



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

«Μελέτη, εκτίμηση και αξιολόγηση του
θορύβου από τον Ηλεκτρικό Σιδηρόδρομο και
προτάσεις αντιμετώπισής του»

Δημήτρης Μανουσάκης

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Σίσσυ Ευθυμιάδου

Δεκέμβριος, 2014

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

«Μελέτη, εκτίμηση και αξιολόγηση του θορύβου από τον Ηλεκτρικό
Σιδηρόδρομο και προτάσεις αντιμετώπισής του»

Δημήτρης Μανουσάκης

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Σίσσυ Ευθυμιάδου

Δεκέμβριος, 2014

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT.....	8
Κεφάλαιο Πρώτο	10
Εισαγωγή	10
1.1 Εισαγωγή.....	10
1.2 Καταγραφή προβλήματος	11
1.2.1 Ιστορικά στοιχεία ΗΣΑΠ.....	11
1.2.2 Τεχνικά & λειτουργικά χαρακτηριστικά ΗΣΑΠ.....	13
1.2.3 Καταγραφή προβλήματος.....	14
1.3 Σημασία αναγκαιότητας της μελέτης.....	15
1.4 Σκοπός και στόχοι.....	16
1.5 Διασαφηνίσεις – Προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών.....	16
Κεφάλαιο Δεύτερο	19
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	19
2.1 Εισαγωγή – Βιβλιογραφική ανασκόπηση	19
2.1.1 Ήχος.....	19
2.1.2 Θόρυβος.....	20
2.1.3 Επιπτώσεις από την έκθεση στο θόρυβο	21
2.2 Θεωρητικό πλαίσιο	23
2.2.1 Σιδηροδρομικός θόρυβος.....	23
2.2.2 Νομοθεσία.....	24
2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση – Διεθνής και Ελληνική πραγματικότητα.....	28
Κεφάλαιο Τρίτο	31
Μεθοδολογία.....	31
3.1 Σκοπός - Στόχοι.....	31
3.2 Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος.....	32

3.2.1	Θέση έργου	32
3.2.2	Πληθυσμός όμορων δήμων του ΗΣΑΠ	33
3.3	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις (παλαιά σκυρογραμμή)	34
3.4	Σιδηροδρομικός θόρυβος	36
3.5	Μέθοδος συλλογής δεδομένων	43
3.6	Διαδικασία – Χρονοδιάγραμμα.....	46
	Κεφάλαιο Τέταρτο	54
	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	54
	Κεφάλαιο Πέμπτο	63
	Συζήτηση – Συμπεράσματα – Εισηγήσεις	63
5.1	Συζήτηση.....	63
5.2	Συμπεράσματα	69
5.3	Εισηγήσεις.....	86
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	88
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	101
	ΠΙΝΑΚΕΣ.....	101
	ΕΙΚΟΝΕΣ:	107
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....	110
	ΠΙΝΑΚΕΣ.....	110
	ΕΙΚΟΝΕΣ	179
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.....	214
	ΠΙΝΑΚΕΣ.....	214

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ πολύ τον κ. Νικόλαο Κωνσταντόπουλο, Μηχανικό της Δ/σης Γραμμής & Έργων του ΗΣΑΠ, για τη συνδρομή του στην παροχή στοιχείων και πληροφοριών, σχετικά με τα τεχνικά στοιχεία του έργου της ανακαίνισης της γραμμής του Ηλεκτρικού Σιδηροδρόμου.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα Σίσσυ Ευθυμιάδου για την υποστήριξη και την πολύτιμη βοήθειά της.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ την οικογένειά μου και τους φίλους μου Άγγελο και Καλλιόπη για την πίστη τους και την υποστήριξή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ηχορύπανση αποτελεί, σήμερα, μία από τις κυριότερες αιτίες υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Η μαζική ανάπτυξη των αστικών περιοχών, που σημειώνεται σχεδόν ανεξέλεγκτα τις τελευταίες δεκαετίες, επιφέρει την ολοένα και μεγαλύτερη χρήση τόσο των θορυβοδών μηχανών όσο και των μέσων μεταφοράς, που συντελούν καταλυτικά στη δημιουργία της ηχορύπανσης και τη γενικότερη υποβάθμιση του ακουστικού περιβάλλοντος. Ο σιδηρόδρομος, ένα από τα πιο διαδεδομένα μέσα μαζικής μεταφοράς, χαρακτηρίζεται ως το πλέον «οικολογικό». Η μη συνεχής παραγωγή θορύβου, σε αντίθεση με τα οδικά μέσα, είναι ο κύριος λόγος, που καθιστά το σιδηρόδρομο ως το λιγότερο «ενοχλητικό» μέσο στη συνείδηση των περισσότερων ανθρώπων. Παρόλα αυτά, η μεγάλη αύξηση της επιβατικής κίνησης και η αναζήτηση πιο οικονομικών εμπορευματικών μεταφορών οδηγεί στην επέκταση των σιδηροδρόμων και την πιο πυκνή συχνότητα διέλευσης των συρμών. Αυτό συνεπάγεται την αύξηση των εκπομπών θορύβου από τη λειτουργία του σιδηροδρόμου και συνεπακόλουθα τη μεγαλύτερη όχληση των κατοίκων των όμορων περιοχών. Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιούνται ποικίλες μελέτες με σκοπό τη διερεύνηση των επιπτώσεων του θορύβου στην ανθρώπινη υγεία και πολλές από αυτές αφορούν και στις σιδηροδρομικές μεταφορές. Για το λόγο αυτό, τόσο ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, όσο και η Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη μέλη της, προσανατολίζονται στη θέσπιση ανωτάτων ορίων εκπομπής θορύβου, μεταξύ αυτών και για το σιδηροδρομικό θόρυβο. Η Οδηγία Πλαίσιο 2002/49/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που ενσωματώθηκε με την Υ.Α 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 στη νομοθεσία της χώρας θεσπίζει τα ανώτατα όρια εκπομπών θορύβου και τους δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου, στοχεύοντας στην πλήρη εναρμόνιση όλων των κρατών – μελών, ώστε να εξασφαλιστεί η μικρότερη δυνατή εκπομπή θορύβου και επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος από το σιδηρόδρομο. Ταυτόχρονα, επιτυγχάνεται η βιωσιμότητα των κοινωνιών, που ζουν κατά μήκος των σιδηροδρόμων.

Ο Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος Αθηνών – Πειραιώς (ΗΣΑΠ) εντάσσεται στο σύνολο των συγκοινωνιακών μέσων του λεκανοπεδίου της Αττικής, με σαφή οικολογικό και ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα. Πρόκειται για έναν από τους πλέον παλαιούς σιδηροδρόμους της Ελλάδας και της Ευρώπης, με μεταφορικό έργο, που αγγίζει τους 400.000 επιβάτες ημερησίως. Ο ΗΣΑΠ διέρχεται από τον αστικό ιστό της Αθήνας, το μεγαλύτερο τμήμα του είναι επίγειο (εξωτερικό) ενώ μόλις 3 km αποτελούν την υπόγεια σύνδεση της πλατείας Μοναστηρακίου με την πλατεία Αττικής. Η εξάπλωση της πόλης της Αθήνας, κατά τα 140 χρόνια λειτουργίας του ΗΣΑΠ, τόσο προς την πόλη του Πειραιά, όσο και προς τα βόρεια προάστια, έχει καταστήσει τον ΗΣΑΠ σε κυρίαρχο μέσο σύνδεσης και μεταφοράς, εξαιτίας και της απουσίας μεγάλων παράλληλων οδικών αρτηριών. Αυτό έχει οδηγήσει

στην πύκνωση των δρομολογίων, με αποτέλεσμα την αύξηση των διελεύσεων των συρμών. Ο εκσυγχρονισμός του δικτύου του ΗΣΑΠ, τόσο σε υποδομή (ανακαίνιση σταθμών και σιδηροδρομικής υποδομής), όσο και σε τροχαίο υλικό, κρίθηκαν απαραίτητα, ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί τις τρέχουσες ανάγκες του επιβατικού κοινού με συνέπεια και ασφάλεια. Στα πλαίσια αυτά ξεκίνησαν το 2009 τα έργα ανακαίνισης της σιδηροδρομικής υποδομής, με πλήρη αντικατάσταση της σιδηροτροχιάς με νέα συγκολλημένη, την αντικατάσταση των σκύρων και την εφαρμογή νέας σταθερής επιδομής.

Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη και αξιολόγηση του αερόφερτου θορύβου, που εκπέμπεται κατά τη διέλευση των συρμών του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου, στο επίγειο τμήμα του δικτύου, καθώς και τα μέτρα αντιθορυβικής προστασίας, για τη μείωση των επιπέδων εκπομπής του. Η μελέτη πραγματοποιείται σε τρία χρονικά στάδια, κάνοντας χρήση τόσο των ηχομετρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν βάσει των προδιαγραφών της κείμενης νομοθεσίας, όσο και της διεθνούς βιβλιογραφίας. Αρχικά εξετάζεται το ακουστικό περιβάλλον κατά μήκος της παλαιάς μη συγκολλημένης σκυρογραμμής του ΗΣΑΠ. Κατόπιν μελετάται ο θόρυβος, που προκαλείται τόσο λόγω των εργασιών ανακαίνισης της γραμμής, όσο και της λειτουργίας, εφόσον οι εργασίες εκτελούνται με παράλληλη λειτουργία του μεταφορικού μέσου, πραγματοποιώντας κατά κύριο λόγο αμφιδρόμηση των συρμών, σε μονή γραμμή. Στο στάδιο αυτό εξετάζεται η επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος από την εφαρμογή της νέας σταθερής επιδομής, τόσο βιβλιογραφικά όσο και μέσω ηχομετρήσεων, ενώ παράλληλα μελετάται η απόδοση μέσων αντιθορυβικής προστασίας. Στο τελευταίο στάδιο, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών ανακαίνισης και απόδοσης της γραμμής σε πλήρη λειτουργία, πραγματοποιείται αξιολόγηση της εφαρμογής της σταθερής επιδομής και των έως σήμερα ληφθέντων μέτρων αντιθορυβικής προστασίας, που εξασφαλίζουν την εκπομπή του σιδηροδρομικού θορύβου, εντός των θεσμοθετημένων ορίων, κατά μήκος του μεγαλύτερου τμήματος της γραμμής. Τέλος, κατατίθενται προτάσεις με στόχο την επιπλέον μείωση των εκπομπών αερόφερτου θορύβου, στα πλαίσια του «οικολογικού» χαρακτήρα του ΗΣΑΠ, ενώ προτείνεται η μελέτη για τις επιπτώσεις των δονήσεων στο εξωτερικό δίκτυο αλλά και τη σήραγγα, τόσο στον ΗΣΑΠ, όσο και στο μετρό της Αθήνας.

ABSTRACT

Noise pollution is currently one of the main causes of environmental degradation. The massive urban development, an uncontrolled fact control during the recent decades, results in the increasing use of both noisy machines and means of transport, contributing, in a catalytic way, to the creation of noise and general degradation of the acoustic environment. The railroad, one of the most widespread public transports, is characterized as the most "ecological". The non-continuous noise production, unlike the road means of transport, is the main reason that makes the railways the less "annoying" means in the consciousness of most people. However, the large increase in passenger traffic and the quest for more economical freight leads to the expansion of the railways and the increase in the density of the frequency of transit trains. This implies increasing noise emissions from the operation of the railway and consequent greater annoyance for the inhabitants of the neighbouring areas. In the recent years various studies are conducted in order to investigate the effects of noise on human health and many of them relate to the rail. For this reason, both the World Health Organization and the European Union and its Member States, are considering the probability of establishing maximum noise emission limits, including the rail noise. The Framework Directive 2002/49/EC of the European Union, as incorporated in 2006 in the national legislation sets the maximum noise emission limits and environmental noise assessment indicators, aiming at full harmonization of all Member – States, in order to ensure the lowest possible noise emission and burden on the acoustic environment from the railroad. At the same time, it achieves the sustainability of the communities that live along the railway.

The Electric Railway Athens - Piraeus (ISAP) is included in the means of transport of Attica, with a clear ecological and humanistic character. This is one of the oldest railways both in Greece and Europe, with transport load, which reaches 400,000 passengers per day. The subway passes through the urban area of Athens, the biggest part is over the ground (in the open air), while only 3 km form the underground connection of Monastiraki Square to Attiki Square. The expansion of the city of Athens, during the last 140 years, both towards the city of Piraeus and to the northern suburbs, has made ISAP a dominant means of transport, due to the absence of large parallel roads. This has lead to the increase of the number of trains that run every day. The modernization of the network of subway, both in infrastructure (renovation of stations and railway infrastructure) and rolling stock were necessary in order to be able to serve the current needs of the passengers with consistency and safety. In 2009 started the renovation works of the railway infrastructure, a complete replacement of the track with new welded, replacing the ballast and the implementation of new fixed superstructure.

The purpose of this master thesis is the study and evaluation of airborne noise emitted by the passage of trains of the electric railway, on the over ground railway part and the protection measures against noise, in order to reduce the emission levels. The study was performed at three time stages, using both the sound measurements, in concordance both to the standards of the current legislation, and the international literature. In the beginning, it is examined the acoustic environment along the old unbounded track on ballast. Afterwards, is studied the noise, caused both by line works, and their operation, while the work is carried out parallel to the transport, using a single line for both directions. It is also examined the acoustic environment degradation because of the implementation of the new fixed superstructure, both bibliographic and through sound measurements, while it is studied the performance of the measures, taken for noise protection. At last, after the completion of the renovation works and the use of the line in full operation, it is evaluated the implementation of the fixed superstructure and the use of all the protection measures that are taken against noise, which ensure the transmission of railway noise, within the legislative limits, along the largest part the line. Finally, proposals are submitted, that aim at further reducing the airborne noise emissions due to the "green" character of ISAP, and it is also proposed that it is necessary to study the effects of the vibration on the external network and the tunnel in both the electric railway and the Athens metro.

Κεφάλαιο Πρώτο

Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Η επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος των αστικών κυρίως κέντρων μελετάται και αξιολογείται συνεχώς, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, σε παγκόσμιο επίπεδο (Fiedler, Zannin, 2014). Η ηχορύπανση έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες, που επηρεάζουν την ποιότητα ζωής στις αστικές περιοχές σε όλον τον κόσμο (Hunashal and Patil, 2012; Akan et al., 2012; Silva and Mendes, 2012; Frei et al., 2014) και προκαλεί, πολλές βλαβερές συνέπειες στους πολίτες. Σήμερα, ο αστικός θόρυβος θεωρείται «πρόβλημα της δημόσιας υγείας» (Scwela, et al., 2005) και η έκθεση σε ανεπίτρεπτα επίπεδα θορύβου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη δημόσια υγεία (Clark et al., 2013; Hohmann et al. 2013; Stansfeld and Clark, 2011; Jiménez-Tejada et al., 2012; Basner et al., 2014; Fyhri and Marit Aasvang, 2010).

Οι πηγές πρόκλησης του θορύβου είναι πάρα πολλές, ενώ ο θόρυβος που προκαλείται από την κυκλοφορία και τα μέσα μαζικής μεταφοράς θεωρείται ως η σημαντικότερη. Κάτι όμως, στο οποίο δεν έχει δοθεί η πρέπουσα σημασία, είναι ότι το επίπεδο του θορύβου δεν αποτελεί τη μόνη παράμετρο, που αναδεικνύει το πρόβλημα της ηχορύπανσης. Οι χρήσεις γης, η κατανομή των πληθυσμιακών κέντρων και άλλοι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν το περιβαλλοντικό αυτό θέμα (Abbaspour, et al., 2014). Ο σιδηροδρομικός θόρυβος συμβάλλει και αυτός στη δημιουργία του αστικού θορύβου, επιβαρύνοντας το ακουστικό περιβάλλον των περιοχών από τις οποίες διέρχεται ο σιδηρόδρομος. Αρνητική συνέπεια της κυκλοφορίας των οχημάτων σιδηροδρόμου, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και τη νύκτα είναι ότι παρεμβαίνει στις ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά και τον ύπνο και προκαλώντας δυσφορία και αρνητικές αντιδράσεις σε μεγάλο τμήμα του πληθυσμού (Griefahn, et al., 2006, Hong, et al., 2010). Ο θόρυβος, που προκαλείται από το σιδηρόδρομο, αποδείχθηκε λιγότερο ενοχλητικός από εκείνο των αεροσκαφών και των οδικών μέσων, σε έρευνες οι οποίες ήταν η βάση για να δοθεί ένα «μπόνους» των +5 dB(A) ως προς την προστασία του περιβάλλοντος από ο σιδηροδρομικό θόρυβο σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες (Basner, et al., 2011).

Το λεκανοπέδιο της Αττικής, όπου βρίσκεται η Αθήνα και τα προάστιά της, αποτελεί ένα από τα ιδιαίτερα επιβαρυνόμενα, ως προς το ακουστικό περιβάλλον, αστικά κέντρα. Η ταχύτατη ανάπτυξη της

πόλης, συντέλεσε στην άυξηση όλων των πηγών πρόκλησης θορύβου ενός αστικού κέντρου, όπως αυτοκινητόδρομοι, σιδηρόδρομοι, αεροδρόμια, βιομηχανίες, εργοτάξια κ.α. Ένα από τα κυριότερα και παλαιότερα συγκοινωνιακά μέσα της Αθήνας είναι ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος Αθηνών – Πειραιώς (ΗΣΑΠ) ή γραμμή 1 της εταιρείας των Σταθερών Συγκοινωνιών. Ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος, το μεγαλύτερο τμήμα του οποίου είναι εξωτερικό (επίγειο και υπέργειο), ενώνει το λιμάνι του Πειραιά με το προάστιο της Κηφισιάς, στη βόρεια πλευρά του λεκανοπεδίου της Αττικής και διέρχεται πληθώρα δήμων και περιοχών. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή θα μελετηθεί και αξιολογηθεί το επίπεδο του θορύβου, που προκαλείται από τη διέλευση των συρμών του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου, στο ανοικτό (εξωτερικό) τμήμα του δικτύου του και πώς αυτό επηρεάζει το ακουστικό περιβάλλον των περιοχών από τις οποίες διέρχεται.

1.2 Καταγραφή προβλήματος

1.2.1 Ιστορικά στοιχεία ΗΣΑΠ

Ο σχεδιασμός της κατασκευής του σιδηροδρόμου χρονολογείται από το έτος 1835, οπότε ο γάλλος Φραγκίσκος Φεράλδη πρότεινε στην Ελληνική Κυβέρνηση την κατασκευή σιδηροδρόμου (σε μονή γραμμή) μεταξύ της Αθήνας και του Πειραιά. Η εταιρεία Bayern του βαυαρού Στρογγ ξεκίνησε τον ίδιο χρόνο τη συγκοινωνιακή σύνδεση των πόλεων της Αθήνας και του Πειραιά με ιππήλατες άμαξες, τα «παμφορεία» ή «πολυφορεία». Το 1855 κατατίθεται από τον πρωθυπουργό και υπουργό εσωτερικών Αλέξανδρο Μαυροκορδάτο το πρώτο νομοσχέδιο για την ίδρυση του σιδηροδρόμου Αθηνών-Πειραιά, το οποίο και ψηφίζεται ομόφωνα από τη βουλή. Αρχικά το 1857, αργότερα το 1861 (και στις δύο περιπτώσεις οι εταιρείες κυρήχθηκαν έκπτωτες) και τέλος το 1867 υπεγράφη σύμβαση με τον άγγλο Ε. Πίκερινγκ οπότε και ξεκίνησαν τα έργα. Το έργο ολοκληρώθηκε το Φεβρουάριο του 1869 και η γραμμή είχε μήκος 8,5 km. Η σιδηροδρομική συγκοινωνία Αθηνών – Πειραιώς, που διεξήγαξε η εταιρεία Σιδηροδρόμου Αθηνών-Πειραιώς (ΣΑΠ) ξεκίνησε στις 28 Μαΐου 1869. Το έτος 1889 επικυρώθηκε η σύμβαση μεταξύ της εταιρείας ΣΑΠ και της νεοσυσταθείσας «Εταιρείας προεκτάσεως του απ' Αθηνών εις Πειραιά σιδηροδρόμου», βάσει της οποίας η δεύτερη ανέλαβε το έργο της προέκτασης της γραμμής του ΣΑΠ από το Θησείο προς το Μοναστηράκι και την Ομόνοια. Η προέκταση αυτή περιελάμβανε χάραξη της γραμμής σε όρυγμα 450 m από το Θησείο μέχρι το Μοναστηράκι και σε σήραγγα 660 m (από τα 1465 m που ήταν συνολικά η απόσταση) για το τμήμα της γραμμής μεταξύ Μοναστηρακίου-Ομόνοιας. Η γραμμή θα κατασκευάζονταν διπλή. Το 1882 υπεγράφη σύμβαση μεταξύ του Ελληνικού κράτους και της Ελληνικής Εταιρείας Μεταλλουργιών Λαυρίου (ΕΕΜΛ) για την κατασκευή της γραμμής Αθηνών-Λαυρίου, συνολικού μήκους 76 km με

διακλάδωση από το Νέο Ηράκλειο προς Κηφισιά. Κατά την περίοδο 1883-1885 κατασκευάστηκε το τμήμα Αθηνών (πλατεία Αττικής)-Κηφισιά, ενώ τον Ιούνιο του ίδιου έτους πραγματοποιήθηκαν τα εγκαίνια και του δεύτερου τμήματος από το Ν. Ηράκλειο μέχρι το Λαύριο. Το 1889 η γραμμή επεκτάθηκε από την πλατεία Αττικής μέχρι την Ομόνοια (πλατεία Λαυρίου), μέσω των οδών Αγορακρίτου, Κοδριγκτώνος, Ρίζου και Γ' Σεπτεμβρίου. Κατά την περίοδο 1890-1893 κατασκευάστηκε η διπλή γραμμή Αθήνας-Πειραιά. Στις 17 Μαΐου 1895 εγκαινιάστηκε η υπόγεια προέκταση του ΣΑΠ μέχρι τον ανοικτό σε όρυγμα σταθμό της Ομόνοιας, στην οδό Αθηνάς και Λυκούργου. Η πρώτη αναβίωση των Ολυμπιακών αγώνων που έλαβε χώρα στην Αθήνα το 1896, αποτέλεσε αιτία αυξημένης επιβατικής κίνησης και για το λόγο αυτό αποφασίστηκε η ηλεκτροδότηση του σιδηροδρόμου με επίγεια «τρίτη» τροχιά μονοφασικού συνεχούς ρεύματος. Το Σεπτέμβριο του 1904 πραγματοποιήθηκαν τα εγκαίνια της νέας ηλεκτροκίνητης διπλής γραμμής του αστικού σιδηροδρόμου Πειραιώς-Αθηνών (Ομονοίας). Το 1910 οι «Σιδηρόδρομοι Αττική» εξαγοράστηκαν από την Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρεία με στόχο την ηλεκτροκίνηση του σιδηροδρόμου Κηφισιάς. Το 1924 αντικαταστάθηκε το σύστημα σηματοδότησης και αποκλεισμού με σύγχρονο από την εταιρεία Siemens Halske. Με το σύστημα αυτό οι χρονοαποστάσεις των συρμών μπορούσαν θεωρητικά να μειωθούν από 6 σε 3 λεπτά. Το 1926 ιδρύθηκαν οι Ελληνικοί Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι (ΕΗΣ) και το 1928 θεμελιώθηκε ο νέος υπόγειος σταθμός στην Ομόνοια που έχει ανασκαφεί για τον σκοπό αυτό ολόκληρος σε βάθος 8 μέτρων. Κατά την περίοδο 1928-1930 κατασκευάστηκε η σήραγγα για την επέκταση της γραμμής του ηλεκτρικού από την Ομόνοια μέχρι το σταθμό της Αττικής. Το 1930 ο Ελ. Βενιζέλος εγκαινίασε το νέο υπόγειο σταθμό της Ομόνοιας. Κατά την περίοδο 1938-1940 πραγματοποιήθηκαν τα πρώτα έργα υποδομής (ορύγματα, γέφυρες, σταθμοί) για το νέο Ηλεκτρικό Σιδηρόδρομο Αθηνών (πλατεία Αττικής-Κηφισιά), τα οποία όμως διακόπηκαν περίοδο της κατοχής. Τον Μάρτιο του 1948 ξεκίνησε η εκμετάλλευση της νέας σήραγγας καθώς και του σταθμού της Βικτώριας. Το 1951 παραλήφθηκε από τη Δυτική Γερμανία το νέο υπερσύγχρονο τότε τροχιαίο υλικό κατασκευής Siemens-Man αποτελούμενο από 24 μεταλλικά οχήματα (12 κινητήρια και 12 ιθυτήρια) (οχήματα 5ης παραλαβής). Το 1976 οι ΕΗΣ κρατικοποιήθηκαν και απέκτησαν τη γνωστή ονομασία "Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι Αθηνών-Πειραιώς" (ΗΣΑΠ). Το 1978 οι ΗΣΑΠ εντάχθηκαν στο σύστημα αστικών συγκοινωνιών της Πρωτεύουσας που εποπτεύει ο Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών (ΟΑΣ, σήμερα ΟΑΣΑ). Το 2011 πραγματοποιήθηκε η συγχώνευση των τριών εταιρειών ΗΣΑΠ, ΑΜΕΛ (Αττικό Μετρό Εταιρεία Λειτουργίας) και ΤΡΑΜ σε μία νέα εταιρεία μέσω σταθερής τροχιάς με την επωνυμία Σταθερές Συγκοινωνίες Α.Ε. (ΣΤΑ.ΣΥ. Α.Ε.) και ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος αποκαλείται σήμερα γραμμή 1 της ΣΤΑ.ΣΥ. Α.Ε.

1.2.2 Τεχνικά & λειτουργικά χαρακτηριστικά ΗΣΑΠ

Ο ΗΣΑΠ εκτείνεται σε μήκος 25,8 km διπλής γραμμής, εκ των οποίων τα 22,6 km αποτελούν το ανοικτό (εξωτερικό) επίγειο ή υπέργειο τμήμα του και τα 3,2 km βρίσκονται κάτω από το έδαφος, αποτελώντας το υπόγειο τμήμα. Το πλάτος της γραμμής είναι 1,435 m, η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας 145 m, ενώ η μέγιστη κλίση 3,9%. Η υποδομή χωρίζεται σε μη συγκολλημένη γραμμή με ξύλινους στρωτήρες επί σκύρων, σε συγκολλημένη γραμμή με ξύλινους ή τσιμεντένιους στρωτήρες επί σκύρων και σε συγκολλημένη γραμμή επί τσιμεντένιων στρωτήρων επί σταθερής επιδομής. Η σύνθεση του τροχαίου υλικού αποτελείται από 45 συρμούς εκ των οποίων 15 συμοί 8ης παραλαβής (1984) με 5 οχήματα, 10 συρμοί 10ης παραλαβής (1994) με 5 οχήματα και 20 συρμοί 11ης και τελευταίας παραλαβής (2000-2004) με 6 οχήματα. Εναποθέσεις ή αλλιώς σύρτες, όπου σταθμεύουν οι συρμοί βρίσκονται στους σταθμούς Πειραιάς, Φάληρο, Ταύρος, Θησείο, Ομόνοια, Αττική, Άνω Πατήσια, Νέα Ιωνία, Νέο Ηράκλειο, Ειρήνη και Κηφισιά. Στο σταθμό του Πειραιά βρίσκεται η επισκευαστική βάση και το εργοστάσιο του ΗΣΑΠ.

Η ηλεκτροδότηση της γραμμής γίνεται με 750 V συνεχούς ρεύματος μέσω 3^{ης} παράλληλης γραμμής και η ηλεκτρική τροφοδότηση του ΗΣΑΠ γίνεται μέσω του δικτύου των υποσταθμών ρεύματος έλξης για την κίνηση των συρμών και του δικτύου των υποσταθμών γενικών εγκαταστάσεων για την εξυπηρέτηση των αναγκών των εγκαταστάσεων των σταθμών. Οι 20 υποσταθμοί έλξης είναι εγκατεστημένοι κατά μήκος της γραμμής πλησίον των εγκαταστάσεων των σταθμών σε ειδικούς χώρους σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές περί υποσταθμών και είναι Ξηρού Τύπου ή Ελαίου. Στον ίδιο χώρο συνήθως έχουν εγκατασταθεί και μικρότεροι υποσταθμοί για την τροφοδότηση των εγκαταστάσεων των σταθμών, η σε χωριστούς χώρους, ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου. Η τροφοδότηση των υποσταθμών έλξης γίνεται μέσω υπογείων καλωδίων από το δίκτυο της ΔΕΗ σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις της ΔΕΗ. Στους υποσταθμούς έλξης η τάση του ρεύματος αρχικά υποβιβάζεται στα 750 V και στη συνέχεια μετατρέπεται σε συνεχές (ανόρθωση), ενώ στους υποσταθμούς γενικών εγκαταστάσεων το ηλεκτρικό ρεύμα μετασχηματίζεται στα 400 V. Η ηλεκτροδότηση των συρμών γίνεται με λήψη από επίγεια τρίτη τροχιά που απέχει απόσταση 0,61 m από τη τροchioδρομική ράγα. Η ρευματοληψία πραγματοποιείται με πέδιλο που ολισθαίνει στην ελεύθερη επιφάνεια της τρίτης ράβδου. Η διατομή της ηλεκτροφόρου είναι μικρότερη από τη διατομή της σιδηροτροχιάς, ενώ η κεφαλή της είναι σχεδόν επίπεδη στο άνω τμήμα της έτσι ώστε να πραγματοποιείται καλύτερα η επαφή. Η στήριξη της γίνεται με τη βοήθεια μονωτήρα τύπου U που στερεώνεται στον στρωτήρα.

Στον ΗΣΑΠ σήμερα λειτουργούν δύο τύποι σηματοδότησης:

- το σύστημα σημειακού ελέγχου με σταθερά τμήματα αποκλεισμού (παλαιά σηματοδότηση)
- το σύστημα συνεχούς αναγνώρισης και ελέγχου συρμών (Linienzugbeeinflussung LZB) με αυτόματη προστασία συρμών (Automatic Train Protection ATP) και σηματοδότηση καμπίνας.

Παράλληλα με την ανακαίνιση της γραμμής εγκαταστάθηκε και το σύστημα ATS (Automatic Train System), το οποίο λαμβάνει δεδομένα από όλα τα τοπικά κέντρα ελέγχου (σταθμοί Πειραιάς, Θησείο, Αττική, Ειρήνη) και διαχειρίζεται αυτόνομα τα δρομολόγια. Επίσης ως αναπόσπαστο τμήμα του συστήματος ATS θεωρείται και το σύστημα πληροφόρησης επιβατών (PIS), που παρέχει στους επιβάτες τις τρέχουσες πληροφορίες για την ώρα και τα χρονοδιαγράμματα των δρομολογίων.

Κατά μήκος της γραμμής βρίσκονται 24 σταθμοί. Οι ώρες λειτουργίας του ΗΣΑΠ είναι 05:00 – 01:00 της επομένης. Η χρονοαπόσταση των συρμών είναι 5 min τις καθημερινές και 10 min τα Σαββατοκύριακα και μεταβάλλονται μόνο τις ημέρες των αργιών και σε έκτακτα γεγονότα. Τα δρομολόγια εκτελούνται στο σύνολό τους μεταξύ των σταθμών Πειραιάς – Κηφισιά, ενώ υπάρχει η δυνατότητα δρομολόγησης τοπικών συρμών μεταξύ άλλων σταθμών, όπως Πειραιάς – Ειρήνη κ.α. Η μέγιστη μεταφορική ικανότητα ανέρχεται σε 22.000 επιβάτες / h με δυνατότητα να αυξηθεί στο διπλάσιο. Ο ΗΣΑΠ συνδέεται με τη γραμμή 2 του μετρό στους σταθμούς Ομόνοια και Αττική, με τη γραμμή 3 του μετρό στο σταθμό Μοναστηράκι, με τον προαστιακό στο σταθμό Νερατζιώτισσα και με τις γραμμές 3 & 4 του τραμ στο σταθμό Φάληρο.

1.2.3 Καταγραφή προβλήματος

Ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος διέρχεται από τους δήμους Πειραιά, Μοσχάτο, Καλλιθέα, Ταύρο, Αθηναίων, Νέας Ιωνίας, Νέου Ηρακλείου, Αμαρουσίου και Κηφισιάς. Με την πάροδο των χρόνων και την οικιστική ανάπτυξη των περιοχών, που εξυπηρετούνται από τον ΗΣΑΠ, σε συνδυασμό με την κυκλοφοριακή συμφόρηση των οδικών αρτηριών αλλά και τη λειτουργία του μετρό, αυξήθηκε το μεταφορικό του έργο. Οι κάτοικοι των περιοχών αυτών ανέρχονται σε πάνω από 1.200.000, σύμφωνα με την απογραφή του 2011 και σε αυτούς προστίθενται και οι πολίτες, που εργάζονται και μετακινούνται στις περιοχές αυτές. Δεδομένου ότι διέρχεται τις πλέον πυκνοκατοικημένες περιοχές του λεκανοπεδίου της Αττικής, όπως την Καλλιθέα, τα Πετράλωνα, τα Πατήσια, τη Νέα Ιωνία κλπ., σε συνδυασμό με τις ποικίλες χρήσεις γης των όμορων της γραμμής περιοχών γίνεται κατανοητή η σπουδαιότητά του ως μέσο μεταφοράς στην εύρυθμη λειτουργία του πολεοδομικού συγκροτήματος

των Αθηνών. Επειδή όμως το δίκτυό του είναι στο μεγαλύτερο μέρος ανοικτό (εξωτερικό), γίνεται εύκολα αντιληπτή η συμβολή του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου στο ήδη επιβαρυσμένο ακουστικό περιβάλλον του αστικού ιστού της Αθήνας και την αύξηση της ηχορύπανσης και των επακόλουθων συνεπειών της στην καθημερινότητα των κατοίκων, με περαιτέρω συνέπειες στην υγεία τους (Brink, 2011, Bluhm, Eriksson, 2011, Bonnefond, et al., 2008, Elmenhorst, et al., 2012). Ο ΗΣΑΠ εξυπηρετεί σε καθημερινή βάση πάνω από 400.000 επιβάτες. Η πλήρης λειτουργία των γραμμών 2 & 3 του μετρό καθώς και η λειτουργία του προαστιακού σιδηροδρόμου αναμένεται να αυξήσει την επιβατική κίνηση του ΗΣΑΠ κατά 200.000 περίπου επιβάτες. Αυτό σημαίνει αύξηση των δρομολογίων και μείωση της χρονοαπόστασης των συρμών από τα 5 min σήμερα, στα 2,5 min (διπλασιασμός δρομολογίων).

Παράλληλα με τη γραμμή του ΗΣΑΠ, εκτός από κατοικίες, χρήσεις γης λιανικού εμπορίου, διοίκησης, βιοτεχνίας και βιομηχανίας, απαντώνται πολλές «ευαίσθητες» χρήσεις γης, όπως σχολεία και χώροι εκπαίδευσης, κλινικές και νοσοκομεία, γηροκομεία κ.α. Η ύπαρξη, λοιπόν, ενός βιώσιμου ακουστικού περιβάλλοντος κρίνεται επιτακτική, ώστε να εξασφαλιστεί η αειφορική ανάπτυξη των κοινωνιών των όμορων περιοχών.

1.3 Σημασία αναγκαιότητας της μελέτης

Το ακουστικό περιβάλλον κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ είναι επιβαρυσμένο τόσο από το σιδηροδρομικό θόρυβο, όσο και από άλλες πηγές θορύβου, με κυρίαρχο τον οδικό θόρυβο, που προέρχεται από την επιβάρυνση των παράλληλων οδικών αρτηριών αλλά και τους λοιπούς θορύβους του αστικού κέντρου (θόρυβος βάθους). Η συμβολή του σιδηροδρομικού θορύβου στην επιβάρυνση ή τη βελτίωση του ακουστικού περιβάλλοντος μπορεί να είναι καθοριστική και να διαδραματίσει σπουδαίο ρόλο στη βιώσιμη ανάπτυξη των όμορων περιοχών του ΗΣΑΠ και στη βελτίωση του βιωτικού επιπέδου των κατοίκων της. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαία η μελέτη και αξιολόγηση του θορύβου, που προκαλείται από τη διέλευση του ΗΣΑΠ στο ανοικτό τμήμα του δικτύου του, με κυρίαρχο τον αερόφερτο θόρυβο. Θα εξετασθούν οι τρόποι αντιμετώπισης του αερόφερτου θορύβου και θα αξιολογηθούν τα διάφορα αντιθορυβικά μέτρα, που μπορούν να ληφθούν, ώστε να εξασφαλισθεί η μείωση του σιδηροδρομικού θορύβου, κατά κύριο λόγο στην πηγή, χωρίς αισθητικές παρεμβάσεις στο τοπίο. Παράλληλα θα αναδειχθούν οι θετικές επιδράσεις της μείωσης του εκπεμπόμενου θορύβου, που θα οδηγήσουν τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο να καταστεί στη συνείδηση του επιβατικού κοινού, ως το πλέον οικολογικό μέσο μετακίνησης, η χρήση του οποίου θα συμβάλει στη γενικότερη βελτίωση του περιβάλλοντος.

1.4 Σκοπός και στόχοι

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι να ερευνηθεί, εξεταστεί και αξιολογηθεί ο σιδηροδρομικός θόρυβος, που προκαλείται από τη διέλευση του ΗΣΑΠ. Οι φάσεις διερεύνησης και αξιολόγησης είναι τρεις: η πρώτη, επί της παλαιάς σκυρογραμμής με μη συγκολλημένες σιδηροτροχιές, η δεύτερη κατά τη διάρκεια ανακαίνισης της γραμμής και η τρίτη μετά το πέρας των εργασιών ανακαίνισης και την παράδοση της νέας γραμμής σε λειτουργία. Η νέα γραμμή αποτελείται από συγκολλημένη γραμμή επί σκύρων σε ξύλινους ή τσιμεντένιους στρωτήρες και συγκολλημένη γραμμή επί σταθερής επιδομής σε τσιμεντένιους εγκιβωτισμένους στρωτήρες. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του ΗΣΑΠ, τη διαδικασία πραγματοποίησης και τον εξοπλισμό των ηχομετρήσεων και όλους τους παράγοντες, που επηρεάζουν τη μελέτη, εφόσον πρόκειται για σιδηροδρομικό δίκτυο σε εξωτερική γραμμή, εντός του αστικού ιστού, στόχος της μεταπτυχιακής διατριβής είναι η αξιολόγηση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ και η διερεύνηση των έως σήμερα επιλογών και ληφθέντων μέτρων, ως προς τη βελτίωσή του.

1.5 Διασαφηνίσεις – Προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών

Για να καταστεί κατανοητή η έννοια της ηχορρύπανσης, ώστε να της αποδοθεί η πραγματική διάσταση των συνεπειών της στο περιβάλλον και της όχλησης, που προκαλεί στους ανθρώπους, θα πραγματοποιηθεί αναφορά στους όρους του ήχου και του θορύβου.

Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 263.1, ήχος ορίζεται ως η μηχανική διαταραχή, η οποία διαδίδεται με ορισμένη ταχύτητα μέσα σε ένα μέσο που μπορεί να αναπτύξει εσωτερικές δυνάμεις (πχ ελαστικότητας, εσωτερικής τριβής) και έχει τέτοιο χαρακτήρα, ώστε μπορεί να διεγείρει το αισθητήριο ακοής και να προκαλέσει ακουστικό αίσθημα.». Η συχνότητα του ήχου (f) είναι η συχνότητα ταλάντωσης των σωματιδίων του ελαστικού μέσου λόγω της διάδοσης του ηχητικού κύματος και ποσοτικά είναι το πλήθος των περιόδων ανά δευτερόλεπτο με μονάδα μέτρησης το Hertz. Το μήκος κύματος (λ) είναι η απόσταση κατά την οποία μετακινείται το κύμα μέσα στον χρόνο που χρειάζεται

για να συμπληρωθεί μια περίοδος. Η ταχύτητα του ήχου (c) είναι η ταχύτητα διάδοσης της διαταραχής σε κάποιο υλικό μέσο (υγρό, στερεό και αέριο). Η μονάδα μέτρησης του ήχου είναι το decibel (Davis, 1997) και εκφράζει τη λογαριθμική σχέση της στιγμιαίας στάθμης ηχητικής πίεσης (spl), ως προς το κατώφλι ακουστότητας του ανθρώπινου μηχανισμού ακοής.

$$L_p = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2}$$

όπου,

$$P_0 = 2 * 10^{-5} N / m^2$$

όπου, P είναι η ακουστική πίεση του προς μέτρηση ήχου σε μbar και P₀ η ακουστική πίεση ενός ήχου στο κατώφλι ακουστότητας δηλ. 0.0002 μbar.

Συνεπώς ένας ήχος που μόλις ακούγεται έχει στάθμη ηχητικής πίεσης (SPL) 0 dB, ενώ στο όριο του πόνου περίπου 135 dB (Brown, 2008). Το δυναμικό εύρος το οποίο γίνεται ακουστικά αντιληπτό από ένα μέσο άνθρωπο εκτείνεται από 0 dB, που αντιστοιχεί σε πλήρη σιγή (κατώφλι ακουστότητας) ως 120 dB, στάθμη πέρα από την οποία αρχίζει το αίσθημα του πόνου. Όταν συμβάλλουν δύο (ή περισσότερες) πηγές θορύβου, αυτό που αθροίζεται λογαριθμικά για να υπολογιστεί το συνολικό μέγεθος. Όλες οι πηγές θορύβου προκαλούν μια χρονικά κυμαινόμενη ηχοστάθμη. Επομένως ο θόρυβος δεν μπορεί εύκολα να περιγραφεί και να αξιολογηθεί με τη χρήση της στιγμιαίας ηχοστάθμης. Για τον παραπάνω λόγο, διακρίνεται η στιγμιαία τιμή της ηχοστάθμης SPL (sound pressure level) L_p(t) με την ισοδύναμη μέση ηχοστάθμη L_{eq}, που ορίζεται εντός διαστήματος παρατήρησης διάρκειας T από την εξής σχέση:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1 L_p(t)} dt$$

και έχει το φυσικό νόημα της στάθμης που θα έπρεπε να έχει ένας σταθερός ήχος για να περικλείει την ίδια ακουστική ενέργεια με τον κυμαινόμενο.

Η ευαισθησία του ανθρώπινου μηχανισμού ακοής δεν είναι ομοιόμορφη για όλες τις συχνότητες. Ο άνθρωπος ακούει δυσκολότερα ήχους χαμηλών συχνοτήτων και πολύ υψηλών συχνοτήτων ενώ ακούει ευκολότερα ήχους μεσαίων και ηχηλών συχνοτήτων. Για αυτό τον λόγο χρησιμοποιούνται φίλτρα τα οποία παρέχουν δείκτες αξιολόγησης του θορύβου που λαμβάνουν υπόψη τους αυτό το

χαρακτηριστικό. Έτσι ανάλογα με διαφορετικές προσεγγίσεις για την προσομοίωση αυτής της ανομοιομορφίας, έχουν τυποποιηθεί τα φίλτρα στάθμισης A, C (και κάποια άλλα τα οποία πλέον δεν χρησιμοποιούνται) τα οποία παρέχουν τους δείκτες dB(A) και dB(C) αντιστοίχως. Η επιλογή του εκάστοτε χρησιμοποιούμενου φίλτρου στάθμισης οφείλει να αναγράφεται. Η μέτρηση και αξιολόγηση του περιβαλλοντικού θορύβου γίνεται κατά dB(A) ενώ η αξιολόγηση του εργασιακού θορύβου χρησιμοποιεί και τις δύο σταθμίσεις dB(A) και dB(C) (Everest, 2012).

Ο θόρυβος, σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 263.1, είναι κάθε ακανόνιστος απεριοδικός και σύνθετος ήχος, που η στιγμιαία του τιμή αυξομειώνεται γενικά με τυχαίο τρόπο, με αποτέλεσμα να δημιουργεί μια ενοχλητική ακουστική εντύπωση. Ο θόρυβος ορίζεται ως ένας ανεπιθύμητος ήχος, ο οποίος είναι δυσάρεστος και προκαλεί συνήθως ανεπιθύμητες ενέργειες, όπως απώλεια ακοής, ενόχληση, δυσκολία επικοινωνίας κλπ. Ανάλογα με την πηγή και το με το κριτήριο με το οποίο γίνεται η αξιολόγηση ο θόρυβος (Murphy, King, 2014) διακρίνεται:

1. Σε περιβαλλοντικό θόρυβο που καταγράφεται στον εξωτερικό χώρο αφορά την όχληση, που δέχεται ο γενικός πληθυσμός και περιλαμβάνει:
 - τον Οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο
 - τον Σιδηροδρομικό θόρυβο
 - τον Αεροπορικό θόρυβο
 - τον Βιομηχανικό θόρυβο
 - τον Θόρυβο από Η/Μ εγκαταστάσεις
 - τον Εργοταξιακό θόρυβο
 - Ειδικές πηγές όπως (κινητικό εξοπλισμό για χρήση σε εξωτερικό χώρο, τομικές δραστηριότητες κλπ)
 - τον Θόρυβο γειτονιάς (community noise)
2. Σε Εργασιακό θόρυβο που αφορά την έκθεση εργαζομένων σε θόρυβο.
3. Οικιακό θόρυβο που συνδέεται με όλες τις πηγές θορύβου, που δέχεται ο γενικός πληθυσμός από την ύπαρξη πηγών θορύβου εντός των κατοικιών.

Κεφάλαιο Δεύτερο

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή – Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1.1 Ήχος

Ο ήχος μπορεί να οριστεί ως μια κυματική κίνηση στον αέρα ή σε άλλα ελαστικά μέσα. Είναι δηλαδή μια μορφή διέγερσης. Μπορεί, επίσης, να θεωρηθεί ως ένα ερέθισμα του μηχανισμού ακοής, παροτέλεσμα της ποποίας είναι η αντίληψη του ήχου. Συνεπώς, ο ήχος είναι μια αίσθηση. Και οι δύο αυτές προσεγγίσεις είναι γνώριμες, το ποια θα ακολουθηθεί, εξαρτάται σε κάθε περίπτωση από το είδος του προβλήματος, που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε (Everest, 1984). Αντιμετωπίζουμε, λοιπόν, ένα πρόβλημα φυσικής στην περίπτωση που μας ενδιαφέρει η ηχητική διαταραχή του αέρα, που προκαλείται από έναν παραγόμενο ήχο, ενώ αν μας απασχολεί ο τρόπος με τον οποίον αυτή η διαταραχή γίνεται ακουστή από κάποιον άνθρωπο, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθούν ψυχοακουστικές μέθοδοι (Rossing, et al., 2001). Ο ήχος χαρακτηρίζεται από ένα πλήθος φυσικών φαινομένων. Η συχνότητα αποτελεί μια αντικειμενική ιδιότητα του ήχου και καθορίζεται από τον αριθμό των επαναλαμβανόμενων κυματομορφών ανά μονάδα χρόνου (συνήθως ανά δευτερόλεπτο). Η συχνότητα είναι εύκολα μετρήσιμη με έναν παλμογράφο ή με ένα συχνόμετρο. Αντίθετα, το ύψος του ήχου (pitch) αποτελεί μια υποκειμενική ιδιότητα (Tablot-Smith, 1999). Το αντί αντιλαμβάνεται διαφορετικό ύψος ήχου μεταξύ τόνων 100Hz χαμηλής και υψηλής συχνότητας. Καθώς αυξάνεται η ένταση, το ύψος ενός τόνου χαμηλής συχνότητας μειώνεται ενώ το ύψος ενός τόνου υψηλής συχνότητας αυξάνεται. Η αναπαραγωγή καθαρών τόνων 168 και 318 Hz σε μέτρια στάθμη παράγει πολύ δυσάρεστο ήχο. Ωστόσο σε μεγάλη ένταση, το αντί ακούει τους καθαρούς τόνους στη σχέση οκτάβας 150-300 Hz ως ένα ευχάριστο ήχο. Δε μπορούμε να εξισώσουμε αυστηρά τη συχνότητα με το ύψος αλλά γνωρίζουμε ότι και τα δύο αυτά μεγέθη είναι ανάλογα (Fletcher, 1969). Το ίδιο ισχύει και για τα μεγέθη έντασης (intensity) και ακουστικότητας (loudness). Η σχέση μεταξύ τους δεν είναι γραμμική. Παρόμοια, η σχέση μεταξύ κυματομορφής (ή φάσματος) και αντίληπτης ποιότητας (ή χροιάς) γίνεται περίπλοκη με τη λειτουργία του μηχανισμού ακοής. Μια πολύπλοκη κυματομορφή μπορεί να περιγραφεί συναρτήσει μιας θεμελιώδους και μιας σειράς αρμονικών με διαφορετικά πλάτη και φάσεις. Αλλά η αντίληψη της χροιάς καθίσταται περίπλοκη, από την αλληλεπίδραση συχνότητας – ύψους ήχου καθώς και άλλους παράγοντες (Benson, 1988).

2.1.2 Θόρυβος

Ανάλογα με το πεδίο παρατήρησης, ο θόρυβος, ο οποίος είναι αποτέλεσμα σύνθεσης θορύβου, προερχόμενου και από άλλες πηγές (Long, 2014, Eggermont, 2014, Thompson, 2009) διακρίνεται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Θόρυβος Περιβάλλοντος (Ambient Noise): είναι το συνολικό αποτέλεσμα όλων των αερόφερτων ήχων που παράγονται από πολλές πηγές κοντινές ή μακρινές σε δεδομένο περιβάλλον, από τους οποίους κανένας δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. ΕΛΟΤ 263.1 (1.209)
- Θόρυβος Βάθους (Background Noise): ο θόρυβος που προέρχεται από όλες τις πηγές που δεν έχουν σχέση με έναν ορισμένο ήχο ο οποίος αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος. ΕΛΟΤ 263.1 (1.210)

Ανάλογα με τον τρόπο διάδοσης του θορύβου (Connolly, et al., 2014, Abbasi, et al., 2013, Kalivoda, et al., 2003, Remington, 1988) αυτός διακρίνεται σε:

- Αερομεταφερόμενο: η διάδοση της ηχητικής ενέργειας μεταξύ πηγής και δέκτη γίνεται εξολοκλήρου μέσω του αέρα ως ελαστικό μέσο. Αυτή είναι και η πλέον απλή μορφή ηχητικής διάδοσης.
- Στερεομεταφερόμενο: η διάδοση της ηχητικής ενέργειας μεταξύ πηγής και δέκτη γίνεται κυρίως μέσω ενός στερεού. Σε αυτή τη περίπτωση η πηγή μπορεί να διεγείρει απευθείας το στερεό μέσω δονήσεων, είτε έμμεσα διεγείροντας τον αέρα και αυτός με τη σειρά του το στερεό. Ο στερεομεταφερόμενος θόρυβος, για να γίνει αντιληπτός από τον άνθρωπο, μετατρέπεται στο τελικό του στάδιο σε αερομεταφερόμενο, αφού το στερεό διεγείρει τον αέρα κοντά στη θέση παρατήρησης.

Για την αξιολόγηση του θορύβου χρησιμοποιούνται ευρέως πέραν του δείκτη L_{eq} και οι παρακάτω παράμετροι αξιολόγησης (Dittrich, Zhang, 2006):

- L_{peak} : Η στάθμη της μέγιστης κορυφοτιμής (θετική ή αρνητική) που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια μιας μέτρησης
- L_{max} : Η μέγιστη στάθμη θορύβου που εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια μιας περιόδου μέτρησης μετά την εφαρμογή κάποιου σταθμιστικού κυκλώματος.
- L_{min} : Η ελάχιστη στάθμη θορύβου που εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια μιας περιόδου μέτρησης μετά την εφαρμογή κάποιου σταθμιστικού κυκλώματος.

- SEL: Η στάθμη έκθεσης θορύβου είναι η σταθερή στάθμη του θορύβου που διαρκεί 1 sec και περικλείει την ίδια ενέργεια με τον θόρυβο που μετράται.
- L0.1: Στάθμη κατά την οποία σημειώνεται υπέρβαση κατά το 0.1% του χρόνου μέτρησης
- L1: Στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 1% του χρόνου μέτρησης
- L5 Στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 5% του χρόνου μέτρησης
- L10: Στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 10% του χρόνου μέτρησης
- L50: Στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 50% του χρόνου μέτρησης
- L90 Στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 90% του χρόνου μέτρησης
- L95: Στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 95% του χρόνου μέτρησης
- L99: Στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 99% του χρόνου μέτρησης

Οι περισσότεροι ήχοι δεν αποτελούνται από απλές συχνότητες αλλά από πολύπλοκο συνδυασμό τους. Η ανάλυση ενός ήχου ή θορύβου, όσον αφορά στο φάσμα των συχνοτήτων του, ονομάζεται “Φασματική Ανάλυση” και παρουσιάζεται σε πίνακες ή γραφήματα, σε ένα σύνολο πρότυπων φασματικών ζωνών (Σκαρλάτος, 2003).

2.1.3 Επιπτώσεις από την έκθεση στο θόρυβο

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ., 2003) ο θόρυβος είναι μορφή ρύπανσης και επηρεάζει δυσμενώς τόσο την υγεία όσο και την ποιότητα ζωής των πολιτών. Τα μεταφορικά μέσα (οδικά, αέρος, σιδηροδρομικά, θαλάσσης) καθώς και οι σταθερές πηγές θορύβου, όπως αυτές των μηχανολογικών εγκαταστάσεων, οι δραστηριότητες αναψυχής, οι κατασκευαστικές εργασίες κ.α. προκαλούν τα πιο σοβαρά προβλήματα θορύβου. Η περιβαλλοντική ηχορύπανση έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία 30 χρόνια στις ανεπτυγμένες χώρες και τα σχετικά παράπονα και προβλήματα έχουν παρουσιάσει σημαντική αύξηση (Elbers, 2000). Η ποιότητα ακουστικού περιβάλλοντος επιδεινώθηκε σημαντικά, κυρίως στα αστικά κέντρα, λόγω της σημαντικής αύξησης της κυκλοφορίας οχημάτων, τη χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού σε κτίρια κ.α. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.), περίπου το 40% του πληθυσμού των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εκτίθεται στον οδικό κυκλοφορικό θόρυβο, με στάθμη L_{eq} που υπερβαίνει τα 55dB(A) κατά τη διάρκεια της ημέρας και ποσοστό περίπου 20% σε στάθμη $L_{eq} > 65$ dB(A). Συνεπώς εκτιμάται, ότι ο μισός σχεδόν πληθυσμός των ευρωπαϊκών ζει σε περιοχές, που δεν παρέχουν ακουστικό περιβάλλον τέτοιο, που θα συμβάλει στην ευημερία του και την εξασφάλιση της βελτίωσης του βιωτικού του επιπέδου (Licitra, Ascari, 2013). Κατά τη διάρκεια της νυχτερινής περιόδου περισσότερο του 30% του πληθυσμού εκτίθεται σε στάθμη $L_{eq} > 55$ dB(A) με άμεση συνέπεια τις οχλήσεις στη διαδικασία του

ύπνου (Babisch, et al., 2010, Petz, et al., 2007,). Στις αναπτυσσόμενες χώρες τα σχετικά προβλήματα είναι πολύ περισσότερο επιδεινωμένα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι κατά μήκος οδών με μεγάλη κυκλοφορία η στάθμη θορύβου Leq 24ώρου είναι μεγαλύτερη από 75-80 dB(A). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ., 2007) ο θόρυβος δρα αθροιστικά με άλλους παράγοντες που υποβαθμίζουν το περιβάλλον προκαλώντας αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία. Παρακάτω αναφέρονται μερικές περιπτώσεις που συνδέουν το θόρυβο με την ανθρώπινη υγεία και είναι διεθνώς αναγνωρισμένες (Campo, et al., 2014, Chen, Hendersoy, 2009, Dunn, et al., 2009, Schapkin, et al., 2006):

- Δυσμενής επίδραση του θορύβου στο σύστημα ακοής του Ανθρώπου (Auditory System). Ο θόρυβος θέτει σε λειτουργία ένα βιολογικό μηχανισμό ο οποίος έχει παθολογικό αποτέλεσμα, προκαλώντας ουσιαστικές δυσμενείς επιπτώσεις περιορισμένης χρονικά ακουστικής απώλειας (Temporary Hearing Loss) ή μόνιμη ακουστική απώλεια (Permanent Hearing Loss)
- Δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία μέσω όμως μεταβατικών διαδικασιών. Η πλέον διαδεδομένη από αυτές είναι η περίπτωση του «άγχους» (stress). Το άγχος δημιουργείται πρωτογενώς από το θόρυβο και στην συνέχεια έχει επιπτώσεις στην ψυχική και σωματική ευεξία, καθώς και στην υγεία.
- Γενικά εκτός από τις ψυχολογικές επιδράσεις, ο ήχος μπορεί να επιδράσει και παθολογικά δημιουργώντας υπέρταση, πονοκέφαλο, δυσπεινία, μείωση της απόδοσης των εργαζομένων, ενώ σημειώνεται αυξημένο ποσοστό εργατικών ατυχημάτων σε χώρους με υψηλές στάθμες θορύβου.

Ορισμένες παθολογικές επιδράσεις μπορεί να είναι (Halperin, 2014, Basner, et.al., 2014, Muzet, 2007) διαστολή κόρης οφθαλμού, αυξημένη παραγωγή ορμονών από το θυροειδή, αύξηση σφυγμών, αυξημένη παραγωγή αδρεναλίνης, στομαχικές διαταραχές, αντίδραση μυών, διαστολή αγγείων κλπ. Ο όρος «όχληση» (annoyance) (Babisch, et al., 2013, Schultz, 1978, Lercher, 1992) αξιοποιείται από την ψυχο-ακουστική για να περιγράψει το γενικό αίσθημα ενόχλησης / αναστάτωσης / ανησυχίας / εκνευρισμού / δυσαρέσκειας που προκαλείται από το θόρυβο. Ο όρος αυτός συνήθως αναφέρεται σε μακροπρόθεσμες αντιδράσεις και αρκετές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για να τον εκφράσουν σε μία απλή αριθμητική κλίμακα. Πρόσφατα, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε τους δείκτες %Οχλούμενων (%A) και %Υψηλά Οχλούμενων (%HA) για να συνδέσει τον ευρωπαϊκό δείκτη Lden (Murphy, King, 2011, King, Rice, 2009) με την «όχληση» που προκαλείται από διάφορες πηγές θορύβου. Ο δείκτης Lden ορίζεται ως:

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

όπου L_{day} , $L_{evening}$ και L_{night} είναι οι A-σταθμισμένοι, μακράς διάρκειας ενός έτους μέσοι όροι ηχητικής στάθμης έτσι όπως ορίζεται στο διεθνές πρότυπο ISO 1996-2:1987. Ο δείκτης L_{day} υπολογίζεται στο χρονικό διάστημα μεταξύ 07:00 και 19:00, ο δείκτης $L_{evening}$ στο χρονικό διάστημα μεταξύ 19:00 και 23:00, και ο δείκτης L_{night} υπολογίζεται στο χρονικό διάστημα μεταξύ 23:00 και 07:00 της επόμενης ημέρας.

2.2 Θεωρητικό πλαίσιο

2.2.1 Σιδηροδρομικός θόρυβος

Ο σιδηροδρομικός θόρυβος είναι ο συνολικός θόρυβος που προκαλείται από τη λειτουργία μιας σιδηροδρομικής γραμμής σε κάποια θέση. Οι κυριότερες αιτίες εκπομπής σιδηροδρομικού θορύβου κατά τη λειτουργία μιας αστικής σιδηροδρομικής γραμμής είναι:

1. Η ανάπτυξη τροχαίου θορύβου ή θορύβου κύλισης (rolling noise) εξαιτίας της τραχύτητας (roughness) των σιδηροτροχιών και των τροχών του τροχαίου υλικού (Nielsen, Ekberg, 2011, Thompson, 2009, Cesbron, et al., 2009). Σε αυτή τη περίπτωση ο κάθε τροχός του συρμού και η σιδηροτροχιά αλληλεπιδρούν και ταλαντώνονται παράγοντας υψηλές στάθμες θορύβου. Η στάθμη θορύβου κύλισης L εξαρτάται πέραν από τον βαθμό τραχύτητας N , από την ταχύτητα του συρμού v και συνδέεται με μία σχέση της μορφής $L = L_0 + N \log(v)$. Ως βασικές μεθόδους περιορισμού του θορύβου κύλισης η βιβλιογραφία αναφέρει:
 - Την άμβλυνση της τραχύτητας μέσω προγραμμάτων συντήρησης των σιδηροτροχιών
 - Την ενίσχυση της απόσβεσης της ταλάντωσης (damping) τόσο στους τροχούς όσο και στη σιδηροτροχιά.
2. Η ανάπτυξη θορύβου κρούσης (impact noise) από την ύπαρξη κενών στους αρμούς των σιδηροτροχιών ή άλλων ασυνεχειών κατά το μήκος της σιδηροτροχιάς ή ανωμαλίες στη καμπυλότητα του τροχού (Kalker, Periard, 1996, Wu, Thompson, 2003, Mayer, et al., 2012). Πέραν από το είδος της ασυνέχειας στη σιδηροτροχιά (κενό, κενό με ανισοσταθμία, κλπ) η στάθμη του κρουστικού θορύβου L εξαρτάται από την ταχύτητα του συρμού και συνδέεται με μία σχέση της μορφής $L = 20 \log(v)$. Ως βασικές μεθόδους περιορισμού του θορύβου κρούσης η βιβλιογραφία αναφέρει:

- Τον περιορισμό των ασυνεχειών μέσω συγκολλημένης τροχιάς καλής ποιότητας υλικού, καλής γεωμετρίας στις θέσεις αλλαγής τροχιάς.
 - Την παρακολούθηση της γεωμετρίας της σιδηροτροχιάς και της καμπυλότητας των τροχών.
 - Τα μέτρα ενίσχυσης της απόσβεσης ταλάντωσης που αναφέρονται στον περιορισμό του θορύβου κύλισης συμβάλλουν και στο περιορισμό του θορύβου κρούσης.
3. Ο έντονος συριγμός (Beer, et al., 2003, Rudd, 1976, Brunel, et al., 2004) στις καμπύλες (curve squeal noise) που προκαλείται σε μη ευθύγραμμα τμήματα της σιδηροτροχιάς, εξαιτίας της τριβής των πλαϊνών τμημάτων των τροχών με τη σιδηροτροχιά που προκαλούν την ταλάντωση του τροχού κατά τους αξονικούς τρόπους ταλάντωσής του, παράγοντας αστάθεια και υψηλές στάθμες θορύβου, τονικού περιεχομένου υψηλών συχνοτήτων (250Hz – 10kHz). Περιγράφεται ως ο ισχυρότερος και ο πλέον ενοχλητικός θόρυβος των σιδηροδρόμων. Βασικές μεθόδους περιορισμού του συριγμού είναι (Eadie, Santoro, 2006, Kurzweil, 1982):
- Βελτιωμένη συμπεριφορά των τροχών στα σημεία καμπής της σιδηροτροχιάς ώστε να ακολουθούν την καμπυλότητα της σιδηροτροχιάς μειώνοντας τις πλευρικές δυνάμεις.
 - Λίπανση, τροποποίηση συντελεστή τριβής στα σημεία καμπής.
 - Αύξηση της απόσβεσης ταλάντωσης στους τροχούς.
 - Αύξηση της απόσβεσης ταλάντωσης στις σιδηροτροχιές

Επιπλέον αιτίες εκπομπής σιδηροδρομικού θορύβου κατά τη λειτουργία μιας αστικής σιδηροδρομικής γραμμής (Zhang, et al., 2014) είναι:

- Η λειτουργία των κινητήρων και δευτερευόντων μηχανικών συστημάτων της αμαξοστοιχίας (πχ σύστημα ψύξης).
- Η ανάπτυξη του θορύβου από τα φρένα των αμαξοστοιχιών.
- Ο αεροδυναμικός θόρυβος στις ταχύτητες που αναπτύσσουν οι αστικοί σιδηρόδρομοι δεν αποτελεί σημαντική πηγή θορύβου.

2.2.2 Νομοθεσία

Η μελέτη και αξιολόγηση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη την Ελληνική και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία. Αρχικά, με την Υπουργική Απόφαση (Υ.Α.) 17252/1992 (ΦΕΚ 395/Β'/19.6.1992) «Καθορισμός δεικτών και ανωτάτων επιτρεπομένων ορίων θορύβου, που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα» αποσκοπείται αφενός μεν η εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 14 του Ν. 1650/1986 αφετέρου δε ο καθορισμός περιβαλλοντικών όρων κυκλοφοριακού θορύβου από την

κατασκευή και λειτουργία αυτοκινητοδρόμων οδών ταχείας κυκλοφορίας και λοιπών οδών, όπως αυτοί ορίζονται στο Κεφ. Β/άρθρο 4/Α της κοινής Υ.Α. 69269/5387 (ΦΕΚ Β/678/1990). Ως δείκτης Κυκλοφοριακού θορύβου για την ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση του θορύβου, που προέρχεται από τα οδικά και συγκοινωνιακά έργα και τις συνοδές τους εγκαταστάσεις, όπως περιγράφονται στο άρθρο 2 της Απόφασης, καθορίζεται:

- Η Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη θορύβου Leq (Equivalent Continuous Sound Level), που εκφράζει την σταθερή εκείνη στάθμη θορύβου, η οποία σε ορισμένη χρονική περίοδο, έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού ή μεταβαλλόμενου, κατά την ίδια χρονική περίοδο που για τους σκοπούς της παρούσης Απόφασης ορίζεται από 08.00 έως 20.00 ώρ. και κατά συνέπεια ο δείκτης καθορίζεται ως Leq (8-20 ώρ.).
- Ο Δείκτης $L10$ (18 ώρες) που είναι η αριθμητική μέση τιμή των 18 ξεχωριστών ωριαίων τιμών του $L10$ (από 6.00-24.00), δηλαδή της στάθμης η οποία υπερβαίνεται κατά το 10% της αντίστοιχης χρονικής περιόδου μέτρησης. Και στις δύο ανωτέρω περιπτώσεις το μετρούμενο μέγεθος είναι η Α-σταθμισμένη στάθμη ηχητικής πίεσης η οποία εκφράζεται σε Decibel α ή εν συντομία σε dB(A).

Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των ανωτέρω περιγραφομένων δεικτών κυκλοφοριακού θορύβου καθορίζονται τα ακόλουθα:

- Για τον δείκτη Leq (8-20 ώρ.) τα 67 dB(A).
- Για τον δείκτη $L10$ (18 ώρ.) τα 70 dB(A) μετρούμενο σε απόσταση 2 m. από την πρόσοψη των πλησιέστερων, προς το οδικό έργο κτηρίων της πολεοδομικής ενότητας, σύμφωνα με το άρθρο 2 της Απόφασης.

Σε περιπτώσεις, όπου απαιτείται ειδική ακουστική προστασία, όπως σχολικά συγκροτήματα, νοσοκομεία, χώροι πολιτιστικών και κοινωνικών εκδηλώσεων (π.χ. θέατρα, αίθουσες συνεδρίων κλπ.), κοινωφελή ιδρύματα, γηροκομεία, οίκοι τυφλών κλπ., τα παραπάνω ανώτατα επιτρεπόμενα όρια και κατά συνέπεια οι κατά περίπτωση περιβαλλοντικοί όροι που πρέπει να εγκριθούν σύμφωνα με την ΚΥΑ 69269/5387/ ΦΕΚ Β/678/25.10.1990 δύνανται να μειώνονται κατά 5-10 dB(A), εντός του πεδίου εφαρμογής του άρθρου 2 της παρούσας Υ. Απόφασης μετά από σχετική απόφαση του Γενικού Δ/ντού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, που θα εκδίδεται κατά περίπτωση.

Η «Πράσινη Βίβλος» ήδη από το 1996 είχε ως κύριο σκοπό την ανάδειξη του προβλήματος της ηχορύπανσης στην Ευρώπη και να οριοθετήσει τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με

τους περιορισμούς των εκπομπών θορύβου από τα οχήματα και τα μέσα μεταφοράς καθώς και την ανάπτυξη κοινών μεθόδων μέτρησης της έκθεσης στο θόρυβο. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Οδηγία για τον περιβαλλοντικό θόρυβο (2002/49/EK), απαιτεί από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης να καθορίσουν την έκθεση σε περιβαλλοντικούς θορύβου μέσω της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου και να καταρτίσουν σχέδια δράσης για τη μείωση της ηχορύπανσης, όπου είναι απαραίτητο. Ένα κοινό πλαίσιο για τις μεθόδους αξιολόγησης του θορύβου (CNOSSOS-EU) έχει αναπτυχθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε συνεργασία με τα κράτη μέλη (Kerhalopoulos, et.al., 2014), για να εφαρμοστεί στη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου, όπως απαιτείται από τη συγκεκριμένη Οδηγία. Αυτό αντιπροσωπεύει μια εναρμονισμένη και συνεπή προσέγγιση για την εκτίμηση των επιπέδων θορύβου από τις κύριες πηγές θορύβου (οδικής κυκλοφορίας, σιδηροδρομικής κυκλοφορίας, των αεροσκαφών και βιομηχανικών) σε όλη την Ευρώπη. Στα πλαίσια χαρτογράφησης του σιδηροδρομικού θορύβου, ορίζεται η πηγή ισχύος του ήχου στα 0,5 m και 4 m ύψος και αυτά θεωρούνται αρκετά για να εξασφαλίσουν επαρκή ακρίβεια στον προσδιορισμό του σιδηροδρομικού θορύβου.

Με την κοινή Υ.Α. με αριθμό 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 έγινε η εναρμόνιση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/EK στην ελληνική νομοθεσία, και ο καθορισμός ορίων οδικού κυκλοφοριακού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου, σύμφωνα με τους δείκτες αξιολόγησης L_{den} (24-ωρος) και L_{night} (8-ωρος νυκτερινός), όπως αυτοί ορίζονται στην εν λόγω Οδηγία.

Ως δείκτες αξιολόγησης του περιβαλλοντικού θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών έργων ορίζονται, σύμφωνα με την Οδηγία 2002/49/EK και σύμφωνα με το άρθρο 3 παρ. στ, ζ, η, θ της 13586/724 ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 κοινής υπουργικής απόφασης, οι:

- L_{den} ($L_{day-evening-night}$) = σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου 24ώρου = (Λημερήσιος- απογευματινός-νύκτας)
- L_{day} : 12-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας
- $L_{evening}$: 4-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης απογευματινού θορύβου και
- L_{night} : 8-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης νυκτερινού θορύβου

Σημειώνεται ότι όλοι οι παραπάνω επιμέρους δείκτες αφορούν σταθμισμένες κατά Α-κλίμακα μακροπρόθεσμες μέσες ηχοστάθμεσ και ως χρονικές περίοδοι εφαρμογής των ανωτέρω δεικτών ορίζονται:

- Χρονική περίοδος ημέρας: από 07:00 έως 19:00
- Χρονική περίοδος απογευματινή: από 19:00 έως 23:00

- Χρονική περίοδος νύκτας: από 23:00 έως 07:00

LMAX είναι η ανώτερη στάθμη θορύβου που καταγράφεται με φίλτρο A και στάθμιση fast

LMIN είναι η κατώτερη στάθμη θορύβου που καταγράφεται με φίλτρο A και στάθμιση fast

L1 είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 1% του χρόνου μέτρησης

L10 είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 10% του χρόνου μέτρησης

L50 είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 50% του χρόνου μέτρησης

L95 είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 95% του χρόνου μέτρησης

L99 είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 99% του χρόνου μέτρησης

Επίσης ορίζεται και ο δείκτης Ld-e (ημέρας-απογεύματος): 16-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας-απογεύματος.

Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των ανωτέρω δεικτών οδικού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου καθορίζονται τα ακόλουθα:

- Για τον δείκτη Lden (24-ώρος): τα 70 dB(A)
- Για τον δείκτη Lnight (8-ώρος νυκτερινός): τα 60 dB(A)
- Για τον δείκτη Ld-e (16-ώρος ημέρας-απογεύματος): τα 67 dB(A)

Η διαδικασία ελέγχου, υπολογισμού και αξιολόγησης των ανωτέρω ορίων γίνεται στο πλαίσιο της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου με τις διαδικασίες και μεθοδολογίες που προβλέπονται σύμφωνα με την προαναφερθείσα νομοθεσία. Ο υπολογισμός και μέτρηση των ανωτέρω δεικτών και ορίων πραγματοποιείται σε ύψος $4.0 \pm 0,2$ m (3,8 έως 4,2 m) πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2 μ από την πιο εκτεθειμένη (προς την εκάστοτε γραμμική πηγή συγκοινωνιακού θορύβου), πρόσοψη (εξωτερικός τοίχος ή κούφωμα), των κτιρίων κατοικίας και λοιπών ευαίσθητων χρήσεων που χρήζουν προστασίας.

Τέλος, με το ΦΕΚ/1367/Β/27-04-2012 «Καθορισμός δεικτών και ανώτατων επιτρεπομένων ορίων» θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα.αποσκοπείται η αντιμετώπιση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής των διατάξεων του άρθρου 14 του Ν. 1650/86, και των άρθρων 2, 3 και 5 της κοινής Υ.Α. με αριθμό 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006.

2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση – Διεθνής και Ελληνική πραγματικότητα

Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότερες χώρες προχωρούν στη μελέτη και αξιολόγηση του σιδηροδρομικού θορύβου, στα πλαίσια εναρμόνισής τους με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/EK και τις εθνικές νομοθεσίες. Οι μελέτες διεξάγονται είτε βάσει του κοινού πλαισίου CNOSSOS - EU (Kerhalopoulos, et.al., 2012, κάνοντας χρήση της προτεινόμενης μεθοδολογίας υπολογισμού σιδηροδρομικού θορύβου, που είναι η μέθοδος υπολογισμού των Κάτω Χωρών, όπως δημοσιεύθηκε στο «Reken en Meetvoorschrift RailverkeetslawaaI Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996 (RMR)» ή άλλων μεθόδων, που έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια ερευνών και προγραμμάτων, όπως τα «IMAGINE», «HARMONISE» κ.α.. (Moehler, et al., 2008, Talotte, et al., 2006, Dittrich, 2005, Hardy, Jones, 2004). Τέτοιες μέθοδοι είναι η γερμανική «The new German prediction model for railway noise - Schall 03 2006», η βρετανική «Calculation of railway noise, 1995», της οποίας γίνεται χρήση και στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή και άλλες.

Στην Ελλάδα, έχουν πραγματοποιηθεί αντίστοιχες μελέτες για τη μέτρηση του εκπεμπόμενου σιδηροδρομικού θορύβου, για τον ΟΣΕ (Μπάμνιος, Τροχίδης, 2001) στα πλαίσια ανάπτυξης μεθόδου υπολογισμού σιδηροδρομικού θορύβου, όπως αυτή περιγράφεται στη «Μεθοδολογία Μέτρησης και Πρόβλεψης Σιδηροδρομικού Θορύβου στην Ελλάδα», και εκδόθηκε από το ΤΕΕ το έτος 2001. Επίσης, εκτίμηση για την εκπομπή του σιδηροδρομικού θορύβου έχει πραγματοποιηθεί και για το ΤΡΑΜ (Τριανταφυλλόπουλος, κ.α., 2003), κάνοντας χρήση της γαλλικής μεθόδου υπολογισμού σιδηροδρομικού θορύβου CETUR, 1980.

Η μελέτη και αξιολόγηση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος του σιδηροδρόμου, πραγματοποιείται με κύριο στόχο την ανάπτυξη και λήψη μέτρων αντιθορυβικής προστασίας, που με το πέρασμα των χρόνων στοχεύουν στην πηγή, μη δημιουργώντας επιπλέον επιβάρυνση στο τοπίο και λειτουργώντας αυτόνομα, σε περίπτωση επάρκειάς τους ή συνδυαστικά (Thompson, 2009). Αυτό συμβαίνει γιατί οι τεχνολογίες, που εφαρμόζονται τόσο στο τροχαίο υλικό όσο και στην υποδομή ανά τον κόσμο ποικίλλουν (Kerhalopoulos, et al., 2012), που δε συνεπάγεται ότι η χρήση μιας αντιθορυβικής μεθόδου θα είναι εφαρμόσιμη σε παγκόσμια κλίμακα. Επίσης, ο σιδηροδρομικός θόρυβος οφείλεται τόσο στους τροχούς όσο και στην υποδομή (σιδηροτροχιές κ.α.), οπότε εάν μειωθεί ο εκπεμπόμενος θόρυβος από τη μια πηγή κατά X dB(A), η συνολική μείωση του σιδηροδρομικού θορύβου θα είναι $< X$ dB(A), εάν η άλλη πηγή θορύβου εξακολουθεί να υφίσταται (Vincent, 2000).

