

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ & ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

**Προσδιορισμός των επιπέδων ηχητικής όχλησης και δημιουργία
σχεδιαστικής πρότασης ανάπλασης στον ευρύτερο χώρο της
περιοχής ΧΡΩΠΕΙ.**



ΑΡΜΠΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΑΘΗΝΑ 2010

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ & ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

**Προσδιορισμός των επιπέδων ηχητικής όχλησης και δημιουργία
σχεδιαστικής πρότασης ανάπλασης στον ευρύτερο χώρο της
περιοχής ΧΡΩΠΕΙ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΑΡΜΠΗ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Τριμελής Συμβουλευτική & Εξεταστική Επιτροπή

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘ. : Παναγιώτης Νεκτάριος, Επίκουρος Καθηγητής

ΜΕΛΗ : Μαρία Παπαφωτίου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Αγγελική Παρασκευοπούλου, Λέκτορας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΑΘΗΝΑ 2010

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους βοήθησαν για την διεκπεραίωση αυτής της μελέτης. Αρχικά, επιθυμώ να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή κ. Παναγιώτη Νεκτάριο για τη συνεχή και πολύτιμη καθοδήγηση του σε όλα τα στάδια της μελέτης. Επίσης ευχαριστώ την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Μαρία Παπαφωτίου και την Λέκτορα κ. Αγγελική Παρασκευοπούλου για την βοήθεια και τις γνώσεις που μου παρείχαν σε διάφορα στάδια της μελέτης.

Ευχαριστώ πολύ την μητέρα μου και την αδερφή μου Κατερίνα για τη συμπαράσταση και την κατανόηση τους σε όλη τη διάρκεια αυτής της εργασίας, καθώς και τους φίλους και συνάδελφους Νίκο Ντούλα και Κώστα Μπερτσουκλή για την ουσιαστική τους βοήθεια καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσας μελέτης.

Τέλος θα ήταν παράλειψη μου να μην ευχαριστήσω τους φίλους Αλεξάνδρα, Στέφανο, Αντώνη και Άκη για την ηθική και πρακτική τους στήριξη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 3 |
| 1.1 Γενικά | 3 |
| 1.2 Σκοπός παρούσας μελέτης | 5 |
| 1.3 Μεθοδολογία εκπόνησης μελέτης | 5 |
| 2. ΗΧΟΣ- ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ | 7 |
| 2.1 Ήχος | 7 |
| 2.2 Είδη ηχητικών κυμάτων | 9 |
| 2.3. Φυσικά χαρακτηριστικά του ήχου | 11 |
| 2.3.1. Συχνότητα | 11 |
| 2.3.2. Ένταση | 11 |
| 2.4. Υποκειμενικά χαρακτηριστικά | 13 |
| 2.5. Ηχητικά φαινόμενα | 16 |
| 2.5.1. Απορρόφηση | 16 |
| 2.5.2. Περίθλαση | 17 |
| 2.5.3. Ανάκλαση | 18 |
| 2.5.4. Διάθλαση | 19 |
| 2.6. Φαινόμενο Doppler | 20 |
| 2.7. Διαχωρισμός των συχνοτήτων του ακουστικού φάσματος | 23 |
| 2.8. Είδη ηχητικών πεδίων | 24 |
| 3. ΘΟΡΥΒΟΣ | 25 |
| 3.1. Κατηγορίες θορύβων | 27 |
| 3.2. Σταθμιστικά φίλτρα θορύβου | 29 |
| 3.3. Συστήματα κατάταξης θορύβου - Δείκτες θορύβου | 31 |
| 3.4. Θόρυβος και επιπτώσεις στις δραστηριότητες και την υγεία | 35 |
| 3.5. Πηγές θορύβου | 39 |
| 4. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ | 41 |
| 4.1. Γενικά | 41 |
| 4.2. Πηγές οδικού θορύβου | 42 |
| 4.3. Παράγοντες δημιουργίας του κυκλοφοριακού θορύβου | 43 |

| | |
|---|----|
| 4.3.1. Κυκλοφοριακή ροή | 43 |
| 4.3.2. Ποσοστό των βαρέων οχημάτων | 45 |
| 4.3.3. Ταχύτητα κυκλοφορίας | 46 |
| 4.3.4. Διασταυρώσεις | 47 |
| 4.3.5. Κλίση του δρόμου | 47 |
| 4.3.6. Πλάτος του δρόμου | 48 |
| 4.3.7. Είδος και ποιότητα επιφανείας οδοστρώματος | 49 |
| 4.4. Παράγοντες διάδοσης του κυκλοφοριακού θορύβου | 51 |
| 4.4.1. Απορρόφηση του εδάφους και το ύψος του δέκτη | 51 |
| 4.4.2. Η θέση του δρόμου | 51 |
| 4.4.3. Απόσταση | 53 |
| 4.4.4. Ατμοσφαιρική εξασθένηση | 53 |
| 4.4.5. Μετεωρολογικές συνθήκες | 53 |
| 5. ΜΕΤΡΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ | 55 |
| 5.1. Γενικά | 55 |
| 5.2. Χαρτογράφηση του θορύβου | 56 |
| 5.3. Μείωση του θορύβου της πηγής | 58 |
| 5.4. Μείωση με σωστή πολεοδομική διαμόρφωση | 58 |
| 5.5. Αντιθορυβικός σχεδιασμός κατοικίας | 59 |
| 5.6. Χρήση αντιθορυβικών οδοστρωμάτων | 60 |
| 5.7. Ηχοπετάσματα | 61 |
| 5.7.1 Ακουστική λειτουργία ηχοπετασμάτων | 62 |
| 5.7.2. Είδη ηχοπετασμάτων | 64 |
| 5.7.3. Αποτελεσματικότητα ηχοπετασμάτων - Μορφές και διαστάσεις | 66 |
| 5.7.4. Υλικά κατασκευής ηχοπετασμάτων | 70 |
| 5.8. Ηχοπροστατευτικά αναχώματα | 75 |
| 5.9. Μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου από συστήματα φύτευσης και ζώνες πρασίνου | 76 |
| 5.10. Μέθοδοι πρόβλεψης κυκλοφοριακού θορύβου | 86 |
| 6. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΘΟΡΥΒΟ | 89 |
| 6.1. Ελληνική νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος από τον θόρυβο | 89 |

| | |
|---|-----|
| 6.2. Κοινοτική νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος από τον θόρυβο | 94 |
| 6.3. Συνοπτική αναφορά στη νομοθεσία ξένων χωρών για το θόρυβο | 98 |
| 7. ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ | 100 |
| 8. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ | 102 |
| 8.1. Η θέση | 102 |
| 8.2. Λεπτομερέστερη περιγραφή του υπό μελέτη χώρου | 105 |
| 8.2.1. Τα οικόπεδα της ΧΡΩΠΕΙ | 105 |
| 8.2.1.1. Ιστορία της ΧΡΩΠΕΙ | 105 |
| 8.2.1.2. Ιδιοκτησιακό καθεστώς των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ | 106 |
| 8.2.1.3. Περιγραφή του χώρου της ΧΡΩΠΕΙ | 107 |
| 8.2.2. Γήπεδο Γεώργιος Καραϊσκάκης | 113 |
| 8.2.2.1. Ιστορία και ιδιοκτησιακό καθεστώς του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης | 113 |
| 8.2.2.2. Περιγραφή του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης | 115 |
| 8.2.3. Ιστορία και περιγραφή του χώρου της Κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίον | 121 |
| 8.3. Ο Δήμος Πειραιά | 125 |
| 8.3.1. Γεωγραφική θέση του Δήμου Πειραιά | 125 |
| 8.3.2. Ιστορία του Πειραιά | 127 |
| 8.3.3. Σταδιακή εξέλιξη της Πειραιϊκής Οικονομίας | 128 |
| 8.3.4. Σύγχρονη Πειραιϊκή Οικονομία | 131 |
| 8.3.5. Πληθυσμιακά-Δημογραφικά στοιχεία Δήμου Πειραιά | 133 |
| 8.3.6. Αθλητισμός | 138 |
| 8.3.7. Χώροι πρασίνου | 139 |
| 8.4. Νέο Φάληρο | 142 |
| 8.5. Φυσικό περιβάλλον | 143 |
| 8.5.1. Γεωλογικό υπόβαθρο | 143 |
| 8.5.2. Οξύτητα του εδάφους (pH) | 145 |
| 8.5.3. Αλατότητα | 145 |
| 8.5.4. Υδρολογικά στοιχεία | 147 |
| 8.6. Κλιματικές συνθήκες της περιοχής | 148 |
| 8.6.1. Θερμοκρασία | 148 |

| | |
|---|-----|
| 8.6.2. Υγρασία | 151 |
| 8.6.3. Ηλιοφάνεια | 152 |
| 8.6.4. Υετός | 153 |
| 8.6.5. Άνεμος | 156 |
| 8.6.6. Κλιματική κατάταξη | 159 |
| 9. ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ | 161 |
| 9.1. Κύριες πηγές ηχορύπανσης της περιοχής | 161 |
| 9.1.1. Λεωφόρος Μικράς Ασίας | 161 |
| 9.1.2. Λεωφόρος Πειραιώς | 163 |
| 9.1.3. Δρόμος Καραολή και Δημητρίου | 164 |
| 9.1.4. Σταθμός ΗΣΑΠ Νέου Φαλήρου | 166 |
| 9.2. Σημεία μέτρησης θορύβου | 170 |
| 9.3. Περίοδος διεξαγωγής των μετρήσεων | 177 |
| 9.4. Τρόπος διεξαγωγής των μετρήσεων | 178 |
| 9.5. Όργανο μέτρησης θορύβου | 179 |
| 9.6. Επιλογή δεικτών θορύβου | 182 |
| 9.7. Αποτελέσματα των μετρήσεων | 183 |
| 9.8. Συζήτηση - Συμπεράσματα | 189 |
| 10. ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΑΞΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ | 192 |
| 11. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ | 196 |
| 11.1. Μέτρα μείωσης των επιπέδων θορύβου | 196 |
| 11.2. Βασικές σχεδιαστικές γραμμές | 202 |
| 11.3. Είσοδοι-Περίφραξη | 207 |
| 11.4. Διάδρομοι κίνησης | 210 |
| 11.5. Δομή και λειτουργικές ενότητες του πάρκου | 211 |
| 11.5.1. Δραστηριότητες | 213 |
| 11.6. Αναλυτική περιγραφή σχεδιαστικής πρότασης | 215 |
| 11.7. Αρχές οργάνωσης πρασίνου | 233 |
| 11.8. Διάρθρωση πρασίνου | 234 |
| 11.9. Φωτισμός | 241 |
| 12. ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΒΟΤΑΝΙΚΟΥ ΚΗΠΟΥ | 244 |
| 13. ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΠΑΡΚΟΥ | 248 |

| | |
|-------------------|-----|
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 251 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΩΝ | 258 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει ο κάτοικος μιας πόλης είναι ο θόρυβος που προέρχεται από την κυκλοφοριακή κίνηση. Εκτιμάται ότι το 20% περίπου του πληθυσμού της Ε.Ε. εκτίθενται σε στάθμες θορύβου που οι ειδικοί σε θέματα υγείας θεωρούν απαράδεκτες.

Ο θόρυβος που προέρχεται από την οδική κυκλοφορία ή την κίνηση των σιδηροδρομικών συρμών, αποτελούν τις σημαντικότερες πηγές θορύβου, υποβαθμίζοντας την ποιότητα ζωής στις μεγάλες Ευρωπαϊκές πόλεις. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό, είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του αστικού πληθυσμού εκτίθεται περισσότερο στο κυκλοφοριακό θόρυβο σε σχέση με τις άλλες σημειακές πηγές θορύβου.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η μέτρηση των επιπέδων ηχητικής όχλησης στην ευρύτερη περιοχή της ΧΡΩΠΕΙ και η δημιουργία σχεδιαστικής πρότασης, έτσι ώστε να μειωθεί ο θόρυβος, ο οποίος προέρχεται από τις κοντινές πηγές ηχορύπανσης (ηλεκτρικός σιδηρόδρομος, λεωφόρος Μικράς Ασίας, λεωφόρος Πειραιώς και ο δρόμος Καραολή και Δημητρίου).

Οι μετρήσεις θορύβου στις οποίες στηρίχτηκε η μελέτη έγιναν σε σημεία εντός του χώρου ανάπλασης αλλά και σημεία που βρίσκονταν κοντά στις πηγές ηχορύπανσης. Οι δείκτες που μελετήθηκαν ήταν L_{aeq} , L_{min} , L_{max} , $L_{0.5}$, L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} .

Στην παρούσα μελέτη γίνεται καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης με πλούσιο φωτογραφικό υλικό και παράθεση στοιχείων που αφορούν σε εδαφικούς, κλιματικούς, πολεοδομικούς και άλλους παράγοντες οι οποίοι χαρακτηρίζουν την περιοχή. Ακολουθεί πρόταση ανάπλασης και παράθεση σχεδίων σχετικά με τις νέες χρήσεις γης και την φύτευση.

ABSTRACT

One of the most severe problems for the residents of cities nowadays is traffic noise. It is estimated that 20% of the European Union populations exposed to noise levels that scientists regard as inappropriate.

Among the various sources that lessen the life quality in European cities, the most important is traffic noise. The reason for that is that the majority of the city population is exposed to traffic noise more systematically than the other focal noise sources.

The purpose of the present study is to estimate and evaluate the traffic noise and design the area of CHROPI in order to abate the noise deriving from near noise sources (railway, M.Asias avenue, Peiraios avenue and Karaoli & dimitriou) .

The measurements that supported the study took place in the studied area and also near the noise sources. The factors that were studied are the L_{aeq} , L_{min} , L_{max} , $L_{0.5}$, L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} .

In the present study, the current situation is being itemized with rich photographic material and display of data which appertain ground, climatic and town planning factors, which characterize the area. A suggestion of the reformation accompanied by the display of plans, referring to the new usages of land and the planting.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά

Στην αρχή του 20ου αιώνα ένας από τους πατέρες της σύγχρονης υγιεινολογίας, ο Robert Koch, έγραφε σχετικά με το θόρυβο ότι “μια μέρα ο άνθρωπος θα αγωνίζεται ενάντια στο θόρυβο με την ίδια επιμονή που παλεύει με τη χολέρα και την πανώλη”. Δυστυχώς για τον άνθρωπο, αυτή η μέρα έφθασε και δεν είναι μόνο το αποτέλεσμα της μη ορθολογικής οργάνωσης της βιομηχανικής παραγωγής, αλλά και της χαώδους πολεοδομικής ανάπτυξης. Η βιομηχανική παραγωγικότητα αναπτύχθηκε παράλληλα με την αύξηση της ταχύτητας των μηχανών, κάτι που οδήγησε και σε μεγαλύτερη παραγωγή θορύβου.

Ο θόρυβος, ο οποίος εκπέμπεται από τα μέσα των μεταφορών εδάφους ή αέρος, είναι η μορφή όχλησης η πλέον διαδεδομένη στις βιομηχανικές χώρες ή στις χώρες υπό ανάπτυξη. Το ποσοστό των ατόμων που θεωρούν το θόρυβο ως την πιο βασική όχληση στο φυσικό περιβάλλον που οφείλεται στις μεταφορές, αυξάνεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια.

Στην περίπτωση του θορύβου και πιο συγκεκριμένα όταν ο άνθρωπος εκτίθεται σε σχετικά μεγάλες εντάσεις για τακτά ή συνεχή χρονικά διαστήματα, τότε το αυτί υφίσταται κάποιες βλάβες, άλλοτε ελαφριές και άλλοτε σοβαρότερες (ακόμα και στις περιπτώσεις συχνού χαμηλού θορύβου). Η ηχορύπανση όμως έχει αρνητική επίδραση και στην ψυχολογική ισορροπία του ατόμου, επηρεάζοντας βραχυπρόθεσμα ή και μακροπρόθεσμα την κοινωνική του συμπεριφορά και όλες εκείνες τις παραμέτρους που απορρέουν από αυτήν.

Ανάμεσα στους παράγοντες που αποτελούν πηγές ενόχλησης για τους κατοίκους αστικών περιοχών, είναι ο κυκλοφοριακός θόρυβος και οι προκαλούμενοι από την κυκλοφορία και γενικότερα τα συγκοινωνιακά μέσα, κραδασμοί και δονήσεις στα κτίρια. Ο θόρυβος είναι στενά συσχετισμένος με τους κραδασμούς και συχνά είναι δύσκολο να διακριθούν από μη ειδικούς. Τόσο ο θόρυβος, όσο και οι κραδασμοί, γίνονται αντιληπτοί ως δυσάρεστες αισθήσεις.

Ο θόρυβος από την οδική κυκλοφορία -σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες εκτιμήσεις της Δ/σης DG XI της Ευρωπαϊκής Ένωσης- ενοχλεί το 20-25% περίπου του πληθυσμού των ανεπτυγμένων κρατών της Δυτ. Ευρώπης, ενώ το 19% του συνολικού πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης (περίπου 67 εκατ.) ευρίσκεται σε περιοχές με υψηλές στάθμες θορύβου, με εκτιμώμενο οικονομικό κόστος τα 38 δις ευρώ.

Στην Ελλάδα το πρόβλημα του θορύβου είναι εντονότατο. Η Αθήνα είναι η πρώτη από τις ευρωπαϊκές πρωτεύουσες στην έκθεση του πληθυσμού της σε επίπεδα θορύβου άνω των 75dB, σε ποσοστό 2%, όταν στο Παρίσι και το Λονδίνο τα ποσοστά είναι 0,6% και 0,4% αντίστοιχα. Επίσης το 45% του πληθυσμού της Αθήνας εκτίθεται σε θορύβους άνω των 65dB, όταν στη Ρώμη το ποσοστό αυτό είναι 18%, στο Παρίσι 17% και στο Λονδίνο 16%, κάνοντας επιτακτική την ανάγκη για την λήψη μέτρων κατά του θορύβου. Η καταπολέμηση του απαιτεί τον έλεγχο των παραγωγικών μονάδων, των μέσων μεταφοράς και των άλλων πηγών ηχορύπανσης, με νομοθεσία, προδιαγραφές και εργαστηριακούς ελέγχους όπως επίσης και μακροπρόθεσμους χωροταξικούς και αναπτυξιακούς προγραμματισμούς.

1.2. Σκοπός παρούσας μελέτης

Σκοπός είναι δημιουργία σχεδιαστικής πρότασης για την ανάπλαση του ευρύτερου χώρου της περιοχής ΧΡΩΠΕΙ, που βρίσκεται στη συνοικία του Νέου Φαλήρου του Δήμου Πειραιά, έτσι ώστε να μειωθεί η ηχορύπανση, η οποία προέρχεται από τις λεωφόρους Μικράς Ασίας, Πειραιώς και τον δρόμο Καραολή και Δημητρίου (Λ. Βεΐκου) καθώς και από τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο. Η πρόταση περιλαμβάνει την αποκατάσταση της υποβαθμισμένης αισθητικά και λειτουργικά περιοχής μέσω της δημιουργίας αστικού πρασίνου ενταγμένου σε ένα μητροπολιτικό πάρκο στο οποίο προβλέπεται να εμπεριέχονται πολλαπλές δραστηριότητες και χρήσεις, ώστε να μεγιστοποιηθεί η προσέλκυση και προσέλευση δημοτών γειτονικών ή και απομακρυσμένων δήμων.

1.3. Μεθοδολογία εκπόνησης μελέτης

Για την εκπόνηση της υπάρχουσας μελέτης υιοθετήθηκαν οι παρακάτω μέθοδοι και πραγματοποιήθηκαν τα ακόλουθα στάδια εργασίας :

➤ Βιβλιογραφικό υλικό

Για την καλύτερη κατανόηση του θέματος κρίθηκε απαραίτητη η παράθεση ορισμένων στοιχείων σχετικά με τον ήχο και τον θόρυβο.

➤ Αυτοψία και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης

Πραγματοποιήθηκαν επανειλημμένες επισκέψεις στην υπό μελέτη περιοχή, όπου και προσδιορίστηκαν σε διάφορα σημεία τα επίπεδα ηχητικής όχλησης. Παράλληλα έγινε λεπτομερής καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, ενώ ελήφθη και πλούσιο φωτογραφικό υλικό.

➤ Συλλογή απαραίτητων στοιχείων

Συγκεντρώθηκαν στοιχεία από διάφορες υπηρεσίες που αφορούν στις φυσικές και κοινωνικές συνθήκες της υπό μελέτη περιοχής.

➤ **Επεξεργασία δεδομένων**

Αξιολόγηση των συλλεχθέντων στοιχείων και πληροφοριών και επεξεργασία αυτών σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των επιτόπιων παρατηρήσεων.

➤ **Σύνταξη μελέτης**

Με βάση τα παραπάνω διατυπώθηκαν συγκεκριμένα ζητήματα προς επίλυση, καθορίστηκαν οι στόχοι της μελέτης, αναλύθηκαν οι βασικές ιδέες και οι άξονες σχεδιασμού, εκφράστηκαν λεπτομερείς προτάσεις και τέλος πραγματοποιήθηκε η σχεδίαση του χώρου και η ανάλυση του.

2. ΗΧΟΣ- ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

2.1. Ήχος

Ο ήχος μπορεί να οριστεί με δυο διαφορετικούς τρόπους, έναν σχετικό με τη φυσική και έναν σχετικό με τη ψυχοφυσική :

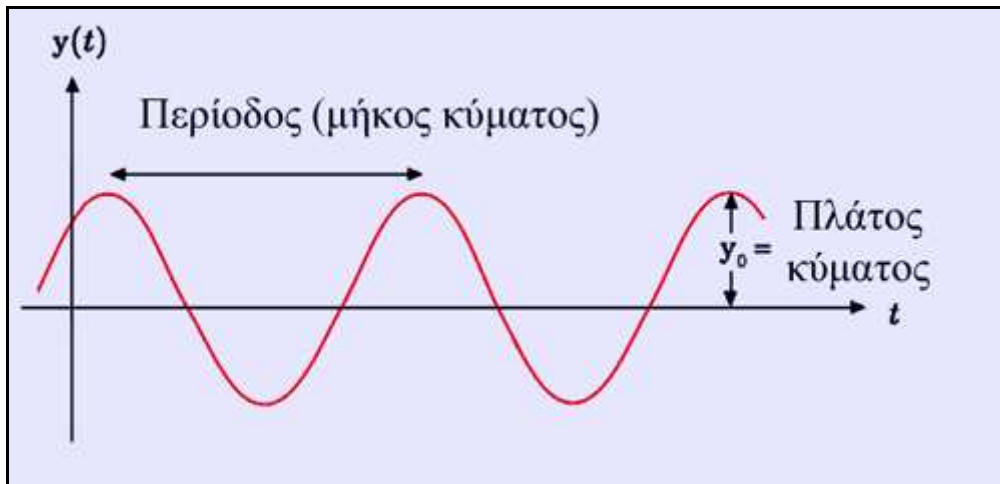
- Μηχανική διαταραχή που διαδίδεται μέσα σε ένα ελαστικό μέσο, με ορισμένη ταχύτητα και έχει τέτοιο χαρακτήρα, ώστε να μπορεί να διεγείρει το αισθητήριο της ακοής και να προκαλέσει ακουστικό ερέθισμα.
- Την υποκειμενική αίσθηση που προκαλείται στον εγκέφαλο, λόγω της διέγερσης των αισθητηρίων οργάνων της ακοής, που έχει σαν αποτέλεσμα την αντίληψη του ήχου (Τσινίκας, 2005).

Πιο απλά ο ήχος είναι οποιαδήποτε μεταβολή της πίεσης (στον αέρα, το νερό, ή οποιοδήποτε άλλο ελαστικό μέσο) που μπορεί να ανιχνεύσει το ανθρώπινο αυτί (Δρακόπουλος, 2008).

Τα ηχητικά κύματα κινούνται με διαφορετική ταχύτητα στα διάφορα υλικά μέσα. **Ταχύτητα του ήχου** είναι η ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων σε οποιαδήποτε υλικό μέσο (Σκαρλάτος, 1998). Οι ήχοι κινούνται γρήγορα στα στερεά, αργά στα αέρια και με ενδιάμεσες ταχύτητες στα υγρά. Δείχνουν δηλαδή διάθεση να κινηθούν γρηγορότερα στα πυκνότερα υλικά. Π.χ. στο ατσάλι ο ήχος διαδίδεται με ταχύτητα 6100 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, στο νερό με ταχύτητα 1480 περίπου μέτρα ανά δευτερόλεπτο, ενώ στον αέρα με 344 περίπου μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Ακόμη θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ο ήχος ταξιδεύει πιο γρήγορα στα θερμά παρά στα ψυχρά σώματα. Έτσι σε θερμοκρασία 0 °C ο ήχος διανύει απόσταση 330-332 μέτρα σε ένα δευτερόλεπτο, ενώ στον ίδιο χρόνο στους 100 °C έχει καλύψει απόσταση 386-388 μέτρα. Γνωρίζοντας την ταχύτητα και την συχνότητα ενός ήχου υπολογίζουμε το μήκος κύματος (λ) αυτού (Δρακόπουλος, 2008).

Ως **Μήκος κύματος** χαρακτηρίζεται η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών ενός ηχητικού κύματος. Καθώς "ταξιδεύει" ένα κύμα στο χώρο, που χαρακτηρίζεται με ορισμένη συχνότητα, η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών του, παραμένει σταθερή. Αυτή η σταθερή απόσταση ονομάζεται

μήκος κύματος. Το μήκος κύματος είναι αντιστρόφως ανάλογο της συχνότητας του ίδιου κύματος, που σημαίνει πως: όσο μικρότερη είναι η συχνότητα ενός κύματος τόσο μεγαλύτερο θα είναι το μήκος κύματός του (http://el.wikipedia.org/wiki/Μήκος_κύματος)



Διάγραμμα 2.1. Μήκος ηχητικού κύματος

(Πηγή : <http://www.hellenica.de/Physik/PeriodikoKyma.png>)

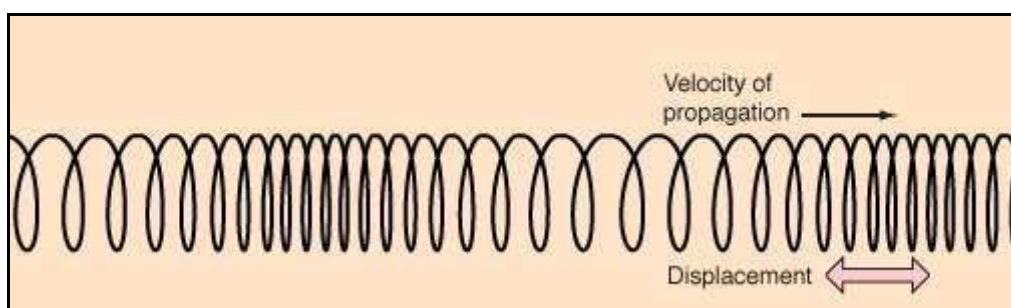
2.2. Είδη ηχητικών κυμάτων

Ο ρόλος του ημιτονικού κύματος ως δομικό στοιχείο των σύνθετων ήχων, αποσαφηνίστηκε για πρώτη φορά το 1801 από τον Γάλλο μαθηματικό Ζαν Μπατίστ Φουριέ. Ο Φουριέ απέδειξε έμπρακτα την ανάλυση ενός σύνθετου ήχου στα συστατικά του ημιτονικού κύματος, κάνοντας ένα βήμα μπροστά. Από εκείνο το σημείο και πέρα έγινε ευκολότερη η μελέτη του ήχου στις διάφορες πτυχές του (Stevens et al., 1965).

Οι δύο γενικές κατηγορίες διάκρισης των κυμάτων είναι τα εγκάρσια και τα διαμήκη. Τα εγκάρσια είναι εκείνα στα οποία η διεύθυνση ταλάντωσης των τμηματιδίων της μάζας είναι κάθετη προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος. Στο **εγκάρσιο κύμα** η υψηλότερη περιοχή της ημιτονοειδούς γραμμής μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή λέγεται 'όρος', ενώ η χαμηλότερη 'κοιλιάδα'. Η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών ορέων λέγεται μήκος κύματος. Τα **διαμήκη κύματα** είναι εκείνα στα οποία η διεύθυνση ταλάντωσης των τμηματιδίων της μάζας συμπίπτει με τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος (Κανέλος, 1965).

Για τα διαμήκη κύματα ισχύουν:

- Διαδίδονται υπό μορφή πυκνωμάτων και αραιωμάτων
- Διαδίδονται μόνο στα μέσα στα οποία παρουσιάζεται ελαστικότητα όγκου, δηλ. στα υγρά, στα αέρια και σε ορισμένα μόνο στερεά.
- Δεν υφίστανται πόλωση



Διάγραμμα 2.2. Διαμήκες κύμα

(Πηγή: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/tralon.html>)

Για τα εγκάρσια κύματα ισχύουν:

- Διαδίδονται υπό μορφή διαδοχικών ορέων και κοιλάδων
- Διαδίδονται στα στερεά και στην επιφάνεια των υγρών

- Υφίστανται πόλωση (Ιωάννου, 1997)

Για τη διάδοση του ήχου στα διάφορα μέσα, ισχύουν οι παρακάτω τύποι:

α) Ταχύτητα διάδοσης του ήχου στα στερεά: $c = \sqrt{E / \rho}$

όπου: **E** το μέτρο ελαστικότητας

ρ η πυκνότητα του στερεού

β) Ταχύτητα διάδοσης του ήχου στα υγρά: $c = \sqrt{B / \rho}$

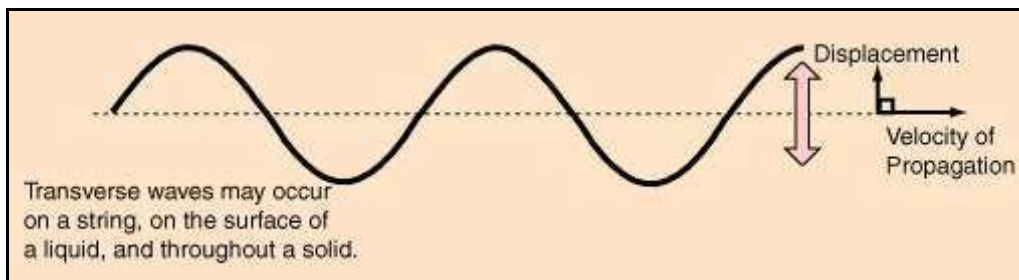
όπου: **B** ο συντελεστής ελαστικότητας

ρ η πυκνότητα του υγρού

γ) Ταχύτητα διάδοσης του ήχου στα αέρια: $c = \sqrt{\gamma p / \rho}$

όπου: **p** η πίεση

γ ο λόγος C_p / C_v των δυο ειδικών θερμότητων του αερίου (Κανέλος, 1965)



Διάγραμμα 2.3. Εγκάρσιο κύμα

(Πηγή: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/tralon.html>)

2.3. Φυσικά χαρακτηριστικά του ήχου

Τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά του θορύβου είναι η (α) η συχνότητα και (β) η ένταση.

2.3.1. Συχνότητα (Frequency)

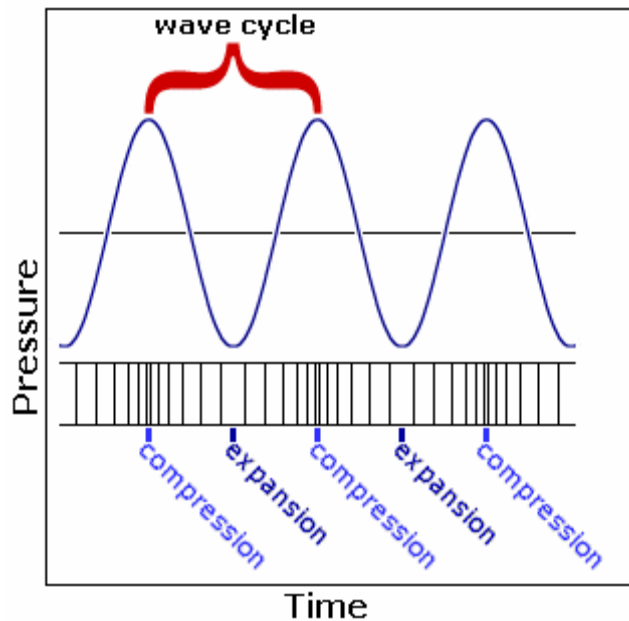
Η συχνότητα ορίζει τον αριθμό των ολοκληρωμένων περιόδων στη μονάδα του χρόνου και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο ή Hertz (Hz). Ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί, να αφομοιώσει και κυρίως να ανεχθεί ένα ορισμένο φάσμα ήχων που βρίσκονται μέσα στην περιοχή συχνοτήτων από 16 έως 20.000 Hz. Οι ήχοι που έχουν συχνότητα μεγαλύτερη των 20.000 Hz ονομάζονται υπέρηχοι ενώ εκείνοι με συχνότητα μικρότερη των 16 Hz υπόηχοι. Οι υπόηχοι και οι υπέρηχοι, αν και δεν γίνονται αντιληπτοί από τον άνθρωπο, μπορεί να έχουν βλαπτική επίδραση στην υγεία του. Η σχέση που συνδέει τη συχνότητα (ν) με το μήκος κύματος (λ) είναι:

$$\nu = \frac{v}{\lambda}$$

όπου v είναι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος (Μπαλής,2005).

2.3.2. Ένταση (Intensity)

Ως ένταση του ήχου ορίζεται το ποσό της ηχητικής ενέργειας που διέρχεται από τη μονάδα επιφάνειας (η οποία βρίσκεται κάθετα στην ακτίνα μετάδοσης του ηχητικού κύματος), στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε Watt/m^2 . Πρακτικά, η ένταση είναι δύσκολο να μετρηθεί, διότι είναι διανυσματικό μέγεθος. Είναι όμως ευκολότερο να καταγραφούν οι μεταβολές της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα από τα πυκνώματα και αραιώματα του ηχητικού κύματος.



Διάγραμμα 2.4. Πυκνώματα και αραιώματα του ηχητικού κύματος

Πηγή:<http://www.dosits.org/science/whatis/img/compositb-frequenc.gif>

Ως μονάδα μέτρησης της ηχητικής έντασης χρησιμοποιείται το **decibel (dB)**, το οποίο είναι λογαριθμική μονάδα και εκφράζει το επίπεδο της ηχητικής πίεσης. Αποτελεί το 1/10 του bel, όπου το ένα bel αντιπροσωπεύει τη διαφορά ανάμεσα σε δύο εντάσεις I_1 , I_0 όπου η πρώτη είναι δέκα φορές μεγαλύτερη από τη δεύτερη. Έτσι, η ηχητική ένταση προσδιορίζει τη σχέση ανάμεσα στις δύο εντάσεις και μπορεί να εκφραστεί από την εξίσωση :

$$\text{Ένταση ήχου} = 10 \log_{10}(I_1/I_0) \text{ (dB)}$$

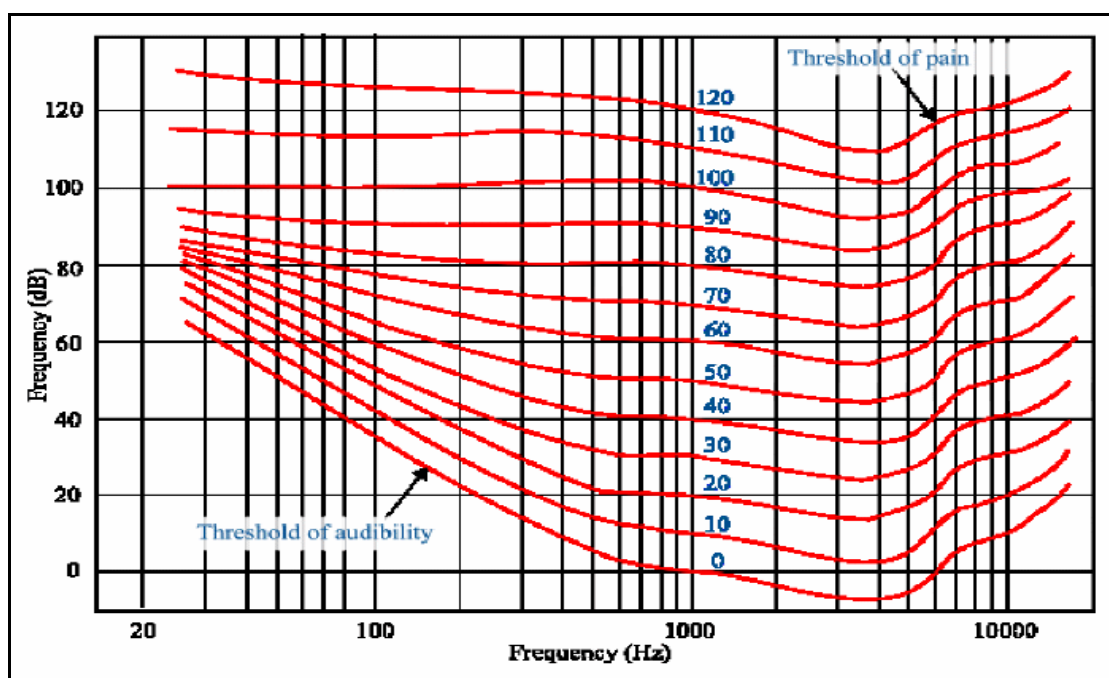
Για παράδειγμα, η διαφορά ανάμεσα στις εντάσεις των $10 \cdot 8 \text{ Watts/m}^2$ και $10 \cdot 4 \text{ Watts/m}^2$, μια διαφορά των 10.000 μονάδων, μπορεί να εκφραστεί ως μια διαφορά των 4 bels ή των 40decibels.

Το decibel (dB) ως λογαριθμική μονάδα παρουσιάζει μια ιδιαιτερότητα πολύ σημαντική στην εκτίμηση των ηχητικών επιπέδων στους εργασιακούς χώρους. Για κάθε διπλασιασμό της ηχητικής έντασης παρατηρείται μια αύξηση 3dB του ηχητικού επιπέδου, δηλαδή το διπλάσιο των 85 dB δεν είναι τα 170 αλλά τα 88 dB.

Στην κλίμακα του decibel ο μικρότερος ακουστικός ήχος (κοντά στο όριο ολικής ησυχίας) είναι 0 dB. Ένας ήχος 10 φορές ισχυρότερος είναι 10 dB, ένας 100 φορές πιο ισχυρός από το όριο ολικής ησυχίας είναι 20 dB, ενώ ένας 1.000 φορές πιο ισχυρός από το παραπάνω όριο είναι 30 dB (Μπαλής, 2005).

2.4. Υποκειμενικά χαρακτηριστικά

- **Ύψος (Pitch).** Ύψος ήχου είναι το βαρύ ή το οξύ κι εξαρτάται από τον αριθμό των παλμικών κινήσεων που κάνει το ηχογόνο σώμα, κατά τη διέγερσή του, σε 1 δευτερόλεπτο. Όσο πιο μικρός είναι ο αριθμός των παλμικών κινήσεων, τόσο πιο βαρύς είναι ο ήχος, ενώ όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός των παλμικών κινήσεων, τόσο πιο οξύς είναι ο παραγόμενος ήχος. Είναι το αντίστοιχο υποκειμενικό γνώρισμα της συχνότητας.
- **Ακουστότητα (Loudness).** Η υποκειμενική εκδοχή της έντασης είναι η ακουστότητα με μονάδα στάθμης το 1 phon και δεν είναι τίποτε άλλο από «το μέγεθος της ακουστικής αντίληψης που παράγει ο ήχος στον ακροατή». Η διαφοροποίηση μεταξύ έντασης και ακουστότητας, απεδείχθη ξεκάθαρα από τις καμπύλες ίσης ακουστότητας που συνέταξαν οι Fletcher & Munson



Διάγραμμα 2.5. Καμπύλες ίσης ακουστότητας Fletcher – Munson

(Πηγή:http://www.customanalogue.com/elsinore/elsinore_images/Fletcher-Munson_700W.gif)

Από το άνω διάγραμμα προκύπτει η εξάρτηση της ακουστότητας ενός ήχου από τη συχνότητά του. Ήχοι με ίδια ένταση ή ακουστική πίεση, αλλά με

διαφορετική συχνότητα, έχουν διαφορετική ακουστότητα, υποδηλώνοντας ότι το αυτί δεν έχει την ίδια ευαισθησία σε όλες τις συχνότητες. Κάτω από το 1Khz και πάνω από τα 6 KHz, η ευαισθησία του αυτιού μειώνεται αρκετά, ενώ στην περιοχή 3-4 KHz παρουσιάζει τη μέγιστη ευαισθησία. «Στην περιοχή μέγιστης ευαισθησίας, το αυτί μπορεί να διακρίνει περίπου 375 στάθμες ακουστότητας, ενώ στις χαμηλές ή πολύ υψηλές συχνότητες, οι διακριτές στάθμες μειώνονται κατά πολύ. Συνεπώς, με δεδομένο ότι η περιοχή αντιληπτών εντάσεων ήχου έχει εύρος περίπου 120dB, τότε το αυτί μπορεί να διακρίνει μεταβολές έντασης περίπου 0,5dB στην περιοχή μέγιστης ευαισθησίας του (Χαδέλλης, 2004)». Η μικρότερη ακουστότητα που μπορεί να αντιληφθεί το ανθρώπινο αυτί σε μια δεδομένη αλλαγή έντασης, όχι συγκεκριμένα στην περιοχή μέγιστης ευαισθησίας, αλλά σε όλο το ακουστικό φάσμα είναι περίπου 3dB. Το επίπεδο 0dB έχει καθιερωθεί ως ο ασθενέστερος ήχος – για τις μετρήσεις της καθημερινής ζωής – που είναι ακουστός από ένα συνηθισμένο αυτί. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ακουστότητα δεν είναι ευθέως ανάλογη της έντασης, λόγω του ότι ένας εγγενής εσωτερικός μηχανισμός στο αυτί ελαττώνει την ευαισθησία του, καθώς αυξάνει η ένταση, έτσι ώστε όταν π.χ. η ένταση ενός ήχου διπλασιάζεται, η ακουστότητα αντί να διπλασιασθεί, αυξάνεται περίπου κατά 23% (Stevens et al., 1965). Επειδή με τις καμπύλες ίσης ακουστότητας και τη μονάδα ρhon δε μπορεί να υπάρξει μια πραγματική εικόνα για το πότε ένας ήχος είναι διπλάσιος ή μισός σε ένταση από κάποιον άλλο, εισήχθη μια νέα μονάδα ακουστότητας, το sone όπου «τα δυο sones ηχούν με διπλάσια ακουστότητα από το 1 sone, τα 20 sones διπλάσια από τα 10 sones κ.ο.κ. Εξ' ορισμού το 1 sone είναι η ακουστότητα που παράγει ένας απλός τόνος συχνότητας 1KHz με στάθμη 40 phons.» Για το διαχωρισμό του ρhon και sone, μπορεί να οριστεί ότι το ρhon είναι αντικειμενική μονάδα ακουστότητας, ενώ το sone υποκειμενική (Χαδέλλης, 2004).

➤ **Χροιά (Timbre).** Είναι αυτό που κάνει δυο ή περισσότερους ήχους ίδιας έντασης και οξύτητας να διαφέρουν μεταξύ τους. Όταν π.χ. από ένα μουσικό όργανο ακούγεται μια νότα μαζί με τη θεμελιώδη συχνότητα, δημιουργείται κι ένα πλήθος από αρμονικές. Η ενέργεια που μεταφέρει κάθε αρμονική εξαρτάται από το είδος του οργάνου και αυτό ακριβώς είναι που κάνει να διαφέρει ένα όργανο από ένα άλλο, και λέγεται ότι κάθε όργανο έχει

τη δική του χροιά. Το αυτί μας, που έχει τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται και να ξεχωρίζεται τις αρμονικές μπορεί έτσι να πιστοποιεί την ταυτότητα της ηχητικής πηγής. Η διαφορετικότητα της χροιάς έγκειται στον διαφορετικό τρόπο με τον οποίο κατανέμεται η ηχητική ενέργεια κάθε φορά. Γι' αυτό και είναι το αντίστοιχο υποκειμενικό χαρακτηριστικό του φάσματος συχνοτήτων. (Ορφανουδάκης και Σφαρνάς,1987).

2.5. Ηχητικά φαινόμενα

2.5.1. Απορρόφηση

Οι πρώτες καταγεγραμμένες τουλάχιστον απόπειρες για την αύξηση της ηχητικής απορροφητικότητας ενός χώρου μέσω μείωσης ανακλάσεων έγινε από τον Ουάλλας Σαμπίν (Wallace Sabin) το 1895 όταν του ανατέθηκε η διόρθωση της άθλιας ακουστικής μιας αίθουσας διαλέξεων του Μουσείου Τέχνης Φογκ στο Χάρβαρντ. Οι αρχικές μετρήσεις έγιναν απλά με τη χρήση ενός χρονομέτρου και το αυτί του, μετρώντας την αργή εξασθένηση του ήχου από τις ανακλάσεις στους τοίχους. Προσπάθησε να προσδώσει τέτοια ακρίβεια στις μετρήσεις του, που για να εξουδετερώσει την απορροφητική επίδραση των ρούχων του, διεξήγαγε το πείραμα κλεισμένος μέσα σε ένα κουτί, από το οποίο εξείχε μόνο το κεφάλι του. Στη συνέχεια, άρχισε να φέρνει σταδιακά μαξιλάρια από τα καθίσματα του γειτονικού θεάτρου Σάντερς, ώσπου τα έφερε όλα και επιπλέον κάλυψε τα θεωρεία και την εξέδρα. ?ς σταθερή πηγή ήχου, χρησιμοποίησε τη νότα από ένα μόνο σωλήνα εκκλησιαστικού οργάνου. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά, αφού ύστερα από πολλαπλές μετρήσεις κατάφερε να μειώσει το χρόνο αντήχησης της αίθουσας από 8-9sec στα 5,33 sec και κατόπιν διαδοχικών καλύψεων της αίθουσα μειώθηκε στα 1,14 sec και όλα αυτά, με μονάδα απορρόφησης ένα μαξιλάρι του θεάτρου Σάντερς (Stevens et al., 1965). Από το παραπάνω πείραμα προκύπτει ότι η απορροφητικότητα των επιφανειών και των αντικειμένων που υπάρχουν σε έναν χώρο και ο όγκος του, επηρεάζουν το βάθος του χώρου αυτού. Επίσης, ισχύει ότι η απορροφητική ικανότητα των υλικών μεταβάλλεται με τη συχνότητα. Αυτό σημαίνει ότι ένα υλικό έχει διαφορετική απορρόφηση στις χαμηλές από ότι στις υψηλές, γι' αυτό και υπάρχουν ειδικά υλικά ανά περίπτωση. Εδώ, είναι απαραίτητο να αναφερθούν οι έννοιες χρόνος αντήχησης και συντονισμός. «Ο χρόνος αντήχησης ενός χώρου είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να εξασθενήσει η ένταση του ήχου, μετά την παύση του, κατά 60dB και δίνεται από τον τύπο:

$$t = (0,16 \cdot V) / (S \cdot a)$$

όπου:

V ο όγκος του χώρου

S η συνολική επιφάνεια σε m²

α ο συντελεστής ηχοαπορρόφησης

t ο χρόνος αντήχησης σε sec

Ο παραπάνω τύπος ισχύει για τιμές του α < 0,2. Για τιμές του α > 0,2 ο t δίνεται από τον τύπο: $t = (0,16 \cdot V) / (-S \cdot \ln(1-\alpha))$ (Χαδέλλης, 2004).

Όταν το ηχητικό κύμα εισχωρήσει σε απορροφητικό υλικό, ανακλάται και σκορπίζεται σε μυριάδες θύλακες αέρα, μέχρι να χαθεί ένα μεγάλο μέρος της ενέργειάς του, μετατρέποντας την ηχητική ενέργεια σε θερμότητα, της οποίας η αύξηση υπό κανονικές συνθήκες είναι τόσο μικρή, που θεωρείται αμελητέα (Stevens et al., 1965).

Ένα άλλο φαινόμενο είναι ο **συντονισμός**, που δημιουργείται όταν ένα ηχητικό κύμα προσπέσει σε ένα σώμα, του οποίου η ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης είναι ίδια με τη συχνότητα του ηχητικού κύματος. Τότε το σώμα αρχίζει να δονείται δημιουργώντας νέα ηχητικά κύματα. Οι συντονισμοί παρατηρούνται και σε μουσικά όργανα και σε ηχητικά συστήματα, αλλά αποτελούν πλέον ελεγχόμενο φαινόμενο σε χώρους ακροάσεων ή ηχογραφήσεων.

2.5.2. Περίθλαση

Περίθλαση δημιουργείται όταν το ηχητικό κύμα παρακάμπτει ένα εμπόδιο, δημιουργώντας μια νέα σειρά κυμάτων, τα οποία εκπέμπονται από το εμπόδιο σα να ήταν αυτό η πηγή του ήχου. Όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος κύματος από τις διαστάσεις του εμποδίου, τόσο εντονότερη είναι η περίθλαση. Επειδή η ένταση του ήχου ακριβώς πίσω από το εμπόδιο είναι πολύ μικρή, θεωρείται ότι παράγεται μια ηχητική σκιά από το εμπόδιο (Χαδέλλης, 2004), δηλ. δημιουργείται 'ζώνης σιγής'. Την έκταση του φαινομένου αυτού, μειώνει η περίθλαση. Όταν το εμπόδιο έχει μικρότερες ή σχεδόν ίδιες διαστάσεις με το μήκος κύματος του προσπίπτοντα ήχου, τότε αλλάζει κατεύθυνση και περνά πάνω ή γύρω από το εμπόδιο. Στην αντίθετη περίπτωση, αν το εμπόδιο έχει πολύ μεγαλύτερες διαστάσεις με κενό κάπου στη μέση μικρών διαστάσεων, τότε λόγω της περίθλασης, περνάει μέσα από κενό και συνεχίζει να διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις, πίσω από το

κενό, με ελαττωμένη όμως ένταση, γιατί ένα μεγάλο μέρος της, ανακλάστηκε πίσω από το εμπόδιο.

2.5.3. Ανάκλαση

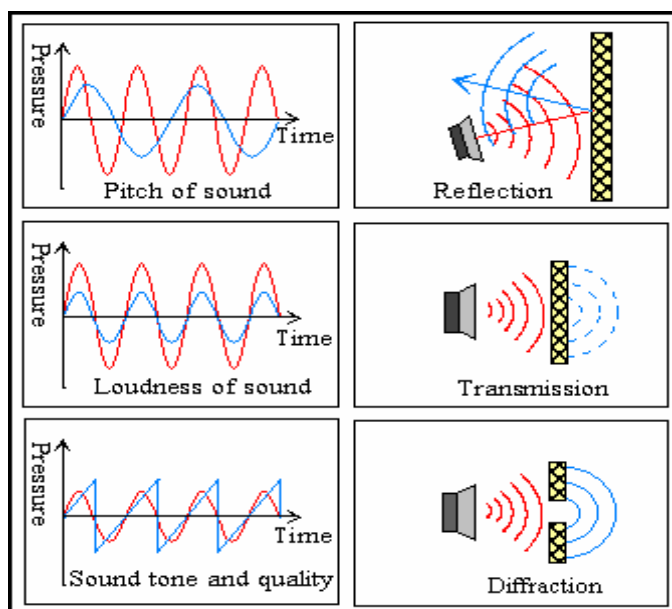
Στην πιο απλή μορφή της, ένα ηχογόνο σώμα εκπέμπει ηχητικά κύματα, τα οποία όταν προσπίπτουν σε εμπόδιο, ανακλώνται. Η ανάκλαση, αλλά και τα υπόλοιπα φαινόμενα (απορρόφηση, διάθλαση, περίθλαση), εξαρτώνται από τη συχνότητα του ήχου, τη γωνία πρόσκρουσης (ισχύει όπως και στην οπτική, ότι η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης), αλλά και το υλικό του μέσου διάδοσης. Ένα φαινόμενο παράγωγο της ανάκλασης είναι η αντήχηση ή μετήχηση. Παρουσιάζεται στους κλειστούς χώρους και είναι η βαθμιαία εξασθένηση του ήχου (λόγω απορρόφησης) μετά την παύση του, η οποία δημιουργεί το εφέ του φυσικού βάρους (reverb). Μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της ανάκλασης εντάσσεται και η ηχώ, η οποία είναι η διακριτή επανάληψη ενός ήχου, δηλ. ένα ακριβές αντίγραφο του αρχικού ήχου (Χαδέλλης, 2004). Για παράδειγμα όταν ένας ακροατής βρίσκεται σε έναν χώρο και δέχεται το απ' ευθείας κύμα, δέχεται και διαδοχικά τις διάφορες ανακλάσεις σε διαφορές χρόνου, που εξαρτώνται από τις διαφορές δρόμου των διαφόρων ηχητικών κυμάτων. Λόγω του ότι το αυτί έχει μια ορισμένη αδράνεια, οι ακουστικές εντυπώσεις δε χάνονται αμέσως, αλλά έχουν κάποια χρονική διάρκεια. Αν ένα ανακλώμενο κύμα έχει αρκετή ένταση όσο και αρκετή καθυστέρηση σε σχέση με το απ' ευθείας, είναι τότε δυνατό να διαχωριστεί ως επανάληψη του απευθείας και αυτό λέγεται ηχώ. Για χρονικές διαφορές μικρότερες από 0,035s που αντιστοιχεί σε διαφορά δρόμου 12m, δε δημιουργείται ηχώ, απλώς τα ηχητικά κύματα λειτουργούν προσθετικά, αυξάνοντας την ακουστική εντύπωση. Για χρονικές όμως διαφορές μεγαλύτερες από 0,05s για ήχους μικρής διάρκειας ή από 0,01s για ήχους μεγαλύτερης διάρκειας (που σε διαφορές δρόμου είναι 17m και 34m αντίστοιχα), εμφανίζεται η ηχώ. Ως στοιχείο σύγκρισης, αναφέρεται ότι μια μέση συλλαβή διαρκεί 0,1s και το διάστημα μεταξύ δυο λέξεων είναι περίπου 0,2s (Ευθυμιάτος, 2007).

Όσον αφορά στην ανάκλαση τώρα, μπορεί να επίπεδη (στην πιο απλή μορφή της), παραβολική (τα ηχητικά κύματα προσκρούουν σε επιφάνεια με

παραβολικό σχήμα κι αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα ηχητικά κύματα που παράγονται να αναπηδούν κατευθείαν προς τα έξω, από τους ανακλαστήρες. Αυτό έχει ιδιαίτερη χρήση σε υπαίθριες ορχήστρες με την κατασκευή των παραβολικών οστράκων), και ελλειπτική. Η έλλειψη είναι κλειστή και από τα δύο άκρα, έτσι ώστε τα ηχητικά κύματα που γεννιούνται σε μια εστία και ανακλώνται από οποιοδήποτε σημείο συγκλίνουν προς την άλλη εστία. Το φαινόμενο αυτό είναι ένας από τους παράγοντες που επενεργούν στις λεγόμενες Whispering Galleries, δηλ. τεράστιες αίθουσες στις οποίες ένας ψίθυρος που προφέρεται στη μια άκρη μπορεί να ακουστεί πολύ στην άλλη, αν και μόλις ακούγεται οπουδήποτε αλλού μέσα στην έλλειψη.

2.5.4. Διάθλαση

Όταν κατά τη διάδοση ενός κύματος αλλάξει το μέσο διάδοσης, τότε το κύμα αλλάζει κατεύθυνση, επειδή μεταβάλλονται τα χαρακτηριστικά του μέσου διάδοσης, που επιφέρει αλλαγές στην ταχύτητα διάδοσης. Όσον αφορά στον αέρα, η ταχύτητα του ήχου στον θερμό αέρα είναι μεγαλύτερη από ότι στον ψυχρό (Stevens et al., 1965).



Εικόνα 2.1. Ηχητικά φαινόμενα (Πηγή: http://www.onosokki.co.jp/English/hp_e/whats_new/SV_rpt/SV_3/images/sV1.gif)

2.6. Φαινόμενο Doppler

Όταν η πηγή ενός ήχου κινείται ως προς τον ακροατή ή ο ακροατής κινείται ως προς την πηγή ή και τα δυο μαζί, τότε ο ακροατής αντιλαμβάνεται μια μεταβολή στο ύψος του ήχου. Αν πηγή και ακροατής πλησιάζουν μεταξύ τους, τότε η συχνότητα που ακούει ο ακροατής είναι ψηλότερη από την πραγματική συχνότητα της πηγής (Χαδέλλης, 2004), ενώ όταν απομακρύνεται, η συχνότητα είναι χαμηλότερη. Αυτό συμβαίνει επειδή όταν π.χ. πηγή και ακροατής πλησιάζονται, τα κύματα αν και διασκορπίζονται προς όλες τις κατευθύνσεις με σταθερή ταχύτητα, παύουν να έχουν πια κοινό κέντρο και συσσωρεύονται εμπρός από την κινούμενη πηγή και η απόσταση μεταξύ τους ελαττώνεται (Stevens et al., 1965). Αντίθετα, αν πηγή και ακροατής απομακρύνονται, τότε η συχνότητα ακούγεται χαμηλότερη, επειδή πίσω από την κινούμενη πηγή, η απόσταση μεταξύ των κυμάτων μεγαλώνει και ο τόνος χαμηλώνει. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως Doppler, από το όνομα του αυστριακού φυσικού Christian Johann Doppler (Χαδέλλης, 2004; Stevens et al., 1965).

Στο φαινόμενο Doppler ισχύουν τα παρακάτω:

- η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής όταν πλησιάζει προς την ακίνητη πηγή είναι μεγαλύτερη από την πραγματική και ίση με

$$f' = f [(u + u_{\pi}) / (u)]$$

- η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής όταν απομακρύνεται από την ακίνητη πηγή είναι μικρότερη από την πραγματική και ίση με

$$f' = f [(u - u_{\pi}) / (u)]$$

Έστω τώρα, ότι ο παρατηρητής είναι ακίνητος και ότι η ηχητική πηγή κινείται πωσ προς αυτόν, με ταχύτητα μικρότερη από την ταχύτητα του ηχητικού κύματος ($u_{\pi} < u$):

- η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο ακίνητος παρατηρητής όταν η ηχητική πηγή τον πλησιάζει είναι μεγαλύτερη από την πραγματική και ίση με

$$f' = f [u / (u - u_{\pi})]$$

- η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο ακίνητος παρατηρητής όταν η ηχητική πηγή απομακρύνεται από αυτόν είναι μικρότερη από την πραγματική και ίση με

$$f' = f [u / (u + u_{\pi})]$$

όπου :

f' η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής (μη πραγματική)

f η πραγματική συχνότητα

u η ταχύτητα διάδοσης κυμάτων ακίνητης πηγής

u_{π} η ταχύτητα κίνησης (προσέγγισης ή απομάκρυνσης) του παρατηρητή ως προς την ακίνητη πηγή

Υπάρχει βέβαια και η γενική περίπτωση κατά την οποία και η ηχητική πηγή να κινείται είτε πλησιάζοντας προς τον παρατηρητή, είτε απομακρύνοντας από αυτόν, και ο παρατηρητής να κινείται είτε πλησιάζοντας προς την πηγή, είτε απομακρυνόμενος από αυτήν. Στην περίπτωση αυτή προκύπτει ότι η φαινόμενη συχνότητα του ήχου που γίνεται ακουστός είναι ίση με

$$f' = f [(u \pm u_{\pi}) / (u \pm u_{\pi\eta\gamma})]$$

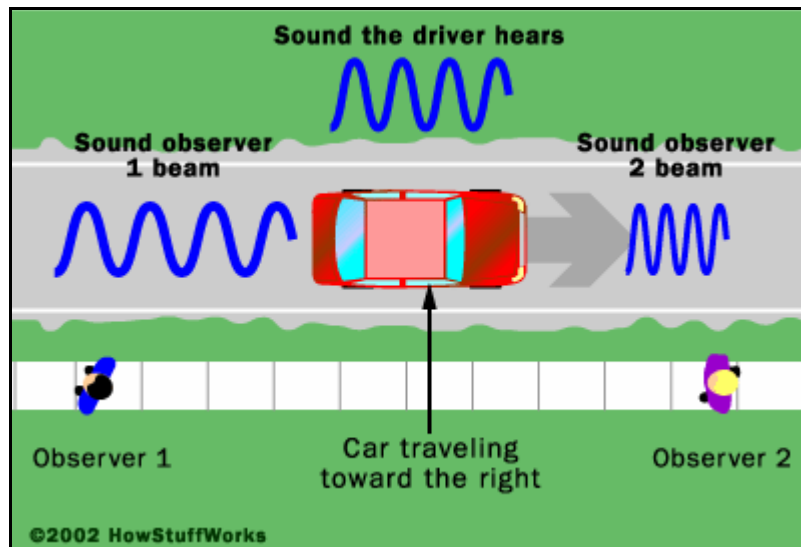
Στον αριθμητή, όταν ο παρατηρητής πλησιάζει προς την πηγή, λαμβάνουμε την ταχύτητα του u_{π} με πρόσημο θετικό, ενώ όταν ο παρατηρητής απομακρύνεται από την πηγή, λαμβάνουμε την ταχύτητα u_{π} με πρόσημο αρνητικό.

Στον παρανομαστή, όταν η πηγή πλησιάζει προς τον παρατηρητή, λαμβάνουμε την ταχύτητα της $u_{\pi\eta\gamma}$ με πρόσημο αρνητικό, ενώ όταν η πηγή απομακρύνεται από τον παρατηρητή, λαμβάνουμε την ταχύτητα της $u_{\pi\eta\gamma}$ με πρόσημο θετικό.

Στην περίπτωση που και ο παρατηρητής είναι ακίνητος και η ηχητική επίσης ακίνητη, αυτονόητο είναι ότι δε παρουσιάζεται καμιά μεταβολή της συχνότητας του ηχητικού κύματος. Η σχέση $f' = f [(u \pm u_{\pi}) / (u \pm u_{\pi\eta\gamma})]$ ισχύει, όταν ο αέρας ή γενικότερα το μέσο διάδοσης του ήχου είναι ακίνητο. Όταν το μέσο διάδοσης του ήχου κινείται με ταχύτητα $u_{\mu\acute{\epsilon}\sigma\omicron\upsilon}$, η παραπάνω σχέση γίνεται

$$f' = f [(u \pm u_{\pi} \pm u_{\mu\acute{\epsilon}\sigma\omicron\upsilon}) / (u \pm u_{\mu\acute{\epsilon}\sigma\omicron\upsilon} \pm u_{\pi\eta\gamma})]$$

όπου το πρόσημο + λαμβάνεται, όταν η ταχύτητα του μέσου και του ήχου έχουν την ίδια φορά στην κατεύθυνση του παρατηρητή. (Σκαρλάτος, 1998)



Εικόνα 2.2. Φαινόμενο Doppler

(Πηγή: <http://static.howstuffworks.com/gif/doppler.gif>)

2.7. Διαχωρισμός των συχνοτήτων του ακουστικού φάσματος

Τα χαμηλά μπάσα (Low Bass). Εκτείνονται από 10Hz-80Hz, δεν μπορούν να παραχθούν από όλα τα μουσικά όργανα, δίνουν βάθος και πληρότερο και είναι περισσότερο 'αισθητές' παρά 'ακουστές'.

Τα υψηλά μπάσα (High Bass). Εκτείνονται από 80Hz -250Hz, δίνουν στον ήχο την ώθηση και δυναμική πληρότητα, αν και μπορεί να αρχίσουν να θολώνουν.

Οι χαμηλές μεσαίες (Low Mid). Εκτείνονται από 250Hz -500Hz, δίνουν ζεστό και κάπως θολό ήχο.

Οι μεσαίες (Mid). Εκτείνονται από 500Hz -3KHz είναι η περιοχή που το ανθρώπινο αυτί είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο και που τα περισσότερα όργανα έχουν συγκεντρωμένη την ισχύ τους σε αυτήν την περιοχή, γι' αυτό και αν λείπουν, ο ήχος ακούγεται ανούσιος.

Οι υψηλές μεσαίες (High Mid). Εκτείνονται από 2Hz -5KHz, και στην περιοχή το αυτί παρουσιάζει τη μέγιστη ευαισθησία, δίνουν παρουσία και λαμπρότητα στον ήχο.

Οι υψηλές (High). Εκτείνονται από 5KHz -10KHz, δίνουν διαύγεια, και σε αυτή την περιοχή υπάρχει και το φάσμα θορύβου (hiss), καθώς και οι υψηλές αρμονικές σχεδόν όλων των οργάνων.

Πολύ υψηλές (Ultra High). Εκτείνονται από 10KHz -20KHz δεν είναι εύκολα αντιληπτές (Χαδέλλης, 2004).

2.8. Είδη ηχητικών πεδίων

Ελεύθερο ηχητικό πεδίο. Το ηχητικό πεδίο που δημιουργεί ένα ομογενές, ισότροπο μέσο σε ένα χώρο και εκτείνεται απεριόριστα προς όλες τις κατευθύνσεις. Είναι αυτό στο οποίο δεν υφίστανται σχεδόν ανακλάσεις (οι όποιες επιφάνειες έχουν αμελητέα επίδραση στο πεδίο, για την περιοχή συχνοτήτων που μας ενδιαφέρει).

Κοντινό ηχητικό πεδίο, που ακτινοβολεί σε συνθήκες ελεύθερου ηχητικού πεδίου, είναι η περιοχή εκείνη του ηχητικού πεδίου της πηγής, στην οποία η ηχητική πίεση και η ηχητική σωματιδιακή ταχύτητα δεν είναι σε φάση. Η έκταση του κοντινού ηχητικού πεδίου εξαρτάται από τον τύπο της πηγής και το μήκος κύματος.

Μακρινό ηχητικό πεδίου, σε αντίθεση με το κοντινό, η ηχητική πίεση και η ηχητική σωματιδιακή ταχύτητα, εδώ είναι σε φάση.

Ημι-αντηχητικό πεδίο, το οποίο υπάρχει σε μεγάλο κλειστό χώρο, του οποίου οι επιφάνειες έχουν μέτρια ηχοανακλαστικότητα.

Διάχυτο ηχητικό πεδίο, στο οποίο κάθε σημείο έχει ίδια τιμή πυκνότητας ηχητικής ενέργειας και η ηχητική ένταση είναι ίδια προς όλες τις κατευθύνσεις.

Αντηχητικό πεδίο, σε έναν ολικά ή μερικά κλειστό χώρο, είναι η συνιστώσα του ηχητικού πεδίου που προέρχεται από τις αλληπάλληλες ανακλάσεις των ηχητικών κυμάτων και στην οποία η επίδραση του ήχου που φτάνει κατευθείαν από την πηγή είναι αμελητέα (Τσινίκας, 2005).

3. ΘΟΡΥΒΟΣ

Ο ήχος είναι κάθε μεταβολή της πίεσης του αέρα ή άλλου μέσου, που είναι ικανή να ερεθίσει την αίσθηση της ακοής και να γίνει αντιληπτή από τον άνθρωπο. Ο ανεπιθύμητος, ενοχλητικός ή και απλά δυσάρεστος για τον άνθρωπο ήχος λέγεται θόρυβος. Από φυσική άποψη ο θόρυβος είναι ένα σύμπλεγμα ηχητικών κυμάτων με ελάχιστη ή καμιά περιοδικότητα.

Οι φυσικές έννοιες δεν επαρκούν για να καθορίσουν μόνες τους τη διαφορετική αίσθηση που προκαλεί ένας ήχος από ένα θόρυβο. Αυτή η διαφορά καθορίζεται από υποκειμενικούς παράγοντες που προσδίδουν σε κάθε ηχητικό ερέθισμα που γίνεται αντιληπτό, έναν επιθυμητό ή ανεπιθύμητο χαρακτήρα (Μπαλής,2005).

Μια πιο επίσημη διατύπωση εμπεριέχεται στην οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2002/49/CE 25-06-2002, σύμφωνα με την οποία, ορίζεται ως περιβαλλοντικός θόρυβος, ο ανεπιθύμητος ή επιβλαβής θόρυβος στην ύπαιθρο που δημιουργείται από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένου και του θορύβου που εκπέμπεται από τα μεταφορικά μέσα, από οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές και από χώρους βιομηχανικής δραστηριότητας, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται και τα κέντρα αναψυχής. Κατά συνέπεια, δεν αποτελούν αντικείμενο περιβαλλοντικού θορύβου οι θόρυβοι εντός των μέσων μεταφοράς, οι θόρυβοι από οικιακές δραστηριότητες, οι θόρυβοι των γειτόνων ή οι θόρυβοι στους χώρους εργασίας (Καραμέρος, 2008).

Αναφορικά με τη μέτρηση του θορύβου, για πρακτικούς λόγους, απαιτείται μια κλίμακα μετατροπής που να εκφράζει τον θόρυβο και γι' αυτό χρησιμοποιείται το dB, του οποίου η κλίμακα είναι λογαριθμική, έτσι ώστε μια αύξηση των 10dB δείχνει διπλάσια ένταση από την αρχική, ενώ μια αύξηση κατά 20dB, τετραπλάσια (Μαρκαντωνάτος, 1984). Επίσης, για την ανάλυση και τον προσδιορισμό των συχνοτήτων σε μέτρηση θορύβου, έχει υιοθετηθεί η ανάλυση σε επίπεδο οκτάβας, και για περισσότερη φασματική λεπτομέρεια, σε επίπεδο του 1/3 της οκτάβας και χαρακτηρίζεται ως 'ζωνική στάθμη ηχητικής πίεσης' (Colin et al., 2003).

| ΤΥΠΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΘΟΡΥΒΟΥ | |
|---------------------------------|------------------|
| ΕΙΔΗ ΘΟΡΥΒΟΥ | ΕΝΤΑΣΗ ΣΕ dB (A) |
| Απογείωση τζετ | 120 |
| Συναυλία | 110 |
| Κόρνα αυτοκινήτου | 100 |
| Πυκνή οδική κυκλοφορία | 90 |
| Θορυβώδες γραφείο | 80 |
| Ανεκτό επίπεδο θορύβου | 68 |
| Συζήτηση σε φυσιολογικά επίπεδα | 50 |
| Ψίθυρος | 30 |
| Άδειο ήσυχο δωμάτιο | 20 |
| Κανονική αναπνοή | 10 |
| Κατώφλι θορύβου | 0 |

Πίνακας 3.1. Συνηθισμένοι θόρυβοι με τις αντίστοιχες εντάσεις τους σε dB(A) (Πηγή : <http://www.yourhome.gov.au/technical/fs27.html>)

Υπολογίζεται ότι το κόστος από το θόρυβο στην Ευρώπη κυμαίνεται από 10-100 δις ευρώ ανά έτος, με κύριες αιτίες την εξάπλωση του αστικού πληθυσμού με υψηλή πυκνότητα, έλλειψη ανοικτών χώρων και ελλιπής συντήρηση οχημάτων και ειδικά δίκυκλων. Στην Ελλάδα η αναλογία είναι 122 δίκυκλα/ 1000 κατοίκους, με μέσο όρο ΕΕ 61/1000 και 1 δίκυκλο ανά 2 αυτοκίνητα , με μέσο όρο Ε.Ε. 1/7 .

3.1. Κατηγορίες θορύβων

Ο θόρυβος ταξινομείται γενικά σε διάφορες κατηγορίες με βάση:

- την κυματομορφή του
- τον τρόπο και το μέσο διάδοσής του και
- τη φασματική του σύνθεση

α)Με βάση την κυματομορφή του.

Με βάση την κυματομορφή του ο θόρυβος διακρίνεται στα εξής είδη:

1)Σταθερός θόρυβος: είναι ο θόρυβος που παρουσιάζει πολύ μικρές διακυμάνσεις της στάθμης κατά τη διάρκεια της παρατήρησης.

2)Μεταβλητός θόρυβος :είναι κάθε θόρυβος που δεν είναι σταθερός.

i)Κυμαινόμενος θόρυβος: Είναι ο μεταβλητός θόρυβος που η στάθμη του αλλάζει συνεχώς και σε σημαντικό βαθμό κατά τη διάρκεια της παρατήρησης

.ii)Διακοπτόμενος θόρυβος: Είναι ο μεταβλητός θόρυβος που παρουσιάζει απότομες πτώσεις της στάθμης, στην τιμή της στάθμης θορύβου βάθους³, αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της παρατήρησης. Ο χρόνος στον οποίο η στάθμη παραμένει σε μια σταθερή τιμή διαφορετική από την τιμή της στάθμης θορύβου περιβάλλοντος είναι της τάξεως του 1 sec ή περισσότερο.

iii)Παλμικός θόρυβος: Είναι ο μεταβλητός θόρυβος που αποτελείται από μια ή περισσότερες εξάρσεις ηχητικής ενέργειας(ηχητικοί παλμοί) με διάρκεια μικρότερη από 1 sec η καθεμιά(Σκαρλάτος,1998).

β)Με βάση τη διάδοσή του

1)Αερόφερτος θόρυβος: Είναι ο θόρυβος για τον οποίο η πηγή, η διάδοση και η λήψη είναι μέσα στον αέρα.

2)Στερεόφερτος θόρυβος: Είναι ο θόρυβος για τον οποίο η πηγή, η διάδοση και η λήψη είναι μέσα στο στερεό μέσο.

i)Εδαφόφερτος θόρυβος: Είναι ο θόρυβος που είναι στερεόφερτος μέσα στο έδαφος.

ii)Δομόφερτος θόρυβος: Είναι ο θόρυβος που είναι στερεόφερτος μέσα στη δομή ενός κτιρίου και είναι λεγόμενος κραδασμός. Η περιοδική κίνηση που μεταδίδεται από ένα στερεό τμήμα σε ένα άλλο στερεό, υπό την επίδραση μιας περιοδικής δύναμης, η οποία μπορεί να προκαλεί ταλαντώσεις είτε στην ίδια την πηγή της δύναμης είτε στο στήριγμα της πηγής. Οι ταλαντώσεις αυτές

μπορούν να μεταδίδονται στο δάπεδο και σε μέρη του κτιρίου μέσω του στηρίγματος (Σελλούντος και Πέρδιος, 1985).

3)Κτυπογενής θόρυβος : Είναι ο θόρυβος που αντιστοιχεί σε ηχητική πηγή που βρίσκεται στη μια πλευρά δομικού στοιχείου, ακολουθεί ηχητική διάδοση πρώτα στο στέρεο μετά στον αέρα και τέλος η ηχητική λήψη είναι στον αέρα(Σκαρλάτος,1998).

γ)Με βάση το φάσμα της ηχητικής ισχύος του.

Με βάση το φάσμα ηχητικής ισχύος ο θόρυβος ταξινομείται ως εξής:

1)Απλός θόρυβος: Είναι ο θόρυβος του οποίου το γραμμικό φάσμα αποτελείται από μια φασματική γραμμή. Όπου $L_{pν}$ συμβολίζει τη φασματική στάθμη ηχητικής ισχύος.

