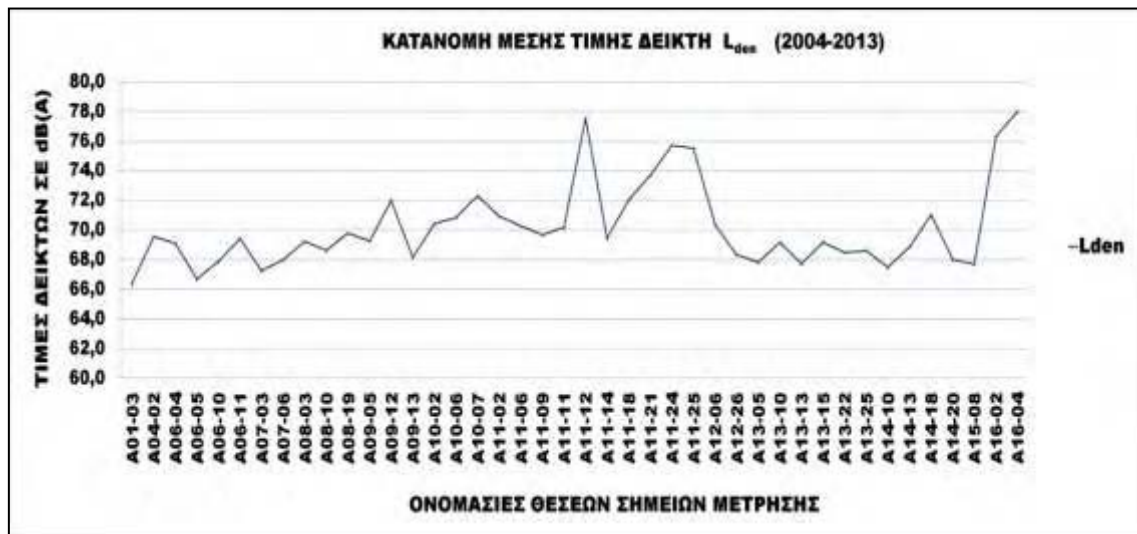
Διάγραμμα 3.8: Κατανομή δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2011



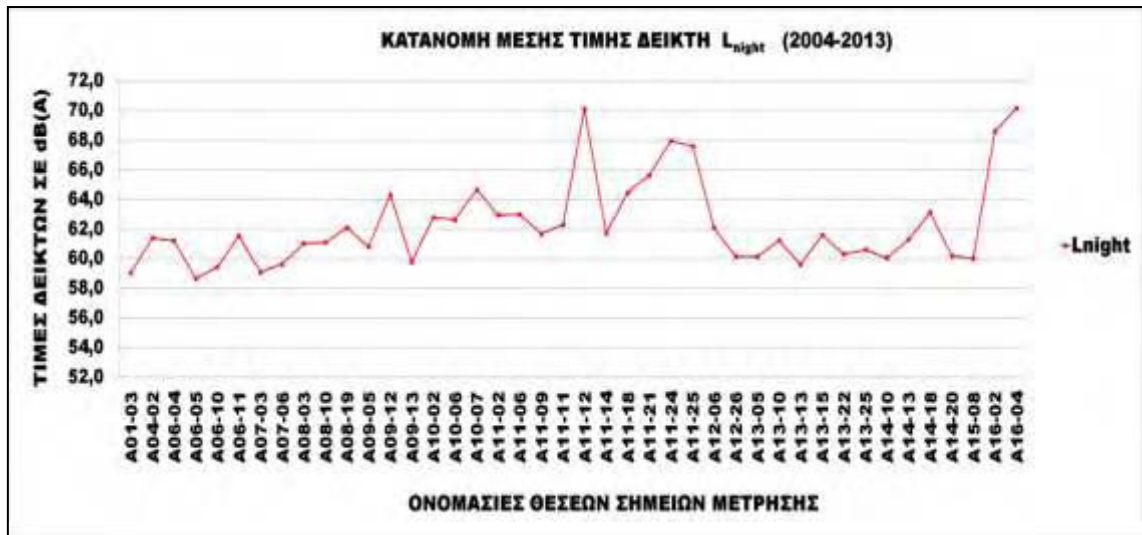
Διάγραμμα 3.9: Κατανομή δεικτών θορύβου Lden & Lnight για το έτος 2012



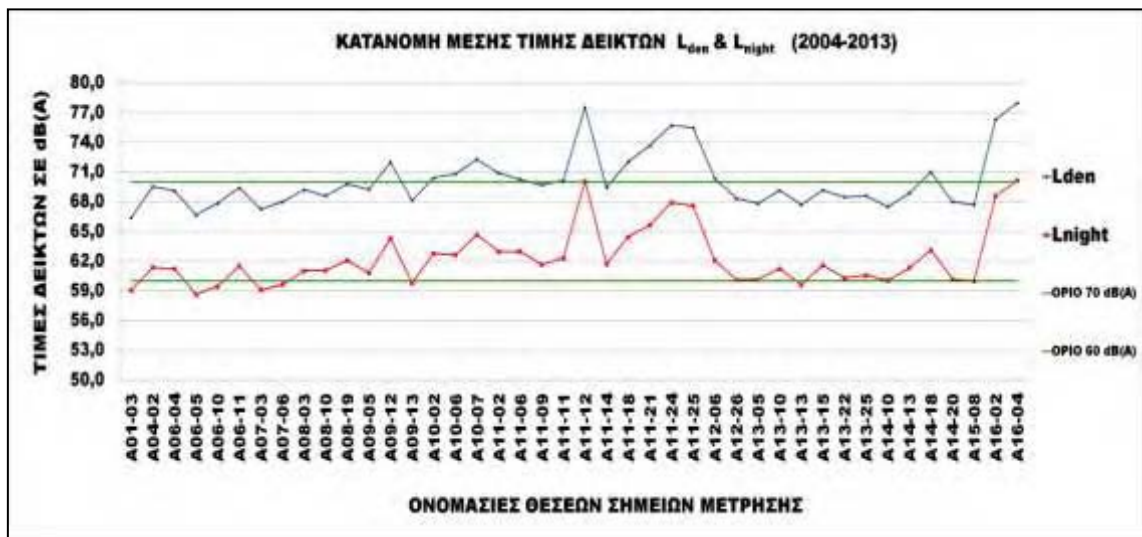
Διάγραμμα 3.10: Κατανομή δεικτών θορύβου Lden & Lnight για το έτος 2013



Διάγραμμα 3.11: Κατανομή μέσης τιμής δείκτη θορύβου Lden (2004-2013)



Διάγραμμα 3.12: Κατανομή μέσης τιμής δείκτη θορύβου L_{night} (2004-2013)



Διάγραμμα 3.13: Κατανομή μέσης τιμής δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} (2004-2013)

Στο διάγραμμα 3.13 φαίνεται ο μέσος όρος των δεικτών L_{den} και L_{night} για τα δέκα έτη 2004 έως 2013. Με βάση την ΚΥΑ 211773/2012, ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των ανωτέρω δεικτών θορύβου, καθορίζονται τα ακόλουθα:

- Για τον L_{den} , τα 70 dB(A) &
- Για τον L_{night} , τα 60 dB(A),

τα οποία απεικονίζονται παραπάνω με μια συνεχή πράσινη γραμμή. Παρατηρούμε πως για τον 24-ωρο δείκτη L_{den} η μέση τιμή του κυμαίνεται μεταξύ των 66,4 dB(A) και 78,0 dB(A) για τα έτη 2004-2013. Αντίστοιχα για τον 8-ωρο νυχτερινό δείκτη L_{night} η μέση τιμή κυμαίνεται μεταξύ των 58,7 dB(A) και 70,2 dB(A) για τα έτη 2004-2013. Οι ακραίες τιμές

αφορούν τις θέσεις A01-03 και A16-04 για τον δείκτη L_{den} , ενώ, οι θέσεις A06-05 και A16-04 τον δείκτη L_{night} αντίστοιχα.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, οι τιμές και των δύο δεικτών παρουσιάζουν αύξηση στην χρονική περίοδο 2004-2009 και από εκεί και έπειτα παρατηρείται μείωση των τιμών των δεικτών στο διάστημα 2009-2013. Η μείωση που παρατηρείται οφείλεται στον συνδυασμό των ενεργειών που πραγματοποιούνται κάθε χρόνο για τη μείωση του θορύβου και της μείωσης του κυκλοφοριακού φόρτου. Η παραπάνω παρατήρηση απεικονίζεται εμφανέστερα στα *Διαγράμματα Ετήσιας Διακύμανσης Δεικτών Θορύβου L_{den} & L_{night} ανά θέση μέτρησης*, του Παραρτήματος Β. Παρατηρούνται όμως υπερβάσεις των επιτρεπόμενων ορίων σε συγκεκριμένες θέσεις, οι οποίες οφείλονται στην αυξημένη χρήση του παράπλευρου δικτύου και στις χρήσεις γης.

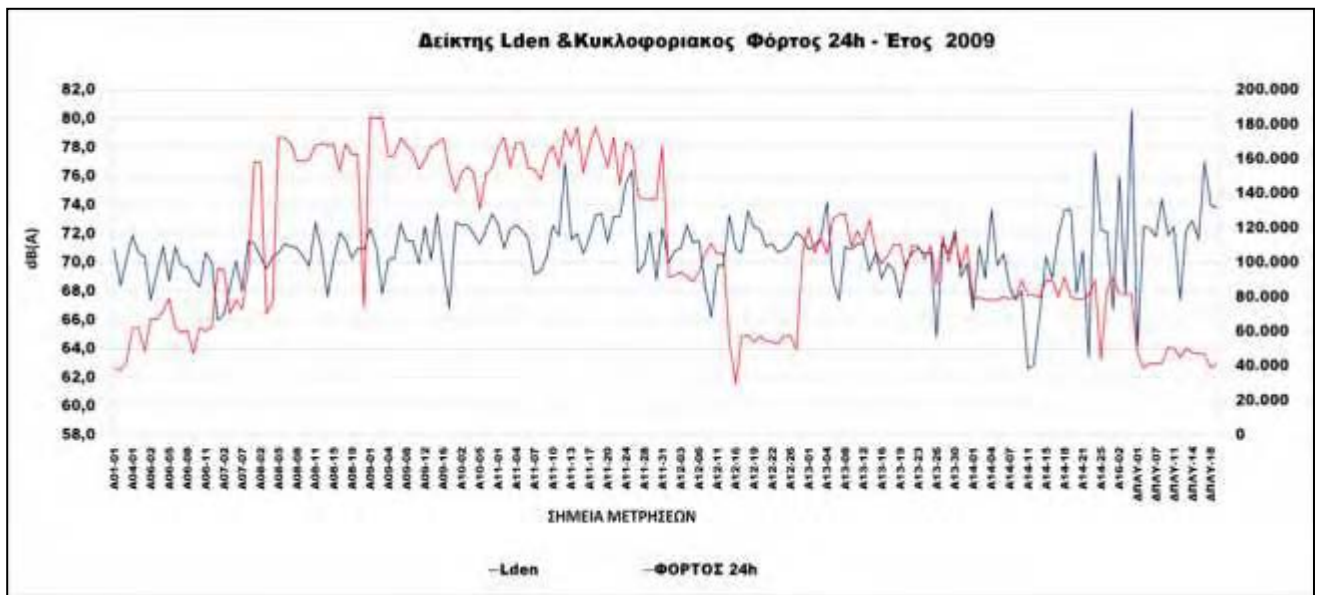
3.4. Διαχρονική εξέλιξη των δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} την περίοδο 2009-2013 στην Αττική Οδό και συσχέτιση τους με τον οδικό κυκλοφοριακό φόρτο.

Οι αστικές και οι ημιαστικές μετακινήσεις συνεισφέρουν αισθητά σε πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως π.χ., αέρια ρύπανση και περιβαλλοντικό θόρυβο.

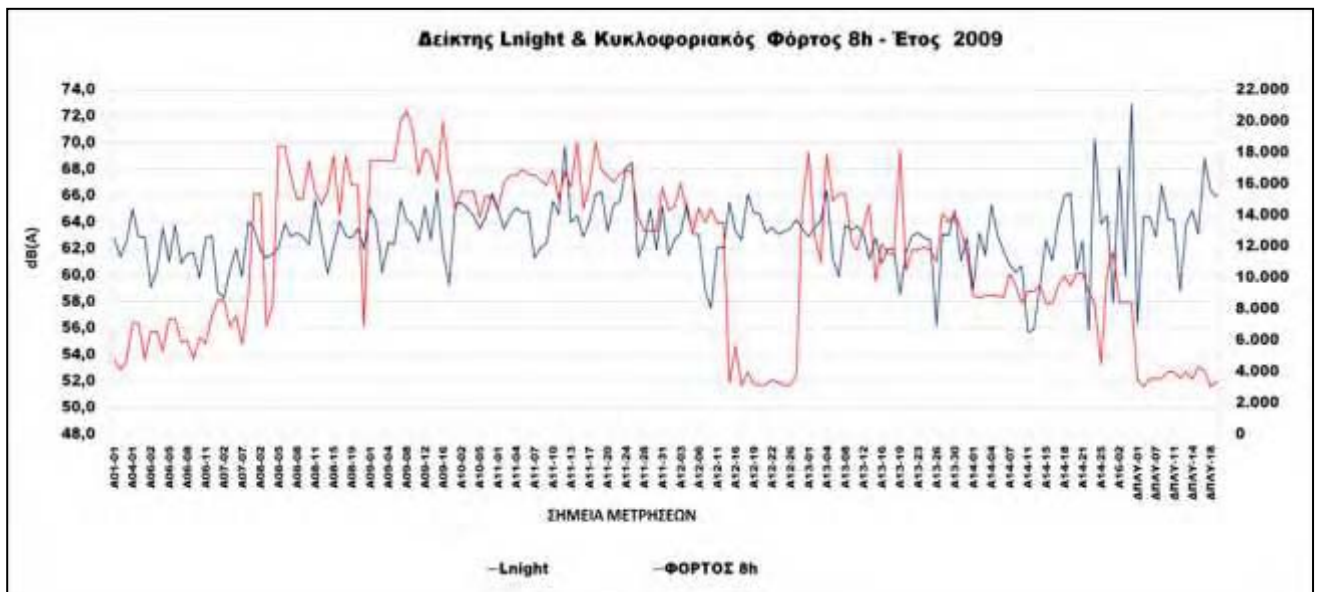
Ο κυκλοφοριακός φόρτος αποτελεί ένα από τα κυριότερα ποσοτικά μεγέθη της κυκλοφορίας και ορίζεται ως, *ο αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μια διατομή οδού μέσα σε μια ορισμένη χρονική περίοδο*. Ανάλογα με την χρονική περίοδο που αναφέρεται, ο κυκλοφοριακός φόρτος χαρακτηρίζεται ως ωριαίος, ημερήσιος, ετήσιος κλπ. Στην παρούσα έρευνα θα αναφερθούμε σε ημερήσιο κυκλοφοριακό φόρτο και κυκλοφοριακό φόρτο οκταώρου νύχτας (23:00 – 07:00), κατά αντιστοιχία με τους δείκτες Ο.Κ.Θ. L_{den} & L_{night} .

Για την διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ του οδικού θορύβου και του κυκλοφοριακού φόρτου επιλέχτηκαν 182 θέσεις ελέγχου από το πρόγραμμα των 24ωρων ακουστικών καταγραφών ωριαίας ανάλυσης σε ετήσια βάση, οι οποίες αποτελούσαν τα κοινά σημεία μετρήσεων Ο.Κ.Θ. για την περίοδο 2009-2013. Τα σημεία αυτά βρίσκονται στην Ελεύθερη Λεωφόρο Ελευσίνας - Σταυρού - Σπάτων (Ε.Λ.Ε. - Σ - Σ) και στη Δυτική Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού (Δ.Π.Λ.Υ.) .

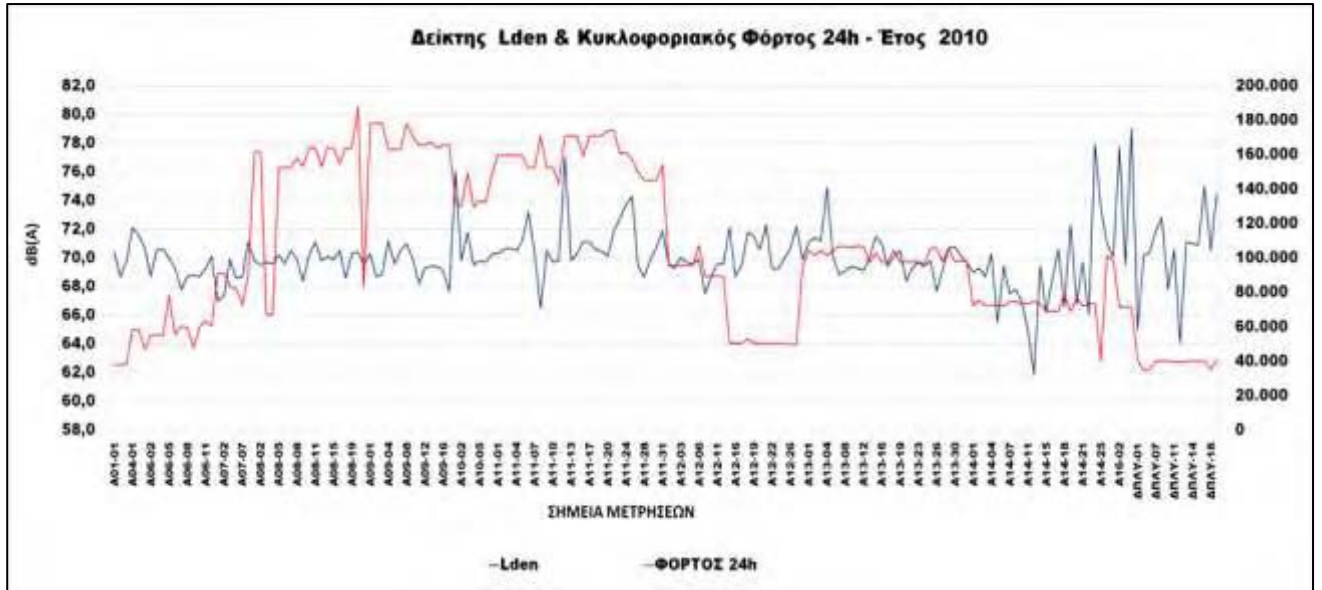
Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζεται η κατανομή των τιμών των δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} για τα έτη 2009-2013 σε συνδυασμό με τον αντίστοιχο κυκλοφοριακό φόρτο των ίδιων ημερομηνιών .



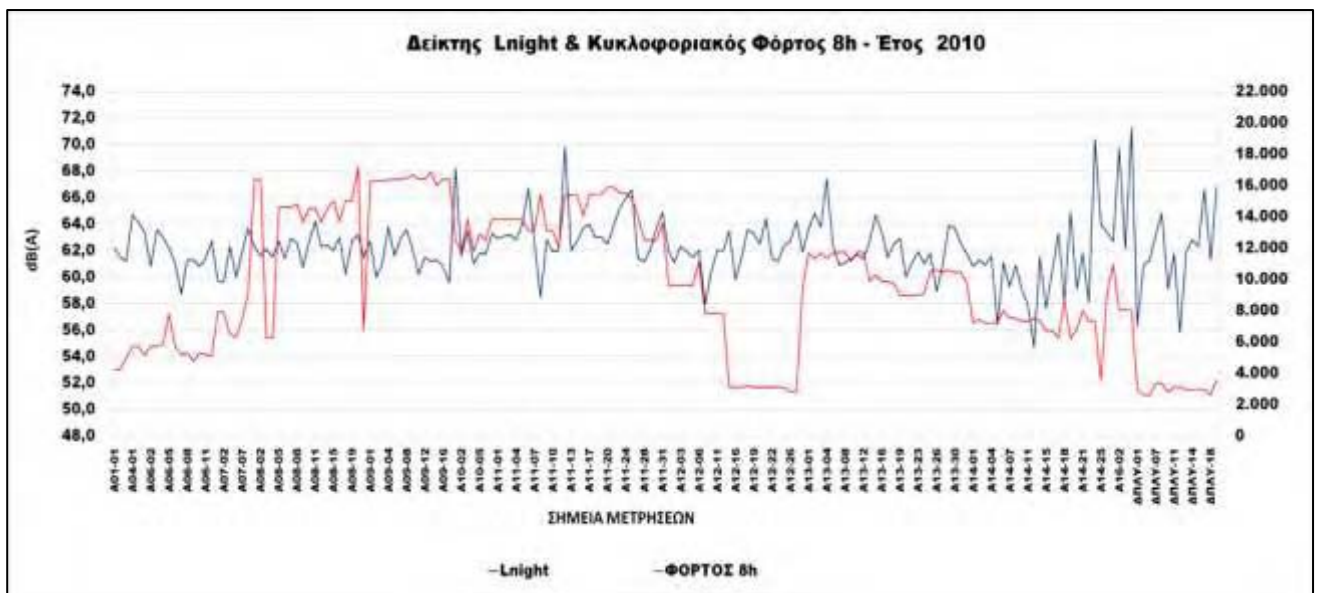
Διάγραμμα 3.14: Κατανομή τιμών δείκτη θορύβου Lden & Κυκλοφοριακού Φόρτου 24h για το έτος 2009



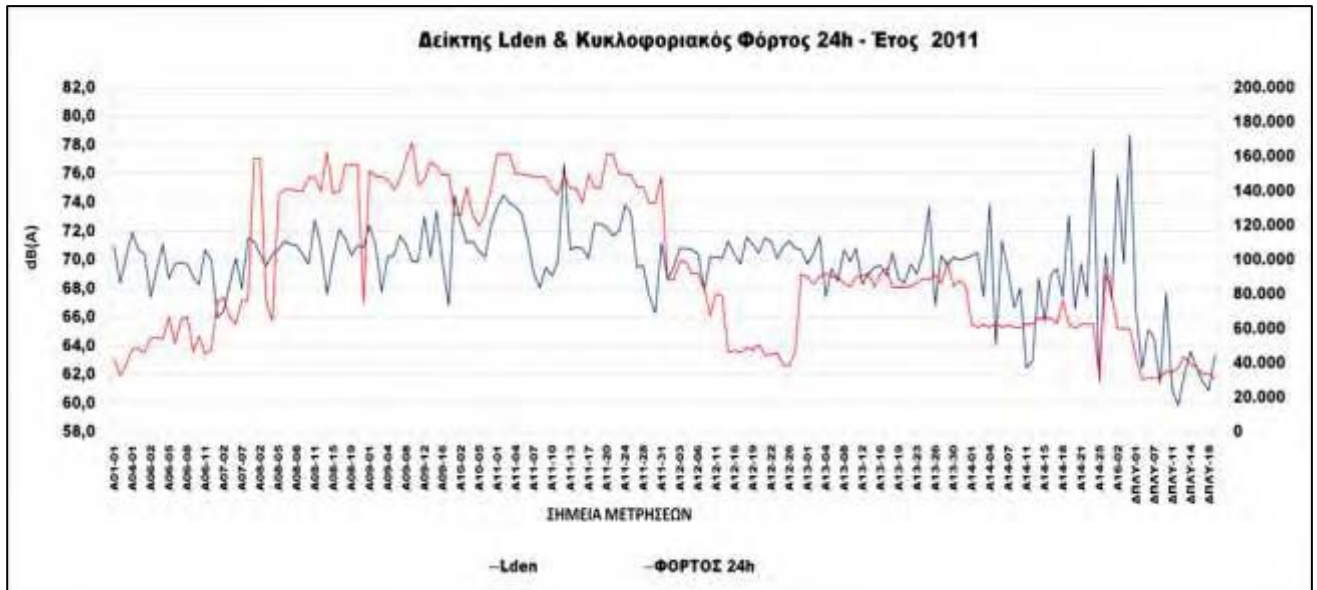
Διάγραμμα 3.15: Κατανομή τιμών δείκτη θορύβου Lnlight & Κυκλοφοριακού Φόρτου 8h για το έτος 2009



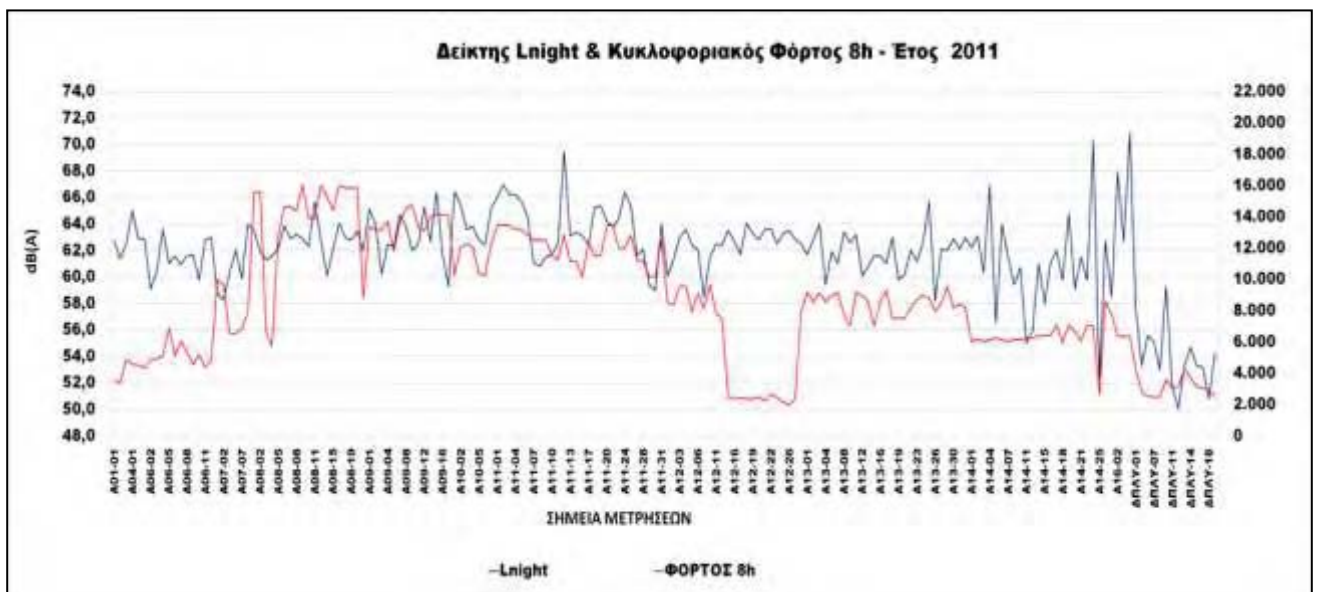
Διάγραμμα 3.16: Κατανομή τιμών δείκτη θορύβου Lden & Κυκλοφοριακού Φόρτου 24h για το έτος 2010



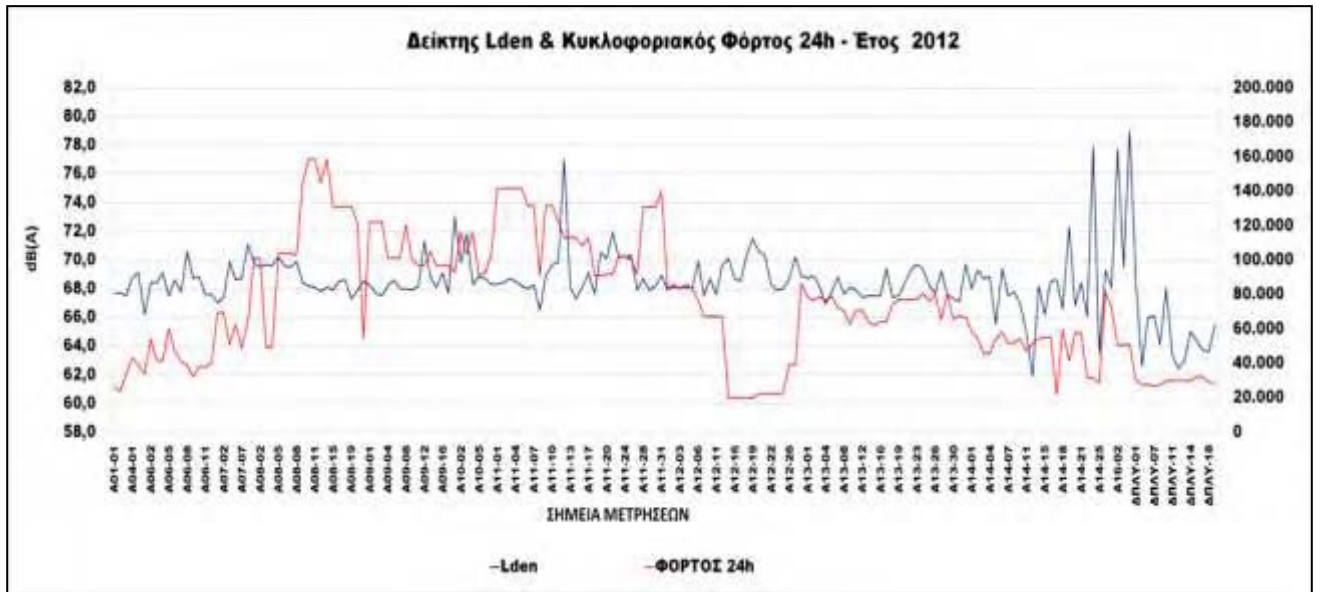
Διάγραμμα 3.17: Κατανομή τιμών δείκτη θορύβου Lnight & Κυκλοφοριακού Φόρτου 8h για το έτος 2010



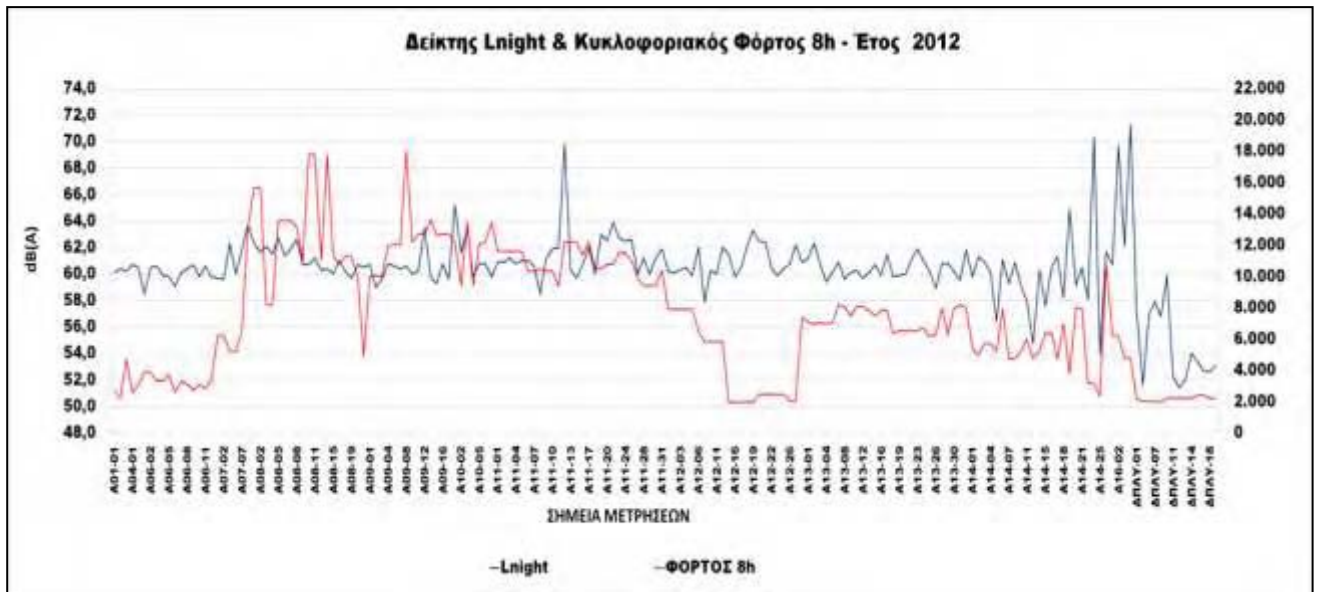
Διάγραμμα 3.18: Κατανόμή τιμών δείκτη θορύβου Lden & Κυκλοφοριακού Φόρτου 24h για το έτος 2011



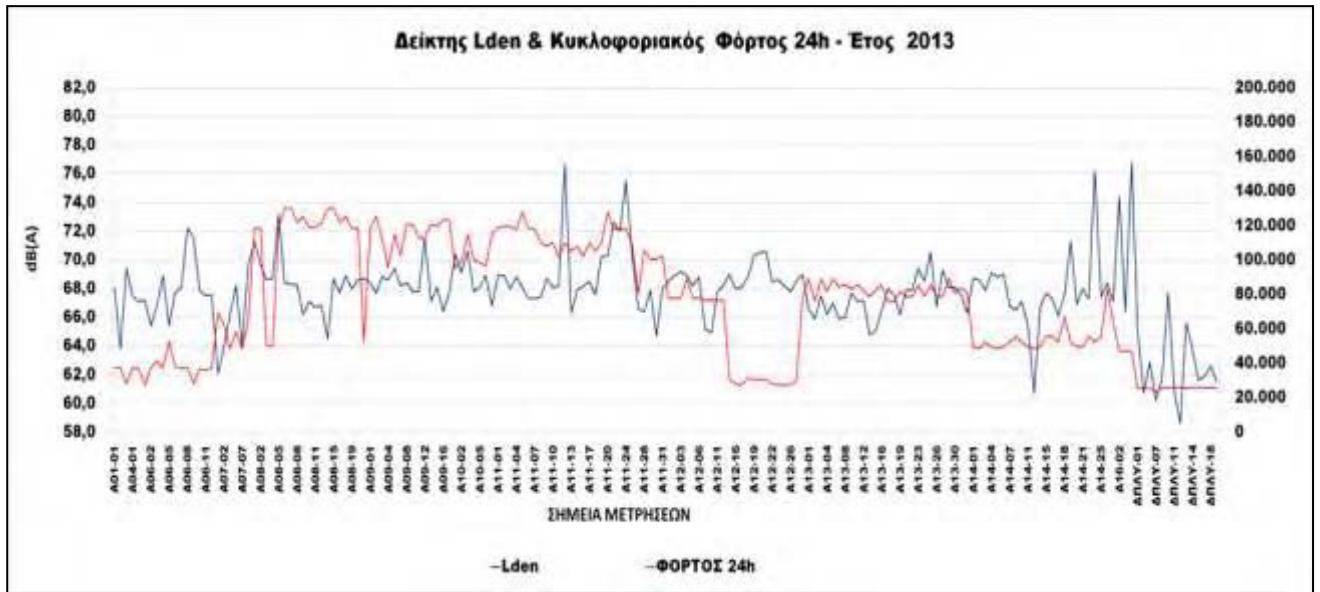
Διάγραμμα 3.19: Κατανόμή τιμών δείκτη θορύβου Lnlight & Κυκλοφοριακού Φόρτου 8h για το έτος 2011



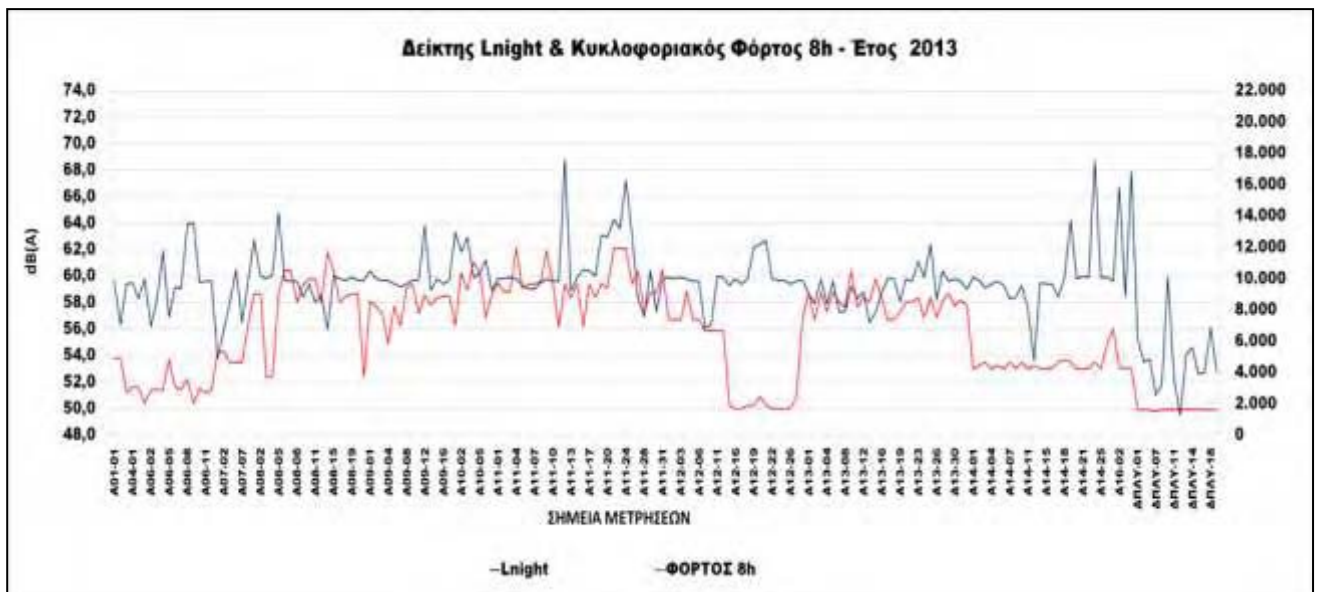
Διάγραμμα 3.20: Κατανόμή τιμών δείκτη θορύβου Lden & Κυκλοφοριακού Φόρτου 24h για το έτος 2012



Διάγραμμα 3.21: Κατανόμή τιμών δείκτη θορύβου Lnight & Κυκλοφοριακού Φόρτου 8h για το έτος 2012



Διάγραμμα 3.22: Κατανομή τιμών δείκτη θορύβου Lden & Κυκλοφοριακού Φόρτου 24h για το έτος 2013



Διάγραμμα 3.23: Κατανομή τιμών δείκτη θορύβου Lnight & Κυκλοφοριακού Φόρτου 8h για το έτος 2013

Στην παραπάνω διαγραμματική απεικόνιση μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι ένας απ' τους κύριους παράγοντες που διαμορφώνουν τα επίπεδα του οδικού θορύβου, όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα :

- Στο αρχικό τμήμα του αυτοκινητόδρομου, από τη γεωγραφική ενότητα A01 έως A07(Ελευσίνα - Αχαρναί), όπου οι κυκλοφοριακοί φόρτοι κυμαίνονται από 30.000 έως 90.000 οχ/ημέρα, παρατηρούμε ότι τα επίπεδα του θορύβου ακολουθούν τις μεταβολές του κυκλοφοριακού φόρτου.

- Στο αστικό τμήμα του αυτοκινητόδρομου, από τη γεωγραφική ενότητα A08 έως A11(Μεταμόρφωση - Λεωφόρος Κηφισίας), όπου οι κυκλοφοριακοί φόρτοι κυμαίνονται από 110.000 έως 180.000 οχ/ημέρα, παρατηρούμε ότι ενώ υπάρχει μεγάλη αύξηση στον κυκλοφοριακό φόρτο, δεν υπάρχει αντίστοιχα ανάλογη αύξηση στα επίπεδα του θορύβου. Αυτό μπορεί να οφείλεται στη μείωση της ταχύτητας των οχημάτων λόγω του αυξημένου φόρτου καθώς επίσης και στις χρήσεις γης στο παράπλευρο δίκτυο οι οποίες προσελκύουν μετακινήσεις, συνεπώς είναι γενεσιουργός αιτία Ο.Κ.Θ.

- Στο επόμενο τμήμα του αυτοκινητόδρομου, από τη γεωγραφική ενότητα A12 έως A13, όπου οι κυκλοφοριακοί φόρτοι κυμαίνονται από 90.000 έως 110.000 οχ/ημέρα, παρατηρούμε ότι τα επίπεδα του θορύβου μεταβάλλονται ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο.

- Στο τμήμα του αυτοκινητόδρομου, από τη γεωγραφική ενότητα A14 έως A16, όπου οι κυκλοφοριακοί φόρτοι κυμαίνονται από 50.000 έως 90.000 οχ/ημέρα, παρατηρούμε ότι μικρές μεταβολές στον κυκλοφοριακό φόρτο επιφέρουν έντονη μεταβολή στα επίπεδα του θορύβου, οι οποίες οφείλονται προφανώς στις υψηλές ταχύτητες που αναπτύσσονται στο συγκεκριμένο τμήμα με κατεύθυνση από και προς τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών (Ελ. Β.).

- Τέλος, στο τμήμα του αυτοκινητόδρομου, που ανήκει στη Δυτική Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού (γεωγραφική ενότητα ΔΠΛΥ και θέσεις A12-15 έως A12-27), παρατηρούμε ότι για χαμηλούς φόρτους που κυμαίνονται από 25.000 έως 50.000 οχ/ημέρα, υπάρχει αυξημένος οδικός θόρυβος που πιθανότατα οφείλεται στις υψηλές ταχύτητες που αναπτύσσουν τα οχήματα. Επιπλέον, οι μειωμένες τιμές των δεικτών θορύβου από το έτος 2011 και έπειτα, οφείλονται στα μέτρα αντιθορυβικής προστασίας που εφαρμόστηκαν με ιδιαίτερη επιτυχία.

