



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΠΜΣ- ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ,
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**



ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ

ΑΝΤΩΝΙΑ ΚΑΤΣΙΓΙΑΝΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Ε. ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Ε. ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΗΛΙΟΥ

ΠΑΝΤΕΛΗΜΩΝ ΚΟΠΕΛΙΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	Σελ.4
ABSTRACT	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	9
1. ΕΙΓΑΓΩΓΗ	11
1.1.ΓΕΝΙΚΑ	11
1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ – ΕΝΝΟΙΕΣ	11
1.3. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
1.4. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
2. ΗΧΟΣ- ΘΟΡΥΒΟΣ	16
2.1.ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	16
2.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ	23
2.2.1. ΟΔΙΚΟΣ – ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ	24
2.2.2. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ	28
2.2.3. ΘΟΡΥΒΟΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	30
2.2.4. ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	30
2.3. ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ	33
3. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ	34
3.1. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	34
3.2. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	40
4. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ	51
4.1. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ	51
4.2. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ	54
4.3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟΝ ΔΕΚΤΗ	60
5. ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ	61
5.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ	61
5.2. ΕΙΔΗ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ	63
5.3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ, ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	69
6. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	



6.1.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	71
6.2.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΣΕΩΝ ΛΗΨΕΩΝ	72
7.	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	81
7.1.	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ CADNAA	81
7.2.	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ	83
8.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	85
8.1.	ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ	85
8.2.	ΓΑΛΛΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ NMPB-ROUTES-96	85
8.3.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ CNOSSOS	97
8.4.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ	108
8.5.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ CADNAA	108
	8.5.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	108
	8.5.2. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΟΥΣ	109
9.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	112
9.1.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	112
9.2.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ NMPB-ROUTES-96	116
9.3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CNOSSOS-EU	123
10.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕΘΟΔΟΥ NMPB-ROUTES-96 ΜΕ CNOSSOS-EU	130
11.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	133
12.	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	135
13.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	138



©2019 Αντωνία Κατσιγιάννη

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός» δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής

Επιβλέπων -Πρώτος Εξεταστής

Dr. Κωνσταντίνος Βογιατζής

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής

Δρ. Νικόλαος Ηλιού

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής

Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς

Επ. Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματεύεται στην διερεύνηση βελτίωσης του ακουστικού περιβάλλοντος από την εφαρμογή ηχοπετασμάτων στον αυτοκινητόδρομο Αιγαίου στην περιοχή της Λεπτοκαρυάς (Ν. Πιερίας) και συγκεκριμένα στην βόρεια ζώνη οικιστικού ελέγχου εκτός ορίων οικισμού Λεπτοκαρυάς, όπως ορίζεται αυτή στο από 23/8/1990 Π.Δ. (ΦΕΚ447/Δ/1990) καθώς και στο βόρειο τμήμα του Οικισμού σύμφωνα με το Γ.Π.Σ. (ΦΕΚ 211/Δ//1987).

Διερευνήθηκε δηλαδή η απαίτηση, βάσει της κείμενης νομοθεσίας, τοποθέτησης ηχοπετασμάτων στην συγκεκριμένη περιοχή εκτός οικισμού. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, εγκαταστάθηκαν σταθμοί παρακολούθησης των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου $L_{10}(24h)$, L_{eq} σε τρία (3) επιλεγμένα αντιπροσωπευτικά σημεία εκατέρωθεν του αυτοκινητόδρομου Αιγαίου και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις 24ώρου σε κάθε μια από αυτές σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ όπως τροποποιήθηκε με την 2015/996/ΕΚ.

Σε πρώτη φάση έγινε υπολογισμός των δεικτών L_{den} και L_{night} και παρουσίαση των αποτελεσμάτων των πραγματικών μετρήσεων στις θέσεις (1), (2) και (3).

Σε δεύτερη φάση έγινε μελέτη προσομοίωσης με το λογισμικό πρόγραμμα CADNAA με την γαλλική μέθοδο NMPB-ROUTES-96 και παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτών.

Σε τρίτη φάση έγινε μελέτη προσομοίωσης με το λογισμικό πρόγραμμα CADNAA με την μέθοδο CNOSSOS-EU και παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτών.

Στην συνέχεια, έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των του λογισμικού προγράμματος μελέτης προσομοίωσης CADNAA των δύο μεθόδων μεταξύ τους και βγήκαν τα συμπεράσματα της μελέτης.

Στην εργασία επίσης περιγράφηκαν βασικές έννοιες όπως η έννοια του θορύβου γενικά, του οδικού συγκοινωνιακού θορύβου ειδικότερα, με τα χαρακτηριστικά του και τους τρόπους αντιμετώπισής του. Έγινε αναφορά για τα ηχοπετάσματα και περιγράφηκαν είδη και εφαρμογές αυτών μετά των προδιαγραφών, κανονισμών και απαιτήσεων τους βάσει της κείμενης νομοθεσίας. Επίσης έγινε αναφορά για το υφιστάμενο νομοθετικό Ευρωπαϊκό και Εθνικό θεσμικό πλαίσιο για τον περιβαλλοντικό θόρυβο. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην Οδηγία 2002/49/ΕΚ για τον θόρυβο και στην ενσωμάτωση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ στο Ελληνικό πλαίσιο, στην απόφαση ΚΥΑ 211773/2012 και την Οδηγία 2015/996/ΕΚ που ξεκίνησε να ισχύει από 01/01/2019.

Η επεξεργασία έγινε με χρήση του λογισμικού πακέτου CADNAA και έγινε εφαρμογή της γαλλικής εθνικής μεθόδου υπολογισμού «NMPB-Routes-96» και της μεθόδου «CNOSSOS-EU» η οποία ξεκίνησε να ισχύει από 01/01/2019.

Λέξεις κλειδιά: ήχος, θόρυβος, περιβαλλοντικός θόρυβος, αντιθορυβικό πέτασμα (ηχοπέτασμα), δείκτες οδικού κυκλοφοριακού θορύβου.

ABSTRACT

This study deals with the investigation of the improvement of the acoustic environment by the application of noise panels on the Aegean motorway in the area of Leptokarya (pref. Pierias) and specifically in the northern area of residential control outside the boundaries of settlement Leptokarya, as defined in the from 23/8/1990 Π.Δ. (ΦΕΚ447/δ/1990) and in a north part of settlement (ΦΕΚ211/Δ/1987).

Investigated the requirement, based on the current legislation, of placing noise panels in this area outside the settlement. In order to achieve this project, monitoring stations of road traffic noise indicators L_{10} (24h), L_{eq} , were installed on three (3) selected representative points on either side of the Aegean motorway and were 24 hour measurements in each of them according to the European Directive 2002/49/EC as amended by 2015/996/EK.

In the first phase, the measurements and the indicators L_{den} and L_{night} were studied and the results of the actual measurements were presented in positions (1), (2) and (3).

In the second phase, a simulation study was done with the software program Cadnaa with the French national method of calculation "NMPB-Routes-96", and was done the presentation of these results.

In the third phase, a simulation study was done with the software program Cadnaa with the method of calculation "CNOSSOS-EU", and was done the presentation of these results.

Next, the results of the CADNAA simulation program software were compared (NMPB-Routes-96 VS CNOSSOS-EU) and the findings of the study came out.

The study also described basic concepts such as the concept of noise in general, road traffic noise in particular, its characteristics and the ways of dealing with it. Reference was made to the barriers and described articles and applications following their specifications, regulations and requirements under the applicable legislation. Reference has also been made to the existing legislative European and national institutional framework for environmental noise. Particular emphasis was given to Directive 2002/49/EC on noise and the incorporation of the European Directive 2002/49/EC in the Greek context, in decision JMD 211773/2012 and Directive 2015/996/EC, which entered into force on 01/01/2019.

The processing was done using the CADNAA package software and was applied the French national method of calculation «NMPB-Routes-96» and the method «CNOSSOS-EU» which entered into force on 01/01/2019.

Key words: sound, noise, environmental noise, noise panels, road traffic noise indicators.



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Dr. Κωνσταντίνο Βογιατζή για τις χρήσιμες υποδείξεις και κατευθύνσεις του, οι οποίες ήταν καθοριστικές για την εκπόνηση της εργασίας.

Επίσης να ευχαριστήσω τους συνεργάτες του κου Βογιατζή, και ξεχωριστά την Δρ. Βασιλική Ζαφειροπούλου για την πολύτιμη βοήθεια της και την συνεργασία. Ιδιαίτερα, τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στην Γεωργία Γερολυμάτου, για την συμβολή της στην πραγματοποίηση των μετρήσεων, τις πολύτιμες συμβουλές και την ανιδιοτελή αρωγή της.

Να μην παραλείψω την Μαρία Σταματόγιαννη στην οποία οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ για την συμβολή της στην μορφοποίηση του τρισδιάστατου σχεδίου με τις ισούψεις καμπύλες της περιοχής.

Τέλος, τους φίλους μου και τους συνεργάτες που αποτέλεσαν, ο καθένας με τον τρόπο του, θετική επιρροή για την ολοκλήρωσή της.



*Αφιερωμένη στην αδελφή μου Γεωργία και την ανιψιά μου Μαρία
που η παρουσία και αρωγή τους επέδρασαν καταλυτικά
στην ανάληψη και ολοκλήρωση του παρόντος εγχειρήματος!*



ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1	Σελ. 17
ΠΙΝΑΚΑΣ 2	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 3	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 4	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 5	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 6	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 7	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 8	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 9	110
ΠΙΝΑΚΑΣ 10	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 11	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 12	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 13	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 14	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 15	131

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1:	Σελ. 15
ΕΙΚΟΝΑ 2:	19
ΕΙΚΟΝΑ 3:	21
ΕΙΚΟΝΑ 4:	22
ΕΙΚΟΝΑ 5:	23
ΕΙΚΟΝΑ 6:	26
ΕΙΚΟΝΑ 7:	27
ΕΙΚΟΝΑ 8:	29
ΕΙΚΟΝΑ 9:	31
ΕΙΚΟΝΑ 10:	32
ΕΙΚΟΝΑ 11:	52
ΕΙΚΟΝΑ 12:	53
ΕΙΚΟΝΑ 13:	53
ΕΙΚΟΝΑ 14:	54
ΕΙΚΟΝΑ 15:	55
ΕΙΚΟΝΑ 16:	55
ΕΙΚΟΝΕΣ 17-18-19:	56



ΕΙΚΟΝΕΣ 20-21-22:	57
ΕΙΚΟΝΕΣ 23-24:	58
ΕΙΚΟΝΕΣ 25-26-27:	59
ΕΙΚΟΝΑ 28:	60
ΕΙΚΟΝΑ 29:	60
ΕΙΚΟΝΑ 30:	62
ΕΙΚΟΝΕΣ 31-32:	63
ΕΙΚΟΝΕΣ 33-34:	64
ΕΙΚΟΝΑ 35:	64
ΕΙΚΟΝΑ 36:	65
ΕΙΚΟΝΕΣ 37-38:	66
ΕΙΚΟΝΕΣ 39-40:	67
ΕΙΚΟΝΕΣ 41-46:	68
ΕΙΚΟΝΕΣ 47-48:	74
ΕΙΚΟΝΕΣ 49-50:	76
ΕΙΚΟΝΕΣ 51-52:	77
ΕΙΚΟΝΑ 53:	78
ΕΙΚΟΝΑ 54:	79
ΕΙΚΟΝΑ 55:	80
ΕΙΚΟΝΑ 56:	83
ΕΙΚΟΝΑ 57:	84

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΧΑΡΤΗΣ 1	Σελ. 71
ΧΑΡΤΗΣ 2	72
ΧΑΡΤΗΣ 3	73
ΧΑΡΤΗΣ 4	73
ΧΑΡΤΗΣ 5	75
ΧΑΡΤΗΣ 6	78
ΣΧΗΜΑ 7	92
ΣΧΗΜΑ 8	94
ΣΧΗΜΑ 9	95
ΣΧΗΜΑ 10	95
ΣΧΗΜΑ 11	96



ΣΧΗΜΑ 12	96
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13	111
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14	112
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15	113
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16	114
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17	115
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18	116
ΧΑΡΤΗΣ 19	117
ΧΑΡΤΗΣ 20	118
ΧΑΡΤΗΣ 21	119
ΧΑΡΤΕΣ 22-23-24	120
ΧΑΡΤΕΣ 25-26-27	121
ΧΑΡΤΕΣ 28-29-30	122
ΧΑΡΤΗΣ 31	123
ΧΑΡΤΗΣ 32	124
ΧΑΡΤΗΣ 33	125
ΧΑΡΤΗΣ 34	126
ΧΑΡΤΕΣ 35-36-37	127
ΧΑΡΤΕΣ 38-39-40	128
ΧΑΡΤΕΣ 41-42-43	129
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44	130
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 45	130
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 46	131
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 47	131

1. ΕΙΓΑΓΩΓΗ

1.1.ΓΕΝΙΚΑ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση βελτίωσης του ακουστικού περιβάλλοντος από την εφαρμογή ηχοπετασμάτων στον αυτοκινητόδρομο Αιγαίου στην περιοχή της Λεπτοκαρυάς (Ν. Πιερίας) και συγκεκριμένα στην βόρεια ζώνη οικιστικού ελέγχου εκτός ορίων οικισμού Λεπτοκαρυάς, όπως ορίζεται αυτή στο από 23/8/1990 Π.Δ. (ΦΕΚ447/Δ/1990).

Διερευνήθηκε η απαίτηση, βάσει της κείμενης νομοθεσίας, τοποθέτησης ηχοπετασμάτων στην συγκεκριμένη περιοχή εκτός οικισμού. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, εγκαταστάθηκαν σταθμοί παρακολούθησης των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου $L_{10}(24h)$, L_{eq} , L_{den} και L_{night} σε τρία (3) επιλεγμένα αντιπροσωπευτικά σημεία εκατέρωθεν του αυτοκινητόδρομου Αιγαίου και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις 24ώρου σε κάθε μια από αυτές σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ όπως τροποποιήθηκε με την 2015/996/ΕΚ .

Επιβλέπων καθηγητής της διπλωματικής είναι ο Καθηγητής Κωνσταντίνος Ε. Βογιατζής, και εξεταστική επιτροπή οι καθηγητές Ηλιού Νικόλαος και Κοπελιάς Παντελεήμων, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η ανάθεση έγινε το εαρινό εξάμηνο του 2018, όπου ορίστηκε το θέμα της διπλωματικής εργασίας, βάση της αναγκαιότητας προσδιορισμού πιθανών δεκτών που χρήζουν ανάγκης ηχοπροστασίας, σε περιοχή της Λεπτοκαρυάς του Ν. Πιερίας εκτός ορίων οικισμού.

1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ – ΕΝΝΟΙΕΣ

Ήχος ονομάζεται κάθε περιοδική μεταβολή της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα της οποίας η συχνότητα είναι ικανή να ερεθίσει το αισθητήριο της ακοής και να προκαλέσει το αντίστοιχο αίσθημα. 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».

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 περιοδικότητα¹.

Συχνότητα : 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

¹ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ: Κ.ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ, Σ.ΧΑΪΚΑΛΗ, Α.ΤΖΙΚΑ-ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΥ

τόνους ενώ χαμηλές συχνότητες αντιστοιχούν σε βαθείς τόνους. Το ανθρώπινο ακουστικό φάσμα εκτείνεται κατά προσέγγιση από τα 15 Hz έως τα 20000 Hz.²

«**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 ». ΕΛΟΤ 556.1. 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:

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

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.

Αντιθρομβικά πετάσματα είναι κατηγορία ειδικών τεχνικών έργων που σκοπό έχουν τη προστασία από την ηχορύπανση στην οριογραμμή του καταστρώματος της οδού. Είναι η βασική μέθοδος ελάττωσης του θορύβου στα οδικά δίκτυα, αφού λειτουργεί ως φράγμα μεταξύ του πομπού ήχου (οχήματα στη κυκλοφορία, σιδηρόδρομοι και άλλες πηγές θορύβου) και του δέκτη (κατοίκων)³.

«**A**» **συχνότητα weighting**: Εξομοίωση του τρόπου που ανταποκρίνεται το ανθρώπινο αυτί σε ένα εύρος ακουστικών συχνοτήτων³.

Δείκτες Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου (Ο.Κ.Θ.): 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 =

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

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)

²2008, ΑΛΛΟΔΙΑΝΝΑΚΗ ΙΣΜΗΝΗ, ΚΑΛΑΤΖΗ ΑΣΗΜΙΝΑ «ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ, ΟΔΙΚΟ, ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟ ΘΟΡΥΒΟ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΒΟΛΟΥ»

³ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΙΣ ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ & ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ, ΑΘΗΝΑ 2012

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 περιόδους 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)⁴

Η γενική μορφή δείκτη οδικού κυκλοφοριακού θορύβου L_n είναι η στάθμη η οποία υπερβαίνεται κατά το n% μίας ορισμένης χρονικής περιόδου. Σε μία μεγάλη σειρά μετρήσεων κυκλοφοριακού θορύβου είναι δυνατός ο υπολογισμός μίας μέσης τιμής, οποία ονομάζεται μέση στάθμη ή στάθμη L_{50} και η οποία είναι η στάθμη που έχει ξεπεραστεί στο 50% του χρόνου παρατήρησης. Με βάση τη στατιστική ανάλυση δημιουργούνται και άλλοι ποσοστομοριακοί δείκτες αξιολόγησης με κυριότερη τη μέση στάθμη κορυφής (Mean Peak Noise Level) L_{10} , η οποία ξεπεράστηκε κατά το 10% του χρόνου παρατήρησης.

Στους Βρετανικούς Κανονισμούς ο δείκτης L_{10} (18 ωρ) που είναι η αριθμητική μέση τιμή των 18 ξεχωριστών ωριαίων τιμών του L_{10} (καλύπτοντας την χρονική περίοδο από 06.00 π.μ. έως 24.00 μ.μ. κατά τις εργάσιμες ημέρες) έχει αποδειχτεί ότι εκφράζει καλή συσχέτιση του κυκλοφοριακού θορύβου με την όχληση στους ανθρώπους. Επίσης καλή συσχέτιση εκφράζει και η στάθμη L_{eq} (08:00h-20:00h) των Γαλλικών Κανονισμών. Οι ανωτέρω στάθμες έχουν ως γνωστόν ενσωματωθεί στην ισχύουσα Ελληνική νομοθεσία⁴.

1.3. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση τυχών δυσμενών επιπτώσεων του θορύβου στην εξεταζόμενη περιοχή και η ανάπτυξη προτάσεων για την διόρθωση αυτών μετά από την συλλογή των απαραίτητων ακουστικών παραμέτρων που απαιτούνται για τον ορθό σχεδιασμό και την σωστή ανάλυση.

1.4. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αρχικά, γίνεται μια εισαγωγή σε βασικές έννοιες όπως ήχος, θόρυβος, περιβαλλοντικός κυκλοφοριακός θόρυβος, τα βασικά χαρακτηριστικά του ήχου, δείκτες μέτρησης περιβαλλοντικού θορύβου.

Στη συνέχεια, περιγράφονται αναλυτικότερα: η έννοια θορύβου, ο τρόπος διάδοσής του, η βασική διαφορά ήχου με θόρυβο και οι κατηγορίες θορύβου, δίνοντας έμφαση

⁴ ΑΔΑΜΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΚΑΣΣΙΔΗ ΜΑΡΙΑ, «ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΘΟΡΥΒΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΣΤΟ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ- ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»

στον οδικό – συγκοινωνιακό θόρυβο. Αναλύονται επίσης οι δείκτες οδικού κυκλοφοριακού θορύβου και αναφέρονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές θορύβου για διάφορα περιβάλλοντα.

Στο κεφάλαιο τρία (3), αναφέρεται αναλυτικά το υφιστάμενο νομοθετικό Ευρωπαϊκό και Εθνικό θεσμικό πλαίσιο για τον περιβαλλοντικό θόρυβο. Έμφαση δίνεται στην Οδηγία 2002/49/ΕΚ καθώς αποτελεί τον βασικό οδηγό συμμόρφωσης 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 καθώς και στην Οδηγία 2015/996/ΕΚ η οποία τροποποίησε το Παράρτημα ΙΙ της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ.

Στο κεφάλαιο τέσσερα (4), γίνεται μια λεπτομερής αναφορά στα βασικά μέτρα αντιμετώπισης του θορύβου διακρίνοντας την αντιμετώπισή του σε τρεις βασικούς άξονες, στην πηγή, την διάδοση και τον δέκτη, όπου αναλύονται διεξοδικά.

Στο κεφάλαιο πέντε (5) γίνεται περιγραφή των ηχοπετασμάτων όπου παρατίθενται όλες οι κατηγορίες ηχοπετασμάτων, τα βασικά τους χαρακτηριστικά, η λειτουργία τους καθώς και οι απαιτήσεις, κανονισμοί και προδιαγραφές αυτών με ιδιαίτερη έμφαση στα διαφανή ηχοπετάσματα.

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της περιοχής που μελετήθηκε με αναλυτική περιγραφή των θέσεων λήψεων μετρήσεων μετά των χαρακτηριστικών τους.

Στο έβδομο (7^ο) κεφάλαιο περιγράφονται τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα μελέτη όπου περιγράφεται ο εξοπλισμός των μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο και γίνεται αναφορά στο λογισμικό πρόγραμμα CADNAA.

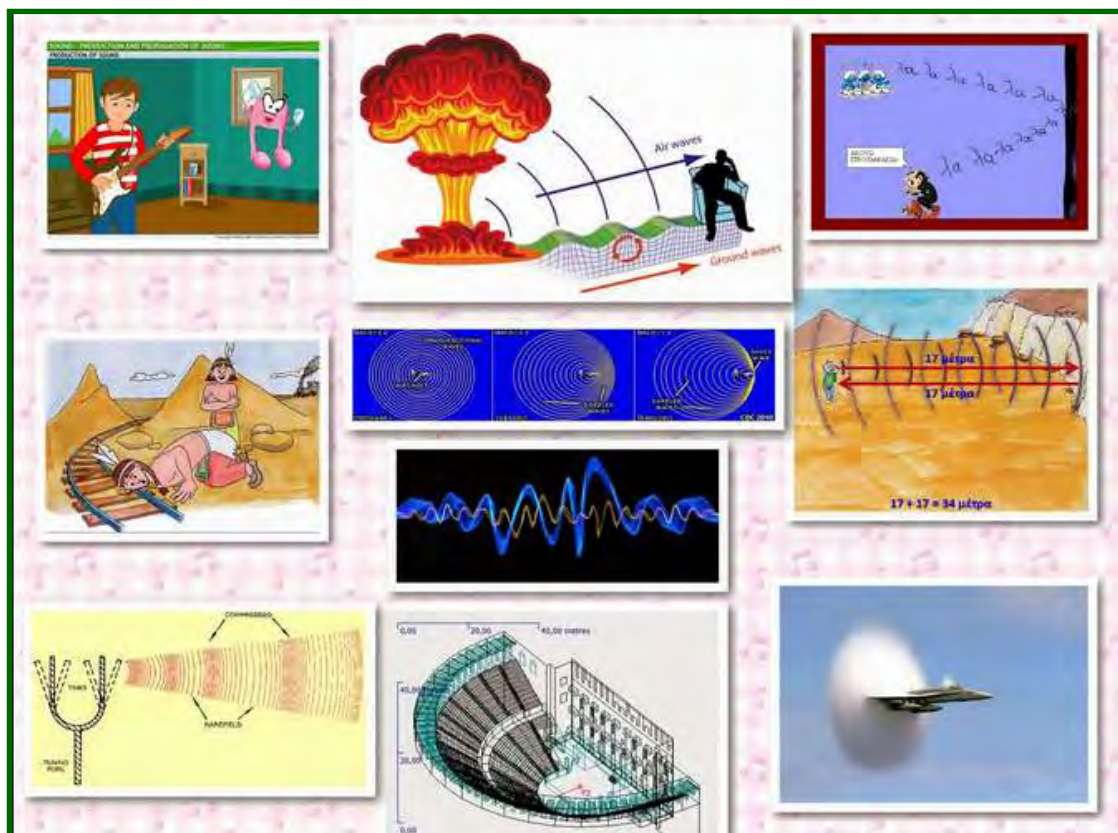
Στην συνέχεια περιγράφεται η μεθοδολογία υπολογισμού των μετρήσεων και του λογισμικού. Σε πρώτη φάση αναφέρονται οι πιο συνήθεις διεθνείς μέθοδοι υπολογισμού θορύβου και ακολουθεί μια λεπτομερής περιγραφή της Γαλλικής μεθόδου NMPB – Routes – 96 όπου περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας του μοντέλου και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση του θορύβου καθώς και της μεθόδου Cnossos-Eu οποία εισάγει νέους τρόπο υπολογισμών δεικτών βάσει της Οδηγίας 2015/996/ΕΚ η οποία ισχύει από 1/1/2019. Σε δεύτερη φάση 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 και της μεθόδου CNSSOS-EU στην περιοχή της Λεπτοκαρυάς. 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. Στην συνέχεια γίνεται συσχέτιση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων 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. 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 ΕΚ και της Οδηγίας 2015/996/ΕΚ η οποία ισχύει από 1/1/2019 με τις μεθόδους υπολογισμού υπολογισμού «NMPB-Routes-96» και «CNOSSOS-EU».

ΕΙΚΟΝΑ 1 : ΠΗΓΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ



Πηγή: www.alfacoustic.com

2. ΗΧΟΣ- ΘΟΡΥΒΟΣ

2.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ήχος ονομάζεται κάθε περιοδική μεταβολή της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα της οποίας η συχνότητα είναι ικανή να ερεθίσει το αισθητήριο της ακοής και να προκαλέσει το αντίστοιχο αίσθημα.

Ο βασικός διαχωρισμός μεταξύ θορύβου και ήχου είναι ότι ως θόρυβος χαρακτηρίζεται γενικά ο ανεπιθύμητος, ενοχλητικός ή και απλά δυσάρεστος για τον άνθρωπο ήχος. Ότι ακούγεται δεν είναι απαραίτητα θόρυβος, κάθε άλλο, θόρυβος είναι οι ήχοι που ενοχλούν. Επίσης, ο ήχος έχει μια ορισμένη συχνότητα, ενώ ο θόρυβος είναι ένα μείγμα ήχων διαφόρων συχνοτήτων. Ειδικότερα, ο θόρυβος από φυσική άποψη ορίζεται σαν ένα σύμπλεγμα ηχητικών κυμάτων με ελάχιστη ή καμία περιοδικότητα. Αυτό το φαινόμενο αποτελεί έναν από τους πιο σοβαρούς λόγους υποβάθμισης του αστικού και φυσικού περιβάλλοντος διότι εκτός από την άμεση ενόχληση στην σωματική και ψυχική υγεία του ανθρώπου, δημιουργεί ενόχληση στην εργασιακή απόδοση, στην επικοινωνία, στην ξεκούραση, στην βίωση της πόλης και του φυσικού περιβάλλοντος προκαλώντας σοβαρές κοινωνικο-οικονομικές συνέπειες. Σύμφωνα με τον ορισμό που αποδίδει η οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου Νο2002/49/CE 25-06-2002: Περιβαλλοντικός θόρυβος ορίζεται ο ανεπιθύμητος ή επιβλαβής θόρυβος στην ύπαιθρο που δημιουργείται από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένου του θορύβου που εκπέμπεται από μεταφορικά μέσα, από οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές και από χώρους βιομηχανικής δραστηριότητας μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται και τα κέντρα αναψυχής. Δεν αποτελούν αντικείμενο περιβαλλοντικού θορύβου οι θόρυβοι εντός των μέσων μεταφοράς, οι θόρυβοι από οικιακές δραστηριότητες, οι θόρυβοι των γειτόνων ή οι θόρυβοι στους χώρους εργασίας.

«Τα υψηλά επίπεδα θορύβου προκαλούν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα εξαιτίας των επιπτώσεών του στη ζωή και στην υγεία των ανθρώπων. Η πιθανότητα και μόνο ότι ο θόρυβος έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων ήταν και είναι ένα πολύ ισχυρό κίνητρο για έρευνα και το σημαντικότερο επιχείρημα για τη λήψη μέτρων μείωσης θορύβου»(Nelson, 1997).