Η παρακολούθηση του εκπεμπόμενου σιδηροδρομικού θορύβου από τις εταιρείες διοίκησης των σιδηροδρόμων καθώς και η ορθή συντήρηση της υποδομής και του τροχαίου υλικού μπορούν να συνεισφέρουν στην καλή ποιότητα ακουστικού του περιβάλλοντος (Cheron, et al., 2012). Η λήψη πρόσθετων μέτρων αντιθορυβικής προστασίας, μπορεί να συμβάλλει σε ουσιαστική μείωση του εκπεμπόμενου σιδηροδρομικού θορύβου και να καταστήσει το ακουστικό περιβάλλον βιώσιμο. Τα πιο σύγχρονα μέτρα αντιθορυβικής προστασίας είναι:

- Ο αποσβεστήρας σιδηροτροχιάς (Jones, Edwards, 1996, Bouvet, et al., 2000), ένα πολλά υποσχόμενο μέσο για τη μείωση της συνιστώσας του τροχαίου σιδηροδρομικού θορύβου που εκπέμπεται από την τροχιά, αυξάνει την απόσβεση της σιδηροτροχιάς. Αυξάνει, λοιπόν, με την απόσταση την εξασθένηση των δονήσεων που μεταδίδονται κατά μήκος της σιδηροτροχιάς και έτσι μειώνει το θόρυβο που εκπέμπεται. Για να επιτευχθεί αυτό, έχει σχεδιαστεί ένας συντονισμένος, με απόσβεση απορροφητής. Για να καλυφθεί ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων, χρησιμοποιούνται συχνότητες πολλαπλών ρυθμίσεων μαζί με ένα υλικό με υψηλό συντελεστή απώλειας. Μετά από εκτεταμένες δοκιμές σε δείγματα έχουν βρεθεί κατάλληλα υλικά και τα πρωτότυπα των αποσβεστήρων έχουν κατασκευαστεί και ελεγχθεί, τόσο στο εργαστήριο και στο πεδίο. Τα αποτελέσματα είναι πολύ ενθαρρυντικά με μείωση του θορύβου από την τροχιά έως και 6 dB, περίπου (Thompson, et al., 2007). Στο εμπόριο βρίσκονται αποσβεστήρες σιδηροτροχιάς των εταιρειών Vosloh, Tiflex κ.α.
- Οι ηχοαπορροφητικές πλάκες αποτελούν ουσιαστικά την ηχοαπορροφητική επένδυση οποιασδήποτε ανακλαστικής επιφάνειας. Με αυτόν τον τρόπο αποτρέπεται η αύξηση της ηχητικής πίεσης και συνεπακόλουθα της ενόχλησης, από τον ήχο που ανακλάται στη σταθερή επιδομή (ανακλαστική – μη ηχοαπορροφητική επιφάνεια) κατά τη διέλευση του συρμού (Long, 2014, Thompson, 2009). Όταν, λοιπόν, η σταθερή επιδομή καλυφθεί με ηχοαπορροφητικές πλάκες, τότε ο ήχος από τη διέλευση των συρμών απορροφάται από την ηχοαπορροφητική επένδυση (πλάκες) και μετατρέπεται σε θερμότητα. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι η ηχοαπορροφητική ικανότητα μιας επιφάνειας, τόσο μικρότερος είναι ο θόρυβος που προκαλείται από τον ανακλώμενο ήχο. Για τον υπολογισμό της ηχοαπορροφητικής ικανότητας των υλικών εκτελούνται εργαστηριακές μετρήσεις και αυτή μετράται σε 18 συχνοτικές ζώνες (Hz): 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000. Σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 1793-1, 2012 για τον υπολογισμό της διαφοράς κανονικοποιημένης (normalized) A- ηχοστάθμης του κυκλοφοριακού θορύβου σε 1/3 της οκτάβας, DLa, σε dB, πριν και μετά την τοποθέτηση ηχοαπορροφητικών πλακών τύπου

SOUNDSORB (200 mm), βρέθηκε ότι: $DL_a = 6,8 \text{ dB}$ (Τιμαγένης, 2013). Στο εμπόριο βρίσκονται ηχοαπορροφητικές πλάκες τύπου Durisol, Rieton, Soundsorb, Liakoustik κ.α.

Κεφάλαιο Τρίτο

Μεθοδολογία

3.1 Σκοπός - Στόχοι

Η μελέτη και η διερεύνηση του επιπέδου του θορύβου από τη διέλευση του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου (ΗΣΑΠ), που προκαλείται τόσο λόγω της αντανάκλασής του στο ανοικτό περιβάλλον, όσο και λόγω των δονήσεων που προκαλούνται κατά τη διέλευση των συρμών οδηγούν στην ανάδειξη του προβλήματος της ηχορύπανσης των όμορων περιοχών του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου. Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η εξέταση της ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος, που καταγράφεται κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ, επί της παλαιάς μη συγκολλημένης σκυρογραμμής, κατά την ανακαίνιση της γραμμής, σύμφωνα με την ΚΥΑ με ΑΠ 141416/25/10/2005 και μετά το πέρας των έργων και απόδοση της νέας συγκολλημένης γραμμής, σε σταθερή επιδομή και σκύρα, προς χρήση (προσωρινή παραλαβή). Η χρονική εξέλιξη της εργασίας ξεκινά από την παλαιά σκυρογραμμή, πριν το έτος 2009, την περίοδο των εργασιών ανακαίνισης, μεταξύ των ετών 2009 έως 2011 και την μετέπειτα περίοδο ολοκλήρωσης του έργου της ανακαίνισης της γραμμής και ταυτόχρονης πραγματοποίησης εργασιών για τη βελτίωση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος όλης της γραμμής του ΗΣΑΠ, δηλαδή από τον Πειραιά έως την Κηφισιά. Στόχος της μελέτης είναι η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ηχομετρήσεων κατά τις τρεις φάσεις και η εξέταση - αξιολόγηση της συμβολής της νέας γραμμής (σε σκύρα και σταθερή επιδομή) στη βελτίωση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ. Επίσης εξετάζονται και αξιολογούνται οι έως σήμερα ενέργειες, που έχει πραγματοποιήσει η εταιρεία ΣΤΑ.ΣΥ. Α.Ε., που διαχειρίζεται τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, για τη μείωση του εκπεμπόμενου θορύβου και κυρίως την προστασία ευαίσθητων χρήσεων γης από τα υψηλά επίπεδα θορύβου, που προέρχονται από τη διέλευση των συρμών, μέσω των επιλογών της ως προς τα μέτρα αντιθορυβικής προστασίας επί της γραμμής. Τέλος, αξιολογείται η συμβολή του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου, ως ανοικτό – εξωτερικό δίκτυο, στην επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την οδική κυκλοφορία και το θόρυβο υποβάθρου, που είναι αναπόσπαστα μέρη του αστικού ιστού καθώς και οι δυνατότητες μείωσης του επιπέδου του εκπεμπόμενου θορύβου, που θα συμβάλλει στη γενικότερη βελτίωση του ακουστικού περιβάλλοντος και συνεπώς του βιοψυχικού επιπέδου των κατοίκων των όμορων περιοχών.

3.2 Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος

Το δίκτυο του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου παρουσιάζει πολλές ιδιομορφίες, όπως ότι πρόκειται για ανοικτό δίκτυο στο μεγαλύτερο τμήμα του – εξαίρεση αποτελεί μόνο η υπόγεια σήραγγα ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ – ΑΤΤΙΚΗ, το επίγειο τμήμα του, που διαχωρίζει την πόλη, το υπέργειο τμήμα του με τις γέφυρες, οι υπόγειες και υπέργειες διαβάσεις πεζών και οχημάτων, η πυκνή δόμηση κατά μήκος του, η εμπορική χρήση διάφορων περιοχών και γενικότερα οι χρήσεις γης γύρω από το δίκτυό του, που δρουν καταλυτικά στην καθημερινή ζωή των περιοίκων και των εργαζόμενων στις όμορες περιοχές. Η συνεχόμενη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ανθρώπων είναι ένα από τα βασικότερα ζητήματα – ερωτήματα της σύγχρονης εποχής και για αυτό το λόγο η συμβολή του σιδηροδρόμου, είναι πρωταρχικής σημασίας. Η εκπομπή του θορύβου, που προκαλούν οι διελεύσεις των συρμών, επιβαρύνουν το ακουστικό περιβάλλον και δρουν επιβαρυντικά τόσο στην υγεία των ανθρώπων όσο και στη γενικότερη ανάπτυξη των περιοχών που διέρχεται ο σιδηρόδρομος. Με δεδομένη την ανακαίνιση της γραμμής και τις βελτιωτικές ενέργειες, που μπορούν να πραγματοποιηθούν με στόχο τη μείωση του εκπεμπόμενου θορύβου, εξετάζεται η συμβολή του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου στη βελτίωση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του και των ωφελειών που θα επακολουθήσουν αυτής.

3.2.1 Θέση έργου

Ο Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος – Γραμμή 1 των Σταθερών Συγκοινωνιών διέρχεται το λεκανοπέδιο της Αθήνας, του νομού Αττικής (εικόνα 3.1). Πιο συγκεκριμένα η γραμμή 1 ξεκινά από τον Πειραιά, από την ακτή Ποσειδώνος (ακτή Καλλιμασιώτη), απέναντι ακριβώς από το λιμάνι και καταλήγει στην Κηφισιά, επί της οδού Τατοΐου. Το συνολικό μήκος της χάραξης είναι 25,8 Km. Οι περιοχές από τις οποίες διέρχεται η γραμμή του ΗΣΑΠ υπάγονται διοικητικά στους πιο κάτω δήμους:

- Δήμος Πειραιά, για το τμήμα από την αρχή του έργου (Χ.Θ. 0+000) έως τη Χ.Θ. 3+200
- Δήμος Μοσχάτου, από τη Χ.Θ. 3+200 έως τη Χ.Θ. 5+350
- Δήμος Καλλιθέας, από τη Χ.Θ. 5+350 έως τη Χ.Θ. 6+500
- Δήμος Ταύρου, από τη Χ.Θ. 5+600 έως τη Χ.Θ. 6+500 (στο τμήμα αυτό η γραμμή των ΗΣΑΠ διέρχεται στο όριο των δήμων Καλλιθέας και Ταύρου)
- Δήμος Αθηναίων, από τη Χ.Θ. 6+500 έως τη Χ.Θ. 16+400
- Δήμος Νέας Ιωνίας, από τη Χ.Θ. 16+400 έως τη Χ.Θ. 18+690
- Δήμος Ηρακλείου, από τη Χ.Θ. 16+890 έως τη Χ.Θ. 20+500
- Δήμος Αμαρουσίου, από τη Χ.Θ. 20+500 έως τη Χ.Θ. 24+600

- Δήμος Κηφισιάς, από τη Χ.Θ. 24+600 έως τη Χ.Θ. 25+837 (πέρας έργου)

Στην εικόνα 3.2 δίνεται η σχηματική μηκοτομή της χάραξης από την αρχή του έργου έως το σταθμό της Ομόνοιας (Χ.Θ. 9+981), ενώ στην εικόνα 3.3 δίνεται η σχηματική μηκοτομή της χάραξης από την Ομόνοια (Χ.Θ. 9+981) έως το πέρας του έργου (Χ.Θ. 25+837).

3.2.2 Πληθυσμός όμορων δήμων του ΗΣΑΠ

Η εξέλιξη του πληθυσμού των δήμων που διέρχεται ο ΗΣΑΠ κατά την περίοδο 1961 – 2011 περιγράφεται στον Πίνακα 3.1. Η σύνθεση της απασχόλησης στους πιο πάνω δήμους είναι χαρακτηριστική της αστικής περιοχής της πρωτεύουσας. 0,55% των κατοίκων της απασχολείται στον πρωτογενή τομέα, 23,21% στο δευτερογενή τομέα και 76,24% στον τριτογενή τομέα. Το μεγαλύτερο ποσοστό, λοιπόν, απασχολείται στις δραστηριότητες του τριτογενή τομέα, ενώ ελάχιστα αναπτυγμένος είναι ο πρωτογενής τομέας

3.2.3 Χρήσεις γης στην ευρύτερη περιοχή του ΗΣΑΠ

Στο σύνολο της περιοχής μελέτης, κύρια χρήση αποτελεί η κατοικία. Βέβαια, στις περιοχές αυτές υπάρχουν και χρήσεις λιανικού εμπορίου, εκπαίδευσης, διοίκησης κλπ. Η πυκνότητα των κτηρίων παρουσιάζει διαφορές, άλλοτε έντονες και άλλοτε όχι, από περιοχή σε περιοχή. Οι περιοχές του κέντρου από το σταθμό της Βικτώριας έως και των Πατησίων είναι ιδιαίτερα πυκνοκατοικημένες, ενώ οι κεντρικές λειτουργίες αναπτύσσονται διάσπαρτα στον αστικό ιστό. Από το σταθμό των Άνω Πατησίων έως και την Κηφισιά παρατηρείται χαμηλότερη πυκνότητα δόμησης. Στις βόρειες περιοχές παρουσιάζεται αρκετά εντονότερα το φυσικό περιβάλλον καθώς υπάρχουν αρκετές ελεύθερες εκτάσεις, κοινόχρηστοι ανοιχτοί χώροι και χώροι πρασίνου. Στο νότιο τμήμα του δικτύου, επίσης πυκνοκατοικημένες είναι οι περιοχές από το σταθμό των Πετραλώνων έως το Μοσχάτο. Και στις περιοχές αυτές, ιδιαίτερα μετά το σταθμό της Καλλιθέας, υπάρχουν συχνά κοινόχρηστοι ανοιχτοί χώροι και πάρκα, παράλληλα με την γραμμή του, που συμβάλλουν στην αισθητική του τοπίου. Αντίθετα, οι περιοχές της Ειρήνης και του Φαλήρου δεν αποτελούν χρήσεις γης κατοικίας, καθώς εκεί απαντώνται κυρίως χώροι για την ανάπτυξη αθλητικών δραστηριοτήτων. Σε αρκετές περιοχές κατά μήκος της γραμμής υπάρχουν βιοτεχνίες, και βιομηχανίες. Τέτοιες ζώνες ανάπτυξης κυρίως μεταποιητικών δραστηριοτήτων απαντώνται στην περιοχή του Πειραιά έως και την Καλλιθέα. Στο βόρειο τμήμα της γραμμής, οι χρήσεις αυτές αναπτύσσονται μεταξύ Περισσού και Πευκακίων και από τις δύο πλευρές της διαδρομής. Χρήσεις γης, που αφορούν τις δραστηριότητες του δευτερογενούς

τομέα απαντώνται και σε ένα μικρό μέρος στην περιοχή της Νέας Ιωνίας. Χρήσεις γης για υπηρεσίες δεν απαντώνται εκτός του κέντρου, όπου η γραμμή είναι υπόγεια. Τέλος, οι ευαίσθητες χρήσεις γης βρίσκονται κατά μήκος όλης της γραμμής. Οι χρήσεις αυτές αφορούν κυρίως νοσοκομεία και γηροκομεία, χρήσεις εκπαίδευσης, χώρους ιστορικής και πολιτιστικής σημασίας.

3.2.4 Παραγωγικοί τομείς

Παρακάτω γίνεται αναφορά στους παραγωγικούς τομείς ενασχόλησης του εργατικού δυναμικού των όμορων δήμων του ΗΣΑΠ:

- Πρωτογενής τομέας: αμελητέος στα όρια χρήσης του ΗΣΑΠ.
- Δευτερογενής τομέας. Στο δευτερογενή τομέα απασχολείται το 23,2% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της περιοχής του έργου. Μέχρι σήμερα η μεταποίηση στην άμεση και στην ευρύτερη περιοχή του έργου βρίσκεται σε πολύ ψηλά επίπεδα.
- Τριτογενής τομέας. Στον τριτογενή τομέα απασχολείται το 76,2% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της περιοχής του έργου. Ο τριτογενής τομέας είναι αρκετά εκτεταμένος με κυριότερες δραστηριότητες το εμπόριο, τις κατασκευές, τις λειτουργίες της δημόσιας διοίκησης, την εκπαίδευση, και τις μεταφορές.

3.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις (παλαιά σκυρογραμμή)

Ο προσδιορισμός της ποιότητας του υπάρχοντος ακουστικού περιβάλλοντος, συνίσταται βασικά στην καταγραφή του ακουστικού περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης και τα στοιχεία αυτά προέρχονται τις περισσότερες φορές από τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ. Συνήθως πρόκειται για μετρήσεις ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος υπό μορφή κάποιων χαρτών θορύβου. Για την περιοχή διέλευσης της γραμμής 1 δεν υφίσταται συγκεκριμένος χάρτης θορύβου. Η περιοχή του έργου όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως έχει διάφορες χωροταξικές χρήσεις καθώς διέρχεται μέσω πολλών περιοχών και δήμων. Έτσι, για τη διερεύνηση του ακουστικού περιβάλλοντος, στα πλαίσια της εκπόνησης της ΜΠΕ του έργου, αποφασίστηκε η εκτεταμένη κάλυψη με μετρήσεις καθ' όλη την πορεία χάραξης και σε όλους τους υπάρχοντες σταθμούς πλην φυσικά των τμημάτων που διέρχονται υπογείως και άρα δεν προκαλούν καμία επίπτωση στο ακουστικό περιβάλλον. Για την εξέταση της υφιστάμενης κατάστασης ακουστικού περιβάλλοντος στις περιοχές δίπλα στη γραμμή 1 του ΗΣΑΠ, έγινε καμπάνια ακουστικών μετρήσεων στα πλαίσια της παρούσας μελέτης με 83 ακουστικές μετρήσεις σε διάφορα σημεία μέτρησης με αναλυτή ακριβείας (ηχόμετρο με επεξεργαστή) τύπου I σε

χρονικά διαστήματα 5' έως και 15'. Στόχος των μετρήσεων, που έγιναν από 25 Ιουνίου έως 10 Ιουλίου 2003, ήταν η ενδεικτική καταγραφή του ακουστικού περιβάλλοντος στην άμεση γειτονία της γραμμής, ως αποτέλεσμα της συνολικής επιβάρυνσης της περιοχής από τους συρμούς, αλλά και την οδική κυκλοφορία των παράπλευρων της γραμμής δρόμων. Έγινε μάλιστα προσπάθεια αποτύπωσης της διαφοροποίησης των συνθηκών θορύβου "με" και "χωρίς" διέλευση τρένου. Τα σημεία μέτρησης επελέγησαν έτσι ώστε να καλύπτουν πλήρως τις απαιτήσεις της παρούσας μελέτης και έγιναν σε 78 σημεία εκατέρωθεν της γραμμής ενώ έγιναν και 5 μετρήσεις εντός συρμών. Για την καλύτερη δυνατή ανάλυση έγινε επεξεργασία διαφόρων παραμέτρων θορύβου όπως Lmax, Lmin, L1, L10, L50, L90, L95, L99, Leq, και LAE σε dB(A).

Επιπλέον των ανωτέρω μετρήσεων έγινε και δεύτερη καμπάνια επιλεγμένων μετρήσεων (16-25 Ιουλίου 2003) προς επιβεβαίωση ορισμένων από τις παραπάνω μετρήσεις, ειδικά σε θέσεις με υψηλό θόρυβο και ευαίσθητες χρήσεις. Μεταξύ άλλων στη δεύτερη αυτή σειρά μετρήσεων έγιναν μετρήσεις και εντός διαμερισμάτων με κλειστά ή ανοικτά παράθυρα, ενώ έγιναν ενδεικτικές μετρήσεις ολικού θορύβου σε αντιδιαστολή με τον οδικό θόρυβο και σύντομες καταγραφές κυκλοφοριακού φόρτου. Επίσης αναφέρονται τα αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου σε επιλεγμένες θέσεις στο τμήμα Κηφισιά-Αμαρούσιο που έγιναν το έτος 2002.

α. Κύριες μετρήσεις (πρώτη σειρά).

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι θέσεις και τα αποτελέσματα της καταγραφής του ακουστικού περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης. Τα περιληπτικά στατιστικά όλων των μετρημένων δεικτών της 1^{ης} σειράς (εκτός των μετρήσεων που έγιναν εντός των συρμών) παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2.

β. Συμπληρωματικές μετρήσεις (δεύτερη σειρά).

Στον πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι θέσεις και τα αποτελέσματα της καταγραφής του ακουστικού περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης. Στον πίνακα 4.4 παρουσιάζονται τα περιληπτικά στατιστικά των μετρήσεων της 2^{ης} σειράς.

γ. Μετρήσεις από ακουστική μελέτη στο τμήμα Κηφισιά-Μαρούσι.

Πραγματοποιήθηκαν ηχομετρήσεις σε διάστημα 4 ημερών, σε 8 θέσεις, από τις οποίες 2 στο ισόγειο, 4 στον Α όροφο και 2 στον Β όροφο κατοικιών που γειτνιάζουν με τη γραμμή. Οι μετρήσεις χωρίστηκαν σε δύο χρονικά διαστήματα από 05:00 έως 13:00 και από 15:00 έως 22:00. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

3.4 Σιδηροδρομικός θόρυβος

3.4.1 Περιγραφή σιδηροδρομικού θορύβου

Ο θόρυβος που οφείλεται στη σιδηροδρομική κυκλοφορία (Εικόνα 3.4) έχει διαφορετική φύση από το θόρυβο της οδικής κυκλοφορίας και αυτό οφείλεται στα παρακάτω:

- το φάσμα του παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλές συχνότητες
- υπάρχουν σημαντικής διάρκειας χρονικά διαστήματα μεταξύ των διελεύσεων συρμών χωρίς καθόλου ακουστική όχληση
- η χρονική ανάπτυξη του σιδηροδρομικού θορύβου παρουσιάζει ιδιαίτερη κανονικότητα (αύξηση, σταθερότητα, μείωση της ηχητικής στάθμης ανάλογα με τη διάρκεια διέλευσης που εξαρτάται βέβαια από την ταχύτητα του συρμού και το μέγεθός του).
- η πηγή είναι πολύ καλά τοποθετημένη στο χώρο, αφού το τραίνο είναι μέσο μεταφοράς με σταθερή τροχιά και χαρακτηρίζεται από το γεγονός εκπομπής θορύβου σε δύο κατευθύνσεις, τόσο κατά μήκος της γραμμής όσο και κάθετα σ' αυτή.

Οι εκπομπές αερόφερτου θορύβου από τη σιδηροδρομική κυκλοφορία οφείλονται στις ακόλουθες επί μέρους πηγές:

- Θόρυβος κύλισης (αλληλεπίδραση τροχών-σιδηροτροχιών)
- Θόρυβος μηχανής & βοηθητικών συστημάτων (φρένα, ανεμιστήρες, αεροσυμπιεστές), με αυξημένη βαρύτητα σε χαμηλές ταχύτητες κυκλοφορίας συρμών
- Αεροδυναμικός θόρυβος, που έχει αυξημένη βαρύτητα σε υψηλές ταχύτητες κυκλοφορίας συρμών

Οι διάφορες κατηγορίες συρμών, σιδηροτροχιών, συστημάτων ενέργειας (μηχανές ντήζελ ή ηλεκτροκίνητες), καθώς και οι συνθήκες εκμετάλλευσης καθορίζουν την τυπολογία του προβλήματος σε ποικίλες περιπτώσεις που χαρακτηρίζονται από μη συνήθεις συνθήκες. Τα μέτρα αντιθορυβικής προστασίας επίσης πρέπει να λαμβάνουν υπ' όψη τις ειδικές συνθήκες σχεδιασμού των σιδηροτροχιών (ασφάλεια, περιτύπωμα γραμμής, κλπ.), ενώ η τεχνολογία κατασκευής τους είναι πολλές φορές αισθητά διαφορετική από αυτή των εργαζόμενων αυτοκινητόδρομων.

3.4.2 Υπολογισμός σιδηροδρομικού θορύβου κατά τη λειτουργία

Ο υπολογισμός του σιδηροδρομικού θορύβου σε επιλεγμένες θέσεις εκατέρωθεν της γραμμής του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου μας επιτρέπει να διαπιστώσουμε, εάν ο θόρυβος που προκαλείται είναι μεγαλύτερος των επιτρεπόμενων τιμών. Στον πίνακα 3.2 αποτυπώνονται κάποιες από τις ευαίσθητες χρήσεις και σε απόσταση μικρότερη των 60 m από τη γραμμή. Υπολογίζεται μια στάθμη θορύβου άμεσα εξαρτώμενη από τα χαρακτηριστικά της πηγής και στη συνέχεια λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες διάδοσης προς το δέκτη. Σύμφωνα με τις περισσότερες μεθόδους υπολογισμού, ο σιδηροδρομικός συρμός διαχωρίζεται σε μια βασική στάθμη θορύβου για το σύνολο των οχημάτων που τον αποτελούν, και αν κριθεί απαραίτητο και σε μια δεύτερη βασική στάθμη θορύβου για την μηχανή. Διαδοχικές διορθώσεις ανάλογα με τις συνθήκες διάδοσης γίνονται στη βασική στάθμη θορύβου για τον προσδιορισμό της προσλαμβανόμενης στάθμης σε συγκεκριμένο δέκτη. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να περιγραφεί από τη σχέση:

$$L = L_0 + \Delta\tau - \Delta s - \Delta A - \Delta G - \Delta E + \Delta R + \Delta F$$

όπου:

- L είναι ο θόρυβος από τα σιδηροδρομικά οχήματα (ή τη μηχανή, όταν υπάρχει) εκφρασμένος είτε ως μέγιστη στάθμη θορύβου L_{max} είτε ως μέση ενεργειακή στάθμη θορύβου L_{eq} .
- L_0 είναι η βασική στάθμη θορύβου για ένα συγκεκριμένο τύπο τροχαίου υλικού ή μηχανής σε δεδομένη απόσταση από τη γραμμή. Απαραίτητη για τον προσδιορισμό της L_0 είναι η γνώση της ταχύτητας διέλευσης του σύρμου και της ποιότητας της επιδομής της γραμμής.
- $\Delta\tau$ είναι η διόρθωση λόγω τύπου σύνδεσης της γραμμής ή ειδικών κατασκευών (πχ γέφυρες).
- Δs είναι η διόρθωση λόγω απόστασης από τη γραμμή και περιλαμβάνει και τυχόν διορθώσεις λόγω του μήκους του συρμού.
- ΔA είναι η διόρθωση λόγω απορρόφησης του θορύβου από τον αέρα.
- ΔG είναι η διόρθωση λόγω απορρόφησης του εδάφους.
- ΔE είναι η διόρθωση λόγω εμποδίων κατά τη διάδοση του θορύβου.
- ΔR είναι η διόρθωση λόγω ανακλάσεων σε απέναντι πετάσματα ή ανακλαστικές επιφάνειες.
- ΔF είναι η διόρθωση λόγω γειννίας του δέκτη με πρόσοψη κτιρίου.

3.4.3 Εκτίμηση προβλεπόμενης στάθμης σιδηροδρομικού θορύβου κατά τη λειτουργία

Για τον υπολογισμό και την αξιολόγηση του σιδηροδρομικού θορύβου χρησιμοποιείται η επίσημη βρετανική μέθοδος Calculation of Railway Noise 1995.

Κατ' αρχήν υπολογίζεται η βασική στάθμη θορύβου, που αντιπροσωπεύει την επιβάρυνση που προκαλεί η γραμμή σε απόσταση 25m από τον άξονα, ευρισκόμενη στη στάθμη του εδάφους και χωρίς την παρουσία εμποδίων. Μετά τη βασική στάθμη θορύβου, υπολογίζεται με χρήση κατάλληλων διορθώσεων (πχ για την απόσταση κλπ) η στάθμη στον επιθυμητό δέκτη.

Με βάση τη βρετανική μέθοδο υπολογίζεται πρώτα η στάθμη ηχητικής έκθεσης (Sound exposure Level, SEL) ενός μεμονωμένου οχήματος (SEL_v) για δεδομένη ταχύτητα και στη συνέχεια υπολογίζεται η στάθμη αναφοράς SEL_{ref} για το συνολικό συρμό. Τελικά υπολογίζεται η ισοδύναμη συνεχής ακουστική στάθμη 18ώρου, πρακτικά δηλαδή για όλη την περίοδο λειτουργίας του δικτύου (06:00 έως 24:00).

Για την εκτίμηση της βασικής στάθμης θορύβου απαιτείται η γνώση παραμέτρων, τύπος τροχαίου υλικού, ταχύτητα συρμού, κατάσταση γραμμής.

- Τροχαίο υλικό-Τύποι συρμών:

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης το πρόβλημα της τυπολογίας είναι σχετικά απλό, αφού δεν υπάρχει πολυτυπία συρμών, πρόκειται για γραμμή μητροπολιτικού σιδηροδρόμου στην οποία κυκλοφορούν μόνο ηλεκτροκίνητα οχήματα τριών παρόμοιων τύπων (8ης, 10ης και 11ης παραλαβής), σύγχρονης τεχνολογίας και παρόμοιας εκπεμπόμενης στάθμης θορύβου. Οι συρμοί αποτελούνται από 5 ή 6 οχήματα. Στην παρούσα μελέτη επί το δυσμενέστερον θα θεωρηθεί ότι όλοι έχουν 6 οχήματα και μήκος 106 m. Αναλυτικά:

1. Πεντάδυμοι συρμοί Siemens-Man (8η παραλαβή). Η παραλαβή τους έγινε το 1983-1984. Για την κυκλοφορία του νέου τροχαίου υλικού τους οι ΗΣΑΠ αύξησαν την ονομαστική τάση λειτουργίας της ηλεκτροφόρου γραμμής σε 750 Volt. Στον πίνακα 3.3 δίνονται τα χαρακτηριστικά των συρμών 8ης παραλαβής.
2. Πεντάδυμοι συρμοί Siemens-Man-Ελληνικά Ναυπηγεία (10η παραλαβή). Η παραλαβή τους έγινε την περίοδο 1994-1995. Στον πίνακα 3.4 δίνονται τα χαρακτηριστικά των συρμών 10ης παραλαβής.
3. Εξαδυμοι συρμοί Adtranz-Siemens-Ελληνικά Ναυπηγεία (11η παραλαβή). Η παραλαβή τους έγινε από το 2000 έως το 2004. Στον πίνακα 3.5 δίνονται τα χαρακτηριστικά των συρμών 11ης παραλαβής.

- Ταχύτητα:

Η ταχύτητα που αναπτύσσουν οι συρμοί του ΗΣΑΠ σε κάθε σημείο της διαδρομής ποικίλει ανάλογα με τις συνθήκες της χάραξης και της επιδομής (ανωφέρεια, κλειστές καμπύλες, παρουσία συσκευών γραμμής) και την απόσταση από τον πλησιέστερο σταθμό. Η μέγιστη ταχύτητα είναι 70 km/h και επιτυγχάνεται σε τμήματα μεταξύ σταθμών που απέχουν αρκετά μεταξύ τους και η χάραξη είναι άνετη (π.χ. μεταξύ Πειραιά-Φαλήρου, Φαλήρου-Μοσχάτου, Μοσχάτου-Καλλιθέας, Ανω Πατησίων-Περισσού, Ηρακλείου-Ειρήνης, Ειρήνης-Αμαρουσίου). Για το έτος 2011 οι ταχύτητες κυμαίνονται από 50 έως 70 km/h. Για το έτος στόχο 2015 οι ταχύτητες ελήφθησαν αυξημένες κατά 10 περίπου km/h, όπου αυτό ήταν δυνατόν να επιτευχθεί..

- Συχνότητα διέλευσης συρμών ή χρονοαπόσταση:

Πριν την έναρξη των εργασιών για την ανακαίνιση της γραμμής η χρονοαπόσταση των συρμών από την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων της Αθήνας το 2004 και ύστερα ήταν περί τα 3,5 min τις ώρες αιχμής τις καθημερινές, περί τα 6 min τα Σάββατα και περί τα 7 min τις Κυριακές. Από το Φεβρουάριο του 2009, οπότε και ξεκίνησαν οι εργασίες ανακαίνισης της γραμμής εφαρμόστηκαν 54 διαφορετικά προγράμματα δρομολόγησης, ανάλογα με τις ανάγκες του έργου. Πολλά από αυτά ήταν τμηματικά, σε περιόδους όπου διακόπηκε η λειτουργία ολόκληρου τμήματος της γραμμής και η σύνδεση των εν λειτουργία τμημάτων πραγματοποιούνταν με λεωφορεία με τη χρονοαπόσταση να ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες από 6 min έως 15 min. Τα προγράμματα δρομολόγησης, που εφαρμόστηκαν τις περισσότερες συνολικά ημέρες σε όλο το τμήμα της γραμμής, με αμφιδρομήσεις τμημάτων, όπου πραγματοποιούνταν εργασίες, είχαν χρονοαπόσταση 7,5 min. Βέβαια, σε πολλές περιπτώσεις και ανάλογα με τη φύση των εργασιών, οι χρονοαποστάσεις δεν τηρούνταν επακριβώς με αποτέλεσμα την καθυστέρηση των δρομολογίων και τη γενικότερη ενόχληση του επιβατικού κοινού. Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών ανακαίνισης το Δεκέμβριο του έτους 2011 και την απόδοση της γραμμής σε πλήρη λειτουργία, παράγοντες όπως η οικονομική ύφεση στην οποία περιήλθε η χώρα μας και η μεγάλη ανεργία με συνέπεια λιγότερες μετακινήσεις των επιβατών και γενικότερη μείωση της επιβατικής κίνησης η χρονοαπόσταση τις ώρες αιχμής καθιερώθηκε στα 6 min. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι δυνατότητες της νέας γραμμής και της νέας σηματοδότησης είναι τέτοιες, που η χρονοαπόσταση των συρμών μπορεί να είναι 2,5 min.

- **Κατάσταση γραμμής:**

Στην πρώτη φάση μελέτης, δηλαδή πριν το έτος 2009, η γραμμή του ΗΣΑΠ ήταν σκυρογραμμή, σιδηροτροχιές σε ξύλινους στρωτήρες επί έρματος (σκύρα) άλλοτε συνεχώς συγκολλημένες, αλλά και με αρμούς σε περιοχές συσκευών γραμμής, μονωτικών αρμών, καμπυλών κλπ. Μετά τα έργα ανακαίνισης, η γραμμή είναι τύπου πλήρους συγκολλημένης γραμμής για όλο το μήκος με τσιμεντένιους ή ξύλινους στρωτήρες, σε σκύρα ή σε σταθερή επιδομή. Για την εκτίμηση της στάθμης θορύβου στον τελικό αποδέκτη, απαραίτητα είναι η συχνότητα διέλευσης των συρμών περί τα 4,5' το 2003, 3,5' το 2004 και 2,5' το 2015 (σύμφωνα με τη νέα σηματοδότηση), αλλά και στοιχεία της διατομής ελέγχου, όπως η απόσταση του αποδέκτη από τη γραμμή, το ύψος του, τυχόν εμπόδια κλπ. Επειδή δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία διατομών ή μηκοτομής και οριζοντιογραφίας στις οποίες να αποτυπώνεται το φυσικό έδαφος και τα τοπογραφικά και γεωμετρικά στοιχεία της διατομής, έγινε σχηματική προσομοίωση 15 αντιπροσωπευτικών κατά το δυνατόν διατομών σε όλο το μήκος του έργου (Πίνακας 3.6), με βάση το διαθέσιμο χαρτογραφικό υλικό και προσεγγιστική αποτύπωση (κυρίως αποστάσεις) των γεωμετρικών συνθηκών των διατομών αυτών. Εγινε προσπάθεια ώστε οι διατομές αυτές να είναι κατά το δυνατόν δυσμενείς για λόγους διερεύνησης δυσμενέστερου σεναρίου, ενώ οι αποδέκτες (2 μέτρα από προσόψεις κτιρίων) να βρίσκονται σχετικά σε κοντινές θέσεις με τη γραμμή. Ταυτόχρονα πολλές από τις διατομές αυτές αφορούν περιοχές ειδικών χρήσεων (πχ σχολεία ή εκκλησίες) ή περιοχές όπου έχουν καταγραφεί παράπονα κατοίκων για αυξημένο θόρυβο (πίνακας 3.2). Αφού ελήφθησαν υπόψη όλα τα διαθέσιμα στοιχεία που προαναφέρθηκαν, «έτρεξε» το μοντέλο υπολογισμού σιδηροδρομικού θορύβου RAILNOISE (πίνακας 4.1) (Αργυρόπουλος & Μπέντος, 2002). Το μοντέλο χρησιμοποιεί τις Βρετανικές μεθόδους για σιδηροδρομικό θόρυβο με βάση το εγχειρίδιο Calculation of Railway Noise, 1995, Department of Transport HMSO.

3.4.4 Μεθοδολογία πρόβλεψης θορύβου κατά την κατασκευή της σταθερής επιδομής

Οι βασικές αρχές μεθοδολογίας πρόβλεψης στάθμης θορύβου από την κατασκευή της σταθερής επιδομής στηρίζονται στη γνωστή Αγγλική προδιαγραφή BS5228, Μέρος 1: 1984 "Έλεγχος θορύβου κατά την κατασκευή και σε υπαίθριες θέσεις" (British Standards Institution).

- Σταθερές πηγές θορύβου: Σύμφωνα με το προαναφερθέν Βρετανικό πρότυπο ο υπολογισμός της ηχητικής στάθμης για σταθερές πηγές θορύβου μπορεί να γίνει είτε με τη μέθοδο LAeq

λειτουργίας, είτε με τη μέθοδο της ηχητικής ισχύος. Από τις δύο αυτές μεθόδους η πρώτη, που θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για τον υπολογισμό της ηχητικής στάθμης κατά την κατασκευή του υπό μελέτη έργου, επικρατεί ως προς την ακρίβεια της πρόβλεψης, ενώ η δεύτερη χρησιμοποιείται κυρίως σε περίπτωση έλλειψης στοιχείων της στάθμης LAeq. Μέθοδος LAeq λειτουργίας. Η μέθοδος LAeq λειτουργίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η θέση και οι δραστηριότητες του εργοταξίου είναι σαφώς καθορισμένες. Βασίζεται στη χρησιμοποίηση μετρηθέντων τιμών LAeq και στην εφαρμογή διαφόρων διορθώσεων ανάλογα με την απόσταση πηγής-αποδέκτη, την ύπαρξη αντιθρορυβικών πετασμάτων και ανακλάσεων. Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι κατά τον υπολογισμό του επιπέδου του θορύβου λαμβάνονται υπόψη οι μεταβολές στον κύκλο λειτουργίας του εργοταξίου, οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις διάφορες πηγές του εργοταξίου κατά τη διάρκεια λειτουργίας του και η προκύπτουσα ολική διακύμανση του επιπέδου του θορύβου με το χρόνο. Η πρόβλεψη του επιπέδου ηχητικής στάθμης για τις σταθερές πηγές λειτουργίας ενός εργοταξίου περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Ανάλυση της σύνθεσης του εργοταξίου.
 2. Καθορισμός του LAeq (10 m) για κάθε σταθερή πηγή θορύβου του εργοταξίου.
 3. Υπολογισμός του LAeq για την πραγματική απόσταση μεταξύ πηγής-δέκτη και διορθώσεις για αντιθρορυβικά πετάσματα και ανακλάσεις.
 4. Εκτίμηση του ποσοστού της περιόδου κατά την οποία λαμβάνει χώρα η λειτουργία της πηγής και αναγωγή του LAeq στο σύνολο της χρονικής διάρκειας λειτουργίας του εργοταξίου.
 5. Συνδυασμός των ανηγμένων LAeq κάθε πηγής.
- Κινητές πηγές θορύβου. Το BS5228 διακρίνει δύο περιπτώσεις για την πρόβλεψη της ηχητικής στάθμης από κινητές πηγές θορύβου ενός εργοταξίου:
 1. Κίνηση πηγής σε περιορισμένο χώρο. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη του LAeq και για δραστηριότητες κατά τις οποίες κινητές πηγές θορύβου λειτουργούν σε άμεση γειτονία με το σημείο ενδιαφέροντος λαμβάνοντας υπόψη και την περίοδο στάσης και λειτουργίας της πηγής στο ρελαντί. Στην περίπτωση αυτή η πρόβλεψη του επιπέδου ηχητικής στάθμης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια: Ανάλυση των κινητών πηγών του εργοταξίου, επιλογή της ηχητικής ισχύος από τους πίνακες του πρότυπου BS5228, υπολογισμό του επιπέδου θορύβου στο σημείο ενδιαφέροντος από το επίπεδο, ηχητική ισχύ και την ελάχιστη απόσταση, διορθώσεις λόγω αντιθρορυβικών πετασμάτων και ανακλάσεων, εκτίμηση

του συντελεστή απόστασης και του χρονοϊσοδυνάμου, εκτίμηση του ποσοστού της περιόδου κατά την οποία λαμβάνει χώρα η λειτουργία της πηγής, διόρθωση της διάρκειας της δραστηριότητας και αναγωγή του LAeq στο σύνολο της χρονικής διάρκειας λειτουργίας του εργοταξίου, συνδυασμό των ανηγμένων LAeq κάθε πηγής.

2. Κίνηση πηγής σε μεγάλη απόσταση και καθορισμένη διαδρομή. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη του LAeq όταν κινητές πηγές διέρχονται από το σημείο ενδιαφέροντος με γνωστό ρυθμό την ώρα κυρίως κατά την κίνηση σε βοηθητικούς δρόμους. Στην περίπτωση αυτή η πρόβλεψη του επιπέδου ηχητικής στάθμης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια: υπολογισμός LAeq από το επίπεδο ηχητικής ισχύος για τις κινητές πηγές σε βοηθητικούς δρόμους, εκτίμηση του ποσοστού της περιόδου κατά την οποία λαμβάνει χώρα η λειτουργία της πηγής, διόρθωση της διάρκειας της δραστηριότητας και αναγωγή του LAeq στο σύνολο της χρονικής διάρκειας λειτουργίας του εργοταξίου, συνδυασμό των ανηγμένων LAeq κάθε πηγής.

3.4.5 Βασικοί υπολογισμοί θορύβου κατά την φάση της κατασκευής

Διερευνήθηκε ο υπολογισμός στάθμης LAeq(T), συνδυασμένης συνολικής λειτουργίας T=12 h μιας πιθανής διάταξης και σύνθεσης μηχανημάτων σε υποθετικούς δέκτες ευρισκόμενους στα όρια του εργοταξίου κατασκευής της σταθερής επιδομής, όσο και η απόσταση μιας κοντινής κατοικίας από τις εργασίες. Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι εργασίες ενίσχυσης της σήραγγας Μοναστηράκι-Αττική θα εκτελεστούν εντός της σήραγγας οπότε δεν αναμένονται επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον. Η σύνθεση του παραπάνω εργοταξίου δίνεται στη συνέχεια:

1. Μία αυτοκινούμενη πρέσα ωπλισμένου σκυροδέματος (100 kw).
2. Δύο βαρέα φορτηγά (dump track) 35 t σε διαδικασία φόρτωσης με κινητήρες στο ρελαντί ή με ταχύτητα κίνησης 5-10 Km/h εντός του εργοταξίου.
3. Ένα εκσκαπτικό/φορτωτής (tracked excavator) 52 KW.
4. Ένας τροχοφόρος φορτωτής υλικών εκσκαφών (wheeled loader) 41 KW.
5. Μία μπετονιέρες 22+ kW των 6 m³

Ελήφθησαν διαφορετικοί χρόνοι πραγματικής λειτουργίας tc για τα ανωτέρω μηχανήματα, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.8, στον οποίο παρατίθενται οι παραδοχές και τα αποτελέσματα των προβλέψεων του θορύβου από το εργοτάξιο.

3.5 Μέθοδος συλλογής δεδομένων

3.5.1 Μετρητικός εξοπλισμός

Για την πραγματοποίηση των ηχομετρήσεων, τόσο κατά τη διάρκεια του έργου ανακαίνισης της γραμμής όσο και στην επόμενη φάση απόδοσης της γραμμής σε προσωρινή λειτουργία, χρησιμοποιήθηκε ο ακόλουθος εξοπλισμός:

1. Ολοκληρωτικό Ηχόμετρο: Ψηφιακός αναλυτής ήχου μοντέλο Norsonic N-131 serial number 1312735, ακρίβειας class 1 κατά IEC 61672-1:2003 της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής καθώς και του ΕΛΟΤ EN 61672.01 «Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications», με φίλτρα πραγματικού χρόνου, 1/1- και 1/3-οκτάβας ακρίβειας class 1 κατά IEC 61260-1:1995 της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής “Electroacoustics – Octaveband and fractional-octave-band filters”, με φασματικά σταθμιστικά δίκτυα A, B, C, Linear, ανίχνευση Fast, Slow, Impulse, Max, Min, SEL, Leq, στατιστική κατανομή με εύρος ζώνης 0,2dB, Peak + και -, μη σταθμισμένο Peak, σύνδεση με H/Y μέσω USB, εσωτερική μνήμη.
2. Προενισχυτής: προενισχυτής μικροφώνου ½" μοντέλο Norsonic N-1209
3. Μικρόφωνο: πυκνωτικό μικρόφωνο ½" ελευθέρου πεδίου μοντέλο Norsonic N-1225
4. Ακουστικός βαθμονομητής πεδίου τύπου pistonphone ακρίβειας class 1 κατά IEC 60942-1:2003 της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής «Electroacoustics - Sound calibrators» Norsonic N-1251 serial number 31089.

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης βοηθητικά ανεμόμετρο, και όργανο μέτρησης κατακόρυφης επιτάχυνσης δονήσεων για ενδεικτική μέτρηση δονήσεων.

Για τις ηχομετρήσεις μετά την απόδοση της γραμμής σε πλήρη λειτουργία χρησιμοποιήθηκε ο ακόλουθος εξοπλισμός:

1. Όργανο ηχομέτρησης 1^ο: SVAN 958 Four Channel Analyser.
2. Εξοπλισμός μετρήσεων θορύβου σε εξωτερικό περιβάλλον: SV 22 ½' prepolarised microphone, SV 12L preamplifier, SA 203 all weather microphone protection (ανεμοκάλυπτρο).
3. Λογισμικό επεξεργασίας ηχομετρήσεων: SvanPC++ ver. 1.4.6
4. Όργανο ηχομέτρησης 2^ο: Bruel & Kjaer 2250 (Ηχόμετρο τύπου 1)
5. Βαθμονομητής: Brüel & Kjær, Type 4230 (Calibrator)
6. Λογισμικό επεξεργασίας ηχομετρήσεων: Brüel & Kjær, BZ5503 ver. 36.0.30.

Επίσης ο εξοπλισμός περιείχε και μονάδα εξωτερικής ηλεκτρικής τροφοδοσίας των ηχομέτρων για αύξηση της αυτονομίας τους.

3.5.2 Νομοθεσία

Ξεκινώντας από το αρχικό στάδιο εκτίμησης του επιπέδου θορύβου, πριν από την έναρξη των εργασιών ανακαίνισης της γραμμής, ο υπολογισμός και εκτίμηση του θορύβου βασίστηκε κυρίως στην Μελέτη Περιβαλλοντικών Όρων που συντάχθηκε στα πλαίσια του έργου και στην τότε ισχύουσα νομοθεσία: Υ.Α.17252/1992 (ΦΕΚ 395/Β/19.6.1992) - Καθορισμός δεικτών και ανωτάτων επιτρεπομένων ορίων θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα.

Αργότερα και κυρίως μετά την απόδοση της γραμμής σε πλήρη λειτουργία, το έτος 2012, οπότε και προγραμματίστηκαν οι νέες ηχομετρήσεις στα πλαίσια της υποχρέωσης της εταιρίας για την παρακολούθηση του θορύβου, οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη την κοινή υπουργική απόφαση, ΦΕΚ/1367/Β/27-04-2012 - Καθορισμός δεικτών και ανωτάτων επιτρεπομένων ορίων θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα. Αυτή αποσκοπεί στην αντιμετώπιση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου στο πλαίσιο εφαρμογής των διατάξεων του άρθρου 14 του Ν.1650/86, και των άρθρων 2, 3 και 5 της 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 κοινής υπουργικής απόφασης με την οποία έγινε η εναρμόνιση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ στην ελληνική νομοθεσία, και καθορισμό ορίων οδικού κυκλοφοριακού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου, σύμφωνα με τους δείκτες αξιολόγησης L_{den} (24-ωρος) και L_{night} (8-ωρος νυκτερινός), έτσι όπως αυτοί ορίζονται στην εν λόγω Οδηγία. Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των ανωτέρω δεικτών οδικού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου καθορίζονται τα ακόλουθα:

α. Για τον δείκτη L_{den} (24-ωρος): τα 70 dB(A)

β. Για τον δείκτη L_{night} (8-ωρος νυκτερινός): τα 60 dB(A)

γ. Για τον δείκτη L_{d-e} (16-ωρος ημέρας-απογεύματος): τα 67 dB(A)

Η διαδικασία ελέγχου, υπολογισμού και αξιολόγησης των ανωτέρω ορίων γίνεται στο πλαίσιο της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου με τις διαδικασίες και μεθοδολογίες που προβλέπονται σύμφωνα με την προαναφερθείσα νομοθεσία.

Ως δείκτες αξιολόγησης του περιβαλλοντικού θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών έργων ορίζονται, σύμφωνα με την Οδηγία 2002/49/ΕΚ και

σύμφωνα με το άρθρο 3 παρ. στ, ζ, η, θ της 13586/724 ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006 κοινής υπουργικής απόφασης, οι:

L_{den} ($L_{day-evening-night}$) = σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου 24ώρου = (Λημερήσιος-απογευματινός-νύκτας)

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

L_{day} : 12-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας

$L_{evening}$: 4-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης απογευματινού θορύβου και

L_{night} : 8-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης νυκτερινού θορύβου

Σημειώνεται ότι όλοι οι παραπάνω επιμέρους δείκτες αφορούν σταθμισμένες κατά Α-κλίμακα μακροπρόθεσμες μέσες ηχοστάθμες, όπως αυτές ορίζονται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987 και τις τυχόν αναθεωρήσεις του. Ως χρονικές περίοδοι εφαρμογής των ανωτέρω δεικτών ορίζονται:

- Χρονική περίοδος ημέρας: από 07:00 έως 19:00
- Χρονική περίοδος απογευματινή: από 19:00 έως 23:00
- Χρονική περίοδος νύκτας: από 23:00 έως 07:00

L_{max} είναι η ανώτερη στάθμη θορύβου που καταγράφεται με φίλτρο A και στάθμιση fast

L_{min} είναι η κατώτερη στάθμη θορύβου που καταγράφεται με φίλτρο A και στάθμιση fast

L_1 είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 1% του χρόνου μέτρησης

L_{10} είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 10% του χρόνου μέτρησης

L_{50} είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 50% του χρόνου μέτρησης

L_{95} είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 95% του χρόνου μέτρησης

L_{99} είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά 99% του χρόνου μέτρησης

Επίσης ορίζεται και ο δείκτης L_{d-e} (ημέρας-απογεύματος): 16-ωρος σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας-απογεύματος. Όρια δεικτών αξιολόγησης περιβαλλοντικού συγκοινωνιακού θορύβου. Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των ανωτέρω δεικτών οδικού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου καθορίζονται τα ακόλουθα:

- α. Για τον δείκτη L_{den} (24-ωρος): τα 70 dB(A)
- β. Για τον δείκτη L_{night} (8-ωρος νυκτερινός): τα 60 dB(A)
- γ. Για τον δείκτη L_{d-e} (16-ωρος ημέρας-απογεύματος): τα 67 dB(A)

Η διαδικασία ελέγχου, υπολογισμού και αξιολόγησης των ανωτέρω ορίων γίνεται στο πλαίσιο της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου με τις διαδικασίες και μεθοδολογίες που προβλέπονται

σύμφωνα με την προαναφερθείσα νομοθεσία. Ο υπολογισμός και μέτρηση των ανωτέρω δεικτών και ορίων πραγματοποιείται σε ύψος $4.0 \pm 0,2$ m (3,8 έως 4,2 m) πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2 μ από την πιο εκτεθειμένη (προς την εκάστοτε γραμμική πηγή συγκοινωνιακού θορύβου), πρόσοψη (εξωτερικός τοίχος ή κούφωμα), των κτιρίων κατοικίας και λοιπών ευαίσθητων χρήσεων που χρήζουν προστασίας.

3.6 Διαδικασία – Χρονοδιάγραμμα

3.6.1 Διαδικασία

Η διαδικασία, που ακολουθήθηκε για την πραγματοποίηση των ηχομετρήσεων, αφορούσε βασικά στη χρονική εξέλιξη του έργου, σε συνεννόηση με την επιβλέπουσα υπηρεσία του ΗΣΑΠ. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για κάθε συγκριτική μελέτη κάνοντας χρήση του ίδιου μετρητικού εξοπλισμού και κάτω από τις ίδιες συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου, θέσης, υγρασίας, θερμοκρασίας και άλλων παραγόντων, δεδομένης της δυσκολίας, αφού πρόκειται για εξωτερικό δίκτυο εντός του αστικού ιστού. Οι συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις αναφέρονται είτε στο χρονοδιάγραμμα είτε στους πίνακες με τα αποτελέσματα.

3.6.2 Χρονοδιάγραμμα

3.2.2010 – 22.7.2010:

Στο πλαίσιο αυτό πραγματοποιήθηκε μια βασική σειρά μετρήσεων σε 5 θέσεις διάρκειας 1 ώρας εκάστη (πίνακας 3.7), έτσι ώστε να δοθεί μια συνολική εικόνα κατά μήκος της γραμμής, ως αποτέλεσμα τόσο των εργασιών όσο και της (προσωρινής) λειτουργίας. Στις μετρήσεις αυτές καταγράφησαν η μέση ισοδύναμη ηχοστάθμη (L_{eq} dB(A)) καθώς και άλλες ακουστικές παράμετροι όπως φασματική ανάλυση, μέγιστη ηχοστάθμη (L_{max}), ελάχιστη ηχοστάθμη (L_{min}), μέγιστη κορυφοτιμή (L_{peak}), στάθμη ηχοέκθεσης (L_E) και ποσοστομοριακοί δείκτες (L_n). Οι μετρήσεις έγιναν κατά τη διάρκεια της ημέρας με κατάλληλο μετρητικό εξοπλισμό class I κατά IEC 61672-1 "Electroacoustics-Sound level meters-Part 1: Specifications" και σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 1996-1:1982 "Acoustics-Description and measurement of environmental noise-Part 1: Basic quantities and procedures".

Η πρώτη μέτρηση έλαβε χώρα στην χλμ θέση 7+687 στην οδό Θεσσαλονίκης στην περιοχή των Πετραλώνων. Η ταχύτητα του ανέμου ήταν μικρότερη του 1 m/sec και κατά τη διάρκεια της μέτρησης υπήρξε διέλευση 59 δικύκλων, 143 επιβατικών, 47 ελαφρών και 6 βαρέων οχημάτων. Πραγματοποιήθηκαν 8 διελεύσεις συρμών στην άνοδο και 9 στην κάθοδο.

Η δεύτερη μέτρηση έλαβε χώρα στην χλμ θέση 14+973 στην Λ. Ιωνίας στην περιοχή του Αγίου Ελευθερίου. Η ταχύτητα του ανέμου ήταν μικρότερη του 1 m/sec και κατά τη διάρκεια της μέτρησης υπήρξε διέλευση 4 δικύκλων, 13 επιβατικών και 4 ελαφρών οχημάτων. Πραγματοποιήθηκαν 7 διελεύσεις συρμών στην άνοδο και 7 στην κάθοδο.

Η τρίτη μέτρηση έλαβε χώρα στην χλμ θέση 20+300 στην οδό Κηφισιάς στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου. Η ταχύτητα του ανέμου ήταν μικρότερη του 1 m/sec και κατά τη διάρκεια της μέτρησης δεν υπήρξε αξιόλογη διέλευση οχημάτων.

Η τέταρτη μέτρηση έλαβε χώρα στην χλμ θέση 22+632 στην οδό Νερατζιωτίσσης στην περιοχή του Αμαρουσίου. Η ταχύτητα του ανέμου ήταν μικρότερη του 2 m/sec και κατά τη διάρκεια της μέτρησης υπήρξε διέλευση 6 δικύκλων, 129 επιβατικών και 6 ελαφρών οχημάτων. Πραγματοποιήθηκαν 7 διελεύσεις συρμών στην άνοδο και 6 στην κάθοδο.

Η πέμπτη μέτρηση έλαβε χώρα στην χλμ θέση 24+975 στην οδό Θεσσαλονίκης στην περιοχή της Κηφισιάς. Η ταχύτητα του ανέμου ήταν μικρότερη του 2 m/sec και κατά τη διάρκεια της μέτρησης υπήρξε διέλευση 11 δικύκλων, 92 επιβατικών, 10 ελαφρών και 2 βαρέων οχημάτων. Πραγματοποιήθηκαν 6 διελεύσεις συρμών στην άνοδο και 5 στην κάθοδο.

Οι μετρήσεις (πίνακες 4.10 - 4.14) πραγματοποιήθηκαν σε κατάλληλες καιρικές συνθήκες, με τυπικές ταχύτητες ανέμου. Στις περισσότερες θέσεις καταγράφηκε έντονη παρουσία κυκλοφοριακού θορύβου και άλλων πηγών θορύβου περιβάλλοντος. Σε κάποιες θέσεις, εξαιτίας των έργων ανακατασκευής της γραμμής του ΗΣΑΠ, η καταγραφή του ακουστικού περιβάλλοντος δεν μπορεί να χαρακτηριστεί απολύτως αντιπροσωπευτική των συνθηκών κανονικής λειτουργίας, εξαιτίας της αλλαγής συχνότητας διέλευσης των συρμών, της πορείας των συρμών με διαφορετικές από τις τυπικές ταχύτητες, της μονοδρόμησης κατά περίπτωση της γραμμής κλπ. Σε μία από τις θέσεις μετρήσεων καταγράφηκε και έντονος εργοταξιακός θόρυβος από εργοτάξιο του ΗΣΑΠ.

Με την ίδια μεθοδολογία πραγματοποιήθηκαν, επί πλέον των ανωτέρω ωριαίων μετρήσεων, πέντε σειρές μετρήσεων σε διάφορες θέσεις και μικρής διάρκειας (20 με 30 sec ανάλογα με το πόσο διαρκεί

η διέλευση ενός συρμού), με στόχο την εξαγωγή ειδικών συμπερασμάτων. Οι μετρήσεις αυτές (πίνακες 4.27 – 4.43 & 4.44 – 4.48), έχουν χαρακτήρα μετρήσεων απομονωμένων σχετικά από το θόρυβο περιβάλλοντος. Πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια διερεύνησης της περιβαλλοντικής απόδοσης διαφόρων τεχνικών στοιχείων της νέας γραμμής αλλά και μέτρων αντιμετώπισης του θορύβου από τη λειτουργία, όπως οι διαφορετικοί τύποι σιδηροδρομικής επιδομής (σκύρα ή σταθερή επιδομή), ή και διατάξεις αντιθορυβικής προστασίας που αποσκοπούν στη μείωση του παραγόμενου θορύβου κατά τη διέλευση των συρμών του ΗΣΑΠ, όπως αποσβεστήρες σιδηροτροχιάς και ηχοαπορροφητικές πλάκες. Όλες οι μετρήσεις έγιναν στα όρια περιφράξης της γραμμής και όχι στους αποδέκτες, καθώς ο στόχος ήταν η εξαγωγή ειδικών συμπερασμάτων και όχι η αξιολόγηση του ακουστικού περιβάλλοντος στους αποδέκτες. Συνεπώς τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών δεν αξιολογούνται ως προς τη γενική κατάσταση ακουστικού περιβάλλοντος παρά μόνο ως προς τους ειδικούς στόχους που προαναφέρθηκαν. Άλλωστε ο σχεδιασμός τους (θέσεις μέτρησης, χρονική διάρκεια) είναι προσαρμοσμένος προς τους στόχους αυτούς. Συγκεκριμένα, για την αξιολόγηση της απόδοσης του μέτρου των αποσβεστήρων στον κορμό της τροχιάς ως προς τη μείωση του θορύβου από μια απλή γραμμή χωρίς μέτρα, αξιοποιήθηκε μια πιλοτική εφαρμογή που έγινε από τον ΗΣΑΠ στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου, όπου εγκαταστάθηκε το συγκεκριμένο σύστημα σε ένα μικρό μήκος γραμμής, περί τα 150 m. Για να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εφαρμογής έγιναν δειγματοληπτικές μετρήσεις (πίνακες 4.17 – 4.23 & 4.49 – 4.53), των επιπέδων θορύβου και ανάλυση των αποτελεσμάτων (σε συνδυασμό με ένα γενικότερο πρόγραμμα ακουστικών μετρήσεων στη γραμμή 1 των ΗΣΑΠ Πειραιάς- Κηφισιά, στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου στις 3.2.2010 και στις 22.2.2010 σε δύο κοντινές θέσεις. Και στις δύο θέσεις τα χαρακτηριστικά της γραμμής ήταν ίδια σε μεγάλο βαθμό (σταθερή επιδομή και τύπος γραμμής και στις δύο θέσεις και ίδια περίπου γεωμετρικά χαρακτηριστικά χάραξης), με μόνη διαφορά την εφαρμογή του αποσβεστήρα στη δεύτερη θέση. Ο θόρυβος μετρήθηκε στο όριο της περιφράξης της γραμμής, δηλαδή περίπου σε απόσταση 1,5 m από την εξωτερική σιδηροτροχιά και σε ύψος περί τα 1,5 m. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στις 22.2.2010 η ταχύτητα των συρμών ήταν ελεγχόμενη, μετά από συνεννόηση με τον ΗΣΑΠ. Έτσι, στις δύο θέσεις των συγκριτικών μετρήσεων καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων ίδια ταχύτητα κυκλοφορίας των συρμών. Βέβαια δεν ήταν δυνατό να ελεγχθεί και η οδική κυκλοφοριακή κίνηση στις δύο θέσεις, αν και λόγω της μικρής απόστασης των δύο θέσεων και της απουσίας κάποιας αρτηρίας και στις δύο θέσεις, μπορεί να θεωρηθεί ότι οι συνθήκες οδικής κυκλοφορίας στις δύο θέσεις ήταν σχετικά όμοιες.

Ακολουθεί σειρά μετρήσεων (πίνακες 4.54 – 4.58) για την εξέταση της σταθερής επιδομής σε σχέση με τη σκυρογραμμή στην περιοχή των Πετραλώνων (ίδιες θέσεις με μετρήσεις στις 9.2.2010) με τη

διαφορά ότι η ταχύτητα των συρμών, μετά από συνεννόηση με τον ΗΣΑΠ, ήταν ελεγχόμενη και σταθερή από τα σημεία των μετρήσεων.

Ακολουθούν ακουστικές μετρήσεις θορύβου την περίοδο Απρίλιος – Σεπτέμβριος 2010. Οι μετρήσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, με βάση τον απώτερο σκοπό της διενέργειάς τους στα πλαίσια παρακολούθησης και ελέγχου του θορύβου: α) σύγκριση και αξιολόγηση της απόδοσης δύο διαφορετικών συστημάτων αντιθορυβικής προστασίας και β) καταγραφή και αξιολόγηση του ακουστικού περιβάλλοντος σε διακριτές θέσεις ενδιαφέροντος. Στους πίνακες 4.59 – 4.63 παρατίθενται τα αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας, που πραγματοποιήθηκαν στις 7.6.2010 και 5.7.2010 στο Νέο Ηράκλειο, με και χωρίς την εφαρμογή του νέου υλικού αντιθορυβικής προστασίας (ηχοαπορροφητικές πλάκες). Η σειρά αυτή των μετρήσεων έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς γίνεται πλέον στον αποδέκτη (και μάλιστα σε ευαίσθητο - σχολείο) και όχι στο τοιχίο περίφραξης. Για την αξιολόγηση της απόδοσης των αποσβεστήρων επί της σιδηροτροχιάς, σε σχέση δηλαδή με τη εφαρμογή αντιθορυβικής προστασίας, διενεργήθηκαν στις 7.6.2010 & 5.7.2010 ηχομετρήσεις (πίνακες 4.64 & 4.65) μικρής διάρκειας από 10 έως 15 sec στη θέση του σχολείου, θέση a και θέση b επί της γραμμής των ΗΣΑΠ στο Νέο Ηράκλειο, ως σημείο υψηλής ευαισθησίας.εσ. Για τη σύγκριση – μελέτη των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν και συνδύαστηκαν και οι ηχομετρήσεις της 22.7.2010 στη χ.θ. 22+300, πλησίον του σχολείου. Τέλος, στις 22.7.2010 επαναλήφθηκαν οι μετρήσεις στην ίδια χ.θ. κάτω από τις κατά το δυνατό παρόμοιες συνθήκες, με διάρκεια 30 min και τα αποτελέσματά τους σε σχέση με τις μετρήσεις στις 7.6.2010 & 5.7.2010 παρατίθενται στον πίνακα 4.66.

9.4.2010 – 22.10.2010

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 141416/25.10.2005 πραγματοποιήθηκαν ηχομετρήσεις για την εξέταση της ποιότητας του ακουστικού περιβάλλοντος που καταγράφεται κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ κατά το χρονικό διάστημα Απρίλιος – Σεπτέμβριος 2010 (πίνακες 4.67 – 4.73) και ενώ οι εργασίες ανακαίνισης της γραμμής βρίσκονται σε εξέλιξη. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ένα μεγάλο μέρος της ανακαίνισης της γραμμής έχει ολοκληρωθεί και δωθεί σε προσωρινή λειτουργία για την εξυπηρέτηση του επιβατικού κοινού. Συνεπώς σκοπός των μετρήσεων είναι η διερεύνηση του ακουστικού περιβάλλοντος στην περιοχή της γραμμής του ΗΣΑΠ, ως αποτέλεσμα τόσο των έργων ανακαίνισης όσο και της προσωρινής λειτουργίας. Οι ηχομετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές θέσεις ενδιαφέροντος, όπως σε ευαίσθητο αποδέκτη – σχολείο Ν. Ηράκλειο, σημεία αλλαγής πορείας των συρμών (ψαλίδια) που αποτελούν θέσεις ιδιαίτερης δυναμικής εκπομπής θορύβου και σε κοντινές στη γραμμή οικίες, που αντιμετώπιζαν πρόβλημα, σύμφωνα με τους κατοίκους. (πίνακας 3.8).

Κατά τις ημέρες των μετρήσεων επικρατούσαν ομαλές καιρικές συνθήκες με σχετική άπνοια, ενώ ο κυκλοφοριακός φόρτος σε κάθε μέτρηση αναγράφεται στον πιο πάνω πίνακα. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση των ηχομετρήσεων είναι:

Ηχόμετρο Norsonic N131 (s/n: 1312735)

Βαθμονομητής N1251 (s/n: 31089).

Επισημαίνεται ότι στις ηχομετρήσεις στη Ν.Ιωνία και το Ν.Ηράκλειο πραγματοποιήθηκε και δεύτερη ηχομέτρηση διάρκειας 10 min χωρίς τη διέλευση συρμών για την καλύτερη καταγραφή του ακουστικού περιβάλλοντος χωρίς τις διελεύσεις των συρμών.

Στις 10.9.2010 πραγματοποιήθηκε ηχομέτρηση στο μπαλκόνι οικίας επί της οδού Νερατζιωτίσσης μετά από παράπονα των κατοίκων για αύξηση του θορύβου μετά την ανακαίνιση της γραμμής. Η μέτρηση είχε διάρκεια 30 min

Στις 11.9.2010 πραγματοποιήθηκε μέτρηση θορύβου διάρκειας 20 min στη χ.θ. 17+010 όπου εκτελούνταν εργασίες σκυροδέτησης της γραμμής ανόδου και η κυκλοφορία των συρμών διαξαγόταν με αμφιδρόμηση της γραμμής καθόδου. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια εξέτασης και αξιολόγησης του εκπεμπόμενου θορύβου από τις εργασίες του εργοταξίου, τη διέλευση των συρμών αλλά και τη γενικότερη επιβάρυνση της περιοχής, τόσο εξαιτίας των έργων (βαρέα οχήματα κλπ), όσο και της αυξημένης κίνησης των όμορων δρόμων και της λειτουργίας των βιοτεχνιών και επιχειρήσεων της περιοχής, που αποτελεί τυπικό δείγμα του αστικού ιστού.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι 24ωρες ηχομετρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν μετά την ολοκλήρωση των εργασιών ανακαίνισης της γραμμής του ΗΣΑΠ και την απόδοση της γραμμής σε πλήρη λειτουργία και πριν την τοποθέτηση των ηχοαπορροφητικών πλακών, για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής. Οι μετρήσεις (πίνακες 4.74 – 4.103) έγιναν σε συγκεκριμένες χιλιομετρικές θέσεις, που καθορίστηκαν από τον ΗΣΑΠ κατά μήκος της σιδηροδρομικής γραμμής από το Φάληρο μέχρι την Κηφισιά.. Οι ηχομετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στον πλησιέστερο κατάλληλο δέκτη ανά κάθε θέση. Το μικρόφωνο τοποθετήθηκε κάθε φορά σε κατάλληλη θέση σε ύψος 4.0 ± 0.2 μέτρα πάνω από το έδαφος και σε ελάχιστη απόσταση 2 μέτρα από την πιο εκτεθειμένη πρόσοψη των κτιρίων των πλησιέστερων δεκτών, σύμφωνα με της οδηγίες της Κ.Υ.Α. Να σημειωθεί ότι σε κάθε χιλιομετρική θέση της γραμμής καθορισμένη για ηχομέτρηση, έγινε διερεύνηση της περιοχής έτσι

ώστε να επιλεγθεί ο πλησιέστερος κατάλληλος δέκτης για μετρήσεις του σιδηροδρομικού θορύβου και ελαχιστοποίηση του θορύβου από άλλους παράγοντες, όπου αυτό ήταν εφικτό. Για παράδειγμα αποφεύχθηκαν διαμερίσματα με σκύλους ή θέσεις κοντά σε μηχανολογικό εξοπλισμό κτλ. Παρόλα αυτά, όπως θα παρουσιαστεί και στη συνέχεια στα αποτελέσματα, είναι λογικό σε ένα πολεοδομικό συγκρότημα όπως αυτό της Αθήνας να υπάρχουν σημεία ηχομέτρησης κατά μήκος της σιδηροτροχιάς που να επηρεάζονται από τον θόρυβο που προέρχεται από την οδική κυκλοφορία ή από άλλες αστικές ηχητικές πηγές.

Ακολουθεί η σειρά των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκε για την αξιολόγηση της απόδοσης των κάθετων ηχοαπορροφητικών πλαισίων, που τοποθετήθηκαν σε σημείο εξόδου του σταθμού των Κάτω Πατησίων, ως μέσο καταπολέμησης του εκπεμπόμενου σιδηροδρομικού θορύβου. Η παρούσα έκθεση πραγματοποιήθηκε για την σύγκριση των ηχομετρήσεων (εικόνες 4.50 & 4.51) που πραγματοποιήθηκαν στο ίδιο σημείο στην γραμμή 1 του ΗΣΑΠ στα Κάτω Πατήσια πριν και μετά την τοποθέτηση των κάθετων ηχοαπορροφητικών πλαισίων στη Χ.Θ. 13+800. Οι συγκριτικές σύντομες ηχομετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περιφράξη ήταν οι εξής:

Διελεύσεις συρμών Ανόδου και Καθόδου στην Χ.Θ. 13+800 στις:

- 15/1/2013: αρχική ηχομέτρηση πριν από την τοποθέτηση των κάθετων ηχοαπορροφητικών πλαισίων.
- 28/1/2013: ηχομέτρηση μετά από την τοποθέτηση των κάθετων ηχοαπορροφητικών πλαισίων.

Να σημειωθεί ότι το ηχώμετρο τοποθετήθηκε σε όλες τις παραπάνω μετρήσεις στην περιφράξη της Καθόδου.

Για την αξιολόγηση των ηχοαπορροφητικών πλακών ως μέσο μείωσης του εκπεμπόμενου θορύβου από τις διελεύσεις των συρμών του ΗΣΑΠ, πραγματοποιήθηκε σειρά μετρήσεων (πίνακες 4.104 – 4.113) σε δύο θέσεις πλησίον του σταθμού του Μοσχάτου, πριν και μετά τις εργασίες τοποθέτησης των ηχοαπορροφητικών πλακών. Για την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των ηχοαπορροφητικών πλακών τοποθετήθηκαν στην περιφράξη καθόδου δύο ηχώμετρα ταυτόχρονα σε δύο θέσεις μέτρησης που απείχαν 342 m, σε ευθύγραμμο τμήμα της σιδηροτροχιάς, σχετικά απομακρυσμένο από σταθμούς. Το πρώτο ηχώμετρο βρισκόταν σε θέση χωρίς ηχοαπορροφητικές πλάκες, ενώ το δεύτερο ηχώμετρο τοποθετήθηκε σε κατάλληλη απόσταση από το πρώτο σε θέση που είχαν τοποθετηθεί ηχοαπορροφητικές πλάκες σε μήκος 150 m, προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους. Με αυτόν τον τρόπο οι συνθήκες μέτρησης χωρίς και με ηχοαπορροφητικές πλάκες θα είναι όσον τον δυνατόν παρόμοιες, δηλαδή θα καταγράφονται ίδια τρένα (ίδια τραχύτητα

τροχών), σε σχετικά ίδια ταχύτητα (για αυτό επιλέγεται ευθύγραμμο τμήμα), σε σημεία με παρόμοιο περιβάλλοντα θόρυβο. Οι ηχομετρήσεις αυτές συγκρίνονται με ηχομετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις ίδιες ακριβώς θέσεις πριν την τοποθέτηση των ηχοαπορροφητικών πλακών. Συγκρίνονται οι συρμοί καθόδου δεδομένου ότι αυτοί δημιουργούν σημαντικά υψηλότερο θόρυβο στα μικρόφωνα που είχαν τοποθετηθεί στην περίφραξη καθόδου. Οι συγκριτικές ηχομετρήσεις έγιναν στην περίφραξη της σιδηροδρομικής γραμμής στις παρακάτω θέσεις και ημερομηνίες:

1. Θέση Χ.Θ. 4+279:

- διελεύσεων συρμών Καθόδου στις 18/7/2013.
- διελεύσεων συρμών Καθόδου στις 5/9/2013.

Το ηχόμετρο σε όλες τις παραπάνω ηχομετρήσεις τοποθετήθηκε στην περίφραξη της καθόδου. Στη θέση αυτή δεν είχαν τοποθετηθεί ηχοαπορροφητικές πλάκες κατά τη διάρκεια και των δύο ηχομετρήσεων.

2. Θέση Χ.Θ. 4+621:

- διελεύσεων συρμών Καθόδου στις 18/7/2013.
- διελεύσεων συρμών Καθόδου στις 5/9/2013.

Το ηχόμετρο σε όλες τις παραπάνω ηχομετρήσεις τοποθετήθηκε στην περίφραξη της καθόδου. Στη θέση αυτή κατά την διάρκεια της ηχομέτρησης στις 18.7.2013 δεν είχαν τοποθετηθεί ηχοαπορροφητικές πλάκες ενώ κατά τη διάρκεια της ηχομέτρησης στις 5.9.2013 είχαν τοποθετηθεί οι πλάκες.

Να σημειωθεί ότι στους πίνακες μετρήσεων έχει καταγραφεί το συνολικό φάσμα των 5 διελεύσεων ανόδου και 5 διελεύσεων καθόδου και οι δείκτες θορύβου που αναγράφονται αναφέρονται στο διάστημα αυτό.

Μια άλλη πρακτική, που συμβάλλει στη μείωση του σιδηροδρομικού θορύβου, είναι η λείανση της σιδητοτροχιάς. Για τη μελέτη και αξιολόγηση της μεθόδου αυτής πραγματοποιήθηκαν συγκριτικές ηχομετρήσεις (πίνακες 4.114 & 4.115) στην περίφραξη της σιδηροδρομικής γραμμής στις παρακάτω θέσεις και ημερομηνίες:

1. Θέση ΚΑΤ, Χ.Θ. 24+900:

- διελεύσεων συρμών ανόδου και 5 διελεύσεων συρμών καθόδου στις 6.3.2013 πριν τις εργασίες λείανσης.

- διελεύσεων συρμών ανόδου και 5 διελεύσεων συρμών καθόδου στις 27.3.2013 μετά τις εργασίες απλής λείανσης της γραμμής ανόδου και της γραμμής καθόδου.
- διελεύσεων συρμών ανόδου και 5 διελεύσεων συρμών καθόδου στις 15.4.2013 μετά τις εργασίες ειδικής λείανσης της γραμμής ανόδου και της γραμμής καθόδου.

Το ηχόμετρο σε όλες τις παραπάνω ηχομετρήσεις τοποθετήθηκε στην περιφραξη της ανόδου.

2. Θέση Κηφισιά, Χ.Θ. 25+400:

- διελεύσεων συρμών ανόδου και 5 διελεύσεων συρμών καθόδου στις 6.3.2013 πριν τις εργασίες λείανσης.
- διελεύσεων συρμών ανόδου και 5 διελεύσεων συρμών καθόδου στις 27.3.2013 μετά τις εργασίες απλής λείανσης της γραμμής ανόδου και της γραμμής καθόδου.
- διελεύσεων συρμών ανόδου και 5 διελεύσεων συρμών καθόδου στις 15.4.2013.

Το ηχόμετρο σε όλες τις παραπάνω ηχομετρήσεις τοποθετήθηκε στην περιφραξη της ανόδου.

Να σημειωθεί ότι η σύγκριση και στις δύο θέσεις έγινε συνολικά στους συρμούς ανόδου και καθόδου καθώς οι λειάνσεις είχαν πραγματοποιηθεί και στις δύο κατευθύνσεις συρμών. Για να είναι τα αποτελέσματα όσο τον δυνατό περισσότερο συγκρίσιμα το ηχόμετρο τοποθετήθηκε σε όλες τις μετρήσεις στην περιφραξη της ανόδου. Επίσης, σε όλες τις ηχομετρήσεις και στις δύο θέσεις επιδιώχθηκε όλοι οι εξωτερικοί παράγοντες περιβαλλοντικού θορύβου να είναι όσο το δυνατόν πιο σταθεροί. Για το λόγο αυτό οι μετρήσεις αυτές κατά τις διαφορετικές ημέρες έγιναν την ίδια ώρα έτσι ώστε ο οδικός κυκλοφοριακός φόρτος να είναι παρόμοιος και στο ίδιο ακριβώς σημείο χωρίς απόκλιση ούτε ενός μέτρου έτσι ώστε η μεταβολή στις τιμές θορύβου από τυχόν ανακλαστικές επιφάνειες του περιβάλλοντος να ελαχιστοποιηθεί.