2)Σύνθετος θόρυβος: Πρόκειται για επαλληλία γραμμικού και συνεχούς φάσματος. Διακρίνεται σε περιοδικό σύνθετο θόρυβο και σε μη περιοδικό σύνθετο θόρυβο.

i)Περιοδικός σύνθετος: θόρυβος: πρόκειται για γραμμικό φάσμα με πολλές φασματικές γραμμές που εμφανίζονται με περιοδικό τρόπο.

ii)Μη Περιοδικός σύνθετος θόρυβος: Έχει συνεχές φάσμα μη υποκείμενο σε οποιαδήποτε μορφή περιοδικότητας. Διακρίνεται σε ροζ και λευκό θόρυβο.

a)Λευκός θόρυβος: Παρουσιάζει φάσμα με σταθερή $L_{pν}$

b)Ροζ θόρυβος: Παρουσιάζει φάσμα $L_{pν}$ που ελλατώνεται με τη συχνότητα κατά 3Db/ οκτάβα (Σκαρλάτος,1998).

Επίσης ο θόρυβος μπορεί να ταξινομηθεί σε τρεις κατηγορίες με βάση τις πηγές από τις οποίες εκπέμπεται και οι οποίες είναι :

- Ο **θόρυβος περιβάλλοντος** (ambient noise), δηλ. ο θόρυβος από πολλές πηγές κοντά ή σε απόσταση από τον δέκτη
- Ο **θόρυβος φόντου** (background noise), δηλ. ο θόρυβος από πολλές πηγές διαφορετικές από την πηγή ενδιαφέροντος του δέκτη
- Ο **τυχαίος θόρυβος** (random noise), δηλ. ο θόρυβος που δεν μπορεί να προβλεφθεί χρονικά (Τζεκάκης, 1984).

3.2. Σταθμιστικά φίλτρα θορύβου

Η εκτίμηση της ακουστότητας των θορύβων που δημιουργούν προβλήματα στον άνθρωπο, γίνεται με τη χρήση κατάλληλων σταθμιστικών φίλτρων, τα οποία είναι ηλεκτρονικά κυκλώματα ενσωματωμένα στους ηχομετρητές, με σκοπό να 'απαλύνουν' κάποιες συχνότητες, επιτρέποντας στον μετρητή να αντιδρά περισσότερο, από ότι σε κάποιες άλλες συχνότητες (Μαρκαντωνάτος, 1984).

Οι κατηγορίες τους είναι οι παρακάτω:

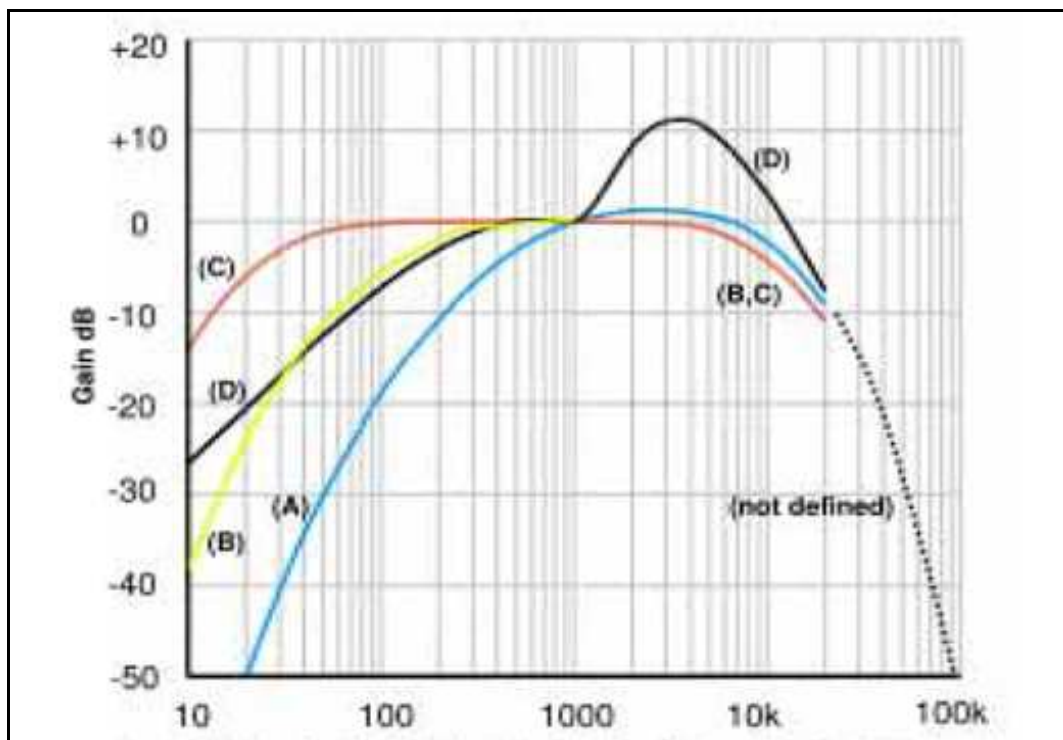
- **Σταθμιστικό κύκλωμα A:** Το κύκλωμα αυτό φιλτράρει αρκετά αυστηρά τις πολύ χαμηλές συχνότητες και αντιστοιχεί στην καμπύλη ακουστότητας των 40dB στο 1KHz και 20-55dB τιμή ηχοστάθμης, προσομοιώνοντας περισσότερο από τα υπόλοιπα φίλτρα την ευαισθησία της ανθρώπινης ακοής. Για αυτό το λόγο, χρησιμοποιείται διεθνώς για τη μέτρηση του θορύβου στο εργασιακό περιβάλλον. Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1929 σε μετρήσεις θορύβου που πραγματοποιήθηκαν στη Ν.Υόρκη και προτυποποιήθηκε το 1936 για πρώτη φορά από τις Η.Π.Α (Τζεκάκης και Τσινίκας, 1986).
- **Σταθμιστικό κύκλωμα B:** Το κύκλωμα B φιλτράρει μέτρια τις πολύ χαμηλές συχνότητες, με τιμές ηχοστάθμης 55-85dB.
- **Σταθμιστικό κύκλωμα C:** Δε φιλτράρει σχεδόν καθόλου τις χαμηλές συχνότητες, αντιστοιχώντας σε καμπύλες ακουστότητας των 70 και 100dB περίπου, στο 1KHz και τιμές ηχοστάθμης 85-140 dB.
- **Σταθμιστικό κύκλωμα D:** Αναπτύχθηκε κυρίως για τις μετρήσεις θορύβου των αεροσκαφών και χρησιμοποιείται σπάνια. Για τη μέτρηση του θορύβου των αεροσκαφών υπάρχει μια μεγάλη ομάδα μονάδων, με σημαντικότερες τις :

α) PNL (Perceived Noise Level). Στάθμη αντιληπτού θορύβου. Η μονάδα αυτή προκύπτει από τη σύγκριση του φάσματος του αεροσκάφους με μια οικογένεια καμπυλών, βάσει των οποίων υπολογίζεται η συμμετοχή κάθε ζώνης στην τελική Αντιληπτή Στάθμη Θορύβου. Μονάδα μέτρησης είναι το PNdB.

β) NEF (Noise Exposure Forecast). Παρόμοια στάθμη με την προηγούμενη,

αλλά αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο τύπο αεροσκάφους και για συγκεκριμένο αεροδρόμιο.

γ) NNI (Noise & Number Index). Πρόκειται για μια σύνθετη διαδικασία προσδιορισμού του θορύβου που χρησιμοποιείται στην Αγγλία και λαμβάνει υπόψη τη στάθμη θορύβου και τον αριθμό των αεροσκαφών (Τζεκάκης και Τσινίκας, 1986).



Διαγραμμα 3.1. Καμπύλες φίλτρων A, B, C, D σε συνάρτηση με την συχνότητα (Πηγή : Bruel & Kjaer, Industrial Noise Control and Hearing Testing, 1992)

3.3. Συστήματα κατάταξης θορύβου - Δείκτες θορύβου

Ένα σύστημα κατάταξης θορύβου θα πρέπει να σχεδιάζεται με βάση τη συχνότητα, να έχει σαφή διαχωρισμό του θορύβου κατά τη διάρκεια της νύχτας και της μέρας και ξεκάθαρη περιγραφή της αθροιστικής έκθεσης στο θόρυβο.

Η Ε.Ε. προκειμένου να αξιολογήσει την ενόχληση από τον περιβαλλοντικό θόρυβο, διέκρινε εκείνο της ημέρας από τον θόρυβο της νύχτας. Σημειώνεται, ότι «η ημέρα διαρκεί 12 ώρες, το βράδυ 4 ώρες και η νύχτα 8 ώρες».

Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των επιπέδων θορύβου σε σχέση με κάποιες παραμέτρους είναι οι κάτωθι (για τους δυο πρώτους έχει ήδη γίνει αναφορά):

α) Στάθμη θορύβου L_N όπου $N(1,2,3,...99)$ και δηλώνει το συνολικό ποσοστό του χρόνου παρατήρησης, στο οποίο η στάθμη κυμαινόμενου θορύβου είναι μεγαλύτερη ή ίση μιας συγκεκριμένης τιμής. Πρόκειται για ένα στατικό μέτρο που δηλώνει, πόσο συχνά υπερβαίνεται ένα συγκεκριμένο επίπεδο θορύβου, (Davis and Cornwell, 1998).

- **Στάθμη L_{10}** ή μέση στάθμη κορυφής (mean peak level). Είναι η στάθμη, η οποία ξεπεράστηκε κατά το 10% του χρόνου παρατήρησης. Χρησιμοποιείται για γενική εκτίμηση των ανωτάτων τιμών θορύβου (Βούγιας, 1992)
- **Στάθμη L_{50}** ή μέση στάθμη (mean level). Είναι η στάθμη, η οποία ξεπεράστηκε κατά το 50% του χρόνου παρατήρησης. Χρησιμοποιείται για γενική εκτίμηση μιας μέσης τιμής θορύβου (Βούγιας, 1992)
- **Στάθμη L_{90}** ή μέσο επίπεδο θορύβου (background level). Είναι η στάθμη, η οποία ξεπεράστηκε κατά το 90% του χρόνου παρατήρησης. Χρησιμοποιείται για γενική εκτίμηση των κατώτατων τιμών θορύβου. Στο πλαίσιο του δείκτη αυτού, συνηθίζεται η χρήση του $LA_{10,18hr}$. Η κλίμακα αυτή γενικά αναφέρεται στο μέτρο του επιπέδου του θορύβου που υπερβαίνεται κατά 10% ενός δεδομένου χρονικού διαστήματος. Ο δείκτης αυτός αφορά στο διάστημα μεταξύ 06:00 και 24:00.(Βούγιας, 1992)

β) L_{eq} Ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου. Μετά από προσπάθειες για την αξιολόγηση των επιπτώσεων που έχει η έκθεση των ανθρώπων σε θόρυβο επαγγελματικής μορφής, προέκυψε η μονάδα Ισοδύναμης Ηχοστάθμης, που έχει σχεδόν διεθνή αναγνώριση. Η μονάδα αυτή στηρίζεται στη σχέση ότι για κάθε αύξηση της στάθμης κατά 3dB, ο χρόνος έκθεσης πρέπει να μειώνεται στο μισό, ώστε η φόρτιση της ακοής να παραμένει ίδια. Η Ισοδύναμη Ηχοστάθμη (L_{eq}) υπολογίζεται από τις δόσεις θορύβου που δέχεται ένα άτομο κατά την ώρα εργασίας του, οι οποίες μετρούνται με συσκευές που ονομάζονται δοσίμετρα. Το δοσίμετρο είναι όργανο που με τη βοήθεια ηλεκτρονικών κυκλωμάτων υπολογίζει με βάση τα στατιστικά στοιχεία που διαλέγει από τη διακύμανση θορύβου τις δόσεις θορύβου, μια βοηθητική μονάδα για τον υπολογισμό της L_{eq} (Τζεκάκης, 1986).

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), αλλά και με την απόφαση του υπουργού Π.Ε.ΧΩΔ.Ε. 17252/20.5.92 (ΦΕΚ Β395/13.6.92), στο πλαίσιο των ΜΠΕ για οδικά συγκοινωνιακά έργα, είναι απαραίτητη η εκτίμηση των αναμενόμενων τιμών στάθμης θορύβου των βασικών δεικτών L_{10} (18 ωρ) ή L_{eq} (8-20ωρ) και η διαπίστωση εάν αυτοί οι δείκτες παρουσιάζουν στάθμες που υπερβαίνουν τις ανώτατες οριακές τιμές της πιο πάνω απόφασης που είναι 70 και 67dBA αντίστοιχα.

γ) Το επίπεδο ημέρας-βραδιού-νύχτας L_{den} (day-evening-night). Χρησιμοποιείται για γενική όχληση του θορύβου. Αποτελεί πρόταση της Ε.Ε. και ορίζεται μαθηματικός ως εξής :

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

όπου,

- L_{day} είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των περιόδων ημέρας ενός έτους,

- L_{evening} είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των βραδινών περιόδων ενός έτους,
- L_{night} είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των νυχτερινών περιόδων ενός έτους, με δεδομένο ότι:

— η ημέρα διαρκεί δώδεκα ώρες, το βράδυ τέσσερις ώρες και η νύχτα οκτώ ώρες. Τα κράτη μέλη μπορούν να περικόψουν τη βραδινή περίοδο κατά μία ή δύο ώρες και να αυξήσουν αναλόγως την περίοδο της ημέρας ή/και της νύχτας, υπό τον όρο ότι η επιλογή αυτή ισχύει για όλες τις πηγές, και ότι θα παράσχουν στην Επιτροπή πληροφορίες για τις συστηματικές διαφορές σε σχέση με τις βασικές επιλογές,

— η αρχή της ημέρας (και κατά συνέπεια η αρχή του βραδιού και της νύκτας) καθορίζεται από το κράτος μέλος (η επιλογή αυτή ισχύει για όλες τις πηγές θορύβου). Οι εξ ορισμού τιμές είναι 07.00 έως 19.00, 19.00 έως 23.00 και 23.00 έως 07.00 τοπική ώρα,

— ένα έτος αντιστοιχεί στο υπόψιν έτος όσον αφορά την εκπομπή θορύβων και σε ένα μέσο έτος όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες,

— λαμβάνεται υπόψη ο προσπίπτων θόρυβος, πράγμα που σημαίνει ότι ο ήχος που ανακλάται στην πρόσοψη του συγκεκριμένου κτιρίου δεν λαμβάνεται υπόψη (κατά κανόνα, αυτό σημαίνει διόρθωση 3 dB σε περίπτωση μέτρησης) (Κανελλαΐδης και Μπαλλής, 2004).

Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των παραπάνω δεικτών καθορίζονται τα κάτωθι:

- για τον L_{eq} τα 67dB(A) και
- για τον L_{10} (18ωρ.) τα 70dB(A), μετρούμενο σε απόσταση 2μ. από την πρόσοψη των πλησιέστερων, προς το οδικό έργο, κτιρίων της πολεοδομικής ενότητας.

Σε περιπτώσεις όπου απαιτείται ειδική ακουστική προστασία, όπως σχολεία, νοσοκομεία, χώροι κοινωνικών εκδηλώσεων και συναφή, τα παραπάνω ανώτατα επιτρεπόμενα όρια και οι κατά περίπτωση περιβαλλοντικοί όροι που πρέπει να εγκριθούν σύμφωνα με την ΚΥΑ 69269/5387/ΦΕΚ, δύνανται να μειώνονται κατά 5-10dB(A) (Χαϊκάλη, 2006).

δ) Δείκτης κυκλοφοριακού θορύβου TNI (Traffic Noise Index). Είναι μια σύνθετη μονάδα μέτρησης, που δίνει πληροφορίες για προβλήματα που προέρχονται από την οδική κυκλοφορία και λαμβάνει υπόψη τόσο αιχμές όσο και τη συνέχεια στη στάθμη του θορύβου και ισούται με :

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$$

Η μονάδα αυτή δημιουργήθηκε για να περιγράψει την ενόχληση, που προκαλείται από την μεταβλητότητα του θορύβου κατά κύριο λόγο (Μαυροπάνος et al., 1987).

3.4. Θόρυβος και επιπτώσεις στις δραστηριότητες και την υγεία

Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας εκτιμά σε σχετική αναφορά της ότι 40% των κατοίκων της «γηραιάς ηπείρου» - περίπου 150.000.000 άνθρωποι- είναι εκτεθειμένοι σε θόρυβο άνω των 55 ντεσιμπέλ λόγω των οχημάτων, ενώ το 30% των Ευρωπαίων υποφέρουν όταν κοιμούνται τις νύχτες από ενοχλητικούς θορύβους και γι' αυτό η ηχορύπανση καταγράφεται τα τελευταία χρόνια ως βασικό αίτιο των διαταραχών ύπνου.

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

- Άμεσες όσο και σωρευτικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του πληθυσμού (ενόχληση, παρεκκλίσεις συμπεριφοράς, ψυχολογικές επιπτώσεις που σχετίζονται με stress, παρεμβολή στην επικοινωνία, προβλήματα στην ανάσπαση , τον ύπνο κλπ.
- Αρνητικές επιπτώσεις έχει και στις μελλοντικές γενιές, που σχετίζονται με δημιουργία υποβαθμισμένου περιβάλλοντος διαβίωσης, κοινωνικά και μαθησιακά προβλήματα, παρεμπόδιση της ανάπτυξης κλπ

- Κοινωνικές, οικονομικές και αισθητικές επιπτώσεις , όπως κοινωνική απομόνωση, υποβάθμιση γειτονιών, απαξίωση αξίας κτιρίων κλπ (World Health Organization, 1993).

Στα πλαίσια μιας «αιφόρου» ανάπτυξη θα πρέπει οι αρνητικές επιπτώσεις από την ηχορύπανση να εξαιρεθούν και το ακουστικό περιβάλλον να συμβάλει θετικά στην ποιότητα υγείας αντί να δημιουργεί «κινδύνους για την υγεία και την ποιότητα ζωής γενικότερα». Επισημαίνεται ότι το ευρωπαϊκό τμήμα της WHO στα πλαίσια των στόχων που τέθηκαν για την υγεία (Health for All (HFA) Strategy Target 13-1998) θεωρείται ως απαιτούμενο στις μελλοντικές πολιτικές για το θόρυβο δημιουργηθεί ένα πλαίσιο που θα συμβάλει στην καλή ποιότητα ακουστικού περιβάλλοντος και θα διατυπώσει σχετικές αρχές.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται στοιχεία για την επιρροή του θορύβου στον άνθρωπο και τις δραστηριότητες του με βάση εκδόσεις (pamphlet) της WHO.

- Όσον αφορά βλάβη στην ακοή, αυτή συνίσταται στην αύξηση του κατωφλίου ακοής που ενίοτε συνοδεύεται με κάποιο «βουητό», στις υψηλότερες συχνότητες από 3.000 -6.000 Hz , με μεγαλύτερη επίπτωση στη συχνότητα των 4.000 Hz. Οι σχετικές επιπτώσεις εμφανίζονται και σε χαμηλότερες συχνότητες (π.χ. 2.000 Hz) όταν αυξάνεται ο χρόνος έκθεσης ή/και η στάθμη θορύβου. Βλάβη στην ακοή γενικά δεν εμφανίζεται για έκθεση ατόμου σε $L_{eq} < 75$ dB(A) (8ωρο). Δεν αναμένεται βλάβη στην ακοή για την πλειοψηφία των ατόμων που εκτίθενται σε περιβαλλοντικό θόρυβο $L_{eq} < 70$ dB(A) (24ωρο) ακόμα και αν εκτίθενται για όλη τη ζωή τους(World Health Organization, 1993).
- Η καταληπτότητα του λόγου μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά από τον θόρυβο. Πιο συγκεκριμένα για να είναι καταληπτή η ομιλία θα πρέπει να διαφέρει από το υπόβαθρο θορύβου κατά 10 dB(A). Η στάθμη συνήθους ομιλίας είναι 50 dB(A), γεγονός που σημαίνει ότι για ευαίσθητες πληθυσμιακές ομάδες όταν το υπόβαθρο θορύβου είναι 35

dB(A) , η στάθμη ομιλίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 45 dB(A). Στάθμη υπόβαθρου θορύβου 45 dB(A). επιτρέπουν την άνετη και καταληπτή η ομιλία. Στη στάθμη υπόβαθρου θορύβου 55 dB(A) η καταληπτότητα του λόγου είναι αρκετά σαφής. Σε περιπτώσεις που το υπόβαθρο θορύβου είναι αυξημένο μπορεί να χρειαστεί οι συνομιλητές να πλησιάσουν μεταξύ τους , να αυξήσουν την ένταση της ομιλίας τους κλπ. Η καταληπτότητα της ομιλίας είναι ιδιαίτερα σημαντική σε χώρους διδασκαλίας, σε περιπτώσεις ατόμων με προβλήματα ακοής κλπ.

- Παρεμπόδιση ύπνου μπορεί να προκληθεί από τον θόρυβο. Οι οχλήσεις που προκαλούνται σχετίζονται με δυσκολία στον ύπνο, ανεπιθύμητη αφύπνιση και αϋπνία, αύξηση της πίεσης και των καρδιακών παλμών, ανήσυχος ύπνος και αίσθηση κούρασης την επόμενη ημέρα κλπ. Η παρεμπόδιση του ύπνου θεωρείται από τα σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις του θορύβου, ο οποίος έχει αναφερθεί ως σχετική αιτία στο 80% -90% σε επιβαρημένο ακουστικά περιβάλλον. Η καλή ποιότητα ύπνου είναι απαραίτητη για την καλή ψυχική υγεία των υγιών ανθρώπων. Για καλή ποιότητα ύπνου ενδείκνυται η στάθμη συνεχούς υπόβαθρου θορύβου να μην υπερβαίνει τα 30dB(A) και για μεμονωμένα γεγονότα η στάθμη L_{max} να μην υπερβαίνει τα 45dB(A). Εκτός από τη διαφοροποίηση από το υπόβαθρο θορύβου, σημαντικός είναι και ο αριθμός των γεγονότων κατά τη διάρκεια των οποίων παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση της στάθμης θορύβου(World Health Organization, 1993).
- Ψυχικές ασθένειες. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος πιστεύεται ότι δεν προκαλεί άμεσα ψυχικές ασθένειες, αλλά είναι πιθανό να επιδεινώνει ήδη υπάρχοντα προβλήματα. Έκθεση σε υψηλές στάθμες περιβαλλοντικού θορύβου συνδέονται με ανάπτυξη νευρώσεων. Έρευνες για τη χρήση χαπιών ηρεμιστικών, υπνωτικών κλπ για αντιμετώπιση ψυχιατρικών συμπτωμάτων, εισηγούνται την άποψη ότι ο περιβαλλοντικός θόρυβος μπορεί να προκαλέσει επιβαρύνσεις στην ψυχική υγεία(World Health Organization, 1993).

- Απόδοση: Στα πλαίσια ερευνών έχει αποδειχτεί ότι συνθήκες με αυξημένο περιβαλλοντικό θόρυβο επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση εργαζόμενων και παιδιών. Δημιουργούνται προβλήματα στο διάβασμα, στην συγκέντρωση, στην πνευματική εργασία ιδιαίτερα ,κλπ. Η έκθεση στο θόρυβο μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις και μετά το πέρας της έκθεσης σε επιβαρημένο ακουστικό περιβάλλον (π.χ. λάθη στην εργασία, κάποια ατυχήματα που μπορούν να είναι δείκτης ανεπάρκειας στην απόδοση, παιδιά που ζουν σε θορυβώδες περιβάλλον έχουν αυξημένο επίπεδο ορμονών που σχετίζονται με το stress κλπ) (World Health Organization, 1993).
- Όχληση: το μέγεθος της προκαλούμενης όχλησης εξαρτάται από την στάθμη θορύβου, από το φάσμα συχνοτήτων, από την ώρα του 24ώρου, από την κατάσταση του κάθε ατόμου κλπ. Κατά τη διάρκεια της ημέρας σε λίγους ανθρώπους θα προκληθεί υψηλή όχληση για στάθμη $L_{eq} < 55 \text{ dB(A)}$ και σε ελάχιστους για στάθμη $L_{eq} < 50 \text{ dB(A)}$. Κατά τις νυχτερινές ώρες για να μην προκαλούνται οχλήσεις η στάθμη θορύβου θα πρέπει να είναι χαμηλότερη κατά 5 -10 dB(A) (World Health Organization, 1993).
- Κοινωνική συμπεριφορά: Οι επιπτώσεις του περιβαλλοντικού θορύβου μπορούν να αποτιμηθούν με βάση την επίδραση στην κοινωνική συμπεριφορά και τις δραστηριότητες. Έχει παρατηρηθεί ότι όταν τα άτομα εκτίθενται σε στάθμες θορύβου $> 80 \text{ dB(A)}$ παρουσιάζουν μειωμένη διάθεση να παρέχουν βοήθεια, αναπτύσσουν ανταγωνιστικότητα κλπ. Βέβαια για την επιβεβαίωση και τεκμηρίωση αυτών των φαινομένων όπως και τις επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα πρέπει να περιμένουμε αποτελέσματα περαιτέρω ερευνών (World Health Organization, 1993).

3.5. Πηγές θορύβου

Οι πιο σημαντικές πηγές θορύβου στην ΕΕ είναι οι εξής: οδική, σιδηροδρομική και εναέρια κυκλοφορία, βιομηχανίες, κέντρα ψυχαγωγίας και εγκαταστάσεις αναψυχής, εργοτάξια και οικοδομές, οικιακά ζώα και συσκευές.

- **Οδικές μεταφορές**, οι οποίες αποτελούν στην Ελλάδα το κυρίαρχο χειρσαίο μέσο μετακινήσεων ατόμων και αγαθών και την βασικότερη γραμμική πηγή θορύβου. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η ενόχληση από τον αστικό οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο αποτελεί τον πλέον διαδεδομένο, εφόσον διάφορες έρευνες που έλαβαν χώρα σε κατοίκους αστικών περιοχών, απέδειξαν την σημασία που δίνεται σε αυτή τη μορφή όχλησης, ιδιαίτερα τις βραδινές ώρες και γενικότερα τις ώρες ξεκούρασης. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Δ/σης DG XI της Ε.Ε., ο θόρυβος από την οδική κυκλοφορία ενοχλεί το 25% περίπου του πληθυσμού των ανεπτυγμένων χωρών της Δυτ.Ευρώπης, ενώ το 19% του συνολικού πληθυσμού της Ε.Ε. (περίπου 67 εκατ. άτομα) βρίσκεται σε περιοχές με υψηλές στάθμες θορύβου. Όσον αφορά τον κυκλοφοριακό θόρυβο σε τουριστικές περιοχές, σημειώνεται ότι κατά την αιχμή της τουριστικής περιόδου, παρατηρούνται και τα υψηλότερα επίπεδα ηχορύπανσης. Στη Ρόδο, σε μια ψυχοκοινωνική έρευνα που διεξήχθη, έδειξε ότι οι μόνιμοι κάτοικοι αναφέρουν ως πρώτη αιτία όχλησης τον κυκλοφοριακό θόρυβο σε ποσοστό 76,6%, ενώ το 44,64% των τουριστών δήλωσαν ότι ο εν λόγω θόρυβος είναι η κύρια αιτία παρενόχλησης του ύπνου τους.
- **Σιδηροδρομικές μεταφορές**, σχετίζονται κυρίως με τον αριθμό και το είδος των συρμών, η κατανομή της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια του 24ώρου, την ταχύτητα κυκλοφορίας, τα ηχητικά σήματα ή κορναρίσματα κατά τη διέλευση των συρμών από διασταυρώσεις ή οικιστικές περιοχές, τη λειτουργία του σιδηροδρομικού σταθμού, αλλά και θόρυβος από οδική κυκλοφορία στο σταθμό, σχετιζόμενη με την εξυπηρέτηση των επιβατών.

- **Αεροπορικές μεταφορές**, στις οποίες ισχύει γενικότερα ότι και στις παραπάνω κατηγορίες. Ο θόρυβος γύρω από τα αεροδρόμια εξαρτάται από τη χρήση τους, δηλ. αν πρόκειται για διεθνή, τοπικά ή στρατιωτικά, τους τύπους και τον αριθμό των αεροσκαφών, αλλά και τις διαδρομές που αυτά εκτελούν.

- **Βιοτεχνία και Βιομηχανία**

- **Άλλες δραστηριότητες**(Χαϊκιάλη,2006; www.noise-pollution.gr)
Κάθε κατηγορία πηγών έχει τα δικά της χαρακτηριστικά ως προς το είδος και τη στάθμη του θορύβου που επηρεάζει μια κατοικημένη περιοχή. Επίσης υπάρχει και μια σειρά πηγών θορύβου που θεωρούνται λιγότερο σημαντικές αλλά μπορούν να είναι πολύ ενοχλητικές, όπως :
 - Αθλητικές εγκαταστάσεις
 - Αγορές, υπαίθριες αγορές
 - Υπαίθρια θέατρα, κινηματογράφοι
 - Εργοτάξια, οικοδομές
 - Οικιακά ζώα (γαύγισμα σκύλων)
 - Οικιακές συσκευές (TV,ραδιόφωνο κλπ)
 - Πεδία βολών, σκοπευτήρια
 - Λατομεία (www.noise-pollution.gr)

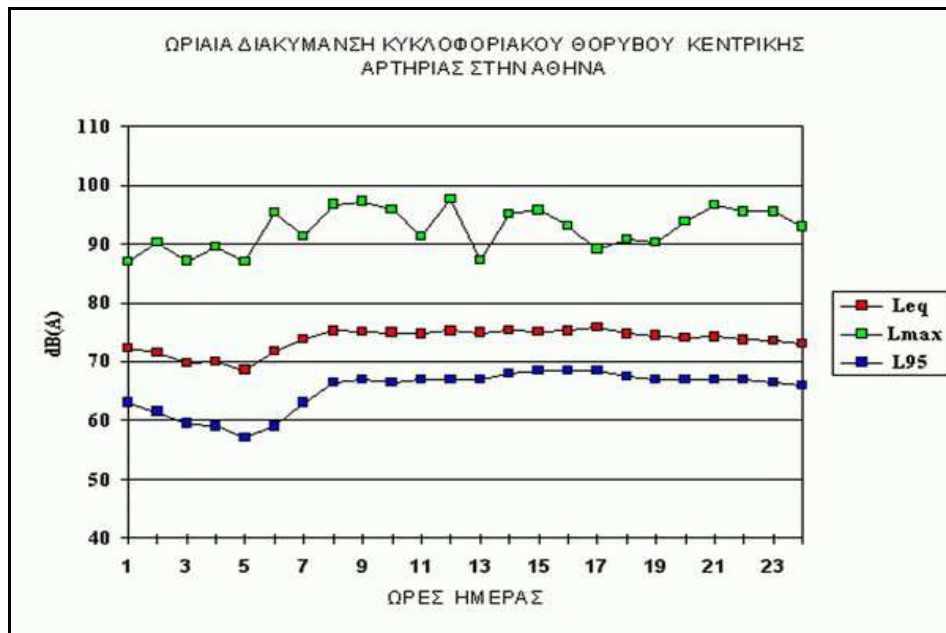
4. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ

4.1. Γενικά

Σε αντίθεση με τον θόρυβο που προέρχεται από πολλές διαφορετικές πηγές, ο κυκλοφοριακός θόρυβος είναι ίσως η πλέον διεισδυτική και δύσκολη να αποφευχθεί πηγή δημιουργίας θορύβου στη σημερινή κοινωνία (Environmental Protection Agency, 1998)

Κατά τον ορισμό, κυκλοφοριακός ονομάζεται ο θόρυβος που παράγεται από έναν ορισμένο κυκλοφοριακό φόρτο, ένα σύνολο δηλαδή οχημάτων προσδιορισμένων σε σχέση με τον χώρο και τον χρόνο. Η οδική κυκλοφορία αποτελεί μια σύνθετη πηγή θορύβου, η οποία αποτελείται από έναν μεγάλο αριθμό μεμονωμένων πηγών που είναι τα οχήματα. Συνεπώς η στάθμη που παράγεται από την οδική κυκλοφορία εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την στάθμη εκπομπής του θορύβου των μεμονωμένων οχημάτων και τον συνολικό αριθμό των οχημάτων που συνεισφέρουν. Το κάθε μεμονωμένο όχημα αποτελεί μια ξεχωριστή πηγή θορύβου και αναλύεται σε διάφορες ηχητικές πηγές όπως ο θόρυβος από την αναταραχή του αέρα, του συστήματος κίνησης (κινητήρας μηχανής) ή τέλος ο θόρυβος προκαλείται από τα ελαστικά και την επαφή τους με την επιφάνεια του οδοστρώματος (Βούγιας, 1995).

Βάσει των μέχρι τώρα μελετών και μετρήσεων του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, ένα ποσοστό περίπου 23% του πληθυσμού του Δήμου Αθηναίων, ζει σε απαράδεκτα υψηλές στάθμες κυκλοφοριακού θορύβου. [Ισοδύναμη ενεργειακή μέση ηχοστάθμη $L_{eq} > 72$ dB(A)]. Οι στάθμες θορύβου αιχμής [L_{max} dB(A)] κυμαίνονται από 90 - 100 dB(A), όλες τις ημέρες και δυστυχώς και τις νύχτες, στις σημαντικές αρτηρίες της πρωτεύουσας. Η κατάσταση αυτή οφείλεται ουσιαστικά στην οδική κυκλοφορία και κατά ένα μεγάλο μέρος στα δίκυκλα (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2004).



Διάγραμμα 4.1. Ωριαία διακύμανση κυκλοφοριακού θορύβου κεντρικής αρτηρίας στην Αθήνα (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2004)

4.2. Πηγές οδικού θορύβου

Ο θόρυβος από την οδική κυκλοφορία θα μπορούσε να κατηγοριοποιηθεί ως προς το είδος της πηγής σε δυο κατηγορίες. Εκπομπή θορύβου από:

- Τα οχήματα ως ολοκληρωμένες κατασκευές. Συνήθεις πηγές θορύβου σε αυτήν την περίπτωση είναι ο κινητήρας, η εξάτμιση, το σύστημα τροχοπέδησης, παράγοντες που επιδεινώνονται λόγω κακής συντήρησης των οχημάτων. Ο θόρυβος σε ένα όχημα έχει διαφορετικά επίπεδα στάθμης ανάλογα με την κινητική του κατάσταση, με τιμές από 75-85dB ή και περισσότερο για όχημα σε κίνηση, ανάλογα με την ταχύτητά του.
- Τη φυσική και άμεση επαφή (τριβή) του οχήματος με την επιφάνεια του οδοστρώματος. Η κατάσταση τόσο του δρόμου όσο και των ελαστικών του οχήματος, αποτελούν σημαντικό παράγοντα αύξησης ή μείωσης θορύβου. (Tsunokawa and Hoban, 1997)

4.3. Παράγοντες δημιουργίας του κυκλοφοριακού θορύβου

4.3.1. Κυκλοφοριακή ροή

Οι αιχμές του κυκλοφοριακού θορύβου προκαλούνται από μεμονωμένα οχήματα, ενώ το υπόβαθρο του κυκλοφοριακού θορύβου προέρχεται από το ρεύμα της κυκλοφορίας. Έτσι, οι αιχμές μειώνονται λόγω της απόστασης με ταχύτερο ρυθμό απ' ό,τι το υπόβαθρο θορύβου και αυτός είναι ο λόγος που ο θόρυβος της κυκλοφορίας είναι πιο συνεχής σε αποστάσεις μακριά από τον δρόμο, ενώ παρουσιάζει διακυμάνσεις κοντά σε αυτόν (Κόφιτσας, 2006).

Η εκπομπή θορύβου από μια ελεύθερη ροή, μπορεί να αναλυθεί σε δυο συνιστώσες. Η πρώτη συνιστώσα σχετίζεται με τα μεμονωμένα οχήματα ή τις ομάδες οχημάτων. Αυτή η σημειακή πηγή εκπέμπει με σφαιρική συμμετρία, οπότε η στάθμη του ήχου μειώνεται κατά 6 dB(A) για κάθε διπλασιασμό της απόστασης. Η δεύτερη συνιστώσα σχετίζεται με το ρεύμα των διερχομένων οχημάτων, μπορεί να θεωρηθεί σαν γραμμική πηγή και έτσι εκπέμπει θόρυβο με κυλινδρική συμμετρία. Θεωρητικά η στάθμη του ήχου μειώνεται κατά 3 dB(A) για κάθε διπλασιασμό της απόστασης από τη γραμμική πηγή. Ο ρυθμός αυτός ισχύει για αποστάσεις $S/3$, αν S είναι το μήκος της πηγής, ενώ πέρα απ' αυτό το όριο η πηγή συμπεριφέρεται σαν σημειακή (Κόφιτσας, 2006).

Παρόλο που η μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου έχει αποτέλεσμα τη μείωση του θορύβου, οι σύγχρονες τάσεις προβλέπουν τη συγκέντρωση των κυκλοφοριακών ροών σε μικρό αριθμό αρτηριών με πολύ μεγάλη συμφόρηση. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η ενόχληση αλλά μειώνεται ουσιαστικά το ποσοστό του πληθυσμού που υποφέρει και συνεπώς υπάρχει σημαντικό όφελος. Ταυτόχρονα γίνεται οικονομικά εφικτή η λήψη μέτρων προστασίας στο μικρό αριθμό αρτηριών, κάτι αδύνατο όταν η κυκλοφορία είναι διάχυτη σε όλη την πόλη. Πάντως καλύτερος τρόπος είναι να συγκεντρωθούν οι ροές και να μεταφερθούν σε αρτηρίες που είτε η θέση τους, είτε η κατασκευή τους, ελαχιστοποιούν την ενόχληση. Τέτοιες αρτηρίες είναι οι περιφερειακές (Κόφιτσας, 2006).

Η βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών, η σταθερή ροή οχημάτων με αυξημένη ταχύτητα και η ελαχιστοποίηση των σηματοδοτών, μειώνουν

σημαντικά το θόρυβο και από άποψη στάθμης και από άποψη ενόχλησης , με τη σταθερότητα. Η γενική τάση να διατηρείται ομαλή η ροή της κυκλοφορίας σε αρτηρίες και διερχόμενους δρόμους με πράσινα κύματα , έχει σημασία και για τη μείωση των θορύβων. Τότε, όμως, θα έπρεπε η ρύθμιση της κυκλοφορίας στους κόμβους να περιλαμβάνει πολλές φάσεις, ώστε να αποφεύγονται ακόμα και τα σύντομα χρονικά διαστήματα πλήρους ακινησίας (όλα τα σήματα δείχνουν κόκκινο). Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται οι εξαιρετικά ενοχλητικές αυξήσεις της στάθμης των θορύβων κατά την εκκίνηση (έχει διαπιστωθεί ότι η ένταση του ήχου , που προέρχεται από επιταχυνόμενο επιβατικό αυτοκίνητο είναι ίση με αυτή που εκπέμπεται σε ταχύτητες 100-110 km/h). Συνεπώς οι ανισόπεδοι κόμβοι προσφέρονται και από την άποψη της ηχοπροστασίας (Κόφιτσας, 2006).

Υπολογίσθηκε ότι ένας σηματοδότης αυξάνει τη στάθμη του κυκλοφοριακού θορύβου στην περιοχή γύρω από τη διασταύρωση κατά 4 dB(A) τουλάχιστον , αύξηση που αντιστοιχεί σε σχεδόν τριπλασιασμό του φόρτου (ή διαφορά στάθμης όταν το κόκκινο ενός φωτεινού σηματοδότη γίνει πράσινο , μπορεί να φθάσει μέχρι τα 18 dB(A) (Κόφιτσας, 2006).

Στις αστικές περιοχές η μέση στάθμη του θορύβου αυξάνεται αρχικά γρήγορα εξαιτίας της αύξησης της κυκλοφοριακής πυκνότητας, μέχρι να φτάσει μία ορισμένη τιμή πάνω από την οποία, όταν διπλασιάζεται ο όγκος της κυκλοφορίας η άνοδος της είναι μικρή περίπου 3 dB(A). Αντίθετα στους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας, περαιτέρω αύξηση των διερχόμενων αυτοκινήτων έχει σαν αποτέλεσμα υψηλότερο ρυθμό ανόδου της στάθμης θορύβου. Στην κλίμακα των dB(A) γίνεται λογαριθμική αύξηση του ήχου. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι αύξηση κατά 10 dB(A) προκαλεί διπλασιασμό της ακουστικότητας του θορύβου. Έτσι, η κυκλοφοριακή πρέπει να οκταπλασιαστεί για να δημιουργηθεί η εντύπωση ότι η στάθμη του θορύβου έχει περίπου διπλασιαστεί. Γίνεται γενικά αποδεκτό στα περισσότερα μοντέλα γενικά ότι για ένα ευρύ φάσμα των κυκλοφοριακών ροών η ισοδύναμη στάθμη L_{eq} είναι λογαριθμική συνάρτηση του κυκλοφοριακού φορτίου (q):

$$L_{eq} = C \log q$$

όπου το q είναι το κυκλοφοριακό φορτίο σε οχήματα ανά ώρα και C είναι μια

σταθερά. Κατά τον Delany το C ποικίλλει μεταξύ 7,5 και 11,5, για τους διαφορετικούς τύπους ροών, των αστικών όρων και των κλίσεων. Όμως γενικά μια τιμή C = 10 γίνεται αποδεκτή από τους περισσότερους ερευνητές.

4.3.2. Ποσοστό των βαρέων οχημάτων

Τα βαριά οχήματα, αποτελούν αντικείμενο συστηματικής μελέτης, επειδή ο θόρυβος ενός αντιστοιχεί περίπου με το θόρυβο δέκα μικρών επιβατικών αυτοκινήτων. Μετά από τα βαριά οχήματα έρχονται τα δίκυκλα που το κάθε ένα ισοδυναμεί με τέσσερα μικρά επιβατικά οχήματα. Το ποσοστό των βαρέων οχημάτων έχει μια σημαντική επίδραση στην παραγόμενη στάθμη θορύβου. Η κατά 20% συμμετοχή των φορτηγών στην κυκλοφορία αυξάνει τη μέση στάθμη σε σχέση με την κυκλοφορία αποκλειστικά επιβατικών κατά 6 dB(A). Αν η συμμετοχή των φορτηγών αυξηθεί σε 50%, η αύξηση θα είναι 8 dB(A) και αν φτάσει το 100% των επιβατικών, η διαφορά στάθμης σε σχέση με την κυκλοφορία αποκλειστικά επιβατικών θα είναι 10 dB(A) (Κόφιτσας, 2006). Πειραματικά στοιχεία του Lewis έδειξαν ότι τα βαρέα οχήματα (μεγαλύτερα από 1500 kg) παράγουν στάθμη θορύβου 5- 10 dB μεγαλύτερη από τα ελαφρά.

Η επίδραση της σύνθεσης κυκλοφορίας είναι λιγότερο σημαντική στους αυτοκινητόδρομους, όπου η διαφορά μεταξύ του θορύβου των φορτηγών και των αυτοκινήτων ελαττώνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητα. Για το ποσοστό των βαρέων οχημάτων και της στάθμης θορύβου, μια γενική έκφραση που χρησιμοποιείται σε μερικά μοντέλα είναι:

$$L_{10}=10\log (1+5p/v)$$

όπου p είναι το ποσοστό των βαρέων οχημάτων και v είναι η ταχύτητα. Η κατηγορία ελαφρών οχημάτων περιλαμβάνει μικρά αυτοκίνητα και η κατηγορία βαρέων οχημάτων περιλαμβάνει μεγάλα αυτοκίνητα ή θορυβώδη οχήματα πχ λεωφορεία, βαριά φορτηγά κ.λπ (Σκαρλάτος, 2008; Βογιατζής και Ψύχας, 1987).

4.3.3. Ταχύτητα κυκλοφορίας

Από άποψη θορύβων, οι οριακές τιμές της βέλτιστης περιοχής ταχύτητας είναι για τα επιβατικά τα 80km/h και για τα φορτηγά τα 60km/h. Για κυκλοφορία επιβατικών, η αύξηση της μέσης ταχύτητας από 80 km/h σε 100km/h σημαίνει μέση αύξηση της στάθμης κατά 4 dB(A), ενώ η αύξηση της ταχύτητας από 80km/h σε 120km/h αύξηση της στάθμης κατά 7 dB(A). Αντίθετα, όταν η ταχύτητα αυξάνεται από 60km/h σε 80km/h, πρακτικά, δεν μεταβάλλεται η μέση στάθμη (Κόφισσας, 2006).

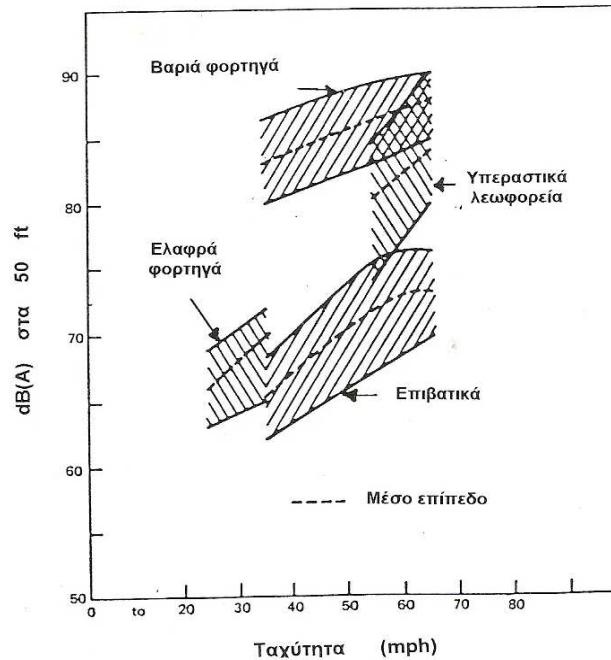
Ο θόρυβος της μηχανής της μηχανής της εξάτμισης υπερσχύει σε ταχύτητες κάτω από 70km/h, ενώ σε μεγαλύτερες ταχύτητες υπερσχύει ο θόρυβος υψηλών συχνοτήτων από τα λάστιχα και πιθανόν ο αεροδυναμικός θόρυβος(Κόφισσας, 2006).

Κατά τον Anderson η μείωση της στάθμης του θορύβου που προκαλείται από τη μείωση κατά 10 Km/h της ταχύτητας είναι μεταξύ 2,1 και 3,7 dB για τα ελαφρά οχήματα και 1,7 έως 2,7 dB για τα βαρέα οχήματα. Πολλοί ερευνητές ορίζουν δύο περιοχές ταχύτητας: μία επάνω από 50 Km/h όπου η κυκλοφοριακή ροή είναι ελεύθερη, και μία κάτω από 50 Km/h όπου η πλειοψηφία των οχημάτων δεν ρέει ελεύθερα.

Γενικά γίνεται αποδεκτό ότι η παραγωγή θορύβου είναι λογαριθμική συνάρτηση της ταχύτητας. Η σχέση μεταξύ της μέγιστης στάθμης του θορύβου και της ταχύτητας δίνεται από τη σχέση:

$$L = a + b \log v$$

όπου το a και το b είναι οι σταθερές, το b έχει κατά προσέγγιση τιμή 35 και για τα ελαφρά και για τα βαρέα οχήματα (Σκαρλάτος, 2008).



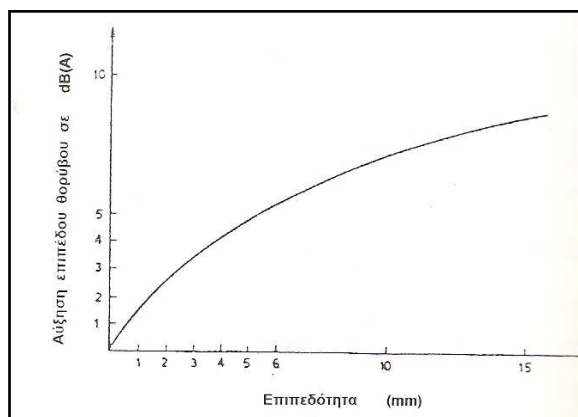
Διάγραμμα 4.2. Σχέση μεταξύ τύπου οχήματος, ταχύτητας και επίπεδο θορύβου που προκαλείται (Πηγή: Κοφίτσας, 2006)

4.3.4. Διασταυρώσεις

Οι περιοχές γύρω από τις διασταυρώσεις των μεγάλων οδικών αρτηριών είναι υπερβολικά θορυβώδεις, λόγω των επιταχύνσεων, επιβραδύνσεων καθώς και απότομων φρεναρισμάτων των οχημάτων. Η προκύπτουσα διακύμανση της στάθμης του θορύβου στο σημείο της διασταύρωσης μπορεί να υπερβεί τα 20 dB (A) (Βογιατζής και Ψύχας, 1987).

4.3.5. Κλίση του δρόμου

Ο θόρυβος από τα οχήματα, ιδιαίτερα από τα φορτηγά, αυξάνεται όταν το όχημα κινείται σε ανηφορικό δρόμο, λόγω της επιτάχυνσης με χαμηλή σχέση μετάδοσης και σε κατηφορικό δρόμο λόγω φρεναρίσματος. Ιδιαίτερα σημαντικές είναι οι κλίσεις με μεγάλο μήκος, επειδή στις κλίσεις με μικρό μήκος το όχημα μπορεί να κινηθεί χωρίς επιτάχυνση (Κόφιτσας, 2006).



Διάγραμμα 4.3. Αύξηση του θορύβου, σε συνάρτηση με την επιπεδότητα του δρόμου (Πηγή: Κόφισσας, 2006)

Στην πράξη, η κυκλοφορία επιβραδύνεται όταν έχει ανοδική πορεία, έτσι η μείωση του θορύβου λόγω της χαμηλότερης ταχύτητας σχεδόν εξουδετερώνει την αύξηση θορύβου λόγω ανηφορικής κλίσης μέχρι 8%. Γενικά, η αύξηση του θορύβου υπολογίζεται σε 1 dB(A) και 2 dB(A) για κλίσεις μέχρι 4% και 8% αντίστοιχα. Ένας γενικά αποδεκτός τύπος για την επίδραση της κλίσης στο θόρυβο που χρησιμοποιείται στο μοντέλο CRTN είναι:

$$L = a \cdot g$$

όπου το g είναι η κλίση σε μοίρες και a μια σταθερά με τιμές $a = 3$ για την κίνηση οχημάτων προς τα πάνω και $a = 2$ για τα οχήματα που κινούνται προς τα κάτω (Σκαρλάτος, 2008; Βογιατζής και Ψύχας, 1987).

4.3.6. Πλάτος του δρόμου

Όσον αφορά το πλάτος του δρόμου, όσο πιο στενός είναι αυτός και όσο πιο ψηλά είναι τα κτίρια, τόσο υψηλότερη είναι η στάθμη του στον εν λόγω δρόμο λόγω ανακλάσεων του ήχου μεταξύ των κτιρίων. Η επίδραση μιας πρόσοψης ενός κτηρίου πίσω από το σημείο υποδοχής θα αυξήσει το επίπεδο θορύβου. Σύμφωνα με τον Delany, μέτρηση σε απόσταση 1m από ένα συνεχές τούβλο δείχνει μια αύξηση 2.3 dB (A) στη μετρούμενη στάθμη (Σκαρλάτος, 2008; Βογιατζής και Ψύχας, 1987).

4.3.7. Είδος και ποιότητα επιφανείας οδοστρώματος

Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ελαστικών αυτοκινήτου και της οδικής επιφάνειας, έχει επιπτώσεις άμεσα στη στάθμη του θορύβου που παράγεται από την κυκλοφορία. Ο θόρυβος που διαδίδεται μεταξύ των ελαστικών των αυτοκινήτων είναι μικρότερος στις πορώδεις επιφάνειες απ' ό,τι στις πυκνές επιφάνειες. Τα οχήματα μεταδίδουν μεταδίδουν στο έδαφος κραδασμούς λόγω των ανωμαλιών του οδοστρώματος αποτελούνται κυρίως από φάσμα χαμηλών συχνοτήτων και έχουν ένταση που αυξάνει με την ταχύτητα. Οι κραδασμοί αυτοί μπορεί να είναι τυχαίοι και ισχυροί (λόγω μιας λακκούβας, ισόπεδης σιδηροδρομικής διάβασης, αρμών διαστολής κλπ.) ή να έχουν μια πιο συνεχή και περιοδική μορφή (π.χ. λόγω ομοιόμορφων κυματοειδών παραμορφώσεων του οδοστρώματος). Μεταδίδονται μέσω της βάσεως και υποβάσεως της οδού στο έδαφος με τη μορφή κυμάτων όπως τα σεισμικά (εγκάρσια, διαμήκη και Rayleigh) (Σκαρλάτος, 2008).

| Είδος οδοστρώματος | | Ταχύτητα (km/h) | | |
|--------------------|--------|-----------------|----------|---------|
| | | 60 | 80 | 100 |
| Ασφαλτικό | Στεγνό | 70dB(A) | 75 dB(A) | 79dB(A) |
| | Υγρό | 80 dB(A) | 82 dB(A) | 84dB(A) |
| Μπετόν | Στεγνό | 73 dB(A) | 78 dB(A) | 82dB(A) |
| | υγρό | 80 dB(A) | 82 dB(A) | 84dB(A) |

Πίνακας 4.1. Στάθμη του κατά την κίνηση ενός επιβατικού σε απόσταση 7,5m από το μέσο του οδοστρώματος, σε συνάρτηση με την ταχύτητα, το είδος και την κατάσταση της επίστρωσης του οδοστρώματος(Κόφιτσας,2006).

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, η επίστρωση της οδού επηρεάζει τη στάθμη των θορύβων, μόνο όταν το οδόστρωμα είναι στεγνό. Ορισμένοι ερευνητές έδωσαν τις παρακάτω αναλυτικές σχέσεις του επιπέδου

θορύβου, σε συνάρτηση με το είδος του οδοστρώματος και την ταχύτητα των οχημάτων. (Κόφισας,2006)

Οδόστρωμα από σκυρόδεμα : $-9,5+41,2 \log v$

Οδόστρωμα από λεπτό ασφαλτοσκυρόδεμα : $-16+42,8 \log v$

4.4. Παράγοντες διάδοσης του κυκλοφοριακού θορύβου

4.4.1. Απορρόφηση του εδάφους και το ύψος του δέκτη

Η επίδραση του εδάφους στη μείωση της στάθμης του θορύβου εξαρτάται από τη φύση της επιφάνειας, την απόσταση από την πηγή και το ύψος της πηγής και του δέκτη.

Η μέγιστη εξασθένιση σημειώνεται κατά τη διάδοση του ήχου παράλληλα προς ανώμαλο έδαφος καλυμμένο με χορτάρι και με ανηφορική κλίση προς το δέκτη. Η απορρόφηση του εδάφους είναι αμελητέα ,αν ο θόρυβος διαδίδεται με γωνίες μεγαλύτερες από 10° σε σχέση με το έδαφος. Αυτός είναι ο λόγος που οι χαμηλότεροι όροφοι σε ένα κτίριο σε αρκετή απόσταση, μπορεί να είναι πιο ήσυχοι από τους ψηλότερους.

Έτσι όπου υπάρχει ελεύθερος χώρος μεταξύ του κτιρίου και της πηγής, όσο πιο ψηλό είναι το κτίριο, τόσο πιο μεγάλη πρέπει να είναι η απόσταση. Διαφορετικά πρέπει ενδιάμεσα χαμηλότερα κτίρια για να ενεργούν ως φράγματα, οπότε υπάρχει σημαντικό κέρδος στο πλάτος της ζώνης που παρεμβάλλεται. Σε ψηλά κτίρια, που είναι κοντά στον δρόμο, η στάθμη του θορύβου δεν μεταβάλλεται πολύ με το ύψος (Κόφιτσας, 2006).

4.4.2. Η θέση του δρόμου

Βασικός κανόνας είναι οι αυτοκινητόδρομοι δεν πρέπει να περνούν πολύ κοντά από οικισμούς. Σε αυτοκινητόδρομους με πυκνή κυκλοφορία , η μέση στάθμη μειώνεται κατά 3 dB(A) όταν διπλασιάζεται η απόσταση. Για αποστάσεις μεγαλύτερες των 200 m , οι τιμές της στάθμης καθορίζονται από τις επιρροές των μετεωρολογικών συνθηκών. Ο άνεμος και η θερμοκρασία μπορούν να προκαλέσουν αυξομειώσεις μέχρι 20 dB(A).

Σε περιπτώσεις όπου ο δρόμος βρίσκεται σε ψηλότερο επίπεδο από τον περιβάλλοντα χώρο (σε επίχωμα) , ο θόρυβος επηρεάζει σημαντικά μεγαλύτερη περιοχή απ' ότι ο θόρυβος που προέρχεται από την ίδια πηγή σε επίπεδο έδαφος (Κόφιτσας, 2006).

Τα τεχνητά ή φυσικά εμπόδια είναι λιγότερο αποτελεσματικά και η διαφορά μεταξύ της στάθμης θορύβου στην πρόσοψη και της στάθμης στο πίσω μέρος

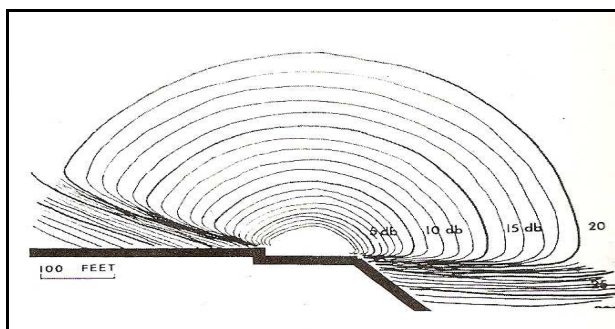
των κτιρίων, μειώνεται. Επίσης, η απορρόφηση του εδάφους ελαττώνεται ή εκμηδενίζεται.

Πολύ συχνά σε υπερυψωμένο δρόμο σχηματίζεται μια ακουστική σκιά, που εκτείνεται μέχρι 90 m , περίπου, από τον αυτοκινητόδρομο. Επομένως το ισόγειο των κατοικιών κοντά στον υπερυψωμένο δρόμο μπορεί να έχει περισσότερο ησυχία από τους ψηλότερους ορόφους. Σε περιπτώσεις όπου ο δρόμος βρίσκεται σε επίπεδο χαμηλότερο από το έδαφος , η κυκλοφορία έχει μια μικρή επίδραση στον περιβάλλοντα χώρο (Κόφιτσας, 2006).

Τα τοιχώματα του ορύγματος ενεργούν ως φράγμα θορύβου, που το ενεργό ύψος του, είναι η απόσταση μεταξύ της κορυφής του τοίχου και μιας ευθείας γραμμής που ενώνει την πηγή του θορύβου με το δέκτη.

Οι τοίχοι υποστήριξης δίνουν καλύτερη προστασία από ένα πρανές με κλίση, αλλά το φαινόμενο της πολλαπλής ανάκλασης του ήχου στις πλευρές του ανοίγματος μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα θορύβου στις κοντινές κατοικίες και έτσι πρέπει να ληφθεί υπόψη στους αστικούς δρόμους ταχείας κυκλοφορίας (Κόφιτσας, 2006).

Οι δυσμενείς επιδράσεις, που οφείλονται στην πολλαπλή ανάκλαση του ήχου, μπορούν να μειωθούν χωρίς να χρειάζεται πολύ περισσότερη γη γι' αυτό , κατασκευάζοντας τους τοίχους υποστήριξης με κλίση 10° - 20° , οπότε επιτυγχάνεται εξασθένηση μέχρι 5 dB(A) μεγαλύτερη απ' αυτή που επιτυγχάνεται με κατακόρυφους τοίχους υποστήριξης. Μεγαλύτερη αύξηση της κλίσης των τοίχων , θα μειώσει το ενεργό ύψος με αποτέλεσμα την ελάττωση της εξασθένησης. Τα επικλινή πρανή με χορτάρι δίνουν λιγότερη αποτελεσματική προστασία, αλλά δεν δημιουργούν προβλήματα ανάκλασης(Κόφιτσας, 2006).



Διάγραμμα 4.4. Μείωση του θορύβου σε σχέση με την απόσταση, σε ένα δρόμο (Πηγή : Κόφιτσας, 2006)

4.4.3. Απόσταση

Τα μεμονωμένα οχήματα προκαλούν τις αιχμές του κυκλοφοριακού θορύβου, ενώ η ροή κυκλοφορίας προκαλεί το υπόβαθρο του θορύβου, με αποτέλεσμα οι αιχμές του θορύβου να μειώνονται λόγω της αύξησης της απόστασης με γρηγορότερο ρυθμό απ' ό,τι το υπόβαθρο. Γι' αυτό τον λόγο, ο κυκλοφοριακός θόρυβος σε κοντινές αποστάσεις από τον δρόμο παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, ενώ σε μακρινές είναι περισσότερο συνεχής. Γενικά μπορούμε να πούμε, ότι η στάθμη του θορύβου που εκπέμπεται από ένα όχημα με σφαιρική συμμετρία, μειώνεται κατά περίπου 6 dB (A) για κάθε διπλασιασμό της απόστασης, ενώ η ηχητική στάθμη που εκπέμπεται από ένα ρεύμα κυκλοφορίας κυλινδρική συμμετρία μειώνεται κατά 3dB (A) για κάθε διπλασιασμό της απόστασης (Βογιατζής και Ψύχας, 1987).

4.4.4. Ατμοσφαιρική εξασθένηση

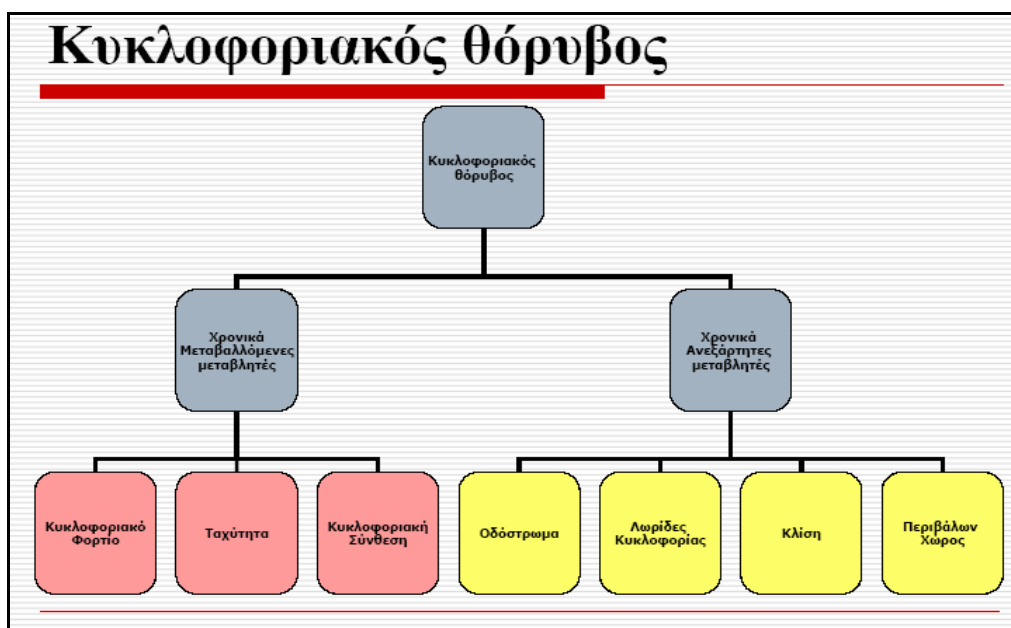
Η απορρόφηση του θορύβου από τα μόρια του αέρα είναι άλλος ένας παράγοντας που επιδρά κατά την διάδοση του κυκλοφοριακού θορύβου. Η απορρόφηση είναι σημαντική σε υψηλές συχνότητες θορύβου και σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή, γι' αυτόν τον λόγο οι χαμηλές συχνότητες που εκπέμπονται από τα οχήματα δεν μπορούν να απορροφηθούν σε μεγάλο ποσοστό από τα μόρια του αέρα. Γενικά η ατμοσφαιρική εξασθένηση επιφέρει μια μείωση του 1db (A) στα 250 m από την πηγή και 2dB (A) στα 500m από την πηγή (Βογιατζής και Ψύχας, 1987).

4.4.5. Μετεωρολογικές συνθήκες

Οι μετεωρολογικές συνθήκες όπως η βροχή ή το χιόνι, μεταβάλλουν τις ακουστικές ιδιότητες του εδάφους, ενώ η διάδοση του θορύβου επηρεάζεται από τον αέρα και από τις διαβαθμίσεις της θερμοκρασίας. Θερμοκρασιακή αναστροφή, σημαίνει μεγαλύτερη ταχύτητα ήχου μακριά από την επιφάνεια του εδάφους και έτσι μια προς τα κάτω απόκλιση των ηχητικών κυμάτων, με αποτέλεσμα μια αύξηση της ηχητικής στάθμης κοντά στο έδαφος. Η διεύθυνση του ανέμου επηρεάζει τη διάδοση του θορύβου σε μεγαλύτερο

βαθμό απ' ότι οι διαβαθμίσεις της θερμοκρασίας. Η ταχύτητα του ανέμου συνήθως αυξάνεται με την απομάκρυνση από το έδαφος.

Αν ο ήχος διαδίδεται προς την ίδια κατεύθυνση με τον άνεμο, τα ηχητικά κύματα αποκλίνουν προς τα κάτω με αποτέλεσμα την αύξηση της ηχητικής στάθμης κοντά στο έδαφος. Αντίθετα η ηχητική στάθμη μειώνεται, όταν ο άνεμος έχει αντίθετη διεύθυνση, επειδή τα ηχητικά κύματα αποκλίνουν προς τα πάνω (Κόφιτσας, 2006).



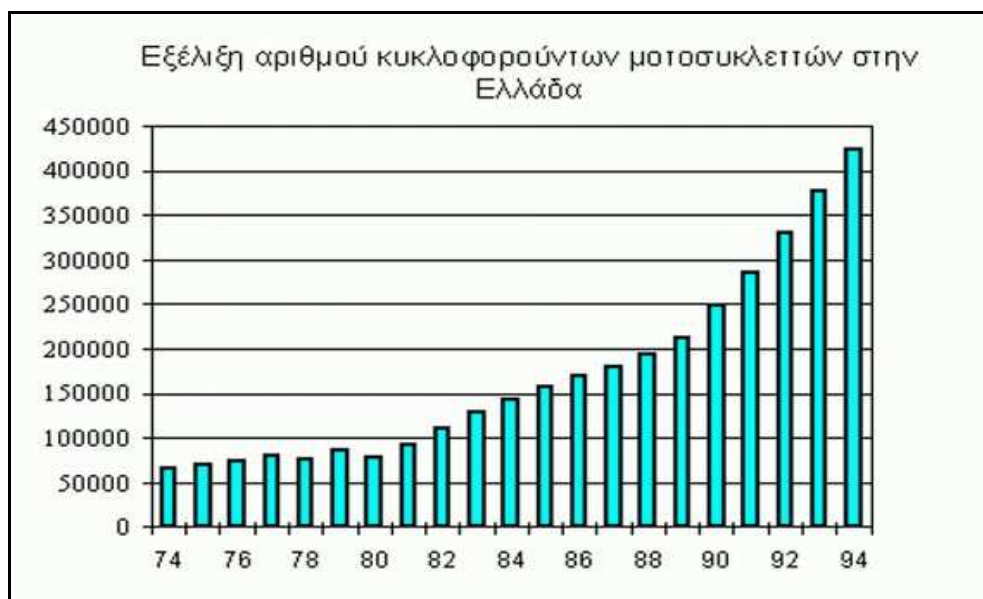
Εικόνα 4.1. Παράγοντες δημιουργίας κυκλοφοριακού θορύβου
(Πηγή :Σκαρλάτος, 2008)

5. ΜΕΤΡΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

5.1. Γενικά

Ο θόρυβος από την οδική κυκλοφορία -σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες εκτιμήσεις της Δ/σης DG XI της Ευρωπαϊκής Ένωσης- ενοχλεί το 20-25% περίπου του πληθυσμού των ανεπτυγμένων κρατών της Δυτ. Ευρώπης, ενώ το 19% του συνολικού πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης (περίπου 67 εκατ.) ευρίσκεται σε περιοχές με υψηλές στάθμες θορύβου, με εκτιμώμενο οικονομικό κόστος τα 38 δις ευρώ. Ο οδικός θόρυβος θεωρείται ως η πλέον ενοχλητική πηγή θορύβου για τον αστικό πληθυσμό και ειδικά ο θόρυβος από τις Μοτοσικλές και τα μοτοποδήλατα (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2004).

Ο κυκλοφοριακός θόρυβος προέρχεται από τα διάφορα οχήματα έτσι όπως αυτά ορίζονται από την νομοθεσία και ιδιαίτερα από τα δίκυκλα (μοτοποδήλατα – μοτοσικλές). Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Δημοσίας Τάξης, αρμόδιου για τη διαχείριση των μοτοποδηλάτων φαίνεται ότι κυκλοφορούν 478.000 μοτοποδήλατα στην Αττική, 1.303.000 μοτοποδήλατα στο σύνολο της χώρας, 195.000 μοτοσικλές στην Αττική και 430.000 στο σύνολο της χώρας. Αν ληφθεί όμως υπόψη ότι συνήθως δεν αναφέρεται η απόσυρση των δίκυκλων λόγω παλαιότητας, μια ρεαλιστική εκτίμηση, είναι ότι κυκλοφορούν περίπου 550.000 δίκυκλα στην Αττική και 1.400.000 δίκυκλα στο σύνολο της χώρας. Σημειώνεται επίσης, ότι ο σημερινός ρυθμός αύξησης των δίκυκλων στη χώρα είναι περίπου 40.000 μοτοσικλές και 70.000 μοτοποδήλατα ετησίως. Από τους ελέγχους, τις μετρήσεις καθώς και πρόσφατες δειγματοληπτικές έρευνες του Υπουργείου Περιβάλλοντος, εκτιμάται ότι περίπου 5% των αυτοκινήτων και 20-25% των δίκυκλων εκπέμπουν παράνομες στάθμες θορύβου (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2004)



Διάγραμμα 5.1. Εξέλιξη αριθμού κυκλοφορούντων μοτοσυκλετών στην Ελλάδα (Πηγή : Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2004)

Καθώς τα συστατικά του θορύβου από την οδική κυκλοφορία βρίσκονται κυρίως στον θόρυβο από το σύστημα προώθησης οχημάτων και στην αλληλεπίδραση μεταξύ δρόμου και ελαστικού, το μεγαλύτερο μέρος των μέτρων πρόληψης και θεραπείας, αποτελείται από λιγότερο θορυβώδεις οδικές τεχνολογικές συσκευές μείωσης θορύβου, στρατηγικές διαχείρισης κυκλοφοριακής κίνησης και μακροπρόθεσμες λύσεις σχεδιασμού κυκλοφοριακής κίνησης και χρήσης γης. Το δύσκολο σημείο στη λήψη μέτρων κατά του κυκλοφοριακού θορύβου είναι η πραγματοποίηση, ενός σχεδίου που θα συνδυάζει τη μείωση της συνολικής εκπομπής θορύβου με τη μη παρεμπόδιση της κίνησης (<http://www.irfnet.eu/>).

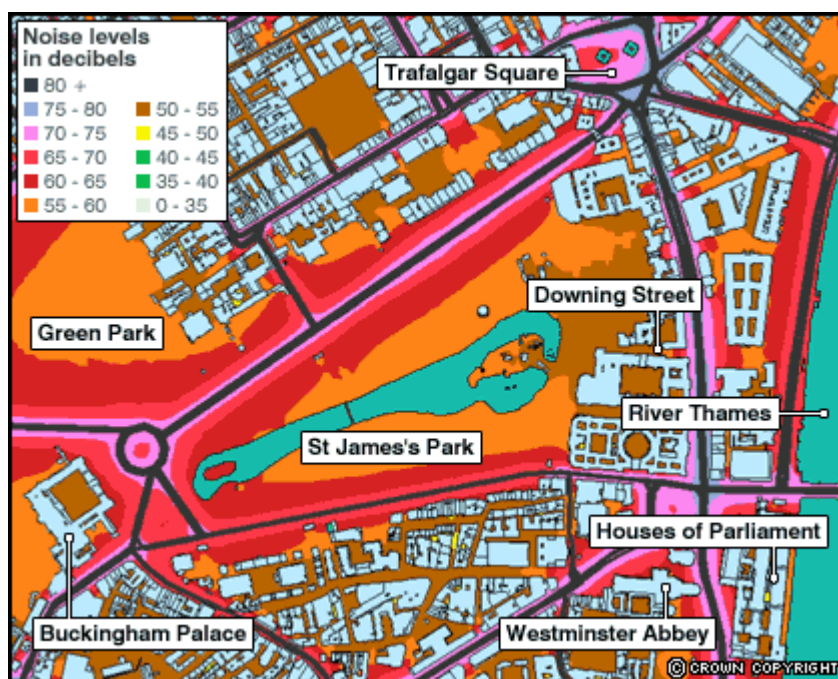
Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικά τα μέτρα που μπορούμε να εφαρμόσουμε για να ελαττώσουμε τον κυκλοφοριακό θόρυβο :

5.2. Χαρτογράφηση του θορύβου

Αρχικό μέτρο σε ένα πρόγραμμα καταπολέμησης του θορύβου είναι ο χάρτης θορύβου. Πριν ληφθεί οποιοδήποτε αντιθορυβικό μέτρο σε επίπεδο πόλεων, θα πρέπει να έχει γίνει απεικόνιση του θορύβου της περιοχής σε χάρτη με ισοσταθμικές καμπύλες κατά κανονισμό DIN18005II.

Χρησιμοποιείται ένας χάρτης της περιοχής που μας ενδιαφέρει. Λαμβάνονται μετρήσεις στάθμης ηχητικής πίεσης σε διάφορες θέσεις γύρω από την υπό διερεύνηση περιοχή και οι θέσεις αυτές σημειώνονται στον χάρτη. Τα σημεία της ίδιας ηχοστάθμης ενώνονται και έτσι δημιουργούνται οι_ισοϋψείς του θορύβου που αποτελούν την απεικόνιση της κατανομής του ήχου, όσο περισσότερες μετρήσεις γίνονται, τόσο ακριβέστερος είναι ο χάρτης θορύβου. Ένας τέτοιος χάρτης δείχνει αμέσως σε ποιες περιοχές τα επίπεδα θορύβου είναι πολύ υψηλά. Έτσι ο προγραμματισμός των μέτρων που πρέπει να ληφθούν για την προστασία των εργαζομένων γίνεται ευκολότερος, εφόσον υπάρχει ήδη ένας οδηγός (Δρακόπουλος, 2008).

Όταν τα αναγκαία μέτρα για την περιστολή του θορύβου έχουν πλέον ληφθεί, γίνονται νέες μετρήσεις, οι οποίες θα δώσουν μια σαφή εικόνα του βαθμού μεταβολής της κατανομής του θορύβου. Ο χάρτης θορύβου μπορεί επίσης να χρησιμεύσει στον εντοπισμό περιοχών όπου η χρήση ατομικών μέσων προστασίας της ακοής είναι υποχρεωτική. Η χαρτογράφηση θορύβου μπορεί να γίνει ακόμα και σε πόλεις, ή σε άλλα σημεία – χώρους στους οποίους θέλουμε να μετρήσουμε τα επίπεδα θορύβου (Δρακόπουλος, 2008).



