



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΕΠΙΠΕΔΑ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

Παναγιώτα Βύρλα

Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτριος Παπαναστασίου

Λάρισα, Φεβρουάριος, 2025

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επίπεδα θορύβου στην αστική περιοχή της Λάρισας

Βύρλα Παναγιώτα

Λάρισα, 2025

Τριμελής Επιτροπή:

Δρ. Παπαναστασίου Δημήτριος (Επιβλέπων)

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Περιβάλλοντος,
Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Δρ. Φαρασλής Ιωάννης (Συνεπιβλέπων)

Μέλος ΕΔΙΠ, Τμήμα Περιβάλλοντος,
Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Δρ. Χριστοδούλου Δημήτριος

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Περιβάλλοντος,
Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η καταγραφή και αποτίμηση των επιπέδων του περιβαλλοντικού θορύβου στο κέντρο της πόλης της Λάρισας. Διενεργήθηκαν μετρήσεις της στάθμης θορύβου τις ώρες 12:45 έως 14:00 και 19:45 έως 21:00 από Τετάρτη έως και Κυριακή σε δεκατέσσερα σημεία στο κέντρο της πόλης, που περιλαμβάνουν οδικές αρτηρίες, πεζόδρομους και πλατείες. Τα σημεία αυτά επιλέχθηκαν ώστε η αποτίμηση των επιπέδων του θορύβου να γίνει βάσει της κυκλοφορίας των οχημάτων, της λειτουργίας εμπορικών καταστημάτων και της λειτουργίας καταστημάτων διασκέδασης. Η χρονική αποτύπωση του θορύβου ανέδειξε μια διαφοροποίηση μεταξύ των απογευμάτων των ημερών που λειτουργεί η εμπορική αγορά και των απογευμάτων των ημερών που η αγορά παραμένει κλειστή. Συγκεκριμένα, το απόγευμα της Τετάρτης που είναι ανοικτή η αγορά, οι μεγαλύτερες τιμές θορύβου παρατηρήθηκαν σε σημεία των πεζόδρομων όπου δεν κυκλοφορούν τροχοφόρα, αλλά υπάρχει μεγάλη και αδιάκοπη κυκλοφορία ανθρώπων, αφού εκεί λειτουργούν καταστήματα εστίασης και εμπορικές επιχειρήσεις καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Οι τιμές αυτές είναι κατά 20,4% και 4,4% υψηλότερες από τις τιμές του θορύβου στα ίδια σημεία το απόγευμα της Πέμπτης που η αγορά είναι κλειστή. Τα πρωινά των ημερών Πέμπτης, Παρασκευής και Σαββάτου, μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται στις οδικές διασταυρώσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να αποδοθούν στην αυξημένη οδική κυκλοφορία, ενώ το πρωινό της Πέμπτης, ως το πλέον θορυβώδες σημείο καταγράφηκε η κεντρική πλατεία της πόλης. Από την ανάλυση της χωρικής αποτύπωσης του θορύβου προέκυψε ότι τα υψηλότερα επίπεδα ηχορύπανσης καταγράφηκαν τόσο στις οδικές αρτηρίες όσο και σε πολυσύχναστους πεζόδρομους, ενώ τα χαμηλότερα επίπεδα καταγράφηκαν στις πλατείες του κέντρου της πόλης. Συγκεκριμένα, ως το πιο θορυβώδες καταγράφεται σημείο σε βασική οδική αρτηρία, όπου είναι συγκεντρωμένα φροντιστήρια μαθητών. Μεγάλη επιβάρυνση παρουσιάζουν επίσης οι πεζόδρομοι στους οποίους λειτουργούν κυρίως καταστήματα εστίασης και εμπορικές επιχειρήσεις. Η κεντρική πλατεία της πόλης παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιβάρυνση, γεγονός που αποδίδεται μάλλον στο ότι περικλείεται από δρόμους με μεγάλη κυκλοφορία οχημάτων.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντικός θόρυβος, ηχορύπανση, παρακολούθηση θορύβου, κυκλοφορία οχημάτων, εμπορική αγορά, πεζόδρομος, Λάρισα, κέντρο πόλης.

Abstract

The purpose of this thesis is to record and evaluate the levels of environmental noise in the city center of Larissa. Noise level measurements were carried out between 12:45 to 14:00 and 19:45 to 21:00 at fourteen points in the city center, including roads, pedestrian streets and squares. These points were selected to assess noise levels on the basis of road traffic, operation of commercial stores and entertainment. The temporal evaluation of the noise revealed a difference between the afternoons of the days when the commercial market operates and the afternoons of the days when the market remains closed. Specifically, on Wednesday afternoon, when the market is open, the highest noise values were observed in parts of pedestrian streets where there are no wheeled vehicles, but there is a large human traffic, since there are restaurants and commercial stores open throughout the day. These values are 20.4% and 4.4% higher than noise values in the same places on Thursday afternoon when the market is closed. On Thursday, Friday and Saturday mornings, higher values are observed at road intersections, which could be attributed to increased road traffic, while on Thursday morning, the central square of the city was recorded as the noisiest point. The analysis of the spatial evaluation of noise showed that the highest levels of noise pollution were recorded both on roads and in busy pedestrian streets, while the lowest levels were recorded in the squares of the city center. Specifically, as the noisiest point, a main road artery is recorded, where tutoring schools are concentrated. Pedestrian streets, which mainly operate restaurants and commercial stores, are also heavily burdened. The central square of the city is the noisiest, which is probably attributed to the fact that it is surrounded by roads with heavy traffic.

Key words: Environmental noise, noise pollution, noise monitoring, vehicle traffic, commercial market, pedestrian street, Larissa, city center.

Ευχαριστίες

Εκφράζω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου, Δρ. Δημήτριο Παπαναστασίου, επιβλέποντα της εργασίας, για την καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της, τις παρατηρήσεις και διορθώσεις και τον χρόνο που αφιέρωσε, ώστε να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή με τον αρτιότερο δυνατό τρόπο.

Οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στον συνεπιβλέποντα της εργασίας, Δρ. Ιωάννη Φαρασλή, για την συμπαράσταση και την πολύ σημαντική συνδρομή του στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μου Δρ. Δημήτριο Χριστοδούλου, για τις σημαντικές παρατηρήσεις του και την υποστήριξη που μου προσέφερε.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	i
Abstract	ii
Ευχαριστίες	iii
Κατάλογος Πινάκων	v
Κατάλογος Σχημάτων	vi
Κατάλογος Εικόνων	vii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ	3
2.1. ΓΕΝΙΚΑ	3
2.2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ	3
2.2.1. ΗΧΟΣ	3
2.2.2. ΘΟΡΥΒΟΣ	5
2.2.3. ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ	7
2.3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ	8
2.3.1. Ο ΘΟΡΥΒΟΣ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ	10
2.4. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	12
2.4.1. ΕΝΩΣΙΑΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ	12
2.4.2. ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	12
2.4.3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	14
2.5. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	16
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	21
3.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	21
3.2. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	31
3.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	32
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	34
4.1. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	34
4.2. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ	39
4.3. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ	47
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	56
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικές τιμές έντασης ήχων από διαφορετικές πηγές.....	5
Πίνακας 2: Ανώτατα επιτρεπτά όρια θορύβου κατά το ΠΔ.1180/81 (ΦΕΚ 293/Α/6-10-81).....	13
Πίνακας 3: Αξιολόγηση των επιπέδων θορύβου κατά το ΤΕΕ.	14
Πίνακας 4: Τα σημεία μέτρησης στο κέντρο της πόλης της Λάρισας.	21
Πίνακας 5. Χαρακτηριστικά του οργάνου	32
Πίνακας 6: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 01.	34
Πίνακας 7: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 02.	34
Πίνακας 8: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 03.	35
Πίνακας 9: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 04.	35
Πίνακας 10: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 05.	35
Πίνακας 11: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 06.	36
Πίνακας 12: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 07.	36
Πίνακας 13: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 08.	36
Πίνακας 14: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 09.	37
Πίνακας 15: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 10.	37
Πίνακας 16: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 11.	37
Πίνακας 17: Συγκεντρωτικές τιμές στάθμης και δεικτών θορύβου στο Σημείο 12.	38
Πίνακας 18: Συγκεντρωτικές τιμές στάθμης και δεικτών θορύβου στο Σημείο 13.	38
Πίνακας 19: Συγκεντρωτικές τιμές στάθμης και δεικτών θορύβου στο Σημείο 14.	38

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Σοβαρότητα των επιπτώσεων του θορύβου στην υγεία.	9
Σχήμα 2: Κατάσταση της αναφοράς στοιχείων από τα κράτη μέλη (Μάιος 2024) (....	15
Σχήμα 3: Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία λήψης μετρήσεων	23
Σχήμα 4: Οι δείκτες L_{eq} , L_{10} , L_{90} , όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Τετάρτης.	42
Σχήμα 5: Οι δείκτες L_{eq} , L_{10} , L_{90} , όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Πέμπτης.	42
Σχήμα 6: Οι δείκτες L_{eq} , L_{10} , L_{90} , όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Παρασκευής.	43
Σχήμα 7: Οι δείκτες L_{eq} , L_{10} , L_{90} , όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Σαββάτου.	43
Σχήμα 8: Οι δείκτες L_{eq} , L_{10} , L_{90} , όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Κυριακής.	44
Σχήμα 9: Η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν στο Σημείο 07, για ημέρα Τετάρτη απόγευμα, με την αγορά ανοικτή.	46
Σχήμα 10: Η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν στο Σημείο 7, για ημέρα Πέμπτη απόγευμα με την αγορά κλειστή.	46
Σχήμα 11: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 1 και 2.	51
Σχήμα 12: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 3 και 4.	51
Σχήμα 13: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 5 και 6.	52
Σχήμα 14: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 7 και 8.	52
Σχήμα 15: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 9 και 10.	53
Σχήμα 16: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 11 και 12.	53
Σχήμα 17: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 13 και 14.	54
Σχήμα 18: Η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν, ημέρα Παρασκευή απόγευμα, στο Σημείο 05 (πεζόδρομος).	55
Σχήμα 19: Η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν, ημέρα Παρασκευή απόγευμα, στο Σημείο 08 (πλατεία).	55

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Άποψη του Σημείου καταγραφής 1, στη διασταύρωση των οδών Παπαναστασίου και Μανδηλαρά.	24
Εικόνα 2: Άποψη του Σημείου καταγραφής 2, στην οδό Παπαναστασίου.....	24
Εικόνα 3: Άποψη του Σημείου καταγραφής 3, Διασταύρωση οδών Κύπρου και Παπαναστασίου.	25
Εικόνα 4: Άποψη του Σημείου καταγραφής 4 επί της οδού Μεγάλου Αλεξάνδρου.	25
Εικόνα 5: Άποψη του Σημείου καταγραφής 5 στον πεζόδρομο της οδού Ρούζβελτ.	26
Εικόνα 6: Άποψη του Σημείου καταγραφής 6 στον πεζόδρομο της οδού Ρούζβελτ.	26
Εικόνα 7: Άποψη του Σημείου καταγραφής 7 στον πεζόδρομο της οδού Ρούζβελτ.	27
Εικόνα 8: Άποψη του Σημείου καταγραφής 8 επί της Πλατείας Εθνάρχου Μακαρίου (Ταχυδρομείου).	27
Εικόνα 9: Άποψη του Σημείου καταγραφής 9 στον πεζόδρομο της Ελευθερίου Βενιζέλου.	28
Εικόνα 10: Άποψη του Σημείου καταγραφής 10 στον πεζόδρομο της Ελευθερίου Βενιζέλου.	28
Εικόνα 11: Άποψη του Σημείου καταγραφής 11 στον πεζόδρομο της Ελευθερίου Βενιζέλου.	29
Εικόνα 12: Άποψη του Σημείου καταγραφής 12 επί της πλατείας Δημάρχου Σάπκα (Κεντρική πλατεία).	29
Εικόνα 13: Άποψη του Σημείου καταγραφής 13 στον πεζόδρομο της οδού Κουμουνδούρου.	30
Εικόνα 14: Άποψη του Σημείου καταγραφής 14 στην διασταύρωση οδών Αθανασίου Διάκου και Διογένους.	30
Εικόνα 15: Το όργανο μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία.	31

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος, που συχνά αναφέρεται ως ηχορύπανση, είναι ένας ανεπιθύμητος ήχος που επηρεάζει αρνητικά το φυσικό ακουστικό περιβάλλον. Στις αστικές περιοχές, ιδιαίτερα στα κέντρα των πόλεων, ο θόρυβος είναι ένα κυρίαρχο ζήτημα που πηγάζει από διάφορες πηγές, όπως οι μεταφορές (οδική κυκλοφορία, τρένα και αεροπλάνα), οι κατασκευαστικές δραστηριότητες, οι βιομηχανικές δραστηριότητες και οι εμπορικές επιχειρήσεις. Με δεδομένη την πυκνότητα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα κέντρα των πόλεων, ο περιβαλλοντικός θόρυβος είναι αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας των πολιτών, με σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία και τη συνολική ποιότητα ζωής.

Τα αστικά κέντρα είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένα σε υψηλά επίπεδα περιβαλλοντικού θορύβου λόγω της συγκέντρωσης εμπορικών, οικιστικών και ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων. Η έκθεση στο θόρυβο σε αυτές τις περιοχές δεν είναι ομοιόμορφη αλλά ποικίλλει ανάλογα με παράγοντες όπως η χρήση γης, η ώρα της ημέρας και οι συγκεκριμένες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα. Για παράδειγμα, ένα σημείο στο κέντρο της πόλης που περιλαμβάνει συνδυασμό οικιστικών και εμπορικών χρήσεων μπορεί να αντιμετωπίσει διαφορετικά επίπεδα θορύβου σε σύγκριση με μια καθαρά εμπορική περιοχή. Ομοίως, η ανοικτή αγορά, η οποία συχνά συνεπάγεται υψηλή κυκλοφορία πεζών και αυτοκινήτων, μπορεί να παράγει σημαντικότερο θόρυβο σε σύγκριση με τα κλειστά καταστήματα ή σε σχέση με μια πιο ήσυχη οικιστική περιοχή. Η ώρα της ημέρας, όπως το πρωί ή το απόγευμα, μπορεί επίσης να έχει επίδραση στα επίπεδα θορύβου.

Ο αντίκτυπος του περιβαλλοντικού θορύβου στους κατοίκους αστικών περιοχών μπορεί να είναι ισχυρός. Η χρόνια έκθεση σε υψηλά επίπεδα θορύβου έχει συνδεθεί με μια σειρά προβλημάτων υγείας, συμπεριλαμβανομένης της εξασθένησης της ακοής, των διαταραχών του ύπνου, των καρδιαγγειακών παθήσεων, των αυξημένων επιπέδων στρες και της γνωστικής εξασθένησης. Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό να παρακολουθείται και να αξιολογείται η ηχορύπανση εντός του αστικού πλαισίου, να κατανοούνται οι διαφορές της μεταξύ διαφορετικών τοποθεσιών και χρόνων και να αναπτύσσονται στρατηγικές για τον μετριασμό των επιπτώσεών της.

Με βάση τα προηγούμενα, στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση του θορύβου στο κέντρο της πόλης της Λάρισας, μέσω της μέτρησης και ανάλυσης των επιπέδων περιβαλλοντικού θορύβου, με ιδιαίτερη έμφαση στο πώς αυτά τα επίπεδα ποικίλλουν ανάλογα με τη χρήση γης, την λειτουργία της αγοράς και την ώρα της ημέρας.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Στο παρόν πρώτο κεφάλαιο της εισαγωγής αναπτύσσεται ο σκοπός της εργασίας και η διάρθρωσή της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, δίνεται ο ορισμός και δείκτες αξιολόγησης του περιβαλλοντικού θορύβου, γίνεται αναφορά στις δυσμενείς επιπτώσεις του θορύβου στον άνθρωπο και δίνεται περιεκτικά το ευρωπαϊκό και εθνικό θεσμικό πλαίσιο. Τέλος, στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας με αντικείμενο τον περιβαλλοντικό θόρυβο και την αποτύπωσή του.

Στο τρίτο κεφάλαιο, δίνονται στοιχεία για την περιοχή μελέτης και τα σημεία καταγραφής, όπως και το πρωτόκολλο των μετρήσεων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, δίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και οι υπολογισμένοι δείκτες θορύβου και παρουσιάζεται η αποτύπωση του θορύβου κατά τις ημέρες μελέτης και κατά τα σημεία καταγραφής, καθώς και οι παράγοντες που διαμορφώνουν τα επίπεδα του σε κάθε περίπτωση.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι πολλές και ποικιλόμορφες. Ο θόρυβος που παράγεται από αυτές τις δραστηριότητες αποτελεί αυτό που ονομάζεται «περιβαλλοντικός θόρυβος». Περιβαλλοντικός θόρυβος λοιπόν είναι οι ανεπιθύμητοι ή επιβλαβείς ήχοι που δημιουργούνται από πάσης φύσεως ανθρώπινες δραστηριότητες και διαχέονται στο περιβάλλον.

Ως περιβαλλοντικός θόρυβος, ορίζεται: «οι ανεπιθύμητοι ή επιβλαβείς θόρυβοι στις αστικές περιοχές και 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» (Οδηγία 2002/49, ΚΥΑ 13586/724/2006).

Ο θόρυβος που εκπέμπεται από διάφορες πηγές σε αστικό περιβάλλον, ο αστικός θόρυβος, δεν είναι παραδόξως, ένα σύγχρονο φαινόμενο. Ο θρύλος λέει, ότι ο Ιούλιος Καίσαρας απαγόρευσε την οδήγηση αρμάτων στα πλακόστρωτα δρομάκια της Ρώμης κατά τη διάρκεια της νύχτας, ώστε να μπορεί να κοιμηθεί (Weiner and Matthews, 2003).

2.2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

2.2.1. ΗΧΟΣ

Ήχος είναι οτιδήποτε ακούμε. Ο ήχος ανήκει στο φυσικό μας περιβάλλον. Για το ανθρώπινο είδος, οι ήχοι αποτελούν μέσο επικοινωνίας και έκφρασης.

Ήχος είναι κάθε μεταβολή της πίεσης του αέρα ή άλλου μέσου, που είναι ικανή να ερεθίσει την αίσθηση της ακοής και να γίνει αντιληπτή από τον άνθρωπο. Ο ήχος παράγεται από μία πηγή και συλλαμβάνεται από το ανθρώπινο αυτί (δέκτης) με τη μεσολάβηση ενός φέροντος μέσου. Αυτό συνήθως είναι ο αέρας (Πασχαλίδου, 2023).

Το μέσο διάδοσης καθορίζει και τις ιδιότητες του ήχου. Διαφορετικά, για παράδειγμα, ακούγονται οι ήχοι στο νερό, αλλιώς φιλτράρονται και με άλλες ταχύτητες μεταφέρονται σε σχέση με τη μετάδοση μέσω του αέρα. Το μέσο διάδοσης πάλλεται και δημιουργούνται κύματα (ακουστικά κύματα). Αυτά τα κύματα «συλλαμβάνονται» από το ανθρώπινο αυτί και γίνονται τελικά αντιληπτά από τον ανθρώπινο εγκέφαλο ως ήχος (αντίστοιχα γίνεται αντιληπτό και από τα λοιπά έμβια όντα που διαθέτουν όργανα ακοής).

Ο ήχος χαρακτηρίζεται από τη συχνότητα και την ένταση. Η συχνότητα ορίζει τον αριθμό των ολοκληρωμένων δονήσεων στη μονάδα του χρόνου και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο ή Hertz (Hz). Ο ήχοι που μπορούν να ακουστούν από τον

άνθρωπο ονομάζονται ακουστοί ήχοι. Οι συχνότητες των ακουστών ήχων περιλαμβάνονται στη ζώνη συχνοτήτων 20 Hz – 20 KHz. Οι ήχοι στη ζώνη συχνοτήτων κάτω των 20 Hz ονομάζονται υπόηχοι, ενώ οι ήχοι στη ζώνη συχνοτήτων άνω των 20 KHz ονομάζονται υπέρηχοι. Τόσο οι υπόηχοι όσο και οι υπέρηχοι δεν γίνονται αντιληπτοί από το ανθρώπινο αυτί (Κασσωμένος, 2017).

Ως ένταση ήχου ορίζεται το ποσό της ηχητικής ενέργειας που διέρχεται από τη μονάδα επιφάνειας (η οποία βρίσκεται κάθετα στην ακτίνα μετάδοσης του ηχητικού κύματος), στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε W/m².

Μέτρηση της στάθμης του ήχου

Για τη μέτρηση της ηχητικής έντασης, η οποία αποκαλείται και στάθμη θορύβου, χρησιμοποιείται ως μονάδα, το ντεσιμπέλ (dB). Το 1 B¹ ορίζεται ως το εκατονταπλάσιο του δεκαδικού λογαρίθμου του λόγου μίας ηχητικής έντασης I, ως προς μία ηχητική ένταση αναφοράς I₀. Το dB, ως υποδιαίρεση του B, δίδεται όπως στην Εξ. 1 (Πασχαλίδου, 2023, Μαρμαράς και Ναθαναήλ, 2015):

$$L_I(dB) = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \quad (1)$$

όπου:

I = η ένταση του προς μέτρηση ήχου,

I₀ = η ένταση ενός επιλεγμένου επιπέδου αναφοράς.

Η ηχητική ένταση αναφοράς I₀ ισούται με 10⁻¹² W/m² και αντιστοιχεί με το κατώφλιο ακουστότητας ενός καθαρού ήχου συγκεκριμένης συχνότητας (περί τα 2 kHz). Ως κατώφλιο ακουστότητας ορίζεται η ελάχιστη ένταση που πρέπει να έχει ένας ήχος προκειμένου να μπορεί να γίνει ακουστός από τον άνθρωπο (Μαρμαράς και Ναθαναήλ, 2015). Στον Πίνακα 1 δίδονται χαρακτηριστικές τιμές έντασης.

