



2019

ΒΑΣΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Πανταζάκας Κωνσταντίνος
ΑΕΜ 760

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	1
Πίνακας Περιεχομένων Εικόνων	2
Abstract	3
Εισαγωγή	4
Κεφάλαιο 1: Γενικά στοιχεία για τον ήχο.....	5
1.1 Γενικά Περί Θορύβου	5
1.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά θορύβου	5
1.1.2 Μέτρηση θορύβου	6
1.1.4 Επιπτώσεις στον άνθρωπο	8
Κεφάλαιο 2: Γενικά στοιχεία του περιβαλλοντικού θορύβου	10
2.1 Γενικά για τον περιβαλλοντικό θόρυβο	10
2.1.1 ΠΘ από οδικές μεταφορές κάθε είδους	10
2.1.2 ΠΘ από αεροπορικές μεταφορές.....	11
2.1.3 ΠΘ από σιδηροδρομικές μεταφορές	11
Κεφάλαιο 3: Νομοθεσία σχετικά με το θόρυβο	12
3.1 Πράσινη Βίβλος – Green paper	12
3.2 Κανονισμός σχετικά με τον περιβαλλοντικό θόρυβο	12
3.3 Νόμος σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος	14
3.4 Νόμος σχετικά με τη θέσπιση επιτρεπόμενων ορίων	14
3.5 Νόμος σχετικά με τον περιορισμό της ηχορύπανσης.....	15
Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία μετρήσεων θορύβου και παραδείγματα.....	17
4.1 Δείκτες μέτρησης θορύβου.....	17
4.1.1 Δείκτης L_{den}	17
4.1.2 Δείκτης LA_{eq}	18
4.2 Μέτρησης θορύβου με ηχόμετρα.....	18
4.3 Χαρτογράφηση κυκλοφοριακού θορύβου - Παραδείγματα	20
Κεφάλαιο 5: Στρατηγικές και μέτρα αντιμετώπισης οδικού κυκλοφοριακού θορύβου	24
5.1 Ηχομόνωση κτιρίων.....	24
5.2 Ηχοπετάσματα.....	24
5.3 Ηχομονοτικό οδόστρωμα	26
5.4 Χρήση κατάλληλης φύτευσης	26
5.5 Ανάπτυξη οδηγικής παιδείας	27
Συμπεράσματα	28

Βιβλιογραφία	29
--------------------	----

Πίνακας Περιεχομένων Εικόνων

Εικόνα 1: Ενδεικτικές Εντάσεις Ήχων	7
Εικόνα 2: Όρια ακουστών ήχων	8
Εικόνα 3 Χάρτης Χαρτογράφησης κυκλοφοριακού θορύβου σε περιοχή της Αθήνας	13
Εικόνα 4 Ενδεικτικό Ηχόμετρο	19
Εικόνα 5 Χαρτογράφηση Θορύβου σε αεροδρόμιο	21
Εικόνα 6 Χαρτογράφηση περιφερειακής οδού Θεσσαλονίκης	22
Εικόνα 7 Χάρτης Θορύβου στον αστικό ιστό της Αθήνας	23
Εικόνα 8 Γυάλινο ηχοπέτασμα Πηγή: alphacoustic.com	25
Εικόνα 9 Ξύλινο ηχοπέτασμα Πηγή: odotechniki.com	26
Εικόνα 10 Αστικό πράσινο – Μέσο ηχομόνωσης Πηγή: athensvoice.gr	27

Περίληψη

Σε αυτή την ερευνητική εργασία, θα αναλυθεί η έννοια του θορύβου ως γενικό φαινόμενο και ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζει την καθημερινότητα του ανθρώπου σε θεωρητικό επίπεδο. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος ταλανίζει την βιώσιμη ανάπτυξη της σύγχρονης πόλης. Πόσο σημαντικό είναι όμως το πρόβλημα και ποιοι είναι οι τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος; Απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα θα δοθούν μελετώντας τις συνέπειες του προβλήματος. Θα γίνει μια αναφορά στα βασικά χαρακτηριστικά του και στη συνέχεια θα γίνει ανάλυση όλων των μορφών του περιβαλλοντικού θορύβου. Αρχικά θα εξεταστεί ο θόρυβος ως γενικό φαινόμενο, ο τρόπος με τον οποίο διαδίδεται καθώς και οι επιπτώσεις του στον άνθρωπο, προκειμένου να γίνει πλήρως κατανοητή η έννοια του. Προχωρώντας θα αναλυθεί η έννοια του περιβαλλοντικού θορύβου ο οποίος και θα μας απασχολήσει και θα αναλυθούν οι πηγές του από κάθε είδος μεταφορικού μέσου. Χρήσιμο εργαλείο και βασικό χαρακτηριστικό της εργασίας αποτελεί η χαρτογράφηση του θορύβου και θα μελετηθεί το πως είναι δυνατόν να δώσει λύσεις στο πρόβλημα του. Παρακάτω, θα αναλυθεί το ευρωπαϊκό και ελληνικό θεσμικό πλαίσιο σχετικά με τον πληθυσμιακό θόρυβο, ενώ θα παρουσιαστούν τα μοντέλα πρόβλεψης του καθώς και οι συνηθέστεροι δείκτες μέτρησης του. Κλείνοντας, θα τονιστούν ορισμένες στρατηγικές αντιμετώπισης των παραπάνω φαινομένων κυκλοφοριακού θορύβου και εν κατακλείδι θα γίνει μια εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι αρνητικές συνέπειες του θορύβου πρέπει να αποτελέσουν κίνητρο για την βάσιμη αντιμετώπιση του. Βάσει αυτού, βασικός στόχος της εργασίας, είναι να εξεταστούν παραδείγματα χαρτογράφησης θορύβου και να αξιολογηθεί το κατά πόσο είναι δυνατόν να δώσει λύση στο πρόβλημα μια τέτοια διαδικασία.

Abstract

In this research work, we will analyze the concept of noise as a general phenomenon and how it affects human daily life on a theoretical level. Environmental noise oscillates the sustainable development of the modern city. But how important is the problem, and what are the ways to deal with it? Answers to the above questions will be given by studying the consequences of the problem. A reference will be made to its basic features and then all forms of environmental noise will be analyzed. Initially, noise will be considered as a general phenomenon, the way it is propagated, and its effects on humans, in order to fully understand its meaning. Going forward, we will analyze the concept of environmental noise which will concern us and analyze its sources from every type of means of transport. A useful tool and key feature of the work is noise mapping and will study how it can provide solutions to its problem. Below, the European and Greek institutional framework for population noise will be analyzed, with its prediction models as well as its most common measurement indicators. conclusions. The negative effects of noise must be an incentive to justify it. On this basis, the main objective of this work is to examine examples of noise mapping and to evaluate the feasibility of such a process.

Εισαγωγή

Η ηχορύπανση αποτελεί ένα από τα σημαντικά προβλήματα των μεγάλων πόλεων της Ελλάδας, με αναμενόμενες αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων. Συγκεκριμένα, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας, τα επίπεδα θορύβου στα οποία εκτίθενται οι κάτοικοι της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, είναι μέχρι και διπλάσια από αυτά που προτείνονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (**typosthes, 2016**). Στον κατάλογο οδών με τα μεγαλύτερα επίπεδα θορύβου φαίνεται να βρίσκονται κατά σειρά, η λεωφόρος Αλεξάνδρας στην Αθήνα, η οδός της Τιμισσκή στο κέντρο της Θεσσαλονίκης και η λεωφόρος Κηφισίας στο ύψος των Αμπελοκήπων στην Αθήνα. Σημαντικό στατιστικό στοιχείο για την πόλη της Θεσσαλονίκης είναι ότι ένα ποσοστό κοντά στο 30% εκτίθεται σε επίπεδα θορύβου μεγαλύτερα των 75 ντεσιμπέλ κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Παρόμοια προβλήματα παρατηρούνται και σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση, όπου ένας στους τέσσερις ευρωπαίους πολίτες επηρεάζεται από την συνεχόμενη κυκλοφοριακή ηχορύπανση. Αναλογικά πάντα με τον πληθυσμό της, η Ελλάδα είναι από τα κράτη με τα περισσότερα αυτοκίνητα πανευρωπαϊκά καθώς κυκλοφορούν συνολικά 5.126.024 επιβατικά αυτοκίνητα, αριθμός ο οποίος αυξάνεται στα 6,2 εκατομμύρια εάν συμπεριλάβουμε και τα επαγγελματικά οχήματα (λεωφορεία-φορτηγά) (**lifo, 2019**). Τα παραπάνω κάνουν επιτακτική την ανάγκη για άμεση λήψη μέτρων από τους αρμόδιους φορείς για την αντιμετώπιση του θορύβου.

Στόχος της ερευνητικής εργασίας είναι αρχικά να κατανοηθεί θεωρητικά η έννοια του θορύβου, το μέγεθος των προβλημάτων που προκαλεί και να εκτιμηθούν οι συνέπειες του. Θα δοθεί έμφαση στη μελέτη του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου και στους διάφορους εναλλακτικούς τρόπους αντιμετώπισης του προβλήματος. Βασικός άξονας μελέτης, θα είναι η χαρτογράφηση του περιβαλλοντικού θορύβου από παραδείγματα εφαρμογής και θα γίνει αξιολόγηση των συμπερασμάτων που μπορούν να βγουν από χάρτες θορύβου.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναφερθούν κάποια βασικά θεωρητικά στοιχεία που σχετίζονται με την έννοια του ήχου γενικά. Ακόμη θα αναφερθούν και οι αρνητικές συνέπειες του στον άνθρωπο. Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται μια θεωρητική ανάλυση του φαινομένου του περιβαλλοντικού θορύβου παρουσιάζοντας τα βασικά χαρακτηριστικά του, τον τρόπο με τον οποίο διαδίδεται, ενώ ακόμη θα εξεταστούν σαν πηγές θορύβου οι οδικές, οι σιδηροδρομικές και οι αεροπορικές μεταφορές. Στο τρίτο κεφάλαιο θα γίνει μια εκτενής ανάλυση της υφιστάμενης νομοθεσίας σχετικά με το θόρυβο, τόσο της ελληνικής αλλά κυρίως της ευρωπαϊκής νομοθεσίας με την οποία εναρμονίζεται συνήθως και η ελληνική. Στο τέταρτο κεφάλαιο, θα γίνει εισαγωγή στη χαρτογράφηση του θορύβου, με την ανάλυση των δεικτών, των μοντέλων πρόβλεψης και των μέσων που χρησιμοποιούνται και είναι ευρέως διαδεδομένοι για τη μέτρηση του θορύβου. Κλείνοντας, στο πέμπτο κεφάλαιο θα αναλυθούν οι τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος ενώ θα βγουν και χρήσιμα συμπεράσματα στο τέλος.

Κεφάλαιο 1: Γενικά στοιχεία για τον ήχο

1.1 Γενικά Περί Θορύβου

1.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά θορύβου

Αρχικά, ως 'ήχος' (Abdurrahman et al., 2009) ονομάζεται κάθε μεταβολή της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα που είναι ικανός να ερεθίσει το ακουστικό όργανο.

Η έννοια «θόρυβος» εμπεριέχει κάθε ακουστικό ήχο, ο οποίος είναι δυσάρεστος και προκαλεί δυσάρεστες καταστάσεις στο αυτί και προκαλεί πλήθος προβλημάτων, όπως είναι η δυσκολία στην επικοινωνία, στην ξεκούραση, στον ύπνο, ακόμα και σε μεγαλύτερης κλίμακας προβλήματα όπως είναι ακόμα και η απώλεια ακοής.

