



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ”**

Διπλωματική Εργασία

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ
ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ, ΤΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ & ΤΗΝ ΕΝΟΧΛΗΣΗ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΚΕΙΜΕΝΕΣ
ΑΣΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ**

ΓΕΩΡΓΙΑ ΓΕΡΟΥΜΑΤΟΥ

2019

© 2019 Γεωργία Γερολυμάτου

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

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)

Δρ. Κωνσταντίνος Βογιατζής

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής

Δρ. Νικόλαος Ηλιού

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής

Δρ. Παντελής Κοπελιάς

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Κωνσταντίνο Βογιατζή για τις χρήσιμες υποδείξεις και κατευθύνσεις του, την συνεχή και πολύτιμη βοήθειά του, τα οποία ήταν καθοριστικά για την εκπόνηση της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστώ τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, Δρ. Νίκο Ηλιού και Δρ. Παντελή Κοπελιά, για την προσεκτική ανάγνωση της διπλωματικής μου εργασίας και τις χρήσιμες υποδείξεις τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στους γονείς μου και στον Δημήτρη, που η συμβολή τους ήταν καθοριστική για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Γεωργία Γερολυμάτου

Περίληψη

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος συγκαταλέγεται στις συχνότερες πηγές παραπόνων σχετικά με περιβαλλοντικά ζητήματα στην Ευρώπη, ειδικά σε πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές και κατοικημένες περιοχές κοντά σε αυτοκινητόδρομους, σιδηροδρόμους και αεροδρόμια. Σε σύγκριση με άλλους ρύπους, ο έλεγχος του περιβαλλοντικού θορύβου περιορίστηκε από την ανεπαρκή γνώση των επιπτώσεών του στους ανθρώπους και των σχέσεων έκθεσης-απόκρισης, καθώς και από την έλλειψη καθορισμένων κριτηρίων. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο εξέδωσαν την οδηγία 2002/49/EK της 25ης Ιουνίου 2002 με κύριο στόχο την παροχή μιας κοινής βάσης για την αντιμετώπιση των προβλημάτων θορύβου σε όλη την ΕΕ. Η οδηγία ορίζει τον περιβαλλοντικό θόρυβο ως ανεπιθύμητο ή επιβλαβή εξωτερικό ήχο που δημιουργείται από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένου του θορύβου από την οδική κυκλοφορία, τα αεροδρόμια σιδηροδρόμων και τις βιομηχανικές περιοχές και επικεντρώνεται σε τρεις τομείς δράσης: τον προσδιορισμό της έκθεσης στον περιβαλλοντικό θόρυβο μέσω χαρτογράφησης θορύβου, βάσει κοινών μεθόδων αξιολόγησης, την έγκριση σχεδίων δράσης από τα κράτη μέλη βάσει των αποτελεσμάτων χαρτογράφησης θορύβου και την πρόσβαση του κοινού στις πληροφορίες σχετικά με τον περιβαλλοντικό θόρυβο και τις επιπτώσεις του.

Μεταξύ των διαφόρων επιπτώσεων του περιβαλλοντικού θορύβου, οι επιπτώσεις στην υγεία αποτελούν αυξανόμενη ανησυχία τόσο του ευρύτερου κοινού όσο και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής στο κράτος μέλος της Ευρώπης. Οι περισσότερες από τις αξιολογήσεις που πραγματοποιήθηκαν μέχρι στιγμής για την αξιολόγηση του αντίκτυπου του περιβαλλοντικού θορύβου βασίστηκαν στην ενόχληση που προκαλεί. Η εκτίμησή του ως προβλήματος δημόσιας υγείας με μετρήσιμα αποτελέσματα για την υγεία είναι περιορισμένη. Το 2009, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας δημοσίευσε κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τον περιβαλλοντικό θόρυβο, ιδιαίτερα για τη νυχτερινή περίοδο για την Ευρώπη. Αυτή η δημοσίευση παρουσίασε νέα στοιχεία για τις βλάβες στην υγεία κατά τη διάρκεια της νυκτερινής έκθεσης στο θόρυβο και συνιστούσε τιμές κατωφλίου οι οποίες, αν παραβιαστούν τη νύχτα, θα απειλούσαν την υγεία. Επιπλέον, ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στις κατευθυντήριες συστάσεις από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) σχετικά με τα επιτρεπόμενα όρια περιβαλλοντικού θορύβου, καθώς και στον τρόπο υπολογισμού – προτεινόμενη μέθοδος DALY's.

Λέξεις Κλειδιά: αεροπορικός θόρυβος, επιπτώσεις στην υγεία, περιβαλλοντικός θόρυβος, DALY's.

Summary

Environmental noise is among the most frequent sources of complaints about environmental issues in Europe, especially in densely populated urban areas and residential areas near highways, railways and airports. Compared to other pollutants, environmental noise control was limited by insufficient knowledge of its impact on humans and exposure-response relationships, and by the lack of defined criteria. The European Parliament and the Council adopted Directive 2002/49/EC of 25 June 2002 with the main objective of providing a common basis for dealing with noise problems across the EU. The Directive defines environmental noise as an unwanted or harmful external sound is generated by human activities, including road traffic noise, railway airports and industrial areas, and focuses on three areas of action: the determination of exposure to environmental noise such as noise mapping, on the basis of common assessment methods, the adoption of action plans by the Member States on the basis of noise mapping results and public access to information on environmental noise and its effects.

Among the various impacts of environmental noise, health impacts are a growing concern both for the wider public and for policy-makers in the Member State of Europe. Most of the assessments made so far to assess the impact of environmental noise have been based on the nuisance it causes. Its assessment as a public health problem with measurable health outcomes is limited. In 2009, the World Health Organization (WHO) published guidelines on environmental noise, especially for the night-time for Europe. This publication presented new evidence of health damage during night exposure to noise and recommended threshold values which, if broken at night, would threaten health. In addition, particular reference is made to the World Health Organization guidelines on permitted environmental noise limits and the method of calculation - DALY's proposed method.

Key words: aircraft noise, health impacts, environmental noise, DALY's.

Πίνακας Περιεχομένων

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
2.	ΕΝΝΟΙΕΣ – ΟΡΙΣΜΟΙ	12
	2.1. Ήχος - Θόρυβος	12
	2.2. Συχνότητα	12
	2.3. Παράμετροι Περιβαλλοντικού Θορύβου και Ορολογία	13
	2.4. Τρόποι διάδοσης – Είδη θορύβου	15
	2.5. Συνηθισμένες πηγές θορύβου	15
	2.5.1. Κυκλοφοριακός θόρυβος	15
	2.5.2. Βιομηχανικός θόρυβος	16
	2.5.3. Θόρυβος από κοινωνικές δραστηριότητες	17
3.	ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ	18
	3.1. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος στην Ευρώπη	18
	3.2. Η Οδηγία 2002/49/ΕΚ	18
	3.3. Μέθοδοι αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου	19
	3.4. Στρατηγικοί Χάρτες Αεροπορικού Θορύβου	27
	3.5. Σχέδια Δράσης	30
	3.6. Η νέα Οδηγία 2015/996	31
4.	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΕ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	35
	4.1. Ισχύουσα νομοθεσία	35
	4.2. Τρόποι υπολογισμού – Έκθεση πληθυσμού	36
	4.3. Το παράδειγμα του Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών (3 ^{ος} κύκλος ΣΧΘ 2017)	39
	4.3.1. Στοιχεία κίνησης του αερολιμένα	40
	4.3.2. Περιοχή μελέτης, χρήσεις γης & πληθυσμιακά στοιχεία	40
	4.3.3. Υφιστάμενο σχέδιο δράσης για το θόρυβο αεροσκαφών στον ΔΑΑ	41
	4.3.4. Μεθοδολογία πρόβλεψης – Μοντέλο προσομοίωσης CadnaA	43
	4.3.5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης αεροπορικού θορύβου	45
5.	ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ	47
	5.1. Μεθοδολογική προσέγγιση	47
	5.2. Πρόσφατες κατευθυντήριες γραμμές από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) - Συστάσεις	53
	5.3. Αξιολόγηση των επιπτώσεων του αεροπορικού θορύβου στην υγεία – Ολοκληρωμένη συγκριτική θεώρηση	61

5.3.1. Καρδιαγγειακές παθήσεις	65
5.3.2. Εκπαιδευτικές δραστηριότητες	67
5.3.3. Διαταραχές ύπνου	70
5.3.4. Εμβοές	73
5.3.5. Ενόχληση	74
5.3.6. Ψυχικές ασθένειες - Κατάθλιψη	76
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	83
7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	84
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1 Απαιτούμενες προσαρμογές για τον υπολογισμό του βιομηχανικού θορύβου	20
Πίνακας 3.2 Απαιτούμενες προσαρμογές σύμφωνα με τη μεθοδολογία ECAC 29	26
Πίνακας 4.1 Στοιχεία Λειτουργίας Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών	39
Πίνακας 4.2 Τελική κατανομή της συνορθωμένης* αεροπορικής κίνησης/ανά κατηγορία για το ετήσιο σύνολο κινήσεων 2006, 2011 & 2016	40
Πίνακας 5.1 Μέσο επίπεδο έκθεσης (L_{den}) για τα αποτελέσματα της υγείας κατά προτεραιότητα από το θόρυβο των αεροσκαφών	57
Πίνακας 5.2 Αποδεικτικά στοιχεία για την έκθεση στο θόρυβο κατά τη νύχτα και την επίδρασή του στη διαταραχή του ύπνου	57
Πίνακας 5.3 Συνοπτική περίληψη των διαφόρων διαστάσεων για την εκτίμηση της αντοχής των συστάσεων για το θόρυβο των αεροσκαφών	60
Πίνακας 5.4 Μελέτες που συμπεριλαμβάνονται στην βάση δεδομένων	62
Πίνακας 5.5 Έκθεση πληθυσμού στις ζώνες αεροπορικού θορύβου για παιδιά δημοτικού και γυμνασίου	69
Πίνακας 5.6 DALY's για άτομα που έχουν διαταραχές ύπνου λόγω αεροπορικού θορύβου	72
Πίνακας 5.7 DALY's για άτομα που έχουν έντονη ενόχληση λόγω αεροπορικού θορύβου	75
Πίνακας 5.8 Χαρακτηριστικά των περιπτώσεων με κλινικά διαγνωσμένη κατάθλιψη και θέματα ελέγχου	78
Πίνακας 5.9 Αεροπορικός θόρυβος και κατάθλιψη	80

Κατάλογος Σχημάτων-Εικόνων

Εικόνα 2.1 Ένταση θορύβου	12
Σχήμα 2.2 Τρία διαφορετικά κύματα με διαφορετική συχνότητα το καθένα	12
Εικόνα 2.3 Είδη θορύβου	15
Εικόνα 2.4 Πηγές θορύβου	16
Εικόνα 3.1 Stop Noise	18
Σχήμα 3.2 Διαγραμματική απεικόνιση του ίχνους πτήσης	22
Σχήμα 3.3 Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου – Π.Σ. Λεμεσού, 2018	29
Σχήμα 3.4 Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου – Διεθνής Αερολιμένας Λάρνακας, 2018	30
Σχήμα 3.5 Η διαδικασία δημιουργίας της ισοθορυβικής καμπύλης	32
Σχήμα 3.6 Τοπικό σύστημα συντεταγμένων και συντεταγμένη s που ορίζεται στο ίχνος τροχιάς επί του εδάφους	33
Σχήμα 3.7 Μοντελοποίηση της κύλισης προσγείωσης	34
Σχήμα 3.8 Γωνίες αεροσκάφους – παρατηρητή σε επίπεδο κανονικό για το ίχνος πτήσης	34
Σχήμα 4.1 Παράδειγμα θέσης δεκτών γύρω από ένα κτίριο	37
Σχήμα 4.2 Παράδειγμα θέσης δεκτών γύρω από ένα κτίριο	38
Εικόνα 4.3 Αεροφωτογραφία Δ.Α.Α.	39
Σχήμα 4.4 Γεωγραφική έκταση περιοχής μελέτης – Περιοχή Μεσογαίας	41
Σχήμα 4.5 Η νέα διαδικασία TANGO	43
Σχήμα 4.6 & 4.7 Αποψη του γεωγραφικού 3D μοντέλου του ΔΑΑ	44
Σχήμα 4.8 Διαγραμματική κατανομή της επιφανείας της περιοχής μελέτης στις ζώνες των δεικτών L_{den} και L_{night}	45
Σχήμα 4.9 Διαγραμματική κατανομή του πληθυσμού της περιοχής μελέτης στις ζώνες των δεικτών L_{den} και L_{night}	45
Σχήμα 4.10 Διαγραμματική κατανομή ευαίσθητων δεκτών της περιοχής μελέτης στις ζώνες των δεικτών L_{den} και L_{night}	46
Σχήμα 4.11 Δ.Α.Α. Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου 2017 - Δείκτες θορύβου: L_{den} & L_{night}	46
Σχήμα 5.1 Σχετική αξία του ενός έτους ζωής σε διαφορετικές ηλικίες	52
Σχήμα 5.2 Συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας για τον αεροπορικό θόρυβο	56
Σχήμα 5.3 Δεδομένα απόκρισης από τις 12 μελέτες που περιλαμβάνονται στο σύνολο DataSet. Το μέγεθος των δεικτών αντιστοιχεί στον αριθμό των ερωτηθέντων στην αντίστοιχη μελέτη	63
Σχήμα 5.4 Καμπύλη δόσης – απόκρισης για το σύνολο δεδομένων που παρουσίασε η Guski et al. σε σύγκριση με την αντίστοιχη καμπύλη CTL και την καμπύλη αναφοράς της EE (Miedema & Vos) για την ενόχληση του θορύβου των αεροσκαφών	64
Σχήμα 5.5 Συσχέτιση μεταξύ θορύβου αεροσκαφών και της επίπτωσης στην υψηλή αρτηριακή πίεση	67
Σχήμα 5.6 Καμπύλες έκθεσης-απόκρισης από επιδημιολογικές μελέτες	69
Σχήμα 5.7 Μέσος αριθμός συμβάντων ανά ζώνες θορύβου	71
Σχήμα 5.8 Σχέση δόσης-απόκρισης μεταξύ ηχητικών επιπέδων θορύβου κυκλοφορίας και κατάθλιψης 24 ωρών	79
Σχήμα 5.9 Σχέση δόσης-απόκρισης μεταξύ ηχητικών επιπέδων θορύβου και κατάθλιψης 24 ωρών	79

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αξιολόγηση των επιπτώσεων του αεροπορικού θορύβου στην υγεία, τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες και την ενόχληση στις παρακείμενες αστικές ζώνες.

Ο αεροπορικός θόρυβος είναι μία πολύ σημαντική περιβαλλοντική παράμετρος που επηρεάζει τη ζωή των μόνιμων κατοίκων στις παρακείμενες αστικές ζώνες. Για αυτό το λόγο έχουν θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και από την Ελλάδα συγκεκριμένα όρια, τα οποία πρέπει να τηρούνται από τα αεροδρόμια.

Πολλές φορές, όμως, παρόλο που εφαρμόζεται η νομοθεσία, η όχληση των κατοίκων είναι έντονη και πολλές φορές χρησιμοποιείται και ως αιτία ιατρικών προβλημάτων.

Στόχος είναι η συλλογή των απαραίτητων επιστημονικών δεδομένων και τεχνικών, έτσι ώστε να γίνει σωστή εκτίμηση για αν και κατά πόσο επηρεάζεται η ανθρώπινη υγεία από τον περιβαλλοντικό και πιο ειδικά από τον αεροπορικό θόρυβο.

Για να γίνει σωστή και εμπειριστατωμένη προσέγγιση, έγινε συλλογή δημοσιευμένων άρθρων σε επιστημονικά περιοδικά, τεχνικών εκθέσεων για τον αεροπορικό θόρυβο που έχουν συνταχθεί σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/EK και έχουν εγκριθεί από την αρμόδια υπηρεσία, αλλά και εξειδίκευση στις κατευθύνσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ).

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα έγινε η ανάλυση και η συγκριτική μελέτη για την επίπτωση του αεροπορικού θορύβου.

2. ΕΝΝΟΙΕΣ – ΟΡΙΣΜΟΙ

2.1. Ήχος - Θόρυβος

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

Ο θόρυβος ορίζεται ως ο ανεπιθύμητος, ενοχλητικός ή και απλά δυσάρεστος για τον άνθρωπο ήχος. Από φυσική άποψη, θόρυβος είναι ένα σύμπλεγμα ηχητικών κυμάτων με ελάχιστη ή καμία περιοδικότητα. (Τζίκα-Χατζοπούλου κ.α, 2009)

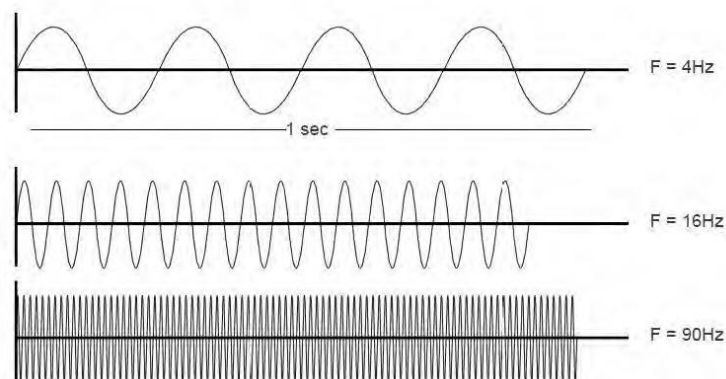
Τα βασικά χαρακτηριστικά του ήχου και επομένως και του θορύβου είναι η συχνότητα και η ένταση.



Εικόνα 2.1 Ένταση θορύβου (Πηγή: <http://e-learning.sch.gr/mod/page/view.php?id=10035>)

2.2. Συχνότητα

Η συχνότητα εκφράζει τον αριθμό των ταλαντώσεων της ηχητικής πηγής στη μονάδα του χρόνου και μετράτε σε Hertz(Hz), όπου 1 Hz αντιστοιχεί σε μια ταλάντωση ανά 1s (δευτερόλεπτο). Υψηλές συχνότητες αντιστοιχούν σε υψηλούς τόνους ενώ χαμηλές συχνότητες αντιστοιχούν σε βαθύς τόνους. Το ανθρώπινο ακουστικό φάσμα εκτείνεται κατά προσέγγιση από τα 20 Hz έως τα 20000 Hz. Διεθνείς έρευνες έχουν δείξει ότι η αντίληψη και οι επιδράσεις ήχων χαμηλών συχνοτήτων έχουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με ήχους μεσαίων και υψηλών συχνοτήτων.



Σχήμα 2.2 Τρία διαφορετικά κύματα με διαφορετική συχνότητα το καθένα (Πηγή: <http://e-learning.sch.gr/mod/page/view.php?id=10035>)

Συχνότητες < 20 Hz (Υποηχητικές συχνότητες): (<http://www.amds.gr/a4.aspx>)

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

Συχνότητες μεταξύ 20 Hz και 60 Hz

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

Συχνότητες > 60 Hz

Από αυτό το σημείο ξεκινά η κανονική ακοή, όπου μπορεί κανείς να ξεχωρίσει εύκολα τις ξεχωριστές συχνότητες και χροιές του ήχου.

- Οι διάφοροι θόρυβοι είναι ιδιαίτερα ενοχλητικοί όταν περιέχουν συνοπτικό περιεχόμενο.
- Δευτερογενή φαινόμενα είναι ασήμαντα.

2.3. Παράμετροι Περιβαλλοντικού Θορύβου και Ορολογία

Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 556.1, « Ηχητική ένταση σε ένα σημείο του ηχητικού πεδίου και προς μια καθορισμένη διεύθυνση είναι το πηλίκο της μέσης ηχητικής ισχύος που διαπερνά κάθετα μια στοιχειώδη επιφάνεια διά του εμβαδού της επιφανείας ». Εκφράζεται σε W/m². Συνήθως όμως ως μονάδα μέτρησης της ηχητικής έντασης χρησιμοποιείται το decibel (dB). Στην απλούστερη μορφή της η στάθμη της ηχητικής πίεσης εκφράζεται από τη σχέση:

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

Όπου:

P: η ηχητική πίεση του προς μέτρηση ήχου

P₀: μια ηχητική πίεση αναφοράς ίση με την ηχητική πίεση ενός ήχου στο κατώφλι ακουστότητας.

- Επίπεδο Ηχητικής Πίεσης (SPL) : είναι το βασικό μέτρο της έκτασης των ακουστικών δονήσεων του αέρα που προκαλούν θόρυβο.
- Η “ηχητική πίεση αναφοράς” είναι ο χαμηλότερος ήχος που μπορεί να ακούσει το ανθρώπινο αυτί με αξία 20 micro-Pascals (20μPa). Η υψηλότερη πίεση που μπορεί να

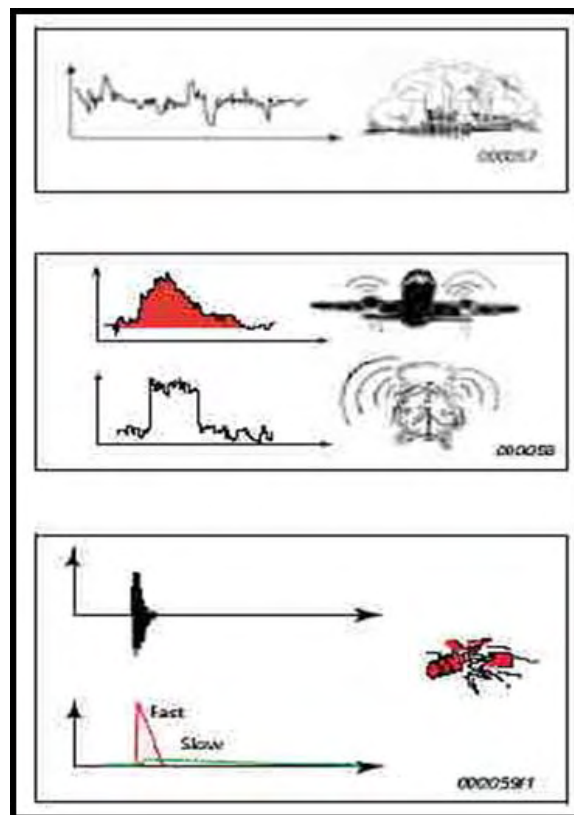
- ακούσει το ανθρώπινο αυτί χωρίς να προκληθεί βλάβη είναι περίπου 20 Pascals. Αυτή η πίεση είναι 1.000.000 φορές υψηλότερη από την «ηχητική πίεση αναφοράς».
- Τα decibel (dB) : Σε αυτό το επίπεδο των 1.000.000 φορές, το ανθρώπινο αυτί δεν είναι σε θέση να διακρίνει διαφορά της τάξης του ενός micro-Pascal. Μια διαφορά ανάμεσα σε 20 ή 21 micro-Pascals δεν είναι ικανή να ακουστεί ακόμα και ανάμεσα σε 20 και 40 micro-Pascals.
 - Ο διπλασιασμός της ακουστικής πίεσης δεν είναι αισθητή από το ανθρώπινο αισθητήριο σύστημα ως διπλό επίπεδο ακουστικής πίεσης. Τα decibel (dB) έχουν μια κλίμακα: Τα 0 dB εκφράζουν την έναρξη που μπορεί κάτι να ακουστεί (20μPa) και τα περίπου 120 dB εκφράζουν την έναρξη του πόνου, πχ το μάξιμουμ.
 - “A” συχνότητα weighting: Εξομοίωση του τρόπου που ανταποκρίνεται το ανθρώπινο αυτί σε ένα εύρος ακουστικών συχνοτήτων.
 - Γρήγορες, Αργές και Αυθόρμητες αντισταθμίσεις χρόνου: Τυποποιημένες φορές ανταπόκρισης που παρέχουν οπτική ένδειξη των κυμαινόμενων επιπέδων θορύβου.
 - $L_{Aeq,T}$: Μια παράμετρος θορύβου που χρησιμοποιείται ευρέως και υπολογίζει ένα συνεχές επίπεδο θορύβου με το ίδιο περιεχόμενο ενέργειας όσο είναι και το κυμαινόμενο σήμα ακουστικού θορύβου που μετράται.
 - L_{AE} : Επίπεδο Ηχητικής Έκθεσης (SEL): συνδέεται στενά με το L_{Aeq} για την εκτίμηση περιπτώσεων (αεροσκάφη, τρένα κλπ) που περιέχουν την ίδια ποσότητα ακουστικής ενέργειας για μία «κανονική» περίοδο ενός δευτερολέπτου με την πραγματική περίπτωση θορύβου που είναι υπό εξέταση.
 - L_{AFMax} , L_{ASMax} ή L_{AIMax} : Μάξιμουμ A-σταθμικό επίπεδο θορύβου που μετράται με Γρήγορο (F), Αργό (S) ή Αυθόρμητη (I) στάθμη χρόνου. Είναι το υψηλότερο επίπεδο περιβαλλοντικού θορύβου που υπάρχει κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
 - L_{AFMin} , L_{ASMin} ή L_{AIMin} : Μίνιμουμ A-σταθμικό επίπεδο θορύβου που μετράται με Γρήγορο (F), Αργό (S) ή Αυθόρμητη (I) στάθμη χρόνου. Είναι το χαμηλότερο επίπεδο περιβαλλοντικού θορύβου που υπάρχει κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
 - $L_{AFN,T}$ Ποσοστιαία επίπεδα: Το A-σταθμικό επίπεδο θορύβου που ξεπερνά το N% του χρόνου μέτρησης (πρέπει να δηλωθεί η στάθμιση θορύβου –συνήθως γρήγορη).
 - Παράμετροι Αεροπορικού Θορύβου: Εάν ο αεροπορικός θόρυβος υπολογίζεται σαν μια απλή πηγή θορύβου (όπως συμβαίνει συνήθως) τότε οι συνηθισμένες παράμετροι περιβαλλοντικού θορύβου που απαιτούνται είναι οι L_{ASMax} και L_{AE} (σε κάποια παλιότερα standards αντιστοιχεί με την L_{AX}) για μεμονωμένα περιστατικά και οι $L_{Aeq,T}$ για μια διαδοχή περιστατικών θορύβου. Σε κάποιες περιπτώσεις (πχ, πιστοποίηση αεροσκαφών), λεπτομερέστερη ανάλυση του 1/3-οκταβικού φασματικού περιεχομένου του αεροπορικού θορύβου είναι εφικτή με διαλείμματα του 0.5 δευτερολέπτου. Το Αντιληπτό επίπεδο θορύβου (L_{PN}) τότε υπολογίζεται μετατρέποντας τα επίπεδα ηχητικής πίεσης σε αντιληπτές αξίες φασαρίας σύμφωνα με τα πρότυπα ICAO Annex 16 standards.
 - Ηχητική Δύναμη L_w : είναι η ακουστική δύναμη (W) που εκτείνεται από μια πηγή θορύβου. Αυτή η δύναμη είναι απαραίτητως ανεξάρτητη από τον περίγυρο, ενώ η ηχητική πίεση εξαρτάται από τον περίγυρο (ανακλώμενες επιφάνειες) και από την απόσταση από τον δέκτη. Όπως και η ηχητική πίεση, η ηχητική δύναμη μετράται με σε λογάριθμους, το 0 dB επίπεδο ηχητικής δύναμης ανταποκρίνεται σε 1 pW (picowatt = 10^{-12} W), και ορίζεται συχνά σε dB(A), 1/1 οκτάβες ή 1/3 οκτάβες.

2.4. Τρόποι διάδοσης - είδη θορύβου

Συνεχής θόρυβος: Παράγεται από μηχανήματα που λειτουργούν αδιάκοπα με τον ίδιο ρυθμό, για παράδειγμα ανεμιστήρες, αντλίες και εξοπλισμός επεξεργασίας.

Περιοδικός θόρυβος: Παράγεται όταν τα μηχανήματα λειτουργούν με διακοπές ή όταν διέρχονται μεμονωμένα οχήματα ή αεροπλάνα, με αποτέλεσμα την άμεση αυξομείωση των επιπέδων θορύβου. Για κάθε στάδιο πηγής θορύβου από τη λειτουργία των μηχανημάτων, το επίπεδο θορύβου μπορεί να μετρηθεί ως συνεχής θόρυβος.

Αιφνίδιος θόρυβος: Παράγεται από συγκρούσεις ή εκρήξεις, π.χ. πασσαλοπήκτες, πρέσες κοπής κλπ. Είναι σύντομος και απότομος και το αναπάντεχό του αποτέλεσμα προκαλεί μεγαλύτερη ενόχληση από ότι θα αναμενόταν από μια απλή μέτρηση επιπέδου ηχητικής πίεσης. (Κ. Βογιατζής, 2018)



Εικόνα 2.3 Είδη θορύβου (Πηγή: Κ. Βογιατζής, 2018)

2.5. Συνηθισμένες πηγές θορύβου

2.5.1. Κυκλοφοριακός Θόρυβος

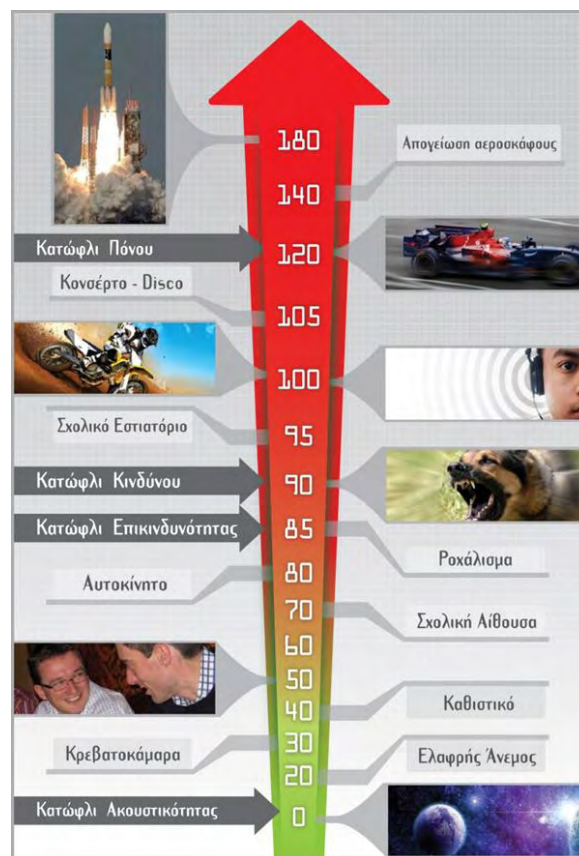
Ο κυκλοφοριακός θόρυβος αποτελεί μια από τις πλέον σημαντικές πηγές περιβαλλοντικού θορύβου και αντιμετωπίζεται τόσο ως γραμμική όσο και ως σημειακή πηγή θορύβου.

Πηγές κυκλοφοριακού θορύβου:

- Μέσα οδικής μεταφοράς: Τα μέσα μεταφοράς και συγκοινωνίας αποτελούν την κυριότερη πηγή θορύβου. Ο θόρυβος προκαλείται από την λειτουργία της μηχανής

και από την επαφή των τροχών με το έδαφος. Το πρόβλημα εντείνεται στους ανηφορικούς ή σηματοδοτούμενους δρόμους εξαιτίας της μηχανής των οχημάτων καθώς και στους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας όπου αιτία ηχορύπανσης αποτελεί η τριβή των τροχών με το έδαφος.

- Σιδηροδρομικές μεταφορές: Οι ήχοι που προκαλούνται από τους σιδηρόδρομους είναι βαθύς και συνοδεύονται από κραδασμούς. Στα ηλεκτροκίνητα τρένα ο θόρυβος προέρχεται από την επαφή των τροχών με τις ραγές, και συγκεκριμένα έντονη ενόχληση σημειώνεται κατά τη διέλευση των τροχών πάνω από τις εγκοπές των ραγών. Στα πετρελαιοκίνητα τρένα ως επιπρόσθετη ενόχληση λειτουργεί ο θόρυβος της μηχανής και η συχνή χρήση ηχητικών σημάτων που προειδοποιούν για την προσέγγιση του τρένου σε ισόπεδη διάβαση.
- Αεροπορικές μεταφορές: Τα αεροπλάνα αποτελούν κύρια πηγή ηχορύπανσης για τις κοντινές κατοικημένες περιοχές καθώς ο θόρυβος που προκαλείται από τα αεροσκάφη είναι πολύ ισχυρός και καλύπτει μεγάλη περιοχή συχνοτήτων, κυρίως στη φάση της απογείωσης όπου οι κινητήρες λειτουργούν σε πλήρη ισχύ.



Εικόνα 2.4 Πηγές θορύβου (Πηγές: <https://www.edukson.org/porteur/cidb/>, Κ. Βογιατζής, 2018)

2.5.2. Βιομηχανικός Θόρυβος

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

Πηγές μηχανολογικού θορύβου:

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

2.5.3. Θόρυβος από κοινωνικές δραστηριότητες

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

3. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

3.1 Ο περιβαλλοντικός θόρυβος στην Ευρώπη

Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί μείζων πρόβλημα της εποχής μας. Η έντονη βιομηχανική δραστηριότητα σε συνδυασμό με την μη τήρηση των απαιτούμενων περιβαλλοντικών κανονισμών λόγω οικονομικών συμφερόντων είναι η κύρια αιτία καταστροφής του περιβάλλοντος. Η έλλειψη οικολογικής αγωγής και μακρόπνοου προγραμματισμού έχει διαμορφώσει την σύγχρονη αντίληψη ότι η Προστασία του Περιβάλλοντος σήμερα δεν είναι απαραίτητη για την επιβίωση μας αλλά αποτελεί κυρίως ευκαιρία για επενδυτική δραστηριότητα. Η αστικοποίηση, ο υπερπληθυσμός, η αύξουσα ζήτηση οδικής και αεροπορικής μεταφοράς είναι μερικοί από τους παράγοντες που οδήγησαν στην όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, δημιουργώντας έτσι την ανάγκη διαμόρφωσης ενός ευρύ κανονιστικού πλαισίου στο οποίο θα πρέπει να κινείται η προστασία του περιβάλλοντος.



Εικόνα 3.1 Stop Noise (Πηγή: <http://politesenoskatoteroutheou.blogspot.com/2016/06/>)

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

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

3.2 Η Οδηγία 2002/49/ΕΚ

Η οδηγία 2002/49/ΕΚ εκδόθηκε στις 25 Ιουνίου 2002 από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και αποτελεί την ολοκληρωμένη κοινοτική νομοθεσία σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου. Αντικείμενο μελέτης αποτελεί ο περιβαλλοντικός θόρυβος ο οποίος γίνεται αντιληπτός από τον πολίτη στο εσωτερικό της κατοικίας του και

γύρω από αυτήν, στις σχετικά ήσυχες ζώνες μιας αστικής περιοχής (κατοικίας) ή της εξοχής, εντός των νοσοκομείων και πέριξ αυτών, εντός των σχολείων και στον περίγυρό τους, καθώς και στο εσωτερικό άλλων κτιρίων. Ο απώτερος σκοπός της οδηγίας αυτής έγκειται στην εφαρμογή συγκεκριμένων δράσεων που έχουν ως κύριο άξονα την καταστολή, πρόληψη ή αποφυγή των δυσμενών επιπτώσεων που απορρέουν από την έκθεση στον περιβάλλοντα θόρυβο. Πιο συγκεκριμένα, πρώτο βήμα αποτελεί η χαρτογράφηση θορύβου με κοινές στα κράτη μέλη μεθόδους αξιολόγησης, προσδιορίζοντας έτσι την έκθεση στον περιβάλλοντα θόρυβο. Στη συνέχεια ακολουθεί η ενημέρωση του κοινού σχετικά με τις επιδράσεις του θορύβου και τελικά, γίνεται η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της χαρτογράφησης δημιουργώντας σχέδια δράσης με στόχο την πρόληψη και μείωση του θορύβου στις κρίσιμες περιοχές.

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

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

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

3.3 Μέθοδοι αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου

Η σχετική Σύσταση της Επιτροπής της 6ης Αυγούστου 2003 αφορά τις κατευθυντήριες γραμμές για τις αναθεωρημένες προσωρινές μεθόδους υπολογισμού για το βιομηχανικό θόρυβο, τους αεροπορικούς θορύβους, τους θορύβους οδικής και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας, καθώς και τα δεδομένα εκπομπής και κοινοποιήθηκε υπό τον αριθμό E(2003) 2807. Σύμφωνα με το άρθρο 6 και το παράρτημα II της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, οι προσωρινές

μέθοδοι υπολογισμού για τον προσδιορισμό των δεικτών L_{den} και L_{night} για τους θορύβους οδικής και σιδηροδρομικής κυκλοφορίας, καθώς και τους αεροπορικούς θορύβους συνιστώνται στα κράτη μέλη που δεν διαθέτουν κάποιες εθνικές μεθόδους υπολογισμού ή στα κράτη μέλη που επιθυμούν να περάσουν σε κάποια άλλη μέθοδο υπολογισμού.

Σε ότι αφορά τους θορύβους οδικής κυκλοφορίας εφαρμόζεται η γαλλική εθνική μέθοδος υπολογισμού «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», όπως αναφέρεται στο «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6» και στο γαλλικό πρότυπο «XPS 31-133». Στις σχετικές κατευθυντήριες γραμμές, η μέθοδος αυτή αναφέρεται ως «μέθοδος XPS 31-133». Η μέθοδος αυτή περιγράφει λεπτομερή διαδικασία για τον υπολογισμό της ηχοστάθμης που προκαλεί η οδική κυκλοφορία πλησίον μιας οδού, λαμβανομένης υπόψη της επίδρασης των καιρικών συνθηκών που επηρεάζουν τη διάδοση.

Σε ότι αφορά τον βιομηχανικό θόρυβο, η συνιστώμενη προσωρινή μέθοδος υπολογισμού του βιομηχανικού θορύβου είναι η μέθοδος ISO 9613-2: «Acoustics— Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation». Αυτή η μέθοδος, η οποία στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές αναφέρεται ως μέθοδος «ISO 9613-2», καθορίζει τεχνική μέθοδο για τον υπολογισμό της εξασθένησης του θορύβου κατά τη διάδοσή του σε υπαίθριους χώρους, προς το σκοπό της πρόβλεψης περιβαλλοντικών επιπέδων θορύβου πλησίον διαφόρων πηγών, συμπεριλαμβανομένων βιομηχανικών πηγών.

Πίνακας 3.1 Απαιτούμενες προσαρμογές για τον υπολογισμό του βιομηχανικού θορύβου (Πηγή: Οδηγία 2009/49/ΕΕ)

Ανακείμενο	Αποτέλεσμα σύγκρισης — ενέργεια
Δείκτης θορύβου	Οι ορισμοί των βασικών δεικτών είναι πανομοιότυπος Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη που προσδιορίζεται επί μακρό χρονικό διάστημα πολλών μηνών ή ενός έτους, λαμβανομένων υπόψη διακυμάνσεων όσον αφορά την εκπομπή και τη διάδοση. Πρέπει να υιοθετηθούν οι περίοδοι αξιολόγησης ημέρας, βραδίου, νυκτός σύμφωνα με την οδηγία 2002/49/ΕΚ.
Διάδοση — ατμοσφαιρική απορρόφηση	Πρέπει να επιλεγούν δεδομένα σε εθνικό επίπεδο προκειμένου να καταρτισθεί πίνακας με το συντελεστή ατμοσφαιρικής εξασθένησης σε συνάρτηση με τη συνθήκη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία των διαφόρων ευρωπαϊκών περιφερειών βάσει του προτύπου ISO 9613-1.

Σε ότι αφορά τους θορύβους αεροσκαφών: ECAC.CEAC Doc. 29 "Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports", 1997. Από τις διάφορες μεθόδους προσομοίωσης των πτητικών οδών, χρησιμοποιείται η τεχνική τμηματοποίησης, όπως αναφέρεται στο μέρος 7.5 του ECAC.CEAC Doc. 29.

Αυτή η μέθοδος για τους θορύβους αεροσκαφών στις σχετικές κατευθυντήριες γραμμές, και στην παρούσα μελέτη η μέθοδος αυτή αναφέρεται ως μέθοδος «ECAC29» και προσαρμόζεται στους ορισμούς του L_{den} και του L_{night} . Οι ισχύουσες κατευθυντήριες γραμμές αφορούν στις αναθεωρημένες προσωρινές μεθόδους υπολογισμού και παρέχουν δεδομένα εκπομπής για τους αεροπορικούς θορύβους με βάση υπάρχοντα στοιχεία. Πρέπει να επισημανθεί ότι αυτά τα δεδομένα παρέχονται με βάση την αναθεώρηση των υπαρχόντων στοιχείων που είναι διαθέσιμα προς χρήση με τις συνιστώμενες προσωρινές μεθόδους

υπολογισμού για το θόρυβο που προκαλούν οι αεροπορικές μεταφορές. Αν και τα δεδομένα εκπομπής που παρέχουν οι παρούσες κατευθυντήριες γραμμές δεν είναι δυνατό να καλύψουν κάθε πιθανή κατάσταση που μπορεί να προκύψει στην Ευρώπη, παρέχονται τρόποι για τη συγκέντρωση επιπλέον δεδομένων μέσω των μετρήσεων. Επισημαίνεται τέλος, η χρήση των δεδομένων που παρέχουν οι παρούσες κατευθυντήριες γραμμές δεν είναι υποχρεωτική, τα δε κράτη μέλη που επιθυμούν να εφαρμόσουν τις προσωρινές μεθόδους υπολογισμού είναι ελεύθερα να χρησιμοποιούν άλλα δεδομένα, εφόσον κρίνουν ότι αυτό είναι σκόπιμο, υπό την προϋπόθεση ότι αυτά τα δεδομένα είναι κατάλληλα προς χρήση με τις αντίστοιχες μεθόδους. Το επίπεδο ημέρας – βραδιού - νύχτας L_{den} , σε ντεσιμπέλ (dB), ορίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

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

όπου :

- L_{day} είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των περιόδων ημέρας ενός έτους. Στη μελέτη αυτή το L_{day} είναι η περίοδος 07:00-19:00.
- $L_{evening}$ είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των βραδινών περιόδων ενός έτους. Στη μελέτη αυτή το $L_{evening}$ είναι η περίοδος 19:00-23:00.
- L_{night} είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των νυχτερινών περιόδων ενός έτους. Στη μελέτη αυτή το L_{night} είναι η περίοδος 23:00-07:00.