Ο συσχετισμός μεταξύ κυκλοφοριακού φόρτου και οδικού θορύβου είναι τόσο εξαρτώμενος από τις τοπικές συνθήκες, ώστε να μην είναι εφικτή η παρουσίαση μιας γραμμικής τους εξάρτησης.

Μεταβάλλοντας τον κυκλοφοριακό φόρτο θεωρητικά επηρεάζονται τα επίπεδα του θορύβου. Δεδομένου ότι εάν η σύνθεση της κυκλοφορίας, η ταχύτητα και το μοτίβο οδήγησης παραμείνουν αμετάβλητα, τότε η λογαριθμική φύση της κλίμακας dB δείχνει πως ένα ποσοστό μείωσης της τάξης του 50% στον κυκλοφοριακό φόρτο, δίνει μια μείωση της τάξης των τριών dB στα επίπεδα θορύβου, ανεξάρτητα από τον απόλυτο αριθμό των οχημάτων. Παρ' όλα αυτά, στους αυτοκινητόδρομους με υψηλούς φόρτους ο οδικός θόρυβος δεν επηρεάζεται από μικρές μεταβολές του κυκλοφοριακού φόρτου. Χρειάζεται αξιοσημείωτη μεταβολή στον κυκλοφοριακό φόρτο για να επέλθει σημαντική μεταβολή στα μετρήσιμα επίπεδα θορύβου κατά την περίοδο ημέρας-νύχτας. Αντίθετα, σε οδούς με χαμηλούς φόρτους, μια αύξηση από 1.000 σε 2.000 οχήματα/ώρα είναι ικανή να διπλασιάσει τον οδικό θόρυβο.

Σε μεγάλους αυτοκινητόδρομους είναι σχεδόν ουτοπικό ότι η μείωση της κυκλοφορίας θα οδηγήσει σε μείωση των επιπέδων του θορύβου. Μία μείωση του φόρτου των οχημάτων συχνά οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας, λόγω του ότι δίνεται μεγαλύτερο περιθώριο ελευθερίας κίνησης στα εναπομείναντα οχήματα. Η αυξημένη ταχύτητα αντισταθμίζει το όφελος του μειωμένου φόρτου στα επίπεδα του οδικού θορύβου.

Η αποσυμφόρηση στο οδικό δίκτυο οδηγεί επίσης σε αλλαγή στην οδηγική συμπεριφορά, καθώς υπάρχει περισσότερος χώρος για μεγαλύτερες επιταχύνσεις. Αυτό μπορεί να αυξήσει τις εκπομπές θορύβου. Βάση της έκθεσης του Paige Mitchell από το UKNA(2009), η επιτάχυνση και η επιβράδυνση επηρεάζουν σημαντικά τον οδικό θόρυβο, το οποίο αποτυπώνεται στις διαγραμματικές ακμές. Πιο συγκεκριμένα, «Ο οδικός θόρυβος που προέρχεται από επιθετική και έντονη οδήγηση επισκιάζει το θόρυβο από το υπόλοιπο οδικό τοπίο, και μπορεί να έχει δυσανάλογο αποτέλεσμα στον αντιληπτό θόρυβο», προσθέτοντας πως όχι μόνο «η επιτάχυνση είναι σημαντικότερη της επιβραδύνσεως, αλλά και η σημαντικότητα της είναι μεγαλύτερη σε χαμηλότερες ταχύτητες», αλλά επίσης « η επιτάχυνση συνεισφέρει κατά 10% στον οδικό θόρυβο. Η έκθεση αναφέρει επιπλέον πως τα οδικά μοτίβα (επιτάχυνση / επιβράδυνση) εξαρτώνται από την οδική συμπεριφορά, τις προδιαγραφές των οχημάτων και οδικό περιβάλλον (ταχύτητα, φόρτος).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

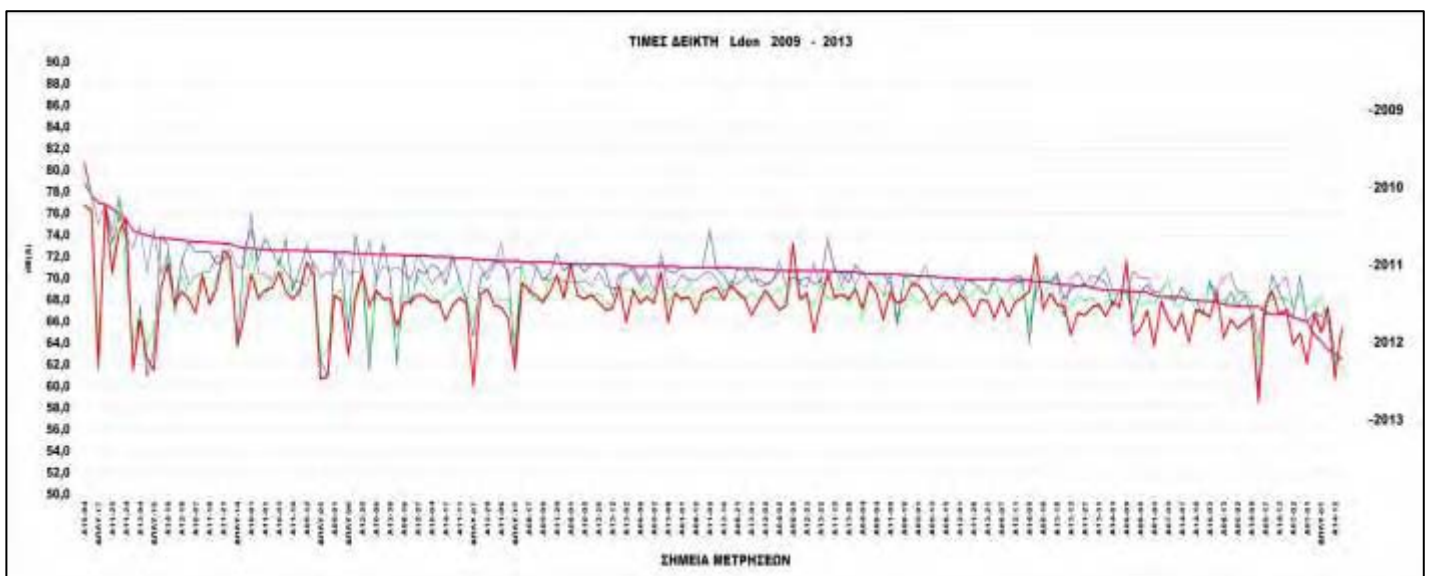
Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας έγινε μια προσπάθεια να απεικονιστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η εξέλιξη του οδικού συγκοινωνιακού θορύβου την τελευταία δεκαετία στην Αττική Οδό (2004-2013), καθώς και να εξεταστεί η επιρροή που μπορεί να επιφέρει ο κυκλοφοριακός φόρτος στα επίπεδα του. Μέσω του προγράμματος παρακολούθησης του κυκλοφοριακού θορύβου που πραγματοποιείται, καθίσταται εφικτή η εκτίμηση της αυξομείωσης των επιπέδων των τιμών του θορύβου και ο σχεδιασμός των ανάλογων μέτρων δράσης.

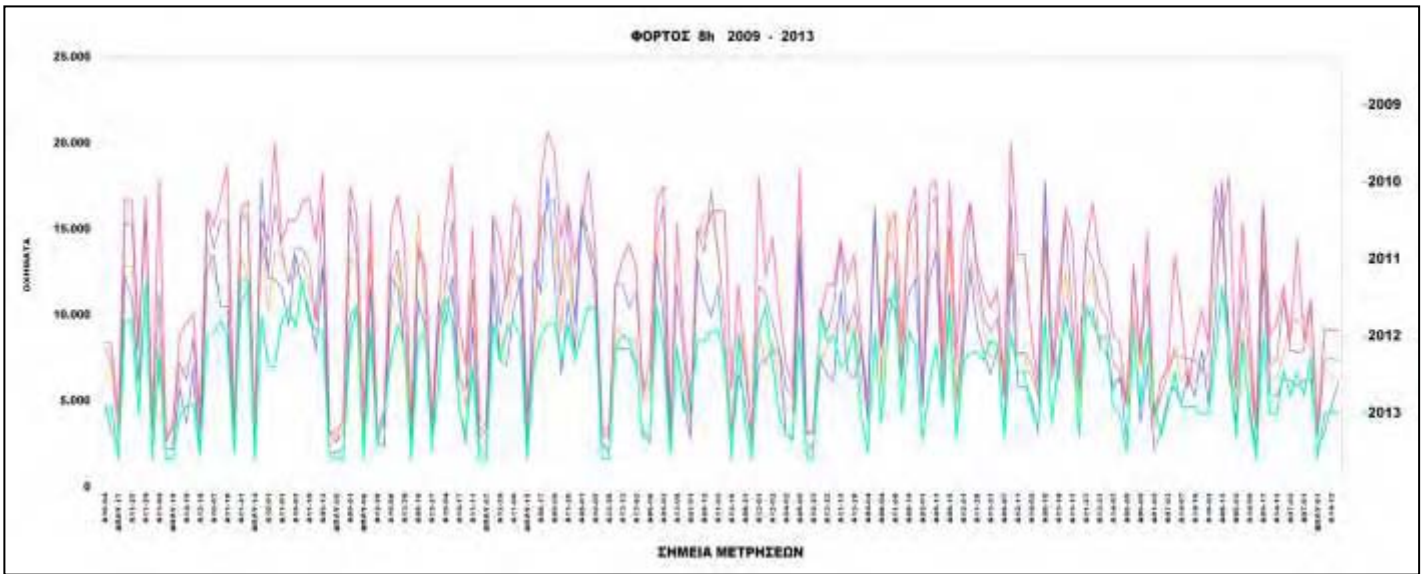
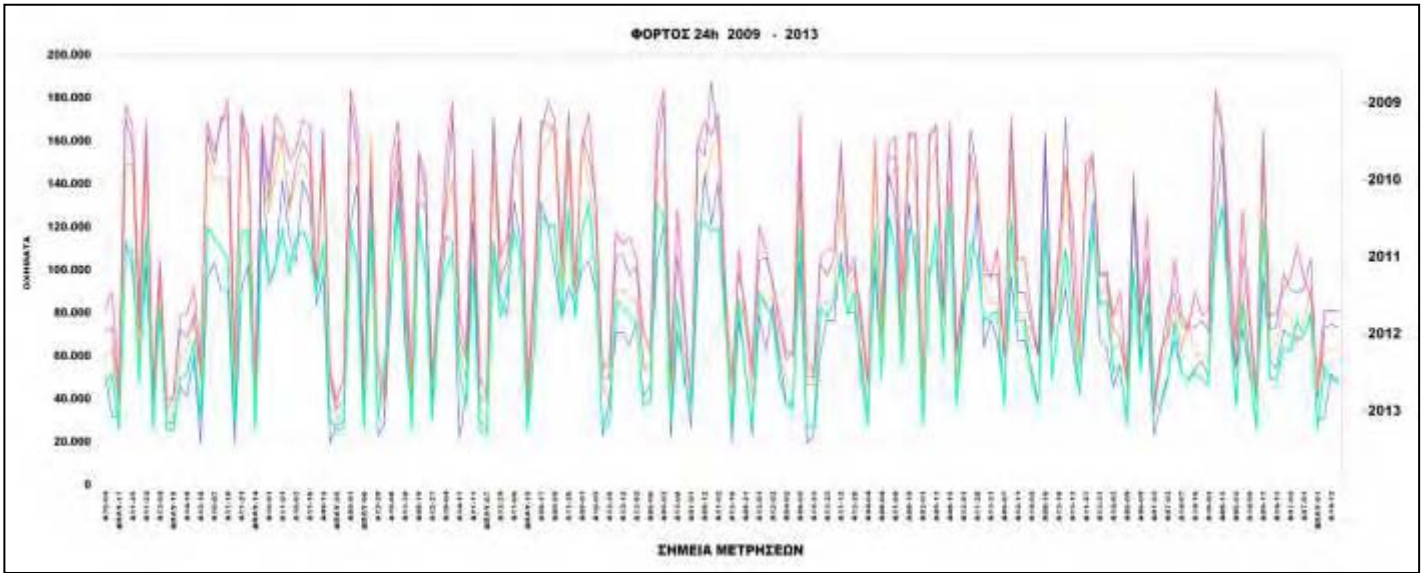
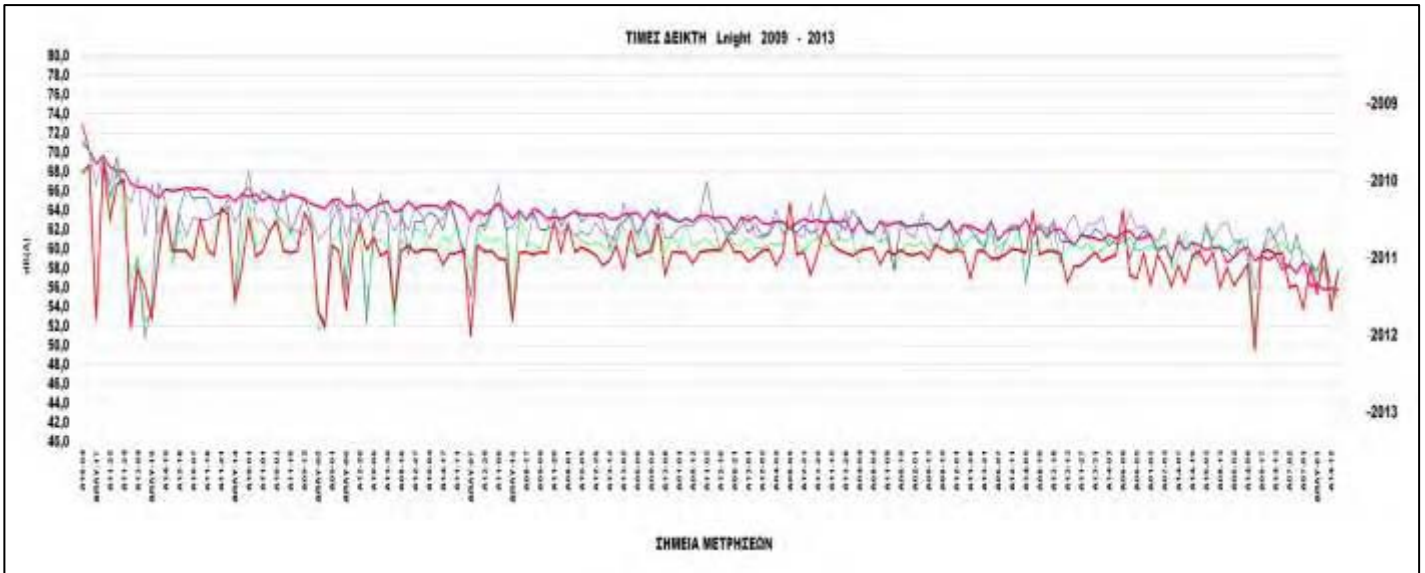
Το 2002 η Ευρωπαϊκή Ένωση προχώρησε σε εφαρμογή μιας πιο αποτελεσματικής πολιτικής, σε σχέση με των προηγούμενων ετών, για το θόρυβο. Σημαντικότερο τμήμα της πολιτικής αυτής, αποτελεί η Οδηγία 2002/49/ΕΚ η οποία έχει ως κύριους στόχους της, την εναρμόνιση των μεθόδων αξιολόγησης της έκθεσης σε θόρυβο, την αμοιβαία ανταλλαγή πληροφοριών, την τοπική χαρτογράφηση του θορύβου και την παροχή πληροφοριών στο κοινό αναφορικά με την έκθεσή του στο θόρυβο. Με την Οδηγία καλούνται να συμμορφωθούν όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε. στα οποία προτείνεται μέσω αυτής, η χρησιμοποίηση του Γαλλικού Μοντέλου πρόβλεψης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι τους οποίους επιβάλλει. Όπως προέκυψε από τις αναλύσεις που έγιναν στα προηγούμενα κεφάλαια, η προσαρμογή της μεθοδολογίας της Οδηγίας στον περιφερειακό δακτύλιο της ευρύτερης μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας, την Αττική Οδό, μπορεί να χαρακτηριστεί επιτυχής λόγω της υψηλής συσχέτισης θεωρητικών και πραγματικών τιμών των δεικτών θορύβου.

Με την πλήρη λειτουργία της Αττικής Οδού και την ολοκλήρωση του παράπλευρου οδικού δικτύου, παρατηρούνται ήδη σχετικά υψηλές στάθμες θορύβου με αποτέλεσμα να έχουν καταγραφεί σημειακές υπερβάσεις των ορίων, οι οποίες είτε αντιμετωπίστηκαν με τα κατάλληλα μέτρα ηχοπροστασίας είτε η συντριπτική πλειοψηφία όσων υπερβάσεων παρέμειναν, οφείλονται στην αυξημένη λειτουργία του παράπλευρου οδικού δικτύου. Συνεπώς, με το ετήσιο πρόγραμμα παρακολούθησης του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου της Αττικής Οδού και στην συνέχεια με την κατάλληλη εφαρμογή αντιθορυβικών μέτρων (Σχέδια Δράσης ΣΔ1-ΣΔ2), επιτυγχάνεται ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία της Αττικής Οδού. Στις θέσεις όπου έχουν ήδη υλοποιηθεί

τα προβλεπόμενα μέτρα αντιθορυβικής προστασίας, από τις εγκεκριμένες ΜΠΕ & ειδικές ακουστικές μελέτες, επιτυγχάνονται στις περισσότερες περιπτώσεις, τιμές θορύβου που ικανοποιούν τα θεσμοθετημένα όρια. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι το ποσοστό των θέσεων που οι δείκτες L_{den} και L_{night} υπερβαίνουν τα θεσμοθετημένα όρια για το έτος 2009 ήταν 68,7% και 89,0% αντίστοιχα, ενώ το για το έτος 2013 ήταν 12,1% και 18,7%. Επιπλέον, με τη χρήση των υλοποιημένων πετασμάτων παρατηρείται αποτελεσματική προστασία μέχρι το επίπεδο του δεύτερου ή/και τρίτου ορόφου της πρώτης σειράς κατοικιών προς το έργο. Σε περιπτώσεις οικιών περισσότερων ορόφων καταγράφονται πλέον υπερβάσεις οι οποίες απαιτούν ειδική ακουστική μελέτη και εφαρμογή επιπλέον μέτρων.

Η εναρμόνιση με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες είναι μονόδρομος επειδή για πρώτη φορά καθορίζεται ένα πλαίσιο συγκεκριμένων ενεργειών με μεγάλες πιθανότητες επίτευξης του επιθυμητού στόχου, την αντιμετώπιση του περιβαλλοντικού θορύβου. Επισημαίνεται ότι από τα σχετικά διαγράμματα διακύμανσης του θορύβου ανά θέση μέτρησης, (βλ. παρτ Γ') για την τελευταία πενταετία προκύπτει σημαντική μείωση των επιπέδων θορύβου ιδιαίτερα την περίοδο 2011-2013. Παράλληλα παρατηρείται μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου στον αυτοκινητόδρομο από το έτος 2010 και έπειτα που φαίνεται στα διαγράμματα 2.1 & 2.2, σε αντίθεση με τα προηγούμενα έτη 2005-2009, όπου παρατηρήθηκε έντονη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου στον αυτοκινητόδρομο.





Το φαινόμενο αυτό μπορεί να οφείλεται σε μια πληθώρα παραγόντων. Ο κυριότερος εξ' αυτών φαίνεται να είναι η πρόσφατη οικονομική κρίση. Οι οδηγοί αποθαρρύνονται από το κόστος χρήσης του αυτοκινητόδρομου με αποτέλεσμα ο κυκλοφοριακός φόρτος στην Αττική Οδό να μειώνεται, ενώ αντίθετα ο φόρτος στο παράπλευρο οδικό δίκτυο να αυξάνεται. Έχοντας λοιπόν αυξημένο φόρτο στην πρόσοψη των κατοικιών κ τη δυνατότητα για μεγαλύτερες ταχύτητες και επιταχύνσεις στον αυτοκινητόδρομο είναι επόμενο τα επίπεδα του θορύβου να παραμένουν υψηλά.

Επιπλέον, λόγω της οικονομικής κρίσης, η χρήση των ΜΜΜ έχει γίνει δημοφιλέστερη για τους μετακινούμενους. Προκειμένου οι μετακινούμενοι να εξοικονομήσουν χρήματα, δεν εισέρχονται στην Αττική Οδό με τα οχήματά τους, αλλά προτιμούν τα ΜΜΜ, που κινούνται παράλληλα με τον αυτοκινητόδρομο (Προαστιακός Σιδηρόδρομος, Αττικό Μετρό). Η μετάβαση των μετακινούμενων με Ι.Χ προς τους σταθμούς επιβίβασης δημιουργεί αυξημένο φόρτο στο παράπλευρο οδικό δίκτυο γύρω από αυτούς, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο θόρυβος στα σημεία αυτά.

Παρ' όλα αυτά σημειώνεται ότι ένας άλλος παράγοντας που συνεισφέρει στην διατήρηση των υψηλών επιπέδων θορύβου, παρά τα εφαρμοσμένα μέτρα, είναι οι χρήσεις γης κατά μήκος της Αττικής Οδού, οι οποίες προσελκύουν μετακινήσεις που επιβαρύνουν το παράπλευρο οδικό δίκτυο, και συνεισφέρουν περαιτέρω στην αύξηση των επιπέδων θορύβου.

Εν κατακλείδι, το κυριότερο συμπέρασμα από την έρευνα που διεξήχθη στην παρούσα διπλωματική εργασία, είναι πως οι σχέσεις μεταξύ κυκλοφοριακού φόρτου και συγκοινωνιακού οδικού θορύβου, είναι ισχυρά εξαρτώμενες από τις υπάρχουσες τοπικές συνθήκες (χρήσεις γης, κοινωνική κατάσταση), τις προδιαγραφές των οχημάτων και την οδηγική συμπεριφορά (ταχύτητα , επιταχύνσεις / επιβραδύνσεις), ώστε να μην μπορεί να εξαχθεί μια γραμμική εξάρτηση των επιπέδων του οδικού θορύβου με τον κυκλοφοριακό φόρτο. Ωστόσο, ένα συμπέρασμα που είναι ιδιαίτερα αντιληπτό είναι η σταθερή αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου καθώς και των επιπέδων Ο.Κ.Θ. έως το έτος 2010, με σχετικές ετήσιες αυξομειώσεις, και η αισθητή μείωση τόσο του κυκλοφοριακού φόρτου όσο και των επιπέδων Ο.Κ.Θ. τη διετία 2011-2013 απόρροια της οικονομικής κρίσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΤΙΜΕΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ L_{den} & L_{night}
ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 2004-2013

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2004

ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	63,8	56,6
A04-02	70,3	62,7
A06-04	71,2	63,9
A06-05	63,7	55,2
A06-10	69,5	61,8
A06-11	69,0	61,9
A07-03	64,7	56,1
A07-06	66,0	58,9
A08-03	68,8	60,6
A08-10	68,8	61,1
A08-19	70,2	62,3
A09-05	70,3	59,8
A09-12	71,3	63,8
A09-13	64,0	55,7
A10-02	68,0	61,1
A10-06	71,0	61,9
A10-07	72,0	64,5
A11-02	71,0	62,1
A11-06	69,0	61,5
A11-09	69,0	61,4
A11-11	68,7	61,0
A11-12	77,8	69,8
A11-14	67,0	58,8
A11-18	78,2	70,2
A11-21	78,0	69,3
A11-24	77,0	69,0
A11-25	77,3	69,0
A12-06	68,8	61,2
A12-26	61,8	53,4
A13-05	70,8	63,0
A13-10	68,8	60,7
A13-13	71,0	63,6
A13-15	72,0	64,0
A13-22	67,5	59,8
A13-25	65,3	57,4
A14-10	67,0	59,9
A14-13	74,0	67,2
A14-18	72,8	64,8
A14-20	72,3	63,9
A15-08	65,0	58,4
A16-02	75,8	68,0
A16-04	71,7	64,2

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2005

ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	64,2	56,4
A04-02	69,8	61,3
A06-04	65,2	56,6
A06-05	66,0	57,7
A06-10	65,0	56,6
A06-11	68,5	60,0
A07-03	65,8	57,2
A07-06	64,0	56,2
A08-03	67,7	59,6
A08-10	67,0	60,1
A08-19	69,0	61,4
A09-05	67,0	59,6
A09-12	72,7	64,3
A09-13	65,5	56,6
A10-02	70,0	61,7
A10-06	71,2	63,5
A10-07	74,2	66,0
A11-02	71,5	63,0
A11-06	71,2	63,2
A11-09	72,7	65,2
A11-11	71,0	63,5
A11-12	77,0	70,0
A11-14	70,5	62,3
A11-18	72,0	64,0
A11-21	75,0	67,3
A11-24	77,0	69,0
A11-25	79,0	71,0
A12-06	70,0	61,7
A12-26	69,0	60,5
A13-05	65,7	58,0
A13-10	67,0	59,3
A13-13	67,2	58,7
A13-15	67,8	59,5
A13-22	66,7	57,6
A13-25	66,3	58,8
A14-10	68,5	61,6
A14-13	68,0	61,5
A14-18	73,2	65,2
A14-20	67,3	59,2
A15-08	67,0	59,5
A16-02	77,0	69,8
A16-04	75,0	67,8

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2006

ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	65,5	57,8
A04-02	66,0	56,9
A06-04	67,0	59,1
A06-05	64,0	56,4
A06-10	65,3	57,1
A06-11	69,2	61,1
A07-03	64,5	55,4
A07-06	66,7	57,8
A08-03	69,0	61,3
A08-10	68,0	61,7
A08-19	70,3	62,7
A09-05	68,8	60,8
A09-12	75,8	68,5
A09-13	66,0	57,8
A10-02	70,2	62,6
A10-06	71,0	63,4
A10-07	74,0	66,7
A11-02	72,7	64,0
A11-06	69,2	61,3
A11-09	67,5	58,7
A11-11	70,0	61,6
A11-12	78,0	71,2
A11-14	67,0	60,5
A11-18	72,0	64,8
A11-21	74,0	66,7
A11-24	78,8	70,8
A11-25	78,0	70,0
A12-06	71,8	63,5
A12-26	66,7	58,2
A13-05	64,7	56,7
A13-10	69,3	61,4
A13-13	64,0	54,9
A13-15	69,0	62,2
A13-22	66,0	58,4
A13-25	65,7	57,5
A14-10	66,3	58,7
A14-13	68,0	60,0
A14-18	72,5	64,0
A14-20	69,0	61,2
A15-08	65,0	57,8
A16-02	75,0	67,0
A16-04	79,0	71,0

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2007

ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	65,0	58,6
A04-02	69,0	61,2
A06-04	68,0	59,4
A06-05	65,8	57,6
A06-10	67,0	57,9
A06-11	70,3	61,7
A07-03	65,5	56,9
A07-06	67,5	58,7
A08-03	69,2	60,5
A08-10	67,5	59,9
A08-19	70,0	62,9
A09-05	67,0	58,9
A09-12	71,0	63,5
A09-13	71,0	62,9
A10-02	70,0	63,1
A10-06	71,5	63,3
A10-07	74,0	67,0
A11-02	71,0	63,4
A11-06	69,8	62,8
A11-09	69,0	60,9
A11-11	71,5	63,9
A11-12	77,8	70,5
A11-14	69,8	62,2
A11-18	72,3	64,8
A11-21	74,0	66,0
A11-24	77,0	69,5
A11-25	77,0	68,0
A12-06	70,8	61,8
A12-26	65,0	57,3
A13-05	67,0	59,1
A13-10	69,2	61,7
A13-13	66,8	58,2
A13-15	68,3	59,9
A13-22	68,0	59,9
A13-25	67,0	59,2
A14-10	67,5	60,2
A14-13	68,0	61,1
A14-18	74,3	67,2
A14-20	66,0	58,4
A15-08	70,3	63,4
A16-02	76,8	68,0
A16-04	79,0	72,2

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2008

ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	67,5	60,3
A04-02	70,0	63,1
A06-04	68,8	61,2
A06-05	66,7	58,7
A06-10	69,3	61,4
A06-11	71,3	63,4
A07-03	69,0	61,8
A07-06	68,0	60,3
A08-03	69,0	61,8
A08-10	68,2	60,7
A08-19	71,3	63,7
A09-05	70,7	62,7
A09-12	71,5	63,7
A09-13	67,8	59,6
A10-02	70,0	63,4
A10-06	72,0	63,6
A10-07	76,2	68,0
A11-02	69,0	62,1
A11-06	71,5	65,0
A11-09	70,5	62,8
A11-11	70,2	62,4
A11-12	79,0	71,8
A11-14	70,7	63,1
A11-18	73,0	65,5
A11-21	73,0	65,0
A11-24	77,7	70,0
A11-25	78,3	70,0
A12-06	71,8	63,9
A12-26	70,0	62,2
A13-05	67,0	59,4
A13-10	70,7	62,7
A13-13	67,0	59,6
A13-15	70,0	63,2
A13-22	68,8	60,6
A13-25	68,5	60,5
A14-10	68,2	61,1
A14-13	69,0	61,7
A14-18	75,5	68,0
A14-20	69,5	61,7
A15-08	69,0	61,7
A16-02	76,0	69,0
A16-04	79,0	71,0

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2009

ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	68,0	61,4
A04-02	70,7	62,9
A06-04	71,0	63,6
A06-05	68,7	61,0
A06-10	68,3	59,8
A06-11	70,7	62,8
A07-03	68,3	60,4
A07-06	70,0	62,0
A08-03	69,0	61,3
A08-10	69,7	62,3
A08-19	70,3	62,8
A09-05	70,3	62,3
A09-12	72,5	65,2
A09-13	70,2	62,7
A10-02	72,0	65,5
A10-06	72,2	64,0
A10-07	73,0	66,2
A11-02	71,0	63,5
A11-06	71,0	64,8
A11-09	70,0	62,4
A11-11	71,0	64,0
A11-12	76,0	69,7
A11-14	72,0	64,5
A11-18	73,3	66,0
A11-21	73,2	65,3
A11-24	75,5	68,0
A11-25	76,0	68,5
A12-06	71,5	63,1
A12-26	71,3	63,5
A13-05	68,7	61,2
A13-10	70,0	63,4
A13-13	69,0	61,2
A13-15	70,7	62,8
A13-22	70,7	63,0
A13-25	70,7	62,7
A14-10	68,0	60,7
A14-13	66,7	59,3
A14-18	73,0	66,0
A14-20	67,0	60,4
A15-08	66,7	57,9
A16-02	76,0	68,0
A16-04	80,7	72,0

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2010

ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	68,7	61,5
A04-02	71,0	64,0
A06-04	70,0	63,0
A06-05	70,0	62,2
A06-10	68,7	60,8
A06-11	69,3	61,4
A07-03	69,0	62,3
A07-06	68,0	60,0
A08-03	69,7	62,1
A08-10	70,2	62,7
A08-19	70,3	62,7
A09-05	69,0	61,6
A09-12	69,3	61,5
A09-13	69,0	61,2
A10-02	69,8	61,6
A10-06	69,7	61,8
A10-07	70,3	63,3
A11-02	70,0	63,1
A11-06	73,2	66,7
A11-09	70,5	62,8
A11-11	69,8	62,0
A11-12	77,0	69,8
A11-14	70,3	62,7
A11-18	70,0	63,0
A11-21	71,0	63,9
A11-24	73,7	66,0
A11-25	74,3	66,0
A12-06	69,0	62,0
A12-26	70,0	62,7
A13-05	70,0	62,4
A13-10	69,0	61,4
A13-13	70,0	62,6
A13-15	71,5	64,7
A13-22	69,3	61,1
A13-25	69,8	61,8
A14-10	66,0	59,1
A14-13	69,0	61,5
A14-18	66,0	58,2
A14-20	66,8	59,1
A15-08	70,0	62,7
A16-02	77,7	69,7
A16-04	79,0	71,3

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2011

ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	68,0	61,4
A04-02	70,7	62,9
A06-04	71,0	63,6
A06-05	68,7	61,0
A06-10	68,3	59,8
A06-11	70,7	62,8
A07-03	68,3	60,4
A07-06	70,0	62,0
A08-03	69,0	61,3
A08-10	69,7	62,3
A08-19	70,3	62,8
A09-05	70,3	62,3
A09-12	73,0	65,3
A09-13	70,2	62,7
A10-02	72,0	65,5
A10-06	70,2	62,4
A10-07	72,0	65,2
A11-02	74,5	67,0
A11-06	71,0	64,0
A11-09	69,5	61,5
A11-11	69,0	62,5
A11-12	76,7	69,5
A11-14	70,0	63,4
A11-18	72,5	65,3
A11-21	71,7	63,8
A11-24	73,8	66,0
A11-25	73,3	65,0
A12-06	70,0	62,0
A12-26	71,3	63,5
A13-05	69,0	61,9
A13-10	69,0	62,6
A13-13	69,0	60,8
A13-15	69,5	61,6
A13-22	69,7	62,0
A13-25	73,7	65,7
A14-10	68,0	60,7
A14-13	68,7	61,0
A14-18	67,0	59,8
A14-20	66,0	59,1
A15-08	67,3	58,5
A16-02	75,8	67,0
A16-04	78,7	70,0

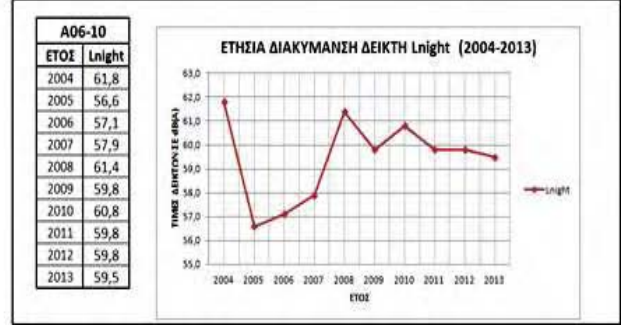
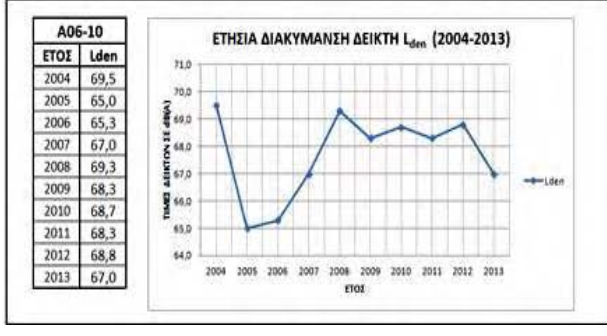
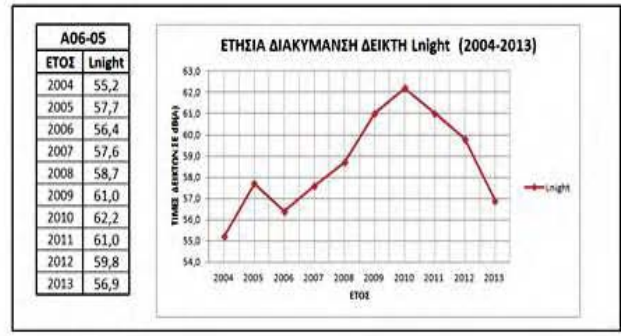
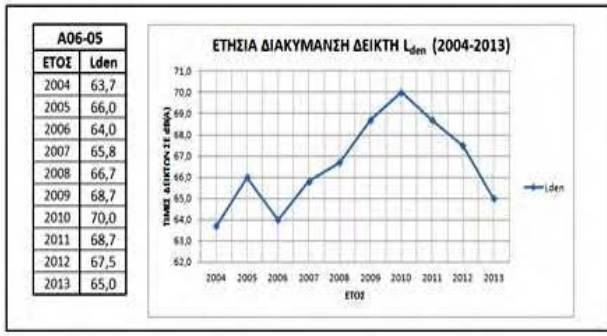
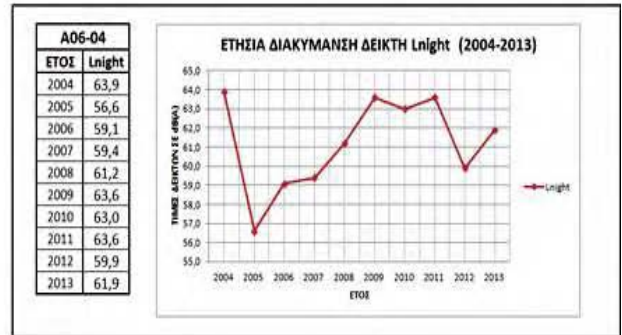
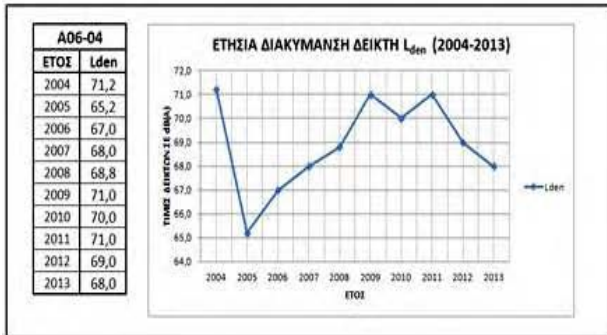
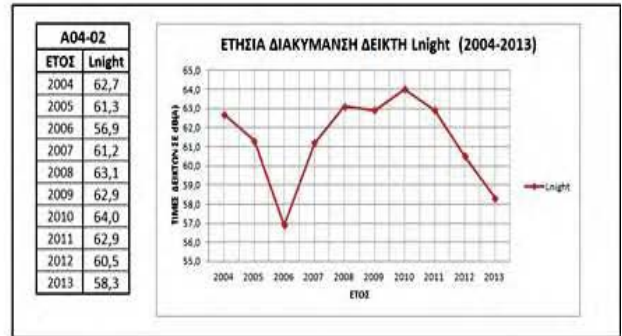
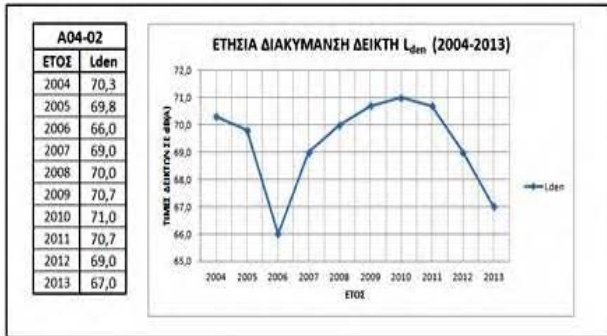
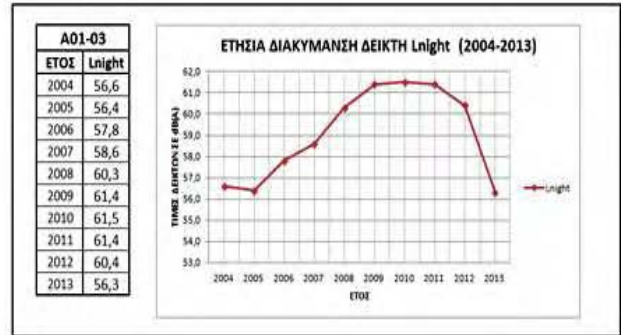
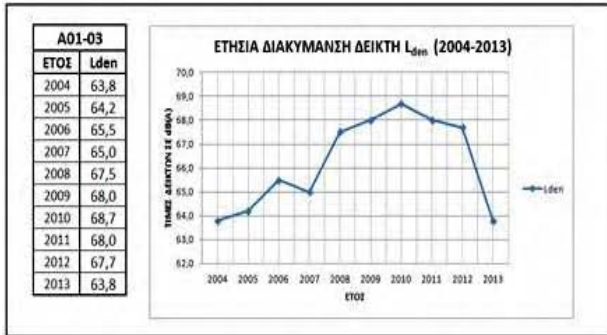
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2012