Μια μελέτη από ομάδα εργασίας της WHO, (Berglund et al., 1999) έδειξε ότι σε ένα υποβαθμισμένο περιβάλλον δημιουργούνται κάποια συγκεκριμένα προβλήματα από ηχορύπανση. Σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα τα προβλήματα είναι τα εξής:

- Άμεσες όσο και σωρευτικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του πληθυσμού (ενόχληση, παρεκκλίσεις συμπεριφοράς, ψυχολογικές επιπτώσεις που σχετίζονται με stress, παρεμβολή στην επικοινωνία, προβλήματα στην ανάσπαση, τον ύπνο κλπ.
- Αρνητικές επιπτώσεις έχει και στις μελλοντικές γενιές, που σχετίζονται με δημιουργία υποβαθμισμένου περιβάλλοντος διαβίωσης, κοινωνικά και μαθησιακά προβλήματα, παρεμπόδιση της ανάπτυξης κλπ
- Κοινωνικές, οικονομικές και αισθητικές επιπτώσεις, όπως κοινωνική απομόνωση, υποβάθμιση γειτονιών, απαξίωση αξίας κτιρίων κλπ.

Ως 'θόρυβος', ορίζεται ως ο κάθε είδους ανεπιθύμητος ήχος. Σε αυτή την εργασία θα ασχοληθούμε με την περίπτωση του περιβαλλοντικού θορύβου. Πηγές θορύβου εντοπίζονται παντού, όπως στους χώρους εργασίας, στο δρόμο αλλά και μέσα στην κατοικία μας. Πηγές κοινά αποδεκτές ως θόρυβος είναι τα μηχανοκίνητα μέσα μεταφοράς, μηχανήματα οδοποιΐας και κατασκευής οικοδομών, αλλά και οικιακές συσκευές όπως τα κλιματιστικά, ο καυστήρας πετρελαίου κ.α. Αυτό το είδος θορύβου επιδρά τις περισσότερες φορές αρνητικά στην καθημερινότητα του ανθρώπου, χωρίς αυτό να ισχύει κατ' ανάγκη σε όλες τις περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα όταν ακούμε ίσως το κύμα της θάλασσας ή την μουσική (Μαραγκός, 2005).

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά του θορύβου είναι η ένταση και η συχνότητα. Η συχνότητα μας δείχνει τον αριθμό των συγκεκριμένων δονήσεων στο αυτί ανά τον χρόνο και μετριέται σε Hertz. Ο θόρυβος που μπορεί να αντιληφθεί ο άνθρωπος είναι στην περιοχή από 16 μέχρι 20.000 Hertz. Η ένταση του ήχου είναι η ενέργεια που μεταφέρει το ηχητικό κύμα ανά μονάδα χρόνου και επιφανείας και εκφράζεται ως το μέσο εύρος των κυμάτων ηχητικής πίεσης. Μεγαλύτερο εύρος κυμάτων σημαίνει μεγαλύτερη ένταση του ήχου. Συνήθως η ένταση του ήχου αναφέρεται ως στάθμη ηχητικής πίεσης (Lp) μετρημένη σε ντεσιμπέλ. Η στάθμη ηχητικής πίεσης δίνεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$L_p = 10 \log (p/p_0)^2$$

1.1.2 Μέτρηση θορύβου

Για να γίνει μια φυσική ανάλυση του ήχου (Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2002), πρέπει να αναφερθεί ότι τα χαρακτηριστικά του ήχου, περιλαμβάνουν την ένταση, τη συχνότητα και τη χροιά του. Ως μονάδα μέτρησης της ηχητικής έντασης χρησιμοποιείται ο όρος decibel (σε συντομογραφία dB) το οποίο είναι λογαριθμική μονάδα και εκφράζει το επίπεδο της ηχητικής πίεσης και δίδεται από τον τύπο:

$$L_p = 20 \log P/P_0 \text{ [dB]}$$

Όσον αφορά τις φυσικές ιδιότητες των ηχητικών κυμάτων, τα ηχητικά κύματα προκύπτουν από τη δόνηση στερεών αντικειμένων ή από το διαχωρισμό ρευστών καθώς περνούν από κάποιο στερεό αντικείμενο. (Veslind et al., 1988), Η παραπάνω δόνηση ή ο διαχωρισμός προκαλεί μεταβαλλόμενες συμπίεσεις και αποσυμπίεσεις στον περιβάλλοντα αέρα που παρομοιάζεται με τον τρόπο που ένα έμβολο πάλλεται μέσα σε ένα σωλήνα.

Η χρήση του dB ως μονάδα μέτρησης οφείλεται στο γεγονός ότι το ανθρώπινο αυτί μπορεί να ανιχνεύσει ηχητικές πιέσεις που κυμαίνονται από $2 \cdot 10^{-5}$ N/m² (pascal), το όριο της ακοής, έως πάνω από 200 N/m², το όριο του πόνου. Αυτό το ευρύ φάσμα οδήγησε στη χρήση λογαριθμικής κλίμακας για την έκφραση των ηχητικών πιέσεων (Wang et al., 1979)

Προκειμένου να γίνει μια πρώτη εξοικείωση με την παραπάνω μονάδα μέτρησης, πρέπει να αναφερθεί ότι ένας ήχος που μόλις ακούγεται έχει στάθμη ηχητικής πίεσης της τάξεως των 20dB, ενώ ένας ήχος που φτάνει ένα ηχητικό όργανο στα όρια του πόνου είναι της τάξεως των 134dB.

Στην εικόνα 1 παρατίθεται ένας πίνακας με ενδεικτικές εντάσεις ήχων:

Εικόνα 1: Ενδεικτικές Εντάσεις Ήχων

COMMON NOISE SOURCES

Outdoor Noise Sources	Noise Level (Decibels)	Indoor Noise Sources
	110	Rock Band
Jet Flyover at 1,000 Feet	100	Inside Subway Train (NY)
Gas Lawn Mower at 3 Feet		
Diesel Truck at 50 Feet	90	Food Blender at 3 Feet
Noisy Urban Daytime	80	Garbage Disposal at 3 Feet, Shouting at 3 Feet
Gas Lawn Mower at 100 Feet	70	Vacuum Cleaner at 10 Feet
Commercial Area		Normal Speech at 3 Feet
	60	
		Large Business Office
Quiet Urban Daytime	50	Dishwasher, Next Room
Quiet Urban Nighttime	40	Small Theater, Large Conference Room (Background)
Quiet Suburban Nighttime		Library
	30	
Quiet Rural Nighttime		Bedroom at Night, Concert Hall (Background)
	20	
		Broadcast and Recording Studio
	10	Threshold of hearing
	0	

Πηγή: <https://www.roads.maryland.gov/Index.aspx?PageId=827>

1.1.3 Διάδοση θορύβου

Στον αέρα (European Commission, 1996), ο ήχος διαδίδεται με διαμήκη κύματα, τα οποία δημιουργούν το αίσθημα της ακοής όταν φτάσουν στο αισθητήριο της ακοής. Τα εγκάρσια κύματα δεν μπορούν να διαδοθούν στα αέρια, διότι τα αέρια στρώματα είναι κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης και δεν αντιδρούν σε τάσεις ολίσθησης, παρά μόνο σε τάσεις συμπίεσης. Τα κύματα ως επί το πλείστον είναι αρμονικά και όταν δεν είναι, μπορούν να αναλυθούν σε αρμονικά με την χρήση των εξισώσεων Fourier. Τα διαμήκη κύματα αποτελούνται από τοπικές μεταβολές της πίεσης του αέρα. Τα μόρια του αέρα είναι αυτά που ευθύνονται στη διαφορά της διάδοσης. Η πίεση του αέρα ανέρχεται πάνω από την ατμοσφαιρική πίεση, και κατόπιν ελαττώνεται κάτω από αυτήν εκτελώντας αρμονική

ταλάντωση με την ίδια συχνότητα που ταλαντώνονται τα μόρια του αέρα. Ανάλογα με την μορφή που έχει το μέτωπο κύματος, τα ηχητικά κύματα κατηγοριοποιούνται σε σφαιρικά, κυλινδρικά, κ.ο.κ.. Η μέγιστη διαφορά της στιγμιαίας πίεσης από την ατμοσφαιρική που προκαλείται από το ηχητικό κύμα ονομάζεται πλάτος πίεσης. Οι μεταβολές της πίεσης που οφείλονται στην διάδοση των ηχητικών κυμάτων στην ακουστική περιοχή των συχνοτήτων, είναι ταχείες, δεν συμβαίνει ροή θερμότητας από το περιβάλλον σε ένα στοιχείο όγκου και οι μεταβολές της πίεσης θεωρούνται αδιαβατικές, (αν και σε μερικές περιπτώσεις ειδικά σε χαμηλές συχνότητες θεωρούνται ισόθερμες).

Οι συχνότητες των ηχητικών κυμάτων κυμαίνονται από 10 έως Hz χωρίς αυτά τα όρια να είναι σαφή. Στην εικόνα 2 παρουσιάζονται τα όρια ακουστών συχνοτήτων.

Εικόνα 2: Όρια ακουστών ήχων

	<u>Όρια ακουστών ήχων</u>
Άνθρωπος	16Hz -20000Hz
Σκύλος	15Hz -50000Hz
Γάτα	60Hz -65000Hz
Τζιτζίκας	100Hz -15000Hz
Δελφίνι	150Hz -150000Hz
Νυχτερίδα	1000Hz -120000Hz

πηγη: (European Commission, 1996)

Για τους παραπάνω παράγοντες μπορούμε να εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα:

- Ο ήχος έχει μεγαλύτερη ταχύτητα στο ζεστό αέρα παρά στον κρύο διότι έχει μεγαλύτερη πυκνότητα.
- Ο ήχος ταξιδεύει με μεγαλύτερη ταχύτητα σε υλικά με μεγάλο μέτρο ελαστικότητας όπως μέταλλα και ειδικά ο χάλυβας.

1.1.4 Επιπτώσεις στον άνθρωπο

Ένας από τους βασικότερους παράγοντες περιβαλλοντικής υποβάθμισης αποτελεί ο θόρυβος. Δυσχεραίνει την ποιότητα της ζωής και σήμερα έχει επαρκώς τεκμηριωθεί ότι οι επιπτώσεις που επιδέχεται σήμερα ο άνθρωπος από τον θόρυβο χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: σε φυσιολογικές και ψυχολογικές. (Berglund et al, 1999)

Βλάβη στην ακοή

Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία, έχει αποδειχτεί ιατρικά, ότι η συνεχής έκθεση σε υψηλά επίπεδα θορύβου προκαλεί πλήθος προβλημάτων στο σύστημα ακοής του ανθρώπου. Αυτές μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με το μέγεθος της έκθεσης που μπορεί να κυμαίνονται από ένα απλό βουιτό, μέχρι και οριστική απώλεια ακοής. Ένας ισχυρός θόρυβος μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα, όπως ελάττωση της ακουστικής οξύτητας. Ωστόσο με την

απομάκρυνση από την πηγή του θορύβου το ακουστικό όργανο μπορεί να επανέλθει στην αρχική φυσιολογική κατάσταση του.

Η συνεχής, όμως, παραμονή σε χώρους με αυξημένους θορύβους μπορεί να προκαλέσει μόνιμα αποτελέσματα που μπορεί αρχικά να είναι η μείωση της ακουστικής οξύτητας και στη συνέχεια να εξελιχθεί σε μόνιμη κώφωση (Berglund et al, 1999).

Ψυχολογικές επιδράσεις

Στο ψυχολογικό κομμάτι, είναι γνωστές οι επιδράσεις του θορύβου στο νευρικό σύστημα. μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην ψυχική υγεία του ανθρώπου και στη δημιουργία χρόνιων προβλημάτων stress (άγχους). Εξίσου σημαντικό είναι να αναφερθεί, ότι δυσχεραίνει την κατάσταση ανθρώπων με συγκεκριμένα προβλήματα, που δηλαδή έχουν ήδη κάποια αρρώστια. Έτσι σε τελική ανάλυση, η ενόχληση από τον θόρυβο επηρεάζει και την ικανότητα απόδοσης των ανθρώπων σε οποιονδήποτε τομέα, είτε επαγγελματικό είτε παραγωγικό, με τελικό αποτέλεσμα την υποβάθμιση και μείωση απόδοσης της Εθνικής Οικονομίας. Από την άλλη μεριά η απουσία θορύβου δημιουργεί πάλι ψυχολογικό πρόβλημα γιατί δημιουργείται η αίσθηση του κενού, και κάνει το άτομο να αισθάνεται χαμένο, απομονωμένο. Αλλωστε αυτή η απομόνωση δεν έκανε τα βύσματα και τις ωτοασπίδες δημοφιλή μέσα ηχοπροστασίας (Berglund et al, 1999).