¹ Το όνομά της μονάδας, B, δόθηκε προς τιμή του Alexander Graham Bell (1847 -1922), πρωτοπόρου εφευρέτη της τηλεφωνίας.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικές τιμές έντασης ήχων από διαφορετικές πηγές

Πηγή	Επίπεδο έντασης (dB)
Αεροπλάνο που πετά κοντά στο έδαφος	150
Κομπρεσέρ	130
Πολυβόλο	130
Χυτήριο	128
Γραμμή παραγωγής αυτοκινήτων	125
Σειρήνα	120
Ροκ συναυλία	120
Υπόγειος σιδηρόδρομος	110
Μηχανή κοπής γκαζόν	100
Κυκλοφοριακή κίνηση	80
Ηλεκτρική σκούπα	70
Γάβγισμα σκύλου	65
Συζήτηση	50
Βόμβος κουνουπιού	40
Ψίθυρος	30
Θρόισμα φύλλων	20

Πηγή: Πασχαλίδου (2023)

2.2.2. ΘΟΡΥΒΟΣ

Ανάμεσα στον ήχο και τον θόρυβο, δεν υπάρχει φυσική διαφορά. Ο ήχος γίνεται αισθητός σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, όχι όμως πάντα με θετική επίδραση. Αν για παράδειγμα, μια Κυριακή απόγευμα ακούγεται μουσική από κάποια κατοικία που γιορτάζει, οι θαμώνες απολαμβάνουν τις μελωδίες αλλά για τους κατοίκους της γειτονιάς, τα τραγούδια αποτελούν ενοχλητικό θόρυβο που προκαλεί εκνευρισμό. Αναπόφευκτη συνέπεια των ήχων είναι λοιπόν η παραγωγή ενοχλητικών ήχων, δηλαδή θορύβων.

Το αίσθημα της όχλησης είναι λοιπόν υποκειμενικό και μπορεί να αξιολογείται διαφορετικά από τον κάθε άνθρωπο, ανάλογα με την κατάσταση των αυτιών του, την ψυχική του διάθεση, κ.λπ. Έτσι, ένας ήχος μπορεί να εκλαμβάνεται ως ενοχλητικός από κάποιον ακροατή, ενώ από κάποιον άλλον ενδεχομένως να θεωρείται ουδέτερος ή και ευχάριστος.

Ως θόρυβος, αναφέρεται οποιοσδήποτε ακανόνιστος μη περιοδικός ήχος του οποίου η τιμή αυξομειώνεται κατά τυχαίο τρόπο και συνήθως είναι ανεπιθύμητος ήχος (Μαρμαράς και Ναθαναήλ, 2015, Πασχαλίδου, 2023). Θόρυβος πρακτικά λοιπόν είναι ο ανεπιθύμητος, ενοχλητικός ή και απλά δυσάρεστος για τον άνθρωπο ήχος.

Τύποι θορύβου

Στην πράξη, διακρίνονται τα εξής τέσσερα χαρακτηριστικά είδη θορύβου (Πασχαλίδου, 2023):

- Σταθερός θόρυβος. Οι διακυμάνσεις στη στάθμη ηχητικής πίεσης είναι αμελητέες
- Ασταθής θόρυβος. Οι διακυμάνσεις στη στάθμη ηχητικής έντασης είναι σημαντικές. Ειδική υποκατηγορία ασταθούς θορύβου αποτελεί ο «διαλείπων» θόρυβος, του οποίου η στάθμη μπορεί να μειώνεται μέχρι και το κατώφλιο ακουστότητας αρκετές φορές μέσα στο χρονικό διάστημα της παρατήρησης.
- Τονικός θόρυβος. Χαρακτηρίζεται από μία ή δύο συχνότητες και συχνά αποτελεί σημαντική πηγή όχλησης για τον παρατηρητή.
- Κρότος. Οξύς ήχος μικρής διάρκειας (≈ 1 s).

Πηγές θορύβου

Πηγές θορύβου αποτελούν οι μηχανές και τα μηχανήματα σε εργοτάξια, βιομηχανίες και βιοτεχνίες, τα τροχοφόρα, τα αεροπλάνα, τα κέντρα διασκέδασης, καθώς και οι εξωτερικές μονάδες κλιματιστικών, τα επαγγελματικά ψυγεία, οι οικοδομές, τα συνεργεία, οι σταθμοί αυτοκινήτων, οι αθλητικές εγκαταστάσεις και γήπεδα, και οι λαϊκές αγορές. Επιπλέον, ήχους υψηλής έντασης συχνά προκαλούν οι κοινωνικές δραστηριότητες, με τους θορύβους να προέρχονται από εγκαταστάσεις αναψυχής, μπαρ και καφέ, σχολεία, οικόσιτα ζώα και καμπάνες εκκλησιών.

Οι σημαντικότερες πηγές θορύβου σε ένα αστικό περιβάλλον, με βάση τον αριθμό των ατόμων που πλήττονται από αυτές, είναι κατά φθίνουσα σειρά, η κυκλοφορία των οχημάτων, τα αεροσκάφη, η βιομηχανική δραστηριότητα, οι οικοδομικές εργασίες και οι κατοικίες. Έτσι, οι θόρυβοι μπορούν να διακριθούν σε εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος και ανάλογα με την πηγή τους, μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Πασχαλίδου, 2023, Κασσωμένος 2017):

- κυκλοφοριακοί θόρυβοι,
- θόρυβοι αεροσκαφών,
- βιομηχανικοί θόρυβοι,
- θόρυβοι οικοδομικών εργασιών και
- θόρυβοι από το εσωτερικό των κατοικιών.

2.2.3. ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ

Ισοδύναμη στάθμη συνεχούς ήχου

Επειδή αφενός μεν η στάθμη του θορύβου δεν είναι σταθερή και αφετέρου οι διαφορετικές στάθμες θορύβου στις οποίες εκτίθεται ο άνθρωπος δρουν σωρευτικά, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για την επικινδυνότητα ενός ηχητικού περιβάλλοντος, υπολογίζεται η ισοδύναμη στάθμη συνεχούς ήχου, L_{eq} .

Το μέγεθος αυτό αποτελεί το ολοκλήρωμα των επιμέρους ηχητικών σταθμών στις οποίες εκτίθεται ένας άνθρωπος και έχει στην ακοή τις ίδιες επιπτώσεις με αυτές που θα είχε η έκθεση σε ένα περιβάλλον όπου η στάθμη θορύβου θα ήταν σταθερά ίση με την τιμή της L_{eq} .

Ο τύπος υπολογισμού της ισοδύναμης στάθμης συνεχούς ήχου, με δεδομένα τις επιμέρους στάθμες ήχου στις οποίες εκτίθεται ο άνθρωπος εκφρασμένες σε dB, είναι ο εξής (Πασχαλίδου, 2023):

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^t t_i 10^{\frac{L_{p,i}}{10}} \right) \quad (2)$$

όπου:

T = ο συνολικός χρόνος έκθεσης,

t_i = οι χρόνοι έκθεσης στις επιμέρους στάθμες ήχου,

$L_{p,i}$ = οι επιμέρους στάθμες ήχου.

Στατιστικοί δείκτες

Ένας άλλος τρόπος περιγραφής ενός μεταβαλλόμενου θορύβου είναι οι στατιστικοί δείκτες, L_N , όπου το N παίρνει τιμές από 1 έως 99. Οι στατιστικοί δείκτες εκφράζουν την ηχητική εκείνη στάθμη που ξεπερνιέται για κάποιο ποσοστό του συνολικού χρόνου παρατήρησης. Συγκεκριμένα, L_N είναι η στάθμη του ήχου που υπερβαίνεται κατά N ποσοστιαίες μονάδες (N%) εντός ορισμένης χρονικής περιόδου. Για παράδειγμα, η L_{90} είναι η στάθμη που υπερβαίνεται στο 90% του χρόνου παρατήρησης (Πασχαλίδου, 2023).

Στην πράξη, οι πλέον χρησιμοποιούμενοι δείκτες είναι οι: L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} και L_{99} .

Για το σκοπό αυτό χωρίζουμε το συνολικό χρονικό διάστημα της μέτρησης σε πολλά μικρότερα ανάλογα με τη σταθερά χρόνου ολοκλήρωσης που χρησιμοποιούμε. Σε κάθε διάστημα αντιστοιχεί μια τιμή στάθμης ηχητικής πίεσης και από τη στατιστική ανάλυση αυτών των τιμών μπορούμε να καταλήξουμε σε τιμές στάθμης που ίσχυαν για διάφορα ποσοστά του συνολικού χρόνου μέτρησης.

Έτσι:

- Εφόσον L1 είναι η κατώτατη στάθμη που ισχύει για μόλις το 1% του χρόνου, δηλαδή ξεπερνιέται μόνο κατά τη διάρκεια ενός πολύ μικρού μέρους του συνολικού χρόνου, θα εκφράζει την περιοχή των μέγιστων τιμών ηχητικής στάθμης κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.
- Το L10 χρησιμοποιείται για μετρήσεις κυκλοφοριακού θορύβου.
- Το L50 κατά αντιστοιχία εκφράζει την κατώτατη στάθμη που ισχύει για το μισό χρονικό διάστημα των μετρήσεων (50%).
- Το L90 χρησιμοποιείται συνήθως ως μια ένδειξη του θορύβου βάθους της περιοχής.
- Εφόσον L99 είναι η κατώτατη στάθμη που ισχύει για το 99% του χρόνου, δηλαδή ξεπερνιέται κατά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου μέτρησης, χρησιμοποιείται ως ένδειξη της ελάχιστης στάθμης του θορύβου βάθους κατά το χρόνο μέτρησης.

Η διαφορά μεταξύ L1 - L99 ή L10 - L90 είναι ενδεικτική του εύρους διακύμανσης στην ηχητική στάθμη του θορύβου (Πασχαλίδου, 2023).

2.3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Το 1910, ο νικητής του βραβείου Νόμπελ Robert Koch προέβλεψε ότι «Μια μέρα ο άνθρωπος θα πρέπει να καταπολεμήσει τον θόρυβο τόσο έντονα σκληρά όσο η χολέρα και ο λοιμός τα παράσιτα» (The Lancet Regional Health – Europe, 2023). Το editorial αυτό σημειώνει: «Είναι καιρός οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ηχορύπανσης και η επίδρασή της των επιπτώσεών της στη δημόσια υγεία να τύχουν μεγαλύτερης προσοχής και να καταστούν προτεραιότητα προτού μετατραπεί σε πλανητική επιδημία».

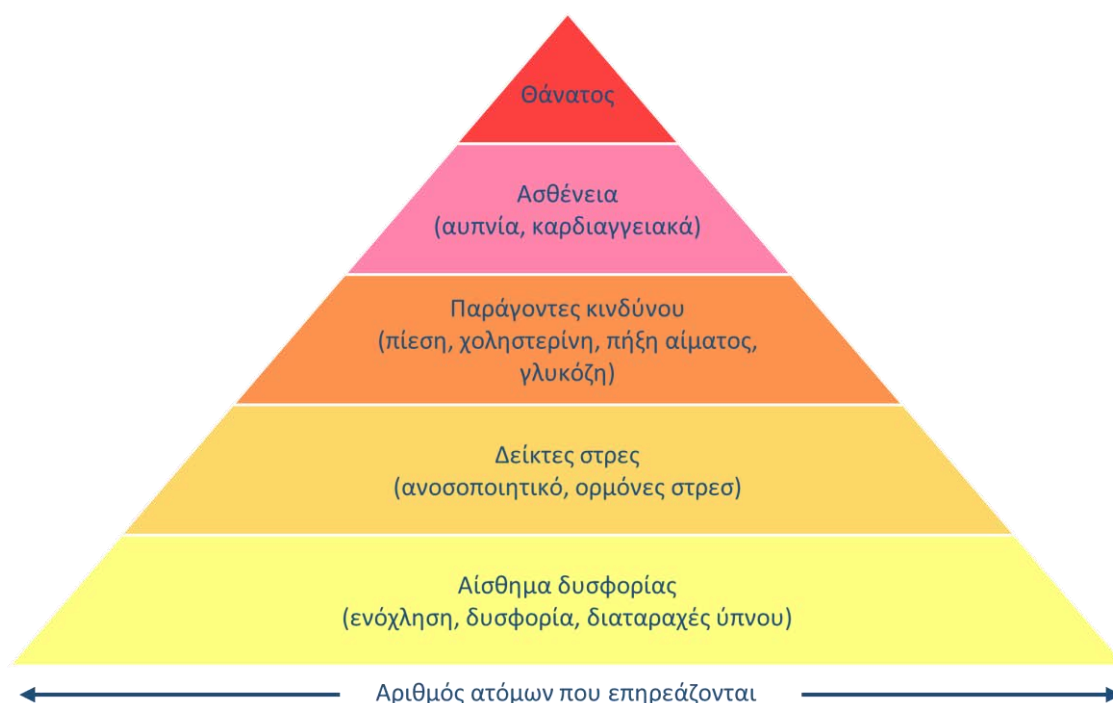
Η ηχορύπανση λαμβάνει πολύ λιγότερη προσοχή από τη ρύπανση του αέρα ή των υδάτων, επειδή ο άνθρωπος δεν μπορεί να την δει, να την γευτεί ή να την μυρίσει. Η ηχορύπανση είναι όμως επικίνδυνη (The Lancet Regional Health – Europe, 2023). Ο περιβαλλοντικός θόρυβος εξακολουθεί να αποτελεί μείζον περιβαλλοντικό πρόβλημα που επηρεάζει την υγεία και την ευημερία εκατομμυρίων ανθρώπων. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας² θεωρεί τον περιβαλλοντικό θόρυβο ως τον δεύτερο σημαντικότερο περιβαλλοντικό παράγοντα που συντελεί στη νοσοεπιβάρυνση μετά την ατμοσφαιρική ρύπανση (WHO, 2011).

Η μακροχρόνια έκθεση στον θόρυβο μπορεί όμως να προκαλέσει διάφορες αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, συμπεριλαμβανομένης της ενόχλησης, όπως διαταραχές ύπνου, επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό και στο μεταβολικό σύστημα, καθώς

² Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας [World Health Organization, WHO], αποτελεί εξειδικευμένη υπηρεσία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών και ασχολείται με την προάσπιση της παγκόσμιας υγείας. Ιδρύθηκε το 1948 και εδρεύει στη Γενεύη.

και γνωστικές διαταραχές και προβλήματα ψυχικής υγείας (Eberhardt 1988, Sliwinska-Kowalska and Davis 2012, Basner et al. 2014, Anupam et al. 2024, Clark et al. 2025). Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, τουλάχιστον 1 εκατομμύριο υγιή έτη ζωής χάνονται ετησίως στη δυτική Ευρώπη, μόνον από τον περιβαλλοντικό θόρυβο που σχετίζεται με την κυκλοφορία (WHO, 2011).

Η σοβαρότητα των επιπτώσεων στην υγεία λόγω του θορύβου σε σχέση με τον αριθμό των ατόμων που επηρεάζονται, παρουσιάζεται σχηματικά με την «πυραμίδα» του ΠΟΥ, στο Σχήμα 1. Η ενόχληση, η διαταραχή του ύπνου, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, η γνωστική εξασθένηση, η εξασθένηση της ακοής βαρηκοΐα και οι εμβοές επιλέχθηκαν αρχικά από την ομάδα εργασίας ως επιπτώσεις στην υγεία που σχετίζονται με τον περιβαλλοντικό θόρυβο (WHO, 2011).



**Σχήμα 1: Σοβαρότητα των επιπτώσεων του θορύβου στην υγεία.
(Babisch 2002, WHO, 2011)**

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ)³ εκτιμά ότι το 20% του πληθυσμού στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκτίθεται σε επιβλαβή επίπεδα θορύβου. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε περισσότερα από 100 εκατομμύρια άτομα. Με βάση πρόσφατα στοιχεία, εκτιμάται ότι ο περιβαλλοντικός θόρυβος συμβάλλει στην εμφάνιση 48.000 νέων περιπτώσεων ισχαιμικής καρδιοπάθειας ετησίως καθώς και 12.000 πρόωγων θανάτων.

³ Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος [European Environment Agency, EEA] είναι ένας οργανισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποστολή του οποίου είναι η προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος. Ιδρύθηκε με τον Κανονισμό (ΕΟΚ) 1210/90 του Συμβουλίου της 7ης Μαΐου 1990 και λειτουργεί από το 1994 με έδρα στην Κοπεγχάγη.

Επιπλέον, εκτιμάτε ότι 22 εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από χρόνια υψηλή ενόχληση και 6,5 εκατομμύρια υποφέρουν από χρόνια σοβαρή διαταραχή ύπνου (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, 2025).

Οι επιπτώσεις του περιβαλλοντικού θορύβου στην υγεία αποτελούν αυξανόμενη ανησυχία τόσο για το ευρύ κοινό όσο και για τους φορείς χάραξης πολιτικής στην Ευρώπη, (WHO, 2011). Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει θεσπίσει κανόνες που διέπουν την ποιότητα του αέρα και τα επίπεδα περιβαλλοντικού θορύβου, με σκοπό την προστασία των πολιτών της. Παρ' όλα αυτά, οι στόχοι της πολιτικής για τον περιβαλλοντικό θόρυβο δεν έχουν επιτευχθεί. Με βάση τις προβλέψεις, είναι απίθανο ο αριθμός των ατόμων που εκτίθενται σε θόρυβο να μειωθεί σημαντικά στο μέλλον, λόγω της αστικής ανάπτυξης και της αυξημένης ζήτησης για μεταφορές (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, 2025).

2.3.1. Ο ΘΟΡΥΒΟΣ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Το περιβάλλον σε σχέση με τον θόρυβο αλλάζει συνεχώς. Ο εξηλεκτρισμός των αυτοκινήτων θα αλλάξει τον κυκλοφοριακό θόρυβο, αν και δεν αναμένονται απαραίτητα χαμηλότερα επίπεδα θορύβου. Με ταχύτητα 50 km/h, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα παράγουν περισσότερο θόρυβο ελαστικών, επειδή είναι κατά μέσο όρο βαρύτερα από τα αυτοκίνητα με μηχανές εσωτερικής καύσης. Η ηλεκτροκίνηση βοηθά στη μείωση του θορύβου, αλλά μόνο σε χαμηλότερες ταχύτητες (30 km/h) ή/και με ελαφρύτερα οχήματα. Ταυτόχρονα και λόγω αυτών των εξελίξεων, νέες πηγές θορύβου όπως οι ανεμογεννήτριες και οι αντλίες θερμότητας αναδύονται λόγω της ενεργειακής μετάβασης και των μέτρων που προσανατολίζονται στην κλιματική αλλαγή (van Kamp, 2022).

Τα ζητήματα που εμφανίζονται είναι η αυξημένη χρήση των ηλεκτρονικών συσκευών, όπως τα συλλογικά συστήματα θέρμανσης, οι αντλίες θερμότητας και τα συστήματα κλιματισμού. Αυτές οι πηγές μπορούν να οδηγήσουν σε υψηλότερα επίπεδα ήχου ή να παράγουν χαμηλής συχνότητας ενοχλητικούς ήχους που επηρεάζουν την ευημερία των ανθρώπων.

Η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε αρχιτεκτονικές προσαρμογές στις αστικές περιοχές, αυξημένη χρήση συστημάτων κλιματισμού και εξαερισμού και αλλαγές συμπεριφοράς που μπορεί να επηρεάσουν τα επίπεδα θορύβου, όπως η συχνότερη έξοδος σε εξωτερικούς χώρους ή η παραμονή σε αυτούς περισσότερες ώρες. Τα περισσότερα από αυτά αποτελούν μέρος της ενεργειακής μετάβασης και θα μπορούσαν να επηρεάσουν την έκθεση στο θόρυβο και τις σχετικές αντιλήψεις και την υγεία και την ευημερία (Woudenberg and van Kamp, 2025).

Η σχέση ανάμεσα στις αστικές δραστηριότητες, τις χρήσεις γης και το ηχοτοπίο, είναι αναγνωρισμένες και έτσι αναδύεται η προσέγγιση του ηχοτοπίου. Βασική αρχή στον ηχητικό σχεδιασμό είναι η ανάγκη διαφοροποίησης ανάμεσα στις πηγές του ήχου,

με σκοπό να διατηρηθούν οι επιθυμητοί ήχοι και να μειωθούν οι ανεπιθύμητοι. Επιπλέον ο ήχος νοείται ως κάτι θετικά διαχειρίσιμο και όχι σαν κάτι αρνητικό από το οποίο πρέπει να απαλλαγούμε. Η προσέγγιση αυτή έρχεται σε αντίθεση με την περιβαλλοντική πλευρά. Στην τελευταία, τα προτεινόμενα μέτρα δεν κάνουν διάκριση με βάση την πηγή του ήχου και απώτερος στόχος είναι πάντα η μείωση των επιπέδων θορύβου. Προτείνεται βεβαίως, πως πρέπει είναι να υπάρχει μια συμπληρωματική και όχι ανταγωνιστική σχέση μεταξύ των δύο προσεγγίσεων (Μαργαρίτης, 2020).

2.4. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.4.1. ΕΝΩΣΙΑΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ

Η ΕΕ έχει θεσπίσει κανόνες που διέπουν τα επίπεδα περιβαλλοντικού θορύβου, με σκοπό την προστασία των πολιτών της. Οι κανόνες της ΕΕ που αποσκοπούν στην προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις επιπτώσεις του περιβαλλοντικού θορύβου ενσωματώνονται στην οδηγία για τον περιβαλλοντικό θόρυβο (Οδηγία 2002/49/ΕΚ) του 2002 [ΕΕΣ 2025].

Δυνάμει της οδηγίας αυτής, τα κράτη μέλη πρέπει να καταρτίζουν στρατηγικούς χάρτες θορύβου⁴ προκειμένου να αξιολογούν την έκθεση του πληθυσμού στον περιβαλλοντικό θόρυβο. Πρέπει επίσης να λαμβάνεται μέριμνα για την παροχή στο κοινό πληροφοριών σχετικά με τον περιβάλλοντα θόρυβο και τις επιδράσεις του. Τα κράτη μέλη υποχρεούνται επίσης να αναπτύξουν σχέδια δράσης για τη μείωση της ηχορύπανσης [ΕΕΣ 2025].

2.4.2. ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η Οδηγία αυτή ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με την Κ.Υ.Α. 13586/724/2006 (ΦΕΚ Β' 384), «Καθορισμός μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2002/49/ΕΚ “σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου” του Συμβουλίου της 25.6.2002».

Σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην Οδηγία 2002/49 και στην ΚΥΑ 13586/724/2006, εκδόθηκε και η ΚΥΑ οικ. 211773/2012 (ΦΕΚ Β' 1367) «Καθορισμός δεικτών αξιολόγησης και ανώτατων επιτρεπόμενων ορίων δεικτών περιβαλλοντικού θορύβου που προέρχεται από τη λειτουργία συγκοινωνιακών έργων, τεχνικές προδιαγραφές ειδικών ακουστικών μελετών υπολογισμού και εφαρμογής αντιθορυβικών πετασμάτων, προδιαγραφές προγραμμάτων παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου και άλλες διατάξεις», που αποσκοπεί μεταξύ άλλων στον καθορισμό ορίων οδικού κυκλοφοριακού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου, σύμφωνα με τους δείκτες αξιολόγησης L_{den} (24-ώρος) και L_{night} (8-ώρος νυκτερινός). Ο L_{den} είναι δείκτης του επιπέδου του συνολικού θορύβου την ημέρα, το βράδυ και τη νύχτα, ο οποίος χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση της όχλησης που συνδέεται με την έκθεση στο θόρυβο. Ο L_{night} είναι δείκτης του ηχητικού επιπέδου κατά την νύκτα.

⁴ Στρατηγικός χάρτης θορύβου: Γραφική απεικόνιση της συνολικής έκθεσης μιας δεδομένης περιοχής στον θόρυβο από συγκεκριμένες πηγές.

Αναφορικά με τα επιτρεπόμενα ανώτατα όρια θορύβου, στην Ελλάδα εφαρμόζεται το Π.Δ.1180/81, όπως αναφέρεται σε πολλές πηγές (Χατζηλυμπέρης 2008, Κασσωμένος 2017, Vogiatzis and Psychas 2012, Πασχαλίδου 2023). Στο συγκεκριμένο Προεδρικό Διάταγμα (ΦΕΚ 293/Α/6-10-1981) «Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και τη εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει» δίνονται οι ορισμοί της ρύπανσης και του επιτρεπόμενου ορίου εκπομπής. Ως ρύπανση ορίζεται η «Η άμεση ή έμμεση εκπομπή στο περιβάλλον, ουσιών, θορύβου ή άλλων μορφών ενέργειας σε τέτοια ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορεί να προκαλέσει βλάβη στην υγεία των ανθρώπων, ή υλικές ζημιές ή να επιδράσει δυσμενώς επί των ζώντων οργανισμών ή των οικοσυστημάτων και να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις κατά προορισμό επωφελείς χρήσεις». Ως επιτρεπόμενο όριο εκπομπής ορίζεται «ο καθοριζόμενο κατά τις διατάξεις του παρόντος ανώτατο επιτρεπόμενο ποσό εκπομπής ρυπαινούσης ουσίας, θορύβου ή άλλης μορφής ενέργειας».

Με βασικό τύπο τη βιομηχανική δραστηριότητα, αναφέρονται τα επιτρεπτά όρια εκπομπής θορύβου ανάλογα με το βαθμό αστικοποίησης της περιοχής. Τα όρια παρουσιάζονται στον Πίνακα 2, που ακολουθεί:

Πίνακας 2: Ανώτατα επιτρεπτά όρια θορύβου κατά το ΠΔ.1180/81 (ΦΕΚ 293/Α/6-10-81).

Τύπος περιοχής	Όριο θορύβου (dB)
Οργανωμένες βιομηχανικές ζώνες	70
Περιοχές με βιομηχανική δραστηριότητα	65
Μεικτές αστικές-βιομηχανικές περιοχές	55
Αστικές περιοχές	50

Αναλυτικότερα, αναφέρεται ότι για τις εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε επαφή με κατοικημένα κτίσματα το επιτρεπόμενο όριο θορύβου ορίζεται στα 45 dB, με τη μέτρηση να γίνεται εντός οικίας με ανοιχτές πόρτες και παράθυρα. Παρ' όλα αυτά, στο συγκεκριμένο διάταγμα δεν αναφέρεται ο δείκτης θορύβου.

Από μια απλή ανασκόπηση, γίνεται αντιληπτό ότι οι νομοθετικές ρυθμίσεις για τη διαχείριση και αντιμετώπιση της ηχορύπανσης είναι κατακερματισμένες σε δεκάδες προεδρικά διατάγματα, υπουργικές αποφάσεις και αποσπασματικές αστυνομικές διατάξεις. Τούτο οδηγεί στη δημιουργία σύγχυσης περί του τί και ποια διάταξη ισχύει σε κάθε περίπτωση (<https://ypen.gov.gr/perivallon/thoryvos-aktinovolies/nomothesia/#>, <https://www.elinyae.gr/themata-yae/thorybos/page/ethniki-nomothesia>).

Όρια, μη θεσμοθετημένα, για την αξιολόγηση του επιπέδου του θορύβου προβλέπονται και από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Οι τιμές τους παρατίθενται στον Πίνακα 3, ως ζώνες χαρακτηρισμού της έντασης του ήχου με βάση την ψυχολογία των ατόμων που την υπόκεινται.

Πίνακας 3: Αξιολόγηση των επιπέδων θορύβου κατά το ΤΕΕ.

Αξιολόγηση κατάστασης	Όριο Θορύβου (dB)
Απαράδεκτη	≥ 81
Πολύ θορυβώδης	78-80
Θορυβώδης	75-77
Σχετικά ανεκτή	72-74
Καλή	69-71
Άνετη	≤ 68

Πηγή: Χατζηλυμπέρης (2008), Κασσωμένος (2017), Πασχαλίδου (2023).

2.4.3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η πολύ πρόσφατη ειδική έκθεση⁵ 2/2025 του Ευρωπαϊκού Ελεγκτικού Συνεδρίου (2025) διαπιστώνει ότι ο θόρυβος στις πόλεις μας εξακολουθεί να είναι υπερβολικός. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η οδηγία της ΕΕ του 2002 για τον περιβαλλοντικό θόρυβο δεν έχει αναθεωρηθεί μέχρι σήμερα, στόχος της έκθεσης είναι να βοηθήσει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να λάβουν μέτρα για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της ηχορύπανσης.

Η έκθεση αναφέρεται κατά πόσον το ισχύον νομικό πλαίσιο έχει εφαρμοστεί ορθά και κατά πόσον τα μέτρα που ελήφθησαν συνέβαλαν αποτελεσματικά στη μείωση των επιπέδων θορύβου σε τρεις χώρες (Ελλάδα, Ισπανία και Πολωνία) και πόλεις (Αθήνα, Βαρκελώνη και Κρακοβία). Εξετάσαμε μέτρα που αποσκοπούσαν στην

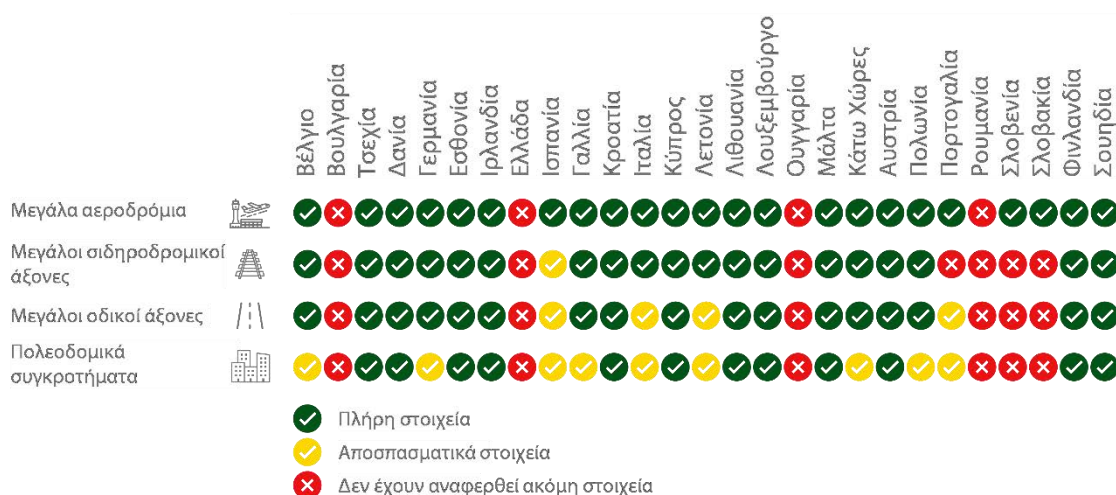
⁵ Στις ειδικές εκθέσεις του ΕΕΣ παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων που διενεργεί το κλιμάκιο επί πολιτικών και προγραμμάτων της ΕΕ ή επί διαχειριστικών θεμάτων που αφορούν συγκεκριμένους τομείς του προϋπολογισμού.

αντιμετώπιση της ηχορύπανσης, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων που έλαβαν χρηματοδοτική στήριξη από την ΕΕ. Εξετάσαμε επίσης τις ενέργειες της Επιτροπής για την επιβολή της σχετικής ενωσιακής νομοθεσίας.

Στην έκθεση διαπιστώνεται πως η πρόοδος που έχει σημειωθεί είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, κυρίως λόγω των ελλείψεων και καθυστερήσεων στην εκτίμηση και την αναφορά του βαθμού της ηχορύπανσης από τα περισσότερα κράτη μέλη της ΕΕ. Επισημαίνεται ακόμα, πως η ελλιπής χαρτογράφηση θορύβου στερεί από τις αρχές βασικά δεδομένα σχετικά με την έκθεση των πολιτών σε επιβλαβή επίπεδα θορύβου.

Ο έλεγχος διαπίστωσε επίσης σημαντικές ελλείψεις στην αναφορά στοιχείων από τα περισσότερα κράτη μέλη. Κατά τον χρόνο του ελέγχου (Μάιος 2024), 15 κράτη μέλη δεν είχαν ακόμη παράσχει όλα τα απαιτούμενα στοιχεία (Σχήμα 2). Η Ελλάδα δεν είχε υποβάλει πληροφορίες σχετικά με τη στρατηγική χαρτογράφηση θορύβου στο αποθετήριο δεδομένων, όπως απαιτεί η οδηγία 2002, και οι εθνικές αρχές δεν εξήγησαν τους λόγους στους οποίους οφείλεται η μη συμμόρφωσή τους.

Η έκθεση διαπιστώνει ότι, στις επιλεγείσες πόλεις, οι δράσεις κατά του θορύβου δεν αποτελούν προτεραιότητα και, στην καλύτερη περίπτωση, υλοποιούνται μόνο εν μέρει. Θεωρεί ότι η έλλειψη ενωσιακών τιμών-στόχου για τη μείωση του θορύβου αποθαρρύνει τα κράτη μέλη να δώσουν προτεραιότητα σε δράσεις για την αποτελεσματική μείωση της ηχορύπανσης και σημειώνει ότι τα όρια αναφοράς θορύβου καλύπτουν μόνο ένα μέρος του πληθυσμού της ΕΕ που ενδέχεται να εκτίθεται σε επιβλαβή επίπεδα θορύβου.



Σχήμα 2: Κατάσταση της αναφοράς στοιχείων από τα κράτη μέλη (Μάιος 2024).
(Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, 2025)

Έτσι, το ΕΕΣ συνιστά στην Επιτροπή να αξιολογήσει κατά πόσον είναι εφικτό:

- να εισαγάγει στην οδηγία για τον περιβαλλοντικό θόρυβο τιμές-στόχο σε επίπεδο ΕΕ για τη μείωση του θορύβου και όρια θορύβου.

- να ευθυγραμμίσει στον μέγιστο δυνατό βαθμό τα κατώτατα όρια που θέτει η οδηγία για την αναφορά στοιχείων για την έκθεση σε θόρυβο με τα όρια που συνιστά ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας.

2.5. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Έρευνες για τον θόρυβο έχουν διεξαχθεί σε πολλές χώρες ήδη από την δεκαετία του 1960, όπως αναφέρουν οι García and Faus (1991). Το είδος των μετρήσεων θορύβου εξαρτήθηκε από τον σκοπό για τον οποίο πραγματοποιήθηκαν οι έρευνες, όπως η αξιολόγηση της έκθεσης του αστικού πληθυσμού στο θόρυβο, η σύγκριση των επιπέδων θορύβου με τιμές που καθορίζονται από κανονισμούς, η εκτίμηση των επιπτώσεων του θορύβου από αναπτυξιακά έργα κ.λπ. Αυτοί οι ερευνητές έκαναν μετρήσεις, συνολικής διάρκειας 4.200 ωρών, σε 50 διαφορετικές θέσεις, επτά πόλεων, στην Ισπανία. Στα αποτελέσματα της έρευνάς τους παρουσιάζουν, μεταξύ άλλων, τη μέση, τη μέση μέγιστη και τη μέση ελάχιστη τιμή της ωριαίας L_{eq} και της L_{eq} εικοσιτετραώρου, όπως τις υπολόγισαν από το σύνολο των μετρήσεών τους. Η μέση τιμή της $L_{eq}(h)$ έφθασε τα 63,0 dB, η μέγιστη τα 83,7 dB και η ελάχιστη τα 26,8 dB. Οι αντίστοιχες τιμές της $L_{eq}(24h)$ ήταν 64,8 dB, 77,5 dB και 44,8 dB.

Οι Barrigón Morillas et al. (2002) διεξήγαγαν μια έρευνα στην πόλη Cáceres της Ισπανίας, σε δρόμους που ταξινομήθηκαν ανάλογα με τη χρήση τους σε τέσσερις κατηγορίες: αρτηρίες εκτός της κεντρικής ζώνης, αρτηρίες στην κεντρική ζώνη, άλλες αμφίδρομες οδοί που συνδέουν διαφορετικές ζώνες και οδοί μονής κατεύθυνσης. Η έρευνα διεξήχθη τον Ιούνιο του 1999, κατά τις εργάσιμες ημέρες και ώρες, από τις 8 π.μ. έως τις 8 μ.μ., ανά διαστήματα 2 ωρών. Κάθε μέτρηση διήρκεσε 15 λεπτά. Οι δύο πρώτες κατηγορίες δρόμων δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και μαζί με την τρίτη είχαν τα υψηλότερα επίπεδα θορύβου, με διάμεση τιμή L_{eq} πάνω από 70 dB(A). Οι μονόδρομοι ήταν περίπου 5 dB(A) πιο ήσυχοι. Οι ερευνητές κατέληξαν πως, τα επίπεδα θορύβου στο Cáceres, μια μικρή πόλη, είναι αρκετά υψηλά, με το 90% των μετρήσεων να υπερβαίνουν τα 65 dB(A) κατά τη διάρκεια των εργάσιμων ωρών.

Η εργασία των Caja et al (2003) συνοψίζει 5 χρόνια (1996-2000) συνεχών μετρήσεων θορύβου που πραγματοποιήθηκαν σε μία από τις σημαντικότερες πλατείες της Βαλένθια στην Ισπανία. Σκοπός της μελέτης ήταν η εκτίμηση του κατάλληλου χρόνου μέτρησης προκειμένου να προσδιορισθεί μια 24ώρη στάθμη θορύβου κατάλληλη για να αντιπροσωπεύει το ετήσιο ισοδύναμο επίπεδο. Οι ερευνητές καταλήγουν πως η στρατηγική δειγματοληψίας τυχαίας ημέρας έδωσε μια πιο ακριβή εκτίμηση σε σχέση με τη στρατηγική διαδοχικών ημερών και πως εάν η στρατηγική δειγματοληψίας περιλαμβάνει μετρήσεις σε τυχαία επιλεγμένες ημέρες, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 6 ημέρες.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με ηχόμετρο με το μικρόφωνο τοποθετημένο σε στύλο ύψους 4 μέτρων στο κέντρο της πλατείας. Τα έτη 1996 και 1998, η L_{eq} , 24h

κυμάνθηκε σχεδόν πάντα σε επίπεδο υψηλότερο από 70 dB και δεν έπεσε ποτέ κάτω από 65 dB. Μικρή μείωση παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια των Σαββατοκύριακων (δεν πραγματοποιούνται δραστηριότητες αναψυχής στην περιοχή κατά τη διάρκεια της νύχτας). Ο Αύγουστος ήταν ο πιο ήσυχος μήνας (καλοκαιρινές διακοπές) και ο Μάρτιος ο πιο θορυβώδης, λόγω ενός τοπικού φεστιβάλ, το οποίο πραγματοποιείται για τέσσερις συνεχείς ημέρες (24 ώρες την ημέρα).

Σε εργασία των Piccolo et al. (2005) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας μελέτης στη Messina (Μεσσήνη), πόλη της Σικελίας με 300.000 κατοίκους. Τριάντα πέντε σημεία δειγματοληψίας που περιλάμβανε και μέτρηση του κυκλοφοριακού όγκου, επιλέχθηκαν από τους ερευνητές κατά μήκος των οδών του αστικού κέντρου ως αντιπροσωπευτικά έξι ακουστικά ομοιογενών περιοχών. Όπως αναφέρουν, η έρευνα αποκάλυψε ότι ακόμη και σε μια μεσαίου μεγέθους πόλη όπως η Messina, τα επίπεδα περιβαλλοντικού θορύβου λόγω της οδικής κυκλοφορίας είναι σημαντικά υψηλότερα από τα όρια που θέτουν τα Ιταλικά πρότυπα. Στο σύνολο των σημείων παρακολούθησης, οι μέσες ημερήσιες ηχοστάθμες L_d ήταν υψηλότερες από 67 dB(A) και συσχετίζονταν σαφώς με τις συνθήκες της κυκλοφορίας. Σε πάνω από το 70% των σημείων δειγματοληψίας οι πολίτες εκτίθενται σε επίπεδα L_{den} μεγαλύτερα από 73 dB(A).

Στην Αυτόνομη Κοινότητα της Navarre (Ισπανία) καταρτίστηκαν στρατηγικοί χάρτες θορύβου και τα αντίστοιχα σχέδια δράσης από τους Arana et al. (2013). Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας μελετήθηκε ο θόρυβος στο πολεοδομικό συγκρότημα της Παμπλόνα με πληθυσμό 280.000 κατοίκων. Οι ερευνητές αναφέρουν πως συνολικά ~~36.400 άτομα εκτίθενται σε επίπεδα L_n άνω των 55 dBA και~~ 42.300 άτομα εκτίθενται σε επίπεδα L_{den} άνω των 65 dBA. Όσον αφορά τους μεγάλους οδικούς άξονες, συνολικά ~~3.900 άτομα εκτίθενται σε επίπεδα L_n άνω των 55 dBA και~~ 2.400 άτομα εκτίθενται σε επίπεδα L_{den} άνω των 65 dB(A).

Σε μελέτη που διεξήχθη για τον χαρακτηρισμό του αστικού ηχοτοπίου και της επίδρασης του θορύβου σε επίπεδο δρόμου στην έκθεση σε θόρυβο σε αστικό περιβάλλον, οι McAlexander et al. (2015) μέτρησαν τον θόρυβο σε 99 οδικές τοποθεσίες στη Νέα Υόρκη. Τα επίπεδα θορύβου μετρήθηκαν μόνο τις καθημερινές, κατά τις ώρες αιχμής νωρίς το πρωί (7:00–9:30 π.μ.), αργότερα το πρωί (9:30 π.μ.–12:00 μ.μ.), νωρίς το απόγευμα (12:00–2:30 μ.μ.) και κατά την απογευματινή ώρα αιχμής (2:30–5:00 μ.μ.). Η διάρκεια κάθε μέτρησης ήταν 10 λεπτά. Το μέσο επίπεδο θορύβου του δρόμου ήταν 73,4 dBA, με σημαντική χωρική διακύμανση (εύρος 55,8–95,0 dBA). Η πυκνότητα της κυκλοφορίας οχημάτων συσχετίστηκε σημαντικά με υπερβολικά επίπεδα θορύβου σε επίπεδο δρόμου.

Αντικείμενο της έρευνας στον περιβαλλοντικό θόρυβο αποτέλεσαν και οι επιπτώσεις της πανδημίας. Σε εργασία των Zambon et al. (2021), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρακολούθησης του θορύβου στην αστική περιοχή του Μιλάνου, πριν και μετά την έξαρση του COVID-19. Μέσω ενός μόνιμου συστήματος

παρακολούθησης θορύβου, αποτελούμενου από 24 αισθητήρες, κατέγραψαν τις αλλαγές στο αστικό ηχητικό περιβάλλον κατά την περίοδο πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την απαγόρευση κυκλοφορίας (lockdown). Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της περιόδου από τον Φεβρουάριο έως τον Ιούνιο του 2020 με την αντίστοιχη περίοδο του 2019, έδειξε μια πτώση του επιπέδου του θορύβου μεταξύ 5 και 7 dB σε όλα τα σημεία μέτρησης με τους ερευνητές να σημειώνουν πως η μείωση αυτή οφείλεται στην μειωμένη, λόγω των περιοριστικών μέτρων, οδική κυκλοφορία.

Σε μια μελέτη για την παρακολούθηση των επιπέδων περιβαλλοντικού θορύβου στη Σιγκαπούρη (Diong et al., 2021), συμμετείχαν πενήντα δύο εθελοντές ηλικίας 24 έως 44 ετών οι οποίοι έκαναν μετρήσεις χρησιμοποιώντας τα έξυπνα κινητά τους τηλέφωνα, οποιαδήποτε χρονική στιγμή ή μέρος, από τα μέσα Δεκεμβρίου 2016 έως τα τέλη Φεβρουαρίου 2017. Οι μετρήσεις ηχοστάθμης κατά τη διάρκεια της ημέρας αποτελούσαν το 70,4% των συνολικών δεδομένων, ενώ τα δεδομένα κατά τη διάρκεια των εσπερινών ωρών και της νύχτας αποτελούσαν το 24,6% και το 5% των συνολικών δεδομένων, αντίστοιχα. Περισσότερα από τα τρία τέταρτα της χώρας καλύφθηκαν εντός των δέκα εβδομάδων αυτής της μελέτης, με τη μέση τιμή LAeq ημέρας να φθάνει τα 68,0 dBA. Οι τιμές μειώθηκαν στα 67,4 dBA και στα 63,4 dBA τις βραδινές και τις νυχτερινές ώρες, αντίστοιχα.

Οι Brink et al. (2022) έκαναν μετρήσεις κυκλοφοριακού θορύβου στην πόλη της Ζυρίχης, προκειμένου να αξιολογήσουν το αποτέλεσμα της μείωσης του ορίου ταχύτητας από τα 50 km/h στα 30 km/h και αναφέρουν ότι ο θόρυβος της οδικής κυκλοφορίας (Leq) στο σημείο μεγαλύτερης αιχμής, μειώθηκε κατά μέσο όρο 1,6 dB κατά τη διάρκεια της ημέρας και 1,7 dB τη νύχτα.

