



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ UNIVERSITY OF THE AEGEAN

---

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ:

«Αξιολόγηση Αεροπορικού Θορύβου: Η Περίπτωση της Νεάπολης στη  
Μυτιλήνη»

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ

ΓΕΜΟΥΣΑΚΑΚΗ ANNA

ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Τριμελής Επιτροπή

Επιβλέπον: ΜΑΤΣΙΝΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Μέλος: ΦΟΥΔΟΥΛΑΚΗΣ

Μέλος : ΕΥΑΓΓΕΛΙΝΟΣ

ΜΥΤΙΑΗΝΗ,  
2019

## Ευχαριστίες

*Πριν αρχίσουμε την ανάπτυξη της πτυχιακής , θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές μας στο τμήμα Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου για την συμβολή τους στην ανάπτυξη των γνώσεων πάνω στην περιβαλλοντική επιστήμη αλλά και το έναυσμα που μας έδωσαν για περαιτέρω αναζήτηση στα τρέχοντα περιβαλλοντικά ζητήματα.*

*Ιδιαίτερως να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή κ. Ματσίνο Ιωάννη, ο οποίος μας βοήθησε σε ότι χρειαστήκαμε , καθώς επίσης και τον υποψήφιο διδάκτορα Τσαλιγόπουλο Άγγελο για την βοήθεια του κατά τη διάρκεια της δύσκολης αλλά ταυτόχρονα πολύ δημιουργικής περιόδου της συγγραφής.*

*Να ευχαριστήσουμε ξεχωριστά τους γονείς μας για την απεριόριστη αγάπη τους, την υπομονή και τις θυσίες τους αλλά και τις ανεκτίμητες συμβουλές τους, καθώς χάρη σε κείνους και την υποστήριξη τους καταφέραμε να ξεπεράσουμε τις δυσκολίες και να πετύχουμε .*

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή και Σκοπός Έρευνας.....	5
2. Θεωρητικό Πλαίσιο .....	5
2.1 Ηχοτοπία.....	6
2.2 Ιστορικό Προέλευσης του Ηχοτόπιου .....	7
2.3 Ο Όρος Ηχοτοπία στη Μουσική .....	7
2.4 Ο Όρος Ηχοτοπία στο Περιβάλλον .....	8
2.5 Ηχητικά Τοπία και Ρύπανση από Θόρυβο – Ηχορύπανση .....	10
2.6 Θόρυβος Το Πρόβλημα και οι Επιπτώσεις .....	11
2.7 Οι Σημαντικότερες Πηγές Θορύβου .....	12
2.8 Η Μέτρηση του Θορύβου .....	12
3. Αεροπορικός Θόρυβος .....	15
3.1 Κινητήρας και Μηχανικός Θόρυβος.....	16
3.2 Αεροδυναμικός Θόρυβος .....	16
3.3 Επιδράσεις στην Υγεία από Αεροπορικό Θόρυβο .....	17
3.4 Διεθνής Αξιολόγηση του Αεροπορικού Θορύβου.....	17
4. Θεσμικό Πλαίσιο για τον Αεροπορικό Θόρυβο .....	18
5. Μεθοδολογία.....	33
5.1 Περιοχή Μελέτης .....	33
5.2 Εργαλεία και Δείκτες .....	34
5.3 Διαδικασία δειγματοληψίας και ερωτηματολόγιο.....	35
6. Αποτελέσματα-Συζήτηση.....	35
6.1 Ανάλυση αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου .....	35
6.2 Δημογραφικά στοιχεία δείγματος .....	36
6.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου.....	39
6.4 Αποτελέσματα δειγματοληψιών θορύβου και ηχογραφήσεων.....	56
6.5 Φασματογραφήματα.....	58
7. Συμπεράσματα και μελλοντική έρευνα .....	61
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

## Περίληψη

Η συγκεκριμένη έρευνα αφορά την αξιολόγηση του αεροπορικού θορύβου στην περιοχή Νεάπολη της Μυτιλήνης. Προκειμένου να μελετηθεί ο συγκεκριμένος ρύπος και η επιρροή που έχει στους κατοίκους της περιοχής, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες θορύβου, ηχογραφήσεις ηχοτοπίου κατά τη διάρκεια πτήσεων και τέλος, μοιράστηκαν ερωτηματολόγια σε κατοίκους της περιοχής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η παρουσία του αεροπορικού θορύβου είναι αρκετά έντονη σε όλες τις περιπτώσεις. Τέλος, η άποψη των κατοίκων της περιοχής, συμφωνεί με τα ποσοτικά αποτελέσματα που αναδεικνύουν την καταπάτηση των επιτρεπτών ορίων.

*Λέξεις Κλειδιά:*

*Αεροπορικός Θόρυβος, Ηχοτοπίο, Ακουστική Πολυπλοκότητα*

## Abstract

This research concerns the assessment of aircraft noise in the area of Neapoli in Mytilene. In order to study the specific pollutant and its influence on the inhabitants of the area, noise samplings were conducted, sound recordings during flights and, finally, questionnaires were distributed to residents of the area. According to the results, the presence of aircraft noise is strong enough in all cases. Finally, the view of local residents agrees with the quantitative results that highlight the violation of permissible limits.

*Key Words:*

*Aircraft Noise, Soundscape, Acoustic Complexity*

## 1. Εισαγωγή και Σκοπός Έρευνας

Οι ήχοι είναι μια διαρκές και δυναμικό χαρακτηριστικό όλων των τοπίων. Οι βιολογικοί ήχοι των ζώων και οι γεωφυσικοί ήχοι του τρεχούμενου ύδατος και του ανέμου προέρχονται από φυσικά τοπία. Τα αστικά τοπία, αντίθετα, κυριαρχούνται από ήχους που παράγονται από τον άνθρωπο και εκπέμπονται από διάφορες πηγές, όπως μηχανές, σειρήνες και η τριβή των ελαστικών που περιστρέφονται (Barber et al., 2010). Από το σημαντικό έργο της Rachel Carson, *Silent Spring* (1962), συμπεραίνουμε πως οι ήχοι της φύσης συνδέονται άρρηκτα με την ποιότητα του περιβάλλοντος. Επειδή ο ήχος είναι μια θεμελιώδης ιδιότητα της φύσης και επειδή μπορεί να τροποποιηθεί δραματικά από μια ποικιλία ανθρώπινων δραστηριοτήτων (Liu et al., 2007) . Μέχρι σήμερα, δεν υπάρχει συνεπής θεωρία σχετικά με την οικολογική σημασία όλων των ήχων που προέρχονται από ένα τοπίο. Ευτυχώς, οι νέες τεχνολογίες όπως οι αυτοματοποιημένες συσκευές εγγραφής (Acevedo και Villanueva-Rivera 2006), η ύπαρξη φθηνών δυνατοτήτων αποθήκευσης, οι εξελίξεις στην επεξεργασία ακουστικών δεδομένων (Sueur et al., 2008, Trifa et al 2008) (Forman and Godron 1981, Urban et al., 1987, Turner 1989, Turner et al., 2001, Farina 2006) έχουν προχωρήσει αρκετά ώστε να επιτρέψουν την πρόοδο της έρευνας σχετικά με την οικολογική σημασία των ήχων στα τοπία.

Σκοπός αυτού του άρθρου είναι να παρουσιάσει ένα πρωτόκολλο αξιολόγησης αεροπορικού θορύβου στην περιοχή Νεάπολη της Μυτιλήνης χρησιμοποιώντας εργαλεία ακουστικής οικολογίας.

## 2. Θεωρητικό Πλαίσιο

Η οικολογία ηχοτοπίων (soundscape ecology) έχει σημαντικές παραλληλίες με την οικολογία τοπίου (Landscape ecology) (Forman and Godron 1981, Urban et al., 1987, Turner 1989, Turner et al., 2001, Farina 2006). Ο όρος «Ακουστική Οικολογία» έχει χρησιμοποιηθεί από διάφορες επιστήμες για να περιγράψει τη σχέση ανάμεσα σε ένα τοπίο και τη σύνθεση του ήχου σε αυτό. Το έργο του Southworth (1969) αποτελεί παράδειγμα μιας από τις πρώτες χρήσεις του όρου στη βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, το έργο του εξέτασε πώς οι ήχοι του δομημένου αστικού περιβάλλοντος βελτίωσαν την αντίληψη των ανθρώπων για το χώρο και τη σχέση τους με τις δραστηριότητες που συμβαίνουν μέσα στις πόλεις. Ως αποτέλεσμα, η πρώτη αναφορά των ηχοτοπίων εμφανίζεται στη βιβλιογραφία πολεοδομικού σχεδιασμού. Σχεδόν μια δεκαετία αργότερα, ο Schafer (1977) αναγνώρισε ότι οι ήχοι αποτελούν οικολογικές ιδιότητες των τοπίων, αναφερόμενες στα ηχητικά τοπία ως «τα ακουστικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής που αντικατοπτρίζουν τις φυσικές διαδικασίες». Το πρωταρχικό ενδιαφέρον του ήταν να χαρακτηρίσει τους φυσικούς ήχους που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνθεση της μουσικής. Ο Krause (1987) προσπάθησε αργότερα να περιγράψει τη σύνθετη διάταξη των βιολογικών ήχων και άλλων περιβαλλοντικών ήχων που εμφανίστηκαν σε μια τοποθεσία και εισήγαγε τους όρους «βιοφωνία» για να περιγράψει τη σύνθεση των ήχων που δημιουργήθηκαν από τους οργανισμούς και την «γεωφωνία» για να περιγράψει τους μη βιολογικούς ήχους του αέρα, βροχή, βροντή και ούτω καθεξής. Παράλληλα, η ταξινόμηση των ήχων έχει επεκταθεί και συμπεριλαμβάνει την ανθρωποφωνία που είναι οι ήχοι που προκαλούν οι άνθρωποι. Η οικολογία ηχοτοπίων έχει οριστεί ως “η συλλογή των βιολογικών, γεωφυσικών και ανθρωπογενών ήχων που προέρχονται από το τόπο και που διαφέρουν στο χώρο και στο χρόνο αντανakλώντας σημαντικές οικοσυστημικές διεργασίες και ανθρώπινες δραστηριότητες” (Pijanowski, 2011). Ο συνδυασμός αυτός δημιουργεί μοναδικά ακουστικά πρότυπα σε μια ποικιλία χωρικών και χρονικών κλιμάκων.

Η ακουστική οικολογία, όπως παρουσιάστηκε από τους Schafer (1977) και Truax (1999), θεωρείται συμπληρωματική των παραδοσιακών οικολογικών εννοιών και δεν βρίσκεται μέσα σε αυτές. Η ευρύτερη διεπιστημονική ακουστική οικολογία μελετά τις σχέσεις και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπων και ήχων σε ένα περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων των μουσικών ενορχηστρώσεων, της ακουστικής συνειδητοποίησης και της ακουστικής σχεδίασης (Schafer 1977, Truax 1999). Η ακουστική οικολογία δίνει μεγάλη έμφαση στην ανθρωποκεντρική έρευνα και όχι στην ευρύτερη κοινωνικοοικονομική προσέγγιση που ακολουθεί εδώ.

Η βιοακουστική (Fletcher 2007) είναι ένας άλλος σχετικός ερευνητικός χώρος που διακρίνουμε από την οικολογία ηχοτοπίων. Η μελέτη της επικοινωνίας μεταξύ οργανισμών είναι ένα πλούσιο και ώριμο πεδίο, που συμπεριλαμβάνει τη συμπεριφορά και τη φυσική της ηχητικής παραγωγής από τα ζώα. Ωστόσο, οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες επικεντρώνονται σε ένα μόνο είδος ή σε μια σύγκριση ειδών. Η παρουσίαση της οικολογίας του ηχοτόπιου επικεντρώνεται κυρίως στη μακροσκοπική ή κοινοτική ακουστική. Μας ενδιαφέρει η σύνθεση όλων των ήχων που ακούγονται σε μια τοποθεσία που είναι βιολογική, γεωφυσική ή ανθρωπογενής. Ένας άλλος πλούσιος τομέας έρευνας για την ακουστική οικολογία επικεντρώθηκε στον περιβαλλοντικό θόρυβο. Πρώτον στον τομέα της μηχανικής, σημαντική έρευνα έχει ασχοληθεί με τη φυσική του ήχου (Hartmann 1997) και έχουν χρησιμοποιηθεί νέες μέθοδοι για τον υπολογισμό του θορύβου που παράγεται από αεροπλάνα και αυτοκίνητα σε μεγάλες περιοχές (Miller 2008).

## 2.1 Ηχοτοπία

Το ηχοτόπιο αποτελεί βασικό στοιχείο του ηχητικού περιβάλλοντος που μπορεί να αντιληφθεί ο άνθρωπος. Υπάρχει μια ευρεία ιστορία της χρήσης του ηχοτόπιου, ανάλογα με την διάδοση του ήχου, που κυμαίνεται από την αστική σχεδίαση στην οικολογία της φύσης με την επιστήμη των υπολογιστών (Matsinos et.al 2016). Μια σημαντική διάκριση είναι να διαχωρίσει κανείς το ηχοτόπιο από το ευρύτερο ακουστικό περιβάλλον. Το ακουστικό περιβάλλον είναι ο συνδυασμός όλων των ακουστικών πόρων, φυσικών και τεχνητών, μέσα σε μια συγκεκριμένη περιοχή όπως εκείνη τροποποιήθηκε από το περιβάλλον σε προηγούμενες ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) τυποποίησε ωστόσο αυτούς τους ορισμούς το έτος 2008. Ο ορισμός είναι ο παρακάτω: Ηχοτοπία είναι “το ηχητικό περιβάλλον με έμφαση στον τρόπο που γίνεται αντιληπτό και κατανοητό από τα άτομα ή από μία κοινωνία” (Committee ISO/TC 043 “Acoustics”, 2008).

Ένα ηχοτόπιο είναι ένας ήχος ή συνδυασμός ήχων που σχηματίζεται ή προέρχεται από ένα ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον. Η μελέτη του ηχοτόπιου είναι το θέμα της ακουστικής οικολογίας ή της οικολογίας του ηχοτόπιου.

Ο όρος " ηχοτοπία" περιλαμβάνει επίσης την αντίληψη του ακροατή για τους ήχους που ακούγονται ως ένα περιβάλλον, δηλαδή πώς το περιβάλλον αυτό κατανοείται από εκείνους που ζουν μέσα σε αυτό το περιβάλλον. Η διατάραξη αυτών των ακουστικών περιβαλλόντων, έχει ως αποτέλεσμα την ηχορύπανση.

Επίσης, ο όρος " ηχοτοπία" μπορεί επίσης να αναφέρεται σε μια ηχογράφιση ή απόδοση ήχων που δημιουργούν την αίσθηση ότι βιώνουν ένα συγκεκριμένο ακουστικό περιβάλλον ή συνθέσεις που δημιουργούνται χρησιμοποιώντας τους ήχους που βρέθηκαν σε ένα ακουστικό περιβάλλον, είτε αποκλειστικά είτε σε συνδυασμό με μουσικές παραστάσεις.

Ο Pauline Oliveros, συνθέτης της ηλεκτρονικής μουσικής τέχνης μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όρισε τον όρο "ηχοτοπίο" ως οι κυματομορφές που μεταδίδονται πιστά στο ηχητικό πλαίσιο, στο αυτί και τους μηχανισμούς του".

## 2.2 Ιστορικό Προέλευσης του Ηχοτόπιου

Η προέλευση του όρου ηχοτοπίου είναι κάπως ασαφής. Είναι συχνά λανθασμένο να θεωρείται ότι έχει δημιουργηθεί από τον Καναδό συνθέτη και φυσιολάτρη Murray Schafer, ο οποίος μάλιστα οδήγησε σε μεγάλο μέρος της πρωτοποριακής εργασίας για το θέμα, από τη δεκαετία του 1960 και μετά. Σύμφωνα με μια συνέντευξη με τον Schafer που δημοσιεύθηκε το 2013, ο ίδιος ο Schafer αποδίδει τον όρο στον πολεοδόμο Michael Southworth.

Ο Southworth, πρώην σπουδαστής του Kevin Lynch, ηγήθηκε ενός έργου στη Βοστώνη τη δεκαετία του 1960 και ανέφερε τα συμπεράσματα του σε μια εργασία με τίτλο «Το ηχητικό περιβάλλον των πόλεων», το 1969, όπου χρησιμοποιείται ο όρος ηχοτόπιο. Ωστόσο μια βασική αναζήτηση στο Google, αποκαλύπτει ότι το ηχοτοπίο είχε χρησιμοποιηθεί σε άλλες εκδόσεις πριν από αυτό. Επομένως απαιτείται περισσότερη έρευνα για να προσδιοριστεί λεπτομερώς το ιστορικό υπόβαθρο.

Την ίδια εποχή με το έργο του Southworth στη Βοστώνη, ο Schafer ξεκίνησε το διάσημο έργο του World Soundscape μαζί με συναδέλφους όπως ο Barry Truax και η Hildegard Westerkamp. Ο Schafer συνέλεξε στη συνέχεια τα ευρήματα από το παγκόσμιο πλαίσιο ηχοτοπίου και επεξεργάστηκε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια την έννοια του ηχητικού σκηνικού στο τεράστιο έργο του για το ηχητικό περιβάλλον "Tuning of the World".

## 2.3 Ο Όρος Ηχοτοπίο στη Μουσική

Στη μουσική, οι συνθέσεις ηχοτοπίου είναι συχνά μια μορφής ηλεκτρονικής μουσικής ή ηλεκτροακουστικής μουσικής. Οι συνθέτες που χρησιμοποιούν τα ηχητικά τοπία, περιλαμβάνουν τον πρωτότυπο ήχο της σύνθεσης σε πραγματικό χρόνο από τις θεωρίες των Barry Truax, Hildegard Westerkamp και του Luc Ferrari, του οποίου το έργο είναι μια πρόωπη σύνθεση ηχοτοπίου. Ο συνθέτης Petri Kuljuntausta δημιούργησε επίσης συνθέσεις ήχου από τους ήχους του ουράνιου τρούλου και του Aurora Borealis καθώς και τις υποβρύχιες καταγραφές βαθιάς θάλασσας σε ένα έργο με τίτλο "Charm of Sound". Το έργο προσγειώθηκε στο έδαφος του ουράνιου σώματος Τιτάνα το 2005, αφού ταξίδεψε στο εσωτερικό του διαστημικού οχήματος Huygens σε διάστημα επτά ετών και τεσσάρων δεκατομμυρίων χιλιομέτρων μέσα στο διάστημα.

Τα ηχοτόπια της μουσικής μπορούν επίσης να δημιουργηθούν με αυτοματοποιημένες μεθόδους λογισμικού, όπως η πειραματική εφαρμογή TAPESTREA, ένα πλαίσιο για τον σχεδιασμό ήχου και τη σύνθεση ηχητικού σκηνικού κ.ά. Το ηχοτόπιο είναι επίσης συχνά το θέμα της μιμητικής μουσικής στο κέντρο του Timbre, όπως το τραγούδι στο λαϊκό του Tuva. Η διαδικασία της Ακρόασης Timbral χρησιμοποιείται για την ερμηνεία του στύλου του ήχου. Αυτό το στυλ μιμείται και αναπαράγεται χρησιμοποιώντας τα φωνητικά ή πλούσια όργανα παραγωγής αρμονικών ήχων.

## 2.4 Ο Όρος Ηχοτοπία στο Περιβάλλον

Στο περιβάλλον, υπάρχουν δύο διαφορετικά ηχητικά τοπία, είτε hi-fi είτε lo-fi, που δημιουργούνται. Ένα ηχοτοπία στη φύση, προσφέρει περισσότερες συχνότητες hi-fi σε σύγκριση με τη πόλη, επειδή το φυσικό τοπίο δημιουργεί την ευκαιρία να ακούσει κανείς περιστατικά από το κοντινό και μακρινό ήχο.

Σε ένα ηχητικό σκηνικό lo-fi, τα σήματα επηρεάζονται από πάρα πολλούς ήχους και η προοπτική ακούσματος ενός ήχου, χάνεται στο ευρύ φάσμα των θορύβων. Σε ηχητικά τοπία lo-fi, όλα είναι πολύ κοντά και συμπαγή. Ένα άτομο μπορεί μόνο να ακούει τις άμεσα ηχητικά γεγονότα (πχ φωνές ζώων). Στις περισσότερες περιπτώσεις lo-fi ηχοτοπίων, ακόμη και οι συνηθισμένοι ήχοι πρέπει να ενισχυθούν υπερβολικά για να ακουστούν.

Όλοι οι ήχοι έχουν μοναδικό χαρακτήρα. Εμφανίζονται ταυτόχρονα σε ένα μέρος και δεν μπορούν να αναπαραχθούν. Στην πραγματικότητα, είναι φυσικά αδύνατο για τη φύση να αναπαράγει κάθε φωνή δύο φορές ακριβώς με τον ίδιο τρόπο. Σύμφωνα με τον Schafer υπάρχουν, κάποια βασικά στοιχεία του ηχοτοπίου:

### *Βασικοί ήχοι*

Οι βασικοί ήχοι μπορεί να μην ακούγονται πάντα συνειδητά, αλλά περιγράφουν το χαρακτήρα των ανθρώπων που ζουν εκεί (Schafer, 1967). Δημιουργούνται από τη φύση (γεωγραφία και κλίμα) όπως τον άνεμο, νερό, δάση, πεδιάδες, πουλιά, έντομα, ζώα. Σε πολλές αστικές περιοχές, η κυκλοφορία των οχημάτων έχει γίνει ο βασικός ήχος αυτών.

### *Ηχητικά σήματα*

Αυτοί είναι οι ήχοι στο προσκήνιο, οι οποίοι ακούγονται συνειδητά. Παραδείγματα είναι συσκευές προειδοποίησης, καμπάνες, σφυρίχτρες, σειρήνες κ.λπ.

### *Ηχος Soundmark*

Αυτός ο ήχος (ηχώσημο) προέρχεται από τον όρο ορόσημο. Ένα σήμα ήχου είναι ένας ήχος που είναι μοναδικός σε μια περιοχή. Στο βιβλίο του το 1977, ο Schafer έγραψε: «Μόλις αναγνωριστεί ένας ήχος Soundmark, αξίζει να προστατευθεί, διότι τα soundmarks κάνουν την ακουστική ζωή μιας κοινότητας μοναδική».

Ο Bernie Krause, επαναπροσδιόρισε τις πηγές του ήχου από την άποψη των τριών βασικών συνιστωσών τους, δηλαδή τη γεωφωνία, τη βιοφωνία και την ανθρωποφωνία.

### *Γεωφωνία*

Αποτελείται από το πρόθεμα, γη και τον ήχο και αναφέρεται στις πηγές ήχου που παράγονται από μη βιολογικές φυσικές πηγές, όπως ο άνεμος στα δέντρα, το νερό σε ένα ρεύμα ή τα κύματα στο τον ωκεανό και τη μετακίνηση της γης, τους πρώτους ήχους που ακούγονται στη γη από οποιονδήποτε οργανισμό.

### *Βιοφωνία*

Αποτελείται από το πρόθεμα, τη βιολογία και το επίθημα για ήχο, όπου ο όρος αυτός αναφέρεται σε όλες τις μη ανθρώπινες, μη βιολογικές πηγές ήχου.



## Ανθρωποφωνία

Το όνομά του αποτελείται από το πρόθεμα, *anthro* (ανθρώπινο γένος), ο όρος αυτός αναφέρεται σε όλες τις ηχητικές υπογραφές που παράγονται από τον άνθρωπο.

## Θόρυβος

Ο ήχος είναι μια ακουστική αίσθηση όπου ορισμένες φορές μπορεί να είναι επικίνδυνη για την υγεία, να παρεμβαίνει στην ομιλία και στις προφορικές επικοινωνίες ή να είναι ενοχλητική στην ακοή των ατόμων (*Alvarsson, Wiens, Nilsson, 2010*). Ο ήχος επίσης, ορίζεται ως οποιαδήποτε μεταβολή της πίεσης στον αέρα, στο νερό ή σε άλλο υγρό μέσο που μπορεί να ανιχνευθεί από το ανθρώπινο αυτί.

Τα δύο πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που πρέπει να γνωρίζουμε για την αξιολόγηση του ήχου ή του θορύβου, είναι το εύρος και η συχνότητα. Το εύρος ή το *ύψος* του ηχητικού κύματος από την κορυφή στην βάση, καθορίζει την ένταση του. Το μήκος κύματος καθορίζει τη συχνότητα του ήχου (*Walala, Spence, 2015*). Η συχνότητα του ήχου εκφράζεται σε μήκη κύματος ανά δευτερόλεπτο ή σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο CPS) και πιο συχνά αναφέρεται ως Hertz. Το εύρος της ανθρώπινης ακοής είναι μεταξύ 20 – 20000 Hertz. Ένας ήχος χαμηλής συχνότητας είναι περίπου 250 Hertz (Hz) και κάτω, ενώ ένας ήχος υψηλής συχνότητας είναι 20000 Hz και άνω. Ο θόρυβος μεσαίας συχνότητας πέφτει μεταξύ 250 και 2000 Hz (*Walala, Spence, 2015*).