Άλλες επιδράσεις

Ο θόρυβος μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες και σε διάφορες λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος και του οργανισμού του. Μπορεί να προκαλέσει στομαχικές διαταραχές, αρτηριακή πίεση καθώς και ορμονικές διαταραχές στα έμβρυα εγγύων γυναικών. Επίσης, κατά τη διάρκεια του ύπνου μπορούν να υπάρξουν πολλές διαταραχές. Η ενόχληση γίνεται είτε με διακοπή του ύπνου, είτε με μεταβολή των σταδίων του ύπνου είτε ακόμη με αύξηση του χρόνου που απαιτείται για να αποκοιμηθεί ο άνθρωπος. Συμπτώματα όπως η κόπωση, η νευρικότητα και η μειωμένη απόδοση είναι εμφανή (Berglund et al, 1999).

Κεφάλαιο 2: Γενικά στοιχεία του περιβαλλοντικού θορύβου

2.1 Γενικά για τον περιβαλλοντικό θόρυβο

Σύμφωνα με την απόφαση και την οδηγία 2002/49/ΕΚ, ως περιβαλλοντικός συγκοινωνιακός θόρυβος *“ορίζονται όλοι οι ανεπιθύμητοι ή επιβλαβείς θόρυβοι στις αστικές και περιαστικές περιοχές και στο ύπαιθρο, που δημιουργούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες, στον τομέα των συγκοινωνιακών υποδομών και πιο συγκεκριμένα από τη λειτουργία των οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών μεταφορών.”*

Ο κυκλοφοριακός θόρυβος κατηγοριοποιείται σε κατηγορίες με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Ειδικότερα χωρίζεται σε τρεις πηγές κυκλοφοριακού θορύβου:

- Θόρυβο από οδικές μεταφορές
- Θόρυβος από αεροπορικές μεταφορές
- Θόρυβος από σιδηροδρομικές μεταφορές

Ο θόρυβος από οδικές μεταφορές (ΥΠΕΚΑ, 2010) αφορά την κίνηση των οχημάτων (Ι.Χ. , δίκυκλα, βαρέα οχήματα) σε αστικές και υπεραστικές περιοχές. Εξαρτάται από τον όγκο του κυκλοφοριακού φόρτου, ο οποίος κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες κατά την μετάβαση και επιβίβαση στον χώρο εργασίας δηλαδή, αυξάνεται σημαντικά αλλά και από τα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος (κλίση, επιφάνεια οδοστρώματος, ισόπεδοι κόμβοι). Το είδος ακόμη των οχημάτων που κινούνται (βαρέα οχήματα, δίκυκλα,) και η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα οχήματα επηρεάζει κατά πολύ το μέγεθος της όχλησης και σε συνδυασμό με τον θόρυβο από κορναρίσματα το πρόβλημα διογκώνεται. Η ενόχληση από τον αστικό οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο αποτελεί τον πλέον διαδεδομένο καθώς σύμφωνα με έρευνες της Ε.Ε. ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος προκαλεί όχληση στο 1/4 του πληθυσμού των ανεπτυγμένων χωρών της Ευρώπης. Επίσης κατά τις τουριστικές περιόδους λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης πληθυσμού η κύρια αιτία ενόχλησης αποτελεί επίσης ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος προκαλώντας προβλήματα. Τέλος, αποτελεί την πιο συνηθισμένη μορφή θορύβου εντός της πόλης και είναι η κατηγορία θορύβου για την οποία έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένα μέτρα αντιμετώπισης, τα οποία όμως θα αναπτυχθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

2.1.1 ΠΘ από οδικές μεταφορές κάθε είδους

Ο θόρυβος από οδικές μεταφορές αφορά την κίνηση των οχημάτων (Ι.Χ. , δίκυκλα, βαρέα οχήματα) σε αστικές και υπεραστικές περιοχές. Εξαρτάται από τον όγκο του κυκλοφοριακού φόρτου, ο οποίος κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες κατά την μετάβαση και επιβίβαση στον χώρο εργασίας δηλαδή, αυξάνεται σημαντικά αλλά και από τα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος (κλίση, επιφάνεια οδοστρώματος, ισόπεδοι κόμβοι). Το είδος ακόμη των οχημάτων που κινούνται (βαρέα οχήματα, δίκυκλα,) και η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα οχήματα επηρεάζει κατά πολύ το μέγεθος της όχλησης και σε συνδυασμό με τον θόρυβο από κορναρίσματα το πρόβλημα διογκώνεται. Η ενόχληση

από τον αστικό οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο αποτελεί τον πλέον διαδεδομένο καθώς σύμφωνα με έρευνες της Ε.Ε. ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος προκαλεί όχληση στο 1/4 του πληθυσμού των ανεπτυγμένων χωρών της Ευρώπης. Επίσης κατά τις τουριστικές περιόδους λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης πληθυσμού η κύρια αιτία ενόχλησης αποτελεί επίσης ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος προκαλώντας προβλήματα. Τέλος, αποτελεί την πιο συνηθισμένη μορφή θορύβου εντός της πόλης και είναι η κατηγορία θορύβου για την οποία έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένα μέτρα αντιμετώπισης, τα οποία όμως θα αναπτυχθούν σε επόμενο κεφάλαιο (Οδηγία 2002/49/ΕΚ, 2002).

2.1.2 ΠΘ από αεροπορικές μεταφορές

Ο θόρυβος που προκαλείται από τα αεροπλάνα επηρεάζει μεγάλο αριθμό κατοίκων παγκοσμίως. Η όχληση που δημιουργείται επηρεάζεται από το μέγεθος και την χρήση του αεροδρομίου (πχ ένα αεροδρόμιο διεθνούς χαρακτήρα είναι μεγαλύτερο από ένα τοπικού και επομένως επηρεάζει περισσότερο). Ο αριθμός, η συχνότητα και το είδος των αεροσκαφών επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την όχληση, η οποία επίσης επηρεάζεται και από την θέση του αεροδρομίου σε σχέση με τις κατοικημένες περιοχές. Στις περιοχές κοντά σε αεροδρόμια λαμβάνονται ειδικά μέτρα πρόληψης και προστασίας για την μείωση της όχλησης οι οποίες αναλύονται παρακάτω. Αποτελεί μια από τις πιο οξείες πηγές θορύβου μιας και επηρεάζει το βιοτικό επίπεδο σε μεγάλο βαθμό, σε κατοικίες που βρίσκονται κοντά σε περιοχές αεροδρομίων (Κορμανιώτης, 2012).

2.1.3 ΠΘ από σιδηροδρομικές μεταφορές

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές συνεχώς εξαπλώνονται με αποτέλεσμα να έρχονται σε συχνότερη επαφή με ολόένα και μεγαλύτερο πληθυσμό κατοίκων, οι οποίοι ενοχλούνται από τον θόρυβο που προκαλείται. Στις σιδηροδρομικές μεταφορές, η συχνότητα κίνησης δεν είναι τόσο μεγάλη όσο στις αεροπορικές και οδικές μεταφορές ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι δεν δημιουργείται όχληση. Η όχληση που δημιουργείται εξαρτάται από την κατάσταση του τρένου (συντήρηση, παλαιότητα), τον αριθμό των βαγονιών καθώς όσα περισσότερα τόσο εντονότερη και με μεγαλύτερη διάρκεια είναι η όχληση που προκαλείται. Επίσης η ταχύτητα που αναπτύσσεται παίζει σημαντικό ρόλο και όσο μεγαλύτερη τόσο μεγαλύτερος είναι και η όχληση που δημιουργείται, όπως επίσης και η ώρα διέλευσης καθώς συγκεκριμένες ώρες της ημέρας (πρωινές ώρες, ώρες κοινής ησυχίας) το πρόβλημα του θορύβου πολλαπλασιάζεται. Ωστόσο, οι σιδηροδρομικές μεταφορές είναι μια πηγή συγκοινωνιακού θορύβου, που αν και κυμαίνεται σε μεγάλα ποσοστά, δεν επηρεάζει σε τόσο μεγάλο βαθμό, μιας και καταλαμβάνει κυρίως περιφερειακές περιοχές με μειωμένο ποσοστό κατοικιών (Clausen, 2012).

Κεφάλαιο 3: Νομοθεσία σχετικά με το θόρυβο

3.1 Πράσινη Βίβλος – Green paper

Η πράσινη βίβλος, είναι το πρώτο θεσμοθέτημένο πλάνο-όργανο της ΕΕ, το οποίο εκδόθηκε στις 4/11/1996. Κύριος στόχος της ήταν να αναδείξει κάθε πηγή περιβαλλοντικού θορύβου, να οριοθετήσει τους στόχους της ΕΕ σχετικά με τις εκπομπές θορύβου πανευρωπαϊκά και να προσδιορίσει κάποιες μεθόδους μετρήσεων της έκθεσης σε θόρυβο. Οι εκτιμήσεις είναι ότι ο αριθμός των Ευρωπαίων πολιτών που εκτίθενται σε μη αποδεκτά επίπεδα θορύβου ήταν 80 εκατομμύρια, δηλαδή περίπου το 20% του πληθυσμού της τότε ΕΕ. Επίσης, 170 εκατομμύρια πολίτες ζούσαν σε γκρί περιοχές, δηλαδή σε περιοχές όπου η όχληση από τον θόρυβο έφτανε δυσάρεστα επίπεδα (European Commission, 1996).

Επίσης, σε ότι έχει να κάνει για την δράση σχετικά με την όχληση τα επόμενα χρόνια της θέσπισης της παραπάνω βίβλου, προτάθηκαν:

- Έκδοση οδηγίας με στόχο την εναρμόνιση όλων των κρατών μελών στις μεθόδους υπολογισμού του θορύβου και την αμοιβαία ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη δημιουργία χαρτών θορύβου και την παροχή της πληροφορίας στο κοινό
- Δράσεις για λήψη μέτρων αντιμετώπισης του κυκλοφοριακού θορύβου και πιο συγκεκριμένα τον θόρυβο που προέρχεται από λάστιχα αυτοκινήτων και πρόταση για επιχορήγηση οδοστρωμάτων με στόχο την μείωση του θορύβου.
- Θέσπιση ορίων στις εκπομπές θορύβου στη σιδηροδρομική συγκοινωνία και εναρμόνιση της Κοινοτικής νομοθεσίας και ελάφρυνση της φορολογίας με στόχο την επέκταση σιδηροδρομικών γραμμών υψηλής ταχύτητας
- Δέσμη μέτρων στην αεροπορική συγκοινωνία που θα περιλαμβάνουν κυρίως οικονομικά κίνητρα, με στόχο την παραγωγή και προώθηση αεροσκαφών με χαμηλότερες εκπομπές θορύβου
- Γενικότερη επεξεργασία της υπάρχουσας νομοθεσίας, ώστε να θεσπιστούν συγκεκριμένα όρια θορύβου για μηχανήματα εξωτερικού χώρου και επέκταση της για την κάλυψη μεγαλύτερου εύρους οχημάτων, όπως είναι τα κατασκευαστικά μηχανήματα και τα μηχανήματα κήπου (European Commission, 1996)

3.2 Κανονισμός σχετικά με τον περιβαλλοντικό θόρυβο

Ο νόμος «2002/49/ΕΚ: σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» είναι ίσως και ο πυλώνας της ευρωπαϊκής νομοθεσίας σχετικά με την αντιμετώπιση προβλημάτων του περιβαλλοντικού θορύβου και την οποιαδήποτε ανάπτυξη όσον αφορά τον περιορισμό του. Πιο συγκεκριμένα, στοχεύει στην αντιμετώπιση του θορύβου σε δομημένους χώρους και γενικά σε χώρους εντός του οικισμού.