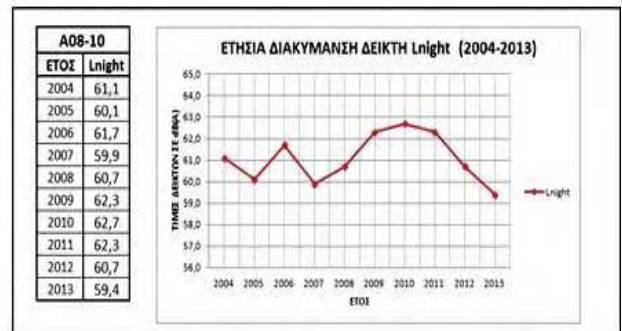
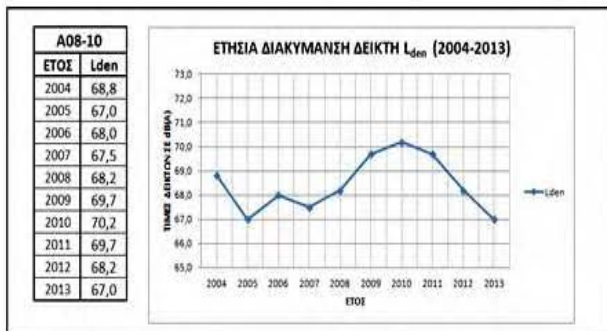
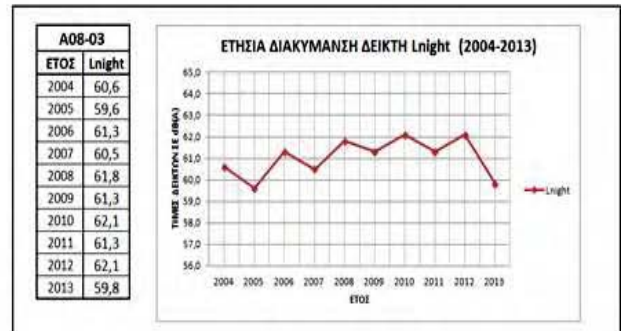
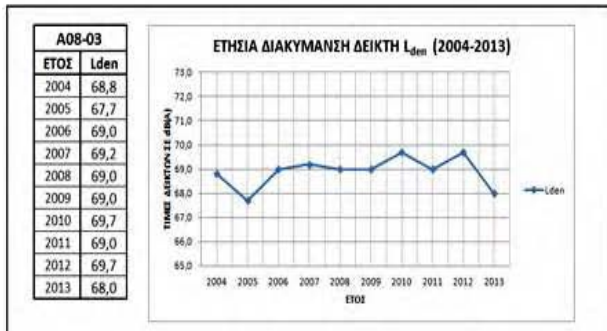
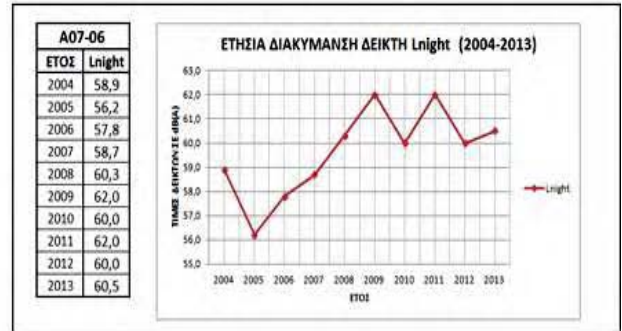
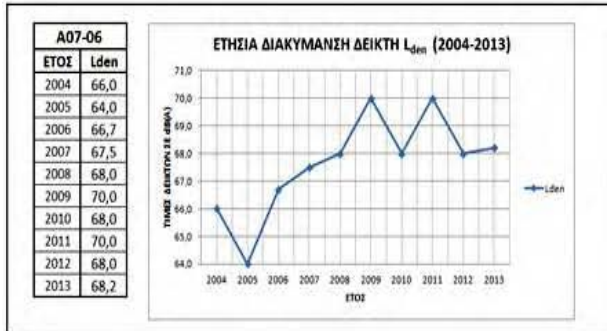
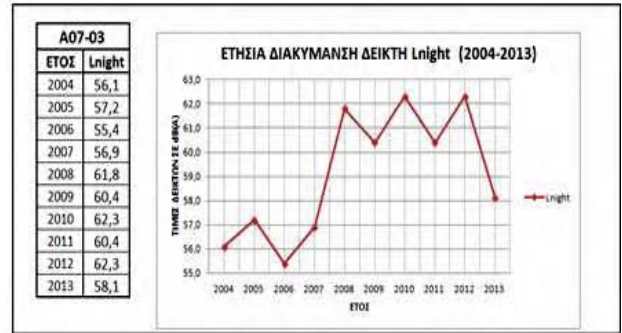
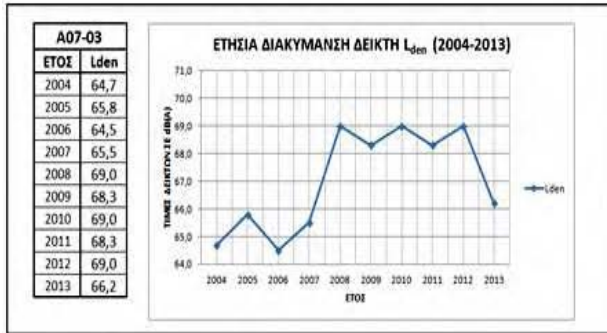
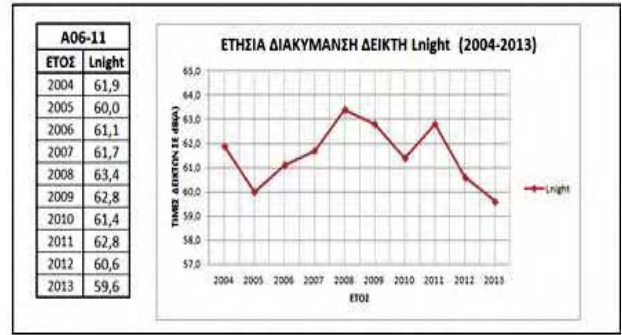
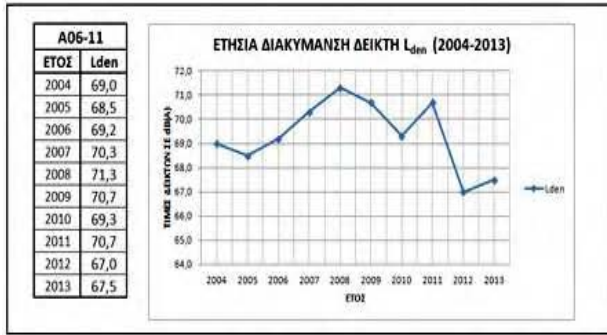
ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	67,7	60,4
A04-02	69,0	60,5
A06-04	69,0	59,9
A06-05	67,5	59,8
A06-10	68,8	59,8
A06-11	67,0	60,6
A07-03	69,0	62,3
A07-06	68,0	60,0
A08-03	69,7	62,1
A08-10	68,2	60,7
A08-19	67,3	59,7
A09-05	68,0	60,6
A09-12	71,3	63,5
A09-13	68,8	59,8
A10-02	69,8	61,6
A10-06	68,7	60,8
A10-07	68,3	59,8
A11-02	68,0	60,9
A11-06	68,0	61,0
A11-09	68,0	61,2
A11-11	69,8	62,0
A11-12	77,0	69,8
A11-14	67,3	59,7
A11-18	67,0	60,0
A11-21	71,0	63,9
A11-24	70,2	62,5
A11-25	70,3	62,6
A12-06	69,0	62,0
A12-26	68,0	60,7
A13-05	67,8	60,1
A13-10	68,0	60,1
A13-13	67,5	60,1
A13-15	67,5	60,7
A13-22	69,3	61,1
A13-25	68,2	60,2
A14-10	66,0	59,1
A14-13	68,2	60,3
A14-18	66,0	58,2
A14-20	66,8	59,1
A15-08	68,0	60,7
A16-02	77,7	69,7
A16-04	79,0	71,3

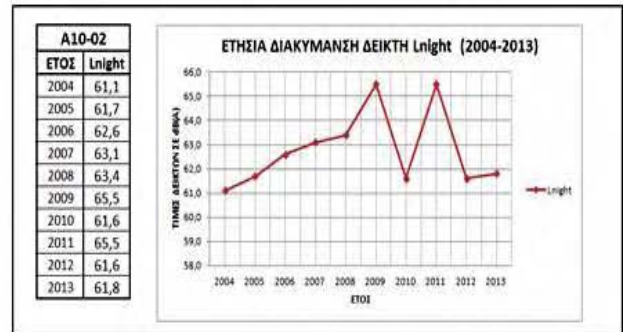
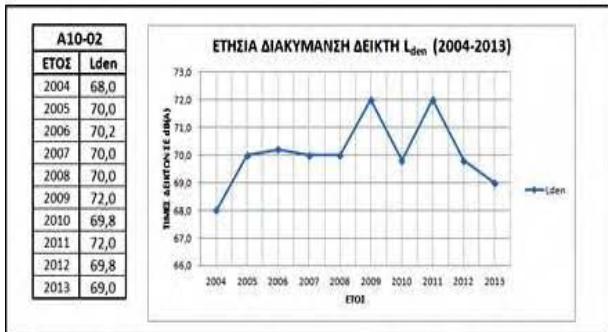
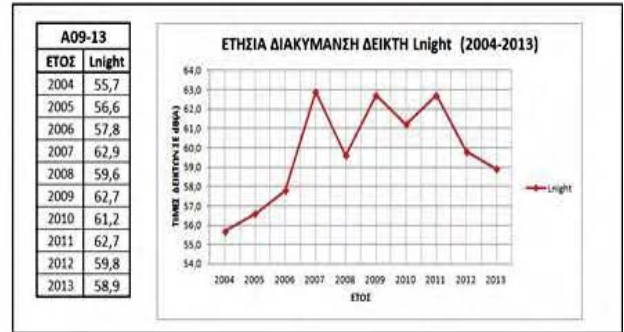
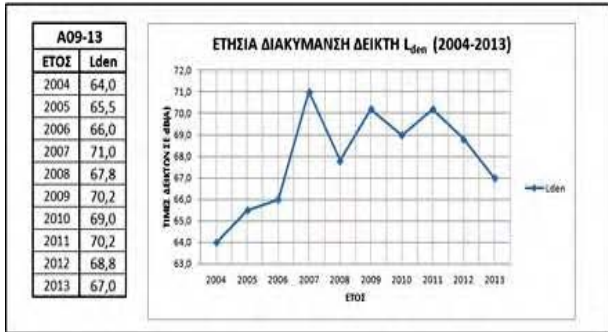
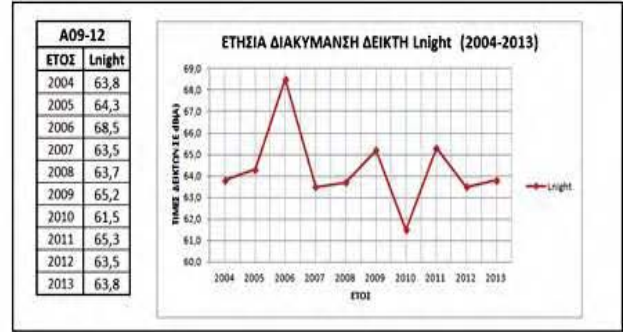
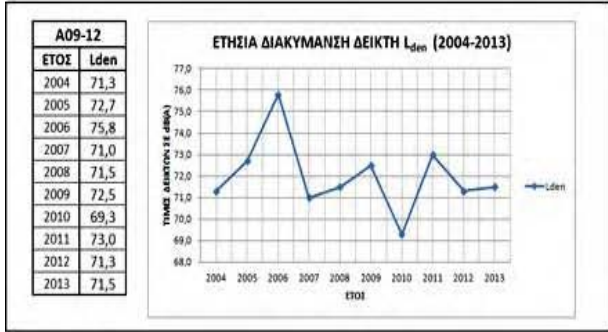
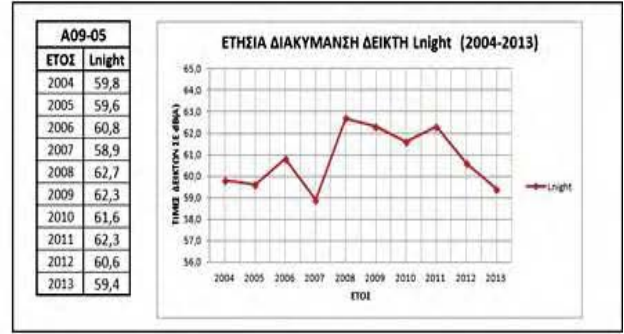
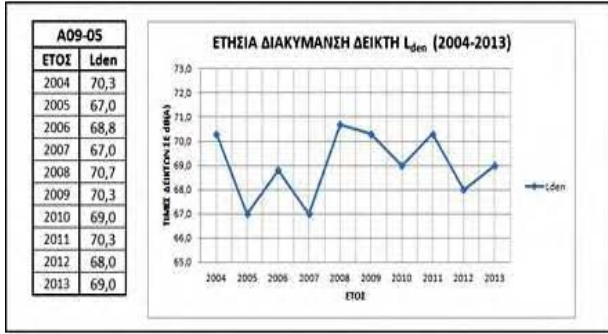
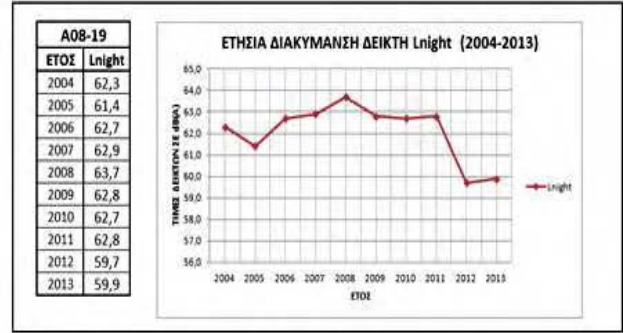
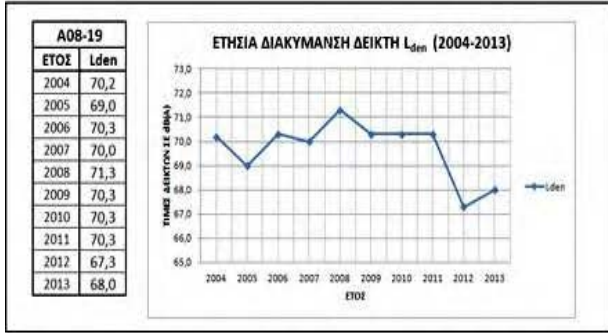
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 2013

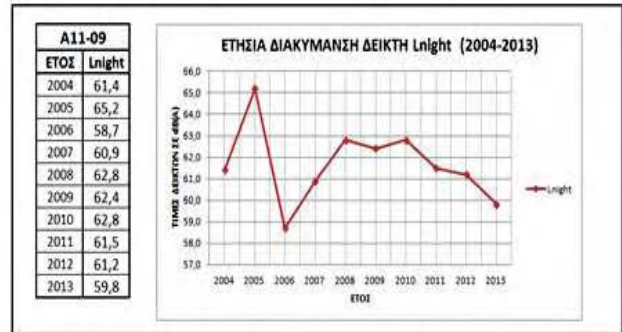
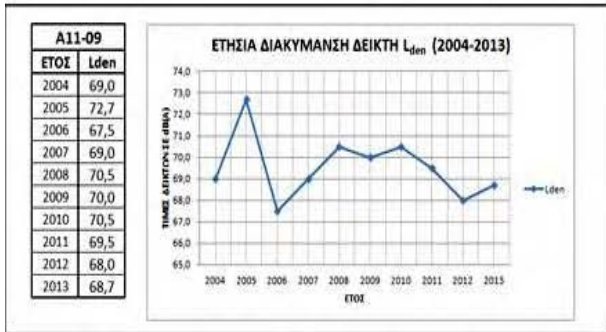
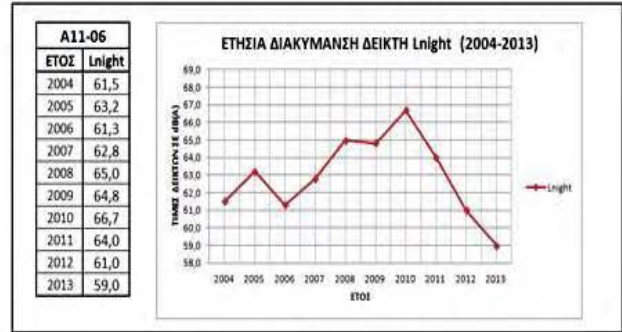
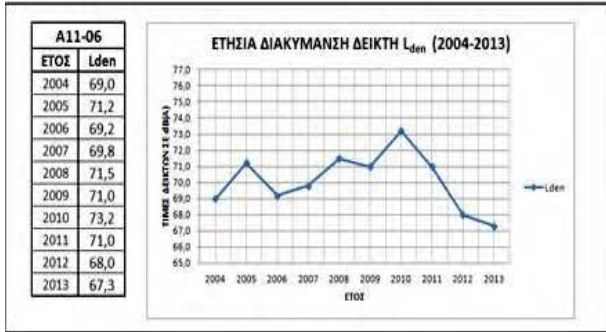
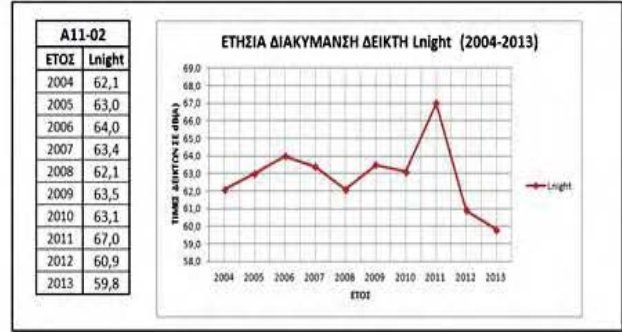
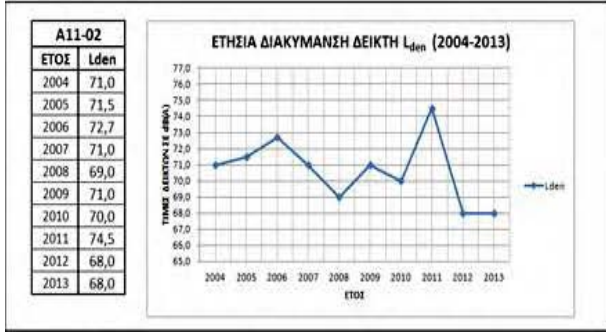
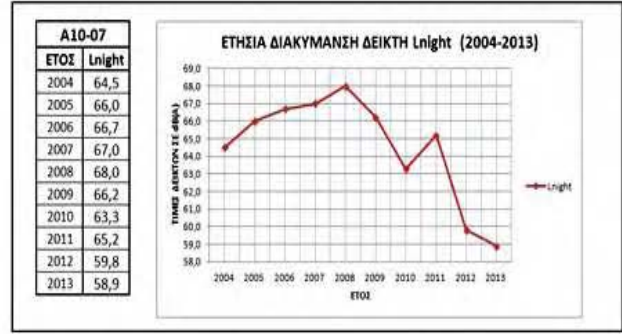
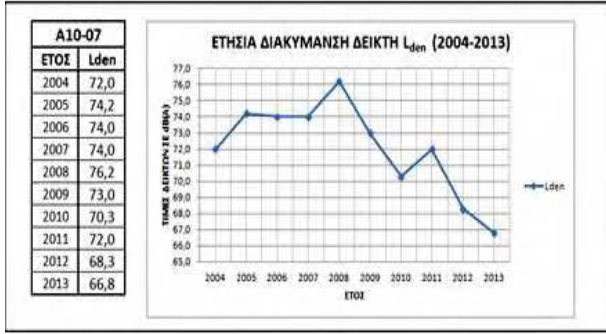
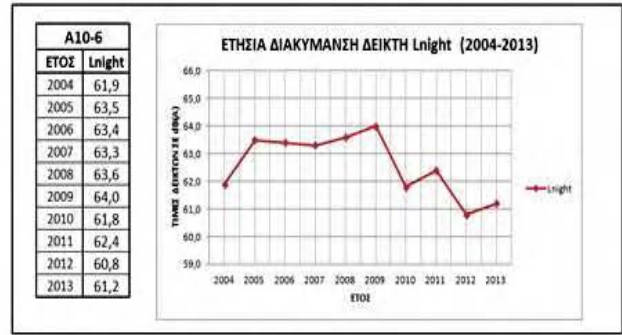
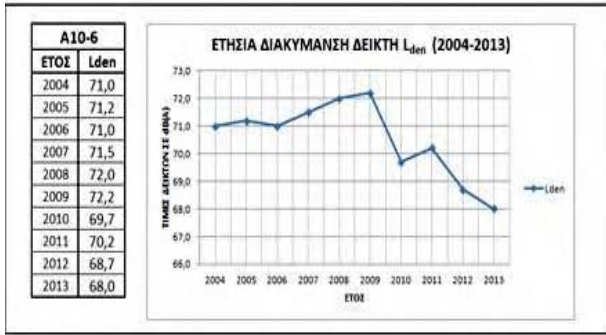
ΘΕΣΗ	Lden	Lnight
A01-03	63,8	56,3
A04-02	67,0	58,3
A06-04	68,0	61,9
A06-05	65,0	56,9
A06-10	67,0	59,5
A06-11	67,5	59,6
A07-03	66,2	58,1
A07-06	68,2	60,5
A08-03	68,0	59,8
A08-10	67,0	59,4
A08-19	68,0	59,9
A09-05	69,0	59,4
A09-12	71,5	63,8
A09-13	67,0	58,9
A10-02	69,0	61,8
A10-06	68,0	61,2
A10-07	66,8	58,9
A11-02	68,0	59,8
A11-06	67,3	59,0
A11-09	68,7	59,8
A11-11	68,2	59,6
A11-12	76,7	68,8
A11-14	67,0	59,9
A11-18	67,0	60,0
A11-21	72,0	64,3
A11-24	75,5	67,2
A11-25	70,5	63,2
A12-06	68,8	59,6
A12-26	67,8	59,4
A13-05	67,0	59,6
A13-10	67,7	59,2
A13-13	64,8	56,5
A13-15	65,0	57,3
A13-22	67,0	59,6
A13-25	70,5	62,4
A14-10	67,0	59,3
A14-13	66,7	59,5
A14-18	67,0	59,8
A14-20	66,0	59,8
A15-08	67,0	59,6
A16-02	74,0	66,7
A16-04	76,8	67,0

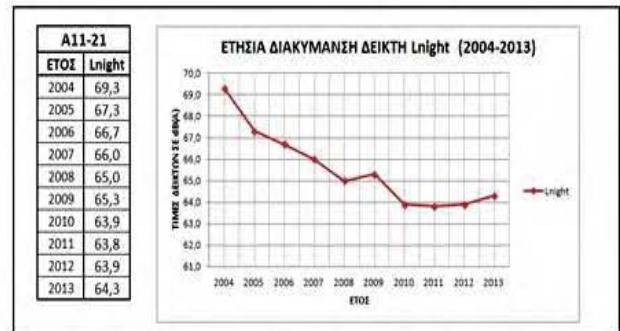
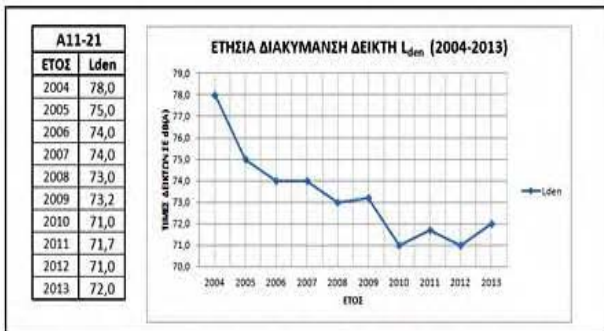
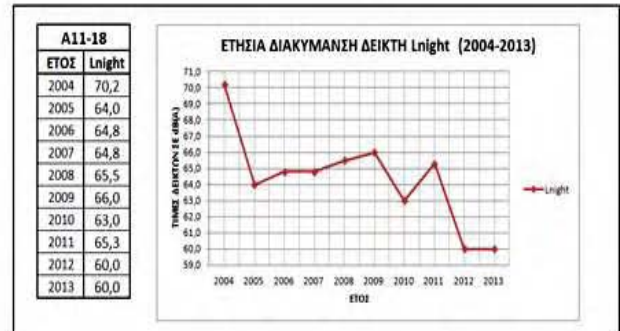
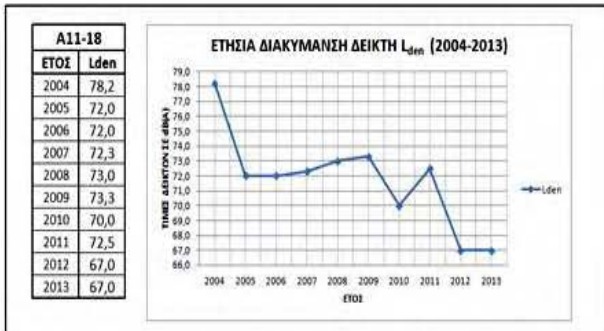
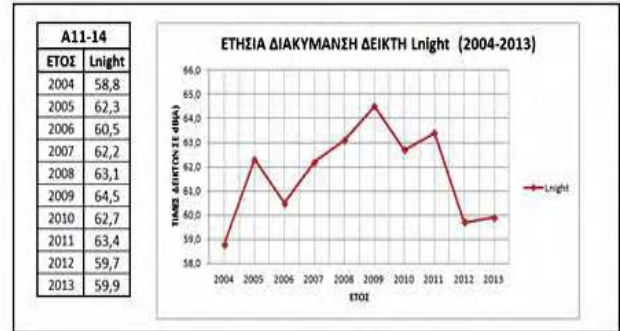
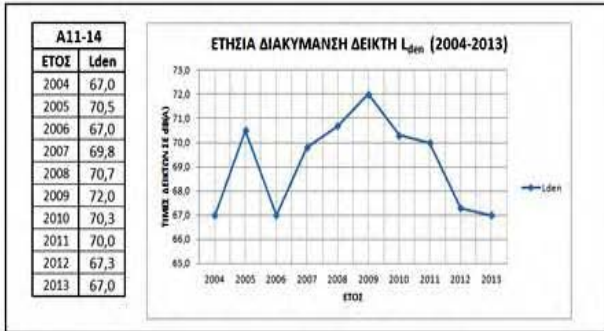
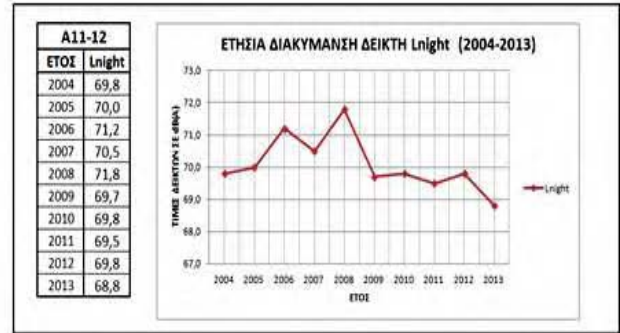
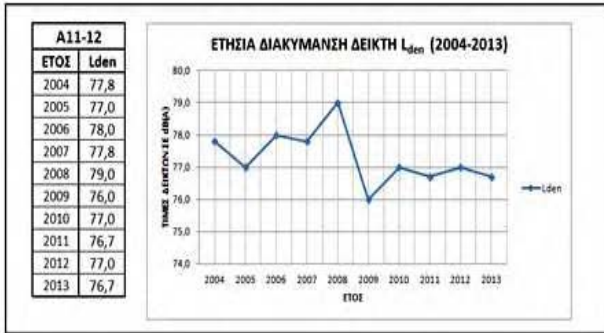
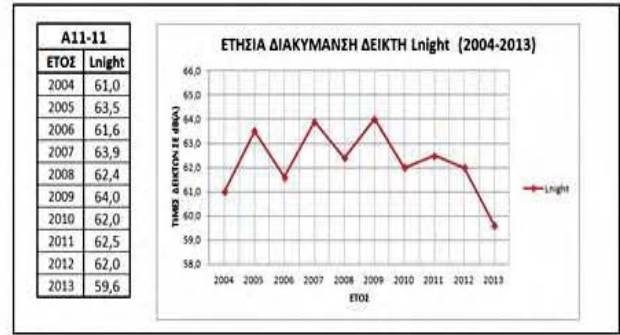
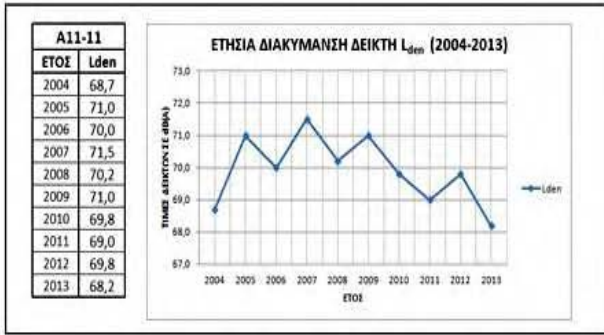
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΤΗΣΙΑΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ
ΔΕΙΚΤΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ L_{den} & L_{night}
ΑΝΑ ΘΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
2004-2013

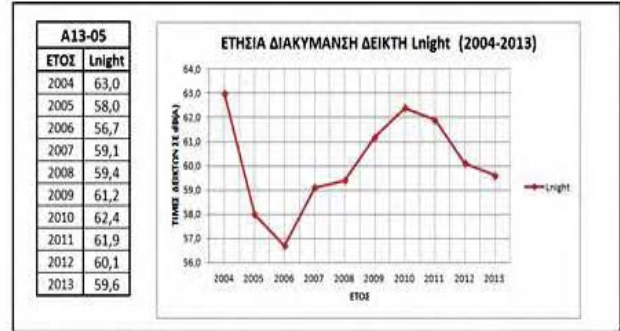
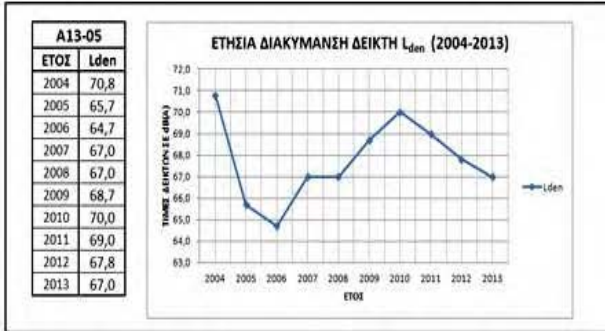
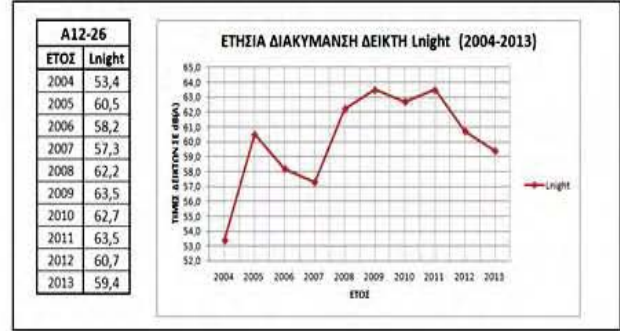
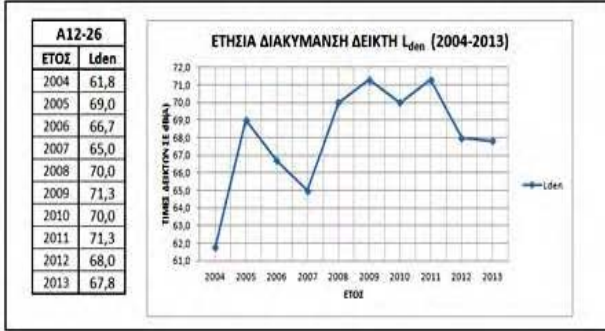
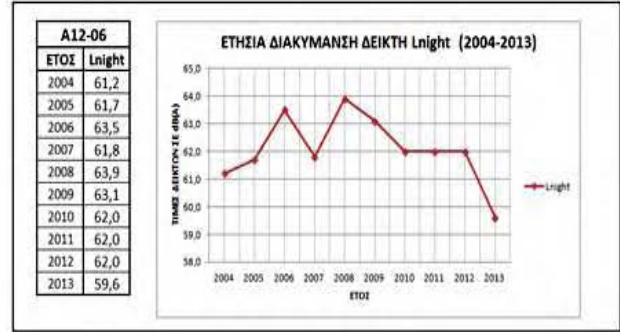
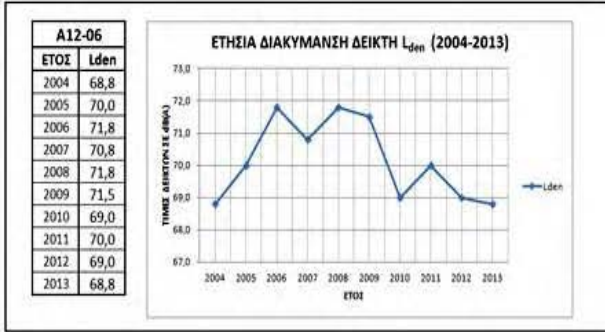
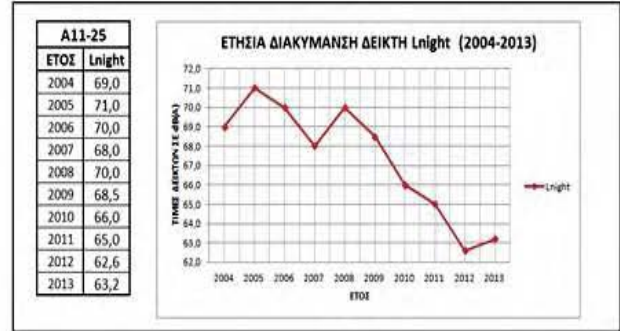
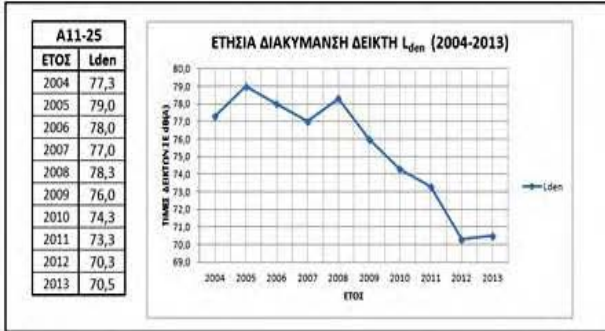
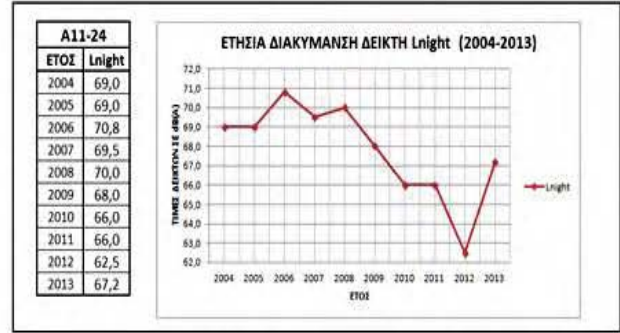
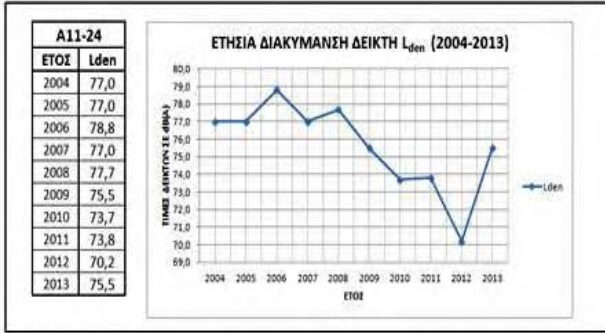


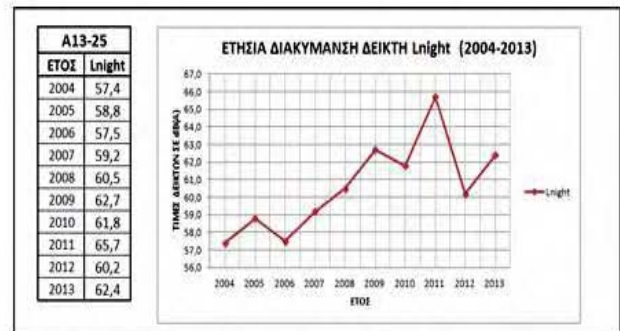
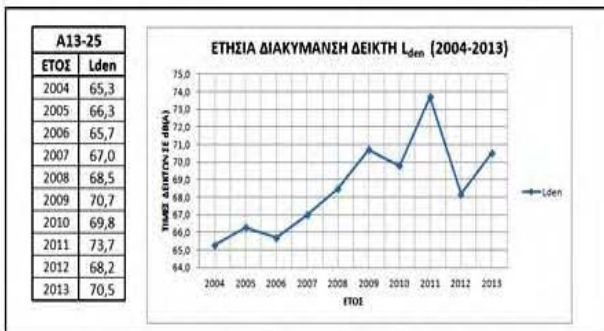
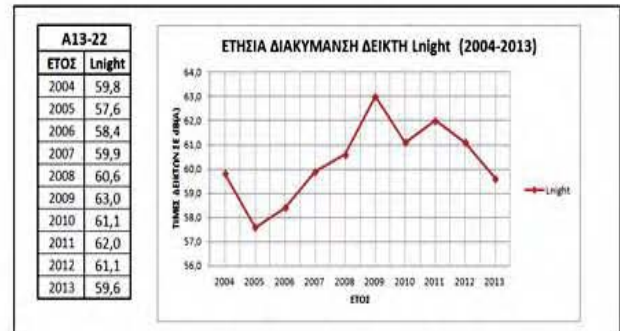
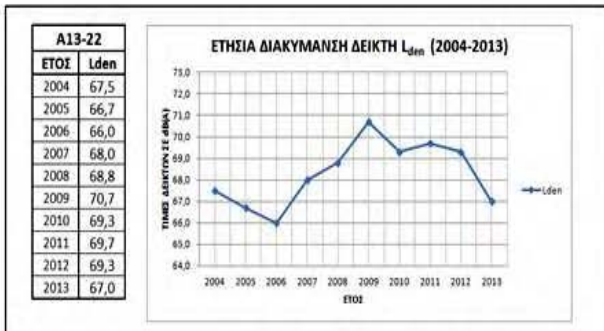
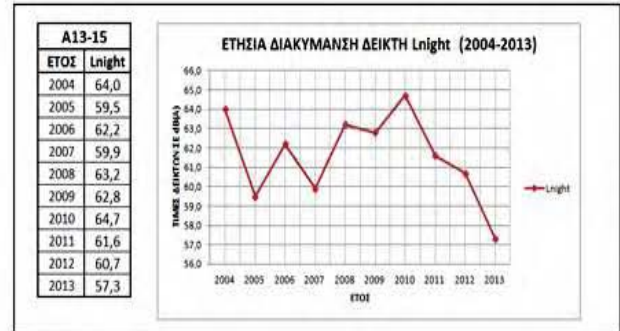
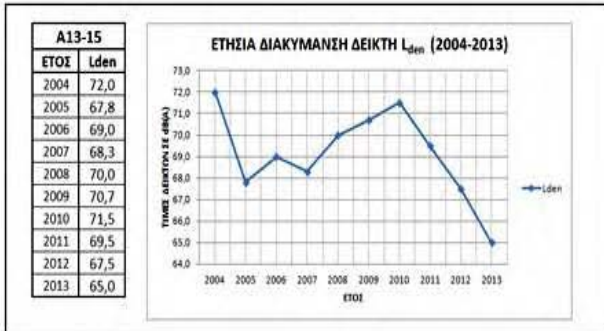
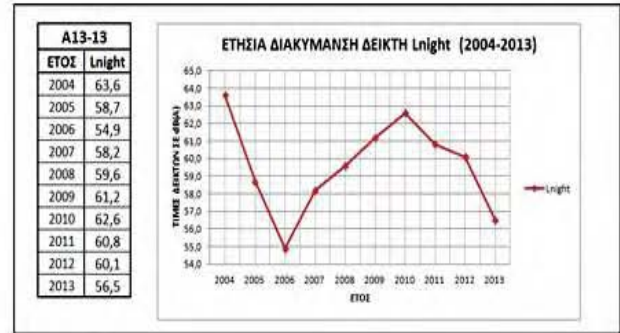
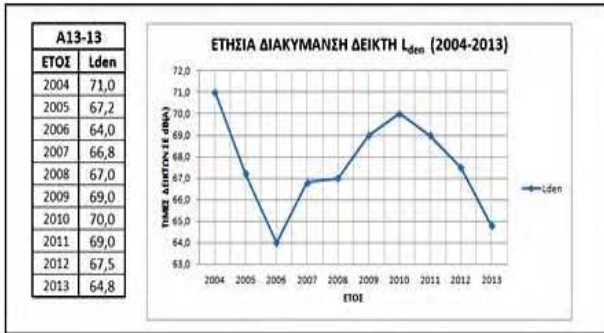
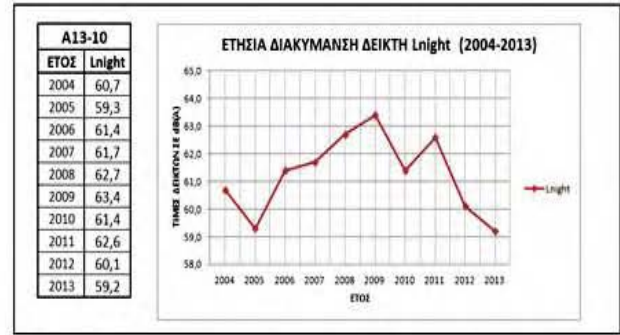
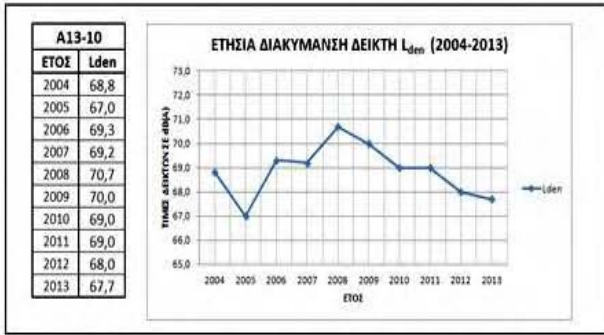