Το πλάτος του ήχου εκφράζεται σε ντεσιμπέλ (dB). Αυτή είναι μια λογαριθμική συμπιεσμένη κλίμακα, όπου μικρές αυξήσεις σε dB αντιστοιχούν σε μεγάλες αλλαγές στην ακουστική ενέργεια. Τα μήκη κύματος ήχου είναι η γραμμική μέτρηση ενός πλήρους κύκλου μετατόπισης όπου η κίνηση των μορίων του αέρα συμπιέζεται πρώτα και στη συνέχεια επεκτείνονται. Το μήκος κύματος καθορίζεται από την αναλογία της ταχύτητας του ήχου προς τη συχνότητα (*Kryter, 1994*).

Σε μια λογαριθμική κλίμακα Decibel κάθε αύξηση 10 dB στην κλίμακα είναι ισοδύναμη με ένα δεκαπλασιασμό της έντασης που αντιστοιχεί με διπλασιασμό της ηχηρότητας. Ένας ήχος των 20 dB είναι 10 φορές πιο έντονος από έναν ήχο των 10 dB, ενώ ένας ήχος των 30 dB είναι 100 φορές πιο έντονος. Η χρήση της λογαριθμικής κλίμακας συμπίπτει τη μονάδα μέτρησης σε ένα εύχρηστο εύρος για να απλοποιήσει τους υπολογισμούς, τους υπολογισμούς και τον ποσοτικό χειρισμό των δεδομένων (*πίνακας 1*).

<b>Επίπεδο Decibel</b>	<b>Παράδειγμα</b>	<b>Φορές εντονότερος</b>	<b>Φορές ηχηρότερος</b>
<b>10 dB</b>	Θρόισμα φύλλων	1	1
<b>20 dB</b>	Χτύπος δείκτη ρολογιού	10	2
<b>30 dB</b>	Φτερούγισμα πουλιού	100	4
<b>40 dB</b>	Ήσυχη συζήτηση	1000	8
<b>50 dB</b>	Έντονη συζήτηση	10.000	16
<b>60 dB</b>	Ήχοι οδικής κυκλοφορίας	100.000	32

<b>70 dB</b>	Ηλεκτρική σκούπα	1 εκατομμύριο	64
<b>80 dB</b>	Έντονος θόρυβος οδικής κυκλοφορίας	10 εκατομμύρια	128
<b>90 dB</b>	Πρόβλημα ακοής μετά από 15 λεπτά		
<b>100 dB</b>	Μουσική σε κέντρο	1 δις	512
<b>110 dB</b>	Απογείωση Jet	10 δις	1024
<b>120 dB</b>	Κατώφλι του πόνου. Άμεσο πρόβλημα ακοής		

Πίνακας 1. Η λογαριθμική κλίμακα Decibel

Τέλος, αναφέρεται ο παλμικός θόρυβος που είναι ένα σύντομο ακουστικό συμβάν που χαρακτηρίζεται από ξαφνική άνοδο ή απότομη αύξηση της ηχητικής πίεσης που ακολουθείται από ομοιόμορφη ή ταλαντωτική αποσύνθεση που διαρκεί λιγότερο από 1/2 δευτερόλεπτο. Ο συγκεκριμένος τύπος θορύβου εμφανίζει συνήθως ξεχωριστή φασματική υπογραφή σε ολόκληρη την περιοχή συχνοτήτων χωρίς την ύπαρξη διακριτών τόνων. Παραδείγματα τέτοιου τύπου θορύβου περιλαμβάνουν πυροβολισμούς, συστήματα καθαρισμού παλμών, πρέσες διάτρησης κλπ.

## 2.5 Ηχητικά Τοπία και Ρύπανση από Θόρυβο - Ηχορύπανση

Τα κείμενα σχετικά με την ηχορύπανση υιοθετούν όλο και περισσότερο μια ολιστική προσέγγιση για τον έλεγχο του θορύβου. Ενώ η ακουστική οικολογία τείνει να βασίζεται στις εργαστηριακές μετρήσεις και στα μεμονωμένα ακουστικά χαρακτηριστικά των αυτοκινήτων και ούτω καθεξής, το ηχοτοπίο ακολουθεί προσέγγιση από την κορυφή προς τη βάση.

Με βάση τις ιδέες του John Cage που αντιλαμβάνεται ολόκληρο τον κόσμο ως μια μουσική σύνθεση, οι ερευνητές του ήχου διερευνούν τη στάση των ανθρώπων απέναντι στα ηχητικά τοπία ως σύνολο και όχι μεμονωμένες πτυχές - και εξετάζουν πώς μπορεί ο ήχος να αλλάξει ολόκληρο το περιβάλλον ώστε να είναι πιο ευχάριστος στο ανθρώπινο αυτί. Μια τυπική εφαρμογή αυτού του στοιχείου, είναι η χρήση στρατηγικών κάλυψης, όπως στη χρήση χαρακτηριστικών νερού για την κάλυψη του ανεπιθύμητου θορύβου από την κυκλοφορία. Έχει αποδειχθεί ότι η κάλυψη μπορεί να λειτουργήσει σε ορισμένες περιπτώσεις, αλλά ότι η επιτυχής έκβαση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως τα επίπεδα ηχητικής.

Η παρακολούθηση επιπέδων θορύβου με σκοπό τη μείωση της ηχορύπανσης, ενσωματώνει φυσικά στοιχεία και όχι μόνο ανθρώπινα στοιχεία. Τα ηχητικά τοπία μπορούν να σχεδιαστούν από πολεοδόμους και αρχιτέκτονες τοπίου. Με την ενσωμάτωση της γνώσης των ηχητικών τοπίων στην εργασία τους, ορισμένοι ήχοι μπορούν να ενισχυθούν, ενώ άλλοι μπορούν να μειωθούν ή να ελεγχθούν. Έχει υποστηριχθεί επίσης ότι υπάρχουν τρεις κύριοι τρόποι με τους οποίους μπορούν να σχεδιαστούν ηχητικά τοπία όπως ο εντοπισμός λειτουργιών των ήχων, η μείωση ανεπιθύμητων ήχων και η εισαγωγή επιθυμητών ήχων, κάθε ένα από τα οποία θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για να εξασφαλιστεί μια συνολική προσέγγιση του σχεδιασμού ήχου στις πόλεις.

## 2.6 Θόρυβος Το Πρόβλημα και οι Επιπτώσεις

Η έννοια του θορύβου, αν και υποκειμενική σε σημαντικό βαθμό, αποτελεί ζήτημα υποκειμενικό αλλά και αντικειμενικό. Η μεταβολή και ο χαρακτηρισμός ενός ηχητικού σήματος από ήχο σε θόρυβο, είναι ένα πολύπλευρο θέμα. Αποτελεί ζήτημα ακουστικής ως κλάδο της επιστήμης της φυσικής, της ψυχοακουστικής όσον αφορά τη διαφορετικότητα με την οποία αντιλαμβάνονται οι άνθρωποι τον ήχο, αλλά και νομικό ζήτημα, ανάλογα με τα όρια που έχουν τεθεί σε κάθε κράτος ή περιοχή.

Η εξέλιξη έχει προγραμματίσει τους ανθρώπους να γνωρίζουν κάποιους ήχους ως πιθανές πηγές κινδύνου (*Hughes RW, 2003*). Ο θόρυβος, ο οποίος μεταξύ άλλων ορίζεται ως ανεπιθύμητος ήχος, είναι ένας ρύπος του οποίου τα αποτελέσματα στην υγεία έχουν παραμεληθεί παρά την ικανότητα να μετράει ή να υπολογίζει με ακρίβεια την έκθεση από τα κορυφαία επίπεδα ή την μέση ενέργεια με την πάροδο του χρόνου.

Ο θόρυβος είναι επίσης (*Διαλέξεις Μαθήματος Ακουστικής Οικολογίας, 2018-2019*):

- Θέμα ηχηρότητας

Τα πολλά decibel είναι θόρυβος

- Θέμα αντίληψης, διάθεσης, πρόθεσης και χρονικού προσδιορισμού της εκπομπής

Ακόμη και ένας ήχος μικρής ηχηρότητας μπορεί να είναι θόρυβος. Ο θόρυβος είναι απλά ένας ανεπιθύμητος ήχος

- Θέμα φυσικής του ήχου

Όταν η αυξομείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης ή της ηχηρότητας είναι μη περιοδική και μη αρμονική σε συνάρτηση με το χρόνο

- Θέμα επίτευξης επικοινωνίας μεταξύ των ειδών

Ακόμη και ένας καταρράκτης θα μπορούσε να εμποδίσει την επικοινωνία άρα είναι θόρυβος

Παρόλο που οι άνθρωποι τείνουν να συνηθίζουν στην έκθεση σε θόρυβο, ο βαθμός οικειοποίησης διαφέρει για τα άτομα και είναι σπάνια πλήρης (*Basner M, 2011*). Εάν η έκθεση σε θόρυβο είναι χρόνια και υπερβαίνει ορισμένα επίπεδα, τότε μπορούν να παρατηρηθούν αρνητικά αποτελέσματα για την υγεία (*WHO, 2019*). Οι επιπτώσεις στην υγεία αναγνωρίστηκαν για πρώτη φορά σε επαγγελματικά περιβάλλοντα, όπως υφαντουργεία, όπου τα υψηλά επίπεδα θορύβου σχετίζονταν με την απώλεια θορύβου που προκλήθηκε από το θόρυβο (*Stansfeld S, 2000*). Ο θόρυβος εργασίας είναι ο πιο συχνά μελετημένος τύπος έκθεσης στο θόρυβο. Οι σχετικές έρευνες έχουν επεκταθεί στον κοινωνικό θόρυβο (π.χ. ήχοι νυχτερινών κέντρων διασκέδασης ή μέσω προσωπικών συσκευών αναπαραγωγής μουσικής) και περιβαλλοντικό θόρυβο (π.χ. ο θόρυβος από το οδικό, σιδηροδρομικό, εναέρια και βιομηχανική κατασκευή). Αυτές οι εκθέσεις για το θόρυβο έχουν συνδεθεί με μια σειρά μη ακουστικών επιπτώσεων στην υγεία, συμπεριλαμβανομένης της ενόχλησης, (*Miedema HME, 2001*) διαταραχές του ύπνου, (*Muzet A, 2007*) καρδιαγγειακές παθήσεις, (*van Kempen E, 2012, Sørensen M, 2012*) και εξασθένιση των γνωστικών επιδόσεων στα παιδιά (*Stansfeld SA, 2003*). Οι επιπτώσεις του θορύβου στην υγεία από τους χώρους διασκέδασης και από τους γείτονες προκαλούν πολλές καταγγελίες στις τοπικές αρχές. Η σημασία που αποδίδεται στους ήχους μπορεί να επηρεάσει την

ανταπόκρισή μας σε αυτές - π.χ. η ανταπόκριση στον θόρυβο των αεροσκαφών μπορεί να διαφέρει μεταξύ ενός υπαλλήλου του αεροδρομίου και ενός κατοίκου που φοβάται τις μακροπρόθεσμες συνέπειες για την υγεία λόγω της έκθεσης στο θόρυβο. Ο θόρυβος είναι έντονος στα αστικά περιβάλλοντα και η διαθεσιμότητα των ήσυχων χώρων μειώνεται (Tsaligopoulos et al, 2017). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, περίπου 56 εκατομμύρια άνθρωποι (54%) που ζουν σε περιοχές με περισσότερους από 250.000 κατοίκους εκτίθενται σε θόρυβο οδικής κυκλοφορίας άνω του μέσου όρου  $L_{DEN}$  55 dB ετησίως, γεγονός που θεωρείται επικίνδυνο για την υγεία (Babisch W, 2012). Έτσι, η κατανόηση του περιβαλλοντικού θορύβου είναι σημαντική για τη δημόσια υγεία.

## 2.7 Οι Σημαντικότερες Πηγές Θορύβου

Ο θόρυβος μπορεί να προέρχεται από πολλά μέρη. Ακολουθούν κάποιες πηγές:

*Συγχωτικές πηγές:*

Gadgets όπως μίξερ τροφίμων, μύλος, ηλεκτρική σκούπα, πλυντήριο ρούχων και στεγνωτήριο, ψυγείο, κλιματιστικά, μπορεί να είναι πολύ θορυβώδη και επιβλαβή για την υγεία. Άλλοι περιλαμβάνουν μεγάλα ηχεία ηχητικών συστημάτων και τηλεοράσεις, ipod και ακουστικά. Ένα άλλο παράδειγμα μπορεί να είναι ο σκύλος του γείτονά σας να γαυγίζει όλη τη νύχτα καθημερινά σε κάθε σκιά που βλέπει, ενοχλώντας όλους τους άλλους στο διαμέρισμα (Kendall, R. A. 1986).

*Κοινωνικές εκδηλώσεις:*

Οι χώροι λατρείας, οι ντίσκο και οι συναυλίες, τα πάρτι και άλλες κοινωνικές εκδηλώσεις δημιουργούν επίσης πολύ θόρυβο για τους κατοίκους της περιοχής. Σε πολλούς τομείς της αγοράς, οι άνθρωποι πωλούν με δυνατούς ομιλητές, άλλοι φωνάζουν προσφορές και προσπαθούν να κάνουν τους πελάτες να αγοράσουν τα προϊόντα τους. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο ορός γάλακτος αυτά τα γεγονότα δεν είναι συχνά, μπορούν να ονομάζονται «Οχλήσεις» και όχι η ηχορύπανση (Matthews, M. 1999).

*Εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες:*

Οι εκτυπωτικές μηχανές, οι μεταποιητικές βιομηχανίες, τα εργοστάσια, συμβάλλουν στη ρύπανση του θορύβου σε μεγάλες πόλεις. Σε πολλές βιομηχανίες, είναι μια απαίτηση ότι οι άνθρωποι φορούν πάντα ωτοασπίδες για να ελαχιστοποιήσουν την έκθεσή τους σε έντονους θορύβους. Οι άνθρωποι που εργάζονται με χλοοκοπτικές μηχανές, ελκυστήρες και θορυβώδες εξοπλισμό πρέπει επίσης να φορούν συσκευές που προστατεύουν από το θόρυβο (Nemiroff, R. 2015).

*Μεταφορά:*

Σκεφτείτε αεροπλάνα που πετούν πάνω σε σπίτια κοντά σε πολυσύχναστα αεροδρόμια όπως το Heathrow (Λονδίνο) ή το Ohare (Σικάγο), πάνω σε υπόγεια και υπόγεια τρένα, οχήματα στο δρόμο - αυτά κάνουν συνεχώς πολύ θόρυβο και οι άνθρωποι αγωνίζονται πάντα να τα αντιμετωπίσουν (Nemiroff, R. 2015).

## 2.8 Η Μέτρηση του Θορύβου

Μία παράμετρος του ακουστικού κύματος που χρησιμοποιείται γενικά για την εκτίμηση της ηχητικής έκθεσης στον άνθρωπο είναι η στάθμη ηχητικής πίεσης εκφρασμένη σε  $\mu\text{Pa}$  ή  $\text{Pa}$ .

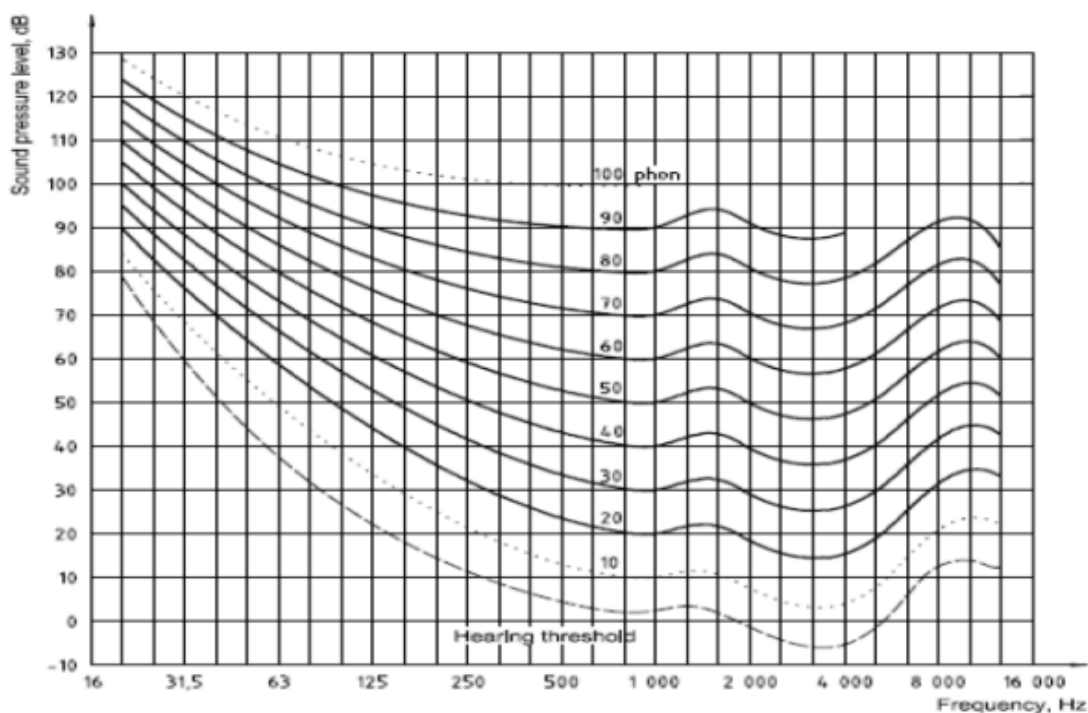
Τα επίπεδα ηχητικής πίεσης του ανθρώπινου αυτιού κυμαίνονται από 20  $\mu\text{Pa}$  έως 20 Pa (κατώτατο όριο), με αποτέλεσμα την κλίμακα 1: 10.000.000. Δεδομένου ότι η χρήση μιας τέτοιας μεγάλης κλίμακας δεν είναι πρακτική, εισήχθη μια λογαριθμική κλίμακα σε ντεσιμπέλ (dB), η οποία είναι επίσης σύμφωνη με φυσιολογικές και ψυχολογικές ακοήσεις (*Webster, 1936*).

Το dB της στάθμης της ηχητικής πίεσης (dB SPL) ορίζεται ως:  $20 \log_{10} p_1 / p_0$  όπου το  $p_1$  είναι πραγματικά μετρημένο επίπεδο ηχητικής πίεσης ενός δεδομένου ήχου και  $p_0$  είναι μια τιμή αναφοράς 20 $\mu\text{Pa}$ , που αντιστοιχεί στο χαμηλότερο όριο ακοής των νεαρών, με υγιές αυτί. Στη λογαριθμική κλίμακα, το εύρος των ακουστικών ήχων του ανθρώπινου αυτιού είναι από 0 dB SPL (κατώφλι ακοής) έως 120-140 dB SPL (κατώφλι πόνου) (βλ. Πίνακα 1 παρακάτω) (*Olson, 1967*).

Το ανθρώπινο αυτί δεν είναι εξίσου ευαίσθητο στους ήχους (τόνους) με τα ίδια επίπεδα ηχητικής πίεσης αλλά σε διαφορετικές συχνότητες. Αυτό το υποκειμενικό ή αντιληπτό μέγεθος ενός ήχου από ένα άτομο ονομάζεται ένταση του. Η ένταση του ήχου δεν είναι ίση με την στάθμη της ηχητικής πίεσης και διαφέρει σε διαφορετικές συχνότητες. Προκειμένου να εκτιμηθεί η ένταση του ήχου, διερευνούνται οι ισόφωνες καμπύλες. Οι ισοφωνικές (isophon) καμπύλες συσχετίζουν το χαρακτηριστικό ενός δεδομένου τόνου που εκφράζεται σε dB SPL στο υποκειμενικό επίπεδο έντασης που εκφράζεται σε τηλέφωνα (βλέπε εικόνα 1 παρακάτω). Όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί, οι συχνότητες 3-4 kHz είναι οι πιο ευαίσθητες στο εύρος συχνοτήτων από 20 Hz έως 20 kHz που μπορούν να ακουστούν από το ανθρώπινο αυτί. Για συχνότητες μικρότερες από 3-4 kHz και υψηλότερες συχνότητες ήχου, το αυτί γίνεται λιγότερο ευαίσθητο (*Burton, R. L. 2015*).

Ενώ οι μετρήσεις της ηχητικής πίεσης πρέπει να δίνουν μια ένδειξη της ηχητικής πίεσης σε dB SPL, στο πλαίσιο της ανθρώπινης ακοής είναι πρακτικότερο να παρέχεται και μια τιμή που αντιστοιχεί περισσότερο στην ακοή. Το φίλτρο "A" τροποποιεί την απόκριση συχνότητας να ακολουθεί περίπου την ίση καμπύλη έντασης 40 φωνών, ενώ το φίλτρο "C" ακολουθεί περίπου την ίση καμπύλη έντασης 100 φωνών. Ένα φίλτρο "B" αναφέρεται επίσης σε ορισμένα κείμενα, αλλά δεν χρησιμοποιείται πλέον στις αξιολογήσεις του θορύβου (*Viemeister, Neal F 1993*). Η χρήση του φίλτρου A έχει αυξηθεί με την πάροδο του χρόνου. Στην τρέχουσα πρακτική, το φίλτρο καμπύλης στάθμησης A χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των επιπέδων ηχητικής πίεσης ως συνάρτηση της συχνότητας, περίπου σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά απόκρισης συχνότητας του ανθρώπινου ακουστικού συστήματος για καθαρούς τόνους. Αυτό σημαίνει ότι η ενέργεια σε χαμηλές και υψηλές συχνότητες αποδυναμώνεται σε σχέση με την ενέργεια στην περιοχή μεσαίων συχνοτήτων (*Rosen, 1992*). Η στάθμιση B (ή ακόμα και C) παρέχουν καλύτερη αντιστοιχία μεταξύ της έντασης και των μέτρων (ή υψηλών) ακουστικών επιπέδων, ωστόσο η στάθμιση διαφέρει μόνο από B και C ως συχνότητες υποβρύχισης κάτω από περίπου 500 Hz. Δεδομένου ότι το ανθρώπινο αυτί είναι πολύ πιο ανθεκτικό στην προκαλούμενη από θόρυβο απώλεια ακοής σε και με χαμηλές συχνότητες (*Moore, 2008*).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το φίλτρο A έχει πλέον υιοθετηθεί γενικά και ότι τα επίπεδα ηχητικής πίεσης που συχνά αναφέρονται στην βιβλιογραφία της ακουστικής απλώς σε dB είναι στην πραγματικότητα σταθμισμένα επίπεδα A. Πολλοί παλαιότεροι μετρητές στάθμης ήχου γενικού σκοπού περιορίζονται αποκλειστικά σε μετρήσεις στάθμης ηχητικής πίεσης A (*Moore, 2008*).



**Εικόνα 1:** Τοπικές στάθμες ηχητικής πίεσης για ήχους καθημερινής ζωής

Διαφορετικά μέτρα ντεσιμπέλ χρησιμοποιούνται στην ακτινομετρία (αξιολόγηση της ευαισθησίας της ακοής) παρά σε μέτρηση της ηχητικής πίεσης. Εξαρτάται από την τιμή αναφοράς. Τα ακουσιομετρικά κατώφλια καθαρού τόνου εκφράζονται σε dB HL (Hearing Level, επίπεδο ακοής) και αναφέρονται στα όρια ακοής των κανονικών νεαρών ατόμων. Οι διαφορές μεταξύ του dB HL και του dB SPL προκύπτουν από τις ισόφωνες καμπύλες (*De Cheveigne, A 2005*). Παρόμοια με το dB HL, οι τιμές dB nHL (κανονική στάθμη ακοής) αναφέρονται σε κατώφλια ακοής των φυσιολογικών ατόμων ακοής, αλλά θεωρούν τα ημιτονοειδή ερεθίσματα ήχου (π.χ. κλικ).

Οι ήχοι συνήθως αναγνωρίζονται από το φάσμα συχνοτήτων τους, το οποίο είναι επίσης σχετικό με την ανθρώπινη αντίληψη επειδή οι αναλύσεις αυτιών ακούγονται στον κοχλία με φασματική ανάλυση. Το στοιχειώδες στοιχείο ενός φάσματος συχνοτήτων είναι ένα ημιτονοειδές κύμα ή ημιτονοειδές με συγκεκριμένη συχνότητα. Όλα τα ηχητικά κύματα μπορούν να περιγραφούν ως γραμμική υπέρθεση των ημιτονοειδών. Κάθε ημιτονοειδές μπορεί να χαρακτηρίζεται από τη συχνότητά του, το εύρος του και τη φάση σε σχέση με το μηδενικό χρονικό σημάδι.

Τα ημιτονοειδή με την ίδια συχνότητα και πλάτος υπερκαλύπτουν είτε εποικοδομητικά, προσθέτοντας μέχρι ένα ημιτονοειδές με διπλό πλάτος, εάν η διαφορά φάσης είναι μηδενική και καταστροφική, ακυρώνοντας εάν η διαφορά φάσης είναι 180 μοίρες (ή αντιφασική) με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ήχος αυτής της χαρακτηριστικής συχνότητας ένα συγκεκριμένο σημείο (*Krumbholz, K. 2003*). Ο ήχος που προέρχεται από τον λόγο και τη μουσική μπορεί επίσης να περιγραφεί από το φάσμα τους. Σε γενικές γραμμές, τα σήματα μπορούν να χωριστούν σε σήματα με τονικό χαρακτήρα και με θορυβώδη χαρακτήρα. Οι μετρήσεις ήχου πραγματοποιούνται με τον προσδιορισμό του εύρους των φασματικών συνιστωσών ή με την ανίχνευση της ηχητικής πίεσης μέσω μιας φυσικής συσκευής, π.χ. ένα μικρόφωνο. Η

συνολική ηχητική στάθμη ενός σήματος είναι ένα ριζικό σύνολο τετραγώνων του εύρους όλων των φασματικών συνιστωσών (Jones, S. 1998).