με δεδομένο ότι: η ημέρα διαρκεί δώδεκα ώρες, το βράδυ τέσσερις ώρες και η νύχτα οκτώ ώρες. Επισημαίνεται ότι:

- Ένα έτος αντιστοιχεί στο υπ' όψη έτος όσον αφορά στην εκπομπή θορύβων και σε ένα μέσο έτος όσον αφορά στις καιρικές συνθήκες, και ότι,
- Λαμβάνεται υπόψη ο προσπίπτων θόρυβος, που σημαίνει ότι ο ήχος που ανακλάται στην πρόσοψη του συγκεκριμένου κτιρίου δεν λαμβάνεται υπόψη.
- Τα σημεία αξιολόγησης του L_{den} για την παρούσα μελέτη που αφορά στην στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου αεροσκαφών σε σχέση με την έκθεση στο θόρυβο μέσα και κοντά στα κτίρια, 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.

Ο δείκτης νυχτερινού θορύβου L_{night} είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη με βάση όλες τις νυχτερινές περιόδους επί ένα έτος, με δεδομένο ότι:

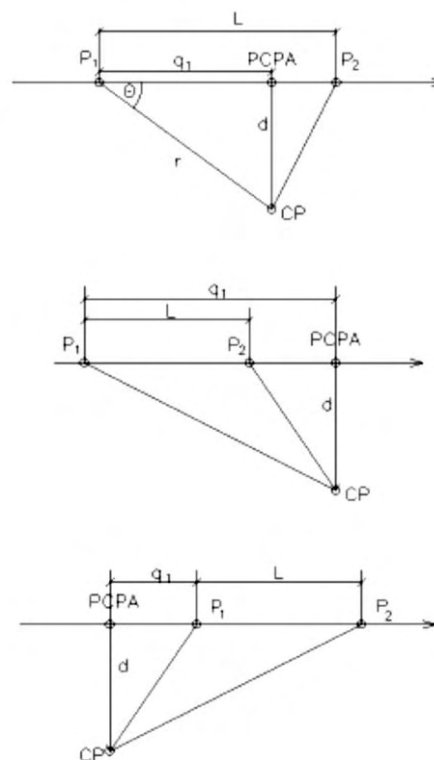
- Η νύκτα διαρκεί οκτώ ώρες, όπως ορίζεται ανωτέρω,
- Ένα έτος είναι το υπ' όψη έτος όσον αφορά στις ηχητικές εκπομπές και ένα μέσο έτος όσον αφορά στις καιρικές συνθήκες,
- Λαμβάνεται υπ' όψη ο προσπίπτων θόρυβος,
- Σημείο αξιολόγησης είναι αυτό που προβλέπεται για τον δείκτη L_{den}
- Προσαρμογές που αφορούν στους δείκτες θορύβου L_{den} και L_{night}

Στα Άρθρα 3 και 5, καθώς και στο Παράρτημα I της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ ορίζονται οι δείκτες θορύβου L_{day} (δείκτης θορύβου ημέρας), $L_{evening}$ (δείκτης βραδινού θορύβου), L_{night} (δείκτης θορύβου νυκτός) και ο σύνθετος δείκτης L_{den} (δείκτης θορύβου ημέρας – βραδιού – νύχτας). Σύμφωνα με το Άρθρο 5 της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ, οι δείκτες θορύβου L_{den} και L_{night} εφαρμόζονται για την εκπόνηση στρατηγικών χαρτών θορύβου. Οι δείκτες αυτοί προσδιορίζονται επί του συνόλου των περιόδων ημέρας, των βραδινών και των νυκτερινών περιόδων ενός έτους.

Το πρότυπο ISO 1996-2:1987 ορίζει το μέσο μακροπρόθεσμο επίπεδο ως την ισοδύναμη Α-σταθμισμένη συνεχή ηχοστάθμη, η οποία μπορεί να προσδιορισθεί μέσω υπολογισμού, λαμβανομένων υπόψη διακυμάνσεων τόσο της κατάστασης της πηγής όσο και των καιρικών συνθηκών που επηρεάζουν τις συνθήκες διάδοσης. Το πρότυπο ISO 1996-2 επιτρέπει την εφαρμογή διορθώσεων για τις μετεωρολογικές επιδράσεις, ενώ στο πρότυπο ISO 1996-1 γίνεται αναφορά στις εν λόγω διορθώσεις, έστω και αν δεν αναφέρεται μέθοδος για τον προσδιορισμό και την εφαρμογή αυτών. Επισημαίνεται ότι το Παράρτημα I της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ επιτρέπει στα κράτη μέλη να περικλύουν τη βραδινή περίοδο κατά 1 ή 2 ώρες. Η περίοδος της ημέρας ή/και της νύκτας πρέπει να αυξηθούν αναλόγως. Η βασική εξίσωση για τον υπολογισμό του δείκτη L_{den} πρέπει να προσαρμοσθεί ώστε να αντικατοπτρίζει αυτές τις τροποποιήσεις σε μια ή περισσότερες από τις περιόδους αξιολόγησης.

Για το σκοπό της Στρατηγικής Χαρτογράφησης Θορύβου (ΣΧΘ), η Οδηγία 2002/49/ΕΚ ορίζει το σημείο δέκτη (ή «σημείο αξιολόγησης») σε ύψος $4 \pm 0,2$ m πάνω από το έδαφος. Δεδομένου ότι ο δείκτης L_{den} είναι σύνθετος δείκτης που υπολογίζεται με βάση τους δείκτες L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} , το ως άνω ύψος είναι υποχρεωτικό και για αυτούς τους δείκτες.

Η πτητική οδός δηλαδή το ίχνος πτήσης (τόσο τα ευθύγραμμα όσο και τα κυκλικά τμήματα) διαιρείται σε ευθύγραμμα τμήματα (με σταθερή ισχύ και ταχύτητα). Η ελάχιστη τιμή μήκους ενός τμήματος είναι 3 m.



Σχήμα 3.2 Διαγραμματική απεικόνιση του ίχνους πτήσης (Πηγή: Οδηγία 2009/49/ΕΕ)

Για κάθε υποτόξο υπολογίζονται τρία σημεία x-y. Αυτά τα τρία σημεία ορίζουν δύο γραμμικά τμήματα: το πρώτο σημείο βρίσκεται στην αρχή του υποτόξου, το τρίτο σημείο στο τέλος του υποτόξου και το δεύτερο σημείο στο μέσο του υποτόξου. Για καθένα από τα τμήματα της πτητικής οδού ή εάν είναι απαραίτητο της προέκτασης του τμήματος της πτητικής οδού, προσδιορίζεται το κατακόρυφο πλησιέστερο σημείο προσέγγισης (PCPA) ως προς τον παρατηρητή και της διαγώνιας απόστασης του παρατηρητή από το σημείο PCPA. Ορισμός του κατακόρυφου πλησιέστερου σημείου προσέγγισης PCPA επί της πτητικής οδού και της διαγώνιας απόστασης d ενός τμήματος P1P2, όταν το σημείο υπολογισμού CP βρίσκεται επί του τμήματος (α) ή εμπρός από το τμήμα (β) ή πίσω από το τμήμα (γ). Η διαγώνια απόσταση d από το σημείο PCPA ορίζει τα δεδομένα που πρέπει να ληφθούν από τις καμπύλες θορύβου ισχύος-απόστασης (NPD) ορίζει επίσης τη γωνία ανύψωσης. Η απόσταση στο οριζόντιο επίπεδο από το σημείο υπολογισμού CP επί του εδάφους έως την κατακόρυφη προβολή του σημείου PCPA ορίζει την πλευρική απόσταση για τον υπολογισμό της πλευρικής εξασθένισης (εφόσον υφίσταται).

Όταν μεταβάλλεται εντός του τμήματος, το ύψος ορίζεται ως εξής: όταν το σημείο υπολογισμού CP βρίσκεται επί του τμήματος, χρησιμοποιείται το ύψος στο σημείο PCPA (γραμμική παρεμβολή): όταν το σημείο CP βρίσκεται πίσω ή εμπρός από το τμήμα, χρησιμοποιείται το ύψος στο πλησιέστερο στο σημείο CP άκρο του τμήματος.

Όταν μεταβάλλεται εντός του τμήματος, η ταχύτητα ορίζεται ως εξής: όταν το σημείο υπολογισμού CP βρίσκεται επί του τμήματος, χρησιμοποιείται η ταχύτητα στο σημείο PCPA (γραμμική παρεμβολή): όταν το σημείο CP βρίσκεται πίσω ή εμπρός από το τμήμα, χρησιμοποιείται η ταχύτητα στο πλησιέστερο στο σημείο CP άκρο του τμήματος.

Εάν μεταβάλλεται η ισχύς εντός του τμήματος ή η ηχοστάθμη μεταβάλλεται ανάλογα με την ισχύ (Δξ), το επίπεδο ορίζεται ως εξής: όταν το σημείο υπολογισμού CP βρίσκεται επί του τμήματος, χρησιμοποιείται το επίπεδο στο σημείο PCPA (γραμμική παρεμβολή): όταν το σημείο CP βρίσκεται πίσω ή εμπρός από το τμήμα, χρησιμοποιείται το αντίστοιχο επίπεδο στο πλησιέστερο στο σημείο CP άκρο του τμήματος.

Όπου, ν η πραγματική ταχύτητα σε μέτρα/δευτερόλεπτο και τ η διάρκεια της διέλευσης σε δευτερόλεπτα. Η «κλιμακωτή απόσταση» χρησιμοποιείται προκειμένου να διασφαλισθεί ότι η ολική έκθεση που προκύπτει από τον υπολογισμό του «ποσοστού θορύβου» είναι συμβατή με τα δεδομένα NPD. Η ηχοστάθμη του όλου συμβάντος της διέλευσης υπολογίζεται με πρόσθεση της ηχοστάθμης των συμβάντων διέλευσης των επιμέρους τμημάτων σε ενεργειακή βάση. Σε ότι αφορά στον υπολογισμό των συνολικών επιπέδων θορύβου και προτού καταστεί δυνατός ο υπολογισμός της έκθεσης στο θόρυβο από το σύνολο της κυκλοφορίας σε δεδομένο σημείο υπολογισμού, πρέπει να υπολογισθεί το επίπεδο έκθεσης στο θόρυβο (SEL) για κάθε επιμέρους πτήση αεροσκάφους ως ακολούθως:

Εάν οι υπολογισμοί βασίζονται σε δεδομένα SEL NPD για μια ταχύτητα αναφοράς (συνήθως 160 κόμβοι για αεριοθούμενα αεροσκάφη και 80 κόμβοι για μικρά ελικοφόρα αεροσκάφη):
Εάν οι υπολογισμοί βασίζονται σε δεδομένα LA,max-NPD:

$$SEL(x,y) = SEL(\xi,d)_{v,ref} - A(\beta) + \Delta_L + \Delta_A + \Delta_G$$

$$SEL(x,y) = L_A(\xi,d) - A(\beta) + \Delta_L + \Delta_A + \Delta_G$$

όπου:

- $SEL(\xi,d)_{v,ref}$, το επίπεδο έκθεσης στο θόρυβο σε σημείο με συντεταγμένες (x,y) που προκαλείται από την κίνηση στην πορεία άφιξης ή αναχώρησης αεροσκάφους με όση

- ξ, στη μικρότερη απόσταση d, υπολογιζόμενη από την καμπύλη θορύβου-ισχύος-απόστασης για την ώση ξ και τη μικρότερη απόσταση d,
- $L_A(\xi, d)$, η ηχοστάθμη σε σημείο με συντεταγμένες (x,y) που προκαλείται από την κίνηση στην πορεία άφιξης ή αναχώρησης ενός αεροσκάφους με ώση ξ, στη μικρότερη απόσταση d, υπολογιζόμενη από την καμπύλη θορύβου-ισχύος-απόστασης για την ώση ξ και τη μικρότερη απόσταση d,
 - $\Lambda(\beta, l)$, η πρόσθετη εξασθένηση του ήχου κατά τη διάδοση πλευρικά προς την πορεία του αεροσκάφους, σε οριζόντια πλευρική απόσταση l και υπό γωνία ανύψωσης β,
 - Δ_L , η συνάρτηση της κατευθυντικότητας του θορύβου κύλισης πίσω από το σημείο έναρξης της κύλισης,
 - Δ_v , η διόρθωση για την πραγματική ταχύτητα στην πτητική οδό, όπου $\Delta_v = 10 \cdot \lg(v_{ref}/v)$ και:
 - v_{ref} , η ταχύτητα που χρησιμοποιείται στα δεδομένα NPD,
 - v, η πραγματική ταχύτητα στην πτητική οδό,
 - Δ_A , η προβλεπόμενη διάρκεια ανάλογα με την ταχύτητα v,
 - Δ_F , η διόρθωση για το καθορισμένο μήκος του τμήματος της πτητικής οδού.

Πρέπει να προσδιορισθεί ξεχωριστά ο αριθμός των κινήσεων οποιασδήποτε ομάδας αεροσκαφών σε οποιαδήποτε πτητική οδό καθ' όλη τη διάρκεια ενός έτους, για τις χρονικές περιόδους ημέρας, βραδιού και νυκτός. Κατόπιν αυτού, οι δείκτες θορύβου L_{den} και L_{night} της Οδηγίας 2002/49/EK υπολογίζονται ως εξής:

$$L_{den} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{86400} \sum_{ij} (N_{d,i,j} + 3,16 \cdot N_{e,i,j} + 10 \cdot N_{n,i,j}) \cdot 10^{0,25L_{A,i,j}} \right)$$

$$L_{night} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{T_n} \sum_{ij} N_{n,i,j} \cdot 10^{0,25L_{A,i,j}} \right)$$

όπου :

- $N_{d,i,j}$, ο αριθμός των κινήσεων της ομάδας αεροσκαφών j στην πτητική οδό i κατά τη χρονική περίοδο ημέρας μιας συνήθους ημέρας,
- $N_{e,i,j}$, ο αριθμός των κινήσεων της ομάδας αεροσκαφών j στην πτητική οδό i κατά τη βραδινή χρονική περίοδο μιας συνήθους ημέρας,
- $N_{n,i,j}$, ο αριθμός των κινήσεων της ομάδας αεροσκαφών j στην πτητική οδό i κατά τη νυκτερινή χρονική περίοδο μιας συνήθους ημέρας,
- T_n , η διάρκεια της νυκτερινής περιόδου σε δευτερόλεπτα,
- $SEL_{i,j}$, το επίπεδο έκθεσης στο θόρυβο που προκαλεί η ομάδα αεροσκαφών j στην πτητική οδό i.

Ο αριθμός των κινήσεων κατά τη διάρκεια μιας συνήθους ημέρας υπολογίζεται ως ο μέσος αριθμός κινήσεων κατά τη χρονική περίοδο ενός έτους σύμφωνα με τον τύπο:

$$N_{i,j} = \frac{N_{year,i,j}}{365}$$

όπου οι κινήσεις μετρούνται χωριστά για τις χρονικές περιόδους ημέρας, βραδιού και νυκτός και διακρίνονται με το δείκτη d για την περίοδο της ημέρας, το δείκτη e για τη βραδινή περίοδο και το δείκτη n για τη νυκτερινή περίοδο. Ο τύπος υπολογισμού του L_{den} περιλαμβάνει επιπλέον +5 dB για τη βραδινή περίοδο (συντελεστής 3,16) προκειμένου να λαμβάνεται υπόψη ο αριθμός κινήσεων κατά τη βραδινή περίοδο και +10 dB για τη νυκτερινή περίοδο (συντελεστής 10) προκειμένου να λαμβάνεται υπόψη ο αριθμός κινήσεων κατά τη νυκτερινή περίοδο. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα περιεχόμενα του εγγράφου ECAC Doc. 29 κατά κεφάλαιο και επισημαίνονται οι ομοιότητες, οι διαφορές και

οι προσθήκες που απαιτούνται προκειμένου να πληρούνται οι απαιτήσεις της Οδηγίας 2002/49/ΕΚ.

Δεδομένα εκπομπής αεροπορικού θορύβου: Εκτός από την αναθεώρηση των υφιστάμενων βάσεων δεδομένων, οι παρούσες κατευθυντήριες γραμμές παρέχουν, βασική σύσταση για τον υπολογισμό του αεροπορικού θορύβου στην περιοχή των αερολιμένων βάσει του εγγράφου ECAC doc.29. Η χρήση των συνιστώμενων βασικών δεδομένων δεν είναι υποχρεωτική, τα δε κράτη μέλη είναι ελεύθερα να χρησιμοποιούν άλλα δεδομένα, εφόσον κρίνουν ότι αυτό είναι σκόπιμο, υπό την προϋπόθεση ότι αυτά τα δεδομένα είναι κατάλληλα προς χρήση σε συνδυασμό με το έγγραφο ECAC doc. 29. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη εν εξελίξει πρωτοβουλίες σχετικές με τη δημιουργία ενημερωμένης και διεθνώς αναγνωρισμένης βάσης δεδομένων για το θόρυβο που προκαλούν οι δραστηριότητες της πολιτικής αεροπορίας. Στο μέλλον, η εν λόγω βάση δεδομένων θα μπορούσε να δημιουργηθεί από κοινού από την υπηρεσία Eurocontrol και την Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Αεροπορίας των ΗΠΑ (American Federal Aviation Authority).

Πίνακας 3.2 Απαιτούμενες προσαρμογές σύμφωνα με τη μεθοδολογία ECAC 29

Κεφάλαιο του πρωτότυπου κειμένου	Απαιτούμενες προσαρμογές
1. Εισαγωγή	Προσαρμογή της τεχνικής της τμηματοποίησης και των κοινών δεικτών θορύβου σύμφωνα με το παράρτημα II της οδηγίας 2002/49/ΕΚ.
2. Επεξήγηση όρων και συμβόλων	Προσαρμογή για τη χρήση των δεικτών θορύβου της οδηγίας 2002/49/ΕΚ. Η μονάδα θορύβου πρέπει να είναι η Α-σταθμισμένη συνολική ηχοστάθμη. Η κλίμακα θορύβου πρέπει να είναι η Α-σταθμισμένη ισοδύναμη ηχοστάθμη. Αντικατάσταση του «δείκτη θορύβου» με τους δείκτες θορύβου της οδηγίας 2002/49/ΕΚ.
3. Υπολογισμός περιγραμμάτων	Η «περίοδος μερικών μηνών» πρέπει να μετονομασθεί σε «περίοδο ενός έτους» προκειμένου να πληρούται η απαίτηση της οδηγίας 2002/49/ΕΚ σχετικά με το «μέσο έτος». Διόρθωση (η πλευρική εξασθένηση $A(\beta,1)$) πρέπει να αφαιρείται και όχι να προστίθεται) και προσαρμογή του τύπου (1) στο σημείο 3.3 του εγγράφου ECAC doc. 29 σύμφωνα με το σημείο 2.4.3 στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές.
4. Μορφή του θορύβου των αεροσκαφών και πληροφορίες σχετικά με τις επιδόσεις που πρέπει να χρησιμοποιηθούν	Στο σημείο 4.1.3 του εγγράφου ECAC doc. 29, προσαρμογή των οριακών επιπέδων ώστε να διασφαλισθεί η συμβατότητα με τα ελάχιστα επίπεδα περιγράμματος που πρέπει να υπολογισθούν σύμφωνα με την οδηγία 2002/49/ΕΚ. Βλέπε σημείο 3.3 στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές για περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με τα δεδομένα εκπομπής θορύβου (συμπεριλαμβανομένης μιας εξ ορισμού σύστασης που παρέχει πληροφοριών σχετικά με τα χαρακτηριστικά πτήσης, την ώση του κινητήρα και τις ταχύτητες πτήσης) για το σκοπό της στρατηγικής χαρτογράφησης του θορύβου.
5. Ταξινόμηση τύπων αεροσκαφών	Η προσέγγιση της ταξινόμησης των αεροσκαφών χρειάζεται προσαρμογή ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι σύγχρονα σκάφη που κυκλοφορούν στους ευρωπαϊκούς αερολιμένες. Βλέπε σημείο 3.3.2 στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές για προκαθορισμένα δεδομένα NPD με βάση την ενημερωμένη ταξινόμηση των αεροσκαφών. Το μέρος 5.4 του εγγράφου ECAC doc. 29 προβλέπει την ολοκλήρωση των δεδομένων εκπομπής, όταν αυτή είναι απαραίτητη.
6. Κόναβος υπολογισμού	Οι αποστάσεις στην κόναβο πρέπει να επιλέγονται από τις αρμόδιες αρχές ώστε να λαμβάνονται υπόψη ειδικές περιπτώσεις κατά τη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου.
7. Βασικός υπολογισμός του θορύβου που προκαλούν μεμονωμένες κινήσεις αεροσκαφών	Η διόρθωση για τη διάρκεια/ανοχή που αναφέρεται στο σημείο 7.3 του εγγράφου ECAC doc. 29 ενδεχομένως να χρειάζεται προσαρμογή ανάλογα με το αν το είδος των δεδομένων NPD που χρησιμοποιούνται βασίζεται στην τιμή $L_{A,max}$ (βλέπε σημείο 2.4.3 στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές). Εδικότερα, όταν χρησιμοποιούνται τα προτερότιμα δεδομένα που αναφέρονται στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές, η τιμή ΔA πρέπει να αντικαταστήσει την τιμή ΔV (βλέπε σημείο 3.3.2 στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές). Στο μέρος 7.5 του εγγράφου ECAC doc. 29 πρέπει να εφαρμοσθεί η τεχνική τμηματοποίησης (βλέπε σημείο 2.4.2 στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές). Το μέρος 7.6 του εγγράφου ECAC doc. 29 δεν έχει εφαρμογή όταν χρησιμοποιείται η τεχνική τμηματοποίησης.
8. Θόρυβος κατά την απογείωση και την κύλιση επί του εδάφους κατά την προσγείωση	Στο μέρος 8.2 του εγγράφου ECAC doc. 29, χρησιμοποιείται η εξίσωση (16) για $90 < \Phi \leq 148,4^\circ$ (προς αποφυγή της ασυνέχειας υπό γωνία $148,4^\circ$) και ορίζεται ότι $\Delta L = 0$ για $\Phi \leq 90^\circ$. Η εξίσωση (18) του εγγράφου ECAC doc. 29 για τον προσδιορισμό του επιπέδου έκθεσης στο θόρυβο ενδεχομένως να χρειάζεται προσαρμογή προκειμένου να ληφθεί υπόψη διόρθωση για τη διάρκεια/ανοχή εάν το είδος των δεδομένων NPD που χρησιμοποιούνται βασίζεται στην τιμή $L_{A,max}$ (βλέπε σημείο 3.3.2 στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές).
9. Άθροιση των επιμέρους τιμών ηχοστάθμης	Υιοθέτηση των κοινών δεικτών θορύβου της οδηγίας 2002/49/ΕΚ. Βλέπε σημείο 2.4.3 στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές.
10. Προσομοίωση της πλευρικής και της κατακόρυφης διασποράς πτητικών οδών	Δεν απαιτείται καμία προσαρμογή.
11. Υπολογισμός του επιπέδου έκθεσης στο θόρυβο με διόρθωση για τη γεωμετρία του ήχου	Το συγκεκριμένο κεφάλαιο δεν έχει εφαρμογή όταν χρησιμοποιείται η τεχνική τμηματοποίησης.
12. Γενικές κατευθύνσεις σχετικές με τον υπολογισμό των περιγραμμάτων θορύβου	Αυτό το κεφάλαιο κατευθύνσεων δεν χρειάζεται τροποποιήσεις, ωστόσο συνιστάται η μελέτη του υπό το πρίσμα των απαιτήσεων της οδηγίας 2002/49/ΕΚ, ιδίως εκείνων που αφορούν τους δείκτες θορύβου.

Η βασική σύσταση για τον υπολογισμό του αεροπορικού θορύβου, αφορά πέραν της αναθεώρησης των υφιστάμενων βάσεων δεδομένων, και την διαπίστωση ότι τα ακόλουθα πρότυπα (βλέπε παρακάτω) παρέχουν πλήρη στοιχεία θορύβου-ισχύος-απόστασης καθώς και δεδομένα επιδόσεων για τους περισσότερους τύπους αεροσκαφών της πολιτικής αεροπορίας, συμπεριλαμβανομένων των νέας γενιάς αεροσκαφών, χαμηλής εκπομπής θορύβου:

- (α) «OAL-Richtlinie 24-1 Lärmschutzzonen in der Umgebung von Flughäfen Planungs- und Berechnungsgrundlagen. Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung» Βιέννη 2001, και
 (β) «Neue zivile Flugzeugklassen für die Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (Entwurf), Umweltbundesamt» Βερολίνο 1999

Στην συνέχεια δίνεται αναλυτικά η μεθοδολογία ECAC.CEACDoc.29 («Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports»), Η σχετική Γερμανική μέθοδος AzB (Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen – AzB) εξασφαλίζει τα φύλλα υπολογισμού, τα οποία προσδιορίζουν τις εκπομπές των αεροσκαφών οι οποίες έχουν επικαιροποιηθεί ήδη δυο φορές. Η τελευταία έκδοση, ονομάζεται AzB-99 και καταγράφει τις πραγματικές εκπομπές του αεροπορικού στόλου από το 1999. Η κατηγοριοποίηση των αεροσκαφών κατά AzB-99 λαμβάνει υπόψη το μέγιστο βάρος απογείωσης και τον τύπο του κινητήρα, κατά ICAO, και αποτελεί πρότυπο που έχει αποδεχθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση, και το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλα τα μέλη κράτη σύμφωνα με την ανωτέρω σύσταση της Επιτροπής της 6ης Αυγούστου 2003 (2003/613/EC) - βλέπε σχετικό κεφάλαιο 3.3.2 της Σύστασης. Επισημαίνεται τέλος ότι η "προσαρμοσμένη μέθοδος AzB" με επικαιροποίηση 2008 χρησιμοποιείται ήδη στην Γερμανία για την δημιουργία Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου (μέθοδος VBUF).

Η κατηγοριοποίηση αυτή η οποία καταγράφει τον παρόντα στόλο αεροσκαφών στα Ευρωπαϊκά αεροδρόμια, βάσει της Σύστασης 2003/613/EK για την μέθοδο ECAC 29, δίνεται στο παράρτημα Β στην συνέχεια. Τα δεδομένα βασίζονται σε ταξινόμηση των αεροσκαφών και περιλαμβάνουν επίπεδα $L_{A,max}$. Ο ακόλουθος τύπος παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού επιπέδων έκθεσης στο θόρυβο (SEL) λαμβάνοντας υπόψη, ως πρόσθετη παράμετρο, τη διάρκεια της διέλευσης. Τα επίπεδα έκθεσης στο θόρυβο υπολογίζονται σε dB από την τιμή $L_{A,max}$ με τον τύπο :

$$SEL = L_{A,max} + \Delta_A \text{ \& } \Delta_A = 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0}$$

$$T = \frac{A \cdot d}{V + (d/B)}$$

όπου $T_0 = 1$ δευτερόλεπτο και T σε s σύμφωνα με τον τύπο:
 όπου:

- A και B, σταθερές που έχουν διαφορετική τιμή για την απογείωση και την προσγείωση, καθώς και για διαφορετικά αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας,
- d, η διαγώνια απόσταση σε m,
- V, η ταχύτητα σε m/s.

Οι τιμές ηχοστάθμης διακρίνονται ως προς την ώση απογείωσης και την ώση προσγείωσης. Η μείωση της ώσης μετά την απογείωση λαμβάνεται υπόψη ως μείωση της ηχοστάθμης ΔL_x σε ορισμένα ύψη και ταχύτητες. Για κάθε ομάδα αεροσκαφών παρέχονται προκαθορισμένες καμπύλες απογείωσης, με την ταχύτητα V και το ύψος H σε συνάρτηση προς την απόσταση σ για την κίνηση επί του εδάφους από το σημείο έναρξης της κύλισης και για μεγαλύτερες αποστάσεις με dH/dσ.

3.4 Στρατηγικοί Χάρτες Αεροπορικού Θορύβου

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

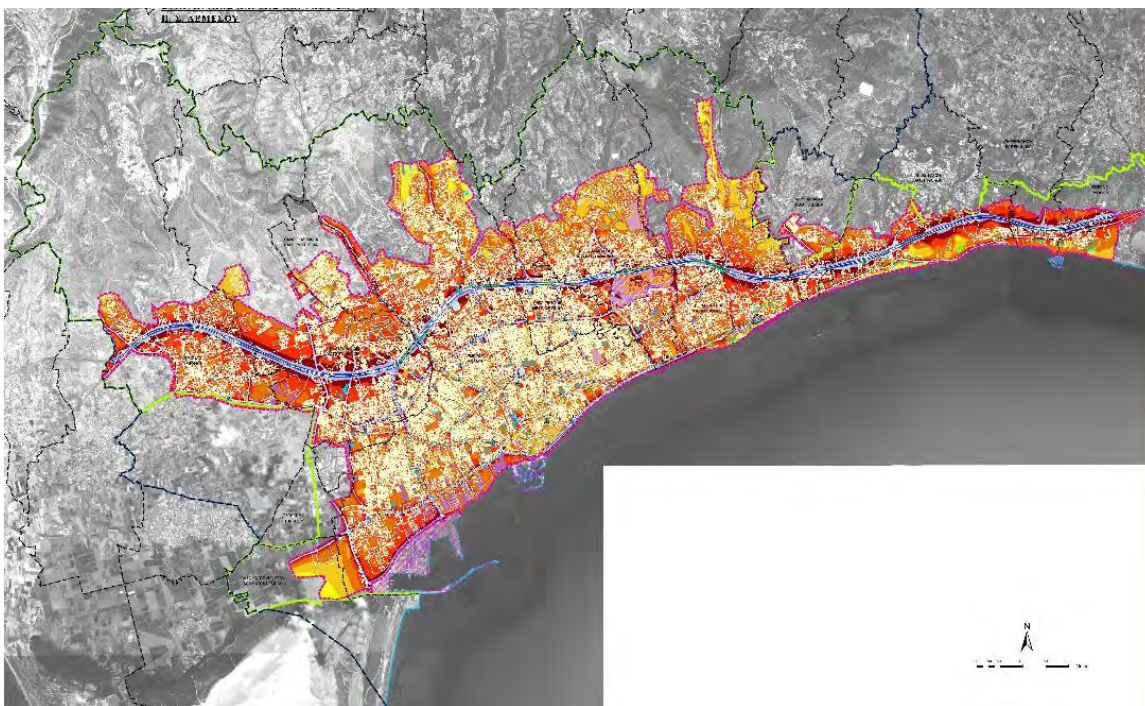
και στα αεροδρόμια και χώρους βιομηχανικών δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των λιμένων.

Τα κράτη μέλη της ΕΕ, με βάση την νομοθεσία που είναι σε ισχύ, είχαν τελική προθεσμία στις 30 Ιουνίου 2007 για να έχουν καταρτιστεί και ενδεχομένως εγκριθεί οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου στους οποίους θα παρουσιάζεται η κατάσταση που επικρατούσε στο προηγούμενο έτος. Οι χάρτες θορύβου ανανεώνονται ανά πενταετία και θα πρέπει να παραθέτουν στην Επιτροπή κατάλογο με τους μεγάλους, από πλευράς φόρτου, οδικούς άξονες

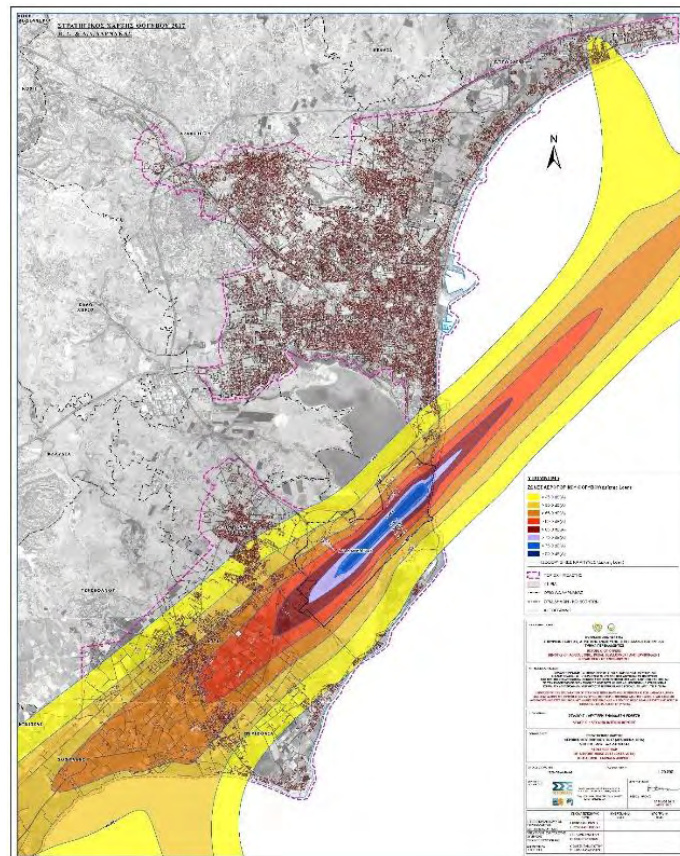
Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, υπάρχουν ελάχιστες απαιτήσεις για τη τον τρόπο που πρέπει να γίνεται η Στρατηγική Χαρτογράφηση Θορύβου, οι οποίες δίνονται συνοπτικά στη συνέχεια:

1. Στρατηγικός χάρτης θορύβων είναι η παρουσίαση δεδομένων σχετικών με ένα από τα ακόλουθα:
 - μια υπάρχουσα, προγενέστερη ή προβλεπόμενη ηχητική κατάσταση υπό μορφή δείκτη θορύβου,
 - η υπέρβαση μιας οριακής τιμής,
 - ο εκτιμώμενος αριθμός κατοικιών, σχολείων και νοσοκομείων σε μια ορισμένη περιοχή που εκτίθενται σε συγκεκριμένες τιμές ενός δείκτη θορύβου,
 - ο εκτιμώμενος αριθμός ανθρώπων που βρίσκονται σε περιοχή εκτεθειμένη σε θόρυβο.
2. Οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου μπορούν να παρουσιάζονται στο κοινό ως:
 - γραφικές παραστάσεις,
 - αριθμητικά δεδομένα σε πίνακες,
 - αριθμητικά δεδομένα υπό ηλεκτρονική μορφή.
3. Οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου για πολεοδομικά συγκροτήματα πρέπει να δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στο θόρυβο που εκπέμπεται από:
 - την οδική κυκλοφορία ,
 - τη σιδηροδρομική κυκλοφορία ,
 - τα αεροδρόμια,
 - τους χώρους βιομηχανικών δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των λιμένων.
4. Η στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου χρησιμοποιείται για τους ακόλουθους σκοπούς:
 - παροχή δεδομένων που αποστέλλονται στην Επιτροπή, σύμφωνα με το άρθρο 10 παράγραφος 2 και το παράρτημα VI,
 - πηγή πληροφοριών για τους πολίτες, σύμφωνα με το άρθρο 9, βάση για σχέδια δράσης, σύμφωνα με το άρθρο 8.
5. Οι ελάχιστες απαιτήσεις για τους στρατηγικούς χάρτες θορύβου αναφορικά με τα δεδομένα που αποστέλλονται στην Επιτροπή, δίδονται στα σημεία 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 και 2.7 του παραρτήματος VI.
6. Για την ενημέρωση των πολιτών σύμφωνα με το άρθρο 9 και για την εκπόνηση σχεδίων δράσης σύμφωνα με το άρθρο 8, απαιτούνται πρόσθετα και πιο λεπτομερή πληροφοριακά στοιχεία, όπως:
 - Γραφική παράσταση ,
 - χάρτες όπου παρουσιάζονται οι υπερβάσεις μιας οριακής τιμής,
 - διαφορικοί χάρτες, στους οποίους παριστάνεται η τρέχουσα κατάσταση σε σχέση με μελλοντικές καταστάσεις,

- χάρτες στους οποίους παρουσιάζεται η τιμή του δείκτη θορύβου σε άλλο ύψος από τα τέσσερα μέτρα, οσάκις ενδείκνυται.
 - Τα κράτη μέλη μπορούν να θεσπίζουν κανονισμούς σχετικά με τον τύπο και την μορφή των εν λόγω χαρτών θορύβου.
7. Εκπονούνται στρατηγικοί χάρτες θορύβου τοπικής ή εθνικής χρήσεως για αξιολογήσεις σε ύψος τεσσάρων μέτρων και για κλίμακες τιμών των δεικτών L_{den} και L_{night} 5 dB, όπως ορίζεται στο παράρτημα VI.
 8. Για τα πολεοδομικά συγκροτήματα, εκπονούνται ιδιαίτεροι στρατηγικοί χάρτες θορύβου για τους θορύβους οδικής, σιδηροδρομικής και αεροπορικής κυκλοφορίας και για τους βιομηχανικούς θορύβους. Μπορούν να καταρτίζονται χάρτες και για άλλες πηγές θορύβου.
 9. Η Επιτροπή εκπονεί κατευθυντήριες γραμμές για περαιτέρω καθοδήγηση αναφορικά με τους χάρτες θορύβου, τη χαρτογράφηση του θορύβου και το σχετικό λογισμικό, σύμφωνα με το άρθρο 13 παράγραφος 2.



Σχήμα 3.3 Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου – Π.Σ. Λεμεσού, 2018 (Πηγή: ΣΧΘ Λευκωσίας Λεμεσού 2018)



Σχήμα 3.4 Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου – Διεθνής Αερολιμένας Λάρνακας, 2018 (Πηγή: ΣΧΘ Λάρνακας 2018)

3.5 Σχέδια Δράσης

Τα σχέδια δράσης αποτελούν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο απαραίτητων κινήσεων για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του θορύβου. Η διαμόρφωσή τους στοχεύει στην ενεργοποίηση των κατάλληλων τοπικών αρχών που θα συντελέσουν στην υλοποίηση των δράσεων αυτών. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στις **18 Ιουλίου 2008** έληγε η προθεσμία της παράδοσης και έγκρισης των σχεδίων δράσης από τα κράτη-μέλη για την αντιμετώπιση των επιδράσεων του θορύβου για τους μεγάλους οδικούς άξονες με κίνηση άνω των έξι εκατομμυρίων οχημάτων ετησίως, τους μεγάλους σιδηροδρομικούς άξονες, η κίνηση των οποίων υπερβαίνει τους 60.000 επιβάτες ετησίως, τα μεγάλα αεροδρόμια καθώς και τα οικιστικά συγκροτήματα άνω των 250.000 κατοίκων. Οι δράσεις που γίνονται στο πλαίσιο αυτό πρέπει να αποσκοπούν στην αντιμετώπιση προβλημάτων βάση ιεράρχησης προτεραιοτήτων, και σε περιοχές αντίστοιχης σημαντικότητας οι οποίες έχουν προκύψει από την χαρτογράφηση θορύβου. Η συνεργασία μεταξύ γειτονικών κρατών-μελών είναι συνήθης για την κατάρτιση κοινών σχεδίων δράσης στα μεταξύ τους σύνορα. Η πλήρης ενημέρωση του κοινού σχετικά με τις προτάσεις για τα σχέδια δράσης είναι απαραίτητη, καθώς αποτελεί σημαντικό παράγοντα στον σχεδιασμό των κατάλληλων δράσεων.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα σχέδια δράσης παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια:

1. Τα σχέδια δράσης πρέπει να περιλαμβάνουν τουλάχιστον τα ακόλουθα στοιχεία:
 - Περιγραφή του πολεοδομικού συγκροτήματος, των μεγάλων οδικών και σιδηροδρομικών αξόνων ή των μεγάλων αεροδρομίων και άλλων πηγών θορύβου που λαμβάνονται υπόψη,

- υπεύθυνη αρχή,
- νομικό πλαίσιο,
- τυχόν ισχύουσες οριακές τιμές σύμφωνα με το άρθρο 5,
- περίληψη αποτελεσμάτων της χαρτογράφησης θορύβου,
- εκτίμηση του αριθμού ατόμων που εκτίθενται στο θόρυβο, επισήμανση προβλημάτων και καταστάσεων προς βελτίωση,
- ιστορικό των δημόσιων διαβουλεύσεων που διοργανώθηκαν σύμφωνα με το άρθρο 8 παράγραφος 7,
- μέτρα κατά του θορύβου τα οποία ήδη εφαρμόζονται και σχέδια τα οποία προετοιμάζονται,
- σχεδιαζόμενες δράσεις των αρμόδιων αρχών για τα επόμενα πέντε χρόνια, συμπεριλαμβανομένων μέτρων για τη διατήρηση των ήσυχων περιοχών,
- μακροπρόθεσμη στρατηγική,
- χρηματοοικονομικές πληροφορίες (εφόσον υπάρχουν): προϋπολογισμοί, αξιολόγηση κόστους/απόδοσης, αξιολόγηση κόστους/ωφελείας,
- προβλεπόμενες διατάξεις για την αξιολόγηση της εφαρμογής και των αποτελεσμάτων του σχεδίου δράσης.