Μια πολύ ενδιαφέρουσα διαδικασία διεξήγαγαν οι Can et al. (2023). Στην εργασία τους αναφέρουν την λήψη μετρήσεων για την χαρτογράφηση του αστικού θορύβου, στην πόλη Rezé της Γαλλίας, με συμμετοχή των κατοίκων και τη χρήση μιας εφαρμογής για κινητά τηλέφωνα. Οι συμμετέχοντες ήταν ελεύθεροι να κάνουν μετρήσεις όποτε ήθελαν, με την οδηγία είτε να κάνουν μετρήσεις σε σημεία τουλάχιστον 1 λεπτού είτε να κάνουν μετρήσεις κινούμενοι, προσέχοντας να μην αλλοιώσουν τις μετρήσεις με το βηματισμό τους. Κατόπιν, μέσω της εφαρμογής «ανέβαζαν» τις μετρήσεις στο σύστημα.

Οι έρευνες για την παρακολούθηση των επιπέδων περιβαλλοντικού θορύβου με συμμετοχικές μετρήσεις (participatory sensing) πληθαίνουν με το χρόνο, λόγω του σχετικά χαμηλού κόστους και της ανάπτυξης smartphones ικανών να μετρούν τα ηχητικά επίπεδα με ακρίβεια (D'Hondt et al., 2013, Leao et al., 2014, Ventura et al., 2018).

Οι Aletta and Kang (2015) μέτρησαν και κατασκεύασαν χάρτες θορύβου στο Valley Gardens Park, που βρίσκεται στο κέντρο της πόλης στο Brighton and Hove του Ηνωμένου βασιλείου. Το πάρκο αρχίζει από την παραλία και εκτείνεται κατά 1,5 Km μέσα στην πόλη. Συνέλεξαν δεδομένα από πενήντα πέντε σημειακούς δέκτες που

τοποθέτησαν τυχαία εντός της περιοχής μελέτης, σε σταθερό ύψος 1,7 m. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στα περισσότερα σημεία της περιοχής ο θόρυβος ξεπέρασε τα 65 dB και σε μερικά σημεία κυμάνθηκε στο εύρος 60-65 dB.

Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας, χάρτες θορύβου, ηχητικοί χάρτες και οι χάρτες ηχοτοπίων, χρησιμοποιήθηκαν μαζί για να «τριγωνοποιήσουν» όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το ακουστικό περιβάλλον και τον τρόπο που γίνεται αντιληπτό.

Αρκετοί ερευνητές χρησιμοποιούν ηχητικούς χάρτες, αντί για χάρτες θορύβου, διερευνώντας τη συμβολή συγκεκριμένων ηχητικών πηγών (π.χ. κελάηδημα πουλιών) που συνήθως δεν λαμβάνονται υπόψη στις στρατηγικές ελέγχου του θορύβου στα αστικά περιβάλλοντα (Pijanowski et al. 2011, Liu et al. 2013, Hao et al. 2015, Kogan et al. 2018, Yang et al. 2022) .

Οι δημοσιευμένες εργασίες που αναφέρονται σε περιοχές της χώρα μας, δημοσιεύουν κυρίως δεδομένα των μελετών χαρτογράφησης θορύβου του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) και παρουσιάζουν τους Στρατηγικούς Χάρτες Θορύβου.

Οι Kelessis et al. (2005) σε εργασία τους παρουσιάζουν συστηματικές μετρήσεις θορύβου αστικής κυκλοφορίας, από το μόνιμο σταθμό παρακολούθησης θορύβου και ατμοσφαιρικής ρύπανσης του Δήμου Θεσσαλονίκης, στο εμπορικό κέντρο της πόλης, για το χρονικό διάστημα από τον Δεκέμβριο 2003 έως τον Δεκέμβριο 2004. Στα αποτελέσματα αναφέρουν ότι η μέση ημερήσια τιμή της L_{eq} (08:00-20:00) βρέθηκε ίση με 72,1 dB(A), σημαντικά υψηλότερη από το εθνικό όριο για τις μεταφορές (οδικά έργα) που ορίστηκε στα 67 dB(A). Στην εργασία παρουσιάζονται επίσης, οι διαφορές στα επίπεδα κυκλοφοριακού θορύβου μεταξύ 1989 και 2004, στους κεντρικούς δρόμους της πόλης με σχετικά υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.

Οι Paschalidou et al. (2019a) διενήργησαν μετρήσεις περιβαλλοντικού θορύβου σε επιλεγμένα τμήματα της Εγνατίας οδού, την 3ετία 2013–2015. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ύψος περίπου 4,0 m πάνω από το έδαφος.

Στα αποτελέσματα αναφέρουν πως κανένας κάτοικος δεν εκτίθεται σε επίπεδα θορύβου υψηλότερα από 70 dB κατά τη διάρκεια της ημέρας ή επίπεδα θορύβου υψηλότερα από 60 dB κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στο τμήμα του δρόμου που διέρχεται από τη Θεσσαλονίκη, το ποσοστό των ατόμων που εκτίθενται σε σχετικά υψηλά επίπεδα θορύβου (> 60 dB καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και > 55 dB κατά τη διάρκεια της νύχτας) δεν υπερβαίνει το 11,5% και το 5,4%, αντίστοιχα. Για τα υπόλοιπα σημεία μέτρησης, ο πληθυσμός που εκτίθεται σε υψηλά επίπεδα θορύβου είναι αμελητέος.

Η ίδια ερευνητική ομάδα (Paschalidou et al., 2019b) παρουσιάζει την ανάπτυξη Στρατηγικών Χαρτών Θορύβου και Σχεδίων Δράσης για το πολεοδομικό συγκρότημα του Πειραιά. Στα αποτελέσματα αναφέρεται ότι σχεδόν 100.000 άνθρωποι εκτίθενται καθημερινά σε υψηλά επίπεδα θορύβου οδικής κυκλοφορίας (>65 dB), ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας σχεδόν 20.000 άτομα εκτίθενται σε παρόμοια επίπεδα θορύβου,

αν και τα όρια θορύβου είναι χαμηλότερα κατά τη διάρκεια της νύχτας. Από την άλλη, η επιβάρυνση θορύβου από τη σιδηροδρομική κυκλοφορία εμφανίζεται χαμηλότερη, ενώ η βιομηχανική δραστηριότητα προκαλεί υψηλό θόρυβο (>65 dB) σε σχεδόν 6000 άτομα ημερησίως. Τα επίπεδα θορύβου λόγω της κυκλοφορίας στο λιμάνι είναι πολύ υψηλά, ειδικά κοντά στις αποβάθρες (>75 dB), και παραμένουν υψηλά όλη την ημέρα. Γενικώς, επίπεδα θορύβου 65 dB είναι επίσης πολύ συνήθη σε πολλές περιοχές του Πειραιά.

Οι Begou et al. (2020a, 2020b) υπολόγισαν τον θόρυβο της οδικής κυκλοφορίας σε τρία σημεία της Θεσσαλονίκης, (Εγνατία οδός, οδός 25^{ης} Μαρτίου και Επταπύργιο). Τα επίπεδα θορύβου μετρήθηκαν σε 24-ωρη βάση κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου 3 ετών για κάθε σημείο μέτρησης. Οι ερευνητές αναφέρουν πως τα επίπεδα θορύβου ξεπέρασαν τα όρια του ΠΟΥ τόσο στον αυτοκινητόδρομο όσο και στις κατοικημένες περιοχές σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου μέτρησης. Οι μέσες ημερήσιες τιμές του L_{den} στον αυτοκινητόδρομο ήταν 77,4 dB(A), 77,1 dB(A) και 76,3 dB(A) για κάθε έτος για την περίοδο 2004 έως 2006, αντίστοιχα. Στην κατοικημένη περιοχή της 25^{ης} Μαρτίου, οι μέσες ημερήσιες τιμές του L_{den} ήταν 72,6, 72,2 και 72,0 για κάθε έτος κατά την περίοδο 2006-2008, αντίστοιχα. Στο Επταπύργιο, τα επίπεδα θορύβου ήταν χαμηλότερα και συγκεκριμένα, τα επίπεδα L_{den} ήταν 59,5, 59,2 και 58,8 για τα έτη 2011 έως 2013, αντίστοιχα.

Σε μελέτη που πραγματοποιήσαν οι Begou and Kassomenos (2021) στην ίδια περιοχή (συγκρότημα Θεσσαλονίκης-Νεάπολης), έκαναν εκτίμηση των επιπέδων θορύβου οδικής κυκλοφορίας βασισμένη στη μέθοδο πρόβλεψης CoRTN (Calculation of Road Traffic Noise). Η μελέτη έγινε για τρεις περιπτώσεις οδών (Περιφερειακή Οδός, Αστικός αυτοκινητόδρομος και Αστική Οδός) που αντιπροσωπεύουν τρεις χαρακτηριστικές περιοχές του αστικού περιβάλλοντος της Θεσσαλονίκης. Τα επίπεδα θορύβου (L_{den}) στην περιφερειακή οδό έφθασαν τα 77,30 dB, στον αστικό αυτοκινητόδρομο τα 72,21 dB) και στην αστική οδό τα 53,93 dB.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε το πολεοδομικό συγκρότημα⁶ της Λάρισας, και πιο συγκεκριμένα ο κεντρικός ιστός του. Προκειμένου να καταγραφούν οι στάθμες θορύβου, η περιοχή μελέτης καλύφθηκε από δεκατέσσερα σημεία στο κέντρο της πόλης, αντιπροσωπευτικά του αστικού περιβάλλοντος (πολυσύχναστες κεντρικοί οδοί, πεζόδρομοι και πλατείες).

Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί, καταγράφονται η διεύθυνση και οι γεωγραφικές συντεταγμένες κάθε σημείου λήψης μετρήσεων.

Πίνακας 4: Τα σημεία μέτρησης στο κέντρο της πόλης της Λάρισας.

Σημείο	Ταχυδρομική Διεύθυνση	Συντεταγμένες*	Σύνδεσμος για χάρτες Google
1	Ελ. Βενιζέλου 125	39.640289, 22.414341	#01
2	Ελ. Βενιζέλου 87	39.639881, 22.416186	#02
3	Ελ. Βενιζέλου 51	39.639786, 22.417135	#03
4	Ρούσβελτ 6	39.638261, 22.417488	#04
5	Ρούσβελτ 18	39.637233, 22.417516	#05
6	Πλατεία Εθνάρχου Μακαρίου (Ταχυδρομείου)	39.636960, 22.418230	#06
7	Ρούσβελτ 32	39.635561, 22.417338	#07
8	Μεγάλου Αλεξάνδρου 51	39.636237, 22.416733	#08
9	Κουμουνδούρου 7	39.635780, 22.415894	#09
10	Παπαναστασίου και Μανδηλαρά	39.635197, 22.415303	#10
11	Παπαναστασίου 57	39.636466, 22.415248	#11
12	Πλατεία Δημάρχου Σάπκα (Κεντρική πλατεία)	39.638427, 22.416063	#12
13	Κύπρου και Παπαναστασίου	39.638635, 22.415341	#13
14	Αθανασίου Διάκου και Διογένους	39.636605, 22.413868	#14

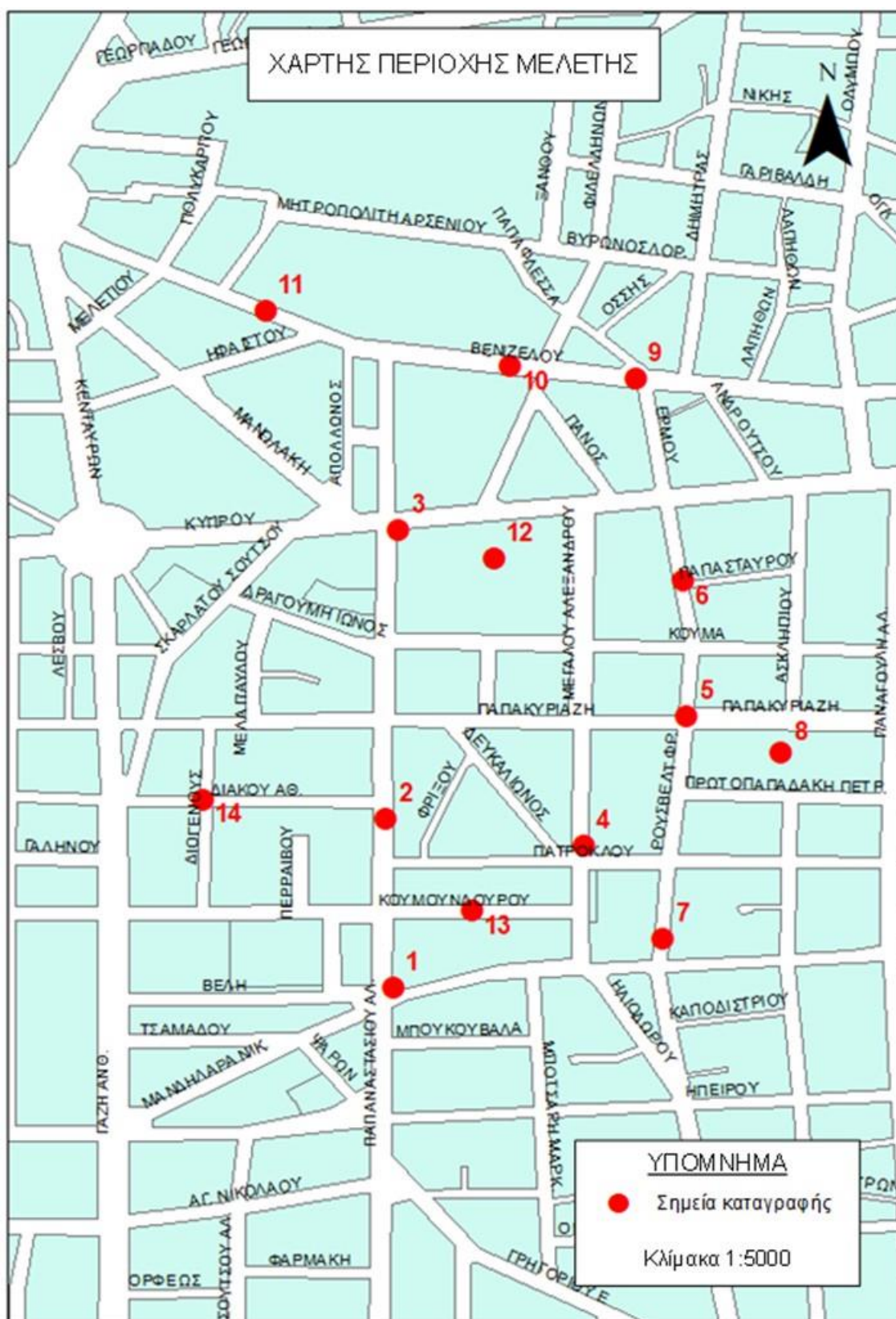
*Λήψη συντεταγμένων: Χάρτες Google

⁶ Πολεοδομικό συγκρότημα: Αστική περιοχή υψηλής πληθυσμιακής πυκνότητας. Στο πλαίσιο της ΕΕ, ένα πολεοδομικό συγκρότημα έχει περισσότερους από 100.000 κατοίκους για τους σκοπούς της οδηγίας για τον περιβαλλοντικό θόρυβο.

Σύντομη περιγραφή των σημείων

- Σημείο 1: Διασταύρωση οδών Παπαναστασίου και Μανδηλαρά. Είναι σημείο στο οποίο διασταυρώνονται δυο βασικές οδικές αρτηρίες της πόλης που συγκεντρώνουν εκτός από μεγάλο ποσοστό επιχειρήσεων δραστηριοτήτων και κυκλοφοριακό φορτίο.
- Σημείο 2: Παπαναστασίου 57. Αντιπροσωπευτικό σημείο κέντρου της πόλης αφού αποτελεί βασική οδική αρτηρία με ποδηλατόδρομο και με πληθώρα χρήσεων γης.
- Σημείο 3: Διασταύρωση οδών Κύπρου και Παπαναστασίου. Αποτελεί αντιπροσωπευτική περιοχή του αστικού κέντρου της πόλης. Είναι σημείο στο οποίο διασταυρώνονται δυο κεντρικές αρτηρίες της πόλης που συγκεντρώνουν μεγάλο ποσοστό δραστηριοτήτων και υπηρεσιών και κυκλοφοριακού φόρτου.
- Σημείο 4: Μεγ. Αλεξάνδρου. Η οδός Μεγάλου Αλεξάνδρου είναι από τις κυριότερες και πολυσύχναστες οδούς του κέντρου της Λάρισας. Πεζοδρομημένη με περιορισμένη κυκλοφορία τροχοφόρων (Αστικά λεωφορεία, ταξί).
- Σημεία 5, 6, 7: Πεζόδρομος Ρούζβελτ. Βασικός πεζόδρομος του κέντρου της πόλης, όπου οι κυρίαρχες χρήσεις γης είναι τα εμπορικά καταστήματα, η ψυχαγωγία και η κατοικία (στους υψηλότερους ορόφους).
- Σημείο 8: Πλατεία Εθνάρχου Μακαρίου (Ταχυδρομείου). Πρόκειται ίσως για την πιο γνωστή πλατεία της Λάρισας και ένα από τα κεντρικότερα σημεία της. Αποτελεί έναν από τους πυρήνες πράσινου στον κεντρικό ιστό της πόλης.
- Σημεία 9, 10, 11: Πεζόδρομος Ελευθερίου Βενιζέλου. Πεζόδρομος στον οποίο διατηρείται το παραδοσιακό στοιχείο, όπου οι κυρίαρχες χρήσεις γης είναι η ψυχαγωγία και τα εμπορικά καταστήματα.
- Σημείο 12: Πλατεία Δημάρχου Σάπκα (Κεντρική πλατεία). Αποτελεί το βασικό σημείο συνάντησης, σημείο αφετηρίας πολλών προορισμών των αστικών λεωφορείων και σημείο αναψυχής για τους κατοίκους του κέντρου. Είναι επίσης, ένας από τους πυρήνες πράσινου του κέντρου της πόλης.
- Σημείο 13: Πεζόδρομος Κουμουνδούρου. Είναι το πεζοδρομημένο τμήμα της οδού Κουμουνδούρου.
- Σημείο 14: Διασταύρωση οδών Αθανασίου Διάκου και Διογένους. Οι κυρίαρχες χρήσεις γης είναι τα εμπορικά καταστήματα (ισόγεια), οι υπηρεσίες (γραφεία, ιατρεία) και η κατοικία (στους υψηλότερους ορόφους).

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται ο χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία λήψης μετρήσεων και στις Εικόνες 1 έως και 14 που ακολουθούν, παρουσιάζονται φωτογραφικά στιγμιότυπα από τα 14 σημεία.



Σχήμα 3: Χάρτης της περιοχής μελέτης με τα σημεία λήψης μετρήσεων.



Εικόνα 1: Άποψη του Σημείου καταγραφής 1, στη διασταύρωση των οδών Παπαναστασίου και Μανδηλαρά.



Εικόνα 2: Άποψη του Σημείου καταγραφής 2, στην οδό Παπαναστασίου.



Εικόνα 3: Άποψη του Σημείου καταγραφής 3, Διασταύρωση οδών Κύπρου και Παπαναστασίου.



Εικόνα 4: Άποψη του Σημείου καταγραφής 4 επί της οδού Μεγάλου Αλεξάνδρου.



Εικόνα 5: Άποψη του Σημείου καταγραφής 5 στον πεζόδρομο της οδού Ρούζβελτ.



Εικόνα 6: Άποψη του Σημείου καταγραφής 6 στον πεζόδρομο της οδού Ρούζβελτ.



Εικόνα 7: Άποψη του Σημείου καταγραφής 7 στον πεζόδρομο της οδού Ρούζβελτ.



Εικόνα 8: Άποψη του Σημείου καταγραφής 8 επί της Πλατείας Εθνάρχου Μακαρίου (Ταχυδρομείου).



Εικόνα 9: Άποψη του Σημείου καταγραφής 9 στον πεζόδρομο της Ελευθερίου Βενιζέλου.



Εικόνα 10: Άποψη του Σημείου καταγραφής 10 στον πεζόδρομο της Ελευθερίου Βενιζέλου.



Εικόνα 11: Άποψη του Σημείου καταγραφής 11 στον πεζόδρομο της Ελευθερίου Βενιζέλου.



Εικόνα 12: Άποψη του Σημείου καταγραφής 12 επί της πλατείας Δημάρχου Σάπκα (Κεντρική πλατεία).



Εικόνα 13: Άποψη του Σημείου καταγραφής 13 στον πεζόδρομο της οδού Κουμουνδούρου.



Εικόνα 14: Άποψη του Σημείου καταγραφής 14 στην διασταύρωση οδών Αθανασίου Διάκου και Διογένους.

3.2. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο 6 έως 15 Δεκεμβρίου 2024, μεταξύ 12:45 έως 14:00 για τις πρωινές ώρες και 19:45 έως 21:00 για τις απογευματινές ώρες. Οι μετρήσεις έγιναν από στατική θέση, με τη χρήση ενός ηχομέτρου και συγκεκριμένα με την ψηφιακή συσκευή μέτρησης ήχου SDL600 της Extech Instruments Corporation, κατασκευασμένη βάση των προδιαγραφών ANSI and IEC 61672-1 Type 2 (Εικόνα 15).

Είναι ένα φορητό όργανο χειρός που επιτρέπει στον χειριστή να μετρά άμεσα τη στάθμη του ήχου σε dB, επιβλέποντας τη μέτρηση.



Εικόνα 15: Το όργανο μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία.

Η συσκευή έχει την δυνατότητα αποθήκευσης 20 εκατομμυρίων μετρήσεων σε κάρτα SD 2G. Ο καταχωρητής δεδομένων καταγράφει την ημερομηνία/ώρα και αποθηκεύει τις μετρήσεις στην κάρτα SD σε αρχείο Excel, το οποίο μεταφέρεται εύκολα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Τα βασικά χαρακτηριστικά της συσκευής, δίδονται στον Πίνακα 5 που ακολουθεί.