Κεφάλαιο Τέταρτο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων, ακλουθώντας τη σειρά που έχει περιγραφεί στο Κεφάλαιο 3 της Μεθοδολογίας.

Στα πλαίσια εκπόνησης της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου της ανακαίνισης της γραμμής του ΗΣΑΠ πραγματοποιήθηκε πρόβλεψη του εκπεμπόμενου θορύβου για τα έτη 2011 και 2015, ακολουθώντας τα σενάρια της συγκολλημένης γραμμής σε σκύρα και της σταθερής επιδομής, αντίστοιχα. Στον πίνακα 4.1 απεικονίζονται οι θέσεις – διατομές, όπως περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 3 της μεθοδολογίας και τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων, όπως παράχθηκαν από το μοντέλο υπολογισμού Railnoise.

Ακολούθως πραγματοποιήθηκαν ηχομετρήσεις για την αξιολόγηση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ. Οι θέσεις και τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων απεικονίζονται στους πίνακες 4.2 έως 4.6.

Στη συνέχεια και πριν από την έναρξη εργασιών για την ανακαίνιση της γραμμής πραγματοποιήθηκε μια σειρά αναγνωριστικών μετρήσεων, η θέση και τα αποτελέσματα των οποίων απεικονίζονται στον πίνακα 4.7.

Στον πίνακα 4.8 παρουσιάζεται ο υπολογισμός θορύβου κατά τις εργασίες ανακαίνισης της γραμμής, σε ένα τυπικό εργοτάξιο.

Στον πίνακα 4.9 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των 5 ωριαίων μετρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν σε επιλεγμένες θέσεις κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ, ενώ στους πίνακες 4.10 έως 4.14 παρουσιάζεται αναλυτικά κάθε μια μέτρηση με τις επικρατούσες συνθήκες, που πραγματοποιήθηκε, φασματική ανάλυση και γραφική απεικόνισή της.

Στον πίνακα 4.15 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των 5 ωριαίων μετρήσεων και στην εικόνα 4.1 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_5 και L_{95} .

Στους πίνακες 4.16 έως 4.18 απεικονίζονται τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων μικρής διάρκειας (20sec), όσο διαρκεί μία διέλευση συρμού, επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο, επί σταθερής επιδομής χωρίς αντιθορυβική προστασία.

Στους πίνακες 4.19 έως 4.21 απεικονίζονται τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων μικρής διάρκειας (20sec), όσο διαρκεί μία διέλευση συρμού, επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο, επί σταθερής επιδομής με αντιθορυβική προστασία, τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς.

Στον πίνακα 4.22 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας χωρίς αντιθορυβική προστασία επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο και στην εικόνα 4.2 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.23 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας χωρίς αντιθορυβική προστασία επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο και στην εικόνα 4.3 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.24 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας με αντιθορυβική προστασία, τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς, επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο και στην εικόνα 4.4 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.25 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας με αντιθορυβική προστασία, τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς, επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο και στην εικόνα 4.5 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.26 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων 6-9 και 10-12 και στην εικόνα 4.6 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Στους πίνακες 4.27 έως 4.32 απεικονίζονται τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων μικρής διάρκειας, που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή του Αγ. Ελευθερίου, σε τμήμα της γραμμής με σταθερή επιδομή.

Στους πίνακες 4.33 έως 4.38 απεικονίζονται τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων σε πλησίον σημείο των προηγούμενων, στην περιοχή του Αγ. Ελευθερίου, σε τμήμα της γραμμής με σκυρογραμμή.

Στον πίνακα 4.39 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας σε τμήμα της γραμμής με σταθερή επιδομή στην περιοχή του Αγ. Ελευθερίου και στην εικόνα 4.7 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.40 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας σε τμήμα της γραμμής με σταθερή επιδομή στην περιοχή του Αγ. Ελευθερίου και στην εικόνα 4.8 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.41 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας σε τμήμα της γραμμής με σκυρογραμμή στην περιοχή του Αγ. Ελευθερίου και στην εικόνα 4.9 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.42 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας σε τμήμα της γραμμής με σταθερή επιδομή στην περιοχή του Αγ. Ελευθερίου και στην εικόνα 4.10 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.43 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων 13-18 και 19-24 και στην εικόνα 4.11 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Στον πίνακα 4.44 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας σε τμήμα της γραμμής με σταθερή επιδομή στην περιοχή των Πετραλώνων και στην εικόνα 4.12 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.45 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας σε τμήμα της γραμμής με σταθερή επιδομή στην περιοχή των Πετραλώνων και στην εικόνα 4.13 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.46 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας σε τμήμα της γραμμής με σκυρογραμμή στην περιοχή των Πετραλώνων και στην εικόνα 4.14 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.47 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας σε τμήμα της γραμμής με σκυρογραμμή στην περιοχή των Πετραλώνων και στην εικόνα 4.15 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.48 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων 25-30 και 31-38 και στην εικόνα 4.16 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Στον πίνακα 4.49 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθρομβική προστασία και στην εικόνα 4.17 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών Leq , L_{max} και $L95$.

Στον πίνακα 4.50 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθρομβική προστασία και στην εικόνα 4.18 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.51 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή με αντιθρομβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς και στην εικόνα 4.19 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών Leq , L_{max} και $L95$.

Στον πίνακα 4.52 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή χωρίς με αντιθρομβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς και στην εικόνα 4.20 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.53 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων 39-41 και 42-46 και στην εικόνα 4.21 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Στον πίνακα 4.54 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας και με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε τμήμα της γραμμής με σταθερή επιδομή στην περιοχή των Πετραλώνων και στην εικόνα 4.22 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών Leq , L_{max} και $L95$.

Στον πίνακα 4.55 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας και με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε τμήμα της γραμμής με σταθερή επιδομή στην περιοχή των Πετραλώνων και στην εικόνα 4.23 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.56 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων μικρής διάρκειας και με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε τμήμα της γραμμής με σκυρογραμμή στην περιοχή των Πετραλώνων και στην εικόνα 4.24 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.57 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας και με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε τμήμα της γραμμής με σκυρογραμμή στην περιοχή των Πετραλώνων και στην εικόνα 4.25 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.58 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων 47-52 και 53-59 και στην εικόνα 4.26 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Στον πίνακα 4.59 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων νέας σειράς στις 7.6.2010 μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία και στην εικόνα 4.27 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.60 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση της νέας σειράς μετρήσεων μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία και στην εικόνα 4.28 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.61 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων νέας σειράς στις 5.7.2010 μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή με αντιθορυβική προστασία – ηχοαπορροφητικές πλάκες και στην εικόνα 4.29 απεικονίζονται γραφικά οι τιμές των δεικτών L_{eq} , L_{max} και L_{95} .

Στον πίνακα 4.62 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση της νέας σειράς μετρήσεων μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή με αντιθορυβική προστασία – ηχοαπορροφητικές πλάκες και στην εικόνα 4.30 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στον πίνακα 4.63 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων 47-52 και 53-59 και στην εικόνα 4.31 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Στον πίνακα 4.64 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα και η φασματική ανάλυση των μετρήσεων νέας σειράς στις 7.6.2010 μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του σχολείου επί της γραμμής στο Νέο Ηράκλειο (σημείο a) σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία (μετρήσεις 22.2.2010) και με αντιθορυβική προστασία – αποσβεστήρες σιδηροτροχιάς (μετρήσεις 5.7.2010) και στην εικόνα 4.32 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Στον πίνακα 4.65 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα και η φασματική ανάλυση των μετρήσεων μικρής διάρκειας με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στην περιοχή του σχολείου επί της γραμμής στο Νέο Ηράκλειο (σημείο b) σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία (μετρήσεις 7.6.2010) και με αντιθορυβική προστασία – αποσβεστήρες σιδηροτροχιάς (μετρήσεις 22.2.2010) και στην εικόνα 4.33 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Στον πίνακα 4.66 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα και η φασματική ανάλυση των μετρήσεων διάρκειας 30 min με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμού στο σχολείο (παράθυρο αίθουσας επί της γραμμής) στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία (μετρήσεις 7.6.2010) και με αντιθορυβική προστασία – ηχοαπορροφητικές πλάκες (μετρήσεις 22.7.2010) και στην εικόνα 4.34 παρουσιάζεται η γραφική τους απεικόνιση.

Ακολουθούν οι πίνακες 4.67 έως 4.69 και 4.72, 4.73 που απεικονίζουν τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στις 9.4.2010 με χρονική διάρκεια 20 min με σκοπό την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος σε πέντε επιλεγμένα σημεία κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ.

Στον πίνακα 4.70 απεικονίζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στις 9.4.2010 διάρκειας 20 min για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ και στην εικόνα 4.35 παρουσιάζεται η γραφική απεικόνιση των τιμών L_{eq} , L_{max} & L_{95} .

Στον πίνακα 4.71 απεικονίζεται η φασματική ανάλυση των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στις 9.4.2010 διάρκειας 20 min για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ και στην εικόνα 4.36 απεικονίζεται γραφικά η φασματική ανάλυση των μετρήσεων.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των 24ωρων ηχομετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν τα έτη 2012 και 2013 σε επιλεγμένα «ευαίσθητα» σημεία κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ πριν από την τοποθέτηση των ηχοαπορροφητικών πλακών. Για κάθε μέτρηση παρατίθεται πίνακας γενικών

στοιχείων, πίνακας δεικτών αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου και γραφική απεικόνιση της ηχοστάθμης Leq για όλο το 24ωρο.

1^η μέτρηση: Σχολείο, Νέο Φάληρο (Πίνακες 4.74 & 4.75, εικόνα 4.37)

Παρατήρηση: Θέση με ήπιο περιβαλλοντικό θόρυβο. Το σχολείο δεν λειτουργούσε κατά την διάρκεια των ηχομετρήσεων.

2^η μέτρηση: Οικία, Νέο Φάληρο (Πίνακες 4.76 & 4.77, εικόνα 4.38)

Παρατήρηση: Θέση με σχετικά αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο. Θέση κοντά σε τροχιά του ΗΣΑΠ με καμπύλη. Αυξημένος θόρυβος λόγω ανακλάσεων σε σημείο κάτω από πέτρινη γέφυρα.

3^η μέτρηση: Οικία, Κάτω Πατήσια (Πίνακες 4.78 & 4.79, εικόνα 4.39)

Παρατήρηση: Θέση με έντονο αστικό θόρυβο και θόρυβο οδικής κυκλοφορίας.

4^η μέτρηση: Οικία, Μοσχάτο (Πίνακες 4.80 & 4.81, εικόνα 4.40)

Παρατήρηση: Οικία σε πεζόδρομο με πρόσοψη στη γραμμή.

5^η μέτρηση: Κτήριο Γενικής Γραμματείας Πληροφοριακών Συστημάτων, Καλλιθέα (Πίνακες 4.82 & 4.83, εικόνα 4.41)

Παρατήρηση: Μέτρηση κοντά στον σταθμό Καλλιθέας σε δρόμο με τροχαία κίνηση. Σημείο μέτρησης επί του πεζοδρομίου σε αυτοκινούμενο σταθμό ηχομετρήσεων.

6^η μέτρηση: Οικία, Πετράλωνα (Πίνακες 4.84 & 4.85, εικόνα 4.42)

Παρατήρηση: Οικία εκτεθειμένη σε θόρυβο τροχαίας κίνησης από υπερυψωμένο δρόμο.

7^η μέτρηση: Οικία, Κάτω Πατήσια (Πίνακες 4.86 & 4.87, εικόνα 4.43)

Παρατήρηση: Θέση με κυκλοφοριακό θόρυβο. Οι μετρήσεις έγιναν σε αυτοκινούμενο σταθμό ηχομετρήσεων.

8^η μέτρηση: Οικία, Άγιος Ελευθέριος (Πίνακες 4.88 & 4.89, εικόνα 4.44)

Παρατήρηση: Θέση με σκυρογραμμή που επιλέχθηκε ως μέτρηση αναφοράς.

9^η μέτρηση: Σχολείο, Άνω Πατήσια (Πίνακες 4.90 & 4.91, εικόνα 4.45)

Παρατήρηση: Οι μετρήσεις έγιναν σε σχολείο κατά τη διάρκεια μη-λειτουργίας αυτού. Το σχολείο βρίσκεται σε πεζόδρομο.

10η μέτρηση: Οικία, Ριζούπολη Νέας Ιωνίας (Πίνακες 4.92 & 4.93, εικόνα 4.46)

Παρατήρηση: Θέση με οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο.

11η μέτρηση: Σχολείο, Νέα Ιωνία (Πίνακες 4.94 & 4.95, εικόνα 4.47)

Παρατήρηση: Οι μετρήσεις έγιναν σε σχολείο κατά τη διάρκεια μη-λειτουργίας αυτού.

12η μέτρηση: Οικία, Νέο Ηράκλειο (Πίνακες 4.96 & 4.97, εικόνα 4.48)

13^η μέτρηση: Σχολείο, Νέο Ηράκλειο (Πίνακες 4.98 & 4.99, εικόνα 4.49)

Παρατήρηση: Σχολείο σε πεζόδρομο.

14^η μέτρηση: Οικία, Μαρούσι (Πίνακες 4.100 & 4.101, εικόνα 4.50)

15^η μέτρηση: Οικία, Κηφισιά (Πίνακες 4.102 & 4.103, εικόνα 4.51)

Ακολουθούν οι γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των ηχομετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά την τοποθέτηση κάθετων ηχοαπορροφητικών πλαισίων στους τοίχους ανόδου και καθόδου στην έξοδο του σταθμού προς Κηφισιά στις 15 & 28.1.2013, αντίστοιχα.

Στη συνέχεια ακολουθούν τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των ηχομετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε δύο χ.θ. κοντά στο σταθμό του Μοσχάτου στις 18/7/2013 & στις 5/9/2013 (πίνακες 4.104 & 4.105).

Να σημειωθεί ότι το L_{eq} των παραπάνω διελεύσεων έχει υπολογιστεί για διάστημα 6 δευτερολέπτων της διέλευσης του συρμού μπροστά από το μικρόφωνο και πάνω από τη θέση που ενεργούν οι ηχοαπορροφητικές πλάκες (στη ΧΘ 4621).

Παρατίθενται τα αναλυτικά στοιχεία των πιο πάνω μετρήσεων:

1^η μέτρηση (πίνακες 4.106 & 4.107, εικόνα 4.54)

2^η μέτρηση (πίνακες 4.108 & 4.109, εικόνα 4.55)

3^η μέτρηση (πίνακες 4.110 & 4.111, εικόνα 4.56)

4^η μέτρηση (πίνακες 4.112 & 4.113, εικόνα 4.57)

Στους πίνακες 4.114 & 4.115 παρατίθενται τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στις χ.θ. 24+900 & 25+400 σε τρεις φάσεις: πριν τη λείανση, μετά τη λείανση και μετά την ειδική λείανση σιδηροτροχιάς.

Κεφάλαιο Πέμπτο

Συζήτηση – Συμπεράσματα – Εισηγήσεις

5.1 Συζήτηση

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, σχετικά με τα υπό μελέτη και αξιολόγηση στοιχεία της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, ώστε στη συνέχεια, σε συνδυασμό με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ηχομετρήσεων, να καταστεί δυνατή η όσο το δυνατόν ασφαλέστερη εξαγωγή συμπερασμάτων:

- για τις επιλογές που πραγματοποιήθηκαν από τον ΗΣΑΠ ως προς τη σιδηροδρομική επιδομή που εγκαταστάθηκε στο εξωτερικό τμήμα του δικτύου,
- τα μέτρα αντιθορυβικής προστασίας, που έχουν ληφθεί έως σήμερα,
- την ποιότητα του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ, μετά από την ολοκλήρωση των εργασιών ανακαίνισης της γραμμής και τη μέχρι σήμερα ολοκλήρωση των μέτρων αντιθορυβικής προστασίας.

Ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος διέρχεται το λεκανοπέδιο της Αθήνας για περισσότερα από 140 χρόνια εξυπηρετώντας καθημερινά περί τους 400.000 επιβάτες (μέση τυπική καθημερινή). Το μεγαλύτερο τμήμα του δικτύου του είναι εξωτερικό, επίγειο και υπέργειο. Οι χρήσεις γης των όμορων περιοχών ποικίλουν, με κυρίαρχη την κατοικία. Η αύξηση του πληθυσμού και οι ανάγκες μετακίνησης, οδήγησαν με την πάροδο των χρόνων σε υψηλότερες ταχύτητες, μείωση της χρονοαπόστασης των συρμών, άρα περισσότερες διελεύσεις συρμών ανά ημέρα, α αύξηση του επιβατικού φόρτου, με συνέπεια την επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής, εξαιτίας του αερόφερτου θορύβου, που κατά κύριο λόγο προκαλεί ο θόρυβος κύλισης, εφόσον η ταχύτητα των συρμών δεν ξεπερνά τα 70 km/h.. Η παλαιότητα της υποδομής ήταν καταλυτική στην επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος και αντίθετη με την ανακαίνιση των σταθμών και του τροχαίου υλικού, μετά το έτος 2000. Με στόχο την ασφάλεια των επιβατών, την επίτευξη μεγαλύτερων ταχυτήτων και την περαιτέρω μείωση της χρονοαπόστασης των συρμών, ο ΗΣΑΠ αποφάσισε την ανακαίνιση της σιδηροδρομικής επιδομής. Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, προέβη στη σύνταξη Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από το έργο της ανακαίνισης της γραμμής το έτος 2005, η οποία αναθεωρήθηκε και κατατέθηκε εκ νέου το έτος 2011, κατόπιν μελέτης και αξιολόγησης της σταθερής επιδομής. Σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία (Giannakos & Tsoukantas, 2012), το έργο, πάνω στο οποίο

εγκαθίσταται η σιδηροδρομική υποδομή (στρωτήρες, ράγες κ.α.) παρουσιάζει σημαντική φθορά με το πέρασμα των χρόνων, συνθλίβεται και συμπυκνώνεται με συνέπεια να χάνει την ελαστικότητά του, κυρίως λόγω των δυναμικών φορτίων, τροχοπεδήσεων και άλλων παραγόντων. Για την καλή διατήρηση της γεωμετρίας της γραμμής, ώστε να εξασφαλίζεται και η ασφαλής κίνηση των οχημάτων των συρμών επί των σιδηροτροχιών, πραγματοποιούνται δαπανηρές επεμβάσεις τόσο επί της υποδομής (Τουκαντάς, 1999) όσο και για την αντικατάσταση των δομικών στοιχείων της επιδομής, όπως τροχιές, στρωτήρες, υλικά πρόσδεσης κ.α., τα οποία υφίστανται μη αναστρέψιμες φθορές.

Όμως, η σταθερή επιδομή έχει υψηλότερες εκπομπές θορύβου, σε σύγκριση με τη σκυρογραμμή, που εδράζεται σε έρμα λόγω της μειωμένης αντίστασης σύνδεσης με τις σιδηροτροχιές, τις μειωμένες τιμές απόσβεσης κραδασμών κατά μήκος της σιδηροτροχιάς και της μειωμένης ηχοαπορρόφησης (Diehl, et al., 2000). Ένα, λοιπόν, από τα μεγαλύτερα προβλήματα, που προκαλεί η διέλευση του σιδηροδρόμου από αστικές περιοχές, κατοικίες, ευαίσθητες περιοχές, βιομηχανικές ζώνες κλπ. είναι η εκπομπή θορύβου, που συνεπάγεται επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος, υποβάθμιση των περιοχών από όπου διέρχεται ο σιδηρόδρομος και βέβαια τις αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία.

Στην πόλη Ασιούτ της Αιγύπτου, η οποία είναι η μεγαλύτερη της Άνω Αιγύπτου, πραγματοποιήθηκε μελέτη για το σιδηροδρομικό θόρυβο (Sayed, 2004). Η σιδηροδρομική γραμμή βρίσκεται στο κέντρο της πόλης και τη διαχωρίζει σε δύο μέρη, αντίστοιχα συμβαίνει και με το εξωτερικό τμήμα της γραμμής του ΗΣΑΠ. Οι στόχοι της μελέτης ήταν να διεξαχθεί μετρήσεις των επιπέδων θορύβου των σιδηροδρόμων και να καθορίσει το βαθμό, στον οποίο τα μετρούμενα επίπεδα υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα επίπεδα, να εξετάσει τα κατάλληλα αντίμετρα για τη μείωση του θορύβου των σιδηροδρόμων στην πόλη και τη στάση των κατοίκων ως προς το σιδηροδρομικό θόρυβο. Πρέπει να σημειωθεί, ότι και στην περίπτωση της Ασιούτ, ο οδικός θόρυβος θεωρείται ως η κυριότερη πηγή επιβάρυνσης του ακουστικού περιβάλλοντος και ακολουθεί ο σιδηροδρομικός θόρυβος. Επίσης, ο σιδηρόδρομος διέρχεται από κατοικημένες περιοχές, ευαίσθητες περιοχές, όπως το πανεπιστήμιο της πόλης με 80.000 φοιτητές και βιομηχανικές περιοχές. Την τελευταία δεκαετία έχουν αυξηθεί τα δρομολόγια και συνεπώς οι διελεύσεις των συρμών μέσα από την πόλη. Οι κάτοικοι έχουν αναφέρει προβλήματα στην καθημερινότητά τους από τον υψηλό σιδηροδρομικό θόρυβο, όπως αδυναμία συγκέντρωσης, διαταραχή σε δραστηριότητες, αδυναμία χαλάρωσης και ύπνου,. Παρόλα αυτά θεωρούν τη μετακίνηση με το σιδηρόδρομο ως την πιο άνετη και ασφαλή. Η κοινωνική έρευνα, που πραγματοποιήθηκε με τις τεχνικές που εφαρμόζονται σε αντίστοιχες μελέτες, περιέλαβε ερωτήσεις σχετικά με δημογραφικά στοιχεία, το βαθμό ηχητικής όχλησης, παρεμβολές σε δραστηριότητες, ψυχολογικές επιδράσεις, όταν το επίπεδο του θορύβου είναι αρκετά υψηλό, προτάσεις για μέτρα

αντιμετώπισης του εκπεμπόμενου θορύβου κ.α. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι τα επίπεδα εκπεμπόμενου θορύβου 80 dB(A) εκφρασμένα με το δείκτη Lden είναι πολύ μεγαλύτερα από τα θεσμοθετημένα 65dB(A) από τις αρχές της χώρας, για την προστασία της δημόσιας υγείας και της ευημερίας των κατοίκων. Η κοινωνική έρευνα, έδειξε ότι το 51% των κατοίκων της Ασιούτ άκουσαν το θόρυβο και το 67% εξ'αυτών δήλωσε πολύ ενοχλημένο, ενώ στις προτάσεις περιορισμού του θορύβου, περιλαμβάνονται η κατάργηση της χρήσης κόρνας, η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων, η μείωση της ταχύτητας των συρμών μέσα στον αστικό ιστό, η ορθότερη συντήρηση του τροχαίου υλικού και της υποδομής, όπως λείανση σιδηροτροχιών, αποσβεστήρες κ.α.

Η νυκτερινή έκθεση στον θόρυβο της κυκλοφορίας (οδικής, σιδηροδρομικής) αποτελεί ένα πραγματικό πρόβλημα για τον ύπνο και την ποιότητα ζωής. Πολύ λίγες μελέτες έχουν αφιερωθεί στην έκθεση στο σιδηροδρομικό θόρυβο, ίσως επειδή θεωρείται ότι είναι από τα πλέον οικολογικά μέσα μεταφοράς και κατά συνέπεια λιγότερο ενοχλητικό από τα αεροσκάφη ή τα μεγάλα οχήματα (φορτηγά κ.α.). Ωστόσο, η αναμενόμενη αύξηση της σιδηροδρομικής κυκλοφορίας κατά τα επόμενα χρόνια στην Ευρώπη θα μπορούσε να αντιπροσωπεύει σημαντική δυσφορία ουσιαστικά κατά τη διάρκεια της νυκτερινής περιόδου, οπότε ο θόρυβος αφορά κυρίως τις αρνητικές επιπτώσεις στην καρδιαγγειακή αντιδραστικότητα και την αρχιτεκτονική του ύπνου με την απώλεια των πιο κρίσιμων σταδίων του ύπνου, που αφορούν στη σωματική και ψυχική ανάρρωση (Muzet, 2007; Saremi et al., 2008; Tassi et al., 2009). Πολύ πρόσφατα, αναφέρθηκε μια σχέση μεταξύ του θορύβου των σιδηροδρόμων και των καρδιαγγειακών παθήσεων (Eriksson, et al., 2012). Κατά τον ίδιο τρόπο προτάθηκε, ότι η έκθεση για το σιδηροδρομικό θόρυβο άνω των 60 dB συνδέεται με 8% μεγαλύτερο κίνδυνο για υπέρταση (Sorensen et al., 2011) ενώ αναφέρθηκαν επίσης αρνητικές επιπτώσεις του σιδηροδρομικού θορύβου στην πίεση του αίματος (Dratva, et al., 2012). Εκτός από τις άμεσες αυτές επιπτώσεις στον ύπνο, ο νυκτερινός θόρυβος μπορεί επίσης να προκαλέσει καθυστερημένες επιπτώσεις στις δραστηριότητες και στην αντιληπτή απόδοση την επόμενη ημέρα, ημερήσια υπνηλία κ.α. (Passchier-Vermeer, et al., 2007). Ωστόσο, πολλές μελέτες για τη διερεύνηση των διαφόρων επιπτώσεων από το θόρυβο των σιδηροδρόμων έχουν αποτύχει να βρουν κάποια διαφορά συμπεριφοράς ή αντιληπτή αλλαγή (Basner & Samei, 2004, Griefahn, et.al, 2000) αν και νυκτερινή έκθεση στο θόρυβο έδειξε αρνητικές συνέπειες για την υποκειμενική και αντικειμενική ποιότητα ύπνου (Griefahn, et al., 2004). Αυτό είναι παράδοξο ως αποτέλεσμα, καθώς είναι γνωστό, ότι η απώλεια ύπνου παράγει πολλές αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση των αντιληπτών λειτουργιών και της διαδικασίας της προσοχής (Goel, et al., 2009) καθώς και ημερήσια υπνηλία (Balkin, et al., 2008).

Η μελέτη, που πραγματοποιήθηκε για να διερευνήσει τις επιπτώσεις στον ύπνο και την καρδιαγγειακή αντίδραση από τη μόνιμη έκθεση σε νυκτερινό σιδηροδρομικό θόρυβο σε νεαρά και μεσήλικα άτομα (Tassi, et al., 2010), έδειξε ότι η συνεχής έκθεση στο νυκτερινό θόρυβο του σιδηροδρόμου παράγει μια διαδικασία εθισμού, όχι μόνο στην αρχιτεκτονική του ύπνου αλλά και σε αυτόνομες παραμέτρους, όπως το καρδιαγγειακό σύστημα. Παρόλα αυτά δε θα πρέπει να απορριφθούν δευτερογενείς βλάβες, που πιθανόν να προκαλούνται από τη διαδικασία εξοικείωσης. Θα μπορούσε ακόμη να προταθεί, ότι η μείωση στην καρδιαγγειακή αντίδραση σε απόκριση της μόνιμης έκθεσης στο νυκτερινό σιδηροδρομικό θόρυβο, μπορεί από μόνη της να αντικατοπτρίζει έναν μη εμφανή δυσλειτουργικό μηχανισμό, που απομένει να αποκαλυφθεί .

Μια άλλη ενδιαφέρουσα μελέτη, που πραγματοποιήθηκε στο Χονγκ Κονγκ (Tin-cheun & Kin-che, 2008), έχει να κάνει με δύο μη ακουστικούς παράγοντες, που επηρεάζουν ωστόσο την απόκριση του αστικού πληθυσμού στην ενόχληση από το θόρυβο, που δημιουργήθηκε από την επέκταση μιας σιδηροδρομικής γραμμής. Οι παράγοντες αυτοί είναι η προκατάληψη σχετικά με την πληροφόρηση και η χρήση του σιδηροδρόμου. Στη μελέτη αυτή διαπιστώθηκε, ότι οι ερωτηθέντες, που λάμβαναν μόνο θετικές πληροφορίες σχετικά με τα μέτρα, που έχουν ληφθεί για την αντιμετώπιση του σιδηροδρομικού θορύβου, παρουσιάστηκαν πολύ ανεκτικοί στο θόρυβο και τις επιπτώσεις του. Αντίθετα, οι ερωτηθέντες, που λάμβαναν μόνο αρνητικά σχόλια, έτειναν να είναι λιγότεροι ανεκτικοί, επειδή θεωρούσαν ότι οι αρχές δεν έλαβαν όλα τα απαραίτητα μέτρα για τη μείωση του θορύβου. Επίσης, οι ερωτηθέντες – χρήστες του σιδηροδρόμου και της νέας επέκτασης ήταν και αυτοί ανεκτικοί στο θόρυβο και τις επιπτώσεις του, σε αντίθεση με εκείνους που δεν έκαναν χρήση. Αυτό δείχνει, ότι ενώ η ελεύθερη ροή πληροφοριών από τις αρχές, μπορεί να βοηθήσει στην ανοχή της ενόχλησης από το θόρυβο, θα μπορούσε, επίσης, η παρότρυνση των πολιτών να χρησιμοποιούν το σιδηρόδρομο, να είναι ωφέλιμη, ώστε να μειωθεί η δημόσια αντίδραση και η ενόχληση από το θόρυβο.

Για την αντιμετώπιση του σιδηροδρομικού θορύβου, ήδη από το 2001, έχει ορίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση επιτροπή, αποτελούμενη από ειδικούς εμπειρογνώμονες σε θέματα θορύβου. Το έργο της επιτροπής περιελάμβανε μεταξύ άλλων τη δημιουργία καταλόγου μέτρων για την πολιτική μείωσης του σιδηροδρομικού θορύβου στο μέλλον (Kalivoda, et al., 2003).

Στην Ελβετία, χώρα εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης, η νομοθεσία, που αφορά στην προστασία από το θόρυβο, απαιτεί από τις διοικήσεις των σιδηροδρόμων, να μειώσουν το θόρυβο στις νέες αλλά και τις υπάρχουσες σιδηροδρομικές γραμμές. Πραγματοποιείται εντατική έρευνα σε εθνικό επίπεδο, που θα βοηθήσει στη λήψη ουσιαστικών μέτρων στην πηγή και τις περιοχές γύρω από τους σιδηροδρόμους.

Υπάρχει η ελπίδα, ότι η θέση σε λειτουργία ικανοποιητικού αριθμού οχημάτων τροχαίου υλικού νέας τεχνολογίας, θα μειώσει τα κοστοβόρα παθητικά μέτρα, πάνω από 1 bill ελβετικά φράγκα. Επίσης, επιδιώκεται η κατασκευή νέων σιδηροτροχιών με ειδική προστασία κατά του θορύβου (Zach, 2008).

Στο πολεοδομικό συγκρότημα των Βρυξελλών, την πρωτεύουσα του Βελγίου και ιδιαίτερα πυκνοκατοικημένη πόλη με πάνω από 1 mil κατοίκους, που εκτείνεται σε μόλις 63 km², υπάρχουν πάνω από 40 miles σιδηροδρόμων. Επειδή οι σιδηροδρομικές μεταφορές είναι κρίσιμης σημασίας για την πόλη, οι βελγικές αρχές προωθούν τους σιδηροδρόμους ως κύριο επιβατικό μέσο μεταφοράς. Για να ελέγξουν το σιδηροδρομικό θόρυβο, του οποίου οι τιμές ανέρχονται ($L_{w,axle,100km/h}$) από 101.2 έως 109.3 dB(A), ανάλογα με τον τύπο του συρμού, πραγματοποίησαν μελέτη σχετικά με την ελάττωση του εκπεμπόμενου σιδηροδρομικού θορύβου και την ολοκλήρωση των μέτρων για τη μείωση του θορύβου. Μεταξύ άλλων «πράσινων» μέτρων, όπως η δημιουργία φυσικού τείχους με βλάστηση κατά μήκος των σιδηροτροχιών, εξετάστηκαν και μέτρα μείωσης θορύβου επί των τροχιών, που από τη βιβλιογραφία προκύπτει, ότι μπορούν να επιτύχουν μείωση μέχρι και 4 dB(A) (Van Doninck & Schillemans, 2003).

Εκτός από τη μείωση της τραχύτητας της επιφάνειας των τροχιών, καμία από τις τεχνολογίες για τον έλεγχο του θορύβου στην πηγή δε μπορεί να επιτύχει μείωση της τάξης των 10 dB ή και περισσότερο στο συνολικό εκπεμπόμενο θόρυβο από μόνη της. Κατά κύριο λόγο η επίδρασή τους στη μείωση του συνολικού θορύβου είναι μικρότερη από 3 dB. Για να επιτευχθούν μεγαλύτερες μειώσεις, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός των διαφορετικών αυτών τεχνολογιών. Βέβαια, πρέπει να γίνει ευρέως κατανοητό, ότι τα αποτελέσματα του συνδυασμού τέτοιων τεχνολογιών μείωσης του θορύβου στην πηγή δε συνεπάγεται κατά ανάγκη ότι προστίθενται. Η συνδυασμένη επίδραση μπορεί να είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από το άθροισμα των επιμέρους (Thompson, 2009).

Επίσης, για τον έλεγχο του περιβαλλοντικού θορύβου, μία από τις πλέον διαδεδομένες λύσεις αποτελούν τα ηχοπετάσματα. Ωστόσο ορισμένες πτυχές που σχετίζονται με τα οπτικά τους χαρακτηριστικά θα πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω (Maffei, et al., 2013). Πραγματοποιήθηκε μια μελέτη περίπτωσης, όπου ένα δείγμα των κατοίκων που ζουν κοντά σε μια σιδηροδρομική γραμμή αξιολόγησε ηχοπετάσματα με διαφορετικά οπτικά χαρακτηριστικά σε ένα εργαστήριο δοκιμών. Ειδικότερα, αναλύθηκαν 3 κύριοι παράγοντες: ο τύπος ηχοπετάσματος, όσον αφορά την ορατότητα της πηγής του θορύβου, η οπτική σχετικά με ζητήματα αισθητικής και το επίπεδο θορύβου στο δέκτη όσον αφορά την ακουστική απόδοση του ηχοπετάσματος και το μέγεθος της πηγής θορύβου. Τα

κυριότερα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι η ένταση του ήχου και η ενόχληση από το θόρυβο αξιολογήθηκαν λιγότερο για τα διαφανή ηχοπετάσματα από ότι για τα αδιαφανή.

Η εγκατάσταση των ηχοπετασμάτων, ως μέτρο αντιθορυβικής προστασίας, απορρίφθηκε από τα αρχικά στάδια από τον ΗΣΑΠ. Τα ηχοπετάσματα, αν και μειώνουν αρκετά το θόρυβο στα χαμηλά διαμερίσματα δίπλα στη γραμμή, δεν είναι καθόλου αποτελεσματικά για τους πιο πάνω ορόφους. Επιπλέον, δημιουργούν δευτερογενή αυξημένο θόρυβο εντός των συρμών αλλά και στα γειτονικά κτήρια, αφού αντανακλάται ο οδικός θόρυβος (ΥΜΕ, 2010). Επίσης, αποτελούν πηγή αισθητικής ρύπανσης, συσσώρευση ρύπων, μη αποφυγή γκράφιτι κ.α. Λαμβάνοντας τα πιο πάνω υπόψη, υιοθετήθηκαν τελικά αντιθορυβικά μέτρα στην πηγή, που είναι εξίσου αποτελεσματικά και δεν προκαλούν αισθητική επιβάρυνση στο τοπίο.

Πριν παρουσιαστούν τα συμπεράσματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά στα αποτελέσματα των μετρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν στο δήμο Αγίων Αναργύρων, από όπου διέρχεται ο ΟΣΕ και υπάρχει πυκνή δόμηση κατοικιών, λίγων ορόφων κατά κύριο λόγο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε πρόσοψη κατοικίας που απέχει 12 m από τις γραμμές του ΟΣΕ, ενώ το μικρόφωνο τοποθετήθηκε στα 2,5 m από την οικία σε ύψος 1,2 m, δηλαδή σε συνθήκες ανάλογες με εκείνες των ηχομετρήσεων του ΗΣΑΠ. Από το σημείο αυτό, το οποίο βρίσκεται εντός του αστικού ιστού της Αθήνας, διέρχονται 4 διαφορετικοί τύποι συρμών (Intercity, A/A, ΔΗ επιβατικός, ΔΗ εμπορικός) του ΟΣΕ με σχετικά υψηλή ταχύτητα. Ακολουθώντας τη μέθοδο υπολογισμού σιδηροδρομικού θορύβου, όπως αυτή αναπτύχθηκε από τους Μπάμνιο Γ. και Τροχίδη Α., (2001) και για έναν κυκλοφοριακό φόρτο 54 διελεύσεων, υπολογίστηκε η ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου στο σημείο μέτρησης $LA_{eq}(08:00-20:00) = 74.5 \text{ dB(A)}$. Πιο αναλυτικά για το συρμό intercity μετρήθηκαν: $L_{max} = 90.5 \text{ dB(A)}$, LA_{eq} (ένας συρμός) = 53.9 dB(A) και LA_{eq} (όλοι οι συρμοί) = 64.3 dB(A) . Για το συρμό A/A μετρήθηκαν: $L_{max} = 92.5 \text{ dB(A)}$, LA_{eq} (ένας συρμός) = 54.8 dB(A) και LA_{eq} (όλοι οι συρμοί) = 68.4 dB(A) . Για το συρμό ΔΗ επιβατικός μετρήθηκαν: $L_{max} = 95 \text{ dB(A)}$, LA_{eq} (ένας συρμός) = 57 dB(A) και LA_{eq} (όλοι οι συρμοί) = 67 dB(A) . Για το συρμό ΔΗ εμπορικός μετρήθηκαν: $L_{max} = 97.7 \text{ dB(A)}$, LA_{eq} (ένας συρμός) = 61.3 dB(A) και LA_{eq} (όλοι οι συρμοί) = 71.3 dB(A) (Μπάμνιος, Τροχίδης, 2001).

Επίσης, στο πρόγραμμα προστασίας από το θόρυβο κατά τη λειτουργία του Τραμ της Αθήνας (Τριανταφυλλόπουλος, κ.α., 2003), γίνεται εκτίμηση των αναμενόμενων κατά τη λειτουργία του Τραμ επιπέδων θορύβου σε όλο το μήκος της γραμμής και σε αποστάσεις 5 και 10 m από τον άξονα χάραξης, εξέταση ειδικών σημείων ενδιαφέροντος και πρόταση μέτρων για αντιθορυβική προστασία.

Το Τραμ παρουσιάζει μια σχετική ομοιότητα με τον ΗΣΑΠ ως προς τη δομή του αστικού ιστού, από όπου διέρχεται. Βέβαια, το Τραμ κινείται με μικρότερες ταχύτητες και τα δρομολόγιά του είναι πιο αραιά. Το ακουστικό περιβάλλον κατά μήκος της γραμμής Τραμ είναι ήδη αρκετά επιβαρυνόμενο (εκτός του θορύβου από το μέσο) και οι τιμές της ενεργειακά ισοδύναμης μέσης ηχοστάθμης L_{Aeq} κυμαίνονται από 62,3 έως 89,1 dB(A) (Αττικό Μετρό Α.Ε, 2000). Οι πηγές διάδοσης του αερόφερτου θορύβου είναι ο θόρυβος κύλισης, ο συριγμός, το φρενάρισμα και η επιτάχυνση, ενώ στις ταχύτητες λειτουργίας του Τραμ περί τα 30 – 40 km/h την κυριότερη πηγή αερόφερτου θορύβου αποτελεί ο θόρυβος κύλισης. Για την εκτίμηση των επιπέδων θορύβου του Τραμ έγινε χρήση της γαλλικής μεθοδολογίας Guide du Bruit (CETUR, 1980). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι σε κανένα σημείο δεν υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 67 dB(A), που έχει τεθεί στη μελέτη, όταν η εκτίμηση γίνεται σε απόσταση 5 ή 10 m. Ενδεικτικές τιμές είναι σε απόσταση 5 m $L_{eq} 18h (max) = 65.71$ dB(A) και σε απόσταση 10 m $L_{eq} 18h (max) = 61.55$ dB(A). Όταν όμως η εκτίμηση έγινε σε απόσταση 2 m από υφιστάμενες χρήσεις γης, που βρίσκονται έως και 10 m από τη χάραξη του Τραμ, τότε τα επίπεδα εκπεμπόμενου θορύβου αυξάνουν έως και τα 71.5 dB(A). Το γεγονός αυτό δηλώνει την ανάγκη λήψης αντιθορυβικών μέτρων, που στην περίπτωση του Τραμ κρίθηκαν τα ακόλουθα:

- Μείωση της αλλοίωσης των επιφανειών κύλισης των τροχών και των τροχιών με αναμενόμενη μείωση θορύβου έως και 15 dB(A).
- Μείωση του συριγμού με κατάλληλα μέτρα, όπως προσαρμογή πρόσθετων στοιχείων απόσβεσης.
- Συγκολλημένες σιδηροτροχιές με πρόσθετο ελαστικό υλικό στη βάση τους, με ηχομονωτικές και αντιδονητικές ιδιότητες.
- Ηχοαπορροφητικοί τύποι ανωδομής με έρμα ή διάδρομοι με χορτοτάπητα μειώνοντας τη στάθμη θορύβου μέχρι και 7 dB(A)
- Εφαρμογή κατάλληλων ηχοπετασμάτων κατά μήκος της διαδρομής πηγής - δέκτη. Ανάλογα με το σχεδιασμό και τις γεωμετρικές διαστάσεις, τα ηχοπετάσματα μπορούν να μειώσουν το θόρυβο μέχρι και 14 dB(A). Σε αστικές περιοχές όμως, η χρήση ηχοπετασμάτων περιορίζεται και σε μερικές επιπτώσεις δεν είναι εφικτή.

5.2 Συμπεράσματα

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, μελετάται η επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ και τα μέτρα αντιθορυβικής προστασίας. Η συμβολή των μέτρων είναι καθοριστική στη μείωση του αερόφερτου θορύβου στο εξωτερικό τμήμα της γραμμής και συνεπώς

στην ελάττωση της επιβάρυνσης του ακουστικού περιβάλλοντος και τις συνέπειές του. Οι ηχομετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, όπως περιγράφονται στο κεφάλαιο 3 της Μεθοδολογίας, δεν παρουσίασαν ιδιαίτερα προβλήματα κατά τη διαδικασία τους. Η μόνη παράμετρος, που δεν καθίσταται δυνατό να ελεγχθεί είναι ο θόρυβος υποβάθρου, δηλαδή ο κυκλοφοριακός θόρυβος και γενικότερα ο παραγόμενος θόρυβος από όλες τις δραστηριότητες των κατοίκων ενός αστικού περιβάλλοντος. Είναι σημαντικό να τονιστεί, ότι σε αρκετές περιπτώσεις, η κυκλοφορία των οχημάτων ήταν ιδιαίτερα αυξημένη, σε μικρή απόσταση υπήρχαν κατά περιπτώσεις πηγές έντονου θορύβου, όπως εργοτάξια κλπ., οι καιρικές συνθήκες, όπως η ταχύτητα και φορά του ανέμου, σε ένα ανοικτό περιβάλλον μεταβάλλονται συνεχώς και είναι δύσκολο να ελεγχθούν. Παρόλες τις δυσκολίες έχει γίνει προσπάθεια οι μετρήσεις να παρουσιάζουν ομοιογένεια και η όποια διαφορά ή δυσκολία να περιγράφεται στις συνθήκες κατά τις οποίες διεξήχθη.

Ξεκινώντας από τα αποτελέσματα των πρώτων ηχομετρήσεων (πίνακες 4.2 & 4.3), που πραγματοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της παλαιάς σκυρογραμμής και πριν την έναρξη των εργασιών ανακαίνισης της, προκύπτει ότι:

1. Οι μέγιστες τιμές L_{max} κυμαίνονται περίπου από 80-98,5 dB(A). Η μέγιστη τιμή L_{max} παρατηρήθηκε στην οδό Νεραντζιώτισσης στο Μαρούσι με 98,5 dB(A) και η ελάχιστη τιμή L_{max} παρατηρήθηκε στην Καλλιθέα στο σταθμό με 81 dB(A).
2. Οι ελάχιστες τιμές (L_{min}) κυμαίνονται από 45-73 dB(A). Η μέγιστη τιμή L_{min} παρατηρήθηκε στον Περισσό στο σταθμό με 73,1 dB(A) και η ελάχιστη τιμή L_{min} παρατηρήθηκε στο Μαρούσι στην οδό Μόσχα με 45,7 dB(A).
3. Οι στάθμες της ενεργειακής μέσης ισοδύναμης ηχοστάθμης για το χρόνο των μετρήσεων (L_{eq}) κυμαίνονται περίπου από 66-87 dB(A). Η μέγιστη τιμή L_{eq} παρατηρήθηκε στον Άγιο Νικόλαο με 87,1 dB(A) και η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε στην οδό Αδριανού με 66,3 dB(A). Το 90% των μετρήσεων έχουν τιμή μεγαλύτερη από 70,2 dB(A).
4. Για τον δείκτη LAE οι στάθμες κυμαίνονται από 88-107,7 dB(A). Η μέγιστη τιμή LAE παρατηρήθηκε στο Μαρούσι (Νεραντζιώτισσης) με 107,7 dB(A) και η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε στην Αρχαία αγορά με 88,6 dB(A).
5. Για το δείκτη θορύβου βάθους (L_{95}) οι στάθμες κυμαίνονται από 48,5-74 dB(A). Η μέγιστη τιμή L_{95} παρατηρήθηκε στον Περισσό στο σταθμό με 74 dB(A) και οι ελάχιστες τιμές

παρατηρήθηκαν στο Μαρούσι στην οδό Μόσχα και στην Αρχαία αγορά με 48,5 και 49 dB(A). Από το σύνολο των 83 μετρήσεων, τα 10 σημεία ή το 13% του συνόλου των σημείων μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκουν σε ήσυχες περιοχές της πόλης με θόρυβο βάρους μικρότερο από 50 dB(A). Περιοχές με μέτριο θόρυβο βάρους μπορούν να θεωρηθούν όσες κυμαίνονται από 50 έως 60 dB(A) δηλαδή 35 περιοχές ή το 45% του συνόλου, ενώ περιοχές με υψηλό θόρυβο βάρους μπορούν να θεωρηθούν οι υπόλοιπες με τιμές μεγαλύτερες από τα 60 dB(A), που αποτελούνται από 33 περιοχές ή το 42% του συνόλου.

6. Για τον δείκτη θορύβου (L99) οι στάθμες κυμαίνονται από 47-73,5 dB(A) με αντίστοιχη κατανομή με τον δείκτη L95.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε 2^η σειρά συμπληρωματικών μετρήσεων (πίνακες 4.4 & 4.5), τα αποτελέσματα των οποίων δε διαφέρουν περισσότερο από 3 περίπου dB(A) από τα αντίστοιχα της 1ης σειράς μετρήσεων, διαφορά που είναι μόλις αισθητή από το αυτί του ανθρώπου. Έτσι, για παράδειγμα η μέση L_{max} είναι τώρα 86,8 dB(A) αντί για 89,6 dB(A) στην 1η, η μέση L_{eq} είναι τώρα 71,1 dB(A), αντί για 74,9 dB(A). Συνεπώς μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η 2η αυτή σειρά μετρήσεων επιβεβαιώνει περίπου την 1η, έχοντας φυσιολογικές μικροδιαφορές.

Στον πίνακα 4.6 παρατίθενται τα αποτελέσματα της ηχομέτρησης, που πραγματοποιήθηκε εντός συρμού. Είναι φανερό από τις μετρήσεις αυτές, ότι τα επίπεδα θορύβου εντός του συρμού είναι γενικά υψηλά, κάτι που όμως επηρεάζει τους επιβάτες για μικρό χρονικό διάστημα, λόγω των μικρών σχετικά αποστάσεων, που βρίσκονται εντός του συρμού. Επίσης, τα αποτελέσματα αυτά επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, όπως η πληρότητα των οχημάτων, τα ανοικτά/κλειστά παράθυρα, η λειτουργία του κλιματισμού κ.α.

Στη συνέχεια και λαμβάνοντας υπόψη μόνο τη βιβλιογραφική αναφορά για τα συμπεράσματα από τις ηχομετρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν σε κατοικημένο τμήμα της γραμμής μεταξύ των σταθμών Μαρούσι – Κηφισιά, σύμφωνα με τις συνθήκες που περιγράφονται στο κεφάλαιο 3 της Μεθοδολογίας, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Από τη σειρά των μετρήσεων στους δέκτες, οι μέσες τιμές του L_{eq} ανά θέση μέτρησης κυμαίνονται από 60,2 dB(A) (με εξαίρεση μια απογευματινή περίοδο σε μία θέση που έχει 45,1 dB(A)) έως 69,9 dB(A), ενώ αντίστοιχα οι τιμές L_{max} από 62,3 dB(A) έως 71,9 dB(A). Ο θόρυβος υποβάθρου L95 αντίστοιχα κυμαινόταν από 41,2 dB(A) έως 53 dB(A).

2. Οι θέσεις των μετρήσεων, όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα, χωρίζονται σε δύο ζώνες, στη ζώνη κατοικιών όπου κυρίαρχη πηγή θορύβου δεν είναι μόνο ο σιδηρόδρομος αλλά και ο κυκλοφοριακός θόρυβος και στη ζώνη όπου κυρίαρχη πηγή είναι ο σιδηρόδρομος.
3. Γενικά, οι μετρήσεις στις πρωινές ώρες παρουσιάζουν υψηλότερες στάθμες από τις απογευματινές, εκτός από μια θέση, όπου ο θόρυβος είναι σχετικά υψηλός καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, λόγω αυξημένης κυκλοφορίας οχημάτων.
4. Ο θόρυβος βάθους (L95) σε όλες τις θέσεις μέτρησης είναι αρκετά χαμηλός κυμαινόμενος γύρω από τα 50 dB(A) (φθάνοντας έως 42,2 dB(A) στην πιο ήσυχη θέση), δηλωτικό ότι η περιοχή είναι ήσυχη κατά τη διάρκεια της ημέρας.
5. Ακουστική επιβάρυνση παρουσιάζουν κατά θέσεις, εκτός του ισόγειου και ο A και ο B όροφος. Μάλιστα σε δύο θέσεις, κυρίως λόγω της τοπογραφίας, ο B όροφος εμφανίζεται περισσότερο επιβαρυνμένος από τον A, από το σιδηροδρομικό θόρυβο.
6. Μετά από εφαρμογή μοντέλου προσομοίωσης μόνο για το σιδηροδρομικό θόρυβο (Cadna-A) και συναξιολόγηση των πραγματικών μετρήσεων, μεταξύ άλλων, εκτιμάται από τη μελέτη, ότι η συνεισφορά του οδικού θορύβου κατά θέσεις είναι ισοδύναμη με αυτή του σιδηροδρομικού. Έτσι για παράδειγμα, στο ισόγειο κατοικίας η πρόβλεψη σιδηροδρομικού θορύβου ήταν 63 dB(A), ενώ η συνολική μετρημένη ήταν 66 dB(A), άρα η συνεισφορά του οδικού κυρίως θορύβου ήταν επίσης 63 dB(A) (αφού $63 \text{ dB(A)} + 63 \text{ dB(A)} = 66 \text{ dB(A)}$ κατά το νόμο άθροισης θορύβων σε λογαριθμική κλίμακα). Αντίθετα, πάντα κατά την ίδια μελέτη, στον A όροφο της ίδιας οικίας, ο σιδηροδρομικός θόρυβος (66 dB(A)) επικρατούσε του οδικού (61 dB(A)) λόγω τοπογραφικής διαμόρφωσης. Το ίδιο και στον B όροφο της ίδιας οικίας.

Κατά τη φάση της κατασκευής και προκειμένου να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον κατά την κατασκευή του έργου θα πρέπει οι τιμές αυτές να συγκριθούν με το νομοθετικά καθορισμένο ανώτερο επίπεδο θορύβου. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει νομοθετικό πλαίσιο, που να καθορίζει το ανώτερο επιτρεπόμενο όριο θορύβου, που εκπέμπεται στο περιβάλλον από μηχανολογικές εγκαταστάσεις, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν κατά την διάρκεια της κατασκευής. Συνεπώς, προτείνεται η υιοθέτηση των υποδείξεων της Συνδιάσκεψης για την Πρόληψη του Θορύβου (Παρίσι, 1980), όπου όπως προαναφέρθηκε, προτάθηκε το ανώτατο επιτρεπτό όριο θορύβου πλησίον της ζώνης κατοικίας να μην ξεπερνά το 60-65 dB (A) κατά την διάρκεια της ημέρας. Έτσι, προτείνεται

στην παρούσα μελέτη, να τεθεί σαν όριο η τιμή $L_{eq}=65$ dB(A) στα όρια του εργοταξίου. Όπως φάνηκε από τους υπολογισμούς που προηγήθηκαν, η ηχητική στάθμη σε κοντινές κατοικίες στα όρια των εργοταξίων των σταθμών υπολογίζεται σε 63,0 dBA που είναι χαμηλότερη των 65 dB(A), όπως δηλαδή είχε εκτιμηθεί και για τα εργοτάξια του αρχικού έργου. Συμπερασματικά, με βάση τα προαναφερόμενα εκτιμάται ότι οι επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον κατά τη φάση λειτουργίας δεν διαφοροποιούνται σημαντικά σε σχέση με αυτές που είχαν περιγραφεί στην ΜΠΕ του έργου. Θα πρέπει δε να σημειωθεί ότι μεγάλο μέρος του έργου έχει ήδη κατασκευαστεί, χωρίς να έχουν καταγραφεί παράπονα για οχλήσεις, ενδεικτικό στοιχείο χαμηλής έντασης επιπτώσεων στο ακουστικό περιβάλλον. Ανάλογες χαμηλής έντασης επιπτώσεις αναμένεται και στο υπόλοιπο μέρος του έργου που πρόκειται να κατασκευαστεί, ως τροποποιημένο έργο.

Λαμβάνοντας υπόψη από την αρχική μελέτη για την ανακαίνιση της γραμμής, σύμφωνα με την ΚΥΑ 141416/25.10.2005, η οποία προέβλεπε την αντικατάσταση της γραμμής με νέα συγκολλημένη επί έρματος σκύρων, και κάνοντας χρήση των μετρήσεων του πίνακα 4.1, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου πρόβλεψης σιδηροδρομικού θορύβου RAILNOISE, παρατηρούνται τα ακόλουθα:

Στις 15 επιλεγμένες διατομές, τα επίπεδα εκπεμπόμενου θορύβου, εκφρασμένα με το δείκτη $L_{eq}-18h$ δεν παρουσιάζουν αξιόλογη μεταβολή για τα έτη 2003 (παλαιά μη συγκολλημένη σκυρογραμμή), 2004 (παλαιά μη συγκολλημένη σκυρογραμμή, με αναβαθμίσεις αλλά και αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο και 2015 (νέα συγκολλημένη σκυρογραμμή, με επιπλέον αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο). Μεταξύ των ετών 2003 και 2004 παρουσιάζεται μία αύξηση περί του 1 dB(A), που δε χαρακτηρίζεται ως σημαντική. Αντίθετα, σύμφωνα με την προσομοίωση, η κατάσταση φαίνεται να βελτιώνεται το έτος 2015 σε σχέση με το 2004, αφού σε κάθε μια σχεδόν διατομή παρατηρείται έστω και μικρή μείωση θορύβου. Η ευνοϊκή δράση της συγκολλημένης γραμμής είναι η αιτία της μικρής αυτής βελτίωσης. Συνεπώς, αρχικά έγινε αποδεκτό ότι η νέα συγκολλημένη σκυρογραμμή δεν αναμένεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις για το ακουστικό περιβάλλον από τη λειτουργία του σιδηροδρόμου, αντίθετα αναμένεται μικρή έστω βελτίωση του ακουστικού περιβάλλοντος. Έτσι, για το 2015, οι αναμενόμενες τιμές φθάνουν περίπου τα 71 dBA, τιμή αρκετά μικρότερη από το όριο της Ολλανδίας (73 dBA) και κοντά στα όρια της Σουηδίας (70 dBA για L_{Aeq24h}).

Με βάση τις παραπάνω εκτιμήσεις εκτιμάται ότι, για την αντιμετώπιση της αναβάθμισης της γραμμής και των έργων γενικά του ΗΣΑΠ κατά τη φάση λειτουργίας, δεν απαιτείται η λήψη μέτρων για το ακουστικό περιβάλλον πέραν της σταδιακής συγκόλλησης της γραμμής και πρόσθετων άμεσων

μέτρων δίπλα στην εκκλησία της Νεραντζιώτισσας, όπου παρατηρείται πολύ αυξημένος θόρυβος (πίνακας 4.2). Βεβαίως τα επίπεδα θορύβου που προβλέφθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης με βάση τη βρετανική μέθοδο υπολογισμού προϋποθέτουν καλή κατάσταση της γραμμής και του τροχαίου υλικού. Η επιδείνωση της ποιότητας της γραμμής και του τροχαίου υλικού, που συμβαίνει φυσιολογικά στα υλικά αυτά με την πάροδο του χρόνου (αλλά εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά του τροχαίου υλικού), μπορεί να επιφέρει αύξηση των προηγούμενων επιπέδων θορύβου. Η σιδηροτροχιά μπορεί από διάφορες αιτίες να εμφανίσει αυλάκωση, μια μορφή κυματοειδούς φθοράς της κεφαλής που προκαλεί κατά μήκος μεταβολή της επιφάνειας με μη κανονικό βήμα περί τα 50 mm ή και περισσότερο, και βάθος μερικά δέκατα του μικρού του μέτρου (μm). Όταν η γραμμή παρουσιάζει αυλάκωση, τα επίπεδα θορύβου αυξάνονται έως 10 dBA ή και περισσότερο, σύμφωνα με έρευνες σε συρμούς με ταχύτητες περί τα 160 km/h (Nelson, 1986). Επί πλέον η αυλάκωση των τροχών (wheel corrugation) που συνδέεται με χρήση φρένων από σιδηρά μπλοκ, μπορεί να αυξήσει τα μέγιστα επίπεδα θορύβου (peak noise) παραπλεύρως της γραμμής κατά 10 περίπου dBA σε σχέση με χρήση δισκόφρενων σε τροχούς πάνω σε μη αυλακωμένη γραμμή (Nelson, 1986). Συνεπώς, είναι προφανές ότι η καλή ποιότητα της γραμμής και των τροχών, αλλά και του υπόλοιπου τροχαίου υλικού και επιδομής, μπορεί να έχει σημαντικές θετικές επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον κοντά στη γραμμή. Μια άλλη πηγή θορύβου πέραν των ανωτέρω είναι και το τοπικό στρίγγλισμα των τροχών σε περιοχές απότομων στροφών (flange squeal). Πρόκειται για οξύ ήχο ως αποτέλεσμα της απόκρισης των τροχών στην προσπάθεια προσαρμογής στην καμπυλότητα της στροφής σε συνδυασμό με την άκαμπτη σύνδεσή τους με τον άξονα ή τα φορεία, κατάσταση που προκαλεί μεταξύ άλλων κάθετη μετατόπιση και σύρσιμο των τροχών και διαφοροποίηση της επιφάνειας επαφής με τη γραμμή (Vincent, et.al., 2006).

Στη συνέχεια και πριν την έναρξη των εργασιών ανακαίνισης της γραμμής πραγματοποιήθηκε εξέταση της επιδομής σε οπλισμένο σκυρόδεμα ή αλλιώς της σταθερής επιδομής. Σύμφωνα με τη βρετανική μέθοδο η σταθερή επιδομή δίνει μια διαφορά περίπου 2,5 έως 3 dBA (επιβάρυνση) σε σχέση με τη σκυρογραμμή. Η λήψη, όμως αντιθορυβικών μέτρων, όπως ο αποσβεστήρας σιδηροτροχιάς, οι ηχοαπορροφητικές πλάκες, τα κάθετα ηχοαπορροφητικά πλαίσια κ.α. μπορούν να προκαλέσουν αισθητή για τον άνθρωπο μείωση του σιδηροδρομικού θορύβου, σε επίπεδα αντίστοιχα της σκυρογραμμής ή και χαμηλότερα. Με αυτά τα δεδομένα, δηλαδή με την επιλογή της σταθερής επιδομής σε 11 από τις 15 επιλεγμένες διατομές και με τη συνθήκη, ότι λαμβάνονται αντιθορυβικά μέτρα που μειώνουν τον εκπεμπόμενο θόρυβο κατά 3 dBA, «έτρεξε» εκ νέου το μοντέλο πρόβλεψης σιδηροδρομικού θορύβου RAILNOISE για τις 11 διατομές, με χρονικό ορίζοντα αποπεράτωσης των εργασιών το έτος 2015. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι, ότι η τιμή του δείκτη LAeq-18h μετά

την εφαρμογή της σταθερής επιδομής και με αντιθορυβική προστασία στον κορμό της γραμμής ή στο δάπεδο της επιδομής είναι πάντοτε μικρότερη (από 0,07 dB(A) έως 0,97 dB(A)) σε σχέση με την τιμή του δείκτη που είχε υπολογισθεί αρχικά για συνεχή συγκολλημένη γραμμή χωρίς σταθερή επιδομή (πίνακας 5.1). Συνεπώς, φαίνεται πως η κατασκευή σταθερής επιδομής αντί της σκυρογραμμής σε μεγάλο μήκος του δικτύου δεν επιφέρει σημαντικά διαφορετικές επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον κατά τη λειτουργία του έργου. Αντίθετα, αναμένεται να επιφέρει μικρότερης έντασης επιπτώσεις, ως αποτέλεσμα των ενσωματωμένων μέτρων αντιθορυβικής προστασίας.

Για την επιβεβαίωση και στην πραγματικότητα των πιο πάνω διαπιστώσεων, ο ΗΣΑΠ προέβη σε μετρήσεις, που έγιναν στο πλαίσιο του συστηματικού ελέγχου που διενεργεί σχετικά με το θόρυβο από τη λειτουργία και κατασκευή της γραμμής, σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα, όπως αυτό περιγράφεται στο κεφάλαιο 3 της Μεθοδολογίας. Ακολουθώντας τη δεδομένη σειρά των ηχομετρήσεων εξάγονται τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Ο συνολικός περιβαλλοντικός θόρυβος που καταγράφηκε κατά μήκος της γραμμής στο πλαίσιο των μετρήσεων του παρόντος προγράμματος και στην περιοχή των πλησιέστερων αποδεκτών, 1 έως 2 μέτρα πριν την οικοδομική γραμμή, όπως ορίζεται από τη βρετανική μέθοδο, εμφανίζει εικόνα αρκετά επιβαρυσμένου ακουστικού περιβάλλοντος. Ο δείκτης L_{eq1h} κυμαίνεται από 65.1 dB(A) ως 74.4 dB(A) με μέσο όρο 68.6 dB(A) και τυπική απόκλιση 2.9 dB(A). Το ακουστικό αυτό περιβάλλον όμως είναι αποτέλεσμα εκπομπής θορύβου από πολλές πηγές, μεταξύ των οποίων είναι η προσωρινή λειτουργία της γραμμής του ΗΣΑΠ, η οδική κυκλοφορία σε παράπλευρους δρόμους της γραμμής (που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι υψηλή, όπως στα Πετράλωνα), οι εργασίες κατασκευής της γραμμής των ΗΣΑΠ (όπως στη Νερατζιώτισσα), άλλες ευκαιριακές λειτουργίες της πόλης (όπως η λειτουργία άλλων εργοταξίων π.χ. στο σχολείο κοντά στη θέση μέτρησης στον Άγιο Ελευθέριο, η στάθμευση απορριμματοφόρου κοντά στο ηχόμετρο στα Πετράλωνα, η πτήση αεροσκαφών στην Κηφισιά) και βέβαια οι διάφορες συνήθειες λειτουργίες της πόλης (όπως αποτυπώνονται στο θόρυβο υποβάθρου).
2. Οι διακυμάνσεις του συνολικού περιβαλλοντικού θορύβου στους πλησιέστερους αποδέκτες καταγράφηκαν να κυμαίνονται μεταξύ της στάθμης θορύβου βάθους (δείκτης L_{95}), που μετρήθηκε μεταξύ 43.6 dB(A) και 54.4 dB(A) με μέσο όρο 48.2 dB(A), ως τις μέγιστες τιμές του δείκτη L_{max} που βρέθηκε στο διάστημα μεταξύ 83.6 dB(A) και 103.6 dB(A) με μέσο όρο

90.2 dB(A (πίνακας 5.2). Η στατιστική διαχείριση των αποτελεσμάτων είναι δόκιμη αφού οι μετρήσεις δεν επιδεικνύουν μεγάλες αποκλίσεις.

3. Μια πιο λεπτομερής ανάλυση των ωριαίων μετρήσεων ανά θέση μέτρησης και των παρατηρήσεων που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, μπορεί να δώσει μια ακριβέστερη εικόνα του ακουστικού περιβάλλοντος σε σχέση με τις πηγές θορύβου. Κατ'αρχήν, ο οδικός κυκλοφοριακός φόρτος, όπως μετρήθηκε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στο δρόμο ανάμεσα στο σημείο μέτρησης και τη γραμμή του ΗΣΑΠ, φαίνεται πως συνεισφέρει σε όλες σχεδόν τις θέσεις, και σε ορισμένες καθοριστικά, στο συνολικό θόρυβο που καταγράφεται, όπως φαίνεται στον πίνακα 5.3.

Ο οδικός φόρτος στα Πετράλωνα είναι ιδιαίτερα υψηλός και μάλιστα με μεγάλο αριθμό βαρέων οχημάτων, σε αντίθεση με το Ν. Ηράκλειο, όπου ο φόρτος είναι αμελητέος. Το γεγονός αυτό, όπως και ότι η οδική κυκλοφορία βρίσκεται πιο κοντά στη θέση μέτρησης από τη σιδηροδρομική κυκλοφορία, καθιστά σαφές, ότι τουλάχιστον στη θέση αυτή, το ενεργειακό περιεχόμενο του θορύβου οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην οδική κυκλοφορία. Έτσι, για την εξαγωγή πιο αντιπροσωπευτικών συμπερασμάτων, ως προς την επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος κυρίως από την προσωρινή λειτουργία της γραμμής, η μέτρηση στη θέση αυτή θα πρέπει να *εξαιρεθεί*. Κατά τη μέτρηση στον Άγιο Ελευθέριο, συνεισφορά στο θόρυβο παρέχει και γειτονικό εργοτάξιο, συνεπώς και πάλι η καταγραφόμενη στάθμη δεν αντικατοπτρίζει ακριβώς την επιβάρυνση από τη λειτουργία της γραμμής. Εν τούτοις, καθώς οι εργασίες στο εργοτάξιο δεν περιλαμβάνουν τη συμμετοχή βαρέων μηχανημάτων (κομπρεσέρ χειρός μόνο με τροχό) η συμμετοχή αυτή θα θεωρηθεί μικρής σημασίας. Ταυτόχρονα η οδική κυκλοφορία είναι μικρή, έτσι τελικά η μέτρηση μπορεί να περιληφθεί στο σύνολο μετρήσεων προς αξιολόγηση της συνεισφοράς της γραμμής. Η μέτρηση στο Νέο Ηράκλειο φαίνεται να είναι η πιο αντιπροσωπευτική για την επιβάρυνση που οφείλεται στη γραμμή, καθώς δεν παρατηρήθηκε αξιόλογος κυκλοφοριακός φόρτος ούτε άλλα επιβαρυντικά γεγονότα. Η μέτρηση κοντά στην εκκλησία της Νερατζιώτισσας, περιλαμβάνει σημαντική επιβάρυνση από τις κατασκευαστικές λειτουργίες της γραμμής με βαρέα μηχανήματα. Έτσι, θα πρέπει να *εξαιρεθεί* από την εκτίμηση της συνεισφοράς της λειτουργίας της γραμμής, ενώ θα πρέπει να αξιολογηθεί ως προς τη συνεισφορά της κατασκευής στο ακουστικό περιβάλλον. Η μέτρηση στην Κηφισιά στην οδό Θεσσαλονίκης, επιβαρύνεται από την πτήση σμήνους αεροσκαφών. Εν τούτοις είναι δύσκολη η απομόνωση της επίδρασης αυτής. Επίσης στη θέση αυτή καταγράφεται κάποια μέτρια κυκλοφοριακή επιβάρυνση. Έτσι, φαίνεται πως η σιδηροδρομική επιβάρυνση αποτελεί την κύρια (αλλά όχι τη μοναδική) συνιστώσα του θορύβου και η

μέτρηση μπορεί να θεωρηθεί αρκετά αντιπροσωπευτική της σημερινής λειτουργίας της γραμμής. Συνεπώς, εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα από τη στατιστική αξιολόγηση των τριών μετρήσεων, αντίστοιχα με τον πίνακα 5.4.

4. Η εκτίμηση της επίδρασης της λειτουργίας της γραμμής ως κύριο γεγονός επιβάρυνσης του ακουστικού περιβάλλοντος εντός των χώρων κατοικίας (που τελικά ενδιαφέρει) μπορεί να στηριχθεί πιο αξιόπιστα στην αξιολόγηση της μέγιστης στάθμης που προκύπτει κατά τη διέλευση ενός συρμού, η οποία μπορεί να εκτιμηθεί αρκετά αντιπροσωπευτικά με το δείκτη L1. Η μέση τιμή του δείκτη αυτού συμφωνεί και με τις παρατηρήσεις μας κατά τη διέλευση των συρμών (τιμές Lmax κατά τη διέλευση των συρμών). Η αξιολόγηση των ανωτέρω τιμών των μετρήσεων λαμβάνοντας υπόψη ηχομείωση περίπου $D = 35$ dB, που παρέχει ένα τυπικό χωρίς ιδιαίτερη ηχομόνωση εξωτερικό χώρισμα κτίσματος με τον τρόπο που κατασκευάζονται στην χώρα μας, εντός των οικιών εκτιμάται ότι θα καταγράφεται μέση τιμή Leq περί τα $66,9 - 35 = 32$ dB(A) περίπου. Η τιμή αυτή βρίσκεται εντός των ορίων (συστάσεων) του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας [σύσταση WHO: Leq εντός κατοικιών μικρότερη από 35 dB(A)]. Εν τούτοις η μέγιστη στάθμη από τη διέλευση συρμών, αν αυτή εκτιμηθεί με βάση το δείκτη L1, αναμένεται να είναι $81,9 - 35 = 46,9$ dB(A), ήτοι λίγο μεγαλύτερη από τις συστάσεις της WHO (σύσταση WHO: Lmax εντός κατοικιών μικρότερη από 45 dB(A) κατά την ημέρα και το απόγευμα).
5. Οι δείκτες Leq και L10 (πίνακας 5.5) που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση στη νομοθεσία για νέα συγκοινωνιακά έργα, αν και έχουν ενδεικτική μόνο αξία, αφού δεν ισχύουν για υφιστάμενα σιδηροδρομικά έργα, φαίνεται να ικανοποιούνται από τις μετρήσεις ή να ξεπερνιούνται κατά θέσεις μόνο οριακά. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στη θέση 3 (Ν. Ηράκλειο) έχει εγκατασταθεί διάταξη ηχοπροστασίας στη σιδηροτροχιά (αποσβεστήρας σιδηροτροχιάς).
6. Στη συνέχεια εξετάζεται μια σύγκριση των μετρήσεων (πίνακας 4.9) που έγιναν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας με αυτές που είχαν γίνει το 2003 για τη βελτίωση και λειτουργία της γραμμής του ΗΣΑΠ (Αργυρόπουλος & ΓΑΜΜΑ 4, 2004). Έτσι, στον πίνακα 5.6 παρουσιάζονται οι κύριοι δείκτες που αφορούν ωριαίες μετρήσεις που έγιναν στην παρούσα έρευνα, σε σύγκριση με τις μετρήσεις του 2003 σε αντίστοιχα σημεία. Συγκρίνοντας τις αντίστοιχες τιμές των δεικτών εμφανίζονται διαφορές, που όμως μπορούν να ερμηνευτούν. Κατ' αρχήν οι μετρήσεις της παρούσας εργασίας ήταν διάρκειας μιας ώρας, ενώ αυτές του

2003 από 5 έως 15 λεπτά. Κατά δεύτερο, οι φόρτοι των συρμών είναι πλέον διαφορετικοί αυτών του 2003 (μικρότεροι) ως συνέπεια κυρίως της προσωρινής λειτουργίας της γραμμής (μονοδρομήσεις, μειώσεις συχνότητας κλπ). Επίσης και οι ταχύτητες των συρμών, λόγω των έργων, είναι διαφορετικές, ενώ παρεμβαίνουν στο θόρυβο και οι εργασίες κατασκευής. Ακόμη, τα περισσότερα αντίστοιχα σημεία των δύο περιόδων μετρήσεων, αν και βρίσκονται σχετικά κοντά, δεν συμπίπτουν. Τέλος, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι των παραπλεύρων οδών έχουν πιθανότατα μεταβληθεί, συνεισφέροντας διαφορετικό θόρυβο υποβάθρου. Ως γενική παρατήρηση των δύο μετρήσεων είναι ότι οι τελευταίες μετρήσεις έχουν τιμές L_{eq} γενικά μικρότερες από τις παλαιότερες, εκτός από τη θέση στα Πετράλωνα, η οποία βέβαια ερμηνεύεται από την επιβάρυνση από την υψηλή κίνηση αυτοκινήτων κατά την πρόσφατη μέτρηση. Βέβαια η ίδια μείωση παρατηρείται και στις τιμές των L_{95} . Ο δείκτης αυτός, υποδηλώνει τον θόρυβο υποβάθρου, που σημαίνει ότι κατά τις παλαιότερες μετρήσεις ο θόρυβος υποβάθρου ήταν σημαντικά μεγαλύτερος από τον μετρηθέντα σήμερα (από 3,1 έως 11,4 dBA, εκτός από τη θέση 2, που είναι περίπου ίδιος). Είναι φυσιολογικό λοιπόν και το ενεργειακό περιεχόμενο της συνολικής μέτρησης (L_{eq}) να είναι μεγαλύτερο κατά τις μετρήσεις του 2003 σε σχέση με σήμερα. Συνεπώς η σύγκριση των δύο συνόλων μετρήσεων δεν μπορεί πρακτικά να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα.

7. Ο δείκτης L_5 αξιοποιείται για την αποτύπωση της συνολικής διάρκειας διέλευσης ενός συρμού. Η φασματική ανάλυση του δείκτη L_5 που καταγράφηκε στις ωριαίες μετρήσεις (πίνακες 4.10 – 4.15 / εικόνα 4.1) δείχνει επιβάρυνση εξαιτίας της διέλευσης των συρμών στις χαμηλές συχνότητες 31.5 Hz ως 63Hz και στις μεσαίες 250Hz ως 1kHz. Ειδικά οι χαμηλότερες από αυτές τις συχνότητες είναι αρκετά πιο επιβαρυντικές διότι διαπερνούν ευκολότερα τα τοιχώματα των κτισμάτων ενώ παράγουν με ευκολία την αίσθηση ενός διακριτού ηχητικού γεγονότος σε σχέση με τον υπόλοιπο θόρυβο βάρους ή περιβάλλοντος.
8. Οι μετρήσεις μικρής διάρκειας που πραγματοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της απόδοσης μέτρων αντιθορυβικής προστασίας καθώς και τμημάτων με διαφορετικό τύπο σιδηροδρομικής επιδομής εμφανίζουν καλή στατιστική ομοιογένεια και συνεπώς μπορούν να αξιοποιηθούν για την εξαγωγή συμπερασμάτων.
9. Στη σειρά μετρήσεων (πίνακες 4.16 – 4.26 / εικόνες 4.2 – 4.6) χωρίς ελεγχόμενη ταχύτητα, που πραγματοποιήθηκαν στη χ.θ. 20+300 στο Νέο Ηράκλειο, σε σημεία με και χωρίς διάταξη αντιθορυβικής προστασίας στη σιδηροτροχιά (αποσβεστήρας σιδηροτροχιάς), προκύπτει από

τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των ηχομετρήσεων, σημαντική μείωση σε όλους τους δείκτες από 5.4 dB(A) στον δείκτη L99 ως 6.7 dB(A) στον δείκτη Leq. Η μείωση αυτή είναι σημαντική. Αντιστοιχεί σε περίπου 3.5 φορές λιγότερες διελεύσεις συρμών ή σε ισάριθμους συρμούς που διέρχονται με περίπου 2 φορές χαμηλότερη ταχύτητα. Αν εξεταστεί η φασματική ανάλυση συγκρίνοντας τις δύο περιπτώσεις, με και χωρίς τον αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς, κατά την 1^η σειρά μετρήσεων προκύπτουν σημαντικές ηχομειώσεις περί τα 5 με 8 dB(A) στη φασματική περιοχή των 31.5 Hz και στην περιοχή 250Hz ως 1kHz, δηλαδή στις συχνότητες, που οι συρμοί του ΗΣΑΠ εμφανίζουν κατά τη διέλευσή τους τις υψηλότερες στάθμες θορύβου.