2. Στις δράσεις που σχεδιάζουν οι αρμόδιες αρχές στους αντίστοιχους τομείς αρμοδιότητάς τους, μπορούν να συγκαταλέγονται, π.χ. οι ακόλουθες:

- κυκλοφοριακός σχεδιασμός,
- χωροταξικός σχεδιασμός,
- τεχνικά μέτρα επί των πηγών θορύβου,
- επιλογή πηγών χαμηλότερου θορύβου,
- περιορισμοί στη διάδοση των θορύβων,
- κανονιστικά ή οικονομικά μέτρα ή κίνητρα

Κάθε σχέδιο δράσης θα πρέπει να περιλαμβάνει εκτιμήσεις αναφορικά με τη μείωση του αριθμού των επηρεαζόμενων ατόμων.

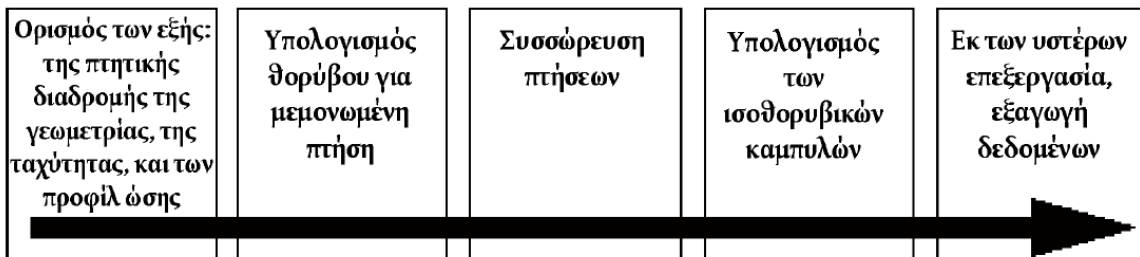
3.6 Η νέα Οδηγία 2015/996

Το 2008 η Επιτροπή δρομολόγησε την ανάπτυξη του κοινού μεθοδολογικού πλαισίου αξιολόγησης του θορύβου μέσω του σχεδίου «Κοινό μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης του θορύβου» (CNOSSOS-EU) από το Κοινό Κέντρο Ερευνών της. Το σχέδιο υλοποιήθηκε σε στενή συνεννόηση με την ειδική επιτροπή που συστάθηκε δυνάμει του άρθρου 18 της οδηγίας 2000/14/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (1) και άλλων εμπειρογνομώνων από τα κράτη μέλη. Τα αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν στην έκθεση αναφοράς του JRC για το πρόγραμμα CNOSSOS-EU. **Η νέα νομοθεσία είναι πλέον σε ισχύ, από 31/12/2018 και στη χώρα μας.** Η έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (S. Kerpaloopoulos etc, 2012) περιγράφει αυτό το κοινό μεθοδολογικό πλαίσιο για τη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου βάσει της οδηγίας για τον περιβαλλοντικό θόρυβο (2002/49/EK). Επίσης, περιγράφει τη διαδικασία και τους βασικούς παράγοντες που εμπλέκονται στην ανάπτυξη CNOSSOS-EE. Η έκθεση κλείνει τη φάση ανάπτυξης της CNOSSOS (2010) και αντιπροσωπεύει την τεχνική βάση για την τροποποίηση του παραρτήματος II της οδηγίας, σε σχέση με το στάδιο της εκτέλεσης CNOSSOS-EE (2012-2015).

Ο πυρήνας του μεθοδολογικού πλαισίου CNOSSOS-EU αποτελείται από:

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

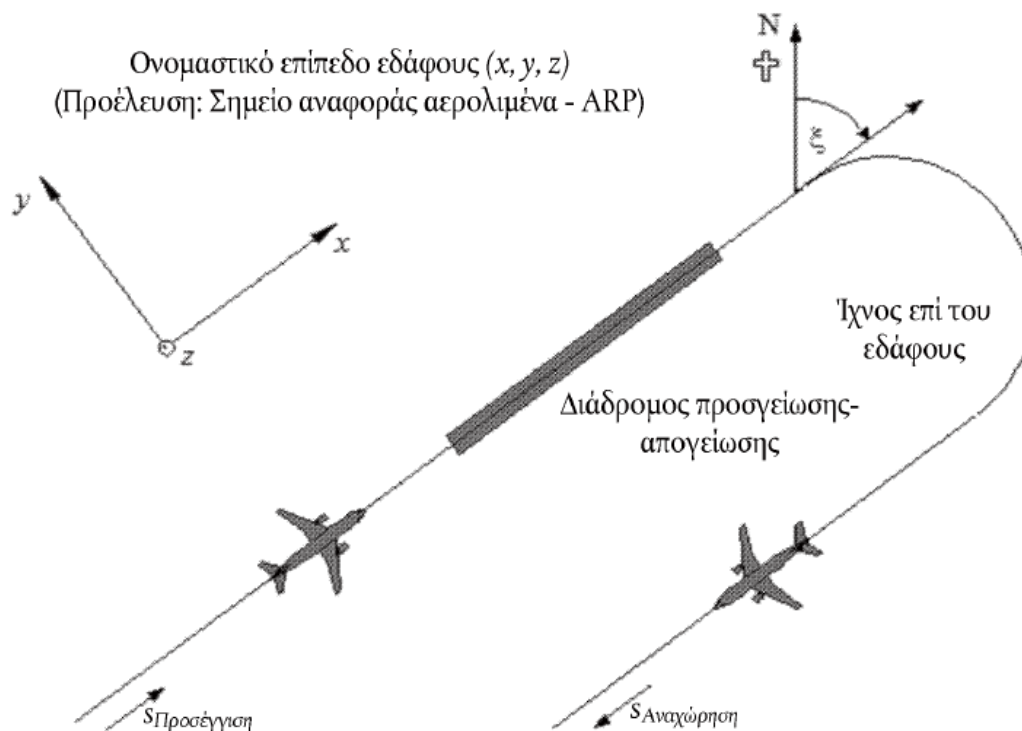
Με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2015/996 της 19^{ης} Μαΐου 2015, η επιτροπή αντικατέστησε το Παράρτημα II της Οδηγίας 2002/49/EK, που παρουσίαζε ορισμένα συνιστώμενα μοντέλα υπολογισμού και τώρα καθορίζει κοινές μεθόδους αξιολόγησης για όλα τα κράτη-μέλη που πρέπει να εφαρμοστούν. Όσο αφορά τον αεροπορικό θόρυβο και τη μεθοδολογία υπολογισμού, έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές αλλαγές με τη νέα Οδηγία. Πιο αναλυτικά, οι δύο μεθοδολογίες ορίζουν δύο διαφορετικές βάσεις δεδομένων θορύβου και επιδόσεων. Η διεθνής οργάνωση πολιτικής αεροπορίας για το θόρυβο και τις επιδόσεις αεροσκαφών (ICAO ANP) δημιούργησε μία βάση δεδομένων για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις του ECAC Doc. 29. **Μια σημαντική απαίτηση της μεθοδολογίας είναι ότι πρέπει επίσης να χρησιμοποιείται από την οδηγία 2002/30/EK, την οδηγία για τους περιορισμούς λειτουργίας του αεροδρομίου.** Αυτό προϋποθέτει ότι η μεθοδολογία και η υποστήριξη η βάση δεδομένων μπορεί να αξιολογήσει τις επιλογές πολιτικής σε ένα αεροδρόμιο, όπως οι αλλαγές του στόλου και οι αλλαγές του θορύβου διαδικασίες μείωσης των εκπομπών. Ενώ η επανεξέταση σημείωσε ότι η AzB 2008, ιδίως η βάση δεδομένων της, με την πάροδο του χρόνου για την κάλυψη αυτών των αναγκών, doc. 29 και η βάση δεδομένων ANP ήταν καταλληλότερη για την πρόσθετες απαιτήσεις που επιβάλλει η οδηγία 2002/30/EK αυτή τη στιγμή. Με τη νέα νομοθεσία χρησιμοποιούνται πάλι χάρτες ισοθροβικών καμπυλών προκειμένου να καταδειχθούν η έκταση και το μέγεθος των επιπτώσεων του θορύβου αεροσκαφών γύρω από αερολιμένες, ενώ οι επιπτώσεις αυτές καταδεικνύονται με τις τιμές ενός συγκεκριμένου μετρούμενου μεγέθους ή δείκτη θορύβου. Ισοθροβική καμπύλη είναι μια γραμμή κατά μήκος της οποίας η τιμή του δείκτη είναι σταθερή. Η τιμή του δείκτη των αδρανών υλικών αθροίζει κατά κάποιον τρόπο όλα τα επιμέρους γεγονότα θορύβου του αεροσκάφους που επέρχονται κατά τη διάρκεια ορισμένης χρονικής περιόδου, που υπό κανονικές συνθήκες μετريέται σε ημέρες ή μήνες. Ο θόρυβος στα σημεία επί του εδάφους από αεροσκάφη που πετούν προς και από παρακείμενο αεροδρόμιο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι βασικότεροι εξ αυτών των παραγόντων είναι οι τύποι των αεροπλάνων και του προωθητικού τους συστήματος, οι διαδικασίες διαχείρισης της ισχύος, των πτερυγίων καμπυλότητας και της ταχύτητας αέρα που χρησιμοποιούνται στα αεροπλάνα αυτά καθαυτά, οι αποστάσεις από τα υπό εξέταση σημεία έως τα διάφορα ίχνη πτήσης, καθώς και η τοπογραφία και οι καιρικές συνθήκες της περιοχής. Γενικά, οι δραστηριότητες του αερολιμένα περιλαμβάνουν διάφορους τύπους αεροπλάνων, διάφορες διαδικασίες κατά την πτήση και ένα φάσμα επιχειρησιακών βαρών.



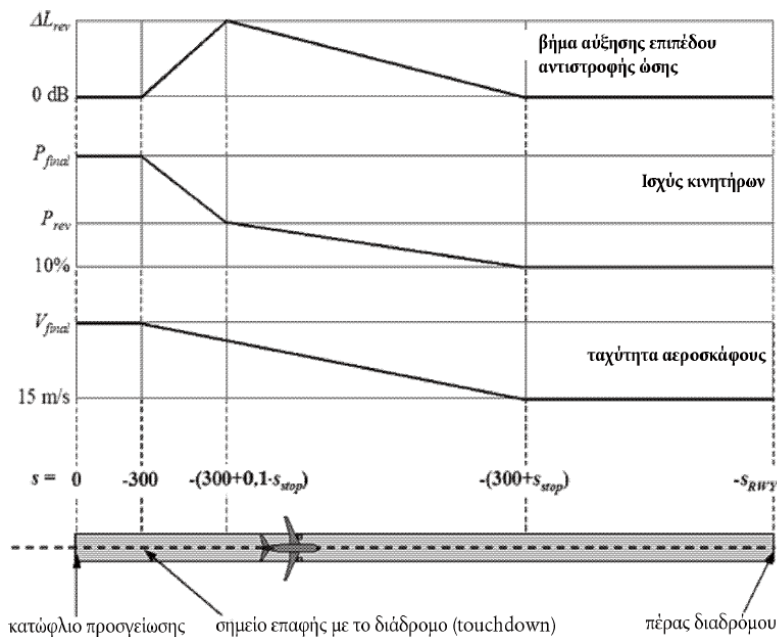
Σχήμα 3.5 Η διαδικασία δημιουργίας της ισοθροβικής καμπύλης (Πηγή: Οδηγία 2015/49)

Στο πλαίσιο μοντελοποίησης, το **ίχνος πτήσης** (ή τροχιά) αποτελεί την πλήρη περιγραφή της κίνησης του αεροσκάφους στον χώρο και τον χρόνο (1). Μαζί με την προωθητική ώση (ή άλλη παράμετρο ισχύος σχετιζόμενη με τον θόρυβο), συνιστά τις πληροφορίες που απαιτούνται για τον υπολογισμό του θορύβου που παράγεται. Το ίχνος τροχιάς επί του εδάφους αποτελεί την κάθετη προβολή του ίχνους πτήσης σε οριζόντιο έδαφος. Αυτό συνδυάζεται με το κατακόρυφο προφίλ πτήσης για τη δημιουργία του τρισδιάστατου ίχνους πτήσης. Η μοντελοποίηση με κατάτμηση απαιτεί την περιγραφή του ίχνους πτήσης κάθε επιμέρους κίνησης αεροσκάφους μέσω μιας σειράς από όμορα ευθύγραμμα τμήματα. Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η κατάτμηση αυτή υπαγορεύεται από την ανάγκη εξισορρόπησης της ακρίβειας και της αποτελεσματικότητας, δηλαδή είναι απαραίτητη η όσο το δυνατόν ακριβέστερη προσέγγιση της πραγματικής καμπύλης ίχνους πτήσης, με παράλληλη ελαχιστοποίηση του υπολογιστικού φόρτου και των απαιτούμενων δεδομένων. Κάθε τμήμα πρέπει να ορίζεται από τις γεωμετρικές συντεταγμένες των ακραίων σημείων του και από τις αντίστοιχες παραμέτρους της ταχύτητας και την ισχύος των κινητήρων του αεροσκάφους (από τις οποίες εξαρτώνται οι εκπομπές ήχου). Τα ίχνη πτήσης και η ισχύος των κινητήρων δύνανται να καθοριστούν με διάφορους τρόπους, οι κυριότεροι εκ των οποίων αφορούν α) τη σύνθεση μιας σειράς διαδικαστικών ενεργειών, και β) την ανάλυση των μετρούμενων δεδομένων προφίλ πτήσης.

Η βάση δεδομένων ANP πινακοποιεί δεδομένα αεροδυναμικής για τα μεικτά βάρη απογείωσης και προσγείωσης που αναφέρονται στα στοιχεία 3 και 4 ανωτέρω. Μολονότι, για τους υπολογισμούς του σωρευτικού θορύβου, τα δεδομένα αεροδυναμικής αυτά καθαυτά δεν απαιτείται να προσαρμοστούν σε άλλα μεικτά βάρη, ο υπολογισμός των προφίλ απογείωσης και πτήσης ανόδου, με τη χρήση των διαδικασιών που περιγράφονται αναλυτικά, βασίζεται στα κατάλληλα λειτουργικά μεικτά βάρη απογείωσης.

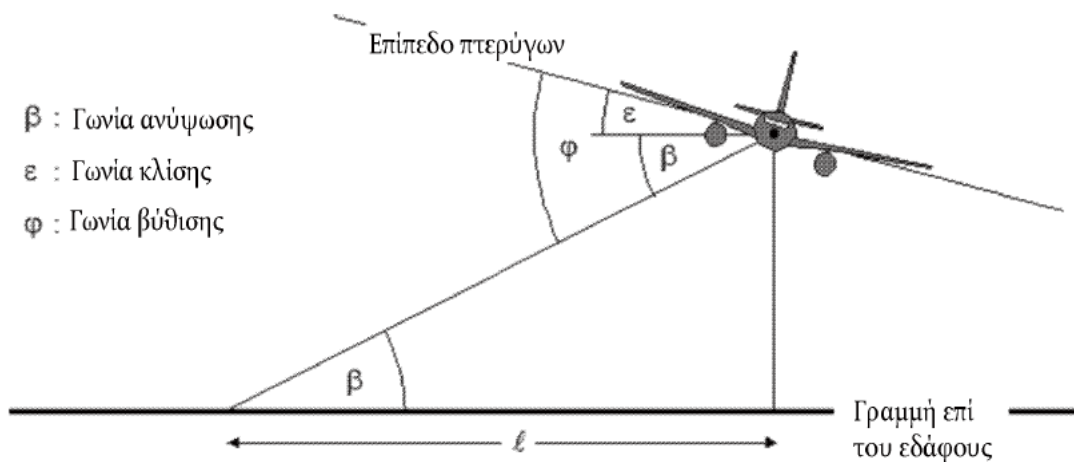


Σχήμα 3.6 Τοπικό σύστημα συντεταγμένων και συντεταγμένη s που ορίζεται στο ίχνος τροχιάς επί του εδάφους (Πηγή: Οδηγία 2015/49)



Σχήμα 3.7 Μοντελοποίηση της κύλισης προσγείωσης (Πηγή: Οδηγία 2015/49)

Το Σχήμα 3.7 απεικονίζει τη βασική γεωμετρία στο κανονικό επίπεδο του ίχνους πτήσης του αεροσκάφους. Η γραμμή επί του εδάφους αποτελεί το σημείο τομής του κανονικού επιπέδου με το οριζόντιο επίπεδο του εδάφους. (Εάν η τροχιά πτήσης είναι οριζόντια, η γραμμή επί του εδάφους αποτελεί την τελική προβολή του επιπέδου του εδάφους.) Το αεροσκάφος έχει κλίση γωνίας ϵ μετρούμενης αριστερόστροφα σε σχέση με τον άξονα περιστροφής (δηλαδή με τη δεξιά πτέρυγα προς τα πάνω). Ως εκ τούτου, λαμβάνει θετικές τιμές για δεξιά στροφή και αρνητικές τιμές για αριστερή στροφή.



Σχήμα 3.8 Γωνίες αεροσκάφους – παρατηρητή σε επίπεδο κανονικό για το ίχνος πτήσης (Πηγή: Οδηγία 2015/49)

Η γωνία ανύψωσης β (μεταξύ 0 και 90°) μεταξύ της άμεσης διαδρομής διάδοσης του ήχου και της οριζόντιας γραμμής επί του εδάφους (1) καθορίζει, μαζί με την κλίση του ίχνους πτήσης και την πλευρική μετατόπιση του παρατηρητή από το ίχνος επί του εδάφους, την πλευρική εξασθένηση. — Η γωνία βύθισης Φ μεταξύ του επιπέδου πτερύγων και της διαδρομής διάδοσης καθορίζει τις επιδράσεις της εγκατάστασης των κινητήρων. Όσον αφορά

τη σύμβαση που αφορά τη γωνία κλίσης $\Phi = \beta \pm \varepsilon$, με θετικό πρόσημο για παρατηρητές που βρίσκονται στα δεξιά και αρνητικό πρόσημο για παρατηρητές που βρίσκονται στα αριστερά.

4. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΕ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.1 Ισχύουσα Νομοθεσία

Με την σχετική **ΚΥΑ 13586/724 (ΦΕΚ Β'384 28.3.2006)** των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων και Μεταφορών και Επικοινωνιών περί «Καθορισμού μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον», επιτυγχάνεται η ενσωμάτωση στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο των διατάξεων της οδηγίας 2002/49/ΕΚ "σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου" του Συμβουλίου της 25.6.2002». Με την απόφαση αυτή αποσκοπεί η εφαρμογή των διατάξεων του Άρθρου 14 του Ν. 1650/1986 και συγχρόνως η συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας **2002/49 του Συμβουλίου της 25.6.2002** «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» που έχει δημοσιευθεί στην Ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕL 189/12/18.7.2002), ώστε με τον καθορισμό των αναγκαίων μέτρων, όρων και διαδικασιών και την ιεράρχηση συγκεκριμένων δράσεων και προτεραιοτήτων, να αποφεύγονται, να προλαμβάνονται ή να περιορίζονται οι δυσμενείς επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της ενόχλησης, από την έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο.

Ειδικότερα για τον σκοπό αυτό εφαρμόζονται προοδευτικά οι ακόλουθες δράσεις :

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

Σε ότι αφορά στη **Στρατηγική Χαρτογράφηση Θορύβου**, σχετικά με αεροδρόμια, οι σχετικοί ΣΧΘ αποσκοπούν στην καταγραφή της κατάστασης θορύβου που επικρατεί στα μεγάλα αεροδρόμια και πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις που προβλέπονται στο παράρτημα IV του Άρθρου 11 της ανωτέρω ΚΥΑ. Σε ότι αφορά στα προβλεπόμενα Σχέδια Δράσης για την αντιμετώπιση και διαχείριση των προβλημάτων και των επιδράσεων του περιβαλλοντικού θορύβου, συμπεριλαμβανομένου εν ανάγκη του περιορισμού του θορύβου, αυτά περιλαμβάνουν τη λήψη μέτρων που αποσκοπούν στην αντιμετώπιση προτεραιοτήτων, οι οποίες ενδέχεται να επισημανθούν λόγω υπέρβασης κάποιας οικείας οριακής τιμής ή βάσει άλλων εθνικών κριτηρίων που καθορίζονται από την αρμόδια αρχή, για τις περιοχές που προσδιορίζονται στην παράγραφο. Τα Σχέδια Δράσης πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος V του άρθρου 11 της ανωτέρω απόφασης. Τα Σχέδια Δράσης διαμορφώνονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην ανωτέρω ΚΥΑ και εγκρίνονται, με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Περιβάλλοντος, μετά από εισήγηση της Διεύθυνσης ΚΑΠΑ του ΥΠΕΝ και με την προϋπόθεση ότι έχουν ληφθεί υπόψη και συνεκτιμηθεί οι τυχόν παρατηρήσεις του κοινού.

Πιο αναλυτικά, όταν εκπονηθούν τα Σχέδια Δράσης και πριν την έγκρισή τους, το ΥΠΕΝ προβαίνει στη δημοσίευσή τους για υποβολή πιθανών παρατηρήσεων του κοινού. Οι απόψεις του κοινού διαβιβάζονται από την ΚΑΠΑ στην ΤΔΟΕ, προκειμένου να συνεκτιμηθούν και να ληφθούν υπόψη πριν την έκδοση της απόφασης έγκρισης των σχεδίων σύμφωνα με την ανωτέρω ΚΥΑ. Τα Σχέδια Δράσης επανεξετάζονται, και εν ανάγκη αναθεωρούνται με την ίδια διαδικασία που προβλέπεται στην ανωτέρω ΚΥΑ, όποτε σημειώνονται σημαντικές εξελίξεις που επηρεάζουν την υπάρχουσα κατάσταση θορύβου και πάντως, τουλάχιστον κάθε πέντε χρόνια μετά την ημερομηνία της έγκρισής τους.

Τα στοιχεία των επιφανειών, που εκτίθενται στις διάφορες ζώνες των δεικτών θορύβου L_{den} & L_{night} της περιοχής μελέτης, πρέπει - σύμφωνα με το παραπάνω ισχύον θεσμικό πλαίσιο - να κατηγοριοποιούνται στις ζώνες θορύβου υψηλότερες των 55, 65 και 75 dB, αντιστοίχως και σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος.

Σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, επιβάλλεται η εκτίμηση του συνολικού αριθμού ατόμων που ζουν σε κατοικίες εκτεθειμένες σε μια από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{den} σε dB(A), σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, & >75, καθώς και σε κάθε μία από τις ακόλουθες ζώνες τιμών του L_{night} (σε dB), - επίσης σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70. Επισημαίνεται ότι το σύνολο των κατοίκων - που εκτίθενται στις ανωτέρω ζώνες θορύβου - ευρίσκεται εντός πολεοδομικών συγκροτημάτων στην περιοχή μελέτης, σε πολεοδομικά συγκροτήματα σύμφωνα με το Παράρτημα VI της οδηγίας και της σχετικής ΚΥΑ.

Εκτός από τη σχετική ανάλυση για την έκθεση του πληθυσμού που εκτίθεται στις ζώνες των δεικτών αεροπορικού θορύβου L_{den} & L_{night} , γίνεται αρκετές φορές, κατά την «επιτόπια» απογραφή των Ο.Τ. και των χρήσεων γης στα πλαίσια των ΣΧΘ, καταγραφή ευαίσθητων δεκτών με έμφαση στην υγεία, την εκπαίδευση, τις εκκλησίες, τις κοινωφελείς δραστηριότητες και τους παιδικούς σταθμούς.

4.2 Τρόποι υπολογισμού – Έκθεση πληθυσμού

Για την εκτίμηση της έκθεσης του πληθυσμού στον περιβαλλοντικό θόρυβο, πρέπει να εξετάζονται μόνο κτίρια κατοικιών. Δεν πρέπει να συσχετίζονται πρόσωπα με άλλα κτίρια, τα οποία δεν χρησιμοποιούνται για κατοικία, όπως σχολεία, νοσοκομεία, κτίρια γραφείων και εργοστάσια. Ο συσχετισμός του πληθυσμού με κτίρια κατοικιών βασίζεται στα πλέον πρόσφατα επίσημα στοιχεία (ανάλογα με τους σχετικούς κανονισμούς του κράτους μέλους). Δεδομένου ότι οι υπολογισμοί αεροσκαφών διενεργούνται σε πλέγμα ανάλυσης 100 m × 100 m, στη συγκεκριμένη περίπτωση του θορύβου αεροσκαφών παρεμβάλλονται επίπεδα βάσει των επιπέδων θορύβου του πλησιέστερου πλέγματος. Προσδιορισμός του αριθμού των κατοίκων ενός κτιρίου Ο αριθμός των κατοίκων ενός κτιρίου κατοικίας αποτελεί μια σημαντική ενδιάμεση παράμετρο για την εκτίμηση της έκθεσης σε θόρυβο. Δυστυχώς, τα στοιχεία για την παράμετρο αυτή δεν είναι πάντα διαθέσιμα. Κάτωθι διευκρινίζεται πώς η παράμετρος αυτή δύναται να εξαχθεί βάσει δεδομένων που δύνανται να βρεθούν ευκολότερα.

Για τον υπολογισμό του αριθμού των κατοίκων, χρησιμοποιείται η ακόλουθη διαδικασία της περίπτωσης 1 ή της περίπτωσης 2 ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των δεδομένων.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1: τα δεδομένα σχετικά με τον αριθμό των κατοίκων είναι διαθέσιμα

1Α: Ο αριθμός των κατοίκων είναι γνωστός ή έχει εκτιμηθεί βάσει των μονάδων κατοικίας. Στην περίπτωση αυτή, ο αριθμός των κατοίκων του κτιρίου ισούται με το άθροισμα του αριθμού των κατοίκων όλων των μονάδων κατοικίας του κτιρίου.

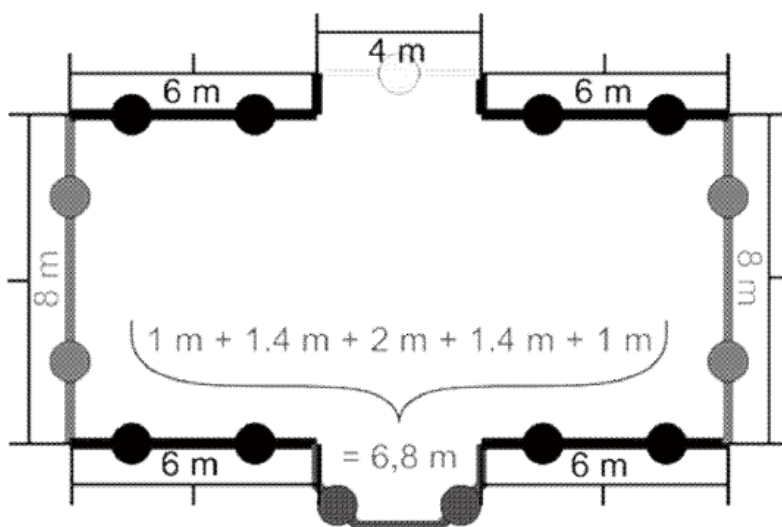
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2: δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με τον αριθμό των κατοίκων

Στην περίπτωση αυτή, ο αριθμός των κατοίκων υπολογίζεται βάσει του μέσου εμβαδού κατοικίας ανά κάτοικο FSI. Εάν δεν είναι γνωστή η παράμετρος αυτή, χρησιμοποιείται μια προεπιλεγμένη τιμή.

2Α: Το εμβαδόν του χώρου κατοικίας είναι γνωστό βάσει των μονάδων κατοικίας. Στην περίπτωση αυτή, ο αριθμός των κατοίκων ανά μονάδα κατοικίας υπολογίζεται με συγκεκριμένο τύπο ή ο αριθμός των κατοίκων του κτιρίου δύναται να εκτιμηθεί όπως και στην ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1Α ανωτέρω.

Ορισμός σημείων δεκτών στις προσόψεις κτιρίων Η εκτίμηση της έκθεσης του πληθυσμού στον θόρυβο βασίζεται σε επίπεδα σημείων δεκτών που βρίσκονται σε ύψος 4 m πάνω από το επίπεδο του αναγλύφου μπροστά από τις προσόψεις κτιρίων κατοικιών. Για τον υπολογισμό του αριθμού των κατοίκων, χρησιμοποιείται η διαδικασία της περίπτωσης 1 ή 2 για πηγές θορύβου που βρίσκονται επί του εδάφους. Για τον θόρυβο αεροσκαφών που υπολογίζεται σύμφωνα με την ενότητα 2.6, το σύνολο του πληθυσμού ενός κτιρίου συνδέεται με το πλησιέστερο σημείο υπολογισμού του θορύβου στο πλέγμα.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1:

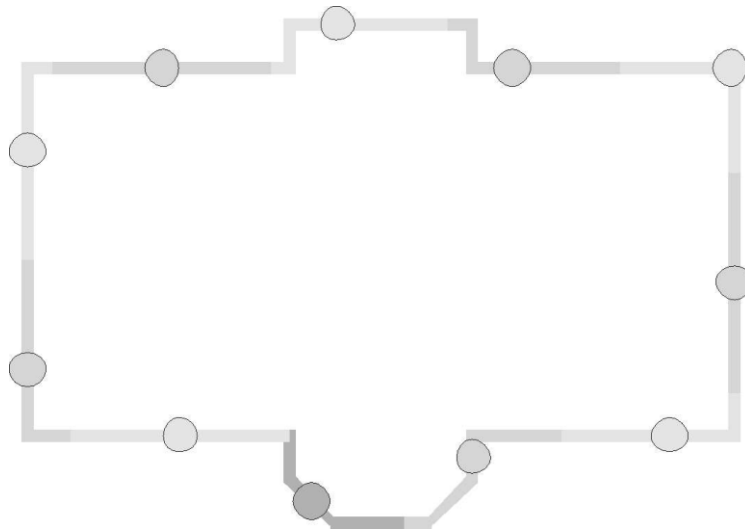


Σχήμα 4.1 Παράδειγμα θέσης δεκτών γύρω από ένα κτίριο (Πηγή: Οδηγία 2015/996)

- i. Τα τμήματα που έχουν μήκος άνω των 5 m υποδιαιρούνται σε τακτά διαστήματα με το μεγαλύτερο δυνατό μήκος, το οποίο όμως δεν υπερβαίνει τα 5 m. Τα σημεία δεκτών τοποθετούνται στο μέσο του κάθε τακτού διαστήματος.
- ii. Τα εναπομείναντα τμήματα μήκους άνω των 2,5 m αναπαρίστανται από ένα σημείο δέκτη στο μέσο κάθε τμήματος. 1.7.2015 L 168/94 Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης EL
- iii. Τα εναπομείναντα παρακείμενα τμήματα συνολικού μήκους άνω των 5 m θεωρούνται πολυγραμμικά αντικείμενα κατά τρόπο παρόμοιο με αυτόν που περιγράφεται στα στοιχεία α) και β).

- iv. Ο αριθμός των κατοίκων που συνδέεται με ένα σημείο δέκτη σταθμίζεται βάσει του μήκους της αναπαριστώμενης πρόσοψης, έτσι ώστε το άθροισμα όλων των σημείων δεκτών να αναπαριστά τον συνολικό αριθμό των κατοίκων.
- v. Μόνο όταν πρόκειται για κτίρια που έχουν εμβαδό που καταδεικνύει την ύπαρξη μίας κατοικίας ανά όροφο, το επίπεδο θορύβου της πλέον εκτεθειμένης πρόσοψης χρησιμοποιείται άμεσα για τα στατιστικά στοιχεία και συνδέεται με τον αριθμό των κατοίκων.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2



Σχήμα 4.2 Παράδειγμα θέσης δεκτών γύρω από ένα κτίριο (Πηγή: Οδηγία 2015/996)

- i. Οι προσόψεις εξετάζονται χωριστά ή υποδιαιρούνται ανά 5 m από τη θέση έναρξης και μετά, με τη θέση δέκτη να τοποθετείται στο μέσον του ημίσεως της απόστασης της πρόσοψης ή του τμήμα των 5 m.
- ii. Όσον αφορά το εναπομείναν τμήμα, το σημείο δέκτη βρίσκεται στο μέσο του.
- iii. Ο αριθμός των κατοίκων που συνδέεται με ένα σημείο δέκτη σταθμίζεται βάσει του μήκους της αναπαριστώμενης πρόσοψης, έτσι ώστε το άθροισμα όλων των σημείων δεκτών να αναπαριστά το συνολικό αριθμό των κατοίκων.
- iv. Μόνο όταν πρόκειται για κτίρια που έχουν εμβαδό που καταδεικνύει την ύπαρξη μίας κατοικίας ανά όροφο, το επίπεδο θορύβου της πλέον εκτεθειμένης πρόσοψης χρησιμοποιείται άμεσα για τα στατιστικά στοιχεία και συνδέεται με τον αριθμό των κατοίκων.

4.3 Το παράδειγμα του Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών (3ος κύκλος ΣΧΘ 2017)

Η εταιρεία “Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών Α.Ε.,” (ΔΑΑ) είναι υπεύθυνη για την λειτουργία, διοίκηση και ανάπτυξη του Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος» στα Σπάτα. Ειδικότερα το αεροδρόμιο ξεκίνησε την λειτουργία του τον Μάρτιο του 2001 με το κλείσιμο του αεροδρομίου Ελληνικού. Πρόκειται για ένα υπερσύγχρονο αεροδρόμιο, όσον αφορά στην τεχνολογία και στον εξοπλισμό, με επίκεντρο στην ασφάλεια, τη φιλικότητα προς το χρήστη και την υπεροχή στην παροχή υπηρεσιών. (ΣΧΘ, 2017)

Πίνακας 4.1 Στοιχεία Λειτουργίας Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών (Πηγή: ΣΧΘ 2017)

Έναρξη λειτουργίας:	Μάρτιος 2001
Διάδρομοι:	2, περίπου 3800 & 4000μ. έκαστος
Κεντρικό Κτίριο Αεροσταθμού:	4 επίπεδα, 14 γέφυρες επιβίβασης επιβατών, 150.000 τ.μ.
Δορυφορικό Κτίριο Επιβατών:	10 γέφυρες επιβίβασης επιβατών
Κινήσεις αεροσκαφών:	65 προσγειώσεις και απογειώσεις την ώρα
Επιβατική κίνηση 2006:	15,1 εκατομμύρια επιβάτες
Κίνηση εμπορευμάτων 2006:	120.200 τόνοι
Κινήσεις αεροσκαφών 2006:	191.000 κινήσεις
Επιβατική κίνηση 2011:	14,4 εκατομμύρια επιβάτες
Κίνηση εμπορευμάτων 2011:	86.000 τόνοι
Κινήσεις αεροσκαφών 2011:	173.000 κινήσεις
Επιβατική κίνηση 2016:	20,0 εκατομμύρια επιβάτες
Κίνηση εμπορευμάτων 2016:	88.500 τόνοι
Κινήσεις αεροσκαφών 2016:	189.137 κινήσεις

Ο Δ.Α.Α. περιλαμβάνει δύο διαδρόμους:

- Ανατολικός διάδρομος 03R/21L με φυσικό μήκος 4000 μέτρων.
- Δυτικός διάδρομος 03L/21R με φυσικό μήκος 3800 μέτρων.



Εικόνα 4.3 Αεροφωτογραφία Δ.Α.Α. (<https://www.aia.gr/traveler/>)

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ και της ΚΥΑ 13586/724-28/3/06, ο ΔΑΑ, σε συνέχεια του ΣΧΘ 2007, εκπόνησε την αναγκαία μελέτη για το Στρατηγικό Χάρτη

Θορύβου του 2012 συμπεριλαμβανομένης αναθεώρησης του Σχεδίου Δράσης για το θόρυβο αεροσκαφών. Σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ανωτέρω νομοθεσία, η μελέτη αυτή θα πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε 5 έτη.

Ως εκ τούτου, το 2017 ολοκληρώθηκε ο 3^{ος} κύκλος Στρατηγικής Χαρτογράφησης Θορύβου για τον Αερολιμένα Αθηνών με στοιχεία κινήσεων του έτους 2016, όπως ορίζεται από τη νομοθεσία. Η μελέτη περιλαμβάνει την επίλυση του κατάλληλου ακουστικού μοντέλου, με στόχο την δημιουργία των Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου των δεικτών L_{den} & L_{night} για το έτος 2016, βάσει της μεθοδολογίας ECAC.CEACDoc.29 «Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports». Οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου 2017, της έκθεσης εκπονήθηκαν με τη χρήση του ειδικού λογισμικού υπολογισμού του αεροπορικού θορύβου CadnaA που χρησιμοποιήθηκε και στους ΣΧΘ 2007 και 2012 (στοιχεία 2006 και 2011) και αναλύεται επιγραμματικά στη συνέχεια και με βάση τα προβλεπόμενα στη σχετική ΚΥΑ 13586/724 και το Παράρτημα IV αυτής.

4.3.1 Στοιχεία κίνησης του αερολιμένα

Στα πλαίσια εφαρμογής της σχετικής Οδηγίας για τον περιβαλλοντικό θόρυβο στον ΔΑΑ γίνεται εισαγωγή όλων των κινήσεων αεροσκαφών (πλην ειδικών πτήσεων, στρατιωτικών πτήσεων και ελικοπτέρων) κατά το έτος 2016, με κατηγοριοποίηση τύπων α/φ σύμφωνα με την βάση δεδομένων "AzB-99" «Neue zivile Flugzeugklassen für die Berechnung von Lärmschutzbereichen (Entwurf), Umweltbundesamt, Berlin 1999.

Με βάση την ανάλυση κίνησης και την ανωτέρω κατηγοριοποίηση των α/φ διαμορφώνεται ο ακόλουθος πίνακας στον οποίο δίνονται τα συγκριτικά στοιχεία των κινήσεων 2006, 2011 & 2016 ανά κατηγορία AzB:

Πίνακας 4.2 Τελική κατανομή της συνορθωμένης* αεροπορικής κίνησης / ανά κατηγορία για το ετήσιο σύνολο κινήσεων 2006, 2011 & 2016

ΣΧΘ	P1	P 2.1	P 2.2	S 5.1	S 5.2	S 5.3	S 6.1	S 6.2	S 6.3	S 7	ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ
2007	4.805	39.134	399	25.662	97.100	3.953	10.667	176	2.395	303	184.594
(στοιχεία 2006)	2,6%	21,2%	0,2%	13,9%	52,6%	2,1%	5,8%	0,1%	1,3%	0,2%	100,0%
2012	1.807	38.284	347	12.963	108.323	496	6.242	366	376	269	169.473
(στοιχεία 2011)	1,1%	22,6%	0,2%	7,6%	63,9%	0,3%	3,7%	0,2%	0,2%	0,2%	100,0%
2017	1690	40426	32	9818	123193	94	7152	138	364	54	182.961
(στοιχεία 2016)	0,92%	22,1%	0,02%	5,37%	67,33%	0,05%	3,91%	0,08%	0,20%	0,03%	100,0%

*εξαιρούνται στρατιωτικές κλπ. ειδικές πτήσεις καθώς και ελικοπτερα

Σε ότι αφορά την εξέλιξη της κίνησης από το 2011 στο 2016 παρατηρείται αύξηση των κινήσεων κατά 13.488 κινήσεις το οποίο αντιστοιχεί σε 7,96%, η οποία εμφανίζεται στις κατηγορίες P 2.1, S 5.2 και S 6.1. Στον πίνακα στη συνέχεια δίνεται η σύγκριση των κυκλοφοριακών δεδομένων για τα δύο χρονικά σενάρια φόρτων 2011 και 2016.

4.3.2 Περιοχή μελέτης, χρήσεις γης & πληθυσμιακά στοιχεία

Λαμβάνοντας υπ' όψη τις ανάγκες της επικαιροποίησης της μελέτης αντιθρορυβικής προστασίας της ευρύτερης περιοχής του αεροδρομίου «Ελ. Βενιζέλος», πραγματοποιήθηκε

ενημέρωση του ψηφιακού τρισδιάστατου μοντέλου της ευρύτερης περιοχής των Μεσογείων με τη χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (G.I.S.), η οποία έχει ως ελάχιστη γεωγραφική ενότητα το επίπεδο του απογραφικού (οικοδομικού) τετραγώνου, όπως καθορίζονται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή.



Σχήμα 4.4 Γεωγραφική έκταση περιοχής μελέτης – Περιοχή Μεσογαίας (Πηγή: ΣΧΘ 2017)

Η γεωγραφική βάση του θεματικού επιπέδου των απογραφικών-οικοδομικών τετραγώνων βασίζεται στα δεδομένα της απογραφής του 2011, της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται τα ψηφιακά γεωμετρικά (αριθμός και όρια απογραφικών τετραγώνων) και πληθυσμιακά δεδομένα των οικισμών οι οποίοι βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

4.3.3 Υφιστάμενο σχέδιο δράσης για το θόρυβο αεροσκαφών στον ΔΑΑ

Το Σχέδιο Δράσης (που αναλύθηκε τόσο στον ΣΧΘ 2007 όσο και στον ΣΧΘ 2012) για το θόρυβο των αεροσκαφών έχει δημιουργηθεί από την έναρξη λειτουργίας του αεροδρομίου μετά από συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων με στόχο τη μείωση του θορύβου στις κατοικημένες περιοχές που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή του αεροδρομίου. Τα μέτρα που έχουν ληφθεί περιγράφονται στη συνέχεια.