Πίνακας 5. Χαρακτηριστικά του οργάνου

Στοιχείο	Χαρακτηριστικά
Οθόνη	52 x 38 mm οπίσθια φωτιζόμενη LCD
Μικρόφωνο	12,7 mm πυκνωτικό μικρόφωνο
Μονάδα μέτρησης	dB (Decibels)
Εύρος μέτρησης λειτουργίας	30 – 130 dB
Εύρος συχνότητας λειτουργίας	31,5Hz - 8KHz
Ρυθμός δειγματοληψίας:	AUTO: 1, 2, 5, 10, 30, 60, 120, 300, 600, 1800, 3600 s.
Κάρτα Μνήμης:	SD Card type (1GB - 16GB)
Ανανέωση οθόνης:	~1 s
Εξαγωγή δεδομένων:	RS-232 / USB PC computer interface
Θερμοκρασία λειτουργίας:	0 - 50°C
Σχετική υγρασία λειτουργίας:	85% R.H. max.
Πηγή ισχύος:	Έξι (6) 1,5 VDC (μπαταρίες)
Βάρος:	520 g

Πηγή: www.extech.com

3.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης L_{eq} , λόγω της συμβατότητάς του με τα πρωτογενή στοιχεία και την δυνατότητα αξιολόγησης των δεδομένων με αντίστοιχες μελέτες.

Οι μετρήσεις σε κάθε σημείο είχαν συνολική διάρκεια 60 s με λήψη μέτρησης κάθε 2 s. Έτσι, η Εξ. 2, διαμορφώνεται ως εξής:

$$L_{eq} = 10 \log \sum_{i=1}^{60} \frac{1}{60} 10^{\frac{L_{eq,2s}}{10}} \quad (3)$$

Οι García και Faus (1991) αναφέρουν ότι, προκειμένου να μειωθεί το οικονομικό κόστος των ερευνών γενικού σκοπού για το θόρυβο στις αστικές περιοχές (για παράδειγμα, εκείνων που σχετίζονται με τη μέτρηση του θορύβου μιας πόλης ή την πρόβλεψη της γενικής ενόχλησης που προκαλείται από το θόρυβο σε μια κοινότητα), τα πλήρη χρονοδιαγράμματα δειγματοληψίας μπορούν να αντικατασταθούν από απλούστερες βραχυπρόθεσμες μετρήσεις χρησιμοποιώντας έναν κατάλληλο δείκτη θορύβου, όπως τον L_{eq} , χωρίς σοβαρή απώλεια πληροφορίας.

Για την αξιολόγηση του θορύβου στο περιβάλλον, υπολογίσθηκαν και οι εκατοστημοριακές στάθμες L_{10} που είναι η στάθμη που υπερβαίνεται στο 10% του

χρόνου παρατήρησης και η L_{90} είναι η στάθμη που υπερβαίνεται στο 90% του εξεταζόμενου χρόνου (Πασχαλίδου, 2023).

Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων και τους υπολογισμένους δείκτες, έγινε αξιολόγηση του επιπέδου θορύβου με βάση:

- τη λειτουργία της αγοράς (ανοικτά – κλειστά εμπορικά καταστήματα),
- γενικά χαρακτηριστικά (δρόμος – πεζόδρομος – πλατεία) και ειδικότερα χαρακτηριστικά του σημείου (εμπόριο, εστίαση, συνάθροιση, κ.α).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στους Πίνακες 6 έως 19 που ακολουθούν δίδονται οι τιμές της στάθμης θορύβου (ελάχιστη και μέγιστη) που καταγράφηκαν, καθώς και οι υπολογισμένοι δείκτες L_{eq} , L_{10} και L_{90} , για κάθε σημείο μέτρησης, για τις «πρωινές» και «απογευματινές» μετρήσεις για τις ημέρες από Τετάρτη έως Κυριακή.

Πίνακας 6: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 01.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	64,8	83,1	77,1	81,6	67,8
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	56,3	79,0	72,2	76,6	57,2
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	59,6	80,5	72,6	78,0	63,5
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	61,9	75,4	69,7	72,7	63,8
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	61,9	69,5	65,6	68,5	62,3
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	65,7	77,3	71,2	74,3	66,1
Σάββατο	ΠΡΩΙ	60,6	77,2	69,9	73,7	61,1
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	58,4	76,9	70,1	74,0	63,3
Κυριακή	ΠΡΩΙ	58,4	81,1	71,0	74,9	59,7
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	55,4	76,0	68,4	73,4	58,3

Πίνακας 7: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 02.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	61,5	71,8	68,6	70,6	62,4
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	60,5	83,1	74,0	81,1	61,5
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	60,7	78,8	70,4	75,2	61,2
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	63,7	85,2	74,7	79,1	65,1
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	56,5	67,8	60,9	64,3	57,4
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	64,2	83,1	75,1	80,6	66,7
Σάββατο	ΠΡΩΙ	60,7	82,4	73,6	77,2	62,3
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	64,4	78,4	74,7	77,7	68,3
Κυριακή	ΠΡΩΙ	58,7	69,2	63,9	66,6	59,5
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	61,0	77,6	70,1	73,9	63,0

Πίνακας 8: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 03.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	56,3	80,9	73,4	78,0	57,8
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	62,3	74,6	69,5	73,3	63,5
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	63,1	73,7	69,1	72,9	63,3
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	65,9	76,4	70,2	73,3	66,5
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	65,0	87,3	77,0	80,9	66,6
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	66,6	79,7	73,7	77,1	68,3
Σάββατο	ΠΡΩΙ	65,5	86,8	77,1	82,0	66,7
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	65,7	81,0	72,0	76,1	66,2
Κυριακή	ΠΡΩΙ	49,0	77,2	66,0	70,3	51,3
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	61,0	82,2	71,0	72,1	62,3

Πίνακας 9: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 04.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	58,1	70,7	65,0	70,4	59,0
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	60,8	72,0	67,2	70,8	62,0
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	61,5	74,4	68,7	72,6	62,2
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	62,3	74,4	68,1	71,6	64,2
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	67,2	76,5	70,8	74,5	67,4
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	59,4	75,1	67,0	70,1	59,6
Σάββατο	ΠΡΩΙ	57,2	76,8	68,0	71,8	58,0
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	60,6	83,7	73,7	75,7	61,9
Κυριακή	ΠΡΩΙ	53,6	79,3	66,8	69,3	55,7
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	56,2	82,5	71,3	72,7	59,0

Πίνακας 10: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 05.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	63,2	71,9	66,7	69,5	64,2
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	68,1	80,2	74,7	78,8	69,1
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	62,3	80,0	70,4	75,0	63,9
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	68,0	79,6	71,6	73,6	68,3
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	66,0	78,8	70,2	71,6	66,3
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	70,4	76,4	73,7	75,7	71,8
Σάββατο	ΠΡΩΙ	68,9	76,1	72,2	74,4	69,5
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	69,8	84,8	76,3	79,4	70,3
Κυριακή	ΠΡΩΙ	58,8	68,6	63,0	66,2	59,3
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	69,6	77,8	73,9	75,2	71,2

Πίνακας 11: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 06.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	60,5	68,0	64,0	66,4	60,9
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	68,1	79,3	75,8	77,9	72,6
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	66,4	75,9	72,1	74,9	67,6
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	57,0	69,9	62,9	66,7	57,7
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	70,4	84,4	77,3	80,5	71,7
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	70,9	83,1	77,2	80,7	72,7
Σάββατο	ΠΡΩΙ	65,7	76,6	70,7	75,7	66,6
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	58,0	71,8	63,3	67,0	58,2
Κυριακή	ΠΡΩΙ	67,1	76,2	70,5	71,8	67,9
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	55,0	69,2	63,8	68,5	57,9

Πίνακας 12: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 07.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	66,0	80,6	71,5	74,0	66,3
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	60,3	79,8	69,4	73,9	61,1
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	60,5	66,5	63,9	66,3	61,0
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	60,4	65,6	62,7	64,7	60,7
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	58,6	70,3	64,2	67,8	59,9
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	59,9	72,9	65,6	69,2	60,3
Σάββατο	ΠΡΩΙ	63,3	73,1	67,8	71,2	64,4
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	57,4	78,3	67,5	70,3	58,2
Κυριακή	ΠΡΩΙ	57,7	72,2	65,7	69,8	60,0
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	57,0	83,0	70,2	70,8	57,3

Πίνακας 13: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 08.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	61,3	74,1	66,8	71,8	62,1
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	63,7	73,6	69,1	72,7	63,8
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	60,1	65,4	61,6	64,5	60,2
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	61,7	81,4	71,1	74,3	62,0
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	56,4	80,4	69,8	74,2	57,6
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	61,0	72,0	67,1	71,1	63,6
Σάββατο	ΠΡΩΙ	62,9	75,4	67,2	70,7	63,1
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	64,6	81,4	71,0	74,2	65,5
Κυριακή	ΠΡΩΙ	56,2	74,9	65,2	71,0	56,9
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	65,2	79,1	70,5	73,8	65,4

Πίνακας 14: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 09.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	57,8	76,1	69,9	74,7	59,7
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	58,8	73,9	67,7	71,7	60,5
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	54,7	77,8	67,6	73,0	55,0
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	54,9	77,7	68,8	73,1	55,5
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	55,4	71,2	63,4	66,4	57,8
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	61,0	74,4	67,6	72,9	61,6
Σάββατο	ΠΡΩΙ	56,5	73,5	66,4	72,3	57,8
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	56,3	75,5	69,0	73,4	57,0
Κυριακή	ΠΡΩΙ	53,7	72,3	60,3	60,7	54,6
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	55,5	75,9	67,5	72,5	58,1

Πίνακας 15: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 10.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	48,8	61,7	54,1	56,4	49,8
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	56,3	67,9	60,7	63,0	56,4
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	52,0	76,7	66,3	72,6	53,2
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	48,5	83,9	71,6	73,7	49,5
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	51,4	65,0	58,9	62,3	51,9
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	57,2	69,1	61,8	65,6	58,1
Σάββατο	ΠΡΩΙ	52,2	75,9	62,8	59,9	53,1
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	50,0	64,0	55,8	57,8	51,0
Κυριακή	ΠΡΩΙ	54,9	70,6	62,3	66,5	55,9
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	46,3	64,3	54,5	55,7	47,7

Πίνακας 16: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 11.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	53,6	70,5	62,4	66,8	56,0
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	51,3	63,2	56,8	61,1	51,9
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	48,6	74,0	64,0	70,1	49,5
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	45,8	73,3	63,1	67,6	50,3
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	52,8	71,3	59,7	62,5	53,1
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	57,0	67,6	60,9	63,1	57,9
Σάββατο	ΠΡΩΙ	53,7	81,7	70,9	77,7	54,0
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	53,1	65,2	58,3	62,8	53,3
Κυριακή	ΠΡΩΙ	68,9	79,1	74,0	76,9	69,1
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	55,9	71,4	62,1	64,1	57,2

Πίνακας 17: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 12.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	64,7	84,5	78,1	82,9	65,5
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	63,2	70,9	67,3	70,4	63,4
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	61,7	68,5	64,5	66,8	61,8
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	62,7	73,7	67,4	69,8	63,6
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	62,5	82,4	73,0	77,5	63,6
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	63,3	83,9	71,6	72,5	63,9
Σάββατο	ΠΡΩΙ	61,7	70,0	65,6	67,5	62,2
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	65,0	76,7	70,8	75,6	66,2
Κυριακή	ΠΡΩΙ	63,3	82,8	71,2	74,7	63,9
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	65,2	75,1	69,6	72,9	66,1

Πίνακας 18: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 13.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΠΡΩΙ	61,0	78,9	72,2	77,3	64,6
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	54,9	63,5	58,2	60,2	55,4
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	54,0	71,9	62,7	67,9	54,6
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	54,3	63,7	57,2	58,1	54,7
Παρασκευή	ΠΡΩΙ	55,5	70,1	62,0	65,3	56,5
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	58,3	74,4	66,9	71,4	59,6
Σάββατο	ΠΡΩΙ	55,0	65,1	59,7	63,5	55,5
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	54,4	60,7	57,6	59,5	55,3
Κυριακή	ΠΡΩΙ	59,2	77,9	68,9	72,9	60,1
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	57,3	73,9	65,9	71,2	57,4

Πίνακας 19: Συγκεντρωτικές τιμές ελάχιστης ($L_{p[min]}$) και μέγιστης ($L_{p[max]}$) στάθμης και δεικτών (L_{eq} , L_{10} , L_{90}) θορύβου στο Σημείο 14.

Ημέρα	Ώρα	$L_{p[min]}$ (dB)	$L_{p[max]}$ (dB)	L_{eq} (dB)	L_{10} (dB)	L_{90} (dB)
Τετάρτη	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	50,8	75,4	65,6	69,3	52,6
Πέμπτη	ΠΡΩΙ	57,5	73,4	67,1	71,9	59,5
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	48,9	67,7	59,5	65,5	52,0
Παρασκευή	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	57,5	94,6	79,9	72,9	58,4
	ΠΡΩΙ	64,1	80,5	71,8	76,1	65,5
Σάββατο	ΠΡΩΙ	54,0	66,1	61,4	64,5	55,1
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	52,9	69,4	64,1	68,8	53,6
Κυριακή	ΠΡΩΙ	53,9	84,6	71,8	73,8	57,7
	ΑΠΟΓΕΥΜΑ	51,6	74,2	62,2	63,2	52,9

4.2. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΤΙΣ ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ

Στα διαγράμματα των Σχημάτων 4 έως 8, παρουσιάζονται τα επίπεδα των L_{eq} , L_{10} , L_{90} , όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, το πρωί και το απόγευμα κάθε ημέρας.

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα για κάθε ημέρα (Πρωί-Απόγευμα), φαίνεται πως την Τετάρτη, την Παρασκευή και το Σάββατο δεν παρατηρείται ιδιαίτερη διαφοροποίηση μεταξύ πρωινού και απογεύματος. Γεγονός, μάλλον αναμενόμενο, αφού τις Τετάρτες και τις Παρασκευές είναι ανοικτή η αγορά και το απόγευμα αλλά και το απόγευμα του Σαββάτου είναι αυξημένη η κυκλοφορία ανθρώπων (και οχημάτων) λόγω της εξόδου για διασκέδαση.

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{10} , L_{90} , όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο το πρωί και το απόγευμα της Τετάρτης. Από το σχήμα αυτό προκύπτουν διαφορές στα επίπεδα του θορύβου μεταξύ των σημείων καταγραφής. Το πρωί της Τετάρτης η χαμηλότερη και η υψηλότερη τιμή L_{eq} καταγράφηκε στο σημείο 10 (54,1dB) και στο σημείο 12 (78,1dB), αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές διαφέρουν κατά 44%. Η διαφορά αυτή θα μπορούσε να αποδοθεί και στη κυκλοφορία των ανθρώπων και τον κυκλοφοριακό θόρυβο, καθώς το σημείο καταγραφής 10 είναι σε πεζόδρομο με σχετικά μικρό πλήθος καταστημάτων, ενώ το σημείο καταγραφής 12 είναι η κεντρική πλατεία της πόλης, από την οποία διέρχεται πολύς κόσμος για να κατευθυνθεί στα καταστήματα και στην αφετηρία των αστικών λεωφορείων, πολλά αυτοκίνητα κινούνται περιμετρικά της πλατείας, ενώ παράλληλα είναι και σημείο συνάθροισης για πολλούς Λαρισαίους. Η 2η υψηλότερη τιμή L_{eq} καταγράφηκε στο σημείο 1, καθώς το σημείο 1 είναι διασταύρωση βασικών οδικών αρτηριών του κέντρου της πόλης. Το απόγευμα της Τετάρτης, η χαμηλότερη και υψηλότερη τιμή της L_{eq} καταγράφηκε στο σημείο 11 (61,1 dB) και στο σημείο 6 (75,8 Db), αντίστοιχα, μια διαφορά που φθάνει στο 24%. Η διαφορά μπορεί να οφείλεται επίσης στην αυξημένη δραστηριότητα της αγοράς. Το σημείο καταγραφής 11 βρίσκεται σε πεζόδρομο με κυρίαρχη χρήση την εστίαση και ελάχιστο αριθμό εμπορικών καταστημάτων, ενώ το σημείο καταγραφής 6 βρίσκεται σε πεζόδρομο στον οποίο συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός εμπορικών καταστημάτων, συμπεριλαμβανομένων σχεδόν όλων των μεγάλων αλυσίδων που δραστηριοποιούνται στην πόλη.

Από το διάγραμμα του Σχήματος 5, φαίνεται πως το πρωί της Πέμπτης η τιμή L_{eq} που καταγράφηκε στο σημείο 1 (72,6 dB) ήταν η υψηλότερη ενώ η χαμηλότερη τιμή της καταγράφηκε στο σημείο 8 (61,6dB) διαφέροντας κατά 17%. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται και στο γεγονός ότι το σημείο 8 βρίσκεται στο κέντρο της πλατείας Ταχυδρομείου, η οποία φαίνεται να μην επηρεάζεται τόσο από την λειτουργία της αγοράς καθώς δεν περικλείεται από μαγαζιά, ενώ το σημείο 1 συνυπάρχει η εμπορική δραστηριότητα αλλά και σημαντικές υπηρεσίες, με τη βασικότερη να είναι η

Περιφέρεια Θεσσαλίας. Το απόγευμα της ίδιας ημέρας, η υψηλότερη και η χαμηλότερη τιμή της L_{eq} καταγράφηκε στο σημείο 2 (74,7 dB) και στο σημείο 13 (57,2 dB), αντίστοιχα, εμφανίζοντας μια διαφορά που φθάνει το 30%. Αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλετε και στην ανθρώπινη δραστηριότητα, αφού παρά την κλειστή αγορά, στο σημείο καταγραφής 2 επί της οδού Παπαναστασίου, είναι συγκεντρωμένα πολλά φροντιστήρια, που κατά τις απογευματινές ώρες σφύζει από μαθητές της πόλης, ενώ το σημείο 13, τα σχετικά λίγα εμπορικά είναι κλειστά αλλά και οι διερχόμενοι για τα κεντρικότερα καταστήματα είναι μάλλον λιγότεροι σε σχέση με τα απογεύματα με ανοικτή αγορά.

Η Παρασκευή θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια μέρα αιχμής για την αγορά του κέντρου. Από το Σχήμα 6 φαίνεται ότι τόσο το πρωί όσο και το απόγευμα της Παρασκευής, στο σημείο 6 έχει καταγραφεί η μεγαλύτερη τιμή της L_{eq} . Στο ίδιο σχήμα, φαίνεται ότι την Παρασκευή το πρωί η υψηλότερη και η χαμηλότερη τιμή της L_{eq} καταγράφηκε στο σημείο 6 (77,3) και στο σημείο 10 (58,9) αντίστοιχα, παρουσιάζοντας μια σημαντική διαφορά που φθάνει στο 31%. Το απόγευμα της Παρασκευής στο σημείο 6 καταγράφηκαν 77,2 dB, τιμή μεγαλύτερη κατά 26% της τιμής που καταγράφηκε στο σημείο 11 και ήταν η χαμηλότερη (60,9 dB). Αυτό πιθανά αντικατοπτρίζει - και θα μπορούσε να αποδοθεί - στην ανθρώπινη κυκλοφορία λόγω ανοιχτής αγοράς, και η οποία μάλλον είναι μεγαλύτερη στο σημείο 6.

Το πρωί του Σαββάτου (Σχήμα 7), η υψηλότερη τιμή της L_{eq} καταγράφηκε στο σημείο 3 (77,1 dB) και η χαμηλότερη τιμή στο σημείο 10 (62,8 dB), παρουσιάζοντας μια διαφορά που αγγίζει το 22%. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται και στο γεγονός ότι το σημείο 3 συνδυάζει μεγαλύτερη κυκλοφορία ανθρώπων οχημάτων σε σχέση με το σημείο 10, που παρά την ανοικτή αγορά, η κυκλοφορία είναι ηπιότερη.

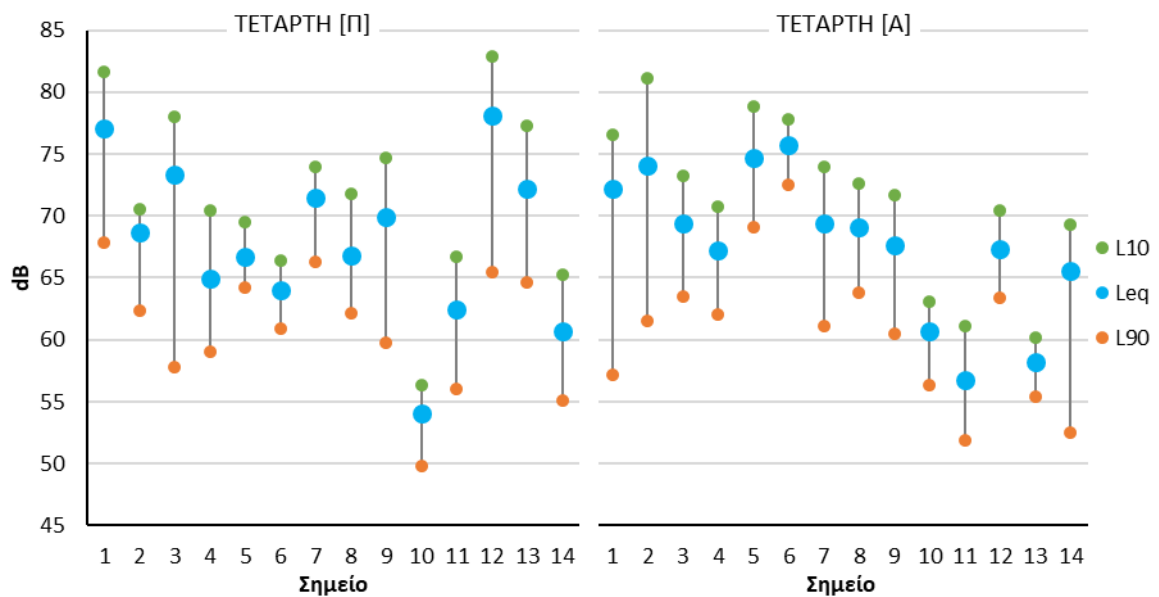
Το απόγευμα του Σαββάτου, η υψηλότερη τιμή και η χαμηλότερη τιμή καταγράφηκε στο σημείο 5 (76,3 dB) και στο σημείο 10 (55,8 dB), αντίστοιχα. Οι διαφορές αυτών των τιμών φθάνει το 36% και θα μπορούσε να αποδοθεί και στα μαγαζιά εστίασης αλλά και στην εμπορική δραστηριότητα. Στο σημείο 5 και γύρω από αυτό, πολλά καταστήματα παραμένουν ανοικτά έως και τις 8 μ.μ. αλλά ακόμα και μετά το κλείσιμο της αγοράς, εξακολουθεί το πλήθος να κινείται και πιθανά να το επιλέγει για διασκέδαση μετά την επίσκεψή του στην εμπορική αγορά. Το σημείο καταγραφής 10 βρίσκεται στον πεζόδρομο της Βενιζέλου, τα εμπορικά καταστήματα είναι κλειστά μετά τις 2 μ.μ., οπότε και η κίνηση του κόσμου είναι περιορισμένη.