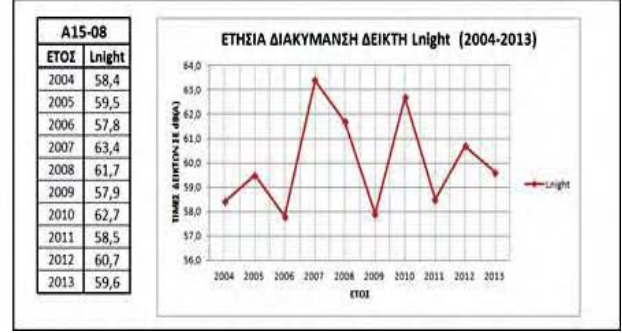
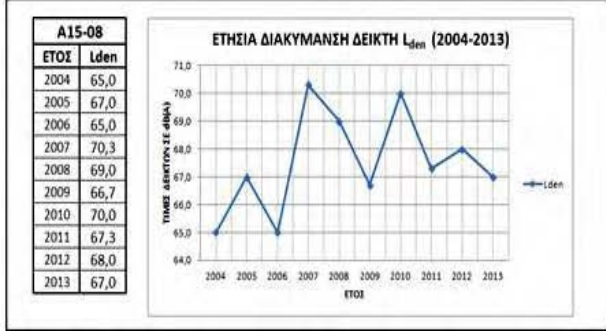
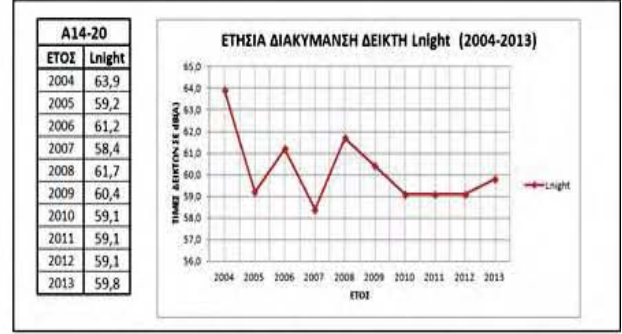
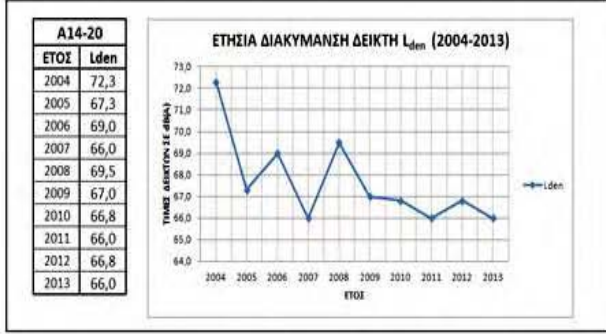
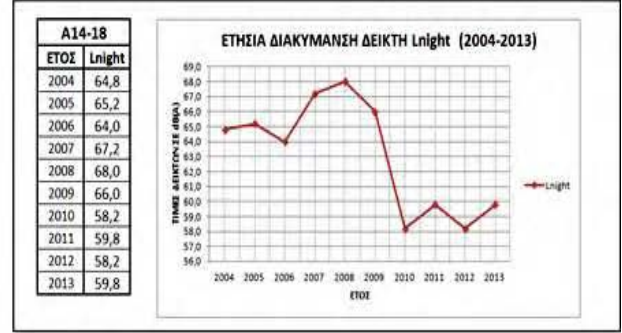
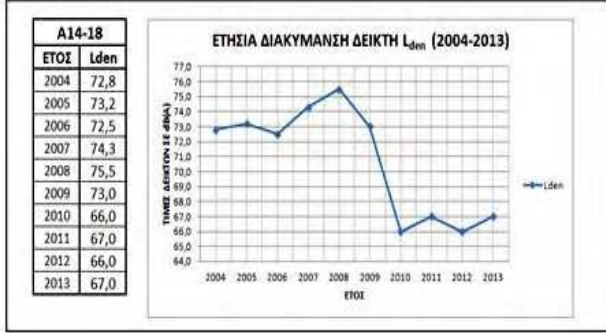
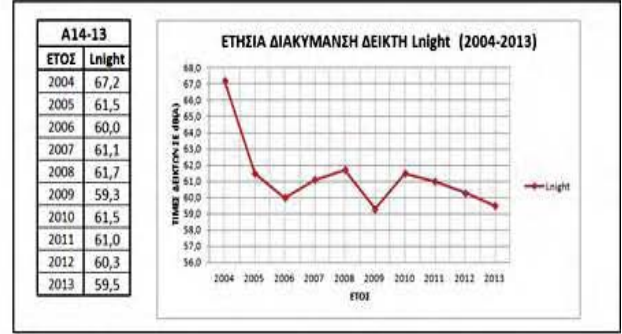
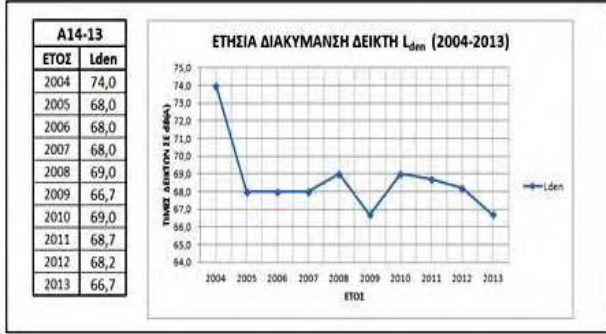
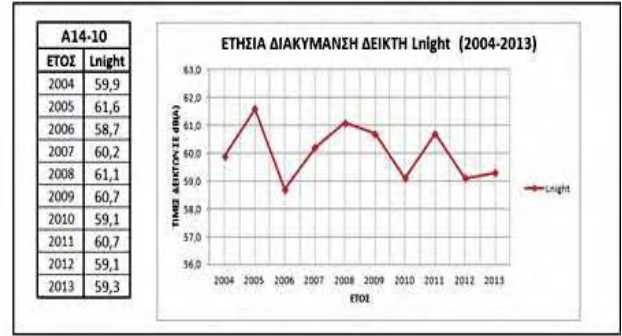
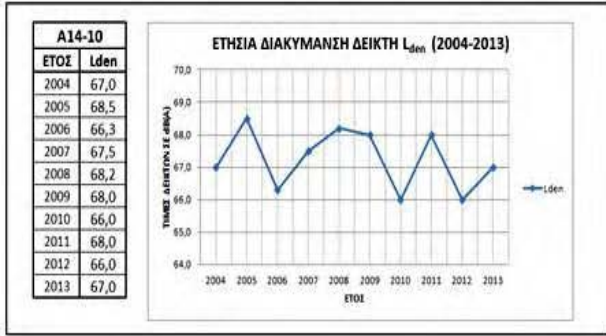


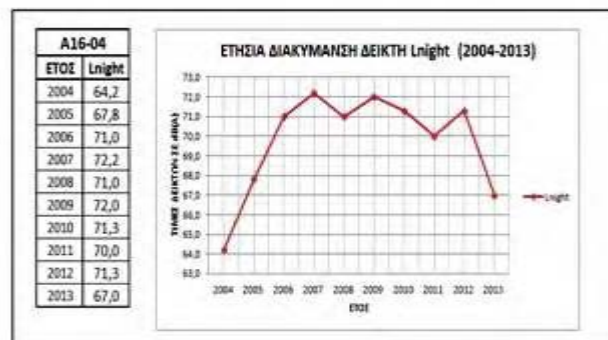
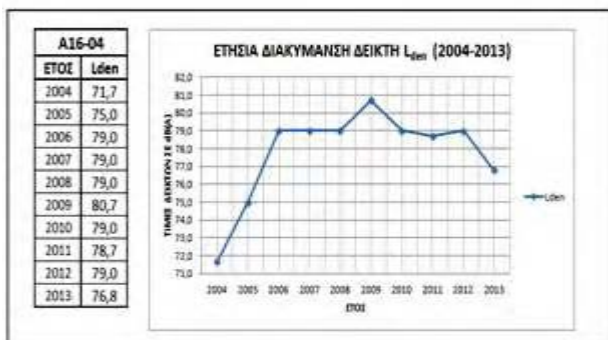
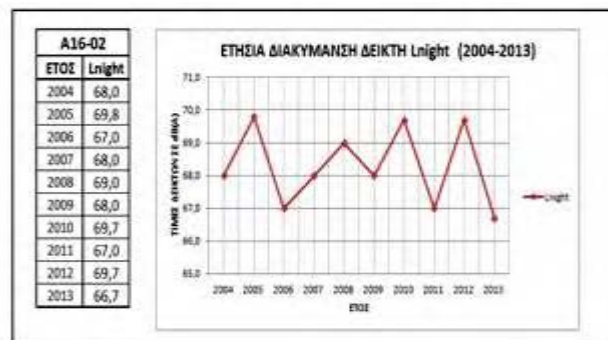
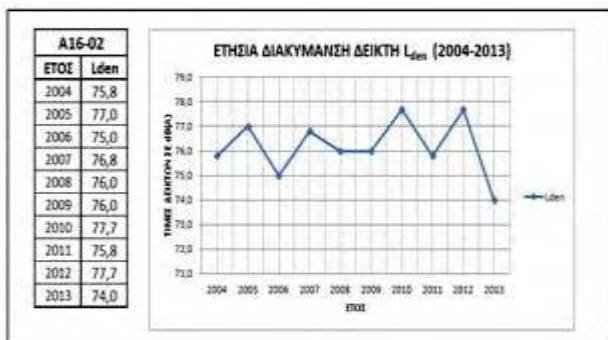




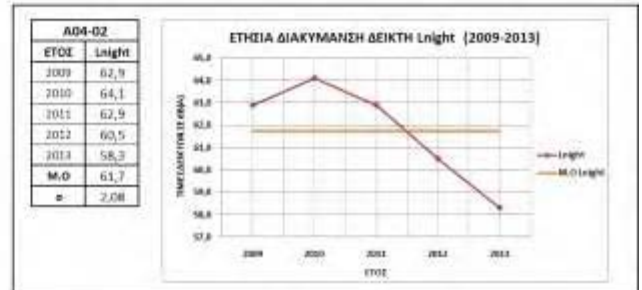
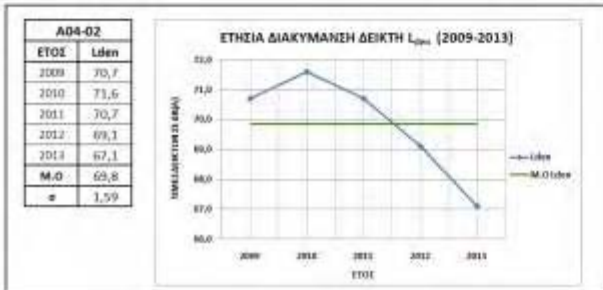
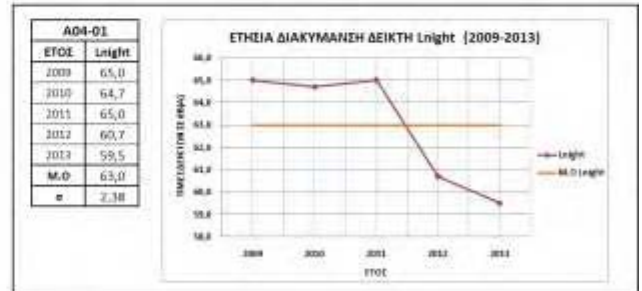
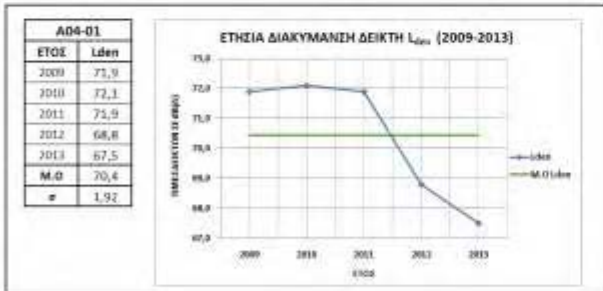
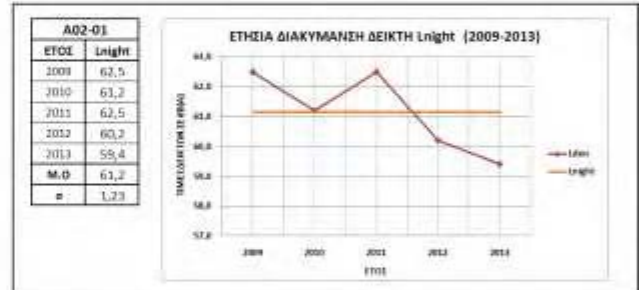
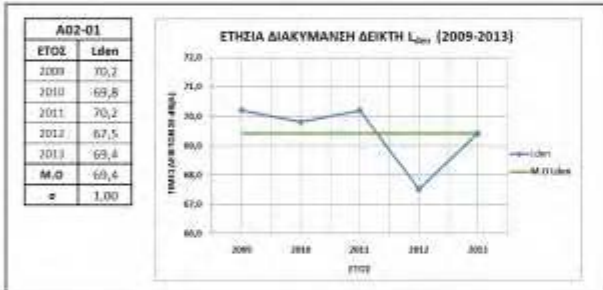
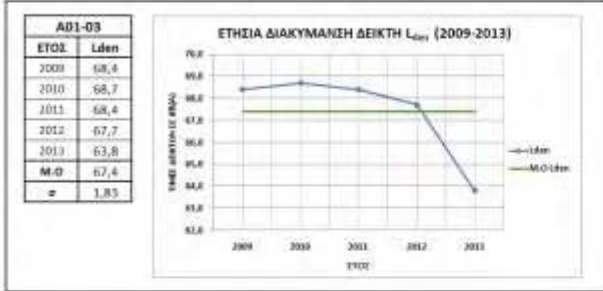
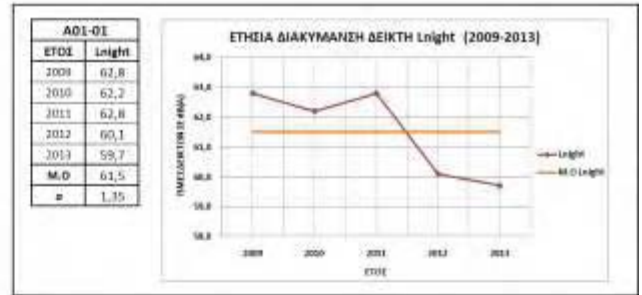
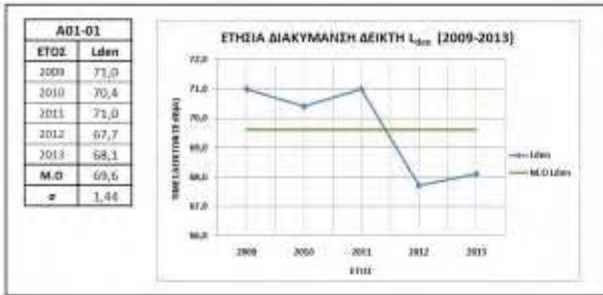


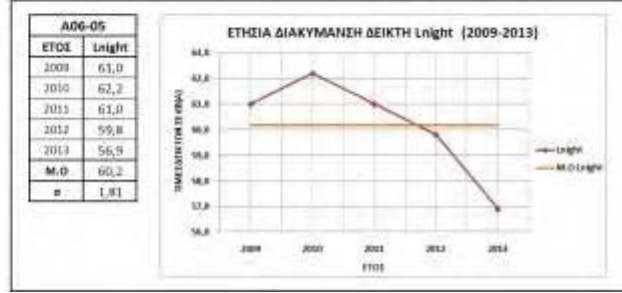
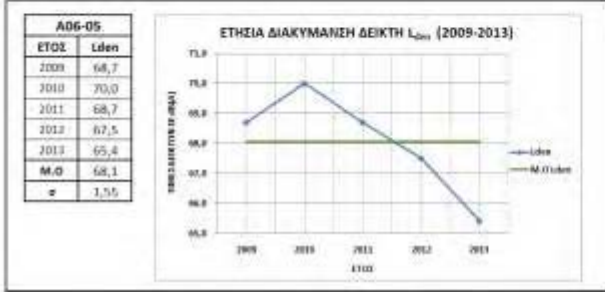
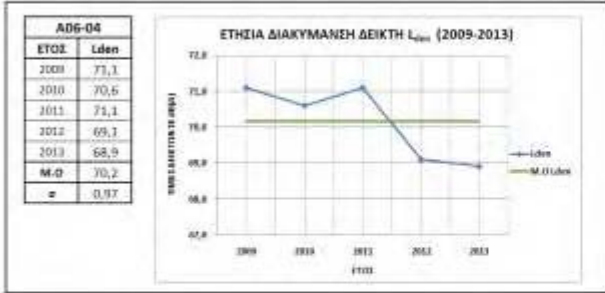
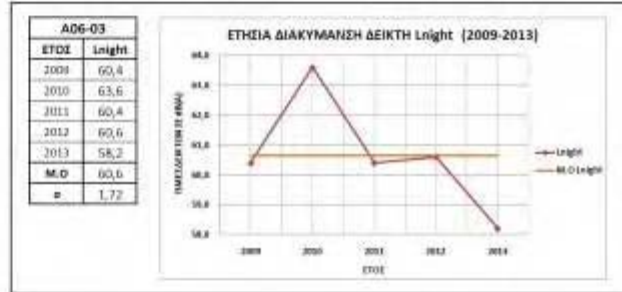
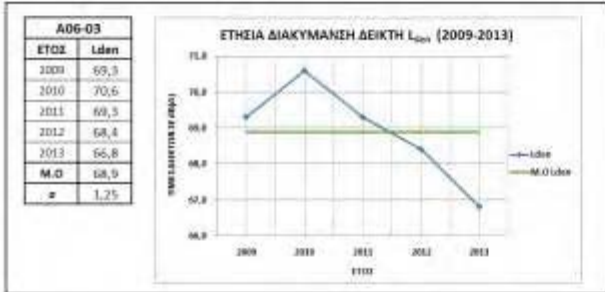
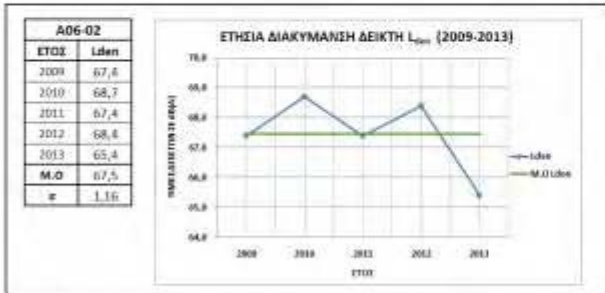
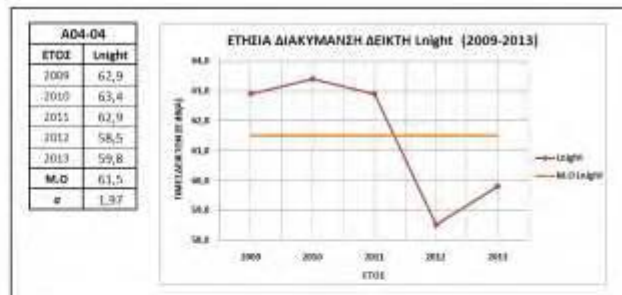
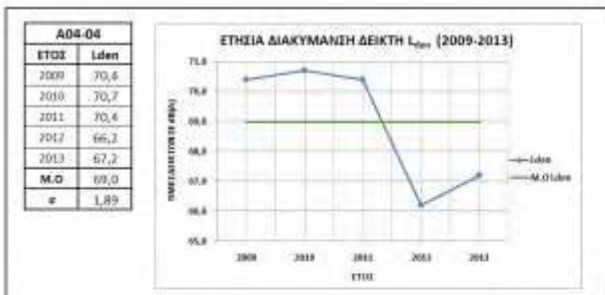


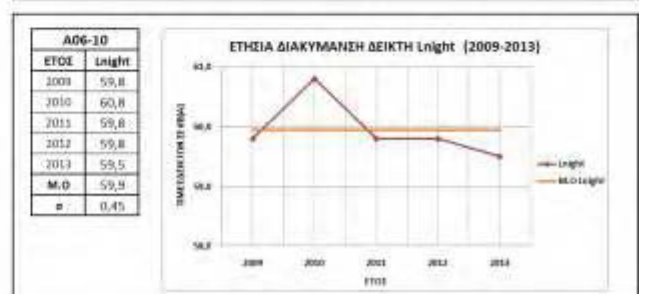
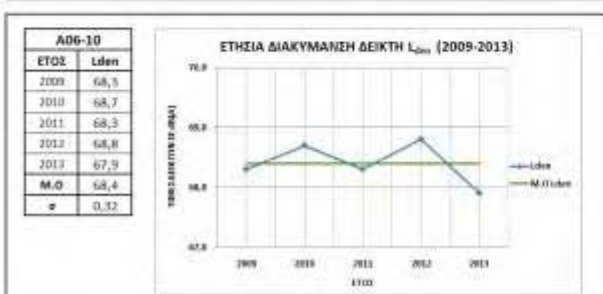
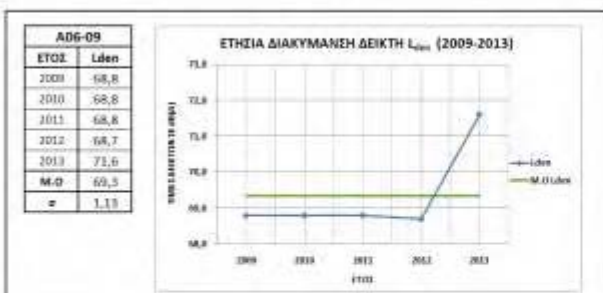
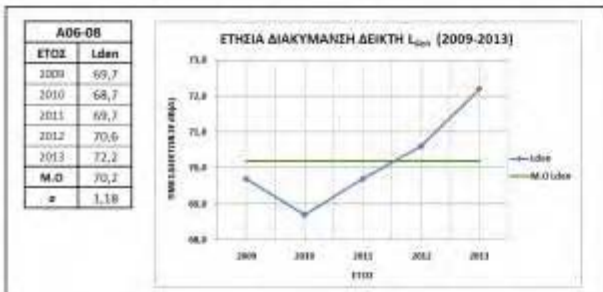
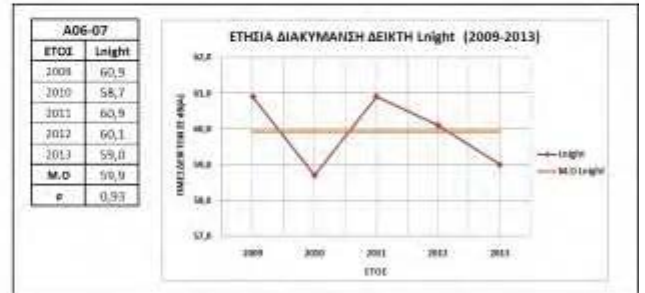
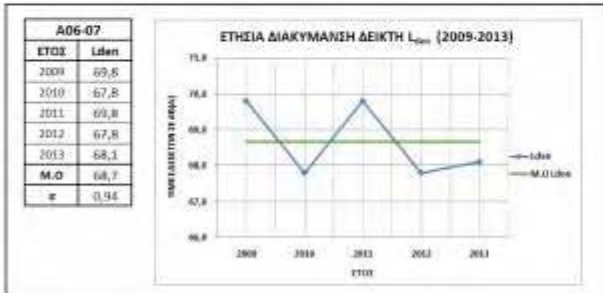
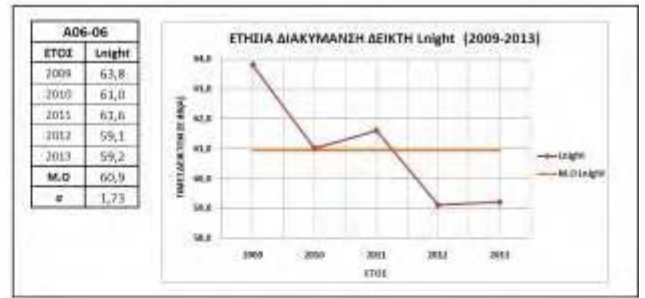
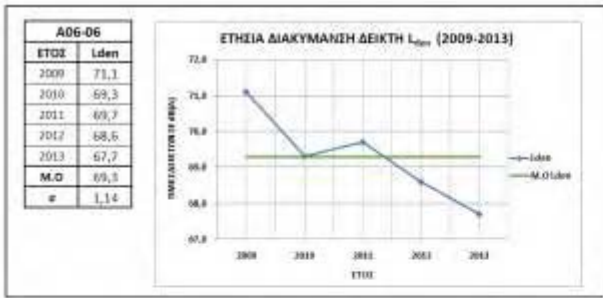


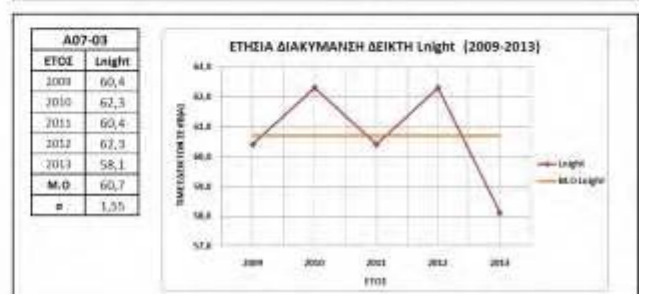
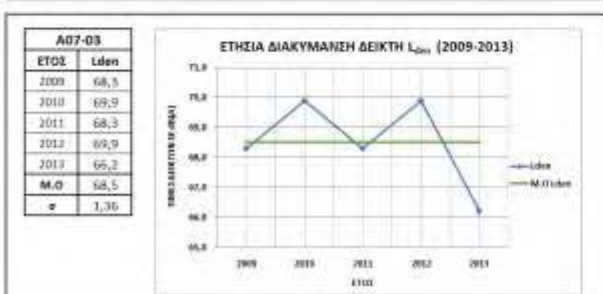
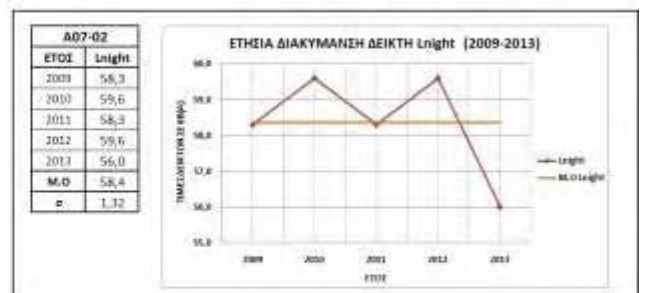
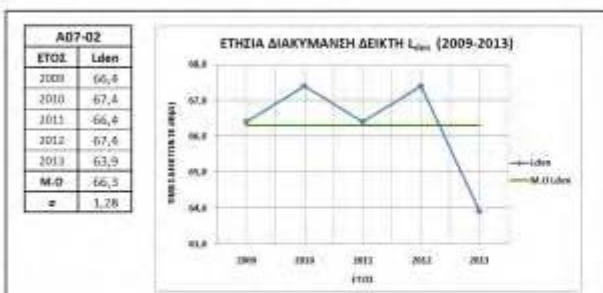
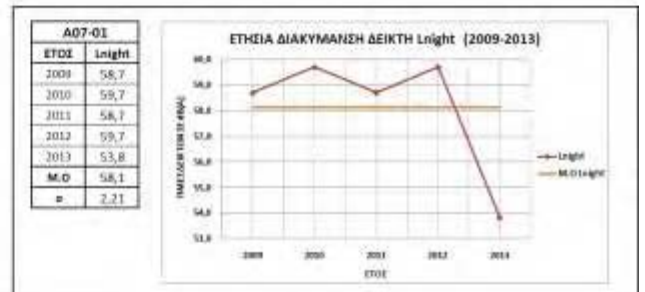
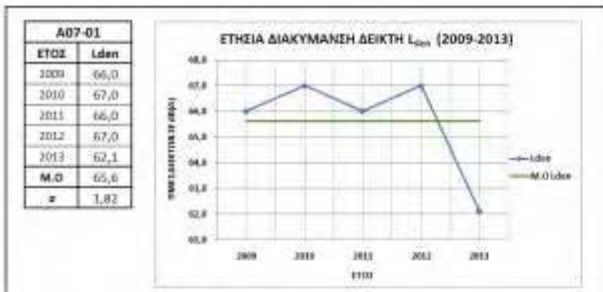
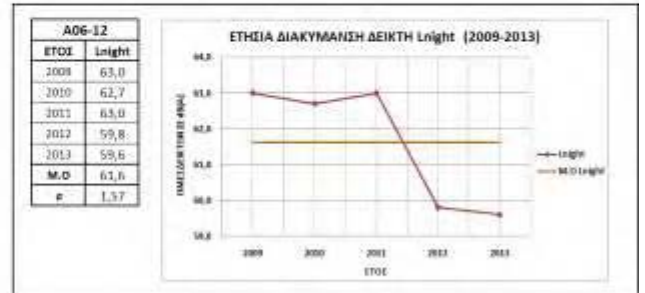
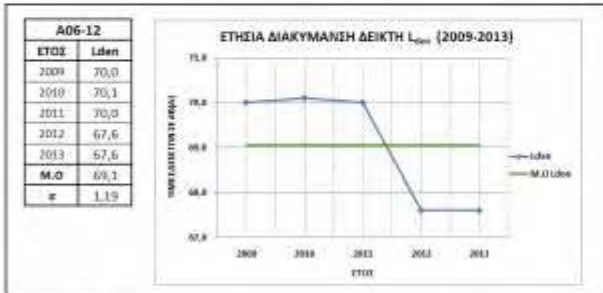
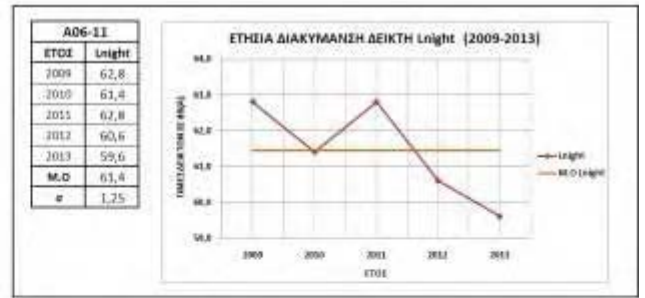
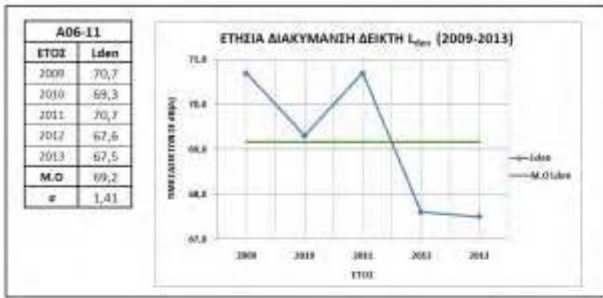


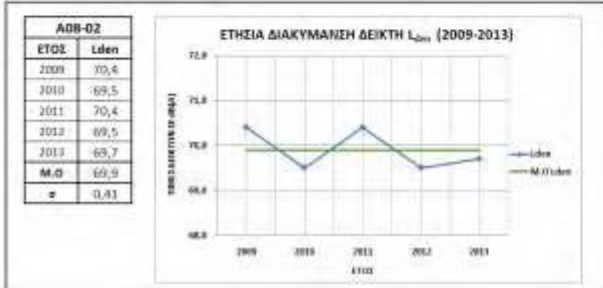
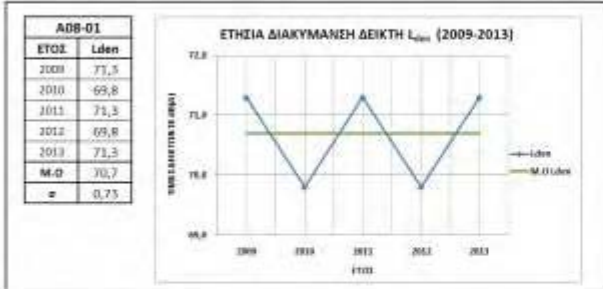
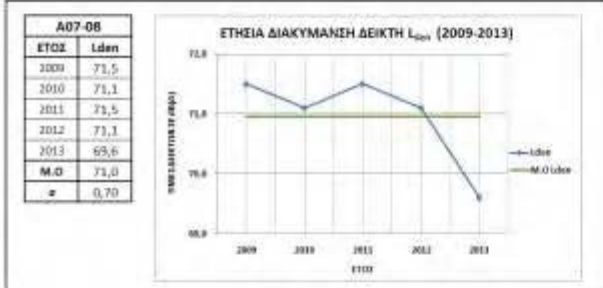
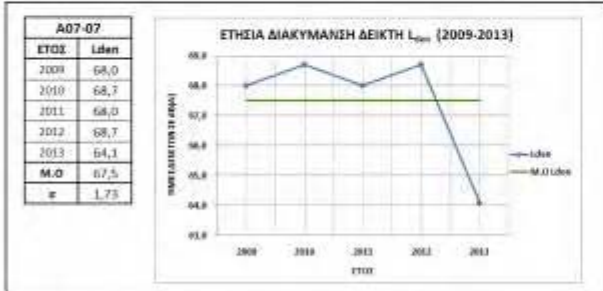
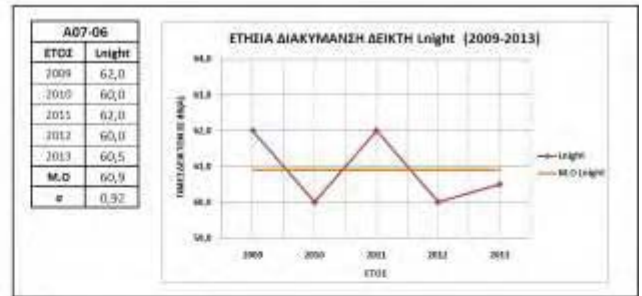
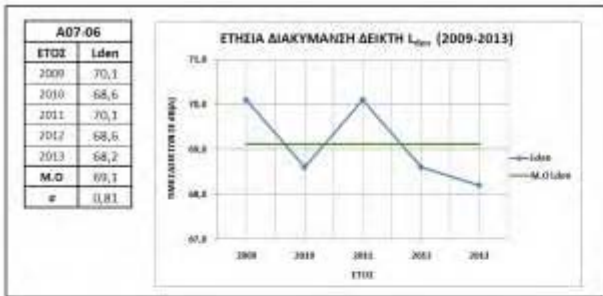
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΤΗΣΙΑΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ
ΔΕΙΚΤΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ L_{den} & L_{night}
ΑΝΑ ΘΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
2009-2013

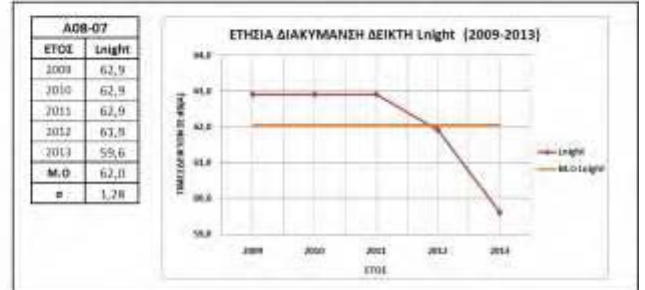
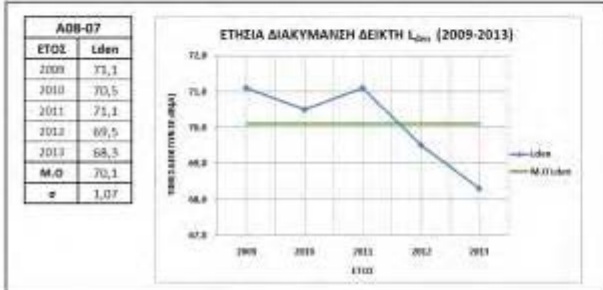
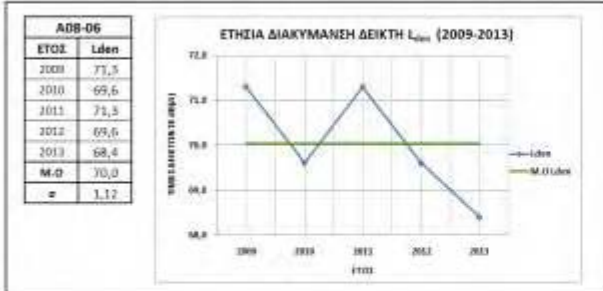
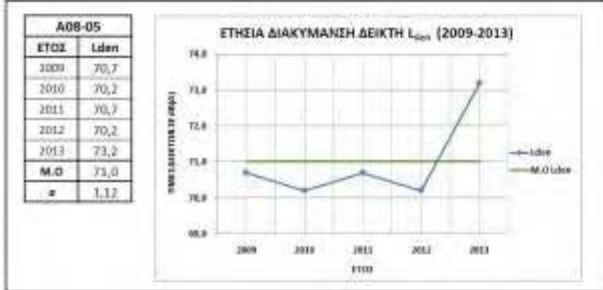
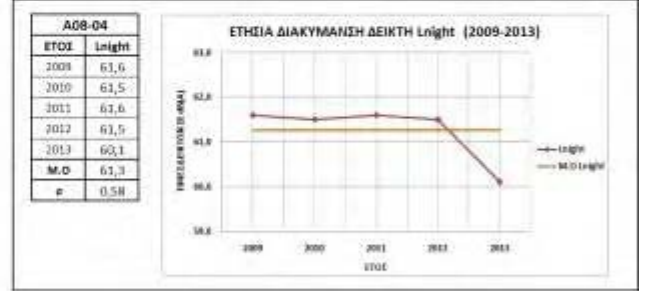
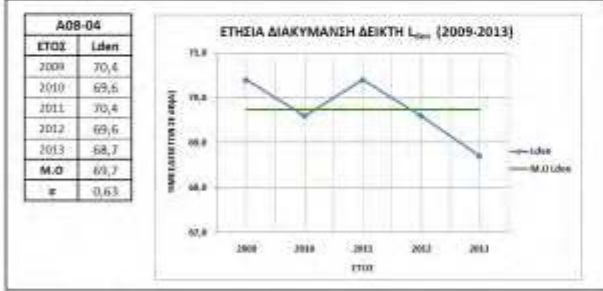
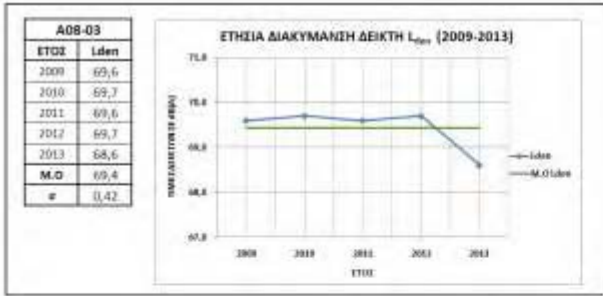


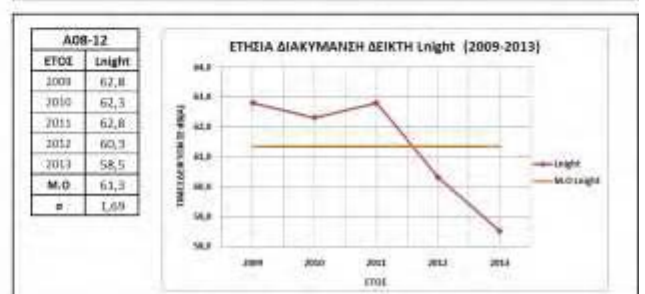
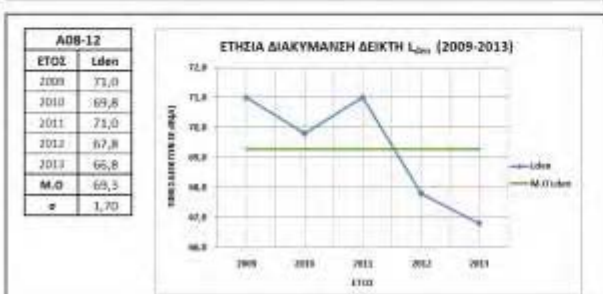
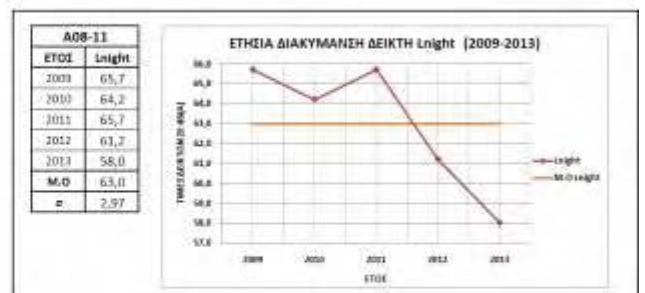
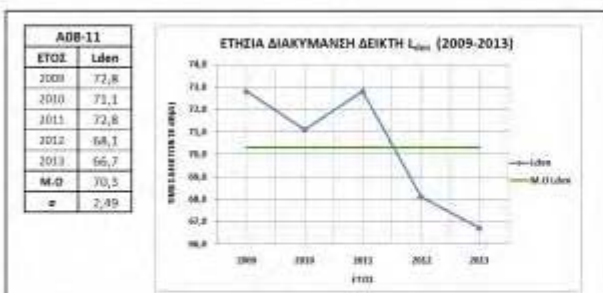
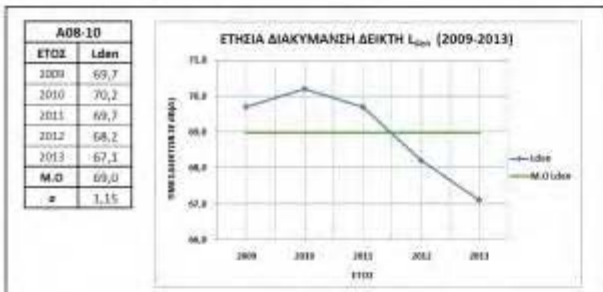
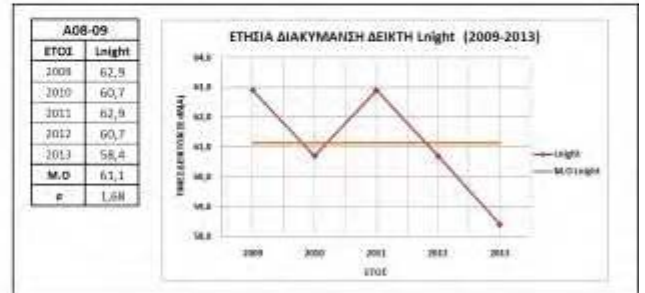
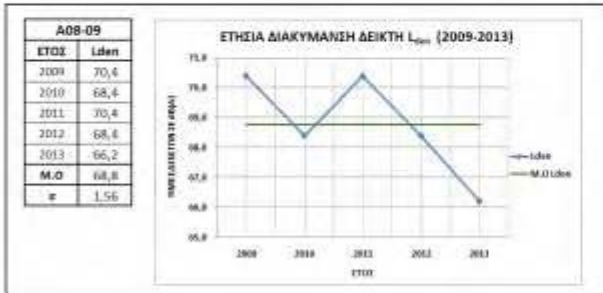
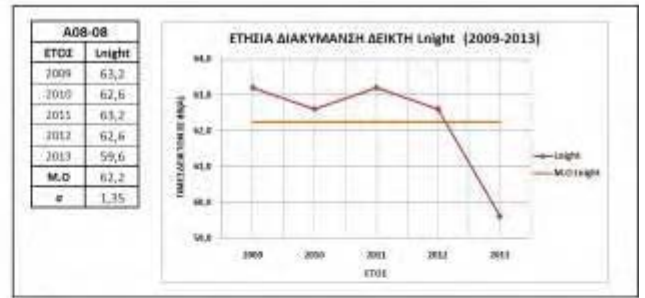
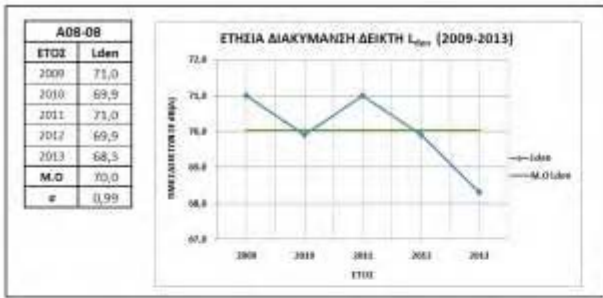