Ο θόρυβος έχει αυξηθεί σημαντικά στις μέρες μας, ειδικά στις πυκνοκατοικημένες περιοχές και αποτελεί ένα ζήτημα δημόσιας υγείας. Περίπου 80 εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση από υψηλές στάθμες θορύβου, οι οποίες περιγράφονται από τους ειδικούς ως μη αποδεκτές. Έρευνες έδειξαν ότι οι μισοί Ευρωπαίοι είναι εκτεθειμένοι σε υψηλές στάθμες λόγω του αστικού θορύβου. Πάνω από το 30% των Ευρωπαίων πολιτών, είναι επίσης εκτεθειμένοι σε στάθμες περιβαλλοντικού θορύβου που προκαλούν ενόχληση, ενώ ένα 5-15% των πολιτών υποφέρουν από ενοχλήσεις κατά την διάρκεια του ύπνου. Το πρόβλημα είναι ακόμα πιο πολύπλοκο, για τις περιοχές που βρίσκονται κοντά σε μεγάλες οδικές αρτηρίες και αεροδρόμια. Σε αντίθεση με άλλα περιβαλλοντολογικά προβλήματα, ο θόρυβος

μεγαλώνει παράλληλα με τον αριθμό των καταγγελιών από το κοινό. Με άλλα λόγια η ανάγκη της προστασίας του Ευρωπαίου πολίτη είναι επιτακτική και η θέσπιση μέτρων και ορίων θορύβου είναι απαραίτητη⁴.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΑΙΣΘΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ⁵

> 81 dB	ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
78-80 dB	ΠΟΛΥ ΘΟΡΥΒΩΔΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
75-77 dB	ΘΟΡΥΒΩΔΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
72-74 dB	ΣΧΕΔΟΝ ΑΝΕΚΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
69-71 dB	ΚΑΛΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
< 68 dB	ΑΝΕΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Πηγή : <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/ekhorupanse-antimetopise-thorubou/>

⁵ ΓΙΑΝΝΗΣ ΚΟΤΖΑΜΠΑΣΑΚΗΣ, «ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ: ΕΝΑ ΙΣΟΠΛΕΥΡΟ ΤΡΙΓΩΝΟ ΔΡΑΣΕΩΝ»

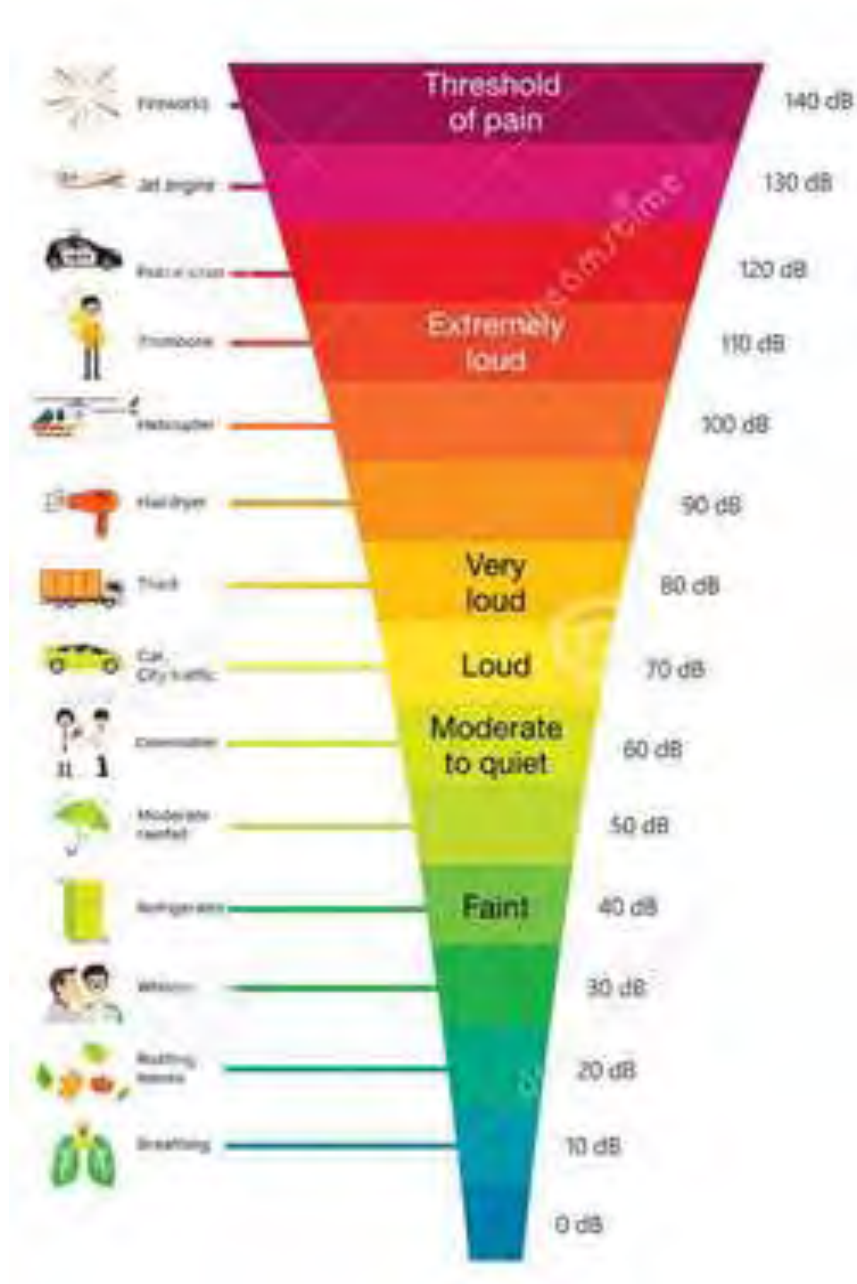
**ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΤΙΜΕΣ ΗΧΟΥΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΣΥΜΦΩΝΑ
ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΥΓΕΙΑΣ**

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	ΕΝΤΑΣΗ ΘΟΥΡΥΒΟΥ (dB)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΩΡΕΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ (dB)
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	ΣΟΒΑΡΗ ΕΝΟΧΛΗΣΗ ΗΜΕΡΑ ΚΑΙ ΝΥΧΤΑ	55	16	-
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	ΜΙΚΡΗ ΕΝΟΧΛΗΣΗ ΗΜΕΡΑ ΚΑΙ ΝΥΧΤΑ	50	16	-
ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ (εσωτερικοί χώροι)	ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΟΜΙΛΙΑΣ, ΜΙΚΡΗ ΕΝΟΧΛΗΣΗ ΜΕΡΑ ΚΑΙ ΝΥΧΤΑ	35	16	45
ΔΩΜΑΤΙΑ ΥΠΝΟΥ	ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΥΠΝΟΥ ΝΥΧΤΑ	45	8	60
ΣΧΟΛΙΚΕΣ ΑΙΘΟΥΣΕΣ	ΕΝΟΧΛΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΟΜΙΛΙΑΣ	35	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	-
ΔΩΜΑΤΙΑ ΥΠΝΟΥ ΓΙΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ	ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΥΠΝΟΥ	30	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΠΝΟΥ	45
ΣΧΟΛΙΚΕΣ ΑΥΛΕΣ	ΕΝΟΧΛΗΣΗ	55	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΗΜΕΡΑΣ	-
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ – ΘΑΛΑΜΟΙ	ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΥΠΝΟΥ	30	8	40
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ - ΙΑΤΡΕΙΑ		30	16	
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ, ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ, ΜΑΓΑΖΙΑ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΚΟΗ	70	24	110
ΤΕΛΕΤΕΣ, ΦΕΣΤΙΒΑΛ, ΣΥΝΑΥΛΙΕΣ Κ.Λ.Π.		100	4	110
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΟ ΧΩΡΟ		85	1	110
ΜΟΥΣΙΚΗ ΚΑΙ		85	1	110

ΑΛΛΟΙ ΗΧΟΙ ΑΠΟ ΗΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ				
ΣΕΙΡΗΝΕΣ ΑΠΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ, ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ Κ.Λ.Π.				140

Πηγή: Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

ΕΙΚΟΝΑ 2: ΠΗΓΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ



Πηγή: www.dreamstime.com

³ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΧΟΥ

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

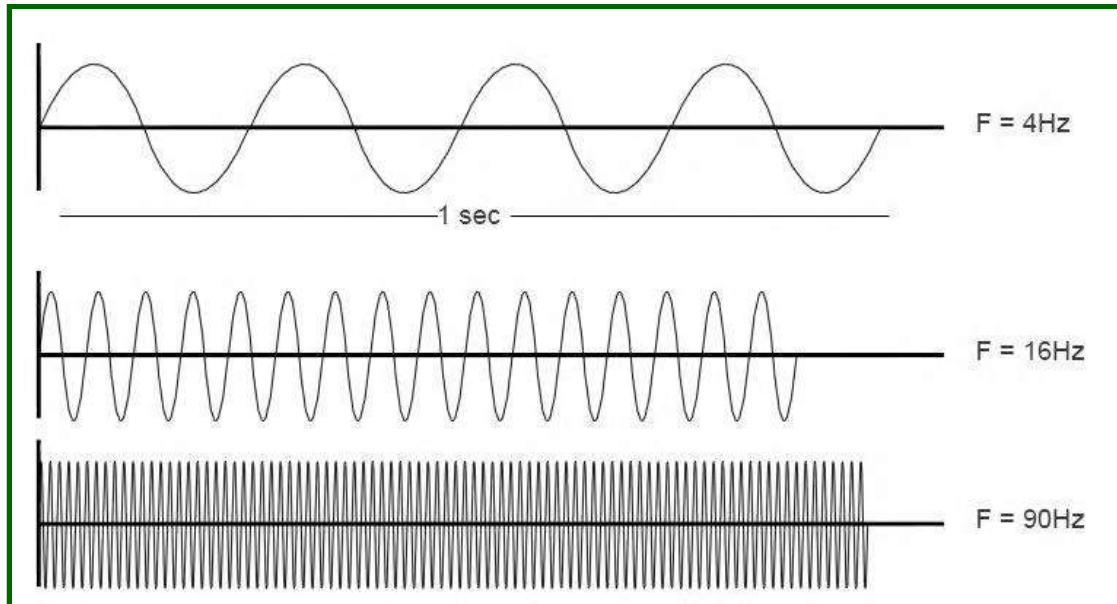
A. ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

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 1sec (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.

- 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.

ΕΙΚΟΝΑ 3: ΚΥΜΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ



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

Β. 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:

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

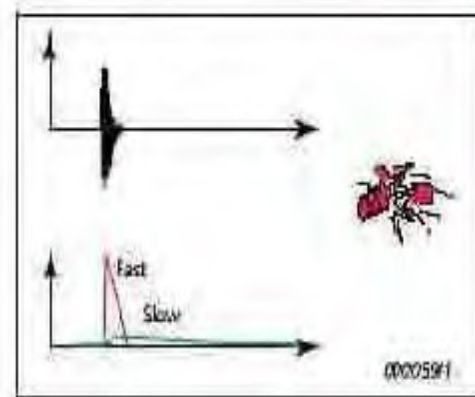
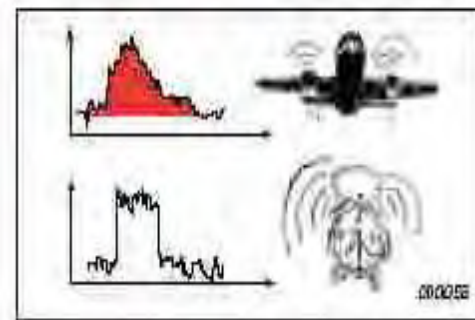
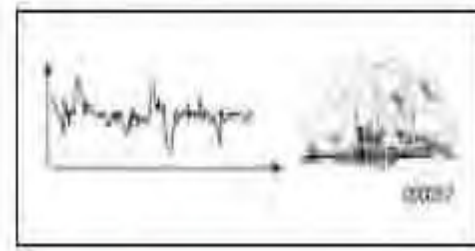
Όπου:

P: η ηχητική πίεση του προς μέτρηση ήχου

P_0 : 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.

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 πίεσης⁶.



ΕΙΚΟΝΑ 4

Πηγή: Διαλέξεις μαθήματος: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»,
Κ.Βογιατζής, ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ)

Το φάσμα ακουστικής συχνότητας συνήθως κυμαίνεται από 20 ως 20,000 Hz. Κάτω από τα 20 Hz περισσότερο ακούμε ξεχωριστούς παλμούς ήχου παρά αναγνωρίσιμους τόνους. Τα 20,000 Hz εκφράζουν το ανώτατο όριο ακουστικότητας για νεαρούς ακροατές με άθικτη ακοή.

⁶Κ. ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ, Ο ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ, ΜΙΑ ΒΑΣΙΚΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ & ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, ΔΙΑΛΕΞΗ ΣΤΟ ΔΤΜΣ"ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

2.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

Οι πιο συνηθισμένες πηγές θορύβου είναι:

- Κυκλοφοριακός θόρυβος (οδικός κυκλοφοριακός ή περιβαλλοντικός θόρυβος, θόρυβος αεροσκαφών- αεροδρομίου ή αεροπορικός, θόρυβος και δονήσεις από συνεχείς γραμμικές πηγές)
- Βιομηχανικός θόρυβος (θόρυβος από βιομηχανίες, μηχανολογικές εγκαταστάσεις, μηχανολογικές επαγγελματικές δραστηριότητες)
- Θόρυβος από τουριστικές δραστηριότητες
- Θόρυβος από κοινωνικές δραστηριότητες (διασκέδαση, ψυχαγωγία, συγκεντρώσεις κ.λ.π.).

Να διευκρινίσουμε ότι, σύμφωνα με την Νομοθεσία, ο περιβαλλοντικός θόρυβος εννοείται ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος και σε αυτή την εργασία θα μελετήσουμε μόνο τον Περιβαλλοντικό θόρυβο, ήτοι τον θόρυβο που προέρχεται από την κυκλοφορία των οχημάτων.

Να σημειωθεί ότι υπάρχουν και οι φυσικές ηχητικές πηγές (ήχος βροχής, ανέμου, κύματος, ήχοι ζώων, πουλιών, ομιλίες) οι οποίες δεν αποτελούν σύμφωνα με την Νομοθεσία πηγές ηχορύπανσης.

ΕΙΚΟΝΑ 5: ΦΥΣΙΚΕΣ ΗΧΗΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ



Πηγή : katerina-paideia.blogspot.com

2.2.1. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ

Από έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα έχει διαπιστωθεί ότι ο κυκλοφοριακός θόρυβος αποτελεί μια από τις πλέον σημαντικές πηγές περιβαλλοντικού θορύβου και αντιμετωπίζεται τόσο ως γραμμική όσο και ως σημειακή πηγή θορύβου. Τα είδη κυκλοφοριακού θορύβου που διακρίνουμε με βάση την πηγή τους είναι:

❖ Οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος – Περιβαλλοντικός Θόρυβος:

Τα μέσα μεταφοράς και συγκοινωνίας αποτελούν, σύμφωνα με μελέτες, την κυριότερη πηγή θορύβου. Για τον λόγο αυτόν στα περισσότερα κράτη η πρώτη νομοθεσία σχετικά με τον θόρυβο θεσπίστηκε για τον έλεγχο του θορύβου που προκαλείται από τα οχήματα. Ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος προκαλείται από:

- ✓ την λειτουργία της μηχανής
- ✓ την τριβή των τροχών με το έδαφος.

Ο κυκλοφοριακός θόρυβος που προέρχεται από την οδική κυκλοφορία στις περιοχές εντός και εκτός πόλεων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες τόσο χωροταξικούς, όσο και κυκλοφοριακούς όπως:

- Κυκλοφοριακός φόρτος
- Σύνθεση κυκλοφορίας
- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (κατά μήκος κλίση, πρανές ή τοίχος, επίχωμα/ γέφυρα, σήραγγα, πλάτος (Αρ. λωρίδων) κ.λ.π.)
- Χωροθέτηση της οδού, πολεοδομικός χαρακτήρας και δομή των εκατέρωθεν της οδού ζωνών δόμησης
- Ποιότητα του οδοστρώματος
- Ταχύτητα κυκλοφορίας
- Κλιματολογικές συνθήκες (ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου, βροχή, ανακλάσεις).

Έτσι τα επίπεδα της ηχορύπανσης αυξάνονται:

- λόγω της κυκλοφοριακής συμφόρησης
- λόγω της αδυναμίας στάθμευσης
- λόγω του κακού οδοστρώματος και κακών κλίσεων δρόμου (λανθασμένος σχεδιασμός)
- λόγω του λανθασμένου πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού
- στους ανηφορικούς ή σηματοδοτούμενους δρόμους εξαιτίας της μηχανής των οχημάτων
- στους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας όπου αιτία ηχορύπανσης αποτελεί η τριβή των τροχών με το έδαφος που επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες.

Οι περιοχές που πλήττονται περισσότερο είναι εκείνες που βρίσκονται σε άμεση γειτνίαση με οδικά συγκοινωνιακά δίκτυα, δηλαδή γραμμικές πηγές θορύβου.

❖ Σιδηροδρομικός θόρυβος

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 ράγιες, 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 διάβαση².

❖ Αεροπορικός θόρυβος

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 και της προσγείωσης όπου οι κινητήρες λειτουργούν σε πλήρη ισχύ².

Ο θόρυβος στα αεροδρόμια εξαρτάται από:

- τη χρήση τους (διεθνή, τοπικά ή στρατιωτικά),
- τους τύπους
- τον αριθμό των αεροσκαφών που προσγειώνονται ή απογειώνονται
- τη θέση του αεροδρομίου σε σχέση με τις κατοικημένες περιοχές
- από την πυκνότητα του πληθυσμού κάτω από τις διαδρομές πτήσεων των αεροσκαφών.

Οι παράμετροι που στοιχειοθετούν το μέγεθος της όχλησης του ακουσικού περιβάλλοντος, στην άμεση και ευρύτερη περιοχή των αεροδρομίων, επηρεάζονται από τα χαρακτηριστικά των επιχειρησιακών λειτουργιών των πτήσεων και των δραστηριοτήτων εδάφους, όπως και από τη μορφολογία της περιοχής. Οι επιχειρησιακές λειτουργίες χρήσης αφορούν στην κίνηση κάθε αεροσκάφους (απογείωση, προσγείωση). Οι επιχειρησιακές λειτουργίες εδάφους μπορούν να διακριθούν σε 2 βασικές κατηγορίες:

α) εκείνες που σχετίζονται με τη λειτουργία των αεροσκαφών (τροχοδρόμηση, δοκιμές κινητήρων κλπ), των μηχανολογικών και κτιριακών εγκαταστάσεων του αεροδρομίου και

β) εκείνες που έχουν σχέση με το ανθρωπογενές περιβάλλον (μεταφορά επιβατών, αποσκευών κ.ά).

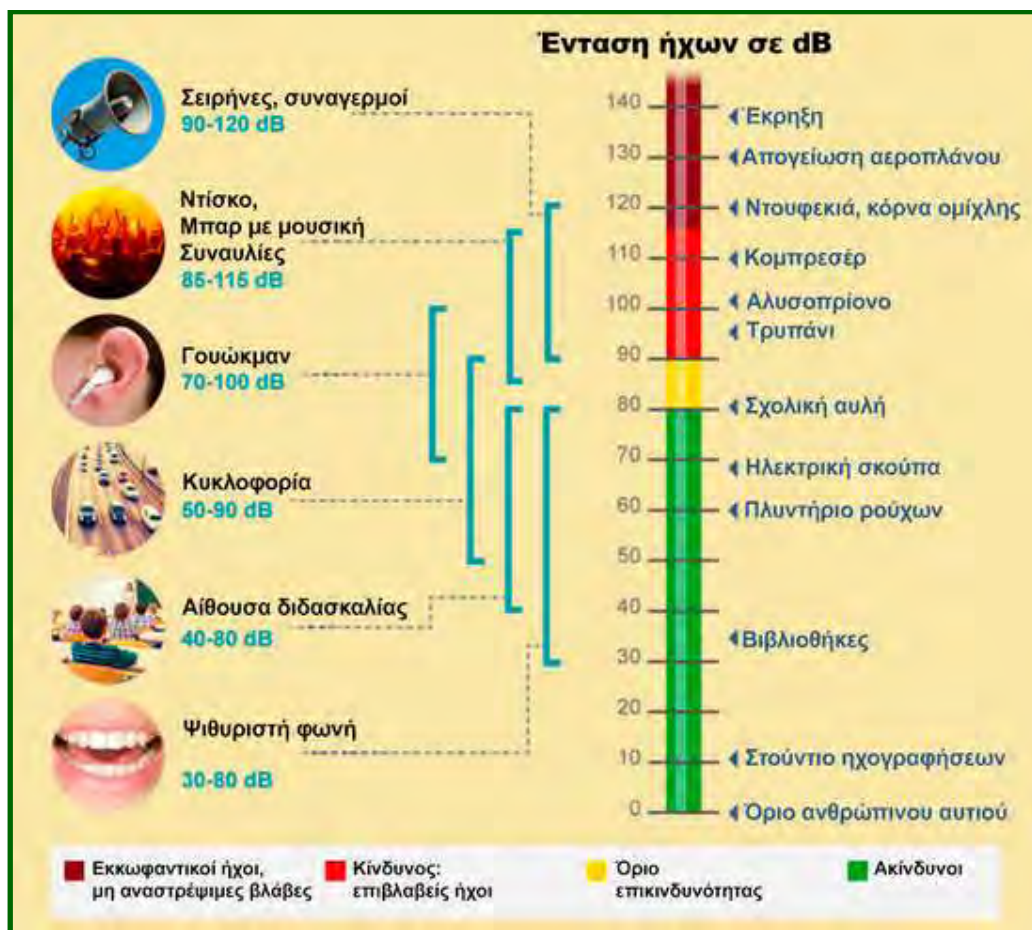
Η επηρεαζόμενη περιοχή εκτείνεται σε ακτίνα 15 χιλιομέτρων γύρω από το αεροδρόμιο, με έντονη όχληση των ανθρώπων που βρίσκονται πλησιέστερα στους διαδρόμους τροχοπέδησης, αλλά και εκείνων που κατοικούν μακρύτερα, δεδομένου ότι ο θόρυβος της προσγείωσης και απογείωσης των αεροσκαφών πολλές φορές διαχέεται σε μεγαλύτερη απόσταση, έως και 45 χιλ. Σημαντικό ρόλο επίσης, στο επίπεδο της όχλησης, έχει η κατανομή των πτήσεων κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου, τα χαρακτηριστικά των αεροσκαφών και οι μετεωρολογικές συνθήκες. Τα μέτρα προστασίας και οι μηχανισμοί ελέγχου που χρησιμοποιούνται για τη μείωση της όχλησης κυρίως των κατοίκων των γειτονικών περιοχών είναι οι ακόλουθοι:

- Έλεγχος της περιοχής και των χρήσεων γης στην άμεση και ευρύτερη περιοχή ενός υπό μελέτη αερολιμένα.

- Έλεγχος στη χρήση των υφιστάμενων αεροδρομίων, της μελέτης επέκτασης και κατασκευής τους.
- Έλεγχος του τύπου των αεροσκαφών, των διαδικασιών και των διαδρόμων προσγείωσης και απογείωσης των αεροσκαφών.
- Έλεγχος της νυχτερινής λειτουργίας του αεροδρομίου.

Γενικά, ο θόρυβος από τα αεροδρόμια αντιμετωπίζεται αρκετά ικανοποιητικά από την Ελληνική νομοθεσία. Το κύριο πρόβλημα με τα ελληνικά αεροδρόμια είναι ότι τα περισσότερα είναι αρκετά παλαιά, κτισμένα χωρίς τις αναγκαίες προδιαγραφές και σε περιοχές, τότε, εκτός σχεδίου πόλεως. Με την αυθαίρετη και απρογραμματίστη επέκταση των γειτονικών οικισμών, τα αεροδρόμια βρέθηκαν στα όρια των κατοικημένων περιοχών και σε συνδυασμό με την τρομακτική αύξηση της αεροπορικής κίνησης, η όχληση εντάθηκε, καθώς και οι διαμαρτυρίες των κατοίκων⁴.

ΕΙΚΟΝΑ 6: ΕΝΤΑΣΗ ΗΧΩΝ ΣΕ dB



Πηγή : www.aeroporla.gr

ΕΙΚΟΝΑ 7: ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΟΥΒΟΥ



Πηγές: <https://www.aegeanmotorway.gr/>, <http://www.who.int/>, <http://www.Holidaynews.gr>, <http://www.liverpool.gr>

2.2.2. 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. Οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις διακρίνονται σε εγκαταστάσεις τύπου Α και τύπου Β κατά τον Ν.1650/86.
- Μόνιμες μηχανολογικές εγκαταστάσεις πάσης φύσεως που δεν υπάγονται στην πρώτη περίπτωση, όπως για παράδειγμα αερισμοί καταστημάτων, κλιματιστικές εγκαταστάσεις πάσης φύσεως γραφείων, οι μικρές μηχανολογικές εγκαταστάσεις που είναι διάσπαρτες μέσα στον οικιστικό ιστό (κλιματιστικά, ψυκτικά, εξαεριστήρες 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 φύσεως⁷.

Να σημειωθεί ότι για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης ή λειτουργίας μίας βιομηχανίας, απαιτείται υποβολή Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), των οποίων καθορίζεται ειδικά ο τύπος και το περιεχόμενό τους. Ο θόρυβος των εγκαταστάσεων ως ρύπανση κατέχει ιδιαίτερη θέση στα κεφάλαια των αναλυτικών μελετών, οι οποίες πρέπει να αναφέρονται στα:

- αναμενόμενα επίπεδα θορύβου κατά τη λειτουργία σε όλη τη διάρκεια της ημέρας και για κάθε ρυθμό εργασίας σε χαρακτηριστικά σημεία του ορίου της ιδιοκτησίας.
- τα χαρακτηριστικά του θορύβου, δηλαδή το αν είναι συνεχής ή όχι, η διάρκειά του κατά τη νύκτα και την ημέρα, τα ειδικά χαρακτηριστικά του, κ.ά.
- τα προβλεπόμενα μέτρα ελέγχου του εκπεμπόμενου θορύβου.

Στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων λαμβάνονται υπόψη οι βραχυχρόνιες ή μακροχρόνιες επιδράσεις του θορύβου στην περιοχή. Για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων του θορύβου προβλέπεται η καταγραφή των μέτρων προστασίας, των μέτρων ελέγχου και της απόδοσής τους, όπως και το σύστημα χρησιμοποιούμενων συσκευών για την ηχομόνωση. Για τον θόρυβο από τη λειτουργία της εγκατάστασης πέραν των αναμενόμενων επιπέδων πρέπει να προβλέπονται και οι δευτερογενείς αιτίες αύξησης του θορύβου, όπως η κίνηση βαρέων οχημάτων. Είναι βέβαιο ότι με την ακριβή εφαρμογή των προϋποθέσεων της παραπάνω νομοθεσίας, η ηχητική ρύπανση από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις περιορίζεται⁴.

⁷ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ

ΕΙΚΟΝΑ 8: ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΘΩΡΟΥΒΟΥ



Πηγές: <https://www.gate-automation.gr>, <https://www.efsyn>

2.2.3. ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Με τον όρο θόρυβος από κοινωνικές δραστηριότητες εννοούμε την ηχορύπανση που παράγεται από πάσης φύσεως δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με την διασκέδαση, την συγκέντρωση, την ψυχαγωγία και την συνάθροιση κοινού. Αναφερόμαστε δηλαδή στον θόρυβο που παράγεται στους :

- Υπαίθριους χώρους διασκέδασης
- Κλειστούς χώρους διασκέδασης
- Στάδια, γήπεδα
- Χώρους συναυλιών
- Υπαίθριες συγκεντρώσεις (συλλαλητήρια, διαμαρτυρίες, παρελάσεις, υπαίθριοι εορτασμοί)
- Θέατρα, κινηματογράφοι (υπαίθριοι ή μη).

2.2.4. ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Με τον όρο θόρυβος από τουριστικές δραστηριότητες εννοούμε την ηχορύπανση που παράγεται από πάσης φύσεως δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με την μετακίνηση και συνάθροιση μαζών λόγω τουρισμού. Αναφερόμαστε δηλαδή στον θόρυβο που παράγεται:

- Σε μουσεία
- Σε λιμάνια
- Σε αεροδρόμια
- Σε σταθμούς αυτοκινήτων
- Σε κοσμοπολίτικα μέρη (τουριστικά νησιά κ.λ.π.)
- Σε χώρους πολιτιστικού ενδιαφέροντος (κτίρια, μνημεία κ.λ.π.)

ΕΙΚΟΝΑ 9: ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΘΟΡΟΥΒΟΥ ΑΠΟΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ



Πηγές: <http://www.who.int/>, <http://www.Holidaynews.gr>

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΕΙΚΟΝΑ 10: ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΑΠΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ



Πηγές: <http://www.liverpool.gr>, <http://www.news.gr>

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

2.3. ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

Ως δείκτες αξιολόγησης του περιβαλλοντικού θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών έργων ορίζονται, σύμφωνα με την Οδηγία 002/49/EK 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 =

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

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/EK.

Ο υπολογισμός και μέτρηση των ανωτέρω δεικτών και ορίων πραγματοποιείται σε ύψος 4.0 ± 0,2m (3,8 έως 4,2m) πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2m 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. 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 έδαφος⁸.

⁸ Υ.Α. 13586/724/2006 (ΦΕΚ 384Β/28.3.2006)

3. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί ένα από τα βασικότερα προβλήματα της εποχής μας. Οι επιπτώσεις της περιβαλλοντικής ρύπανσης στη σωματική και ψυχική υγεία του ανθρώπου και η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής είναι προφανείς. Εάν θέλει κανείς να εντοπίσει τις αιτίες αυτής της διαταραγμένης σχέσης του ανθρώπου με το περιβάλλον, μπορεί εύκολα να τις εντοπίσει στη δραματική αύξηση του πληθυσμού στον πλανήτη, στη μαζική παραγωγή και κατανάλωση που επιφέρει η πρόοδος της τεχνολογίας και γενικότερα στις συνέπειες του τεχνολογικού και μεταβιομηχανικού πολιτισμού. Η σημερινή κατάσταση του περιβάλλοντος είναι εξαιρετικά ανησυχητική: η υπερεκμετάλλευση του περιβάλλοντος έχει οδηγήσει στην εξάντληση των φυσικών πόρων, στον απορφανισμό της βιοποικιλότητας και τον θάνατο των δασών, στη λεγόμενη «τρύπα» του όζοντος, στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και σε εφιαλτικά σενάρια για τις αλλαγές του κλίματος, την ρύπανση των υδάτων, στην υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος, ενώ η σύγχρονη τεχνολογία δημιουργεί νέους περιβαλλοντικούς κινδύνους, με πρώτο το παράδειγμα των γενικά τροποποιημένων οργανισμών⁹.

Να σημειωθεί ότι το παγκόσμιο δίκαιο προστασίας του περιβάλλοντος αναπτύχθηκε κυρίως μετά από μεγάλες οικολογικές καταστροφές όπως η συνθήκη των Βρυξελλών το 1969 για την παρέμβαση στα ανοιχτά θάλασσας σε περίπτωση ατυχήματος που ακολούθησε μετά την συντριβή του πετρελαιοφόρου Τόρε Κάνυον το 1967 όπου μολύνθηκαν με 100.000 τόνους πετρελαίου οι γαλλικές και αγγλικές ακτές.

3.1. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η πλέον ολοκληρωμένη προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην αντιμετώπιση του θορύβου έγινε με την έκδοση της οδηγίας 2002/49, με γενικό στόχο τον υπολογισμό και καταπολέμηση την εκπομπή θορύβου από τεχνολογικό εξοπλισμό χρησιμοποιούμενο σε εξωτερικούς χώρους. Αφορά στον περιορισμό εκπομπών θορύβου από πολλές κατηγορίες μηχανημάτων. Η Οδηγία 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. Στην οδηγία καθορίζονται τέσσερα (4) είδη δράσεων:

- ✓ εναρμόνιση των προτύπων σχετικά με την εκπομπή θορύβου
- ✓ εναρμόνιση των διαδικασιών αξιολόγησης και συμμόρφωσης
- ✓ εναρμόνιση της σήμανσης σχετικά με την στάθμη θορύβου
- ✓ συλλογή δεδομένων σχετικά με την εκπομπή θορύβου.

Από το πεδίο εφαρμογής εξαιρούνται:

- ✓ Παρελκόμενα άνευ κινητήρα που διατίθενται στην αγορά ή τίθενται σε λειτουργία μεμονωμένα (εκτός των χειροκίνητων συσκευών θραύσης σκυροδέματος και αεροσφυρών)

⁹ Σ.Π. ΧΑΪΚΑΛΗ, Π.Θ. «ΔΙΚΑΙΟ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ» σημειώσεις 5^{ου} εξαμήνου Πολ. Μηχ. Π. Θεσσαλίας 2009

- ✓ Ο τεχνικός εξοπλισμός που προορίζεται για την μεταφορά εμπορευμάτων και προσώπων στο δημόσιο οδικό, σιδηροδρομικό ή αεροπορικό δίκτυο ή μέσω των πλωτών οδών
- ✓ Ο τεχνικός εξοπλισμός που έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί ειδικώς για στρατιωτική ή αστυνομική χρήση.

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.

- ✓ Αρχικά απαιτείται η χαρτογράφηση θορύβου στα κράτη μέλη, με κοινές μεθόδους αξιολόγησης, προσδιορίζοντας έτσι την έκθεση στον περιβάλλοντα θόρυβο.
- ✓ Στη συνέχεια ακολουθεί η ενημέρωση του κοινού σχετικά με τις επιδράσεις του θορύβου
- ✓ Ακολουθεί η μελέτη και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της χαρτογράφησης
- ✓ Τέλος δημιουργούνται 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
- ✓ Διερεύνησης και 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 Επιτροπή³.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΕΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

¹⁰Για την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού θορύβου θα χρησιμοποιείται ο δείκτης (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} σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου 24-ωρου =

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

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 A-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 νύχτας: 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)⁴

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

¹⁰ ΟΔΗΓΙΑ 2002/49/ΕΚ

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/EK 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
- ✓ ή SEL (επίπεδο έκθεσης στο θόρυβο) για προστασία κατά τη διάρκεια της νυχτερινής περιόδου στην περίπτωση αιχμών θορύβου L_{maxa}
- ✓ 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. Τα κράτη - μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν και άλλες μεθόδους μέτρησης, εφόσον η μέθοδος αυτή προσαρμόζεται σύμφωνα με τον ορισμό των δεικτών.

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 , καθώς και τη σχέση μεταξύ της διαταραχής του ύπνου και , 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: L_{den} L_{night}

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

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

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

Οι χάρτες θορύβου αποτελούνται από πληροφορίες απαραίτητες για την αξιολόγηση του θορύβου και των επιδράσεων που αποφέρει. Περιλαμβάνουν στοιχεία σχετικά με το ακουστικό περιβάλλον, την υπέρβαση της οριακής τιμής δείκτη θορύβου, το αριθμό των κατοικιών μίας ζώνης που εκτίθεται σε συγκεκριμένες τιμές, το ποσοστό του πληθυσμού που εκτίθεται σε θόρυβο πάνω από τα επιτρεπτά όρια καθώς και ενδείξεις για το κατάλληλο σχέδιο δράσης καταπολέμησης θορύβου, αναλύσεις και σενάρια για δράση. Υπολογίζεται ο θόρυβος που εκπέμπεται από τον οδικό και σιδηροδρομικό άξονα, καθώς επίσης και στα αεροδρόμια και χώρους βιομηχανικών δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των λιμένων.

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 μηχανισμών για την διαχείριση και υλοποίηση των απαιτούμενων δράσεων που απορρέουν από αυτά.

Τα σχέδια δράσης θα πρέπει να περιλαμβάνουν κάποια απαραίτητα στοιχεία όπως, περιγραφή ζώνης, 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 τον απολογισμό της δημόσιας διαβούλευσης και την αξιολόγηση της σχέσης κόστους/ αποτελεσματικότητας και κόστους/ ωφέλειας.

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.

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 θορύβου².

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Η τελική Έκθεση, σύμφωνα με το άρθρο 10(2) της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ, η οποία θα πρέπει να υποβληθεί στο ΥΠΕΚΑ και στην συνέχεια στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον:

- ✓ Γενική περιγραφή των πολεοδομικών συγκροτημάτων
- ✓ Χαρακτηριστικά των περιχώρων (χρήσεις γης κ.λ.π.) προγράμματα ελέγχου θορύβου εκτελεσθέντα στο παρελθόν μετά των εφαρμοζόμενων μέτρων
- ✓ Εφαρμοζόμενες μέθοδοι υπολογισμού και μέτρησης
- ✓ Ο εκτιμώμενος αριθμός ατόμων (σε εκατοντάδες) εκτός πολεοδομικών συγκροτημάτων που ζουν σε κατοικίες εκτεθειμένες σε μία από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{den} (σε dB), σε ύψος 4 μέτρων από το έδαφος στην πιο εκτεθειμένη πρόσοψη: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 ή αν άλλως προκύψει σύμφωνα με τους όρους εντολής.