10. Παρόμοια αποτελέσματα λαμβάνονται και κατά τη σειρά μετρήσεων (πίνακες 4.49 – 4.53 / εικόνες 4.17 – 4.21) με ελεγχόμενη ταχύτητα, ίση και στις δύο ομάδες μετρήσεων, με και χωρίς μέτρα ηχομείωσης δηλαδή, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην ίδια χ.θ 20+300 στο Νέο Ηράκλειο, για να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα εισαγωγής συστηματικού σφάλματος στις συγκρίσεις που πραγματοποιούνται. Όπως και στη σειρά μετρήσεων χωρίς ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, έτσι και στη σειρά μετρήσεων με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, προκύπτει σημαντική μείωση σε όλους τους δείκτες που αφορούν στον θόρυβο που προκύπτει από τη διέλευση των συρμών από 3.4 dB(A) στον δείκτη Leq ως 4.5 dB(A) στον δείκτη LE. Η μείωση είναι μικρότερη από αυτή που προκύπτει στη σειρά μετρήσεων χωρίς ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, ωστόσο είναι σημαντική. Δεδομένου του ελεγχόμενου χαρακτήρα της δοκιμής μπορεί να θεωρηθεί, ως η πλέον αξιόπιστη σειρά μετρήσεων, σε σχέση με την προηγούμενη. Αν εξεταστεί η φασματική ανάλυση συγκρίνοντας τις δύο περιπτώσεις, με και χωρίς τον αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς, κατά τη σειρά μετρήσεων με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, προκύπτουν σημαντικές ηχομειώσεις περί τα 3 dB με 4 dB στη φασματική περιοχή των 31.5 Hz και στην περιοχή 500Hz ως 1kHz, δηλαδή στις συχνότητες που οι συρμοί του ΗΣΑΠ εμφανίζουν κατά τη διέλευσή τους τις υψηλότερες στάθμες θορύβου. Επιβεβαιώνονται δηλαδή τα αντίστοιχα συμπεράσματα της προηγούμενης σειράς μετρήσεων χωρίς ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών.
11. Στη σειρά μετρήσεων (πίνακες 4.27 – 4.43 / εικόνες 4.7 – 4.11) χωρίς ελεγχόμενη ταχύτητα, που πραγματοποιήθηκαν στις χ.θ. 14+510 και 14+980, στον Άγιο Ελευθέριο, σε σημεία με διαφορετική σιδηροδρομική επιδομή, σκύρα και σταθερή επιδομή, αντίστοιχα, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων, προκύπτει συνολικά ελαφρά διαφορά της τάξης του 1 dB(A) με 2.5 dB(A) με τη σκυρογραμμή να προκαλεί μικρότερο θόρυβο. Η διαφορά αυτή

υπέρ των σκύρων προκύπτει στις μεσαίες συχνότητες 250Hz – 500 Hz (περιοχή μεγάλης ευαισθησίας του ανθρώπινου μηχανισμού ακοής) και στις υψηλές 8kHz – 16 kHz (πιθανώς να οφείλεται σε συριγμούς) ενώ στις χαμηλές συχνότητες η λύση της σταθερής επιδομής εμφανίζει καλύτερες επιδόσεις, όμως σε αυτές τις συχνότητες ο ανθρώπινος μηχανισμός ακοής δε συμβάλλει ώστε συνολικά η λύση της σταθερής επιδομής να βελτιώνει τον συνολικό (overall) δείκτη L_{eq} . Οι διαφορές που εντοπίστηκαν είναι μικρές και εμπίπτουν εντός στατιστικών αποκλίσεων που έχουν καταγραφεί στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

12. Στη σειρά μετρήσεων (πίνακες 4.44 – 4.48 / εικόνες 4.12 – 4.16) χωρίς ελεγχόμενη ταχύτητα, που πραγματοποιήθηκαν στις χ.θ. 7+687 και 7+330 στα Πετράλωνα, σε σημεία με διαφορετική σιδηροδρομική επιδομή, σκύρα και σταθερή επιδομή, αντίστοιχα, προκύπτει συνολικά ελαφρά διαφορά της τάξης του 0.5 dB(A) με 3.5 dB(A) υπέρ της λύσης των σκύρων. Η διαφορά αυτή υπέρ των σκύρων προκύπτει στις μεσαίες συχνότητες 250Hz – 8 kHz (περιοχή μεγάλης ευαισθησίας του ανθρώπινου μηχανισμού ακοής) ενώ και στις χαμηλές συχνότητες η λύση της σκυρογραμμής εμφανίζει καλύτερες επιδόσεις. Οι μετρήσεις αυτές εμφανίζουν μικρότερη τυπική απόκλιση και συνεπώς μπορούν να θεωρηθούν πιο αξιόπιστες από εκείνες στην περιοχή του Αγίου Ελευθερίου, έχουν όμως καταγράψει μεγαλύτερο θόρυβο βάθους στη περίπτωση των μετρήσεων στο τμήμα της σταθερής επιδομής και συνεπώς πιθανώς να περιλαμβάνουν έντονο σφάλμα, τουλάχιστον όσον αφορά τα πλάτη των διαφορών που αναφέρθηκαν ανωτέρω.

13. Στη σειρά μετρήσεων (πίνακες 4.54 – 4.58 / εικόνες 4.22 – 4.26), που πραγματοποιήθηκαν χ.θ. 7+860 και 7+330 στα (Πετράλωνα, σε σημεία με διαφορετική σιδηροδρομική επιδομή, σκύρα και σταθερή επιδομή, αντίστοιχα, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων, προκύπτει συνολικά ελαφρά διαφορά της τάξης του 1 dB(A) με 4 dB(A) υπέρ της λύσης των σκύρων. Η διαφορά αυτή υπέρ των σκύρων προκύπτει στις μεσαίες συχνότητες 125Hz – 2 kHz (περιοχή μεγάλης ευαισθησίας του ανθρώπινου μηχανισμού ακοής) ενώ στις χαμηλές συχνότητες η λύση της σταθερής επιδομής εμφανίζει καλύτερες επιδόσεις (1dB με 2dB). Οι μετρήσεις αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως οι πλέον αξιόπιστες σε σχέση με τις προηγούμενες στα Πετράλωνα και τον Άγιο Ελευθέριο, χωρίς ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, καθώς έχουν πραγματοποιηθεί με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, έχουν απορριφθεί μετρήσεις με έντονα ξένα ηχητικά γεγονότα και εμφανίζουν αριθμητικώς τις ελάχιστες τυπικές αποκλίσεις στα δύο σύνολα (με σκυρογραμμή – με σταθερή επιδομή). Επίσης το συμπέρασμα προκύπτει από 2 σει μετρήσεων στα οποία ο θόρυβος βάθους ελαφρώς καταγράφεται υψηλότερος στη

περίπτωση των μετρήσεων στη θέση της σκυρογραμμής, οπότε απορρίπτεται και το ενδεχόμενο οι διαφορές υπέρ της λύσης της σκυρογραμμής που καταγράφηκαν στους άλλους δείκτες να οφείλονται σε θόρυβο βάθους.

14. Εξετάζοντας ακολούθως τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων (πίνακες 4.67 – 4.71 / εικόνες 4.35 & 4.36) στις περιοχές Άνω Πατήσια, Νέα Ιωνία και Νέο Ηράκλειο, στα πλαίσια της εξέτασης του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ, προκύπτει, ότι ο θόρυβος που προκαλείται από τις διελεύσεις των συρμών δεν υπερβαίνει το όριο 67 dB(A), σε απόσταση 2m από την πρόσοψη του πιο κοντινού κτιρίου. Στις περιοχές των Άνω Πατησίων και του Ηρακλείου η συνδυασμένη στάθμη L_{eq} (από το σιδηρόδρομο, τους δρόμους και άλλες πηγές θορύβου) είναι μικρότερη από το όριο των 67dB(A). Στην περιοχή της Νέας Ιωνίας που είναι οριακά υψηλότερη η τιμή στα 67,1 dB(A), γίνεται κατανοητό ότι ο καθοριστικός παράγοντας στη διαμόρφωση του ακουστικού περιβάλλοντος αποτελεί κυρίως η οδική κυκλοφορία. Αυτό γίνεται αντιληπτό από τη σύγκριση των τιμών της ηχομέτρησης χωρίς διέλευση συρμών, που είναι μόλις κατά 0,9 dB(A) μικρότερη από ότι όταν υπάρχει διέλευση συρμών. Το πρόσθετο ενεργειακό περιεχόμενο από τις διελεύσεις των συρμών είναι πάρα πολύ μικρό. Ο δείκτης L_5 αξιοποιείται για την αποτύπωση της συνολικής διάρκειας διέλευσης ενός συρμού. Η φασματική ανάλυση του δείκτη L_5 , που καταγράφηκε στις τρεις μετρήσεις δείχνει επιβάρυνση εξαιτίας της διέλευσης των συρμών στις χαμηλές συχνότητες 8Hz έως 125 Hz και στις μεσαίες 250 Hz έως 1 KHz. Ειδικά οι χαμηλότερες από αυτές τις συχνότητες είναι αρκετά πιο επιβαρυντικές καθώς διαπερνούν ευκολότερα τα τοιχώματα των κτιρίων ενώ παράγουν με ευκολία την αίσθηση ενός διακριτού ηχητικού γεγονότος σε σχέση με τον υπόλοιπο θόρυβο βάθους ή περιβάλλοντος. Σε ό,τι αφορά στη σύγκριση συγκολλημένης ή όχι γραμμής, συγκρίνοντας τους δείκτες L_5 στη Νέα Ιωνία και το Νέο Ηράκλειο, προκύπτει μια μειωμένη τιμή κατά 3,5 dB(A), στην περίπτωση του Νέου Ηρακλείου, όπου η γραμμή είναι συγκολλημένη. Το αποτέλεσμα όμως δε μπορεί να θεωρηθεί αρκετά αντικειμενικό καθότι η επιβάρυνση από την οδική κυκλοφορία στη Νέα Ιωνία είναι σημαντικά μεγαλύτερη. Από τα πιο πάνω αποτελέσματα προκύπτει επίσης, ότι ο δείκτης L_{eq} κυμαίνεται κατά μήκος της εξεταζόμενης περιοχής από 61,8 έως 67,1 dB(A), με μέση τιμή 64,8 dB(A) και τυπική απόκλιση 2,7. Αντίστοιχα ο δείκτης L_5 κυμαίνεται από 68,7 έως 73,2 dB(A) με μέση τιμή 70,5 dB(A) και τυπική απόκλιση 2,4 και ο δείκτης L_{95} κυμαίνεται από 49,2 έως 55,2 dB(A) με μέση τιμή 52,8 dB(A) και τυπική απόκλιση 3,2.

15. Τα αποτελέσματα της ηχομέτρησης από το μπαλκόνι οικίας στην οδό Νερατζιωτίσσης (πίνακας 4.72) καταδεικνύουν το αρκετά επιβαρυνόμενο ακουστικό περιβάλλον της περιοχής. Ο δείκτης L_{eq} 30min έχει τιμή 69 dB(A), η στάθμη $L_{10,30min}$ 68,5 dB(A), η στάθμη L_{max} 86 dB(A), ενώ η στάθμη L_{95} , ενδεικτική του υποβάθρου έχει τιμή 44,9 dB(A). Οι τιμές αυτές είναι ανώλογες των τιμών που είχαν μετρηθεί το έτος 2003. Έτσι οι τιμές που μετρήθηκαν στην περιοχή κοντά στην οικία επί της οδού Νερατζιωτίσσης κυμαίνονται για το L_{eq} από 82,9 dB(A) στην εκκλησία Νερατζιώτισσας, σε 69,2 και 70,4 dB(A) Νερατζιωτίσσης και Μαραθονοδρόμου και 69,3 και 70,3 dB(A) Νερατζιωτίσσης και Μόσχα (οικία). Το L_{max} για την τελευταία θέση είναι 85,7 και 86,2 dB(A). Συνεπώς τόσο η ισοδύναμη ακουστική επιβάρυνση L_{eq} όσο και η επιβάρυνση που αποδίδεται κυρίως στους συρμούς L_{max} κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα με εκείνες του 2003 και προφανώς με αντίστοιχες παλαιότερων χρόνων, καθότι ο ΗΣΑΠ λειτουργεί στην περιοχή πάρα πολλές δεκαετίες. Βέβαια είναι γεγονός ότι η στάθμη του θορύβου είναι σχετικά υψηλή, μεγάλο μέρος του θορύβου όμως προέρχεται από την οδική κυκλοφορία, όπως προκύπτει από τις υψηλές τιμές του L_{10} αλλά και του υποβάθρου L_{95} . Σημαντική επιβάρυνση προκαλεί η ανάκλαση του εκπεμπόμενου θορύβου από την οδική κυκλοφορία λόγω του πέτρινου τοίχου αντιστήριξης της γραμμής του ΗΣΑΠ. Η πέτρα αποτελεί ως γνωστό ένα υλικό με πολύ χαμηλή ηχοαπορρόφηση.
16. Αξιολογώντας τις ηχομετρήσεις (πίνακας 4.66 / εικόνα 4.34), στη χ.θ. που βρίσκεται το σχολείο στο Νέο Ηράκλειο και θεωρώντας τα 30 min της μέτρησης αντιπροσωπευτικά της χρονικής περιόδου 8:00 έως 20:00, που σημειώνεται η κίνηση των συρμών με τη μικρότερη χρονοαπόσταση και άρα τις περισσότερες διελεύσεις συρμών, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:
- 1η μέτρηση χωρίς αντιθορυβική προστασία: ο δείκτης $L_{eq}(8-20)$ κυμαίνεται στα 68,5 dB(A) υπερβαίνοντας τα 67dB(A).
 - 2η μέτρηση με ηχοαπορροφητικές πλάκες: είναι εμφανής η μείωση του θορύβου από τη συχνότητα των 125 Hz και υψηλότερα κατά τουλάχιστον 4dB(A). Ο δείκτης L_{eq} είχε μείωση κατά 4,8 dB(A) φθάνοντας, ενώ ο δείκτης L_5 που αναπαριστά καλύτερα το θόρυβο των συρμών είχε μείωση κατά 4,1 dB(A).
17. Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων (πίνακες 4.59 - 4.63 / εικόνες 4.27 - 4.31) που διενεργήθηκαν στη χ.θ. 22+300 στην οδό Κηφισιάς στο Ν. Ηράκλειο στις 7.6.2010 και 5.7.2010, περίπτωσης με σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία και περίπτωση με σταθερή επιδομή και αντιθορυβική προστασία με ηχοαπορροφητικές πλάκες, προκύπτει,

ότι υπάρχει σαφής μείωση του εκπεμπόμενου θορύβου. Μάλιστα στο εύρος συχνοτήτων από 125 Hz έως 16 KHz η μείωση είναι σταθερά μεγαλύτερη των 5 dB. Διάφοροι λόγοι όπως οι διαφορετικές συνθήκες μέτρησης ή η διάρκεια, μας οδηγούν στο να επιλέξουμε το δείκτη LE (exposure) για τη σύγκριση της στάθμης του θορύβου πριν και μετά την τοποθέτηση των ηχοαπορροφητικών πλακών επί της σταθερής επιδομής. Ο δείκτης αυτός εκφράζει την ποσότητα της ενέργειας που εκλύεται από ένα ηχητικό γεγονός διάρκειας T, ανηγμένη σε 1 sec. Η μείωση επομένως που προκύπτει μετά την εφαρμογή της αντιθορυβικής προστασίας με ηχοαπορροφητικές πλάκες επί της σταθερής επιδομής είναι 6,5 dB (+/- 4dB).

18. Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων (πίνακες 4.64 & 4.65 / εικόνες 4.32 & 4.33), που διενεργήθηκαν στη χ.θ. 22+300 στην οδό Κηφισιάς στο Ν. Ηράκλειο (σχολείο) στις 7.6.2010 και 5.7.2010, περίπτωσης με σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία και περίπτωση με σταθερή επιδομή και αντιθορυβική προστασία με αποσβεστήρες επί των σιδηροτροχιών, προκύπτει στην 1^η μέτρηση αύξηση θορύβου κατά 1,5 dB για το δείκτη LE, ενώ στη 2^η προκύπτει μείωση κατά 3,5 dB για τον ίδιο δείκτη. Θεωρώντας ότι στην πρώτη περίπτωση το αποτέλεσμα έχει σφάλμα, που πιθανόν να οφείλεται στις συνθήκες της μέτρησης ή και πιθανή λανθασμένη τοποθέτηση της αντιθορυβικής συσκευής, γίνεται αποδεκτή ως αντιπροσωπευτική μόνο η 2^η μέτρηση.

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων διακρίνεται μια υπεροχή των αντιθορυβικών πλακών σε σχέση με τον αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς ως προς τη μείωση του εκπεμπόμενου σιδηροδρομικού θορύβου και για αυτό το λόγο σε συνδυασμό με τη μικρή διαφορά (επιβαρυντική) της σταθερής επιδομής σε σχέση με τη σκυρογραμμή ως προς τον εκπεμπόμενο σιδηροδρομικό θόρυβο, Ο ΗΣΑΠI κατέληξε σε εγκατάσταση σταθερής επιδομής στο μεγαλύτερο μέρος της ανακαίνισης της γραμμής, εκτός τμημάτων με αλλαγές, υπέργεια κ.α. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε τροποποίηση της μελέτης για την ανακαίνιση της γραμμής σύμφωνα με την ΚΥΑ 196862/4.3.2011.

19. Από τη μέτρηση θορύβου (πίνακας 4.73) επί της οδού Αβέρωφ στη χ.θ. 17+010, όπου παρατηρείται γενικά μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση, προκύπτει ότι: ο δείκτης Leq έχει τιμή 76,4 dB(A), ο δείκτης L5 που αντιπροσωπεύει καλύτερα το θόρυβο από τις διελεύσεις των συρμών έχει τιμή 79,9dB(A), ο δείκτης L10 που αντιπροσωπεύει καλύτερα τον οδικό θόρυβο μετρήθηκε 78,5 dB(A) και ο δείκτης L95 που αντιπροσωπεύει το θόρυβο υποβάθρου μετρήθηκε στα 69,4 dB(A). Όλες οι στάθμες παρουσιάζουν εξαιρετικά υψηλές τιμές και

αποτελούν τυπικό παράδειγμα αστικού κέντρου σε ώρες αιχμής. Η πρόσθετη επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος από τις εργασίες και τις διελεύσεις των συρμών είναι πολύ μικρή σε σχέση με το θόρυβο υποβάθρου και το θόρυβο από την οδική κυκλοφορία. Έτσι, σε σχέση και με την εμπορική κυρίως χρήση της περιοχής, δε θεωρείται ότι επιβαρύνουν σημαντικά το ακουστικό περιβάλλον.

20. Οι γενικές παρατηρήσεις που προκύπτουν από τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων (πίνακες 4.74 – 4.103, εικόνες 4.37 – 4.51), που πραγματοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ πριν τη λήψη αντιθορυβικών μέτρων επί της σταθερής επιδομής, είναι ότι σε κάποια σημεία οι δείκτες βρίσκονται εντός ορίων ενώ σε κάποια άλλα βρίσκονται εκτός ορίων. Η στάθμη που κυμαίνονται οι τιμές αυτών των δεικτών εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες. Ορισμένοι από αυτούς είναι:

- Ο θόρυβος στο σημείο ηχομέτρησης που προέρχεται από τους υπόλοιπους περιβαλλοντικούς παράγοντες αναλόγως την περιοχή (π.χ. οδική κυκλοφορία, αστικός θόρυβος). Για παράδειγμα κάποιες ηχομετρήσεις που έγιναν σε χιλιομετρική θέση που ο πλησιέστερος δέκτης ήταν σε πεζόδρομο είχαν χαμηλότερη στάθμη από ηχομετρήσεις που έγιναν κοντά σε κεντρικούς δρόμους.
- Η διαφορετική ταχύτητα και η κατάσταση των τροχών κάθε βαγονιού, καθώς και άλλα έκτακτα γεγονότα (π.χ. εκτόνωση αέρα).
- Η διαφορετική κατάσταση της σιδηροτροχιάς σε κάθε θέση ηχομέτρησης. Για παράδειγμα υπήρχαν θέσεις που στις οποίες είχαν πραγματοποιηθεί ήδη εργασίες λείανσης όπου η στάθμη θορύβου ήταν συγκριτικά ελαττωμένη.
- Η διαφορετική μορφολογία της σιδηροτροχιάς σε κάθε θέση. Η ηχητική συμπεριφορά επηρεάζεται από το εάν η θέση βρίσκεται σε καμπύλο ή σε ευθύγραμμο τμήμα, σε κατηφορικό ή ανηφορικό τμήμα, σε θέσεις κοντά σε σταθμό ή μακριά από σταθμό, κτλ.
- Οι ανακλαστικές επιφάνειες αναλόγως με το αστικό περιβάλλον σε κάθε θέση ηχομέτρησης.
- Οι κλιματολογικές συνθήκες κάθε μέτρησης.

Πιο συγκεκριμένα στις θέσεις: 3+700, 5+500, 6+400, 6+600, 6+800, 12+800, 13+000, 13+400, 16+300, 20+100, 22+900, 23+000, 24+100, 25+000 όπου υπάρχει υπέρβαση των δεικτών, όπως προκύπτει από την ανάλυση της χρονικής καταγραφής, η οποία επεξεργάστηκε καθορίζοντας όλους τους ωριαίους δείκτες θορύβου, προέκυψε ότι μεγάλο μέρος του καταγραφέντος θορύβου οφείλεται στο θόρυβο από την τροχαία κίνηση, η οποία παρατηρήθηκε στα σημεία ηχομέτρησης. Σε πολλά από αυτά τα σημεία ενδέχεται οι δείκτες θορύβου να παραμείνουν υψηλότεροι από τα θεσμοθετημένα όρια και μετά την εφαρμογή των ηχομονωτικών επεμβάσεων που προγραμματίζονται, δεδομένου ότι δεν οφείλονται μόνο στη λειτουργία του σιδηροδρόμου αλλά κυρίως στην τροχαία κίνηση.

21. Στις εικόνες 4.52 & 4.53 απεικονίζονται οι ηχοστάθμες Leq (A) και ο μέσος όρος της ηχοστάθμης, αντίστοιχα, για 5 διελεύσεις συρμών ανόδου που πραγματοποιήθηκαν στις 15.1.2013 πριν την τοποθέτηση των κάθετων ηχοαπορροφητικών πλαισίων και στις 28.1.2013 μετά την τοποθέτησή τους στην έξοδο προς Κηφισιά του σταθμού Κάτω Πατήσια. Είναι εμφανές ότι η ηχοστάθμη της 2^{ης} σειράς μετρήσεων κυμαίνεται σε χαμηλότερα επίπεδα από εκείνη της 1^{ης} σειράς ηχομετρήσεων, της τάξης έως και των 5dB(A). Παρατηρήθηκαν κάποιες διαφορές στις καταγραφές μεταξύ διαφορετικών τρένων στις ίδιες θέσεις ηχομέτρησης. Πιθανές αιτίες είναι η διαφορετική ταχύτητα και η κατάσταση των τροχών κάθε βαγονιού καθώς και άλλα έκτακτα γεγονότα (π.χ. εκτόνωση αέρα) και για τον λόγο αυτό παρατίθενται οι μέσοι όροι των διελεύσεων. Από την περαιτέρω επεξεργασία των ηχομετρήσεων στους συρμούς καθόδου υπάρχει μικρότερη ηχομείωση σε σχέση με τους συρμούς ανόδου, ενώ το μικρόφωνο είχε τοποθετηθεί στην κάθοδο. Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται στη σχετική θέση του ηχομέτρου σε σχέση με τα ηχοαπορροφητικά πετάσματα. Αξίζει να αναφερθεί ότι λόγω της διαμόρφωσης του τοιχίου περιφράξης στο σημείο αυτό, το οποίο παρουσιάζει ένα ύψος της τάξεως των 3 μέτρων, το μικρόφωνο δεν μπορεί να καταγράψει τη διαφορά από τις υπάρχουσες ηχητικές ανακλάσεις.
22. Στη συνέχεια, αξιολογώντας τα αποτελέσματα (πίνακας 5.7) από τις ηχομετρήσεις (πίνακες 4.104 – 4.113 / εικόνες 4.54 – 4.57), που πραγματοποιήθηκαν κοντά στο σταθμό του Μοσχάτου, σε περιοχή της γραμμής με σταθερή επιδομή, πριν και μετά την τοποθέτηση αντιθορυβικών πλακών, προκύπτει ότι υπάρχει ελάττωση της ηχοστάθμης στις ηχομετρήσεις του Σεπτεμβρίου και στις δύο θέσεις, με μεγαλύτερα αποτελέσματα στην θέση που τοποθετήθηκαν ηχοαπορροφητικές πλάκες όπως ήταν αναμενόμενο (-5,6 dB(A)). Προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι πιο αξιόπιστα και κοντά στην πραγματικότητα

εφαρμόστηκε ένας διορθωτικός συντελεστής ο οποίος προέκυψε ως η διαφορά των ηχομετρήσεων στη χ.θ. 4+279 του Ιουλίου και του Σεπτεμβρίου καθότι στην θέση αυτή δεν έχουν τοποθετηθεί οι ηχοαπορροφητικές πλάκες σε καμία από τις δύο ηχομετρήσεις. Για τον δείκτη L_{eq} εάν θεωρήσουμε ως διορθωτικό παράγοντα τα 1,3 dB (A) που παρουσιάζει η θέση 4+279, τότε η ηχομείωση στην θέση 4+621 πριν και μετά την τοποθέτηση των ηχοαπορροφητικών πλακών είναι της τάξεως των 4,3 dB (A). Για τον δείκτη L_{max} εάν θεωρήσουμε ως διορθωτικό παράγοντα τα 1,9 dB (A) που παρουσιάζει η θέση 4+279, τότε η ηχομείωση στην θέση 4+621 πριν και μετά την τοποθέτηση των ηχοαπορροφητικών πλακών είναι της τάξεως των 3,7 dB (A).

23. Σύμφωνα με τους πίνακες 4.114 & 4.115, όπου απεικονίζονται οι ηχοστάθμες L_{eq} (A) για τις 5 διελεύσεις ανόδου και 5 διελεύσεις καθόδου που πραγματοποιήθηκαν στις 6.3, 27.3 & 15.4.2013 στις χ.θ. 24+900 & 25+400, παρατηρήθηκε στη θέση 1 τελική μείωση του θορύβου μετά και τις δύο λειάνσεις της τάξεως του 1,1 dB και στην θέση 2 της τάξεως του 1 dB. Να σημειωθεί ότι ενώ η 1η θέση μέτρησης στην Χ.Θ. 24+900 βρίσκεται σε ευθύγραμμο τμήμα της σιδηροτροχιάς, η 2η θέση μέτρησης στην Χ.Θ. 25+400 βρίσκεται πάνω σε καμπύλη όπου είναι δύσκολη η επίτευξη της ομοιομορφίας της ηχοστάθμης των συρμών. Επίσης όπως σε κάθε μέτρηση αυτού του είδους είναι πιθανό να σημειωθούν διαφορές στις καταγραφές μεταξύ διαφορετικών τρένων στις ίδιες θέσεις ηχομέτρησης. Πιθανές αιτίες η διαφορετική ταχύτητα και η κατάσταση των τροχών κάθε βαγονιού καθώς και άλλα έκτακτα γεγονότα (π.χ. εκτόνωση αέρα).

5.3 Εισηγήσεις

Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω συμπεράσματα, για την εκτίμηση του εκπεμπόμενου αερόφερτου θορύβου κατά μήκος της γραμμής του ΗΣΑΠ, όπως προέκυψε τόσο από την προσομείωση, όσο και από τις ηχομετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές Χ.Θ., με διαφορετικές συνθήκες και προσπαθώντας να καλύψουν το ακουστικό περιβάλλον κατά το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικά, προκύπτει ότι ο ολικός θόρυβος που αναπτύσσεται είναι αρκετά υψηλότερος από το σιδηροδρομικό λόγω της συνεισφοράς κυρίως του οδικού θορύβου. Συνεπώς, υπάρχει επιβάρυνση του ακουστικού περιβάλλοντος σε σχέση με μια ήσυχη περιοχή χωρίς σιδηρόδρομο (και χωρίς αυτοκίνητο) και προφανώς όχληση στους κατοίκους και τους χρήστες των ειδικών χρήσεων γης, μάλλον μικρής έως μέσης έντασης. Μέρος των οχλήσεων αυτών, πάντα σε σύγκριση με τη μη ύπαρξη κανενός έργου, οφείλεται στη λειτουργία της γραμμής του ΗΣΑΠ, η οποία με την ορθή επιλογή των

ηχοαπορροφητικών πλακών ως κύριο αντιθορυβικό μέτρο, κυμαίνεται εντός των θεσμοθετημένων ορίων. Συνεπώς, αν και δεν απαιτείται τυπικά, καθώς τα αποτελέσματα των ηχομετρήσεων βρίσκονται κατά κύριο λόγο πιο κάτω από τα ανώτατα θεσμοθετημένα όρια, στα πλαίσια μιας φιλοπεριβαλλοντικής πολιτικής του σιδηροδρόμου, είναι δυνατόν να εξεταστεί μελλοντικά η λήψη πρόσθετων αντιθορυβικών μέτρων. Τέτοια, θα μπορούσαν να είναι η τοποθέτηση των ηχοαπορροφητικών πλακών σε όλο το μήκος της σταθερής επιδομής, ο συνδυασμός των ηχοαπορροφητικών πλακών με κάθετα ηχοαπορροφητικά πλαίσια, όπου το επιτρέπει το ύψος της περίφραξης, η συνέχιση της προσπάθειας του ΗΣΑΠ για «πράσινα» μέτρα, όπως η δενδροφύτευση κατά μήκος της περίφραξης και η δημιουργία ενός «πράσινου» ηχοαπορροφητικού τείχους, κ.α.

Επίσης κρίσιμης σημασίας για τη διατήρηση της μείωσης του εκπεμπόμενου θορύβου, που παρέχουν τα πιο πάνω μέτρα, ληφθέντα ή όχι, είναι η καλή διατήρηση των υποδομών του δικτύου του ΗΣΑΠ. Αυτό σημαίνει, τόσο την παρακολούθηση του σιδηροδρομικού θορύβου, βάσει της οδηγίας 2002/49/EK, όσο και την καλή συντήρηση του τροχαίου υλικού (βαγόνια, τροχοί κ.α.) και της επιδομής, σιδηροτροχιές, στρωτήρες, έρμα κλπ.

Η μελέτη του αερόφερτου θορύβου, που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, αφορά στο εξωτερικό τμήμα του δικτύου του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου. Η αντίστοιχη μελέτη εντός της σήραγγας θα μπορούσε να παρουσιάσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς ο θόρυβος είναι πολύ πιο έντονος λόγω της μεγαλύτερης ταχύτητας των συρμών και του κλειστού δικτύου. Επίσης και το δίκτυο του μετρό της Αθήνας, παράγει ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα θορύβου λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων που αναπτύσσει και του μεγαλύτερου χρονικού διαστήματος παραμονής των επιβατών εντός του κλειστού δικτύου του. Ακόμη, θα πρέπει να τονιστεί ότι και οι δονήσεις, συμβάλλουν στην παραγωγή θορύβου από τη λειτουργία του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου, τόσο στο εξωτερικό του δίκτυο, με μικρή όμως συμβολή λόγω του επικρατέστερου αερόφερτου θορύβου αλλά κυρίως εντός της σήραγγας, όπου οι δονήσεις γίνονται αισθητές και στα κτήρια. Το ίδιο βέβαια ισχύει και για το μετρό της Αθήνας, σε αρκετά μεγαλύτερο βαθμό εξαιτίας των προαναφερόμενων παραγόντων, των υψηλών ταχυτήτων και των περισσότερων χιλιομέτρων κλειστού δικτύου (εντός σιδηράγγων).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbasi, S., Olofsson, U., Zhu, Y., Sellgren, U., 2013. *Pin-on-disc study of the effects of railway friction modifiers on airborne wear particles from wheel–railcontact*. Original Research Article. *Tribology International*, Volume 60, pp. 136-139.

Abbaspour, M., Karimi, E., Nassiri, P., Monazzam, M., Taghavi, L., 2014. *Hierarchical assessment of noise pollution in urban areas – A case study*. Original Research Article. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 34, pp. 95-103.

Akan, Z., Yilmaz, A., Özdemir, O., Selvi, Y., Korpınar, M.A., 2012. *Noise pollution, psychiatric symptoms and quality of life: Noise problem in the east region of Turkey*. *Eur. Psychiatry* 27 (1).

ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., 2000. *Σύγχρονος Τροχιόδρομος (TPAM) στην Περιοχή της Αθήνας: Μελέτη Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων*.

Babisch, W., Dutilleul, G., Paviotti, M., Backman, A., Gergely, B., McManus, B., 2010. *Good practice guide on noise exposure and potential health effects*. European Environmental Agency Technical report.

Babisch, W., et al., 2013. *Noise annoyance — A modifier of the association between noise level and cardiovascular health?* Original Research Article. *Science of The Total Environment*, Volumes 452–453, pp. 50-57.

Balkin, T. J., Rupp, T., Picchioni, D., & Wesensten, N. J., 2008. *Sleep loss and sleepiness: Current issue*. *Chest*, 134, pp. 653-660.

Basner, M., et al., 2014. *Auditory and non-auditory effects of noise on health*. *Lancet* 2014;383(9925), pp.1325–32.

Basner, M., Mueller, U., Elmenhorst, E. M., 2011. *Single and combined effects of air, road, and rail traffic noise on sleep and recuperation*. *Sleep* 2011;34, pp. 11–23.

- Basner, M., & Samel, A., 2004. *Nocturnal aircraft noise effects*. Noise Health, 6, pp.83- 93.
- Bendtsen, H., 1994. *Visual principles for the design of noise barriers*. Sci Total Environ 1994;146(147), pp. 67–71.
- Benson, K.B., 1988. *Audio Engineering Handbook*. Mc Graw Hill.
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D., 1999. *WHO Guidelines for community Noise*.
- Bluhm, G., Eriksson, C.,2011. *Cardiovascular effects of environmental noise: Research in Sweden*. Noise Health, 13, pp. 212-216.
- Bonnefond, A., et al., 2008. *Effects of nocturnal railway noise on subsequent cognitive performance and subjective ratings*. Somnology, 12, pp. 130-138.
- Brink, M., 2011. *Parameters of well-being and subjective health and their relationship with residential traffic noise exposure — A representative evaluation in Switzerland*. Original Research Article. Environment International, Volume 37, Issue 4, pp. 723-733.
- Brown, P., 2008. *Fundamentals of Audio and Acoustics*. Elsevier Focal Press.
- Brunel, J.F., Dufrenoy, P., Naït, M., Muñoz, J.L., Demilly, F., 2006. *Transient models for curve squeal noise*. Original Research Article. Journal of Sound and Vibration, Volume 293, Issues 3–5, pp. 758-765.
- Bouvet, P., Vincent, N., Coblenz, A., Demilly, F., 2000. *Rolling noise from freight railway traffic: reduction of wheel radiation by means of tuned absorbers*. In: Proceedings internoise, Nice, France.
- Campo, P., 2014. *Neuropharmacological and cochleotoxic effects of styrene. Consequences on noise exposures*. Original Research Article. Neurotoxicology and Teratology, Volume 44, pp. 113-120.

Cesbron, J., Anfosso-Lédée, F., Duhamel, D., Ping Yin, H., Le Houédec, D., 2009. *Experimental study of tyre/road contact forces in rolling conditions for noise prediction*. Original Research Article. *Journal of Sound and Vibration*, Volume 320, Issues 1–2, pp. 125-144.

CETUR, “Guide du Bruit des Transports Terrestres – Prevision des Niveaux Sonores”, 1980.

Tin-cheung Chan a, Kin-che Lam b,* The effects of information bias and riding frequency on noise annoyance to a new railway extension in Hong Kong

Chen, G.D., Henderson, D., 2009. *Cochlear injuries induced by the combined exposure to noise and styrene*. *Hear Res*: 254, pp.25–33.

Cheron, C., Walter, M., Sandor, J., Wiebe, E., 2012. *ERRAC Roadmap. Towards 2030: Energy, Noise and Vibration European Railway Roadmaps*. Original Research Article. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 48, pp. 2221-2229.

Clark, Ch., Head, J., Stansfeld, S.A., 2013. *Longitudinal effects of aircraft noise exposure on children’s health and cognition: A six-year follow-up of the UK RANCH cohort*. *J. Environ. Psychol.* 35, pp. 1–9.

Connolly, D.P., Kouroussis, G., Laghrouche, O., Ho, C.L., Forde, M.C., 2014. *Benchmarking railway vibrations – Track, vehicle, ground and building effects*. Original Research Article. *Construction and Building Materials*.

Davis, D., 1997. *Sound System Engineering*. Elsevier Focal Press.

Diehl, R.J., Nowack, R., Holzl, G., 2000. *Solutions for acoustical problems with ballastless track..*

De Beer, F.G., Janssens, M.H.A., Kooijman, P.P., 2003. *Squeal noise of rail-bound vehicles influenced by lateral contact position*. Original Research Article. *Journal of Sound and Vibration*, Volume 267, Issue 3, pp. 497-507.

Dittrich, M.G., 2005. *Railway noise source model*. Default source data and measurement protocol, project IMAGINE, TNO.

Dittrich, M. G, Zhang, X., 2006. *The Harmonoise/IMAGINE model for traction noise of powered railway vehicles*. Original Research Article. Journal of Sound and Vibration, Volume 293, Issues 3–5, pp. 986-994.

Doninck, N., Schillemans, L., 2003. *Environmental integration of measures to reduce railway noise in the Brussels Capital Region*. Resource Analysis BV, Technum NV, Wilrijkstraat 37, 2140 Antwerpen, Belgium.

Dratva, J., et al., 2012. *Transportation noise and blood pressure in a population-based sample of adults*. Environmental and Health Perspectives, 120(1), pp. 50-55.

Dunn, D., Davis, R., Merry, C., Franks, R., 2009. *Hearing loss in chinchilla from impact and continuous noise exposure*. J. Acoust Soc Am 1991;90, pp.1979–85.

Eadie, D.T., Santoro, M., 2006. *Top-of-rail friction control for curve noise mitigation and corrugation rate reduction*. Original Research Article. Journal of Sound and Vibration, Volume 293, Issues 3–5, pp. 747-757.

Eggermont, J.J., 2014. *Noise in the Brain Noise and the Brain*. Chapter 11, pp. 301-329.

Elbers, F.B.J., 2000. *Methods and tools for monitoring and prediction of the large-scale environmental impact of railway noise*. Original Research Article. Journal of Sound and Vibration, Volume 231, Issue 3, pp. 961-973.

Elmenhorst, E. M., et al., 2012. *Examining nocturnal railway noise and aircraft noise in the field*. Sleep, psychomotor performance, and annoyance. Science of the Total Environment, 424, pp. 48-56.

Eriksson, C., Nilsson, M. E., Willers, S. M., Gidhagen, L., Bellander, T., Pershagen, G., 2012. *Traffic noise and cardiovascular health in Sweden: The roadside study*. Noise Health, 14, pp. 140-147.

Everest, F.A., 1984. *Acoustics Techniques for Home and Studio*, 2nd Edition, Tab Books.

Everest, F.A., 2012. *Master Handbook of Acoustics*. 5th Edition.

Fiedler, P., Zannin, P., 2014. *Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs—Noise maps and measurements*. Original Research Article. *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 51, pp. 1-9.

Fletscher, H., 1969. *The ear as a measuring instrument*. *JAES*, 17:5. pp.532- 534.

Frei, P., Mohler, E., Rösli, M., 2014. *Effect of nocturnal road traffic noise exposure and annoyance on objective and subjective sleep quality*. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 217 (2–3), pp. 188–195.

Fyhri, A., Aasvang G., 2010. *Noise, sleep and poor health: Modeling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems*. Original Research Article. *Science of The Total Environment*, Volume 408, Issue 21, pp. 4935-4942.

Giannakos, K., Tsoukantas, S., 2012. *Transition Zone between Ballastless and Ballasted Track: Influence of changing stiffness on acting forces*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 48, 2012, Pages 3548-3557.

Goel, N., Rao, H., Durmer, J. S., & Dinges, D. F., 2009. *Neurocognitive consequences of sleep deprivation*. *Seminars in Neurology*, 29, pp. 320-339.

Griefahn, B., Marks, A., Robens, S., 2006. *Noise emitted from road, rail and air traffic and their effects on sleep*. *J Sound Vib*;295, pp.129–140.

Griefahn, B., Scheuch, K., Jansen, G., & Spreng, M., 2004. *Protection goals for residents in the vicinity of civil airports*. *Noise Health*, 6, pp. 51-62.

Griefhan, B., Schuemer-Kohrs, A., Schuemer, R., Moehler, U., Mehnert, P., 2000. *Physiological, subjective, and behavioural responses during sleep to noise from rail and road traffic*. *Noise Health*, 3, pp. 59-71.

Halperin, D., 2014. *Environmental noise and sleep disturbances: A threat to health?* Original Research Article. Sleep Science.

Hardy, A.E.J., Jones, R.R.K., Wright, C.E., 2004. *Additional railway noise source terms for "Calculation of Railway Noise 1995"*. DEFRA Report.

Hong, J., Kim, J., Lim, C., Kim, K., Lee, S., 2010. *The effects of long-term exposure to railway and road traffic noise on subjective sleep disturbance*. J Acoust Soc Am 2010;128, pp. 2829–35.

Hohmann, C., Grabenhenrich, L., de Kluizenaar, Y., Tischer, Ch., Heinrich, J., Chen, Ch.-M., Thijs, C., Nieuwenhuijsen, M., Keil, Th., 2013. *Health effects of chronic noise exposure in pregnancy and childhood*. A systematic review initiated by ENRIECO. Int. J. Hyg. Environ. Health 216 (3), pp. 217–229.

Hunashal, R.B., Patil, Y.B., 2012. *Assessment of noise pollution indices in the city of Kolhapur, India*. Procedia – Social Behav Sci 37, pp. 448–457

Ilias, H., 1999. *The influence of railpad stiffness on wheelset/track interaction and corrugation growth*. J Sound Vib 1999;227, pp. 935–48.

ISO 1996-1:1982. *Acoustics -Description and measurement of environmental noise*. Part 1: Basic quantities and procedures.

ISO 1996-2:1987. *Acoustics - Description and measurement of environmental noise*. Part 2: Acquisition of data pertinent to land use.

Jiménez-Tejada, M.-P., Hódar, J.A., González-García, F., 2012. *Noise, what noise? Raising awareness of auditory health among future primary-school teachers*. Teach Teacher Educ. 28 (8), pp. 1083–1090.

Jones, C.J.C., Edwards, J.W., 1996. *Development and testing of wheels and track components for reduced rolling noise from freight trains*. In: Proceedings internoise '96, Liverpool, 1996; pp. 403–8.

Kalivoda, M., Danneskiold-Samsøe, U., Krüger, F., Barsikow, G., 2003. *EURailNoise: a study of European priorities and strategies for railway noise abatement*. Original Research Article. *Journal of Sound and Vibration*, Volume 267, Issue 3, pp. 387-396.

Kalker, J.J., Périard, P., 1996. *Wheel-rail noise: impact, random, corrugation and tonal noise*. Original Research Article. *Wear*, Volume 191, Issues 1–2, January 1996, pp. 184-187.

Kephalopoulos, S., et al., 2014. *Advances in the development of common noise assessment methods in Europe: The CNOSSOS-EU framework for strategic environmental noise mapping*. Original Research Article. *Science of The Total Environment*, Volumes 482–483, pp. 400-410.

Kephalopoulos, S., Paviotti, M., 2012. *Noise maps from different national assessment methods: differences, uncertainties, needs for harmonisation*. In: Licitra G, editor. Chapter 14 of book: *noise mapping in the EU. Models and procedures USA*: CRC Press Taylor and Francis Group, (Publ.) 978-0-415-58509-5, p. 311.

King, E.A., Rice, H.J., 2009. *The development of a practical framework for strategic noise mapping*. *Appl Acoust* 2009;70, pp. 1116–27.

Knall, V., Schuemer, R., 1988. *The differing annoyance levels of rail and road traffic noise*. *Journal of Sound and Vibration*, 87(2), pp. 321-326.

K.Y.A. 1367/27.4.2012. *Καθορισμός Δεικτών Αξιολόγησης και Ανωτάτων Επιτρεπομένων Ορίων Δεικτών Περιβαλλοντικού Θορύβου που προέρχεται από την λειτουργία συγκοινωνιακών έργων, τεχνικές προδιαγραφές ειδικών ακουστικών μελετών υπολογισμού και εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) αντιθορυβικών πετασμάτων, προδιαγραφές προγραμμάτων παρακολούθησης περιβαλλοντικού θορύβου και άλλες διατάξεις.*

K.Y.A. 17252/1992 (ΦΕΚ 395/Β`/19.6.1992). *Καθορισμός δεικτών και ανωτάτων επιτρεπομένων ορίων θορύβου, που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα.*

Κ.Υ.Α. 69269/5387 (ΦΕΚ Β/678/1990). Καθορισμός περιβαλλοντικών όρων κυκλοφοριακού θορύβου από την κατασκευή και λειτουργία αυτοκινητοδρόμων οδών ταχείας κυκλοφορίας και λοιπών οδών, όπως αυτοί ορίζονται στο Κεφ. Β/άρθρο 4/Α.

Κ.Υ.Α. 13586/724/ΦΕΚ/384/Β/28-3-2006. Εναρμόνιση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/49/ΕΚ στην ελληνική νομοθεσία, και ο καθορισμός ορίων οδικού κυκλοφοριακού, σιδηροδρομικού και αεροπορικού θορύβου, σύμφωνα με τους δείκτες αξιολόγησης *Lden* (24-ωρος).

Kurzweil, L.G., 1983. *Wheel/rail noise—means for control*. Original Research Article. *Journal of Sound and Vibration*, Volume 87, Issue 2, pp. 197-220.

Lercher, P., 1992. *Auswirkungen des Straßenverkehrs auf Lebensqualität und Gesundheit*. Transitstudie - Sozialmedizinischer Teilbericht, Bericht an den Tiroler Landtag.

Licitra, G., Ascari, E., 2013. *Gden: An indicator for European noise maps comparison and to support action plans*. Original Research Article. *Science of The Total Environment*, Volumes 482-483, 1, pp. 411-419.

Long, M., 2014. *Acoustic Measurements and Noise Metrics*. *Architectural Acoustics*, 2nd Edition, pp. 129-174.

Maffei, L., Masullo, M., Aletta, F., Di Gabriele, M., 2013. *The influence of visual characteristics of barriers on railway noise perception*. *Science of the Total Environment* 445-446, pp. 41-47.

Manatakis, E., Skarlatos, D., 2002. *A statistical model for evaluation and prediction of the noise exposure in a construction equipment area*. Original Research Article. *Applied Acoustics*, Volume 63, Issue 7, pp. 759-773.

Mayer, R.M., Poulidakos, L.D., Lees, A.R., Heutschi, K., Kalivoda, M., Soltic P., 2012. *Reducing the environmental impact of road and rail vehicles* Original Research. Article. *Environmental Impact Assessment, Review*, Volume 32, Issue 1, pp. 25-32.

Moehler, U., Kurze, U. J., Liepert, M, Onnich, H., 2006. *The new German prediction model for railway noise "Schall 03 2006": an alternative method for the harmonised calculation method proposed in the EU Directive on environmental noise*. Acta Acustica united with Acustica, Vol. 94, pp. 548 - 552.

Μπάμνιος, Γ., Τροχίδης, Α., 2001, *Μεθοδολογία Μέτρησης και Πρόβλεψης Σιδηροδρομικού Θορύβου στην Ελλάδα*.

Murphy, E., King, E., 2014. *Strategic Noise Mapping*. Environmental Noise Pollution, Chapter 4, pp. 81-121

Murphy, E., King, E., 2010. Strategic environmental noise mapping: Methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications. Review Article. Environment International, Volume 36, Issue 3, pp. 290-298.

Muzet, A., 2007. *Environmental noise, sleep and health*. Sleep Medicine Review, 11, pp. 135-142.

Nielsen, J., Ekberg, A., 2011. *Acceptance criterion for rail roughness level spectrum based on assessment of rolling contact fatigue and rolling noise*. Original Research. Article Wear, Volume 271, Issues 1–2, pp. 319-327.

Νόμος 1650/1986 για την προστασία του περιβάλλοντος (ΦΕΚ 160/Α/16-10-86).

Οδηγία υπ' αριθ. 2002/49/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Ιουνίου 2002 σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου.

Passchier-Vermeer, W., Vos, H., Janssen, S. A., & Miedema, H. M. E., 2007. *Sleep and traffic noise TNO summary report*. D-20012/A.

Petz M, Stenman A, Malm P, Desanghere G., 2007. *Detailed diagnostic of specific hot spots related to the particular attention areas of each site and related to people complaints*. Quiet City Transport Project D 1.2.

Remington, P.J., 1988. *Wheel/rail rolling noise: What do we know? What don't we know? Where do we go from here?* Original Research Article. *Journal of Sound and Vibration*, Volume 120, Issue 2, pp. 203-226.

Rossing, et al., 2001. *The Science of Sound*. 3d ed., Addison Wesley.

Rudd, M.J., 1976. *Wheel/rail noise—Part II: Wheel squeal* Original Research Article *Journal of Sound and Vibration*, Volume 46, Issue 3, pp. 381-394.

Saremi, M., Greneche, J., Bonnefond, A., Rohmer, O., Eschenlauer, A., & Tassi, P., 2008. *Effects of nocturnal railway noise on sleep fragmentation in young and middle-aged subjects as a function of type of train and sound level*. *International Journal of Psychophysiology*, 70, pp. 184-191.

Sayed, A.A., 2005. *Railway noise levels, annoyance and countermeasures in Assiut, Egypt*. *Applied Acoustics*, Volume 66, Issue 1, pp. 105-113.

Schapkin, S.A., Falkenstein, M., Marks, A., Griefahn, B., 2006. *Executive brain functions after exposure to nocturnal traffic noise: effects of task difficulty and sleep quality*. *Eur J Appl Physiol* 2006;96, pp. 693–702.

Schultz, T.J., 1978. *Synthesis of social surveys on noise annoyance*. *J Acoust Soc Am* 1978;64, pp. 377–406.

Schwela, D., Kephelopoulos, S., Prasher, D., 2005. *Confounding or aggravating factors in noise-induced health effects: air pollutants and other stressors*. *Noise Health* 7, pp. 41–50.

Silva, L.T., Mendes, J.F.G., 2012. *City Noise-Air: An environmental quality index for cities*. *Sustain. Cities Soc.* 4, pp. 1–11.

Σκαρλάτος, Δ., 2003. *Εφαρμοσμένη ακουστική*. Εκδόσεις Φιλομάθεια ISBN 960:87710-1-3

Sörensen, S., Hammar, N., 1983. *Annoyance reactions due to railway noise*. Original Research Article. *Journal of Sound and Vibration*, Volume 87, Issue 2, pp. 315-319

Springer, 2007. *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*. European Communities, 2002 ISBN 92-894-3894-0, Springer Handbook of Acoustics, ISBN 978-0-387-30446-5.

Stansfeld, S., Clark, C., 2011. *Mental health effects of noise*. Ref. Module Earth Syst. Environ. Sci. Encyclopedia Environ. Health 1, pp. 683–689.

Tablot-Smith, M., 1999. *Audio Engineer's Reference Book*. Focal Press.

Talotte, C., Stap, P., Ringheim, M., Dittrich, M., Zhang, M., Stiebel, D., 2006. *Railway source models for integration in the new European noise prediction method proposed in Harmonoise*. Journal of Sound and Vibration. Vol. 293, pp. 975-985.

Tassi, P., Saremi, M., Schimchowitsch, S., Eschenlauer, A., Rohmer, O., Muzet, A., 2009. *Cardiovascular responses to railway noise during sleep in young and middle-aged adults*. European Journal of Applied Physiology, 108, pp. 671-680.

Thompson, D., Jones, C., 2009. *Noise and vibration from the wheel—rail interface*. Wheel–Rail Interface Handbook, pp. 477-509.

Thompson, D., 2009. *Introduction to Rolling Noise*. Railway Noise and Vibration, Chapter 2, pp. 11-27.

Τιμαγένης, Θ., 2013. *Προσδιορισμός της ακουστικής απόδοσης των ηχοαπορροφητικών πλακών SOUNDSORB συνολικού πάχους 200 mm, με υπόβαση φατνωματική και ειδικές οπές, με βάση το πρότυπο EN 1793-1*.

Τριανταφυλλόπουλος, Π., κ.α., 2002. *Πρόγραμμα Προστασίας από το θόρυβο κατά τη λειτουργία του Τραμ της Αθήνας*.

Tsoukantas, S., 1999. *Investigation of Problems concerning the slab track application in Greece, in tunnels, plain line nad bridges*. Research Program of OSE- ERGOSE, Athens.

Wu, T.X., Thompson, D.J., 2003. *On the impact noise generation due to a wheel passing over rail joints*. Original Research Article. Journal of Sound and Vibration, Volume 267, Issue 3, Pages 485-496.

Thompson, D.J., Jones, J.C., Waters, T.P., Farrington, D., 2007. *A tuned damping device for reducing noise from railway track*. Article Applied Acoustics, Volume 68, Issue 1, pp. 43-57.

Thompson, D., 2009, *Railway Noise and Vibration Mechanisms*. Modelling and Means of Control, Chapter 7 – Mitigation Measures for Rolling Noise, pp. 223–279.

Torija, A.J., Ruiz, D.P., De Coensel, B., Botteldooren, D., Berglund, B., Ramos-Ridao, A., 2011. *Relationship between road and railway noise annoyance and overall indoor sound exposure*. Trans Res Part D 2011;16, pp.15–22.

Vincent, N., 2000. *Rolling noise control at source: state of the art survey*. Original Research Article. Journal of Sound and Vibration, Volume 231, Issue 3, pp. 865-876.

Vincent, N., Bouvet, P., Thompson, D.J., Gautier, P.E., 2006. *Theoretical optimisation of track components to reduce rolling noise*.

World Health Organisation and European Centre for Environment and Health, 2003. *Report on the Technical meeting of exposure-response relationships of noise on health*. Germany: Bonn; 2003.

World Health Organisation, 2007. *Night Noise Guidelines (NNGL) for Europe*. Bonn: World Health Organisation.

World Health Organisation, 2009. *Night Noise Guidelines for Europe*. Copenhagen: World Health Organisation.

Zhang, H., Liu, W., Wu, Z., 2014. *Study on the cause and treatment of rail corrugation for Beijing metro*. Original Research Article. Wear, Volume 317, Issues 1–2, pp. 120-128.

Zach, A., 2008. *Noise Pollution from Railway Traffic and Possibilities for Improvement*. Construction Management Swiss Federal Railways, Mittelstrasse 43, CH-3030 Bern, Switzerland Available.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 3.1: Πληθυσμός δήμων περιοχής έργου κατά την περίοδο 1961-2011 (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή).

Δήμος	Έτος					
	1961	1971	1981	1991	2001	2011
Πειραιά	189.728	187.458	196.389	182.671	175.697	163.688
Μοσχάτου	18.536	22.138	21.138	22.039	23.153	25.441
Καλλιθέας	54.720	82.438	117.319	114.233	109.609	100.641
Ταύρου	15.363	15.795	16.514	15.456	14.963	14.972
Αθηναίων	627.564	867.023	885.737	772.072	745.514	664.046
Νέας Ιωνίας	48.149	54.906	59.202	60.635	66.017	67.134
Ηρακλείου	12.228	24.302	37.833	42.905	45.926	49.642
Αμαρουσίου	20.135	27.112	48.151	64.092	69.470	72.333
Κηφισιάς	14.193	20.082	31.876	39.166	43.929	47.332
Σύνολο περιοχής έργου	1.000.616	1.301.254	1.414.159	1.313.269	1.294.278	1.205.229

Πίνακας 3.2: Ευαίσθητες Χρήσεις στην άμεση περιοχή του έργου και σε απόσταση μικρότερη των 60 m από την περιφράξη της γραμμής (Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

α/α	Χ.Θ.	Χρήση	Απόσταση	Σχόλια
1	1+400	Εστία Ναυτικών	17 m	
2	2+400	2ο Γυμνάσιο Φαλήρου	10 m	
3	2+500	Αγ. Δημήτριος	27m	
4	3+000	Εκπαιδευτικό Κέντρο Φαλήρου της ΔΕΗ	13 m	
5	4+000	ΟΑΕΔ	12m	
6	5+400	Ιερός Ναός Παναγίας Πορταίτισσας	3 m	
7	5+500	Σιβιτανειδίου Σχολή	19 m	
8	6+900	5ο Νηπιαγωγείο Αθηνών	15m	
9	6+900	76ο & 138ο Δημοτικό Αθηνών	15 m	
10	7+000	14ο Δημοτικό Βρεφονηπιακός Σταθμός Αθηνών	53 m	
11	7+300	Ευαγγελική Εκκλησία	14 m	
12	7+700	12ο & 13ο Γυμνάσιο και 12 Λύκειο Αθηνών	15 m	
13	8+400	Αγ. Αθανάσιος του Τουρκουραί	5 m	
14	8+400	Αγ. Αθανάσιος	5 m	
15	8+400	72ο Δημοτικό Αθηνών	22 m	
16	8+500	Σύλλογος Ελλήνων Αρχαιολόγων	35 m	
17	8+600	Ιερός Ναός Αγ. Ασωμάτων	50 m	
18	9+000	I.N. Αγ. Φιλίππου	21 m	
19	13+700	I.N. Αγ. Ξένης	3 m	
20	13+800	3η Πολυκλινική Αθηνών	30 m	(Τοπικά υπόγειος ο ΗΣΑΠ)
21	15+000	Λεόντειο Δημοτικό, Γυμνάσιο, Λύκειο	33 m	
22	15+300	I.N. Αγ. Βαρβάρας	8 m	
23	15+300	Εθνική Υπηρεσία Αιμοδοσίας (Εγκαταλελειμένο)	23 m	
24	5+700	2ο Νεκροταφείο Αθηνών	5 m	
25	17+200	1ο Γυμνάσιο, Λύκειο Εσπερινό Γυμνάσιο, Λύκειο	15 m	από γέφυρα ΗΣΑΠ
26	17+800	1ο,6ο Νηπιαγωγείο, 4ο,6ο Δημοτικό Ν. Ιωνίας	18 m	
27	17+800	ΙΚΑ Ν. Ιωνίας	43 m	
28	18+000	I.N. Αγ. Γεωργίου	53 m	
29	18+300	2ο Λύκειο Ν. Ιωνίας	20 m	
30	18+900	Εθνικό ωδείο (Παράρτημα Ν. Ηρακλείου)	21 m	

31	20+300	4ο Γυμνάσιο Ν. Ηρακλείου	12 m	
32	20+300	4ο Λύκειο Ν. Ηρακλείου	12 m	
33	20+000	Ι.Ν. Αγ. Αποστόλων	17 m	
34	21+000	ΣΕΛΕΤΕ	23 m	
35	22+500	Ι.Ν. Νεραντζιώτισσας	5 m	
36	22+500	8ος Παιδικός σταθμός Αμαρουσίου	13 m	
37	22+500	Ι.Ν. Αγ. Νικολάου	32 m	
38	23+300	Εστία Υπερηλίκων	12 m	από γέφυρα ΗΣΑΠ
39	23+300	Μονάδα Φροντίδας Ηλικιωμένων	34 m	από γέφυρα ΗΣΑΠ
40	23+500	Ψυχολογική Υποστήριξη "Κοσμοιατρική"	24 m	από γέφυρα ΗΣΑΠ
41	25+600	Χριστιανική Αδελφότης Νέων (ΧΑΝ) (Εγκαταλελειμένο)	10 m	

Πίνακας 3.3: Χαρακτηριστικά συρμών 8ης παραλαβής (Πηγή: Δ/ση Έλεξης & Αποκλεισμού ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

Παραλαβή οχημάτων	1983-1984
Αριθμός συρμών	15
Σύνθεση συρμού	5 οχήματα
Θύρες επιβατών	4 ανά πλευρά οχήματος
Χωρητικότητα συρμών	Σύνολο επιβατών 830 Καθίσματα επιβατών 189 Ορθοί επιβάτες 656 (5 άτομα/m ²)
Υλικό αμαξώματος	Χάλυβας επενδεδυμένος με ανοξείδωτη λαμαρίνα

Πίνακας 3.4: Χαρακτηριστικά συρμών 10ης παραλαβής (Πηγή: Δ/ση Έλεξης & Αποκλεισμού ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

Παραλαβή οχημάτων	1993-1994
Αριθμός συρμών	10
Σύνθεση συρμού	5 οχήματα
Θύρες επιβατών	4 ανά πλευρά οχήματος
Χωρητικότητα συρμών	Σύνολο επιβατών 830 Καθίσματα επιβατών 189 Ορθοί επιβάτες 656 (5 άτομα/m ²)
Υλικό αμαξώματος	Χάλυβας επενδεδυμένος με ανοξείδωτη λαμαρίνα

Πίνακας 3.5: Χαρακτηριστικά συρμών 11ης παραλαβής (Πηγή: Δ/ση Έλεξης & Αποκλεισμού ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

Παραλαβή οχημάτων	20
Αριθμός συρμών	10
Σύνθεση συρμού	6 οχήματα
Θύρες επιβατών	4 ανά πλευρά οχήματος
Χωρητικότητα συρμών	Σύνολο επιβατών 1002 Καθίσματα επιβατών 216 Ορθοί επιβάτες 786 (5 άτομα/m ²)
Υλικό αμαξώματος	Χάλυβας επενδεδυμένος με ανοξείδωτη λαμαρίνα

Πίνακας 3.6: Αντιπροσωπευτικές διατομές κατά μήκος της γραμμής για τη μελέτη εκπεμπόμενου θορύβου (Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

α/α	Διατομή	Χ.Θ.
1	5	2+900
2	8	5+000
3	10	6+000
4	12	6+400
5	13	6+800
6	15	7+500
7	16	8+000
8	25	12+800
9	27	13+400
10	31	15+000
11	36	17+200
12	39	18+200
13	42	20+100
14	45	22+400
15	46	23+000

Πίνακας 3.7: Θέσεις ωριαίων ηχομετρήσεων

α/α	Περιοχή μέτρησης	ΧΘ γραμμής	Ημέρα μέτρησης	Διάρκεια μέτρησης	Παρατηρήσεις
1	Πετράλωνα, οδός Θεσσαλονίκης, άνοδος γραμμής	7+687	5/2/2010	1 h	Πρωινή μέτρηση με υψηλό οδικό κυκλοφοριακό φόρτο
2	Αγιος Ελευθέριος, Λεωφ. Ιωνίας & Δαίρπφελδ, άνοδος	14+973	5/2/2010	1 h	Πρωινή μέτρηση, με παρουσία εργοταξίου. Συμμετοχή θορύβου συριγμού σε καμπύλη γραμμή
3	Νέο Ηράκλειο, οδός Κηφισίας, άνοδος	20+300	3/2/2010	1 h	Μεσημβρινή μέτρηση, χωρίς ιδιαίτερη οδική κυκλοφορία
4	Εκκλησία Νερατζιώτισας, οδός Νερατζιωτίσης, άνοδος	22+632	3/2/2010	1 h	Απογευματινή μέτρηση, μονοδρομημένο τμήμα γραμμής, θέση σε όρυγμα με παράλληλες επιφάνειες που ενισχύουν τον ήχο, ταυτόχρονη λειτουργία εργοταξίου ΗΣΑΠ
5	Κηφισιά, οδός Θεσσαλονίκης, άνοδος	24+975	3/2/2010	1 h	Θόρυβος από πτήσεις ελικοφόρων αεροσκαφών (Τατόι)

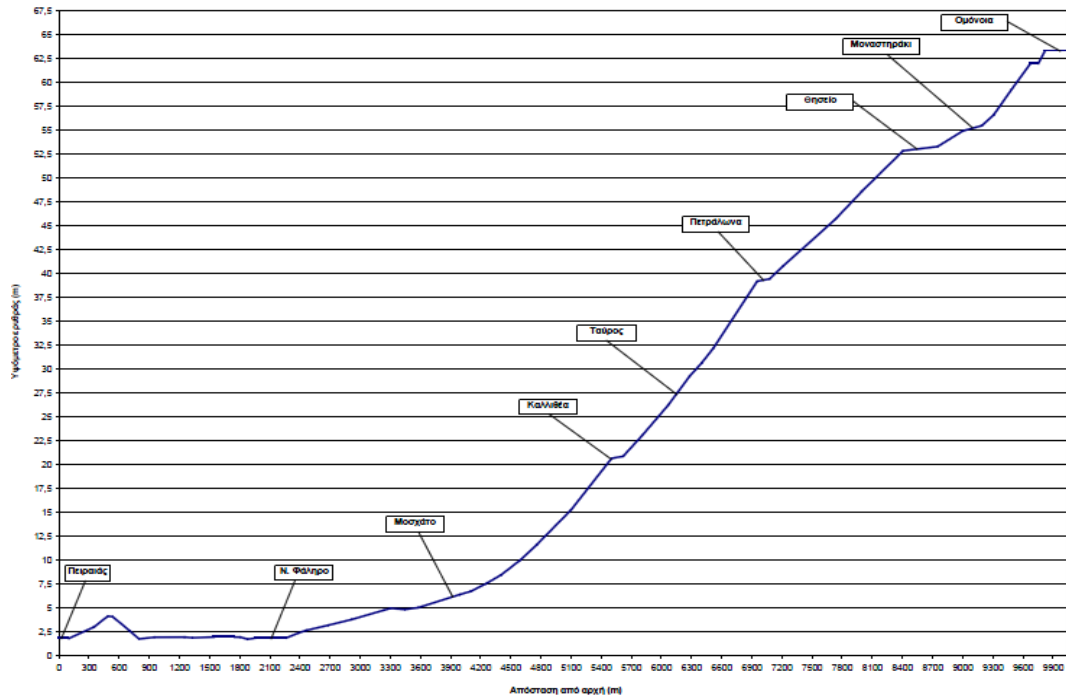
Πίνακας 3.8: Θέσεις μετρήσεων ακουστικού περιβάλλοντος

α/α	Περιοχή μέτρησης	Χ.Θ. γραμμής	Ημερομηνία	Διάρκεια (min)	Κυκλοφοριακός φόρτος
1	Άνω Πατήσια, Λ. Ιωνίας, γρ. καθόδου	14+300	9.4.2010	20	Επιβατικά:3
2	Ν. Ιωνία, οδός Σολωμού, γρ. ανόδου	17+945	9.4.2010	20	Δίκυκλα:3 Επιβατικά:27 Ελαφρά:24 Βαρέα:1
3	Ν. Ηράκλειο, οδός Ικάρων, γρ. ανόδου	19+170	9.4.2010	20	-
4	Μαρούσι, οδός Νερατζιωτίσσης, γρ. ανόδου (μπαλκόνι οικίας)	22+880	10.9.2010	30	Δίκυκλα:9 Επιβατικά:27 Ελαφρά:6
5	Ν. Ηράκλειο, οδός Κηφισιάς, γρ. ανόδου (παράθυρο σχολείου)	20+220	7.6.2010 & 22.7.2010	30	-

ΕΙΚΟΝΕΣ:

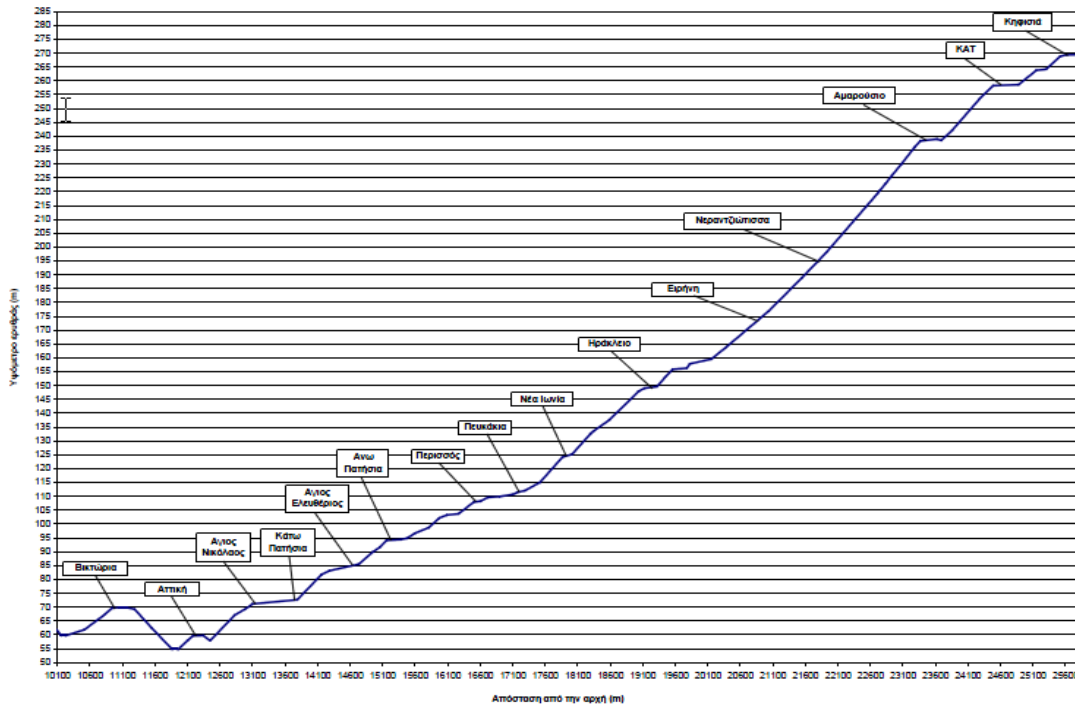


Εικόνα 3.1: Γεωγραφική θέση του έργου (Πηγή: Λεύκωμα για τα 131 χρόνια λειτουργίας του Ηλεκτρικού Σιδηροδρόμου, 1999).