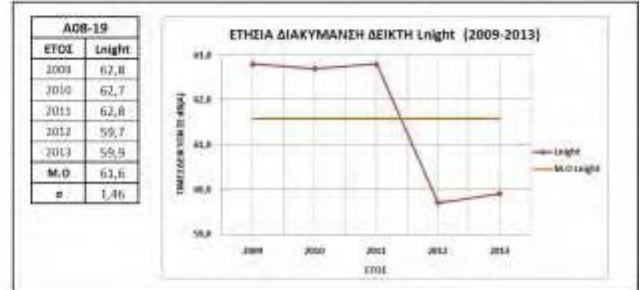
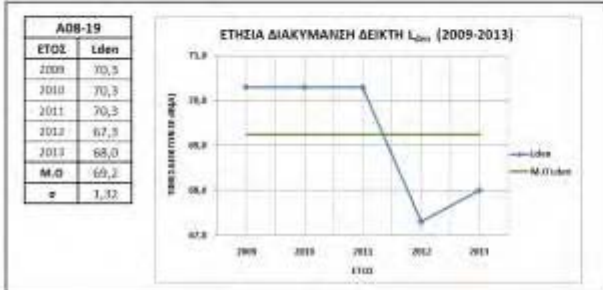
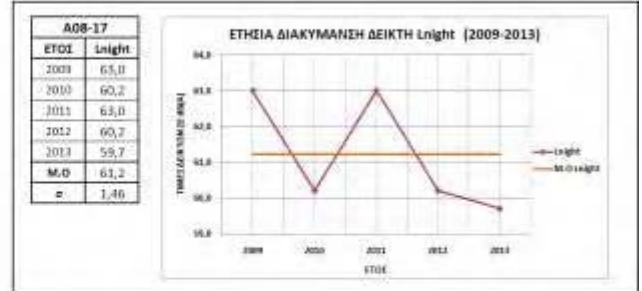
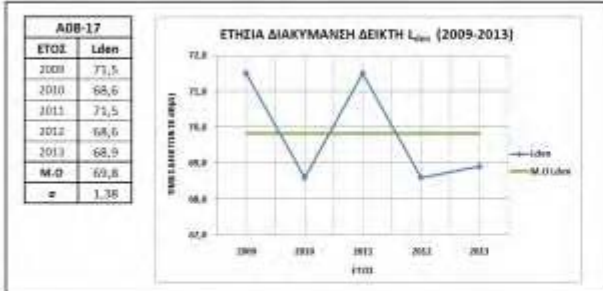
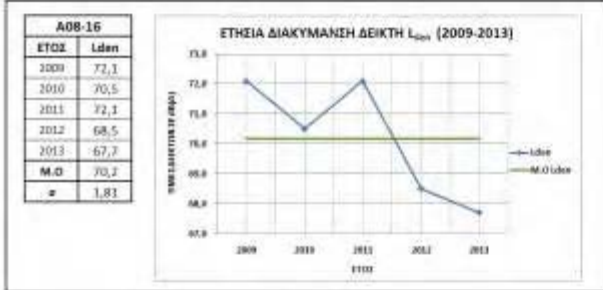
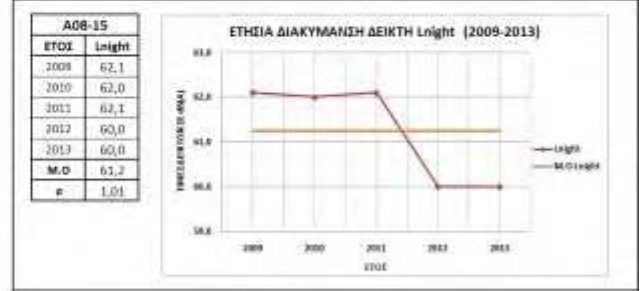
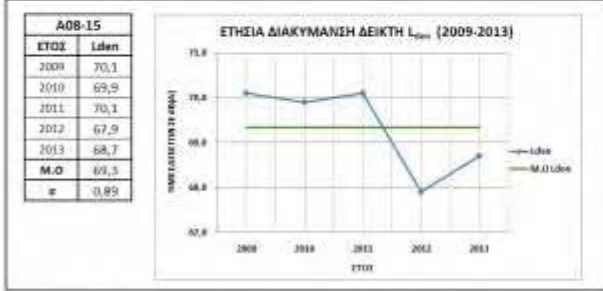
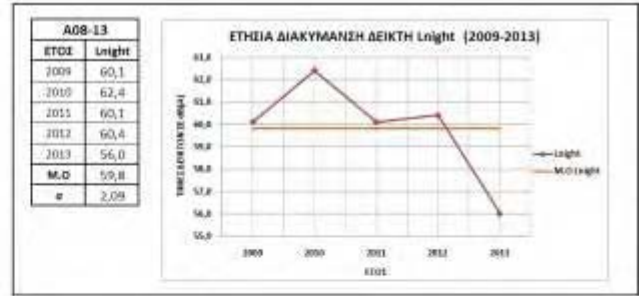
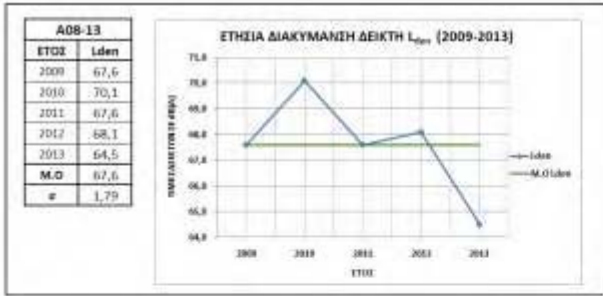


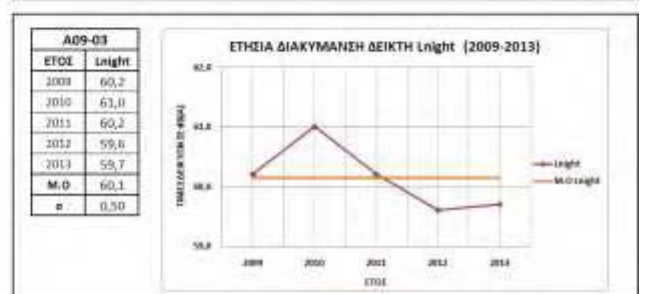
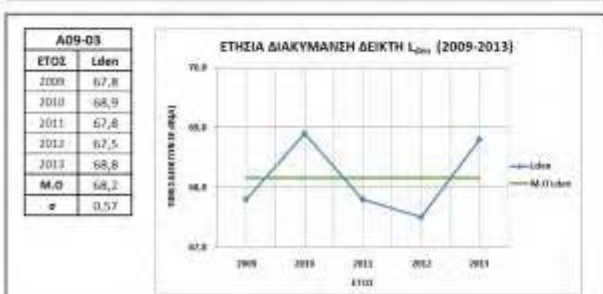
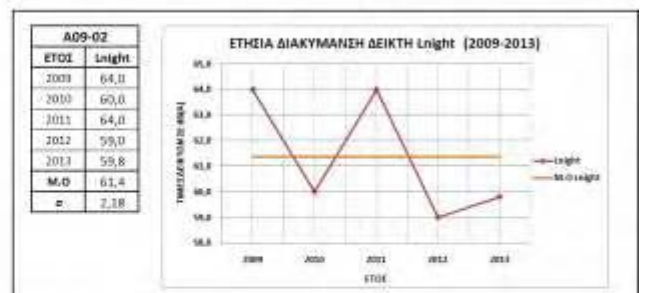
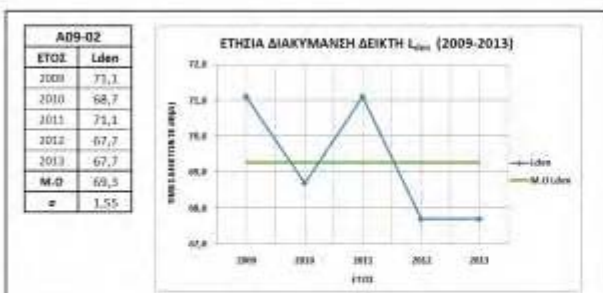
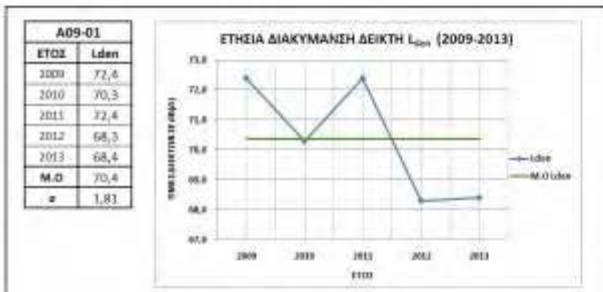
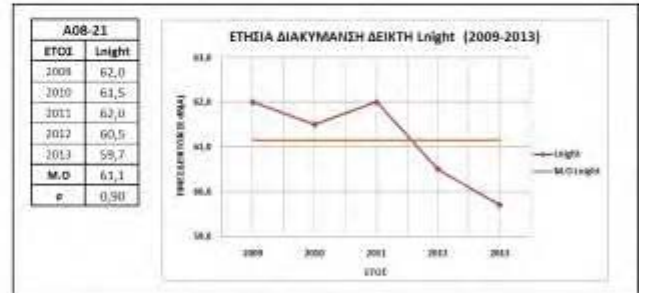
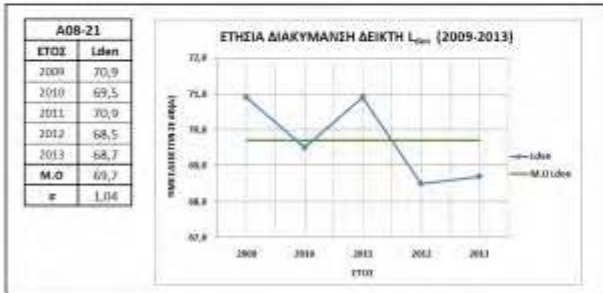
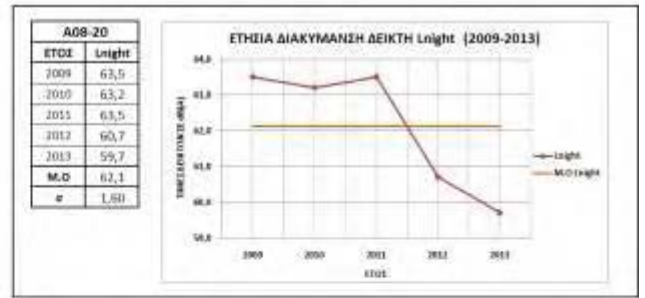
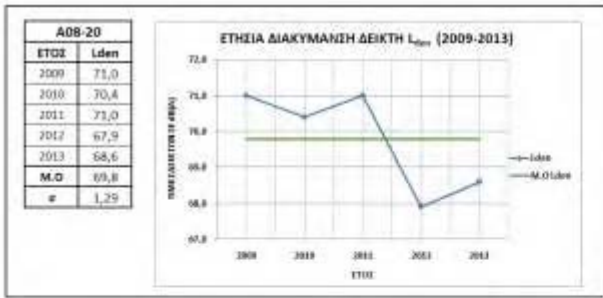


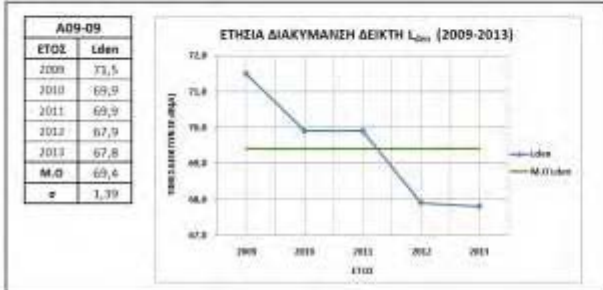
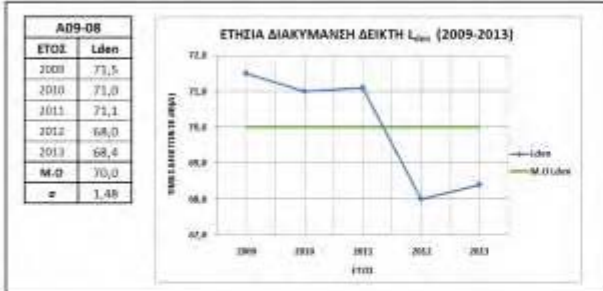
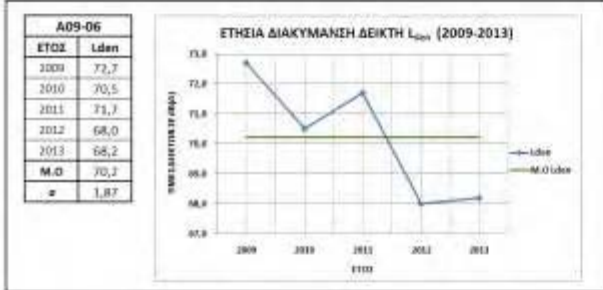
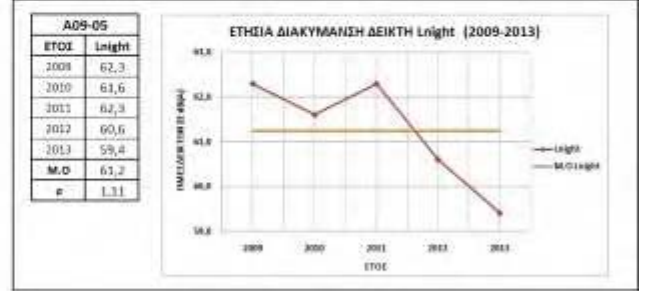
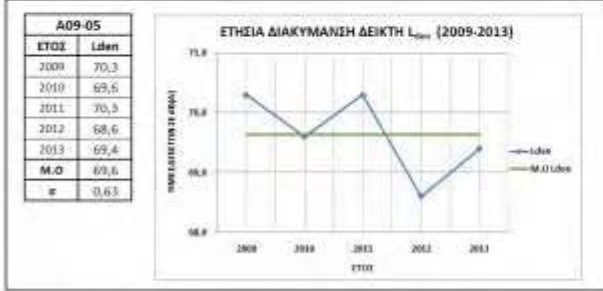
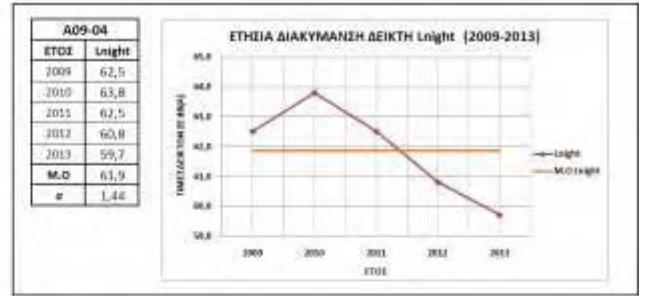
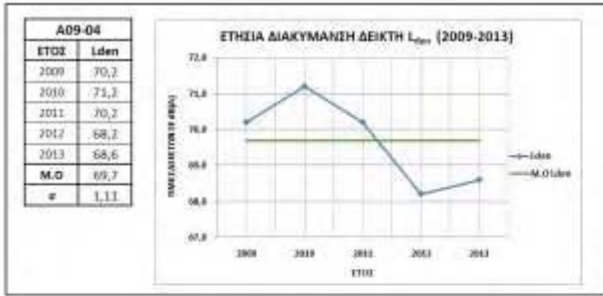


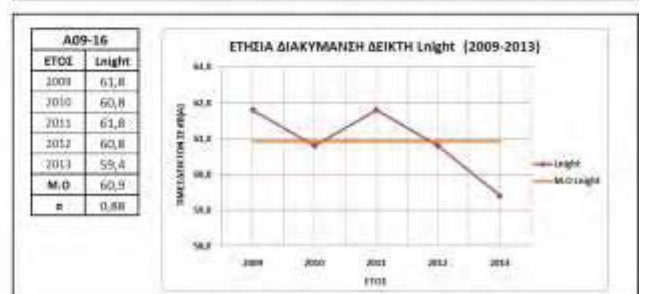
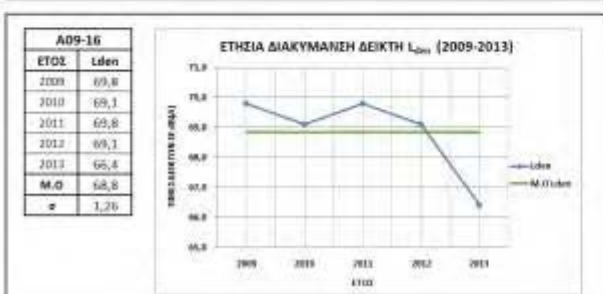
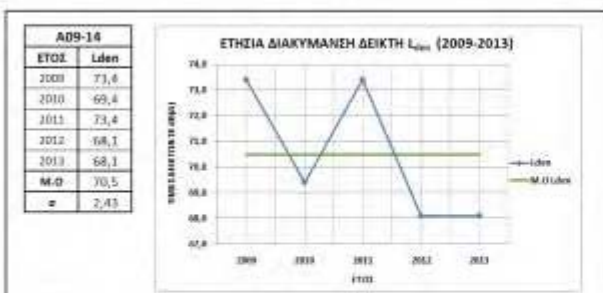
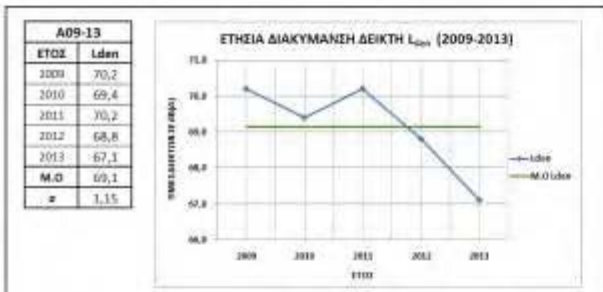
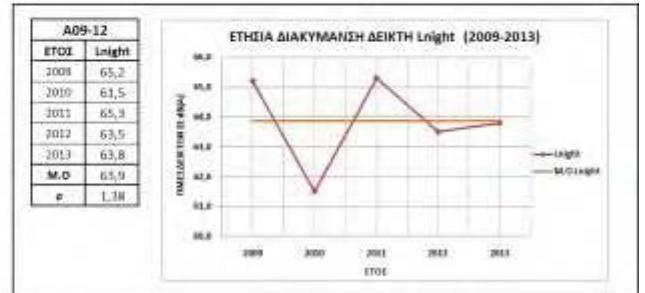
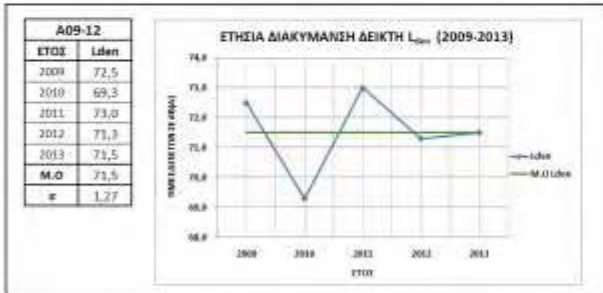
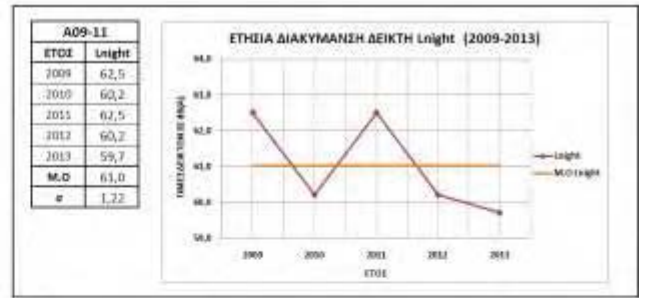
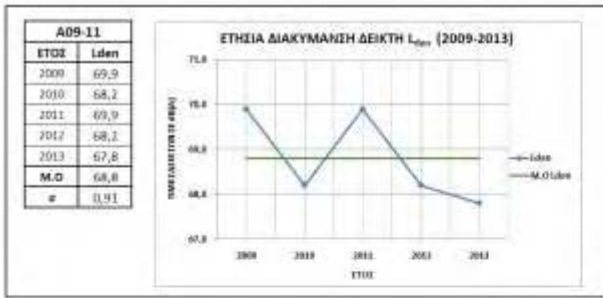


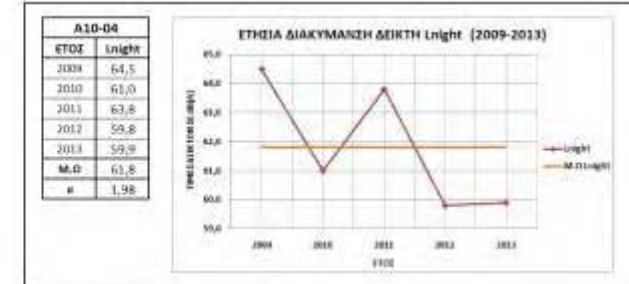
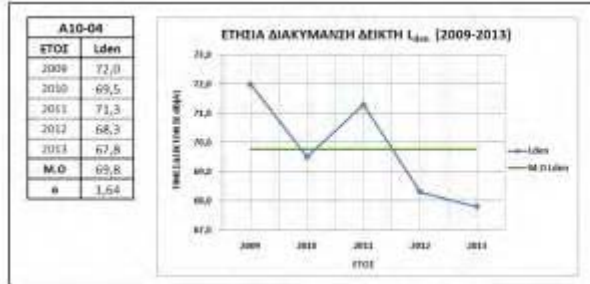
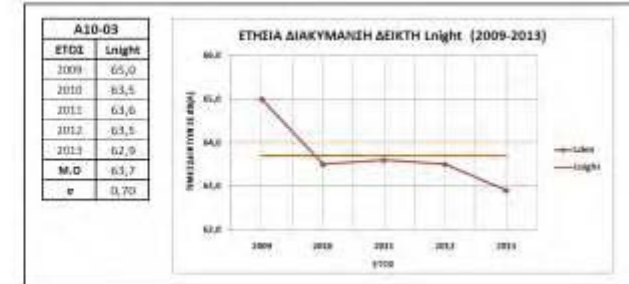
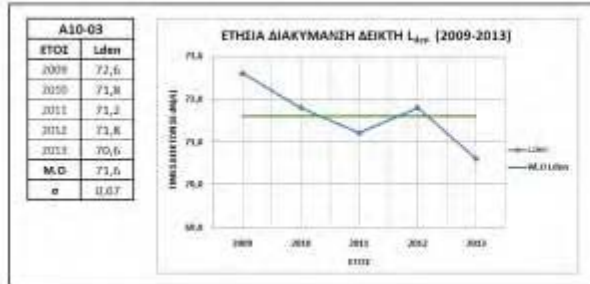
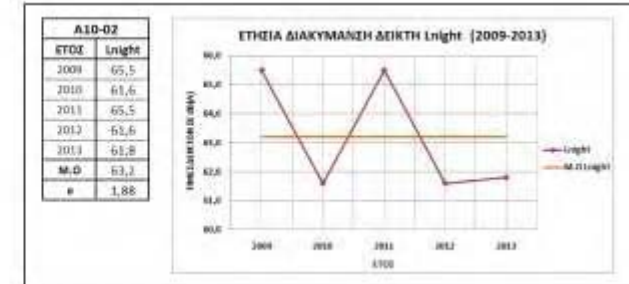
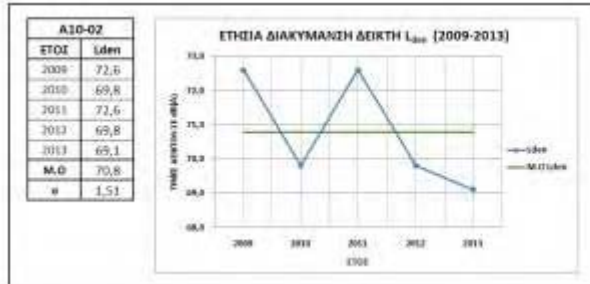
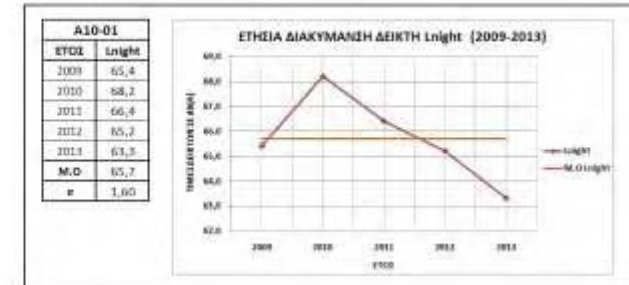
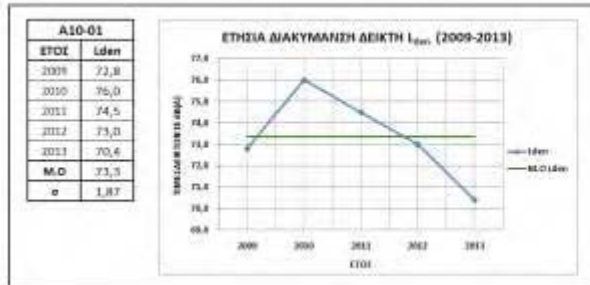
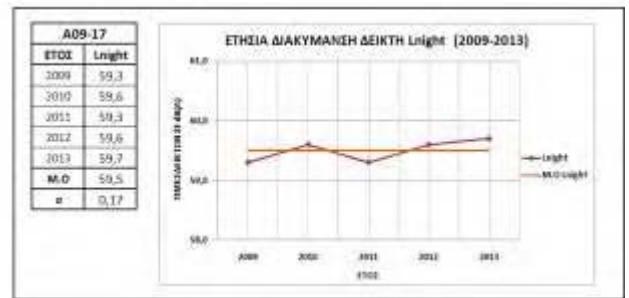
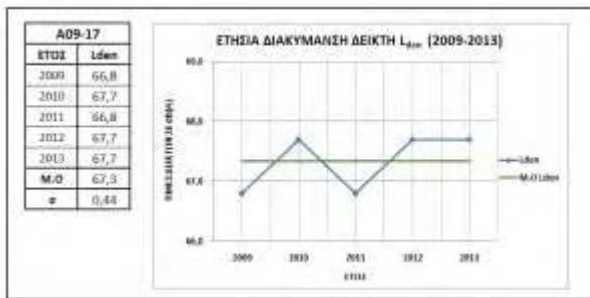


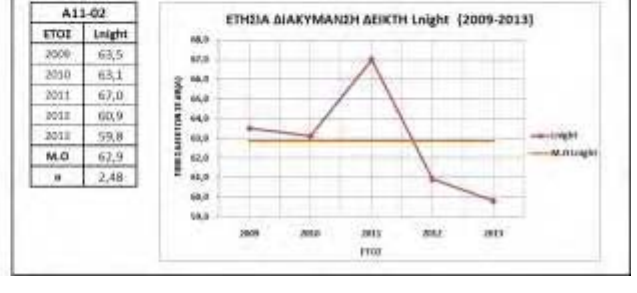
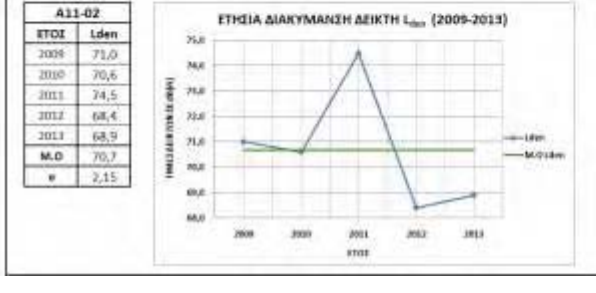
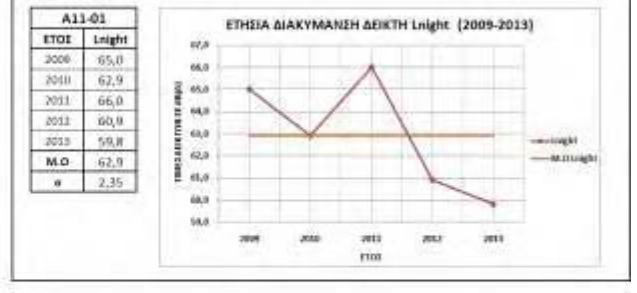
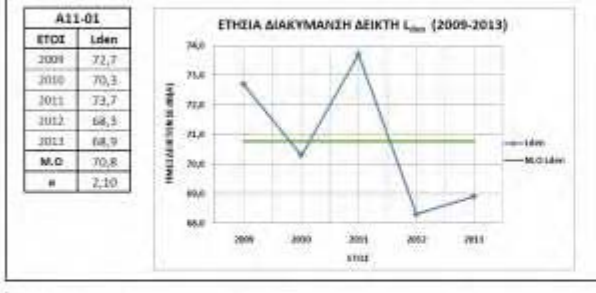
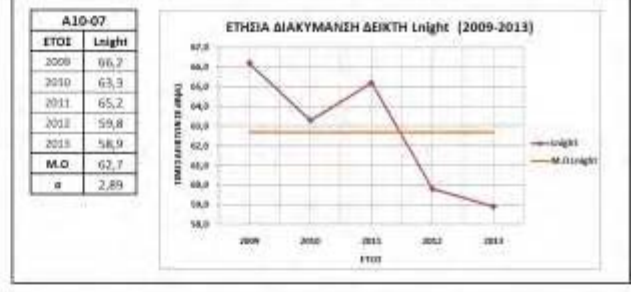
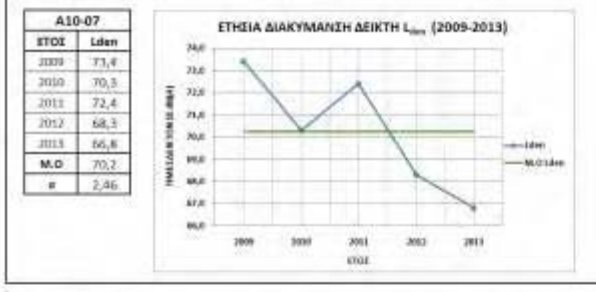
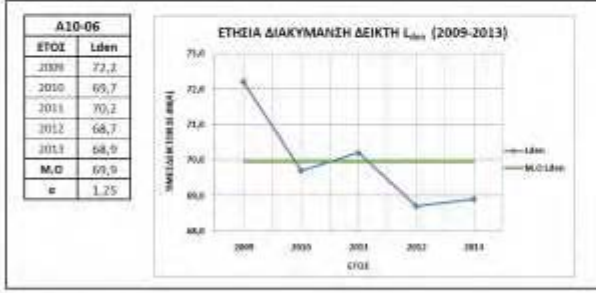
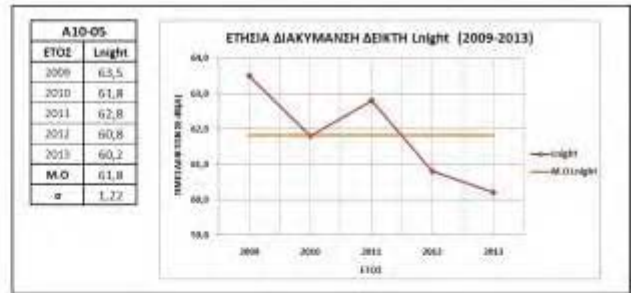
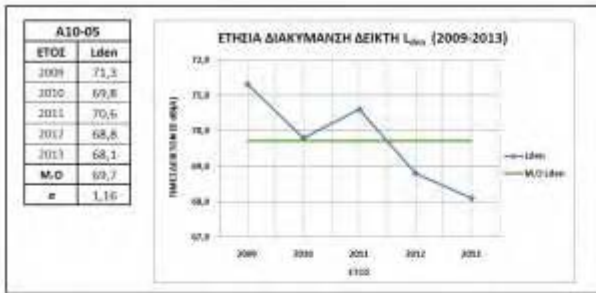


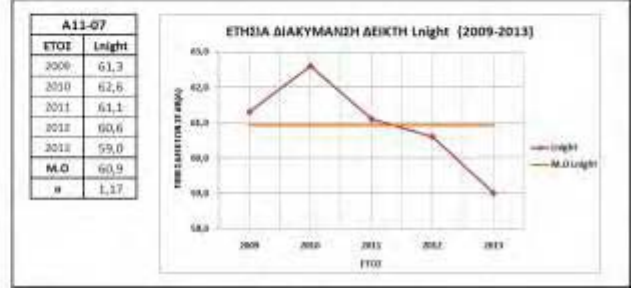
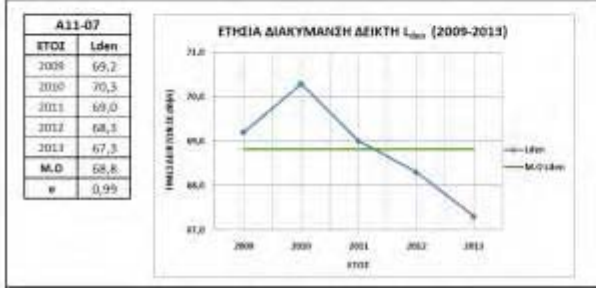
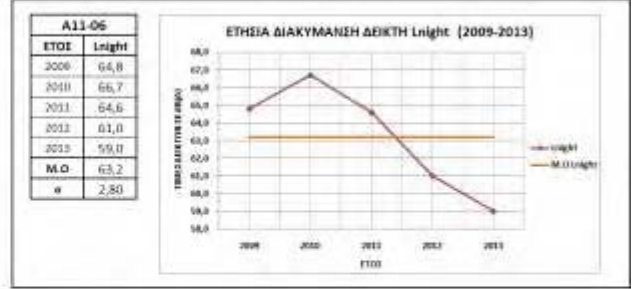
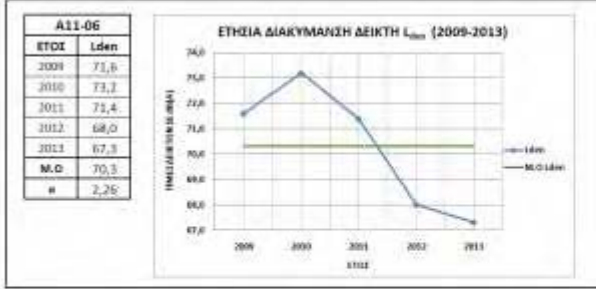
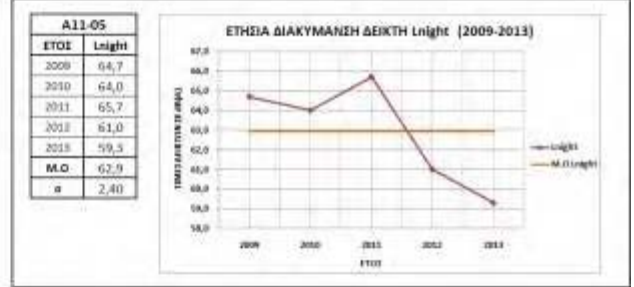
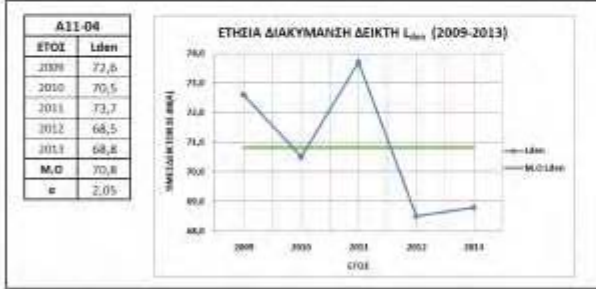
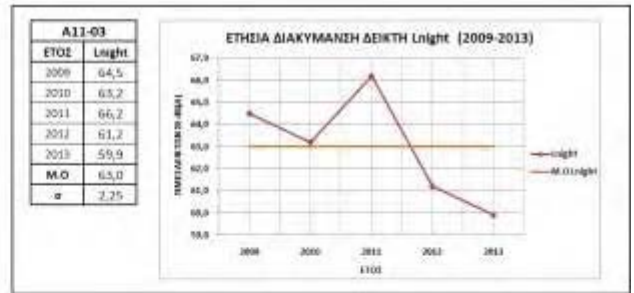
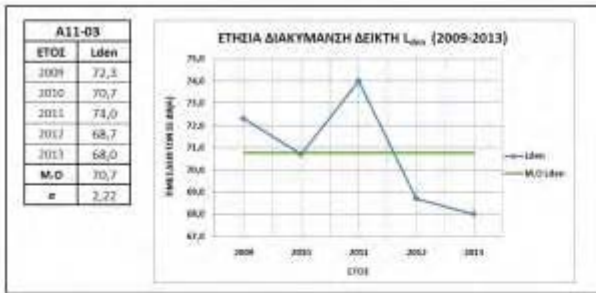