- ✓ Ο εκτιμώμενος αριθμός ατόμων (σε εκατοντάδες) εκτός πολεοδομικών συγκροτημάτων που ζουν σε κατοικίες εκτεθειμένες σε μία από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{night} (σε dB), σε ύψος 4 μέτρων από το έδαφος στην πιο εκτεθειμένη πρόσοψη: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 .
- ✓ Επίσης θα πρέπει να αναφέρεται ο αριθμός των ατόμων που ζουν σε κτίρια τα οποία έχουν ειδική μόνωση κατά τους συγκεκριμένου θορύβου³.

ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΠΟΛΙΤΩΝ

Τα κράτη μέλη θα πρέπει να μεριμνούν ώστε οι στρατηγικού χάρτες που καταρτίζουν και τα σχέδια δράσης που καταστρώνουν να είναι διαθέσιμα και να διαδίδονται στο κοινό σύμφωνα με την Οδηγία 93/313/ΕΟΚ του Συμβουλίου σχετικά με την ελεύθερη πληροφόρηση για θέματα περιβάλλοντος με χρήση των διαθέσιμων πληροφοριακών τεχνολογιών. Θα πρέπει τα κράτη να δημοσιεύουν τους χάρτες θορύβου στο διαδίκτυο σε συγκεκριμένο χρόνο από την έγκρισή τους και να διασφαλίζουν την δημόσια διαβούλευση και την ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων της πριν από την έγκριση των σχεδίων δράσης.

Το παράρτημα II της **Οδηγίας 2002/49/ΕΚ** ισχύει μέχρι τις 31/12/2018 και από 1/1/2019 αντικαθίσταται από την **Οδηγία 996/2015/ΕΚ**. Να σημειωθεί ότι η παρούσα μελέτη μελετήθηκε με την Οδηγία 2002/49/ΕΚ και την Οδηγία 996/2015/ΕΚ.

3.2. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στην Ελλάδα ο πρώτος νόμος που ψηφίστηκε για την προστασία του περιβάλλοντος ήταν το 1912 με στόχο την προστασία από τη βιομηχανική δραστηριότητα, οπότε και θεσμοθετήθηκε η διαδικασία χορήγησης άδειας «ίδρυσης βιομηχανικών εγκαταστάσεων». Τότε ήταν η πρώτη φορά που ταξινομήθηκαν οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις σε επικίνδυνες, ανθυγιεινές και ενοχλητικές.

Αργότερα το 1922 με το Β.Δ. 1510/1922 προβλέφθηκαν όροι και προϋποθέσεις για την ίδρυση των βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ορίσθηκαν οι προδιαγραφές για την διάθεση υγρών αποβλήτων.

Με την ψήφιση του Συντάγματος το 1975 και συγκεκριμένα το άρθρο 24, πλέον θεσμοθετήθηκε η προστασία του περιβάλλοντος ως υποχρέωση του κράτους. Συγκεκριμένα: «Η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός. Για την διαφύλαξή του το Κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας».

Το 1976 ψηφίζεται ο Ν.360/1976 περί χωροταξίας και περιβάλλοντος.

Βασικό κορμό της εθνικής νομοθεσίας για το περιβάλλον αποτελεί η ψήφιση του Ν.1650/1986 για την προστασία του περιβάλλοντος που πήρε την τελική του μορφή το 1990 με την έκδοση της ΚΥΑ 69269/5387/90 και ΚΥΑ753/5512/90 περί καθορισμού και περιεχομένου Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Χαρακτηρίζεται ως ο βασικός Νόμος για το περιβάλλον δεδομένου του ότι υιοθετεί μία σφαιρική αντίληψη για τα περιβαλλοντικά προβλήματα, καθορίζει τους βασικούς στόχους και επιδιώξεις και συστηματοποιεί τις αρμοδιότητες. Με την ΚΥΑ

69269/5387/90 και ΚΥΑ 75308/5512/90 ενεργοποιήθηκαν τα άρθρα 3,4,5 του Ν.1650/86 και εναρμόνισαν το ελληνικό δίκαιο με τις Οδηγίες 85/337/ΕΟΚ περί «εκτίμησης επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημόσιων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον» και 84/360/ΕΟΚ περί «καταπολέμησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από βιομηχανικές εγκαταστάσεις».

Οι Περιβαλλοντικές μελέτες καθιερώθηκαν με το Π.Δ. 256/98 και με τον Νόμο 3010/2002 αναβαθμίζεται, αναμορφώνεται και εκσυγχρονίζεται το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο των Μ.Π.Ε., εναρμονίζεται το ελληνικό δίκαιο με την Οδηγία 97/11/ΕΕ και την οδηγία 96/61/ΕΕ σχετικά με την αδειοδότηση των εγκαταστάσεων βάσει της ολοκληρωμένης πρόληψης και τον έλεγχο της ρύπανσης και εκδίδονται οι ΚΥΑ : Υ.Α.Η.Π. 15393/2332/2002 & ΚΥΑ 25535/3281/2002.

Σήμερα, και μέχρι τις 31/12/2018 ισχύει η Οδηγία 2002/49/ΕΚ μετά της **ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/Β/384/28.3.2006** (Εναρμόνιση της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ με την ελληνική νομοθεσία) και της **ΚΥΑ 211773/2012 (ΦΕΚ 1367/Β/27-4-2012)**.

Από τις 1/1/2019 ξεκινάει η εφαρμογή της Οδηγίας **2015/996/ΕΚ** η οποία τροποποιεί την Οδηγία 2002/49/ΕΚ ως προς το Παράρτημα ΙΙ.

Για την μελέτη εφαρμόστηκαν οι νόμοι:

- ✓ **Ν. 1650/86 (ΦΕΚ 160Α/18-10-86)** «Για την προστασία του περιβάλλοντος»
- ✓ **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»
- ✓ **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)
- ✓ **ΚΥΑ 211773/2012 (ΦΕΚ 1367/Β/27-4-2012)** Σχετικά με το άρθρο 14 του Ν.1650/86 και των άρθρων 2,3,5 της ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ/Β/384/28.3.2006 (Εναρμόνιση της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ με την ελληνική νομοθεσία).
- ✓ **Οδηγία 2015/996/ΕΚ** η οποία τροποποιεί την Οδηγία 2002/49/ΕΚ ως προς το Παράρτημα ΙΙ. Και αναφέρεται στην αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου.

3^η 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 υπόψη 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, συμπεριλαμβανόμενου 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/ση 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.

³ΚΥΑ 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 (24-ωρος) και (8-ωρος νυκτερινός), έτσι όπως αυτοί ορίζονται στην εν λόγω Οδηγία. Επίσης, με την παρούσα υπουργική απόφαση καθορίζονται: L_{den} , L_{night}

- 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 = (L ημέρας-απογεύματος-νύκτας)

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 $4.0 \pm 0,2\text{m}$ (3,8 έως 4,2m) πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2m 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 καθώς και οι μέγιστες στάθμες και ελάχιστες τιμές στη διάρκεια της 24ωρης καταγραφής, L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{95} , L_{99} , L_{max} , L_{min}
- Δείκτες του άρθρου 3 ανωτέρω και συγκεκριμένα, και L_{den} , L_{night}
- Δείκτες του άρθρου 6 ανωτέρω και πιο συγκεκριμένα και (ειδικά για τον οδικό και σιδηροδρομικό θόρυβο), και L_{d-e} , L_n
- Ενεργειακά ισοδύναμη μέση ηχοστάθμη όπου: $L_{Aeq}(24) \text{ h}$

- Η ενεργειακά ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου 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, L_{eq}
- Η ποσοστομοριακή στάθμη είναι η στάθμη εκείνη, η οποία υπερβαίνεται κατά N% της αντίστοιχης χρονικής περιόδου μέτρησης L_N .

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 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 αναθεωρήσεις 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(lownoise) 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 ηχομέτρο 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.

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 (backgroundnoise) 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).

¹¹ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2015/996

Η Οδηγία (ΕΕ) 2015/996 της Επιτροπής δημοσιεύθηκε από τις 19 Μαΐου 2015 για τη θέσπιση κοινών μεθόδων αξιολόγησης του θορύβου σύμφωνα με την οδηγία 2002/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έχοντας υπόψη τη Συνθήκη για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την οδηγία 2002/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25ης Ιουνίου 2002, σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου (1), και ιδίως το άρθρο 6 παράγραφος 2, και εκτιμώντας τα ακόλουθα:

(1) Σύμφωνα με το άρθρο 1, ο στόχος της οδηγίας 2002/49/ΕΚ είναι ο καθορισμός μιας κοινής προσέγγισης για την αποφυγή, πρόληψη ή περιορισμό, βάσει ιεράρχησης προτεραιοτήτων, των δυσμενών επιπτώσεων, συμπεριλαμβανομένης της ενόχλησης από έκθεση στον περιβάλλοντα θόρυβο. Για τον σκοπό αυτό, τα κράτη μέλη καθορίζουν την έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο μέσω χαρτογράφησης θορύβου, με μεθόδους αξιολόγησης κοινές στα κράτη μέλη, εξασφαλίζουν ότι οι πληροφορίες σχετικά με τον περιβαλλοντικό θόρυβο και τις επιπτώσεις του είναι διαθέσιμες στο κοινό και θεσπίζουν σχέδια δράσης βασισμένα στα αποτελέσματα της χαρτογράφησης του θορύβου, με στόχο την πρόληψη και τον περιορισμό του περιβαλλοντικού θορύβου όπου κρίνεται απαραίτητο, και, ιδίως, όπου τα επίπεδα έκθεσης μπορούν να έχουν επιβλαβείς επιδράσεις στην υγεία των ανθρώπων, καθώς και τη διαφύλαξη της ηχητικής ποιότητας του περιβάλλοντος όπου είναι καλή.

(2) Σύμφωνα με το άρθρο 5 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, τα κράτη μέλη εφαρμόζουν τους δείκτες θορύβου (L_{den} και L_{night}) που αναφέρονται στο παράρτημα I της εν λόγω οδηγίας για την εκπόνηση και την αναθεώρηση της στρατηγικής χαρτογράφησης του θορύβου σύμφωνα με το άρθρο 7.

(3) Σύμφωνα με το άρθρο 6 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, οι τιμές των δεικτών θορύβου (L_{den} και L_{night}) προσδιορίζονται μέσω των μεθόδων αξιολόγησης που ορίζονται στο παράρτημα II της εν λόγω οδηγίας.

(4) Σύμφωνα με το άρθρο 6 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, η Επιτροπή καθορίζει κοινές μεθόδους αξιολόγησης για τον προσδιορισμό των δεικτών θορύβου L_{den} και L_{night} με αναθεώρηση του παραρτήματος II.

(5) Σύμφωνα με το άρθρο 7 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε, το αργότερο στις 30 Ιουνίου 2007, να έχουν εκπονηθεί στρατηγικοί χάρτες θορύβου και, στις 30 Ιουνίου 2012 και στη συνέχεια, να επανεξετάζονται και, εν ανάγκη, να αναθεωρούνται, τουλάχιστον κάθε πέντε χρόνια.

(6) Η οδηγία 2002/49/ΕΚ προβλέπει σχέδια δράσης που βασίζονται σε στρατηγικούς χάρτες θορύβου. Οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου συντάσσονται με τις κοινές μεθόδους αξιολόγησης, όταν οι μέθοδοι αυτές έχουν εγκριθεί από τα κράτη μέλη.

¹¹ Οδηγία 996/2015/ΕΚ

Ωστόσο, τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν άλλες μεθόδους για τον σχεδιασμό μέτρων για την αντιμετώπιση των προτεραιοτήτων που προσδιορίζονται με τη χρήση κοινών μεθόδων, καθώς και για την αξιολόγηση των άλλων εθνικών μέτρων για την πρόληψη και τον περιορισμό του περιβαλλοντικού θορύβου.

(7) Το 2008 η Επιτροπή δρομολόγησε την ανάπτυξη του κοινού μεθοδολογικού πλαισίου αξιολόγησης του θορύβου μέσω του σχεδίου «Κοινό μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης του θορύβου» (CNOSSOS-EU) από το Κοινό Κέντρο Ερευνών της. Το σχέδιο υλοποιήθηκε σε στενή συνεννόηση με την ειδική επιτροπή που συστάθηκε δυνάμει του άρθρου 18 της οδηγίας 2000/14/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (1) και άλλων εμπειρογνομόνων από τα κράτη μέλη. Τα αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν στην έκθεση αναφοράς του ΚΚΕρ για το πρόγραμμα CNOSSOS-EU (2).

(8) Το παράρτημα της παρούσας οδηγίας της Επιτροπής καθορίζει τις κοινές μεθόδους αξιολόγησης. Τα κράτη μέλη οφείλουν να χρησιμοποιούν αυτές τις μεθόδους από τις 31 Δεκεμβρίου 2018 και μετά.

(9) Οι μέθοδοι αξιολόγησης που προβλέπονται στο παράρτημα της παρούσας οδηγίας, σύμφωνα με το άρθρο 2 παράγραφος 1, πρόκειται να εγκριθούν το αργότερο έως τις 31 Δεκεμβρίου 2018 και έως την ημερομηνία αυτή τα κράτη μέλη μπορούν, σύμφωνα με το άρθρο 6 παράγραφος 2 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, να εξακολουθήσουν να χρησιμοποιούν τις υφιστάμενες μεθόδους αξιολόγησης που έχουν προηγουμένως εγκριθεί σε εθνικό επίπεδο.

(10) Σύμφωνα με το άρθρο 12 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, η Επιτροπή προσαρμόζει το παράρτημα II στην τεχνική και επιστημονική πρόοδο.

(11) Εκτός από την προσαρμογή στην επιστημονική και τεχνική πρόοδο, σύμφωνα με το άρθρο 12 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, η Επιτροπή προσπαθεί να τροποποιεί το παράρτημα βάσει της πείρας από τα κράτη μέλη.

(12) Οι κοινές μέθοδοι αξιολόγησης πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό άλλης νομοθεσίας της ΕΕ, εφόσον η εν λόγω νομοθεσία αναφέρεται στο παράρτημα II της οδηγίας 2002/49/ΕΚ.

(13) Τα μέτρα που προβλέπονται στην παρούσα οδηγία είναι σύμφωνα με τη γνώμη της επιτροπής που έχει συσταθεί βάσει του άρθρου 13 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, Εξέδωσε την παρούσα οδηγία:

Το παράρτημα II της οδηγίας 2002/49/ΕΚ αντικαθίσταται από το κείμενο του παραρτήματος της παρούσας οδηγίας.

Τα κράτη μέλη θέτουν σε ισχύ τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις για να συμμορφωθούν με την παρούσα οδηγία το αργότερο στις 31 Δεκεμβρίου 2018.

ΚΟΙΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Γενικές διατάξεις — Θόρυβοι οδικής και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας και βιομηχανικοί θόρυβοι

Δείκτες, εύρος συχνοτήτων και ορισμοί ζωνών συχνοτήτων Οι υπολογισμοί του θορύβου ορίζονται στο φάσμα συχνότητας από 63 Hz έως 8 kHz. Τα αποτελέσματα των ζωνών συχνοτήτων παρέχονται στο αντίστοιχο διάστημα συχνοτήτων. Οι υπολογισμοί εκτελούνται σε οκταβικές ζώνες για τους θορύβους οδικής και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας και τους βιομηχανικούς θορύβους, εκτός από την

ηχητική ισχύ πηγών θορύβου σιδηροδρομικής κυκλοφορίας, για την οποία χρησιμοποιούνται τριτοκταβικές ζώνες.

Για τους θορύβους οδικής και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας και τους βιομηχανικούς θορύβους, η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση στάθμη ηχητικής πίεσης για την περίοδο της ημέρας, του βραδιού και της νύχτας, υπολογίζεται με άθροιση όλων των συχνοτήτων:

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \lg \sum_{i=1} 10^{(L_{eq,T,i} + A_i)/10}$$

όπου A_i δηλώνει την Α-σταθμισμένη διόρθωση σύμφωνα με το πρότυπο IEC61672-1
 i = δείκτης ζώνης συχνοτήτων και
 T είναι το χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί στην ημέρα, στο βράδυ ή στη νύχτα.

Παράμετροι θορύβου:

L_T	Στιγμιαία στάθμη ηχητικής πίεσης	[dB] (re. $2 \cdot 10^{-5}$ Pa)
$L_{Aeq,T}$	Συνολική μακροπρόθεσμη ηχοστάθμη L_{Aeq} από όλες τις πηγές και πηγές εικόνας στο σημείο R	[dB] (re. $2 \cdot 10^{-5}$ Pa)
L_W	«Επιτόπια» στάθμη ηχητικής ισχύος μιας σημειακής πηγής (κινητής ή σταθερός)	[dB] (re. 10^{-12} W)
$L_{W,dB}$	Κατευθυντική «επιτόπια» στάθμη ηχητικής ισχύος για την i-οστή ζώνη συχνοτήτων	[dB] (re. 10^{-12} W)
$L_{W\cdot}$	Μέση «επιτόπια» στάθμη ηχητικής ισχύος ανά μέτρο γραμμικής πηγής	[dB/m] (re. 10^{-12} W)

Άλλες φυσικές παράμετροι:

p	Πραγματική τιμή της στιγμιαίας ηχητικής πίεσης	[Pa]
p_0	Ηχητική πίεση αναφοράς = $2 \cdot 10^{-5}$ Pa	[Pa]
W_0	Ηχητική ισχύς αναφοράς = 10^{-12} W	[watt]

Σε παρακάτω κεφάλαιο θα αναπτύξουμε εκτενέστερα στην μέθοδο υπολογισμού δεικτών θορύβου CNOSSOS-EU.

4. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Όπως αναφέραμε και παραπάνω ο οδικός- κυκλοφορικός θόρυβος αποτελεί την σημαντικότερη πηγή ηχορύπανσης με αποτέλεσμα να έχει θεσμοθετηθεί η καταγραφή του και μελέτη της πραγματικής κατάστασης και η απαίτηση για αντιμετώπισή του και βελτίωση του ακουστικού περιβάλλοντος. Η βασική μέθοδος ελάττωσής του είναι η συνεχής επέμβαση στους κρίκους αλυσίδας μέσω πρόληψης:

- Στην πηγή
- Στο μέσο διάδοσης του θορύβου
- Στον δέκτη

4.1.ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ

Καθοριστική είναι η επιρροή της νομοθεσίας στη μείωση του περιβαλλοντικού θορύβου μέσα από τον καθορισμό επιτρεπτών ορίων στις πηγές θορύβου.

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. Οι βασικοί λοιπόν τρόποι βελτίωσης του ακουστικού περιβάλλοντος μίας περιοχής στην πηγή του θορύβου και κατά συνέπεια μείωσης της ηχορύπανσης είναι:

- ❖ Η ελάττωση του θορύβου των οχημάτων
 - Η μείωση εκπομπών θορύβου των οχημάτων επιτυγχάνεται με την χρήση νέων μοντέλων στα οποία έχει ληφθεί πρόνοια για την μείωση του εκπομπόμενου θορύβου με την εφαρμογή συστημάτων τεχνολογίας βάσει των νέων αυστηρών κανονισμών.
 - Επίσης επιτυγχάνεται στα ήδη υπάρχοντα οχήματα με την προσαρμογή με αυτά μηχανισμών μείωσης θορύβου (π.χ. αερόσφουρα με σιγαστήρα ή άλλων μονωτικών υλικών ή ακόμη και με αντικατάσταση των μηχανών με νέες αντιθορυβικές). Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη του επιθυμητού στόχου είναι η καλή συντήρησή τους, η κυκλοφοριακή αγωγή των πολιτών και οι συστηματικοί έλεγχοι της πολιτείας.
- ❖ Η μείωση της ταχύτητας των οχημάτων
Έρευνες έδειξαν ότι 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).
Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με:
 - τοποθέτηση πινακίδων μείωσης ταχύτητας. Το μέτρο αυτό εξυπηρετεί εξίσου από πλευράς οικονομίας και κατασκευής καθώς το μοναδικό

κόστος είναι η αγορά και τοποθέτηση, ωστόσο η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από την τήρηση του ορίου ταχύτητας.

- τοποθέτηση υπερυψωμένων λωρίδων «SpeedBumps», επί του οδοστρώματος, γνωστότερων και ως σαμαράκια. Η σωστή σχεδίαση και τοποθέτηση των μειωτών ταχύτητας μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση ταχύτητας δεδομένου του ότι 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.
- την κατάλληλη λειτουργία των σηματοδοτών ώστε να ρυθμιστεί η κυκλοφοριακή ροή των οχημάτων προκειμένου 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.

ΕΙΚΟΝΑ 11: ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΙΝΑΚΙΔΩΝ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ



Πηγή : <https://www.gate-automation.gr>

ΕΙΚΟΝΑ 12: ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ ΜΕ ΣΡΗΣΗ SPEEDBUMBS



Πηγή: <https://www.gate-automation.gr>

ΕΙΚΟΝΑ 13: ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟ LOS-ANGELES



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

4.2. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ

Η διάδοση του θορύβου οφείλεται στην απορρόφηση ή μη, μεταβίβαση, αντανάκλαση και ανάκλαση του ήχου. Ο έλεγχος στη χωρική διάχυση της ηχορύπανσης αναφέρεται σε μέτρα σχετικά με:

- Μέτρα που εξασφαλίζουν - όπου είναι τεχνικά δυνατό - ηχομόνωση της πηγής του θορύβου.
- Μέτρα που στοχεύουν στην αύξηση της απόστασης ανάμεσα στη πηγή του θορύβου και τον δέκτη.
- Μέτρα εφαρμογής κατάλληλων ηχοαπορροφητικών υλικών στα τοιχώματα, τις οροφές και τα δάπεδα των χώρων, με αυξημένο θόρυβο.

Ηχομόνωση στην πηγή:

Η βασική επέμβαση στην μείωση της εκπομπής θορύβου στην πηγή είναι η τοποθέτηση αντιθορυβικού οδοστρώματος, το οποίο επιφέρει μείωση της ακουστικής ενέργειας που δημιουργείται κατά την επαφή των τροχών με την επιφάνεια του δρόμου. Ο θόρυβος που προκαλείται από τα αυτοκίνητα σε υψηλές ταχύτητες οφείλεται στις ταλαντώσεις που δημιουργούνται κατά την επαφή ελαστικού και οδοστρώματος οι οποίοι 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. Επιπλέον, σημαντικό παράγοντα αποτελεί το φαινόμενο “airrumping” δηλαδή η εκτόνωση του συμπιεσμένου αέρα μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος. Βασικό χαρακτηριστικό του τελικού τύπου κυκλοφορίας ενός οδοστρώματος είναι πλέον η ηχοαπορροφητικότητα.

ΕΙΚΟΝΑ 14: ΗΧΟΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ



Πηγή: Κων/νος Βογιατζής, Περιβαλλοντικός Θόρυβος και Αστικές Μεταφορές, διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός», 2017

ΕΙΚΟΝΑ 15: ΤΥΠΟΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ



Πηγή: Νίκος Π. Τσινίκας, Αρχιτεκτονικός Αντιθορυβικός σχεδιασμός, Επετηρίδα, Τόμος ΙΗ' του Τμήματος Αρχιτεκτόνων, 2002

Αύξηση απόστασης πηγή με δέκτη:

Η αύξηση της απόστασης ανάμεσα σε δέκτη και πηγή επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο γεωμετρικό και χωροταξικό σχεδιασμό των οδικών κυκλοφοριακών αξόνων όπως την αναδιαμόρφωση του πολεοδομικού δικτύου και τη δημιουργία παρακάμψεων, την εκτροπή διαμπερών κινήσεων από περιοχές κατοικίας, την δημιουργία πεζοδρόμων, τον έλεγχο της κυκλοφορίας των οχημάτων, την δημιουργία παρακάμψεων βαρέων οχημάτων από οικιστικές περιοχές, κ.ά. καθώς επίσης με την αύξηση απόστασης της γραμμικής πηγής θορύβου από την πρόσοψη των δεκτών. Η μείωση θορύβου επίσης επιτυγχάνεται με την υποβάθμιση και την υπογειοποίηση του επιπέδου κυκλοφορίας καθώς επίσης και η δημιουργία υπόγειων διελεύσεων. Το όρυγμα λειτουργεί σαν εμπόδιο της διάδοσης του ήχου από την πηγή στον δέκτη και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μείωση του θορύβου.

ΕΙΚΟΝΑ 16: ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΥΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ



Πηγή: Κων/νος Βογιατζής, Περιβαλλοντικός Θόρυβος και Αστικές Μεταφορές, διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός», 2017

Βασικοί εναλλακτικοί τύποι πετασμάτων. Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ των εναλλακτικών αυτών τύπων αφορά στο υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους, όχι όμως στο ύψος, τις γενικές τους διαστάσεις και τη θέση τοποθέτησής τους που έχουν καθορισθεί στη σχετική ακουστική μελέτη.

ΕΙΚΟΝΕΣ 17-18-19: ΒΑΣΙΚΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ



Πηγή: Κων/νος Βογιατζής, Περιβαλλοντικός Θόρυβος και Αστικές Μεταφορές, διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Εργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός», 2017

ΕΙΚΟΝΕΣ 20-21-22: ΒΑΣΙΚΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ



Πηγή: www.platamonas.gr



Πηγή: www.gazzetta.gr



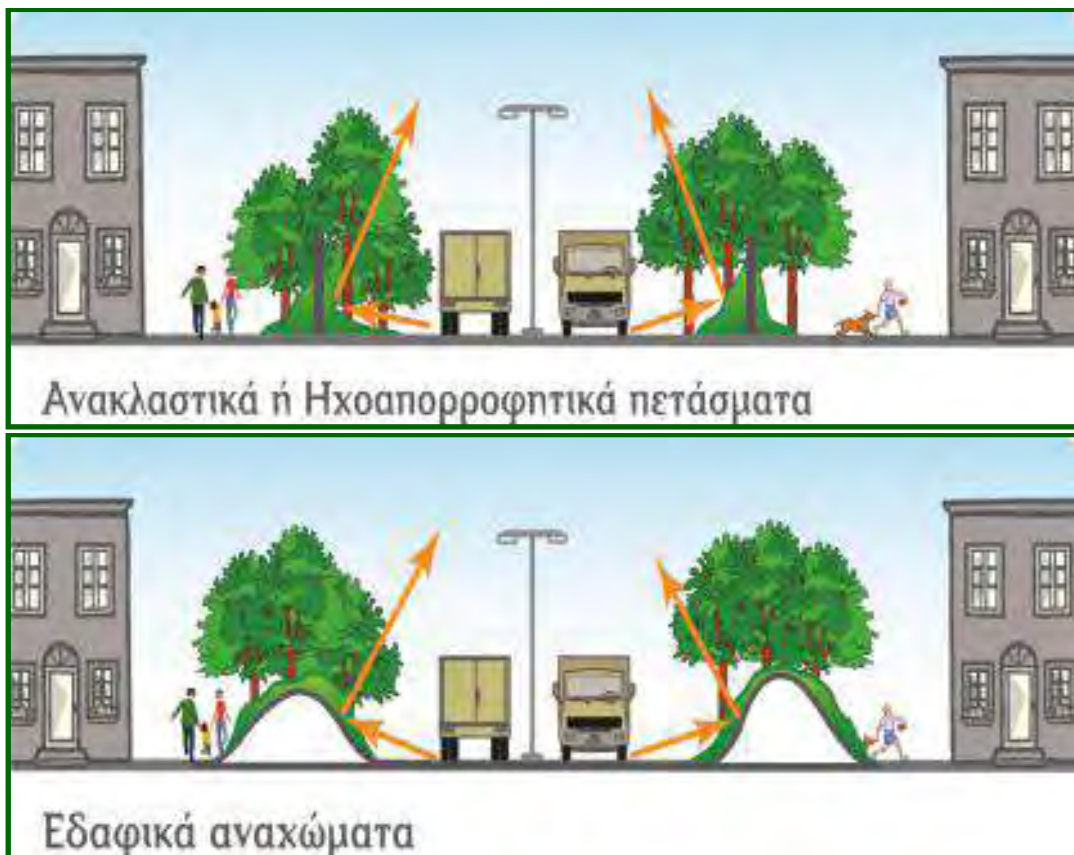
Πηγή: www.prebeza.gr

Επεμβάσεις στα τοιχώματα για μείωση εκπομπών θορύβου προς τον δέκτη:

Οι επεμβάσεις αυτές αποσκοπούν στη μείωση της στάθμης θορύβου, μέσω της ανάπτυξης φυσικών ή τεχνητών εμποδίων, που θα περιορίσουν τη διάδοσή του ή θα τον κρατήσουν έξω από τους χώρους στους οποίους η επίδρασή του είναι επιβλαβής. Τέτοια μέτρα είναι:

- η κατασκευή ηχοπετασμάτων από δομικά υλικά ή φύτευση, η αρχή λειτουργίας των οποίων βασίζεται στην παρεμβολή ενός εμποδίου μεταξύ μιας ηχητικής πηγής και ενός δέκτη, μεταβάλλοντας την εξάπλωση ενός ηχητικού κύματος. 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.
- η τεχνική εκσκαφής και επανεπίχωσης όπου επιτυγχάνεται η μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου δίνοντας έμφαση στη διατήρηση του χαρακτήρα του περιβάλλοντος. Η φυτοκάλυψη αποτελεί συνδυαστικό παράγοντα της λειτουργίας της συγκεκριμένης μεθόδου
- η δημιουργία αντιθορυβικών ζωνών,
- η χωροθέτηση χρήσεων και δραστηριοτήτων συμβατών προς την κλίμακα θορύβου κάθε περιοχής.

ΕΙΚΟΝΕΣ 23-24: ΒΑΣΙΚΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ



Πηγή: Κων/νος Βογιατζής, Περιβαλλοντικός Θόρυβος και Αστικές Μεταφορές, διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός», 2017

ΕΙΚΟΝΕΣ 25-26-27: ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ



Πηγή: Κων/νος Βογιατζής, Περιβαλλοντική Τεχνική & Θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, Αθήνα 2012

ΕΙΚΟΝΑ 28: ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ

Πηγή: www.alfacoustic.com

4.3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟΝ ΔΕΚΤΗ

Η μείωση θορύβου στον δέκτη μπορεί να επέλθει κυρίως από την παρέμβαση των ιδιωτών με την προσθήκη ηχομονωτικής προστασίας στα κτίρια με τοποθέτηση διπλών υαλοστασίων ηχομονωτικών και εγκατάσταση μονωτικού υλικού στις όψεις των κτιρίων. 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.

Επίσης με την φύτευση στην όψη του κτιρίου που βλέπει προς την πηγή θορύβου, πυκνής βλάστησης που λειτουργεί ως εμπόδιο διάδοσης του ήχου.

Ως έσχατο μέτρο αντιμετώπισης θα μπορούσαμε να πούμε ότι η χρήση ωτασπίδων σε ώρες αιχμής ίσως είναι αναγκαίο μέτρο για την προστασία της υγείας του δέκτη σε περίπτωση μη εφαρμογής άλλου μέτρου.

ΕΙΚΟΝΑ 29: ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΟΨΕΩΝ



Πηγή: Κων/νος Βογιατζής, Περιβαλλοντικός Θόρυβος και Αστικές Μεταφορές, διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός», 2017

5. ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ

«Τα αντιθορυβικά πετάσματα είναι κατηγορία ειδικών τεχνικών έργων που σκοπό έχουν τη προστασία από την ηχορύπανση στην οριογραμμή του καταστρώματος της οδού. Είναι η βασική μέθοδος ελάττωσης του θορύβου στα οδικά δίκτυα, αφού λειτουργεί ως φράγμα μεταξύ του πομπού ήχου (οχήματα στη κυκλοφορία, σιδηρόδρομοι και άλλες πηγές θορύβου) και του δέκτη (κατοίκων)³». (Κ. Βογιατζής, 2012:256)

Ο προσδιορισμός των διαστάσεων τους του τύπου τους, της απόστασης εφαρμογής τους από την οδό, της μορφής και των υλικών που τα αποτελούν, της αισθητικής τους ένταξης στο εκάστοτε οδικό περιβάλλον καθώς και των ακουστικών ιδιοτήτων τους είναι το αντικείμενο ειδικής ακουστικής μελέτης υπολογισμού και εφαρμογής (EAMYE) αντιθορυβικών πετασμάτων.

