

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ
ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ, ΟΔΙΚΟ, ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΘΟΡΥΒΟ
ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ”

ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ: ΑΛΛΟΔΙΑΝΑΚΗ ΙΣΜΗΝΗ - ΚΑΛΑΤΖΗ ΑΣΗΜΙΝΑ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΠΑΝΤΕΛΕΝΜΩΝ ΚΟΠΕΛΙΑΣ, ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΗΛΙΟΥ

ΒΟΛΟΣ, 2018



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ | 3 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 4 |
| ABSTRACT | 5 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 6 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΗΧΟΣ- ΘΟΡΥΒΟΣ | |
| 2.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ | 7 |
| 2.2. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ | 7 |
| 2.2.1. ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | 7 |
| 2.2.2. ΗΧΗΤΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ | 9 |
| 2.3. ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ | 10 |
| 2.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ | 10 |
| 2.4.1. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ | 10 |
| 2.4.2. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ | 11 |
| 2.4.3. ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ | 12 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ | |
| 3.1. ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΘΟΡΥΒΟ | 13 |
| 3.1.1. ΟΔΗΓΙΑ 2002/49/ΕΚ | 14 |
| 3.1.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΕΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ | 15 |
| 3.1.3. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ | 17 |
| 3.1.4. ΣΧΕΔΙΑ ΔΡΑΣΗΣ | 18 |
| 3.1.5. ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΠΟΛΙΤΩΝ | 19 |
| 3.2. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ | 19 |
| 3.2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ | 20 |
| 3.2.2. ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2002/49/ΕΚ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ | 20 |
| 3.2.3. ΚΥΑ 211773/2012 | 22 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ | |
| 4.1. ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ | 27 |
| 4.2. ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ | 33 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

| | | |
|------------|---|----|
| 5.1. | ΒΑΣΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ | 37 |
| 5.1.1. | ΜΕΤΡΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΗΓΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ | 37 |
| 5.1.1.1. | ΜΕΙΩΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ | 38 |
| 5.1.1.2. | ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΟ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ | 40 |
| 5.1.2. | ΜΕΤΡΑ ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ | 41 |
| 5.1.2.1. | ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗ | 41 |
| 5.1.2.2. | ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ | 42 |
| 5.1.2.3. | ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ | 42 |
| 5.1.2.3.1. | ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ | 44 |
| 5.1.2.4. | ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ | 50 |
| 5.2.3. | ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ | 51 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

| | | |
|--------|--|----|
| 6.1. | ΕΘΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ | 53 |
| 6.2. | ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΑΛΛΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ NMPB-ROUTES-96 | 57 |
| 6.2.1. | ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΟΔΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ | 59 |
| 6.2.2. | ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ | 60 |
| 6.2.3. | ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ | 62 |
| 6.2.4. | ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ | 68 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

| | | |
|------|-----------------------------|----|
| 7.1. | ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ | 72 |
| 7.2. | ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ CADNAA | 74 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

| | | |
|--------|--|-----|
| 8.1. | ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ | 76 |
| 8.2. | ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟΝ ΒΟΛΟ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2017 | 76 |
| 8.2.1. | ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ | 77 |
| 8.2.2. | ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | 78 |
| 8.3. | ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ | 79 |
| 8.3.1. | ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ | 79 |
| 8.3.2. | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 24-ΩΡΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ | 82 |
| 8.4. | ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΕΡΙΒΑΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ CADNAA | 86 |
| 8.4.1. | ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ CADNAA | 87 |
| 8.4.2. | ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ | 91 |
| 8.4.3. | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ | 96 |
| 8.4.4. | ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ | 98 |
| 8.5. | ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ | 107 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διπλωματική εργασία με θέμα την αξιολόγηση αναγκαιότητας προστασίας αστικών περιοχών από τον περιβαλλοντικό, οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο στον περιφερειακό Βόλου, πραγματοποιήθηκε από τις προπτυχιακές φοιτήτριες του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, Αλλοδιανάκη Ισμήνη και Καλατζή Ασημίνα. Επιβλέπων καθηγητής της διπλωματικής είναι ο Καθηγητής Κωνσταντίνος Ε. Βογιατζής, και εξεταστική επιτροπή οι καθηγητές Ηλιού Νικόλαος και Κοπελιάς Παντελεήμων, του Τμήματος Πολιτικών μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η ανάθεση έγινε το εαρινό εξάμηνο του 2016, όπου ορίστηκε το θέμα της διπλωματικής εργασίας, βάση της αναγκαιότητας προσδιορισμού πιθανών δεκτών που χρήζουν ανάγκης ηχοπροστασίας, στις περιοχές Γορίτσας και Φυτόκου του Περιφερειακού Βόλου.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή, Dr. Κωνσταντίνο Βογιατζή για την εξαιρετική συνεργασία μας, τις γνώσεις που μας παρείχε και την εμπιστοσύνη που μας έδειξε με την ανάθεση της διπλωματικής. Ακόμη θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον διδάσκοντα του Τμήματος Αρχιτεκτονικής, Remy Nicolas για την συμβολή του στην πραγματοποίηση των μετρήσεων. Επίσης θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στους ανθρώπους της εταιρίας Σ.Σ.Ε & Περιβάλλοντος Α.Ε., που συνεργάστηκαν μαζί μας, και ένα ξεχωριστό ευχαριστώ στην Δρ. Βασιλική Ζαφειροπούλου για την πολύτιμη βοήθεια της και την συνεργασία.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες και τους φίλους μας για την αμέριστη στήριξη και την κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή πραγματεύεται την αξιολόγηση αναγκαιότητας προστασίας αστικών περιοχών από τον περιβαλλοντικό, οδικό, κυκλοφοριακό θόρυβο στον περιφερειακό Βόλου.

Αρχικά, γίνεται μια εισαγωγή στο τι είναι περιβαλλοντικός κυκλοφοριακός θόρυβος, ορίζοντας όλες τις απαραίτητες έννοιες και τα βασικά χαρακτηριστικά του και εστιάζοντας στην διασαφήνιση της εννοιολογικής διαφοράς του ήχου με τον θόρυβο, καθώς και στην κατηγοριοποίηση του ήχου με βάση την πηγή και τον τρόπο μετάδοσης.

Στη συνέχεια, αναφέρεται αναλυτικά το υφιστάμενο νομοθετικό Ευρωπαϊκό και Εθνικό θεσμικό πλαίσιο για τον περιβαλλοντικό θόρυβο. Έμφαση δίνεται στην Οδηγία 2002/49/ΕΚ καθώς αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τον θόρυβο και αντίστοιχα αναφέρονται τα σημαντικότερα στάδια εξέλιξης της Ελληνικής νομοθεσίας, εστιάζοντας στην ενσωμάτωση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ στο Ελληνικό πλαίσιο και στην απόφαση ΚΥΑ 211773/2012.

Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή της χαρτογράφησης δυο εκ των μεγαλύτερων οδικών αξόνων της Ελλάδας, της Αττικής και της Εγνατίας Οδού, αναφέροντας επιγραμματικά τα επίπεδα γεωγραφικής πληροφoρίας τα οποία εξασφαλίστηκαν στο μοντέλο υπολογισμού του Σ.Χ.Θ και αναλύοντας τα βασικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής μελέτης.

Στη συνέχεια, γίνεται μια λεπτομερής αναφορά στα βασικά τεχνικά μέτρα καταπολέμησης θορύβου διακρίνοντας την αντιμετώπισή του σε τρεις βασικούς άξονες που αναλύονται διεξοδικά. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην λύση των ηχοπετασμάτων όπου παρατίθενται όλες οι κατηγορίες ηχοπετασμάτων και τα βασικά τους χαρακτηριστικά.

Στη συνέχεια, γίνεται μια σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση των σημαντικότερων μοντέλων για τον κυκλοφοριακό θόρυβο που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ευρώπη, ενώ γίνεται και μια λεπτομερής περιγραφή της Γαλλικής μεθόδου NMPB – Routes – 96 όπου περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας του μοντέλου και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση του θορύβου

Έπειτα, αναφέρονται τα απαραίτητα βήματα για την διαμόρφωση του ψηφιακού μοντέλου και αναλύεται εκτενώς το μοντέλο προσομοίωσης CADNAA που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη για την πρόβλεψη του περιβαλλοντικού κυκλοφοριακού θορύβου.

Το επόμενο κεφάλαιο αποτελεί μια πρακτική εφαρμογή της γαλλικής μεθόδου NMPB-ROUTES-96 στην πόλη του Βόλου. Αναφέρονται τα στάδια εκπόνησης της παρούσας μελέτης έχοντας ως βασική παράμετρο την τήρηση των τεχνικών προδιαγραφών για την χαρτογράφηση θορύβου σύμφωνα με την ΚΥΑ 211773/2012. Παρατίθενται αναλυτικά τα αποτελέσματα των κυκλοφοριακών μετρήσεων και η συσχέτισή τους με τα αποτελέσματα του μοντέλου CADNAA που χρησιμοποιήθηκε, εμπλουτίζοντας το αποτέλεσμα με γραφήματα συσχέτισης, και δίνοντας έμφαση στην παρουσίαση των χαρτών θορύβου.

Τέλος, παρουσιάζονται και αναλύονται τα κύρια συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη.

ABSTRACT

This study deals with the assessment of the necessity of protecting urban areas from environmental, road, traffic noise in the ring road of Volos.

Initially, an introduction to environmental noise is made, defining all the necessary concepts and key features, and focusing on clarifying the conceptual difference of sound and noise, as well as categorizing sound based on source and mode of transmission.

Then, the existing legislative European and national institutional framework for environmental noise is detailed. Emphasis is placed on Directive 2002/49/EK as it is the cornerstone of the European Union's noise policy and, accordingly, the most important stages of the development of Greek legislation are mentioned, focusing on the incorporation of the European Directive 2002/49 / EK into the Greek Framework and the Joint Ministerial Decision 211773/2012.

Then follows, a brief description of the mapping of two of the major roads of Greece, Attiki and Egnatia Odos, giving a brief outline of the levels of geographic information obtained in the calculation model of the Strategic Noise Map and analyzing the basic characteristics of each study area.

Subsequently, a detailed reference is made to the basic technical measures to combat noise, distinguishing it in three main areas that are thoroughly analyzed. Particular emphasis is given to the solution of the soundtracks where all the categories of soundtracks are presented and their basic characteristics.

Then a brief bibliographic review of the most important traffic noise models currently used in Europe is made and a detailed description of the French NMPB - Routes - 96 method is described, which describes how the model works and the factors that influence noise propagation.

Then, the necessary steps that take place in order to form the digital model are mentioned and follows an extensive analysis of the CadnaA simulation model used in this study to predict environmental traffic noise.

The next chapter is a practical application of the French method NMPB-ROUTES-96 in the city of Volos. The stages of the present study are described, having as basic parameter the observance of the technical specifications for the noise mapping according to the Joint Ministerial Decision 211773/2012. The results of the traffic measurements and their correlation with the results of the CADNAA model used are mentioned, enriching the result with correlation graphs, and emphasizing the presentation of the noise maps are presented in detail

Finally, the main findings of this study are presented and analyzed.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο έλεγχος διακύμανσης του περιβαλλοντικού Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου (Ο.Κ.Θ.) στις περιοχές Φυτόκου και Γορίτσας που υπάγονται στον περιφερειακό άξονα Βόλου. Στόχος ήταν η συλλογή των απαραίτητων ακουστικών παραμέτρων που απαιτούνται για την σωστή ανάλυση και ορθό σχεδιασμό, αποσκοπώντας στην διόρθωση τυχών δυσμενών επιπτώσεων του θορύβου στην εξεταζόμενη περιοχή.

Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, εγκαταστάθηκαν σταθμοί παρακολούθησης των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου $L_{10}(18h)$, L_{eq} , L_{den} και L_{night} σε επιλεγμένα αντιπροσωπευτικά σημεία του Περιφερειακού Βόλου και πραγματοποιήθηκαν ενδεικτικές δίωρες μετρήσεις σε κάθε μια από τις τρεις χρονικές περιόδους αξιολόγησης που ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ.

Με βάση τα δεδομένα των καταγραφών του περιβαλλοντικού Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου (Ο.Κ.Θ.) εκπονήθηκαν οι σχετικοί Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου (ΣΧΘ) για τους δείκτες L_{den} και L_{night} βάσει των απαιτήσεων της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ και την εφαρμογή της γαλλικής εθνικής μεθόδου υπολογισμού «NMPB-Routes-96».

Για την διαμόρφωση των Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου, λήφθηκαν υπόψη:

- Κυκλοφοριακά δεδομένα των υπό τμημάτων Φυτόκου και Γορίτσας
- Τεχνικά χαρακτηριστικά του αυτοκινητοδρόμου σε ψηφιακή μορφή
- Τυχόν διαθέσιμες αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές φωτογραφίες των υπό μελέτη περιοχών

Κατά την εκπόνηση της παρούσας μελέτης λήφθηκαν υπόψη οι ακόλουθες νομικές διατάξεις:

- **N. 1650/86 (ΦΕΚ 160Α/18-10-86)** «Για την προστασία του περιβάλλοντος»
- **N. 3010/2002 (ΦΕΚ 91/25-4-2002)** «Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορεύματα και άλλες διατάξεις»
- **Υ.Α. οικ. 17252/1992 (ΦΕΚ 395Β/19.6.1992)** «Καθορισμός δεικτών και ανώτατων επιτρεπτών ορίων θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα»
- **Υ.Α. 13586/724/2006 (ΦΕΚ 384Β/28.3.2006)** «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»
- **Οδηγία 2002/49/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25.06.2002 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου.
- **ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/Β/384/28.3.2006** (Εναρμόνιση της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ με την ελληνική νομοθεσία)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΗΧΟΣ - ΘΟΡΥΒΟΣ

2.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 263.1 (1.184), « Ήχος ορίζεται η μηχανική διαταραχή που διαδίδεται με ορισμένη ταχύτητα μέσα σε ένα μέσο που μπορεί να αναπτύξει εσωτερικές δυνάμεις (π.χ. Ελαστικότητας, εσωτερικής τριβής) κι έχει τέτοιο χαρακτήρα, ώστε να μπορεί να διεγείρει το αισθητήριο της ακοής και να προκαλέσει ακουστικό αίσθημα ».

Ο θόρυβος ορίζεται ως ο ανεπιθύμητος, ενοχλητικός ή και απλά δυσάρεστος για τον άνθρωπο ήχος. Από φυσική άποψη, θόρυβος είναι ένα σύμπλεγμα ηχητικών κυμάτων με ελάχιστη ή καμία περιοδικότητα.

(ΠΗΓΗ: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ: Κ.ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ, Σ.ΧΑΪΚΑΛΗ, Α.ΤΖΙΚΑ-ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΥ, ΣΕΛ 9)



Εικόνα 1. Ο θόρυβος επηρεάζει σημαντικά την ψυχολογική υγεία των ανθρώπων

Πηγή: (<http://acikqunluk.net/el/qul-v-uhe-prichiny-i-sposoby-lecheniya/>)

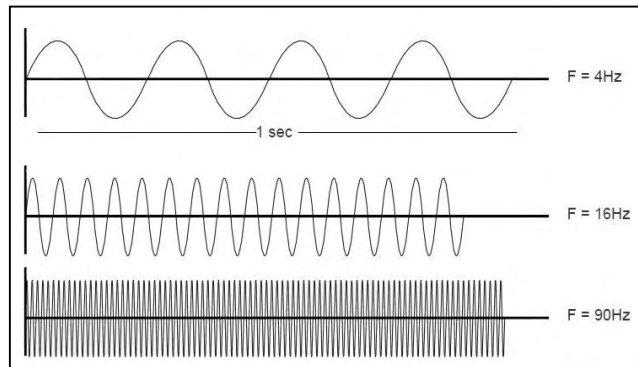
2.2. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα βασικά χαρακτηριστικά του ήχου και επομένως και του θορύβου είναι η συχνότητα και η ένταση.

2.2.1. ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

Η συχνότητα εκφράζει τον αριθμό των ταλαντώσεων της ηχητικής πηγής στη μονάδα του χρόνου και μετράται σε Hertz (Hz), όπου 1 Hz αντιστοιχεί σε μια ταλάντωση ανά 1s (δευτερόλεπτο). Υψηλές συχνότητες αντιστοιχούν σε υψηλούς τόνους ενώ χαμηλές συχνότητες αντιστοιχούν σε βαθείς τόνους. Το ανθρώπινο ακουστικό φάσμα εκτείνεται κατά προσέγγιση από τα 15 Hz έως τα 20000 Hz.

Διεθνείς έρευνες έχουν δείξει ότι η αντίληψη και οι επιδράσεις ήχων χαμηλών συχνοτήτων έχουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με ήχους μεσαίων και υψηλών συχνοτήτων.



Εικόνα 2. Τρία διαφορετικά κύματα με διαφορετική συχνότητα το καθένα

Πηγή: (<http://e-learning.sch.gr/mod/page/view.php?id=10035>)

Συχνότητες < 20 Hz (Υποηχητικές συχνότητες): (βιβλιογραφία DIN 45680)

- Οι ήχοι δεν γίνονται αντιληπτοί μέσω της ακοής, όμως ήχοι μέχρι και του επιπέδου των 1Hz γίνονται αντιληπτοί ως δονήσεις μέσω του σκελετού και μέσω συντονισμών των εσωτερικών οργάνων.
- Άτομα που εκτίθενται σε υποηχητικές συχνότητες περιγράφουν ότι νιώθουν έντονο αίσθημα ανασφάλειας και φόβου και ο ήχος αντιλαμβάνεται σαν μια πίεση στα αυτιά. Μια ειδική επίδραση υποηχητικών συχνοτήτων είναι ότι μειώνουν την συχνότητα της αναπνοής.
- Δευτερογενή φαινόμενα από την παρουσία υποηχητικών συχνοτήτων είναι ιδιαίτερα ενοχλητικά και άμεσα αντιληπτά όπως: συντονισμοί σε παράθυρα, ντουλάπες, πόρτες κλπ. Και αισθητές δονήσεις επάνω σε δομικά στοιχεία.

Συχνότητες μεταξύ 20 Hz και 60 Hz

- Οι ήχοι γίνονται αισθητοί μέσω της ακοής, αλλά είναι δύσκολο να ξεχωρίσει κανείς τις συχνότητες. Συχνά αυτό που ακούει κανείς είναι μια αργή αυξομείωση έντασης του ήχου. Όπως και στις υποηχητικές συχνότητες και εδώ μπορούν να υπάρξουν δευτερογενή φαινόμενα που δημιουργούν ενόχληση.

Συχνότητες > 60 Hz

- Από αυτό το σημείο ξεκινά η κανονική ακοή, όπου μπορεί κανείς να ξεχωρίσει εύκολα τις ξεχωριστές συχνότητες και χροιές του ήχου.
- Οι διάφοροι θόρυβοι είναι ιδιαίτερα ενοχλητικοί όταν περιέχουν συνοπτικό περιεχόμενο.
 - Δευτερογενή φαινόμενα είναι ασήμαντα.

ΠΗΓΗ: (ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΧΑΜΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΤΑ DIN 45680 <http://www.amds.gr/a4.aspx>)

2.2.2. ΗΧΗΤΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ

Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 556.1, « Ηχητική ένταση σε ένα σημείο του ηχητικού πεδίου και προς μια καθορισμένη διεύθυνση είναι το πηλίκο της μέσης ηχητικής ισχύος που διαπερνά κάθετα μια στοιχειώδη επιφάνεια διά του εμβαδού της επιφανείας ». Εκφράζεται σε W/m^2 . Συνήθως όμως ως μονάδα μέτρησης της ηχητικής έντασης χρησιμοποιείται το decibel (dB). Στην απλούστερη μορφή της η στάθμη της ηχητικής πίεσης εκφράζεται από τη σχέση:

$$SPL(dB) = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

Όπου:

P: η ηχητική πίεση του προς μέτρηση ήχου

P₀: μια ηχητική πίεση αναφοράς ίση με την ηχητική πίεση ενός ήχου στο κατώφλι ακουστότητας. Συνεπώς, ένας ήχος που μόλις ακούγεται έχει στάθμη ηχητικής πίεσης (SPL) 20 dB, ενώ το όριο του πόνου ανέρχεται σε περίπου 134 dB.

| ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ | ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ | ΕΝΤΑΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (dB) | ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΩΡΕΣ (h) | ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ (dB) |
|---------------------------------|--|---------------------|---------------------------------|-------------------|
| Εξωτερικό κατοικίας | Σοβαρή ενόχληση ημέρα και νύχτα | 55 | 16 | - |
| Εσωτερικό κατοικίας | Μέτρια ενόχληση ημέρα και νύχτα | 50 | 16 | - |
| Υπνοδωμάτιο | Διατάραξη ύπνου τη νύχτα | 45 | 8 | 45 |
| Αίθουσες διδασκαλίας | Παρεμπόδιση συνομιλίας, προβληματική αντίληψη και μετάδοση πληροφορίας | 35 | Διάρκεια μαθήματος | - |
| Δωμάτιο ύπνου παιδικού σταθμού | Διατάραξη ύπνου | 30 | Διάρκεια ύπνου | - |
| Αυλή σχολείου | Ενόχληση από εξωτερική πηγή | 55 | Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού | - |
| Νοσοκομεία θάλαμοι | Διατάραξη ύπνου τη νύχτα | 30 | 8 | 40 |
| Νοσοκομεία, αίθουσες περίθαλψης | Διατάραξη ανάπαυσης και ανάρρωσης | 30 | 16 | - |
| Βιομηχανική ζώνη, ζώνη εμπορίου | Παρεμπόδιση ακοής | 70 | 24 | 110 |
| Τελετές, φεστιβάλ, γιορτές | Παρεμπόδιση ακοής | 100 | 4 | 110 |

Πίνακας 1. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές ηχορύπανσης σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα του αστικού χώρου

2.3. ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

- **Συνεχής θόρυβος:**
Παράγεται από μηχανήματα που λειτουργούν αδιάκοπα με τον ίδιο ρυθμό, για παράδειγμα ανεμιστήρες, αντλίες και εξοπλισμός επεξεργασίας.
- **Περιοδικός θόρυβος:**
Παράγεται όταν τα μηχανήματα λειτουργούν με διακοπές ή όταν διέρχονται μεμονωμένα οχήματα ή αεροπλάνα, με αποτέλεσμα την άμεση αυξομείωση των επιπέδων θορύβου. Για κάθε στάδιο πηγής θορύβου από τη λειτουργία των μηχανημάτων, το επίπεδο θορύβου μπορεί να μετρηθεί ως συνεχής θόρυβος.
- **Αιφνίδιος θόρυβος:**
Παράγεται από συγκρούσεις ή εκρήξεις, π.χ. πασσαλοπήκτες, πρέσες κοπής κλπ. Είναι σύντομος και απότομος και το αναπάντεχό του αποτέλεσμα προκαλεί μεγαλύτερη ενόχληση από ότι θα αναμενόταν από μια απλή μέτρηση επιπέδου ηχητικής πίεσης.

(ΠΗΓΗ: ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, Κ.ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ, ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ)

2.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

2.4.1. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ

Ως μηχανολογικός θόρυβος ορίζεται ο θόρυβος που εκπέμπεται στο περιβάλλον από τις λειτουργικές δραστηριότητες σταθερών (μόνιμων) και κινητών πηγών θορύβου.

Πηγές μηχανολογικού θορύβου:

- **Σταθερές πηγές:** Αναφέρονται στις μόνιμες μηχανολογικές εγκαταστάσεις που διακρίνονται σε:
 - Βιομηχανικές και βιοτεχνικές εγκαταστάσεις πάσης φύσεως
 - Μόνιμες μηχανολογικές εγκαταστάσεις πάσης φύσεως που δεν υπάγονται στην πρώτη περίπτωση, όπως για παράδειγμα αερισμοί καταστημάτων, κλιματιστικές εγκαταστάσεις πάσης φύσεως γραφείων κλπ.
- **Κινητές πηγές:** Στην κατηγορία αυτή υπάγονται κυρίως μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σε πάσης φύσεως εργοτάξια, όπως κατασκευές τεχνικών και οδικών έργων, οικοδομικές εργασίες, κλπ. δραστηριότητες τεχνικής φύσεως.

(ΠΗΓΗ: ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ)

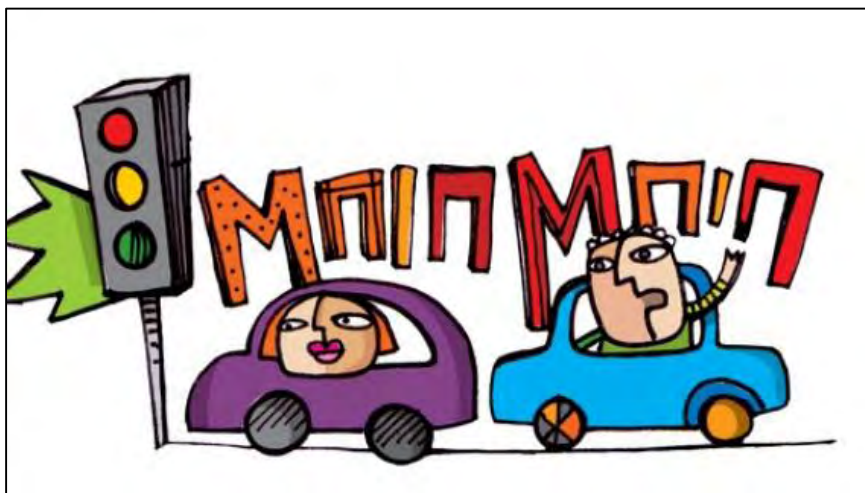
2.4.2. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ

Ο κυκλοφοριακός θόρυβος αποτελεί μια από τις πλέον σημαντικές πηγές περιβαλλοντικού θορύβου και αντιμετωπίζεται τόσο ως γραμμική όσο και ως σημειακή πηγή θορύβου.

Πηγές κυκλοφοριακού θορύβου:

- **Μέσα οδικής μεταφοράς:**
Τα μέσα μεταφοράς και συγκοινωνίας αποτελούν την κυριότερη πηγή θορύβου. Ο θόρυβος προκαλείται από την λειτουργία της μηχανής και από την επαφή των τροχών με το έδαφος. Το πρόβλημα εντείνεται στους ανηφορικούς ή σηματοδοτούμενους δρόμους εξαιτίας της μηχανής των οχημάτων καθώς και στους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας όπου αιτία ηχορύπανσης αποτελεί η τριβή των τροχών με το έδαφος.
- **Σιδηροδρομικές μεταφορές:**
Οι ήχοι που προκαλούνται από τους σιδηρόδρομους είναι βαθείς και συνοδεύονται από κραδασμούς. Στα ηλεκτροκίνητα τρένα ο θόρυβος προέρχεται από την επαφή των τροχών με τις ράγες, και συγκεκριμένα έντονη ενόχληση σημειώνεται κατά τη διέλευση των τροχών πάνω από τις εγκοπές των ραγών. Στα πετρελαιοκίνητα τρένα ως επιπρόσθετη ενόχληση λειτουργεί ο θόρυβος της μηχανής και η συχνή χρήση ηχητικών σημάτων που προειδοποιούν για την προσέγγιση του τρένου σε ισόπεδη διάβαση.
- **Αεροπορικές μεταφορές:**
Τα αεροπλάνα αποτελούν κύρια πηγή ηχορύπανσης για τις κοντινές κατοικημένες περιοχές καθώς ο θόρυβος που προκαλείται από τα αεροσκάφη είναι πολύ ισχυρός και καλύπτει μεγάλη περιοχή συχνοτήτων, κυρίως στη φάση της απογείωσης όπου οι κινητήρες λειτουργούν σε πλήρη ισχύ.

(ΠΗΓΗ: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΥΑΕΝ Χ15)16)

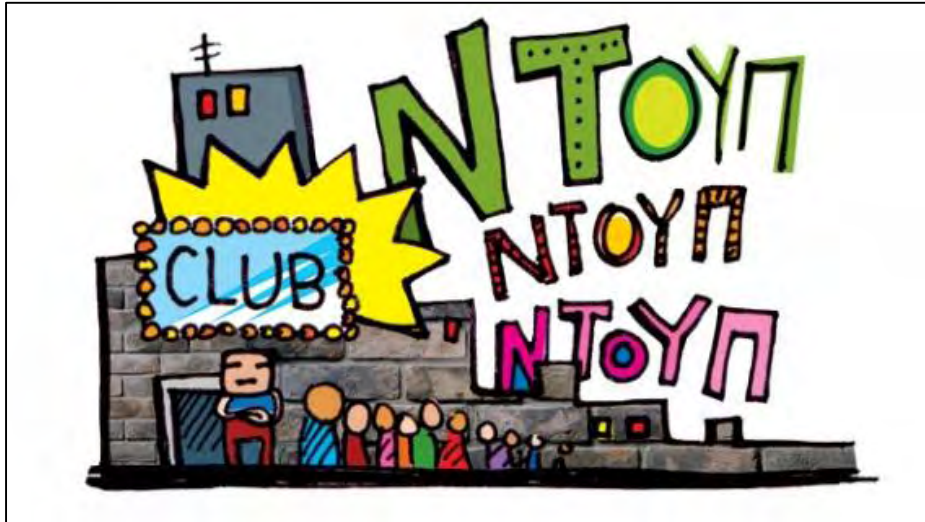


Εικόνα 3. Εικονογραφική αναπαράσταση κυκλοφοριακού θορύβου

(ΠΗΓΗ: http://www.athensvoice.gr/13512_athens-noise)

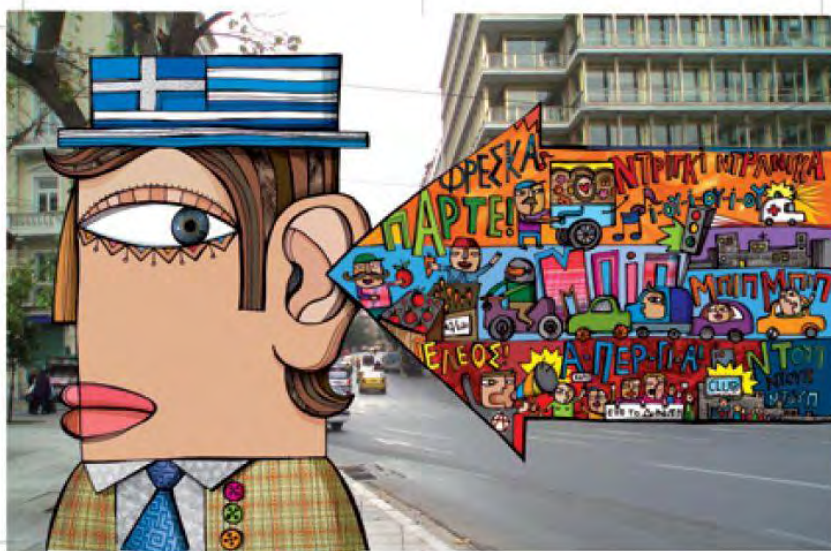
2.4.3. ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Στα αστικά κέντρα παρατηρείται έντονα το φαινόμενο της ενόχλησης από αυξημένη ένταση διαφόρων ήχων. Η κύρια πηγή θορύβου εντοπίζεται στο πιο κεντρικό τμήμα της εκάστοτε πόλης, που αποτελεί πόλο έλξης ατόμων και συνακόλουθα πηγή κοινωνικού θορύβου. Ο θόρυβος από δραστηριότητες αναψυχής όπως τα κέντρα διασκέδασης συγκαταλέγονται επίσης σε αυτή την κατηγορία.



Εικόνα 4. Εικονογραφική αναπαράσταση θορύβου από κοινωνικές δραστηριότητες

(Πηγή: http://www.athensvoice.gr/13512_athens-noise)



Εικόνα 5. Εικονογραφική αναπαράσταση αστικού θορύβου

(Πηγή: http://www.athensvoice.gr/13512_athens-noise)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί μείζων πρόβλημα της εποχής μας. Η έντονη βιομηχανική δραστηριότητα σε συνδυασμό με την μη τήρηση των απαιτούμενων περιβαλλοντικών κανονισμών λόγω οικονομικών συμφερόντων είναι η κύρια αιτία καταστροφής του περιβάλλοντος. Η έλλειψη οικολογικής αγωγής και μακρόπνοου προγραμματισμού έχει διαμορφώσει την σύγχρονη αντίληψη ότι η Προστασία του Περιβάλλοντος σήμερα δεν είναι απαραίτητη για την επιβίωση μας αλλά αποτελεί κυρίως ευκαιρία για επενδυτική δραστηριότητα.

Η αστικοποίηση, ο υπερπληθυσμός, η αύξουσα ζήτηση οδικής και αεροπορικής μεταφοράς είναι μερικοί από τους παράγοντες που οδήγησαν στην όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, δημιουργώντας έτσι την ανάγκη διαμόρφωσης ενός ευρύ κανονιστικού πλαισίου στο οποίο θα πρέπει να κινείται η προστασία του περιβάλλοντος.

3.1. ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΘΟΡΥΒΟ

Η επίδραση του θορύβου στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος έχει αυξηθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Πλέον ο θόρυβος κατατάσσεται ανάμεσα στα αίτια περιβαλλοντικής ρύπανσης ανάλογης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της μόλυνσης των υδάτων. Οι μελέτες περιβαλλοντικού θορύβου συνεχίζονται μέχρι σήμερα και συνεχώς μεταβάλλονται με κυρίαρχο παράγοντα σε αυτό την ευαισθητοποίηση του κόσμου, της Πολιτείας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η συμμετοχή της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην αντιμετώπιση του θορύβου έγινε με την έκδοση της οδηγίας 2002/49 η οποία εισήγαγε έναν κοινό δείκτη αξιολόγησης θορύβου για όλα τα κράτη-μέλη έτσι ώστε να υπάρχει μέτρο σύγκρισης μεταξύ χωρών, δεδομένου ότι ισχύουν διαφορετικά όρια θορύβου σε κάθε χώρα με αποτέλεσμα την ανυπαρξία της συγκριτικής θεώρησης των επιπτώσεων του θορύβου στην Ευρώπη.



Εικόνα 6. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο

Πηγή: (<https://www.ellinikigeorgia.gr/europaiko-koinovoulio-elegchos-sti-diadikasia-egkrisis-ton-futofarmakon/>)

3.1.1. ΟΔΗΓΙΑ 2002/49/ΕΚ

Η οδηγία 2002/49/ΕΚ εκδόθηκε στις 25 Ιουνίου 2002 από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και αποτελεί την ολοκληρωμένη κοινοτική νομοθεσία σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου. Αντικείμενο μελέτης αποτελεί ο περιβαλλοντικός θόρυβος ο οποίος γίνεται αντιληπτός από τον πολίτη στο εσωτερικό της κατοικίας του και γύρω από αυτήν, στις σχετικά ήσυχες ζώνες μιας αστικής περιοχής (κατοικίας) ή της εξοχής, εντός των νοσοκομείων και πέριξ αυτών, εντός των σχολείων και στον περίγυρό τους, καθώς και στο εσωτερικό άλλων κτιρίων. Ο απώτερος σκοπός της οδηγίας αυτής έγκειται στην εφαρμογή συγκεκριμένων δράσεων που έχουν ως κύριο άξονα την καταστολή, πρόληψη ή αποφυγή των δυσμενών επιπτώσεων που απορρέουν από την έκθεση στον περιβάλλοντα θόρυβο. Πιο συγκεκριμένα, πρώτο βήμα αποτελεί η χαρτογράφηση θορύβου με κοινές στα κράτη μέλη μεθόδους αξιολόγησης, προσδιορίζοντας έτσι την έκθεση στον περιβάλλοντα θόρυβο. Στη συνέχεια ακολουθεί η ενημέρωση του κοινού σχετικά με τις επιδράσεις του θορύβου και τελικά, γίνεται η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της χαρτογράφησης δημιουργώντας σχέδια δράσης με στόχο την πρόληψη και μείωση του θορύβου στις κρίσιμες περιοχές.

Επιπρόσθετος στόχος της παραπάνω οδηγίας, η οποία ενσωματώθηκε στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο με την ΚΥΑ 13586/724 (ΦΕΚ Β' 384/28.3.2006) περί «Καθορισμού μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον», αποτελεί η παροχή βάσης για την ανάπτυξη κοινοτικών μέτρων περιορισμού θορύβου που εκπέμπουν οι μείζονες πηγές. Σε αυτές συγκαταλέγονται τα τροχοφόρα οχήματα, ο σιδηρόδρομος και η σχετική υποδομή, τα αεροσκάφη, ο υπαίθριος και ο βιομηχανικός εξοπλισμός και τα κινητά μηχανήματα. Επίσης, σύμφωνα με την ανωτέρω οδηγία, ως «περιβαλλοντικός θόρυβος» ορίζεται κάθε ανεπιθύμητος ή επιβλαβής θόρυβος στις αστικές περιοχές και στην ύπαιθρο που δημιουργείται από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένου του θορύβου που εκπέμπεται από μεταφορικά μέσα, οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές και από χώρους βιομηχανικής δραστηριότητας. Κατά συνέπεια, οι θόρυβοι εντός των μέσων μεταφοράς, οι θόρυβοι στους χώρους εργασίας, οι θόρυβοι από οικιακές δραστηριότητες ή οι θόρυβοι των γειτόνων δεν συνιστούν αντικείμενο περιβαλλοντικού θορύβου.

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

- Νέων δεικτών αξιολόγησης ακουστικού περιβάλλοντος L_{den} σε dB(A) και L_{night} σε dB(A)
- Νέων ορίων περιβαλλοντικού θορύβου με βάση των παραπάνω δεικτών σε περιοχές γενικής κατοικίας
- Νέας εναρμονισμένης διαδικασίας για τη συλλογή και την κωδικοποίηση στοιχείων εισόδου υπολογισμών
- Νέας μεθόδου αξιολόγησης επιπτώσεων θορύβου, με την εισαγωγή νέας αυτοματοποιημένης μεθοδολογίας για την επεξεργασία στοιχείων σχεδίασης καμπύλων θορύβου μέσω λογισμικού
- Νέας μεθοδολογίας για την επεξεργασία στοιχείων έκθεσης πληθυσμού στο θόρυβο
- Επιλογής βέλτιστης διαδικασίας παρουσίασης με εισαγωγή νέων τεχνολογιών για την παρουσίαση δεδομένων και τρόπων ενημέρωσης κοινού
- Καθορισμού στόχων και δεικτών ποιότητας ακουστικού περιβάλλοντος
- Καθορισμού στοιχείων για την ενιαία σύνταξη έκθεσης κατάστασης ακουστικού περιβάλλοντος προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή

3.1.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΕΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

Σύμφωνα με την ανωτέρω οδηγία, ως δείκτης θορύβου ορίζεται το φυσικό μέγεθος για την περιγραφή του περιβάλλοντος θορύβου, το οποίο έχει σχέση με επιβλαβείς επιδράσεις.