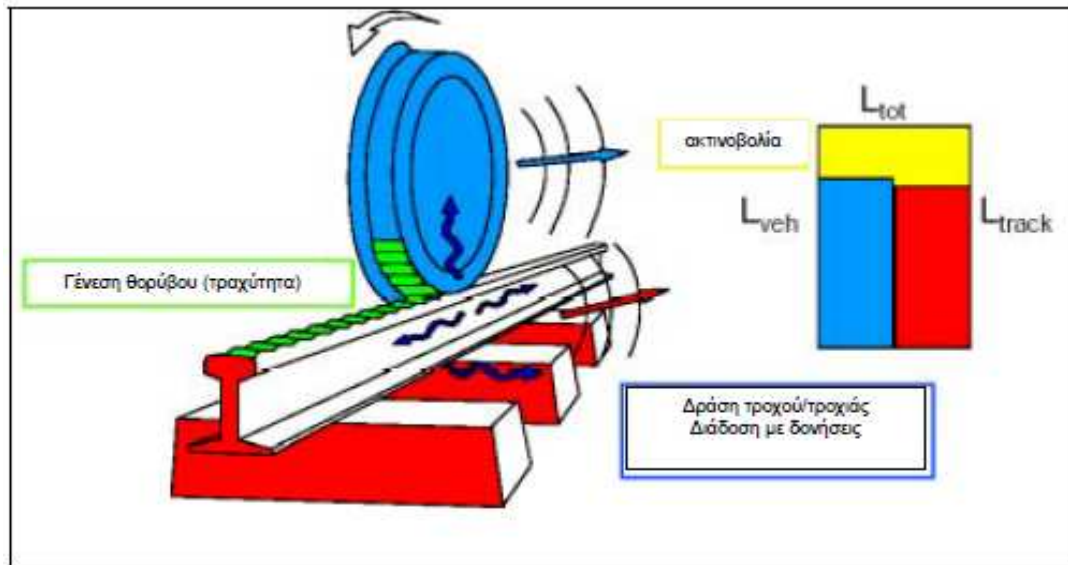
Εικόνα 3.2: Σχηματική μηκοτομή χάραξης από την αρχή του έργου έως το σταθμό της Ομόνοιας (ΧΘ 9+987)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



Εικόνα 3.3: Σχηματική μηκοτομή χάραξης από το σταθμό της Ομόνοιας (ΧΘ 9+987) έως το πέρας του έργου (ΧΘ 25+837)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



Εικόνα 3.4: Διάδοση και ακτινοβολία του θορύβου κύλισης τροχού/σιδηροτροχιάς (Πηγή: Sanchez, S., 2014. *The use of elastic elements in railway tracks*. Construction and buildings materials 75, p.296)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 4.1: Προβλέψεις σιδηροδρομικού θορύβου – Railnoise

Έτος			2003			2004			2015		
α/α	Διατομή	Χ.Θ.	Ταχύτητα	Φόρτος	LAeq-18h	Ταχύτητα	Φόρτος	LAeq-18h	Ταχύτητα	Φόρτος	LAeq-18h
1	5	2+900	70	162	69.80	70	205	70.82	80	257	70.46
2	8	5+000	70	162	67.00	70	205	68.02	80	257	67.66
3	10	6+000	50	162	64.75	50	205	67.00	60	257	65.09
4	12	6+400	60	204	68.79	60	240	69.49	70	299	69.29
5	13	6+800	60	204	69.20	60	240	69.90	70	299	69.70
6	15	7+500	70	204	71.32	70	240	72.02	80	299	71.64
7	16	8+000	60	204	69.12	60	240	69.82	70	299	69.62
8	25	12+800	70	204	70.74	70	240	71.44	80	299	71.06
9	27	13+400	60	204	70.52	60	240	71.22	70	299	71.02
10	31	15+000	60	204	68.31	60	240	69.01	70	299	68.81
11	36	17+200	50	204	65.17	50	240	65.87	50	299	64.33
12	39	18+200	50	162	64.70	50	205	65.72	60	257	65.78
13	42	20+100	70	162	65.15	70	205	66.17	80	257	65.81
14	45	22+400	70	162	74.12	70	205	75.14	80	257	74.78
15	46	23+000	65	162	68.98	65	205	70.00	65	257	68.48

Πίνακας 4.2 Θέσεις και αποτελέσματα καταγραφής ακουστικού περιβάλλοντος περιοχής μελέτης (1η σειρά μετρήσεων)

A/a	Σημείο	L _{ma}	L _{mi}	L _{eq}	L _{AE}	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L ₉₅	L ₉₉	Παρατηρήσεις
1α	Σταθμός Πειραιά	94.5	59.1	79.4	101.9	79.0	75.5	62.0	60.5	60.0	
1β	Σταθμός Πειραιά	88.0	68.3	76.5	97.3	78.5	75.5	73.0	72.5	69.0	
2	X.Θ. 0+500, Οδός Αλιπέδου, δεξιά	88.3	60.0	73.4	99.3	75.5	69.5	65.0	64.0	61.5	
3	X.Θ. 1+500, Οδός Μαιζώνος, δεξιά	92.5	66.3	80.6	105.9	84.5	76.0	71.0	70.0	68.0	
4	X.Θ. 2+500, Οδός Ζαΐμη, Άγιος	82.0	51.7	67.4	93.4	68.5	57.5	54.0	53.0	52.5	
5	X.Θ. 2+900, Οδός Δαβάκη-Πίνδου,	89.8	54.8	77.3	96.3	80.5	58.5	55.6	55.4	55.0	
6	X.Θ. 3+700, πεζόδρομος, δεξιά	82.2	55.2	71.4	94.9	71.5	62.0	58.5	57	56	
7α	Σταθμός Μοσχάτου	84.2	54.4	71.4	96.3	76.0	66.0	59.5	58	56	
7β	Σταθμός Μοσχάτου	93.5	56.7	79.4	100.5	85.0	68.0	59.0	58.5	57.5	
8	X.Θ. 5+000, Οδός Θεσσαλονίκης, δεξιά	88.8	56.3	75.3	98.2	74.0	62.0	59.0	58.5	58.0	
9	Σταθμός Καλλιθέας	87.0	59.8	73.4	95.9	78.0	64.5	62.0	61.5	61.0	2 μετρήσεις, 1 στη Σιβιτανίδειο
10	X.Θ. 6+000, Οδός Θεσσαλονίκης,	81.0	62.0	74.0	92.3	78.5	69.0	64.5	64.0	63.0	
11	Σταθμός Ταύρου	89.9	51.7	71.8	97.1	74.0	61.5	55.5	55.0	53.5	2 μετρήσεις
12	X.Θ. 6+400, δεξιά πριν την Α/Δ Χαμοστέρνας	92.2	47.1	75.2	99.1	69.5	53.0	49.5	49.0	48.0	
13	X.Θ. 6+800, σχολείο, δεξιά	84.8	52.6	75.3	94.1	78.5	75.0	57.0	56.0	54.5	
14	Σταθμός Πετραλώνων	86.4	51.7	74.8	95.0	79.5	71.0	55.0	54.5	53.0	2 μετρήσεις
15α	X.Θ. 7+500, Οδός Θεσσαλονίκης, δεξιά	96.0	63.5	81.2	103.3	80.5	74.5	66.5	65.0	64.0	
15β	X.Θ. 7+500, Οδός Θεσσαλονίκης,	90.7	53.2	73.0	98.2	71.3	63.5	56.5	55.5	54.5	
16	X.Θ. 8+000, ίδρυμα Μελίνα Μερκούρη, δεξιά	88.8	55.1	73.6	98.4	78.5	67.5	61.0	60.0	57.0	
17	X.Θ. 8+400, σχολείο, δεξιά	93.7	62.7	78.6	101.2	80.5	77.5	69.0	67.0	64.0	
18	Σταθμός Θησείου	94.9	61.9	79.6	101.9	82.0	70.5	64.0	63.5	62.5	3 μετρήσεις
19	X.Θ. 8+900, δεξιά αρχαία αγορά, αριστερά Αδριανού	93.8	56.3	73.0	100.8	69.0	63.0	60.5	60.0	58.5	

20	Σταθμός Μοναστηρακίου	90.3	54.9	76.6	100.9	80.5	60.5	57.5	57.0	55.5	1 μέτρηση
21	Σταθμός Ομοιοίας	89.3	54.4	75.0	97.5	81.5	60.5	57.0	56.6	55.5	1 μέτρηση
22	Σταθμός Βικτώριας	87.1	48.4	69.6	92.2	73.5	56.0	51.5	51.0	48.5	1 μέτρηση
23	Σταθμός Αττικής	89.0	46.5	70.3	95.9	74.5	53.0	49.5	49.0	47.5	2 μετρήσεις, 1 προς το αμαξοστάσιο και 1 προς Σωζοπόλεως
24	Χ.Θ. 12+400, Οδός Σωζοπόλεως και Ιωνίας, Δεξιά	88.4	54.0	71.4	94.7	74.0	66.5	57.0	56.0	55.0	
25	25 Χ.Θ. 12+800, Λεωφόρος Ιωνίας, σχολείο δεξιά	82.8	49.9	66.3	88.6	65.5	55.5	52.5	52	51	
26	Σταθμός Αγίου Νικολάου	88	45.8	72.2	97.2	67	52.5	49.5	49	47	2 μετρήσεις, μία στην πολυκατοικία πάνω στο σταθμό
27	Χ.Θ. 13+400, Οδός Νικοπόλεως και Ιωνίας, δεξιά	90.8	61.9	76.7	97.8	80.5	73.5	64.5	64	63	
28	Σταθμός Κάτω Πατησίων	94.6	56.4	81.1	102.6	84.5	79	59.5	59	58	2 μετρήσεις
29	Χ.Θ. 14+200, Οδός Ιακωβάτων και Ιωνίας, εκπαιδευτικό κέντρο, δεξιά	96.8	50.9	81.5	105.5	85.5	68.5	55.5	54.5	53	
30	Σταθμός Αγίου Ελευθερίου	91.3	54.4	77	99.8	80	71	75.5	56	55	2 μετρήσεις
31	Χ.Θ. 15+000, δεξιά σχολείο, αριστερά Λεόντειος	89.2	55.3	74.6	97.2	78.5	62	57.7	57	56	
32	Σταθμός Άνω Πατησίων	87.4	54.2	71.6	98.4	74.5	62.5	58	57	55.5	2 μετρήσεις, μια προς Χαλκίδος και μια στην εκκλησία Αγίας Βαρβάρας
33	Χ.Θ. 15+600, Λ. Ιωνίας, σχολείο, αριστερά	91.9	56	78.4	101	78	65.5	61	60	58	
34	Χ.Θ. 15+700, Λ.Ιωνίας, Β' νεκροταφείο, δεξιά	95.5	68.2	87.1	101	91.5	84	71.5	69.5	68.5	
35	Σταθμός Περισοπού	90.2	61.9	78.6	98.9	84.5	70.5	65.5	64	63	2 μετρήσεις
36	Σταθμός Πευκακίων	88.6	61.3	75.8	100.6	80	70.5	65	64	62.5	2 μετρήσεις
37	Χ.Θ. 17+700, Οδός Χρ. Σμύρνης, σχολείο, δεξιά	91.9	64.3	80.7	99.9	81	68	65	65	64.5	

38	Σταθμός Ν. Ιωνίας	92.8	51.6	77	101.8	73.5	57.5	54	53.5	52.5	3 μετρήσεις, μία προς την εκκλησία
39	Χ.Θ. 18+200, Οδός Κάλβου, σχολείο, αριστερά	87.9	63.8	74.2	99.8	78.5	69.5	66	65.5	65	
40	Χ.Θ. 18+700, Οδός Σολωμού και Ικάρων, δεξιά	96.1	59.1	78.7	102.3	78	66	62	62	60	
41	Σταθμός Ηρακλείου	93.6	58.9	76.3	99.1	79.5	72	61.5	60.5	59.5	2 μετρήσεις, μία προς την πλατεία
42	Χ.Θ. 20+100, Οδός Μ. Μερκούρη (Κηφισιάς), σχολείο, δεξιά	92.4	62.5	78.7	99.6	82	76	66.5	66.5	63.5	
43	Χ.Θ. 21+200, ΣΕΛΕΤΕ, αριστερά	86.1	46.9	71.7	94.2	76	55	50	49	48	
44	Σταθμός Νερ/σας	92.1	48.4	75	98.9	70	57.5	52	51	50	
45	Χ.Θ. 22+400, Οδός Νεραντζιωτίσσης, εκκλησία Παναγίας, δεξιά	81.8	57.7	68.8	92.8	74.5	62.5	60	59.5	58.5	
46	Χ.Θ. 23+000, οδός Δ. Μόσχα, δεξιά	88.4	59.5	70	93.5	73	65.5	62	61.5	60.5	
47	Σταθμός Αμαρουσίου	88.6	62.6	73.3	96.7	74	67	64.5	64	63	2 μετρήσεις
48	Χ.Θ. 24+100, Οδός Βασ. Αμαλίας, αριστερά	90.4	49	72.9	97.8	67	54	50.5	50	49.5	
49	Σταθμός ΚΑΤ	90.6	48.9	75.8	96.9	71.5	53	50	49.5	49.5	2 μετρήσεις
50	Χ.Θ. 25+000, Οδός Θεσσαλονίκης, δεξιά	88.3	73.1	80.3	96.3	83.5	79	75	74	73.5	
51	Σταθμός Κηφισιάς	94.1	68	76.6	99.2	71	66	63	62	60.5	2 μετρήσεις
52	Μέτρηση εντός συρμού σε ανοικτή διαδρομή	88.1	59.6	71.5	93.7	74.5	68	63	61.5	60.5	
53	Μέτρηση εντός συρμού σε σήραγγα	90.3	62.6	73.5	100.3	74.5	68.5	65.5	64.5	63.5	

Πίνακας 4.3 Περιληπτικά στατιστικά δεικτών ακουστικού περιβάλλοντος περιοχής έργου (1η σειρά μετρήσεων)

Στατιστικός δείκτης	Lmax	Lmin	Leq	LAE	L10	L50	L90	L95	L99
Μέσος	89.6	89.6	74.9	97.8	76.3	65.7	59.9	58.8	57.6
Διάμεσος	89.4	56.35	74.9	97.8	76.5	65.75	59.75	59.0	57.75
Μέγιστος	98.5	73.1	87.1	107.7	91.5	84.0	75.5	74.0	73.5
Ελάχιστος	81.0	45.7	66.3	88.6	63.5	52.5	49.5	48.5	47.0
σταθ. Απόκλιση	4.0	6.2	4.1	3.7	5.4	7.2	6.4	6.1	6.1
10ο εκατοστ.	84.64	48.02	70.21	93.47	69.85	56.7	50.85	49.85	48.5
50ο εκατοστ.	89.4	56.35	74.9	97.8	76.5	65.75	59.75	59.0	57.75
αρ. Δείγματος	78	78	78	78	78	78	78	78	78

Πίνακας 4.4 Θέσεις συμπληρωματικών ηχομετρήσεων (2η σειρά μετρήσεων)

A/α	Σημείο	Lmax	Leq	L10	L50	L90	L95	L99	Παρατηρήσεις
8	X.Θ. 5+000, Οδός Θεσσαλονίκης, δεξιά	84	69	65.4	60.2	59.1	58.9	58.6	κοινό σημείο με την 1η καμπάνια
10	X.Θ. 6+000, Οδός Θεσσαλονίκης, αριστερά	82.5	64.8	61.1	58.5	57.2	57.1	57.1	κοινό σημείο με την 1η καμπάνια
12	X.Θ. 6+400, δεξιά πριν τη Χαμοστέρνας	91.6	76.5	79.8	70.1	64.6	63.6	62.4	κοινό σημείο με την 1η καμπάνια
12α	X.Θ. 6+400, αριστερά κάτω από τη γραμμή στη Χαμοστέρνας	90.3	78.3	79.9	76.4	72.0	70.2	67.7	νέο σημείο
15γ	X.Θ. 15+650, Θεσσαλονίκης 55, δεξιά	85.1	72.1	75	67.4	60	59.4	58.9	νέο σημείο Α όροφος
15δ	X.Θ. 15+700, Θεσσαλονίκης 51, δεξιά	92.1	73.5	76.6	66.6	60.3	59.7	59.1	νέο σημείο, Ισόγειο
15ε	X.Θ. 15+750, Θεσσαλονίκης & Αιξονέων, δεξιά	88.7	74.7	75.7	68	62.5	61.5	60.5	νέο σημείο, Ισόγειο
15ζ	X.Θ. 15+900, Θεσσαλονίκης & Ιεραρχών, δεξιά	91.7	78.4	78.9	68.6	63.7	63	62	νέο σημείο, Ισόγειο
15η	X.Θ. 15+900, Θεσσαλονίκης & Ιεραρχών, δεξιά	88.7	69.1	74.3	61.4	59.7	59.5	59.5	νέο σημείο Α όροφος
40	X.Θ. 18+800, Αχιλλέως και Ικάρων (δεξιά)	81.9	67.4	70.2	60.9	59.2	59	58.8	κοινό σημείο με την 1η καμπάνια
40α	X.Θ. 18+800, Περικλέους & Ικάρων (δεξιά)	94.9	71.8	72.5	66	60.9	60.3	59.3	νέο σημείο
40β	X.Θ. 18+800, Μερκούρη & Σοφίας (αριστερά)	77.8	64.1	63.8	60.6	59.8	59.8	59.8	νέο σημείο
42	X.Θ. 20+100, Οδός Μ. Μερκούρη (Κηφισίας), σχολείο, δεξιά	82.4	69.2	72.3	60.8	58.6	58.2	58	κοινό σημείο με την 1η καμπάνια
46α	X.Θ. 22+900, οδός Μαραθονοδρόμου και	86.2	69.3	66.9	60.2	58.4	58.1	58	νέο σημείο
46	X.Θ. 23+000, οδός Δ.. Μόσχα, δεξιά	83.6	68.6	70.3	59.3	57.3	56.9	56.8	κοινό σημείο με την 1η καμπάνια
48	X.Θ. 24+100, Οδός Βασ. Αμαλίας, δεξιά	84	69	65.4	60.2	59.1	58.9	58.6	νέο σημείο

Πίνακας 4.5 Περίληπτικά στατιστικά δεικτών ακουστικού περιβάλλοντος περιοχής έργου (2η σειρά μετρήσεων)

Στατιστικός δείκτης	Lmax	Leq	L01	L05	L10	L50	L90	L95	L99
Μέσος	86.8	71.1	81.8	76.1	72.2	64.3	60.9	60.3	59.8
Μέγιστος	94.9	78.4	90.2	86.5	79.9	76.4	72	70.2	67.7
Ελάχιστος	86.	71.1	81.8	76.1	72.2	64.3	60.9	60.3	59.8
σταθ. Απόκλιση	4.7	4.2	4.8	6	4.5	7	6.4	5.7	4.6
10ο εκατοστ.	82.1	65.8	78.1	70	64.4	59.7	57.7	57.5	57.5
50ο εκατοστ.	86.2	69.3	81.3	74.7	72.5	61.4	59.8	59.5	59.1
αρ. Δείγματος	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Πίνακας 4.6 Περίληπτικά στατιστικά δεικτών ακουστικού περιβάλλοντος εντός συρμών κατά την κίνηση

Στατιστικός δείκτης	Lmax	Lmin	Leq	LAE	L10	L50	L90	L95	L99
Μέσος	90.3	64.2	80.2	98.7	83.8	77.8	70.3	67.5	65.2
Διάμεσος	91.1	67.5	78.7	96.2	82.5	75.5	71	69.5	68.5
Μέγιστος	92.7	68.9	85.2	104.5	88.5	84.5	75	73.5	70.5
Ελάχιστος	86.4	54.4	77.0	95.0	80.5	73.5	65.0	60.0	55.0
σταθ. Απόκλιση	2.4	6.0	3.7	4.4	3.5	4.7	4.9	5.3	6.3
10ο εκατοστ.	87.9	57.8	77.0	95.1	80.7	73.9	65.2	61.8	58.4
50ο εκατοστ.	89.45	56.4	74.9	97.79	76.5	65.72	60.25	59.25	57.88
αρ. Δείγματος	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα μετρήσεων ακουστικού περιβάλλοντος έτους 2009

Χ.Θ. Μέτρησης	Κατεύθυνση συρμού	Ταχύτητα συρμού (Km/h)	Στάθμη θορύβου dB(A)
20+090	Άνοδος	50	95
20+090	Κάθοδος	50	94
20+090	Άνοδος	50	87
20+090	Κάθοδος	50	84
20+185	Άνοδος	50	94
20+185	Κάθοδος	50	93
20+185	Άνοδος	50	79
20+185	Κάθοδος	50	83
20+185	Άνοδος	50	67
20+185	Κάθοδος	50	69
20+222	Άνοδος	50	99
20+222	Κάθοδος	50	92
20+222	Άνοδος	50	82
20+222	Κάθοδος	50	80
20+288	Άνοδος	50	96
20+288	Κάθοδος	50	90
20+288	Άνοδος	50	82
20+288	Κάθοδος	50	81

Πίνακας 4.8: Υπολογισμός στάθμης θορύβου από εργοτάξιο και εργασίες κατασκευής του έργου

α/α	Περιγραφή μηχανήματος	LAeq (10m)	Διαν. μήκος (m)	Απόστ (m)	Διόρθωση λόγω ...			Διορθωμένο LAeq (Li)	Συντ. Απόστ	Χρονο-ισοδ/μ ο	Απόλυτη διάρκεια	Διορθωμένη διάρκεια δραστηρ/	% χρόνου λειτ
					Από-στασης	Φυσικού πετάσματος	Ανακλάσεων						
Σταθερές πηγές θορύβου													
1	Αυτοκινούμενη πρέσα 1.Σ. (100 kw)	79.0		20	-6.02	-5.00	0.00	67.98			3.00	3.00	25 %
Κινητές πηγές θορύβου													
1	Βαρύ φορτηγό 24	81.0	200	20	-6.02	-5.00	0.00	69.98	10.00	0.06	3.00	0.18	2%
2	Βαρύ φορτηγό 24	81.0	200	20	-6.02	-5.00	0.00	69.98	10.00	0.06	3.00	0.18	2%
3	Τροχοφόρος φορτωτής	75.0	200	20	-6.02	-5.00	0.00	63.98	10.00	0.06	4.00	0.24	2%
4	Εκκαθαριστικό (52 kw)	76.0	200	20	-6.02	-5.00	0.00	64.98	10.00	0.06	4.00	0.24	2%
5	Μπετονιέρα 6 m3 (22+kw)	78.0	200	20	-6.02	-5.00	0.00	66.98	10.00	0.06	3.00	0.18	2%
Συνδυασμένη στάθμη LAeq (12h)= 63.0 dB(A)													

Πίνακας 4.9: 5 ωριαίες μετρήσεις Φεβρουάριος 2010

Θεση:	Πετράλωνα. οδός Θεσσαλονίκης. άνοδος γραμμής 7 + 687		Αγιος Ελευθέριος. Λεωφ. Ιωνίας & Δαίρπεφελδ. άνοδος 14+973		Νέο Ηράκλειο. οδός Κηφισίας. άνοδος 20+300		Εκκλησία Νερατζιώτισσας. οδός Νερατζιωτίσης. Άνοδος 22+632		Κηφισιά. οδός Θεσσαλονίκης. Άνοδος 24+975	
Ημερ/νια:	5.2.2010		5.2.2010		3.2.2010		3.2.2010		3.2.2010	
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)	
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Παλαιότε ρη μέτρηση	Συνολικά dB(A)	Παλαιότε ρη μέτρηση	Συνολικά dB(A)	Παλαιότε ρη μέτρηση	Συνολικά dB(A)	Παλαιότε ρη μέτρηση	Συνολικά dB(A)	Παλαιότε ρη μέτρηση
Lmin	48.8		44.1	46.9	39.5	59.2	46.4	53.4	40.3	47.6
Leq	74.4	72.1	68.1	71.7	65.1	67.8	70.5	82.9	67.6	71.2
Lmax	103.6	85.1	89.6	86.1	83.6	84.5	90.7	98.5	90.3	82.3
Lpeak	113.6		102.0		95.0		102.6		105.1	
LE	109.9		103.7	94.2	100.6	93.6	106.1	107.7	103.2	93.6
L0.1	89.2		86.6		82.4		88.9		83.2	
L1	81.8		81.9		80.2		84.5		78.5	
L5	78.8		72.7		67.7		72.8		74.7	
L10	76.9	75.0	67.0	76.0	60.4	69.5	61.1	70.0	71.7	76.5
L50	68.0	67.4	57.5	55.0	49.6	57.0	57.3	59.5	58.0	58.5
L90	56.3	60.0	50.8	50.0	44.6	55.5	50.8	56.0	49.0	51.5
L95	54.4	59.4	49.5	49.0	43.6	55.0	49.8	55.5	46.9	50.0
L99	52.0	58.9	47.4	48.0	42.3	54.0	48.3	54.5	43.8	48.5

Πίνακας 4.10: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	7 + 687 Πετράλωνα, Οδός Θεσσαλονίκης														
Ημερ/νια:	5.2.2010		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Παλαιότερη μέτρηση	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	48.8		L95	47.5	56.5	62.1	60.7	55.4	50.8	50.6	49.5	45.4	39.0	29.8	19.9
Leq	74.4	72.1	Leq	62.8	71.4	76.3	76.2	75.2	70.0	68.6	68.7	66.1	68.6	54.9	47.7
Lmax	103.6	85.1	L5	67.9	75.5	82.5	82.3	80.8	75.2	74.8	74.9	71.3	65.4	59.4	50.1
Lpeak	113.6														
LE	109.9														
L0.1	89.2														
L1	81.8														
L5	78.8														
L10	76.9	75.0													
L50	68.0	67.4													
L90	56.3	60.0													
L95	54.4	59.4													
L99	52.0	58.9													
Διελεύσεις συρμών (Lmax κατά τη διάρκεια διέλευσης συρμού)															
Διάρκεια 1h	Άνοδος	Κάθοδος													
Συρμοί	8.0	9.0													
Lmax (μέσο)	81.0	79.4													
Lmax (ελάχ)	79.8	75.0													
Lmax (μεγ)	82.9	87.8													
τυπική αποκλ.	1.1	3.8													
Παρατηρήσεις: 1. Τοποθέτηση ηχομέτρου 1m από τον τοίχο. 2. Υπερβολική κίνηση στην οδό Θεσσαλονίκης (πρωινή αιχμή). 3. Το καταγεγραμμένο Lmax οφείλεται σε κορνάρισμα αυτοκινήτου. Το Lmax κατά τη διέλευση συρμού είναι 82.9 dB. 4. Στις 8:45 υπήρξε διέλευση απορριμματοφόρου οχήματος που δημιούργησε μπουτιλιάρισμα.															

Πίνακας 4.11: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+973 Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Δαίρπφελδ														
Ημερ/νια:	5.2.2010	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Παλαιότερη μέτρηση	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	44.1	46.9	L95	44.8	51.5	58.5	55.6	49.3	45.5	46.6	44.0	39.7	33.1	24.5	19.9
Leq	68.1	71.7	Leq	60.6	61.4	71.1	72.8	68.4	63.1	65.9	62.5	56.1	59.5	59.3	46.5
Lmax	89.6	86.1	L5	66.4	66.6	77.7	79.2	71.3	68.7	71.1	67.5	61.8	57.6	51.1	40.8
Lpeak	102.0		<p>The bar chart displays noise levels in dB(A) for three metrics: L95 (blue), Leq (red), and L5 (yellow) across 15 frequency bands. The y-axis ranges from 0.0 to 90.0 dB(A). The x-axis labels are 8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, and 16.0 kHz. The chart shows that Leq is generally the highest metric, followed by L5, and then L95. The noise levels are relatively stable between 60 and 80 dB(A) across most frequencies, with a slight increase around 31.5 Hz and 63 Hz.</p>												
LE	103.7	94.2													
L0.1	86.6														
L1	81.9														
L5	72.7														
L10	67.0	76.0													
L50	57.5	55.0													
L90	50.8	50.0													
L95	49.5	49.0													
L99	47.4	48.0													
Διελεύσεις συρμών (Lmax κατά τη διάρκεια διέλευσης συρμού)															
Διάρκεια 1h	Άνοδος	Κάθοδος													
Συρμοί	7	7													
Lmax (μέσο)	84.7	82.0													
Lmax (ελάχ)	78.8	79.4													
Lmax (μεγ)	88.0	84.6													
τυπική αποκλ.	3.1	1.7													
Παρατηρήσεις:															
1. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε παρουσία εργοταξίου με ελαφριά μηχανήματα σε απόσταση περί τα 200m.															
2. Καταγραφή θορύβου συριγμού (curve squeel noise).															

Πίνακας 4.12: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	20+300		N. Ηράκλειο, οδός Κηφισιάς												
Ημερ/νια:	3.2.2010	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Παλαιότερη μέτρηση	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	39.5	59.2	L95	43.2	48.5	54.5	53.9	48.1	41.9	39.8	37.8	32.5	27.4	21.8	19.8
Leq	65.1	67.8	Leq	58.8	59.1	66.5	71.6	63.5	63.2	62.7	61.7	54.6	49.7	44.0	37.2
Lmax	83.6	84.5	L5	65.3	64.8	72.4	74.6	70.0	66.6	66.4	64.3	55.4	51.2	45.7	38.1
Lpeak	95.0		<p>The chart displays noise levels in dB(A) for three metrics: L95 (blue bars), Leq (red bars), and L5 (yellow bars) across 16 frequency bands. The x-axis labels are 8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, and 16.0 kHz. The y-axis ranges from 0.0 to 80.0 dB(A). The Leq values are consistently the highest, followed by L5, and then L95. The noise levels generally decrease as frequency increases, with a notable peak around 31.5 Hz and 63 Hz.</p>												
LE	100.6	93.6													
L0.1	82.4														
L1	80.2														
L5	67.7														
L10	60.4	69.5													
L50	49.6	57.0													
L90	44.6	55.5													
L95	43.6	55.0													
L99	42.3	54.0													
Διελεύσεις συρμών (Lmax κατά τη διάρκεια διέλευσης συρμού)															
Διάρκεια 1h	Άνοδος	Κάθοδος													
Συρμοί	7	7													
Lmax (μέσο)	80.8	80.9													
Lmax (ελάχ)	78.8	78.7													
Lmax (μεγ)	82.3	82.9													
τυπική αποκλ.	1.3	1.3													
Παρατηρήσεις: Θέση χωρίς ιδιαίτερο κυκλοφοριακό θόρυβο.															

Πίνακας 4.13: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	22+632 Μαρούσι, οδός Νερατζιωτίσης (περιοχή Νερατζιώτισσας)														
Ημερ/νια:	3.2.2010	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης :	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικ ά dB(A)	Παλαιότερη μέτρηση	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	46.4	53.4	L95	44.0	52.8	61.0	61.1	51.4	47.6	45.6	45.5	39.7	27.8	20.0	19.8
Leq	70.5	82.9	Leq	59.6	62.3	79.5	74.9	63.1	65.6	69.9	66.4	60.3	54.2	44.6	38.0
Lmax	90.7	98.5	L5	62.4	67.0	87.3	81.4	68.7	70.5	71.9	67.7	65.8	55.0	47.8	41.5
Lpeak	102.6														
LE	106.1	107.7													
L0.1	88.9														
L1	84.5														
L5	72.8														
L10	61.1	70.0													
L50	57.3	59.5													
L90	50.8	56.0													
L95	49.8	55.5													
L99	48.3	54.5													
Διελεύσεις συρμών (Lmax κατά τη διάρκεια διέλευσης συρμού)															
Διάρκεια 1h	Ανοδος	Κάθοδος													
Συρμοί	7	6													
Lmax (μέσο)	86.0	85.2													
Lmax (ελάχ)	82.3	82.8													
Lmax (μεγ)	89.5	87.6													
τυπική αποκλ.	2.7	1.7													
Παρατηρήσεις: 1. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης λειτουργούσε εργατάξιο με βαριά μηχανήματα (οδοστρωτήρες). 2. Θέση σε όρυγμα με παράλληλες επιφάνειες που ενισχύουν τον ήχο. 3. Μονοδρομημένο τμήμα γραμμής.															

Πίνακας 4.14: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	24+975 Κηφισιά, οδός Θεσσαλονίκης														
Ημερ/νια:	3.2.2010	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης :	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής : N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικ ά dB(A)	Παλαιότερη μέτρηση	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	40.3	47.6	L95	43.3	46.5	52.8	51.4	48.1	44.7	43.9	39.8	34.4	27.7	20.0	19.8
Leq	67.6	71.2	Leq	58.0	59.9	70.3	73.9	67.3	64.6	62.6	63.9	60.5	54.6	50.1	41.7
Lmax	90.3	82.3	L5	64.0	65.4	75.7	79.3	73.2	71.0	69.4	71.2	67.4	60.4	53.6	45.0
Lpeak	105.1		<p>The bar chart displays the frequency spectrum of the noise measurement. The x-axis represents frequency in Hz and kHz (8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, 16.0 kHz). The y-axis represents sound level in dB(A) from 0.0 to 90.0. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and L5 (yellow bars). The Leq values are consistently the highest across all frequencies, peaking at 79.3 dB(A) at 63 Hz. The L5 values are also generally higher than the L95 values, indicating a significant noise event.</p>												
LE	103.2	93.6													
L0.1	83.2														
L1	78.5														
L5	74.7														
L10	71.7	76.5													
L50	58.0	58.5													
L90	49.0	51.5													
L95	46.9	50.0													
L99	43.8	48.5													
Διελεύσεις συρμών (Lmax κατά τη διάρκεια διέλευσης συρμού)															
Διάρκεια 1h	Ανοδος	Κάθοδος													
Συρμοί	6	5													
Lmax (μέσο)	76.4	73.8													
Lmax (ελάχ)	71.0	71.4													
Lmax (μεγ)	78.7	75.2													
τυπική αποκλ.	2.8	1.4													
Παρατηρήσεις: Το Lmax οφείλεται σε πτήση ελικοφόρου αεροπλάνου από το παραπλήσιο αεροδρόμιο στο Τατόι. Το Lmax κατά τη διέλευση συρμού καταγράφηκε 78.7 dB.															

Πίνακας 4.15: Συγκριτικός πίνακας 5 ωριαίων μετρήσεων

Σύγκριση αποτελεσμάτων ωριαίων μετρήσεων στις 5 επιλεγμένες θέσεις για όλη τη διάρκεια της μέτρησης									
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΘΕΣΗ 1	ΘΕΣΗ 2	ΘΕΣΗ 3	ΘΕΣΗ 4	ΘΕΣΗ 5	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	48.8	44.1	39.5	46.4	40.3	43.8	48.8	39.5	3.5
Leq	74.4	68.1	65.1	70.5	67.6	69.1	74.4	65.1	3.1
Lmax	103.6	89.6	83.6	90.7	90.3	91.6	103.6	83.6	6.5
Lpeak	113.6	102.0	95.0	102.6	105.1	103.7	113.6	95.0	6.0
LE	109.9	103.7	100.6	106.1	103.2	104.7	109.9	100.6	3.1
L0.1	89.2	86.6	82.4	88.9	83.2	86.1	89.2	82.4	2.8
L1	81.8	81.9	80.2	84.5	78.5	81.4	84.5	78.5	2.0
L5	78.8	72.7	67.7	72.8	74.7	73.3	78.8	67.7	3.6
L10	76.9	67.0	60.4	61.1	71.7	67.4	76.9	60.4	6.3
L50	68.0	57.5	49.6	57.3	58.0	58.1	68.0	49.6	5.9
L90	56.3	50.8	44.6	50.8	49.0	50.3	56.3	44.6	3.8
L95	54.4	49.5	43.6	49.8	46.9	48.8	54.4	43.6	3.6
L99	52.0	47.4	42.3	48.3	43.8	46.8	52.0	42.3	3.4

Πίνακας 4.16: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	20+300 N. Ηράκλειο, οδός Κηφισιάς														
Ημερ/νια:	3.2.2010 13:58:48 (διάρκεια 20sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	58,6		L95	53,8	55,4	64,2	65,9	61,2	56,0	58,6	55,7	47,3	40,1	34,0	29,4
Leq	91,2		Leq	72,9	71,3	79,5	83,2	75,8	83,2	90,7	88,1	78,2	72,7	66,3	56,5
Lmax	99,1		Lmax	85,0	82,3	90,1	92,0	84,9	93,0	98,9	96,6	86,2	80,5	74,4	65,1
Lpeak	111,6														
LE	105,3														
L0.1															
L1	98,7														
L5	98,4														
L10	97,8														
L50	72,2														
L90	60,6														
L95	60,0														
L99	59,3														
Παρατηρήσεις: Θέση χωρίς αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς															

Πίνακας 4.17: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	20+300 N. Ηράκλειο, οδός Κηφισιάς														
Ημερ/νια:	3.2.2010 14:08:13 (διάρκεια 20sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	63,4		L95	59,4	58,2	65,8	70,5	63,9	62,8	63,9	59,1	51,6	44,2	38,2	34,2
Leq	92,9		Leq	75,4	73,3	80,0	84,6	77,5	87,2	92,1	89,8	80,3	75,0	68,5	58,6
Lmax	100,7		Lmax	88,8	85,4	88,5	94,2	85,0	98,0	99,9	97,9	89,0	81,9	76,8	67,2
Lpeak	112,3		<p>The chart displays three data series: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars) across 15 frequency bins. The y-axis represents sound level in dB(A) from 0.0 to 120.0. The x-axis lists frequencies: 8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, and 16.0 kHz. Lmax values are consistently the highest, peaking at 99.9 dB(A) at 500 Hz. Leq values are intermediate, and L95 values are the lowest, generally following a similar trend to the other two metrics.</p>												
LE	105,9														
L0.1															
L1	100,2														
L5	98,9														
L10	98,3														
L50	79,6														
L90	64,9														
L95	64,4														
L99	63,8														
Παρατηρήσεις: Θέση χωρίς αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς															

Πίνακας 4.18: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	20+300 Ν. Ηράκλειο, οδός Κηφισιάς														
Ημερ/νια:	3.2.2010 14:15:54 (διάρκεια 20sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	53,2		L95	50,1	55,3	61,7	63,1	59,3	52,5	52,8	49,9	4,7	37,4	32,1	26,4
Leq	91,3		Leq	73,8	72,9	78,1	82,8	75,2	84,6	90,5	88,5	78,3	73,1	67,0	57,5
Lmax	99,8		Lmax	89,3	84,7	88,7	93,8	84,8	96,1	99,4	97,6	87,4	82,4	76,9	67,5
Lpeak	111,7		<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The x-axis represents frequency in Hz and kHz (8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, 16.0 kHz). The y-axis represents sound pressure level in dB(A), ranging from 0.0 to 120.0. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The chart shows that Lmax is consistently the highest across all frequencies, peaking at 500 Hz. Leq is also high, generally between 70 and 90 dB(A). L95 is significantly lower, generally between 30 and 60 dB(A).</p>												
LE	106,4														
L0.1															
L1	99,6														
L5	99,0														
L10	98,6														
L50	64,9														
L90	56,0														
L95	54,9														
L99	53,4														
Παρατηρήσεις: Θέση χωρίς αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς															

Πίνακας 4.19: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	20+300 N. Ηράκλειο, οδός Κηφισιάς														
Ημερ/νια:	3.2.2010 14:25:47 (διάρκεια 20sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	52,6		L95	51,2	57,4	60,5	64,3	57,7	50,7	53,6	49,0	38,1	32,0	29,2	23,4
Leq	84,3		Leq	72,7	70,2	76,4	87,1	75,0	78,8	83,1	80,4	73,9	69,3	63,7	52,4
Lmax	93,0		Lmax	82,5	81,9	85,6	91,0	86,4	89,2	92,2	89,7	82,8	78,3	72,8	62,3
Lpeak	105,0		<p>Bar chart showing frequency spectrum analysis. The Y-axis is dB(A) from 0.0 to 100.0. The X-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue), Leq (maroon), and Lmax (yellow). The chart shows that Lmax is consistently the highest across all frequencies, peaking at 63 Hz. Leq follows a similar trend but is lower than Lmax. L95 is the lowest, showing a significant dip at 125 Hz and 250 Hz.</p>												
LE	99,8														
L0.1															
L1	92,8														
L5	91,7														
L10	90,8														
L50	64,5														
L90	55,0														
L95	54,1														
L99	53,1														
Παρατηρήσεις: Θέση με αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς															

Πίνακας 4.20: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	20+300		Ν. Ηράκλειο, οδός Κηφισιάς												
Ημερ/νια:	3.2.2010 14:33:51 (διάρκεια 20sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	52,4		L95	49,8	52,8	59,4	62,1	56,7	50,9	52,8	49,1	40,6	37,1	34,6	29,3
Leq	85,8		Leq	76,4	68,6	75,5	82,1	75,8	79,8	84,0	82,0	76,3	71,6	65,8	54,3
Lmax	94,6		Lmax	95,0	83,1	85,4	91,3	86,0	89,0	9,2	91,3	85,0	80,2	73,9	62,6
Lpeak	107,9		<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The y-axis represents the sound level in dB(A) from 0.0 to 100.0. The x-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The Lmax values are generally the highest, peaking at 95.0 dB(A) at 8 Hz. The Leq values are consistently higher than the L95 values, indicating a higher average sound level. The L95 values show a general downward trend as frequency increases, starting at 49.8 dB(A) at 8 Hz and ending at 29.3 dB(A) at 16.0 kHz.</p>												
LE	100,6														
L0.1															
L1	92,0														
L5	92,9														
L10	92,3														
L50	66,0														
L90	55,5														
L95	53,6														
L99	52,8														
Παρατηρήσεις: Θέση με αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς															

Πίνακας 4.21: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	20+300 N. Ηράκλειο, οδός Κηφισιάς																																																																	
Ημερ/νια:	3.2.2010 14:40:37 (διάρκεια 20sec)		Φασματική ανάλυση																																																															
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)																																																															
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz																																																				
Lmin	55,0	L95	47,4	48,8	60,2	65,2	59,6	54,0	54,6	53,7	43,7	34,3	24,6	22,8																																																				
Leq	86,0	Leq	73,4	73,0	76,0	83,2	76,1	80,3	84,2	82,4	76,6	71,2	66,0	54,7																																																				
Lmax	95,0	Lmax	88,1	88,9	85,1	94,6	86,2	91,2	93,3	91,9	85,1	79,7	74,7	63,5																																																				
Lpeak	106,9	<p>Bar chart showing frequency spectrum analysis. The Y-axis is dB(A) from 0.0 to 100.0. The X-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue), Leq (maroon), and Lmax (yellow).</p> <table border="1"> <caption>Approximate data from the bar chart</caption> <thead> <tr> <th>Frequency</th> <th>L95 (dB)</th> <th>Leq (dB)</th> <th>Lmax (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8 Hz</td><td>47.4</td><td>73.4</td><td>88.1</td></tr> <tr><td>16 Hz</td><td>48.8</td><td>73.0</td><td>88.9</td></tr> <tr><td>31.5 Hz</td><td>60.2</td><td>76.0</td><td>85.1</td></tr> <tr><td>63 Hz</td><td>65.2</td><td>83.2</td><td>94.6</td></tr> <tr><td>125 Hz</td><td>59.6</td><td>76.1</td><td>86.2</td></tr> <tr><td>250 Hz</td><td>54.0</td><td>80.3</td><td>91.2</td></tr> <tr><td>500 Hz</td><td>54.6</td><td>84.2</td><td>93.3</td></tr> <tr><td>1.0 kHz</td><td>53.7</td><td>82.4</td><td>91.9</td></tr> <tr><td>2.0 kHz</td><td>43.7</td><td>76.6</td><td>85.1</td></tr> <tr><td>4.0 kHz</td><td>34.3</td><td>71.2</td><td>79.7</td></tr> <tr><td>8.0 kHz</td><td>24.6</td><td>66.0</td><td>74.7</td></tr> <tr><td>16.0 kHz</td><td>22.8</td><td>54.7</td><td>63.5</td></tr> </tbody> </table>													Frequency	L95 (dB)	Leq (dB)	Lmax (dB)	8 Hz	47.4	73.4	88.1	16 Hz	48.8	73.0	88.9	31.5 Hz	60.2	76.0	85.1	63 Hz	65.2	83.2	94.6	125 Hz	59.6	76.1	86.2	250 Hz	54.0	80.3	91.2	500 Hz	54.6	84.2	93.3	1.0 kHz	53.7	82.4	91.9	2.0 kHz	43.7	76.6	85.1	4.0 kHz	34.3	71.2	79.7	8.0 kHz	24.6	66.0	74.7	16.0 kHz	22.8	54.7	63.5
Frequency	L95 (dB)														Leq (dB)	Lmax (dB)																																																		
8 Hz	47.4														73.4	88.1																																																		
16 Hz	48.8														73.0	88.9																																																		
31.5 Hz	60.2														76.0	85.1																																																		
63 Hz	65.2														83.2	94.6																																																		
125 Hz	59.6														76.1	86.2																																																		
250 Hz	54.0														80.3	91.2																																																		
500 Hz	54.6														84.2	93.3																																																		
1.0 kHz	53.7														82.4	91.9																																																		
2.0 kHz	43.7	76.6	85.1																																																															
4.0 kHz	34.3	71.2	79.7																																																															
8.0 kHz	24.6	66.0	74.7																																																															
16.0 kHz	22.8	54.7	63.5																																																															
LE	100,8																																																																	
L0.1																																																																		
L1	94,2																																																																	
L5	93,3																																																																	
L10	92,8																																																																	
L50	64,5																																																																	
L90	58,4																																																																	
L95	57,6																																																																	
L99	56,3																																																																	
Παρατηρήσεις: Θέση με αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς																																																																		

Πίνακας 4.22: Συγκριτικός πίνακας μετρήσεων επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου περίπτωση χωρίς αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς								
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 6	ΜΕΤΡΗΣΗ 7	ΜΕΤΡΗΣΗ 8	ΜΕΤΡΗΣΗ 9	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	61.1	58.6	63.4	53.2	59.1	63.4	53.2	4.4
Leq	92.7	91.2	92.9	91.3	92.0	92.9	91.2	0.9
Lmax	100.0	99.1	100.7	99.8	99.9	100.7	99.1	0.7
Lpeak	111.9	111.6	112.3	111.7	111.9	112.3	111.6	0.3
LE	105.8	105.3	105.9	106.4	105.9	106.4	105.3	0.5
L1	99.4	98.7	100.2	99.6	99.5	100.2	98.7	0.6
L5	99.0	98.4	98.9	99.0	98.8	99.0	98.4	0.3
L10	98.4	97.8	98.3	98.6	98.3	98.6	97.8	0.3
L50	79.2	72.2	79.6	64.9	74.0	79.6	64.9	6.9
L90	65.3	60.6	64.9	56.0	61.7	65.3	56.0	4.4
L95	63.7	60.0	64.4	54.9	60.8	64.4	54.9	4.4
L99	61.3	59.3	63.8	53.4	59.5	63.8	53.4	4.4

Πίνακας 4.23: Συγκριτικός πίνακας μετρήσεων επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου περίπτωση χωρίς αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς								
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 6	ΜΕΤΡΗΣΗ 7	ΜΕΤΡΗΣΗ 8	ΜΕΤΡΗΣΗ 9	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)							
8 Hz	78.9	72.9	75.4	73.8	75.3	78.9	72.9	2.6
16 Hz	75.3	71.3	73.3	72.9	73.2	75.3	71.3	1.6
31.5 Hz	80.2	79.5	80.0	78.1	79.5	80.2	78.1	0.9
63 Hz	83.9	83.2	84.6	82.8	83.6	84.6	82.8	0.8
125 Hz	77.3	75.8	77.5	75.2	76.5	77.5	75.2	1.1
250 Hz	86.6	83.2	87.2	84.6	85.4	87.2	83.2	1.8
500 Hz	92.2	90.7	92.1	90.5	91.4	92.2	90.5	0.9
1.0 kHz	89.7	88.1	89.8	88.5	89.0	89.8	88.1	0.9
2.0 kHz	79.9	78.2	80.3	78.3	79.2	80.3	78.2	1.1
4.0 kHz	74.2	72.7	75.0	73.1	73.8	75.0	72.7	1.0
8.0 kHz	67.9	66.3	68.5	67.0	67.4	68.5	66.3	1.0
16.0 kHz	57.8	56.5	58.6	57.5	57.6	58.6	56.5	0.9

Πίνακας 4.24: Συγκριτικός πίνακας μετρήσεων επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου περίπτωση με αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς								
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 10	ΜΕΤΡΗΣΗ 11	ΜΕΤΡΗΣΗ 12		ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	52.6	52.4	55.0		53.3	55.0	52.4	1.4
Leq	84.3	85.8	86.0		85.4	86.0	84.3	0.9
Lmax	93.0	94.6	95.0		94.2	95.0	93.0	1.1
Lpeak	105.0	107.9	106.9		106.6	107.9	105.0	1.5
LE	99.8	100.6	100.8		100.4	100.8	99.8	0.5
L1	92.8	92.0	94.2		93.0	94.2	92.0	1.1
L5	91.7	92.9	93.3		92.6	93.3	91.7	0.8
L10	90.8	92.3	92.8		92.0	92.8	90.8	1.0
L50	64.5	66.0	64.5		65.0	66.0	64.5	0.9
L90	55.0	55.5	58.4		56.3	58.4	55.0	1.8
L95	54.1	53.6	57.6		55.1	57.6	53.6	2.2
L99	53.1	52.8	56.3		54.1	56.3	52.8	1.9

Πίνακας 4.25: Συγκριτικός πίνακας μετρήσεων επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου περίπτωση με αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς								
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 10	ΜΕΤΡΗΣΗ 11	ΜΕΤΡΗΣΗ 12		ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)							
8 Hz	72.7	76.4	73.4		74.2	76.4	72.7	2.0
16 Hz	70.2	68.6	73.0		70.6	73.0	68.6	2.2
31.5 Hz	76.4	75.5	76.0		76.0	76.4	75.5	0.5
63 Hz	87.1	82.1	83.2		84.1	87.1	82.1	2.6
125 Hz	75.0	75.8	76.1		75.6	76.1	75.0	0.6
250 Hz	78.8	79.8	80.3		79.6	80.3	78.8	0.8
500 Hz	83.1	84.0	84.2		83.8	84.2	83.1	0.6
1.0 kHz	80.4	82.0	82.4		81.6	82.4	80.4	1.1
2.0 kHz	73.9	76.3	76.6		75.6	76.6	73.9	1.5
4.0 kHz	69.3	71.6	71.2		70.7	71.6	69.3	1.2
8.0 kHz	63.7	65.8	66.0		65.2	66.0	63.7	1.3
16.0 kHz	52.4	54.3	54.7		53.8	54.7	52.4	1.2

Πίνακας 4.26: Συγκριτικός πίνακας μετρήσεων επί της οδού Κηφισιάς στο Νέο Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου περίπτωση με και χωρίς αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς			
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 4 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΘΕΣΗ ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 3 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΘΕΣΗ ΜΕ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΜΕ-ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑΣ)
Lmin	59.1	53.3	-5.7
Leq	92.0	85.4	-6.7
Lmax	99.9	94.2	-5.7
Lpeak	111.9	106.6	-5.3
LE	105.9	100.4	-5.4
L1	99.5	93.0	-6.5
L5	98.8	92.6	-6.2
L10	98.3	92.0	-6.3
L50	74.0	65.0	-9.0
L90	61.7	56.3	-5.4
L95	60.8	55.1	-5.7
L99	59.5	54.1	-5.4
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	75.3	74.2	-1.1
16 Hz	73.2	70.6	-2.6
31.5 Hz	79.5	76.0	-3.5
63 Hz	83.6	84.1	0.5
125 Hz	76.5	75.6	-0.8
250 Hz	85.4	79.6	-5.8
500 Hz	91.4	83.8	-7.6
1.0 kHz	89.0	81.6	-7.4
2.0 kHz	79.2	75.6	-3.6
4.0 kHz	73.8	70.7	-3.1
8.0 kHz	67.4	65.2	-2.3
16.0 kHz	57.6	53.8	-3.8

Πίνακας 4.27: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+980		Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Δαίρπφελδ												
Ημερ/νια:	9.2.2010 11:59:35 (διάρκεια 31sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	50.8		L95	42.9	52.9	61.9	59.7	55.1	49.1	51.4	46.6	41.3	34.7	25.8	19.9
Leq	82.0		Leq	59.1	63.9	75.2	80.0	73.3	80.9	83.2	76.2	66.4	60.4	53.8	43.7
Lmax	88.5		Lmax	70.2	74.0	84.7	88.3	80.9	89.8	89.9	83.1	73.0	67.5	62.1	53.7
Lpeak	100.9		<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The y-axis represents sound pressure level in dB(A) from 0.0 to 100.0. The x-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The chart shows that Lmax is consistently the highest across all frequencies, peaking at 88.3 dB(A) at 63 Hz. Leq follows, peaking at 80.0 dB(A) at 63 Hz. L95 is the lowest, peaking at 59.7 dB(A) at 63 Hz. The overall Lmax value is 100.9 dB(A).</p>												
LE	97.0														
L0.1															
L1	87.7														
L5	87.9														
L10	86.9														
L50	73.9														
L90	52.8														
L95	52.2														
L99	51.5														
Παρατηρήσεις:			Θέση με σταθερή επιδομή - κάθοδος												

Πίνακας 4.28: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+980		Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Δαιρπφελδ												
Ημερ/νια:	9.2.2010 12:03:21 (διάρκεια 27sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	51.9		L95	44.3	51.8	61.0	62.0	58.4	51.9	54.7	49.5	43.3	36.4	28.3	20.4
Leq	85.1		Leq	62.2	64.7	75.2	81.3	77.3	82.8	85.7	80.5	68.9	64.2	57.0	46.5
Lmax	91.1		Lmax	73.0	73.8	83.1	89.4	87.2	90.5	91.6	87.2	75.2	73.4	64.9	55.0
Lpeak	102.5		<p>The bar chart displays noise levels in dB(A) for three metrics: L95 (blue), Leq (maroon), and Lmax (yellow) across 15 frequency bands. The y-axis ranges from 0.0 to 100.0 dB(A). The x-axis labels are 8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, and 16.0 kHz. Lmax values are consistently the highest, peaking at 91.6 dB(A) at 500 Hz. Leq values are intermediate, and L95 values are the lowest, generally decreasing as frequency increases.</p>												
LE	99.4														
L0.1															
L1	90.8														
L5	90.3														
L10	90.0														
L50	76.0														
L90	59.6														
L95	55.1														
L99	52.6														
Παρατηρήσεις:			Θέση με σταθερή επιδομή - κάθοδος με άνοδο μαζι												

Πίνακας 4.29: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+980		Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Δαίρπφελδ												
Ημερ/νια:	9.2.2010 12:09:51 (διάρκεια 24sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	54.5		L95	45.7	54.0	62.6	64.5	58.5	53.1	54.1	51.7	46.5	39.8	27.9	20.0
Leq	86.6		Leq	64.0	64.3	76.5	81.0	76.8	83.8	86.7	83.2	71.0	65.6	60.6	50.1
Lmax	93.6		Lmax	75.6	72.1	85.0	92.0	84.8	91.7	93.1	90.5	78.0	72.5	68.9	58.5
Lpeak	106.0		<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The y-axis represents sound level in dB(A) from 0.0 to 100.0. The x-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The chart shows that Lmax is consistently the highest across all frequencies, peaking at 92.0 dB(A) at 63 Hz. Leq follows, with a peak of 86.7 dB(A) at 500 Hz. L95 is the lowest, with a peak of 64.5 dB(A) at 63 Hz. All values decrease significantly above 1.0 kHz.</p>												
LE	100.8														
L0.1															
L1	93.1														
L5	92.5														
L10	91.9														
L50	77.1														
L90	57.2														
L95	56.1														
L99	55.0														
Παρατηρήσεις: Θέση με σταθερή επιδομή - κάθοδος με αυξημένη ταχύτητα															

Πίνακας 4.30: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+980		Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Δαίρπφελδ												
Ημερ/νια:	9.2.2010 12:16:04 (διάρκεια 23sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	58.0		L95	46.3	54.3	66.4	68.1	62.9	52.8	58.3	53.5	48.9	41.7	33.1	26.6
Leq	87.1		Leq	68.9	68.5	79.7	85.0	78.1	81.5	86.4	80.9	75.8	77.7	76.5	69.0
Lmax	112.4		Lmax	79.3	77.0	87.1	93.3	86.1	90.1	94.2	89.5	86.5	93.5	93.5	86.7
Lpeak	75.1		<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The Y-axis represents the sound level in dB(A), ranging from 0.0 to 100.0. The X-axis shows the frequency spectrum from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are plotted: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The Lmax values are consistently the highest across all frequencies, peaking at approximately 94.2 dB(A) at 500 Hz. The Leq values are intermediate, and the L95 values are the lowest, showing a general downward trend as frequency increases.</p>												
LE	100.9														
L0.1															
L1	96.1														
L5	93.4														
L10	92.2														
L50	73.1														
L90	60.5														
L95	59.7														
L99	58.5														
Παρατηρήσεις:			Θέση με σταθερή επιδομή - άνοδος με συριγγμό												

Πίνακας 4.31: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+980		Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Δαίρπφελδ												
Ημερ/νια:	9.2.2010 12:24:51 (διάρκεια 25sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	53.8		L95	46.5	53.8	61.6	63.0	58.6	54.4	59.4	48.4	43.8	38.2	29.4	28.5
Leq	87.0		Leq	67.6	67.8	77.6	83.2	77.8	83.6	86.6	81.3	75.2	75.5	74.7	66.2
Lmax	96.1		Lmax	78.0	79.8	86.7	92.5	87.0	92.5	93.8	89.7	86.2	89.9	89.8	80.2
Lpeak	111.1		<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The y-axis represents sound pressure level in dB(A) from 0.0 to 100.0. The x-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The Leq values are consistently the highest across most frequencies, peaking at 92.5 dB(A) between 250 Hz and 500 Hz. Lmax values are also high, generally between 80 and 95 dB(A). L95 values are significantly lower, ranging from approximately 28.5 dB(A) at 16.0 kHz to 63.0 dB(A) at 63 Hz.</p>												
LE	101.1														
L0.1															
L1	95.1														
L5	93.0														
L10	92.1														
L50	73.7														
L90	59.6														
L95	57.5														
L99	55.1														
Παρατηρήσεις:			Θέση με σταθερή επιδομή - άνοδος												

Πίνακας 4.32: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+980		Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Δαίρπφελδ												
Ημερ/νια:	9.2.2010 12:30:08 (διάρκεια 26sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	53.3		L95	46.8	55.3	62.9	65.5	60.1	51.2	52.3	51.3	45.4	37.7	29.2	20.4
Leq	85.4		Leq	64.0	63.9	77.8	80.9	75.5	82.4	85.1	82.1	69.7	64.4	59.8	49.5
Lmax	92.0		Lmax	74.3	71.6	88.6	89.1	84.5	91.4	91.7	89.3	76.2	71.4	68.5	59.3
Lpeak	104.4		<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The y-axis represents the sound level in dB(A) from 0.0 to 100.0. The x-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The chart shows that Lmax is consistently the highest across all frequencies, peaking at 89.3 dB(A) at 1.0 kHz. Leq follows, with a peak of 85.1 dB(A) at 500 Hz. L95 is the lowest, with a peak of 51.3 dB(A) at 500 Hz.</p>												
LE	99.6														
L0.1															
L1	91.6														
L5	91.2														
L10	90.8														
L50	74.8														
L90	56.3														
L95	55.4														
L99	53.9														
Παρατηρήσεις:			Θέση με σταθερή επιδομή - κάθοδος												

Πίνακας 4.33: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+510 Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Χάνσεν														
Ημερ/νια:	9.2.2010 12:50:59 (διάρκεια 27sec)	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)	Συχνότητα (Hz)													
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz	
Lmin	55.1	L95	46.8	60.5	69.0	63.0	52.1	49.5	55.3	55.5	45.4	39.4	28.5	22.1	
Leq	83.5	Leq	61.8	67.4	76.7	79.2	75.1	80.6	82.6	80.1	71.0	65.4	57.5	46.8	
Lmax	90.6	Lmax	71.6	75.2	83.4	86.8	82.5	88.6	90.8	87.6	78.2	75.1	66.2	56.9	
Lpeak	101.4	<p>The chart displays three data series: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The x-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. The y-axis shows sound pressure level in dB(A) from 0.0 to 100.0. Lmax values are consistently the highest, peaking at 90.8 dB(A) at 500 Hz. Leq values are in the middle, and L95 values are the lowest, generally decreasing as frequency increases.</p>													
LE	97.9														
L0.1															
L1	90.0														
L5	89.0														
L10	88.6														
L50	75.5														
L90	59.6														
L95	57.9														
L99	55.4														
Παρατηρήσεις: Θέση με σκυρογραμμή - κάθοδος															

Πίνακας 4.34: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+510 Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Χάνσεν																																																																	
Ημερ/νια:	9.2.2010 12:58:51 (διάρκεια 26sec)	Φασματική ανάλυση																																																																
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)	Συχνότητα (Hz)																																																																
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz																																																				
Lmin	55.4	L95	42.1	51.6	60.5	62.1	55.9	52.2	53.5	53.2	50.7	42.9		29.1																																																				
Leq	84.4	Leq	79.3	70.8	78.0	80.5	81.2	79.2	82.5	81.1	74.8	69.0	62.7	52.4																																																				
Lmax	92.0	Lmax	95.2	85.0	87.1	88.6	91.6	87.5	90.5	89.8	82.4	76.6	71.1	61.4																																																				
Lpeak	104.3	<p>The bar chart displays the frequency spectrum of the noise measurement. The y-axis represents the sound level in dB(A), ranging from 0.0 to 100.0. The x-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are plotted: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The Leq values are consistently the highest across most frequencies, peaking at 91.6 dB(A) at 125 Hz. Lmax values are also high, peaking at 95.2 dB(A) at 8 Hz. L95 values are generally the lowest, peaking at 62.1 dB(A) at 31.5 Hz and 63 Hz.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frequency</th> <th>L95 (dB(A))</th> <th>Leq (dB(A))</th> <th>Lmax (dB(A))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8 Hz</td><td>42.1</td><td>79.3</td><td>95.2</td></tr> <tr><td>16 Hz</td><td>51.6</td><td>70.8</td><td>85.0</td></tr> <tr><td>31.5 Hz</td><td>60.5</td><td>78.0</td><td>87.1</td></tr> <tr><td>63 Hz</td><td>62.1</td><td>80.5</td><td>88.6</td></tr> <tr><td>125 Hz</td><td>55.9</td><td>81.2</td><td>91.6</td></tr> <tr><td>250 Hz</td><td>52.2</td><td>79.2</td><td>87.5</td></tr> <tr><td>500 Hz</td><td>53.5</td><td>82.5</td><td>90.5</td></tr> <tr><td>1.0 kHz</td><td>53.2</td><td>81.1</td><td>89.8</td></tr> <tr><td>2.0 kHz</td><td>50.7</td><td>74.8</td><td>82.4</td></tr> <tr><td>4.0 kHz</td><td>42.9</td><td>69.0</td><td>76.6</td></tr> <tr><td>8.0 kHz</td><td></td><td>62.7</td><td>71.1</td></tr> <tr><td>16.0 kHz</td><td>29.1</td><td>52.4</td><td>61.4</td></tr> </tbody> </table>													Frequency	L95 (dB(A))	Leq (dB(A))	Lmax (dB(A))	8 Hz	42.1	79.3	95.2	16 Hz	51.6	70.8	85.0	31.5 Hz	60.5	78.0	87.1	63 Hz	62.1	80.5	88.6	125 Hz	55.9	81.2	91.6	250 Hz	52.2	79.2	87.5	500 Hz	53.5	82.5	90.5	1.0 kHz	53.2	81.1	89.8	2.0 kHz	50.7	74.8	82.4	4.0 kHz	42.9	69.0	76.6	8.0 kHz		62.7	71.1	16.0 kHz	29.1	52.4	61.4
Frequency	L95 (dB(A))														Leq (dB(A))	Lmax (dB(A))																																																		
8 Hz	42.1														79.3	95.2																																																		
16 Hz	51.6														70.8	85.0																																																		
31.5 Hz	60.5														78.0	87.1																																																		
63 Hz	62.1														80.5	88.6																																																		
125 Hz	55.9														81.2	91.6																																																		
250 Hz	52.2														79.2	87.5																																																		
500 Hz	53.5														82.5	90.5																																																		
1.0 kHz	53.2														81.1	89.8																																																		
2.0 kHz	50.7	74.8	82.4																																																															
4.0 kHz	42.9	69.0	76.6																																																															
8.0 kHz		62.7	71.1																																																															
16.0 kHz	29.1	52.4	61.4																																																															
LE	98.5																																																																	
L0.1																																																																		
L1	91.5																																																																	
L5	90.8																																																																	
L10	90.1																																																																	
L50	74.0																																																																	
L90	59.7																																																																	
L95	59.0																																																																	
L99	56.2																																																																	
Παρατηρήσεις: Θέση με σκυρογραμμή - άνοδος																																																																		

Πίνακας 4.35: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+510 Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Χάνσεν														
Ημερ/νια:	9.2.2010 13:14:15 (διάρκεια 25sec)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)		Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	62.7		L95	48.2	53.9	61.4	64.3	58.9	55.5	58.3	61.5	54.3	42.7	33.3	27.6
Leq	83.6		Leq	79.1	71.6	80.4	82.7	80.5	78.9	82.1	79.5	74.7	69.0	62.3	51.9
Lmax	91.4		Lmax	96.8	85.2	87.7	90.2	88.4	87.1	90.4	88.8	82.3	76.9	70.1	61.0
Lpeak	104.4		<p>The chart displays three data series: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars) across 16 frequency bins. The x-axis labels are 8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, and 16.0 kHz. The y-axis represents sound level in dB(A) from 0.0 to 120.0. A legend on the right identifies the series: L95 (blue), Leq (maroon), and Lmax (yellow).</p>												
LE	97.7														
L0.1															
L1	90.7														
L5	89.7														
L10	88.9														
L50	74.5														
L90	64.6														
L95	63.9														
L99	63.1														
Παρατηρήσεις: Θέση με σκυρογραμμή - άνοδος - μέτρηση παρουσία διερχόμενων αυτοκινήτων															

Πίνακας 4.36: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+510 Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Χάνσεν														
Ημερ/νια:	9.2.2010 13:17:40 (διάρκεια 25sec)	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)	Συχνότητα (Hz)													
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz	
Lmin	62.4	L95	48.7	55.4	63.4	64.4	54.8	53.4	61.1	61.7	50.4	41.3	30.9	27.6	
Leq	87.2	Leq	68.1	68.1	77.2	81.2	77.3	81.9	85.4	84.9	75.0	69.0	61.9	51.4	
Lmax	94.9	Lmax	79.0	78.8	85.8	91.3	87.1	90.1	92.7	92.8	82.5	76.3	70.1	59.7	
Lpeak	106.2	<p>The bar chart displays the frequency spectrum of the noise measurement. The y-axis represents sound pressure level in dB(A), ranging from 0.0 to 100.0. The x-axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are plotted: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars). The Leq values are consistently the highest across most frequencies, peaking at 92.8 dB(A) at 1.0 kHz. Lmax values are also high, reaching 92.8 dB(A) at 1.0 kHz and 92.7 dB(A) at 250 Hz. L95 values are significantly lower, generally between 30 and 65 dB(A).</p>													
LE	101.4														
L0.1															
L1	94.5														
L5	93.2														
L10	92.8														
L50	78.1														
L90	66.4														
L95	63.7														
L99	62.6														
Παρατηρήσεις: Θέση με σκυρογραμμή - κάθοδος - μέτρηση παρουσία διερχόμενων αυτοκινήτων															

Πίνακας 4.37: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+510 Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Χάνσεν														
Ημερ/νια:	9.2.2010 13:24:55 (διάρκεια 29sec)	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)	Συχνότητα (Hz)													
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz	
Lmin	55.2	L95	46.4	52.5	61.0	65.0	54.6	51.5	53.4	53.8	47.7	39.7	31.7	27.6	
Leq	71.7	Leq	74.5	68.7	77.9	80.1	79.3	78.7	81.3	76.8	72.4	65.4	51.9	48.1	
Lmax	88.8	Lmax	89.2	81.4	87.4	88.4	86.6	86.9	89.3	84.1	79.1	72.3	66.3	56.2	
Lpeak	100.3	<p>The chart displays three data series: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars) across 15 frequency bins. The y-axis represents sound level in dB(A) from 0.0 to 100.0. The x-axis lists frequencies: 8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, and 16.0 kHz. Lmax values are consistently the highest, peaking at 89.2 dB(A) at 8 Hz. Leq values are intermediate, and L95 values are the lowest, showing a general downward trend with frequency.</p>													
LE	96.5														
L0.1															
L1	88.5														
L5	87.3														
L10	86.9														
L50	73.7														
L90	60.0														
L95	57.3														
L99	55.6														
Παρατηρήσεις: Θέση με σκυρογραμμή - άνοδος με μικρή ταχύτητα															

Πίνακας 4.38: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+510 Αγ. Ελευθέριος, Λ. Ιωνίας & Χάνσεν														
Ημερ/νια:	9.2.2010 13:30:20 (διάρκεια 24sec)	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)	Συχνότητα (Hz)													
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz	
Lmin	86.6	L95	49.2	54.3	64.1	65.5	54.7	54.7	55.8	56.1	46.1	40.5	29.9	25.6	
Leq	87.6	Leq	67.6	65.9	74.6	80.2	75.6	81.1	85.7	85.2	76.0	70.1	64.6	54.4	
Lmax	94.6	Lmax	76.8	74.8	83.6	88.8	83.3	90.2	93.6	92.8	83.3	77.6	73.5	64.5	
Lpeak	106.2	<p>The chart displays three data series: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and Lmax (yellow bars) across 15 frequency bins. The y-axis represents sound level in dB(A) from 0.0 to 100.0. The x-axis shows frequencies: 8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, and 16.0 kHz. Lmax values are consistently the highest, peaking at 93.6 dB(A) at 500 Hz. Leq values are intermediate, peaking at 85.7 dB(A) at 500 Hz. L95 values are the lowest, peaking at 56.1 dB(A) at 500 Hz.</p>													
LE	101.6														
L0.1															
L1	94.6														
L5	94.3														
L10	93.7														
L50	74.8														
L90	63.3														
L95	58.3														
L99	56.8														
Παρατηρήσεις: Θέση με σκυρογραμμή - κάθοδος με μεγάλη ταχύτητα															

Πίνακας 4.39: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στον Άγιο Ελευθέριο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 9.2.2010 περίπτωση με σταθερή επιδομή (Αγ. Ελευθέριος χ.θ. 14+980)										
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 13	ΜΕΤΡΗΣΗ 14	ΜΕΤΡΗΣΗ 15	ΜΕΤΡΗΣΗ 16	ΜΕΤΡΗΣΗ 17	ΜΕΤΡΗΣΗ 18	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	50.8	51.9	54.5	58.0	53.8	53.3	53.7	58.0	50.8	2.5
Leq	82.0	85.1	86.6	87.1	87.0	85.4	85.5	87.1	82.0	1.9
Lmax	88.5	91.1	93.6	112.4	96.1	92.0	95.6	112.4	88.5	8.6
Lpeak	100.9	102.5	106.0	75.1	111.1	104.4	100.0	111.1	75.1	12.7
LE	97.0	99.4	100.8	100.9	101.1	99.6	99.8	101.1	97.0	1.5
L1	87.7	90.8	93.1	96.1	95.1	91.6	92.4	96.1	87.7	3.1
L5	87.9	90.3	92.5	93.4	93.0	91.2	91.4	93.4	87.9	2.1
L10	86.9	90.0	91.9	92.2	92.1	90.8	90.7	92.2	86.9	2.0
L50	73.9	76.0	77.1	73.1	73.7	74.8	74.8	77.1	73.1	1.5
L90	52.8	59.6	57.2	60.5	59.6	56.3	57.7	60.5	52.8	2.9
L95	52.2	55.1	56.1	59.7	57.5	55.4	56.0	59.7	52.2	2.5
L99	51.5	52.6	55.0	58.5	55.1	53.9	54.4	58.5	51.5	2.4

Πίνακας 4.40: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στον Άγιο Ελευθέριο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 9.2.2010 περίπτωση με σταθερή επιδομή (Αγ. Ελευθέριος χ.θ. 14+980)										
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 13	ΜΕΤΡΗΣΗ 14	ΜΕΤΡΗΣΗ 15	ΜΕΤΡΗΣΗ 16	ΜΕΤΡΗΣΗ 17	ΜΕΤΡΗΣΗ 18	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)									
8 Hz	59.1	62.2	64.0	68.9	67.6	64.0	64.3	68.9	59.1	3.6
16 Hz	63.9	64.7	64.3	68.5	67.8	63.9	65.5	68.5	63.9	2.1
31.5 Hz	75.2	75.2	76.5	79.7	77.6	77.8	77.0	79.7	75.2	1.7
63 Hz	80.0	81.3	81.0	85.0	83.2	80.9	81.9	85.0	80.0	1.8
125 Hz	73.3	77.3	76.8	78.1	77.8	75.5	76.5	78.1	73.3	1.8
250 Hz	80.9	82.8	83.8	81.5	83.6	82.4	82.5	83.8	80.9	1.1
500 Hz	83.2	85.7	86.7	86.4	86.6	85.1	85.6	86.7	83.2	1.3
1.0 kHz	76.2	80.5	83.2	80.9	81.3	82.1	80.7	83.2	76.2	2.4
2.0 kHz	66.4	68.9	71.0	75.8	75.2	69.7	71.2	75.8	66.4	3.7
4.0 kHz	60.4	64.2	65.6	77.7	75.5	64.4	68.0	77.7	60.4	6.9
8.0 kHz	53.8	57.0	60.6	76.5	74.7	59.8	63.7	76.5	53.8	9.5
16.0 kHz	43.7	46.5	50.1	69.0	66.2	49.5	54.2	69.0	43.7	10.7

Πίνακας 4.41: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στον Άγιο Ελευθέριο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 9.2.2010 περίπτωση με σκυρογραμμή (Αγ. Ελευθέριος χ.θ 14+510)										
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 19	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 20	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 21	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 22	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 23	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 24	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤ Η ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣ ΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚ Η ΑΠΟΚΛ ΙΣΗ
Lmin	55.1	55.4	62.7	62.4	55.2	86.6	62.9	86.6	55.1	12.2
Leq	83.5	84.4	83.6	87.2	71.7	87.6	83.0	87.6	71.7	5.8
Lmax	90.6	92.0	91.4	94.9	88.8	94.6	92.1	94.9	88.8	2.4
Lpeak	101.4	104.3	104.4	106.2	100.3	106.2	103.8	106.2	100.3	2.5
LE	97.9	98.5	97.7	101.4	96.5	101.6	98.9	101.6	96.5	2.1
L1	90.0	91.5	90.7	94.5	88.5	94.6	91.6	94.6	88.5	2.5
L5	89.0	90.8	89.7	93.2	87.3	94.3	90.7	94.3	87.3	2.6
L10	88.6	90.1	88.9	92.8	86.9	93.7	90.2	93.7	86.9	2.6
L50	75.5	74.0	74.5	78.1	73.7	74.8	75.1	78.1	73.7	1.6
L90	59.6	59.7	64.6	66.4	60.0	63.3	62.3	66.4	59.6	2.9
L95	57.9	59.0	63.9	63.7	57.3	58.3	60.0	63.9	57.3	3.0

Πίνακας 4.42: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στον Άγιο Ελευθέριο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 9.2.2010 περίπτωση με σκυρογραμμή (Αγ. Ελευθέριος χ.θ 14+510)										
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 19	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 20	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 21	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 22	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 23	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 24	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤ Η ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣ ΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚ Η ΑΠΟΚΛ ΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)									
8 Hz	61.8	79.3	79.1	68.1	74.5	67.6	71.7	79.3	61.8	7.0
16 Hz	67.4	70.8	71.6	68.1	68.7	65.9	68.8	71.6	65.9	2.1
31.5 Hz	76.7	78.0	80.4	77.2	77.9	74.6	77.5	80.4	74.6	1.9
63 Hz	79.2	80.5	82.7	81.2	80.1	80.2	80.7	82.7	79.2	1.2
125 Hz	75.1	81.2	80.5	77.3	79.3	75.6	78.2	81.2	75.1	2.6
250 Hz	80.6	79.2	78.9	81.9	78.7	81.1	80.1	81.9	78.7	1.3
500 Hz	82.6	82.5	82.1	85.4	81.3	85.7	83.3	85.7	81.3	1.8
1.0 kHz	80.1	81.1	79.5	84.9	76.8	85.2	81.3	85.2	76.8	3.3
2.0 kHz	71.0	74.8	74.7	75.0	72.4	76.0	74.0	76.0	71.0	1.9
4.0 kHz	65.4	69.0	69.0	69.0	65.4	70.1	68.0	70.1	65.4	2.0
8.0 kHz	57.5	62.7	62.3	61.9	51.9	64.6	60.2	64.6	51.9	4.7
16.0 kHz	46.8	52.4	51.9	51.4	48.1	54.4	50.8	54.4	46.8	2.8

Πίνακας 4.43: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στον Άγιο Ελευθέριο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου (9.2.2010) περίπτωση με σταθερή επιδομή (14+980) και περίπτωση με σκυρογραμμή (14+510) - (Αγ. Ελευθέριος)			
ΔΕΙΚΤΗΣ	Μ.Ο. 6 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΣΤΑΘ.ΕΠΙΔΟΜΗ	Μ.Ο. 6 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΣΚΥΡΟΓΡΑΜΜΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΣΤΑΘ.ΕΠΙΔΟΜΗ- ΣΚΥΡΑ)
Lmin	53.7	62.9	-9.2
Leq	85.5	83.0	2.5
Lmax	95.6	92.1	3.6
Lpeak	100.0	103.8	-3.8
LE	99.8	98.9	0.9
L1	92.4	91.6	0.8
L5	91.4	90.7	0.7
L10	90.7	90.2	0.5
L50	74.8	75.1	-0.3
L90	57.7	62.3	-4.6
L95	56.0	60.0	-4.0
L99	54.4	58.3	-3.9
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	64.3	71.7	-7.4
16 Hz	65.5	68.8	-3.2
31.5 Hz	77.0	77.5	-0.5
63 Hz	81.9	80.7	1.3
125 Hz	76.5	78.2	-1.7
250 Hz	82.5	80.1	2.4
500 Hz	85.6	83.3	2.4
1.0 kHz	80.7	81.3	-0.6
2.0 kHz	71.2	74.0	-2.8
4.0 kHz	68.0	68.0	0.0
8.0 kHz	63.7	60.2	3.6
16.0 kHz	54.2	50.8	3.3

Πίνακας 4.44: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στα Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 16.2.2010 περίπτωση με σταθερή επιδομή (Πετράλωνα χ.θ. 7+330)										
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 25	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 26	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 27	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 28	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 29	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 30	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤ Η ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣ ΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚ Η ΑΠΟΚΛ ΙΣΗ
Lmin	64.8	61.3	59.9	60.0	56.2	58.1	60.1	64.8	56.2	2.9
Leq	83.8	83.5	85.5	85.2	83.5	81.7	83.9	85.5	81.7	1.4
Lmax	89.4	89.8	91.8	92.7	89.5	89.7	90.5	92.7	89.4	1.4
Lpeak	102.7	100.0	103.5	105.2	101.3	100.1	102.1	105.2	100.0	2.0
LE	96.9	96.7	98.7	98.4	96.6	95.7	97.2	98.7	95.7	1.2
L1	89.0	89.2	91.7	91.9	89.0	87.7	89.8	91.9	87.7	1.7
L5	88.5	88.6	91.2	91.0	88.5	87.3	89.2	91.2	87.3	1.6
L10	88.2	88.2	90.8	90.6	88.2	87.0	88.8	90.8	87.0	1.5
L50	79.9	77.1	75.4	75.7	77.4	73.1	76.4	79.9	73.1	2.3
L90	67.7	68.3	64.8	64.5	61.3	60.2	64.5	68.3	60.2	3.3
L95	66.0	66.0	61.9	62.9	60.1	59.4	62.7	66.0	59.4	2.8
L99	65.2	63.0	60.7	60.4	57.0	58.5	60.8	65.2	57.0	3.0

Πίνακας 4.45: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στα Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 16.2.2010 περίπτωση με σταθερή επιδομή (Πετράλωνα χ.θ. 7+330)										
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 25	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 26	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 27	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 28	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 29	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 30	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤ Η ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣ ΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚ Η ΑΠΟΚΛ ΙΣΗ
8 Hz	65.9	64.7	75.2	68.2	75.8	61.0	68.5	75.8	61.0	5.9
16 Hz	68.3	67.4	69.9	68.9	78.0	64.4	69.5	78.0	64.4	4.6
31.5 Hz	79.9	79.6	81.9	81.0	81.2	77.9	80.3	81.9	77.9	1.4
63 Hz	84.4	82.6	82.2	84.5	86.1	80.3	83.4	86.1	80.3	2.1
125 Hz	79.9	76.9	75.9	76.4	78.3	76.7	77.4	79.9	75.9	1.5
250 Hz	79.4	78.2	79.2	78.4	78.6	74.4	78.0	79.4	74.4	1.8
500 Hz	82.8	82.4	83.8	83.9	82.6	80.6	82.7	83.9	80.6	1.2
1.0 kHz	80.4	80.5	82.7	82.1	80.2	78.0	80.7	82.7	78.0	1.7
2.0 kHz	72.4	71.6	74.6	73.9	71.5	70.9	72.5	74.6	70.9	1.5
4.0 kHz	66.8	66.3	69.3	68.7	65.8	67.2	67.4	69.3	65.8	1.4
8.0 kHz	60.2	58.3	62.7	62.1	59.0	58.5	60.1	62.7	58.3	1.9
16.0 kHz	48.9	46.6	52.4	51.6	47.6	47.4	49.1	52.4	46.6	2.4

Πίνακας 4.46: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στα Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 16.2.2010 περίπτωση με σκυρογραμμή (Πετράλωνα χ.θ. 7+687)												
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 31	ΜΕΤΡΗΣΗ 32	ΜΕΤΡΗΣΗ 33	ΜΕΤΡΗΣΗ 34	ΜΕΤΡΗΣΗ 35	ΜΕΤΡΗΣΗ 36	ΜΕΤΡΗΣΗ 37	ΜΕΤΡΗΣΗ 38	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	62.2	60.7	56.6	62.6	59.6	56.2	58.6	60.2	59.6	62.6	56.2	2.4
Leq	78.0	78.6	78.6	80.8	84.4	77.4	81.1	84.4	80.4	84.4	77.4	2.8
Lmax	83.1	90.3	84.5	87.0	90.7	82.5	87.5	90.2	87.0	90.7	82.5	3.3
Lpeak	94.6	103.6	96.7	99.3	104.8	94.5	100.4	103.1	99.6	104.8	94.5	4.1
LE	91.1	97.0	91.9	93.8	97.4	90.7	95.2	97.2	94.3	97.4	90.7	2.8
L1	82.8	89.4	84.0	86.5	90.4	82.3	87.1	89.9	86.6	90.4	82.3	3.2
L5	82.4	88.9	83.7	86.2	89.9	82.0	86.6	89.2	86.1	89.9	82.0	3.1
L10	82.2	88.5	83.7	85.8	89.6	81.9	86.2	88.8	85.8	89.6	81.9	3.0
L50	72.6	76.5	73.6	74.5	75.5	72.8	72.6	77.6	74.5	77.6	72.6	1.9
L90	64.3	65.7	60.0	63.9	64.4	57.9	61.6	68.8	63.3	68.8	57.9	3.4
L95	62.9	61.2	58.7	63.4	60.8	57.3	60.6	61.2	60.8	63.4	57.3	2.0
L99	62.5	60.9	57.2	60.1	60.1	56.8	59.3	60.7	59.7	62.5	56.8	1.9

Πίνακας 4.47: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στα Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 16.2.2010 περίπτωση με σκυρογραμμή (Πετράλωνα χ.θ. 7+687)												
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 31	ΜΕΤΡΗΣΗ 32	ΜΕΤΡΗΣΗ 33	ΜΕΤΡΗΣΗ 34	ΜΕΤΡΗΣΗ 35	ΜΕΤΡΗΣΗ 36	ΜΕΤΡΗΣΗ 37	ΜΕΤΡΗΣΗ 38	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)											
8 Hz	66.2	63.7	69.8	68.2	68.6	66.3	62.6	70.4	67.0	70.4	62.6	2.8
16 Hz	67.1	67.6	68.5	69.9	70.0	69.2	66.9	71.2	68.8	71.2	66.9	1.5
31.5 Hz	76.3	81.6	77.8	78.7	82.2	78.2	79.8	82.3	79.6	82.3	76.3	2.2
63 Hz	81.7	83.5	82.7	83.7	83.3	81.9	81.7	82.9	82.7	83.7	81.7	0.8
125 Hz	76.3	80.5	76.8	75.2	78.7	75.0	77.9	78.8	77.4	80.5	75.0	1.9
250 Hz	75.8	78.1	77.1	78.9	77.8	75.0	76.3	78.5	77.2	78.9	75.0	1.4
500 Hz	75.7	83.3	76.6	78.6	81.4	75.1	79.8	82.1	79.1	83.3	75.1	3.1
1.0 kHz	73.9	79.7	75.0	77.6	81.9	74.0	77.7	81.8	77.7	81.9	73.9	3.2
2.0 kHz	69.1	73.6	67.9	70.1	74.6	67.4	70.3	73.5	70.8	74.6	67.4	2.8
4.0 kHz	69.1	68.9	64.2	65.6	67.9	63.1	65.7	68.8	66.7	69.1	63.1	2.3
8.0 kHz	58.3	62.5	57.6	59.3	61.7	56.8	58.4	61.6	59.5	62.5	56.8	2.1
16.0 kHz	47.1	52.6	46.4	48.6	51.5	45.5	47.7	51.3	48.8	52.6	45.5	2.6