Διακρίνουμε δύο βασικές κατηγορίες ηχοπετασμάτων:

- Τα εδαφικά αντιθορυβικά αναχώματα (πρανή με φυτοκάλυψη ή χωρίς)
- Τα πρόσθετα κάθετα αντιθορυβικά πετάσματα (ξύλινα, από σκυρόδεμα, πλαστικά, μεταλλικά).

Στην παρούσα εργασία θα αναπτύξουμε την λειτουργία των κάθετων ηχοπετασμάτων δεδομένης της επιλογής αυτής της κατηγορίας στην τοποθέτηση πέριξ του αυτοκινητόδρομου Αιγαίου.

Τα εδαφικά αντιθορυβικά αναχώματα απαιτούν την παραχώρηση μεγάλων εκτάσεων για την κατασκευή τους και παρόλη την οικονομία κόστους, σε πολλές περιπτώσεις, όπως στην συγκεκριμένη περιοχή η επιλογή αυτή δεν ενδείκνυται, δεδομένου του ότι το έργο είναι ήδη περατωμένο με διαμορφωμένους χώρους περιμετρικά του αυτοκινητόδρομου και παραχωρημένους σε χρήση είτε ιδιωτική είτε δημόσια.

5.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ

Με τη παρουσία των αντιθορυβικών πετασμάτων, κατά μήκος και παραπλεύρως της οδού ως εμπόδιο ανάμεσα στη πηγή θορύβου και τον δέκτη, ένα μέρος των ηχητικών κυμάτων ανακλάται και επιστρέφει προς τη πηγή με γωνία ανάκλασης ίση με τη γωνία πρόσπτωσης, ενέργεια που μπορεί να είναι ανεπιθύμητη επειδή ο θόρυβος στην πηγή μπορεί να αυξηθεί. Ένα μέρος του ηχητικού κύματος απορροφάται από το Αντιθορυβικό πέτασμα και μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Ακόμη ένα μέρος του ηχητικού κύματος μεταδίδεται δια μέσου του αντιθορυβικού πετάσματος και τέλος ένα μέρος περιθλάται από τη κορυφή του αντιθορυβικού πετάσματος και τα άκρα και εξασθενεί συνεχίζοντας τη διάδοσή του προς τον δέκτη. Η ικανότητα ενός αντιθορυβικού πετάσματος να μειώνει το μεταδιδόμενο κύμα εξαρτάται από το υλικό και το τρόπο που κατασκευάζεται και εφαρμόζεται συνήθως με μια κλίση¹².

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

¹²2018- ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΞΑΡΛΗΣ -ΤΟ ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΟ ΠΕΤΑΣΜΑ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΑ ΟΔΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ & ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΥΚΟΛΙΑΣ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΚΑΙ ΩΦΕΛΕΙΑΣ

Ηχοπροστατευτική Αξία-Στόχος Ηχοπετάσματος	Ευκολία Επίτευξης Στόχου	Μείωση Ηχητικής Ενέργειας	Σχετική μείωση έντασης ήχου (αντίληψη κοινού)
5dB(A)	Απλή	68%	Σχετικά εύκολα Αντίληψη
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

Πηγή: Κων/νος Βογιατζής, Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής

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.

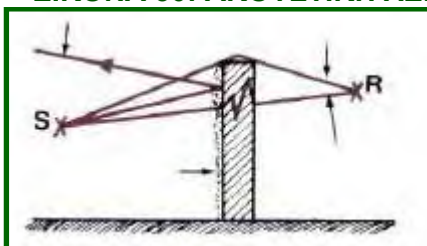
Η λειτουργία του ηχητικού πετάσματος, οφείλεται στην:

Ανάκλαση: Ένα μέρος του ηχητικού κύματος ανακλάται και επιστρέφει στην πηγή (S) με γωνία ανάκλασης α 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 του³

ΕΙΚΟΝΑ 30: ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΟΥ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ

Πηγή: Κων/νος Βογιατζής, Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής

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 του χρήστες και πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε να μην αποτελεί οπτική παρεμβολή είτε από την πλευρά του δέκτη είτε από την πλευρά της πηγής².

5.2. ΕΙΔΗ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ

Οι βασικές κατηγορίες υλικών (διαφανών και αδιαφανών) που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των παρακάτω τύπων πετασμάτων κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- α) διαφανή τμήματα κυρίως από διαφανές polycarbonate ή PMMA,
- β) από μέταλλο με ή χωρίς διάτρηση ηχο-απορρόφησης,
- γ) από συμπαγές υλικό δηλαδή οπλισμένο σκυρόδεμα ή συμπαγή υλικά (π.χ. χωμάτινες διαμορφώσεις) και συνδυασμό με στοιχεία πρασίνου¹³.

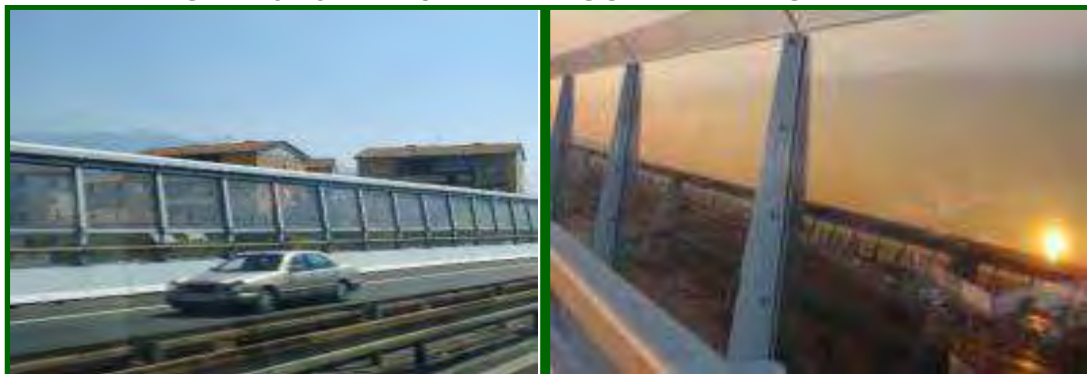
Διαφανή αντιθορυβικά πετάσματα από PMMA ή Polycarbonate

Τα διαφανή ηχοπετάσματα είναι κατασκευασμένα κατά το μεγαλύτερο τμήμα τους από ΠΜΜΑ (polymethacrylate) ή Polycarbonate (μικτά πετάσματα) και σπανιότερα από κρύσταλλο ειδικών προδιαγραφών το οποίο συνδυάζεται με κατασκευή από Ω/Σ ή και μεταλλική, ξύλινη κ.λ.π.

Με κριτήριο την αντοχή και την ανθεκτικότητά των πετασμάτων, ορίζεται ως απαραίτητο πάχος τα 15-20mm, γεγονός που αυξάνει το κόστος της κατασκευής. Το κύριο πλεονέκτημα αυτών είναι ότι δεν εμποδίζεται η θέα προς και από την οδό. Ωστόσο όμως απαιτείται συντήρηση συνεχής και επιμελημένη και σε συνδυασμό με το αυξημένο πάχος του ορίζεται ως μία λύση δαπανηρή. Ένα επιπλέον μειονέκτημα είναι ότι λόγω του ότι δεν υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης ηχοαπορροφητικού υλικού στα διαφανή πετάσματα, σε περιπτώσεις στενού οδικού άξονα παρατηρείται αύξηση της στάθμης θορύβου εξαιτίας των ανακλάσεων.

Τα διαφανή υλικά αποτελούν ιδανική λύση σε περιοχές στις οποίες επιθυμείται η διατήρηση του χαρακτήρα του περιβάλλοντος. 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 η τοποθέτηση κατάλληλων επιθεμάτων που αποτρέπουν την διέλευση των πτηνών, όπως φαίνεται στις κάτωθι φωτογραφίες.

ΕΙΚΟΝΕΣ 31-32: ΔΙΑΦΑΝΗ ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ



Πηγή: www.iselco.gr

¹³ Κωνσταντίνος Βογιατζής, Διαλέξεις στο μάθημα ΔΤΜΣ"ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, Αντιθορυβικά πετάσματα

ΕΙΚΟΝΕΣ 33-34: ΔΙΑΦΑΝΗ ΑΝΤΙΘΟΥΡΒΙΚΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑΠηγή: www.iselco.gr**Μεταλλικά ηχοπετάσματα**

Τα μεταλλικά ηχοπετάσματα κατασκευάζονται από ανοξείδωτη λαμαρίνα πάχους 2-2,5mm ή συνήθως φύλλα αλουμινίου. Επίσης υπάρχει περίπτωση να γίνει κατασκευή «σάντουιτς», από δύο λαμαρίνες ή συνήθως φύλλα αλουμινίου εκ των οποίων η προς την οδό πλευρά να είναι διάτρητη. Έχουν σημαντική αντοχή σε κακομεταχείριση, ρύπανση, οξείδωση, ηλιακή ακτινοβολία, σε ισχυρούς ανέμους, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και είναι εύκολα στην συναρμολόγηση και τοποθέτηση. Το μειονέκτημά τους είναι ότι είναι αδιαφανή και στερούν την θέα με αποτέλεσμα να υποβαθμίζουν αισθητικά την περιοχή και απαιτούν επιμελή και συνεχή καθαρισμό. Προκειμένου να αναβαθμισθούν αισθητικά επιλέγονται μικτές κατασκευές με φύτευση στην μία πλευρά.

ΕΙΚΟΝΑ 35: ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑΠηγή: www.iselco.gr

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 περίφραξη ενός κήπου ή ενός οικοπέδου².

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 ηχοπροστασία².

ΕΙΚΟΝΑ 36: ΞΥΛΙΝΑ ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ



Πηγή: www.iselco.gr

Ηχοπετάσματα σκυροδέματος

Το σκυρόδεμα διαθέτει απορροφητικές και ανακλαστικές ιδιότητες, και χρησιμοποιείται συχνά ως μέσο ηχοπροστασίας στους οδικούς άξονες. 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. Ως πλεονέκτημα είναι το χαμηλό κόστος, η ευελιξία που δίνεται για διάφορους σχηματισμούς και η αντοχή τους τόσο στην κακομεταχείριση αλλά και στην φθορά του χρόνου και των ακραίων καιρικών

φαινομένων. Αποτελεί ηχοπέτασμα με απορροφητικότητα αλλά δεν συστήνεται για εκτεταμένη χρήση σε καμία περίπτωση. Τέτοιες επιλογές πλήρως αδιαφανών συμπαγών πετασμάτων πρέπει να αποφεύγονται, λόγω της δημιουργίας "οπτικού φράγματος" το οποίο συνιστά ιδιαίτερο πρόβλημα οπτικής παρεμπόδισης που συνδυάζεται απόλυτα με ιδιαίτερα αρνητικές αντιδράσεις των περιοίκων. Συνήθως τοποθετείται βλάστηση αποσκοπώντας στην εναρμόνισή τους με το όμορο οικιστικό περιβάλλον.

ΕΙΚΟΝΕΣ 37-38: ΑΝΤΙΘΟΥΒΙΚΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



Πηγή : www.armos-prokat.gr

Ηχοπέτασμα με φυτοκάλυψη

Ένας άλλος τύπος ηχοπετάσματος είναι η βλάστηση η οποία αποτελεί έναν καλαίσθητο 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 προστασίας².

ΕΙΚΟΝΕΣ 39-40: ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ ΜΕ ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ



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



Πηγή : <https://yandex.by/collections/card/597ccb488cb1f700a8027101/>

Παρακάτω παρατίθενται διάφορα είδη ηχοπετασμάτων που λειτουργούν συνδυαστικά:

**ΕΙΚΟΝΕΣ 41-46: ΑΝΤΙΘΟΥΒΙΚΑ ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ
ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΑ**





Πηγή: Κων/νος Βογιατζής , Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής

Τα βασικά κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής ενός αντιθορυβικού πετάσματος είναι

- Ασφάλεια
- Αποτελεσματικότητα (αντιθορυβική προστασία)
- Αντοχή στο χρόνο
- Απαιτούμενη συντήρηση
- Αισθητική – ένταξη στο τοπίο
- Δυνατότητα γρήγορης επέμβασης επισκευής
- Ταχύτητα υλοποίησης³

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ
ΑΝΤΙΘΟΥΡΥΒΙΚΩΝ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ**

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΔΙΑΦΑΝΕΣ			ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ			ΣΥΜΠΑΓΕΣ			ΠΡΑΣΙΝΟ ΕΔΑΦΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ		
	ΜΕΤΡΙΟ	ΚΑΛΟ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΚΑΛΟ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΚΑΛΟ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΚΑΛΟ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ
Ασφάλεια*		■			■				■		■	
Αντιθορυβική προστασία***			■			■			■			■
Αντοχή στο χρόνο			■		■				■	■		
Απαιτούμενη συντήρηση		■			■			■		■		
Αισθητική Ένταξη στο τοπίο			■	■			■**				■	
Επέμβαση επισκευής			■			■		■		■		
Ταχύτητα υλοποίησης			■		■			■		■		

*Υπό προϋποθέσεις

** σε εναλλακτικές διατάξεις με άλλα υλικά

*** πλήρους αποτελεσματικότητα για πυκνότητα $\geq 10-15 \text{ kgr/m}^2$

Πηγή: Βογιατζής Κ. Περιβαλλοντική Τεχνική & Θεσμικό Πλαίσιο Εφαρμογής

5.3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ, ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Απαίτηση αφορά η εφαρμογή της σήμανσης CE στα αντιθορυβικά πετάσματα καθώς αποτελούν κατασκευές που υπάγονται στη ρύθμιση CPR (ConstructionProductRegulation) στο εναρμονισμένο πρότυπο hEN 14388 δημοσιευμένο στην επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι Ευρωκώδικες που χρησιμοποιούνται είναι:

- ✓ EN 1794-1 - Road traffic noise reducing devices — Non-acoustic performance
Part 1: Mechanical performance and stability requirements
Διαπραγματεύεται την ανεμοπίεση, το κινητό φορτίο χιονιού, το στατικό του ίδιου βάρους και την αντοχή σε περίπτωση σύγκρουσης.
- ✓ EN 1794-2 - Road traffic noise reducing devices — Non-acoustic performance
Part 2: General safety and environmental requirement.
Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας-μη ακουστική απόδοση. Γενική ασφάλεια και περιβαλλοντική απαίτηση.
Τα βασικά θέματα που αναπτύσσονται σε αυτόν τον κανονισμό είναι: η αντίσταση στην πυρκαγιά, ο κίνδυνος από πτώση συντριμμίων προστασία του περιβάλλοντος; μέσα διαφυγής σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και η αντανάκλαση φωτός.
Στα παραρτήματα Β και C του κανονισμού EN 1794-2 γίνεται αναφορά στο φορτίο ανέμου και στο ίδιο φορτίο και αναφέρεται πως ελλείπει ειδικών προδιαγραφών σε ευρωκώδικες, χρησιμοποιούνται οι υπάρχοντες ευρωκώδικες που αφορούν τη δόμηση.
Οι Ευρωκώδικες που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τα παραρτήματα Β, C του προτύπου EN 1794-2είναι:
 - Ευρωκώδικας 0 – Βάσεις σχεδιασμού φερουσών κατασκευών
 - Ευρωκώδικας 1 – Δράσεις στις Φέρουσες Κατασκευές μέρος 1
 - Ευρωκώδικας 7 – Γεωτεχνικός σχεδιασμός.
- ✓ EN 14389-2 - Road traffic noise reducing devices Part 2: Procedures for assessing long term performance. Non acoustic characteristics.
Διατάξεις μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας-διαδικασίες αξιολόγησης μακροπρόθεσμων επιδόσεων.

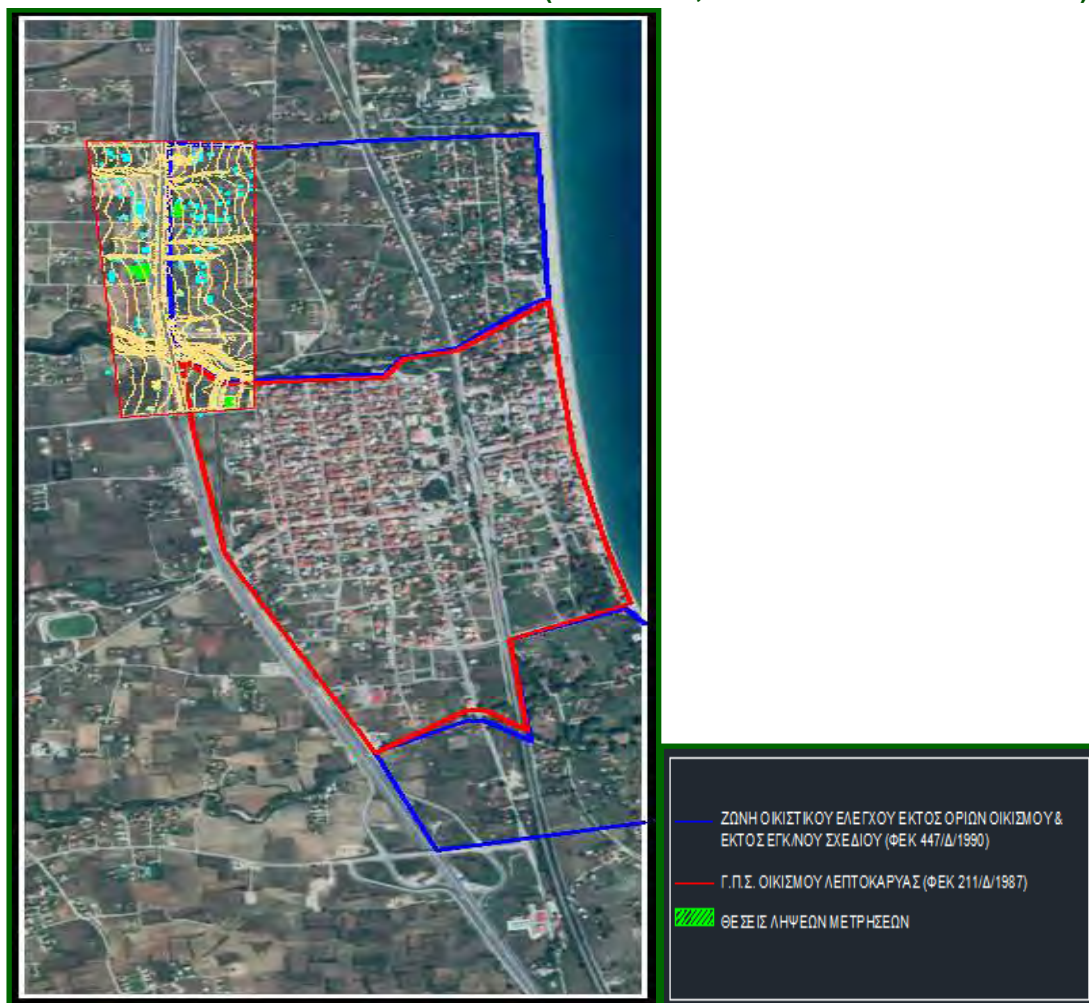
6. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Λεπτοκαρυάς στον Νομό Πιερίας, πέριξ του αυτοκινητόδρομου Αιγαίου.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Γ.Π.Σ. Οικισμού Λεπτοκαρυάς (ΦΕΚ 211/Δ/1987) έχουν οριστεί τα όρια του Οικισμού της Περιοχής. Σε αυτή την περιοχή του Οικισμού της Λεπτοκαρυάς έχει γίνει μελέτη Περιβαλλοντικού θορύβου από την εταιρεία Σ.Σ.Ε & Περιβάλλοντος Α.Ε. και έχουν τοποθετηθεί ηχοπετάσματα διαφανή σε μεγάλο τμήμα του οικισμού πέριξ του αυτοκινητόδρομου Αιγαίου. Με την παρούσα μελέτη θα εξετασθεί η διερεύνηση βελτίωσης του ακουστικού περιβάλλοντος από την εφαρμογή ηχοπετασμάτων στον αυτοκινητόδρομο Αιγαίου στην περιοχή της Λεπτοκαρυάς (Ν. Πιερίας) και συγκεκριμένα στην βόρεια ζώνη οικιστικού ελέγχου εκτός ορίων οικισμού Λεπτοκαρυάς, όπως ορίζεται αυτή στο από 23/8/1990 Π.Δ. (ΦΕΚ447/Δ/1990) καθώς και στο βόρειο τμήμα μέσα στην περιοχή του Οικισμού σύμφωνα με το Γ.Π.Σ. Λεπτοκαρυάς (ΦΕΚ 211/Δ/1987).

Στον Χάρτη που ακολουθεί φαίνονται τα όρια του Οικισμού με κόκκινο πλαίσιο και τα όρια εκτός ορίων οικισμού με μπλε.

ΧΑΡΤΗΣ 1: ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΕΠΤΟΚΑΡΥΑΣ (ΟΙΚΙΣΜΟΣ, ΖΩΝΕΣ ΕΚΤΟΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ)



Πηγή: υπόβαθρο: www.googlemaps.gr , σχεδιασμός: ίδια

6.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην παρούσα περιοχή μελέτης, το μήκος της οδού το οποίο βρίσκεται γειτονικά σε κατοικημένες περιοχές είναι περίπου ίσο με ένα χιλιόμετρο περίπου και έχει έκταση 500 στρεμμάτων, 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.

ΧΑΡΤΗΣ 2: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ



Στην περιοχή ανατολικά του αυτοκινητόδρομου συναντάμε κτίρια με χρήση: Κατοικίες, τουριστικές εγκαταστάσεις, εγκαταστάσεις αναψυχής, κτίρια κοινής οφελείας και καταστήματα. Τα καταστήματα έχουν ύψος max 5.00m ενώ τα υπόλοιπα 7,50μ.

Στην περιοχή δυτικά του αυτοκινητόδρομου συναντάμε κτίρια με χρήση: Γεωργικές αποθήκες, υδατοδεξαμενές, στέγαστρα, αθλητικές εγκαταστάσεις, θερμοκήπια και γεωκτηνοτροφικές μονάδες. Οι γεωργικές αποθήκες έχουν ύψος max 5.00m.

6.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΣΕΩΝ ΛΗΨΕΩΝ

Για την μέτρηση οδικού θορύβου, εγκαταστάθηκαν σταθμοί παρακολούθησης των δεικτών οδικού κυκλοφοριακού θορύβου L10(24h), Leq, Lden και Lnight σε τρία (3) επιλεγμένα αντιπροσωπευτικά σημεία εκατέρωθεν του αυτοκινητόδρομου Αιγαίου και

πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις 24ώρου σε κάθε μια από αυτές σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ όπως τροποποιήθηκε με την 2015/996/ΕΚ, όπως φαίνεται στα σχέδια παρακάτω:

ΧΑΡΤΗΣ 3: ΣΗΜΕΙΑ ΘΕΣΕΩΝ ΛΗΨΕΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



Συγκεκριμένα:

ΘΕΣΗ 1:

Πρόκειται για ισόγειο υπερυψωμένη κατοικία με κεραμοσκεπή, ιδιοκτησίας Πούλιου Στυλιανής.

ΧΑΡΤΗΣ 4: ΘΕΣΗ 1 (ΟΙΚΙΑ ΙΣΟΓΕΙΟΥΣ)



ΕΙΚΟΝΕΣ 47-48 : ΘΕΣΗ (1) ΙΣΟΓΕΙΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

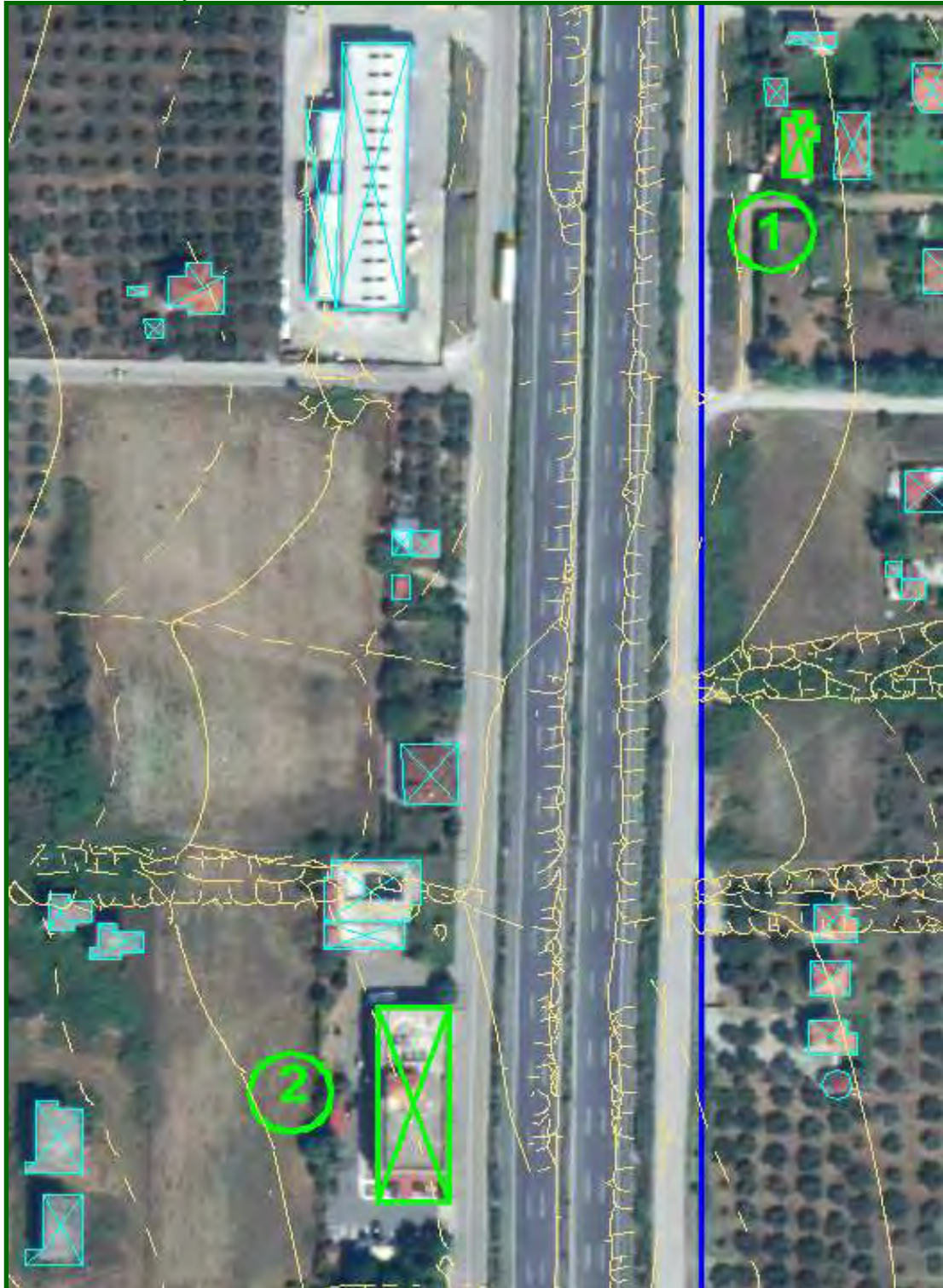


Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο

ΘΕΣΗ 2

Πρόκειται για διώροφο κτίριο φιλοξενίας ηλικιωμένων, χρήση η οποία πρέπει να τονισθεί ότι δεν επιτρέπεται βάσει των χρήσεων γης της περιοχής σύμφωνα με το Π.Δ. 1990 (ΦΕΚ 447/Δ/1990) και ως εκ τούτου δεν έχει άδεια λειτουργίας.

ΧΑΡΤΗΣ 5: ΘΕΣΗ 1 (ΙΣΟΓΕΙΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ) & ΘΕΣΗ 2 (ΞΕΝΩΝΑΣ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ)



ΕΙΚΟΝΕΣ 49-50 : ΘΕΣΗ (2) ΔΙΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ



Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο

ΕΙΚΟΝΕΣ 51-52 : ΘΕΣΗ (2) ΔΙΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ



Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο

ΘΕΣΗ 3

Πρόκειται για διώροφη υπερυψωμένη κατοικία με κεραμοσκεπή, ιδιοκτησίας Μουντζράκα Γεώργιου.

ΧΑΡΤΗΣ 6: ΘΕΣΗ 3 (ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ)



ΕΙΚΟΝΑ 53 : ΘΕΣΗ (3) ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ



Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο

ΕΙΚΟΝΑ 54 : ΘΕΣΗ (3) ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ



Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο

ΕΙΚΟΝΑ 55 : ΘΕΣΗ (3) ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ



Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΣΕΩΝ

A/A	ΩΡΑ	ΟΡΓΑΝΟ	ΥΨΟΣ	ΟΝΟΜΑ	ΤΗΛ
Θ1	15.00	61282	4μ	Πούλιου Στέλλα	████████
Θ2	13.45	61645	4μ	«Η ΠΑΝΑΓΙΑ», Σιδηροπούλου Αθηνά	████████
Θ3	14.30	11989	2μ	Μουντζρακας Γεώργιος	████████

7. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

7.1. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ CADNA-A

²Οι 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.

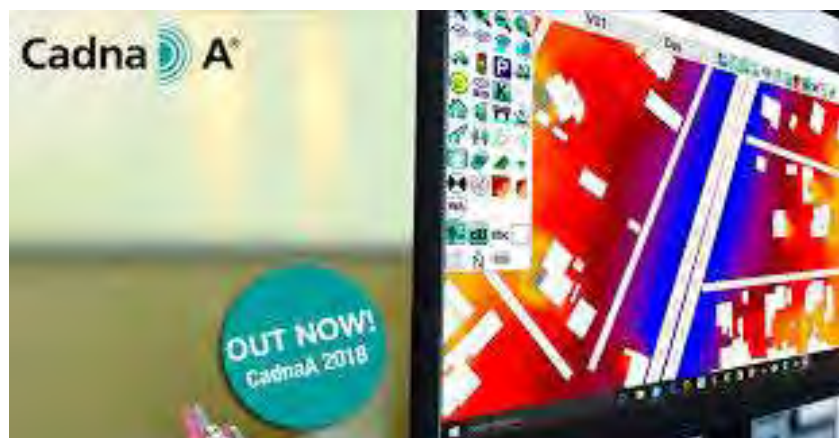
Το λογισμικό CadnaA έχει τη δυνατότητα να εκτιμήσει με ακρίβεια τις όποιες πραγματικές ή προβλεπόμενες διορθώσεις στις τελικές στάθμες λόγω εμποδίων, ηχοπετασμάτων κλπ. υπολογίζοντας και τις παντός είδους ανακλάσεις των ηχητικών κυμάτων επί των γύρω κτιρίων και εφαρμόζει διάφορες μεθόδους. Στην παρούσα μελέτη θα εφαρμοστεί η Γαλλική μεθοδολογία «NMPB-ROUTES-96» και η μέθοδος «CNOSSOS-EU». 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.



Πηγή: (<https://www.datakustik.com/products/cadnaa/cadnaa/>)

7.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

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 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 Επιτροπής².

ΕΙΚΟΝΑ 56 : ΗΧΟΜΕΤΡΟ 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 ανοξειδωτο μεταλλικό σωλήνα, μια υποστηρικτική κεφαλή και κατάλληλο

ανεμοκάλυπτρο σχεδιασμένο έτσι ώστε να διώχνει τα πουλιά και να μην παρεμβαίνουν στις μετρήσεις².

ΕΙΚΟΝΑ 57 : ΒΑΛΙΤΣΑ ΠΑΝΤΟΣ ΚΑΙΡΟΥ VES21



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

8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

8.1. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΟΔΙΚΟΥ – ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Σύμφωνα με την Νομοθεσία της Ε.Ε. τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη δική τους μέθοδο μέτρησης αρκεί να την προσαρμόσουν στις αρχές του μέσου όρου μακροπρόθεσμων μετρήσεων και να είναι σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 1996-2: 1997 και ISO 1996-1:1982. Επίσης τα στοιχεία μετρήσεων μπροστά από μία πρόσοψη πρέπει να διορθώνονται ώστε να αποφευχθεί ο παράγοντας αντανάκλασης (-3dB). Έτσι λοιπόν διάφορες μέθοδοι αναπτύχθηκαν στα κράτη μέλη ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κάθε κράτους. 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.

Η πιο διαδεδομένη και αυτή που χρησιμοποιείται από πολλές ευρωπαϊκές χώρες, μαζί με αυτές και η Ελλάδα είναι η Γαλλική μέθοδος NMPB-Routes-96η οποία προσεγγίζει το σύνολο των παρατηρούμενων μετεωρολογικών συνθηκών και θα την αναπτύξουμε παρακάτω.

