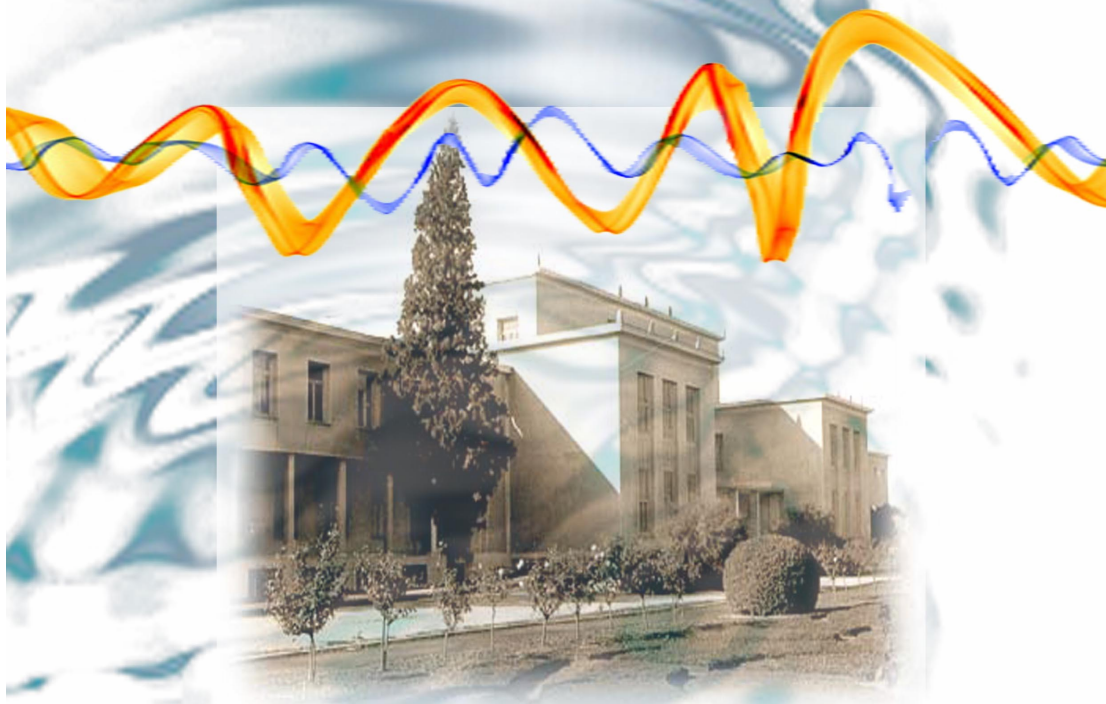


ΜΕΛΕΤΗ ΟΔΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΒΙΤΩΡΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ - ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ ΠΑΠΑΔΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ - ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ
ΡΕΘΥΜΝΟ 2008



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Εισαγωγή στο θόρυβο

1.1 Εισαγωγή.....	5
1.2 Θόρυβος και αντί.....	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Οδικός Κυκλοφοριακός Θόρυβος

2.1 Γενικά για τον οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο.....	7
2.2 Επιπτώσεις οδικού κυκλοφοριακού θορύβου.....	7
2.3 Δρόμοι και κυκλοφοριακό πρόβλημα.....	9
2.4 Υποχρέωση πολιτείας έναντι του πολίτη.....	9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ

3.1 Ισχύουσα νομοθεσία	10
3.2 Σκοπός Ευρωπαϊκής οδηγίας.....	11
3.3 Ορισμοί – Δείκτες ημέρας νύχτας.....	12
3.3.1 Στρατηγική μέτρησης οδικού κυκλοφοριακού θορύβου.....	15
3.3.2 Πρόσθετοι δείκτες θορύβου.....	17
3.3.3 Όρια θορύβου.....	18
3.4 Θόρυβοι από μηχανοκίνητα οχήματα με τουλάχιστον τέσσερις τροχούς.....	19
3.4.1 Πρόσθετοι δείκτες θορύβου.....	21
3.4.2 Θόρυβος κίνησης των ελαστικών επί του οδοστρώματος.....	23
3.5. Χάρτες θορυβου.....	24

3.6 Στρατηγική αντιμετώπισης – σχέδια δράσης.....	24
3.7 Αρμόδια αρχή Σύσταση Τεχνικής Διυπουργικής Ομάδας Εργασίας (Τ.Δ.Ο.Ε.).....	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Μέθοδος πρόβλεψης θορύβου

4.1 Εισαγωγική αναφορά μεθόδου.....	27
4.2 Προϋποθέσεις για τον υπολογισμό οδικού κυκλοφοριακού θορύβου σύμφωνα με τους κανονισμούς μόνωσης θορύβου.....	27
4.3 Στρατηγική υπολογισμού θορύβου και παράγοντες που επηρεάζουν τη πρόβλεψη	28
4.3.1 Παράγοντας 1 - Ροή κυκλοφορίας.....	29
4.3.2 Παράγοντας 2 - Ποσοστό βαρέων οχημάτων.....	30
4.3.3 Παράγοντας 3 - Επιφάνεια του δρόμου.....	31
4.3.4 Παράγοντας 4 - Διαπερατές επιφάνειες των δρόμων.....	31
4.3.5 Παράγοντας 5 - Αντιστάθμιση της απόστασης.....	32
4.3.6 Παράγοντας 6 - Ποώδης βλάστηση του εδάφους.....	33
4.3.7 Διάδοση θορύβου χωρίς παρεμβαλλόμενα εμπόδια.....	34
4.4 Διάδοση θορύβου παρεμβαλλόμενη με εμπόδια.....	35
4.4.1 Επιδράσεις από τις ανακλάσεις στον υπολογισμό θορύβου.....	37
4.4.2 Επίδραση από τη πρόσωση στον υπολογισμό θορύβου.....	37
4.4.3 Ανάκλαση από αντικρινές προσόψεις.....	37
4.4.4 Επηρεασμός στον υπολογισμό θορύβου από τις πλευρές των δρόμων.....	38
4.4.5 Συνδυάζοντας συμβολές από τμήματα.....	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Περιγραφή περιοχής και θεωρητική

αξιολόγηση θορύβου

5.1 «Ιερά οδός» - θόρυβος και Γεωπονική σχολή.....	39
5.1.1 Σταθμοί Μετρό.....	40
5.1.2 Ανάπλαση περιοχής Ελαιώνα.....	40
5.1.3 Γεωπονικό Πανεπιστήμιο και θόρυβος	42
5.2 Θεωρητικός υπολογισμός στάθμης θορύβου.....	43
5.3. Εφαρμογή των τύπων.....	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – Πειραματικό μέρος

6.1 Εισαγωγή στη πειραματική διαδικασία.....	46
6.2 Εξοπλισμός.....	47
6.3 Διαδικασία Μετρήσεων.....	47
6.3.1 Τοποθέτηση ηχόμετρου.....	47
6.3.2 Ρύθμιση οργάνου μετρήσεων – Διάρκεια μετρήσεων.....	48
6.3.3 Αποτελέσματα μετρήσεων.....	49
6.4 Σύγκριση θεωρητικών και πειραματικών μετρήσεων – υπολογισμών.....	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7–Προστασία από οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο

7.1 Αντιμετώπιση του θορύβου.....	54
7.2 Υλικά ηχομείωσης και προδιαγραφές.....	55
7.2.1 Ηχομονωτικοί τάπητες στους δρόμους	56
7.3 Ηχοπετάσματα και εφαρμογή σε δρόμους.....	57
7.3.1 Ακουστική Λειτουργία των Πετασμάτων.....	58
7.4 Μεταλλικά Ηχοπετάσματα.....	59
7.4.1 Ξύλινα Ηχοπετάσματα.....	60

7.4.2 Διαφανή Ηχοπετάματα.....	61
7.4.3 Ηχοπετάματα από ανακυκλώμενο πλαστικό.....	62
7.4.4 Ηχοπετάσματα “DIFRACTA”.....	63
7.5 Μέτρα ηχοπροστασίας στην είσοδο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου επί της Ιερά οδού.....	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.1 Συμπεράσματα.....	65
-----------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 - Παραρτήματα

9.1 Γραφήματα - charts.....	67
9.2 Φωτογραφίες Περιοχής.....	73
9.3.1 Βιβλιογραφία – Πηγές.....	76
9.3.2 Ιστοσελίδες πληροφοριών θορύβου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής..	77
9.3.3 Κυβερνητικές ιστοσελίδες πληροφοριών θορύβου.....	77
9.3.4 Μη κυβερνητικές ιστοσελίδες πληροφοριών θορύβου από την Ελλάδα.....	77
9.3.5 Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης – Τύπος.....	77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Εισαγωγή στο θόρυβο

1.1 Εισαγωγή

Έχει παρατηρηθεί σε πολλές “ευαίσθητες” περιοχές όπως οικισμοί, σχολεία, νοσοκομεία, πανεπιστήμια, ναοί κ.λ.π. πως πολλές φορές ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος υποβιβάζει την ποιότητα διαβίωσης και δυσχεραίνει το σύνολο των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται σε αυτές με αποτέλεσμα την επιτακτική ανάγκη να μελετηθούν τρόποι και να εφαρμοστούν άμεσα για την καταπολέμησή του. Στην παρούσα εργασία σκοπός της μελέτης είναι να προταθούν μέτρα ηχοπροστασίας και να αναλυθεί βάσει συγκεκριμένης μεθοδολογίας η ύπαρξη οδικού περιβαλλοντικού θορύβου σε “ευαίσθητη” περιοχή όπως προαναφέρθηκε που εντοπίζεται στην Αθήνα και πιο συγκεκριμένα στη Γεωπονική Σχολή στο ύψος επί της Ιεράς Οδού.

Θα χρησιμοποιηθούν στοιχεία από τη μελέτη ηχοπροστασίας για τις επιστημονικές προτάσεις που κατατίθενται η οποία θα πραγματοποιηθεί ως εξής: Θεωρητική προσέγγιση του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου σύμφωνα με την Αγγλική μέθοδο υπολογισμού¹. Διαδικασία επί τόπου μετρήσεων με εξειδικευμένο εξοπλισμό και μέθοδο, σύγκριση-ανάλυση των αποτελεσμάτων των παραπάνω μεθόδων και πρόταση μέτρων ηχοπροστασίας.

Η ηχομείωση του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τοπογραφία της περιοχής και για αυτό το λόγο παρατίθεται γραφική αποτύπωση του χώρου και περιγραφή της μορφολογικής υπόστασης του.

1.2 Θόρυβος και αντί

Θόρυβο λέμε τον ανεπιθύμητο ανθρωποδημιούργητο ήχο ο οποίος είναι αποτέλεσμα της σημερινής μηχανοποιημένης κοινωνίας μας. Ο ήχος είναι αποτέλεσμα μεταβολών πίεσης σε κάποιο μέσο διάδοσης όπως ο αέρας, οι οποίες προκαλούνται από δονήσεις ή αναταραχές. Το πλάτος ταλάντωσης αυτών των μεταβολών καθορίζει την ένταση του ήχου και η γρηγοράδα με την οποία γίνονται

¹ Calculation of Road Traffic Noise, Department of Transport, Welsh office, HMSO

αυτές οι μεταβολές καθορίζει την συχνότητα του ήχου. Η ένταση του ήχου μετριέται σε decibels (dB) και η συχνότητα μετριέται σε cycles per second (Hz). Η κλίμακα dB είναι λογαριθμική και δείχνει τη σχέση της ηχητικής ισχύος της συγκεκριμένης ηχητικής πηγής σε σχέση με την χαμηλότερη ηχητική ισχύ που μπορεί να ανιχνεύσει το ανθρώπινο αυτί ($10 \log W / W_r$). Το ανθρώπινο αυτί είναι ένα αξιοθαύμαστο όργανο που μπορεί να ανιχνεύσει ηχητική ισχύ από 10^{-12} Watts μέχρι 15 Watts, ($10 \log 15/10^{-12} = 132$ dB). Το ανθρώπινο αυτί μπορεί επίσης να ανιχνεύσει συχνότητες από 15 Hz μέχρι 20.000 Hz. Σχετικά μικρή αύξηση σε dB μπορεί να αντιπροσωπεύει μεγάλη αύξηση ηχητικής ισχύος. Θεωρητικά, αύξηση κατά 3 dB αντιπροσωπεύει διπλασιασμό της ηχητικής ισχύος και αύξηση κατά 10 dB αντιπροσωπεύει δεκαπλασιασμό της ηχητικής ισχύος. Το ανθρώπινο αυτί όμως αντιλαμβάνεται την αύξηση κατά 10 dB σαν διπλασιασμό της έντασης του ήχου.

Τα όργανα μέτρησης θορύβου είναι τα ηχόμετρα και διάφορες παραλλαγές τους όπως τα δοσίμετρα, ολοκληρωτικά ηχόμετρα και αναλυτές. Τα περισσότερα ηχόμετρα σήμερα είναι εφοδιασμένα με φίλτρα συχνοτήτων και σταθμισμένων κλιμάκων μέτρησης όπως A, C, Flat κλπ. Η πλέον συνήθης κλίμακα μέτρησης είναι η κλίμακα A, η οποία κάνει διάκριση κατά των χαμηλών και υψηλών συχνοτήτων αλλά προσομοιάζει πολύ καλά την απόκριση του ανθρώπινου αυτιού σχετικά με την αντίληψη, ενόχληση και βλάβη από το θόρυβο. Για αυτό το λόγο οι περισσότερες νομοθεσίες θέτουν όρια στάθμης θορύβου σε dB(A).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Οδικός Κυκλοφοριακός Θόρυβος

2.1 Γενικά για τον οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο

Ως οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος ορίζεται η παραγωγή θορύβου από την κίνηση των μηχανοκίνητων οχημάτων σε οδόστρωμα. Έχει συνέχεια και αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας. Κατηγοριοποιώντας τις πηγές οδικού κυκλοφοριακού θορύβου βρίσκονται δύο κύριες κατηγορίες οχημάτων :

- Επιβατικά οχήματα, μοτοσυκλέτες, μοτοποδήλατα.
- Βαρέα οχήματα , φορτηγά, λεωφορεία, αυτοκινούμενα οχήματα μεγάλης κατασκευαστικής κλίμακας (Γερανοί, μπετονιέρες κλπ.)

Επίσης βασικό ρόλο στην ποιότητα και ικανότητα όχλησης του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου έχουν εξωγενείς παράγοντες που εκπέμπουν θόρυβο από τα οχήματα όπως κόρνες, στερεοφωνικά συστήματα ψυχαγωγίας, τηλεβόες κλπ. Μόνο που εξετάζονται ως συμπαγές στοιχείο - μέρος του εκπεμπόμενου θορύβου και όχι ως ξεχωριστές πηγές.

Η διάδοση γίνεται μέσω του αέρα οπότε λαμβάνεται υπόψη η κατάσταση του μέσου διάδοσης υπολογίζοντας φυσικές παραμέτρους όπως θερμοκρασία, υγρασία και τη γεωμετρική απόσβεση του που οφείλεται στην απόσταση και τη γωνία μέτρησής του. Ανάλογα με τις τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας υπάρχει απορρόφηση του εκπεμπόμενου θορύβου από το μέσο διάδοσης και σύμφωνα με την απόσταση και γωνία ακουστικής θέασης του συστήματος πηγή - δέκτης συνυπολογίζεται η όποια ηχομείωση¹.

2.2 Επιπτώσεις οδικού κυκλοφοριακού θορύβου

Επίσης υπάρχουν τρεις επιδράσεις του θορύβου στον άνθρωπο που λαμβάνονται υπόψη για το σχεδιασμό νομοθεσίας και μέτρων ηχοπροστασίας οι οποίες έχουν ως εξής:

- Η ενόχληση από τον θόρυβο,

¹ www.noise.gr

- Η δυσκολία επικοινωνίας σε ένα θορυβώδες περιβάλλον,
- Η απώλεια ακοής.

Η απώλεια ακοής εξαρτάται αθροιστικά από τη στάθμη του θορύβου και τη διάρκεια έκθεσης σε αυτόν¹. Οι επιπτώσεις του θορύβου στον οργανισμό μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- επιδράσεις στην ακοή
- μη ακουστικές επιδράσεις

Οι μη ακουστικές επιδράσεις αφορούν κυρίως το νευρικό σύστημα, τις ψυχικές λειτουργίες, το κυκλοφορικό, το γαστρεντερικό, το ενδοκρινικό και άλλα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού. Είναι γνωστό ότι οι εκτεθειμένοι στο θόρυβο εργαζόμενοι παρουσιάζουν συχνά υπέρταση, ταχυκαρδία, διαταραχές στην πέψη, δυσκολία στη συγκέντρωση, πονοκεφάλους, διαταραχές στον ύπνο, σωματική κόπωση, εκνευρισμό, υπερένταση, άγχος καθώς και διαταραχές στη συμπεριφορά.

Ο θόρυβος δρα στο κεντρικό νευρικό σύστημα προκαλώντας αλλοιώσεις στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, επιβράδυνση του χρόνου της αντίδρασης και αύξηση των λαθών. Η μείωση της ενόχλησης αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα καθώς τα 20-30 τελευταία χρόνια η στάθμη θορύβου που εκπέμπουν τα αυτοκίνητα έχει ήδη μειωθεί κατά 8 db(A) για τα επιβατικά και 15 db(A) για τα φορτηγά. Επιπλέον, βελτιωμένοι τύποι ασφάλτου έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση κατά 6 db(A) του θορύβου που οφείλεται στην τριβή μεταξύ των ελαστικών και του οδοστρώματος.

Ένας άλλος παράγοντας που δυσχεραίνει τη μείωση της ενόχλησης είναι το γεγονός ότι σε χώρες με κλιματολογικές συνθήκες παρόμοιες με της Ελλάδας αρκετούς μήνες του έτους αναπτύσσονται δραστηριότητες σε υπαίθριους χώρους ενώ τα παράθυρα των κατοικιών παραμένουν ανοιχτά για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Επομένως η λήψη μέτρων ηχοπροστασίας τόσο στο δέκτη όσο και στη πηγή καθίσταται αναποτελεσματική².

¹ «Επιτρεπτά όρια θορύβου και νομοθεσία», Σ. Δαλιάνης - Μ. Μπακαρέζος, Ρέθυμνο 2003.

² Ελληνικό Ινστιτούτο Ακουστικής (ΕΛΙΝΑ), Πρακτικά συνεδρίου «Μέτρα ηχοπροστασίας από τον οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο», Γ. Μπάμνιος - Α. Τροχίδης, Θεσσαλονίκη 2004.

2.3 Δρόμοι και κυκλοφοριακό πρόβλημα

Ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος αποτελεί τα τελευταία χρόνια μία από τις κυριότερες πηγές ενόχλησης σε περιοχές που βρίσκονται κοντά σε κύριους οδικούς άξονες υψηλού φόρτου κυκλοφορίας. Εάν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι τα οχήματα συνεχώς αυξάνονται και έως το 2010 θα υπάρχει κορεσμός της κυκλοφοριακής δυνατότητας των οδών στην Αθήνα που θα αγγίζει το ποσοστό 95%¹ είναι κατανοητή και επιτακτική η ανάγκη να εφαρμοστούν μέθοδοι για την καταπολέμηση του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου κοντά σε ευαίσθητες περιοχές όπως είναι οι κατοικημένες, σχολεία, νοσοκομεία, πανεπιστήμια δημόσιες υπηρεσίες, ναοί κ.λ.π.

2.4 Υποχρεώσεις της Πολιτείας έναντι του πολίτη

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο στο ψήφισμά του, την 10η Ιουνίου του 1997 αναφορικά με την Πράσινη βίβλο της Επιτροπής, επέμεινε ότι θα πρέπει να ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα και πρωτοβουλίες για τη μείωση του οδικού περιβαλλοντικού θορύβου. Εμπίπτει στην πολιτική της Κοινότητας να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος, ένας δε από τους στόχους που πρέπει να επιτευχθούν είναι η προστασία κατά του θορύβου. Στην Πράσινη βίβλο για την μελλοντική πολιτική θορύβων, η Επιτροπή αντιμετωπίζει το θόρυβο του περιβάλλοντος ως ένα από τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα στην Ευρώπη². Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου που καταρτίζουν και, ενδεχομένως, εγκρίνουν, και τα σχέδια δράσης που καταστρώνουν, να καθίστανται διαθέσιμα και να διαδίδονται στο κοινό³.

¹ Εφημερίδα «Τα Νέα», 17 Μαρτίου 2007.

² Οδηγία 2002/49/ΕΚ.

³ Ορίζεται τόσο από την οικεία νομοθεσία καθώς και από την Οδηγία 90/313/ΕΟΚ του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου (7 Ιουνίου 1990) σχετικά με την ελεύθερη πληροφόρηση για θέματα περιβάλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ

3.1 Ισχύουσα νομοθεσία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δίνει μεγάλη σημασία στην προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας. Ήδη από το 1996 έχει προχωρήσει σε μία σειρά πολιτικών και νομοθετικών πράξεων για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκύπτουν από το θόρυβο.

Συγκεκριμένα το 1996 ανακοινώνεται η Πράσινη Βίβλος¹ για τη μελλοντική πολιτική για το θόρυβο, με την οποία η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αντιμετώπισε το θόρυβο του περιβάλλοντος ως ένα από τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα στην Ευρώπη. Επέμεινε δε ότι θα πρέπει να ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα και πρωτοβουλίες μέσα από νομοθετήματα για να αντιμετωπιστεί ο περιβαλλοντικός θόρυβος, ενώ σημείωνε την έλλειψη αξιόπιστων και συγκρίσιμων δεδομένων για την κατάσταση των διαφόρων ηχητικών πηγών.

Για το λόγο αυτό, το 2002 το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο² υιοθέτησαν την Οδηγία του 2002/49/ΕΚ, η οποία αφορά συγκεκριμένα στην προστασία των πολιτών κατά του θορύβου.

Πέρα όμως από τη γενική περιβαλλοντική πολιτική που στοχεύει στην μείωση του θορύβου, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υιοθετήσει κατά καιρούς και επιμέρους πολιτικές που σχετίζουν το θόρυβο με τις μεταφορές.

Για παράδειγμα, στην Ανακοίνωση της Ε.Επιτροπής της 1ης Δεκεμβρίου 1999 για τις αεροπορικές μεταφορές και το περιβάλλον³, προσδιορίστηκε ένας κοινός δείκτης θορύβου και μια κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό και τη μέτρηση του θορύβου γύρω από τα αεροδρόμια. Η εν λόγω Ανακοίνωση έχει ληφθεί υπόψη στις διατάξεις της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ.

¹ Πράσινη Βίβλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την μελλοντική πολιτική για το θόρυβο COM(96) 540.

² «Οδηγία 2002/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Ιουνίου 2002 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου», L 189/12 EL Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 18.7.2002.

³ Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των περιφερειών - Αεροπορικές μεταφορές και Περιβάλλον Η πορεία που οδηγεί στην επίλυση των ζεόντων προβλημάτων της αειφόρου ανάπτυξης /* COM/99/0640 τελικό */

Αντίστοιχα, η Ευρωπαϊκή Ένωση αναφέρει την αντιμετώπιση του περιβαλλοντικού θορύβου σε Οδηγίες όπως την 92/61/ΕΟΚ σχετικά με την έγκριση τύπου οχημάτων ΙΧ και δικύκλων και την 2000/14/ΕΚ σχετικά με την εκπομπή θορύβου στο περιβάλλον από εξοπλισμό προς χρήση σε εξωτερικούς χώρους.