Ορισμός δείκτη θορύβου L_{den} :

Για την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού θορύβου θα χρησιμοποιείται ο δείκτης L_{den} (δείκτης θορύβου ημέρας-βραδιού-νύχτας) σε dB(A), ο οποίος έχει αποδεδειγμένη σχέση με το βαθμό κοινής όχλησης θορύβου και με το ποσοστό αντιδράσεων ισχυρής όχλησης (%HA), και προσδιορίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(12 \times 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_{evening+5}}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right) \quad (2)$$

Όπου:

- L_{day} : η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου ημέρας, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις ημερήσιες περιόδους ενός έτους
- $L_{evening}$: η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου απογεύματος, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις απογευματινές περιόδους ενός έτους
- L_{night} : η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου νύχτας, σταθμισμένη ως προς A μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις νυχτερινές περιόδους ενός έτους

Η αρχή της ημέρας και κατά συνέπεια η αρχή του απογεύματος και της νύχτας καθορίζεται από το κράτος-μέλος. Τα βασικά τρία χρονικά διαστήματα αξιολόγησης είναι: από 07.00 – 19.00 για την ημέρα, από 19.00 – 23.00 για το απόγευμα και από 23.00 – 07.00 για τη νύχτα. Ένα έτος αντιστοιχεί στο υπόψιν έτος όσον αφορά την εκπομπή θορύβων και σε ένα μέσο έτος όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, ο εξεταζόμενος θόρυβος είναι ο προσπίπτων, οπότε ο ήχος που ανακλάται στην πρόσοψη ενός κτιρίου δεν λαμβάνεται υπόψη.

Το ύψος των σημείων αξιολόγησης κυμαίνεται μεταξύ 3.8 με 4.2 μέτρα πάνω από το έδαφος και περίπου 2 μέτρα μπροστά από την εκτεθειμένη πρόσοψη. Έτσι, η πιο εκτεθειμένη πρόσοψη είναι ο κοντινότερος εξωτερικός τοίχος που είναι απέναντι από την εξεταζόμενη πηγή θορύβου. Στην περίπτωση της στρατηγικής χαρτογράφησης, τα ύψη των σημείων αξιολόγησης μπορούν να αλλάξουν με δεδομένο το κατώτατο όριο να είναι 1.5 m πάνω από το έδαφος και τη διόρθωση των αποτελεσμάτων με ισοδύναμο ύψος 4m. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως, σε αγροτικές περιοχές με μονώροφα σπίτια, στη μελέτη των επιπτώσεων θορύβου σε συγκεκριμένες κατοικίες για τον σχεδιασμό μέτρων ή στην λεπτομερή χαρτογράφηση θορύβου μιας περιοχής, όπου μελετάται η έκθεση καθεμιάς κατοικίας στο θόρυβο, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής άλλων σημείων μέτρησης με τον περιορισμό να μην είναι 1.5 m κάτω από το έδαφος.

Οι δείκτες L_{day} και L_{night} χρησιμοποιούνται από τα κράτη-μέλη για την αναθεώρηση της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου, το σχεδιασμό μέτρων και την οριοθέτηση θορύβου. Μέχρι την υποχρεωτική χρησιμοποίηση των κοινών μεθόδων αξιολόγησης για τον προσδιορισμό των δεικτών, τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν εθνικούς δείκτες θορύβου και συναφή δεδομένα, τα οποία θα μετατρέπονται στους παραπάνω δείκτες, με την προϋπόθεση ότι τα δεδομένα αυτά δεν είναι παλαιότερα των τριών ετών.

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

- Μεγάλα αεροδρόμια με παραπάνω από 50.000 κινήσεις τον χρόνο
- Μεγάλους οδικούς άξονες με ετήσια κυκλοφορία άνω των 6.000.000 οχημάτων σε πρώτη φάση, και άνω των 3.000.000 σε δεύτερη φάση
- Μεγάλους σιδηροδρομικούς άξονες με κυκλοφορία άνω των 60.000 συρμών σε πρώτη φάση, και άνω των 30.000 συρμών σε δεύτερη φάση.
- Σε οικιστικές περιοχές άνω των 250.000 κατοίκων σε πρώτη φάση και άνω των 100.000 κατοίκων σε δεύτερη φάση.

Πρόσθετοι δείκτες θορύβου:

Σε ειδικές περιπτώσεις, τα κράτη - μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν ειδικούς δείκτες θορύβου και αντίστοιχες οριακές τιμές. Παρακάτω αναφέρονται οι αντίστοιχες περιπτώσεις:

- Η εξεταζόμενη πηγή θορύβου λειτουργεί μόνο για μικρό χρονικό διάστημα, για παράδειγμα λιγότερο από το 20% του χρόνου των ολικών μετρήσεων ενός έτους
- Ο μέσος αριθμός ηχητικών γεγονότων, μιας ή περισσότερων περιόδων, είναι πολύ μικρός
- Η εμπεριεχόμενη συνιστώσα χαμηλών συχνοτήτων είναι ισχυρή
- $L_{a\max}$ ή SEL (επίπεδο έκθεσης στο θόρυβο) για προστασία κατά τη διάρκεια της νυχτερινής περιόδου στην περίπτωση αιχμών θορύβου
- Επιπλέον προστασία κατά τα Σαββατοκύριακα ή σε ορισμένες χρονικές στιγμές του έτους
- Επιπλέον προστασία της ημερήσιας περιόδου
- Επιπλέον προστασία της βραδινής περιόδου
- Συνδυασμός θορύβων από διάφορες πηγές
- Ήσυχες περιοχές στην ύπαιθρο
- Θόρυβος με έντονα τονικά συστατικά
- Θόρυβος με απότομο χαρακτήρα

Μέθοδοι αξιολόγησης:

Οι τιμές του L_{den} και L_{night} μπορούν να προσδιορισθούν είτε με υπολογισμούς είτε με μέτρηση στο σημείο αξιολόγησης. Στο παράρτημα II σημείο 2 αναφέρονται οι προσωρινές μέθοδοι υπολογισμού, ενώ στο σημείο 3 επισημαίνεται ότι τα κράτη - μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν και άλλες μεθόδους μέτρησης, εφόσον η μέθοδος αυτή προσαρμόζεται σύμφωνα με τον ορισμό των δεικτών που παρατίθεται στο παράρτημα I.

Κάθε κράτος μέλος πρέπει να παρουσιάζει σε συγκεκριμένη ημερομηνία τις οριακές τιμές που ισχύουν ή πρόκειται να τεθούν σε εφαρμογή στην επικράτειά τους. Οι οριακές τιμές αναφέρονται στις εκπομπές θορύβου οδικής και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας καθώς και στο θόρυβο κοντά σε αεροδρόμια και βιομηχανίες. Οι διαφορετικοί παράμετροι αξιολόγησης θορύβου σε κάθε κράτος-μέλος, όπως η πηγή θορύβου, το ωράριο, οι κλιματολογικές συνθήκες ή ο τύπος των κατοικιών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην εφαρμογή της οδηγίας.

Μέθοδοι αξιολόγησης για τις επιβλαβείς επιδράσεις:

Οι σχέσεις δόσεις-επίδρασης αποτελούν μεθόδους αξιολόγησης των επιδράσεων του θορύβου στην υγεία, και αφορούν κυρίως τη σχέση μεταξύ ενόχλησης και L_{den} , καθώς και τη σχέση μεταξύ της διαταραχής του ύπνου και L_{night} , για το θόρυβο των οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών μεταφορών και για το βιομηχανικό θόρυβο. Παρακάτω, επισημαίνονται οι περιπτώσεις στις οποίες προβλέπεται η χρησιμοποίηση αυτής της σχέσης:

- Κατοικίες με ειδική ηχομόνωση
- Κατοικίες με ήσυχη πρόσοψη
- Διαφορετικά κλίματα
- Ευπαθείς πληθυσμιακές ομάδες
- Τονικό βιομηχανικό θόρυβο
- Ωθητικό βοηθητικό θόρυβο και άλλες ειδικές περιπτώσεις

3.1.3. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

Οι χάρτες θορύβου αποτελούνται από πληροφορίες απαραίτητες για την αξιολόγηση του θορύβου και των επιδράσεων που αποφέρει. Περιλαμβάνουν στοιχεία για τη στάθμη του θορύβου, το ποσοστό του πληθυσμού που εκτίθεται σε θόρυβο πάνω από τα επιτρεπτά όρια καθώς και ενδείξεις για το κατάλληλο σχέδιο δράσης καταπολέμησης θορύβου, δίνοντας έμφαση στο θόρυβο που εκπέμπεται από τον οδικό και σιδηροδρομικό άξονα, καθώς επίσης και στα αεροδρόμια και χώρους βιομηχανικών δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των λιμένων.

Τα κράτη μέλη έχουν τελική προθεσμία στις 30 Ιουνίου 2007 για να έχουν καταρτιστεί και ενδεχομένως εγκριθεί στρατηγικοί χάρτες θορύβου στους οποίους θα παρουσιάζεται η κατάσταση που επικρατούσε στο προηγούμενο έτος. Οι χάρτες θορύβου θα ανανεώνονται ανά πενταετία και θα πρέπει να παραθέτουν στην Επιτροπή κατάλογο με τους μεγάλους, από πλευράς φόρτου, οδικούς άξονες

Απαιτήσεις για τη στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου:

Η στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου χρησιμοποιείται είτε για την παρουσίαση δεδομένων που υποβάλλονται στην Επιτροπή, είτε ως πηγή πληροφοριών για τους πολίτες καθώς επίσης και ως βάση για τη συγκρότηση σχεδίων δράσης, κατηγοριοποιώντας έτσι τους χάρτες θορύβου ανάλογα με τον σκοπό. Οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου μπορούν να παρουσιαστούν στο κοινό με τη μορφή γραφικών παραστάσεων ή τη μορφή πινάκων με αριθμητικά δεδομένα σε γραπτή ή ηλεκτρονική μορφή. Ενώ για την ενημέρωση των πολιτών, απαιτούνται περισσότερα λεπτομερή πληροφοριακά στοιχεία, όπως γραφική παράσταση, χάρτες όπου παρουσιάζονται οι υπερβάσεις μιας οριακής τιμής, χάρτες στους οποίους παριστάνεται η τρέχουσα κατάσταση σε σχέση με μελλοντικές καταστάσεις και χάρτες στους οποίους παρουσιάζεται η τιμή του δείκτη θορύβου σε άλλο ύψος από τα τέσσερα μέτρα, όπως ενδείκνυται.

3.1.4. ΣΧΕΔΙΑ ΔΡΑΣΗΣ

Τα σχέδια δράσης αποτελούν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο απαραίτητων κινήσεων για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του θορύβου. Η διαμόρφωσή τους στοχεύει στην ενεργοποίηση των κατάλληλων τοπικών αρχών που θα συντελέσουν στην υλοποίηση των δράσεων αυτών.

Στις **18 Ιουλίου 2008**, λήγει η προθεσμία της παράδοσης και έγκρισης των σχεδίων δράσης από τα κράτη-μέλη για την αντιμετώπιση των επιδράσεων του θορύβου για τους μεγάλους οδικούς άξονες με κίνηση άνω των έξι εκατομμυρίων οχημάτων ετησίως, τους μεγάλους σιδηροδρομικούς άξονες, η κίνηση των οποίων υπερβαίνει τους 60.000 επιβάτες ετησίως, τα μεγάλα αεροδρόμια καθώς και τα οικιστικά συγκροτήματα άνω των 250.000 κατοίκων. Οι δράσεις που γίνονται στο πλαίσιο αυτό πρέπει να αποσκοπούν στην αντιμετώπιση προβλημάτων βάση ιεράρχησης προτεραιοτήτων, και σε περιοχές αντίστοιχης σημαντικότητας οι οποίες έχουν προκύψει από την χαρτογράφηση θορύβου. Με τα σχέδια δράσης να ανανεώνονται ανά πενταετία, στις **18 Ιουλίου 2013**, ορίστηκε η τελική ημερομηνία για την κατάρτιση και έγκριση των σχεδίων δράσης για το σύνολο των μεγάλων αεροδρομίων, οδικών και σιδηροδρομικών αξόνων. Τα σχέδια δράσης επανεξετάζονται και αν χρειαστεί αναθεωρούνται, όποτε σημειώνονται σημαντικές εξελίξεις που επηρεάζουν την υπάρχουσα κατάσταση θορύβου.

Η συνεργασία μεταξύ γειτονικών κρατών-μελών είναι συνήθης για την κατάρτιση κοινών σχεδίων δράσης στα μεταξύ τους σύνορα. Η πλήρης ενημέρωση του κοινού σχετικά με τις προτάσεις για τα σχέδια δράσης είναι απαραίτητη, καθώς αποτελεί σημαντικό παράγοντα στον σχεδιασμό των κατάλληλων δράσεων.

Απαιτήσεις για τα σχέδια δράσης:

Τα σχέδια δράσης θα πρέπει να περιλαμβάνουν κάποια απαραίτητα στοιχεία όπως, την περιγραφή του οικιστικού συγκροτήματος, της αρμόδιας αρχής, το νομικό πλαίσιο και τις αντίστοιχες ισχύουσες οριακές τιμές, τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης θορύβου και τον αριθμό των ατόμων που εκτίθεται στο θόρυβο, τα μέτρα αντιμετώπισης του θορύβου που ήδη εφαρμόζονται καθώς και τις δράσεις που προβλέπονται για την επόμενη πενταετία, τη μακροπρόθεσμη στρατηγική και τον προϋπολογισμό και τέλος τις προβλεπόμενες διατάξεις για την αξιολόγηση της εφαρμογής και των αποτελεσμάτων των σχεδίων δράσης.

Στις δράσεις που μπορούν να υλοποιήσουν οι αρμόδιες αρχές συγκαταλέγονται, ο κυκλοφοριακός και ο χωροταξικός σχεδιασμός, τεχνικά μέτρα, επιλογή πηγών χαμηλού θορύβου, περιορισμοί στη διάδοση του θορύβου. Σε κάθε σχέδιο δράσης θα πρέπει να αναφέρονται εκτιμήσεις για τη μείωση του αριθμού των επηρεαζόμενων ατόμων.

3.1.5. ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΠΟΛΙΤΩΝ

Τα κράτη-μέλη, σύμφωνα με την οδηγία 90/313/ΕΟΚ του Συμβουλίου, σχετικά με την ελεύθερη πληροφόρηση για θέματα περιβάλλοντος με χρήση διαθέσιμων πληροφορικών τεχνολογιών, οφείλουν να εξασφαλίζουν την ενημέρωση του κοινού για τους στρατηγικούς χάρτες και τα σχέδια δράσης που καταστρώνουν. Το κοινό πρέπει να λαμβάνει σαφείς, κατανοητές και προσπελάσιμες πληροφορίες καθώς επίσης και περίληψη στην οποία σημειώνονται τα κυριότερα σημεία.

Σύμφωνα με το άρθρο 1, σκοπός της παραπάνω οδηγίας είναι η εξασφάλιση της ελεύθερης πρόσβασης σε πληροφορίες για το περιβάλλον και η ελεύθερη διάδοση αυτών, οι οποίες ανήκουν στις δημόσιες αρχές, καθώς επίσης και η θέσπιση βασικών όρων και προϋποθέσεων για την παροχή των πληροφοριών αυτών.

Στο άρθρο 2, παρατίθενται οι ακόλουθοι ορισμοί:

- «πληροφορία σχετική με το περιβάλλον»:
είναι κάθε διαθέσιμο στοιχείο, υπό γραπτή, οπτική, ακουστική ή μηχανογραφική μορφή, για την κατάσταση των υδάτων, του αέρος, του εδάφους, της πανίδας, της χλωρίδας και των φυσικών χώρων, καθώς και για δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένων των δραστηριοτήτων που προκαλούν ενόχληση, όπως ο θόρυβος) ή μέτρα που επηρεάζουν ή δύναται να επηρεάσουν δυσμενώς τα ανωτέρω και για δραστηριότητες ή μέτρα που αποσκοπούν στην προστασία των ανωτέρω, συμπεριλαμβανομένων των διοικητικών μέτρων και των προγραμμάτων προστασίας του περιβάλλοντος
- «δημόσιες αρχές»:
είναι κάθε δημόσια διοικητική υπηρεσία σε εθνικό, περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο που έχει αρμοδιότητες και κατέχει πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον, εξαιρουμένων των φορέων που ασκούν δικαστική ή νομοθετική εξουσία.

Στο άρθρο 3, επισημαίνεται ότι οι δημόσιες αρχές είναι υποχρεωμένες να παρέχουν πληροφορίες για το περιβάλλον σε οποιοδήποτε φυσικό ή νομικό πρόσωπο το ζητά, χωρίς το πρόσωπο αυτό να πρέπει να αποδεικνύει συμφέρον. Επίσης, αναφέρονται οι περιπτώσεις στις οποίες τα κράτη μέλη έχουν τη δυνατότητα άρνησης χορήγησης των πληροφοριών αυτών.

3.2. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η αρνητική επίδραση του ανθρώπου στο περιβάλλον έγινε αντιληπτή στην Ελλάδα τη δεκαετία του '70 όταν εμφανίστηκαν οι πρώτες οικολογικές καταστροφές όπως η ρύπανση της θάλασσας, της ατμόσφαιρας κ.λπ. Τα πλέον έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα, τα οποία αποδόθηκαν στα καταναλωτικά πρότυπα κατανάλωσης και συμπεριφοράς οδήγησαν στην κινητοποίηση του κόσμου και σταδιακά στην εδραίωση μιας περιβαλλοντικής πολιτικής και νομοθεσίας.

Η εναρμόνιση των ανθρώπων με την περιβαλλοντική προστασία στηρίζεται στην εκ νέου εδραίωση του κυρίαρχου συστήματος αξιών και στην ανάπτυξη ενός υγιούς μοντέλου στο οποίο η οικονομία βρίσκεται σε ισορροπία με το κοινωνικά ωφέλιμο και η καταπάτηση του περιβαλλοντικού δικαίου είναι παράνομη ανεξαρτήτως συμφερόντων.

3.2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ένταξη της περιβαλλοντικής πολιτικής στο ελληνικό πλαίσιο θεωρείται ότι έγινε το έτος 1975 όταν θεσπίστηκε το Νέο Σύνταγμα το οποίο ενέταξε την προστασία του φυσικού και πολιτισμικού περιβάλλοντος στο πλαίσιο των κρατικών υποχρεώσεων (Άρθρο 24).

Η προστασία του περιβάλλοντος ενισχύθηκε με την αναθεώρηση του Συντάγματος το 2001 όπου αναφέρεται ότι η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος δεν είναι μόνο κρατική υποχρέωση αλλά αποτελεί και δικαίωμα του καθενός. Σημειώνεται επίσης ότι τα μέτρα που υποχρεούται να λαμβάνει το Κράτος πρέπει να εντάσσονται στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας.

Τα σημαντικότερα στάδια εξέλιξης της Ελληνικής περιβαλλοντικής νομοθεσίας είναι τα ακόλουθα:

- Η ψήφιση του νόμου **360/1976** «Περί χωροταξίας και περιβάλλοντος» που καθόρισε το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον και παράλληλα την προστασία αυτού. Στον νόμο αυτό, προβλέπεται η σύσταση Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξίας και Περιβάλλοντος, με στόχο την οργάνωση των κρατικών φορέων που είναι υπεύθυνοι για την άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής.
- Η ίδρυση το 1980 του νέου Υπουργείου Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος με βάση το νόμο **1032/1980**, το οποίο τέθηκε υπεύθυνο για την περιβαλλοντική, πολεοδομική και οικιστική πολιτική. Αργότερα, το 1985 με βάση το νόμο **1558/1985** το υπουργείο αυτό ενώθηκε με το Υπουργείο Δημοσίων Έργων και δημιουργήθηκε το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).
- Η δημιουργία ολοκληρωμένου νομικού πλαισίου για το περιβάλλον με την ψήφιση του νόμου **1650/1986** «για την προστασία του περιβάλλοντος» με σκοπό τον καθορισμό των βασικών κανόνων και μηχανισμών για την εξασφάλιση ενός ποιοτικά υψηλού περιβάλλοντος, στο οποίο ευνοείται η ανάπτυξη ενός υγιούς ανθρώπου. Η προστασία του περιβάλλοντος θεωρείται αναπόσπαστο μέρος της αναπτυξιακής διαδικασίας και πολιτικής. Ο νόμος αυτός αποτελεί πυλώνα της εθνικής νομοθεσίας για το περιβάλλον καθώς καθορίζει τους βασικούς στόχους και επιδιώξεις ενώ παράλληλα δημιουργεί μια ολοκληρωμένη αντίληψη για τα περιβαλλοντικά ζητήματα.

3.2.2. ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2002/49/ΕΚ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Με την ΚΥΑ 13586/724 (ΦΕΚ 384/Β/ 28-03-2006) των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων και Μεταφορών και Επικοινωνιών περί «Καθορισμού μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον», επιτυγχάνεται η ενσωμάτωση της οδηγίας 2002/49 στο Ελληνικό Θεσμικό πλαίσιο των διατάξεων της οδηγίας 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» του Συμβουλίου της 25-06-2002». Με την απόφαση αυτή αποσκοπείται η εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 14 του Ν.1650/1986 για την προστασία από τον θόρυβο και συγχρόνως η συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2002/49/ΕΚ 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 της ενόχλησης, από την έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο.

Ειδικότερα για τον σκοπό αυτό εφαρμόζονται προοδευτικά οι ακόλουθες δράσεις:

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

Πεδίο αναφοράς

Η παρούσα απόφαση αναφέρεται στον περιβαλλοντικό θόρυβο στον οποίο εκτίθενται οι άνθρωποι, κυρίως σε αστικές περιοχές και περιοχές πυκνής δόμησης, σε δημόσια πάρκα ή άλλες ήσυχες περιοχές πολεοδομικών συγκροτημάτων, σε ήσυχες περιοχές της υπαίθρου, κοντά σε σχολεία, κοντά σε νοσοκομεία, καθώς και κοντά σε άλλα κτίρια και περιοχές ευαίσθητες σε θορύβους. Ενώ αντίθετα, δεν λαμβάνει υπόψιν τους θορύβους που προκαλούνται από το ίδιο το εκτιθέμενο άτομο, τους θορύβους από οικιακές δραστηριότητες, τους θορύβους των γειτόνων, το θόρυβο εντός του χώρου εργασίας και το θόρυβο εντός των μεταφορικών μέσων, ούτε και στο θόρυβο που προέρχεται από στρατιωτικές δραστηριότητες μέσα σε στρατιωτικές περιοχές.

Σχέδια δράσης

Τα σχέδια δράσης για την αντιμετώπιση και διαχείριση των προβλημάτων και των επιδράσεων του περιβαλλοντικού θορύβου, συμπεριλαμβανομένου εν ανάγκη του περιορισμού του θορύβου, περιλαμβάνουν τη λήψη μέτρων που αποσκοπούν στην αντιμετώπιση προτεραιοτήτων οι οποίες ενδέχεται να επισημανθούν λόγω υπέρβασης κάποιας οικείας οριακής τιμής ή βάσει άλλων εθνικών κριτηρίων που καθορίζονται από την αρμόδια αρχή, για τις περιοχές στις οποίες απευθύνεται η οδηγία 2002/49/ΕΚ και έχουν αναφερθεί ανωτέρω. Τα σχέδια Δράσης για τα πολεοδομικά συγκροτήματα και για τους κύριους οδικούς και σιδηροδρομικούς άξονες και τα μεγάλα αεροδρόμια πρέπει να έχουν εκπονηθεί μέχρι τις 18-07-2013. Τα σχέδια δράσης διαμορφώνονται σύμφωνα με το άρθρο 4 (παρ.5) της ανωτέρω ΚΥΑ και εγκρίνονται, με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και ΠΕΧΩΔΕ, μετά από εισήγηση της Διεύθυνσης ΕΑΡΘ του ΥΠΕΧΩΔΕ και με την προϋπόθεση ότι έχουν ληφθεί υπόψη και συνεκτιμηθεί οι τυχόν παρατηρήσεις του κοινού.

Όταν εκπονηθούν τα σχέδια δράσης και πριν την έγκρισή τους, το ΥΠΕΧΩΔΕ προβαίνει στη δημοσίευσή τους για υποβολή τυχόν παρατηρήσεων του κοινού. Η δημοσίευση των εν λόγω σχεδίων γίνεται ηλεκτρονικά από την ιστοσελίδα του ΥΠΕΧΩΔΕ ή με μορφή περίληψής τους στον ημερήσιο τύπο σε τρεις τουλάχιστον ημερήσιες εφημερίδες για ενημέρωση και πρόσκληση του κοινού για διατύπωση παρατηρήσεων σε εύλογο χρόνο. Η δημοσίευση στον ημερήσιο τύπο περιλαμβάνει και γνωστοποίηση ότι το κοινό μπορεί να απευθύνεται στην Δ/νση ΕΑΡΘ του ΥΠΕΧΩΔΕ για να λάβει γνώση ολόκληρου του περιεχομένου των σχεδίων. Οι απόψεις του κοινού διαβιβάζονται από την ΕΑΡΘ στην ΤΔΟΕ, προκειμένου να συνεκτιμηθούν και να ληφθούν υπόψη πριν την έκδοση της απόφασης έγκρισης των σχεδίων. Τα σχέδια δράσης επανεξετάζονται, και εν ανάγκη αναθεωρούνται με την ίδια διαδικασία που προβλέπεται στην ανωτέρω ΚΥΑ, όποτε

σημειώνονται σημαντικές εξελίξεις που επηρεάζουν την υπάρχουσα κατάσταση θορύβου και, πάντως, τουλάχιστον κάθε πέντε χρόνια μετά την ημερομηνία της έγκρισής τους.

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

Η απόφαση αυτή αποσκοπεί στην αντιμετώπιση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο 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 η 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 νυκτερινός), έτσι όπως αυτοί ορίζονται στην εν λόγω Οδηγία. Επίσης, με την παρούσα υπουργική απόφαση καθορίζονται:

- Οι δέκτες που χρήζουν προστασίας από τον περιβαλλοντικό συγκοινωνιακό θόρυβο
- 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
- οι τεχνικές προδιαγραφές σύνταξης και έγκρισης συστημάτων και προγραμμάτων παρακολούθησης του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου

ώστε να καθίσταται ευχερέστερη και πλέον αποτελεσματική η προσπάθεια για την αποτροπή της περιβαλλοντικής ηχορύπανσης και της γενικότερης υποβάθμισης του ακουστικού περιβάλλοντος από την λειτουργία των συγκοινωνιακών υποδομών με την υιοθέτηση των απαραίτητων μέτρων ακουστικής αντιρρύπανσης στο πλαίσιο των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και των Περιβαλλοντικών Όρων λειτουργίας των συγκοινωνιακών υποδομών.

Η παρούσα ΚΥΑ εφαρμόζεται σε γραμμικές πηγές θορύβου από την λειτουργία όλων των συγκοινωνιακών έργων (οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών), 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 κοινή υπουργική απόφαση εφαρμόζεται επίσης στο πλαίσιο της Στρατηγικής Χαρτογράφησης Θορύβου με τις διαδικασίες και μεθοδολογίες που προβλέπονται στην 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 κοινή υπουργική απόφαση εναρμόνισης της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ. Οι δείκτες και τα όρια εφαρμόζονται για δέκτες κατοικίας ευρισκόμενης εντός πάσης φύσεως -εν ισχύ- θεσμοθετημένων ορίων οικιστικής ανάπτυξης όπως ΓΠΣ, σχεδίων πόλης, οικισμών κ.λπ. για τα οποία υπάρχει σχετική απόφαση καθορισμού ορίων και όρων δόμησης. Επιπλέον, εφαρμόζονται για την προστασία ακουστικά ευαίσθητων δεκτών όπως:

- Εγκαταστάσεις Υγείας και Εκπαίδευσης (σχολεία, νοσοκομεία κ.λπ.)
- Γηροκομεία, οίκοι τυφλών και συναφή ιδρύματα
- Χώροι πολιτιστικών/κοινωνικών εκδηλώσεων (ανοικτά θέατρα, συνεδριακά κέντρα κ.λπ.)

Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου

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

- L_{den} σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου 24-ωρου = (Λημέρας – απογεύματος – νυκτας)
- L_{day} (12-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας)
- $L_{evening}$ (4-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης απογευματινού θορύβου)
- L_{night} (8-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης νυκτερινού θορύβου)

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

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

Όρια δεικτών

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

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

Η διαδικασία ελέγχου, υπολογισμού και αξιολόγησης των ανωτέρω ορίων γίνεται στο πλαίσιο της χαρτογράφησης θορύβου με τις διαδικασίες και μεθοδολογίες που προβλέπονται σύμφωνα με την ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 εναρμονισμένης της Οδηγίας 2002/48/ΕΚ. Ο υπολογισμός και μέτρηση των ανωτέρω δεικτών και ορίων πραγματοποιείται σε ύψος $4.0 \pm 0,2m$ (3,8 έως 4,2m) πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2μ από την πιο εκτεθειμένη (προς την εκάστοτε γραμμική πηγή συγκοινωνιακού θορύβου), πρόσοψη (εξωτερικός τοίχος ή κούφωμα), των κτιρίων κατοικίας και λοιπών ευαίσθητων χρήσεων που χρήζουν προστασίας.

Ειδικές Ακουστικές Μελέτες Υπολογισμού & Εφαρμογής

Για τις ειδικές περιπτώσεις όπου απαιτείται ειδική ακουστική προστασία, όπως π.χ. των ανωτέρω ευαίσθητων δεκτών, παρέχεται η δυνατότητα για περαιτέρω μειώσεις των δεικτών που αναφέρθηκαν παραπάνω έως και πέντε dB(A), μέσω σχετικής υπουργικής απόφασης του ΥΠΕΚΑ που θα εκδίδεται κατά περίπτωση για το συγκεκριμένο ελεγχόμενο συγκοινωνιακό έργο και τους αντίστοιχους ευαίσθητους δείκτες με βάση τεκμηριωμένη Ειδική Ακουστική Μελέτη Υπολογισμού και Εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων η οποία θα υποβάλλεται, από τον κύριο του έργου και θα εγκρίνεται από την αρμόδια υπηρεσία.

Για τις Ειδικές Ακουστικές Μελέτες Υπολογισμού και Εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων από την λειτουργία έργων και δραστηριοτήτων οδικής και/ή σιδηροδρομικής κυκλοφορίας που αφορούν ιδιαίτερα στην μελέτη, αξιολόγηση και εφαρμογή αντιθορυβικών πετασμάτων για την απλοποίηση των ακουστικών υπολογισμών, καθορίζονται ειδικοί δείκτες και όρια περιβαλλοντικού θορύβου.

Τεχνικές προδιαγραφές προγράμματος παρακολούθησης

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 παρακολούθησης του, κατά την λειτουργία ενός συγκοινωνιακού έργου. Προκειμένου να καλύπτει όλες τις ανάγκες της παρούσης ΚΥΑ θα πρέπει να περιλαμβάνει:

➤ **Δείκτες και ανάλυση μετρήσεων:**

Για να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της ακουστικής επιβάρυνσης από την λειτουργία του συγκοινωνιακού έργου θα γίνεται η 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 qualities and procedures) και τις τυχόν αναθεωρήσεις του:

- Ποσοστομετρικοί δείκτες θορύβου $L_1, L_{10}, L_{50}, L_{95}, L_{99}$ καθώς και οι μέγιστες στάθμες (L_{max}) και ελάχιστες τιμές (L_{min}) στη διάρκεια της 24ωρης καταγραφής,
- Δείκτες του άρθρου 3 ανωτέρω και 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 $L_{Aeq}(24h)$ όπου:
- 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 N% της αντίστοιχης χρονικής περιόδου μέτρησης

➤ **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 ανωτέρων δεικτών του ακουστικού περιβάλλοντος σε ωριαία βάση με ελάχιστο βήμα δειγματοληψίας συνεχόμενης καταγραφής <1sec.

➤ **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 να παρέχουν αντικειμενική εικόνα της ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος, σε ύψος $4,0 \pm 0,2m$ (3,8-4,2m) πάνω από το έδαφος (με χρήση κατάλληλης διάταξης τρίποδα ή τηλεσκοπικού ιστού) και σε απόσταση 2μ. από την πιο εκτεθειμένη πρόσοψη του δέκτη μακριά από κάθετες ηχο-ανακλαστικές επιφάνειες ώστε να αποφεύγονται τυχόν ανακλάσεις που θα επιβαρύνουν την μετρούμενη στάθμη.

➤ **Όργανα μέτρησης:**

Τα όργανα ηχομέτρησης 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 10Hz-20 kHz.
- Στάθμιση χρόνου: S(slow), F(fast) και I(impulse) κατά IEC 651 και τις τυχόν αναθεωρήσεων του.
- Μέτρηση στάθμης ηχητικής πίεσης (SPL) από 20-120 dB(A), με δυναμικό εύρος μετρήσεων 100dB, εύρος συχνοτήτων 15Hz – 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 προ-ενισχυτή (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

➤ **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 μετρήσεων μαζί με τα σχετικά στοιχεία (αύξων αριθμό, 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 0,5dB(A) μεταξύ των βαθμονομήσεων πριν και μετά την έρευνα, οι έλεγχοι θα επαναλαμβάνονται.

➤ **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 (C°) 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 δύο (2) ετών.

➤ **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 ατμοσφαιρικούς 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 βάθους της περιοχής είναι μεγαλύτερη των 10 dB(A) δεν απαιτείται περαιτέρω έλεγχος.

Επισημαίνεται ότι με την εφαρμογή της παρούσης κοινής υπουργικής απόφασης καταργείται απόφαση με αριθμό.οικ. 210474/ ΦΕΚ Β' 204/9-2-2012 για τον «Καθορισμό Δεικτών Αξιολόγησης και Ανωτάτων Επιτρεπόμενων Ορίων Δεικτών Περιβαλλοντικού Θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία συγκοινωνιακών έργων (σύμφωνα με την Οδηγία 2002/49/ΕΚ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Χαρτογράφηση Περιβαλλοντικού Θορύβου ενσωματώθηκε στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο με την Κ.Υ.Α 13586/724/Β/ΦΕΚ/384/28.3.2006 (Εναρμόνιση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας στην Ελληνική Νομοθεσία), αποβλέποντας στην αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης θορύβου και στην προβολή και περιγραφή της κατάστασης αυτής προς το κοινωνικό σύνολο και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η μελέτη χαρτογράφησης περιλαμβάνει ενέργειες συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων για την αποτύπωση μιας κοινής προσέγγισης και την αποφυγή δυσμενών επιπτώσεων βάση της ιεράρχησης προτεραιοτήτων.

Η Διεύθυνση Κλιματικής Αλλαγής και Ποιότητας Ατμόσφαιρας (Κ.Α.Π.Α.) του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Υ.Π.ΕΝ.) μέσω χρηματοδότησης από το ΕΣΠΑ 2007- 2013, πραγματοποίησε 11 μελέτες χαρτογράφησης θορύβου από τις οποίες προέκυψαν Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου (Σ.Χ.Θ.) και Σχέδια Δράσης (Σ.Δ.) για 17 Πολεοδομικά Συγκροτήματα (Π.Σ.) της χώρας. Παρακάτω γίνεται αναφορά στην χαρτογράφηση ορισμένων μεγάλων οδικών αξόνων της Ελλάδας που καταγράφουν κυκλοφορία άνω των 6.000.000 οχημάτων ετησίως.

4.1. ΑΤΤΙΚΗ ΟΔΟΣ

Ο Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου στην Αττική Οδό εκπονήθηκε το 2008 σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ και την ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚΒ'384/28.3.2006, η οποία προβλέπει την εκπόνηση αντιθορυβικών μελετών και ειδικών μελετών εφαρμογής ηχοπετασμάτων καθώς επίσης και την τοποθέτηση νέων ηχοπετασμάτων όπου θεωρηθεί αναγκαίο. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε το έτος 2008 από την εταιρία ΣΣΕ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε., χωρίς την ύπαρξη αντιθορυβικής προστασίας έτσι ώστε να διαμορφωθεί το Σχέδιο Δράσης Καταπολέμησης Θορύβου.

Η αρχική μέθοδος προσδιορισμού κυκλοφοριακού θορύβου η οποία χρησιμοποιήθηκε είναι η Γαλλική μέθοδος NMPB-Routes-96, και στην συνέχεια δημιουργήθηκαν οι ψηφιακοί χάρτες θορύβου μέσω του λογισμικού CadnaA. Το ψηφιακό μοντέλο της Αττικής Οδού δομήθηκε σε σύστημα συντεταγμένων του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87), με διάφορες πληροφορίες που διατέθηκαν από την εταιρεία ΑΤΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΑΕ. Στη συνέχεια διαμορφώθηκε γεωγραφική βάση δεδομένων σε Γεωγραφικό σύστημα αναφοράς (G.I.S.) στο οποίο εισήχθησαν γεωμετρικές, πολεοδομικές και πληθυσμιακές πληροφορίες.

Στην παρούσα περιοχή μελέτης, το μήκος της οδού το οποίο βρίσκεται γειτονικά σε κατοικημένες περιοχές είναι περίπου ίσο με 36,9 χιλιόμετρα και έχει έκταση 18.950 στρέμματα, δεδομένου ότι η περιοχή ορίζεται σε μια ζώνη ίση ή μεγαλύτερη των διακοσίων μέτρων εκατέρωθεν της οδού. Στην παρακάτω απεικόνιση προσδιορίζεται το εύρος της μελέτης.



Εικόνα 7. Γεωγραφική έκταση ευρύτερης περιοχής μελέτης

(ΠΗΓΗ: Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & Εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική οδό, Σ.Σ.Ε. Σύμβουλοι συγκοινωνιακών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)



Εικόνα 8. Ζώνη και τμήματα μελέτης - Απεικόνιση των τμημάτων του ψηφιακού μοντέλου της Αττικής Οδού

(ΠΗΓΗ: Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & Εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική οδό, Σ.Σ.Ε. Σύμβουλοι συγκοινωνιακών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)

Οι δήμοι οι οποίοι εκτίθενται στον κυκλοφοριακό θόρυβο της
εξής:

Αττικής Οδού είναι οι

- Δ. Αχαρνών
- Δ. Μάνδρας
- Δ. Ασπρόπυργου
- Δ. Ανω Λιοσίων
- Δ. Μαγούλας
- Δ. Ζεφυρίου
- Δ. Μεταμορφώσεως
- Δ. Πεύκης
- Δ. Αμαρουσίου
- Δ. Ηρακλείου
- Δ. Νεας Φιλαδέλφειας
- Δ. Βριλησίων
- Δ. Χαλανδρίου
- Δ. Γέρακα
- Δ. Παλλήνης
- Δ. Ανθούσης
- Δ. Αγίας Παρασκευής
- Δ. Γλυκών Νερών
- Δ. Πανάγου
- Δ. Παιανίας
- Δ. Ζωράφου

Επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας

Οι πληροφορίες οι οποίες εισήχθησαν στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (G.I.S.) σε σύστημα συντεταγμένων του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς, αφορούν τα υψομετρικά δεδομένα της οδού και του εδάφους, καθώς επίσης και τη χρήση των κτιρίων που επηρεάζονται από τον θόρυβο και αναφέρονται παρακάτω:

➤ **Υψομετρικά δεδομένα οδού και εδάφους**

Για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου κύριο μέλημα είναι η επεξεργασία των διατομών της οδού, έτσι ώστε να προκύψουν οι ισοϋψείς καμπύλες με αποτέλεσμα την μετατροπή της γεωμετρικής πληροφορίας σε τρισδιάστατη. Η μέθοδος της επίθεσης των θεματικών επιπέδων πληροφορίας (overlaying) οδηγεί στον υπολογισμό και την καταγραφή των υψομέτρων των κτιρίων και των οδικών αξόνων που εμπεριέχονται στην ζώνη μελέτης.