Εικόνα 5.1. Ενδεικτικά χάρτης θορύβου του Λονδίνου (Πηγή:<http://newsimg.bbc.co.uk/media/images/40678000/gif/40678782noisemaplondonimg416.gif>)

5.3. Μείωση του θορύβου της πηγής

Μείωση στην πηγή, δηλαδή καλύτερος (αντιθορυβικός) σχεδιασμός οχημάτων (χρήση εναλλακτικών ηχοαπορροφητικών υλικών) ή συσκευών (ηχομονωμένες βιομηχανικές συσκευές) στο στάδιο παραγωγής, εφαρμογή σχεδίου 'ήσυχων περιοχών' κλπ. Η μείωση στην πηγή αποτελεί το καλύτερο μέτρο αντιμετώπισης, όταν κάποιο προϊόν δεν έχει ακόμη κατασκευαστεί. (Colin et al, 2003)

5.4. Μείωση με σωστή πολεοδομική διαμόρφωση

Μείωση με σωστή πολεοδομική διαμόρφωση (European Road Federation, 2004) και επιλογή διατομής των οδών. Θα πρέπει δηλ. να αποφεύγονται οι κλίσεις, ειδικά σε οδούς που διέρχονται μέσα από περιοχές που απαιτούν προστασία, οι απότομες στροφές λόγω της χρήσης φρένων, να υπάρχει παράλληλη διατομή οδού, κατά δύναμη ρεύματα ίδιας κυκλοφορίας με λωρίδες επιβράδυνσης και επιτάχυνσης στις εξόδους και εισόδους αντίστοιχα και τέλος να κατασκευάζονται ειδικά μελετημένα αθόρυβα οδοστρώματα, ανυψωμένοι δρόμοι και γέφυρες (Τζεκάκης και Τσινίκας, 1986).

Τα βασικά ηχοπροστατευτικά μέτρα για την επίτευξη αντιθορυβικού σχεδιασμού μιας πόλης είναι συνοπτικά:

- ❖ Σύμπτυξη αξόνων κυκλοφορίας (αυτοκινητόδρομους παράλληλα με σιδηρόδρομο) και γενικά πυκνά τοποθετημένες πηγές θορύβου
- ❖ Δημιουργία διαφοροποιημένου οδικού δικτύου με κλιμάκωση σταθμών θορύβου για ανάλογες απαιτήσεις ησυχίας και προσδιορισμός αριθμού κατοικιών ανά στάθμη
- ❖ Δημιουργία ζώνης πράσινου με πάρκα ανάμεσα στις περιοχές κατοικίας και εργασίας
- ❖ Διαμόρφωση δρόμων σε μονόδρομους, αδιέξοδα και δημιουργία δυσκολίας προσπέλασης ώστε να μειώνεται η κυκλοφορία μέσα από την περιοχή που μας ενδιαφέρει και επομένως να μειώνεται η στάθμη θορύβου
- ❖ Δημιουργία αδιεξόδων σε τμήματα οικισμού για επίτευξη ηχοπροστασίας από κυκλοφοριακό θόρυβο

Σημαντικό ρόλο παίζει επίσης το περιβάλλον της πηγής και η τοποθέτησή της αναφορικά με τον δέκτη, ενώ για αποστάσεις μεγαλύτερες από 100 μέτρα, σημαντικό ρόλο μπορούν επίσης να παίξουν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες. Η τοποθέτηση των κτιρίων επηρεάζει σε πολύ μεγάλο ποσοστό τη συμπεριφορά ενός οικισμού ως προς τον θόρυβο. Μεμονωμένα κτίρια μπορούν να τοποθετηθούν με τις τυφλές τους πλευρές ή τις μικρές τους επιφάνειες προς τις πηγές θορύβου και με τρόπο ώστε να μην αποτελούν ανακλαστικές επιφάνειες για άλλα κτίρια. Επίσης, η κάτοψη του κτιρίου μπορεί να διαμορφωθεί έτσι ώστε οι κύριοι χώροι κατοικίας να είναι προσανατολισμένοι στην ήσυχη πλευρά του κτιρίου. Τέλος, η μείωση της ηχομονωτικής ικανότητας της πρόσοψης εξαρτάται από την ηχομονωτική ικανότητα του παραθύρου (Τζεκάκης και Τσινίκας, 1986).

5.5. Αντιθορυβικός σχεδιασμός κατοικίας

Κατά τον σχεδιασμό κτιρίων όπου συνυπάρχουν ήσυχες και θορυβώδεις λειτουργίες πρέπει να προβλέπονται:

- σύμπτυξη πηγών θορύβων, όπως κατάστημα και χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων μαζί, αλλά και χώρων όπου υπάρχει ανάγκη ηχοπροστασίας
- αποκλεισμός ή τουλάχιστον περιορισμός χώρων στάθμευσης που γειτονεύουν με χώρους κατοικίας
- κατά το δυνατό οριζόντια διάταξη κατοικίας
- διάταξη χρήσεων κατά ορόφους με βάση τον θόρυβο βάθους ή ειδικής πηγής θορύβους, π.χ. αεροσκαφών
- καθορισμός εκ των προτέρων από το σχέδιο πόλεως επιφανειών για συγκεκριμένα κτίρια όπως οικόπεδο όπου θα υπάρχει θόρυβος γιατί έχει επιλεγεί να χρησιμοποιηθεί σαν χώρος στάθμευσης ενώ άλλο οικόπεδο έχει επιλεγεί να είναι σε ζώνη ησυχίας για να κτιστεί σχολείο κλπ (Τζεκάκης και Τσινίκας, 1986).

Τοίχοι : Για τα συνηθισμένα προβλήματα, στην πράξη, οι Γερμανικοί κανονισμοί DIN4109 προβλέπουν να λαμβάνεται ως μέση συχνότητα τα 550Hz, για να υπολογισθεί η 'μέση ηχομονωτική αξία' των τοίχων. Οι τοίχοι

διακρίνονται σε συμπαγείς (η ηχομονωτική του αξία εξαρτάται από το βάρος του) και σε τοίχους με διάκενα ή αλλιώς με διπλά χωρίσματα, τα οποία παρουσιάζουν αυξημένο δείκτη ηχομείωσης για συχνότητες που είναι μεγαλύτερες από τη συχνότητα συντονισμού του διπλού τοιχώματος. Πραγματικοί τοίχοι: Οι τοίχοι που συναντώνται στις περισσότερες περιπτώσεις και είναι φτιαγμένοι από διάφορα υλικά, οπότε η ηχομείωση εδώ εξαρτάται από τη φύση του υλικού. Ο κανονισμός απαιτεί μια ηχομονωτική ικανότητα ανάμεσα στα 45 και 50dB για διαχωριστικούς τοίχους, ανάλογα βέβαια με τη χρήση των χώρων και από 25dB για εσωτερικούς διαχωριστικούς τοίχους (Σελλούντος και Πέρδιος, 1985).

5.6. Χρήση αντιθορυβικών οδοστρωμάτων

Ένας δρόμος έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει ως μόνωση, απορροφώντας έως και στο μισό τον θόρυβο που παράγουν τα αυτοκίνητα. Μάλιστα, η κατασκευή αντιθορυβικών δρόμων είναι εδώ και χρόνια όχι μόνο εφικτή, αλλά υποχρεωτική σε πολλές χώρες, όπως στην Ολλανδία και το Βέλγιο, κυρίως στα τμήματα των αυτοκινητόδρομων που διασχίζουν οικισμούς και πόλεις, ενώ ανάλογες τεχνολογίες είναι πλέον υποχρεωτικό να εφαρμοστούν και στην Ελλάδα, κατά την ανακατασκευή των εθνικών οδών στα τμήματα που διασχίζουν οικισμούς.

Παρ' όλα αυτά, ο θόρυβος που παράγεται από την κυκλοφορία των οχημάτων, εξακολουθεί να αποτελεί ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα της εποχής μας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το γεγονός ότι κατά τον διπλασιασμό της ταχύτητας ενός οχήματος, η αύξηση της στάθμης του παραγομένου από το οδόστρωμα θορύβου είναι της τάξης των 12 ντεσιμπέλ. Θόρυβος παράγεται και από την επαφή των ελαστικών με το οδόστρωμα και επομένως εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του ασφαλτοτάπητα κυκλοφορίας. Μάλιστα, από μια ταχύτητα και πάνω η υφή του οδοστρώματος επηρεάζει πολύ τη στάθμη του θορύβου. Προσπαθώντας να δώσουν μια λύση, οι επιστήμονες έχουν τα τελευταία χρόνια αναπτύξει τη χρήση αντιθορυβικών ταπήτων.

Έρευνες στην Ολλανδία και στο Βέλγιο έδειξαν ότι με τη χρήση 'πορώδους τάπητα' επιτυγχάνεται μείωση μέχρι και 6dB σε σχέση με τον συμβατικό

τάπητα για ελαφρά οχήματα σε ταχύτητες από 40χλμ. Ως 120χλμ. την ώρα. Μάλιστα, το οδόστρωμα αποσβένει όχι μόνο τον θόρυβο ελαστικού – δρόμου, αλλά και τον θόρυβο που παράγεται από άλλα μέρη του Οχήματος. Ο θόρυβος απορροφάται από μικρά κενά στο μείγμα της ασφάλτου, που δημιουργούνται και διατηρούνται με τη χρήση “πορώδους τάπητα” και χημικών προσμείκτων (Λοϊζος,2007).

Σύμφωνα με τις πλέον σύγχρονες εξελίξεις της τεχνολογίας αλλά και της διεθνούς πρακτικής, ο τελικός τάπητας κυκλοφορίας ενός οδοστρώματος θα πρέπει στον οδηγό ένα υψηλό επίπεδο οδικής κυκλοφορίας και ποιότητας κύλισης και παράλληλα να εξασφαλίζει στον δέκτη ικανοποιητική αντιθορυβική και ήχο-απορροφητική η οποία ενδέχεται να εξασφαλίζει ηχομειώσεις της τάξης των 2-4 dB(A) για ταχύτητες μεγαλύτερες των 50-60km/h (Βογιατζής, 2009).

5.7. Ηχοπετάσματα

Η εκτενής χρήση των ηχοπετασμάτων ξεκίνησε στις Ηνωμένες Πολιτείες από τα μέσα του 20ου αιώνα, όταν και η κυκλοφορία οχημάτων παρουσίασε σημαντική άνοδο. Προς το τέλος της δεκαετίας του '60 η επιστήμη της ακουστικής τεχνολογίας αξιολόγησε από μαθηματική σκοπιά την χρήση και την αποτελεσματικότητα ενός σχεδίου ηχοπετασμάτων παραπλεύρως συγκεκριμένου οδοστρώματος. Αυτοί οι πρόωροι υπολογισμοί εξέτασαν τον παραγόμενο ήχο βάση διαφόρων χαρακτηριστικών του οδοστρώματος όπως γεωμετρία, χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας όπως τύποι οχημάτων και άλλων παραγόντων όπως μετεωρολογία, τοπογραφία κα. Συγκρινόμενα τα αποτελέσματα με αυτά μετά την χρήση ηχοπετασμάτων η χρήση των τελευταίων κρίθηκε απαραίτητη.

Σύντομα οι πολυάριθμες περιπτώσιακές μελέτες στις Η.Π.Α. προγραμμάτισαν την εγκατάσταση ηχοπετασμάτων στις εθνικές οδούς. Προς αυτή την κατεύθυνση οδήγησε και ο Εθνικός νόμος πολιτικής για το περιβάλλον αλλά και ο Νόμος ελέγχου του θορύβου ο οποίος θεσπίστηκε το 1972. Έτσι δημιουργήθηκε η θεωρία σχεδίου ηχοπετασμάτων η οποία παρότι ολοκληρώθηκε το 2006 δεν διαφέρει πολύ από τις αρχικές εκδόσεις της δεκαετίας του '70.

Τα ηχοπετάσματα είναι ειδικές διαμήκεις κατασκευές παραπλεύρως της οδού στη μία ή και στις δύο πλευρές της, με αποκλειστικό σκοπό τη μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου σε περιοχές με μεγάλη κυκλοφορία και συνεπώς με υψηλές στάθμες θορύβου. Η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων κατά μήκος οδικών ή σιδηροδρομικών αξόνων, αποτελεί, διεθνώς, τη σπουδαιότερη συμπληρωματική λύση στο πρόβλημα του θορύβου σε έναν οδικό άξονα με δεδομένες τις χωροταξικές και πολεοδομικές συνθήκες. Η εφαρμογή ηχοπετασμάτων σε μία οδό είναι μία απόφαση που λαμβάνεται κατά βούληση, αφού δεν υπάρχουν, πέρα από γενικές κατευθύνσεις, συγκεκριμένες αριθμητικές υποδείξεις από τους ανά τον κόσμο κανονισμούς και προδιαγραφές. (Τζώρτζη και Μαρινάκη, 2004).



Εικόνα 5.2. Πρωτότυπη κατασκευή φωτισμένου ηχοπετάσματος
(Πηγή : www.designshrine.net)

5.7.1 Ακουστική λειτουργία ηχοπετασμάτων

Η παρεμβολή ενός εμποδίου μεταξύ μιας ηχητικής πηγής και ενός δέκτη μεταβάλλει την εξάπλωση ενός ηχητικού κύματος. Αντίθετα με την απουσία εμποδίων ηχητικό κύμα από τη πηγή διαδίδεται κατευθείαν προς το δέκτη ακολουθώντας την διαδρομή 'πηγή-δέκτης'. Στην περίπτωση παρεμβολής ενός εμποδίου στην διαδρομή πηγή δέκτης, το ηχητικό κύμα διαδίδεται προς διάφορες κατευθύνσεις ως εξής :

- Ένα μέρος του ηχητικού κύματος απορροφάται από το ηχοπέτασμα, και μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Η ποσότητα της ενέργειας που απορροφάται κατ' αυτόν τον τρόπο, εξαρτάται από τις διαστάσεις και από τη φύση της επιφάνειας του υλικού του ηχοπετάσματος. Όσο πιο απορροφητικό είναι το υλικό του ηχοπετάσματος, τόσο μικρότερο είναι το ποσοστό του ηχητικού κύματος που ανακλάται. Συνεπώς, ένα ηχοπέτασμα με σωστά χαρακτηριστικά απορρόφησης, μειώνει το ανακλώμενο κύμα.
- Ένα μέρος του ηχητικού κύματος ανακλάται από το ηχοπέτασμα. Κατά συνέπεια επιστρέφει προς την πλευρά της πηγής με γωνία ανάκλασης ίση με την γωνία πρόσπτωσης. Έτσι μπροστά από το ηχοπέτασμα αυξάνεται η στάθμη του ήχου με την ανάκλαση.
- Ένα μέρος του ηχητικού κύματος μεταδίδεται διαμέσου του ηχοπετάσματος. Η ενέργεια, που μεταδίδεται είναι πιο σημαντική όσο το υλικό του ηχοπετάσματος είναι ελαφρύ ή αν η επιφάνεια του έχει κενά, μέσω των οποίων ο θόρυβος μπορεί να διαδοθεί.
- Ένα μέρος του ηχητικού κύματος περιθλάται από την κορυφή του ηχοπετάσματος και από τα άκρα του. Έτσι ένα μέρος του ήχου διαδίδεται και στην περιοχή της ηχοσκιάς. Η διαθλώμενη ενέργεια μειώνεται εξαρτώμενη από την αύξηση της τεθλασμένης απόστασης, που διανύει από την πηγή προς τον δέκτη (Ζήσιμος, 1995).

Η διαφορά των αποστάσεων μεταξύ της θεωρητικής απευθείας όδευσης 'πηγής- δέκτη' και της νέας μεγαλύτερης απόστασης 'πηγής- ηχοπέτασμα- δέκτης' πρέπει να είναι πολλαπλάσια του μήκους κύματος της πηγής, που απαιτείται να κατασταλεί, ώστε να έχουμε ουσιαστική ηχομείωση από το ηχοπέτασμα. Άρα η ηχομειωτική αξία των ηχοπετασμάτων εξαρτάται άμεσα από το μήκος κύματος της πηγής που καλούνται να αποκόψουν. Είναι προφανές ότι τα μικρά μήκη κύματος ηχομειώνονται ευκολότερα σε σχέση με τα μεγαλύτερα (Ζήσιμος, 1995).

5.7.2. Είδη ηχοπετασμάτων

Τα ηχοπετάσματα δύνανται να καταταχθούν στις εξής κύριες κατηγορίες και η επιλογή τους πρέπει να γίνεται κατόπιν ειδικής ηχοτεχνικής μελέτης :

- ❖ Απλά ανακλαστικά ηχοπετάσματα : Σκοπό έχουν μόνο την παθητική προστασία της πλευράς του αυτοκινητόδρομου, επί του οποίου έχουν ανεγερθεί. Συνήθως δημιουργούν περισσότερα ηχητικά προβλήματα στην απέναντι πλευρά του δρόμου, καθώς και στους οδηγούς των οχημάτων.
- ❖ Σύνθετα ανακλαστικά ηχοπετάσματα : Συνήθως ανεγείρονται από την μία μόνο πλευρά του αυτοκινητόδρομου και σκοπό έχουν να προκαλέσουν διάχυση στα ηχητικά κύματα, που τα προσβάλλουν, έτσι ώστε να απαλύνουν μέρος των προβλημάτων, που δημιουργούν τα απλά ανακλαστικά ηχοπετάσματα.
- ❖ Απλά ηχοαπορροφητικά ηχοπετάσματα : Τα ηχοαπορροφητικά υλικά, που χρησιμοποιούνται, είναι δυνατόν να είναι διαφόρων τύπων και με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες, κατά τρόπο ώστε τα προσπίπτοντα ηχητικά κύματα να απορροφώνται μερικώς.
- ❖ Σύνθετα ηχοαπορροφητικά ηχοπετάσματα : Τα ηχοαπορροφητικά υλικά, που χρησιμοποιούνται είναι συνδυασμός διαφόρων τύπων, κατά τρόπο ώστε τα προσπίπτοντα ηχητικά κύματα να απορροφώνται σε μεγάλο βαθμό και να μην επανακλώνται προς την πηγή, που τα δημιούργησε, περιορίζοντας σημαντικά την γενική στάθμη θορύβου.
- ❖ Ηχοπετάσματα με εγκάρσια διαμόρφωση κορυφής : Αυτά κατασκευάζονται με ειδικές διαμορφώσεις στην άνω ακμή τους και σκοπό έχουν να περιορίσουν τις περιθλάσεις, που θα υποστούν τα ηχητικά κύματα, που θα περάσουν ακριβώς πάνω από τα ηχοπετάσματα.
- ❖ Ηχοπετάσματα με περιοδικές διαμορφώσεις κορυφής : Αυτά έχουν περιοδικά επαναλαμβανόμενες κατάλληλες εγκοπές και σχισμές, καθ' όλο το μήκος ανέγερσης τους. Ο σκοπός των εγκοπών και σχισμών είναι να δημιουργήσουν αλληλοακύρωση μερικών εκ των εκπεμπόμενων συχνοτήτων.

- ❖ Διπλά ηχοπετάσματα : Αυτά είναι διπλές κατασκευές από σχεδόν ίδια ηχοπετάσματα, με μικρή ενδιάμεση απόσταση μεταξύ τους. Σκοπός των διπλών κατασκευών είναι η ελαχιστοποίηση των ηχοπεριθλάσεων. Η δημιουργούμενη μεταξύ των απόσταση είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για ειδικές χρήσεις.
- ❖ Κεκλιμένα ηχοπετάσματα : Σκοπός τους είναι η ανάκλαση των ηχητικών κυμάτων, που τα προσβάλλουν, σε κατεύθυνση που να μην ενοχλούν. Αυτού του είδους τα ηχοπετάσματα συνήθως είναι χαμηλού ύψους και έχουν μειωμένη απόδοση.
- ❖ Ηχοπετάσματα πλήρους κάλυψης ή ημικάλυψης : Αυτά είναι κατασκευές, που καλύπτουν πλήρως ή μερικώς τον αυτοκινητόδρομο . Η κατασκευή τους είναι πολυδάπανη και δημιουργούν προβλήματα φωτισμού και εξαερισμού (Ζήσιμος, 1995).

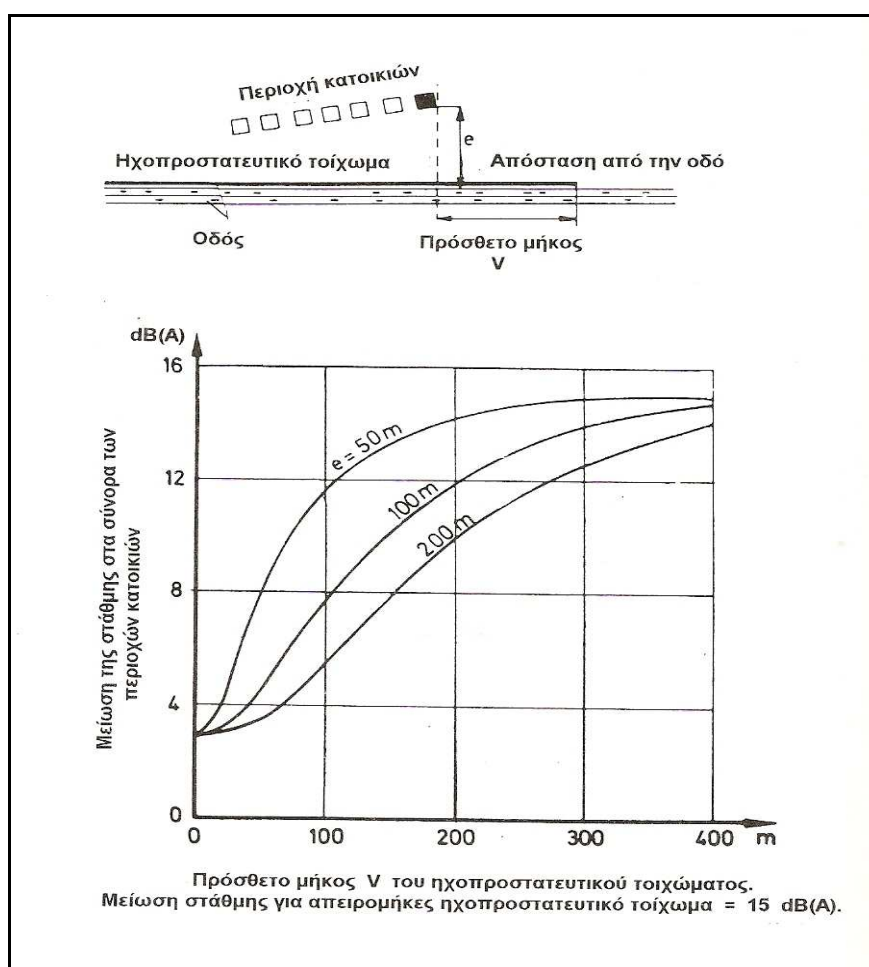


Εικόνες 5.3- 4. Ηχοπετάσματα πλήρους κάλυψης

(Πηγή : <http://www.news.gov.hk/tc/category/infrastructureandlogistics>)

5.7.3. Αποτελεσματικότητα ηχοπετασμάτων - Μορφές και διαστάσεις

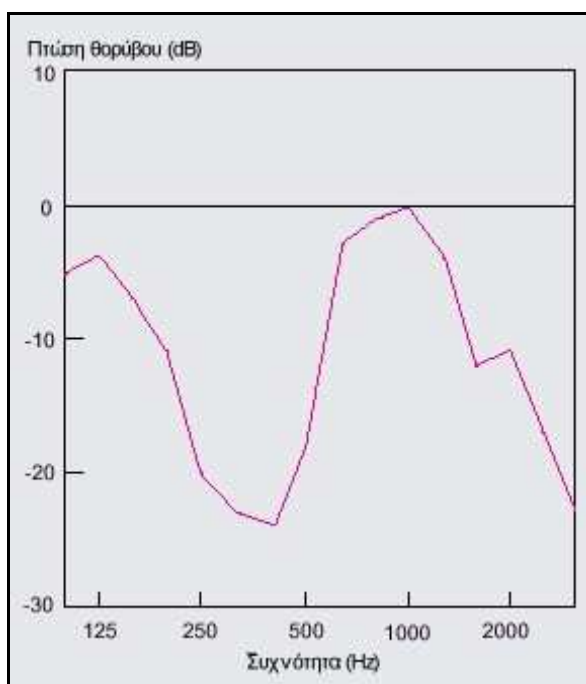
Σαν πρώτη αρχή, για να είναι αποτελεσματικό ένα ηχοπέτασμα θα πρέπει να είναι επαρκώς ψηλό και να έχει επαρκές μήκος, ώστε να αποτρέπει την απευθείας μετάδοση των ηχητικών κυμάτων από την οδό στην προστατευόμενη περιοχή. Αυτό σημαίνει ότι ένα ηχοπέτασμα θα πρέπει να εκτείνεται σε όλο το μήκος της εν λόγω περιοχής, με επιπλέον μήκος εκατέρωθεν τουλάχιστον $4D$, όπου D η απόσταση του ηχοπετάσματος από το δέκτη (FHWA, 1995).



Διάγραμμα 5.2. Μήκος ηχοπετάσματος σε συνάρτηση με την μείωση του θορύβου (Πηγή : Κόφιτσας, 2006)

Τυπικό ύψος ενός ηχοπετάσματος είναι τα 2 m. Για περαιτέρω μείωση του επιπέδου του θορύβου, το ηχοπέτασμα μπορεί να γίνει πιο ψηλό. Βασική παρατήρηση που προκύπτει από τη μελέτη της συμπεριφοράς των

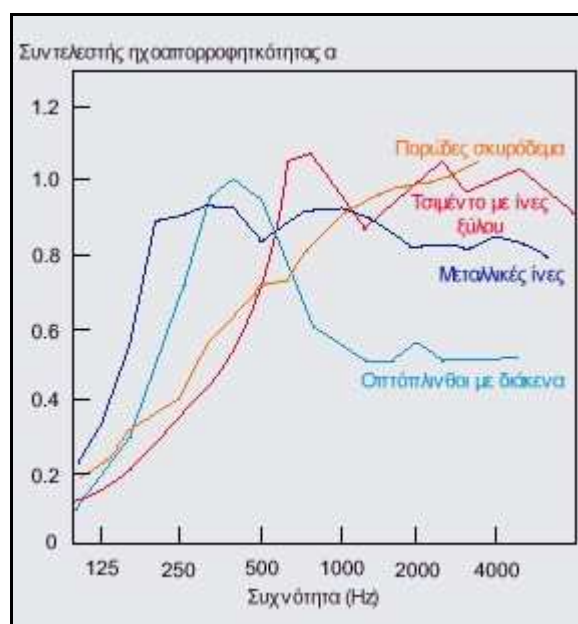
ηχοπετασμάτων είναι πως μία σημαντική απομείωση επιτυγχάνεται όταν το ηχοπέτασμα έχει τόσο ύψος, ώστε να αποτρέπει την άμεση οπτική επαφή του δέκτη από τα οχήματα. Από εκεί και πέρα, για κάθε επιπλέον (m) αύξησης του ύψους, προκαλείται επιπλέον μείωση κατά περίπου 1,5 dB. Τα συνήθη ύψη των ηχοπετασμάτων φτάνουν το πολύ τα 8-9 m (Watts, 1995).



Διάγραμμα 5.3. Μείωση θορύβου από απλό ανακλαστικό ηχοπέτασμα ύψους 2m (Watts, 1995)

Ένα βήμα προς τη βελτίωση της απόδοσης των ηχοπετασμάτων πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή των απορροφητικών διατάξεων. Οι διατάξεις αυτές ενδείκνυνται σε περιπτώσεις όπου τοποθετούνται ηχοπετάσματα σε κάθε πλευρά της οδού, οπότε παρατηρείται το φαινόμενο της αύξησης του θορύβου μέσα στην οδό, λόγω διαδοχικών ανακλάσεων επάνω στα αντικριστά ηχοπετάσματα. Τα απορροφητικά ηχοπετάσματα αποτελούνται από ινώδη ή πορώδη υλικά, τα οποία απορροφούν ποσοστό του προσπίπτοντος ήχου. Η απορροφητικότητα ενός υλικού εκφράζεται από το **συντελεστή απορρόφησης α** , ο οποίος κυμαίνεται από 0 για πλήρως ανακλαστικό, έως 1 για πλήρως απορροφητικό υλικό. Ο συντελεστής

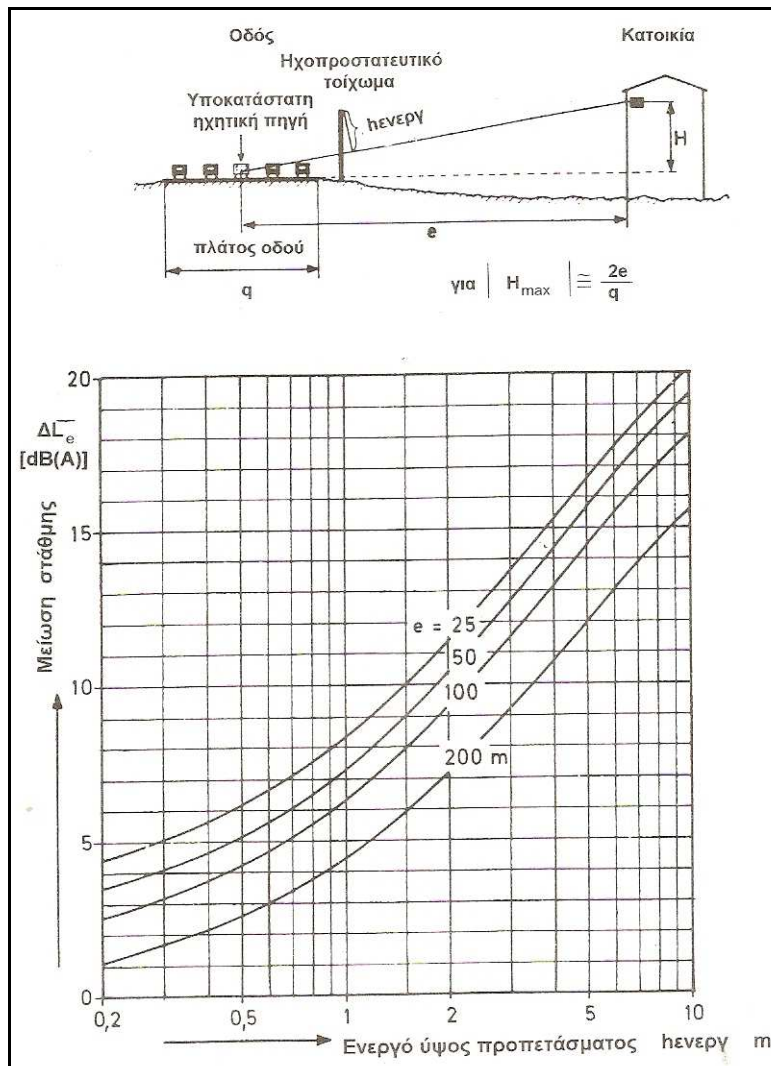
απορρόφησης προσδιορίζεται για συγκεκριμένη συχνότητα, ή για ομάδα συχνοτήτων, όπως στο διάγραμμα 5.4 (Watts, 1995)



Διάγραμμα 5.4. Συντελεστές απορροφητικότητας α για διάφορα υλικά ηχοπετασμάτων (Watts, 1995)

Σε γενικές γραμμές, πειράματα έχουν δείξει ότι η επιπλέον απομείωση του θορύβου από ένα απορροφητικό ηχοπέτασμα, σε σχέση με το αν αυτό ήταν απλώς ανακλαστικό, φτάνει να ισοδυναμεί με άρση περισσότερης από της μισής κυκλοφορίας. Για να είναι αποτελεσματικό ένα απορροφητικό υλικό, θα πρέπει να έχει υψηλό συντελεστή απορροφητικότητας (τουλάχιστον 0,6) στις συχνότητες ήχου που εμφανίζονται περισσότερο στην οδό, να είναι ανθεκτικό στις περιβαλλοντικές συνθήκες και να μην μειώνεται η απορροφητικότητά του με το χρόνο (Watts, 1995).

Η τυπική ηχομονωτική αξία των υλικών κατασκευής ενός ηχοπετάσματος θα πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή των 25dB(A). Η απαίτηση αυτή εκπληρώνεται, εφόσον η πυκνότητα του ηχοπετάσματος στη λεπτότερη θέση, δεν είναι μικρότερη από 40 Kg m⁻² (Νικηφοριάδης, 1995).



Διάγραμμα 5.5. Μείωση θορύβου σε σχέση με το ύψος του ηχοπετάσματος (Πηγή : Κόφιτσας, 2006)

5.7.4 Υλικά κατασκευής ηχοπετασμάτων

Η επιλογή των υλικών κατασκευής των ηχοπετασμάτων διαφέρει και εξαρτάται άμεσα από διάφορους παράγοντες, με κυριότερους το επιδιωκόμενο ηχομειωτικό αποτέλεσμα, λαμβανομένων πάντα υπόψιν διαφόρων τοπικών συνθηκών και απαιτήσεων (Ζήσιμος, 1995) .

❖ **Σκυρόδεμα** : Τα ηχοπετάσματα από σκυρόδεμα αποτελούνται από προκατασκευασμένες οπλισμένες πλάκες. Το σκυρόδεμα αποτελεί το υλικό με την πιο ευρεία χρήση για την κατασκευή ηχοπετασμάτων. Είναι είτε ανακλαστικού, είτε απορροφητικού τύπου. Για ηχοπέτασμα πάχους 10cm η απώλεια μετάδοσης ήχου είναι της τάξης των 32 dB(A), το οποίο συγκρινόμενο με άλλα υλικά ηχοπετασμάτων θεωρείται αρκετά ψηλό. Στεγνές επίπεδες επιφάνειες θα πρέπει να αποφεύγονται, με διαμόρφωση σχημάτων και σχεδίων, ενώ η όψη τους βελτιώνεται σημαντικά σε συνδυασμό με βλάστηση. Τα ηχοπετάσματα της κατηγορίας αυτής έχουν ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης ενώ μπορούν να διαμορφωθούν με αισθητικά με ανάγλυφες παραστάσεις ή και χρώματα (Κανελλαΐδης και Μπαλλής, 2004).



Εικόνες 5.5-6. Ηχοπετάσματα από σκυρόδεμα

(Πηγή:<http://images.google.gr/imgres?imgurl=http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise>)

- ❖ **Ξύλο** : Τα ξύλινα ηχοπετάσματα είναι εμποτισμένα και κατεργασμένα εντός κλιβάνου με ανόργανα άλατα υδατοστεγάνωσης, για την προστασία τους από εξωτερικές επιδράσεις (συνήθως αποτελούνται από συμπαγή ξύλινο πλαίσιο εντός του οποίου εφαρμόζεται ηχοαπορροφητικό υλικό, π.χ. ορυκτοβάμβακας – mineral wool). Στην όψη προς την πηγή του θορύβου τοποθετείται ξύλινη διχτυωτή επιφάνεια που επιτρέπει την ανάπτυξη αναρριχόμενων φυτών, ενώ στην πίσω όψη εφαρμόζεται συνεχές σανίδωμα ώστε να σχηματισθεί ενιαία επιφάνεια. Μπορεί να βρεθεί και σε ανακλαστικούς, και σε απορροφητικούς τύπους. Εξαιρετικά φιλικό, συνδυάζεται αποτελεσματικά με φυσικό υπόβαθρο.



Εικόνα 5.7. Ξύλινο ηχοπέτασμα σε γέφυρα

(Πηγή:<http://images.google.gr/imgres?imgurl=http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise>)

Τα ξύλινα ηχοπετάσματα πρέπει να είναι πάντα κατακόρυφα, ενώ σε μεγάλο μήκος μπορεί να καταντούν μονότονα. Σημαντικά πλεονεκτήματα των ξύλινων ηχοπετασμάτων είναι το χαμηλό κόστος, η ευκολία κατασκευής και η καλή αισθητική προσαρμογή στο φυσικό περιβάλλον. Σε αντίθεση με τα ηχοπετάσματα από σκυρόδεμα, τα ξύλινα ηχοπετάσματα απαιτούν μεγάλο κόστος συντήρησης και είναι ακατάλληλα σε αστικό περιβάλλον. Το ξύλο, ως υλικό ηχοπετάσματος, έχει διαφορετική συμπεριφορά σε σχέση με τα συμπαγή υλικά. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει απώλεια κατά τη μετάδοση του ήχου μεταξύ 18 και 28dB(A) για πάχος

ηχοπετάσματος 25,4 mm (Κανελλαΐδης και Μπαλλής, 2004; <http://www.iok.gr/petep/05-02-04-00.pdf>).

- ❖ **Μέταλλο** : Τα ηχοπετάσματα από μέταλλο κατασκευάζονται συνήθως από ανοξείδωτη λαμαρίνα ή αλουμίνιο σε συνδυασμό με ηχοαπορροφητικά υλικά. Τα μεταλλικά πετάσματα φέρουν αντιοξειδωτική προστατευτική στρώση ελάχιστου πάχους 70 μm στις εξωτερικές και 50 μm στις εσωτερικές τους επιφάνειες. Η προστατευτική επίστρωση συνίσταται από γαλβάνισμα ελάχιστου πάχους 30 μm. Τα πετάσματα αλουμινίου έχουν προστατευτική επίστρωση ελάχιστου πάχους 70 μm στις εξωτερικές και στις εσωτερικές τους επιφάνειες, από πολυεστερικές πούδρες χαμηλής θερμοκρασίας, ανθεκτικές στις εξωτερικές επιδράσεις, εφαρμοζόμενες με ηλεκτροστατικές μεθόδους και πολυμερισμένες σε φούρνο. Μπορεί να βρεθεί και σε ανακλαστικούς, και σε απορροφητικούς τύπους.

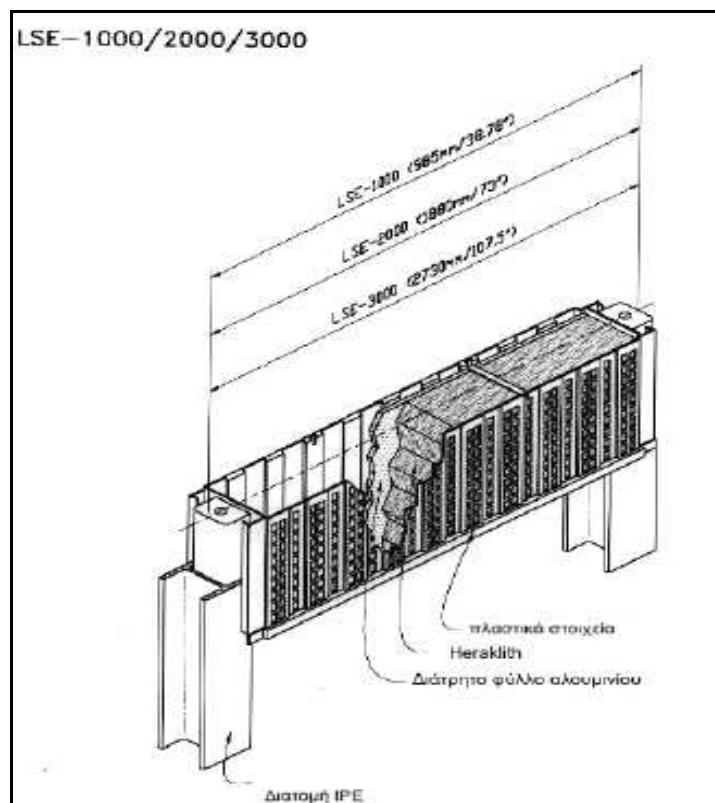


Εικόνα 5.8. Μεταλλικό ηχοπέτασμα

(Πηγή : <http://obr.gcnpublishing.com/articles/NewProds/images/br0704bidlist7.jpg>)

Εξαιρετικά φιλικό, συνδυάζεται αποτελεσματικά με φυσικό υπόβαθρο. Τα ξύλινα ηχοπετάσματα πρέπει να είναι πάντα κατακόρυφα, ενώ σε μεγάλο μήκος μπορεί να καταντούν μονότονα. Έχουν μικρές απαιτήσεις συντήρησης ενώ παρέχουν τη δυνατότητα αισθητικής αναβάθμισης με χρώματα και παραστάσεις. Η απορρόφηση του ήχου κυμαίνεται μεταξύ 10 και 20 dB(A). Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι η λάσπη του δρόμου, που

εκτοξεύεται από τα διερχόμενα οχήματα, φράζει τους πόρους της λαμαρίνας και εξουδετερώνει τις ηχοαπορροφητικές ιδιότητες του ηχοπετάσματος, ενώ είναι ακατάλληλο στο αστικό περιβάλλον (Κανελλαΐδης και Μπαλλής, 2004; <http://www.iok.gr/petep/05-02-04-00.pdf>).



Εικόνα 5.9. Κατασκευή μεταλλικού ηχοπετάσματος (Πηγή: www.minenv.gr)

- ❖ **Διαφανή υλικά :** Αποτελούμενα από γυαλί, ακρυλικά ή πολυκαρβονικά υλικά, τα διαφανή ηχοπετάσματα είναι ιδεώδη για περιπτώσεις που απαιτείται η διατήρηση του χαρακτήρα του περιβάλλοντος, λόγω της οπτικής τους ουδετερότητας, ενώ δεν προκαλούν αίσθημα περιορισμού στον οδηγό και επιτρέπουν τη διέλευση του φωτός. Έχουν μεγάλη αντοχή σε κρούση χωρίς παραγωγή θραυσμάτων και ανθεκτικότητα στην υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου και τη φωτιά. Από την πλευρά των οδηγών, επίσης επιδρούν δυσμενώς διότι, δημιουργούν μια παραμορφωμένη αίσθηση του ορίζοντα ενώ ταυτόχρονα ανακλούν τις ηλιακές ακτίνες και δημιουργούν σοβαρότατα προβλήματα απότομης

θάμβωσης. Αντίθετα απαιτείται συνεχής και επιμελημένη συντήρηση και καθαρισμός των διαφανών επιφανειών των ηχοπετασμάτων για να εξασφαλιστεί η θέα. Ενδείκνυνται για γέφυρες (Κανελλαΐδης και Μπαλλής, 2004; Ζήσιμος 2005).



Εικόνα 5.10. Ηχοπέτασμα από διαφανή υλικό

(Πηγή : <http://www.news.gov.hk/tc/category/infrastructureandlogistics>)

- ❖ **Οπτόπλινθοι** : Τα ηχοπετάσματα από τοιχοποιία έχουν πολύ καλή αισθητική και εξαιρετικά καλή απορρόφηση ήχου, περίπου 33dB(A). Τα ηχοπετάσματα με μορφή τοιχοποιίας αποπνέουν μία διαφορετική αισθητική. Συμπαγείς οπτόπλινθοι είναι ανακλαστικού τύπου, ενώ διάτρητοι, απορροφητικού. Τα μειονεκτήματα των ηχοπετασμάτων αυτών περιλαμβάνουν το μεγάλο κόστος αρχικής κατασκευής και το μεγάλο κόστος συντήρησης (Κανελλαΐδης και Μπαλλής, 2004).



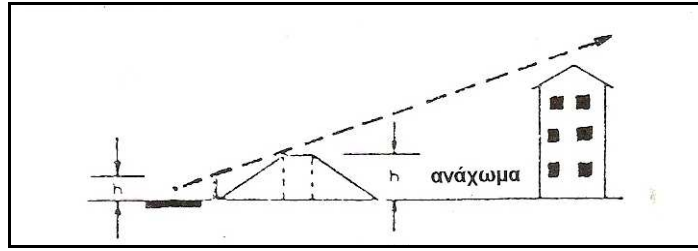
Εικόνα 5.11. Κτισμένο ηχοπέτασμα

(Πηγή:<http://images.google.gr/imgres?imgurl=http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise>)

- ❖ **Πλαστικά** : Όντας ολοένα και φθηνότερα, και με δεδομένη την ικανότητα να παρέχουν ευρεία ποικιλία σε μορφές, κατέχουν σημαντικό μερίδιο στις εφαρμογές ηχοπετασμάτων (<http://www.tsanak.gr/documents/civil/noisebarriers.pdf>).

5.8. Ηχοπροστατευτικά αναχώματα

Η λειτουργία των αναχωμάτων είναι βασικά ίδια με τη λειτουργία των ηχοπετασμάτων. Αισθητικοί λόγοι προκρίνουν τη χρήση τους, από τη χρήση των ηχοπροστατευτικών τοιχωμάτων, αν υπάρχει κατάλληλος χώρος κατάληψης. Τα αναχώματα που προορίζονται για ηχοπροστασία πρέπει να είναι δίπλα στην πλευρά του με τη μεγαλύτερη δυνατή κλίση, επειδή μόνο έτσι θα βελτιστοποιηθεί η μείωση των θορύβων. Κλίσεις πρανών: 1:1 ή και περισσότερο απότομες είναι δυνατές, αν τα πρανή έχουν λιθοδομή και ενισχυθούν με κατάλληλη φύτευση. Η ηχομονωτική λειτουργία του αναχώματος εξασφαλίζεται από το μεγάλο ίδιο βάρος του και τη φύτευση. Με τη φύτευση το ανάχωμα ενσωματώνεται αρμονικά στο τοπίο και τέρπει τόσο τους οδηγούς όσο και τους περίοικους (Κόφισσας, 2006).



Εικόνα 5.12. Χρήση αναχωμάτων για την μείωση του θορύβου (Πηγή : Κόφιτσας, 2006)

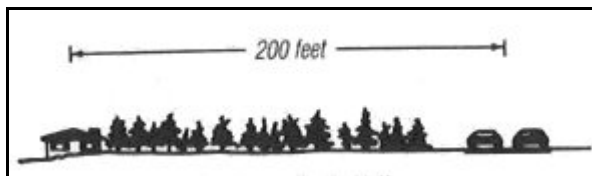
5.9. Μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου από συστήματα φύτευσης και ζώνες πρασίνου

Είναι δεδομένο ότι οι πράσινες εκτάσεις μειώνουν σημαντικά την παραπέρα διασπορά των θορύβων, απ' ότι οι γυμνές επιφάνειες, από πλακόστρωτα, άσφαλτο ή γυμνό έδαφος, επειδή η φύτευση του χώρου που παρεμβάλλεται ανάμεσα στο δρόμο και τον κατοικημένο χώρο, δημιουργεί ένα φυσικό φίλτρο που απορροφά, ανάλογα και με το είδος της φύτευσης, κάποιο ποσοστό θορύβου. Οι δενδροφυτευμένες περιοχές είναι αποτελεσματικές στη μείωση του θορύβου, μόνο αν είναι εκτεταμένες και πυκνές, η βλάστηση εκτείνεται μέχρι το έδαφος και ένα μεγάλο ποσοστό δέντρων και θάμνων είναι αειθαλή (Ζήσιμος, 1995).

Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί προκειμένου να αξιολογηθεί η συμβολή των ζωνών πρασίνου στη μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου. Η αποτελεσματικότητα των φυτικών ηχοπετασμάτων εξαρτάται από την ένταση, τη συχνότητα και την κατεύθυνση του θορύβου, τη θέση, το ύψος, το πλάτος, την πυκνότητα και το είδος των φυτών καθώς επίσης και από τις κλιματολογικές συνθήκες (Fang and Ling, 2003).

Ήδη από το 1972 οι Γαλλικοί Κανονισμοί Guide du Bruit des Transports Terrestres βασισμένοι στα αποτελέσματα του Εθνικού Κέντρου Δασικών Ερευνών της Γαλλίας, δέχονται ότι οι ζώνες πρασίνου μπορούν να επιτύχουν σημαντικές μειώσεις του κυκλοφοριακού θορύβου κατά 5-10 dB(A).

Πυκνή ζώνη πρασίνου πλάτους 60m (200') μπορεί να μειώσει το θόρυβο κατά 10 dB(A) και να ελαττώσει κατά το ήμισυ την ακουστότητα του κυκλοφοριακού θορύβου (Federal Highway Administration, 2005).



Εικόνα 5.13. Μείωση θορύβου από ζώνη πρασίνου (Πηγή:Federal Highway Administration, 2005)

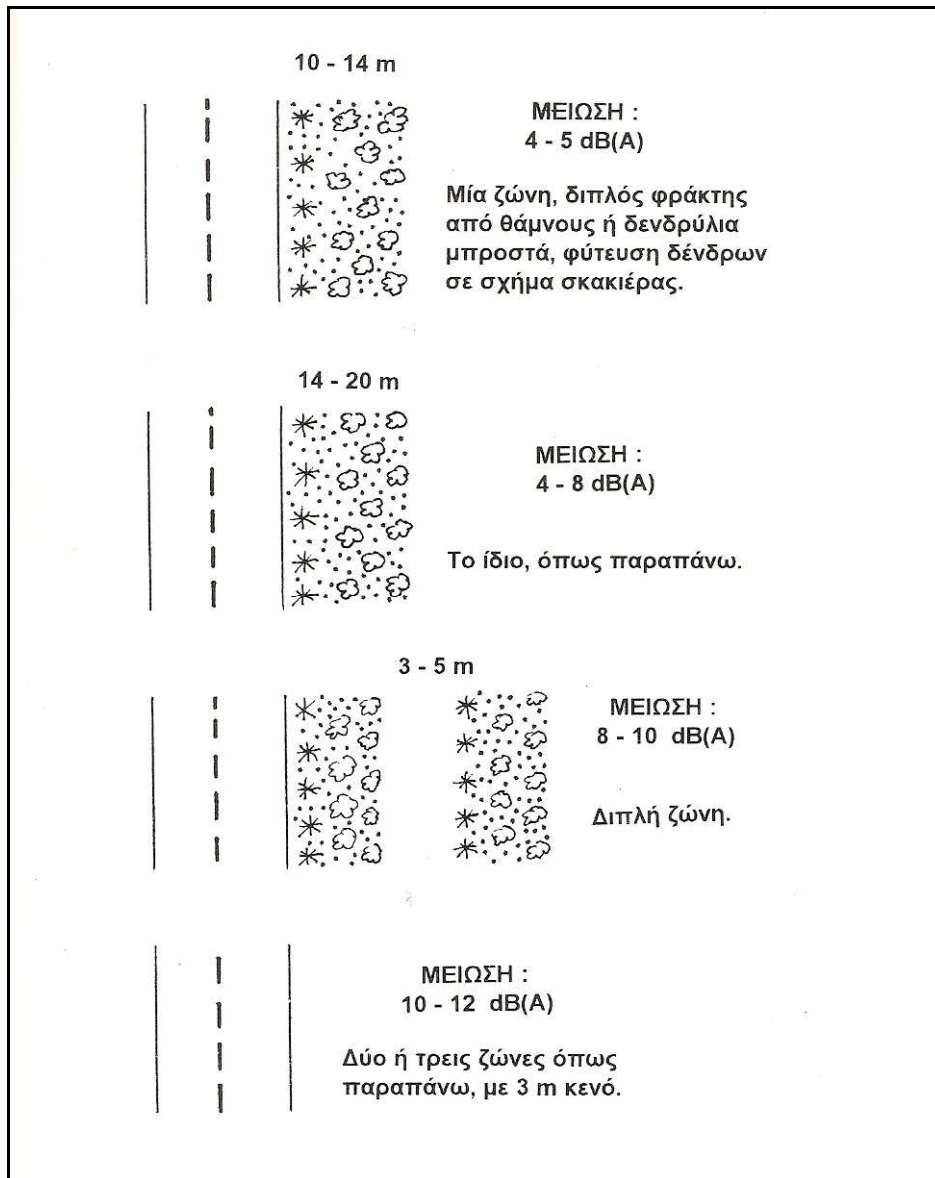
Σε έρευνα που έκανε το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών στον Εθνικό Κήπο, αποδείχθηκε ότι η πυκνή βλάστηση από δένδρα και θάμνους μειώνει κατά 2 dB(A) έως 4 dB(A) περισσότερο τον κυκλοφοριακό θόρυβο σε σχέση με εκτάσεις που καλύπτονται από χλοοτάπητα και χαμηλή βλάστηση. Οι μεγαλύτερες διαφορές στην μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου βρέθηκαν στα πρώτα 20-40m από την περίμετρο του Εθνικού κήπου (Parafotiou et al ., 2004) .

Έχει εκτιμηθεί ότι το δάσος –ανάλογα βέβαια με το είδος και την πυκνότητα της βλάστησης – μπορεί να μειώσει τον θόρυβο ως και 7dBA ανά 30 μέτρα (European Road Federation, 2004) Οι θάμνοι και τα δέντρα μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην ηχοθωράκιση ενός δρόμου, π.χ. ένας φράχτης με κυπαρίσσια και πάχος 60cm, φιλτράρει μόνο τις υψηλές συχνότητες και μειώνει τον θόρυβο κατά 2dB περίπου (Alton Everest, 1998).

Οι Γερμανικοί κανονισμοί προστασίας από τον κυκλοφοριακό θόρυβο (VDI 2573) αναφέρουν πως για να πραγματοποιηθεί μια αντιληπτή μείωση στάθμης θορύβου σε σύγκριση με την ελεύθερη διάδοση του θορύβου, απαιτείται βαθιά και πυκνή βλάστηση με αρκετό ύψος και συνεχίζει πως όταν η διάδοση του ήχου γίνεται μέσα από πυκνή βλάστηση με πυκνή φυλλωσιά, υπολογίζεται μια πρόσθετη μείωση της τάξης του 1,5 dB(A) για κάθε 10 m βάθους βλάστησης .

Αναφέρει επίσης, πως με τη διάταξη της βλάστησης σε σειρές κάθετες προς την κατεύθυνση διάδοσης του θορύβου αυξάνεται η επίδραση ακόμα

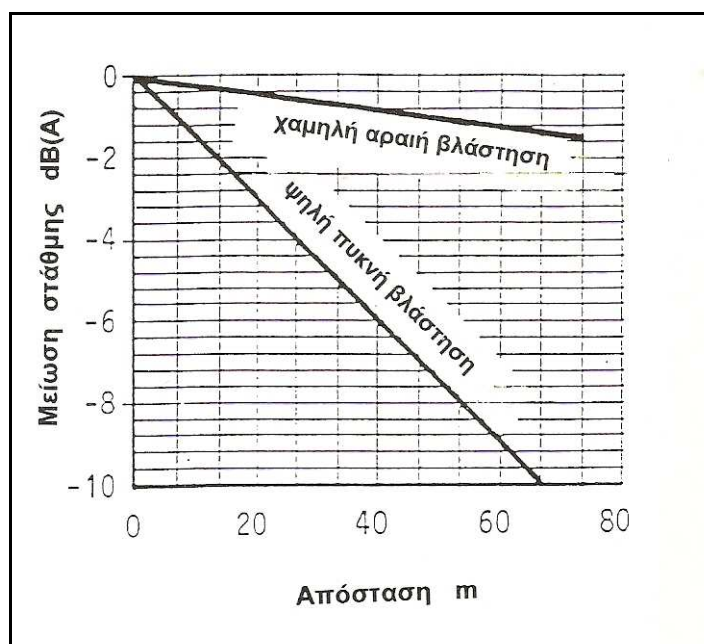
περισσότερο. Ο ηχητικός έλεγχος επιτυγχάνεται λόγω της πολλαπλής διάχυσης και απορρόφησης του θορύβου ανάμεσα στις σειρές των δένδρων. Σε περίπτωση φύτευσης μιας σειράς δένδρων κατά μήκος του δρόμου, φιλτράρονται μόνο οι υψηλές συχνότητες (Ροϊδης et al., 1999).



Εικόνα 5.14. Επιρροή των ζωνών βλάστησης στην μείωση του θορύβου (Πηγή : Κόφισας, 2006)

Φυτεύσεις ψηλών δέντρων στη στέψη αναχωμάτων μπορεί να είναι δυσμενής, γιατί η διάχυση των ήχων, λόγω της χλωρίδας μπορεί να προκαλέσει αύξηση της στάθμης του θορύβου, ενώ το ίδιο πρόβλημα υπάρχει

και για τη φύτευση ψηλών δέντρων πριν ή μετά από ηχοπροστατευτικά πετάσματα (Κόφισσας, 2006). Επίσης φυτικές μάζες ενός είδους φυτού δεν είναι τόσο αποτελεσματικές , όσο μάζες με ποικιλία ειδών λόγω της διαφορετικής ικανότητας των διαφόρων φυτών στη μείωση χαμηλών , μέσων και υψηλών συχνοτήτων (Ρήγα – Καραδεινού, 1995).

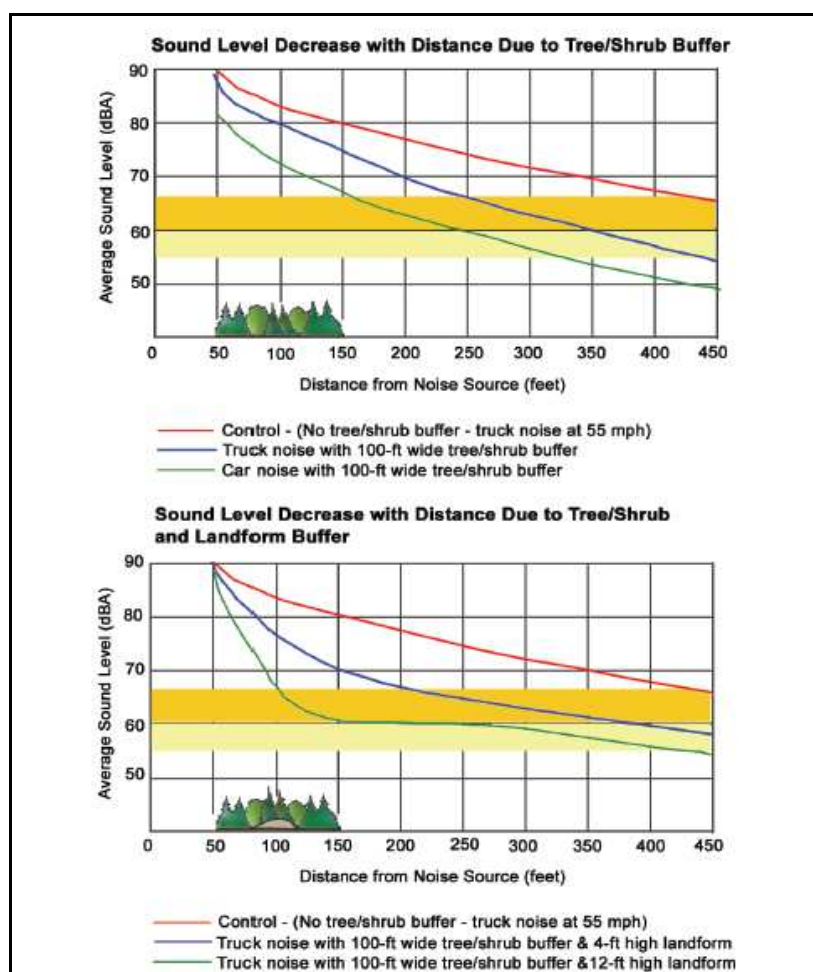


Διάγραμμα 5.6. Μείωση του θορύβου ανάλογα με το βάθος φύτευσης (Πηγή : Κόφισσας, 2006)

Τα πιο αποτελεσματικά φυτά είναι τα αειθαλή , όπως τα πεύκα ή τα έλατα , τα οποία προσφέρουν προστασία από το θόρυβο όλο το χρόνο. Από τα αειθαλή, πιο αποτελεσματικά είναι δένδρα που το φύλλωμά τους αρχίζει χαμηλά από τη βάση του κορμού και είναι σχετικά πυκνό. Συχνά αναφέρεται πως τα φυλλοβόλα δένδρα δίνουν ικανοποιητική ηχοπροστασία μόνο τους θερινούς μήνες. Αυτό είναι σωστό μεν, αλλά δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το καλοκαίρι οι περιόικοι ενοχλούνται περισσότερο από το θόρυβο επειδή, είτε βρίσκονται στην ύπαιθρο , είτε έχουν τα παράθυρα ανοικτά (Ντάφης, 2002). Η μέγιστη μείωση των θορύβων από τα φυτά φθάνει τα 10 dB(A), ιδιαίτερα στο εύρος της συχνότητας 1.000-11.200 Hz. Η μείωση αυτή εξαρτάται πάλι από το είδος του φυτού. Φυτά, όπως πλατανοειδή, είναι σε θέση, είναι σε θέση να μειώσουν τους θορύβους κατά 10-12 dB(A), τα βιβάρια κατά 8-10 dB(A) και

πολλά άλλα, όπως η χαμαιροκυπάρισσος, οι φορσύθιες κ.λπ. κατά 4-6 dB(A). (Κόφιτσας, 2006).

Σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α ένας φυτικός φράκτης πάχους 30m μπορεί να μειώσει τον κυκλοφοριακό θόρυβο από 5-8 dB (A). Επίσης ένας συνδυασμός φυτικού πετάσματος (30m) και ενός εδαφικού αναχώματος ύψους 4m μπορεί να μειώσει τον κυκλοφοριακό θόρυβο κατά 10-15 dB (A) (Bentrup, 2008).



Διαγράμματα 5.7-8. Μείωση κυκλοφοριακού θορύβου με την χρήση ζωνών πρασίνου και εδαφικών αναχωμάτων (Bentrup, 2008).

Επίσης ερευνητές του τμήματος δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος στο ΑΠΘ, έπειτα από μετρήσεις στους πιο θορυβώδεις δρόμους της Θεσσαλονίκης, κατέληξαν ότι τα φυτά (συνδυασμός θάμνων 2-3μ. ύψος, ακολουθούμενων από σειρές δέντρων, ύψους 15μ.), ειδικά σε λεωφόρους και

αυτοκινητόδρομους μπορούν να μειώσουν το θόρυβο ως και 10dB. Αν τώρα η βλάστηση αυτή συνδυαστεί με ηχοπετάσματα, η μείωση μπορεί να φτάσει και τα 15dB (Σταμάτη, 2004).

Ο Kragh (1979) σε μια προσπάθεια του να αξιολογήσει το κατά πόσο ζώνες πρασίνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση του θορύβου, που προέρχεται από τη σιδηροδρομική κυκλοφορία, διαπίστωσε ότι πίσω από μια πυκνή, 50 m πλάτους και 15 χρόνων ζώνη πρασίνου, η οποία αποτελούταν από οξιές και διαφόρων ειδών κωνοφόρα, τα οποία φυτεύτηκαν ανάμεσα σε παλιότερα δένδρα σημύδας και φτελιά, το επίπεδο του θορύβου ήταν 8 με 9 dB(A) χαμηλότερο σε σχέση με εκτάσεις, που καλύπτονταν από γρασίδι. Επίσης, πίσω από μια πυκνή, 25 m πλάτους και 10-20 χρόνων ζώνη πρασίνου, η οποία αποτελούταν από βελανιδιές, καρπίνους, λεύκες, έλατα και διαφόρους θάμνους το επίπεδο του θορύβου ήταν 6 με 7 dB(A) χαμηλότερο σε σχέση με εκτάσεις, που καλύπτονται από γρασίδι.

Εκτός από τα δένδρα και τους θάμνους, η παρουσία χλοοτάπητα ή άλλων φυτών εδαφοκαλύψεως μειώνει αποτελεσματικά τον θόρυβο λόγω υψηλού συντελεστή απορρόφησης σε σύγκριση με επιφάνειες επιστρώσεως με κάποιο σκληρό υλικό, οι οποίες τείνουν να ανακλούν τους ήχους (Τσαλικίδης, 2001).

Η βλάστηση δίνει καλύτερα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιείται, για να ελαττώνει ενοχλητικούς ήχους υψηλής συχνότητας. Οι ήχοι πολύ χαμηλής συχνότητας που είναι οι δυσκολότεροι να μειωθούν αλλά ευτυχώς οι λιγότερο ενοχλητικοί, δεν επηρεάζονται από τα φυτά (Bullen and Fricke, 1981).

Ο Aylor το 1972 προχώρησε σε βάθος τη θεωρητική έρευνα για να καταλήξει στην μαθηματική σχέση, που υπολογίζει την αναμενόμενη μείωση του θορύβου σε dB(A) σε συνάρτηση με τη σύνθεση της φύτευσης και τα χαρακτηριστικά του μεταδιδόμενου θορύβου:

$$A=4,35*(4*\pi*\delta*f*)^{1/2} * F*L /2c$$

Όπου:

A: η μείωση του θορύβου σε dB(A)

f: η συχνότητα του ήχου

c: η ταχύτητα του ήχου στον αέρα

F: η συνολική επιφάνεια της φύτευσης

L: το μήκος της φύτευσης

δ : η πυκνότητα του αέρα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων συνάγεται ότι η μείωση του θορύβου στις χαμηλές συχνότητες εξαρτάται σημαντικά από τη φύση του εδάφους καθώς και από την πυκνότητα της φύτευσης (Aylor,1972).

Ένα σημαντικό πρόβλημα, που παρουσιάζεται στην αποτελεσματική χρήση των ζωνών πρασίνου σε αστικό περιβάλλον και πρέπει να αναφερθεί , είναι το γεγονός ότι η περιοχή, που χρειάζεται προστασία δεν είναι μόνο , σ' ένα ύψος 1,50 έως 1,80 m, δηλαδή , στο ύψος του πεζού, όπου πραγματικά υπάρχει επαρκής μείωση , αλλά και σε ένα μεγαλύτερο ύψος , το οποίο μπορεί να είναι και σημαντικότερο και που καθορίζεται από τα κτίρια των κατοικιών. (Βογιατζής et al .,1990).

Σύμφωνα με τον Beranek (1971) διαπιστώθηκε ότι η επιπλέον μείωση θορύβου από θάμνους και για ύψος πηγής και δέκτη περίπου 2,5 m στα 1000 Hz μπορεί να φτάσει έως 23 dB(A) για 100 m απόσταση και συνήθως αυξάνεται 5 dB(A) για 100 m και για κάθε διπλασιασμό της συχνότητας. Η σχέση που μας δίνει την μείωση είναι :

$$A_{\Theta} = (0,18 \log f - 0,31) * r \text{ dB(A)}$$

Όπου:

A_{Θ} : επιπλέον μείωση λόγω θάμνων

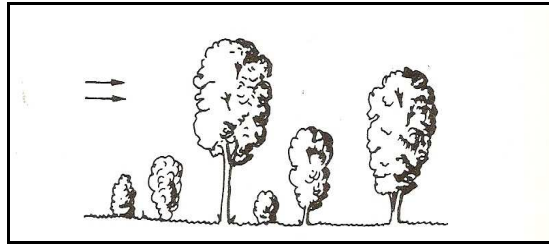
f : συχνότητα σε Hz

r : απόσταση σε m

Η αντίστοιχη σχέση που εφαρμόζεται για τα δάση είναι η ακόλουθη:

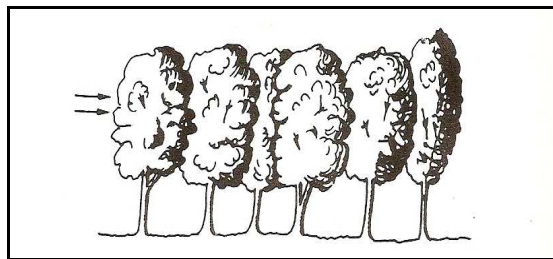
$$A_{\Delta} = 0,01 (f)^{1/3} * r \text{ dB(A)}$$

Ο τρόπος φύτευσης έχει μεγάλη σημασία. Η φύτευση ανοικτού τύπου είναι δυσμενής, όπως επίσης και η χλωρίδα με μόνο ένα είδος, επειδή δεν δίνει κλειστό ηχοπροστατευτικό προπέτασμα (Εικόνα.5.15)(Κόφιτσας, 2006).



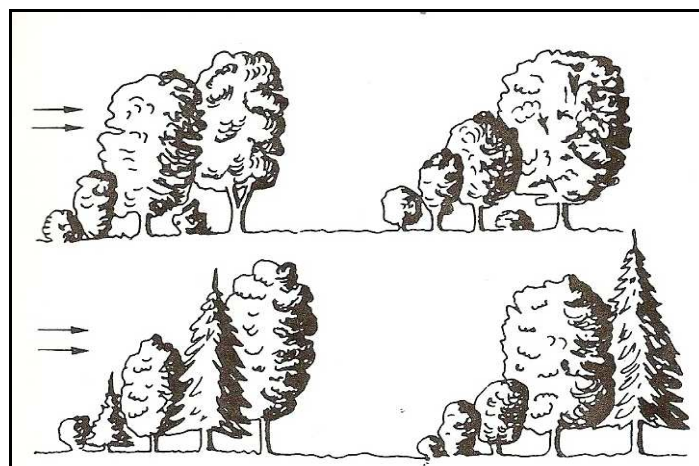
Εικόνα 5.15.

Επίσης η κλειστού τύπου χλωρίδα, που δεν σχηματίζει μέχρι το έδαφος πυκνό προπέτασμα δεν παρέχει καλή ηχοπροστασία (Εικόνα 5.16) (Κόφισσας, 2006).



Εικόνα 5.16.

Την καλύτερη ηχοπροστασία δίνουν πυκνοφυτευμένες αιχμές. Η βλάστηση πρέπει να εκτείνεται μέχρι το έδαφος και να υπάρχει συνδυασμός δέντρων και θάμνων (Εικόνα 5.17)(Κόφισσας, 2006).



Εικόνα 5.17.

Μια σημαντική έρευνα έγινε στην Γαλλία από τους Dziedzic και Barraud (1980), που αποσκοπούσε στην πειραματική διαπίστωση της ηχοαπορρόφησης κατά τη διάρκεια διάδοσης των ακουστικών κυμάτων δια μέσου πυκνής φύτευσης, ημιπερατής. Από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε

ιδιαίτερη μείωση του θορύβου για τις διάφορες συχνότητες με εξαίρεση τις χαμηλότερες των 690 Hz , όπου η μείωση του θορύβου ήταν μηδενική. Η σημαντικότερη μείωση παρατηρήθηκε , όπως ήταν φυσικό στην πυκνή διάταξη. Ακόμα διαπιστώθηκε ο βασικός ρόλος της μάζας της ζώνης πρασίνου στη μείωση του θορύβου. Συγκεκριμένα η τιμή της μάζας της ζώνης ανά μονάδα επιφάνειας ($g\ cm^{-2}$) καθορίζει τη μείωση θορύβου για κάθε αντίστοιχη συχνότητα. Για συχνότητες μικρότερες των 3150 Hz παρατηρήθηκε μηδαμινή μείωση θορύβου. Στη συνέχεια δίνονται οι ενδεικτικές τιμές μάζας ζώνης πρασίνου ανά μονάδα επιφάνειας ($g\ cm^{-2}$) που πρέπει να διανύσουν τα ηχητικά κύματα για επιτευχθεί μείωση θορύβου 1 dB(A) σε συνάρτηση με την συχνότητα . Σε γενικές γραμμές η έρευνα αυτή μας επιτρέπει να διαπιστώσουμε ότι πέρα από το 1 KHz , δηλαδή σε μια πλατιά επιφάνεια του πεδίου θορύβου , που προέρχεται από την οδική ή τη σιδηροδρομική κυκλοφορία , οι ζώνες πρασίνου μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ποσοτική μείωση του. Η ταυτόχρονη, με τα κλασικά αντιθρουβικά πετάσματα , χρησιμοποίησή τους θα είχε σαν αποτέλεσμα την σημαντική βελτίωση της αποτελεσματικότητας των τελευταίων και την αντίστοιχη βελτίωση των συνθηκών στις μεγάλες πόλεις (Dziedzic and Barraud, 1980).

Ο συνδυασμός δε φυτεύσεων και αντιθρουβικών πετασμάτων διαφόρων τύπων κατασκευής , μπορεί να είναι απολύτως αποτελεσματικός. Βέβαια αυτό σημαίνει ότι η αποτελεσματικότητα αυτή των ζωνών πρασίνου από μόνη της δεν ξεπερνάει τελικά το 1,5 dB(A) ανά 10 m φύτευσης , ενώ όπως φυσικά αναμένεται προβληματική είναι η αποτελεσματικότητα των φυλλοβόλων ζωνών του χειμώνα ή σε συνθήκες ελλιπούς περιποίησης και συντήρησης , όπου αυτά είναι συνδυασμένα με τεχνικές κατασκευές (Βογιατζής et al., 1990).

Καταλήγοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι όταν σε ένα αστικό περιβάλλον δημιουργείται ένα πραγματικό πρόβλημα κυκλοφοριακού θορύβου, η αποτελεσματικότερη καταπολέμηση του είναι η κατασκευή "σκληρού" αντιθρουβικού πετάσματος , το οποίο όμως πέρα από την ευνοϊκή ακουστική λειτουργία προκαλεί ένα δυσμενές ψυχολογικό αποτέλεσμα λόγω οπτικής ρύπανσης. Έτσι οι ζώνες πρασίνου, παρά τα όχι τόσο εντυπωσιακά ακουστικά αποτελέσματα σε σχέση με τους άλλους τύπους πετασμάτων

καλούνται να διαδραματίσουν ένα σημαντικό ρόλο στη βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος (Βογιατζής et al., 1990).



Εικόνα 5.18. Συνδυασμός ηχοπετασμάτων-αναχωμάτων και πράσινο ζωνών φύτευσης για την μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου (Πηγή : www.gardenvisit.com)

5.10. Μέθοδοι πρόβλεψης κυκλοφοριακού θορύβου

Μέθοδοι πρόβλεψης οδικού κυκλοφοριακού θορύβου αναπτύχθηκαν σε διάφορες χώρες. Κάποιες από αυτές προήχθησαν από δημόσιες αρχές, υπεύθυνες για το σχεδιασμό καταπολέμησης του θορύβου σε εθνικές μεθόδους πρόβλεψης. Στη περίπτωση αυτή η χρήση άλλων μεθόδων πρόβλεψης επιτρέπει μόνο εφόσον ο χρήστης παρουσιάζει αποτελέσματα όμοια με αυτά που θα προέκυπταν από την επίσημη εθνική μέθοδο πρόβλεψης.

Οι διάφορες μέθοδοι πρόβλεψης χαρακτηριζόμενες από διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης και αξιοπιστίας δύναται κατηγοριοποιηθούν , βάση της μεθόδου εφαρμογής ως εξής:

- **Αναλυτικές μέθοδοι** : βασίζονται σε νομογραφήματα , πίνακες ή απλές αναλυτικές εξισώσεις. Οι μέθοδοι αυτοί χρησιμοποιούνται στην προκαταρκτική αξιολόγηση και εφαρμόζονται σε απλές περιπτώσεις. Αρχικά προσδιορίζεται το επίπεδο θορύβου πηγή βάσης της γενικής εξίσωσης υπολογισμού , ενώ νομογραφήματα και πίνακες χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση αυτής λόγω τοπογραφίας και άλλων παραμέτρων επιρροής της διάδοσης .
- **Φυσικά μοντέλα κλίμακας**: η προσομοίωση με χρήση μοντέλων κλίμακας επιτρέπει την αναλυτική αναπαραγωγή πολύπλοκων περιπτώσεων. Ωστόσο , το βασικό πρόβλημα είναι το υψηλό κόστος και η δυσκολία απόδοσης των ακουστικών ιδιοτήτων των πραγματικών επιφανειών.
- **Αριθμητικές προσομοιώσεις**: με αυτοματοποιημένους υπολογισμούς, με τη χρήση Η/Υ , οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα περισσότερα τοπογραφικά σενάρια και να αξιολογήσουν την ακουστική διάδοση , ανάκλαση και τα φαινόμενα απορρόφησης. Η ανάλυση και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων εξαρτάται από πολυπλοκότητα του μοντέλου και την ποιότητα των δεδομένων εισαγωγής (OECD,1995).