Άλλες μέθοδοι προσδιορισμού οδικού θορύβου είναι:

- ✓ Η Βρετανική Μέθοδος CRTN
- ✓ Η Ολλανδική Μέθοδος SRMI ΚΑΙ SRMII
- ✓ Η Γερμανική Μέθοδος RLS 90
- ✓ Η Μέθοδος Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Οδών (Η.Π.Α.) FHWA
- ✓ Η Σκανδιναβική Μέθοδος Πρόβλεψης Θορύβου TemaNord

8.2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΑΛΛΙΚΗ NMPB-Routes-96

²ΓΑΛΛΙΚΗ 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 5ης 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 GuideduBruit 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:

$$L_{Aw} = [(EVL + 10 \log QVL) + (EPL + 10 \log QPL)] + 20 + 10 \log I + R(j) \quad (9)$$

Όπου,

EVL και EPL : Στάθμες εκπομπής θορύβου

QVL και QPL : Αντίστοιχοι ωριαίοι φόρτοι για ελαφριά και βαριά οχήματα

I : Χωρικός διαχωρισμός σε μέτρα

$R(j)$: Η τιμή του φάσματος του οδικού θορύβου

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 homogènes): 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 défavorables): 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.

Η διακύμανση της ηχητικής στάθμης σε μεγάλη απόσταση οφείλεται στο φαινόμενο της διάθλασης των ακουστικών κυμάτων η οποία οφείλεται στην ποικιλία της ταχύτητας του ήχου στη ζώνη διάδοσης που προκαλείται από τις διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας του αέρα και της ταχύτητας του ανέμου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα του ανέμου είναι:

•Θερμικοί παράγοντες: οι θερμικές εναλλαγές ανάμεσα στο έδαφος και τα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας οδηγούν σε ποικιλία θερμοκρασιών του αέρα σε σχέση με το ύψος πάνω από το έδαφος και άρα σε ποικιλία της ταχύτητας του ήχου.

•Αεροδυναμικοί παράγοντες: Η επίδραση του ανέμου στην ηχητική διάδοση είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη διαδρομή του ήχου σε μικρή απόσταση από το έδαφος, διότι ο ήχος κοντά στην εδαφική επιφάνεια κινείται με πολύ μικρότερη ταχύτητα λόγω τριβής.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6:
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ**

	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		+	+	++	

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)

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%.

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:

$$L_{aw} = [(EVL + 10 \log QVL) + (EPL + 10 \log QPL)] + 20 + \log(I) + R(j) \quad (10)$$

Όπου,

EVL και EPL : Στάθμες εκπομπής θορύβου.

QVL και QPL : Αντίστοιχοι ωριαίοι φόρτοι για τα ελαφριά και τα βαριά οχήματα.

I : Χωρικός διαχωρισμός σε μέτρα.

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

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΟΚΤΑΒΑΣ
ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ**

j	Διαστήματα οκτάβας	Τιμές (R_i) 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

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:

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

Όπου,

Ψ : Η διόρθωση της στάθμης θορύβου στο οδόστρωμα

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:

$$L_{Aw/m} = 10 \log(10(Eiv + 10 \log Qiv)/10 + 10(Ehv + 10 \log Qhv)/10) + 20 \quad (12)$$

Όπου,

Eiv : Εκπομπή θορύβου ελαφρών οχημάτων.

Ehv : Εκπομπή θορύβου βαρέων οχημάτων.

Q_v : Κυκλοφορία ελαφρών οχημάτων κατά τον χρόνο μελέτης.

Q_v : Κυκλοφορία βαρέων οχημάτων κατά τον χρόνο μελέτης.

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

Σε ευνοϊκές συνθήκες για την διαδρομή Si-R

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

Όπου,

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

$$A_{i,F} = A_{adv} + A_{am} + A_{sol} + A_{adv},F \quad (14)$$

Όπου,

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

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

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

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

Σε ομοιογενείς συνθήκες για την διαδρομή Si-R

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

Όπου,

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

$$A_{i,H} = A_{adv} + A_{am} + A_{sol} + A_{df},H$$

Όπου,

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

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

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

A_{df},H : Η εξασθένηση του ήχου λόγω περίθλασης σε ομοιογενείς συνθήκες.

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

Για την διαδρομή Si-R

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

Για όλες τις διαδρομές στο σημείο R

$$L_{eq,LT} = 10 \log(\sum_{j=1}^n 10^{L_{j,LT}/10}) \quad (18)$$

Όπου η συνολική μακροπρόθεσμη στάθμη θορύβου δίνεται από τον τύπο:

$$L_{Aeq,LT} = 10 \log(\sum_{j=1}^n 10^{L_{j,LT}/10}) \quad (19)$$

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:

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

Όπου,

LF: Στάθμη θορύβου σε ευνοϊκές συνθήκες διάδοσης.

LH: Στάθμη θορύβου σε ομοιογενείς συνθήκες διάδοσης.

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:

$$Adv=20\log(d)+11 \quad (21)$$

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:

$$Aam=ad/1000 \quad (22)$$

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% :

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ a ΣΕ dB

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

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

Εξασθένηση 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 ($G_{trajet} = G_m = G_r$).

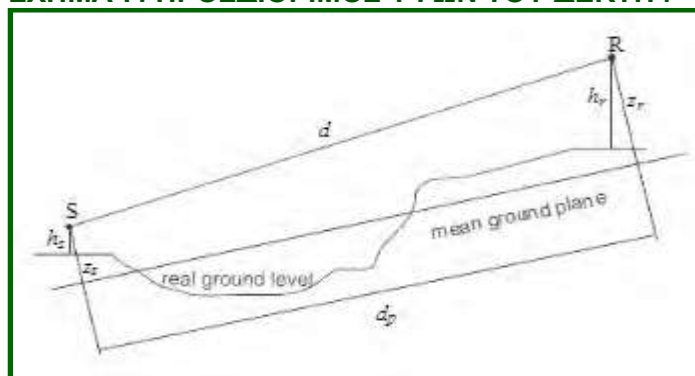
Ο Συντελεστής G_{trajet} υπολογίζεται ως εξής:

An $dp \leq 30(z_s+z_r)$: $G'_{raje} = G_{raje} [dp/30(z_s+z_r)]$ (23)

An $dp > 30(z_s+z_r)$: $G'_{raje} = G_{raje}$ (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).

ΣΧΗΜΑ 7: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΜΟΣ ΥΨΩΝ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ r



Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr.Κων/νος Βογιατζής, σ.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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΣΧΕΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΕΥΝΟΪΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

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	$(1-G)(-1.5)$	

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

$$a'(z) = 1,5 + 3e^{-0,12(z-5)^2(1-e^{-dp/50})} + 5,7e^{-0,09z^2(1-e^{-2,8 \cdot 10^4(-b)dp^2})} \quad (26)$$

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

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

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

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_{raje} , που αναφέρεται σε όλη τη διαδρομή του. Διακρίνονται δύο περιπτώσεις, εάν $G=0$ ή $G \neq 0$.

G≠0: Η επίδραση του εδάφους στην διάδοση του ήχου δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$Asol,H = -10[4k^2 dp^2 (zs^2 - \sqrt{2cfzsk + cfk})(zr^2 - \sqrt{2cfzrk + cfk})] \geq -3(1 - G'raje) \quad (32)$$

Όπου,

$$k = 2\pi fsc \quad (33)$$

$$cf = dp^2 + 3\omega dp (e^{\sqrt{\omega dp}} + 1) + \omega dp \quad (34)$$

$$w = 0,0185f^2,5Gtrajet2,6(f1,5Gtrajet2,6 + 1,3 \cdot 103f0,75Gtrajet1,3 + 1,16 \cdot 106) \quad (35)$$

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 $Asol,H$ είναι μικρότερο του $-3(1 - G'raje)$, τότε παίρνουμε $Asol,H = -3(1 - G'raje)$

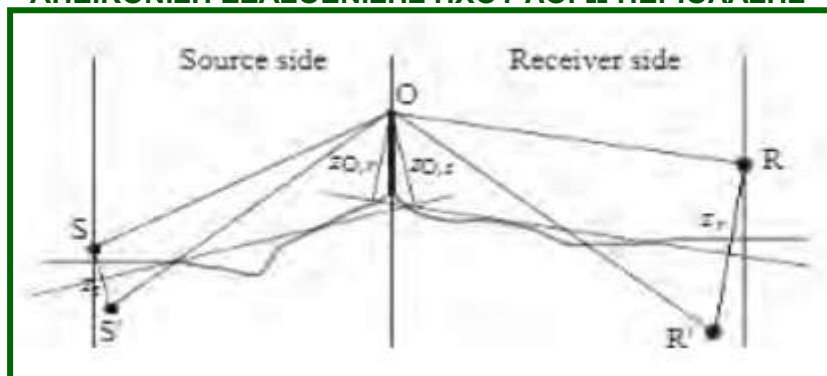
G=0: Η επίδραση του εδάφους στην περίπτωση που

$$G'raje = 0, \quad Asol,H = -3Db$$

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' .

ΣΧΗΜΑ 8:
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΞΑΣΘΕΝΙΣΗΣ ΗΧΟΥ ΛΟΓΩ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ



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 εξασθένησή του δίνεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\text{Αν } (40/\lambda)C''\delta \geq -2 \text{ τότε } \Delta df = 10 \log(3 + (40/\lambda)C''\delta) \quad (36)$$

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

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:

$\Delta df < 0$, λαμβάνεται η τιμή $\Delta df = 0dB$

$\Delta df > 25$, λαμβάνεται η τιμή $\Delta df = 25dB$

Υπολογισμός μεταβολής βήματος

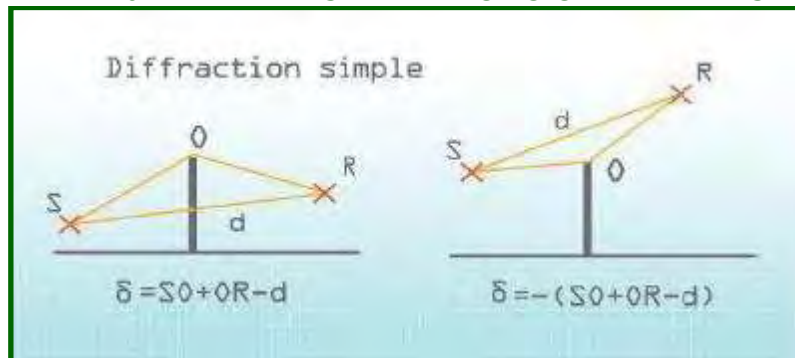
Κατά την διαδικασία υπολογισμού της μεταβολής του βήματος δ ανάμεσα στη διαδρομή με περίθλαση και στην άμεση διαδρομή, ορίζεται η οριζόντια απόσταση μεταξύ της πηγής και του δέκτη και τα σημεία της περίθλασης για τις δύο περιπτώσεις ατμοσφαιρικών συνθηκών.

InstitutionalRepository

Σε ομοιογενείς συνθήκες

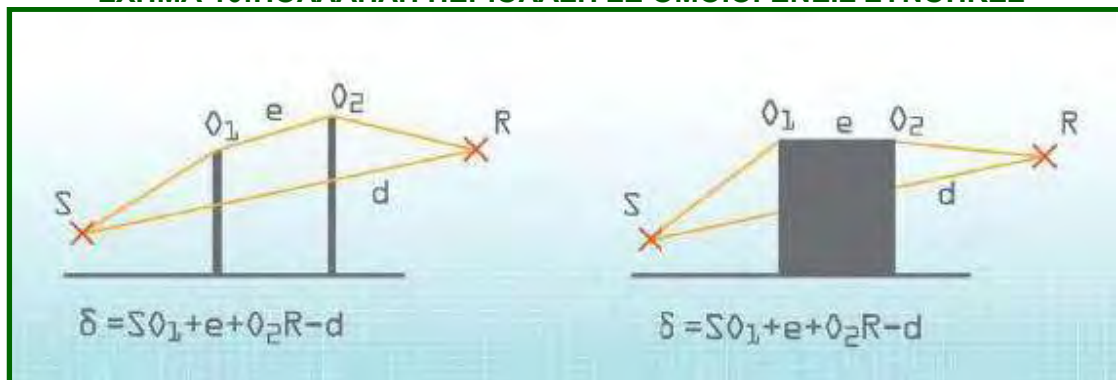
Στην περίπτωση αυτή η πηγή και ο δέκτης υπάρχει περίπτωση να μην έχουν οπτική επαφή μεταξύ τους. Οι σχέσεις προσδιορισμού του βήματος στην απλή και την πολλαπλή περίθλαση αντίστοιχα δίνονται από τα παρακάτω σχήματα.

ΣΧΗΜΑ 9: ΑΠΛΗ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΣΕ ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ



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

ΣΧΗΜΑ 10: ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΣΕ ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

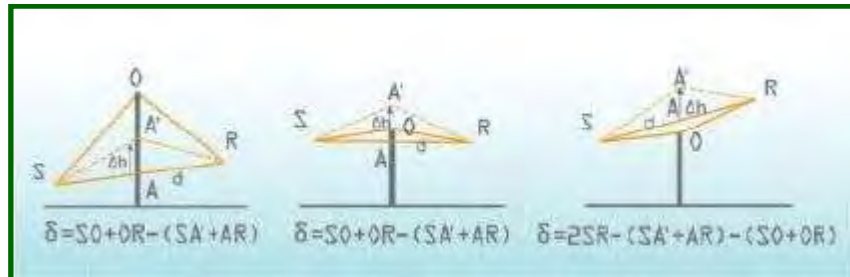


Πηγή: (Περιβαλλοντική τεχνική & θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, dr. Κων/νος Βογιατζής, σελ. 169)

Σε ευνοϊκές συνθήκες:

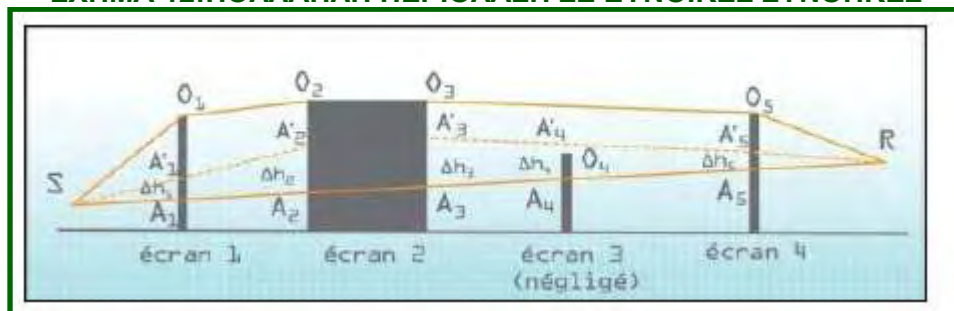
Στις συγκεκριμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες το σημείο A μετακινείται κατά μια απόσταση Δh προς τα πάνω έτσι ώστε η πηγή και ο δέκτης να είναι άμεσα ορατά μεταξύ τους. Στα ακόλουθα σχήματα αναφέρονται οι σχέσεις υπολογισμού της μεταβολής του βήματος σε απλές και πολλαπλές περιθλάσεις.

ΣΧΗΜΑ 11: ΑΠΛΗ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΣΕ ΕΥΝΟΪΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ



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

ΣΧΗΜΑ 12: ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΣΕ ΕΥΝΟΪΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ



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

Όπου,

$$\Delta = SO_1 + O_1O_2 + O_2O_3 + O_3O_5 + O_5R - (SA'1 + SA'2 + A'2A'3 + A'3A'5 + A'5R) \quad (38)$$

$$\Delta h = d_1 d_2 \gamma \quad (39)$$

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

Όπου,

γ : Η ακτίνα της καμπύλης της ακουστικής διαδρομής ($\geq 1000m$), στην περίπτωση που $\gamma \leq 1000m$, 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 Adf , 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:

$$Adf = \Delta df(S,R) + \Delta sol(S,O) + \Delta sol(O,R) \quad (41)$$

Όπου,

$\Delta df(S,R)$: 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:

$$\Delta sol(S,O) = -20 \log(1 + (10(-Asol(S,O)/20 - 1)10 - (\Delta dif(S',R) - \Delta dif(S,R))/20)) \quad (42)$$

Όπου,

$Asol(S,O)$: Η εξασθένηση του θορύβου λόγω της επίδρασης του εδάφους ανάμεσα στην πηγή S και το σημείο περίθλασης O.

$\Delta df(S,R)$: 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:

$$\Delta sol(O,R) = -20 \log(1 + (10(-Asol(O,R)/20 - 1)10 - (\Delta dif(S,R') - \Delta dif(S,R))/20)) \quad (43)$$

Όπου,

$Asol(O,R)$: Η εξασθένηση του ήχου λόγω της επίδρασης του εδάφους ανάμεσα στο σημείο περίθλασης O, και στον δέκτη R.

$\Delta df(S,R')$: Η εξασθένηση λόγω περίθλασης ανάμεσα στην πηγή S και τον εικονικό δέκτη R.

$\Delta df(S,R)$: Η εξασθένηση λόγω της περίθλασης ανάμεσα στην πηγή S και τον δέκτη R.

8.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ CNOSSOS-EU

¹⁴ Η ΝΕΑ ΜΕΘΟΔΟΣ CNOSSOS-EU περιλαμβάνει:

- Μεθοδολογικό πλαίσιο για τη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου σύμφωνα με την οδηγία για τον περιβαλλοντικό θόρυβο (2002/49/ΕΚ).
- Διαδικασίες και τους κύριους φορείς που εμπλέκονται στην ανάπτυξη του CNOSSOS-EU
- Όλα τα κράτη – μέλη της ΕΕ να έχουν μία κοινή μέθοδο αξιολόγησης του περιβαλλοντικού θορύβου για τον επόμενο γύρο της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου.
- Από τον Ιούνιο 2007, οι χώρες της ΕΕ υποχρεούνται να παραδίδουν στρατηγικούς χάρτες θορύβου για όλες τις μεγάλες οδούς, σιδηροδρόμους, αεροδρόμια και οικισμούς, σε πενταετή βάση.
- Αυτοί οι χάρτες θορύβου χρησιμοποιούνται από τις εθνικές αρμόδιες αρχές για να προσδιορίσουν τις προτεραιότητες και τον προγραμματισμό δράσης, αλλά και από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για να αξιολογήσει το επίπεδο έκθεσης στο θόρυβο σε παγκόσμιο επίπεδο σε ολόκληρη την ΕΕ.
- Οι πληροφορίες αυτές χρησιμεύουν επίσης για την ενημέρωση του κοινού σχετικά με τα επίπεδα του θορύβου στην οποία εκτίθενται, καθώς και για τις δράσεις για τη μείωση της ηχορύπανσης σε ένα επίπεδο που δεν θα είναι επιβλαβή για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

¹⁴ Κ. ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ, ΒΗΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΕΙΚΤΩΝ, ΔΙΑΛΕΞΗ ΣΤΟ ΔΤΜΣ "ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ 2017"

Ο πυρήνας του μεθοδολογικού πλαισίου CNOSSOS-EU αποτελείται από:

- Ένα ποιοτικό πλαίσιο που περιγράφει τους στόχους και τις απαιτήσεις του CNOSSOS-EU.
- Περιγραφή σιδηροδρομικής κυκλοφορίας, οδικής κυκλοφορίας, βιομηχανικού θορύβου ως πηγές εκπομπών και διάδοση ήχου.
- Μεθοδολογία που επιλέγεται για την πρόβλεψη του θορύβου αεροσκαφών και της βάσης δεδομένων επιδόσεων.
- Μεθοδολογία για να αντιστοιχηθούν τα πληθυσμιακά δεδομένα στα σημεία του δέκτη και στις προσόψεις των κτιρίων.

Το παράρτημα της οδηγίας της Επιτροπής καθορίζει τις κοινές μεθόδους αξιολόγησης. Τα κράτη μέλη οφείλουν να χρησιμοποιούν αυτές τις μεθόδους από τις 31 Δεκεμβρίου 2018 και μετά.

¹¹ΚΟΙΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Για τους θορύβους οδικής και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας και τους βιομηχανικούς θορύβους, με βάση αυτά τα αποτελέσματα οκταβικών ζωνών, η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση στάθμη ηχητικής πίεσης για την περίοδο της ημέρας, του βραδίου και της νύχτας, όπως αναφέρεται στο άρθρο 5 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, υπολογίζεται με άθροιση όλων των συχνοτήτων:

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \lg \sum_{i=1} 10^{(L_{eq,T,i} + A_i)/10}$$

όπου *A* δηλώνει την Α-σταθμισμένη διόρθωση σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61672-1

i = δείκτης ζώνης συχνοτήτων και

T είναι το χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί στην ημέρα, στο βράδυ ή στη νύχτα.

Παράμετροι θορύβου:

L_p	Στιγμιαία στάθμη ηχητικής πίεσης	[dB] (re. $2 \cdot 10^{-5}$ Pa)
$L_{Aeq,T}$	Συνολική μακροπρόθεσμη ηχοστάθμη L_{Aeq} από όλες τις πηγές και πηγές εικόνας στο σημείο R	[dB] (re. $2 \cdot 10^{-5}$ Pa)
L_W	«Επιτόπια» στάθμη ηχητικής ισχύος μιας σημειακής πηγής (κινητής ή σταθερής)	[dB] (re. 10^{-12} W)
$L_{W,i,dir}$	Κατευθυντική «επιτόπια» στάθμη ηχητικής ισχύος για την i-οστή ζώνη συχνοτήτων	[dB] (re. 10^{-12} W)
$L_{W'}$	Μέση «επιτόπια» στάθμη ηχητικής ισχύος ανά μέτρο γραμμικής πηγής	[dB/m] (re. 10^{-12} W)

Άλλες φυσικές παράμετροι:

p	Πραγματική τιμή της στιγμιαίας ηχητικής πίεσης	[Pa]
p_0	Ηχητική πίεση αναφοράς = $2 \cdot 10^{-5}$ Pa	[Pa]
W_0	Ηχητική ισχύς αναφοράς = 10^{-12} W	[watt]

Ακρίβεια των τιμών εισόδου: Όλες οι τιμές εισόδου που επηρεάζουν το επίπεδο εκπομπών από μια πηγή προσδιορίζονται τουλάχιστον με ακρίβεια που αντιστοιχεί σε αβεβαιότητα ± 2 dB(A) στο επίπεδο εκπομπών της πηγής (αφήνοντας αμετάβλητες όλες τις άλλες παραμέτρους).

Χρήση προεπιλεγμένων τιμών: Κατά την εφαρμογή της μεθόδου, τα δεδομένα εισόδου αντικατοπτρίζουν την πραγματική χρήση. Σε γενικές γραμμές, δεν υπάρχει εξάρτηση από προεπιλεγμένες τιμές εισόδου ή παραδοχές. Οι προεπιλεγμένες τιμές εισόδου και παραδοχές είναι αποδεκτές εάν η συλλογή πραγματικών δεδομένων συνεπάγεται δυσανάλογα υψηλό κόστος.

Ποιότητα του λογισμικού που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς: Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των υπολογισμών πρέπει να αποδεικνύει τη συμμόρφωση με τις μεθόδους που περιγράφονται παρακάτω μέσω πιστοποίησης των αποτελεσμάτων σε σχέση με τις δοκιμαστικές εφαρμογές.

Ταξινόμηση των οχημάτων: Οι πηγές θορύβου οδικής κυκλοφορίας καθορίζονται με συνδυασμό της εκπομπής θορύβου του καθενός από τα οχήματα που αποτελούν τη ροή της κυκλοφορίας. Τα οχήματα αυτά ομαδοποιούνται σε πέντε διακριτές κατηγορίες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά εκπομπής θορύβου:

- Κατηγορία 1: Ελαφρά μηχανοκίνητα οχήματα
- Κατηγορία 2: Μεσαία βαρέα οχήματα
- Κατηγορία 3: Βαρέα οχήματα
- Κατηγορία 4: Μηχανοκίνητα δίκυκλα
- Κατηγορία 5: Ανοικτή κατηγορία

Στην περίπτωση των μηχανοκίνητων δίκυκλων, καθορίζονται δύο διακριτές υποκατηγορίες για τα μοτοποδήλατα και τις μοτοσικλέτες μεγαλύτερης ισχύος, δεδομένου ότι λειτουργούν με πολύ διαφορετικούς τρόπους οδήγησης και οι αριθμοί τους ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό. Χρησιμοποιούνται οι τέσσερις πρώτες κατηγορίες, ενώ η πέμπτη κατηγορία είναι προαιρετική. Προβλέπεται να απαιτηθεί ο καθορισμός πρόσθετης κατηγορίας για τα νέα οχήματα που ενδέχεται να αναπτυχθούν στο μέλλον, τα οποία δύνανται να διαφέρουν σημαντικά ως προς την εκπομπή θορύβου. Η κατηγορία αυτή θα μπορούσε να περιλαμβάνει, για παράδειγμα, τα ηλεκτρικά ή υβριδικά οχήματα ή οχήματα που ίσως αναπτυχθούν στο μέλλον και τα οποία θα διαφέρουν αισθητά από εκείνα των κατηγοριών 1 έως 4. 1.7.2015 L 168/5 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης EL Οι λεπτομέρειες των διαφόρων κατηγοριών οχημάτων παρατίθενται στον πίνακα.

Κατηγορίες οχημάτων

Κατηγορία	Ονομασία	Περιγραφή	Κατηγορία οχήματος στην έγκριση τύπου ΕΚ πλήρους οχήματος ⁽¹⁾
1	Ελαφρά μηχανοκίνητα οχήματα	Επιβατικά αυτοκίνητα, φορτηγά παραδόσεων $\leq 3,5$ τόνων, SUV ⁽²⁾ , MPV ⁽²⁾ , καθώς και ρυμουλκούμενα οχήματα και τροχόσπιτα	M1 και N1
2	Μεσαία βαρέα οχήματα	Μεσαία βαρέα οχήματα, φορτηγά παραδόσεων $> 3,5$ τόνων, λεωφορεία, αυτοκινούμενα τροχόσπιτα κ.λπ. με δύο άξονες και τοποθέτηση δίδυμου ελαστικού επισώτρου στον οπίσθιο άξονα	M2, M3 και N2, N3
3	Βαρέα οχήματα	Βαρέα επαγγελματικά οχήματα, τουριστικά αυτοκίνητα, λεωφορεία με τρεις ή περισσότερους άξονες	M2 και N2 με ρυμουλκούμενο, M3 και N3
4	Μηχανοκίνητα δίκυκλα	4α Δίκυκλα, τρίκυκλα και τετράκυκλα μοτοποδήλατα	L1, L2, L6
		4β Μοτοσικλέτες με ή χωρίς πλευρικό κάνιστρο, τρίκυκλες και τετράκυκλες	L3, L4, L5, L7
5	Ανοικτή κατηγορία	Καθορίζονται ανάλογα με τις μελλοντικές ανάγκες	Δ/Υ

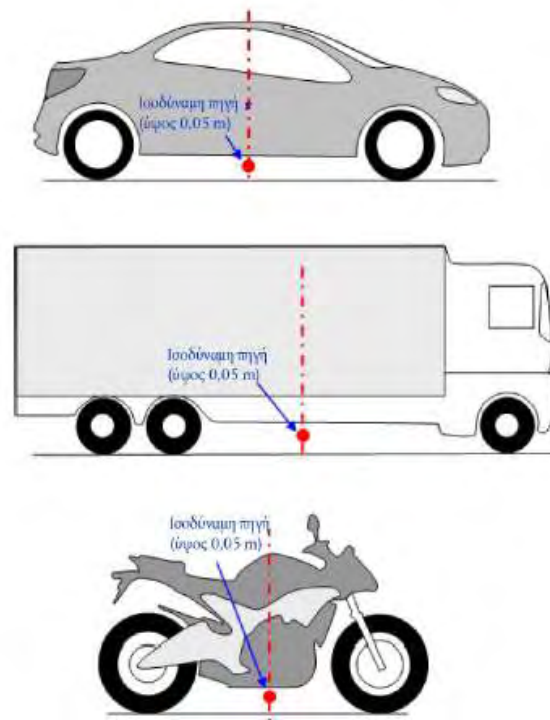
⁽¹⁾ Οδηγία 2007/46/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Σεπτεμβρίου 2007, για τη θέσπιση πλαισίου για την έγκριση των μηχανοκίνητων οχημάτων και των ρυμουλκούμενων τους, και των συστημάτων, κατασκευαστικών στοιχείων και χωριστών τεχνικών μονάδων που προορίζονται για τα οχήματα αυτά. (ΕΕ L 263 της 9.10.2007, σ. 1).

⁽²⁾ Οχήματα ψυχαγωγίας/εργασίας.

⁽³⁾ Οχήματα πολλαπλών χρήσεων.

Αριθμός και θέση ισοδύναμων ηχητικών πηγών: Στη μέθοδο αυτή, κάθε όχημα (κατηγορία 1, 2, 3, 4 και 5) αναπαριστάται από μία και μόνο σημειακή πηγή που ακτινοβολεί ομοιόμορφα στον ημιχώρο 2-π πάνω από το έδαφος. Η πρώτη ανάκλαση πάνω στο οδόστρωμα αντιμετωπίζεται εμμέσως. Όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, η εν λόγω σημειακή πηγή τοποθετείται 0,05 m πάνω από το οδόστρωμα.

Θέση της ισοδύναμης σημειακής πηγής σε ελαφρά οχήματα (κατηγορία 1), βαρέα οχήματα (κατηγορίες 2 και 3) και δίκυκλα (κατηγορία 4)



Η ροή της κυκλοφορίας αναπαριστάται από γραμμική πηγή. Κατά τη μοντελοποίηση ενός δρόμου με πολλές λωρίδες κυκλοφορίας, κάθε λωρίδα πρέπει, στην ιδανική περίπτωση, να αναπαριστάται από μια γραμμική πηγή τοποθετημένη στο κέντρο κάθε λωρίδας κυκλοφορίας. Ωστόσο, είναι επίσης αποδεκτή η μοντελοποίηση με τοποθέτηση μίας γραμμικής πηγής στο μέσο μιας οδού διπλής κατεύθυνσης ή μίας γραμμικής πηγής ανά οδόστρωμα στην εξωτερική λωρίδα οδών με πολλές λωρίδες κυκλοφορίας.

Εκπομπές ηχητικής ισχύος: Η ηχητική ισχύς της πηγής καθορίζεται στο «ημιελεύθερο πεδίο» και, ως εκ τούτου, η ηχητική ισχύς περιλαμβάνει την επίδραση της ανάκλασης του εδάφους που βρίσκεται ακριβώς κάτω από τη μοντελοποιημένη πηγή, όταν δεν υπάρχουν διαταρακτικά αντικείμενα στο άμεσο περιβάλλον εκτός από την ανάκλαση πάνω στο οδόστρωμα που δεν βρίσκεται ακριβώς κάτω από τη μοντελοποιημένη πηγή.

Ροή της κυκλοφορίας: Η εκπομπή θορύβου από τη ροή κυκλοφορίας αναπαριστάται με μια γραμμική πηγή που χαρακτηρίζεται από την κατευθυντική ηχητική ισχύ της ανά μέτρο και ανά συχνότητα. Αυτή αντιστοιχεί στο άθροισμα των εκπομπών θορύβου των μεμονωμένων οχημάτων της ροής κυκλοφορίας, λαμβανομένου υπόψη του χρόνου παραμονής των οχημάτων στο υπό εξέταση οδικό τμήμα. Η υλοποίηση μεμονωμένου οχήματος εντός της ροής απαιτεί την εφαρμογή ενός μοντέλου ροής κυκλοφορίας.

Εάν θεωρήσουμε σταθερή ροή κυκλοφορίας $Q_{mοχημάτων}$ της κατηγορίας m ανά ώρα, με μέση ταχύτητα v_m (σε km/h), η κατευθυντική ηχητική ισχύς ανά μέτρο στη ζώνη συχνοτήτων i της γραμμικής πηγής $L_{W',eq,line,i,m}$ ορίζεται ως εξής:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \times \lg\left(\frac{Q_m}{1000 \times v_m}\right)$$

όπου $L_{W,i,m}$ είναι η κατευθυντική ηχητική ισχύς ενός μεμονωμένου οχήματος.

Η $L_{W',m}$ εκφράζεται σε dB (re. 10–12 W/m).

Αυτές οι στάθμες ηχητικής ισχύος υπολογίζονται για κάθε οκταβική ζώνη i από 125 Hz έως 4 kHz.

Τα δεδομένα ροής κυκλοφορίας QM εκφράζονται ως ετήσιος μέσος όρος ανά ώρα, ανά χρονική περίοδο (ημέρα-βράδυ- νύχτα), ανά κατηγορία οχήματος και ανά γραμμική πηγή.

Για όλες τις κατηγορίες, χρησιμοποιούνται δεδομένα εισόδου ροής κυκλοφορίας που αντλούνται από μετρήσεις της κυκλοφορίας και από κυκλοφοριακά μοντέλα.