➤ **Πληθυσμιακά χαρακτηριστικά και υψομετρικά στοιχεία κτιρίων**

Κατά την διαδικασία εισαγωγής των κτιρίων στην γεωγραφική βάση, κρίνεται αναγκαία η συλλογή, η επεξεργασία και η αποτύπωση σε μορφή διανύσματος του περιγράμματος των κτιρίων. Επιπρόσθετα, για τη δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου απαιτείται η εισαγωγή των υψομέτρων των κτιρίων. Παράλληλα εισάγονται και πληθυσμιακά στοιχεία από μελέτες της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (Ε.Σ.Υ.Ε.) και από τους χάρτες πληθυσμιακών δεδομένων ανά οικοδομικό τετράγωνο.

➤ **Χρήση κτιρίων**

Η καταγραφή της χρήσεως των κτιρίων όπως επίσης και των χαρακτηριστικών τους στο γεωγραφικό μοντέλο, είναι αναγκαία για τον καθορισμό των άμεσα επηρεαζόμενων από το θόρυβο ευαίσθητων περιοχών μελέτης. Η απογραφή των κτιρίων γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τη νομοθεσία και τις Πολεοδομικές Ζώνες, όπως επίσης τα όρια οικισμών, τα όρια προστατευόμενων περιοχών και τα όρια των Ζ.Ο.Ε. (Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου). Τα κτίρια τα οποία χαρακτηρίζονται ως ευαίσθητα στην έκθεσή τους στον περιβαλλοντικό θόρυβο είναι κυρίως οι χώροι εκπαίδευσης, υγείας, οι εκκλησίες και τα πνευματικά κέντρα. Η καταγραφή των χρήσεων των κτιρίων που επηρεάζονται από τον θόρυβο της Αττικής Οδού και των χαρακτηριστικών τους δίνεται στους παρακάτω πίνακες:

| ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ | ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ |
|---|-----------------|
| Εγκαταλελειμμένα κτίρια | 1013 |
| Αποθήκες, Βοηθητικοί χώροι | |
| Κτίρια υπό κατασκευή | 155 |
| Αρχαιολογικοί χώροι | 2 |
| Αθλητικές εγκαταστάσεις | 71 |
| Εκπαίδευση (Δημόσια, Ιδιωτική, Πανεπιστήμια) | |
| Πολιτιστικές Χρήσεις (Σύλλογοι, Πολιτιστικά κέντρα, Παιδικές Χαρές) | |
| Παιδικό Σταθμοί | 25 |
| Εκκλησίες | |
| Νοσοκομεία, Κλινικές | 7 |
| Κατοικία | 6022 |
| Μικτές χρήσεις (Εμπόριο- Κατοικία) | |
| Εμπορικές Χρήσεις | 1192 |
| Ειδικές Χρήσεις (Στρατόπεδα) | 14 |
| Δημόσιες Υπηρεσίες (Δήμοι, Νομαρχίες, Υπουργεία) | 40 |
| Υπηρεσίες | |
| Σύνολο κτιρίων | 8541 |

Πίνακας 2. Καταγραφή χρήσεων κτιρίων ευαίσθητων στον περιβαλλοντικό θόρυβο

(ΠΗΓΗ: Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & Εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική οδό, Σ.Σ.Ε. Σύμβουλοι συγκοινωνιακών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)

| ΚΤΙΡΙΑ ΑΝΑ ΑΡΙΘΜΟ ΟΡΟΦΩΝ | |
|--------------------------|-----------------|
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΟΦΩΝ | ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ |
| 1 | 3955 |
| 2 | 2644 |
| 3 | 1259 |
| 4 | 419 |
| 5 | 186 |
| 6 | 68 |
| 7 | 4 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 8541 |

Πίνακας 3. Κατανομή χρήσης αριθμού ορόφου

(ΠΗΓΗ: Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & Εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική οδό, Σ.Σ.Ε. Σύμβουλοι συγκοινωνιακών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)

➤ Οδικοί άξονες τμημάτων και κλάδων

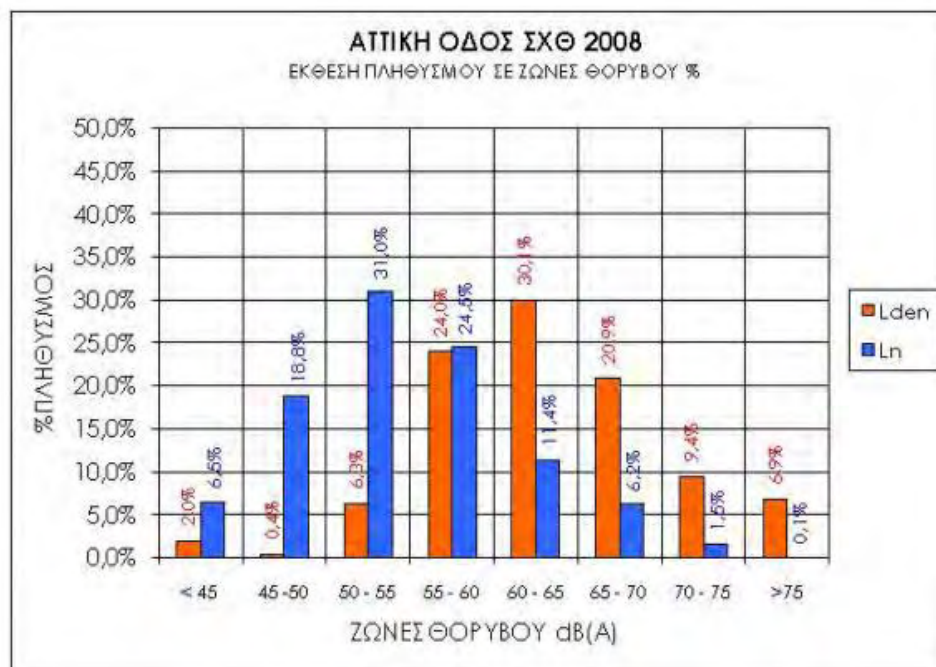
Η εισαγωγή των οδικών αξόνων στο γεωγραφικό υπόβαθρο επιτυγχάνεται με την γνωστοποίηση ψηφιακών αρχείων οδοποιίας. Οι ΑΤΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ Α.Ε. ανέλαβαν την χορήγηση των οριζοντιογραφιών και των αντίστοιχων κυκλοφοριακών δεδομένων.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ έγινε ο καθορισμός των ανώτερων επιτρεπτών ορίων οδικού θορύβου όπου ο δείκτης L_{den} κυμαίνεται στα 70dB και ο δείκτης L_{night} στα 60 dB. Τα αποτελέσματα της μελέτης υπολογισμού του ποσοστού των κατοίκων που εκτίθενται σε υψηλές στάθμες θορύβου δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

| ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB | ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (κάτοικοι και %) | | | |
|---|--|--------------|-------------|-------------|
| | L_{den} | L_{night} | L_{den} | L_{night} |
| <45 | 510 | 1650 | 2,00% | 6,50% |
| 45-50 | 101 | 4738 | 0,40% | 18,80% |
| 50-55 | 1583 | 7824 | 6,30% | 31,00% |
| 55-60 | 6056 | 6194 | 24,00% | 24,50% |
| 60-65 | 7594 | 2869 | 30,10% | 11,40% |
| 65-70 | 5286 | 1571 | 20,90% | 6,20% |
| 70-75 | 2384 | 391 | 9,40% | 1,50% |
| >75 | 1743 | 20 | 6,90% | 0,10% |
| Σύνολο πληθυσμού ανά ζώνη θορύβου, σε κατοίκους και αναλογία % | 25257 | 25257 | 100% | 100% |

Πίνακας 4. Κατανομή πληθυσμού ανά ζώνη θορύβου στο σύνολο των Γεωγραφικών Ενοτήτων

(Πηγή: Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & Εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική οδό, Σ.Σ.Ε. Σύμβουλοι συγκοινωνιακών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)



Πίνακας 5. Κατανομή πληθυσμού περιοχής μελέτης ανά ζώνη θορύβου

(Πηγή: Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & Εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική οδό, Σ.Σ.Ε. Σύμβουλοι συγκοινωνιακών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)

4.2. ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ

Ο στρατηγικός χάρτης θορύβου ο οποίος πραγματοποιήθηκε στην Εγνατία Οδό από το τμήμα Α/Κ Βέροιας έως Α/Κ Κ1 και από το Α/Κ Γηροκομείου έως Α/Κ Στρυμόνα, βασίζεται στις κατευθύνσεις του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) 2007-2013. Οι συγκεκριμένες κατευθύνσεις θέτουν ως προτεραιότητα του Επιχειρησιακού Προγράμματος Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης του ΥΠΕΧΩΔΕ, την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού θορύβου και την κατάρτιση σχεδίων δράσης για την αντιμετώπισή του. Η μελέτη εκπονήθηκε από την εταιρία ΣΣΕ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε., η οποία εκτέλεσε μετρήσεις περιβαλλοντικού οδικού θορύβου, και με την εφαρμογή της γαλλικής μεθόδου NMPB-Routes-96 κατέληξε στο ποσοστό του πληθυσμού που είναι εκτεθειμένος σε μη επιτρεπτά όρια θορύβου. Το εύρος της μελέτης απεικονίζεται παρακάτω:



Εικόνα 9. Ψηφιακό γεωγραφικό υπόβαθρο περιοχής μελέτης

(Πηγή: Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & Εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική οδό, Σ.Σ.Ε. Σύμβουλοι συγκοινωνιακών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)

Στην παρούσα μελέτη τα τμήματα της Εθνικής Οδού στα οποία παρατηρείται ετήσιος κυκλοφοριακός φόρτος μεγαλύτερος των 6.000.000 οχημάτων και συνορεύουν με οικισμούς σε ζώνη 200 μέτρων, είναι συνολικού μήκους 145 χιλιομέτρων. Οι οικισμοί οι οποίοι επηρεάζονται από τον συγκοινωνιακό θόρυβο παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες:

| ΟΙΚΙΣΜΟΣ | ΜΗΚΟΣ ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΖΩΝΗ 200m (χιλιόμετρα) |
|----------------------|---|
| ΚΟΥΛΟΥΡΑ | 1,1 |
| ΡΑΨΟΜΑΝΙΚΙ | 0,8 |
| ΚΕΦΑΛΟΧΩΡΙ | 1,2 |
| ΝΗΣΣΕΛΙ | 0,6 |
| ΠΡΑΣΙΝΑΔΑ | 0,8 |
| ΚΛΕΙΔΙ | 0,5 |
| ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ | 0,8 |
| ΠΡΟΦΗΤΗΣ | 0,4 |
| ΜΕΓΑΛΗ ΒΟΛΒΗ | 0,5 |
| ΜΙΚΡΗ ΒΟΛΒΗ | 0,5 |
| ΑΣΠΡΟΒΑΛΤΑ | 5 |
| Ν.ΚΕΡΔΥΛΛΙΑ | 0,7 |
| ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΚΟΥΣ Σ.Χ.Θ. | 12,9 |

Πίνακας 6. Οικισμοί ευαίσθητοι στον συγκοινωνιακό θόρυβο

(Πηγή: Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & Εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική οδό, Σ.Σ.Ε. Σύμβουλοι συγκοινωνιακών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)

Επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας

Σύμφωνα με την οδηγία προβλέπεται η δημιουργία ενός αναλυτικού ψηφιακού μοντέλου τριών διαστάσεων DTM (Digital Terrain Model), με τη χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (G.I.S) για κάθε τμήμα του οδικού άξονα, και η προσθήκη αναλυτικών κυκλοφοριακών, γεωμετρικών, πολεοδομικών και πληθυσμιακών στοιχείων στο μοντέλο που αναφέρονται παρακάτω. Το ψηφιακό γεωγραφικό υπόβαθρο το οποίο δημιουργήθηκε έχει ως σύστημα συντεταγμένων το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87).

➤ **Υψομετρικά δεδομένα**

Τα τοπογραφικά υπόβαθρα της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) κλίμακας 1:5000 με ισοδιάσταση καμπυλών τα 4m, και οι ισοϋψείς καμπύλες χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου εδάφους (D.T.M.), με την μέθοδο της επίθεσης των θεματικών επιπέδων πληροφορίας (overlaying).

➤ **Οικοδομικά τετράγωνα**

Με την χρήση των τοπογραφικών υποβάθρων, των μελετών οδοποιίας της ΕΟΑΕ αλλά και των χαρτών Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (Ε.Σ.Υ.Ε.) και των δορυφορικών εικόνων, επιτυγχάνεται η δημιουργία υποβάθρου για την εισαγωγή των στοιχείων των οικοδομικών τετραγώνων. Κατά την διαδικασία εισαγωγής των δεδομένων γίνεται απεικόνιση των ορίων των οικοδομικών τετραγώνων με μορφή διανυσμάτων, και η ενημέρωση του ψηφιακού αρχείου από την επιτόπια αυτοψία και τις δορυφορικές εικόνες.

➤ **Κτίρια**

Έπειτα από την διαδικασία εισαγωγής των οικοδομικών τετραγώνων ακολουθεί ο προσδιορισμός των κτιρίων και η χρήση τους. Η διαδικασία μετατροπής τους σε γεωγραφικό θεματικό επίπεδο GIS περιλαμβάνει τη σάρωση των χαρτών, την διανυσματοποίηση του περιγράμματος των κτιρίων και τη διόρθωση λαθών από την αυτοψία και τις δορυφορικές εικόνες. Η καταγραφή των χρήσεων των κτιρίων είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό των άμεσα επηρεαζόμενων από τον θόρυβο ευαίσθητων περιοχών, όπως είναι οι εκκλησίες, οι χώροι εκπαίδευσης, τα πνευματικά κέντρα, τα νοσοκομεία και οι παιδικοί σταθμοί.

➤ **Οδικός άξονας Εθνικής Οδού**

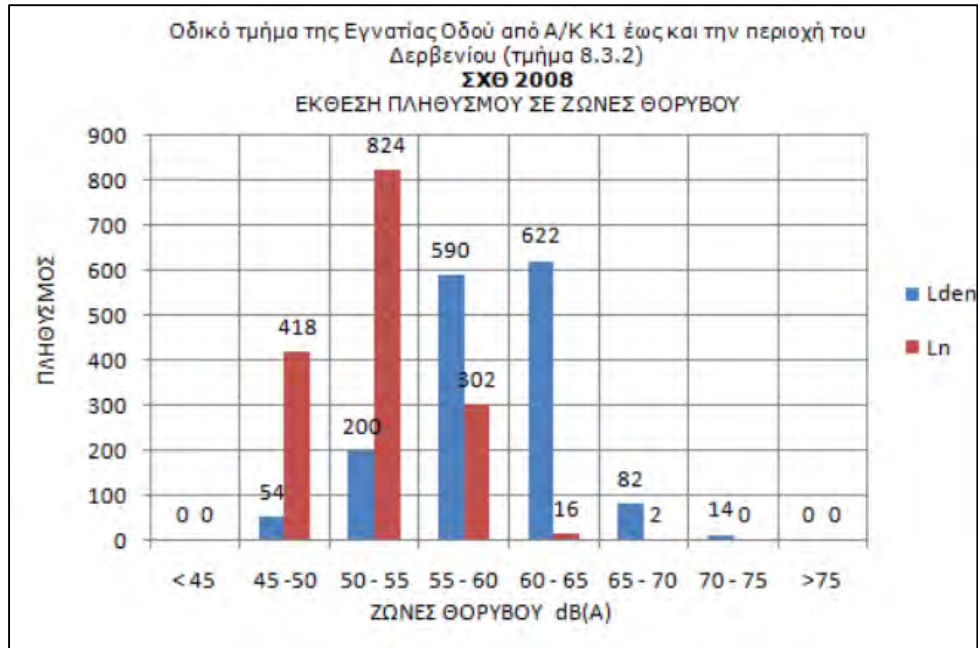
Με την συμβολή της Εθνικής Οδού Α.Ε. πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή των ψηφιακών αρχείων των οριζοντιογραφιών στο γεωγραφικό υπόβαθρο. Ακόμα χορηγήθηκαν τα αντίστοιχα κυκλοφοριακά δεδομένα για την ολοκλήρωση της μελέτης.

Σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο ορίζονται τα όρια των δεικτών θορύβου σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο αριθμός και το ποσοστό του πληθυσμού που επηρεάζονται από τον κυκλοφοριακό θόρυβο της Εγνατίας Οδού.

| ΖΩΝΗ ΘΟΡΥΒΟΥ dB | ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΝΑ ΔΕΙΚΤΗ | | | |
|---|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | L_{den} | L_{night} | L_{den} | L_{night} |
| <45 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00% |
| 45-50 | 54 | 418 | 3,46% | 26,76% |
| 50-55 | 200 | 824 | 12,80% | 52,75% |
| 55-60 | 590 | 302 | 37,77% | 19,33% |
| 60-65 | 622 | 16 | 39,82% | 1,02% |
| 65-70 | 82 | 2 | 5,25% | 0,13% |
| 70-75 | 14 | 0 | 0,90% | 0,00% |
| >75 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Σύνολο πληθυσμού ανά ζώνη θορύβου, σε κατοίκους και αναλογία % | 1562 | 1562 | 100% | 100% |

Πίνακας 7. Κατανομή πληθυσμού ανα ζώνη θορύβου

Πηγή: (Μέτρηση και χαρτογράφηση θορύβου στις κατοικημένες περιοχές πέριξ της Εγνατίας οδού, Σ.Σ.Ε. σύμβουλοι κοινωνικών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)



Γράφημα 1. Έκθεση πληθυσμού σε ζώνες θορύβου

Πηγή: (Μέτρηση και χαρτογράφηση θορύβου στις κατοικημένες περιοχές πέριξ της Εγνατίας οδού, Σ.Σ.Ε. σύμβουλοι
 κοινωνικών έργων & περιβάλλοντος ΑΕ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Η έλλειψη σωστού κυκλοφοριακού σχεδιασμού σε συνδυασμό με τη συνεχή αύξηση του πληθυσμού έχει διογκώσει το πρόβλημα του περιβαλλοντικού θορύβου στην Ελλάδα, επηρεάζοντας δυσμενώς την ποιότητα ζωής του αστικού περιβάλλοντος. Οι οδικές μεταφορές αποτελούν το μεγαλύτερο κομμάτι των μετακινήσεων των αστικών χώρων και κατανέμονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα τον σκοπό, την ώρα και την κατεύθυνση.

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος έχει εδραιωθεί ως βασικός παράγοντας του πολεοδομικού και συγκοινωνιακού σχεδιασμού με ιδιαίτερη έμφαση στις διατάξεις που αφορούν την μελέτη και κατασκευή ενός κτιρίου και τη θέση του στο αστικό δίκτυο, παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχει αντίστοιχο θεσμικό πλαίσιο που να προστατεύει τον αστικό χώρο από τον περιβαλλοντικό θόρυβο.

5.1. ΒΑΣΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Η καταπολέμηση του θορύβου στηρίζεται στην ύπαρξη κατάλληλης νομοθεσίας καθώς και στην τήρηση των διάφορων σχετικών προδιαγραφών. Οι μέθοδοι ελέγχου του περιβαλλοντικού θορύβου που εφαρμόζονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση συμπεριλαμβάνουν προγράμματα παρακολούθησης του ακουστικού περιβάλλοντος μέσα από ακουστικές μετρήσεις, χαρτογράφηση θορύβου και εφαρμογή κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης θορύβου.

Το πρόβλημα του κυκλοφοριακού θορύβου αντιμετωπίζεται ακολουθώντας τρεις βασικούς άξονες. Οι κύριοι άξονες αναφέρονται:

- Στην μείωση του θορύβου στην πηγή
- Στην τοποθέτηση εμποδίων μεταξύ πηγής και εκτιθέμενων προσώπων και επομένως στον περιορισμό μετάδοσης του θορύβου
- Στη λήψη μέτρων και ηχομόνωση κτιρίων στα σημεία που ο θόρυβος γίνεται αντιληπτός στον δέκτη

5.1.1. ΜΕΤΡΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΗΓΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ

Σε ότι αφορά την μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου στην πηγή, πρωταρχικό βήμα αποτελεί η σωστή διάγνωση του προβλήματος μέσα από την μέτρηση και ανάλυση του θορύβου στην εξεταζόμενη περιοχή. Η χαρτογράφηση θορύβου αποτελεί την εγκυρότερη μέθοδο πιστοποίησης της υπάρχουσας κατάστασης. Η απεικόνιση της ηχητικής στάθμης στους χάρτες θορύβου γίνεται μέσα από διαφορετικά χρώματα που χαρακτηρίζουν τον θόρυβο στην εκάστοτε περιοχή. Μέσα από προγράμματα Η/Υ οι συνθήκες θορύβου μπορούν εμφανιστούν και σε τρισδιάστατη μορφή.

Η επιρροή της νομοθεσίας στη μείωση του περιβαλλοντικού θορύβου μέσα από τον καθορισμό επιτρεπτών ορίων στις πηγές θορύβου είναι καθοριστική. Η βαρύτητα πέφτει στην μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας σε συνδυασμό με την πειθαρχημένη οδήγηση και στη σωστή και τακτική συντήρηση των οχημάτων και δίκυκλων. Συγκεκριμένα, βελτιώσεις στον τρόπο κατασκευής των οχημάτων, όπως η προσθήκη μονωτικών υλικών και σιγαστήρων στις εξατμίσεις, μπορούν να επιφέρουν μειώσεις θορύβου ωστόσο, εξαρτώνται κυρίως από τις αυτοκινητοβιομηχανίες.



Εικόνα 10. Επιβολή μείωσης ορίου ταχύτητας

Πηγή: (<https://www.dailythess.gr/wp-content/uploads/2018/02/automobile-750x509.jpg>)

5.1.1.1. ΜΕΙΩΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Η μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας μέσα από τη εφαρμογή αυστηρών κανονισμών αποτελεί το πιο δραστικό μέτρο καταστολής του οδικού θορύβου. Σημειώνεται ότι η μείωση από 50km/h σε 30km/h με εισαγωγή μηχανισμών ήπιας κυκλοφορίας είναι δυνατόν να μειώσει τον κυκλοφοριακό θόρυβο κατά 4-5 dB(A). Το μέτρο αυτό εξυπηρετεί εξίσου από πλευράς οικονομίας και κατασκευής καθώς το μοναδικό κόστος είναι η αγορά και η τοποθέτηση των πινακίδων μείωσης ταχύτητας, ωστόσο η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από την τήρηση του ορίου ταχύτητας.

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ SPEED BUMBS

Η μείωση ταχύτητας μπορεί να γίνει με την τοποθέτηση υπερυψωμένων λωρίδων «Speed Bumps», επί του οδοστρώματος, γνωστότερων και ως σαμαράκια. Η σωστή σχεδίαση και τοποθέτηση των μειωτών ταχύτητας μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση ταχύτητας. Σημειώνεται ότι, για τυπικές ταχύτητες σε κατοικημένες περιοχές, οι μειωτές μπορεί να αναγκάσουν τον οδηγό να μειώσει ταχύτητα μέχρι και 20km/h πριν από κάθε διέλευση πάνω από αυτά. Το ποσοστό μείωσης εξαρτάται από τον αριθμό και τις αποστάσεις μεταξύ των μειωτών καθώς και τη διαθεσιμότητα εναλλακτικών διαδρομών.



Εικόνα 11. Μειωτής ταχύτητας

Πηγή: (<http://www.speedbumpsandhumps.com/safety-striped-speed-bumps>)



Εικόνα 12. Αυτόματο σύστημα ρύθμισης κυκλοφοριακής ροής με χρήση αισθητήρων στο Los Angeles

Πηγή: (<http://www.zdnet.com/article/los-angeles-synchronizes-all-traffic-lights/>)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ

Μέσα από την κατάλληλη λειτουργία των σηματοδοτών μπορεί να ρυθμιστεί η κυκλοφοριακή ροή των οχημάτων έτσι ώστε να μην δημιουργείται συμφόρηση. Επίσης, μέσα από τα συστήματα κυκλοφοριακής ρύθμισης μπορεί να δοθεί λύση στο πρόβλημα ηχορύπανσης που δημιουργείται στα αστικά κέντρα τη νύκτα όπου η κίνηση είναι μικρότερη αλλά οι ταχύτητες μεγαλύτερες.

5.1.1.2 ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΟ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ

Βασική επέμβαση στην μείωση της εκπομπής θορύβου στην πηγή είναι επίσης η τοποθέτηση αντιθορυβικού οδοστρώματος το οποίο επιφέρει μείωση της ακουστικής ενέργειας που δημιουργείται κατά την επαφή των τροχών με την επιφάνεια του δρόμου. Η ηχοαπορροφητικότητα έχει πλέον εδραιωθεί ως βασικό χαρακτηριστικό του τελικού τύπου κυκλοφορίας ενός οδοστρώματος με την απαραίτητη προϋπόθεση την σωστή συντήρηση που απαιτείται.

Ο θόρυβος που προκαλείται από τα αυτοκίνητα σε υψηλές ταχύτητες οφείλεται στις ταλαντώσεις που δημιουργούνται κατά την επαφή ελαστικού και οδοστρώματος οι οποίες εκπέμπονται με τη μορφή ήχου. Ο θόρυβος αυτός εξαρτάται τόσο από τα χαρακτηριστικά των ελαστικών όσο και από την επιφάνεια του οδοστρώματος καθώς όσο πιο λεία είναι τόσο λιγότερος είναι ο παραγόμενος θόρυβος. Επίπλέον, σημαντικό παράγοντα αποτελεί το φαινόμενο “air rumpling” δηλαδή η εκτόνωση του συμπιεσμένου αέρα μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος”.

Η εφαρμογή αντιθορυβικού οδοστρώματος, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, έχει αποτέλεσμα όταν γίνεται σε οδικές αρτηρίες όπου επικρατούν υψηλές ταχύτητες κυκλοφορίας και διατηρείται μια συνεχής ροή χωρίς την παρεμβολή διασταυρώσεων.

| Παράμετροι Οδικής Κυκλοφορίας | Εκτιμήσεις σύμφωνα με μετρήσεις για πορώδη οδοστρώματα | |
|-------------------------------|--|---|
| Ταχύτητα κυκλοφορίας | Χαμηλή | Περιορισμένη αποτελεσματικότητα |
| | Υψηλή | Αυξημένη Αποτελεσματικότητα |
| Ροή κυκλοφορίας | Συνεχής | Αυξημένη Αποτελεσματικότητα |
| | Διακοπτόμενη | Πιθανή αλλά περιορισμένη αποτελεσματικότητα |
| Μηκοτομική κλίση | Χαμηλή | Αυξημένη Αποτελεσματικότητα |
| | Σημαντική | Πιθανή αλλά περιορισμένη αποτελεσματικότητα |
| % Βαρέων Οχημάτων | Χαμηλό | Αποτελεσματικό |
| | Υψηλό | Δεν υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία |

Πίνακας 8. Ηχομειωτική αποτελεσματικότητα πορώδους οδοστρώματος

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 246)

5.1.2. ΜΕΤΡΑ ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Στην προκειμένη κατηγορία, η επίτευξη της μείωσης του θορύβου οφείλεται στην απορρόφηση, μεταβίβαση, αντανάκλαση και ανάκλαση του ήχου. Μια κατηγορία επεμβάσεων είναι μέσα από την αναδιαμόρφωση του πολεοδομικού δικτύου και τη δημιουργία παρακάμψεων με στόχο την απομάκρυνση της απόστασης της πηγής θορύβου από τους δέκτες. Κατ' επέκταση η υποβάθμιση και η υπογειοποίηση του επιπέδου κυκλοφορίας καθώς επίσης και η δημιουργία υπόγειων διελεύσεων συμβάλλουν ως επιπρόσθετα μέτρα στην επίτευξη του στόχου αυτού.

5.1.2.1. Υπόγεια διέλευση – cut n cover

Με την τεχνική εκσκαφής και επανεπίχωσης επιτυγχάνεται η μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου δίνοντας έμφαση στη διατήρηση του χαρακτήρα του περιβάλλοντος. Η φυτοκάλυψη αποτελεί συνδυαστικό παράγοντα της λειτουργίας της συγκεκριμένης μεθόδου.



Εικόνα 13. Τούνελ cut and cover υπό κατασκευή στον αυτοκινητόδρομο Α7 της Γερμανίας

Πηγή: (<http://bigthink.com/design-for-good/reuniting-a-divided-city-with-an-ambitious-covered-highway-project>)

5.1.2.2. Υποβάθμιση επιπέδου κυκλοφορίας

Τα ορύγματα αποτελούν τομές στο φυσικό ανάγλυφο για την κατασκευή της οδού σε υψόμετρο χαμηλότερο από τη στάθμη του φυσικού εδάφους. Έτσι εξασφαλίζεται ηχομείωση καθώς το όρυγμα λειτουργεί σαν εμπόδιο της διάδοσης του ήχου από την πηγή στον δέκτη.



Εικόνα 14. Όρυγμα σε περιοχή της Εθνικής Οδού Ε55

5.1.2.3. ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ

Βασική μέθοδο ελάττωσης θορύβου αποτελεί η πραγματοποίηση ειδικών κατασκευών, των αντιθορυβικών πετασμάτων, που έχουν ως στόχο τη μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου στην πρόσοψη των κτιρίων σε περιοχές με μεγάλη κυκλοφορία και συνακόλουθα με υψηλές στάθμες θορύβου. Για την αποτελεσματική μείωση του περιβαλλοντικού θορύβου κρίνεται σημαντική η σωστή επιλογή του τύπου, της πυκνότητας και της διαστασιολόγησης του ηχοπετάσματος ενώ πρωταρχικό βήμα για τον οποιαδήποτε σχετικό υπολογισμό αποτελεί ο προσδιορισμός της ακουστικής ισχύος της υπό μελέτης περιοχής.

Στον παρακάτω πίνακα , παρατίθεται η σχέση μεταξύ ηχο-προστατευτικής ικανότητας πετάσματος, ευκολίας επίτευξης και ωφέλειας.

| Ηχοπροστατευτική Αξία-Στόχος Ηχοπετάσματος | Ευκολία Επίτευξης Στόχου | Μείωση Ηχητικής Ενέργειας | Σχετική μείωση έντασης ήχου (αντίληψη κοινού) |
|--|--------------------------|---------------------------|---|
| 5dB(A) | Απλή | 68% | Σχετικά Εύκολα Αντιληπτή |
| 10dB(A) | Δυνατή | 90% | Μείωση στο 1/2 της αρχικής έντασης |
| 15dB(A) | Πολύ δύσκολη | 97% | Μείωση στο 1/3 της αρχικής έντασης |
| 20dB(A) | Σχεδόν Αδύνατη | 99% | Μείωση στο 1/4 της αρχικής έντασης |

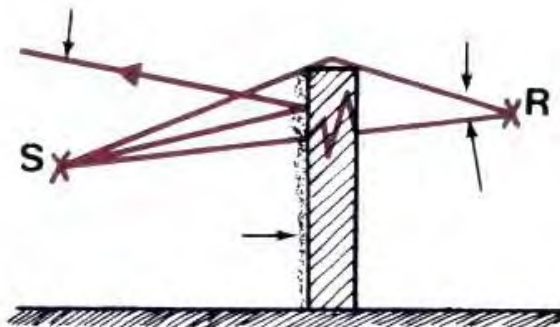
Πίνακας 9. Σχέση μεταξύ ηχοπροστατευτικής ικανότητας πετάσματος και ευκολίας επίτευξης και ωφέλειας

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 272)

Για την αποτελεσματικότητα του ηχοπετάσματος απαιτείται το ηχοπέτασμα να είναι επαρκώς ψηλό, με αντίστοιχα επαρκές μήκος έτσι ώστε να παρεμβάλλεται ως εμπόδιο στην μετάδοση των ηχητικών κυμάτων από την οδό στην προστατευόμενη περιοχή. Συνακόλουθα, το ηχοπέτασμα θα πρέπει να επεκτείνεται σε όλο το μήκος του υπό μελέτη τμήματος. Σημειώνεται ότι τυπικό ύψος ενός ηχοπετάσματος είναι τα 2μ. ενώ παράλληλα για κάθε επιπλέον αύξηση του ύψους (m) προκαλείται επιπλέον μείωση κατά περίπου 1,5dB με σύνηθες τελικό ύψος 8-9m.

Η λειτουργία του ηχητικού πετάσματος, όπως φαίνεται στην εικόνα (ΑΡΙΘΜΟΣ), οφείλεται :

- **Ανάκλαση:** Ένα μέρος του ηχητικού κύματος ανακλάται και επιστρέφει στην πηγή (S) με γωνία ανάκλασης ίση με τη γωνία πρόσπτωσης
- **Απορρόφηση:** Ένα μέρος του ηχητικού κύματος απορροφάται και μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια
- **Μετάδοση:** Ένα μέρος του ηχητικού κύματος μεταδίδεται δια μέσου του πετάσματος
- **Περίθλαση:** Ένα μέρος του ηχητικού κύματος περιθλάται από την κορυφή του πετάσματος και από τα άκρα του



Εικόνα 15. Ακουστική λειτουργία αντιθορυβικού πετάσματος

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 257)

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 211773/2012 (ΦΕΚ 1367/Β/27-4-2012), η τοποθέτηση του ηχοπετάσματος όσο πιο κοντά στην οριογραμμή προσφέρει αποτελεσματική μείωση κυκλοφοριακού θορύβου ενώ αντίθετα δυσχεραίνει την ορατότητα και τις απαιτήσεις ασφάλειας. Συγκεκριμένα, η αισθητική θεώρηση αποτελεί σημαντική παράμετρο της τελικής αποδοχής του αντιθορυβικού πετάσματος από τους χρήστες και πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε να μην αποτελεί οπτική παρεμβολή είτε από την πλευρά του δέκτη είτε από την πλευρά της πηγής.

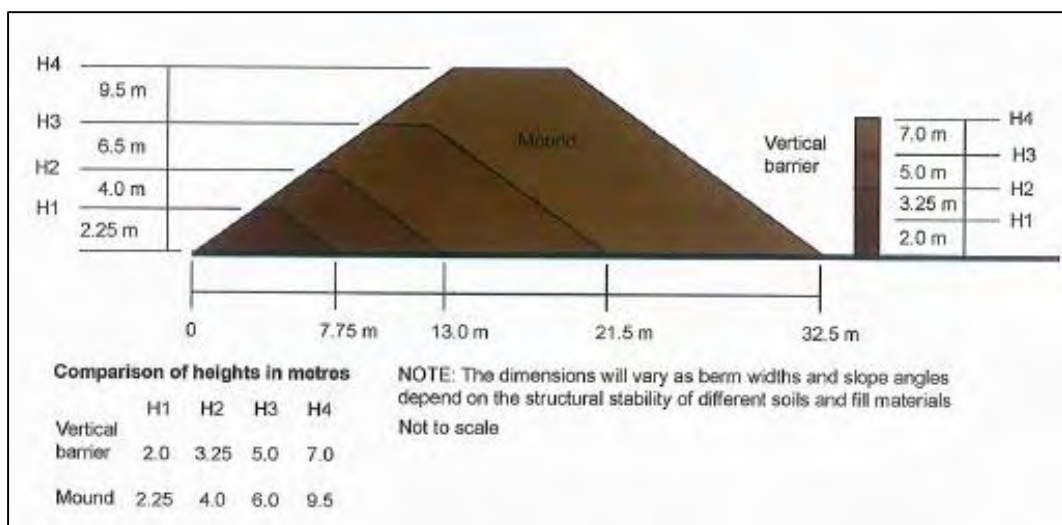
5.1.2.3.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ

➤ **Εδαφικό αντιθορυβικό ανάχωμα**

Τα επιχώματα χρησιμοποιούνται για την ηχοπροστασία τόσο αγροτικών όσο και αστικών περιοχών. Τα πλεονεκτήματά τους σε σύγκρισή με τα υπόλοιπα ηχοπετάσματα είναι ότι:

- Η εμφάνισή τους είναι εναρμονισμένη με το φυσικό περιβάλλον.
- Δεν δημιουργείται αίσθημα αποκλεισμού.
- Δεν απαιτείται κάποιου τύπου περίφραξη ή άλλες κατασκευές.
- Το κόστος είναι μικρό εάν τα υλικά των επιχωμάτων προέρχονται από κάποια άλλη κατασκευή.
- Η συντήρηση δεν απαιτεί μεγάλο κόστος.
- Η διάρκεια ζωής τους είναι μεγάλη.

Τα εδαφικά αναχώματα όταν είναι διαμορφωμένα με φυτική κάλυψη είναι εφικτό να ενταχθούν πλήρως στο τοπίο και να μην γίνεται αντιληπτό ότι αποτελούν ένα μέσο ηχοπροστασίας. Το αρνητικό τους είναι ότι απαιτούν μεγάλες εκτάσεις λόγω του αυξημένου όγκου τους, καθώς απαιτείται μεγαλύτερο ύψος από ότι σε ένα κάθετο ηχοπέτασμα για να επιτευχθεί η ίδια ηχοπροστασία όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 16. Σύγκριση ύψους κάθετων ηχοπετασμάτων και επιχωμάτων

Πηγή: (Environmental Noise Barriers, Benz Kotzen and Colin English)

Η κλίση του επιχώματος καθορίζεται από την ανάγκη να βρίσκεται το εδαφικό ανάχωμα όσο πιο κοντά γίνεται στην πηγή του θορύβου. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση, τόσο πιο δύσκολη είναι η φύτευση, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος. Παρακάτω απεικονίζεται η διαμόρφωση του εδάφους με φυτική επικάλυψη και υψηλή φύτευση.



Εικόνα 17. Σχηματική απεικόνιση αντιθορυβικού αναχώματος

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος βογιατζης, σελ. 266)

➤ Εδαφικό αντιθορυβικό ανάχωμα με φυτοκάλυψη

Η εγκατάσταση φύτευσης προσφέρει στην σταθεροποίηση του εδάφους, καθώς οι ρίζες των δέντρων απορροφούν ένα μέρος του νερού που διέρχεται, με αποτέλεσμα να μην επιτρέπεται η δημιουργία χειμάρρου, που είναι πιθανό να προκαλέσει προβλήματα στην κατασκευή. Ένας ακόμη λόγος για την επιλογή των εδαφικών αντιθορυβικών αναχωμάτων είναι η αισθητική τους, λόγω της εναρμόνισής τους με το φυσικό περιβάλλον. Η φύτευση πραγματοποιείται και στις δύο πλευρές του αναχώματος με διάφορα είδη φυτών, που συνεισφέρουν στην ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης και προστασίας του περιβάλλοντος.