Πίνακας 4.48: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων στα Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου (16.2.2010)			
περίπτωση με σταθερή επιδομή (7+330) και περίπτωση με σκυρογραμμή (7+687) - (Πετράλωνα)			
ΔΕΙΚΤΗΣ	Μ.Ο. 6 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΣΤΑΘ.ΕΠΙΔΟΜΗ	Μ.Ο. 8 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΣΚΥΡΟΓΡΑΜΜΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΣΤΑΘ.ΕΠΙΔΟΜΗ- ΣΚΥΡΑ)
Lmin	60.1	59.6	0.5
Leq	83.9	80.4	3.5
Lmax	90.5	87.0	3.5
Lpeak	102.1	99.6	2.5
LE	97.2	94.3	2.9
L1	89.8	86.6	3.2
L5	89.2	86.1	3.1
L10	88.8	85.8	3.0
L50	76.4	74.5	2.0
L90	64.5	63.3	1.1
L95	62.7	60.8	2.0
L99	60.8	59.7	1.1
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	68.5	67.0	1.5
16 Hz	69.5	68.8	0.7
31.5 Hz	80.3	79.6	0.6
63 Hz	83.4	82.7	0.7
125 Hz	77.4	77.4	-0.1
250 Hz	78.0	77.2	0.8
500 Hz	82.7	79.1	3.6
1.0 kHz	80.7	77.7	3.0
2.0 kHz	72.5	70.8	1.7
4.0 kHz	67.4	66.7	0.7
8.0 kHz	60.1	59.5	0.6
16.0 kHz	49.1	48.8	0.2

Πίνακας 4.49: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 22.2.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση χωρίς συσκ.αντιθορυβικής προστασίας (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)							
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 39	ΜΕΤΡΗΣΗ 40	ΜΕΤΡΗΣΗ 41	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	62.8	60.4	63.0	62.1	63.0	60.4	1.4
Leq	86.9	88.3	87.1	87.4	88.3	86.9	0.8
Lmax	93.4	94.4	93.1	93.6	94.4	93.1	0.7
Lpeak	105.0	106.1	104.7	105.3	106.1	104.7	0.7
LE	99.8	101.3	100.1	100.4	101.3	99.8	0.8
L1	92.9	94.1	92.7	93.2	94.1	92.7	0.8
L5	92.3	93.7	92.2	92.7	93.7	92.2	0.8
L10	91.8	93.4	91.7	92.3	93.4	91.7	1.0
L50	77.5	77.7	79.6	78.3	79.6	77.5	1.2
L90	65.6	65.2	66.0	65.6	66.0	65.2	0.4
L95	64.9	62.4	65.2	64.2	65.2	62.4	1.5
L99	64.0	60.6	63.6	62.7	64.0	60.6	1.9

Πίνακας 4.50: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 22.2.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση χωρίς συσκ.αντιθορυβικής προστασίας (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)							
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 39	ΜΕΤΡΗΣΗ 40	ΜΕΤΡΗΣΗ 41	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)						
8 Hz	67.9	68.3	69.8	68.7	69.8	67.9	1.0
16 Hz	68.6	69.4	67.9	68.6	69.4	67.9	0.8
31.5 Hz	79.6	80.1	77.0	78.9	80.1	77.0	1.7
63 Hz	84.6	84.0	82.0	83.5	84.6	82.0	1.4
125 Hz	75.0	75.1	74.2	74.8	75.1	74.2	0.5
250 Hz	79.7	81.0	78.7	79.8	81.0	78.7	1.2
500 Hz	86.1	87.7	86.6	86.8	87.7	86.1	0.8
1.0 kHz	83.1	84.7	83.2	83.7	84.7	83.1	0.9
2.0 kHz	76.4	77.0	76.4	76.6	77.0	76.4	0.3
4.0 kHz	71.3	71.1	70.6	71.0	71.3	70.6	0.4
8.0 kHz	64.7	64.3	64.0	64.3	64.7	64.0	0.4
16.0 kHz	54.5	54.0	53.8	54.1	54.5	53.8	0.4

Πίνακας 4.51: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 22.2.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με συσκ.αντιθορυβικής προστασίας (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)									
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 42	ΜΕΤΡΗΣΗ 43	ΜΕΤΡΗΣΗ 44	ΜΕΤΡΗΣΗ 45	ΜΕΤΡΗΣΗ 46	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	60.9	64.7	65.3	62.4	64.3	63.5	65.3	60.9	1.8
Leq	85.2	84.9	83.1	83.3	83.7	84.0	85.2	83.1	1.0
Lmax	90.8	90.0	89.7	88.6	90.0	89.8	90.8	88.6	0.8
Lpeak	102.5	102.6	101.7	101.0	101.6	101.9	102.6	101.0	0.7
LE	97.2	96.7	95.1	95.2	95.5	95.9	97.2	95.1	1.0
L1	90.6	89.9	89.3	88.4	89.6	89.6	90.6	88.4	0.8
L5	90.1	89.7	88.8	87.8	88.3	88.9	90.1	87.8	1.0
L10	89.6	89.4	87.6	87.4	87.9	88.4	89.6	87.4	1.0
L50	76.6	78.9	75.5	78.1	77.8	77.4	78.9	75.5	1.3
L90	64.8	66.9	67.6	65.1	66.4	66.2	67.6	64.8	1.2
L95	63.8	66.1	66.6	63.6	65.4	65.1	66.6	63.6	1.3
L99	61.2	65.5	65.9	62.9	65.0	64.1	65.9	61.2	2.0

Πίνακας 4.52: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 22.2.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με συσκ.αντιθορυβικής προστασίας (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)									
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 42	ΜΕΤΡΗΣΗ 43	ΜΕΤΡΗΣΗ 44	ΜΕΤΡΗΣΗ 45	ΜΕΤΡΗΣΗ 46	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)								
8 Hz	73.0	70.7	70.6	68.1	69.2	70.3	73.0	68.1	1.8
16 Hz	71.7	71.6	71.3	68.1	69.7	70.5	71.7	68.1	1.6
31.5 Hz	79.4	78.9	79.6	78.5	80.6	79.4	80.6	78.5	0.8
63 Hz	84.5	84.6	86.6	85.3	87.1	85.6	87.1	84.5	1.2
125 Hz	76.4	75.6	77.8	75.6	76.3	76.3	77.8	75.6	0.9
250 Hz	82.2	81.8	79.2	79.7	79.5	80.5	82.2	79.2	1.4
500 Hz	83.6	83.6	81.8	82.3	82.6	82.8	83.6	81.8	0.8
1.0 kHz	81.2	80.8	79.2	79.1	79.8	80.0	81.2	79.1	0.9
2.0 kHz	75.8	75.2	73.2	73.3	73.8	74.3	75.8	73.2	1.2
4.0 kHz	70.5	70.4	68.3	68.9	68.6	69.3	70.5	68.3	1.0
8.0 kHz	63.8	63.3	61.9	61.6	62.0	62.5	63.8	61.6	1.0
16.0 kHz	53.6	53.5	51.6	50.5	51.4	52.1	53.6	50.5	1.4

Πίνακας 4.53: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών (22.2.2010) περίπτωση με & χωρίς συσκ.αντιθορυβικής προστασίας (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)			
ΔΕΙΚΤΗΣ	Μ.Ο. 3 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΘ.ΠΡΟΣΤ.	Μ.Ο. 5 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΑΝΤΙΘ.ΠΡΟΣΤ.	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΜΕ-ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΘ.ΠΡΟΣΤ.)
Lmin	62.1	63.5	1.5
Leq	87.4	84.0	-3.4
Lmax	93.6	89.8	-3.8
Lpeak	105.3	101.9	-3.4
LE	100.4	95.9	-4.5
L1	93.2	89.6	-3.7
L5	92.7	88.9	-3.8
L10	92.3	88.4	-3.9
L50	78.3	77.4	-0.9
L90	65.6	66.2	0.6
L95	64.2	65.1	0.9
L99	62.7	64.1	1.4
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	68.7	70.3	1.7
16 Hz	68.6	70.5	1.8
31.5 Hz	78.9	79.4	0.5
63 Hz	83.5	85.6	2.1
125 Hz	74.8	76.3	1.6
250 Hz	79.8	80.5	0.7
500 Hz	86.8	82.8	-4.0
1.0 kHz	83.7	80.0	-3.6
2.0 kHz	76.6	74.3	-2.3
4.0 kHz	71.0	69.3	-1.7
8.0 kHz	64.3	62.5	-1.8
16.0 kHz	54.1	52.1	-2.0

Πίνακας 4.54: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 22.2.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με σταθερή επιδομή (Πετράλωνα χ.θ. 7+330)										
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 47	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 48	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 49	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 50	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 51	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 52	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤ Η ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣ ΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚ Η ΑΠΟΚΛ ΙΣΗ
Lmin	62.3	57.4	63.9	67.1	63.5	60.5	62.5	67.1	57.4	3.3
Leq	86.6	83.1	86.7	84.6	85.2	85.2	85.2	86.7	83.1	1.3
Lmax	92.7	89.0	93.6	90.2	92.8	90.9	91.5	93.6	89.0	1.8
Lpeak	105.2	100.1	104.7	102.0	103.7	103.5	103.2	105.2	100.1	1.9
LE	99.6	96.3	99.6	97.6	98.9	98.1	98.4	99.6	96.3	1.3
L1	92.4	88.4	92.6	89.6	92.0	90.6	90.9	92.6	88.4	1.7
L5	92.1	92.2	92.2	89.2	91.3	90.2	91.2	92.2	89.2	1.3
L10	91.6	87.5	91.6	89.0	90.7	89.9	90.1	91.6	87.5	1.6
L50	77.2	78.8	78.8	79.5	76.4	78.4	78.2	79.5	76.4	1.2
L90	67.0	61.0	67.6	70.1	67.0	66.1	66.5	70.1	61.0	3.0
L95	65.9	66.4	66.4	68.4	66.4	62.5	66.0	68.4	62.5	1.9
L99	62.6	57.6	64.4	67.8	63.9	61.2	62.9	67.8	57.6	3.4

Πίνακας 4.55: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 22.2.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με σταθερή επιδομή (Πετράλωνα χ.θ. 7+330)										
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 47	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 48	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 49	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 50	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 51	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 52	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤ Η ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣ ΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚ Η ΑΠΟΚΛ ΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)									
8 Hz	65.4	67.0	65.6	64.7	70.0	72.1	67.5	72.1	64.7	3.0
16 Hz	67.6	69.3	67.5	68.8	68.0	71.6	68.8	71.6	67.5	1.5
31.5 Hz	78.8	77.2	77.7	79.6	78.5	79.3	78.5	79.6	77.2	0.9
63 Hz	83.2	80.0	82.6	82.1	81.2	82.9	82.0	83.2	80.0	1.2
125 Hz	77.7	75.8	77.7	79.1	77.4	77.4	77.5	79.1	75.8	1.1
250 Hz	79.1	77.5	79.5	81.5	78.3	80.4	79.4	81.5	77.5	1.4
500 Hz	85.6	82.3	85.7	83.5	84.9	84.0	84.3	85.7	82.3	1.3
1.0 kHz	83.5	79.8	83.4	81.1	82.8	82.2	82.1	83.5	79.8	1.4
2.0 kHz	74.7	71.2	75.1	73.0	73.8	73.9	73.6	75.1	71.2	1.4
4.0 kHz	69.6	65.4	71.2	67.1	68.7	67.7	68.3	71.2	65.4	2.0
8.0 kHz	62.0	57.0	62.7	58.7	61.1	60.3	60.3	62.7	57.0	2.1
16.0 kHz	51.3	44.8	51.5	46.8	50.1	48.4	48.8	51.5	44.8	2.7

Πίνακας 4.56: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 22.2.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με σκυρογραμμή (Πετράλωνα χ.θ. 7+860)											
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 53	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 54	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 55	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 56	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 57	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 58	ΜΕΤΡΗ ΣΗ 59	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣ ΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙ ΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚ Η ΑΠΟΚ ΛΙΣΗ
Lmin	67.7	66.1	66.2	68.7	69.3	65.1	62.3	66.5	69.3	62.3	2.4
Leq	81.1	82.7	80.6	82.4	83.4	82.9	82.6	82.2	83.4	80.6	1.0
Lmax	86.7	89.2	86.8	88.4	89.9	88.4	88.6	88.3	89.9	86.7	1.2
Lpeak	99.2	99.9	99.2	99.8	102.0	100.4	100.4	100.1	102.0	99.2	1.0
LE	93.7	95.3	93.3	94.7	95.3	95.4	98.2	95.1	98.2	93.3	1.6
L1	86.4	88.4	86.2	88.1	89.4	88.1	88.2	87.8	89.4	86.2	1.1
L5	85.6	87.2	85.6	87.3	87.6	87.5	87.2	86.9	87.6	85.6	0.9
L10	85.2	86.6	84.9	86.5	87.0	87.2	86.8	86.3	87.2	84.9	0.9
L50	77.5	79.3	76.5	78.8	80.8	78.9	77.8	78.5	80.8	76.5	1.4
L90	70.8	70.6	69.6	68.6	71.9	67.6	66.2	69.3	71.9	66.2	2.0
L95	70.2	69.3	68.9	67.8	71.1	66.5	64.4	68.3	71.1	64.4	2.3
L99	69.0	66.8	67.8	65.9	70.0	65.6	62.9	66.9	70.0	62.9	2.4

Πίνακας 4.57: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 22.2.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με σκυρογραμμή (Πετράλωνα χ.θ. 7+860)											
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣ Η 53	ΜΕΤΡΗΣ Η 54	ΜΕΤΡΗΣ Η 55	ΜΕΤΡΗΣ Η 56	ΜΕΤΡΗΣ Η 57	ΜΕΤΡΗΣ Η 58	ΜΕΤΡΗΣ Η 59	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤ Η ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤ Η ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙ ΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)										
8 Hz	62.9	67.0	68.0	68.8	69.4	69.3	67.7	67.6	69.4	62.9	2.2
16 Hz	71.4	70.0	74.8	70.7	70.8	70.1	69.6	71.1	74.8	69.6	1.8
31.5 Hz	77.1	77.5	80.0	78.3	79.9	78.1	80.6	78.8	80.6	77.1	1.4
63 Hz	82.0	82.5	82.9	84.0	82.9	83.6	83.0	83.0	84.0	82.0	0.7
125 Hz	77.2	75.4	74.6	75.8	77.0	76.3	77.0	76.2	77.2	74.6	1.0
250 Hz	77.0	77.7	75.5	76.5	77.7	76.5	76.6	76.8	77.7	75.5	0.8
500 Hz	79.1	81.4	78.6	80.4	82.4	80.3	81.2	80.5	82.4	78.6	1.3
1.0 kHz	78.2	79.5	77.8	79.7	80.1	80.5	79.2	79.3	80.5	77.8	1.0
2.0 kHz	69.4	71.4	69.3	70.8	71.9	71.8	72.2	71.0	72.2	69.3	1.2
4.0 kHz	65.7	66.3	65.8	66.8	66.1	66.5	67.3	66.4	67.3	65.7	0.6
8.0 kHz	59.1	59.4	58.4	60.2	59.3	61.7	59.4	59.6	61.7	58.4	1.1
16.0 kHz	48.7	49.6	47.7	49.1	48.9	50.9	49.0	49.1	50.9	47.7	1.0

Πίνακας 4.58: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Πετράλωνα

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών (22.2.2010) περίπτωση με σταθερή επιδομή (χ.θ. 7+330) και με σκυρογραμμή (χ.θ. 7+860) - (Πετράλωνα)			
ΔΕΙΚΤΗΣ	Μ.Ο. 6 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΣΤΑΘ.ΕΠΙΔΟΜΗ	Μ.Ο. 7 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΣΚΥΡΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΣΤ.ΕΠΙΔΟΜΗ-ΣΚΥΡΑ)
Lmin	62.5	66.5	-4.0
Leq	85.2	82.2	3.0
Lmax	91.5	88.3	3.2
Lpeak	103.2	100.1	3.1
LE	98.4	95.1	3.2
L1	90.9	87.8	3.1
L5	91.2	86.9	4.3
L10	90.1	86.3	3.7
L50	78.2	78.5	-0.3
L90	66.5	69.3	-2.9
L95	66.0	68.3	-2.3
L99	62.9	66.9	-3.9
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	67.5	67.6	-0.1
16 Hz	68.8	71.1	-2.3
31.5 Hz	78.5	78.8	-0.3
63 Hz	82.0	83.0	-1.0
125 Hz	77.5	76.2	1.3
250 Hz	79.4	76.8	2.6
500 Hz	84.3	80.5	3.8
1.0 kHz	82.1	79.3	2.8
2.0 kHz	73.6	71.0	2.6
4.0 kHz	68.3	66.4	1.9
8.0 kHz	60.3	59.6	0.7
16.0 kHz	48.8	49.1	-0.3

Πίνακας 4.59: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 7.6.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με σταθερή επιδομή - χωρίς αντιθορυβική προστασία (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)								
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 60	ΜΕΤΡΗΣΗ 61	ΜΕΤΡΗΣΗ 62	ΜΕΤΡΗΣΗ 63	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	84.9	86.8	88.6	86.2	86.6	88.6	84.9	1.5
Leq	89.4	91.5	92.1	90.8	91.0	92.1	89.4	1.2
Lmax	90.8	94.4	94.3	92.4	93.0	94.4	90.8	1.7
Lpeak	102.3	109.0	106.7	104.3	105.6	109.0	102.3	2.9
LE	98.4	100.0	100.2	99.3	99.5	100.2	98.4	0.8
L1	-	-	-	-	-	-	-	-
L5	90.5	93.8	93.7	92.0	92.5	93.8	90.5	1.6
L10	90.3	93.6	93.1	91.9	92.2	93.6	90.3	1.5
L50	89.3	91.1	92.2	90.7	90.8	92.2	89.3	1.2
L90	88.3	89.5	90.5	89.5	89.5	90.5	88.3	0.9
L95	87.4	89.1	89.8	89.1	88.9	89.8	87.4	1.0
L99	87.4	89.1	89.8	89.1	88.9	89.8	87.4	1.0

Πίνακας 4.60: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 7.6.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με σταθερή επιδομή - χωρίς αντιθορυβική προστασία (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)								
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 60	ΜΕΤΡΗΣΗ 61	ΜΕΤΡΗΣΗ 62	ΜΕΤΡΗΣΗ 63	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)							
8 Hz	73.7	76.5	76.8	74.6	75.4	76.8	73.7	1.5
16 Hz	69.8	71.9	75.0	74.4	72.8	75.0	69.8	2.4
31.5 Hz	78.0	80.0	80.0	81.4	79.9	81.4	78.0	1.4
63 Hz	83.9	85.2	86.0	86.1	85.3	86.1	83.9	1.0
125 Hz	77.6	80.1	82.0	79.5	79.8	82.0	77.6	1.8
250 Hz	85.8	86.5	87.8	86.3	86.6	87.8	85.8	0.9
500 Hz	88.4	90.5	90.6	89.3	89.7	90.6	88.4	1.0
1.0 kHz	85.2	87.6	88.4	87.0	87.1	88.4	85.2	1.4
2.0 kHz	79.6	81.3	82.8	81.4	81.3	82.8	79.6	1.3
4.0 kHz	75.2	75.9	76.4	76.3	76.0	76.4	75.2	0.5
8.0 kHz	66.6	68.3	69.2	68.2	68.1	69.2	66.6	1.1
16.0 kHz	57.4	58.1	59.9	58.4	58.5	59.9	57.4	1.1

Πίνακας 4.61: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 5.7.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με σταθερή επιδομή - με αντιθ.προστασία ηχοαπορροφητικών πλακών (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)												
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 64	ΜΕΤΡΗΣΗ 65	ΜΕΤΡΗΣΗ 66	ΜΕΤΡΗΣΗ 67	ΜΕΤΡΗΣΗ 68	ΜΕΤΡΗΣΗ 69	ΜΕΤΡΗΣΗ 70	ΜΕΤΡΗΣΗ 71	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	62.4	60.2	62.1	62.0	56.8	55.5	61.9	58.0	59.9	62.4	55.5	2.7
Leq	82.8	82.7	80.6	79.7	80.8	81.4	83.1	80.8	81.5	83.1	79.7	1.2
Lmax	88.0	89.5	85.8	84.3	87.4	87.2	89.7	87.9	87.5	89.7	84.3	1.8
Lpeak	98.5	101.4	97.9	96.0	99.2	100.9	101.8	99.2	99.4	101.8	96.0	2.0
LE	93.1	94.4	92.2	91.0	92.7	93.2	94.5	92.6	93.0	94.5	91.0	1.1
L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L5	87.4	88.7	85.5	84.3	86.9	87.1	89.3	87.5	87.1	89.3	84.3	1.6
L10	87.1	88.0	84.8	83.7	85.8	86.7	88.3	86.5	86.4	88.3	83.7	1.6
L50	86.6	87.4	84.6	83.2	85.0	86.1	87.6	85.5	85.8	87.6	83.2	1.5
L90	79.4	72.9	75.0	80.0	72.6	72.8	74.0	75.7	75.3	80.0	72.6	2.9
L95	64.9	62.7	64.9	65.8	60.7	59.0	64.6	60.4	62.9	65.8	59.0	2.6
L99	64.9	62.7	64.9	65.8	60.7	59.0	64.6	60.4	62.9	65.8	59.0	2.6

Πίνακας 4.62: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 5.7.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση με σταθερή επιδομή - με αντιθ.προστασία ηχοαπορροφητικών πλακών (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)												
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 64	ΜΕΤΡΗΣΗ 65	ΜΕΤΡΗΣΗ 66	ΜΕΤΡΗΣΗ 67	ΜΕΤΡΗΣΗ 68	ΜΕΤΡΗΣΗ 69	ΜΕΤΡΗΣΗ 70	ΜΕΤΡΗΣΗ 71	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)											
8 Hz	75.0	72.9	72.5	69.9	68.5	72.6	69.4	73.9	71.8	75.0	68.5	2.3
16 Hz	71.8	70.2	70.1	67.5	70.7	70.5	69.9	69.0	70.0	71.8	67.5	1.3
31.5 Hz	76.7	80.4	80.8	79.1	82.6	79.3	83.3	80.6	80.4	83.3	76.7	2.1
63 Hz	84.7	85.0	87.7	84.5	89.0	87.8	92.0	86.5	87.2	92.0	84.5	2.6
125 Hz	73.4	74.2	74.4	73.9	74.6	74.8	74.4	74.5	74.3	74.8	73.4	0.4
250 Hz	79.0	80.5	76.5	75.6	78.0	77.2	78.4	76.2	77.7	80.5	75.6	1.6
500 Hz	81.3	81.4	79.7	79.0	79.9	80.1	81.8	79.9	80.4	81.8	79.0	1.0
1.0 kHz	79.2	79.3	76.4	75.6	77.0	77.7	79.7	77.0	77.7	79.7	75.6	1.5
2.0 kHz	72.5	72.4	69.9	69.0	69.6	71.5	72.7	69.7	70.9	72.7	69.0	1.5
4.0 kHz	67.0	66.5	65.9	63.3	63.9	65.9	66.1	65.7	65.5	67.0	63.3	1.3
8.0 kHz	64.6	60.4	58.1	57.6	58.4	59.5	59.6	59.6	59.7	64.6	57.6	2.2
16.0 kHz	57.1	52.8	49.5	49.2	50.2	50.2	50.2	52.0	51.4	57.1	49.2	2.6

Πίνακας 4.63: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 7.6.2010 & 5.7.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση χωρίς αντιθ.προστασία και με ηχοαπορροφητικές πλάκες (Ηράκλειο χ.θ. 22+300)			
ΔΕΙΚΤΗΣ	Μ.Ο. 4 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΘ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	Μ.Ο. 8 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΗΧΟΑΠ/ΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΜΕ-ΧΩΡΙΣ ΗΧΟΑΠ/ΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ)
Lmin	86.6	59.9	-26.8
Leq	91.0	81.5	-9.5
Lmax	93.0	87.5	-5.5
Lpeak	105.6	99.4	-6.2
LE	99.5	93.0	-6.5
L1	-	-	-
L5	92.5	87.1	-5.4
L10	92.2	86.4	-5.9
L50	90.8	85.8	-5.1
L90	89.5	75.3	-14.2
L95	88.9	62.9	-26.0
L99	88.9	62.9	-26.0
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	75.4	71.8	-3.6
16 Hz	72.8	70.0	-2.8
31.5 Hz	79.9	80.4	0.5
63 Hz	85.3	87.2	1.9
125 Hz	79.8	74.3	-5.5
250 Hz	86.6	77.7	-8.9
500 Hz	89.7	80.4	-9.3
1.0 kHz	87.1	77.7	-9.3
2.0 kHz	81.3	70.9	-10.4
4.0 kHz	76.0	65.5	-10.4
8.0 kHz	68.1	59.7	-8.4
16.0 kHz	58.5	51.4	-7.1

Πίνακας 4.64: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 7.6.2010 & 5.7.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών			
περίπτωση χωρίς αντιθ.προστασία και με αποσβεστήρα σιδ/τροχιάς (Ηράκλειο - σχολείο, θέση α)			
ΔΕΙΚΤΗΣ	Μ.Ο. 4 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΘ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ (μετρήσεις 22.2.2010)	Μ.Ο. 8 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ ΣΙΑ/ΤΡΟΧΙΑΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΜΕ-ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ ΣΙΑ/ΧΙΑΣ)
Lmin	62.1	62.4	0.3
Leq	87.4	90.0	2.6
Lmax	93.6	96.0	2.4
Lpeak	105.3	108.4	3.1
LE	100.4	101.9	1.5
L1	-	-	-
L5	92.7	95.6	2.9
L10	92.3	94.9	2.6
L50	78.3	94.4	16.1
L90	65.6	82.7	17.1
L95	64.2	65.7	1.5
L99	62.7	65.7	3.0
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	68.7	67.3	-1.4
16 Hz	68.6	68.6	0.0
31.5 Hz	78.9	79.9	1.0
63 Hz	83.5	85.5	2.0
125 Hz	74.8	77.6	2.8
250 Hz	79.8	84.5	4.7
500 Hz	86.8	89.7	2.9
1.0 kHz	83.7	85.6	1.9
2.0 kHz	76.6	79.3	2.7
4.0 kHz	71.0	74.3	3.3
8.0 kHz	64.3	68.5	4.2
16.0 kHz	54.1	59.4	5.3

Πίνακας 4.65: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

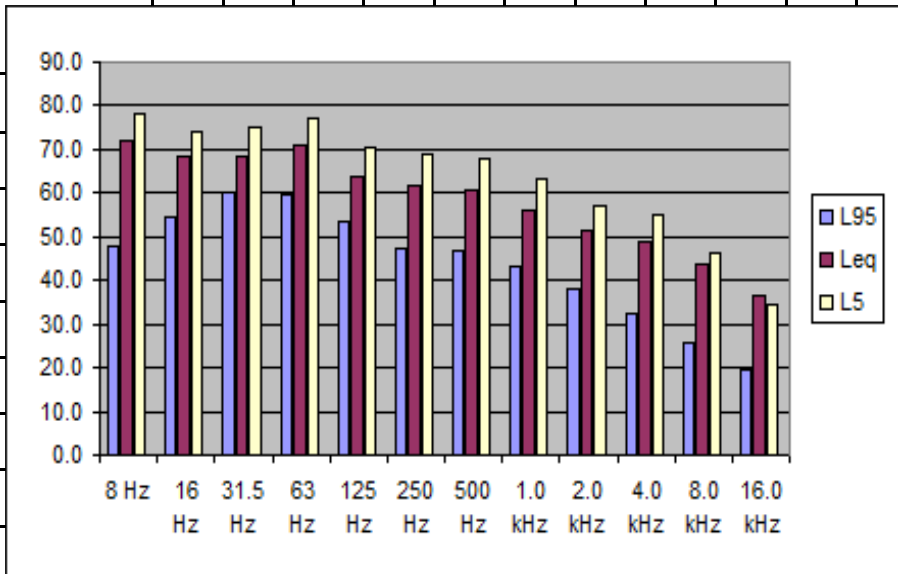
Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 7.6.2010 & 5.7.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών περίπτωση χωρίς αντιθ.προστασία και με αποσβεστήρα σιδ/τροχιάς (Ηράκλειο - σχολείο, θέση b)			
ΔΕΙΚΤΗΣ	Μ.Ο. 4 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΘ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ (μετρήσεις 7.6.2010)	Μ.Ο. 5 ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ ΣΙΔ/ΤΡΟΧΙΑΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΜΕ-ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒ/ΡΕΣ ΣΙΔ/ΧΙΑΣ)
Lmin	86.6	63.5	-23.1
Leq	91.0	84.0	-6.9
Lmax	93.0	89.8	-3.2
Lpeak	105.6	101.9	-3.7
LE	99.5	95.9	-3.5
L1	-	-	-
L5	92.5	88.9	-3.6
L10	92.2	88.4	-3.8
L50	90.8	77.4	-13.4
L90	89.5	66.2	-23.3
L95	88.9	65.1	-23.8
L99	88.9	64.1	-24.8
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	75.4	70.3	-5.1
16 Hz	72.8	70.5	-2.3
31.5 Hz	79.9	79.4	-0.4
63 Hz	85.3	85.6	0.3
125 Hz	79.8	76.3	-3.5
250 Hz	86.6	80.5	-6.1
500 Hz	89.7	82.8	-6.9
1.0 kHz	87.1	80.0	-7.0
2.0 kHz	81.3	74.3	-7.0
4.0 kHz	76.0	69.3	-6.6
8.0 kHz	68.1	62.5	-5.6
16.0 kHz	58.5	52.1	-6.3

Πίνακας 4.66: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων – ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών – Ηράκλειο

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 7.6.2010 & 22.7.2010 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών διάρκειας 30 min περίπτωση χωρίς αντιθ.προστασία και με ηχοαπορροφητικές πλάκες (Ηράκλειο - σχολείο)			
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 30min ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΘ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ (7.6.2010)	ΜΕΤΡΗΣΗ 30min ΜΕ ΗΧΟΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ (22.7.2010)	ΔΙΑΦΟΡΑ (ΜΕ-ΧΩΡΙΣ ΗΧΟΑΠ/ΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ)
Lmin	44.1	43.3	-0.8
Leq	68.5	63.7	-4.8
Lmax	89.9	84.8	-5.1
Lpeak	101.3	95.7	-5.6
LE	101.1	96.2	-4.9
L1	82.9	78.3	-4.6
L5	67.6	63.5	-4.1
L10	60.4	57.1	-3.3
L50	50.9	47.7	-3.2
L90	47.6	45.2	-2.4
L95	46.9	44.7	-2.2
L99	45.9	44.1	-1.8
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)		
8 Hz	65.9	66.6	0.7
16 Hz	60.3	60.3	0.0
31.5 Hz	57.3	56.7	-0.6
63 Hz	61.6	58.8	-2.8
125 Hz	54.7	49.2	-5.5
250 Hz	58.0	52.7	-5.3
500 Hz	63.8	57.7	-6.1
1.0 kHz	55.8	51.0	-4.8
2.0 kHz	52.5	48.1	-4.4
4.0 kHz	44.8	40.6	-4.2
8.0 kHz	37.4	34.2	-3.2
16.0 kHz	34.3	24.9	-9.4

Πίνακας 4.67: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	14+300 Άνω Πατήσια, Λ.Ιωνίας														
Ημερ/νια:	9.4.2010 10:03:00 (διάρκεια 20min)	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz	
Lmin	45.8	L95	47.6	54.4	60.1	59.7	53.5	47.4	46.6	43.4	38.2	32.4	25.7	19.8	
Leq	61.8	Leq	72.2	68.5	68.5	70.9	63.9	61.8	60.6	56.0	51.3	48.9	43.8	36.3	
Lmax	78.4	L5	78.1	73.9	75.0	76.9	70.5	68.8	67.9	63.1	57.1	55.2	46.3	34.6	
Lpeak	95.3														
LE	92.6														
L0.1	77.0														
L1	74.8														
L5	68.7														
L10	62.2														
L50	54.6														
L90	50.1														
L95	49.2														
L99	48.0														



90.0
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0

8 Hz 16 Hz 31.5 Hz 63 Hz 125 Hz 250 Hz 500 Hz 1.0 kHz 2.0 kHz 4.0 kHz 8.0 kHz 16.0 kHz

Legend: L95 (blue), Leq (red), L5 (yellow)

Παρατηρήσεις:

1. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με ταυτόχρονη διακοπτόμενη λειτουργία κομπρεσέρ σε θέση περί τα 50m απόσταση.
2. Γραμμή σε επίχωμα - ΔΗ ηχόμετρο: -0,5m.
3. Λστιγμ. Κομπρεσέρ = 55 dB.
4. Συγκολλημένη γραμμή.

Πίνακας 4.68: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	17+945		Νέα Ιωνία, οδός Σολωμού												
Ημερ/νια:	9.4.2010 11:26:00 (διάρκεια 20min)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	dB από δεκατέτατο χιούφς κυκλοφορία οχημάτων	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	49.7	51.5	L95	51.6	55.7	61.9	60.9	55.3	51.7	50.8	48.6	44.3	38.0	28.3	19.9
Leq	67.1	69.1	Leq	75.1	71.3	75.2	75.6	73.7	65.8	62.9	62.0	59.4	53.8	49.4	45.6
Lmax	87.3	92.7	L5	81.7	77.5	81.4	81.9	77.2	72.8	69.5	68.3	65.8	59.5	52.7	44.8
Lpeak	99.6	108.4	<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The vertical axis represents sound pressure level in dB, ranging from 0.0 to 90.0. The horizontal axis shows frequencies from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and L5 (yellow bars). The Leq series consistently shows the highest values across most frequencies, peaking at approximately 75.6 dB at 63 Hz. The L5 series is generally the second highest, while the L95 series represents the lowest values, often dropping significantly at higher frequencies.</p>												
LE	97.8	96.9													
L0.1	82.6	89.2													
L1	76.2	80.2													
L5	73.2	74.2													
L10	71.3	71.3													
L50	61.6	62.0													
L90	55.3	57.1													
L95	53.9	55.7													
L99	52.2	53.8													
Παρατηρήσεις:			<ol style="list-style-type: none"> 1. Γραμμή σε επίχωμα - ΔΗ ηχόμετρο: +2m. 2. Μονοδρομημένο τμήμα γραμμής. 3. Μη συγκολλημένη γραμμή. 												

Πίνακας 4.69: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	19+170 Νέο Ηράκλειο, οδός Ικάρων														
Ημερ/νια:	9.4.2010 12:20:00 (διάρκεια 20min)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	dB από δεκατέτατο χωρίς κυκλοφορία συμφωνών	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz
Lmin	52.0	52.3	L95	49.5	57.4	65.2	62.1	57.1	52.4	51.5	50.1	45.8	39.6	29.9	19.9
Leq	65.4	60.4	Leq	73.1	69.9	72.3	71.0	68.0	66.3	64.6	58.8	54.2	51.6	47.0	39.4
Lmax	86.2	70.1	L5	79.7	75.9	77.2	77.0	74.7	69.7	67.7	64.2	60.1	56.9	47.8	38.0
Lpeak	99.5	93.3	<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The Y-axis represents the sound level in dB, ranging from 0.0 to 90.0. The X-axis represents the frequency in Hz, with major ticks at 8 Hz, 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.0 kHz, 4.0 kHz, 8.0 kHz, and 16.0 kHz. Three data series are plotted: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and L5 (yellow bars). The Leq series shows the highest values across most frequencies, peaking at approximately 73.1 dB at 8 Hz. The L95 series shows the lowest values, and the L5 series shows intermediate values. The chart also includes a legend on the right side.</p>												
LE	96.2	85.1													
L0.1	83.2	69.4													
L1	78.3	67.8													
L5	69.5	64.7													
L10	64.0	63.0													
L50	59.1	59.1													
L90	56.1	55.6													
L95	55.2	54.5													
L99	53.3	53.1													
<p>Παρατηρήσεις:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Γραμμή σε επίχωμα - ΔΗ ηχόμετρο: +3m. 2. Κάθοδος - πιο θορυβώδης λόγω καμπής της γραμμής. 3. Συγκολλημένη γραμμή. 															

Πίνακας 4.70: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 9.4.2010 για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής							
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 1	ΜΕΤΡΗΣΗ 2	ΜΕΤΡΗΣΗ 3	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Lmin	45.8	49.7	52.0	49.2	52.0	45.8	3.1
Leq	61.8	67.1	65.4	64.8	67.1	61.8	2.7
Lmax	78.4	87.3	86.2	84.0	87.3	78.4	4.9
Lpeak	95.3	99.6	99.5	98.1	99.6	95.3	2.5
LE	92.6	97.8	96.2	95.5	97.8	92.6	2.7
L1	74.8	76.2	78.3	76.4	78.3	74.8	1.8
L5	68.7	73.2	69.5	70.5	73.2	68.7	2.4
L10	62.2	71.3	64.0	65.8	71.3	62.2	4.8
L50	54.6	61.6	59.1	58.4	61.6	54.6	3.5
L90	50.1	55.3	56.1	53.8	56.1	50.1	3.3
L95	49.2	53.9	55.2	52.8	55.2	49.2	3.2
L99	48.0	52.2	53.3	51.2	53.3	48.0	2.8

Πίνακας 4.71: Συγκριτικός πίνακας ηχομετρήσεων για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος

Σύγκριση αποτελεσμάτων μέτρησης θορύβου στις 9.4.2010 για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής							
ΔΕΙΚΤΗΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ 1	ΜΕΤΡΗΣΗ 2	ΜΕΤΡΗΣΗ 3	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
f	Φασματική Ανάλυση Leq (dB)						
8 Hz	72.2	75.1	73.1	73.5	75.1	72.2	1.5
16 Hz	68.5	71.3	69.9	69.9	71.3	68.5	1.4
31.5 Hz	68.5	75.2	72.3	72.0	75.2	68.5	3.4
63 Hz	70.9	75.6	71.0	72.5	75.6	70.9	2.7
125 Hz	63.9	73.7	68.0	68.5	73.7	63.9	4.9
250 Hz	61.8	65.8	66.3	64.6	66.3	61.8	2.5
500 Hz	60.6	62.9	64.6	62.7	64.6	60.6	2.0
1.0 kHz	56.0	62.0	58.8	58.9	62.0	56.0	3.0
2.0 kHz	51.3	59.4	54.2	55.0	59.4	51.3	4.1
4.0 kHz	48.9	53.8	51.6	51.4	53.8	48.9	2.5
8.0 kHz	43.8	49.4	47.0	46.7	49.4	43.8	2.8
16.0 kHz	36.3	45.6	39.4	40.4	45.6	36.3	4.7

Πίνακας 4.72: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	22+880 Μαρούσι, οδός Νερατζιώτισσης														
Ημερ/νια:	10.9.2010 14:45:00 (διάρκεια 30min)	Φασματική ανάλυση													
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)	Συχνότητα (Hz)													
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz	
Lmin	40.9	L95	38.1	47.0	53.7	50.3	47.8	43.6	41.1	39.9	35.5	29.3	21.5	19.8	
Leq	69.0	Leq	63.1	62.3	66.0	65.7	66.1	67.8	68.5	64.2	58.6	52.0	43.5	35.9	
Lmax	86.0	L5	67.4	67.8	72.2	72.0	72.9	71.4	71.4	67.7	64.4	57.5	49.2	40.0	
Lpeak	98.1	<p>The bar chart displays the frequency spectrum analysis results. The Y-axis represents the sound level in dB(A), ranging from 0.0 to 80.0. The X-axis shows the frequency spectrum from 8 Hz to 16.0 kHz. Three data series are shown: L95 (blue bars), Leq (maroon bars), and L5 (yellow bars). The Leq series shows the highest values across most frequencies, peaking at approximately 72.9 dB(A) between 125 Hz and 250 Hz. The L95 series shows the lowest values, and the L5 series shows intermediate values. The chart also includes a legend for the three series.</p>													
LE	101.6														
L0.1	85.3														
L1	83.3														
L5	72.5														
L10	68.5														
L50	57.9														
L90	46.4														
L95	44.9														
L99	43.0														
<p>Παρατηρήσεις:</p> <ol style="list-style-type: none"> Μέτρηση στο μπαλκόνι σε απόσταση 1,5m από ανακλαστικό εμπόδιο. Ταχύτητα συρμών 50-60 km/h. Απόσταση από περίφραξη ΗΣΑΠ 12,8m. Ύψος μέτρησης: 5,65m από το έδαφος. 															

Πίνακας 4.73: Ηχομέτρηση

Χλμ. Θέση:	17+010 Περισός, οδός Αβέρωφ														
Ημερ/νια:	11.9.2010 12:40:00 (διάρκεια 20min)		Φασματική ανάλυση												
Όργανο μέτρησης:	Ηχόμετρο: Norsonic N131 (s/n: 1312735) Βαθμονομητής: N1251 (s/n: 31089)		Συχνότητα (Hz)												
Δείκτης	Συνολικά dB(A)	Δείκτης	8 Hz	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 kHz	2.0 kHz	4.0 kHz	8.0 kHz	16.0 kHz	
Lmin	64.0	L95	52.0	62.2	72.4	71.1	68.2	66.6	65.6	64.5	61.6	56.8	49.2	39.0	
Leq	76.4	Leq	65.6	67.6	79.2	79.0	76.3	75.1	72.9	71.6	68.6	65.2	59.9	52.6	
Lmax	89.0	L5	71.4	71.1	82.7	83.1	80.0	79.3	76.7	75.1	71.9	68.7	64.5	57.3	
Lpeak	105.1														
LE	107.2														
L0.1	86.6														
L1	83.2														
L5	79.9														
L10	78.5														
L50	75.5														
L90	71.3														
L95	69.4														
L99	67.0														
<p>Παρατηρήσεις:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Τρεις διελεύσεις συρμών με χαμηλή ταχύτητα - λειτουργία μόνο γραμμής καθόδου. 2. Ύψος ηχομέτρου: +1,5m. 3. Απόσταση από πρέσσα σκυροδέματος 10m. 4. Εργασίες σκυροδέτησης γραμμής ανόδου. 5. Μεγάλος κυκλοφοριακός φόρτος και μπουτιλιάρισμα αυτοκινήτων 															

Πίνακας 4.74: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
2+900 γρ. καθόδου	Ν. Φάληρο, Σχολείο	Bruel & Kjaer 2250	27/12/2012	0-3 m/s ΒΔ	6-19 °C

Πίνακας 4.75: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
69,5	60,7	66,9	67,3	66,4	90,9	37,1	65,8	79,8	63,5	50,1	42,9	40,7	

Πίνακας 4.76: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
3+700 γρ. ανόδου	Ν. Φάληρο, Οικία	Bruel & Kjaer 2250	28/12/2012	0-3 m/s ΒΔ	7-18 °C

Πίνακας 4.77: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
76,2	68,0	73,2	73,3	72,9	102,0	51,7	72,0	84,6	73,3	64,8	56,3	54,3	

Πίνακας 4.78: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
13+400 γρ. ανόδου	Κ. Πατήσια, Οικία	Bruel & Kjaer 2250	24/12/2012	0-3 m/s Β,ΒΔ	6-12 °C

Πίνακας 4.79: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
73,2	65,4	69,6	69,8	69,1	96,5	39,7	68,6	83,7	65,4	51,1	42,5	41,3	

Πίνακας 4.80: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
5+000 γρ. ανόδου	Μοσχάτο, Οικία	Bruel & Kjaer 2250	4/1/2013	0-3 m/s Β,ΒΔ	6-16 °C

Πίνακας 4.81: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
70,9	62,4	68,1	68,3	67,8	86,7	43,4	66,7	81,6	82,7	52,4	48,3	46,9	

Πίνακας 4.82: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
5+500 γρ. καθόδου	Καλλιθέα, Γ.Γ.Π.Σ.	Bruel & Kjaer 2250	9/4/2013	0-3 m/s Β,ΒΔ	9-20 °C

Πίνακας 4.83: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
75,4	67,0	72,7	72,8	72,2	94,6	34,9	71,5	82,3	74,9	65,4	46,2	40,5	

Πίνακας 4.84: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
6+600 γρ. καθόδου	Πετράλωνα, Οικία	Bruel & Kjaer 2250	10/4/2013	0-3 m/s Ν,ΝΔ	11-22 °C

Πίνακας 4.85: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
76,7	68,2	73,9	74,0	73,4	95,8	36,1	72,7	83,5	76,1	66,6	47,4	41,7	

Πίνακας 4.86: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
12+800 γρ. ανόδου	Οικία, Κ. Πατήσια	Bruel & Kjaer 2250	15/1/2013	0-3 m/s NA	6-16 °C

Πίνακας 4.87: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
72,2	64,3	69,1	69,2	69,5	90,2	28,8	67,9	82,1	69,2	53,4	33,7	30,5	

Πίνακας 4.88: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
14+300 γρ. ανόδου	Οικία, Άγιος Ελευθέριος	Bruel & Kjaer 2250	4/2/2013	0-3 m/s N,ΝΔ,Β,ΒΔ	10-18 °C

Πίνακας 4.89: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
69,3	61,0	66,4	67,0	65,5	87,6	33,5	65,5	79,5	65,3	52,7	38,3	35,6	

Πίνακας 4.90: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
15+600 γρ. καθόδου	Α. Πατήσια, Σχολείο	Bruel & Kjaer 2250	7/1/2013	0-3 m/s Β,ΒΔ	3-11 °C

Πίνακας 4.91: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
65,5	57,6	62,1	62,3	61,6	85,8	40,2	62,1	76,0	58,2	46,1	42,1	41,3	

Πίνακας 4.92: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
16+300 γρ. ανόδου	Ριζούπολη, Διαμέρισμα	Bruel & Kjaer 2250	9/1/2013	0-3 m/s ΒΒΔ	1-8 °C

Πίνακας 4.93: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	NΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΠΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
77,9	69,9	74,6	74,7	74,1	95,1	34,3	73,3	85,9	73,8	69,5	48,2	40,3	

Πίνακας 4.94: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
18+200 γρ. καθόδου	Νέα Ιωνία, Σχολείο	Bruel & Kjaer 2250	14/1/2013	0-3 m/s Β,ΒΔ	8-13 °C

Πίνακας 4.95: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	NΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΠΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
66,0	57,5	63,2	64,3	61,6	85,0	42,2	61,8	73,9	74,6	54,0	46,1	44,6	

Πίνακας 4.96: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
19+400 γρ. ανόδου	Ν. Ηράκλειο, οικία	Bruel & Kjaer 2250	20/2/2013	0-3 m/s Β,ΒΔ	4-14 °C

Πίνακας 4.97: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	NΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΠΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
67,2	59,0	64,3	64,8	63,6	91,4	35,5	63,3	77,0	62,3	48,9	39,4	36,7	

Πίνακας 4.98: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
20+100 γρ. ανόδου	Ν. Ηράκλειο, Σχολείο	Bruel & Kjaer 2250	23/1/2013	0-3 m/s Δ,ΔΝΔ	8-16 °C

Πίνακας 4.99: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
70,5	63,9	65,0	64,5	65,3	86,1	33,1	65,6	79,7	65,5	55,4	39,5	34,5	

Πίνακας 4.100: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
24+100 γρ. καθόδου	Μαρούσι, Οικία	Bruel & Kjaer 2250	31/1/2013	0-3 m/s Β,ΒΔ	5-17 °C

Πίνακας 4.101: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
74,0	65,5	71,1	71,3	70,8	94,9	27,3	69,9	84,9	60,6	49,1	35,2	32,0	

Πίνακας 4.102: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
25+000 γρ. ανόδου	Κηφισιά, Οικία	Bruel & Kjaer 2250	30/1/2013	0-3 m/s Β,ΒΔ,ΒΒΔ	5-15 °C

Πίνακας 4.103: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L den	L night	L d-e	L day	L ev.	L max	L min	L eq (24h)	L01	L10	L50	L95	L99	ΝΟΜΟΘΕΤΙΜΕΝΑ ΟΡΙΑ* Lden: 70 dB(A) Lnight: 60 dB(A) Ld-e: 67 dB(A)
71,8	63,5	68,8	68,8	68,5	90,5	32,5	67,5	81,3	68,6	51,8	36,4	34,7	

Πίνακας 4.104: Ηχομετρήσεις στις 18.7.2013 - Μοσχάτο

Διελύσεις Καθόδου στην ΧΘ 4,279 στις 18-7-13 (θέση χωρίς ηχοαπορροφητικές πλάκες)					
Δείκτες	1η	2η	3η	4η	5η
Leq	90,3	93,9	90,9	89,5	91,6
L max	91,8	95,9	93,1	92,2	93,6
Διελύσεις Καθόδου στην ΧΘ 4,621 στις 18-7-13 (θέση χωρίς ηχοαπορροφητικές πλάκες)					
Δείκτες	1η	2η	3η	4η	5η
Leq	92,3	93,5	93,3	91,4	92,5
L max	93,7	95,4	96,1	92,4	93,7

Πίνακας 4.105: Ηχομετρήσεις στις 5.9.2013 - Μοσχάτο

Διελύσεις Καθόδου στην ΧΘ 4,279 στις 5-9-13 (θέση χωρίς ηχοαπορροφητικές πλάκες)					
Δείκτες	1η	2η	3η	4η	5η
Leq	88,4	91,9	89,2	88,5	91,4
L max	89,5	93,9	90,1	91,2	92,5
Διελύσεις Καθόδου στην ΧΘ 4,621 στις 5-9-13 (θέση με ηχοαπορροφητικές πλάκες)					
Δείκτες	1η	2η	3η	4η	5η
Leq	84,8	89,7	86,8	87,0	86,8
L max	85,9	91,1	87,9	90,4	88,0

Πίνακας 4.106: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
4+279 γρ. καθόδου	Μοσχάτο	Bruel & Kjaer 2250	18/7/2013	0-3 m/s B,ΒΔ	31 °C

Πίνακας 4.107: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L eq	L max	L min	L01	L10	L50	L95	L99
75,3	95,9	50,0	89,9	67,3	54,8	51,6	50,9

Πίνακας 4.108: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
4+621 γρ. καθόδου	Μοσχάτο	Bruel & Kjaer 2250	18/7/2013	0-3 m/s B,ΒΔ	31 °C

Πίνακας 4.109: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L eq	L max	L min	L01	L10	L50	L95	L99
76,2	96,1	49,5	91,7	66,8	56,0	50,9	50,1

Πίνακας 4.110: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
4+279 γρ. καθόδου	Μοσχάτο	Bruel & Kjaer 2250	5/9/2013	0-3 m/s B,ΒΔ	31 °C

Πίνακας 4.111: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L eq	L max	L min	L01	L10	L50	L95	L99
72,5	93,9	44,7	88,2	65,3	55,7	48,4	47,1

Πίνακας 4.112: Γενικά στοιχεία

ΘΕΣΗ (Χ.Θ)	ΤΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
4+621 γρ. καθόδου	Μοσχάτο	Bruel & Kjaer 2250	5/9/2013	0-3 m/s Β,ΒΔ	31 °C

Πίνακας 4.113: Δείκτες αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου σε dB(A)

L eq	L max	L min	L01	L10	L50	L95	L99
71,6	91,1	47,4	86,8	65,7	55,0	49,2	48,2

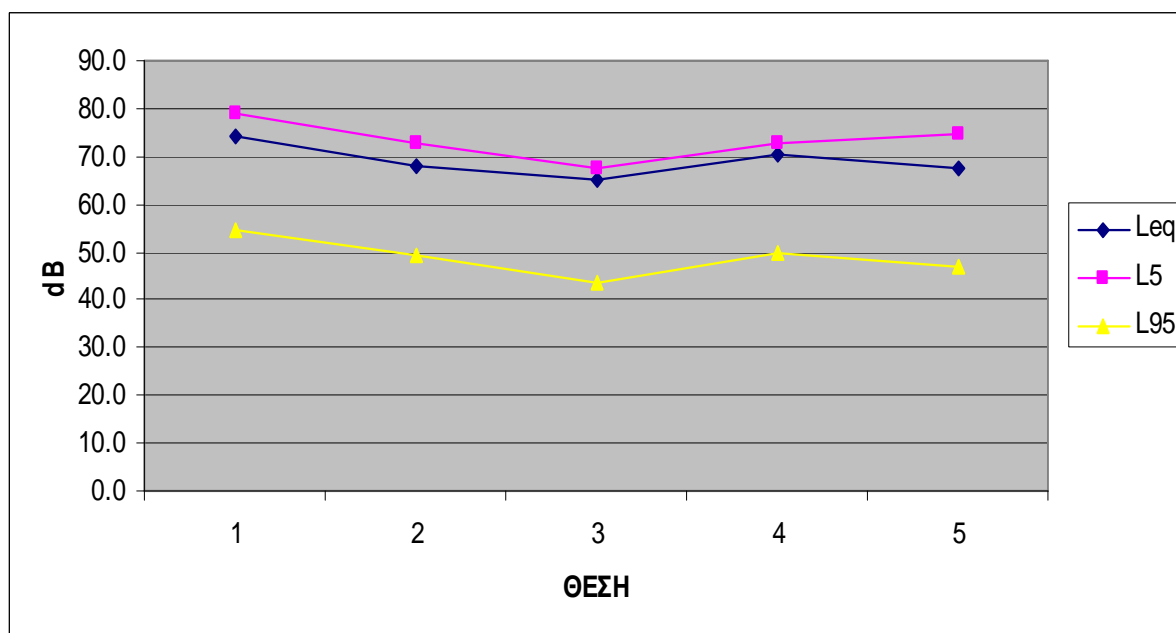
Πίνακας 4.114: Θέση ΚΑΤ, Χ.Θ. 24+900:

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΗΧΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΣΥΡΜΩΝ ΣΤΗΝ Χ.Θ. 24+900		
α/α	Ημερομηνία	L(A)eq [dB]
1	6/3/2013	76,5
2	27/3/2013	75,7
3	15/4/2013	75,4
	Διαφορά (2-1):	-0,8
	Διαφορά (3-1):	-1,1
	Διαφορά (3-2):	-0,3

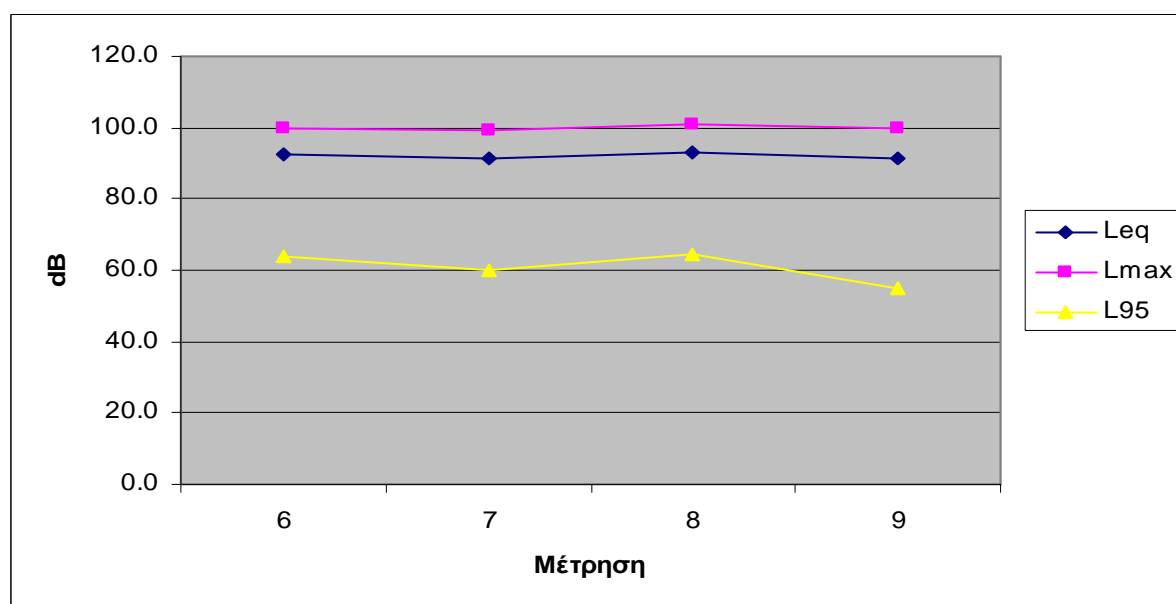
Πίνακας 4.115: Θέση Κηφισιά, Χ.Θ. 25+400:

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΗΧΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΝ ΣΥΡΜΩΝ ΣΤΗΝ Χ.Θ. 25+400		
α/α	Ημερομηνία	L(A)eq [dB]
1	6/3/2013	77,5
2	27/3/2013	76,9
3	15/4/2013	76,5
	Διαφορά (2-1):	-0,6
	Διαφορά (3-1):	-1,0
	Διαφορά (3-2):	-0,4

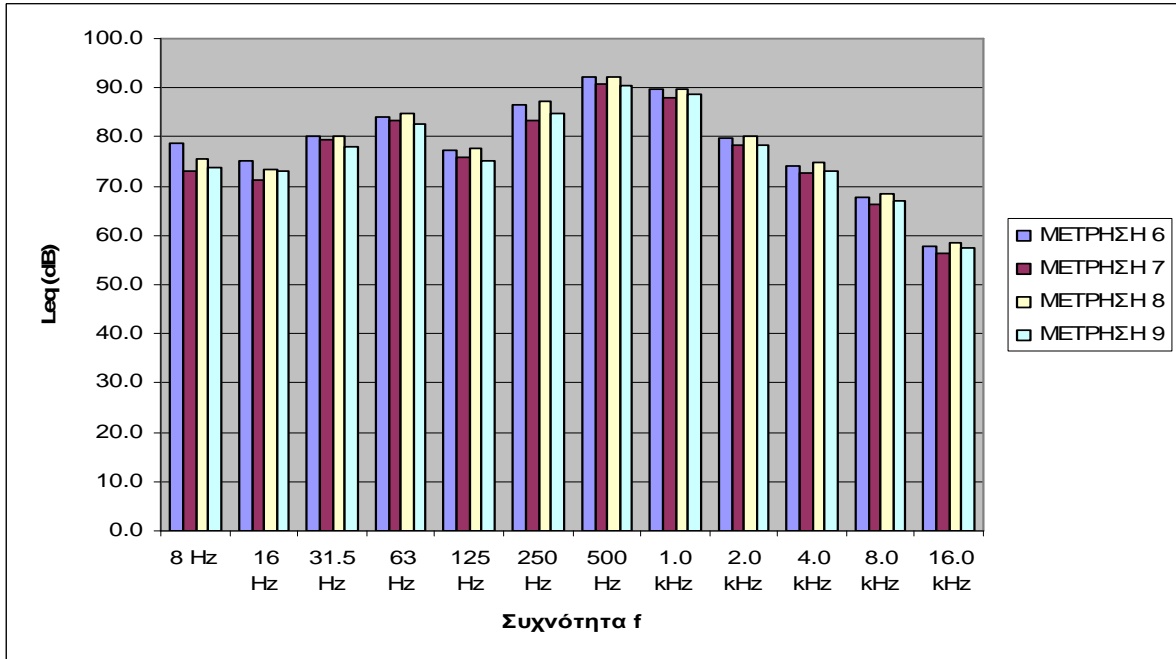
ΕΙΚΟΝΕΣ



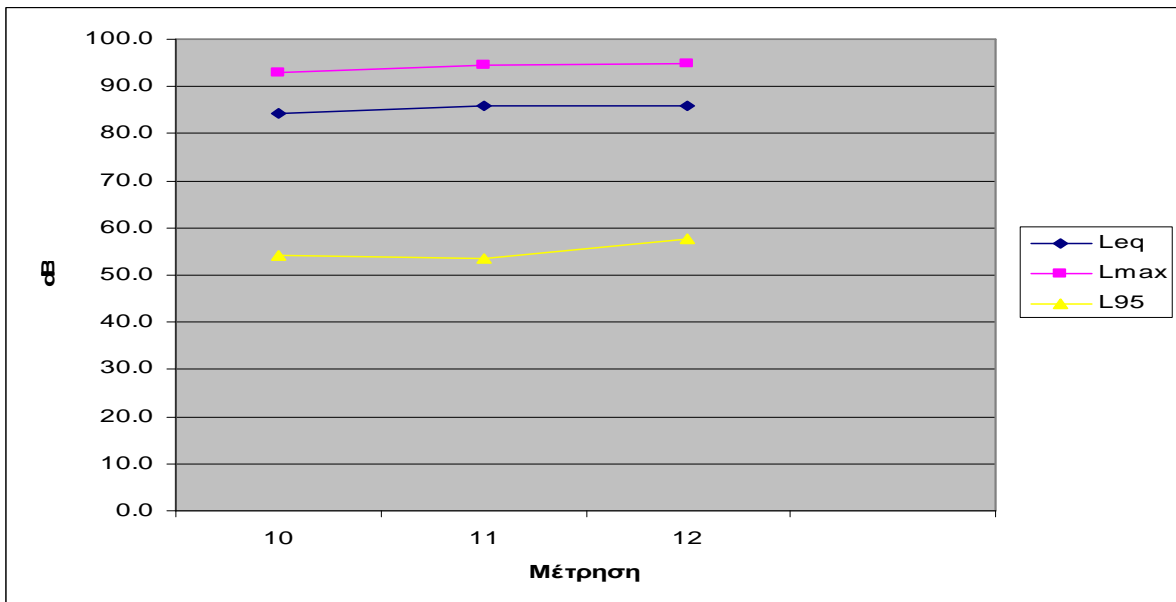
Εικόνα 4.1: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, L5 & L95 για τις 5 ωριαίες μετρήσεις (θέσεις 1-5)



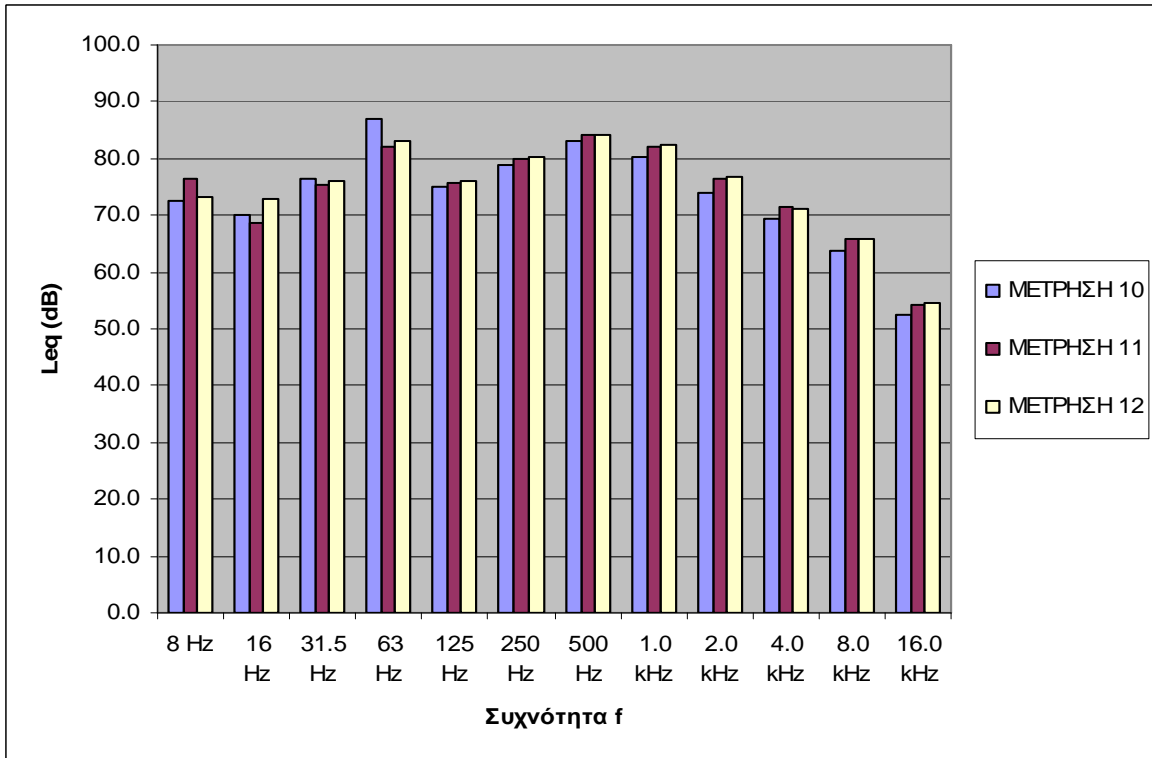
Εικόνα 4.2: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 6-9 χωρίς αντιθρομβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς



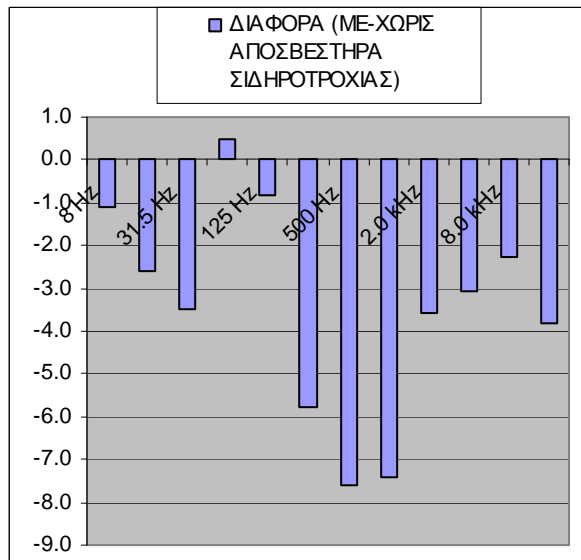
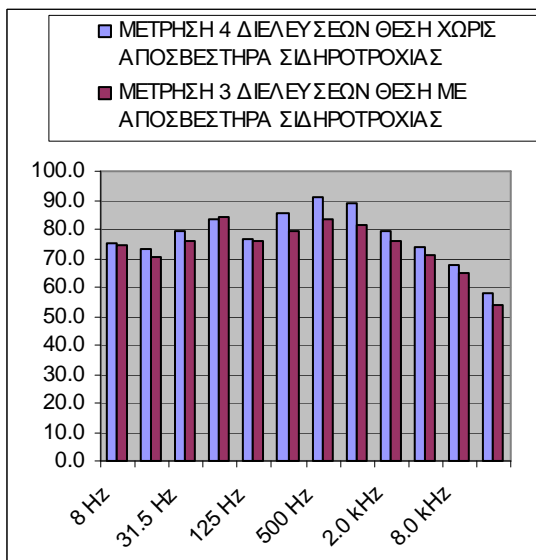
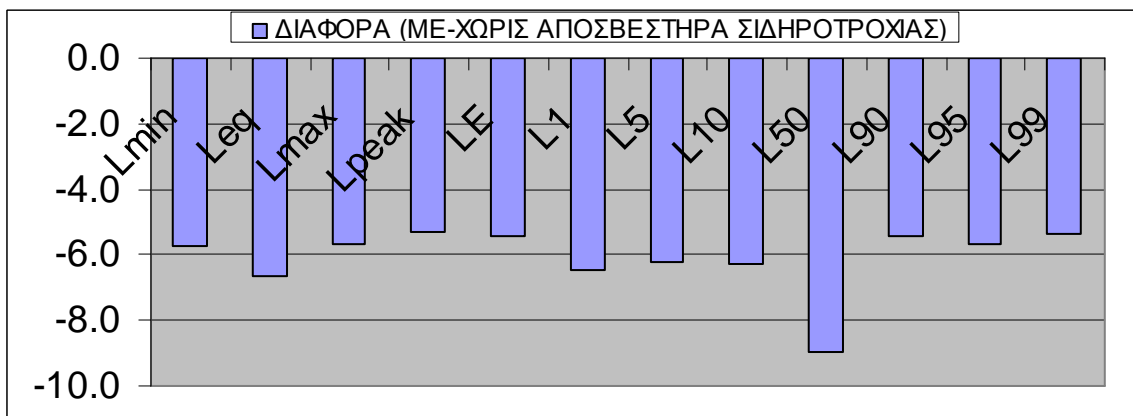
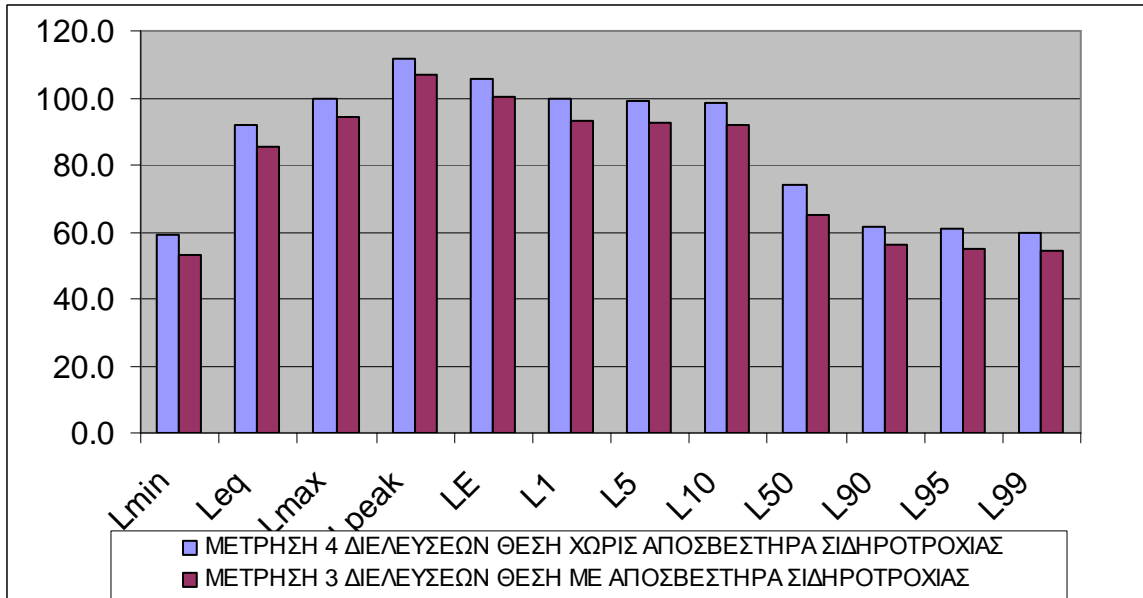
Εικόνα 4.3: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης των μετρήσεων 6-9 χωρίς αντιθορυβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς



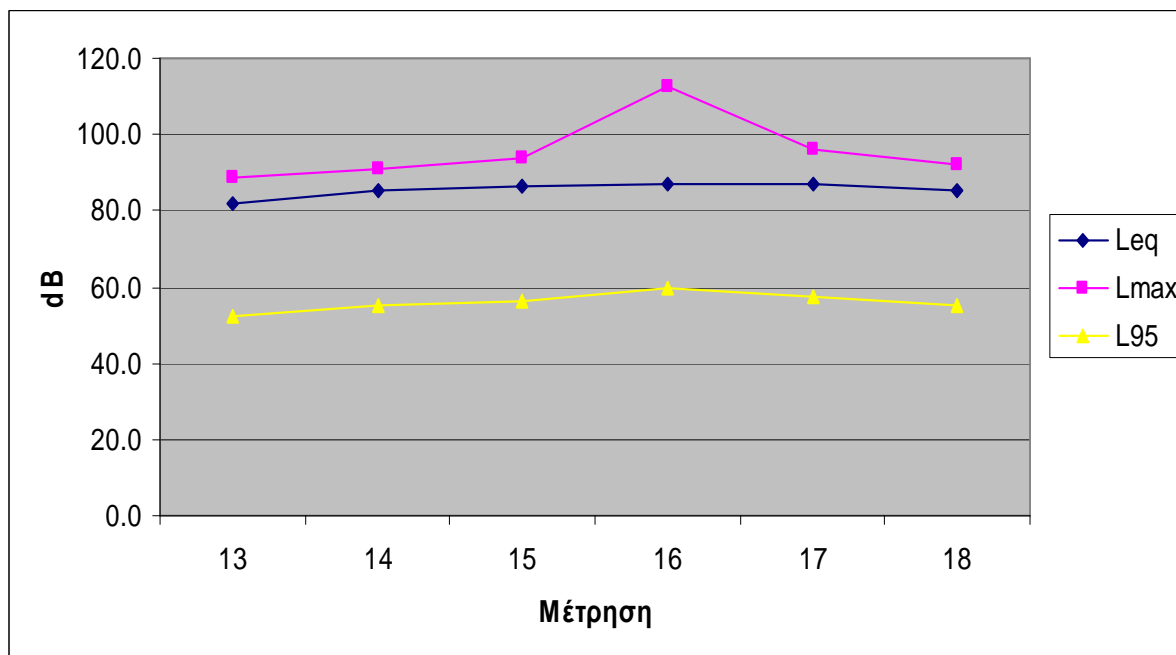
Εικόνα 4.4: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 10-12 με αντιθορυβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς



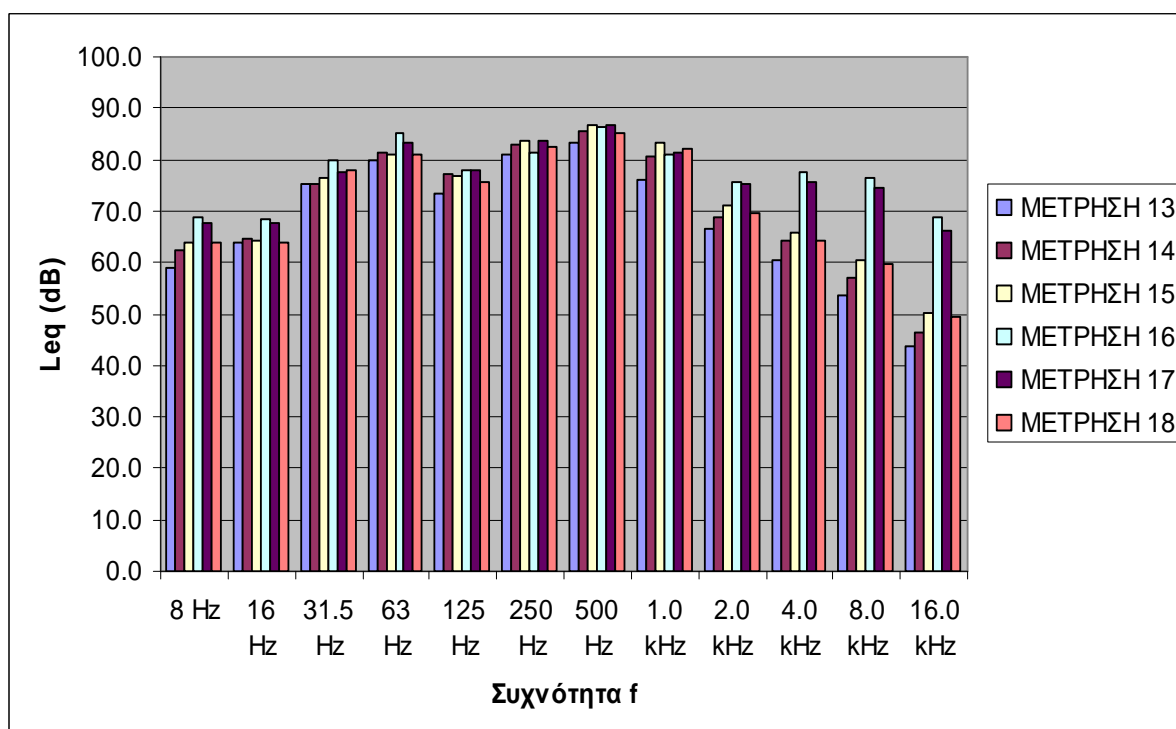
Εικόνα 4.5: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης των μετρήσεων 10-12 με αντιθορυβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς



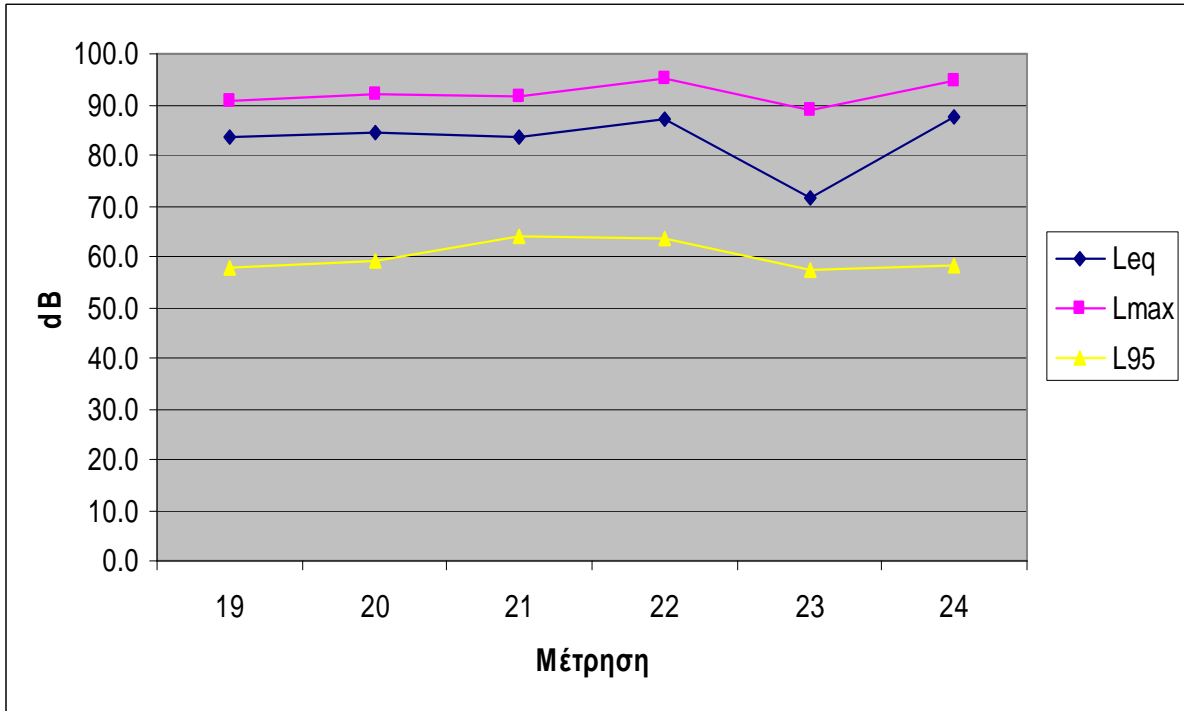
Εικόνα 4.6: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων 6-9 με και 10-12 χωρίς αντιθορυβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς.