Μάλιστα, η Ευρωπαϊκή Ένωση συνεχίζει την ανάπτυξη και τη συμπλήρωση του υφισταμένου συνόλου των κοινοτικών μέτρων που αφορούν το θόρυβο που εκπέμπουν οι μείζονες πηγές, και ιδίως τα τροχοφόρα οχήματα, ο σιδηρόδρομος και η σχετική υποδομή, τα αεροσκάφη, ο υπαίθριος και ο βιομηχανικός εξοπλισμός και τα κινητά μηχανήματα, όπως με τη δέσμη μέτρων για το πρασίσιμα των μεταφορών που υιοθέτησε η Ε. Επιτροπή τον Ιούλιο 2008¹.

3.2 Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ

Οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την επίτευξη υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος και της υγείας μπορούν να επιτευχθούν καλύτερα μέσω της συμπλήρωσης της δράσης των κρατών μελών από μια κοινοτική δράση που θα επιτύχει κοινή κατανόηση του προβλήματος του θορύβου. Κατά συνέπεια, τα δεδομένα σχετικά με το επίπεδο του θορύβου θα πρέπει να συλλέγονται, να αντιπαραβάλλονται ή να εκτίθενται σύμφωνα με συγκρίσιμα κριτήρια. Τούτο συνεπάγεται τη χρήση εναρμονισμένων δεικτών και μεθόδων αξιολόγησης, καθώς και κριτηρίων για την ευθυγράμμιση της χαρτογράφησης θορύβου. Αυτά τα κριτήρια και αυτές οι μέθοδοι μπορούν καθορίζονται από την κοινοτική Οδηγία 2002/49/ΕΚ. Σημειώνεται ότι ορισμένες κατηγορίες θορύβου, όπως ο θόρυβος εντός των μέσων μεταφοράς και ο θόρυβος από οικιακές δραστηριότητες, δεν εμπίπτουν στην παρούσα οδηγία.

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος, καθώς και το γεγονός ότι κρίθηκε απαραίτητη η αντιμετώπισή του, οδήγησαν στη σύνταξη της συγκεκριμένης Οδηγίας. Αρχικά χρειάστηκε να καθορισθούν κοινές μέθοδοι αξιολόγησης του «περιβαλλοντικού θορύβου» και να δοθεί ορισμός των «οριακών τιμών» ως εναρμονισμένων δεικτών για τον καθορισμό των επιπέδων θορύβου.

Σύμφωνα με τις ανάγκες που υπήρχαν, ζητείτο το ύψος των οριακών τιμών να καθορίζεται από τα κράτη μέλη, λαμβάνοντας, μεταξύ άλλων, υπόψη την ανάγκη

¹ http://ec.europa.eu/transport/greening/index_en.htm

της εφαρμογής της αρχής της πρόληψης προκειμένου να διαφυλάσσονται οι ήσυχες περιοχές πολεοδομικών συγκροτημάτων.

Η στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου θα έπρεπε να επιβληθεί σε ορισμένες περιοχές που παρουσίαζαν ενδιαφέρον, δεδομένου ότι, μέσω αυτής, θα συγκεντρώνονταν τα αναγκαία στοιχεία, τα οποία θα επέτρεπαν την απεικόνιση των επιπέδων θορύβου που είναι αντιληπτοί στην εξεταζόμενη περιοχή. Αντίστοιχα, τα σχέδια δράσης θα έπρεπε να αποσκοπούν στην αντιμετώπιση των προτεραιοτήτων στις εν λόγω περιοχές που θα παρουσίαζαν ενδιαφέρον και θα έπρεπε να καταστρώνονται από τις αρμόδιες αρχές σε συνεννόηση με το κοινό.

Οι διατάξεις της Οδηγίας 2002/49 του Συμβουλίου της 25.6.2002 «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» που έχει δημοσιευθεί στην Ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, έχει σαν σκοπό τον καθορισμό αναγκαίων μέτρων, όρων και διαδικασιών και την ιεράρχηση συγκεκριμένων δράσεων και προτεραιοτήτων, ώστε να αποφεύγονται, να προλαμβάνονται ή να περιορίζονται οι δυσμενείς επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της ενόχλησης, από την έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο.

Ειδικότερα αποφασίστηκε να εφαρμοστούν προοδευτικά οι ακόλουθες δράσεις:

- α) προσδιορισμός της έκθεσης στον περιβάλλοντα θόρυβο με χαρτογράφηση θορύβου, σύμφωνα με εγκεκριμένες από την Ευρ. Κοινότητα μεθόδους αξιολόγησης·
- β) μέριμνα ώστε να είναι διαθέσιμες στο κοινό πληροφορίες σχετικά με τον περιβαλλοντικό θόρυβο και τις επιδράσεις του·
- γ) 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

3.3 Ορισμοί και Δείκτες ημέρας – νύχτας

Στην Κοινοτική Οδηγία του 2002 δίνονται οι εξής ορισμοί για τον περιβάλλοντα θόρυβο αλλά και την αντιμετώπισή τους:

- «*Περιβάλλον θόρυβος*»: οι ανεπιθύμητοι ή επιβλαβείς θόρυβοι στο ύπαιθρο που δημιουργούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων

των θορύβων που εκπέμπονται από μεταφορικά μέσα, από οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές και από χώρους βιομηχανικής δραστηριότητας σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης.

- “επιβλαβείς επιδράσεις”: οι αρνητικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία.
- “ενόχληση”: ο βαθμός ηχητικής ενόχλησης των περιοίκων, όπως προσδιορίζεται με επιτόπου ελέγχους.
- “δείκτης θορύβου”: φυσικό μέγεθος για την περιγραφή του περιβάλλοντος θορύβου, το οποίο έχει σχέση με επιβλαβείς επιδράσεις.
- “αξιολόγηση”: οποιαδήποτε μέθοδος υπολογισμού, πρόβλεψης, εκτίμησης ή μέτρησης της τιμής ενός δείκτη θορύβου ή των σχετικών επιβλαβών επιδράσεων.
- “Lden” (δείκτης θορύβου ημέρας-βραδιού-νύχτας): ο δείκτης θορύβου για τη συνολική ενόχληση.
- “Lday” (δείκτης θορύβου ημέρας): ο δείκτης θορύβου για την ενόχληση κατά το διάστημα της ημέρας.
- “Levening” (δείκτης βραδινού θορύβου): ο δείκτης θορύβου για την ενόχληση κατά το βραδινό διάστημα.
- “Lnight” (δείκτης θορύβου νυκτός): ο δείκτης θορύβου για τις διαταραχές του ύπνου.
- “σχέση δόσης-επίδρασης”: η σχέση μεταξύ της τιμής του δείκτη θορύβου και της επιβλαβούς επίδρασης.
- “πολεοδομικό συγκρότημα”: μέρος της επικρατείας ενός κράτους μέλους οριοθετημένο από αυτό, με πληθυσμό μεγαλύτερο των 100 000 ατόμων και πυκνότητα πληθυσμού τέτοια που το κράτος μέλος εκτιμά ότι αποτελεί αστικοποιημένη ζώνη.
- “ήσυχη περιοχή πολεοδομικού συγκροτήματος”: περιοχή οριοθετημένη από την αρμόδια αρχή, η οποία π.χ. δεν εκτίθεται σε τιμή του Lden ή άλλου κατάλληλου δείκτη θορύβου μεγαλύτερη από μια συγκεκριμένη τιμή που καθορίζεται από το κράτος μέλος, ανεξαρτήτως ηχητικής πηγής.
- “ήσυχη περιοχή στην ύπαιθρο”: περιοχή οριοθετημένη από την αρμόδια αρχή, η οποία δεν διαταράσσεται από θορύβους κυκλοφορίας, βιομηχανικών δραστηριοτήτων ή δραστηριοτήτων αναψυχής.

- “*μεγάλος οδικός άξονας*”: μια επαρχιακή, εθνική ή διεθνή οδική αρτηρία, καθοριζόμενη από το κράτος μέλος, στην οποία καταγράφεται κυκλοφορία άνω των τριών εκατομμυρίων οχημάτων το χρόνο.
- “*μεγάλος σιδηροδρομικός άξονας*”: μια σιδηροδρομική γραμμή, καθοριζόμενη από το κράτος μέλος, στην οποία διακινούνται περισσότεροι από 30 000 συρμοί το χρόνο.
- “*μεγάλο αεροδρόμιο*”: ένα αεροδρόμιο πολιτικής αεροπορίας, καθοριζόμενο από το κράτος μέλος, με περισσότερες από 50 000 κινήσεις (απογειώσεις και προσγειώσεις) το χρόνο, ξαιρουμένων όσων χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για εκπαίδευση σε ελαφρά αεροσκάφη.
- “*χαρτογράφηση θορύβου*”: η παρουσίαση δεδομένων σχετικά με υπάρχουσα ή προβλεπόμενη ηχητική κατάσταση βάσει δεικτών θορύβου, όπου εμφανίζονται οι υπερβάσεις των οικείων ισχυουσών οριακών τιμών, ο αριθμός ατόμων που θίγονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή ή ο αριθμός κατοικιών που εκτίθενται σε ορισμένες τιμές δεικτών θορύβου σε μια συγκεκριμένη περιοχή.
- “*στρατηγικός χάρτης θορύβου*”: ο χάρτης θορύβου που καταρτίζεται για τη σφαιρική αξιολόγηση μιας έκθεσης σε θόρυβο σε μια συγκεκριμένη περιοχή οφειλόμενης σε διάφορες πηγές θορύβου, ή για τη διατύπωση γενικότερων προβλέψεων για την περιοχή αυτή.
- “*οριακή τιμή*”: η τιμή του L_{den} ή L_{night} , και ενδεχομένως του L_{day} και $L_{evening}$, όπως ορίζεται από το κράτος μέλος, η υπέρβαση της οποίας συνεπάγεται την παρέμβαση των αρμοδίων αρχών για τη μελέτη ή την επιβολή μέτρων περιορισμού του θορύβου. Οι οριακές τιμές μπορεί να διαφέρουν ανά τύπο θορύβου (θόρυβος οδικής, σιδηροδρομικής, αεροπορικής κυκλοφορίας, βιομηχανικοί θόρυβοι κ.λπ.), ανά περιβάλλον ή ανά διαφορετική ευαισθησία του πληθυσμού στο θόρυβο· μπορεί επίσης να διαφέρουν ανάλογα με το αν αφορούν ήδη υφιστάμενες ή καινούργιες καταστάσεις (όπου υπάρχει μεταβολή συνθηκών σχετικά με την πηγή θορύβου ή τη χρήση του περιβάλλοντος).
- “*σχέδια δράσης*”: σχέδια για τη διαχείριση των προβλημάτων και των επιδράσεων του θορύβου, συμπεριλαμβανομένης εν ανάγκη της μείωσης του θορύβου.
- “*ηχητικός σχεδιασμός*”: ο έλεγχος των θορύβων μελλοντικά με βάση σχεδιαζόμενα μέτρα, όπως χωροταξικός σχεδιασμός, σχεδιασμός συστημάτων

διαχείρισης της κυκλοφορίας, κυκλοφοριακός σχεδιασμός, μείωση των οχλήσεων με μέτρα ηχητικής μόνωσης και έλεγχος των θορύβων στην πηγή τους.

- “κοινό”: ένα ή περισσότερα φυσικά ή νομικά πρόσωπα, και, σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία και πρακτική, οι ενώσεις, οργανώσεις και ομάδες τέτοιων προσώπων.

3.3.1 Στρατηγική μέτρησης οδικού κυκλοφοριακού θορύβου

Το επίπεδο ημέρας-βραδιού-νύχτας L_{den} , σε ντεσιμπέλ (dB), ορίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

- Δείκτης L_{den} (Day-evening-night) : για γενική ενόχληση θορύβου



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

- Δείκτης L_{night} : για διατάραξη ύπνου

$$L_{night} = 23:00 - 07:00$$



όπου:

- **Lday** είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, προσδιορισμένη επί του συνόλου των περιόδων ημέρας ενός έτους,
- **Levening** είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, προσδιορισμένη επί του συνόλου των βραδινών περιόδων ενός έτους,
- **Lnight** είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, προσδιορισμένη επί του συνόλου των νυχτερινών περιόδων ενός έτους, με δεδομένο ότι:
 - 1) η ημέρα διαρκεί δώδεκα ώρες, το βράδυ τέσσερις ώρες και η νύχτα οκτώ ώρες. Τα κράτη μέλη μπορούν να περικόψουν τη βραδινή περίοδο κατά μία ή δύο ώρες και να αυξήσουν αναλόγως την περίοδο της ημέρας ή/και της νύχτας, υπό τον όρο ότι η επιλογή αυτή ισχύει για όλες τις πηγές, και ότι θα παράσχουν στην Επιτροπή πληροφορίες για τις συστηματικές διαφορές σε σχέση με τις βασικές επιλογές,
 - 2) η αρχή της ημέρας (και κατά συνέπεια η αρχή του βραδιού και της νύκτας) καθορίζεται από το κράτος μέλος (η επιλογή αυτή ισχύει για όλες τις πηγές θορύβου). Οι εξ ορισμού τιμές είναι 07.00 έως 19.00, 19.00 έως 23.00 και 23.00 έως 07.00 τοπική ώρα,
 - 3) ένα έτος αντιστοιχεί στο υπόψιν έτος όσον αφορά την εκπομπή θορύβων και σε ένα μέσο έτος όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες, και ότι:
 - 4) λαμβάνεται υπόψη ο προσπίπτων θόρυβος, πράγμα που σημαίνει ότι ο ήχος που ανακλάται στην πρόσοψη του συγκεκριμένου κτιρίου δεν λαμβάνεται υπόψη (κατά κανόνα, αυτό σημαίνει διόρθωση 3 dB σε περίπτωση μέτρησης).

Το ύψος του σημείου αξιολόγησης του L_{den} εξαρτάται από την εκάστοτε περίπτωση:

- σε περίπτωση υπολογισμού για τους σκοπούς της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβων σε σχέση με την έκθεση στο θόρυβο μέσα και κοντά στα κτίρια, τα σημεία αξιολόγησης βρίσκονται σε ύψος $4,0 \pm 0,2$ m (3,8 — 4,2 m) πάνω από το έδαφος και στην πιο εκτεθειμένη πρόσοψη. Για το σκοπό αυτό, η πιο εκτεθειμένη πρόσοψη είναι ο εξωτερικός τοίχος που είναι απέναντι και πιο κοντά προς τη συγκεκριμένη πηγή θορύβου. Για άλλους σκοπούς, μπορούν να γίνονται άλλες επιλογές,
- σε περίπτωση μέτρησης για τους σκοπούς της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου σε σχέση με την έκθεση στο θόρυβο μέσα και κοντά σε κτίρια,

μπορούν να επιλέγονται άλλα ύψη αλλά δεν θα πρέπει ποτέ να είναι κάτω του 1,5 m από το έδαφος και τα αποτελέσματα πρέπει να διορθώνονται σύμφωνα με ισοδύναμο ύψος 4 m,

- για άλλους σκοπούς όπως ο ηχητικός σχεδιασμός και η ηχητική οριοθέτηση, μπορούν να επιλέγονται άλλα ύψη, αλλά τα σημεία μέτρησης δεν πρέπει ποτέ να είναι κάτω του 1,5 m από το έδαφος.

3.3.2. Πρόσθετοι δείκτες θορύβου

Σε μερικές περιπτώσεις, εκτός των δεικτών L_{den} και L_{night} , και, κατά περίπτωση, των δεικτών L_{day} και $L_{evening}$, μπορεί να αποδειχθεί αποτελεσματική η χρησιμοποίηση ειδικών δεικτών θορύβου και αντίστοιχων οριακών τιμών. Δίνονται τα ακόλουθα παραδείγματα:

- η εξεταζόμενη πηγή θορύβου λειτουργεί μόνο για μικρό χρονικό διάστημα (για παράδειγμα λιγότερο από το 20 % του χρόνου των ολικών ημερήσιων, βραδινών ή νυχτερινών περιόδων ενός έτους),
- ο μέσος αριθμός ηχητικών γεγονότων, σε μια ή περισσότερες περιόδους, είναι πολύ μικρός (π.χ. λιγότερο από ένα ηχητικό γεγονός ανά ώρα· ως ηχητικό γεγονός θα μπορούσε να ορισθεί ο θόρυβος που διαρκεί λιγότερο από πέντε λεπτά, π.χ. ο θόρυβος από διερχόμενο τραίνο ή αεροπλάνο),
- η εμπεριεχόμενη συνιστώσα χαμηλών συχνοτήτων είναι ισχυρή,
- L_{max} ή SEL (επίπεδο έκθεσης στο θόρυβο) για προστασία κατά τη διάρκεια της νυχτερινής περιόδου στην περίπτωση αιχμών θορύβου,
- επιπρόσθετη προστασία κατά τα Σαββατοκύριακα σε ορισμένες χρονικές στιγμές του έτους,
- επιπρόσθετη προστασία της ημερήσιας περιόδου,
- επιπρόσθετη προστασία της βραδινής περιόδου,
- συνδυασμός θορύβων από διάφορες πηγές,
- ήσυχες περιοχές στην ύπαιθρο,
- θόρυβος με έντονα τονικά συστατικά,
- θόρυβος με απότομο (ωθητικό) χαρακτήρα.

3.3.3 Όρια θορύβου

Ο καθορισμός επιτρεπτών ορίων θορύβου είναι δύσκολος λόγο ύπαρξης πολλών παραμέτρων. Εν τούτοις έχουν γίνει προσπάθειες από την πολιτεία για την θέσπιση εφαρμόσιμης νομοθεσίας για τον θόρυβο¹. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη είναι :

- ο χώρος και η τοπογραφία του στον οποίο υπάρχει θόρυβος,
- η διάρκεια της έκθεσης στον ήχο,
- ο τύπος του θορύβου (διαρκής, κρουστικός κλπ) και
- η ώρα της ημέρας.

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΟΡΙΑ ΘΟΡΥΒΟΥ (ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΝΤΕΣΙΜΠΕΛ dB)

> 81	ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΗ
81	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
80	ΠΟΛΥ ΘΟΡΥΒΩΔΗΣ
79	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
78	
77	ΘΟΡΥΒΩΔΗΣ
76	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
75	
74	ΣΧΕΛΟΝ ΑΝΕΚΤΗ
73	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
72	
71	ΚΑΛΗ
70	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

¹ www.minenv.gr

69	
68	ΑΝΕΤΗ
< 68	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.4 Θόρυβοι από μηχανοκίνητα οχήματα με τέσσερις τουλάχιστον τροχούς

Η οδική κυκλοφορία αποτελεί μείζονα συντελεστή πρόκλησης περιβαλλοντικών θορύβων, και μάλιστα στις αστικές περιοχές. Οι πρώτες ευρωπαϊκές εναρμονισμένες απαιτήσεις σχετικά με την πρόκληση θορύβων από οδικά οχήματα εισήχθησαν το 1970 με την οδηγία 70/157/ΕΟΚ8, η οποία αναφέρεται στις αποδεκτές ηχητικές στάθμες και στις εξατμίσεις των τετράτροχων μηχανοκίνητων οχημάτων. Η τελευταία αυτή οδηγία έχει τροποποιηθεί έκτοτε αρκετές φορές με σκοπό να επανεξεταστούν και να γίνουν αυστηρότερες οι οριακές τιμές θορύβου στο πλαίσιο των εγκρίσεων τύπου για τα μηχανοκίνητα οχήματα στην Ευρώπη.

Παράλληλα, καταβάλλονται προσπάθειες ώστε η δοκιμαστική μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη χορήγηση έγκρισης τύπου να απηχεί επαρκώς τις συνθήκες εκπομπής θορύβων σε συνθήκες πραγματικής κυκλοφορίας.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι οριακές τιμές που ισχύουν σήμερα:

Τύπος μηχανοκίνητου οχήματος	Οριακή τιμή
Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά επιβατών, με εννέα το πολύ καθίσματα μαζί με το κάθισμα του οδηγού	74

<p>Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά επιβατών, με εννέα το πολύ καθίσματα μαζί με το κάθισμα του οδηγού, μέγιστη επιτρεπτή μάζα μεγαλύτερη από 3,5 τόνους και:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ισχύ κινητήρα μικρότερη από 150 kw - ισχύ κινητήρα όχι μικρότερη από 150 kw 	<p>78</p> <p>80</p>
<p>Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά επιβατών, με εννέα το πολύ καθίσματα μαζί με το κάθισμα του οδηγού και οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά εμπορευμάτων:</p> <ul style="list-style-type: none"> - με μέγιστη επιτρεπτή μάζα όχι μεγαλύτερη από δύο τόνους - με μέγιστη επιτρεπτή μάζα μεγαλύτερη από δύο τόνους χωρίς όμως να υπερβαίνει τους 3,5 τόνους 	<p>76</p> <p>77</p>
<p>Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά εμπορευμάτων, με μέγιστη επιτρεπτή μάζα μεγαλύτερη από 3,5 τόνους και:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ισχύ κινητήρα μικρότερη από 75 kW - ισχύ κινητήρα όχι μικρότερη από 75 kW, μικρότερη όμως από 150 kW - ισχύ κινητήρα όχι μικρότερη από 150 kW 	<p>77</p> <p>78</p> <p>80</p>

Σε διεθνές επίπεδο, το Παγκόσμιο Φόρουμ για την Εναρμόνιση των Κανονιστικών Ρυθμίσεων που διέπουν τα Οχήματα, το οποίο υπάγεται στην Οικονομική Επιτροπή του ΟΗΕ για την Ευρώπη (UN/ECE), έχει εκδώσει την κανονιστική ρύθμιση υπ' αριθμ. 51,9 η οποία διέπει τους θορύβους που εκπέμπουν τα οδικά οχήματα και η οποία θεωρείται ισοδύναμη με την οδηγία 70/157/ΕΟΚ¹.

Η αρμόδια ομάδα εργασίας για τους θορύβους επεξεργάζεται τη στιγμή αυτή μια τροπολογία της εν λόγω κανονιστικής ρύθμισης μέσω τροποποίησης της διαδικασίας δοκιμής, με σκοπό να αναπαράγονται καλύτερα οι στάθμες θορύβων που παράγονται από τα οχήματα σε κανονικές συνθήκες οδήγησης στην κυκλοφορία της πόλης. Ενώ οι οριακές τιμές θορύβων για έγκριση τύπου έχουν γίνει αυστηρότερες με

¹ Οδηγία του Συμβουλίου 70/157/ΕΟΚ της 6ης Φεβρουαρίου 1970 «περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών που αναφέρονται στο αποδεκτό ηχητικό επίπεδο και στη διάταξη εξατμίσεως των οχημάτων με κινητήρα», ΕΕ L 42, 23.02.1970, όπως τροποποιήθηκε στη συνέχεια, κυρίως με την οδηγία 92/97/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 10ης Νοεμβρίου 1992, ΕΕ L 371, 19.12.1992.