Η ταχύτητα v_m είναι η αντιπροσωπευτική ταχύτητα ανά κατηγορία οχήματος: στις περισσότερες περιπτώσεις είναι η χαμηλότερη ταχύτητα εκ των εξής δύο: της μέγιστης νόμιμης ταχύτητας για το υπό εξέταση τμήμα της οδού και της μέγιστης νόμιμης ταχύτητας για την υπό εξέταση κατηγορία του οχήματος.

Εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα τοπικών μετρήσεων, χρησιμοποιείται η μέγιστη νόμιμη ταχύτητα για την υπό εξέταση κατηγορία του οχήματος.

Μεμονωμένο όχημα: Στη ροή της κυκλοφορίας, θεωρούμε ότι όλα τα οχήματα της κατηγορίας M κινούνται με την ίδια ταχύτητα, δηλαδή v_m , τη μέση ταχύτητα της ροής οχημάτων της υπό εξέταση κατηγορίας. Η μοντελοποίηση οδικού οχήματος γίνεται μέσω ενός συνόλου μαθηματικών εξισώσεων που αναπαριστούν τις δύο κύριες πηγές θορύβου:

1. Θόρυβος κύλισης λόγω της αλληλεπίδρασης ελαστικών επισώτρων/οδοστρώματος·

2. Θόρυβος των συστημάτων προώθησης που παράγεται από το σύστημα κίνησης (κινητήρας, εξάτμιση κ.λπ.) του οχήματος.

Ο αεροδυναμικός θόρυβος έχει ενσωματωθεί στην πηγή του θορύβου κύλισης. Για ελαφρά, μεσαία και βαρέα μηχανοκίνητα οχήματα (κατηγορίες 1, 2 και 3), η συνολική ηχητική ισχύς αντιστοιχεί στο ενεργητικό άθροισμα του θορύβου κύλισης και του θορύβου των συστημάτων προώθησης.

Συνεπώς, η συνολική στάθμη ηχητικής ισχύος των γραμμικών πηγών $m = 1, 2$ ή 3 ορίζεται ως εξής:

$$L_{WR,i,m}(v_m) = 10 \times \lg(10^{L_{WR,i,m}(v_m)/10} + 10^{L_{WP,i,m}(v_m)/10})$$

όπου $L_{WR,i,m}$ είναι η στάθμη ηχητικής ισχύος του θορύβου κύλισης και

$L_{WP,i,m}$ είναι η στάθμη ηχητικής ισχύος του θορύβου των συστημάτων προώθησης.

Αυτό ισχύει για όλες τις κλίμακες ταχύτητας. Για ταχύτητες κάτω των 20 km/h ισχύει η ίδια στάθμη ηχητικής ισχύος που ορίζεται με τον τύπο για $v_m = 20$ km/h. Για δίκυκλα (κατηγορία 4), εξετάζεται μόνο ο θόρυβος των συστημάτων προώθησης για την πηγή:

$$L_{WR,i,m=4}(v_{m=4}) = L_{WP,i,m=4}(v_{m=4})$$

Αυτό ισχύει για όλες τις κλίμακες ταχύτητας. Για ταχύτητες κάτω των 20 km/h ισχύει η ίδια στάθμη ηχητικής ισχύος που ορίζεται με τον τύπο για $v_m = 20$ km/h.

Συνθήκες αναφοράς: Οι εξισώσεις και οι συντελεστές της πηγής ισχύουν για τις εξής συνθήκες αναφοράς: — σταθερή ταχύτητα οχήματος — επίπεδη οδό — θερμοκρασία αέρα $v_{ref} = 20$ °C

- εικονικό οδόστρωμα αναφοράς, αποτελούμενο από μέσο μείγμα πυκνού ασφαλτικού σκυροδέματος 0/11 και σκυρομαστιχικής ασφάλτου 0/11, ηλικίας μεταξύ 2 και 7 ετών, που βρίσκεται σε αντιπροσωπευτική κατάσταση συντήρησης
- ξηρό οδόστρωμα
- χωρίς ελαστικά επίσωτρα με καρφιά

Θόρυβος κύλισης: Γενική εξίσωση Η στάθμη ηχητικής ισχύος του θορύβου κύλισης στη ζώνη συχνοτήτων i για όχημα κατηγορίας $M = 1, 2$ ή 3 ορίζεται ως εξής:

$$L_{WR,i,m} = A_{R,i,m} + B_{R,i,m} \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right) + \Delta L_{WR,i,m}$$

Οι συντελεστές $A_{R,i,m}$ και $B_{R,i,m}$ δίνονται σε οκταβικές ζώνες για κάθε κατηγορία οχημάτων και για ταχύτητα αναφοράς $v_{ref} = 70$ km/h. Η $\Delta L_{WR,i,m}$ αντιστοιχεί στο άθροισμα των συντελεστών διόρθωσης που εφαρμόζονται για τις εκπομπές θορύβου κύλισης για ειδικές συνθήκες της οδού ή του οχήματος που παρεκκλίνουν από τις συνθήκες αναφοράς:

$$\Delta L_{WR,i,m} = \Delta L_{WR,road,i,m} + \Delta L_{roadtype,i,m} + \Delta L_{WR,acc,i,m} + \Delta L_{W,temp}$$

Η $\Delta L_{WR,road,i,m}$ αντιπροσωπεύει την επίδραση που ασκεί στον θόρυβο κύλισης το οδόστρωμα με ακουστικές ιδιότητες διαφορετικές από εκείνες του εικονικού οδοστρώματος αναφοράς που ορίζονται στο παραπάνω κεφάλαιο.

Περιλαμβάνει την επίδραση τόσο στη διάδοση όσο και στη δημιουργία του ήχου.

Η $\Delta L_{studdedtyres,i,m}$ είναι ένας συντελεστής διόρθωσης που αντιπροσωπεύει τον υψηλότερο θόρυβο κύλισης των ελαφρών οχημάτων που είναι εξοπλισμένα με ελαστικά με καρφιά.

Η $\Delta L_{WR,acc,i,m}$ αντιπροσωπεύει την επίδραση που ασκεί μια διασταύρωση με φωτεινούς σηματοδότες ή κυκλικό κόμβο στον θόρυβο κύλισης. Ενσωματώνει την επίδραση που έχει η διακύμανση ταχύτητας στον θόρυβο.

Η $\Delta L_{W,temp}$ είναι μια διόρθωση για μέση θερμοκρασία τ διαφορετική από τη θερμοκρασία αναφοράς $\tau_{ref} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Διόρθωση για ελαστικά επίσωτρα με καρφιά: Σε περιπτώσεις όπου σημαντικός αριθμός ελαφρών οχημάτων στη ροή κυκλοφορίας χρησιμοποιούν ελαστικά με καρφιά κατά τη διάρκεια αρκετών μηνών κάθε έτος, λαμβάνεται υπόψη η επαγόμενη επίδραση στον θόρυβο κύλισης. Για κάθε όχημα της κατηγορίας $m = 1$ που είναι εφοδιασμένο με ελαστικά με καρφιά, η εξαρτώμενη από την ταχύτητα αύξηση της εκπομπής θορύβου κύλισης αξιολογείται ως εξής:

$$\Delta_{\text{stud},i}(v) = \begin{cases} a_i + b_i \times \lg(50/70) & \text{for } v < 50 \text{ km/h} \\ a_i + b_i \times \lg(v/70) & \text{for } 50 \leq v \leq 90 \text{ km/h} \\ a_i + b_i \times \lg(90/70) & \text{for } v > 90 \text{ km/h} \end{cases}$$

Όπου οι συντελεστές a_i και b_i δίνονται για κάθε οκταβική ζώνη. Η αύξηση των εκπομπών θορύβου κύλισης αποδίδεται αποκλειστικά και μόνο με βάση την αναλογία των ελαφρών οχημάτων που χρησιμοποιούν ελαστικά με καρφιά και κατά τη διάρκεια περιορισμένης περιόδου TS (σε μήνες) κατά τη διάρκεια του έτους.

Εάν $Q_{\text{stud},ratio}$ είναι το μέσο ποσοστό του συνολικού όγκου των ελαφρών οχημάτων εξοπλισμένων με ελαστικά με καρφιά ανά ώρα κατά τη διάρκεια της περιόδου T_s (σε μήνες), τότε η ετήσια μέση αναλογία των οχημάτων που είναι εξοπλισμένα με ελαστικά με καρφιά p_s εκφράζεται ως εξής:

$$p_s = Q_{\text{stud},ratio} \times \frac{T_s}{12}$$

Η προκύπτουσα διόρθωση που θα εφαρμοστεί στις εκπομπές ηχητικής ισχύος του θορύβου κύλισης που οφείλονται στη χρήση ελαστικών με καρφιά για οχήματα της κατηγορίας $m = 1$ σε ζώνη συχνοτήτων i είναι η εξής:

$$\Delta L_{\text{studdedtyres},i,m-1} = 10 \times \lg \left[(1 - p_z) + p_z \cdot 10^{\frac{\Delta_{\text{studded},i,m-1}}{10}} \right]$$

Για τα οχήματα όλων των άλλων κατηγοριών δεν εφαρμόζεται καμία διόρθωση:

$$\Delta L_{\text{studdedtyres},i,m} \neq 1 = 0$$

Επίδραση της θερμοκρασίας του αέρα στη διόρθωση του θορύβου κύλισης: Η θερμοκρασία του αέρα επηρεάζει τις εκπομπές θορύβου κύλισης: η στάθμη ηχητικής ισχύος του θορύβου κύλισης μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα. Η επίδραση αυτή λαμβάνεται υπόψη στη διόρθωση οδοστρώματος. Οι διορθώσεις οδοστρώματος συνήθως αξιολογούνται σε θερμοκρασία αέρα $t_{ref} = 20$ °C. Σε περίπτωση διαφορετικής μέσης ετήσιας θερμοκρασίας αέρα °C, ο θόρυβος οδοστρώματος διορθώνεται ως εξής:

$$\Delta L_{W,temp,m}(T) = Km \times (t_{ref} - T)$$

Η διόρθωση για τον θόρυβο είναι θετική (δηλαδή αυξάνεται ο θόρυβος) σε θερμοκρασίες κάτω από 20 °C και αρνητική (δηλαδή μειώνεται ο θόρυβος) σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

Ο συντελεστής K εξαρτάται από το οδόστρωμα και τα χαρακτηριστικά των ελαστικών επισώτρων και, ως ένα βαθμό, και από τη συχνότητα.

Εφαρμόζεται γενικός συντελεστής $Km = 1 = 0,08$ dB/°C για ελαφρά οχήματα (κατηγορίας 1) και $Km = 2 = Km = 3 = 0,04$ dB/°C για βαρέα οχήματα (κατηγοριών 2 και 3) για όλα τα οδοστρώματα.

Ο συντελεστής διόρθωσης εφαρμόζεται εξίσου σε όλες τις οκταβικές ζώνες από 63 έως 8 000 Hz.

Θόρυβος συστημάτων προώθησης: Ο θόρυβος των συστημάτων προώθησης περιλαμβάνει όλους τους θορύβους που παράγουν ο κινητήρας, η εξάτμιση, τα συστήματα οδοντωτών τροχών, η εισαγωγή αέρα κ.λπ. Η στάθμη ηχητικής ισχύος του θορύβου των συστημάτων προώθησης στη ζώνη συχνοτήτων i για όχημα κατηγορίας m ορίζεται ως εξής:

$$L_{WP,i,m} = A_{P,i,m} + B_{P,i,m} \times \frac{(v_m - v_{ref})}{v_{ref}} + \Delta L_{WP,i,m}$$

Οι συντελεστές $A_{P,i,m}$ και $B_{P,i,m}$ δίνονται σε οκταβικές ζώνες για κάθε κατηγορία οχημάτων και για ταχύτητα αναφοράς $v_{ref} = 70$ km/h.

Η $\Delta L_{WP,i,m}$ αντιστοιχεί στο άθροισμα των συντελεστών διόρθωσης που εφαρμόζονται για τις εκπομπές θορύβου των συστημάτων προώθησης για ειδικές συνθήκες οδήγησης ή περιφερειακές συνθήκες που παρεκκλίνουν από τις συνθήκες αναφοράς:

$$\Delta L_{WP,i,m} = \Delta L_{WP,road,i,m} + \Delta L_{WP,grad,i,m} + \Delta L_{WP,acc,i,m}$$

Η $\Delta L_{WP,road,i,m}$ αντιπροσωπεύει την επίδραση του οδοστρώματος στον θόρυβο των συστημάτων προώθησης μέσω απορρόφησης. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται σύμφωνα με το αντίστοιχο κεφάλαιο

Η $\Delta L_{WP,acc,i,m}$ και η $\Delta L_{WP,grad,i,m}$ αντιπροσωπεύουν την επίδραση των κλίσεων της οδού, καθώς και της επιτάχυνσης και επιβράδυνσης του οχήματος σε κόμβους. Υπολογίζονται σύμφωνα με τα αντίστοιχα κεφάλαια παρακάτω. Επίδραση των κλίσεων της οδού Η κλίση της οδού επιδρά με δύο τρόπους στις εκπομπές θορύβου του οχήματος: πρώτον, επηρεάζει την ταχύτητα του οχήματος και, ως εκ τούτου, τις εκπομπές του θορύβου κύλισης και του θορύβου των συστημάτων προώθησης του οχήματος και, δεύτερον, επηρεάζει τόσο το φορτίο όσο και την ταχύτητα του κινητήρα μέσω της επιλογής ταχύτητας και, ως εκ τούτου, τις εκπομπές του θορύβου των συστημάτων προώθησης του οχήματος. Στο παρόν τμήμα εξετάζονται μόνον οι επιπτώσεις επί του θορύβου των συστημάτων προώθησης, όπου η ταχύτητα θεωρείται σταθερή.

Η επίδραση της κλίσης της οδού στον θόρυβο των συστημάτων προώθησης λαμβάνεται υπόψη με διόρθωση $\Delta L_{WP,grad,m}$ που αποτελεί συνάρτηση της κλίσης s (σε %), της ταχύτητας του οχήματος vm (σε km/h) και της κατηγορίας του οχήματος m .

Στην περίπτωση ροής κυκλοφορίας δύο κατευθύνσεων, είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός της ροής σε δύο συνιστώσες και η διόρθωση κατά το ήμισυ σε ανηφόρα και κατά το ήμισυ σε κατηφόρα. Η διόρθωση αποδίδεται σε όλες τις οκταβικές ζώνες εξίσου:

Για $m = 1$

$$\Delta L_{WP,grad,m=1}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 6\%}{1\%} & \text{για } s < -6\% \\ 0 & \text{για } -6\% \leq s \leq 2\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s) - 2\%}{1,5\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{για } s > 2\% \end{cases}$$

Για $m = 2$

$$\Delta L_{WP,grad,m=2}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 4\%}{0,7\%} \times \frac{v_m - 20}{100} & \text{για } s < -4\% \\ 0 & \text{για } -4\% \leq s \leq 0\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s)}{1\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{για } s > 0\% \end{cases}$$

Για $m = 3$

$$\Delta L_{WP,grad,m=3}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 4\%}{0,5\%} \times \frac{v_m - 10}{100} & \text{για } s < -4\% \\ 0 & \text{για } -4\% \leq s \leq 0\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s)}{0,8\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{για } s > 0\% \end{cases}$$

Για $m = 4$

$$\Delta L_{WP,grad,m=4} = 0$$

Η διόρθωση $\Delta L_{WP,grad,m}$ περιλαμβάνει εμμέσως την επίδραση που έχει η κλίση στην ταχύτητα.

Επίδραση της επιτάχυνσης και επιβράδυνσης των οχημάτων: Πριν και μετά τις διασταυρώσεις με φωτεινούς σηματοδότες και κυκλικούς κόμβους, εφαρμόζεται διόρθωση για την επίδραση της επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, όπως περιγράφεται κατωτέρω. Οι διορθώσεις για τον θόρυβο κύλισης, $\Delta L_{WR,acc,m,k}$ και για τον θόρυβο των συστημάτων προώθησης, $\Delta L_{WP,acc,m,k}$, αποτελούν γραμμικές συναρτήσεις της απόστασης x (σε m) της σημειακής πηγής από το πλησιέστερο σημείο τομής της αντίστοιχης γραμμικής πηγής με άλλη γραμμική πηγή. Αποδίδονται σε όλες τις οκταβικές ζώνες εξίσου:

$$\Delta L_{WR,acc,m,k} = C_{R,m,k} \times \text{Max}\left(1 - \frac{|x|}{100}; 0\right)$$

$$\Delta L_{WP,acc,m,k} = C_{P,m,k} \times \text{Max}\left(1 - \frac{|x|}{100}; 0\right)$$

Οι συντελεστές $C_{R,m,k}$ και $C_{P,m,k}$ εξαρτώνται από το είδος της διακλάδωσης k ($k = 1$ για διασταύρωση με φωτεινούς σηματοδότες, και $k = 2$ για κυκλικό κόμβο) και δίνονται για κάθε κατηγορία οχημάτων. Η διόρθωση περιλαμβάνει την επίδραση της αλλαγής ταχύτητας όταν τα οχήματα πλησιάζουν ή απομακρύνονται από διασταύρωση ή κυκλικό κόμβο. Σημειώνεται ότι σε απόσταση $|x| \geq 100$ m, $\Delta L_{WR,acc,m,k} = \Delta L_{WP,acc,m,k} = 0$.

Επίδραση του είδους του οδοστρώματος: Για τα οδοστρώματα με ακουστικές ιδιότητες διαφορετικές από εκείνες του οδοστρώματος αναφοράς, εφαρμόζεται φασματική διόρθωση τόσο για τον θόρυβο κύλισης όσο και για τον θόρυβο των συστημάτων προώθησης. Η διόρθωση οδοστρώματος για τις εκπομπές θορύβου κύλισης δίνεται ως εξής:

$$\Delta L_{WR,road,i,m} = \alpha_{i,m} + \beta_m \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right)$$

όπου $\alpha_{i,m}$ είναι η φασματική διόρθωση σε dB στην ταχύτητα αναφοράς v_{ref} για την κατηγορία m (1, 2 ή 3) και ζώνη φάσματος i . β_m είναι η επίδραση της ταχύτητας στη μείωση του θορύβου κύλισης για την κατηγορία m (1, 2 ή 3) και είναι ίδια για όλες τις ζώνες συχνοτήτων. Η διόρθωση οδοστρώματος για τις εκπομπές θορύβου των συστημάτων προώθησης δίνεται από τον τύπο:

$$\Delta L_{WP,road,i,m} = \min\{\alpha_i, m; 0\}$$

Τα απορροφητικά οδοστρώματα μειώνουν τον θόρυβο των συστημάτων προώθησης, ενώ τα μη απορροφητικά οδοστρώματα δεν τον αυξάνουν. Η επίδραση της ηλικίας στις ιδιότητες του θορύβου οδοστρώματος Τα χαρακτηριστικά θορύβου των οδοστρωμάτων ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία και το επίπεδο συντήρησης, παρουσιάζοντας αυξητική τάση ως προς τον θόρυβο με την πάροδο του χρόνου. Στην παρούσα μέθοδο, οι παράμετροι του οδοστρώματος που χρησιμοποιούνται

είναι αντιπροσωπευτικές των ακουστικών επιδόσεων του μέσου τύπου οδοστρώματος κατά τη διάρκεια της αντιπροσωπευτικής διάρκειας ζωής του και θεωρώντας ότι γίνεται ορθή συντήρηση.

8.4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Πραγματοποιήθηκαν εικοσιτετράωρες μετρήσεις θορύβου στα σημεία λήψεων θέσεων (1), (2), (3) στις 16/10/2018.

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} .

Με βάση τα δεδομένα των καταγραφών εκπονήθηκαν τα σχετικά ιστογράμματα για τις μετρήσεις των δεικτών L_{den} και L_n καθώς επίσης τα ραβδογράμματα των 24 ωρών μετρήσεων για τους δείκτες L_{10} και L_{eq} για τις θέσεις 1,2 και 3, έτσι ώστε να ελεγχθεί η πιθανή αυξημένη στάθμη θορύβου σε κάποια από τις περιοχές.

8.5. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ CADNA

8.5.1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

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, 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).

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

Υψομετρικά δεδομένα οδού και εδάφους: Για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου απαιτείται η επεξεργασία των διατομών της οδού, έτσι ώστε να προκύψουν οι ισοϋψείς καμπύλες με αποτέλεσμα την μετατροπή της γεωμετρικής πληροφορίας σε τρισδιάστατη. Χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικά υπόβαθρα 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 (overlying). Η μέθοδος αυτή οδηγεί στον υπολογισμό και την καταγραφή των υψομέτρων των κτιρίων και των οδικών αξόνων που εμπεριέχονται στην ζώνη μελέτης.

Οικοδομικά τετράγωνα: Για την εισαγωγή των στοιχείων των οικοδομικών τετραγώνων χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες (GoogleMaps) και πραγματοποιήθηκε επιτόπια συλλογή πληροφοριών. Στη συνέχεια ολοκληρώθηκε η διαδικασία μετατροπής των αναλογικών χαρτών σε ψηφιακά αρχεία και η μετατροπή

της περιεχόμενης πληροφορίας σε αρχείο γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (shapefile).

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.

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.

Οδικός Άξονας: Η διαδικασία εισαγωγής του Οδικού Άξονα στο ψηφιακό γεωγραφικό υπόβαθρο πραγματοποιήθηκε με τα ψηφιακά αρχεία των οριζοντιογραφιών των αντίστοιχων μελετών οδοποιίας.

Κυκλοφοριακά Δεδομένα: Ο κυκλοφοριακός φόρτος ελαφρών και βαρέων οχημάτων καθώς επίσης και δίκυκλων που χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση του ακουστικού μοντέλου αφορά σε μία μέση ημέρα του μήνα Οκτωβρίου του έτους 2017, όπως υπολογίστηκε από το Λειτουργό του αυτοκινητόδρομου.

Στο Παράρτημα I, παρατίθεται σχέδιο κάτοψης με τις ισοϋψείς καμπύλες, τα κτίρια και τους οδικούς άξονες έτσι όπως διαμορφώθηκε και εισήχθη στο μοντέλο.

8.5.2. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΛΙΑΣ (NMPB ROUTES 96) & ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΟΔΗΓΙΑΣ (CNOSSOS EU)

Με βάση τα δεδομένα των καταγραφών εκπονήθηκαν:

- οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου (ΣΧΘ) (οριζόντιοι και κάθετοι για τις θέσεις 1,2 και 3), 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».
- οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου (ΣΧΘ) (οριζόντιοι και κάθετοι για τις θέσεις 1,2 και 3), για τους δείκτες L_{den} και L_{night} βάσει των απαιτήσεων της Οδηγίας 996/2015/ΕΚ και την εφαρμογή της μεθόδου υπολογισμού «CNOSSOS-EU».

Η βασική διαφορά των δύο μεθόδων είναι ότι η δεύτερη εισάγει δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου και των δίκυκλων οχημάτων στον υπολογισμό του θορύβου. Έτσι με την πρώτη μέθοδο εισάγουμε δεδομένα μόνο για ελαφρά και βαρέα οχήματα ενώ με την μέθοδο CNOSSOS-EU εισάγουμε κυκλοφοριακό φόρτο για ελαφρά, βαρέα και δίκυκλα οχήματα.

Αναλυτικότερα, η οδηγία Cnossos EU διαχωρίζει την κατηγορία των βαρέων οχημάτων (κατηγορία 2: μεσαία βαρέα οχήματα & κατηγορία 3: βαρέα οχήματα) καθώς επίσης και την κατηγορία των μηχανοκίνητων δίκυκλων (κατηγορία 4α: δίκυκλα, τρίκυκλα, τετράκυκλα μοτοποδήλατα & κατηγορία 4β: μοτοσυκλέτες με ή χωρίς πλευρικό κάνιστρο, τρίκυκλες και τετράκυκλες).

Για την διαμόρφωση των Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου, λήφθηκαν υπόψη:

- Τα κυκλοφοριακά στοιχεία του αυτοκινητόδρομου για το υπό εξέταση τμήμα της περιοχής μελέτης
- Για την επίλυση του ακουστικού μοντέλου λήφθηκαν τα ακόλουθα:
 - ✓ Ως κατηγορία ασφάλτου ελήφθη: λεία άσφαλτος
 - ✓ Τάξη ανάκλασης : κατηγορία 1
 - ✓ Έγινε ίση κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου στους δύο επιμέρους άξονες του αυτοκινητόδρομου
 - ✓ Ποσοστό δίκυκλων: λήφθηκε ποσοστό δίκυκλων για τις κατηγορίες 4α και 4β, σύμφωνα με τα κυκλοφοριακά στοιχεία του αυτοκινητόδρομου,
 - ✓ Ταχύτητες οχημάτων ελήφθησαν: 100km/h για ελαφρά οχήματα,
80km/h για βαρέα οχήματα και
120km/h για δίκυκλα οχήματα.
- Τυχόν διαθέσιμες αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές φωτογραφίες των υπό μελέτη περιοχών.

Μετά την εισαγωγή των ανωτέρω δεδομένων στο ακουστικό μοντέλο, υπολογίστηκαν οι δείκτες L_{den} , L_{de} και L_{night} στις επιμέρους θέσεις ελέγχου – ευαίσθητους δέκτες. Στη συνέχεια, ακολούθησε η οριζόντια χαρτογράφηση της περιοχής μελέτης για τους εν λόγω δείκτες καθώς επίσης και η κατακόρυφη χαρτογράφηση σε επιλεγμένες θέσεις (ευαίσθητοι δέκτες που επιλέχθηκαν κατά τη φάση των ακουστικών μετρήσεων).

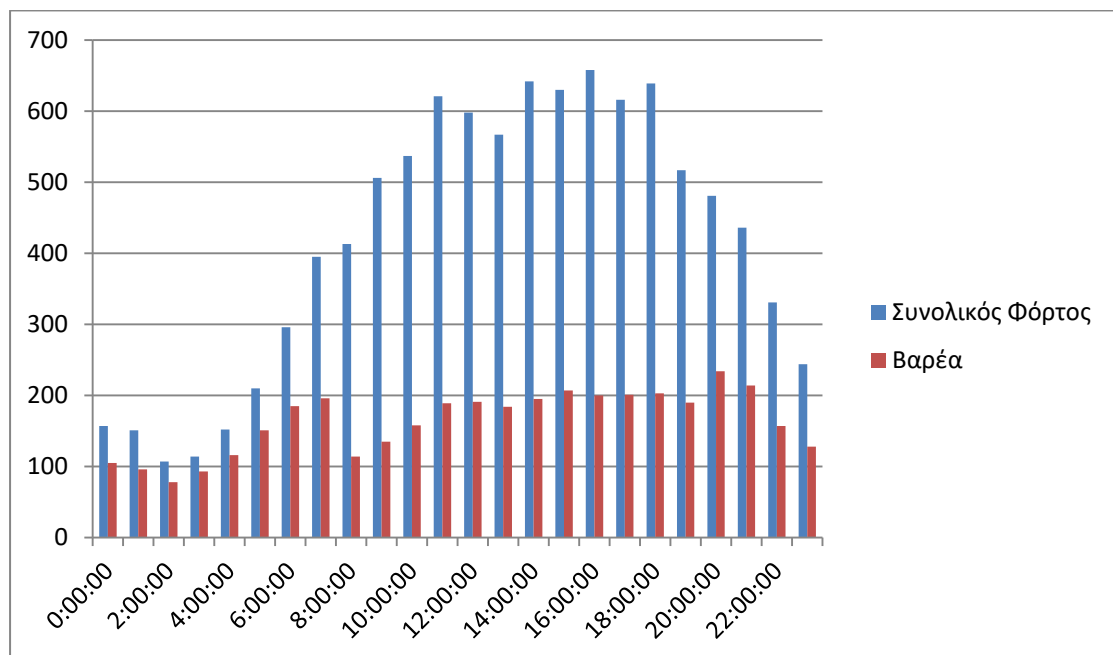
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΗΜΕΡΑΣ ΜΕΣΟΥ ΜΗΝΑ 10/17

Μέση ημέρα μέσου μήνα (Οκτώβριος 2017)					
Ώρα	Συνολικός Φόρτος	Βαρέα	Ποσοστό Βαρέων	Οχήματα Κατ. 4a	Ποσοστό Κατ. 4a
0:00:00	157	105	67%	0	0,00%
1:00:00	151	96	64%	0	0,00%
2:00:00	107	78	73%	0	0,00%
3:00:00	114	93	82%	0	0,00%
4:00:00	152	116	76%	0	0,00%
5:00:00	210	151	72%	0	0,00%
6:00:00	296	185	63%	0	0,00%
7:00:00	395	196	50%	0	0,00%
8:00:00	413	114	28%	0	0,00%
9:00:00	506	135	27%	1	0,20%
10:00:00	537	158	29%	3	0,56%
11:00:00	621	189	30%	5	0,81%
12:00:00	598	191	32%	1	0,17%
13:00:00	567	184	32%	2	0,35%
14:00:00	642	195	30%	0	0,00%
15:00:00	630	207	33%	4	0,63%
16:00:00	658	200	30%	2	0,30%
17:00:00	616	201	33%	6	0,97%

18:00:00	639	203	32%	4	0,63%
19:00:00	517	190	37%	5	0,97%
20:00:00	481	234	49%	0	0,00%
21:00:00	436	214	49%	2	0,46%
22:00:00	331	157	47%	0	0,00%
23:00:00	244	128	52%	0	0,00%

Πηγή: αυτοκινητόδρομος Αιγαίου

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13:
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ ΜΕΣΗΣ ΗΜΕΡΑΣ ΜΕΣΟΥ ΜΗΝΑ 10/17



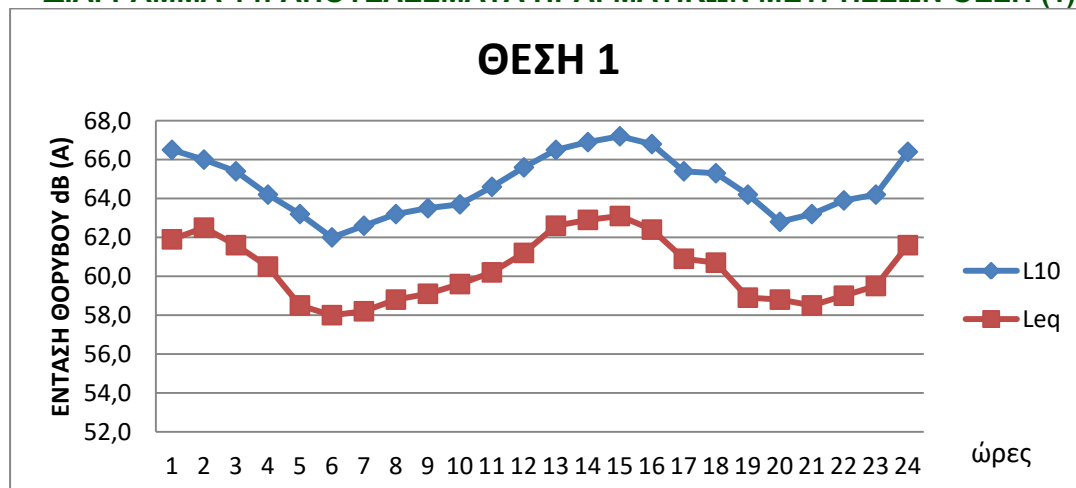
9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

9.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΘΕΣΗ (1)

Θ1					
Periodstart	L10	Leq	Lnight	Lde	Lden
16/10/2018 16:00	66.5	61.9	59.9	61.0	66.8
16/10/2018 17:00	66.0	62.5			
16/10/2018 18:00	65.4	61.6			
16/10/2018 19:00	64.2	60.5			
16/10/2018 20:00	63.2	58.5			
16/10/2018 21:00	62.0	58.0			
16/10/2018 22:00	62.6	58.2			
16/10/2018 23:00	63.2	58.8			
17/10/2018 0:00	63.5	59.1			
17/10/2018 1:00	63.7	59.6			
17/10/2018 2:00	64.6	60.2			
17/10/2018 3:00	65.6	61.2			
17/10/2018 4:00	66.5	62.6			
17/10/2018 5:00	66.9	62.9			
17/10/2018 6:00	67.2	63.1			
17/10/2018 7:00	66.8	62.4			
17/10/2018 8:00	65.4	60.9			
17/10/2018 9:00	65.3	60.7			
17/10/2018 10:00	64.2	58.9			
17/10/2018 11:00	62.8	58.8			
17/10/2018 12:00	63.2	58.5			
17/10/2018 13:00	63.9	59.0			
17/10/2018 14:00	64.2	59.5			
17/10/2018 15:00	66.4	61.6			