Από το Σχήμα 8 φαίνεται ότι η υψηλότερη και η χαμηλότερη τιμή της L_{eq} για το πρωί της Κυριακής καταγράφηκε στο σημείο 11 (74,0 dB) και στο σημείο 9 (60,3 dB), αντίστοιχα, με τις τιμές να παρουσιάζουν διαφορά 22%. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται και στις συνήθειες των πολιτών. Το σημείο καταγραφής 11 βρίσκεται σε τμήμα του πεζόδρομου της οδού Βενιζέλου, δίπλα στο Αρχαίο θέατρο της πόλης, με μικρό πλάτος και αποτέλεσμα τον μεγάλο συγχρωτισμό. Αποτελεί προσφιλέστερο σημείο περιηγητών, ενώ εκεί υπάρχει πλήθος καφετεριών και εστιατορίων, τα οποία επιλέγουν

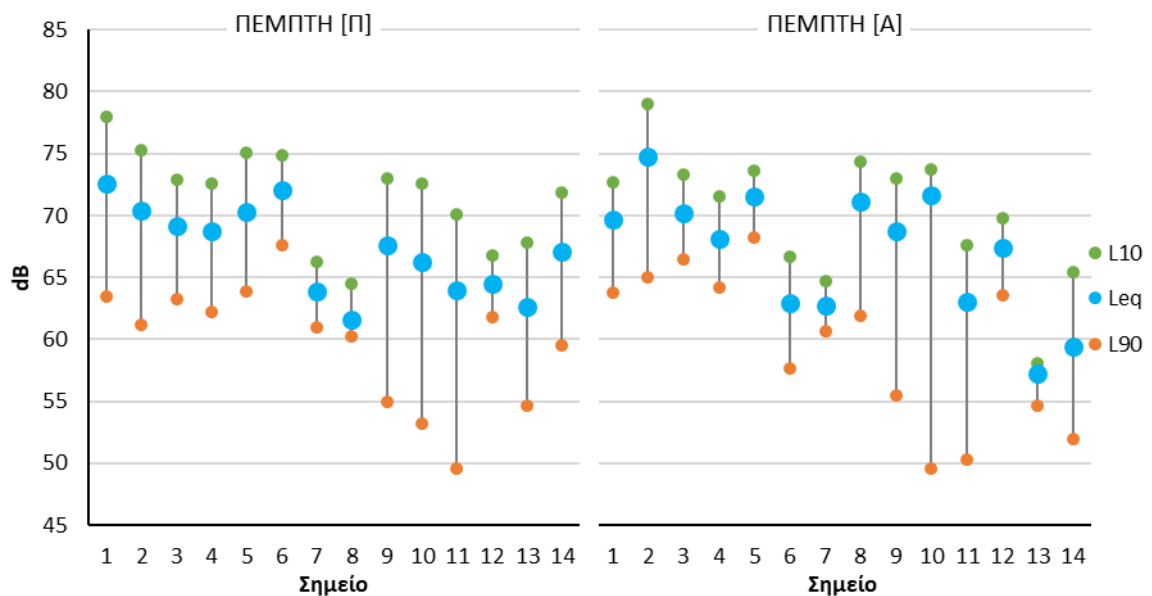
οι πολίτες της πόλης για να απολαύσουν τον Κυριακάτικο καφέ ή γεύμα με φίλους. Στο σημείο 9, η περιοχή είναι αρκετά ανοικτή και δεν παρατηρείται καν συγχρωτισμός.

Το απόγευμα της Κυριακής το υψηλότερο επίπεδο θορύβου καταγράφηκε στο σημείο 5 (73,9 dB) ενώ το χαμηλότερο καταγράφηκε στο σημείο 10 (54,5 dB) με τις τιμές να διαφέρουν κατά 35%. Στο σημείο καταγραφής 5 υπάρχουν κυρίως καφετέριες και εστιατόρια. Αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα σημεία της πόλης, για την νεολαία το απόγευμα της Κυριακής. Παράλληλα, είναι και σημείο συνάντησης για πολλά παιδιά και οικογένειες καθώς διέρχονται από το σημείο για να κατευθυνθούν είτε στην πλατεία Ταχυδρομείου είτε στην παιδική χαρά αντίστοιχα, σε αντίθεση με το σημείο 10, στο οποίο δεν υπάρχουν επιχειρήσεις εστίασης, παρά μόνο εμπορικά καταστήματα που είναι κλειστά το απόγευμα της Κυριακής.

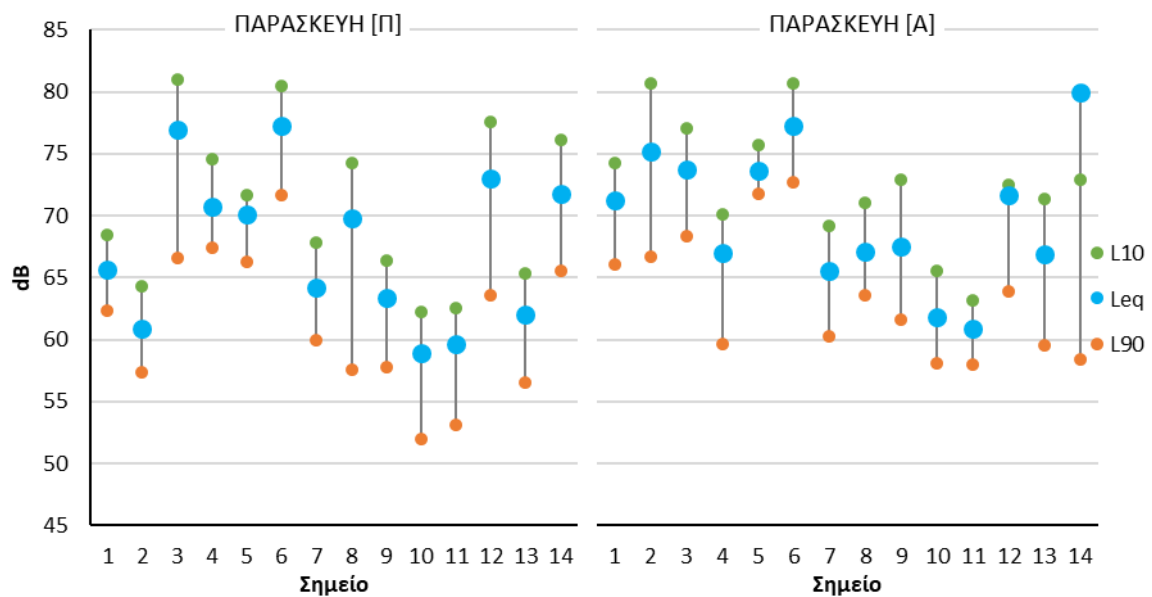
Για τις ανάγκες αυτής της πτυχιακής εργασίας δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις την Δευτέρα και την Τρίτη, καθώς αναμένεται λόγω της διαμορφωμένης λειτουργίας της αγοράς της πόλης που προβλέπει ότι κάθε Δευτέρα και Τετάρτη απόγευμα είναι ανοικτή ενώ κάθε Τρίτη και Πέμπτη απόγευμα είναι κλειστή, ότι τα επίπεδα θορύβου τη Δευτέρα θα είναι παραπλήσια με αυτά της Τετάρτης και την Τρίτη θα είναι παραπλήσια με αυτά της Πέμπτης.



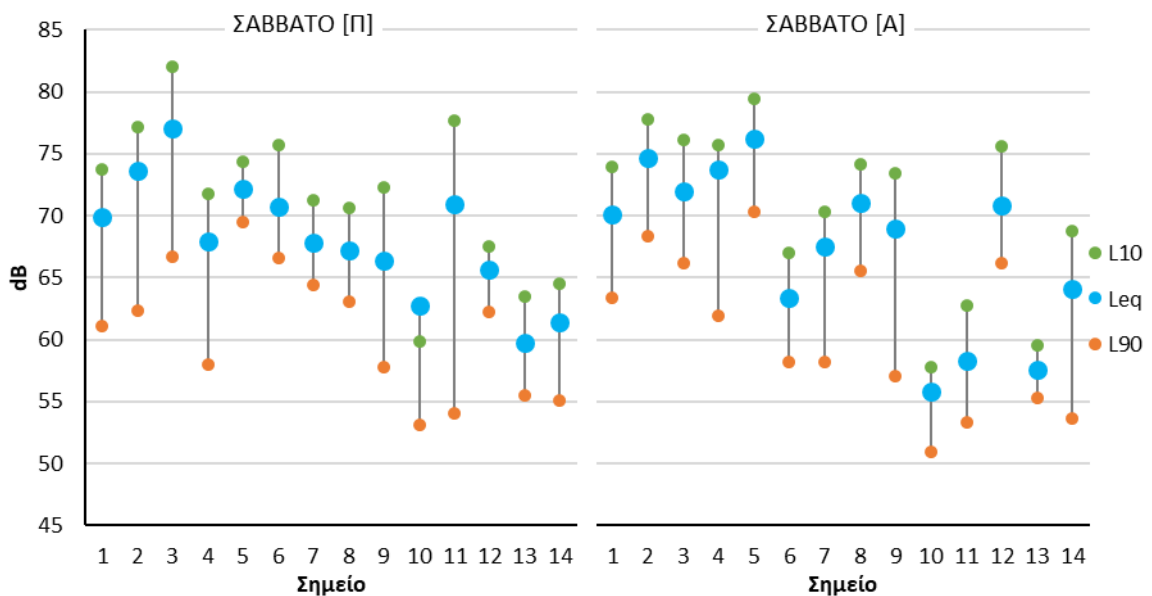
Σχήμα 4: Οι δείκτες Leq, L10, L90, όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Τετάρτης.



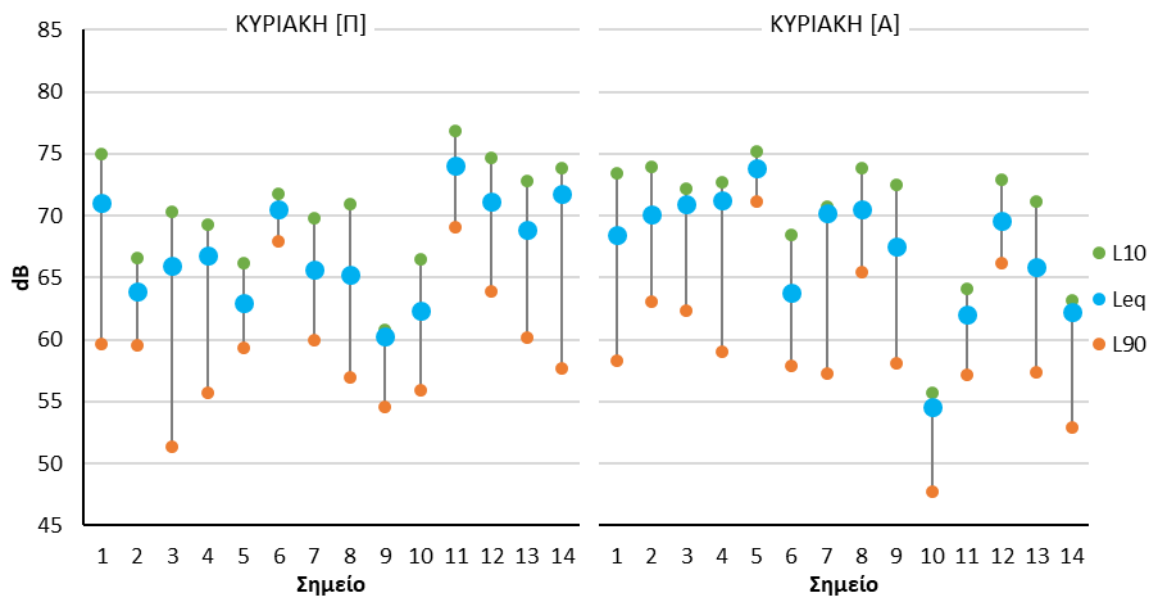
Σχήμα 5: Οι δείκτες Leq, L10, L90, όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Πέμπτης.



Σχήμα 6: Οι δείκτες Leq, L10, L90, όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Παρασκευής.



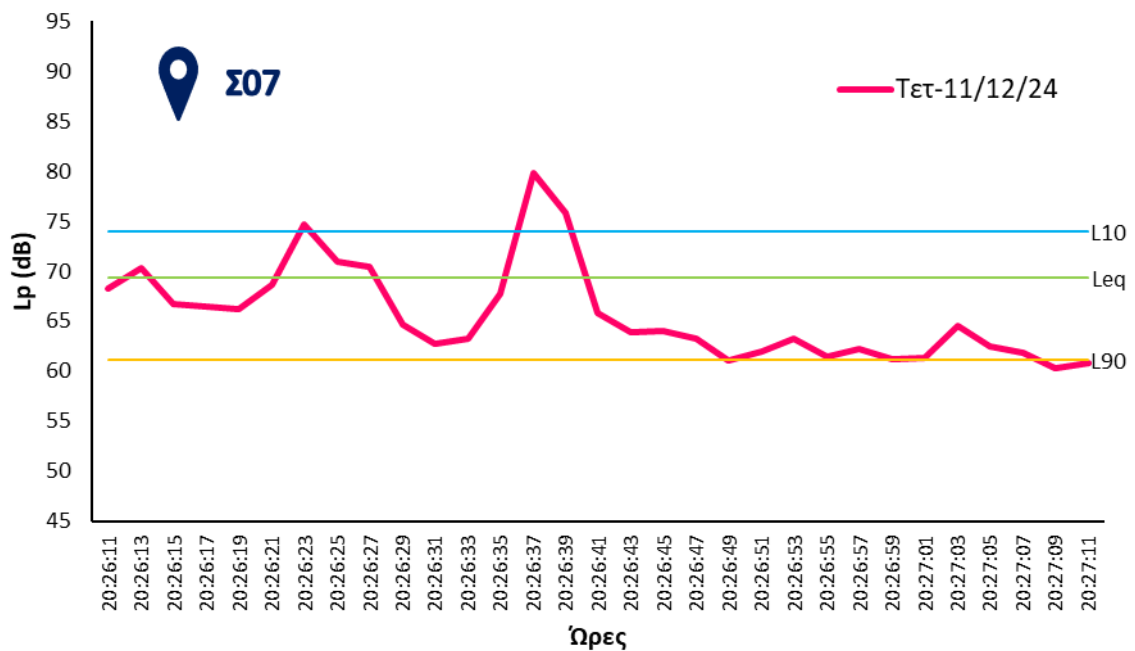
Σχήμα 7: Οι δείκτες Leq, L10, L90, όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Σαββάτου.



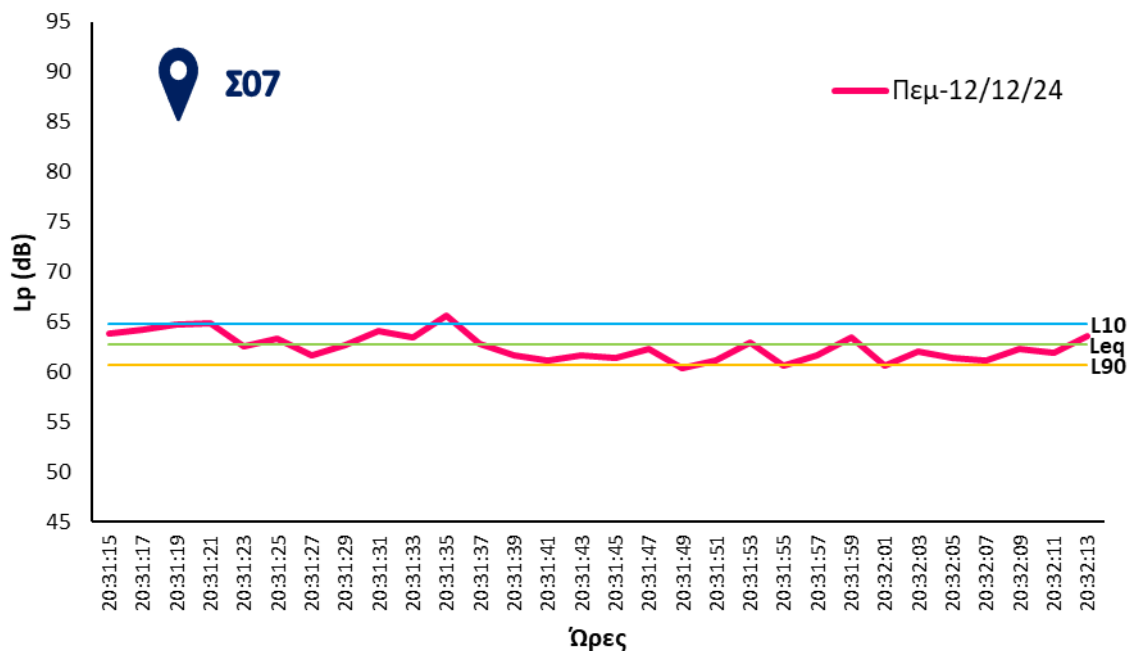
Σχήμα 8: Οι δείκτες Leq, L10, L90, όπως υπολογίσθηκαν για κάθε σημείο, πρωί (Π) και απόγευμα (Α) Κυριακής.

Για την συγκριτική αξιολόγηση των δεδομένων θορύβου σε κάθε σημείο δειγματοληψίας, κατασκευάσθηκαν διαγράμματα (1 για κάθε μέτρηση) που παρουσιάζουν την διακύμανση της στάθμης του θορύβου, L_p , κατά τη χρονική διάρκεια των μετρήσεων και τα επίπεδα του L_{eq} και των στατιστικών δεικτών L_{10} και L_{90} , όπως υπολογίσθηκαν από τα δεδομένα της στάθμης. Στις εικόνες που ακολουθούν, δίδονται κάποια αντιπροσωπευτικά διαγράμματα, για κάθε περίπτωση συγκριτικής αξιολόγησης.

Στα Σχήματα 9 και 10, παρουσιάζεται η διακύμανση της στάθμης θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν για το ίδιο σημείο (7), για ημέρα Τετάρτη απόγευμα, που η εμπορική αγορά είναι ανοικτή, και για ημέρα Πέμπτη απόγευμα, που η εμπορική αγορά είναι κλειστή. Από τα διαγράμματα αυτά, δίνεται μια αντιπροσωπευτική κατάσταση ενός πεζοδρόμου του κέντρου, με ποικίλες χρήσεις (εμπορικά καταστήματα, εστίαση, υπηρεσίες), όπου ο L_{eq} καταγράφηκε κατά 10,7% υψηλότερος στην περίπτωση του απογεύματος που η εμπορική αγορά είναι ανοικτή. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς είναι μειωμένη η κυκλοφορία ανθρώπων λόγω των κλειστών καταστημάτων, αλλά, ειδικά για τα απογεύματα της Πέμπτης, δεν λειτουργούν και τα ιατρεία και άλλες υπηρεσίες από ιδιώτες. Σε ότι αφορά στις τιμές των L_{10} και L_{90} , η τιμή του L_{90} είναι περίπου η ίδια, ενώ η τιμή του L_{10} καταγράφηκε κατά 14,2% υψηλότερη το απόγευμα της Τετάρτης.



Σχήμα 9: Η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν στο Σημείο 7, για ημέρα Τετάρτη απόγευμα, με την αγορά ανοικτή.



Σχήμα 10: Η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν στο Σημείο 7, για ημέρα Πέμπτη απόγευμα με την αγορά κλειστή.

4.3. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ

Η αξιολόγηση αυτή έγινε με βάση τα χαρακτηριστικά του σημείου (δρόμος – πεζόδρομος – πλατεία).

Από το σύνολο των 140 καταγραφών που διενεργήθηκαν (14 σημεία x 5 ημέρες της εβδομάδας x 2 χρονικά σημεία την ημέρα), υπολογίσθηκε το 10% των υψηλότερων τιμών της L_{eq} . Σύμφωνα με αυτήν την ανάλυση και όπως διακρίνεται και στα συγκεντρωτικά δεδομένα που παρουσιάζουν οι πίνακες, το πλέον επιβαρυνμένο σημείο είναι το σημείο 2, το οποίο παρουσιάζει 4 φορές τιμές που κυμαίνονται στο 10% των υψηλότερων τιμών της L_{eq} και ακολουθεί το σημείο 6 με 3 τιμές που κυμαίνονται στο 10% των υψηλότερων τιμών.

Για την αξιολόγηση με βάση τα χαρακτηριστικά του σημείου κατασκευάσθηκαν διαγράμματα επιπέδων θορύβου, με τις υπολογισμένες τιμές της L_{eq} για κάθε ημέρα, (πρωί/απόγευμα) για κάθε σημείο μέτρησης. Τα διαγράμματα είναι κατασκευασμένα στην ίδια κλίμακα, με ελάχιστο και μέγιστο επίπεδο, τα 50 dB και τα 80 dB αντίστοιχα και παρουσιάζονται στα Σχήματα 11 έως 17.

Μέσω των διαγραμμάτων, μπορεί να γίνει μια σύγκριση μεταξύ των σημείων, με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Στο διάγραμμα όσο μεγαλύτερη η απόσταση της γραμμής της L_{eq} από το κέντρο, δηλαδή από το μικρότερο επίπεδο θορύβου της κλίμακας του διαγράμματος, τόσο μεγαλύτερο είναι το επίπεδο του θορύβου.

Όπως φαίνεται από τα Σχήματα 11 και 12, στα σημεία 1, 2 και 3, οι τιμές παρουσιάζουν μεγάλη απόσταση από το κέντρο, σχεδόν όλες τις ημέρες και ώρες, γεγονός που μάλλον δικαιολογείται αφού πρόκειται για κεντρικές οδικές αρτηρίες, με μεγάλη κυκλοφορία τροχοφόρων που παράγει υψηλά επίπεδα θορύβου. Μικρότερες τιμές, από τους δρόμους, παρουσιάζει το σημείο 14, όπως θα αναμενόταν, αφού πρόκειται για μια διασταύρωση μικρότερων δρόμων με μικρότερη κυκλοφορία οχημάτων.