Επίσης υφίσταται κατηγοριοποίηση βάση του σχεδιασμού των εκάστοτε μεθόδων ως εξής:

- **Εμπειρικές μέθοδοι** οι οποίες βασίζονται σε τεχνικές μετρήσεων του κυκλοφοριακού θορύβου παρά την οδό και εξασφαλίζουν τη μεγαλύτερη επαφή με τις πραγματικές συνθήκες στις πόλεις σήμερα. Το πρόβλημα τους είναι η αδυναμία ελέγχου των παραμέτρων που υπεισέρχονται και οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις παραμέτρους αυτές παραμένουν όμως ευρύτατα διαδεδομένες ακόμα και σήμερα. Η πρόβλεψη του θορύβου γίνεται τελικά με τη διαμόρφωση μαθηματικών σχέσεων που συναρτούν τον κυκλοφοριακό θόρυβο με τις βασικότερες κάθε φορά παραμέτρους επιρροής(συνήθως του κυκλοφοριακού φόρτου ή της κυκλοφοριακής σύνθεσης, της ταχύτητας , του πλάτους, κλπ) (Βούγιας , 1995) .
- **Θεωρητικές μέθοδοι** που έχουν χαμηλότερο κόστος παραγωγής βασίζονται σε αναλυτικές τεχνικές προσομοίωσης του κυκλοφοριακού θορύβου που παράγεται από κάθε ένα μεμονωμένο όχημα. Μπορούν έτσι να επεκταθούν σε μελέτες περιπτώσεων που είναι δύσκολο να παρατηρηθούν στην πράξη, όμως υπόκεινται πάντα στον κίνδυνο να μην μπορούν να ερμηνεύσουν ορθά ποικίλους παράγοντες που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα στην πράξη(Βούγιας , 1995) .

Οι θεωρητικές μέθοδοι μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Μέθοδοι συνεχούς γραμμικής πηγής, οι οποίες υποθέτουν πως η κυκλοφορία αποτελεί μια συνεχή γραμμική πηγή με γνωστή ακουστική ισχύ ανά μονάδα.
- 2) Μέθοδοι διακεκριμένης πηγής, οι οποίες υποθέτουν πως τα οχήματα αποτελούν διακεκριμένες σημειακές πηγές με συνεχή κατανομή να μήκος μιας υποθετικής ισοδύναμης λωρίδας κυκλοφορίας.
- 3) Μέθοδοι προσομοίωσης , οι οποίες θεωρούν τα οχήματα ως διακεκριμένες πηγές κατανεμημένες τυχαία κατά μήκος μιας υποθετικής ισοδύναμης λωρίδας κυκλοφορίας (Βούγιας , 1995).

Οι πιο γνωστές μέθοδοι πρόβλεψης του κυκλοφοριακού θορύβου είναι : η Αμερικανική μέθοδος (Μοντέλο της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας οδών-FHWA, μοντέλο STAMINA), η Γερμανική μέθοδος (Οδηγίες Οδικής Ηχοπροστασίας-RLS 90), η Βρετανική μέθοδος (CRTN), η Σκανδιναβική μέθοδος (TemaNord 1996:525), η Ολλανδική μέθοδος (SRM II 2002), η Αυστριακή μέθοδος (RVS

3.02), η Ελβετική μέθοδος (STL) και η Γαλλική μέθοδος (NMPB)(Βούγιας, 1995).

6. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΘΟΡΥΒΟ

6.1. Ελληνική νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος από τον θόρυβο

Παρακάτω αναφέρεται κατά χρονολογική σειρά η βασική Ελληνική Νομοθεσία σχετικά με την αντιμετώπιση θορύβου:

455/76 - ΦΕΚ 169 /Α/ 5 ΙΟΥΛ 76 (Π.Δ. περί όρων και προϋποθέσεων ιδρύσεως και λειτουργίας σταθμών αυτοκινήτων και εγκαταστάσεως εντός αυτών πλυντηρίων - λιπαντηρίων αυτοκ/των κλπ. - Κεφ. Β', 'ρθρο 19 - παρ. α)

1178/81 - ΦΕΚ 291 /Α/ 5 ΟΚΤ 81 (Π.Δ. περί της μετρήσεως και του ελέγχου του θορύβου των αεροσκαφών)

1180/81 - ΦΕΚ 293 /Α/ 6 ΟΚΤ 81 (Π.Δ. περί ρυθμίσεως θεμάτων λειτουργίας βιομηχανιών - βιοτεχνιών και πάσης φύσης μηχανολογικών εγκαταστάσεων κλπ. - 'ρθρο 2 παρ.5 -πίνακας Ι, Όρια θορύβου αναλόγως χρήσεων γης)

A5/3010 - ΦΕΚ 593 /Β/ 2 ΟΚΤ 85 (Υπ. Αποφ. περί μέτρων προστασίας της Δημόσιας Υγείας από θόρυβο μουσικής των Κέντρων Διασκέδασης και λοιπών καταστημάτων)

56206/1613/86 - ΦΕΚ 570 /Β/ 9 ΣΕΠ 86 (ΥΑ για έγκριση τύπου ΕΟΚ σε μηχανήματα και συσκευές εργοταξίων, αεροσυμπ/τών, αεροσφυρών κλπ. - 'ρθρο 7)

1650/86 - ΦΕΚ 160 /Α/ 16 ΟΚΤ 86 (Νόμος για την προστασία του περιβάλλοντος - 'ρθρο 14, Προστασία από τον θόρυβο)

69001/1921 - ΦΕΚ 751 /Β/ 18 ΟΚΤ 88 (ΚΥΑ για έγκριση τύπου ΕΟΚ για την οριακή τιμή στάθμης θορύβου μηχανημάτων και συσκευών εργοταξίου και ειδικότερα των μηχανοκίνητων αεροσυμπιεστών, των πυργογερανών, των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών συγκόλλησης, των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών ισχύος και των φορητών συσκευών θραύσης σκυροδέματος και αεροσφυρών)

3046/304 - ΦΕΚ 59 /Δ/ 3 ΦΕΒ 89 (Πολυενοδομική Απόφαση - Κτιριοδομικός Κανονισμός - Άρθρο 12 περί ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας Παράμετροι ακουστικής άνεσης - Κατηγορίες ακουστικής άνεσης - Κριτήρια ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας)

225/89 - ΦΕΚ 106 /Α/ 2 ΜΑΙ 89 (Π.Δ περί Υγιεινής και Ασφάλειας στα Υπόγεια Τεχνικά Έργα, - Άρθρο 20, προστασία από υψηλούς θορύβους)

61371/90 - ΦΕΚ 603 /Β/ 18 ΣΕΠ 90 (ΚΥΑ περί καθορισμού ωρών λειτουργίας και βαθμού έντασης των μεγαφωνικών εγκαταστάσεων των εκλογικών κέντρων κλπ των συνδυασμών και των υποψηφίων κατά την προεκλογική περίοδο των εκλογών)

69269/5387 - ΦΕΚ 678 /Β/ 25 ΟΚΤ 90 (ΚΥΑ για κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες - Περιεχόμενο μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλ. μελετών (Ε.Μ.Π.) και λοιπές συναφείς διατάξεις σύμφωνα με τον Ν. 1650/86)

765/91 - ΦΕΚ 81 /Β/ 21 ΦΕΒ 91 (Υπ. Απόφ. περί καθορισμού των οριακών τιμών στάθμης θορύβου των υδραυλικών πτύων με καλώδια, των προωθητών γαιών, των φορτωτών και των φορτωτών- εκσκαφών)

85/91 - ΦΕΚ 38 /Α/ 18 ΜΑΡΤ 91 (Π.Δ. περί προστασίας των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσης τους στον θόρυβο κατά την εργασία - συμμόρφωση με την Οδηγία 86/188/ΕΟΚ.)

11733/91 - ΦΕΚ 384 /Β/ 10 ΙΟΥΝ 91 (ΚΥΑ περί μέτρων καταπολέμησης του θορύβου που εκπέμπεται κατά τις δοκιμές που συνοδεύουν την τοποθέτηση ή επισκευή συστημάτων συναγερού οχημάτων)

17252/92 - ΦΕΚ 395 /Β/ 19 ΙΟΥΝ 92 (Απόφ. Υπ.ΠΕΧΩΔΕ για καθορισμό δεικτών και ανωτάτων επιτρεπόμενων ορίων θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά και συγκοινωνιακά έργα)

28340/2440/92 - ΦΕΚ 532 /Β/ 18 ΑΥΓ 92 (ΚΥΑ περί μέτρων για τον περιορισμό της ηχορύπανσης που προέρχεται από Μοτοσικλέτες σε

συμμόρφωση προς τις διατάξεις των Οδηγιών 78/1015/ΕΟΚ, 87/56/ΕΟΚ και 89/235/ΕΟΚ, Αποδεκτές ηχητικές στάθμες, εγκρίσεις τύπου ΕΟΚ, μέθοδοι μέτρησης κλπ.)

25006/2234 - ΦΕΚ 523 /B/ 13 ΙΟΥΛ 93 (ΚΥΑ για τιμές αποδεκτής ηχοστάθμης οχημάτων - συμμόρφωση με διατάξεις της οδηγίας 92/97/ΕΟΚ - άρθρο 2 :από 1 -10-96 απαγόρευση κυκλοφορίας) - Αντικατάσταση της Απ.Γ20/81567/898/1988ΦΕΚ403B

1011/22/19-Δ - ΦΕΚ 546 /B/ 12 ΙΟΥΛ 94 (ΚΥΑ για καθορισμό χρονικών ορίων λειτουργίας κέντρων διασκέδασης και συναφών καταστημάτων)

3/96 - ΦΕΚ 15 /B/ 12 ΙΑΝ 96 (Αστυνομική Διάταξη περί μέτρων τήρησης της κοινής ησυχίας)

38/96 - ΦΕΚ 26 /A/ 16 ΦΕΒ 96 (Π.Δ. περί καθορισμού των όρων & προϋποθέσεων ιδρύσεως και λειτουργίας συνεργείων συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, μοτοσικλετών και μοτοποδηλάτων κλπ. - 'ρθρο 2 - παρ.2)

29087/2295 - ΦΕΚ 79 /B/ 7 ΦΕΒ 97 (Τροποποίηση της ΚΥΑ 25006/2234 - ΦΕΚ 523/B/97 για τιμές αποδεκτής ηχοστάθμης οχημάτων - συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 70/157/ΕΟΚ περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών - μελών)

11481/523 - ΦΕΚ 295 /B/ 11 ΑΠΡ 97 (Τροποποίηση της υπ' αριθμο.765/91 - ΦΕΚ 81/B Υπ. Αποφ. Για τον περιορισμό του θορύβου των υδραυλικών πτύων με καλώδια, των προωθητών γαιών, των φορτωτών και των φορτωτών- εκσκαφών, σε συμμόρφωση με την οδηγία 95/27/ΕΚ)

7034/1298 - ΦΕΚ 368 /B/ 24-3-2000 (ΚΥΑ για τις ελάχιστες αποστάσεις ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων. Για τις ανάγκες προστασίας των πολιτών απο θορυβώδεις ψυχαγωγικές δραστηριότητες ορίζονται οι ελάχιστες αποστάσεις από κατοικίες και άλλες ευαίσθητες χρήσεις)

3010/2002 ΦΕΚ 91/Α/25 ΑΠΡ 2002 (Νόμος περί εναρμόνισης του Ν.1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος με τις Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ που αφορούν και θέματα περιβαλλοντικών όρων)

15393/2332 ΦΕΚ 1022/Β/5 ΑΥΓ 2002 (Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων σε σχέση με την 3010/2002 και τον Ν. 1650/86)

37393/2028 - ΦΕΚ 1418/Β/1-10-2003 (ΚΥΑ περί μέτρων και όρων για τις εκπομπές θορύβου στο περιβάλλον από εξοπλισμό προς χρήση σε εξωτερικούς χώρους)

| Νομοθεσία | Εφαρμογή | Δείκτης – όριο | |
|--|---|---|--|
| Κυκλοφορία οχημάτων | | | |
| Υπ. απόφαση οικ. 17252 ΦΕΚ 395/Β 19-06-92 | Ανώτατα επιτρεπόμενα όρια θορύβου που προέρχεται από την κυκλοφορία σε οδικά έργα (νέα ή τροποποιούμενα). Μέτρηση ή εκτίμηση σε απόσταση 2.0μ από την οριογραμμή του οδικού έργου | Leq (8-20ωρ.) 67dB(A) L10 (18ωρ) 70 dB(A) | Σε περίπτωση ειδικής ακουστικής προστασίας, όπως π.χ. σχολικά συγκροτήματα, νοσοκομεία κλπ. τα παραπάνω ανώτατα επιτρεπόμενα όρια δύνανται να μειώνονται κατά 5-10 dB(A) |
| Υπ. Απόφαση Μοτοποδήλατα /μηχανές | Έλεγχος εκπομπής θορύβου στην πηγή υπό συγκεκριμένες συνθήκες | | |
| Θόρυβος από λειτουργία βιομηχανιών, βιοτεχνιών, μηχανολογικών εγκαταστάσεων, αποθηκών κλπ | | | |
| ΠΔ 1180/81 ΦΕΚ 293/Α/81 | Στα όρια της δραστηριότητας εγκατάστασης | Χαρακτήρας Περιοχής | Ανώτατο όριο dB(A) |
| | | Νομοθετημένες Βιομηχανικές Περιοχές | 70 |
| | | Επικρατέστερο στοιχείο το βιομηχανικό | 65 |
| | | Επικρατεί εξ ίσου βιομηχανικό & αστικό στοιχείο | 55 |
| | | Επικρατεί το αστικό στοιχείο | 50 |
| Θόρυβος από Κέντρα Υγειονομικού Ενδιαφέροντος (αναψυχή, εστίαση κλπ) | | | |
| Υ.Α.Α5/3010/2.10.1985 (Φ.Ε.Κ.593/τ.Β | Στεγασμένοι χώροι : Στα όρια της δραστηριότητας / εγκατάστασης Υπάιθριοι χώροι : Στην πρόσοψη πλησιέστερου δέκτη | Χαρακτήρας Περιοχής | Ανώτατο όριο dB(A) |
| | | καθαρά βιομηχανικές χωρίς κατοικίες | - |
| | | επικρατεί το βιομηχανικό στοιχείο, υπάρχουν και κατοικίες | 45 |
| | | επικρατεί εξίσου το βιομηχανικό και αστικό στοιχείο | 40 |
| | | επικρατεί το αστικό στοιχείο, υπάρχουν και βιομηχανίες | 35 |
| | | Περιοχές καθαρά κατοικιών (αστικές προαστιακές ή αγροτικές) και περιοχές ειδικής προστασίας (νοσοκομείων γηροκομείων σανατορίων κλπ.) | 30 |
| | Στο εσωτερικό δωματίου σε επαφή με δραστηριότητα ή στο χώρο παραπονούμενου | ≤ 35 dB(A) (ή απαιτούμενη ηχοαπομόνωση 65 dB(A)) | |
| Στο εσωτερικό δραστηριότητας | Κέντρο διασκέδασης | ≤100 dB(A) | |
| | Λοιπά ΚΥΕ | ≤ 80 dB(A) | |
| Εξοπλισμός (εναρμόνιση με Ευρωπαϊκές οδηγίες) | | | |

Πίνακας 6.1. Σύνοψη Εθνικής Νομοθεσίας για τα όρια θορύβου

6.2. Κοινοτική νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος από τον θόρυβο

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Ε.Ε. (Μάρτιος 1994) όχληση από θόρυβο, παρατηρείται στο 20-25% του πληθυσμού των πιο ανεπτυγμένων χωρών της Ε.Ε., ενώ 19% του συνολικού ευρωπαϊκού πληθυσμού, διαμένουν σε περιοχές με υψηλά επίπεδα θορύβου. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος εκτιμάται ότι περίπου το 20% του πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης υποφέρει από υψηλές στάθμες θορύβου. Επιπλέον περίπου 170 εκατομμύρια πολίτες ζουν στις λεγόμενες γκρίζες περιοχές , όπου οι επικρατούσες στάθμες θορύβου προκαλούν σοβαρές ενοχλήσεις κατά την διάρκεια της ημέρας(ΕΕΑ, 1999).

Σύμφωνα με τον OECD (Organisation for Economic Cooperation & Development) το 50% του πληθυσμού που έχει εξεταστεί από τον OECD (δηλ. περίπου 330 εκ. άνθρωποι), κατοικούν σε περιοχές, με επίπεδα θορύβου πολύ πιο πάνω από τα επίπεδα όχλησης, ενώ 15% του πληθυσμού αυτού (110 εκ. άτομα), ζουν σε περιοχές με υψηλά επίπεδα θορύβου.

Συνεπώς, η κυκλοφορία οχημάτων, θεωρείται η πιο ενοχλητική πηγή στους αστικούς θορύβους και σύμφωνα με έρευνες και μετρήσεις του Υ.ΠΕ.ΧΩΔ.Ε. περισσότερο από το 60% του πληθυσμού Αθήνας και Πειραιά, εκτίθενται επί καθημερινής βάσης σε απαράδεκτα υψηλά επίπεδα κυκλοφοριακού θορύβου

- Οδηγία 70/156/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 6ης Φεβρουαρίου 1970 περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών που αφορούν στην έγκριση των οχημάτων με κινητήρα και των ρυμουλκούμενων τους
- Οδηγία 70/157/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 6ης Φεβρουαρίου 1970 περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών που αναφέρονται στο αποδεκτό ηχητικό επίπεδο και στη διάταξη εξατμίσεως των οχημάτων με κινητήρα
- Οδηγία 73/350/ΕΟΚ της Επιτροπής της 7ης Νοεμβρίου 1973 περί προσαρμογής στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας του Συμβουλίου της 6ης Φεβρουαρίου 1970 περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των Κρατών μελών που αφορούν το αποδεκτό ηχητικό επίπεδο και τη διάταξη εξατμίσεως των οχημάτων με κινητήρα

- Οδηγία 76/252/ΕΟΚ της Επιτροπής, της 16ης Φεβρουαρίου 1976, που απευθύνεται στην κυβέρνηση του Βασιλείου των Κάτω Χωρών σχετικά με ένα σχέδιο νόμου για την προστασία του περιβάλλοντος εναντίον των ακουστικών οχλήσεων
- Οδηγία 79/113/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 19ης Δεκεμβρίου 1978 για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τον καθορισμό των ηχητικών εκπομπών των μηχανημάτων και υλικών εργοταξίου
- Οδηγία 80/51/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 20^{ης} Δεκεμβρίου 1979 περί περιορισμού του θορύβου, που προκαλείται από υποχηητικά αεροσκάφη
- Οδηγία 84/372/ΕΟΚ της Επιτροπής της 3^{ης} Ιουλίου 1984 για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 70/157/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών που αναφέρονται στο αποδεκτό ηχητικό επίπεδο και στη διάταξη εξατμίσεως των οχημάτων με κινητήρα
- Οδηγία 84/424/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 3ης Σεπτεμβρίου 1984 για την τροποποίηση της οδηγίας 70/157/ΕΟΚ περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών που αναφέρονται στο αποδεκτό ηχητικό επίπεδο και στη διάταξη εξάτμισης των οχημάτων με κινητήρα
- Οδηγία 86/594/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 1ης Δεκεμβρίου του 1986, που αφορά τον αερόφερο θόρυβο που εκπέμπουν, οι οικιακές συσκευές
- Οδηγία 89/629/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 1989 για τον περιορισμό του θορύβου που προκαλείται από τα υποχηητικά αεριωθούμενα πολιτικά αεροπλάνα
- Οδηγία 92/14/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 2ας Μαρτίου 1992 για τη ρύθμιση της χρησιμοποίησης των αεροπλάνων που υπάγονται στο παράρτημα 16 της σύμβασης για τη διεθνή πολιτική αεροπορία, τόμος 1 δεύτερο μέρος κεφάλαιο 3 δεύτερη έκδοση (1988)
- Οδηγία 92/97/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 10ης Νοεμβρίου 1992, για την τροποποίηση της οδηγίας 70/157/ΕΟΚ περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών που αναφέρονται στην αποδεκτή ηχοστάθμη και στις διατάξεις εξατμίσεως των οχημάτων με κινητήρα
- Οδηγία 96/20/ΕΟΚ της Επιτροπής της 27^{ης} Μαρτίου 1996 « για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 70/157/ΕΟΚ του Συμβουλίου,

σχετικά με την αποδεκτή ηχητική στάθμη και το σύστημα εξάτμισης των μηχανοκίνητων οχημάτων.

- Οδηγία 96/61/EK του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996 σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης
- Οδηγία 2000/14/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8^{ης} Μαΐου 2000 για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με την εκπομπή θορύβου στο περιβάλλον από εξοπλισμό προς χρήση σε εξωτερικούς χώρους
- Οδηγία 2001/43/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Ιουνίου 2001, για τροποποίηση, με σκοπό την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο, της οδηγίας 92/23/ΕΟΚ του Συμβουλίου σχετικά με τα ελαστικά των οχημάτων με κινητήρα και των ρυμουλκούμενων τους και με την εγκατάστασή τους σε αυτά
- Οδηγία 2002/30/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26^{ης} Μαρτίου 2002, περί της καθιέρωσης των κανόνων και διαδικασιών για τη θέσπιση περιορισμών λειτουργίας σε συνάρτηση με τον προκαλούμενο θόρυβο στους κοινοτικούς αερολιμένες
- Οδηγία 2002/49/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25^{ης} Ιουνίου 2002, σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου
- Οδηγία 2003/4/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 28ης Ιανουαρίου 2003 για την πρόσβαση του κοινού σε περιβαλλοντικές πληροφορίες και για την κατάργηση της οδηγίας 90/313/ΕΟΚ του Συμβουλίου
- Οδηγία 2003/44/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Ιουνίου 2003, για τροποποίηση της οδηγίας 94/25/EK για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών οι οποίες αφορούν τα σκάφη αναψυχής
- Οδηγία 2005/88/EK για την εκπομπή θορύβου στο περιβάλλον από εξοπλισμό προς χρήση σε εξωτερικούς χώρους. Η οδηγία αυτή τροποποιεί την οδηγία 2000/14/EK στο άρθρο 8 και αντικαθιστά τον σχετικό πίνακα με τις επιτρεπόμενες στάθμες ακουστικής ισχύος που εκπέμπονται στο περιβάλλον από μηχανήματα και εξοπλισμούς που λειτουργούν σε εξωτερικούς χώρους και καθορίζονται ανάλογα με την ηλεκτρική ισχύ λειτουργίας εκάστου

| ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ | ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ dB (A) |
|---|--------------------|
| Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά επιβατών, με εννέα το πολύ καθίσματα μαζί με το κάθισμα του οδηγού | 74 |
| Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά επιβατών, με εννέα το πολύ καθίσματα μαζί με το κάθισμα του οδηγού, μέγιστη επιτρεπτή μάζα μεγαλύτερη από 3,5 τόνους και: - ισχύ κινητήρα μικρότερη από 150 kw - ισχύ κινητήρα όχι μικρότερη από 150 kw | 78 80 |
| Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά επιβατών, με εννέα το πολύ καθίσματα μαζί με το κάθισμα του οδηγού και οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά εμπορευμάτων: - με μέγιστη επιτρεπτή μάζα όχι μεγαλύτερη από δύο τόνους - με μέγιστη επιτρεπτή μάζα μεγαλύτερη από δύο τόνους χωρίς όμως να υπερβαίνει τους 3,5 τόνους | 76 77 |
| Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά εμπορευμάτων, με μέγιστη επιτρεπτή μάζα μεγαλύτερη από 3,5 τόνους και: - ισχύ κινητήρα μικρότερη από 75 kW - ισχύ κινητήρα όχι μικρότερη από 75 kW, μικρότερη όμως από 150 kW - ισχύ κινητήρα όχι μικρότερη από 150 kW | 77 78 80 |
| Δίκυκλα μηχανοκίνητα οχήματα – μοτοποδήλατα (ταχύτητα) ≤25 km/h >25 km/h Τρίκυκλα | 66 71 76 |
| Μοτοσικλέτες (κυλινδρισμός κινητήρα) ≤80 cm ³ >80 cm ³ , 175 cm ³ >175 cm ³ | 75 77 80 |
| Τρίκυκλα μηχανοκίνητα οχήματα | 80 |

Πίνακας 6.2. Οριακές τιμές εκπομπής θορύβου των οχημάτων (Πηγή : Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2004)

6.3. Συνοπτική αναφορά στη νομοθεσία ξένων χωρών για το θόρυβο

Η προστασία του περιβάλλοντος δεν συνιστούσε αρχικά αντικείμενο, πολιτική ή στόχο Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Τα ζητήματα σχετικά με την περιβαλλοντική προστασία άρχισαν να απασχολούν την κοινότητα ήδη από τη δεκαετία του 1960. Το 1967 η πρώτη αναφορά σε ευρωπαϊκό νομοθετικό κείμενο για το περιβάλλον αφορά στην υιοθέτηση της οδηγίας για την κατάταξη και συσκευασία των επικίνδυνων αποβλήτων, το 1970 εξεδόθη η οδηγία για τις οριακές τιμές ηχητικών εκπομπών, το 1996 συντάσσεται η Πράσινη Βίβλος για το θόρυβο, το 2000 ορίζονται τα μέτρα θορύβου για τον εξοπλισμό των εξωτερικών χώρων (ΚΥΑ 37393/2028 ΦΕΚ 1418/Β/1-10-2003), ενώ το 2002 δημιουργείται η Οδηγία 2002/49 περί Αξιολόγησης & Διαχείρισης περιβαλλοντικού θορύβου και η Οδηγία 2002/30 περί Περιορισμών λειτουργίας κοινοτικών αερολιμένων λόγω θορύβου (balanced approach). Από εκείνο το σημείο και μετά ακολούθησαν αρκετές συμπληρωματικές οδηγίες, αποφάσεις και νόμοι προς βελτίωση των ήδη υπάρχοντων (Χαϊκάλη, 2006).

α) Οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος. Οι πιο πολλές ευρωπαϊκές χώρες χρησιμοποιούν τον δείκτη L_{Aeq} (ισοδύναμη στάθμη θορύβου), με εξαίρεση τη Μ. Βρετανία που χρησιμοποιεί τον L_{10} , αν και πλέον η Πολιτική Σχεδιασμού Οδηγιών (Planning Policy Guidance) προτείνει τον L_{Aeq} . Τα όρια εκπομπής θορύβου αφορούν γενικότερα συγκεκριμένες περιόδους κατά τη διάρκεια της μέρας και νύχτας. Κάποιες χώρες κάνουν χρήση τριών περιόδων (συμπεριλαμβανομένης και της απογευματινής), ενώ οι σκανδιναβικές χώρες προτιμούν μια 24ωρη περίοδο. Ο καθορισμός των περιόδων αυτών ποικίλει από χώρα σε χώρα. Τα όρια θορύβου εξαρτώνται επίσης και από την ευαισθησία των ζωνών που αναφέρονται, αν πρόκειται δηλ. για νοσοκομεία, σχολεία, πυκνοκατοικημένες περιοχές, βιομηχανικές περιοχές ή και μικτές, η οποία διαφοροποιείται κάπως από χώρα σε χώρα (Χαϊκάλη, 2006).

β) Σιδηροδρομικός θόρυβος. Ο L_{Aeq} είναι και εδώ ο πλέον χρησιμοποιούμενος δείκτης, με εξαίρεση κάποιων χωρών που χρησιμοποιούν τον L_{Amax} , ειδικά τη νύχτα ώστε να καθοριστούν οι επιπτώσεις του κατά τη διάρκεια του ύπνου. Όταν δημιουργούνται νέες γραμμές σε κατοικημένες

περιοχές, τα όρια θορύβου στην πρόσοψη είναι από 62 -69dBA για τη μέρα και 53 – 62dBA για τη νύχτα(Χαϊκάλη, 2006).

γ) Αεροπορικός θόρυβος. Χώρες όπως η Μ. Βρετανία, Γερμανία, και Σουηδία, χρησιμοποιούν τον L_{Aeq} , ενώ κάποιες άλλες χώρες στρέφονται σε δείκτες που προσδίδουν διαφορετικά βάρη για τις διαφορετικές περιόδους της ημέρας για τις μετακινήσεις του αεροσκάφους και του επίπεδο θορύβου αιχμής κάθε διαδρόμου (NNI, NEF κλπ) (Χαϊκάλη, 2006).

δ) Βιομηχανικός θόρυβος. Όλα τα βιομηχανικά κράτη προσδιορίζουν όρια θορύβου όταν κατασκευάζονται βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Και πάλι ο δείκτης που χρησιμοποιείται είναι ο L_{Aeq} , που αναφέρεται τόσο στην ημέρα (06:00 – 22:00), όσο και στη νύχτα (22:00 – 06:00), ενώ κάποιες φορές αναφέρεται και στο απόγευμα (18:00 – 22:00). Οι τιμές του, εξαρτώνται και σε αυτήν την κατηγορία από την ευαισθησία των ζωνών που αναφέρονται, ενδεικτικά, οι τιμές είναι γενικά 50 -55dBA την ημέρα και 40 – 45dBA τη νύχτα (Χαϊκάλη, 2006).

| Limits for Road Traffic Noise | | | | |
|-------------------------------|----------------|-----------|------------|-------------|
| Country | Index | Day Limit | Rest Limit | Night Limit |
| Australia | $L_{10, 18h}$ | 60 | | 55 |
| Austria | L_{Aeq} | 50–55 | | 40–45 |
| Canada | L_{Aeq} | 5 | | 50 |
| Denmark | $L_{Aeq, 24h}$ | 55 | | |
| France | L_{Aeq} | 60–65 | | 55–57 |
| Germany | L_r | 50–55 | | 40–45 |
| Netherlands | L_{Aeq} | 50 | 45 | 40 |
| Spain | L_{Aeq} | 60 | | 50 |
| Sweden | $L_{Aeq, 24h}$ | 55 | | |
| Switzerland | L_r | 55 | | 45 |
| UK | L_{Aeq} | 55 | | 42 |

Πίνακας 6.3. Επιτρεπτές στάθμες οδικού θορύβου σε διάφορες χώρες
(Πηγή: www.nonoise.org/library/envnoise/index.htm)

7. ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ

Ο σιδηρόδρομος θεωρείται ένας από τους περιβαλλοντικά φιλικότερους τρόπους μεταφοράς. Όμως η συμβολή των σιδηροδρομικών μεταφορών στην ηχορύπανση είναι σημαντική, καθώς το 10% περίπου του πληθυσμού εκτίθεται σε στάθμες θορύβου άνω του κατωφλιού σοβαρής όχλησης. Σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες υπάρχει σημαντική αντίδραση κατά του σιδηροδρομικού θορύβου από το κοινό, που ζητεί πολιτικές πρωτοβουλίες για την μείωσή του. Εάν το πρόβλημα αυτό δεν αντιμετωπιστεί, το αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι περιορισμοί της σιδηροδρομικής κίνησης κατά μήκος των σημαντικότερων ευρωπαϊκών σιδηροδρομικών αξόνων, και ειδικότερα των εμπορευματικών αμαξοστοιχιών, ενώ είναι ενδεχόμενο οι συνεπακόλουθες συμφορήσεις να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στις ευρωπαϊκές οικονομίες (Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008).

Ο σιδηροδρομικός θόρυβος προκαλείται από μέσα σταθερής τροχιάς όπως είναι ο σιδηρόδρομος ελαφρού τύπου, οι σιδηρόδρομοι υψηλής μεταφορικής συχνότητας και το τραμ. Αυτά τα μέσα σταθερής τροχιάς καθοδηγούνται μέσω των σιδηροτροχιών (Καρλαύτης, 2004). Ο θόρυβος που προκαλείται από τα τραίνα αποτελεί σημαντικό παράγοντα υποβάθμισης του ακουστικού περιβάλλοντος και ειδικότερα εκεί όπου παρατηρείται μεγάλη συχνότητα δρομολογίων. Παράλληλα πρέπει να σημειωθεί ο θόρυβος που μεταδίδεται από της σιδηροτροχιάς στο έδαφος και γίνεται αντιληπτός μόνο στο εσωτερικό των κτιρίων που βρίσκονται κοντά στις σιδηροτροχιάς, κυρίως λόγω των κραδασμών που προκαλούν οι συρμοί. Οι παράμετροι οι οποίοι επηρεάζουν τον θόρυβο από τους σιδηροδρομικούς συρμούς είναι :

- Το είδος του συρμού
- Ο αριθμός βαγονιών του τραίνου
- Το μήκος του συρμού
- Η ταχύτητα διέλευσης (επιτάχυνση, επιβράδυνση του συρμού)
- Η ώρα διέλευσης του συρμού
- Το τοπογραφικό ανάγλυφο
- Η κυρτότητα της σιδηροτροχιάς (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, 1987)

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει ήδη αναλάβει ενέργειες για το θέμα αυτό, με τη λήψη μέτρων στους τομείς του περιβάλλοντος και της σιδηροδρομικής

διαλειτουργικότητας. Η οδηγία 2002/49/ΕΚ για τον περιβαλλοντικό θόρυβο προβλέπει στρατηγικούς χάρτες θορύβου και σχέδια δράσης για σημαντικούς σιδηροδρομικούς άξονες και μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα(Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008).

Το έτος 2003, οι ειδικοί προσδιόρισαν το θόρυβο κύλισης των εμπορευματικών φορταμαξών ως τη σημαντικότερη πηγή σιδηροδρομικού θορύβου. Η τεχνολογία πέδησης που χρησιμοποιείται επί του παρόντος (τροχοπέδιλα από χυτοσίδηρο που επενεργούν στην επιφάνεια των τροχών) δημιουργούν τραχείες επιφάνειες τροχών, με επακόλουθο σημαντικό επίπεδο δονήσεων των σιδηροτροχιών και των τροχών. Καθώς οι εμπορευματικές αμαξοστοιχίες συχνά λειτουργούν τη νύχτα, ο θόρυβος που εκπέμπουν καθίσταται ακόμη σοβαρότερο πρόβλημα(Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008).

Οι ειδικοί σύστησαν να δοθεί προτεραιότητα σε μέτρα σε επίπεδο πηγής (οχήματα και τροχιές), διότι τα μέτρα αυτά είναι τα συμφερότερα. Πάντως, σύμφωνα με πρόσφατα αριθμητικά δεδομένα, συνολικά δαπανώνται ετησίως στην Ευρώπη για την κατασκευή ηχοφραγμών 150-200 εκατ. ευρώ. Θα μπορούσε να γίνει δεκτό ότι οι ηχοφραγμοί συνιστούν αποτελεσματικό στοιχείο στα προγράμματα περιορισμού του θορύβου, όπου αυτό είναι αναγκαίο, παραδείγματος χάρη σε πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές. Εάν οι φραγμοί συνδυάζονται με μέτρα στην πηγή, το μήκος ή/και το ύψος των φραγμών είναι δυνατόν να μειωθεί, με αποτέλεσμα σημαντικές οικονομίες(International Union of Railways, 2007).

Για να επιλυθούν τα προβλήματα στην πηγή και να επιτευχθεί διαλειτουργικότητα στις σιδηροδρομικές γραμμές, το Δεκέμβριο του 2005 η Επιτροπή εξέδωσε τεχνικές προδιαγραφές διαλειτουργικότητας σχετικά με το σιδηροδρομικό θόρυβο, όπου εισάγονται όρια για το τροχαίο υλικό το οποίο χρησιμοποιείται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα όρια αυτά ισχύουν για καινούργιο και ανακαινισμένο τροχαίο υλικό το οποίο πρέπει να είναι εφοδιασμένο με τροχοπέδιλα χαμηλού θορύβου, με σκοπό τη μείωση της εκπομπής θορύβου κατά 50% περίπου(Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008).

8. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

8.1. Η θέση

Ο υπό εξέταση χώρος, βρίσκεται σε μια πρώην βιομηχανική ζώνη, στη περιοχή της Σούδας Νέου Φαλήρου στον Πειραιά, δίπλα στο Γήπεδο Γεώργιος Καραϊσκάκης. Η συνολική έκταση του χώρου είναι περίπου 100 στρέμματα. Πρόκειται ίσως για μία από τις μεγαλύτερες ελεύθερες εκτάσεις των νοτίων προαστίων. Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει : α) τα δύο οικόπεδα της παλιάς βιομηχανίας χρωμάτων ΧΡΩΠΕΙ, β) το χώρος στάθμευσης του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης και γ) το οικόπεδο όπου λειτουργούσε το πρώην εργοστάσιο της Κλωστοϋφαντουργικής ΑΙΓΑΙΟΝ.

Η περιοχή μελέτης συνορεύει άμεσα : α) με οικιστική περιοχή του Νέου Φαλήρου, β) με το Γήπεδο Γεώργιος Καραϊσκάκης, γ) με το σταθμό Νέου Φαλήρου του ΗΣΑΠ και δ) με τις Λεωφόρους Πειραιώς και Μικράς Ασίας (συνέχεια Λεωφόρου Ποσειδώνος) και τον δρόμο Καραολή και Δημητρίου (Λ. Βεΐκου).



Εικόνα 8.1. Άποψη της θέσης της περιοχής μελέτης (Πηγή :Google Earth)



Εικόνα 8.2. Η περιοχή μελέτης (Πηγή :Google Earth)

8.2. Λεπτομερέστερη περιγραφή του υπό μελέτη χώρου

8.2.1. Τα οικόπεδα της ΧΡΩΠΕΙ

8.2.1.1 Ιστορία της ΧΡΩΠΕΙ

Εμφανίσθηκε το 1883, αρχικά ως μικρή ομόρρυθμη εταιρεία με την επωνυμία «Σπήλιος Α. Οικονομίδης και Σία». Το 1899, τέθηκε ο θεμέλιος λίθος των εγκαταστάσεων της στο Νέο Φάληρο. Ο ιδρυτής της, Σπήλιος Οικονομίδης σπούδασε χημεία στο Γκρατς και υπήρξε συνεργάτης του Γερμανού δημιουργού της ασπιρίνης Αντολφ Μπάγιερ. Η επιχείρηση, όπως οι περισσότερες σύγχρονές της, ήταν οικογενειακή, καθώς απασχολήθηκαν σ' αυτήν και οι τέσσερις αδελφοί του Σπήλιου, Λεόντιος, Κλεομένης, Χαρίλαος και Γεώργιος, όπως και οι εξ αγχιστείας συγγενείς Σωτήριος Σοφιανόπουλος και Αχιλλέας Καραμεσίνης. Στενότερος συνεργάτης του Σπήλιου Οικονομίδα ήταν ο Λεόντιος, στον οποίο οφείλεται η επέκταση και ακμή της επιχείρησης και η μετατροπή της σε ανώνυμη εταιρεία. Μέσα σε λίγα χρόνια από τη λειτουργία της, η ΧΡΩΠΕΙ κατέκτησε ηγετική θέση σε ολόκληρο τον κλάδο της ελληνικής χρωματουργίας σε μια περίοδο κατά την οποία η παραγωγή συνθετικών χρωστικών υλών αποτελούσε για την ελληνική και ευρωπαϊκή αγορά, κεντρική δραστηριότητα. Με την έκρηξη του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, η ελληνική χρωματουργία κλήθηκε να συμβάλει στην πολεμική προσπάθεια. Διατηρήθηκε και μετά τον πόλεμο και μέχρι το 1948 εκπροσωπούσαν ακόμη από τη νέα γενιά της οικογένειας Οικονομίδα. Δύο χρόνια αργότερα, όμως, το 1950, θα περάσει στην αποκλειστική διαχείριση του Σ. Σοφιανόπουλου, την περίοδο που ο κλάδος των χρωμάτων αρχίζει να ολοκληρώνει τον κύκλο του, όπως και η διαχείριση της επιχείρησης από την οικογένεια Οικονομίδα. Μετά το 1950, επιχειρείται ριζικός επαναπροσανατολισμός της παραγωγής και της στρατηγικής προς άλλους τύπους προϊόντων, π.χ. ζωοτροφές, ενώ συνεχίζεται η παρασκευή φαρμάκων και χημικών προϊόντων και η παραγωγή του «Αλγκόν». Την δεκαετία του '70 γίνεται προσπάθεια ενασχόλησης με την παραγωγή επιχρισμάτων με χωρίς ιδιαίτερη επιτυχία. Η εταιρεία συνεργάζεται με την Imperial Chemical Industries (ICI), προκαλώντας, παροδικά, ανησυχία στις υπόλοιπες ελληνικές ομοειδείς βιομηχανίες που έχουν στο μεταξύ αναπτυχθεί. Στις αρχές του '80

εντάσσεται στις προβληματικές επιχειρήσεις και κλείνει οριστικά το 1989 (Καραλής,2007).



Εικόνα 8.3. Η θέση των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ (Πηγή : Google Earth)

8.2.1.2. Ιδιοκτησιακό καθεστώς των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ

Τα οικόπεδα της ΧΡΩΠΕΙ στέγαζαν τις εγκαταστάσεις της βιομηχανίας χρωμάτων ΧΡΩΠΕΙ. Με το κλείσιμο της βιομηχανίας το 1989, τα οικόπεδα περιήλθαν στην εκκαθαρίστρια Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος και από αυτήν τα αγόρασε ο «Όμιλος Επιχειρήσεων Χαραγκιώνη», το έτος 1999, αν και το μεγαλύτερο σύνολο αυτών των εκτάσεων γης ήταν χαρακτηρισμένο ως χώρος πρασίνου (51στρ) και στάθμευσης με σειρά αποφάσεων του ΔΣ Πειραιά (3/90, 389/90, 520/92 και 496/96 του ΔΣ Πειραιά, 201/1991 γνωμοδότηση του ΚΣΧΟΠ/ΥΠΕΧΩΔΕ, απόρριψη ενστάσεων για τον χαρακτηρισμό με την 286/97του ΔΣ Πειραιά και 2961/641/30.1.98 του ΥΠΕΧΩΔΕ). Έκτοτε ο επιχειρηματίας Χαραγκιώνης προσπαθεί κατά καιρούς να εκδώσει άδεια ανέγερσης πολυώροφων κτισμάτων διαφορετικών κατά περίπτωση χρήσεων. Οι προσπάθειες αυτές αποτυγχάνουν, γιατί σύσσωμη σχεδόν η πειραιϊκή

κοινωνία (κάτοικοι, τοπικοί σύλλογοι, περιβαλλοντικές και δημοτικές κινήσεις, Εμπορικός Σύλλογος και Επιμελητήρια, Μητρόπολη Πειραιά κλπ.) αντιδρά και ζητά την παρέμβαση του Δήμου Πειραιά και της πολιτείας ώστε να απαλλοτριωθεί η έκταση, να αποδοθεί στον πειραιικό λαό και να εγκατασταθούν εκεί πολλαπλές, κοινόχρηστες και κοινωφελείς λειτουργίες με κέντρο την κατασκευή μεγάλου πάρκου υψηλού πρασίνου. Η Δημοτική αρχή εννέα μήνες μετά την ανάληψη των καθηκόντων της εισηγείται τη σύναψη δανείου και η εισήγηση γίνεται ομοφώνως δεκτή από το Δημοτικό Συμβούλιο Πειραιά (προαναφερθείσα απόφαση υπ'αρ.659/28.09.2007). Η απόφαση αυτή, αν και δε δρομολογεί ευθέως τη διαδικασία αναγκαστικής απαλλοτρίωσης, εν τούτοις κρίνεται αναγκαία ως προϋπόθεση για την έναρξη, εξέλιξη και ολοκλήρωσή της, καθόσον στο παρελθόν και κατ' επανάληψη το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. προέβαλε σθεναρή άρνηση ακόμα και για την κατ' αρχήν εξέταση του σχετικού αιτήματος, με το επιχείρημα ότι το κράτος δεν μπορεί να διαθέσει τα αναγκαία ποσά για την απαλλοτρίωση των οικοπέδων ΧΡΩΠΕΙ παρότι από το 1991 μέσω του ΚΣΧΟΠ γνωμοδότησε θετικά για τη χρήση του πρασίνου. Τον Ιούνιο του 2009 με την ανάληψη εκ μέρους του Δήμου Πειραιά της ευθύνης κάλυψης του κόστους αναγκαστικής απαλλοτρίωσης. (http://www.aftodioikisi.com /index.php?news_id=25&action=details)

8.2.1.3. Περιγραφή του χώρου της ΧΡΩΠΕΙ

Τα Οικόπεδα της ΧΡΩΠΕΙ εκτείνονται στην περιοχή της Σούδας Ν. Φαλήρου στον Πειραιά, μεταξύ του Σταδίου «Γ. Καραϊσκάκης» και της οδού Πειραιώς και αναφέρονται με τους αριθμούς οικοδομικών τετραγώνων υπ' αριθμ. 56, 57 και 59. Περικλείονται από τις οδούς Σοφianoπούλου, Σουλτάνη, Μουράτη, Ιωνίας και Οικονομίδου και είναι συνολικής εκτάσεως 48 περίπου στρεμμάτων. Ανάμεσα στα δύο οικόπεδα διέρχεται η οδός Εμμανουηλίδου, η οποία είναι ένας δρόμος με ελάχιστη έως μηδαμινή κυκλοφορία.

Το οικόπεδο που βρίσκεται ανατολικά της οδού Εμμανουηλίδου έχει έκταση περίπου 15στρ και έχει σχήμα ορθογώνιο. Ο χώρος είναι περιφραγμένος στο σύνολο του με συρματόπλεγμα ύψους 2m. Ανατολικά συνορεύει με τον δρόμο Καραολή και Δημητρίου, νότια με την οδό Σοφianoπούλου, με γήπεδα 5x5 και το Γήπεδο Γ. Καραϊσκάκης, ενώ βόρεια

με την οδό Σουλτάνη. Ο χώρος έχει μετατραπεί σε χώρο εγκατάλειψης κάθε λογής σκουπιδιών και μπαζών, παρουσιάζοντας μια απaráδεκτη και αντιαισθητική εικόνα. Στο εσωτερικό του χώρου τα μοναδικά που μπορεί να διακρίνει κανείς είναι σκουπίδια και ζιζάνια, που σε συνδυασμό με τον θόρυβο που φθάνει από τον γειτνιάζοντα δρόμο Καραολή και Δημητρίου, κάνει αδύνατη την οποιαδήποτε παραμονή στον χώρο. Η βλάστηση περιορίζεται στην εμφάνιση μερικών ευκαλύπτων (*Eucalyptus globulus*) περιμετρικά του οικοπέδου.

Το οικόπεδο που βρίσκεται δυτικά της οδού Εμμανουηλίδου είναι μεγαλύτερο και έχει έκταση περίπου 33στρ. Ο χώρος στην ανατολική και νότια πλευρά του είναι περιφραγμένος με πρόχειρο αλουμινένιο φράκτη ύψους 2m, ενώ στην δυτική και βορινή πλευρά του έχει διατηρηθεί πέτρινος τοίχος ύψους 4m. Ο χώρος συνορεύει νότια με το χώρος στάθμευσης του γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης, δυτικά με την οδό Ιωνίας και με οικιστική περιοχή, ενώ βόρεια με τις οδούς Σουλτάνη, Ανδρέα Μουράτη καθώς και με παλιές εγκαταλειμμένες βιομηχανίες. Ο χώρος στο εσωτερικό του πλέον θυμίζει χωματερή, γεμάτος από μπάζα και κάθε λογής απορριμμάτων.

Όσον αφορά τις εγκαταστάσεις του παλιού εργοστασίου της ΧΡΩΠΕΙ, έχουν απομακρυνθεί στην πλειονότητα της, με εξαίρεση το παλιό κεντρικό κτίριο της ΧΡΩΠΕΙ και μία αποθήκη, τα οποία βρίσκονται στο κέντρο του οικοπέδου καθώς και κάποια μικρά κτίρια που χρησιμοποιούνταν σαν αποθήκες και σήμερα έχουν καταστραφεί ολοσχερώς. Όλα τα κτίρια είναι σε αθλία κατάσταση και αποτελούν στέκι ναρκομανών ιδιαίτερα κατά τις νυχτερινές ώρες.

Όσον αφορά την βλάστηση, περιορίζεται σε κάποιους τεράστιους ευκαλύπτους (*Eucalyptus globulus*) ύψους 25m, που βρίσκονται στη βορινή πλευρά του δυτικού οικοπέδου της ΧΡΩΠΕΙ.



Εικόνα 8.4. Τα οικόπεδα της ΧΡΩΠΕΙ (Πηγή : Google Earth)



Εικόνες 8.5-7. Άποψη του ανατολικού οικοπέδου της ΧΡΩΠΕΙ (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνες 8.8-10. Άποψη δυτικού οικοπέδου της ΧΡΩΠΕΙ (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνες 8.11-13. Διατηρητέα κτίρια στο δυτικό οικόπεδο της ΧΡΩΠΕΙ (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

8.2.2. Γήπεδο Γεώργιος Καραϊσκάκης

8.2.2.1. Ιστορία και ιδιοκτησιακό καθεστώς του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης

Κατασκευάστηκε το έτος 1895 και αρχικά χρησιμοποιήθηκε ως ποδηλατοδρόμιο για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 1896 σε έκταση που ανήκε στην εταιρία των Σιδηροδρόμων Σ.Α.Π. Α.Ε. πρόγονος των Η.Σ.Α.Π. και παραχωρήθηκε δωρεάν στην επιτροπή Ολυμπιακών Αγώνων (νυν Ε.Ο.Ε.). Είχε την ονομασία ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΙΟ, που ήταν το αγαπημένο σπόρ του βασιλιά Γεωργίου Α΄ και διέθετε χωμάτινο αγωνιστικό χώρο με καρβουνόσκονη. Το «ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΙΟ» άρχισε να χρησιμοποιείται κυρίως σαν ποδοσφαιρικό γήπεδο τη δεκαετία του 1920. Η φορά του αγωνιστικού χώρου ήταν βορράς-νότος, με τα τέρματα να βρίσκονται προς την πλευρά της οδού Πειραιώς και της θάλασσας.

Το γήπεδο ανακαινίστηκε πλήρως το 1956, παίρνοντας τη μορφή σταδίου με στίβο. Ο αγωνιστικός χώρος έγινε κάθετος προς τον παλιό (ανατολή – δύση), με τα τέρματα να βλέπουν προς την Καστέλα και το Φάληρο, τοποθετήθηκε χλοοτάπητας και δημιουργήθηκε καινούργιος στίβος. Τότε μετονομάστηκε σε «ΣΤΑΔΙΟ Γ. ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗ», σε τιμήση της μνήμης του, διότι στον χώρο αυτό ο μεγάλος ήρωας της ελληνικής Επανάστασης άφησε την τελευταία του πνοή στις 23/4/1827 (Πατραγάς,2004) .

Το έτος 1968 τελείωσαν οι εργασίες μετατροπής και ανακατασκευής και διαμορφώθηκε ένα πλήρως εξοπλισμένο και σύγχρονο στάδιο, που έγινε η έδρα των ποδοσφαιρικών ομάδων «ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΥ και ΕΘΝΙΚΟΥ», που επί σειρά δεκαετιών αποτελούσαν τις δύο μεγάλες αγάπες των Πειραιωτών και εκεί έγραψαν μερικές από τις πιο χρυσές σελίδες της ένδοξης ιστορίας τους. Επίσης ήταν έδρα της Εθνικής ομάδας της Ελλάδας για αρκετά παιχνίδια, ενώ σε αυτό έγιναν και αρκετοί τελικοί Κυπέλλου Ελλάδας. Εκτός αυτών, στο Καραϊσκάκη διεξήχθησαν σημαντικοί διεθνείς αγώνες όπως οι δύο τελικοί του Κυπέλλου Κυπελλούχων Ευρώπης ανάμεσα στην ΡΕΑΛ ΜΑΔΡΙΤΗΣ και την ΤΣΕΛΣΙ. Τέλος, διεξήχθη το Ευρωπαϊκό Πρωτάθλημα Στίβου το 1969 με ιδιαίτερα μεγάλη επιτυχία (Πατραγάς,2004).



Εικόνα 8.14. Παλιό γήπεδο Γεώργιος Καραϊσκάκης
(Πηγή: <http://www.stadia.gr/karaiskaki/neoKaraiskaki-old4.jpg>)

Με τα χαρακτηριστικά λόγια «Πώς χτίζεται το όνειρο» έγινε τον Ιούνιο του 2003 η παρουσίαση της μελέτης των έργων ανακατασκευής του νέου γηπέδου ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗ, που συνέπεσε με τον χρόνο των μεγάλων αλλαγών με αφορμή τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004. Στα τέλη της δεκαετίας του '90 τα σημάδια της εγκατάλειψης του Σταδίου άρχισαν να γίνονται ορατά. Ο μεγάλος σεισμός του 1999 καθώς και η αλλαγή έδρας από μεριάς του Ολυμπιακού συντέλεσαν ακόμα περισσότερο για την ανάγκη ανακατασκευής του σταδίου. Τον Απρίλιο του 2003 η χρήση του Σταδίου Καραϊσκάκη πέρασε στον Ολυμπιακό, που ανέλαβε να κατασκευάσει στη θέση του ένα νέο ποδοσφαιρικό γήπεδο, με την υποχρέωση να το παραδώσει έτοιμο για χρήση κατά τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004. Ο σύλλογος ακόμα υποχρεούται να πληρώνει τα λειτουργικά έξοδα, να πληρώνει στην Γενική Γραμματεία Αθλητισμού το 15% των εισπράξεων μετά το 2019 και να παραχωρήσει και πάλι το γήπεδο στη ΓΓΑ το 2052.

Το παλιό Στάδιο κατεδαφίστηκε το Μάιο του 2003 και κατόπιν ξεκίνησε η κατασκευή του νέου γηπέδου. Το έργο ολοκληρώθηκε από την J&P –ΑΒΑΞ και παραδόθηκε στις 30/6/2004 με κόστος 60.000.000 ΕΥΡΩ (Πατραγάς,2004) .

8.2.2.2. Περιγραφή του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης

Το Γήπεδο Καραϊσκάκη βρίσκεται στον Πειραιά και συγκεκριμένα στην περιοχή του Νέου Φαλήρου (2 χλμ από το κέντρο της πόλης και 10 χλμ από το κέντρο της Αθήνας). Το γήπεδο απέκτησε και πάλι τον παλαιό προσανατολισμό με φορά βορράς – νότος, που είχε και το ποδηλατοδρόμιο. Το νέο γήπεδο διαθέτει 33.334 καθίσματα διαφόρων θέσεων, ενώ στην δυτική πλευρά του ισογείου υπάρχουν 34 θέσεις για άτομα μειωμένης κινητικότητας. Στη δυτική πτέρυγα δημιουργήθηκαν σουίτες και διακεκριμένο διάζωμα. Στο γήπεδο κατασκευάστηκαν 42 περιστρεφόμενες εισοδοί, 56 εκδοτήρια εισιτηρίων, 8 αναψυκτήρια και διατέθηκαν 6.500 τ.μ. για εμπορικές χρήσεις, που φιλοξενεί το Μουσείο του Ολυμπιακού αλλά και 17 ακόμα εμπορικούς χώρους όπως εστιατόρια, γυμναστήριο, καταστήματα κλπ. Στην περιοχή κατασκευάστηκαν εκ νέου ο σταθμός του Ηλεκτρικού Σιδηροδρόμου με ειδική ράμπα για την απευθείας σύνδεση με το γήπεδο, ενώ τα έργα συντέλεσαν ώστε η πρόσβαση στο γήπεδο από όλα τα σημεία της Αθήνας να γίνεται σε συντομότερο χρόνο από όσο στο παρελθόν (Πατραγάς, 2004).



Εικόνα 8.15. Το νέο γήπεδο Γεώργιος Καραϊσκάκης μετά την κατασκευή του το 2004 (Πηγή: <http://img9.imageshack.us/img9/2129/karaiskaki24th.jpg>)

Ο χώρος στάθμευσης του γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης είναι 789 θέσεων και είναι ανοικτό καθημερινά και καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Η περίφραξη

στη δυτική και νότια πλευρά του χώρου είναι με απλό συρματοπλέγμα, ενώ το βόρειο μέρος του χώρου έχει περιφραχθεί με πέτρινο τοίχιο ύψους 2m. Η είσοδος στο χώρο στάθμευσης μπορεί να γίνει από τρεις εισόδους και εντοπίζονται, μια επί της οδού ΣοφIANOΠΟΥΛΟΥ, μία επί της ΚΑΡΑΟΛΗ & ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ και μία επί της οδού ΚΑΤΣΟΥΛΑΚΟΥ.

Δυτικά συνορεύει με την οδό Κατσουλακου και το εργοστάσιο Αιγαίον, βόρεια με την οδό ΣοφIANOΠΟΥΛΟΥ, τη ΧΡΩΠΕΙ καθώς και με οικιστική περιοχή, ανατολικά με το γήπεδο Γ. ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗΣ και με γήπεδα 5x5, ενώ νότια υπάρχει ακάλυπτος χώρος που ανήκει στην εταιρεία J&P –ΑΒΑΞ.

Ολόκληρος ο χώρος στάθμευσης του γηπέδου Γ. ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗΣ είναι καλυμμένος με άσφαλτο με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα τεράστιο ενιαίο αντισταθμικό επίπεδο. Η βλάστηση η οποία περιορίζεται σε δύο αραιές γραμμικές φυτεύσεις στο κέντρο του χώρου, οι οποίες είναι κάθετες μεταξύ τους από ξυλοκερατιές (*Ceratonia siliqua*), μουριές (*Morus alba*) και ακακίες Κωνσταντινουπόλεως (*Albizzia julibrissim*) στο κέντρο, καθώς και κάποιες λίγες περιμετρικές φυτεύσεις στην βορινή πλευρά με κυπαρίσσια λείλαντ (*Cupressocyparis leylandii*). Όλα αυτά συνηγορούν ότι στο χώρο στάθμευσης του γηπέδου Γ. ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗΣ δημιουργούνται ιδιαίτερες δυσμενείς μικροκλιματικές συνθήκες, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Ανατολικά από το χώρο στάθμευσης και στον πέριξ χώρο του γηπέδου Γ. ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗΣ υπάρχουν τρία γήπεδα 5x5.



Εικόνα 8.16. Είσοδοι στο χώρο στάθμευσης του γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης (Πηγή : Google Earth)



Εικόνα 8.17. Άποψη του χώρου στάθμευσης του γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνες 8.18-19. Η βλάστηση εντός του χώρου στάθμευσης του γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 8.20. Είσοδος στο χώρο στάθμευσης από την οδό Σοφianoπούλου
(Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 8.21. Είσοδος στο χώρο στάθμευσης από την οδό Κατsoylάκου
(Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 8.22. Είσοδος στο χώρο στάθμευσης από την Λ. Βεΐκου
(Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνες 8.23-24. Τα γήπεδα 5x5 στον περιβάλλοντα χώρο του γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνες 8.25-26. Ο ακάλυπτος χώρος νότια του χώρου στάθμευσης που ανήκει στην J&P –ΑΒΑΞ (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

8.2.3. Ιστορία και περιγραφή του χώρου της Κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων

Η κλωστοϋφαντουργική Αιγαίων ήταν μία από τις ιστορικότερες εταιρείες της εγχώριας κλωστοϋφαντουργίας η οποία διέθετε υφαντουργεία στον Πειραιά από το 1924 (με ιδρυτή τον Νίκο Καρέλλα), ενώ το 1955 λειτούργησε μεγάλο εργοστάσιο κλωστοϋφαντουργίας στο Λαύριο. Το συγκεκριμένο εργοστάσιο, το οποίο απασχολούσε περίπου 1.500 εργαζομένους, έκλεισε τον Φεβρουάριο του 1990 (www.ethnos.gr). Σήμερα η εφοπλιστική οικογένεια Μαρτίνου ελέγχει τα 26 στρέμματα στο πρώην εργοστάσιο Αιγαίων, μέσω θυγατρικής της εταιρείας (Καθημερινή 10-05-2006). Όπως αναφέραμε ο χώρος του παλαιού εργοστασίου κλωστοϋφαντουργίας Αιγαίων καταλαμβάνει έκταση 26 στρεμμάτων και βρίσκεται μεταξύ της λεωφόρου Μικράς Ασίας και των οδών Κατσουλάκου και Επονιτών, ενώ στην βόρεια και νότια πλευρά του είναι σε άμεση επαφή με κτιριακές υποδομές. Παράλληλα βρίσκεται σε απόσταση μόλις μερικών μέτρων από τις γραμμές του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου (Πειραιάς – Νέο Φάληρο) αλλά και του χώρου στάθμευσης του γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης. Σήμερα ο χώρος του παλαιού εργοστασίου κλωστοϋφαντουργίας Αιγαίων παρουσιάζει εικόνα πλήρους εγκατάλειψης. Στην νότια πλευρά του υπάρχει αδόμητος χώρος, ο οποίος είναι γεμάτος από μπάζα και σκουπίδια και ο οποίος είναι περιφραγμένος με τοίχο ύψους 2-2.5m. Εντός του αδόμητου χώρου υπάρχουν και τρεις τεράστιοι ευκάλυπτοι. Την υπόλοιπη έκταση του οικοπέδου την καταλαμβάνουν το παλαιό και συνάμα τεράστιο εργοστάσιο της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων καθώς και οι αποθήκες που είναι στην βορινή πλευρά του οικοπέδου. Τόσο το εργοστάσιο όσο και οι αποθήκες, ιδιαίτερα μετά τον τελευταίο μεγάλο σεισμό του 1999 είναι σε αθλία κατάσταση, ετοιμόρροπα και κρίνεται επιτακτική η άμεση κατεδάφιση τους. Η περίφραξη του χώρου από την πλευρά της λεωφόρου Μικράς Ασίας είναι με τοιχίο από τσιμεντόλιθους ύψους 1.5m, ενώ από την πλευρά της οδού Επονιτών με πέτρινο τοίχο ύψους 5m.



Εικόνα 8.27. Πανοραμική άποψη του χώρου που στεγάζεται το παλιό εργοστάσιο Αιγαίον (Πηγή : Google Earth)



Εικόνα 8.28-29. Απόψεις του χώρου της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων από την λεωφόρο Μικράς Ασίας (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 8.30. Άποψη της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων από την οδό Επονητών (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 8.31. Άποψη του ακάλυπτου χώρου από την οδό Κατσουλάκου (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)

8.3. Ο Δήμος Πειραιά

Ο υπό μελέτη χώρος όπως αναφέραμε και προηγουμένως βρίσκεται στη συνοικία του Νέου Φαλήρου στο Δήμο Πειραιά.

8.3.1. Γεωγραφική θέση του Δήμου Πειραιά

Ο Πειραιάς αποτελεί ναυτιλιακό, εμπορικό και βιομηχανικό κέντρο καθώς και εμπορικό λιμάνι της Ελλάδας και επίνειο της Αθήνας στην ανάπτυξη της οποίας συνέβαλλε σημαντικά.

Βρίσκεται στα νοτιοδυτικά παράλια της Αττικής, στο μυχό του Σαρωνικού Κόλπου, σε απόσταση 8 χλμ από την Αθήνα και αποτελεί χερσόνησο περιβάλλεται από θάλασσα ανάμεσα στον φαληρικό όρμο (ανατολικά) και στον Κορυδαλλό (βορειοδυτικά). Η γεωγραφική του θέση καθορίζεται από τις συντεταγμένες 37 μοίρες 56' Β. πλάτους, 23 μοίρες 39' Α. μήκους. Ο Δήμος Πειραιά έχει συνολική 50.417 km². (Πατραγάς, 2004).

Ο Πειραιάς αποτελείται σήμερα από την κυρίως πόλη, που εκτείνεται ανατολικά και βορειανατολικά από το Μεγάλο Λιμάνι, την παραλία σε σχήμα χερσονήσου ανάμεσα στη Ζέα και το Μεγάλο Λιμάνι, που απολήγει στην Πειραιϊκή Ακτή και γύρω από τον Λόφο του Προφήτη Ηλία. Η παράκτια γραμμή που ορίζει και τα τρία λιμάνια του Πειραιά είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της γεωμορφολογίας της περιοχής. Τα τρία φυσικά λιμάνια της περιοχής αποτελούν το Μεγάλο Λιμάνι, το λιμάνι της Ζέας και η Μουνηχία.

Το Μεγάλο Λιμάνι, το οποίο βρίσκεται ανάμεσα Ηετιώνεια Ακτή και την ακτή Αλκίμων και χρησιμοποιείται για εμπορευματική και επιβατική κίνηση, έχει συνολική υδάτινη επιφάνεια 1.110.000 m² και αποτελείται από τον Προλιμένα, το Κεντρικό Λιμάνι και το Λιμάνι των Αλών, των οποίων η επιφάνεια ανέρχεται σε 440.000 m², 530.000 m² και 140.000 m² αντίστοιχα. Το λιμάνι της Ζέας το οποίο βρίσκεται στα ανατολικά του Μεγάλου Λιμανιού και ανάμεσα στις βορειοανατολικές ακτές της Πειραιϊκής Χερσονήσου και τις νοτιοδυτικές της Καστέλας, αποτελεί το δεύτερο από τα τρία φυσικά λιμάνια του Πειραιά. Το τελευταίο και μικρότερο φυσικό λιμάνι, ο λιμενίσκος της Μουνηχίας των αρχαίων, βρίσκεται στα νοτιοανατολικά της Καστέλας και σήμερα αποκαλείται Μικρολίμανο.

Το νοτιοδυτικό τμήμα του Πειραιά αποτελεί η Πειραιϊκή Ακτή , η οποία έχει υψόμετρο 57,7 m και είναι βραχώδης. Κατά τους κλασικούς χρόνους, ήταν ξακουστή για τα λατομεία της από τα οποία εξαγόταν ο «ακτίτης λίθος» (τα ονομαστά αγκωνάρια του Πειραιά). Στην παραλία της σχηματίζονται πολλοί ορμίσκοι: οι κυριότεροι από τους οποίους είναι: ο ορμίσκος της Σχολής Δοκίμων, που είναι γνωστός ως Παλάσκα, ο ορμίσκος της Αφροδίτης και ο ορμίσκος της Φρεαττύδας. Στο νοτιοανατολικό τμήμα του Πειραιά εκτείνεται η περιοχή της Καστέλας που περιλαμβάνει την ομώνυμη ακτή, η οποία αρχίζει από το Μικρολίμανο και καταλήγει στην Πλατεία Αλεξάνδρας και τον λόφο της Καστέλας, που σήμερα ονομάζεται Προφήτης Ηλίας λόγω της εκκλησίας που υπάρχει εκεί. Ο Προφήτης Ηλίας έχει υψόμετρο 86,59 m και είναι γεμάτος σπηλιές και δεξαμενές, φυσικές ή τεχνητές, ιδιαίτερα στο νοτιοανατολικό τμήμα του. Στη νότια πλευρά του υπάρχει ένα μικρό, βραχώδες και κυκλικό νησάκι η Σταλίδα που έχει σχηματιστεί από καταπτώσεις και καθιζήσεις (Μαλικούτη, 2004; Σταματελάτος και Βάμβα, 2001).



Εικόνα 8.32. Όρια Δήμου Πειραιά (Πηγή : Νομαρχία Πειραιά)

8.3.2. Ιστορία του Πειραιά

Η περιοχή κατοικείται κατά την προϊστορική περίοδο, αναφέρονται οικισμοί στο λόφο της Καστέλας και το βορειοανατολικό τμήμα της Πειραιϊκής χερσονήσου. Οι Φοίνικες πιθανολογούνται ως οι πρώτοι κάτοικοι.

Περί το 507 π.Χ. και στο πλαίσιο εφαρμογής του προγράμματος «περί ελευθέρως πολιτείας» του Κλεισθένη αρχίζουν να παρουσιάζονται οι πρώτες πληροφορίες για την πόλη, που ονομάζεται «Δήμος» της Αττικής. Στη θέση του Πειραιά, πριν ο Θεμιστοκλής την επιλέξει ως επίνειο της Αθήνας και την οχυρώσει, υπήρχαν φτωχές εγκαταστάσεις γεωργών ή αλιέων στις πλαγιές της Μουνιχίας (προς το ομώνυμο λιμάνι και προς την ανατολική παραλία της Ζέας) και στις ανατολικές πλαγιές της Πειραιϊκής, προς το λιμάνι της Ζέας.

Με την κατάλυση της Μακεδονικής δυναστείας το 168 π.Χ. και την έναρξη εξάπλωσης της Ρωμαϊκής κυριαρχίας στην ανατολική Μεσόγειο η παρακμή του Πειραιά επιτείνεται από την ανάπτυξη του νέου κέντρου, της Δήλου. Το τέλος όμως της πόλης του Πειραιά σηματοδοτείται από την πολυετή πολιορκία του από τον Σύλλα που καταλήγει στην πυρπόληση του το 86 π.Χ.

Το 98–165 μ.Χ. παρεμβάλλεται μια βραχεία περίοδος ανόρθωσης του Πειραιά από του Αντωνίνους και τον φιλέλληνα Αυτοκράτορα Ανδριανό.

Στο μεσαίωνα και στα χρόνια της τουρκοκρατίας ο Πειραιάς ήταν ασήμαντο χωριό.

Τον Ιανουάριο του 1850 οι Άγγλοι αποκλείουν για τρεις μήνες το λιμάνι του Πειραιά. Το 1854 η Αγγλία και η Γαλλία αποφασίζουν τον αποκλεισμό και τη στρατιωτική κατάληψη του Πειραιά. Η κατοχή τερματίστηκε τον Φεβρουάριο του 1857.

Ο Πειραιάς στα τέλη του 19^{ου} αιώνα λειτουργεί πλέον σαν πόλη αυτόνομη και όχι σαν εξάρτημα της πρωτεύουσας. Το άλλοτε «αποβατήριο των Αθηνών» έχει αρχίσει να διανύει την δεύτερη στην ιστορία του Χρυσή εποχή.

Στην περίοδο της Γερμανικής κατοχής ο Πειραιάς και λιμάνι του θα δοκιμασθούν σκληρά τόσο σκληρά όσο ίσως καμιά άλλη πόλη στη Ελλάδα. Στα 3,5 χρόνια της κατοχής 10.782 Πειραιώτες πέθαναν από πείνα και 859 σκοτώθηκαν από τους βομβαρδισμούς. Στις 12 Οκτωβρίου του 1944, την ημέρα απελευθέρωσης του Πειραιά, το λιμάνι θα δεχθεί το ολοκληρωτικό

πλήγμα του με την ανατίναξη από τους Γερμανούς των λιμενικών του εγκαταστάσεων.

Στις αρχές τις δεκαετίας του 1960 ο Πειραιάς έχει γιατρέψει τις πληγές του Β' παγκοσμίου πολέμου και έχει αρχίσει να χαράζει τη νέα του πορεία (Πατραγάς, 2004).

8.3.3. Σταδιακή εξέλιξη της Πειραιϊκής Οικονομίας

Το εμπόριο αποτελούσε τον κύριο άξονα, γύρω από τον οποίο στρεφόταν η οικονομία της πόλης. Το βασικό προϊόν εξαγωγής αποτελούσε το βαμβάκι. Την εποχή αυτή είχαν καταγραφεί 80 συνολικά έμποροι, 2 αργυραμοιβοί και 14 εμπορομεσίτες. Ένας γνωστός έμπορος στον Πειραιά είναι ο Αντώνης Λουμίδης, είναι ο πρώτος Έλληνας έμπορος που εγκατέστησε καφεκοπτείο στην Ελλάδα.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1860 παρουσιάστηκε στο λιμάνι του Πειραιά η μεγαλύτερη κίνηση εξαγωγών, που χαρακτηρίστηκε ως εξαγωγική έκρηξη. Από το 1860 ο Πειραιάς άρχισε να μετατρέπεται σταδιακά σε βιομηχανικό κέντρο έτσι ώστε στη δεκαετία 1870–1880 είχε αποκτήσει οριστικά τη μορφή βιομηχανικής πόλης.

Από τις πιο δραστήριες και μακρόβιες βιομηχανίες αναφέρονται:

- Οι ατμόμυλοι των Π. Καπράνου-Κ. Παναγιωτόπουλου-Δ. Σεφερλή
- Το «πνευματοποιείο» των αδελφών Μεταξά
- Το μηχανουργείο και αργότερα ναυπηγείο του Γεωργίου Βασιλειάδη στον προλιμένα
- Το μηχανουργείο και αργότερα ναυπηγείο «Ήφαιστος»
- Το εργοστάσιο μωσαϊκών πλακών και κεραμοποιείο του Ε. Δηλαβέρη
- Χρωματουργεία Πειραιώς – ΧΡΩΠΕΙ
- Α.Ε Τσιμέντων Τιτάν
- Α.Ε Χημικών προϊόντων και λιπασμάτων
- Ανώνυμη Γενική Εταιρία Τσιμέντων – Α.Γ.Ε.Τ
- Κυλινδρόμυλοι (Καλαμάκη, Κωνσταντόπουλου, Κουμάνταρου, Γεωργή Νικολετόπουλου, Πανούτσου – Προυτσιάνου κ.α)
- Μύλοι Αγίου Γεωργίου

Στο 1909 το οικονομικό δυναμικό του Πειραιά αξιολογείται εκτός των άλλων από το γεγονός της λειτουργίας 1.730 επιχειρήσεων (εργοστάσια, ναυτιλιακές, ασφαλιστικές εταιρείες, βιοτεχνικά εργαστήρια, εμπορικά και λοιπά καταστήματα) που απασχολούν περίπου 10.000 εργαζόμενους, 4 τραπεζών (Εθνική, Αθηνών, Βιομηχανική πίστη και Ιονική) και 15 προξενείων ξένων κρατών.

Στο κατώφλι του 20ου αιώνα το λιμάνι του Πειραιά αναδειχθηκε το 1ο λιμάνι σε σπουδαιότητα στην Ελλάδα και 6ο στη Μεσόγειο, η δε πόλη του Πειραιά δεύτερη σε πληθυσμό πόλη της Ελλάδος.

Το 1922, ο Πειραιάς δέχθηκε κι αυτός το μερίδιο του από την Μικρασιατική καταστροφή, περίπου 100.000 πρόσφυγες, οι οποίοι εγκαταστάθηκαν κυρίως στις άλλοτε έρημες ή εξοχικές περιοχές του. Η πόλη γιγαντώθηκε κι ο πληθυσμός της μέσα σε λίγα χρόνια διπλασιάστηκε. Το προσφυγικό στοιχείο με τις εξαιρετικές ικανότητες του κατάφερε στα χρόνια που ακολούθησαν να μετεξελιχθεί από παράγοντα αστάθειας στην αρχή, σε παράγοντα προόδου, ενισχύοντας την οικονομία του Πειραιά με αξιόλογο έμπυχο δυναμικό.

Μερικοί Έλληνες επιχειρηματίες, όπως οι ιδιοκτήτες των αλευρομύλων του Αγίου Γεωργίου, ενισχύθηκαν οικονομικά από την κυβέρνηση και μετέφεραν από την Τουρκία στον Πειραιά, πρόσφυγες εργάτες. Οι Έλληνες βιομήχανοι αξιολογώντας τις ικανότητες του προκύπτοντας εργατικού δυναμικού έστρεψαν τις επενδύσεις τους στην ανάπτυξη ταπητουργιών. Στον Πειραιά άρχισε να λειτουργεί η Ανώνυμος Εταιρία Ανατολικής Ταπητουργίας.