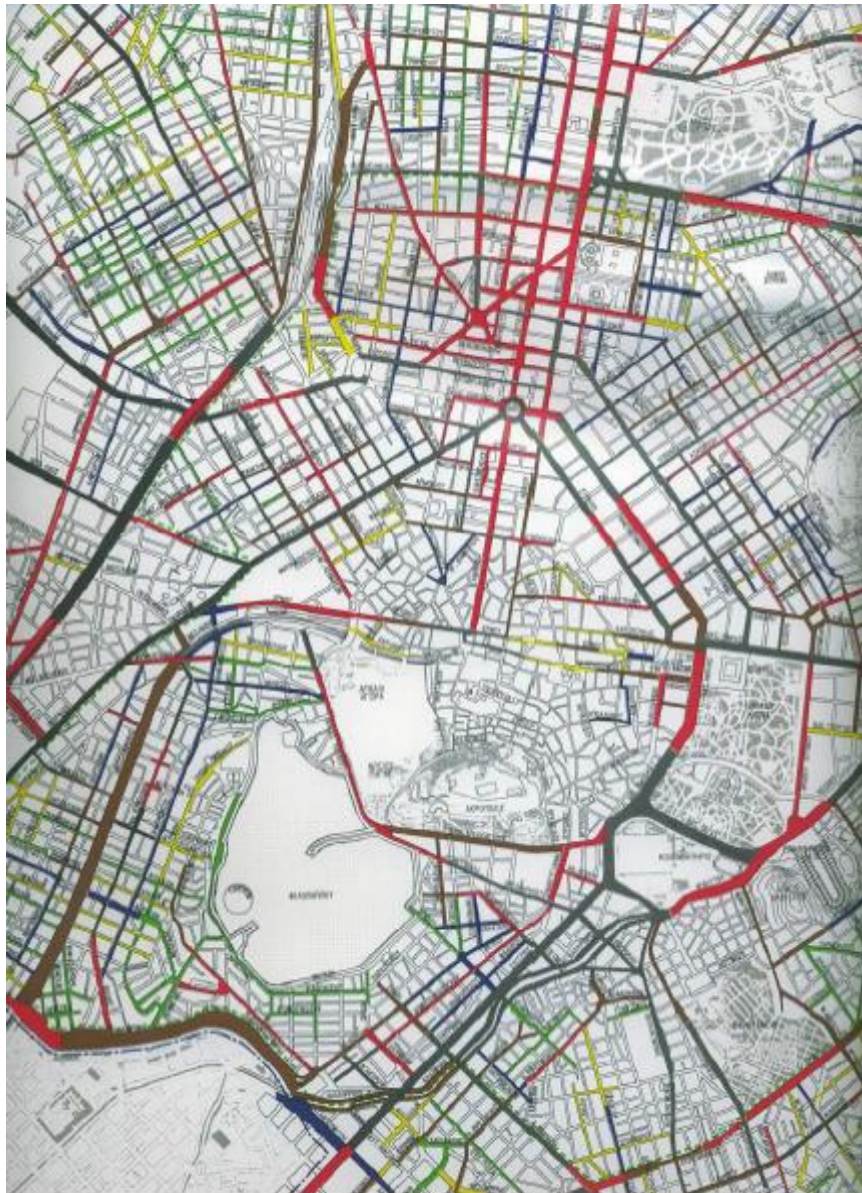
Η ολοκληρωμένη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου ήταν και ένας βασικός στόχος της οδηγίας και θα έπρεπε να επιβληθεί σε περιοχές που παρουσίαζαν συγκεκριμένο ενδιαφέρον όσον αφορά το θόρυβο, μέσω συγκέντρωσης των απαραίτητων στοιχείων θορύβου και απεικόνισης τους στην εξεταζόμενη περιοχή. Στη συνέχεια, η οδηγία μερίμνησε ώστε τα αποτελέσματα να είναι διαθέσιμα στο κοινό για περαιτέρω έρευνες, ενώ σαν αποτέλεσμα των παραπάνω μελετών στοχεύει στη θέσπιση σχεδίων δράσης, με στόχο την

πρόληψη και την καταστολή κάθε είδους δυσμενών αποτελεσμάτων που θα προέρχονταν από τον περιβαλλοντικό θόρυβο.

Σε σχέση με το συγκεκριμένο νόμο και την παραπάνω οδηγία, παρατίθεται ένα παράδειγμα εναρμόνισης με αυτή στον ελλαδικό χώρο και ειδικότερα για τις οδούς στο κέντρο των Αθηνών όπου φαίνεται ένα κομμάτι χαρτογράφησης του κυκλοφοριακού θορύβου σε αστικές περιοχές (Οδηγία 2002/49/ΕΚ, 2002).

Ο χάρτης του παραδείγματος φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 3:

Εικόνα 3 Χάρτης Χαρτογράφησης κυκλοφοριακού θορύβου σε περιοχή της Αθήνας



Στον παραπάνω χάρτη φαίνεται η διαβάθμιση της στάθμης του θορύβου σε όλους τους οδικούς άξονες με τιμές που κυμαίνονται από τα 65 dB μέχρι και τιμές πάνω από 80 dB.

3.3 Νόμος σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος

Ο νόμος 1650/86 σχετικά με τη «προστασία του περιβάλλοντος», στο άρθρο 14 του συγκεκριμένου νόμου εμφανίζεται ολόκληρο το πλαίσιο σχετικά με τη προστασία από το θόρυβο. Σε αυτό, ο θόρυβος κατατάσσεται σαν περιβαλλοντικός ρυπαντής και με προεδρικό διάταγμα «καθορίζονται οι οριακές τιμές στάθμης θορύβου και δονήσεων σε χώρους κατοικίας ή συνάθροισης κοινού και τα όρια φόρτου θορύβου σε αντιθορυβικές ζώνες με κριτήριο τον περιορισμό της ενόχλησης και κατ' επέκταση την προστασία της υγείας, καθώς και οι τρόποι μέτρησής τους» (Παρ. 1). Επίσης, από κοινού το Υπουργείο ΥΠΕΧΩΔΕ μαζί με τον αρμόδιο Υπουργό παρατίθενται συγκεκριμένοι περιορισμοί σε ότι αφορούν τα οχήματα, των οποίων η παραγωγή, η εμπορία και η χρήση τους προκαλούν ηχητική ενόχληση. Σε όλα αυτά τα οχήματα, προστίθενται και τα οχήματα που έχουν κατασκευασθεί ή εισαχθεί ήδη στην Ελλάδα, επιβάλλοντας στα τελευταία ορισμένα μέτρα και περιορισμούς (Παρ. 2). Πάλι από κοινού ΥΠΕΧΩΔΕ και αρμόδιος Υπουργός αποφασίζουν να «ορίζονται αντιθορυβικές ζώνες κατά μήκος χώρων όπου κινούνται μέσα μεταφοράς, ιδίως δρόμων, λιμανιών, αεροδρομίων, γύρω από αρχαιολογικούς χώρους ή ιστορικούς χώρους και τοπία ή γύρω από χώρους κατοικίας, ανάπαυσης, νοσηλείας, εκπαίδευσης και πολιτιστικών εκδηλώσεων» (Παρ. 6). Τέλος, σε ότι αφορά τον περιβαλλοντικό θόρυβο, η παραπάνω υπουργική απόφαση καθορίζει ότι «τα γεωγραφικά όρια της ζώνης, τα αντιθορυβικά μέτρα που πρέπει να ληφθούν, ώστε να τηρούνται οι επιτρεπόμενοι φόρτοι θορύβου όπως καθορίζονται με τα προεδρικά διατάγματα της παρ.1" (Παρ. 6). (ΦΕΚ 160/A/16-10-86, 1986)

3.4 Νόμος σχετικά με τη θέσπιση επιτρεπόμενων ορίων

Η υπουργική απόφαση 17252/92 σχετικά με το «Καθορισμό δεικτών και ανώτατων επιτρεπόμενων ορίων θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα», στοχεύει σε τρία βασικά σημεία:

1. Να καθοριστούν οι πιο κατάλληλοι και αντιπροσωπευτικοί δείκτες κυκλοφοριακού θορύβου ώστε να γίνει ποιοτική και ποσοτική αξιολόγηση
2. Να καθοριστούν τα ανώτατα επίπεδα οριακών τιμών των παραπάνω δεικτών
3. Τα βασικά γεωγραφικά όρια τα οποία θα μελετηθούν θα είναι αυτά που βρίσκονται εκατέρωθεν των οδικών και σιδηροδρομικών έργων, τα οποία θα είναι και τα έργα στα οποία θα εφαρμοστούν οι διατάξεις της παραπάνω υπουργικής απόφασης.

Στο άρθρο 2 της απόφασης αυτής καθορίζεται το πεδίο εφαρμογής της το οποίο ορίζεται από «όλους τους νέους αυτοκινητόδρομους και τις προς βελτίωση υφιστάμενων τμημάτων πραγματοποιούμενες νέες χαράξεις καθώς και τις οδούς ταχείας κυκλοφορίας μαζί με τις συνοδές τους εγκαταστάσεις και μόνο για τα τμήματα τους εκείνα που ευρίσκονται απόσταση μικρότερη η ίση των 200μ. από το κοντινότερο όριο εγκεκριμένου Σχεδίου Πόλης, της απόστασης μετρούμενης από το άκρο του καταστρώματος του οδικού άξονα ή εγκατάστασης. Για τη σαφή και εμπειριστατωμένη ανάλυση του θορύβου που προέρχεται από τα οδικά και συγκοινωνιακά έργα, στο άρθρο 3 καθορίζονται επακριβώς οι δείκτες κυκλοφοριακού θορύβου. Οι δείκτες αυτοί σύμφωνα με την απόφαση μπορεί να είναι δύο:

- Η Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη Θορύβου **Leq** (Equivalent Continuous sound Level), που εκφράζει την σταθερή εκείνη στάθμη θορύβου, η οποία σε ορισμένη χρονική περίοδο, έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού η μεταβαλλόμενου, κατά την ίδια χρονική περίοδο που για τους σκοπούς της παρούσης Απόφασης ορίζεται από 08.00 έως 20.00 ωρ. Και κατά συνέπεια ο δείκτης καθορίζεται ως Leq (8-20 ωρ.)

- Ο Δείκτης L10 (18 ώρες) που είναι η αριθμητική μέση τιμή των 18 ξεχωριστών ωριαίων τιμών του L10 (από 6.00-24.00), δηλαδή της στάθμης η οποία υπερβαίνεται κατά το 10% της αντίστοιχης χρονικής περιόδου μέτρησης.

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις μετριέται η στάθμη της ηχητικής πίεσης με μονάδα μέτρησης τα dB, ενώ στο άρθρο 4 ορίζονται να μέγιστα επιτρεπτά όρια για τους παραπάνω δείκτες και είναι:

- Τα 67 dB για τον δείκτη Leq (8-20 ωρ.)
- Και τα 70 dB για το δείκτη L10 (18 ώρες)

Οι μετρήσεις θα γίνουν σε απόσταση δύο μέτρων από τα πλησιέστερα κτίρια σε σχέση με το οδικό έργο της εκάστοτε πολεοδομικής ενότητας. Σε ειδικές περιπτώσεις που απαιτείται ειδική προστασία όπως είναι τα νοσοκομεία, σύμφωνα με το άρθρο 2 του παραπάνω νόμου, τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια θα μειώνονται κατά 5 με 10 dB ανάλογα με την υπάρχουσα κατάσταση κάθε φορά (ΦΕΚ 395/Β/19-6-92, 1992).