Από την σύγκριση των τεσσάρων σημείων που αφορούν στους δρόμους, παρατηρείται ότι στο σημείο 14 καταγράφηκαν οι χαμηλότερες τιμές L_{eq} στις επτά από τις δέκα μετρήσεις (5 ημέρες επί δύο καταγραφές). Φαίνεται λοιπόν ότι το σημείο 14 (διασταύρωση Αθανασίου Διάκου με Διογένους) να είναι το λιγότερο φορτισμένο σημείο από τα τέσσερα, παρά το γεγονός ότι τα πρωινά της Παρασκευής και της Κυριακής καταγράφει τα υψηλότερα επίπεδα θορύβου σε σχέση με τους άλλους δρόμους. Ως το πιο θορυβώδες σημείο από τα τέσσερα παρουσιάζεται το σημείο 2 (επί της οδού Παπαναστασίου) στο οποίο καταγράφηκαν τα μεγαλύτερα επίπεδα θορύβου στα τέσσερα από τα πέντε απογεύματα καταγραφής με τιμές σχεδόν στο ίδιο επίπεδο (75 dB).

Το πρωινό της Τετάρτης το μεγαλύτερο επίπεδο θορύβου καταγράφηκε στο σημείο 1 (77,1 dB), μια διαφορά 27% από την χαμηλότερη καταγραφή στο σημείο 14 (60,7 dB). Το ίδιο ακριβώς παρατηρείται και το πρωινό της Πέμπτης με το σημείο 1 να διαφέρει κατά 8% από το σημείο 14 (72,6 dB έναντι 67,1 dB). Την Παρασκευή το απόγευμα σε όλους τους δρόμους καταγράφηκαν τιμές πάνω από 70 dB με το σημείο 2 να παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή με 75,1 dB.

Όσον αφορά στις πλατείες, η Πλατεία Ταχυδρομείου (σημείο 8) παρουσιάζει σχετικά μικρή επιβάρυνση και σίγουρα μικρότερη από αυτήν της Κεντρικής Πλατείας (σημείο 12). Αυτό οφείλεται μάλλον στο γεγονός πως η Κεντρική Πλατεία περικλείεται από δρόμους με μεγάλη κυκλοφορία οχημάτων, κάτι που δεν συμβαίνει στην Πλατεία Ταχυδρομείου, η οποία περικλείεται από 3 πεζοδρόμους.

Συγκρίνοντας τις δύο πλατείες του κέντρου διαπιστώνεται ότι η κεντρική πλατεία (σημείο 12) κατέγραψε υψηλότερα επίπεδα θορύβου σε σχέση με την πλατεία Ταχυδρομείου (σημείο 8) στα τέσσερα από τα πέντε πρωινά που έγινε καταγραφή με την μεγαλύτερη διαφορά να φτάνει το 17% (78,1 dB έναντι 66,8 dB) το πρωί της Τετάρτης. Αντιθέτως στις απογευματινές μετρήσεις οι υψηλότερες τιμές Leq παρατηρούνται στην πλατεία ταχυδρομείου στις τέσσερις από τις πέντε ημέρες που έγιναν μετρήσεις, με την μέγιστη διαφορά να είναι 5,2% το απόγευμα της Πέμπτης. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η κεντρική πλατεία αποτελεί κυρίως τις πρωινές ώρες σημείο όπου περνούν πολλοί άνθρωποι προκειμένου να χρησιμοποιήσουν τα αστικά λεωφορεία, που στο σημείο είναι η αφετηρία των πιο πολλών γραμμών των αστικών λεωφορείων της πόλης. Επίσης θα μπορούσε να σημειωθεί ότι τα πρωινά όλων των ημερών η κεντρική πλατεία της Λάρισας αποτελεί σημείο συνάντησης πολλών πολιτών. Αντίθετα, η πλατεία ταχυδρομείου αποτελεί σημείο συνάντησης κατά τις απογευματινές ώρες. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μοναδικό απόγευμα που ο θόρυβος είναι υψηλότερος στην κεντρική πλατεία, είναι την Παρασκευή το απόγευμα που φτάνει στα 71,6 dB έναντι 67,1 dB της πλατείας Ταχυδρομείου (διαφορά 6,8%), εύρημα που θα μπορούσε να αιτιολογηθεί από το γεγονός ότι το απόγευμα της Παρασκευής συνηθίζεται από πολλούς πολίτες η επίσκεψη στην αγορά, κατάσταση που συνεπάγεται μεγάλη κυκλοφορία ανθρώπων και οχημάτων στην κεντρική πλατεία της πόλης και γύρω από αυτήν.

Αξιολογώντας την κατάσταση στους πεζόδρομους του κέντρου, ως λιγότερο επιβαρυσμένα σημεία, παρουσιάζεται το σημείο 10, στο οποίο οι τιμές της Leq, παρά το γεγονός πως φαίνονται ανομοιόμορφες, κυμαίνονται κοντά στο μικρότερο επίπεδο θορύβου της κλίμακας του διαγράμματος. Αυτό εξηγείται από το γεγονός πως το σημείο αυτό είναι σε πεζόδρομο μεγάλου πλάτους, με κυρίαρχη χρήση γης τα εμπορικά καταστήματα. Το σημείο 11 που βρίσκεται στον ίδιο πεζόδρομο, παρουσιάζει επίσης μικρή επιβάρυνση, μεγαλύτερη όμως από το προηγούμενο, παρά τη μικρή τους απόσταση, γεγονός που οφείλεται στην συνάντηση ανθρώπων και σε ηχητικά συστήματα καταστημάτων, αφού η χρήση γης στο σημείο είναι σχεδόν αποκλειστικά η

εστίαση. Παρόμοια κατάσταση με το σημείο 10 παρατηρείται στο σημείο 13, στο οποίο δεν υπάρχει ιδιαίτερη κυκλοφορία οχημάτων. Μεγαλύτερη επιβάρυνση παρουσιάζουν οι πεζόδρομοι, στα σημεία 7, 9 και κυρίως στο 6 όπου δεν κυκλοφορούν τροχοφόρα, αλλά υπάρχει μεγάλη και αδιάκοπη κυκλοφορία ανθρώπων, αφού στο σημείο λειτουργούν μεγάλες εμπορικές αλυσίδες καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Την μεγαλύτερη επιβάρυνση παρουσιάζει το σημείο 5. Πρόκειται μάλλον για αναμενόμενη κατάσταση, αφού στην θέση αυτή κυριαρχεί η εστίαση, αλλά κυρίως επειδή αποτελεί ένα από τα πλέον πολυσύχναστα σημεία της πόλης.

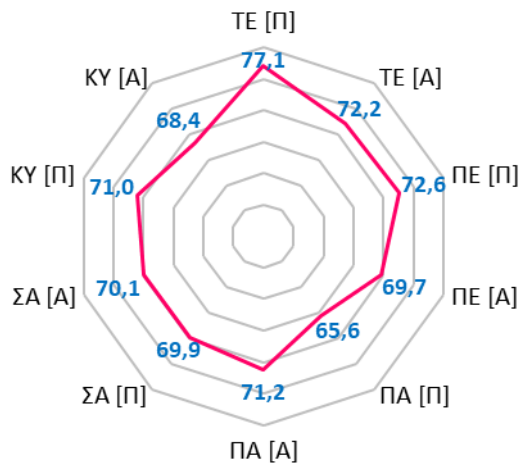
Παραθέτοντας τα διαγράμματα που αφορούν στους πεζόδρομους και συγκρίνοντας τα ευρήματα για την ίδια ημέρα και ώρα, διακρίνεται ότι το σημείο 6 στον πεζοδόμο της οδού Ρούσβελτ με συγκεντρωμένα εμπορικά καταστήματα, εστίαση και κατοικίες, παρουσιάζεται ως το πιο φορτισμένο από τα σημεία των πεζόδρομων, την Τετάρτη το απόγευμα με τιμή $Leq=75,8$ dB μια διαφορά της τάξης του 25% από το σημείο 11 που βρίσκεται στον πεζόδρομο Βενιζέλου όπου κυριαρχεί η εστίαση και παρουσιάζει την χαμηλότερη Leq μεταξύ των πεζόδρομων το απόγευμα της Τετάρτης (56,8 dB). Την ίδια ημέρα και ώρα, το σημείο 6 καταγράφει υψηλότερο επίπεδο θορύβου και όταν συγκρίνεται με τα σημεία 4, 5 και 7 με τα οποία έχει παρόμοια χαρακτηριστικά όσον αφορά τις χρήσεις γης και τις δραστηριότητες, παρουσιάζοντας μια διαφορά της τάξης του 12,6% σε σχέση με το σημείο 4 που παρουσιάζει τη χαμηλότερη τιμή μεταξύ των τεσσάρων. Η ίδια περίπτωση εικόνα, με το σημείο 6 να δίνει τις υψηλότερες τιμές μεταξύ των πεζόδρομων παρουσιάζεται το πρωί της Πέμπτης και το απόγευμα της Παρασκευής. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι στο σημείο 6 το απόγευμα της Τετάρτης και της Παρασκευής είναι αυξημένη η κυκλοφορία ανθρώπων λόγω των εμπορικών καταστημάτων που βρίσκονται στο σημείο.

Μια παρόμοια εικόνα παρουσιάζεται για το σημείο 5 το οποίο καταγράφει μαζί με το σημείο 10 το υψηλότερο επίπεδο θορύβου μεταξύ των πεζόδρομων την Πέμπτη το απόγευμα με μια τιμή 71,6 dB. Το σημείο 5 παρουσιάζει επίσης υψηλότερα επίπεδα θορύβου έναντι των άλλων το Σάββατο πρωί και απόγευμα καθώς και το απόγευμα της Κυριακής, κάτι που θα μπορούσε να αποδοθεί στο ότι στο σημείο 5 είναι συγκεντρωμένες πολλές καφετέριες οι οποίες έχουν την τιμητική τους τόσο το Σάββατο όσο και την Κυριακή το απόγευμα. Στην ύπαρξη πολλών καφέ θα μπορούσε να αποδοθεί και η τιμή των 74 dB που καταγράφηκε στο σημείο 11 (στον πεζόδρομο Βενιζέλου), ως η υψηλότερη μεταξύ των πεζόδρομων αφού τα καφέ αποτελούν πόλο έλξης για τους νέους.

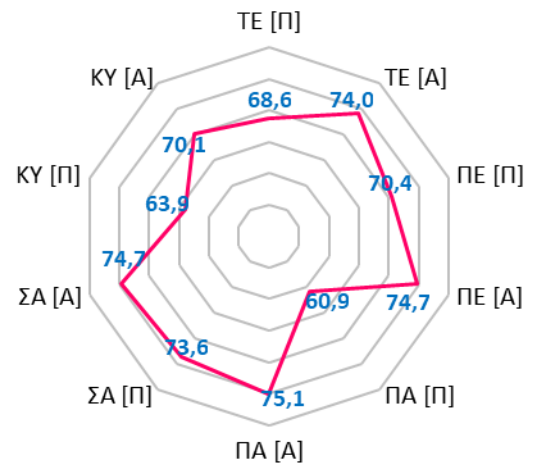
Μια αντιπροσωπευτική εικόνα της χωρικής αποτύπωσης του θορύβου, δίνεται στο Σχήμα 18 όπου παρουσιάζεται η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν για την Παρασκευή απόγευμα, στο σημείο 5 (πεζόδρομος), σε σύγκριση με το Σχήμα 19, που παρουσιάζει τα ίδια στοιχεία για ίδια ημέρα και ώρα στο σημείο 08 (πλατεία), με τα σημεία αυτά μάλιστα να βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση. Όπως φαίνεται, στο σημείο 5, το οποίο είναι μια πολυσύχναστη

διασταύρωση δύο πεζόδρομων και κυριαρχεί η εστίαση, ο θόρυβος κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με την παρακείμενη πλατεία (Ταχυδρομείου). Η καταγραφή αυτή, φανερώνει την αξία των περιοχών πρασίνου στο κέντρο των πόλεων, που απομονώνουν χώρους με σημαντική ηχορύπανση, όπως δρόμους κ.α. (Samara and Tsitsoni, 2011) και διαμορφώνονται έτσι ως ένα καταφύγιο από τον θόρυβο και άλλους ρύπους του αστικού περιβάλλοντος (Xing and Brimblecombe, 2019).

Σ01

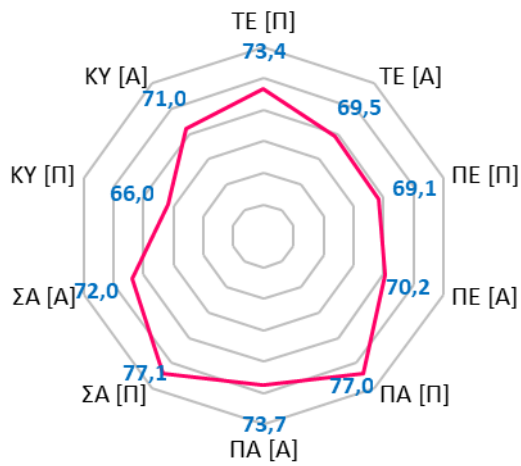


Σ02

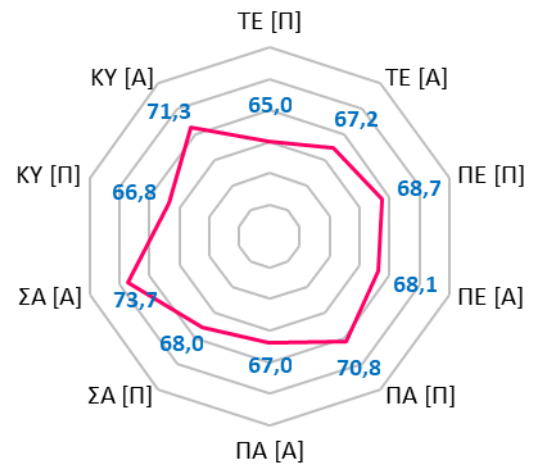


Σχήμα 11: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 1 και 2.

Σ03

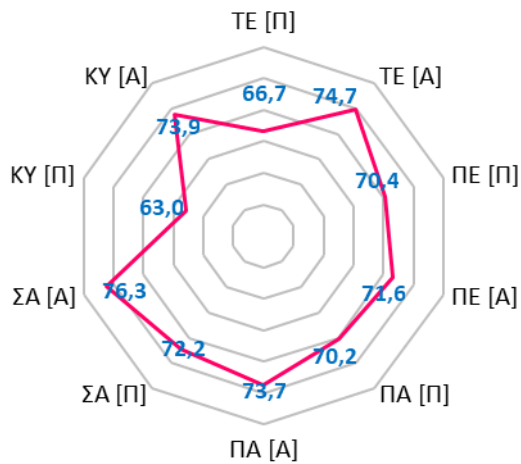


Σ04

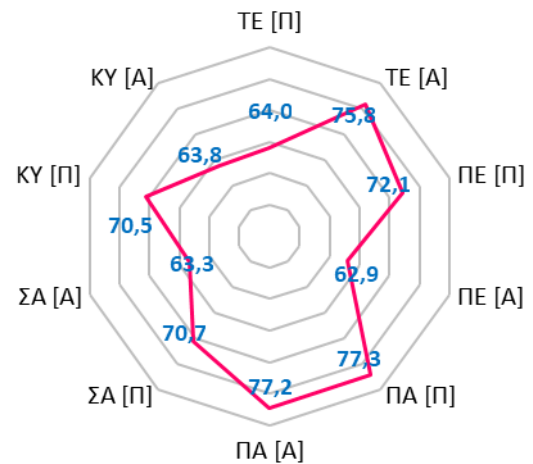


Σχήμα 12: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 3 και 4.

Σ05

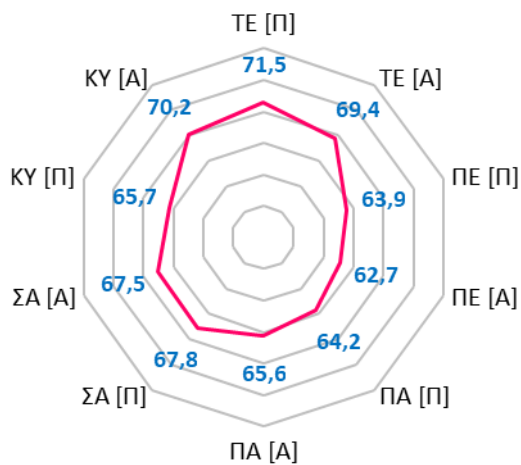


Σ06

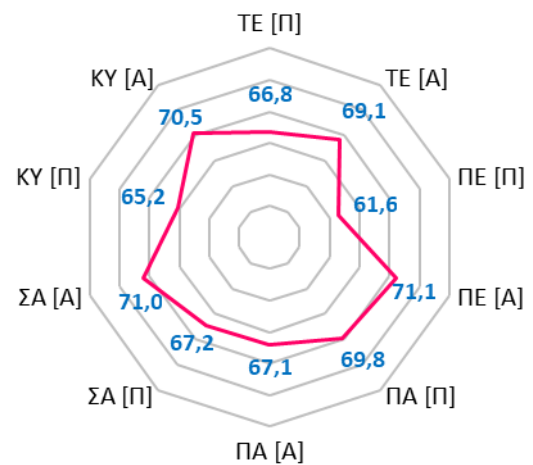


Σχήμα 13: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 5 και 6.

Σ07

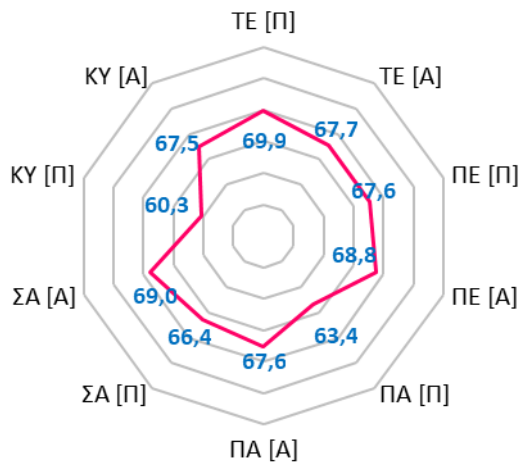


Σ08

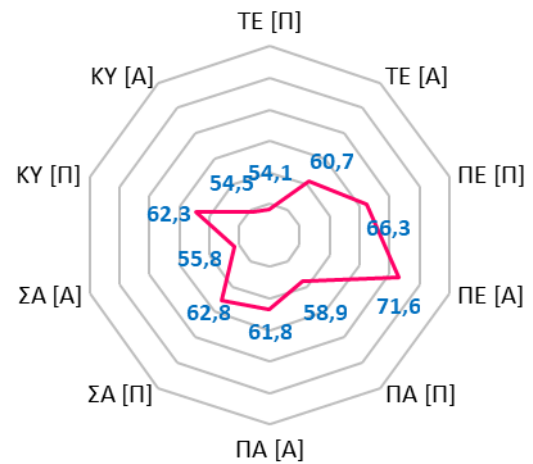


Σχήμα 14: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 7 και 8.

Σ09

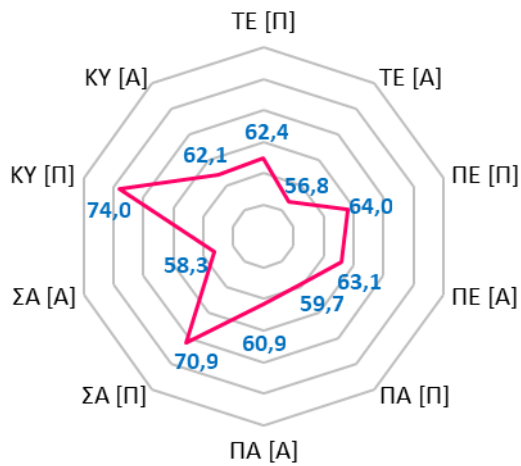


Σ10

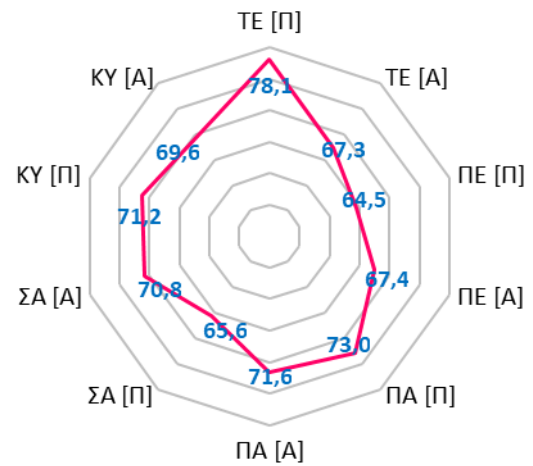


Σχήμα 15: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 9 και 10.

Σ11

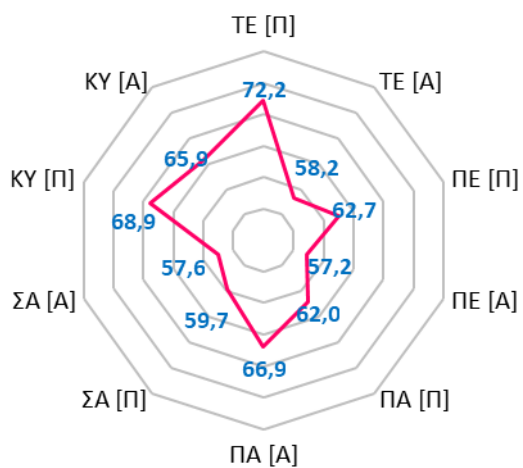


Σ12

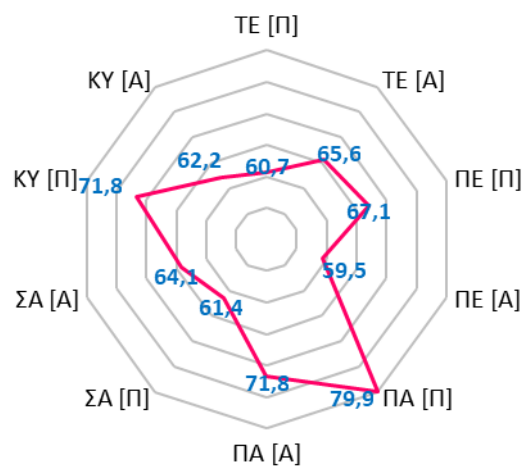


Σχήμα 16: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 11 και 12.