Οι Μικρασιάτες ως καλοί γνώστες του εμπορίου δημιούργησαν μικροεπιχειρήσεις στον Πειραιά και με ζήλο και εργατικότητα κατάφεραν να εγκαθιδρυθούν στη ενεργό οικονομική ζωή του Πειραιά.

Η Πειραιϊκή οικονομία παρά τις επανειλημμένες κρίσεις και ιδιαίτερα μετά το παγκόσμιο «κραχ» του 1929, παρέμεινε ακμαία ως τις παραμονές του Β' παγκοσμίου πολέμου. Ο ρόλος του εμποροβιομηχανικού κόσμου αναβαθμίστηκε, οπότε το 1907 το ιδρύθηκε το εμπορικό επιμελητήριο (πρώην εμπορικός σύλλογος από το 1900) το οποίο το 1919 μετονομάστηκε σε Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πειραιώς (Ε.Β.Ε.Π) και το 1925 ιδρύθηκε το Επαγγελματοβιοτεχνικό Επιμελητήριο Πειραιώς, από το οποίο, μετά τον διαχωρισμό του, το 1940, θα προκύψουν τα δύο σημερινά Επιμελητήρια, το Επαγγελματικό (Ε.Ε.Π) και το Βιοτεχνικό (Β.Ε.Π).

Στο βιομηχανικό δυναμικό του Πειραιά προστίθενται νέες μονάδες που απασχολούν μεγάλο αριθμό εργαζομένων:

- Μύλοι Αγίου Γεωργίου
- ΕΛΑΪΣ
- ΚΟΡΩΝΑ
- Καπνοβιομηχανίες Παπαστράτου&Κεράνη
- Σαπωνοποιεία Ζερβού, Παπουτσάνη
- Ελληνική μεταλλουργία κ.α.

Στα 1938 λειτουργούσαν στον Πειραιά 475 μεγάλα εργοστάσια, 3.400 μικρότερα εργοστάσια, βιοτεχνικά εργαστήρια, 162 ανώνυμες βιομηχανικές, εμπορικές και ναυτιλιακές εταιρείες με μέσο ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνούσε τα 10 δισεκατομμύρια και περισσότερα από 12.000 εμπορικά και λοιπά καταστήματα.

Στην περίοδο της κατοχής η οικονομία του Πειραιά αλλά και ολόκληρη η πόλη κατέρρευσε, γι' αυτό οι περισσότεροι Πειραιώτες έφυγαν, αναζητώντας καταφύγιο στην Αθήνα. Στην πενταετία 1940-1945 κοινός στόχος όλων ήταν η αποκατάσταση των ζημιών στην πόλη και το λιμάνι. Τα πρώτα χρόνια της μεταπελευθερωτικής περιόδου, η πειραιϊκή βιομηχανία και το εμπόριο περνούν σοβαρότατη κρίση.

Αργότερα, το 1953 περίπου, με την υποτίμηση της δραχμής συγκριτικά προς το δολάριο, το τοπικό εμπόριο και η βιομηχανία ανασυγκροτήθηκαν και ιδρύθηκαν νέες μονάδες. Το 1955 ξεκίνησε η εκτέλεση σημαντικών έργων στο λιμάνι, με στόχο την ανάπτυξη και τον εκσυγχρονισμό του. Την ίδια περίοδο, οι περισσότερες από τις μεγαλύτερες ναυτιλιακές εταιρείες εγκαταστάθηκαν στον Πειραιά όπου και μεταφέρθηκε και το Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας. Οπότε, με την ανέγερση πολυώροφων κτιρίων στην περιοχή γύρω από τον Ο.Λ.Π για την εγκατάσταση των ναυτιλιακών και με τον εκσυγχρονισμό του λιμανιού, ο Πειραιάς μέχρι το 1972 είχε αναδειχθεί σε ναυτιλιακό κέντρο διεθνούς ακτινοβολίας.

Παρά την ανασυγκρότηση της τοπικής οικονομίας, το εμπόριο και η βιομηχανία δοκιμάζονταν συνεχώς, λόγω της οικονομικής κρίσης που δημιουργήθηκε από την αντιφατική πολιτική της Δικτατορίας. Έτσι μετά την αποκατάσταση της Δημοκρατίας, ο τομέας του εμπορίου στον Πειραιά

κατάφερε να συνέλθει με την εμφάνιση των πολυκαταστημάτων αλλά η βιομηχανία οδηγήθηκε στην παρακμή με αποτέλεσμα να κλείσουν μεγάλες και μικρομεσαίες βιομηχανικές μονάδες και ο Πειραιάς να κατευθυνθεί προς την αποβιομηχάνιση. Αντίθετα, η ναυτιλία στον Πειραιά συνέχιζε ν' ανθίζει και όλο και περισσότερες ναυτιλιακές εταιρείες συγκέντρωναν τα γραφεία τους στο λιμάνι. Ακόμη, με την άνθηση της ναυτιλίας στον Πειραιά δόθηκε η ευκαιρία να αναπτυχθούν και άλλα επαγγέλματα για την εξυπηρέτηση των πλοίων, όπως τράπεζες διεθνούς φήμης, ασφαλιστικές εταιρείες, ναυτικοί πράκτορες, ναυλομεσίτες, ναυπηγεία, επισκευαστικές βάσεις και επιχειρήσεις τροφοδοσίας πλοίων, τα οποία εγκαταστάθηκαν στην πόλη. Παράλληλα, στο λιμάνι εκτελούνταν διαρκώς έργα προκειμένου να εξυπηρετείται η ολοένα αυξανόμενη κίνηση των εμπορευματοκιβωτίων (Χατζημανώλακης, 2005; Δήμος Πειραιά, 2001).

8.3.4. Σύγχρονη Πειραιϊκή Οικονομία

Με το πέρασμα από τον 20ο στον 21ο αιώνα η παλιά εργατούπολη του Πειραιά μετατρέπεται σταδιακά σε μία περιοχή που περνάει σοβαρή οικονομική κρίση, ίσως τη σοβαρότερη των τελευταίων ετών. Η ευρύτερη περιοχή του Πειραιά πλήττεται από την αποβιομηχάνιση αλλά και την ανεργία.

Το εμπόριο έχει καταφέρει κι έχει επιβιώσει παρά τις δύσκολες συνθήκες που αντιμετωπίζει. Η αγορά της πόλης παρουσιάζει έντονα φαινόμενα ύφεσης, συρρίκνωσης της εμπορικότητας και σημαντική πτώση του τζίρου των επιχειρήσεων. Συνεχώς ανοίγουν πολυκαταστήματα ή μεγάλα καταστήματα που οδηγούν στο κλείσιμο πολλών μικρών καταστημάτων. Ακόμη η δημιουργία σύγχρονης αγοράς σε άλλους κοντινούς δήμους ή σε όλες τις συνοικίες της πόλης έχει αποδυναμώσει την κεντρική αγορά του Πειραιά. Όλοι αυτοί οι παράγοντες σε συνδυασμό με το παραεμπόριο και την ανεργία έχουν οδηγήσει την τοπική αγορά σε αδιέξοδο. Η γεωγραφική θέση της πόλης, όμως είναι τέτοια που το εμπόριο μπορεί να εκμεταλλευτεί για την άνοδο της τοπικής οικονομίας.

Τα τελευταία 5 χρόνια έχουν κλείσει πολλές βιομηχανικές μονάδες κι έτσι έχουν χαθεί 1 στις 4 θέσεις εργασίας. Δύο τάσεις που χαρακτηρίζουν τη σύγχρονη εποχή είναι η αποκέντρωση και η αποβιομηχάνιση, δηλαδή η

απόσυρση των βιομηχανιών μακριά από τις πόλεις. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και στην περίπτωση του Πειραιά που έχουν κλείσει πολλές βιομηχανίες και αρκετές μικρότερες και πολλές έχουν συρρικνωθεί. Το τέλος για τις βιομηχανίες της πόλης ξεκίνησε με τις κλωστοϋφαντουργικές επιχειρήσεις (Αιγαίο, Βέλκα, Αναστασιάδης, Γαβριήλ, Σμίλη), συνεχίστηκε με τις μεταλλουργικές επιχειρήσεις και ιδιαίτερα μ' αυτές που ασχολούνται με τη ναυπηγοεπισκευαστική βιομηχανία. Επίσης, έχουν συρρικνωθεί οι επιχειρήσεις πλαστικών, χυτήρια, αλευρόμυλοι, η καπνοβιομηχανία Κεράνης, σε αντίθεση με τον Παπαστράτο που βρίσκεται σε πολύ καλή θέση επειδή ανταποκρίθηκε στις ανάγκες της εποχής και εκσυγχρόνισε την παραγωγική μηχανή του. Οπότε, σύμφωνα με αυτές τις συνθήκες δεν είναι δυνατή η ίδρυση καινούργιων βιομηχανικών μονάδων μέσα στην πόλη του Πειραιά. Αλλά η συμβολή στην οικονομία της πόλης, των παλαιότερων μονάδων που υπάρχουν ακόμη είναι ιδιαίτερα σημαντική, όπως και στο παρελθόν άλλωστε, και μπορεί να γίνει σημαντικότερη αν εκσυγχρονιστούν και εναρμονιστούν με τις λειτουργίες της πόλης και τις δραστηριότητες των κατοίκων της.

Η ναυτιλία όπως και το εμπόριο είναι κύριοι τομείς στήριξης της πειραιϊκής οικονομίας αφού η βιομηχανία τα τελευταία χρόνια έχει αποδυναμωθεί. Ο Πειραιάς έχει ωφεληθεί και αναπτυχθεί από τη ναυτιλία αλλά έχει προσφέρει πολλά σ' αυτήν. Σήμερα η ναυτιλία αποτελεί το πιο δυναμικό κλάδο της εθνικής αλλά και της τοπικής οικονομίας. Η Ελλάδα, όσον αφορά τη ναυτιλία, κατατάσσεται πρώτη μεταξύ των Κρατών-Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και Τρίτη μεταξύ των δώδεκα πρώτων ναυτιλιακών χωρών. Ο στόλος της ελληνικής ναυτιλίας περιλαμβάνει πλοία όλων των κατηγοριών, μεγεθών και ειδών αναλόγως των μεταφερόμενων φορτίων. Ένα μικρότερο μέρος αυτού του στόλου αλλά πολύ σημαντικό για την οικονομία της πόλης είναι τα ακτοπλοϊκά πλοία, τα οποία αναλαμβάνουν τη μεταφορά επιβατών και προϊόντων από και προς τα νησιά, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην ανάπτυξη του τουρισμού.

Δυστυχώς όμως στον Πειραιά αντιμετωπίζουν πρόβλημα και οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις λόγω βασικών ελλείψεων σε υποδομή της πόλης, όπως κυκλοφοριακό πρόβλημα, έλλειψη χώρων στάθμευσης, καθυστερήσεις εκσυγχρονισμού του λιμανιού κ.α. Για τους λόγους αυτούς οι ναυτιλιακές

εταιρείες έχουν ξεκινήσει να φεύγουν από τον Πειραιά και να μεταφέρουν τα γραφεία τους σε άλλες περιοχές.

Η γεωγραφική θέση του Πειραιά είναι τέτοια που είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή για την ανάπτυξη του εμπορίου, της βιομηχανίας, της ναυτιλίας και τη δημιουργία νέων και σύγχρονων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων το μόνο που χρειάζεται να γίνει είναι η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών επιχειρηματικής δράσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη δημιουργία μεγάλων έργων υποδομής, με τον πλήρη διαχωρισμό των λειτουργιών και χώρων χρήση γης και με τον εκσυγχρονισμό της πόλης (Χατζημανωλάκης,2001).

8.3.5. Πληθυσμιακά-Δημογραφικά στοιχεία Δήμου Πειραιά

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος ο συνολικός πραγματικός πληθυσμός του Πειραιά το 1991 ήταν 182.671 κάτοικοι και από αυτούς οι 86.930 ήταν άνδρες ενώ οι 95.741 ήταν γυναίκες. Όμως, σύμφωνα με την απογραφή του έτους 2001 ο πληθυσμός του Πειραιά ελαττώθηκε στους 175.697 κατοίκους, από τους οποίους οι 83.788 είναι άνδρες και οι 91.909 είναι γυναίκες. Από το σύνολο του πραγματικού πληθυσμού οι 120.473 είναι ομοδημότες, οι 39.354 είναι ετεροδημότες και οι 15.870 αλλοδαποί.

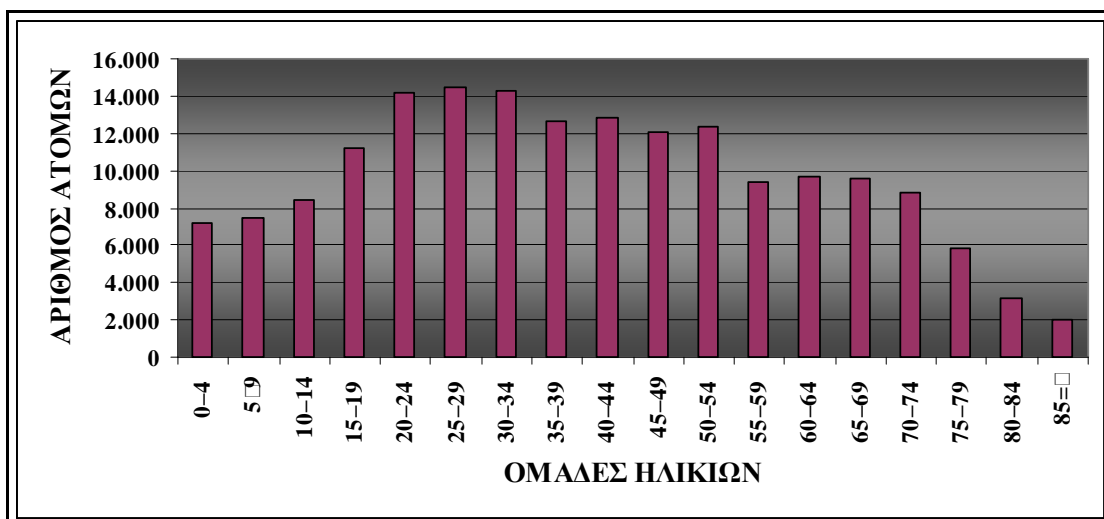
Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα η ηλικιακή σύνθεση του πληθυσμού του Πειραιά για το 2001 διαμορφώνεται ως εξής: οι 7.211 είναι 0-4 ετών, οι 7.460 είναι 5-9 ετών, οι 8.440 είναι 10-14 ετών, οι 11.221 είναι 15-19 ετών, οι 14.162 είναι 20-24 ετών, οι 14.435 είναι 25-29 ετών, οι 14.257 είναι 30-34 ετών, οι 12.613 είναι 35-39 ετών, οι 12.851 είναι 40-44 ετών, 12.065 είναι 45-49 ετών, οι 12.352 είναι 50-54 ετών, οι 9.414 είναι 55- 59 ετών, οι 9.683 είναι από 60-64 ετών, οι 9.579 είναι από 65-69 ετών, οι 8.809 είναι από 70-73 ετών, οι 5.881 είναι από 74-79 ετών, οι 3.206 είναι από 80-84 ετών και τέλος 2.058 είναι από 85 ετών και άνω. Όπως φαίνεται, τα περισσότερα άτομα εμφανίζονται στις ηλικίες 20-24 ετών, 25- 29 ετών και 30-34 ετών.

Από το σύνολο του πληθυσμού της πόλης, οι 3.409 είναι αγράμματοι και δεν γνωρίζουν καν ανάγνωση και γραφή, οι 10.189 έχουν τελειώσει το δημοτικό αλλά γνωρίζουν ανάγνωση και γραφή, οι 39.949 είναι απόφοιτοι στοιχειώδους εκπαίδευσης, οι 19.159 έχουν τελειώσει την γ' Γυμνασίου, οι

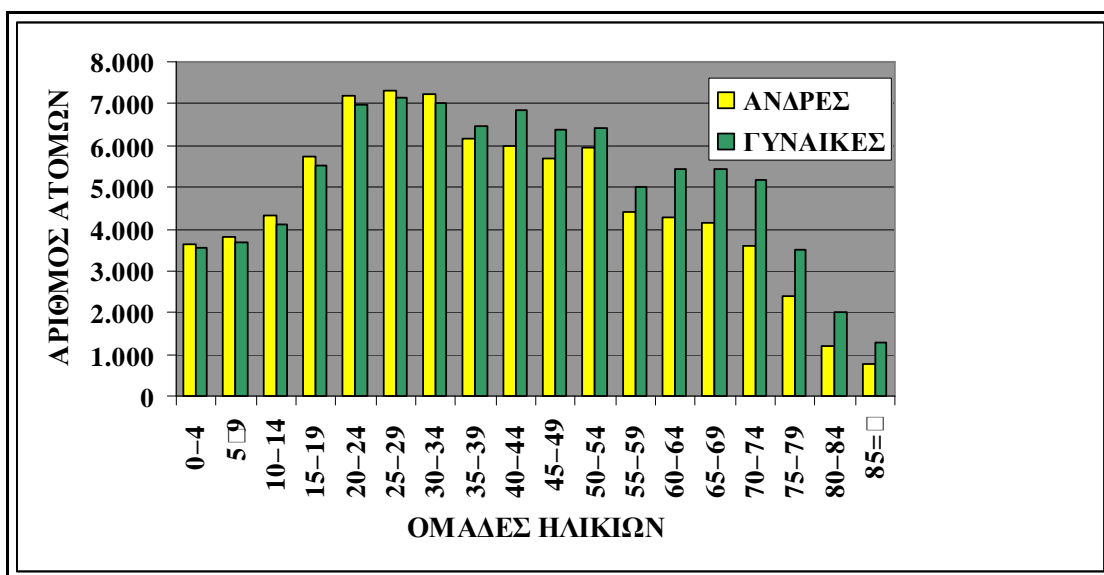
56.783 είναι απόφοιτοι Μέσης Εκπαίδευσης, οι 4.403 είναι πτυχιούχοι ΤΕΙ, οι 13.854 είναι πτυχιούχοι Ανωτάτων Σχολών και τέλος οι 1.464 είναι κάτοχοι Μεταπτυχιακού ή Διδακτορικού Τίτλου.

| Ομάδες ηλικιών | 1991 Πραγματικός πληθυσμός | | | 2001 Πραγματικός πληθυσμός | | |
|-----------------|----------------------------|---------|--------|----------------------------|---------|--------|
| | Σύνολο | Άρρενες | Θήλεις | Σύνολο | Άρρενες | Θήλεις |
| Σύνολο | 182.671 | 86.930 | 95.741 | 175.697 | 83.788 | 91.909 |
| 0-4 ετών | 8.643 | 4.460 | 4.183 | 7.211 | 3.649 | 3.562 |
| 5-9 ετών | 10.833 | 5.592 | 5.241 | 7.460 | 3.794 | 3.666 |
| 10-14 ετών | 13.001 | 6.719 | 6.282 | 8.440 | 4.325 | 4.115 |
| 15-19 ετών | 13.111 | 6.412 | 6.699 | 11.221 | 5.723 | 5.498 |
| 20-24 ετών | 13.741 | 6.760 | 6.981 | 14.162 | 7.208 | 6.954 |
| 25-29 ετών | 12.957 | 6.297 | 6.660 | 14.435 | 7.311 | 7.124 |
| 30-34 ετών | 13.448 | 6.372 | 7.076 | 14.257 | 7.221 | 7.036 |
| 35-39 ετών | 12.853 | 6.139 | 6.714 | 12.613 | 6.158 | 6.455 |
| 40-44 ετών | 13.408 | 6.444 | 6.964 | 12.851 | 5.985 | 6.866 |
| 45-49 ετών | 10.478 | 5.047 | 5.431 | 12.065 | 5.684 | 6.381 |
| 50-54 ετών | 11.387 | 5.273 | 6.114 | 12.352 | 5.956 | 6.396 |
| 55-59 ετών | 11.650 | 5.532 | 6.118 | 9.414 | 4.399 | 5.015 |
| 60-64 ετών | 11.744 | 5.236 | 6.508 | 9.683 | 4.270 | 5.413 |
| 65-69 ετών | 8.857 | 3.855 | 5.002 | 9.579 | 4.155 | 5.424 |
| 70-74 ετών | 6.675 | 2.735 | 3.940 | 8.809 | 3.613 | 5.196 |
| 75-79 ετών | 5.204 | 2.213 | 2.991 | 5.881 | 2.392 | 3.489 |
| 80-84 ετών | 2.942 | 1.202 | 1.741 | 3.206 | 1.186 | 2.020 |
| 85 ετών και άνω | 1.739 | 642 | 1.097 | 2.058 | 759 | 1.299 |

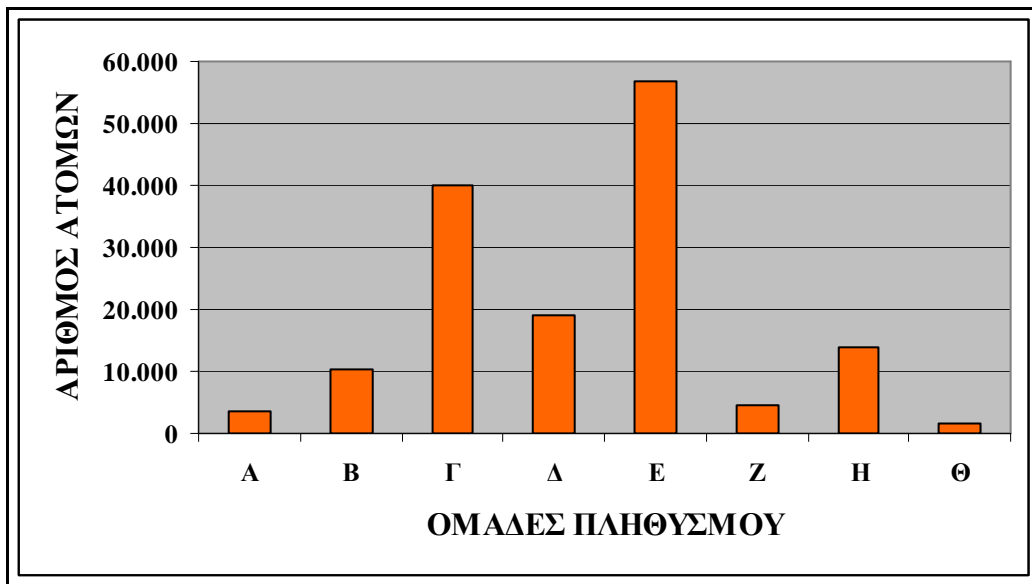
Πίνακας 8.1. Πληθυσμός κατά φύλο και ομάδες ηλικιών του Δήμου Πειραιά(Απογραφή 1991-2001) (ΠΗΓΗ: Στατιστική υπηρεσία Ελλάδος)



Διάγραμμα 8.1. Μόνιμος πληθυσμός Δήμου Πειραιά κατά ομάδες ηλικιών (Απογραφή 2001) (ΠΗΓΗ: Στατιστική υπηρεσία Ελλάδος)



Διάγραμμα 8.2. Μόνιμος πληθυσμός ανδρών και γυναικών του Δήμου Πειραιά κατά ομάδες ηλικιών (Απογραφή 2001) (ΠΗΓΗ: Στατιστική υπηρεσία Ελλάδος)



Διάγραμμα 8.3. Σύνθεση πληθυσμού Δήμου Πειραιά ανάλογα με το επίπεδο εκπαίδευσης (Απογραφή 2001)

A: Αναλφάβητοι

B: έχουν τελειώσει το δημοτικό

Γ: απόφοιτοι στοιχειώδους εκπαίδευσης

Δ: έχουν τελειώσει την γ' Γυμνασίου

Ε: απόφοιτοι Μέσης Εκπαίδευσης

Ζ: πτυχιούχοι ΤΕΙ

Η: πτυχιούχοι Ανωτάτων Σχολών

Θ: κάτοχοι Μεταπτυχιακού ή Διδακτορικού Τίτλου(Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος)

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας το σύνολο του οικονομικώς ενεργού πληθυσμού στο Δήμο Πειραιά ανέρχεται στους 74.087, ενώ το σύνολο του οικονομικώς μη ενεργού πληθυσμού ανέρχεται στους 86.939. Οι γυναίκες που ανήκουν στον οικονομικώς μη ενεργό πληθυσμό είναι 56.087 και είναι πολύ περισσότερες σε σχέση με τους άνδρες που είναι 30.852 στον αριθμό.

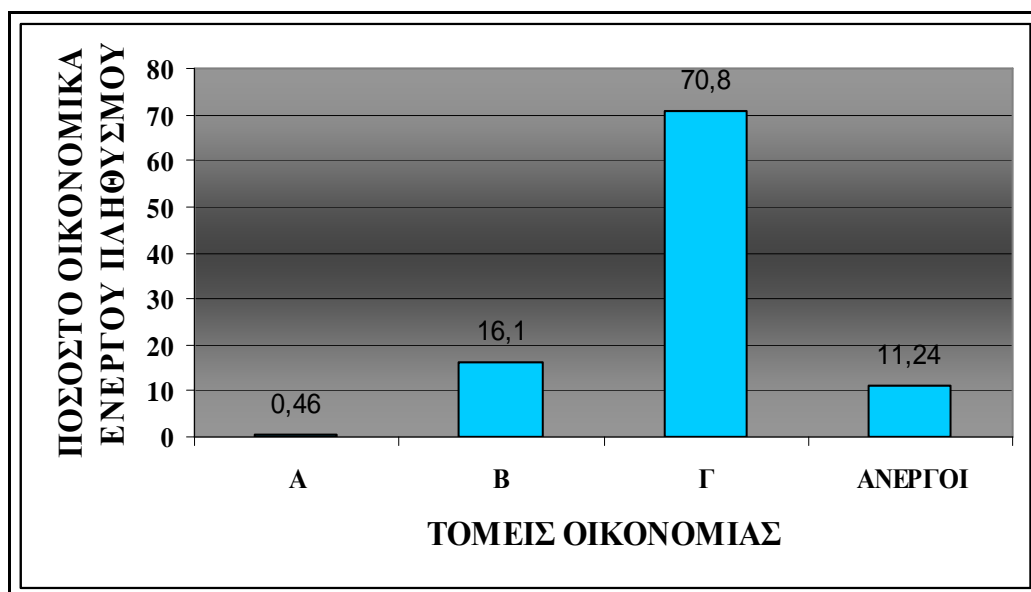
Ο συνολικός αριθμός των απασχολουμένων είναι 65.755 από τους οποίους οι 40.823 είναι άνδρες και οι 24.932 είναι γυναίκες. Ο μεγαλύτερος αριθμός απασχολουμένων, ανδρών και γυναικών, παρατηρείται στην τέταρτη

ομάδα ηλικίας, δηλαδή από 30-44 ετών. Συνολικά, οι απασχολούμενες γυναίκες είναι πολύ λιγότερες από τους άνδρες.

Από τους απασχολούμενους το 0,4% (349 άτομα, εκ των οποίων οι 229 είναι άνδρες και οι 120 γυναίκες) εργάζεται στον πρωτογενή τομέα, το 0,06% (49 άτομα, εκ των οποίων οι 42 είναι άνδρες και οι 7 γυναίκες) εργάζεται σε ορυχεία και λατομεία, το 12,7% (9.450 άτομα, εκ των οποίων οι 6.921 είναι άνδρες και οι 2.529 είναι γυναίκες) εργάζεται στη μεταποιητική βιομηχανία και το 0,5% (404 άτομα, εκ των οποίων οι 288 είναι άνδρες και οι 116 είναι γυναίκες) εργάζεται σε υπηρεσίες που σχετίζονται με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου και νερού. Ακόμη, το 5,9% (4.420 άτομα, εκ των οποίων οι 4.288 είναι άνδρες και οι 132 γυναίκες) εργάζεται στις κατασκευές, το 17,7% (13.132 άτομα, εκ των οποίων οι 7.618 είναι άνδρες και οι 5.514 γυναίκες) εργάζεται στο εμπόριο, το 5,5% (4.115 άτομα, εκ των οποίων οι 2.382 είναι άνδρες και 1.733 είναι γυναίκες) εργάζεται σε ξενοδοχεία και εστιατόρια, το 14,4% (10.693 άτομα, εκ των οποίων οι 8.280 είναι άνδρες και οι 2.413 είναι γυναίκες) εργάζεται στις μεταφορές, αποθήκευση και επικοινωνίες, το 10% (7.431 άτομα, εκ των οποίων οι 3.714 είναι άνδρες και οι 3.717 είναι γυναίκες) εργάζεται σε χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς, το 7,9% (5.888 άτομα, εκ των οποίων οι 3.740 είναι άνδρες και οι 2.148 είναι γυναίκες) εργάζεται στη δημόσια διοίκηση και άμυνα, το 4,9% (3.650 άτομα, εκ των οποίων οι 1.183 είναι άνδρες και οι 2.467 είναι γυναίκες) εργάζεται στην εκπαίδευση, το 4,1% (3.104 άτομα, εκ των οποίων οι 1.034 είναι άνδρες και οι 2.070 είναι γυναίκες) εργάζεται στον τομέα υγείας και κοινωνικής μέριμνας, το 5,6% (4.159 άτομα, εκ των οποίων οι 1.420 είναι άνδρες και οι 2.739 είναι γυναίκες) εργάζεται σε λοιπές υπηρεσίες και τέλος το 9,7% (7.243 άτομα, εκ των οποίων οι 4.354 είναι άνδρες και οι 2.889 είναι γυναίκες) δεν γίνεται να καταταγεί σε κάποιο κλάδο. Οπότε από τα παραπάνω ποσοστά φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού εργάζεται στο εμπόριο, στη μεταποιητική βιομηχανία, στις μεταφορές και επικοινωνίες και σε χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς.

Οι άνεργοι στον Πειραιά ανέρχονται συνολικά στους 4.780 από τους οποίους οι 2.671 είναι άνδρες και οι 2.109 είναι γυναίκες. Το σύνολο των νέων ανέργων, δηλαδή αυτών που ζητούν για πρώτη φορά εργασία, είναι 3.552 εκ των οποίων, οι 1.999 είναι άνδρες και οι 1.553 είναι γυναίκες. Οι περισσότεροι

άνεργοι (άνδρες και γυναίκες) είναι 30-44 ετών, ενώ οι περισσότεροι νέοι άνεργοι (άνδρες και γυναίκες) είναι 20-24 ετών(Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος).



Διάγραμμα 8.4. Απασχόληση πληθυσμού Δήμου Πειραιά στους τομείς της οικονομίας (Απογραφή 2001)

A: Πρωτογενής τομέας (γεωργία, κτηνοτροφία κ.λ.π)

B: Δευτερογενής τομέας (βιοτεχνία, βιομηχανία, κατασκευές κ.λ.π)

Γ: Τριτογενής τομέας (διοίκηση, εμπόριο, εκπαίδευση κ.λ.π) (Πηγή : Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος)

8.3.6 Αθλητισμός

Όσον αφορά τις αθλητικές εγκαταστάσεις ο Δήμος Πειραιά διαθέτει :

- 2 κλειστά γυμναστήρια
- 6 κλειστές αίθουσες γυμναστικής
- 11 γήπεδα basketball-volleyball
- 4 γήπεδα τέννις
- 2 κολυμβητήρια
- 2 γήπεδα mini football, 5x5
- 1 γήπεδο beach volley
- 2 γήπεδα ποδοσφαίρου
- 1 δημοτικό γυμναστήριο στίβου

Παράλληλα ο Πειραιάς έχει 2 πολύ ξακουστά και σύγχρονα κτίρια άθλησης όπως το Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας, το οποίο είναι το πιο πολύ-λειτουργικό κλειστό γήπεδο μπάσκετ στην Ελλάδα και φιλοξενεί ακόμη και αγώνες βόλεϊ, στίβου, γυμναστικής, παγοδρομιών κ.α. και το Γήπεδο Καραϊσκάκη, το οποίο έχει συνδεθεί άμεσα με την ιστορία του Ολυμπιακού Σ.Φ.Π και μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες 2004 έχει εκσυγχρονιστεί. (<http://www.pireasnet.gr/athlitikos/Index.htm>).

8.3.7 Χώροι πρασίνου

Στον Δήμο του Πειραιά, σε μία έκταση 11 περίπου τ.χλμ, με καταγεγραμμένο πληθυσμό (ΕΣΥΕ 2001) 181.933 κατοίκων και με μέση πυκνότητα 16.000 κατοίκους/τ.χλμ, η βλάστηση είναι μηδαμινή. Η κατάσταση γίνεται ακόμα χειρότερη αν αναλογιστούμε ότι και γειτονικοί δήμοι, όπως είναι οι Δήμοι Μοσχάτου, Κερατσινίου, Καλλιθέας και Ρέντη δεν έχουν καθόλου πράσινο. Τρεις είναι οι σημαντικότεροι χώροι πρασίνου στον Πειραιά : α) το άλσος Προφήτη ηλία β) το πάρκο Δηλαβέρη και γ) ο περιβάλλοντας χώρος του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας.



Εικόνα 8.33. Χώροι πρασίνου στο Δήμο Πειραιά (Πηγή : GoogleEarth)

Το Άλσος Προφήτη Ηλία βρίσκεται στο Δήμο Πειραιά και έχει έκταση 27 στρέμματα. Ορίζεται από τις οδούς Χανίων- Ρήγα Φεραίου- Ήδης- Σφακίων και Ηρακλείου και χρωστάει το όνομά του στον ομώνυμο ιερό ναό που βρίσκεται στο εσωτερικό του. Διαθέτει παιδική χαρά, προσφέρεται για περίπατο, ενώ η προνομιακή του θέση δίνει στον επισκέπτη του τη δυνατότητα, ανάλογα με το σημείο που στέκεται, να απολαύσει είτε τη μοναδική θέα στο Σαρωνικό Κόλπο, είτε το κέντρο της πόλης και το λιμάνι του Πειραιά. Το φυτικό υλικό του Άλσους Προφήτη Ηλία αποτελείται από δέντρα δασικά (κυρίως χαλέπιο Πεύκη, Κουκουναριά, Πεύκη τύπου Θάσου, Κυπάρισσο, κ.λ.π.) σε ποσοστό 80%, δέντρα καλλωπιστικά και θάμνους (πικροδάφνες και αγγελικές) σε ποσοστό σχεδόν 20%. Το σύνολο του φυτικού υλικού χαρακτηρίζεται σχεδόν από μονοκαλλιέργεια και ξηρόφυτο πράσινο μέτριας πυκνότητας. Σε καθημερινή βάση λειτουργεί εντός του Άλσους παιδική χαρά για παιδιά ηλικίας έως 10 ετών, που κατασκευάστηκε το 2002. Ο χώρος είναι περιφραγμένος και φωτίζεται επαρκώς, ενώ είναι σε τέτοιο σημείο ώστε κοιτώντας κανείς προς τα κάτω να αντικρύζει το κέντρο του Πειραιά και στο βάθος το λιμάνι. Εντός του συγκεκριμένου χώρου πρασίνου δεν υπάρχουν αθλητικές εγκαταστάσεις ωστόσο, οι περιμετρικοί διάδρομοι χρησιμοποιούνται για άθληση, ασκήσεις και τζόκιν από μεμονωμένα άτομα ή αθλητές σωματείων της πόλης. Πολύ κοντά στο χώρο του άλσους και επί της οδού Ηρακλείου υπάρχει γήπεδο μπάσκετ (<http://www.attiko-prasino.gr>).



Εικόνα 8.34. Άλσος Προφήτη Ηλία (Πηγή : Google Earth)

Ο δεύτερος χώρος είναι το πάρκο Δηλαβέρη, το οποίο καταλαμβάνει μια έκταση περίπου 14 στρεμμάτων, λειτουργούσε το εργοστάσιο Κεραμοποιίας του Δηλαβέρη, το οποίο κτίστηκε στα τέλη του 19ου αιώνα και αποτέλεσε, μαζί με το γειτονικό εργοστάσιο του Ρετσίνα, ένα από τα πλέον σύγχρονα εργοστάσια της εποχής. Περίπου στη δεκαετία του '80, ύστερα από κάποια έργα που πραγματοποιήθηκαν, λειτούργησε σαν πάρκο. Τον πρώτο χρόνο λειτουργίας του όλα κύλησαν ομαλά, αλλά από 'κεί και μετά το πάρκο εγκαταλείφθηκε, με αποτέλεσμα σήμερα να παρουσιάζει μια εικόνα απογοητευτική.



Εικόνα 8.35. Πάρκο Δηλαβέρη (Πηγή :GoogleEarth)

Στον ευρύτερο χώρο του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας υπάρχουν γήπεδα basketball, football, beach volley και 5x5 ενώ υπάρχει και ένα θερινό θέατρο (Δελφινάριο).



Εικόνα 8.36. Περιβάλλον χώρος Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας
(Πηγή : Google earth)

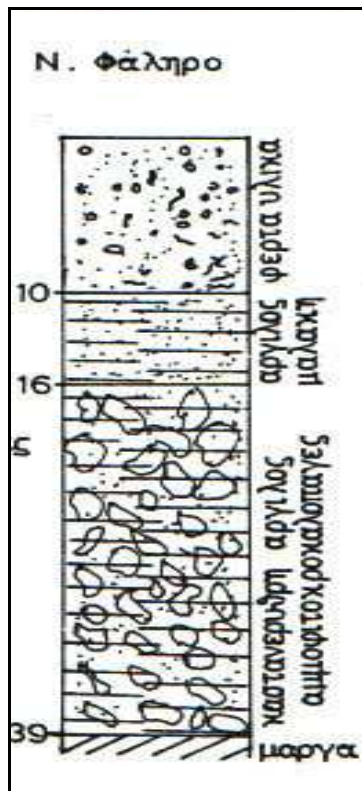
8.4. Νέο Φάληρο

Το Νέο Φάληρο αποτελεί συνοικία του Πειραιά και βρίσκεται συγκεκριμένα εκεί που αρχίζει η περιοχή του Φαληρικού όρμου. Τα όρια της ξεκινάνε από τον Ιερό Ναό Μυρτιδιώτισσης και τελειώνουν ως τον Κηφισό ποταμό που σημαίνει το τέλος της πόλης καθώς συνορεύει με το δήμο Μοσχάτου. (http://el.wikipedia.org/wiki/Νέο_Φάληρο). Το Νέο Φάληρο καθορίστηκε ως συνοικισμός το 1876, δηλαδή αφού δημιουργήθηκε, το 1869, ο σιδηρόδρομος από την Αγγλική Εταιρία η οποία έκτισε ξενοδοχείο, διασκεύασε ανάλογα το χώρο των θαλάσσιων λουτρών, εγκατέστησε την ιστορική εξέδρα (1891) και δημιούργησε ποδηλατοδρόμιο (1895). Έτσι δημιουργήθηκε ένα προάστιο των Αθηνών το οποίο πρόσφερε και ψυχαγωγία επιπέδου. Την ίδια εποχή υπήρχαν εκεί και δύο εργοστάσια, το χαρτοποιείο Βαρουζάκη και το υφαντήριο-κλωστήριο Νικολέση. Το 1925 το Νέο Φάληρο αποσπάστηκε από το Δήμο Πειραιά και απετέλεσε ανεξάρτητη Κοινότητα με πρώτο εκλεγμένο Πρόεδρο τον Αλέξανδρο Σκαρδιάκο. Το 1946 η Κοινότητα μετατράπηκε σε Δήμο, με πρώτο Δήμαρχο τον Χρήστο Πιτσούλη. Την 1η Σεπτεμβρίου 1968 συγχωνεύτηκε πάλι με το Δήμο Πειραιά με την αιτιολογία του μικρού πληθυσμού της (Πανδή, 2001).

8.5. Φυσικό περιβάλλον

8.5.1. Γεωλογικό υπόβαθρο

Το γεωλογικό υπόβαθρο του ευρύτερου χώρου της περιοχής μελέτης, η οποία βρίσκεται στο νότιο τμήμα του Νέου Φαλήρου, από εναλλασσόμενες στρώσεις τεφρής – υποτέφρης - μελανοτέφρης μαλακής αργίλου και ιλυώδους άμμου – αμμώδους ιλύος. Συχνή είναι και η παρουσία οργανικής ύλης και μικροαπολιθωμάτων, η οποία σε συνδυασμό με την επικρατούσα στην περιοχή αμμοϊλύ, με άργιλο τοπικά σε ορισμένες θέσεις, φανερώνουν την ύπαρξη ενός σχηματισμού παράκτιας ή λιμνοθαλάσσιας φάσης. Ο χαρακτηριστικός αυτός σχηματισμός υποδηλώνει την εξάπλωση της αβαθούς θάλασσας ή λιμνοθάλασσας στην περιοχή μελέτης, κατά τους πρόσφατους σχετικά, ιστορικούς και παλαιότερους χρόνους. Η επιφανειακή εξάπλωση των παραπάνω σχηματισμών διακόπτεται τοπικά από την ύπαρξη υλικών επιχωματώσεων ή ακόμα και προσφάτων αποθέσεων του ποταμού Κηφισού.



Εικόνα 8.37. Γεωλογική τομή στην περιοχή του Νέου Φαλήρου

(Πηγή :Κουμπλή 2002)

Σύμφωνα με τις γεωτεχνικές έρευνες του Κεντρικού Εργαστηρίου Δημοσίων Έργων (Κ.Ε.Δ.Ε.) του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε το πάχος των προαναφερόμενων σχηματισμών κυμαίνεται από 10m έως 20 m και εντοπίζεται στην ευρύτερη περιοχή των εκβολών του ποταμού Κηφισού μεταξύ του Μοσχάτου και του Νέου Φαλήρου. Κατά USCS ,ταξινομούνται σαν άργιλοι μέσης και υψηλής πλαστικότητας (CL-CH) , ιλυάργιλοι (CL-ML), ιλυώδεις άμμοι (SM) και ιλύες (ML). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αργιλικές προσμίξεις που εμφανίζονται συχνά στην περιοχή μελέτης διαδραματίζουν πρωταρχικό ρόλο στη μηχανική συμπεριφορά των ορυκτών στα οποία περιέχονται. Οι άργιλοι είναι λεπτόκοκκα συμπιεστά, συνεκτικά υλικά με πολύ μικρή διαπερατότητα και όταν τα αργιλικά ορυκτά απορροφούν μεγάλη ποσότητα νερού, εκδηλώνουν το φαινόμενο της θιξοτροπίας , δηλαδή ρευστοποίηση και επαναστερεοποίηση των πετρωμάτων κάτω από την επίδραση των κραδασμών του εδάφους (Κουμπλή, 2002). Κατά την ανακατασκευή του Γηπέδου Καραϊσκάκη το 2003, η κατασκευαστική εταιρεία αντιμετώπισε πολλά προβλήματα, εξαιτίας των χαλαρών εδαφών αλλά και του υψηλού υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, σε βάθος 2,5 (www.edrasis.gr).

Φαινόμενα θιξοτροπίας παρατηρούνται κοντά σε σιδηροδρομικές γραμμές και σε περιοχές που βρίσκονται κοντά στη θάλασσα, όπου ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται συνήθως, λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Όσον αφορά τις ιλύες (πηλοί) είναι επίσης, λεπτόκοκκα συμπιεστά, μη συνεκτικά όμως, υλικά και καθιζάνουν πολύ ταχύτερα από τους αργίλους. Η μηχανική συμπεριφορά τους είναι ενδιάμεση των αργίλων και των άμμων. Μια μικρή όμως . περιεκτικότητα σε άργιλο (αργιλώδης ίλος) ελαττώνει σημαντικά τη διαπερατότητα τους , κατά τρόπο ώστε , η μηχανική συμπεριφορά τους να πλησιάζει αυτή των αργίλων.

Το υπόβαθρο της περιοχής μελέτης αποτελείται κυρίως, από μαργαϊκό και αμμοψηφιοκροκαλοπαγές, το οποίο βρίσκεται συνήθως πάνω από το πρώτο.

Το μαργαϊκό αποτελεί το μητρικό υπόβαθρο της περιοχής του Νέου Φαλήρου. Σε όλη την περιοχή έχει χαρακτήρα καστανέρυθρης αργίλου μέσης συνεκτικότητας ενώ βαθύτερα έχει εντελώς μαργαϊκή υφή. Στην περιοχή του ποταμού Κηφισού , το επιφανειακό στρώμα , της πολύς μαλακής αργιλοίλουος, φτάνει μέχρι βάθος 18m . Από 18m έως 20m, υπάρχει ένα μεταβατικό

στρώμα. Βαθύτερα από τα 20m , υπάρχει αισθητή βελτίωση των μηχανικών παραμέτρων του εδάφους (Κουμπλή, 2002).

8.5.2. Οξύτητα του εδάφους (pH)

Ως οξύτητα των εδαφών ορίζεται η συγκέντρωση των ιόντων του υδρογόνου στο εδαφικό διάλυμα ($\text{pH} = -\log_a \text{H}^+$). Ανάλογα ως προς το pH τους τα εδάφη κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες : α) ισχυρά όξινα (pH 4,0 – 5,5) β) μέτρια όξινα εδάφη (pH 5,5 – 6,5) γ) ουδέτερα ή αλκαλικά εδάφη (pH 7,0 ή μεγαλύτερο) (Καλλιανού, 1998). Το pH του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο για την θρέψη των φυτών, καθώς επηρεάζει τις χημικές ισορροπίες μεταξύ των διαφόρων ιόντων και χημικών ενώσεων και κατά συνέπεια καθορίζει την διαθεσιμότητα πολλών θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά.

Για τον προσδιορισμό του pH λήφθηκαν εδαφικά δείγματα από 6 διαφορετικά σημεία εντός της υπό μελέτη περιοχής. Το κάθε εδαφικό δείγμα (20g) αναμείχθηκε με 20ml απιονισμένου νερού, ακολούθησε καλό ανακάτεμα κάθε 10min και για χρονικό διάστημα μιας ώρας, μετά το πέρας της οποίας μετρήθηκε η τιμή του pH με τη χρήση Ph-μέτρου. Τα αποτελέσματα έδειξαν $\text{pH} = 8,1$ δηλαδή ελαφρώς αλκαλικό.

8.5.3. Αλατότητα

Με τον όρο αλατότητα εννοούμε συσσώρευση υδατοδιαλυτών αλάτων στο έδαφος. Τέτοια άλατα είναι το κάλιο (K^+), το μαγνήσιο (Mg^{2+}), το ασβέστιο (Ca^{2+}), το χλωριούχο άλας (Cl^-), η θειική ένωση (SO_4^{2-}), το ανθρακικό άλας (CO_3^{2-}), το διττανθρακικό (HCO_3^-) και το νάτριο (Na^+). Η αλατότητα προσδιορίζεται μέσω της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με την μέθοδο της παρασκευής πάστας κορεσμού.

Η συσσώρευση αλάτων (ιδίως αλάτων του νατρίου) αποτελεί μία από τις κύριες φυσιολογικές απειλές για τα οικοσυστήματα. Το άλας παρεμποδίζει την ανάπτυξη των φυτών, περιορίζοντας την απορρόφηση θρεπτικών ουσιών και μειώνοντας την ποιότητα του ύδατος που είναι διαθέσιμο για κάθε φυτό. Το άλας επηρεάζει τον μεταβολισμό των οργανισμών του εδάφους, μειώνοντας

σημαντικά τη γονιμότητα του εδάφους. Τα υψηλά επίπεδα αλατότητας στα εδάφη προκαλούν τη μάρανση των φυτών ως αποτέλεσμα τόσο της αύξησης της οσμωτικής πίεσης όσο και των τοξικών επιπτώσεων των αλάτων. Η αλάτωση αυξάνει την αδιαπερατότητα των βαθέων στρωμάτων του εδάφους, καθιστώντας αδύνατη τη χρήση της γης για καλλιέργεια.

Για τον προσδιορισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας λήφθηκαν εδαφικά δείγματα από 6 διαφορετικά σημεία εντός της υπό μελέτη περιοχής. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 100g εδαφικού υποστρώματος από κάθε δείγμα, στα οποία κάθε φορά προστίθετο σταδιακά, ποσότητα απιονισμένου νερού με ταυτόχρονη ανάδευση, μέχρις ότου δημιουργηθεί πάστα κορεσμού. Στη συνέχεια με τη χρήση αγωγιμόμετρου μετρήθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι περίπου στα 15 dS/m^{-1} άρα πρόκειται για ένα αρκετά αλατούχο έδαφος.

Η υψηλή αλατότητα του εδάφους στην υπό μελέτη περιοχή οφείλεται στην ύπαρξη υψηλού υδροφόρου ορίζοντα (βάθος 2,5m) λόγω της γεινίασης του με την θάλασσα. Για την μείωση της αλατότητας κρίνεται απαραίτητο να δημιουργηθούν περιοχές με αποστραγγιστικό σεντόνι.

8.5.4. Υδρολογικά στοιχεία

Τα στοιχεία που συνθέτουν το υδρολογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής του Νέου Φαλήρου είναι το ποτάμι που εκβάλλει σε αυτή , δηλαδή ο ποταμός Κηφισός, οι εκβολές του οποίου βρίσκονται μερικά δεκάδες μέτρα μακριά από την υπό μελέτη περιοχή.

Ο Κηφισός ποταμός είναι ο κύριος αποδέκτης των βρόχινων νερών του Λεκανοπεδίου Αττικής ενώ η λεκάνη απορροής του ,συνολικής επιφάνειας 371 km² , καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του. Πηγάζει κυρίως από την Πάρνηθα και την Πεντέλη , συλλέγει όμως ύδατα και από το όρος Αιγάλεω, από μέρος του Υμηττού καθώς και από τους λόφους της Αθήνας όπως ο Λυκαβηττός και η Ακρόπολη. Το μήκος του κύριου κλάδου του Κηφισού, ο οποίος έχει μια γενική κατεύθυνση από βορρά προς νότο, είναι περίπου 21.5 χιλιόμετρα από το ανάντη όριο της κοίτης του , που βρίσκεται στο Κρυονέρι, μέχρι το σημείο εκβολής του στη θάλασσα, στην περιοχή του Νέου Φαλήρου. Στην πορεία του ο Κηφισός είναι αποδέκτης της παροχής ενός σημαντικού αριθμού συμβαλλόντων κλάδων και έτσι , το συνολικό μήκος των πολλών παραχειμμάτων του υπερβαίνει τα 150 χιλιόμετρα. Η μέση κατά μήκος κλίση του ανέρχεται σε περίπου 1%.

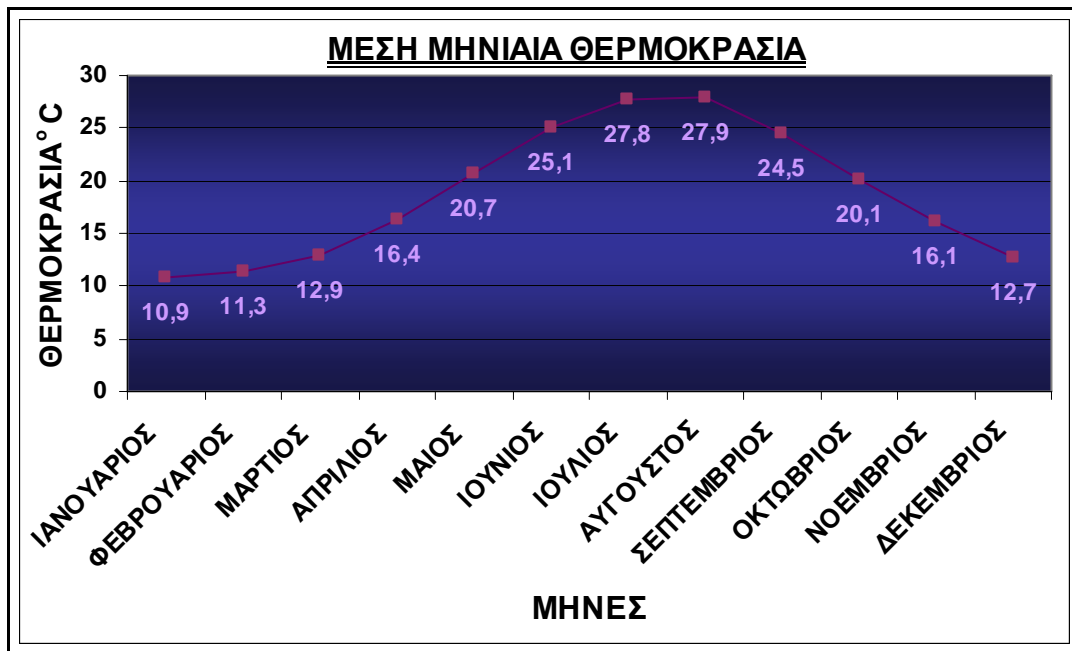
Πρέπει να σημειωθεί ότι οι ανθρώπινες επεμβάσεις τείνουν να μεταβάλλουν τα όρια της φυσικής λεκάνης απορροής του Κηφισού , είτε με την εκτροπή υδάτων άλλων λεκανών προς αυτή όπως, μερική εκτροπή Ιλισού, συλλεκτήρας υψηλής περιοχής Νέου Φαλήρου ,Μοσχάτου, Καλλιθέας, Νέας Σμύρνης , είτε με την εκτροπή υδάτων της λεκάνης του προς άλλες.

8.6. Κλιματικές συνθήκες της περιοχής

Για την εκτίμηση των κλιματολογικών συνθηκών της υπό μελέτης περιοχής ελήφθησαν δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, στο Πειραιά. Ο σταθμός αυτός έχει γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 56' N$ και γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 38' E$. Το ύψος του σταθμού είναι 10m (ύψος λεκάνης του βαρομέτρου από την επιφάνεια της θάλασσας). Τα μετεωρολογικά δεδομένα καλύπτουν τα έτη από το 1956 έως το 2001, δηλαδή μια περίοδο 45 ετών συνολικά, η οποία είναι επαρκής για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τις κλιματολογικές συνθήκες της υπό μελέτης περιοχής. Εξάλλου τα συγκεντρωτικά δεδομένα μιας χρονικής περιόδου τουλάχιστον 30 ετών, θεωρούνται αντιπροσωπευτικά των μετεωρολογικών συνθηκών μιας περιοχής απαλείφοντας τα διάφορα σφάλματα στις μετρήσεις (Φλόκας, 1992). Για κάθε ένα από τους κλιματολογικούς παράγοντες παρατηρούνται τα παρακάτω.

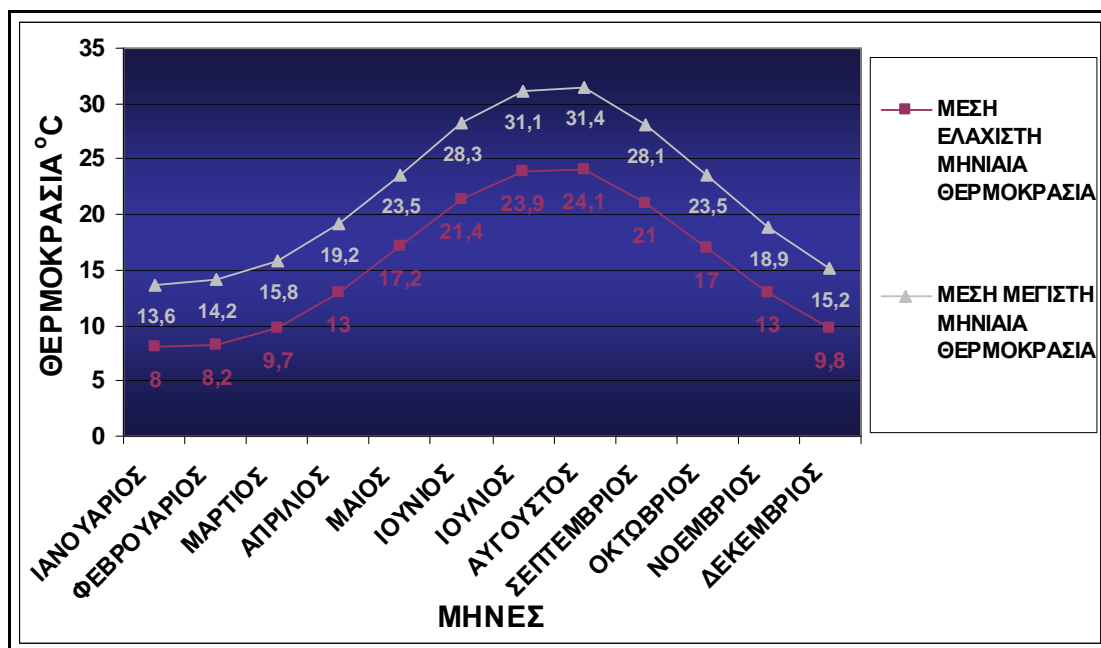
8.6.1. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του αέρα αποτελεί το σημαντικότερο κλιματικό στοιχείο και βασικότερη παράμετρο σε όλες τις κλιματικές κατατάξεις. Οι τιμές της επηρεάζουν άμεσα την ανάπτυξη των διαφόρων φυτικών ειδών. Χρησιμοποιούνται μετεωρολογικά δεδομένα που αφορούν τις μέσες, τις μέσες μέγιστες, τις μέσες ελάχιστες καθώς και τις απολύτως μέγιστες και ελάχιστες τιμές σε μηνιαία βάση για τη χρονική περίοδο 1956-2001. Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται αναλυτικά η πορεία των τιμών των παραγόντων που αναφέρθηκαν καθώς επίσης ακολουθεί και ανάλυση των δεδομένων.

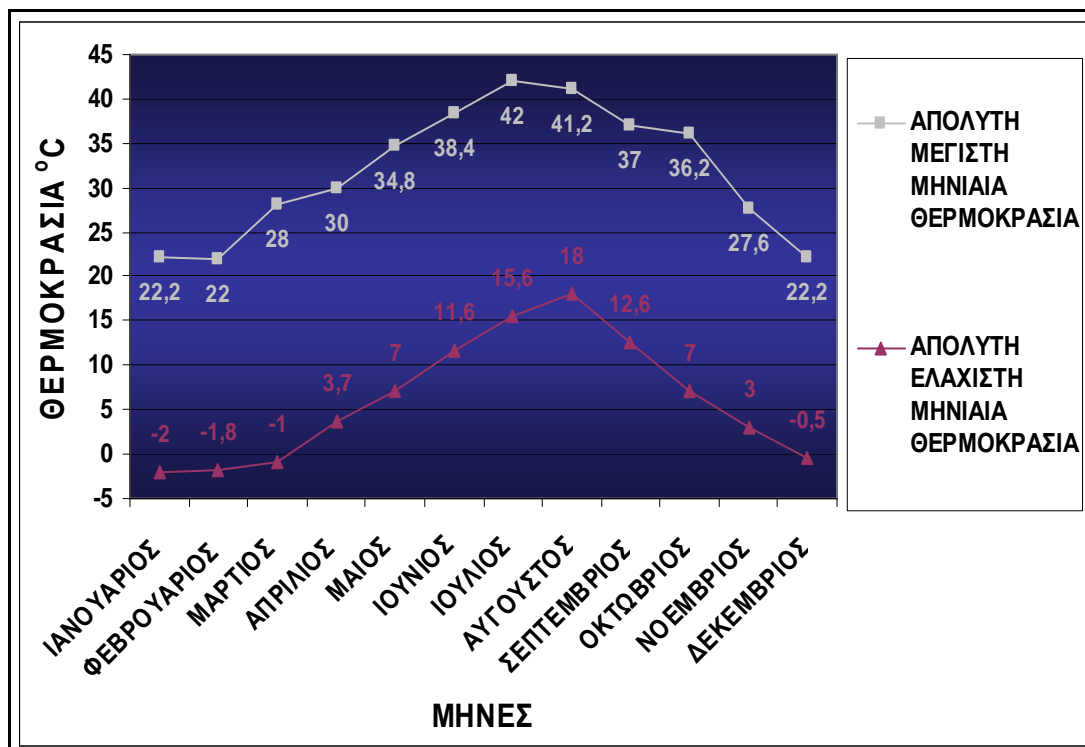


Διάγραμμα 8.5. Διακύμανση μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

Από τα δεδομένα του διαγράμματος προκύπτει ότι η ετήσια πορεία της θερμοκρασίας ακολουθεί απλή κύμανση με τη μέση μηνιαία θερμοκρασία να σημειώνει την μέγιστη τιμή της τον Αύγουστο, φτάνοντας στους 27,9°C και την ελάχιστη τιμή της, τον Ιανουάριο στους 10,9°C. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τους θερινούς μήνες παρουσιάζει αρκετά υψηλές τιμές, πάνω από 25,1°C ενώ κατά τη χειμερινή περίοδο κυμαίνεται κάτω από τους 12,7°C (Διάγραμμα 8.5). Η μέση μέγιστη και η μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία ακολουθεί ανάλογη μεταβολή με τη μέση μηνιαία θερμοκρασία (Διάγραμμα 8.6). Παρόμοια μεταβολή ακολουθεί και η απόλυτη μέγιστη και η απόλυτη ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία (Διάγραμμα 8.7). Η υψηλότερη θερμοκρασία κατά την διάρκεια αυτή των 45 ετών είναι οι 42° C και παρατηρήθηκε κατά τον μήνα Ιούλιο ενώ η χαμηλότερη τιμή είναι -2°C και παρατηρήθηκε κατά το μήνα Ιανουάριο. Θερμοκρασίες με τιμές κάτω του 0°C, οι οποίες μπορούν να αποβούν καταστροφικές για την βλάστηση της περιοχής μελέτης, παρατηρούνται και τους υπόλοιπους χειμερινούς μήνες καθώς και το μήνα Μάρτιο. Όσον αφορά τη μέση ετήσια τιμή της θερμοκρασίας, στο διάστημα αυτών των ετών, δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες διακυμάνσεις με τη διαδοχή των ετών.



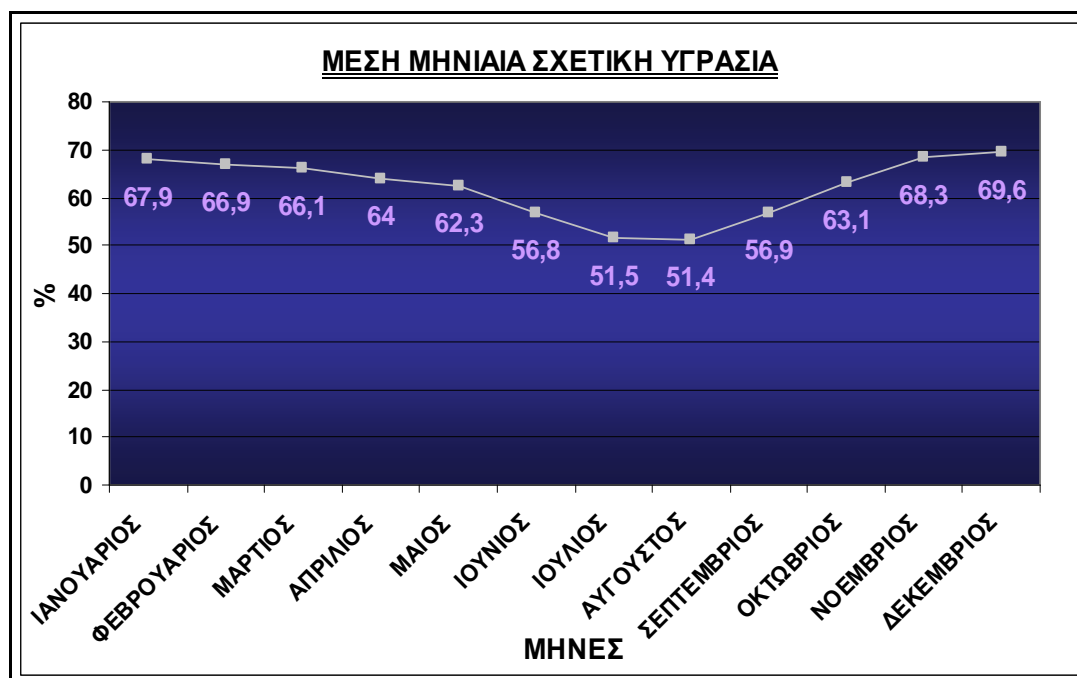
Διάγραμμα 8.6. Διακύμανση μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)



Διάγραμμα 8.7. Διακύμανση απόλυτης μέγιστης και απόλυτης ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

8.6.2. Υγρασία

Η υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα για κάθε δεδομένη χρονική στιγμή εκφράζεται με τον όρο σχετική υγρασία μετρούμενη σε ποσοστό επί της εκατό. Οι διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας παίζουν ρόλο στη διαμόρφωση των βιοκλιματικών συνθηκών κάθε περιοχής. Από τη σύνδεση των μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας αέρα και εκείνων της σχετικής υγρασίας προκύπτει ότι οι ετήσιες πορείες της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας αέρα είναι σχεδόν αντίστροφες με μια μικρή καθυστέρηση της τάξεως του ενός μηνός, σε ότι αφορά στο ελάχιστο της θερμοκρασίας αέρα έναντι του μέγιστου της σχετικής υγρασίας (Φλόκας, 1992).



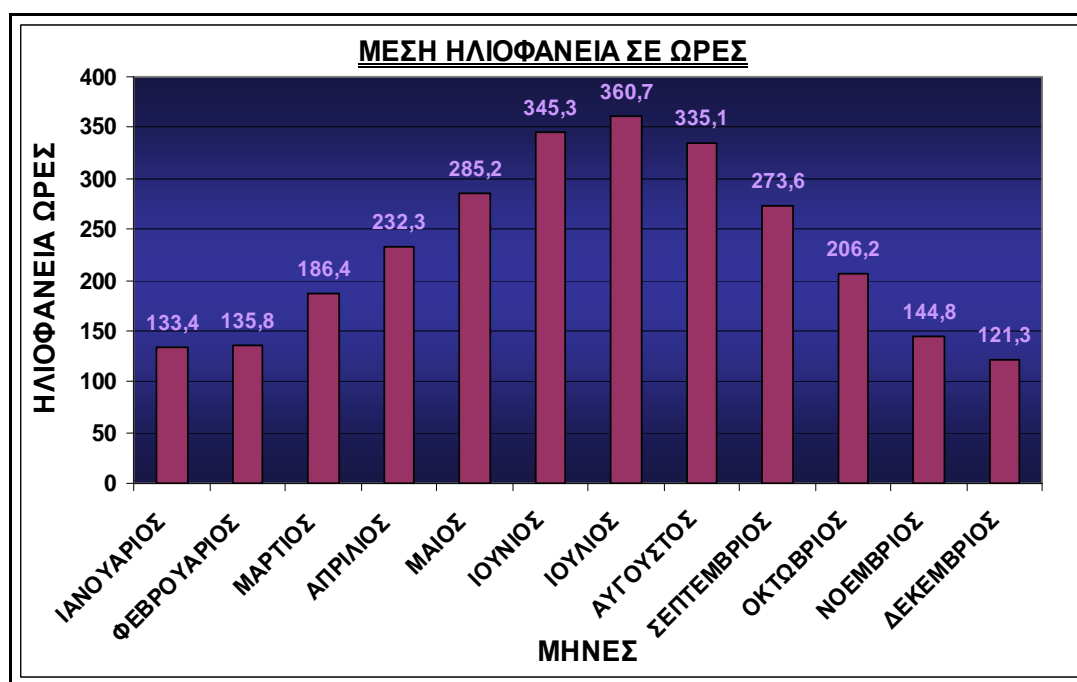
Διάγραμμα 8.9. Διακύμανση μέσης μηνιαίας υγρασίας κατά την διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

Στη περιοχή του Πειραιά, όπως συμβαίνει σε όλους τις παραθαλάσσιες περιοχές, λόγω χαμηλής υψομετρικής θέσης τους, καθώς και της γεινίασης τους με την θάλασσα και την άμεση επιρροή της θαλάσσιας αύρας εκτιμάται ότι θα εμφανίζει υψηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας, σε σχέση με ορεινές περιοχές.

Από το Διάγραμμα 8.9 προκύπτει ότι οι τιμές σχετικής υγρασίας δεν παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Η μικρότερη τιμή σχετικής υγρασίας εμφανίζεται το μήνα Αύγουστο με 51,4% και η μεγαλύτερη τιμή το μήνα Δεκέμβριο με 69,6%. Παρατηρείται ότι κατά τους χειμερινούς μήνες οι τιμές είναι ιδιαίτερα αυξημένες σε αντίθεση με τους καλοκαιρινούς.

8.6.3. Ηλιοφάνεια

Με τον όρο ηλιοφάνεια εννοείται το χρονικό διάστημα, κυρίως σε ώρες , που άμεση ηλιακή ακτινοβολία φτάνει μέχρι την επιφάνεια του εδάφους (Φλόκας, 1992). Γενικότερα το λεκανοπέδιο της Αττικής θεωρείται μια από τις πιο ηλιόλουστες περιοχές της Ελλάδας και ως εκ τούτου μια σημαντικά ευνοούμενη περιοχή , τόσο από πλευράς κλίματος, όσο και από πλευράς εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.



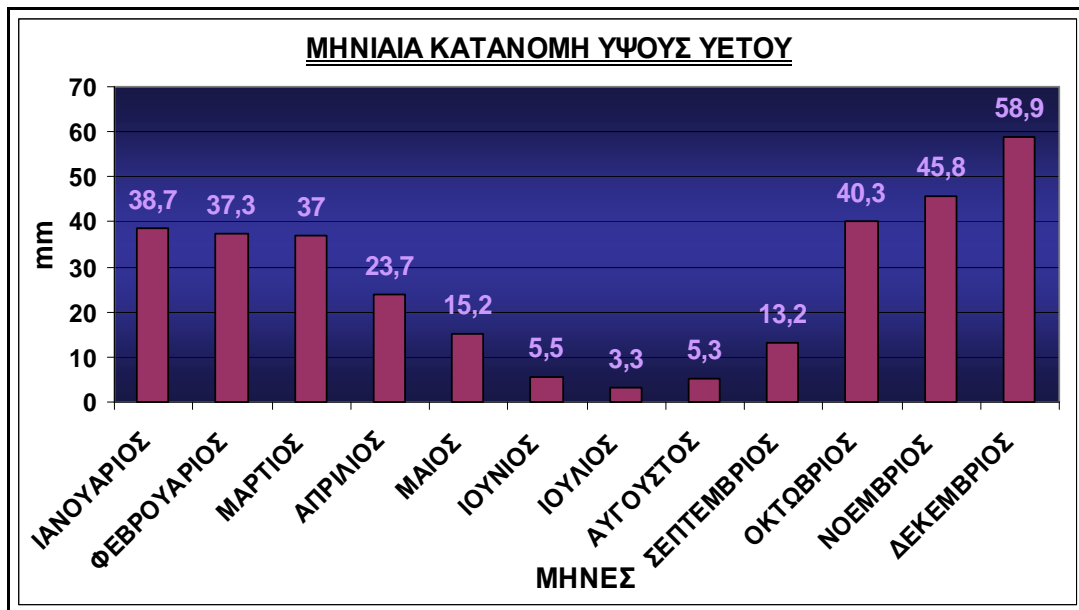
Διάγραμμα 8.10. Μέση μηνιαία ηλιοφάνεια σε ώρες κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

Κατά το χρονικό διάστημα 1956-2001 η ηλιοφάνεια μετρούμενη σε ώρες , διαφέρει από μήνα σε μήνα αλλά και από έτος σε έτος. Η χαμηλότερη μηνιαία

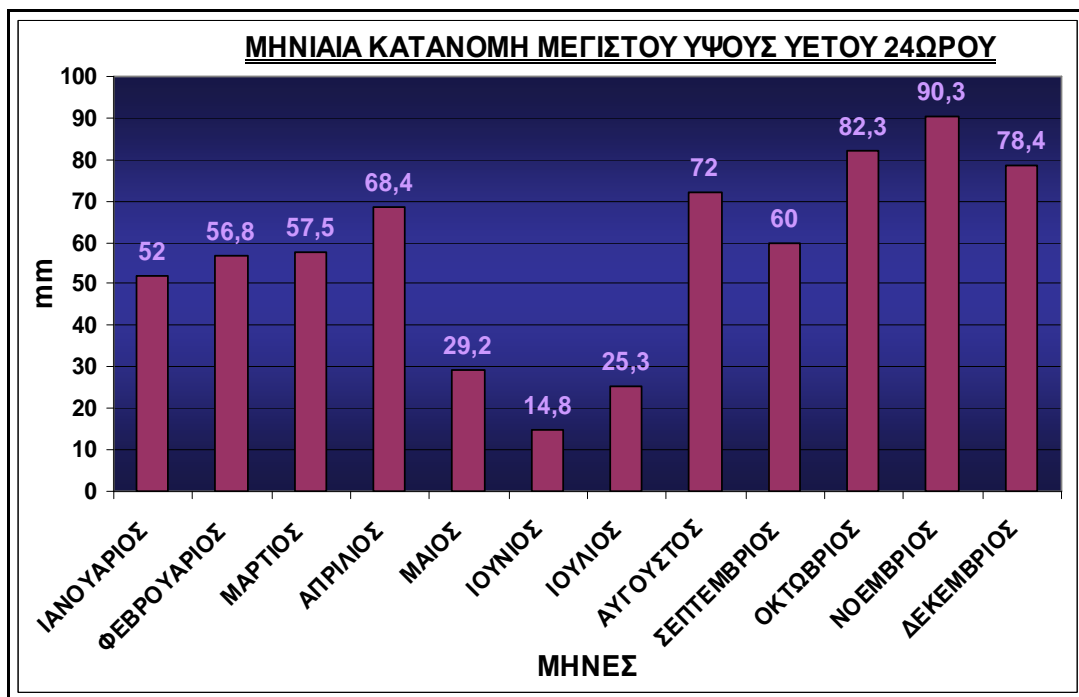
τιμή αναγράφεται το μήνα Δεκέμβριο (121,3 ώρες) , η δε υψηλότερη το μήνα Ιούλιο με σχεδόν τριπλάσια τιμή (360,7 ώρες). Σύμφωνα με το Διάγραμμα 8.10 παρατηρείται μία αύξηση των ωρών ηλιοφάνειας από τον Ιανουάριο έως τον Ιούλιο και κατόπιν μία βαθμιαία μείωση έως τη χαμηλότερη τιμή του Δεκεμβρίου. Αναλύοντας λεπτομερώς τα δεδομένα σημειώνεται ότι οι αυξομειώσεις δεν είναι ομαλές από μήνα σε μήνα . Παρατηρήθηκε μια σχεδόν ανύπαρκτη αύξηση κατά τους χειμερινούς μήνες και πιο συγκεκριμένα από τον μήνα Ιανουάριο στον Φεβρουάριο, ενώ μεγάλες αυξομειώσεις της τάξεως των 70 ωρών παρατηρήθηκαν κατά την διάρκεια του φθινοπώρου και ειδικότερα από τον Αύγουστο στον Σεπτέμβριο και από τον Σεπτέμβριο στον Οκτώβριο. Οι μεταβολές των ωρών ηλιοφάνειας των υπολειπόμενων διαδοχικών μηνών ακολουθούν τιμές ενδιάμεσες των δύο προαναφερόμενων ακραίων περιπτώσεων.