Εικόνα 18. Σχηματική απεικόνιση αντιθορυβικού αναχώματος με φύτευση

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος βογιατζης, σελ. 266)

➤ **Ξύλινα ηχοπετάσματα**

Τα ξύλινα ηχοπετάσματα επιδέχονται αρχιτεκτονικές επεμβάσεις, προσδίδοντας τόσο αποτελεσματική προστασία όσο και καλαισθησία. Συνήθως επιλέγονται σε αγροτικές περιοχές, αλλά κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις και σε αστικές. Όταν τοποθετούνται σε κατοικημένες περιοχές και σε πεζοδρόμια, πρέπει να μην δημιουργούν αίσθημα εγκλεισμού ή φόβου και να συνδυάζονται με κάποιο διαφανές υλικό έτσι ώστε να υπάρχει ο απαραίτητος φωτισμός. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να κατασκευαστούν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να προσφέρουν ηχοπροστασία και ταυτόχρονα να συμβάλουν στην περιφράξη ενός κήπου ή ενός οικοπέδου.



Εικόνα 19. Ξύλινο ηχοπέτασμα σε περίφραξη κήπου

Πηγή: (*Environmental Noise Barriers, Benz Kotzen and Colin English*)

Το ξύλο είναι ένα οικονομικό υλικό που όμως δεν προσφέρει μεγάλη προστασία από τον θόρυβο και απαιτεί συχνή συντήρηση. Συνήθως αποφεύγεται η χρήση αυτού του είδους των πετασμάτων σε γέφυρες και υπερυψωμένες κατασκευές λόγω μειωμένης αισθητικής, όπως επίσης και σε περιπτώσεις όπου απαιτείται η υπό γωνία τοποθέτηση τους για καλύτερη ηχοπροστασία.



Εικόνα 20. Ηχοπέτασμα με ξύλινα στοιχεία στον Αυτοκινητόδρομο Λεμεσού

Πηγή: (<http://www.odotechniki.com/mdlcms/index.php?option=90&pageid=&lanqid=1&selectedUnit=4>)

➤ **Μεταλλικά ηχοπετάσματα**

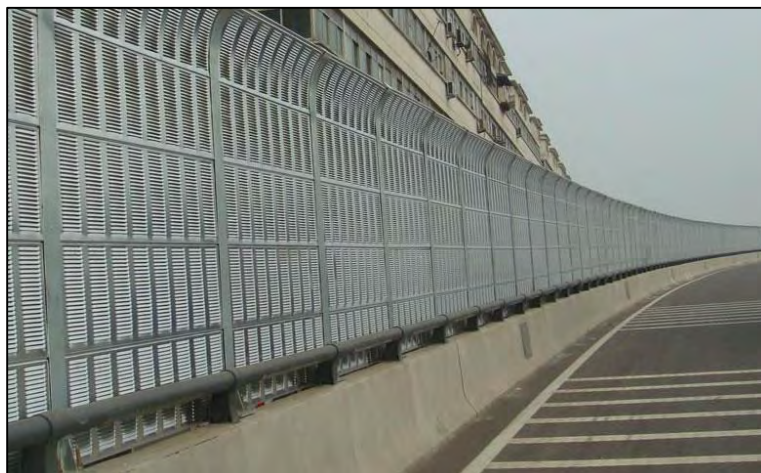
Τα μεταλλικά ηχοπετάσματα κατασκευάζονται από φύλλα μετάλλου σε διάφορα πάχη ανάλογα με την απαιτούμενη ηχομονωτική ανάγκη. Είναι βαμμένα με κατάλληλη βαφή ή με ειδική συνθετική επίστρωση, και απαιτούν μικρό χρόνο εγκατάστασης και συντήρησης. Η κατασκευή τους προϋποθέτει την τοποθέτηση ενός διάτρητου μετάλλου στην πρόσοψη του πετάσματος, και συμπαγούς χάλυβα ή αλουμινίου στην εσωτερική πλευρά. Κατά κύριο λόγο επιλέγεται το αλουμίνιο έναντι του χάλυβα καθώς είναι πιο ελαφρύ και λιγότερο ευαίσθητο στη σκουριά.

Είναι σύνηθες να επιλέγονται τα μεταλλικά ηχοπετάσματα σε αστικές περιοχές έτσι ώστε να ενσωματώνονται καλύτερα στο περιβάλλον της πόλης. Για την βελτίωση της αισθητικής τους τοποθετούνται φυτά κατά μήκος, έτσι ώστε να προσφέρεται μια πιο ευχάριστη διαβίωση στους περιοίκους, όπως επίσης και οι αρχιτεκτονικές επεμβάσεις μπορούν να οδηγήσουν σε καλαίσθητα αποτελέσματα.



Εικόνα 21. Παράδειγμα μεταλλικού ηχοπετάσματος

Πηγή: (http://www.iselco.gr/index.php?option=com_virtuemart&Itemid=184&lang=el)



Εικόνα 22. Παράδειγμα μεταλλικού ηχοπετάσματος σε αυτοκινητόδρομο

Πηγή: (<http://www.noisebarrier.org/soundbarrier/highway-noise-barrier.html>)

➤ **Ηχοπετάσματα σκυροδέματος**

Το σκυρόδεμα διαθέτει απορροφητικές και ανακλαστικές ιδιότητες, και χρησιμοποιείται συχνά ως μέσο ηχοπροστασίας στους οδικούς άξονες. Η επιλογή του σκυροδέματος είναι συνήθης λόγω του χαμηλού κόστους και των εικαστικών επεμβάσεων που επιδέχεται με την διαμόρφωση σχημάτων. Τα κατασκευασμένα από σκυρόδεμα ηχοπετάσματα λόγω του όγκου και της μειωμένης αισθητικής τους, απαιτούν την τοποθέτηση βλάστησης αποσκοπώντας στην εναρμόνισή τους με το όμορο οικιστικό περιβάλλον. Συνήθως τα ηχοπετάσματα είναι προκατασκευασμένα, και τοποθετούνται ανάμεσα από στηρίγματα χάλυβα κάθετα είτε υπό γωνία, για να παρέχεται η κατάλληλη σταθερότητα και να είναι πλήρως ευθυγραμμισμένα.



Εικόνα 23. Ηχοπέτασμα από σκυρόδεμα με πάνελ παραγωγής ενέργειας και ανοίγματα για οπτική επαφή στο Ντόρντρεχτ της Ολλανδίας

Πηγή: (<https://www.ecn.nl/news/item/solar-highways-1/>)



Εικόνα 24. Ηχοπέτασμα από σκυρόδεμα σε δρόμο της Ουάσιγκτον

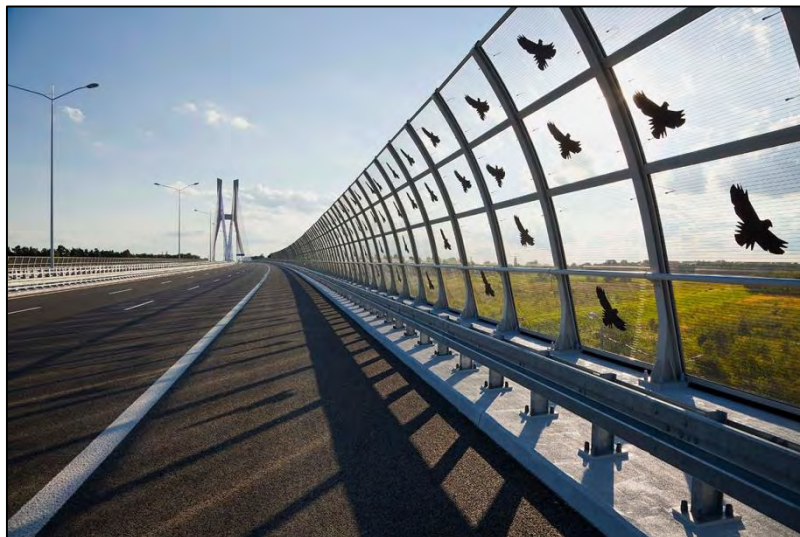
Πηγή: (<https://smithmidland.com/project-showcase/project-showcase-sound-retaining-wall/337-dulles-toll-road>)

➤ **Διαφανή αντιθορυβικά πετάσματα από PMMA ή Polycarbonate**

Τα διαφανή ηχοπετάσματα είναι κατασκευασμένα από ανθεκτικά υλικά έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία από τον ήχο, διατηρώντας την οπτική επαφή της πηγής και του δέκτη. Με κριτήριο την αντοχή και την ανθεκτικότητά των πετασμάτων, ορίζεται ως απαραίτητο πάχος τα 15-20mm, γεγονός που αυξάνει το κόστος της κατασκευής. Λόγω του ότι δεν υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης ηχοαπορροφητικού υλικού στα μικτά πετάσματα (Polycarbonate), σε περιπτώσεις στενού οδικού άξονα παρατηρείται αύξηση της στάθμης θορύβου εξαιτίας των ανακλάσεων.

Τα διαφανή υλικά αποτελούν ιδανική λύση σε υπερυψωμένες κατασκευές (γέφυρες κ.α.), όπως επίσης και σε αστικές και αγροτικές περιοχές στις οποίες επιθυμείται η διατήρηση του χαρακτήρα του περιβάλλοντος. Απαραίτητη προϋπόθεση για την διέλευση φωτός και την εξασφάλιση της οπτικής επαφής είναι η συνεχής συντήρηση από εξειδικευμένο προσωπικό. Ακόμα για την αποφυγή των βανδαλισμών συχνά τοποθετείται άχρωμη ή σε διάφορες αποχρώσεις επίστρωση αντιγκράφιτι.

Έχει παρατηρηθεί ότι σε ορισμένες περιοχές, κυρίως όταν τα ηχοπετάσματα βρίσκονται σε μεγάλο ύψος είναι πολύ συχνό το φαινόμενο πρόσκρουσης πουλιών στα διαφανή τμήματα των ηχοπετασμάτων γεγονός που καθιστά αναγκαία την λήψη μέτρων αντιμετώπισής. Μια αποτελεσματική επέμβαση είναι ο χρωματισμός των πετασμάτων στα πιθανά σημεία πρόσκρουσης, όμως πιο διαδεδομένη είναι η τοποθέτηση κατάλληλων επιθεμάτων που αποτρέπουν την διέλευση των πτηνών.



Εικόνα 25. Διαφανές ηχοπέτασμα με διακοσμητικά στοιχεία για την προστασία πρόσκρουσης πτηνών

Πηγή: (<https://www.indiamart.com/proddetail/polycarbonate-noise-barriers-4209268533.html>)

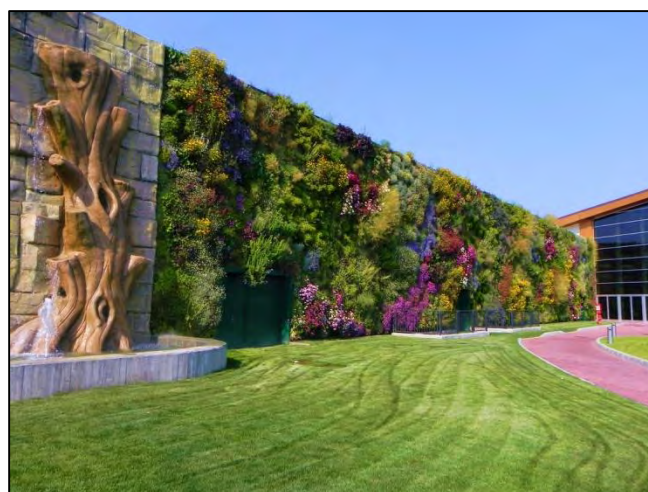
5.1.2.4. ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ

Ένας άλλος τύπος ηχοπετάσματος είναι η βλάστηση η οποία αποτελεί έναν καλίσθητο τρόπο μείωσης της στάθμης της ηχορύπανσης. Η εκάστοτε μείωση εξαρτάται από το είδος της βλάστησης, το ύψος των δέντρων και τη δομή του δάσους. Εκτιμάται ότι κατά μέσο όρο το δάσος μειώνει τους θορύβους κατά 7dB(A) ανά 30.00μ. απόστασης. Η μεγαλύτερη ηχομείωση εμφανίζεται με την παρεμβολή κηπευτών δασών, δηλαδή με δέντρα διαφορετικών ηλικιών και επομένως διαφορετικών υψών. Σημειώνεται ότι, όταν ο ήχος διαδίδεται μέσα από πυκνή βλάστηση με φυλλωσιά επέρχεται ηχομείωση της τάξης των 1,5 dB(A) ανά 10μ. βλάστησης(Κ. Βογιατζής). Η σωστή και τακτική συντήρηση αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη λειτουργία του συγκεκριμένου τρόπου προστασίας.



Εικόνα 26. «Πράσινο» ηχοπέτασμα σε χώρο ανάπαυσης εγκαταστάσεων υγείας

Πηγή: (*Environmental Noise Barriers, Benz Kotzen and Colin English*)



Εικόνα 27. Κάθετη φύτευση εξωτερικού τοίχου που λειτουργεί ως ηχοπέτασμα

Πηγή: (<http://beausillage.com/go-green-me-kathetous-kipous/>)

5.1.3. ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ

Μείωση θορύβου μπορεί να επέλθει και από την παρέμβαση των ιδιωτών με την προσθήκη ηχομονωτικής προστασίας στα κτίρια. Σύμφωνα με την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ, η προστασία κατά του θορύβου συμπεριλαμβάνεται πλέον ανάμεσα στις 6 βασικές απαιτήσεις όλων των δομικών έργων και η μελέτη ηχοπροστασίας για κάθε νέο κτίριο αποτελεί απαραίτητο βήμα για την οικοδομική άδεια του εκάστοτε μελετητή.

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό Κτιριακής Ηχοπροστασίας, η προμελέτη για την επιλογή του κατάλληλου τύπου ηχοπροστασίας από τον αερόφερτο εξωτερικό, κυκλοφοριακό και αστικό θόρυβο απαιτεί τον προσδιορισμό της εξωτερικής στάθμης θορύβου ακολουθώντας τα εξής βήματα:

- Υπολογισμός της στάθμης θορύβου από τα κυκλοφοριακά και λοιπά στοιχεία θορύβου της περιοχής λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πηγές θορύβου, χρησιμοποιώντας λογισμικό που καλύπτει τις απαιτήσεις των μεθόδων προσδιορισμού ακουστικών παραμέτρων της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49 με τη μέθοδο NMPB.96.
- Προσδιορισμός της στάθμης θορύβου στη θέση του έργου από πρόσφατους χάρτες θορύβου (της τελευταίας πενταετίας) εφόσον υπάρχουν.
- Μέτρηση της στάθμης θορύβου στην θέση του έργου.

Όλα τα κτίρια κατατάσσονται σε μια από τις πέντε «Κατηγορίες Ακουστικής Άνεσης» οι οποίες αποτελούν τον συνδυασμό οριακών τιμών ηχοπροστασίας μέσα στις οποίες πρέπει να βρίσκεται η τιμή της κάθε παραμέτρου ακουστικής άνεσης. Οι κατηγορίες αυτές αριθμούνται από 1 έως 5, με την 1 να αποτελεί την Κατηγορία Πολύ Υψηλής Ακουστικής Άνεσης στην οποία εξασφαλίζεται ότι ακόμη και έντονες δραστηριότητες των γειτονικών χώρων προκαλούν ελάχιστες ενοχλήσεις και με την 5, η οποία αντιπροσωπεύει την κατηγορία Πολύ Χαμηλής Ακουστικής Άνεσης στην οποία ανήκουν τα κτίρια που παρέχουν την μικρότερη ηχοπροστασία. Σημειώνεται ότι τα κτίρια που έχουν υψηλότερη ηχοπροστασία από την Κατηγορία 1 χαρακτηρίζονται ως Κατηγορίας 1+.



| Πηγή Θορύβου | Κατηγορία Ακουστικής Άνεσης | | | | | | |
|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|---|---|--------------------------------------|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1+ | |
| Δυνατή φωνή | καθαρά αντιληπτή, ακούγεται πολύ καθαρά | | καθαρά αντιληπτή, ακούγεται καθαρά | εν μέρει αντιληπτή, συνήθως ακούγεται | συνήθως δεν γίνεται αντιληπτή, ακούγεται εν μέρει | δεν γίνεται αντιληπτή, ακούγεται ακόμη λίγο | δεν γίνεται αντιληπτή, δεν ακούγεται |
| Ανεβασμένη φωνή | καθαρά αντιληπτή, Ακούγεται πολύ καθαρά | καθαρά αντιληπτή, ακούγεται καθαρά | εν μέρει αντιληπτή, συνήθως ακούγεται | συνήθως δεν γίνεται αντιληπτή, ακούγεται εν μέρει | δεν γίνεται αντιληπτή, ακούγεται ακόμη λίγο | δεν γίνεται αντιληπτή, δεν ακούγεται | |
| Κανονική Φωνή | καθαρά αντιληπτή, ακούγεται καθαρά | εν μέρει αντιληπτή, συνήθως ακούγεται | συνήθως δεν γίνεται αντιληπτή, ακούγεται εν μέρει | δεν γίνεται αντιληπτή, ακούγεται ακόμη λίγο | δεν γίνεται αντιληπτή, δεν ακούγεται | | |
| Πολύ δυνατή μουσική | ακούγεται πολύ καθαρά | | | | | ακούγεται καθαρά | ακούγεται |
| Δυνατή μουσική | ακούγεται πολύ καθαρά | | | | ακούγεται καθαρά | ακούγεται | ακούγεται ακόμη λίγο |
| Κανονική μουσική | ακούγεται πολύ καθαρά | | | ακούγεται καθαρά | ακούγεται | ακούγεται ακόμη λίγο | συνήθως δεν ακούγεται |
| Υδραυλικές εγκαταστάσεις | ακούγεται πολύ καθαρά | ακούγεται καθαρά | ακούγεται | ακούγεται ακόμη λίγο | συνήθως δεν ακούγεται | | |
| Κανονικοί θόρυβοι χρήσης | ακούγεται πολύ καθαρά | | ακούγεται καθαρά | ακούγεται | ακούγεται ακόμη λίγο | συνήθως δεν ακούγεται | |
| Περπάτημα | ακούγεται πολύ καθαρά | | ακούγεται καθαρά | ακούγεται | ακούγεται ακόμη λίγο | συνήθως δεν ακούγεται | δεν ακούγεται |
| Παιδιά που παίζουν | ακούγεται πολύ καθαρά | | | ακούγεται καθαρά | ακούγεται | ακούγεται ακόμη λίγο | συνήθως δεν ακούγεται |
| Οικιακές συσκευές | ακούγεται πολύ καθαρά | | | ακούγεται καθαρά | ακούγεται | ακούγεται ακόμη λίγο | συνήθως δεν ακούγεται |

Πίνακας 10. Κατηγοριοποίηση ακουστικής άνεσης με βάση την πηγή θορύβου

Πηγή: Ελληνικός Αντιθορυβικός Σχεδιασμός, Πρόταση ομάδας εργασίας του ΕΛΙΝΑ, Αθήνα 2010

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η διαδικασία υπολογισμού του συγκοινωνιακού θορύβου διαφέρει ανάλογα με την αιτία διάδοσής του, και το περιβάλλον στο οποίο ασκείται. Ο συγκοινωνιακός θόρυβος διαχωρίζεται σε θόρυβο λόγω οδικής κυκλοφορίας, βιομηχανικό, σιδηροδρομικό και αεροπορικό. Σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις υπολογίζονται οι δείκτες L_{den} και L_{night} , και υπολογίζεται το ποσοστό του πληθυσμού που είναι εκτεθειμένο στις υψηλές τιμές ακουστικής ισχύος. Επιπρόσθετα προσδιορίζεται η χρήση των κτιρίων που εκτίθενται στις υψηλές τιμές ακουστικής ισχύος, καθώς για τις ευαίσθητες περιοχές όπως σχολεία, εκκλησίες και μονάδες υγείας υπάρχουν διαφορετικοί δείκτες επιτρεπόμενου θορύβου. Κάθε κράτος ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του και το νομοθετικό του πλαίσιο, είναι πιθανό να χρησιμοποιεί διαφορετικές μεθόδους υπολογισμού οδικού κυκλοφοριακού θορύβου.

6.1. ΕΘΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Οι μέθοδοι προσδιορισμού οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, αναπτύχθηκαν σε διάφορα κράτη ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτουν. Ένας βασικός παράγοντας στην πρόβλεψη οδικού κυκλοφοριακού θορύβου ο οποίος διαφέρει στα εθνικά μοντέλα είναι η κατηγοριοποίηση οχημάτων. Στις παλαιότερες μεθόδους όπως την Γαλλική (NMPB) και την Βρετανική (CRTN) γινόταν η κατηγοριοποίηση σε ελαφρά και βαρέα οχήματα, ενώ τα τελευταία χρόνια παρατηρείται η λεπτομερής κατηγοριοποίηση των οχημάτων έτσι ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια. Ακόμα υπάρχουν διαφορετικοί συντελεστές μείωσης της ηχοστάθμης στα διάφορα εθνικά μοντέλα, λόγω διαφορετικού οδοστρώματος, γεωμετρίας και ατμοσφαιρικής απορρόφησης.

Στην Ελλάδα όπως και σε πολλές άλλες Ευρωπαϊκές χώρες χρησιμοποιείται η Γαλλική μέθοδος η οποία προσεγγίζει το σύνολο των παρατηρούμενων μετεωρολογικών συνθηκών και λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων από 125Hz μέχρι 4kHz.

ΒΡΕΤΑΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ CRTN

Η Βρετανική μέθοδος εκπονήθηκε από το Τμήμα Περιβάλλοντος της Ουαλίας το 1988 και παρέχει τη μέθοδο υπολογισμού των επιπέδων θορύβου οδικής κυκλοφορίας για νέους και τροποποιημένους αυτοκινητόδρομους. Η μεθοδολογία θεωρεί ότι επικρατούν τυπικές συνθήκες κυκλοφορίας και μετάδοσης θορύβου. Ο δείκτης L_{10} (18ώρου) χρησιμοποιείται σε όλες τις ηχοστάθμες θορύβου, και είναι ο αριθμητικός μέσος όρος για καθεμία από τις 18 ωριαίες περιόδους μεταξύ 06:00 και 24:00. Η πηγή του κυκλοφοριακού θορύβου λαμβάνεται σαν μια γραμμή στα 0,5 μέτρα επάνω από την επιφάνεια του δρόμου και 3,5 μέτρα από το κοντινότερο άκρο της οδού.

Τα βήματα υπολογισμού κυκλοφοριακού θορύβου είναι τα εξής:

- Διαχωρισμός της οδού σε μικρότερα τμήματα, έτσι ώστε σε κάθε τμήμα η αλλαγή της στάθμης θορύβου να είναι μικρότερη των 2 dB.
- Υπολογισμός της Βασικής στάθμης θορύβου σε μία απόσταση αναφοράς 10 μέτρων από το κοντινό άκρο του δρόμου για κάθε τμήμα της οδού.
- Προσδιορισμός της ηχοστάθμης θορύβου για κάθε τμήμα, λαμβάνοντας υπόψη την εξασθένιση λόγω εμποδίων που τυχαίνει να παρεμβάλλονται.
- Διόρθωση της στάθμης θορύβου, λαμβάνοντας υπόψη την μορφή της περιοχής, και τις ανακλάσεις λόγω κτιρίων.
- Συνδυασμός αποτελεσμάτων για κάθε τμήμα και προσδιορισμός της τελικής στάθμης θορύβου.

Οι σχέσεις οι οποίες προσδιορίζουν τον θόρυβο για απόσταση αναφοράς 10m είναι οι παρακάτω:

$$L_{10(18h)} = 29.1 + 10 \log Q \quad (3)$$

$$L_{10(1h)} = 42.2 + 10 \log Q \quad (4)$$

Όπου,

Q : Συνολική ροή οχήματος

ΟΛΛΑΝΔΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ SRMI ΚΑΙ SRMII

Το Ολλανδικό σύστημα περιλαμβάνει δυο μεθόδους υπολογισμού, (Standaardrekmethode I & II). Η μέθοδος SRM I εφαρμόζεται σε αρκετά απλές περιπτώσεις όπου η μέτρηση του θορύβου είναι ίση με την εκπομπή, ενώ η μέθοδος SRM II είναι μεγαλύτερης εμβέλειας καθώς οι υπολογισμοί γίνονται σε μεγαλύτερη ζώνη οκτάβας με αποτέλεσμα να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιότητες των ακουστικών κυμάτων.

Η Ολλανδική μέθοδος θορύβου απαιτεί τα παρακάτω βήματα:

- Την διαίρεση του οδοστρώματος σε στοιχειώδη τμήματα
- Τον καθορισμό των γραμμών κυκλοφορίας που βρίσκονται στη μέση κάθε λωρίδας σε ύψος 0,75 μέτρων από την επιφάνεια του δρόμου
- Τον καθορισμό των γραμμών πηγής, δηλαδή των ευθύγραμμων τμημάτων που διέρχονται από την διασταύρωση των οριακών επιπέδων με την γραμμή κυκλοφορίας

Στον προσδιορισμό των γεωμετρικών χαρακτηριστικών κυκλοφορίας, η κατακόρυφη γωνία πρέπει να ισούται με 2° , η μέγιστη γωνία ανοίγματος να ισούται με 5° και η ελάχιστη με $0,5^\circ$.

Η σχέση προσδιορισμού του επιπέδου θορύβου είναι:

$$L_{Ei,m} = 10 \log \frac{Q_m}{V_m} + a_{i,m} + b_{i,m} \log \frac{V_m}{V_{0,m}} \quad (5)$$

Όπου,

$$a_{i,m} + b_{i,m} \log \frac{V_m}{V_{0,m}} :$$

Επίπεδο ηχητικής ισχύος σε dB για την εκάστοτε κατηγορία οχήματος.

i : Δείκτης οκτάβας ο οποίος κυμαίνεται από 1 έως 8 και αντιστοιχεί στις συχνότητες 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 και 8000 Hz.

m : Δείκτης που αντιστοιχεί στην εξεταζόμενη κατηγορία οχημάτων.

Q : Μέση ροή της εξεταζόμενης κατηγορίας οχημάτων εκφραζόμενη σε αριθμός οχημάτων ανά ώρα.

V : Μέση ταχύτητα της υπόψη κατηγορίας οχήματος σε Km/h.

V_0 : Ταχύτητα αναφοράς της υπό εξέταση κατηγορίας οχημάτων.

ΓΕΡΜΑΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ RLS 90

Η μέθοδος υπολογισμού ηχοστάθμης ((Richtlinien für den Lärmschutz an Straben) εκδόθηκε το 1990 από την Γερμανική Κυβέρνηση. Το χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι ότι το παραγόμενο ηχητικό επίπεδο μιας οδού ορίζεται ως στάθμη εκπομπής και συμβολίζεται $L_{m,e}$. Στο μοντέλο εισάγονται τα δεδομένα μέσης ωριαίας κυκλοφοριακής ροής, ξεχωριστά για μοτοσικλέτες, βαρέα και ελαφριά οχήματα και λαμβάνονται υπόψη οι διορθώσεις λόγω πιθανών ανακλάσεων, ατμοσφαιρικής απορρόφησης ή μετεωρολογικών απωλειών.

Η εξίσωση υπολογισμού της στάθμης ακουστικής ισχύος για απόσταση αναφοράς 25m από το μέσον της λωρίδας, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$L_m^{(25)} = 37.3 + 10 \log [Q(1 + 0.082P)] \quad (6)$$

Όπου,

Q : Ποσότητα οχημάτων ανά ώρα.

P : Ποσοστό βαρέων οχημάτων, με βάρος μεγαλύτερο των 2,8 τόνων.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΟΜΟΣΠΟΝΔΙΑΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΟΔΩΝ (Η.Π.Α.) FHWA

Το μοντέλο προσδιορισμού κυκλοφοριακού θορύβου κυκλοφόρησε το 1978 από την Ομοσπονδιακή Οδική Διεύθυνση των Η.Π.Α.(FHWA). Αποτελεί μια μέθοδο που εφαρμόζεται σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας σε συνθήκες ελεύθερης κυκλοφοριακής ροής για κάθε κατηγορία οχήματος (επιβατικά, φορτηγά μεσαίου τύπου, βαριά φορτηγά). Βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτής είναι ότι χρησιμοποιείται η μέση ενεργειακή στάθμη L_{eq} για κάθε κατηγορία οχήματος, ως απόσταση αναφοράς λαμβάνονται τα 15 μέτρα, επίσης υπολογίζεται η εξασθένιση του ήχου λόγω εμποδίων που είναι πιθανό να παρεμβάλλονται.

Η εξίσωση προσδιορισμού του κυκλοφοριακού θορύβου, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$L_{eq(1h)} = EL_1 + A_{traffic} + A_d - A_s \quad (7)$$

Όπου,

EL_1 : Το επίπεδο εκπομπής θορύβου για τον τύπο οχήματος

$A_{traffic}$: Η προσαρμογή του κυκλοφοριακού φόρτου και η ταχύτητα του εκάστοτε οχήματος

A_d : Η προσαρμογή που θα πραγματοποιηθεί λόγω της απόστασης ανάμεσα στην οδό και τον δέκτη

A_s : Η προσαρμογή που θα λαμβάνει υπόψη την επίδραση στο επίπεδο θορύβου του εδάφους μεταξύ οδού και δέκτη

ΣΚΑΝΔΙΝΑΒΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ TemaNord

Η πρώτη έκδοση της Σκανδιναβικής μεθόδου προσδιορισμού Κυκλοφοριακού θορύβου δημοσιεύτηκε πρώτη φορά το 1978. Στην συνέχεια η Δανία, η Φιλανδία, η Νορβηγία και η Σουηδία διεξήγαγαν περαιτέρω έρευνες καταλήγοντας στην δεύτερη και την Τρίτη έκδοση οι οποίες δημοσιεύθηκαν το 1996.

Το βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι κάθε όχημα λαμβάνεται ως μια ηχητική πηγή η οποία αποτελείται από επιμέρους ηχητικές πηγές για ευρύ φάσμα συχνοτήτων. Η ένταση της ηχητικής πηγής διαφοροποιείται ανάλογα με την ταχύτητα, την κατηγορία του οχήματος και το οδόστρωμα.

Η εξίσωση υπολογισμού της στάθμης θορύβου είναι η εξής:

$$L_{Aeq} = L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 + \Delta L_4 + \Delta L_5 \quad (8)$$

Όπου,

L_1 : Βασικό επίπεδο θορύβου για επιβατικά και βαρέα οχήματα.

$\Delta L_2, \Delta L_3, \Delta L_4, \Delta L_5$: Διορθώσεις επί του βασικού επιπέδου.

ΓΑΛΛΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ NMPB-ROUTES-96

Η μέθοδος NMPB- Routes- 96 βασίζεται στις αρχές του προτύπου ISO 9613-2. Το πρότυπο ISO 1996 περιγράφει μια μέθοδο υπολογισμού περιβαλλοντικού θορύβου, άλλα πρότυπα προσδιορίζουν μεθόδους που αφορούν τον υπολογισμό μηχανολογικού θορύβου (ISO 3740), καθώς και βιομηχανικού (ISO 8297). Το ISO 9613 δημιουργήθηκε με σκοπό να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ των δύο αυτών προτύπων, ώστε να είναι εφικτή η πρόβλεψη των επιπέδων θορύβου από γνωστές εκπομπές ήχου. Η μέθοδος αυτή θεωρείται γενική διότι μπορεί να εφαρμοστεί σε μια ευρεία ποικιλία πηγών θορύβου, παρόλα αυτά υπάρχουν περιορισμοί στην χρήση του, καθώς οι συνθήκες θεωρούνται ιδιαίτερα ευνοϊκές, και αποτελούν ένα μέρος των παρατηρούμενων μετεωρολογικών συνθηκών.

Η Γαλλική μέθοδος υπολογισμού NMPB-ROUTES-96 έχει αναπτυχθεί από το Γαλλικό Υπουργείο Μεταφορών και από άλλα κρατικά εργαστήρια σύμφωνα με το διάταγμα της 5^{ης} Μαΐου του 1995 το οποίο σχετίζεται με τον θόρυβο από τα οδικά έργα. Περιγράφει λεπτομερή διαδικασία για τον υπολογισμό της στάθμης θορύβου που προκαλεί η οδική κυκλοφορία, λαμβάνοντας υπόψη της επίδρασης των μετεωρολογικών συνθηκών που επηρεάζουν την διάδοση. Αποτελεί συνέχεια του Guide du Bruit που εφαρμόζεται στην Ελλάδα. (Υ.Α. 17252/92, ΦΕΚ Β395/13.6.92)

Η εξίσωση προσδιορισμού της στάθμης ακουστικής ισχύος μιας μεμονωμένης σημειακής πηγής i , δίνεται από τον τύπο:

$$L_{Awi} = [(E_{VL} + 10 \log Q_{VL}) + (E_{PL} + 10 \log Q_{PL})] + 20 + 10 \log I_i + R_{(j)} \quad (9)$$

Όπου,

E_{VL} και E_{PL} : Στάθμες εκπομπής θορύβου

Q_{VL} και Q_{PL} : Αντίστοιχοι ωριαίοι φόρτοι για ελαφριά και βαριά οχήματα

I_i : Χωρικός διαχωρισμός σε μέτρα

$R_{(j)}$: Η τιμή του φάσματος του οδικού θορύβου

6.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΑΛΛΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ NMPB-Routes-96

Ο υπολογισμός μακροπρόθεσμων επιπέδων θορύβου με την χρήση της Γαλλικής Μεθόδου NMPB-Routes-96, απαιτεί τον προσδιορισμό των ατμοσφαιρικών συνθηκών που λαμβάνουν χώρα στην εκάστοτε περιοχή μελέτης. Παρακάτω αναφέρονται οι απαραίτητοι ορισμοί:

- **Ομοιογενείς συνθήκες (conditions homogenes)** : Σύνολο ατμοσφαιρικών συνθηκών που οδηγούν σε μια ατμόσφαιρα ομοιογενή όσον αφορά τη διάδοση του ήχου. Στην περίπτωση αυτή, η ακουστική ενέργεια διαδίδεται σε ευθεία γραμμή.
- **Ευνοϊκές συνθήκες (conditions favorables)** : 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 (conditions defavorables)** : Σύνολο ατμοσφαιρικών συνθηκών που έχουν αποτέλεσμα μια επάνοδο της ακουστικής ενέργειας προς τα άνω και οδηγούν σε ηχητικές στάθμες στον δέκτη κατώτερες από αυτές που παρατηρούνται σε ομοιογενείς συνθήκες.

| | Δυνατός άνεμος (3-5m/s) αντίθετος στη φορά πηγής-δέκτη | Άνεμος μέσος έως αδύναμος (1-3 m/s), αντίθετος ή ισχυρός | Μηδενικός άνεμος ή οποιοσδήποτε διερχόμενος άνεμος | Άνεμος μέσης έως αδύναμης ισχύος ή ελαφρά | Ισχυρός άνεμος |
|---|--|--|--|---|----------------|
| T1: Ημέρα, υψηλή ακτινοβολία, ξηρή επιφάνεια και λίγος άνεμος | | -- | - | - | |
| T2: Ίδιες συνθήκες με την T1, αλλά τουλάχιστον μία δεν ικανοποιείται | -- | - | - | Z | + |
| T3: Ανατολή ή Δύση του ηλίου (νεφελώδης καιρός με αέρα και όχι ιδιαίτερα υγρή επιφάνεια) | - | - | Z | + | + |
| T4: Νύχτα (νεφελώδης ή με άνεμο) | - | Z | + | + | ++ |
| T5: Νύχτα και ουρανός καθαρός, άνεμος αδύναμος | | + | + | ++ | |

Πίνακας 11. Επίδραση μετεωρολογικών φαινομένων στη διάδοση θορύβου

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 156)

Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται η εκτίμηση της επίδρασης των μετεωρολογικών φαινομένων στη διάδοση θορύβου. Οι ενδείξεις στις στήλες προσδιορίζουν την κατάσταση του ανέμου ενώ οι ενδείξεις T1,T2,T3,T4 και T5 αναφέρονται στα θερμικά δεδομένα. Με την μέθοδο της αντιστοίχισης των συνθηκών παρατηρούνται 5 περιπτώσεις διάδοσης θορύβου:

- : Εξασθένηση πολύ ισχυρή που αντιστοιχεί σε ακουστικές ακτίνες ισχυρά ανοδικές (μη ευνοϊκές συνθήκες)
- : Εξασθένηση αρκετά ισχυρή που αντιστοιχεί σε ακουστικές ακτίνες ανοδικές (μη ευνοϊκές συνθήκες)
- Z : Μηδενικές καιρικές συνθήκες που αντιστοιχούν σε ακουστικές ακτίνες που διαδίδονται γενικά με τρόπο ευθύγραμμο (ομοιογενείς συνθήκες)
- + : Μέτρια αύξηση του ηχητικού επιπέδου που αντιστοιχεί σε ακουστικές ακτίνες καθοδικές (ευνοϊκές συνθήκες)
- ++ : Αύξηση αρκετά ισχυρή του ηχητικού επιπέδου που ανταποκρίνεται σε ακουστικές ακτίνες ισχυρά καθοδικές (μη ευνοϊκές συνθήκες)

6.2.1. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΟΔΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Μέση ταχύτητα οχημάτων:

Συνήθως η παράμετρος της ταχύτητας χρησιμοποιείται για ταχύτητες από 20 μέχρι 120 χιλιόμετρα ανά ώρα. Σε περιπτώσεις όπου παρατηρούνται ταχύτητες μικρότερες των 60 χιλιομέτρων ανά ώρα ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία. Παρουσιάζονται στην συνέχεια οι δύο τρόποι υπολογισμού της μέσης ταχύτητας των οχημάτων στην περιοχή μελέτης.

- Η μέση ταχύτητα V_{50} : Η μέση ταχύτητα που υπερβαίνει το 50% των οχημάτων.
- Η μέση ταχύτητα V_{50} , προσαυξημένη με το μισό της τυπικής απόκλισης των ταχυτήτων.