3.5 Νόμος σχετικά με τον περιορισμό της ηχορύπανσης

Η Κ.Υ.Α. υπ' αριθμόν 28340/2440/1992 που αφορά τα «Μέτρα για τον περιορισμό της ηχορύπανσης που προέρχεται από μοτοσυκλέτες σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις των οδηγιών 78/1015, 87/56 και 89/238/ΕΟΚ», επιχειρεί να περιορίσει την ηχορύπανση από μοτοσυκλέτες και να προσδιορίσει τα απαραίτητα μέτρα για αυτές. Πιο συγκεκριμένα, στην απόφαση αυτή καθορίζονται τα ανώτατα επίπεδα θορύβου σε dB τα οποία δεν πρέπει να υπερβαίνονται, ενώ στην απόφαση περιγράφεται αναλυτικά και η διαδικασία με την οποία θα μετρηθούν οι στάθμες θορύβου από μοτοσυκλέτες και προέρχονται από τις διατάξεις εξατμίσεως των μηχανών (ΦΕΚ 532/Β/18-8-92, 1992).

Στον πίνακα 1 παρατίθενται οι οριακές τιμές της ηχητικής στάθμης για τις μοτοσυκλέτες:

Πίνακας 1 Οριακές τιμές ηχητικής στάθμης για μοτοσυκλέτες

Κατηγορίες μοτοσυκλετών ανάλογα με τον κυβισμό (σε cm ³)	Οριακές τιμές του ηχητικού επιπέδου σε dB(A) και ημερομηνία έναρξης ισχύος για την έγκριση από εθνικής πλευράς ενός τύπου μοτοσυκλέτας	
	Όρια σε dB(A)	Ημερομηνία έναρξης ισχύος για την έγκριση από εθνικής πλευράς
≤80	75	1-Οκτ-93
>80 ≤175	77	31-Δεκ-94
>175	80	1-Οκτ-93

Στη παραπάνω διάταξη έρχεται να προστεθεί και η διάταξη της ΚΥΑ 1011/22/19-Δ/1993 σχετικά με τη «**Αντικατάσταση των διατάξεων της απόφασης Γ-20/81567/898/1988 που αναφέρονται στην αποδεκτή ηχοστάθμη και στις διατάξεις εξατμίσεως των οχημάτων με κινητήρα**»

Σε αυτή τη διάταξη υπάρχει περιορισμός για τα οχήματα βάσει της ταχύτητας τους και πιο συγκεκριμένα με βάση την ταχύτητα των 25 χιλιομέτρων ανα ώρα. Στον πίνακα 2 παρατίθενται τα όρια τα οποία δεν πρέπει να υπερβαίνονται:

Κατηγορίες οχημάτων	Τιμή σε dB(A)
Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά προσώπων και περιέχοντα μέχρι εννέα θέσεις καθήμενων, συμπεριλαμβανομένης και εκείνης του οδηγού	74
Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά προσώπων και εφοδιαμένα με άνω των εννέα θέσεις καθήμενων, συμπεριλαμβανομένης και εκείνης του οδηγού, μέγιστης επιτρεπτής μάζας άνω των 3,5 τόνων και:	
>με κινητήρα ισχύος κάτω των 150 kW	78
> με κινητήρα ισχύος τουλάχιστον 150 kW	80
Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά προσώπων και εφοδιαμένα με άνω των εννέα θέσεις καθήμενων, συμπεριλαμβανομένης και εκείνης του οδηγού, οχήματα προοριζόμενα για την μεταφορά εμπορευμάτων:	
>μέγιστης επιτρεπόμενης μάζας το πολύ 2 τόνων	76
>μέγιστης επιτρεπόμενης μάζας άνω των 2 τόνων και μέχρι 3,5 τόνους	77
Οχήματα προοριζόμενα για την μεταφορά εμπορευμάτων μέγιστης επιτρεπόμενης μάζας 'άνω των 3,5 τόνων:	77
>με κινητήρα ισχύος κάτω των 75 kW	78
>με κινητήρα ισχύος τουλάχιστον 75 kW αλλά κάτω των 150 kW	80
>με κινητήρα ισχύος τουλάχιστον 150 kW	

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία μετρήσεων θορύβου και παραδείγματα

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν τα στοιχεία που χρειάζονται για την μέτρηση του θορύβου καθώς και κάποια παραδείγματα χαρτογράφησης. Αρχικά, για να γίνει μελέτη της όχλησης πρέπει να γίνει η επιλογή του κατάλληλου δείκτη καθώς και η επιλογή του κατάλληλου οργάνου που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση.

4.1 Δείκτες μέτρησης θορύβου

4.1.1

Δείκτης L_{den}

Είναι ο νέος Ευρωπαϊκός δείκτης που σχετίζεται με την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού θορύβου και έχει αποδεδειγμένη σχέση με το βαθμό κοινής όχλησης (Οδηγία 2002/49/ΕΚ, 2002).

Ο δείκτης L μετριέται σε dB και ορίζεται από τον τύπο:

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

όπου:

- L_{day} είναι η A-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, προσδιορισμένη επί του συνόλου των περιόδων ημέρας ενός έτους,
- $L_{evening}$ είναι η A-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, προσδιορισμένη επί του συνόλου των βραδινών περιόδων ενός έτους,
- L_{night} είναι η A-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 καθορίζεται από το κράτος μέλος. Οι εξ ορισμού τιμές είναι 07.00 έως 19.00, 19.00 έως 23.00 και 23.00 έως 07.00

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) (Οδηγία 2002/49/ΕΚ, 2002).

Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται επιπλέον άλλοι δείκτες θορύβου πέρα των προαναφερθέντων, οι οποίοι αποδεικνύονται εξίσου αποτελεσματικοί. Σε περιπτώσεις όπου η πηγή θορύβου εξετάζεται για μικρό χρονικό διάστημα σε αντίθεση με τους ανωτέρω δείκτες που εξετάζουν την πηγή θορύβου για ένα έτος και σε άλλες όπου απαιτείται επιπλέον

προστασία κατά την διάρκεια ημερήσιας ή βραδινής περιόδου συχνά χρησιμοποιούνται ειδικοί δείκτες όπως είναι ο L_{eq} και ο L_{10} . Σύμφωνα με Υπουργική απόφαση (Φ.Ε.Κ. 3945/τ.Β, 1992) και συγκεκριμένα στο άρθρο 3, ο δείκτης κυκλοφοριακού θορύβου για την ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση του θορύβου που προέρχεται από οδικά και συγκοινωνιακά έργα, μπορεί να είναι είτε ο L_{eq} δηλαδή η ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου, είτε ο L_{10} .

Η ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη θορύβου L_{eq} , εκφράζει την σταθερή στάθμη του θορύβου η οποία παρουσιάζει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο σε ορισμένη χρονική περίοδο, με αυτό του πραγματικού θορύβου στην ίδια χρονική περίοδο που ορίζεται από 08:00 έως 20:00. Ο δείκτης L_{eq} μετριέται σε $dB(A)$ και έχει ανώτατα επιτρεπτά όρια τα $67 dB(A)$. Ο δείκτης L_{10} (18ώρες) αποτελεί την αριθμητική μέση τιμή για κάθε ξεχωριστή ωριαία τιμή (από 06:00 έως 24:00) δηλαδή της στάθμης η οποία υπερβαίνεται κατά το 10% της αντίστοιχης χρονικής περιόδου μέτρησης. Επίσης μετριέται σε $db (A)$ ενώ έχει ανώτατα επιτρεπτά όρια τα $70 dB(A)$. (Οδηγία 2002/49/ΕΚ, 2002)

4.1.2 Δείκτης LA_{eq}

Για να επιλέξουμε τον κατάλληλο περιγραφικό δείκτη θορύβου θα πρέπει να γνωρίζουμε τη φύση της πηγής. Υπάρχουν δεκάδες περιγραφικοί δείκτες που έχουν επινοηθεί κατά τη διάρκεια των ετών αξιολογώντας το θόρυβο σε κατοικημένες περιοχές, τον προερχόμενο από την κυκλοφορία, τα αεροσκάφη, το σιδηρόδρομο, τη βιομηχανία, την ομιλία κλπ. Ο βασικός δείκτης, με τον οποίο θα προσπαθήσουμε να αναλύσουμε τις στάθμες θορύβου που προκύπτουν από τις ηχομετρήσεις είναι ο δείκτης LA_{eq} .

Πρόκειται για την ισοδύναμη συνεχή στάθμη θορύβου που εκφράζει την στάθμη θορύβου η οποία σε ορισμένη χρονική περίοδο έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού ή μεταβαλλόμενου κατά την ίδια περίοδο. Το μετρούμενο μέγεθος είναι A-σταθμισμένη στάθμη ηχητικής πίεσης η οποία εκφράζεται σε $dB A$ ή, εν συντομία, $dB(A)$. Ο δείκτης LA_{eq} έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε πολλές μελέτες οδικού θορύβου (Φ.Ε.Κ. 3945/τ.Β, 1992).

4.2 Μέτρησης θορύβου με ηχόμετρα

Το ηχόμετρο είναι το βασικό εργαλείο μέτρησης θορύβου. Αποτελεί συσκευή καταγραφής ήχων και φέρει μικρόφωνο, ηλεκτρονικό σύστημα και οθόνη και έχει την δυνατότητα να δείχνει την ένταση του θορύβου σε συγκεκριμένη θέση σε dB . Μακροπρόθεσμα, τα ηχόμετρα χρησιμοποιούνται σε μελέτες ηχορρύπανσης και ποσοτικοποιούν κάθε είδος θορύβου.

Τα ηχόμετρα χωρίζονται σε 2 κλάσεις ανάλογα με την ακρίβεια τους. Τα ηχόμετρα κλάσης 1, είναι πιο ακριβή στις μετρήσεις τους σε σχέση με αυτά της κλάσης 2 και χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο επίπεδο συχνοτήτων κάτι που σημαίνει ότι είναι και πιο ακριβά.

Το εύρος των μετρήσεών τους κυμαίνεται από 0 έως και $140 dB_A$, ενώ η στάθμη αιχμής, η οποία εξ' ορισμού μετριέται με τη χρήση φίλτρου C (συνηθέστερα) ή Z, μπορεί να μετρηθεί για μέγιστες τιμές της στάθμης της στο διάστημα από $140 - 143 dB(C)$. Βέβαια, δεν έχουν όλα τα ηχόμετρα τη δυνατότητα να μετρήσουν στάθμες ήχου σε όλο το παραπάνω εύρος. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, το εύρος τους κυμαίνεται από την κατώτερη τιμή των $20-25 dB$ μέχρι και την τιμή των $130- 140 dB$ (ανάλογα και με το φίλτρο A, C ή Z που έχει επιλεγεί).

Επίσης, σε ορισμένα ηχόμετρα το εύρος μετρήσεών τους δεν είναι ενιαίο και καθορίζονται διάφορα διαστήματα συγκεκριμένου εύρους, π.χ. 30-100 dB ή 50-120 dB κλπ, τα οποία ο εκάστοτε χειριστής του οργάνου οφείλει να επιλέξει, ανάλογα με το είδος των μετρήσεών του.

Οι κυριότερες εφαρμογές, για τις οποίες προορίζεται η χρήση των ηχομέτρων, είναι οι ακόλουθες:

- Μέτρηση του θορύβου από τα μέσα μεταφοράς (κυκλοφοριακός, σιδηροδρομικός, αεροπορικός θόρυβος)
- Μέτρηση βιομηχανικού θορύβου
- Μέτρηση του θορύβου στο χώρο της εργασίας για την προστασία της υγείας (ακοής) των εργαζομένων
- Μελέτες ηχομόνωσης για διάφορες κατηγορίες κατασκευών
- Μέτρηση των εκπομπών θορύβου από διάφορα μηχανήματα
- Μέτρηση περιβαλλοντικού θορύβου

Εικόνα 4 Ενδεικτικό Ηχόμετρο



4.3 Χαρτογράφηση κυκλοφοριακού θορύβου - Παραδείγματα

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η μέτρηση του θορύβου και στη συνέχεια η χαρτογράφηση του είναι δυνατό να δώσει πολλές λύσεις αντιμετώπισης της κυκλοφοριακής όχλησης. Πιο συγκεκριμένα, οι χάρτες θορύβου μπορούν να συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στη λήψη αποφάσεων για την εξισορρόπηση και το μετριασμό των προβλημάτων που προκαλεί η ηχορρύπανση.