8.6.4. Υετός

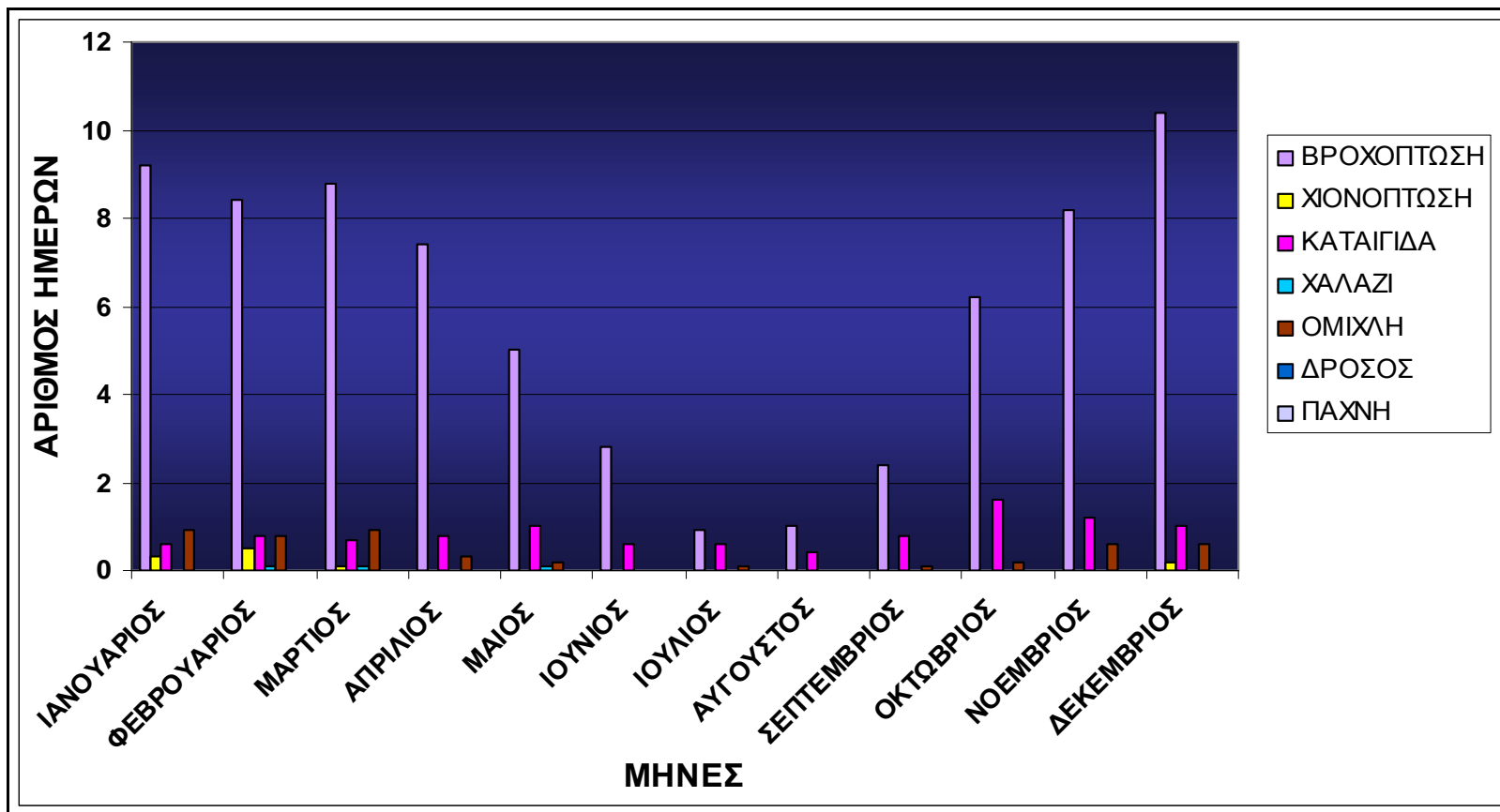
Υετός γενικά ονομάζεται κάθε πτώση ή εναπόθεση στο έδαφος προϊόντων του ύδατος (σε υγρή ή στερεά μορφή, επιμερισμένη) τα οποία προέρχονται από συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας. Κυριότερες μορφές του «υετού» είναι: η βροχή, το χιονόνερο, το χαλάζι, το χιόνι και ο υαλοπάγος που δημιουργείται όμως στο έδαφος. Επίσης το σύνολο των υδροαποβλήτων (δρόσος, πάχνη) καθώς και των ατμοσφαιρικών συμπυκνωμάτων κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (ομίχλη).Οι παραπάνω μορφές ονομάζονται και υδατώδη μετεωρολογικά κατακρημνίσματα, ή ατμοσφαιρικά υδατώδη κατακρημνίσματα, ή απλά κατακρημνίσματα. Συνεπώς, οι διεργασίες μεταβολών του νερού στις διάφορες μορφές του καθώς και η μεταβολή συγκέντρωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας, συνοδεύονται από πρόσληψη ή αποβολή θερμότητας και όπως είναι λογικό σχετίζονται άμεσα με τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας (Φλόκας, 1992). Μέσω των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και κυρίως της βροχόπτωσης εμπλουτίζεται το έδαφος με νερό που αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους παράγοντες ανάπτυξης κάθε μορφής βλάστησης. Ειδικότερα το μέσο ύψος βροχόπτωσης όπως προκύπτει από μετρήσεις πολλών ετών καθώς και η κατανομή του , στους μήνες του έτους αποτελεί μια από τις σημαντικότερες κλιματικές παραμέτρους (Διάγραμμα 8.11)



Διάγραμμα 8.11. Μηνιαία κατανομή υετού κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)



Διάγραμμα 8.12. Μηνιαία κατανομή μέγιστου υετού το 24ωρο κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)



Διάγραμμα 8.13. Αριθμός ημερών εμφάνισης βροχής, χιονιού, καταιγίδας, χαλαζιού, ομίχλης και πάχνης ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

Από τα μετεωρολογικά δεδομένα για την περίοδο 1956-2001 φαίνεται ότι η μέση τιμή υετού για την χρονική περίοδο από Οκτώβριο μέχρι Μάρτιο κυμαίνεται πάνω από 37 mm με μέγιστη τον Δεκέμβριο (58,9 mm). Αντιθέτως την περίοδο από τον Μάιο μέχρι τον Σεπτέμβριο οι μέσες τιμές υετού είναι αρκετά χαμηλές κυμαίνονται κάτω από 23,7 mm με ελάχιστη τον μήνα Ιούλιο (3,3 mm) (Διάγραμμα 8.11). Όσον αφορά στις μέγιστες τιμές υετού που παρατηρήθηκαν κατά την διάρκεια του 24ώρου οι μεγαλύτερες παρατηρούνται τον Νοέμβριο (90,3 mm) , τον Οκτώβριο (82,3 mm) και τον Δεκέμβριο (78,4 mm) (Διάγραμμα 8.12). Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι οι βροχοπτώσεις και τα υπόλοιπα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα είναι λίγα αφού το συνολικό ετήσιο ύψος υετού είναι 324,2 mm.

Η βροχόπτωση αποτελεί την σημαντικότερη συνισταμένη υετού. Ο αριθμός ημερών βροχής ανά μήνα είναι ανάλογος με το μέσο μηνιαίο ύψος υετού. Από τον Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο παρατηρείται βροχόπτωση πάνω από επτά ημέρες τον μήνα, με μέγιστο αριθμό ημερών βροχόπτωσης τον μήνα Δεκέμβριο. Κατά την διάρκεια των θερινών μηνών παρατηρείται βροχόπτωση σε λιγότερες από τρεις ημέρες.

Χιονόπτωση εμφανίζεται κυρίως τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο και δευτερευόντως τους μήνες Δεκέμβριο και Μάρτιο.

Καταιγίδες εμφανίζονται σε όλους τους μήνες του χρόνου και δεν ξεπερνούν τις δύο ημέρες ανά μήνα. Η μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης καταιγίδας παρουσιάζεται τον μήνα Οκτώβριο και μικρότερη τον μήνα Αυγουστο (Διάγραμμα 8.13).

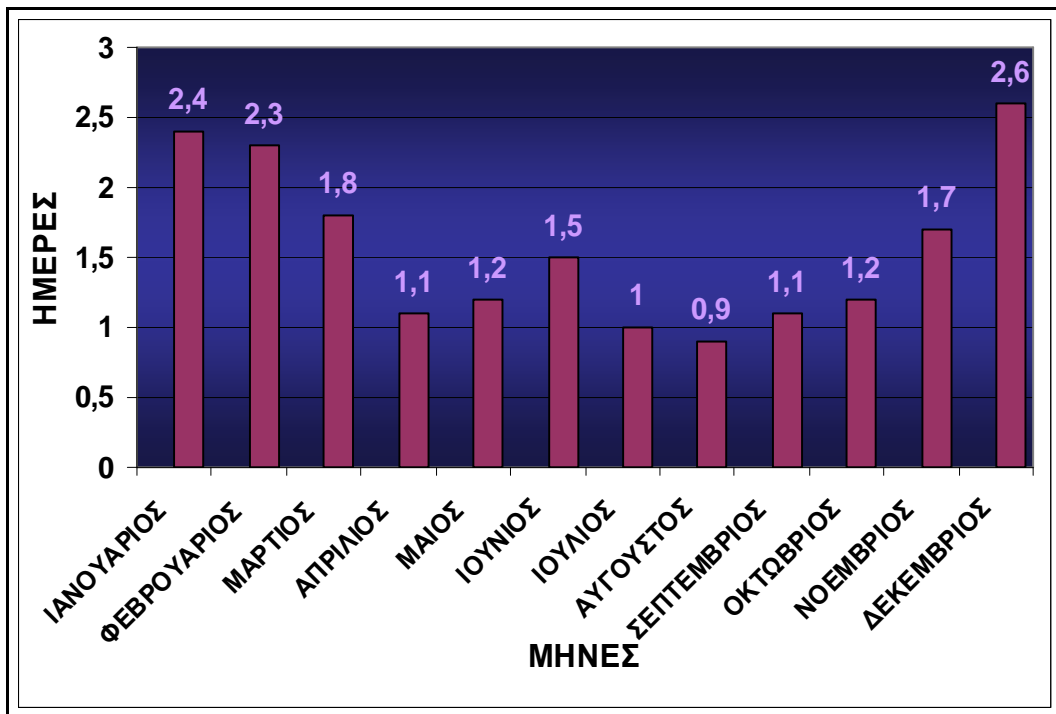
8.6.5. Άνεμος

Ως άνεμος ορίζεται η ποσότητα του ατμοσφαιρικού αέρα που βρίσκεται σε κίνηση συγκριτικά με την επιφάνεια του εδάφους. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν οι άνεμοι που κινούνται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και εμφανίζουν περιοδικότητα και η διεύθυνση τους και η ένταση τους επηρεάζονται από το ανάγλυφο του εδάφους (Χρονοπούλου-Σερέλη, 1996).

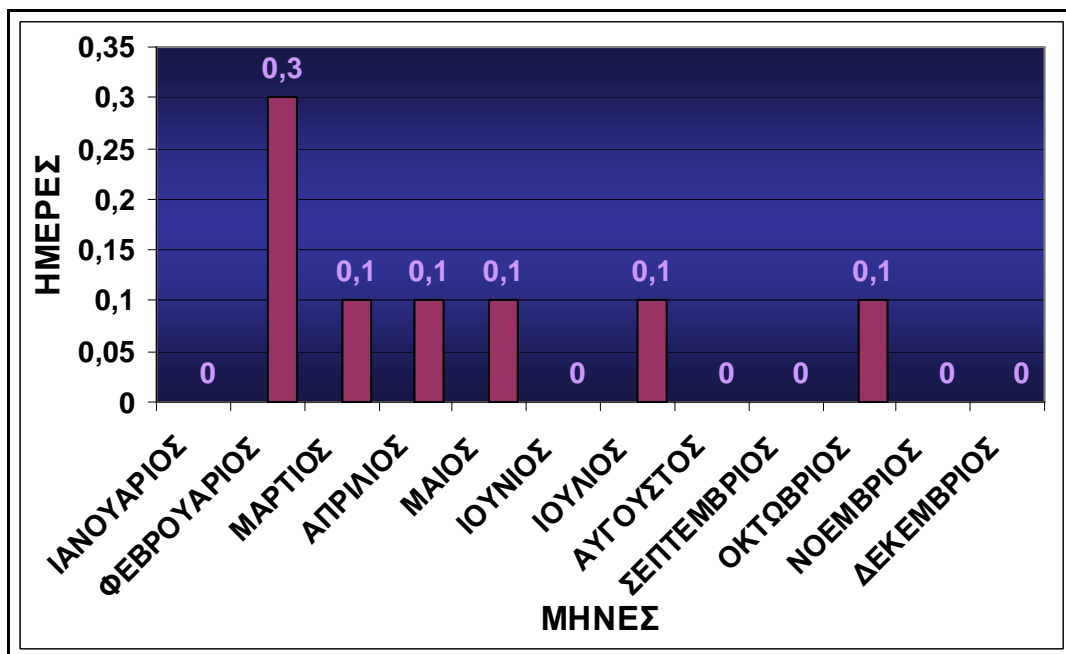
| ΜΗΝΑΣ | ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ |
|--------------|-------------------------|
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | ΝΟΤΙΑ |
| ΜΑΙΟΣ | ΝΟΤΙΑ |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | ΝΟΤΙΑ |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΑ |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | ΒΟΡΕΙΑ |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ |

Πίνακας 8.2. Κύριες διευθύνσεις πνοής του ανέμου ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

Από τα μετεωρολογικά δεδομένα προκύπτει ότι κατά τους μήνες του φθινοπώρου και του χειμώνα καθώς και το πρώτο μήνα της άνοιξης οι άνεμοι που επικρατούν είναι με Βορειοδυτική διεύθυνση. Κατά τους μήνες Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο έχουμε εξασθένηση των βορειοδυτικών ανέμων και επικράτηση πλέον ανέμων με νότια διεύθυνση. Τέλος κατά την διάρκεια του Ιουλίου και του Αυγούστου έχουμε την επικράτηση βορείων ανέμων τα γνωστά μελέμια



Διάγραμμα 8.14. Αριθμός ημερών με ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη ή ίση με 6 Β ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)



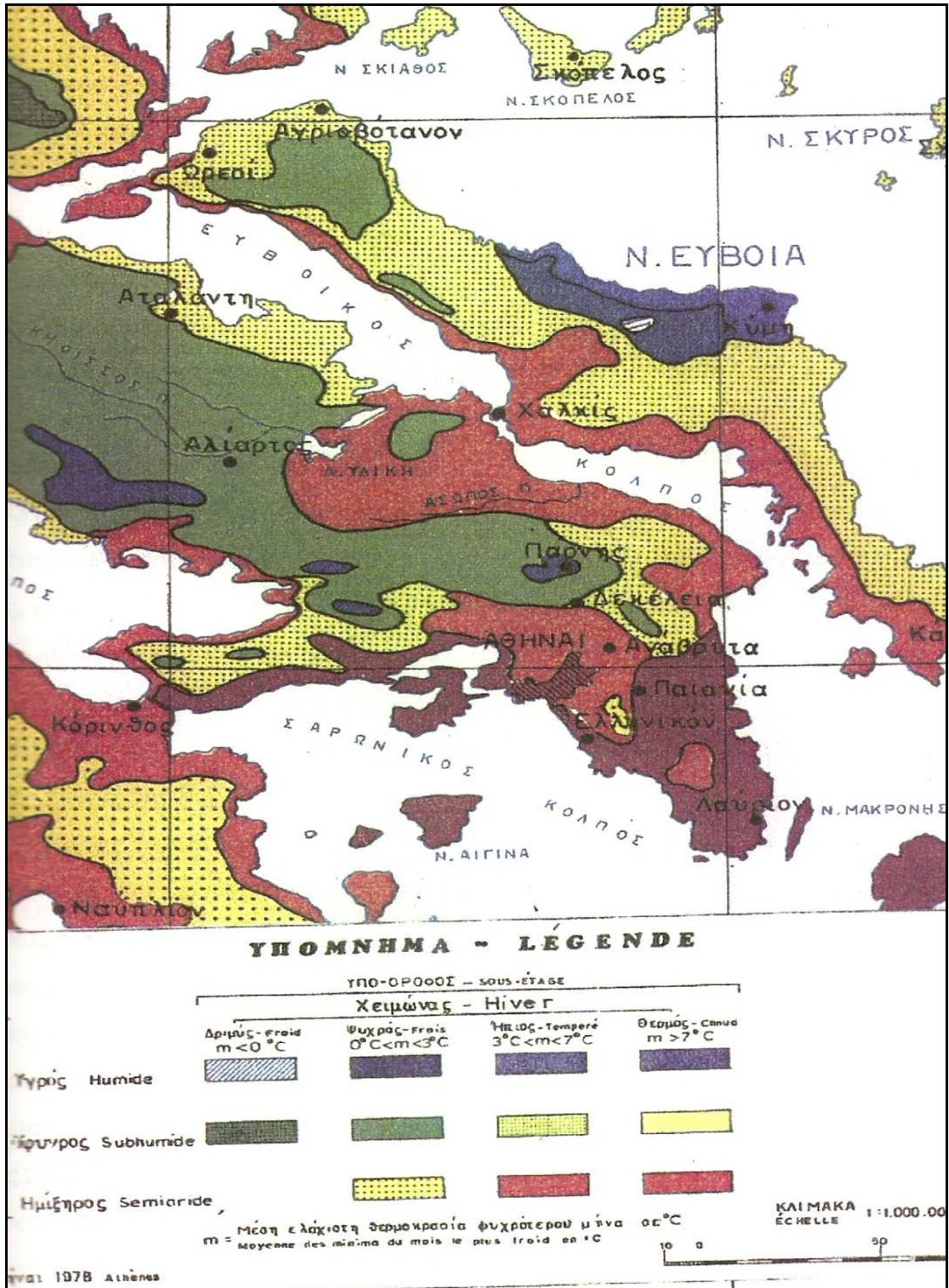
Διάγραμμα 8.15. Αριθμός ημερών με ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη ή ίση με 8 Β ανά μήνα κατά τη διάρκεια του έτους (περίοδος 1956-2001) (Πηγή : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

Από τα παραπάνω διαγράμματα που αφορούν στην ταχύτητα του ανέμου διαπιστώνει κανείς, ότι παρόλο που ο υπό μελέτη χώρος βρίσκεται σε μια παραθαλάσσια περιοχή, η ταχύτητα των ανέμων δεν είναι τόσο μεγάλη. Πιο συγκεκριμένα κατά τον μήνα Αύγουστο οι ημέρες ου η ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά τα 6 B οι ελάχιστες του έτους, ενώ αντίστοιχα λίγες σε αριθμό είναι και οι ημέρες μέσα στον Απρίλιο, Ιούλιο, Σεπτέμβριο (Διάγραμμα 8.14). Τις περισσότερες μέρες με ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 6 B συναντάμε κατά το μήνα Δεκέμβριο. Αξίζει να αναφέρουμε ότι ο αριθμός των ημερών όπου σημειώνεται ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 8 B είναι για τους περισσότερους μήνες μηδέν ενώ για τους υπόλοιπους τείνει στο μηδέν (Διάγραμμα 8.15).

8.6.6 Κλιματική κατάταξη

Από την ανάλυση των διαφόρων κλιματολογικών παραγόντων προκύπτει ότι το κλίμα της περιοχής μελέτης όπως και γενικότερα του λεκανοπεδίου Αττικής ανήκει κατά Κορρεν στη κατηγορία Csa, δηλαδή στο μεσογειακό τύπο, ο οποίος εμφανίζει τα χαρακτηριστικά του κλίματος των εύκρατων ζωνών κατά τη διάρκεια του χειμώνα και τα χαρακτηριστικά των υποτροπικών ζωνών των υψηλών πιέσεων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η εναλλαγή βροχερής χειμερινής και ξηρής καλοκαιρινής περιόδου με μικρό ετήσιο ύψος βροχής, ήπιος χειμώνας με θερμό καλοκαίρι και μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και κυρίως κατά τη θερμή περίοδο (Φλόκας, 1992).

Ο Γ. Μαυρομάτης στην εργασία του «Το βιοκλίμα της Ελλάδας, 1978», με την βοήθεια του ομβροθερμικού πηλίκου του Emberger ($Q_2 = 2000 \cdot P/M^2 - \mu^2$, όπου P: ετήσια κατακρημνίσματα σε mm, M: μέσος όρος θερμοκρασιών θερμότερου μήνα σε βαθμούς Kelvin, μ : μέσος όρος θερμοκρασιών ψυχρότερου μήνα σε βαθμούς Kelvin) του ξηροθερμικού δείκτη X(αριθμός ημερών κατά τις οποίες υποφέρει η βλάστηση) και της βλάστησης διαχώρισε τους κλιματικούς τύπους και τους απεικόνισε σε τρεις βιοκλιματικούς χάρτες, απόσπασμα των οποίων για την περιοχή μελέτης παραθέτεται .



Εικόνα.8.38. Βιοκλιματικός χάρτης (Πηγή : Μαυρομάτης 1980)

9. ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

9.1. Κύριες πηγές ηχορύπανσης της περιοχής

Οι κυριότερες πηγές θορύβου στην περιοχή είναι η λεωφόρος Μικράς Ασίας, η λεωφόρος Πειραιώς, ο δρόμος Καραολή και Δημητρίου (Λ. Βεΐκου) και ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος.

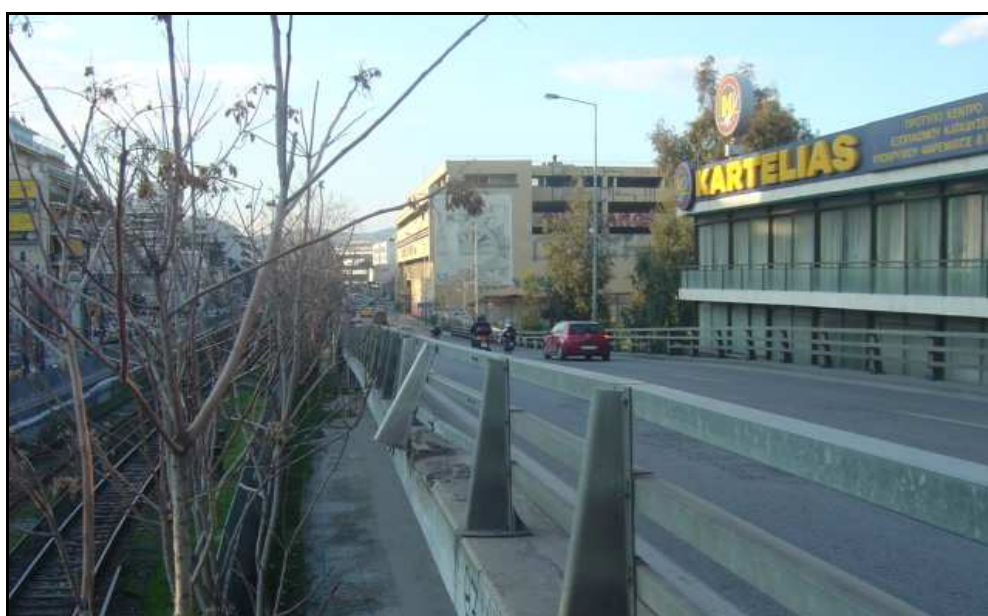
9.1.1. Λεωφόρος Μικράς Ασίας

Η λεωφόρος Μικράς Ασίας αποτελεί συνέχεια της λεωφόρου Ποσειδώνος στο ρεύμα κυκλοφορίας προς Πειραιά. Χαρακτηρίζεται ως δρόμος ταχείας κυκλοφορίας και είναι σε άμεση επαφή, από την μία μεριά με την έκταση που βρίσκεται το παλαιό εργοστάσιο Αιγαίον, ενώ από την άλλη μεριά με τις γραμμές του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου. Από την άλλη μεριά των σιδηροδρομικών γραμμών υπάρχει η λεωφόρος Ομηρίδου Σκυλιτση η οποία καταλήγει στην λεωφόρο Ποσειδώνος και εξυπηρετεί το ρεύμα κυκλοφορίας προς Γλυφάδα.

Στην αρχή της η λεωφόρος Μικράς Ασίας είναι υπερυψωμένη, αφού περνάει από κάτω της ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος και φέρει τρεις λωρίδες κυκλοφορίας. Η σύνθεση της κυκλοφορίας αποτελείται από κυρίως από Ι.Χ., ΤΑΧΙ, φορτηγά, λεωφορεία και ικανό αριθμό μοτοσικλετών. Η λεωφόρος Μικρά Ασίας δεν φέρει καθόλου φωτεινή σηματοδότηση σε όλο το μήκος της.



Εικόνα 9.1. Άποψη λεωφόρου Μικράς Ασίας (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 9.2. Άποψη λεωφόρου Μικράς Ασίας στην αρχή της
(Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 9.3. Η λεωφόρος Μικράς Ασίας σε άμεση γειννίαση με την κλωστοϋφαντουργική Αιγαίον (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)

9.1.2. Λεωφόρος Πειραιώς

Η λεωφόρος Πειραιώς είναι ένας μεγάλος κεντρικός οδικός άξονας που συνδέει τον Πειραιά με την Αθήνα, εξ ου και η ονομασία της. Ξεκινάει από τον Πειραιά διασταυρώνεται με την λεωφόρο Κηφισού διασχίζει παράλληλα τις εισόδους των δήμων Ταύρου και Μοσχάτου, συναντιέται με την Ιερά Οδό και καταλήγει στην πλατεία Ομονοίας.

Η λεωφόρος Πειραιώς βρίσκεται μερικά μέτρα από την βόρεια πλευρά των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ. Κάθε ρεύμα κυκλοφορίας αποτελείται από δύο λωρίδες, ενώ διαχωρίζονται με νησίδα (πλάτους 1m) η οποία δεν φέρει καθόλου βλάστηση . Κατά μήκος όλου του δρόμου και σε κοντινές αποστάσεις υπάρχει φωτεινή σήμανση.

Η σύνθεση της κυκλοφορίας αποτελείται από κυρίως από Ι.Χ., TAXI, φορτηγά, λεωφορεία και ικανό αριθμό μοτοσικλετών.



Εικόνα 9.4. Άποψη λεωφόρου Πειραιώς κοντά στην περιοχή μελέτης
(Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)

9.1.3. Δρόμος Καραολή και Δημητρίου

Ο δρόμος Καραολή και Δημητρίου (Λ. Βεΐκου) ενώνει τον ανισόπεδο κόμβο της λεωφόρου Ποσειδώνος στο ΣΕΦ με την λεωφόρο Πειραιώς, ενώ περνάει μπροστά από το Γήπεδο Γ. Καραϊσκάκης. Βρίσκεται σε άμεση επαφή με το ανατολικό οικόπεδο της ΧΡΩΠΕΙ.

Κάθε ρεύμα κυκλοφορίας αποτελείται από δύο λωρίδες, ενώ διαχωρίζονται με νησίδα (πλάτους 1m) η οποία δεν φέρει καθόλου βλάστηση . Η σύνθεση της κυκλοφορίας αποτελείται από κυρίως από Ι.Χ., TAXI, φορτηγά, λεωφορεία και ικανό αριθμό μοτοσικλετών.



Εικόνα 9.5. Άποψη του δρόμου Καραολή και Δημητρίου πλησίον της περιοχής μελέτης (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 9.6. Άποψη του δρόμου Καραολή και Δημητρίου πλησίον του Γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)

9.1.4. Σταθμός ΗΣΑΠ Νέου Φαλήρου

Ο σταθμός Νέου Φαλήρου είναι σταθμός του μετρό της Αθήνας, επί της γραμμής 1 των Η.Σ.Α.Π., στη χιλιομετρική θέση 2,114 από Πειραιά. Βρίσκεται στον Πειραιά και πήρε το όνομά του από τη συνοικία του Νέου Φαλήρου την οποία εξυπηρετεί. Εγκαινιάστηκε το 1882 και μεταφέρθηκε στη σημερινή του θέση, λίγα μέτρα μακριά από την αρχική του, το 1887, ενώ η σημερινή του μορφή ανάγεται στο 2004.



Εικόνα 9.7. Άποψη Σταθμού ΗΣΑΠ Νέου Φαλήρου από τον ανισόπεδο κόμβο Μικράς Ασίας (Πηγή : http://el.wikipedia.org/wiki/Σταθμός_Νέου_Φαλήρου (Μετρό_Αθήνας))

Διαθέτει μία αποβάθρα τύπου νησίδας και δύο πλευρικές, αμαξοστάσιο και γραμμή εναπόθεσης αμαξοστοιχιών. Ο σταθμός Νέου Φαλήρου βρίσκεται σε μικρή απόσταση τόσο από το Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας (Σ.Ε.Φ.) όσο και από το Στάδιο Καραϊσκάκη, έδρα του Ολυμπιακού Σ.Φ.Π. Από τις 19 Ιουλίου 2004, ο σταθμός Νέου Φαλήρου προσφέρει τη δυνατότητα μετεπιβίβασης μεταξύ του Μετρό και του τραμ της Αθήνας, μέσω της στάσης Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας του τραμ, με την οποία ο σταθμός του μετρό συνδέεται μέσω πεζογέφυρας πάνω από τη λεωφόρο Ποσειδώνος. Παρ' ότι ο σταθμός Νέου Φαλήρου γειτνιάζει με την ομώνυμη στάση του τραμ, μεταξύ τους μεσολαβούν πολλές ισόπεδες διαβάσεις και συνεπώς η ανταπόκριση μεταξύ των δύο

μέσων γίνεται μέσω της στάσης Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας. Στη περιοχή όπου σήμερα βρίσκεται ο σταθμός είχε διεξαχθεί η μάχη του Φαλήρου το 1826, κατά την οποία σκοτώθηκε ο Γεώργιος Καραϊσκάκης ([http://el.wikipedia.org/wiki/Σταθμός_Νέου_Φαλήρου\(Μετρό_Αθήνας\)](http://el.wikipedia.org/wiki/Σταθμός_Νέου_Φαλήρου(Μετρό_Αθήνας)))



Εικόνα 9.8. Άποψη Σταθμού ΗΣΑΠ Νέου Φαλήρου μπροστά από το Γήπεδο Γ. Καραϊσκάκης (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)

Σήμερα, το δίκτυο της γραμμής 1 της ΑΕ ΗΣΑΠ αποτελείται από 24 σταθμούς και καλύπτει μία διαδρομή 26 χιλιομέτρων από τον Πειραιά μέχρι την Κηφισιά συνολικής διάρκειας 51 λεπτών με μέγιστη ταχύτητα 70 χλμ την ώρα. Καθημερινά εκτελούνται 607 δρομολόγια και η ημερήσια επιβατική κίνηση ανέρχεται σε 450.000 επιβάτες. Οι ΗΣΑΠ έχουν στη διάθεσή τους 44 συρμούς και συνολικά 243 οχήματα. Οι 40 ημισυρμοί (120 νέα οχήματα) μπήκαν πρόσφατα στην κυκλοφορία (Η.Σ.Α.Π.Α.Ε). Τα έργα εκσυγχρονισμού των ΗΣΑΠ άρχισαν στις αρχές του 2009, ενώ με την ολοκλήρωσή τους (έως τον Μάιο του 2010) ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος θα μοιάζει πολύ περισσότερο με το Μετρό, καθώς ολόκληρο το δίκτυο των γραμμών θα στηρίζεται σε σκυρόδεμα. Αυτό θα επιτρέπει αφενός την ανάπτυξη μεγαλύτερων ταχυτήτων από τους συρμούς (άνω των 110 χλμ. την ώρα) και αφετέρου τη μείωση των κραδασμών και του θορύβου εντός και εκτός των βαγονιών (http://tv-greek-sansimera.blogspot.com/2009/09/blog-post_3305.html).



Εικόνα 9.9. Άποψη του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου πάνω από την υπερυψωμένη λεωφόρο Μικράς Ασίας (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 9.10. Άποψη του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου κάτω από την υπερυψωμένη λεωφόρο Μικράς Ασίας (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)



Εικόνα 9.11. Πηγές ηχορύπανσης στην περιοχή μελέτης (Πηγή :Google Earth)

9.2. Σημεία μέτρησης θορύβου

Συνολικά επιλέχθηκαν 10 σημεία μέτρησης του θορύβου, τόσο περιμετρικά, όσο και εντός της περιοχής μελέτης, με στόχο την πλήρη καταγραφή της ηχητικής όχλησης του υπό μελέτη χώρου από τις παρακείμενες πηγές ηχορύπανσης. Τα σημεία μέτρησης που επιλέχθηκαν είναι :

Σημείο 1: Βρίσκεται κάτω από τον υπερυψωμένο δρόμο Μικράς Ασίας (συνέχεια λεωφόρου Ποσειδώνος) και δίπλα στις γραμμές του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου ανάμεσα στους σταθμούς Πειραιά- Νέο Φάληρο και σε άμεση γειτνίαση με το παλαιό εργοστάσιο Αιγαίον.



Εικόνα 9.12. 1^οσημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 2: Βρίσκεται επί της Μικράς Ασίας (συνέχεια λεωφόρου Ποσειδώνος), μπροστά από την κλωστοϋφαντουργική Αιγαίον και απέναντι από τις γραμμές του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου ανάμεσα στους σταθμούς Πειραιά - Νέο Φάληρο.



Εικόνα 9.13. 2^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 3: Βρίσκεται εντός του χώρου στάθμευσης του γηπέδου Καραϊσκάκη.



Εικόνα 9.14. 3^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 4: Βρίσκεται επί της οδού Κατσουλακου πίσω από το ακάλυπτο οικόπεδο του εργοστασίου Αιγαίων και δίπλα στο χώρο στάθμευσης του γηπέδου Καραϊσκάκη. Το σημείο βρίσκεται απέναντι από τον υπερυψωμένη Λεωφόρο Μικράς Ασίας.



Εικόνα 9.15. 4^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 5: Βρίσκεται στην οδό Επονιτών στον όριο των κατοικιών πίσω από το παλιό εργοστάσιο Αιγαίων.



Εικόνα 9.16. 5^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 6: Βρίσκεται επί της οδού Νέας Ιωνίας δίπλα στα οικόπεδα της ΧΡΩΠΕΙ.



Εικόνα 9.17. 6^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 7: Βρίσκεται στην οδό Εμμανουηλίδου που περνάει μέσα από τα οικόπεδα της ΧΡΩΠΕΙ.



Εικόνα 9.18. 7^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 8: Βρίσκεται επί του δρόμου Καραολή και Δημητρίου μπροστά από την ανατολική πλευρά των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ.



Εικόνα 9.19. 8^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 9: Βρίσκεται επί της οδού Ανδρέα Μουράτη στη βόρεια πλευρά των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ.



Εικόνα 9.20. 9^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

Σημείο 10: Βρίσκεται επί της λεωφόρου Πειραιώς.



Εικόνα 9.21. 10^ο σημείο μέτρησης (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

- Τα σημεία 1, 2, 4 και 5 επιλέχθηκαν προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση τόσο της λεωφόρου Μικράς Ασίας όσο και του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου στο επίπεδο θορύβου του παλαιού εργοστασίου της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων.
- Το σημείο 3 επιλέχθηκε προκειμένου να αξιολογηθεί το επίπεδο θορύβου εντός του χώρου στάθμευσης του γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης.
- Το σημεία 6 επιλέχθηκε προκειμένου να αξιολογηθεί το επίπεδο του θορύβου εντός της κατοικημένης περιοχής
- Τα σημεία 7 και 8 επιλέχθηκαν προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση της κυκλοφορίας του δρόμου Καραολή και Δημητρίου στο επίπεδο θορύβου των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ.
- Τα σημεία 9 και 10 επιλέχθηκαν προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση της λεωφόρου Πειραιώς στο επίπεδο θορύβου των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ.



Εικόνα 9.22. Οι θέσεις των σημείων μέτρησης του θορύβου στην υπό μελέτη περιοχή (Google earth)

9.3. Περίοδος διεξαγωγής των μετρήσεων

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τον μήνα Ιανουάριο μετά τις γιορτές των Χριστουγέννων. Οι ημέρες των μετρήσεων ήταν καθημερινές, ενώ αργίες, Σάββατα και Κυριακές, εξαιρέθηκαν, με σκοπό την εξαγωγή αποτελεσμάτων τα οποία θα απεικονίζουν την αντικειμενική μέση εικόνα του κυκλοφοριακού φόρτου της υπό μελέτη περιοχής. Επίσης δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις τις μέρες που έβρεχε ή έπνεαν ισχυροί άνεμοι άνω των 5 beaufort, διότι αυτές οι μετεωρολογικές συνθήκες θα επηρέαζαν το ηχόμετρο.

Την ημέρα διεξάγονταν στο ίδιο σημείο δύο μετρήσεις συνολικής διάρκειας 6ωρών. Η πρώτη μέτρηση άρχιζε στις 10:00 το πρωί και τελείωνε στις 13:00 το μεσημέρι. Ο λόγος, που οδήγησε στην επιλογή αυτού του χρονικού διαστήματος, είναι ότι κατά το διάστημα αυτό, ο κυκλοφοριακός θόρυβος βρίσκεται στην αιχμή του, λόγω της λειτουργίας όλων των υπηρεσιών και των καταστημάτων. Η δεύτερη μέτρηση άρχιζε στις 17:00 το απόγευμα και τελείωνε στις 20:00, δηλαδή το χρονικό διάστημα της μέρας, κατά το οποίο τα πάρκα παρουσιάζουν την μεγαλύτερη προσέλευση σε κόσμο.

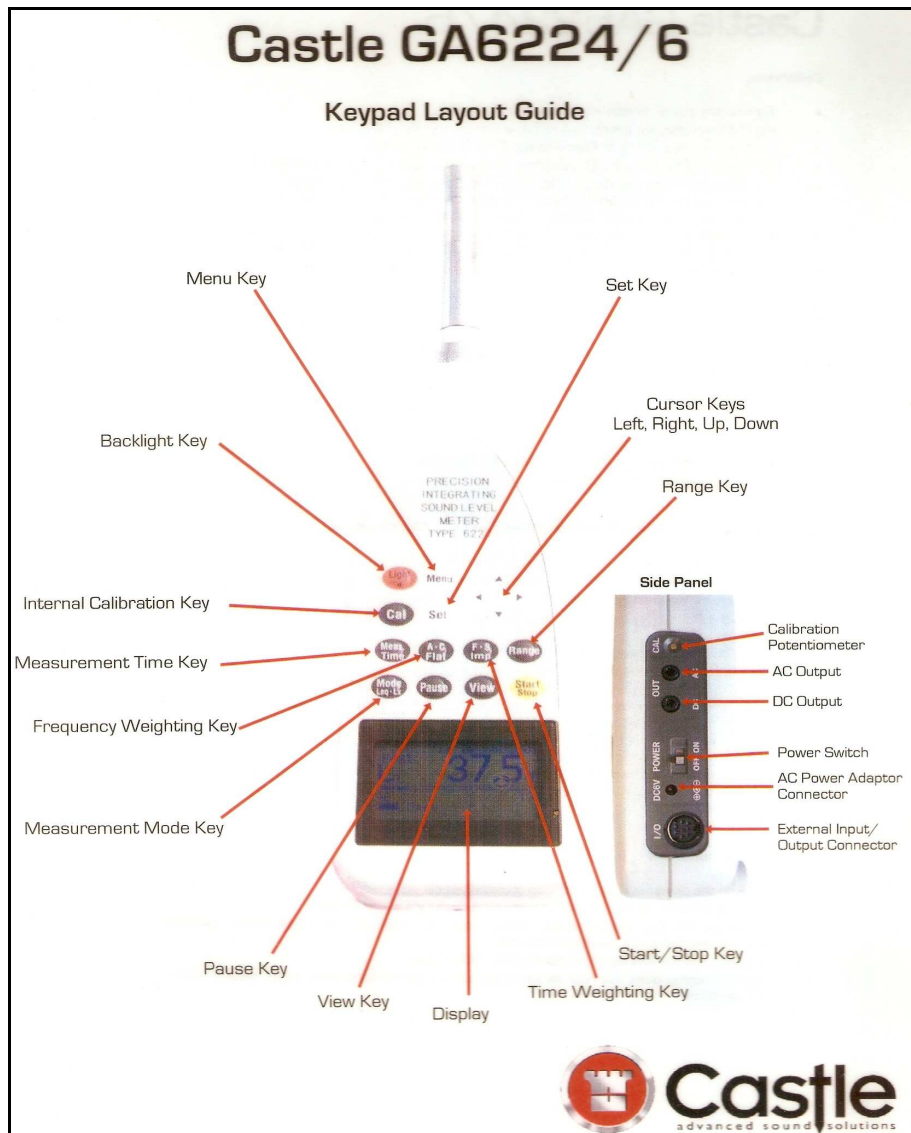
9.4. Τρόπος διεξαγωγής των μετρήσεων

Για την διεξαγωγή των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε φορητό ηχόμετρο, του οποίου λειτουργία περιγράφεται παρακάτω. Το ηχόμετρο για την κάθε μέτρηση στερεωνόταν πάνω σε ένα τρίποδο, και είχε σταθερό ύψος 1,50m. Κατά την διάρκεια των μετρήσεων το ηχόμετρο ήταν όσο το δυνατόν μακριά από σκληρές επιφάνειες για να μην είχαμε το φαινόμενο των πολλαπλών ανακλάσεων του ήχου.

Κάθε μέρα πραγματοποιούνταν μετρήσεις σε διαφορετικό σημείο. Σε κάθε σημείο διεξάγονταν 2 μετρήσεις συνολικής διάρκειας 6h (3h το πρωί και 3h το απόγευμα). Στα χρονικά διαστήματα αυτά των 3ωρών, είχε ρυθμιστεί το ηχόμετρο ανά 15min να καταχωρεί αυτόματα στην μνήμη του τις τιμές του ήχου με αποτέλεσμα σε κάθε σημείο να λαμβάνονται 24 μετρήσεις. Με το τέλος της μέτρησης χωρίς να κλείσει το ηχόμετρο και με τη χρήση ενός ηλεκτρονικού φορητού υπολογιστή αλλά και του προγράμματος dBdata Management Download Software ver. 1,5 μεταφέρονταν αυτόματα τα δεδομένα στο φορητό υπολογιστή.

9.5. Όργανο μέτρησης θορύβου

Το ηχόμετρο που χρησιμοποιήθηκε, προκειμένου να προσδιοριστούν τα επίπεδα του θορύβου στα διάφορα σημεία μέτρησης, ήταν ένα ψηφιακό ηχόμετρο, μοντέλο GA6224/6 της εταιρείας Castle Group που έχει έδρα την Μεγάλη Βρετανία. Το μοντέλο GA6224/6 έχει προσαρμοσμένο πάνω του μικρόφωνο τύπου 7052N 1/2". Μετρά ηχητικά επίπεδα πίεσης, της τάξης 20dB(A) έως 130 dB(A) και συχνότητες ήχου από 20 Hz έως 20kHz. Έχει την δυνατότητα να μετράει ταυτόχρονα τις στάθμες L_{aeq} , L_{Min} , L_{Max} , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} και L_{95} ενώ φέρει 3 φίλτρα εκτίμησης A, B, F(Flat) τα οποία ανάλογα με την περίπτωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση του θορύβου και ρυθμίζονται με το κουμπί A-C-Flat (Frequency Weighting Key). Ως καταλληλότερο επιλέχθηκε το φίλτρο A, το οποίο έχει μια ελαφρά αυξημένη απόκριση στις υψηλές συχνότητες όπως είναι ο κυκλοφοριακός θόρυβος. Δεξιά του οργάνου υπάρχει ο διακόπτης ανοίγματος και κλεισίματος του ηχομέτρου, υποδοχές για φορτιστή, υπολογιστή και ποτενσιόμετρο (καλιμπράρισμα) καθώς και έξοδοι AC και DC. Το κουμπί F-S (Time weighting Key) έχει σχέση με την παρατήρηση των αλλαγών της στάθμης του ήχου, επιλέγοντας το F(γρήγορα) έχουμε γρήγορη αλλαγή των σταθμών του θορύβου, ενώ με το S (αργά) έχουμε ένα μέσο όρο των διακυμάνσεων του ήχου. Προτιμήθηκε η θέση S του ηχομέτρου για τις αργές αλλαγές των τιμών του ήχου με βάση των 15min τιμές του ήχου που λαμβάνονταν.



Εικόνα 9.23. Οδηγός λειτουργιών ηχόμετρου (Πηγή : Αρμπής Γεώργιος)

Η έναρξη των μετρήσεων αρχίζει χειροκίνητα πατώντας το κουμπί start/stop key και τελειώνει με την πάροδο 3 ωρών και πάλι με το πάτημα του ίδιου κουμπιού. Είχε ρυθμιστεί πριν την έναρξη των μετρήσεων με το κουμπί Measurement Time Key οι τιμές του ήχου να καταχωρούνται αυτόματα ανά 15min στην μνήμη του ηχόμετρου. Με το τέλος της μέτρησης χωρίς να κλείσουμε το ηχόμετρο και με την χρήση ενός ηλεκτρονικού φορητού υπολογιστή αλλά και του προγράμματος dBdata Management Download Software ver. 1,5 μεταφέρονταν αυτόματα τα δεδομένα στο excel του

φορητού υπολογιστή. Πριν την χρησιμοποίηση του ηχομέτρου έγινε ρύθμιση της ώρας καθώς και της ημερομηνίας.



Εικόνα 9.24. Το ηχώμετρο που χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή των μετρήσεων (Πηγή: Αρμπής Γεώργιος)

9.6. Επιλογή δεικτών θορύβου

Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα μελέτη ήταν :

- **Στάθμη L_{eq}** ή ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου. Είναι σταθερά εκείνη στάθμη του θορύβου, η οποία για κάποια ορισμένη χρονική περίοδο της μέτρησης έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, κατά την ίδια χρονική περίοδο.
- **Στάθμη L_5** Είναι η στάθμη, η οποία ξεπεράστηκε κατά το 5% του χρόνου παρατήρησης. Χρησιμοποιείται για εκτίμηση της μέγιστης τιμής θορύβου κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
- **Στάθμη L_{10}** ή μέση στάθμη κορυφής (mean peak level). Είναι η στάθμη, η οποία ξεπεράστηκε κατά το 10% του χρόνου παρατήρησης. Χρησιμοποιείται για γενική εκτίμηση των ανωτάτων τιμών θορύβου.
- **Στάθμη L_{50}** ή μέση στάθμη (mean level). Είναι η στάθμη, η οποία ξεπεράστηκε κατά το 50% του χρόνου παρατήρησης. Χρησιμοποιείται για γενική εκτίμηση μιας μέσης τιμής θορύβου .
- **Στάθμη L_{90}** ή μέσο επίπεδο θορύβου (background level). Είναι η στάθμη, η οποία ξεπεράστηκε κατά το 90% του χρόνου παρατήρησης. Χρησιμοποιείται για γενική εκτίμηση των κατώτατων τιμών θορύβου.
- **Στάθμη L_{95}** . Είναι η στάθμη, η οποία ξεπεράστηκε κατά το 95% του χρόνου παρατήρησης .
- **Στάθμη L_{Min}** . Είναι η μικρότερη τιμή της στάθμης που εμφανίστηκε εντός του χρόνου παρατήρησης.
- **Στάθμη L_{Max}** . Είναι η μεγαλύτερη τιμή της στάθμης που εμφανίστηκε εντός του χρόνου παρατήρησης.

9.7. Αποτελέσματα των μετρήσεων

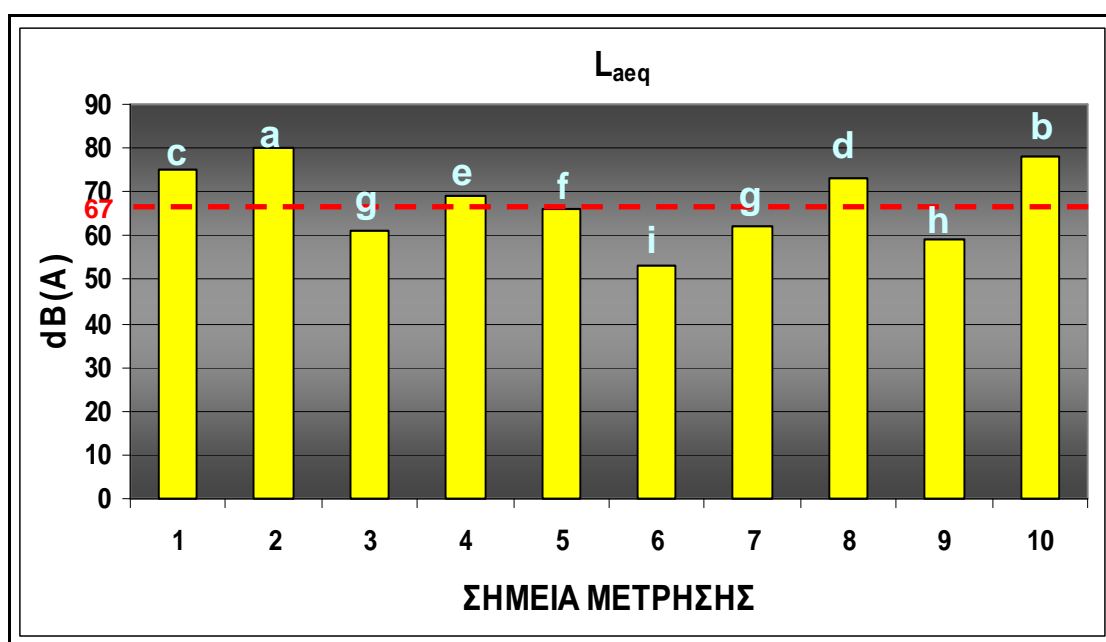
Στον παρακάτω πίνακα 9.1 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι (\pm τυπικό σφάλμα) των τιμών θορύβου των δεικτών L_{aeq} , L_{min} , L_{max} , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} και L_{95} για τα σημεία δειγματοληψίας 1 ως 10 και τα οποία φαίνονται στα διαγράμματα 9.1,9.2-9.8.

Πίνακας 9.1.

| ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΔΕΙΚΤΕΣ | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | L_{aeq} | L_{min} | L_{max} | L_5 | L_{10} | L_{50} | L_{90} | L_{95} |
| | dB(A) | | | | | | | |
| 1 | 75 ($\pm 1,24$) | 66 ($\pm 1,00$) | 86 ($\pm 3,08$) | 80 ($\pm 2,77$) | 77 ($\pm 1,88$) | 73 ($\pm 0,69$) | 70 ($\pm 0,84$) | 69 ($\pm 0,86$) |
| 2 | 80 ($\pm 1,25$) | 72 ($\pm 2,74$) | 84 ($\pm 3,23$) | 83 ($\pm 2,09$) | 82 ($\pm 1,18$) | 79 ($\pm 0,84$) | 76 ($\pm 1,79$) | 74 ($\pm 2,48$) |
| 3 | 61 ($\pm 2,03$) | 56 ($\pm 1,11$) | 68 ($\pm 3,64$) | 63 ($\pm 3,03$) | 61 ($\pm 2,87$) | 60 ($\pm 1,66$) | 57 ($\pm 1,13$) | 57 ($\pm 1,10$) |
| 4 | 69 ($\pm 2,14$) | 61 ($\pm 0,96$) | 77 ($\pm 4,73$) | 72 ($\pm 3,46$) | 70 ($\pm 2,52$) | 67 ($\pm 0,93$) | 65 ($\pm 0,89$) | 63 ($\pm 0,87$) |
| 5 | 66 ($\pm 2,35$) | 59 ($\pm 2,64$) | 73 ($\pm 3,93$) | 71 ($\pm 3,23$) | 69 ($\pm 2,61$) | 65 ($\pm 2,07$) | 60 ($\pm 2,50$) | 60 ($\pm 2,61$) |
| 6 | 53 ($\pm 2,68$) | 48 ($\pm 1,51$) | 63 ($\pm 5,07$) | 57 ($\pm 4,32$) | 54 ($\pm 3,30$) | 50 ($\pm 1,38$) | 49 ($\pm 1,37$) | 48 ($\pm 1,30$) |
| 7 | 62 ($\pm 1,64$) | 57 ($\pm 1,03$) | 69 ($\pm 4,10$) | 66 ($\pm 2,87$) | 65 ($\pm 2,07$) | 62 ($\pm 0,96$) | 60 ($\pm 0,83$) | 58 ($\pm 0,93$) |
| 8 | 73 ($\pm 2,02$) | 66 ($\pm 2,41$) | 78 ($\pm 3,18$) | 76 ($\pm 2,22$) | 75 ($\pm 2,21$) | 72 ($\pm 1,39$) | 69 ($\pm 2,14$) | 68 ($\pm 2,14$) |
| 9 | 59 ($\pm 1,89$) | 51 ($\pm 1,40$) | 71 ($\pm 2,90$) | 68 ($\pm 2,12$) | 66 ($\pm 2,41$) | 57 ($\pm 2,07$) | 52 ($\pm 1,53$) | 51 ($\pm 1,38$) |
| 10 | 78 ($\pm 0,89$) | 72 ($\pm 1,27$) | 83 ($\pm 2,37$) | 81 ($\pm 1,60$) | 80 ($\pm 1,02$) | 77 ($\pm 0,92$) | 74 ($\pm 1,24$) | 73 ($\pm 1,30$) |

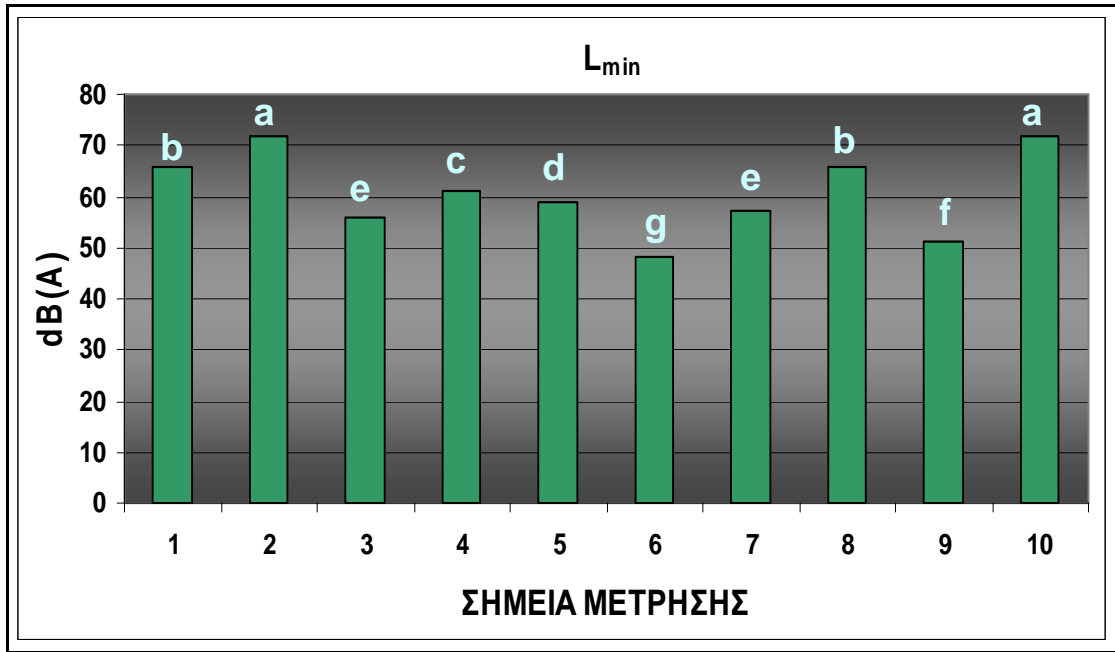
Τα τυπικά σφάλματα μας βοηθάνε να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τις αυξομειώσεις των επιπέδων θορύβου που έχουν σχέση με την πηγή εκπομπής, όσο και με το σημείο μέτρησης, δίνοντας μας επιπλέον πληροφορίες για τις συνθήκες που επικρατούσαν κατά την διεξαγωγή των μετρήσεων.

Στα Διαγράμματα 9.1,9.2-9.8 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τους οκτώ δείκτες στα διάφορα σημεία μέτρησης. Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το ειδικό λογισμικό Statgraphics (Statistical Graphics Corp. Englewood Cliffs , NJ, USA). Η σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων έγινε με τη μέθοδο L.S.D με επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$. Τα γράμματα, τα οποία συνοδεύουν τις τιμές των μέσων υποδηλώνουν το αν υπάρχουν ή όχι στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$.

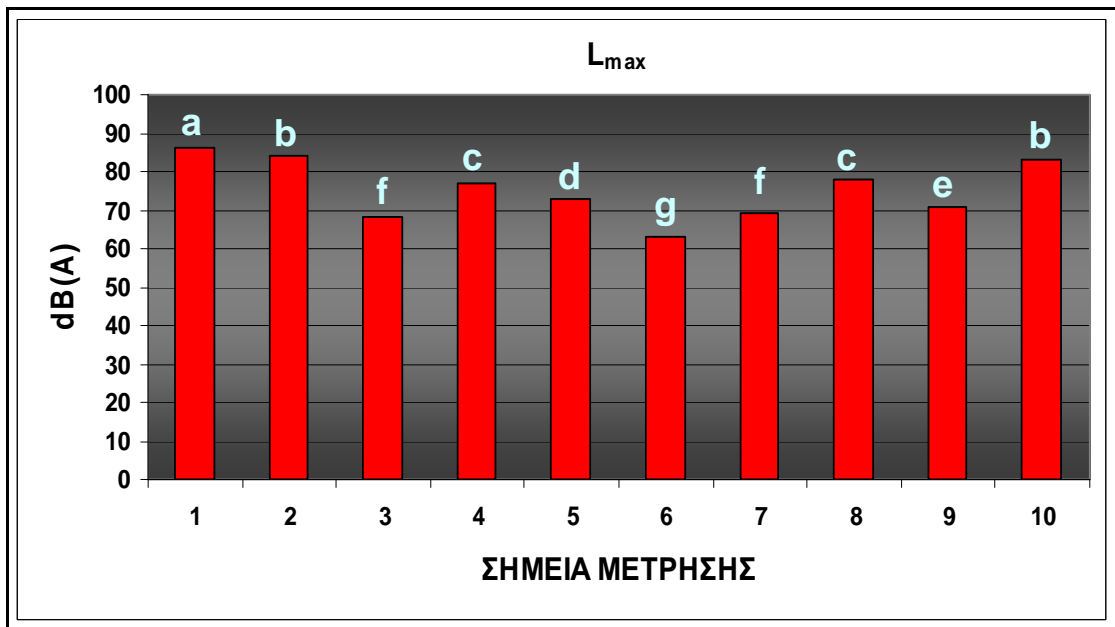


* Με την διακεκομμένη κόκκινη γραμμή φαίνεται το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο κυκλοφοριακού θορύβου για τον δείκτη L_{aeq} (ΦΕΚ 395/Β 19-06-92)

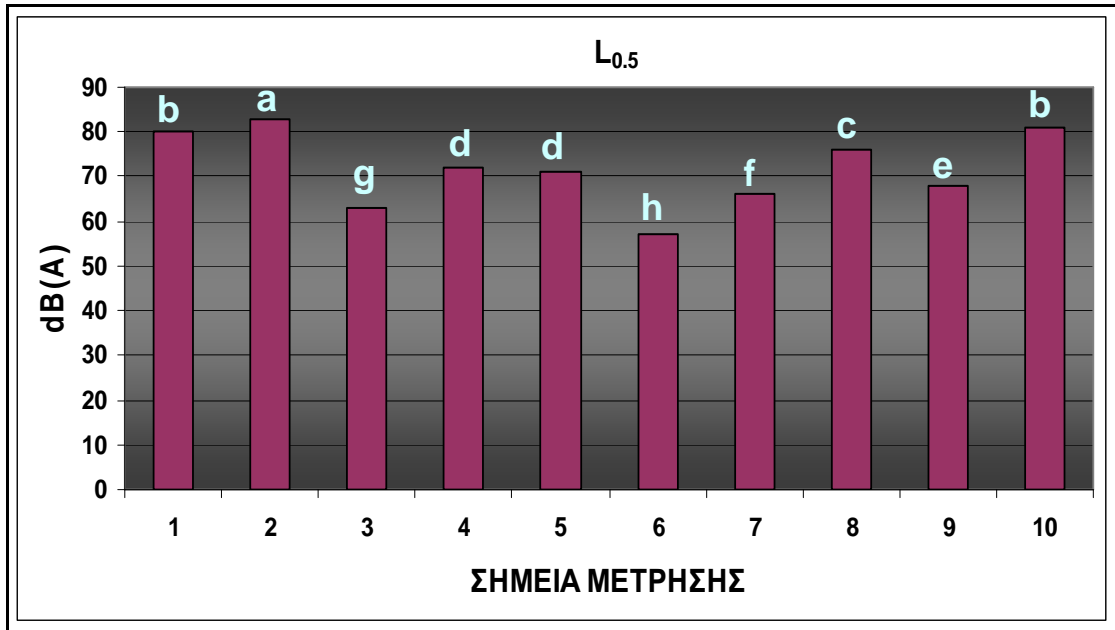
Διάγραμμα 9.1. Δείκτης L_{aeq} στα διάφορα σημεία μέτρησης



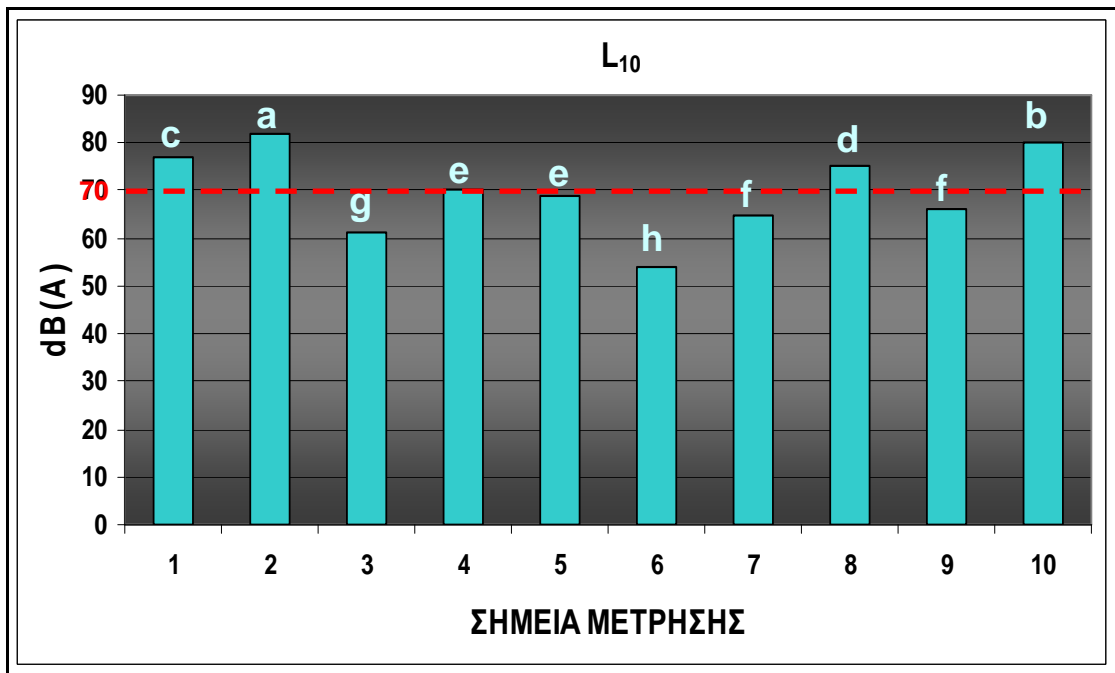
Διάγραμμα 9.2. Δείκτης L_{min} στα διάφορα σημεία μέτρησης



Διάγραμμα 9.3. Δείκτης L_{max} στα διάφορα σημεία μέτρησης

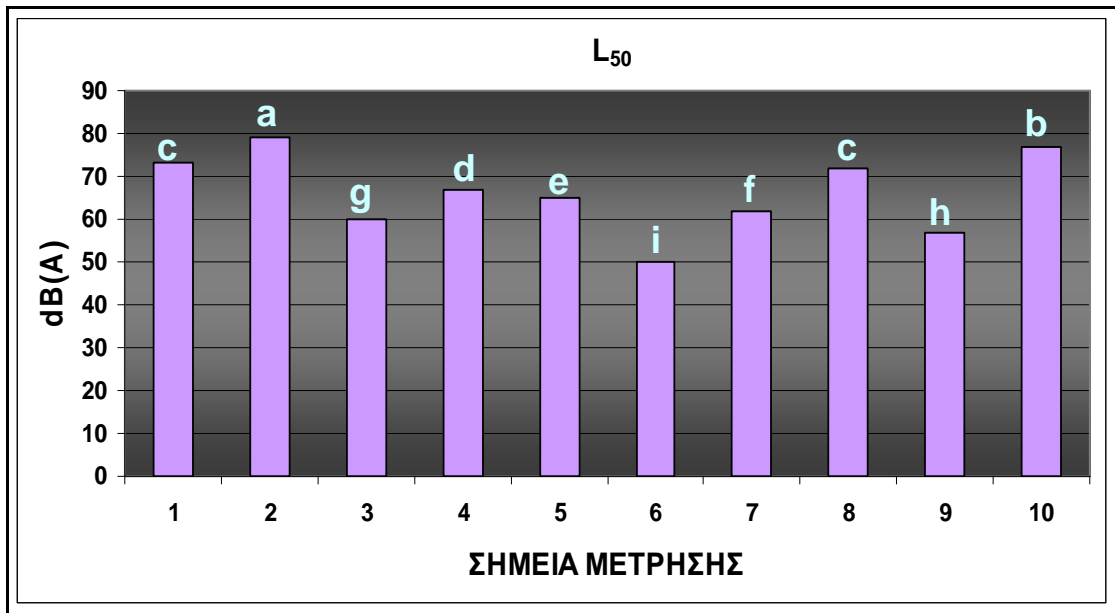


Διάγραμμα 9.4. Δείκτης L₅ στα διάφορα σημεία μέτρησης

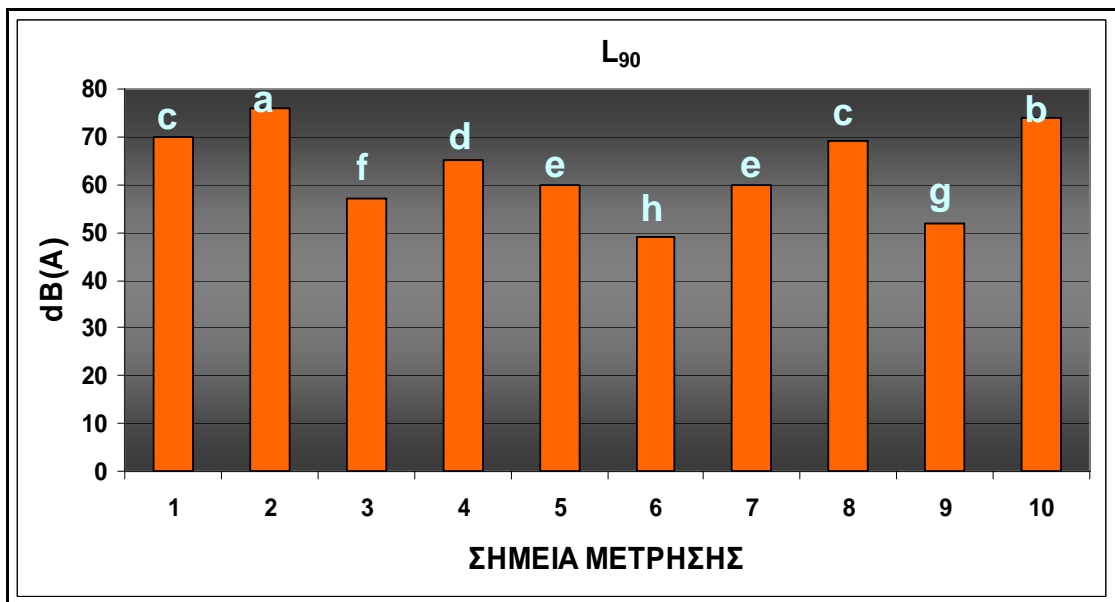


* Με την διακεκομμένη κόκκινη γραμμή φαίνεται το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο κυκλοφοριακού θορύβου για τον δείκτη L₁₀ (ΦΕΚ 395/Β 19-06-92)

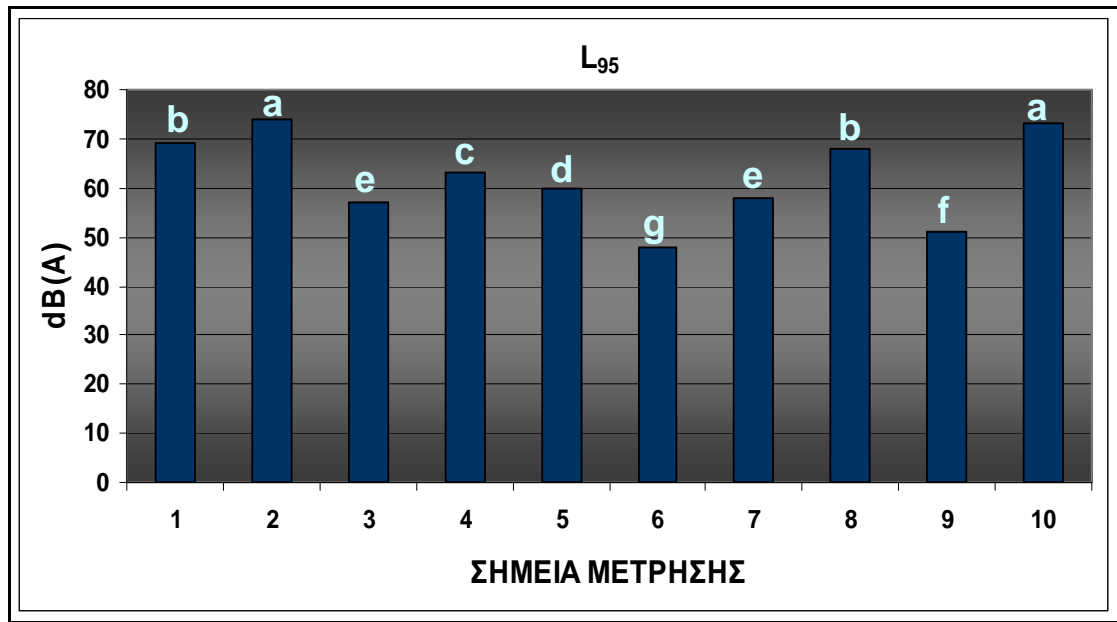
Διάγραμμα 9.5. Δείκτης L₁₀ στα διάφορα σημεία μέτρησης



Διάγραμμα 9.6. Δείκτης L₅₀ στα διάφορα σημεία μέτρησης



Διάγραμμα 9.7. Δείκτης L₉₀ στα διάφορα σημεία μέτρησης



Διάγραμμα 9.8. Δείκτης L_{95} στα διάφορα σημεία μέτρησης

9.8. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τους οκτώ δείκτες L_{eq} , L_{min} , L_{max} , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} και L_{95} στα δέκα διαφορετικά σημεία συμπεραίνονται τα εξής:

Τα δύο πρώτα σημεία τα οποία βρίσκονται, το μεν πρώτο κάτω από την υπερυψωμένη λεωφόρο Μικράς Ασίας και το δεύτερο επί της λεωφόρου Μικράς Ασίας εμφανίζουν πολύ υψηλές τιμές σε όλους τους δείκτες, με το Σημείο 2 να εμφανίζει υψηλότερες τιμές για όλους τους δείκτες σε σχέση με το Σημείο 1, με μοναδική εξαίρεση το L_{max} όπου το Σημείο 1 εμφανίζεται μεγαλύτερο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το Σημείο 1 βρίσκεται δίπλα στις γραμμές των διερχόμενων συρμών του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου (2 συρμοί ανά 5 λεπτά), που σε συνδυασμό με τις ανακλάσεις του θορύβου κάτω από τον υπερυψωμένο δρόμο, να έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση των μέγιστων τιμών θορύβου όταν περνάει κάποιος συρμός. Το σημείο 2 εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές σε όλους τους άλλους δείκτες, λόγω του ότι βρίσκεται πάνω στη λεωφόρο Μικράς Ασίας (στο μέσο του ευθύγραμμου τμήματος), με αποτέλεσμα την άμεση έκθεση του ηχομέτρου στο θόρυβο που προκαλούν τα διερχόμενα οχήματα, καθώς έχουν αναπτύξει την μέγιστη δυνατή ταχύτητα.

Το Σημείο 4 το οποίο βρίσκεται επί της οδού Κατσουλάκου, στο ύψος του ακάλυπτου χώρου της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων, παρουσιάζει μικρότερες τιμές σε σχέση με τα Σημεία 1 και 2 και στους οκτώ δείκτες. Παρ' όλα αυτά οι τιμές του δεν μπορούν να θεωρηθούν μικρές, αφού η λεωφόρος Μικράς Ασίας βρίσκεται σε αρκετά μεγάλη απόσταση. Ο λόγος αυτών των υψηλών τιμών είναι, αφενός ότι η λεωφόρος Μικράς Ασίας στην αρχή της βρίσκεται σε ψηλότερο επίπεδο από τον περιβάλλοντα χώρο, με αποτέλεσμα ο θόρυβος από τα διερχόμενα οχήματα να επηρεάζει σημαντικά μεγαλύτερη περιοχή απ' ότι ο θόρυβος που προέρχεται από την ίδια πηγή σε επίπεδο έδαφος (Κόφιτσας, 2006) και αφετέρου η έλλειψη τυχόν εμποδίων τα οποία θα επηρέαζαν την διάδοση του θορύβου. Ανάμεσα στην πηγή ηχορύπανσης και το Σημείο 4 υπάρχει αδόμητος χώρος, χωρίς βλάστηση.

Το σημείο 5 βρίσκεται επί της οδού Επονιτών και εμφανίζει σημαντικά μικρότερες τιμές, τόσο με την πηγή ηχορύπανσης (Σημεία 1 και 2), όσο και με το Σημείο 4. Η σημαντικές διαφορές στις τιμές των δεικτών με την πηγή

ηχορύπανσης, μπορούν να αποδοθούν τόσο στην απόσταση, όσο και στην ύπαρξη υψηλών κτιρίων (εργοστάσιο Αιγαίον-αποθήκες-περίφραξη με τοίχο ύψους 4m) ανάμεσα στο Σημείο 5 και στη λεωφόρο Μικράς Ασίας, τα οποία λειτουργούν ως ηχοπέτασμα στη διάδοση του θορύβου.

Το Σημείο 3 εμφανίζει σε όλους τους δείκτες του, πλην των L_{max} και L_{min} , τιμές γύρω στα 60 dB (A), τιμές αρκετά υψηλές αν υπολογίσουμε ότι βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση απ' όλες τις πηγές ηχορύπανσης. Παρ' όλα αυτά πρόκειται για ένα ανοικτό χώρο και ταυτόχρονα εκτεθειμένο στους θορύβους που προέρχονται, τόσο από τους ανισόπεδους κόμβους των λεωφόρων Ποσειδώνος (νότια) και Μικράς Ασίας (δυτικά) όσο και από τον δρόμο Καραολή & Δημητρίου.

Στο Σημείο 6, το οποίο βρίσκεται εντός του οικιστικού ιστού, εμφανίζονται οι μικρότερες τιμές σε όλους του δείκτες. Αυτό οφείλεται στην μακρινή απόσταση από όλες τις πηγές ηχορύπανσης, στην ύπαρξη κτιρίων τα οποία λειτουργούν ως ηχοπετάσματα και στην μηδαμινή κυκλοφορία οχημάτων εντός του οικιστικού ιστού.