τα χρόνια (έχουν μειωθεί κατά πλέον των 10 ντεσιμπέλ για ορισμένα οχήματα), καμία πρόοδος δεν έχει γίνει σε ό,τι αφορά τη συνολική έκθεση σε θορύβους που προκαλούνται από οδικά οχήματα, και η οποία σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στη συνολική αύξηση της οδικής κυκλοφορίας. Πράγματι, η εισαγωγή και τακτική μείωση των ορίων αυτών είχε ως αποτέλεσμα την εναρμόνιση του στόλου οδικών οχημάτων ως προς τα χαρακτηριστικά εκπομπής θορύβων, δεν αποδείχτηκε όμως ισχυρό τεχνικό μέτρο για πιο αθόρυβα οχήματα, ιδιαίτερα μάλιστα στην περίπτωση φορτηγών ανεξαρτήτως μεγέθους. Πρέπει λοιπόν να συνεχιστούν στο μέλλον οι προσπάθειες για να εκτιμηθεί κατά πόσο είναι δυνατό να εισαχθούν αυστηρότερα όρια έτσι ώστε να εισέρχονται στην αγορά πιο αθόρυβα οχήματα, και να προταθούν τρόποι απόσυρσης των θορυβοδέστερων οχημάτων από τους υπάρχοντες στόλους.

Τέλος, η Οδηγία 1999/62/EK, η οποία τροποποιήθηκε τελευταία φορά το 2006, και σχετίζεται με “τη χρέωση βαρέων φορτηγών για τη χρήση των υποδομών”, έχει σαν στόχο να εξασφαλίσει ότι το κόστος που συνδέεται με τις οδικές υποδομές αντανακλάται ορθότερα στα τέλη που καταβάλλουν οι χρήστες των οδικών δικτύων.

3.4.1 Πρόσθετοι δείκτες θορύβου

Τα μοτοποδήλατα και οι μοτοσυκλέτες αποτελούν μια άλλη σημαντική συνιστώσα των θορύβων εξαιτίας της οδικής κυκλοφορίας¹. Οι ευρωπαίοι πολίτες επισημαίνουν συχνά τις οχλήσεις που προκαλούν τα εν λόγω οχήματα, οχλήσεις που αφορούν μεμονωμένα περιστατικά αλλά και τις στάθμες αιχμής θορύβου, αποτέλεσμα απερίσκεπτης οδηγικής συμπεριφοράς ή/και πειραγμένης εξάτμισης (μικρό κλάσμα της όλης κυκλοφορίας), σε συνδυασμό με τους ιδιαίτερους και συχνά διακριτούς θορύβους των οχημάτων αυτών.

Σε κοινοτικό επίπεδο, η Οδηγία, 97/24/EK, η οποία τελευταία φορά τροποποιήθηκε το 2006, προβλέπει επιτρεπτές στάθμες θορύβων για δίκυκλα και τρίκυκλα καθώς και για τις εξατμίσεις τους, συμπεριλαμβανομένων των ανταλλακτικών. Επίσης, προτείνει μέτρα ώστε να αποτρέπονται οι επεμβάσεις στα συστήματα εξάτμισης και καθορίζει τις παρακάτω οριακές τιμές θορύβων για έγκριση τύπου τη στιγμή κατά την οποία τα οχήματα εισέρχονται στην αγορά:

¹ http://hermes.edpp.gr/entry_thorivos.htm

Τύπος οχήματος	Οριακή τιμή (dB(A))
Δίκυκλα μηχανοκίνητα οχήματα – μοτοποδήλατα (ταχύτητα)	
≤25 km/h	66
>25 km/h	71
Τρίκυκλα	76
Μοτοσυκλέτες (κυλινδρισμός κινητήρα)	75
≤80 cm ³	77
>80 cm ³ , 175 cm ³	80
>175 cm ³	
Τρίκυκλα μηχανοκίνητα οχήματα	80

Η συγκεκριμένη Οδηγία προέβλεπε ότι θα θεσπιστούν μέτρα για περαιτέρω μείωση της ηχητικής στάθμης των υπόψη οχημάτων. Η πρώτη έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2000 έτσι ώστε να γίνει εκτίμηση κόστους και οφέλους από την εφαρμογή αυστηρότερων οριακών τιμών, είχε ως κύρια ευρήματα ότι μεγάλος αριθμός από τις μοτοσυκλέτες και τα μοτοποδήλατα που κυκλοφορούν έχουν χαμηλής ποιότητας ακουστική απόδοση, πράγμα το οποίο οφείλεται κυρίως σε επεμβάσεις, ανεπαρκή συντήρηση και τοποθέτηση ακατάλληλων εξαρτήσεων.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνεχίζει να μελετά μέτρα, που μπορούν να ληφθούν σε ευρωπαϊκό επίπεδο για να καθιερωθεί ο έλεγχος της ακουστικής απόδοσης των δικύκλων. Σήμερα, ο τεχνικός έλεγχος και οι έλεγχοι καθ'οδόν για τα δίκυκλα και τα τρίκυκλα είναι αποκλειστικής αρμοδιότητας των κρατών μελών, ενώ παράλληλα σε εξέλιξη βρίσκονται στις υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής μελέτες προς διαπίστωση της καταλληλότητας των μέτρων κατά των επεμβάσεων στα οχήματα, η οποία προβλέπεται στην Οδηγία 97/24/EK.

3.4.2 Θόρυβος κίνησης των ελαστικών επί του οδοστρώματος.

Η Οδηγία 2001/43/EK¹ προβλέπει διατάξεις που αφορούν τις δοκιμές και τις οριακές στάθμες του θορύβου κύλισης, καθώς και τη σταδιακή μείωση αυτών.

Οι οριακές στάθμες διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του οχήματος (ιδιωτικά αυτοκίνητα, μικρά και μεγάλα φορτηγά) και τη διατομή των ελαστικών (πέντε κατηγορίες), ενώ αναμένεται να γίνουν υποχρεωτικές μέσω των δοκιμών του θορύβου κύλισης που θα συμπεριληφθούν στις απαιτήσεις για την έκδοση πιστοποιητικού έγκρισης τύπου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, απαιτήσεις υποχρεωτικές για όλα τα ελαστικά που θα διακινούνται στην ευρωπαϊκή αγορά.

Ως προς τα μελλοντικά μέτρα², προβλέπεται ότι πρέπει να εισαχθούν δοκιμές πρόσφυσης των ελαστικών καθώς και ότι, με βάση την πείρα που θα προκύψει από την καθιέρωση οριακών τιμών για τους θορύβους των ελαστικών, και εντός 36 μηνών αφότου τεθεί σε ισχύ η οδηγία (δηλαδή πριν από τις 27 Ιουνίου 2004), η Επιτροπή υποβάλλει στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο έκθεση σχετικά με το κατά πόσον και σε τι βαθμό η τεχνική πρόοδος θα επιτρέψει, χωρίς να διακυβεύεται η ασφάλεια της πρόσφυσης των ελαστικών, την καθιέρωση αυστηρότερων οριακών τιμών για τον θόρυβο κύλισης.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνεχίζει τις προσπάθειές της σε επίπεδο της Επιτροπής UN/ECE με σκοπό να προτείνει ενσωμάτωση των ευρωπαϊκών διατάξεων που διέπουν τον θόρυβο κύλισης των ελαστικών³. Εντούτοις, τα άλλα μέρη που έχουν υπογράψει τη Συμφωνία του Παγκόσμιου Φόρουμ δεν θεωρούν τα ελαστικά ως τη μοναδική κρίσιμη παράμετρο, και προτείνουν επιπλέον μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος του θορύβου από την κυκλοφορία, τα οποία κυρίως αφορούν την επιφάνεια του οδοστρώματος και τις υποδομές.

3.5. Χάρτες θορύβου

Η χώρα μας θα έπρεπε μέχρι τις 30 Ιουνίου 2007 να είχε προχωρήσει στην κατάρτιση χαρτών θορύβου για αστικές περιοχές άνω των 250.000 κατοίκων, οι

¹ Οδηγία 2001/43/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Ιουνίου 2001, για τροποποίηση της οδηγίας 92/23/EOK του Συμβουλίου σχετικά με τα ελαστικά των οχημάτων με κινητήρα και των ρυμουλκούμενων τους και με την εγκατάστασή τους σε αυτά

² Άρθρο 3 της Οδηγίας 2001/43/EK.

³ Συμφωνία του Παγκόσμιου Φόρουμ για την εναρμόνιση των οχημάτων, 1958.

οποίοι στη συνέχεια θα έπρεπε να κατατεθούν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Παρ' όλα αυτά παρατηρείται μία σημαντική καθυστέρηση στην Ελλάδα.

Οι αστικές αυτές περιοχές, σύμφωνα και με την πρώτη φάση της υλοποίησης της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ είναι οι Δήμοι Αθηναίων και Θεσσαλονίκης, η Αττική Οδός, τμήματα της Εθνικής Οδού Αθηνών – Λαμίας, καθώς και τμήμα του σιδηροδρομικού δικτύου που περιέχεται στα όρια του Δήμου Αθηναίων και το αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος.

Αναλυτικότερα, εκτός από το 2007 αναφέρεται ότι το αργότερο στις 30 Ιουνίου 2005, και ακολούθως ανά πενταετία, τα κράτη μέλη θα έπρεπε να γνωστοποιούν στην Ευρ. Επιτροπή τους μεγάλους οδικούς άξονες, όπου καταγράφεται κυκλοφορία άνω των έξι εκατομμυρίων οχημάτων ετησίως, τους μεγάλους σιδηροδρομικούς άξονες όπου διακινούνται άνω των 60 000 συρμών ετησίως, τα μεγάλα αεροδρόμια και τα πολεοδομικά συγκροτήματα άνω των 250 000 κατοίκων, εντός των επικρατειών τους.

Αντίστοιχα, στις 30 Ιουνίου 2012, και ακολούθως ανά πενταετία, οφείλουν να έχουν εκπονηθεί και, ενδεχομένως, εγκριθεί από τις αρμόδιες αρχές στρατηγικοί χάρτες θορύβου για την κατάσταση που επικρατούσε το προηγούμενο ημερολογιακό έτος σε όλα τα πολεοδομικά συγκροτήματα και για όλους τους μεγάλους οδικούς και σιδηροδρομικούς άξονες, εντός των επικρατειών τους, ενώ μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2008, τα κράτη μέλη θα πρέπει να γνωστοποιήσουν στην Ευρ. Επιτροπή όλα τα πολεοδομικά συγκροτήματα και όλους τους μεγάλους οδικούς και σιδηροδρομικούς άξονες, εντός των επικρατειών τους.

3.6 Στρατηγική αντιμετώπισης – σχέδια δράσης

Στόχος είναι τα κράτη μέλη να έχουν εκπονησει, μέσα από αρμόδιες αρχές, σχέδια δράσης για τη διαχείριση, εντός των επικρατειών τους, των προβλημάτων και των επιδράσεων του θορύβου, συμπεριλαμβανόμενου εν ανάγκη του περιορισμού του θορύβου:

- α) σε σημεία κοντά σε μεγάλους οδικούς άξονες, όπου καταγράφεται κυκλοφορία άνω των έξι εκατομμυρίων οχημάτων ετησίως, μεγάλους σιδηροδρομικούς άξονες όπου διακινούνται άνω των 60 000 συρμών ετησίως και μεγάλα αεροδρόμια,
- β) σε πολεοδομικά συγκροτήματα άνω των 250 000 κατοίκων. Τα σχέδια αυτά αποβλέπουν επίσης στην προστασία των ήσυχων περιοχών από την αύξηση του

θορύβου. Τα μέτρα που λαμβάνονται στα πλαίσια των σχεδίων επαφίενται στη διακριτική ευχέρεια των τοπικών αρχών αλλά θα πρέπει να αποσκοπούν, κυρίως, στην αντιμετώπιση προτεραιοτήτων οι οποίες ενδέχεται να επισημανθούν λόγω υπέρβασης κάποιας οικείας οριακής τιμής ή βάσει άλλων κριτηρίων της εκλογής των κρατών μελών, και να εφαρμόζονται ιδίως στις πιο σημαντικές περιοχές, οι οποίες προσδιορίζονται σύμφωνα με την επιχειρηθείσα χαρτογράφηση θορύβου.

Παράλληλα, σε αυτά τα σχέδια δράσεις, που όμως ο χρόνος κατάθεσής τους - 18 Ιουλίου 2008- έχει ήδη περάσει, αφήνοντας ακόμα μία φορά την Ελλάδα πίσω, πρέπει να προβλέπονται λογικά χρονοδιαγράμματα, που να αφήνουν αρκετό χρόνο για κάθε στάδιο της συμμετοχής του κοινού.

3.7 Αρμόδια αρχή Σύσταση Τεχνικής Διϋπουργικής Ομάδας Εργασίας (Τ.Δ.Ο.Ε.)

Αρμόδια αρχή για την εφαρμογή των χαρτών θορύβου έχει οριστεί το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων το οποίο στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων του, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις, συντονίζει τους συναρμόδιους φορείς του δημόσιου τομέα.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα πρέπει να συσταθεί από το Υ.Πε.Χω.Δ.Ε. μία πενταμελής Τεχνική Διϋπουργική Ομάδα Εργασίας (Τ.Δ.Ο.Ε.), που συγκροτείται από τρεις εκπροσώπους του Υπουργείου ΠΕΧΩΔΕ και από δύο εκπροσώπους του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών. Στην Τ.Δ.Ο.Ε. μπορούν επίσης να συμμετέχουν, εφόσον κρίνεται αναγκαίο και εκπρόσωποι άλλων κατά περίπτωση συναρμόδιων Υπουργείων ή φορέων του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, καθώς και εμπειρογνώμονες Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων που λόγω των εξειδικευμένων γνώσεών τους μπορούν να συνεισφέρουν στο έργο της.

Αρμοδιότητες της Ομάδας Εργασίας είναι αρχικά να επεξεργάζεται και προτείνει τους στρατηγικούς χάρτες θορύβου και τα σχέδια δράσης για τη διαχείριση των προβλημάτων και επιδράσεων του θορύβου καθώς και την επανεξέταση ή/και αναθεώρησή τους. Επίσης, οφείλει να παρέχει τεχνική υποστήριξη σε θέματα διμερούς ή πολυμερούς συνεργασίας με άλλα Κράτη Μέλη καθώς και με τρίτες χώρες, ενώ γνωμοδοτεί για κάθε θέμα που παραπέμπεται σ' αυτήν από την αρμόδια Δ/ση Περιβάλλοντος (ΕΑΡΘ) του Υ.Πε.Χω.Δ.Ε.

Αξίζει να σημειωθεί πάντως, ότι με τη σειρά της η Δ/νση ΕΑΡΘ του ΥΠΕΧΩΔΕ εποπτεύει και ελέγχει την εφαρμογή των διατάξεων της παρούσας απόφασης και ειδικότερα: α. προβαίνει στην οριστική διαμόρφωση των προτεινόμενων από τη ΤΔΟΕ στρατηγικών χαρτών θορύβου και των σχεδίων δράσης που προβλέπονται, β. συγκεντρώνει τους στρατηγικούς χάρτες θορύβου και τα σχέδια δράσης, γ. συλλέγει, κωδικοποιεί και επεξεργάζεται όλα τα στοιχεία θορύβου που θεωρούνται απαραίτητα για την εφαρμογή της παρούσας και δ. εκπονεί τις εκθέσεις προς την Επιτροπή Ευρ. Κοινοτήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Μέθοδος πρόβλεψης θορύβου

4.1 Εισαγωγική αναφορά μεθόδου

Η εισαγωγική αναφορά της μεθόδου περιγράφει τις διαδικασίες για τον υπολογισμό θορύβου σε δρόμους κυκλοφορίας. Αυτές οι διαδικασίες είναι απαραίτητες για να καταστήσουν ικανό τον καθορισμό των κανονισμών μόνωσης θορύβου, καθώς επίσης παρέχουν μια κατάλληλη καθοδήγηση για τον υπολογισμό οδικού θορύβου για γενικότερες εφαρμογές, π.χ. περιβαλλοντική αποτίμηση των οδικών σχεδιαγραμμάτων, σχεδιασμό λεωφόρων και μεθοδική χρήση του εδάφους.

Η μέθοδος¹ υπολογισμού που εμπεριέχεται σε αυτή την αναφορά αντικαθιστά την προηγούμενη μέθοδο που δημοσιεύτηκε πρώτη το 1975. Η αναθεώρηση αυτή διεξήχθη από το Ερευνητικό Εργαστήριο Μεταφορών και Δρόμων και το Υπουργείο Μεταφορών της Μεγάλης Βρετανίας. Η νέα μέθοδος διατηρεί ένα αρκετά μεγάλο μέρος της προηγούμενης μεθόδου συμπεριλαμβανομένου και του σκεπτικού προσέγγισης και την γενικότερη δομή όπου συμπεριλαμβάνει τα αποτελέσματα πρόσφατων ερευνών που επέκτειναν τη μέθοδο για να καλύψουν ένα ευρύτερο φάσμα των εφαρμογών. Η παρουσίαση έχει επίσης αλλαχθεί για να καταστήσουν πιο σαφείς μερικές από τις διαδικασίες που υιοθετήθηκαν για να υποδείξουν τον τρόπο που χρησιμοποιείται εμπράκτως η εν λόγω μέθοδος μόνωσης θορύβου.

4.2 Προϋποθέσεις για τον υπολογισμό οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, σύμφωνα με τους κανονισμούς μόνωσης θορύβου

Όταν εφαρμοστεί η παρούσα αναφορά με σκοπό το καθορισμό υπολογισμών για το χειρισμό μόνωσης του θορύβου υπό τους κανονισμούς μόνωσης θορύβου πρέπει να θεωρηθούν τρεις περιπτώσεις :

- το μέγιστο συνδυαστικό αναμενόμενο επίπεδο θορύβου της κυκλοφορίας,
- το σχετικό επίπεδο θορύβου είναι τουλάχιστον 1.0db(A) περισσότερο από το επικρατέστερο επίπεδο θορύβου,

¹ Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιείται η Αγγλική μέθοδος υπολογισμού θορύβου αντί της Γαλλικής.

- η συνεισφορά στην αύξηση του σχετικά επιπέδου θορύβου της νέας ή παραλλαγμένης εθνικής οδού πρέπει να είναι τουλάχιστον 1.0db(A).

Οι υπολογισμοί πρέπει να επεξεργαστούν στο 0.1 db(A) και ο θόρυβος πρέπει να καθοριστεί σε ένα σημείο αναφοράς τοποθετημένο 1 μέτρο μπροστά από το πιο εκτιθέμενο μέρος ενός εξωτερικού παραθύρου ή πόρτας ενός επιθυμητού δωματίου. Η ροή κυκλοφορίας που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς θα πρέπει να είναι η μέγιστη αναμενόμενη μεταξύ 06.00 ώρες και 24 ώρες μιας καθημερινής εργάσιμης ημέρας μέσα σε μια περίοδο 15 χρόνων αφού έχει δοθεί σε κυκλοφορία. Οι υπολογισμοί θα πρέπει να βασίζονται στο ετήσιο εβδομαδιαίο μέσο όρο κυκλοφορίας (ΑΑΩΤ)¹ που έχει αποκτηθεί για το βασικό έτος και οι προβλέψεις ανάπτυξης της ροής της κυκλοφορίας δίδεται στα διαγράμματα 16a-b.

Στις διαδικασίες προσλαμβάνονται τυπικές συνθήκες διάδοσης κυκλοφορίας και θορύβου οι οποίες είναι συνακόλουθες με τις μετρημένες ταχύτητες και κατευθύνσεις του αέρα κατά τη διάρκεια των συγκεκριμένων περιόδων. Όλα τα επίπεδα θορύβου εκφράζονται σε σχέση με το δείκτη L10 (ωριαία) και L10 (18-ώρες) dBA. Η αξία με το L10 (ωριαία) dBA είναι το επίπεδο θορύβου που υπερβαίνει μόλις το 10% του χρόνου μιας περιόδου της μιας ώρας.

Επίσης, η πηγή του οδικού θορύβου θα πρέπει να είναι σε ευθεία γραμμή στα 0,5 μέτρα πάνω από του αμαξωτού δρόμου και 3.5 μέτρα μέσα από την πλησιέστερη άκρη του αμαξωτού δρόμου.

4.3 Στρατηγική υπολογισμού θορύβου και παράγοντες που επηρεάζουν τη πρόβλεψη

Η στρατηγική πρόβλεψης θορύβου σε ένα σημείο αναφοράς από ένα σχεδιάγραμμα δρόμου αποτελείται από πέντε κύρια μέρη:

- 1) Διαχωρισμός του σχεδιαγράμματος δρόμου σε ένα ή περισσότερα τμήματα έτσι ώστε η μεταβολή του θορύβου μέσα στο τμήμα να είναι μικρή.
- 2) Υπολογισμός του βασικού επιπέδου θορύβου σε μια απόσταση αναφοράς των 10 μέτρων μακριά από την πλησιέστερη άκρη του αμαξωτού δρόμου για κάθε τμήμα.

¹ Διεύθυνση Οδικής Κυκλοφορίας και Οδικής Ασφάλειας, τμήμα Κυκλοφοριακών Ερευνών και Στατιστικής

3) Καθορισμός για κάθε τμήμα του επιπέδου θορύβου στο σημείο αναφοράς λαμβάνοντας υπόψιν την απόσβεση λόγω απόστασης και το διαχωριστικό της πηγής ευθυγράμμισης.

4) Διόρθωση του επιπέδου θορύβου στο σημείο αναφοράς λαμβάνοντας υπόψιν τα χαρακτηριστικά της διάταξης της τοποθεσίας, συμπεριλαμβανομένου ανακλάσεις από κτίρια και προσόψεις, καθώς επίσης το μέγεθος της πηγής του τμήματος.

5) Συνδυασμός των συνεισφορών από όλα τα τμήματα για να εμφανιστεί το προβλεπόμενο επίπεδο θορύβου στο σημείο αναφοράς για ολόκληρο το σχεδιάγραμμα δρόμου.

Το βασικό επίπεδο θορύβου σε μια απόσταση αναφοράς των 10 μέτρων μακριά από την πλησιέστερη άκρη του αμαξωτού δρόμου λαμβάνεται από τη ροή κυκλοφορίας, την ταχύτητα της κυκλοφορίας, τη συγκρότηση της κυκλοφορίας, την κλίση και την επιφάνεια του δρόμου. Σε έναν οποιοδήποτε δεδομένο δρόμο η ροή κυκλοφορίας, η μέση ταχύτητα και η συγκρότηση είναι αλληλεξαρτώμενα: για παράδειγμα αύξηση ροής κυκλοφορίας μπορεί να προκαλέσει μια μείωση στη μέση ταχύτητα τόση που η τελική αύξηση του επιπέδου θορύβου να είναι συγκριτικά μικρή. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρούνται με αλλαγές στη συγκρότηση.

4.3.1 Παράγοντας 1 - Ροή κυκλοφορίας

Για να ληφθεί η συνολική ροή κυκλοφορίας θα πρέπει να συναθροιστούν οι δύο κατευθύνσεις της ροής, σε κανονικούς δρόμους. Όμως σε περιπτώσεις που οι δύο αμαξωτοί δρόμοι είναι χωρισμένοι πάνω από πέντε μέτρα ή όταν τα ύψη των εξωτερικών άκρων των δύο αμαξωτών δρόμων διαφέρουν πάνω από ένα μέτρο, τότε το επίπεδο θορύβου που θα παραχθεί από κάθε έναν από τους δύο αμαξωτούς δρόμους θα πρέπει να υπολογισθεί ξεχωριστά και έπειτα να συνδυαστούν.