Τα δεδομένα των επιπέδων όχλησης σε dB μπορούν να εισαχθούν σε χωρικό επίπεδο και να βγουν συγκεκριμένα συμπεράσματα. Είναι δυνατόν να δημιουργηθούν ζώνες θορύβου και να εντοπιστούν ποιες περιοχές πλήττονται είτε σε μεγαλύτερο είτε σε μικρότερο βαθμό από το φαινόμενο του θορύβου. Με τα παραπάνω δεδομένα, μπορεί να χωροθετηθεί για παράδειγμα ένα νοσοκομείο ή οποιοδήποτε κτίριο έχει μεγαλύτερη ευπάθεια σε έκθεση θορύβου. Έτσι, μπορεί να γίνει οργανωμένος σχεδιασμός χρήσεων γης και καθορισμός στην κατασκευή νέων κτιρίων.

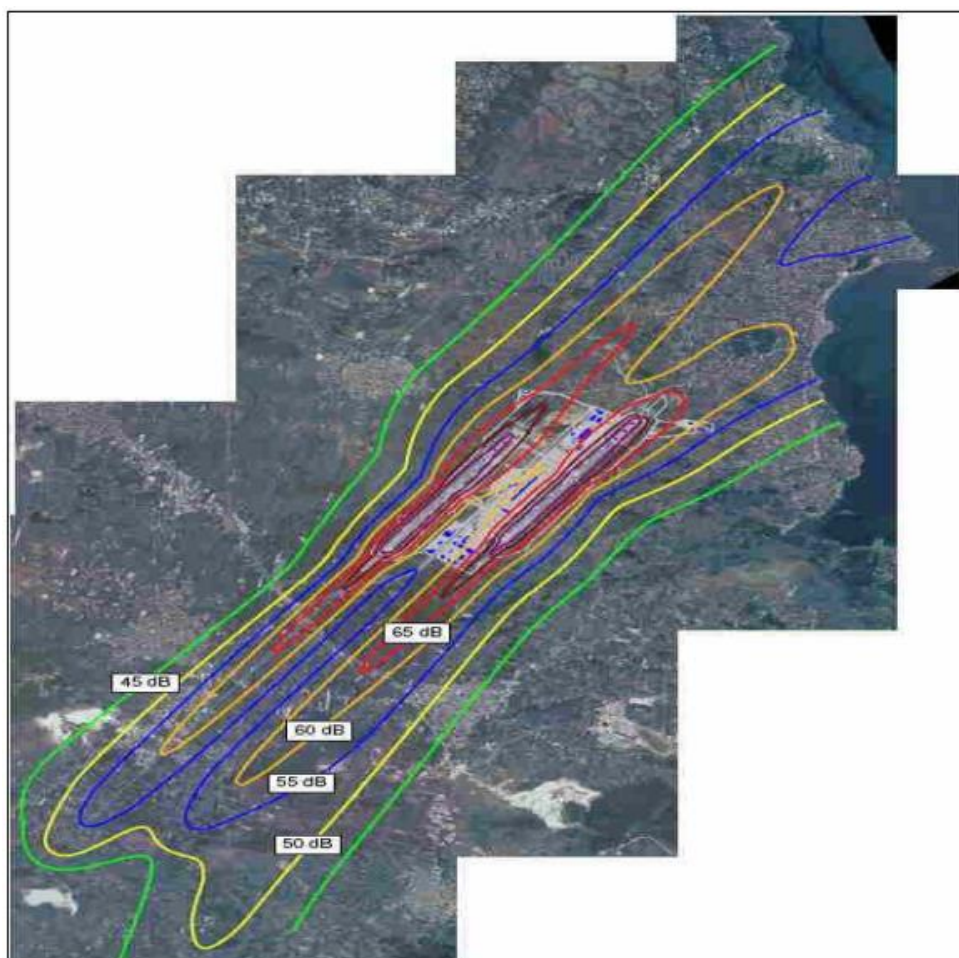
Όπως προέκυψε από μελέτη του Υπουργείου Περιβάλλοντος, μεγάλο πρόβλημα περιβαλλοντικής υποβάθμισης από τον θόρυβο, έχουν σχεδόν όλες οι αστικές περιοχές της χώρας. Το ΥΠΕΧΩΔΕ έχει πραγματοποιήσει μια σειρά προγραμμάτων χαρτογράφησης του θορύβου στις μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας. Το εκτεταμένο αυτό πρόγραμμα πραγματοποιήθηκε το 1987, έδειξε ότι στην πόλη της Αθήνας το 60% του πληθυσμού της αντιμετώπιζε απaráδεκτα επίπεδα θορύβου σε καθημερινή βάση. Ο θόρυβος προκαλούνταν κυρίως από αυξημένη κυκλοφορία στους οδικούς άξονες εντός της πόλης. Για την αποφυγή των δυσμενών αποτελεσμάτων της όχλησης, δόθηκαν συγκεκριμένα κονδύλια τα επόμενα χρόνια, σε μέσα που θα αναλυθούν πιο αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο.

Βασική πηγή κυκλοφοριακού θορύβου αποτελεί αυτή του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου. Ωστόσο, εκτός από τις μελέτες που αφορούν την παραπάνω πηγή, παρατηρείται σε πιο ειδικές περιπτώσεις και εκτενείς όχληση από σιδηροδρομικές αλλά και αεροπορικές μεταφορές. Οι δύο τελευταίες, έχουν και συγκεκριμένους τρόπους αντιμετώπισης. Ωστόσο χρησιμοποιούνται τα ίδια μέσα για τη χαρτογράφηση τους. Έτσι, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία, εφαρμόστηκαν και δημιουργήθηκαν χάρτες θορύβου για:

- Μεγάλους οδικούς άξονες
- Μεγάλους σιδηροδρομικούς άξονες
- Αερολιμένες με μεγάλη κίνηση

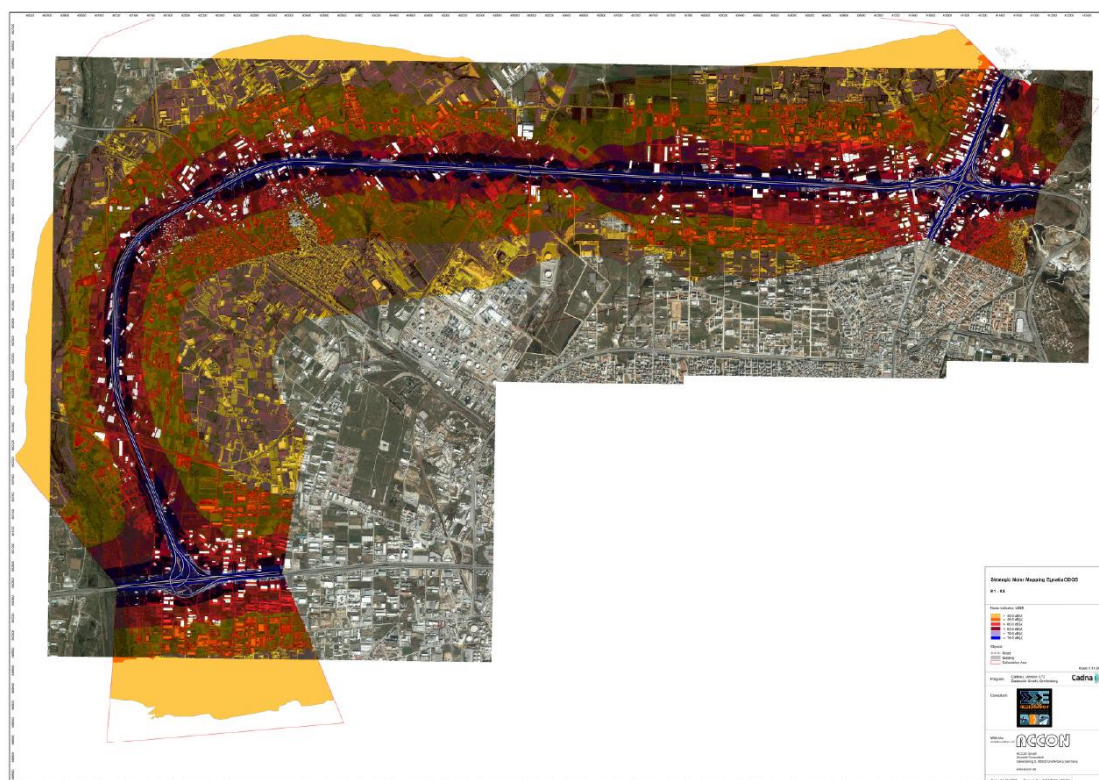
Παρακάτω παρατίθενται συγκεκριμένα παραδείγματα για καθεμιά από τις προαναφερθείσες κατηγορίες:

Εικόνα 5 Χαρτογράφηση Θορύβου σε αεροδρόμιο



Η Εγνατία Οδός ΑΕ πραγματοποίησε το 2009 μια έρευνα, σύμφωνα με την οποία έγινε μέτρηση και χαρτογράφηση θορύβου στις κατοικημένες περιοχές πέριξ της Εγνατίας Οδού [Εγνατία Οδός ΑΕ, 2009]. Ο σκοπός της χαρτογράφησης όλου του μήκους της Εγνατίας Οδού έγιναν προκειμένου να εκτιμηθούν τα επίπεδα θορύβου, το σύνολο του πληθυσμού που εκτίθεται σε επίπεδα θορύβου πάνω από τα επιτρεπτά που επιβάλλει η νομοθεσία, καθώς και να καταρτιστούν σχέδια δράσης αντιμετώπισης του θορύβου με τη λήψη αντιθορυβικών μέτρων. Τα σχέδια δράσης που θα καταρτιστούν από την παραπάνω έρευνα έγιναν βάση της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ κατά την οποία με τη χαρτογράφηση του θορύβου βοηθήσει στην επίτευξη των παραπάνω στόχων. Ύστερα από διεξοδικές μετρήσεις όχλησης και μετρήσεις φόρτων σε διάφορα σημεία της Εγνατίας οδού, καθώς και από στατιστικές μετρήσεις που αφορούσαν τον αριθμό των κατοίκων πέριξ της οδού, προέκυψαν ορισμένοι χάρτες θορύβου. Ένας από αυτούς είναι και ο στρατηγικός χάρτης θορύβου στην περιοχή της εξωτερικής περιφερειακής οδού Θεσσαλονίκης όπως φαίνεται στην εικόνα 6.