Το Σημείο 8 εμφανίζει αρκετά υψηλές τιμές για όλους τους δείκτες εξαιτίας του μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου που παρουσιάζει ο δρόμος Καραολή και Δημητρίου (Λ. Βεΐκου). Το Σημείο 7 που βρίσκεται επί της οδού Εμμανουηλίδου στο κέντρο των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ παρουσιάζει μικρότερες τιμές, οι οποίες είναι σε άμεση συνάρτηση με τις τιμές του Σημείου 8. Οι μειωμένες αυτές τιμές του θορύβου οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στην απόσταση (περίπου 100m) των δυο σημείων, αφού μεταξύ τους δεν μεσολαβεί βλάστηση ή τυχόν άλλο εμπόδιο που θα μπορούσε να μειώσει την διάδοση του θορύβου.

Το Σημείο 9, το οποίο βρίσκεται επί της οδού Ανδρέα Μουράτη, παρουσιάζει πολύ χαμηλές τιμές σε όλους τους δείκτες. Οι σημαντικές διαφορές στις τιμές των δεικτών μεταξύ του Σημείου 9 και του Σημείου 10, το οποίο βρίσκεται επί της λεωφόρου Πειραιώς, δεν μπορούν να αποδοθούν μόνο στην απόσταση, που έχουν μεταξύ τους τα δύο σημεία αλλά και στα κτίρια που υπάρχουν μεταξύ των δύο δρόμων, τα οποία λειτουργούν ως ηχοπετάσματα στην διάδοση του θορύβου.

Όσον αφορά τα τυπικά σφάλματα παρατηρούμε, ότι για τους δείκτες L_{aeq} , L_{max} , L_5 και L_{10} , το σημείο 6 παρουσιάζει τις μεγαλύτερες αποκλίσεις. Το

συγκεκριμένο σημείο βρίσκεται σε ένα δρόμο εντός της οικιστικής περιοχής. Ο συγκεκριμένος δρόμος είχε πολύ χαμηλή κυκλοφορία με αποτέλεσμα όταν περνούσε κάποιο αυτοκίνητο να αλλάζει απότομα η στάθμη του θορύβου. Αντίθετα οι μικρότερες αποκλίσεις εμφανίζονται στο σημείο 10 που βρίσκεται επί της λεωφόρου Πειραιώς. Το συγκεκριμένο σημείο βρίσκεται μακριά από φωτεινούς σηματοδότες και διασταυρώσεις, ενώ τα περισσότερα αυτοκίνητα κινούνταν με σταθερή ταχύτητα.

Για τους δείκτες L_{50} , L_{90} , L_{95} το μεγαλύτερο τυπικό σφάλμα παρουσιάζει το σημείο 5, το οποίο βρίσκεται πίσω από το παλιό εργοστάσιο Αιγαίον επί της οδού Επονιτών, κοντά σε σημείο όπου υπάρχει απαγορευτικό σήμα (STOP). Οι εκκινήσεις και τα σταματήματα των οχημάτων προκαλούν αυτή την υψηλή παραλλακτικότητα. Αντίθετα οι μικρότερες παραλλακτικότητες παρατηρούνται στο σημείο 1 κάτω από τον υπερυψωμένο δρόμο Μικράς Ασίας. Ο δρόμος λειτουργεί σαν ηχοπέτασμα και διατηρεί σταθερές τις τιμές θορύβου που προέρχονται από τον κυκλοφοριακό φόρτο της λεωφόρου Μικράς Ασίας.

10. ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΑΞΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

Στηριζόμενοι στα όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια σχετικά με τη υφιστάμενη κατάσταση, τόσο της περιοχής μελέτης, όσο και της ευρύτερης έκτασης, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας στον ευρύτερο βιομηχανικό χώρο της περιοχής ΧΡΩΠΕΙ ενός χώρου πρασίνου και αναψυχής ο οποίος θα εξυπηρετεί, τόσο τους κατοίκους της συνοικίας του Νέου Φαλήρου όσο και τους δημότες του Πειραιά. Κατά το σχεδιασμό του χώρου πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη η ανάγκη μείωσης της ηχορύπανσης που προκαλείται από την λεωφόρο Μικράς Ασίας, τον δρόμο Καραολή και Δημητρίου καθώς και από τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο εντός της περιοχής μελέτης.

Οι βασικοί άξονες για το σχεδιασμό και τη διαμόρφωση της περιοχής μελέτης είναι:

- Δημιουργία ενός πυρήνα πρασίνου ο οποίος θα βελτιώσει βιοκλιματικά την ευρύτερη περιοχή του Νέου Φαλήρου και παράλληλα θα αποκαταστήσει το φυσικό περιβάλλον, το οποίο έχει επιβαρυνθεί από την παρουσία βιομηχανιών στη περιοχή της Σούδας. Όπως αναφέραμε και προηγουμένως ο Δήμος Πειραιά έχει μόλις τρεις ανοιχτούς χώρους, με κυριότερο πνεύμονα πρασίνου το άλσος του Προφήτη Ηλία (27στρ), αφού τόσο το πάρκο Δηλαβέρη, όσο και ο περιβάλλον χώρος του Σ.Ε.Φ φέρουν ελάχιστη βλάστηση. Από τα δημογραφικά στοιχεία της απογραφής του 2001 βλέπουμε ότι ο Πειραιάς έχει 175.697 κατοίκους. Ο γειτονικός Δήμος Μοσχάτου έχει πληθυσμό 23.513 κατοίκους (απογραφή 2001) και δεν έχει ούτε ένα χώρο πρασίνου, ενώ ο Δήμος Καλλιθέας με 109.609 κατοίκους (απογραφή 2001) έχει μόνο δύο διαμορφωμένους χώρους πρασίνου, την πλατεία Δαβάκη (4.5 στρ) και το πάρκο Χαροκόπου. Για όλους τους παραπάνω λόγους γίνεται άμεσα αντιληπτό, το πόσο αναγκαία είναι η δημιουργία ενός μεγάλου μητροπολιτικού πάρκου, το οποίο θα αποτελέσει ένα πνεύμονα πρασίνου για την ευρύτερη περιοχή του Πειραιά και θα ικανοποιεί τις ανάγκες των κατοίκων όλων των ηλικιών τόσο του Δήμου Πειραιά, όσο και των κατοίκων των γειτονικών δήμων.



Εικόνα 10.1. Διαμορφωμένοι χώροι πρασίνου στους Δήμους Πειραιά-Μοσχάτου-Καλλιθέας ((Πηγή : Google Earth)

- Μείωση της ηχορύπανσης που προκαλείται από τους δρόμους Μικράς Ασίας, Καραολή και Δημητρίου (Λ. Βεΐκου) καθώς και από τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία του πάρκου.
- Οπτικός αποκλεισμός των χώρων. Τόσο τα οικόπεδα της Χρωπεί, όσο και η έκταση της κλωστουφαντουργικής Αιγαίων γειτνιάζουν με μεγάλους οδικούς άξονες, ενώ στη νότια πλευρά του χώρου στάθμευσης του γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης υπάρχει ο ακάλυπτος χώρος της J&P –ΑΒΑΞ. Αυτές οι γειτνιάζουσες περιοχές αποτελούν ένα ακαλαισθητό θέαμα και γι' αυτόν τον λόγο κρίνεται απαραίτητος ο οπτικός αποκλεισμός της περιοχής μελέτης.
- Ανάδειξη της ιστορικότητας του χώρου με την παρουσία διατηρητέων κτιρίων τα οποία θα υπενθυμίζουν τον παρελθοντικό βιομηχανικό χαρακτήρα της περιοχής, ενώ θα βοηθήσουν τον επισκέπτη να γνωρίσει την μεγάλη ιστορία της περιοχής.

- Δημιουργία ενός χώρου κοινωνικότητας με την συγκέντρωση δραστηριοτήτων που αφορούν στον ελεύθερο χώρο των κατοίκων της περιοχής. Μέσα στους έντονους και αγχωτικούς ρυθμούς ζωής της πόλης, θα πρέπει ο χώρος με τις ιδιότητες του να συμβάλλει στην βελτίωση των ανθρωπίνων σχέσεων.
- Ενοποίηση των χώρων της ΧΡΩΠΕΙ, της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίον αλλά και του χώρου στάθμευσης του γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης μέσω ενός δικτύου διαδρόμων
- Ενοποίηση της περιοχής μελέτης με τον περιβάλλοντα χώρο του γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης, καθώς και αξιοποίηση των εμπορικών χώρων που βρίσκονται κάτω από αυτόν. Τα εμπορικά καταστήματα που βρίσκονται στο χώρο του Γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης παρουσιάζουν μειωμένη προσέλευση κόσμου τις μέρες όπου δεν πραγματοποιείται αγώνας ποδοσφαίρου (1-2 αγώνες/15μέρες). Αυτό έχει ως συνέπεια το κλείσιμο πολλών καταστημάτων. Με την ενοποίηση της περιοχής μελέτης με τον περιβάλλοντα χώρο του γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης, αναμένεται να αυξηθεί η επισκεψιμότητα στα εμπορικά καταστήματα, λόγω της προσέλευση κόσμου από το γειτονικό πάρκο.
- Ύπαρξη εκπαιδευτικού χαρακτήρα, με την δημιουργία ενός βοτανικού κήπου, που θα έχει σαν σκοπό, την ευαισθητοποίηση του κοινού και ιδιαίτερα των νέων σε θέματα περιβάλλοντος, του ρόλου των φυτών στις λειτουργίες και την σταθερότητα των οικοσυστημάτων. Γνωρίζοντας το φυτικό μας κόσμο από κοντά, μπορούμε να συνειδητοποιήσουμε σαφέστερα τη σημασία που έχουν τα φυτά και τα δάση για τη ζωή μας και να αντιμετωπίσουμε με περισσότερο σεβασμό το φυσικό μας περιβάλλον.
- Δημιουργία χώρων για άθληση και παιχνίδι. Από τα δημογραφικά στοιχεία της απογραφής του 2001 βλέπουμε ότι ο Πειραιάς έχει 55.718 νέους ηλικίας από 5 έως 29 ετών. Οι αθλητικοί χώροι όπως αναφέραμε παραπάνω είναι πολύ λίγοι για να ικανοποιήσουν την ανάγκη για άθληση και παιχνίδι των νέων του Πειραιά. Παρόλο που κοντά στην περιοχή μελέτης υπάρχουν αρκετά ανοικτά γήπεδα στο περιβάλλον χώρο του Σ.Ε.Φ, κρίνεται αναγκαία η δημιουργία και άλλων ανοικτών γηπέδων. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο αφού ο γειτονικός Δήμος

του Μοσχάτου δεν έχει ούτε ένα ανοικτό γήπεδο, ενώ έχει μόνο τρεις οργανωμένες παιδικές χαρές.

11. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

11.1. Μέτρα μείωσης των επιπέδων θορύβου

Από τις μετρήσεις θορύβου που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή μελέτης, προέκυψε ότι η ηχορύπανση στα οικόπεδα της ΧΡΩΠΕΙ προέρχεται κυρίως από την κυκλοφοριακή ροή του δρόμου Καραολή και Δημητρίου (Λ. Βεΐκου) με τον οποίο βρίσκεται σε άμεση γειννίαση. Στον χώρο που στεγαζόταν η κλωστοϋφαντουργική Αιγαίον, η ηχορύπανση αποδίδεται τόσο στον κυκλοφοριακό φόρτο της λεωφόρου Μικράς Ασίας, όσο και στην διέλευση των συρμών του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου. Έτσι κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων προκειμένου να περιοριστεί η διάδοση του θορύβου εντός του χώρου μελέτης και να δημιουργηθεί ένα πάρκο, εντός του οποίου τα επίπεδα ηχητικής όχλησης να είναι κατά πολύ μειωμένα και κάτω από τα θεσπισμένα επιτρεπτά όρια.

Το πρώτο μέτρο που προτείνεται, είναι η αντικατάσταση της περιφράξης της περιοχής μελέτης με τοίχιο κατασκευασμένο από σκυρόδεμα απορροφητικού τύπου. Το ύψος του τοιχίου θα είναι 2m, με μοναδική εξαίρεση την πλευρά που βρίσκεται επί της λεωφόρου Μικράς Ασίας όπου θα φτάνει τα 3,5 m. Ο λόγος είναι ότι στην αρχή της η λεωφόρος Μικράς Ασίας είναι υπερυψωμένη με αποτέλεσμα ο θόρυβος από τα διερχόμενα οχήματα να επηρεάζει σημαντικά μεγαλύτερη περιοχή. Το πλάτος του τοιχίου είναι 30 cm, ενώ στην κορυφή του θα φέρει στέψη πλάτους 10 cm, προκειμένου να περιοριστεί η περίθλαση των ηχητικών κυμάτων. Το τοίχιο στο εξωτερικό του θα δίνει την εντύπωση πέτρινου τοίχου, αφού θα έχει δημιουργηθεί ειδικό ανάγλυφο (Εικόνα 11.1).

Τα ηχοπετάσματα της κατηγορίας αυτής, εκτός της εξαιρετικά καλής απορρόφησης που έχουν, ταυτόχρονα παρουσιάζουν ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης, ενώ μπορούν να διαμορφωθούν αισθητικά με ανάγλυφες παραστάσεις ή και χρώματα. Με την επιλογή ενός τέτοιου τοιχίου, επιτυγχάνεται παράλληλα οπτικός αποκλεισμός της περιοχής μελέτης από τον γύρω ακαλαίσθητο χώρο.



Εικόνα 11.1. Προτεινόμενο ηχοπέτασμα από σκυρόδεμα
(Πηγή : www.whisper-wall.com)

Προκειμένου να ηχομονωθεί καλύτερα η λεωφόρος Μικράς Ασίας, κρίνεται αναγκαία η τοποθέτηση δύο ακόμα ηχοπετασμάτων. Τα δύο ηχοπετάσματα θα τοποθετηθούν κατά μήκος των δύο πλευρών της λεωφόρου Μικράς Ασίας, με στόχο την μείωση της περιοχής που επηρεάζει ο θόρυβος από τα διερχόμενα οχήματα, αφού η λεωφόρος Μικράς Ασίας στην αρχή της βρίσκεται σε υψηλότερο επίπεδο από τον περιβάλλοντα χώρο. Τα ηχοπετάσματα θα είναι από διαφανές πολυκαρβονικό υλικό και θα στηρίζεται με μεταλλικό σκελετό. Το ύψος τους θα είναι 3m και πάχους 1cm (Εικόνα 11.2)

Αυτού του είδους τα ηχοπετάσματα διατηρούν τον χαρακτήρα του περιβάλλοντος, λόγω της οπτικής τους ουδετερότητας, ενώ δεν προκαλούν αίσθημα περιορισμού στον οδηγό και επιτρέπουν τη διέλευση του φωτός. Έχουν μεγάλη αντοχή σε κρούση χωρίς παραγωγή θραυσμάτων και ανθεκτικότητα στην υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου και τη φωτιά (Κανελλαΐδης και Μπαλλής, 2004).



Εικόνα 11.2. Προτεινόμενο ηχοπέτασμα από διαφανές πλαστικό
(Πηγή :<http://www.tcdn.teiher.gr>)

Ένα δεύτερο μέτρο μείωσης της στάθμης του θορύβου, είναι ένα μεγάλο, μεταβαλλόμενο ύψους αναχώμα το οποίο θα κατασκευαστεί στην δυτική πλευρά του οικοπέδου της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων. Το μέγιστο πλάτος του αναχώματος θα κυμαίνεται από 6-12 m και το ύψος του από 2 έως 3,8 m. Το μεγαλύτερο πλάτος και ύψος του αναχώματος θα βρίσκεται στο νοτιοδυτικό σημείο του χώρου, δηλαδή εκεί όπου η λεωφόρος Μικράς Ασίας βρίσκεται σε υψηλότερο επίπεδο από τον περιβάλλοντα χώρο. Για την κατασκευή του αναχώματος θα χρησιμοποιηθούν τα μπάζα που υπάρχουν ήδη μέσα στον χώρο και τα οποία θα τοποθετηθούν στην βάση του αναχώματος για την δημιουργία των ισοϋψών. Εν συνεχεία θα τοποθετηθεί χώμα πάχους 1,5 m όπου και θα γίνουν οι φυτεύσεις. Δενδρώδη, θαμνώδη και ποώδη βλάστηση θα εγκατασταθεί επί του αναχώματος (Σχέδια 1-2).



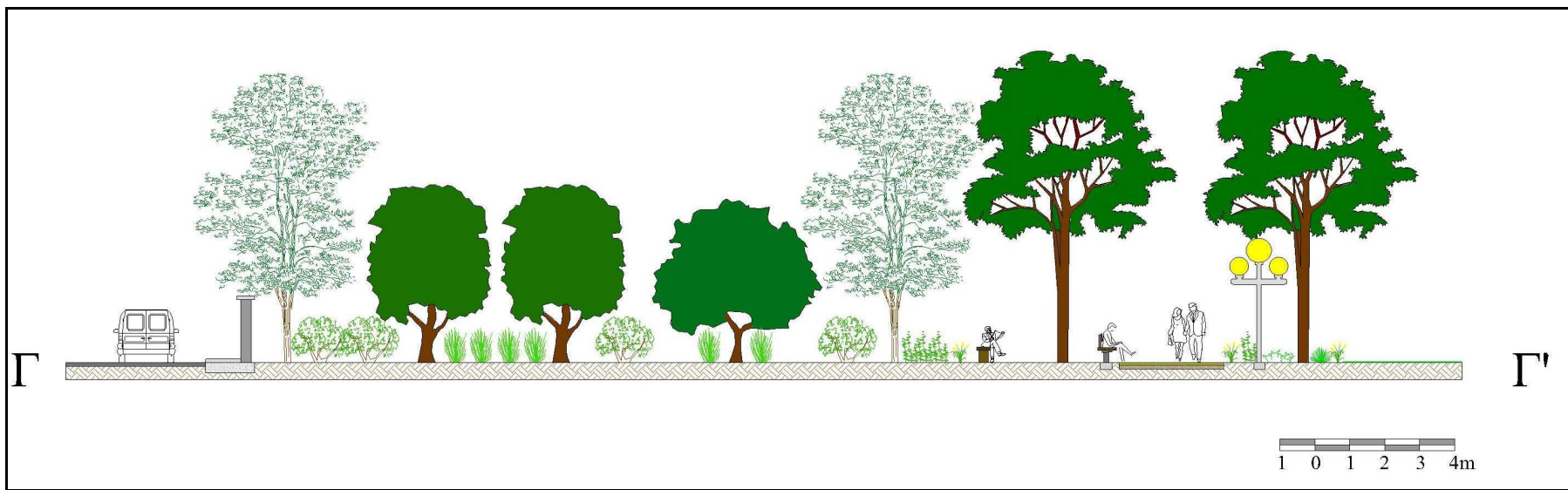
Σχέδιο 1-2. Τα ηχοπετάσματα σε συνδυασμό με την φύτευση, το ανάχωμα, την απόσταση και την υψομετρική διαφορά προστατεύουν τον χώρο του αμφιθεάτρου, από τον θόρυβο της λεωφόρου Μικράς Ασίας αλλά και των συρμών του ΗΣΑΠ



Εικόνα 11.3. Προτεινόμενο ανάχωμα
(Πηγή : <http://www.joconl.com/images/archivesid/23547/101.jpg>)

Κάποια άλλα μέτρα μείωσης των επιπέδων θορύβου από τις πηγές ηχορύπανσης, είναι οι εκτεταμένες και πυκνές φυτεύσεις καθώς και η χωροθέτηση διαφόρων υδατοκατασκευών (Σχέδιο 3). Προκειμένου να αντιμετωπιστεί ο θόρυβος βάθους από τις πηγές ηχορύπανσης, γίνεται προσπάθεια επικάλυψης αυτής της ηχητικής όχλησης με ήχους που να προσομοιάζουν σε αυτούς του φυσικού περιβάλλοντος. Έτσι ήχοι όπως ο παφλασμός του νερού ή το θρόισμα των φύλλων προκαλούν στον επισκέπτη ένα αίσθημα ηρεμίας και ησυχίας, παρόλο που τα επίπεδα του θορύβου από τις παρακείμενες πηγές ηχορύπανσης παραμένουν ίδια.

Τέλος κάποιες πρόσθετες πηγές θορύβου εντός του χώρου του πάρκου, όπως είναι οι αθλητικές εγκαταστάσεις και η παιδική χαρά, τοποθετούνται απομονωμένες κοντά στην πηγή ηχορύπανσης.



Σχέδιο 3. Πυκνή εκτεταμένη βλάστηση προστατεύει τον χώρο του πάρκου, από τον θόρυβο του δρόμου Καραολή & Δημητρίου

11.2. Βασικές σχεδιαστικές γραμμές

Λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές σχεδιασμού της πρότασης όπως αυτές αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, προτείνεται η διαμόρφωση του χώρου της ΧΡΩΠΕΙ αλλά και της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίον σε μητροπολιτικό πάρκο με τη χρήση σχεδιαστικών γραμμών οι οποίες θα επιτελούν τρεις βασικές και αλληλένδετες λειτουργίες :

- Θα συνδέουν τους τρεις διαφορετικούς χώρους (ΧΡΩΠΕΙ-Αιγαίον-χώρος στάθμευσης Γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης)
- Θα επιμερίζουν το σύνολο του πάρκου σε μικρότερες εκτάσεις, οι οποίες θα χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα αισθητικά και λειτουργικά γνωρίσματα. Η συνολική έκταση του πάρκου θα επιμερίζεται σε χώρους οι οποίοι είτε χαρακτηρίζονται αποκλειστικά από παρουσία βλάστησης, είτε σε συνδυασμό με αυτήν θα εξυπηρετούν συγκεκριμένες δραστηριότητες και λειτουργίες. Θα δημιουργηθούν χώροι αναψυχής, εκπαίδευσης, πολιτισμού, άθλησης και παιχνιδιού. Παράλληλα θα δημιουργηθούν σημεία στάσης και ανάπαυσης, καθώς και σημεία θές και οπτικών φυγών.
- Θα συμβάλλουν στη βελτίωση των βιοκλιματικών δεδομένων της ευρύτερης περιοχής. Η ύπαρξη ενός ανοικτού υπαίθριου χώρου εντός του αστικού ιστού θα έχει ως αποτέλεσμα την ευχερέστερη κίνηση των αερίων μαζών, γεγονός που συνεπάγεται την ανανέωση του αέρα της ευρύτερης περιοχής. Θα εγκατασταθεί πλούσια βλάστηση εντός του πάρκου, η οποία θα βελτιώσει τις μικροκλιματικές συνθήκες της περιοχής. Μετρήσεις τις θερμοκρασίας έχουν δείξει μέχρι και 2,8° C διαφορά μεταξύ του δομημένου κέντρου και υπαίθριου χώρου (Heisler, 1990). Παράλληλα με κατάλληλες παρεμβάσεις (ενοποιήσεις ανοικτών χώρων με δένδροφυτεύσεις δρόμων), θα δημιουργηθούν δίοδοι μεταφοράς αερίων μαζών από τη θάλασσα και το μελλοντικό πάρκο προς το κεντρο της πόλης.

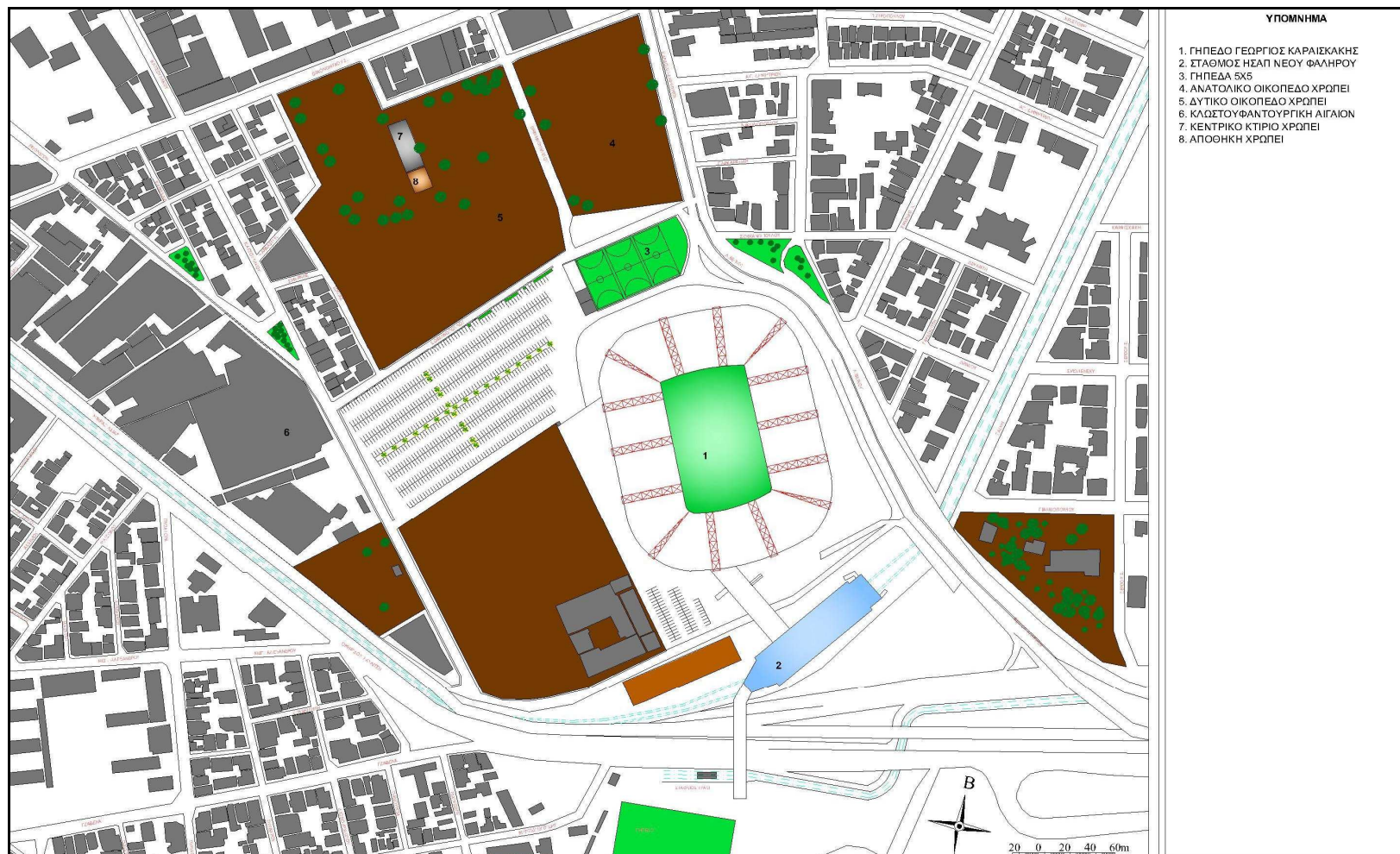
Η βασική ιδέα για τον σχεδιασμό των οικοπέδων της ΧΡΩΠΕΙ αλλά και κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίον στηρίχθηκε στη δημιουργία δύο διαφορετικών

χώρων και στην ένταξη τους στον ευρύτερο χώρο του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης. Η ενοποίηση αυτών των δύο διαφορετικών χώρων επιτυγχάνεται μέσω του χώρου στάθμευσης του γηπέδου.

Κατά τον σχεδιασμό και των δύο περιοχών χρησιμοποιήθηκαν καμπύλες γραμμές, με στόχο να προσδώσουν φυσικότητα στον χώρο αλλά και να προτρέψουν την κίνηση του επισκέπτη προκειμένου να εξερευνήσει ολόκληρο το χώρο.

Η σχεδίαση της περιοχής όπου στεγαζόταν η ΧΡΩΠΕΙ δεν ακολουθεί κάποιο αυστηρό πρότυπο, χρησιμοποιήθηκαν οφιοειδείς διαδρομές, λίμνες ελεύθερου σχήματος καθώς και πλούσια βλάστηση. Στόχος είναι να υπάρξει μια αισθητή μετάβαση μεταξύ του χώρου που θα δημιουργηθεί θυμίζοντας φυσικό τοπίο, σε σχέση με τον αυστηρό, ευθύγραμμο αστικό ιστό.

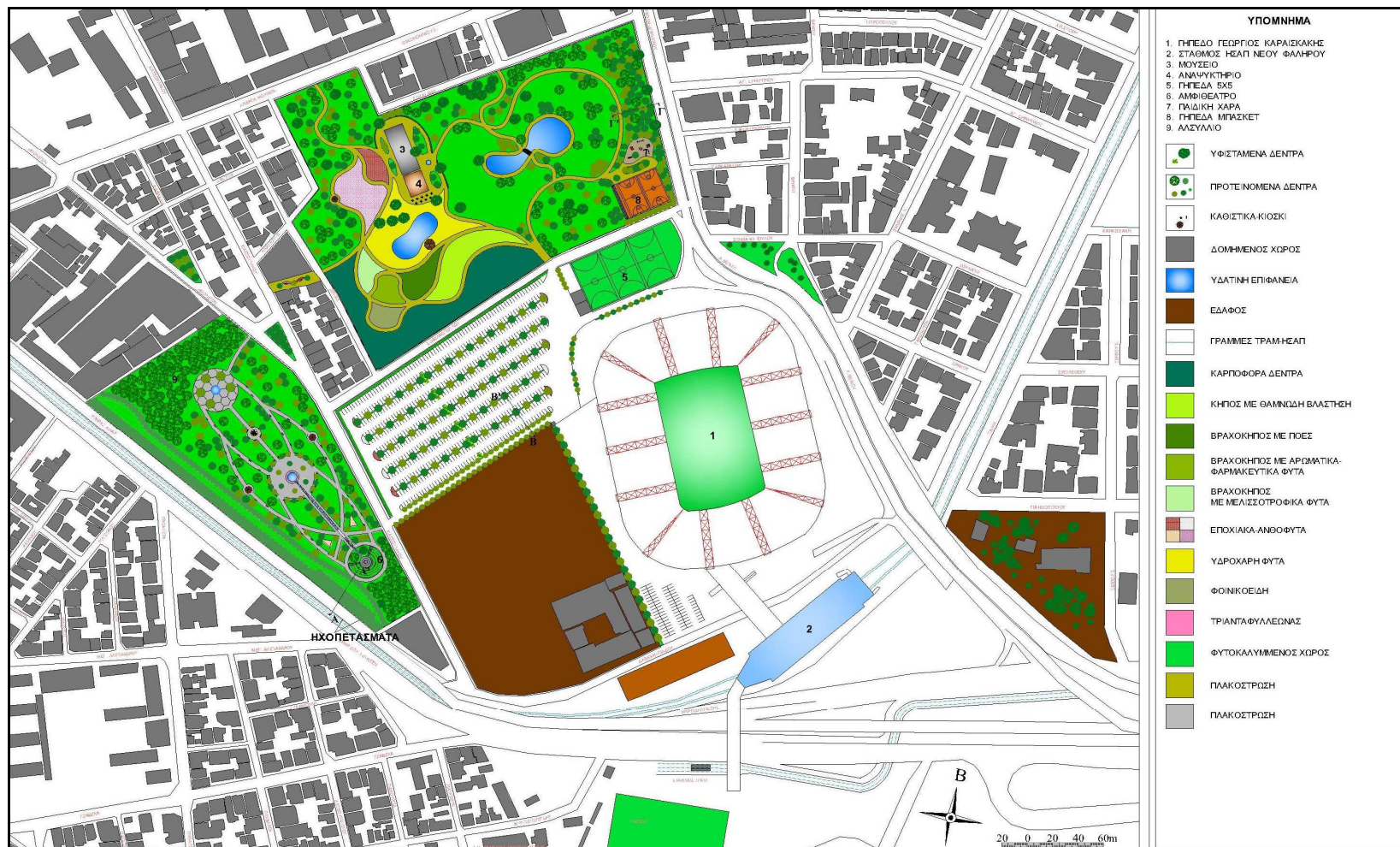
Για τον σχεδιασμό του μέρους όπου στεγαζόταν η κλωστοϋφαντουργική Αιγαίον, σε αντίθεση με τον χώρο της ΧΡΩΠΕΙ, χρησιμοποιήθηκαν πιο συμμετρικές καμπύλες γραμμές. Παράλληλα υπήρξε ένας κεντρικός άξονας συμμετρίας, ενώ χρησιμοποιήθηκε η τεχνική των ομόκεντρων κύκλων. Αυτή η αισθητή διαφοροποίηση των δύο χώρων, έχει σαν σκοπό να δημιουργήσει το κίνητρο αλλά ταυτόχρονα να προκαλέσει και την περιέργεια του επισκέπτη να εξερευνήσει και τους δύο χώρους.



Σχέδιο 4. Ο προς διαμόρφωση χώρος



Σχέδιο 5. Η πρόταση σχεδιασμού της περιοχής μελέτης



Σχέδιο 6. Η σχεδιαστική πρόταση του προς διαμόρφωση χώρου

11.3. Είσοδοι-Περίφραξη

Η πρόσβαση των επισκεπτών στο πάρκο καθώς και στον χώρο στάθμευσης του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης, γίνεται συνολικά διαμέσου εννιά εισόδων. Οι εισοδοί είναι διατεταγμένοι περιμετρικά της περιοχής μελέτης προκειμένου ο κάθε επισκέπτης να μπορεί να τη προσεγγίσει από όλα τα σημεία κατεύθυνσης. Μοναδική εξαίρεση αποτελούν η δυτική πλευρά του πάρκου της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων και η ανατολική πλευρά του πάρκου της ΧΡΩΠΕΙ, όπου δεν ήταν δυνατόν να δημιουργηθούν κάποιες εισοδοί επί των δρόμων Μικράς Ασίας και Καραολη & Δημητρίου.

Οι τρεις εισοδοί του χώρου στάθμευσης του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης, δηλαδή επί της οδού Σοφianoπούλου, Κατσουλάκου και Λ. Βεΐκου παραμένουν ως έχουν.

Στο μέρος όπου στεγαζόταν η ΧΡΩΠΕΙ καταργείται η οδός Εμμανουηλίδου και ταυτόχρονα δημιουργούνται τέσσερις νέοι εισοδοί. Η πρώτη και κεντρική είσοδος βρίσκεται επί της οδού Σοφianoπούλου, απέναντι ακριβώς από την είσοδο του χώρου στάθμευσης του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης. Η δεύτερη είσοδος βρίσκεται επί των οδών Σμύρνης και Νέας Ιωνιάς και εξυπηρετεί α) την μετάβαση των επισκεπτών από τον χώρο της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων και την οδό Επονοιών και β) την εύκολη πρόσβαση των κατοίκων του οικιστικού τμήματος του Νέου Φαλήρου που βρίσκεται δυτικά της ΧΡΩΠΕΙ. Η τρίτη είσοδος βρίσκεται επί της οδού Ανδρέα Μουράτη και η τέταρτη επί της οδού Σουλτάνη

Στο χώρο της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων δημιουργούνται δύο νέοι εισοδοί. Η πρώτη είσοδος δημιουργείται επί της οδού Κατσουλάκου, απέναντι ακριβώς από την είσοδο του χώρου στάθμευσης του γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης. Η είσοδος αυτή εξυπηρετεί στην εύκολη μετάβαση των επισκεπτών στον χώρο της ΧΡΩΠΕΙ και την είσοδο Σοφianoπούλου, μέσω του χώρου στάθμευσης. Η δεύτερη είσοδος δημιουργείται βορειότερα και συγκεκριμένα επί της οδού Επονοιών (Σχέδιο 7).

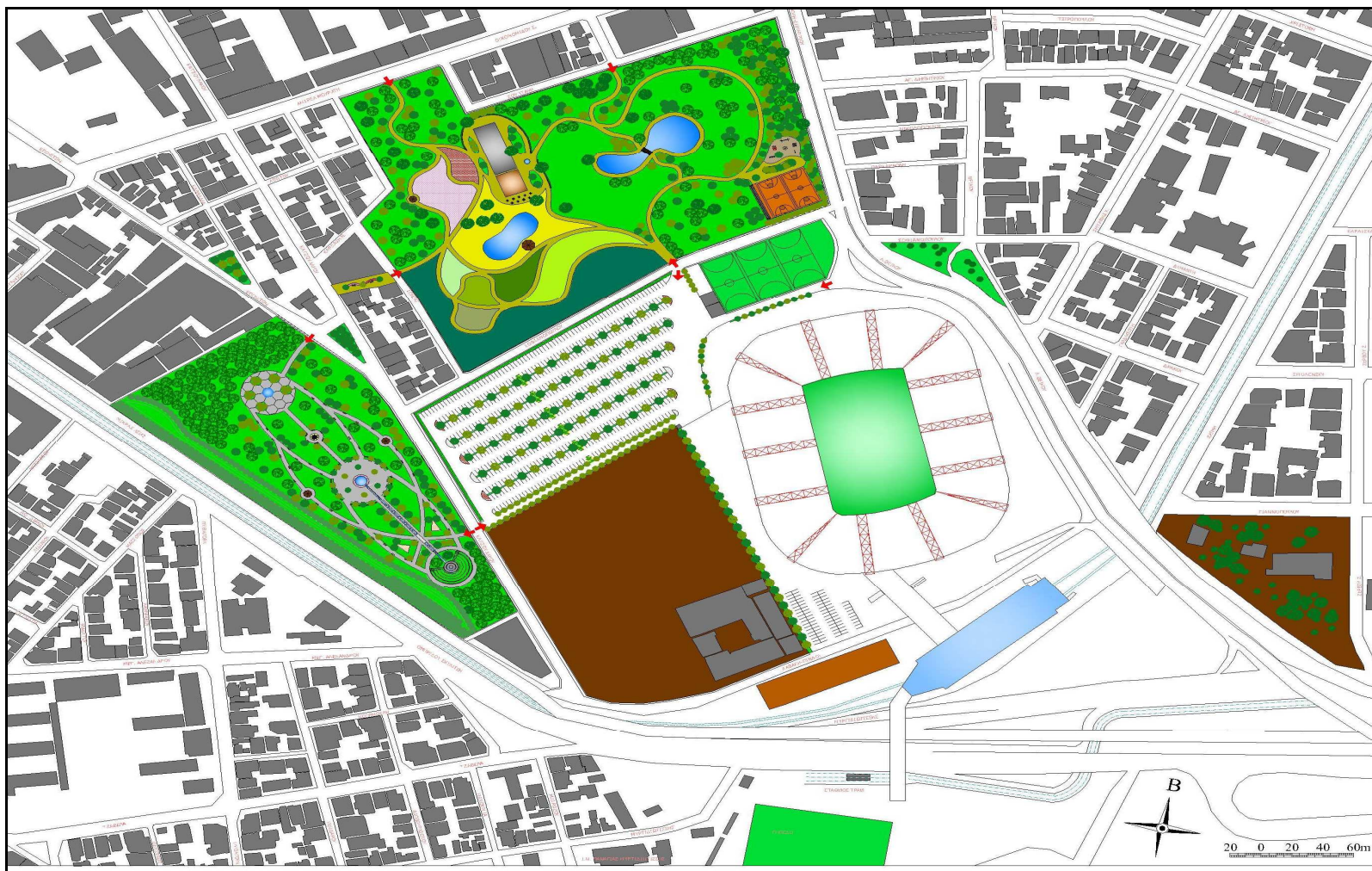
Για την εύκολη μετάβαση των επισκεπτών από το πάρκο ΧΡΩΠΕΙ στο πάρκο Αιγαίων, προτείνεται να πεζοδρομηθεί η οδός Σμύρνης και να τοποθετηθούν φωτεινοί σηματοδότες επί των οδών Κατσουλάκου και Επονοιών στο ύψος των εισόδων των δύο πάρκων.

Η περίφραξη της περιοχής μελέτης θα γίνει με τοίχιο κατασκευασμένο από σκυρόδεμα απορροφητικού τύπου. Το ύψος του τοιχίου θα είναι 2 m, με μοναδική εξαίρεση την πλευρά που βρίσκεται επί της λεωφόρου Μικράς Ασίας όπου θα φτάνει τα 3,5 m. Ο λόγος είναι ότι στην αρχή της η λεωφόρος Μικράς Ασίας είναι υπερυψωμένη με αποτέλεσμα ο θόρυβος από τα διερχόμενα οχήματα να επηρεάζει σημαντικά μεγαλύτερη περιοχή. Το πλάτος του τοιχίου είναι 30 cm, ενώ στην κορυφή του θα φέρει στέψη πλάτους 10 cm, προκειμένου να περιοριστεί η περίθλαση των ηχητικών κυμάτων. Το τοίχιο στο εξωτερικό του θα δίνει την εντύπωση πέτρινου τοίχου, αφού θα έχει δημιουργηθεί ειδικό ανάγλυφο.

Η περίφραξη των εισόδων του πάρκου θα γίνει με μεταλλικές μαύρου χρώματος καγκελόπορτες. Όλος ο χώρος θα εποπτεύεται από προσωπικό ασφαλείας όλο το εικοσιτετράωρο.



Εικόνα 11.4. Προτεινόμενες μεταλλικές καγκελόπορτες για τις εισόδους του πάρκου (Πηγή : <http://www.emancipationpark.org.jm/gallery/index.php>)



Σχέδιο 7. Απεικόνιση των εισόδων του πάρκου (κόκκινο χρώμα)

11.4. Διάδρομοι κίνησης

Βασική αρχή του σχεδιασμού είναι η δημιουργία ενός εκτεταμένου και ενιαίου δικτύου διαδρόμων , το οποίο να συνδέει τις διάφορες λειτουργίες του χώρου. Προσπάθεια καταβάλλεται ώστε η πορεία να μην είναι μονότονη και το τοπίο να αποκαλύπτεται σταδιακά κατά την κίνηση. Όλο το εσωτερικό δίκτυο διακίνησης του πάρκου προορίζεται για την κίνηση πεζών και ποδηλάτων.

Όλοι οι διάδρομοι κίνησης που δημιουργήθηκαν στην έκταση όπου στεγαζόταν η ΧΡΩΠΕΙ είναι οφιοειδείς, με στόχο να προσδώσουν φυσικότητα στον χώρο αλλά και να προτρέψουν την κίνηση του επισκέπτη προκειμένου να εξερευνήσει ολόκληρο το χώρο. Το πλάτος τους είναι 3m ενώ ξεκινούν από κάθε είσοδο του πάρκου και περιπλέκονται μεταξύ τους, προκειμένου να αποτελέσουν ένα ενιαίο δίκτυο που θα οδηγήσει τους επισκέπτες σε όλα τα σημεία του πάρκου. Όλες οι διαδρομές στρώνονται με κυβόλιθους, οι οποίοι τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να δίνουν την μορφή ψαροκόκκαλου. Παράλληλα, υπάρχουν κάποιοι μικρότεροι σε πλάτος διάδρομοι (2m), οι οποίοι οδηγούν σε κάποιες επιμέρους ενότητες όπως π.χ. σε κιόσκια.

Αντίθετα, στην έκταση της κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίων για τον σχεδιασμό των διαδρομών χρησιμοποιήθηκαν πιο στυλιζαρισμένες καμπύλες γραμμές, δημιουργώντας συμμετρικά καθώς και ομοιόμορφα μονοπάτια. Τα μονοπάτια ενώνουν τρεις κυκλικές επιμέρους ενότητες και έχουν σαν κέντρο συμμετρίας ένα κεντρικό ευθύγραμμο διάδρομο. Το πλάτος των διαδρόμων είναι 3m και στρώνονται με κυβόλιθους, οι οποίοι τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να δίνουν την μορφή ψαροκόκκαλου.

Όλοι οι διάδρομοι κίνησης φέρουν σε διάφορες θέσεις ράμπες για την εξυπηρέτηση των ατόμων με ειδικές ανάγκες.

11.5. Δομή και λειτουργικές ενότητες του πάρκου

Η έννοια του πάρκου βασίζεται στην απαίτηση για αναβάθμιση της ποιότητας της ζωής του αστικού πληθυσμού και παράλληλα στις αυξημένες απαιτήσεις του σύγχρονου ανθρώπου για αναψυχή. Η κάλυψη αυτών των απαιτήσεων συστηματοποιείται στους χώρους των πάρκων με το μέγεθος, τη ποικιλία και την ένταση των χρήσεων που περιπλέκονται στο πάρκο, σε συνδυασμό με το φυσικό περιβάλλον στο οποίο αυτό ανήκει ή με το φυσικό περιβάλλον το οποίο δημιουργείται στο πάρκο. Είναι πόλος έλξης πολιτιστικών, κοινωνικών, ψυχαγωγικών και αθλητικών δραστηριοτήτων των κατοίκων της πόλης. Γι' αυτό τον λόγο το πάρκο θα επιμεριστεί σε λειτουργικές ενότητες, οι οποίες θα εξυπηρετούν συγκεκριμένες δραστηριότητες.

Οι κυρίαρχοι χώροι και λειτουργικές ενότητες που θα αποτελούν και θα ενσωματώνονται χώρο του πάρκου είναι :

➤ **Χώρος στάθμευσης οχημάτων**

Στον χώρο στάθμευσης του Γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης θα πραγματοποιηθούν φυτεύσεις, ενώ ίδιος θα παραμείνει ο αριθμός των θέσεων στάθμευσης (789 θέσεις).

➤ **Άθληση**

Δημιουργούνται δύο γήπεδα basketball που σε συνδυασμό με τα 3 υπάρχοντα γηπεδά 5x5 αλλά και την προτεινόμενη παιδική χαρά, θα αποτελούν πηγή εκτόνωσης και παιχνιδιού για τα παιδιά της περιοχής.

➤ **Παιδικό παιχνίδι**

Χωροθετείται και διαμορφώνεται μια μεγάλη παιδική χαρά στο νοτιοανατολικό τμήμα του πάρκου της ΧΡΩΠΕΙ. Βρίσκεται σε ασφαλή απόσταση από την λίμνη (50 m) για αποφυγή ατυχημάτων.

➤ **Αναψυχή**

Το πάρκο θα προσφέρεται για ευχάριστους περιπάτους εξαιτίας της πολυπλοκότητας του δικτύου κίνησης, των εναλλαγών των επιμέρους λειτουργικών ενοτήτων στο σύνολο του χώρου καθώς και της πλούσιας βλάστησης που διαθέτει. Παράλληλα δημιουργούνται πρωτεύοντα και δευτερεύοντα σημεία στάσης και ανάπαυσης με καθιστικά και κιόσκια, καθώς και σημεία θέας και οπτικών φυγών με την χρήση βλάστησης.

Οι πόλοι έλξης που δημιουργούνται είναι οι εξής :

- Δύο κυκλικές πλατείες στο χώρο της κλωστοϋφαντουργικής ΑΙΓΑΙΟΝ. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην ανάδειξη της βλάστησης και στην παρουσία νερού σε αυτές. Τα συντριβάνια θα αποτελέσουν βασικό σημείο εστίασης για τους επισκέπτες, ενώ παράλληλα ο παφλασμός του νερού θα προκαλεί ένα αίσθημα ηρεμίας και ησυχίας στους επισκέπτες.
- Δύο τεχνητές λίμνες στο πάρκο της ΧΡΩΠΕΙ.
- Τεχνητό ρυάκι που θα ενώνει την πλατεία με το αμφιθέατρο. Κατά μήκος του ρυακιού θα υπάρχουν κτιστά καθιστικά , έτσι ώστε να μπορεί να παίξει ο επισκέπτης με το νερό.
- Αναψυκτήριο θα δημιουργηθεί στην διατηρητέα αποθήκη της παλιάς ΧΡΩΠΕΙ. Το αναψυκτήριο θα έχει θέα προς την μικρή τεχνητή λίμνη.
- Επιμέρους καθιστικά κατά μήκος του δικτύου κίνησης.
- Ανοικτός χώρος πρασίνου με γρασίδι, μπροστά από την μεγάλη τεχνητή λίμνη.
- Αλσύλλιο με καθιστικά, στο οποίο θα μπορούν να πηγαίνουν οι οικογένειες για πικ-νικ.,

➤ **Εκπαίδευση**

Προτείνεται η δημιουργία ενός βοτανικού κήπου στο δυτικό τμήμα του πάρκου της παλιάς ΧΡΩΠΕΙ. Ο βοτανικός κήπος θα περιλαμβάνει εννιά θεματικές ενότητες. Θα παρέχονται γνώσεις πάνω στον κόσμο των φυτών ενώ θα γίνονται και οργανωμένες ξεναγήσεις σε μαθητές σχολείων.

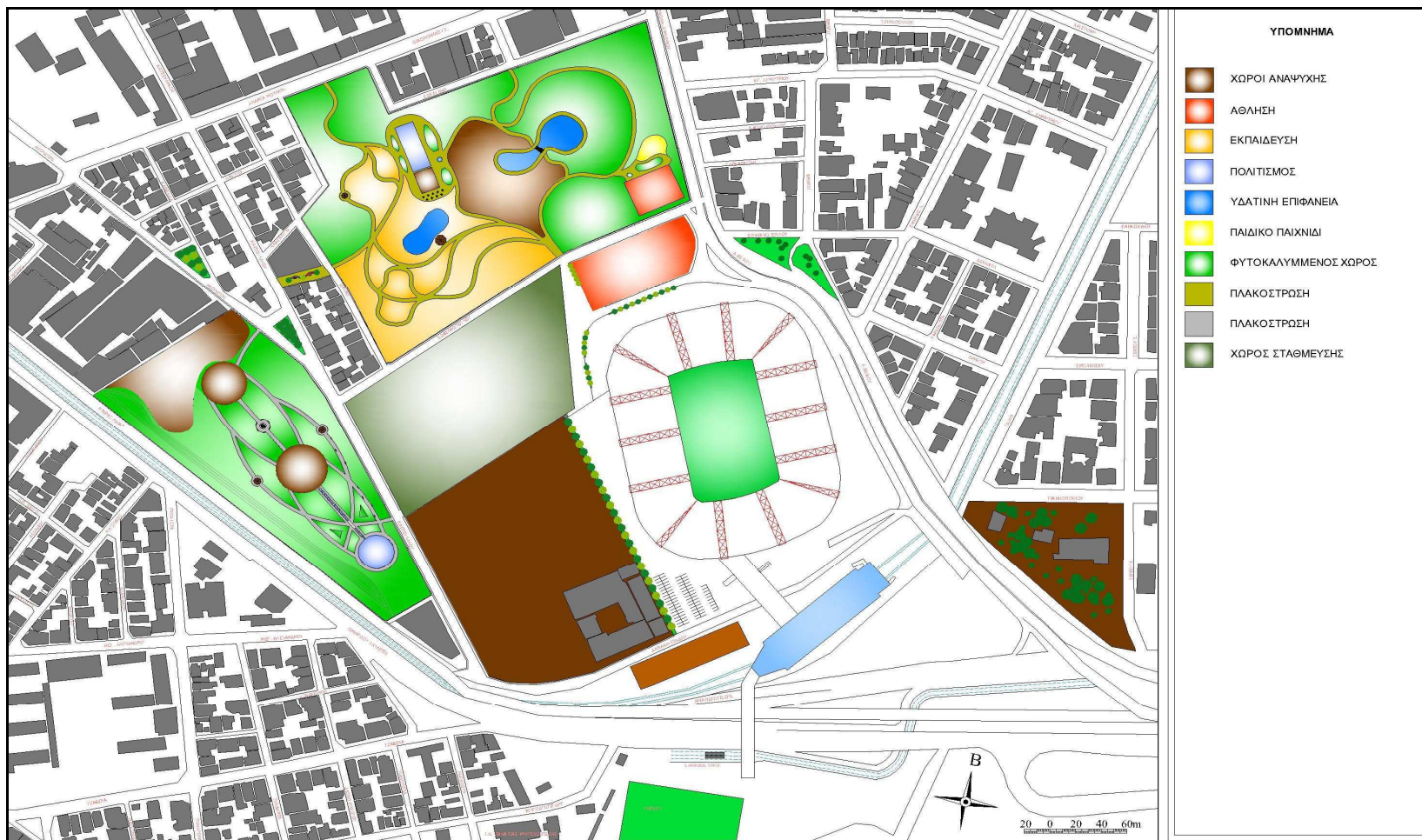
➤ **Πολιτισμός**

Προτείνεται η εγκατάσταση μουσείου ιστορίας της παλαιάς βιομηχανικής ζώνης του Νέου Φαλήρου στο διατηρητέο κεντρικό κτίριο της ΧΡΩΠΕΙ. Παράλληλα θα δημιουργηθεί ένα υπαίθριο αμφιθέατρο από χλοοτάπητα στο νότιο τμήμα του πάρκου της κλωστοϋφαντουργικής ΑΙΓΑΙΟΝ. Στο αμφιθέατρο αυτό θα μπορούν να γίνουν διάφορες πολιτιστικές εκδηλώσεις όπως, θεατρικές παραστάσεις, μικρές συναυλίες, ομιλίες κ.α.

11.5.1. Δραστηριότητες

Οι δραστηριότητες των χρηστών κατανέμονται σε :

- Ομαδικές δραστηριότητες : συναντήσεις, εστιάσεις, ομαδικό παιχνίδι, ομαδικός αθλητισμός, ανάπαυση, παιδότοπος.
- Ατομικές δραστηριότητες : περίπατος, ποδήλατο, ανάπαυση, διέλευση, ελεύθερο τρέξιμο, συμμετοχή σε πολιτιστικές και κοινωνικές δραστηριότητες.
- Πολιτιστικές-εκπαιδευτικές δραστηριότητες : ομιλίες, μουσείο, αμφιθέατρο, εκθέσεις, βοτανικός κήπος.



Σχέδιο 8. Απεικόνιση των λειτουργικών ενότητων του πάρκου

11.6. Αναλυτική περιγραφή σχεδιαστικής πρότασης

ΧΡΩΠΕΙ

Η έκταση που καταλαμβάναν οι εγκαταστάσεις της ΧΡΩΠΕΙ μετατρέπεται σε πάρκο. Το πάρκο προσφέρεται για ευχάριστους περιπάτους εξαιτίας της πολυπλοκότητας του δικτύου κίνησης, των εναλλαγών των επιμέρους λειτουργικών ενοτήτων στο σύνολο του χώρου καθώς και της πλούσιας βλάστησης που διαθέτει. Κατά τη σχεδίαση του χώρου χρησιμοποιήθηκαν ελεύθερες καμπύλες γραμμές, με στόχο να προσδώσουν φυσικότητα στον χώρο αλλά και να προτρέψουν την κίνηση του επισκέπτη προκειμένου να εξερευνήσει ολόκληρο το χώρο. Οι διάδρομοι κίνησης είναι οφιοειδούς μορφής, πλάτους 3m και διασχίζουν ολόκληρο το πάρκο. Ο επισκέπτης κατά την κίνηση του μέσα στον χώρο, βλέπει ανοιχτούς χώρους με διάσπαρτα δέντρα να εναλλάσσονται κλειστούς χώρους με συστάδες δέντρων και θάμνων. Ξύλινα καθιστικά εγκαθίστανται κατά διαστήματα για την στάση και ανάπαυση των επισκεπτών.

Εντός του χώρου του πάρκου δημιουργούνται δύο τεχνητές λίμνες. Η μεγαλύτερη εντοπίζεται στη βορειοανατολική πλευρά του πάρκου, ενώ η μικρότερη στη νοτιοδυτική πλευρά. Το σχήμα και των δύο λιμνών είναι ελεύθερο προκειμένου να προσομοιάζουν όσο το δυνατόν με φυσικές. Για την κατασκευή των λιμνών πραγματοποιείται εκσκαφή των υφιστάμενων περιοχών σε βάθος 1,5m και εκατέρωθεν των λάκκων εκσκαφής δημιουργούνται επιχώματα μέγιστου ύψους 2m. Η εκσκαφή σταθεροποιείται με οπλισμένο σκυρόδεμα και με τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργούνται πρανή καθόλη την περιφέρεια του λάκκου από την επιφάνεια των επιχωμάτων ως τον πυθμένα του λάκκου. Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία δεξαμενής σε μέγιστο βάθος λιγότερο από 4m. Για λόγους στεγανότητας της δεξαμενής, τοποθετείται πλαστική μεμβράνη στην εξωτερική πλευρά της. Οι λίμνες θα εμπλουτιστούν με ποικιλία ψαριών, υδρόβιων πτηνών και υδρόβιων φυτών, προσδίδοντας στο χώρο οικολογικό και βιολογικό χαρακτήρα, αυξάνοντας παράλληλα το ενδιαφέρον των επισκεπτών. Περιμετρικά της μεγαλύτερης λίμνης υπάρχει μονοπάτι, ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται ξύλινη γέφυρα η οποία θα εξυπηρετεί την κίνηση των επισκεπτών πάνω από την λίμνη. Η επιλογή της ξύλινης γέφυρας έγινε, προκειμένου να εναρμονίζεται

όσο το δυνατόν περισσότερο με το φυσικό τοπίο που προσπαθούμε να δημιουργήσουμε στο πάρκο ΧΡΩΠΕΙ.



Εικόνα 11.4. Προτεινόμενη μορφή των τεχνητών λιμνών
(Πηγή : <http://www.rhs.org.uk>)



Εικόνα 11.5. Πανομοιότυπη εικόνα της ξύλινης γέφυρα που θα κατασκευαστεί
(Πηγή : <http://images.google.gr>)

Στην διατηρητέα αποθήκη του εργοστασίου της ΧΡΩΠΕΙ προτείνεται η κατασκευή αναψυκτηρίου – εστιατορίου για την εξυπηρέτηση των επισκεπτών. Το αναψυκτήριο θα έχει θέα προς την μικρή λίμνη, ενώ ανάμεσα τους θα υπάρχει πλακοστρωμένος χώρος με κυβόλιθους, για την υπαίθρια λειτουργία του αναψυκτηρίου κατά τους θερινούς μήνες (Σχέδιο 9).

Όσον αφορά το διατηρητέο κεντρικό κτίριο της ΧΡΩΠΕΙ, προτείνεται η εγκατάσταση μουσείου ιστορίας της παλαιάς βιομηχανικής ζώνης του Νέου Φαλήρου. Πρόκειται για ένα μουσείο το οποίο θα στεγάζει συλλογές και εκθέσεις για την προβιομηχανική και βιομηχανική τεχνολογία της ευρύτερης περιοχής και το οποίο θα βοηθάει τον επισκέπτη να γνωρίσει την μεγάλη ιστορία της περιοχής. Πολλά από τα μηχανήματα που χρησιμοποιούσαν κατά την πλήρη λειτουργία των βιομηχανιών, διασώζονται και προτείνεται να συγκεντρωθούν όλα μαζί σε αυτόν τον εκθεσιακό χώρο. Ένα τέτοιο μουσείο επιδιώκει την σύνδεση του παρόντος με το μέλλον. Θα αποτελεί ένα δυναμικό χώρο, που δεν θα περιορίζεται μόνο στη στατική μεταφορά στο παρελθόν, αλλά θα διεκδικεί ενεργό ρόλο στη διαμόρφωση του παρόντος και του μέλλοντος. Γι' αυτό τον λόγο θα παρέχονται στους επισκέπτες χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την ιστορία της βιομηχανικής ζώνης αλλά και την λειτουργία των μηχανημάτων. Παράλληλα θα δίνεται η δυνατότητα στον επισκέπτη να πληροφορηθεί για τα σύγχρονα μηχανήματα αλλά και τους τρόπους λειτουργίας των σημερινών βιομηχανιών. Περιμετρικά του κτιρίου θα υπάρχουν παρτέρια με πλούσια δενδρώδη και θαμνώδη βλάστηση, ενώ ανατολικά του κτιρίου δεσπόζει η ύπαρξη ενός κυκλικού συντριβανιού (Σχέδιο 9).

Στη νοτιοανατολική πλευρά του χώρου της ΧΡΩΠΕΙ, προτείνεται η δημιουργία παιδικής χαράς, καθώς και δύο γηπέδων καλαθοσφαίρισης. Η επιλογή της τοποθέτησής τους σε αυτόν το χώρο έγινε για τρεις λόγους: α) είναι κοντά με τα τρία γήπεδα 5x5 β) είναι απομονωμένα σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους του πάρκου, αφού αποτελούν μία επιπλέον πηγή ηχορύπανσης μέσα στο πάρκο για τους επισκέπτες που θέλουν να ηρεμήσουν και γ) βρίσκονται κοντά στον δρόμο Καραολή και Δημητρίου, τα παιδιά κατά την διάρκεια του παιχνιδιού δεν ενοχλούνται ιδιαίτερα από τις υψηλές στάθμες θορύβου. Η μικρή απόσταση της παιδικής χαράς από τα

γήπεδα καλαθοσφαίρισης, προτείνεται προκειμένου να εξυπηρετεί γονείς με παιδιά διαφόρων ηλικιών που θέλουν να επισκεφτούν και τους δύο χώρους. Στο χώρο της παιδικής χαράς περιλαμβάνεται πλήθος παιδικών παιχνιδιών. Τα παιχνίδια είναι κατασκευασμένα από πλαστικό με στρογγυλεμένες άκρες και τοποθετημένα σε επιφάνεια στρωμένη με αμμοχάλικο, με σκοπό την ασφάλεια των παιδιών από κάθε τραυματισμό. Η περίφραξη της παιδικής χαράς γίνεται με ξύλινο φράκτη ύψους 1,5m, ενώ των γηπέδων καλαθοσφαίρισης με συρματοπλεγμά ύψους 3m. Δυτικά των γηπέδων κατασκευάζονται μεταλλικές κερκίδες. Μεταξύ του παιδότοπου και των γηπέδων δημιουργείται δύο παρτέρια με καλλωπιστικά φυτά, περιμετρικά των οποίων τοποθετούνται ξύλινα καθιστικά. Περιφερειακά και των δύο χώρων τους φυτεύεται υψηλή και μεσαία βλάστηση (Σχέδιο 10).



Εικόνα 11.6. Προτεινόμενη διαμόρφωση παιδικής χαράς

(Πηγή :<http://www.twincreeks.com/Portals/0/images/amenitiesplayground.jpg>)

Στην δυτική πλευρά του πάρκου προτείνεται η δημιουργία ενός μεγάλου βοτανικού κήπου ο οποίος θα περιλαμβάνει εννιά θεματικές ενότητες. Αυτές οι θεματικές ενότητες θα συνδέονται μεταξύ τους με οφιοειδή μονοπάτια πλάτους 3 m, ενώ στο εσωτερικό τους θα διέρχονται μικρότεροι διάδρομοι (πλάτος 1,5m) στρωμένοι με χαλί . Αυτα τα μικρα μονοπάτια θα ενώνονται με τα υπόλοιπα μονοπάτια και του βασικούς άξονες κυκλοφορίας που τα περιβάλλουν. Ο λόγος που προτείνεται η διάνοιξη τους είναι για την καλύτερη πρόσβαση των περιπατητών μέσα στα τμήματα αυτά του κήπου για την

παρατήρηση, μελέτη και φύτευση των φυτικών ειδών σε αυτά. Ωστόσο και από αισθητική άποψη είναι καλύτερη η διαίρεση κάποιων σχετικά μεγάλων τμημάτων γης, σε επιμέρους μικρότερα, τα οποία θα τα χαρακτήριζε μια μονοτονία από την άποψη της αρχιτεκτονικής του τοπίου. Σε όλα τα φυτά θα τοποθετηθούν ειδικές πλαστικές ταμπελίσες, πάνω στις οποίες θα είναι γραμμένες η λατινική και η κοινή ονομασία του εκάστοτε φυτού (Σχέδιο11).

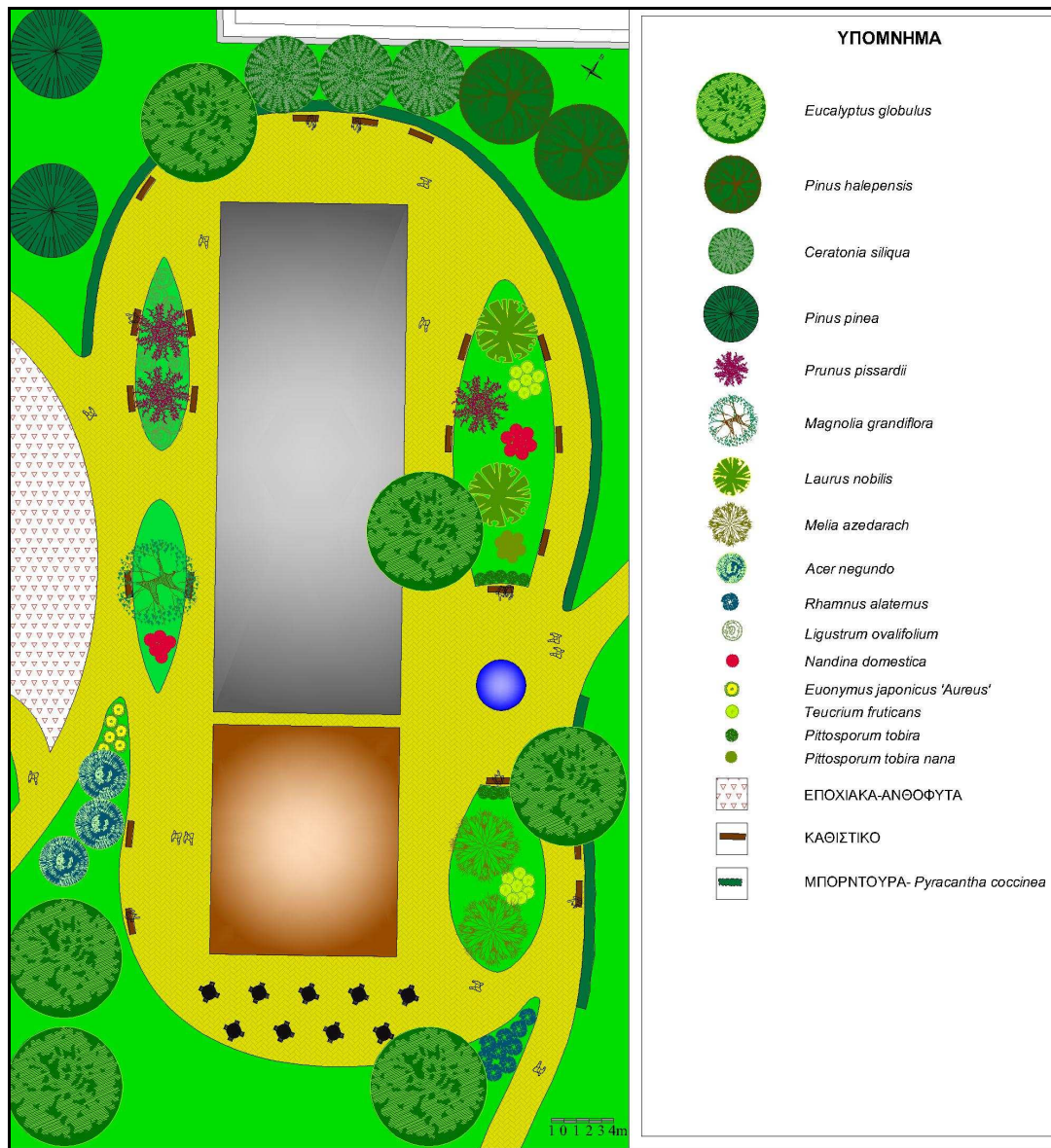
Ο βοτανικός κήπος θα περιλαμβάνει τις εξής ενότητες :

- ❖ Βραχόκηπο με αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά
- ❖ Βραχόκηπο με μελισσοτροφικά φυτά
- ❖ Βραχόκηπο με πόες
- ❖ Κήπο με αιθαλείς και φυλλοβόλους θάμνους
- ❖ Τριανταφυλλεώνα
- ❖ Φοινικοειδή
- ❖ Κήπο με εποχιακά-ανθόφυτα, ο οποίος θα περιλαμβάνει εποχιακά θέρους ή ανοίξεως και βολβώδη, ριζωματώδη και κονδυλώδη φυτά
- ❖ Κήπο με μεσογειακά καρποφόρα δέντρα
- ❖ Υδροχαρή φυτά, τα οποία θα βρίσκονται περιμετρικά της μικρής λίμνης.

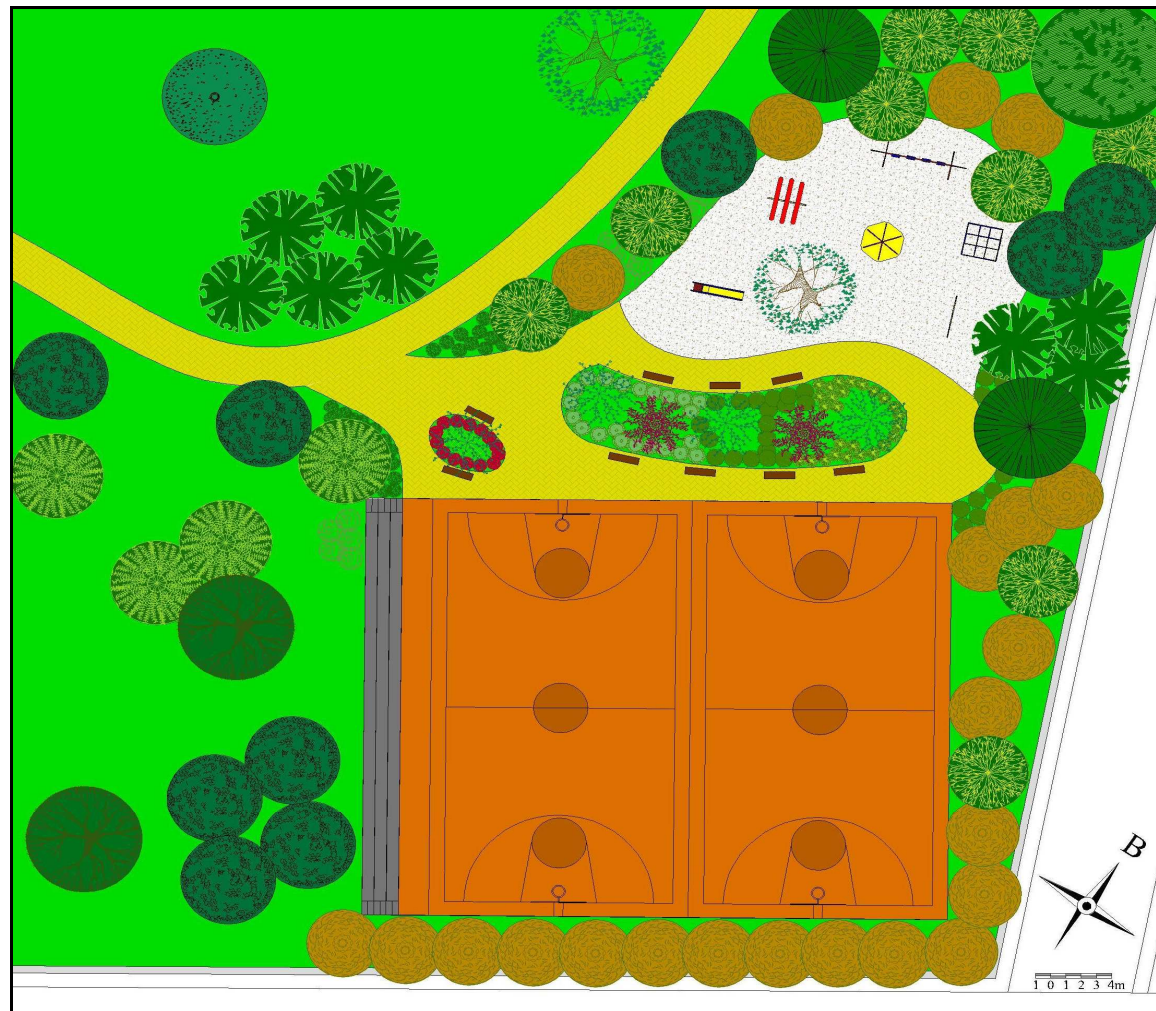
Ο βοτανικός κήπος αυτός θα έχει σαν αφετηρία την ευαισθητοποίηση και την συνειδητοποίηση των πολιτών σε θέματα πρασίνου και περιβάλλοντος, και θα στοχεύει στην:

- Παροχή γνώσης πάνω στον κόσμο των φυτών.
- Περιβαλλοντική εκπαίδευση. Οργανωμένες ξεναγήσεις ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και τα προγράμματα σχολείων και επισκεπτών.
- Προστασία της βιοποικιλότητας και των απειλούμενων με εξαφάνιση φυτών, μελέτη και αξιοποίηση της ελληνικής χλωρίδας και διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος.
- Οικονομική, αισθητική και πολιτιστική αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής.
- Διάδοση της ιδέας των Βοτανικών κήπων. Να συμπεριληφθεί στα αξιοθέατα της πόλης και στα προγράμματα επίσκεψης όλων των σχολείων.

- Σύνδεση Βοτανικού Κήπου με ποικίλες πολιτιστικές δραστηριότητες, γιατί το πράσινο και ο πολιτισμός κάνουν τη ζωή μας πιο όμορφη.



Σχέδιο 9. Απεικόνιση των χώρων του μουσείου και του αναψυκτηρίου



Σχέδιο 10. Κάτοψη της παιδικής χαράς και των γηπέδων καλαθοσφαίρισης



Σχέδιο 11. Κάτοψη βοτανικού κήπου

Κλωστοϋφαντουργική Αιγαίον

Στην έκταση της παλαιάς κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίον θα δημιουργηθεί ένα πάρκο με έντονα συμμετρικά στοιχεία, σε αντίθεση με το πάρκο της ΧΡΩΠΕΙ που ο σχεδιασμός του προσομοιάζει με φυσικό τοπίο. Οι καμπύλες γραμμές που θα χρησιμοποιηθούν είναι πιο συμμετρικές ενώ είναι έντονες οι κυκλικές μορφές. Προτείνεται η κατεδάφιση όλων των κτιρίων που υπάρχουν μέσα στον χώρο, αφού όλα είναι σε αθλία κατάσταση και ετοιμόρροπα. Στον χώρο ξεχωρίζουν τρεις μεγάλες κυκλικές περιοχές, δηλαδή δύο πλατείες και ένα αμφιθέατρο.

Η πλατεία που βρίσκεται στο βόρειο μέρος του οικοπέδου έχει άμεση πρόσβαση στην είσοδο που βρίσκεται επί της οδού Επονιτών. Το σχήμα της πλατείας είναι κυκλικό (διάμετρος 36m), ενώ από ψηλά δίνει την εντύπωση ποδοσφαιρικής μπάλας, αφού είναι χωρισμένη σε εξαγωνικές περιοχές. Στο κέντρο της πλατείας κυριαρχεί ένα εξαγωνικό συντριβάνι, το οποίο φέρει στο κέντρο του τρεις μεταλλικούς πίδακες σε σχήμα σφαίρας (Εικόνα 11.7). Περιμετρικά του συντριβανιού υπάρχουν πέντε εξαγωνικές περιοχές, σε κάθε μια από αυτές τις περιοχές υπάρχουν συστάδες δέντρων (τριάδες), θάμνοι και ποώδη βλάστηση. Ξύλινα καθίσματα έχουν τοποθετηθεί περιφερειακά αυτών των περιοχών. Στη βορινή πλευρά της πλατείας θα δημιουργηθεί ένα μικρό αλσύλλιο από ξηροφυτικά δέντρα. (Σχέδιο 13).