Στη περίπτωση απομακρυσμένου αμαξωτού δρόμου, η πηγή ευθυγράμμισης θα θεωρηθεί ότι είναι 3,5 μέτρα μέσα από το κράσπεδο του πεζοδρομίου και η ενεργή άκρη του αμαξωτού δρόμου που χρησιμοποιείται στη διόρθωση της απόστασης είναι 3.5 μέτρα πλησιέστερα από αυτό.

Το Γράφημα 2¹ δίνει το βασικό επίπεδο θορύβου ωριαίας L10 dB(A) για μια δεδομένη συνεχή ροή κυκλοφορίας (q) σε μια μέση ταχύτητα των 75 χλμ/ώρα, με μηδενικό ποσοστό βαρέων οχημάτων (p) και μηδενική κλίση (G).

Το Γράφημα 3² παρουσιάζει το βασικό επίπεδο θορύβου ωριαίας L10 (18-ώρες) dB(A) για δεδομένη ροή κυκλοφορίας (Q) σε μία μέση ταχύτητα των 75 χλμ/ώρα με μηδενικό ποσοστό βαρέων οχημάτων και μηδενική κλίση. Όταν για το βασικό θόρυβο (NB) είναι διαθέσιμη η τιμή του L10 (18-ώρες) θα πρέπει να καθοριστεί χρησιμοποιώντας το Γράφημα 2 για να αποκτηθούν το δέκατο όγδοο, 1-ώρα, L10 τιμές της περιγραφόμενης περιόδου.

Αντίστοιχα, όταν είναι διαθέσιμες μόνο οι 18-ώρες ροής κυκλοφορίας, τότε εφαρμόζεται το Γράφημα 3. Όταν η ροή κυκλοφορίας είναι αργή κάτω από 4000 στο 18ωρο μπορεί να χρειαστεί μια συμπληρωματική διόρθωση.

4.3.2 Παράγοντας 2 - Ποσοστό βαρέων οχημάτων

Η αντιστάθμιση για το ποσοστό των βαρέων οχημάτων (p) και ταχύτητα κυκλοφορίας (v) καθορίζονται χρησιμοποιώντας το Γράφημα 4³.

Η τιμή του p δίνεται από τη σχέση $p=100F/q$ ή $100F/q$.

Εξαρτώμενο από το πότε η αντιστάθμιση εφαρμόζεται για ωριαίο L10 dB(A) ή L10(18-ώρες) dB(A) αντιστοίχως. Τα f και F είναι η συνεχή και η 18-ώρες ροή των βαρέων οχημάτων αντιστοίχως, π.χ όλα τα οχήματα, τα οποία χωρίς φορτίο υπερβαίνουν σε βάρος τα 1525 κιλά. Τα q και Q είναι η συνεχή και η 18-ώρες ροή αντίστοιχα όλων των οχημάτων ελαφρών και βαρέων.

Για το βασικό θόρυβο (NB) όπου η αργή ροή και των μοτοσυκλετών είναι γνωστές τότε θα πρέπει να συμπεριληφθούν στην ομάδα των ελαφρών οχημάτων.

Η τιμή του V που χρησιμοποιείται στο Γράφημα 4 εξαρτάται από το αν ο δρόμος έχει κλίση ή όχι. Για επίπεδους δρόμους δίνεται η ταχύτητα που θα χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό.

¹ Παράρτημα, σελίδα 65, chart 2.

² Παράρτημα, σελίδα 65, chart 3.

³ Παράρτημα, σελίδα 66, chart 4.

4.3.3 Παράγοντας 3 - Επιφάνεια του δρόμου

Η αντιστάθμιση για την επιφάνεια δρόμου εξαρτάται από έναν αριθμό παραγόντων, π.χ. η ποσότητα σύστασης στην επιφάνεια του δρόμου, εάν αυτή η σύσταση αποτελείται από τυχαία κατανεμημένα κρούσματα (όπως στις ασφαλτώδεις επιφάνειες) ή κάθετα ευθυγραμμισμένα (όπως στις τσιμεντένιες επιφάνειες) αλλά και οι ασφαλτώδεις επιφάνειες εάν είναι ουσιωδώς αδιαπέραστες στο νερό ή αν έχουν μία ανοιχτή δομή με γρήγορες ιδιότητες αποστράγγισης.

Για δρόμους οι οποίοι είναι αδιαπέραστοι από το νερό και όπου η ταχύτητα κυκλοφορίας (V) που χρησιμοποιήθηκε στο Γράφημα 4 είναι μεγαλύτερη ή ίση με 75 χλμ/ώρα είναι απαραίτητη η παρακάτω αντιστάθμιση του βασικού επίπεδου θορύβου :

- Για τσιμεντένιες επιφάνειες:
Αντιστάθμιση = $10 \log (20 \text{ TD} + 60) - 20 \text{ db(A)}$ TD είναι το βάθος σύστασης.
- Για επιφάνειες δρόμων και συνθήκες κυκλοφορίας, οι οποίες δεν συμμορφώνονται σε αυτές τις απαιτήσεις, συνίσταται μία ξεχωριστή αντιστάθμιση του βασικού επίπεδου θορύβου.
- Για αδιαπέραστες ασφαλτώδεις και τσιμεντένιες επιφάνειες δρόμων πρέπει να αφαιρεθεί 1db(A) από το βασικό επίπεδο θορύβου, όταν η ταχύτητα (V) που χρησιμοποιήθηκε στο Γράφημα 4 είναι <75 χλμ/ώρα.

4.3.4 Παράγοντας 4 - Διαπερατές επιφάνειες των δρόμων

Το επίπεδο που αποκτάται είναι το βασικό επίπεδο θορύβου για ένα συγκεκριμένο τμήμα του δρόμου. Περαιτέρω αντισταθμίσεις πρέπει σε αυτό το σημείο να ληφθούν υπόψη και συγκεκριμένα οι επιπτώσεις της απόστασης από την πηγή ευθυγράμμισης, η φύση του εδάφους και η προφύλαξη από οποιαδήποτε παρεμβαλλόμενα εμπόδια. Σε αυτό το σημείο δεν υπάρχει ανάγκη να ληφθεί υπόψη το μέγεθος του τμήματος του δρόμου σε σχέση με το συνολικό μήκος του ή οι επιρροές των ανακλάσεων από κοντινά κτίρια και άλλων χαρακτηριστικών της διατομής της τοποθεσίας και τα λοιπά.

Η μέθοδος υπολογισμού των επιπτώσεων της διάδοσης και της προφύλαξης μπορεί γενικότερα να μοιραστεί σε ξεχωριστά μέρη:

1. Υπολογισμός της αντιστάθμισης για την απόσταση, αγνοώντας την παρουσία του εδάφους ή παρεμβαλλόμενων εμποδίων.
2. Καθορισμός εάν το τμήμα του δρόμου είναι παρεμβαλλόμενο με εμπόδια ή χωρίς αυτά.
3. Για τμήματα δρόμου μη παρεμβαλλόμενα από εμπόδια γίνεται υπολογισμός της επίπτωσης της απορρόφησης του εδάφους όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Για τμήματα δρόμου με εμπόδια εφαρμόζεται αντιστάθμιση της κάλυψης.

4.3.5 Παράγοντας 5 - Αντιστάθμιση της απόστασης

Για τα σημεία αναφοράς που είναι τοποθετημένα σε αποστάσεις μεγαλύτερες ή ίσες με τέσσερα μέτρα από την πλησιέστερη άκρη του αμαξωτού δρόμου, η αντιστάθμιση απόστασης που δίδεται στο Γράφημα 7¹ πρέπει να εφαρμοστεί στο βασικό επίπεδο θορύβου.

Συγχρόνως, για τις αποστάσεις, που είναι λιγότερο από τέσσερα μέτρα από την άκρη του αμαξωτού δρόμου, η αντιστάθμιση της απόστασης θα πρέπει να καθοριστεί υποθέτοντας ότι το σημείο αναφοράς είναι τοποθετημένο στα τέσσερα μέτρα από την πλησιέστερη άκρη του δρόμου, όπως εφαρμόζεται στο Γράφημα 7.

Για σκοπούς των Νομοθεσιών καταπολέμησης θορύβου, η μέθοδος μέτρησης θα πρέπει να χρησιμοποιείται όταν το προβλεπόμενο επίπεδο σε αποστάσεις μικρότερων των τεσσάρων μέτρων είναι μέσα στο πλαίσιο των 3 db(A) του καθορισμένου επιπέδου. Η αντιστάθμιση της απόστασης υπολογίζεται κατά μήκος της μικρότερης διαγώνιας απόστασης σημειωτέα (d) από την πηγή ευθυγράμμισης στο σημείο αναφοράς. Αυτή η τιμή καθορίζεται από την μικρότερη οριζόντια απόσταση (d) από την πλησιέστερη άκρη του αμαξωτού δρόμου, στο σημείο αναφοράς και το ύψος (h) του σημείου αναφοράς σε σχέση με την πηγή ευθυγράμμισης στο σημείο που η διαγώνια γραμμή διασταυρώνεται με την πηγή ευθυγράμμισης στην ενεργή θέση πηγής.

Για μερικά τμήματα ίσως να είναι απαραίτητο να εκτείνεται η πηγή ευθυγράμμισης, έτσι ώστε η d' να υπολογιστεί κατά μήκος της γραμμής που περνάει μέσω του σημείου αναφοράς και είναι κάθετη στην επεκταμένη πηγή ευθυγράμμισης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η τιμή του h είναι το ύψος του σημείου αναφοράς όσον

¹ Παράρτημα, σελίδα 69, chart 7.

αφορά στην ενεργή θέση της πηγής ευθυγράμμισης, όπου η διαγώνια γραμμή διασταυρώνει την επεκταμένη πηγή ευθυγράμμισης.

Εκτείνοντας την πηγή ευθυγράμμισης όπως περιγράφηκε παραπάνω, μπορεί εκτάκτως να προκαλέσει το h να περάσει είτε απευθείας είτε μέσα στο πλαίσιο των 7,5 μέτρων από το σημείο αναφοράς, αποκλείοντας ως εκ τούτου τη χρήση του Γραφήματος 7, μιας και το σημείο αναφοράς θα είναι λιγότερο από 4 μέτρα από την άκρη του αμαξωτού δρόμου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το επίπεδο θορύβου θα πρέπει να υπολογιστεί για τουλάχιστον δύο θέσεις τοποθετημένες κοντά και από κάθε πλευρά του σημείου αναφοράς, για το οποίο αυτή η ανωμαλία δεν εμφανίζεται και υιοθετείται η μέση τιμή.

4.3.6 Παράγοντας 6 - Ποώδης βλάστηση του εδάφους

Εάν η επιφάνεια του εδάφους μεταξύ της πλησιέστερης άκρης του αμαξωτού δρόμου και του σημείου αναφοράς είναι εξ' ολοκλήρου ή μερικώς απορροφητικής φύσεως, (π.χ γρασίδι, καλλιεργημένες εκτάσεις ή δενδροφυτείες) πρέπει να ληφθεί υπόψη μια συμπληρωματική αντιστάθμιση για την ποώδη βλάστηση που αναφέρεται συχνά και ως απορρόφηση εδάφους.

Η αντιστάθμιση είναι σταδιακή με την απόσταση και ιδιαίτερος με τα σημεία αναφοράς κοντά στο έδαφος. Το Γράφημα 8¹ δίδει την αντιστάθμιση για την απορρόφηση του εδάφους όσον αφορά στο μέσο ύψος της διάδοσης (H) της απόστασης (d) και της διάδοσης του απορροφητικού εδάφους (I) μεταξύ της πλησιέστερης άκρης του αμαξωτού δρόμου και τα όρια του τμήματος που οδηγούν στο σημείο αναφοράς R .

Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι επικρατέστερα για όλες τις επιφάνειες χρησιμοποιείται η αντιστάθμιση που υποδεικνύεται στο Γράφημα 8, για να αποφευχθεί η δυσκολία του επαρκώς καθορισμού και το συνονθύλευμα των μαθηματικών τύπων που αφορούν στην απορρόφηση της ποώδους βλάστησης του εδάφους. Έτσι οι υπολογισμοί θα υποεκτιμήσουν ελαφρώς τις επιρροές εξασθένησης, ειδικότερα εάν το ενδιάμεσο έδαφος έχει καλλιεργηθεί εντατικά ή φυτευτεί.

Όταν το διάμεσο έδαφος είναι μη απορροφητικό, παραδείγματος χάριν πλακόστρωτες περιοχές και κυλιστές επιφάνειες ασφάλτου ή νερό, η τιμή του (I)

¹ Παράρτημα, σελίδα 70, chart 8.

είναι μηδέν και δεν εφαρμόζεται καμία αντιστάθμιση ποώδης βλάστησης του εδάφους.

Παράλληλα, όταν το διάμεσο έδαφος είναι απορροφητικό, η αντιστάθμιση που δίδεται στο Γράφημα 8 πρέπει να εφαρμοστεί όπου η τιμή του $I = 1$. Η τιμή του H δύναται να είναι το μέσο ύψος πάνω από το διάμεσο έδαφος της διαδιδόμενης πορείας μεταξύ της πηγής ευθυγράμμισης του τμήματος και του σημείου αναφοράς.

Πρόκειται να υπολογιστεί επίσης η διχοτόμος της γωνίας που εκτείνεται από την πηγή ευθυγράμμισης του τμήματος (του δρόμου) στο σημείο αναφοράς. Όπου το διάμεσο έδαφος είναι κυρίως επίπεδο, η τιμή του (H) μπορεί προσεγγιστικά να είναι έως $0,5(h+1)$ μέτρα, διαφορετικά η τιμή του (H) υπολογίζεται παίρνοντας το ύψος της διάδοσης πάνω από το έδαφος σε περίπου ίσα διαστήματα κατά μήκος της διχοτόμου, λαμβάνοντας τουλάχιστον πέντε ενδείξεις ύψους και υπολογίζοντας το μέσο όρο του αποτελέσματος.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τιμές του $H > (d+5)/6$ μέτρων δεν απαιτείται αντιστάθμιση του εδάφους με ποώδης βλάστηση.

4.3.7 Διάδοση θορύβου χωρίς παρεμβαλλόμενα εμπόδια

Στο σημείο αυτό, έχοντας εφαρμόσει την αντιστάθμιση της απόστασης είναι απαραίτητο να αποφασιστεί εάν η πηγή ευθυγράμμισης του τμήματος του δρόμου παρεμβάλλεται από εμπόδια ή όχι.

Γενικά, τα τμήματα των δρόμων θα έχουν έτσι επιλεγθεί ώστε μέσα σε οποιοδήποτε από αυτά η πηγή ευθυγράμμισης είναι σαφώς παρεμβαλλόμενη από εμπόδια είτε χωρίς αυτά, με σκοπό να εφαρμοστούν οι βασικοί κανόνες που αφορούν στη τμηματοποίηση. Σε μερικές περιπτώσεις, ωστόσο, η πηγή ευθυγράμμισης μπορεί να είναι μερικώς κρυμμένη από παρεμβαλλόμενα εμπόδια ή ο βαθμός προφύλαξης - κάλυψης μπορεί να είναι μικρός. Για αυτές τις περιπτώσεις, είναι απαραίτητο να υπολογιστούν τα επίπεδα θορύβου, υποθέτοντας την παρεμβαλλόμενη και τη μη παρεμβαλλόμενη διάδοση και στη συνέχεια λαμβάνοντας το χαμηλότερο από τα δύο τελικά επίπεδα. Για τη μη παρεμβαλλόμενη διάδοση, πρέπει να εφαρμοστεί μία αντιστάθμιση για την επικρατούσα ποώδης βλάστηση του εδάφους.

4.4 Διάδοση θορύβου παρεμβαλλόμενη από εμπόδια

Φυσικά θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η επίδραση διαχωρισμού παρεμβαλλόμενων εμποδίων, όπως είναι τα κτίρια, οι τοίχοι, εμπόδια ειδικά φτιαγμένα για θόρυβο και άλλα. Ο βαθμός διαχωρισμού εξαρτάται από τις σχετικές θέσεις της ενεργού πηγής απόστασης S , το σημείο αναφοράς R και το σημείο B , όπου η διαθλώμενη άκρη κατά μήκος της κορυφής του παρεμβαλλόμενου κόβει τη κάθετη επίπεδη επιφάνεια, π.χ κάθετο στην επιφάνεια του δρόμου, εμπεριέχοντας και το S και το R .

Ο βαθμός διαχωρισμού υπολογίζεται από τη διαφορά της διαδρομής της διαθλάμενης ακτίνας SBR και της απευθείας ακτίνας SR . Η διαφορά αυτή χρησιμοποιείται στο Γράφημα 9¹ για να υπολογιστεί η ενδεχόμενη αντιστάθμιση εμποδίου A , η οποία σύμφωνα με τη διαδικασία, εφαρμόζεται στο βασικό επίπεδο θορύβου διορθωμένη για την απόσταση.

Για το σκοπό της Νομοθεσίας Μόνωσης Θορύβου, είναι απαραίτητο να υπολογιστεί η διαφορά διαδρομής στα κοντινότερα 0,001 μέτρα, ενώ τα σχετικά ύψη και οριζόντιες αποστάσεις πρέπει να υπολογιστούν μόνο στα κοντινότερα 0,1 μέτρα.

Το Γράφημα 9a δίδει την έκφραση για την τιμή του A και για τις δυο ζώνες και πρέπει να χρησιμοποιηθεί όταν υπολογίζονται επίπεδα θορύβου στα κοντινότερα 0,1dbA. Ωστόσο το Γράφημα 9b μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί η τιμή του A στρογγυλοποιώντας τη τιμή της διαφοράς διαδρομής στα κοντινότερα 0,001 μέτρα και ερμηνεύοντας τη τιμή του A από τον πίνακα. Γενικότερα αυτό περιέχει τιμές του A ισοδύναμες ή μέσα στο πλαίσιο του 0,1dbA της τιμής που αποκτάται με τη χρήση πολυωνμικής έκφρασης. Πάντως, όταν παράπλευρες τιμές του A στον πίνακα διαφέρουν περισσότερο από 0,1dbA η πολυωνμική έκφραση πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Η παραπάνω διαδικασία εφαρμόζεται σε όλων των ειδών διάδοσης για τον υπολογισμό ενδεχόμενης αντιστάθμισης εμποδίου.

Όταν ένα εμπόδιο παρεμβάλλεται μεταξύ της πηγής θορύβου και του σημείου αναφοράς (είτε ένα ειδικά σχεδιασμένο παραπέτασμα είτε όταν προκύπτει παρεμβολή εξαιτίας της διάταξης της τοποθεσίας, κτίρια και άλλα) θα πρέπει να υπολογιστεί η συμπληρωματική αντιστάθμιση χρησιμοποιώντας το Γράφημα 9. Αντίστοιχα, στο ίδιο επίπεδο υπολογίζεται η ενδεχόμενη αντιστάθμιση του εμποδίου.

¹ Παράρτημα, σελίδα 71, chart 9.

Εάν το εμπόδιο είναι παράλληλο στην πηγή ευθυγράμμισης, αλλά τα παραπετάσματα μόνο σε ένα μέρος του τμήματος του δρόμου, τότε το εμπόδιο και η πηγή ευθυγράμμισης που εμπεριέχεται μέσα στο τμήμα μπορεί να χρειαστεί επέκταση και να καταστήσει ικανή την ενδεχόμενη αντιστάθμιση του εμποδίου και να υπολογισθεί στο ίδιο επίπεδο.

Στην αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή το εμπόδιο δεν είναι παράλληλο στην πηγή ευθυγράμμισης, τότε η ενδεχόμενη αντιστάθμιση εμποδίου θα διαφέρει κατά μήκος του εμποδίου και ίσως κριθεί απαραίτητο να χωριστεί το εμπόδιο σε έναν αριθμό από μικρότερα τμήματα. Ο αριθμός των τμημάτων που απαιτείται για να υπολογιστεί το παραπέτασμα του εμποδίου, θα πρέπει να περιοριστεί τόσο ώστε η διαφορά της ενδεχόμενης αντιστάθμισης εμποδίου μέσα σε κάθε τμήμα να είναι λιγότερο από 2dbA. Τότε η ενδεχόμενη αντιστάθμιση εμποδίου για κάθε εμπόδιο του τμήματος καθορίζεται, περιστρέφοντας το τμήμα με το εμπόδιο στο σημείο που η γραμμή διχοτομώντας τη γωνία του τμήματος, τέμνει την επάνω άκρη του εμποδίου. Με τον τρόπο αυτό, η επάνω άκρη του εμποδίου είναι παράλληλη στη πηγή ευθυγράμμισης που εμπεριέχεται μέσα στο τμήμα και έπειτα επεκτείνεται εάν είναι απαραίτητο και εφαρμόζεται στο Γράφημα 9.

Η επιπρόσθετη απόσβεση αναφερόμενη ως απορρόφηση του εδάφους, αγνοείται όταν υπολογίζονται οι επιδράσεις των εμποδίων μιας και οι κοντινές ακτίνες εδάφους απορροφώνται. Ωστόσο υπό ορισμένες συνθήκες (π.χ. με χαμηλά εμπόδια να ορθώνονται σε τοποθεσία με γρασίδι) είναι πιθανόν για αυτές τις επιδράσεις απορρόφησης του εδάφους να υπάρξει υπέρβαση του υπολογισμού του παραπετάσματος που παρέχεται από τα εμπόδια. Τα επίπεδα θορύβου στη ζώνη παραπετάσματος δεν θα αυξηθούν από το εμπόδιο. Μάλιστα, σε αυτές τις περιπτώσεις, θα πρέπει να υπολογιστούν τα επίπεδα θορύβου με το εμπόδιο ή χωρίς αυτό και να χρησιμοποιηθούν τα χαμηλότερα επίπεδα θορύβου.

Όταν περισσότερα από ένα εμπόδια παρεμβάλλονται μεταξύ της πηγής ευθυγράμμισης και του σημείου αναφοράς απαιτείται μια πιο πολύπλοκη διαδικασία για να υπολογιστεί η ενδεχόμενη αντιστάθμιση εμποδίου.

4.4.1 Επιδράσεις από τις ανακλάσεις στον υπολογισμό θορύβου

Η ανάκλαση του θορύβου από σκληρές και άκαμπτες επιφάνειες, οι οποίες είναι παράπλευρες στην πηγή και μάλιστα στο κοντινό περιβάλλον του σημείου αναφοράς, αυξάνει το επίπεδο θορύβου συγκριτικά με εκείνο που υπολογίστηκε με τις παραπάνω διαδικασίες, οι οποίες δίδουν το επίπεδο θορύβου σε ανοιχτό πεδίο. Το επίπεδο θορύβου “ανοιχτού πεδίου” είναι κατάλληλο όταν η τοποθεσία είναι ανοικτή και ανεμπόδιστη και το σημείο αναφοράς είναι μακριά από άλλες προσόψεις.