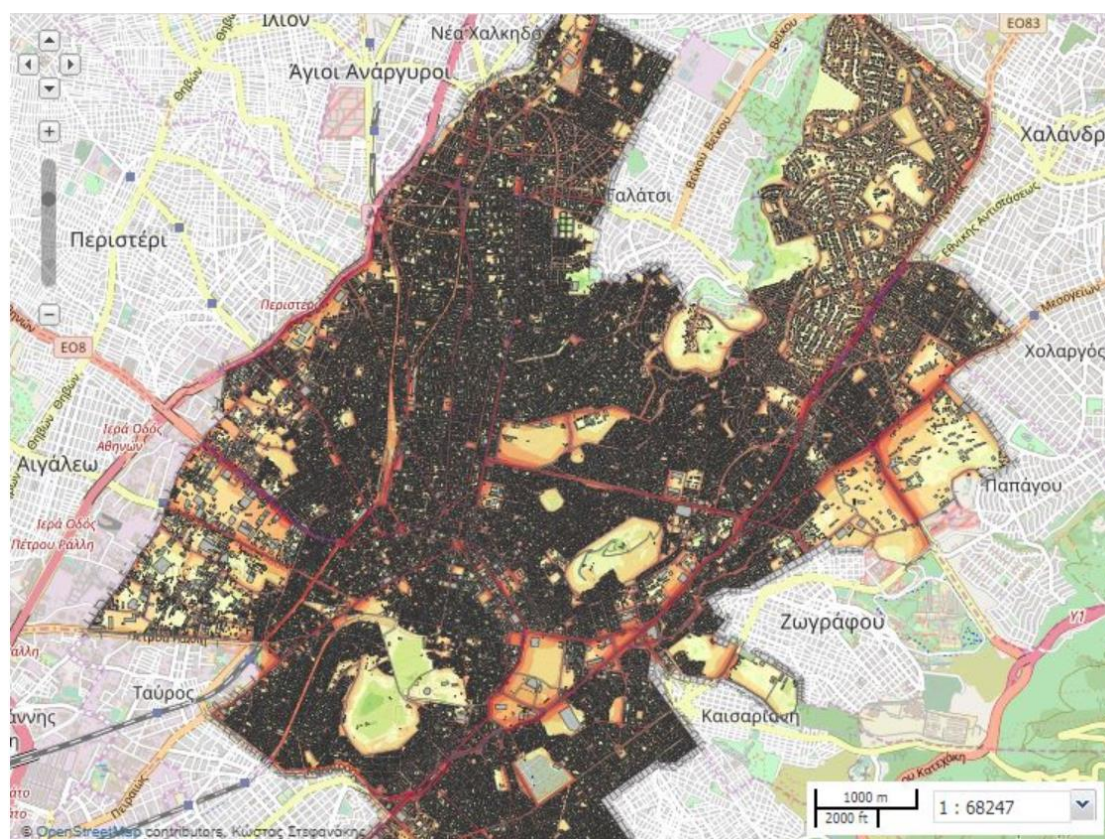
Εικόνα 6 Χαρτογράφηση περιφερειακής οδού Θεσσαλονίκης



Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου – Εγνατία Οδός 2009

Σε μια εξέταση του προβλήματος στον αστικό ιστό της Αθήνας, το 2014 διεξήχθη μια έρευνα από το αρμόδιο τότε Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας σε όλους τους δρόμους και τα οδικά δίκτυα της πρωτεύουσας (ΥΠΕΚΑ, 2014) προκειμένου να εκτιμηθούν τα επίπεδα θορύβου σε αυτές. Στο πλαίσιο αυτό δημιουργήθηκε ο παρακάτω χάρτης που φαίνεται στην εικόνα 5

Εικόνα 7 Χάρτης Θορύβου στον αστικό ιστό της Αθήνας



Στον χάρτη ορίστηκαν ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια τα 70 ντεσιμπέλ για ολόκληρο το 24ωρο (δείκτης L_{den}) και τα 60 ντεσιμπέλ από τις 11 το βράδυ μέχρι τις 7 το πρωί, σύμφωνα πάντα με τα διεθνή πρότυπα. Με κόκκινο χρώμα φαίνονται οι οδικοί άξονες με πάχος ανάλογο της σημασίας τους. Ανάλογα με το βαθμό των ντεσιμπέλ τόσο ο χάρτης γινόταν περισσότερο κόκκινος ή μοβ. Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη φαίνεται ότι σχεδόν όλοι οι οδικοί άξονες, είτε είναι μεγάλοι είτε είναι μικροί, είναι κόκκινοι άρα παρουσιάζουν αρκετά μεγάλα επίπεδα όχλησης. Σε κάποιους από αυτούς τους άξονες όπως καταγράφηκε, ο βαθμός των ντεσιμπέλ ξεπερνάει ακόμα και τα 80 κάτι που μπορεί να προκαλέσει μεγάλα προβλήματα στην υγεία των κατοίκων στα συγκεκριμένα σημεία. Το πρόβλημα δυστυχώς δεν φαίνεται να περιορίζεται ακόμα και σε ευαίσθητα σημεία όπως αυτά στα οποία περιέχονται και νοσοκομεία

Κεφάλαιο 5: Στρατηγικές και μέτρα αντιμετώπισης οδικού κυκλοφοριακού θορύβου

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, ο κυκλοφοριακός είναι ένα σοβαρό πρόβλημα που επηρεάζει την υγεία μας σε μεγάλο βαθμό και χρήζει αποτελεσματικής αντιμετώπισης. Αυτοί οι τρόποι αντιμετώπισης αφορούν κυρίως υλικές παρεμβάσεις στο οδικό δίκτυο και περιμετρικά αυτού, καθώς και ψυχολογικοί τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος όπως είναι η ευαισθητοποίηση και η ανάπτυξη οδηγικής παιδείας του μέσου οδηγού.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, ο κυκλοφοριακός είναι ένα σοβαρό πρόβλημα που επηρεάζει την υγεία μας σε μεγάλο βαθμό και χρήζει αποτελεσματικής αντιμετώπισης. Αυτοί οι τρόποι αντιμετώπισης αφορούν κυρίως υλικές παρεμβάσεις στο οδικό δίκτυο και περιμετρικά αυτού, καθώς και ψυχολογικοί τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος όπως είναι η ευαισθητοποίηση και η ανάπτυξη οδηγικής παιδείας του μέσου οδηγού. Παρακάτω θα γίνει μια πρώτη ανάλυση τρόπων αντιμετώπισης του θορύβου σε θεωρητικό επίπεδο, οι οποίοι θα ληφθούν υπόψιν και για τις προτάσεις που θα εξαχθούν σε επόμενο κεφάλαιο, μετά τις παρατηρήσεις πεδίου του πειραματικού κομματιού.

5.1 Ηχομόνωση κτιρίων

Η ηχομόνωση των κτιρίων είναι μια βασική μέθοδος αντιμετώπισης των προβλημάτων θορύβου. Ωστόσο είναι ικανή να δώσει αξιοπρεπείς λύσεις και να μειώσει τα επίπεδα θορύβου εντός των κατοικιών. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία είναι φιλικά στο περιβάλλον και αποφέρουν τα θεμητά αποτελέσματα. Σήμερα, τα περισσότερα σπίτια χρησιμοποιούν αφρώδη μονωτικά παράγωγα της πολυστερίνης, εξηλασμένης (XPS) ή διογκωμένης (EPS), και ισοκυανάτες (polyiso), ουσιαστικά επιβαρύνεται ο περιβάλλον χώρος. Ένα ακόμη αρνητικό των παραπάνω ηχομονωτικών εργαλείων είναι το γεγονός ότι με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η ηχομονωτική τους ικανότητα. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1993)

5.2 Ηχοπετάσματα

Τα ηχοπετάσματα αποτελούν μια από τις πιο συνηθισμένες μεθόδους που συναντώνται στην αντιμετώπιση της όχλησης. Ειδικότερα, αποτελούν κατασκευές οι οποίες βρίσκονται παραπλεύρως οδικών αξόνων προκειμένου να μειώσουν τον θόρυβο που προκαλείται από τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Παρατηρούνται κυρίως σε οδικούς άξονες με μεγάλη κυκλοφορία και έχουν αυξημένη διάσταση σε περιοχές που δεν μπορούν να εφαρμοστούν εναλλακτικές λύσεις.

Έρευνες έχουν δείξει ότι το πιο σωστό σημείο για την τοποθέτηση τους είναι πλησίον έως και οριακά δίπλα των οδικών αξόνων ώστε να μεγιστοποιείται η απορρόφηση του θορύβου. Ωστόσο αυτό πολλές φορές αντικρούεται με θέματα ασφαλείας που αφορούν την πιθανότητα πρόσκρουσης οχημάτων σε αυτά εφόσον βγουν από την τροχιά του δρόμου. Στην Ελλάδα παρατηρήθηκε πρώτη φορά η μέθοδος των ηχοπετασμάτων από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. το οποίο κατασκεύασε το 1993 ηχοπετάσματα στην Εθνική Οδό Αθηνών Λαμίας με μεγάλη επιτυχία. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1993)

Παρατηρούνται πολλές κατηγορίες ηχοπετασμάτων και αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω:

- Ηχοπετάσματα απορρόφησης : τα οποία απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος του ήχου που φτάνει με την βοήθεια ειδικών απορροφητικών υλικών.
- Ηχοπετάσματα ανάκλασης : Το επίπεδο του θορύβου εδώ μειώνεται μέσω της ανάκλασης του ήχου
- Ηχοπετάσματα διασποράς ήχου : ο ήχος στέλνεται προς διάφορες κατευθύνσεις και σε μικρότερα τμήματα έντασης καθώς διασπάται, όπως είναι τα κεκλιμένα προς τα πάνω ηχοπετάσματα τα οποία στέλνουν τον ήχο προς τα πάνω
- Ηχοπετάσματα ειδικής διαμόρφωσης κορυφής : Τα οποία έχουν ειδική διαμόρφωση στην κορυφή τους όπως μορφές σχήματος T.

Εικόνα 8 Γυάλινο ηχοπέτασμα

Πηγή: alphacoustic.com





5.3 Ηχομονωτικό οδόστρωμα

Οι ειδικοί ηχομονωτικοί ασφαλτοτάπιτες για τη μείωση των εκπομπών θορύβου είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται αρκετά τα τελευταία χρόνια. Στις περισσότερες χώρες η εφαρμογή τους είναι υποχρεωτική και αποτελούν αποδεδειγμένα την καλύτερη λύση και μειώνουν τα επίπεδα θορύβου έως και 6dB σε σχέση με τους απλούς ασφαλτοτάπιτες.

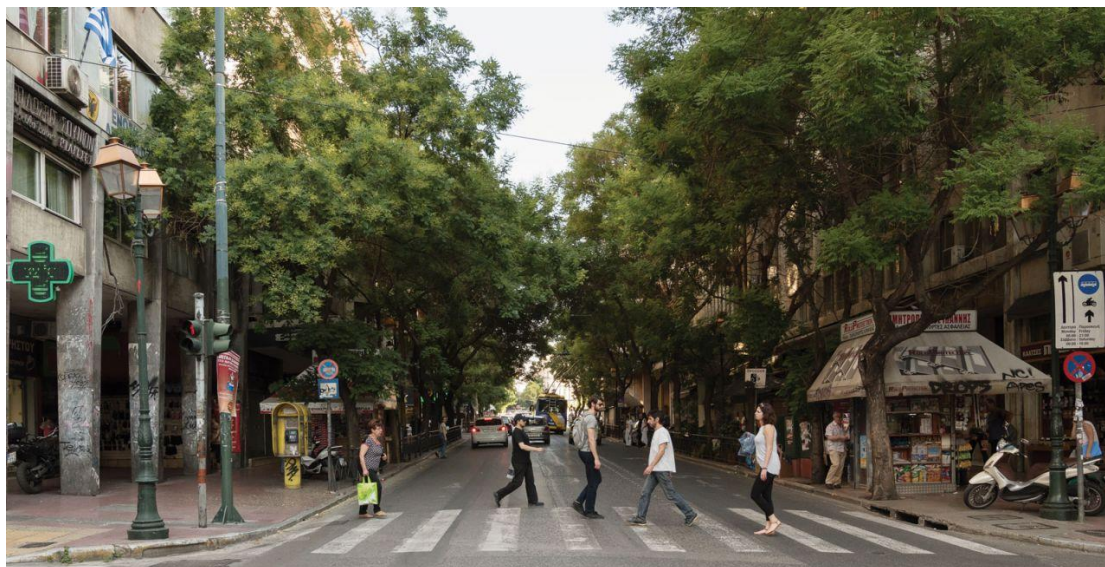
5.4 Χρήση κατάλληλης φύτευσης

Ένας από τους πιο διαδεδομένους τρόπους αντιμετώπισης του θορύβου εντός των πολεών αποτελούν τα δέντρα και κάθε είδους φύτευση. Είναι μια λύση φιλική προς το περιβάλλον καθώς και από αισθητικής άποψης αναδिकνύει την ομορφιά της πόλης. Το μέγεθος της μείωσης του θορύβου εξαρτάται από το μέγεθος του φυτού, την πυκνότητα του και τη θέση του και γίνεται με αντανάκλαση, εκτροπή και απορρόφηση του ήχου. Έχει αποδειχτεί ότι η μέθοδος αυτή μειώνει το θόρυβο κατά 7 dB σε απόσταση 30 μέτρων. Οι γερμανικοί κανονισμοί προστασίας (Schuizgenen, 1988) αναφέρουν ότι για να πραγματοποιηθεί μια αντιληπτή μείωση κυκλοφοριακού θορύβου σε σύγκριση με την ελεύθερη διάδοση του θορύβου, απαιτείται πυκνή βλάστηση συμπαντικού βάθους με αρκετό ύψος και συνεχίζουν πως όταν η διάδοση του ήχου γίνεται μέσα από πυκνή βλάστηση με φυλλωσιά, υπολογίζεται μια πρόσθετη μείωση της τάξης του 1,5 dB(A) κάθε 10 μέτρα βάθους βλάστησης. Η μείωση του θορύβου από τη φύτευση εξετάστηκε από διάφορους ερευνητές (Heisler et al.,1987),(Aylor,1972). Αείφυλλα είδη είναι περισσότερο αποτελεσματικά για τη μείωση