Τα επίπεδα σήματος, συμπεριλαμβανομένων των θορυβωδών σημάτων και της μουσικής, μετριοούνται με την τοποθέτηση ενός βαθμονομημένου μετρητή ήχου (μετρητής SPL) στην κεντρική θέση ενός πιθανού ακροατή. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται γενικά για τον προσδιορισμό του κινδύνου απώλειας ακοής στις συνθήκες εργασίας (Nishihara, M, 2014).

Το επίπεδο κορυφής που υποδεικνύει το υψηλότερο επίπεδο που καταγράφηκε είτε από το συνολικό (σταθμισμένο) σήμα είτε από συγκεκριμένα στοιχεία Το δωρο ισοδύναμο επίπεδο ( $L_{eq, 8h}$ ) που αποτελεί μέτρο για τον κίνδυνο της βλάβης της ακοής βάσει ορισμένων κριτηρίων (Nishihara, M, 2014).

### 3. Αεροπορικός Θόρυβος

Ο θόρυβος των αεροσκαφών, είναι η ηχητική ρύπανση που παράγεται από τα αεροσκάφη (αεροπλάνα) κατά τη διάρκεια των διαφόρων φάσεων μιας πτήσης. Η ηχητική παραγωγή θορύβου από τα αεροσκάφη, χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:

- Μηχανική περιστροφή θορύβου των τμημάτων του κινητήρα, ιδιαίτερα αισθητή όταν οι λεπίδες στις τουρμπίνες της μηχανής, φτάνουν στις υπερηχητικές ταχύτητες.
- Αεροδυναμικός θόρυβος – θόρυβος που ρέει γύρω από τις επιφάνειες του αεροσκάφους, ειδικά όταν τα αεροπλάνα πετούν χαμηλές σε υψηλές ταχύτητες.
- Θόρυβος από συστήματα αεροσκαφών - συστήματα συμπίεσης και κλιματισμού στο θάλαμο πιλοτηρίου και καμπίνας και μονάδες βοηθητικής ισχύος.

Οι συνέπειες για την υγεία από την ηχητική παραγωγή θορύβου από τα αεροσκάφη, περιλαμβάνουν την διαταραχή του ύπνου, προβλήματα ακοής και καρδιακές παθήσεις, καθώς και ατυχήματα στο χώρο εργασίας που προκαλούνται από άγχος. Μπορεί επίσης να επηρεαστεί η μνήμη των ατόμων. Οι κυβερνήσεις έχουν θεσπίσει εκτεταμένους ελέγχους που ισχύουν για τους σχεδιαστές, τους κατασκευαστές και τους φορείς εκμετάλλευσης αεροσκαφών, με αποτέλεσμα τη βελτίωση των διαδικασιών και τη μείωση της ρύπανσης.

Τα μικρά σε μέγεθος αεροσκάφη γενικής αεροπορίας, παράγουν έναν σχετικά αναγνωρίσιμο θόρυβο αεροσκαφών. Οι κύλινδροι των ελικοπτέρων και των ουρών τους επίσης παράγουν ένα βασικό αεροδυναμικό θόρυβο. Ως εκ τούτου, ο θόρυβος του αεροσκάφους είναι η ηχητική ρύπανση που προκαλείται από ένα αεροσκάφος ή τα εξαρτήματά του, είτε στο έδαφος ενώ σταθμεύει, όπως στις βοηθητικές μονάδες ισχύος, κατά την οδήγηση, κατά την απογείωση από έλικα και εκτόξευση αεριωθουμένων κατά τη διάρκεια της απογείωσης, από κάτω και από πλευρικές διαδρομές αναχώρησης και άφιξης, την υπερβολική γρήγορη πτήση κατά την πορεία ή κατά την προσγείωση. Ένα κινούμενο αεροσκάφος, συμπεριλαμβανομένης της μηχανής ή της έλικας, προκαλεί συμπίεση και αραίωση του αέρα, προκαλώντας κίνηση μορίων αέρα. Αυτή η κίνηση διαδίδεται μέσω του αέρα ως κύματα πίεσης. Εάν αυτά τα κύματα πίεσης είναι αρκετά ισχυρά και μέσα στο ακουστικό φάσμα συχνοτήτων, τότε παράγεται μια δυνατή αίσθηση της ακοής. Οι διαφορετικοί τύποι αεροσκαφών έχουν διαφορετικά επίπεδα θορύβου και συχνότητες.



### 3.1 Κινητήρας και Μηχανικός Θόρυβος

Μεγάλο μέρος του θορύβου στα έλικα, επέρχεται εξίσου από τις έλικες και την αεροδυναμική του σκάφους. Ο θόρυβος του ελικοπτέρου για παράδειγμα, προκαλεί αεροδυναμικό θόρυβο από το κύριο κιβώτιο ταχυτήτων και από τις διάφορες σχέσεις μετάδοσης της λειτουργίας του. Οι μηχανικές πηγές παράγουν στοιχεία υψηλής έντασης σε σχέση με την ταχύτητα περιστροφής και την κίνηση των κινούμενων μερών. Στους όρους μοντελοποίησης του υπολογιστή, ο θόρυβος από ένα κινούμενο αεροσκάφος μπορεί να αντιμετωπιστεί ως πηγή γραμμής πτήσης του.

Οι αεριοστροβιλοκινητήρες (αεριοθούμενοι κινητήρες) ευθύνονται για μεγάλο μέρος του θορύβου των αεροσκαφών κατά τη διάρκεια της απογείωσης και της ανόδου του, όπως ο θόρυβος που παράγεται όταν οι άκρες των πτερυγίων τουρμπίνας φτάνουν τις υπερηχητικές ταχύτητες. Ωστόσο, με την πρόοδο των τεχνολογιών μείωσης θορύβου, έχει αποδειχθεί πως η άτρακτος είναι συνήθως πιο θορυβώδης κατά τη διάρκεια της προσγείωσης.

Η πλειοψηφία των θορύβων του κινητήρα οφείλεται σε θόρυβο από τον αεριοθούμενο αέρα - αν και οι υψηλές συχνότητες *bypass-turbofans* έχουν σημαντικό θόρυβο στη μηχανή του σκάφους. Ο ήχος υψηλής ταχύτητας που φεύγει από το πίσω μέρος του κινητήρα, έχει εγγενή αστάθεια διαμητρικής στρώσης (αν όχι αρκετά παχύ) και μετακυλάει σε στροβίλους.

Οι κινητήρες αποτελούν την κύρια πηγή θορύβου των αεροσκαφών. Το προσαρμοσμένο πρόγραμμα *Pratt & Whitney PW1000G* βοήθησε στη μείωση των επιπέδων θορύβου των αεροσκαφών *Bombardier CSeries*, *Mitsubishi MRJ* και *Embraer E-Jet E2*. Το κιβώτιο ταχυτήτων επιτρέπει στον ανεμιστήρα να περιστρέφεται με βέλτιστη ταχύτητα, δηλαδή το ένα τρίτο της ταχύτητας του στροβίλου LP, για βραδύτερες ταχύτητες κορυφής ανεμιστήρα. Έχει ένα 75% μικρότερο αποτύπωμα θορύβου από τα σημερινά ισοδύναμα στοιχεία. Το *PowerJet SaM146* στο *Sukhoi Superjet 100* διαθέτει 3D αεροδυναμικά πτερύγια ανεμιστήρων και μια γέφυρα με ακροφύσιο ροής μεγάλου μήκους για τη μείωση του θορύβου.

Επίσης, τα συστήματα συμπίεσης και κλιματισμού καθώς και της καμπίνας αποτελούν συχνά σημαντικό παράγοντα προέλευσης ήχου στις καμπίνες πολιτικών και στρατιωτικών αεροσκαφών. Ωστόσο, μία από τις σημαντικότερες πηγές θορύβου καμπίνας από εμπορικά αεριοθούμενα αεροσκάφη, εκτός των κινητήρων, είναι η Μονάδα Βοηθητικής Ισχύος (APU), μια γεννήτρια που χρησιμοποιείται σε αεροσκάφη για την εκκίνηση των κύριων κινητήρων, συνήθως με πεπιεσμένο αέρα, και για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ το αεροσκάφος βρίσκεται στο έδαφος. Άλλα συστήματα εσωτερικών αεροσκαφών μπορούν επίσης να συμβάλουν, όπως εξειδικευμένο ηλεκτρονικό εξοπλισμό σε ορισμένα στρατιωτικά αεροσκάφη.

### 3.2 Αεροδυναμικός Θόρυβος

Ο αεροδυναμικός θόρυβος προκύπτει από τη ροή αέρα γύρω από την επιφάνεια του αεροσκάφους και τις επιφάνειες ελέγχου του. Αυτός ο τύπος θορύβου αυξάνεται με την ταχύτητα του αεροσκάφους και επίσης σε χαμηλά υψόμετρα λόγω της πυκνότητας του αέρα. Τα αεριοθούμενα αεροσκάφη δημιουργούν έντονο θόρυβο από την αεροδυναμική. Τα αεροσκάφη χαμηλής ταχύτητας, υψηλής ταχύτητας, παράγουν ιδιαίτερα δυνατό αεροδυναμικό θόρυβο.

Το σχήμα της μύτης, του παρμπρίζ ή του θόλου ενός αεροσκάφους επηρεάζει επίσης τον παραγόμενο ήχο. Μεγάλο μέρος του θορύβου ενός αεροσκάφους έλικας, είναι αεροδυναμικής



προέλευσης λόγω της ροής του αέρα γύρω από τις λεπίδες. Οι ρότορες του κυρίου και του ουραίου ελικοπτερού προκαλούν επίσης αεροδυναμικό θόρυβο. Αυτός ο τύπος αεροδυναμικού θορύβου είναι ως επί το πλείστον χαμηλής συχνότητα που καθορίζεται από την ταχύτητα του δρομέα. Συνήθως παράγεται θόρυβος όταν η ροή διέρχεται από ένα αντικείμενο στο αεροσκάφος, για παράδειγμα τα φτερά ή το σύστημα προσγείωσης. Υπάρχουν γενικά δύο κύριοι τύποι αεροδυναμικού θορύβου των αεροσκαφών:

- ❖ Ο θόρυβος του σώματος Bluff - ο εναλλασσόμενος στρόβιλος από κάθε πλευρά ενός σώματος, δημιουργεί περιοχές χαμηλής πίεσης (στον πυρήνα των στροβίλων) που εκδηλώνονται ως κύματα πίεσης (ή ήχος). Η διαχωρισμένη ροή γύρω από το σώμα του σκάφους είναι αρκετά ασταθής και η ροή "κυλά" επάνω σε δακτυλιοειδείς στροβίλους - οι οποίες αργότερα διασπώνται σε αναταράξεις.
- ❖ Ο θόρυβος της άκρης - όταν η στροβιλώδης ροή διέρχεται από το άκρο ενός αντικειμένου ή τα κενά σε μια δομή (κενά διάκενου της διάταξης μεγάλης ανύψωσης) ακούγονται οι σχετικές διακυμάνσεις της πίεσης καθώς ο ήχος διαδίδεται από την άκρη του αντικειμένου (ακτινικά προς τα κάτω)

### 3.3 Επιδράσεις στην Υγεία από Αεροπορικό Θόρυβο

Οι αεροκινητήρες αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή θορύβου και μπορούν να υπερβούν τα 140 ντεσιμπέλ (dB) κατά την απογείωση. Ενώ είναι αερομεταφερόμενοι, οι κύριες πηγές θορύβου είναι οι κινητήρες και οι αναταράξεις υψηλής ταχύτητας στην άτρακτο. Παρόλο που κάποια απώλεια ακοής εμφανίζεται φυσικά με την ηλικία, σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες η επίδραση του θορύβου είναι αρκετή για να επηρεάσει την ακοή κατά τη διάρκεια μιας ζωής. Τα αυξημένα επίπεδα θορύβου μπορούν να δημιουργήσουν άγχος, να αυξήσουν τα ποσοστά ατυχημάτων στο χώρο εργασίας και να τονώσουν την επιθετικότητα και άλλες αντικοινωνικές συμπεριφορές. Ο θόρυβος του αεροδρομίου έχει συνδεθεί με την υψηλή αρτηριακή πίεση.

### 3.4 Διεθνής Αξιολόγηση του Αεροπορικού Θορύβου

Ο θόρυβος των αεροσκαφών επηρεάζει επίσης τους ανθρώπους του αεροσκάφους όπως το πλήρωμα και τους επιβάτες. Ο θόρυβος της καμπίνας μπορεί να μελετηθεί για να αντιμετωπιστεί η επαγγελματική έκθεση και η υγεία και η ασφάλεια των πιλότων και των αεροσυνοδών.

Το 1999, ο Οργανισμός NIOSH διενήργησε αρκετές μελέτες θορύβου και αξιολογήσεις κινδύνου για την υγεία και διαπίστωσε ότι τα επίπεδα θορύβου υπερβαίνουν το συνιστώμενο όριο έκθεσής της σε ντεσιμπέλ με βάρος 85 A ως TWA 8 ωρών. Το 2006, τα επίπεδα θορύβου στο αεροσκάφος A321 κατά τη διάρκεια μιας θαλάσσιας κρουαζιέρας, έχουν αναφερθεί περίπου στα 78 dB (A) και κατά τη διάρκεια του ταξί, όταν οι κινητήρες των αεροσκαφών παράγουν ελάχιστη ώθηση, τα επίπεδα θορύβου στην καμπίνα έχουν καταγραφεί στα 65 dB (A).

Το 2008, μελέτη των σουηδικών πληρωμάτων θαλάμου επιβατών έδειξε μέση στάθμη ηχητικής στάθμης μεταξύ 78-84 dB (A) με μέγιστη σταθμισμένη έκθεση A των 114 dB, αλλά δεν βρήκε σημαντικές μεταβολές στα στοιχεία ακοής ( ). Το 2018 τέλος, μια μελέτη των επιπέδων ηχητικής στάθμης που μετρήθηκε σε 200 πτήσεις που αντιπροσωπεύουν έξι ομάδες αεροσκαφών, έδειξε επίπεδο θορύβου μέσων 83,5 db (A) με επίπεδα που φτάνουν τα 110 dB (A) σε ορισμένες πτήσεις, αλλά μόνο 4,5% αυτών, υπερέβη το όριο TWA 85 dB (A).

#### 4. Θεσμικό Πλαίσιο για τον Αεροπορικό Θόρυβο

Το Εθνικό Ινστιτούτο για την Κώφωση και άλλες Διαταραχές της Επικοινωνίας δηλώνει: «Μεγάλη ή επαναλαμβανόμενη έκθεση σε ήχο πάνω από 85 dB(A) μπορεί να προκαλέσει απώλεια ακοής» (*National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 2016*). Επειδή δεν υπάρχει ομοσπονδιακό πρότυπο, ένα επαγγελματικό πρότυπο που αποτρέπει την απώλεια της ακοής φαίνεται να έχει γίνει το de facto ως ασφαλές επίπεδο για όλες τις δημόσιες εκθέσεις θορύβου. Αυτό αποδεικνύεται από τη χρήση 85 ντεσιμπέλ ως ασφαλούς ηχητικού επιπέδου από την ακρόαση των επαγγελματιών υγείας και των οργανώσεών τους, στις εκθέσεις των μέσων ενημέρωσης και στις δημοσιεύσεις, συνήθως χωρίς χρονικά όρια, με τη χρήση του ως όριο όγκου για τα ακουστικά για παιδιά που διατίθενται στο εμπόριο για την πρόληψη της απώλειας της ακοής, και πάλι χωρίς τους χρόνους έκθεσης · και με γενική αποδοχή υψηλότερων επιπέδων θορύβου σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους στις Ηνωμένες Πολιτείες. (Οι διάφοροι οργανισμοί χρησιμοποιούν μετρήσεις A-σταθμισμένων ντεσιμπέλ ή μετρήσεις μη ζυγισμένων ντεσιμπέλ. Ένα πρότυπο επαγγελματικής έκθεσης σε θόρυβο δεν αποτελεί ασφαλές πρότυπο για το κοινό (Kardous CE, 2016).

Ο θόρυβος είναι διαφορετικός από άλλες επαγγελματικές εκθέσεις (π.χ. τοξικοί διαλύτες ή ιοντίζουσες ακτινοβολίες), επειδή η έκθεση εκδηλώνεται και εκτός του χώρου εργασίας. Το 1974, το γραφείο προστασίας και ελέγχου θορύβου του Οργανισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος (ONAC) προσαρμόσε το σύστημά του για πρόσθετο χρόνο έκθεσης: 24 αντί για 8 ώρες ημερησίως και 365 αντί για 240 ημέρες ετησίως. Η EPA υπολόγισε το επίπεδο ασφαλούς θορύβου για το κοινό για να αποτρέψει την απώλεια της ακοής να είναι 70-decibel time-weighted average για μια 24ωρη περίοδο ( $Leq(24) = 70$ ) (*US Environmental Protection Agency, 1974*). Ο θόρυβος έχει επίσης επιπτώσεις στην υγεία - αύξηση των ορμονών του στρες, υπέρταση, καρδιακή νόσο και θνησιμότητα - στις μέσες ημερήσιες εκθέσεις μόνο 55 dB, με παρεμβολή δραστηριότητας ξεκινώντας από 45 dB (*US Environmental Protection Agency, 1974*).

Γιατί δεν έχει γίνει πολύς έλεγχος του θορύβου στις Ηνωμένες Πολιτείες; Οι λόγοι είναι περίπλοκοι. Παρόλο που ο θόρυβος ήταν γνωστός ως κίνδυνος για την υγεία, αντιμετωπίστηκε ως περιβαλλοντικός ρύπος. Ο νόμος για τον έλεγχο θορύβου του 1972 θέσπισε μια εθνική πολιτική για την προώθηση ενός περιβάλλοντος για όλους τους Αμερικανούς χωρίς θόρυβο που έθεσε σε κίνδυνο την υγεία και την ευημερία τους, με δραστηριότητες ομοσπονδιακού ελέγχου του θορύβου που ανατίθενται στην EPA. Αυτές οι δραστηριότητες δεν χρηματοδοτήθηκαν ή υποστηρίχθηκαν επαρκώς. Το 1979, ο ONAC αντιμετώπισε τον κλάδο διαχείρισης των αποβλήτων, προτείνοντας κανονισμούς που απαιτούσαν μεγαλύτερους κύκλους συμπιεστή φορτηγών για τη μείωση του θορύβου. Οι προσπάθειες των ομάδων συμφερόντων, με την υποστήριξη ενός προέδρου και ενός διαχειριστή EPA, οι οποίοι δεν πίστευαν σε κανονισμούς, οδήγησαν στην αποδυνάμωση του ONAC το 1981 (*Shapiro SA, 1992*). Σταμάτησαν οι ομοσπονδιακές δραστηριότητες ελέγχου του θορύβου. Οι πόλεις και τα κράτη στα οποία υποβλήθηκαν αυτές οι δραστηριότητες δεν διέθεταν τους πόρους για την αντιμετώπιση του θορύβου. Λίγο έχει γίνει από τότε για να μειωθεί η έκθεση του κοινού στο θόρυβο.

Η αστικοποίηση εκθέτει τους ανθρώπους σε υψηλότερα επίπεδα μέσου θορύβου. Οι αναφορές ειδήσεων παρουσιάζουν διαλείπουσα έκθεση σε έντονο εξωτερικό θόρυβο από τον εξοπλισμό των αυτών, τις κατασκευές, τα οχήματα και τα αεροσκάφη και τον δυνατό θόρυβο εσωτερικού χώρου, με ηχητικά επίπεδα από 90 έως 100 dB ή μεγαλύτερα σε εστιατόρια,

κινηματογράφους, γυμναστήρια, συναυλίες, αθλητικά γεγονότα και άλλα θέσεις. Η χρήση προσωπικών συσκευών αναπαραγωγής μουσικής με μεγάλη ένταση με ακουστικά ή ακουστικά είναι κοινή, ειδικά μεταξύ των νέων.

Ο αριθμός των Αμερικανών με απώλεια ακοής αυξήθηκε από 13,2 εκατομμύρια (6,3% του πληθυσμού των ΗΠΑ) το 1971 σε 20,3 εκατομμύρια (8%) το 1991 (Ries PW, 1991) σε 48 εκατομμύρια (15,3%) το 2011 (Lin FR, 2011). Οι αριθμοί είναι κατά προσέγγιση λόγω των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της επιδημιολογίας ακουστικές διαταραχές. Μέρος της αύξησης οφείλεται στην αύξηση των ηλικιακών ομάδων με πολύ υψηλό ποσοστό απώλειας ακοής (Lin FR, 2011). Η αύξηση της απώλειας της ακοής παρατηρήθηκε και σε άτομα ηλικίας κάτω των 20 ετών (Shargorodsky J, 2010). Οι μη ακουστικές επιπτώσεις του θορύβου στην υγεία είναι λιγότερο μελετημένες και, σε περίπτωση θανάτου, μικρό για κάθε άτομο, αλλά σημαντικό λόγω των εκατομμυρίων ατόμων που έχουν πληγεί. Τα υψηλότερα επίπεδα θορύβου μπορεί να συμβάλλουν στην αύξηση του επιπολασμού της υπέρτασης, του διαβήτη και της παχυσαρκίας.

Οι λύσεις είναι απλές. Οι δεκαετίες μελετών δείχνουν ότι ο θόρυβος καταστρέφει την ακοή και την υγεία και ότι η αποφυγή της έκθεσης ή της προστασίας προστατεύει από την απώλεια της ακοής και από άλλα προβλήματα υγείας. Το κοινό πρέπει να εκπαιδευτεί για τους κινδύνους του θορύβου. Οι δηλώσεις πολιτικής από την Αμερικανική Ένωση Δημόσιας Υγείας, την Αμερικανική Ακαδημία Νοσηλευτικής και άλλους θα πρέπει να συζητούν για τους κινδύνους από την έκθεση του θορύβου στο κοινό. Το Κογκρέσο θα πρέπει να εγκρίνει νομοθεσία που θα επαναφέρει το ONAC και η ομοσπονδιακή κυβέρνηση θα πρέπει να ορίσει δημόσια πρότυπα έκθεσης στο θόρυβο για την προστασία της υγείας και την πρόληψη της απώλειας της ακοής (Shargorodsky J, 2010).

Τα προϊόντα για τους καταναλωτές και τα βιομηχανικά προϊόντα θα πρέπει να φέρουν σήμανση με βαθμολογία θορύβου. Η επιτυχής εμπορία των πιο ήσυχων πλυντηρίων πιάτων που εμφανίζουν βαθμολογίες ντεσιμπέλ αποδεικνύει ότι αυτές οι συσκευές μπορούν να κατασκευαστούν και να πωληθούν. Οι πηγές θορύβου που δεν μπορούν να γίνουν πιο ήσυχες πρέπει να είναι μονωμένες ή απομονωμένες, με πρότυπα που τίθενται και εφαρμόζονται για τα επίπεδα θορύβου σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους (Lin FR, 2011). Οι αποτελεσματικές τεχνολογίες ελέγχου θορύβου υπήρξαν από καιρό, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης του θορύβου μέσω σχεδιασμού και προδιαγραφών υλικών καθώς και τεχνικές ηχομόνωσης, απομόνωσης, αντανάκλασης ή απορρόφησης ήχου.

Στη δεκαετία του 1950, οι μισοί Αμερικανοί καπνίζουν. Όταν οι έρευνες έδειξαν ότι το κάπνισμα προκάλεσε τον καρκίνο, τις καρδιακές παθήσεις και άλλα προβλήματα υγείας, μίλησαν οι γιατροί και η κοινότητα της δημόσιας υγείας, οδηγώντας στην πρώτη έκθεση του Γενικού Χειρουργού για το κάπνισμα και την υγεία, τα μειωμένα ποσοστά καπνίσματος και, τελικά, περιβάλλον, με δραματικές μειώσεις νοσηρότητας και θνησιμότητας. Οι άνθρωποι εξακολουθούν να έχουν το δικαίωμα να καπνίζουν, απλώς όχι όταν οι άλλοι εκτίθενται σε παθητικό κάπνισμα (Lin FR, 2011). Παρόμοια προσέγγιση απαιτείται για τον θόρυβο. Οι γιατροί και η κοινότητα της δημόσιας υγείας θα πρέπει να μιλήσουν για τους κινδύνους για την υγεία από τον θόρυβο. Οι νόμοι θα πρέπει να ψηφιστούν και να εφαρμοστούν και να εφαρμοστούν κανονισμοί για τη μείωση του θορύβου από σταθερές και κινητές πηγές και να καταστούν πιο ήσυχες οι θέσεις δημόσιων καταλυμάτων, πόλεων, δρόμων, αυτοκινητοδρόμων, οχημάτων και αεροσκαφών (Shargorodsky J, 2010). Η ησυχία θα αποτρέψει την απώλεια ακοής και άλλα προβλήματα υγείας και θα βοηθήσει εκατομμύρια

άτομα με απώλεια ακοής, που δεν μπορούν να καταλάβουν την ομιλία σε θορυβώδη περιβάλλοντα με ή χωρίς βοηθήματα ακοής, καθώς και σε άτομα με εμβοές και υπεκφυγές.