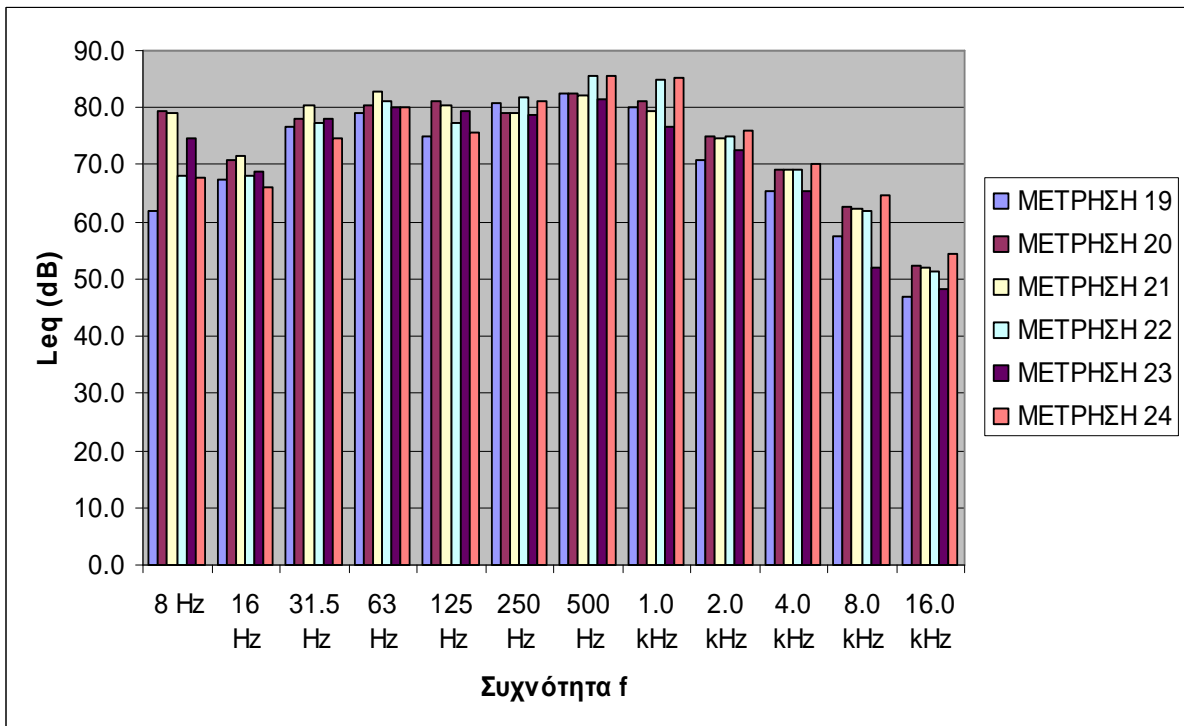
Εικόνα 4.7: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 13-18 με σταθερή επιδομή.



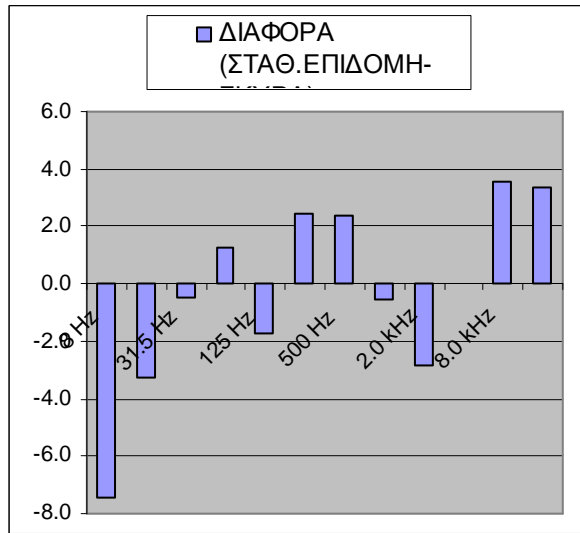
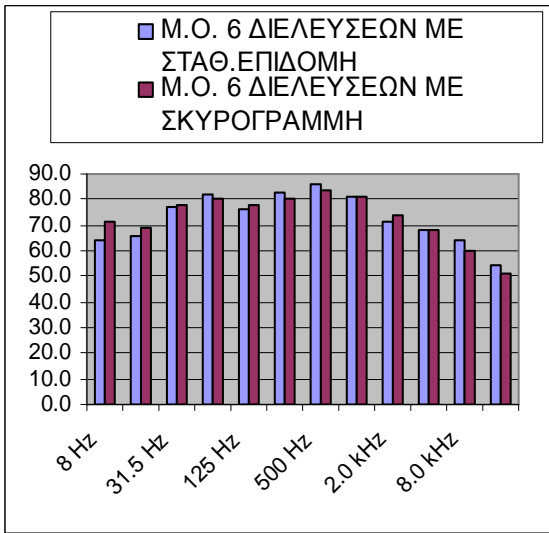
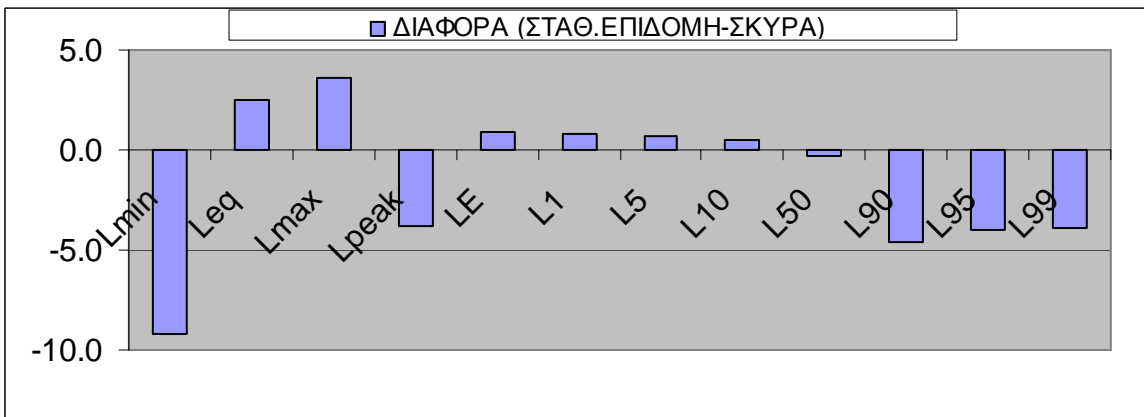
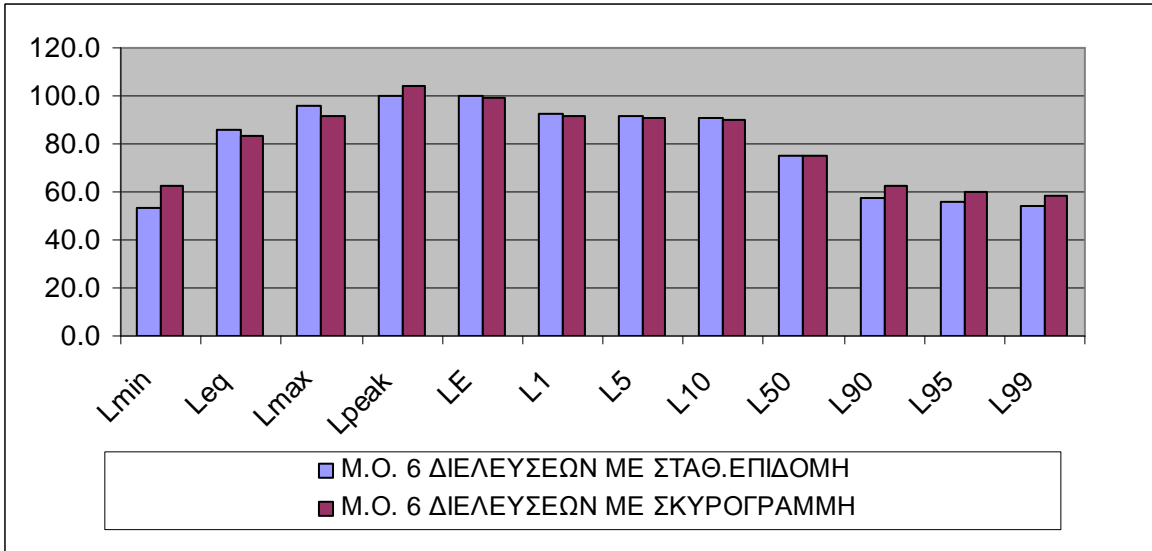
Εικόνα 4.8: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης των μετρήσεων 13-18 με σταθερή επιδομή



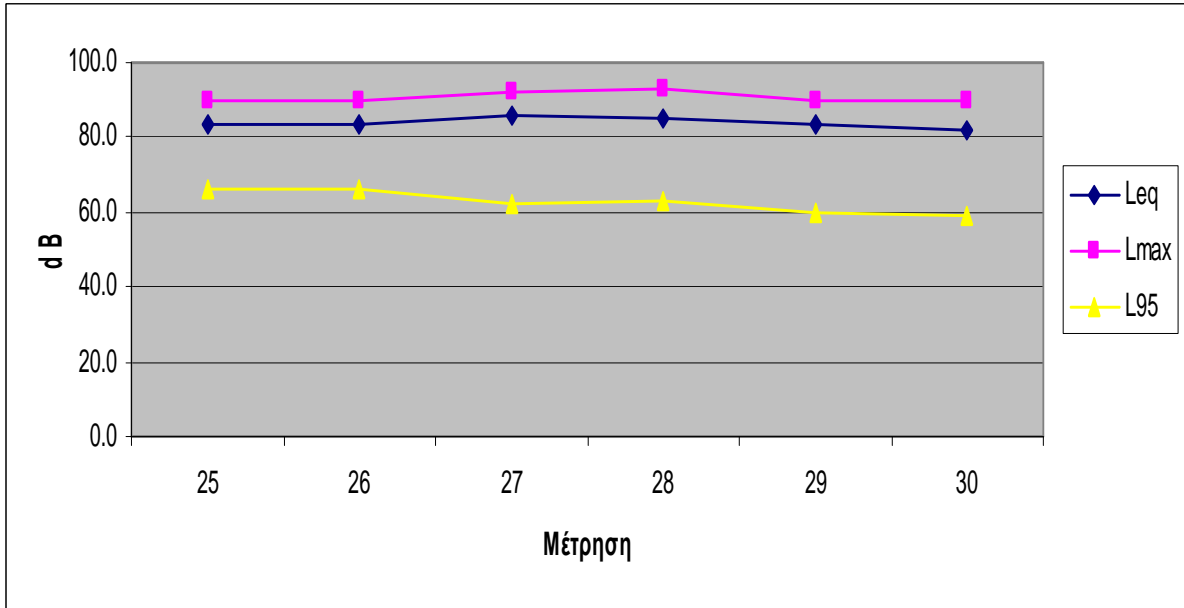
Εικόνα 4.9: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 19-24 με σκυρογραμμή



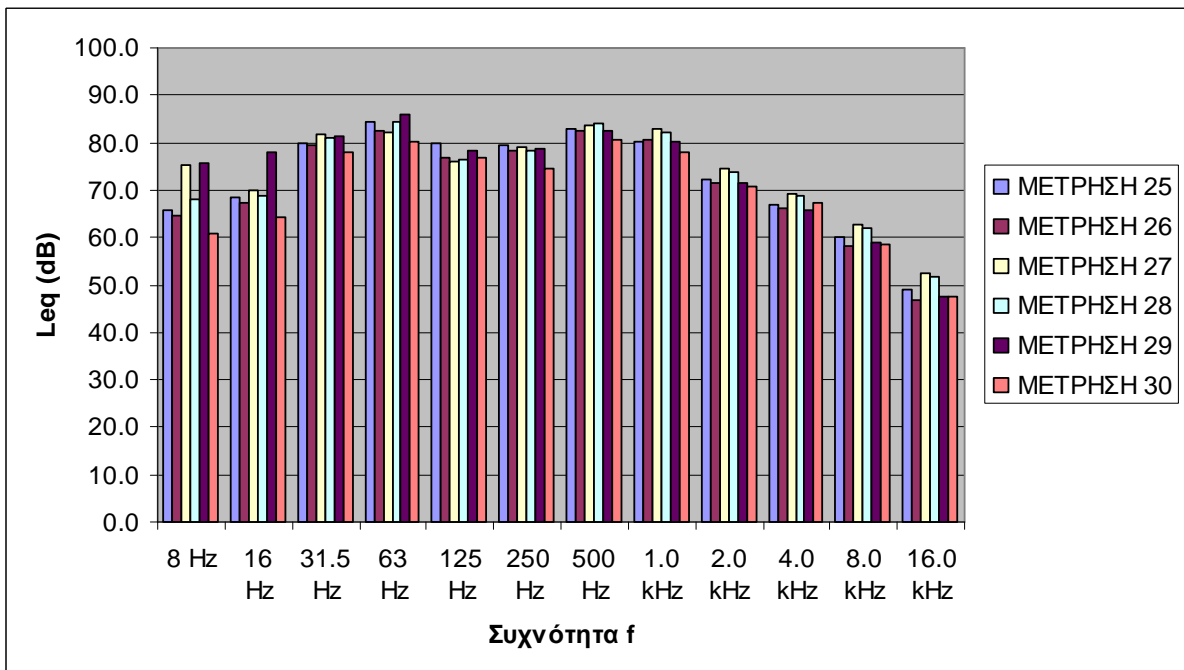
Εικόνα 4.10: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 19-24 με σκυρογραμμή



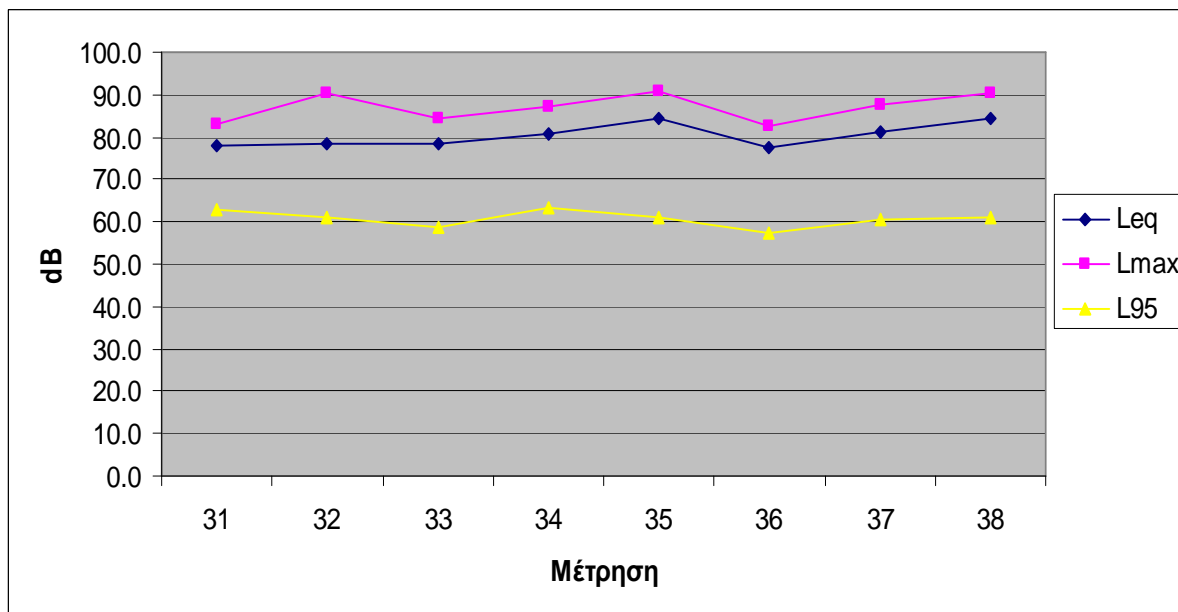
Εικόνα 4.11: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων 13-18 με σταθερή επιδομή & 19-24 με σκυρογραμμή



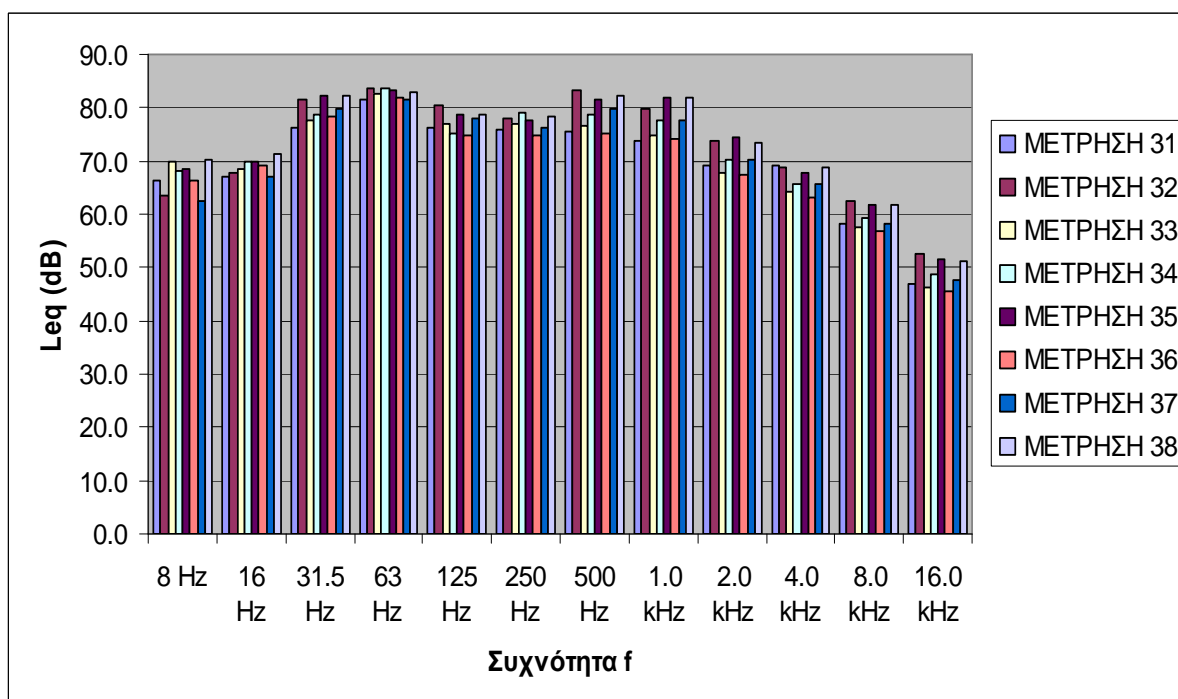
Εικόνα 4.12: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 25-30 με σταθερή επιδομή



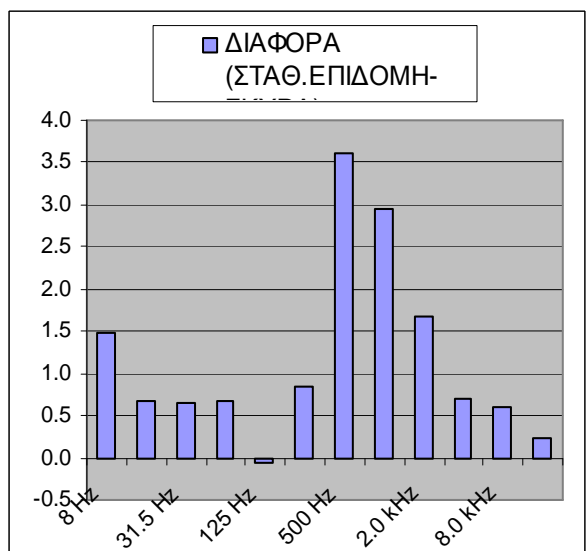
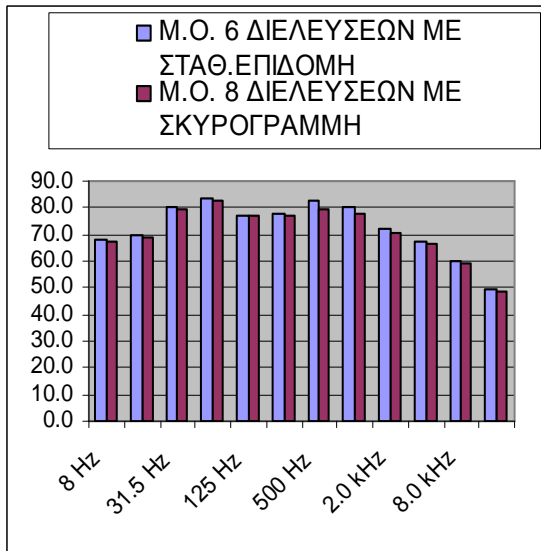
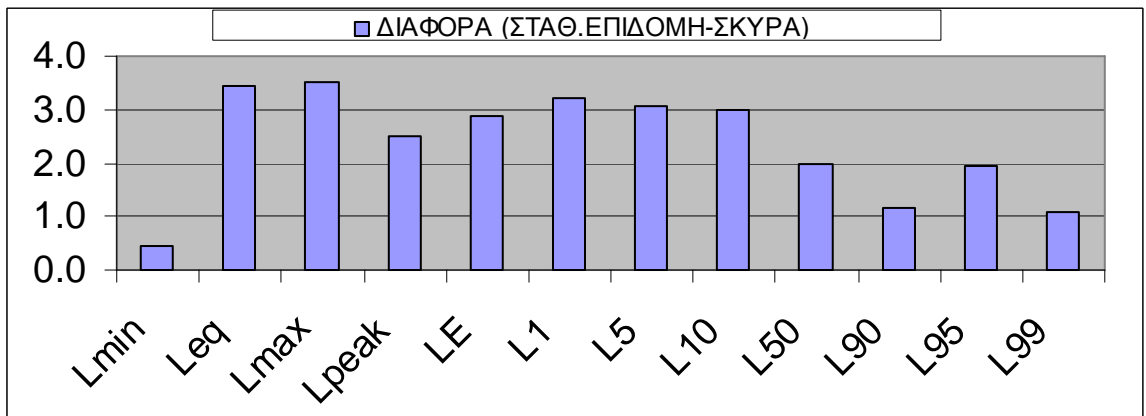
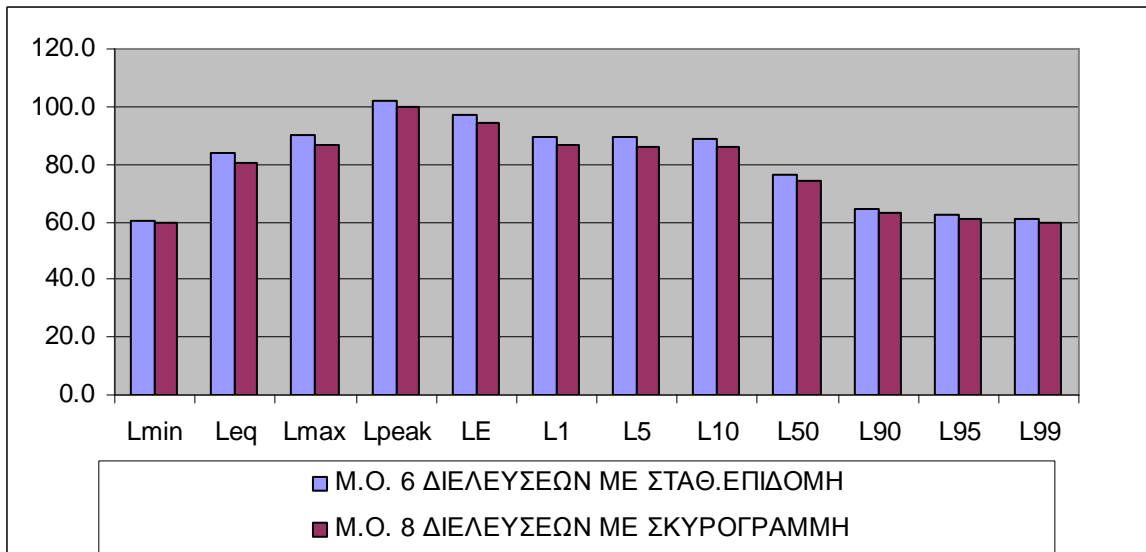
Εικόνα 4.13: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 25-30 με σταθερή επιδομή



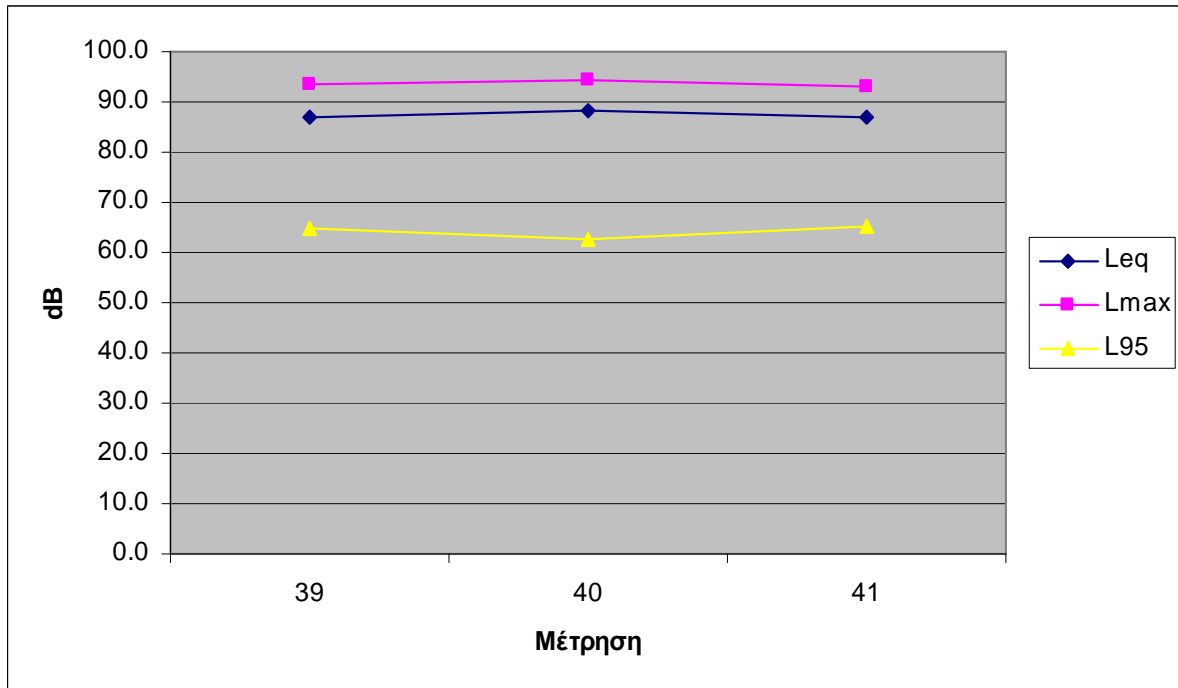
Εικόνα 4.14: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 31-38 με σκυρογραμμή



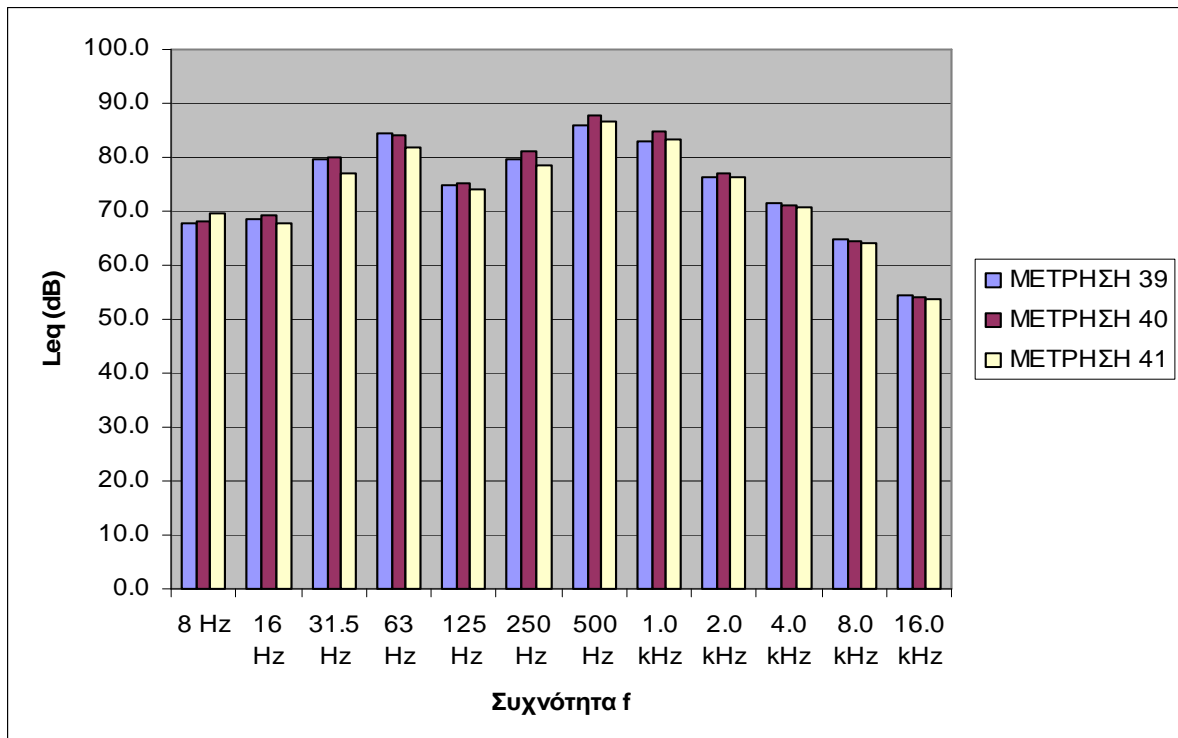
Εικόνα 4.15: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 31-38 με σκυρογραμμή



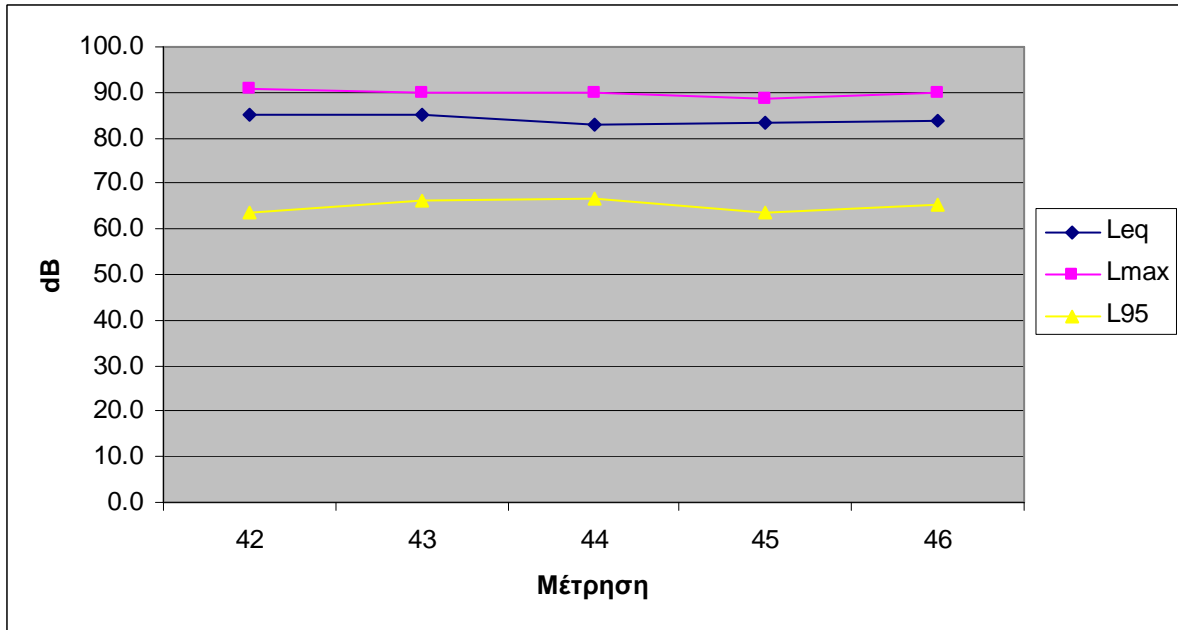
Εικόνα 4.16: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων 25-30 με σταθερή επιδομή & 31-38 με σκυρογραμμή



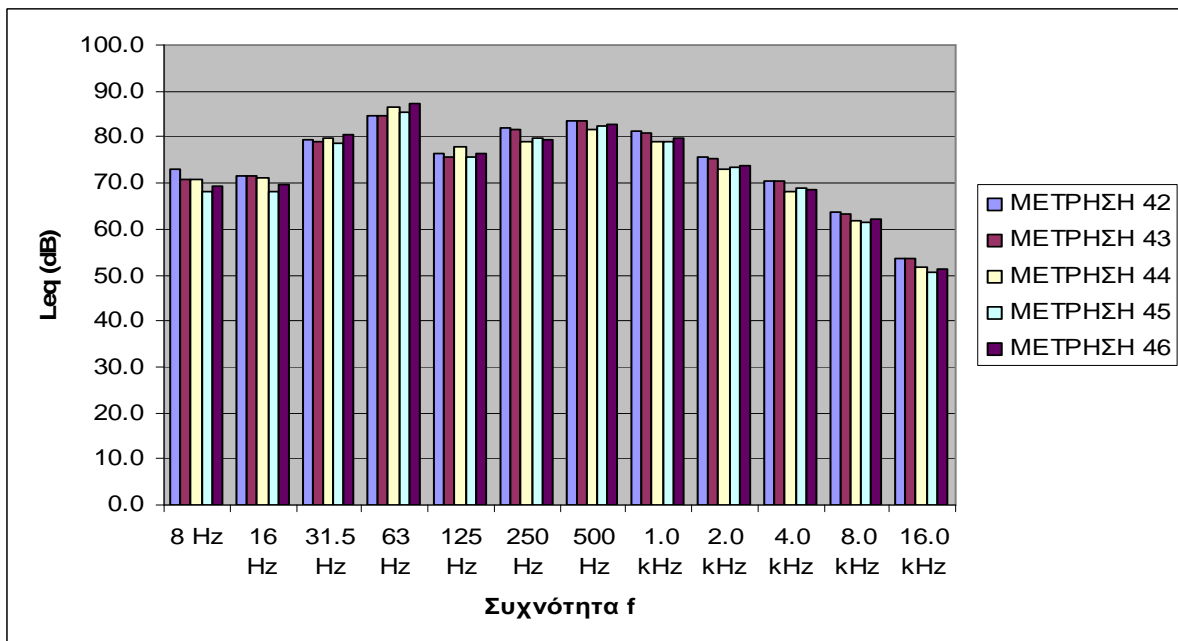
Εικόνα 4.17: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 39-41 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, χωρίς αντιθορυβική προστασία σε σταθερή επιδομή.



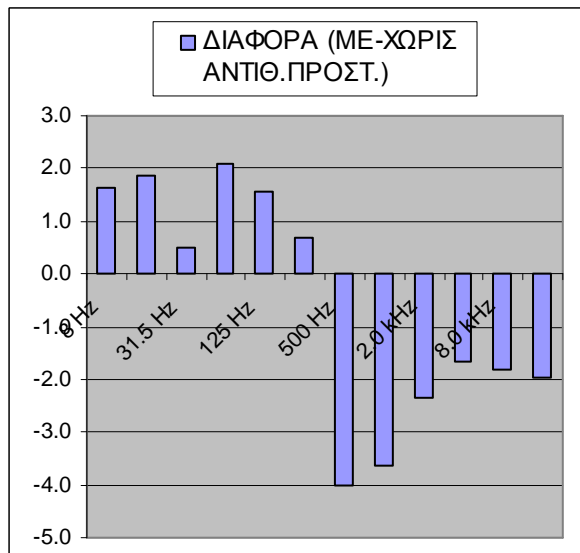
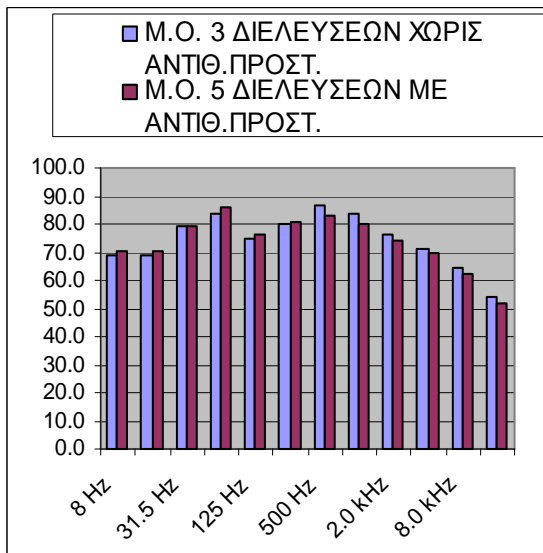
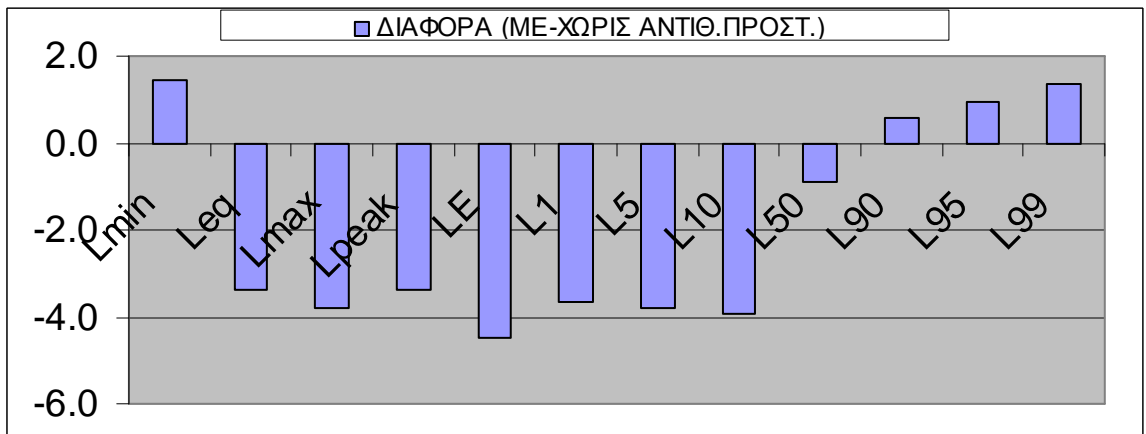
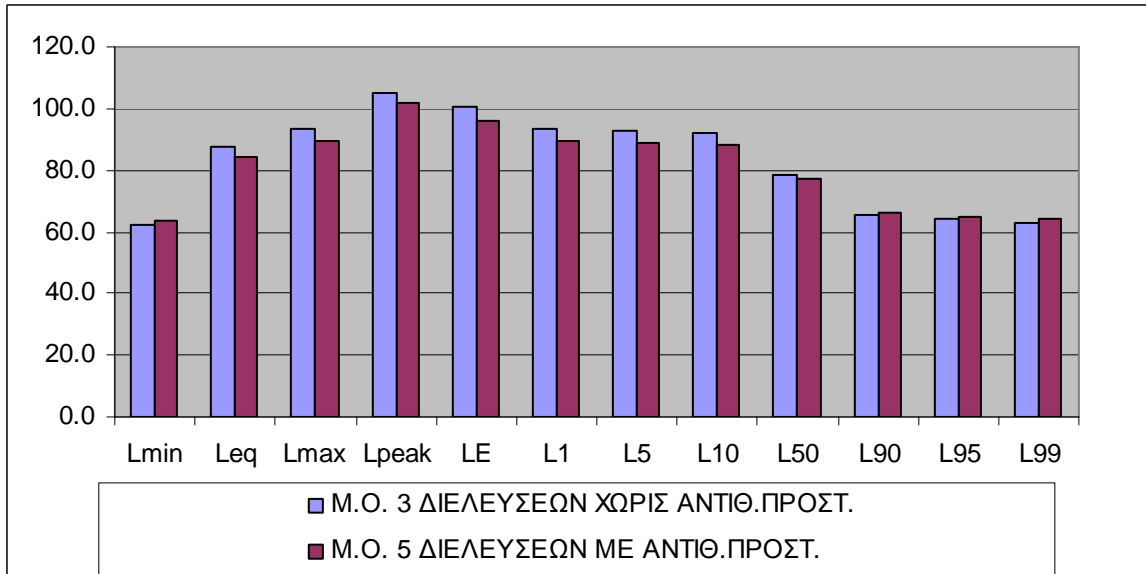
Εικόνα 4.18: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 39-41 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, χωρίς αντιθορυβική προστασία σε σταθερή επιδομή.



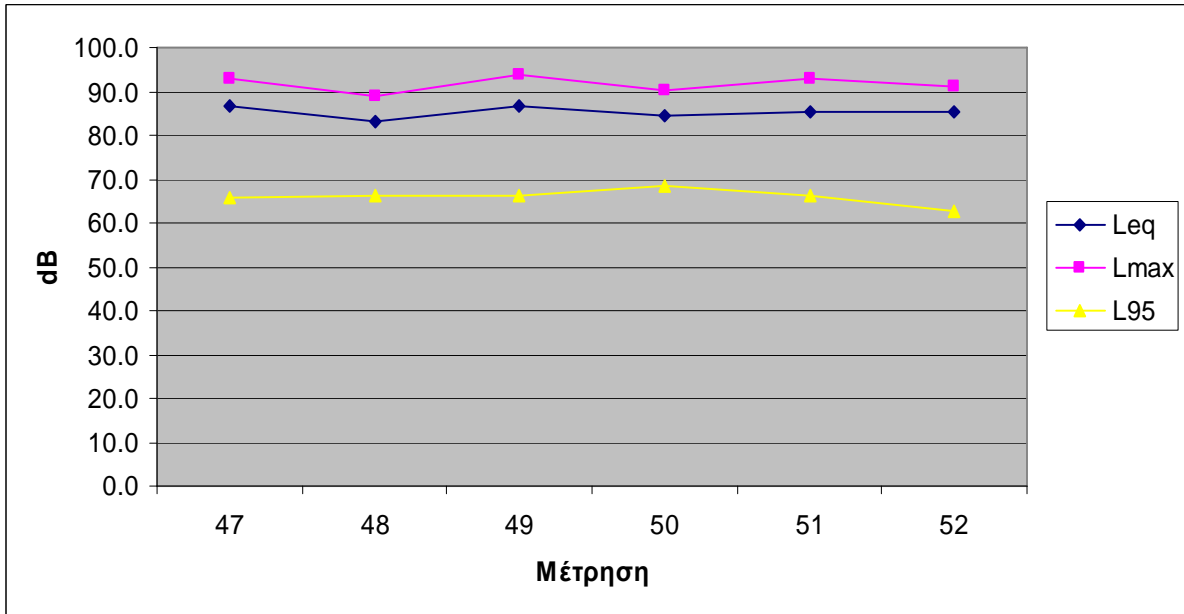
Εικόνα 4.19: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 42-45 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, με αντιθορυβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς σε σταθερή επιδομή.



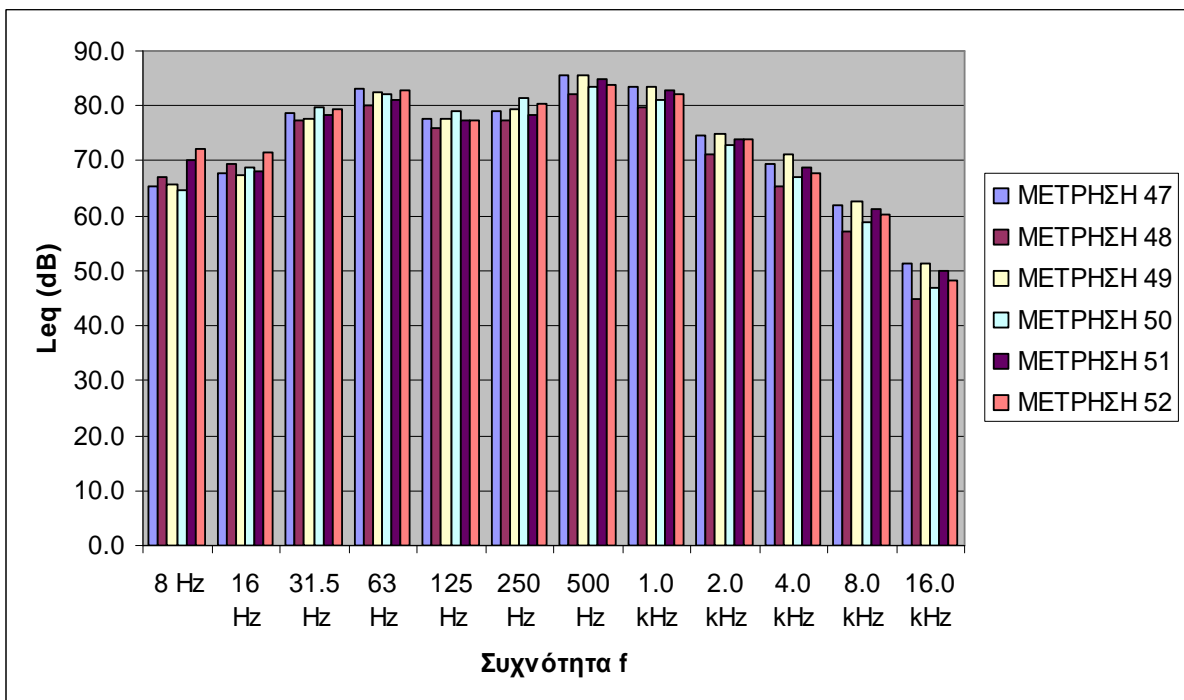
Εικόνα 4.20: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 42-45 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών, με αντιθορυβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς σε σταθερή επιδομή.



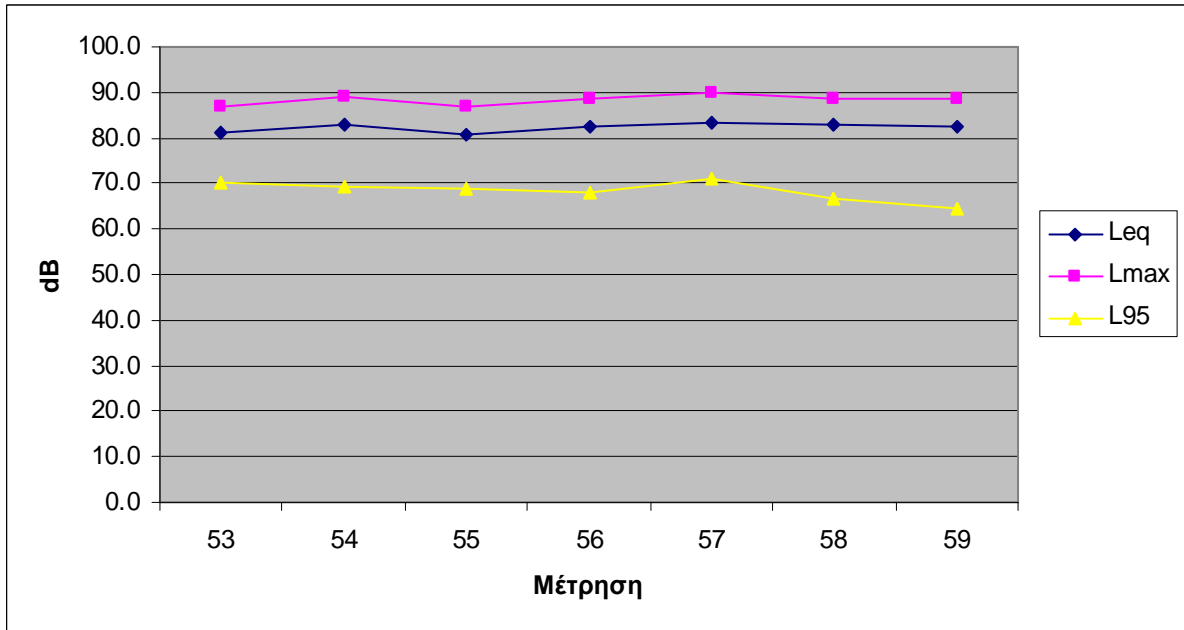
Εικόνα 4.21: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με σταθερή επιδομή & ελεγχόμενη ταχύτα συρμών, περίπτωση με (39-41) και χωρίς (42-46) αντιθρομβική προστασία τύπου αποσβεστήρα σιδηροτροχιάς.



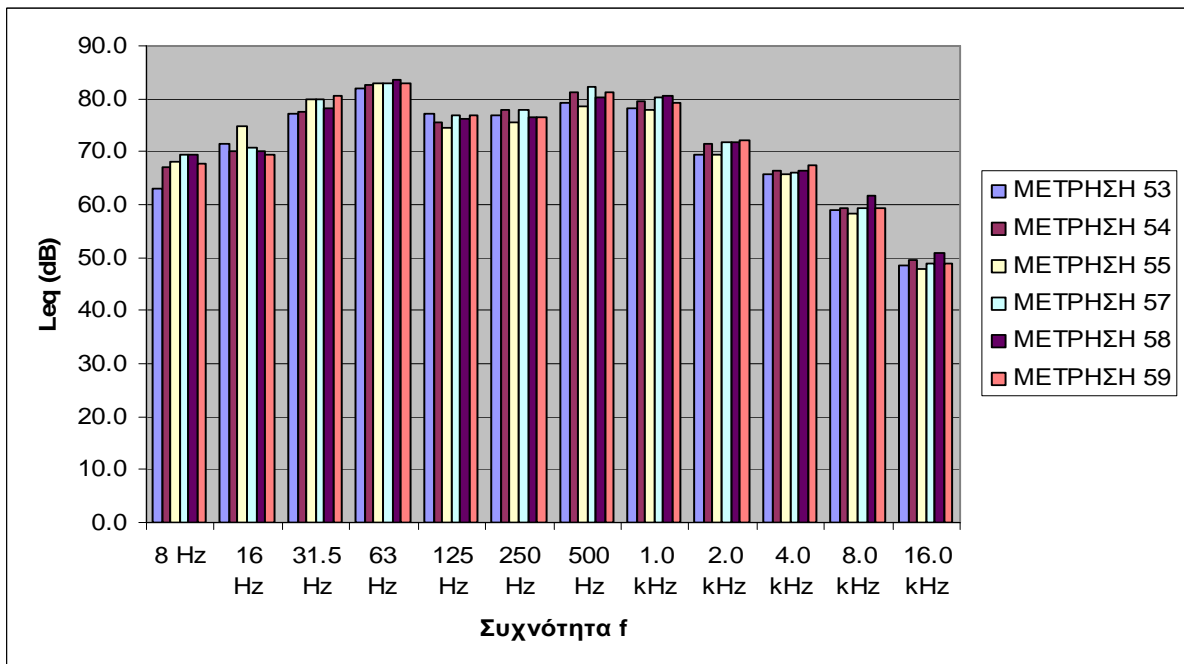
Εικόνα 4.22: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 47-52 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε σταθερή επιδομή.



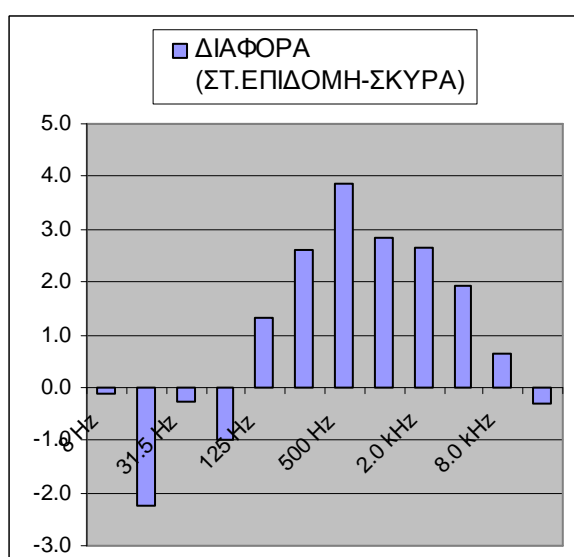
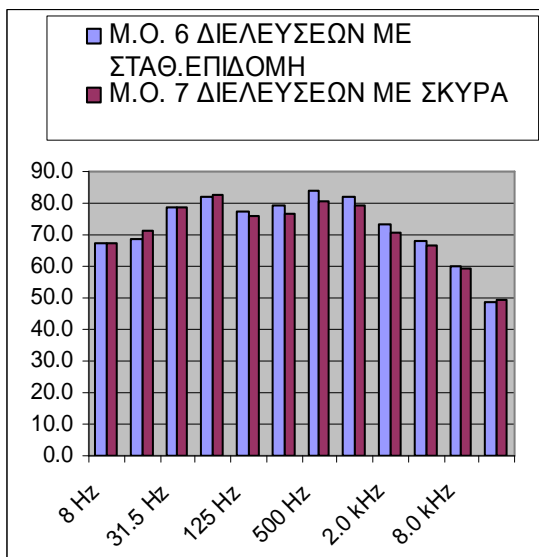
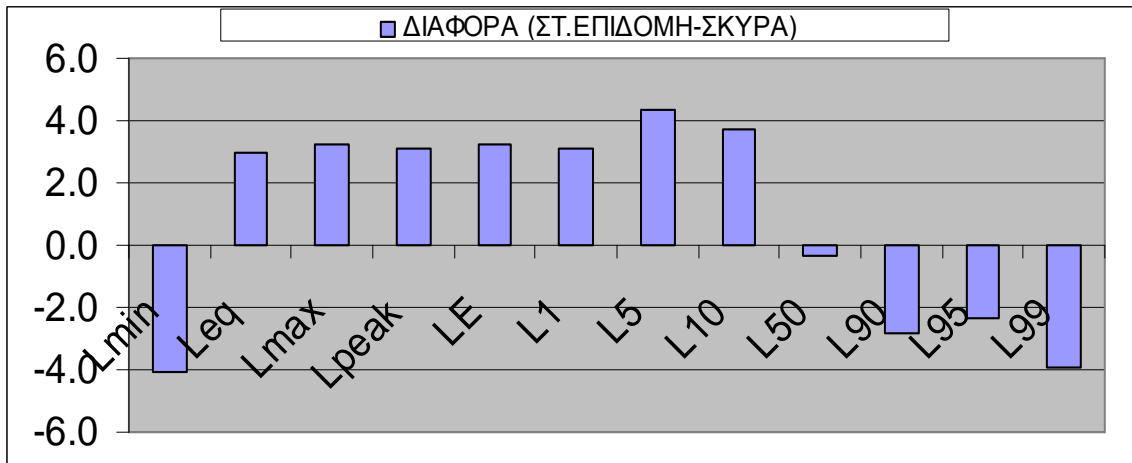
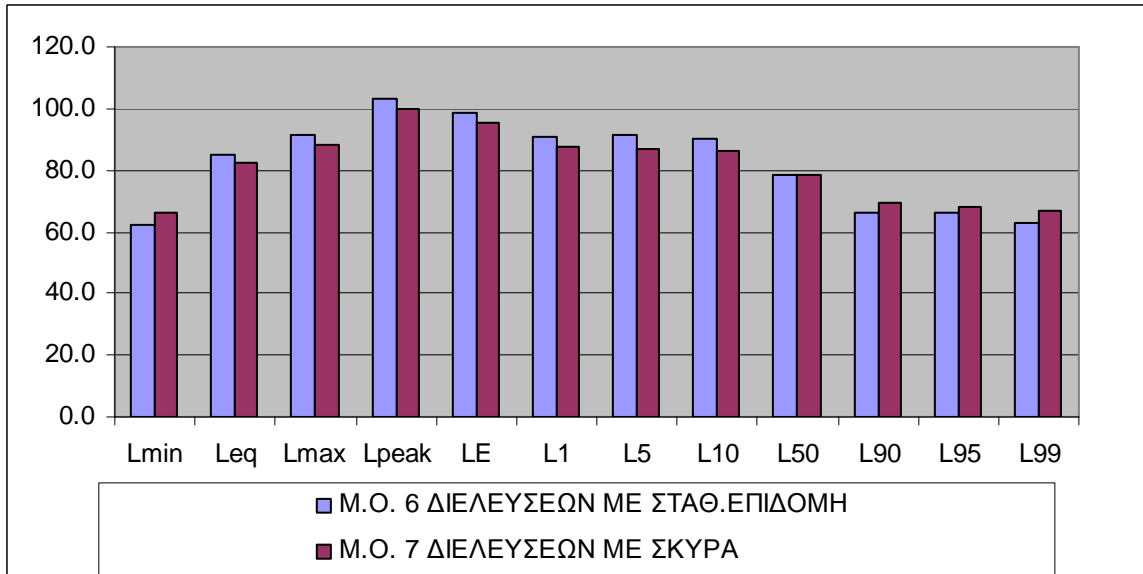
Εικόνα 4.23: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 47-52 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε σταθερή επιδομή.



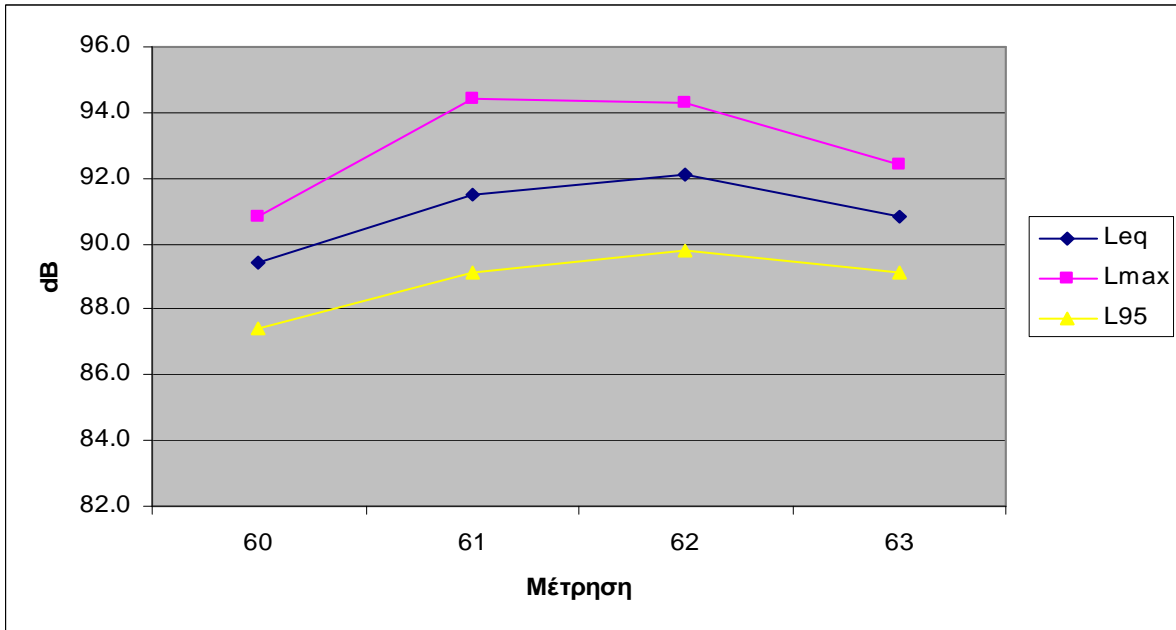
Εικόνα 4.24: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 53-59 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε σκυρογραμμή.



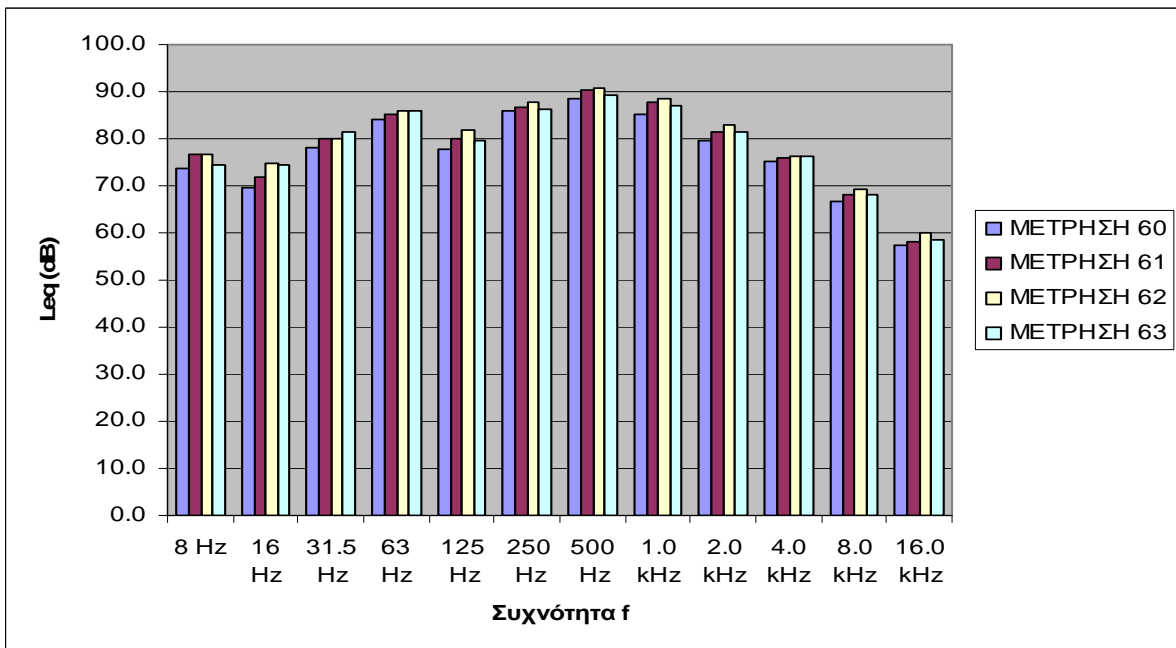
Εικόνα 4.25: Γραφική απεικόνιση των της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 53-59 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε σκυρογραμμή.



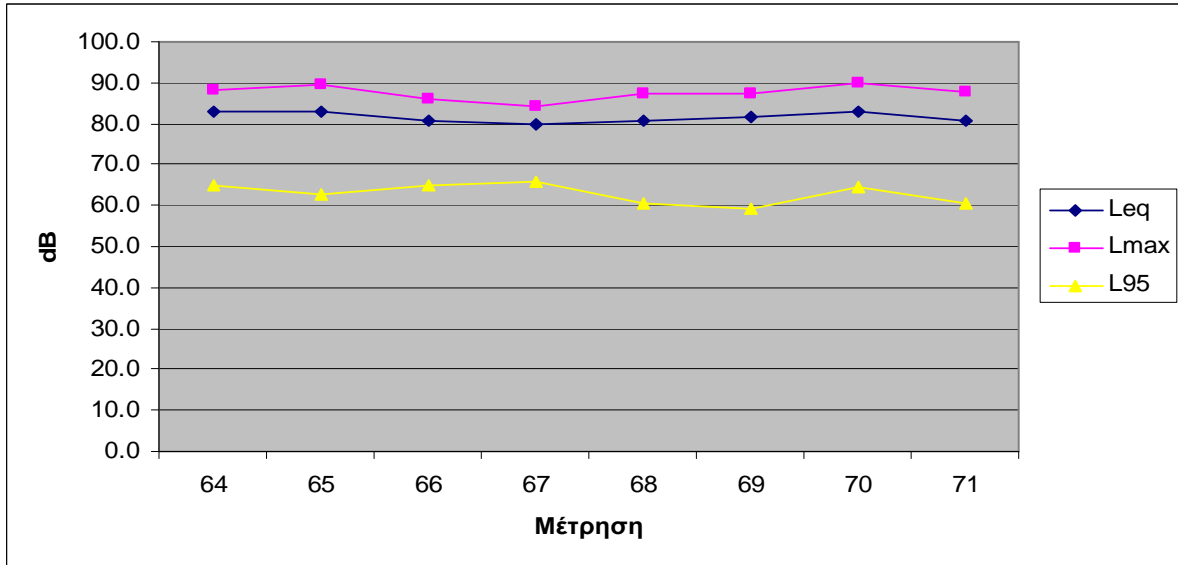
Εικόνα 4.26: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με ελεγχόμενη ταχύτα συρμών σε σταθερή επιδομή (47-52) και σκυρογραμμή (53-59).



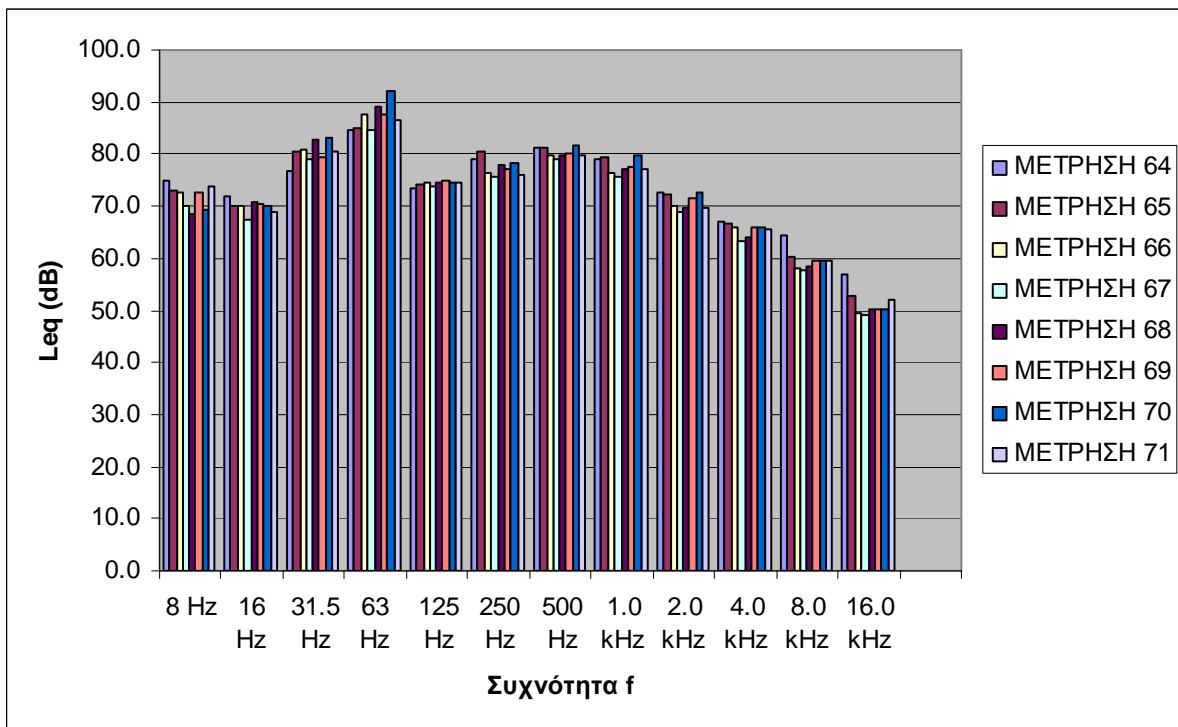
Εικόνα 4.27: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 60-63 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία.



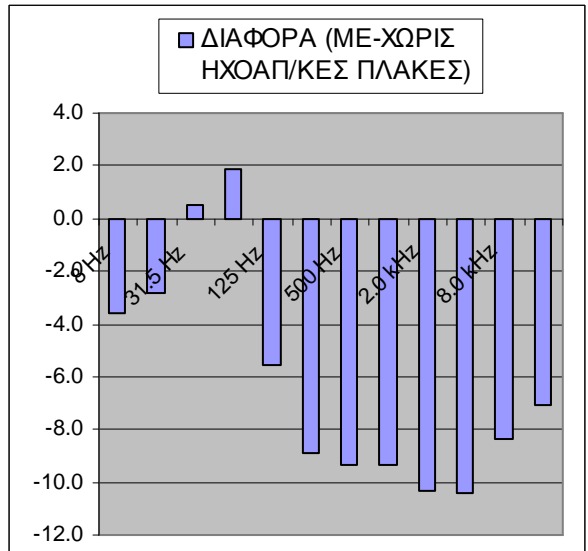
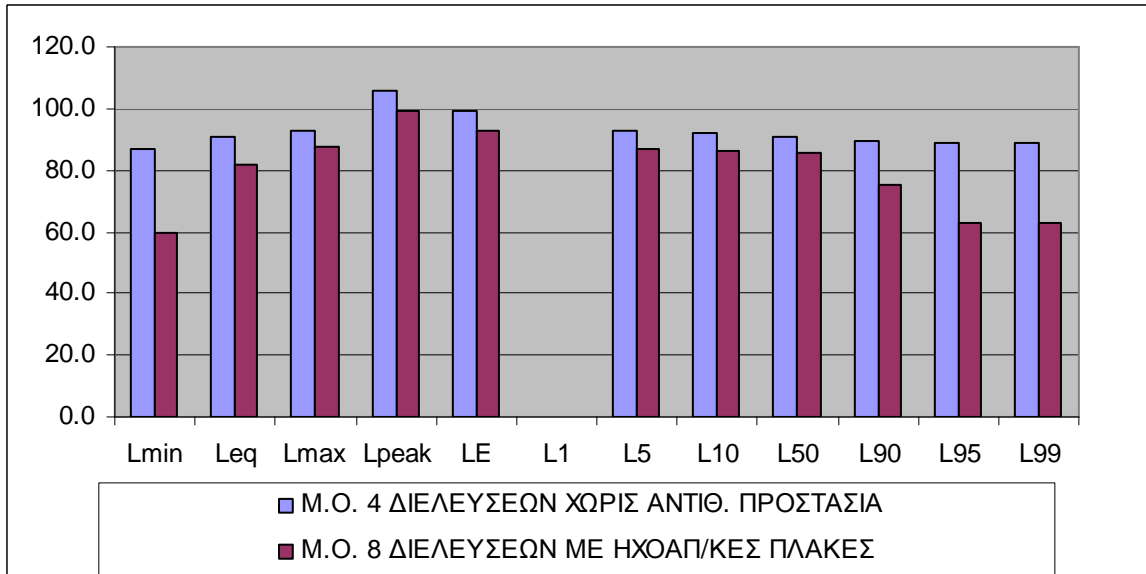
Εικόνα 4.28: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 60-63 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε σταθερή επιδομή χωρίς αντιθορυβική προστασία.



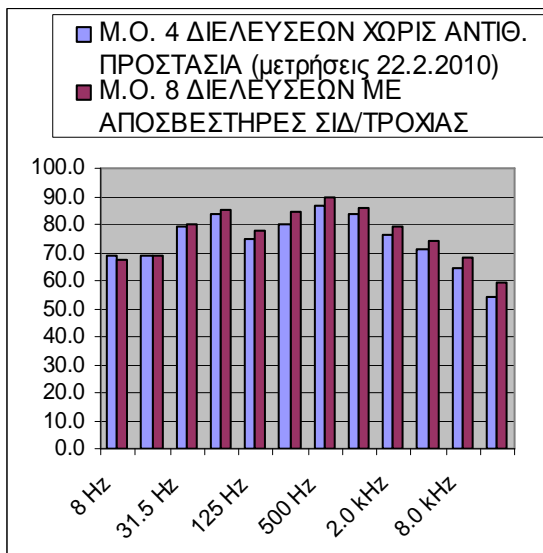
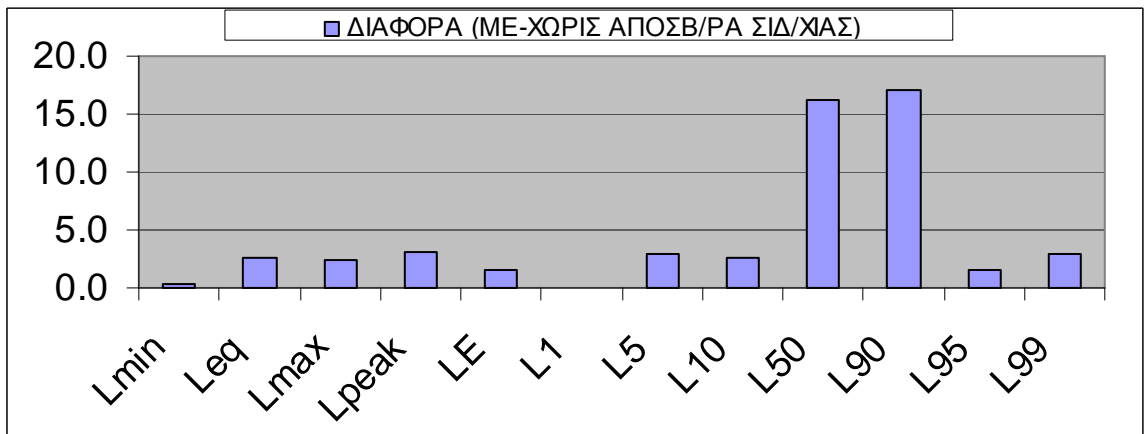
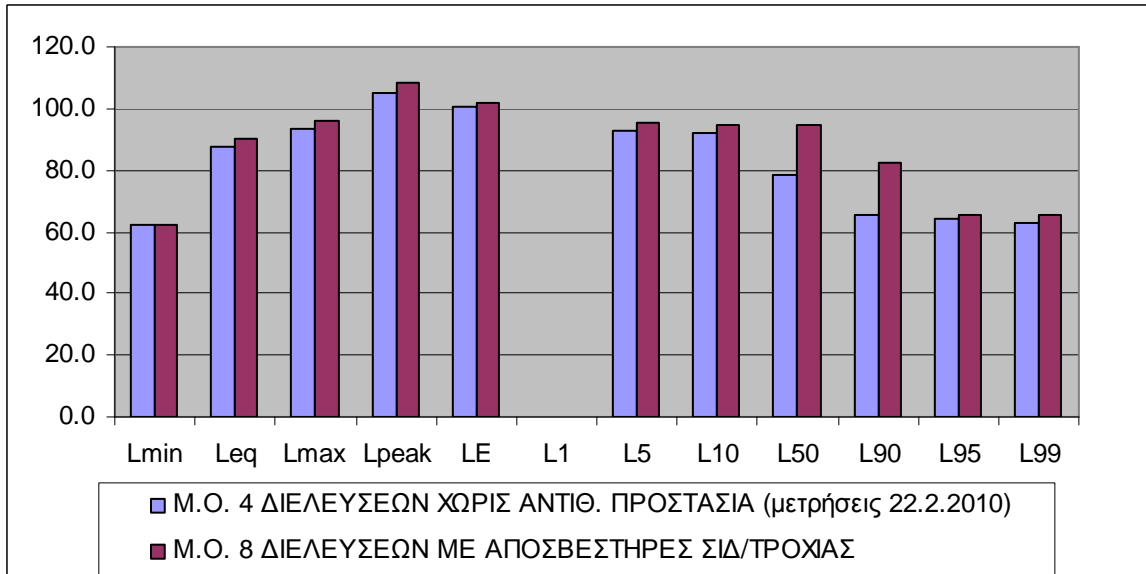
Εικόνα 4.29: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 για τις μετρήσεις 64-71 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε σταθερή επιδομή με αντιθορυβική προστασία - ηχοαπορροφητικές πλάκες.