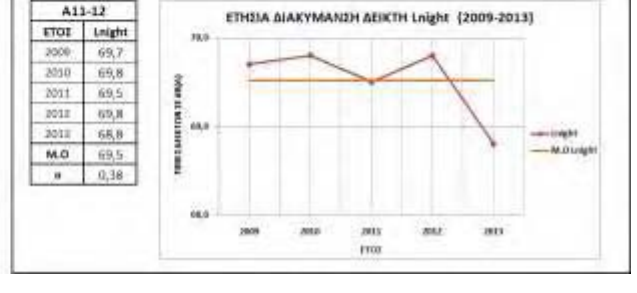
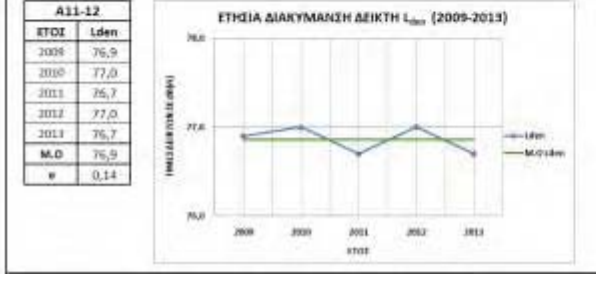
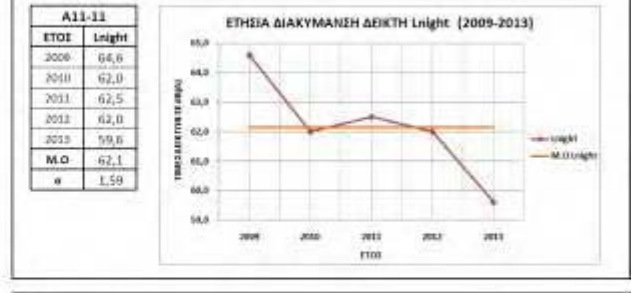
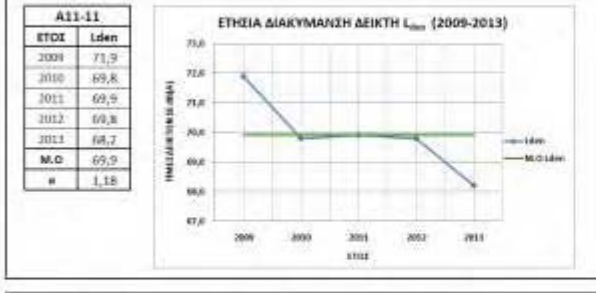
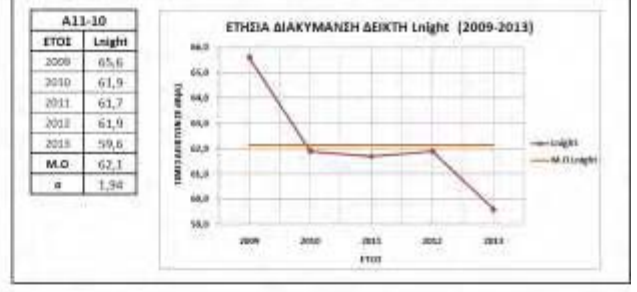
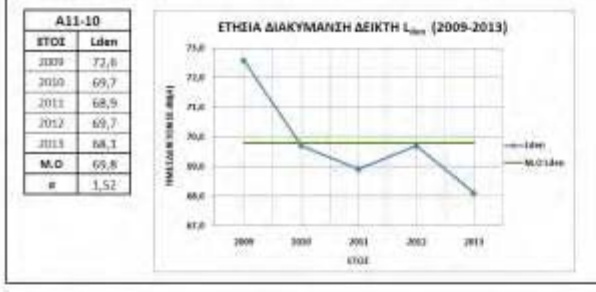
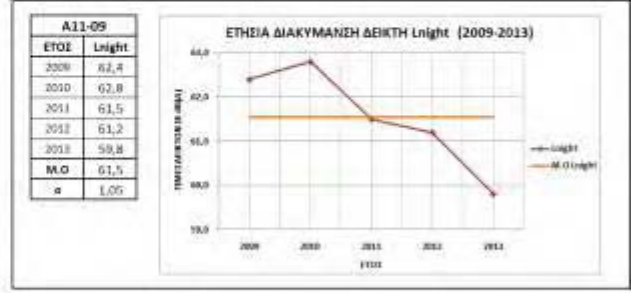
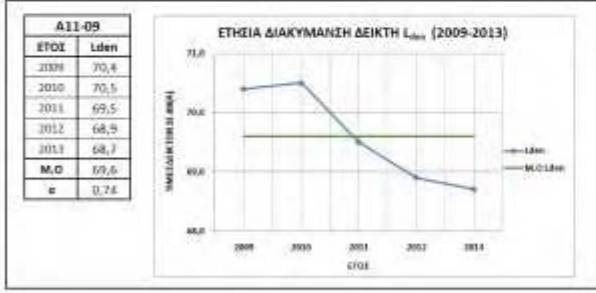
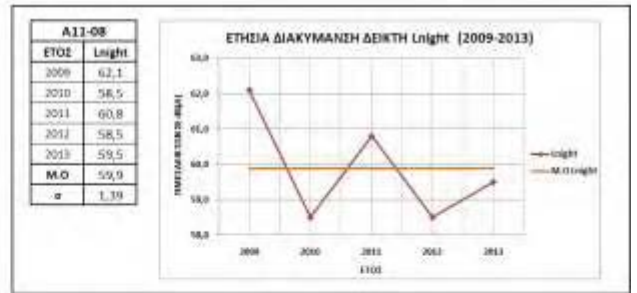
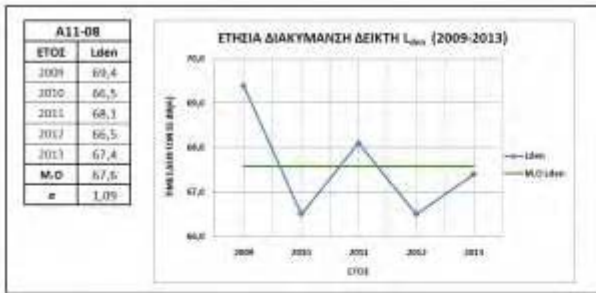


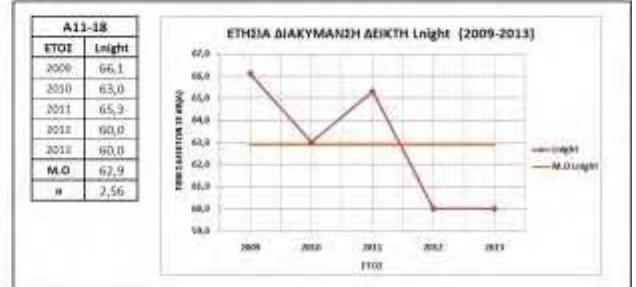
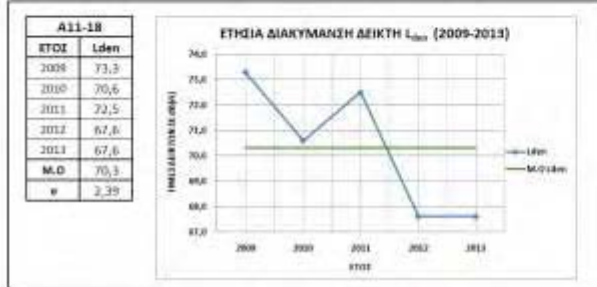
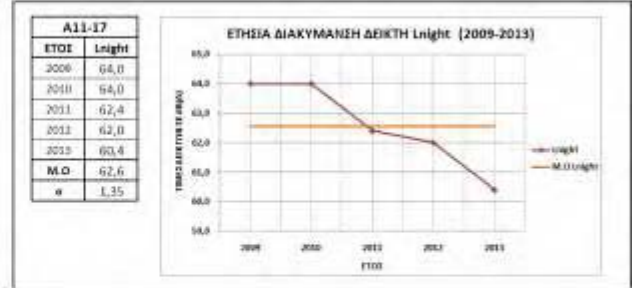
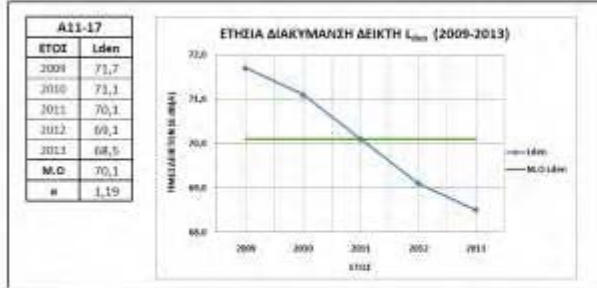
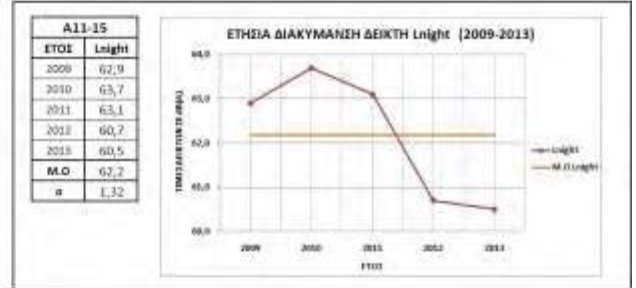
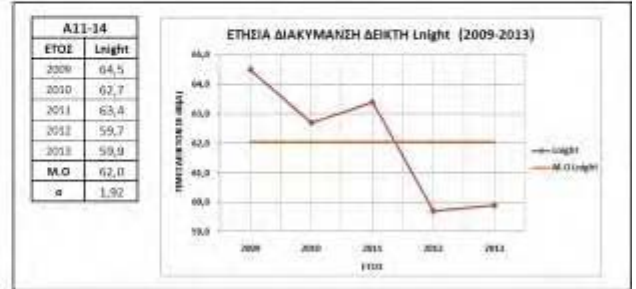
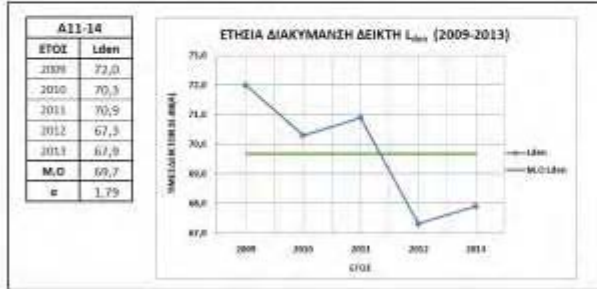
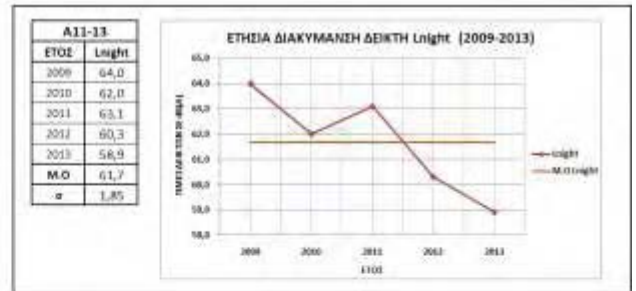
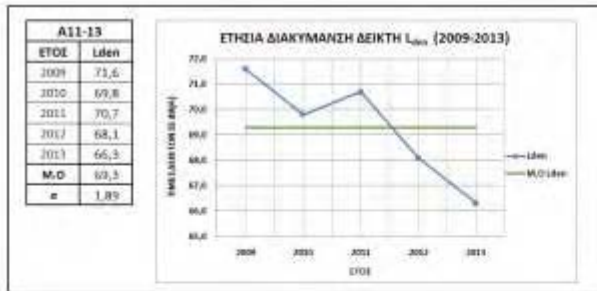


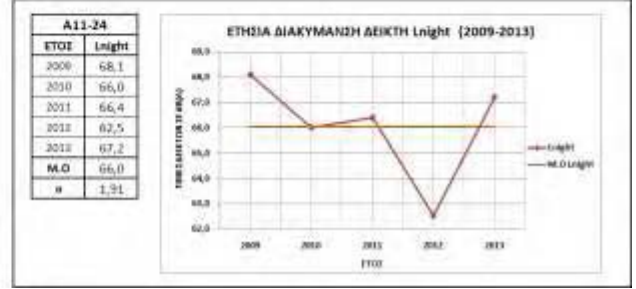
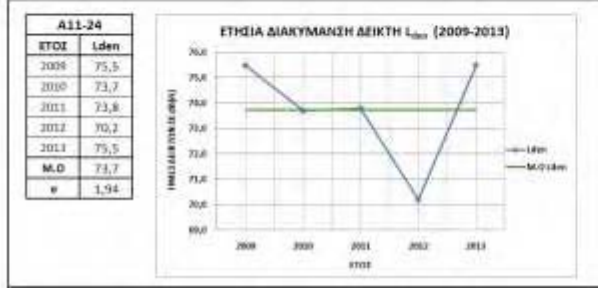
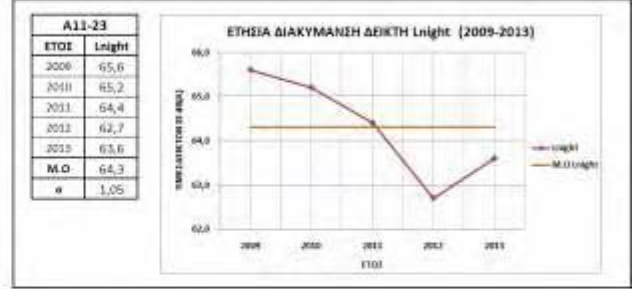
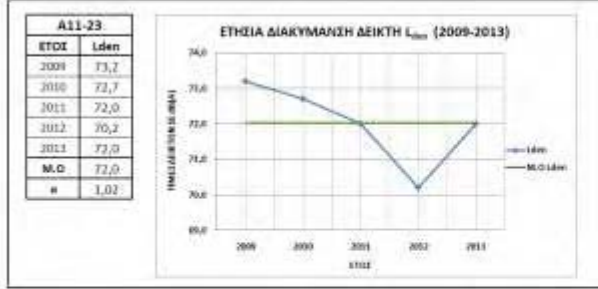
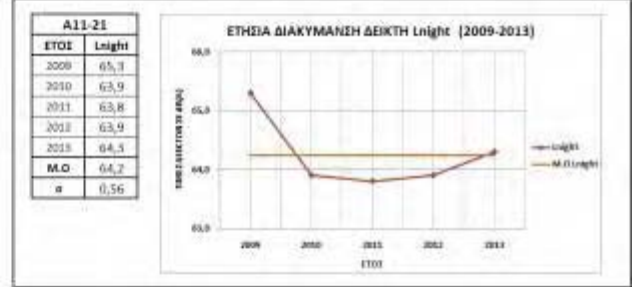
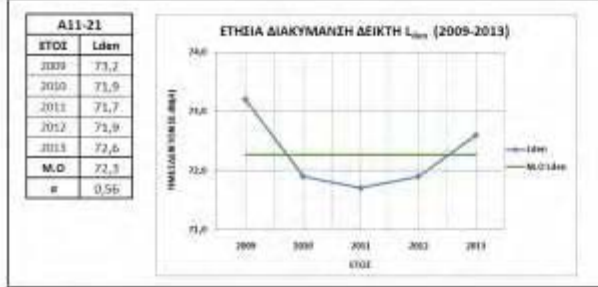
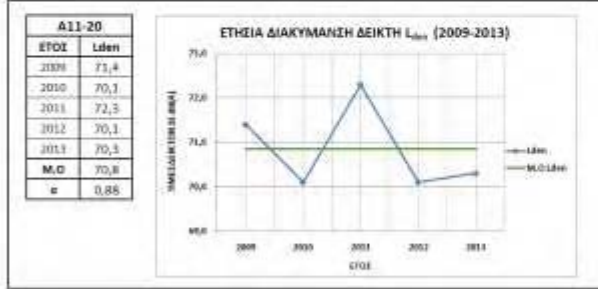
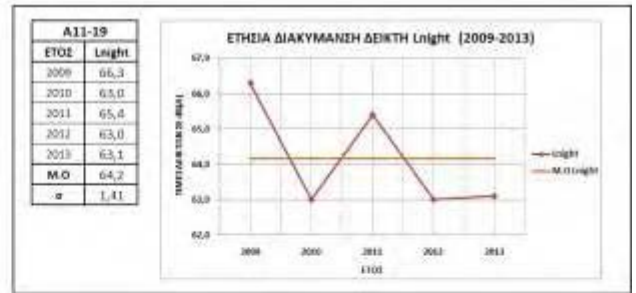
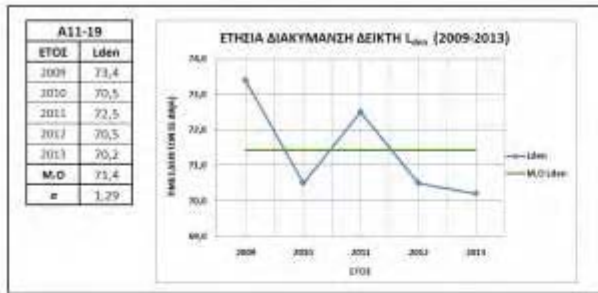


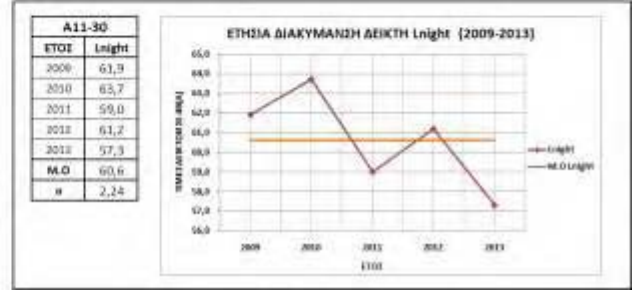
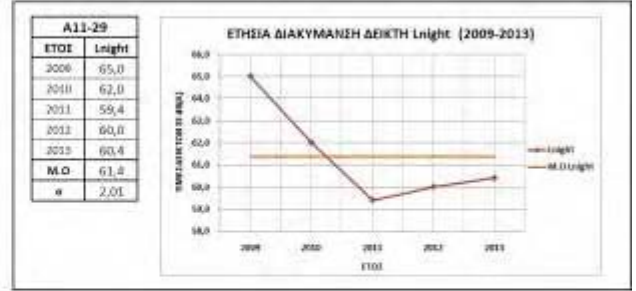
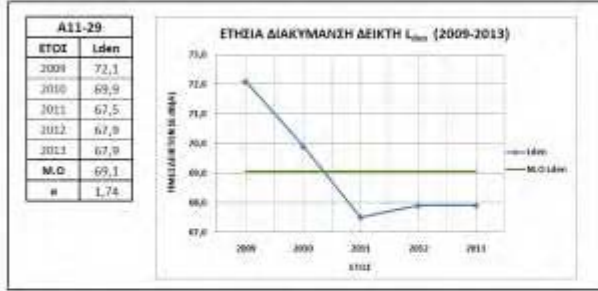
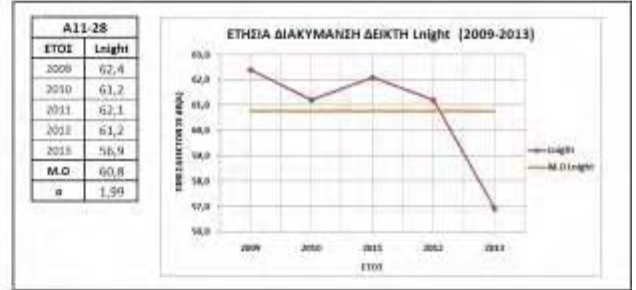
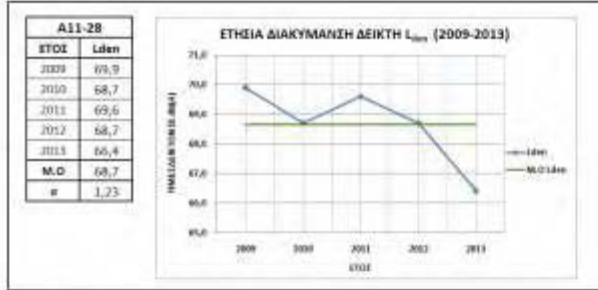
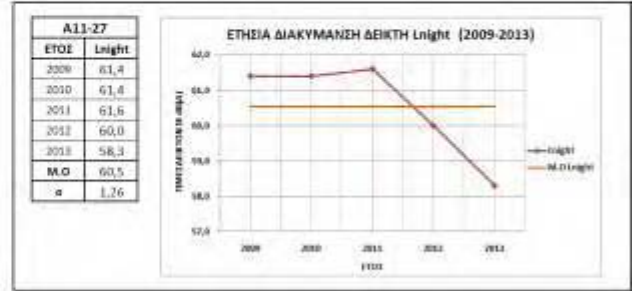
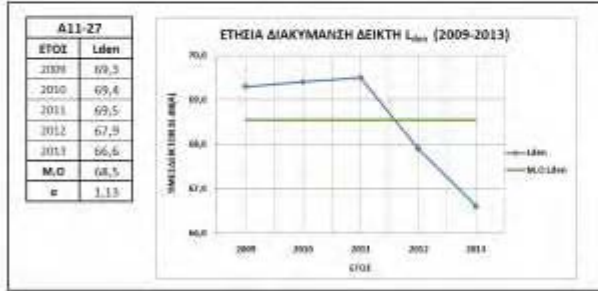
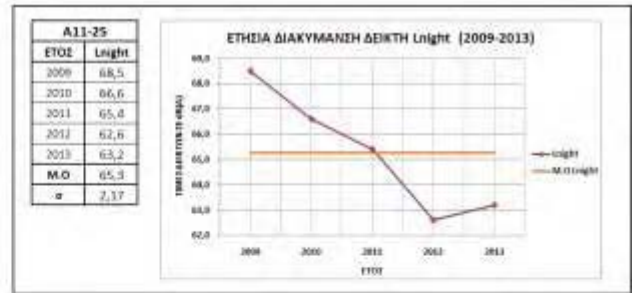
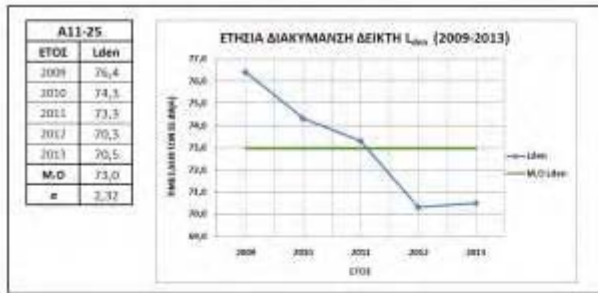


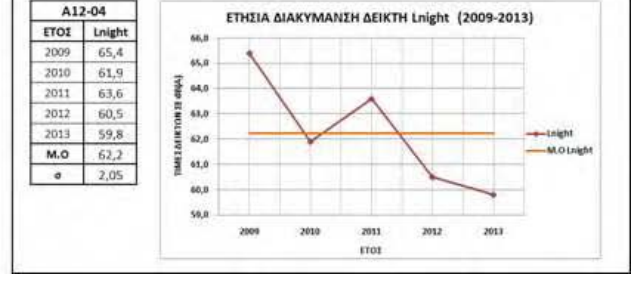
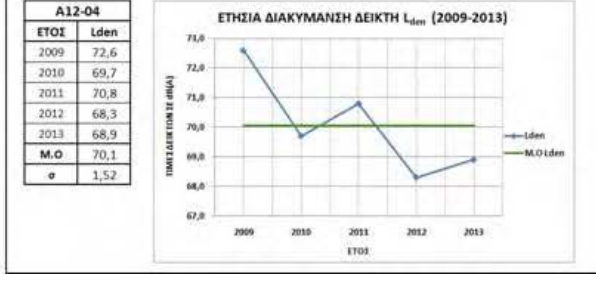
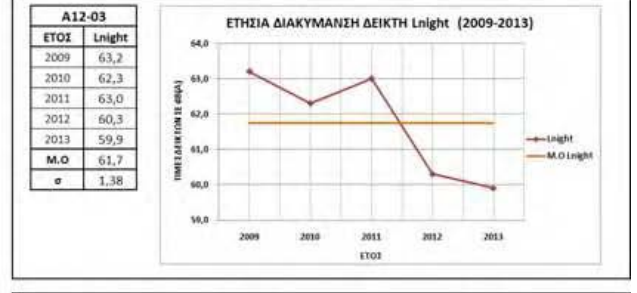
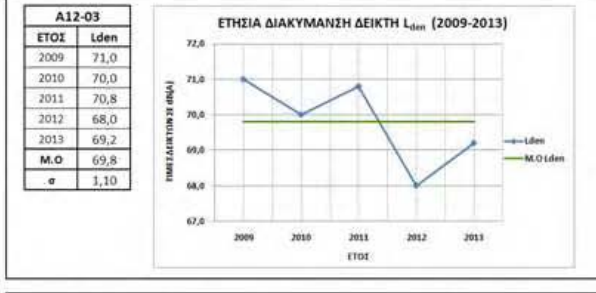
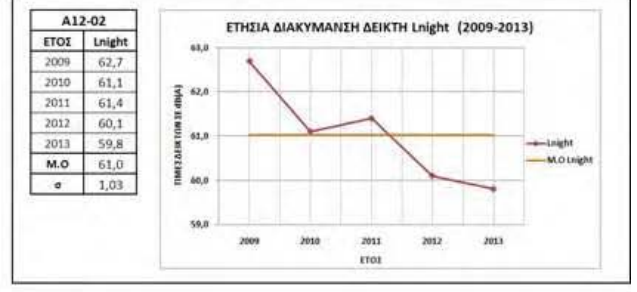
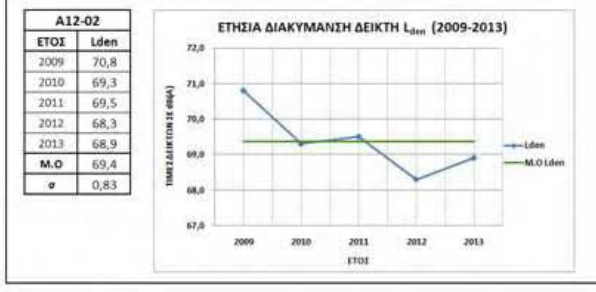
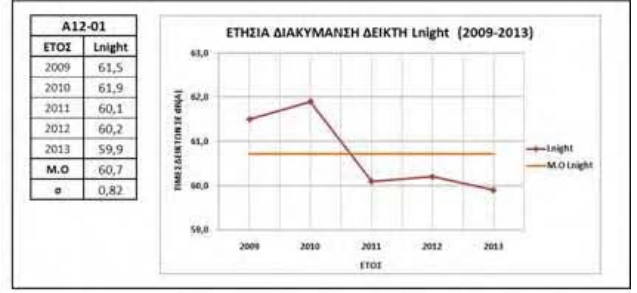
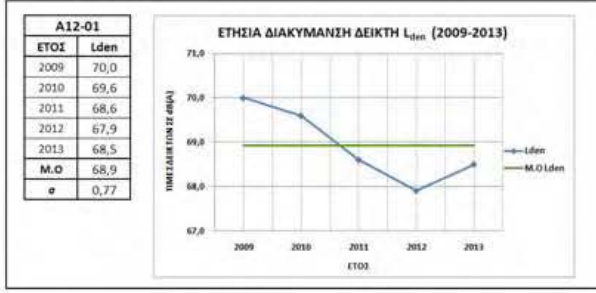
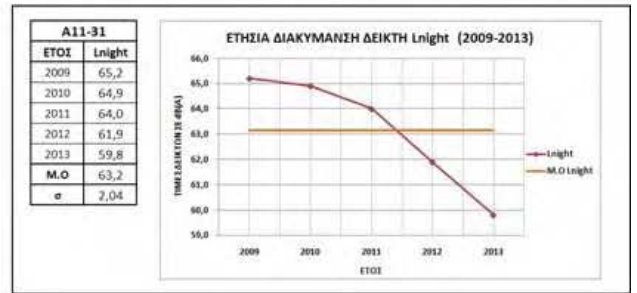


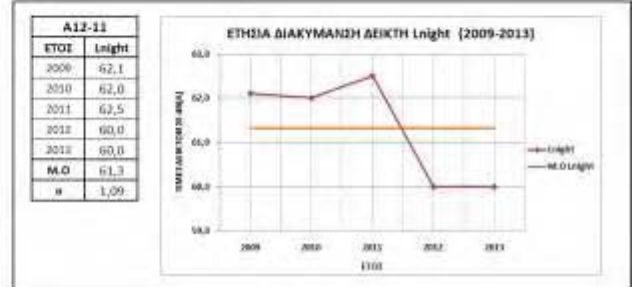
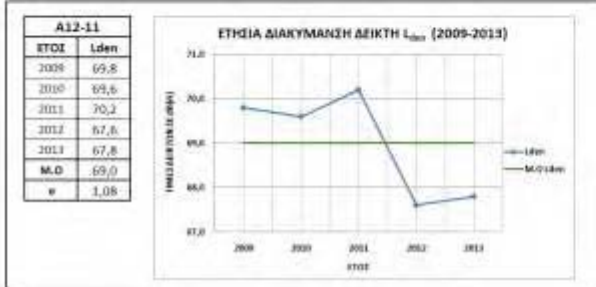
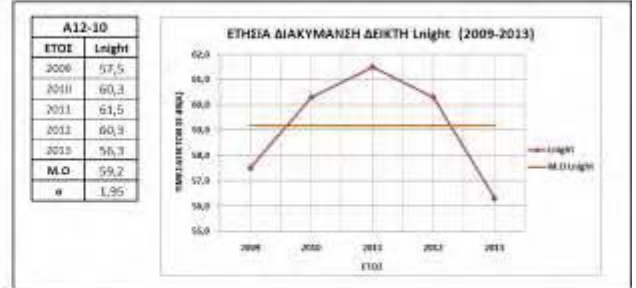
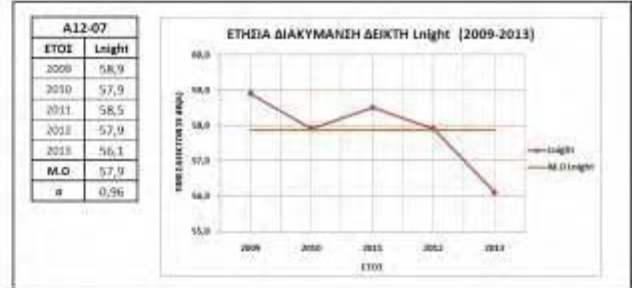
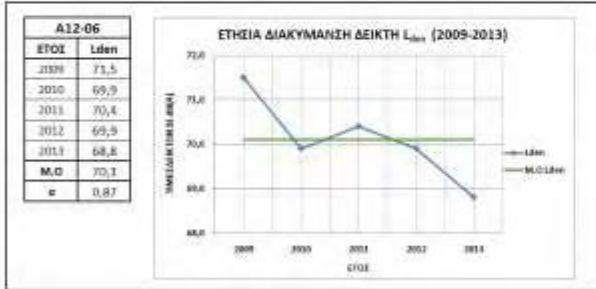
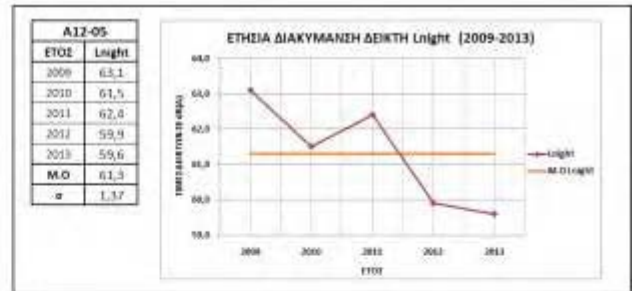
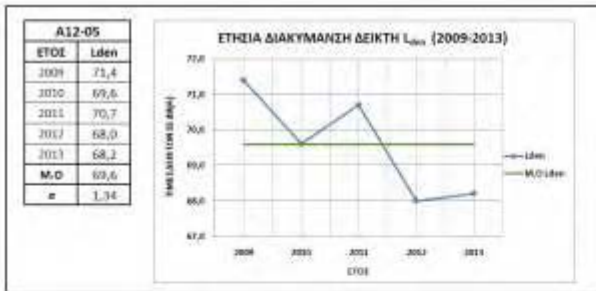


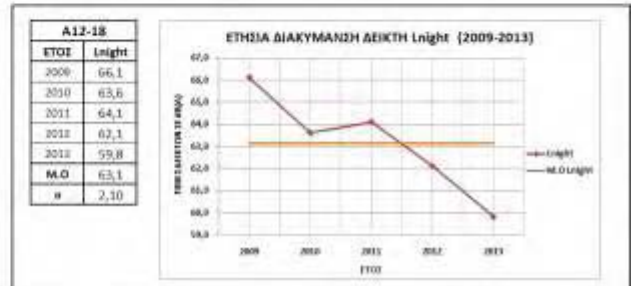
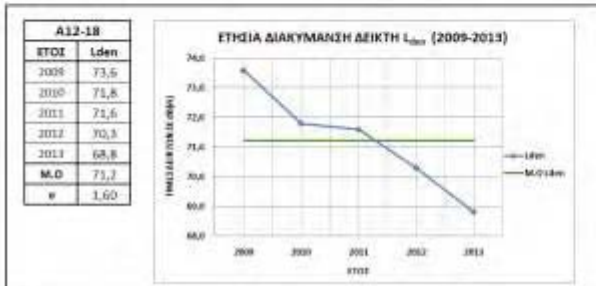
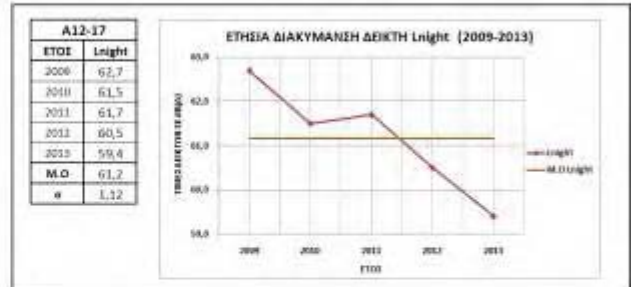
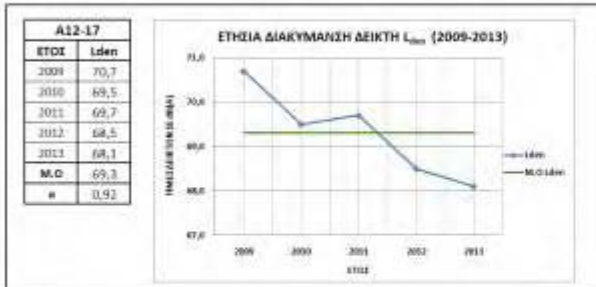
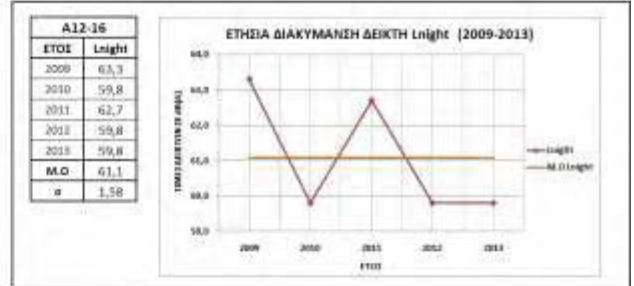
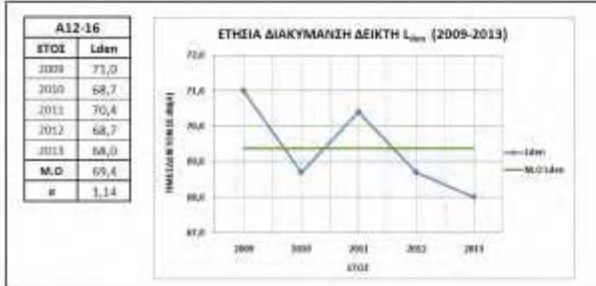
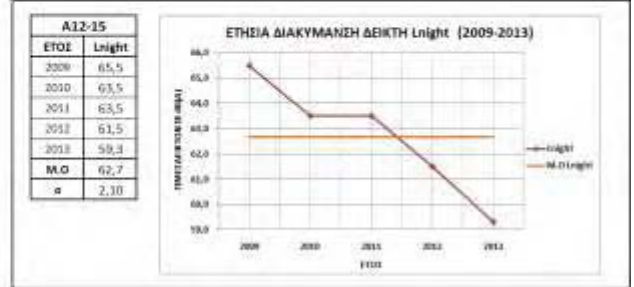
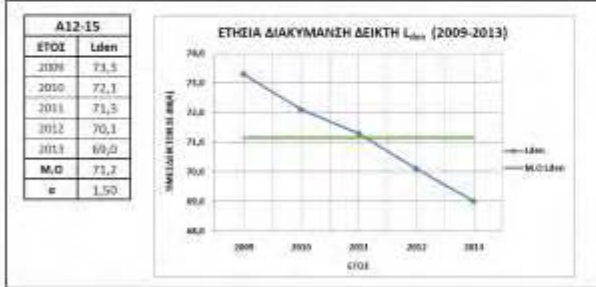
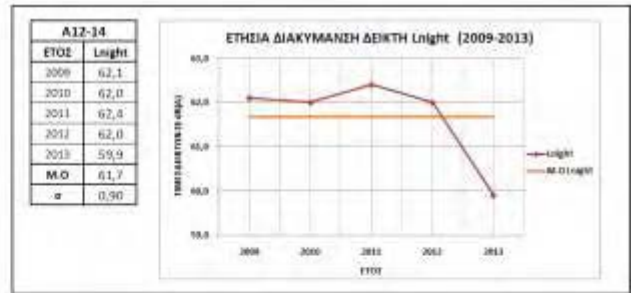
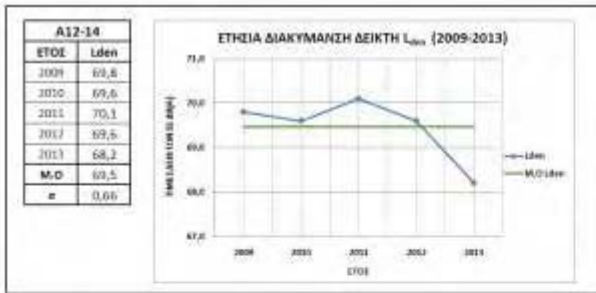


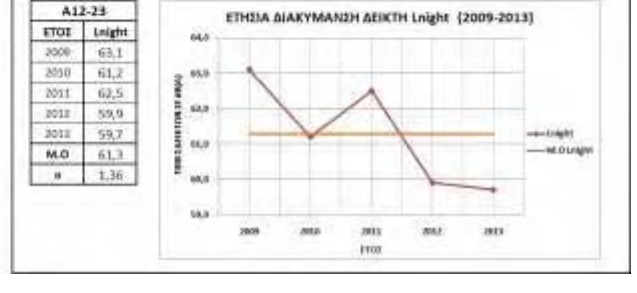
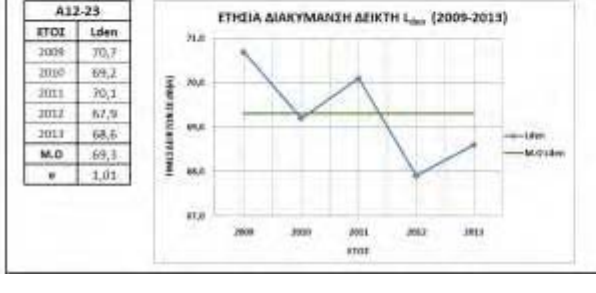
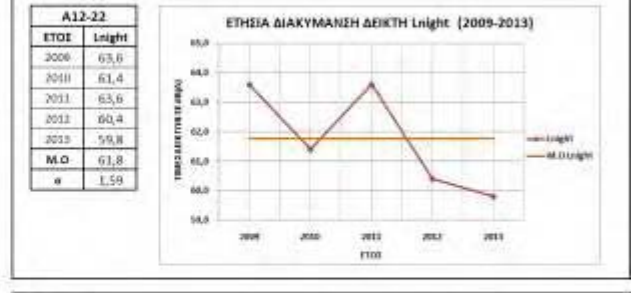
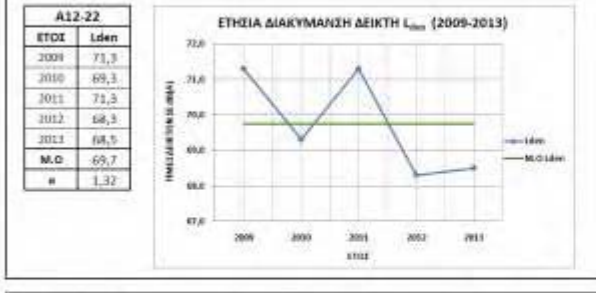
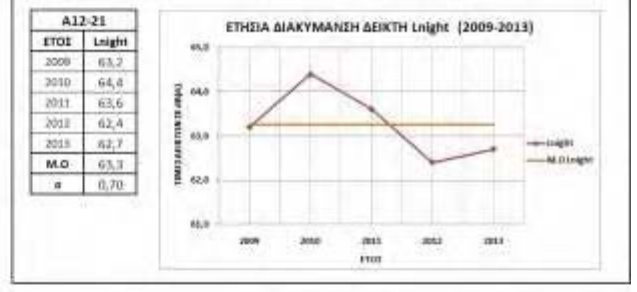
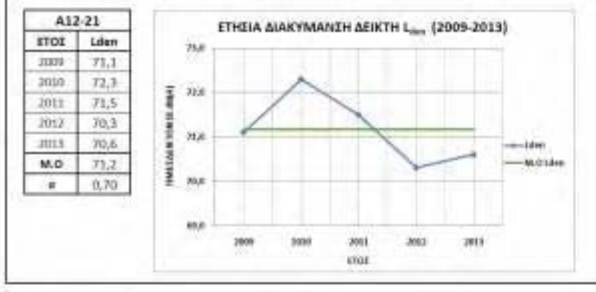
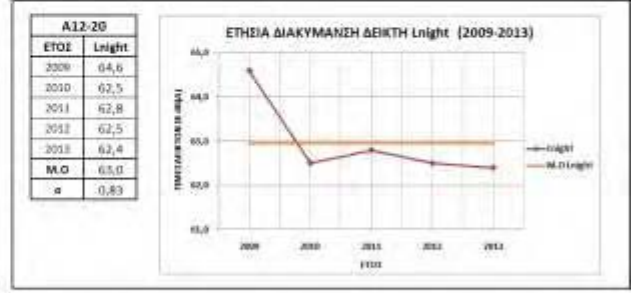
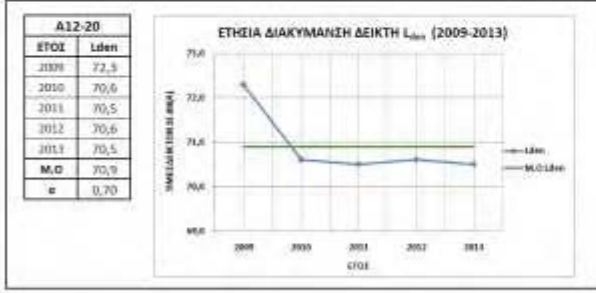
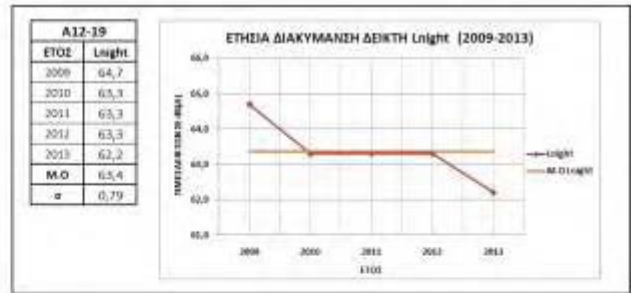