4.4.2 Επίδραση από τη πρόσοψη στον υπολογισμό θορύβου

Για να υπολογισθεί ο θόρυβος σε 1 μέτρο μπροστά από μια πρόσοψη, πρέπει να γίνει μια αντιστάθμιση των **+2,5dbA**. Μάλιστα, η ίδια προσθήκη απαιτείται και από υπολογισμούς θορύβου κατά μήκος των πλευρών των δρόμων σε ευθεία γραμμή με κτίρια αλλά μακριά από προσόψεις, εξαιτίας της εγγύτητας των τελευταίων.

4.4.3 Ανάκλαση από αντικρινές προσόψεις

Όταν υπάρχουν σπίτια, μεγάλα κτίρια, κιγκλιδώματα θορύβου ή κάποιος τοίχος πέραν από το ρεύμα κυκλοφορίας κατά μήκος της αντικρινής πλευράς του δρόμου, απαιτείται μια αντιστάθμιση για την ανάκλαση από την απέναντι πρόσοψη, αντίκρου του σημείου αναφοράς. Η αντιστάθμιση εφαρμόζεται μόνο όταν το ύψος της ανακλώμενης επιφάνειας είναι τουλάχιστον 1,5 μέτρα πάνω από την επιφάνεια του δρόμου.

Η αντιστάθμιση για ανάκλαση από αντικρινές προσόψεις είναι **+1,5(θ'/θ)dbA** όπου θ' είναι το άθροισμα των γωνιών που εκτείνεται από όλες τις ανακλώμενες προσόψεις της απέναντι πλευράς του δρόμου αντί του σημείου αναφοράς και θ είναι η συνολική γωνία που εκτείνεται από την ευθεία της πηγής στο σημείο αναφοράς. Η παραπάνω αντιστάθμιση είναι απαραίτητη σε σχέση με την **+2,5dbA** αντιστάθμιση προσόψεως.

4.4.4 Επηρεασμός στον υπολογισμό θορύβου από τις πλευρές των δρόμων

Για τις πλευρές των δρόμων, η παραπάνω αντιστάθμιση εφαρμόζεται μόνο όταν υπάρχουν σπίτια ή άλλοι μεγάλοι ανακλαστικοί τοίχοι κατά μήκος του κύριου δρόμου αντίκρου του ανοίγματος της πλευράς του δρόμου και μέσα στην οπτική γωνία του σημείου αναφοράς. Σε αυτή τη περίπτωση ωστόσο, θ είναι η οπτική γωνία του κύριου δρόμου στο σημείο αναφοράς, καθορισμένη από το άνοιγμα της πλευράς του δρόμου και θ' είναι το άθροισμα των γωνιών, οι οποίες εκτείνονται από όλες τις ανακλώμενες προσόψεις στην αντίκρου πλευρά του κύριου δρόμου που είναι αντίκρου στο σημείο αναφοράς και συμπεριλαμβάνεται μέσα στη συνολική γωνία θ .

Το επίπεδο θορύβου στο σημείο αναφοράς του τμήματος του δρόμου εξαρτάται από τη γωνία θ που εκτείνεται από τα όρια του τμήματος στο σημείο αναφοράς. Αυτή η γωνία αναφέρεται συχνά ως “οπτική γωνία”.

4.4.5 Συνδυάζοντας συμβολές από τμήματα

Το τελικό στάδιο της διαδικασίας υπολογισμού, για να φτάσει στο προβλεπόμενο επίπεδο θορύβου, απαιτεί το συνδυασμό των συνεισφορών των επιπέδων θορύβων από όλα τα τμήματα πηγών, τα οποία αποτελούν το συνολικό σχεδιάγραμμα δρόμου.

Φυσικά για ένα μεμονωμένο τμήμα του σχεδιαγράμματος δρόμου δεν χρειάζεται να γίνει κάποια περεταίρω προσαρμογή. Για σχεδιαγράμματα δρόμων που αποτελούνται από περισσότερα από ένα τμήματα, το προβλεπόμενο επίπεδο θορύβου στο σημείο αναφοράς θα πρέπει να υπολογιστεί συνδυάζοντας τις συμβολές από όλα τα τμήματα για να δοθεί το συνολικό επίπεδο θορύβου. Για το σκοπό της Νομοθεσίας Μόνωσης Θορύβου, κάθε συνεισφορά θα πρέπει να στρογγυλοποιηθεί στο κοντινότερο 0,1dbA.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - Περιγραφή περιοχής και θεωρητική αξιολόγηση θορύβου

5.1 «Ιερά οδός» - θόρυβος και Γεωπονική σχολή

Συnergieia, μάντρες αυτοκινήτων, οικοδομικά υλικά, κάποια πρακτορεία και το παλιό εργοστάσιο της Softex περιβάλλουν την Ιερά Οδό. Από την λεωφόρο Πειραιώς έως το ύψος της οδού Μαρκόνι υπάγεται στο Δήμο Αθηναίων, η υπόλοιπη στον Δήμο Αιγάλεω. Προέκταση της οδού Μαρκόνι είναι η Αγία Αννης, ένας πολύ βασικός οδικός άξονας, που ενώνει τη λεωφόρο Καβάλας με την Εθνική. Κύρια χαρακτηριστικά της Ιεράς Οδού αλλά και των γύρω δρόμων είναι η κυκλοφορία τους, η οποία διεξάγεται επί 24ώρου βάσεως με ιδιαίτερη δυσκολία. Τη νύχτα ο φωτισμός είναι ελλιπέστατος, ενώ το πρωί οι ουρές από φορτηγά εκτείνονται σε όλο το μήκος τους.

Το 55% έως και 60% των κατοίκων των μεγάλων πόλεων στη χώρα μας βρίσκεται αντιμέτωπο με την ηχορύπανση¹. Σύμφωνα με μελέτη της Ιατρικής Σχολής, που αφορά στο ζήτημα του θορύβου σε 29 μεγάλα αστικά κέντρα, στην Αθήνα τα πρωτεία έχουν η λεωφόρος Αλεξάνδρας, οι κεντρικοί δρόμοι του Ζωγράφου και η λεωφόρος Κηφισίας. Πιο προβληματική θεωρείται η ευρύτερη περιοχή του Πειραιά, κυρίως λόγω του λιμανιού.

Στις πρώτες θέσεις πάντως βρίσκεται και η Ιερά Οδός. Όπως παρουσιάζουν τα στοιχεία των μετρήσεων του Τμήματος Κυκλοφοριακών Ερευνών και Στατιστικής της Διεύθυνσης Οδικής Κυκλοφορίας του Υπουργείου ΠΕΧΩΔΕ, η λεωφόρος παρουσιάζει συνεχώς αυξητικές τάσεις, όσον αφορά στο κυκλοφοριακό πρόβλημα. Ήδη στο παρελθόν, και συγκεκριμένα κατά το χρονικό διάστημα 1990-1994, η μέση ημερήσια κυκλοφορία των οχημάτων αυξήθηκε κατά 17%². Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το 1990 κινούνταν 667 οχήματα ανά ώρα, το 1993 έφθασαν τα 730, ενώ τα τελευταία χρόνια υπολογίζεται άνοδος στα ποσοστά, αν και δεν έχουν γίνει νεότερες μετρήσεις.

¹ Άρθρο εφημερίδας «Ελευθεροτυπία», 15/01/2008

² www.minerv.gr

Σήμερα, ο κυκλοφοριακός φόρτος της Ιεράς Οδού, μίας από τις κεντρικές οδικές αρτηρίες της πρωτεύουσας που σηκώνουν το μεγαλύτερο βάρος, αυξήθηκε μετά την κατασκευή των σταθμών Μετρό στην ευρύτερη περιοχή (σταθμός Ελαιώνα και σταθμός Αιγάλεω), ενώ αναμένονται και περαιτέρω αυξήσεις μετά από την ολοκλήρωση των έργων ανάπλασης στην περιοχή του Ελαιώνα, τα οποία θα ξεκινήσουν τα επόμενα χρόνια.

5.1.1 Σταθμοί Μετρό

Οι λιγοστές θέσεις πάρκινγκ -κυρίως στον τερματικό σταθμό του Μετρό- αλλά και τα ελλιπή δρομολόγια στα λεωφορεία μετεπιβίβασης έχουν δημιουργήσει επιπλέον πρόβλημα στην περιοχή. Η κυκλοφοριακή μελέτη που συντάχτηκε στις αρχές του 2004 και συνόδευε τους τρεις τελευταίους σταθμούς του Αττικό Μετρό, αναφέρει χαρακτηριστικά: "η επέκταση Μοναστηράκι- Αιγάλεω αναμένεται να εξυπηρετεί σε καθημερινή βάση περισσότερους από 80.000 επιβάτες. Τη μεγαλύτερη κίνηση έχει ο σταθμός Αιγάλεω τις πρωινές ώρες αιχμής, καθημερινές από τις 07.00 έως τις 09.00. Επιβάτες από τον Κορυδαλλό, την Αγία Βαρβάρα, τη Νίκαια και το ίδιο το Αιγάλεω θα φτάνουν με τα Ι.Χ. τους στον ομώνυμο σταθμό προκειμένου να επιβιβαστούν στο Μετρό". Πράγματι ο κυκλοφοριακός φόρτος μόνο στην Ιερά Οδό αυξήθηκε κατά 20%¹.

5.1.2 Ανάπλαση περιοχής Ελαιώνα

Σήμερα, στον Ελαιώνα συγκεντρώνονται 2.400 βιομηχανίες και βιοτεχνίες, πρακτορεία μεταφορών, οργανισμοί κοινής ωφελείας, στρατιωτικές μονάδες και ανώτατες σχολές, ενώ συνολικά απασχολούνται 50.000 άνθρωποι και ζουν μόνιμα 5.000, με αποτέλεσμα την αύξηση του υπάρχοντος θορύβου από τον κυκλοφοριακό φόρτο. Η πλειονότητα των επιχειρήσεων, που στεγάζονται σε αυθαίρετα κτίσματα, είναι βυρσοδεψεία, σιδηρουργεία και μηχανουργεία και αρκετές άλλες οχλούσες βιομηχανίες.

¹ Άρθρο εφημερίδας «τα Νέα», 24/05/2004

Η ευρύτερη περιοχή αποτελεί πόλο επενδύσεων που μπορεί να φτάσουν το 1 δις. ευρώ τα επόμενα δυο-τρία χρόνια. Αιτία είναι οι προοπτικές ανάπτυξης της περιοχής μετά το σχέδιο ανάπλασής της.

Στο επίκεντρο είναι το νέο γήπεδο του Παναθηναϊκού με το περιμετρικό εμπορικό κέντρο 40.000 τ.μ. και το πάρκο. Το συνολικό κόστος του έργου εκτιμάται ότι θα ανέλθει μεταξύ 150 και 200 εκατομμύρια ευρώ.

Στον Ελαιώνα πρόκειται να γίνει επίσης η μεταστέγαση των ΚΤΕΛ της οδού Λιοσίων και του Κηφισού, ενώ από κάτω θα βρίσκεται το αμαξοστάσιο του Μετρό. Ο σταθμός του Μετρό απέχει 175 μέτρα απ' αυτό το σημείο. Το κόστος εκτιμάται σε 100 εκατομμύρια ευρώ.

Μεγάλο εμπορικό κέντρο, επιφάνειας 70.000 τ.μ., ετοιμάζει λίγο πιο πέρα η εταιρεία «Μπάμπης Βωβός –Διεθνής Τεχνική», το κόστος του οποίου τοποθετείται στα 250 εκατομμύρια ευρώ. Για εμπορικό κέντρο επιφάνειας 40.000 τ.μ. προορίζεται το ακίνητο του Μουζάκη που αγόρασε ξένο Fund¹.

Το γεγονός ότι μόνο το εμπορικό συγκρότημα γνωστής εταιρείας θα έχει τη δυνατότητα να δέχεται 34.000 επισκέπτες την ημέρα, καθώς και το ότι "ένα τόσο μεγάλο έργο δεν συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος, αλλά αντίθετα στρέφεται κατά της προστασίας του"² οδήγησε την Επιτροπή Πολιτών για τη διάσωση του Ελαιώνα να παρουσιάσει αναλυτικά τις αδυναμίες της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου ανάπλαση.

Η κριτική της επιτροπής εστιάζεται στα εξής σημεία:

- Μειώνονται οι κυκλοφοριακοί φόρτοι που θα προκύψουν, ενώ διαφοροποιούνται κάποια στοιχεία για να καταδειχθεί ότι οι δρόμοι της περιοχής θα αντέξουν την αναμενόμενη κίνηση.
- Αποσιωπώνται οι επιβαρύνσεις στους μεγάλους οδικούς άξονες, όπως Ιερά Οδός, Κηφισού, Αθηνών, Κωνσταντινουπόλεως και Π. Ράλλη. Ακόμα και αν γίνουν τα έργα που έχει υποσχεθεί το υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ, οι ουρές στις ήδη φορτωμένες λεωφόρους θα φτάνουν έως την Ομόνοια.

Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι η γύρω περιοχή του Ελαιώνα, αλλά και οι γειτονικές κεντρικές αρτηρίες του Λεκανοπέδιου, ανάμεσά τους και η Ιερά Οδός, θα υπεφορτωθεί με ακόμη μεγαλύτερα φορτία λόγω της λειτουργίας του Εμπορικού

¹ Άρθρο εφημερίδας «Ελευθεροτυπία», 02/02/2008

² Γ. Αλαβάνος - πρόεδρος του ΤΕΕ, εφημερίδα «Ελευθεροτυπία», 14/07/2008

Κέντρου και του γηπέδου του ΠΑΟ, προκαλώντας έτσι τεράστιο κυκλοφοριακό χάος¹.

5.1.3 Γεωπονικό Πανεπιστήμιο και θόρυβος



εικόνα1: Φωτογραφία του Γεωπονικού Πανεπιστημίου μέσω δορυφόρου

Το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή του Βοτανικού, επί της Ιεράς Οδού και αποτελεί ένα πολύτιμο πνεύμονα πρασίνου. Ιδίως τα τελευταία χρόνια οι πρυτανικές αρχές του Πανεπιστημίου έχουν στρέψει όλες τους τις προσπάθειες στην αναβάθμιση της περιοχής.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι όταν το 1993 η Εθνική Τράπεζα είχε αποφασίσει να μετατρέψει σε πράσινο 58 στρέμματα που είχε στην ιδιοκτησία της, η Γεωπονική είχε εκπονήσει τη σχετική μελέτη.

¹ <http://indy.gr/analysis/I-apantisi-tis-epitrops-politn-gia-tis-periballontikes-epiptseis-toy-Mall-ston-Elaina>

Μία από τις αμφιλεγόμενες κινήσεις των πρυτανικών αρχών όμως, ήταν αυτή επί Πρυτανείας του Ανδρέα Καραμάνου, ο οποίος εναντιώθηκε στη δημιουργία σταθμού Μετρό κοντά στο Πανεπιστήμιο. «Με έκπληξη είδαμε την Αττικό Μετρό να παίρνει την έκταση στις Εθνικής Τράπεζας και να την κάνει εργοτάξιο» έχει υποστηρίξει στο παρελθόν¹.

Έτσι, η επέκταση του μετρό από το Μοναστηράκι ως το Αιγάλεω ολοκληρώθηκε με ένα σταθμό λιγότερο. Επρόκειτο να φέρει το όνομα "Βοτανικός" και θα κατασκευαζόταν σε χώρο μέσα στη Γεωπονική Σχολή, η οποία όμως είχε εκφράσει φόβους για την ενόχληση που θα προκαλούσε η κατασκευή του έργου.

Το αίτημα των πρυτανικών αρχών έγινε δεκτό πριν από χρόνια από την «Αττικό Μετρό». Το πανεπιστήμιο έμεινε χωρίς σταθμό και σήμερα αποδεικνύεται το λάθος της όλης απόφασης, καθώς το συγκεκριμένο έργο θα οδηγούσε στην αναβάθμιση της σχολής, στη μείωση του κυκλοφοριακού και κατ' επέκταση του θορύβου².

5.2 Θεωρητικός υπολογισμός της στάθμης θορύβου

Οι παρακάτω τύποι χρησιμοποιούνται για το θεωρητικό υπολογισμό του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου και τύποι διόρθωσης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Αγγλικής μεθόδου.

- Πρόβλεψη στάθμης θορύβου για τον δείκτη L10 (18ωρο) για ροή οχημάτων διάρκειας 18 ωρών ($V=75\text{km/h}$, $p=0$, $g=0$)
 - Basic noise level **L10(18-hour) = 29,1+10log Q dB(A)**³
- Διόρθωση μέσης ταχύτητας V και ποσοστού βαρέων οχημάτων p
 - Correction = **33log10(V+40+500/V)+10log10(1+5p/V) - 68,8dB(A)**⁴
- Διόρθωση της απόστασης του αμαξωτού δρόμου σε σχέση με το ύψος
 - του σημείου λήψης σχετικά με την αποτελεσματική θέση πηγής h
 - d (μέτρα)
 - Correction = **-10log (d/13,5) dB(A)**⁵

¹ Άρθρο εφημερίδας "Καθημερινή", 30/09/2001

² Άρθρο εφημερίδας "Ελευθεροτυπία", 13/06/2007

³ Παράρτημα, chart 3, σελίδα 65.

⁴ Παράρτημα, chart 4, σελίδα 66.

⁵ Παράρτημα, chart 7, σελίδα 69.

- Διόρθωση για την απορρόφηση του εδάφους ως λειτουργία της οριζόντιας απόστασης από την άκρη του δρόμου d , το μέσο ύψος διάδοσης H και η αναλογία του απορροφητικού εδάφους I . Διορθώσεις φαίνονται μόνο όταν $I=1$ ¹
- Διόρθωση για τη γωνία θέασης του δρόμου θ
 - Correction = **10log10 ($\theta/180$) dB(A)**

Παρακάτω (πίνακας 1), παρουσιάζεται ο φόρτος οχημάτων στην Ιερά Οδό στο ύψος της πύλης της Γεωπονικής Σχολής σε χρονικό διάστημα 18 ωρών.

Πίνακας 1

ΩΡΕΣ/ΟΧΗΜΑ	Ι.Χ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	ΦΟΡΤΗΓ Α	ΜΟΤΟ	TAXI	ΣΥΝΟΛΟ
06:00 – 07:00	105	8	0	57	20	190
07:00 – 08:00	119	8	0	60	25	212
08:00 – 09:00	163	7	15	90	40	315
09:00 – 10:00	141	6	15	72	54	288
10:00 – 11:00	127	7	14	73	48	269
11:00 – 12:00	110	6	11	67	46	240
12:00 – 13:00	103	7	10	63	39	222
13:00 – 14:00	111	7	8	67	50	243
14:00 – 15:00	119	6	10	88	41	264
15:00 – 16:00	115	5	11	71	38	240
16:00 – 17:00	120	8	10	67	35	240
17:00 – 18:00	113	8	8	72	31	232
18:00 – 19:00	120	8	7	65	30	230
19:00 – 20:00	117	9	8	61	28	223
20:00 – 21:00	99	9	5	57	30	200
21:00 – 22:00	101	9	3	50	24	187
22:00 – 23:00	90	9	3	41	18	161
23:00 – 24:00	78	8	2	32	12	132

¹ Παράρτημα, chart 8, σελίδα 70.

Για τη μέτρηση θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη τα εξής στοιχεία:

- Η μέση ωριαία ταχύτητα για διάστημα 18 ωρών στο συγκεκριμένο σημείο είναι $V = 50 \text{ km/h}$.
- Η κλίση του δρόμου $G = 0\%$
- Το ποσοστό βαρέων οχημάτων είναι $p = 100 \times 276/4088 = 6,75\%$. Συνολικά 4088 οχήματα διέσχισαν την Ιερά Οδό μέσα στο χρονικό διάστημα των 18 ωρών, εκ των οποίων 276 ήταν βαρέα οχήματα.
- Η επιφάνεια του δρόμου είναι ασφαλώδης.

5.3. Εφαρμογή των τύπων

Κατά τη διάρκεια της μελέτης, χρησιμοποιούμε τον τύπο *Basic noise level*:

$$L_{10}(18\text{-hour}) = 29,1 + 10 \log Q \text{ dB(A)}^1$$

βρίσκουμε το επίπεδο θορύβου με χαρακτηριστικά ($V=75\text{km/h}$, $p=0$, $g=0$)

$$L_{10}(18\text{-hour}) = 29,1 + 10 \log Q \text{ dB(A)} \quad (Q = 4088) \Rightarrow$$

$$L_{10}(18\text{-hour}) = 29,1 + 10 \log 4088 \text{ dB(A)} = 65,21 \text{ dB(A)}$$

Ακολουθεί διόρθωση σε σχέση με την μέση ταχύτητα V και ποσοστού βαρέων οχημάτων p :

$$\text{Correction} = 33 \log_{10}(V+40 + 500/V) + 10 \log_{10}(1+5p/V) - 68,8 \text{ dB(A)}^2.$$

$$33 \log_{10}(V+40 + 500/V) + 10 \log_{10}(1+5p/V) - 68,8 \text{ dB(A)} \quad (V=80\text{km/h}, p = 6,75\%)$$

$$\Rightarrow 33 \log_{10}(50+40 + 500/80) + 10 \log_{10}(1+5*6,75/80) - 68,8 \text{ dB(A)} =$$

$$\Rightarrow 33 \log_{10} 96,25 + 10 \log_{10} 1,421 - 68,8 \text{ dB(A)} = 65,45 + 1,52 - 68,8 = -1,83$$

$$\text{dB(A)}$$

Με τη διόρθωση η στάθμη θορύβου γίνεται $L_{10}(18\text{-hour}) = 67,04 \text{ dB(A)}$

¹ Παράρτημα, chart 3, σελίδα 65

² Παράρτημα, chart 4, σελίδα 66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - Πειραματικό μέρος

6.1 Εισαγωγή στη πειραματική διαδικασία

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την θερινή περίοδο του έτους 2008 σε επιλεγμένα σημεία του προαύλιου χώρου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, μετά την παραχώρηση άδειας από την Πρυτανεία του πανεπιστημιακού ιδρύματος.

Συγκεκριμένα, πρόκειται για το κεντρικό κτίριο του ιδρύματος, το οποίο βρίσκεται πλησίον της περιφραξης του ιδρύματος επί της Ιεράς Οδού στο ρεύμα ανόδου του δρόμου προς Αθήνα. Στη δορυφορική φωτογραφία (εικόνα 2) έχουν σημειωθεί τα σημεία, από τα οποία μετρήθηκε η στάθμη του θορύβου και παρατίθεται συνολική εικόνα του χώρου ενδιαφέροντος της μελέτης.



εικόνα 2: Δορυφορική φωτογραφία με τα σημεία από τα οποία πάρθηκαν οι μετρήσεις

6.2 Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο στάδιο της μελέτης παραχωρήθηκε από το τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής του Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης και αποτελείται από:

SIP 95 - db 01 Stell MVI Technologies Group

Data Logging Integrating Sound Level Meter – Ηχόμετρο καταχώρησης και ολοκλήρωσης δεδομένων.

Πρόκειται για όργανο Γαλλικής κατασκευής το οποίο καταγράφει τη στάθμη της ακουστικής πίεσης L_p και είναι σχεδιασμένο για μετρήσεις σε ακουστικό περιβάλλον για εκπαιδευτικούς σκοπούς, μελέτες επαγγελματικού ενδιαφέροντος και χρήση για την προστασία σε θορυβώδες περιβάλλον εργασίας.