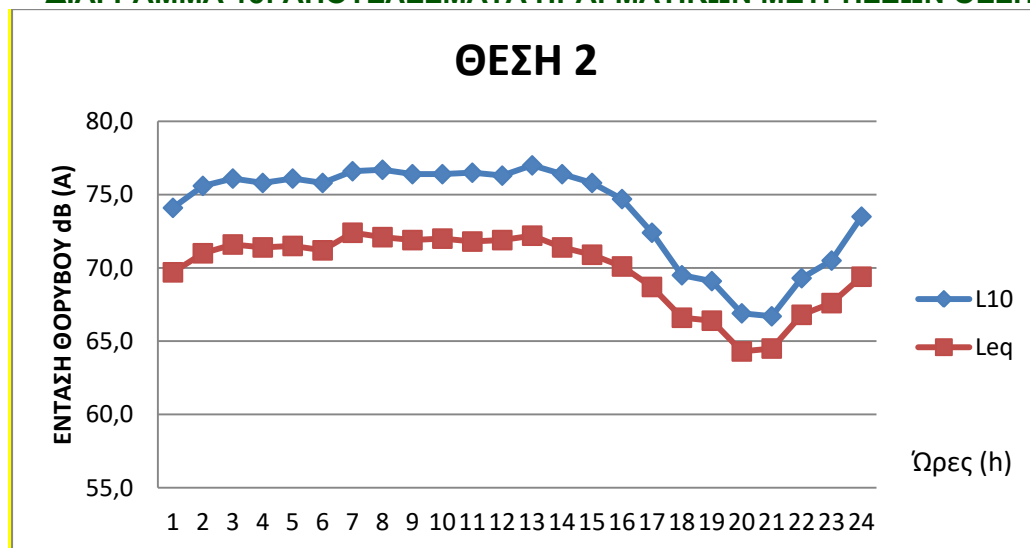
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΘΕΣΗ (1)



ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΘΕΣΗ (2)

Θ2					
Periodstart	L10	Leq	Lnight	Lde	Lden
16/10/2018 6:42	74,1	69,7	67,1	71,5	75,0
16/10/2018 7:42	75,6	71,0			
16/10/2018 8:42	76,1	71,6			
16/10/2018 9:42	75,8	71,4			
16/10/2018 10:42	76,1	71,5			
16/10/2018 11:42	75,8	71,2			
16/10/2018 12:42	76,6	72,4			
16/10/2018 13:42	76,7	72,1			
16/10/2018 14:42	76,4	71,9			
16/10/2018 15:42	76,4	72,0			
16/10/2018 16:42	76,5	71,8			
16/10/2018 17:42	76,3	71,9			
16/10/2018 18:42	77,0	72,2			
16/10/2018 19:42	76,4	71,4			
16/10/2018 20:42	75,8	70,9			
16/10/2018 21:42	74,7	70,1			
16/10/2018 22:42	72,4	68,7			
16/10/2018 23:42	69,5	66,6			
17/10/2018 0:42	69,1	66,4			
17/10/2018 1:42	66,9	64,3			
17/10/2018 2:42	66,7	64,5			
17/10/2018 3:42	69,3	66,8			
17/10/2018 4:42	70,5	67,6			
17/10/2018 5:42	73,5	69,4			

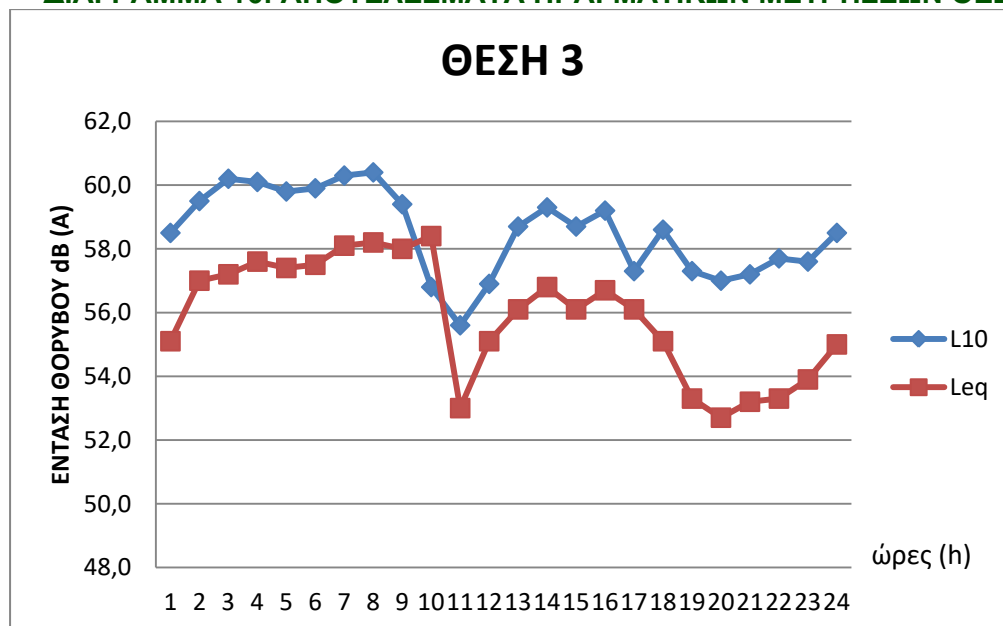
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΘΕΣΗ (2)

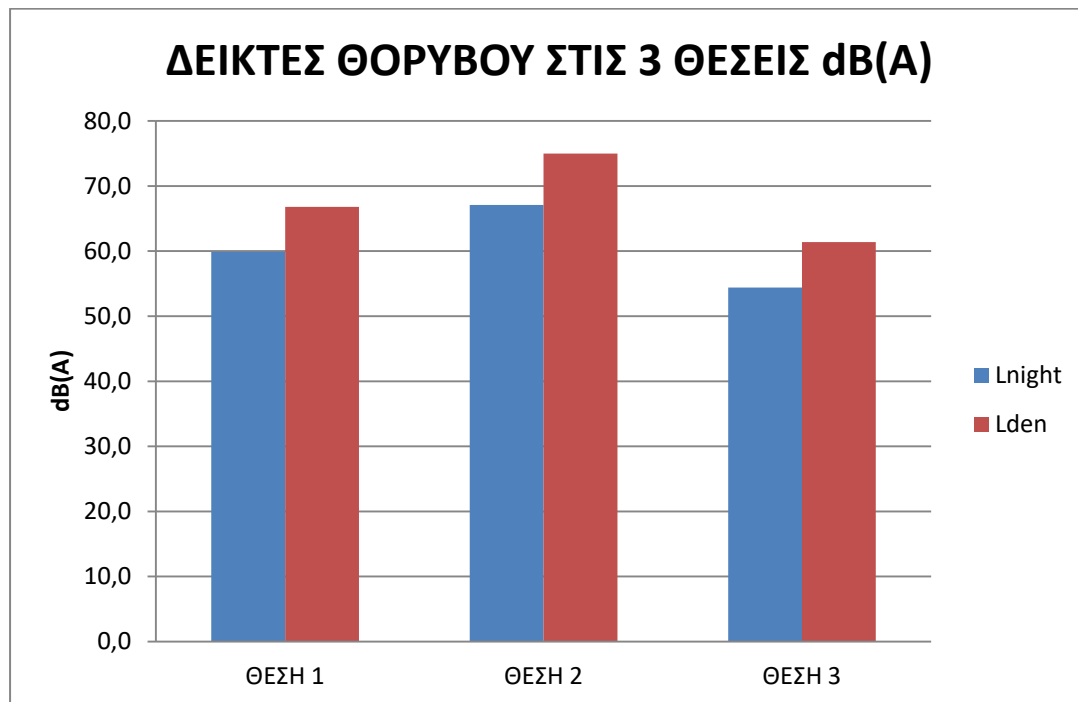


ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΘΕΣΗ (3)

Θ3					
Periodstart	L10	Leq	Lnight	Lde	Lden
16/10/2018 6:51	58,5	55,1	54,4	57,0	61,4
16/10/2018 7:51	59,5	57,0			
16/10/2018 8:51	60,2	57,2			
16/10/2018 9:51	60,1	57,6			
16/10/2018 10:51	59,8	57,4			
16/10/2018 11:51	59,9	57,5			
16/10/2018 12:51	60,3	58,1			
16/10/2018 13:51	60,4	58,2			
16/10/2018 14:51	59,4	58,0			
16/10/2018 15:51	56,8	58,4			
16/10/2018 16:51	55,6	53,0			
16/10/2018 17:51	56,9	55,1			
16/10/2018 18:51	58,7	56,1			
16/10/2018 19:51	59,3	56,8			
16/10/2018 20:51	58,7	56,1			
16/10/2018 21:51	59,2	56,7			
16/10/2018 22:51	57,3	56,1			
16/10/2018 23:51	58,6	55,1			
17/10/2018 0:51	57,3	53,3			
17/10/2018 1:51	57,0	52,7			
17/10/2018 2:51	57,2	53,2			
17/10/2018 3:51	57,7	53,3			
17/10/2018 4:51	57,6	53,9			
17/10/2018 5:51	58,5	55,0			

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΘΕΣΗ (1)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17: ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΚΑΙ ΣΤΙΣ 3 ΘΕΣΕΙΣ

Όπως βλέπουμε από τα αποτελέσματα των πραγματικών μετρήσεων η μοναδική θέση που δείχνει δείκτη L_{den} εκτός των ορίων των 70 dB (A) και τον δείκτη L_{night} εκτός των ορίων των 60 dB (A) είναι η θέση 2 με ένδειξη 75,00 dB (A) και 67,10 dB (A) αντίστοιχα.

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι παρόλο που η απόσταση από τον αυτοκινητόδρομο της θέσης (1) και θέσης (2) είναι περίπου ίση, η μέτρηση διαφέρει αρκετά, και θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το παράπλευρο οδικό δίκτυο που υπάρχει στην περιοχή σε επαφή με τον Ξενώνα φροντίδας ηλικιωμένων (Θέση 2) όπου παρατηρήθηκε κατά την αυτοψία ότι αναπτύσσονται μεγάλες ταχύτητες.

Θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι ο χώρος αυτός (θέση 2) δεν έχει άδεια λειτουργίας για ξενώνα φροντίδας ηλικιωμένων δεδομένου του ότι η χρήση αυτή απαγορεύεται από τις χρήσεις γης της περιοχής σύμφωνα με το Π.Δ. 1990 (ΦΕΚ 447/Δ/1990).

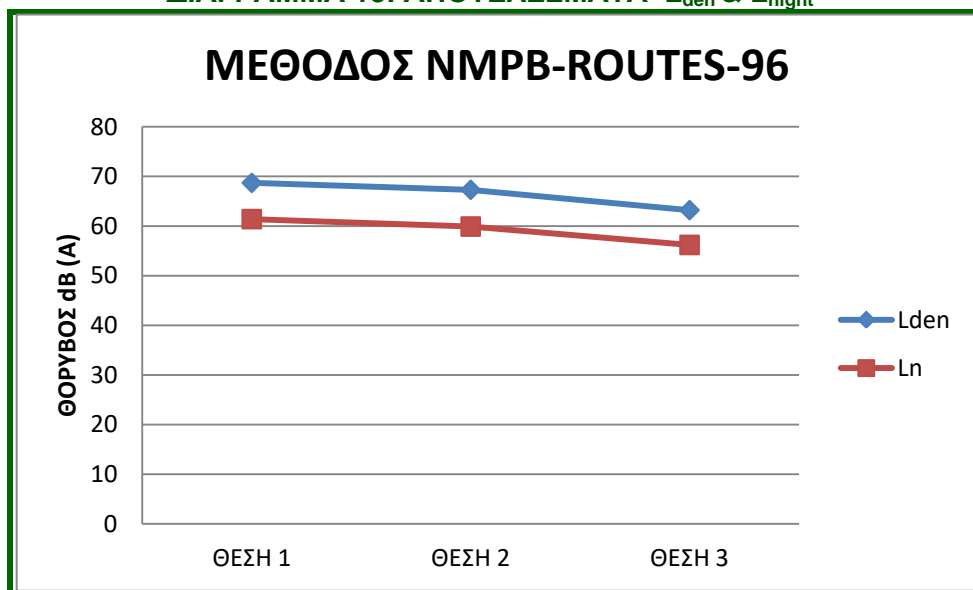
Οι Θέσεις (1) & (3) είναι εντός των ορίων και ως εκ τούτου δεν απαιτείται, βάσει της Νομοθεσίας η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων σε αυτή την περιοχή. Ωστόσο παρατηρούμε ότι στην θέση (1) είμαστε οριακά εντός των ορίων της Νομοθεσίας.

9.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ NMPB-Routes-96

ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ L_{den} & L_{night}

	ΜΟΝΤΕΛΟ NMPB-Routes-96	
	L_{den}	L_{night}
ΘΕΣΗ 1	68,7	61,4
ΘΕΣΗ 2	67,3	59,9
ΘΕΣΗ 3	63,2	56,2

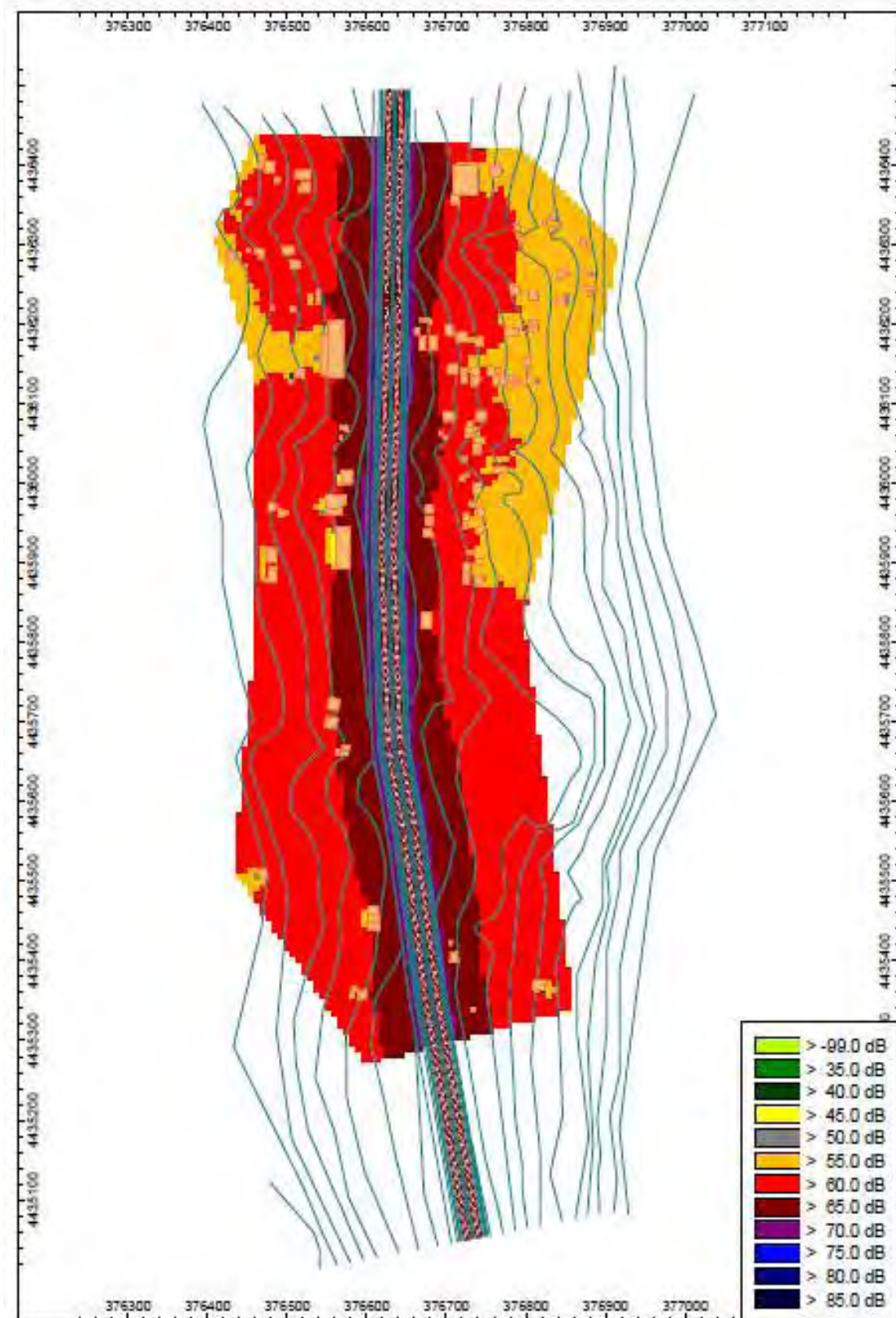
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ L_{den} & L_{night}



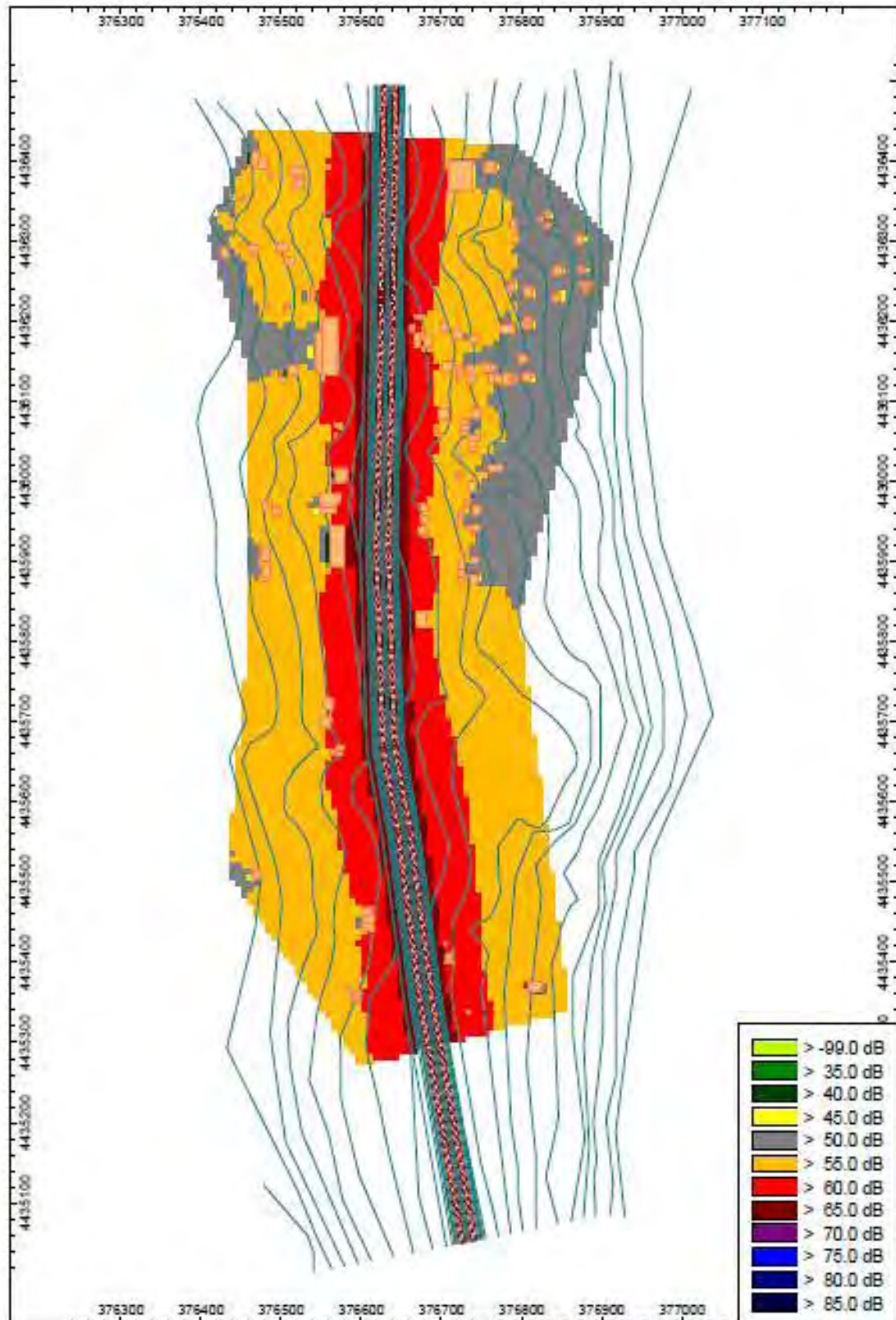
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ακουστικού μοντέλου οι δείκτες L_{den} και L_{night} είναι εντός θεσμοθετημένων ορίων στις τρεις θέσεις ελέγχου με μόνη εξαίρεση το δείκτη L_{night} στη θέση 1 που υπερβαίνει τα νομοθετημένα όρια και πιθανότατα κάποια μελλοντική αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου να οδηγήσει στην ανάγκη εφαρμογής των απαραίτητων αντιθορυβικών μέτρων, όπως φαίνεται στον πίνακα και στο διάγραμμα ανωτέρω.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι οριζόντιοι χάρτες θορύβου της περιοχής μελέτης καθώς επίσης και οι κατακόρυφοι χάρτες θορύβου σε επιλεγμένους ευαίσθητους δέκτες.

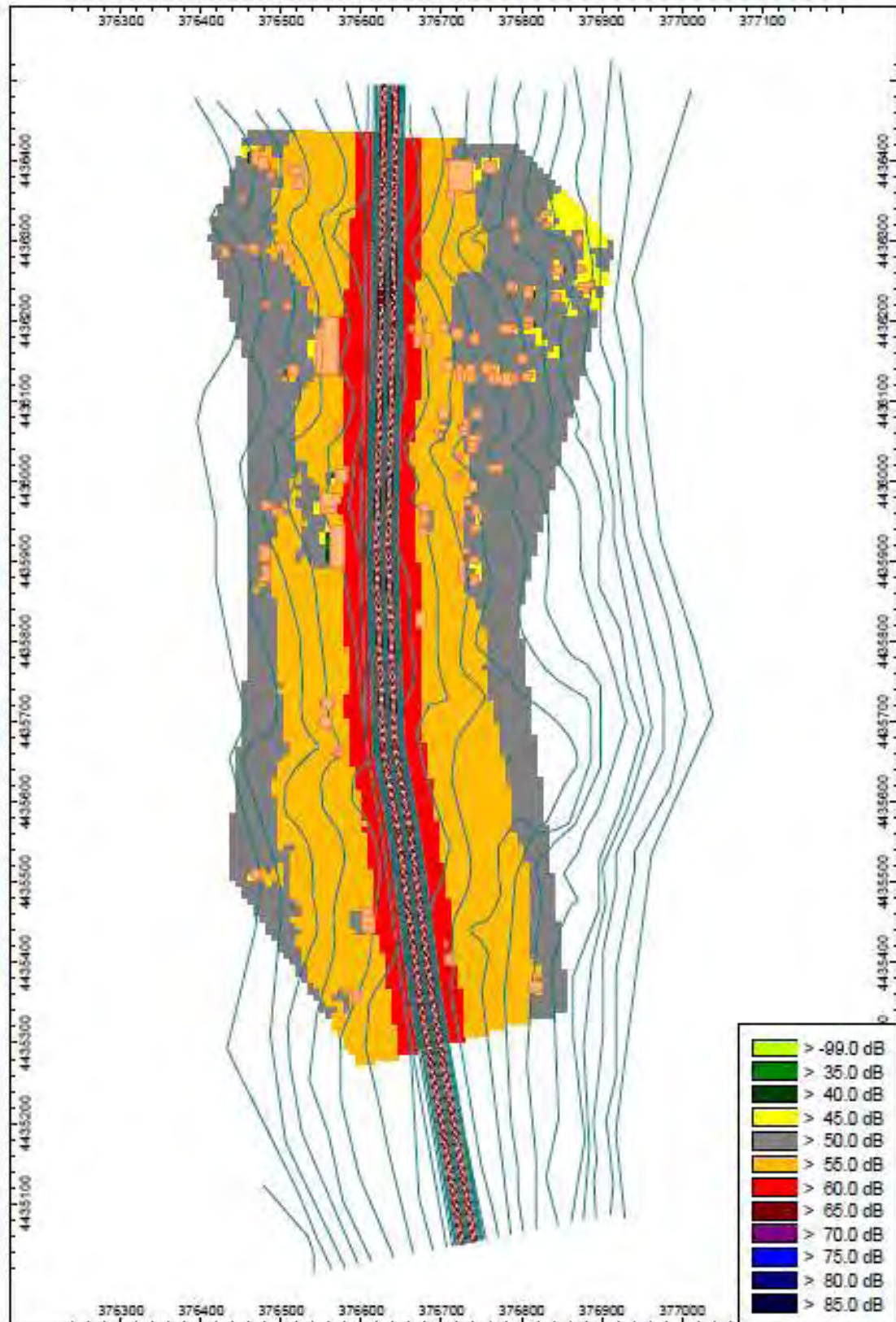
**ΧΑΡΤΗΣ 19:
ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{den} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ NMPB-ROUTES-96**



**ΧΑΡΤΗΣ 20: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΘΟΥΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{de} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ NMPB-ROUTES-96**



**ΧΑΡΤΗΣ 21: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{night} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ NMPB-ROUTES-96**



**ΧΑΡΤΕΣ 22-23-24: ΚΑΘΕΤΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{den} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ NMPB-ROUTES-96**

Κάθετοι Χάρτες θορύβου για τον δείκτη L_{den}

ΘΕΣΗ 1 (ΙΣΟΓΕΙΟΣ ΟΙΚΙΑ):



ΘΕΣΗ 2 (ΜΟΝΑΔΑ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ):



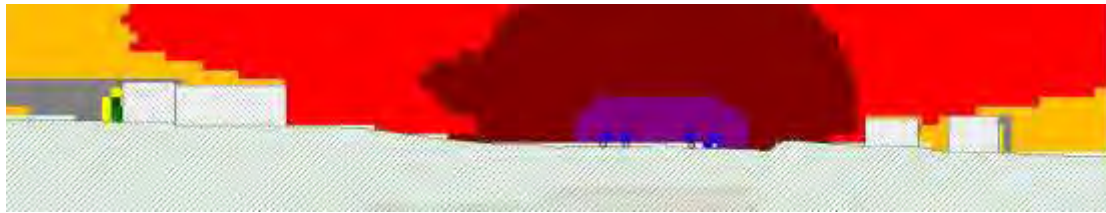
ΘΕΣΗ 3 (ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΟΙΚΙΑ):



**ΧΑΡΤΕΣ 25-26-27: ΚΑΘΕΤΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{de} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ NMPB-ROUTES-96**

Κάθετοι Χάρτες θορύβου για τον δείκτη L_{de}

ΘΕΣΗ 1 (ΙΣΟΓΕΙΟΣ ΟΙΚΙΑ):



ΘΕΣΗ 2 (ΜΟΝΑΔΑ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ):



ΘΕΣΗ 3 (ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΟΙΚΙΑ):



**ΧΑΡΤΕΣ 28-29-30: ΚΑΘΕΤΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{night} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ NMPB-ROUTES-96**

Κάθετοι Χάρτες θορύβου για τον δείκτη L_{night}

ΘΕΣΗ 1 (ΙΣΟΓΕΙΟΣ ΟΙΚΙΑ):



ΘΕΣΗ 2 (ΜΟΝΑΔΑ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ):



ΘΕΣΗ 3 (ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΟΙΚΙΑ):

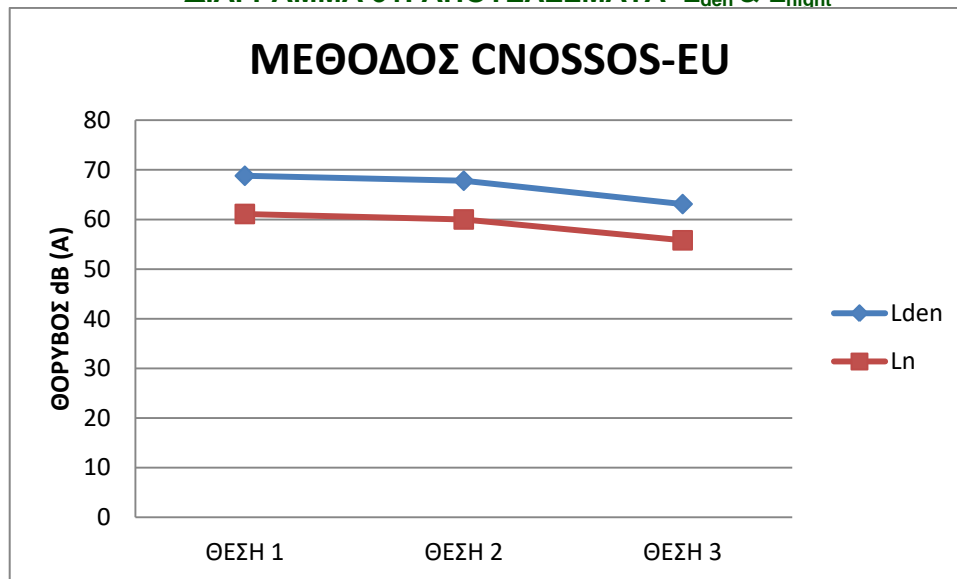


9.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ CNOSSOS EU

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ L_{den} & L_{night}

	ΜΟΝΤΕΛΟ CNOSSOS	
	L_{den}	L_{night}
ΘΕΣΗ 1	68,8	61,1
ΘΕΣΗ 2	67,8	60
ΘΕΣΗ 3	63,1	55,8

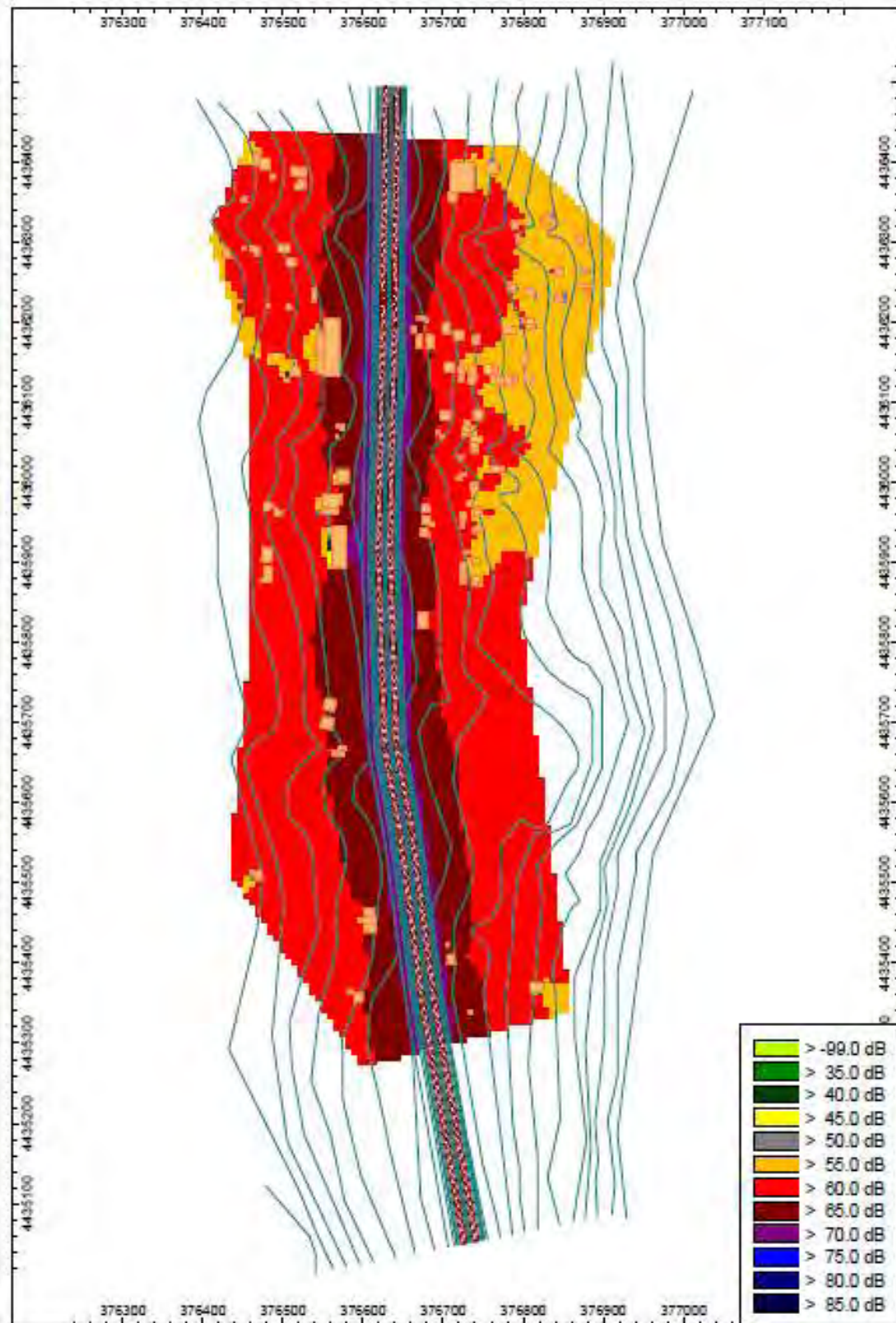
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 31: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ L_{den} & L_{night}



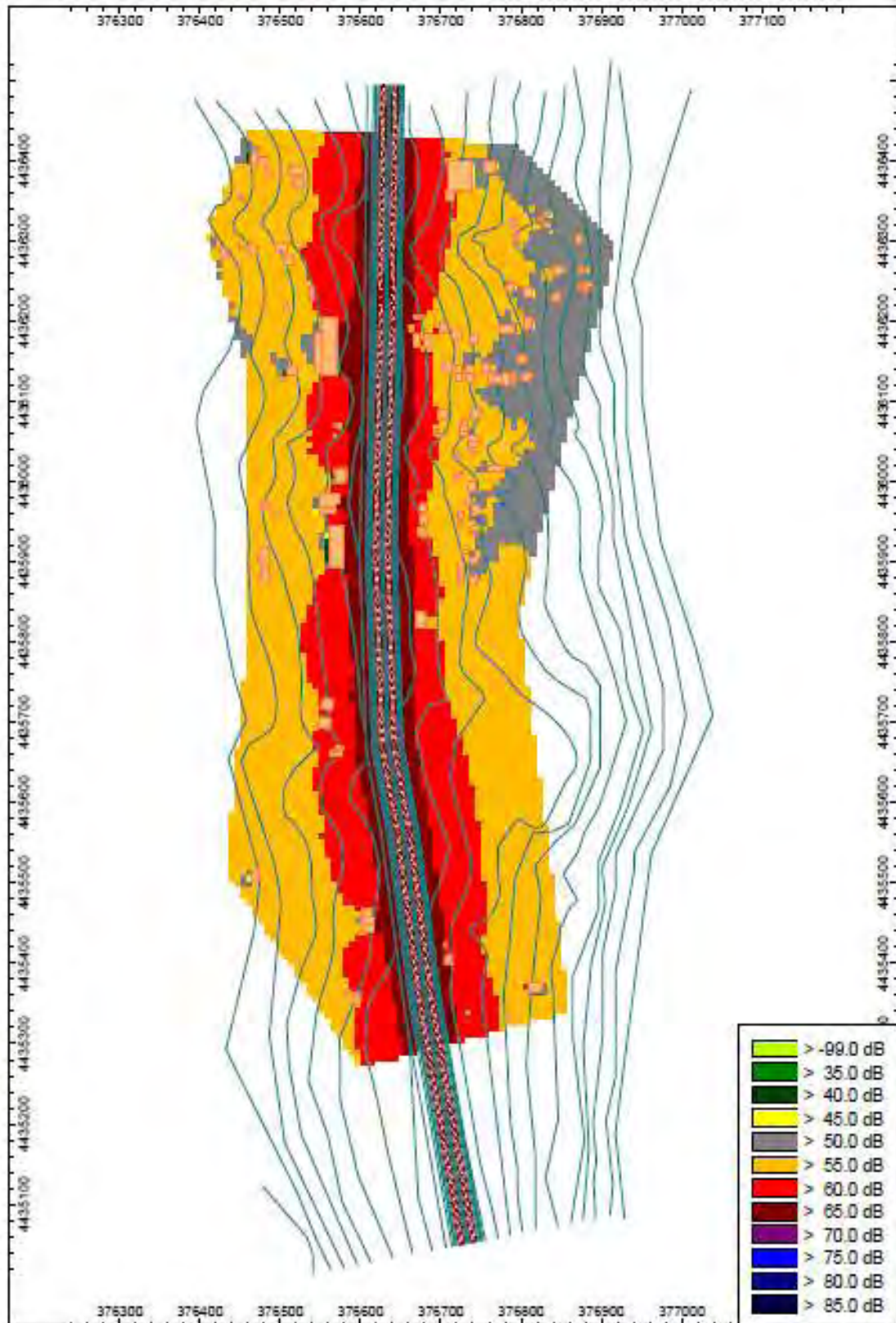
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ακουστικού μοντέλου, ο δείκτης L_{den} και στις τρεις θέσεις ελέγχου είναι εντός των νομοθετημένων ορίων. Ωστόσο ο δείκτης L_{night} παρουσιάζει υπέρβαση στην θέση (1) είναι οριακά εντός των ορίων στη θέση (2).