Διαχωρισμός οχημάτων:

- Ελαφρά οχήματα: Έχουν καθαρό φορτίο < 3,5 τόνων
- Βαρέα οχήματα: Έχουν καθαρό φορτίο \geq 3,5 τόνων

Διάκριση κυκλοφορίας:

- Σταθερή συνεχής κυκλοφορία: Υπάρχει συνεχής ροή οχημάτων για περιόδους τουλάχιστον δέκα λεπτών. Παρατηρείται σταθερή ταχύτητα και δεν υπάρχουν επιταχύνσεις ή επιβραδύνσεις. (Συναντάται κυρίως σε εθνικές οδούς, αυτοκινητόδρομους, οδούς ταχείας κυκλοφορίας, εκτός των ωρών αιχμής).
- Αυξομειούμενη συνεχής κυκλοφορία: Υπάρχει σημαντικός αριθμός οχημάτων σε μεταβατική κατάσταση, που επιταχύνουν ή επιβραδύνουν. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ορίζεται μία μέση συνολική ταχύτητα, σταθερή και επαναλαμβανόμενη για επαρκή χρονικά διαστήματα. (Συναντάται στις κύριες οδούς των κέντρων των πόλεων, στις συνδετήριες οδούς με πολυάριθμες διαβάσεις, στους χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων, και στις διαβάσεις πεζών).
- Αυξομειούμενη επιταχυνόμενη κυκλοφορία: Παρατηρείται ανομοιογενής κυκλοφορία. Ένα σημαντικό ποσοστό των οχημάτων επιταχύνει, με αποτέλεσμα να υπάρχουν συγκεκριμένα σημεία στα οποία είναι σημαντική η έννοια της ταχύτητας. (Συναντάται σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας με διασταυρώσεις, σε συνδετήριους κόμβους και σε σταθμούς διοδίων).
- Αυξομειούμενη επιβραδυνόμενη κυκλοφορία: Υπάρχει ανομοιογενείς κυκλοφορία. Ένα σημαντικό ποσοστό οχημάτων επιβραδύνει. (Συναντάται σε σημεία προσέγγισης σημαντικών κόμβων, σε εξόδους αυτοκινητόδρομων, και σε σταθμούς διοδίων).

Κλίση οδικού τμήματος :

- Οριζόντια οδός με κλίση στην κατεύθυνση της κυκλοφορίας μικρότερη του 2%.
- Ανερχόμενη οδός με ανιούσα κλίση στην κατεύθυνση της κυκλοφορίας ανώτερη του 2%.
- Κατερχόμενη οδός με κατιούσα κλίση στην κατεύθυνση της κυκλοφορίας ανώτερη του 2%.

6.2.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

Πρωταρχικό βήμα της μεθόδου NMPB-Routes-96 είναι ο διαχωρισμός του οδικού άξονα σε γραμμικές πηγές, των οποίων ο αριθμός και η θέση υπολογίζεται ανάλογα με την επιθυμητή ακρίβεια. Κατά κύριο λόγο επιλέγεται μια γραμμή στο κέντρο κάθε λωρίδας κυκλοφορίας ή σε ορισμένες περιπτώσεις μία γραμμή για κάθε πλευρά κίνησης της κυκλοφορίας. Στη συνέχεια ακολουθεί ο διαχωρισμός κάθε γραμμικής πηγής σε μεμονωμένες σημειακές. Η στάθμη θορύβου μίας μεμονωμένης σημειακής πηγής i , δίνεται από τον τύπο:

$$L_{awi} = [(E_{VL} + 10 \log Q_{VL}) + (E_{PL} + 10 \log Q_{PL})] + 20 + \log(I_i) + R_{(j)} \quad (10)$$

Όπου,

E_{VL} και E_{PL} : Στάθμες εκπομπής θορύβου.

Q_{VL} και Q_{PL} : Αντίστοιχοι ωριαίοι φόρτοι για τα ελαφριά και τα βαριά οχήματα.

I_i : Χωρικός διαχωρισμός σε μέτρα.

$R_{(j)}$: Τιμή του φάσματος του οδικού θορύβου. Οι τιμές του ορίζονται από τον παρακάτω πίνακα.

| j | Διαστήματα οκτάβας | Τιμές (Ri) σε dB |
|---|--------------------|------------------|
| 1 | 125 Hz | -14 |
| 2 | 250 Hz | -10 |
| 3 | 500 Hz | -7 |
| 4 | 1 Hz | -4 |
| 5 | 2 Hz | -7 |
| 6 | 4 Hz | -12 |

Πίνακας 12. Διαστήματα οκτάβας και οι αντίστοιχες τιμές του φάσματος του οδικού θορύβου

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 161)

Η βασική στάθμη θορύβου μιας σύνθετης σημειακής πηγής i , σε ένα δεδομένο διάστημα οκτάβας j , δίνεται από τον τύπο:

$$L_{Aw_i} = L_{Aw/m} + 10 \log(I_i) + R(j) + \Psi \quad (11)$$

Όπου,

Ψ : Η διόρθωση της στάθμης θορύβου στο οδόστρωμα

I_i : Το μήκος του τμήματος της γραμμής πηγής που αντιπροσωπεύει μια σημειακή πηγή i του διαστήματος μελέτης

Η συνολική στάθμη ηχητικής ισχύος, $L_{Aw/m}$ ανά μέτρο κατά μήκος της διαδρομής προς την καθορισμένη γραμμή πηγής δίνεται από τον τύπο:

$$L_{Aw/m} = 10 \log(10^{(E_{iv}+10 \log Q_{iv})/10} + 10^{(E_{hv}+10 \log Q_{hv})/10}) + 20 \quad (12)$$

Όπου,

E_{iv} : Εκπομπή θορύβου ελαφρών οχημάτων.

E_{hv} : Εκπομπή θορύβου βαρέων οχημάτων.

Q_{iv} : Κυκλοφορία ελαφρών οχημάτων κατά τον χρόνο μελέτης.

Q_{hv} : Κυκλοφορία βαρέων οχημάτων κατά τον χρόνο μελέτης.

Για τον υπολογισμό του ισοδύναμου επιπέδου θορύβου μίας σημειακής πηγής Si ακουστικής ισχύος L_{Awi} , για μία δεδομένη ζώνη οκτάβας χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τύποι:

Σε ευνοϊκές συνθήκες για την διαδρομή Si-R

$$L_{i,F} = L_{Awi} - A_{i,F} \quad (13)$$

Όπου,

$A_{i,F}$: Το σύνολο των παραγόντων που προκαλούν εξασθένηση του ήχου κατά την διαδικασία μετάδοσής του, σε ευνοϊκές συνθήκες.

$$A_{i,F} = A_{div} + A_{atm} + A_{sol,F} + A_{div,F} \quad (14)$$

Όπου,

A_{div} : Η εξασθένηση του ήχου λόγω γεωμετρικής απόκλισης.

A_{atm} : Η εξασθένηση του ήχου λόγω ατμοσφαιρικής απορρόφησης.

$A_{sol,F}$: Η εξασθένηση του ήχου λόγω της επίδρασης του εδάφους σε ευνοϊκές συνθήκες.

$A_{div,F}$: Η εξασθένηση του ήχου λόγω περίθλασης σε ευνοϊκές συνθήκες.

Σε ομοιογενείς συνθήκες για την διαδρομή Si-R

$$L_{i,H} = L_{Awi} - A_{i,H} \quad (15)$$

Όπου,

$A_{i,H}$: Το σύνολο των παραγόντων που προκαλούν εξασθένηση του ήχου κατά την διαδικασία μετάδοσής του, σε ομοιογενείς συνθήκες.

$$A_{i,H} = A_{div} + A_{atm} + A_{sol,H} + A_{dif,H} \quad (16)$$

Όπου,

A_{div} : Η εξασθένιση του ήχου λόγω γεωμετρικής απόκλισης.

A_{atm} : Η εξασθένιση του ήχου λόγω ατμοσφαιρικής απορρόφησης.

$A_{sol,H}$: Η εξασθένιση του ήχου λόγω της επίδρασης του εδάφους σε ομοιογενείς συνθήκες.

$A_{dif,H}$: Η εξασθένιση του ήχου λόγω περίθλασης σε ομοιογενείς συνθήκες.

Ο υπολογισμός της μακροπρόθεσμης στάθμης θορύβου, υπολογίζεται για τις αντίστοιχες δύο περιπτώσεις:

Για την διαδρομή Si-R

$$L_{i,LT} = 10 \log(pi * 10^{L_{i,F}/10} + (1 - pi)10^{L_{i,H}/10}) \quad (17)$$

Για όλες τις διαδρομές στο σημείο R

$$L_{eq,LT} = 10 \log(\sum_i * 10^{0,1} L_{i,LT} + \sum_i * 10^{0,1} L_{i,LT}) \quad (18)$$

Όπου η συνολική μακροπρόθεσμη στάθμη θορύβου δίνεται από τον τύπο:

$$L_{Aeq,LT} = 10 \log(\sum_{j=1}^b 10^{0,1} L_{eq,LT}^{(j)}) \quad (19)$$

Υπολογισμός μακροπρόθεσμης ηχητικής στάθμης, με την επίδραση των ατμοσφαιρικών συνθηκών

Η εύρεση της μακροπρόθεσμης στάθμης θορύβου, απαιτεί την διόρθωση της ηχοστάθμης λόγω της επίδρασης των καιρικών συνθηκών. Σύμφωνα με την νομοθεσία χρησιμοποιείται ο ακόλουθος πίνακας για τον υπολογισμό του αεροπορικού, του βιομηχανικού και του οδικού συγκοινωνιακού θορύβου:

$$L_{longterm} = 10 \log[p * 10^{L_F/10} + (1 - p) * 10^{L_H/10}] \quad (20)$$

Όπου,

L_F : Στάθμη θορύβου σε ευνοϊκές συνθήκες διάδοσης.

L_H : Στάθμη θορύβου σε ομοιογενείς συνθήκες διάδοσης.

6.2.3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Κατά την διαδικασία υπολογισμού του οδικού θορύβου κρίνεται αναγκαίο ο δέκτης να βρίσκεται τουλάχιστον 2m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και 2m μπροστά από την πρόσοψη των κτιρίων που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης. Δεδομένου ότι ο θόρυβος μεταδίδεται με την μορφή ηχητικών κυμάτων, η διαδρομή που ακολουθεί ο ήχος από την πηγή προς τον δέκτη επηρεάζει την συχνότητα διάδοσής του. Παρακάτω αναφέρονται οι παράγοντες οι οποίοι συμβάλλουν στην εξασθένηση του οδικού θορύβου.

Εξασθένηση του ήχου λόγω γεωμετρικής απόκλισης

Ο ήχος εξαιτίας της απόστασης διάδοσης αποδυναμώνεται. Για μια σημειακή ηχητική πηγή σε ελεύθερο πεδίο, η εξασθένηση σε dB δίνεται από την σχέση:

$$A_{div} = 20 \log(d) + 11 \quad (21)$$

Όπου,

d: Η άμεση απόσταση πηγής – δέκτη (απόσταση απουσία τυχόν μεταβαλλόμενου εμποδίου), σε μέτρα

Εξασθένηση του ήχου λόγω ατμοσφαιρικής απορρόφησης

Η διάδοση των ηχητικών κυμάτων μέσω της ατμόσφαιρας οδηγεί στην απορρόφηση ενός τμήματος της ηχητικής ενέργειας από αυτήν. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ατμοσφαιρική απορρόφηση είναι η θερμοκρασία, η συχνότητα του ηχητικού κύματος και κυρίως η υγρασία. Η σχέση η οποία εκφράζει την εξασθένηση του ήχου λόγω της ατμοσφαιρικής απορρόφησης σε απόσταση διάδοσης d, είναι η εξής:

$$A_{atm} = ad/1000 \quad (22)$$

Όπου,

d: Η άμεση απόσταση ανάμεσα στην πηγή και στον δέκτη σε μέτρα

a: Ο συντελεστής ατμοσφαιρικής εξασθένησης σε dB/km στην ακριβή κεντρική συχνότητα για κάθε μια ζώνη οκτάβας

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται ο προσδιορισμός του συντελεστή απορρόφησης ανά ζώνη οκτάβας για θερμοκρασία 15°C και σχετική υγρασία 70% :

| Συχνότητα (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| a (dB/km) | 0,38 | 1,13 | 2,36 | 4,08 | 8,75 | 26,4 |

Πίνακας 13. Συντελεστής ατμοσφαιρικής απορρόφησης a σε dB/km

Πηγή:(Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 163)

Εξασθένιση του ήχου λόγω της επίδρασης του εδάφους για ευνοϊκές και ομοιογενείς συνθήκες.

Το έδαφος επηρεάζει την διάδοση των ηχητικών κυμάτων λόγω της ανάκλασης που προκαλείται στην επιφάνειά του. Δημιουργείται μια αλληλεπίδραση μεταξύ του θορύβου που διαδίδεται από την πηγή στον δέκτη, και του θορύβου που ανακλάται από την επιφάνεια του εδάφους. Παρατηρείται ότι τα συμπαγή εδάφη προκαλούν ανακλάσεις ενώ τα πορώδη απορροφούν σημαντικό μέρος του ηχητικού κύματος. Ο αδιάστατος συντελεστής G με τιμές από 0 έως 1 συμβολίζει την ηχητική απορρόφηση του εδάφους, για το οποίο έχουν προσδιοριστεί οι παρακάτω τύποι:

- **Ανακλαστική εδαφική επιφάνεια, $G=0$ (επιφάνειες με χαμηλό πορώδες όπως οδοστρώματα, νερό, πάγος, σκυρόδεμα):**
Σε πλήρως ανακλαστική επιφάνεια ο θόρυβος ανακλάται και στο σημείο λήψης δημιουργείται το φαινόμενο της συμβολής με αποτέλεσμα να αυξάνεται η στάθμη θορύβου.
- **Απορροφητική εδαφική επιφάνεια, $G=1$ (δάση, καλλιεργήσιμες εκτάσεις, χορτολιβαδικές εκτάσεις):**
Σε πλήρως απορροφητική επιφάνεια η ανάκλαση είναι μηδενική.
- **Επιφάνεια με πορώδες που διαφέρει κατά μήκος της διαδρομής, $0 < G < 1$**

Σε ευνοϊκές συνθήκες:

Η διαδικασία υπολογισμού της επίδρασης του εδάφους, περιλαμβάνει τον διαχωρισμό της διαδρομής διάδοσης του ήχου σε τρεις ζώνες στην καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί και ένας διαφορετικός συντελεστής G . Συγκεκριμένα οι ζώνες διάδοσης είναι οι εξής:

- Ζώνη πηγής, με συντελεστή ηχητικής απορρόφησης G_s
- Ενδιάμεση ζώνη διαδρομής, με συντελεστή ηχητικής απορρόφησης G_m
- Ζώνη του δέκτη, με συντελεστή ηχητικής απορρόφησης G_r

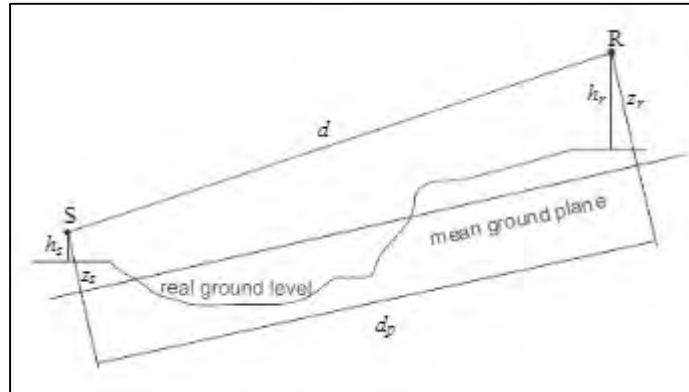
Στην μέθοδο NMPB-Routes-96 χρησιμοποιούνται μόνο δύο συντελεστές ηχητικής απορρόφησης, ένας για την περιοχή της πηγής (G_s), και ένας που αντιστοιχεί στην ενδιάμεση ζώνη και στην ζώνη του δέκτη ($G_{trajet} = G_m = G_r$).

Ο Συντελεστής G_{trajet} υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{An } dp \leq 30(z_s+z_r): \quad G'_{trajet} = G_{trajet} \left[\frac{d_p}{[30(z_s+z_r)]} \right] \quad (23)$$

$$\text{An } dp > 30(z_s+z_r): \quad G'_{trajet} = G_{trajet} \quad (24)$$

Στο παρακάτω σχήμα ορίζονται τα ύψη πάνω από το έδαφος και προσδιορίζεται ότι ο δείκτης r που υποδηλώνει την πλευρά του δέκτη (recepteur), ενώ ο δείκτης s την πλευρά της πηγής (source).



Σχήμα 1. Προσδιορισμός υψών και δείκτη r

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 163)

Όπου,

h : Τα πραγματικά ύψη, μετρημένα κάθετα από την επιφάνεια του εδάφους.

z : Τα ισοδύναμα ύψη, μετρημένα ορθογώνια με αναφορά στο επίπεδο του μέσου εδάφους.

Η εξασθένηση του θορύβου λόγω της επίδρασης του εδάφους σε ευνοϊκές συνθήκες δίνεται από τον τύπο:

$$A_{sol} = A_{s,F} + A_{m,F} + A_{r,F} \quad (25)$$

Όπου,

$A_{s,F}$: Εξασθένηση στην ενδιάμεση ζώνη

$A_{m,F}$: Εξασθένηση στην πηγή

$A_{r,F}$: Εξασθένηση στον δέκτη

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται οι τύποι σύμφωνα με τους οποίους προσδιορίζεται η αλλοίωση του ήχου σε διάφορες συχνότητες. Για τις ανάγκες υπολογισμού της επίδρασης του εδάφους ορίζονται οι μεταβλητές $a'(z)$, $b'(z)$, $c'(z)$, $d'(z)$, των οποίων ο υπολογισμός γίνεται με την βοήθεια των παρακάτω εξισώσεων.

| Ονομαστική κεντρική συχνότητα (Hz) | $A_{S,F}, A_{r,F}$ (dB) | $A_{m,F}$ (dB) |
|------------------------------------|-------------------------|----------------|
| 125 | $G a'(z) - 1.5$ | $q(1-G)(-3)$ |
| 250 | $G b'(z) - 1.5$ | |
| 500 | $G c'(z) - 1.5$ | |
| 1000 | $G d'(z) - 1.5$ | |
| 2000 | $(1-G)(-1.5)$ | |
| 4000 | $(1-G)(-1.5)$ | |

Πίνακας 14. Σχέσεις υπολογισμού της επίδρασης του εδάφους σε ευνοϊκές συνθήκες

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 166)

$$a'(z) = 1,5 + 3e^{-0,12(z-5)^2}(1-e^{-dp/50}) + 5,7e^{-0,09z^2}(1-e^{-2,8 \cdot 10^{(-b)} dp^2}) \quad (26)$$

$$b'(z) = 1,5 + 8,6e^{-0,09z^2}(1-e^{-dp/50}) \quad (27)$$

$$c'(z) = 1,5 + 14e^{-0,46z^2}(1-e^{-dp/50}) \quad (28)$$

$$d'(z) = 1,5 + 5e^{-0,9z^2}(1-e^{-dp/50}) \quad (29)$$

Για τον υπολογισμό του q ισχύει:

$$q=0 \text{ εάν } dp \leq 30(zs+zr) \quad (30)$$

$$q=1-30(zs+zr)/dp \text{ εάν } dp > 30(zs+zr) \quad (31)$$

Σε ομοιογενείς συνθήκες:

Για τον υπολογισμό της εξασθένησης του ήχου λόγω της επίδρασης του εδάφους σε ομοιογενείς ατμοσφαιρικές συνθήκες, δεν υπάρχει διαχωρισμός της διαδρομής διάδοσης του ήχου. Στην προκειμένη περίπτωση υπάρχει ένας συντελεστής εδάφους G_{trajet} , που αναφέρεται σε όλη τη διαδρομή του. Διακρίνονται δύο περιπτώσεις, εάν $G=0$ ή $G \neq 0$.

➤ **$G \neq 0$:**

Η επίδραση του εδάφους στην διάδοση του ήχου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$A_{sol,H} = -10 \left[4 \frac{k^2}{d_p^2} \left(z_s^2 - \sqrt{\frac{2c_f z_s}{k} + \frac{c_f}{k}} \right) \left(z_r^2 - \sqrt{\frac{2c_f z_r}{k} + \frac{c_f}{k}} \right) \right] \geq -3(1 - G'_{trajet}) \quad (32)$$

Όπου,

$$k = \frac{2\pi f_s}{c} \quad (33)$$

$$c_f = d_p \frac{1 + 3\omega d_p (e^{\sqrt{\omega d_p}})}{1 + \omega d_p} \quad (34)$$

$$W = \frac{0,0185 f^{2,5} G_{trajet}^{2,6}}{(f^{1,5} G_{trajet}^{2,6} + 1,3 \cdot 10^3 f^{0,75} G_{trajet}^{1,3} + 1,16 \cdot 10^6)} \quad (35)$$

Η f ορίζεται ως η ακριβής συχνότητα της οκτάβας υπολογισμού σε Hertz (125,250,500,1000,2000,4000 Hz), και c η ταχύτητα του ήχου στον αέρα που ισούται με 340 m/sec. Στην περίπτωση που το $A_{sol,H}$ είναι μικρότερο του $-3(1 - G'_{trajet})$, τότε παίρνουμε $A_{sol,H} = -3(1 - G'_{trajet})$

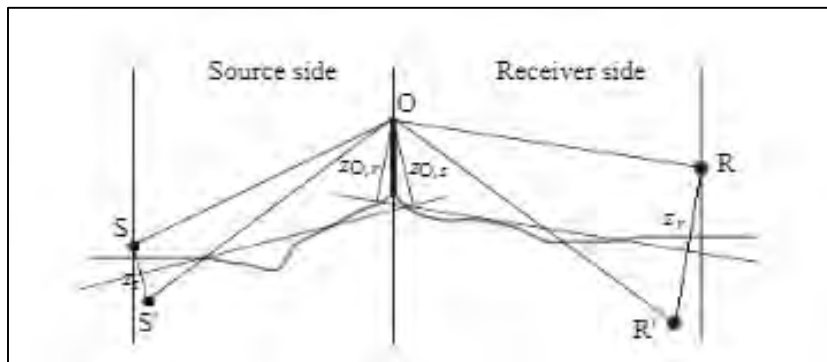
➤ **$G=0$**

Η επίδραση του εδάφους στην περίπτωση που $G'_{trajet} = 0$,

$$A_{sol,H} = -3\text{dB}$$

6.2.4. ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ

Όταν εμφανίζεται ένα εμπόδιο κατά την διάδοση του ηχητικού κύματος, ο θόρυβος εξασθενεί τόσο λόγω της επίδρασης του εδάφους όσο και λόγω της περίθλασης στο εν λόγω εμπόδιο (π.χ. ηχοπέτασμα). Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η διαδρομή την οποία ακολουθεί ο ήχος, και προσδιορίζονται οι παράγοντες οι οποίοι τον επηρεάζουν. Συγκεκριμένα υπολογίζονται η επίδραση του εδάφους στην πλευρά της πηγής, η επίδραση στην πλευρά του δέκτη, και οι περιθλάσεις ανάμεσα στην πηγή και τον δέκτη, στην εικονική πηγή S' και στον δέκτη R , καθώς επίσης και στην πηγή S' και στον δέκτη R' .



Σχήμα 2. Απεικόνιση εξασθένησης ήχου λόγω περίθλασης

Πηγή: (*NMPB-Routes-2008: The Revision of the French Method for Road Traffic Noise Prediction, Guillaume Dutilleux, Jérôme Defrance, David Ecotière, Benoit Gauvreau, Michel Bérengier, Francis Besnard*)

Στην περίπτωση της καθαρής περίθλασης, όπου δεν επιδρά το έδαφος στην αλλοίωση του ήχου, η εξασθένισή του δίνεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\text{Αν } (40/\lambda)C''\delta \geq -2 \text{ τότε } \Delta_{dif} = 10 \log\left(3 + \left(\frac{40}{\lambda}\right)C''\delta\right) \quad (36)$$

$$\text{Αν } (40/\lambda)C''\delta < -2 \text{ τότε } \Delta_{dif} = 0dB \quad (37)$$

Όπου,

λ : Το μήκος κύματος στην κεντρική ονομαστική συχνότητα.

δ : Η μεταβολή του βήματος.

C'' : Ο συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τις πολλαπλές περιθλάσεις.

Ορίζεται ότι όταν:

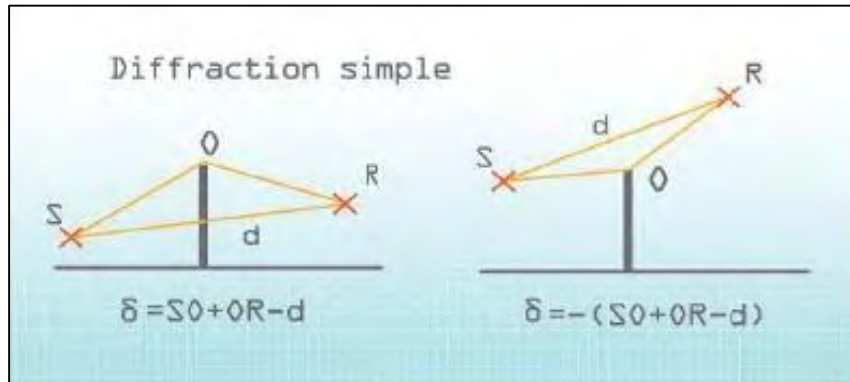
- $\Delta_{dif} < 0$, λαμβάνεται η τιμή $\Delta_{dif} = 0dB$
- $\Delta_{dif} > 25$, λαμβάνεται η τιμή $\Delta_{dif} = 25dB$

Υπολογισμός μεταβολής βήματος

Κατά την διαδικασία υπολογισμού της μεταβολής του βήματος δ ανάμεσα στη διαδρομή με περίθλαση και στην άμεση διαδρομή, ορίζεται η οριζόντια απόσταση μεταξύ της πηγής και του δέκτη και τα σημεία της περίθλασης για τις δύο περιπτώσεις ατμοσφαιρικών συνθηκών.

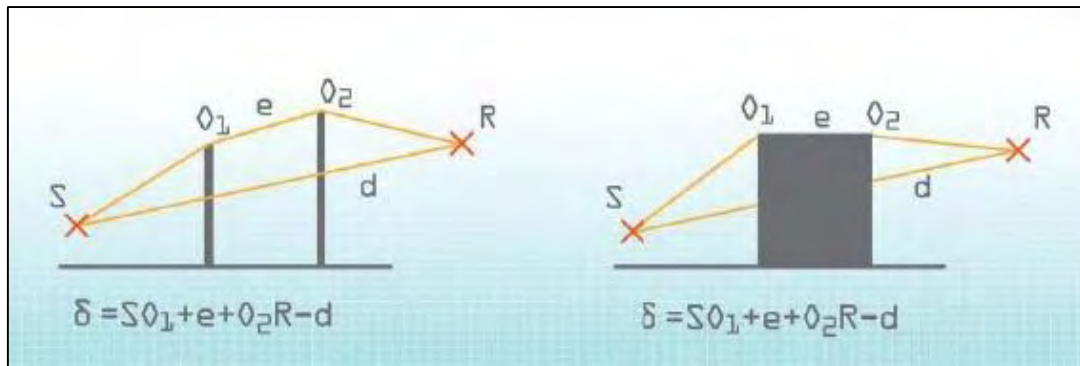
Σε ομοιογενείς συνθήκες

Στην περίπτωση αυτή η πηγή και ο δέκτης υπάρχει περίπτωση να μην έχουν οπτική επαφή μεταξύ τους. Οι σχέσεις προσδιορισμού του βήματος στην απλή και την πολλαπλή περίθλαση αντίστοιχα δίνονται από τα παρακάτω σχήματα.



Σχήμα 3. Απλή περίθλαση σε ομοιογενείς συνθήκες

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 169)

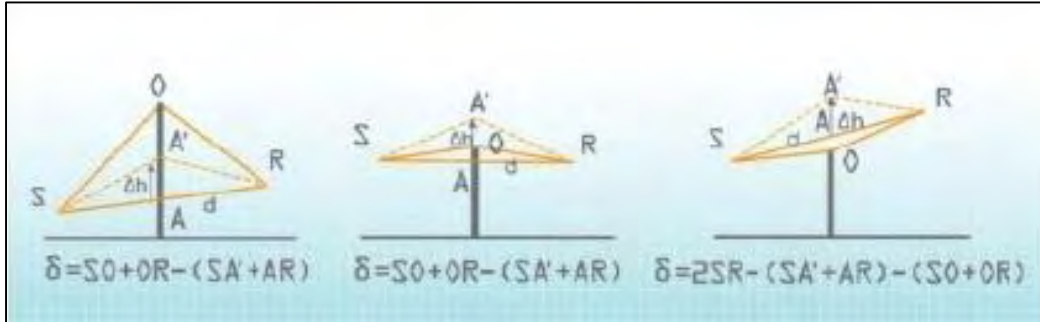


Σχήμα 4. Πολλαπλή περίθλαση σε ομοιογενείς συνθήκες

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 169)

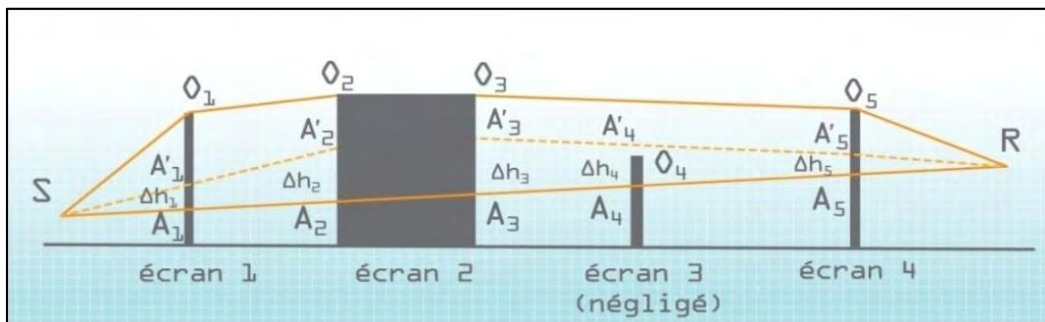
Σε ευνοϊκές συνθήκες:

Στις συγκεκριμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες το σημείο A μετακινείται κατά μια απόσταση Δh προς τα πάνω έτσι ώστε η πηγή και ο δέκτης να είναι άμεσα ορατά μεταξύ τους. Στα ακόλουθα σχήματα αναφέρονται οι σχέσεις υπολογισμού της μεταβολής του βήματος σε απλές και πολλαπλές περιθλάσεις.



Σχήμα 5. Απλή περίθλαση σε ευνοϊκές συνθήκες

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 169)



Σχήμα 6. Πολλαπλή περίθλαση σε ευνοϊκές συνθήκες

Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής, σελ. 169)

Όπου,

$$\delta = SO_1 + O_1O_2 + O_2O_3 + O_3O_5 + O_5R - (SA'_1 + SA'_2 + A'_2A'_3 + A'_3A'_5 + A'_5R) \quad (38)$$

$$\Delta h = \frac{d_1 d_2}{2\gamma} \quad (39)$$

$$\gamma = 8d \quad (40)$$

Όπου,

γ: Η ακτίνα της καμπύλης της ακουστικής διαδρομής ($\geq 1000\text{m}$), στην περίπτωση που $\gamma \leq 1000\text{m}$, λαμβάνεται η τιμή 1000m .

d: Η απευθείας απόσταση διάδοσης του ήχου.

Υπολογισμός της εξασθένησης του ήχου λόγω περίθλασης

Η εξασθένηση του ήχου κατά την διαδικασία διάδοσής του αποτελεί την αλληλεπίδραση ανάμεσα στο θόρυβο που ανακλάται στο έδαφος και στο θόρυβο που ενισχύεται με την περίθλαση. Ο συμβολισμός του είναι A^{dif} , και λαμβάνει υπόψη την επίδραση του εδάφους από την μεριά του δέκτη αλλά και από την πλευρά της πηγής. Η σχέση η οποία ορίζει την εξασθένηση λόγω περίθλασης είναι η εξής:

$$A_{dif} = \Delta_{dif(S,R)} + \Delta_{sol(S,O)} + \Delta_{sol(O,R)} \quad (41)$$

Όπου,

$\Delta_{dif(S,R)}$: Η εξασθένηση λόγω περίθλασης ανάμεσα στην πηγή S και τον δέκτη R.

$\Delta_{sol(S,O)}$: Η εξασθένηση λόγω της επίδρασης του εδάφους στην πλευρά της πηγής, ενισχυμένη από την περίθλαση στην πλευρά της πηγής.

$\Delta_{sol(O,R)}$: Η εξασθένηση λόγω της επίδρασης του εδάφους στην πλευρά του δέκτη, ενισχυμένη από την περίθλαση στην πλευρά του δέκτη.

Η εξασθένηση του ήχου λόγω της επίδρασης του εδάφους και στη συμβολή της περίθλασης στην πλευρά της πηγής δίνεται από τον τύπο:

$$\Delta_{sol(S,O)} = -20 \log(1 + (10^{(-A_{sol(S,O)}/20} - 1)10^{-(\Delta_{dif(S,R)} - \Delta_{dif(S,R)})/20}) \quad (42)$$

Όπου,

$A^{sol(S,O)}$: Η εξασθένηση του θορύβου λόγω της επίδρασης του εδάφους ανάμεσα στην πηγή S και το σημείο περίθλασης O.

$\Delta_{dif(S,R)}$: Η εξασθένηση λόγω της περίθλασης ανάμεσα στην πηγή S και στο R.

Η εξασθένηση του ήχου λόγω της επίδρασης του εδάφους και της συμβολής της περίθλασης στην πλευρά του δέκτη δίνεται από τον τύπο:

$$\Delta_{sol(O,R)} = -20 \log(1 + (10^{\frac{-A_{sol(O,R)}}{20}} - 1)10^{-(\Delta_{dif(S,R')} - \Delta_{dif(S,R)})/20}) \quad (43)$$

Όπου,

$A^{sol(O,R)}$: Η εξασθένηση του ήχου λόγω της επίδρασης του εδάφους ανάμεσα στο σημείο περίθλασης O, και στον δέκτη R.

$\Delta_{dif(S,R')}$: Η εξασθένηση λόγω περίθλασης ανάμεσα στην πηγή S και τον εικονικό δέκτη R.

$\Delta_{dif(S,R)}$: Η εξασθένηση λόγω της περίθλασης ανάμεσα στην πηγή S και τον δέκτη R.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

7.1. ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σύμφωνα με την Οδηγία 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» προβλέπεται η εκπόνηση Χαρτών Θορύβου και η κατάστρωση Σχεδίων Δράσης Καταπολέμησης Θορύβου για τους μεγάλους άξονες.

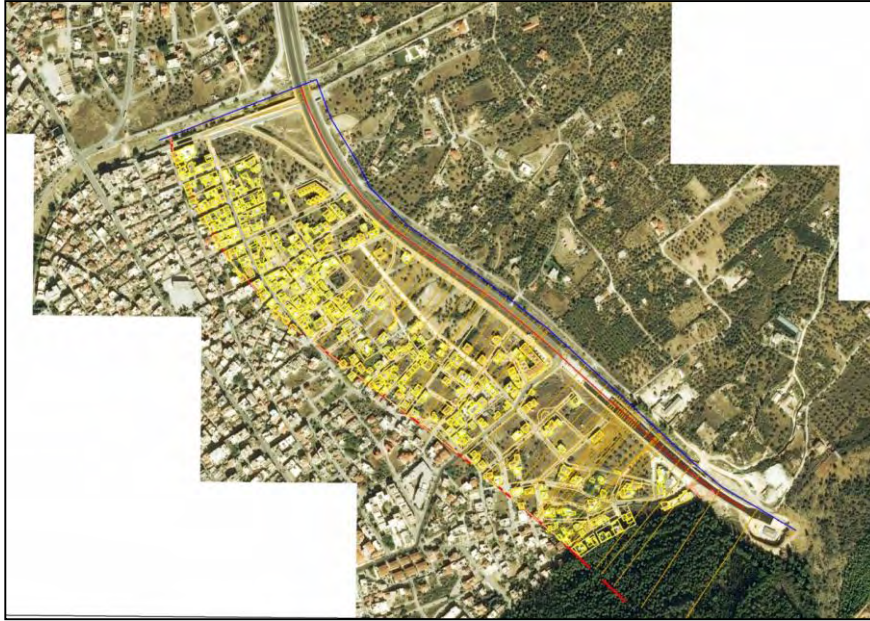
Αρχικό βήμα αποτελεί η δημιουργία ενός τρισδιάστατου αναλυτικού ψηφιακού μοντέλου DTM (Digital Terrain Model) για κάθε τμήμα του οδικού δικτύου και η εφαρμογή αναλυτικών κυκλοφοριακών, γεωμετρικών, πολεοδομικών και πληθυσμιακών στοιχείων στο μοντέλο, έτσι ώστε με την βοήθεια ειδικού λογισμικού και δικτύου υπολογιστών να 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 και η επίπτωση στον πληθυσμό και τις χρήσεις γης. Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (G.I.S.), με ελάχιστη γεωγραφική ενότητα το επίπεδο του κτιρίου.

Η περιοχή μελέτης αφορά τον οδικό άξονα του Περιφερειακού Βόλου στα τμήματα Γορίτσας και Φυτόκου με μήκος οδού περίπου 2χλμ. και πλάτους 250μ. εκατέρωθεν της οδού και στα δυο τμήματα.



Εικόνα 28. Περιοχή μελέτης Φυτόκου

Πηγή: (<https://www.google.gr/maps?source=tldsi&hl=el>)



Εικόνα 29. Περιοχή μελέτης Γορίτσα

Πηγή: (<https://www.google.gr/maps?source=tldsi&hl=el>)

Αναλυτικά, τα θεματικά επίπεδα που έχουν εισαχθεί στη γεωγραφική βάση δεδομένων είναι τα εξής:

- **Οικοδομικά τετράγωνα:** Για την εισαγωγή των στοιχείων των οικοδομικών τετραγώνων χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες (Google Maps) και πραγματοποιήθηκε επιτόπια συλλογή πληροφοριών για τυχόν αλλαγές των ορίων των Ο.Τ. , ύψος κτιρίων, ευαίσθητοι δέκτες. Στη συνέχεια ολοκληρώθηκε η διαδικασία μετατροπής των αναλογικών χαρτών σε ψηφιακά αρχεία και η μετατροπή της περιεχόμενης πληροφορίας σε αρχείο γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (shape file).
- **Κτίρια:** Η διαδικασία εισαγωγής των κτιρίων σε ψηφιακό γεωγραφικό υπόβαθρο ακολούθησε αυτή των οικοδομικών τετραγώνων.
- **Οδικός Άξονας:** Η διαδικασία εισαγωγής του Οδικού Άξονα στο ψηφιακό γεωγραφικό υπόβαθρο πραγματοποιήθηκε με τα ψηφιακά αρχεία των οριζοντιογραφιών των αντίστοιχων μελετών οδοποιίας.
- **Άμεσα επηρεαζόμενες από το θόρυβο («ευαίσθητες») περιοχές μελέτης:** Οι «ευαίσθητες» περιοχές (εκπαίδευση, εκκλησίες, κέντρα υγείας κ.λπ.) καταγράφηκαν στους απογραφικούς χάρτες μέσα από την επιτόπια έρευνα και αυτοψία.
- **Κυκλοφοριακά Δεδομένα:** Τα κυκλοφοριακά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στηρίζονται σε επιτόπια έρευνα.

7.2. ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ CADNAΑ

Οι ψηφιακοί χάρτες θορύβου αναπτύχθηκαν μέσω του ειδικού λογισμικού «CadnaA» το οποίο έχει τη δυνατότητα πρόβλεψης του περιβαλλοντικού κυκλοφοριακού θορύβου. Η λειτουργία του CadnaA 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 όπως για παράδειγμα το ύψος των κτιρίων, που θεωρούνται σημαντικές πληροφορίες που διαφοροποιούν τη διάδοση του θορύβου και συνακόλουθα τις επιπτώσεις του.

Εκτός της ανωτέρω ψηφιοποίησης της περιοχής μελέτης, απαραίτητη θεωρείται και η εισαγωγή των συγκοινωνιακών χαρακτηριστικών, όπως το φόρτο κυκλοφορίας, την θέση σημείων προστασίας, μετεωρολογικά δεδομένα κλπ., ώστε να γίνεται αυτόματη υπολογιστική εκτίμηση και παρουσίαση καμπύλων διάχυσης θορύβου αξιολόγησης τόσο κατά μήκος όσο και κατά πλάτος. Για την δημιουργία των Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου εφαρμόζονται χρωματισμοί που προβλέπει το ISO 1996.

Το λογισμικό CadnaA έχει τη δυνατότητα να εκτιμήσει με ακρίβεια τις όποιες πραγματικές ή προβλεπόμενες διορθώσεις στις τελικές στάθμες λόγω εμποδίων, ηχοπετασμάτων κλπ. υπολογίζοντας και τις παντός είδους ανακλάσεις των ηχητικών κυμάτων επί των γύρω κτιρίων και εφαρμόζει την Γαλλική μεθοδολογία «NMPB-ROUTES-96». Η εφαρμογή του ειδικού λογισμικού είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατόν να δοκιμάζονται διαφορετικές πολιτικές 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 υπόψιν 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.

Ο υπολογισμός των χαρτών θορύβου απαιτεί ένα μοντέλο πηγής θορύβου για τα οχήματα, ένα μοντέλο κυκλοφοριακού δικτύου και ένα μοντέλο διάδοσης ήχου. Τα πλέον επικαιροποιημένα κυκλοφοριακά δεδομένα, εισάγονται στο μοντέλο πηγής θορύβου, το οποίο πρέπει στη συνέχεια να παρέχει τα μέσα ετήσια επίπεδα εκπομπής θορύβου για κάθε περίοδο (ημέρα, βράδυ και νύκτα). Ο κύριος σκοπός είναι να προσδιορισθούν οι ανάγκες που υπάρχουν σε δεδομένα για τον υπολογισμό της εκπομπής οδικού θορύβου, δηλαδή ποιες παράμετροι εισάγονται στο μοντέλο πηγής θορύβου και ποιες τελικά πρέπει να είναι οι παράμετροι παραγωγής του μοντέλου κυκλοφοριακής ροής.

Η ακρίβεια και η αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων ενισχύονται εάν συμπεριληφθούν η κατανομή των ταχυτήτων των οχημάτων και οι τιμές επιτάχυνσης. Σε περιπτώσεις που έχουμε χαμηλές ταχύτητες και υψηλές τιμές επιτάχυνσης απαιτούνται πιο αναλυτικές πληροφορίες. Συνακόλουθα, σε περίπτωση συνθηκών αυτοκινητοδρόμου, η χρήση μόνο της κυκλοφοριακής έντασης και της μέσης ταχύτητας, οδηγεί σε ένα μικρό λάθος, το οποίο μπορεί να βελτιωθεί από το συνυπολογισμό μιας κατανομής ταχύτητας. Για την περίπτωση αστικού οδικού τμήματος με ταχύτητα 50 km/h, ο συνυπολογισμός μιας κατανομής των τιμών επιτάχυνσης είναι απαραίτητος για ένα αποδεκτά ακριβές αποτέλεσμα. Για τη διαμόρφωση μιας οδικής διασταύρωσης, παραμελώντας συνολικά την επιτάχυνση, προκαλείται ένα μεγάλο λάθος· η χρήση στοιχείων μεμονωμένων οχημάτων είναι απαραίτητη για να αξιολογηθεί το γενικό επίπεδο θορύβου με ένα αποδεκτό λάθος. Καθώς οι διασταυρώσεις δεν διαμορφώνονται πάντα χωριστά στα κυκλοφοριακά μοντέλα, οι παράγοντες διορθώσεων μπορεί να πρέπει να παραχθούν για διαφορετικούς τύπους διατομών.

Το μοντέλο θορύβου είναι λιγότερο ευαίσθητο στις παραλλαγές της συνολικής έντασης των οχημάτων απ' ό τι στο ποσοστό των βαρέων μηχανοκίνητων οχημάτων και της μέσης κυκλοφορίας. Καταλήγοντας, η συνολική ακρίβεια του τελικού μοντέλου θορύβου κυκλοφορίας, εξαρτάται από την ακρίβεια του μοντέλου πηγής θορύβου, του μοντέλου κυκλοφοριακής ροής και του μοντέλου διάδοσης.



Εικόνα 30. Μοντέλο προσομοίωσης CADNAA

Πηγή:(<http://www.enqco.gr/eksoplismos.html>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ

8.1. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 211773/2012, για την μακροχρόνια περιβαλλοντική παρακολούθηση της διακύμανσης των δεικτών για τον οδικό θόρυβο 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:

- Την χωροθέτηση και τις κατάλληλες τεχνικές προδιαγραφές μόνιμου (ή μόνιμων) σταθμού (ή σταθμών) παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου εφόσον απαιτείται από τους περιβαλλοντικούς όρους.
- Το αναλυτικό πρόγραμμα 24ωρον ακουστικών καταγραφών ωριαίας ανάλυσης σε ετήσια βάση που τυχόν προταθεί, και θα καλύπτει την καταγραφή του περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου, σε ύψος $4,0 \pm 0,2\text{m}$ (3,8-4,2m) πάνω από το έδαφος και σε απόσταση 2μ από την εκτεθειμένη πρόσοψη του υπό προστασία δέκτη.

Όπως έχει αναφερθεί αναλυτικά, η εκάστοτε μελέτη περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου, θα πρέπει να είναι συμβατή με τα παρακάτω:

- Δείκτες και ανάλυση μετρήσεων
- Χρονική περίοδος καταγραφής
- Θέσεις μέτρησης
- Όργανα μέτρησης
- Στάθμιση χρόνου
- Βαθμονόμηση οργάνων
- Στοιχεία μετρήσεων
- Συνθήκες μέτρησης

8.2. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΟ ΒΟΛΟΥ ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ 2017

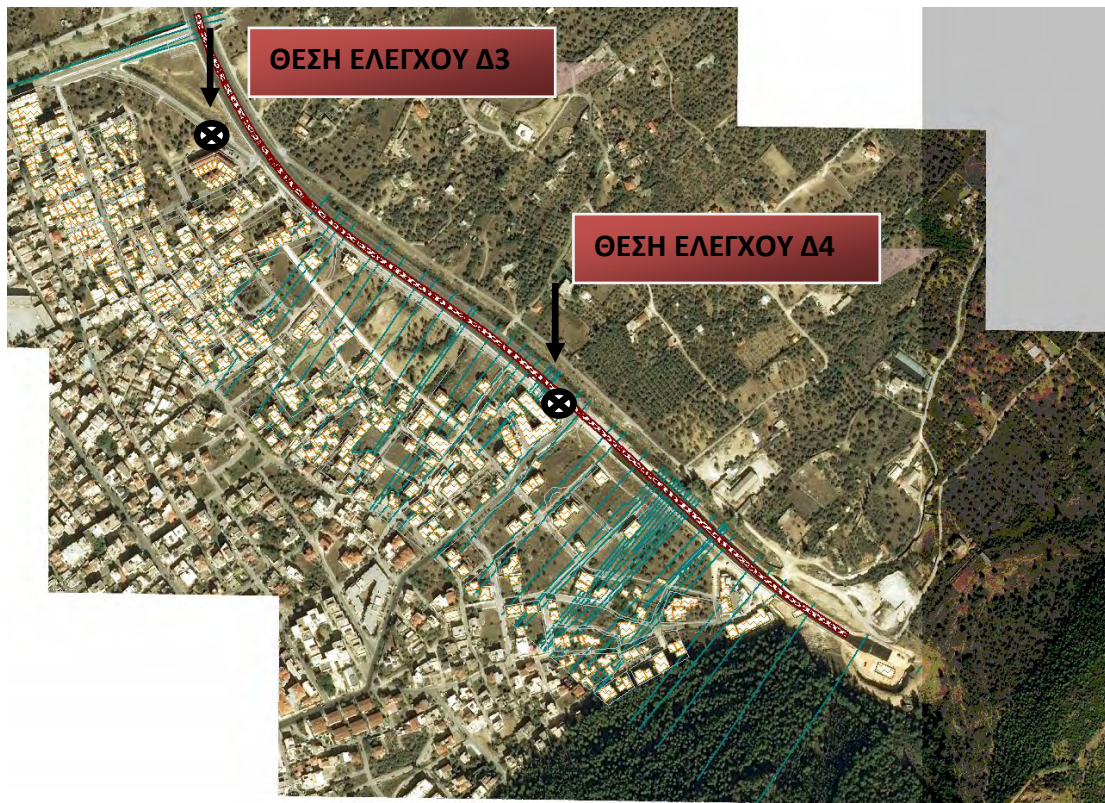
Τον Μάρτιο 2017 εκπονήθηκε Πρόγραμμα Παρακολούθησης του Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου στον Περιφερειακό Βόλου. Στόχος ήταν η συλλογή των απαραίτητων ακουστικών παραμέτρων που απαιτούνται για την σωστή ανάλυση και ορθό σχεδιασμό αποσκοπώντας στην διόρθωση τυχών δυσμενών επιπτώσεων του θορύβου στην εξεταζόμενη περιοχή. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού εγκαταστάθηκαν σταθμοί παρακολούθησης των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου $L_{10}(18h)$, L_{eq} , L_{den} και L_{night} σε επιλεγμένα αντιπροσωπευτικά σημεία του Περιφερειακού Βόλου.

8.2.1. ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

Οι σταθμοί παρακολούθησης εγκαταστάθηκαν σε τέσσερα σημεία, δυο σταθμοί (Δ1, Δ2) στην περιοχή Φυτόκου και δυο σταθμοί (Δ3, Δ4) στην περιοχή Γορίτσας όπως φαίνεται και στους παρακάτω χάρτες.



Εικόνα 31. Θέσεις ελέγχου στην περιοχή Φυτόκου



Εικόνα 32. Θέσεις ελέγχου στην περιοχή Γορίτσας

8.2.2. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

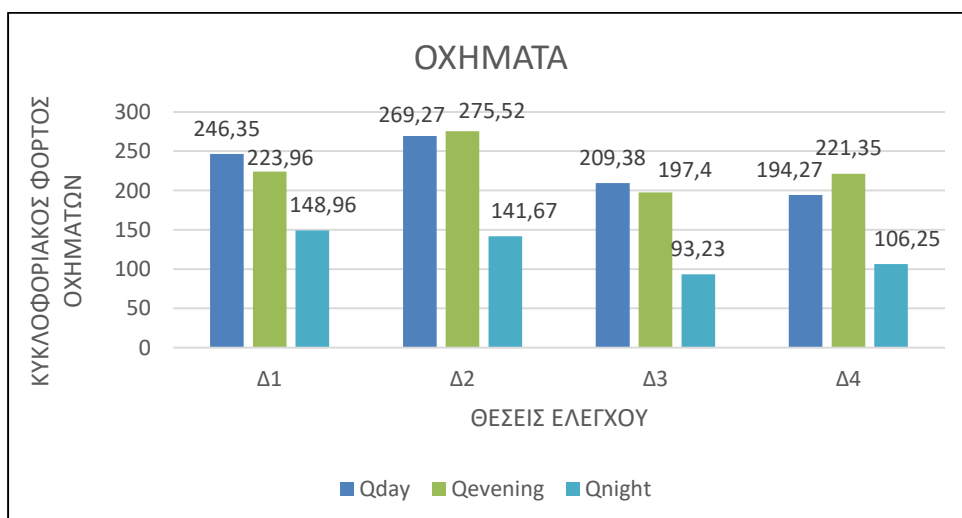
Κατά την διαδικασία υπολογισμού του κυκλοφοριακού φόρτου σε κάθε σημείο ελέγχου, πραγματοποιήθηκαν ενδεικτικές δίωρες μετρήσεις σε κάθε μια από τις τρεις χρονικές περιόδους αξιολόγησης που ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ. Κατά την διάρκεια της ημέρας (07:00-19:00), πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις από τις 10:00 έως τις 12:00, για το απόγευμα (19:00-23:00) έγιναν μετρήσεις από τις 19:00 έως τις 21:00, και για τη νύκτα (23:00-07:00) πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις από τις 05:00 έως τις 07:00.

Λόγω της ανάγκης δημιουργίας λεπτομερέστερων αποτελεσμάτων και αποσκοπώντας σε ακριβή καταμέτρηση των ελαφρών και των βαρέων οχημάτων έγινε ο διαχωρισμός της περιόδου μελέτης σε 15 λεπτά, και μετρήθηκαν ξεχωριστά τα οχήματα στις δύο κατευθύνσεις της οδού. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο συνολικός αριθμός των οχημάτων και το ποσοστό των βαρέων οχημάτων που διέρχονται από τα εκάστοτε σημεία.

Επειδή δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία κυκλοφοριακού φόρτου για ολόκληρη τη διάρκεια της ημέρας, και λόγω του ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ώρες αιχμής, υπολογίζεται ο φόρτος διαιρώντας τα Q_{day} , $Q_{evening}$ και Q_{night} του κάθε σημείου ελέγχου με το 8% και στην συνέχεια η τιμή αυτή διαιρείται με το 24 έτσι ώστε να γίνει η αναγωγή στην ώρα. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι φόρτοι (Q_{day} , $Q_{evening}$ και Q_{night}), και για τα τέσσερα σημεία ελέγχου.

| | ΟΧΗΜΑΤΑ | | | ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΑΡΕΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ | | |
|----------------|-----------|---------------|-------------|-------------------------|---------------|-------------|
| | Q_{day} | $Q_{evening}$ | Q_{night} | Q_{day} | $Q_{evening}$ | Q_{night} |
| ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ 1 | 246,35 | 223,96 | 148,96 | 3,42 | 1,09 | 3,82 |
| ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ 2 | 269,27 | 275,52 | 141,67 | 3,68 | 1,04 | 3,16 |
| ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ 3 | 209,38 | 197,4 | 93,23 | 5,13 | 1,65 | 2,91 |
| ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ 4 | 194,27 | 221,35 | 106,25 | 5,1 | 1,66 | 1,92 |

Πίνακας 15. Κατανομή φόρτου οχημάτων ανά θέση ελέγχου



Γράφημα 2. Διακύμανση φόρτου οχημάτων στις θέσεις ελέγχου

8.3. ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

8.3.1. ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Η διαδικασία καταγραφής του περιβαλλοντικού οδικού κυκλοφοριακού θορύβου απαιτεί την χρήση εξειδικευμένων οργάνων, κατάλληλα διαμορφωμένων έτσι ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας. Είναι απαραίτητη η ύπαρξη στατιστικών αναλυτών θορύβου και η διάταξη μικροφώνου παντός καιρού. Ο εξοπλισμός ο οποίος χρησιμοποιήθηκε στις περιοχές μελέτης Φυτόκου και Γορίτσας αναφέρεται παρακάτω:

Ολοκληρωτικά ηχόμετρα SOLO

Διαθέτουν επεξεργαστή για την ανάλυση του περιβαλλοντικού θορύβου και των δεικτών L_{eq} , L_n , $L_{evening}$ και L_{night} , και πληρούν τις προδιαγραφές που περιέχονται στις δημοσιεύσεις 651 και 804 της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής.



Εικόνα 33. Ηχόμετρο Solo

Πηγή: (http://www.ltea.civ.uth.gr/miscdocs/exoplismos/1.Hxometro_Black_Solo.pdf)

Βαλίτσα Παντός Καιρού VES21- διάταξη παντός καιρού BAP 21

Η βαλίτσα χρησιμοποιείται μαζί με το ολοκληρωτικό ηχόμετρο SOLO, και προστατεύει τον εξοπλισμό από τις καιρικές συνθήκες και άλλες πιθανές αιτίες διακοπής των μετρήσεων. Μέσα στην βαλίτσα τοποθετείται επίσης μια μπαταρία υψηλής αποθηκευτικής ικανότητας η οποία τροφοδοτεί τον εξοπλισμό έως και 168 συνεχόμενες ώρες. Ακόμα χρησιμοποιείται φορτιστής σε περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητη μεγαλύτερη διάρκεια μέτρησης. Η διάταξη BAP 21 προσφέρει προστασία στον προενισχυτή και το μικρόφωνο από τις καιρικές συνθήκες, καθώς αποτελείται από έναν ανοξείδωτο μεταλλικό σωλήνα, μια υποστηρικτική κεφαλή και κατάλληλο ανεμοκάλυπτρο σχεδιασμένο έτσι ώστε να διώχνει τα πουλιά και να μην παρεμβαίνουν στις μετρήσεις.



Εικόνα 34. Βαλίτσα παντός καιρού VES21

Πηγή: (http://www.ltea.civ.uth.gr/miscdocs/exoplismos/6_Valista_VES21_Diataxi_BAR_21.pdf)

Αυτοκινούμενοι σταθμοί 24ωρων μετρήσεων

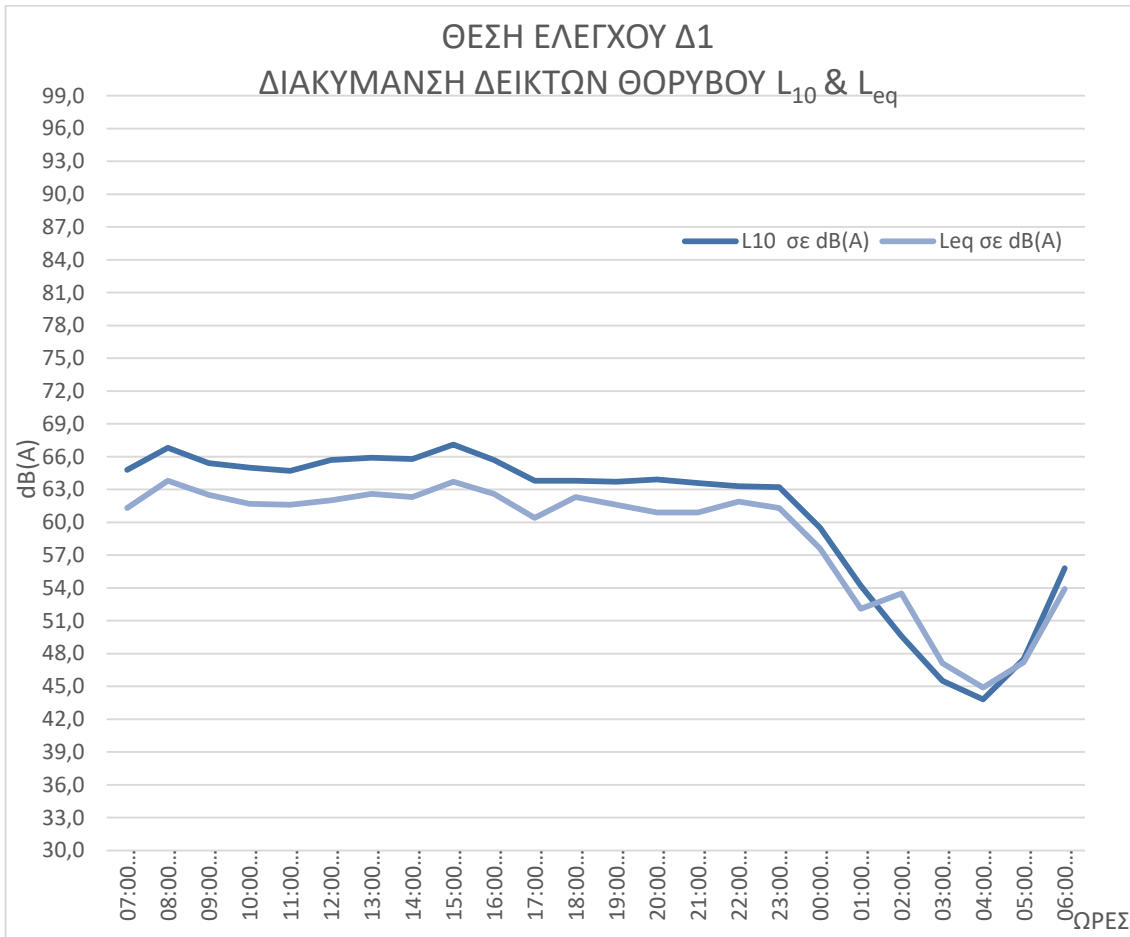
Δεδομένου ότι είναι ανέφικτο να γίνονται όλες οι απαραίτητες 24ωρες μετρήσεις από το τεχνικό προσωπικό, λόγω των μεγάλων χρονικών διαστημάτων που απαιτούνται, χρησιμοποιούνται οι αυτοκινούμενοι σταθμοί φέροντας τις ειδικές διατάξεις προστασίας παντός καιρού. Διαθέτουν ειδικούς τηλεσκοπικούς ιστούς για την ανάρτηση του μικροφώνου και της διάταξης προστασίας.



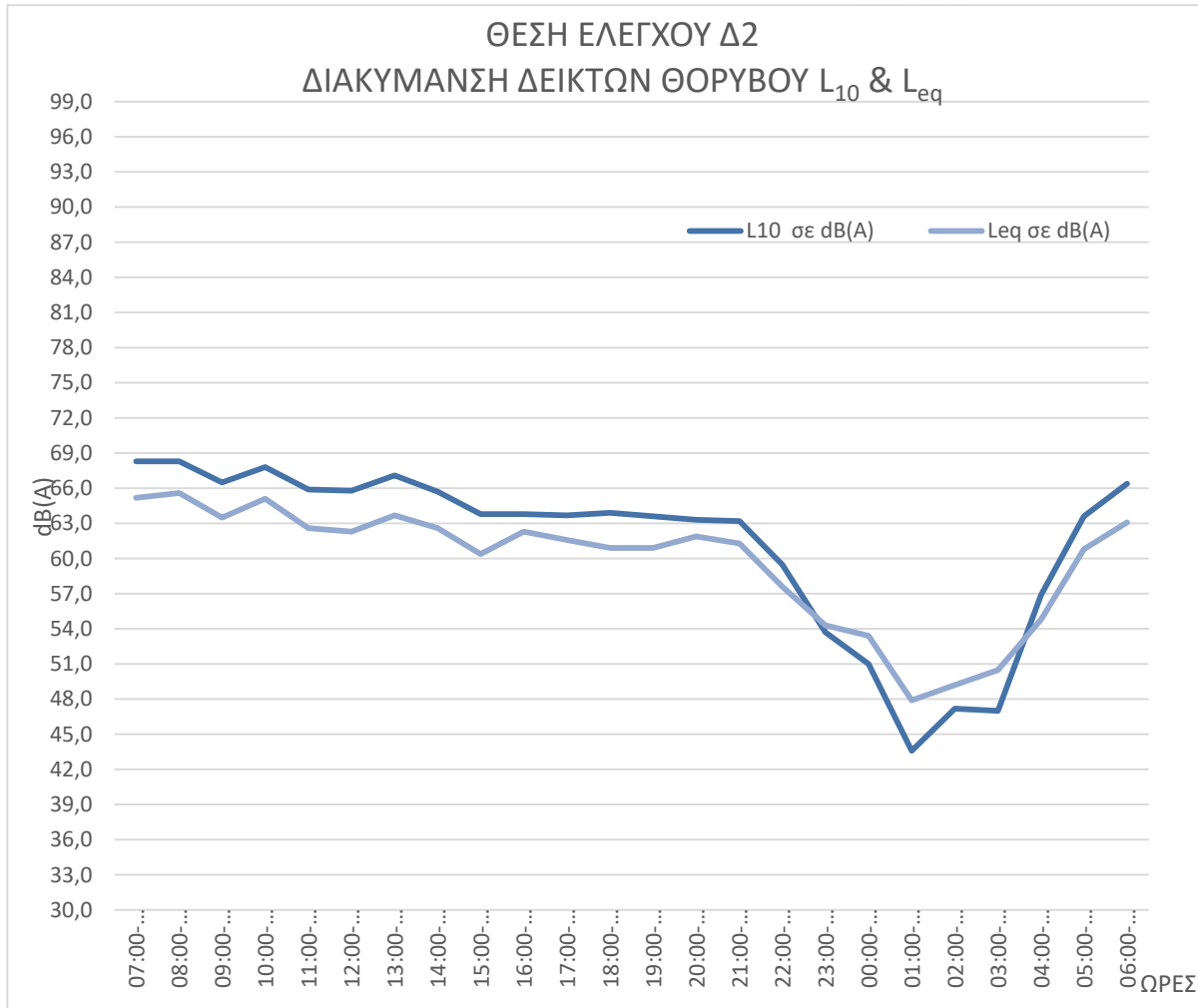
Εικόνα 35. Αυτοκινούμενος σταθμός 24ωρων μετρήσεων

8.3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 24-ΩΡΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

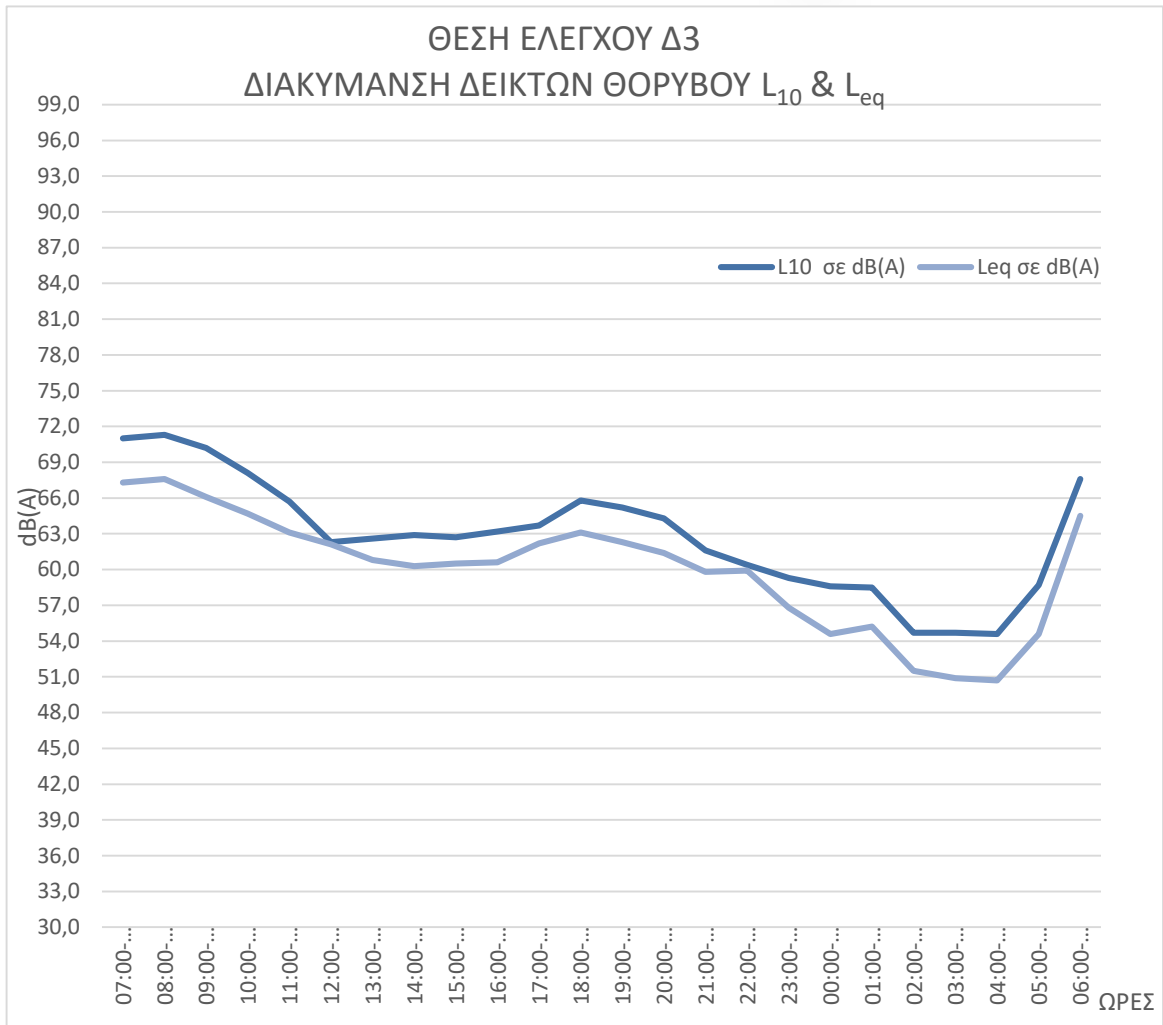
Με την χρήση του αυτόνομου κινητού σταθμού πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις του περιβαλλοντικού οδικού θορύβου σε καθεμία από τις προαναφερθείσες θέσεις ελέγχου. Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζεται η διακύμανση των δεικτών L_{10} και L_{eq} κατά την διάρκεια του 24ώρου.



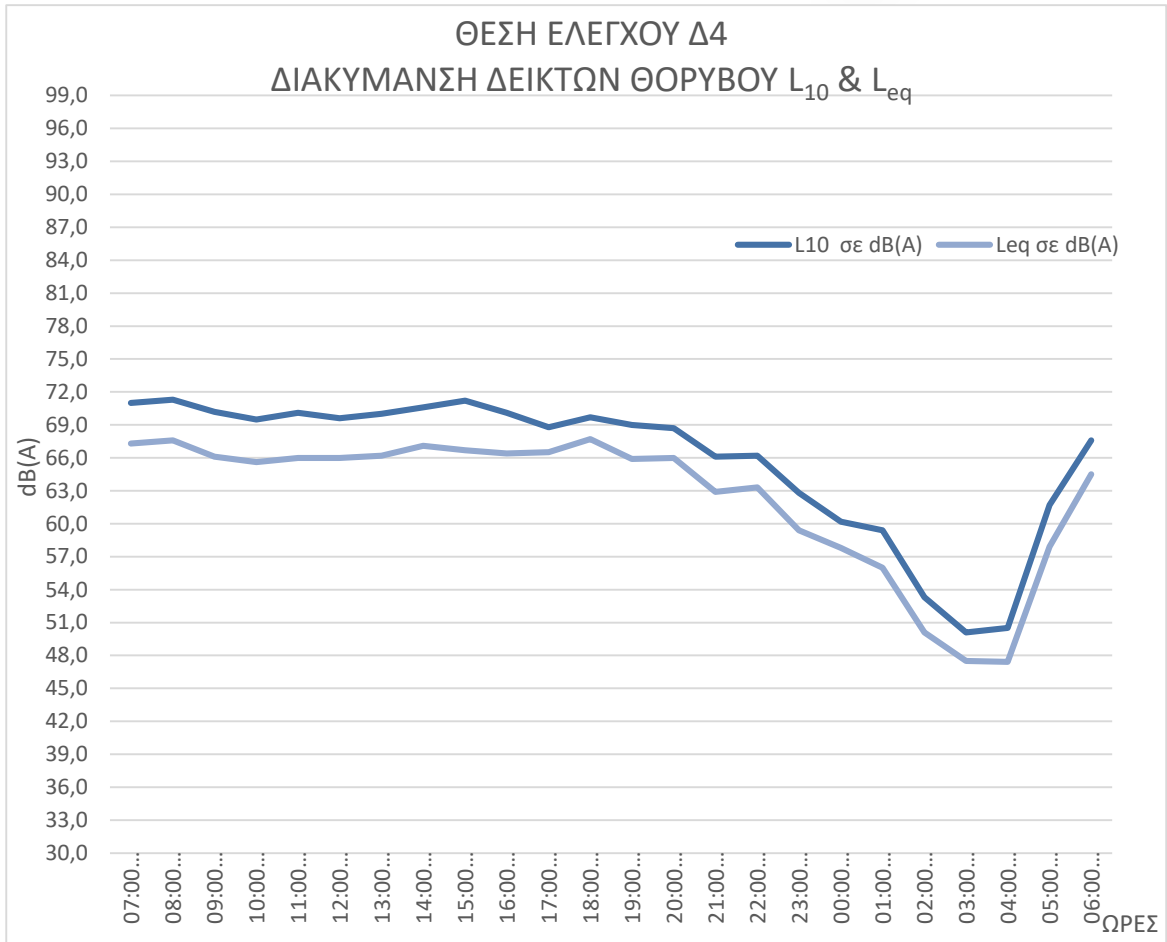
Γράφημα 3. Διακύμανση δεικτών θορύβου L_{10} & L_{eq} θέσης ελέγχου Δ1



Γράφημα 4. Διακύμανση δεικτών θορύβου L_{10} & L_{eq} θέσης ελέγχου Δ2



Γράφημα 5. Διακύμανση δεικτών θορύβου L_{10} & L_{eq} θέσης ελέγχου Δ3



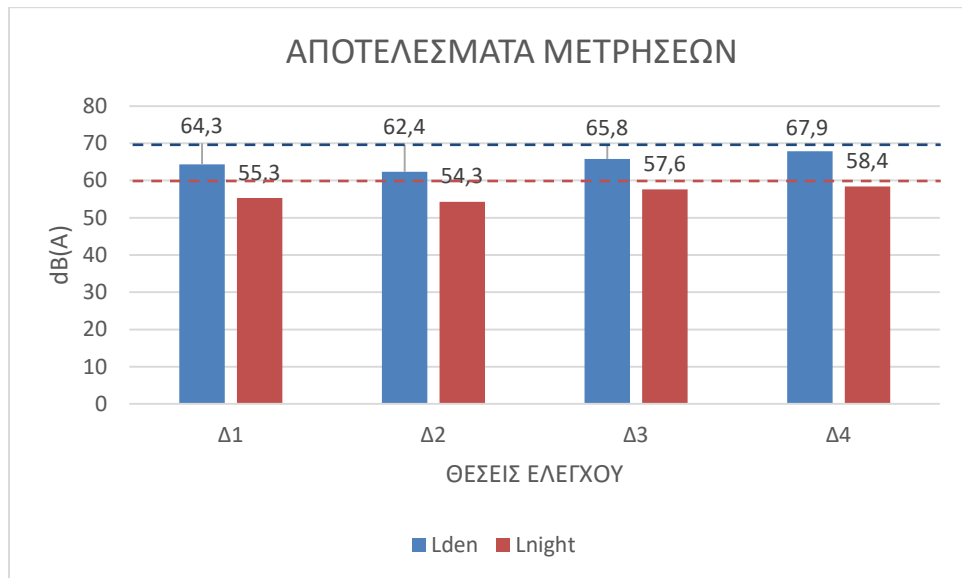
Γράφημα 6. Διακύμανση δεικτών θορύβου L_{10} & L_{eq} θέσης ελέγχου Δ4

Με τους κατάλληλους υπολογισμούς προσδιορίστηκαν οι δείκτες L_{day} , $L_{evening}$ και L_{night} , από όπου προέκυψαν ο 24ωρος δείκτης L_{den} και ο 8ωρος νυχτερινός L_{night} , έτσι ώστε να ακολουθήσει η στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου και να ελεγχθεί η πιθανή αυξημένη στάθμη θορύβου σε κάποια από τις περιοχές.

| | ΘΕΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ | ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ | |
|----------------|----------------|-----------|-------------|
| | | L_{den} | L_{night} |
| ΦΥΤΟΚΟΥ | Δ1 | 64,3 | 55,3 |
| | Δ2 | 62,4 | 54,3 |
| ΓΟΡΙΤΣΑ | Δ3 | 65,8 | 57,6 |
| | Δ4 | 67,9 | 58,4 |

Πίνακας 16. Αποτελέσματα μετρήσεων

Παρατηρήθηκε ότι στη θέση ελέγχου Δ2, στην περιοχή μελέτης του Φυτόκου ο αυτοκινούμενος σταθμός ήταν τοποθετημένος αρκετά κοντά στις οικίες, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται ηχοανακλάσεις. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος έγιναν οι κατάλληλες διορθώσεις, αφαιρώντας 3dB από τις ήδη υπολογισμένες. Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ακουστικών μετρήσεων μετά τις διορθώσεις λόγω ηχοανάκλασης.

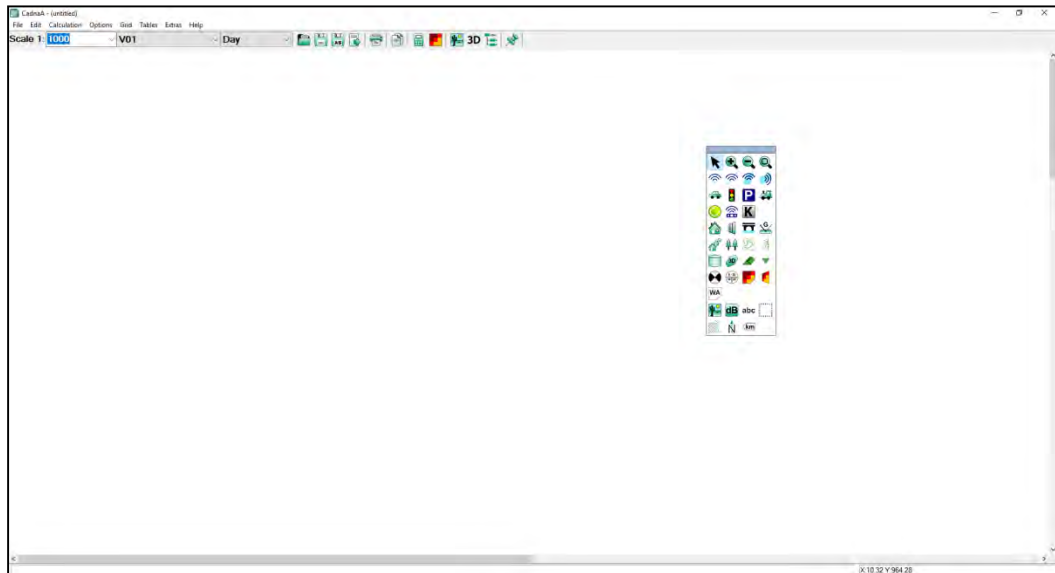


Γράφημα 7. Απεικόνιση των δεικτών L_{den} και L_{night} στις 4 επιλεγμένες θέσεις ελέγχου.

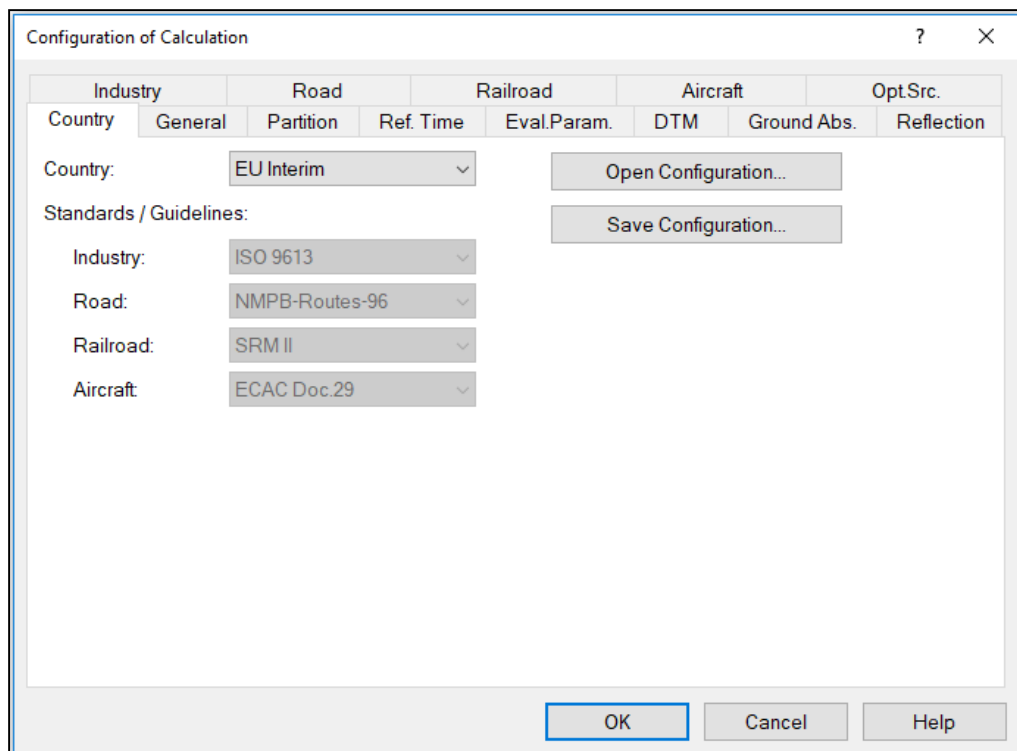
8.4. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ CADNAΑ

Για κάθε περιοχή (Φυτόκου, Γορίτσα) έγινε βαθμονόμηση στις θέσεις ελέγχου που αναφέρθηκαν παραπάνω με τη χρήση του λογισμικού CadnaA. Όπως έχει αναφερθεί ανωτέρω, το λογισμικό επιτρέπει την εισαγωγή διάφορων παραμέτρων οι οποίοι επηρεάζουν σημαντικά το αποτέλεσμα. Η σωστή επιλογή των διάφορων παραμέτρων κρίνει την σωστή βαθμονόμηση του μοντέλου.

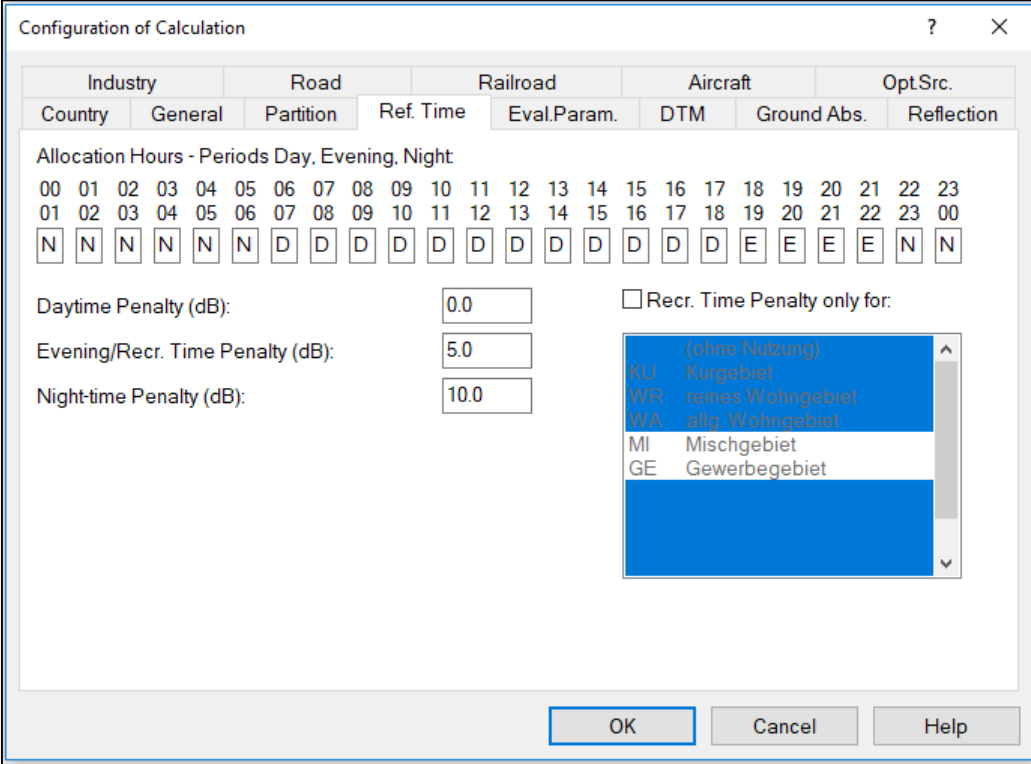
8.4.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ CADNAΑ



Εικόνα 36. Περιβάλλον μοντέλου CadnaA



Εικόνα 37. Επιλογή μεθόδου NMPB-ROUTES-96



Configuration of Calculation

| Industry | | Road | | Railroad | | Aircraft | | Opt.Src. | |
|----------|---------|-----------|-----------|-------------|-----|-------------|------------|----------|--|
| Country | General | Partition | Ref. Time | Eval.Param. | DTM | Ground Abs. | Reflection | | |

Allocation Hours - Periods Day, Evening, Night

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 00 |
| N | N | N | N | N | N | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | E | E | E | E | N | N |

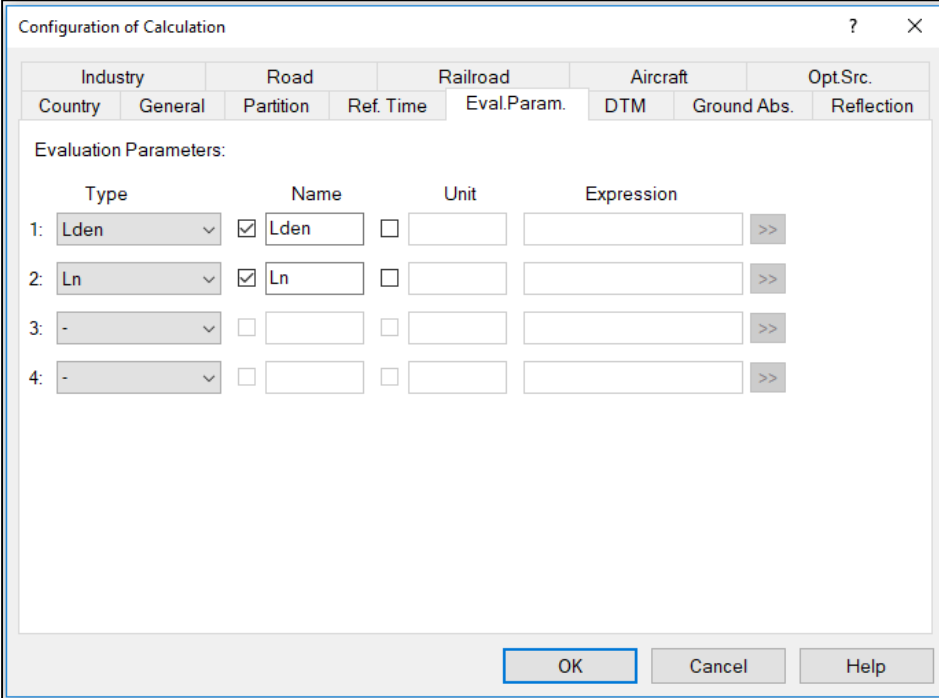
Daytime Penalty (dB): Recr. Time Penalty only for:

Evening/Recr. Time Penalty (dB):

Night-time Penalty (dB):

(ohne Nutzung)
 KU Kurgebiet
 WR reines Wohngebiet
 WA allg. Wohngebiet
 MI Mischgebiet
 GE Gewerbegebiet

Εικόνα 38. Εισαγωγή επιβαρύνσεων



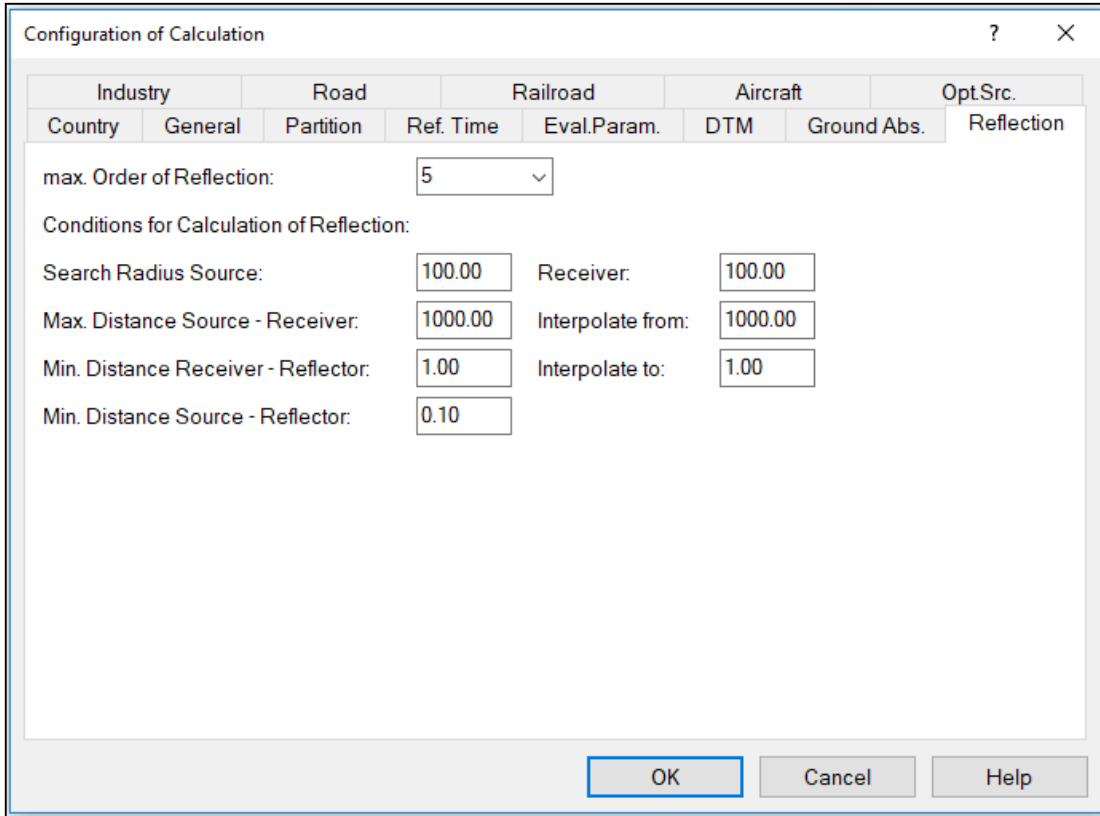
Configuration of Calculation

| Industry | | Road | | Railroad | | Aircraft | | Opt.Src. | |
|----------|---------|-----------|-----------|-------------|-----|-------------|------------|----------|--|
| Country | General | Partition | Ref. Time | Eval.Param. | DTM | Ground Abs. | Reflection | | |

Evaluation Parameters:

| | Type | Name | Unit | Expression |
|----|------|--|--------------------------|-------------------------|
| 1: | Lden | <input checked="" type="checkbox"/> Lden | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> >> |
| 2: | Ln | <input checked="" type="checkbox"/> Ln | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> >> |
| 3: | - | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> >> |
| 4: | - | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> >> |

Εικόνα 39. Επιλογή δεικτών υπολογισμού



Configuration of Calculation

| Industry | | Road | | Railroad | | Aircraft | | Opt.Src. |
|---|---------|-----------|-----------|-------------|-------------------|-------------|------------|----------|
| Country | General | Partition | Ref. Time | Eval.Param. | DTM | Ground Abs. | Reflection | |
| max. Order of Reflection: | | | 5 | | | | | |
| Conditions for Calculation of Reflection: | | | | | | | | |
| Search Radius Source: | | | 100.00 | | Receiver: | | 100.00 | |
| Max. Distance Source - Receiver: | | | 1000.00 | | Interpolate from: | | 1000.00 | |
| Min. Distance Receiver - Reflector: | | | 1.00 | | Interpolate to: | | 1.00 | |
| Min. Distance Source - Reflector: | | | 0.10 | | | | | |

Εικόνα 40. Καθορισμός εύρους ακτίνας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ:

- Τύποι οχημάτων
 - Ελαφρά οχήματα (οχήματα με καθαρό φορτίο κάτω των 3,5 τόνων)
 - Βαρέα οχήματα (οχήματα με καθαρό φορτίο μεγαλύτερο ή ίσο των 3,5 τόνων)
- Εισαγωγή κυκλοφοριακού φόρτου
- Εισαγωγή ταχύτητας
 - Συνολικό μέσο εύρος ταχυτήτων (20-120 χιλιόμετρα/ώρα)
- Επιλογή τύπου οδοστρώματος
 - Λεία άσφαλτος
 - Πορώδες οδόστρωμα
 - Σκυρόδεμα και κυματοειδής άσφαλτος
 - Λιθόστρωτο λείας υφής
 - Λιθόστρωτο ανώμαλης υφής
- Τύπος οδικής κυκλοφορίας
 - Σταθερή συνεχής κυκλοφορία
 - Αυξομειούμενη συνεχής κυκλοφορία
 - Αυξομειούμενη επιταχυνόμενη κυκλοφορία
 - Αυξομειούμενη επιβραδυνόμενη κυκλοφορία

Route (NMPB)

Name:

ID: 3D_PERIF_VOLOS_BUFF

Speed Limit (km/h): Truck:

SCS/Dist (m):

Emission:

Counts, MDTD:

Road Type:

Exact Count Data:

Number of Vehicles/Hour Q:

D: E: N:

Percentage heavy vehicles p (%):

D: E: N:

Emission: LAw' dB(A)

D: E: N:

Day Evening Night

Speed Limit (km/h): Truck:

Auto:

Road Surface:

Traffic Flow:

Road Gradient Input (%):

Multiple Reflection:

Drefl dB(A):

Average Height (m):

Distance (m):

Buttons: OK, Cancel, Geometry..., Help

Εικόνα 41. Εισαγωγή κυκλοφοριακών παραμέτρων

ΑΠΩΛΕΙΑ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ

- Ομαλή πρόσοψη
- Δομημένη πρόσοψη
- Απορροφητικό φράγμα
- Υψηλά απορροφητικό φράγμα

Building

Name:

ID: LU_ROOFS_EΚΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

No Reflection

Reflection Loss (dB)

Absorption Coefficient Alpha

Residential Building

Residents:

acoust Transparency (%):

Buttons: OK, Cancel, Geometry..., Help

Εικόνα 42. Επιλογή κτιριακού τύπου

Επίδραση Εδάφους

- $G=0$ για ανακλαστική εδαφική επιφάνεια (οδοστρώματα, νερό, πάγος, σκυρόδεμα και όλες οι επιφάνειες με χαμηλό πορώδες)
- $G=1$ σε απορροφητική εδαφική επιφάνεια (χορτολιβαδικές εκτάσεις, εδάφη, με ξυλώδη βλάστηση, καλλιεργήσιμες εκτάσεις)
- $0 < G < 1$ στην περίπτωση εδαφών που το πορώδες τους διαφέρει κατά μήκος μιας διαδρομής.

8.4.2. ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

ΘΕΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ1 – Δ2 (ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΥΤΟΚΟΥ)

- Οι ταχύτητες που επιλέχθηκαν ήταν χαμηλές καθώς υπάρχει διασταύρωση με σηματοδότη.

| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ | | | | | |
|------------------------|----------|---------|-------|---------------|---------|-------|
| | ΟΧΗΜΑΤΑ | | | ΒΑΡΕΑ ΟΧΗΜΑΤΑ | | |
| | DAY | EVENING | NIGHT | DAY | EVENING | NIGHT |
| ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ1 | 70 | 70 | 60 | 70 | 70 | 60 |
| ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ2 | 70 | 70 | 60 | 70 | 70 | 60 |

Πίνακας 17. Επιλογή ταχυτήτων για τις θέσεις ελέγχου Δ1, Δ2

- Έχουμε ανακλαστικό έδαφος και επιλέγεται $G=0$
- Ακτίνα ανίχνευσης: 500m
- Ακτίνα πηγής-δέκτη: 500m
- Ανάκλαση 5^{ης} τάξης
- Κατηγορία Εδάφους: Λεία Άσφαλτος
- Φόρτος: Λήφθηκε ο δυσμενέστερος (Θέση Ελέγχου Δ2)
- Μεθοδολογία: NMPB-ROUTES-96



Εικόνα 43. Απεικόνιση διασταύρωσης κοντά στη θέση ελέγχου Δ1



Εικόνα 44. Απεικόνιση εδαφικής ανακλαστικής επιφάνειας κοντά στη θέση ελέγχου Δ2

ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ3-Δ4 (ΠΕΡΙΟΧΗ ΓΟΡΙΤΣΑΣ)

- Οι ταχύτητες που επιλέχθηκαν ήταν σχετικά υψηλές

| | ΤΑΧΥΤΗΤΑ | | | | | |
|------------------------|----------|---------|-------|---------------|---------|-------|
| | ΟΧΗΜΑΤΑ | | | ΒΑΡΕΑ ΟΧΗΜΑΤΑ | | |
| | DAY | EVENING | NIGHT | DAY | EVENING | NIGHT |
| ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ3 | 90 | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 |
| ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ4 | 90 | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 |

Πίνακας 18. Επιλογή ταχυτήτων για τις θέσεις ελέγχου Δ3 και Δ4

- Έχουμε ανακλαστικό έδαφος και επιλέγεται $G=0$
- Ακτίνα ανίχνευσης: 500m
- Ακτίνα πηγής-δέκτη: 500m
- Ανάκλαση 5^{ης} τάξης
- Κατηγορία Εδάφους: Λεία Άσφαλτος
- Φόρτος: Λήφθηκε ο δυσμενέστερος (Θέση Ελέγχου Δ3)
- Μεθοδολογία: NMPB-ROUTES-96



Εικόνα 45. Απεικόνιση χαρακτηριστικών της θέσης ελέγχου Δ3

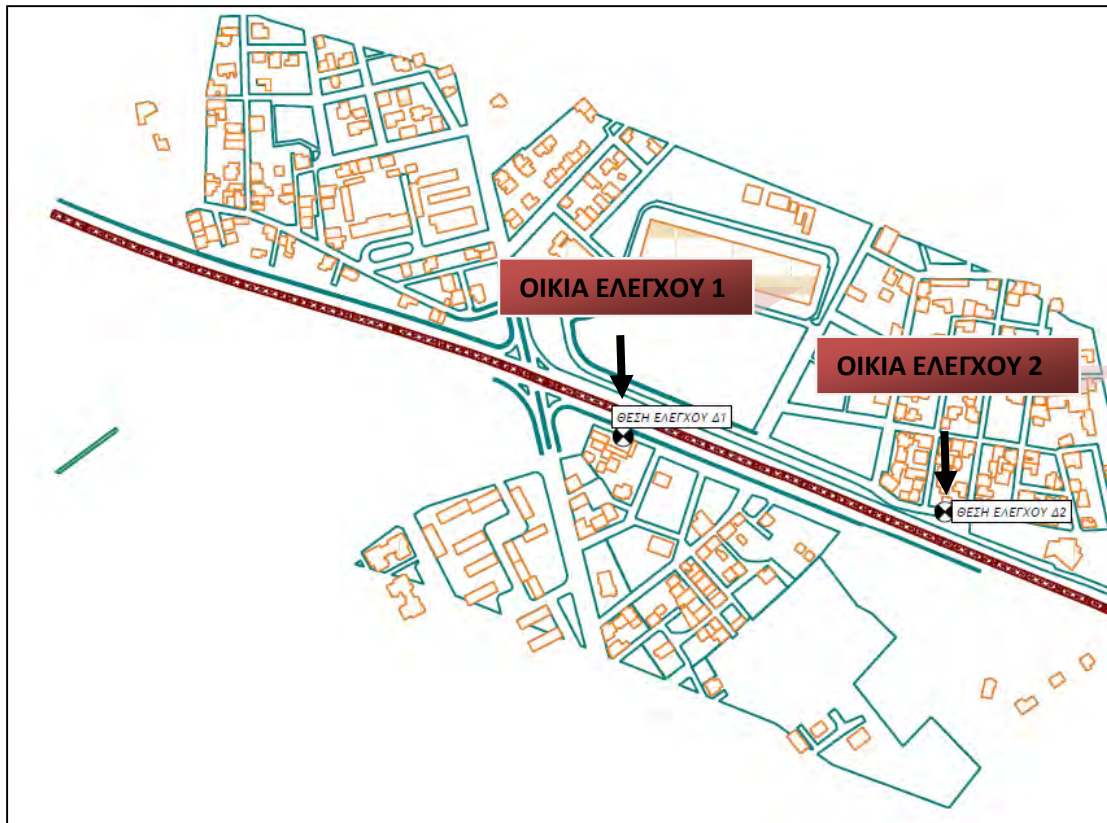


Εικόνα 46. Απεικόνιση χαρακτηριστικών της θέσης ελέγχου Δ4

ΟΙΚΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Για τον έλεγχο της στάθμης θορύβου στις πλησιέστερες οικίες των θέσεων ελέγχου, επιλέξαμε δυο ευαίσθητους δέκτες σε κάθε περιοχή μελέτης στις οποίες μετέπειτα πραγματοποιήσαμε κάθετες τομές.

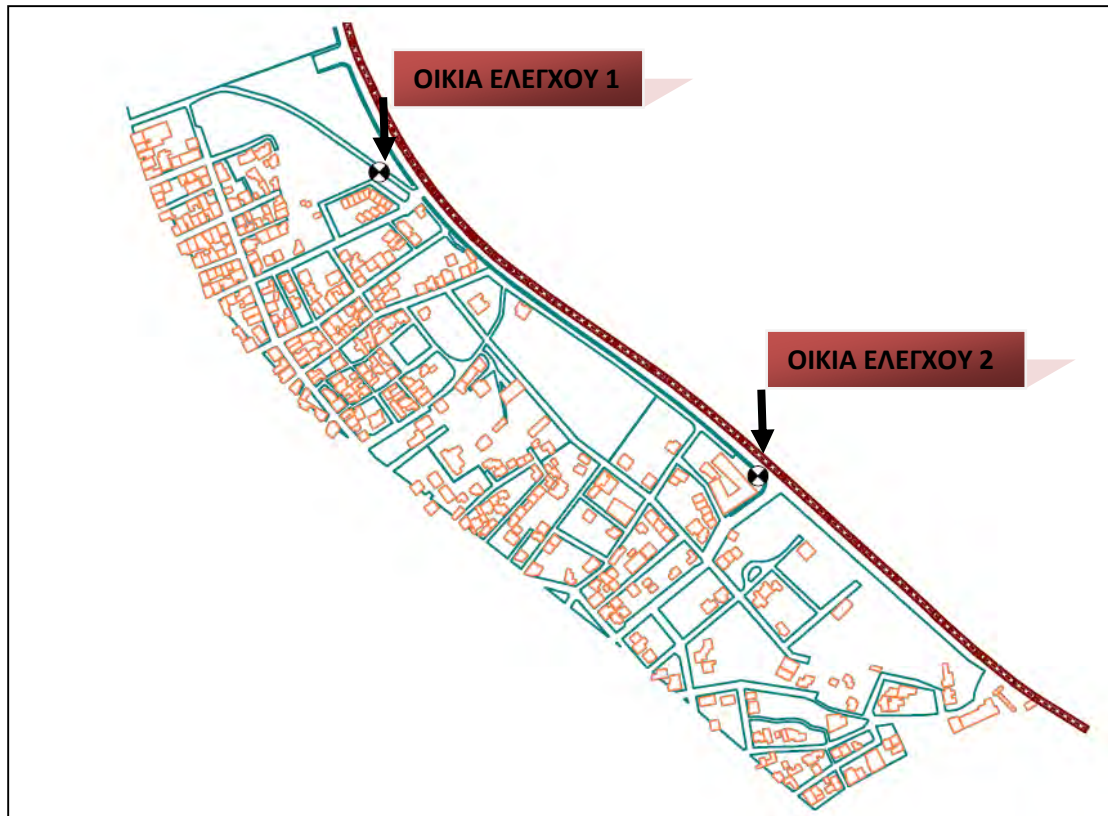
ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΥΤΟΚΟΥ



Εικόνα 47. Οικίες ελέγχου στην περιοχή μελέτης Φυτόκου

Οι οικίες ελέγχου 1 και 2 απέχουν από τον Ο.Α. απόσταση 25m και 32m αντίστοιχα.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΓΟΡΙΤΣΑΣ



Εικόνα 48. Οικίες ελέγχου στην περιοχή μελέτης Γορίτσας

Οι οικίες ελέγχου 1 και 2 απέχουν από τον Ο.Α. απόσταση 19m και 30m αντίστοιχα.

8.4.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

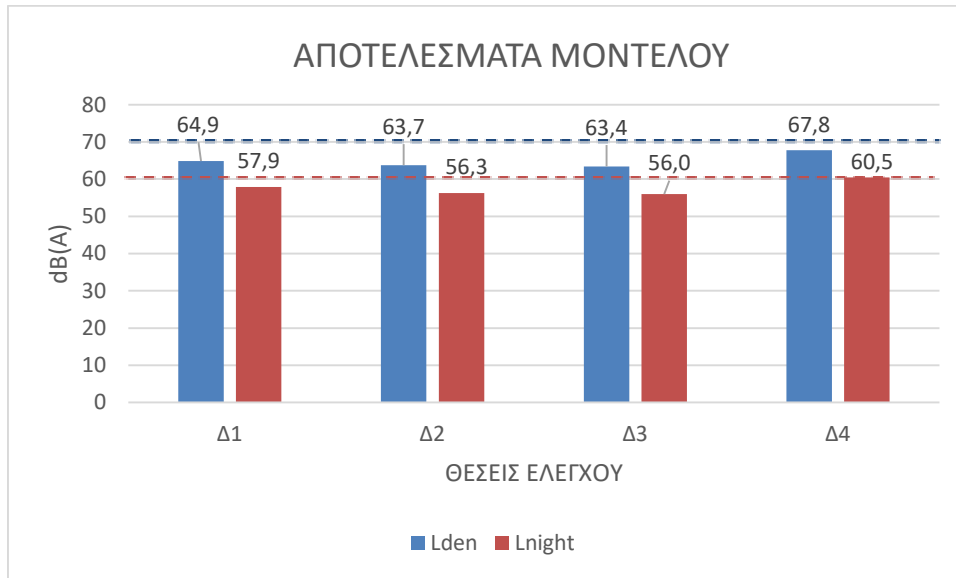
Τα αποτελέσματα του μοντέλου για τις θέσεις ελέγχου, δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

| ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ | ΘΕΣΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ | ΜΟΝΤΕΛΟ | |
|-----------------|----------------|-----------|-------------|
| | | L_{den} | L_{night} |
| ΦΥΤΟΚΟΥ | Δ1 | 64,9 | 57,9 |
| | Δ2 | 63,7 | 56,3 |
| ΓΟΡΙΤΣΑ | Δ3 | 63,4 | 56,0 |
| | Δ4 | 67,8 | 60,5 |

Πίνακας 19. Αποτελέσματα μοντέλου για τους δείκτες L_{den} και L_{night} σε όλες τις θέσεις ελέγχου

Παρατηρείται ότι οι τιμές των δεικτών L_{den} και L_{night} δεν υπερβαίνουν το θεσμοθετημένο όριο των 70,0dB και 60,0dB αντίστοιχα, σε καμία από τις θέσεις ελέγχου. Μέγιστη τιμή των δεικτών L_{den} και L_{night} παρουσιάζεται στην θέση ελέγχου Δ4, όπου το $L_{den} = 67,8\text{dB}$ και το

$L_{night} = 60,5\text{dB}$. Η υπέρβαση του θεσμοθετημένου ορίου κατά $0,5\text{dB}$ στον δείκτη L_{night} δεν λαμβάνεται υπόψιν.



Γράφημα 8. Απεικόνιση των δεικτών L_{den} και L_{night} στις 4 επιλεγμένες θέσεις ελέγχου.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου για τις οικίες ελέγχου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

| ΦΥΤΟΚΟΥ | L_{den} | L_{night} |
|------------------------|-----------|-------------|
| ΟΙΚΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ 1 | 64,5 | 57,0 |
| ΟΙΚΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ 2 | 63,7 | 56,3 |

Πίνακας 20. Αποτελέσματα μοντέλου των δεικτών L_{den} και L_{night} για τις οικίες ελέγχου στην περιοχή Φυτόκου

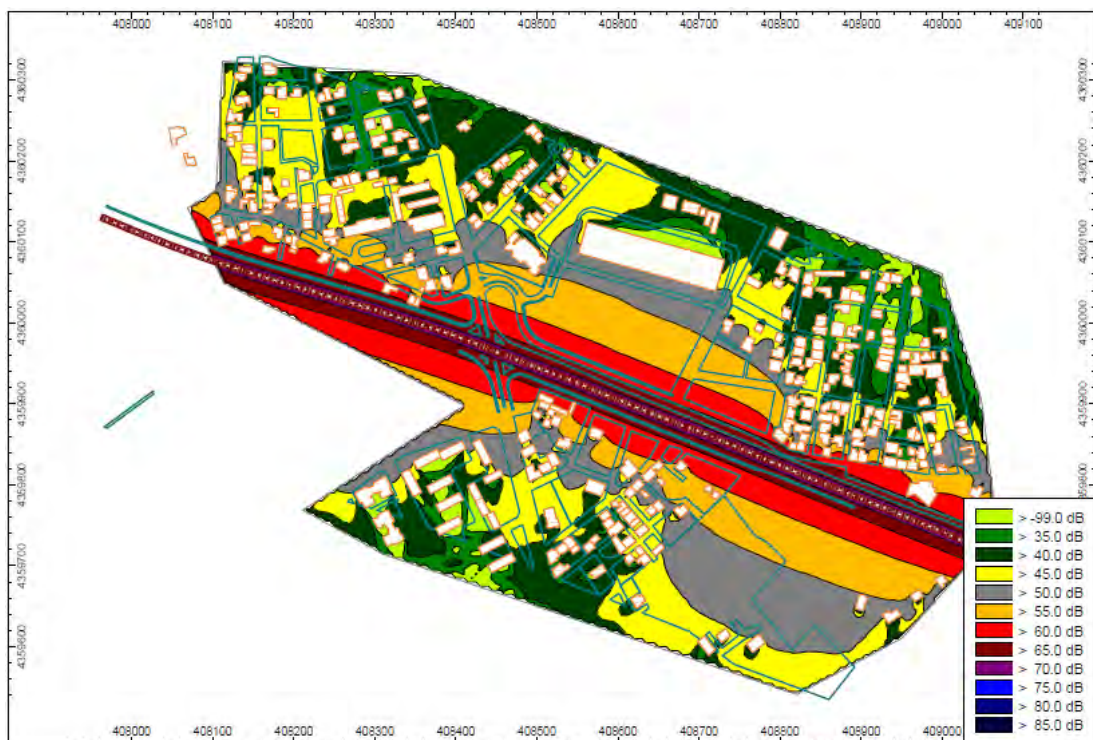
| ΓΟΡΙΤΣΑΣ | L_{den} | L_{night} |
|------------------------|-----------|-------------|
| ΟΙΚΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ 1 | 67,0 | 59,6 |
| ΟΙΚΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ 2 | 64,8 | 57,4 |

Πίνακας 21. Αποτελέσματα μοντέλου των δεικτών L_{den} και L_{night} για τις οικίες ελέγχου στην περιοχή Γορίτσα

8.4.3. ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

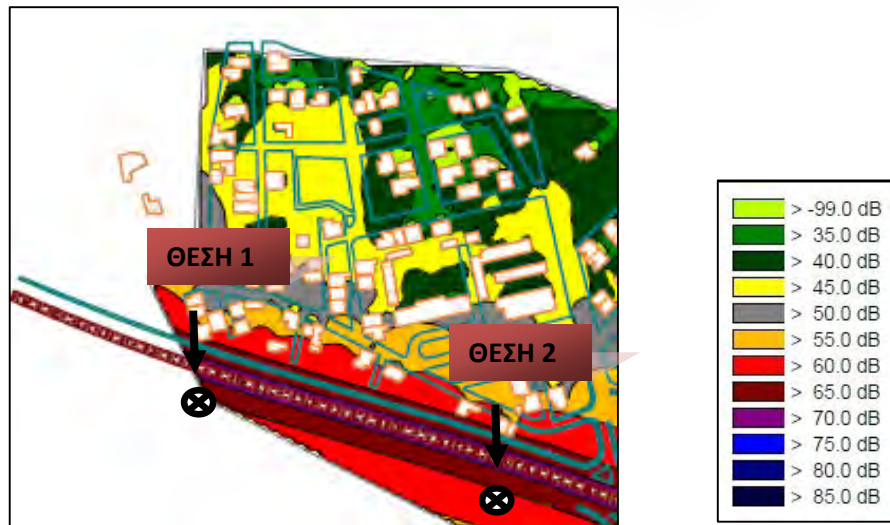
Τα αποτελέσματα του λογισμικού CadnaA για τον υπολογισμό του αστικού οδικού κυκλοφοριακού θορύβου οδήγησαν στην δημιουργία Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου, σε υπόβαθρο της δορυφορικής ψηφιακής εικόνας. Οι ισοθορυβικές καμπύλες των δεικτών L_{den} και L_{night} αποτυπώνονται στους παρακάτω χάρτες, και για τις δύο περιοχές μελέτης.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΦΥΤΟΚΟΥ

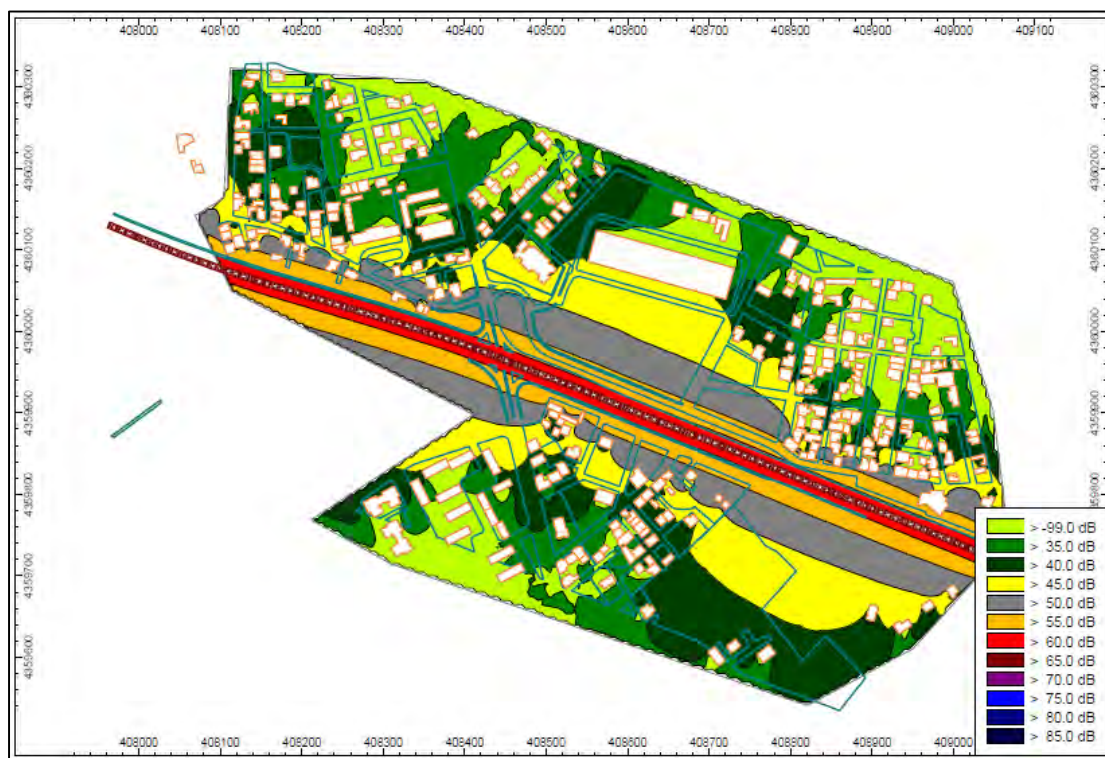


Εικόνα 49. Στρατηγικός χάρτης ισοθορυβικών καμπυλών δείκτη θορύβου L_{den} περιοχής μελέτης Φυτόκου.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου για τον 24ωρο δείκτη L_{den} στις θέσεις ελέγχου Δ1 και Δ2, δεν ξεπερνούν το επιτρεπόμενο όριο των 70,0dB, καθώς υπολογίσθηκαν 64,9dB και 63,7dB αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι σε όλο το εύρος των 250μ εκατέρωθεν της οδού οι τιμές του 24ωρου δείκτη L_{den} δεν παρουσιάζουν αυξημένες τιμές. Στον άξονα της οδού ο δείκτης υπολογίστηκε 70,0dB, ενώ σε απόσταση περίπου 18μ η τιμή του υπολογίζεται στα 65,0dB. Όσο αυξάνεται η απόσταση από τον οδικό άξονα, η τιμή του L_{den} μειώνονται, με αποτέλεσμα σε απόσταση 60μ να κυμαίνεται στα 55,0dB και σε απόσταση περίπου 100μ, να κυμαίνεται στα 50,0dB.