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού είναι τα εξής:

- Δυνατότητα μέτρησης της ακουστικής πίεσης L_p με ικανότητα διατήρησης της μέγιστης τιμής, L_{pmax} , σύμφωνα με τέσσερις τύπους χρονικών κατηγοριών Fast, Slow, Impulse, Peak Value σύμφωνα με το IEC651 standard
- Στατιστική ανάλυση των τιμών L_{eq} και ιστόγραμμα
- Ικανότητα μέτρησης σταθμών ηχητικής πίεσης υψηλότερων από αυτές που αναφέρονται στο συγκεκριμένο class 1 IEC 804 standard
- Υπολογισμός L_{eq} , μέτρηση και ανάλυση της στάθμης ακουστικής πίεσης L_p
- Ορισμός χρονικών περιόδων μέτρησης στάθμης ακουστικής πίεσης και διαίρεση σε εκατό τιμές της ανά χρονική περίοδο

6.3 Διαδικασία Μετρήσεων

6.3.1 Τοποθέτηση ηχόμετρου

Η τοποθέτηση του ηχόμετρου έγινε σε επιλεγμένα σημεία κυρίως στο δρόμο και στην πρόσοψη του κτιρίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου. Τα σημεία αναφέρονται σε κάθετους και πλάγιους άξονες με τη πρόσοψη του κεντρικού κτιρίου το οποίο βρίσκεται στο ρεύμα ανόδου προς το κέντρο της Αθήνας.



εικόνα 2: Δορυφορική φωτογραφία με τα σημεία από τα οποία πάρθηκαν οι μετρήσεις

Το πρώτο σημείο μέτρησης (R1) εντοπίζεται στο κάθετο άξονα της κεντρικής εισόδου του κτίσματος προς μελέτη, ακριβώς στο επίπεδο του δρόμου και σε ύψος ένα μέτρο απόσταση από το δάπεδο της οδού.

Το δεύτερο σημείο (R2) βρίσκεται ομοίως σε κάθετο άξονα με τη κεντρική είσοδο, αλλά στο επίπεδό της και με ύψος από το δάπεδο ένα μέτρο.

Τα υπόλοιπα δύο σημεία (R3 και R4), από τα οποία λήφθηκαν μετρήσεις είναι σε πλάγιο άξονα δεξιά και αριστερά της κεντρικής εισόδου στα επίπεδα των άκρων του κτιρίου και σε ύψος από το δάπεδο επίσης ένα μέτρο.

6.3.2 Ρύθμιση οργάνου μετρήσεων – Διάρκεια μετρήσεων

Το ηχόμετρο SIP 95 προσφέρει τη δυνατότητα να ορίσει ο χρήστης τη χρονική περίοδο που θα πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις. Σύμφωνα με το δείκτη L10, επιλέχθηκε περίοδος δεκαοκτώ ωρών για κάθε ένα από τα σημεία μέτρησης. Η περίοδος αυτή είναι από τις 6.00 π.μ. έως και τις 12.00 μ.μ. (06.00 – 24.00), μιας και

το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών λειτουργεί τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, οπότε και μετρήθηκε η στάθμη ακουστικής πίεσης LP (A – Weighted).

6.3.3 Αποτελέσματα μετρήσεων.

Στον πίνακα 2, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας μετρήσεων σε dBA για κάθε ένα από τα τέσσερα σημεία του προαυλίου χώρου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Πίνακας 2

Ώρες μετρήσεων L ₁₀ (18ωρο)	L _{xx}	Σημείο R1	Σημείο R2	Σημείο R3	Σημείο R4
	L01	86	87	86	86
	L02	85	85	85	85
	L03	84	84	83	83
	L04	84	83	83	83
	L05	82	83	83	83
	L06	82	83	83	83
	L07	82	82	82	82
	L08	82	82	82	82
	L09	82	82	82	82
	L10	82	82	81	81
	L11	81	82	81	81
	L12	81	82	81	81
	L13	81	82	81	81
	L14	81	82	81	81
	L15	81	81	81	81
	L16	81	81	81	81
	L17	80	81	81	81
	L18	80	81	81	81
	L19	80	81	80	80
	L20	80	81	80	80
	L21	80	80	80	80
	L22	80	80	80	80
	L23	79	80	80	80
	L24	79	80	80	80
	L25	79	80	80	80
	L26	79	80	80	80
	L27	79	80	80	80
	L28	79	80	80	80

	L29	79	80	80	80
	L30	79	80	80	79
	L31	79	80	79	79
	L32	79	80	79	79
	L33	79	80	79	79
	L34	79	80	79	79
	L35	78	79	79	79
	L36	78	79	79	79
	L37	78	79	79	78
	L38	78	79	78	78
	L39	78	79	78	78
	L40	78	79	78	78
	L41	78	79	78	78
	L42	78	79	78	78
	L43	78	79	78	78
	L44	78	79	78	78
	L45	77	78	78	78
	L46	77	78	78	78
	L47	77	78	77	78
	L48	77	78	77	77
	L49	77	78	77	77
	L50	77	78	76	77
	L51	77	78	76	76
	L52	77	78	76	76
	L53	77	78	76	76
	L54	77	77	76	76
	L55	77	77	76	76
	L56	76	77	76	76
	L57	76	77	76	76
	L58	76	76	76	76
	L59	76	76	76	76
	L60	76	76	76	76
	L61	76	76	76	76
	L62	76	75	76	76
	L63	75	75	76	76
	L64	75	75	76	76
	L65	75	75	76	76
	L66	75	74	76	76
	L67	75	74	76	76
	L68	75	74	76	76
	L69	75	74	75	75
	L70	74	74	75	75
	L71	74	74	75	75
	L72	74	74	75	75
	L73	74	74	75	75
	L74	74	74	75	74
	L75	74	74	74	74
	L76	74	73	74	74

L77	74	73	74	74	
L78	73	73	74	74	
L79	73	73	74	74	
L80	73	72	73	73	
L81	73	72	73	73	
L82	73	72	72	73	
L83	73	72	72	73	
L84	72	72	72	72	
L85	72	72	72	72	
L86	72	71	71	71	
L87	72	71	71	71	
L88	72	70	71	71	
L89	71	70	70	70	
L90	70	70	70	70	
L91	70	69	69	69	
L92	70	68	69	69	
L93	70	68	67	67	
L94	70	68	67	67	
L95	70	68	67	67	
L96	70	67	67	67	
L97	69	67	64	66	
L98	69	66	63	64	
L99	67	64	63	63	
Total (dBA)	Lp	79.14	77.46	77.25	77.28

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διαδικασίας μέτρησης, στην περιοχή το επίπεδο του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου χαρακτηρίζεται από «θορυβώδης» έως «πολύ θορυβώδης κατάσταση»¹.

Στο σημείο R1, τα αποτελέσματα της μέτρησης είναι **Lp Total () = 79,14 dBA**. Παράλληλα, στα υπόλοιπα τρία σημεία R2, R3 και R4, οι μετρήσεις έφεραν τα αποτελέσματα **Lp Total = 77,46 dBA, 77,25 dBA και 77,28 dBA**, αντιστοίχως.

Ως συμπέρασμα προκύπτει λοιπόν, ότι η προς μελέτη περιοχή χρήζει αντιθορυβικής ασπίδας, με τελικό σκοπό τη βελτίωση των επιπέδων θορύβου.

¹ Σύμφωνα με τα επιτρεπόμενα όρια θορύβου, όπως αναφέρονται στη παράγραφο 3.3.3, σελίδες 14-15.

6.4 Σύγκριση θεωρητικών και πειραματικών μετρήσεων - υπολογισμών

Βάσει των μέχρι τώρα στοιχείων που προκύπτουν από τη χρήση της αγγλικής μέθοδου υπολογισμού του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου στην παρούσα μελέτη, η στάθμη θορύβου για το κυκλοφοριακό φόρτο της περιοχής, σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Πε.Χω.Δ.Ε., ανέρχεται στα **L10(18-hour) = 67,04 dB(A)**. Όπως εμφανίζεται όμως, από τις μετρήσεις που παρήχθησαν στα σημεία R1, R2, R3 και R4 – πάντα βασιζόμενη στην αγγλική μέθοδο- η τιμή είναι **L10(18-hour) = 79,14 dB(A)**.

Ουσιαστικά παρατηρείται στο σημείο αυτό μια διαφορά της τάξης των 12,10 dB(A). Πρόκειται για μία αρκετά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα δύο δεδομένα, η ύπαρξη της οποίας όμως είναι δυνατόν να αιτιολογηθεί έστω και μερικώς, από τα παρακάτω:

- Στις μετρήσεις που ελήφθησαν, αποτυπώνεται το γεγονός πως τα στοιχεία που δόθηκαν από το Υπουργείο Πε.Χω.Δ.Ε. για το κυκλοφοριακό φόρτο της Ιεράς Οδού και κατ'επέκταση της ευρύτερης περιοχής ενδεχομένως να έχουν αλλάξει, εξαιτίας της αύξησης της κυκλοφορίας των οχημάτων, βαρέων, δικύκλων και Ι.Χ. Μέσα σε ένα με δύο χρόνια όπου μεσολάβησαν από τις πιο πρόσφατες μετρήσεις του Υπουργείου, αναφορικά με τον κυκλοφοριακό φόρτο, η περιοχή επιβαρύνθηκε δραματικά, κυρίως σε επίπεδο ηχορύπανσης.
- Κάτι ακόμα που σίγουρα συμβάλει στην αυξημένη κλίση της ψαλίδας ανάμεσα στη τιμή που παραθέτει το Υπουργείο και στη τιμή που υπολογίστηκε ειδικά για την παρούσα μελέτη στο επίπεδο του δρόμου και στα τρία σημεία εντός του Γεωπονικού Πανεπιστημίου, βάσει της αγγλικής μεθόδου υπολογισμού του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, και το οποίο δεν συμπεριλαμβάνεται στο θεωρητικό υπολογισμό, είναι το γεγονός ότι η περιοχή είναι ήδη επιβαρημένη από την εκεί βιομηχανική δραστηριότητα και τις μεγάλης κλίμακας επιχειρήσεις, οι οποίες συνηθίζουν να χρησιμοποιούν βαρέα οχήματα ή και αυτοκινούμενα μηχανήματα (π.χ. μεταφορικές εταιρίες, ΕΒΓΑ κλπ.), όπως εκτενέστερα αναφέρεται στο κεφάλαιο 5.1. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η αγγλική μέθοδος θεωρητικού υπολογισμού οδικού κυκλοφοριακού θορύβου προσφέρει στοιχεία και αποτελέσματα αποκλειστικά για τον θόρυβο, ο οποίος προκαλείται από την κίνηση των οχημάτων σε ένα δρόμο, χωρίς όμως να συμπεριλαμβάνονται οι διάφορες δραστηριότητες,

επαγγελματικές ή μη, που είναι δυνατόν να συμβάλλουν στην περαιτέρω αύξηση του θορύβου.

- Κατά τη χρονική περίοδο που λαμβάνει χώρα η μελέτη (καλοκαίρι του 2008), έχουν ήδη αρχίσει να διενεργούνται τα έργα από την ανάπλαση του Ελαιώνα, όπου βρίσκεται ο χώρος ενδιαφέροντος, γεγονός που συμβάλλει στην αύξηση του θορύβου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – Προστασία από οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο

7.1 Αντιμετώπιση του θορύβου

Στο πλαίσιο της αναβάθμισης του ακουστικού περιβάλλοντος, οι ενέργειες που πρέπει κατά κύριο λόγο να πραγματοποιούνται, οφείλουν να ακολουθούν το κλασσικό μοντέλο τεχνικής πρόληψης, το οποίο αποτελείται από τα εξής τρία σημεία:

- **έλεγχος στην πηγή,**
- **έλεγχος κατά τη διάδοση και**
- **έλεγχος στον αποδέκτη.**

Αναλυτικότερα, η τεχνική πρόληψη περιλαμβάνει:

- **ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ**
 - Μέτρα τροποποίησης της ίδιας της παραγωγικής διαδικασίας.
 - Μέτρα για την βελτίωση του σχεδιασμού των μηχανών και των κατασκευαστικών τους χαρακτηριστικών για τη μείωση του εκπεμπόμενου θορύβου (π.χ. αερόσφυρα με σιγαστήρα).
 - Μέτρα βελτίωση του σχεδιασμού συνολικά της παραγωγικής διαδικασίας σε κάθε συγκεκριμένο χώρο, ώστε να εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση της ηχορύπανσης.
- **ΣΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ**
 - Την κατασκευή καμπίνων χειρισμού -όταν είναι τεχνικά δυνατό- ηχομονωμένων, για την προστασία του εργαζομένου χειριστή.
 - Μέτρα που εξασφαλίζουν –επίσης όπου είναι τεχνικά δυνατό- πλήρη ηχομόνωση της πηγής του θορύβου.
 - Μέτρα που στοχεύουν στην αύξηση της απόστασης ανάμεσα στη πηγή του θορύβου και τον εργαζόμενο δέκτη.
 - Μέτρα εφαρμογής κατάλληλων ηχοαπορροφητικών υλικών στα τοιχώματα, τις οροφές και τα δάπεδα των χώρων, με αυξημένο θόρυβο.

- **ΣΤΟ ΔΕΚΤΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ**

- Με τη χορήγηση ατομικών μέσων προστασίας. Ως ένα έσχατο μέτρο θα μπορούσαν να χορηγηθούν κατάλληλες για κάθε περίπτωση ωτοασπίδες.
- Την κυκλική εναλλαγή των εργαζομένων στις θέσεις εργασίας που είναι περισσότερο επιβαρημένες από τον θόρυβο.
- Τη θέσπιση διακοπών, δηλαδή διαλειμμάτων ανάπαυσης, σε ήσυχους χώρους κατά την εργασία.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος του θορύβου στηρίζεται αφ' ενός στην ύπαρξη νομοθεσίας (νόμοι, υπουργικές αποφάσεις, προεδρικά διατάγματα και άλλα) για τον περιορισμό του θορύβου και αφ' ετέρου στην ύπαρξη συγκεκριμένων προδιαγραφών (όπως EN, ΕΛΟΤ, ISO, DIN), η τήρησή των οποίων περιορίζει τον θόρυβο.

Οι λύσεις που υπάρχουν ποικίλουν ανάλογα με τη φύση του προβλήματος. Αρχικό ζήτημα είναι η μείωση του θορύβου κοντά στην πηγή, εφόσον αυτό είναι εφικτό, και ύστερα είναι δυνατόν να αναζητηθούν λύσεις κατά τη διαδρομή διάδοσης ή κοντά στον δέκτη. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα μέτρα αφορούν και τα τρία σημεία, λαμβάνοντας υπόψη ότι η διάδοση του ήχου γίνεται μέσω του αέρα (αερόφερτος ήχος), με ανάκλαση σε επίπεδες επιφάνειες που προωθούν τον ήχο σε νέες κατεύθυνσης και με διάθλαση σε στρώματα θερμού αέρα που μεταφέρουν τον ήχο σε μεγάλη απόσταση.

7.2 Υλικά ηχομείωσης και προδιαγραφές

Η ηχομείωση είναι ένα ζήτημα που θα έπρεπε να αφορά τόσο την Πολιτεία, όσο και τους ίδιους τους πολίτες, καθώς τα πλεονεκτήματα που μπορεί να αποφέρει η επιλογή των σωστών υλικών, θα είναι ικανοποιητικά για όλους τους ενδιαφερόμενους.

Για παράδειγμα, μία καλή λύση για τα άτομα, αλλά και για το περιβάλλον, είναι η μόνωση των τοίχων και της στέγης των κτιρίων που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή, με ένα υλικό φτιαγμένο από ίνες ξύλου συγκολλημένες και πιεσμένες μεταξύ τους, γνωστό και ως “ξύλομαλλο”. Το συγκεκριμένο υλικό είναι τελείως αβλαβές για τους ενοίκους του κτιρίου, συμβάλλει στο να χτιστεί ένας τοίχος

που μπορεί να αναπνέει, είναι και απολύτως ανακυκλώσιμο, ενώ για την υλοποίησή του απαιτεί ελάχιστη ενέργεια.

Αντίθετα, χρησιμοποιώντας διάφορα αφρώδη μονωτικά παράγωγα της πολυστερίνης, εξηλασμένης (XPS) ή διογκωμένης (EPS), και ισοκυανάτες (polyiso), ουσιαστικά επιβαρύνεται ο περιβάλλον χώρος. Πρόκειται για παράγωγα του πετρελαίου, τα οποία απαιτούν πολλή ενέργεια για να παραχθούν, ενώ για να φθάσουν στην τελική τους μορφή πρέπει να χρησιμοποιηθεί απαραίτητως μια άλλη ουσία, που βοηθάει στη διόγκωσή τους και είναι καταστροφικό για το περιβάλλον. Συγκεκριμένα, για το EPS χρησιμοποιείται υγρό πεντάνιο, που συμβάλλει στη δημιουργία νέφους και για το XPS χρησιμοποιούνται οι περιβόητοι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC-142b) των οποίων και ένα μόνο μόριο έχει την ικανότητα να καταστρέψει χιλιάδες μόρια πολύτιμου όζοντος, όταν βρεθεί στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Αναφορικά με το polyiso, τα τελευταία χρόνια δεν προτιμάται, όπως και τα περισσότερα βλαβερά διογκωτικά. Εκτός από τη σπατάλη του πετρελαίου, παρατηρείται ότι τα αφρώδη αυτού του τύπου χάνουν με τον καιρό τη μονωτική τους ικανότητα.

Ακόμη χειρότερα είναι τα πράγματα με άλλα υλικά, όπως ο λεγόμενος πετροβάμβακας (Mineral ή Rock Wool), που προκύπτει είτε από τον βασάλτη είτε ως παραπροϊόν των χαλυβουργείων και έχει μπει από την IARC (International Agency for Research on Cancer) στον κατάλογο των «πιθανώς καρκινογόνων υλικών», αλλά και ο υαλοβάμβακας, μιας και θεωρείται ιδιαίτερα βλαβερός, διότι υφίσταται επεξεργασία με φορμαλδεΐδη. Η συγκεκριμένη ουσία από μόνη της πρέπει να εξοριστεί εντελώς ως υλικό από κλειστούς χώρους όπου υπάρχουν άνθρωποι. Αιτία για την περιθωριοποίησή της είναι το γεγονός ότι με το πέρασμα του χρόνου, εξατμίζεται και προκαλεί ερεθισμό στα μάτια, ενόχληση στον λαιμό και ναυτία, ενώ σε μεγάλη χρονική κλίμακα θεωρείται και αυτή ύποπτη για την πρόκληση καρκίνου.

7.2.1 Ηχομονωτικοί τάπητες στους δρόμους

Ένας δρόμος έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει ως μόνωση, απορροφώντας έως και στο μισό τον θόρυβο που παράγουν τα αυτοκίνητα. Μάλιστα, η κατασκευή αντιθορυβικών δρόμων είναι εδώ και χρόνια όχι μόνο εφικτή, αλλά υποχρεωτική σε πολλές χώρες, όπως στην Ολλανδία και το Βέλγιο, κυρίως στα τμήματα των αυτοκινητόδρομων που διασχίζουν οικισμούς και πόλεις, ενώ ανάλογες τεχνολογίες

είναι πλέον υποχρεωτικό να εφαρμοστούν και στην Ελλάδα, κατά την ανακατασκευή των εθνικών οδών στα τμήματα που διασχίζουν οικισμούς.

Παρ' όλα αυτά, ο θόρυβος που παράγεται από την κυκλοφορία των οχημάτων, εξακολουθεί να αποτελεί ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα της εποχής μας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το γεγονός ότι κατά τον διπλασιασμό της ταχύτητας ενός οχήματος, η αύξηση της στάθμης του παραγομένου από το οδόστρωμα θορύβου είναι της τάξης των 12 ντεσιμπέλ¹.

Θόρυβος παράγεται και από την επαφή των ελαστικών με το οδόστρωμα και επομένως εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του ασφαλοτάπητα κυκλοφορίας. Μάλιστα, από μια ταχύτητα και πάνω η υφή του οδοστρώματος επηρεάζει πολύ τη στάθμη του θορύβου. Προσπαθώντας να δώσουν μια λύση, οι επιστήμονες έχουν τα τελευταία χρόνια αναπτύξει τη χρήση αντιθορυβικών ταπήτων.

Οι τεχνολογίες αυτές έχουν παρουσιαστεί και σε ημερίδα που πραγματοποίησε στο ΕΜΠ το Εργαστήριο Οδοποιίας. Συγκεκριμένα, έγινε αναφορά για τους αντιθορυβικούς τάπητες, οι οποίοι λειτουργούν περίπου όπως οι ηχοαπορροφητικές μονώσεις των στούντιο ηχογράφησης. Ο θόρυβος απορροφάται από μικρά κενά στο μείγμα της ασφάλτου, που δημιουργούνται και διατηρούνται με τη χρήση “πορώδους τάπητα” και χημικών προσμείκτων.

7.3 Ηχοπετάσματα και εφαρμογή σε δρόμους

Τα ηχοπετάσματα είναι ειδικές κατασκευές που έχουν αποκλειστικό σκοπό τη μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου στην πρόσοψη των κτιρίων σε περιοχές με μεγάλη οδική κυκλοφορία και συνεπώς με υψηλές στάθμες θορύβου.

Τα πετάσματα αυτά έχουν συνήθως αυξημένες διαστάσεις στις περιπτώσεις εφαρμογής τους σε περιοχές, όπου καμιά άλλη τεχνική λύση μείωσης του κυκλοφοριακού θορύβου δεν μπορεί να εφαρμοστεί. Είναι λοιπόν φανερό ότι η εφαρμογή τους είναι πιά δύσκολη -τόσο από άποψη μελέτης, όσο και από άποψη κατασκευής- εάν δεν προβλέπονται εξ αρχής όπως π.χ. στη μελέτη του συγκοινωνιακού έργου.

¹ Ανδρέας Λοΐζος, επικεφαλής του Εργαστηρίου Οδοποιίας του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, άρθρο εφημερίδας «Καθημερινή».

Όπως διαπιστώθηκε από τις πρώτες εφαρμογές στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης, μεταξύ των άλλων δυσκολιών εφαρμογής των ηχοπετασμάτων, βασικό πρόβλημα είναι και οι κανονισμοί οδικής ασφαλείας που αναφέρονται στην σωστή λειτουργία των συγκοινωνιακών έργων. Για λόγους καθαρά γεωμετρίας η τοποθέτηση των πετασμάτων είναι επιθυμητό να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην πηγή του θορύβου ή του δέκτη. Κατά συνέπεια, η οριογραμμή του καταστρώματος είναι η ιδεώδης θέση για την τοποθέτησή τους, εφόσον όμως λυθούν θέματα ασφαλείας που προκύπτουν από την πιθανότητα πρόσκρουσης οχημάτων που παρεκκλίνουν από την τροχιά τους.