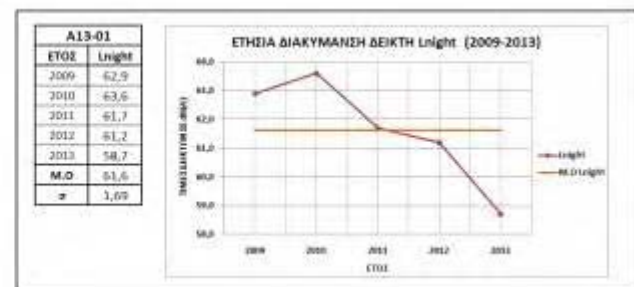
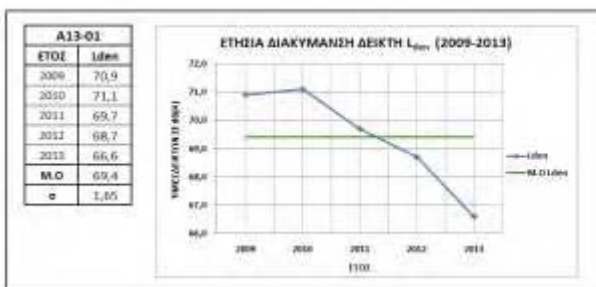
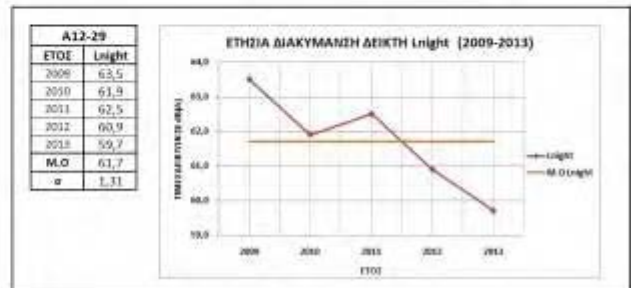
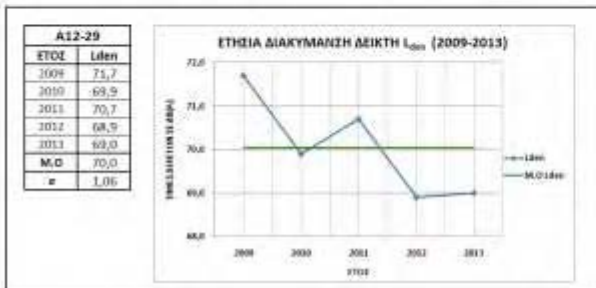
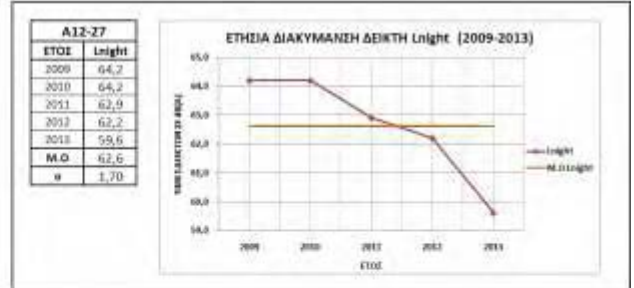
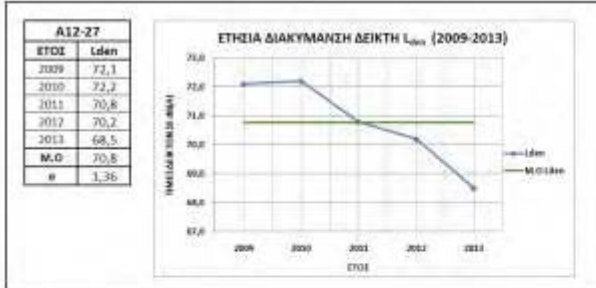
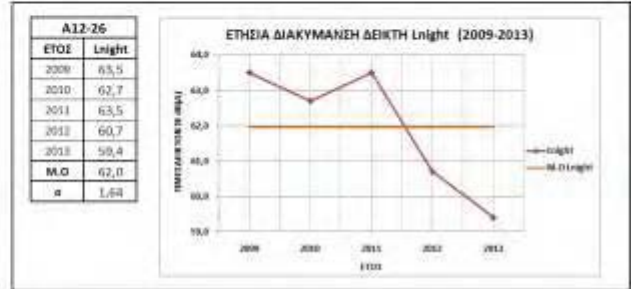
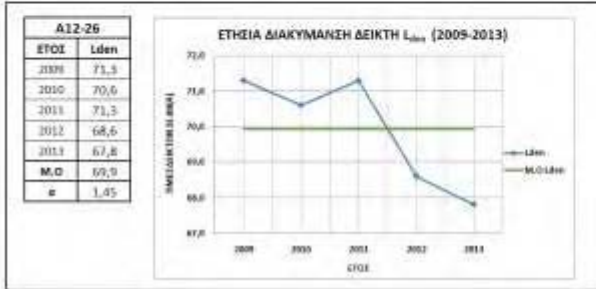
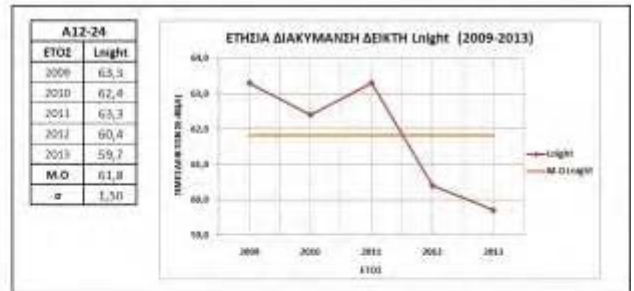
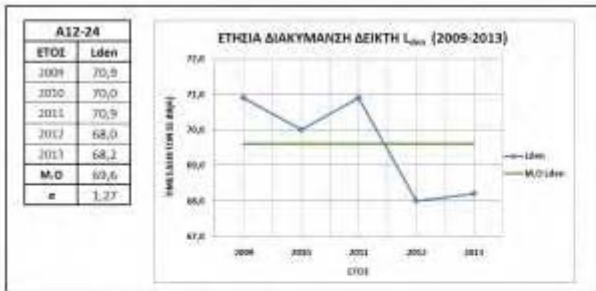


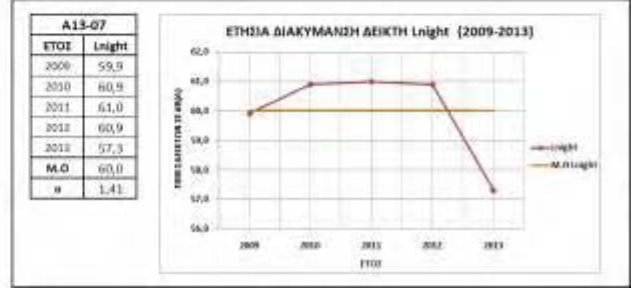
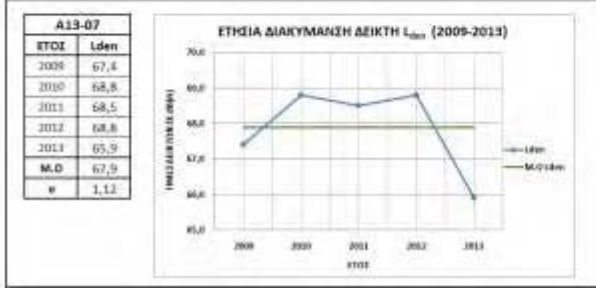
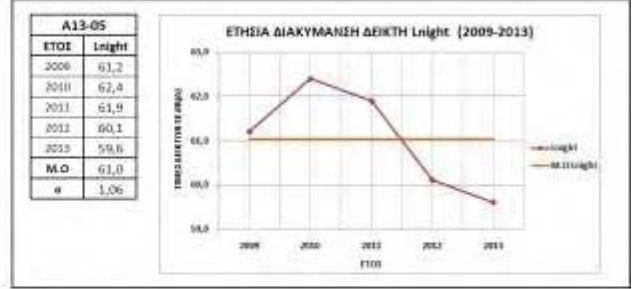
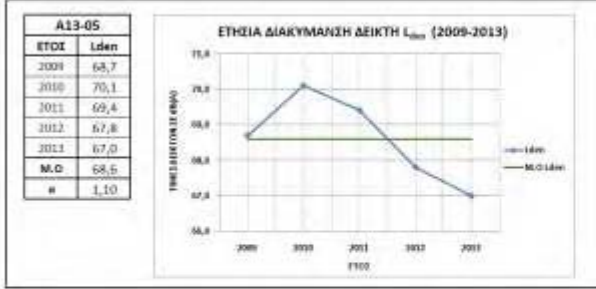
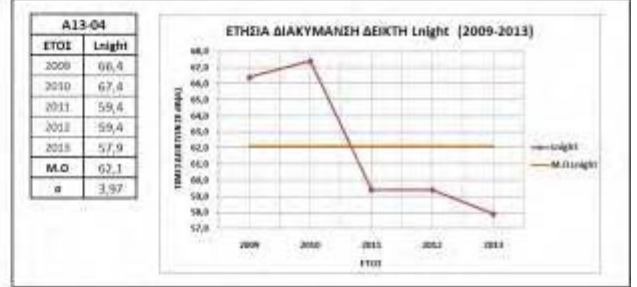
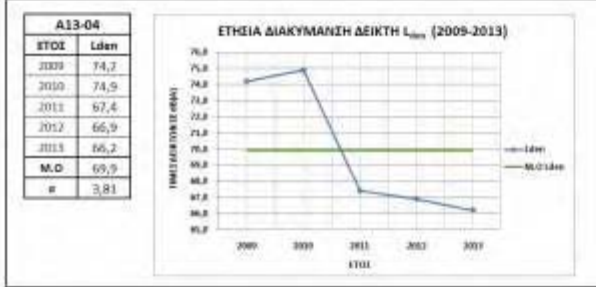
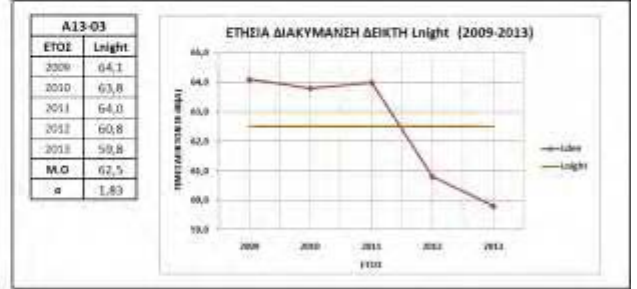
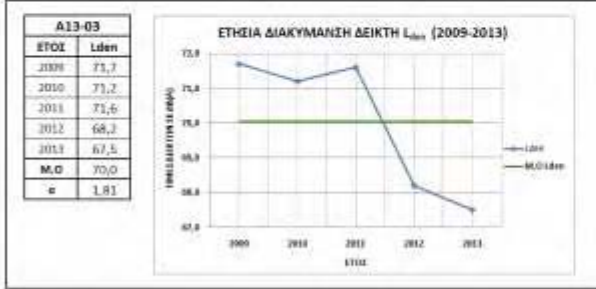
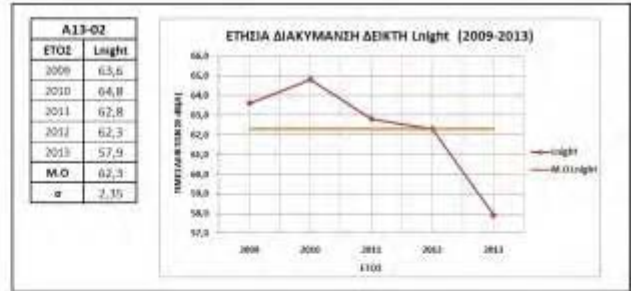
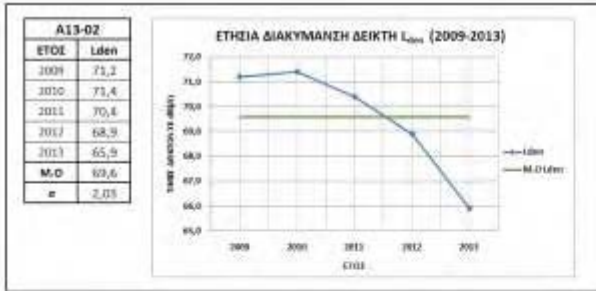


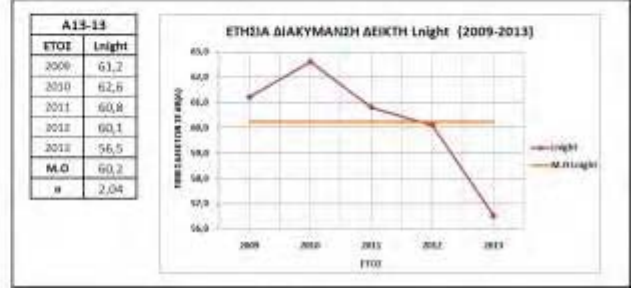
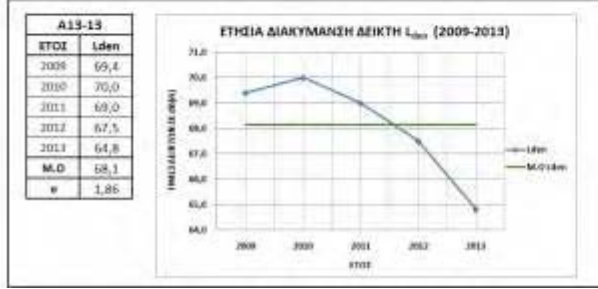
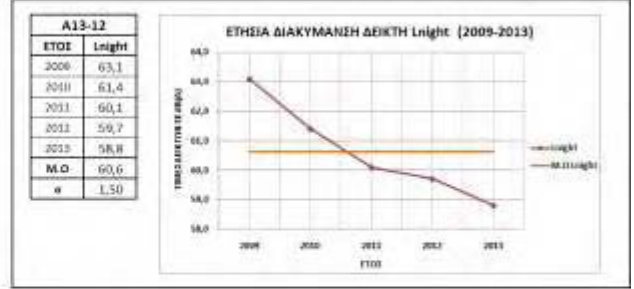
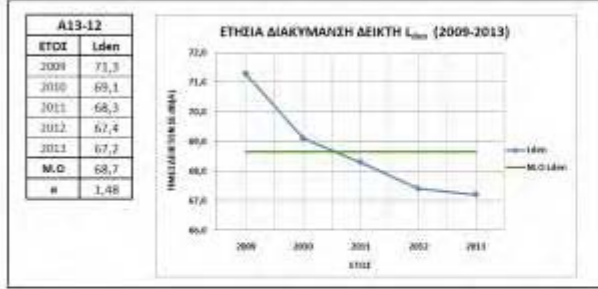
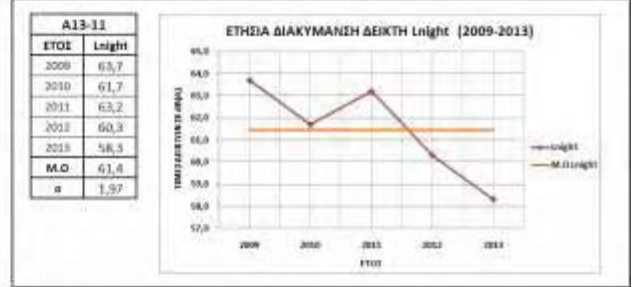
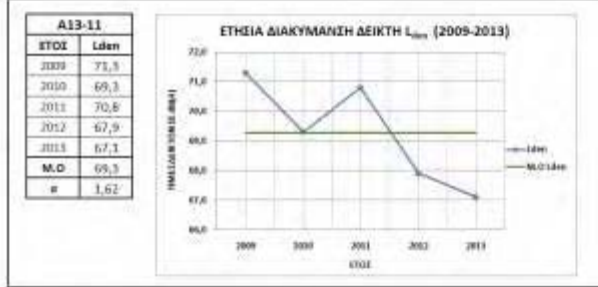
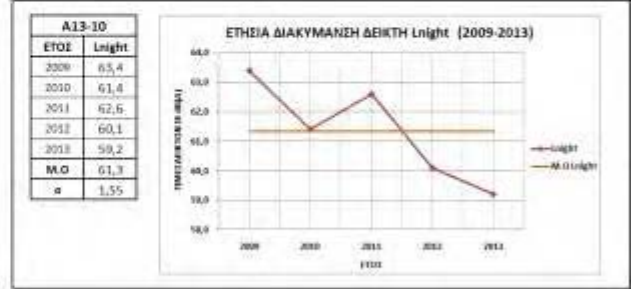
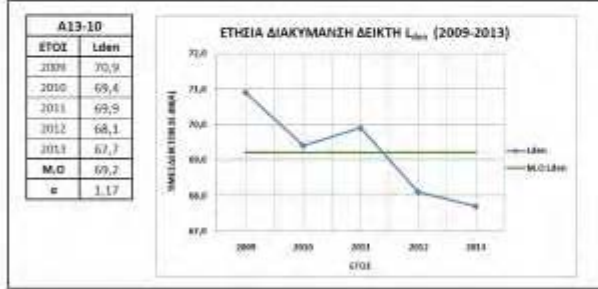
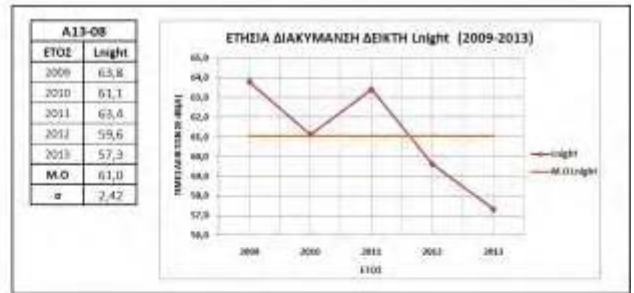
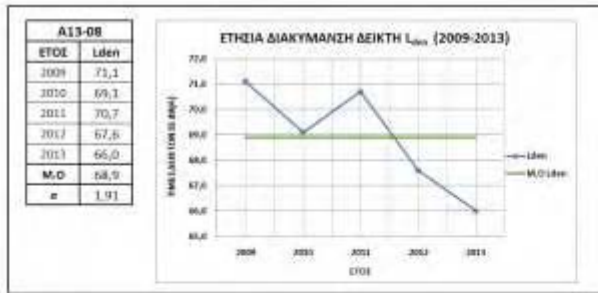


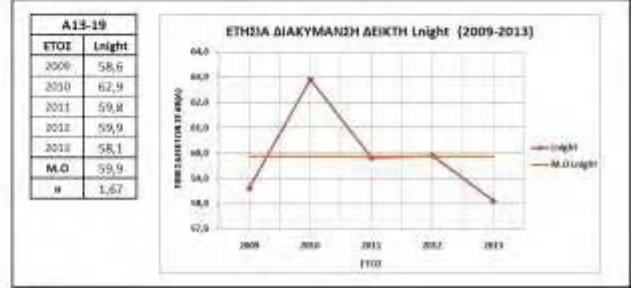
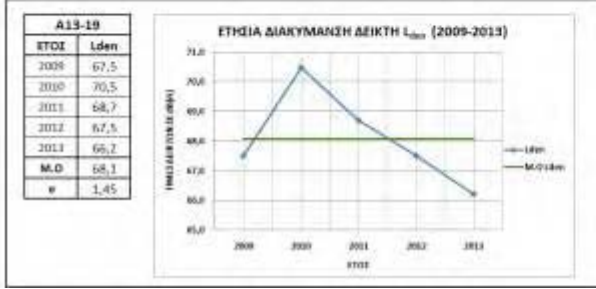
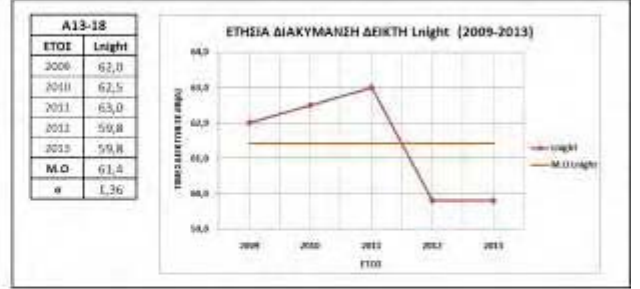
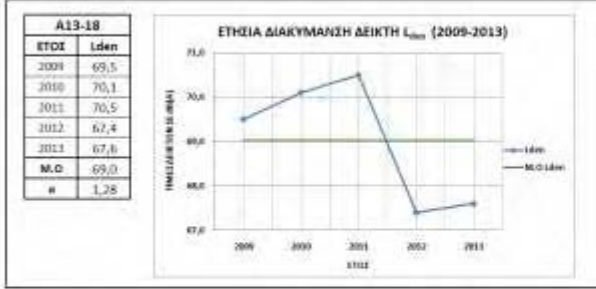
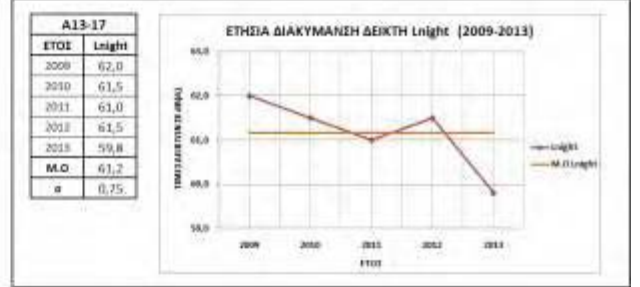
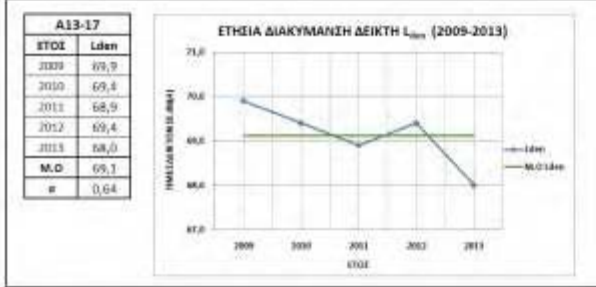
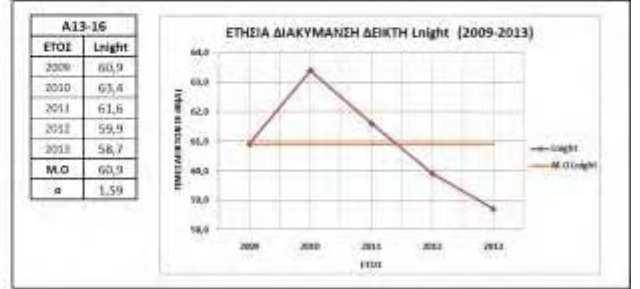
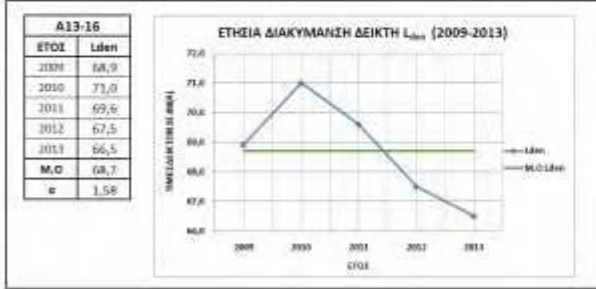
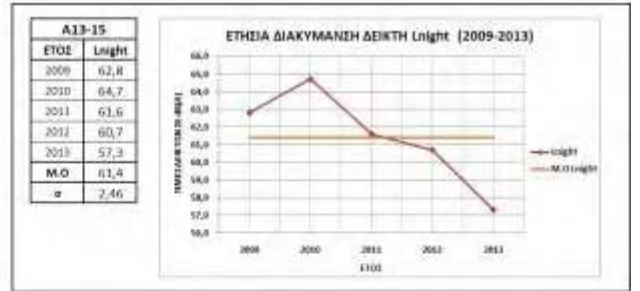
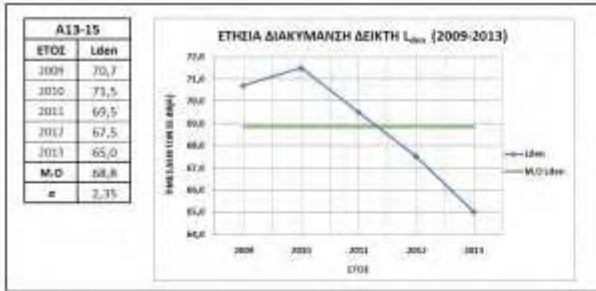


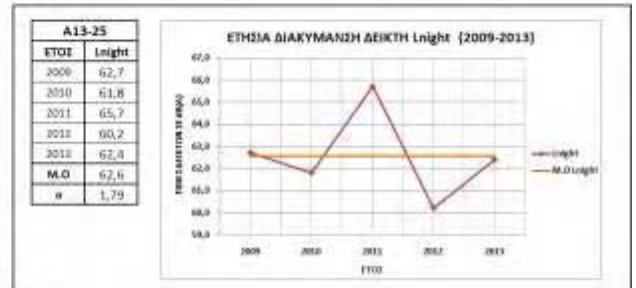
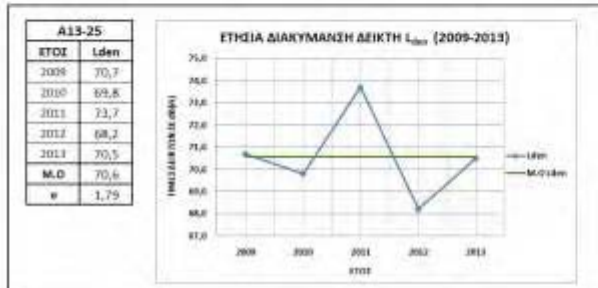
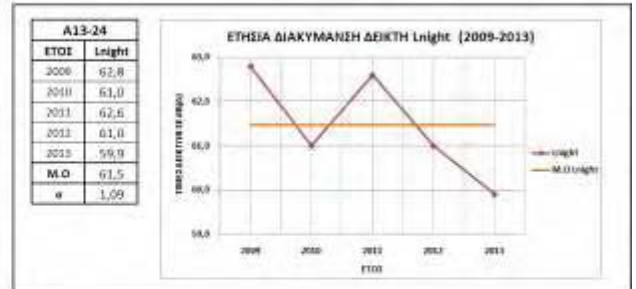
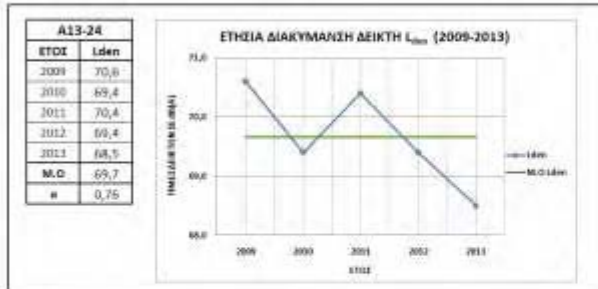
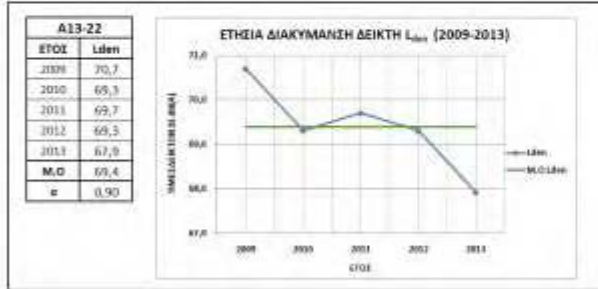
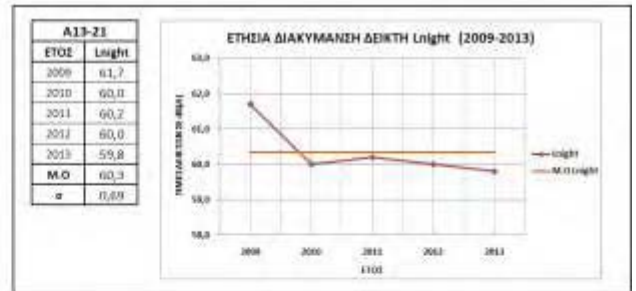
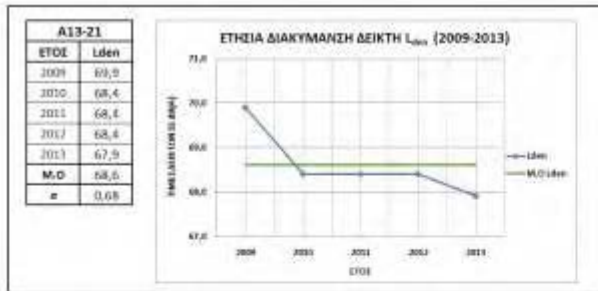


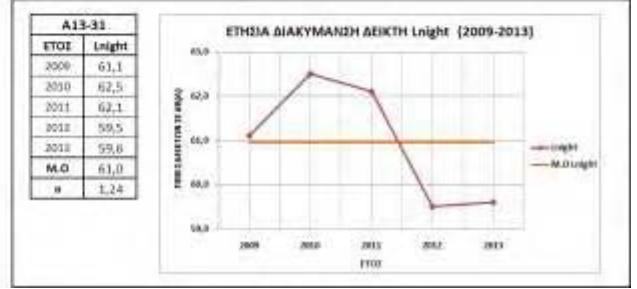
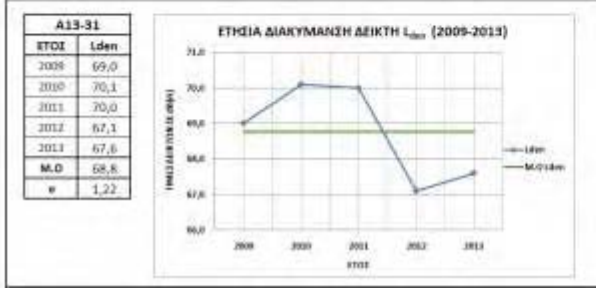
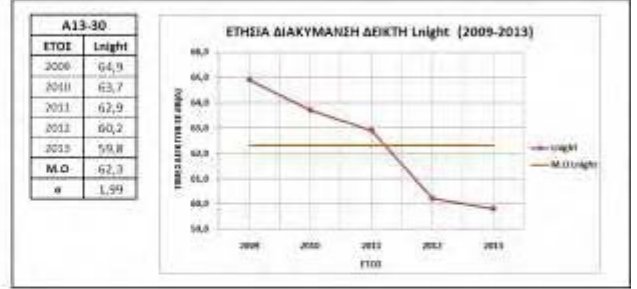
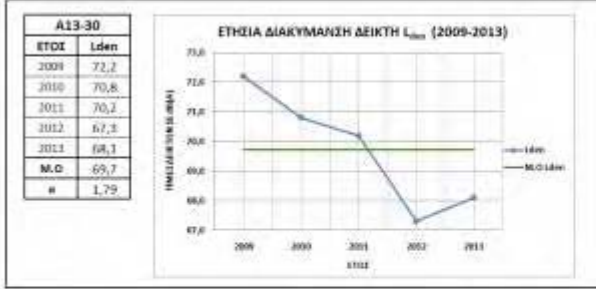
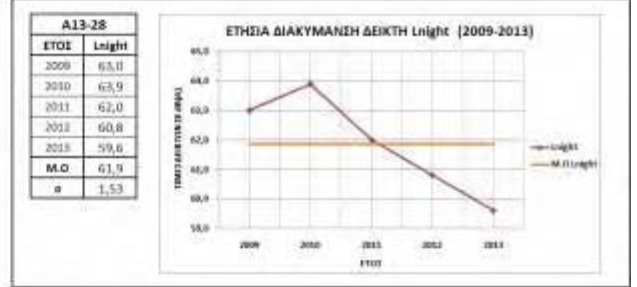
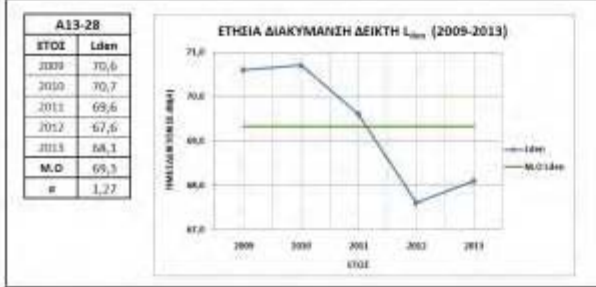
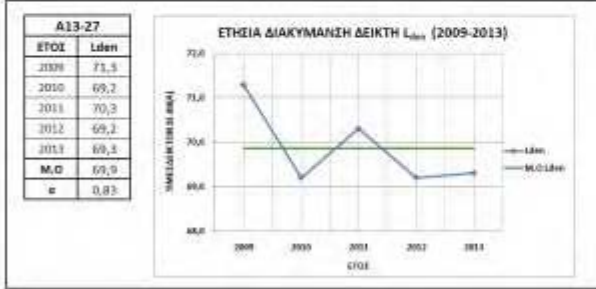
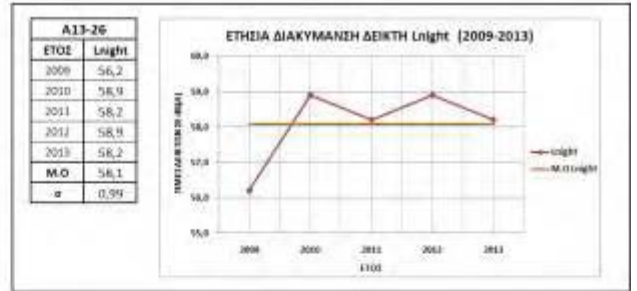
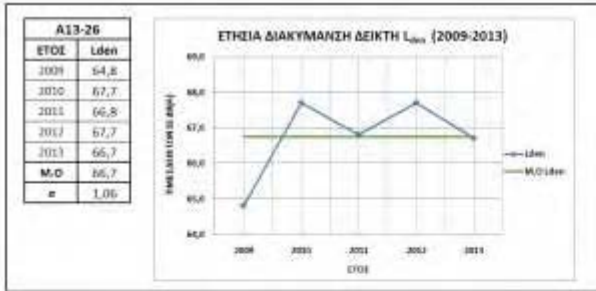


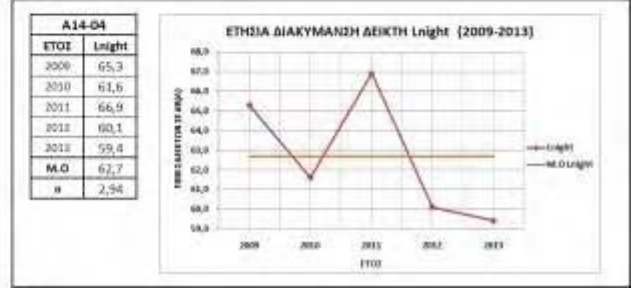
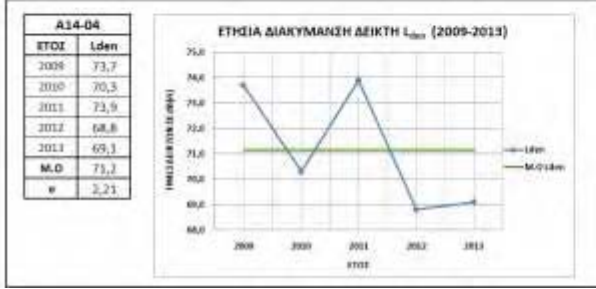
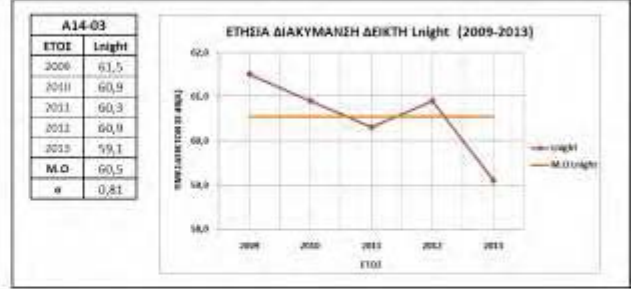
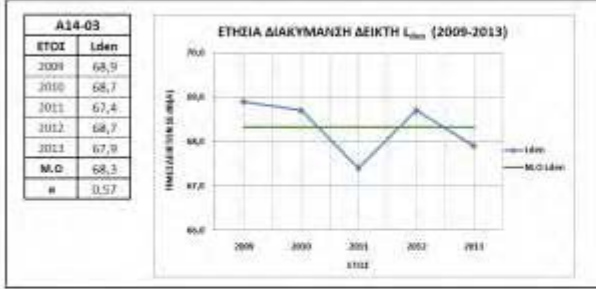
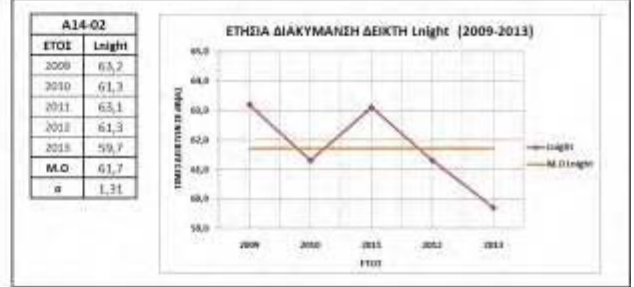
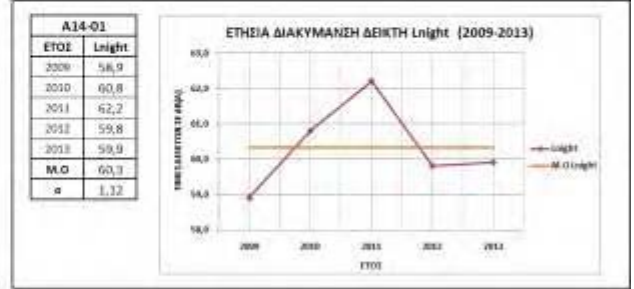
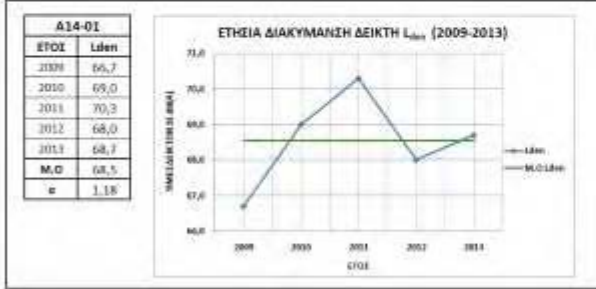
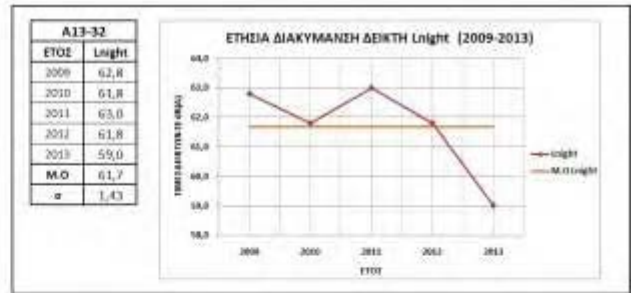
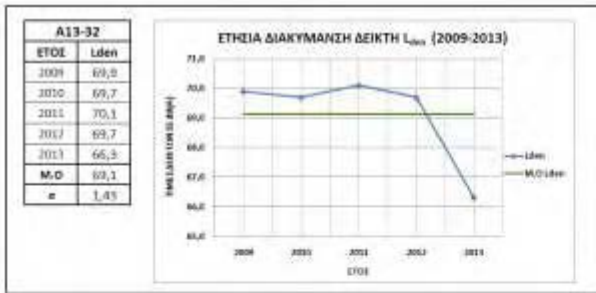