θορύβων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Βογιατζής κ.α. 1990, Ντάφης 2000). Οι γαλλικοί κανονισμοί (Guide de bruit des Transport Terrestres), βασισμένοι στα αποτελέσματα του εθνικού κέντρου δασικών ερευνών της Γαλλίας δέχονται ότι οι ζώνες πρασίνου μπορούν να επιτύχουν σημαντικές μειώσεις του κυκλοφοριακού φόρτου κατά 5-10 dB(A) ανά 10 μέτρα φύτευσης. Ο συνδυασμός δε φυτεύσεων και αντιθορυβικών πετασμάτων χρησιμοποιείται συχνά για τη μείωση του θορύβου.

Εικόνα 10 Αστικό πράσινο – Μέσο ηχομόνωσης

Πηγή: athensvoice.gr



5.5 Ανάπτυξη οδηγικής παιδείας

Εκτός από τους υλικούς τρόπους αντιμετώπισης υπάρχουν και οι ψυχολογικοί. Ο μέσος οδηγός οφείλει να επιδικνύει τον απαραίτητο σεβασμό του περιβάλλοντος, ειδικά σε ώρες κοινής ησυχίας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση της ταχύτητας σε αυτοκινητοδρόμους στο εσωτερικό των πόλεων. Για παράδειγμα σύμφωνα με έρευνες που έγιναν στο Μόναχο σε έναν από τους πιο πολυσύχναστους δρόμους, μια μείωση της ταχύτητας από 60km/h στα 30km/h προκάλεσε μείωση μέχρι και 3dB ενώ στην Αγγλία στον αυτοκινητόδρομο M32 η μείωση από 70km/h στα 40km/h προκάλεσε μείωση 3-5dB . Ιδιαίτερο πρόβλημα αποτελούν τα βαρέα οχήματα που κινούνται στις αστικές περιοχές χωρίς να υπάρχουν περιορισμοί σε αυτά. Ο θόρυβος που εκπέμπει ένα φορτηγό που τρέχει με 90km/h έχει πολύ μεγάλο αντίκτυπο και αντιστοιχεί με 10 αυτοκίνητα που κινούνται με την ίδια ταχύτητα για αυτό και ο περιορισμός της κίνησής τους θεωρείται άμεσος. Τα σημαντικότερα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την μείωση της ταχύτητας και εντέλει την μείωση του θορύβου είναι: τοποθέτηση κυκλικών διασταυρώσεων, ειδικές λωρίδες από θερμοπλαστικό στις οδούς για απορρόφηση δονήσεων και θορύβου και απαγόρευση κινήσεων των βαρέων οχημάτων κατά τις βραδινές ώρες ιδιαίτερα στις κατοικημένες περιοχές.

Συμπεράσματα

Στη σημερινή εποχή τα μέσα μαζικής μεταφοράς έχουν γίνει απαραίτητα για την κάλυψη των αναγκών των ανθρώπων. Όσο περνάνε τα χρόνια ο αριθμός τους συνεχώς αυξάνεται για να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της κοινωνίας. Αυτό όμως έχει και σοβαρό αντίκτυπο με την μορφή του κυκλοφοριακού θορύβου. Το πρόβλημα είναι ακόμα πιο σοβαρό στα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας μας όπως είναι η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη και η Πάτρα όπου η συγκέντρωση πληθυσμού είναι μεγάλη. Παρατηρώντας και ορισμένους χάρτες βλέπουμε ότι τα επίπεδα θορύβου στην Ελλάδα υπερβαίνουν τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια. Μέσω της μέτρησης του θορύβου σύμφωνα με ορισμένες μεθόδους γίνονται προσπάθειες για επίλυση του προβλήματος. Ωστόσο ο συνολικός θόρυβος που εκπέμπεται εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως στοιχεία του περιβάλλοντος, πράγμα που σημαίνει ότι δεν είναι αρκετός ο θεωρητικός υπολογισμός του. Για την ολοκληρωτική του αντιμετώπιση πρέπει να παρθούν μέτρα τόσο από την μεριά της πολιτείας όσο και από την μεριά των πολιτών.

Ωστόσο, σημαντική είναι και η παρατήρηση ότι η εξαγωγή συμπερασμάτων από χαρτογραφικά μέσα βοηθάει σε μεγάλο βαθμό. Η βοήθεια από τέτοια μέσα, όπως είναι το πρόγραμμα GIS είναι ικανοποιητική και παρέχουν μια αξιοπρεπέστατη ηχητική κατάσταση για την περιοχή μελέτης. Η χρήση του, αναδεικνύει μια νέα χαρτοκεντρική προσέγγιση στην μοντελοποίηση και μελέτη του κυκλοφοριακού θορύβου, αφού η διαδραστική σχέση χάρτη – βάσης δεδομένων, που εξ ορισμού παρέχεται από τα GIS παρέχει την δυνατότητα της δυναμικής παρέμβασης του μελετητή για την εξέταση σεναρίων και τη λήψη αποφάσεων. Από τους χάρτες θορύβου λαμβάνεται η συνολική ακουστική κατάσταση μίας περιοχής και παρέχεται μία εικόνα για τον εντοπισμό των περιοχών που βρίσκονται σε ζώνες ρίσκου λόγω υπέρβασης των ορίων θορύβου.

Προϋπόθεση για την αντιμετώπιση της ηχορύπανσης στην Ελλάδα, είναι να ευαισθητοποιηθούν οι αρμόδιοι φορείς για λήψη συγκεκριμένων μέτρων σε ένα τομέα που η χώρα μας δείχνει να υστερεί σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες. Οι λύσεις από την Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν θεσμοθετηθεί σε μεγάλο βαθμό και η εναρμόνιση της Ελλάδας με τις ευρωπαϊκές πολιτικές επί του θέματος μόνο θετικά αποτελέσματα μπορεί να έχει. Η μακροχρόνια καταγραφή και χαρτογράφηση του θορύβου αναμένεται να δώσει λύση στο πρόβλημα και με τη συνεργασία μηχανικών και πολιτείας προβλέπεται η εξαγωγή βελτιωμένων και πιο βάσιμων προτάσεων για την αντιμετώπιση του περιβαλλοντικού θορύβου.

Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

Abdurrahman G. & Bülent B., 2009, «Production of Geographic Information System Aided Noise Maps», Turkey

Bridgitta Berglund, Thomas Lindvall, Diedtrich H Schwela, 1999, “Guidelines for community noise” , World Health Organization

Davis M, Cornwell D, 1998, “Introduction to Environmental Engineering”, Mc Graw Hill, pp 550-625.

European Commission, 1996, «FUTURE NOISE POLICY», European Commission Green Paper Ηλεκτρονικό: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/56873502-ac63-4ec0-a437-cd394de43e13/language-el>

Golebiewski R, Makarewicz R, Nowak M, Preis A, 2003, “Traffic Noise Reduction due to Porous Road Surface” , Applied Acoustics

The World Bank, 1994, “Roads and the Environment : a Handbook”, Report TWU 13, pp155-164.

Veslind P, Peirce J, Weiner R, 1988, “Environmental Engineering”, Second Edition, pp 463-477, Butterworth-Heinemann.

Wang L, Pereira N, 1979, “Handbook of Environmental Engineering: Volume 1 Air and Noise Pollution Control”, pp 393- 468, The HUMANA Press, Clifton, New Jersey.

WHO, 2018, «Environmental noise guidelines for the European Region»

Ελληνική Βιβλιογραφία

Εγνατία Οδός ΑΕ, 2009, Τελική Τεχνική Έκθεση, «Μέτρηση και χαρτογράφηση θορύβου στις κατοικημένες περιοχές πέριξ της Εγνατίας Οδού»

Μαραγκός, 2005, “Υγεία και ασφάλεια εργαζομένων στην βιομηχανία”, «ΘΟΡΥΒΟΣ Αξιολόγηση και μέτρα αντιμετώπισης»

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Υγείας, 2010, «Θόρυβος από οδικές μεταφορές», ηλεκτρονικό: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=452&language=el-GR>

Υπουργική Απόφαση, 1992, Αριθ. 28340/2440/92, «Μέτρα για τον περιορισμό της ηχορύπανσης, που προέρχεται από μοτοσυκλέτες σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις των οδηγιών 78/1015, 87/56 και 89/238/ΕΟΚ», Οι Υπουργοί Εθνικής Οικονομίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Επικοινωνιών

Υπουργική Απόφαση, 1992, Οίκοθεν 17252/92, «Καθορισμός δεικτών και ανωτάτων επιτρεπομένων ορίων θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα», Υπουργός Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

ΥΠΕΚΑ, 2002, «Χαρτογράφηση του περιβαλλοντικού θορύβου στα πολεοδομικά συγκροτήματα της χώρας» ηλεκτρονικό:

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=936&language=el-GR>

ΦΕΚ 160/A/16-10-86, 1986, «Για την προστασία του περιβάλλοντος», ο Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας, ηλεκτρονικό: <http://www.fdparnonas.gr/files/1650-1986.pdf>

Clausen, 2012, «Μείωση της ηχορύπανσης από τους σιδηροδρόμους»

kathimerini.gr, 2013, «Ηχομονωτικοί τάπητες στους δρόμους»

Kurra S. και Dal L, 2012, «Προσπάθεια ποσοτικοποίησης της οικονομικής απώλειας λόγω ηχορύπανσης και της μείωσης στην αξία των ακινήτων»

newsit.gr, 2014, «Σοβαρό πρόβλημα ηχορύπανσης στην παραλία της Θεσσαλονίκης», ηλεκτρονικό: <https://www.newsit.gr/topikes-eidhseis/sovaro-provlima-ixorypansis-stin-paralia-tis-thessalonikis/1636781/>

Typosthes.gr, 2016, «Πρωταθλητισμο στην ηχορύπανση κάνει η Τσιμισκή», typosthes.gr

Εργασίες

Μπίκας Μανώλης, 2010, «Μελέτη Περιβαλλοντικού Θορύβου στην Πόλη του Ηρακλείου μέσω Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών»

Συγκοινωνιακός θόρυβος στις αναπτυσσόμενες ελληνικές πόλεις. Στρατηγική Χωροταξικού Σχεδιασμού και δράσεις αντιμετώπισης – Δαλιάνης 2006

Αυγουστάκη Παπαμαστοράκη Δήμητρα, 2015, «Το Κόστος του Κυκλοφοριακού Θορύβου», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία -

Σ. Κορμανιώτης, 2012, «Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Αεροδρομίων»