Το Υπουργείο Πε.Χω.Δ.Ε. κατασκεύασε για πρώτη φορά το 1993 – μετά από ανοικτή συγκέντρωση, ενημέρωση και αποδοχή των κατοίκων - το πρώτο αντιθορυβικό πέτασμα στην Εθνική Οδό Αθηνών – Λαμίας και ειδικότερα στην περιοχή της Ν.Φιλαδέλφειας, στο ύψος των εργατικών πολυκατοικιών μπροστά από το κτίριο του Πολυκλαδικού Λυκείου (πρώην ΤΕΙ). Η επιτυχία ήταν μεγάλη, δεδομένου του ότι έχει ήδη ζητηθεί η επέκταση του προγράμματος κατασκευής των και σε άλλα σημεία της περιοχής. Ήδη το Υπουργείο -μέσω του Β' ΚΠΣ- έχει κατασκευάσει και άλλα ηχοπετάσματα σε ευαίσθητες ακουστικά περιοχές όπως σχολεία στο Χαιδάρι, στο Πέραμα, στον Άγιο Ι. Ρέντη, στους Αγ. Ανάργυρους, στην Ν.Ερυθραία, στον Κορυδαλλό, στο Μοσχάτο, την Θεσσαλονίκη και άλλα.

7.3.1 Ακουστική Λειτουργία των Πετασμάτων

Η παρεμβολή ενός εμποδίου μεταξύ μίας ηχητικής πηγής (Π) και ενός δέκτη (Δ) μεταβάλλει την εξάπλωση ενός ηχητικού κύματος. Αντίθετα, με την απουσία εμποδίων το ηχητικό κύμα από το σημείο (Π) διαδίδεται κατευθείαν προς το δέκτη (R) ακολουθώντας τη διαδρομή (Π-Δ). Στην περίπτωση παρεμβολής ενός εμποδίου στην διαδρομή πηγή-δέκτης (Π-Δ) με αποτέλεσμα το ηχητικό κύμα να διαδίδεται προς διάφορες κατευθύνσεις ως εξής:

- Ένα μέρος του ηχητικού κύματος ανακλάται από το πέτασμα. Κατά συνέπεια επιστρέφει προς την πλευρά της πηγής (Π) με γωνία ανάκλασης ίση με τη γωνία πρόσπτωσης. Αυτό το μέρος του κύματος, δεν παραλαμβάνεται από το δέκτη (Δ), εκτός αν ανακλαστεί πάλι προς την κατεύθυνση του (Δ).
- Ένα μέρος του ηχητικού κύματος απορροφάται από το πέτασμα, και μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Η ποσότητα της ενέργειας που

απορροφάται κατ'αυτόν τον τρόπο εξαρτάται από τις διαστάσεις και από τη φύση της επιφάνειας του υλικού του πετάσματος. Όσο πίο απορροφητικό είναι το υλικό του πετάσματος, τόσο μικρότερο είναι το ποσοστό του ηχητικού κύματος που ανακλάται. Συνεπώς ένα πέτασμα με σωστά χαρακτηριστικά απορρόφησης, μειώνει το ανακλώμενο κύμα.

- Ένα μέρος του ηχητικού κύματος μεταδίδεται δια μέσου του πετάσματος. Η ενέργεια που μεταδίδεται είναι πίο σημαντική όσο το υλικό του πετάσματος είναι ελαφρό ή αν η επιφάνεια του έχει κενά μέσω των οποίων ο θόρυβος μπορεί να διαδοθεί.
- Τέλος ένα μέρος του ηχητικού κύματος περιθλάται από την κορυφή του πετάσματος και από τα άκρα του. Η διαθλώμενη ενέργεια μειώνεται εξαρτώμενη από την αύξηση της τεθλασμένης απόστασης που διανύει από την πηγή προς το δέκτη.

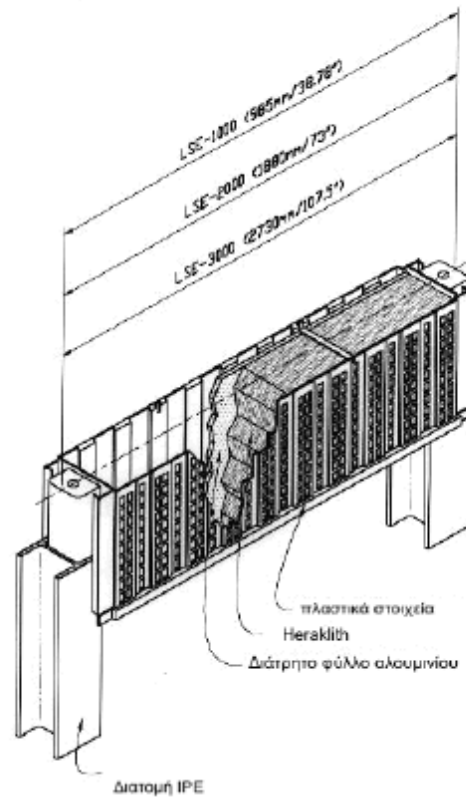
Οι διαστάσεις ενός ηχοπετάσματος, δηλαδή το ύψος του και το μήκος του, είναι από τα πιο σημαντικά δεδομένα για την επιτυχία του. Επίσης, στο ηχοπέτασμα πρέπει η μεταδιδόμενη ενέργεια, είτε δια μέσου αυτού του ίδιου του ηχοπετάσματος, είτε δια μέσου της περίθλασης, να είναι η ελάχιστη δυνατή, ώστε να έχει τα απαιτούμενα αποτελέσματα.

7.4 Μεταλλικά Ηχοπετάσματα

Η ευχρηστία αυτών των ηχοπετασμάτων (εικόνα 3) οφείλεται στη χρήση πανέλων είτε από γαλβανισμένη χαλυβδολαμαρίνα ή από φύλλο αλουμινίου¹. Οι ηχοαπορροφητικές του επιδόσεις εξασφαλίζονται με την χρήση στην όψη του διάτρητων φύλλων και την τοποθέτηση, στο εσωτερικό του ηχοαπορροφητικού υλικού από θερμοσυγκολλητές ίνες πολυεστέρα ή ορυκτοβάμβακα. Η φέρουσα κατασκευή είναι από γαλβανισμένες διατομές μορφοσίδηρου. Είναι κατάλληλο σε αυτοκινητόδρομους όπως και σε σιδηρόδρομους, βιομηχανικές εγκαταστάσεις κ.λπ. Πλεονέκτημά τους η ευελιξία, το χαμηλό κόστος, το μικρό ίδιο βάρος, η μεγάλη αντοχή και διάρκεια τους. Συνοδεύονται και από σύστημα ασφαλείας για την συγκράτηση των πανέλων στη θέση τους σε περίπτωση πρόσκρουσης αυτοκινήτων.

¹ Iselco hellas ε.π.ε , πρότυπο κέντρο ηχομονωτικών εφαρμογών .

LSE-1000/2000/3000



εικόνα 3:Μεταλλικό ηχοπέτασμα

Ηχομονωτική Ικανότητα $R_w > 36$ dB

Hz	125	250	500	1000	2000	4000
$\alpha >$	0,45	0,80	0,95	0,90	0,80	0,72

7.4.1 Ξύλινα Ηχοπετάσματα

Το ηχοαπορροφητικό και ηχομονωτικό πάνελ αποτελείται από συμπαγές ξύλινο πλαίσιο που στο εσωτερικό του τοποθετείται στρώμα ηχοαπορροφητικού υλικού¹. Η εμπρόσθια όψη του αποτελείται από ξύλινα στοιχεία ημικυλινδρικής διατομής, σε μικρή απόσταση μεταξύ τους ώστε να σχηματίζουν διάτρητη επιφάνεια. Η πίσω όψη του είναι συμπαγής. Όλα τα ξύλινα τμήματα είναι από πεύκο που έχει υποστεί εμποτισμό υπό πίεση με ανόργανα άλατα (χαλκού, χρωμίου και βορίου) που δεν ξεπλένονται από τη βροχή.

¹ Iselco hellas ε.π.ε, πρότυπο κέντρο ηχομονωτικών εφαρμογών.

Ηχομονωτική Ικανότητα $R_w > 36\text{dB}$

Hz	125	250	500	1000	2000	4000
$\alpha >$	0,45	0,80	0,95	0,90	0,80	0,72

7.4.2 Διαφανή Ηχοπετάσματα

Τα διαφανή ηχοπετάσματα (εικόνα 4) αποτελούνται από πλάκες PMMA (πολυμεθυλμετακρυλικές), πολυκαρβονικές ή γυάλινες αντιβανδαλικές¹.

Οι γυάλινες πλάκες φέρουν ενίσχυση με ενδιάμεσο φύλλο PVB και είναι συνολικού πάχους 12χιλιοστών. Οι πλάκες μπορεί να είναι αντιθαμβωτικές και χρωματισμένες. Οι διαστάσεις τους υπολογίζονται σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις ηχομόνωσης και μηχανικής αντοχής του πετάσματος. Η φέρουσα κατασκευή είναι από γαλβανισμένες διατομές μορφοσιδήρου.



εικόνα 4: Διαφανές ηχοπέτασμα

Ηχομονωτική Ικανότητα με πλάκες PMMA $R_w > 24\text{ dB}$

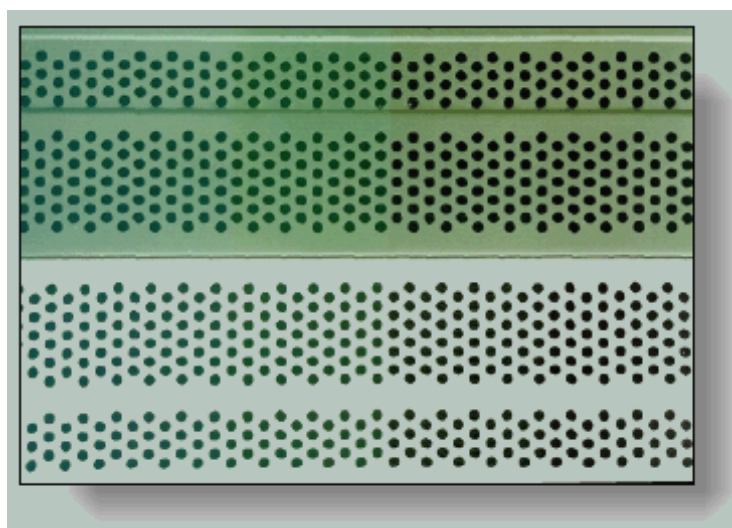
Ηχομονωτική Ικανότητα με πλάκες από γυαλί $R_w > 32\text{ dB}$

Ηχομονωτική Ικανότητα με πλάκες πολυκαρβονικές $R_w > 24\text{ dB}$

¹ Iselco hellas ε.π.ε πρότυπο κέντρο ηχομονωτικών εφαρμογών

7.4.3 Ηχοπετάματα από ανακυκλωμένο πλαστικό

Το πανέλο (εικόνα 5) είναι ένα πλαίσιο από θερμοδιαμορφωμένο υλικό που κατά ένα μεγάλο μέρος προέρχεται από την ανακύκλωση οικιακών απορριμάτων. Κάθε πανέλο είναι αυτοφερόμενο και αποτελείται από ένα συνδεδετικό πλαίσιο, ένα συμπαγές φύλλο πλαστικού στην πίσω όψη του και ένα διάτρητο στη πλευρά του θορύβου. Οι οπές είναι κυκλικές, διαμέτρου 40 χιλιοστών και καλύπτουν το 43% της επιφάνειας του και προσδίδουν στο πέτασμα υψηλές ακουστικές αποδόσεις. Έχει μεγάλη αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία, σε θερμικό και μηχανικό σοκ και παρουσιάζει μεγάλη χρωματική σταθερότητα.



εικόνα 5: Ηχοπέτασμα από ανακυκλωμένο πλαστικό

Ηχομονωτική Ικανότητα $R_w > 32,5\text{dB}$

Hz	125	250	500	1000	2000	4000
$\alpha >$	1,09	1,01	1,13	0,96	0,82	0,75

7.4.4. Ηχοπετάσματα DIFRACTA

Το ηχοπέτασμα “DIFRACTA” αποτελείται από πλαίσιο και πίσω όψη κατασκευασμένη από φύλλο χαλύβδινης λαμαρίνας ή αλουμινίου¹. Η εμπρόσθια όψη του, συντίθεται από συμπαγή και διάτρητα οριζόντια φύλλα λαμαρίνας έτσι ώστε η κατακόρυφη διατομή τους να έχει μορφή πριονωτή. Το ηχοαπορροφητικό υλικό τοποθετείται οριζόντια πάνω από τα διάτρητα φύλλα. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η εξαιρετική ηχοαπορροφητική συμπεριφορά του, η προστασία του υλικού από τη βροχή και έχει ένα ευχάριστο αισθητικό αποτέλεσμα λόγω της περσιδωτής όψης του η οποία επιπλέον αποτρέπει την αισθητική του υποβάθμιση με αφισοκόλληση και γκράφιτι.

Ηχομονωτική Ικανότητα $R_w > 29dB$

Hz	125	250	500	1000	2000	4000
$\alpha >$	0,35	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70

7.5 Μέτρα ηχοπροστασίας στην είσοδο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου επί της Ιερά οδού

Όπως παρατηρήθηκε από το αποτέλεσμα των μετρήσεων του θορύβου στο χώρο του κεντρικού κτιρίου της Πρυτανείας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών υπάρχει αυξημένος θόρυβος, κάτι το οποίο δημιουργεί πρόβλημα στη διεξαγωγή των εκπαιδευτικών εργασιών που λαμβάνουν χώρα εκεί. Παρακάτω αναφέρονται προτεινόμενες λύσεις για την μείωση του θορύβου:

- **Κάλυψη της Ιεράς Οδού στο σημείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου**

Η κάλυψη αυτή μπορεί να γίνει με ειδική κλειστή κατασκευή (τούνελ), η οποία διαθέτει ηχοαπορροφητικά χαρακτηριστικά, που δεν επιτρέπουν την “απόδραση” του θορύβου εκτός αυτού.

Σαφώς πρόκειται για την πιο δαπανηρή λύση μιας και προϋποθέτει πολλές μελέτες τοπογραφικού, μηχανικού και λοιπού περιεχομένου, αλλά και υπέρογκο κατασκευαστικό κόστος. Βεβαίως, αποτελεί την καλύτερη λύση καθώς τέτοιου είδους

¹ Iselco hellas ε.π.ε, πρότυπο κέντρο ηχομονωτικών εφαρμογών.

κατασκευές είναι σαν να “εξαφανίζουν” τον δρόμο από την περιοχή ενδιαφέροντος. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να αυξηθεί θεαματικά η ηχομείωση¹.

- **Ηχομονωτικοί τάπητες στους δρόμους**

Επιτυγχάνουν μείωση μέχρι και 6 ντεσιμπέλ σε σχέση με τον συμβατικό τάπητα για ελαφρά οχήματα σε ταχύτητες από 40 έως 120 χλμ./ώρα. Μάλιστα, το οδόστρωμα αποσβένει όχι μόνο τον θόρυβο ελαστικού-δρόμου, αλλά και τον θόρυβο που παράγεται από άλλα μέρη του οχήματος.

- **Μεταλλικά Ηχοπετάσματα.**

Εκτός από το γεγονός ότι η ηχομονωτική ικανότητά τους είναι $R_w > 36$ dB, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ανάμεσα σε άλλα διαθέτουν ευελιξία, το κόστος τους είναι χαμηλό συγκριτικά με άλλες μεθόδους, ενώ έχουν μεγάλη αντοχή και διάρκεια.

- **Ηχοπετάσματα από ανακυκλώσιμο πλαστικό**

Παρά το γεγονός ότι η ηχομονωτική ικανότητα των ξύλινων ηχοπετασμάτων είναι $R_w > 36$ dB, θα προτιμηθούν τα αντίστοιχα από ανακυκλωμένο υλικό, καθαρά για περιβαλλοντικούς λόγους.

Αν και η ηχομονωτική ικανότητα των τελευταίων είναι $R_w > 32,5$ dB, θα πρέπει να επισημανθεί ότι είναι κατασκευασμένα από θερμοδιαμορφωμένο υλικό που κατά ένα μεγάλο μέρος προέρχεται από την ανακύκλωση οικιακών απορριμμάτων, πράγμα που είναι απολύτως σύμφωνα με το οικολογικό πνεύμα της εποχής.

¹ Μελέτη “Μέτρα Ηχοπροστασίας από τον Οδικό Κυκλοφοριακό Θόρυβο” των ακαδημαϊκών Γ. Μπάμνιος και Α. Τροχίδης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – Συμπεράσματα

Ζούμε σε μια εποχή όπου το κυρίαρχο μέσο μεταφοράς είναι τα τετράτροχα και τα δίκυκλα οχήματα. Κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει τη σημασία τους στην καθημερινότητα του μέσου ανθρώπου, όπως και κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει τις συνέπειες που προκαλεί η εκτεταμένη χρήση τους, ιδίως σε ευαίσθητες περιοχές των αστικών πόλεων.

Χαρακτηριστική περίπτωση τουλάχιστον για την πρωτεύουσα είναι το παράδειγμα που εξετάστηκε σε αυτή την πτυχιακή εργασία, δηλαδή η Ιερά Οδός, ένας από τους βασικότερους οδικούς άξονες της Αθήνας, και ιδιαίτερα η περιοχή όπου στεγάζεται το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Μέσα από αυτή τη μελέτη φαίνεται, όπως άλλωστε αποδείχθηκε και από τις τιμές των μετρήσεων των επιπέδων του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, ότι το συγκεκριμένο ακαδημαϊκό ίδρυμα είναι τοποθετημένο σε μια ήδη φορτισμένη περιοχή της πρωτεύουσας, ενώ μας δόθηκε η δυνατότητα να κατανοήσουμε τις συνέπειες του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου αλλά και να ανακαλύψουμε μέτρα για την αντιμετώπισή του.

Ένα σημαντικό στοιχείο που παρουσιάστηκε πάντως στην μελέτη αυτή και θα πρέπει να επισημανθεί, αποτελεί το γεγονός ότι ο θεωρητικός υπολογισμός του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου δεν αρκεί για τον υπολογισμό του συνολικού θορύβου μιας περιοχής, μιας και υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση των επιπέδων του.

Πάντως, με τη χρήση της τεχνολογίας, δηλαδή με κατασκευές που τελικά καλυτερεύουν την ποιότητα διαβίωσης και εργασίας καθώς και μετρητικά όργανα, μπορούμε να ελέγξουμε και να διαχειριστούμε το θόρυβο. Πρωταρχικό ρόλο, βέβαια, οφείλει να λάβει από τη μία πλευρά το κράτος, αλλά και ο ίδιος ο πολίτης.

Τα αυτοκίνητα κινούνται μέσα σε κατοικημένες περιοχές χωρίς να σέβονται ποτέ τα όρια ταχύτητας και χωρίς σχεδόν ποτέ να ελέγχονται γι' αυτό. Αντίστοιχα, τα δίκυκλα συνηθίζουν να παραβιάζουν τα όρια ταχύτητας, συνδράμουν στην αύξηση της ηχορύπανσης με τις “τροποποιημένες” εξατμίσεις, ενώ συχνά παρατηρείται και έλλειψη κυκλοφοριακής αγωγής.

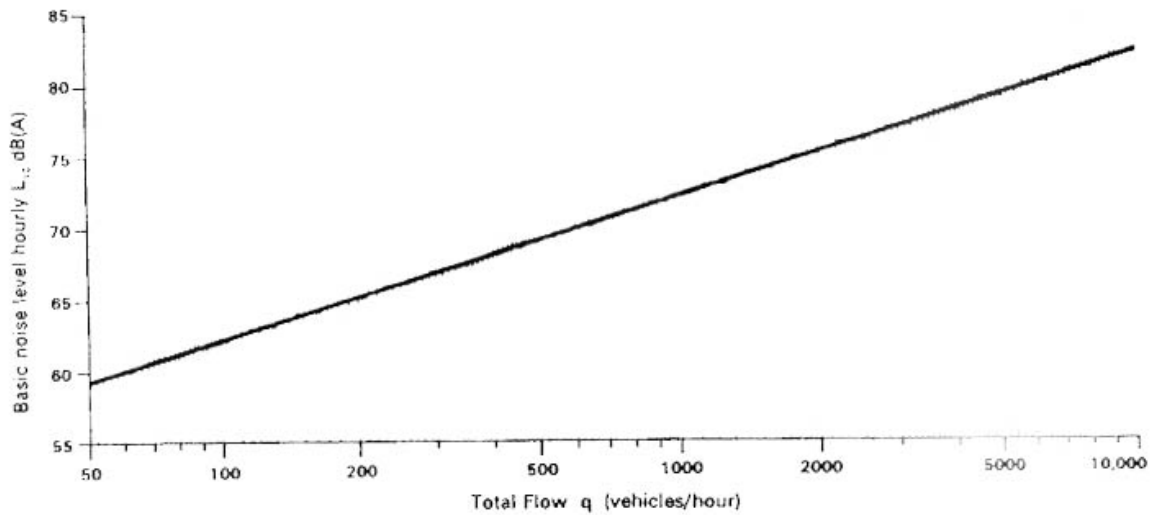
Η Πολιτεία, από την άλλη, οφείλει να θεσπίζει νόμους οι οποίοι θα είναι ευεργετικοί για τη μείωση του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, αλλά και να εργάζεται συνεχώς, μέσα από έργα και ειδικές μελέτες, για την αντιμετώπισή του.

Κυρίως όμως, η Πολιτεία θα πρέπει να καταβάλει τις απαραίτητες προσπάθειες έτσι ώστε στο εξής και όπου είναι δυνατόν να μπορεί να προλαμβάνει φαινόμενα οδικού κυκλοφοριακού θορύβου, ιδίως σε περιοχές που το πρόβλημα του θορύβου δεν έχει ακόμα παρουσιαστεί έντονα. Είναι χαρακτηριστικό άλλωστε, ότι παρότι οι δρόμοι των πόλεων αδυνατούν να σηκώσουν τον διαρκώς αυξανόμενο κυκλοφοριακό φόρτο και παρότι η μέση ωριαία ταχύτητα στην Αθήνα είναι τόση όση και η ταχύτητα του πεζού δεν λαμβάνεται κανένα μέτρο για εναλλακτικές μορφές μετακίνησης (ποδηλατόδρομοι, πεζόδρομοι κ.λ.π.). Τόσο η εκπαίδευση των πολιτών για τη σωστή χρήση των οχημάτων τους, όσο και η δημιουργία κατασκευών έτσι ώστε να αποφευχθεί πιθανός οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος, θα οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 - Παραρτήματα

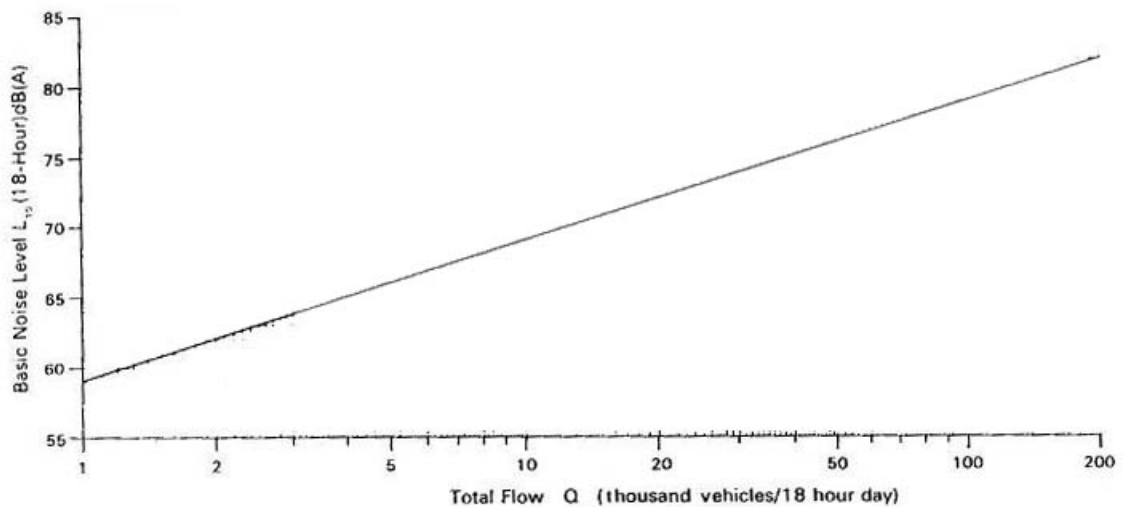
9.1 Διαγράμματα - charts

Chart 2 PREDICTION OF BASIC NOISE LEVEL HOURLY L_{10} IN TERMS OF TOTAL HOURLY FLOW q
($V = 75$ km/h, $p = 0$, $G = 0$).