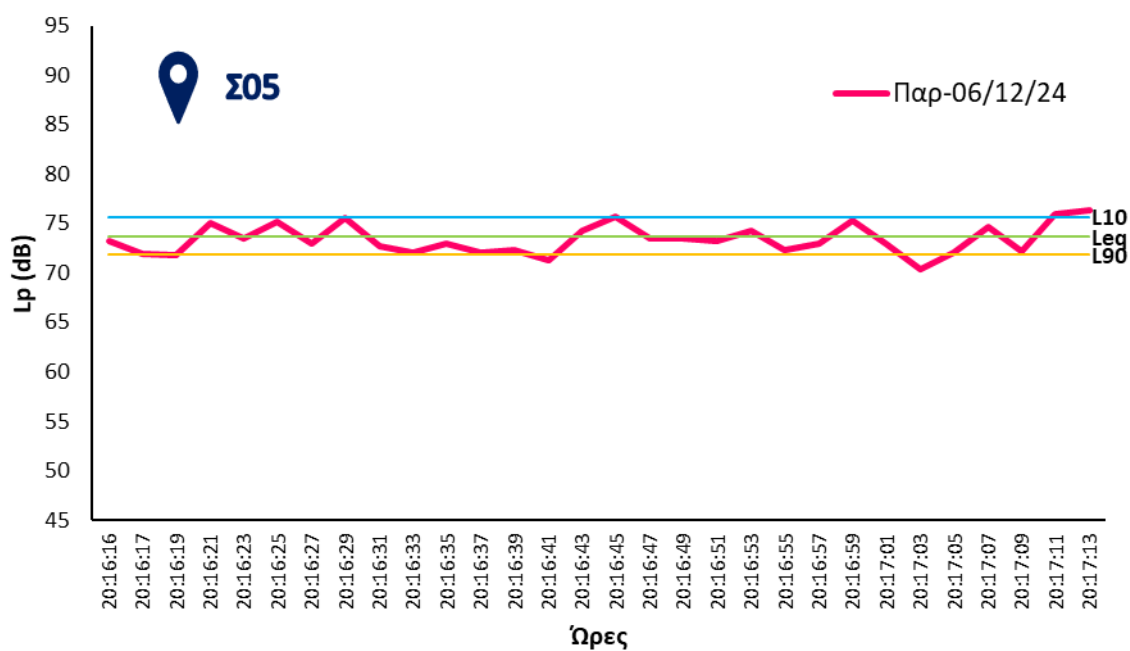
Σ13



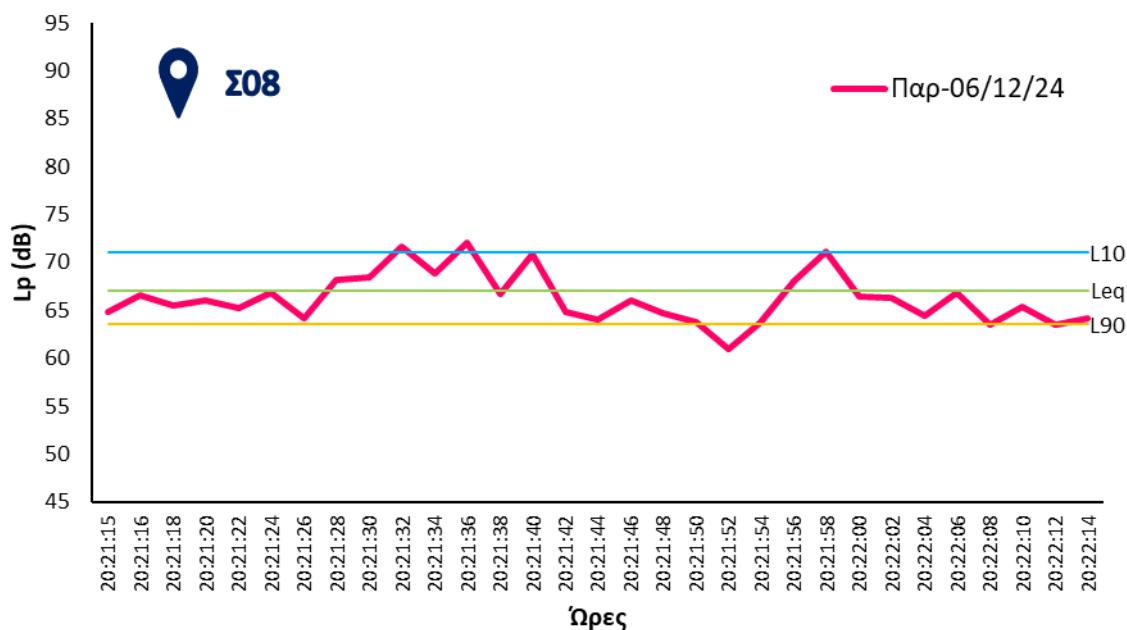
Σ14



Σχήμα 17: Η L_{eq} για κάθε ημέρα (πρωί/απόγευμα) για τα σημεία 13 και 14.



Σχήμα 18: Η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν, ημέρα Παρασκευή απόγευμα, στο Σημείο 05 (πεζόδρομος).



Σχήμα 19: Η στάθμη θορύβου όπως μετρήθηκε και οι δείκτες όπως υπολογίσθηκαν, ημέρα Παρασκευή απόγευμα, στο Σημείο 08 (πλατεία).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία ασχολήθηκε με την καταγραφή του επιπέδου του θορύβου και την αξιολόγησή του με βάση τις δραστηριότητες και τις χρήσεις που λαμβάνουν χώρα σε ένα αστικό περιβάλλον, όπως αυτό του κέντρου της πόλης της Λάρισας.

Η επίδραση των δραστηριοτήτων και των χρήσεων στα επίπεδα θορύβου, επιχειρήθηκε να διερευνηθεί μέσω μιας χρονικής και μιας χωρικής αποτύπωσης μετρήσεων θορύβου, σε δεκατέσσερα σημεία του κέντρου. Η πρώτη αφορούσε στη σχέση του θορύβου με τη λειτουργία της αγοράς και την ώρα της ημέρας και η δεύτερη επιχείρησε τη συσχέτιση θορύβου με τα χαρακτηριστικά της περιοχής.

Από την αποτύπωση του θορύβου τις ημέρες μελέτης (χρονική), προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Τα πρωινά των ημερών Πέμπτης, Παρασκευής και Σαββάτου, μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται στα σημεία 1, 14 και 3, οι οποίες θα μπορούσαν να αποδοθούν στην αυξημένη οδική κυκλοφορία, ενώ το πρωινό της Πέμπτης, ως το πλέον θορυβώδες σημείο καταγράφηκε η κεντρική πλατεία της πόλης (σημείο 8).
- Το απόγευμα της Τετάρτης που είναι ανοικτή η εμπορική αγορά, οι μεγαλύτερες τιμές θορύβου παρατηρούνται στα σημεία 6 και 5 (πεζόδρομοι). Οι τιμές αυτές είναι κατά 20,4% και 4,4% υψηλότερες από τις τιμές θορύβου στα ίδια σημεία το απόγευμα της Πέμπτης που η αγορά είναι κλειστή.
- Τα απογεύματα της Τετάρτης και της Παρασκευής, οπότε και η αγορά είναι ανοικτή, οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν στο σημείο 6 (πεζόδρομος), στο οποίο συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός εμπορικών καταστημάτων, συμπεριλαμβανομένων μεγάλων αλυσίδων που δραστηριοποιούνται στην πόλη.

Από την αποτύπωση του θορύβου στα σημεία καταγραφής (χωρική) προέκυψαν τα ακόλουθα:

- Από την σύγκριση των τεσσάρων σημείων που αφορούν στους δρόμους, ως το πιο θορυβώδες καταγράφεται το σημείο 2 (βασική οδική αρτηρία) στο οποίο καταγράφηκαν τα μεγαλύτερα επίπεδα θορύβου στα τέσσερα από τα πέντε απογεύματα καταγραφής, με τιμές της τάξης των 75 dB. Το σημείο 14 (διασταύρωση μικρότερων οδών) καταγράφεται ως το λιγότερο θορυβώδες σημείο από τα τέσσερα.
- Αποτιμώντας τους πεζόδρομους, τη μεγαλύτερη επιβάρυνση παρουσιάζουν οι πεζόδρομοι στα σημεία 5 και 6, όπου υπάρχει μεγάλη και αδιάκοπη κυκλοφορία ανθρώπων, αφού στα σημεία λειτουργούν καταστήματα εστίασης και εμπορικές επιχειρήσεις καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Ως λιγότερο επιβαρυσμένα σημεία, παρουσιάζονται τα σημεία 10, 11 και 13, σημεία σε πεζόδρομους στους οποίους δεν υπάρχει ιδιαίτερη κυκλοφορία οχημάτων.

- Ανάμεσα στις πλατείες της περιοχής μελέτης, η Πλατεία Ταχυδρομείου (σημείο 8) παρουσιάζει σχετικά μικρή επιβάρυνση και σίγουρα μικρότερη από αυτήν της Κεντρικής Πλατείας (σημείο 12), γεγονός που αποδίδεται μάλλον στο ότι η Κεντρική Πλατεία περικλείεται από δρόμους με μεγάλη κυκλοφορία οχημάτων, κάτι που δεν συμβαίνει στην Πλατεία Ταχυδρομείου, η οποία περικλείεται από 3 πεζόδρομους.

Η εργασία κατέδειξε ότι υπάρχει μια σχετική συσχέτιση ανάμεσα στις δραστηριότητες και τις χρήσεις γης με το επίπεδο του αστικού θορύβου. Τα επίπεδα θορύβου που μετρήθηκαν στην παρούσα έρευνα δείχνουν μεγάλη διασπορά, αντανακλώντας τη σημαντική χρονική και χωρική διακύμανση του περιβαλλοντικού θορύβου στις αστικές περιοχές.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικά του γενικού ηχητικού περιβάλλοντος του κέντρου της Λάρισας - με δεδομένο πως τα σημεία μέτρησης που περιλαμβάνονται στην παρούσα έρευνα δεν επιλέχθηκαν τυχαία - και δείχνουν σαφώς ότι οι πολίτες που κατοικούν ή δραστηριοποιούνται ή κινούνται στο κέντρο, εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα θορύβου που επιδρούν στις καθημερινές δραστηριότητες και επηρεάζουν την ποιότητα της ζωής τους.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο (2025). *Αστική ρύπανση στην ΕΕ : καθαρότερος ο αέρας στις πόλεις αλλά ο θόρυβος ακόμη στα ύψη. Ειδική έκθεση 02/2025*. Υπηρεσία Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. <https://data.europa.eu/doi/10.2865/6457691>.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2017). Έκθεση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας για τον περιβαλλοντικό θόρυβο σύμφωνα με το άρθρο 11 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ [COM(2017) 151 final]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0151>.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2023). Έκθεση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο σχετικά με την εφαρμογή της οδηγίας για τον περιβαλλοντικό θόρυβο σύμφωνα με το άρθρο 11 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ [COM(2023) 139 final]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023DC0139>.

Κασσωμένος, Π. (2017). *Φυσική Περιβάλλοντος*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.

Μαργαρίτης, Ε., (2020). Η Συνεισφορά του Ηχοτοπίου στον Αστικό Σχεδιασμό: τρέχουσες πρακτικές και προκλήσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο. *ΑΕΙΧΩΡΟΣ*, 30, 96-156.

Μαρμαράς, Ν., & Ναθαναήλ, Δ. (2015). *Εισαγωγή στην Εργονομία*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις (2η έκδοση).

Πασχαλίδου, Α. (2023). *Μαθήματα Φυσικής του Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-219>.

Οδηγία 2002/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Ιουνίου 2002 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου <http://data.europa.eu/eli/dir/2002/49/2021-07-29>.

Χατζηλυμπέρης, Κ. (2008). Το πρόβλημα της αστικής ηχορύπανσης – Η σημασία των τεχνικών πρόληψης στην πηγή, κατά τη διάδοση, στον αποδέκτη και ο ρόλος του καταναλωτή. Ημερίδα «Οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης στα αστικά κέντρα – Αναγκαία μέτρα και παρεμβάσεις» ΤΕΕ, Αθήνα, 14 Ιανουαρίου, http://library.tee.gr/digital/m2301/m2301_contents.htm.

Ξενόγλωσση

Aletta, F., & Kang, J. (2015). Soundscape approach integrating noise mapping techniques: a case study in Brighton, UK. *Noise Mapping*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.1515/noise-2015-0001>.

- Anupam, M., Shukla, S. P., Shukla, A. K., Manar, Manish K., Singh, S. K., & Mehrotra, M. (2024). A Comprehensive Review of Auditory and Non-Auditory Effects of Noise on Human Health. *Noise & Health* 26(121), 59-69. https://doi.org/10.4103/nah.nah_124_23.
- Arana, M., Martin, R.S., Nagore, I., & Pérez, D. (2013). Main results of strategic noise maps and action plans in Navarre (Spain). *Environ Monit Assess* 185, 4951–4957. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2916-2>.
- Babisch, W. (2002). The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Noise & Health*, 2002, 4(16): 1–11.
- Barrigón Morillas, J. M., Gómez Escobar, V., Méndez, Sierra, J. A., Vílchez Gómez, R., & Trujillo Carmona, J. (2002). An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain, *Applied Acoustics*, 63(10), 1061-1070, [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(02\)00030-0](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(02)00030-0).
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health, *The Lancet*. 383(9925), 1325-1332, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X).
- Begou, P., Kassomenos, P., & Kelessis, A. (2020a). Dataset on the road traffic noise measurements in the municipality of Thessaloniki, Greece, *Data in Brief*, 29, 105214, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105214>.
- Begou, P., Kassomenos, P., & Kelessis, A. (2020b). Effects of road traffic noise on the prevalence of cardiovascular diseases: The case of Thessaloniki, Greece, *Science of The Total Environment*, 703, 134477, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134477>.
- Begou, P., & Kassomenos, P. (2021). Exposure to the road traffic noise in an urban complex in Greece: the quantification of healthy life years lost due to noise-induced annoyance and noise-induced sleep disturbances. *Environ Sci Pollut Res*, 28, 12932–12943. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11190-4>.
- Brink, M., Mathieu, S., & Rüttener, S. (2022). Lowering urban speed limits to 30 km/h reduces noise annoyance and shifts exposure–response relationships: Evidence from a field study in Zurich, *Environment International*, Volume 170, 107651, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107651>.
- Gaja, E., Gimenez, A., Sancho, S., & Reig, A. (2003). Sampling techniques for the estimation of the annual equivalent noise level under urban traffic conditions. *Applied Acoustics*, 64(1), 43-53. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(02\)00050-6](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(02)00050-6).
- Can, A., Audubert, P., Aumond, P., Geisler, E., Guiu, C., Lorino, T. & Rossa, E. (2023). Framework for urban sound assessment at the city scale based on citizen action, with the smartphone application NoiseCapture as a lever for participation. *Noise Mapping*, 10(1), 20220166. <https://doi.org/10.1515/noise-2022-0166>.

- Clark, C., Vienneau, D., Aasvang, G.M. (2025). Noise and Effects on Health and Well-Being. In: van Kamp, I., Woudenberg, F. (eds) *A Sound Approach to Noise and Health*. Springer-AAS Acoustics Series. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-6121-0_4.
- D'Hondt, E., Stevens, M., & Jacobs, A. (2013). Participatory noise mapping works! An evaluation of participatory sensing as an alternative to standard techniques for environmental monitoring. *Pervasive Mob Comput.* 9(5), 681–94. [10.1016/j.pmcj.2012.09.002](https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2012.09.002).
- Diong, H., Neitzel, R., & Martin, W. (2021). Spatial evaluation of environmental noise with the use of participatory sensing system in Singapore. *Noise Mapping*, 8(1), 236–248. <https://doi.org/10.1515/noise-2021-0019>.
- Eberhardt, J. L. (1988). The influence of road traffic noise on sleep, *Journal of Sound and Vibration*. 127(3), 449–455. [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(88\)90369-0](https://doi.org/10.1016/0022-460X(88)90369-0).
- García, A., & Faus, L. J. (1991). Statistical analysis of noise levels in urban areas. *Applied Acoustics*, 34(4), 227–247, [https://doi.org/10.1016/0003-682X\(91\)90007-2](https://doi.org/10.1016/0003-682X(91)90007-2).
- Hao, Y., Kang, J., & Krijnders, J. D. (2015). Integrated effects of urban morphology on birdsong loudness and visibility of green areas. *Landscape and Urban Planning*, 137, 149–162. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.01.006>.
- Kelessis, A. G., Petrakakis, M. I., Vogiatzis, C., Tzoumaka, P., Tsougas, M., & Koutsari, E. (2005). Urban traffic noise monitoring program in the city center of Thessaloniki, Greece. 12th International Congress on Sound and Vibration, ICSV 2005.
- Kogan, P., Arenas, J. P., Bermejo, F., Hinalaf, M., & Turra, B. (2018). A Green Soundscape Index (GSI): The potential of assessing the perceived balance between natural sound and traffic noise. *Science of The Total Environment*, 642, 463–472. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.023>.
- Leao, S., Ong, K. L., & Krezel, A. (2014). 2Loud?: Community mapping of exposure to traffic noise with mobile phones. *Environ Monit Assess.* 186(10), 6193–206. [10.1007/s10661-014-3848-9](https://doi.org/10.1007/s10661-014-3848-9).
- Liu, J., Kang, J., Luo, T., Behm, H., & Coppack, T. (2013). Spatiotemporal variability of soundscapes in a multiple functional urban area. *Landscape and Urban Planning*, (115), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.03.008>.
- McAlexander, T.P., Gershon, R. R., & Neitzel, R. L. (2015). Street-level noise in an urban setting: assessment and contribution to personal exposure. *Environmental Health*, 14, 18. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0006-y>.
- Paschalidou, A.K., Kassomenos, P., Choniani, F., & Valkouma, T. (2019a). 3-year noise monitoring and strategic noise mapping in an extended motorway. *Environ Sci Pollut Res* 26, 15608–15616. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04966-w>.
- Paschalidou, A.K., Kassomenos, P., Choniani, F. (2019b). Strategic Noise Maps and Action Plans for the reduction of population exposure in a Mediterranean port

- city, *Science of The Total Environment*, 654, 144-153, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.048>.
- Piccolo, A., Plutino, D., & Cannistraro, G. (2005). Evaluation and analysis of the environmental noise of Messina, Italy, *Applied Acoustics*, 66(4), 447-465, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2004.07.005>.
- Pijanowski, B. C., Farina, A., Gage, S. H., Dumyahn, S. L., & Krause, B. L. (2011). What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. *Landscape Ecol*, 26, 1213–1232.
- Samara, T., & Tsitsoni, T. (2011). The effects of vegetation on reducing traffic noise from a city ring road. *Noise Control Engineering Journal*, 59(1), 68-74. DOI: <https://doi.org/10.3397/1.3528970>.
- Sliwinska-Kowalska, M., & Davis, A. (2012). Noise-induced hearing loss. *Noise and Health* 14(61), 274-280. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.104893>.
- The Lancet Regional Health – Europe. (2023). Noise pollution: more attention is needed. The Lancet Regional Health - Europe, Volume 24, 100577, <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2022.100577>.
- Tsaligopoulos, A., Kyvelou, S., Karapostoli, A., Bobolos, N., Tsintzou, T., Lekkas, D. & Matsinos, Y. (2023). Sound complexity as a strategy for livable and sustainable cities: The case of an urban waterfront. *Noise Mapping*, 10(1), 20220173. <https://doi.org/10.1515/noise-2022-0173>.
- Yang, D., Cao, X., & Meng, Q. (2022). Effects of a human sound-based index on the soundscapes of urban open spaces. *Science of The Total Environment*, 802, 149869. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149869>.
- Yousif, K.M. (2022) Evaluation of Noise Pollution for Four consecutive years throughout Nowruz festival in Dahok city, Iraq. (2022). *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 3(01), 01-07. <https://doi.org/10.38094/jastt301169>.
- van Kamp I (2022) Energy transition related noise and vibration issues and its health consequences. In: *Proceedings internoise 2022*, August 21–24, Glasgow. [https://www.ioa.org.uk/system/files/proceedings/i van kamp energy transition related noise and vibration issues and their health consequences.pdf](https://www.ioa.org.uk/system/files/proceedings/i%20van%20kamp%20energy%20transition%20related%20noise%20and%20vibration%20issues%20and%20their%20health%20consequences.pdf).
- Ventura, R., Mallet, V., & Issarny, V. (2018). Assimilation of mobile phone measurements for noise mapping of a neighborhood. *J Acoust Soc Am.*, 144(3):1279–92. <https://doi.org/10.1121/1.5052173>.
- Vogiatzis, K., E., & Psychas, K. (2012). Legal aspects on environmental noise and urban soundscape rehabilitation in Mediterranean countries: the case of Greece. *Int. Journal of Sustainable Development & Planning*, 7(4), 484–494. doi: <http://dx.doi.org/10.2495/sdp-v7-n4-484-494>.
- Weiner, R., F. & Matthews, R., A. Editor(s) (2003). Noise Pollution, Chapter 22 in *Environmental Engineering* (Fourth Edition), Butterworth-Heinemann, Pages 423-446, <https://doi.org/10.1016/B978-075067294-8/50022-1>.

- WHO (2011). Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization. Regional Office for Europe. <https://iris.who.int/handle/10665/326424>
- Woudenberg, F., van Kamp, I. (2025). Introduction. In: van Kamp, I., Woudenberg, F. (eds) *A Sound Approach to Noise and Health*. Springer-AAS Acoustics Series. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-6121-0_1.
- Xing, Y. & Brimblecombe, P. (2019). Role of vegetation in deposition and dispersion of air pollution in urban parks. *Atmospheric Environment*, 201, 73-83. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231018308847>.
- Zambon, G., Confalonieri, C., Angelini, F. & Benocci, R. (2021). Effects of COVID-19 outbreak on the sound environment of the city of Milan, Italy. *Noise Mapping*, 8(1), 116-128. <https://doi.org/10.1515/noise-2021-0009>.