✓ Διαδικασίες Μείωσης Θορύβου:

Οι Διαδικασίες Μείωσης Θορύβου – ΔΜΘ (Noise Abatement Procedures), θεσπίστηκαν πριν την έναρξη λειτουργίας του αεροδρομίου. Οι διαδικασίες αυτές έχουν δημοσιευτεί στο Εγχειρίδιο Αεροναυτικών Πληροφοριών AIP Greece, Volume I και περιλαμβάνουν μέτρα για

την χρήση των διαδρόμων προσγείωσης/απογείωσης και περιορισμούς κατά τη διάρκεια της νύχτας, τις δοκιμές κινητήρων των αεροσκαφών και διαδικασίες προσγείωσης/απογείωσης. Οι ΔΜΘ επανεξετάζονται και αναθεωρούνται ανάλογα με τις ανάγκες με σκοπό την περαιτέρω μείωση του θορύβου. Συγκεκριμένα οι Διαδικασίες Μείωσης Θορύβου περιλαμβάνουν:

- Χρήση διάδρομων
 - Χρήση αντίστροφης ώσης
 - Επιτάχυνση και Επιβράδυνση ώσης στους διαδρόμους 03L και 03R
- ✓ Σύστημα Παρακολούθησης Θορύβου του ΔΑΑ

Ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος» είναι το μοναδικό αεροδρόμιο στον Ελληνικό χώρο στο οποίο λειτουργεί μόνιμο σύστημα παρακολούθησης θορύβου

- ✓ Σύστημα διαχείρισης παραπόνων από τους πολίτες

Η Εταιρία του Αεροδρομίου έχει δημιουργήσει ειδική τηλεφωνική γραμμή επικοινωνίας («Σας Ακούμε», τηλ. 210-3530003), όπου οι πολίτες μπορούν να απευθύνονται για πληροφορίες και να συζητούν για θέματα θορύβου. Η τηλεφωνική γραμμή λειτουργεί σε 24ωρη βάση. Παράλληλα οι πολίτες μπορούν να καταγράψουν και τα σχόλιά τους σχετικά με το θόρυβο μέσω της ειδικής φόρμας στην ιστοσελίδα του ΔΑΑ (www.aia.gr).

- ✓ Υποβολή εκθέσεων

Εκθέσεις με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής του Σχεδίου Δράσης υποβάλλονται στους αρμόδιους φορείς (π.χ. ΥΠΕΝ, ΥΠΙΑ) σε εβδομαδιαία, μηνιαία και εξαμηνιαία βάση.

- ✓ Παροχή στοιχείων στο κοινό

Πληροφορίες σχετικά με το θόρυβο και τα αποτελέσματα των μετρήσεων δίδονται στην τοπική κοινωνία μέσω του έντυπου «Φροντίδα για το Περιβάλλον», που εκδίδει η Εταιρία του Αεροδρομίου σε ετήσια βάση σε ηλεκτρονική μορφή στην ιστοσελίδα του (www.aia.gr). Στο έντυπο αυτό, που εκδίδεται σε ετήσια βάση, περιλαμβάνονται στοιχεία για διάφορες περιβαλλοντικές παραμέτρους και δραστηριότητες της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος του ΔΑΑ.

- ✓ Η νέα διαδικασία TANGO

Ήδη από το 2013 ετέθη σε εφαρμογή ως προτιμητέα διαδικασία αναχώρησης από τον διάδρομο 03R η διαδικασία «Tango», η οποία συνοψίζεται στην παρακάτω περιγραφή και δίνεται στο σχήμα:



Σχήμα 4.5 Η νέα διαδικασία TANGO (Πηγή: ΣΧΘ 2017)

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, το ευθύγραμμο ίχνος πτήσης για τις απογειώσεις από τον 03R μέχρι τα 12nm υπερκαλύπτει την οικιστική περιοχή της ανατολικής Αττικής. Επισημαίνεται όμως ότι ο έλεγχος εναέριου χώρου ανά περίπτωση ενεργοποιεί την διαδικασία «radar vectoring» επιτρέποντας την αριστερή ή δεξιά στροφή ανά περίπτωση πριν τα 12 DME αλλά υπό την προϋπόθεση ύψους α/φ >4000f όπου η εξασθένιση και ατμοσφαιρική απορρόφηση έχουν μειώσει σε πρακτικά μη αξιολογήσιμα επίπεδα στάθμης στο έδαφος.

Τέλος δίνονται και τα καθ' ύψος πραγματικά ίχνη πτήσης των αναχωρήσεων από το κατώφλι του 03R για το έτος 2016 προκειμένου να επιβεβαιωθεί η πλήρης εφαρμογή της διαδικασίας, υποδηλώνοντας την γρηγορότερη άνοδο και απομάκρυνση της γραμμικής πηγής θορύβου από την επιφάνεια των αστικών περιοχών.

Η θετική επιρροή της διαδικασίας αυτής έχει ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα στην βελτίωση των δεικτών θορύβου στους σταθμούς του συστήματος NOMOS Βόρεια και Δυτικά του 03R, ενώ παράλληλα επηρεάζει θετικά την στάθμη θορύβου για το 2016 παρά την σημαντική αύξηση της αεροπορικής κίνησης η οποία εκτιμάται, από το 2011 (169.473 κινήσεις) στο 2016 (182.961 κινήσεις) σε 7,95%, καθώς και την συγκριτική αύξηση σε σχέση με το 2013 (135.824 κινήσεις) κατά 34,7%.

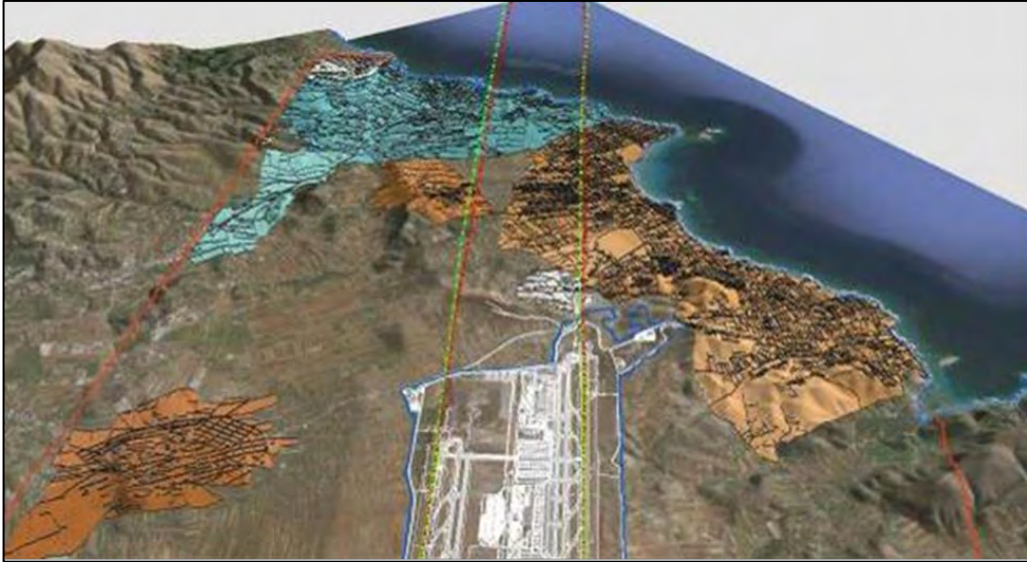
4.3.4 Μεθοδολογία πρόβλεψης - μοντέλο προσομοίωσης CadnaA

Στο πλαίσιο της παρούσης μελέτης προβλέπεται οι Στρατηγικοί Χάρτες Θορύβου εκπονηθούν με χρήση ειδικού λογισμικού υπολογισμού του αεροπορικού θορύβου με βάση τα προβλεπόμενα στην ΚΥΑ 13586/724 και το σχετικό Παράρτημα IV.

Έγινε χρήση των υπάρχοντων στοιχείων κίνησης του αερολιμένα για το έτος 2016, για ύψος του δέκτη στα 4 μέτρα, ενώ αξιοποιήθηκαν :

- Το σχετικό ανάγλυφο του εδάφους και οι 3D παραστάσεις της υπό εξέταση περιοχής,

- Το υπάρχον είδος δόμησης και τα υφιστάμενα ηχο-ανακλαστικά χαρακτηριστικά ηχομόνωσης εξωτερικού κελύφους,
- Μετεωρολογικά στοιχεία κ.λ.π. δεδομένα (π.χ. ανεμολογικά στοιχεία, θερμοκρασία κ.λ.π.)



Σχήμα 4.6 Άποψη του γεωγραφικού 3D μοντέλου του ΔΑΑ (Πηγή: ΣΧΘ 2017)

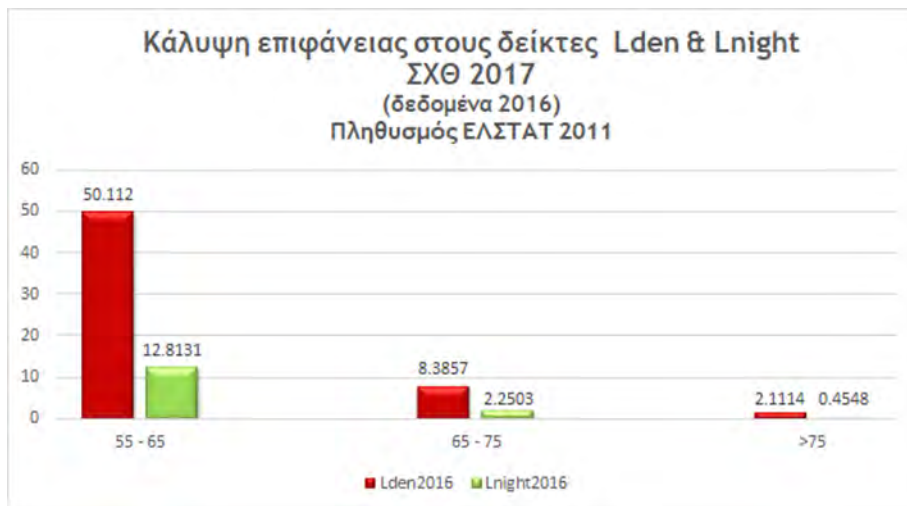
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται τόσο για τους δείκτες L_{den} και L_{night} όπως καθορίζονται στο Παράρτημα Ι της ΚΥΑ 13586/724 σε κλίμακες των 5 dB. Για τον παρόντα ΣΧΘ 2017, το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής-ΕΠΑΣΕ), έκανε χρήση του λογισμικού **CadnaA** που εξασφαλίζει πλήρως τις απαιτήσεις της έκθεσης **ECAC.CEAC.Doc29** ‘‘Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports’’.



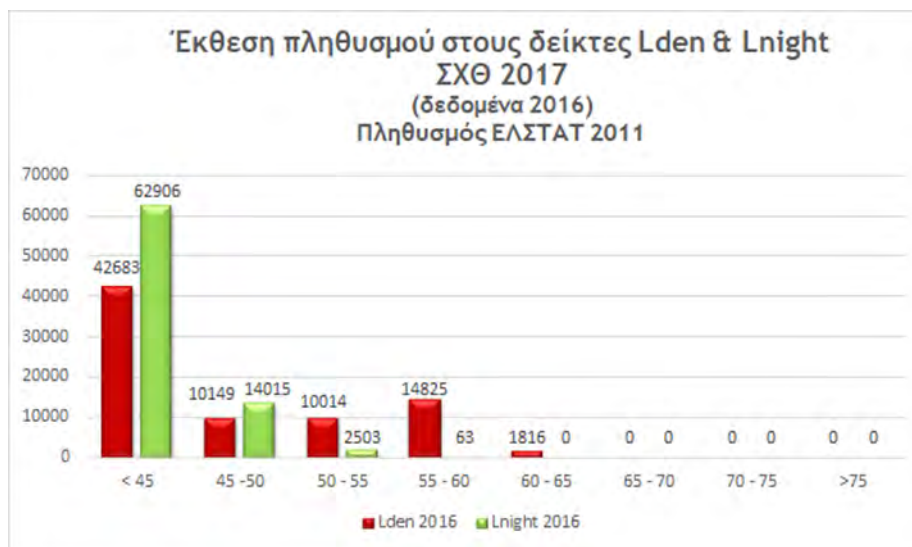
Σχήμα 4.7 Άποψη του γεωγραφικού 3D μοντέλου του ΔΑΑ (Πηγή: ΣΧΘ 2017)

4.3.5 Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης αεροπορικού θορύβου

Τα στοιχεία επιφανειών, που εκτίθενται στις διάφορες ζώνες του δείκτη θορύβου L_{den} της περιοχής μελέτης, πρέπει - σύμφωνα με το παραπάνω ισχύον θεσμικό πλαίσιο - να κατηγοριοποιούνται στις ζώνες θορύβου υψηλότερες των 55, 65 και 75 dB, αντιστοίχως και σε ύψος τεσσάρων μέτρων από το έδαφος.



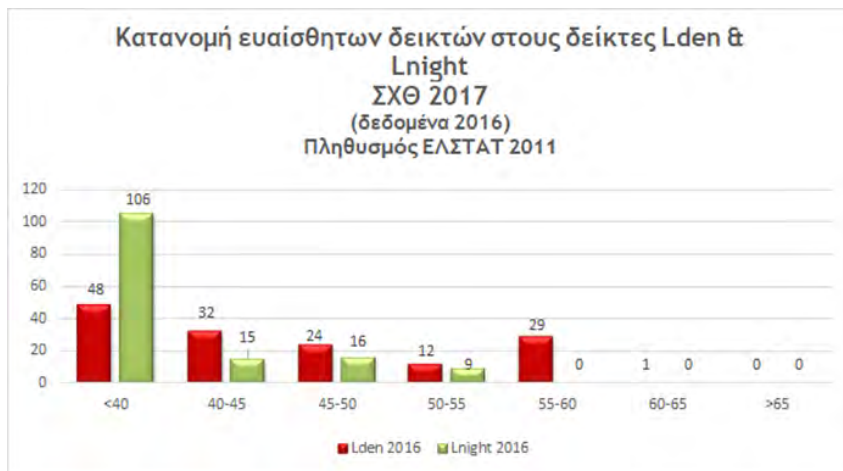
Σχήμα 4.8 Διαγραμματική κατανομή της επιφάνειας της περιοχής μελέτης στις ζώνες των δεικτών L_{den} και L_{night} (Πηγή: ΣΧΘ 2017)



Σχήμα 4.9 Διαγραμματική κατανομή του πληθυσμού της περιοχής μελέτης στις ζώνες των δεικτών L_{den} και L_{night} (Πηγή: ΣΧΘ 2017)

Σε συνέχεια της σχετικής ανάλυσης της έκθεσης του πληθυσμού που εκτίθεται στις ζώνες των δεικτών αεροπορικού θορύβου L_{den} & L_{night} για το έτος 2016, προσεγγίσθηκαν κατά την «επιτόπια» απογραφή των Ο.Τ. και των χρήσεων γης στα πλαίσια του ΣΧΘ 2017, 146

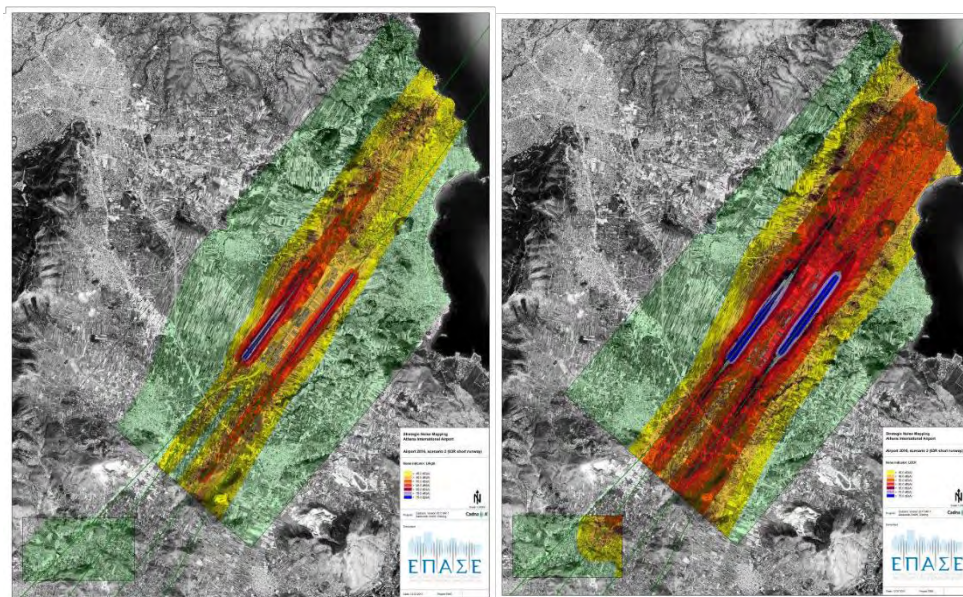
διακριτοί ευαίσθητοι δέκτες με έμφαση στην υγεία, εκπαίδευση, εκκλησίες, κοινωφελείς δραστηριότητες και ιδιωτικούς παιδικούς σταθμούς.



Σχήμα 4.10 Διαγραμματική κατανομή ευαίσθητων δεκτών της περιοχής μελέτης στις ζώνες των δεικτών Lden και Lnight (Πηγή: ΣΧΘ 2017)

Διαπιστώνεται ότι η αύξηση των κινήσεων περίπου στο επίπεδο του 2006, σε συνδυασμό όμως με την εφαρμογή της διαδικασίας «Tango», συντελεί στην μη αρνητική εξέλιξη των επιπτώσεων του αεροπορικού θορύβου με αποτέλεσμα οι νέες ισοθρουβικές καμπύλες των ανωτάτων θεσμοθετημένων ορίων των δεικτών θορύβου: $L_{den} \leq 70dB(A)$ και $L_{night} \leq 60dB(A)$ να συνεχίζουν να περιορίζονται εντός των ορίων του αεροδρομίου χωρίς επίπτωση σε δομημένες αστικές περιοχές κατοικίας ή άλλους ευαίσθητους δέκτες.

Με βάση τα αποτελέσματα του ΣΧΘ 2017 και την σύγκριση τους με αυτά των ΣΧΘ 2007 και 2012 τα όρια θορύβου που ορίζονται στην ΚΥΑ 211773/27-4-2012 διαπιστώνεται ότι **ΔΕΝ υπάρχει υπέρβαση οριακών τιμών και συνεπώς το επικαιροποιημένο Σχέδιο Δράσης για το θόρυβο με την ενσωμάτωση της διαδικασίας TANGO κρίνεται ότι λειτουργεί αποτελεσματικά και δεν απαιτείται αναθεώρησή του.**



Σχήμα 4.11 Δ.Α.Α. Στρατηγικός Χάρτης Θορύβου 2017 - Δείκτες θορύβου: Lden & Lnight (Πηγή: ΣΧΘ 2017)

5. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

5.1 Μεθοδολογική προσέγγιση

Η αξιολόγηση των κινδύνων για την υγεία είναι η επιστημονική αξιολόγηση των πιθανών αρνητικών ανθρώπινη έκθεση σε έναν ιδιαίτερο κίνδυνο, σε αυτήν την περίπτωση, περιβαλλοντικός θόρυβος. Ο κύριος σκοπός της εκτίμησης και η γνωστοποίηση των επιπτώσεων της έκθεσης στο θόρυβο από την υγεία ή οι σε διαφορετικές κοινωνικοοικονομικές, περιβαλλοντικές και πολιτικές συνθήκες. Οι συστάσεις της κατευθυντήριας γραμμής, καθώς και οι λεπτομερείς πληροφορίες που αποδεικτικά στοιχεία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επιπτώσεων στην υγεία, προκειμένου να απαντήσει σε μια ποικιλία πολιτικών ερωτήσεων σχετικά με:

- το βάρος της δημόσιας υγείας που συνδέεται με τα τρέχοντα ή προβλεπόμενα επίπεδα θορύβου
- τα οφέλη για την ανθρώπινη υγεία που συνδέονται με την αλλαγή μιας πολιτικής θορύβου ή την εφαρμογή πρότυπα θορύβου
- οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία των εκπομπών από συγκεκριμένες πηγές θορύβου για επιλεγμένες τομείς (και τα οφέλη των σχετικών πολιτικών)
- η ανθρώπινη υγεία επιπτώσεις της τρέχουσας πολιτικής ή εφαρμογή δράσης.

Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση των κινδύνων για την υγεία αναφέρονται συνήθως ως ο αριθμός των θανάτων, αριθμός περιπτώσεων, χρόνια ζωής που χάνονται, έτη που χάνονται λόγω της αναπηρίας ή DALY's.

Η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων για έναν συνδυασμό της πηγής θορύβου, του δείκτη έκθεσης και η επίπτωση στην υγεία μπορεί σε κάποιο βαθμό να περιλαμβάνει αποτελέσματα που αποδίδονται σε άλλο. Κατά συνέπεια, για κάθε συγκεκριμένο σύνολο συνδυασμών, θα πρέπει να εξεταστεί η πιθανή διπλή καταμέτρηση.

Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί η αβεβαιότητα στην ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων στην υγεία. Άλλα είδη αβεβαιότητας περιλαμβάνουν μοντελοποίηση/υπολογισμό της έκθεσης σε θόρυβο, εκτιμήσεις δημογραφικών ποσοστών για τη νοσηρότητα, τη θνησιμότητα και την αλλαγή από τοποθεσίες όπου πραγματοποιήθηκαν μελέτες ή διαφορετικά στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από άλλες θέσεις. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθές για την ενόχληση του θορύβου, για την οποία υπάρχει συχνά σημαντική ετερογένεια σε ισχύ μεγέθη μελετών, επειδή οι εκτιμήσεις ποικίλλουν μεταξύ των πηγών θορύβου και είναι σε κάποιο βαθμό εξαρτημένες σχετικά με την κατάσταση και το πλαίσιο. Επιπλέον, οι πολιτιστικές διαφορές γύρω από αυτό που θεωρείται ενοχλητικό είναι σημαντικές, ακόμη και εντός της Ευρώπης. Επομένως, δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η "ακριβής τιμή" του %HA για κάθε επίπεδο έκθεσης σε οποιαδήποτε γενικευμένη κατάσταση. Εάν, ωστόσο, τα τοπικά δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα, μπορούν να εφαρμοστούν σχέσεις έκθεσης – αντίδρασης, με την προϋπόθεση ότι η τοπική ενόχληση γενικευμένη Μέση ενόχληση. Παρά τις προκλήσεις για την εφαρμογή ενός "γενικευμένου" ΕΤΠ σε συγκεκριμένους τοπικές καταστάσεις, η GDG πιστεύει ότι το ποσοστό της υψηλής ενόχλησης που ορίζεται στο τμήμα 2.4.3 είναι μια αποδεκτή εκτίμηση του "μέσου όρου" % HA σε ένα ορισμένο επίπεδο θορύβου-για παράδειγμα, στην Ευρώπη.

Το 1993 ομάδα εργασίας της WHO προσδιόρισε και ανέφερε τις σημαντικότερες επιπτώσεις του θορύβου στην υγεία του γενικού πληθυσμού, οι οποίες μπορεί να είναι παρεμπόδιση επικοινωνίας, απώλεια ακοής, επιπτώσεις στον ύπνο, επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα και την ψυχολογία, επιπτώσεις στην κοινωνική συμπεριφορά, την απόδοση, την παραγωγικότητα κλπ. Οι επιπτώσεις εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του θορύβου (ένταση, συχνότητα), την επανάληψη των θορυβωδών γεγονότων, τη διαφοροποίηση από το υπόβαθρο θορύβου κλπ. Επισημαίνεται ότι ο ορισμός της υγείας με βάση τη WHO δεν αναφέρεται μόνο σε θέματα που αφορούν το σώμα ή την ψυχολογία, αλλά αναφέρεται και στην ποιότητα ζωής (wellbeing). Επιπλέον, επισημαίνεται ότι ένα υποβαθμισμένο περιβάλλον ως προς το θόρυβο συμβάλει αρνητικά στην αναπτυξιακή διαδικασία μίας περιοχής.

Πιο συγκεκριμένα σε ένα υποβαθμισμένο περιβάλλον από ηχορύπανση προκαλούνται:

- 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. Στα πλαίσια μίας «αειφόρου» ανάπτυξη θα πρέπει οι αρνητικές επιπτώσεις από την ηχορύπανση να εξαλειφθούν και το ακουστικό περιβάλλον να συμβάλει θετικά στην ποιότητα υγείας αντί να δημιουργεί «κινδύνους για την υγεία και την ποιότητα ζωής γενικότερα».

Επισημαίνεται ότι το ευρωπαϊκό τμήμα της WHO στα πλαίσια των στόχων που τέθηκαν για την υγεία (Health for All (HFA) Strategy Target 13-1998) θεωρείται ως απαιτούμενο στις μελλοντικές πολιτικές για το θόρυβο να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο που θα συμβάλει στην καλή ποιότητα ακουστικού περιβάλλοντος και θα διατυπώσει σχετικές αρχές, ωστόσο ακόμα δεν υπάρχει κάποια επίσημη πολιτική. Στη συνέχεια παρουσιάζονται στοιχεία για την επιρροή του θορύβου στον άνθρωπο και τις δραστηριότητες του με βάση εκδόσεις της WHO.

- Όσον αφορά βλάβη στην ακοή, αυτή συνίσταται στην αύξηση του κατωφλίου ακοής που ενίοτε συνοδεύεται με κάποιο «βουητό», στις υψηλότερες συχνότητες από 3.000 -6.000 Hz, με μεγαλύτερη επίπτωση στη συχνότητα των 4.000 Hz. Οι σχετικές επιπτώσεις εμφανίζονται και σε χαμηλότερες συχνότητες (π.χ. 2.000 Hz) όταν αυξάνεται ο χρόνος έκθεσης ή/και η στάθμη θορύβου. Βλάβη στην ακοή γενικά δεν εμφανίζεται για έκθεση ατόμου σε $L_{eq} < 75$ dB(A) (8ωρο). Δεν αναμένεται βλάβη στην ακοή για την πλειοψηφία των ατόμων που εκτίθενται σε περιβαλλοντικό θόρυβο $L_{eq} < 70$ dB(A) (24ωρο) ακόμα και αν εκτίθενται για όλη τη ζωή τους.
- Η καταληπτότητα του λόγου μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά από τον θόρυβο. Πιο συγκεκριμένα για να είναι καταληπτή η ομιλία θα πρέπει να διαφέρει από το υπόβαθρο θορύβου κατά 10 dB(A). Η στάθμη συνήθους ομιλίας είναι 50 dB(A), γεγονός που σημαίνει ότι για ευαίσθητες πληθυσμιακές ομάδες όταν το υπόβαθρο θορύβου είναι 35 dB(A), η στάθμη ομιλίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 45 dB(A). Στάθμη υπόβαθρου θορύβου 45 dB(A) 3. επιτρέπουν την άνετη και καταληπτή η ομιλία. Στη στάθμη υπόβαθρου θορύβου 55 dB(A) η καταληπτότητα του λόγου είναι αρκετά σαφής. Σε περιπτώσεις που το υπόβαθρο θορύβου είναι αυξημένο μπορεί να χρειαστεί οι συνομιλητές να πλησιάσουν μεταξύ τους, να αυξήσουν την ένταση της ομιλίας τους κλπ. Η καταληπτότητα της ομιλίας είναι

ιδιαίτερα σημαντική σε χώρους διδασκαλίας, σε περιπτώσεις ατόμων με προβλήματα ακοής κλπ.

- Παρεμπόδιση ύπνου μπορεί να προκληθεί από τον θόρυβο. Οι οχλήσεις που προκαλούνται σχετίζονται με δυσκολία στον ύπνο, ανεπιθύμητη αφύπνιση και αϋπνία, αύξηση της πίεσης και των καρδιακών παλμών, ανήσυχος ύπνος και αίσθηση κούρασης την επόμενη ημέρα κλπ. Η παρεμπόδιση του ύπνου θεωρείται από τα σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις του θορύβου, ο οποίος έχει αναφερθεί ως σχετική αιτία στο 80% -90% σε επιβαρημένο ακουστικά περιβάλλον. Η καλή ποιότητα ύπνου είναι απαραίτητη για την καλή ψυχική υγεία των υγιών ανθρώπων. Για καλή ποιότητα ύπνου ενδείκνυται η στάθμη συνεχούς υπόβαθρου θορύβου να μην υπερβαίνει τα 30dB(A) και για μεμονωμένα γεγονότα η στάθμη L_{max} να μην υπερβαίνει τα 45dB(A). Εκτός από τη διαφοροποίηση από το υπόβαθρο θορύβου, σημαντικός είναι και ο αριθμός των γεγονότων κατά τη διάρκεια των οποίων παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση της στάθμης θορύβου.
- Ψυχικές ασθένειες. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος πιστεύεται ότι δεν προκαλεί άμεσα ψυχικές ασθένειες, αλλά είναι πιθανό να επιδεινώνει ήδη υπάρχοντα προβλήματα. Έκθεση σε υψηλές στάθμες περιβαλλοντικού θορύβου συνδέονται με ανάπτυξη νευρώσεων. Έρευνες για τη χρήση χαπιών ηρεμιστικών, υπνωτικών κλπ για αντιμετώπιση ψυχιατρικών συμπτωμάτων, εισηγούνται την άποψη ότι ο περιβαλλοντικός θόρυβος μπορεί να προκαλέσει επιβαρύνσεις στην ψυχική υγεία.
- Απόδοση: Στα πλαίσια ερευνών έχει αποδειχτεί ότι συνθήκες με αυξημένο περιβαλλοντικό θόρυβο επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση εργαζόμενων και παιδιών. Δημιουργούνται προβλήματα στο διάβασμα, στην συγκέντρωση, στην πνευματική εργασία ιδιαίτερα ,κλπ. Η έκθεση στο θόρυβο μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις και μετά το πέρας της έκθεσης σε επιβαρημένο ακουστικό περιβάλλον (π.χ. λάθη στην εργασία, κάποια ατυχήματα που μπορούν να είναι δείκτης ανεπάρκειας στην απόδοση, παιδιά που ζουν σε θορυβώδες περιβάλλον έχουν αυξημένο επίπεδο ορμονών που σχετίζονται με το stress κλπ).
- Οχληση: το μέγεθος της προκαλούμενης όχλησης εξαρτάται από την στάθμη θορύβου, από το φάσμα συχνοτήτων, από την ώρα του 24ώρου, από την κατάσταση του κάθε ατόμου κλπ. Κατά τη διάρκεια της ημέρας σε λίγους ανθρώπους θα προκληθεί υψηλή όχληση για στάθμη L_{eq} 80dB(A) παρουσιάζουν μειωμένη διάθεση να παρέχουν βοήθεια, αναπτύσσουν ανταγωνιστικότητα κλπ. Βέβαια για την επιβεβαίωση και τεκμηρίωση αυτών των φαινομένων όπως και τις επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα πρέπει να περιμένουμε αποτελέσματα περαιτέρω ερευνών.

Κατά την αξιολόγηση των κινδύνων για την υγεία του περιβαλλοντικού θορύβου, είναι σημαντικό να εκτιμηθούν οι επιλογές συγκεκριμένων πηγών θορύβου, δεικτών έκθεσης θορύβου και οι συνδυασμοί αποτελεσμάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των επιπτώσεων στην υγεία των πολιτικών ή/και των μέτρων που αξιολογούνται. Οι οδηγίες αυτές προτείνουν συστάσεις για τέσσερις τύποι πηγής θορύβου που χρησιμοποιούν τους δείκτες θορύβου L_{den} ή/και L_{night} (οδική κυκλοφορία, θόρυβος σιδηροδρόμων, θόρυβος αεροσκαφών και μια σύσταση που χρησιμοποιεί $L_{Aeq, 24h}$ (θόρυβος ελεύθερου χρόνου). Οποιοσδήποτε πληθυσμός μπορεί να εκτεθούν σε διαφορετικές πηγές θορύβου που συνδέονται με το ίδιο αποτέλεσμα υγείας. Εκτιμώμενες επιπτώσεις δεν θα πρέπει να προστεθούν μαζί χωρίς να αναγνωριστεί ότι η προσθήκη θα να οδηγήσει σε κάποια υπερεκτίμηση του πραγματικού αντικτύπου. Οι επιπτώσεις που εκτιμώνται για έναν μόνο συνδυασμό θα την άλλη πλευρά, υποτιμούν τον πραγματικό αντίκτυπο του μείγματος θορύβου, αν και άλλες πηγές θορύβου επηρεάζουν την ίδια έκβαση της υγείας.

Οι εμπειρογνώμονες της δημόσιας υγείας συμφωνούν ότι οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι αποτελούν το 25% της επιβάρυνσης της ασθένειας. Εκτεταμένη έκθεση στο περιβαλλοντικό θόρυβο από τις οδικές, σιδηροδρομικές, αερολιμένες και βιομηχανικές περιοχές συμβάλλει σε αυτό το βάρος. Ένα στα τρία άτομα είναι ενοχλημένος κατά τη διάρκεια της ημέρας και ένας στους πέντε έχει διαταραχθεί ο ύπνος το βράδυ, λόγω της κυκλοφορίας Θορύβου. Επιδημιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι αυτά τα χρόνια εκτεθειμένα σε υψηλά επίπεδα περιβαλλοντικού θορύβου έχουν αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων, όπως έμφραγμα του μυοκαρδίου. Έτσι, η ηχορύπανση θεωρείται όχι μόνο μια περιβαλλοντική και απειλή για τη δημόσια υγεία.

Το 1999, ο ΠΟΥ συνόψισε τα επιστημονικά στοιχεία για τις επιβλαβείς επιπτώσεις του θορύβου σχετικά με την υγεία και τις συστάσεις σχετικά με τις κατευθυντήριες γραμμές για την προστασία της δημόσιας υγείας στις κατευθυντήριες γραμμές για τον κοινοτικό θόρυβο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) θέσπισε οδηγία σχετικά με τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου το 2002 και, κατά συνέπεια, τα κράτη μέλη έχουν καταρτίσει στρατηγικούς χάρτες θορύβου και σχέδια δράσης για Θορύβου. Το Ευρωπαϊκό Κέντρο για το περιβάλλον και την υγεία, γραφείο της Βόννης, με την οικονομική στήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, αναπτύχθηκε νυχτερινός θόρυβος κατευθυντήριες γραμμές για την Ευρώπη και την παροχή εμπειρογνωμοσύνης και επιστημονικών για τη μελλοντική νομοθεσία στον τομέα του ελέγχου και της επιτήρησης του θορύβου της νύχτας. Επιπλέον μια σειρά σχεδίων που αφορούν το βάρος της υγείας του θορύβου εφαρμόστηκε το περιφερειακό γραφείο της που για την Ευρώπη το 2005 – 2009. Στην Πέμπτη υπουργική διάσκεψη για το περιβάλλον και την υγεία, στην Πάρμα της Ιταλίας Μαρτίου 2010, τα κράτη μέλη ζήτησαν από ποιον να αναπτύξουν κατάλληλες κατευθυντήριες Πολιτική θορύβου.

Η δημοσίευση αυτή, που αναπτύχθηκε από τον οποίο με την υποστήριξη της το κοινό κέντρο ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ανταποκρίνεται στο αίτημα αυτό ενίσχυση των υπευθύνων χάραξης πολιτικής για την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων στην υγεία του περιβαλλοντικού θορύβου. Η βάση στοιχείων για το βάρος της ασθένειας που παρουσιάζεται εδώ θα ενημερώσει το νέο Ευρωπαϊκό πολιτική υγείας, υγεία 2020, η οποία καταρτίζεται από το περιφερειακό γραφείο του που για την Ευρώπη προς έγκριση από τα κράτη μέλη το 2012. Η αναθεώρηση των επιστημονικών στοιχείων που στηρίζουν τις σχέσεις έκθεσης – αντίδρασης και περιπτωσιολογικές μελέτες για τον υπολογισμό του φόρτου της ασθένειας πραγματοποιήθηκε από μια ομάδα εργασίας απαρτίζεται από εξαιρετικούς επιστήμονες. Τα περιεχόμενα αυτής της δημοσίευσης είναι ομότιμα Αξιολόγηση. Το περιφερειακό γραφείο είναι ευγνώμον σε εκείνους που συνέβαλαν στην ανάπτυξή του και την παρουσίαση του παρόντος εγγράφου και πιστεύει ότι το έργο αυτό θα διευκολύνει εφαρμογή της δήλωσης της Πάρμα και να συμβάλει στη βελτίωση της υγείας των τους πολίτες της Ευρώπης.

Η εκτίμηση της έκθεσης στο θόρυβο απαιτεί την εξέταση πολλών παραγόντων, μεταξύ των οποίων:

- η μετρούμενη ή υπολογιζόμενη/προβλεπόμενη έκθεση, η οποία περιγράφεται σε μετρικό θορύβου
- η κατανομή της έκθεσης του πληθυσμού σε θόρυβο.

Η έκθεση στον θόρυβο του πληθυσμού σε αυτή τη δημοσίευση βασίζεται στη στρατηγική χαρτογράφηση, χρησιμοποιώντας τις μέσες ετήσιες μετρήσεις του L_{den} (ημέρα-βράδυ-νύχτα ισοδύναμο επίπεδο) και L_{night} (επίπεδο ισοδύναμης νύχτας) που προτείνεται στην οδηγία.

Τα διαθέσιμα στοιχεία που υπάρχουν επικεντρώνουν στις εξής επιπτώσεις:

- καρδιαγγειακή νόσο
- γνωστική δυσλειτουργία
- διαταραχή ύπνου
- εμβοές
- ενόχληση.

Αν και η ενόχληση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως «επίδραση στην υγεία», επηρεάζει την ευημερία πολλών ανθρώπων και ως εκ τούτου μπορεί να θεωρηθεί ότι εμπίπτει στον ορισμό της Υγείας του ΠΟΥ ως «κατάσταση πλήρους σωματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας». Το πιο σημαντικό, ωστόσο, είναι το αποτέλεσμα του θορύβου που οι περισσότεροι απλοί άνθρωποι γνωρίζουν και ανησυχούν. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές πηγές περιβαλλοντικού θορύβου στις οποίες εκτίθενται άτομα, όπως για παράδειγμα:

- μεταφορές (οδική κυκλοφορία, σιδηροδρομική κυκλοφορία, εναέρια κυκλοφορία)
- κατασκευές και βιομηχανία.
- κοινοτικές πηγές (γείτονες, ραδιόφωνο, τηλεόραση, μπαρ και εστιατόρια)
- κοινωνικές και ψυχαγωγικές πηγές (φορητές συσκευές αναπαραγωγής μουσικής, πυροτεχνήματα, κλπ.).

Ο θόρυβος από όλες τις πηγές μπορεί να είναι σημαντικός για την εκτίμηση του κινδύνου και ως εκ τούτου μπορεί να είναι σκόπιμο να εκτιμηθεί η έκθεση του πληθυσμού που ενδιαφέρει σε όλες αυτές τις πηγές. Στην πράξη, είναι σχεδόν αδύνατο να εξεταστεί η έκθεση σε όλες τις πηγές δεδομένου ότι ορισμένες πηγές είναι δύσκολο να εκτιμηθούν σε επίπεδο πληθυσμού (π.χ. θόρυβος αναψυχής μέσω παρακολούθησης μουσικών συναυλιών ή ακρόασης προσωπικών συσκευών μουσικής). Αντίθετα, έχει γίνει σημαντική εργασία για την εκτίμηση της έκθεσης πληθυσμών σε πηγές θορύβου, όπως ο θόρυβος των αεροσκαφών και η οδική κυκλοφορία.

Με βάση τη μεθοδολογία που προτείνεται από τον ΠΟΥ, το βάρος της ασθένειας εκφράζεται σε DALY's (Disability-adjusted life year) στο γενικό πληθυσμό μέσω μίας εξίσωσης. Σε αυτή την εξίσωση, υπολογίζεται επίσης ο YLL είναι ο αριθμός των "χρόνων της ζωής που χάσαμε" υπολογιζόμενος από τον αριθμό των θανάτων των ανδρών σε ηλικιακή ομάδα πολλαπλασιασμένων με το πρότυπο προσδόκιμο ζωής των ανδρών στην ηλικία κατά την οποία ο θάνατος λαμβάνει χώρα. YLD είναι ο αριθμός των "ετών που ζούσαν με αναπηρία" που υπολογίζεται από την εξίσωση όπου I είναι ο αριθμός των περιστατικών που πολλαπλασιάζονται με βάρος αναπηρίας (DW) και μέση διάρκεια D αναπηρίας σε έτη. Το DW συνδέεται με κάθε κατάσταση υγείας και βρίσκεται σε κλίμακα μεταξύ 0 (υποδεικνύοντας ότι η κατάσταση υγείας είναι ισοδύναμη με την πλήρη υγεία) και 1 (υποδεικνύοντας ότι η κατάσταση υγείας είναι ισοδύναμη με το θάνατο).

Οι μελέτες και οι τελικές εκτιμήσεις έγιναν με τις ακόλουθες πληροφορίες και δεδομένα:

- η κατανομή της περιβαλλοντικής έκθεσης στο θόρυβο εντός του πληθυσμού.
- τις σχέσεις έκθεσης-απόκρισης για το συγκεκριμένο τελικό σημείο της υγείας.
- το κλάσμα που οφείλεται στον πληθυσμό λόγω έκθεσης στο περιβαλλοντικό θόρυβο.
- εκτίμηση της επίπτωσης ή του επιπολασμού του τελικού σημείου υγείας βάσει πληθυσμού
- από έρευνες ή τα στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται συνήθως, και
- η τιμή του DW για κάθε τελικό σημείο της υγείας.

Στη συνέχεια περιγράφεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται και προτείνεται από τον ΠΟΥ για τον υπολογισμό των DALY's. Η επιβάρυνση από την κάθε νόσο εκφράζεται σε θανάτους και DALY's. Τα DALY's συνδυάζουν σε γενικό πληθυσμό (α) τον χρόνο που άτομα ζουν με αναπηρία (YLD) και τον χρόνο που χάνεται λόγω της πρόωρης θνησιμότητας (YLL):

$$DALY = YLL + YLD$$

Το YLD (νοσηρότητα) είναι ο αριθμός των νέων περιπτώσεων νόσου (I), επί τη βαρύτητα της αναπηρίας (D από 0 έως 1=θάνατος) και επί τη μέση διάρκεια της αναπηρίας σε χρόνια (L):

$$YLD = I * D * L$$

Το YLL (θνησιμότητα) αντιστοιχεί στον αριθμό των θανάτων (N), επί το πρότυπο προσδόκιμο ζωής στην ηλικία κατά την οποία επήλθε ο θάνατος (L):

$$YLL = N * L$$

Ειδικότερα, το L μπορεί να ρυθμιστεί περαιτέρω με την προεξόφληση μελλοντικών χρόνων ζωής (από το μέλλον σε παρούσα αξία) και λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική αξία του ενός έτους ζωής σε διαφορετικές ηλικίες (στάθμιση ηλικίας).

Δηλαδή:

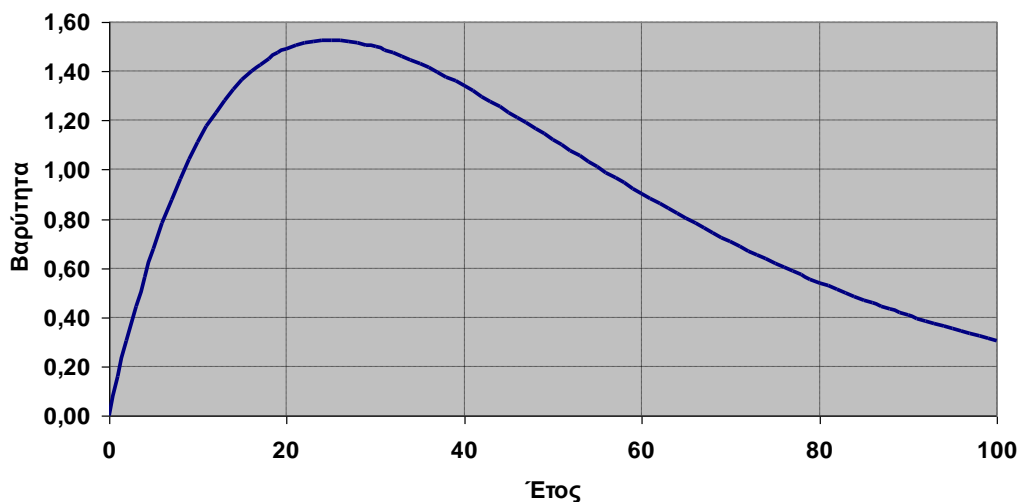
$$W = e^{-0,03 \cdot (Y - a)} \quad (3\% \text{ προεξόφληση σε παρούσα αξία})$$

όπου Y είναι η ηλικία, a είναι η ηλικία κατά την έναρξη της νόσου ή τον θάνατο και το W είναι η τιμή που αποδίδεται σε σχέση με τη μέση τιμή του 1.

$$W = 0,1658 \cdot Y \cdot e^{-0,04 \cdot Y} \quad (\text{στάθμιση ηλικίας με μεγαλύτερο βάρος στη νεότητα})$$

όπου Y είναι η ηλικία και το W είναι η τιμή που αποδίδεται σε σχέση με την μέση τιμή του 1.

$$W = 0,1658 \cdot Y \cdot e^{-0,04 \cdot Y}$$



Σχήμα 5.1 Σχετική αξία του ενός έτους ζωής σε διαφορετικές ηλικίες

Η μέθοδος για την εκτίμηση της συνολικής επιβάρυνσης της νόσου συνοψίζεται στα εξής στάδια:

- i. Εκτίμηση της κατανομής της έκθεσης σε έναν πληθυσμό.
- ii. Επιλογή κατάλληλης σχέσης Έκθεσης-Απόκρισης από τη βιβλιογραφία.

iii. Εκτίμηση του αναλογούντος ποσοστού του πληθυσμού που θίγεται από θόρυβο.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, που τα αποτελέσματα σχετίζονται άμεσα με τον θόρυβο, όπως η διαταραχή του ύπνου και εμβοές, ο αριθμός των θιγομένων υπολογίζεται άμεσα με βάση τα αποτελέσματα εθνικών ή διεθνών κοινωνικών ερευνών.

Οι ακόλουθοι τύποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υπολογιστεί ο *Αναλογών-Κίνδυνος* (AR%), *Αναλογών-Κίνδυνος-Πληθυσμού* (PAR%) και ο *Αναλογών-Πληθυσμός* (PAR) για κάθε κατηγορία θορύβου:

- $AR\% = (RR-1) / RR \cdot 100 [\%]$
- $PAR\% = P_i / 100 \cdot (RR-1) / (P_i / 100 \cdot (RR-1) + 1) \cdot 100 [\%]$
- $PAR = PAR\% / 100 \cdot Nd$

RR = *Σχετικός Κίνδυνος* (λόγος πιθανοτήτων, που αποτελεί εκτίμηση του σχετικού κινδύνου)

P_i = το ποσοστό του πληθυσμού που εκτίθεται [%]

Nd = αριθμός των ατόμων με τη νόσο (εμφάνιση της νόσου – θνησιμότητα ή νοσηρότητα).

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας πιο γενικευμένος τύπος για τον υπολογισμό του *Κλάσματος-Αναλογούντος-Πληθυσμού* (PAF), για πολλαπλές συγκρίσεις και μεγάλους σχετικούς κινδύνους:

- $PAF = \{ \Sigma (P_i \cdot RR_i) - 1 \} / \{ \Sigma (P_i \cdot RR_i) \}$
- P_i = ποσοστό του πληθυσμού στην κατηγορία της έκθεσης i
- RR_i = *Σχετικός Κίνδυνος* σε έκθεση κατηγορίας i σε σχέση με τη στάθμη αναφοράς
- $\Sigma P_i = 1$
- $PAR = PAF \cdot Nd$

5.2 Πρόσφατες κατευθυντήριες γραμμές από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) – Συστάσεις

Οι επιπτώσεις στην υγεία του περιβαλλοντικού θορύβου αποτελούν αυξανόμενη ανησυχία πολίτες και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στην Ευρώπη. Η δημοσίευση αυτή εκπονήθηκε από ειδικούς σε ομάδες εργασίας που συγκαλούνται από το περιφερειακό γραφείο της που για την Ευρώπη τεχνική υποστήριξη στους υπευθύνους χάραξης πολιτικής και τους συμβούλους τους στην ποσοτική αξιολόγηση του κινδύνου του περιβαλλοντικού θορύβου, χρησιμοποιώντας στοιχεία και στοιχεία που είναι διαθέσιμα στην Ευρώπη. τα κεφάλαια περιέχουν την περίληψη των συνθετικών αναθεωρήσεων των αποδείξεων σχετικά με τη σχέση του περιβαλλοντικού θορύβου και των ειδικών επιπτώσεων στην υγεία, ασθένεια, γνωστική δυσλειτουργία, διαταραχές του ύπνου και εμβοές. Ένα κεφάλαιο για την ενόχληση περιλαμβάνεται επίσης. Για κάθε αποτέλεσμα, το περιβαλλοντικό βάρος της ασθένειας μεθοδολογία, με βάση τη σχέση έκθεσης – απόκρισης, τη διανομή έκθεσης, επικράτηση του βάρους της νόσου και της αναπηρίας του αποτελέσματος, εφαρμόζεται για να υπολογίσει το βάρος της ασθένειας από την άποψη της αναπηρίας-προσαρμοσμένα έτη ζωής (DALY's).

Με συντηρητικές υποθέσεις που εφαρμόζονται στις μεθόδους υπολογισμού, εκτιμάται ότι DALY's που χάνονται από τον περιβαλλοντικό θόρυβο είναι 61 000 έτη για τις ισχαιμικές καρδιακές παθήσεις, 45 000 έτη για τη γνωστική εξασθένιση των παιδιών, 903 000 έτη για τον ύπνο διαταραχές, 22 000 χρόνια για εμβοές και 587 000 χρόνια για την ενόχληση στην Ευρωπαϊκή Κράτη μέλη της Ένωσης και άλλες χώρες της Δυτικής Ευρώπης. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τουλάχιστον 1.000.000 υγιή έτη ζωής χάνονται κάθε χρόνο από

θόρυβο στο δυτικό τμήμα της Ευρώπης. Διαταραχές του ύπνου και ενόχληση, κυρίως που σχετίζονται με το θόρυβο της οδικής κυκλοφορίας, αποτελούν το κύριο βάρος του περιβαλλοντικού θορύβου. Λόγω της έλλειψης δεδομένων έκθεσης στη Νοτιοανατολική Ευρώπη και των νέων ανεξάρτητων κράτη μέλη, δεν ήταν δυνατόν να εκτιμηθεί το βάρος της ασθένειας σε όλη την Ευρωπαϊκή περιφέρεια. Η διαδικασία εκτίμησης των επιβαρύνσεων που σχετίζονται με την περιβαλλοντική η έκθεση θορύβου που παρουσιάζεται εδώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις διεθνείς, εθνικές και τοπικές αρχές εφ ' όσον οι παραδοχές, οι περιορισμοί και οι αβεβαιότητες που αναφέρονται η δημοσίευση λαμβάνεται προσεκτικά υπόψη.

Η αστικοποίηση, η οικονομική ανάπτυξη και οι μηχανοκίνητες μεταφορές είναι μερικές από τις οδηγώντας επιπτώσεις στην έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο και στην υγεία. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος είναι θόρυβος που εκπέμπεται από όλες τις πηγές εκτός από τους βιομηχανικούς χώρους εργασίας. Η οδηγία της ΕΕ σχετικά με τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου (END) προσθέτει βιομηχανικές περιοχές ως πηγές περιβαλλοντικού θορύβου. Για να εκτιμηθεί το περιβαλλοντικό βάρος της ασθένειας (EBD) λόγω του περιβαλλοντικού θορύβου, πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια ποσοτική προσέγγιση εκτίμησης κινδύνου. Η εκτίμηση κινδύνου αναφέρεται στην Προσδιορισμός των κινδύνων, η εκτίμηση της έκθεσης του πληθυσμού και ο των κατάλληλων σχέσεων έκθεσης – απόκρισης. Το EBD εκφράζεται ως αναπηρία-προσαρμοσμένα έτη ζωής (DALY's). DALY's είναι το άθροισμα των πιθανών ετών της ζωής χάνονται λόγω του πρόωρου θανάτου και τα ισοδύναμα έτη «υγιούς» ζωής που χάνονται από την αρετή της ύπαρξης σε καταστάσεις κακής υγείας ή αναπηρίας.

Ο ΠΟΥ εκτίμησε το παγκόσμιο βάρος της ασθένειας (GBD) στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1990. Το περιβαλλοντικό βάρος της ασθένειας λόγω των περιβαλλοντικών παραγόντων όπως ο μόλυβδος, Υπαίθριος και την εσωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση και το νερό και την αποχέτευση δημοσιεύθηκε για πρώτη φορά το 2002. Το Ευρωπαϊκό Κέντρο για το περιβάλλον και την υγεία, γραφείο της Βόννης, που συγκλήθηκε συνεδριάσεις μιας ομάδας εργασίας για την εκτίμηση της EBD λόγω έκθεσης σε περιβαλλοντικές Θορύβου. Τα συμπεράσματα και οι συστάσεις των εν λόγω συνεδριάσεων συντέθηκαν να αναπτύξει αυτή τη δημοσίευση προσανατολισμού σχετικά με την εκτίμηση επικινδυνότητας στοιχεία και στοιχεία που διατίθενται στην Ευρώπη. Το στοχευόμενο κοινό για τη δημοσίευση αυτή είναι πρωτίστως υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, συμβούλους και το προσωπικό από υποστηρικτικές υπηρεσίες και άλλους ενδιαφερομένους που επιπτώσεις του περιβαλλοντικού θορύβου. Συγκεντρώνει στοιχεία που βασίζονται επιπτώσεις στον περιβαλλοντικό θόρυβο και παρέχει υποδειγματική καθοδήγηση για το πώς να ποσοτικοποιηθούν αυτά τα αποτελέσματα. Συνοπτικά, οι στόχοι της δημοσίευσης είναι να παρέχουν:

- καθοδήγηση σχετικά με τη διαδικασία αξιολόγησης των κινδύνων για την υγεία του περιβαλλοντικού θορύβου
- αξιολογήσεις των στοιχείων σχετικά με τη σχέση μεταξύ του περιβαλλοντικού θορύβου και της υγείας αποτελέσματα
- υποδειγματική εκτίμηση του φόρτου των επιπτώσεων στην υγεία του περιβαλλοντικού θορύβου
- συζήτηση για τις αβεβαιότητες και τους περιορισμούς της διαδικασίας EBD.

Συγκεκριμένα, τα διάφορα βήματα για την ανάπτυξη των κατευθυντηρίων γραμμών περιλάμβαναν: (WHO, 2011)

- διαμόρφωση του πεδίου εφαρμογής και των βασικών ζητημάτων των κατευθυντηρίων γραμμών
- αναθεώρηση της σχετικής βιβλιογραφίας
- επιλογή των μέτρων για την υγεία κατά προτεραιότητα
- συστηματική επανεξέταση των αποδείξεων
- αξιολόγηση της βεβαιότητας των οργάνων αποδείξεων που προκύπτουν από συστηματικές αναθεωρήσεις
- προσδιορισμός των επιπέδων έκθεσης της κατευθυντήριας γραμμής
- καθορισμός της ισχύος των συστάσεων.

Με βάση το καθορισμένο πεδίο εφαρμογής και τα βασικά ερωτήματα, οι κατευθυντήριες γραμμές, υπάρχει προσανατολισμός από την ΕΕ, να ενσωματωθούν σε έρευνες στον τομέα του περιβαλλοντικού θορύβου και από τις κοινοτικές κατευθυντήριες γραμμές για το θόρυβο. Συνολικά, διενεργήθηκαν οκτώ συστηματικές αναθεωρήσεις των αποδείξεων για να εκτιμηθεί η σχέση μεταξύ του περιβαλλοντικού θορύβου και των ακόλουθων αποτελεσμάτων: καρδιαγγειακά και μεταβολικά αποτελέσματα, επιπτώσεις στον ύπνο, γνωστική δυσλειτουργία, προβλήματα ακοής και εμβοές, την ποιότητα ζωής, την ψυχική υγεία και την ευεξία.

Επιπρόσθετα, εξετάστηκε αν οι δείκτες για την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού θορύβου είναι επαρκής, έτσι ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί ο πληθυσμός που «πλήττεται». Για παράδειγμα, διαφορετικοί δείκτες μπορεί να είναι κατάλληλοι για διαφορετικά σημεία αξιολόγησης της υγείας. Ο δείκτης που έχει απασχολήσει περισσότερο, και σε κάποια κράτη έχει θεσμοθετηθεί, είναι ο L_{max} . Ειδικά σε ότι αφορά τον αεροπορικό θόρυβο, οποίος χαρακτηρίζεται από ξεχωριστά “events”, δηλαδή ο στιγμιαίος θόρυβος που αντιλαμβάνεται ο ανθρώπινος εγκέφαλος τη στιγμή που περνάει το αεροσκάφος.

Οι γενικές κατευθυντήριες γραμμές προορίζονται για να εφαρμοστούν σε όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ως εκ τούτου, επικεντρώνονται στους πιο διαδεδομένους δείκτες θορύβου L_{den} και L_{night} . Έχουν διατυπωθεί ειδικές συστάσεις για το θόρυβο της οδικής κυκλοφορίας, το θόρυβο των σιδηροδρόμων, το θόρυβο των αεροσκαφών, το θόρυβο των ανεμογεννητριών και το θόρυβο αναψυχής. Οι συστάσεις αξιολογούνται και διακρίνονται με το αν είναι ισχυρές ή υπό όρους.

Δύναμη της σύστασης:

- ✓ Μια ισχυρή σύσταση μπορεί να υιοθετηθεί ως πολιτική στις περισσότερες περιπτώσεις. Η κατευθυντήρια γραμμή βασίζεται με την πεποίθηση ότι τα επιθυμητά αποτελέσματα της τήρησης της σύστασης υπερτερούν ανεπιθύμητες συνέπειες. Η ποιότητα των αποδείξεων για ένα καθαρό όφελος – σε συνδυασμό με πληροφορίες σχετικά με τις αξίες, τις προτιμήσεις και τους πόρους, εφαρμόζονται στις περισσότερες περιπτώσεις.
- ✓ Μια σύσταση υπό όρους απαιτεί μια διαδικασία χάραξης πολιτικής με ουσιαστική συζήτηση και συμμετοχή διαφόρων ενδιαφερομένων. Υπάρχει λιγότερη βεβαιότητα της αποτελεσματικότητάς της λόγω της χαμηλότερης ποιότητας των αποδεικτικών στοιχείων για το όφελος, τις αντίθετες αξίες και τις προτιμήσεις των ατόμων και των πληθυσμών που επηρεάζονται ή οι υψηλές επιπτώσεις των πόρων της σύστασης, που σημαίνει ότι μπορεί να υπάρχουν περιστάσεις ή ρυθμίσεις στις οποίες δεν θα μπορούν να εφαρμοστούν.

- ✓ Παράλληλα με συγκεκριμένες συστάσεις, αναπτύχθηκαν διάφορες κατευθυντήριες αρχές για την παροχή γενικών συμβουλών και υποστήριξης για την ενσωμάτωση των συστάσεων σε ένα πλαίσιο πολιτικής.

Κατευθυντήριες αρχές με βάση τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας:

- Μείωση της έκθεσης στον περιβαλλοντικό θόρυβο και δημιουργία ήσυχων περιοχών.
- Προώθηση παρεμβάσεων για τη μείωση της έκθεσης στο θόρυβο και τη βελτίωση της υγείας.
- Συντονισμός προσεγγίσεων για τον έλεγχο των πηγών θορύβου και άλλων περιβαλλοντικών κινδύνων για την υγεία.
- Ενημέρωση και συμμετοχή Κοινοτήτων που ενδεχομένως επηρεάζονται από την έκθεση σε θόρυβο.

Οι συστάσεις, με βάση την πλέον πρόσφατη έκθεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, για τον αεροπορικό θόρυβο είναι (WHO, 2018):

Recommendation	Strength
For average noise exposure, the GDG strongly recommends reducing noise levels produced by aircraft below 45 dB L_{den} , as aircraft noise above this level is associated with adverse health effects.	Strong
For night noise exposure, the GDG strongly recommends reducing noise levels produced by aircraft during night time below 40 dB L_{night} , as night-time aircraft noise above this level is associated with adverse effects on sleep.	Strong
To reduce health effects, the GDG strongly recommends that policy-makers implement suitable measures to reduce noise exposure from aircraft in the population exposed to levels above the guideline values for average and night noise exposure. For specific interventions the GDG recommends implementing suitable changes in infrastructure.	Strong

Σχήμα 5.2 Συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας για τον αεροπορικό θόρυβο (Πηγή: WHO 2018)

Τα σημεία υγείας του περιβαλλοντικού θορύβου που εξετάστηκαν για η εκτίμηση περιλαμβάνουν τις καρδιαγγειακές παθήσεις, τη γνωστική εξασθένιση, τις διαταραχές ύπνου, τις εμβοές και την ενόχληση. Αν και η ενόχληση δεν αντιμετωπίστηκε ως αποτέλεσμα της υγείας, επιλέχθηκε ως ένας πιο γενικό δείκτης αξιολόγησης της υγείας.

Τα επίπεδα έκθεσης προέκυψαν σύμφωνα με τη διαδικασία ιεράρχησης των κρίσιμων αποτελεσμάτων που περιγράφονται. Για κάθε ένα από τα αποτελέσματα, το επίπεδο έκθεσης εντοπίστηκε με την εφαρμογή του σημείου αναφοράς, που ορίζεται ως σχετική αύξηση του κινδύνου στο αντίστοιχο ΕΤΠ. Στην περίπτωση του αεροπορικού θορύβου, η διαδικασία μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

Πίνακας 5.1 Μέσο επίπεδο έκθεσης (L_{den}) για τα αποτελέσματα της υγείας κατά προτεραιότητα από το θόρυβο των αεροσκαφών (Πηγή: WHO 2018)

Summary of priority health outcome evidence	Benchmark level	Evidence quality
Incidence of IHD A relevant risk increase from exposure to aircraft noise occurs at 52.6 dB L_{den} . The weighted average of the lowest noise levels measured in the studies was 47 dB L_{den} and the corresponding RR in the meta-analysis was 1.09 per 10 dB.	5% increase of RR	Very low quality
Incidence of hypertension One study met the inclusion criteria. There was no significant increase of risk associated with increased noise exposure in this study.	10% increase of RR	Low quality
Prevalence of highly annoyed population There was an absolute risk of 10% at a noise exposure level of 45.4 dB L_{den} .	10% absolute risk	Moderate quality
Permanent hearing impairment	No increase	No studies met the inclusion criteria
Reading skills and oral comprehension in children A relevant risk increase was found at 55 dB L_{den} .	One-month delay	Moderate quality

Με βάση την αξιολόγηση των στοιχείων σχετικά με τις αυξήσεις κινδύνου από τα επιλεγμένα αποτελέσματα υγείας, η έκθεση καθόρισε ένα επίπεδο έκθεσης για τον δείκτη $L_{den}=45,4$ dB(A) για τη μέση έκθεση στον θόρυβο των αεροσκαφών, με βάση το απόλυτο %HA. Σύμφωνα με την καθορισμένη διαδικασία στρωγγυλοποίησης, η τιμή στρωγγυλοποιήθηκε στα 45 dB(A). Δεδομένου ότι τα αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με τις δυσμενείς επιπτώσεις του θορύβου των αεροσκαφών βαθμολογήθηκαν με μέτρια ποιότητα, ο ΠΟΥ έκανε τη σύσταση ισχυρή.

Πίνακας 5.2 Αποδεικτικά στοιχεία για την έκθεση στο θόρυβο κατά τη νύχτα και την επίδρασή του στη διαταραχή του ύπνου (Πηγή: WHO 2018)

Summary of priority health outcome evidence	Benchmark level	Evidence quality
Sleep disturbance 11% of participants were highly sleep-disturbed at a noise level of 40 dB L_{night} .	3% absolute risk	Moderate quality

Με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία για τις δυσμενείς επιπτώσεις του θορύβου των αεροσκαφών στη διαταραχή του ύπνου, ο ΠΟΥ όρισε ένα επίπεδο έκθεσης κατευθυντήριων γραμμών με $L_{night}=40,0$ dB(A). Πρέπει να τονιστεί ότι αυτή η σύσταση για μέση στάθμη θορύβου αεροσκαφών τη νύχτα υπερβαίνει κατά πολύ το όριο αναφοράς 3% HSD που ορίζεται ως σχετική αύξηση του κινδύνου, αλλά δεδομένου ότι δεν υπήρχαν αξιόπιστα ακουστικά στοιχεία κάτω από αυτό το επίπεδο, ο ΠΟΥ αποφάσισε να μην μειώσει το επίπεδο έκθεσης κατευθυντήριων γραμμών. Επιπλέον, θα ήταν αναπόφευκτη η παρέκταση της σχέσης έκθεσης-απόκρισης για την επίτευξη αυτών των τιμών, δεδομένου ότι τα αποδεικτικά στοιχεία βαθμολογούνταν με μέτρια ποιότητα, ο ΠΟΥ έκανε τη σύσταση ισχυρή.

Ο ΠΟΥ εξέτασε επίσης τα στοιχεία για την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αλλαγές στην υποδομή (άνοιγμα ή / και κλείσιμο διαδρόμων ή αναδιάταξη διαδρομής πτήσης) μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της έκθεσης στο θόρυβο των αεροσκαφών, καθώς και σε μείωση της γνωστικής δυσλειτουργίας στα παιδιά και μείωση της ενόχλησης. Είναι, έτσι και αλλιώς, παρεμβάσεις που προτείνονται και υλοποιούνται από τα αεροδρόμια στα Σχέδια Δράσης τους. Επιπλέον, υπάρχουν ήδη παραδείγματα βέλτιστης πρακτικής για τη διαχείριση του θορύβου από τα αεροσκάφη, οπότε ο ΠΟΥ έκανε μια ισχυρή σύσταση.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη των συστάσεων

Άλλοι παράγοντες που εξετάστηκαν στο πλαίσιο συστάσεων σχετικά με το θόρυβο της κυκλοφορίας αεροσκαφών περιλαμβάνονταν εκείνοι που σχετίζονται με τις αξίες και τις προτιμήσεις, τα οφέλη και τις βλάβες, τις συνέπειες των πόρων, την ισότητα, την αποδοχή και τη σκοπιμότητα. Τελικά, η αξιολόγηση όλων αυτών των παραγόντων δεν οδήγησε σε αλλαγή στη δύναμη των συστάσεων. Όπως έχει αποδειχθεί από την προηγούμενη επισκόπηση, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις σχετικά με τις δυσμενείς επιπτώσεις της μακροχρόνιας έκθεσης σε θόρυβο αεροσκαφών. **Με βάση την ποιότητα των διαθέσιμων στοιχείων, ο ΠΟΥ ορίστε τη δύναμη της σύστασης του θορύβου των αεροσκαφών σε ισχυρή.** Ως δεύτερο βήμα, αξιολογήθηκαν ποιοτικά οι παραμετρικοί παράγοντες για να διερευνηθεί κατά πόσον άλλες εκτιμήσεις θα μπορούσαν να έχουν σχετικό αντίκτυπο σχετικά με τη δύναμη σύστασης. Αυτές οι εκτιμήσεις αφορούσαν κυρίως την ισορροπία των ζημιών και των οφελών, αξιών και προτιμήσεων, ισορροπία στη χρήση πόρων και την εφαρμογή.

Κατά την εκτίμηση της ισορροπίας των ζημιών και των οφελών από την εφαρμογή των συστάσεων σχετικά με έκθεσης αεροσκαφών, ο ΠΟΥ αναγνώρισε ότι ο αριθμός των ατόμων που επηρεάστηκαν ήταν χαμηλότερος από ό, τι για η οδική κυκλοφορία ή ο θόρυβος των σιδηροδρόμων, καθώς ο θόρυβος των αεροσκαφών επηρεάζει μόνο τις περιοχές γύρω από τα αεροδρόμια. Τα στοιχεία από τον Ευρωπαϊκό Οικονομικό Χώρο (EOX) δείχνουν ότι ο εκτιμώμενος αριθμός ατόμων στην Ευρώπη που εκτέθηκαν σε L_{den} επίπεδα άνω των 55 dB(A) και επίπεδα L_{night} άνω των 50 dB(A) είναι 3 εκατ. και 1,2 εκατ., αντίστοιχα (Blanes et al., 2017). Παρόλα αυτά, παραμένει μια σημαντική πηγή τοπικής ηχορύπανσης και έχει προβλεφθεί να αυξηθεί (EASA et al., 2016). Επιπλέον, ο θόρυβος των αεροσκαφών θεωρείται πιο ενοχλητικός από το θόρυβο άλλες πηγές θορύβου μεταφορών (Schreckenberg et al., 2015, Miedema & Oudshoorn, 2001). Συνεπώς, συνδέεται με μια σημαντική επιβάρυνση για τη δημόσια υγεία, και ο ΠΟΥ αναμένει σημαντικά οφέλη για την υγεία του πληθυσμού από την εφαρμογή των συστάσεων. Επιπλέον, ανάλογα με την παρέμβαση (όπως η απαγόρευση της νυχτερινής πτήσης), θα μπορούσαν να προκύψουν επιπρόσθετα οφέλη για την υγεία από την ταυτόχρονη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (EK, 2016α).

Λαμβάνοντας υπόψη τις αξίες και τις προτιμήσεις, οι αρνητικές στάσεις απέναντι στον θόρυβο των αεροσκαφών είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες σε άτομα που έχουν πληγεί και που μπορούν να δουν και να ακούσουν αεροσκάφη από το σπίτι τους, ή οι οποίοι φοβούνται ότι η ζωή κοντά στα αεροδρόμια θα έχει αντίκτυπο στην υγεία τους (Schreckenberg et al., 2015) ή αξία ιδιοκτησίας (οικονομική ζημία) (Bristow et al., 2014). - έλλειψη εμπιστοσύνης στο αεροδρόμιο και - οι κυβερνητικές αρχές μπορούν να ενισχύσουν αυτές τις αρνητικές στάσεις έναντι των αερολιμένων και του θορύβου των αεροσκαφών (Schreckenberg, 2017). Επιπλέον, δεν μπορούμε να μην πάρουμε υπόψιν ότι τα άτομα που ζουν κοντά σε

διαφορετικά αεροδρόμια μπορεί να έχουν διαφορετικές αντιδράσεις, καθώς τα χαρακτηριστικά υποδομής των αεροδρομίων έχουν σημαντική επίδραση στην αξιολόγηση των κατοίκων. Αεροδρόμια με σταθερό αριθμό των κινήσεων αεροσκαφών στο εγγύς παρελθόν, και όταν δεν υπάρχει πρόθεση να αλλάξει ο αριθμός στο μέλλον, μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετική αξιολόγηση των αξιών και των προτιμήσεων από ότι τα αεροδρόμια με σχετικά σταθερό ρυθμό αυξήσεις στον αριθμό των κινήσεων των αεροσκαφών. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι το άνοιγμα νέων ή αύξηση του αριθμού των πτήσεων σημαίνει ταυτόχρονα και σημαντική αλλαγή στο περιβάλλον για τους κατοίκους της πληγείσας περιοχής.

Σε όλη αυτή την ανάλυση, δεν μπορούμε να μην λάβουμε υπόψιν, πως τα αεροπορικά ταξίδια αποτελούν σημαντικό μέσο μεταφοράς για το οποίο ενδιαφέρει τις επιχειρήσεις, το κοινό και την οικονομία. Στην Ευρώπη, η αεροπορία αναμένεται να είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη από τη ζήτηση για τη μεταφορά επιβατών έως το 2050 (EOX, 2016α). Ο γενικός πληθυσμός τείνει για να εκτιμήσει την άνεση της αεροπορικής διαδρομής. Επιπλέον, η έκθεση στον αεροπορικό θόρυβο δεν κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη την κοινωνία. Οι προτιμήσεις των ανθρώπων που ζουν σε περιοχές κοντά σε αεροδρόμια, αναμένεται να διαφέρουν από εκείνους του γενικού πληθυσμού που δεν έχει εμπειρία σε ίδια επίπεδα θορύβου. Αυτό μπορεί να διευκολύνει τη διακύμανση των αξιών και των προτιμήσεων του πληθυσμού, όπως όσοι επωφελούνται από τις υπηρεσίες και τα έσοδα που παράγει ένας αερολιμένας μπορούν να αντιμετωπίσουν τη μείωση του θορύβου μέτρα ως πρόσθετο, περιττό πρόσθετο κόστος, ενώ όσοι ζουν γύρω από ένα αεροδρόμιο και επηρεάζονται από τον θόρυβο των αεροσκαφών μπορεί να είναι υπέρ της μείωσης του θορύβου, καθώς αυτό αφορά την υγεία και την ευημερία τους. Με βάση τη χρήση των διαθέσιμων πόρων και την εφαρμογή, η οικονομική αξιολόγηση των επιπτώσεων του περιβαλλοντικού θορύβου στην υγεία είναι πιο περίπλοκη και εκτεταμένη για τα αεροσκάφη θόρυβος (Berry & Sanchez, 2014). Ωστόσο, δεν υπάρχει ολοκληρωμένη ανάλυση κόστους-οφέλους, οπότε η αξιολόγηση αυτή βασίζεται σε τεκμηριωμένη ποιοτική κρίση εμπειρογνομόνων όσον αφορά τη σκοπιμότητα της εφαρμογής της σύστασης για το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού. Η συστηματική ανασκόπηση των παρεμβάσεων και των σχετικών επιπτώσεών τους στον περιβαλλοντικό θόρυβο και την υγεία δείχνει ότι υπάρχουν διάφορα μέτρα για τη μείωση του συνεχούς θορύβου από τα αεροσκάφη. Επιπλέον, η ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων κρίθηκε μέτρια (Brown & Van Kamp, 2017). Η κατανομή του κόστους επίσης διαφέρει από εκείνο για άλλους τρόπους μεταφοράς, δεδομένου ότι η έκθεση στον θόρυβο των αεροσκαφών εντοπίζεται σε πιο συσσωρευμένο τρόπο και συνολικά ο πληγέντος πληθυσμός είναι μικρότερος σε σύγκριση με άλλους τρόπους μεταφοράς. Επίσης, η εκτροπή των διαδρομών πτήσης πάνω από τις λιγότερο πυκνοκατοικημένες περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της έκθεσης. Κατ' αρχήν, αυτά τα μέτρα παρέμβασης δεν συνεπάγονται με άμεσες δαπάνες, αν και οι ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια ενδέχεται να περιορίσουν το κόστος σκοπιμότητας αυτών των στρατηγικών. Τα μέτρα μείωσης θορύβου στους δέκτες, όπως η εγκατάσταση ηχομόνωσης τα παράθυρα στην κατοικία είναι επίσης εφικτά, ωστόσο για τον αεροπορικό θόρυβο δεν είναι πάντα επαρκή.

Όπως υποδεικνύεται από το Clean Sky, θα μπορούσε, για παράδειγμα, να συνεπάγεται τη μετάβαση προς την εισαγωγή νέων αεροσκαφών. Αυτό το ευρύ ευρωπαϊκό πρόγραμμα έρευνας εκτιμά ότι, ανάλογα με τον τύπο, η στροφή προς τα πρόσφατα παραγόμενα

αεροσκάφη θα μπορούσε να οδηγήσει σε μείωση περίπου του 55-79% της περιοχής που πλήττεται από τον θόρυβο των αεροσκαφών, και κατά συνέπεια ο πληθυσμός που εκτέθηκε. Δεδομένου ότι η λύση αυτή έχει προταθεί από την αεροπορία τομέα, θεωρείται εφικτό. Συνολικά, αυτό δείχνει ότι οι λύσεις για την επίτευξη του συνιστώμενου θορύβου μπορούν να εφαρμοστούν και με λογικό κόστος.

Πίνακας 5.3 Συνοπτική περίληψη των διαφόρων διαστάσεων για την εκτίμηση της αντοχής των συστάσεων για το θόρυβο των αεροσκαφών (Πηγή: WHO 2018)

Factors influencing the strength of recommendation	Decision
Quality of evidence	<p>Average exposure (L_{den})</p> <p><i>Health effects</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Evidence for a relevant RR increase of the incidence of IHD at 52 dB L_{den} was rated very low quality. Evidence for a relevant RR increase of the incidence of hypertension was rated low quality. Evidence for a relevant absolute risk of annoyance at 45 dB L_{den} was rated moderate quality. Evidence for a relevant RR increase of impaired reading and oral comprehension at 55 dB L_{den} was rated moderate quality. <p><i>Interventions</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Evidence on effectiveness of interventions to reduce noise exposure and/or health outcomes from aircraft noise was of varying quality. <p>Night-time exposure (L_{night})</p> <p><i>Health effects</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Evidence for a relevant absolute risk of sleep disturbance related to night noise exposure from aircraft at 40 dB L_{night} was rated moderate quality. <p><i>Interventions</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Evidence on effectiveness of changes in infrastructure (flight path changes) to reduce sleep disturbance from aircraft noise was rated low quality.
Balance of benefits versus harms and burdens	Aircraft noise is a major source of localized noise pollution. The health benefits of adapting the recommendations are expected to outweigh the harms.
Values and preferences	Quiet areas are valued by the population, especially by those affected by continuous aircraft noise exposure. Some variability is expected among those directly affected by aircraft noise and those not affected.
Equity	Risk of exposure to aircraft noise is not equally distributed.
Resource implications	No comprehensive cost-effectiveness analysis data are available; nevertheless, a wide variety of interventions exist (some at very low cost), indicating that measures are both feasible and economically reasonable.
Decisions on recommendation strength	<ul style="list-style-type: none"> Strong for guideline value for average noise exposure (L_{den}) Strong for guideline value for night noise exposure (L_{night}) Strong for specific interventions to reduce noise exposure

Τα διαθέσιμα επιστημονικά στοιχεία αξιολογήθηκαν σύμφωνα με τέσσερις βαθμούς ποιότητας - πολύ χαμηλό, χαμηλό, μέτριο και υψηλό, διαφοροποιημένο με βάση το επίπεδο βεβαιότητας στις εκτιμήσεις των τις επιπτώσεις στην υγεία που μεταδίδει ένα αποδεικτικό στοιχείο. Όπως προαναφέρθηκε, η μέτρια ποιότητα σημαίνει ότι "η περαιτέρω έρευνα είναι πιθανό να έχει σημαντικό αντίκτυπο στη βεβαιότητα της εκτίμησης του αποτελέσματος και είναι πιθανό να αλλάξει την εκτίμηση". Ο ΠΟΥ ορίζει τον ακόλουθο κανόνα απόφασης κατά τον καθορισμό των κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με το θόρυβο: "Η θέσπιση ισχυρής σύστασης εξετάστηκε μόνο εάν τα αποδεικτικά στοιχεία ήταν τουλάχιστον μέτριας ποιότητας" (σελίδα 25). Η ACI EUROPE αναγνωρίζει ότι η ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων δεν ήταν ο μοναδικός παράγοντας που εκτιμήθηκε και ότι ελήφθησαν επίσης υπόψη και άλλα, συμφραζόμενα στοιχεία. Παρ' όλα αυτά, η έννοια ενός "Σημαντικός

αντίκτυπος στην βεβαιότητά μας" στον ορισμό μέτριων στοιχείων φαίνεται να είναι ασυμβίβαστος με την εμπιστοσύνη που αναφέρεται στον ορισμό μιας ισχυρής σύστασης. Τουλάχιστον, η απόφαση της ΠΟΥ να υιοθετήσει έναν τέτοιο κανόνα απόφασης θα έπρεπε να είχε εξηγηθεί και αιτιολογηθεί. Η προσέγγιση αυτή είναι ανησυχητική, όπως στην πραγματικότητα, η συνολική ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν για τις τρεις συστάσεις για τον θόρυβο των αεροσκαφών εκτιμήθηκε ως πολύ χαμηλή, χαμηλή ή μέτρια.

Ταυτόχρονα, η ΠΟΥ αναγνωρίζει ότι οι «διαφορές μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών επιπέδων είναι συνήθως περίπου 10 dB(A) για ανοιχτά, 15 dB(A) για κλίση ή μισο-ανοικτό και περίπου 25 dB(A) για κλειστά παράθυρα». Αναγνωρίζει επίσης ότι τα επίπεδα θορύβου σε εσωτερικούς χώρους «έχουν ιδιαίτερη σημασία επιπτώσεις στον ύπνο». Συνεπώς, η σύσταση για τον περιορισμό της έκθεσης του θορύβου νυκτός σε $L_{\text{night}}=40$ dB(A) μπορεί να μεταφραστεί σε εσωτερικά επίπεδα που κυμαίνονται από 15-30 dB(A). Για να γίνει αντιληπτό πόσο χαμηλά είναι αυτά τα επίπεδα θορύβου, μια συνομιλία στο σπίτι σε ένα ήσυχο προάστιο κατά μέσο όρο παράγει 50 dB(A), ενώ τα 30 dB(A) είναι συνήθως το επίπεδο θορύβου που ζουν σε ήσυχες αγροτικές περιοχές και 20 dB(A) μπορούν να παραχθούν με ψιθυριστά και σκισμένα φύλλα. Δεδομένων των σημαντικών διαφορών μεταξύ των επιπέδων θορύβου εσωτερικού και εξωτερικού χώρου και του γεγονότος ότι στην Ευρώπη μια πολύ μεγάλη πλειοψηφία του πληθυσμού κοιμάται μέσα στις κατοικίες, είναι σκόπιμο να λαμβάνονται υπόψη τα επίπεδα θορύβου στο εξωτερικό κατά τη θέσπιση συστάσεων σχετικά με την έκθεση στο θόρυβο κατά τη νύχτα.

5.3 Αξιολόγηση των επιπτώσεων του αεροπορικού θορύβου στην υγεία – Ολοκληρωμένη συγκριτική θεώρηση

Οι νέες κατευθυντήριες γραμμές για τον περιβαλλοντικό θόρυβο στην Ευρωπαϊκή Ένωση περιλαμβάνουν και συστάσεις για τον περιορισμό της έκθεσης του θορύβου που συνδέεται με ανεπιθύμητες επιπτώσεις στην υγεία. Τα όρια λέγεται ότι βασίζονται σε συστηματική ανασκόπηση των υφιστάμενων αποδείξεων. Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται μια συστηματική αξιολόγηση των αποδεικτικών στοιχείων που παρουσιάζονται σε σχέση με την ενόχληση από το θόρυβο των αεροσκαφών. Οι νέες κατευθυντήριες γραμμές βασίστηκαν στα αποτελέσματα μιας επιλογής υφιστάμενων μελετών. Η παρούσα εργασία αποδεικνύει ότι μια παρόμοια επιλογή άλλων υφιστάμενων μελετών θα μπορούσε να αποφέρει πολύ διαφορετικά αποτελέσματα. Επιπλέον, η εγκυρότητα των αποδεικτικών στοιχείων έχει αμφισβητηθεί, δεδομένου ότι ορισμένες από τις αναφερόμενες μελέτες δεν έχουν διεξαχθεί σύμφωνα με τυποποιημένες μεθόδους, και η επιλογή των ερωτηθέντων δεν είναι αντιπροσωπευτική του γενικού πληθυσμού του αεροδρομίου (T. Gjestland, 2018). Επιπλέον, το ζήτημα πρέπει να επανεξεταστεί υπό το πρίσμα πρόσθετων επιστημονικών πληροφοριών και σχετικών εκθέσεων με προσπάθεια για εκτεταμένη γεωγραφική κάλυψη της ΕΕ. Τέλος, οι τιμές κατωφλίου για τον υπολογισμό των επιπτώσεων στην υγεία από το θόρυβο της κυκλοφορίας (53 dB) τόσο για την ισχαιμική καρδιοπάθεια όσο και για το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι υπερβολικά χαμηλές και δεν ανταποκρίνονται επαρκώς στον πραγματικό αντίκτυπο στην υγεία η έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο από τη κυκλοφορία στη χώρα μας και, γενικά, στην περιοχή της Νότιας Ευρώπης, όπως δείχνουν οι πολλαπλές επιδημιολογικές μελέτες.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) δημοσίευσε πρόσφατα την έκθεσή του για τις περιβαλλοντικές κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τον περιβαλλοντικό θόρυβο για όλη την Ευρωπαϊκή ένωση. (WHO, 2018) Η έκθεση αυτή είναι το αποτέλεσμα μιας ομάδας

ερευνητών που αναφέρονται σε όλες τις πτυχές των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία από την έκθεση στο περιβαλλοντικό θόρυβο. Σύμφωνα με την WHO, ο κύριος σκοπός αυτών των κατευθυντηρίων γραμμών είναι η παροχή συστάσεων για την προστασία της ανθρώπινης υγείας από την έκθεση σε περιβαλλοντικό θόρυβο που προέρχεται από διάφορες πηγές. Τονίζει ότι έχουν ληφθεί όλες οι εύλογες προφυλάξεις για την επαλήθευση των πληροφοριών που έχουν χρησιμοποιήσει. Ωστόσο, το δημοσιευμένο υλικό διανέμεται χωρίς καμία εγγύηση, και για να είναι ασφαλής, δηλώνουν ότι η ευθύνη για την ερμηνεία και τη χρήση του υλικού βρίσκεται με τον αναγνώστη.

Σχετικά με τον αεροπορικό θόρυβο, στις νέες κατευθυντήριες γραμμές συνιστά ανεπιφύλακτα "μείωση των επιπέδων θορύβου που παράγονται από αεροσκάφη κάτω από 45 dB(A) L_{den} , καθώς ο θόρυβος των αεροσκαφών πάνω από αυτό το επίπεδο συνδέεται με δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία". Η σύσταση αυτή βασίζεται στην ιδεαλιστική υπόθεση ότι κανείς δεν πρέπει ποτέ να εκτεθεί σε επίπεδα θορύβου που θέτουν σε κίνδυνο την πλήρη ατομική ευημερία ή την ποιότητα ζωής, και, ως εκ τούτου, είναι ουσιαστικά αβάσιμo για την καθημερινότητα των πολιτών. Ωστόσο, η σύσταση θα παρατηρηθεί με μεγάλο ενδιαφέρον από ιδιώτες και ομάδες που υποστηρίζουν τη μείωση της έκθεσης του θορύβου από τις αεροπορικές μεταφορές. Ως εκ τούτου, είναι ατυχές το γεγονός ότι η σύσταση βασίζεται σε ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων, η επιλογή των οποίων έχει μεγάλο αντίκτυπο στις προτεινόμενες συστάσεις.

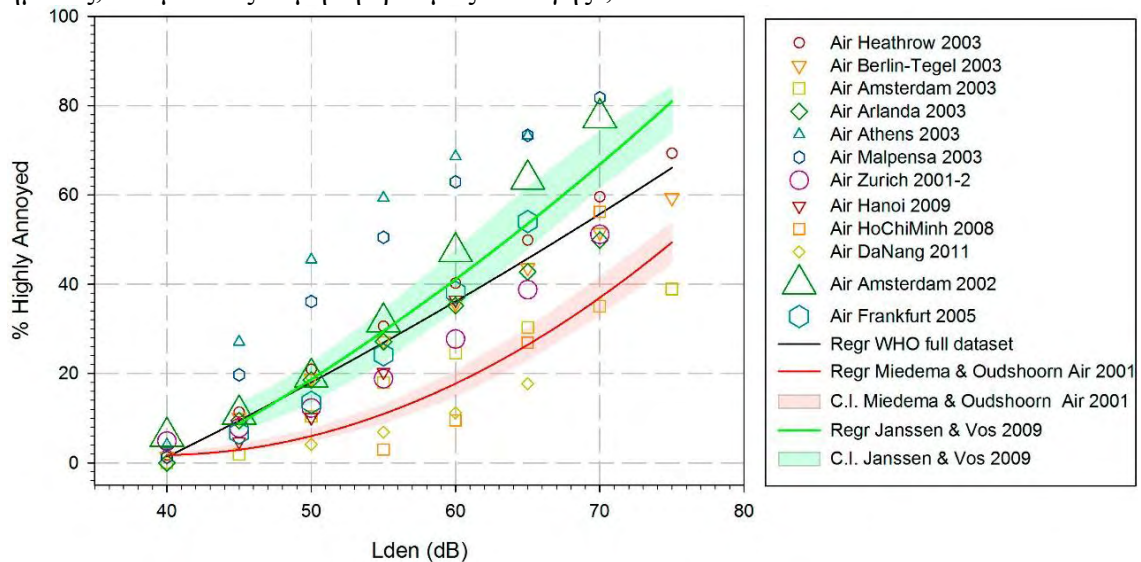
Ο Οργανισμός ανέθεσε σε αρκετές ομάδες ερευνητών να καταρτίσουν τα αποτελέσματα από τις πρόσφατες έρευνες για τις επιπτώσεις του αεροπορικού θορύβου στην υγεία. Η ομάδα των ερευνητών που εργάστηκαν παρουσίασε μια συστηματική αναθεώρηση των μελετών που είχαν δημοσιευθεί κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 2000 – 2014.

Οι συγγραφείς πέρασαν από μια εκτεταμένη αναζήτηση σε υπάρχουσες βάσεις δεδομένων και ήρθε με έναν κατάλογο των 15 μελετών ενόχλησης θορύβου αεροσκαφών που συμμορφώθηκαν με τα κριτήρια ένταξης τους. Μετά από μια πρόσθετη διαδικασία αποβολής 12 μελέτες επιλέχθηκαν για την τελική μετα-ανάλυση. Ο τελικός κατάλογος των υποψηφίων μελετών για την ενόχληση του θορύβου των αεροσκαφών για τις μετα-αναλύσεις τους εμφανίζεται στον πίνακα 5.4. Οι έρευνες αυτές διεξήχθησαν κατά την περίοδο 2001 – 2011. Ο κατάλογος περιλαμβάνει στοιχεία από συνολικά 17.094 ερωτηθέντες. (T. Gjestland, 2018)

Πίνακας 5.4 Μελέτες που συμπεριλαμβάνονται στην βάση δεδομένων (Πηγή: T. Gjestland 2018)

Year	IATA	Airport	Respondents	CTL	H/L
2003	AMS	Amsterdam	898	71.6 dB	H
2003	ATH	Athens	635	55.6 dB	H
2003	TXL	Berlin, Tegel	972	65.6 dB	L
2003	LHR	Heathrow	600	65.0 dB	L
2003	MXP	Milan, Malpensa	753	54.6 dB	
2003	ARN	Stockholm	1003	67.3 dB	H
2002	AMS	Amsterdam	5873	63.3 dB	H
2001	ZHR	Zurich	1816	68.0 dB	
2008	SGN	Ho Chi Minh	880	75.5 dB	L
2009	HAN	Hanoi	824	68.2 dB	L
2011	DAD	Da Nang	528	75.0 dB	L
2005	FRA	Frankfurt	2312	63.3 dB	H

Ο πίνακας περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τους αερολιμένες και τους αντίστοιχους κωδικούς IATA για ταυτοποίηση, αναφορά στη δημοσίευση των αποτελεσμάτων της έρευνας, συνολικός αριθμός ερωτηθέντων ανά έρευνα, υπολογιζόμενο επίπεδο κοινοτικής ανοχής (CTL). Το επίπεδο ανοχής της Κοινότητας ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-1. Η τιμή CTL είναι μια ποσότητα ενός αριθμού που καθορίζει μια μοναδική σχέση μεταξύ της έκθεσης σε θόρυβο και του ποσοστού του εκτεθειμένου πληθυσμού που είναι ιδιαίτερα ενοχλημένος, και μια ταξινόμηση "ρυθμός αλλαγής", H/L.



Σχήμα 5.3 Δεδομένα απόκρισης από τις 12 μελέτες που περιλαμβάνονται στο σύνολο DataSet. Το μέγεθος των δεικτών αντιστοιχεί στον αριθμό των ερωτηθέντων στην αντίστοιχη μελέτη (Πηγή: T. Gjestland 2018)

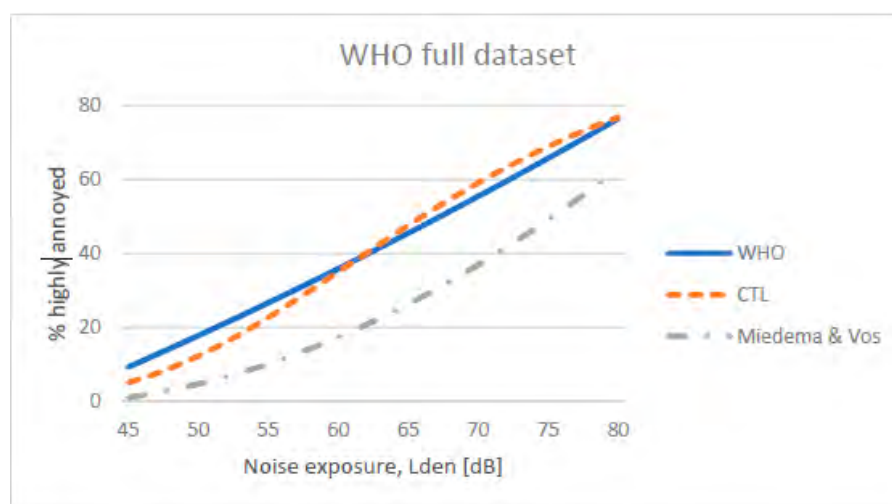
Τα σημεία δεδομένων στο σχήμα 5.3 δεν αντιπροσωπεύουν συγκεντρωτικές εμπειρικές παρατηρήσεις όπως συνήθως για τα εν λόγω οικόπεδα. Αντιπροσωπεύουν προβλεπόμενες τιμές που εκτιμώνται από τις εξισώσεις παλινδρόμησης για κάθε μία από τις μελέτες. Διαφορετικά μοντέλα παλινδρόμησης έχουν χρησιμοποιηθεί στις αντίστοιχες μελέτες, και οι παλινδρόμησης έχουν βασιστεί σε διαφορετικές περιοχές έκθεσης. Τέλος, τα αποτελέσματα της WHO έχουν βρεθεί χρησιμοποιώντας ένα τετραγωνικό μοντέλο παλινδρόμησης και στάθμισης σύμφωνα με το μέγεθος του δείγματος μελέτης. Η διαδικασία εφαρμογής ενός μοντέλου παλινδρόμησης σε σημεία δεδομένων που προέρχονται από άλλα (και διαφορετικά) μοντέλα παλινδρόμησης καθιστά σχεδόν αδύνατη την αξιολόγηση του χρονικού διαστήματος εμπιστοσύνης για την τελική καμπύλη. Μια διαδικασία που βασίζεται στο συνδυασμό όλων των απαντήσεων από διαφορετικές έρευνες με αυτόν τον τρόπο αντιπροσωπεύει απλό τρόπο ανάλυσης των δεδομένων από τις έρευνες ενόχλησης θορύβου αεροσκαφών. Αγνοεί το γεγονός ότι μόνο το ένα τρίτο περίπου της διακύμανσης των στοιχείων απόκρισης εξηγείται από την σωρευτική έκθεση στον θόρυβο και απαγορεύει αποτελεσματικά κάθε δυνατότητα μελέτης της επιρροής μη ακουστικών παραγόντων · ένα ζήτημα που έχει λάβει ένα αναδυόμενο και αυξανόμενο ενδιαφέρον.

Μια οπτική επιθεώρηση των δεδομένων δείχνει ότι για το εύρος έκθεσης του θορύβου του πιο πρακτικού ενδιαφέροντος για ρυθμιστικούς σκοπούς, L_{den} 50 dB σε 60 dB, το σύνολο των ιδιαίτερα ενοχλημένων κατοίκων κυμαίνεται μεταξύ περίπου 5% και 70%. Μια πιο αληθοφανής εξήγηση θα ήταν ότι πρέπει να υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που θα διαδραματίσουν επίσης σημαντικό ρόλο. Το γεγονός αυτό δεν σχολιάζεται και παραβλέπεται

εντελώς από τους ερευνητές που είναι υπεύθυνοι για την παρουσίαση των αποδείξεων για τις κατευθυντήριες γραμμές.

Σύμφωνα με έρευνα που έχει δημοσιοποιηθεί (T. Gjestland, 2018), μια οπτική επιθεώρηση των δεδομένων για την ενόχληση από τον αεροπορικό θόρυβο αποκαλύπτει ότι δύο αεροδρόμια, η Αθήνα (ATH) και το Μιλάνο (MXP), έχουν εξαιρετικά υψηλό ποσοστό ενοχλημένων γειτόνων. Το πεδίο εργασιών για την μελέτη της Αθήνας διεξήχθη το 2003, αλλά το αεροδρόμιο άρχισε να λειτουργεί τον Μάρτιο του 2001. Πρώτον, το γεγονός αυτό παραβιάζει ένα από τα κριτήρια επιλογής της έρευνας, δηλαδή «άτομα που ζουν για τουλάχιστον 5 χρόνια κοντά στο αεροδρόμιο», και δεύτερον, κάποιος που έχει υπομείνει θορυβώδης περίοδος κατασκευής ίσως από 3 έως 4 χρόνια και στη συνέχεια ξαφνικά έχει εκτεθεί σε άγνωστες ο θόρυβος των αεροσκαφών για δύο χρόνια, δεν μπορεί να θεωρηθεί τυπικός γείτονας του αεροδρομίου. Οι αναλυτές συχνά στηρίζονται σε στατιστικό λογισμικό για την ανάπτυξη της παλινδρόμησης με βάση τη δόση-ανταπόκριση σχέσεις χωρίς λεπτομερείς ανησυχίες για τις υποθέσεις που πραγματοποιούνται από διάφορες τεχνικές παλινδρόμησης, και για τις συνέπειές τους. Μια τυπική παγίδα είναι στάθμιση σύμφωνα με τον αριθμό των ερωτηθέντων. Αυτό μπορεί να κάνει τέλεια αίσθηση κατά τη μελέτη ενός διαστήσεων πρόβλημα. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει κατά την ανάλυση της ενόχλησης θορύβου αεροσκαφών.

Για να μπορέσει να απαντηθεί με ακρίβεια η αποκλειστική ενόχληση μόνο από τον αεροπορικό θόρυβο, θα πρέπει να εξεταστούν ενδελεχώς και άλλοι προάγοντες, ακουστικοί ή μη που επηρεάζουν. Σύμφωνα με τον Basner M et al., (2008) συσσωρευτικά μέτρα έκθεσης θορύβου, εκφρασμένα σε μονάδες παρόμοιες με το μέσο επίπεδο ήχου ημέρας-νύχτας (L_{den}), αντιπροσωπεύουν περίπου το ένα τρίτο της διακύμανσης σε δεδομένα κατοικημένης περιοχής. Μια καλή εκτίμηση για την απάντηση ενόχλησης από μία συγκεκριμένη πηγή θορύβου μπορεί να βρεθεί χρησιμοποιώντας ένα σχετικά μικρό δείγμα έρευνας. Η αύξηση του αριθμού των ερωτηθέντων θα συρρικνώσει το διάστημα εμπιστοσύνης γύρω από αυτήν την εκτίμηση αλλά κανονικά δεν θα αλλάξει την αξία της εκτίμησης σημαντικά. Με άλλα λόγια, το αποτέλεσμα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό της μελέτης (αριθμός των ερωτηθέντων ανά αεροδρόμιο), επομένως, δεν συνιστάται η στάθμιση των πολυδιάστατων απαντήσεων ανάλογα με τον αριθμό των ερωτηθέντων.



Σχήμα 5.4 Καμπύλη δόσης – απόκρισης για το σύνολο δεδομένων που παρουσίασε η Guski et al., 2017 σε σύγκριση με την αντίστοιχη καμπύλη CTL και την καμπύλη αναφοράς της ΕΕ (Miedema & Vos, 1998) για την ενόχληση του θορύβου των αεροσκαφών

Η παρούσα εργασία εξετάζει και αποδεικνύει ότι η επιλογή των ερευνών και η μέθοδος ανάλυσης των αποτελεσμάτων έχουν τεράστιο αντίκτυπο στις τελικές συστάσεις. Οι ερωτηθέντες στις μισές από τις επιλεγμένες έρευνες προσλήφθηκαν από μια ειδικά ευαίσθητη ηλικιακή ομάδα ηλικίας μη αντιπροσωπευτική για το γενικό πληθυσμό αερολιμένων. Επιπλέον, το μη τυποποιημένο ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε δεν μπορεί να δώσει συγκρίσιμα αποτελέσματα ενόχλησης. Δύο έρευνες είχαν εξαιρετικά υψηλό ποσοστό ενόχλησης και απορρίφθηκαν ως ακραίες τιμές από τους ερευνητές που τους διεξήγαγε. Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματα συμπεριλήφθηκαν στο σύνολο του συνόλου δεδομένων. Ένα συγκεκριμένο αεροδρόμιο συνέβαλε το 40% των δεδομένων, δίνοντας έτσι σε αυτόν τον αερολιμένα δυσανάλογη επιρροή στο αποτέλεσμα. Η ομάδα που συγκέντρωσε τα αποδεικτικά στοιχεία που αποδίδεται το βαθμό "μέτρια ποιότητα" για την προτεινόμενη δόση-ανταπόκριση λειτουργία τους.

Στο «τριτογενές επίπεδο», το πρόβλημα έκθεσης στο θόρυβο σχετίζεται με περιορισμούς που εισάγουν μεμονωμένοι αερολιμένες ή / και αεροπορικές αρχές (π.χ. περιορισμοί σχετικά με τη χρήση του αεροδρομίου ή / και την απαγόρευση του χρήσης του αεροδρομίου τη νύχτα για ορισμένους ή για όλους τους τύπους αεροσκαφών). Αυτοί οι περιορισμοί συχνά αναφέρονται ως μέτρα διαχείρισης του θορύβου ή νομοθετικά μέτρα. Ορισμένα από τα μέτρα αυτά τιμωρούν τις αεροπορικές εταιρείες των οποίων τα αεροσκάφη - υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου κατά τις αφίξεις ή τις αναχωρήσεις και ορισμένες περιπτώσεις απαγορεύουν πλήρως τη λειτουργία τους. Τον Σεπτέμβριο του 2001, ο ICAO παρουσίασε το ψήφισμα A33-7, τη λεγόμενη «ισορροπημένη προσέγγιση» στη διαχείριση του θορύβου των αεροσκαφών γύρω από τα αεροδρόμια.

Η ισορροπημένη προσέγγιση ορίζεται ως ένα πρόγραμμα αντιμετώπισης του θορύβου των αεροσκαφών στο επίπεδο των επιμέρους αερολιμένων και θεωρεί τέσσερα στοιχεία:

- Μείωση του θορύβου στην πηγή.
- Σχεδιασμός και διαχείριση της υποδομής.
- Λειτουργικές διαδικασίες μείωσης του θορύβου.
- Περιορισμοί λειτουργίας αεροσκαφών.

Η ισορροπημένη προσέγγιση συνιστά να μην δίνονται μεμονωμένες λύσεις αλλά να χρησιμοποιείται οποιοσδήποτε συνδυασμός λύσεων ως την καταλληλότερη επιλογή για την επίλυση των αιτιών των προβλημάτων. Αλλά, σύμφωνα με την Balanced Approach σχετικά με την ισορροπημένη προσέγγιση των αεροσκαφών είναι σημαντικό να εξετάσουμε εξίσου όλα αυτά στοιχεία, και σίγουρα οι περιορισμοί λειτουργίας να μην εφαρμόζονται ως πρώτη λύση, αλλά μόνο μετά από εξέταση των οφελών που θα προκύψουν από άλλα στοιχεία σε ένα με τρόπο που είναι συνεπής με την εξισορροπημένη προσέγγιση.

5.3.1. Καρδιαγγειακές παθήσεις

Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει το βάρος των καρδιαγγειακών παθήσεων που σχετίζονται με τον περιβαλλοντικό θόρυβο, και πιο συγκεκριμένα τον θόρυβο που προέρχεται από αεροσκάφη. Είναι κοινή εμπειρία ότι ο θόρυβος είναι δυσάρεστος και επηρεάζει την ποιότητα της ζωής. Διαταράσσει και παρεμβαίνει στις δραστηριότητες του ατόμου, συμπεριλαμβανομένης της συγκέντρωσης, της επικοινωνίας, τη χαλάρωση και τον ύπνο. Εκτός από τις ψυχοκοινωνικές επιπτώσεις του θορύβου, ο Παγκόσμιος Οργανισμός υγείας εξετάζει τις επιπτώσεις του θορύβου στη δημόσια υγεία, ιδιαίτερα όσον αφορά τα καρδιαγγειακά αποτελέσματα. Σύμφωνα με τη μελέτη του WHO (WHO, 2011), η ισχαιμική καρδιοπάθεια είναι η κύρια αιτία θανάτου στις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες (22,8% και 9,4% των

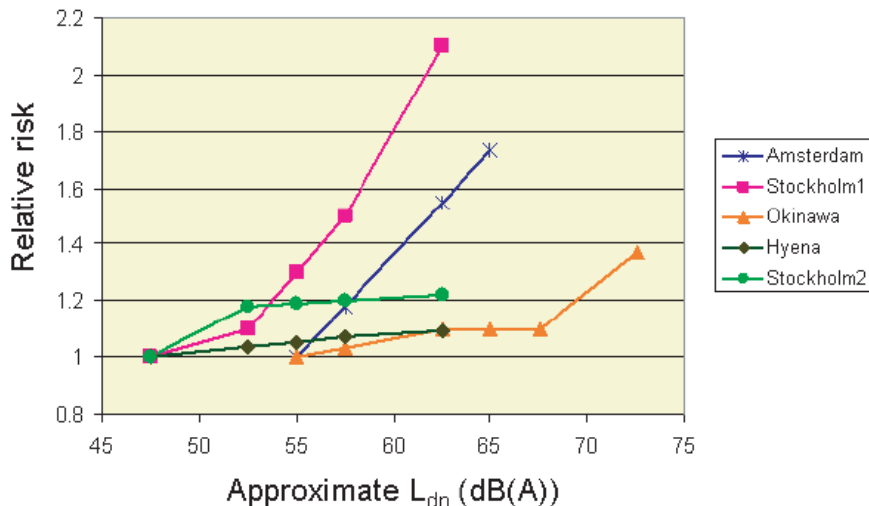
συνολικών θανάτων, αντίστοιχα). Σε παγκόσμιο επίπεδο, 12,6% των θανάτων προκαλούνται από ισχαιμική καρδιακή νόσο, 9,6% από εγκεφαλο-αγγειακή νόσο και 1,6% από υπερτασικούς καρδιακές παθήσεις.

Οι ενδογενείς παράγοντες κινδύνου μπορούν να επηρεαστούν από εξωγενείς παράγοντες (π.χ. διατροφή, περιβαλλοντικοί παράγοντες). Σε παγκόσμιο επίπεδο, 13,5% των θανάτων αποδίδονται σε υψηλή αρτηριακή πίεση (υπέρταση) και σε ποσοστό 6,9% σε υψηλή (συνολική) χοληστερίνη. Το 1,4% των θανάτων αποδίδεται στην αστική ατμοσφαιρική ρύπανση σύμφωνα με την ΠΟΥ.

Το ακουστικό σύστημα αναλύει συνεχώς ακουστικές πληροφορίες, οι οποίες φιλτράρονται και ερμηνεύονται από διαφορετικές δομές του εγκεφαλικού και του φλοιού του εγκεφάλου. Μακροχρόνια έκθεση στον θόρυβο, ενδέχεται να επηρεάσει την ομοιόσταση του οργανισμού λόγω δυσλειτουργίας και ελλιπούς προσαρμογής. Ο θόρυβος θεωρείται ένας στρεσογόνος παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία μακροπρόθεσμα. Επιδημιολογικές μελέτες υποδηλώνουν υψηλότερο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων, συμπεριλαμβανομένου του υψηλού αίματος, την πίεση και το έμφραγμα του μυοκαρδίου, στους ανθρώπους που εκτίθενται χρόνια σε υψηλά επίπεδα περιβαλλοντικού θορύβου.

Επιδημιολογικές μελέτες σχετικά με τη σχέση μεταξύ συγκοινωνιακού θορύβου (ιδιαίτερα για οδικό και αεροπορικό) και έχουν υπολογιστεί οι καρδιαγγειακές επιδράσεις σε ενήλικες και παιδιά, με επίκεντρο τη μέση αρτηριακή πίεση και την υπέρταση με τελικό αποτέλεσμα τις καρδιακές παθήσεις. Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί πως, ενώ υπάρχουν αρκετές ενδείξεις ότι ο θόρυβος της οδικής κυκλοφορίας αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης ισχαιμικών καρδιακών παθήσεων, υπάρχουν λιγότερα στοιχεία για μια τέτοια συσχέτιση με τα των θόρυβο που προέρχεται από τα αεροσκάφη λόγω έλλειψης μελετών.

Τα αποτελέσματα πέντε μελετών σχετικά με τη σχέση μεταξύ του θορύβου των αεροσκαφών και του υψηλού αίματος πίεσης φαίνονται στο σχήμα 5.5 (Jarup L et al, 2008, Knipschild P., 1977, Rosenlund M et al., 2001). Το δείγμα της μελέτης αποτελούνταν από άνδρες και γυναίκες. Γίνεται σαφές, πως μια συγκέντρωση δεδομένων που σχετίζεται με το θόρυβο ήταν δύσκολη λόγω του ότι χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι (εθνικοί) δείκτες έκθεσης. Επί πλέον, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί ορισμοί της υπέρτασης. Μεμονωμένοι λόγοι πιθανότητας και διαστήματα εμπιστοσύνης λήφθηκαν από τις συνοπτικές εκθέσεις και τις αρχικές δημοσιεύσεις. Για τον σκοπό αυτό, είναι δύσκολο να υπολογιστούν οι συντελεστές παλινδρόμησης μεμονωμένων μελετών και οι πιθανότητες αναφορικά με τον σταθμισμένο δείκτη θορύβου ημέρας / νύχτας L_{den} . Όταν οι συντελεστές μιας γραμμικής τάσης από τις πέντε μελέτες ελήφθησαν μαζί ("προσέγγιση παλινδρόμησης"), η συγκεντρωτική εκτίμηση για τον κίνδυνο ήταν 1,13 (95% CI 1,00-1,28) ανά 10 dB(A) για τα επίπεδα θορύβου αεροσκαφών που κυμαίνονταν περίπου μεταξύ 47 dB(A) και 67 dB(A). Η στατιστική δοκιμή για την ετερογένεια των μελετών ήταν σημαντική ($P(Q) = 0,002$).



Σχήμα 5.5 Συσχέτιση μεταξύ θορύβου αεροσκαφών και της επίπτωσης στην υψηλή αρτηριακή πίεση (Πηγή: Babisch W., Van Kamp I., 2009)

Οι δείκτες θορύβου που χρησιμοποιούνται για τη χαρτογράφηση του θορύβου στην ΕΕ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια ποσοτική εκτίμηση επικινδυνότητας σχετικά με τον καρδιαγγειακό κίνδυνο εάν οι σχέσεις για την έκθεση-απόκριση είναι γνωστές. Μερικές μελέτες έδειξαν ότι η συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου θορύβου και των καρδιαγγειακών αποτελεσμάτων είναι μεγάλη κατά την νυχτερινή περίοδο (23.00-7.00) (Jarup L et al, 2008, Maschke C., 2003, Greiser E et al., 2007). Από την άποψη αυτή, μπορεί να είναι χρήσιμο να εξεταστούν διαφορετικά οι σχέσεις έκθεσης-απόκρισης για θορύβους ημέρας και νύχτας. Ο δείκτης θορύβου L_{den} μπορεί να είναι χρήσιμος για την αξιολόγηση και την πρόβλεψη της ενόχλησης στον πληθυσμό. Ωστόσο, οι μη σταθμισμένοι δείκτες θορύβου ημέρας και νύχτας μπορεί να είναι πιο κατάλληλη για την έρευνα σχετικά με την επίδραση της υγείας και την ποσοτικοποίηση του κινδύνου. Είναι θέμα μελλοντικής έρευνας να προσδιοριστεί ο τρόπος.

5.3.2. Εκπαιδευτικές δραστηριότητες

Τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει αντιληπτό ότι ο περιβαλλοντικός θόρυβος μπορεί να επηρεάσει την εκμάθηση και τη μνήμη των παιδιών. Πάνω από 20 μελέτες έχουν δείξει αρνητικές επιπτώσεις του θορύβου στην ανάγνωση και μνήμη στα παιδιά (Evans GW, Hygge S., 2007, Evans GW, Lepore SJ., 1993). Οι επιδημιολογικές μελέτες αναφέρουν τις συνέπειες της χρόνιας έκθεσης στο θόρυβο και οι πειραματικές μελέτες αναφέρουν την έκθεση σε οξύ θόρυβο. Η έκθεση κατά τη διάρκεια κρίσιμων περιόδων μάθησης στο σχολείο μπορεί δυνητικά να επηρεάσουν την ανάπτυξη και να έχουν δια βίου αποτελέσματα στην επίτευξη του εκπαιδευτικού επιπέδου. Στοιχεία από πρόσφατες μελέτες με αντιπροσωπευτικά δείγματα παιδιών κάνουν μία προσπάθεια, ακόμα σε αρχικό στάδιο, να ποσοτικοποιήσουν το ύψος του θορύβου που προκαλεί βλάβη στην παιδική νοημοσύνη και να προσδιοριστεί η σχετική συνεισφορά από τις διαφορετικές πηγές θορύβου.

Σχετικά με τη μελέτη RANCH (C. Clark et al, 2013), η συγκεκριμένη μελέτη αφορούσε την εξάμηνη παρακολούθηση 461 παιδιών ηλικίας 15 και 16 ετών, οι οποίοι συμμετείχαν σε σχολεία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης γύρω από το αεροδρόμιο του Heathrow στο Λονδίνο. Στη μελέτη αυτή ξεχωρίσει, πως για την εξέταση των αποτελεσμάτων, έγινε χρήση των Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου, που έχουν

πραγματοποιηθεί για το αεροδρόμιο και δείχνει την έκθεση του μόνιμου πληθυσμού στις διάφορες στάθμες θορύβου, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Η μοντελοποίηση της πολύ-επίπεδης παλινδρόμησης έδειξε ότι η έκθεση στον αεροπορικό θόρυβο συνδέεται με μια μικρή μείωση στην κατανόηση της ανάγνωσης και στην παρακολούθηση των παιδιών. Ο θόρυβος των αεροσκαφών στο Δημοτικό σχολείο δεν συνδέθηκε με την ψυχολογική υγεία κατά την παρακολούθηση. Αυτή είναι η πρώτη διαμήκης μελέτη τέτοιου τύπου, γεγονός που υποδηλώνει ότι η έκθεση του θορύβου των αεροσκαφών στο σχολείο μπορεί να επηρεάσει την κατανόηση της ανάγνωσης, καθώς και την αύξηση της ενόχλησης στα παιδιά.

Υπάρχουν επίσης αυξανόμενες ενδείξεις ότι η έκθεση στο περιβαλλοντικό θόρυβο όπως τα αεροσκάφη ή ο θόρυβος της οδικής κυκλοφορίας παρουσιάζει αρνητικές συσχετίσεις με τη γνωστική και την υγεία των παιδιών. Μέχρι σήμερα, πάνω από 20 μελέτες έχουν επιδείξει αρνητική επίδραση της περιβαλλοντικής έκθεσης στο θόρυβο στα μαθησιακά αποτελέσματα των παιδιών και τις γνωστικές επιδόσεις. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα παιδιά με καπέλα με χρόνια αεροσκάφη, η οδική κυκλοφορία ή η έκθεση στο θόρυβο του σιδηροδρόμου στο σχολείο έχουν φτωχότερη ικανότητα ανάγνωσης, μνήμη και ακαδημαϊκή απόδοση σε εθνικά τυποποιημένες δοκιμές σε σχέση με παιδιά που δεν εκτίθενται σε θόρυβο στο σχολείο. Μελέτες έχουν επίσης καταδείξει τις ενώσεις περιβαλλοντικής έκθεσης στο θόρυβο σχετικά με την υγεία των παιδιών και την ποιότητα ζωής, συμπεριλαμβανομένων των θορύβων ενόχληση και την αρτηριακή πίεση.

Αυτή είναι η πρώτη μελέτη για την εξέταση των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων της έκθεσης στο θόρυβο των αεροσκαφών σχετικά με την μελλοντική γνωστική ανάπτυξη και την υγεία των παιδιών. Διαπιστώθηκε ότι στο δείγμα ορισμένα παιδιά παρέμειναν εκτεθειμένα σε υψηλά επίπεδα θορύβου αεροσκαφών τόσο στο δημοτικό όσο και στο γυμνάσιο. Τα παιδιά που εκτέθηκαν σε θόρυβο από αεροσκάφη στο δημοτικό σχολείο ανέφεραν σημαντικά υψηλότερη ενόχληση στο θόρυβο έξι χρόνια αργότερα στο γυμνάσιο. Διαπιστώθηκαν μη σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της έκθεσης στον θόρυβο των αεροσκαφών στο δημοτικό σχολείο και της χειρότερης κατανόησης της ανάγνωσης, αλλά δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης στον θόρυβο των αεροσκαφών στο δημοτικό σχολείο και της φτωχότερης ψυχολογικής υγείας. Η αθροιστική έκθεση στο θόρυβο των αεροσκαφών στο σχολείο και η έκθεση στο θόρυβο από τα αεροσκάφη στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση έδειξε επίσης σημαντικές συσχετίσεις με υψηλότερες απαντήσεις κατά του θορύβου στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, καθώς και μη σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις με την κατανόηση της ανάγνωσης και χωρίς συσχετισμό με την ψυχολογική υγεία.

Οι κλίσεις που αναφέρονται στο σχήμα 5.6 αφορούν μόνο τον θόρυβο των αεροσκαφών. Σε αντίθεση με τη μελέτη του Μονάχου, η οποία επικεντρώθηκε στον θόρυβο των αεροσκαφών, η μελέτη RANCH περιλάμβανε επίσης τον οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο. Αλλά για τον θόρυβο της οδικής κυκλοφορίας, δεν υπήρχαν ενδείξεις σημαντικής βλάβης της παιδικής γνώσης. Ως εξήγηση, οι συγγραφείς επεσήμαναν ότι ο θόρυβος των αεροσκαφών, λόγω της έντασης, της θέσης της πηγής, της μεταβλητότητας και της μη προβλεψιμότητας, είναι πιθανό να έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στην ανάγνωση των παιδιών από τον οδικό θόρυβο, ο οποίος μπορεί να είναι πιο σταθερός.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η μελέτη RANCH ήταν μια διατομεακή μελέτη σε αντίθεση με την διαχρονική μελέτη του Μονάχου. Αυτό μπορεί να κάνει τη μελέτη του Μονάχου

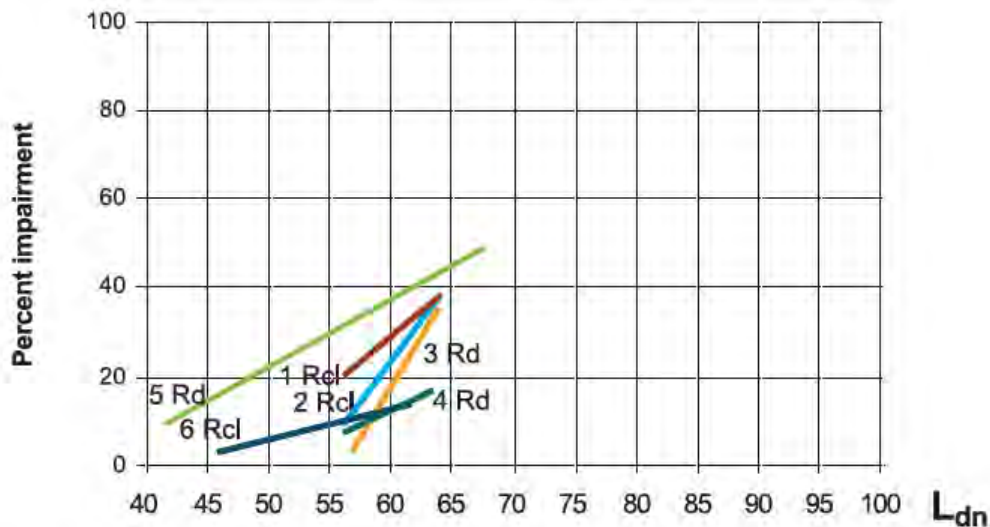
περισσότερο ισχυρή στην ανάκτηση των αβλαβών σχέσεων αιτίας-αποτελέσματος μεταξύ της έκθεσης του θορύβου και τα αποτελέσματα.

Πίνακας 5.5 Έκθεση πληθυσμού στις ζώνες αεροπορικού θορύβου για παιδιά δημοτικού και γυμνασίου (Πηγή: C. Clark et al, 2013)

Aircraft noise exposure at primary school ↓	Aircraft noise exposure at secondary school ↓			
	<51 dBA N (%) ²	51–56.9 dBA N (%) ²	57–62.9 dBA N (%) ²	>63 dBA N (%) ²
<51 dBA	75 (51.4)	38 (26.0)	33 (22.6)	0 (0.0)
51–56.9 dBA	20 (16.8)	72 (60.5)	27 (22.7)	0 (0.0)
57–62.9 dBA	8 (7.9)	27 (26.7)	65 (64.4)	1 (1.0)
>63 dBA	4 (4.2)	6 (6.3)	80 (84.2)	5 (5.3)

² Within category row %. NB: the schools were selected at baseline according to these categorizations of noise exposure.

Το σχήμα 5.6 δείχνει τις καμπύλες έκθεσης-απόκρισης από τις διάφορες επιδημιολογικές μελέτες. Αυτό μπορεί να συνοψιστεί ποσοτικά: για τις μελέτες πεδίου στο Σχ. 3.1, η ανάκληση μνήμης και η ανάγνωση έχουν μέση κλίση περίπου 2% ανά L_{dn}, όπως υπολογίστηκε με τη βοήθεια των κλίσεων των έξι γραμμών. Έτσι, για ανάκληση και ανάγνωση, είναι αναμένεται ότι η μείωση του χρόνιου θορύβου κατά 5 L_{dn} θα έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση απόδοση κατά 10%.



Notes. Rd = reading; Rcl = memory, recall
 1 = recall, children, old airport (10).
 2 = recall, children, new airport (10).
 3 = reading, children, old airport (10).
 4 = reading, children, new airport (10).
 5 = reading, children (11).
 6 = free recall, children (17).

Σχήμα 5.6 Καμπύλες έκθεσης-απόκρισης από επιδημιολογικές μελέτες (Πηγή: C. Clark et al, 2013)

Το γεγονός ότι δεν υπάρχουν πολλά διαθέσιμα δεδομένα για την έκθεση στο αεροπορικό θόρυβο θέτει ένα όριο στη γενικότητα του συμπεράσματος και την εκτίμηση των

αποτελεσμάτων. Συνεπώς, αποτελεί από μόνο του, έναν τομέα περαιτέρω διερεύνησης και αξιολόγησης.

5.3.3. Διαταραχές ύπνου

Η διαταραχή του ύπνου είναι ένα από τα πιο κοινά παράπονα που αφορούν τον αεροπορικό θόρυβο και απασχολεί τους κατοίκους στις γειτνιαζουσες περιοχές με αεροδρόμια. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο θόρυβος επηρεάζει τον ύπνο από την άποψη των άμεσων επιδράσεων (π.χ. αποκρίσεις διέγερσης, αλλαγές στο στάδιο του ύπνου, αφυπνίσεις, κινήσεις σώματος, χρόνος ολικής αφύπνισης), μεταγενέστερες επιδράσεις (π.χ. υπνηλία, ημερήσια απόδοση, γνωστική λειτουργία υποβάθμιση) και μακροπρόθεσμες επιδράσεις (π.χ. αυτοαναφερόμενη διαταραχή του ύπνου). Ο επαρκώς ανενόχλητος ύπνος είναι απαραίτητος για τη διατήρηση της απόδοσης κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπως καθώς και για τη γενική καλή υγεία (Banks S, Dinges D., 2007). Ο ανθρώπινος οργανισμός αναγνωρίζει, αξιολογεί και αντιδρά σε περιβαλλοντικούς ήχους ακόμα και όταν κοιμάται (Oswald I, Taylor AM, Treisman M., 1960). Αυτές οι αντιδράσεις είναι αναπόσπαστο μέρος στη διαδικασία ενεργοποίησης του οργανισμού και εκφράζονται ως, για παράδειγμα, αλλαγές στη δομή του ύπνου ή αύξηση του καρδιακού ρυθμού. Αν και είναι φυσικά (και ακόμη και αναγκαίες) αντιδράσεις στον θόρυβο, θεωρείται ότι η σημαντική αύξηση του θορύβου αποτελεί ζήτημα υγείας.

Όπως επισημαίνεται από τον ΠΟΥ, η αυτοαναφερόμενη διαταραχή του ύπνου αποτελεί θεωρείται από μόνη της έγκυρη επιρροή στην υγεία. Ο ΠΟΥ αναγνωρίζει επίσης ότι αυτοαναφερόμενη διαταραχή του ύπνου μπορεί να διαφέρει σημαντικά από τις αντικειμενικά μετρούμενες παραμέτρους της φυσιολογίας του ύπνου. Σε αυτό το πλαίσιο, αξίζει να αναρωτηθούμε αν το να εξετάζουμε την αυτοαναφερόμενη διαταραχή του ύπνου είναι πραγματικά επαρκής για να καθοδηγήσει τη χάραξη πολιτικής σχετικά με την έκθεση στο θόρυβο κατά τη νύχτα. Για παράδειγμα, η μελέτη NORAH διαπίστωσε ότι η απαγόρευση νυχτερινών πτήσεων στο αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης και η επακόλουθη μείωση του θορύβου δεν συνδέθηκαν με θετική επίπτωση στην αυτοαναφερόμενη διαταραχή του ύπνου των κατοίκων κοντά στο αεροδρόμιο. Ενώ η μείωση της έκθεσης στο θόρυβο είναι φυσικά απαραίτητη, δεν συνεπάγεται αυτομάτως βελτίωση με τον τρόπο που οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται την ποιότητα του ύπνου τους.

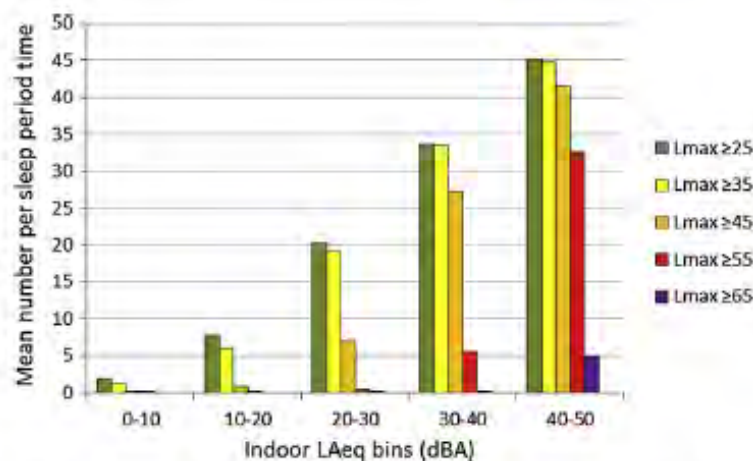
Τόσο ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, όσο και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνιστούν τη χρήση του L_{night} ως κύριο δείκτη για τη διαταραχή του ύπνου. Παρόλα αυτά, ένα βασικό ερώτημα για την πολιτική θορύβου είναι εάν μπορεί να υπάρξει βελτίωση της ποιότητας του ύπνου λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των γεγονότων (events), εκτός από το L_{night} (S. Janssen et al, 2014).

Στην μελέτη αυτή διερευνάται η συσχέτιση μεταξύ της ποιότητας του ύπνου και του αριθμού των αεροσκαφών στα συμβάντα θορύβου. Επιπλέον, διερευνήθηκε εάν ο συνολικός αριθμός των συμβάντων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την ποιότητα του ύπνου ή μόνο ο αριθμός συμβάντων που υπερβαίνουν ένα συγκεκριμένο επίπεδο ηχητικής στάθμης. Η μελέτη αυτή βασίζεται σε δεδομένα πεδίου μελέτης μεταξύ 418 ατόμων που ζουν σε απόσταση 20 km από το αεροδρόμιο Schiphol του Άμστερνταμ. Η ποιότητα του ύπνου μετρήθηκε με κινητικότητα, που προέρχεται από μετρητές που φοριούνται στον καρπό, και με αυτοαναφερόμενη ποιότητα ύπνου που βαθμολογήθηκε με κλίμακα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, δεδομένου ενός ορισμένου ισοδύναμου επιπέδου θορύβου, πρόσθετες πληροφορίες για τον αριθμό των συμβάντων δεν υπάρχουν. Ωστόσο, καταλήγει πως τα συμβάντα με $L_{Amax} > 60$ dB(A)

σχετίζονται με αύξηση της μέσης κινητικότητας, γεγονός που υποδηλώνει χαμηλότερη ποιότητα ύπνου.

Σε αντίθεση με την ποιότητα του ύπνου που μετρήθηκε με κινητικότητα, η αυτοαναφερόμενη ποιότητα ύπνου βελτιώθηκε με μεγαλύτερο χρόνο ύπνου, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αντίληψη της ποιότητας του ύπνου εξαρτάται εν μέρει από τη διάρκεια του ύπνου. Αυτή η μελέτη υποδηλώνει ότι ο αριθμός των γεγονότων αντιπροσωπεύεται επαρκώς από τον θεσμοθετημένο δείκτη L_{night} και μόνο ο αριθμός των συμβάντων υψηλού επιπέδου θορύβου μπορεί να έχει επιπρόσθετα αποτελέσματα στην ποιότητα του ύπνου όπως μετράται με κινητικότητα. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως ένδειξη ότι, εκτός από τον L_{night} , θα μπορούσε να θεσμοθετηθεί και ως δείκτης μέτρησης το L_{Amax} και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την προστασία από τον προκαλούμενο από θόρυβο ύπνο διατάραξη. Σε κάποια αεροδρόμια, όπως π.χ. το Heathrow που έχουν αρκετά παράπονα από τους κατοίκους, αλλά και αρκετό πληθυσμό και υψηλές στάθμες θορύβου, έχει προχωρήσει αυτό το μέτρο και επιβάλλεται πρόστιμο στις αεροπορικές εταιρείες που το υπερβαίνουν.

Η διαταραχή ύπνου λόγω του θορύβου της νύχτας αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τη δημόσια υγεία. Η διαταραχή ύπνου θεωρείται ότι οδηγεί σε βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συνέπειες για την απόδοση, την ευημερία και την υγεία. Επομένως, είναι σημαντικό να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος της έκθεσης του θορύβου στον ύπνο σε πληθυσμιακό επίπεδο (Banks S, Dinges D., 2007). Οι κατευθυντήριες γραμμές του ΠΟΥ για την Ευρώπη (Oswald I, Taylor AM, Treisman M., 1960) αναφέρονται κατά κύριο λόγο στις σχέσεις μεταξύ της υγείας και της ισοδύναμης έκθεσης στο θόρυβο στην πιο εκτεθειμένη πρόσοψη κατά τη διάρκεια της νύχτας (L_{night}). Τόσο ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας όσο και η Ευρωπαϊκή Ένωση (Van Dongen HP et al., 2003) συμβουλεύουν σχετικά με τη χρήση του L_{night} ως κύριο δείκτη διαταραχής του ύπνου. Το L_{night} προτάθηκε ως κατάλληλη μέτρηση θορύβου, παρέχοντας ένα σημαντικό βαθμό προστασίας από τον θόρυβο κατά τη διάρκεια του ύπνου. Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις ότι ορισμένες πτυχές της διαταραχής του ύπνου εξαρτώνται επιπλέον από τον αριθμό (Banks S, Dinges D., 2007), τον χαρακτήρα (Stickgold R., 2005, Wagner U et al., 2004) και την κατανομή (Stickgold R., 2005) ατομικών συμβάντων θορύβου κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η προηγούμενη ανάλυση (McKenna BS et al., 2007) σχετικά με τα στοιχεία των ερευνών (Basner M et al., 2008) γύρω από το αεροδρόμιο Schiphol έδειξε ότι η αύξηση του αριθμού των πτήσεων αντανάκλωνε επαρκώς τα αντίστοιχα ηχητικά επίπεδα όσον αφορά την ενόχληση. Ωστόσο, για διαταραχές του ύπνου, αυτό μπορεί να είναι διαφορετικό.



Σχήμα 5.7 Μέσος αριθμός συμβάντων ανά ζώνες θορύβου

Αυτά τα αποτελέσματα δεν συμβαδίζουν με την προσδοκία της επίδρασης του αριθμού των συμβάντων στην ποιότητα του ύπνου με βάση τις στιγμιαίες σχέσεις. Ωστόσο, ο αριθμός των συμβάντων είχε επίδραση στην κινητικότητα σύμφωνα με το L_{night} πριν από τη διόρθωση για το χρονικό διάστημα του ύπνου. Αυτή η διόρθωση έγινε επειδή ένας μεγαλύτερος αριθμός συμβάντων θορύβου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ύπνου δεν σημαίνει αναγκαστικά μια πιο θορυβώδη νύχτα ή υψηλότερη πυκνότητα συμβάντων. Εντούτοις, η παρατηρούμενη έντονη θετική συσχέτιση μεταξύ του χρόνου περιόδου ύπνου και της μέσης κινητικότητας αποκρύπτει την επίδραση του αριθμού των συμβάντων. Ένας λόγος για την υψηλότερη μέση κινητικότητα με μεγαλύτερο χρόνο ύπνου μπορεί να είναι ότι η πιθανότητα κινητικότητας αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου μετά τον ύπνο, όπως διαπιστώθηκε σε άλλες αναλύσεις στα ίδια δεδομένα (Barger LK et al., 2005), καθώς και σε μια μελέτη για την επίδραση της οδικής και ο θόρυβος της σιδηροδρομικής κυκλοφορίας στην ποιότητα του ύπνου που μετράται από την κινητικότητα (Scott LD et al., 2007). Εναλλακτικά, μπορεί να οφείλεται εν μέρει στην περίοδο του ύπνου που επικαλύπτεται με περιόδους υψηλής πυκνότητας κυκλοφορίας το πρωί ή στον αυξημένο χρόνο του ύπνου μπορεί ακόμη και να είναι συνέπεια του κατακερματισμού του ύπνου λόγω του θορύβου, η οποία περίπτωση προσαρμογής για το χρονικό διάστημα του ύπνου θα μπορούσε να οδηγήσει σε overcorrection, αποκρύπτοντας τις επιπτώσεις του θορύβου στην κινητικότητα. Επιπλέον, όσον αφορά την ποιότητα ύπνου που αναφέρθηκε αυτομάτως, ο μεγαλύτερος χρόνος ύπνου μπορεί να έχει αντισταθμίσει εν μέρει τις δυσμενείς επιπτώσεις του αριθμού των συμβάντων. Εκτός αυτού, σε αυτή τη μελέτη διερευνώνται μόνο η επίδραση του αριθμού της εναέριας κυκλοφορίας τα γεγονότα θορύβου στην ποιότητα του ύπνου. Αναμένεται ότι ο αριθμός άλλων συμβάντων θορύβου της κυκλοφορίας έχει διαφορετικές επιπτώσεις στη διαταραχή του ύπνου (Van Dongen HP et al., 2003) που δεν μπορεί να προκύψει από τη μελέτη αυτή. Παρόλα αυτά, τα παρόντα ευρήματα υποδηλώνουν ότι, για να μειωθεί η κινητικότητα ως υποκατάστατο για τον ανήσυχο ύπνο, μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη της εμφάνισης συμβάντων με υψηλά μέγιστα επίπεδα, επιπλέον της μείωσης του L_{night} .

Πίνακας 5.6 DALY's για άτομα που έχουν διαταραχές ύπνου λόγω αεροπορικού θορύβου (Πηγή: WHO, 2011)

Exposure category L_{night} (dB(A))	Percentage of population exposed ^a	Percentage of people highly sleep-disturbed ^b	Number of cases per million ^b	DALYs lost in the urban population ^c		
				DW = 0.04	DW = 0.07	DW = 0.10
<45	96 ^d	NA	NA	NA	NA	NA
45–49	2 ^d	6.2	1 235	14 078	24 637	35 195
50–54	2	8.8	1 761	20 075	35 130	50 186
55–59	0	12.2	0	0	0	0
60–64	0	16.3	0	0	0	0
65–69	0	21.1	0	0	0	0
Total	100		2 996	34 153	59 767	85 382

^a The source of exposure data is the Noise Observation and Information Service for Europe (NOISE) as of June 2010.

^b The percentage and number of cases were calculated with the polynomial equation, using the mid-level values of exposure categories.

^c DALYs were calculated for the 285 million persons living in agglomerations with > 50 000 inhabitants.

^d Noise maps do not provide data for the categories of < 45 dB(A) and 45–49 dB(A) for L_{night} . Therefore, the percentages of population in these categories were interpolated using a very conservative assumption: the percentage for the 45–49 dB(A) is the same as that for 50–54 dB(A).

Αν και οι αυτοαναφερόμενες διαταραχές ύπνου ενδέχεται να μην αντικατοπτρίζουν τη συνολική επίπτωση του θορύβου στον ύπνο, είναι το μόνο αποτέλεσμα για το οποίο οι σχέσεις έκθεσης-απόκρισης, με βάση το L_{night} , διατίθενται για τις πιο σημαντικές πηγές θορύβου. Με βάση την Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τον περιβαλλοντικό θόρυβο και την υποχρέωση για Στρατηγική Χαρτογράφηση, υπάρχουν δεδομένα για την έκθεση του πληθυσμού στις ζώνες του αεροπορικού θορύβου. Έτσι ώστε, συνδυάζοντάς τα με τις σχέσεις, την επικράτηση του αυτοαναφερόμενου μπορεί να εκτιμηθεί η διαταραχή του ύπνου. Ωστόσο, ακόμα δεν υπάρχουν αποδεδειγμένες εξισώσεις και μελέτες που μπορούν να το προσδιορίσουν με ακρίβεια.

5.3.4. Εμβοές

Αρκετοί μελετητές θεωρούν την εμβοή ως σύμπτωμα του ακουστικού συστήματος και όχι ως μια ασθένεια. Από την άλλη πλευρά, η εμβοή είναι μια καταχώρηση στη Διεθνή Ταξινόμηση των ασθενειών. Παρ' όλα αυτά, εμβοές μπορεί να αντιμετωπίζουν και άτομα που εκτίθενται σε υπερβολικό θόρυβο χωρίς μετρήσιμη ακουστική απώλεια (Jones JR et al., 1998). Ως εκ τούτου, οι συγγραφείς θεωρούν δικαιολογεί ότι η εμβοή αναλύεται *per sec* ως ανεξάρτητο αποτέλεσμα του περιβάλλοντος την αξιολόγηση του κινδύνου θορύβου και το βάρος της ασθένειας. (WHO, 2011)

Δεδομένου ότι η πιο συχνή αναφορά από τους πάσχοντες από εμβοές είναι η διαταραχή του ύπνου, μια πρώτη πρόταση από τους εμπειρογνώμονες ήταν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα δεδομένα για το βάρος των ασθενειών. Αν και αυτό ήταν ελκυστικό, αυτά τα αποτελέσματα δίνουν μόνο μια μερική εικόνα όλων των πιθανών συνεπειών της εμβοής. Από όλες τις έννοιες που χρησιμοποιούνται στις επιλεγμένες μελέτες, αυτές που χρησιμοποιούνται από τον (Davis A., 1995) και από τον (Hannaford PC et al., 2005), ταιριάζουν περισσότερο προσεκτικά την παγκόσμια έννοια της απενεργοποίησης της εμβοής και των παρόμοιων εννοιών που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της επιβάρυνσης των ασθενειών για άλλα προβλήματα υγείας. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα αυτών των δύο μελετών χρησιμοποιήθηκαν για το βάρος των υπολογισμών της νόσου που προκαλείται από τον περιβαλλοντικό θόρυβο. Παρά το γεγονός ότι οι έννοιες που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις δύο μελέτες δεν αντιστοιχούν ακριβώς στη διατύπωση του ορισμού της επιχειρησιακής περίπτωσης, οι συγγραφείς θεώρησαν ότι αυτές οι έννοιες ταιριάζουν με έναν αποδεκτό και λογικό τρόπο στον ορισμό μας της απενεργοποίησης της εμβοής για τον υπολογισμό των DALY's. Μελέτες που χρησιμοποιούν παρόμοιες έννοιες για την απενεργοποίηση της εμβοής θα μπορούσαν ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της επιβάρυνσης των ασθενειών.

Από τις μελέτες που έχουν γίνει μέχρι και σήμερα, το παγκόσμιο βάρος της νόσου για την απενεργοποίηση της εμβοής ή η εμβοή που προκαλείται από το περιβαλλοντικό θόρυβο δεν έχει εκτιμηθεί ποτέ πριν. Η επιδημιολογία των λειτουργικών περιορισμών που προκαλούνται από την εμβοή είναι μάλλον σπάνια και ακόμη περισσότερο για την πρόκληση περιβαλλοντικού θορύβου λόγω εμβοής. Ένας από τους θεμελιώδεις στόχους για την κατάρτιση συνοπτικών μέτρων υγείας είναι ο προσδιορισμός του σχετικού μεγέθους των διαφόρων προβλημάτων υγείας, συμπεριλαμβανομένων ασθενειών, τραυματισμών και παραγόντων κινδύνου (Murray et al., 2002). Η εκτίμηση της εμβοής που προκαλείται από το περιβαλλοντικό θόρυβο που παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο βασίζεται στην καλύτερη

διαθέσιμη επιστήμη και σίγουρα είναι απαραίτητη η στοχευμένη μελέτη και τελικά η αποδοχή ή μη της επιρροής του αεροπορικού θορύβου.

5.3.5. Ενόχληση

Η ενόχληση θορύβου είναι ευρέως αποδεκτή ως τελικό σημείο του περιβαλλοντικού θορύβου που μπορεί να ληφθεί ως βάση για την αξιολόγηση των επιπτώσεων του θορύβου στον εκτεθειμένο πληθυσμό. Κατά συνέπεια, η οδηγία 2002/49/EK της ΕΕ συνιστά την αξιολόγηση της έκθεσης στο περιβαλλοντικό θόρυβο με βάση την εκτιμώμενη ενόχληση του θορύβου. Όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 1, ο ΠΟΥ (WHO, 2011) ορίζει την υγεία ως "κατάσταση πλήρους σωματικής, πνευματικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι απλώς απουσίας ασθένειας ή αναπηρίας". Αυτό σημαίνει ότι η προκαλούμενη από το θόρυβο ενόχληση μπορεί να θεωρηθεί ως δυσμενή επίδραση στην υγεία. Οι άνθρωποι που ενοχλούνται από το θόρυβο ενδέχεται να εμφανίσουν μια ποικιλία αρνητικών απαντήσεων, όπως η οργή, η απογοήτευση, η δυσαρέσκεια, η απόσυρση, η αδυναμία, η κατάθλιψη, το άγχος, η απόσπαση της προσοχής, η διέγερση ή η εξάντληση. Ορισμένοι εμπειρογνώμονες στον τομέα της δημόσιας υγείας πιστεύουν ότι οι σοβαρές μορφές ενόχλησης που σχετίζονται με το θόρυβο πρέπει να θεωρούνται θεμιτό περιβαλλοντικό ζήτημα που επηρεάζει την ευημερία και την ποιότητα ζωής του πληθυσμού που εκτίθεται στον περιβαλλοντικό θόρυβο. Το πιο σημαντικό ζήτημα στο παρόν πλαίσιο είναι σε ποιο βαθμό η υγεία (σύμφωνα με τον ευρύ ορισμό που δίνεται παραπάνω) επηρεάζεται από τον αεροπορικό θόρυβο και εάν ένα DW που εκφράζει αυτή τη μείωση, σε συνδυασμό με την επικράτηση της ενόχλησης, οδηγεί σε σημαντικό βάρος της "ασθένειας".

Ο ΠΟΥ αναγνωρίζει την ύπαρξη μη ακουστικών παραγόντων ενόχλησης. Ωστόσο, δεν είναι σαφές σε ποιο βαθμό τις εξέτασε ο ορισμός των συστάσεων. Αυτό εγείρει ερωτήματα σχετικά με την πιθανή αποτελεσματικότητά τους. Εάν υπάρχει μια σύσταση για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ενόχλησης, πώς μπορεί να οριστεί σωστά χωρίς να αντιμετωπιστούν όλοι οι παράγοντες που συμβάλλουν στην ενόχληση; Για παράδειγμα, ο ΠΟΥ σημειώνει ότι "οι πολιτισμικές διαφορές γύρω από αυτό που θεωρείται ενοχλητικό είναι σημαντικές, ακόμη και εντός της Ευρώπης. Συνεπώς, δεν είναι δυνατόν να καθοριστεί η «ακριβής τιμή» του % HA [ιδιαίτερα ενοχλημένος πληθυσμός] για κάθε επίπεδο έκθεσης σε οποιαδήποτε γενικευμένη κατάσταση". Κατά συνέπεια, ο ΠΟΥ συστήνει να χρησιμοποιηθούν τοπικές σχέσεις δόσης-απόκρισης για ενόχληση όποτε είναι δυνατόν. Πώς αυτό ταιριάζει με τη ρύθμιση μιας ισχυρής σύστασης για τη μέση έκθεση στο θόρυβο με βάση τους κινδύνους ενόχλησης, έχοντας κατά νου ότι μια επίσημη σύσταση - κατεύθυνση "μπορεί να υιοθετηθεί ως πολιτική στις περισσότερες περιπτώσεις"; Δηλαδή να αποτελέσει νομοθεσία για τα κράτη μέλη της ΕΕ.

Η εξέταση των μη ακουστικών παραγόντων είναι επίσης πολύ σημαντική για τη σύσταση του ΠΟΥ για την υλοποίηση αλλαγών υποδομής. Η ΠΟΥ αναγνωρίζει ότι "το άνοιγμα νέων διαδρόμων ή η αύξηση του αριθμού των πτήσεων συνήθως σημαίνει σημαντική αλλαγή στο περιβάλλον για κατοίκους της πληγείσας περιοχής. Θεωρήθηκε ότι η αλλαγή της ίδιας της έκθεσης μπορεί να είναι ένας ενοχλητικός παράγοντας" (σελίδα 74). Εάν η αλλαγή μπορεί να συμβάλει στην ενόχληση, δεν γενικεύεται σύσταση για την εφαρμογή αλλαγών (άνοιγμα ή / και κλείσιμο διαδρόμων ή διαδρομή πτήσης αναδιαρθρώσεις) συνεπάγονται τον κίνδυνο να αυξηθεί η ενόχληση σε ορισμένες περιπτώσεις, τουλάχιστον προσωρινά?

Πίνακας 5.7 DALY's για άτομα που έχουν έντονη ενόχληση λόγω αεροπορικού θορύβου (Πηγή: WHO, 2011)

Exposure category L_{den} (dB(A))	Percentage of population exposed ^a	Percentage of people highly annoyed ^b	Number of cases per million ^b	DALYs lost in the urban population ^c		
				DW = 0.01	DW = 0.02	DW = 0.12
< 55	96	3.16	30 327	33 360	66 719	400 315
55–59	3	13.66	4 098	11 679	23 358	140 147
60–64	1	21.76	2 176	6 201	12 401	74 408
65–69	0	31.54	0	0	0	0
70–74	0	42.93	0	0	0	0
> 75	0	42.93 ^d	0	0	0	0
Total	100		36 601	17 880	35 759	214 555

^a The source of exposure data is the Noise Observation and Information Service for Europe (NOISE) as of June 2010.

^b The percentage and number of cases were calculated using the mid-level value of each exposure category. For the category of < 55 dB(A), the mid-level value was conservatively set to 48 dB(A).

^c DALYs were calculated for the 285 million persons living in agglomerations with > 50 000 inhabitants.

^d As the exposure–response function does not apply to the range over 75 dB(A), the percentage of people highly annoyed in this exposure category was assumed to be the same as in the 70–74 dB(A) category.

Σε σύγκριση με τις άλλες επιδράσεις του περιβαλλοντικού θορύβου και επίσης σε σύγκριση με τις επιδράσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων γενικά, υπάρχουν σχετικά πολλά δεδομένα που λαμβάνονται απευθείας από εκτεθειμένους ανθρώπους στον τομέα από τον οποίο θα μπορούσαν να προκύψουν σχέσεις έκθεσης-απόκρισης για ενόχληση θορύβου. Φαίνεται ότι, με την αυξανόμενη προσπάθεια χαρτογράφησης του θορύβου, θα διατίθενται περισσότερα και καλύτερα δεδομένα σχετικά με την έκθεση στο θόρυβο έτσι ώστε, συνδυάζοντάς τα με τις σχέσεις, μπορεί να εκτιμηθεί ο βαθμός της ενόχλησης. Το τρίτο συστατικό για την εκτίμηση της επιβάρυνσης που οφείλεται στον περιβαλλοντικό θόρυβο είναι το πιο δύσκολο. Είναι δύσκολο να σταθμιστεί η «ενόχληση» και είναι δύσκολο να συσχετιστεί με τα υπάρχοντα σταθμισμένα αποτελέσματα. Χρησιμοποιήθηκαν τα περιορισμένα στοιχεία σχετικά με τους διαθέσιμους συντελεστές στάθμισης, δίνοντας την ένδειξη ότι περίπου 0,5 εκατομμύρια DALY's χάνονται κάθε χρόνο μεταξύ του αστικού πληθυσμού στις χώρες της ΕΕ λόγω της εμφάνισης ενόχλησης από το θόρυβο.

Το 2017 διεξήχθη έρευνα σχετικά με την ευημερία των ανθρώπων μέσα και γύρω από τα αγγλικά αεροδρόμια χρησιμοποιώντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από μια μεγάλη δειγματοληπτική βάση δεδομένων (Fujiwara et al, 2017). Έγινε ανάλυση για τη συσχέτιση μεταξύ της υποκειμενικής ευημερίας και του αεροπορικού θορύβου, από την άποψη της θέσης του αεροδρομίου, του θορύβου των αεροσκαφών και των δραστηριοτήτων εντός των αερολιμένων. Αυτή είναι η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε μια μεγάλη μέθοδος δειγματοληψίας εμπειρίας στιγμιαίων μετρήσεων ευεξίας για την ποσοτικοποίηση των συσχετίσεων μεταξύ της αεροπορίας και της υποκειμενικής ευημερίας. Το να βρίσκεστε σε περιοχές υψηλών επιπέδων θορύβου αεροσκαφών συνδέεται με χαμηλότερα επίπεδα

ευτυχίας και χαλάρωσης. Αυτό μας δίνει μια ευρύτερη εικόνα του φάσματος θετικών και αρνητικών επιπτώσεων που έχει ο αεροπορικός θόρυβος στη στιγμιαία ευημερία των ανθρώπων, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενημέρωση των πολιτικών μετριασμού του θορύβου και αντιστάθμισης των αεροπορικών μεταφορών στο μέλλον.

Η μέθοδος ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε δίνει την ευκαιρία να ξεχωρίζουν οι δραστηριότητες εντός των αεροδρομίων μεταξύ εκείνων που εργάζονται εκεί και εκείνων που περνούν από αυτό, δηλαδή επιβάτες, καθώς και να καταγραφούν οι επιπτώσεις του θορύβου των αεροσκαφών πέραν των αεροδρομίων, με τρόπους που δεν έχουν εξερευνηθεί σε προηγούμενες διασυννοριακές μεταφορές, τμηματική ανάλυση. Βρέθηκε μια σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ του θορύβου των αεροσκαφών στο επίπεδο των 66 dB(A) και της ευτυχίας και της χαλάρωσης.

Μια ερμηνεία που σχετίζεται με την πολιτική που προκύπτει από την παρούσα μελέτη είναι ότι οι αρνητικές επιπτώσεις του θορύβου των αεροσκαφών μπορεί να αντισταθμιστούν από τις θετικές πτυχές των αεροπορικών ταξιδιών στην οικονομία και τον ελεύθερο χρόνο. Δεν σημαίνει, ωστόσο, ότι κάποιος δεν θα χάσουν. Όσοι είναι μόνιμοι κάτοικοι σε ζώνες υψηλού θορύβου και δεν επωφελούνται από τα οικονομικά πλεονεκτήματα ή τα οφέλη αναψυχής που παρέχουν τα αεροδρόμια είναι πιθανό να εκφραστούν παράπονα και προβλήματα. Οι τυποποιημένες λύσεις πολιτικής για την άμβλυνση των αρνητικών επιπτώσεων του θορύβου των αεροσκαφών επικεντρώθηκαν σε μέτρα μόνωσης θορύβου για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων από τα υψηλά επίπεδα θορύβου των αεροσκαφών. Μια εναλλακτική προσέγγιση για την άμβλυνση των αρνητικών επιπτώσεων του θορύβου των αερομεταφορών στην ευημερία μπορεί να συνεπάγεται τη βελτίωση της παροχής υπηρεσιών που έχουν γνωστό θετικό αντίκτυπο. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν μέτρα για τη βελτίωση των συνθηκών υγείας στην περιοχή, μέσω βελτιωμένων υπηρεσιών παροχής υπηρεσιών υγείας, επικοινωνίας οδηγεί στην εκπαίδευση για την υγεία και αποθαρρύνει το κάπνισμα και μέτρα για τη μείωση της ανεργίας στην περιοχή. Η βελτίωση της τοπικής οικονομίας είναι ένας από τους οικονομικούς παράγοντες που παρουσιάζονται συνήθως στις επιλογές επέκτασης των αεροδρομίων (Επιτροπή Αεροδρομίων, 2014). Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι αυτές οι ευκαιρίες θα διατεθούν σε εκείνους της τοπικής κοινότητας που είναι πιθανότερο να επηρεαστούν από την αύξηση του θορύβου της εναέριας κυκλοφορίας και της αεροπορίας.

Τέλος, υπάρχει περιθώριο για καινοτομία στην ανάλυση αυτή με την εισαγωγή ημερήσιων ή ωριαίων πληροφοριών διαδρομής πτήσης που θα μπορούσαν να συνδεθούν χρονικά με το GPS της απόκρισης Mappiness. Οι βελτιώσεις στον τομέα αυτό θα απαιτούσαν τη δημοσίευση λεπτομερέστερων δεδομένων περιγράμματος θορύβου από τους φορείς εκμετάλλευσης των αερολιμένων.

Τέλος, η εν λόγω μελέτη παρουσιάζει μια πολύ καινοτόμο προσέγγιση μέσω της χρήσης μεθόδων ESM για την αξιολόγηση των συσχετίσεων μεταξύ του θορύβου / της θέσης των αεροσκαφών και της ευημερίας, η οποία δεν έχει αναλυθεί γενικά στην υποδομή περιβάλλοντος ή ειδικά στον θόρυβο των αεροδρομίων.

5.3.6. Ψυχικές ασθένειες - Κατάθλιψη

Ο συγκοινωνιακός θόρυβος είναι ένας περιβαλλοντικός παράγοντας κινδύνου για διάφορες ασθένειες. Μια έκθεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO) εκτιμά ότι ετησίως τουλάχιστον 1.000.000 αναπηρίας προσαρμοσμένα έτη ζωής (DALY) χάνονται από ασθένειες (ισχαιμική καρδιοπάθεια, γνωστική εξασθένηση των παιδιών, διαταραχές του

ύπνου, εμβοές, ενόχληση) που σχετίζονται με αυτό στη Δυτική Ευρώπη (WHO, 2010). Μια ασθένεια που θα μπορούσε να επηρεαστεί από το θόρυβο της κυκλοφορίας είναι η κατάθλιψη: προηγούμενη έρευνα δείχνει ότι ο θόρυβος της κυκλοφορίας προκαλεί διάφορες αντιδράσεις στρες και αϋπνία, και αυτοί οι παράγοντες, καθώς και χρόνιο θόρυβο η ίδια έχουν αποδειχθεί ότι επηρεάζουν την ψυχική υγεία και ιδιαίτερα κατάθλιψη. Η κατάθλιψη είναι μία από τις πιο κοινές ψυχικές διαταραχές, και μια κύρια αιτία της αναπηρίας σε όλο τον κόσμο (WHO, 2015). Ωστόσο, η σχέση μεταξύ του θορύβου της κυκλοφορίας και της κατάθλιψης είναι ασαφής. Πρόωρα στοιχεία για μια σχέση μεταξύ της έκθεσης του θορύβου αερολιμένων και μια αυξανόμενη υποβολή στις ψυχιατρικές μονάδες των νοσοκομείων στο Λονδίνο (Abey-Wickrama et al., 1969) και Λος Άντζελες (Micham και Smith, 1977) δεν θα μπορούσαν να επιβεβαιωθούν σε δύο μεταγενέστερες μελέτες που παράγουν ασαφή στοιχεία (Jenkins et al., 1981, Tarnopolsky et al., 1980). Επιπλέον, ενώ Stansfeld et al. (1996) δεν βρήκε καμία σχέση μεταξύ του θορύβου οδικής κυκλοφορίας και των ψυχιατρικών διαταραχών, (2014) ανέφεραν μια αδύναμη ένωση. Μερικές μελέτες βρίσκουν τις θετικές σχέσεις μεταξύ της έκθεσης θορύβου αεροσκαφών και της συχνότητας - ποσότητας των συνταγών των υπνωτικών φαρμάκων, καθώς επίσης και τα αντικαταθλιπτικά (Floud et al, 2011; Greiser et al., 2007).

Λίγες μελέτες έχουν εξετάσει τη σχέση μεταξύ του περιβαλλοντικού κυκλοφοριακού θορύβου και της κατάθλιψης, οι οποίες να καταλήγουν σε σαφή αποτελέσματα. Αυτή η περιπτώσιολογική μελέτη ελέγχου είναι η πρώτη που αξιολογεί και άμεσα συγκρίνει τους κινδύνους κατάθλιψης από τα αεροσκάφη, την οδική κυκλοφορία και το θόρυβο σιδηροδρόμων (A. Seidler et al, 2017). Ο πληθυσμός της μελέτης περιελάμβανε άτομα ηλικίας ≥ 40 ετών που ζουν στην περιοχή του διεθνούς αεροδρομίου της Φρανκφούρτης. Η αξιολόγηση για την ψυχική κατάσταση του πληθυσμού έγινε με τη βοήθεια των ασφαλιστικών εταιρειών, που ήταν συμβεβλημένοι.

Η μελέτη αυτή δείχνει ότι η έκθεση του θορύβου της κυκλοφορίας μπορεί να οδηγήσει σε κατάθλιψη. Ως πιθανή εξήγηση για τη μείωση των κινδύνων σε υψηλά επίπεδα θορύβου κυκλοφορίας, ευάλωτα άτομα μπορεί να αντιμετωπίσουν ενεργά το θόρυβο (π.χ. μόνωση ή μετακίνηση μακριά).

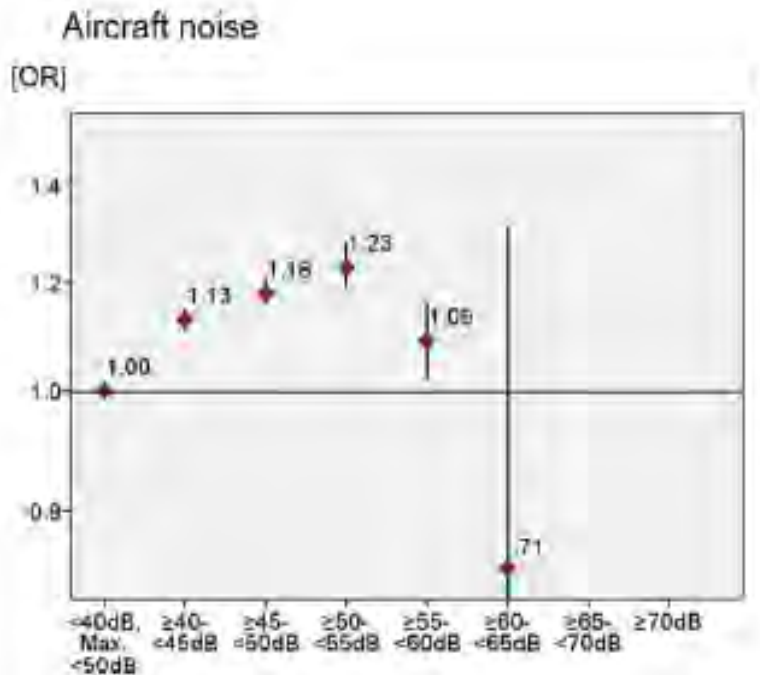
Συνολικά, τα στοιχεία που δείχνουν προς μια θετική σχέση μεταξύ οδικών και αεροπορικών θορύβων και καταθλιπτικών διαταραχών – ως επί το πλείστον προέρχονται από σχετικά μικρές μελέτες-εξακολουθεί να είναι ασαφής και απαιτεί περαιτέρω έρευνα. Πιο πειστικά και εμπειριστατωμένα στοιχεία σχετικά με τη σχέση μεταξύ του θορύβου της κυκλοφορίας και της κατάθλιψης είναι μεγάλο ενδιαφέρον τόσο για την επιστημονικής κοινότητας και χάραξης πολιτικής: θα μπορούσε να παρέχει διανοητική κατάθλιψη από την εξέταση ενός πιθανού περιβαλλοντικού κινδύνου, καθώς και την ενημέρωση των δημόσιων συζητήσεων σχετικά με μέτρα για την προστασία των κατοίκων. Με ίσα επίπεδα θορύβου, ένα πολύ μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων που δηλώνουν ότι ενοχλούνται ιδιαίτερα από το θόρυβο αεροσκαφών. Ως εκ τούτου, θεωρούμε μια χωριστή ανάλυση των επιπτώσεων στην υγεία των διαφόρων τύπων θορύβου κυκλοφορίας ως σημαντικό.

Τα χαρακτηριστικά των περιπτώσεων με κλινικά διαγνωσθεί κατάθλιψη και τα θέματα ελέγχου δίνονται στον πίνακα. Δεν υπήρχε στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση φύλου-θορύβου σχετικά με τον κίνδυνο κατάθλιψης για οποιαδήποτε από την κυκλοφορία πηγές θορύβου, επομένως δεν διαστρωμάτωση για το φύλο. (A. Seidler et al, 2017)

Πίνακας 5.8 Χαρακτηριστικά των περιπτώσεων με κλινικά διαγνωσμένη κατάθλιψη και θέματα ελέγχου

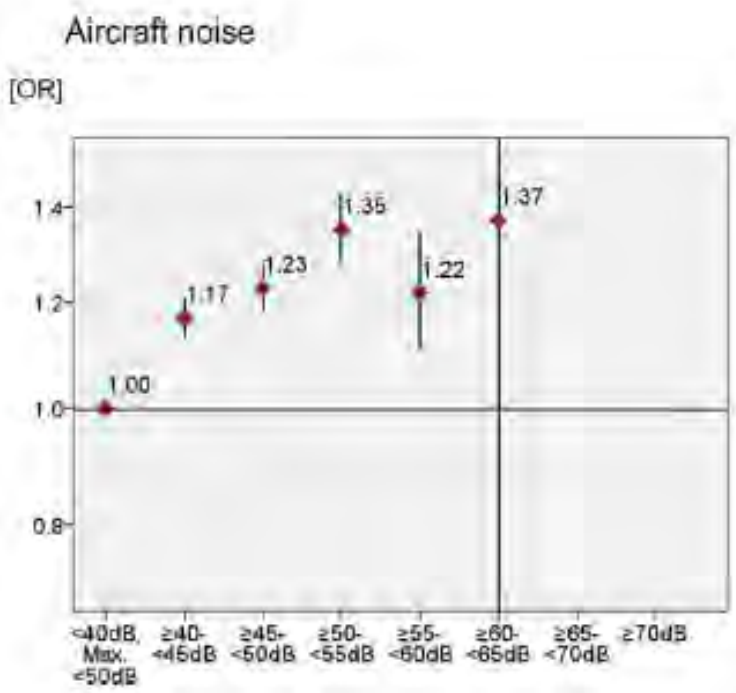
	Cases		Control subjects	
	n	%	n	%
Total	77,295	100.0	578,246	100.0
Sex				
Males	24,914	32.2	292,239	50.5
Females	52,381	67.8	286,007	49.5
Age [yrs.]				
35 to < 45	9,486	12.3	93,554	16.2
45 to < 50	10,003	12.9	68,556	11.9
50 to < 55	9,965	12.9	59,127	10.2
55 to < 60	10,210	13.2	56,189	9.7
60 to < 65	7,225	9.3	52,716	9.1
65 to < 70	7,585	9.8	67,815	11.7
70 to < 75	7,492	9.7	64,420	11.1
75 to < 80	6,170	8.0	45,080	7.8
80 to < 65	4,897	6.3	35,587	6.2
≥85	4,262	5.5	35,202	6.1
Urban-rural living environment				
Urban	28,062	36.3	190,331	32.9
Rural	49,233	63.7	387,915	67.1
Education				
Primary/secondary education, no vocational education	6,811	8.8	45,556	7.9
Primary/secondary education with vocational education	12,618	16.3	102,748	17.8
Graduated from high school, no vocational education	344	0.4	3,272	0.6
Graduated from high school and vocational education	1,261	1.6	10,276	1.8
College degree	1,038	1.3	7,083	1.2
University degree	983	1.3	8610	1.5
Education unknown	54,240	70.2	400,701	69.3
Occupation according to Blossfeld				
AGR Agricultural occupations	189	0.2	2,426	0.4
EMB Unskilled manual occupations	3,232	4.2	26,513	4.6
QMB Skilled manual occupations	2,440	3.2	26,563	4.6
TEC Technicians	383	0.5	4,151	0.7
ING Engineers	131	0.2	1,842	0.3
EDI Simple services	6,221	8.0	43,895	7.6
QDI Qualified services	1,392	1.8	7,714	1.3
SEMI Semiprofessionals	2,603	3.4	12,332	2.1
PROF Professionals	183	0.2	1,694	0.3
EVB Simple commercial and administrative occupations	2,700	3.5	16,450	2.8
QVB Qualified commercial and administrative occupations	5,676	7.3	40,977	7.1
MAN Managers	387	0.5	4,564	0.8
SONS Other	692	0.9	5,306	0.9
Unknown	51,006	66.1	383,819	66.4
Local proportion of persons receiving unemployment benefits (SGBII; quintiles) ^a				
≤6.7%	24,311	31.4	198,610	34.4
> 6.7 to ≤7.5%	12,675	16.4	91,422	15.8
> 7.5 to ≤8.7%	8,434	10.9	65,525	11.3
> 8.7 to ≤12.7%	23,998	31.0	166,747	28.8
> 12.7%	7,877	10.2	55,942	9.7

^a Calculation of quintiles: frequent duplication of SGB II-values led to an uneven distribution.



Σχήμα 5.8 Σχέση δόσης-απόκρισης μεταξύ ηχητικών επιπέδων θορύβου κυκλοφορίας και κατάθλιψης 24 ωρών.

Η: Αναλογία αποδόσεων. προσαρμοσμένο ανάλογα με την ηλικία, το φύλο, την εκπαίδευση και τον τίτλο εργασίας (όταν υπάρχει), το τοπικό ποσοστό των ατόμων που λαμβάνουν παροχές ανεργίας. 95% -CI: 95% - διαστήματα εμπιστοσύνης



Σχήμα 5.9 Σχέση δοσολογίας-απόκρισης μεταξύ ηχητικών επιπέδων θορύβου και κατάθλιψης 24 ωρών

Η ανάλυση περιορίζεται στα άτομα για τα οποία η κοινωνικοοικονομική κατάσταση ήταν γνωστή από τα δεδομένα ασφάλισης υγείας (40% των περιπτώσεων, 41% των ατόμων ελέγχου). Η: Αναλογία αποδόσεων, προσαρμοσμένο ανάλογα με την ηλικία, το φύλο, την εκπαίδευση και τον τίτλο εργασίας (όταν υπάρχει), το τοπικό ποσοστό των ατόμων που λαμβάνουν παροχές ανεργίας. 95% -CI: 95% - διαστήματα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.9 Αεροπορικός θόρυβος και κατάθλιψη

Exposure	Aircraft noise			
	Cases	Control subjects	OR	95%-CI
24 h sound levels				
< 40 dB, Max. < 50 dB	10,072	86,378	1.00	–
< 40 dB, Max. ≥50 dB	1,676	14,350	1.02	0.96–1.08
≥40 to < 45 dB	9,102	64,971	1.17	1.13–1.21
≥45 to < 50 dB	4,951	34,294	1.23	1.18–1.28
≥50 to < 55 dB	2,053	13,690	1.35	1.28–1.43
≥55 to < 60 dB	550	4,167	1.22	1.11–1.35
≥60 to < 65 dB	8	62	1.37	0.65–2.91
≥65 to < 70 dB	–	–	–	–
≥70 dB	–	–	–	–
Continuous (per 10 dB)*				
Night time period 22–06 h				
< 40 dB, Max. < 50 dB	12,021	99,859	1.00	–
< 40 dB, Max. ≥50 dB	7,951	57,879	1.11	1.08–1.15
≥40 to < 45 dB	5,064	35,918	1.18	1.14–1.22
≥45 to < 50 dB	2,512	17,303	1.27	1.21–1.34
≥50 to < 55 dB	831	6,588	1.11	1.02–1.20
≥55 to < 60 dB	33	365	0.90	0.63-1.30
≥60 dB	0	0	–	–

Η μελέτη αυτή χρησιμοποιεί μεμονωμένες εκτιμήσεις για το θόρυβο της κυκλοφορίας και τα δεδομένα σχετικά με την υγεία για την παροχή εκτιμήσεων κινδύνου για διαφορετικά επίπεδα θορύβου αεροσκαφών, οδικών και σιδηροδρομικού θορύβου κυκλοφορίας. Είναι η πρώτη μελέτη σε όλο τον κόσμο για να συγκρίνει άμεσα τον κίνδυνο των καταθλιπτικών διαταραχών για διαφορετικές πηγές θορύβου της κυκλοφορίας. Τα στοιχεία θορύβου κυκλοφορίας υπολογίστηκαν ακριβώς για τη διεύθυνση κάθε συμμετέχοντος χρησιμοποιώντας τους υπολογισμούς κατάστασης προόδου και τα ψηφιακά πρότυπα τοπίων.

Η χρήση των δευτερευόντων δεδομένων αξίωσης υγείας μείωσε τη δυνατότητα μεροληψίας επιλογής, δεδομένου ότι όλες οι ασφαλίσεις των τριών συμμετεχόντων ταμείων ασφάλισης υγείας συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση. Αντίθετα, οι επιδημιολογικές μελέτες που βασίζονται σε πρωτογενή δεδομένα συχνά επιτυγχάνουν μάλλον χαμηλά ποσοστά απόκρισης, επομένως είναι ανοικτές σε σημαντική μεροληψία επιλογής. Ως περαιτέρω πλεονέκτημα, τα δεδομένα ασφάλισης υγείας συλλέγονται και αποθηκεύονται σε νομική βάση, εξασφαλίζοντας πληροφορίες σχετικά με τις διαβουλεύσεις, τα φάρμακα, τη διάγνωση, την ημερομηνία και τη διάρκεια των νοσοκομειακών διαμένει σε μια συγκρίσιμη δομή δεδομένων.

Εντούτοις, η «πραγματική» προσωπική έκθεση θορύβου όχι μόνο εξαρτάται από τα εξωτερικά υγιή επίπεδα, αλλά και στη μόνωση θορύβου, τις πρακτικές ανοίγματος παραθύρων, και την καθημερινή διάρκεια και το χρόνο των διαμονών στο σπίτι καθώς επίσης και του επαγγελματικού και ελεύθερου χρόνου θορύβου. Αν και αυτό μπορεί να περιορίσει την εκτίμηση των άμεσων επιπτώσεων του θορύβου της κυκλοφορίας στην υγεία, τα εξωτερικά επίπεδα θορύβου επηρεάζονται ευκολότερα από τα δημόσια μέτρα προστασίας του θορύβου και, αντιστρόφως, την καθιέρωση νέων πηγών θορύβου κυκλοφορίας, όπως οι διάδρομοι αερολιμένων, Αυτοκινητόδρομοι ή σιδηρόδρομοι.

Βασικό συμπέρασμα που απορρέει, είναι ότι η κατάθλιψη μπορεί να προκύψει από τη διαταραχή ύπνου. Ο αεροπορικός θόρυβος μπορεί να προκαλέσει διαταραχή ύπνου, άρα δυνητικά ο αεροπορικός θόρυβος μπορεί να προκαλέσει κατάθλιψη. Ωστόσο, αυτό είναι ένα πολύ συν επαγωγικό συμπέρασμα, χωρίς να υπάρχουν αρκετές και αξιόπιστες αποδείξεις, οι οποίες να αποτελέσουν βάση για να διαμορφωθεί νέο νομοθετικό πλαίσιο και κατευθυντήριες συστάσεις για νέα όρια και δείκτες ελέγχου.

Η εναέρια κυκλοφορία, με την αρνητική της επίδραση στο περιβάλλον, αρχίζει να θέτει σε κίνδυνο τη δική της ανάπτυξη. Ο θόρυβος της εναέριας κυκλοφορίας κοντά στα αεροδρόμια θεωρείται ένας από τους σημαντικούς περιορισμούς στην ανάπτυξη της εναέριας κυκλοφορίας.

Η Επιτροπή Περιβαλλοντικής Προστασίας της Διεθνούς Οργάνωσης Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) συστήνει διαδικασίες για τη μείωση του θορύβου κοντά στα αεροδρόμια, αναφέροντας ότι τα μέτρα για τη μείωση του θορύβου δεν θα πρέπει να αποσκοπούν στη μοναδική λύση, αλλά σε συνδυασμό διαφορετικών λύσεων.

Στην παρούσα εργασία (F. Netjasov, 2012) παρουσιάζονται τα πρότυπα και οι συνιστώμενες πρακτικές της ICAO για την «ισορροπημένη προσέγγιση» στη διαχείριση του θορύβου των αεροσκαφών γύρω από τα αεροδρόμια. Παρέχεται μια επισκόπηση των μέτρων που εφαρμόζονται από τα αεροδρόμια παγκοσμίως για τη μείωση του θορύβου στο περιβάλλον, παρέχοντας την συχνότητα και την ποικιλία τους. Επιπλέον, οι οδηγίες για την ανάπτυξη νέων μέτρων για τον ίδιο σκοπό, προέκυψαν ως απάντηση στις συστάσεις της ICAO, παρουσιάζονται.

Η ζήτηση εμπορικών αεροπορικών μεταφορών προβλέπεται να αυξηθεί κατά ένα μέσο ετήσιο ποσοστό 4,5-5% για τις επόμενες δύο δεκαετίες. Η εξέλιξη αυτή αναμένεται να δημιουργήσει πρόσθετη πίεση στην υπάρχουσα και την μελλοντική εναέρια χωρητικότητα και τη χωρητικότητα των αερολιμένων. Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα σύγχρονα αεροδρόμια είναι ο θόρυβος που προκαλείται από την εναέρια κυκλοφορία και ο αντίκτυπος αυτού του θορύβου στους ανθρώπους που ζουν κοντά, δηλαδή η έκθεση στο θόρυβο. Ο θόρυβος είναι ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα που έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην καθημερινή ζωή πολλών ανθρώπων. Οι άνθρωποι γίνονται ενοχλημένοι. ο ύπνος διαταράσσεται και οι δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία πρέπει να φοβούνται. Κατά την κρίση πολλών ερευνητών σε αυτόν τον τομέα, ο θόρυβος των αεροσκαφών θα παραμείνει πιθανώς το κύριο μέλημα των αεροδρομίων, του σχεδιασμού και του σχεδιασμού στο μέλλον, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης ευαισθησίας του κοινού σε θόρυβο και άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αυτό δικαιολογεί το επίπεδο προσοχής που δίδεται στην εξεύρεση λύσεων σε αυτό το πρόβλημα από πολλούς εμπλεκόμενους φορείς του συστήματος αερομεταφορών, συμπεριλαμβανομένων κατασκευαστών αεροσκαφών, αερολιμένων, αεροπορικών εταιρειών και υπηρεσιών αεροναυτιλίας. Ο θόρυβος είναι αναπόφευκτη

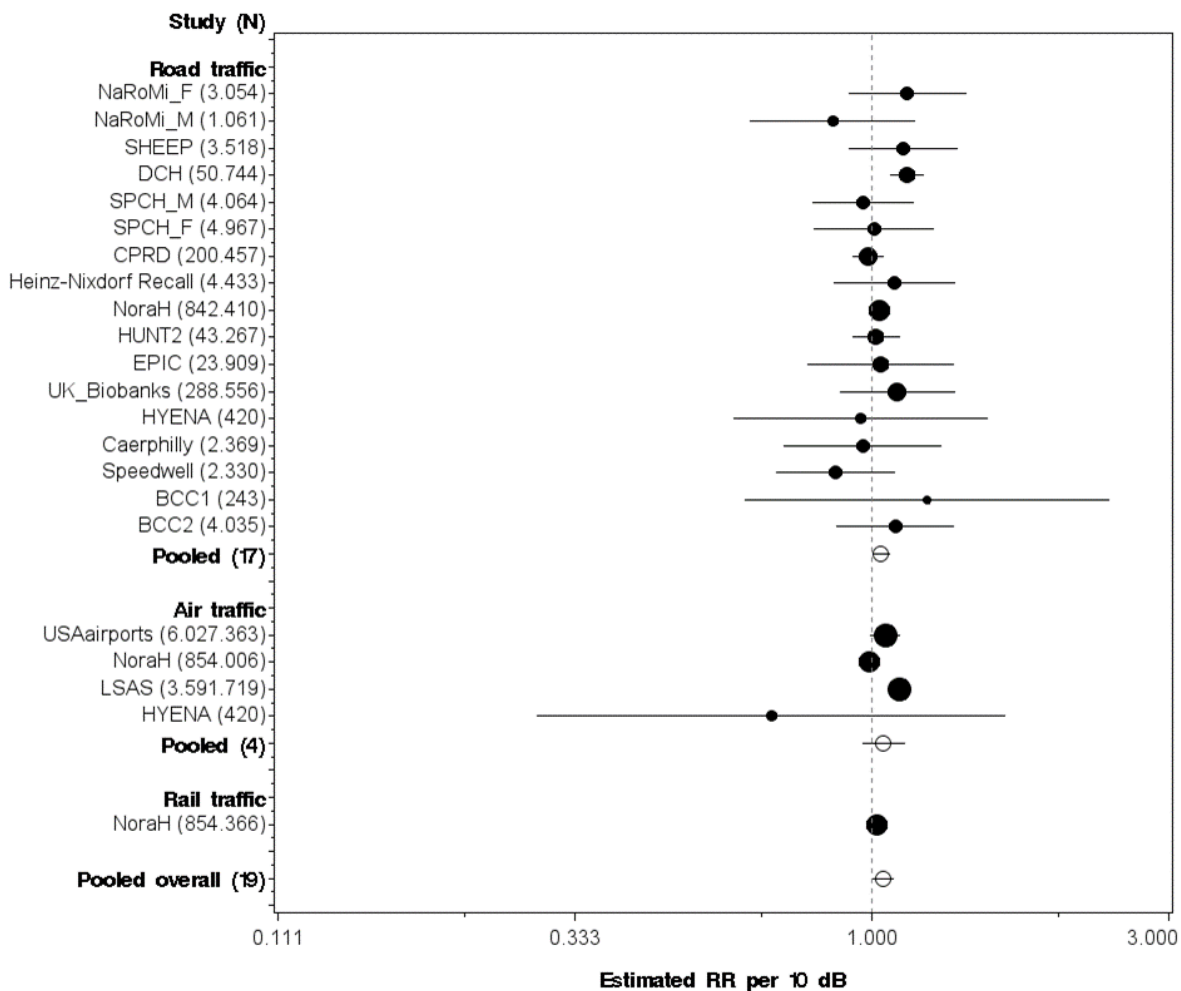
συνέπεια της εναέριας κυκλοφορίας, αλλά μπορεί να μειωθεί με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών καινοτομιών στον σχεδιασμό και τη νομοθεσία των αεροσκαφών.

Τα μέτρα αυτά, ωστόσο, συχνά αποτελούν διάκριση σε βάρος ορισμένων αεροπορικών εταιρειών και τους τύπους αεροσκαφών. Το πρόβλημα έκθεσης στο θόρυβο που προκαλείται από την εναέρια κυκλοφορία μπορεί να αντιμετωπιστεί σε τρία διαφορετικά επίπεδα.

Όλες οι διαδικασίες βασίζονται βασικά σε δύο απαιτήσεις:

- να διατηρούν το αεροσκάφος μακριά από τις ζώνες που επηρεάζουν όσο το δυνατόν περισσότερο (υψηλότερες ταχύτητες ανόδου και κάθοδος) και
- για τη δημιουργία χαμηλότερου θορύβου στην πηγή (πετούν με χαμηλότερο κινητήρα εξουσία).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συνολικές μελέτες που ελήφθησαν υπόψιν από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, έτσι ώστε να καταλήξει στις κατευθυντήριες συστάσεις. Όπως είναι εμφανές από το σχήμα, οι μελέτες που αφορούν τον αεροπορικό θόρυβο είναι μόνο τέσσερις και δεν αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα. Συνεπώς, δεν γίνεται να συνταχθούν συστάσεις που να έχουν υψηλή βαρύτητα για τον αεροπορικό θόρυβο.



Σχήμα 5.10 Μελέτες που αξιοποιήθηκαν από τον ΠΟΥ

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως παρουσιάστηκε και ανωτέρω, ο αεροπορικός θόρυβος αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ιδιαίτερα για τους κατοίκους που ζουν στην άμεση επιρροή των αεροδρομίων. Για αυτό το λόγο, έχουν εφαρμοστεί μία σειρά νομοθεσίες και διαδικασίες με στόχο τον μετριασμό του. Οι αλλαγές στην υποδομή είναι ένα από τα μέτρα αυτά και μπορούν να περιορίσουν ή να μειώσουν αποτελεσματικά την έκθεση στον αεροπορικό θόρυβο γύρω από ορισμένα αεροδρόμια. Ωστόσο, δεν μπορεί να υποστηριχθεί ότι τέτοιες αλλαγές είναι αποτελεσματικές σε όλες τις περιπτώσεις και θα πρέπει να υιοθετηθεί ως πολιτική στις περισσότερα καταστάσεις. Η επίτευξη μιας τέτοιας λύσης είναι απίθανο να είναι συμβατή με υπάρχουσες απαιτήσεις για τη διαχείριση του θορύβου στην Ευρώπη. Όπως προβλέπεται από την ισορροπημένη προσέγγιση και τον σχετικό κανονισμό της ΕΕ, η κατάσταση του θορύβου σε κάθε αερολιμένα πρέπει να αξιολογείται μεμονωμένα και η πιο κατάλληλη παρέμβαση να επιλέγεται ανάλογα. Επιπλέον, όπως περιγράφεται παραπάνω, η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, με βάση την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, όπως τα έργα και οι νέοι διάδρομοι πρέπει να υποβληθούν σε λεπτομερή περιβαλλοντική μελέτη διαδικασία αξιολόγησης η οποία περιλαμβάνει τη συμμετοχή του κοινού πριν από την παράδοσή τους.

Επιπλέον, ο ΠΟΥ αναγνωρίζει ότι "οι πιο αποτελεσματικές ενέργειες για τη μείωση της έκθεσης στο θόρυβο τείνουν να είναι αυτές που μειώνουν τον θόρυβο στην πηγή". Ειδικότερα, σχετικά με τον θόρυβο των αεροσκαφών, σημειώνει ότι παρουσιάζεται πρόοδος στην έρευνα και την ανάπτυξη των πιο αθόρυβων αεροσκαφών και γι' αυτό δεν είναι κάτι το οποίο αναφέρεται στις συστάσεις, όπως για παράδειγμα γίνεται για τα οδοστρώματα. Έχουν εξεταστεί μόνο επτά μελέτες, και στην πλειοψηφία τους η έρευνα επικεντρώθηκε στο άνοιγμα και το κλείσιμο των διαδρόμων, οδηγώντας σε μεταγενέστερες αλλαγές σε διαδρομές πτήσης. Από αυτή την άποψη, φαίνεται ότι η σύσταση για την εφαρμογή αλλαγών στην υποδομή αντικατοπτρίζουν απλώς την περιορισμένη διαθεσιμότητα σχετικής έρευνας από το να είναι αποτέλεσμα μιας συνολικής ανάλυσης των διαφόρων τύπων παρεμβάσεων. Ο ΠΟΥ δεν μπόρεσε να εντοπίσει συγκεκριμένες μελέτες που οδήγησαν σε σχέσεις δόσης-απόκρισης για τον συγκεκριμένο συνδυασμό επιβλαβών πηγών θορύβου, χρησιμοποιήθηκαν άλλα επιστημονικά στοιχεία και εκτιμήσεις για την κάλυψη αυτών των κενών. Αυτές οι μέθοδοι αξιολόγησης βασίστηκαν σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα των επιδημιολογικών μελετών και τα αποτελέσματά τους ήταν στατιστικά σημαντικά για έναν πληθυσμό ατόμων. Επιπρόσθετα, στις 10 Οκτωβρίου 2018, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO - Περιφερειακό Γραφείο για την Ευρώπη) δημοσίευσε τις κατευθυντήριες γραμμές για τον περιβαλλοντικό θόρυβο του WHO για την έκθεση της Ευρωπαϊκής Περιφέρειας (παρουσιάζοντας σχέσεις δόσης-επίδρασης για διαταραχές ύπνου, ενόχληση και καρδιαγγειακές παθήσεις. διευκρινίστηκε ότι η ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κατώτερη του επαρκούς επιπέδου, κυμαινόμενη από «μέτρια» έως «πολύ χαμηλή».

Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να συμπεράνουμε πως είναι περιορισμένη η βάση δεδομένων για τις επιπτώσεις στην υγεία από τον αεροπορικό θόρυβο, και σίγουρα όχι επαρκώς τεκμηριωμένες. Εάν επιχειρήσουμε να αποφύγουμε σοβαρές επιπτώσεις στις αεροπορικές μεταφορές, η επίτευξη των κατευθυντήριων τιμών του ΠΟΥ θα μπορούσε ενδεχομένως να οδηγήσει σε μαζική μετεγκατάσταση ανθρώπων από περιοχές εντός των ορίων L_{night} 40

dB(A) / L_{den} 45 dB(A). Είναι κάτι το οποίο θα επιφέρει μεγάλες οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις σε ένα αεροδρόμιο ή ένα κράτος, οπότε θα πρέπει να υπάρχουν και οι αντίστοιχες έγκυρες ενδείξεις.

Γενικός, οι συστάσεις, οι οποίες υποδηλώνουν ότι μπορεί να υπάρξει μια λύση για τον θόρυβο ενός ενιαίου μεγέθους, μπορούν να δημιουργήσουν μη ρεαλιστικές προσδοκίες όσον αφορά τη σκοπιμότητά τους. Με την πάροδο του χρόνου, αυτό θα μπορούσε πραγματικά να αναμένεται να εντείνει την ενόχληση που αισθάνεται σε μια τοπική κοινότητα - ενδεχομένως να θέσει σε κίνδυνο την προστασία του πληθυσμού από τις δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία. Βάσει των ανωτέρω γίνεται κατανοητό δεδομένης της πιθανής επίπτωσης των νέων κατευθυντήριων γραμμών για την κινητικότητα και τις συναφείς υπηρεσίες που επικαλούνται οι σύγχρονες κοινωνίες μας, η συζήτηση σχετικά με την ενδεχόμενη εφαρμογή τους πρέπει να εξεταστεί σε ευρύτερο πλαίσιο. Δεν μπορούμε να μιλάμε για αποδεκτά επίπεδα θορύβου μεμονωμένα από το ζήτημα των διαφορετικών οδών για την ανάπτυξη των κοινωνιών μας στο σύνολό τους. Επιπλέον, υπάρχει πιθανή μεροληψία στις παρεχόμενες μελέτες, τόσο σε σχέση με το γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής τους όσο και σε σχέση με την κυρίαρχη αστική τυπολογία. Τα στοιχεία που προσκόμισε η ΠΟΥ για την ισχαιμική νόσο και το εγκεφαλικό επεισόδιο δεν δείχνουν επαρκή ποιότητα δεδομένων για να συμπεριληφθούν σε ένα νομικό κείμενο. Οι δείκτες DALY είναι ο πιο πολύπλοκος δείκτης και η κακή συνολική βαθμολογία τους όσον αφορά τη σταθερότητα των ενδιαφερομένων μερών, η οποία οφείλεται κυρίως στην αδυναμία και την πολυπλοκότητά τους στην κατανόηση, αποδείχθηκε ότι είναι αλήθεια σε αυτές τις περιπτώσιολογικές μελέτες. Η εφαρμογή ενός ΗΙΑ με βάση τον υπολογισμό του DALY θα είναι πιθανώς το πιο δύσκολο έργο για όλους όσους εμπλέκονται σε σχέση με τους άλλους δείκτες.

Οι βλαβερές συνέπειες του θορύβου στην ανθρώπινη υγεία είναι γνωστές πολλές, αλλά - όπως προκύπτει από τα ανωτέρω - η ποιότητα των υφιστάμενων δεδομένων και οι πληροφορίες εξακολουθούν να μην είναι επαρκείς. Συνεπώς, πρέπει να εξετάσουμε και να αξιολογήσουμε περαιτέρω την πρόταση του ΠΟΥ προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη αξιοπιστία. Σε αυτή την περίπτωση, εάν ο οδηγός του ΠΟΥ χρησιμοποιείται για τον καθορισμό αξιών από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, εισάγεται προκατάληψη στην επιδημιολογική αντιπροσωπευτικότητα των επιπτώσεων του θορύβου της κυκλοφορίας και καθιστά τις τιμές αυτές μη αντιπροσωπευτικές του αντίκτυπου στην υγεία του θορύβου στη νότια Ευρώπη.

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η μακροχρόνια έκθεση στον θόρυβο των αεροσκαφών μπορεί να συνδεθεί με ποικίλες επιπτώσεις στην υγεία ακόμη και σε σχετικά χαμηλό θόρυβο. Η ενόχληση που ανέφεραν οι κάτοικοι για ένα δεδομένο επίπεδο θορύβου αεροσκαφών μπορεί να προκαλείται ανεξάρτητα εάν ο θόρυβος υπερβαίνει τα θεσμοθετημένα όρια. Ιδιαίτερα σε περιοχές άμεσα γειτνιάζουσες με αεροδρόμια, τα παράπονα των μόνιμων κατοίκων είναι συχνά.

Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, που έχουμε ανεπτυγμένο τουρισμό, δηλαδή οι κινήσεις των αεροσκαφών αυξάνονται αισθητά κατά τους θερινούς μήνες, η ενόχληση γίνεται ακόμα πιο έντονη. Ως εκ τούτου, η νομοθεσία μιλάει ξεκάθαρα για δείκτες που αφορούν το σύνολο του έτους, και όχι μια περίοδο αιχμής.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, παρουσιάζεται το παράδειγμα του Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών, γιατί αποτελεί το μεγαλύτερο αεροδρόμιο στη χώρα, με τις περισσότερες κινήσεις α/φ. Επιπλέον, με βάση την πλατφόρμα παραπόνων που λειτουργεί, έχουν πολύ χαμηλό αριθμό.

Η υποκειμενική εμπειρία του θορύβου και των συναφών επιπτώσεών του απαιτούν τις πιο εξεταζόμενες και διεξοδικά σκέψεις μέσω λύσεων. Παρά τα πολλά επιτεύγματα όσον αφορά την αντιμετώπιση του θορύβου των αεροσκαφών, υπάρχει σαφώς ακόμη ένας μακρύς δρόμος που πρέπει να διανύσουμε για την επίτευξη προόδου σε αυτό το θέμα. Μία από τις κύριες προκλήσεις του μετριασμού του θορύβου είναι η εξεύρεση μιας ευχάριστης ισορροπίας μεταξύ της μείωσης του θορύβου και του κοινωνικού ρόλου που έχει η αεροπορική στην παροχή της συνδετικότητας που δημιουργεί αξία που κάνει τις πόλεις να ευδοκιμούν. Η κινητικότητα και η υγεία είναι αναπόφευκτα θέματα στη σημερινή κοινωνία - είτε ζείτε σε μια πόλη είτε στην ύπαιθρο.

Η νομοθεσία πρέπει να βασίζεται σε ολοκληρωμένες επιστημονικές γνώσεις σχετικά με τις θετικές και αρνητικές επιπτώσεις του αεροπορικού θορύβου - συμβάλλοντας στην επίτευξη των βέλτιστων αποτελεσμάτων όσον αφορά τη μείωση των επιπτώσεων και την ενίσχυση των οφελών για τις τοπικές κοινότητες.

Συνεπώς, όσον αφορά και τον προσδιορισμό της σχέσης του αεροπορικού θορύβου και τις επιπτώσεις του στην Ελλάδα θα μπορούσαν να εξεταστούν τα εξής:

Η συναίνεση της έρευνας σχετικά με μια ισορροπημένη βαθμολογία των δεικτών ποιότητας της ζωής που σχετίζονται με τους αερολιμένες για την αξιολόγηση των συνολικών θετικών και αρνητικών επιπτώσεων τους στις τοπικές κοινότητες και, συνεπώς, τον προσδιορισμό των καλύτερων τρόπων για τον αερολιμένα να βελτιώσει τη συνολική ποιότητα ζωής των κοινοτήτων.

Να καθιερωθεί μια διεθνώς αναγνωρισμένη μεθοδολογία που να επιτρέπει μια διαρθρωμένη και συνεπή προσέγγιση για την αξιολόγηση των πρωτοβουλιών και των αποτελεσμάτων, αξιολογώντας και προσδιορίζοντας στο περιβάλλον τις θετικές και αρνητικές επιπτώσεις του αερολιμένα.

Να κατανοηθεί καλύτερα τη σχέση μεταξύ των μη ακουστικών παραγόντων και των αποτελεσμάτων της υγείας και αν μπορούν να αντιμετωπιστούν κατά τρόπο που να μειώνει τις αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Συσχέτιση του βαθμού συμμετοχής του αεροπορικού θορύβου σε συνάρτηση με την ατμοσφαιρική ρύπανση που μπορεί να προκαλείται από τα α/φ, με στόχο την αξιολόγηση της συνολικής επίπτωσης στους κατοίκους.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία:

1. Α. Τζίκα-Χατζοπούλου, Κ. Βογιατζής, Σ. Χαϊκάλη, (2009). *Προστασία του ελληνικού ακουστικού, τοπιού*, Παπασωτηρίου, Αθήνα.
2. Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Ακουστικής Συγκοινωνιακών Έργων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (2017). *Επανεξέταση Στρατηγικού Χάρτη Θορύβου & Σχεδίου Δράσης 2017 – Κυκλοφοριακά Στοιχεία 2016*, Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος».
3. Κ. Βογιατζής, (2014). *Περιβαλλοντική Τεχνική & Θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής*, Εκδ. Συμμετρία, Γ' Έκδοση.
4. Κ. Βογιατζής, (2018). *Σημειώσεις του μαθήματος Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Συγκοινωνιακών Έργων*, Τμ. Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
5. ΚΥΑ 13586/724/ΦΕΚ 384/Β/28.3.2006. *Καθορισμός μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» του Συμβουλίου της 25.6.2002».*
6. ΚΥΑ 2111773/ΦΕΚ 1367/Β/27.4.2012. *Καθορισμός Δεικτών Αξιολόγησης και Ανώτατων Επιτρεπόμενων Ορίων Δεικτών Περιβαλλοντικού Θορύβου που προέρχεται από τη λειτουργία συγκοινωνιακών έργων, τεχνικές προδιαγραφές Ειδικών Ακουστικών Μελετών Υπολογισμού και Εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων, προδιαγραφές προγραμμάτων παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου και άλλες διατάξεις.*
7. Οδηγία 2002/30/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26^{ης} Μαρτίου 2002, *Περί της καθιέρωσης των κανόνων και διαδικασιών για τη θέσπιση περιορισμών λειτουργίας σε συνάρτηση με τον προκαλούμενο θόρυβο στους κοινοτικούς αερολιμένες*, L 85 της 28.3.2002.
8. Οδηγία 2009/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25^{ης} Ιουνίου 2002, *Σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου*, Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων L 189/12 EL 18.7.2002.
9. Οδηγία 2015/996 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19^{ης} Μαΐου 2015, *Για τη θέσπιση κοινών μεθόδων αξιολόγησης του θορύβου σύμφωνα με την οδηγία 2002/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.*
10. Σύλλογος Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων, *Ενημερωτικό Δελτίο*, Τεύχος 177, Ιούλιος-Αύγουστος 2011.
11. Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος, (2018). *Παροχή υπηρεσιών για την εκπόνηση Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου και Σχεδίων Δράσης για το πολεοδομικό*

συγκρότημα Λάρνακας με πληθυσμό άνω των 100.000 ατόμων και οδικούς άξονες με περισσότερες από 3.000.000 κινήσεις και για τον καθορισμό οριακών τιμών για θορύβους οδικής και αεροπορικής κυκλοφορίας κοντά στα αεροδρόμια και θορύβους σε βιομηχανικούς χώρους, Κύπρος, Κυπριακή Δημοκρατία, Υπ. Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης & Περιβάλλοντος, Τμ. Περιβάλλοντος.

12. Σύμβουλοι Συγκοινωνιακών Έργων & Περιβάλλοντος, (2018). *Παροχή υπηρεσιών για την εκπόνηση Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου και Σχεδίων Δράσης για τα πολεοδομικά συγκροτήματα Λευκωσίας & Λεμεσού με πληθυσμό άνω των 100.000 ατόμων και οδικούς άξονες με περισσότερες από 3.000.000 κινήσεις στα πλαίσια του τρίτου κύκλου χαρτογράφησης του περί Αξιολόγησης και Διαχείρισης του Περιβαλλοντικού Θορύβου Νόμο [N. 224(I)/2004], και τις τροποποιήσεις του*, Κύπρος, Κυπριακή Δημοκρατία, Υπ. Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης & Περιβάλλοντος, Τμ. Περιβάλλοντος.

Αγγλική βιβλιογραφία:

1. Seidler et al, (2017). Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data, *Environmental Research* 152, 263–271.
2. Airports Council International Europe, (2018). *Addressing the future of aviation noise*, ACI EUROPE.
3. Babisch W., van Kamp I., (2009). *Exposure–response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension*, *Noise & Health*, 11(44):161–168.
4. Banks S, Dinges D., (2007). *Behavioral and physiological consequences of sleep restriction*. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 3:519–528.
5. Barger LK et al., (2005). *Extended work shifts and the risk of motor vehicle crashes among interns*, *New England Journal of Medicine*, 352:125–134.
6. Basner M et al., (2008). *Effects of night-work, sleep loss, and time-on-task on simulated threat detection performance*, *Sleep*, 31:1251–1259.
7. Basner M, McGuire S, (2018). *WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep*, *Int. J Environ Res Public Health*, 15(3).
8. Berry B, Sanchez D, (2014). *The economic and social value of aircraft noise effects: A critical review of the state of the art*. 11th International Congress on Noise as a Public Health Problem 2014 (ICBEN 2014), Nara, Japan, 1–5 June 2014.
9. Blanes N, Fons J, Houthuijs D, Swart W, Sáinz de la Maza M, Ramos MJ et al. (2017). *Noise in Europe 2017: updated assessment*. European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation.
10. Bristow AL, Wardman M, Chintakayala VPK, (2014). *International meta-analysis of stated preference studies of transportation noise nuisance*, *Transportation*. 42(1):71–100.
11. Brown AL, van Kamp I, (2017). *WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review of transport noise interventions and their impacts on health*, *Int. J Environ Res Public Health*, 14(8).
12. Clark, J. Head, S. A. Stansfeld, (2013). Longitudinal effects of aircraft noise exposure on children’s health and cognition: A six-year follow-up of the UK RANCH cohort, *Journal of Environmental Psychology* 35, 1-9.

13. Fujiwara, R. Lawtonb, G. MacKerron, (2017). Experience sampling in and around airports. Momentary subjective wellbeing, airports, and aviation noise in England, *Transportation Research Part D* 56, 43–54.
14. Davis A., (1995). *Hearing in adults. The prevalence and distribution of hearing impairment and reported hearing disability in the MRC Institute of Hearing Research's National Study of Hearing*, Nottingham, MRC Institute of Hearing Research.
15. EC, (2016a). *Links between noise and air pollution and socioeconomic status*, Science for Environmental Policy In-depth Report 13.
16. EEA, (2016a). *Transitions towards a more sustainable mobility system. TERM 2016: Transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*, EEA Report No 34/2016.
17. Eriksson C et al. Aircraft noise and incidence of hypertension. *Epidemiology*, 2007, 18:716–721.
18. Evans GW, Hygge S., (2007). *Noise and cognitive performance in children and adults*, Noise and its effects, Chichester, John Wiley, 2007:549–566.
19. Evans GW, Lepore SJ., (1993). *Nonauditory effects of noise on children. Children's Environments*, 10:31–51.
20. F. Netjasov, (2012). *Contemporary measures for noise reduction in airport surroundings*, *Applied Acoustics* 73, 1076–1085.
21. Fields, J.M.; de Jong, R.G.; Gjestland, T.; Flindell, I.H.; Job, R.F.S.; Kurra, S.; Lercher, P.; Vallet, M.; Yano, T.; Guski, R.; et al., (2001). *Standardized noise-reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation*, *J. Sound Vib.*, 242, 641–679.
22. Greiser E, Greiser C, Janhsen K., (2007). *Night-time aircraft noise increases prevalence of prescriptions of antihypertensive and cardiovascular drugs irrespective of social class – the Cologne–Bonn Airport study*, *Journal of Public Health*, 15:1613–2238.
23. Guski R, Schreckenber D, Schuemer R, (2017). *WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and annoyance*, *Int. J Environ Res Public Health*, 14(12).
24. Hannaford PC et al., (2005). *The prevalence of ear, nose and throat problems in the community: results from a national cross-sectional postal survey in Scotland*, *Family Practice*, 22: 227– 233.
25. International Standardization Organization (ISO), (2003). *TS 15666: Acoustics— Assessment of Noise Annoyance by Means of Social and Socio-Acoustic Surveys*; ISO: Geneva, Switzerland.
26. Jarup L et al, (2008). *Hypertension and exposure to noise near airports – the HYENA study*, *Environmental Health Perspectives*, 116:329–333.
27. Jones JR et al., (1998). *Self-reported work-related illness in 1995. Results from a household survey*. Norwich, The Stationery Office.
28. Knipschild P., (1977). *Medical effects of aircraft noise: community cardiovascular survey. International Archives of Occupational and Environmental Health*, 40:185–190.
29. Maschke C., (2003). *Epidemiological research on stress caused by traffic noise and its effects on high blood pressure and psychic disturbances*, 8th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Rotterdam, 2003. Schiedam, Foundation ICBEN, 2003:93–95.

30. Matsui T et al., (2001). *Association between blood pressure and aircraft noise exposure around Kadena airfield in Okinawa*, International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, The Hague, Vol. 3. 2001:1577–1582.
31. Matsui T et al., (2004). *The Okinawa study: effects of chronic aircraft noise on blood pressure and some other physiological indices*. Journal of Sound and Vibration, 277:469–470.
32. Mckenna BS et al., (2007). *The effects of one night of sleep deprivation on known-risk and ambiguous risk decisions*, Journal of Sleep Research, 16:245–252.
33. Miedema HM, Oudshoorn CG, (2001). *Annoyance from transportation noise: relationships with exposure Metrics DNL and DENL and their Cis*, Environ. Health. Perspect., 109:409–16.
34. Miedema, Vos H., (1998). *Exposure-response relationships for transportation noise*, J. Acoust. Soc. Am. 104(6):3432-45.
35. Murray et al., (2002). *Summary measures of population health concepts, ethics, measurement and applications*, Geneva, World Health Organization.
36. Oswald I, Taylor AM, Treisman M., (1960). *Discriminative responses to stimulation during human sleep*, Brain, 83:440–453.
37. Rosenlund M et al., (2001). *Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise*, Occupational and Environmental Medicine, 58:769–773.
38. S. Janssen, M. Centen, H. Vos, I. Kamp, (2014). *The effect of the number of aircraft noise events on sleep quality*, Applied Acoustics 84, 9–16.
39. S. Kephelopoulos, M. Paviotti, F. Anfosso-Ledee, (2012). *Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU)*, Joint Research Centre, European Union.
40. S. Kephelopoulos, M. Paviotti, et. al, (2014). *Advances in the development of common noise assessment methods in Europe: The CNOSSOS-EU framework for strategic environmental noise mapping*, Science of the Total Environment 482-483, 400-410.
41. Schreckenberg D, Benz S, Belke C, Möhler U, Guski R, (2017). *The relationship between aircraft sound levels, noise annoyance and mental well-being: an analysis of moderated mediation*, 12th International Congress on Noise as a Public Health Problem 2017 (ICBEN 2017), Zurich, Switzerland, 18–22 June 2017.
42. Schreckenberg D, Faulbaum F, Guski R, Ninke L, Peschel C, Spilski J et al., (2015). *Effects of transportation noise on noise annoyance and quality of life*, NORAH (Noise related annoyance cognition and health, Effect of transportation noise in the area of an airport (vol. 3).
43. Scott LD et al., (2007). *The relationship between nurse work schedules, sleep duration, and drowsy driving*, Sleep, 30:1801–1807.
44. Stickgold R., (2005). *Sleep-dependent memory consolidation*, Nature, 437:1272–1278.
45. T. Gjestland, (2018). *A Systematic Review of the Basis for WHO’s New Recommendation for Limiting Aircraft Noise Annoyance*, Int. J. Environ. Res. Public Health, MDPI
46. Van Dongen HP et al., (2003). *The cumulative cost of additional wakefulness: dose–response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation*, Sleep, 26:117–126.
47. Wagner U et al., (2004). *Sleep inspires insight*, Nature, 427:352–355.
48. World Health Organization Regional Office for Europe, (2009). *Night noise guidelines for Europe*, Copenhagen.
49. World Health Organization, (1999). *Guidelines for community noise*, Geneva

50. World Health Organization, (2011). *Burden of disease from environmental noise*, Joint Research Centre, European Union.
51. World Health Organization, (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*.

Ηλεκτρονικές πηγές:

1. <http://e-learning.sch.gr/mod/page/view.php?id=10035>
2. <http://e-learning.sch.gr/mod/page/view.php?id=10035>
3. <http://politesenoskatoteroutheou.blogspot.com/2016/06/>
4. <http://www.amds.gr/a4.aspx>
5. <https://www.edukson.org/porteur/cidb/>
6. Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών: <https://www.aia.gr/traveler/>
7. Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Μηχανολογικός θόρυβος: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=451&language=el-GR>