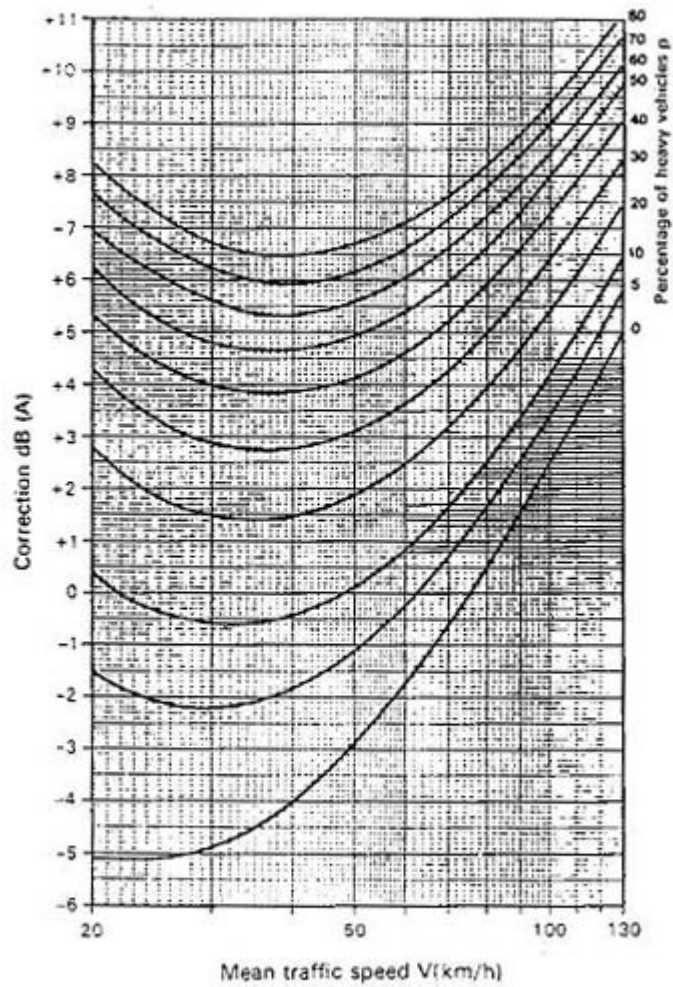
$$\text{Basic noise level hourly } L_{10} = 42.2 + 10 \log_{10} q \text{ dB(A)}$$

Chart 3 PREDICTION OF BASIC NOISE LEVEL L_{10} (18 HOUR) IN TERMS OF TOTAL 18-HOUR FLOW Q
($V=75$ km/h, $p=0$, $G=0$)



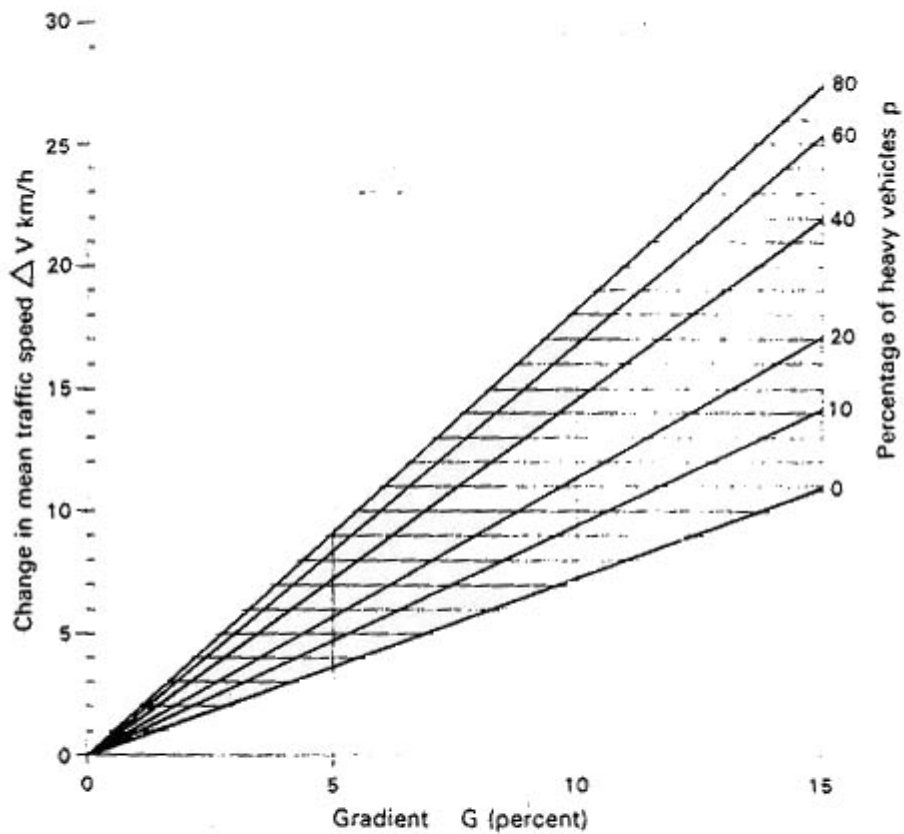
$$\text{Basic noise level } L_{10} \text{ (18 - hour)} = 29.1 + 10 \log_{10} Q \text{ dB(A)}$$

Chart 4 CORRECTION FOR MEAN TRAFFIC SPEED V AND PERCENTAGE HEAVY VEHICLES p



$$\text{Correction} = 33 \text{ Log} \left(V + 40 + \frac{500}{V} \right) + 10 \text{ Log} \left(1 + \frac{5p}{V} \right) - 68.8 \text{ dB(A)}$$

Chart 5 CHANGE IN MEAN TRAFFIC SPEED ΔV IN TERMS OF THE PERCENTAGE HEAVY VEHICLES p AND GRADIENT G (percent).



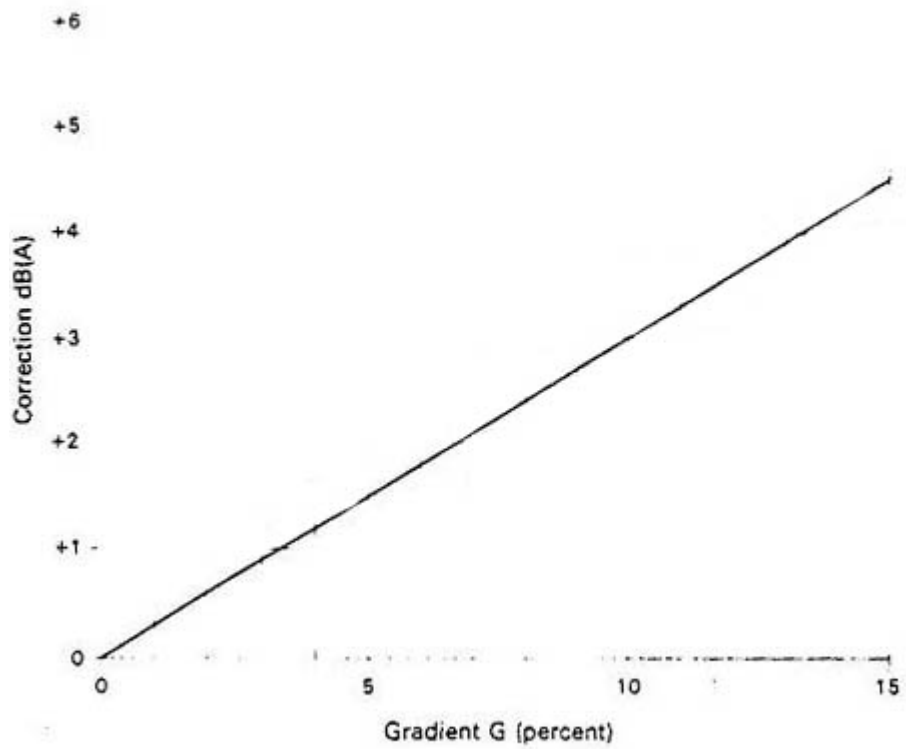
$$\Delta V = \left[0.73 + \left(2.3 - \frac{1.15p}{100} \right) \frac{p}{100} \right] \times G \text{ km/h.}$$

N.B. (i) To be used only when the mean traffic speed has been estimated from the class of road, para. 14.3

(ii) Not applicable to downward flows in the case of:

- a. Carrageways treated separately (see para. 13.1)
- b. One way traffic schemes.

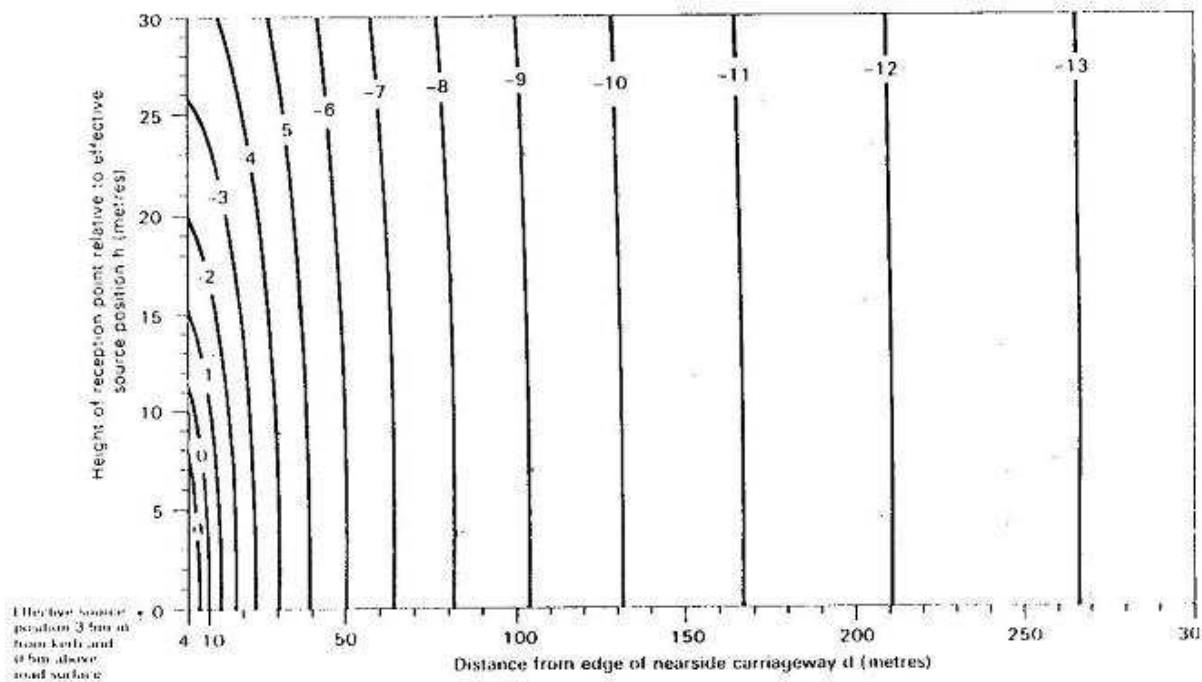
Chart 6 CORRECTION FOR GRADIENT G



Correction = 0.3 G dB(A)

Chart 7

CORRECTION FOR DISTANCE AS A FUNCTION OF HORIZONTAL DISTANCE FROM EDGE OF NEARSIDE CARRIAGEWAY d AND THE RELATIVE HEIGHT BETWEEN THE RECEPTION POINT AND THE EFFECTIVE SOURCE POSITION h .



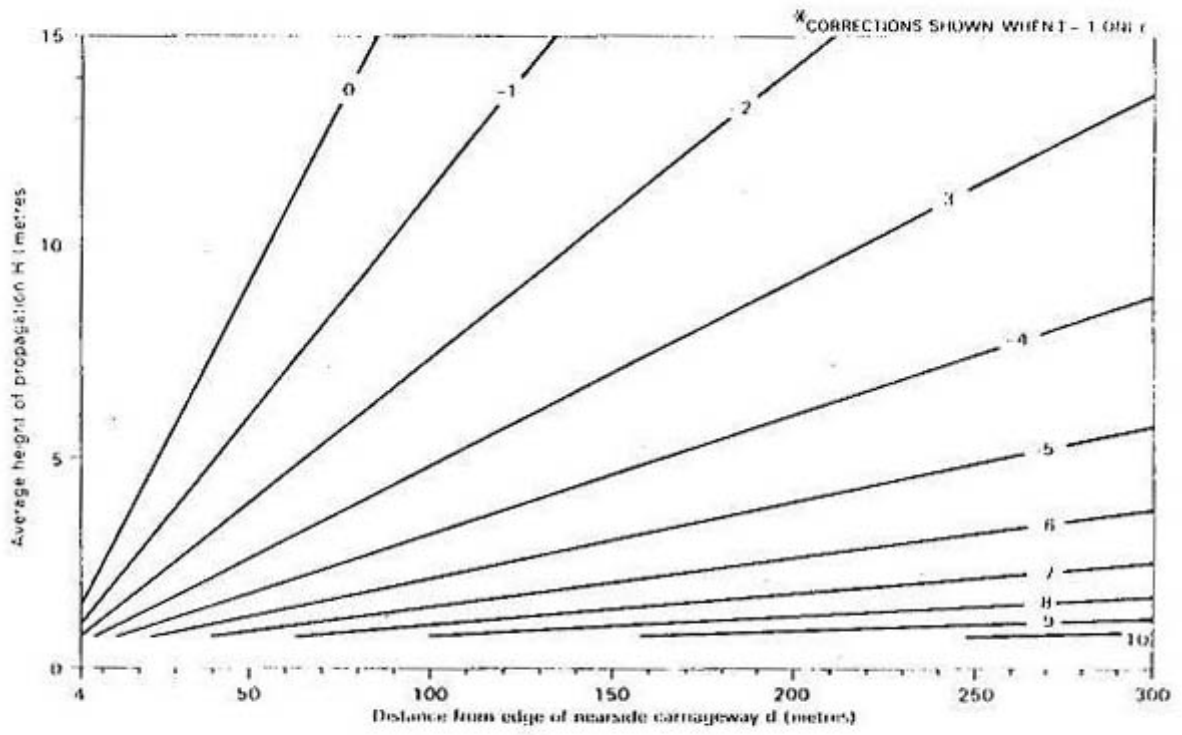
Correction = $10 \log_{10} (d/13.5)$ dB(A)

where d = shortest slant distance from the effective source position

= $\sqrt{(d + 3.5)^2 + h^2}$

Valid for $d \geq 4$ metres

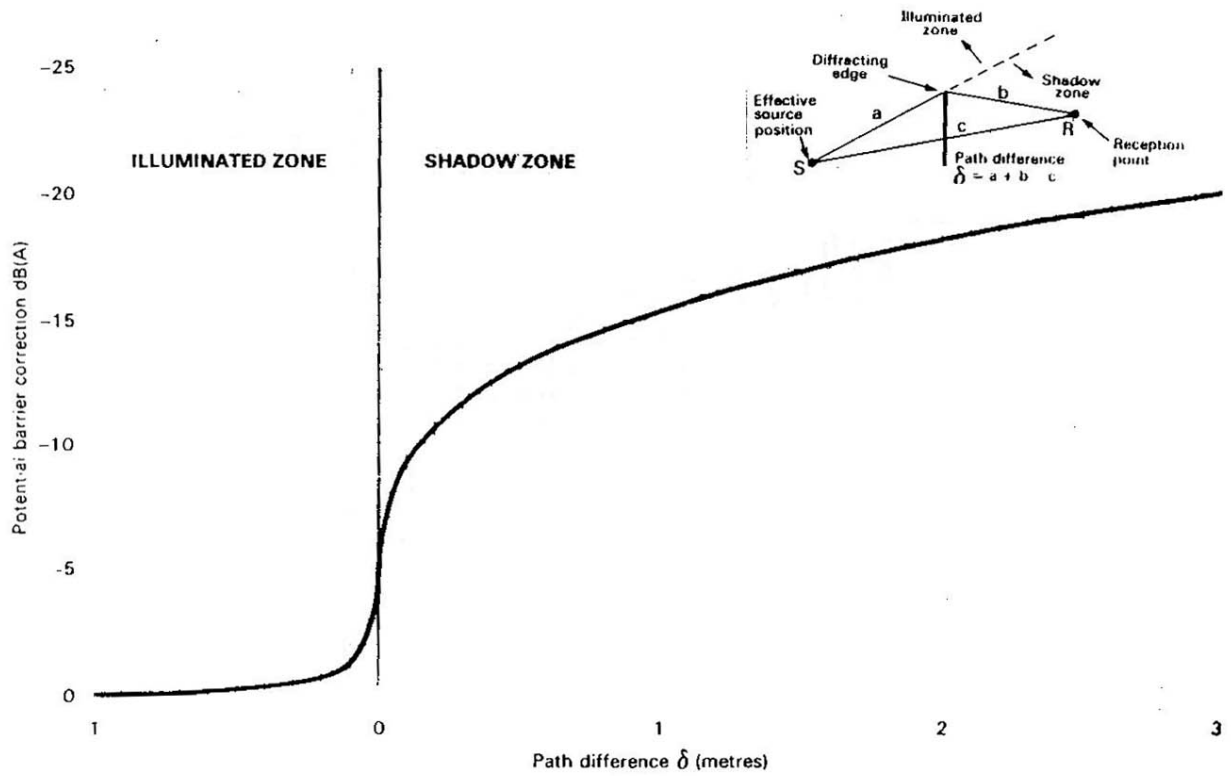
Chart 8 CORRECTION FOR GROUND ABSORPTION AS A FUNCTION OF HORIZONTAL DISTANCE FROM EDGE OF NEAR-SIDE CARRIAGEWAY d , THE AVERAGE HEIGHT OF PROPAGATION H AND THE PROPORTION OF ABSORBENT GROUND I



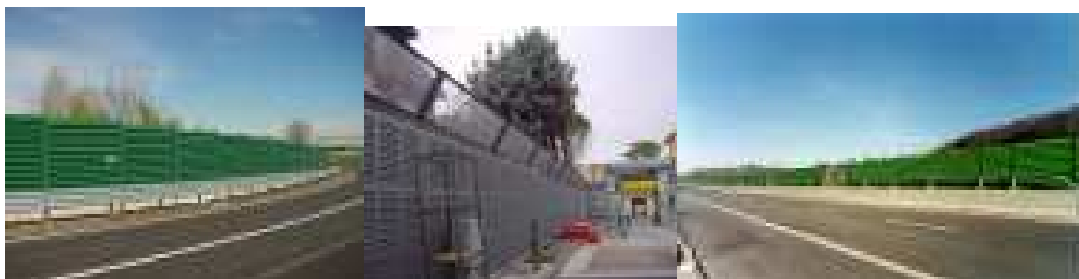
For $H \leq \frac{d+5}{6}$	CORRECTION = $5.21 \log_{10} \left(\frac{6H+5}{d+3.5} \right)$ dB (A)
For $H = 0.75$	CORRECTION = $5.21 \log_{10} \left(\frac{3}{d+3.5} \right)$ dB (A)
For $H = \frac{d+5}{6}$	CORRECTION = 0

Valid for $d \geq 4$ metres

Chart 9 POTENTIAL BARRIER CORRECTION AS A FUNCTION OF PATH DIFFERENCE δ



9.2 Φωτογραφίες



Εικόνα 6: Εφαρμογή των ηχοαπορροφητικών διατάξεων σε δρόμο



Εικόνα 7: Ιερά Οδός στο ύψος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου



Εικόνα 8: Είσοδος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου, επί της Ιερά Οδού



Εικόνα 9: Αποψη του Γεωπονικού Πανεπιστημίου



Εικόνα 10: Κεντρικό διάζωμα επί της Ιερά Οδού



Εικόνα 11: Άποψη του Γεωπονικού Πανεπιστημίου

9.3.1 Βιβλιογραφία – Πηγές

- “Εφαρμοσμένη Ακουστική”, Δ. Σκαρλάτος, Εκδόσεις “Φιλομάθεια”, Αθήνα 2002
- “Πρακτικά 1ου Συνεδρίου του Ελληνικού Ινστιτούτου Ακουστικής (Ελ.Ιν.Α.)”, Πάτρα 2002
- “A factorial model for traffic noise prediction”, Τ. Ζακυνθινός, Σ. Πολυχρονόπουλος και Δ. Σκαρλάτος, πρακτικά 3ου Συνεδρίου Ελ.Ιν.Α., Ηράκλειο 2006
- “Calculation of Road Traffic Noise”, Department of Transportation, Welsh Office (HSMO), G. Britain.
- “Εγχειρίδιο Ακουστικής”, F. Alton Everest, Εκδόσεις “Τζιόλα”, Θεσσαλονίκη 1998
- “Μέτρα ηχοπροστασίας από τον οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο”, Γ. Μπάμνιος και Α. Τροχίδης, πρακτικά 2ου Συνεδρίου Ελ.Ιν.Α., Θεσσαλονίκη 2004
- Iselco hellas ε.π.ε, Πρότυπο Κέντρο Ηχομονωτικών Εφαρμογών

9.3.2 Ιστοσελίδες πληροφοριών θορύβου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

- Διαδικτυακή Πύλη της Ευρωπαϊκής Ενώσεως,
<http://europa.eu.int/comm/environment/noise/>
- Coordination of European Research for Advanced Transport Noise Mitigation,
<http://www.calm-network.com>
- Imagine-Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment,
<http://www.imagine-project.org>

9.3.3 Κυβερνητικές ιστοσελίδες πληροφοριών θορύβου

- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων,
<http://www.minenv.gr>
- Εθνικό Δίκτυο Πληροφοριών Περιβάλλοντος (Ε.Δ.Π.Π.),
http://hermes.edpp.gr/entry_thorivos.htm

9.3.4 Μη κυβερνητικές ιστοσελίδες πληροφοριών θορύβου από την Ελλάδα

- Πρόγραμμα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης για την “Ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα θορύβου και καταπολέμησης του θορύβου, με έμφαση στις συνθήκες των μεσογειακών χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης,
www.noise-pollution.gr

9.3.5 Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης – Τύπος

- Εφημερίδα “τα Νέα”, άρθρα στις 24/05/2004 και στις 17/03/2007,

www.tanea.gr

- Εφημερίδα “Ελευθεροτυπία” άρθρα στις 15/01/2008, 02/02/2008 και 14/07/2008,
www.enet.gr
- Εφημερίδα “Καθημερινή”, άρθρο στις 30/09/2001,
www.kathimerini.gr