Στη συνέχεια παρατίθενται αναλυτικά οι οριζόντιοι χάρτες θορύβου της περιοχής μελέτης καθώς επίσης και οι κατακόρυφοι χάρτες θορύβου σε επιλεγμένους ευαίσθητους δέκτες.

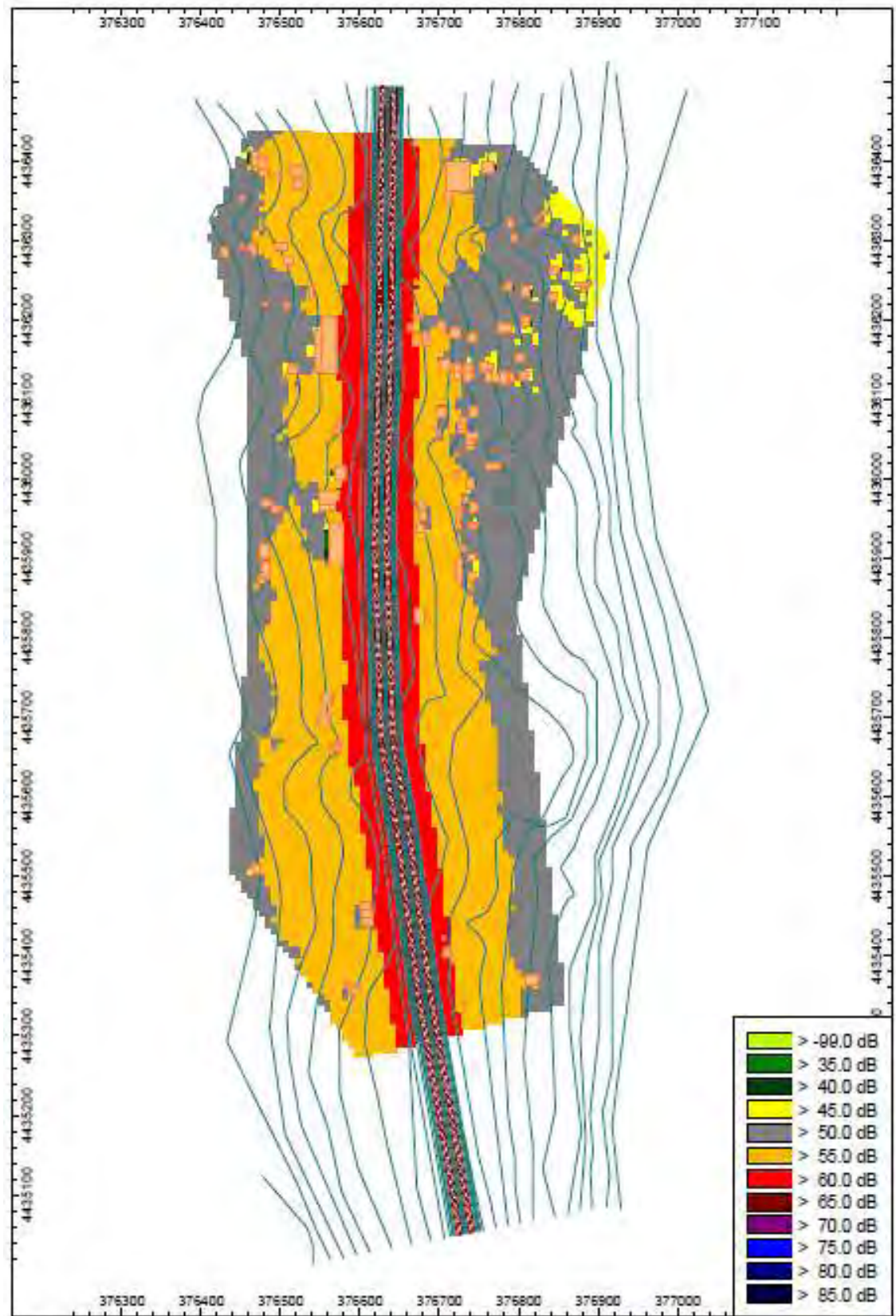
**ΧΑΡΤΗΣ 32: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{den} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CNOSSOS-EU**



**ΧΑΡΤΗΣ 33: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΘΟΥΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{de} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CNOSSOS-EU**



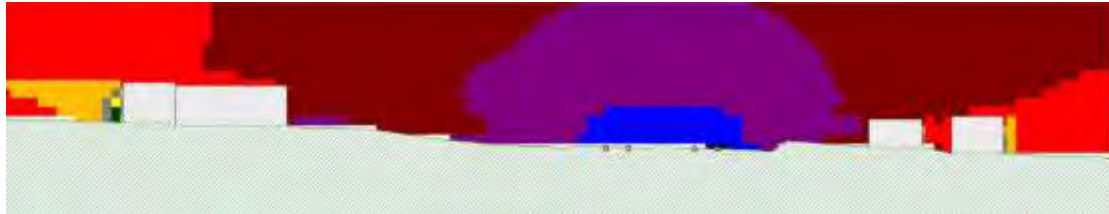
**ΧΑΡΤΗΣ 34: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΘΟΥΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{night} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CNOSSOS-EU**



**ΧΑΡΤΕΣ 35-36-37: ΚΑΘΕΤΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{den} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CNOSSOS-EU**

Κάθετοι Χάρτες θορύβου για τον δείκτη L_{den}

ΘΕΣΗ 1 (ΙΣΟΓΕΙΟΣ ΟΙΚΙΑ):



ΘΕΣΗ 2 (ΜΟΝΑΔΑ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ):



ΘΕΣΗ 3 (ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΟΙΚΙΑ):



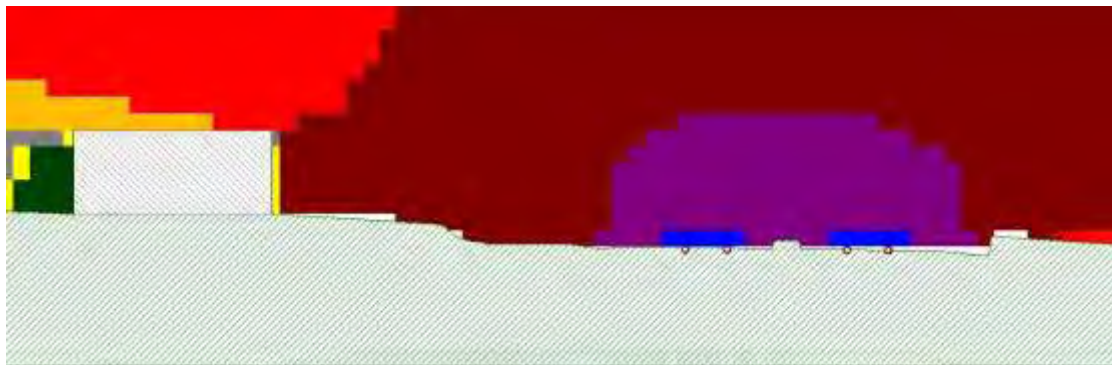
**ΧΑΡΤΕΣ 38-39-40: ΚΑΘΕΤΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{de} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CNOSSOS-EU**

Κάθετοι Χάρτες θορύβου για τον δείκτη L_{de}

ΘΕΣΗ 1 (ΙΣΟΓΕΙΟΣ ΟΙΚΙΑ):



ΘΕΣΗ 2 (ΜΟΝΑΔΑ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ):



ΘΕΣΗ 3 (ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΟΙΚΙΑ):



**ΧΑΡΤΕΣ 41-42-43: ΚΑΘΕΤΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ
ΓΙΑ L_{night} ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CNOSSOS-EU**

Κάθετοι Χάρτες θορύβου για τον δείκτη L_{night}

ΘΕΣΗ 1 (ΙΣΟΓΕΙΟΣ ΟΙΚΙΑ):



ΘΕΣΗ 2 (ΜΟΝΑΔΑ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ):

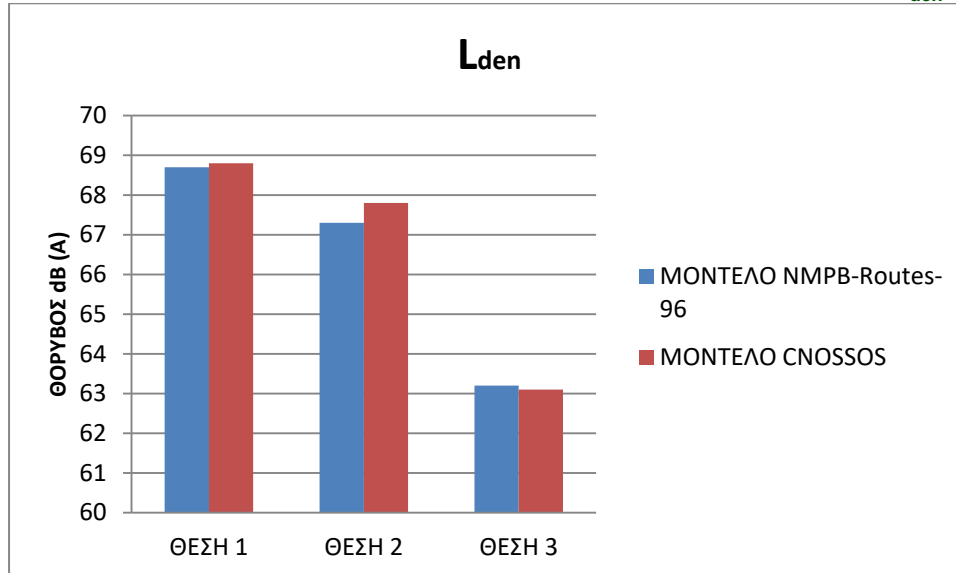


ΘΕΣΗ 3 (ΔΙΩΡΟΦΟΣ ΟΙΚΙΑ):

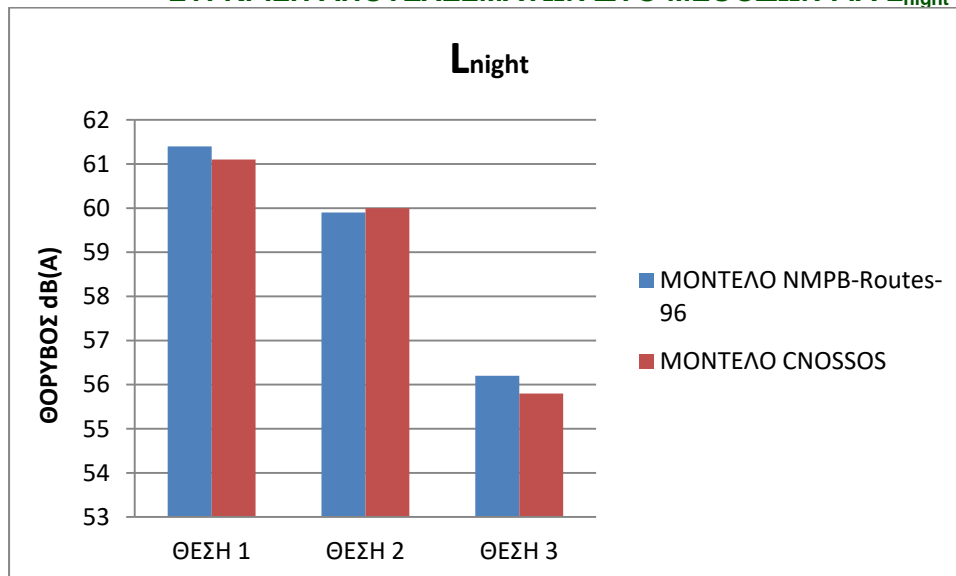


10. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ CADNAΑ (NMPB ROUTES VS CNOSSOS)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44:
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ L_{den}



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 45:
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ L_{night}



Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των δεικτών L_{den} και L_{night} που προέκυψαν από τις δύο μεθόδους συμπεραίνουμε τα εξής:

Τα αποτελέσματα δεν παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διαφορές. Δεδομένου του ότι η μέθοδος NMPB-ROUTES-96 με την μέθοδο CNOSSOS –EU διαφέρουν στο ότι η τελευταία εισάγει τα δίκυκλα οχήματα στο μοντέλο, και εφόσον έχουμε φόρτο δικύκλων 1% η ισότητα των αποτελεσμάτων είναι αναμενόμενη και λογική.

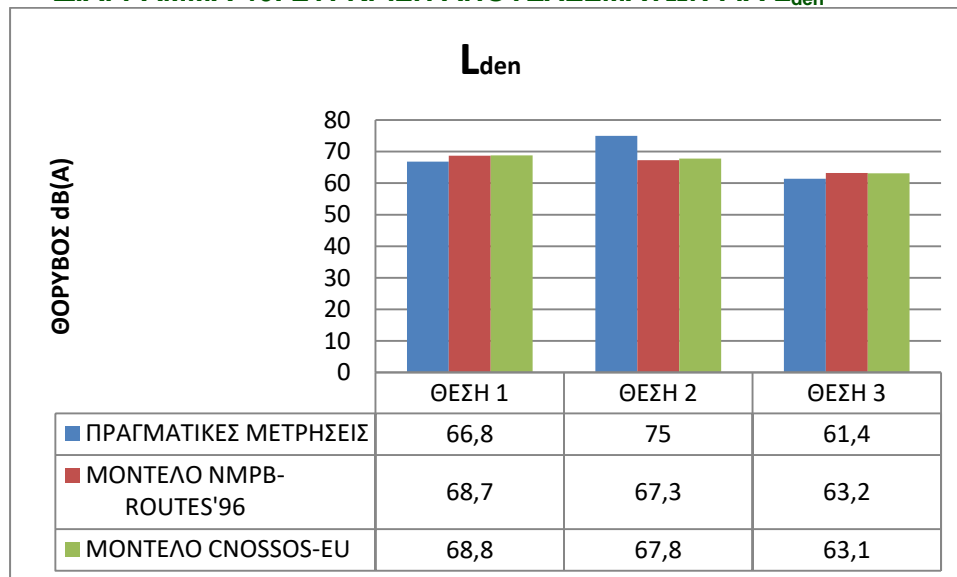
Παρατηρούμε λοιπόν και από τις δυο μεθόδους ότι: Η θέση (1) παρουσιάζει τα πιο αυξημένα αποτελέσματα στους δείκτες L_{den} και L_{night} σε σχέση με τις άλλες δύο

θέσεις. Αυτό είναι λογικό διότι η θέση (1) βρίσκεται πιο κοντά στον αυτοκινητόδρομο. Επίσης, παρατηρούμε διαφορά στα αποτελέσματα των μετρήσεων της θέσης (1) και (3) η οποία οφείλεται στο ότι η θέση (3) βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον αυτοκινητόδρομο και σε χαμηλότερο υψόμετρο από αυτόν και από την θέση (1).

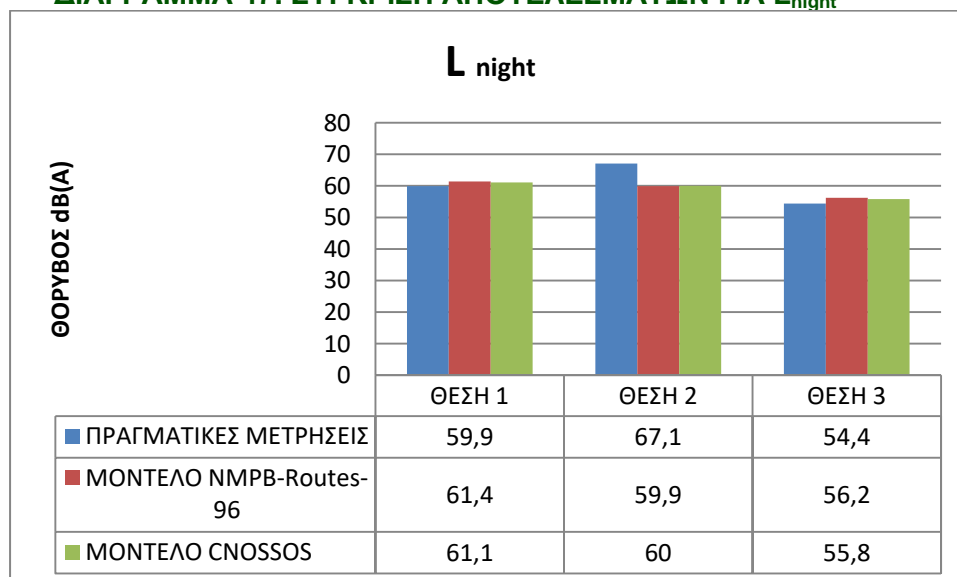
ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΟΛΕΣ ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ		ΜΟΝΤΕΛΟ NMPB-Routes-96		ΜΟΝΤΕΛΟ CNOSSOS	
	Lden	Lnight	Lden	Lnight	Lden	Lnight
ΘΕΣΗ 1	66,8	59,9	68,7	61,4	68,8	61,1
ΘΕΣΗ 2	75	67,1	67,3	59,9	67,8	60
ΘΕΣΗ 3	61,4	54,4	63,2	56,2	63,1	55,8

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 46: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ L_{den}



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 47: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ L_{night}



Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των πραγματικών μετρήσεων σε σχέση με τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα με τις δύο μεθόδους, είναι εμφανές ότι, το παράπλευρο οδικό δίκτυο που βρίσκεται όμορα του αυτοκινητόδρομου Αιγαίου και της θέσης (2) επηρεάζει τα επίπεδα του θορύβου και είναι ο κύριος λόγος διαφοροποίησης των αποτελεσμάτων από τις πραγματικές μετρήσεις και τις προσομοιωμένες.

Επίσης εμφανώς η θέση (3) έχει την λιγότερη θορυβική όχληση σε σχέση με την θέση (1), γεγονός που προκύπτει λόγω θέσης χαμηλότερης υψομετρικά από τον αυτοκινητόδρομο Αιγαίου και σε μεγαλύτερη απόσταση από αυτόν.

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των δεικτών L_{den} και L_{night} που προέκυψαν από τις δύο μεθόδους συμπεραίνουμε τα εξής:

- Τα αποτελέσματα δεν απέχουν μεταξύ τους. Δεδομένου του ότι η μέθοδος NMPB-ROUTES-96 με την μέθοδο CNOSSOS-EU διαφέρουν στο ότι η τελευταία εισάγει τα δίκυκλα οχήματα στο μοντέλο, και εφόσον έχουμε φόρτο δικύκλων 1% η ισότητα των αποτελεσμάτων είναι αναμενόμενη και λογική.
- Τα αποτελέσματα είναι παρόμοια που αυτό πιστοποιεί την επιτυχία του μοντέλου και με τις δύο μεθόδους.
- Οι Θέσεις (1) και (2) είναι οριακά εντός των ορίων ενώ στη θέση (3) δεν ενοχλούν τα επίπεδα θορύβου.
- Η διαφορά στα αποτελέσματα των μετρήσεων της θέσης (1) και (3) οφείλεται στο ότι η θέση (3) βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον αυτοκινητόδρομο και σε χαμηλότερο υψόμετρο από αυτόν και από την θέση (1).
- Η διαφορά στα αποτελέσματα των μετρήσεων της θέσης (1) με (2) οφείλεται στο ότι η θέση (2) βρίσκεται σε λίγο μεγαλύτερη απόσταση από τον αυτοκινητόδρομο σε σχέση με την θέση (1).

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των πραγματικών μετρήσεων συμπεραίνουμε τα εξής:

- Η μοναδική θέση που δείχνει δείκτη L_{den} εκτός των ορίων των 70 dB (A) και τον δείκτη L_{night} εκτός των ορίων των 60 dB (A) είναι η θέση 2 με ένδειξη 75,00 dB (A) και 67,10 dB (A) αντίστοιχα.
Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η μέτρηση της θέσης (1) και θέσης (2) διαφέρει αρκετά, και θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το παράπλευρο οδικό δίκτυο που υπάρχει στην περιοχή σε επαφή με τον Ξενώνα φροντίδας ηλικιωμένων (Θέση 2) όπου παρατηρήθηκε κατά την αυτοψία ότι αναπτύσσονται μεγάλες ταχύτητες.
Θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι ο χώρος αυτός (θέση 2) δεν έχει άδεια λειτουργίας για ξενώνα φροντίδας ηλικιωμένων δεδομένου του ότι η χρήση αυτή απαγορεύεται από τις χρήσεις γης της περιοχής σύμφωνα με το Π.Δ. 1990 (ΦΕΚ 447/Δ/1990).
- Οι Θέσεις (1) & (3) είναι εντός των ορίων και ως εκ τούτου δεν απαιτείται, βάσει της Νομοθεσίας η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων σε αυτή την περιοχή. Ωστόσο παρατηρούμε ότι στην θέση (1) είμαστε οριακά εντός των ορίων της Νομοθεσίας.

Μελετώντας αναλυτικά λοιπόν την περιοχή της βόρειας ζώνης εκτός των ορίων οικισμού της Λεπτοκαρυάς Πιερίας, θεωρούμε ότι σε όλο το μήκος περίξ του αυτοκινητόδρομου Αιγαίου δεν απαιτείται Νομοθετικά η τοποθέτηση αντιθορυβικών πετασμάτων.

Ωστόσο σε περίπτωση που θα επιθυμούσαμε να βελτιώσουμε το ακουστικό περιβάλλον θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε στην περιοχή της θέσης λήψης μετρήσεων (1) δεδομένου του ότι:

- ✓ πρόκειται για κατοικημένη περιοχή με κύριες οικίες που κατοικούνται όλο τον χρόνο
- ✓ ότι οι μετρήσεις ήταν οριακά εντός των νομοθετικών ορίων

Στην περιοχή της θέσης (2) δεν προτείνουμε την τοποθέτηση αντιθορυβικών πετασμάτων διότι:

- ✓ Δεν υπάρχουν οικίες στην περιοχή
- ✓ Το μοναδικό κτίριο που κατοικείται είναι ο Ξενώνας Φροντίδας ηλικιωμένων, ο οποίος δεν επιτρέπεται να λειτουργεί σε αυτή την περιοχή
- ✓ Το παράπλευρο οδικό δίκτυο δημιουργεί τον μεγαλύτερο θόρυβο και ως εκ τούτου η τοποθέτηση αντιθορυβικών πετασμάτων στο όριο του αυτοκινητόδρομου δεν θα μείωνε τον θόρυβο του παράπλευρου οδικού δικτύου. Προκειμένου να μειωθεί ο θόρυβος σε αυτή την περιοχή, θα πρέπει να τοποθετηθούν αντιθορυβικά πετάσματα σε επαφή με το όριο του οικοπέδου.

Στην περιοχή της θέσης (3) δεν προτείνουμε την τοποθέτηση αντιθορυβικών πετασμάτων διότι:

- ✓ Οι δείκτες από τις μετρήσεις και την μελέτη ήταν καλοί
- ✓ Υπάρχει υψομετρική υποβάθμιση σε εκείνη την περιοχή
- ✓ Βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τον αυτοκινητόδρομο Αιγαίου

12. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Κωνσταντίνος Βογιατζής, Σοφία Χαϊκάλη & Αλίκη Χατζοπούλου, Προστασία του Ελληνικού Ακουστικού Τοπίου, Αθήνα 2009
- [2] Αλοδιαννάκη Ισμήνη, Καλατζή Ασημίνα «Αξιολόγηση αναγκαιότητας προστασίας αστικών περιοχών από τον περιβαλλοντικό, οδικό, κυκλοφοριακό θόρυβο στον περιφερειακό Βόλου» Βόλος 2008
- [3] Κωνσταντίνος Βογιατζής, Περιβαλλοντική Τεχνική & Θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής, Αθήνα 2012
- [4] Αδάμος Ιωάννης, Κασσίδη Μαρία, «Διερεύνηση διακύμανσης ατμοσφαιρικής ρύπανσης και θορύβου από την λειτουργία τεσσάρων σηματοδοτούμενων κόμβων στο πολεοδομικό συγκρότημα του Βόλου - Εργασίες πεδίου και θεωρητική προσομοίωση»
- [5] Γιάννης Κοτζαμπασάκης Αντιμετώπιση του αστικού θορύβου: ένα ισόπλευρο τρίγωνο δράσεων,
- [6] Κωνσταντίνος Βογιατζής, «Ο Περιβαλλοντικός θόρυβος, μία βασική παράμετρος συγκοινωνιακού & χωροταξικού σχεδιασμού», διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Εργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός»
- [7] ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, «Μηχανολογικός θόρυβος»
- [8] Υ.Α. 13586/724/2006 (ΦΕΚ 384B/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
- [9]. Σ.Π. Χαϊκάλη, Π.Θ. «Δίκαιο του Περιβάλλοντος», σημειώσεις 5^{ου} εξαμήνου Πολ. Μηχ. Π. Θεσσαλίας 2009
- [10] Οδηγία 2002/49/ΕΚ, σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου.
- [11] Οδηγία 2015/996/Ε.Κ. σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου
- [12]. Χρήστος Αζαρλής, «Το αντιθορυβικό πέτασμα σε ελληνικά υπεραστικά και περιαστικά οδικά δίκτυα, οδική ασφάλεια και τυπολογία», 2018
- [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] Κων/νος Βογιατζής , Βήματα Υπολογισμού Δεικτών, διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Εργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός», 2017
- [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] Μελέτη χαρτογράφησης Ο.Κ.Θ. & εκπόνησης σχεδίων δράσης αντιμετώπισης σχετικών προβλημάτων στον Αυτοκινητόδρομο Αιγαίου, Σ.Σ.Ε. & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε.
- [19] Μέτρηση και χαρτογράφηση θορύβου στις κατοικημένες περιοχές πέριξ του Αυτοκινητόδρομου Αιγαίου, Σ.Σ.Ε. & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε.
- [20] Κων/νος Βογιατζής , Περιβαλλοντικός Θόρυβος και Αστικές Μεταφορές, διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Εργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός», 2017
- [21] Κων/νος Βογιατζής , Μεθοδολογία πρόβλεψης Οδικού Κυκλοφοριακού θορύβου με βάση την Οδηγία 2002/49/ΕΕ, διάλεξη στο ΔΤΜΣ «Διαχείριση Εργων, Συγκοινωνιακός και Χωροταξικός Σχεδιασμός», 2017
- [22] Νίκος Π. Τσινίκας, Αρχιτεκτονικός Αντιθορυβικός σχεδιασμός, Επετηρίδα, Τόμος ΙΗ' του Τμήματος Αρχιτεκτόνων, 2002
- [23] 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
- [24] <http://www.amds.gr/a4.aspx>
- [25] <http://nomosphysis.org.gr/>
- [26] <https://www.hepworth-acoustics.co.uk/standards-a-legislation/environment/crtn-calculation-of-road-traffic-noise>
- [27] <http://www.isiweb.ee.ethz.ch/teaching/courses/ak1/acoustics-sound-propagation-outdoors.pdf>
- [28] http://portal.survey.ntua.gr/main/labs/roads/Roads-g_files/Edu-g_files/Edu-71-g_files/DRAFT_xwrikh_xronikh_diastash_fortoy.pdf
- [29] <http://www.library.tee.gr/digital/bibliogr/perivallon/perivelot.htm>
- [30] http://www.elot.gr/955_ell_html.aspx
- [31] <https://www.aegeanmotorway.gr/>

-
- [32] <https://www.ypodomes.com/index.php/autokinitodromoi/uperastikoi/autokinitodromos-aigaiou>
- [33] <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=224&language=el-GR>
- [34] <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/ekhorupanse-antimetopise-thorubou/>
- [35] <http://www.who.int/>
- [36] <http://www.Holidaynews.gr>
- [37] <http://www.liverpool.gr>
- [38] <http://www.news.gr>
- [39] <http://www.alfacoustic.com>
- [40] <http://www.efsyn>
- [41] <http://www.katerina-paideia.blogspot.com>
- [42] <https://www.gate-automation.gr>
- [43] <http://www.zdnet.com/article/los-angeles-synchronizes-all-traffic-lights/>

13. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Σχέδιο κάτοψης με τις ισοϋψείς καμπύλες, τα κτίρια και τους οδικούς άξονες έτσι όπως διαμορφώθηκε και εισήχθη στο μοντέλο



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ : ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