Πρέπει να επιτρέπεται στους ανθρώπους να κάνουν θόρυβο, ακριβώς όπως τους επιτρέπεται να καπνίζουν, αλλά όχι όταν οι άλλοι εκτίθενται ακουσίως στο θόρυβο τους. Όπου ο θόρυβος μπορεί να είναι μέρος της εμπειρίας, για παράδειγμα, οι λέσχες, οι συναυλίες και τα αθλητικά γεγονότα, θα πρέπει να τοποθετηθούν προειδοποιητικά σήματα και να προσφερθεί η προστασία της ακοής. Εάν οι Ηνωμένες Πολιτείες θα μπορούσαν να γίνουν σε μεγάλο βαθμό απαλλαγμένες από τον καπνό, μπορεί επίσης να γίνουν πιο ήσυχοι. Όπως και με τον απαλλαγμένο από τον καπνό αέρα, ένα πιο ήσυχο περιβάλλον θα ωφελήσει όλους (Shargorodsky J, 2010).

Παρόλο που αρκετά αεροσκάφη έχουν γίνει κατά 75% λιγότερο θορυβώδη τα τελευταία 30 χρόνια, η αυξανόμενη τάση της εναέριας κυκλοφορίας σημαίνει ότι αρκετοί πολίτες της ΕΕ εξακολουθούν να εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα θορύβου. Ακολουθεί περιγραφή των βασικότερων νόμων και οδηγιών που σχετίζονται με τον αεροπορικό θόρυβο:

Χαντιμετώπιση του συγκεκριμένου περιβαλλοντικού θορύβου, μπορεί να επιτευχθεί με τις παρακάτω κινήσεις:

- καθιστώντας τα αεροπλάνα πιο ήσυχα ρυθμίζοντας τα πρότυπα θορύβου
- με το διαχειρισμό της γης γύρω από τα αεροδρόμια με βιώσιμο τρόπο
- υιοθετώντας τις επιχειρησιακές διαδικασίες για τη μείωση του αντίκτυπου του θορύβου στο έδαφος
- εισάγοντας λειτουργικούς περιορισμούς

Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος η ΕΕ υιοθέτησε τους όρους του κανονισμού **598/2014** καταργώντας τους κανόνες της οδηγίας **2002/30/ΕΚ**. Η οδηγία **2002/30/ΕΚ** περί της καθιέρωσης των κανόνων και διαδικασιών για τη θέσπιση περιορισμών λειτουργίας σε συνάρτηση με τον προκαλούμενο θόρυβο στους κοινοτικούς αερολιμένες.

Οι στόχοι ήταν:

- ο καθορισμός κανόνων εφαρμοζομένων στην Κοινότητα που θα διευκολύνουν την καθιέρωση ομοιογενών λειτουργικών περιορισμών στο επίπεδο των αερολιμένων, ούτως ώστε να περιοριστεί, ή να μειωθεί, ο αριθμός των ατόμων που υποφέρουν από τις βλαβερές συνέπειες του θορύβου

**Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 598/2014 περί κανόνων και διαδικασιών για την επιβολή περιορισμών λειτουργίας λόγω θορύβου στους αερολιμένες**

Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. **598/2014** περί κανόνων και διαδικασιών για την επιβολή περιορισμών λειτουργίας λόγω θορύβου στους αερολιμένες της Ένωσης στο πλαίσιο μιας ισορροπημένης προσέγγισης\*

\*«ισορροπημένη προσέγγιση»: η μέθοδος που θεσπίστηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας, στο πλαίσιο της οποίας το φάσμα των διαθέσιμων μέτρων, κυρίως η μείωση του θορύβου των αεροσκαφών στην πηγή, ο σχεδιασμός και η διαχείριση της χρήσης

γης, οι επιχειρησιακές διαδικασίες για τη μείωση των θορύβων και οι περιορισμοί της λειτουργίας, εξετάζεται με συνεκτικό τρόπο με σκοπό την αντιμετώπιση του προβλήματος του θορύβου με τον αποδοτικότερο από απόψεως κόστους τρόπο σε κάθε αερολιμένα

Ο συγκεκριμένος κανονισμός θεσπίζει κανόνες για την ακολουθητέα διαδικασία όταν εντοπίζεται πρόβλημα θορύβου, όσον αφορά τη θέσπιση περιορισμών λειτουργίας λόγω θορύβου με ομοιόμορφο τρόπο σε κάθε συγκεκριμένο αερολιμένα, ώστε να συμβάλει στη βελτίωση των συνθηκών θορύβου και να περιορίσει ή να μειώσει τον αριθμό των ατόμων που θίγονται σημαντικά από τις πιθανές επιβλαβείς συνέπειες του θορύβου των αεροσκαφών, σύμφωνα με την ισορροπημένη προσέγγιση.

Στόχοι του κανονισμού είναι:

- να διευκολύνει την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων μείωσης του θορύβου, όπου περιλαμβάνονται και οι πτυχές της υγείας, στο επίπεδο κάθε συγκεκριμένου αερολιμένα, λαμβανομένων υπόψη των σχετικών κανόνων της Ένωσης, ιδίως δε εκείνων που θεσπίστηκαν με την οδηγία 2002/49/EK, και της νομοθεσίας κάθε κράτους μέλους
- να επιτρέψει τη χρήση περιορισμών της λειτουργίας σύμφωνα με την ισορροπημένη προσέγγιση ώστε να επιτευχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη του δυναμικού του αερολιμένα

Για τους αερολιμένες με πρόβλημα θορύβου, τα κράτη μέλη διασφαλίζουν ότι θεσπίζεται η ισορροπημένη προσέγγιση για τη διαχείριση του θορύβου αεροσκαφών. Προς τούτο διασφαλίζουν ότι:

- καθορίζεται ο στόχος μείωσης του θορύβου για τον συγκεκριμένο αερολιμένα, λαμβάνοντας υπόψη, κατά περίπτωση, το άρθρο 8 και το παράρτημα V της οδηγίας 2002/49/EK\*
  - \*Σχέδια δράσης οδηγίας **2002/49/EK**
- προσδιορίζονται τα διαθέσιμα μέτρα μείωσης των επιπτώσεων του θορύβου
- αξιολογείται ενδελεχώς η πιθανή σχέση κόστους-αποδοτικότητας των μέτρων μετριασμού του θορύβου
- επιλέγονται τα μέτρα, λαμβάνοντας υπόψη το δημόσιο συμφέρον στον τομέα των αεροπορικών μεταφορών όσον αφορά τις προοπτικές ανάπτυξης των αερολιμένων, χωρίς να θίγεται η ασφάλεια

Κατά τη λήψη μέτρων λόγω θορύβου, τα κράτη μέλη φροντίζουν να εξετάζεται ο ακόλουθος συνδυασμός διαθέσιμων μέτρων, με σκοπό τον προσδιορισμό του αποδοτικότερου οικονομικά μέτρου ή συνδυασμού μέτρων:

- η προβλεπόμενη επίδραση της μείωσης του θορύβου των αεροσκαφών στην πηγή
- ο σχεδιασμός και η διαχείριση της χρήσης γης
- οι επιχειρησιακές διαδικασίες μείωσης του θορύβου

- επιβολή περιορισμών λειτουργίας όχι ως πρώτο μέτρο αλλά μόνον αφού εξεταστούν τα άλλα μέτρα της ισορροπημένης προσέγγισης

Τα διαθέσιμα μέτρα μπορεί, εάν κριθεί αναγκαίο, να περιλαμβάνουν την απόσυρση των οριακά συμμορφούμενων αεροσκαφών. Τα κράτη μέλη ή αναλόγως οι φορείς διαχείρισης του αερολιμένα μπορούν να παράσχουν κίνητρα στους φορείς εκμετάλλευσης αεροσκαφών να χρησιμοποιούν λιγότερο θορυβώδη αεροσκάφη.

Οι διαδικασίες διαβούλευσης με τα ενδιαφερόμενα μέρη, η οποία μπορεί να διεξαχθεί υπό τη μορφή διαδικασίας μεσολάβησης, οργανώνεται εγκαίρως και με ουσιαστικό τρόπο, διασφαλίζοντας τον ανοικτό χαρακτήρα και τη διαφάνεια όσον αφορά τα δεδομένα και τη μεθοδολογία υπολογισμού.

Τα ενδιαφερόμενα μέρη περιλαμβάνουν τουλάχιστον:

- κατοίκους που ζουν στον περίγυρο των αερολιμένων και οι οποίοι θίγονται από τον θόρυβο της εναέριας κυκλοφορίας ή τους εκπροσώπους τους, και τις οικείες τοπικές αρχές
- εκπροσώπους τοπικών επιχειρήσεων που έχουν έδρα στον περίγυρο των αερολιμένων, οι δραστηριότητες των οποίων θίγονται από την εναέρια κυκλοφορία και τη λειτουργία του αερολιμένα
- φορείς εκμετάλλευσης αερολιμένα
- εκπροσώπους των φορέων εκμετάλλευσης αεροσκαφών που ενδέχεται να επηρεαστούν από τα μέτρα λόγω θορύβου
- αρμόδιους φορείς παροχής υπηρεσιών αεροναυτιλίας

Πληροφορίες για τις επιδόσεις θορύβου:

- εθνικότητα και το εμπορικό σήμα του αεροσκάφους
- το πιστοποιητικό θορύβου του αεροσκάφους που χρησιμοποιείται, μαζί με το σχετικό μέγιστο βάρος απογείωσης
- κάθε τροποποίηση του αεροσκάφους η οποία επηρεάζει τις επιδόσεις θορύβου του αεροσκάφους και αναγράφεται στο πιστοποιητικό θορύβου

Αξιολόγηση κατάστασης θορύβου από έναν αερολιμένα

- Ο θόρυβος της εναέριας κυκλοφορίας θα περιγράφεται, τουλάχιστον, με βάση τους δείκτες θορύβου  $L_{den}$  and  $L_{night}$
- Περιγραφή του αερολιμένα, στην οποία περιλαμβάνονται πληροφορίες για το μέγεθός του, την τοποθεσία του, τα περίχωρα, τον όγκο της εναέριας κυκλοφορίας και τον συνδυασμό των δρομολογίων
- Περιγραφή των περιβαλλοντικών στόχων για τον αερολιμένα και του εθνικού πλαισίου. Σε αυτή θα περιλαμβάνεται περιγραφή των στόχων μείωσης του θορύβου των αεροσκαφών για τον αερολιμένα

*Μείωση του θορύβου στην πηγή:*

- πληροφορίες για τον τρέχοντα στόλο αεροσκαφών και πιθανές αναμενόμενες τεχνολογικές βελτιώσεις
- ειδικά σχέδια για τον εκσυγχρονισμό του στόλου

*Σχεδιασμός και διαχείριση της χρήσης γης:*

- μέσα σχεδιασμού σε ισχύ, όπως συνολικός σχεδιασμός ή οριοθέτηση θορύβων·
- μέτρα μετριασμού σε ισχύ, όπως κανονισμοί δόμησης, προγράμματα ηχομόνωσης ή μέτρα για τη μείωση των ευαίσθητων περιοχών χρήσης γης·
- διαδικασία διαβούλευσης για τα μέτρα χρήσης γης·
- έλεγχος καταπατήσεων

Τα *λειτουργικά μέτρα* μετριασμού του θορύβου, στον βαθμό που τα εν λόγω μέτρα δεν περιορίζουν τη χωρητικότητα ενός αερολιμένα είναι:

- χρήση προτιμησιακών διαδρόμων
- χρήση διαδικασιών για απογείωση και προσέγγιση με μετριασμό του θορύβου·
- αναφορά του βαθμού στον οποίο τα εν λόγω μέτρα ρυθμίζονται με βάση περιβαλλοντικούς δείκτες

*Περιορισμοί λειτουργίας:*

- χρήση γενικών περιορισμών, όπως ανώτατα όρια κινήσεων ή ποσοτώσεις θορύβων
- χρήση περιορισμών ειδικά για αεροσκάφη, όπως η απόσυρση των οριακά συμμορφούμενων αεροσκαφών
- χρήση επιμέρους περιορισμών, κάνοντας διάκριση μεταξύ των μέτρων ημέρας και νύκτας

Η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των προβλεπόμενων περιορισμών λειτουργίας σε συνάρτηση με τον θόρυβο θα αξιολογείται λαμβάνοντας δεόντως υπόψη τα ακόλουθα στοιχεία, στο μέτρο του δυνατού, σε ποσοτικοποιημένους όρους:

- το αναμενόμενο όφελος από τη μείωση του θορύβου με βάση τα προβλεπόμενα μέτρα, τώρα και στο μέλλον
- ασφάλεια των αεροπορικών υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένου του κινδύνου βλάβης τρίτων
- χωρητικότητα του αερολιμένα
- επιπτώσεις για το ευρωπαϊκό δίκτυο αερομεταφορών

Επιπλέον, οι αρμόδιες αρχές μπορούν να λαμβάνουν δεόντως υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:

- υγεία και ασφάλεια των κατοίκων που ζουν στην περιοχή γύρω από τον αερολιμένα
- περιβαλλοντική βιωσιμότητα, συμπεριλαμβανομένων των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ θορύβου και εκπομπών
- άμεσες, έμμεσες και καταλυτικές επιπτώσεις στην απασχόληση

***Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 457 (ΦΕΚ 165/Α/24-10-1984)***

«Περιορισμός του θορύβου που προκαλείται από υποηχητικά αεροσκάφη σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας αριθ. 80/51/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ε.Κ. που δημοσιεύτηκε στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 24ης Ιανουαρίου 1980.»

Άρθρο 1

Σκοπός του διατάγματος είναι η προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας στις διατάξεις της οδηγίας 80/51/ΕΟΚ.

Άρθρο 2

Αναφέρει σε ποιες περιπτώσεις πολιτικό αεροσκάφος κατηγορίας που αναφέρεται στα άρθρα 3,4,6,7 και 8 του 1178/5.10.1981 Π.Δ. μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα.

Άρθρο 3

Περιέχει διατάξεις σχετικά με το πιστοποιητικό θορύβου, ποια στοιχεία περιλαμβάνει καθώς και από πότε αναγνωρίζεται η ισχύς του.

Άρθρο 4

Το άρθρο αναφέρεται σε ποιες περιπτώσεις πολιτικό ελικοφόρο αεροσκάφος ή πολιτικό υποηχητικό αεριωθούμενο αεροσκάφος δεν γράφεται στα Ελληνικά μητρώα πολιτικών αεροσκαφών και δεν μπορεί να χρησιμοποιεί ελληνικά αεροδρόμια.

Άρθρο 5

Στο άρθρο 5 υπάρχουν τα αεροσκάφη που δεν υπάγονται στους περιορισμούς του άρθρου 4.

Άρθρο 6

Το άρθρο αναφέρει ότι μετά τις 31 Δεκεμβρίου 1986 πολιτικό αεριωθούμενο αεροσκάφος γραμμένο στο Ελληνικό νηολόγιο που το μέγιστο βάρος απογείωσης είναι 20 τόνοι, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα αν δεν έχει πιστοποιητικό θορύβου το οποίο να έχει εκδοθεί με κανόνες που αναφέρονται. Επιπλέον, η ΥΠΑ μπορεί να επιτρέψει εξαίρεση από τα παραπάνω αν η εταιρεία εκμετάλλευσης αναλαμβάνει να αντικαταστήσει έως 31 Δεκεμβρίου 1988 τα αεροσκάφη που αναφέρονται παραπάνω με άλλα που ανταποκρίνονται σε κανόνες που επίσης αναφέρονται.



## Άρθρο 7

Αναφέρεται σε ποιες περιπτώσεις η ΥΠΑ μπορεί να επιτρέψει την προσωρινή χρησιμοποίηση στο έδαφός της αεροσκαφών που δεν πληρούν τις διατάξεις του διατάγματος αυτού.

## Άρθρο 8

Σύμφωνα με το άρθρο η ΥΠΑ ελέγχει αν αεροσκάφη που δεν έχουν νηολογηθεί σ' ένα Κράτος Μέλος αλλά χρησιμοποιούν ελληνικά αεροδρόμια ανταποκρίνονται σε τουλάχιστον ίδιες αυστηρές προδιαγραφές όπως τα αεροσκάφη που υπόκεινται στις διατάξεις 1 έως 7 του παρόντος Π.Δ.

## Άρθρο 9

Στο άρθρο καθορίζεται πότε αρχίζει η ισχύς του διατάγματος και η ημερομηνία δημοσίευσης στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης.

### **Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 80 (ΦΕΚ 63/Α/2-3-2004)**

«Προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας 2002/30/Ε.Κ., του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26ης Μαρτίου 2002 περί καθιέρωσης κανόνων και διαδικασιών για τη θέσπιση περιορισμών λειτουργίας σε συνάρτηση με τον προκαλούμενο θόρυβο στους κοινοτικούς Αερολιμένες.»

## Άρθρο 1

Σύμφωνα με το άρθρο σκοπός του Διατάγματος είναι ο καθορισμός κανόνων που θα διευκολύνουν την καθιέρωση λειτουργικών περιορισμών στο επίπεδο των αερολιμένων για να περιοριστεί ή να μειωθεί ο αριθμός των ατόμων που υποφέρουν από τις βλαβερές συνέπειες του θορύβου καθώς και η διευκόλυνση της επίτευξης καθορισμένων στόχων περιστολής των θορύβων σε επίπεδο κάθε αερολιμένος.

## Άρθρο 2

Σύμφωνα με το άρθρο στη 2η παράγραφο για τον ορισμό του «αστικού αερολιμένα» αναφέρεται ότι είναι ο αερολιμένας του οποίου κανείς διάδρομος δεν διαθέτει διαδρομή απογείωσης μεγαλύτερη των 2000 μέτρων, ο οποίος παρέχει μόνο υπηρεσίες από σημείο σε σημείο μεταξύ ευρωπαϊκών κρατών ή στο εσωτερικό του ίδιου κράτους και ο οποίος βρίσκεται στο κέντρο ευρύτερων πολεοδομικών συγκροτημάτων, όπου υπάρχει σημαντικός αριθμός ατόμων που θίγονται από τον θόρυβο των αεροπλάνων και για τα οποία κάθε πρόσθετη αύξηση του αριθμού κινήσεων συνεπάγεται ιδιαίτερα έντονη ενόχληση, λόγω της σοβαρότητας της ηχορύπανσης. Στον ορισμό των «οριακών συμμορφούμενων αεροπλάνων» αναφέρεται ότι είναι τα αεριωθούμενα υποηχητικά πολιτικά αεροπλάνα τα οποία πληρούν τις οριακές τιμές πιστοποίησης, με σωρευτικό περιθώριο που δεν υπερβαίνει τα 5 EPNdb (πραγματικά αντιληπτού θορύβου σε decibel), όπου το σωρευτικό περιθώριο προκύπτει από το συνάθροισμα των μεμονωμένων περιθωρίων (δηλ. των διαφορών μεταξύ της πιστοποιημένης στάθμης του θορύβου και της ανώτατης επιτρεπόμενης στάθμης θορύβου) στο καθένα από τα βασικά σημεία αναφοράς μέτρησης του θορύβου. Στον ορισμό των «λειτουργικών περιορισμών» αναφέρεται ότι είναι τα συναφή με το θόρυβο μέτρα με τα οποία περιορίζεται ή μειώνεται η πρόσβαση των αεριωθουμένων υποηχητικών πολιτικών αεροπλάνων σε κάποιο αερολιμένα. Στον ορισμό των «ενδιαφερόμενων πλευρών»

αναφέρεται ότι είναι τα φυσικά ή νομικά πρόσωπα τα οποία θίγονται ή είναι πιθανόν να θιγούν από την καθιέρωση των μέτρων μείωσης του θορύβου. Τέλος, «εξισορροπημένη προσέγγιση» καθορίζεται η προσέγγιση στο πλαίσιο της οποίας η Ελλάδα εξετάζει τα εφαρμοζόμενα μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος των θορύβων σε έναν αερολιμένα στο έδαφός της και ιδιαίτερα τον αντίκτυπο που προβλέπεται ότι θα έχει η μείωση του θορύβου των αεροπλάνων στην πηγή τους, τα μέτρα προγραμματισμού και διαχείρισης των χρήσεων της γης, τα λειτουργικά μέτρα περιστολής των θορύβων και οι λειτουργικοί περιορισμοί

#### Άρθρο 4 Γενικοί κανόνες για τη διαχείριση του θορύβου των αεροπλάνων

Σύμφωνα με το άρθρο υιοθετείται η εξισορροπημένη προσέγγιση κατά την αντιμετώπιση των προβλημάτων θορύβου στους αερολιμένες που βρίσκονται στην Ελλάδα. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα εξέτασης του ενδεχομένου καθιέρωσης οικονομικών κινήτρων ως μέτρου διαχείρισης του θορύβου. Κατά την εξέταση της θέσπισης λειτουργικών περιορισμών, οι αρμόδιες αρχές λαμβάνουν υπόψη τους το ενδεχόμενο κόστος και τα οφέλη που συνεπάγονται τα διάφορα διαθέσιμα μέτρα, καθώς και τα ιδιάζοντα χαρακτηριστικά στοιχεία των αερολιμένων. Τα μέτρα ή ο συνδυασμός των μέτρων που θεσπίζονται σύμφωνα με το παρόν Διάταγμα δεν πρέπει να επιβάλλουν περισσότερους περιορισμούς από εκείνους που είναι αναγκαίοι για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων που καθορίζονται για ένα συγκεκριμένο αερολιμένα. Δεν εισάγουν διακρίσεις λόγω της ιθαγένειας ή της ταυτότητας του αερομεταφορέα ή του κατασκευαστή του αεροπλάνου. Τέλος, οι λειτουργικοί περιορισμοί με κριτήριο τις επιδόσεις βασίζονται στις επιδόσεις εκπομπής θορύβου του αεροπλάνου όπως καθορίζονται στο πλαίσιο της διαδικασίας πιστοποίησης που διενεργείται σύμφωνα με τη σύμβαση του ΔΟΠΑ (Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας).

#### Άρθρο 6

Στην 2η παράγραφο του άρθρου αναφέρεται ότι οι αρχές διαχείρισης των αστικών αερολιμένων μπορούν να θεσπίζουν μέτρα τα οποία είναι αυστηρότερα, στο θέμα του ορισμού των οριακά συμμορφούμενων αεροπλάνων, υπό τον όρο ότι τα εν λόγω μέτρα δεν αφορούν τα αεριωθούμενα υποηχητικά πολιτικά αεροπλάνα, τα οποία πληρούν με βάση το αρχικό τους πιστοποιητικό ή το ανανεωμένο πιστοποιητικό, τα πρότυπα θορύβου.

#### **Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 330 (ΦΕΚ 131/Α/27-9-1990)**

«Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις της Οδηγίας 89/629/ΕΟΚ/4.12.1989 για τον περιορισμό του θορύβου που προκαλείται από υποηχητικά αεριωθούμενα πολιτικά αεροπλάνα»

#### Άρθρο 1

Σκοπός του Διατάγματος είναι η προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας με αριθμό 89/629/ΕΟΚ. Οι διατάξεις του παρόντος δεν εφαρμόζονται σε αεροπλάνα με μέγιστο βάρος κατά την απογείωση 34.000 kgf και χωρητικότητα μέχρι 19 θέσεις.

#### Άρθρο 2

Σύμφωνα με το άρθρο πολιτικό υποηχητικό αεριωθούμενο αεροπλάνο που εγγράφεται στα Μητρώα Ελληνικών Πολιτικών Αεροσκαφών μετά την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου 1990, δεν μπορεί να

χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα αν δεν έχει πιστοποιητικό θορύβου που έχει εκδοθεί στην σύμφωνα με τους κανόνες του άρθρου 4 του κεφ. Β΄ του ΠΔ 1178/1981 Τα παραπάνω δεν ισχύουν για αεροπλάνα που είναι εγγεγραμμένα στα Μητρώα Πολιτικών Αεροσκαφών μέχρι και την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου 1990.

#### Άρθρο 3

Η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας θα ελέγχει τις συμφωνίες μίσθωσης ή ναύλωσης αεροπλάνων ώστε να αποφευχθεί ή μέσω αυτών καταστρατήγηση των διατάξεων του παρόντος Διατάγματος.

#### Άρθρο 4

Η ΥΠΑ μπορεί να εγκρίνει εξαιρέσεις από τις διατάξεις του άρθρου 2 για αεροπλάνα: ιστορικού ενδιαφέροντος, που χρησιμοποιούνται από Ελληνικές Αεροπορικές Εταιρείες πριν την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου 1989, για αεροπλάνα που έχουν εκμισθωθεί με χρηματοδοτική μίσθωση σε Αεροπορική Εταιρεία εκμετάλλευσης κράτους μη μέλους της ΕΟΚ, για αεροπλάνο το οποίο αντικατέστησε άλλο το οποίο καταστράφηκε από ατύχημα και το οποίο η Εταιρεία εκμετάλλευσης δεν μπορεί να αντικαταστήσει με αεροσκάφος διαθέσιμο στην αγορά που να έχει Πιστοποιητικό Θορύβου και για αεροπλάνα που είναι εφοδιασμένα με κινητήρα που έχουν συντελεστή παράκαμψης τουλάχιστον 2.

#### Άρθρο 5

Το άρθρο αναφέρει σε ποιες περιπτώσεις αεροπλάνων η ΥΠΑ μπορεί να εγκρίνει εξαιρέσεις από το άρθρο 2 για μια πρώτη περίοδο η οποία δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 3 έτη, ανανεώσιμη για περιόδους οι οποίες δεν υπερβαίνουν τα 2 έτη, υπό τον όρο ότι οι εξαιρέσεις αυτές παύουν να ισχύουν μετά τις 31 Δεκεμβρίου 1995

#### **Υπουργική Απόφαση Γ5/25382/165 (ΦΕΚ 563/Β/23-9-1985)**

«Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 82/206/ΕΟΚ/21-4-83 (αεροσκάφη)»

#### Άρθρο 2 Παράγραφος 1

Στις διατάξεις του Π.Δ. 457/1984 «περιορισμός του θορύβου κλπ» η λέξη «αεροσκάφος», αντικαθίσταται από τη λέξη «αεροπλάνο».

#### Άρθρο 3

1. Το άρθρο 6 του Π.Δ. 457/84 αντικαθίσταται από το ακόλουθο:

«Με την επιφύλαξη των διατάξεων του άρθρου 2 του παρόντος Π.Δ. από την 1 Ιανουαρίου 1987 πολιτικό υποηχητικό αεριωθούμενο αεροπλάνο, που είναι εγγεγραμμένο στο Ελληνικό Μηολόγιο δεν μπορεί να χρησιμοποιείται στην Ελλάδα , εφόσον δεν έχει εφοδιαστεί με πιστοποιητικό θορύβου, που έχει εκδοθεί σύμφωνα με τους κανόνες που καθορίζονται στο Κεφ. Β (άρθρο 3) του Π. Δ/τος 1178/1981 (ΦΕΚ /Α/291/5.10.1981).

#### Άρθρο 5

1. Στο άρθρο 8 του Π.Δ. 457/1984 το υφιστάμενο κείμενο γίνεται παράγραφος 1.

2. Προστίθενται οι ακόλουθες παράγραφοι ως παράγραφοι 2, 3 και 4:

«2. Από την 1 Ιανουαρίου 1988, πολιτικό υποηχητικό αεριωθούμενο αεροπλάνο που δεν είναι εγγεγραμμένο στο Ελληνικό Νηολόγιο δεν μπορεί να χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, εφόσον δεν έχει εφοδιαστεί με πιστοποιητικό θορύβου, που έχει εκδοθεί σύμφωνα με τους κανόνες που καθορίζονται στο Κεφ. Β του Π. Δ. 1178/1981.

3. Η ΥΠΑ μπορεί να επιτρέπει την προσωρινή εξαίρεση από την παράγραφο 2 του παρόντος άρθρου, εφόσον η εταιρεία που εκμεταλλεύεται τα κατά την παρ. 2 αεροσκάφη, προσκομίσει αποδείξεις οικονομικής και τεχνικής αδυναμίας εξυπηρέτησης των αεροδρομίων της Ελλάδας με αεροπλάνα που ανταποκρίνονται στους κανόνες της παραγράφου 2 του παρόντος άρθρου. Οι χορηγούμενες εξαιρέσεις ισχύουν το αργότερο μέχρι 31 Δεκεμβρίου 1989.

Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 252 (ΦΕΚ 140/α/17-8-1992)

«Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις της Οδηγίας 92/14/ΕΟΚ/2.3.92 για τον περιορισμό της χρησιμοποίησης των αεροπλάνων που υπάγονται στο άρθρο 3 του κεφ. Β' του Π.Δ. 1178/1981 (ΦΕΚ 291/Α).»

Άρθρο 1

Αναφέρεται ότι σκοπός του Διατάγματος είναι η προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις της Οδηγίας 92/14/ΕΟΚ. Επίσης, επισημαίνει για ποια αεροπλάνα δεν εφαρμόζονται οι διατάξεις αυτές.

Άρθρο 2

Αναφέρει τους κανόνες σύμφωνα με τους οποίους ένα πολιτικό υποηχητικό αεριωθούμενο αεροπλάνο με κινητήρες παράκαμψης μικρότερου του δύο, εφόσον είναι εφοδιασμένο με πιστοποιητικό ελέγχου μπορεί να πετάξει στην Ελλάδα.

Άρθρο 3

Παραθέτει τότε τα αεροπλάνα που αναφέρονται στο άρθρο 10 του παρόντος εξαιρούνται από τις διατάξεις των εδαφίων α και β της παραγράφου 1 του άρθρου 2.

Άρθρο 4

Το άρθρο αναφέρει την δυνατότητα έγκρισης παρεκκλίσεων από το άρθρο 2 παραγράφου 1 εδαφίου β για υποηχητικά πολιτικά αεριωθούμενα αεροπλάνα εφόσον η Εταιρεία Εκμετάλλευσης ζητήσει την εξαίρεσή τους.

Άρθρο 5

Αναφέρονται οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να συντρέχουν ώστε αεροπλάνα που δεν ανταποκρίνονται στις διατάξεις του άρθρου 4 του Π.Δ. 1178/81, εφόσον εξοπλιστούν να τις πληρούν.

Άρθρο 6

Αναφέρει ότι μπορεί να χορηγούνται εξαιρέσεις από τις διατάξεις του άρθρου 2 παράγραφος 1 για αεροπλάνα που πρόκειται να αντικατασταθούν από άλλα που πληρούν τους κανόνες του άρθρου 4 του Π.Δ. 1178/81 και που έχουν παραγγελθεί πριν από τις 1 Απριλίου 1994.

## Άρθρο 7

Το άρθρο αναφέρεται στις διατάξεις για τον ρυθμό παραγωγής των αεροπλάνων από τα Ελληνικά Μητρώα.

## Άρθρο 8

Αναφέρει τις περιπτώσεις που η ΥΠΑ μπορεί να εγκρίνει την χρησιμοποίηση αεροπλάνων που δεν πληρούν τις απαιτήσεις αυτού του διατάγματος.

## Άρθρο 9

Η ΥΠΑ γνωστοποιεί τις χορηγούμενες εξαιρέσεις βάσει των άρθρων 4,5,6 και 7 του παρόντος διατάγματος σε σχετικό πίνακα.

## Άρθρο 10

Παραθέτει Παράρτημα της Οδηγίας 92/14/ΕΟΚ με τον κατάλογο των αεροσκαφών στα οποία είναι δυνατόν να χορηγηθούν εξαιρέσεις.

## Άρθρο 11

Στο άρθρο καθορίζεται πότε αρχίζει η ισχύς του διατάγματος και η ημερομηνία δημοσίευσης στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης.

***Οδηγία 2002/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβούλιου της 25ης Ιουνίου 2002 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου***

## Άρθρο 1

Σύμφωνα με το άρθρο για τον καθορισμό μιας κοινής προσέγγισης για την αποφυγή, πρόληψη ή περιορισμό των δυσμενών επιπτώσεων από την έκθεση σε περιβάλλοντα θόρυβο εφαρμόζονται κάποιες δράσεις. Ακόμη, η οδηγία αποβλέπει στην παροχή βάσης για την ανάπτυξη κοινοτικών μέτρων για τον περιορισμό του θορύβου από τροχοφόρα οχήματα, σιδηρόδρομο και τις υποδομές του, αεροσκάφη, υπαίθριο και βιομηχανικό εξοπλισμό και κινητά μηχανήματα.

## Άρθρο 2

Στο άρθρο αναφέρεται ποιους περιβαλλοντικούς θορύβους που προκαλούνται καλύπτει και ποιους δεν καλύπτει η οδηγία.

## Άρθρο 3

Υπάρχουν οι ορισμοί: «περιβάλλον θόρυβος», «επιβλαβείς επιδράσεις», «ενόχληση», «δείκτης θορύβου», «αξιολόγηση», «Lden», «Lday», «Levening», «Lnight», «σχέση δόσης – επίδρασης», «πολεοδομικό συγκρότημα», «ήσυχη περιοχή πολεοδομικού συγκροτήματος», «ήσυχη περιοχή στην ύπαιθρο», «μεγάλος οδικός άξονας», «μεγάλος σιδηροδρομικός άξονας», «μεγάλο αεροδρόμιο», «χαρτογράφηση θορύβου», «στρατηγικός χάρτης θορύβου», «οριακή τιμή», «σχέδια δράσης», «ηχητικός σχεδιασμός», «κοινό».

#### Άρθρο 4

Σύμφωνα με το άρθρο τα κράτη μέλη ορίζουν τις αρμόδιες αρχές και τους φορείς για την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας που έχουν την αρμοδιότητα για την εκπόνηση και την έγκριση χαρτών θορύβου και σχεδίων δράσης για πολεοδομικά συγκροτήματα, οδικούς και σιδηροδρομικούς άξονες και αεροδρόμια καθώς και τη συγκέντρωση χαρτών θορύβου και σχεδίων δράσης.

#### Άρθρο 5

Σύμφωνα με το άρθρο τα κράτη μέλη εφαρμόζουν τους δείκτες θορύβου  $L_{den}$  και  $L_{night}$ , μπορούν να χρησιμοποιούν πρόσθετους δείκτες θορύβου για ειδικές περιπτώσεις όπως ή για τον ηχητικό σχεδιασμό και την ηχητική οριοθέτηση πέρα των  $L_{den}$  και  $L_{night}$ .

#### Άρθρο 6

Το άρθρο αναφέρεται στις μεθόδους αξιολόγησης σύμφωνα με τις οποίες προσδιορίζονται οι τιμές  $L_{den}$  και  $L_{night}$ .

#### Άρθρο 7

Σύμφωνα με το άρθρο τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε να έχουν εκπονηθεί και εγκριθεί στρατηγικοί χάρτες θορύβου για την κατάσταση που επικρατούσε το προηγούμενο ημερολογιακό έτος στους μεγάλους οδικούς και σιδηροδρομικούς άξονες, τα μεγάλα αεροδρόμια και τα πολεοδομικά συγκροτήματα και τα γνωστοποιούν στην Επιτροπή μέχρι τις αναφερόμενες ημερομηνίες και έπειτα ανά πενταετία. Ακόμη, οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του 4ου Παραρτήματος, τα γειτνιάζοντα κράτη μέλη μπορούν να συνεργάζονται για την χαρτογράφηση θορύβων, ενώ οι στρατηγικοί χάρτες θορύβου επανεξετάζονται τουλάχιστον κάθε 5 χρόνια μετά την εκπόνησή τους.

Από το 2002 που δημοσιεύτηκε η συγκεκριμένη οδηγία οι σχετικές έρευνες έχουν γίνει κατά πολύ περισσότερο στοχευμένες, ενώ το ζήτημα της ηχορύπανσης έχει αντιμετωπιστεί σε σημαντικό βαθμό.

Ακολουθούν οι βασικοί ορισμοί όπως έχουν παρουσιαστεί στην οδηγία:

- **Δείκτης θορύβου:** φυσικό μέγεθος για την περιγραφή του περιβάλλοντος θορύβου, το οποίο έχει σχέση με επιβλαβείς επιδράσεις
- **Επιβλαβείς επιδράσεις:** οι αρνητικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία
- **$L_{den}$ :** Ο δείκτης θορύβου για τη συνολική ενόχληση (ημέρας-βραδιού-νύχτας)
- **$L_{day}$ :** Ο δείκτης θορύβου για την ενόχληση κατά το διάστημα της ημέρας
- **$L_{evening}$ :** Ο δείκτης θορύβου για την ενόχληση κατά το βραδινό διάστημα
- **$L_{night}$ :** Ο δείκτης θορύβου για τις διαταραχές του ύπνου
- **Ήσυχη περιοχή πολεοδομικού συγκροτήματος:** περιοχή οριοθετημένη από την αρμόδια αρχή, η οποία π.χ. δεν εκτίθεται σε τιμή του  $L_{den}$  ή άλλου κατάλληλου

δείκτη θορύβου μεγαλύτερη από μια συγκεκριμένη τιμή που καθορίζεται από το κράτος μέλος, ανεξαρτήτως ηχητικής πηγής

- **Ήσυχη περιοχή στην ύπαιθρο:** περιοχή οριοθετημένη από την αρμόδια αρχή, η οποία δεν διαταράσσεται από θορύβους κυκλοφορίας, βιομηχανικών δραστηριοτήτων ή δραστηριοτήτων αναψυχής
- **Χαρτογράφηση θορύβου:** η παρουσίαση δεδομένων σχετικά με υπάρχουσα ή προβλεπόμενη ηχητική κατάσταση βάσει δεικτών θορύβου, όπου εμφανίζονται οι υπερβάσεις των οικείων ισχυουσών οριακών τιμών
- **Στρατηγικός χάρτης θορύβου:** ο χάρτης θορύβου που καταρτίζεται για τη σφαιρική αξιολόγηση μιας έκθεσης σε θόρυβο σε μια συγκεκριμένη περιοχή οφειλόμενης σε διάφορες πηγές θορύβου, ή για τη διατύπωση γενικότερων προβλέψεων για την περιοχή αυτή
- **Οριακή τιμή:** Τιμή δείκτη θορύβου η υπέρβαση της οποίας συνεπάγεται την παρέμβαση των αρμοδίων αρχών για τη μελέτη ή την επιβολή μέτρων περιορισμού του θορύβου.
- **Σχέδια δράσης:** Σχέδια για τη διαχείριση των προβλημάτων και των επιδράσεων του θορύβου

Η προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις της Οδηγίας 89/629/ΕΟΚ/4.12.1989 για τον περιορισμό του θορύβου που προκαλείται από υποηχητικά αεριωθούμενα πολιτικά αεροπλάνα. (ΦΕΚ 131/Α/27-9-90) συζητά για τα παρακάτω:

Σκοπός του παρόντος Διατάγματος είναι η προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας με αριθμ. 89/629/ΕΟΚ για τον περιορισμό του θορύβου που προκαλείται από τα υποηχητικά αεριωθούμενα πολιτικά αεροπλάνα. Σκοπός της οδηγίας είναι η θέσπιση αυστηρότερων για τον περιορισμό της εκπομπής θορύβου από τα υποηχητικά αεριωθούμενα πολιτικά αεροπλάνα.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) η υπερβολική έκθεση σε θόρυβο μπορεί να προκαλέσει επιπτώσεις στην ψυχική υγεία, προβλήματα ακοής που εμποδίζουν την επικοινωνία του λόγου, να προκαλέσει διαταραχές ύπνου, ακόμη και καρδιαγγειακά νοσήματα. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος είναι οι ανεπιθύμητοι ή επιβλαβείς θόρυβοι στο ύπαιθρο, που δημιουργούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων των θορύβων που εκπέμπονται από μεταφορικά μέσα από οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές και από χώρους βιομηχανικής δραστηριότητας.

Τα επιτρεπτά όρια για τον συγκοινωνιακό θόρυβο συμπεριλαμβανομένου του αεροπορικού, έχουν δοθεί από το ΦΕΚ Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 1367 (27 Απριλίου 2012) και από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) τα επιτρεπτά επίπεδα θορύβου για την περίοδο της ημέρας είναι τα 55 dB(A), ενώ για την περίοδο της νύχτας ποικίλουν ανάλογα την περίπτωση από 35 – 50 dB(A) (πίνακας 2).

Επίπτωση		Δείκτης	Επιτρεπτά Όρια
Ευεξία	Ενόχληση	$L_{night}$	35
	Υπέρταση	$L_{night}$	50
Ιατρικές Παθήσεις	Έμφραγμα μυοκαρδίου	$L_{night}$	50
	Ψυχολογικές διαταραχές	$L_{night}$	60

Πίνακας 2. Επιτρεπτά Όρια Σύμφωνα με Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας

Σχετικά με τον καθορισμό των Δεικτών Αξιολόγησης και Ανωτάτων Επιτρεπομένων Ορίων Δεικτών Περιβαλλοντικού Θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία συγκοινωνιακών έργων, τεχνικές προδιαγραφές ειδικών ακουστικών μελετών υπολογισμού και εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων, προδιαγραφές προγραμμάτων παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου και άλλες διατάξεις και σύμφωνα με την ΦΕΚ Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 1367, 27 Απριλίου 2012, τα όρια δεικτών αξιολόγησης περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού οδικού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου, είναι τα παρακάτω:

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

Ο υπολογισμός και μέτρηση των ανωτέρω δεικτών και ορίων πραγματοποιείται σε ύψος 4.0 ή 1.5 μέτρων πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2 μ από την πιο εκτεθειμένη (προς την εκάστοτε γραμμική πηγή συγκοινωνιακού θορύβου), πρόσοψη (εξωτερικός τοίχος ή κούφωμα), των κτιρίων κατοικίας και λοιπών ευαίσθητων χρήσεων που χρήζουν προστασίας.

Συχνά επιβάλλονται πρόστιμα σε αεροπορικές εταιρίες όπου τα αεροσκάφη τους εκπέμπουν υψηλά επίπεδα θορύβου.

Η μεθοδολογία χρέωσης πρέπει να είναι απλή, ελέγξιμη και εναρμονισμένη μεταξύ των αερολιμένων. Οι χρεώσεις πρέπει να βασίζονται σε δημοσιευμένα δεδομένα θορύβου και ανάλογα με τον τύπο του αεροσκάφους και του κινητήρα του. Μια άλλη προσέγγιση σχετική με τα επιβαλλόμενα πρόστιμα αφορά τα αεριωθούμενα αεροσκάφη και τις μέγιστες τιμές θορύβου κατά την απογείωση τους. Τέλος, κατά τη διάρκεια της νύχτας μεταξύ 10 μ.μ. και 6 π.μ. εισπράττονται επιπρόσθετες χρεώσεις θορύβου νύχτας.



## 5. Μεθοδολογία

### 5.1 Περιοχή Μελέτης

Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Νεάπολη της Μυτιλήνης (εικόνα 2). Η Νεάπολη είναι 5 χλμ. Νοτιοανατολικά από την πόλη της Μυτιλήνης και σύμφωνα με την τελευταία δημοσκόπηση σε αυτήν ζουν μόνιμα πάνω από 70 κάτοικοι.

Το σημείο δειγματοληψίας επιλέχθηκε με το σκεπτικό ότι:

- είναι το πλησιέστερο στον αεροδιαδρόμο που χρησιμοποιείται από το αεροδρόμιο
- είναι το περισσότερο εκτεθειμένο σε αεροπορικό θόρυβο



Εικόνα 2. Περιοχή Μελέτης

Ο διεθνής αερολιμένας Οδυσσέας Ελύτης της Μυτιλήνης βρίσκεται 8 χιλιόμετρα από το κέντρο της πόλης. Κάποια βασικά στατιστικά στοιχεία σχετικά με το συγκεκριμένο αεροδρόμιο είναι τα παρακάτω (*HCAA (preliminary data): 01/01/2017 - 10/04/2017*, *FRG Traffic Data Management (preliminary data): 11/04/2017 and onwards*):

Αφίξεις-Αναχωρήσεις 2018:

- 6157 πτήσεις
- 477.056 επιβάτες

Η συγκεκριμένη έρευνα έχει βασιστεί σε πληροφορίες σχετικά με τα δρομολόγια των αεροσκαφών του συγκεκριμένου αεροδρομίου. Η βασική πηγή πληροφορίας είναι η επίσημη ιστοσελίδα του αεροδρομίου (<https://www.mjt-airport.gr/el>).

## 5.2 Εργαλεία και Δείκτες

Για την επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων έγινε καταχώρηση των δεδομένων από τα ερωτηματολόγια σε φύλλα εργασίας του προγράμματος Microsoft Excel. Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων εξήχθησαν γραφήματα σε μορφή ομαδοποιημένων ράβδων.

Επίσης, έγινε χρήση του λογισμικού IBM SPSS Statistics, με εισαγωγή των δεδομένων στα παράθυρα στοιχείων του λογισμικού και ακολούθως πραγματοποιήθηκε επεξεργασία και εξαγωγή γραφημάτων, με βάση την κλίμακα Likert, όπου διατυπώνεται η διαβάθμιση στις ερωτήσεις κλίμακας από το 1 έως 10, όπως επίσης και στις διχοτομικές απαντήσεις.

Αναλυτικότερα τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα παρακάτω:

- Κινητό τηλέφωνο (smartphone) για τις ηχογραφήσεις και τις δειγματοληψίες ηχοστάθμης
- Ερωτηματολόγιο
- Audacity
- R Statistics για την εξαγωγή των ακουστικών δεικτών
- SPSS για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων

Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

### *Equivalent Noise Level – Leq*

Κατά τη διάρκεια του 24-ώρου οι εντάσεις του θορύβου ποικίλουν, παρουσιάζοντας μεγάλες αυξομειώσεις. Οι αυξομειώσεις αυτές είναι σύνηθες φαινόμενο σε ένα αστικό συγκρότημα κυρίως λόγω της ύπαρξης του θορύβου οδικής κυκλοφορίας. Το επίπεδο του ενεργειακού ισοδύναμου (Leq) ακολουθεί όλες αυτές τις διακυμάνσεις δίνοντας σαν αποτέλεσμα μια μέση τιμή ενέργειας. Ο δείκτης δηλαδή του ενεργειακού ισοδύναμου, είναι η μέση ένταση του ήχου σε μια δεδομένη χρονική περίοδο, μπορεί να καταγραφεί με χρήση ηχομέτρου και μετράται σε dB.

### *Δείκτης Ακουστικής Πολυπλοκότητας – Acoustic Complexity Index*

Ο δείκτης ακουστικής πολυπλοκότητας, βασίζεται στην παρατήρηση πως οι βιοτικοί ήχοι όπως το τραγούδι των πουλιών, χαρακτηρίζονται από μια μεταβλητότητα εντάσεων, ενώ οι ανθρωπογενείς ήχοι (θόρυβος οδικής κυκλοφορίας) παρουσιάζουν σταθερές τιμές έντασης. Ο δείκτης αυτός, υπολογίζει τον αριθμό των μεγάλων κορυφώσεων (peaks) όσον αφορά την ένταση και τη συχνότητα, σε ένα φασματογράφημα.

### *Δείκτης Ηχοτοπίου – NDSI*

Ο δείκτης ηχοτοπίου NDSI (Normalized Difference Soundscape Index), εκτιμά το επίπεδο της ανθρώπινης διαταραχής στο ηχοτοπίο, υπολογίζοντας την αναλογία ανθρωποήχων – βιοήχων σε ένα ηχητικό δείγμα. Ο δείκτης, έχει εύρος τιμών στην κλίμακα -1 έως +1, με +1 να υποδεικνύει πως ένα ηχητικό σήμα περιέχει μόνο βιοήχους.

### 5.3 Διαδικασία δειγματοληψίας και ερωτηματολόγιο

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 8 ηχογραφήσεις και δειγματοληψίες ηχοστάθμης σε ένα σημείο ελέγχου (εικόνα 2). Οι ηχογραφήσεις και δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν τους μήνες Σεπτέμβριος – Οκτώβριος 2018 την ίδια ώρα (20.00 – 21.00) στο ίδιο κάθε φορά σημείο.

Τα ηχητικά αρχεία ασυμπίεστης μορφής (.wav) που συγκεντρώθηκαν κατά τη διαδικασία, εισήχθησαν στο λογισμικό R ‘stats’ version 3.1.3 (<http://www.R-project.org/>). Τα πακέτα (R packages) που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα παρακάτω. Το πακέτο seewave (Sueur J. et.al., 2008) συνδυαστικά με το πακέτο “tuner” (Uwe Ligges et.al., 2013), που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και σύνθεση ήχων. Με τη χρήση τους, εξήχθησαν τα απαραίτητα φασματογραφήματα για κάθε ηχητική καταγραφή, για την απεικόνιση του ηχοτοπίου. Τέλος, για την εύρεση ακουστικών δεικτών οικολογίας ηχοτοπίων χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά τα πακέτα, “soundecology” (Villanueva-Rivera et.al. 2015) και “ineq” (Zeileis, 2014).

Για τις ανάγκες της έρευνας, σκοπός της οποίας είναι να εξακριβωθεί ο βαθμός ενόχλησης και διατάραξης της ψυχικής υγείας από τον θόρυβο των αεροσκαφών, σχεδιάστηκε ειδικό ερωτηματολόγιο το οποίο περιελάμβανε εξειδικευμένες ερωτήσεις για το συγκεκριμένο αντικείμενο, και οι οποίες είναι διαβαθμισμένες με βάση την κλίμακα πολλαπλής επιλογής Likert.

Το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε και συμπληρώθηκε από συνολικά 40 άτομα που διέμεναν κοντά στην περιοχή του αεροδρομίου και στην περιοχή της Νεάπολης, όπου και ο θόρυβος των αεροσκαφών είναι έντονος κατά την διάρκεια προσγείωσης και απογείωσης, έτσι ώστε οι απαντήσεις να είναι όσο το δυνατόν πιο κατατοπιστικές. Μέσα από τις απαντήσεις των ερωτώμενων επιδιώκεται να παρουσιαστεί η γενική εικόνα σχετικά με τις επιπτώσεις του θορύβου που έχουν τα αεροπλάνα τόσο στην σωματική όσο και στην ψυχική υγεία, ενώ παράλληλα εξετάζεται ο βαθμός εκείνος που οι συμμετέχοντες έκαναν κάποια ηχομόνωση προκειμένου να μην ενοχλούνται τόσο πολύ από τον θόρυβο.

Η στατιστική επεξεργασία του ερωτηματολογίου έγινε με το υπολογιστικό πακέτο SPSS 21.0, ενώ η ανάλυση των δεδομένων περιλαμβάνει την ανάλυση αξιοπιστίας και εγκυρότητας του ερωτηματολογίου και την περιγραφική την παρουσίαση των αποτελεσμάτων μέσα από σχετικούς πίνακες και γραφήματα συχνοτήτων (ή ποσοστών), ενώ στο τέλος εξάγονται και τα βασικά συμπεράσματα.

## 6. Αποτελέσματα-Συζήτηση

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών θορύβου, των ηχογραφήσεων και των ερωτηματολογίων (Παράρτημα 1).

### 6.1 Ανάλυση αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφική ανάλυση των δεδομένων, θα παρουσιαστεί συνοπτικά η ανάλυση αξιοπιστίας και εγκυρότητας του ερωτηματολογίου σαν σύνολο δεδομένων, κάτι το οποίο θα εξεταστεί με το alpha του Cronbach, ένα από τα πιο συνηθισμένα χρησιμοποιημένα μέτρα για την μέτρηση της συνέπειας ενός συνόλου δεδομένων. Αλγεβρικά, ο τύπος του alpha είναι ο ακόλουθος

$$\hat{a} = \frac{k\bar{c}}{\bar{v} + (k - 1)\bar{c}}$$

Όπου  $k$  ο αριθμός των αντικειμένων (ερωτήσεων) του συνόλου δεδομένων

$\bar{v}$  η μέση διασπορά των αντικειμένων (ερωτήσεων) του συνόλου δεδομένων και

$\bar{c}$  μέση συνδιασπορά μεταξύ των ανά δύο αντικειμένων (ερωτήσεων) του συνόλου δεδομένων. Αυτός ο δείκτης παίρνει τιμές μεταξύ του μηδενός και της μονάδας, και όσο πιο μεγάλος είναι τόσο πιο έγκυρο και αξιόπιστο θεωρείται το σετ δεδομένων.

Από το SPSS έχουμε τους παρακάτω πίνακες για την ανάλυση εγκυρότητας. Ο πρώτος περιλαμβάνει τον συνολικό αριθμό του δείγματος των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα (40 άτομα)

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	40	100,0
	Excluded <sup>a</sup>	0	,0
Total		40	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Ο δεύτερος πίνακας περιλαμβάνει την εκτίμηση  $\hat{a} = 0.973$  για συνολικά  $k = 35$  ερωτήσεις, οπότε το σύνολο δεδομένων μας είναι πολύ αξιόπιστο.

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	N	of Items
,973	35	

## 6.2 Δημογραφικά στοιχεία δείγματος

Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν οι βασικές δημογραφικές πληροφορίες των συμμετεχόντων. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 40 άτομα, 15 γυναίκες και 25 άντρες με ίσο δείγμα από την Αγία Μαρίνα και το αεροδρόμιο, με βάση τα δύο επόμενα γραφήματα.

**Statistics**

	Gender	Residence	Age	Status	Education	Occupation	Income
N	Valid	40	40	40	40	40	40
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean			6,3750				17,8750
Std. Deviation			,83781				,60712

*Πίνακας 3. Γενική περιγραφική στατιστική ανάλυση*

Στην έρευνα συμμετείχαν άτομα και των δυο φύλλων 40 % γυναίκες 60% άνδρες , αρκετών ηλικιακών επιπέδων, αλλά οι μισοί (20) ήταν ηλικίας 46-55 ετών, ενώ η πλειονότητα (75%) ήταν παντρεμένα άτομα. Σχετικά με το μορφωτικό επίπεδο των ερωτώμενων, οι πιο πολλοί είχαν τελειώσει μέχρι και λύκειο, ενώ ορισμένα άτομα είχαν και ανώτερη εκπαίδευση. Επίσης, σχετικά με την επαγγελματική τους κατάσταση, το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων ήταν ελεύθεροι επαγγελματίες (35%), ενώ οι υπόλοιποι ήταν δημόσιοι ή ιδιωτικοί υπάλληλοι, όπως επίσης και φοιτητές και συνταξιούχοι. Τέλος, αναφορικά με την εισοδηματική κατάσταση των συμμετεχόντων, οι περισσότεροι είχαν χαμηλό με μέτριο εισόδημα (62,5% και 501-1000 ευρώ), ενώ ένα εξίσου σημαντικό ποσοστό είχε χαμηλό μέσο μηνιαίο εισόδημα (κάτω από 500€), με βάση τον αντίστοιχο πίνακα που έπεται.

**Gender**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid male	24	60,0	60,0	60,0
female	16	40,0	40,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

*Πίνακας 4. Κατανομή του φύλου των απαντήσεων*

**Residence**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Neapoli	20	50,0	50,0	50,0
Other	20	50,0	50,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

*Πίνακας 5: Περιοχή κατοικίας των συμμετεχόντων*

**Age**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	18-25	9	22,5	22,5	22,5
	26-35	7	17,5	17,5	40,0
	35-45	24	60,0	60,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

*Πίνακας 6: Κατανομή της ηλικίας του δείγματος***Status**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	married	10	25,0	25,0	25,0
	unmarried	30	75,0	75,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

*Πίνακας 7: Οικογενειακή κατάσταση των συμμετεχόντων***Education**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Highschool	30	75,0	75,0	75,0
	University	10	25,0	25,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

*Πίνακας 8: Κατανομή της μόρφωσης του δείγματος***Occupation**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Municipality Worker	5	12,5	12,5	12,5
	Private sector	7	17,5	17,5	30,0
	Free trade	14	35,0	35,0	65,0
	Pention	3	7,5	7,5	72,5
	Student	11	27,5	27,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

*Πίνακας 9: Κατανομή της επαγγελματικής κατάστασης του δείγματος*

**Income**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 1-500	10	25,0	25,0	25,0
501-1000	25	62,5	62,5	87,5
1001-2000	5	12,5	12,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	

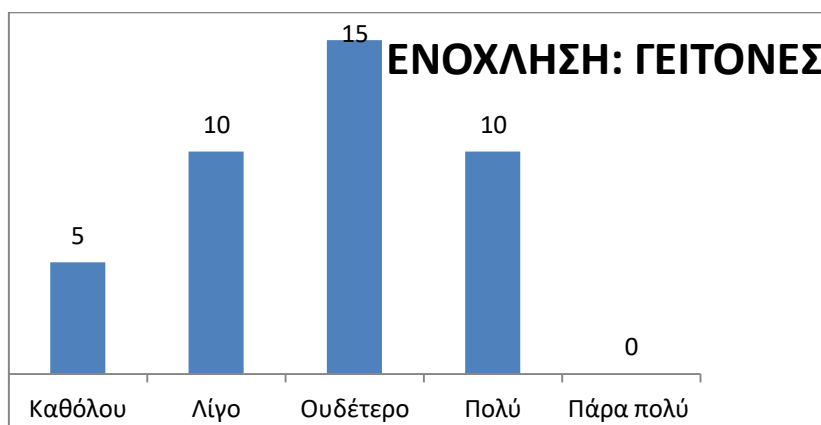
Πίνακας 10. Εισοδηματική κατάσταση των συμμετεχόντων

### 6.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

Οι επόμενες ερωτήσεις έχουν να κάνουν με τον βαθμό ενόχλησης που προκαλούν διαφορετικές πηγές (ερωτήσεις Β1 μέχρι Β3 του ερωτηματολογίου), και τα αποτελέσματα φαίνονται στους επόμενους πίνακες. Αρχικά, ο βαθμός ενόχλησης που προκαλούν οι γείτονες δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος, με βάση τον επόμενο πίνακα.

Από τις παρακάτω πηγές θορύβου, εκτιμήστε και βαθμολογήστε από 1 – 5, το βαθμό ενόχλησης που προκαλούν :**ΓΕΙΤΟΝΕΣ**

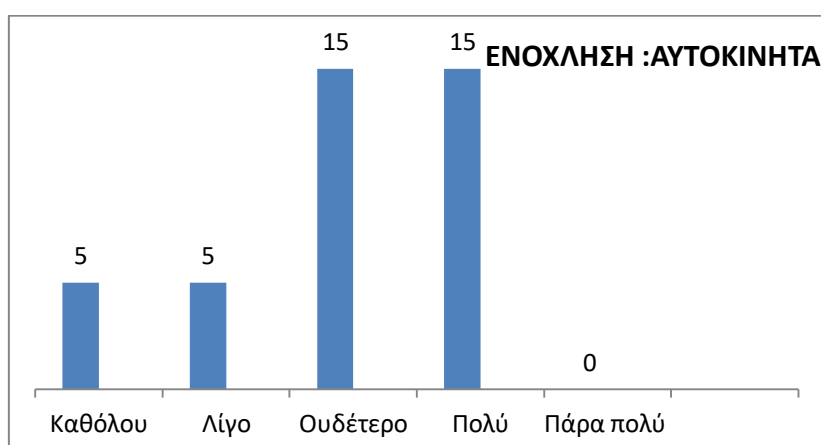
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	12,5	12,5	12,5
Λίγο	10	25,0	25,0	37,5
Valid Ουδέτερο	15	37,5	37,5	75,0
Πολύ	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	



Ο βαθμός ενόχλησης που προκαλείται από τα αυτοκίνητα είναι σχετικά μεγαλύτερος (15 στους 40 δήλωσαν πως ενοχλήθηκαν πολύ)

Από τις παρακάτω πηγές θορύβου, εκτιμήστε και βαθμολογήστε από 1 – 5, το βαθμό ενόχλησης που προκαλούν :**ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	12,5	12,5	12,5
Λίγο,	5	12,5	12,5	25,0
Valid Ουδέτερο	15	37,5	37,5	62,5
Πολύ	15	37,5	37,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	



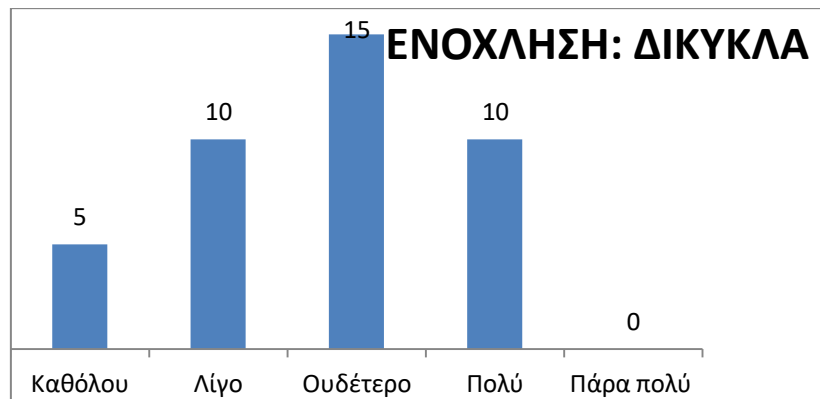
Ο βαθμός ενόχλησης που προκαλείται από τα δίκυκλα είναι δεν είναι τόσο μεγάλος όσο για τα αυτοκίνητα (10 στους 40 δήλωσαν πως ενοχλήθηκαν πολύ)

Από τις παρακάτω πηγές θορύβου, εκτιμήστε και βαθμολογήστε από 1 – 5, το βαθμό ενόχλησης που προκαλούν :**ΔΙΚΥΚΛΑ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Καθόλου	5	12,5	12,5	12,5



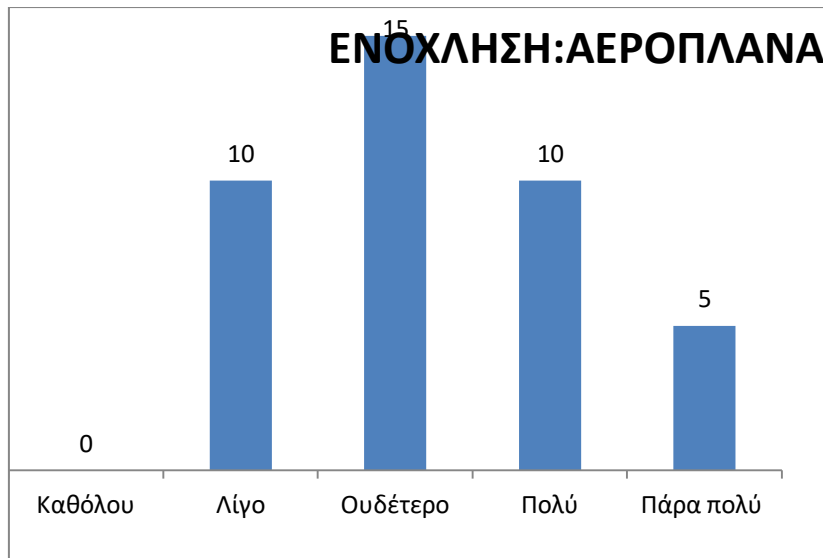
Λίγο	10	25,0	25,0	37,5
Ουδέτερο	15	37,5	37,5	75,0
Πολύ	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	



Για τα αεροπλάνα, ο βαθμός ενόχλησης είναι σχετικά μεγάλος, καθώς 15 στους 40 δήλωσαν πως ενοχλούνται πολύ και πάρα πολύ αντίστοιχα.

*Από τις παρακάτω πηγές θορύβου, εκτιμήστε και βαθμολογήστε από 1 – 5, το βαθμό ενόχλησης που προκαλούν : ΑΕΡΟΠΛΑΝΑ*

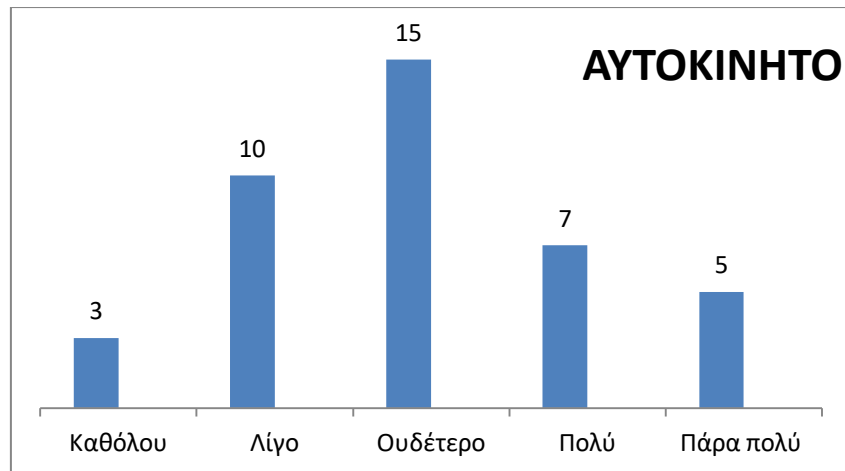
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Λίγο,	10	25,0	25,0	25,0
Ουδέτερο	15	37,5	37,5	62,5
Valid Πολύ	10	25,0	25,0	87,5
Πάρα πολύ	5	12,5	12,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	



Σχετικά με την χρήση διαφορετικών ειδών οχημάτων, ένα αρκετά ενδεικτικό ποσοστό χρησιμοποιεί το αυτοκίνητο αρκετά συχνά.

*Με σκορ από 1 – 5 πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα παρακάτω οχήματα;*  
**ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ**

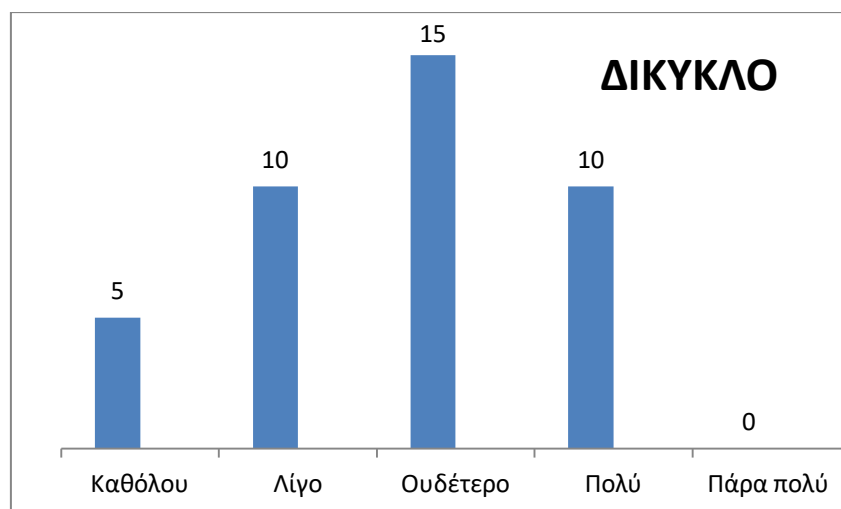
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ποτέ	3	7,5	7,5	7,5
Σπάνια	10	25,0	25,0	32,5
Μερικές φορές	15	37,5	37,5	70,0
Συχνά	7	17,5	17,5	87,5
Πάντα	5	12,5	12,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	



Αντίστοιχα, τα άτομα που συμμετείχαν χρησιμοποιούν λιγότερο συχνά δίκυκλα για τις μετακινήσεις τους.

Με σκορ από 1 – 5 πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα παρακάτω οχήματα;  
**ΔΙΚΥΚΛΟ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Ποτέ	5	12,5	12,5	12,5
Σπάνια	10	25,0	25,0	37,5
Valid Μερικές φορές	15	37,5	37,5	75,0
Συχνά	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

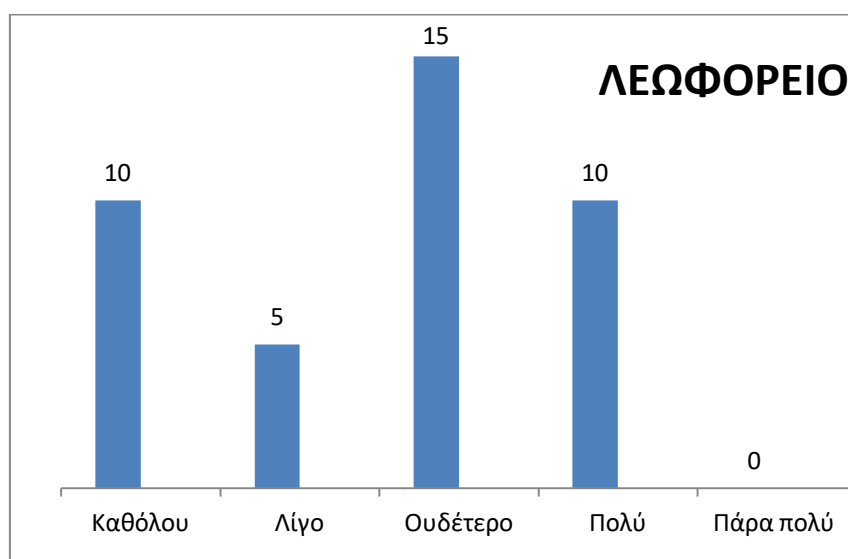


Ανάλογα συμπεράσματα βγάζουμε και για την μετακίνηση μέσω λεωφορείων, όπου 15 στους σαράντα δήλωσαν πως το χρησιμοποιούν μερικές φορές και 10 το χρησιμοποιούν αρκετά συχνά.

Με σκορ από 1 – 5 πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα παρακάτω οχήματα;

#### ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Ποτέ	10	25,0	25,0	25,0
Σπάνια	5	12,5	12,5	37,5
Valid Μερικές φορές	15	37,5	37,5	75,0
Συχνά	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	



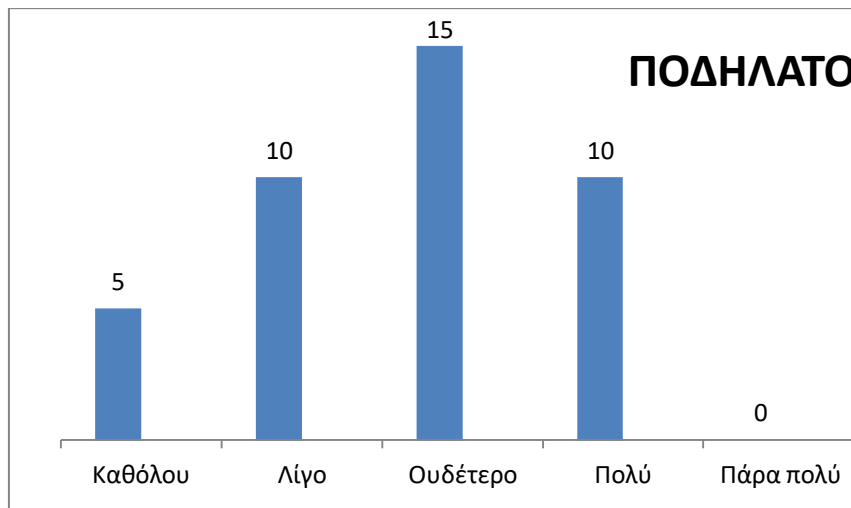
Για το ποδήλατο, παρατηρείται λιγότερη χρήση αναλογικά με τα προηγούμενα μέσα.

Με σκορ από 1 – 5 πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα παρακάτω οχήματα;

#### ΠΟΔΗΛΑΤΟ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Καθόλου	5	12,5	12,5	12,5

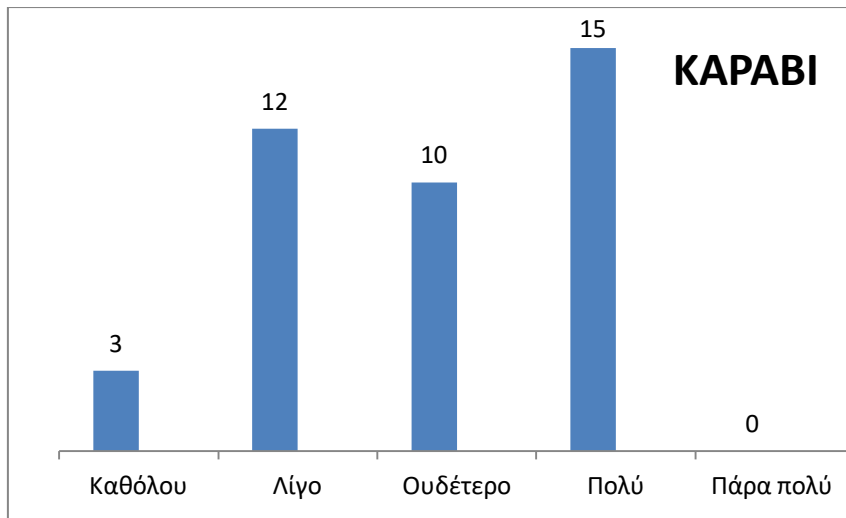
Λίγο	10	25,0	25,0	37,5
Ουδέτερο	15	37,5	37,5	75,0
Πολύ	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	



Αρκετά άτομα μετακινούνται και με καράβι, αλλά σπανιότερα συγκριτικά με το δίκυκλο και το αυτοκίνητο.

Με σκορ από 1 – 5 πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα παρακάτω οχήματα; **ΚΑΡΑΒΙ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Ποτέ	3	7,5	7,5	7,5
Σπάνια	13	32,5	32,5	40,0
Valid Μερικές φορές	8	20,0	20,0	60,0
Συχνά	16	40,0	40,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

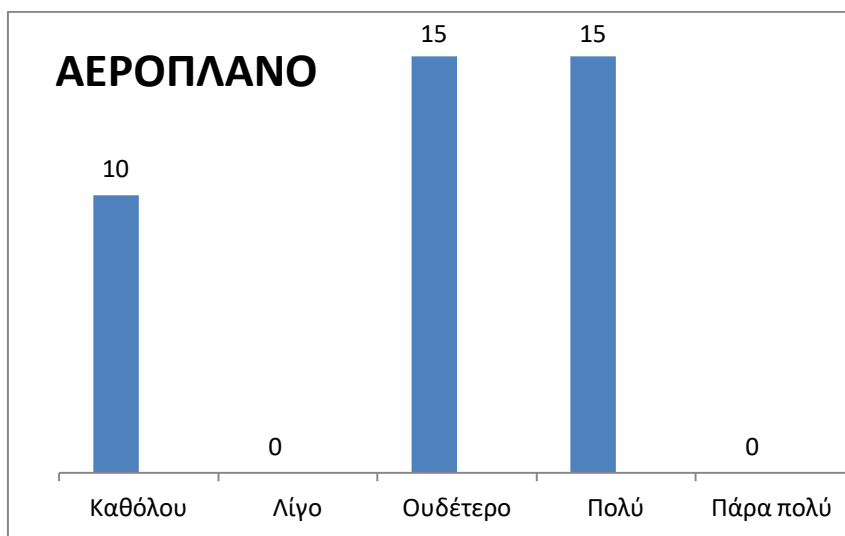


Σχετικά με την χρήση αεροπλάνου, 16 στους 40 δήλωσαν πως το χρησιμοποιούν μερικές φορές, ενώ 15 δήλωσαν πως κάνουν συχνή χρήση του.

Με σκορ από 1 – 5 πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα παρακάτω οχήματα;

#### ΑΕΡΟΠΛΑΝΟ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ποτέ	9	22,5	22,5	22,5
Μερικές φορές	16	40,0	40,0	62,5
Συχνά	15	37,5	37,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	

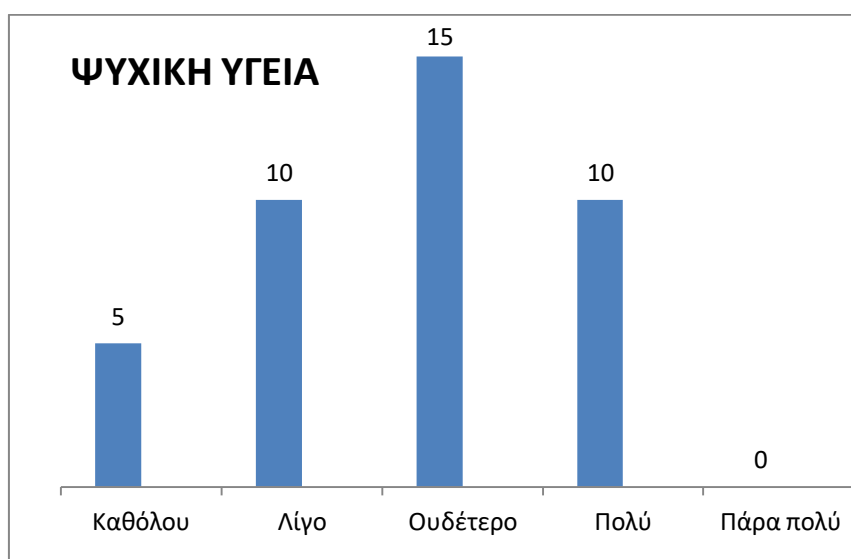


Οι επόμενοι πίνακες παρουσιάζουν τον βαθμό εκείνο που οι συμμετέχοντες πιστεύουν πως ο θόρυβος επηρεάζει κατά κάποιον τρόπο την υγεία τους (ερώτηση 3 του δεύτερου μέρους). Σχετικά με την ψυχική υγεία, οι περισσότεροι (75%) θεωρούν πως ο θόρυβος δεν τους επηρεάζει και ιδιαίτερα.

*Κατά πόσο πιστεύετε ότι επηρεάζει ο θόρυβος κάποια πτυχή της υγείας σας;*

**ΨΥΧΙΚΗ ΥΓΕΙΑ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	12,5	12,5	12,5
Λίγο	10	25,0	25,0	37,5
Valid Ουδέτερο	15	37,5	37,5	75,0
Πολύ	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	



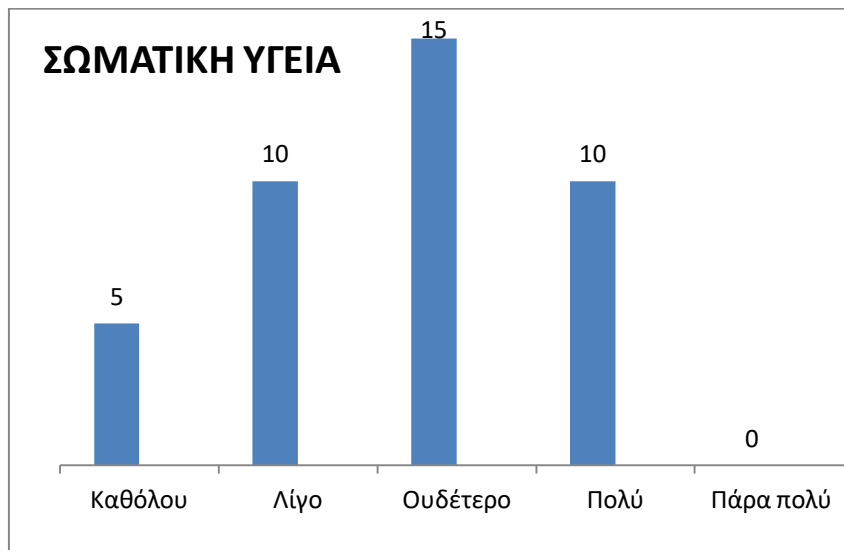
Ανάλογα συμπεράσματα προκύπτουν και για την σωματική υγεία και τον ύπνο (ξεκούραση), με βάση τους επόμενους πίνακες.

*Κατά πόσο πιστεύετε ότι επηρεάζει ο θόρυβος κάποια πτυχή της υγείας σας;*

**ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Καθόλου	5	12,5	12,5	12,5

Λίγο	10	25,0	25,0	37,5
Ουδέτερο	15	37,5	37,5	75,0
Πολύ	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	



*Κατά πόσο πιστεύετε ότι επηρεάζει ο θόρυβος κάποια πτυχή της υγείας σας;*  
**ΥΠΝΟΣ- ΞΕΚΟΥΡΑΣΗ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	12,5	12,5	12,5
Λίγο	10	25,0	25,0	37,5
Valid Ουδέτερο	15	37,5	37,5	75,0
Πολύ	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	



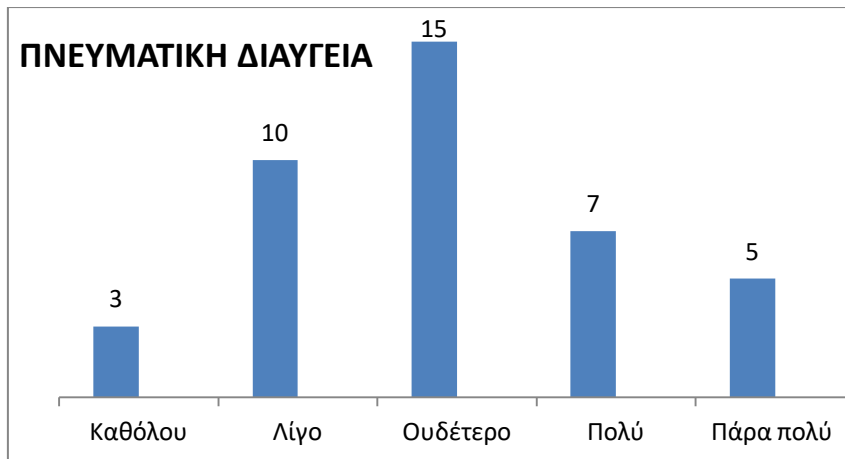


Για την πνευματική διαύγεια και συγκέντρωση, με βάση τα στοιχεία του επόμενου πίνακα συμπεραίνεται πως ο θόρυβος την επηρεάζει περισσότερο συγκριτικά με τις προηγούμενες πτυχές.

*Κατά πόσο πιστεύετε ότι επηρεάζει ο θόρυβος κάποια πτυχή της υγείας σας;*

**ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΥΓΕΙΑ-ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	3	7,5	7,5	7,5
Λίγο	10	25,0	25,0	32,5
Ουδέτερο	14	35,0	35,0	67,5
Πολύ	8	20,0	20,0	87,5
Πάρα πολύ	5	12,5	12,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	

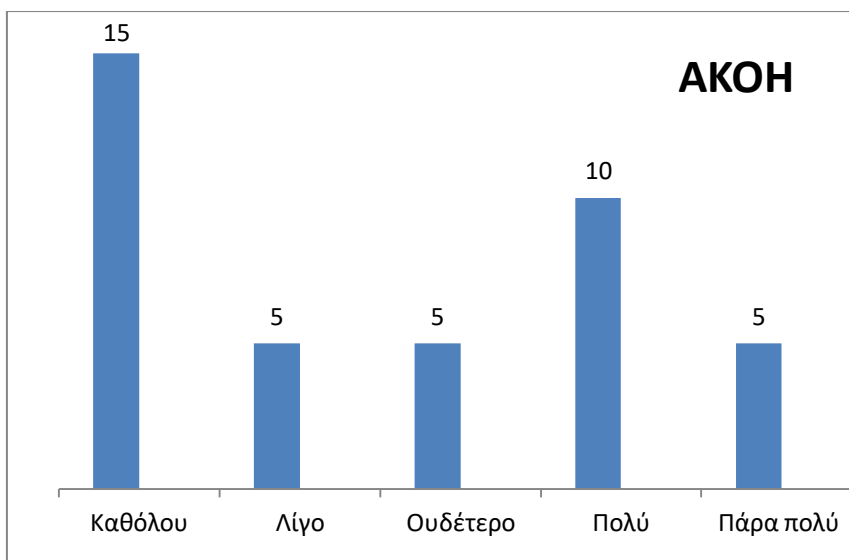


Τέλος, για την ακοή προκύπτουν παρόμοια συμπεράσματα, και σύμφωνα με το δείγμα, η ακοή των ατόμων επηρεάζεται σημαντικά από τον θόρυβο που προκαλείται.

*Κατά πόσο πιστεύετε ότι επηρεάζει ο θόρυβος κάποια πτυχή της υγείας σας;*

**ΑΚΟΗ**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	15	37,5	37,5	37,5
Λίγο	5	12,5	12,5	50,0
Ουδέτερο	5	12,5	12,5	62,5
Πολύ	10	25,0	25,0	87,5
Πάρα πολύ	5	12,5	12,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	

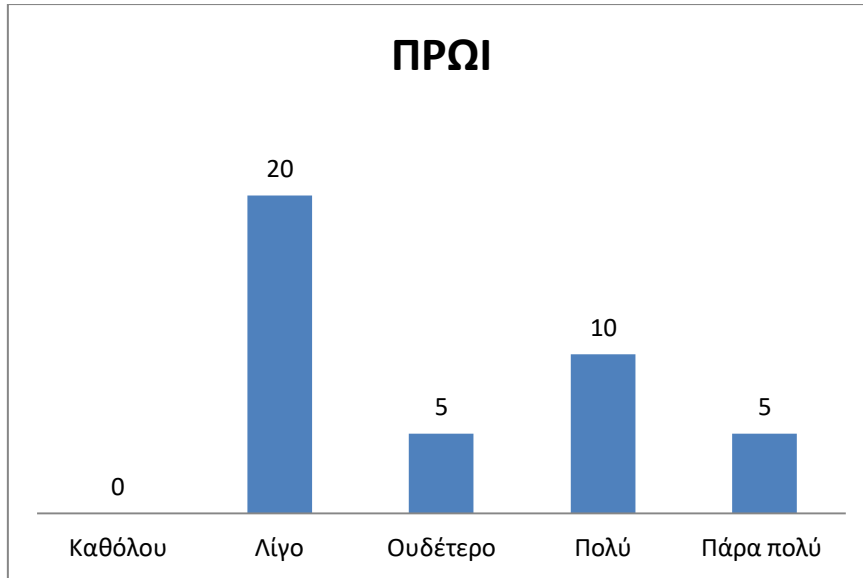


Σχετικά με τον θόρυβο που προκαλείται από τα αεροπλάνα (ερώτηση Β5), η συντριπτική πλειονότητα του δείγματος απάντησε πως ενοχλείτε (30 στους 40, 75%) με βάση το επόμενο γράφημα

Οι επόμενοι πίνακες περιγράφουν ποιες ώρες της ημέρας ο θόρυβος των αεροσκαφών ενοχλεί περισσότερο τους κατοίκους, και με βάση τις απαντήσεις του δείγματος, συμπεραίνεται πως το πρωί και το βράδυ είναι οι ώρες που οι περισσότεροι κάτοικοι ενοχλούνται από τον θόρυβο των αεροσκαφών, ενώ λιγότερη ενόχληση παρατηρείται το μεσημέρι.

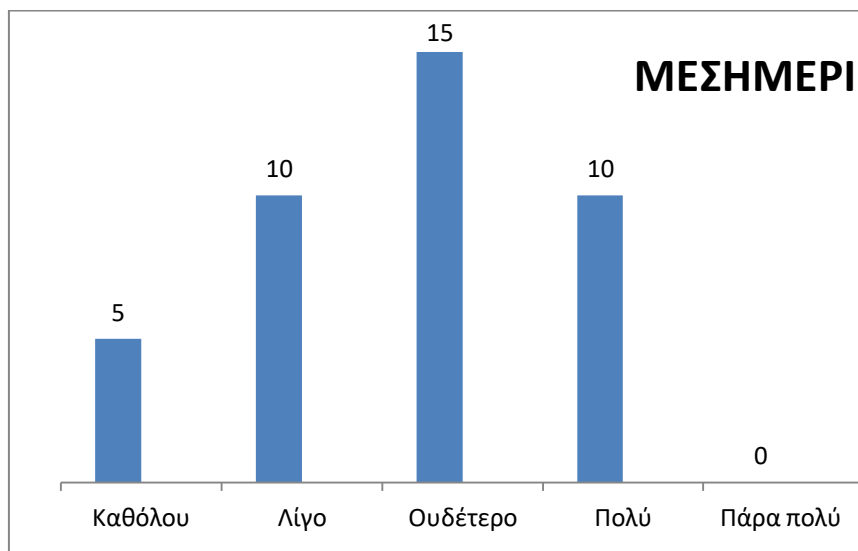
### ΠΡΩΙ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Λίγο	5	12,5	12,5	12,5
Ουδέτερο	20	50,0	50,0	62,5
Valid Πολύ	10	25,0	25,0	87,5
Πάρα πολύ	5	12,5	12,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	



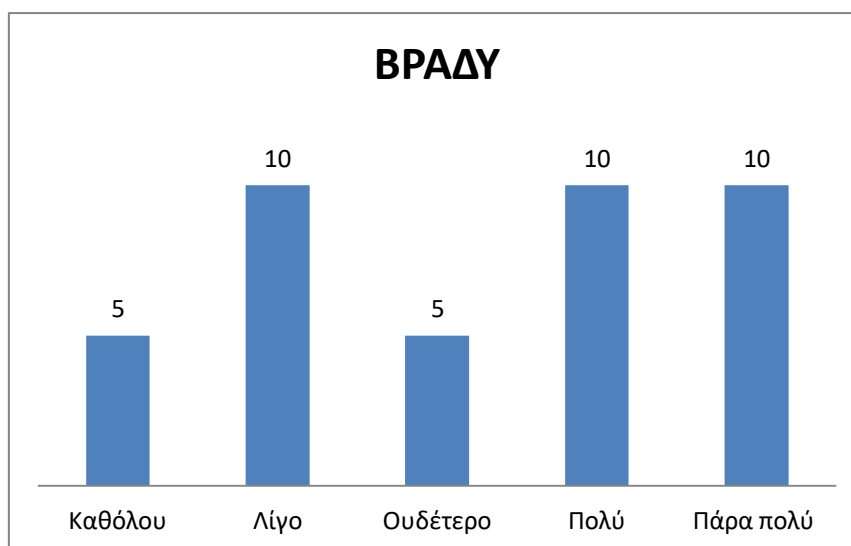
### ΜΕΣΗΜΕΡΙ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Καθόλου	5	12,5	12,5	12,5
Λίγο	10	25,0	25,0	37,5
Valid Ουδέτερο	20	50,0	50,0	87,5
Πολύ	5	12,5	12,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	



## ΒΡΑΔΥ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Λίγο	15	37,5	37,5	37,5
Ουδέτερο	5	12,5	12,5	50,0
Valid Πολύ	10	25,0	25,0	75,0
Πάρα πολύ	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	



Ο θόρυβος κατά την διάρκεια της απογείωσης είναι η βασική πηγή ενόχλησης για τους κατοίκους κοντά στο αεροδρόμιο (37,5%), ωστόσο ορισμένοι είτε δεν ενοχλούνται είτε δεν αναγνωρίζουν την διαφορά μεταξύ του θορύβου κατά την διάρκεια απογείωσης-προσγείωσης.

Ακόμα, με βάση την ερ.Β8 που έχει να κάνει με το ποια θεωρούν οι κάτοικοι πως είναι η καλύτερη λύση αντιμετώπισης του αεροπορικού θορύβου, η αλλαγή των αεροπορικών διαδρομών και η ηχομόνωση στην κατοικία είναι εξίσου σημαντικές. Ωστόσο, η πλειονότητα του δείγματος (27 στους 40) δεν έχουν κάνει κάποια ηχομόνωση στην κατοικία τους ,κυρίως για οικονομικούς λόγους με βάση τις μισές απαντήσεις, όπως επίσης και για αμέλεια ή για αισθητικούς λόγους, ενώ στα μέρη που έχουν γίνει ηχομόνωση περιλαμβάνονται διπλά τζάμια και κουφώματα

Σχετικά με το ποιος είναι υπεύθυνος για την κάλυψη των εξόδων ηχομόνωσης εξαιτίας του αεροπορικού θορύβου, οι πιο πολλοί πιστεύουν πως ο Δήμος πρέπει να λάβει κάποια μέτρα

(όπως δήλωσαν οι μισοί συμμετέχοντες), ωστόσο σύμφωνα με τους άλλους μισούς, ο ιδιοκτήτης της κατοικίας ή το αεροδρόμιο θα πρέπει να καλύψουν αυτά τα έξοδα.

#### ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Δήμος	20	50,0	50,0	50,0
Valid Ιδιοκτήτης κατοικίας	10	25,0	25,0	75,0
Αεροδρόμιο	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

Οι περισσότεροι συμμετέχοντες (57,5%) έχουν επισκεφτεί έστω και μια φορά αεροδρόμια του εξωτερικού, και σύμφωνα με την άποψή τους, τα αεροδρόμια του εξωτερικού αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα αεροπορικού θορύβου, με βάση το 75% των απαντήσεων.

*Έχετε επισκεφτεί αεροδρόμια του εξωτερικού;*

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid NAI	23	57,5	57,5	57,5
OXI	17	42,5	42,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	

*Πιστεύετε πως στο εξωτερικό υπάρχουν προβλήματα αεροπορικού θορύβου;*

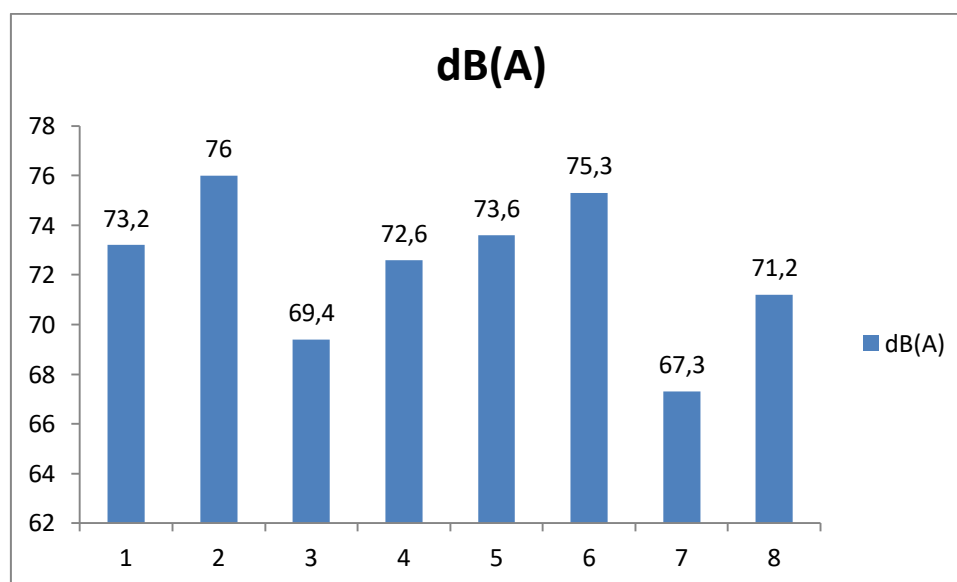
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid NAI	30	75,0	75,0	75,0

OXI	10	25,0	25,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

#### 6.4 Αποτελέσματα δειγματοληψιών θορύβου και ηχογραφήσεων

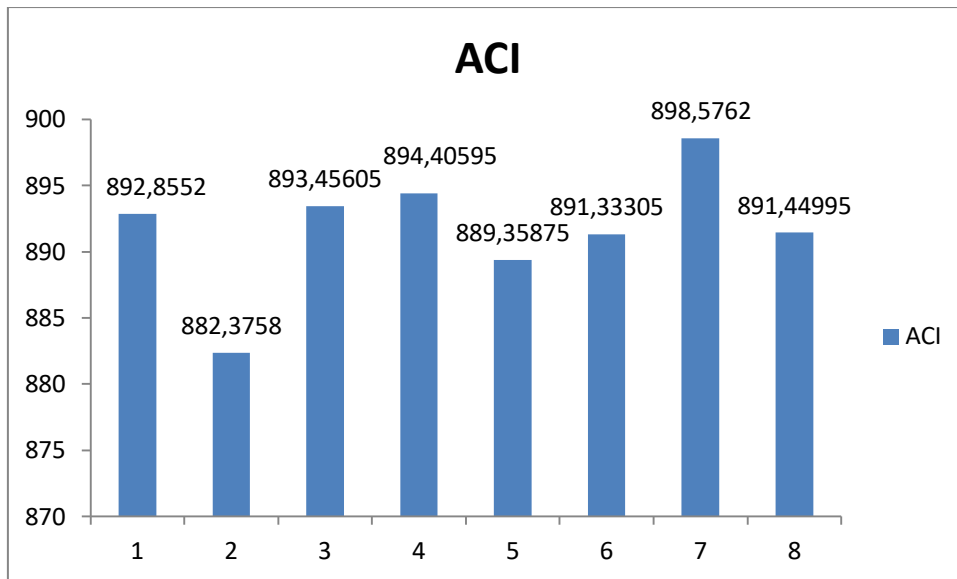
Τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών θορύβου και των ηχογραφήσεων, δηλαδή οι δείκτες Ακουστικής Πολυπλοκότητας (Acoustic Complexity Index), ο δείκτης ηχοτοπίου (Normalized Difference Soundscape Index) και ο δείκτης θορύβου  $L_{eq}$  παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και στα αντίστοιχα διαγράμματα.

	ACI	NDSI	dB(A)
	892,8552	-0,31599	73,2
	882,3758	-0,30584	76
	893,4561	-0,32476	69,4
	894,406	-0,29976	72,6
	889,3588	-0,30288	73,6
	891,3331	-0,29588	75,3
	898,5762	-0,30674	67,3
	891,45	-0,31624	71,2

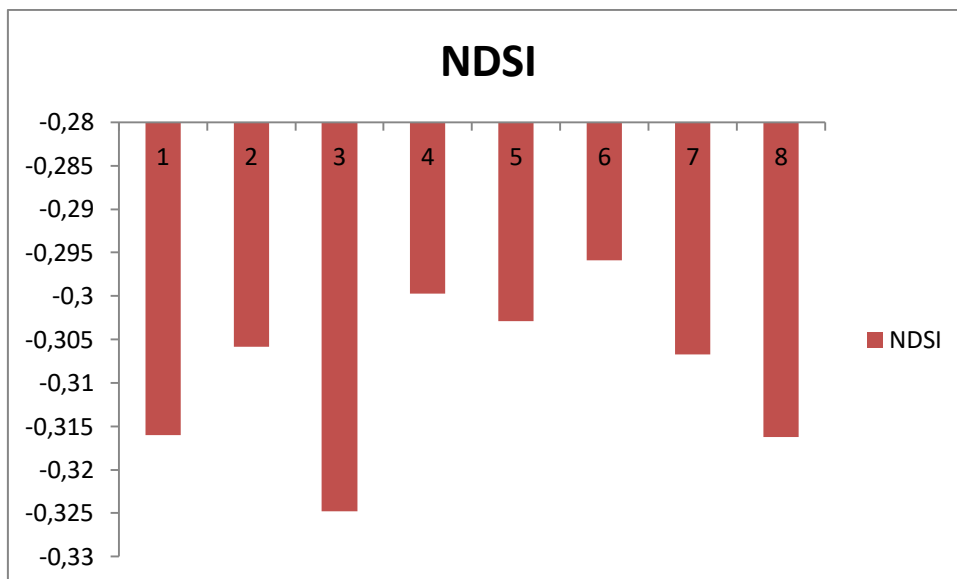


Όπως είναι φανερό τα επιτρεπτά όρια της νυχτερινής περιόδου (60 dB) καταπατώνται σε όλες τις περιπτώσεις. Ακολουθούν τα διαγράμματα για τους δείκτες ACI και NDSI.





Τα αποτελέσματα του δείκτη ACI φανερώνουν τα χαμηλά επίπεδα ακουστικής πολυπλοκότητας. Αξίζει να αναφερθεί το γεγονός πως τα αυξημένα επίπεδα ηχηρότητας (dB) αποτελούν το λόγο υποβάθμισης της πολυπλοκότητας. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν για μελλοντικές συγκρίσεις επιπέδων πολυπλοκότητας.



Όπως είναι γνωστό από τα προηγούμενα κεφάλαια ο δείκτης ηχοτοπίου NDSI έχει εύρος τιμών από -1 έως +1. Το αρνητικό πρόσημο συμβολίζει την έντονη παρουσία ανθρωποφωνίας σε ένα ηχοτοπίο. Σε όλες τις περιπτώσεις κυριαρχεί ο αεροπορικός θόρυβος.

Σχηματίστηκε η υπόθεση πως τα αυξημένα επίπεδα ηχηρότητας μειώνουν τα επίπεδα ηχητικής πολυπλοκότητας. Η συγκεκριμένη υπόθεση μελετήθηκε πραγματοποιώντας μια στατιστική συσχέτιση των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων μετά τον έλεγχο της κανονικότητας των δεδομένων.

Οι μεταβλητές ACI και dB ακολουθούν κανονική κατανομή (ACI sig. ,481 >.005 dB sig. ,814 >.005).

### Correlations

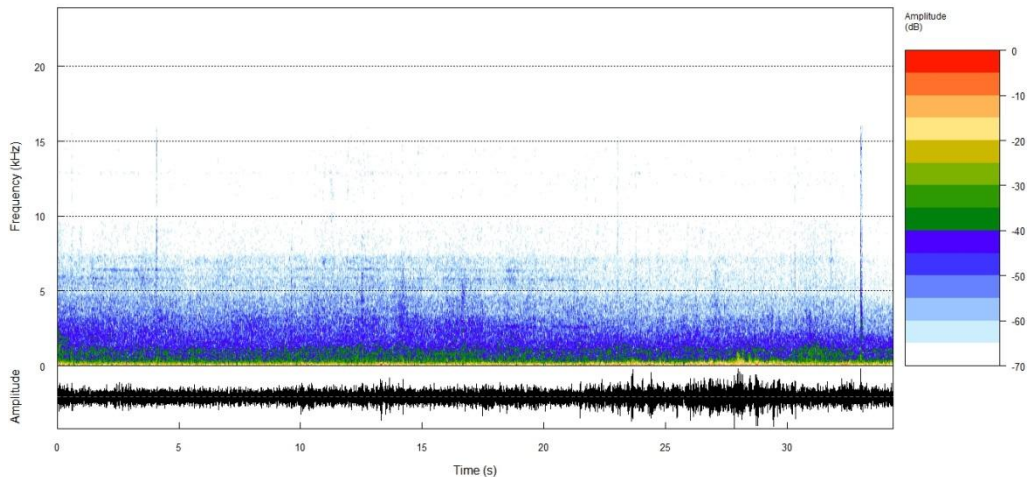
			ACI	dB
Kendall's tau_b	ACI	Correlation Coefficient	1,000	-,714*
		Sig. (2-tailed)	.	,013
		N	8	8
	dB	Correlation Coefficient	-,714*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,013	.
		N	8	8
Spearman's rho	ACI	Correlation Coefficient	1,000	-,857**
		Sig. (2-tailed)	.	,007
		N	8	8
	dB	Correlation Coefficient	-,857**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,007	.
		N	8	8

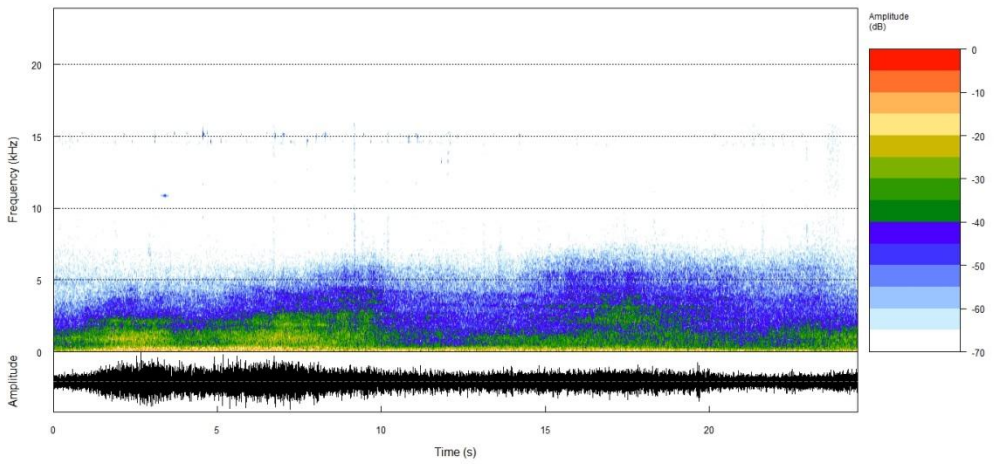
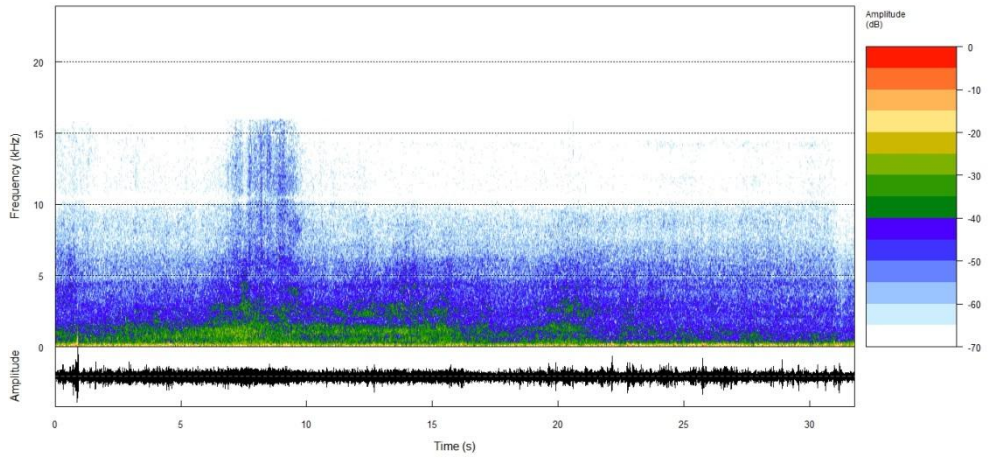
\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

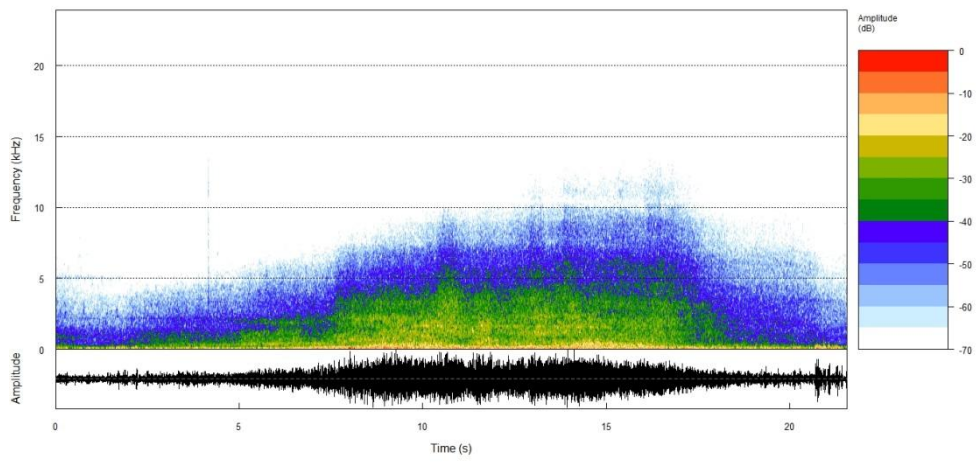
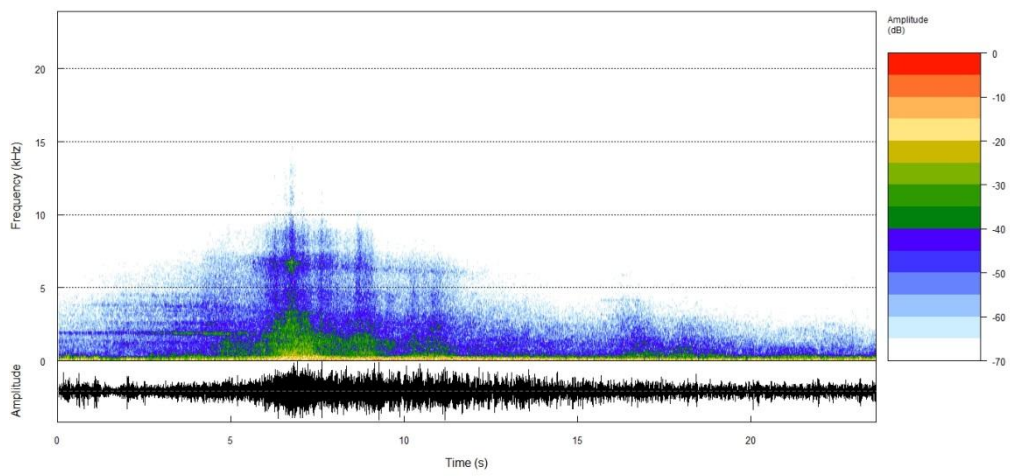
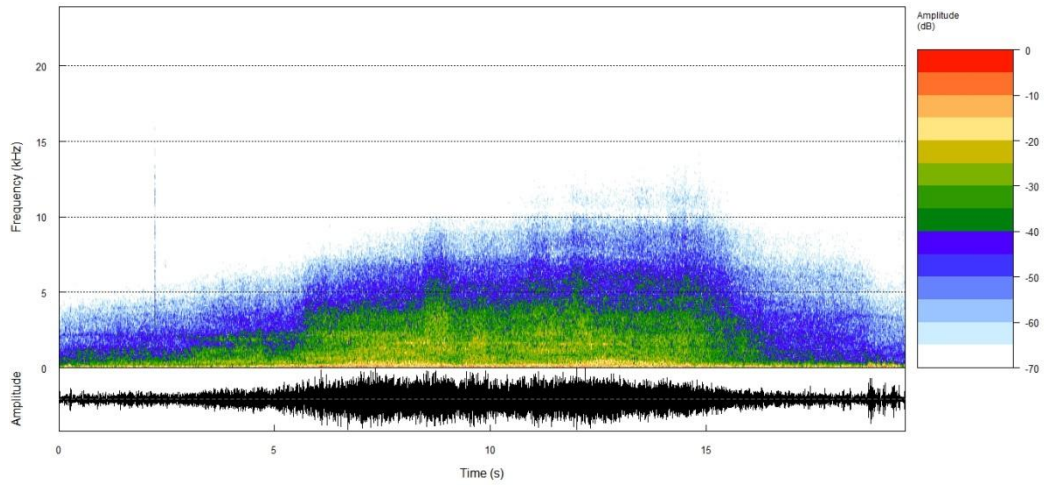
\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

## 6.5 Φασματογραφήματα

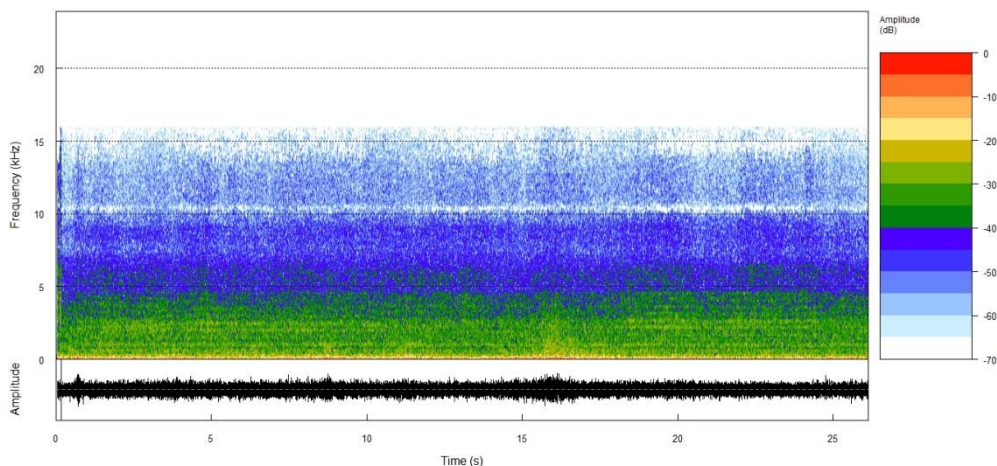
Τα φασματογραφήματα αποτελούν την οπτικοποίηση ενός ηχητικού γεγονότος ή ενός ηχοτοπίου. Η συγκεκριμένη ηχητική πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να φανερώσει την παρουσία της ηχητικής κάλυψης. Όπως είναι φανερό από τα παρακάτω φασματογραφήματα, ο αεροπορικός θόρυβος είναι χαμηλών συχνοτήτων και ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να προκαλέσει το φαινόμενο της ηχητικής κάλυψης (masking effect).











## 7. Συμπεράσματα και μελλοντική έρευνα

Η περίπτωση της Μυτιλήνης αποτελεί περιοχή αρκετά επιβαρυνόμενη από συγκοινωνιακό θόρυβο συμπεριλαμβανομένου του αεροπορικού θορύβου. Τα επιτρεπτά όρια που έχουν τεθεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ( $L_{den}$ : 55 dB(A) καταπατώνται σχεδόν σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της περιοχής, που σηματοδοτεί την ανάγκη για εξέλιξη της μελέτης. Παράλληλα, τα επίπεδα που έχουν οριστεί από το κράτος ( $L_{den}$ : 70 dB(A)  $L_{night}$ : 60dB(A)) αν και αρκετά ελαστικά, έχουν σχεδόν καταπατηθεί σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις. Γενικότερα, οι περίοδοι της ημέρας και του απογεύματος χαρακτηρίζονται από τις υψηλότερες εντάσεις. Παρόλα αυτά, η νυχτερινή περίοδος αποτελεί τη σημαντικότερη περίοδο καθώς αποτελεί το βασικό αντικείμενο μελέτης συσχέτισης του θορύβου με τον περιβαλλοντικό θόρυβο. Παρά το γεγονός ότι κατά τη νυχτερινή περίοδο τα επίπεδα της ηχηρότητας είναι χαμηλότερα, τα επιτρεπτά όρια καταπατούνται.

Τέλος, όπως είναι φανερό από τα φασματογραφήματα και από τα αποτελέσματα του δείκτη της ακουστικής πολυπλοκότητας, πως το φαινόμενο της ηχητικής κάλυψης είναι σε όλες τις περιπτώσεις φανερό. Το γεγονός αυτό, σηματοδοτεί πολυεπίπεδα προβλήματα, πέραν της καταπάτησης επιτρεπτών ορίων θορύβου. Τα επίπεδα ακουστικής πολυπλοκότητας αν και σχετίζονται άμεσα με την ποιότητα του ηχοτοπίου δεν έχουν υπολογιστεί σε καμία σχετική μελέτη μέχρι τώρα. Συνεπώς, θα έπρεπε να εξεταστεί το φαινόμενο του αεροπορικού θορύβου και πέρα των θεσμικών επιτρεπόμενων ορίων που έχουν τεθεί. **Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι δεν υπάρχει κανένα νομικό πλαίσιο που να συμπεριλαμβάνει την έννοια της ακουστικής πολυπλοκότητας.** Συνεπώς, αν και αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό ενός υγιούς ηχοτοπίου, δεν υπάρχουν επιτρεπτά όρια για να συμπεριληφθούν στη συγκεκριμένη μελέτη.

Οι κοινωνικές, οι οικολογικές, οι νομικές και οι οικονομικές προεκτάσεις του αεροπορικού θορύβου είναι άξιες μελέτης σε εξελεγμένο χώρο-χρονικό επίπεδο. Παράλληλα, η άποψη των πολιτών του Δήμου αποτελεί ισχυρό εργαλείο αντιμετώπισης του συγκεκριμένου ρύπου. Τέλος, αναγκαία μπορεί να θεωρηθεί η επικαιροποίηση και χωροχρονική εξέλιξη της συγκεκριμένης έρευνας. Περισσότερο συγκεκριμένα, θα ενσωματωθούν επιπλέον σημεία δειγματοληψίας και σε άλλες χρονικές στιγμές του 24ώρου.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

"The American Heritage Dictionary of the English Language" (Fourth ed.). Houghton Mifflin Company. 2000. Archived from the original on June 25, 2008. Retrieved May 20, 2010.

AiR Conference, Phoenix, AZ (2015): Assessing the commercial aviation impact of the year 2000 open skies agreements between the United States and African countries with longstanding flights.

Alvarsson, J.J., Wiens, S. & Nilsson, M.E (2010). "Stress Recovery during Exposure to Nature Sound and Environmental Noise". *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 7 (3): 1036–1046.

Annerstedt, M., Jonsson, P., Wallergard, M., Johansson, G., Karlson, B., Grahn, P., Hansen, A.M. & Wahrborg, P.. (2013). "Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest - Results from a pilot study". *Physiology & Behavior*. 118: 240–250.

Basner M, Müller U, Elmenhorst EM. Single and combined effects of air, road, and rail traffic noise on sleep and recuperation. *Sleep*. 2011;34:11–23. [PMC free article] [PubMed]

Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S. & Stansfeld, S. (2014). "Auditory and non-auditory effects of noise on health". *Lancet*. 383 (9925): 1325–1332.

Begault, D.R.; Wenzel, Elizabeth M.; Tran, Laura L.; Anderson, Mark R. (1998). "Survey of Commercial Airline Pilots' Hearing Loss". *Perceptual and Motor Skills*. 86 (1): 258.

Burton, R. L. (2015). The elements of music: what are they, and who cares? In J. Rosevear & S. Harding. (Eds.), *ASME XXth National Conference proceedings*. Paper presented at: Music: Educating for life: ASME XXth National Conference (pp.22 - 28), Parkville, Victoria: The Australian Society for Music Education Inc.

De Cheveigne, A. (2005). Pitch perception models. *Pitch*, 169-233.

Flight Safety Foundation, Miami, FL. 68th International Air Safety Summit, November 2015.

Hughes RW, Jones DM. Indispensable benefits and unavoidable costs of unattended sound for cognitive functioning. *Noise Health*. 2003;6:63–76. [PubMed]

International Civil Aviation Organization, Montreal, CA. Sixth Worldwide Air Transport Conference: Sustainability of Air Transport, March, 2013.

International Safety Management Systems Workshop, Tianjin, China, March 2012.

Jones, S.; Longe, O.; Pato, M. V. (1998). "Auditory evoked potentials to abrupt pitch and timbre change of complex tones: electrophysiological evidence of streaming?". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 108 (2): 131–142. doi:10.1016/s0168-5597(97)00077-4.

Kardous CE, Themann CL, Morata TC, Lotz WG. Understanding noise exposure limits: occupational vs. general environmental noise. 2016. Available at: <http://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2016/02/08/noise>.

Kendall, R. A. (1986). The role of acoustic signal partitions in listener categorization of musical phrases. *Music Perception*, 185-213.

Krause, B (2008). "The Anatomy of a Soundscape". *Journal of the Audio Engineering Society*. 56 (1/2).

Krumbholz, K.; Patterson, R.; Seither-Preisler, A.; Lammertmann, C.; Lütkenhöner, B. (2003). "Neuromagnetic evidence for a pitch processing center in Heschl's gyrus". *Cerebral Cortex*. 13 (7): 765–772. doi:10.1093/cercor/13.7.765.

Kryter, K.D. (1994). *The handbook of hearing and the effects of noise: physiology, psychology, and public health*. Boston: Academic Press. [I](#)

Lin FR, Niparko JK, Ferrucci L. Hearing loss prevalence in the United States. *Arch Intern Med*. 2011;171(20):1851–1852. [PMC free article] [PubMed]

Matthews, M. (1999). Introduction to timbre. In P. R. Cook (Ed.), *Music, cognition, and computerized sound: An introduction to psychoacoustic* (pp. 79-88). Cambridge, Massachusetts: The MIT press.

Miedema HME, Oudshoorn CGM. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ Health Perspect*. 2001;109:409–16. [PMC free article] [PubMed]

Molesworth BR, Burgess M, Gunnell B. (2013). Using the effect of alcohol as a comparison to illustrate the detrimental effects of noise on performance. *Noise & Health*, 15, 367–373.

Moore, Brian C. J. (2008-10-15). "The Role of Temporal Fine Structure Processing in Pitch Perception, Masking, and Speech Perception for Normal-Hearing and Hearing-Impaired People". *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 9 (4): 399–406. doi:10.1007/s10162-008-0143-x. ISSN 1525-3961. PMC 2580810. PMID 18855069.

Muzet A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep Med Rev*. 2007;11:135–42. [PubMed]

National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. Noise induced hearing loss. Available at: <https://www.nidcd.nih.gov/health/noise-induced-hearing-loss>.

Nemiroff, R.; Bonnell, J., eds. (19 August 2007). "A Sonic Boom". *Astronomy Picture of the Day*. NASA. Retrieved 26 June 2015.

Nishihara, M.; Inui, K.; Morita, T.; Kodaira, M.; Mochizuki, H.; Otsuru, N.; Kakigi, R. (2014). "Echoic memory: Investigation of its temporal resolution by auditory offset cortical responses". *PLOS ONE*. 9 (8): e106553. Bibcode:2014PLoSO...9j6553N. doi:10.1371/journal.pone.0106553. PMC 4149571. PMID 25170608

Olson, Harry F. Autor (1967). *Music, Physics and Engineering*. p. 249. ISBN 9780486217697.

Peters, et al., (2018). "Aviation Noise and Cardiovascular Health in the United States: a Review of the Evidence and Recommendations for Research Direction". *Current Epidemiology Reports*. 5 (2): 140–152.

Pijanowski, Bryan C.; Villanueva-Rivera, Luis J.; Dumyahn, Sarah L.; Farina, Almo; Krause, Bernie; Napoletano, Brian M.; Gage, Stuart H.; Pieretti, Nadia (2011). "Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape". *BioScience*. 61 (3): 203–216.

Purdue Aviation Graduate Research Symposium (2012): Evaluation of safety programs at aviation organization in Tianjin, China, with ICAO SMS standards,

Purdue Aviation Graduate Research Symposium, Purdue University, April 2012

Ries PW. Prevalence and characteristics of persons with hearing trouble: United States, 1990–1991. Available at: [http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr\\_10/sr10\\_188.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_10/sr10_188.pdf).

Roads, C., (2001). *Microsound*. Cambridge: MIT Press.

Rosen, Stuart (1992-06-29). "Temporal information in speech: acoustic, auditory and linguistic aspects". *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 336 (1278): 367–373. doi:10.1098/rstb.1992.0070. ISSN 0962-8436. PMID 1354376.

Rosenthal U, Pedersen K, Svanborg A (1990). "Presbycusis and noise-induced hearing loss". *Ear Hear*. 11 (4): 257–63.

Rudari, L. Spence, T.B., Sperlak, L.A., Geske, R., Walala, M., Morris, C., ..., & Thanos, M. (2014, October). CRM-based training and its effect on aviation accident rates in the U.S. from 1960 to 2013. Paper presented at the 67th Annual International Air Safety Summit, Abu Dhabi, UAE.

Schafer, R. Murray (1993). *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Inner Traditions/Bear & Co

Schafer, R.M (1969). *The new soundscape: a handbook for the modern music teacher*. Toronto: Berandol Music.

Shapiro SA. Lessons from a public policy failure: EPA and noise abatement. *Ecol Law Q*. 1992;19(1):1–61.

Shargorodsky J, Curhan SG, Curhan GC, Eavey R. Change in prevalence of hearing loss in U.S. adolescents. *JAMA*. 2010;304(7):772–778. [PubMed]

Sørensen M, Andersen ZJ, Nordsborg RB, et al. Road traffic noise and incident myocardial infarction: a prospective cohort study. *PLoS One*. 2012;7:e39283.

Spence, T.B. M.S., Purdue University, May 2013. *International Standardization Compliance in Aviation*. Major Professor: Richard O. Fanjoy

Spence, T.B., Fanjoy, R.O, Lu, C-t., & Schreckengast, S.W. (2015). *International Standardization Compliance in Aviation*. *Journal of Air Transport Management*, 49, 1-8

Spence, T.B., Vath, B., Kwak, Y.Y., & Johnson, M.E. Evaluating a Fine Based Approach to Noise Sustainability for an Airport Community. Manuscript submitted for publication in the *International Journal of Sustainable Transportation*.

Stansfeld S, Haines M, Brown B. Noise and health in the urban environment. *Rev Environ Health*. 2000;15:43–82. [PubMed]



University Aviation Association Student Seminar, Washington, D.C. (2012, January): International Civil Aviation Organization Policy Standards and Recommended Procedures,

University Aviation Association Student Seminar, Washington, D.C., January 2012.

US Environmental Protection Agency. Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety. 1974. Available at: <http://www.nonoise.org./library/levels74/leve.s74.htm>.

van Kempen E, Babisch W. The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. *J Hypertens*. 2012;30:1075–86. [PubMed]

Viemeister, Neal F.; Plack, Christopher J. (1993), "Time Analysis", *Springer Handbook of Auditory Research*, Springer New York, pp. 116–154, doi:10.1007/978-1-4612-2728-1\_4, ISBN 9781461276449

Walala, M. & Spence, T.B. (2015). Assessing the commercial aviation impact of the year 2000 open skies agreements between the United States and African countries with longstanding flights. Paper presented at the annual meeting of the A3IR Conference, Phoenix, AZ.

Webster, Noah (1936). Sound. In *Webster's Collegiate Dictionary* (Fifth ed.). Cambridge, Mass.: The Riverside Press. pp. 950–951.

Winter, S.R., Leib, S. M., Geske, R. C., Spence, T. B., Sperlak, L. A., Rudari, L., & Cestari, C. D. (2013). An examination of factors leading to runway excursions. Paper presented at the 66th Annual International Air Safety Summit, Washington, D.C.