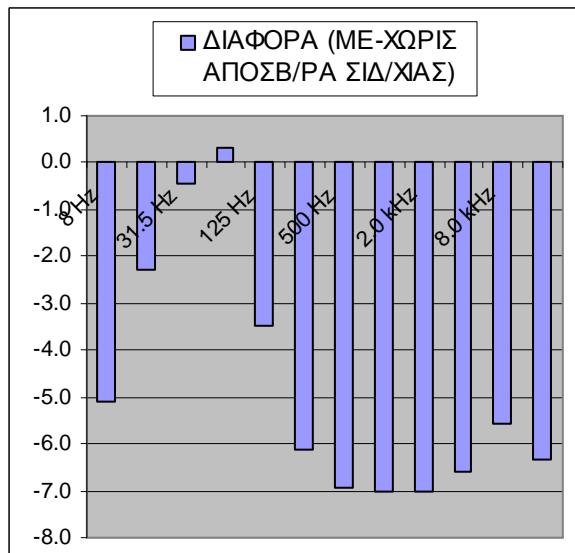
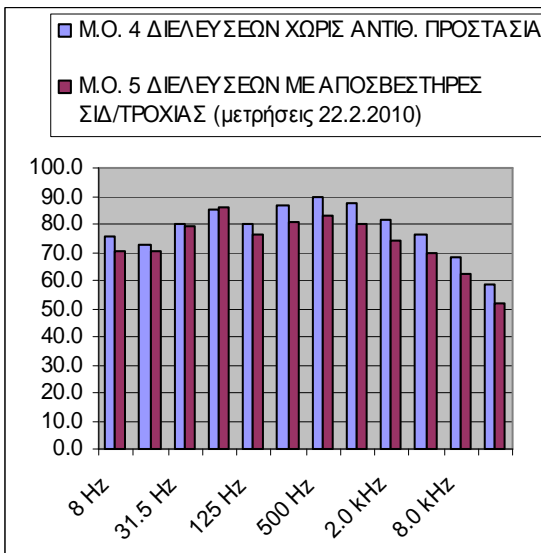
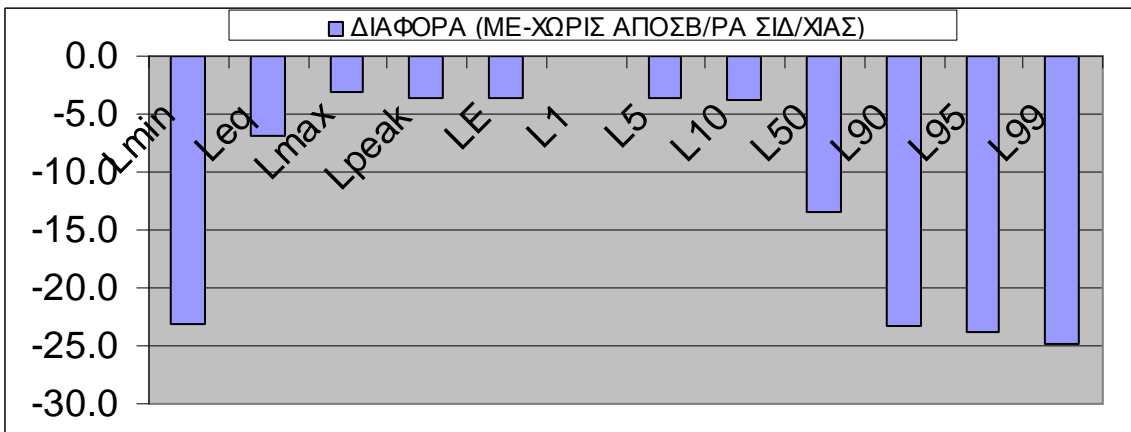
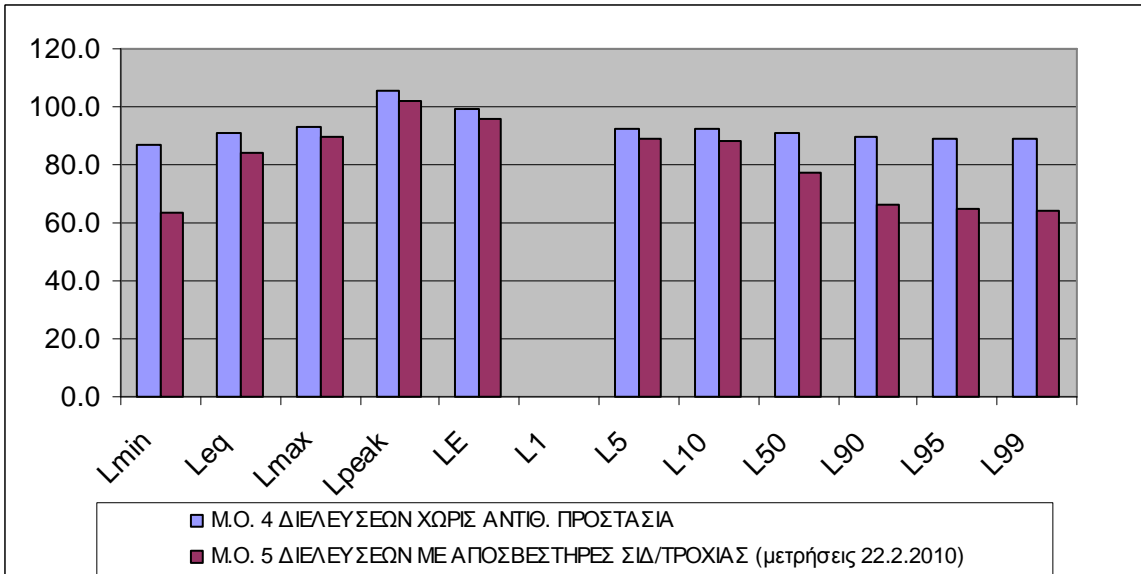
Εικόνα 4.30: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης για τις μετρήσεις 64-71 με ελεγχόμενη ταχύτητα συρμών σε σταθερή επιδομή με αντιθορυβική προστασία - ηχοαπορροφητικές πλάκες.



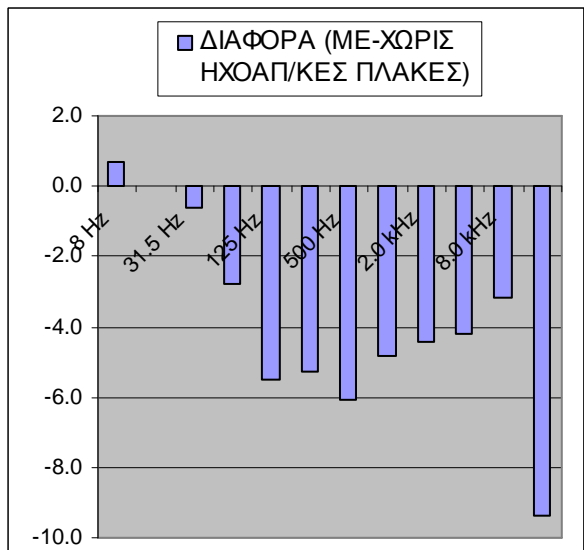
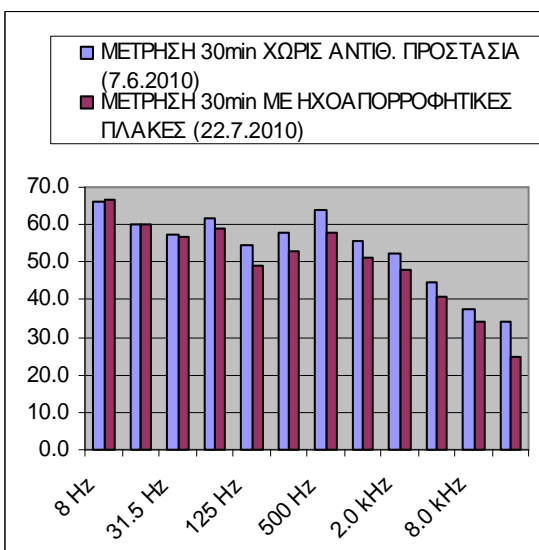
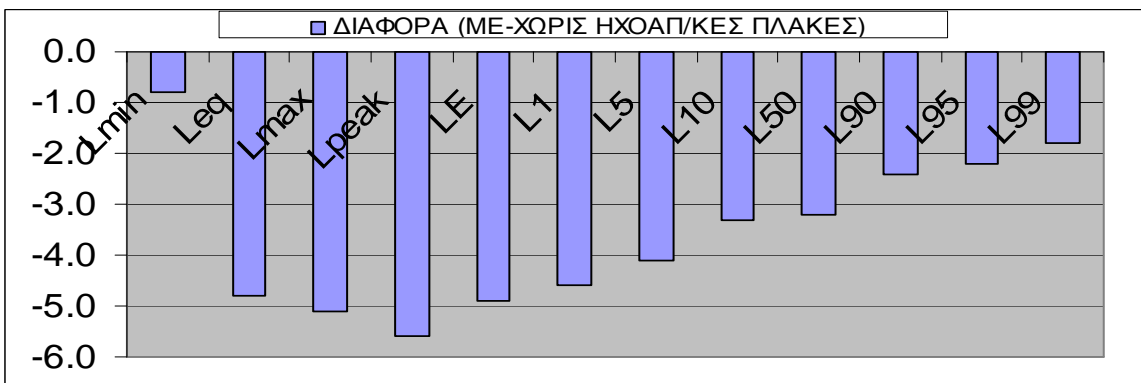
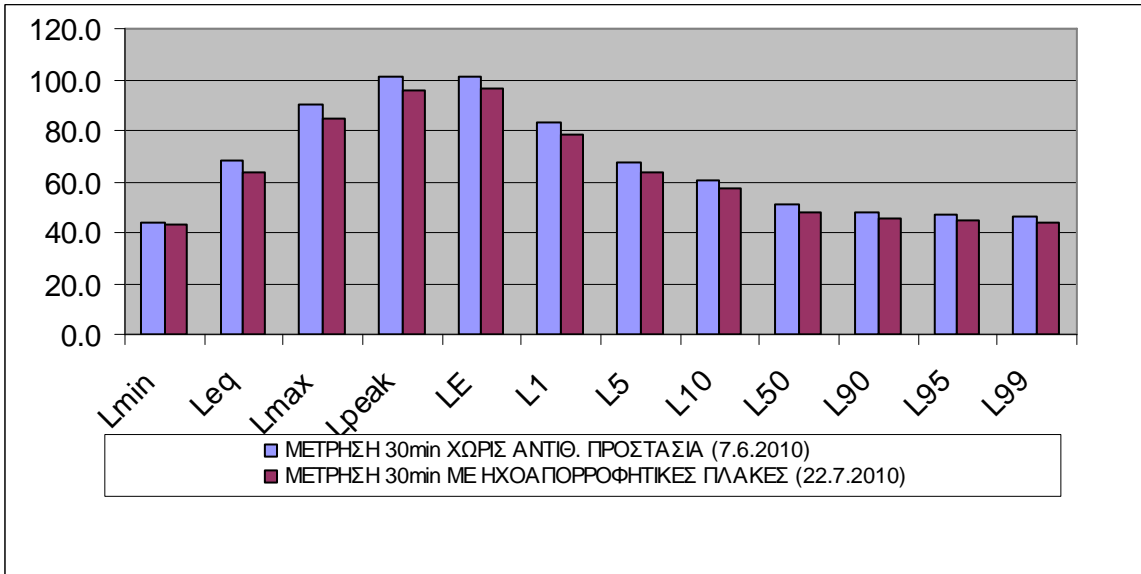
Εικόνα 4.31: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με ελεγχόμενη ταχύτα συρμών σε σταθερή επιδομή χωρίς (60-63) και με (64-71) αντιθρομβική προστασία τύπου ηχοαπορροφητικές πλάκες.



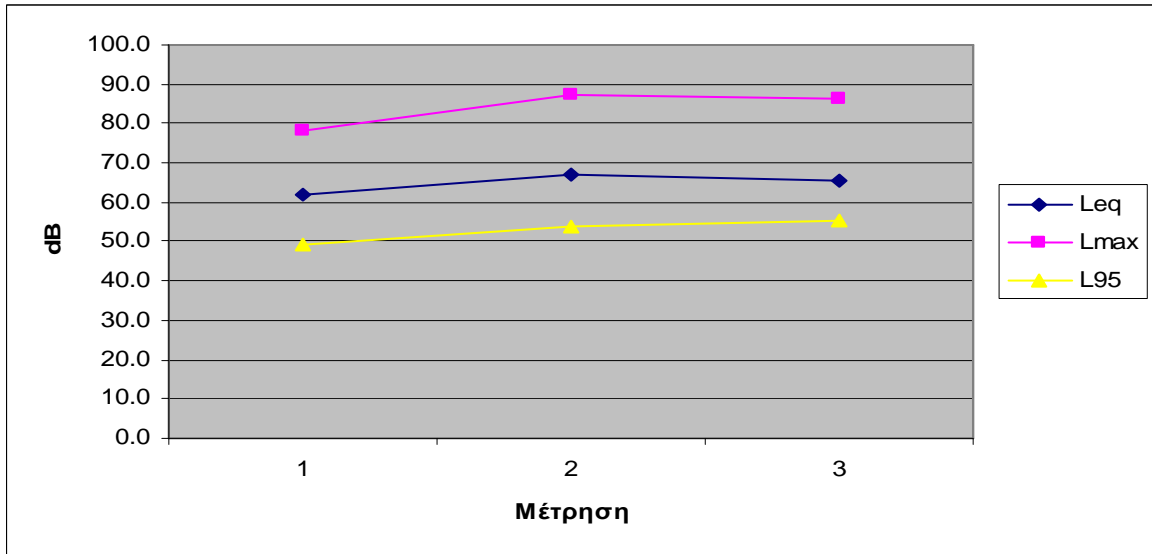
Εικόνα 4.32: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με ελεγχόμενη ταχύτα συρμών σε σταθερή επιδομή χωρίς (μετρήσεις 2/2010) και με αντιθρομβική προστασία τύπου αποσβεστήρας σιδηροτροχιάς.



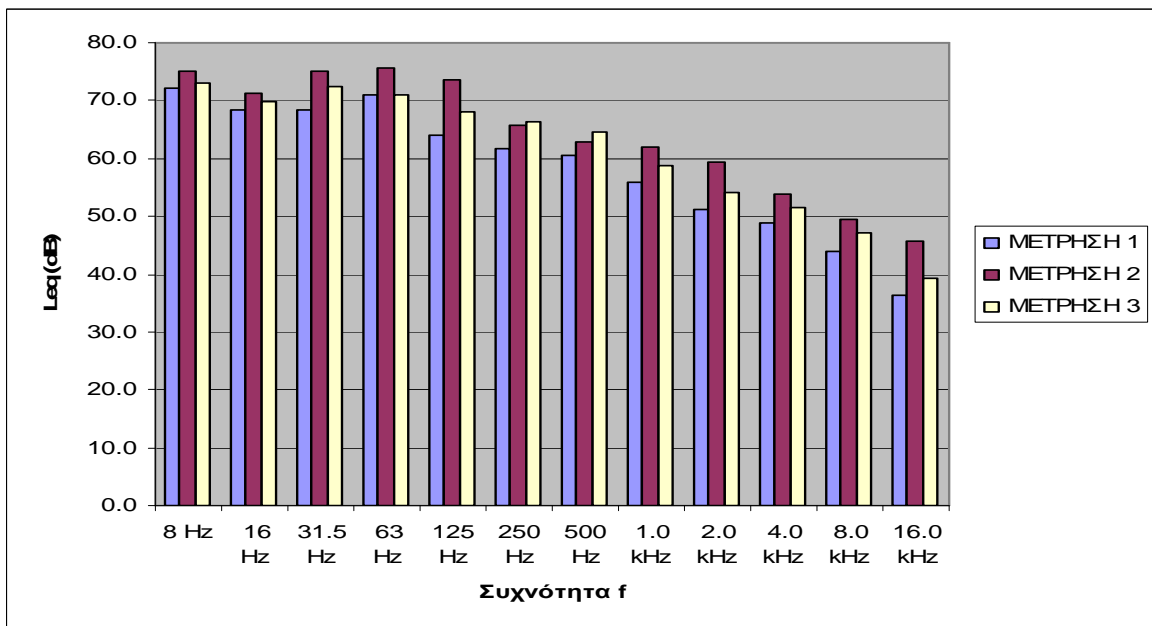
Εικόνα 4.33: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με ελεγχόμενη ταχύτα συρμών σε σταθερή επιδομή χωρίς (μετρήσεις 7.6.2010) και με αντιθρομβική προστασία τύπου αποσβεστήρας σιδηροτροχιάς.



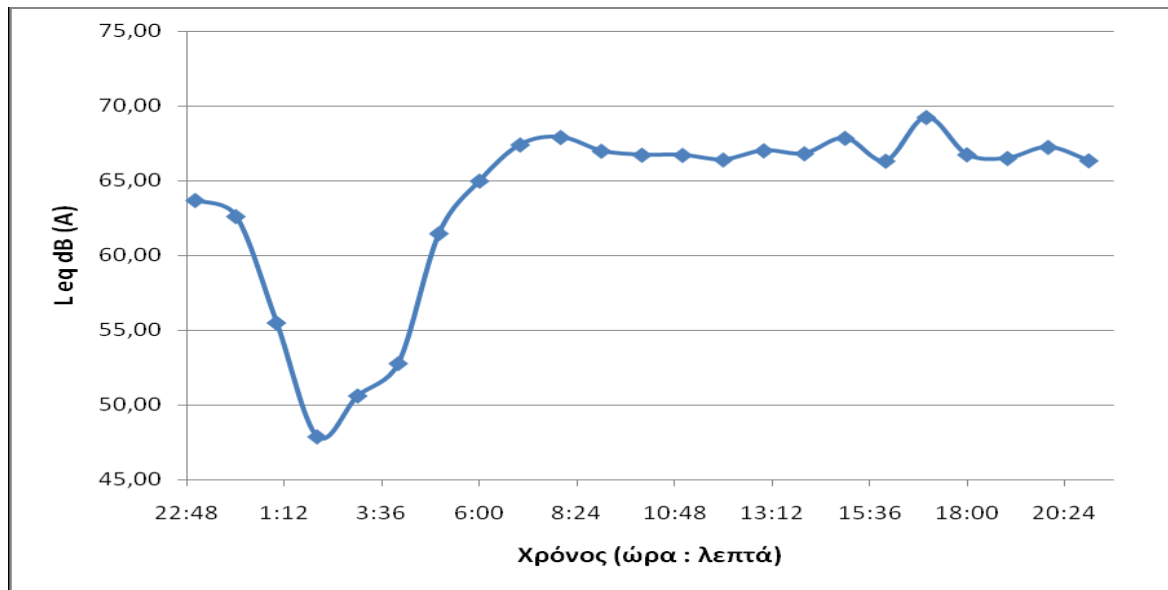
Εικόνα 4.34: Γραφικές απεικονίσεις των αποτελεσμάτων των μετρήσεων διάρκειας 30 min με ελεγχόμενη ταχύτα συρμών σε σταθερή επιδομή χωρίς και με αντιθορυβική προστασία τύπου ηχοαπορροφητικών πλακών.



Εικόνα 4.35: Γραφική απεικόνιση των τιμών Leq, Lmax & L95 (μετρήσεις 1-3) για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής.

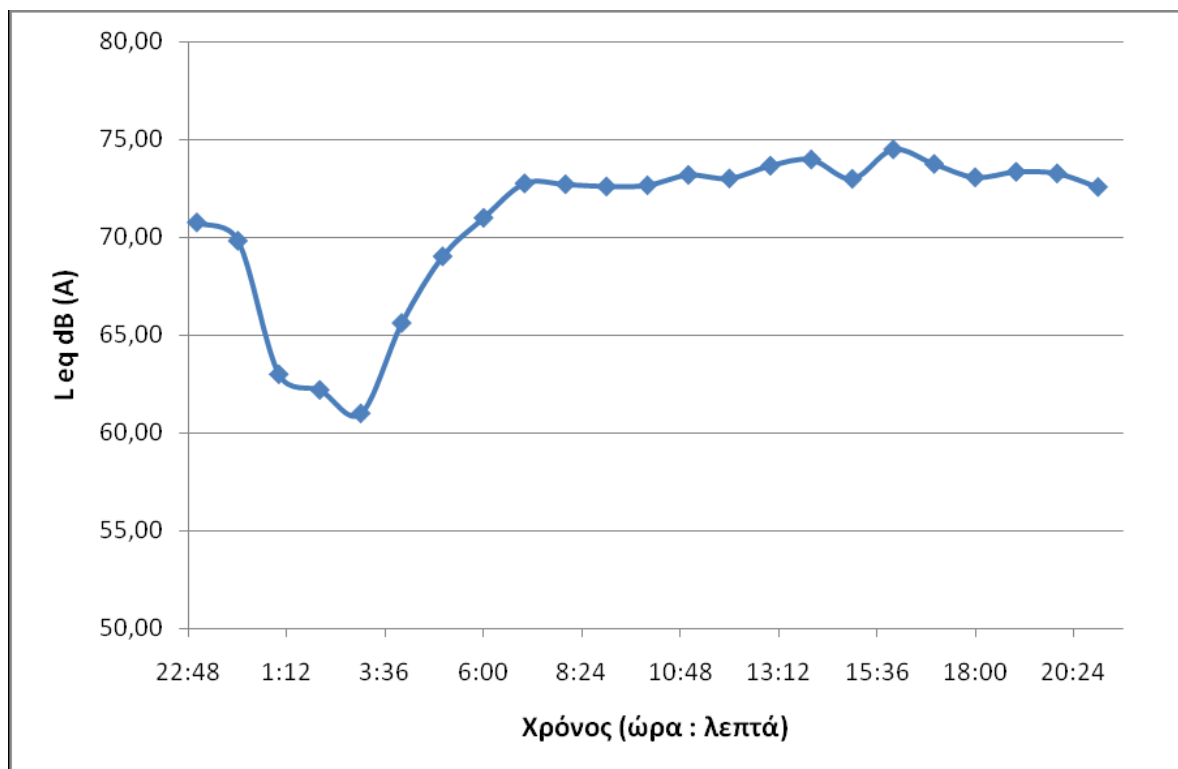


Εικόνα 4.36: Γραφική απεικόνιση της φασματικής ανάλυσης (μετρήσεις 1-3) για την εξέταση του ακουστικού περιβάλλοντος κατά μήκος της γραμμής.



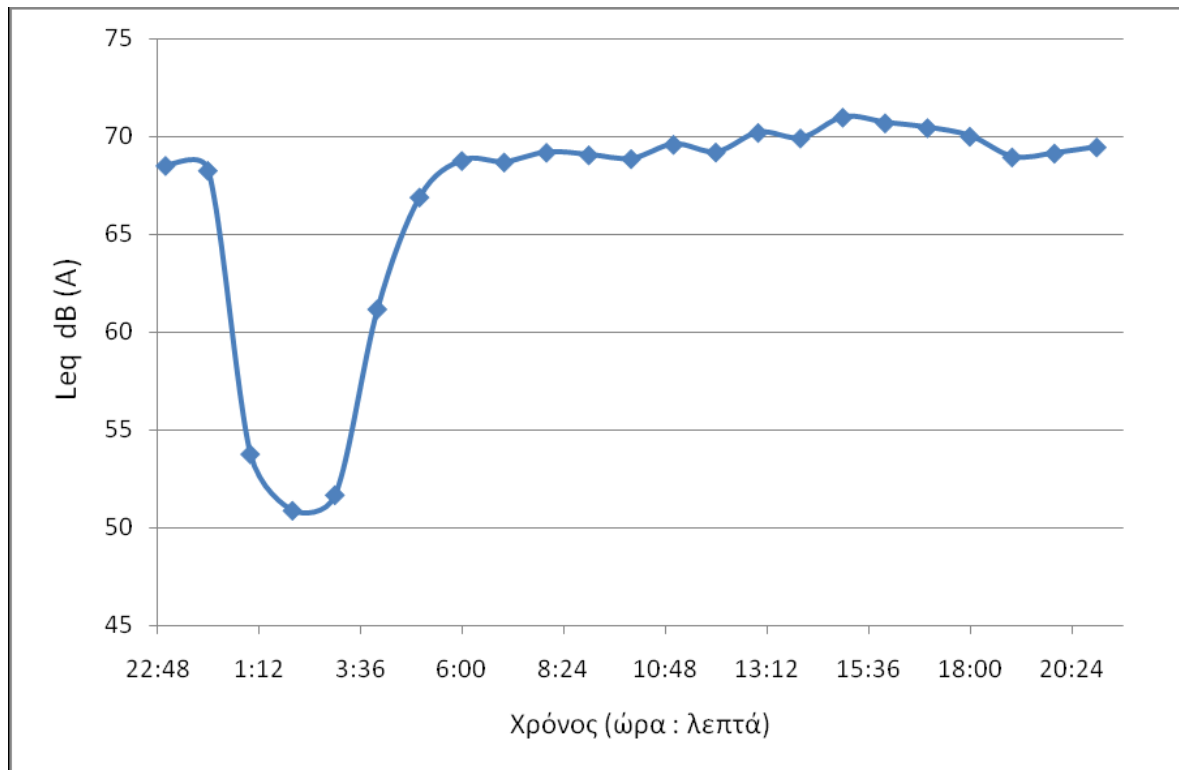
Εικόνα 4.37: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 2+900)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

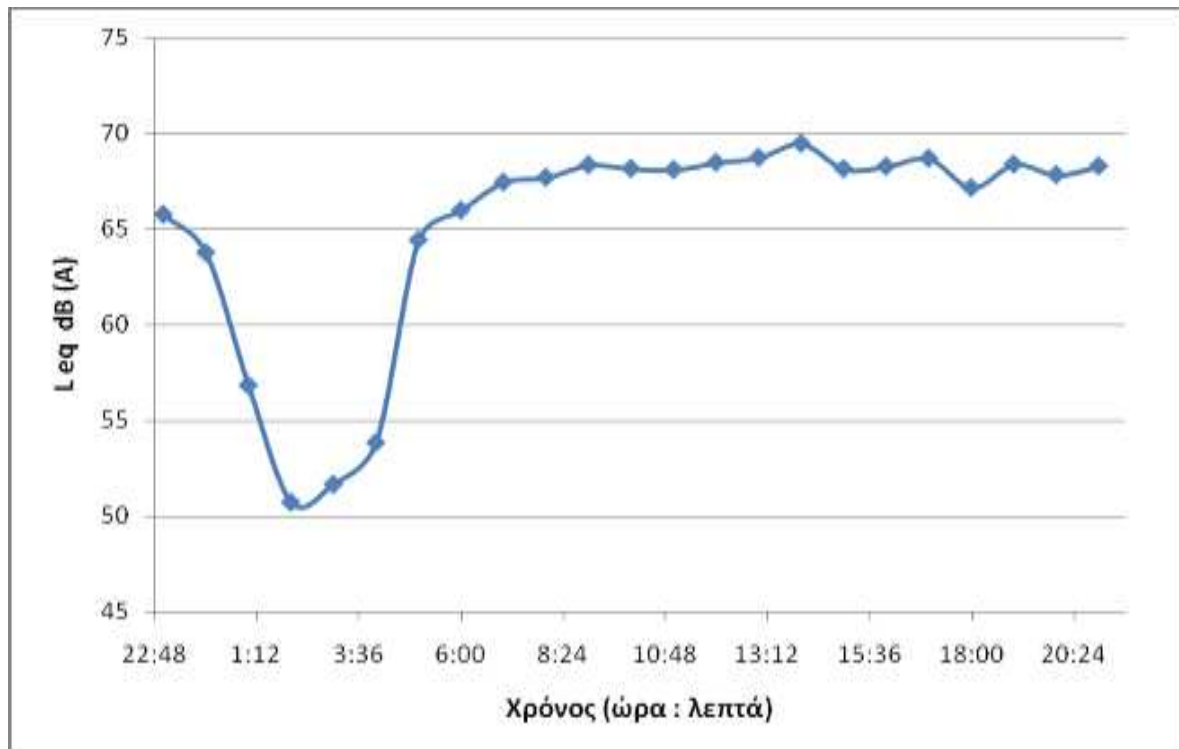


Εικόνα 4.38: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 3+700)

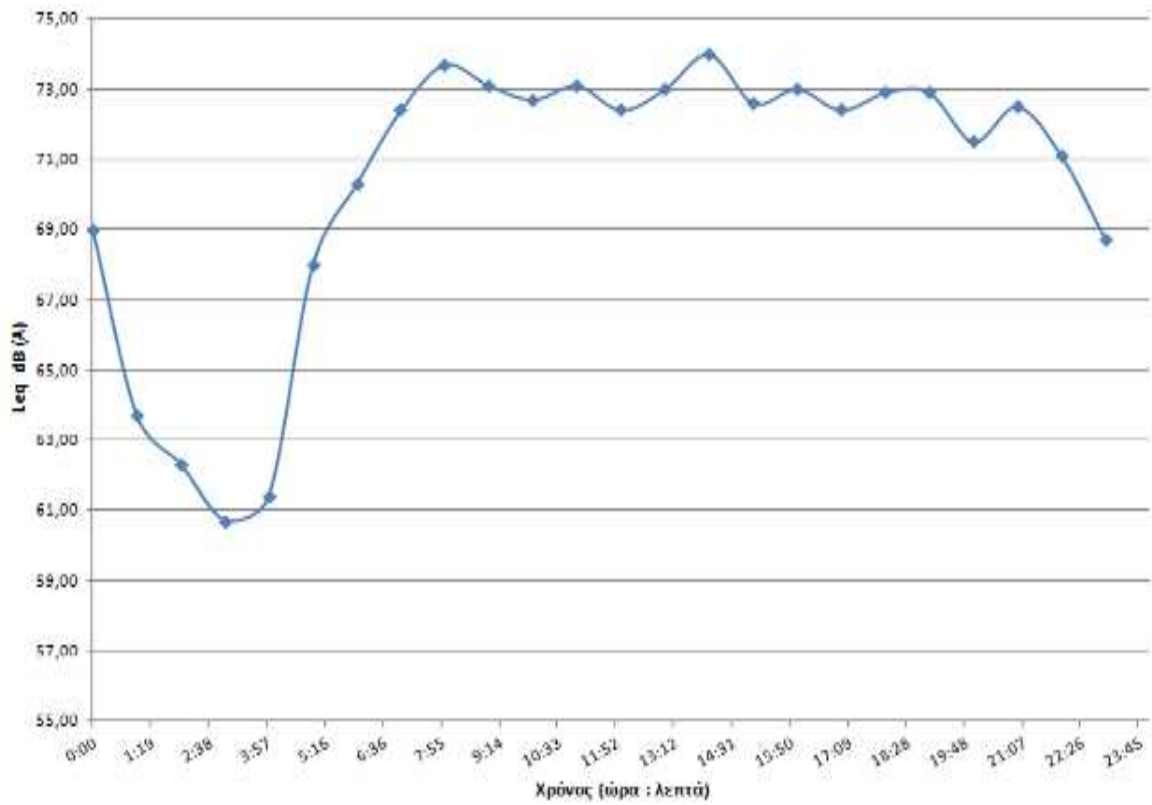
(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



Εικόνα 4.39: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 13+400)
 (Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

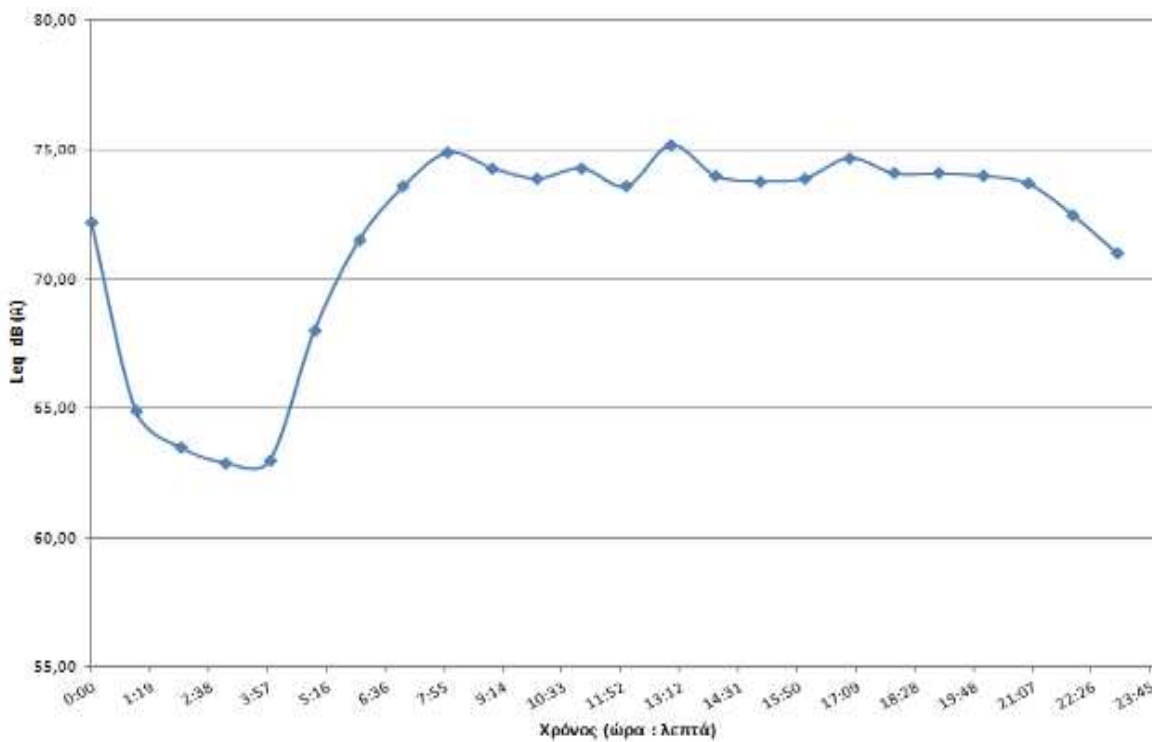


Εικόνα 4.40: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 5+000).
 (Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



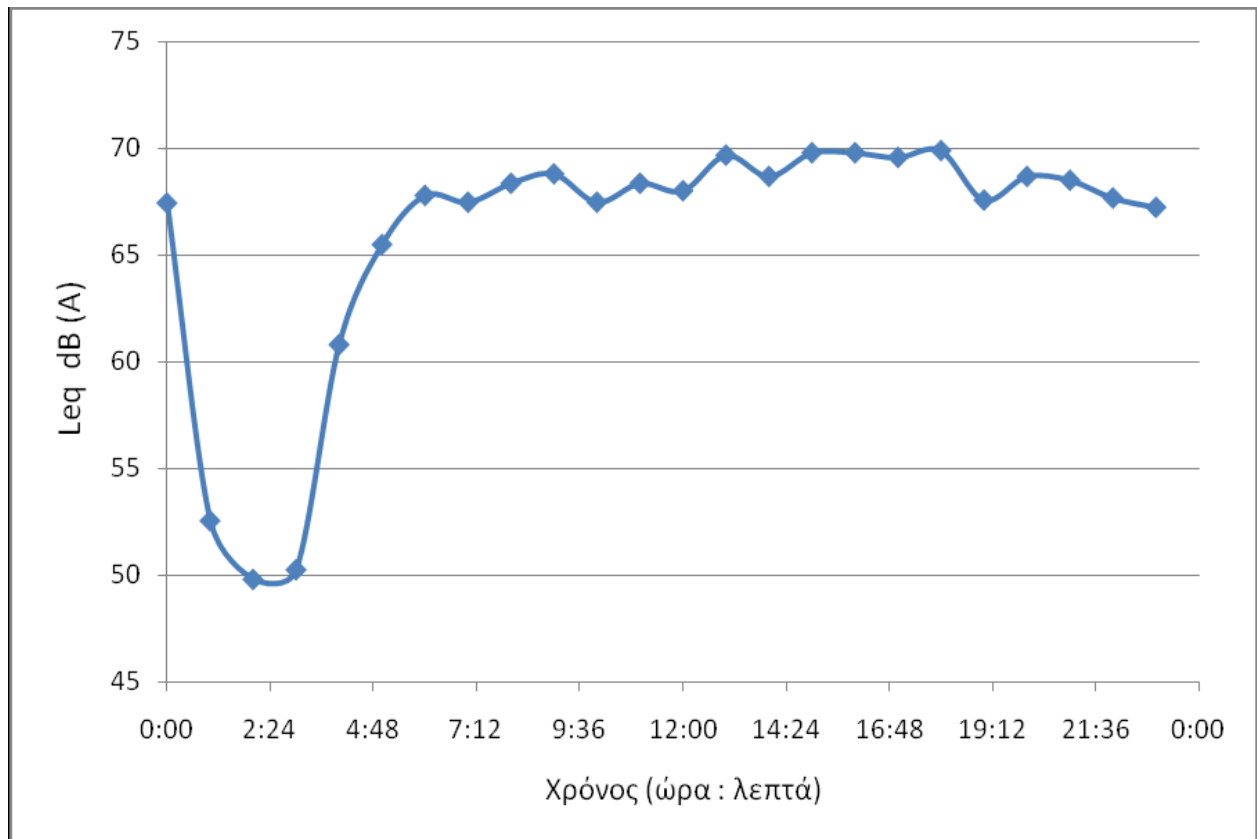
Εικόνα 4.41: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 5+500)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



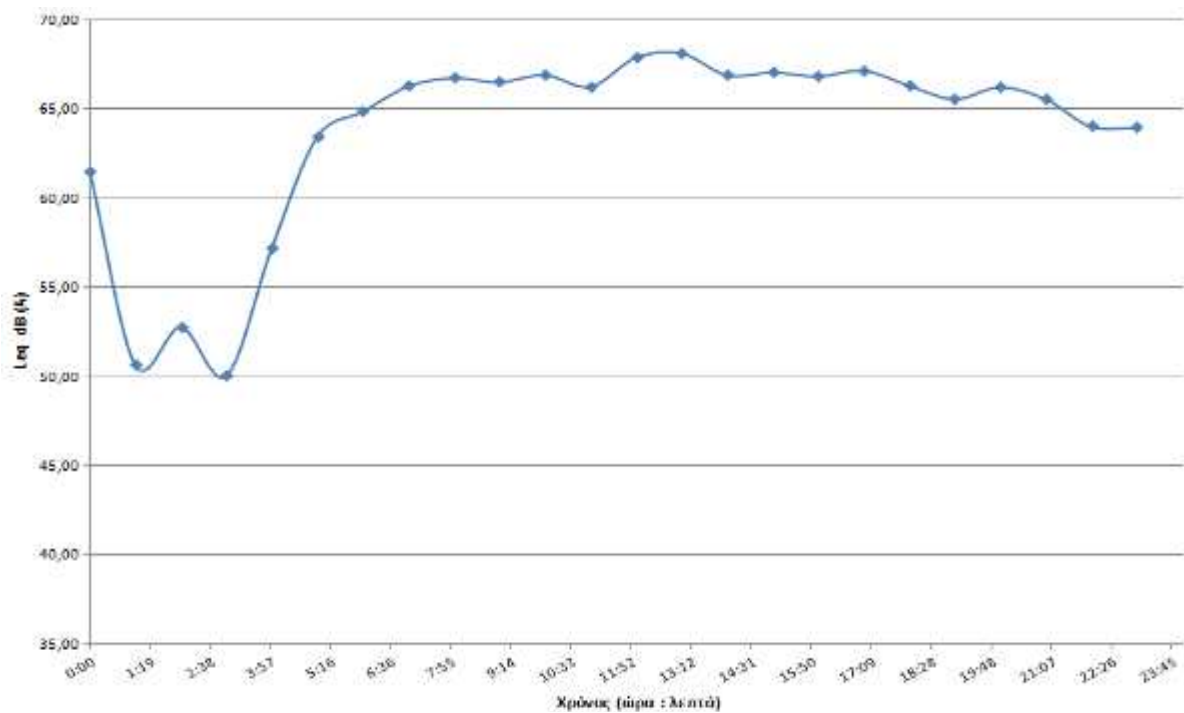
Εικόνα 4.42: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 6+600).

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



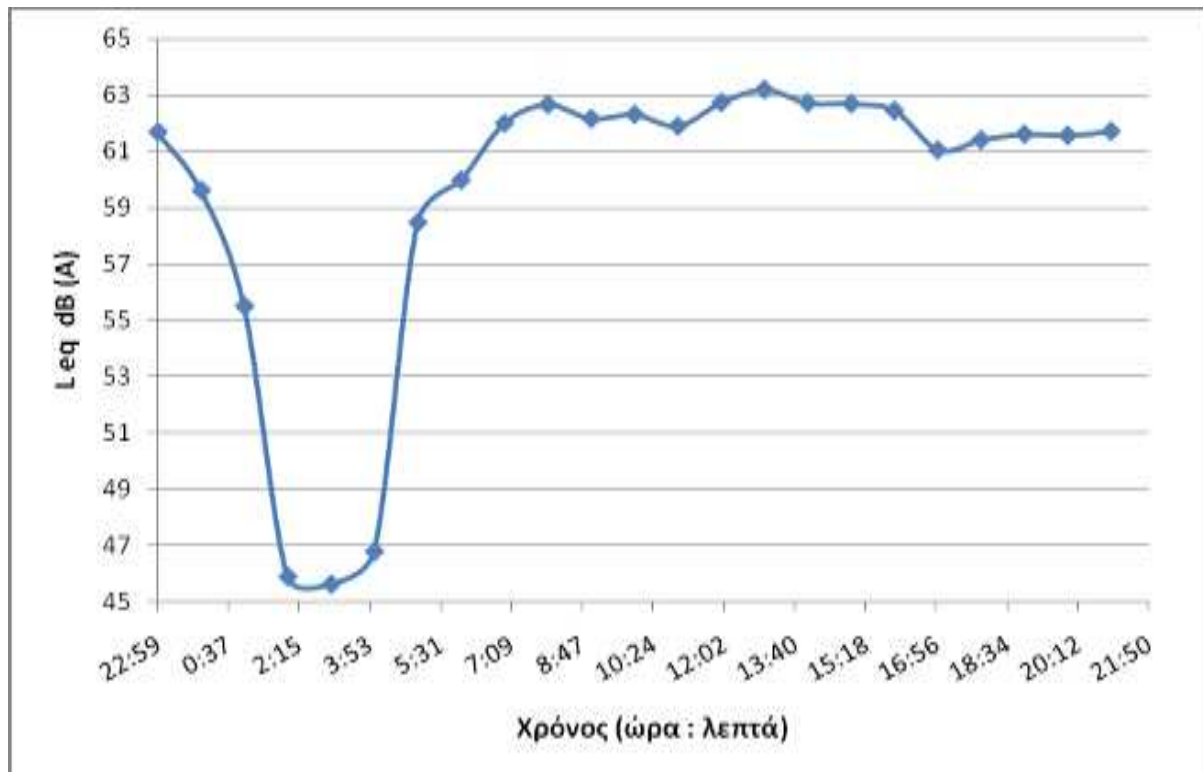
Εικόνα 4.43: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 12+800)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



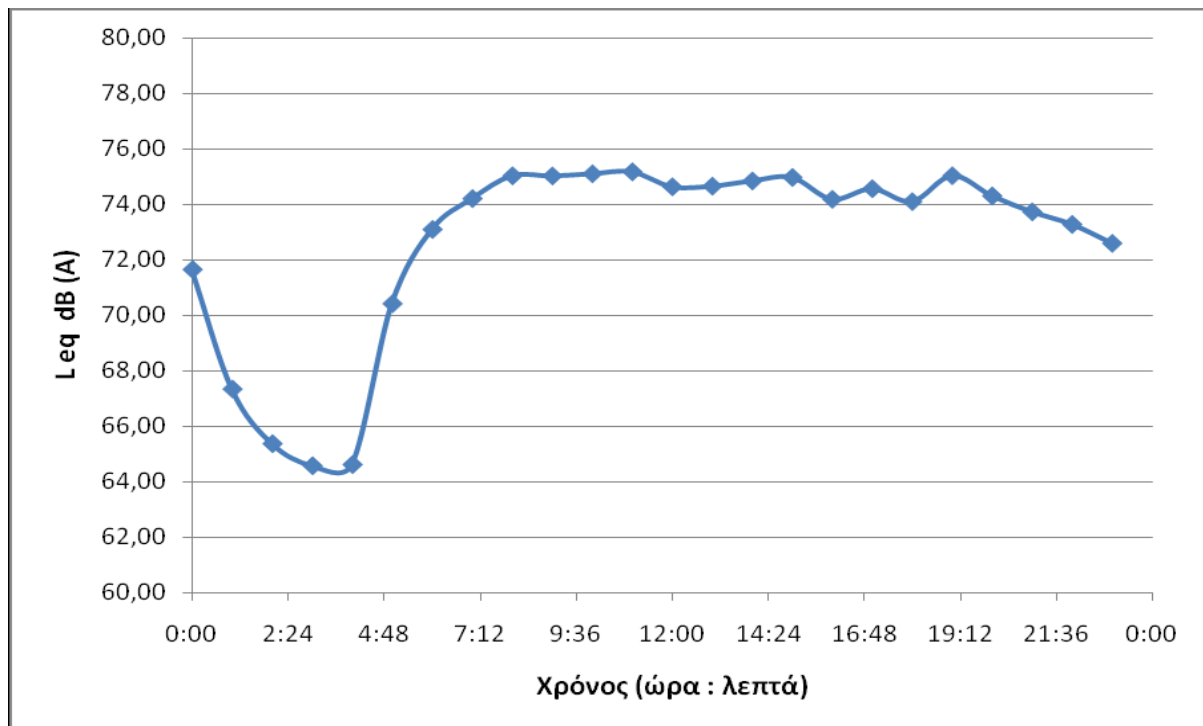
Εικόνα 4.44: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 14+300)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



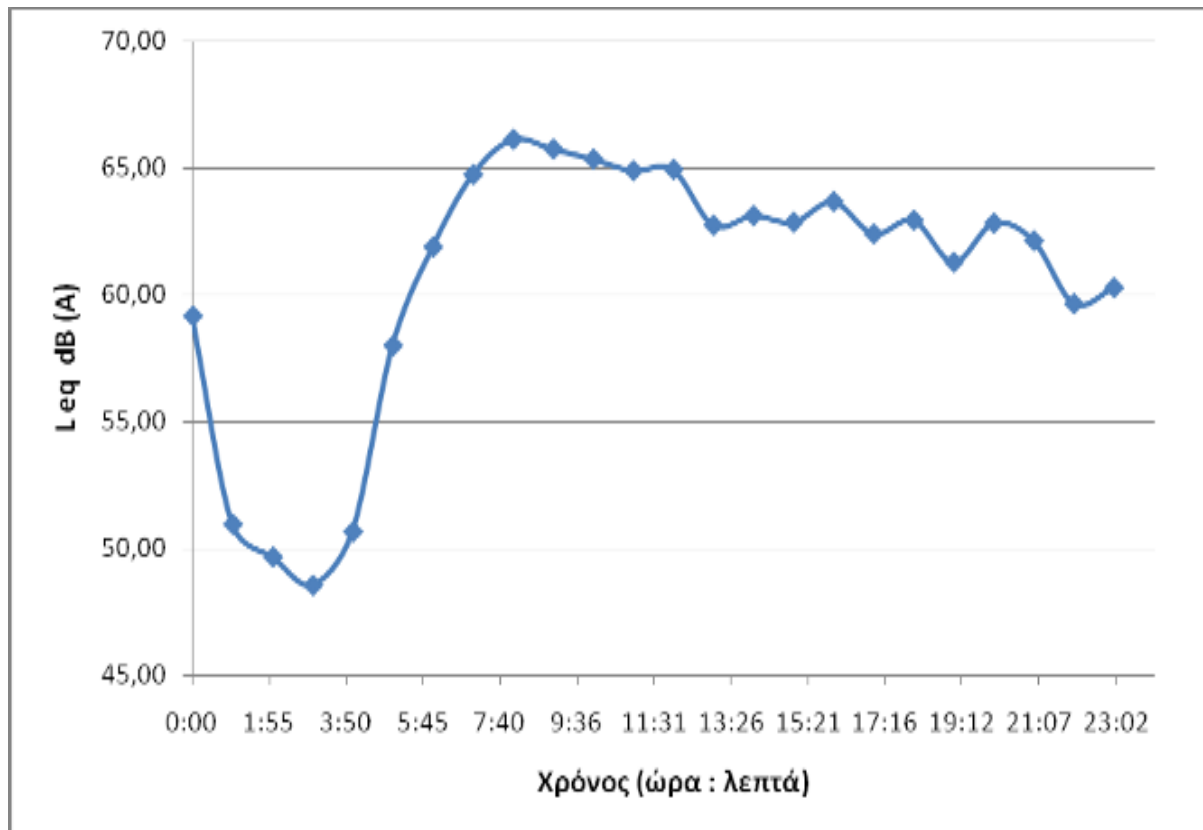
Εικόνα 4.45: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 15+600)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



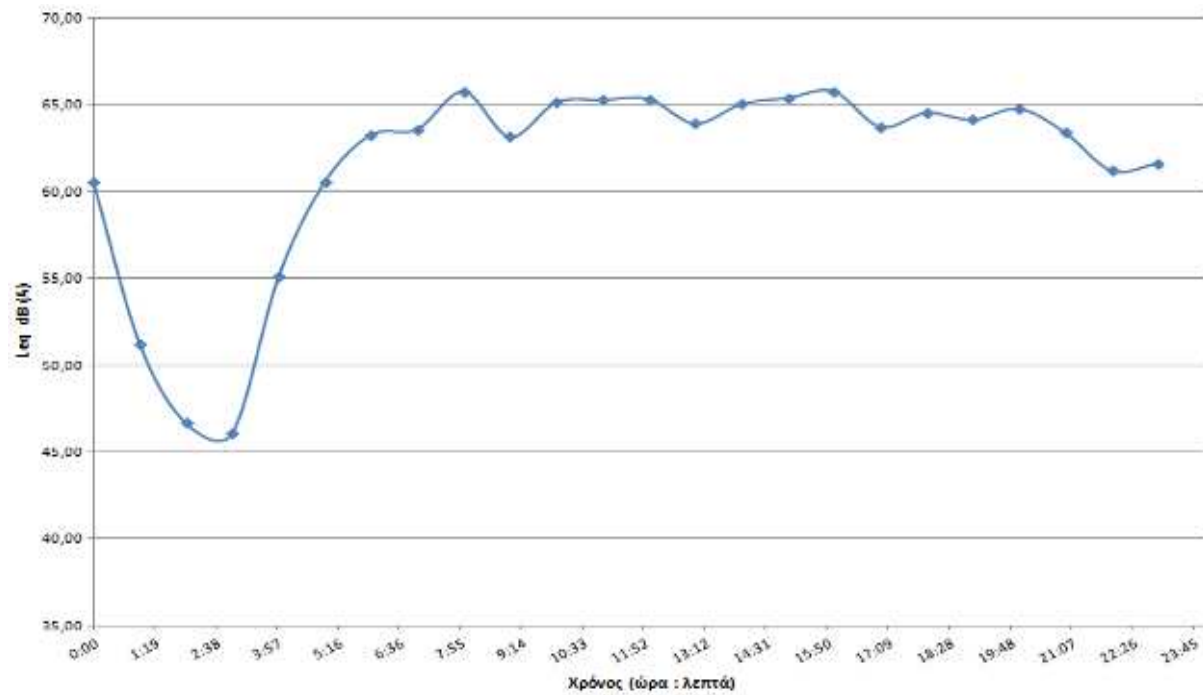
Εικόνα 4.46: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 16+300)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



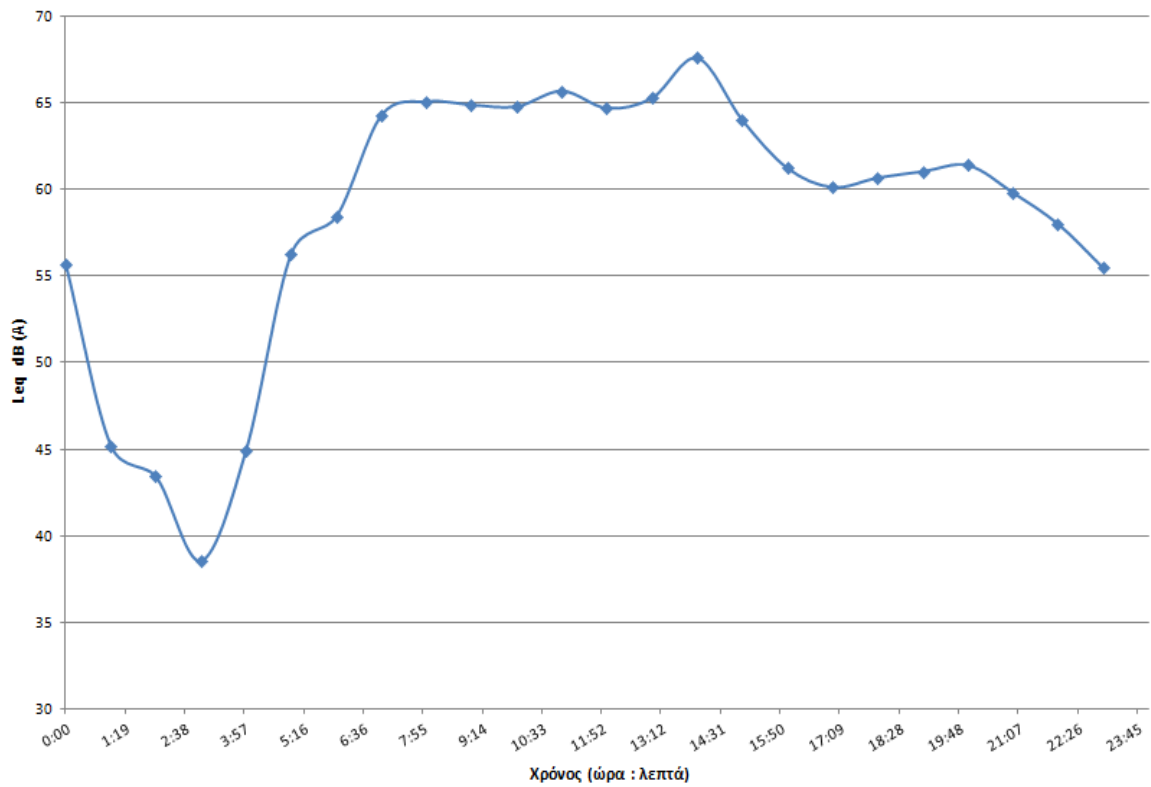
Εικόνα 4.47: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 18+200)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



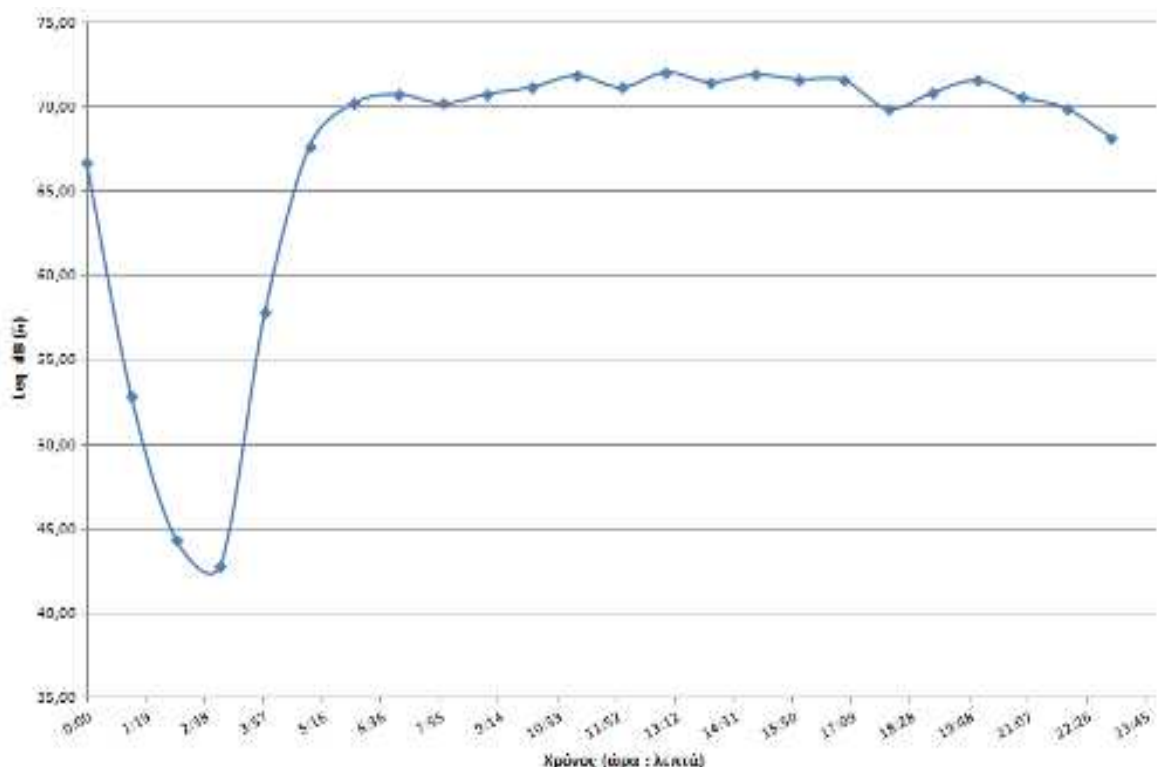
Εικόνα 4.48: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 19+400)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



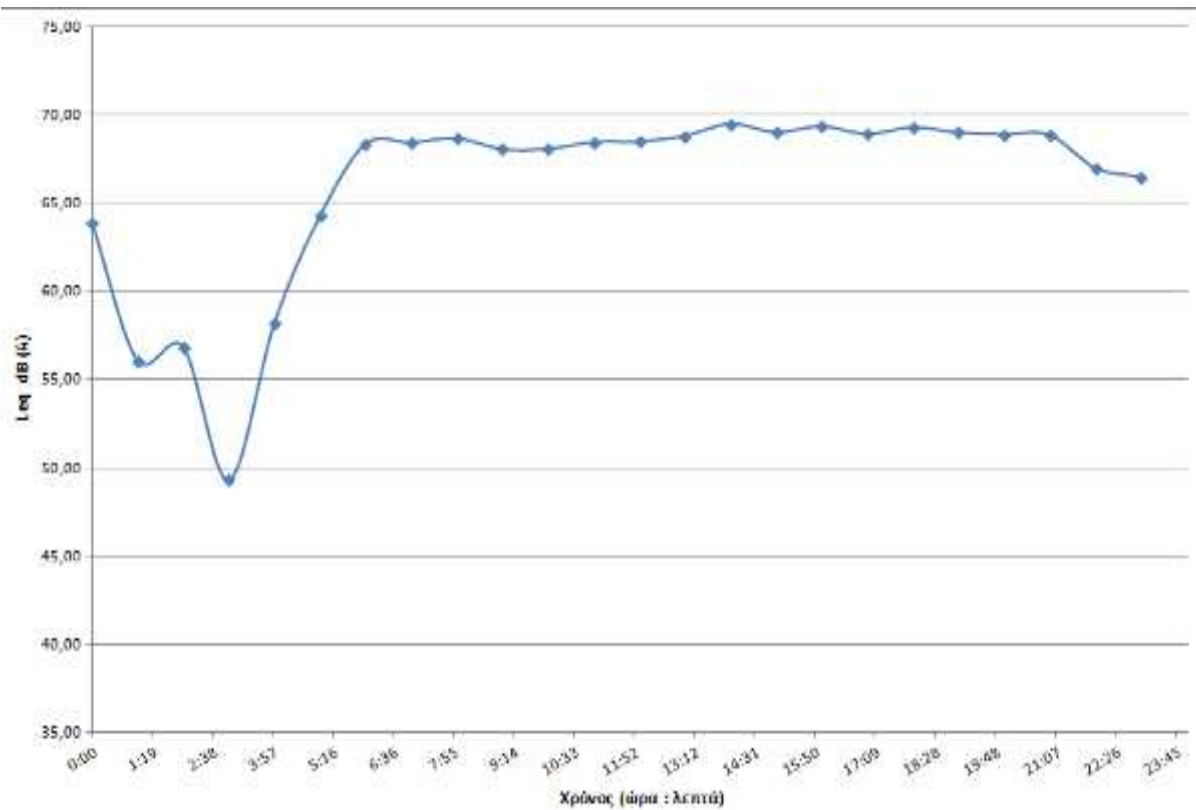
Εικόνα 4.49: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 20+100)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



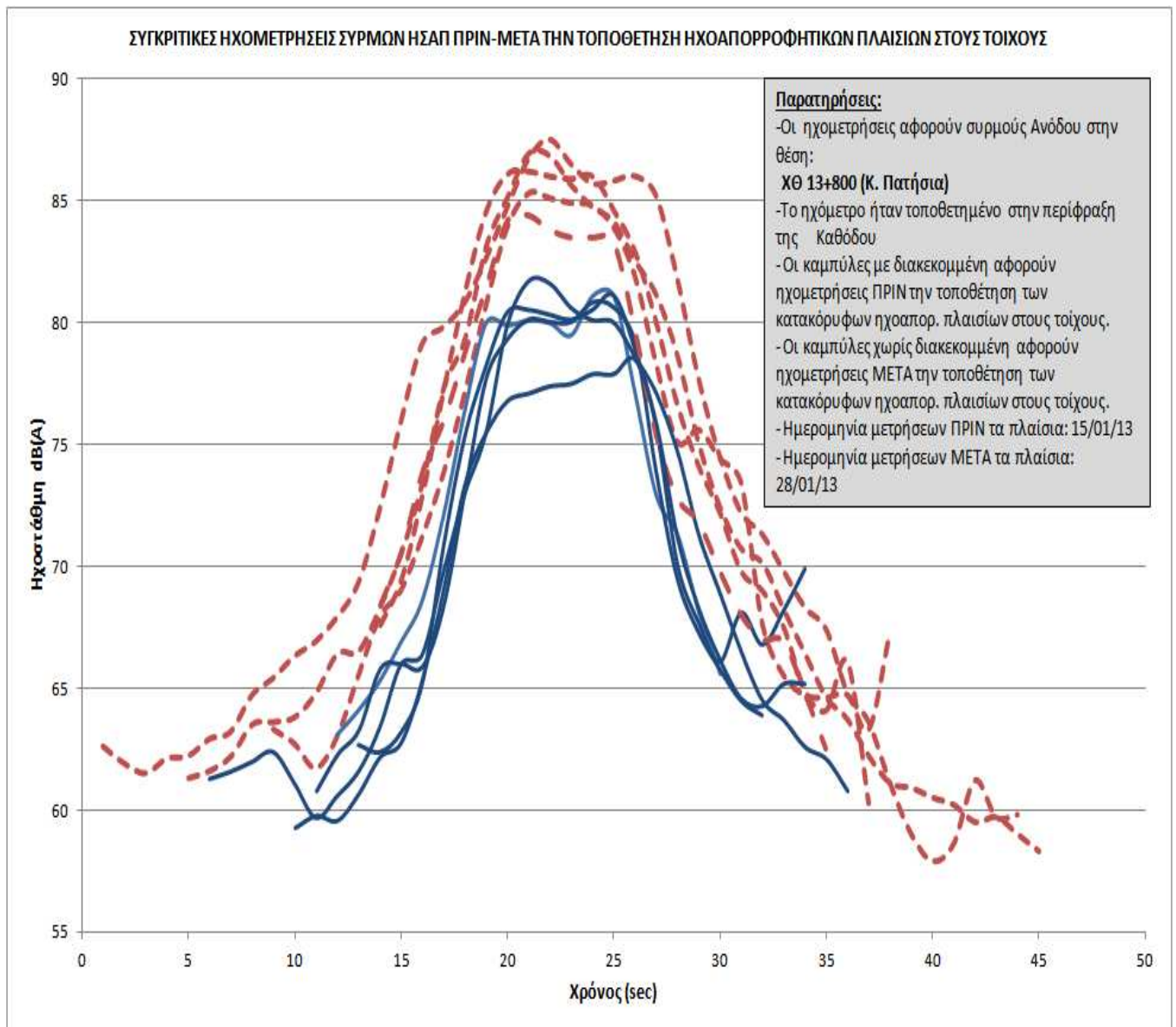
Εικόνα 4.50: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 24+100)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

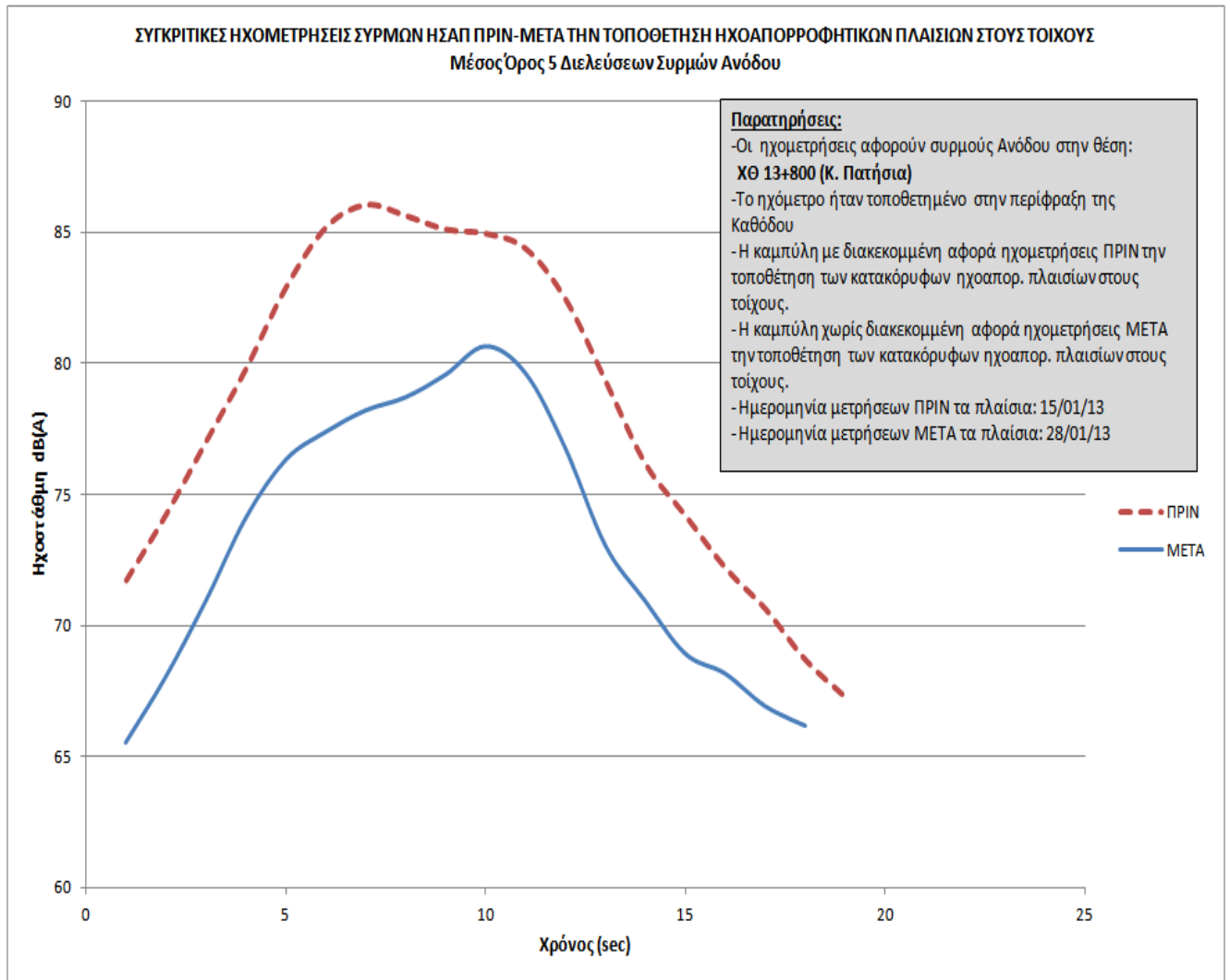


Εικόνα 4.51: Γραφική απεικόνιση ηχοστάθμης Leq κατά το 24ωρο (χ.θ. 25+000)

(Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



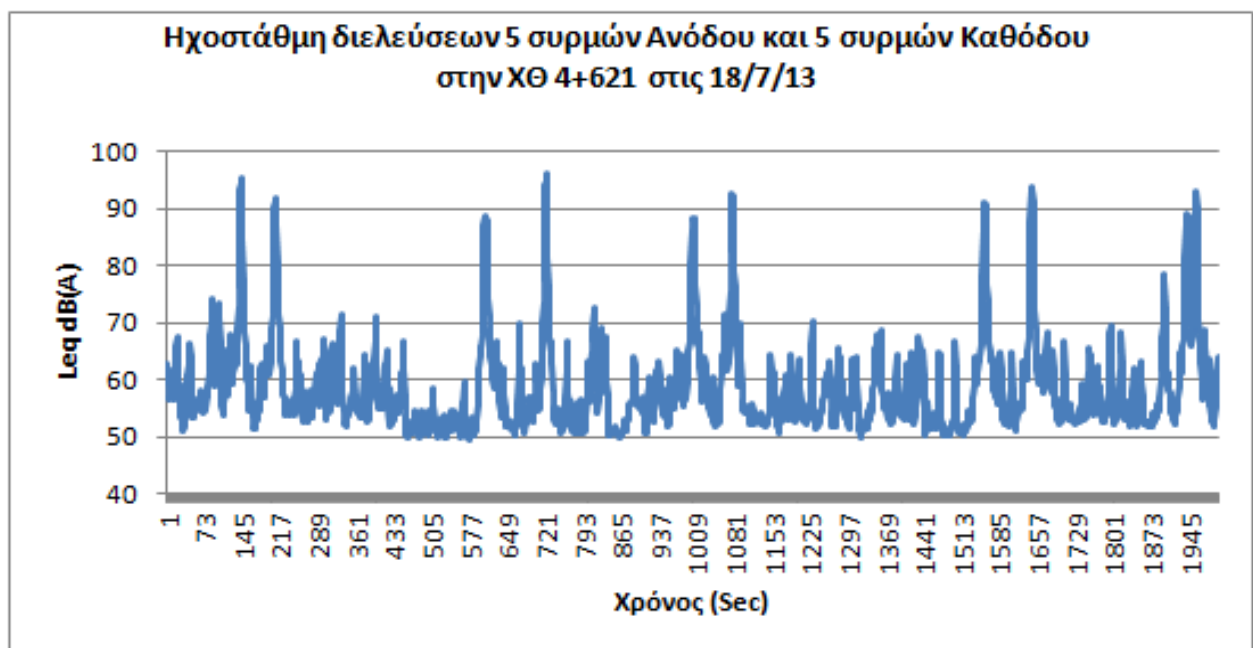
Εικόνα 4.52: Σύγκριση Ηχοστάθμης 5 Διελύσεων Συρμών Ανόδου (Πηγή: Δ/νση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



Εικόνα 4.53: Σύγκριση Μέσου Όρου Ηχοστάθμης Συρμών Ανόδου (Πηγή: Δ/νση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



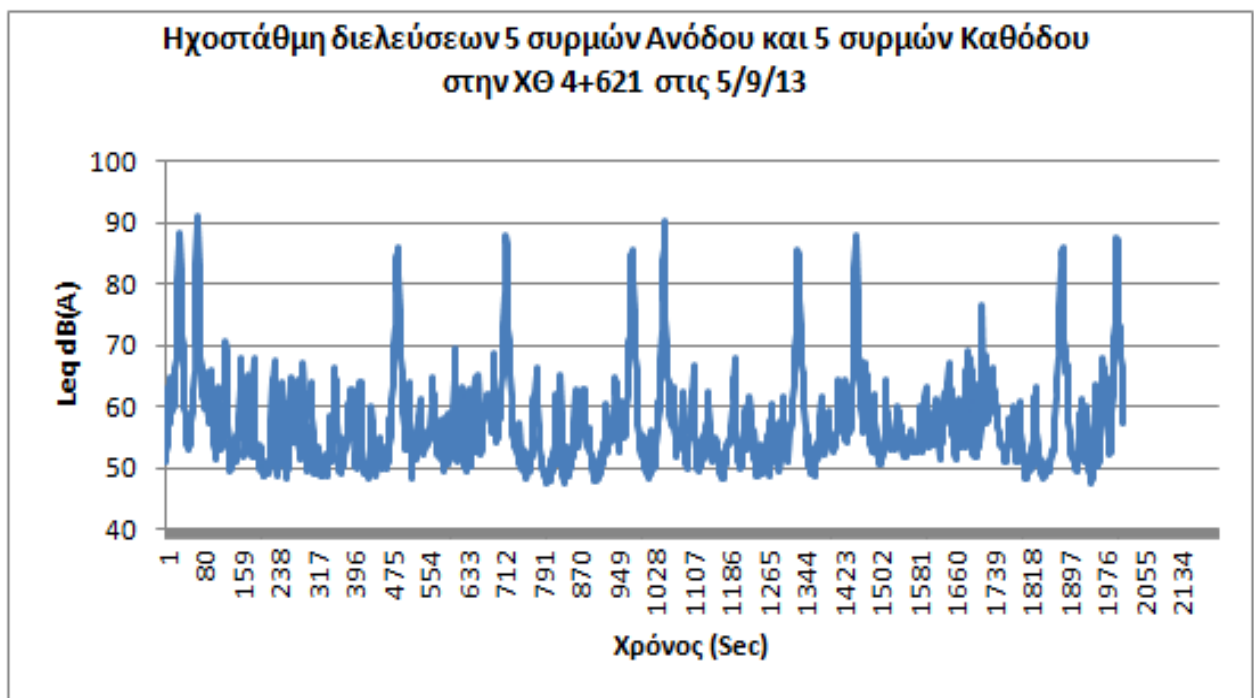
Εικόνα 4.54: Γραφική απεικόνιση χρονοσειράς ηχοστάθμης διελεύσεων 5 αωρμών ανόδου και καθόδου (Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



Εικόνα 4.55: Γραφική απεικόνιση χρονοσειράς ηχοστάθμης διελεύσεων 5 αωρμών ανόδου και καθόδου (Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



Εικόνα 4.56: Γραφική απεικόνιση χρονοσειράς ηχοστάθμης διελεύσεων 5 αυρμών ανόδου και καθόδου (Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).



Εικόνα 4.57: Γραφική απεικόνιση χρονοσειράς ηχοστάθμης διελεύσεων 5 αυρμών ανόδου και καθόδου (Πηγή: Δ/ση Γραμμής & Έργων ΣΤΑΣΥ/ΗΣΑΠ).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα RAILNOISE για σταθερή επιδομή με αντιθορυβικά μέτρα (2015).

α/α	Διατομή	Leq18h (dB(A)) - 2015
1	2+900	70.05
2	5+000	67.29
3	6+000	68.87
4	6+800	69.60
5	7+500	71.09
6	12+800	70.78
7	13+400	70.05
8	15+000	68.26
9	18+200	65.33
10	20+100	65.74
11	23+000	68.04

Πίνακας 5.2: Συνολικός Περιβαλλοντικός Θόρυβος (μετρήσεις 1h σε 5 θέσεις)

L95 (dB) Θόρυβος βάθους χωρίς τον σιδηροδρομικό θόρυβο αλλά και χωρίς τις διακεκριμένες διελεύσεις οχημάτων			Leq (dB) Ολικός ενεργειακός δείκτης περιλαμβάνει όλες τις πηγές θορύβου			L1 (dB) Δείκτης που εκφράζει καλύτερα τη μέγιστη στάθμη που εμφανίζεται κατά τη διέλευση ενός συρμού			Lmax (dB) Μέγιστες τιμές οφειλόμενες όχι απαραίτητα στον σιδηροδρομικό θόρυβο αλλά και σε άλλες αιχμές		
Ελαχ.	Μεση τιμή	Μέγ.	Ελαχ.	Μεση τιμή	Μέγ.	Ελαχ.	Μεση τιμή	Μέγ.	Ελαχ.	Μεση τιμή	Μέγ.
43.6	48.2	54.4	65.1	68.6	74.4	78.5	81.3	84.5	83.6	90.2	103.6

Πίνακας 5.3: Οδικός κυκλοφοριακός φόρτος στην κύρια παράπλευρη οδό της γραμμής κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (οχήματα ανά ώρα)

ΘΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ		Δίκυκλα	Επιβατηγά	Ελαφρά	Βαρέα	Σύνολο οχημάτων
1	Πετράλωνα	177	429	141	18	765
2	Αγ. Ελευθέριος	12	39	12		63
3	Ηράκλειο					αμελητέο
4	Νερατζιώτισσα	10	221	10	0	241
5	Κηφισιά	22	184	20	4	230

Πίνακας 5.4: Περιβαλλοντικός Θόρυβος με ουσιαστική συμμετοχή της σημερινής λειτουργίας της γραμμής (μετρήσεις 1h σε 5 θέσεις)

L95 (dB) Θόρυβος βάθους χωρίς τον σιδηροδρομικό θόρυβο αλλά και χωρίς τις διακεκριμένες διελεύσεις οχημάτων			Leq (dB) Ολικός ενεργειακός δείκτης περιλαμβάνει όλες τις πηγές θορύβου			L1 (dB) Δείκτης που εκφράζει καλύτερα τη μέγιστη στάθμη που εμφανίζεται κατά τη διέλευση ενός συρμού			Lmax (dB) Μέγιστες τιμές οφειλόμενες όχι απαραίτητα στον σιδηροδρομικό θόρυβο αλλά και σε άλλες αιχμές		
Ελαχ.	Μεση τιμή	Μέγ.	Ελαχ.	Μεση τιμή	Μέγ.	Ελαχ.	Μεση τιμή	Μέγ.	Ελαχ.	Μεση τιμή	Μέγ.
43.6	46.7	49.5	65.1	66.9	68.1	78.5	80.2	81.9	83.6	87.8	90.3

Πίνακας 5.5: Σύγκριση δεικτών Leq και L10 μετρήσεων με όρια νέων συγκοινωνιακών έργων

Θέση	2	3	5	Μέση τιμή	Όριο
Leq	68.1	65.1	67.6	66.9	67
L10	67.0	60.4	71.7	66.4	70

Πίνακας 5.6: Σύγκριση δεικτών μετρήσεων 2003 και 2010

Θέσεις μετρήσεων 2010	1	2	3	4	5
Leq	74.4	68.1	65.1	70.5	67.6
Lmax	103.6	89.6	83.6	90.7	90.3
L95	54.4	49.5	43.6	49.8	46.9
Θέσεις μετρήσεων 2003	Θ 15 δ	Θ 31	Θ 42	Θ 45	Θ 50
Leq	72.1	71.7	67.8	82.9	71.2
Lmax	85.1	86.1	84.5	98.5	82.3
L95	59.4	49.0	55.0	55.5	50.0

Πίνακας 5.7: Σύγκριση αποτελεσμάτων στο σταθμό Μοσχάτο

Χ.Θ.	Ημ/νία	Ηχο-απορροφητικές πλάκες	Μέσοι Όροι Leq dB (A)	Μέσοι Όροι Lmax dB (A)	Διαφορές σε dB(A) 18/7 με 5/9		Διαφορά Leq με διόρθωση dB (A)	Διαφορά Lmax με διόρθωση dB (A)
					Leq	Lmax		
4+279	18/7/13	Όχι	91,2	93,3	1,3	1,9		
	5/9/13	Όχι	89,9	91,4				
4+621	18/7/13	Όχι	92,6	94,3	5,6	5,6	5,6-1,3=4,3	5,6-1,9=3,7
	5/9/13	Ναι	87,0	88,7				