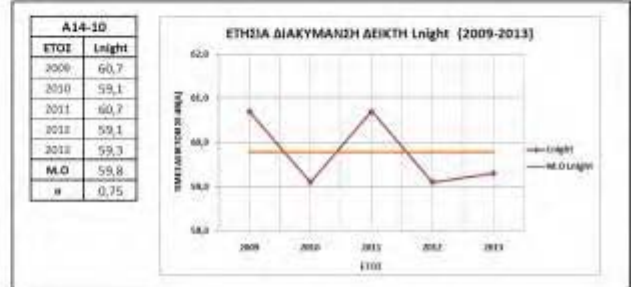
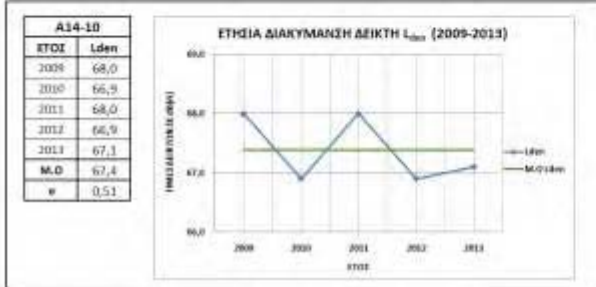
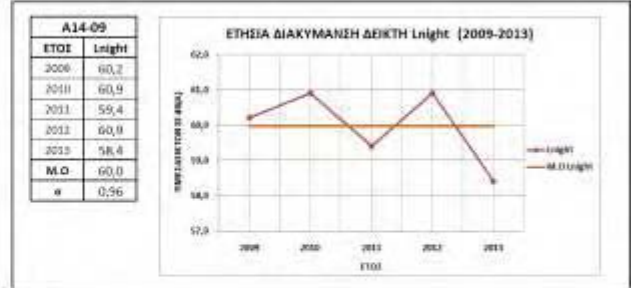
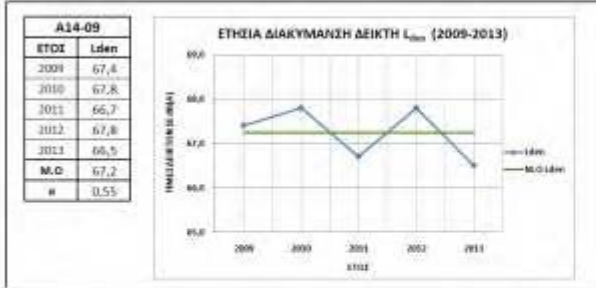
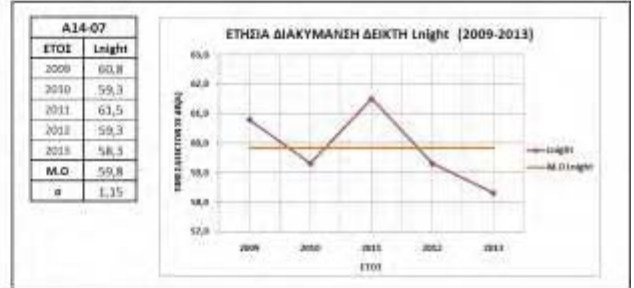
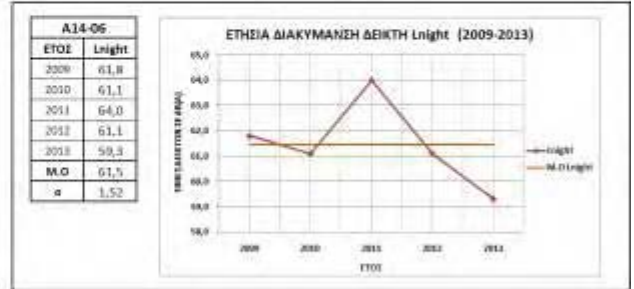
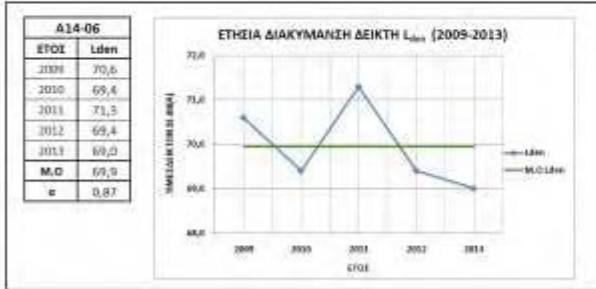
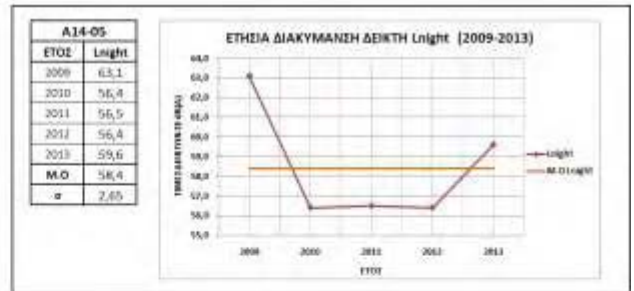
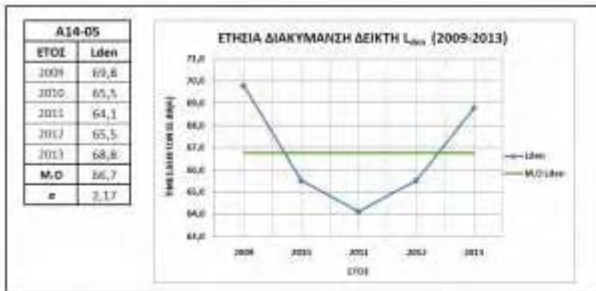


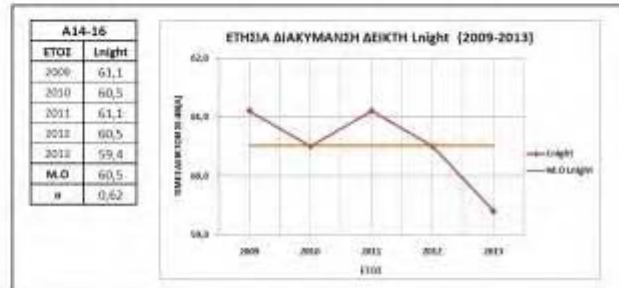
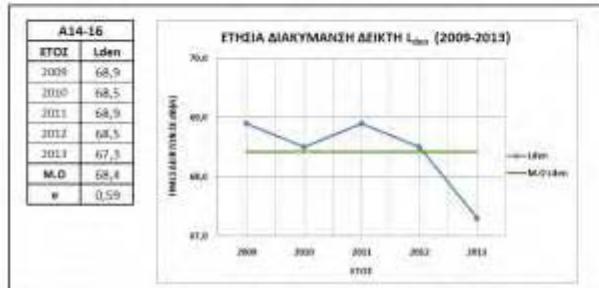
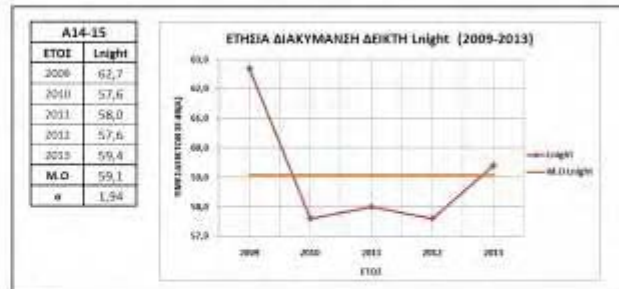
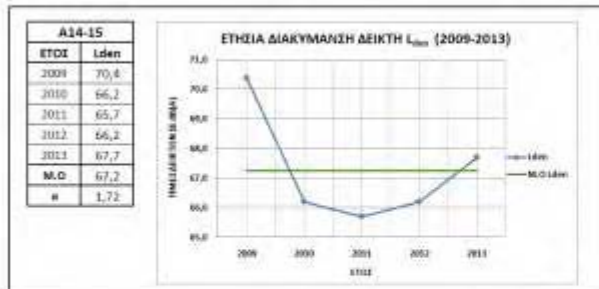
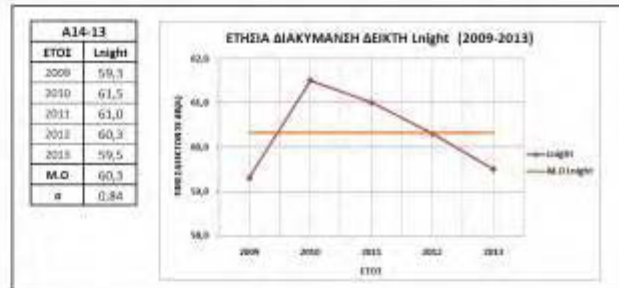
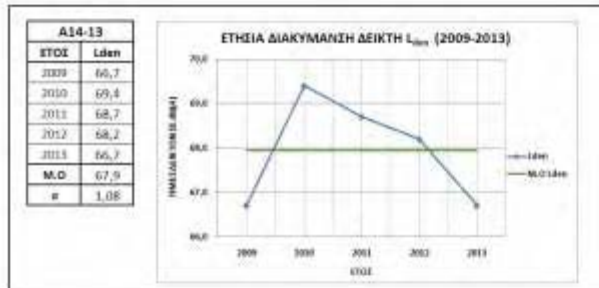
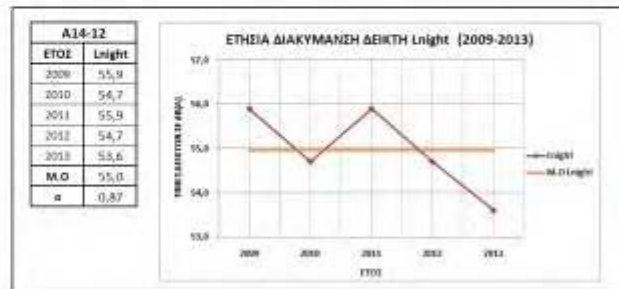
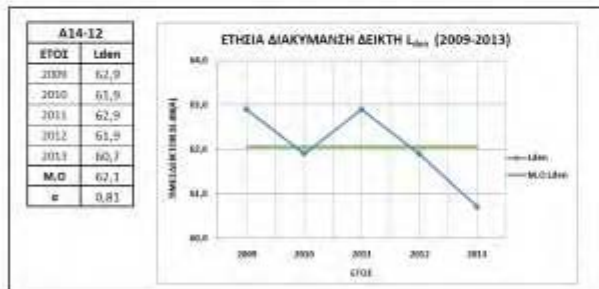
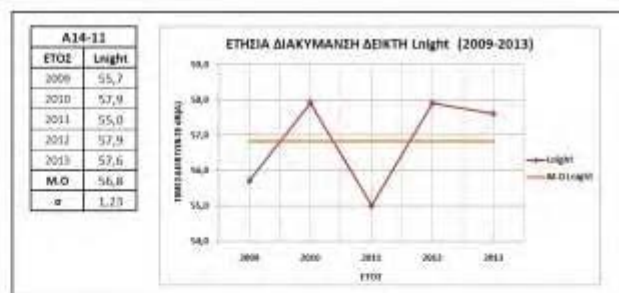
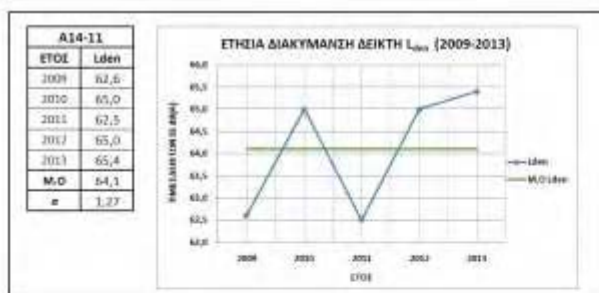


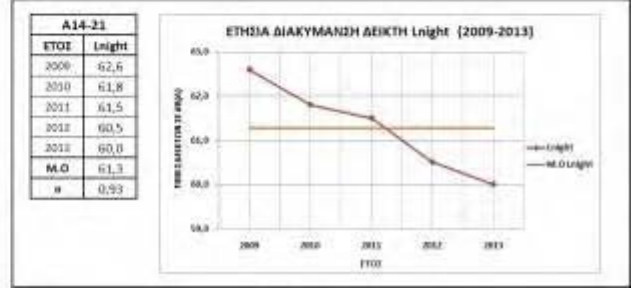
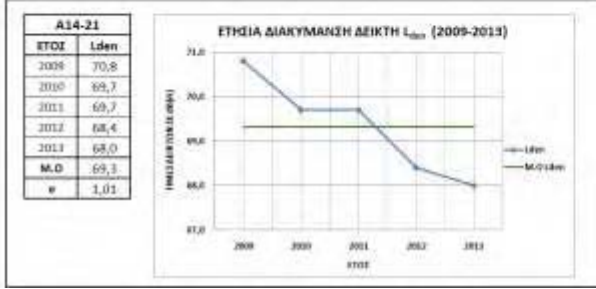
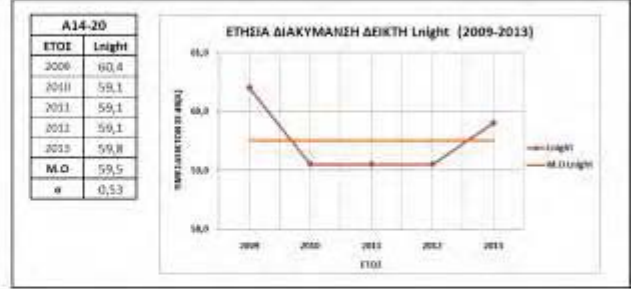
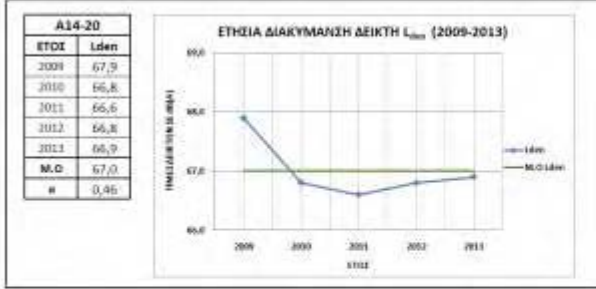
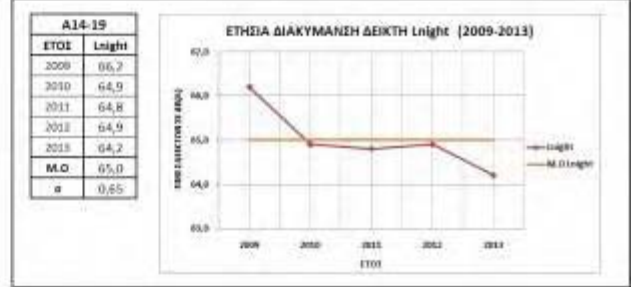
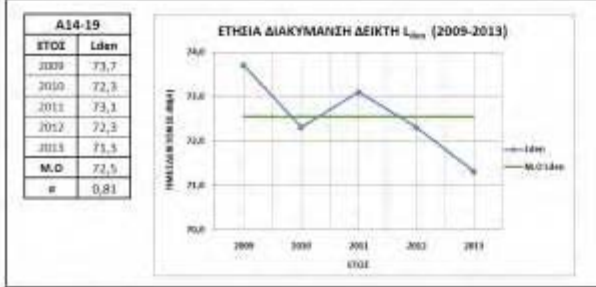
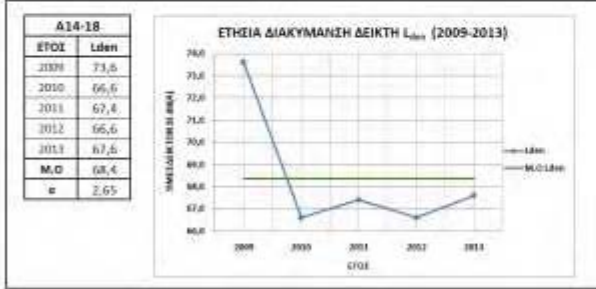
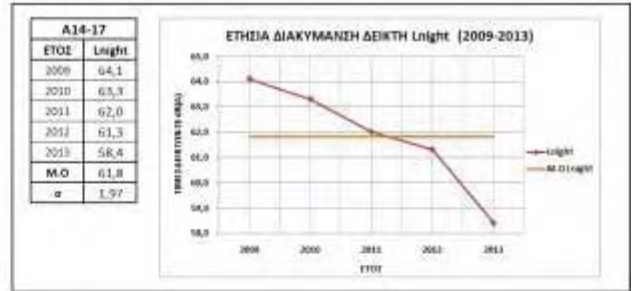
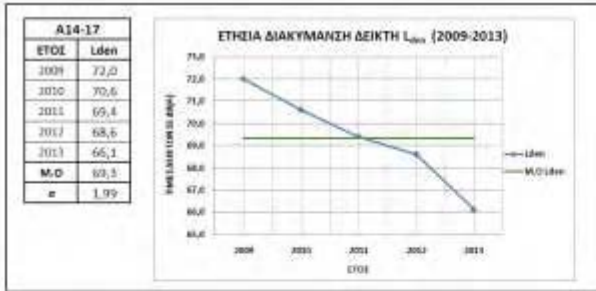


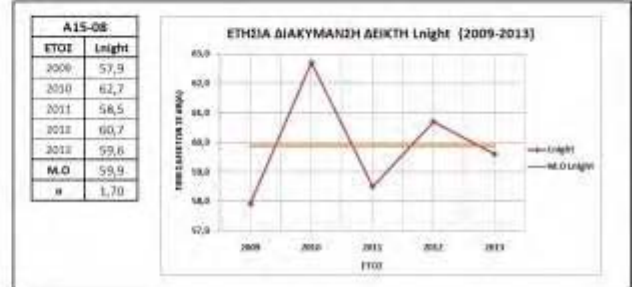
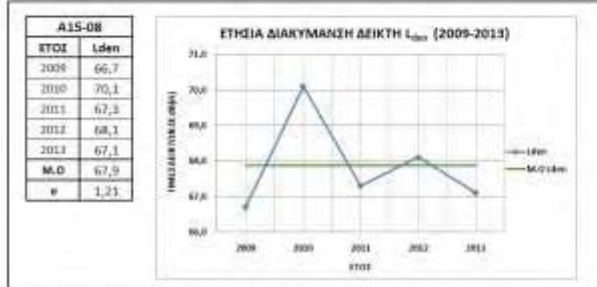
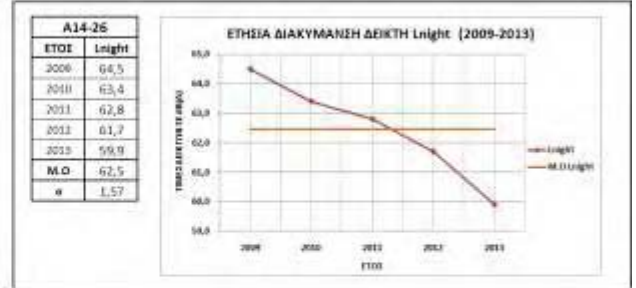
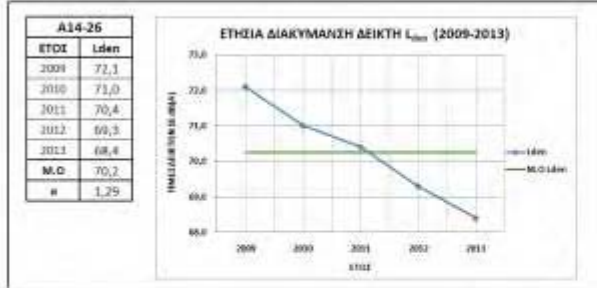
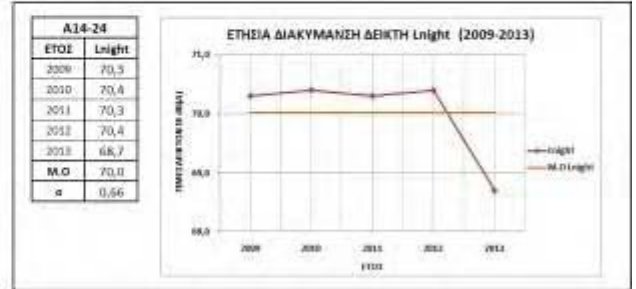
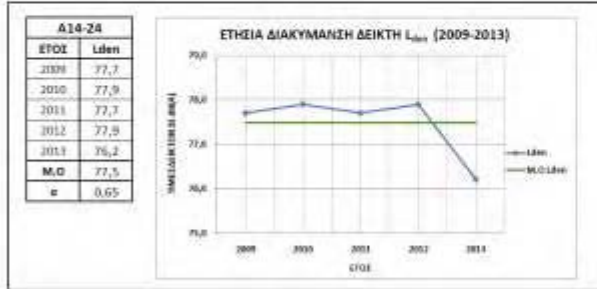
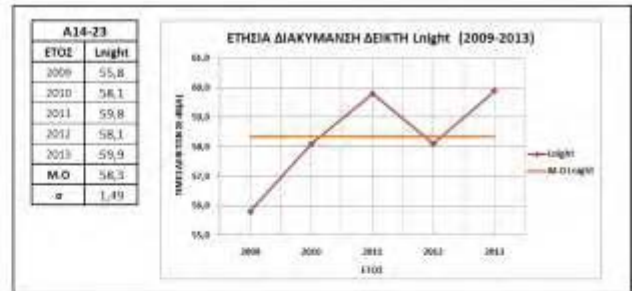
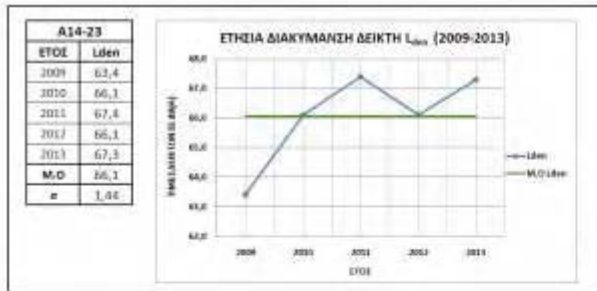


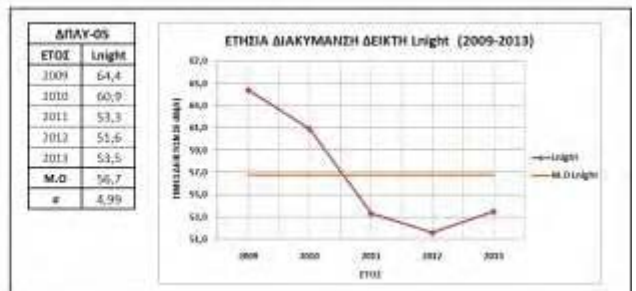
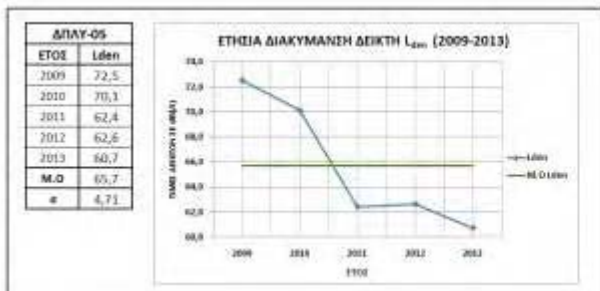
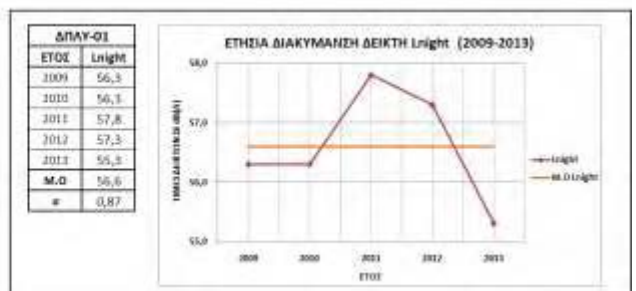
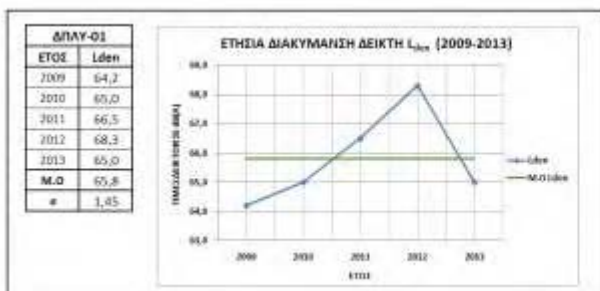
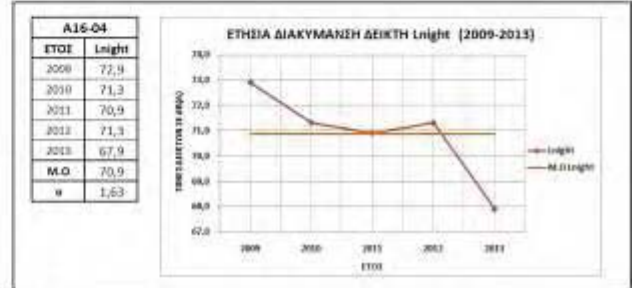
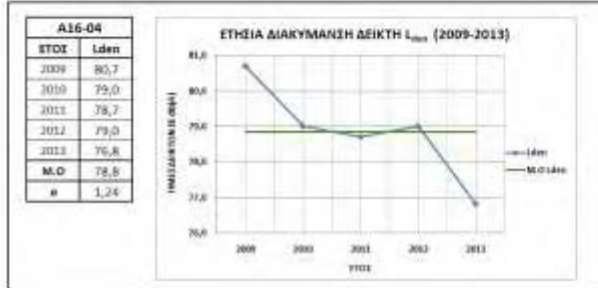
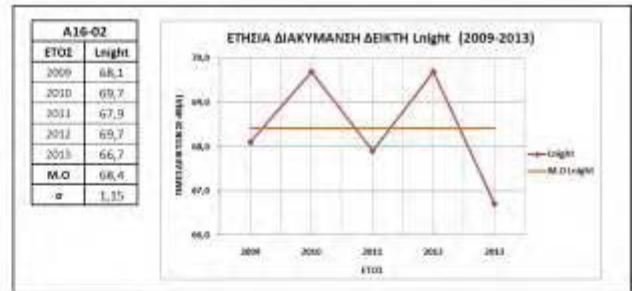
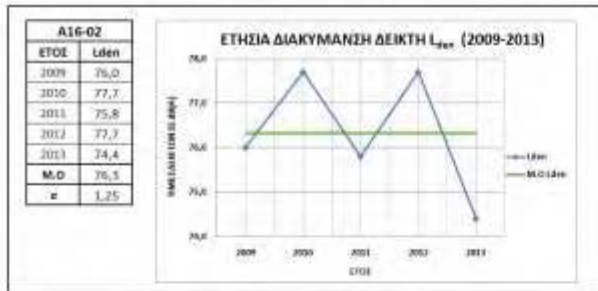


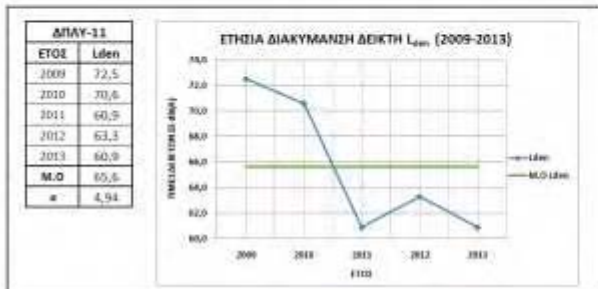
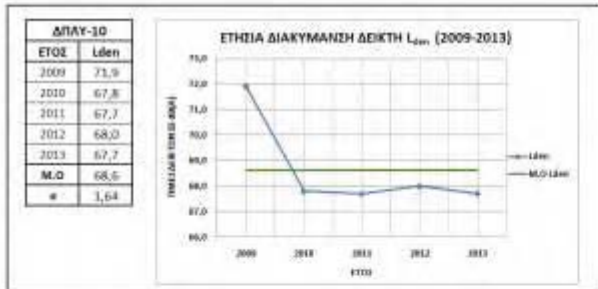
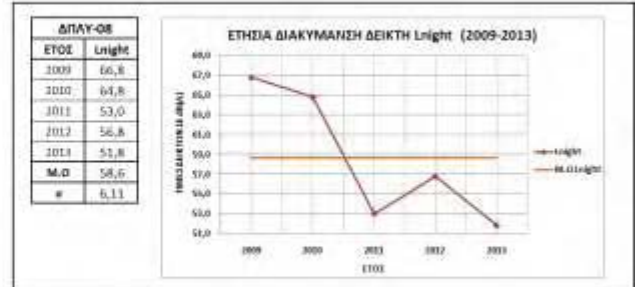
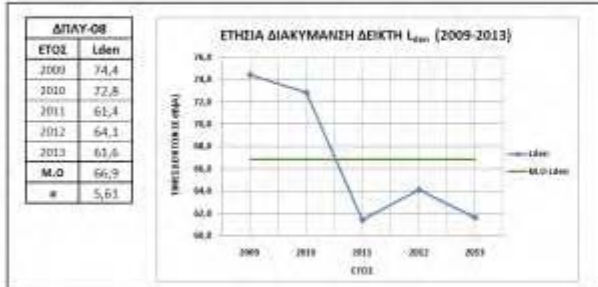
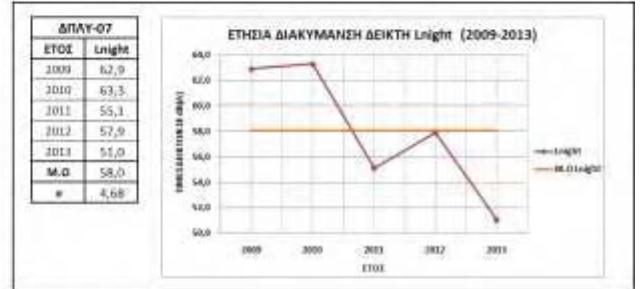
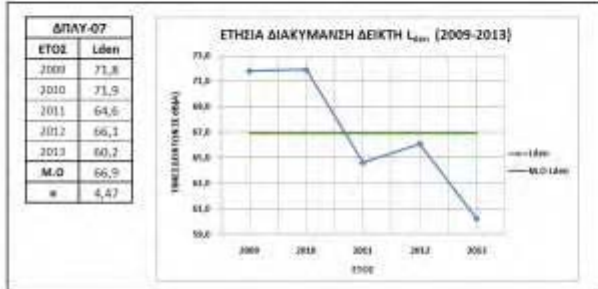
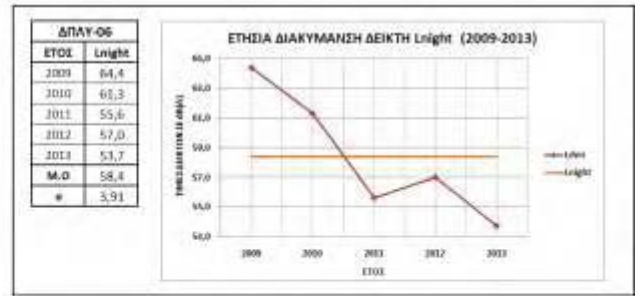
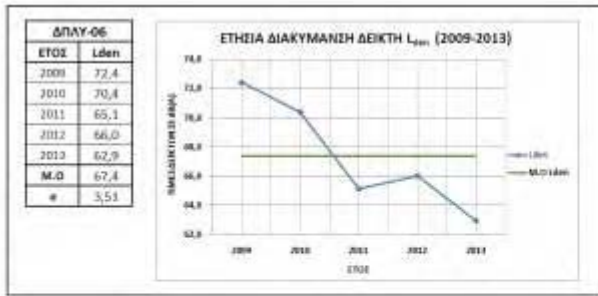


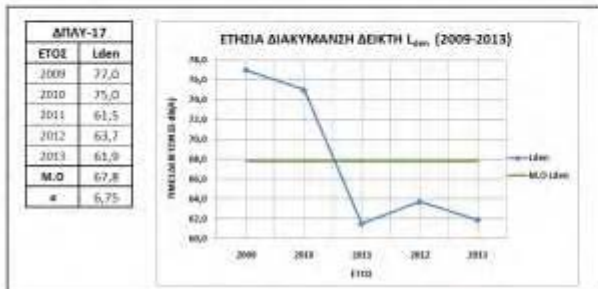
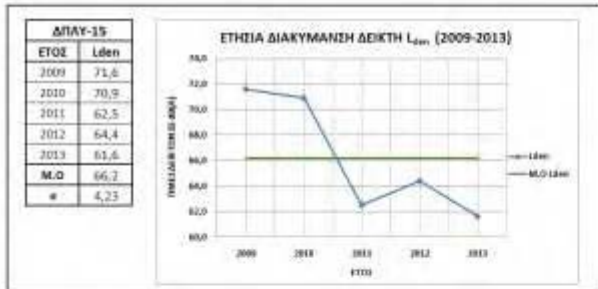
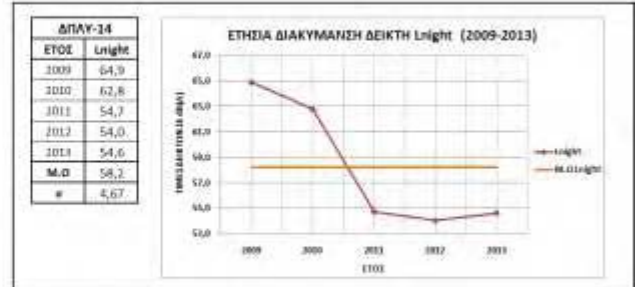
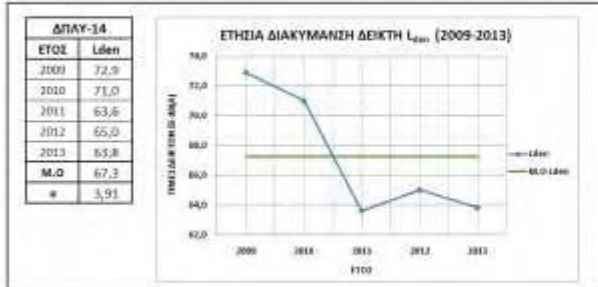
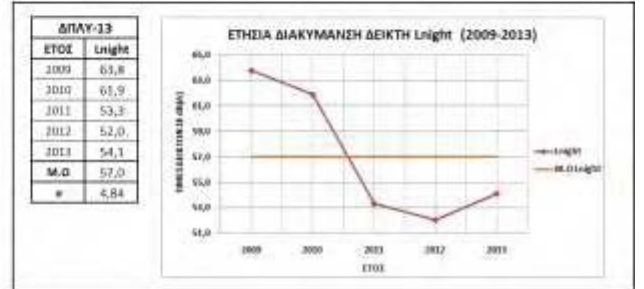
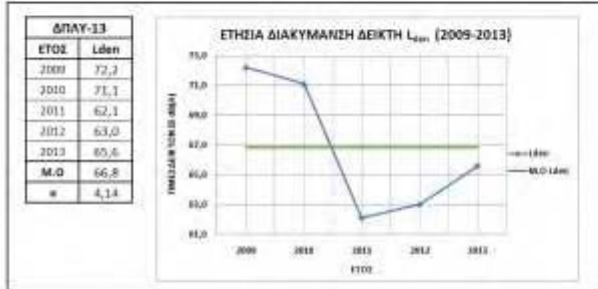
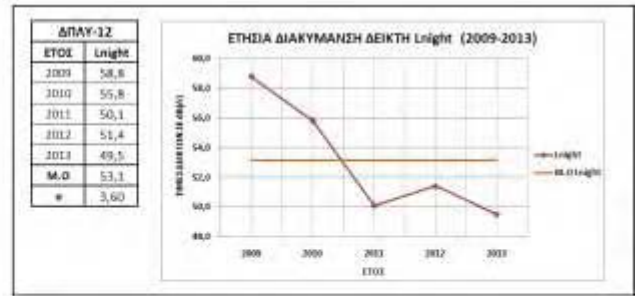
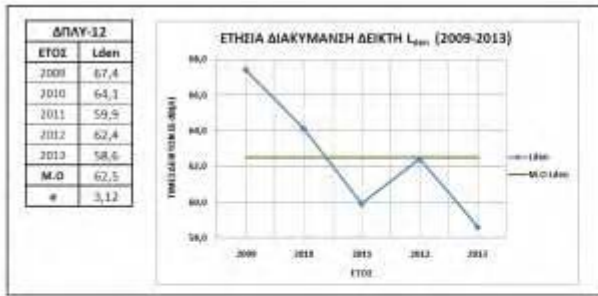


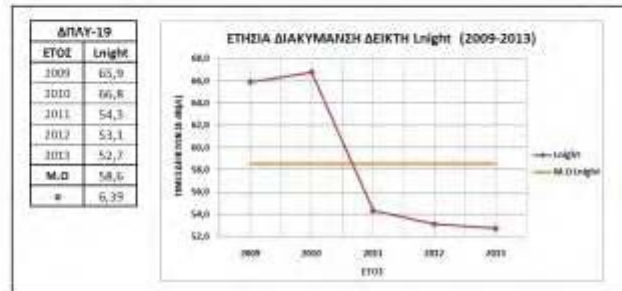
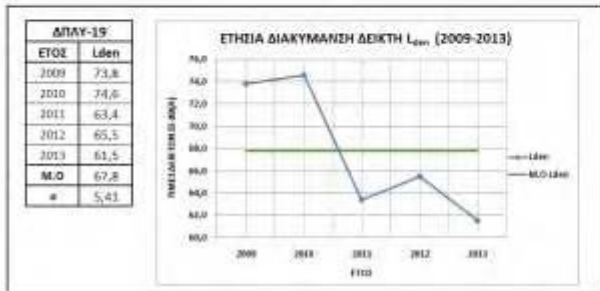
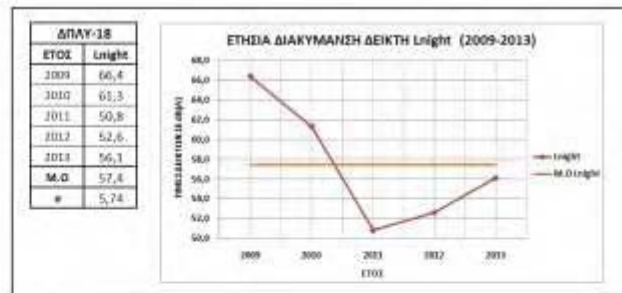
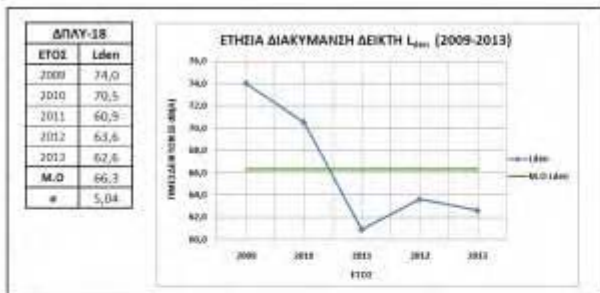












ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



Εικόνα 1: Θέση 07_6



Εικόνα 2: Θέση 11_2



Εικόνα 3: Θέση 11_6



Εικόνα 4: Θέση 11_9



Εικόνα 5: Θέση 11_11



Εικόνα 6: Θέση 11_14



Εικόνα 7: Θέση 11_21



Εικόνα 8: Θέση 11_24



Εικόνα 9: Θέση 12_6



Εικόνα 10: Θέση 12_26



Εικόνα 1: Θέση 13_10



Εικόνα 2: Θέση 13_15



Εικόνα 13: Θέση 14_10



Εικόνα 14: Θέση 14_13



Εικόνα 3: Θέση 15_8



Εικόνα 16: Θέση 16_4

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Dr Βογιατζής Κ., Χαϊκάλη Σ., Χατζοπούλου Α., (2009), «Προστασία του Ελληνικού Ακουστικού Τοπίου - Θεσμικό Πλαίσιο για τον Περιβαλλοντικό Θόρυβο», 1^η Έκδοση, Αθήνα, Εκδόσεις ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ

Dr Βογιατζής Κ., (2010), «Περιβαλλοντική Τεχνική & Θεσμικό Πλαίσιο Εφαρμογής», 1^η Έκδοση, Αθήνα, Εκδόσεις ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ

Κοινοτική Οδηγία 2002/49 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25^{ης} Ιουνίου (2002), “Αξιολόγηση και διαχείριση περιβαλλοντικού θορύβου”, Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων ΚΥΑ 13586/724/2006 (2006), “Καθορισμός μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και διαχείριση του θορύβου στο Περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου, του Συμβουλίου της 25.06.2002”

ΚΥΑ 211773 (2012), “Καθορισμός Δεικτών Αξιολόγησης και Ανωτάτων Επιτρεπομένων Ορίων Δεικτών Περιβαλλοντικού Θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία συγκοινωνιακών έργων, τεχνικές προδιαγραφές ειδικών ακουστικών μελετών υπολογισμού και εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων, προδιαγραφές προγραμμάτων παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου και άλλες διατάξεις”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2004), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2005), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2006), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2007), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2008), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2009), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2010), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2011), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2012), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Σ.Σ.Ε Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος ΑΕ, (2013), “Μελέτη Χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. Εκπόνησης Σχεδίων Δράσης αντιμετώπισης προβλημάτων στην Αττική Οδό”

Βασιλείου Ε., (2012), “ Εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/εκ και της Γαλλικής Μεθόδου Πρόβλεψης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου «NMPB ROUTES 96» στο Πρόγραμμα Παρακολούθησης Περιβαλλοντικού Θορύβου της Αττικής Οδού – Τμήμα: ΑΚ Κηφισίας – Αεροδρόμιο”, Μεταπτυχιακή Εργασία, Βόλος

Ι.Μ. Φραντζεσκάκης – Γ.Α. Γιαννόπουλος, (1986), “Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική”, Τόμος 1, Γ΄ Έκδοση , Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Επίκεντρο

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

http://psb.vermont.gov/sites/psb/files/docket/7250Deerfield/Petition+SupportDocs/Kaliski/DFLD-KK-2_Noise_Primer.pdf

<http://www.hamilton.ca/NR/rdonlyres/F709E27E-352F-4008-B121-09A4C4D13A75/0/TrafficNoisePrimer.pdf>

<http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=4331&lang=1&catpid=1>

<http://www.bksv.com/applications/environmentalnoiseandvibration/transportationnoise>

http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=76121302472043

ΑΤΤΙΚή Οδός – *Εταιρικός απολογισμός (2007-2012)*, Διαθέσιμο από τη σελίδα: <http://www.aodos.gr/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Roadway_noise

http://en.wikipedia.org/wiki/Noise_pollution

http://en.wikipedia.org/wiki/Noise_health_effects

<http://en.wikipedia.org/wiki/Thermocline>

<http://www.avmentor.gr>

<http://www.bruitparif.fr/>

<http://www.dot.ca.gov/>

<http://www.decibel-meter.com/>

http://acoustics.aau.dk/welcome/int_lidtomlyd.html

<http://www.nonoise.org/library/highway/traffic/traffic.htm>

<http://www.silence-ip.org/site/index.php?id=206>

http://www.rms.nsw.gov.au/publicationsstatisticsforms/traffic_vol_maps.html

<http://www.roadtraffic-technology.com/features/feature126199/>

<http://ceds.org/pdfdocs/TrafNeig.PDF>

http://www.metwashairports.com/file/Science_of_Highway_Noise.pdf

http://www.strongsville.org/content/documents/ODOT_Ch_3_Fundamentals_of_Highway_Traffic_Noise.pdf

<http://www.dot.il.gov/desenv/noise/part1.html>

<http://www.dot.il.gov/environment/HTNAManual.pdf>

<http://journals.witpress.com/pdfs/abstracts/SDP080309a.pdf>