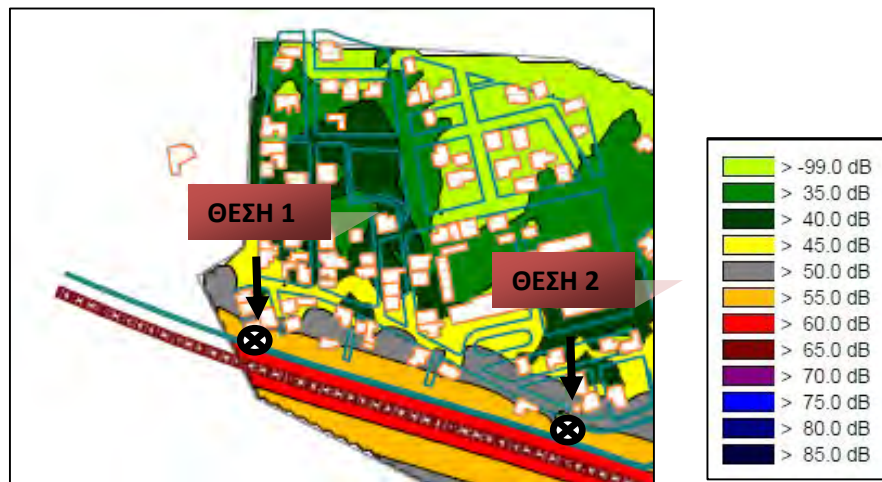


Εικόνα 50. Θέσεις με L_{den} στην ζώνη 60,0 με 65,0 dB



Εικόνα 51. Στρατηγικός χάρτης ισοθροβικών καμπυλών δείκτη θορύβου L_{night} , περιοχής μελέτης Φυτόκου.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου για τον 8ωρο νυκτερινό δείκτη L_{night} στις θέσεις Δ1 και Δ2 υπολογίστηκαν 57,9dB και 56,3dB αντίστοιχα, τιμές που δεν ξεπερνούν το όριο των 60,0dB που ορίζει η ΚΥΑ 211773/2012. Παρατηρείται ότι σε όλο το εύρος της περιοχής μελέτης οι τιμές του δείκτη L_{night} είναι μικρότερες των 60,0dB. Συγκεκριμένα η μέγιστη τιμή παρατηρείται στον άξονα της οδού (65,0dB), επίσης παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η απόσταση από τον οδικό άξονα, τόσο μειώνονται οι τιμές των ισοθροβικών καμπυλών. Υπολογίζεται ότι σε απόσταση 20 μέτρων από το μέσον του οδικού άξονα, η τιμή του δείκτη L_{night} είναι περίπου 55,0dB, ενώ σε απόσταση 40 μέτρων κυμαίνεται στα 50,0dB.

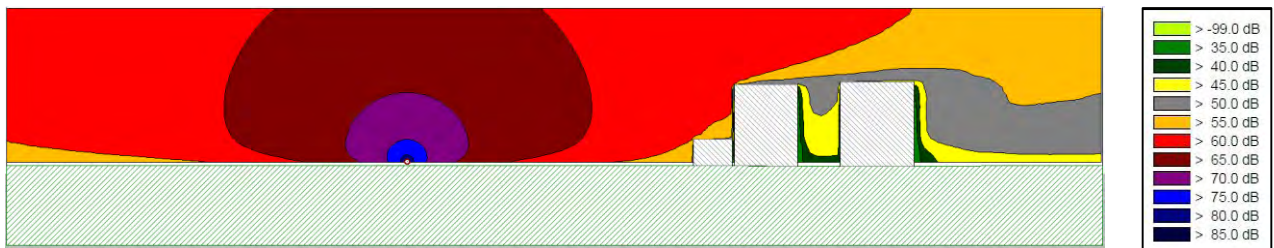


Εικόνα 52. Θέσεις με τιμή του δείκτη L_{night} , στην ζώνη 55,0 με 60,0 dB

ΚΑΘΕΤΕΣ ΤΟΜΕΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

Για τον έλεγχο της στάθμης θορύβου στις πλησιέστερες οικίες των θέσεων ελέγχου, επιλέξαμε δυο ευαίσθητους δέκτες σε κάθε περιοχή μελέτης στις οποίες μετέπειτα πραγματοποιήσαμε κάθετες τομές. Οι ισοθορυβικές καμπύλες που προέκυψαν παρουσιάζονται παρακάτω.

➤ Οικία ελέγχου Δ1



Εικόνα 53. Κάθετη τομή διάδοσης του δείκτη L_{den} στην οικία ελέγχου Δ1, της περιοχής μελέτης Φυτόκου.

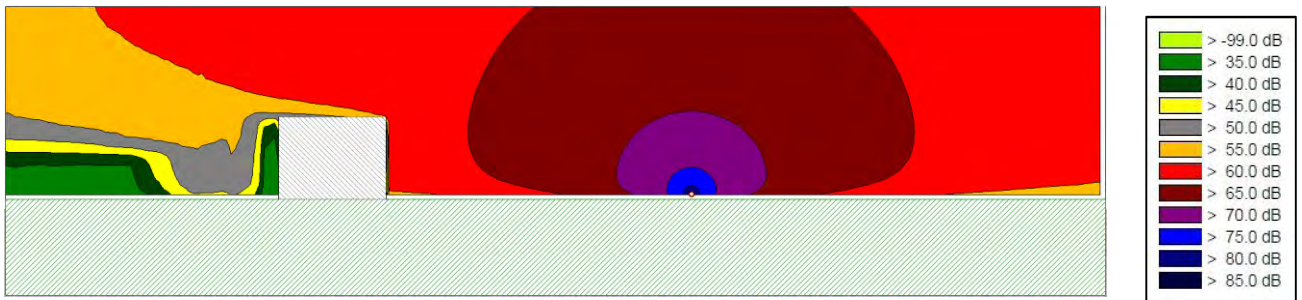
Στην πρόσοψη της οικίας ελέγχου Δ1 η τιμή του δείκτη L_{den} σε ύψος 4 μέτρων από το έδαφος υπολογίζεται 64,5dB. Παρατηρείται ότι η μέγιστη τιμή του L_{den} είναι 75,0dB. Ακόμη απεικονίζεται με την χρωματική αλλαγή των εμβαδών η μείωση της τιμής του δείκτη L_{den} με την αύξηση της απόστασης από την πηγή.



Εικόνα 54. Κάθετη τομή διάδοσης του δείκτη L_{night} στην οικία ελέγχου Δ1, της περιοχής μελέτης Φυτόκου.

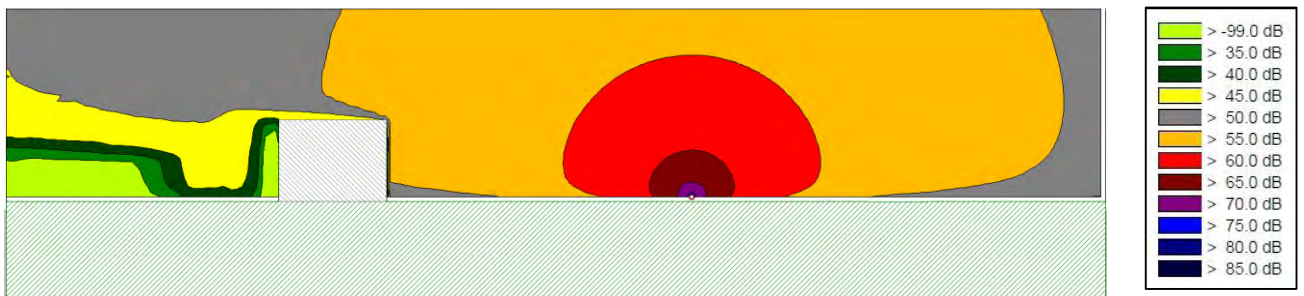
Στην πρόσοψη της οικίας ελέγχου Δ1, σε ύψος 4 μέτρων από το έδαφος, ο δείκτης L_{night} υπολογίζεται 57,0dB. Παρατηρείται ότι η μέγιστη τιμή του 8ωρου νυκτερινού δείκτη είναι 65,0dB. Επίσης με την χρωματική αλλαγή των εμβαδών ισοθορυβικών καμπυλών παρατηρείται ότι η τιμή του δείκτη L_{night} μειώνεται με την αύξηση της απόστασης από τον οδικό άξονα.

➤ Οικία ελέγχου Δ2



Εικόνα 55. Κάθετη τομή διάδοσης του δείκτη L_{den} στην οικία ελέγχου Δ2, της περιοχής μελέτης Φυτόκου

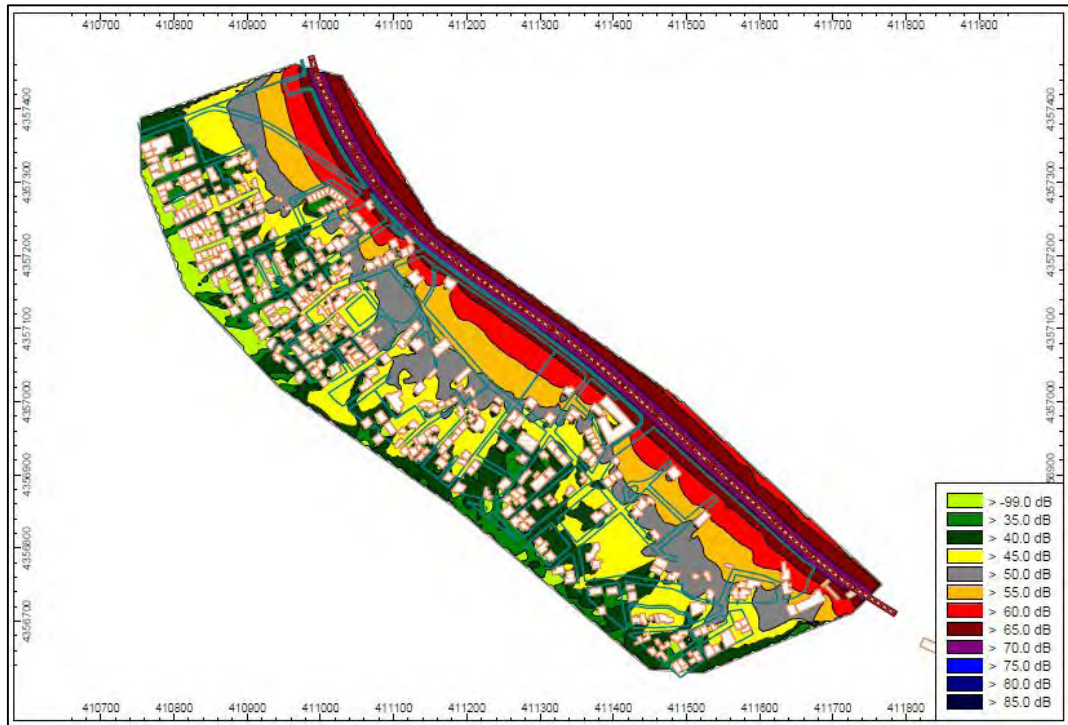
Παρατηρείται ότι στην πρόσοψη της οικίας ελέγχου Δ2 σε ύψος 4 μέτρων, η τιμή του 24ωρου δείκτη L_{den} έχει τιμή 63,7dB. Απεικονίζεται παραπάνω η μείωση της τιμής του δείκτη L_{den} με την απομάκρυνση από την πηγή. Η τιμή του L_{den} υπολογίζεται 75,0dB στον άξονα της οδού.



Εικόνα 56. Κάθετη τομή διάδοσης του δείκτη L_{night} στην οικία ελέγχου Δ2, της περιοχής μελέτης Φυτόκου.

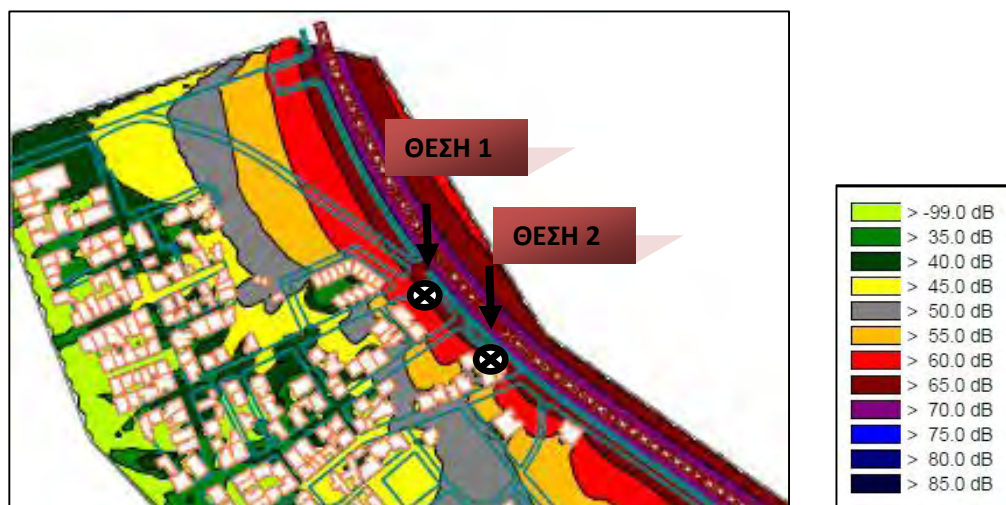
Παρατηρείται ότι ο δείκτης L_{night} έχει τιμή 56,3dB στην πρόσοψη της οικίας ελέγχου Δ2. Στον άξονα της οδού, η τιμή του δείκτη υπολογίζεται 65,0dB. Επίσης παρατηρείται ότι σε όλο το εύρος της τομής οι τιμές του δείκτη μειώνονται αρκετά με την απομάκρυνση από τον οδικό άξονα.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΟΡΙΤΣΑΣ

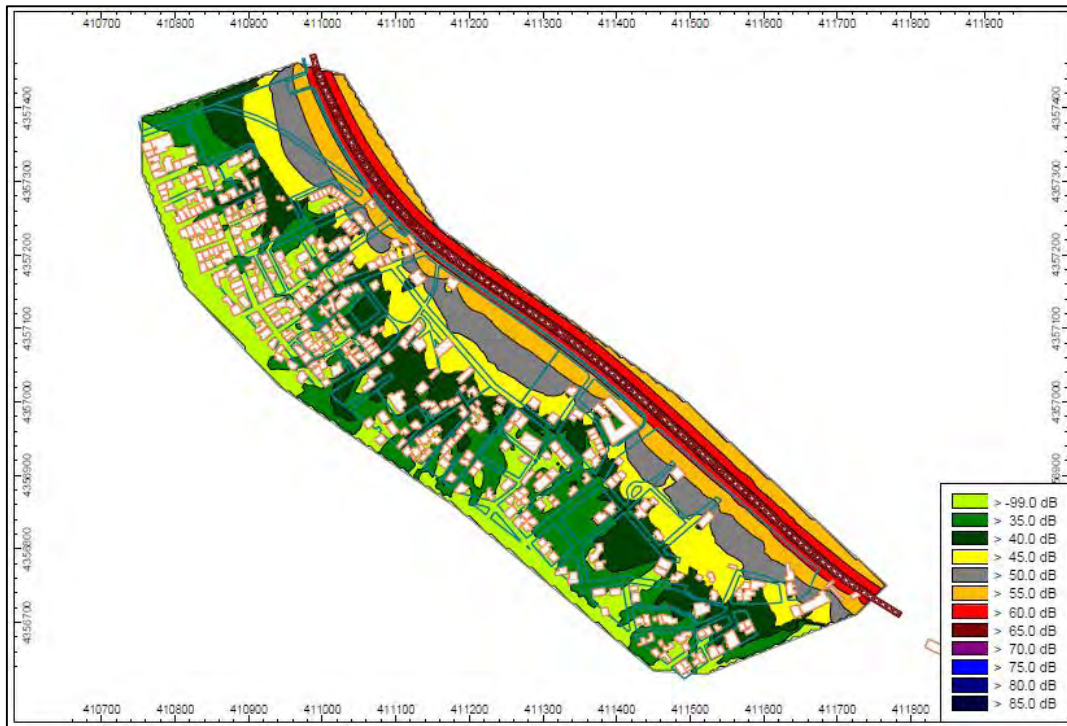


Εικόνα 57. Στρατηγικός χάρτης ισοθροβικών καμπυλών δείκτη θορύβου L_{den} περιοχής μελέτης Γορίτσας.

Τα αποτελέσματα του 24ωρου δείκτη L_{den} στις θέσεις ελέγχου Δ3 και Δ4 είναι 63,4dB και 67,8dB αντίστοιχα. Όπως παρατηρείται από τον στρατηγικό χάρτη ισοθροβικής καμπύλης, η τιμή του δείκτη L_{den} είναι, σε όλο το εύρος της περιοχής μελέτης, εντός θεσμοθετημένων ορίων. Στον άξονα της οδού υπολογίζεται η τιμή του δείκτη L_{den} ίση με 70,0dB. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η απόσταση από τον άξονα της οδού, μειώνονται οι τιμές του δείκτη θορύβου. Συγκεκριμένα σε απόσταση περίπου 25 μέτρων από το μέσο της οδού η τιμή του L_{den} είναι 65,0dB, ενώ σε απόσταση περίπου 35 μέτρων είναι 60,0 dB.

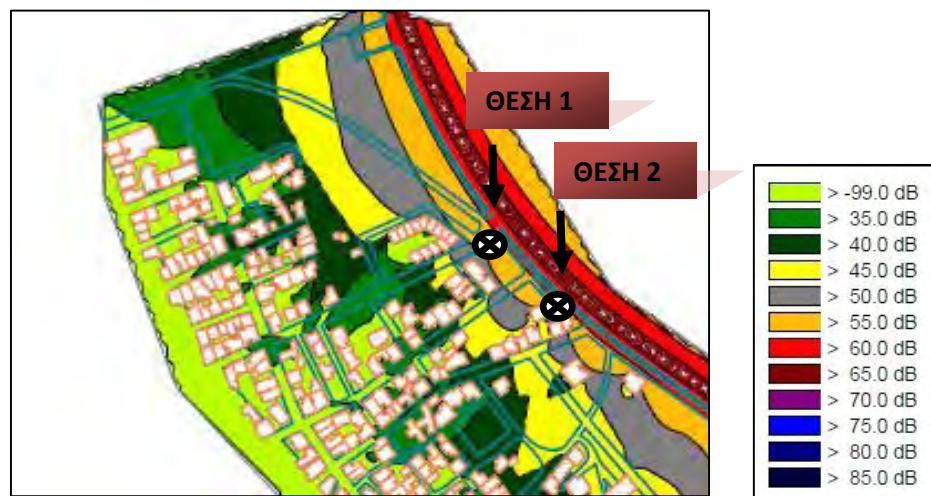


Εικόνα 58. Θέσεις με L_{den} στην ζώνη 65,0 με 70,0 dB



Εικόνα 59. Στρατηγικός χάρτης ισοθορυβικών καμπυλών δείκτη θορύβου L_{night} , περιοχής μελέτης Γορίτσας

Τα αποτελέσματα του 8ωρου δείκτη L_{night} στις θέσεις ελέγχου Δ3 και Δ4 υπολογίζονται 56,0dB και 60,5dB αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι οι τιμές του δείκτη L_{night} είναι εντός θεσμοθετημένων ορίων, σε όλη την περιοχή μελέτης. Στον άξονα της οδού υπολογίζεται η τιμή του L_{night} ίση με 65,0dB. Ακόμα παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η απόσταση από τον οδικό άξονα, μειώνεται η τιμή του δείκτη θορύβου. Σε απόσταση περίπου ίση με 25 μέτρα το L_{night} υπολογίζεται 55,0dB, και σε απόσταση 40 μέτρων από το μέσον της οδού η τιμή του δείκτη υπολογίζεται 50,0dB.

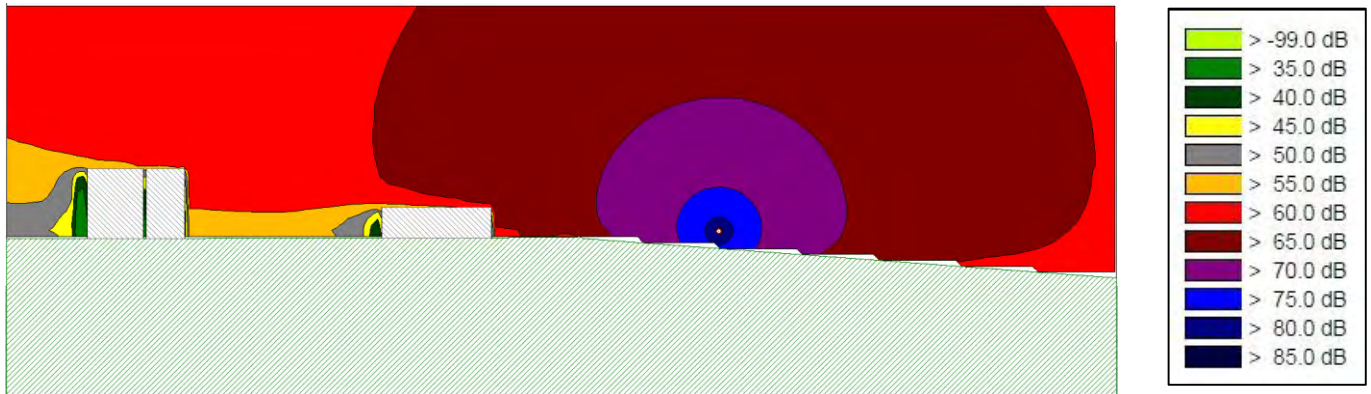


Εικόνα 60. Θέσεις με τιμή του δείκτη L_{night} , στην ζώνη 55,0 με 60,0 dB

ΚΑΘΕΤΕΣ ΤΟΜΕΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

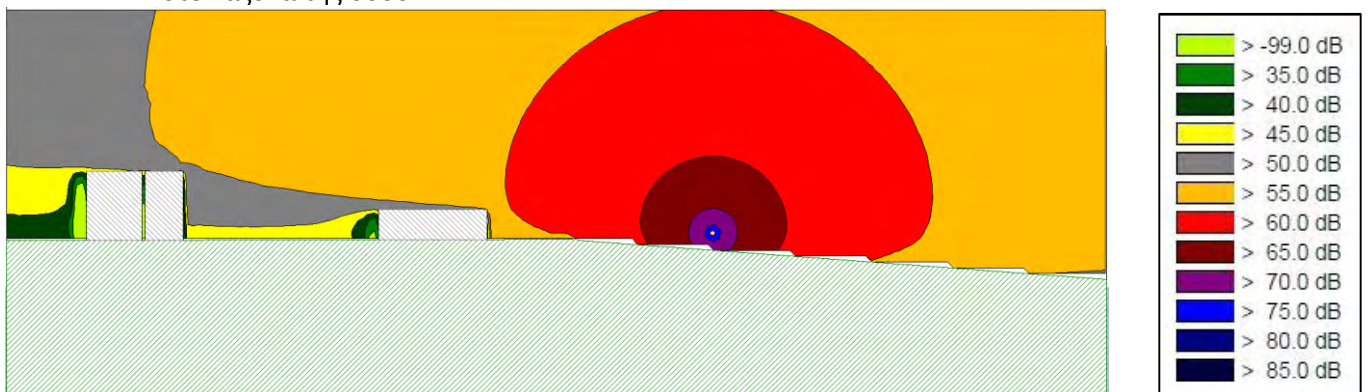
Οι ισοθορυβικές καμπύλες της διάδοσης του θορύβου σε κάθετη τομή, παρουσιάζονται παρακάτω.

➤ Οικία ελέγχου Δ1



Εικόνα 61. Κάθετη τομή διάδοσης του δείκτη L_{den} στην οικία ελέγχου Δ1, της περιοχής μελέτης Γορίτσας

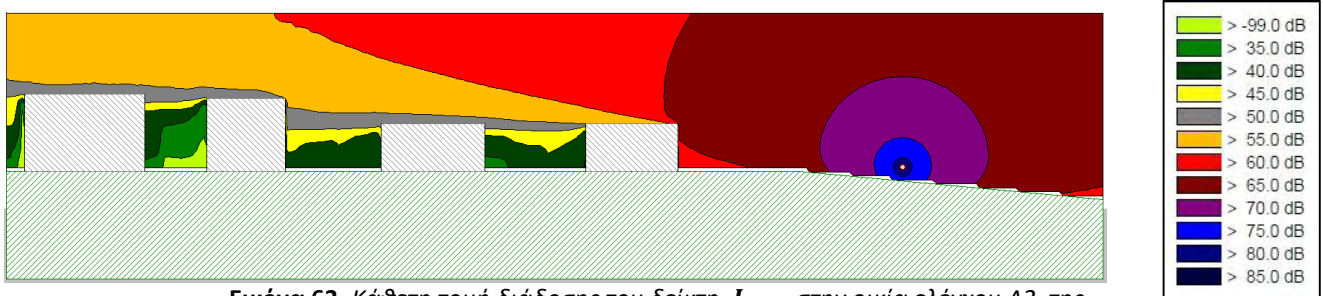
Στην πρόσοψη της οικίας ελέγχου Δ1 της περιοχής μελέτης Γορίτσας, η τιμή του δείκτη L_{den} σε ύψος 4 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους υπολογίζεται 67,0dB. Παρατηρείται από τις καμπύλες διάχυσης θορύβου, ότι η μέγιστη τιμή του L_{den} είναι 75,0dB στον άξονα της οδού.



Εικόνα 62. Κάθετη τομή διάδοσης του δείκτη L_{night} στην οικία ελέγχου Δ1, της περιοχής μελέτης Γορίτσας.

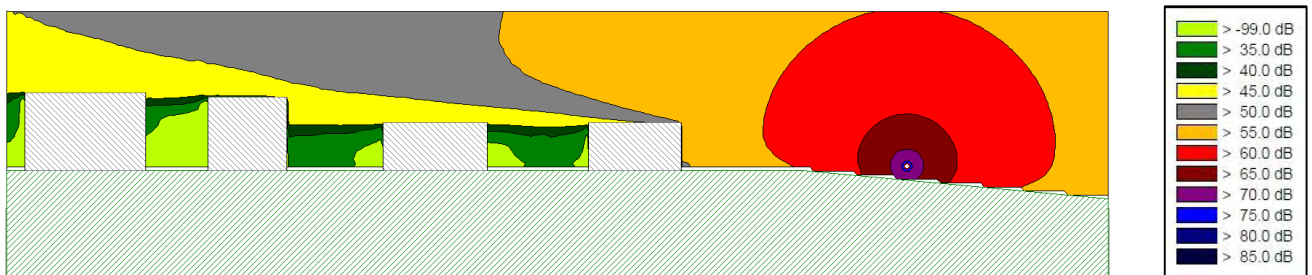
Παρατηρείται ότι στην πρόσοψη της οικίας ελέγχου Δ1 της περιοχής μελέτης Γορίτσας, η τιμή του δείκτη L_{night} σε απόσταση 4 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους είναι 59,6dB. Όπως απεικονίζεται στην κάθετη τομή διάδοσης θορύβου, οι τιμές του δείκτη L_{night} είναι εντός θεσμοθετημένων ορίων, με μέγιστη τιμή στο μέσον του άξονα της οδού ίση με 70,0dB.

➤ Οικία ελέγχου Δ2



Εικόνα 63. Κάθετη τομή διάδοσης του δείκτη L_{den} στην οικία ελέγχου Δ2, της περιοχής μελέτης Γορίτσας

Τα αποτελέσματα του μοντέλου για τον δείκτη θορύβου L_{den} , εμπροσθεν της οικίας ελέγχου Δ2 υπολογίσθηκαν 64,8dB. Παρατηρείται ότι οι τιμές του δείκτη L_{den} είναι εντός θεσμοθετημένων ορίων, με την μέγιστη τιμή τα 75,0dB στον άξονα της οδού.

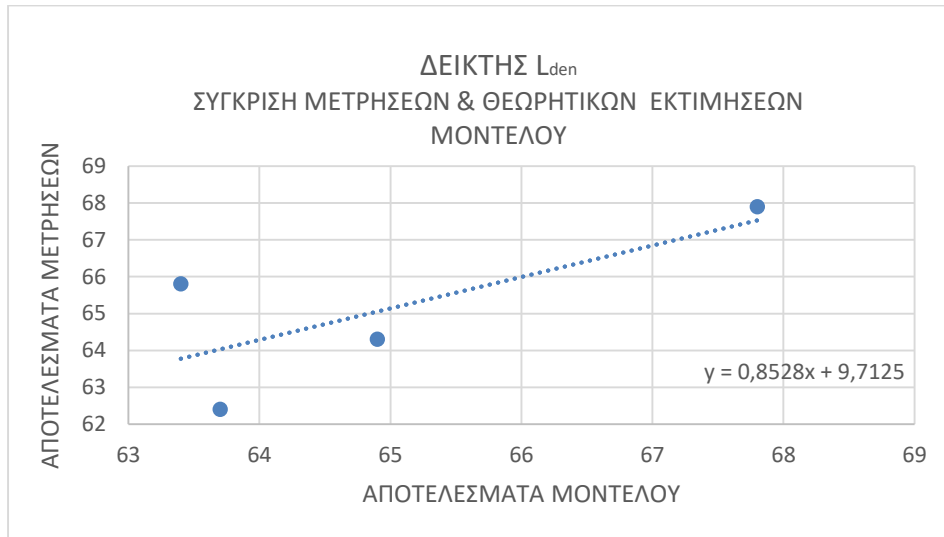


Εικόνα 64. Κάθετη τομή διάδοσης του δείκτη L_{night} στην οικία ελέγχου Δ2, της περιοχής μελέτης Γορίτσας.

Έμπροσθεν της οικίας ελέγχου Δ2 της περιοχής μελέτης Γορίτσας, η τιμή του δείκτη L_{night} υπολογίζεται 57,4dB. Όπως παρουσιάζεται στον χάρτη ισοθορυβικών καμπυλών, οι τιμές του δείκτη L_{night} , είναι εντός θεσμοθετημένων ορίων. Στον άξονα της οδού, η τιμή του δείκτη υπολογίζεται ίση με 70,0dB.

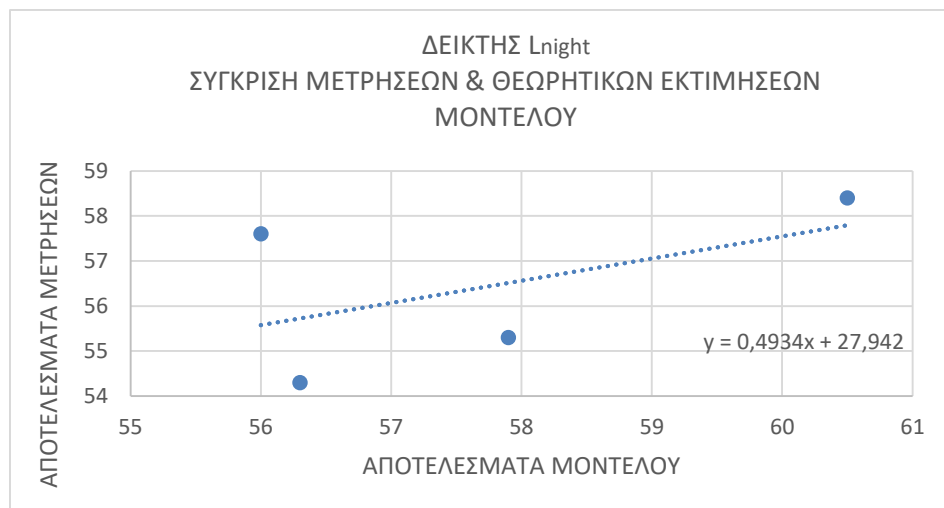
8.4.4. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ- ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Ο έλεγχος του βαθμού συσχέτισης των θεωρητικών αποτελεσμάτων του μοντέλου cadnaA και των 24ωρων μετρήσεων είναι απαραίτητος για την ακριβή αξιολόγηση της στάθμης θορύβου και τον έλεγχο ανάγκης μέτρων αντιθορυβικής προστασίας. Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται οι τιμές του μοντέλου και των μετρήσεων, όπου παρατηρείται ότι η συσχέτισή τους είναι πολύ μεγάλη.



Γράφημα 9. Συσχέτιση του δείκτη L_{den} μεταξύ μοντέλου και πραγματικών μετρήσεων

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι υπάρχει καλή συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και του μοντέλου.



Γράφημα 10. Συσχέτιση του δείκτη L_{night} μεταξύ μοντέλου και πραγματικών μετρήσεων

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι υπάρχει καλή συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και του μοντέλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας είχε ως στόχο την μέτρηση και την χαρτογράφηση θορύβου στις περιοχές Φυτόκου και Γορίτσας, σε εύρος 250 μέτρων από τον άξονα του περιφερειακού Βόλου, όπως επίσης και την υποβολή προτάσεων επέμβασης σε περιπτώσεις αυξημένων ηχητικών μετρήσεων.

Με τη χρήση αυτοκινούμενου σταθμού και ολοκληρωτικού ηχομέτρου Solo, πραγματοποιήθηκαν 24ωρες μετρήσεις των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου $L_{10}(18h)$, L_{eq} , L_{den} και L_{night} στους τέσσερις σταθμούς παρακολούθησης. Στη συνέχεια ακολούθησε η καταγραφή κυκλοφοριακών δεδομένων κατά την διάρκεια των τριών χρονικών περιόδων αξιολόγησης.

Για την διαδικασία χαρτογράφησης χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο πρόβλεψης περιβαλλοντικού και κυκλοφοριακού θορύβου CadnaA, στο οποίο εισήχθησαν τα συγκοινωνιακά χαρακτηριστικά (φόρτος κυκλοφορίας, περιοχές δεκτών προστασίας), και με την εφαρμογή της Γαλλικής μεθόδου NMPB-Routes-96 και τους χρωματισμούς ISO 1996, έγινε αυτόματη υπολογιστική εκτίμηση και παρουσίαση καμπυλών διάχυσης θορύβου κατά μήκος και κατά πλάτος.

Σύμφωνα με τις σχετικές τεχνικές προδιαγραφές έγινε η σύγκριση των θεωρητικών και των μετρηθέντων τιμών των δεικτών L_{den} και L_{night} σε κάθε θέση ελέγχου, όπου προέκυψε υψηλή συσχέτιση θεωρητικών και πραγματικών τιμών και για τους δύο δείκτες θορύβου.

Παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχουν σταθμοί παρακολούθησης στους οποίους οι στάθμες θορύβου να ξεπερνούν σημαντικά τα θεσμοθετημένα επιτρεπτά όρια. Στα αποτελέσματα των 24ωρων ακουστικών μετρήσεων τα μέγιστα L_{den} και L_{night} είναι στην περιοχή Γορίτσας στη θέση Δ4, με τιμές 67,9dB και 58,4dB αντίστοιχα.

Δεδομένου ότι δεν παρατηρείται έκθεση πληθυσμού σε υψηλούς δείκτες οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, κρίνεται ότι δεν είναι αναγκαία η λήψη μέτρων ηχοπροστασίας. Στην περίπτωση που τα συγκοινωνιακά χαρακτηριστικά της περιοχής μεταβληθούν (π.χ. σε μια τυχόν αύξηση φόρτου), και κριθεί αναγκαία η λήψη μέτρων αντιμετώπισης θορύβου, τότε ως κατάλληλο μέτρο ηχοπροστασίας κρίνεται η τοποθέτηση διαφανών αντιθορυβικών πετασμάτων από PMMA.

Αιτιολόγηση στην παραπάνω τοποθέτηση αποτελεί η λειτουργικότητα των διάφανων υλικών σε αστικές περιοχές, όπου η διατήρηση του χαρακτήρα του περιβάλλοντος χρήζει προτεραιότητας. Επιπρόσθετος παράγοντας στην επιλογή του συγκεκριμένου τύπου ηχοπετάσματος είναι η δυνατότητα εξασφάλισης οπτικής επαφής, και η αποφυγή αισθήματος εγκλεισμού από τους περιοίκους.

Η θέση ελέγχου Δ4, ως το σημείο με τις μέγιστες τιμές των δεικτών L_{den} και L_{night} , έχει την μεγαλύτερη πιθανότητα να υπερβεί το θεσμοθετημένο όριο σε ενδεχόμενη αύξηση κυκλοφορίας και να χρήζει επέμβασης ηχοπροστασίας. Η τοποθέτηση του σταθμού στην θέση ελέγχου Δ4 έγινε στον αστέγαστο χώρο, μπροστά από συγκρότημα κατοικιών, ο οποίος χρησιμοποιείται από παιδιά καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Επομένως η ενδεχόμενη τοποθέτηση ηχοπετάσματος μπορεί να λειτουργήσει επιπρόσθετα και ως μέτρο ασφάλειας των παιδιών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ1



ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ2



ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ3



ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ Δ4



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Κωνσταντίνος Βογιατζής, Περιβαλλοντική Τεχνική & Θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, Αθήνα 2012
- [2] Κωνσταντίνος Βογιατζής, Σοφία Χαϊκάλη & Αλίκη Χατζοπούλου, Προστασία του Ελληνικού Ακουστικού Τοπίου, Αθήνα 2009
- [3] Ιωάννης Φρατζεσκάκης, Ιωάννης Γκόλιας, Μαγδαληνή Χ. Πιτσιάβα-Λατινοπούλου, Κυκλοφοριακή Τεχνική, Αθήνα 2009
- [4] Αναστάσιος Κ. Μουρατίδης, Οδοποιία η Κατασκευή των οδικών έργων, Θεσσαλονίκη 2007
- [5] Αναστάσιος Κ. Μουρατίδης, Οδοποιία η Διαχείριση των οδικών έργων, Θεσσαλονίκη 2008
- [6] ΕΛ.ΙΝ.Α, Ελληνικός Κανονισμός Κτιριακής Ηχοπροστασίας, Αθήνα 2010
- [7] Αθ.Φ.Νικολαΐδης, ΟΔΟΠΟΪΙΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ-ΥΛΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ
- [8] Βασίλης Προφυλλίδης, Αεροπορικές Μεταφορές & Αεροδρόμια, Αθήνα 2010
- [9] Benz Kotzen & Colin English, Environmental Noise Barriers, July 2008
- [10] International Organization for Standardization, Switzerland 1996
- [11] Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στην Αττική Οδό, Σ.Σ.Ε. & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε.
- [12] Μέτρηση και χαρτογράφηση θορύβου στις κατοικημένες περιοχές πέριξ της Εγνατίας Οδού, Σ.Σ.Ε. & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε.
- [13] Αξιολόγηση περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής της οδηγίας 2002/49/ΕΚ για τα πολεοδομικά συγκροτήματα Λάρισας & Βόλου, Σ.Σ.Ε. & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε.
- [14] Οδηγία 2002/49/ΕΚ, σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου.
- [15] Ν. 1650/86 (ΦΕΚ 160Α/18-10-86) «Για την προστασία του περιβάλλοντος»
- [16] Ν. 3010/2002 (ΦΕΚ 91/25-4-2002) «Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορεύματα και άλλες διατάξεις»
- [17] Υ.Α. οικ. 17252/1992 (ΦΕΚ 395Β/19.6.1992) «Καθορισμός δεικτών και ανώτατων επιτρεπτών ορίων θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα»
- [18] Υ.Α. 13586/724/2006 (ΦΕΚ 384Β/28.3.2006) «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»

- [19] ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/Β/384/28.3.2006 (Εναρμόνιση της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ με την ελληνική νομοθεσία)
- [20] http://www.iselco.gr/~iselco/index.php?option=com_content&view=article&id=119%3A2012-03-30-11-37-57&catid=59%3A2012-04-23-12-44-53&Itemid=144&lang=en
- [21] <http://www.amds.gr/a4.aspx>
- [22] <http://nomosphysics.org.gr/>
- [23] <https://www.hepworth-acoustics.co.uk/standards-a-legislation/environment/crtn-calculation-of-road-traffic-noise>
- [24] <http://www.isiweb.ee.ethz.ch/teaching/courses/ak1/acoustics-sound-propagation-outdoors.pdf>
- [25] http://portal.survey.ntua.gr/main/labs/roads/Roads-g_files/Edu-g_files/Edu-71-g_files/DRAFT_xwrikh_xronikh_diastash_fortoy.pdf