Εικόνα 11.7. Σφαιρικοί πίδακες νερού

(Πηγή : http://www.myelin.co.nz/chch/2004/12/16/CIMG2098_town_hall_fountains.JPG)

Η δεύτερη πλατεία βρίσκεται στο κέντρο του πάρκου, στην ίδια ευθεία με την πρώτη και είναι μεγαλύτερη (διάμετρος 40m). Είναι και αυτή κυκλικού σχήματος και στο κέντρο της δεσπόζει ένα κυκλικό συντριβάνι (διάμετρος 8m) με μεταλλικό πίδακα που ρίχνει το νερό σε ύψος 5m. Περιφερειακά του συντριβανιού υπάρχει παρτέρι με ανθόφυτα, ενώ περιφερειακά της πλατείας υπάρχουν έξι παρτέρια, τα οποία αποτελούνται από χαμηλή μπορντούρα, δέντρα αλλά και ποώδη βλάστηση (Σχέδιο 12).

Κατά μήκος του κεντρικού διάδρομου που ενώνει την κεντρική πλατεία με το αμφιθέατρο δημιουργείται ένα τεχνητό ευθύγραμμο ρυάκι. Το ρυάκι έχει πλάτος 1m, ξεκινάει από το συντριβάνι της κεντρικής πλατείας και καταλήγει στην πλατεία του αμφιθεάτρου. Η μετάβαση από την μία μεριά του ρυακιού στην άλλη επιτυγχάνεται μέσω μικρών γεφυριών. Εκατέρωθεν του ρυακιού υπάρχουν κτιστά καθιστικά, όπου οι επισκέπτες μπορούν να καθίσουν και να παίξουν με το νερό (Εικόνα 11.8-9).



Εικόνα 11.8. Προτεινόμενο ρυάκι

(Πηγή : http://farm4.static.flickr.com/3491/3297536784_90c66693e6.jpg)



Εικόνα 11.9. Προτεινόμενα γεφυράκια για την διέλευση του ρυακιού
(Πηγή : <http://www.billymuth.com/travel/london/images/2005-05-10/0527.jpg>)

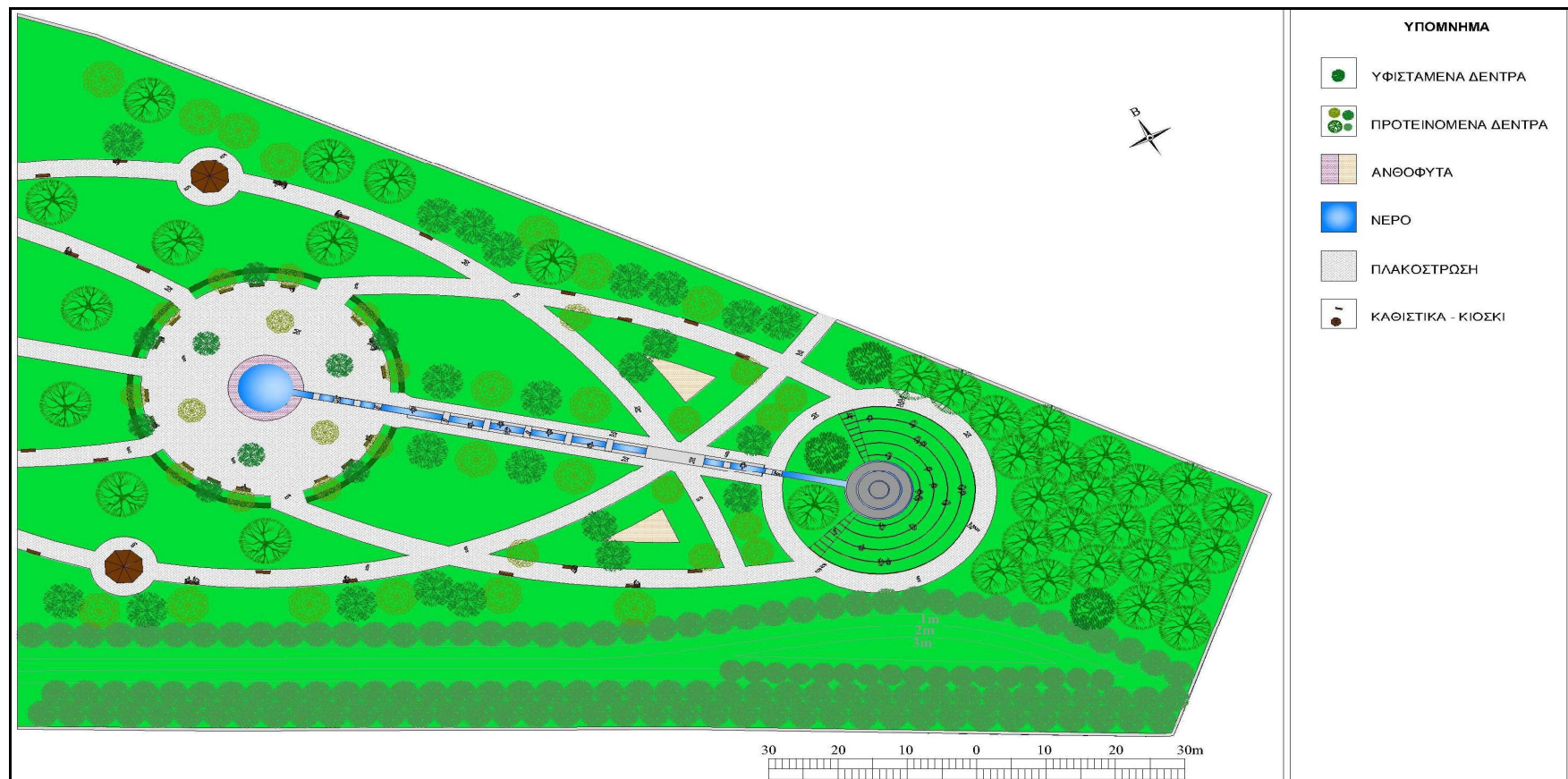
Στην νότια πλευρά του πάρκου προτείνεται η δημιουργία ενός μεγάλου αμφιθεάτρου, οι κερκίδες του οποίου θα είναι από χλοοτάπητα. Το αμφιθέατρο θα βρίσκεται στην ίδια ευθεία με τις δύο πλατείες και σε χαμηλότερο υψόμετρο από την επιφάνεια του εδάφους. Για το λόγο αυτό θα πραγματοποιηθεί εκσκαφή χώματος πριν την κατασκευή του. Οι κερκίδες του θα είναι με πλάτη προς το κτίριο που βρίσκεται νότια του πάρκου και με θέα προς τις δύο πλατείες. Οι κερκίδες θα έχουν τέσσερις βαθμίδες και κάθε βαθμίδα θα είναι μήκους 2m και ύψους 0.40m. Σε κάθε βαθμίδα θα τοποθετηθεί χλοοτάπητας. Στο κέντρο του αμφιθεάτρου θα υπάρχει ειδικά διαμορφωμένη πλατεία (διάμετρος 12m) στην οποία και θα καταλήγει το ρυάκι. Πίδακες οι οποίοι θα αναβλύζουν νερό θα τοποθετηθούν με διάταξη ομόκεντρων κύκλων στην επιφάνεια της πλατείας. Περιμετρικά του αμφιθεάτρου θα διέρχεται κυκλική διαδρομή πλάτους 3m, η οποία θα συνδέεται, τόσο με την είσοδο επί της οδού Κατσουλακου, όσο και με τα άλλα μονοπάτια του πάρκου (Εικόνα 11.10-11). Ο χώρος που βρίσκεται νότια του αμφιθεάτρου θα καλυφθεί με υψηλή δενδρώδη και θαμνώδη βλάστηση, προκειμένου να υπάρξει οπτικός αποκλεισμός του κτιρίου που βρίσκεται νότια του πάρκου, αλλά και ένα επιπλέον ηχητικό φράγμα της λεωφόρου Μικράς Ασίας (Σχέδιο 12).



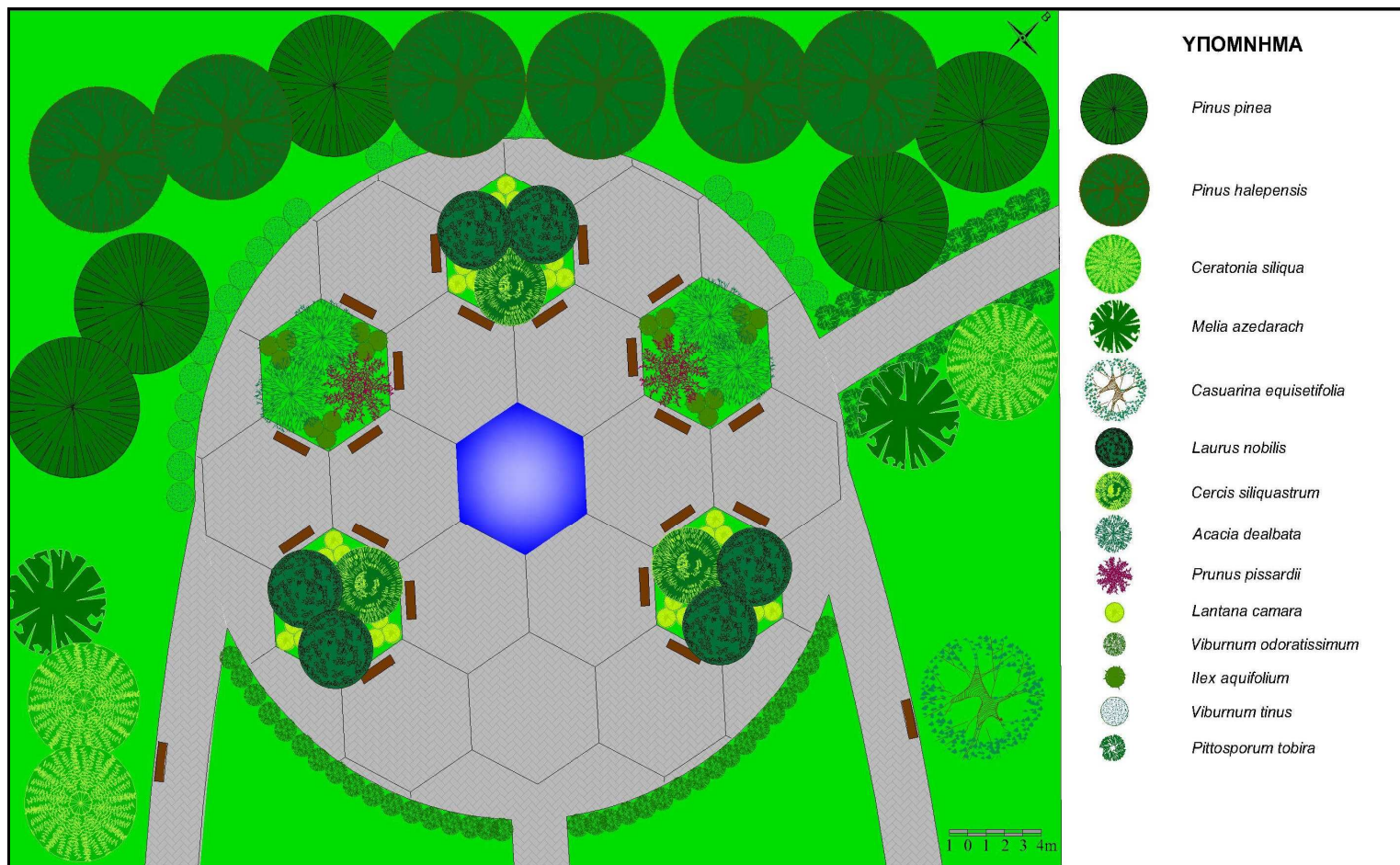
Εικόνα 11.10. Προτεινόμενο αμφιθέατρο
(Πηγή : http://www.pwpla.com/prj_project.php?prjid=32)



Εικόνα 11.11. Προτεινόμενοι πίδακες νερού σε διάταξη ομόκεντρων κύκλων στην πλατεία του αμφιθεάτρου (Πηγή : <http://farm3.static.flickr.com>)



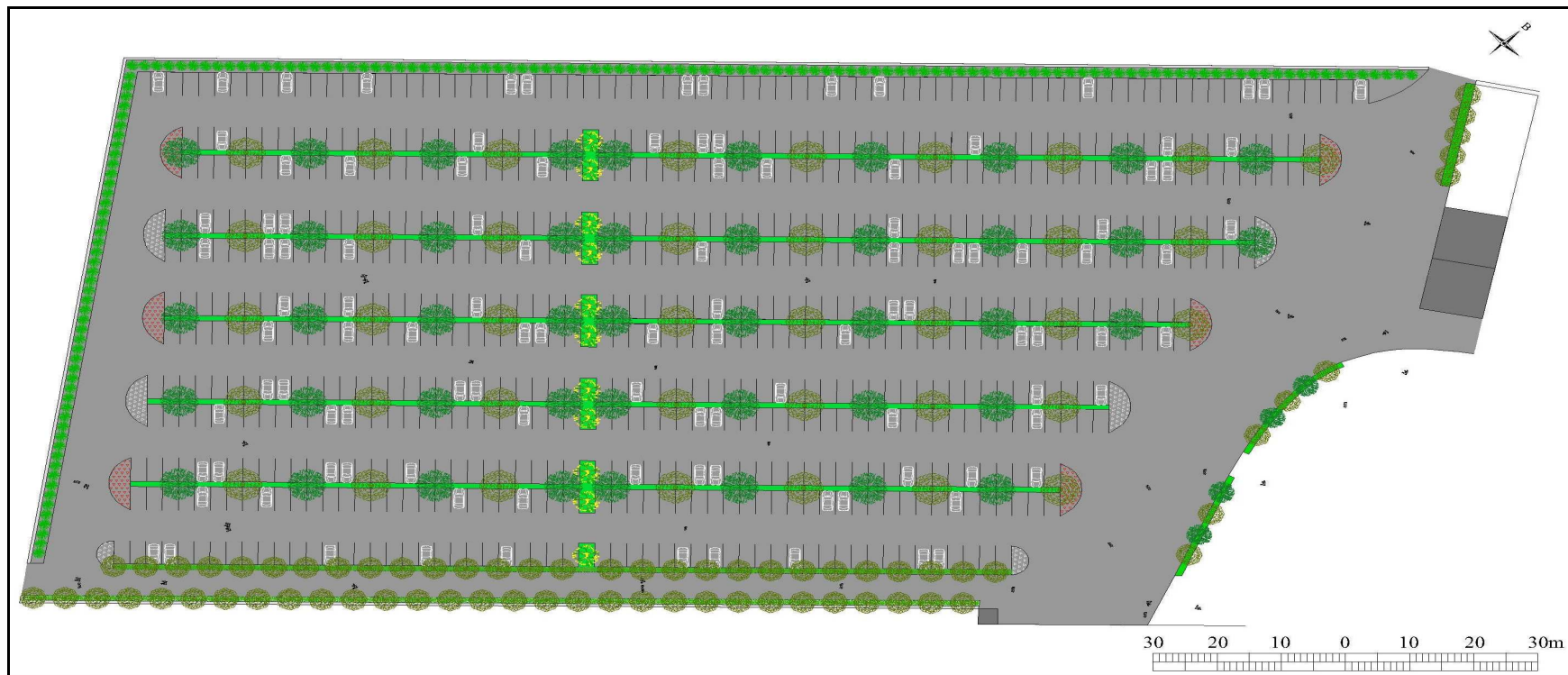
Σχέδιο 12. Κάτοψη της μεγάλης πλατείας, του ρυακιού αλλά και του αμφιθεάτρου



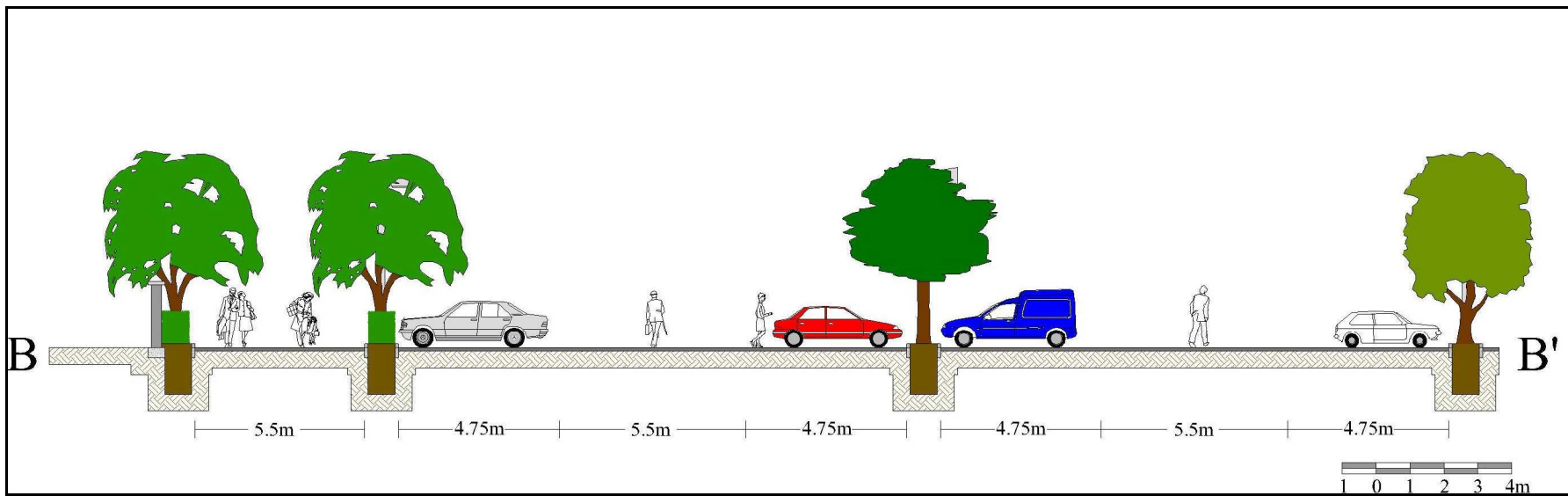
Σχέδιο 13. Κάτοψη της μικρής πλατείας

Χώρος στάθμευσης Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης

Ο χώρος στάθμευσης του γηπέδου Γ. Καραϊσκάκης, θα αποτελέσει την συνδεδεμένη περιοχή των δύο χώρων πρασίνου που θα δημιουργηθούν. Οι θέσεις στάθμευσης παραμένουν 789, θα έχουν διαστάσεις μήκους 4,75m και πλάτους 2,50m, ο διάδρομος κυκλοφορίας θα έχει πλάτος 5,5m ενώ η γωνία στάθμευσης θα είναι 90° (διαστάσεις θέσεων στάθμευσης Π.Δ. 455 της 22.2/5.7.1976 ΦΕΚ 169 Α') . Η υφίσταμενη κεντρική νησίδα πλάτους 4m αφαιρείται και δημιουργούνται πέντε νέες νησίδες, πλάτους 1m, στις οποίες θα γίνουν γραμμικές φυτεύσεις με δέντρα. Τα δέντρα θα φυτευτούν σε αποστάσεις 10m, δηλαδή ένα δέντρο ανά 4 θέσεις στάθμευσης. Όλος ο χώρος της νησίδας θα φυτοκαλυφθεί. Στα άκρα κάθε νησίδας θα δημιουργηθούν παρτέρια ημικυκλικού σχήματος, στα οποία θα φυτευτούν ανθόφυτα. Περιμετρικά της βορινής και δυτικής πλευράς του χώρου σταθμεύσεως, θα πραγματοποιηθούν γραμμικές φυτεύσεις με κυπαρισσοειδή. Εκατέρωθεν του δρόμου που ξεκινάει από την είσοδο της οδού Κατσουλάκου θα δημιουργηθούν νησίδες, οι οποίες θα αποτελούνται από χαμηλή μπορντούρα θάμνων αλλά και δέντρα. Τα δέντρα θα τοποθετηθούν σε αποστάσεις των 5m. Ο δρόμος αυτός θα εξυπηρετεί τόσο την κίνηση των οχημάτων όσο και των πεζών. Οι επισκέπτες θα μπορούν εύκολα και ευχάριστα διασχίζοντας τον δρόμο αυτό, να μεταβούν από το πάρκο της κλωστουφαντουργικής Αιγαίον στο πάρκο της ΧΡΩΠΕΙ, μπαίνοντας από την είσοδο της οδού Σοφianoπούλου. Ταυτόχρονα θα τους δίνεται η δυνατότητα να επισκεφτούν τα εμπορικά καταστήματα αλλά και το μουσείο, τα οποία βρίσκονται κάτω από το γήπεδο Γ. Καραϊσκάκης. Στο περιβάλλον χώρο των εμπορικών χώρων θα πραγματοποιηθούν φυτεύσεις δέντρων, προκειμένου να υπάρξει ένας οπτικός διαχωρισμός από τον χώρο στάθμευσης. Μεταξύ των φυτεύσεων θα αφεθούν χώροι, έτσι ώστε να επιτρέπεται η άνετη μετακίνηση του κόσμου. Τέλος δίπλα στις εγκαταστάσεις των γηπέδων 5x5 θα γίνει γραμμική φύτευση δέντρων, κάθετα προς τη είσοδο της οδού Σοφianoπούλου, προκειμένου να υπάρξει οπτικός αποκλεισμός των γηπέδων 5x5 αλλά και μια καθοδήγηση της κίνησης των επισκεπτών προς το πάρκο της ΧΡΩΠΕΙ. Όλος ο χώρος θα περιφραχθεί με τοίχιο από σκυρόδεμα (Σχέδια 14-15).



Σχέδιο 14. Κάτοψη του χώρου στάθμευσης



Σχέδιο 15. Η διαμόρφωση των θέσεων στάθμευσης

11.7. Αρχές οργάνωσης πρασίνου

Η περιοχή μελέτης δεν διαθέτει σημαντικό δυναμικό πρασίνου με εξαίρεση κάποιους γιγαντιαίους ευκάλυπτους. Η μικρή παρουσία πρασίνου στο εσωτερικό του υπό μελέτη χώρου διευκολύνει σημαντικά στο σχεδιασμό του πάρκου. Για την δημιουργία του χώρου με υψηλά επίπεδα αισθητικής και λειτουργικής αξίας και βιοκλιματικής προσφοράς στο αστικό περιβάλλον παραθέτονται οι παρακάτω αρχές οργάνωσης πρασίνου.

- Δημιουργία ενοτήτων υψηλού και πυκνού πρασίνου αποτελούμενο φυλλοβόλα και αειθαλή. Αρμονική αναλογία υψηλής-μεσαίας- χαμηλής βλάστησης.
- Δημιουργία περιφερειακής υψηλής και πυκνής βλάστησης κατά μήκος των ορίων του πάρκου με τις προαναφερθέντες πηγές ηχορύπανσης, με σκοπό την απομόνωση του χώρου και την μείωση των επιπέδων θορύβου.
- Εγκατάσταση χαμηλής βλάστησης ή έρπουσας βλάστησης περιμετρικά των δύο μεγάλων τεχνητών λιμνών, με σκοπό την εξασφάλιση της θέας προς αυτές.
- Γραμμικές φυτεύσεις στο χώρο στάθμευσης του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης.
- Τοποθέτηση υψηλού πρασίνου στους περιβάλλοντες χώρους των οικοδομικών εγκαταστάσεων , νότια και βόρεια του χώρου της παλαιάς κλωστοϋφαντουργικής Αιγαίον, ώστε να μην κυριαρχούν στο χώρο εξαιτίας του μεγέθους και της έκτασης που καταλαμβάνουν
- Λειτουργική αξιοποίηση με κατάλληλη επιλογή ειδών και διάταξης αυτών στο χώρο, με σκοπό την προσφορά σκίασης ή ηλιασμού, δημιουργίας οπτικού φράγματος καθώς και προστασία από την ατμοσφαιρική ρύπανση σε τοποθεσίες του πάρκου, που κρίνεται απαραίτητο.
- Δημιουργία βοτανικού κήπου στο νοτιοδυτικό τμήμα του πάρκου της ΧΡΩΠΕΙ.
- Χρήση ποικιλίας φυτικών ειδών, με σκοπό τη δημιουργία χώρου υψηλής οικολογικής αξίας.

- Επιλογή αυτοφυών φυτών της μεσογειακής χλωρίδας προσαρμοσμένα στις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής με μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης

11.8. Διάρθρωση πρασίνου

Η ανάλυση της διάρθρωσης πρασίνου του πάρκου κρίθηκε σκόπιμο να περιγραφεί ανά περιοχή :

Πάρκο ΧΡΩΠΕΙ

- Κατά μήκος των διαδρόμων κίνησης δημιουργούνται δεντροστοιχίες υψηλής, μεσαίας ή χαμηλής φύτευσης ανάλογα με τους λειτουργικούς χώρους που υπάρχουν κατά μήκος τους. Ο επισκέπτης κατά την κίνηση του μέσα στον χώρο, βλέπει ανοιχτούς χώρους με διάσπαρτα δέντρα να εναλλάσσονται κλειστούς χώρους με συστάδες δέντρων και θάμνων αποκαλύπτοντάς του σταδιακά το τοπίο. Οι δεντροστοιχίες και οι συστάδες θάμνων θα διακόπτονται σε σημεία του πάρκου στα οποία η παρουσία τους εμποδίζει την επιθυμητή οπτική επαφή μεταξύ των επιμέρους οπτικών ενοτήτων. Τα φυτικά είδη που προτείνονται για το χώρο του πάρκου είναι είδη που συναντάμε στη μεσογειακή χλωρίδα, προσαρμοσμένα στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, με μειωμένες ανάγκες συντήρησης και διαχείρισης.

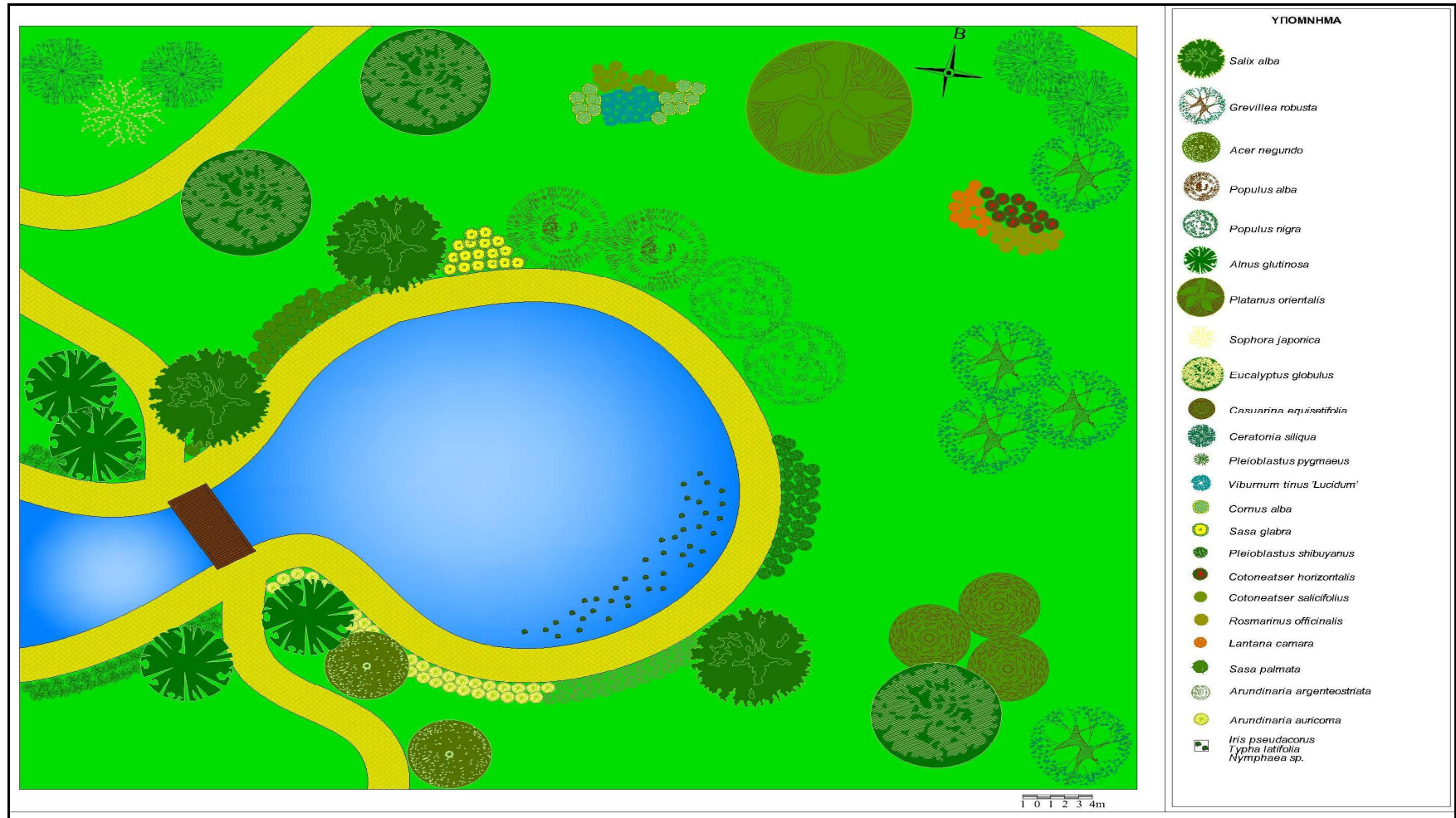
Ενδεικτικά προτείνονται μερικά είδη φυτών :

- ❖ Αειθαλή δέντρα : πεύκη χαλέπιος, κουκουναριά, αριά, μιμόζα, κυπαρίσσι, βραχυχίτωνας, ευκάλυπτος, ξυλοκερατιά
- ❖ Φυλλοβόλα δέντρα : κερκίδα, λεύκα, μελιά, ψευδακακία, πλάτανος, φιλύρα
- ❖ Αειθαλείς θάμνοι : βιβούρνο, τεύκριο, ροδιά, δενδρολίβανο, πικροδάφνη, πυράκανθος
- ❖ Φυλλοβόλοι θάμνοι : λυγαριά, σπειραία, κυδωνίαστρο, βερβερίδα
- Στην ανατολική πλευρά του πάρκου της παλιάς ΧΡΩΠΕΙ προτείνεται η δημιουργία πλούσιας, πυκνής βλάστησης από αειθαλή και κωνοφόρα

δέντρα. Θα χρησιμοποιηθούν δέντρα που το φύλλωμα τους αρχίζει χαμηλά από τη βάση του κορμού και είναι σχετικά πυκνό. Παράλληλα θα πραγματοποιηθεί ενίσχυση της βλάστησης υπορόφου με αειθαλείς θάμνους. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα εξής είδη : πεύκη χαλέπιος, κουκουναριά, κυπαρίσσι κοινό, Αριζόνας, βραχυχίτωνας, αριά, ενώ από θάμνους θα χρησιμοποιηθούν πικροδάφνη, δενδρολίβανο, μυόπορο, μурτιά κλπ. Αυτός ο πυκνός φυτικός φράχτης πλάτους 25m που θα δημιουργηθεί, θα επιφέρει μια μείωση του θορύβου (από τον δρόμο Καραολή & Δημητρίου) της τάξεως των 8-10dB(A).

- Στην περίμετρο των γηπέδων καλαθοσφαίρισης αλλά και της παιδικής χαράς, δημιουργείται φυτικός φράχτης με δενδρώδη και θαμνώδη βλάστηση, με σκοπό την οπτική και ηχητική μόνωση τους από τους υπόλοιπους χώρους του πάρκου. Μεταξύ της παιδικής χαράς και των γηπέδων καλαθοσφαίρισης, θα δημιουργηθούν δύο παρτέρια με δέντρα και θάμνους.
- Στην νοτιοδυτική πλευρά του πάρκου της ΧΡΩΠΕΙ , όπως έχουμε αναφέρει, θα δημιουργηθεί ένας βοτανικός κήπος, ο οποίος θα περιλαμβάνει 9 θεματικές ενότητες. Στην νότια πλευρά του κήπου θα φυτευτούν τα καρποφόρα και τα φοινικοειδή. Δυτικά του μουσείου και του αναψυκτηρίου θα είναι τα εποχιακά-ανθόφυτα και ο τριανταφυλλέωνας. Περιμετρικά της μικρής λίμνης και νότια του αναψυκτηρίου θα φυτευτούν τα υδροχαρή φυτά. Παράλληλα, θα δημιουργηθούν τρεις βραχόκηποι με αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά, μελισσοτροφικά φυτά και πόδες καθώς και ένας θαμνόκηπος, με συλλογές από αειθαλείς και φυλλοβόλους θάμνους. Κάποια προτεινόμενα είδη για τις επιμέρους θεματικές ενότητες του βοτανικού κήπου αναφέρονται στους πίνακες στο τέλος της διατριβής.
- Στον ανοικτό χώρο πρασίνου, που βρίσκεται ανατολικά του μουσείου και του αναψυκτηρίου, προτείνεται η φύτευση αειθαλών και φυλλοβόλων θάμνων, καθώς και κάποιων μεμονωμένων δέντρων. Σε όλο τον χώρο έχει γίνει εγκατάσταση χλοοτάπητα, προκειμένου να υπάρξει μια εναλλαγή του τοπίου, σε σχέση με τις γειτνιάζουσες πυκνοφυτευμένες περιοχές του πάρκου, αλλά και ένας ελεύθερος χώρος για παιχνίδι και ανάπαυση.

- Ανατολικά και δυτικά των δύο κεντρικών κτιρίων θα δημιουργηθούν τέσσερα παρτέρια με δενδρώδη, θαμνώδη και ποώδη βλάστηση.
- Στις όχθες της μεγάλης τεχνητής λίμνης, οι οποία χωροθετείται βορειοανατολικά του πάρκου, θα τοποθετηθούν μεμονωμένα δέντρα αλλά και συστάδες δέντρων και θάμνων. Θα επιλεγούν υδροχαρή φυτά, δηλαδή φυτά που αναπτύσσονται σε συνθήκες αυξημένης εδαφικής υγρασίας, έτσι ώστε η περιοχή να προσομοιάζει σε τοπίο φυσικής λίμνης. Ενδεικτικά προτείνονται τα εξής φυτά : ιτιά, λεύκη, πλάτανος, σφενδάμι, σημύδα, νεροκρίνο, τύφα, κλπ (Σχέδιο 16).



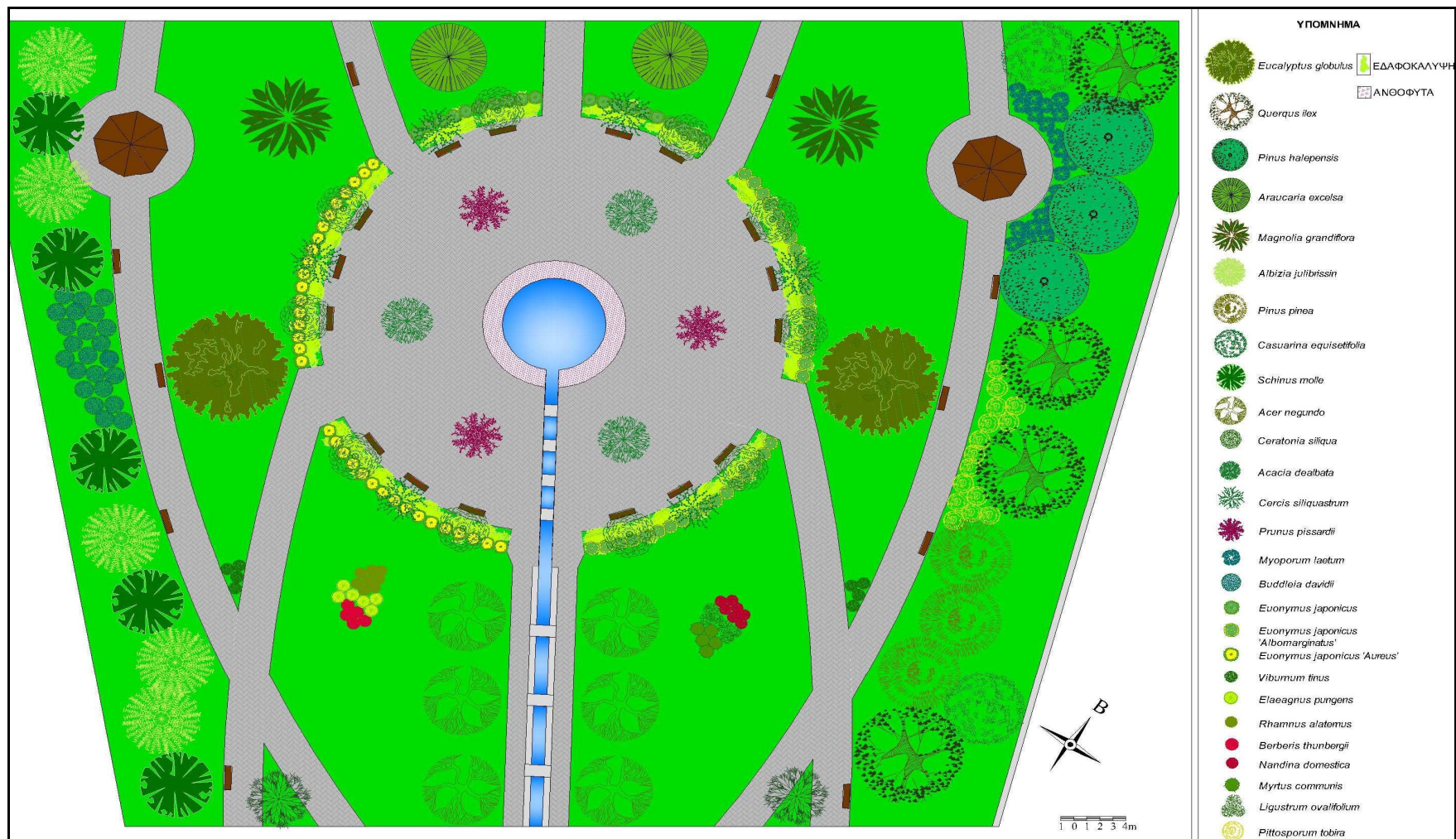
Σχέδιο 16. Φυτοτεχνικό σχέδιο μεγάλης λίμνης

Πάρκο κλωστούφαντουργικής ΑΙΓΑΙΟΝ

- Στο αλσύλλιο που χωροθετείται στη βόρεια πλευρά του πάρκου, θα εγκατασταθεί ξηροφυτική δενδρώδη βλάστηση, όπως πεύκη χαλέπιος, κουκουναριά, αριά κλπ. Το άλσος θα προσφέρεται για ευχάριστους περιπάτους και πικ-νικ.
- Η πλατεία που βρίσκεται στη βόρεια πλευρά του πάρκου είναι χωρισμένη σε εξαγωνικές περιοχές. Συνολικά πέντε εξαγωνικές περιοχές θα φέρουν βλάστηση και θα βρίσκονται περιμετρικά του κεντρικού συντριβανιού. Σε κάθε περιοχή θα υπάρχουν συστάδες αειθαλών και φυλλοβόλων δέντρων (τριάδες) καθώς και θαμνώδη βλάστηση. Θα προτιμηθούν δέντρα όπως κουτσουπιά, μελιά, δάφνη, μιμόζα, καλλωπιστική δαμασκηλιά.
- Περιμετρικά της μεγάλης πλατείας, που βρίσκεται στο κέντρο του πάρκου, θα δημιουργηθούν έξι τοξοειδή παρτέρια. Στα παρτέρια προτείνεται η φύτευση αειθαλών και φυλλοβόλων δέντρων, αειθαλών θάμνων και εδαφοκάλυψης, η τελευταία τοποθετείται προς το εσωτερικό των παρτεριών. Στο εσωτερικό της πλατείας θα πραγματοποιηθούν φυτεύσεις δέντρων, ενώ περιμετρικά του κεντρικού συντριβανιού θα δημιουργηθεί παρτέρι με ανθόφυτα. Όλες οι φυτεύσεις θα στηριχθούν στην τεχνική των ομόκεντρων κύκλων (Σχέδιο 17).
- Μεταξύ των δύο πλατειών θα δημιουργηθεί μια κυκλική περιοχή, η οποία θα περιτριγυρίζεται από δενδρώδη βλάστηση, ενώ στο κέντρο της θα δεσπόζει ένας μεγάλος φοίνικας. Περιμετρικά του φοίνικα θα δημιουργηθεί παρτέρι με ανθόφυτα.
- Εκατέρωθεν του τεχνητού ρυακιού θα πραγματοποιηθεί αραιή γραμμική φύτευση μεμονωμένων δέντρων, τα οποία θα προσφέρουν τον απαραίτητο σκιασμό ιδιαίτερα κατά του καλοκαιρινούς μήνες. Παράλληλα προτείνεται η δημιουργία δύο ανοικτών χώρων ανατολικά και δυτικά του ρυακιού, όπου θα εγκατασταθεί χλοοτάπητας και κάποιες χαμηλές συστάδες αειθαλών και φυλλοβόλων θάμνων. Με τον τρόπο αυτό θα επιτυγχάνεται η οπτική επικοινωνία με το τεχνητό ρυάκι, ενώ παράλληλα θα προσφέρεται και σαν χώρος παιχνιδιού και ανάπαυσης (Σχέδιο 17).
- Κατά μήκος της δυτικής πλευράς του πάρκου θα δημιουργηθεί ένα μεγάλο μεταβαλλόμενου ύψους ανάχωμα, στο οποίο θα εγκατασταθεί θαμνώδη

και ποώδη βλάστηση. Στα πόδια του αναχώματος θα πραγματοποιηθούν γραμμικές φυτεύσεις αειθαλών και κωνοφόρων δέντρων, ενώ θα γίνει και ενίσχυση του υπορόφου με αειθαλή θαμνώδη βλάστηση. Με τον τρόπο αυτό θα επιτύχουμε την μέγιστη δυνατή ηχομόνωση, από τον θόρυβο της κίνησης των οχημάτων της λεωφόρου Μικράς Ασίας, αλλά και των διερχόμενων συρμών του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου. Κάποια από τα προτεινόμενα είδη δέντρων και θάμνων είναι : πεύκη, κουκουναριά, αριά, κυπαρίσσικοινό, αριζόνας-μυόπορο,κουμαριά, ράμνος κ.α.

- Στην ανατολική πλευρά του πάρκου, προτείνεται η φύτευση υψηλής βλάστησης αειθαλών και κωνοφόρων δέντρων, την οποία σε ορισμένα σημεία διαδέχεται η φύτευση συστάδων από αειθαλείς θάμνους και φύτευση αειθαλών πλατύφυλλων δέντρων.
- Στην νότια πλευρά του αμφιθεάτρου θα δημιουργηθεί πυκνός φυτικός φράκτης από αειθαλή δέντρα και θάμνους. Αυτός ο φυτικός φράκτης θα βοηθήσει, αφενός στην ηχητική μόνωση του αμφιθεάτρου, από τον υπερυψωμένο δρόμο Μικράς Ασίας και αφετέρου θα αποτελέσει ένα οπτικό φράγμα προς τις κτιριακές εγκαταστάσεις που βρίσκονται νότια του πάρκου.
- Στις περιοχές που δημιουργούνται μεταξύ των διαδρόμων κίνησης, θα πραγματοποιηθούν μεμονωμένες φυτεύσεις αειθαλών και φυλλοβόλων δέντρων και δέντρων σε συμμετρική διάταξη. Παράλληλα θα δημιουργηθούν δύο μεγάλα, συμμετρικά παρτέρια τριγωνικού σχήματος, στα οποία θα φυτευτούν ανθόφυτα.



Σχέδιο 17. Φυτοτεχνικό σχέδιο μεγάλης πλατείας

Χώρος στάθμευσης γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης

Περιμετρικά της δυτικής και βορινής πλευράς του χώρου στάθμευσης προτείνεται γραμμική φύτευση με κυπαρισσοειδη, όπως γκολντ κρεστ, λείλαντ και τούγια. Οι νησίδες που δημιουργούνται μεταξύ των θέσεων στάθμευσης, θα έχουν πλάτος 1m και θα φυτευτούν με αειθαλή και φυλλοβόλα δέντρα. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα εξής είδη : ιπποκαστανιά, ξυλοκερατιά, τίλια, σφενδαμος κλπ. Τα δέντρα θα φυτευτούν γραμμικά σε αποστάσεις 10m. Στα άκρα κάθε νησίδας θα δημιουργηθούν ημικυκλικά παρτέρια, στα οποία θα φυτευτούν ανθόφυτα. Εκατέρωθεν του δρόμου που ξεκινάει από την είσοδο της οδού Κατσουλάκου θα δημιουργηθούν νησίδες, οι οποίες θα αποτελούνται από χαμηλή μπορντούρα με λιγούστρα αλλά και δέντρα. Τα δέντρα θα τοποθετηθούν σε αποστάσεις των 5m. Μεταξύ του Γηπέδου Γεώργιος Καραϊσκάκης και χώρου στάθμευσης θα δημιουργηθούν νησίδες με κουτσουπιές και ψευδοπιπεριές.

11.9. Φωτισμός

Τα πάρκα αποτελούν την ημέρα χώρους ομορφιάς, χαλάρωσης και ψυχαγωγίας αλλά με ανεπαρκή ή ακατάλληλο φωτισμό μπορούν κατά τη διάρκεια της νύκτας όχι μόνο να μεταμορφωθούν σε “μαύρες τρύπες” που ευνοούν τις εγκληματικές πράξεις. Από την άλλη πλευρά ο ομοιόμορφος φωτισμός από παρατεταγμένους προβολείς στη σειρά μπορεί να μειώσει σημαντικά το οπτικό ενδιαφέρον και να κάνει τους χώρους αφιλόξενους. Η μελέτη φωτισμού ενός πάρκου ξεκινάει ουσιαστικά με μια λεπτομερή ανάλυση της δομής του χώρου και τον καθορισμό των βασικών αξόνων και σημείων που θα εστιαστεί ο τεχνητός φωτισμός για να δημιουργηθεί μια ενδιαφέρουσα νυκτερινή εικόνα (Κοντορήγας,2007).

Στο σχεδιασμό του φωτισμού πάρκων το αισθητικό αποτέλεσμα είναι πάντοτε πολύ σημαντικό. Αυτό σημαίνει προσεκτική εξέταση των χρωμάτων, του επιπέδου και της θέσης του φωτισμού. Το χρώμα είναι ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας. Ο πετυχημένος φωτισμός κήπων θα πρέπει να εξασφαλίζει ένα μείγμα ψυχρών και θερμών πηγών φωτός: ψυχρών για το φωτισμό των φυτών και θερμών για τους χώρους που διέρχονται ή κάθονται οι επισκέπτες του κήπου. Σε γενικές γραμμές τα επίπεδα φωτισμού θα πρέπει

να είναι σε χαμηλά για την αποφυγή της πρόκλησης τόσο φωτορυπανσης όσο και ενοχλητικών λάμπων. Οι πηγές φωτός θα πρέπει να είναι κατά το δυνατό κρυμμένες και τοποθετημένες χαμηλά. Σημεία φωτισμού έμφασης θα πρέπει να είναι προσεκτικά τοποθετημένα ώστε να τονίζουν στοιχεία του κήπου και να προσθέτουν ζωντάνια και ατμόσφαιρα. Ο συνολικός χώρος του κήπου θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια σειρά από συνδεδεμένους χώρους και όχι ως ενιαίο χώρο που θα πρέπει να φωτιστεί ομοιόμορφα (Κοντορήγας,2007).

Ο φωτισμός ενός πάρκου αφορά κυρίως τρεις τομείς:

- Το φωτισμό δέντρων, θάμνων και παρτεριών.
- Το φωτισμό των εισόδων/εξόδων του πάρκου καθώς και των κύριων αξόνων διακίνησης των επισκεπτών σε αυτό με ιδιαίτερη έμφαση στις προσβάσεις στους άξονες αυτούς.
- Το φωτισμό ανάδειξης σημαντικών στοιχείων που βρίσκονται στο χώρο του πάρκου όπως για παράδειγμα αγαλμάτων, γλυπτών, σιντριβανιών, μικρών λιμνών, κατασκευών κλπ.

Προτείνεται λοιπόν :

- Τοποθέτηση φωτιστικών υψηλού φωτισμού ύψους 2,5m σε όλες τις εισόδους του πάρκου, σε όλους τους χώρους συνάθροισης κοινού και κατά μήκος του δικτύου διακίνησης.
- Τοποθέτηση φωτιστικών ύψους 4m στον χώρο στάθμευσης
- Τοποθέτηση φωτιστικών ύψους 80cm κατά μήκος των διαδρόμων κίνησης.



Εικόνες 11.12-13. Προτεινόμενα φωτιστικά
(Πηγή : www.illuminatorwholesaler.com)



Εικόνα 11.14. Φωτιστικά για τους διαδρόμους κίνησης
(Πηγή : www.illuminatorwholesaler.com)

12. ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΒΟΤΑΝΙΚΟΥ ΚΗΠΟΥ

| ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ | |
|-------------------------------|----------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Datura stramonium</i> | Ντάτουλα |
| <i>Atropa belladonna</i> | Μπελαντόνα |
| <i>Rubus fruticosus</i> | Χαμαίβατος |
| <i>Arctium lappa</i> | Κολιτσίδα |
| <i>Tussilago farfala</i> | Χαμολεύκι |
| <i>Hyoskyamus Niger</i> | Μπελελές |
| <i>Teucrium polium</i> | Πόλιο |
| <i>Juniperus communis</i> | Βένι |
| <i>Althaea officinalis</i> | Νερομολόχα |
| <i>Parietaria officinalis</i> | Περδικάκι |
| <i>Viscum album</i> | Γκυ |
| <i>Petroselinum sativum</i> | Πετροσέλινο |
| <i>Viola odorata</i> | Μενεξές |

| ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ | |
|-----------------------------------|----------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | Δενδρολίβανο |
| <i>Mentha spicata</i> | Δυόσμος |
| <i>Thymus praecox</i> | Θυμάρι |
| <i>Lavandula spica</i> | Λεβάντα |
| <i>Santolina chamaecyparissus</i> | Λεβαντίνη |
| <i>Origanum heraclioticum</i> | Ρίγανη |
| <i>Origanum majorana</i> | Μαντζουράνα |
| <i>Salvia officinalis</i> | Φασκόμηλο |
| <i>Mentha piperita</i> | Μέντα |
| <i>Pelargonium odoratissimum</i> | Αμπαρόρριζα |

| ΠΟΕΣ | |
|-------------------------------|-----------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Alyssum oxycarpum</i> | Άλυσος |
| <i>Festuca glauca</i> | Φεστούκα γλαυκή |
| <i>Felicia amelloides</i> | Φελίτσια |
| <i>Euphorbia hyberna</i> | Γαλασίδα |
| <i>Dimorphoteca pluvialis</i> | Διμορφοθήκη |
| <i>Fragaria nubicola</i> | Φραουλιά |
| <i>Aster spectabilis</i> | Αστήρ |
| <i>Saxifraga trifurcata</i> | Σαξιφράγκα |
| <i>Vinca major</i> | Βίγκα |
| <i>Impatiens balsamina</i> | Έρωτας |
| <i>Asphodelus albus</i> | Ασφόδελος |

| ΜΕΛΙΣΣΟΤΡΟΦΙΚΑ ΦΥΤΑ | |
|-------------------------------|-----------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Cuminum cyminum</i> | Κύμινο |
| <i>Inula viscosa</i> | Ινούλα |
| <i>Matricaria chamomilla</i> | Χαμομήλι |
| <i>Lunaria biennis</i> | Λουναριά |
| <i>Sinapis alba</i> | Σινάπι |
| <i>Capparis spinosa</i> | Κάππαρη |
| <i>Cistus monspeliensis</i> | Κίστος |
| <i>Cornus mas</i> | Κρανιά |
| <i>Erica verticillata</i> | Ρείκια |
| <i>Spartium Junceum</i> | Σπάρτο |
| <i>Phacelia tanacetifolia</i> | Φακελωτή |
| <i>Mellisa officinalis</i> | Μελισσόχορτο |

| ΦΟΙΝΙΚΟΕΙΔΗ | |
|------------------------------|-----------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Cycas revoluta</i> | Τσίκας |
| <i>Phoenix canariensis</i> | Φοίνικας καναρίων |
| <i>Trachycarpus fortunei</i> | Χαμαίρωπας ο υψηλός |
| <i>Washingtonia filifera</i> | Ουασινγκτόνια υψηλή |
| <i>Washingtonia robusta</i> | Ουασινγκτόνια χαμηλή |
| <i>Butia capitata</i> | Φοίνικας καπιτάτα |
| <i>Chamaerops humilis</i> | Χαμαίρωπας ο χαμηλός |
| <i>Strelitzia reginae</i> | Στρελίτσια |

| ΚΑΛΩΠΙΣΤΙΚΟΙ ΘΑΜΝΟΙ | |
|---------------------------------|-----------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Pittosporum tobira</i> | Αγγελλική κοινή |
| <i>Berberis thunbergii</i> | Βερβερίδα |
| <i>Viburnum tinus</i> | Βιβούρνο κοινό |
| <i>Cotoneaster horizontalis</i> | Κυδωνίαστρο έρπον |
| <i>Callistemon laevis</i> | Καλλιστήμονας |
| <i>Ligustrum lucidum</i> | Λιγούστρο λουσίντουμ |
| <i>Myrtus communis</i> | Μυρτιά κοινή |
| <i>Nandina domestica</i> | Ναντίνα |
| <i>Pyracantha coccinea</i> | Πυράκανθος |
| <i>Buxus sempervirens</i> | Πυξάρι κοινό |
| <i>Forsythia intermedia</i> | Φορσύθια |
| <i>Nerium oleander</i> | Πικροδάφνη |
| <i>Teucrium fruticans</i> | Τεύκριο |
| <i>Eunymous japonicus</i> | Ευώνικο Ιαπωνικό |

| ΚΑΡΠΟΦΟΡΑ ΔΕΝΤΡΑ | |
|----------------------------|-----------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Citrus aurantium</i> | Νεραντζιά |
| <i>Citrus limon</i> | Λεμονιά |
| <i>Citrus sinensis</i> | Πορτοκαλιά |
| <i>Actinidia deliciosa</i> | Ακτινίδιο |
| <i>Olea europaea</i> | Ελιά |
| <i>prunus sativa</i> | Δαμασκηλιά |
| <i>pyrus communis</i> | Αχλαδιά |
| <i>diospyros lotus</i> | Λωτός |
| <i>Ficus carica</i> | Συκιά |
| <i>Eriobotrya japonica</i> | Μουσμουλιά |
| <i>Prunus persica</i> | Ροδακινιά |
| <i>Malus domestica</i> | Μηλιά |
| <i>Cydonia oblonga</i> | Κυδωνιά |

| ΥΔΡΟΧΑΡΗ ΦΥΤΑ | |
|------------------------------------|-----------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Acorus calamus</i> | Άκορος |
| <i>Acorus calamus "Variegatus"</i> | Άκορος |
| <i>Cyperus papyrus</i> | Πάπυρος |
| <i>Nymphaea gigantea</i> | Νούφαρο |
| <i>Nymphaea odorata</i> | Νούφαρο |
| <i>Salix alba</i> | Ιτιά |
| <i>Platanus orientalis</i> | Πλάτανος |
| <i>Pleioblastuw variegatus</i> | Μπαμπού νάνο |
| <i>Typha latifolia</i> | Τύφα |
| <i>Iris pseudacorus</i> | Νερόκρινο |

13. ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΠΑΡΚΟΥ

| ΑΕΙΘΑΛΗ ΔΕΝΤΡΑ | |
|--|-------------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Acacia dealbata</i> | Μιμόζα |
| <i>Araucaria excelsa</i> | Αροκάρια |
| <i>Casuarina equisetifolia</i> | Καζουαρίνα |
| <i>Brachychiton acerifolius</i> | Βραχυχίτωνας |
| <i>Cedrus atlantica</i> | Κέδρος Άτλαντος γλαυκός |
| <i>Ceratonia siliqua</i> | Ξυλοκερατιά |
| <i>Cupressus arizonica</i> | Κυπαρίσσι Αριζόνας |
| <i>Cupressus macrocarpa "Gold Crest"</i> | Γκολντ κρεστ |
| <i>Cupressus sempervirens</i> | Κυπαρίσσι |
| <i>Eucalyptus globulus</i> | Ευκάλυπτος |
| <i>Laurus nobilis</i> | Δάφνη Απόλλωνος |
| <i>Magnolia grandiflora</i> | Μανόλια |
| <i>Pinus pinea</i> | Κουκουναριά |
| <i>Pins halepensis</i> | Πεύκη Χαλέπιος |
| <i>Quercus ilex</i> | Αριά |
| <i>Schinus molle</i> | Ψευδοπιπεριά |
| <i>Taxus baccata</i> | Τάξος |
| <i>Thuja orientalis</i> | Τούγια |

| ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ ΔΕΝΤΡΑ | |
|-------------------------------|-----------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Acer negundo</i> | Σφένδαμος |
| <i>Aesculus hippocastanum</i> | Ιπποκαστανέα |
| <i>Albizia julibrissim</i> | Ακακία Κων/λεως |
| <i>Catalpa bignionoides</i> | Κατάληψη |
| <i>Cercis siliquastrum</i> | Κουτσουπιά |

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| <i>Fraxinus ornus</i> | Μελλιάς |
| <i>Koerleuteria paniculata</i> | Κερλετόρια |
| <i>Melia azedarach</i> | Μελιά |
| <i>Populus alba</i> | Λεύκη αργυρόφυλλη |
| <i>Platanus orientalis</i> | Πλάτανος |
| <i>Prunus pissardii</i> | Καλλωπιστική δαμασκηνιά |
| <i>Quercus ilex</i> | Δρυς |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> | Ψευδακακία |
| <i>Salix alba</i> | Ιτιά |
| <i>Sophora japonica</i> | Σοφόρα |
| <i>Tilia platyphyllos</i> | Φιλύρα πλατύφυλλη |

ΑΕΙΘΑΛΕΙΣ ΘΑΜΝΟΙ

| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
|------------------------------------|---------------------------|
| <i>Arbutus unedo</i> | Κουμαριά |
| <i>Buxus sempervirens</i> | Πυξάρι κοινό |
| <i>Callistemon laevis</i> | Καλλιστήμονας πλατύφυλλος |
| <i>Cotoneaster salicifolius</i> | Κυδωνίαστο ιτεόφυλλο |
| <i>Euonymus japonicus</i> | Ευώνυμο Ιαπωνικό |
| <i>Euonymus japonicus "Aureus"</i> | Ευώνυμο πανασέ |
| <i>Ilex aquifolium</i> | Γκι |
| <i>Lantana camara</i> | Λαντάνα |
| <i>Ligustrum ovalifolium</i> | Λιγούστρο πανασέ |
| <i>Myrtus communis</i> | Μυρτιά κοινή |
| <i>Nandina domestica</i> | Ναντίνα |
| <i>Nerium oleander</i> | Πικροδάφνη |
| <i>Photinia fraseri red robin</i> | Φωτίνα |
| <i>Pistacia lentiscus</i> | Σχίνος |
| <i>Pittosporum microphylla</i> | Αγγελική μικρόφυλλη |
| <i>Pittosporum tobira nana</i> | Αγγελική νάνα |
| <i>Pittosporum tobira</i> | Αγγελική κοινή |

| | |
|---------------------------------|------------------|
| <i>Punica granatum nana</i> | Ροδιά νάνα |
| <i>Pyracantha coccinea</i> | Πυράκανθος |
| <i>Rhamnus alaternus</i> | Ράμνος |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | Δενδρολίβανο |
| <i>Teucrium fruticans</i> | Τεύκριο |
| <i>Thuja occidentalis</i> | Τούγια |
| <i>Veronica speciosa</i> | Βερονίκη |
| <i>Viburnum odoratissimum</i> | Βιβούρνο εύωσμο |
| <i>Viburnum tinus "Lucidum"</i> | Βιβούρνο φωτεινό |
| <i>Viburnum tinus</i> | Βιβούρνο κοινό |

| ΦΥΛΛΟΒΟΛΟΙ ΘΑΜΝΟΙ | |
|---------------------------------|-----------------------|
| ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ | ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ |
| <i>Berberis thunbergii</i> | Βερβερίδα |
| <i>Cornus alba</i> | Κόρνος |
| <i>Cotoneaster Franchetti</i> | Κυδωνίαστρο φρανκέτι |
| <i>Cotoneaster horizontalis</i> | Κυδωνίαστρο έρπον |
| <i>Forsythia x intermedia</i> | Φορσύθια |
| <i>Rosa sp.</i> | Τριανταφυλλιά |
| <i>Spiraea japonica</i> | Σπειραία |
| <i>Syringa vulgaris</i> | Πασχαλιά |
| <i>Vitex agnus-castus</i> | Λυγαριά |

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alton Everest, F., 1998. Εγχειρίδιο Ακουστικής. Εκδόσεις Α, Τζιόλα Ε., Θεσσαλονίκη.
- Aylor, D.,1972. Noise reduction by vegetation and ground. Journal of the Acoustical Society of America, 51:p.p.197-205.
- Bentrup, G., 2008. Conservation Buffers. Design Guidelines for Buffers Corridors and Greenways. Aesthetics and Visual Quality 'Buffers for Noise Control.National Agroforestry Center, U.S. Department of Agriculture .p.p. 89-90.
- Beraneck, L., 1971. Noise and Vibration Control. McGraw-Hill Book Company, U.S.A.
- Βογιατζής, Κ., Κ. Ψύχας, Γ. Καραντούνιας, 1990. Διερεύνηση δυνατοτήτων μείωσης του κυκλοφοριακού θορύβου από συστήματα φύτευσης και ζωνών πρασίνου. Τεχνικά Χρονικά, Τόμος 10, Τεύχος 1, σελ 7-20.
- Βογιατζής, Κ., 2009. Πολιτικές μείωσης και προστασίας από τον περιβαλλοντικό θόρυβο, θεσμικά και τεχνικά εργαλεία. Συνέδριο Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Expro Athens. Ανθούσα Αττικής.
- Βογιατζής, Κ. και Κ.Ψύχας, 1987. Κυκλοφοριακός θόρυβος στο κέντρο της Αθήνας. Χάρτης εσωτερικού δακτυλίου. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Διεύθυνση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου. Τμήμα καταπολέμησης θορύβου, Αθήνα.
- Βούγιας, Σ., 1992. Κυκλοφορία και περιβάλλον In: Προστασία περιβάλλοντος- Μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων . Τ.Ε.Ε., Τμήμα Κεντρικής . Μακεδονίας Θεσσαλονίκη.
- Βούγιας, Σ., 1995. Κυκλοφορία και περιβάλλον. Διδακτικές Σημειώσεις. Θεσσαλονίκη.
- Bullen, R. and F. Fricke, 1982. Sound propagation through vegetation. Journal of Sound and Vbration, 80(1), p.p.11-23.
- Colin H.,Hansen, David A. Bies., 2003. Engineering Noise Control , Pub. Taylor and Franscis.
- Davis, M. and Cornwell D., 1998.“Introduction to Environmental Engineering” pp. 550 – 625.

- Δήμος Πειραιά, 2001. Pireaus History and Culture. Εκδόσεις IDEA S.A. σελ 180-192.
- Dziedric, A and M.Barraud, 1980. Ttansparence acoustique des ecrans vegetaux. Rapport final de recherche N78126 or 82.07. Ministere de l' Environnement et du Cadre de Vie.
- Δρακόπουλος, Π., 2008. Ακουστικός θόρυβος – Μέτρηση, επιπτώσεις και αντιμετώπιση. Διπλωματική εργασία. Ε.Μ.Π. Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων Και Συστημάτων. Αθήνα.
- ΕΕΑ., 1999. Environment in the European Union at the turn of the century, Windows of Europe : The Spatial Dimension and chapter 3.12 Urban Areas. European Environmental Agency.
- Environmental Protection Agency., 1998. Environmental Criteria for Road Traffic Noise. NSW, Washington, DC.
- Ευθυμιάτος, Δ., 2007. Ακουστικές και Κτιριακές εφαρμογές, Εκδόσεις Παπασωτηρίου. Αθήνα.
- Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2004. Έκθεση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο αναφερόμενη στα ισχύοντα κοινοτικά μέτρα σχετικά με τις πηγές περιβαλλοντικού θορύβου, δυνάμει του άρθρου 10 παράγραφος 1 της οδηγίας 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου. Βρυξέλλες.
- Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008. Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο αναφερόμενη στα μέτρα περιορισμού του σιδηροδρομικού θορύβου για τον υφιστάμενο στόλο. Βρυξέλλες.
- European Road Federation., 2004. Road Traffic Noise: The road sector perspective. Position Paper.
- Fang, C-F. and D-L. Ling, 2003. Investigation of the noise reduction provided by tree belts. Landscape and Urban Planning, 63, p.p. 187-195.
- Federal Highway Administration, 1995. Improving Traffic Signal Operations. U.S. Department of Transportation.
- Federal Highway Administration., 2005. Highway Traffic Noise. U.S. Department of Transportation.

- Ζήσιμος, Γ., 1995. Ηχοπετάσματα Αυτοκινητοδρόμων. Κατασκευαστική εμπειρία και αξιολόγηση ηχομειωτικής αξίας. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Τ.Ε.Ε.- Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας, 4-7 Οκτωβρίου, Λάρισα.
- Ζήσιμος, Γ., 2005. Αξιολόγηση Ηχητικής Συμπεριφοράς Οδικών Κατασκευών. 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Τ.Ε.Ε.- Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας, 18-20 Μαΐου, Βόλος.
- Heisler, G.M, 'Mean wind speed below building height in residential neighbourhoods with different tree density', ASHRAE. Translation, vol. 96, pp 1389-1396, 1990.
- International Union of Railways., 2007. Noise Reduction in European Railway Infrastructure. Status Report 2007.
- Ιωάννου Ι.Γ., 1997. «Ακουστική για ηχολήπτες», Εκδόσεις ΙΩΝ. Περιφέρεια Αττικής.
- Καλλιανού, Χ. 1998. Σημειώσεις Γενικής Εδαφολογίας II. Πανεπιστημιακές σημειώσεις.
- Κανελλαΐδης, Γ. και Α. Μπαλλής, 2004. Στοιχεία Κυκλοφοριακού Θορύβου In:Σημειώσεις Ειδικών Κεφαλαίων Οδοποιίας . Ε.Μ.Π.,Αθήνα.
- Κανέλος, Σ., 1965. «Ακουστική – Οπτική». Εκδόσεις Παπαδημητρόπουλος. Αθήνα.
- Καραλης, Σ., 2007. Αργοσβήνει η Ιστορική Χρωπεί. Εφημερίδα Καθημερινή 15-04-2007.
- Καραμέρος, Ν., 2008. Οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης στα αστικά κέντρα-Αναγκαία μέτρα και παρεμβάσεις.Τ.Ε.Ε.,Αθήνα.
- Καρλαύτης, Μ., 2004. Λειτουργία Δικτύων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Ε.Μ.Π., Σχολή Πολιτικών Μηχανικών. Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών, Αθήνα.
- Κοντορήγας, Θ., 2007. Νύχτες μαγικές στο αστικό τοπίο. Society of Light & Lighting.
- Κουμπλή, Α., 2002. Έλεγχος κατακόρυφων μετακινήσεων στις περιοχές Νέο Φάληρο, Μοσχάτο, Καλλιθέα- Δίκτυο κατακορύφου ελέγχου. Διπλωματική Εργασία, Σ.Α.Τ.Μ., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

- Κόφιτσας, Ι.Δ., 2006. Στοιχεία Οδοποιίας δεύτερη έκδοση. σελ 753-808. Εκδόσεις ΙΩΝ Περιστέρι Αττικής.
- Kragh, J., 1979. Pilot study on railway noise attenuation by belts of trees. *Journal of Sound and Vibration*. 66(3), p.p.407-415.
- Λοΐζος, Α., 2007. Ηχομονωτικοί τάπητες. Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ.
- Μαλικούτη, Σ., 2004. «Πειραιάς 1834-1912». Εκδ. Πολιτιστικό Ίδρυμα Ομίλου Πειραιώς. Αθήνα, σελ. 27-28.
- Μαρκαντωνάτος, Γ., 1984. Στοιχεία Υγιεινής, Περιβάλλοντος και Υγειονομικής Μηχανικής.
- Μαυρομάτης, Γ., 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδας. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως. Βιοκλιματικοί Χάρτες. Περ. Δασικής Έρευνας. Ι.Δ.Ε.Α.
- Μαυροπάνος, Σ., Ι. Νικάκης, Β. Τσιανάκα, Φ. Χωνιακάκη, 1987. Μετρήσεις- Πρόβλεψη Στάθμης Κυκλοφοριακού Θορύβου L_{10} σε επιλεγμένα σημεία του αστικού και υπεραστικού δικτύου Αθηνών- Μέτρα αντιθορυβικής προστασίας. Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Αθήνα.
- Μπαλής, Δ., 2005. Μετρήσεις θορύβου στο αστικό περιβάλλον. Τμήμα Φυσικής. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Νικηφοριάδης, Α., 1995. Μέτρα προστασίας από θορύβους εξαιτίας κυκλοφορίας οχημάτων σε οδούς. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Τ.Ε.Ε.- Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας, 4-7 Οκτωβρίου, Λάρισα.
- Ντάφης, Σ., 2002. Δασοκομία Πόλεων. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- OECD., 1995. Roadside Noise Abatement. Road Transport Research Organization of Economic Co-Operation and Development.
- Πανδη - Αγαθοκλή, Β., 2001. Η Ιστορία του Νέου Φαλήρου μέσα από τους δρόμους του. Εκδόσεις Όμβρος, Αθήνα.
- Parafotiou, M., J. Chronopoulos, A. Tsiotsios, K. Mouzakis, and G. Balotis, 2004. The Impact of Design on Traffic Noise Control in an Urban Park. Proc. IC on Urban Agriculture. Acta Hort. 643, ISHS 2004, p.p. 277-279.

- Πατραγάς,Χ., 2004. «Μεγάλο Πειραιϊκό Λεύκωμα». Εκδόσεις Μυτιληναίος Α.Ε. Πειραιάς 2004, σελ. 27 - 356.
- Ορφανουδάκης Γ. και Ν. Σφαρνάς , 1987.Ειδικά θέματα φυσικής. Β' Έκδοση ΟΕΔΒ. Αθήνα.
- Ρήγα-Καρανδεινού, Α., 1995. Ηχορύπανση στο αστικό περιβάλλον In: Θέματα Οικολογίας Αστικού Περιβάλλοντος με Ανθρωποκεντρική Προσέγγιση. Γ.Π.Α., Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Αθήνα.
- Ροΐδης, Χ., Σ.Σεκλιζιώτης και Α. Σκοτίδα,1999. Στοιχεία Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Τ.Ε.Ε., Τομέας Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος, Β' Τάξη 1^{ου} Κύκλου , Ειδικότητα :Φυτοτεχνικών Επιχειρήσεων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Σελλούντος, Β.Η.,και Στ, Περδιος., 1985. Θερμομόνωση – Ηχομόνωση, Φοίβος Εκδόσεις.
- Σκαρλάτος, Δ., 1998. Εφαρμοσμένη Ακουστική. Εκδόσεις ΙΩΝ, Περιστέρι Αττικής.
- Σκαρλάτος, Δ., 2008. Δραστηριότητες του ΕΛΙΝΑ στην πρόβλεψη και αντιμετώπιση του κυκλοφοριακού θορύβου. Συνέδριο Οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης στα αστικά κέντρα – Αναγκαία μέτρα και παρεμβάσεις, ΤΕΕ, Αθήνα.
- Σταματελάτος, Μ. και Φ. Βάμβα-Σταματελάτου, 2001.Επίτομο Γεωγραφικό Λεξικό της Ελλάδος. Εκδ ΕΡΜΗΣ, Αθήνα 2001, σελ 600-601.
- Σταμάτη, Λ., 2004. Πράσινο τείχος στα ντεσιμπέλ . Γραφείο Περιβάλλοντος. Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας.
- Stevens, S. S., & Warshofsky, Fred,eds, 1965. Sound and Hearing, Time-Life Books, New York.
- Τζεκάκης, Ε., 1984. Πολεοδομική ηχοπροστασία. Ακουστική-84, Πρακτικά 5^{ου} Ετήσιου Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Ακουστικής Εταιρείας 18-20 Οκτωβρίου, Αθήνα.
- Τζεκάκης, Ε. και Ν.Τσινίκας, 1986. Πολεοδομική ηχοπροστασία. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Τζώρτζη, Ν. και Α. Μαρινάκη, 2004.Εκτίμηση και μέτρα αντιμετώπισης κυκλοφοριακού θορύβου σε υπεραστική οδό. Τεχνικά Χρονικά, Νοέμβριος- Δεκέμβριος.

- Τσακιλίδης, Ι., 2001. Σημειώσεις Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Τσινίκας, Ν., 2005. Ακουστικός Σχεδιασμός χώρων. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Tsunokawa, K. and C. Hoban, 1997. Roads and the Environment. A Handbook. The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank, Washington, D.C. pp 155-164.
- Τσώχος, Γ., 1997. Περιβαλλοντική Οδοποιία. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., 1987. Έκθεση κατάστασης περιβάλλοντος στην Ελλάδα, θόρυβος. Αθήνα.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., 2004. Έλεγχος Θορύβου των δικύκλων (μοτοσικλετών και μοτοποδηλάτων) στην Αθήνα. Γενική. Διεύθυνση Περιβάλλοντος. Αθήνα.
- Φλόκα, Α.Α., 1992. Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Χαδέλλης, Λ., 2004. Ήχος και Μουσική Τόμος Α', Επανεκδοση 2004, Εκδόσεις Σύγχρονη Μουσική.
- Χαϊκάλη, Σ., 2006. «Καταπολέμηση του θορύβου και προστασία του ακουστικού τοπίου στα ελληνικά αστικά κέντρα – Θεσμικό πλαίσιο για τον θόρυβο», ΕΜΠ.
- Χατζημανωλάκης, Ε., 2005 . «Το χρονικό μιας πολιτείας, Πειραιάς 1835-2005». Εκδίδεται από το Δήμο Πειραιά. σελ. 18-139, Πειραιάς.
- Χρονοπούλου-Σερέλη, Α., 1996. Μαθήματα Γεωργικής Μετεωρολογίας. Εργαστήριο Φυσικής & Γεωργικής Μετεωρολογίας, Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Watts, G. R., 1995. Traffic Noise Barriers, TRL Annual Review.
- World Health Organization, 1993. Noise and Health.

Διαδικτυακές πηγές :

<http://www.minenv.gr>

<http://www.tsanak.gr/documents/civil/noisebarriers.pdf>

<http://www.iok.gr/petep/05-02-04-00.pdf>

<http://www.stadia.gr/karaiskaki/karaiskaki.-gr.html>

[http://el.wikipedia.org/wiki/Σταθμός_Νέου_Φαλήρου\(Μετρό_Αθήνας\)](http://el.wikipedia.org/wiki/Σταθμός_Νέου_Φαλήρου(Μετρό_Αθήνας))

http://el.wikipedia.org/wiki/Νέο_Φάληρο

<http://www.yourhome.gov.au/technical/fs27.html>

<http://www.irfnet.eu/>

http://www.aftodioikisi.com/index.php?news_id=25&action=details

<http://www.edrasis.gr>

http://el.wikipedia.org/wiki/Μήκος_κύματος

[http:// www.noise-pollution.gr](http://www.noise-pollution.gr)

http://tv-greek-sansimera.blogspot.com/2009/09/blog-post_3305.html

<http://www.pireasnet.gr/athlitikos/Index.htm>

<http://www.attiko-prasino.gr>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΩΝ