



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

“Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική
ηχοπροστασία:
Η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου & το
Άλσος Παπάγου, στην Αθήνα”



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΩΝ

ΣΒΑΡΝΑ ΙΩΑΝΝΗ - ΧΑΤΖΗΛΙΑΔΗ ΕΥΔΟΚΙΑΣ

Επιβλέπουσα: Σωτηροπούλου Αλεξάνδρα, Επ. Καθηγήτρια
ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2012

*Στους γονείς μας,
Σπύρο & Μαρία
Νίκο & Μαίρη*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μέσω αυτής της διπλωματικής εργασίας με τίτλο: "Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία : Η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου & το Άλσος Παπάγου, στην Αθήνα", μας δίνεται η ευκαιρία να ευχαριστήσουμε θερμά όλους εκείνους που μας βοήθησαν για την ολοκλήρωσή της.

Συγκεκριμένα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα Επίκουρη Καθηγήτρια, κυρία Αλεξάνδρα Σωτηροπούλου, για την ανάθεση, την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια της κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες στον Καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου Ηχοτεχνίας ΕΜΠ, κύριο Γεώργιο Πουλάκο καθώς και στον Καθηγητή ΕΜΠ, κύριο Αθανάσιο Μπαλλή για το ενδιαφέρον τους αλλά και για την παραχώρηση των ηχομέτρων που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή των πειραμάτων της εργασίας.

Εν συνεχεία, ευχαριστούμε τον υποψήφιο διδάκτορα του ΕΜΠ, κύριο Τηλέμαχο Καρατζά και τον συμφοιτητή μας Χάρη Χούσο, για την αμέριστη βοήθειά τους στην διεξαγωγή των πειραμάτων - μετρήσεων που απαιτήθηκαν για την μελέτη μας.

Ευχαριστούμε θερμά τον Αναστάσιο Χατζηλιάδη για τη δημιουργία του εξωφύλλου της εργασίας μας, και τέλος, τις οικογένειές μας, για την ηθική στήριξη και συμπαράσταση που μας παρείχαν, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη συμβολή της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου και του Άλσους Παπάγου, ως πνευμόνων πρασίνου της Αθήνας, στην απόσβεση του αστικού θορύβου.

Στα πλαίσια της εργασίας, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις θορύβου σε χαρακτηριστικές θέσεις των εν λόγω πράσινων χώρων. Η επιλογή των θέσεων μέτρησης έγινε με στόχο να καταγραφεί κατά το δυνατόν πλησιέστερα ο αστικός θόρυβος που επικρατεί τόσο στο εσωτερικό των πάρκων, όσο και περιμετρικά αυτών. Οι μετρήσεις έγιναν σε dBA, βασίστηκαν στην παράμετρο ισοδύναμης ηχητικής στάθμης L_{Aeq} και πραγματοποιήθηκαν σε δύο φάσεις (καθημερινής ημέρας και ημέρας αργίας). Λόγω της μη δυνατότητας χρήσης περισσοτέρων του ενός ηχομέτρου, οι λήψεις των μετρήσεων έγιναν διαδοχικά και είχαν διάρκεια 15 λεπτών ανά θέση.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου αλλά και το Άλσος Παπάγου διαθέτουν θέσεις αναψυχής με ικανοποιητική στάθμη θορύβου, κοντά δηλαδή στα 50 dBA που είναι η οριακά ικανοποιητική τιμή σύμφωνα με τις διεθνείς συστάσεις που υιοθετεί και η Ελληνική Νομοθεσία για αστικές περιοχές.

Η παρούσα εργασία συγκρίνει και αξιολογεί τα αποτελέσματά της με εκείνα άλλων ισοδύναμων εργασιών σε πνεύμονες πρασίνου στην Αθήνα. Αντικείμενα μελέτης των συναφών εργασιών είναι Το Πεδίον του Άρεως στην Αθήνα, Ο Εθνικός Κήπος στην Αθήνα και η Πλατεία Ν. Σμύρνης. Το Πεδίον του Άρεως, επίσης διαθέτει εσωτερικές θέσεις με ικανοποιητική ησυχία ενώ ο Εθνικός Κήπος και η πλατεία Νέας Σμύρνης, δεν συναντήθηκε καμία εσωτερική ή περιμετρική θέση με στάθμη θορύβου κάτω των 50 dBA.

Με την ολοκλήρωση της εργασίας, παρατίθενται προτάσεις για τον μελλοντικό σχεδιασμό αστικών χώρων πρασίνου. Οι προτάσεις έχουν να κάνουν τόσο με τις διαστάσεις των πάρκων, την κατάλληλη φύτευση τους και την διαμόρφωση του γύρω περιβάλλοντος, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή ηχοαπορρόφηση, όσο και με τις παραμέτρους ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται, ώστε να είναι ο πνεύμονας πρασίνου φιλόξενος προς το ευρύ κοινό.

ABSTRACT

The main theme of the present diploma thesis is the contribution in the attenuation of urban noise of two important green lungs, the forest area of National Technical University of Athens and the one of the region Papagou.

Within this project, noise measurements were carried out at characteristic points of these green places. The choice of the characteristic points was made in order to give an, as possible, realistic presentation of the urban noise, which exists, not only inside these green areas, but also around them. The measurements were made in dBA and were based in the parameter of equivalent sound level, LAeq. They were also made in two phases, the first one was made in an ordinary workday, while the second during the weekend. Due to the inability to use more than one device, that measures the noise, these measurements were made successively with duration 15 minutes in each position.

The results proved that both the forest area of National Technical University of Athens and of the region Papagou consist recreational places with satisfactory noise levels, close to 50 dBA which a marginally satisfactory price, according to the international regulations adopted by the Greek Legislation for urban areas.

The present paper presents and compares its results with results of other similar papers concerning different green lungs of Athens. The objects of these papers are Pedio of Areos, the National Garden of Athens, and the Square of Nea Smirni. Pedio of Areos also has internal areas, where tranquility is satisfactory, while in the National Garden and in the Square of Nea Smirni, no area- internal or at the perimeter- was found, where the level of noise was less than 50 dBA.

Finally recommendations and proposals are presented for the future planning of urban green spaces. These proposals concern first the size of parks, the proper planting and the development of the surrounding environment, in order to achieve the best possible sound absorption. Secondly other proposal where made which concern some safety parameters that should be taken into consideration so that green lungs are pleasant and attractive to the population.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά.....	1
1.2 Τοποθέτηση του προβλήματος.....	3
1.3 Σημασία της ύπαρξης αστικού πρασίνου.....	4
1.4 Συμβολή του πρασίνου στον έλεγχο του θορύβου.....	6
1.5 Πνεύμονες αστικού πρασίνου στην Αθήνα.....	7
1.6 Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου - Γενικά Χαρακτηριστικά.....	9
1.7 Άλσος Παπάγου - Γενικά Χαρακτηριστικά.....	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

2.1 Η έννοια της ακουστικής.....	31
2.2 Ο ήχος.....	32
2.2.1 Η έννοια του ήχου.....	32
2.2.2 Διάδοση του ηχητικού κύματος.....	33
2.2.3 Βασικά ηχητικά μεγέθη και μονάδες.....	35
2.2.4 Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου.....	40
2.3 Ο θόρυβος.....	42
2.3.1. Η έννοια του θορύβου.....	42
2.3.2 Οι επιπτώσεις του θορύβου στον άνθρωπο.....	42
2.3.3 Η μέτρηση του θορύβου.....	46
2.3.4 Στάθμες θορύβου L_A L_N L_{eq}	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

3.1 Γενικά.....	53
3.2 Absorption of Acoustic energy by plant leaves.....	53
3.3 Sound attenuation in forest.....	54
3.4 Road traffic noise attenuation by belts of trees.....	55
3.5 Reverberation and frequency attenuation in forests & implications for acoustic communication in animals.....	56
3.6 The absorption of sound by pine trees.....	57
3.7 Η συμβολή του Εθνικού Κήπου της Αθήνας στην απόσβεση της αστικής ηχορρύπανσης.....	57
3.8 Η συμβολή του Πεδίου του Άρεως της Αθήνας στην απόσβεση της αστικής ηχορρύπανσης.....	58
3.9 Συμπεράσματα.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

4.1 Γενικά.....	60
4.2 Παρουσίαση δεικτών θορύβου.....	60
4.3 Μετρητές στάθμης ήχου (Ηχόμετρα).....	62
4.3.1 Σταθμιστικά κυκλώματα (φίλτρα).....	64
4.3.2 Συνοδευτικά εξαρτήματα ηχομέτρων.....	65
4.3.3 Μετρούμενα μεγέθη.....	66
4.4 Διεξαγωγή του πειράματος.....	67
4.4.1 Πρώτη φάση εκτέλεσης των μετρήσεων - Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.....	68
4.4.2 Δεύτερη φάση εκτέλεσης των μετρήσεων.....	70
4.4.3 Πρώτη φάση εκτέλεσης των μετρήσεων - Άλσος Παπάγου.....	71

4.4.4 Δεύτερη φάση εκτέλεσης των μετρήσεων - Άλσος Παπάγου.....	72
-----------------------------------------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Γενικά.....	75
5.2 Πρώτη φάση μέτρησης για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου...78	
5.2.1 Αποτελέσματα.....	78
5.2.2 Συζήτηση.....	79
5.3 Δεύτερη φάση μέτρησης για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.....	81
5.3.1 Αποτελέσματα.....	81
5.3.2 Συζήτηση.....	82
5.4 Σύγκριση παρατηρήσεων Α' και Β' φάσης μέτρησης για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.....	82
5.5 Πρώτη φάση μέτρησης για το Άλσος Παπάγου.....	84
5.5.1 Αποτελέσματα.....	84
5.5.2 Συζήτηση.....	85
5.6 Δεύτερη φάση μέτρησης για το Άλσος Παπάγου.....	87
5.6.1 Αποτελέσματα.....	87
5.6.2 Συζήτηση.....	88
5.7 Σύγκριση παρατηρήσεων Α' και Β' φάσης μέτρησης για το Άλσος Παπάγου.....	88
5.8 Σύγκριση παρατηρήσεων Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου - Άλσους Παπάγου.....	89
5.9 Σύγκριση με τα αποτελέσματα άλλων διπλωματικών εργασιών με αντικείμενο τους αστικούς πνεύμονες πρασίνου και την απόσβεση θορύβου	90
5.9.1 "Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία - Το Πεδίον του Άρεως στην Αθήνα" [Ref.7].....	91

5.9.2 "Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία -
Η Πλατεία της Νέας Σμύρνης στην Αθήνα" [Ref.8].....93

5.9.3 "Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία -
Ο Εθνικός Κήπος στην Αθήνα" [Ref.6].....96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ98

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ102

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α107

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β118

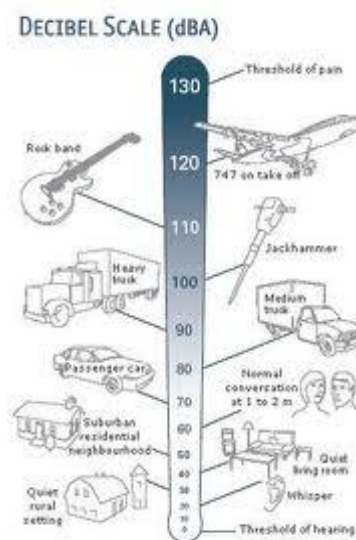
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ120

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Στην σημερινή εποχή ο θόρυβος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους περιβαλλοντικούς ρύπους που υποβαθμίζουν το αστικό περιβάλλον, και είναι ιδιαίτερα αισθητός στα αστικά κέντρα, όπου η συγκέντρωση του πληθυσμού είναι αρκετά μεγάλη. Ως θόρυβος προσδιορίζεται ο μη επιθυμητός ή δυσάρεστος εξωτερικός ήχος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και όπως έχουν αποκαλύψει πολυάριθμες έρευνες της κοινής γνώμης, διαδοχικές και επαναλαμβανόμενες τα τελευταία 50 χρόνια, ο θόρυβος ιεραρχείται ως το σημαντικότερο πρόβλημα άνεσης.



Εικόνα 1.1

Οι επιπτώσεις του θορύβου στον άνθρωπο είναι πολλαπλές και ποικίλες. Διακρίνονται σε φυσιολογικές και ψυχολογικές. Ξεκινούν από έναν απλό εκνευρισμό ή δυσφορία και μπορούν να καταλήξουν σε μόνιμες βλάβες του οργανισμού, όπως απώλεια ακοής, έλλειψη συγκέντρωσης, ψυχολογικές διαταραχές. Επίσης μπορεί να προκαλέσει διαταραχές στον ύπνο με όλες τις επιβλαβείς συνέπειες σε βραχυπρόθεσμη και σε μακροπρόθεσμη βάση, μειωμένη απόδοση στη δουλειά και στο σχολείο και διάφορες καρδιαγγειακές επιπτώσεις.

Σύμφωνα με έρευνα της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, η ηχορύπανση έρχεται δεύτερη μετά την ατμοσφαιρική ρύπανση στην κατάταξη των περιβαλλοντικών κινδύνων για την υγεία. Ο θόρυβος προσβάλλει τις ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού (1^η και 3^η ηλικία, άτομα σε ανάρρωση, έγκυες), αλλά και τις παραγωγικές ηλικίες.

Η αντιμετώπιση του θορύβου ή έστω ο περιορισμός του, λοιπόν, πρέπει να αποτελεί έναν από τους πρωταρχικούς στόχους των πολιτισμένων πολιτειών. Δεν είναι άλλωστε τυχαίο το γεγονός ότι ένας από τους δείκτες αξιολόγησης του πολιτισμικού επιπέδου μιας χώρας είναι και τα επίπεδα θορύβου που παράγει ο λαός της.

Η Ελληνική Πολιτεία, όπως και όλες οι σύγχρονες κοινωνίες, έχει θεσπίσει μια σειρά νομοθετικών και διοικητικών μέτρων για τον περιορισμό του φαινομένου. Επίσης μια μεγάλη μερίδα του πληθυσμού, ιδίως στις μεγαλουπόλεις, έχει ευαισθητοποιηθεί ιδιαίτερα προς αυτή την κατεύθυνση. Παρόλα αυτά, το πρόβλημα του θορύβου ή της ηχορύπανσης γενικότερα, εξακολουθεί να υφίσταται και δυστυχώς να επεκτείνεται αντί να περιορίζεται.

1.2 Τοποθέτηση του προβλήματος

Ιδιαίτερα έντονο παρουσιάζεται το φαινόμενο της ηχορύπανσης στην χώρα μας. Ήδη πέντε ελληνικές πόλεις (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο, Λαμία) συγκαταλέγονται στις πιο θορυβώδεις πόλεις της Ευρώπης. Ειδικά στην περιοχή της Αθήνας το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο αφού εκεί είναι συγκεντρωμένο το 40% του πληθυσμού, το 35% της βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας και το 70% των Υπηρεσιών της Ελλάδος.

Ο θόρυβος από την οδική κυκλοφορία θεωρείται ως η πλέον ενοχλητική πηγή θορύβου για τον αστικό πληθυσμό. Η κατάσταση αυτή οφείλεται σε ένα μεγάλο μέρος και από την κυκλοφορία των δικύκλων. Το ΥΠΕΧΩΔΕ, από το 1997, έχει εκδώσει 29 Χάρτες Κυκλοφοριακού Θορύβου εκ των οποίων οι 12 αναφέρονται σε μεγάλους Δήμους του Νομού Αττικής και οι υπόλοιποι 17 σε μεγάλες πόλεις της χώρας. Από την Χαρτογράφηση διαπιστώθηκε, ότι μεγάλες κυκλοφοριακές αρτηρίες αρκετών πόλεων της χώρας ή Δήμων του Νομού Αττικής, παρουσιάζουν αυξημένα επίπεδα θορύβου κυρίως σε ώρες αιχμής (10.00 πμ έως 12.00 πμ). Το υψηλότερο επίπεδο θορύβου που παρατηρήθηκε από την εκτέλεση ημερήσιων και νυχτερινών μετρήσεων σε 205 επιλεγμένα σημεία του εσωτερικού δακτυλίου της Αθήνας, ήταν 86 dB(A) για την ημέρα και 81 dB(A) για την νύχτα. Ο μέσος όρος του ημερήσιου θορύβου, στα ανωτέρω σημεία, είναι της τάξης των 70 dB(A), ενώ του νυχτερινού είναι της τάξης των 65 dB(A).

Ο θόρυβος, πέρα από τις αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, έχει συντελέσει και στην περιβαλλοντική παρακμή των αστικών κέντρων και την οικονομική υποβάθμιση πολλών περιοχών. Σε αντίθεση με τα περισσότερα αστικά κέντρα αναπτυγμένων κρατών, όπου οι αξίες ακινήτων στο κέντρο είναι πολύ μεγαλύτερες από τις αξίες ακινήτων στα προάστια, στην Αθήνα παρατηρείται το παράδοξο φαινόμενο να έχουμε αξίες ακινήτων στο κέντρο πολύ χαμηλότερες από τις αξίες ακινήτων στα προάστια.

Εκτός από τις μεγάλες αστικές περιοχές, εντονότατο πρόβλημα θορύβου αντιμετωπίζουν και πολλές τουριστικές περιοχές της χώρας. Οι συνέπειες φαίνεται ότι επηρεάζουν τόσο την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, με αποτέλεσμα

την μείωση του τουριστικού ρεύματος, όσο και την ποιότητα ζωής των μόνιμων κατοίκων αυτών των περιοχών.

Εξετάζοντας λοιπόν, το οικονομικό κόστος της υποβάθμισης των αστικών κέντρων και της ποιότητας ζωής, τις επιπτώσεις της περιβαλλοντικής υποβάθμισης στον τουρισμό, τις εμπορικές και πολιτισμικές σχέσεις με άλλα κράτη, την δυσμενή επίδραση σε αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία, συμπεραίνουμε πως μας είναι αδύνατο να αγνοήσουμε το πρόβλημα.



Εικόνα 1.2

1.3 Σημασία ύπαρξης αστικού πρασίνου

Οι κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου είναι η ανάσα της μεγαλούπολης. Αυτοί θεωρούνται τα αστικά πάρκα, τα άλση καθώς και τα περιαστικά βουνά, τα δάση, οι παραλίες. Είναι χώροι – περιοχές υπαίθριες μέσα και γύρω από την πόλη, που μπορούν να φέρουν έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα, καθώς επίσης βλάστηση (δέντρα, θάμνους, γρασίδι, κ.α.), διάφορα είδη πανίδας, λίμνες και ρυάκια, ενώ η παρουσία τους επηρεάζει την ποιότητα ζωής, καθώς επίσης και την ποιότητα του αέρα και του νερού της περιοχής.

Αυτές λοιπόν οι σπάνιες πράσινες γωνιές της πόλης προσφέρουν ανεκτίμητες υπηρεσίες στην ποιότητα ζωής των κατοίκων της πόλης, αφού βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα, καθώς τα δέντρα παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τους αέριους ρυπαντές. Συμβάλουν στην μείωση της θερμοκρασίας, γεγονός σημαντικό για τις μεσογειακές πόλεις ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Είναι τα τελευταία καταφύγια βιοποικιλότητας στα αστικά κέντρα. Μειώνουν τον κίνδυνο πλημμυρών, καθώς απορροφούν σαν "σφουγγάρια" το νερό της βροχής, εμπλουτίζοντας ταυτόχρονα τον υδροφόρο ορίζοντα.

Σημαντική είναι επίσης η λειτουργία των χώρων αστικού πρασίνου ως τόπων αναψυχής. Στη σημερινή κοινωνία όπου ο ελεύθερος χρόνος των κατοίκων των πόλεων είναι ελάχιστος και η ύπαιθρος δεν είναι πλέον προσιτή, οι χώροι πρασίνου είναι οι μόνοι προσιτοί χώροι που μπορούν να λειτουργήσουν ως χώροι για ξεκούραση, χαλάρωση, αλλά ακόμα και για παιχνίδι και για άθληση.

Επιπλέον, αποτελούν χώρους κοινωνικής συναναστροφής. Στους χώρους πρασίνου οι κάτοικοι μπορούν να έρθουν σε επαφή μεταξύ τους, να αναπτύξουν γνωριμίες ή και φιλίες, να ανταλλάξουν απόψεις, αποκτώντας έτσι το αίσθημα της κοινωνικής αποδοχής. Γενικότερα, στους χώρους πρασίνου νοιώθει κανείς περισσότερο ανεξάρτητος από ότι στο αυστηρό εργασιακό χώρο ή ακόμα και στο χώρο του σπιτιού του.

Δυστυχώς όμως οι ελεύθεροι χώροι, ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα, βρίσκονται στο στόχαστρο της κακώς εννοούμενης "αξιοποίησης" και του εκσυγχρονισμού. Οι περιπτώσεις υποβάθμισης τους είναι πλέον τόσες, ώστε τείνουν να γίνουν κανόνας, εθίζοντας παράλληλα τους κατοίκους της πόλης, στην ιδέα πως τίποτα δεν μπορεί να ανακόψει την πορεία εξαθλίωσης της ποιότητας ζωής, στις ελληνικές μεγαλουπόλεις.



Εικόνα 1.3

1.4 Συμβολή πρασίνου στον έλεγχο του θορύβου

Εκτός από τον σημαντικό, και άμεσα αντιληπτό στο κοινό, κοινωνικό ρόλο του αστικού πρασίνου, μεγάλο όφελος από την παρουσία του είναι και η μείωση της ηχορύπανσης. Η ηχορύπανση αποτελεί μεγάλο πρόβλημα, όπως αναφέραμε και παραπάνω, για τους κατοίκους των πόλεων και το πράσινο μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπισή της, αφού σύμφωνα με μετρήσεις των Rober και Kara Atseu που έγιναν στην Σόφια της Βουλγαρίας παρατήρησαν μείωση των επιπέδων θορύβου στον αστικό χώρο κατά 0,71 dB ανά τετραγωνικό μέτρο δενδρώδους επιφάνειας. (Κασσιός Κ. , 2005).

Επομένως το πράσινο είναι απαραίτητο μέσα στις πόλεις. Αξίζει, βέβαια να σημειωθεί ότι το πράσινο στην πόλη θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν φυσικό και όχι τεχνητό.

1.5 Πνεύμονες πρασίνου στην Αθήνα

Στην Αθήνα, πόλη που δικαίως συχνά χαρακτηρίζεται από τους ίδιους τους κατοίκους της ως αφιλόξενη, οι κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου είναι ελάχιστοι και επομένως εξαιρετικά πολύτιμοι. Εκτός από τους περιαστιακούς όγκους, τα δάση και το παράκτιο μέτωπο που έχουν ήδη υποστεί μη αντιστρεπτή υποβάθμιση, η μητροπολιτική περιοχή της Αθήνας φιλοξενεί λίγους αλλά σημαντικούς χώρους πρασίνου. Το Πεδίο του Άρεως, το πάρκο Ριζάρη, το πάρκο Ελευθερίας, το άλσος Φιλοπάππου, το άλσος Νέας Φιλαδέλφειας, το κτήμα Συγγρού, το άλσος Γουδί, ο Αρδηττός και βέβαια το Ζάππειο και ο Εθνικός Κήπος είναι ίσως οι πιο γνωστοί χώροι ανάσας για την πόλη.

Δυστυχώς όμως, οι περισσότεροι χώροι πρασίνου της Αθήνας υφίστανται συνεχείς και σημαντικές πιέσεις υποβάθμισης, όπως, παραχωρήσεις σε ιδιώτες, αλλαγή χρήσης, ανεξέλεγκτη εμπορευματοποίηση από τους ΟΤΑ που τους διαχειρίζονται προς κάλυψη ταμειακών τους αναγκών και με τρόπο μη συμβατό προς τον χαρακτήρα τους. Παράδειγμα είναι η χωροθέτηση ολυμπιακών εγκαταστάσεων σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα σε ελεύθερους χώρους. Προς χάρη του δημόσιου συμφέροντος που απορρέει από τη φιλοξενία της Ολυμπιάδας του 2004, χώροι αστικού και περιαστιακού πρασίνου, όπως το Άλσος Βεΐκου και ο Σχοινιάς καλύφθηκαν με το τσιμέντο των αθλητικών εγκαταστάσεων.

Η Αθήνα, και γενικότερα η Αττική, έχουν μεσογειακό κλίμα και σε ότι αφορά τη σύνθεση της φυσικής τους βλάστησης, ανήκουν στη ζώνη των μεσογειακών φυτολογικών οικοσυστημάτων. Ωστόσο, τα φυτά τους δεν είναι όλα μεσογειακά, καθώς υπάρχουν και ξενικά είδη που έχουν προσαρμοστεί στα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος και αποτελούν πλέον ένα σημαντικό ποσοστό της βλάστησης.

Το χαρακτηριστικό των μεγάλων χώρων πρασίνου είναι ότι η βλάστησή τους αποτελείται κυρίως από μεσογειακά είδη δένδρων και θάμνων, τα περισσότερα από τα οποία είναι αυτοφυή, σε αντίθεση με τους μικρότερους χώρους που η βλάστηση είναι μικτή, αποτελούμενη τόσο από ελληνικά όσο και από ξενικά είδη.

Το πράσινο των μικρότερων χώρων πρασίνου έχει δημιουργηθεί με συστηματικές φυτεύσεις δένδρων και θάμνων.

Τα σημαντικότερα είδη δένδρων που υπάρχουν στους χώρους πρασίνου της Αθήνας είναι τα παρακάτω:

Μεσογειακά είδη

1. Χαλέπιος Πεύκη (*Pinus halepensis*)
2. Κουκουναριά (*Pinus pinea*)
3. Ελιά και Αγριελιά (*Olea europea* και *Olea oleaster*)
4. Νεραντζιά (*Citrus aurantium*)
5. Μουριά (*Morus alba*)
6. Χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*)
7. Κουτσουπιά (*Cercis siliquastrum*)
8. Αριά (*Quercus ilex*)
9. Λεύκα ή Καβάκι (*Populus nigra*)
10. Αργυρόφυλλη Λεύκα ή Ασημόλευκα (*Populus alba*)

Ξενικά είδη

1. Φοίνικας (*Phoenix canariensis*)
2. Ουασινγκτόνια (*Washingtonia* sp.)
3. Ευκάλυπτος (*Eucalyptus robusta*)
4. Ροβίνια (*Robinia* sp.)
5. Σοφόρα (*Sophora japonica*)

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα εξετάσουμε την συμβολή της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου και του Άλσους Παπάγου στην απόσβεση του περιβαλλοντικού – κυκλοφοριακού θορύβου, στην ευρύτερη περιοχή όπου και ανήκει το καθένα ξεχωριστά. Σημειώνεται ότι τα φυτά στους παραπάνω χώρους είναι κατά βάση αειθαλή.

1.6 Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου - Γενικά Χαρακτηριστικά

Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο δραστηριοποιείται στους τομείς εκπαίδευσης και έρευνας που αφορούν τεχνολογίες αιχμής των γνωστικών αντικειμένων των μηχανικών όλων των ειδικοτήτων. Οι 600 δάσκαλοι-ερευνητές (μέλη Δ.Ε.Π.) μαζί με 300 μέλη του ειδικού εκπαιδευτικού και τεχνικού προσωπικού και τους 3.000 περίπου μεταπτυχιακούς φοιτητές είναι το ανθρώπινο δυναμικό που παρέχει την εκπαίδευση στους 10.000 περίπου φοιτητές, καθώς και την εκτέλεση της προχωρημένης έρευνας. 400 περίπου διοικητικοί υπάλληλοι παρέχουν υποστήριξη στην ακαδημαϊκή κοινότητα.



Εικόνα 1.4

Το ΕΜΠ διαθέτει 9 σχολές που διδάσκουν ισάριθμα γνωστικά αντικείμενα μηχανικών:

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
(Σ.Η.Μ.Μ.Υ.)

Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών

Σχολή Χημικών Μηχανικών

Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.)

Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών

Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών

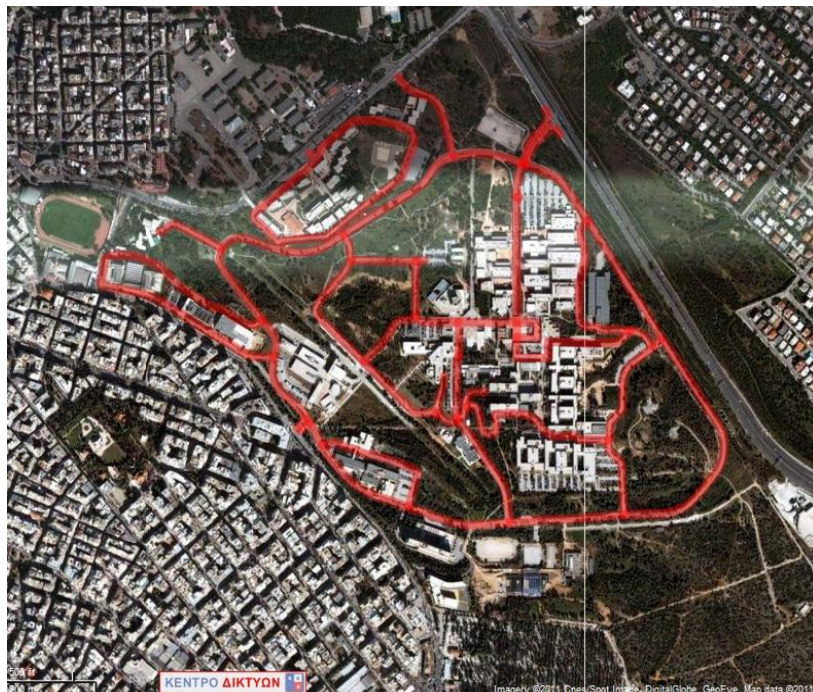
Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών (Σ.Α.Τ.Μ.)



Εικόνα 1.5

Οι λειτουργίες του ιδρύματος εξυπηρετούνται από εξοπλισμένες κτιριακές εγκαταστάσεις, συνολικής επιφάνειας 43.160 m², στο έκτασης 23.255 m² ιστορικό συγκρότημα Πατησίων και 240.000 m², στο έκτασης 1000 στρεμμάτων συγκρότημα της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Οι κύριοι εκπαιδευτικοί χώροι, αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και σπουδαστήρια είναι συνολικής επιφάνειας 120.000 m².

Από άποψη προσβασιμότητας, η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου διαθέτει εσωτερικό οδικό δίκτυο, 20 ειδικά διαμορφωμένους χώρους στάθμευσης, και δέκα 10 στάσεις λεωφορείου το οποίο έχει σύνδεση με στο σταθμό του μετρό στην λεωφόρο Κατεχάκη. Η Πολυτεχνειούπολη διαθέτει τρεις βασικές εισόδους-εξόδους για οχήματα και πεζούς, την Πύλη Ζωγράφου, την Πύλη Κοκκινοπούλου και την Πύλη Κατεχάκη. Αν και η τελευταία παραμένει ανοιχτή σε 24ωρη βάση, οι άλλες δύο Πύλες έχουν πιο περιορισμένο ωράριο για τα οχήματα με σκοπό την αποφυγή έλξης οδηγών εκτός της Πολυτεχνειακής κοινότητας, κατά τις ώρες αιχμής, που ενδεχομένως να θέλουν να εκμεταλλευτούν την Πολυτεχνειούπολη για συντόμευση της πορείας τους.



Εικόνα 1.6 : Εσωτερικό οδικό δίκτυο Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου

Τα κτίρια που περικλείονται στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, παίρνουν την ονομασία τους από τα είδη των σχολών τις οποίες εξυπηρετούν. Έχουμε λοιπόν τα νέα κτίρια πολιτικών μηχανικών, τα κτίρια μηχανολόγων μηχανικών, τα κτίρια ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών Η/Υ, τα κτίρια χημικών μηχανικών, τα κτίρια μηχανικών μεταλλείων - μεταλλουργών, τα κτίρια αγρονόμων τοπογράφων, τα κτίρια ναυπηγών, και τέλος το κτίριο φυσικής και τις αίθουσες διδασκαλίας της σχολής ΣΕΜΦΕ.

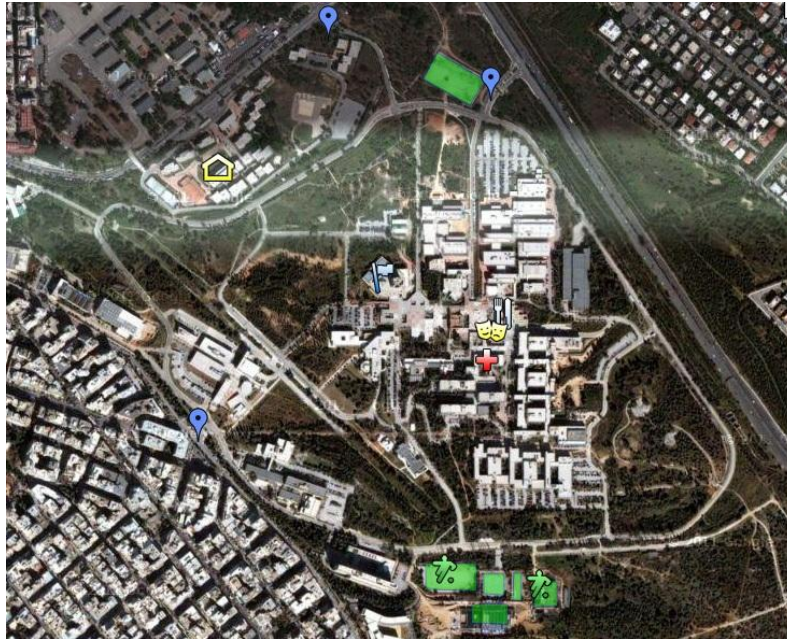
Η Πολυτεχνειούπολη διαθέτει 18 εργαστήρια, κεντρική βιβλιοθήκη, κέντρο Η/Υ, εκτυπωτική μονάδα, κέντρο ξένων γλωσσών και άλλες σημαντικές υπηρεσίες καθώς και ιατρείο και εστιατόριο. Επίσης παρέχει στα μέλη της κοινότητάς του αθλητικές εγκαταστάσεις, όπως γυμναστήρια, γήπεδο ποδοσφαίρου και στίβο, αλλά και πολιτιστικές δραστηριότητες όπως θεατρική ομάδα, μουσικό και χορευτικό τομέα.

Οι ξενώνες της Πολυτεχνειούπολης που αποτελούν φοιτητικές εστίες για 700 φοιτητές της, διαμορφώνονται σε ειδικό πράσινο χώρο, ο οποίος είναι έκτασης 66.976 m², και διαθέτει 16 κτίρια, εστιατόριο, γήπεδο μπάσκετ, χώρους μελέτης, χώρο αναψυχής και έχει ανεξάρτητη είσοδο / έξοδο από το όλο συγκρότημα της Πολυτεχνειούπολης.



Εικόνα 1.7

Αξίζει να αναφέρουμε ότι στην Πολυτεχνειούπολη υπάρχουν 6 σημεία ανακύκλωσης, καθώς και ότι λειτουργούν 2 μετεωρολογικοί σταθμοί και 8 σημεία πρόσβασης wi-fi.



Εικόνα 1.8



Εικόνα 1.9 : Κεντρική Βιβλιοθήκη ΕΜΠ

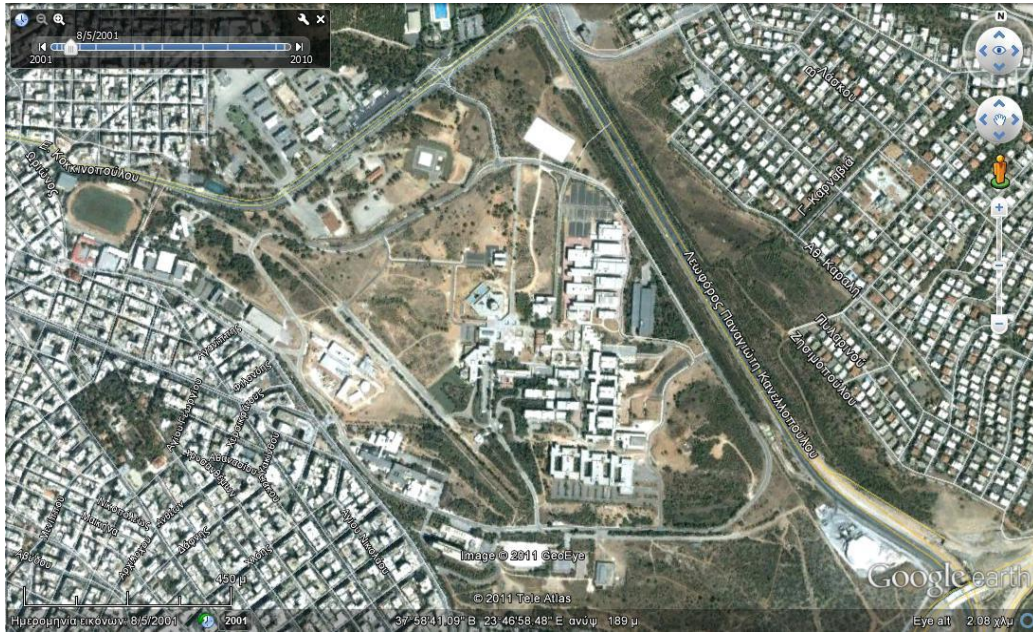
Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο έχει συμβάλει επί σειρά ετών στην ανάπτυξη του πάρκου της Πολυτεχνειούπολης, με φυτεύσεις δεκάδων χιλιάδων δέντρων και θάμνων και διαμορφώσεις περιπάτων. Τα περισσότερα είδη φυτών που έχουν χρησιμοποιηθεί, αποτελούν χαρακτηριστικά είδη φυτών που συναντώνται στον Υμηττό (Πίνακας 1.1). Το ΕΜΠ εξακολουθεί να αναπτύσσει το πάρκο της Πολυτεχνειούπολης, χρησιμοποιώντας κυρίως τα ακόλουθα είδη φυτών, λόγω της οικολογικής προσαρμογής τους και της εναρμόνισής τους με την τοπική χλωρίδα :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΔΩΝ

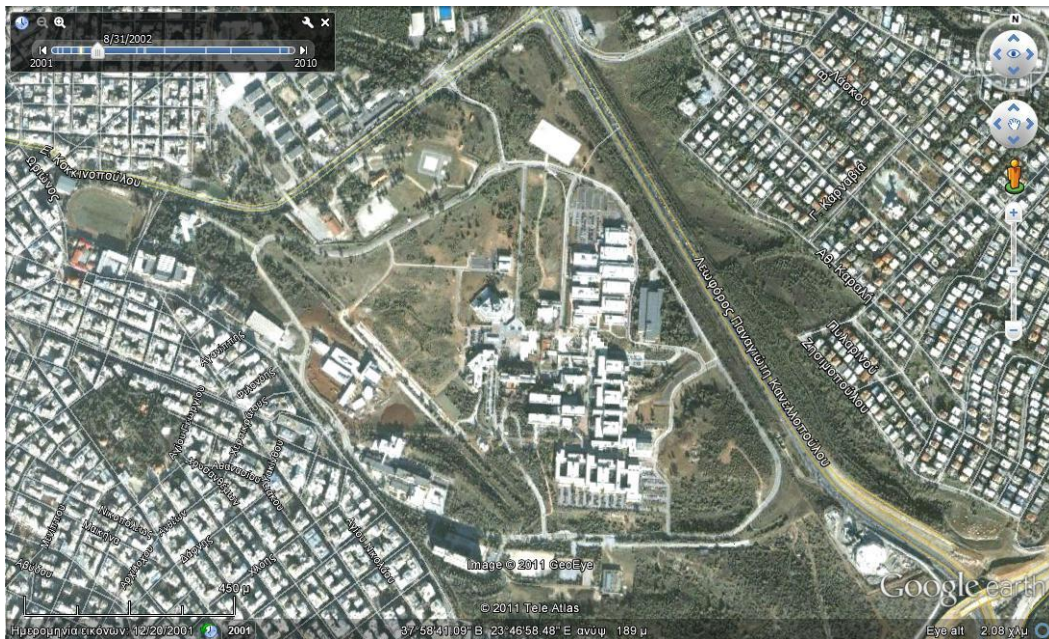
Δέντρα - δέντρα/θάμνοι	Θάμνοι - θαμνοειδή
<i>Ceratonia siliqua</i> -χαρουπιά	<i>Arbutus andrachne</i> -αγριοκουμαριά
<i>Cercis siliquastrum</i> – κουτσουπιά	<i>Arbutus unedo</i> -ήμερη κουμαριά
<i>Crataegus monogyna</i> -κράταιγος	<i>Capparis sp</i> - κάππαρη
<i>Cupressus sempervirens</i> -κουπαρίσσι	<i>Medicago arborea</i> -μηδική η δενδρώδης
<i>Elaeagnus angustifolia</i> - τζίτζιφιά	<i>Myrtus communis</i> —μυρτιά
<i>Ficus carica</i> - συκιά	<i>Nerium oleander</i> -πικροδάφνη
<i>Laurus nobilis</i> -δάφνη Απόλλωνα	<i>Prunus spinosa</i> -τσαπουρνιά
<i>Olea oleaster</i> -αγριελιά	<i>Pyracantha coccinea</i> -πυράκανθος
<i>Pinus brutia</i> -τραχειά πεύκη	<i>Rosa canina</i> —αγριοτριανταφυλλιά
<i>Pinus halepensis</i> -χαλέπιος πεύκη	<i>Rosa sempervirens</i> -τριανταφυλλιά
<i>Pinus pinea</i> - κουκουναριά	<i>Ruscus aculeatus</i> —ρούσκος
<i>Pistacia lentiscus</i> -σχίνος	<i>Spartium junceum</i> – σπάρτο
<i>Pistacia terebinthus</i> —κοκκορεβυθιά	<i>Teucrium sp</i> – τεύκριο
<i>Platanus orientalis</i> —πλάτανος	<i>Vitex sp</i> - λυγαριά
<i>Prunus coccomilla</i> - αγριοκορομηλιά	
<i>Pyrus amygdaliformis</i> -γκορτσιά	
<i>Quercus aegilops</i> -ήμερη βελανιδιά	
<i>Quercus coccifera</i> -πουρνάρι	
<i>Quercus ilex</i> -αριά	
<i>Quercus pubescens</i> —χνοώδης δρυς	

Πίνακας 1.1

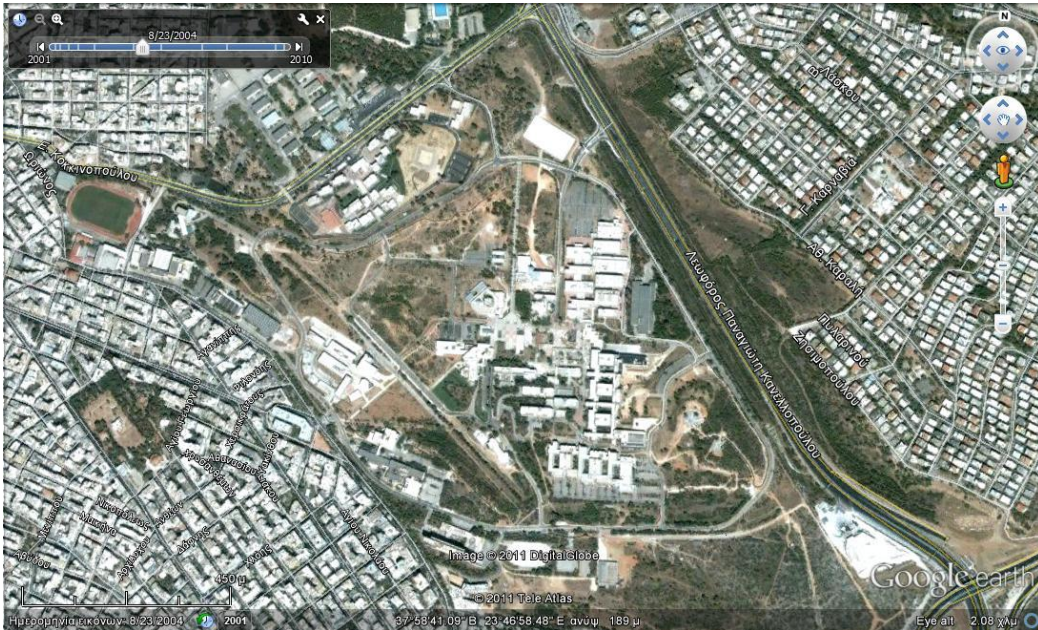
Παρακάτω παρατίθενται ιστορικές αεροφωτογραφίες που αποτυπώνουν την εξέλιξη της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου από άποψη κτιρίων και βλάστησης, μέσα στην δεκαετία από το 2001 έως το 2010.



Εικόνα 1.10 - Η Πολυτεχνειούπολη το 2001



Εικόνα 1.11 - Η Πολυτεχνειούπολη το 2002



Εικόνα 1.12 - Η Πολυτεχνειούπολη το 2004



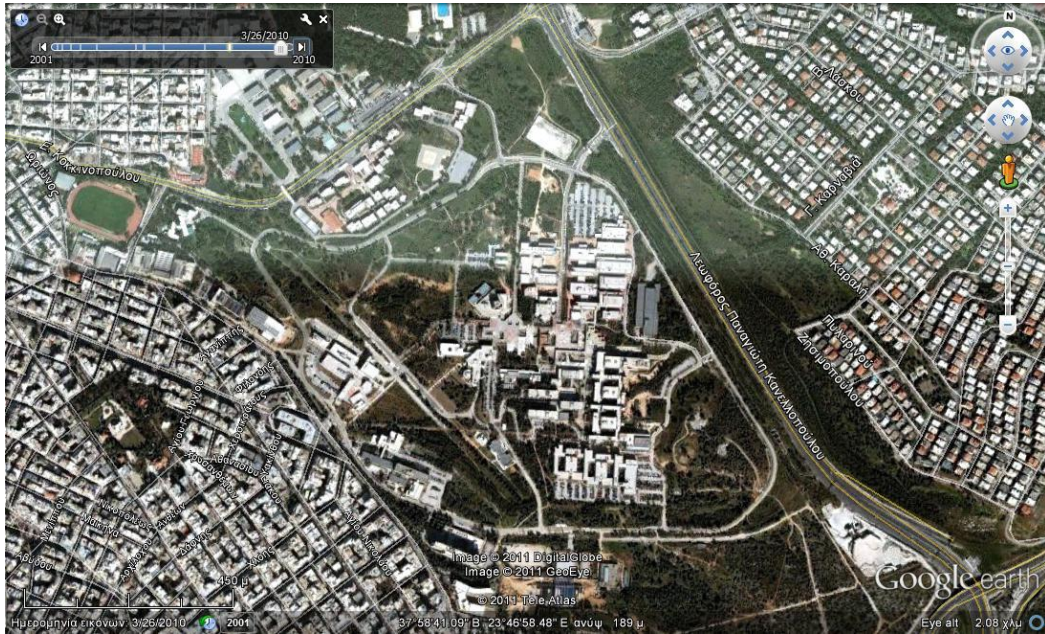
Εικόνα 1.13 - Η Πολυτεχνειούπολη το 2005



Εικόνα 1.14 - Η Πολυτεχνειούπολη το 2007

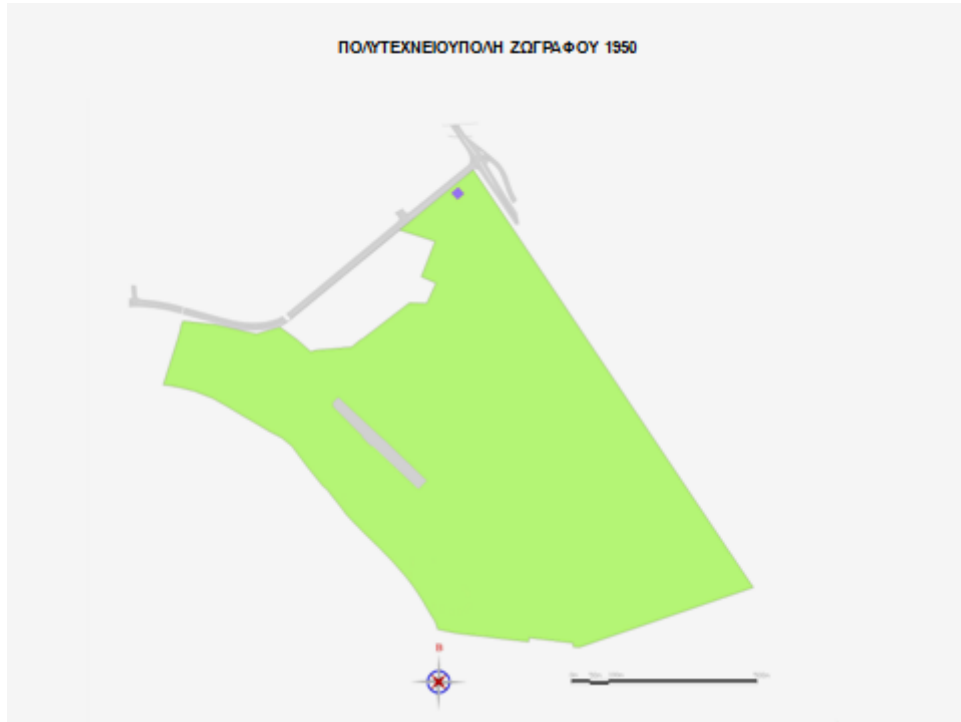


Εικόνα 1.15 - Η Πολυτεχνειούπολη το 2008

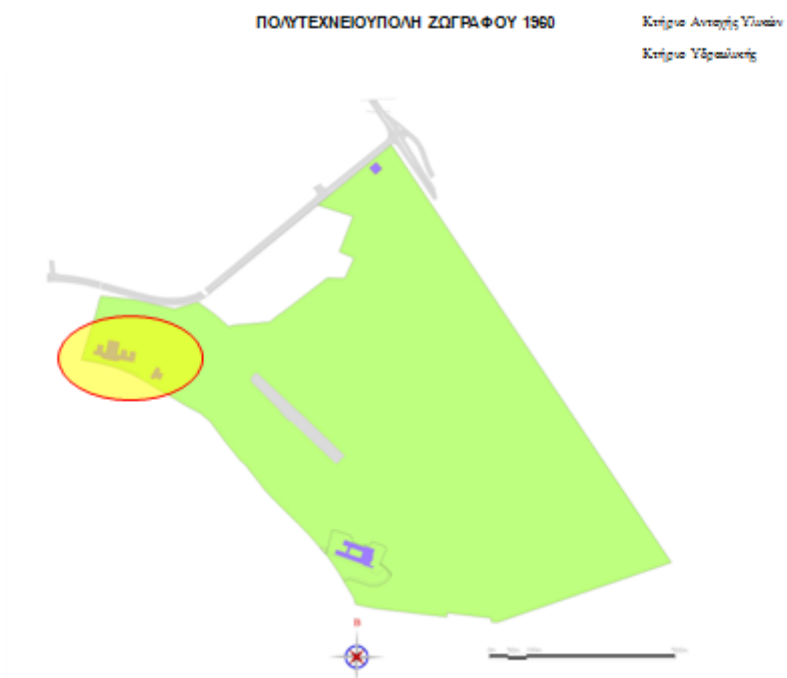


Εικόνα 1.16 - Η Πολυτεχνειούπολη το 2010

Τέλος παρατίθενται οι εικόνες που παρουσιάζουν την εξέλιξη της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου από άποψη υποδομών αυτής:



Εικόνα 1.17



Εικόνα 1.18

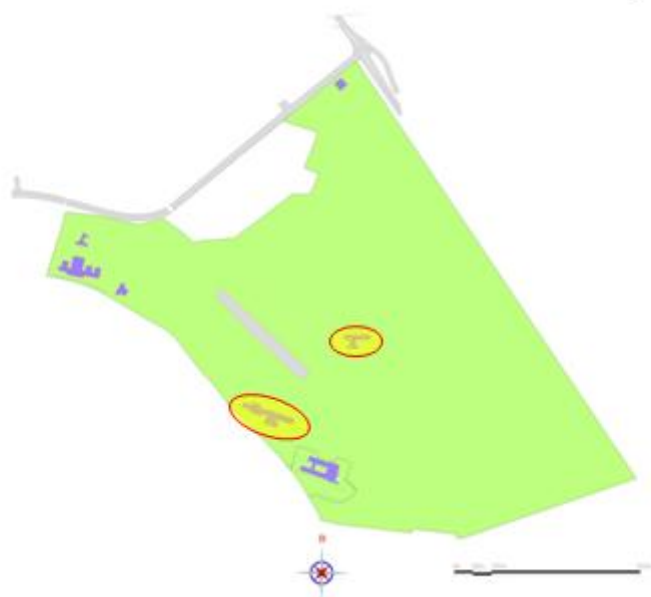
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΣΩΓΡΑΦΟΥ 1965

Κτήριο Μηχανολογίας

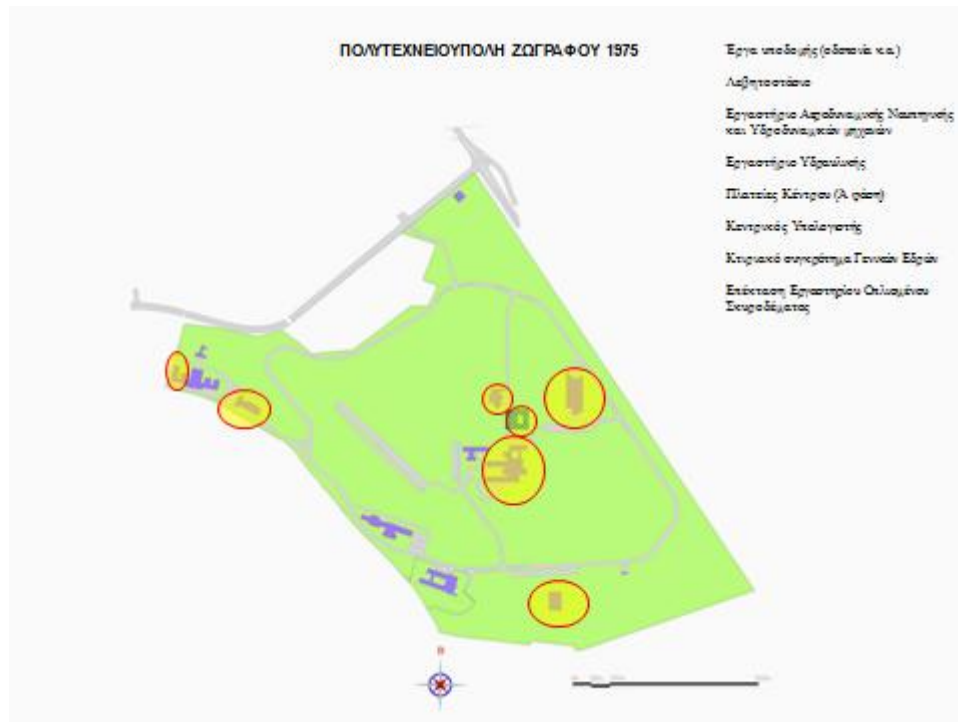


Εικόνα 1.19

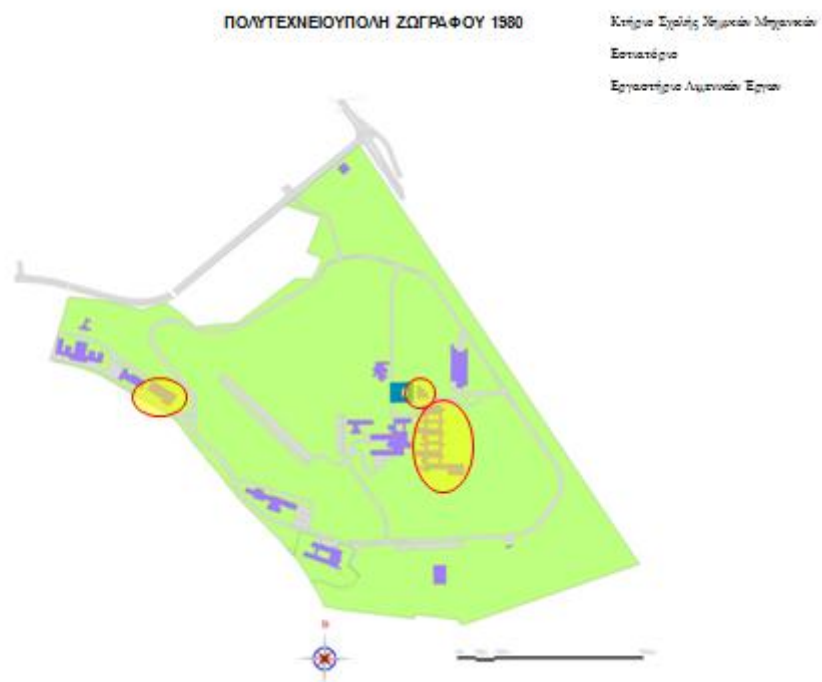
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΣΩΓΡΑΦΟΥ 1970

Κτήριο Αεροκόσμων Τεχνολογιών
(Λαμπάδαρινα)
Κτήριο Φυσικής

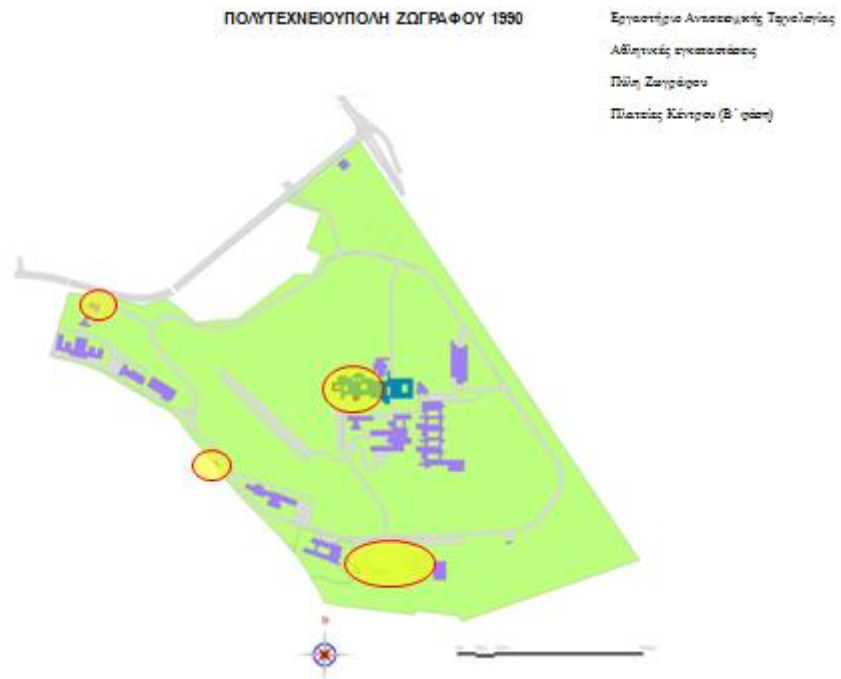
Εικόνα 1.20



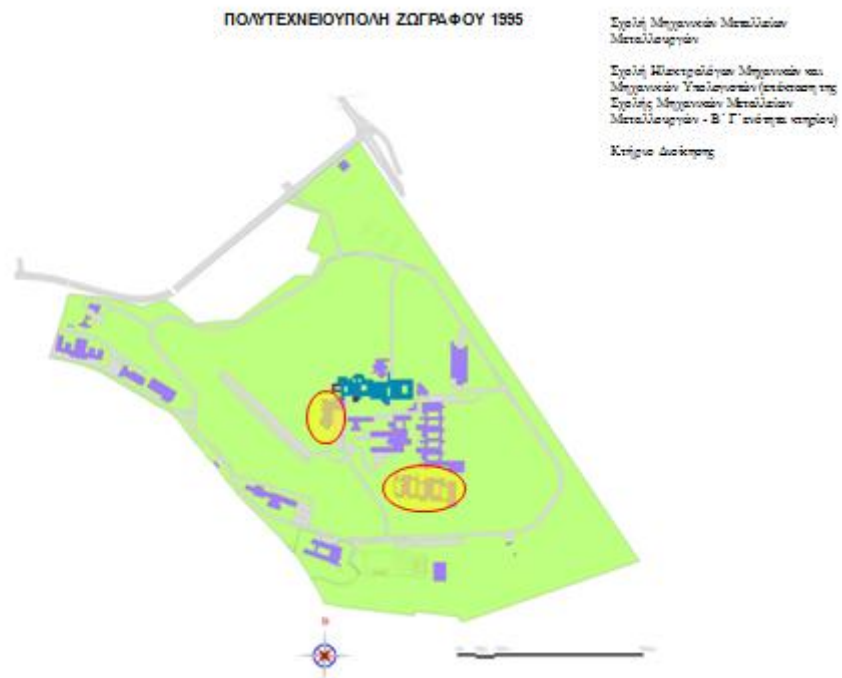
Εικόνα 1.21



Εικόνα 1.22



Εικόνα 1.23



Εικόνα 1.24

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΣΩΓΡΑΦΟΥ 1995

Κατασκευή κεντρικού δικτύου φαστι-
δεμένων

Δίκτυο χαλκού επιδότησε από τον νόμο



Εικόνα 1.25

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΣΩΓΡΑΦΟΥ 1998

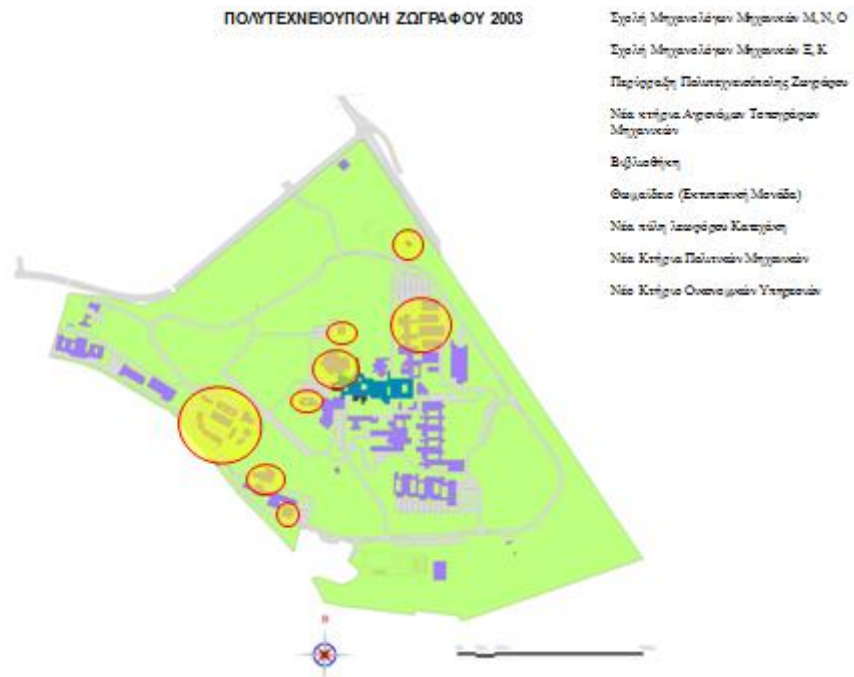
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών Α, Β, Γ,
Δ, Ε

Σχολή Ναυπηγών

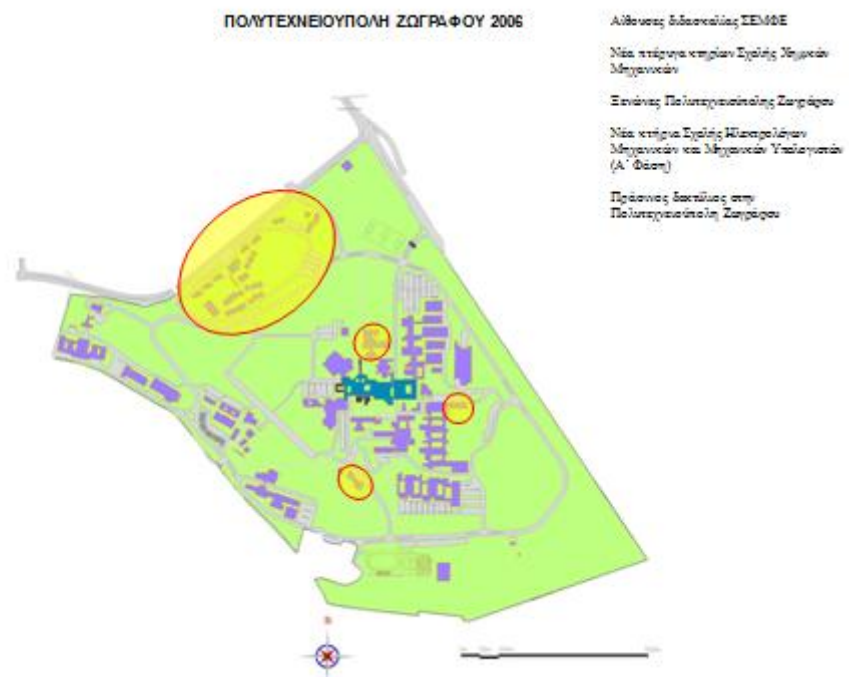
Νέες πτέρυγες του Κέντρου Ανταγής
Υλικών (Σχολή Πολυτεχνικών Μηχανικών)



Εικόνα 1.26



Εικόνα 1.27



Εικόνα 1.28

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ 2008

Νέα κτίρια Σχολής Χημικών
Μηχανικών και Μεταλλικών Υφαιγμάτων
(B' Φάση)

Κίονες Γαλακτοθήκη στην
Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου



Εικόνα 1.29

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ 2008



Εικόνα 1.30

1.7 Άλσος Παπάγου - Γενικά Χαρακτηριστικά

Το Άλσος Παπάγου βρίσκεται κοντά στο κέντρο της πόλης και αποτελεί μια από τις λίγες οάσεις πρασίνου της ευρύτερης περιοχής. Το μεγάλο αυτό πάρκο, έκτασης 80 στρεμμάτων, περικλείεται από τις οδούς Ογδός Μεραρχίας (πρώην Πεντέλης), Κορυτσάς και τη Λεωφόρο Στρατάρχου Παπάγου.

Περιλαμβάνει περίπου 10.000 φυτά και συγκεκριμένα μια μεγάλη ποικιλία δέντρων, στα οποία κυριαρχούν τα κωνοφόρα αλλά υπάρχουν και αρκετά είδη όπως ευκάλυπτοι, ακακίες, σκίνα, ψευδοπιπεριές, χαρουπιές, κουτσουπιές, αριές, αμυγδαλιές κ.λπ. καθώς και πολλά είδη θάμνων όπως κουμαριές, πουρνάρια, πικροδάφνες, μηδική, ιβίσκοι, βιβούρνα, αγγελικές, καλλιστήμονες, πολύγαλα κ.λπ.

Διαθέτει οχτώ εισόδους: μία στην οδό Πεντέλης, δύο στην οδό Κορυτσάς, δύο στην περιοχή 'ομπρέλα' και τρεις στην Λεωφόρο Στρατάρχου Παπάγου. Μέσα στο άλσος, υπάρχει μια τεχνητή λίμνη με καταρράκτες δίπλα στην καφετέρια VERDE, καθώς και θερινό δημοτικό θέατρο στο οποίο διοργανώνεται κάθε χρόνο το Φεστιβάλ Παπάγου και πλήθος πολλών άλλων εκδηλώσεων κατά την περίοδο από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο.



Εικόνα 1.31: Καφετέρια VERDE στο Άλσος Παπάγου



Εικόνα 1.32: Θερινό δημοτικό θέατρο

Το άλσος διαθέτει επίσης, παιδική χαρά με σύγχρονο εξοπλισμό, χώρο πικ-νικ, τον χώρο αθλητισμού και αναψυχής ΦΟΙΒΟΣ, γήπεδο τένις με κερκίδες, ειδικά διαμορφωμένο χώρο για αναψυχή σκύλων, κρήνες, καθιστικά, μοντέρνους φωτιστικούς ιστούς και πλακόστρωτους διαδρόμους για περπατητές. Το πάρκο είναι ανοιχτό κατά τη διάρκεια της ημέρας και κλείνει κατά τις βραδινές ώρες.



Εικόνα 1.33: Παιδική Χαρά



Εικόνα 1.34: Γήπεδο τένις



Εικόνα 1.35: Χώρος jogging

Στην πίσω πλευρά του πάρκου υπάρχουν και τα εξής μνημεία:

Του Λοχαγού Παπαλαμπρίδη Γεωργίου 1946-1974 ο οποίος έπεσε μαχόμενος ηρωικά εναντίον των τουρκικών εισβολέων την 22-7-1974 στην περιοχή Αλωνάγρας Κύπρου ως διοικητής του δεύτερου λόχου του 399^{ου} τάγματος εθνοφρουράς Κύπρου (Εικόνα 1.36).

Του ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΕΥΑΓ. ΤΣΙΑΚΑ, Αντισυνταγματάρχη Πεζικού 1933-1974 ο οποίος έπεσε ηρωικά μαχόμενος κατά την τουρκική εισβολή στην Κυρήνεια Κύπρου την 22^η Ιουλίου 1974 (Εικόνα 1.37).

Του ΣΤΡΑΤΗΓΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΠΛΑΣΤΗΡΑ 1883-1953, Αρχηγός Επαναστάσεως 1922 και ΠΡΩΘΥΠΟΥΡΓΟΣ της ΕΛΛΑΔΑΣ (Εικόνα 1.38).

Του ΝΑΠΟΛΕΟΝΤΑ ΖΕΡΒΑ, Στρατηγός Ιδρυτής και Αρχηγός ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΕΔΕΣ και ΕΟΕΑ 1941-1945 (Εικόνα 1.39).

Του ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΨΑΡΡΟΥ, Συνταγματάρχη και Αρχηγός 5/42 ΣΕ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ 1941-1944 (Εικόνα 1.40).



Εικόνα 1.36



Εικόνα 1.37



Εικόνα 1.38



Εικόνα 1.39



Εικόνα 1.40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

2.1 Η έννοια της ακουστικής

Η ακουστική είναι ο κλάδος της φυσικής που μελετά τις ιδιότητες και τη συμπεριφορά του ήχου, καθώς επίσης και τις εφαρμογές του. Μεταξύ των άλλων μελετά την παραγωγή, τη μετάδοση και τη λήψη του ήχου στα διάφορα υλικά μέσα, καθώς επίσης και τις τεχνικές ελέγχου και επεξεργασίας για την εκμετάλλευση του ήχου σε εξειδικευμένες εφαρμογές.

Οι υποδιαιρέσεις της ακουστικής είναι πολλές:

- Αεροακουστική ή Ατμοσφαιρική ακουστική
- Ακουστική δομικών κατασκευών και ελέγχου κραδασμών/δονήσεων
- Μουσική ακουστική
- Ακουστικών μετρήσεων και οργάνων (acoustical measurements and instrumentation)
- Ακουστική σεισμικών εφαρμογών ή σεισμο-ακουστική
- Αρχιτεκτονική ακουστική ή ακουστική χώρων
- Βιοακουστική
- Βιοϊατρική ακουστική
- Ηλεκτροακουστική
- Ηλεκτροακουστικοί μορφοτροπείς
- Επεξεργασία ομιλίας και λόγου, φωνητική

- Περιβαλλοντική ακουστική - ηχορρύπανση
- Υδροακουστική ή υποβρύχια ακουστική
- Υπέρηχοι και εφαρμογές
- Φυσιολογική ακουστική
- Ψυχοακουστική

Στην εργασία αυτή, θα ασχοληθούμε με ήχους της καθημερινότητας που διαδίδονται μέσω του αέρα σε εξωτερικούς χώρους και συγκεκριμένα σε επιλεγμένες περιοχές αστικού πρασίνου της Αθήνας.

2.2 Ο ήχος

2.2.1 Η έννοια του ήχου

Ο ορισμός του ήχου συνηθίζεται να αποδίδεται με αρκετούς διαφορετικούς τρόπους που σχετίζονται με την αντιμετώπισή του, είτε ως φυσικό φαινόμενο, είτε ως αίσθημα που διεγείρει την ακοή.

Ο γενικευμένος ορισμός του ήχου, ο οποίος περιλαμβάνει όλους τους ήχους, τους κραδασμούς και τους υπερήχους, τον περιγράφει ως μια μηχανική διαταραχή, η οποία μεταδίδεται διαμέσου ενός στερεού (κάποιας ελαστικότητας), υγρού ή αερίου, με κύματα.

Περιορίζοντας τον ορισμό του ήχου συνδέοντάς τον με την αίσθηση της ακοής, λέμε ότι ο ήχος είναι το ακουστικό αίσθημα που προκαλείται όταν το αισθητήριο της ακοής διεγείρεται από μια μηχανική διαταραχή. Οι ήχοι που διεγείρουν την ανθρώπινη ακοή κυμαίνονται στις συχνότητες 20Hz έως 20.000 Hz.

Ακουστός ήχος είναι αυτός που μπορεί να προκαλέσει ακουστικό αίσθημα, ενώ ηχητικό φάσμα είναι η συνάρτηση ενός χαρακτηριστικού μεγέθους του ηχητικού πεδίου (ηχητική πίεση, πυκνότητα, ηχητική ενέργεια κλπ) με την συχνότητα. Η περιοχή του ηχητικού φάσματος που αντιστοιχεί στους ακουστούς ήχους λέγεται "ακουστή περιοχή του ηχητικού φάσματος" ή "ακουστικό ηχητικό"

Κεφάλαιο 2 : Στοιχεία ακουστικής και φυσικά χαρακτηριστικά του θορύβου

φάσμα". Το φάσμα συχνοτήτων για ένα φυσιολογικό ανθρώπινο αυτί, διαφέρει από άτομο σε άτομο, διαφέρει από άντρες σε γυναίκες και στενεύει με την πάροδο της ηλικίας. Συχνότητες άνω των 1000Hz θεωρούνται αμελητέας σπουδαιότητας για την ευκρίνεια ενός ήχου ή την απόλαυση μουσικής.



Εικόνα 2.1

2.2.2 Διάδοση του ηχητικού κύματος

Ο ήχος παράγεται όταν μια ηχητική πηγή ταλαντώνεται, δηλαδή κάνει παλμικές κινήσεις. Οι παλμικές κινήσεις αναγκάζουν τα κοντινά μόρια του αέρα να κάνουν και αυτά παλμικές κινήσεις, δημιουργώντας πυκνώματα και αραιώματα. Πυκνώματα έχουμε όταν σε κάποια σημεία συγκεντρώνονται πολλά μόρια και αραιώματα όταν συγκεντρώνονται λίγα μόρια του αέρα. Τα μόρια του αέρα μεταφέρουν τον ήχο στο αυτί μας και αναγκάζουν τη μεμβράνη που λέγεται τύμπανο να πάλλεται. Στη συνέχεια μεταφέρεται η πληροφορία με τη βοήθεια του ακουστικού νεύρου στον εγκέφαλο μας και ακούμε τον ήχο.

Τα ηχητικά κύματα προκαλούν μεταβολή στην πυκνότητα του μέσου στο οποίο διαδίδονται, επομένως μεταφέρουν ενέργεια από την πηγή στο δέκτη. Ο ήχος διαδίδεται με πυκνώματα και αραιώματα του μέσου που βρίσκεται ανάμεσα στην πηγή και το δέκτη των ηχητικών κυμάτων και μπορεί να διαδίδεται στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια σώματα. Είναι προφανές ότι, αφού απαιτείται ένα μέσο, ο ήχος δε διαδίδεται στο κενό.

Η διάδοση του ήχου γίνεται πιο γρήγορα στα στερεά, λιγότερο γρήγορα στα υγρά και ακόμη πιο αργά στα αέρια. Και αυτό γιατί τα μόρια των στερεών βρίσκονται πιο κοντά απ' ό,τι στα υγρά και στα αέρια.

Κατά τη διάδοσή τους τα ηχητικά κύματα παρουσιάζουν κάποια φυσικά φαινόμενα, εκ των οποίων ιδιαίτερης σημασίας για τη διάδοση του θορύβου είναι η ανάκλαση και η περίθλαση.

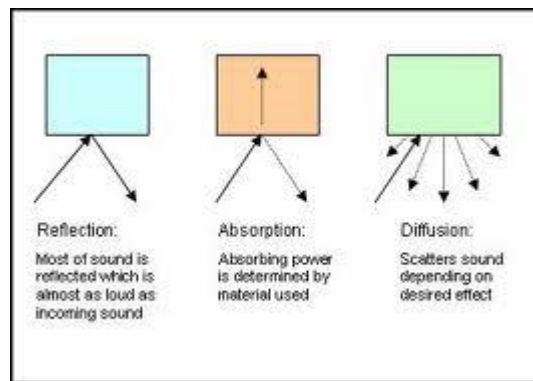
Ανάκλαση είναι η αλλαγή πορείας ενός ηχητικού κύματος λόγω της πρόσπτωσής του σε μία επιφάνεια. Αναλόγως με το αν η επιφάνεια πρόσπτωσης είναι κυρτή ή κοίλη ακολουθούν τα φαινόμενα διασποράς ή εστιασμού του ήχου, αντίστοιχα. Όταν η επιφάνεια πρόσπτωσης είναι επίπεδη, τότε η γωνία πρόσπτωσης ισούται με την γωνία ανάκλασης του ηχητικού κύματος. Το ηχητικό κύμα δεν ανακλάται στο ακέραιο, αλλά ένα μικρό μέρος του μετατρέπεται σε θερμότητα και έτσι η ενέργεια του κύματος μειώνεται μετά από κάθε ανάκλαση. Το ποσοστό που μετατρέπεται σε θερμότητα εξαρτάται από τη φύση του υλικού στο οποίο προσπίπτει το ηχητικό κύμα.

Περίθλαση είναι ένα φαινόμενο παρόμοιο της ανάκλασης με τη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση η ανακλαστική επιφάνεια έχει διαστάσεις συγκρίσιμες με αυτές του μήκους κύματος, ενώ στο φαινόμενο της ανάκλασης μιλάμε για επιφάνειες αρκετά μεγαλύτερες από το μήκος κύματος. Κατά την περίθλαση, στα όρια της επιφάνειας δημιουργούνται δευτερογενείς ηχητικές πηγές ίδιας συχνότητας με αυτή της αρχικής οι οποίες συχνά είναι ανεπιθύμητες και προσπαθούμε να τις εξαλείψουμε.

Στην περίπτωση όπου το μέγεθος της ανακλαστικής επιφάνειας ισούται με το μήκος κύματος του ήχου, υφίσταται σκεδασμός της ανακλώμενης ηχητικής ακτίνας σε ασθενέστερες ακτίνες τυχαίας κατανομής και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **διάχυση**.

Όπως προαναφέραμε, κατά την ανάκλαση το μέρος του ηχητικού κύματος που δεν ανακλάται μετατρέπεται σε θερμότητα. Η ιδιότητα των υλικών και αντικειμένων να απορροφούν την ηχητική ενέργεια, μετατρέποντάς της σε άλλη

μορφή (συνήθως θερμότητα) κατά την πρόσπτωση του ηχητικού κύματος σε μία επιφάνεια, αλλά και κατά τη διάδοσή του, διαμέσου του εκάστοτε υλικού, ονομάζεται **ηχοαπορρόφηση**. Υπάρχει και η περίπτωση όπου όταν το ηχητικό κύμα προσπίπτει σε μία επιφάνεια, μέρος της απορροφούμενης ηχητικής ενέργειας δεν μετατρέπεται σε θερμότητα, αλλά συνεχίζει να διαδίδεται ως ηχητική ενέργεια στο μέσο που βρίσκεται πίσω από την επιφάνεια.



Εικόνα 2.2 : Ανάκλαση, Ηχοαπορρόφηση, Διάχυση

2.2.3 Βασικά ηχητικά μεγέθη και μονάδες

Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις ως προς την μελέτη του ήχου, τα αντικειμενικά και τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά.

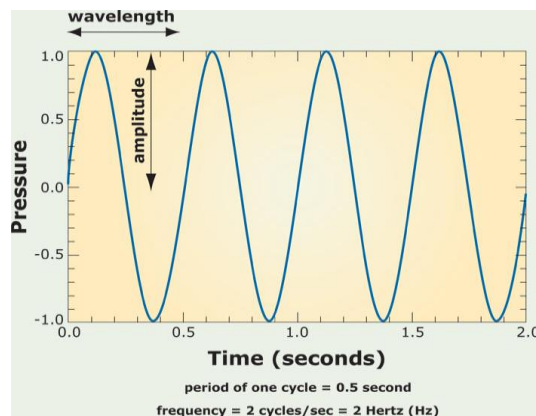
Αντικειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου είναι η ένταση, η συχνότητα, η περίοδος, η ταχύτητα, το μήκος κύματος, η πίεση κλπ. Παρακάτω αναπτύσσονται τα βασικότερα από αυτά.

Περίοδος (T) ονομάζεται το χρονικό διάστημα μεταξύ της δημιουργίας δύο διαδοχικών διαταραχών, ή της διέλευσης δύο διαδοχικών χαρακτηριστικών μιας διαταραχής, για παράδειγμα δυο κορυφών του κύματος από ένα συγκεκριμένο σημείο του χώρου. Συμβολίζεται με T και μετριέται σε s (δευτερόλεπτα). Εξ' ορισμού προκύπτει ότι $T = \Delta t/N$, όπου N είναι ο αριθμός των διαταραχών που

πέρασαν σε χρονικό διάστημα Δt . Για παράδειγμα, έστω ότι μετράμε την περίοδο των κυμάτων της θάλασσας. Αν σε χρόνο 5 δευτερολέπτων μετρήσαμε δύο κύματα που έφτασαν στην παραλία, η περίοδος των κυμάτων της θάλασσας της συγκεκριμένης παραλίας είναι $5/2=2,5$ δευτερόλεπτα.

Συχνότητα (f) ονομάζεται ο αριθμός των διαταραχών που δημιουργήθηκαν ή πέρασαν από ένα συγκεκριμένο σημείο ανά μονάδες χρόνου, δηλαδή ο αριθμός των διαταραχών διά του χρονικού διαστήματος στο οποίο μετρήσαμε τον αριθμό των διαταραχών. Μετριέται σε δευτερόλεπτα εις τη μείον ένα ή s^{-1} , ή Hz. Έτσι, ισχύει $f = N/\Delta t$, όπου N είναι ο αριθμός των διαταραχών που πέρασαν σε χρονικό διάστημα Δt . Η συχνότητα είναι αντίστροφο μέγεθος της περιόδου και ισχύει: $fT = (N/\Delta t) * (\Delta t/N) = (N\Delta t/\Delta tN) = 1$

Μήκος κύματος είναι η απόσταση που διανύει το κύμα σε χρόνο μιας περιόδου. Συμβολίζεται με λ και μετριέται όπως και το πλάτος του κύματος σε μονάδες μήκους, συνήθως σε μέτρα.



Εικόνα 2.3

Ως **ένταση** ήχου ορίζεται η ισχύς του ηχητικού κύματος ανά μονάδα επιφανείας ή αλλιώς η ενέργεια που μεταφέρει το ηχητικό κύμα ανά μονάδα επιφανείας και ανά μονάδα χρόνου.

Αν είναι γνωστή η μεταβολή της πίεσης του αερίου στο οποίο διαδίδεται ένα ηχητικό κύμα και η εγκάρσια ταχύτητα των μορίων του αερίου η μέση ένταση δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T P(t)v(t) dt$$

(όπου P η ακουστική/ηχητική πίεση και v η εγκάρσια ταχύτητα των μορίων του αέρα)

Στην περίπτωση σφαιρικής διάδοσης του ήχου, η ένταση του ήχου σε απόσταση r από την πηγή δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$I_r = \frac{W}{A} = \frac{W}{4\pi r^2}$$

(όπου W η ισχύς της ηχητικής πηγής και r η απόσταση από την πηγή)

Η ένταση μετράται στο S.I. σε W/m^2 (Βατ ανά τετραγωνικό μέτρο). Η ελάχιστη ένταση που γίνεται αντιληπτή στο ανθρώπινο αυτί αντιστοιχεί σε $10-12 W/m^2$. Η ένταση αυτή αντιστοιχεί σε ηχητική πίεση 20 μPa (η οποία αναφέρεται στην βιβλιογραφία και ως κατώφλι ακουστότητας).

Στάθμη ήχου: Λόγω της μεγάλης διαφοράς από το όριο της ακουστότητας έως το όριο του πόνου, χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης του ήχου μια κλίμακα που βασίζεται στον δεκαδικό λογάριθμο του λόγου του μετρηθέντος μεγέθους προς το μέγεθος αναφοράς.

Στάθμη ηχητικής έντασης: Η στάθμη της έντασης του ήχου μετράται σε dB (decibel). Η μονάδα Ντεσιμπέλ εκφράζει την διαφορά στάθμης ενός ήχου έντασης I προς την ένταση του κατωφλίου ακουστότητας ($10-12 W/m^2$). Ως στάθμη έντασης σε dB ορίζεται το δεκαπλάσιο του δεκαδικού λογάριθμού της έντασης του ήχου προς την ένταση του κατωφλίου ακουστότητας, και περιγράφεται μαθηματικά από την σχέση:

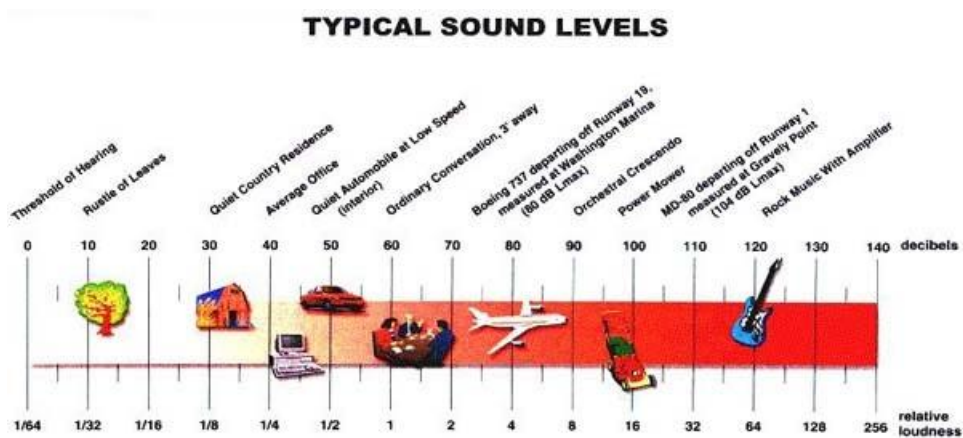
$$L_I = 10 \log_{10} \left(\frac{I_1}{I_0} \right) \text{ dB}$$

Το όριο πόνου του ανθρώπινου αυτιού λόγω έντασης ήχου είναι τα 120dB. Έκθεση σε ήχους πάνω από 120dB είναι επικίνδυνη και μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα ακοής ή και κώφωση. Επίσης παρατεταμένη και συνεχής έκθεση σε ήχους άνω των 90dB δημιουργεί προβλήματα στην ακοή.

Στάθμη έντασης χαρακτηριστικών ήχων

Χαρακτηριστικοί ήχοι	Στάθμη Έντασης (dB)	Ένταση (W/m^2)
Αεριοθούμενο	140	100
Πολυβόλο	130	10
Όριο πόνου ανθρώπινου αυτιού	120	1
Ροκ συναυλία	120	1
Κυκλοφοριακή κίνηση	80	10^{-4}
Μέσος θόρυβος σπιτιού	50	10^{-7}
Ψίθυρος	30	10^{-9}
Θρόισμα φύλλων	10	10^{-11}

Πίνακας 2.1



Εικόνα 2.4

Η στάθμη έντασης του ήχου είναι σχεδόν ίση με την στάθμη ηχητικής πίεσης.

Προσδιορισμός της συνισταμένης στάθμης ήχου

Θεωρείται ότι ένας παρατηρητής δέχεται ηχητική ενέργεια, ταυτοχρόνως από n ηχητικές πηγές. Αν I_i είναι η ένταση που αντιστοιχεί στη στάθμη L_i μιας ηχητικής πηγής i , τότε σύμφωνα με την παραπάνω σχέση είναι:

$$I_i = I_0 \cdot 10^{L_i / 10}$$

Η συνισταμένη ένταση I ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των εντάσεων I_i :

$$I = \sum_{i=1}^{i=n} I_i = I_0 \cdot \sum_{i=1}^{i=n} 10^{L_i/10}$$

Η συνισταμένη L των n σταθμών έντασης ήχου αντιστοιχεί στη συνισταμένη ένταση I . Αντικαθιστώντας στη σχέση της στάθμης ήχου την τιμή της I από την παραπάνω σχέση προκύπτει:

$$L = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^{i=n} 10^{L_i/10}$$

όπου

L = συνισταμένη των n σταθμών έντασης ήχου, [dB]

L_i = στάθμη έντασης ήχου πηγής i , [dB]

N = αριθμός σταθμών έντασης του ήχου

Η συνισταμένη L δύο σταθμών ήχου, L_i και L_k , μπορεί να προσδιοριστεί και με τη χρήση του παρακάτω πίνακα ως εξής:

- Υπολογίζεται η διαφορά $L_i - L_k$ των δύο σταθμών ήχου
- Από τον πίνακα 1 προσδιορίζεται η τιμή του πρόσθετου ΔL όπου αντιστοιχεί στη διαφορά $L_i - L_k$
- Προστίθεται η διαφορά ΔL στη μεγαλύτερη L_i από τις δύο ηχοστάθμες.
- Το άθροισμα είναι η συνισταμένη ηχοστάθμη.

Η συνισταμένη περισσοτέρων από δύο σταθμών ήχου προσδιορίζεται είτε με την παραπάνω σχέση, είτε με διαδοχική χρήση του πίνακα

$L_i - L_k$ [db]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ΔL [db]	3	2.6	2	1.8	1.5	1.2	1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1

Πίνακας Πρόσθεση σταθμών ήχου

Εικόνα 2.5

2.2.4 Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου

Η ανθρώπινη ακοή δεν έχει την ίδια ευαισθησία σε όλο το φάσμα των ακουστικών συχνοτήτων. Η κατανομή της ευαισθησίας αυτής διαφέρει από άτομο σε άτομο και εξαρτάται επίσης από τη στάθμη ακουστικής πίεσης. Η αντίληψη της στάθμης ενός ήχου υποκειμενικά, περιγράφεται με την έννοια της ακουστότητας. Δύο ήχοι ίδιας στάθμης μπορούν να έχουν διαφορετική ακουστότητα εάν ανήκουν σε διαφορετικές συχνότητες. Επομένως η ακουστότητα είναι εκείνο το υποκειμενικό χαρακτηριστικό που μας επιτρέπει να χαρακτηρίσουμε έναν ήχο ως ασθενή ή ισχυρό.

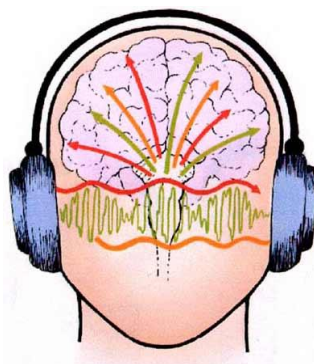
Μετά από σειρά ερευνών καθορίστηκε μια ομάδα καμπυλών ισο-ακουστότητας, διεθνώς, αποδεκτή, και μέσω των καμπυλών αυτών δείχνεται πώς πρέπει να μεταβάλλεται η πίεση του ήχου ώστε να προκαλέσει την ίδια αίσθηση ακουστότητας για τις διάφορες συχνότητες.

Για λόγους υποκειμενικότητας, εισήχθη στην ακουστική η μονάδα υποκειμενικής στάθμης του ήχου dBA. Πρόκειται για ένα φυσικό μέγεθος που μετρά την στάθμη του ήχου σε dB ενώ ταυτόχρονα λαμβάνει υπόψη την ποικίλη ευαισθησία του αυτιού στις διάφορες συχνότητες. Το dBA σταθμίζει την ηχητική στάθμη στις διάφορες συχνότητες του φάσματος σύμφωνα με την ευαισθησία του οργάνου της ακοής και μετά αθροίζει τις διαφορετικές στάθμες. Η μέτρηση μιας ηχητικής στάθμης μπορεί να πραγματοποιηθεί ευχερώς με τη βοήθεια ενός φορητού ηχομέτρου όπως έγινε και κατά την πειραματική φάση της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου που σχετίζονται με την ανθρώπινη απόκριση είναι το ύψος και η χροιά.

Το **ύψος** είναι η υποκειμενική αντίληψη της συχνότητας. Δύο ήχοι με διαφορετικές συχνότητες έχουν και διαφορετικό ύψος και εκείνος με τη μεγαλύτερη συχνότητα είναι και πιο οξύς. Επομένως, το υποκειμενικό γνώρισμα του ήχου μας επιτρέπει να κρίνουμε κατά πόσο βαρύ ή οξύ αντιλαμβανόμαστε τον ήχο.

Η **χροιά** αφορά στην υποκειμενική αντίληψη ήχων με ίδια ένταση και ίδια συχνότητα που όμως προέρχονται από διαφορετικών ειδών πηγές. Είναι λοιπόν το γνώρισμα που μας κάνει να διαχωρίζουμε τις ανθρώπινες φωνές, τα μουσικά όργανα κλπ.



Εικόνα 2.6

2.3 Ο θόρυβος

2.3.1 Η έννοια του θορύβου

Ο θόρυβος συχνά ορίζεται ως "ανεπιθύμητος ήχος. Από άποψη φυσικής δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ ήχου και θορύβου. Ο καθορισμός του κριτηρίου, με βάση το οποίο χαρακτηρίζεται ως ανεπιθύμητος ένας ήχος, διαφέρει κατά περίπτωση, επομένως είναι ορθότερο να χρησιμοποιούμε την έκφραση "διαχείριση του θορύβου" αντί του όρου προστασία από τον θόρυβο.

Αν και η γνώση του επιπέδου του θορύβου είναι πολύ σημαντική, ωστόσο η μέτρησή του είναι αρκετά δύσκολη διαδικασία και μπορεί να οδηγήσει σε τελείως εσφαλμένα συμπεράσματα. Επιπλέον η επίδραση του θορύβου στον άνθρωπο είναι πολύ υποκειμενική, π.χ. ο θόρυβος των 110 db μέσα σε ένα κέντρο μουσικής δεν ενοχλεί τους θαμώνες ενώ ο θόρυβος των 90 db ενός εργοστασίου επηρεάζει την ακοή. Οι απαιτήσεις για το ανώτερο επίπεδο θορύβου είναι διαφορετικές για ένα υπνοδωμάτιο, για μία βιβλιοθήκη, εντός ενός μεταφορικού μέσου κλπ.

Συμπερασματικά, η μέτρηση του επιπέδου του θορύβου και ο χαρακτηρισμός του ως ανεκτός, επιθυμητός ή ενοχλητικός είναι μια αρκετά δύσκολη διαδικασία.

2.3.2 Οι επιπτώσεις του θορύβου στον άνθρωπο

Το γεγονός ότι ο θόρυβος είναι βλαβερός για τον άνθρωπο έχει αναγνωριστεί ήδη εδώ και 2500 χρόνια. Είναι γνωστό ότι πολλές πόλεις στην αρχαία Ελλάδα και στις αποικίες των Ελλήνων στην Νότια Ιταλία, απαγόρευαν στους χαλκουργούς και σε άλλους τεχνίτες, οι οποίοι εξασκούσαν επαγγέλματα που έκαναν πολύ θόρυβο, να έχουν τα εργαστήρια τους μέσα στην πόλη.

Οι σημαντικότερες πηγές θορύβου είναι:

- Η κυκλοφορία των μέσων μεταφοράς κάθε είδους
- Οι βιομηχανικές και βιοτεχνικές εγκαταστάσεις

- Οι εγκαταστάσεις αναψυχής και διασκέδασης
- Οι οικιακές συσκευές
- Το θρόισμα των φύλλων
- Ο κεραυνός
- Τελετές, φεστιβάλ, συναυλίες
- Οι σχολικές αυλές
- Το κομπρεσέρ
- Το αεροδρόμιο
- Το κουδούνισμα του τηλεφώνου
- Τα πυροτεχνήματα και πυροβολισμοί
- Στερεοφωνικό στο αυτοκίνητο σε μεγάλη ένταση
- Οι πλανόδιοι πωλητές
- Οι χορτοκοπτικές μηχανές

Κάτοικοι των πόλεων των οποίων οι κατοικίες γειτονεύουν με κύριες οδικές αρτηρίες, υποφέρουν από το θόρυβο που προκαλούν τα διερχόμενα οχήματα.

Ο θόρυβος αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες υποβάθμισης του περιβάλλοντος και επομένως της ποιότητας ζωής. Το είδος των επιπτώσεων του θορύβου στην ανθρώπινη υγεία ήταν για πολλά χρόνια βασικό πεδίο έρευνας και μελέτης. Σήμερα έχει επαρκώς τεκμηριωθεί ότι οι επιπτώσεις του θορύβου στον άνθρωπο διακρίνονται σε φυσιολογικές και ψυχολογικές.

- Ο θόρυβος επιδρά δυσμενώς στο σύστημα ακοής του ανθρώπου. Υπάρχει αποδεδειγμένα ένας βιολογικός μηχανισμός σύμφωνα με τον οποίο ο θόρυβος

προκαλεί ουσιαστικές δυσμενείς επιπτώσεις στην ακοή με την παροδική ή μόνιμη ακουστική απώλεια

- Ο θόρυβος επιδρά δυσμενώς στην ψυχική και ψυχοσωματική υγεία δεδομένης της συνεισφοράς του στην δημιουργία του άγχους.
- Ο θόρυβος έχει καθοριστική επίπτωση στους ανθρώπους που ήδη πάσχουν από κάποια αρρώστια.
- Αυξάνει την πίεση, προκαλεί κούραση, πονοκεφάλους, ταχυπαλμίες μειώνει τον ύπνο, αυξάνει το άγχος, επηρεάζει αρνητικά την πέψη και παρεμποδίζει την συγκέντρωση.
- Ορισμένα μέρη του πληθυσμού είναι περισσότερο ευπαθή στις ψηλότερες στάθμες θορύβου, παραδείγματος χάριν αυτοί που πάσχουν από υπέρταση ή που έχουν ψυχικά προβλήματα.
- Τέλος, εκτός των παραπάνω επιπτώσεων που αφορούν την υγεία, η ενόχληση από το θόρυβο έχει επιπτώσεις στην ικανότητα απόδοσης του ατόμου.
- Χιλιάδες άνθρωποι πεθαίνουν πρόωρα από καρδιακές ασθένειες που προκαλούνται από την μακροχρόνια έκθεση σε υπερβολικούς θορύβους.
- Συμβάλλει στην ενεργοποίηση των μηχανισμών του στρες και διεγείρει το αυτόνομο νευρικό σύστημα.
- Ο θόρυβος είναι ο πρώτος παράγοντας της διατάραξης του ύπνου με αποτέλεσμα την αυξημένη χρήση υπνωτικών και ηρεμιστικών.
- Από έρευνα που έγινε σε σχολεία που βρίσκονται σε κεντρικούς δρόμους, έχει αποδειχθεί ότι οι μαθητές έχουν πιο χαμηλά επίπεδα απόδοσης γιατί ο θόρυβος επηρεάζει την μνήμη, μειώνει τις δυνατότητες εκμάθησης και αυξάνει τις ημέρες απουσίας από το σχολείο και συμβάλλει στην αύξηση χρήσης ναρκωτικών ουσιών.

- Μειώνει την παραγωγικότητα του ανθρώπου στον εργασιακό τομέα και έχει αποδειχθεί ότι ο έντονος θόρυβος ελαττώνει την ικανότητα για διανοητική εργασία και για εργασία που απαιτεί λεπτούς χειρισμούς.
- Ο θόρυβος μπορεί να αποτελέσει αιτία για την επιθετικότητα των ανθρώπων, ακόμη και για την βίαιη συμπεριφορά τους.
- Είναι δυνατόν ο θόρυβος στον οποίο εκτίθεται μια έγκυος γυναίκα να προκαλέσει βλάβη στο έμβρυο.
- Προκαλεί ατυχήματα όταν είναι ιδιαίτερα υψηλής στάθμης τόσο ώστε να παρεμποδίζει την επικοινωνία. Κυρίως σε εργασιακούς χώρους με συνεχή θόρυβο και χρήση ατομικών μέσων ηχοπροστασίας, η επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων είναι δύσκολη και κάποιες φορές είναι αδύνατο να γίνουν αντιληπτές προειδοποιήσεις για κινδύνους.



Εικόνα 2.7

2.3.3 Η μέτρηση του θορύβου

Ο θόρυβος μπορεί να μετρηθεί είτε με βάση την ένταση, είτε με βάση την συχνότητα είτε με βάση την διάρκεια της έκθεσης του ακουστικού οργάνου.

Τυπικά, η απώλεια της ακοής ορίζεται ως η αύξηση του ορίου ελάχιστης ακουστότητας. Η συνηθέστερη απώλεια ακοής από τον θόρυβο είναι στις υψηλές συχνότητες από 3000Hz έως 6000Hz με μέγιστο περί τις 4000Hz, χωρίς να είναι σπάνια η απώλεια και σε χαμηλότερες συχνότητες (2000Hz). Η πάροδος της ηλικίας συνεπάγεται απώλεια της ακοής, κυρίως στις υψηλές συχνότητες. Στην απώλεια αυτή προστίθεται εκείνη της επίδρασης του θορύβου.

Η ενόχληση, την οποία προκαλεί ένας θόρυβος, συχνά συνδέεται με την πληροφορία, η οποία περιέχεται σε αυτόν. Ένας μη περιοδικός θόρυβος είναι περισσότερο ενοχλητικός από έναν περιοδικό ή συνεχή. Η κλίμακα των ντεσιμπέλ κυμαίνεται από το μείον άπειρο έως το συν άπειρο αλλά το ανθρώπινο αυτί μπορεί να ακούσει από τα 0 dB (φυσιολογική έναρξη ανθρώπινης ακοής) έως τα 130 dB (όριο που δημιουργεί πόνο στο αυτί). Παρατηρείστε ότι λόγω της λογαριθμικής φύσης του ντεσιμπέλ αύξηση 20 ντεσιμπέλ σημαίνει 100 φορές μεγαλύτερη ένταση του ήχου.

➤ Με βάση την ένταση (μονάδα μέτρησης το db)

Στην παρακάτω κλίμακα φαίνεται η σχέση της κλίμακας των ηχητικών σταθμών εκφρασμένων σε ντεσιμπέλ και της ηχητικής ισχύος. Σε μια αύξηση της ηχητικής ισχύος κατά χίλια εκατομμύρια η ηχητική στάθμη ανέρχεται από 0 ντεσιμπέλ σε 120 ντεσιμπέλ.

ΜΕΡΙΚΟΙ ΚΟΙΝΟΙ ΗΧΟΙ	ΗΧΗΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΣΕ ΝΤΕΣΙΜΠΕΛ	ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ
Ο πιο ασθενής ήχος που μπορεί να ακουστεί	0	1
Θρόισμα φύλλων	20	100
Ήσυχος σπίτι	40	10 000
Θορυβώδες κατάστημα	60	1 000 000
Κινητήρας αυτοκινήτου μεγάλης ισχύος	80	100 000 000
Κεραυνός κοντά	100	10 000 000 000
Επώδυνος ήχος	120	1 000 000 000 000

Πίνακας 2.2

➤ Με βάση τη συχνότητα (Μονάδα μέτρησης Hz)

Η συχνότητα αναφέρεται στον αριθμό των ταλαντώσεων των ηχητικών κυμάτων ανά δευτερόλεπτο στον αέρα. Συνήθως η ακουστική συχνότητα είναι από 20 έως 20000 Hz για ένα υγιές άτομο. Το ανθρώπινο αυτί όμως έχει διαφορετική ευαισθησία του ήχου σε διαφορετικές συχνότητες. Συνήθως είναι πιο ευαίσθητο σε συχνότητα 1000 Hz - 5000 Hz. Οι ήχοι των υψηλών συχνοτήτων είναι οι περισσότερο επικίνδυνοι για την πρόκληση βαρηκοΐας σε σχέση πάντα με την ένταση και την διάρκεια της έκθεσης.

➤ Με βάση τη διάρκεια της έκθεσης

**ΟΔΗΓΟΣ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΕΠΙΤΡΕΠΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΗΧΟΥΡΥΠΑΝΣΗ ΣΕ
ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ**

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	ΕΝΤΑΣΗ ΦΘΟΥΒΟΥ (dB)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΩΡΕΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ - ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ dB
Εξωτερικοί χώροι	Σοβαρή ενόχληση ημέρα και νύχτα	55	16	-
Εξωτερικοί χώροι	Μικρή ενόχληση ημέρα και νύχτα	50	16	-
Κατοικίες – Εσωτερικοί χώροι	Κατανόηση ομιλίας, μικρή ενόχληση ημέρα και νύχτα	35	16	45
Δομάτια ύπνου	Διαταραχή ύπνου νύχτα	45	8	60
Σχολικές αίθουσες	Ενόχληση στην κατανόηση ομιλίας	35	Διάρκεια μαθήματος	
Δομάτια ύπνου για προσχολική ηλικία	Διαταραχή ύπνου	30	Διάρκεια ύπνου	45
Σχολικές αυλές	Ενόχληση	55	Διάρκεια ημέρας	-

Νοσοκομεία θάλαμοι	Διαταραχή ύπνου	30	8	40
Νοσοκομεία – Ιατρεία		30	16	
Βιομηχανία εμπορικές επιχειρήσεις, μαγαζιά συγκοινωνίες	Επίδραση στην ακοή	70	24	110
Τελετές, φεστιβάλ, συναυλίες κ.λπ.		100	4	110
Συγκεντρώσεις σε κλειστό χώρο		85	1	110
Μουσική και άλλοι ήχοι από ηχεία και ακουστικά		85	1	110
Σειρήνες από παιγνίδια, πυροσβεστική κ.λπ.				140

Πίνακας 2.3 (πηγή: Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας)

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΟΡΙΑ ΘΟΡΥΒΟΥ (ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
ΝΤΕΣΙΜΠΕΛ dB)

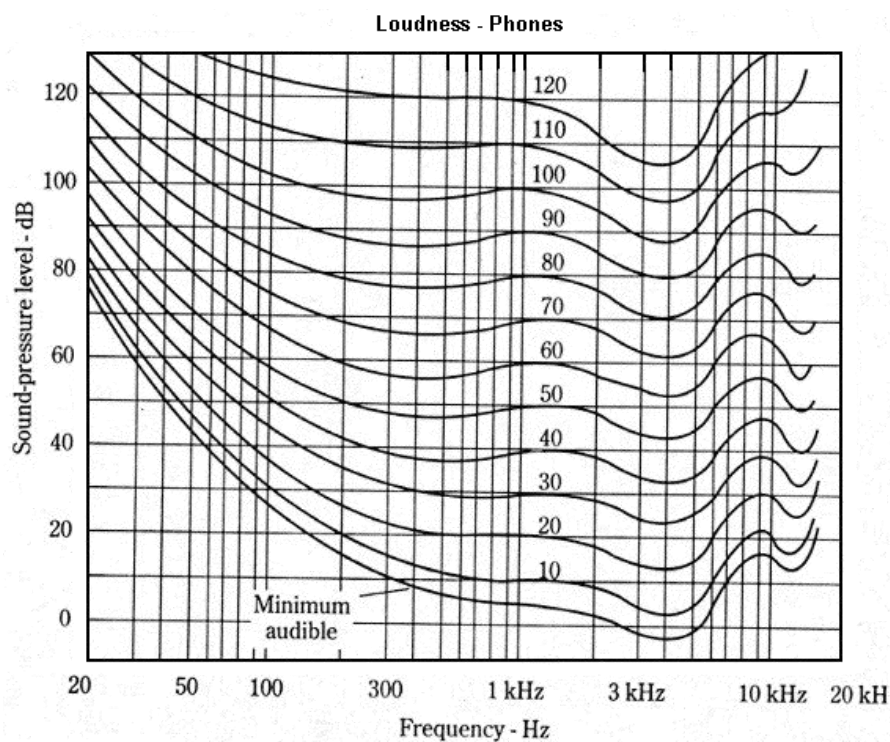
> 81	ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΗ
81	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
80	ΠΟΛΥ ΘΟΡΥΒΩΔΗΣ
79	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
78	
77	ΘΟΡΥΒΩΔΗΣ
76	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
75	
74	ΣΧΕΔΟΝ ΑΝΕΚΤΗ
73	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
72	
71	ΚΑΛΗ
70	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
69	
68	ΑΝΕΤΗ
< 68	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Πίνακας 2.4

2.3.4 Στάθμες θορύβου L_A , L_N , L_{eq}

Στάθμη θορύβου L_A

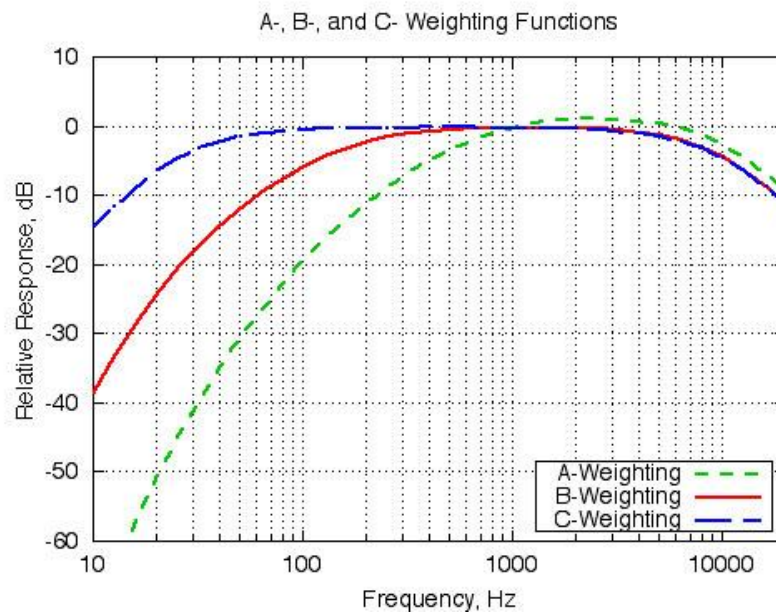
Όπως έχει προαναφερθεί, η αντίληψη της έντασης ενός ήχου από το ανθρώπινο αυτί είναι υποκειμενική. Εξαρτάται από τη συχνότητα του ήχου το πόσο ενοχλητικός μπορεί να φανεί στον άνθρωπο, καθώς η ανθρώπινη ακοή είναι πιο ευαίσθητη σε ήχους υψηλής συχνότητας. Στην εικόνα 2.8 αποτυπώνονται καμπύλες όπου για διαφορετικές συχνότητες του ήχου, ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται την ίδια ένταση.



Εικόνα 2.8

Έχουν λοιπόν οριστεί διεθνώς, τα φίλτρα A, B, C, και D, τα οποία προσομοιάζουν την υποκειμενική αντίληψη του ήχου. Η σταθμισμένη ηχοστάθμη A, προσαρμόζει τις τιμές των dB κάθε ζώνης συχνοτήτων, αναφορικά με την ευαισθησία του ανθρώπινου αυτιού.

Συνεπώς η σταθμιστική καμπύλη A θα είναι εκείνη που δίνει μια "διορθωμένη" τιμή στάθμης του ήχου σε σχέση με τη συχνότητα του, και εκφράζεται σε dB(A).

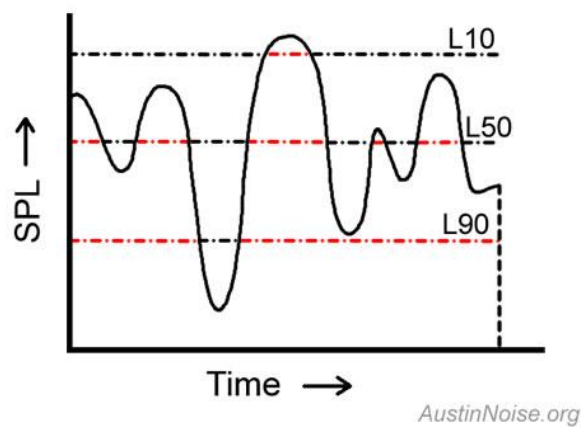


Εικόνα 2.9

Στάθμη θορύβου L_N (όπου N ένας φυσικός αριθμός από το 1 έως το 99)

Μετρώντας την ένταση του ήχου για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, θα παρατηρήσουμε ότι η ένταση παρουσιάζει διακύμανση στις τιμές της ανάλογα με τις ακουστικές συνθήκες που επικρατούν. Ο αριθμός N δηλώνει το ποσοστό του συνολικού χρονικού διαστήματος κατά το οποίο η στάθμη ήχου ήταν ίση ή μεγαλύτερη της τιμής L_N .

Αν για παράδειγμα, έχουμε $L_{90} = 60\text{dBA}$, τότε κατά το 90% της χρονικής διάρκειας μέτρησης, η ηχητική στάθμη ξεπερνούσε τα 60dBA.

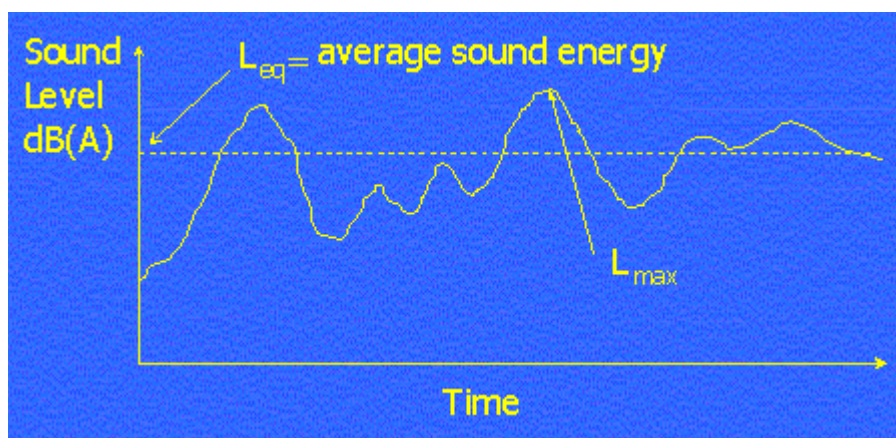


Εικόνα 2.10

Ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου L_{eq}

Λόγω της διακύμανσης της έντασης ενός πραγματικού ήχου στη διάρκεια του χρόνου, η ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου L_{eq} ορίστηκε για να δίνει μια τιμή έντασης η οποία είναι σταθερή με το χρόνο, και έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικά παραγόμενου ήχου και άρα προκαλεί τις ίδιες συνέπειες.

Συχνά χρησιμοποιείται το μέγεθος της ισοδύναμης στάθμης ηχητικής πίεσης. Μπορεί να μετρηθεί ευχερώς από ειδικά όργανα, και ορίζεται είτε σε ζώνες συχνοτήτων, είτε σε μονάδες dBA.



Εικόνα 2.11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

3.1 Γενικά

Η έντονη προσβολή του περιβάλλοντος από την ηχητική ρύπανση και συνεπώς η υποβάθμισή του, αποτελεί μείζον θέμα τις τελευταίες δεκαετίες και προκαλεί το ενδιαφέρον των μελετητών. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος είτε μέσω ρύπανσης αυτού από τις ανθρώπινες δραστηριότητες είτε μέσω άλλων μεταβολών που υφίσταται, επιδρούν αρνητικά στην οικολογική ισορροπία, στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, αλλά και στην ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά.

Το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει στραφεί και στην μελέτη ηχητικών φαινομένων όπως η ηχητική απορρόφηση, ανάκλαση, εξασθένιση, σε σχέση με δασικές εκτάσεις και αστικές ζώνες πρασίνου. Παρακάτω γίνεται αναφορά σε τέτοιου είδους μελέτες σε σχέση με τα ηχητικά φαινόμενα και κατά πόσο θα ήταν δυνατή η απομείωση του θορύβου μέσω της βλάστησης.

3.2 ABSORPTION OF ACOUSTIC ENERGY BY PLANT LEAVES (Martens M.J.M. & Michelsen A.) [Ref. 25]

Με την μελέτη αυτή επιβεβαιώθηκε ότι όπου υπάρχει πυκνή βλάστηση, γίνεται ταυτόχρονα εξασθένιση του διαδιδόμενου ήχου σε μεγάλο ποσοστό αυτού. Χρησιμοποιήθηκε Lazer Doppler, όργανο ειδικό για τη μέτρηση δονήσεων, και διερευνήθηκε η δόνηση των φύλλων τεσσάρων διαφορετικών ειδών φυτών, υπό την επίδραση ηχητικού πεδίου. Σε επίπεδα ηχητικής πίεσης μέχρι 100 dB, όλα τα φύλλα συμπεριφέρθηκαν σαν να ήταν γραμμικά συστήματα. Οι τρόποι δόνησης ήταν περίπλοκοι στις ερευνητικές συχνότητες από 0.5 Hz έως 5.5 Hz καθώς σημαντικές αλλαγές παρατηρήθηκαν εξαιτίας των ποικίλων κατευθύνσεων που

είχαν τα φύλλα στο ηχητικό πεδίο. Οι ταχύτητες δόνησης των φύλλων κυμαίνονταν μεταξύ 10^{-5} και 3×10^{-4} m/s ενώ η ταχύτητα δόνησης των μορίων του αέρα ήταν 5×10^{-3} m/s σε 100 dB. Το ποσό της ηχητικής ενέργειας που απορροφήθηκε με αυτόν τον τρόπο από ένα ενιαίο φύλλο ήταν πολύ μικρός, συμπεραίνεται ωστόσο ότι ο μηχανισμός αυτός μπορεί όντως να συνεισφέρει στην εξασθένηση του ήχου όταν ο αριθμός των φύλλων ενός πυκνού δέντρου ισούται με 2×10^5 .

3.3 SOUND ATTENUATION IN FOREST (Fricke F.) [Ref. 23]

Πολλές ήταν οι μετρήσεις που έγιναν προκειμένου να μελετηθεί η εξασθένηση του ήχου στα δάση, αλλά ελάχιστα ήταν τα κοινά στοιχεία στις διαδικασίες μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν και στα αποτελέσματα τους. Κατά συνέπεια, στην περίπτωση αυτή, δημιουργήθηκε μεγάλη διάσταση απόψεων σχετικά με την αποτελεσματικότητα της βλάστησης ως μέσο ελέγχου του θορύβου. Σ' αυτήν την εργασία εξετάστηκαν οι παράγοντες που ελέγχουν την μετάδοση του ήχου μέσω βλάστησης από πεύκα. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην εξασθένηση του ήχου στις υψηλές συχνότητες. Το ποσοστό εξασθένησης, το οποίο εκφράστηκε σε dB/m στις υψηλές συχνότητες, εξαρτήθηκε από το μέγεθος και την απόσταση μεταξύ των δέντρων. Το ποσοστό εξασθένησης μπορεί επίσης να εξαρτηθεί από το είδος της βλάστησης χωρίς αυτό να είναι καθοριστικό, με το ποσοστό εξασθένησης στην περίπτωση αυτή να είναι πολύ μικρό. Για παράδειγμα, ακόμα και στα σημεία με πυκνά πεύκα η μέγιστη εξασθένηση στις υψηλές συχνότητες ήταν της τάξης των 0.1 dB/m. Είναι σαφές λοιπόν ότι η εξασθένηση στις υψηλές συχνότητες οφείλεται κυρίως στην απορρόφηση. Στις μέσες συχνότητες η εξασθένηση του ήχου οφείλεται στην διασπορά του ήχου, με την διασπορά του ήχου από το έδαφος να είναι πιο σημαντική από αυτή λόγω των δέντρων. Τέλος, στις χαμηλές συχνότητες, η εξασθένηση οφείλεται επίσης στο έδαφος με τη βλάστηση που καλύπτει το έδαφος να έχει έμμεση επίδραση στο αποτέλεσμα. Πέρα από αυτά, οι κλιματικές συνθήκες είχαν άμεση εξάρτηση με τα ποσοστά εξασθένησης στα δάση. Ο άνεμος και οι θερμοκρασιακές επιπτώσεις δεν είχαν εκτιμηθεί, αλλά η σχετική υγρασία

είχε σημαντική επίδραση στα ποσοστά εξασθένησης. Εν ολίγοις λοιπόν, τα δέντρα ασκούν έλεγχο στη μετάδοση του θορύβου, υπάρχουν για να διατηρούν τις εδαφικές συνθήκες, δημιουργούν ένα μικροκλίμα, δίνουν έναν ψυχοσωματικό όφελος και συμβάλλουν στο υψηλό ποσοστό εξασθένησης του ήχου.

3.4 ROAD TRAFFIC NOISE ATTENUATION BY BELTS OF TREES

(Kragh J.) [Ref. 26]

Η έρευνα αυτή, είχε σκοπό να εξετάσει κατά πόσο η μεσολάβηση ζωνών πρασίνου μεταξύ οδών και αστικών περιοχών μπορεί να εξασθενίσει το θόρυβο που διαδίδεται εξαιτίας της οδικής κυκλοφορίας. Η μελέτη έγινε για διάδοση θορύβου διαμέσου ζωνών πλάτους 3 έως 25 μέτρων, αποτελούμενες από φυλλοβόλα δέντρα και θάμνους ηλικίας 5 έως 10 ετών, σε έδαφος καλυμμένο από χλόη. Οι θέσεις στις οποίες έγιναν μετρήσεις ήταν σε σημεία του δρόμου με έντονο κυκλοφοριακό θόρυβο και με διαφορετικές αποστάσεις από το μέτωπο των ζωνών πρασίνου. Έγινε έτσι η προσπάθεια μιας αντιπροσωπευτικής προσέγγισης της ενδεχόμενης μείωσης του θορύβου σε μια ρεαλιστική αστική κατάσταση, μέσω της παρουσίας πρασίνου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι για τις προκειμένες ζώνες δέντρων και θάμνων με επιλεγμένα πλάτη 10 έως 25 μέτρων, η εξασθένηση του θορύβου λόγω οδικής κυκλοφορίας και μετρούμενος σε L_{Aeq} δεν ήταν σημαντική. Μόνο στην περιοχή συχνοτήτων άνω των 2 kHz, οι εξασθενίσεις ήταν σημαντικά υψηλότερες στις ζώνες των δέντρων και των θάμνων. Συμπερασματικά, η ύπαρξη μιας ζώνης δέντρων και θάμνων μεταξύ δρόμου και κατοικίας, θα μπορούσε να επηρεάσει τη ποιότητα του περιβάλλοντος των αστικών περιοχών με πιθανή μείωση την ενόχληση που προκαλείται από το κυκλοφοριακό χάος, χωρίς όμως να υπάρξει σημαντική αλλαγή του δείκτη L_{Aeq} .

3.5 REVERBERATION AND FREQUENCY ATTENUATION IN FORESTS & IMPLICATIONS FOR ACOUSTIC COMMUNICATION IN ANIMALS (Padgham M.) [Ref. 24]

Μια ενδιαφέρουσα μελέτη διεξήχθη σε δύο δάση της Αυστραλίας για να εξετάσει τα ποσοστά αντήχησης και απόσβεσης της συχνότητας του ήχου και κατά πόσο αυτά εξαρτώνται από την απόσταση και τα σχετικά ύψη πηγής - δέκτη. Τα συμπεράσματα της μελέτης συνοψίζονται ως εξής:

- Σε συχνότητες 1 έως 3kHz, οι οποίες επιλέχθηκαν γιατί ανταποκρίνονταν σε μήκη κύματος ίδιας περίπου διάστασης με αυτών του φυλλώματος των δέντρων στα δάση, η μείωση της αντήχησης ήταν εκθετικής μορφής και στα δύο δάση που εξετάστηκαν.
- Στο προαναφερόμενο διάστημα συχνοτήτων, τα ποσοστά απόσβεσης του ήχου αλλάζουν πολύ λιγότερο με την απόσταση από ότι σε άλλες συχνότητες και αυτό ίσχυσε και για τα δύο δάση.
- Τα φαινόμενα απόσβεσης και αντήχησης έδειξαν να εξαρτώνται περισσότερο από την απόσταση πηγής - δέκτη και λιγότερο από την υψομετρική διαφορά τους.
- Η μείωση της αντήχησης επιτεύχθηκε αποτελεσματικότερα με την αύξηση του υψομέτρου της πηγής από ότι του δέκτη.
- Η απόσβεση μειώθηκε περισσότερο με την αύξηση του υψομέτρου του δέκτη από ότι της πηγής.
- Η μείωση της αντήχησης ήταν πολύ πιο αργή μέσα σε πυκνά δάση.
- Η απόσβεση ήταν πολύ μεγαλύτερη μέσα σε πυκνά δάση και αυξήθηκε σε αυξανόμενες συχνότητες και αποστάσεις.

Τα πρότυπα αυτά εφαρμόστηκαν επιτυχώς και στα δύο δάση, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να επαληθεύονται γενικότερα σε δασικά περιβάλλοντα.

3.6 THE ABSORPTION OF SOUND BY PINE TREES (Burns St. H.) [Ref. 22]

Το άρθρο αυτό περιγράφει μια μελέτη της απορρόφησης του ήχου από πευκόδεντρα. Στα πλαίσια της μελέτης έγιναν σαρωτικές μετρήσεις συχνότητας με χρήση μικρών κλαδιών μέσα σε ένα πλαίσιο αντήχησης. Οι δοκιμές αντήχησης έγιναν στα κλαδιά και τις βελόνες. Η παρατηρούμενη απορρόφηση αποδείχθηκε ανάλογη με την αναμενόμενη θερμική απορρόφηση στο οριακό στρώμα του αέρα που περιβάλλει τις βελόνες, ενώ η μέτρια εξασθένηση της συχνότητας στα μεμονωμένα κλαδιά του πλαισίου έχει αποδειχθεί επίσης ότι οφείλεται σε θερμική απορρόφηση στο οριακό στρώμα στον περιβάλλοντα αέρα. Η παρούσα μελέτη δε μπορεί τελικά, ούτε να αρνηθεί ούτε να επιβεβαιώσει τον ισχυρισμό του Aylor ότι ο κυρίαρχος απορροφητικός μηχανισμός υψηλής συχνότητας σε ένα δάσος είναι η σκέδαση από τους κορμούς. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι σύμφωνα με την πρόταση του Taylor ότι οι μη ομαλές μετρήσεις του Embleton προκύπτουν από τη χρήση εδαφικών δεδομένων πεδίου για τη διόρθωση της απορρόφησης του εδάφους των δασών.

3.7 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΚΗΠΟΥ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΗΧΟΥΡΥΠΑΝΣΗΣ (Καστανιά Δ. Ε. & Κριπούρη Π. Ι.) [Ref. 6]

Στη διπλωματική αυτή εργασία, μελετήθηκε η επίδραση των πράσινων ζωνών που καλύπτουν τον Εθνικό Κήπο, στην εξασθένηση του περιβαλλοντικού και κυκλοφοριακού θορύβου. Μετά από μετρήσεις ηχητικών σταθμών των παραμέτρων L_{Aeq} , L_{Amax} , L_{Amin} , L_{A10} και L_{A90} , που έγιναν σε εξωτερικά και εσωτερικά σημεία του κήπου, σε ημέρες αιχμής και ημέρες αργίας, εξήχθησαν τα εξής συμπεράσματα, βασισμένα στην παράμετρο L_{Aeq} :

- Σε εκτάσεις πρασίνου της τάξης των 150 στρεμμάτων όπως αυτή του Εθνικού κήπου, η μείωση των σταθμών θορύβου από τα εξωτερικά στα εσωτερικά σημεία είναι αξιοσημείωτη της τάξης των 7 έως 16 dBA.

- Οι μεταβολές στις στάθμες θορύβου όσο πλησιάζουμε στην καρδιά του Κήπου, οφείλονται τόσο στην απόσταση όσο και στην παρουσία βλάστησης.
- Παρουσιάστηκαν σημαντικά χαμηλότερες στάθμες θορύβου σε σημεία του Κήπου που βρίσκονται κοντά στους οδικούς άξονες και πλαισιώνονται από πυκνή και υψηλή βλάστηση, από ότι σε σημεία που απέχουν περισσότερο από τους οδικούς άξονες, αλλά όμως δεν πλαισιώνονται από την αντίστοιχη βλάστηση.
- Η επιτρεπόμενη τιμή θορύβου των 50dBA που ορίζεται από τις διεθνείς συστάσεις [βλ. Παράρτημα Β], δεν επιτυγχάνεται σε κανένα από τα εσωτερικά σημεία του Κήπου.

3.8 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΡΕΩΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΗΧΟΡΥΠΑΝΣΗΣ (Λουκαΐδου Κ.) [Ref. 7]

Σε αυτή την διπλωματική αυτή εργασία, μελετήθηκε η επίδραση των πράσινων ζωνών που καλύπτουν το Πεδίο του Άρεως της Αθήνας, στην εξασθένιση του περιβαλλοντικού και κυκλοφοριακού θορύβου. Έγιναν κατά αντίστοιχη μέθοδο, μετρήσεις ηχητικών σταθμών των παραμέτρων L_{Aeq} , L_{Amax} , L_{Amin} , L_{A10} και L_{A90} , σε εξωτερικά και εσωτερικά σημεία του πάρκου, σε ημέρες αιχμής και ημέρες αργίας, και με βάση την παράμετρο L_{Aeq} εξήχθησαν τα εξής συμπεράσματα:

- Στο κεντρικό σημείο του πάρκου η μείωση του θορύβου ήταν σημαντική, καθώς τόσο με τη βοήθεια της απόστασης όσο και με την παρουσία βλάστησης επιτυγχάνονται στάθμες κοντά στο διεθνώς αποδεκτό όριο των 50dBA. Ωστόσο σύμφωνα με τον θεωρητικό νόμο Αντίστροφου τετραγώνου η τιμή στο κεντρικό σημείο αναμενόταν πολύ χαμηλότερη.
- Στα σημεία του εξωτερικού περιγράμματος του πάρκου τα οποία συνορεύουν με κεντρικές αρτηρίες της πόλης, οι στάθμες θορύβου παρουσιάζονται ανυπόφορες και καθιστούν την περιοχή πάσχουσα από τα έντονα ηχητικά φαινόμενα τόσο τις καθημερινές όσο και τα σαββατοκύριακα.

- Ενώ η απομείωση του θορύβου στο κέντρο του πάρκου έφτασε το θόρυβο σε οριακά ανεκτά όρια, δεν ήταν τόση όση αναμενόταν από τον Νόμο Αντίστροφου Τετραγώνου, αντιθέτως είχε μεγάλη διαφορά από αυτή. Η μειωμένη αποσβεστική ικανότητα του πάρκου αποδόθηκε στην αραιή κατανομή των δέντρων στον περιβάλλοντα χώρο του πάρκου, που δεν βοηθά στην αποτροπή των κάθε είδους ανακλάσεων του ήχου στο έδαφος.

3.9 Συμπεράσματα

Οι μέχρι τώρα έρευνες [Ref. 6,7,8] συγκλίνουν στη θεώρηση ότι η σχέση του ήχου και των φαινομένων διάδοσής του, με την παρουσία πρασίνου, κάθε άλλο παρά ασήμαντη μπορεί να θεωρηθεί. Η ύπαρξη βλάστησης σε συνάρτηση με τις αποστάσεις που διανύει ο ήχος και με το είδος και την πυκνότητα του πρασίνου, φαίνεται να συμβάλει θετικά στην απόσβεση του ήχου και συνεπώς στην ηχοπροστασία. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει σκοπό τη μελέτη της απόσβεσης του αστικού κυκλοφοριακού θορύβου σε θέσεις αρκετά κοντινές στο κέντρο της Αθήνας, και συγκεκριμένα την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου και το Άλσος Παπάγου. Με την ολοκλήρωσή της, η παρούσα εργασία θα μπορεί να αποτελέσει άλλο ένα εργαλείο σύγκρισης με τις εργασίες των συναδέλφων των παραγράφων 3.7 και 3.8, καθώς και οι τρεις εργασίες έγιναν υπό τις ίδιες συνθήκες και ακολούθησαν κοινές παραμέτρους και ίδια μεθοδολογία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

4.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για τη συλλογή των στοιχείων που αφορούν τον θόρυβο ως φυσικό φαινόμενο. Πριν την διεξαγωγή του πειράματος έγινε επιλογή των σημαντικότερων κατ' εκτίμηση δεικτών θορύβου, που θα αναλυθούν παρακάτω.

Επίσης γίνεται περιγραφή των επιστημονικών οργάνων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για να γίνουν οι διάφορες μετρήσεις. Οι μετρήσεις που έγιναν αφορούν τον αστικό – κυκλοφοριακό θόρυβο, τον θόρυβο δηλαδή από τα οχήματα καθώς και από τις δραστηριότητες των κατοίκων της πόλης, είτε αυτές είναι εργασιακές είτε όχι.

4.2 Παρουσίαση δεικτών θορύβου

Οι δείκτες θορύβου ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στους βασικούς (basics) και στους σύνθετους (composite) δείκτες θορύβου.

Στον πίνακα που ακολουθεί επιχειρείται μια συστηματοποιημένη παρουσίαση των δεικτών θορύβου, τόσο των βασικών όσο και των σύνθετων.

Βασικοί δείκτες για το θόρυβο	Σύνθετοι δείκτες θορύβου: composite
$L_{Aeq, T}$	$L_{A(night)}$
L_{AE} ("SEL")	Lden
rise time (dB / sec)	L_{10}
L_{Amax}	L_{50}
L_A (other trade off)	L_{90}
$L_{Zwicker}$	EEL
$L_{Unweighted}$	ENEL
L_{PNL}	$L_{Aday(night+10)}$
E_A (N/m ²)	

Πίνακας 4.1 : Δείκτες θορύβου

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, καταλληλότεροι για επεξεργασία θεωρήθηκαν οι δείκτες θορύβου L_{Aeq} , L_{Amax} , L_{Amin} , L_{A10} και L_{A90} . Παρακάτω αναλύεται η σημασία καθενός από αυτούς τους δείκτες:

- **L_{Aeq}** : Είναι η μέση τιμή της ηχητικής ενέργειας σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα T, (π.χ. ενός λεπτού, μίας ώρας κ.λπ.). Το L_{Aeq} δεν εκφράζει απευθείας τον βαθμό ενόχλησης που προκαλεί ο θόρυβος στον άνθρωπο, συνήθως όμως χρησιμοποιείται στην πράξη για να εκφράζει περίπου τον βαθμό ενόχλησης του θορύβου στον άνθρωπο. Φυσικά, μια στάθμη L_{Aeq} που δεν ενοχλεί τον άνθρωπο πολύ, όταν είναι ξύπνιος και εργάζεται, μπορεί να προκαλεί φοβερή ενόχληση σε ώρες ανάπαυσης.
- **L_{Amax}** : Πρόκειται για την υψηλότερη τιμή στάθμης μιας ορισμένης χρονικής περιόδου μέτρησης.
- **L_{Amin}** : Πρόκειται για την χαμηλότερη τιμή στάθμης μιας ορισμένης χρονικής περιόδου μέτρησης.
- **L_{A90}** : Είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 90% μιας ορισμένης χρονικής περιόδου. Ο δείκτης αυτός αντιπροσωπεύει αυτό που

ονομάζουμε «θόρυβο βάθους», το θόρυβο δηλαδή που ουσιαστικά διαμορφώνει το ηχητικό περιβάλλον στο οποίο καλείται να διαβιώσει ένας αστός.

- **LA₁₀** : Είναι η στάθμη της οποίας σημειώνεται υπέρβαση κατά το 10% μιας ορισμένης χρονικής περιόδου μέτρησης. Κι αυτός ο δείκτης έχει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς αντιπροσωπεύει κατά κάποιον τρόπο τα πιο έντονα «ηχητικά γεγονότα», εξ' ορισμού λοιπόν μιλάμε καταρχήν για μεγαλύτερες τιμές.

Η επιλογή των παραπάνω δεικτών έγινε με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, όπως:

➤ Κύρος - Συσχέτιση με τις επιπτώσεις

Ένας μεγάλος αριθμός επιπτώσεων του θορύβου στην υγεία του ανθρώπου έχουν καταγραφεί από την διεθνή βιβλιογραφία. Για κάποιες όμως από αυτές έχει πραγματικά πιστοποιηθεί μια σαφής άμεση συσχέτιση με τον θόρυβο, π.χ. για τις διαταραχές του ύπνου, τη δυσκολία διαλόγου, τη σύγχυση κ.α. Είναι σημαντικό, λοιπόν, ο δείκτης θορύβου να καταδεικνύει τη σχέση του θορύβου με τις επιπτώσεις.

➤ Πρακτική εφαρμογή

Είναι σημαντικό τα μεγέθη να είναι εργαλεία στα χέρια των αρχών για τη λήψη μέτρων.

➤ Διαφάνεια

Η ευκολία στην επεξήγηση και η σχέση με απτά φυσικά μεγέθη είναι ένα σημαντικό κριτήριο.

4.3 Μετρητές στάθμης ήχου (Ηχόμετρα)

Τα ηχόμετρα ή αλλιώς οι μετρητές στάθμης ήχου, αποτελούν απαραίτητα εργαλεία για την διεξαγωγή πολλών ειδών μετρήσεων θορύβου. Είναι όργανα τα οποία μετρούν τις στάθμες της ηχητικής πίεσης και χρησιμοποιούνται σε μελέτες ηχορύπανσης για τον προσδιορισμό αστικού, κυκλοφοριακού, περιβαλλοντικού και βιομηχανικού θορύβου.

Το τρέχον διεθνές πρότυπο για τα ηχόμετρα είναι το **IEC 61672:2003**. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό, τα ηχόμετρα διακρίνονται σε δυο «κλάσεις», 1 και 2. Η διάκριση των ηχομέτρων σε «κλάσεις» περιγράφει την ακρίβειά τους, όπως αυτή καθορίζεται από τα σχετικά διεθνή πρότυπα.

Τα ηχόμετρα «κλάσης 1» χαρακτηρίζονται από το ευρύτερο πεδίο συχνοτήτων, στενότερα όρια ανοχής σφάλματος και είναι πιο ακριβή στις μετρήσεις σε σύγκριση με τα αντίστοιχα ηχόμετρα «κλάσης 2». Συνεπώς, τα ηχόμετρα «κλάσης 1» είναι ακριβότερα από τα αντίστοιχα μοντέλα «κλάσης 2».

Στα ηχόμετρα «κλάσης 1» η ανοχή σφάλματος είναι +/- 0,7 dB, ενώ για τα αντίστοιχα «κλάσης 2» η ανοχή σφάλματος είναι +/- 1,0 dB. Τα ηχόμετρα «κλάσης 1» ενδείκνυνται για αυξημένου βαθμού ακρίβειας εργαστηριακή και υπαίθρια χρήση. Τα ηχόμετρα «κλάσης 2» ενδείκνυνται για γενικού σκοπού υπαίθρια χρήση.

Η επιλογή κλάσης του ηχομέτρου, που θα χρειαστεί κάποιος, εξαρτάται από τις εφαρμογές, για τις οποίες προορίζεται αυτό να χρησιμοποιηθεί και από τους κανονισμούς, τους οποίους επιβάλλεται αυτό να ικανοποιεί. Για παράδειγμα, οι περισσότεροι κανονισμοί μέτρησης εργασιακού θορύβου αναφέρουν, ότι τα ηχόμετρα «κλάσης 2» τα οποία είναι και χαμηλότερου κόστους, είναι επαρκή για τις μετρήσεις αυτές. Αναμφίβολα, όμως, μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει και τα ηχόμετρα «κλάσης 1» για τις συγκεκριμένες μετρήσεις, καθώς αυτά, όπως έχει προαναφερθεί, είναι περισσότερο ακριβή στις μετρήσεις τους. Επίσης τα ηχόμετρα «κλάσης 1» ενδείκνυνται να χρησιμοποιούνται για μελέτες περιβαλλοντικού θορύβου, στις οποίες μετρούνται, πολύ συχνά, χαμηλές στάθμες θορύβου και οι οποίες μπορούν να μετρηθούν με περισσότερη ακρίβεια από αυτά, λόγω της ευαισθησίας του μικροφώνου τους. Τέλος τα συγκεκριμένα ηχόμετρα προορίζονται για χρήση σε περιπτώσεις εργαστηριακών ερευνών και εφαρμογής του νόμου (όρια θορύβου κλπ).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΧΡΗΣΗ	ΑΝΟΧΗ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Τύπος 1 / Κλάση 1	Αυξημένος βαθμός ακρίβειας για εργαστηριακή και υπαίθρια χρήση.	(+/-) 0,7 dB	Περιβαλλοντικές, ακουστική κτιρίων, οχήματα δρόμου
Τύπος 2 / Κλάση 2	Γενικού σκοπού υπαίθρια χρήση.	(+/-) 1,0 dB	Θόρυβος στην εργασία, βασικές περιβαλλοντικές, μηχανοκίνητος αθλητισμός

Πίνακας 4.2 : Κατηγορίες και βασικά χαρακτηριστικά ηχομέτρων

4.3.1. Σταθμιστικά κυκλώματα (Φίλτρα)

Τα σταθμιστικά κυκλώματα επιλέγονται μέσω των ηχομέτρων με σκοπό τη συλλογή των επιθυμητών συχνοτήτων. Το υφιστάμενο διεθνές πρότυπο για τη λειτουργία των ηχομέτρων είναι το **IEC 61672**, το οποίο θεωρεί καταλληλότερο για μετρήσεις το σταθμιστικό κύκλωμα A. Το πρότυπο αυτό περιγράφει, επίσης, και άλλα σταθμιστικά κυκλώματα, όπως είναι τα C και Z. Τα παλαιότερα, B και D, έχουν πλέον εγκαταλειφθεί και συνεπώς, δεν περιγράφονται στο πρότυπο. Η στάθμη του ήχου τροποποιείται για την κάθε σταθμιστική καμπύλη.

Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο **IEC 61672:2003** αναφορικά με τη λειτουργία των ηχομέτρων, τρία είναι τα σταθμιστικά κυκλώματα ή φίλτρα (frequency weightings), τα οποία μπορούν να συναντηθούν σε ένα ηχόμετρο. Αυτά είναι τα **A**, **C** και **Z**. Όλα τα ηχόμετρα είναι εφοδιασμένα με τα φίλτρα **A** και **C**, ενώ τα πιο εξελιγμένα και ακριβά μοντέλα είναι εφοδιασμένα, επιπλέον, και με το φίλτρο **Z**.

Το εύρος των μετρήσεων των φίλτρων κυμαίνεται από **0** έως και **140 dB(A)**, ενώ η στάθμη αιχμής, η οποία εξ' ορισμού μετριέται με τη χρήση φίλτρου **C**

(συνηθέστερα) ή Z , μπορεί να μετρηθεί για μέγιστες τιμές της στάθμης της στο διάστημα από **140 – 143 dB(C)**. Βέβαια, δεν έχουν όλα τα ηχόμετρα τη δυνατότητα να μετρούν στάθμες ήχου σε όλο το παραπάνω εύρος. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, το εύρος τους κυμαίνεται από την κατώτερη τιμή των **20-25 dB** μέχρι και την τιμή των **130-140 dB** (ανάλογα και με το φίλτρο A, C ή Z που έχει επιλεγεί).

4.3.2. Συνοδευτικά εξαρτήματα ηχομέτρων

Εκτός από το ηχόμετρο, το οποίο έχει τον κυριότερο ρόλο σε μια μέτρηση, υπάρχουν και άλλα σύνεργα, τα οποία είναι αναγκαία, είτε σε μικρότερο είτε σε μεγαλύτερο βαθμό, τα οποία βοηθούν για μια επιτυχημένη έκβαση των διαφόρων μετρήσεων θορύβου.

Τα παρελκόμενα αυτά σύνεργα είναι τα ακόλουθα:

Ακουστικός καλιμπραριστής: (acoustical calibrator): Όπως τα ηχόμετρα, έτσι και τα όργανα αυτά διακρίνονται σε «κλάσης 1» και «κλάσης 2». Είναι απαραίτητα όργανα, προκειμένου το ηχόμετρο να καλιμπραριστεί, τόσο πριν όσο και μετά από κάθε μέτρηση, έτσι ώστε να διασφαλιστεί, ότι η μέτρηση αυτή είναι κατά το δυνατόν πιο ακριβής.

Προστατευτικό κάλυμμα ανέμου: Χρησιμοποιείται έτσι ώστε να καλύψει το μικρόφωνο του ηχομέτρου, προκειμένου να μειώσει το θόρυβο, ο οποίος προκαλείται από τον άνεμο και μπορεί να επιφέρει αποκλίσεις από τις πραγματικές τιμές των μετρούμενων τιμών θορύβου.

Βαλίτσα μεταφοράς: Είναι απαραίτητη για την μεταφορά του ηχομέτρου αλλά και των υπόλοιπων οργάνων με ασφάλεια, μειώνοντας έτσι σε σημαντικό βαθμό τις πιθανότητες πρόκλησης φθορών στον εξοπλισμό κατά τη μεταφορά του στις διάφορες θέσεις των μετρήσεων. Εσωτερικά, είναι επενδυμένες με ειδική μόνωση, για να απορροφούνται οι κραδασμοί από τυχόν προσκρούσεις της βαλίτσας.

Τρίποδας στήριξης: Είναι απαραίτητος για την στήριξη του ηχομέτρου κατά την διάρκεια των μετρήσεων.

Εγχειρίδια χειρισμού: Παρέχει όλες τις αναγκαίες οδηγίες για την λειτουργία του οργάνου.

Λογισμικό πρόγραμμα: Συνοδεύει κάθε ηχώμετρο και παρέχει τη δυνατότητα μεταφοράς των μετρήσεων του ηχομέτρου σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για την πιο άνετη επεξεργασία τους.

Μπαταρίες: Είναι αναγκαίες για την λειτουργία τόσο του ηχομέτρου, κυρίως για μετρήσεις στην ύπαιθρο, όσο και του οργάνου καλιμπραρίσματος.

4.3.3. Μετρούμενα μεγέθη

Όλα τα ηχώμετρα, σε γενικές γραμμές, μπορούν να παρέχουν μετρήσεις των ακολούθων, βασικών παραμέτρων του ήχου:

L_{Aeq} , L_{Ceq} , L_{Zeq} : Ισοδύναμη συνεχής στάθμη θορύβου για τη χρονική διάρκεια της μέτρησης με χρήση φίλτρου A, C και Z (dB(A), dB(C), dB(Z), αντίστοιχα και ανάλογα με τα φίλτρα που διαθέτει το κάθε ηχώμετρο).

L_{Amax} , L_{Cmax} , L_{Zmax} : Μέγιστη τιμή της στάθμης θορύβου για τη χρονική διάρκεια της μέτρησης με χρήση φίλτρου A, C και Z, αντίστοιχα.

L_{Amin} , L_{Cmin} , L_{Zmin} : Ελάχιστη τιμή της στάθμης θορύβου για τη χρονική διάρκεια της μέτρησης με χρήση φίλτρου A, C και Z, αντίστοιχα.

L_{pk} : Αιχμή της στάθμης θορύβου για τη χρονική διάρκεια μιας μέτρησης. Η μέτρησή της προκύπτει με χρήση φίλτρου C ή Z (L_{Cpk} ή L_{Zpk} , αντίστοιχα). Η μετρούμενη στάθμη αιχμής μπορεί να είναι κατά πολλά dB υψηλότερη σε μια μέτρηση από τη μέγιστη τιμή της στάθμης θορύβου L_{Amax} για τη χρονική διάρκεια της μέτρησης αυτής.

4.4 Διεξαγωγή του πειράματος

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν ηχώμετρα των εταιρειών Briel & Kjaer, type 2250 (Εικόνα 4.1) και Casella cel 490 (Εικόνα 4.2). Οι μετρήσεις έγιναν στην περιοχή της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου και στο Άλσος Παπάγου. Πριν την διεξαγωγή των μετρήσεων, έγινε επιλογή των χαρακτηριστικών σημείων μέτρησης, οκτώ (8) στο σύνολο για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, εκ των οποίων τέσσερα (4) εσωτερικά και τέσσερα (4) περιμετρικά σημεία, ενώ για το Άλσος Παπάγου έντεκα (11) στο σύνολο, εκ των οποίων τέσσερα (4) εσωτερικά και επτά (7) περιμετρικά σημεία. Τα σημεία αυτά επιλέχθηκαν με σκοπό να δώσουν την κατά το δυνατόν πλησιέστερη εικόνα του αστικού θορύβου, που επικρατεί τόσο στο εσωτερικό όσο και περιμετρικά των πνευμόνων πρασίνου, και την τάξη μεγέθους της εξασθένισης του ήχου, που συντελείται από την υπάρχουσα βλάστηση.

Οι μετρήσεις διήρκησαν τέσσερις ημέρες, δυο ημέρες για τον κάθε πνεύμονα πρασίνου εκ των οποίων η πρώτη ήταν καθημερινή και η δεύτερη ημέρα αργίας (Σάββατο). Κάθε μέτρηση στα εκάστοτε σημεία, είχε την διάρκεια των 15 λεπτών, με σκοπό την επίτευξη ενός μεγάλου εύρους τιμών και την ενίσχυσης της αξιοπιστίας του εγχειρήματος.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τις μεσημβρινές ώρες 12:00 μμ έως 15:00 μμ για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου και για το Άλσος Παπάγου κατά τις μεσημβρινές ώρες 12:00 μμ έως 16:00 μμ (βλ. Παράρτημα Α).

Τέλος, τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών πάρθηκαν από τα προαναφερθέντα ηχώμετρα που χρησιμοποιήθηκαν, τα οποία κατά την διάρκεια των μετρήσεων ήταν τοποθετημένα σε ύψος 1,20 μέτρα από τη επιφάνεια του εδάφους.



Εικόνα 4.1 : Ηχόμετρο της εταιρείας Brüel & Kjær, type 2250



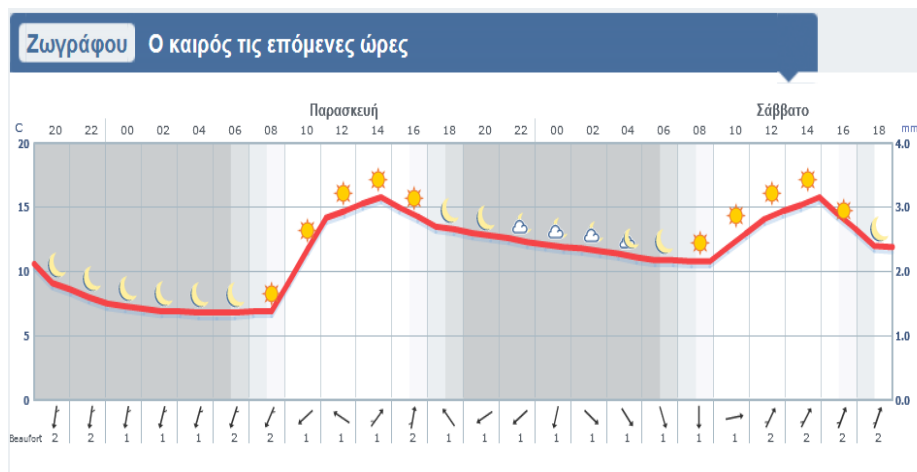
Εικόνα 4.2 : Ηχόμετρο της εταιρείας Casella cel

4.4.1 Πρώτη φάση εκτέλεσης των μετρήσεων - Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου η διεξαγωγή των μετρήσεων, έγινε σε πρώτη φάση την Παρασκευή 02/12/2011. Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) την συγκεκριμένη ημέρα και την χρονική περίοδο 12:00 μμ έως 15:00 μμ όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν 18°C και η υγρασία 40%.

Ημερομηνία	Ώρα	Θερμ/σία	Υγρασία	Διεύθ. ανέμου- Ένταση	Καιρός - φαινόμενα
Παρασκευή 02/12/2011	02:00	11 °C	82%	2 Μποφόρ Β	ΚΑΘΑΡΟΣ
Παρασκευή 02/12/2011	08:00	10 °C	80%	3 Μποφόρ ΒΑ	ΚΑΘΑΡΟΣ
Παρασκευή 02/12/2011	14:00	18 °C	40%	1 Μποφόρ ΝΔ	ΚΑΘΑΡΟΣ
Παρασκευή 02/12/2011	20:00	13 °C	69%	2 Μποφόρ ΝΑ	ΚΑΘΑΡΟΣ

Εικόνα 4.3



Εικόνα 4.4

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, οι μετρήσεις έγιναν σε οκτώ (8) σημεία συνολικά, εσωτερικά και περιμετρικά. Συγκεκριμένα, μετρήσαμε τον θόρυβο στην Είσοδο/ Έξοδο της Πολυτεχνειούπολης (Κτίριο Υδραυλικής), επί της οδού Ηρώων Πολυτεχνείου (θέση 1) και στη συνέχεια σε ένα σημείο αναψυχής (κιόσκι), κοντά στο Κτίριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας (θέση 2). Ακολούθησε η μέτρηση σε επόμενο σημείο αναψυχής (κιόσκι) κοντά στο Κτίριο Θωμαΐδειο (θέση 3). Στη συνέχεια μεταβήκαμε στην καρδιά της Πολυτεχνειούπολης, κοντά στην κεντρική βιβλιοθήκη και στα εστιατόρια (θέση 4) και έπειτα στην Είσοδο/ Έξοδο επί της οδού Κατεχάκη (θέση 5) όπου και ακολουθήσαμε την ίδια διαδικασία.

Οι τρεις (3) τελευταίες μετρήσεις έγιναν στην Είσοδο/ Έξοδο της Πολυτεχνειούπολης επί της οδού Κοκκινοπούλου (θέση 6), στην αντίστοιχη επί

της Ηρώων Πολυτεχνείου (θέση 7) και τέλος στην περιοχή κοντά στο γυμναστήριο (θέση 8).

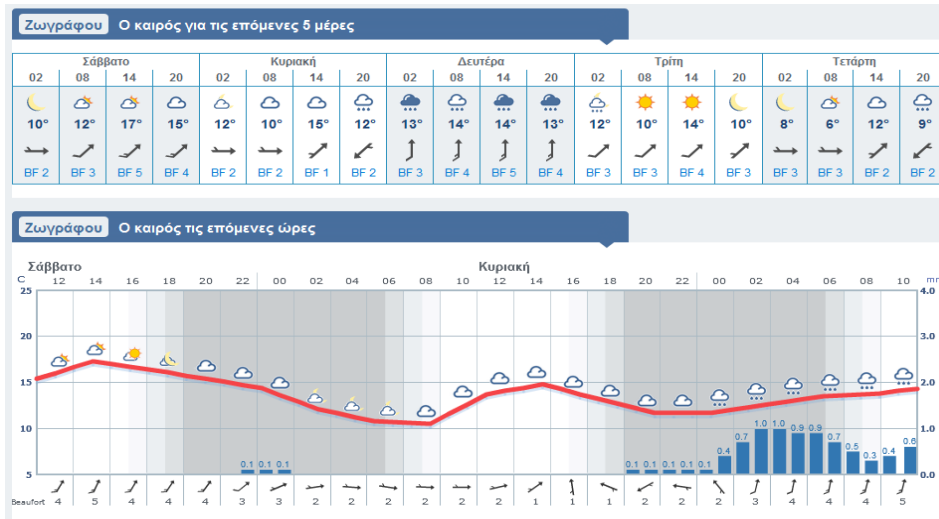
Σημειώνεται, ως προς τη λειτουργία των εισόδων τις καθημερινές ημέρες ότι η πύλη Κατεχάκη είναι ανοικτή καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας για οχήματα και πεζούς, η πύλη Κοκκινοπούλου είναι ανοικτή για οχήματα και πεζούς έως τις 8.00μμ ενώ η πύλη Ζωγράφου είναι ανοιχτή όλο το 24ωρο για πεζούς, όχι όμως και για οχήματα, για τα οποία ανοίγει επιλεκτικά κατά τις ώρες 7.30πμ - 9.30πμ και 14.30μμ - 16.30μμ. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων μας ήταν ανοιχτές οι πύλες Κοκκινοπούλου και Κατεχάκη, ενώ κλειστή ήταν η πύλη Ζωγράφου.

4.4.2 Δεύτερη φάση εκτέλεσης των μετρήσεων - Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Η διεξαγωγή των μετρήσεων, έγινε σε δεύτερη φάση το Σάββατο 17/12/2011. Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) την συγκεκριμένη ημέρα και την χρονική περίοδο 12:00 μμ έως 15:00 μμ όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν 17 °C και η υγρασία 42% .

Σημειώνεται, ως προς τη λειτουργία των εισόδων τα Σαββατοκύριακα, ότι η πύλη Κατεχάκη είναι ανοικτή καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας για οχήματα και πεζούς, η πύλη Κοκκινοπούλου είναι κλειστή για οχήματα και πεζούς, ενώ η πύλη Ζωγράφου είναι ανοιχτή όλο το 24ωρο μόνο για πεζούς.

Συνεπώς σε αυτή τη φάση μέτρησης, η Πύλη Κοκκινοπούλου ήταν κλειστή για οδηγούς και για πεζούς, η Πύλη Ζωγράφου κλειστή μόνο για τους οδηγούς και η Πύλη Κατεχάκη ανοιχτή.



Εικόνα 4.5

Τα χαρακτηριστικά σημεία μέτρησης καθώς και η σειρά των μετρήσεων παρέμεινε η ίδια, όπως και στην πρώτη φάση. Η κοινή αυτή επιλογή μέτρησης στις δυο φάσεις έγινε με σκοπό η επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανά σημείο και η αξιολόγηση τους να είναι όσο το δυνατόν πιο εύκολη και αποτελεσματική, έτσι ώστε τελικά να μπορεί να υπάρξει ένα σαφές μέτρο σύγκρισης μεταξύ των υφιστάμενων αποτελεσμάτων.

4.4.3 Πρώτη φάση εκτέλεσης των μετρήσεων - Άλσος Παπάγου

Παρασκευή 09/12/2011	02:00		11 °C	63%	4 Μποφόρ B			ΚΑΘΑΡΟΣ	
Παρασκευή 09/12/2011	08:00		10 °C	63%	3 Μποφόρ B			ΚΑΘΑΡΟΣ	
Παρασκευή 09/12/2011	14:00		14 °C	35%	2 Μποφόρ B			ΚΑΘΑΡΟΣ	
Παρασκευή 09/12/2011	20:00		10 °C	57%	2 Μποφόρ N			ΚΑΘΑΡΟΣ	

Εικόνα 4.6

Στο Άλσος Παπάγου, η διεξαγωγή των μετρήσεων έγινε σε πρώτη φάση την Παρασκευή 09/12/2011. Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) την συγκεκριμένη ημέρα και την χρονική περίοδο 12:00 μμ έως 16:00 μμ όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν 14 °C και η υγρασία 35 %.

Όπως έχει προαναφερθεί, οι μετρήσεις στο Άλσος Παπάγου έγιναν σε τέσσερα (4) εσωτερικά και επτά (7) περιμετρικά σημεία. Αρχικά μετρήθηκε ο θόρυβος στην κεντρική είσοδο του πάρκου επί της οδού Ογδότης Μεραρχίας (θέση 1) και στη συνέχεια στην Είσοδο/ Έξοδο επί της Λεωφόρου Στρατάρχου Παπάγου (θέση 2). Ακολούθως, έγινε μέτρηση σε σημείο κοντά στην καφετέρια VERDE, εκεί όπου βρίσκεται το σιντριβάνι (θέση 3) και έπειτα στην Είσοδο/ Έξοδο επί της οδού Κορυτσάς (θέση 4), στο ύψος της οδού Θάλειας. Στη συνέχεια, έγιναν μετρήσεις κοντά στο γήπεδο jogging (θέση 5), μέσα στην παιδική χαρά (θέση 6), στην Είσοδο/ Έξοδο επί της Λεωφόρου Στρατάρχου Παπάγου, στο ύψος της οδού Λεμεσού (θέση 7) και ακριβώς πίσω από το δημοτικό θέατρο (θέση 8). Οι τελευταίες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην Είσοδο/ Έξοδο επί της Λεωφόρου Στρατάρχου Παπάγου, στο ύψος της οδού Κηρύνειας (θέση 9), στην Είσοδο/ Έξοδο στην περιοχή συμβολής των οδών Κορυτσάς και Στ. Παπάγου (θέση 10) και τέλος στην Είσοδο/ Έξοδο επί της οδού Κορυτσάς, που αποτελεί και είσοδο προς το δημοτικό θέατρο (θέση 11).

4.4.4 Δεύτερη φάση εκτέλεσης των μετρήσεων - Άλσος Παπάγου

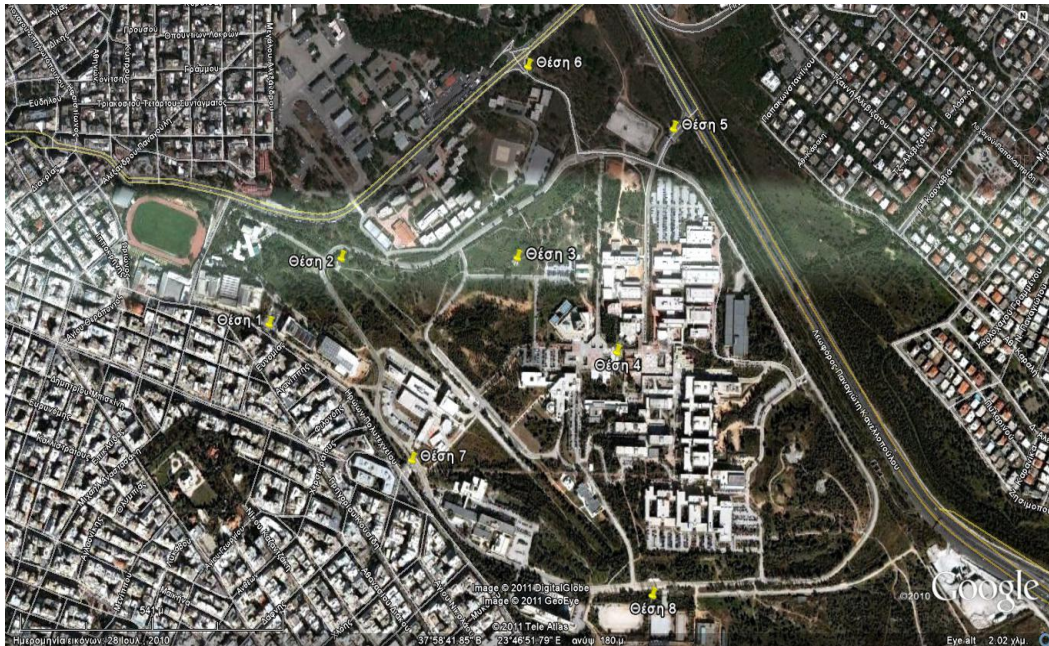
Η διεξαγωγή των μετρήσεων έγινε σε δεύτερη φάση το Σάββατο 10/12/2011. Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) την συγκεκριμένη ημέρα και την χρονική περίοδο 12:00 μμ έως 16:00 μμ όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν 15°C και η υγρασία 59 %.

Σάββατο 10/12/2011	02:00		6 °C	85%	2 Μποφόρ NΔ			ΚΑΘΑΡΟΣ	
Σάββατο 10/12/2011	08:00		6 °C	98%	2 Μποφόρ Δ			ΑΡΚΕΤΑ ΣΥΝΝΕΦΑ	
Σάββατο 10/12/2011	14:00		15 °C	59%	3 Μποφόρ Δ			ΑΡΑΙΗ ΣΥΝΝΕΦΙΑ	
Σάββατο 10/12/2011	20:00		10 °C	80%	2 Μποφόρ NΔ			ΑΡΑΙΗ ΣΥΝΝΕΦΙΑ	

Εικόνα 4.7

Τα χαρακτηριστικά σημεία μέτρησης καθώς και η σειρά των μετρήσεων παρέμεινε η ίδια, όπως και στην πρώτη φάση. Οι λόγοι είναι ίδιοι με αυτούς που έχουν αναφερθεί στην παράγραφο 4.4.2.

Παρακάτω, ακολουθούν αεροφωτογραφίες με τα χαρακτηριστικά σημεία μέτρησης, στους δυο πνεύμονες πρασίνου όπου εξετάζουμε.



Εικόνα 4.8 : Αεροφωτογραφία από την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου με τα σημεία μέτρησης



Εικόνα 4.9 : Αεροφωτογραφία από το Άλσος Παπάγου με τα σημεία μέτρησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η παρουσίαση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων που έγιναν στους δύο πνεύμονες πρασίνου της Αθήνας, την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου και το Άλσος Παπάγου, σε δύο διαφορετικές φάσεις μετρήσεων, και η συζήτηση των αποτελεσμάτων αυτών. Θα ακολουθήσει ακόμη, σύγκριση των αποτελεσμάτων με αποτελέσματα άλλων σχετικών εργασιών - μελετών.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τις δύο φάσεις διεξαγωγής των πειραμάτων περιγράφηκε αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 4.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα γίνει με τη μορφή εικόνων-χαρτών στις οποίες απεικονίζονται ως αερο-φωτογεγραμμένοι οι δύο πνεύμονες πρασίνου και πάνω σε αυτές σημειώνονται οι χαρακτηριστικές θέσεις, στις οποίες έγιναν μετρήσεις σταθμών θορύβου.

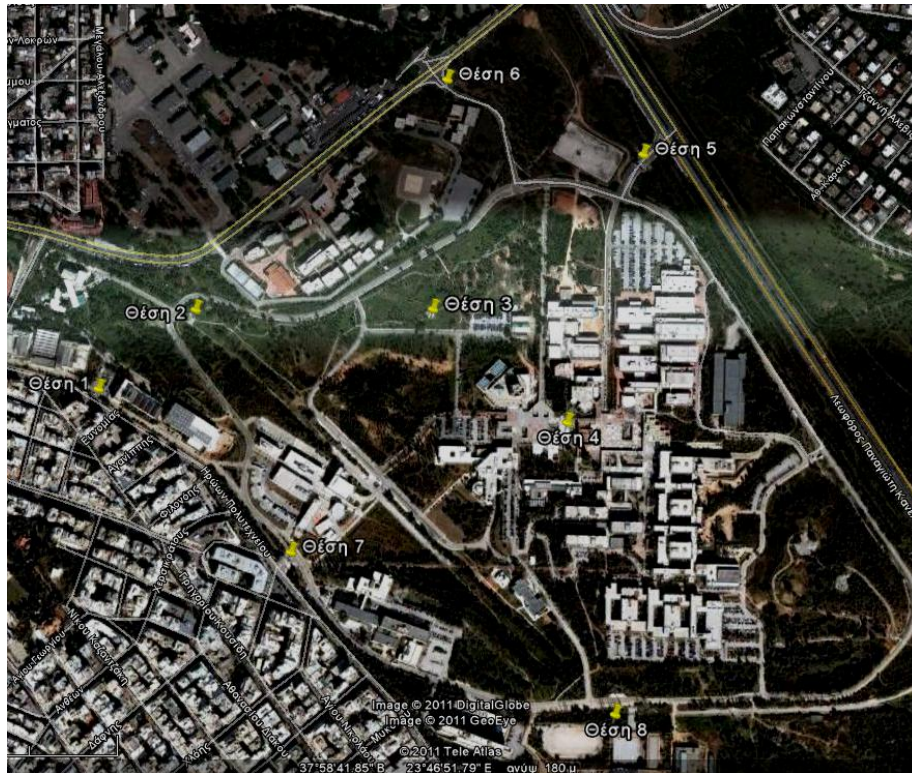
Η παρουσίαση των εικόνων χωρίζεται σε Α' και Β' φάση για κάθε "πάρκο", δηλαδή καθημερινή ημέρα και ημέρα αργίας, αντίστοιχα, και παρουσιάζονται διαδοχικές εικόνες με τις απεικονίσεις της βασικής παραμέτρου στάθμης θορύβου, L_{Aeq} , σε κάθε μία από τις χαρακτηριστικές θέσεις.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων θα γίνει σε κείμενο ακολούθως των εικόνων, υπό μορφή σχολιασμού - συζήτησης των αποτελεσμάτων και για την ανάλυση θα αξιολογηθεί η παράμετρος L_{Aeq} , για κάθε περίπτωση.

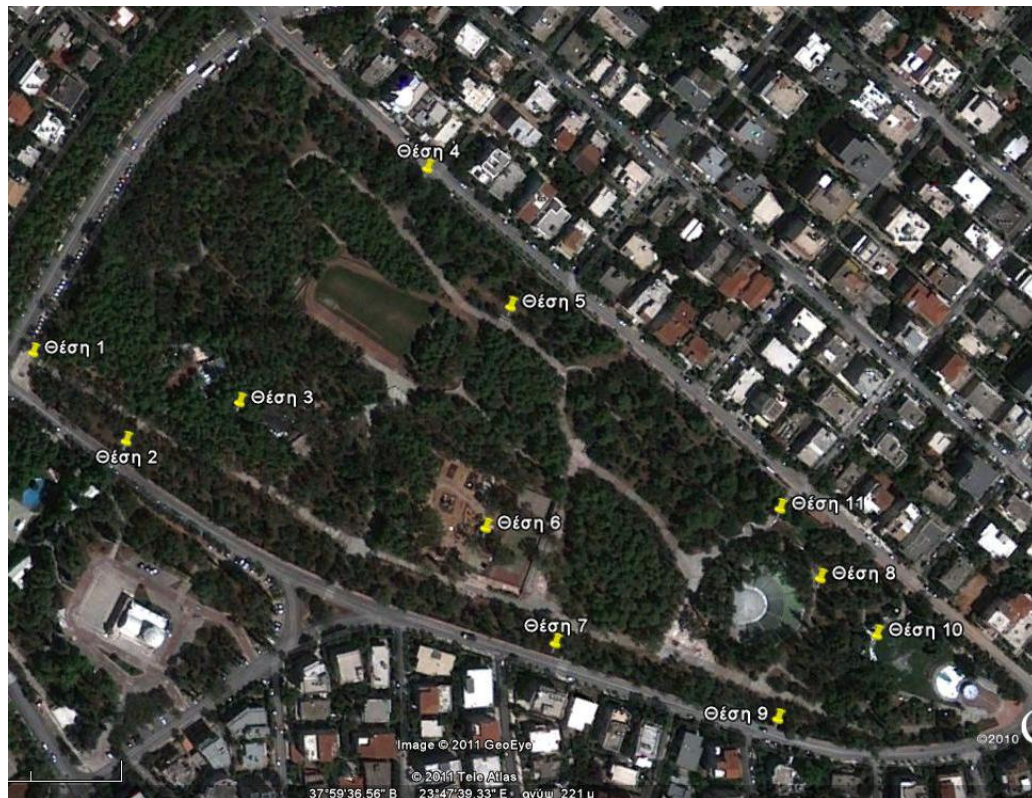
Για λόγους ευκρίνειας στο παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνονται μόνο οι μετρήσεις των L_{Aeq} , πάνω στις οποίες συζητούμε, ενώ οι υπόλοιπες L_{A10} , L_{A90} , L_{Amax} , L_{Amin} , παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

Αξίζει να σημειωθούν οι παραδοχές αλλά και οι περιορισμοί που λήφθηκαν για την διεξαγωγή του πειράματος αυτού. Βασικός περιορισμός είναι πως οι μετρήσεις στις διάφορες χαρακτηριστικές θέσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά και όχι ταυτόχρονα. Όπως είναι προφανές, με ταυτόχρονες μετρήσεις, τα αποτελέσματα που θα προέκυπταν θα ήταν πιο αξιόπιστα και ασφαλή. Η μη δυνατότητα χρήσης περισσότερων του ενός ηχομέτρου τη φορά, μας οδήγησε στη λήψη των μετρήσεων διαδοχικά. Ο περιορισμός αυτός, στηρίχτηκε στη παραδοχή ότι ο θόρυβος εξαιτίας των κυκλοφοριακών φόρτων, στις περιοχές που μελετούμε, είναι σταθερός, τουλάχιστον κατά τη διάρκεια του χρόνου του δείγματος που εξετάζουμε, ο οποίος είναι από τις 12:00 μμ έως τις 16:00 μμ το μεσημέρι.

Παρακάτω παρατίθενται οι φωτογραφίες των δύο πνευμόνων πρασίνου με αποτυπωμένες τις χαρακτηριστικές θέσεις που επιλέχθηκαν προς μελέτη.



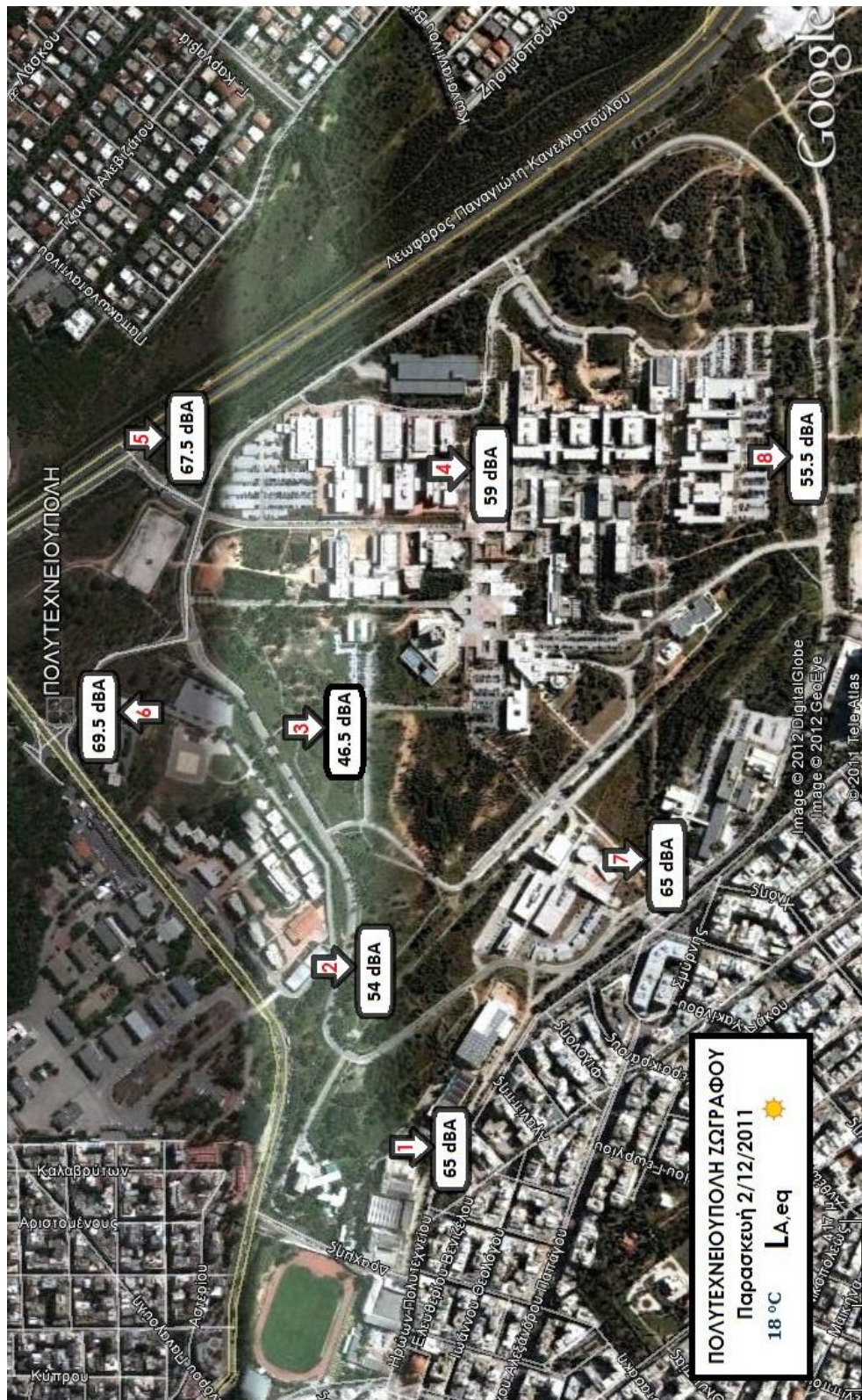
Εικόνα 5.1 : Θέσεις Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου



Εικόνα 5.2 : Θέσεις Άλσους Παπάγου

5.2 Πρώτη φάση μέτρησης για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

5.2.1 Αποτελέσματα



Εικόνα 5.3

5.2.2 Συζήτηση

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα μέτρησης της ισοδύναμης στάθμης θορύβου L_{Aeq} , για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, κατά την Α' φάση πειράματος (καθημερινή ημέρα), σημειώθηκαν οι εξής παρατηρήσεις:

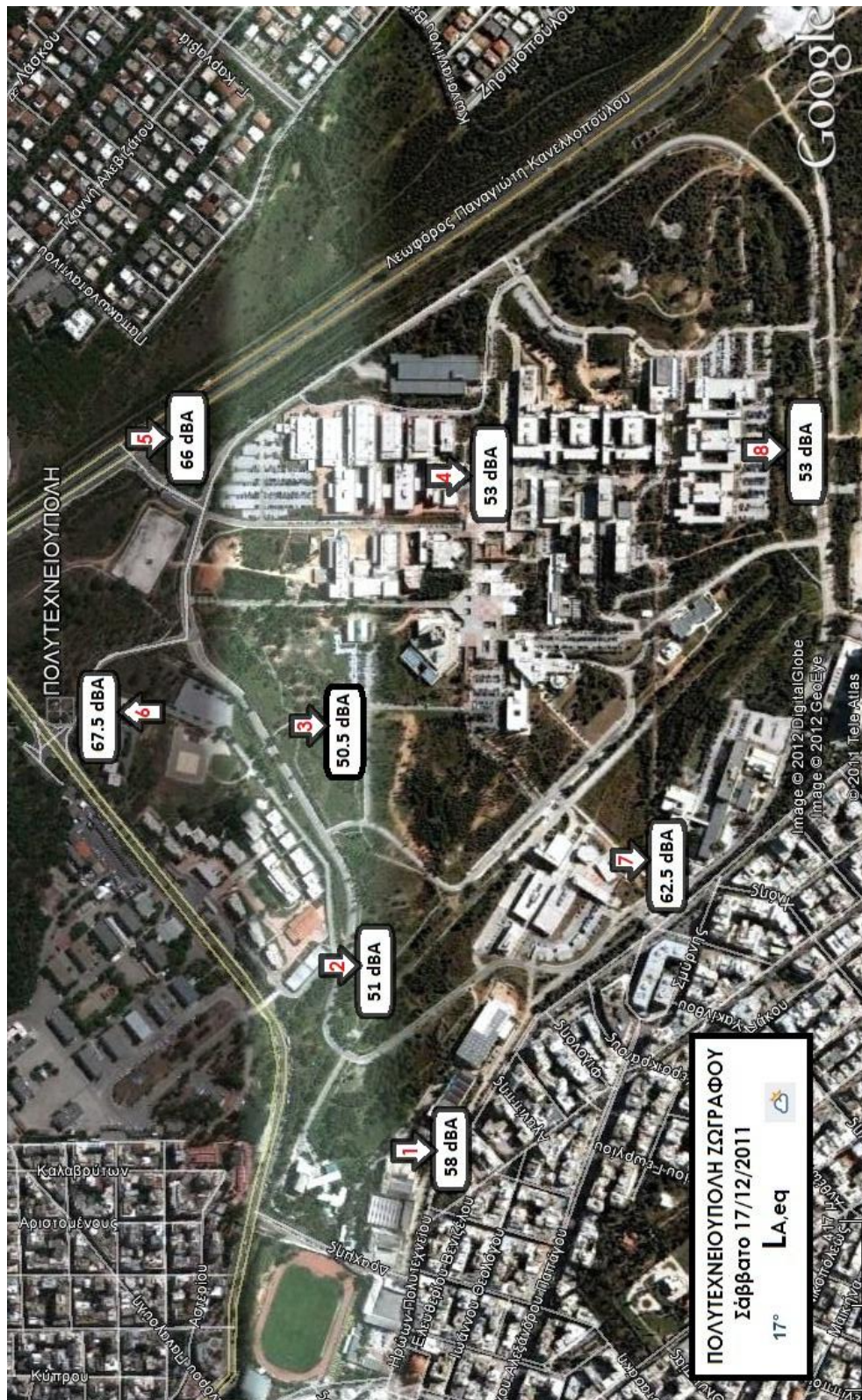
- ❖ Οι ηχητικές στάθμες περιμετρικά της Πολυτεχνειούπολης, (θέσεις 1, 6, 5 και 7) που οφείλουν το μέγεθός τους στον κυκλοφοριακό θόρυβο των λεωφόρων Κατεχάκη, Κοκκινοπούλου και Ηρώων Πολυτεχνείου, φαίνονται να κυμαίνονται σε κοντινές τιμές, από 65 έως 69.5 dBA. Η χαμηλότερη τιμή, μεταξύ αυτών, είναι εκείνη των εισόδων από την λεωφόρο Ηρώων Πολυτεχνείου, κάτι που ήταν αναμενόμενο καθώς η Ηρώων Πολυτεχνείου είναι μια μονής κατεύθυνσης οδός, σε αντίθεση με τις Κοκκινοπούλου και Κατεχάκη που είναι διπλής κατεύθυνσης λεωφόροι, με περισσότερες λωρίδες ανά κατεύθυνση, με μεγαλύτερους κυκλοφοριακούς φόρτους και ενδεχομένως με ανάπτυξη υψηλότερων ταχυτήτων από τα οχήματα. Προφανώς, ένας επισκέπτης κατά την είσοδό του στην Πολυτεχνειούπολη βρίσκεται σε ένα περιβάλλον με θόρυβο όχι ανυπόφορο αλλά και που δεν τηρεί τις διεθνείς συστάσεις (50dBA).
- ❖ Στην θέση 2, όπου συναντάται μια θέση αναψυχής με πεζόδρομο, ποδηλατόδρομο και κιόσκι, η στάθμη θορύβου μειώνεται στα 54dBA. Η μείωση είναι αισθητή σε σχέση με την περίμετρο (θέσεις 1 και 6), ωστόσο δεν επιτυγχάνεται μείωση κάτω των 50dBA. Πιθανή εξήγηση είναι ότι παρόλο που μεσολαβεί βλάστηση (χαμηλή και δέντρα) δεν υπάρχει ικανοποιητική κάθετη απόσταση από τις οδούς Κοκκινοπούλου και Ηρώων Πολυτεχνείου ώστε να επιτευχθεί σημαντική απόσβεση του ήχου. Συγκεκριμένα η θέση 2 απέχει περίπου 100μ από την Κοκκινοπούλου και 176μ από την Ηρώων Πολυτεχνείου.
- ❖ Η θέση 3 όπισθεν του κτιρίου της Βιβλιοθήκης ΕΜΠ, που επίσης αποτελεί μια θέση αναψυχής, αντίστοιχη με αυτή της θέσης 2, φαίνεται να είναι η πιο ήσυχη της Πολυτεχνειούπολης, μεταξύ των θέσεων του πειράματος, βεβαίως. Η στάθμη των 46.5dBA αποτελεί ικανοποιητική ησυχία και δεν ξεπερνά το όριο των 50dBA των διεθνών συστάσεων. Η εξήγηση που αποδίδεται στη διαφορά ηχητικών σταθμών κατά 7.5dBA μονάδες μεταξύ των θέσεων 2 και 3, είναι ότι η θέση 3 είναι πιο απομακρυσμένη από την Κοκκινοπούλου (294μ) και από την

Ηρώων Πολυτεχνείου (423μ) και επιπλέον βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από το κυκλικό εσωτερικό οδικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης.

- ❖ Η θέση 4 βρίσκεται στην "καρδιά" της Πολυτεχνειούπολης, απομακρυσμένη από τους δρόμους περιμετρικά, και θεωρητικά θα αναμενόταν να σημειωθεί η μεγαλύτερη απόσβεση από τα εξωτερικά σημεία έως αυτό, και λόγω των αποστάσεων και λόγω του πρασίνου που περικλείει την όλη περιοχή. Κάτι τέτοιο ωστόσο δεν επαληθεύεται, γιατί στη θέση 4 η βλάστηση είναι αραιή και αντικαθίσταται από κτίρια συχνής επισκεψιμότητας, όπως κτίρια διδασκαλίας, εργαστήρια, εστιατόρια, καταστήματα. Επομένως, η παρατηρηθείσα τιμή των 59dBA δεν οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες, όπως ο κυκλοφοριακός θόρυβος, αλλά στην ύπαρξη έντονης ανθρώπινης δραστηριότητας.
- ❖ Στη θέση 8, έχουμε ένα γεωγραφικά περιμετρικό σημείο της Πολυτεχνειούπολης, δεν έχει όμως κοντινή επαφή με οδούς επομένως μπορεί να αξιολογηθεί ως ένα εσωτερικό σημείο. Βρίσκεται κοντά στις αθλητικές εγκαταστάσεις και η στάθμη θορύβου εδώ ξεπέρασε το όριο των 50dBA κατά 5.5 μονάδες. Πιθανή αιτία είναι η συχνή διέλευση οχημάτων από το εσωτερικό οδικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης.

5.3 Δεύτερη φάση μέτρησης για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

5.3.1 Αποτελέσματα



Εικόνα 5.4

5.3.2 Συζήτηση

Όπως έγινε και στην ανάλυση αποτελεσμάτων Α' φάσης, έτσι και εδώ χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση οι ισοδύναμες στάθμες θορύβου L_{Aeq} για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, αυτή τη φορά από τις μετρήσεις Β' φάσης (ημέρα αργίας). Οι παρατηρήσεις συνοψίζονται ως εξής:

- ❖ Η στάθμη θορύβου στις θέσεις περιμετρικά της Πολυτεχνειούπολης κυμαίνονται σε κοντινές τιμές από 62.5 έως 67.5 dBA με εξαίρεση τη θέση 1 που έχει χαμηλότερη στάθμη στα 58dBA. Πιθανή αιτία είναι ότι η Ηρώων Πολυτεχνείου κατά το Σαββατοκύριακο, διοχετεύει τον περισσότερο από τον κυκλοφοριακό της φόρτο προς τη λεωφόρο Παπάγου με αποτέλεσμα τα οχήματα που διέρχονται της θέσης 7 να μην συνεχίζουν και άρα να μην περνούν και από την θέση 1. Να σημειωθεί εδώ ότι οι εισοδοί στις θέσεις 1, 7 και 6 είναι κλειστές το Σάββατο, εκτός της 7 που ενώ είναι κλειστή για τα οχήματα, οι πεζοί μπορούν να εισέλθουν.
- ❖ Τα τέσσερα εσωτερικά σημεία μέτρησης, δηλαδή οι θέσεις 2,3,4 και 8 επιτυγχάνουν ικανοποιητική ησυχία το Σαββατοκύριακο, περί τα 50dBA με πιο ήσυχες τις θέσεις 2 και 3 όπου συναντάται πυκνότερη βλάστηση και ελάχιστα πιο θορυβώδεις τις θέσεις 4 και 8 λόγω εστίασης κόσμου της φοιτητικής κοινότητας (εστιατόρια, καταστήματα στη θέση 4 και χώροι άθλησης στη θέση 8).

5.4 Σύγκριση παρατηρήσεων Α' και Β' φάσης μέτρησης για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Από τη σύγκριση των αναλύσεων των δύο φάσεων πειραμάτων για την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, συμπεραίνονται οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- ❖ Τα περιμετρικά σημεία της Πολυτεχνειούπολης έχουν ίδιας περίπου τάξης μεγέθους θόρυβο, τις καθημερινές και τα Σαββατοκύριακα, με ελάχιστη μείωση τα Σαββατοκύριακα κατά 2dBA. Εξήγηση αυτού είναι ότι οι δρόμοι Κατεχάκη και Κοκκινοπούλου είναι οδικές αρτηρίες υψηλού φόρτου καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας.
- ❖ Η θέση 1 παρατηρήθηκε πιο θορυβώδης κατά 7 dBA την καθημερινή ημέρα γεγονός που αποδίδεται σε οικοδομικές εργασίες που πραγματοποιούνταν την ημέρα της μέτρησης κοντά στη θέση. Επίσης ενώ την καθημερινή, οι στάθμες

θορύβου των θέσεων 1 και 7 συμφωνούσαν απόλυτα μεταξύ τους, το Σαββατοκύριακο φαίνεται η στάθμη της θέσης 1 μειωμένη της θέσης 7 κατά 7.5dBA. Πιθανότατα ο κυκλοφοριακός φόρτος της Ηρώων Πολυτεχνείου να διοχετεύεται περισσότερο προς τη Λεωφόρο Παπάγου τα Σαββατοκύριακα και έτσι να μην είναι ο ίδιος φόρτος που περνά και από τη θέση 1. Συνδυαστικά βέβαια και με το γεγονός της απουσίας των οικοδομικών εργασιών που παρατηρήθηκαν την καθημερινή.

- ❖ Οι θέσεις 2 και 8, έχουν ίσες διαφορές μεταξύ τους κατά τις δύο φάσεις και είναι μειωμένες το Σαββατοκύριακο κατά 2.5 έως 3dBA λόγω του χαμηλότερου φόρτου στο εσωτερικό οδικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης.
- ❖ Στη θέση 4 παρατηρείται λιγότερος θόρυβος το Σαββατοκύριακο, μειωμένος κατά 6dBA. Εδώ μιλάμε για ενδοαναπτυσσόμενο θόρυβο εκ της Πολυτεχνειακής κοινότητας, που δεν προέρχεται από τις περιμετρικές λεωφόρους, οι οποίες απέχουν αρκετά από εδώ. Έτσι η μείωση αποδίδεται στις λιγότερο έντονες δραστηριότητες των φοιτητών και εργαζομένων στο "κέντρο" της Πολυτεχνειούπολης τα Σαββατοκύριακα.
- ❖ Η πιο ήσυχη θέση και κατά τις δύο φάσεις παρατηρήθηκε να είναι η θέση 3. Ο κατά 4dBA υψηλότερος θόρυβος το Σαββατοκύριακο όπου θα περιμέναμε μείωση, οφείλεται πιθανότατα σε θόρυβο που προέρχεται από τις φοιτητικές εστίες όπου η δραστηριότητα αναμένεται εντονότερη το Σαββατοκύριακο.
- ❖ Σε κάθε περίπτωση, βγάζουμε το γενικό συμπέρασμα ότι αν και οι θέσεις εισόδων / εξόδων της Πολυτεχνειούπολης επηρεάζονται άμεσα από τον κυκλοφοριακό θόρυβο, όσο προχωρούμε προς το μέσο της συναντούμε ένα ηχητικό ενδόκλιμα που δεν επηρεάζεται από το θόρυβο της πόλης, αλλά οφείλει το θόρυβό του σε εσωτερικές κυρίως δραστηριότητες. Στην απόσβεση των εξωτερικών θορύβων φαίνεται να συμβάλλει και η παρουσία πρασίνου αλλά, και όπου η παρουσία αυτού δεν είναι έντονη, και οι μεγάλες αποστάσεις που μεσολαμβάνουν.

5.5 Πρώτη φάση μέτρησης για το Άλσος Παπάγου

5.5.1 Αποτελέσματα



Εικόνα 5.5

5.5.2 Συζήτηση

Παρατηρώντας τις τιμές των L_{Aeq} από όλες τις θέσεις όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις στην Α΄ Φάση, καταλήγουμε στις παρακάτω διαπιστώσεις:

- ❖ Στις θέσεις 2,7 και 9, η τιμή L_{Aeq} ανέρχεται στα 70 dBA. Οι θέσεις αυτές, βρίσκονται επί της Λεωφόρου Παπάγου και αποδεικνύουν την οδό αυτή ως την πιο θορυβώδη εκ των τριών που περικλείουν το άλσος και συνεπώς ως την κύρια πηγή κυκλοφοριακού θορύβου.
- ❖ Η χαμηλότερη τιμή θορύβου εμφανίζεται στη θέση 5, κοντά στο γήπεδο jogging και ισούται με 51dBA. Η θέση αυτή βρίσκεται σε απόσταση 211 μέτρων από την οδό Ογδός Μερραρχίας και σε απόσταση 169 μέτρων από την Λεωφόρο Στρατάρχου Αλεξάνδρου Παπάγου, ενώ από την οδό Κορυτσάς (τοπικός δρόμος) απέχει μόλις 36 μέτρα. Στη θέση αυτή παρατηρείται πυκνή φύτευση δέντρων. Η μετρηθείσα στάθμη είχε πτώση των 20 dB(A) σε σύγκριση με τιμές της Λεωφόρου Παπάγου ενώ σε σχέση με την οδό Κορυτσάς υπάρχει η πτώση των 10 dB(A). Δεδομένου ότι κυριότερη πηγή θορύβου είναι η Λεωφόρος Παπάγου, (η οποία συνδέει τα προάστια Παπάγου και Χολαργό με την λεωφόρο Μεσογείων), επιτυγχάνεται ικανοποιητική απόσβεση που σχεδόν αγγίζει το όριο των 50dBA.
- ❖ Στην καρδιά του Άλσους Παπάγου όπου βρίσκεται και η παιδική χαρά, (θέση 6), παρατηρούμε ότι η στάθμη θορύβου L_{Aeq} είναι ίση με 52 dBA και επίσης προσεγγίζει οριακά την αποδεκτή τιμή των 50dBA. Η τιμή αυτή δεν κατ' ανάγκη προέρχεται από την κυκλοφορία στις έξω οδούς αλλά μπορεί να παράγεται τοπικά από τους ίδιους τους επισκέπτες της παιδικής χαράς. Ουσιαστικά όμως, ο θόρυβος που καταγράφεται εδώ είναι ο αποσβενύμενος, κατά 18dBA, θόρυβος που φτάνει από τη Λεωφόρο Παπάγου.
- ❖ Η μεγαλύτερη τιμή L_{Aeq} , μεταξύ όλων των εσωτερικών σημείων του πάρκου, παρατηρήθηκε στη θέση 3. Είναι ίση με 57.5 dBA, ξεπερνά δηλαδή την αποδεκτή επιτρεπόμενη τιμή των 50 dBA. Η αυξημένη αυτή τιμή εξηγείται, λόγω της μικρής απόστασης της θέσης 3 από τις διασταυρούμενες εξωτερικές οδούς, καθώς επίσης και λόγω της έντονης δραστηριότητας στο καφέ - εστιατόριο που υπάρχει πλησίον.
- ❖ Περιμετρικά του άλσους, η στάθμη θορύβου ξεπερνά παντού την επιτρεπόμενη τιμή των 50 dB(A) σύμφωνα με τους κανονισμούς. Οι επισκέπτες δεν

συναντούν ένα ευχάριστο ηχητικά περιβάλλον, ιδιαίτερα κατά την είσοδό τους στο άλσος από τη Λεωφόρο Παπάγου.

- ❖ Στην κεντρική είσοδο του άλσους (θέση 1), η στάθμη L_{Aeq} είναι 56.5 dBA. Παρόλο που η θέση 1 βρίσκεται σε κοντινή απόσταση με τη θέση 2, βλέπουμε πως η τελευταία παρουσιάζει L_{Aeq} αυξημένη κατά 13 dBA. Σε αυτό συμβάλλουν οι διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας των οδών στις οποίες βρίσκονται οι θέσεις. Όπως προαναφέρθηκε η λεωφόρος Παπάγου είναι οδός μεγαλύτερου φόρτου και επιπλέον επιτρέπει την ανάπτυξη μεγαλύτερων ταχυτήτων με συνέπεια τις πεδήσεις κοντά στη διασταύρωση και άρα στη θέση 2. Αντιθέτως στην οδό 8ης Μεραρχίας οι ταχύτητες είναι αναμφισβήτητα χαμηλές λόγω και των σαμαριών που είναι τοποθετημένα για το σκοπό αυτό.
- ❖ Η χαμηλότερη τιμή ηχητικής στάθμης εκ περιμετρικών θέσεων σημειώθηκε στην θέση 11, στην είσοδο προς το θερινό δημοτικό θέατρο, και είναι ίση με 53.5 dBA. Η είσοδος αυτή βρίσκεται σε απόσταση 2 σχεδόν μέτρων από την οδό Κορυτσάς, έναν οδικό άξονα ο οποίος αποτελεί μονόδρομο και την ημέρα της μέτρησης η διέλευση των αυτοκινήτων δεν ήταν ιδιαίτερα έντονη. Επίσης σημειώθηκε ελάχιστη και η παρουσία ανθρώπων με κίνηση από και προς το πάρκο στη θέση αυτή.

5.6 Δεύτερη φάση μέτρησης για το Άλσος Παπάγου

5.6.1 Αποτελέσματα



Εικόνα 5.6

5.6.2 Συζήτηση

- ❖ Από τα εσωτερικά σημεία χαμηλότερη τιμή θορύβου παρατηρήθηκε στη θέση 5, κοντά στο γήπεδο jogging ενώ η υψηλότερη στη θέση 3, κοντά στη καφετέρια.
- ❖ Από τα περιμετρικά σημεία, οι χαμηλότερες στάθμες θορύβου σημειώθηκαν στις θέσεις 10 και 11, ενώ η υψηλότερη στην θέση 2.

Εν γένει, τα αποτελέσματα στην Β΄ Φάση έχουν κοινές συνιστώσες με αυτά της Α΄ Φάσης και οι παρατηρήσεις της παραγράφου 5.5.2 επαληθεύονται και κατά το Σαββατοκύριακο.

5.7 Σύγκριση παρατηρήσεων Α΄ και Β΄ φάσης μέτρησης για το Άλσος Παπάγου

- ❖ Και στις δυο φάσεις βλέπουμε πως η θέση 5 (εσωτερικό σημείο) παρουσιάζει την χαμηλότερη στάθμη ήχου από όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά σημεία. Συγκεκριμένα την καθημερινή έχει ηχητική στάθμη ίση με 51 dBA ενώ το σαββατοκύριακο ίση με 49 dBA. Η στάθμη θορύβου συνεπώς, χαρακτηρίζεται αποδεκτή σύμφωνα με τους κανονισμούς. Άρα μπορούμε να σημειώσουμε ότι η θέση αυτή προσφέρεται για επισκέπτες που θέλουν να απομακρυνθούν από τους ήχους της πόλης.
- ❖ Όσον αφορά στα περιμετρικά σημεία μέτρησης του πάρκου, παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις, οι τιμές τους ξεπερνούν την οριακή επιτρεπόμενη τιμή των 50 dB(A).
- ❖ Το σαββατοκύριακο η ηχητική στάθμη κατά μήκος της οδού Κορυτσάς παρουσιάζει μια πτώση της τάξης των 3 έως 5 dBA σε σχέση με τη καθημερινή. Πιθανή εξήγηση είναι ότι ως τοπικός δρόμος δεν έχει ιδιαίτερη κίνηση το Σαββατοκύριακο, ενώ αντιθέτως, η Λεωφόρος Παπάγου που διευκολύνει την πρόσβαση των οδηγών και σε άλλες περιοχές της πόλης και στις δυο φάσεις παρουσιάζει την ίδια περίπου στάθμη θορύβου.
- ❖ Η θέση 6 όπου βρίσκεται η παιδική χαρά σημειώνει και στις δυο περιπτώσεις την ίδια ακριβώς στάθμη L_{Aeq} ίση με 52 dBA. Κατά την Α΄ φάση του πειράματος υπήρχαν περισσότεροι επισκέπτες στην παιδική χαρά, σε αντίθεση με το σαββατοκύριακο που ήταν σχεδόν άδεια. Συνεπώς, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι ο θόρυβος που κυριαρχεί στην παιδική χαρά είναι ο θόρυβος που φτάνει από την Λεωφόρο Παπάγου, για αυτό και η τιμή του παρέμεινε επίσης σταθερή.

5.8 Σύγκριση παρατηρήσεων Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου - Άλσους Παπάγου

Παρακάτω συγκρίνουμε τα ευρήματα μας για τους δύο πνεύμονες πρασίνου που μελετήθηκαν, ώστε να καταλήξουμε σε ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

- ❖ Από πλευράς βλάστησης το Άλσος Παπάγου υπερτερεί της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου σε αναλογία, πυκνότητα φύτευσης και ύψος φυτών, ενώ η Πολυτεχνειούπολη υπερτερεί σε διαστάσεις (1000 στρέμματα έναντι 80). Οι δρόμοι που περικλείουν την Πολυτεχνειούπολη είναι μεγάλες οδικές αρτηρίες ενώ το άλσος Παπάγου περικλείεται από προαστιακές τοπικές οδούς.
- ❖ Κοινό στοιχείο των δύο πάρκων είναι ότι διαθέτουν χώρους με εσωτερικά παραγόμενο θόρυβο από λοιπές δραστηριότητες.
- ❖ Στην Πολυτεχνειούπολη παρατηρείται μείωση θορύβου εσωτερικά, τα σαββατοκύριακα ενώ στο Άλσος Παπάγου ο εσωτερικός θόρυβος είναι σταθερός στις δύο φάσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί η ανθρώπινη δραστηριότητα στην Πολυτεχνειούπολη σαφώς διαφοροποιείται τα σαββατοκύριακα, ενώ το Άλσος Παπάγου βρίσκεται σε ένα ήσυχο προάστιο της πόλης, και η δραστηριότητα εντός του είναι σταθερή καθ' όλες τις ημέρες της εβδομάδας. Επιπλέον, επειδή δεν υπάρχουν σημαντικοί εσωτερικά παραγόμενοι ήχοι, ο θόρυβος στο άλσος Παπάγου εξαρτάται κυρίως από τις γύρω οδούς, και μια ελαφρά μείωσή του το σ/κ οφείλεται στον μειωμένο φόρτο της οδού Κορυτσάς, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο.
- ❖ Τέλος, μια σημαντική παρατήρηση είναι ότι, για την απόσβεση του θορύβου κατά 23dBA χρειάζεται να μεσολαβήσει απόσταση 294 μέτρων στην Πολυτεχνειούπολη όπου η φύτευση είναι αραιή, ενώ για την απόσβεση του θορύβου κατά 18dBA χρειάζεται να μεσολαβήσει απόσταση μόλις 65 μέτρων με πυκνή φύτευση στο Άλσος Παπάγου. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι για την απόσβεση του θορύβου, η αραιότερη φύτευση της Πολυτεχνειούπολης αντισταθμίζεται από τις μεγάλες αποστάσεις της από τις γύρω οδούς και αντίστροφα, οι μικρές αποστάσεις του Άλσους Παπάγου από τις περιμετρικές οδούς αντισταθμίζεται από την πυκνή του φύτευση εντός.

- ❖ Και οι δύο πνεύμονες πρασίνου διαθέτουν θέσεις με ηχητικές στάθμες αποδεκτές ή οριακά ανεκτές και επομένως αποτελούν τόπο αναφυχής μακριά από τα έντονα ηχητικά φαινόμενα της πόλης.

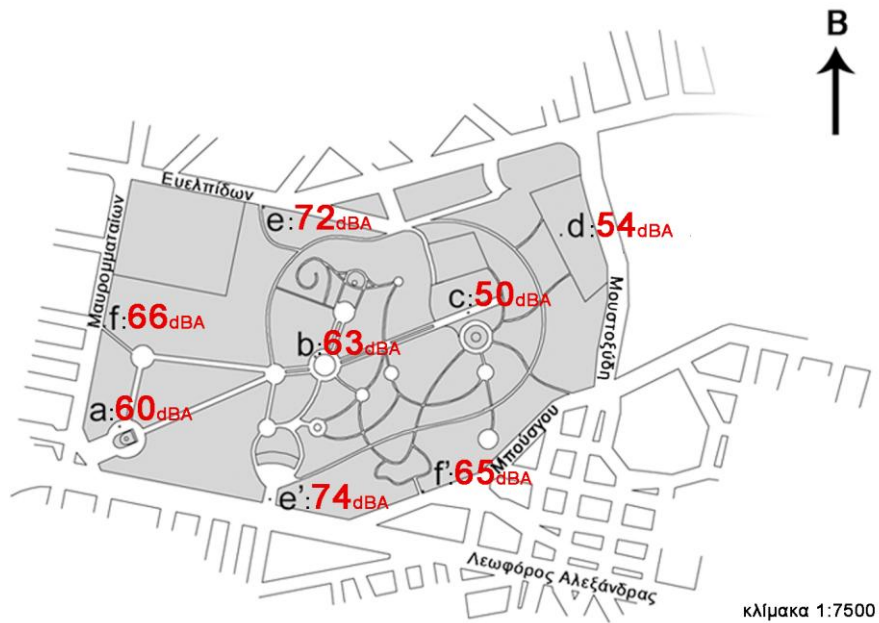
5.9 Σύγκριση με τα αποτελέσματα άλλων διπλωματικών εργασιών με αντικείμενο τους αστικούς πνεύμονες πρασίνου και την απόσβεση του θορύβου

Η παρούσα εργασία είχε κοινές παραμέτρους με τις παρακάτω εργασίες, οι οποίες επίσης μελετούν αστικούς πνεύμονες πρασίνου της Αθήνας, για αυτό και κρίθηκε αποδεκτή η σύγκριση των όποιων συγκρίσιμων παρατηρήσεων μεταξύ τους.

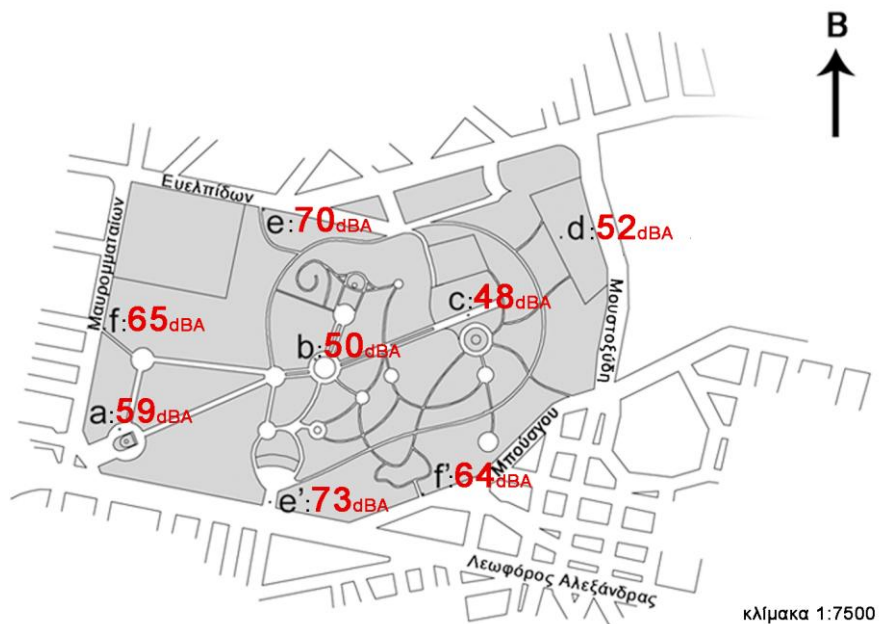
Οι κοινές παράμετροι αφορούν τον τρόπο λήψης των πειραμάτων, τα οποία έγιναν από κοινού σε δύο φάσεις (καθημερινές και σαββατοκύριακα), χρησιμοποιήθηκαν κοινά όργανα και οι λήψεις τιμών έγιναν διαδοχικά σε 15λεπτες μετρήσεις ανά θέση. Επίσης, αξιολογήθηκαν οι ίδιες παράμετροι ηχητικής στάθμης L_{Aeq} για τη συζήτηση των αποτελεσμάτων.

5.9.1 "Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία - Το Πεδίον του Άρεως στην Αθήνα" της Λουκαΐδου Κ. [Ref.7]

Τα αποτελέσματα της εργασίας αποτυπώνονται στις παρακάτω εικόνες:



Εικόνα 5.7 : 'Α φάση - καθημερινή



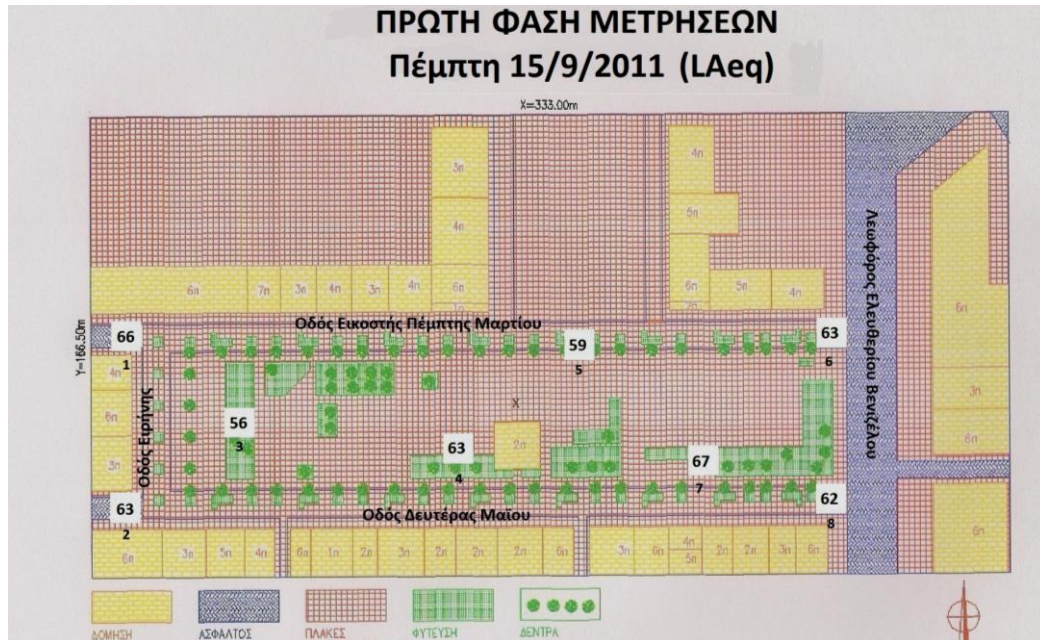
Εικόνα 5.8 : 'Β φάση - σαββατοκύριακο

Τα βασικά συμπεράσματα που απορρέουν από την μελέτη του Πεδίου του Άρεως, είναι ότι πρόκειται για έναν πράσινο χώρο που στην εξωτερική του περίμετρο πάσχει από έντονα ηχητικά φαινόμενα, και άρα σημειώνει ανυπόφορες στάθμες θορύβου που αγγίζουν τα 74dBA, ενώ στο εσωτερικό του, διαθέτει χώρους με ηχητικές στάθμες ανεκτικότερες έως και ικανοποιητικές που πληρούν τις διεθνείς συστάσεις (όριο των 50dBA). Επιπλέον, παρατηρείται οι ηχητικές στάθμες να είναι σε όλες τις θέσεις σταθερές στις δύο φάσεις, συνεπώς οι εξωτερικές και οι εσωτερικές πηγές θορύβου κατά τις καθημερινές δεν διαφοροποιούνται τα σαββατοκύριακα, παρομοίως με το Άλσος Παπάγου.

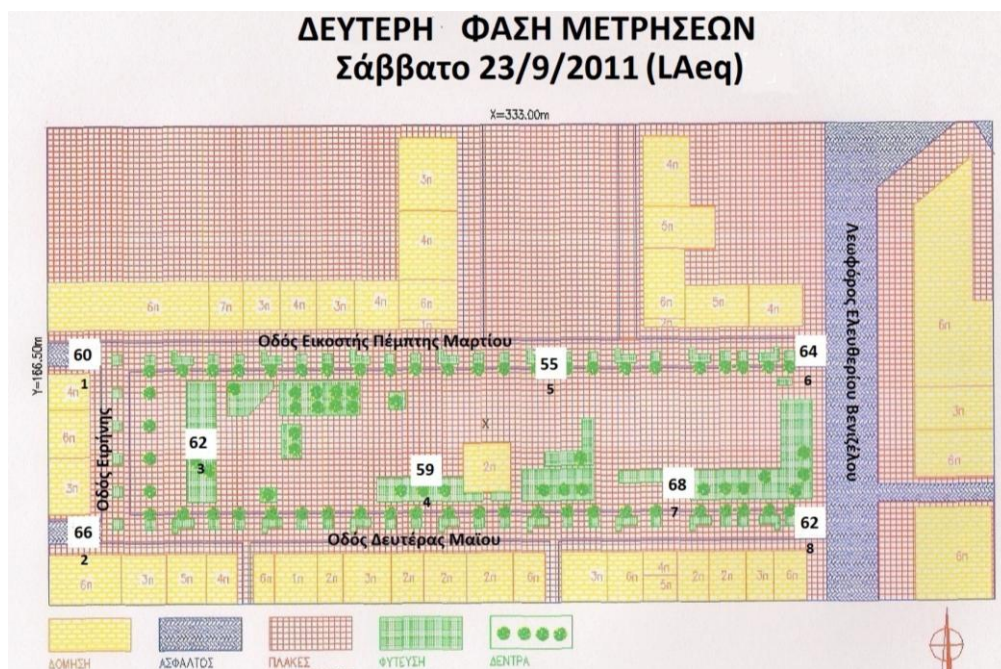
Το Πεδίον του Άρεως εκτείνεται σε 277 στρέμματα, είναι περίπου 3-πλάσιο του Άλσους Παπάγου και υπο-4-πλάσιο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Το εξωτερικό του περιβάλλον μπορεί να συγκριθεί με αυτό της Πολυτεχνειούπολης καθώς και οι δύο χώροι περιβάλλονται από μεγάλες λεωφόρους της Αθήνας, ενώ η εσωτερική του μορφολογία και το ποσοστό πράσινης κάλυψης του είναι συγκρίσιμα με του Άλσους Παπάγου.

- ❖ Το Πεδίον του Άρεως επιτυγχάνει μεγαλύτερες αποσβέσεις από την Πολυτεχνειούπολη. Απόσβεση της τάξης των 11dBA επιτυγχάνεται στο Πεδίον του Άρεως σε απόσταση 150μ (βλ. θέσεις e'-b) ενώ στην Πολυτεχνειούπολη σε 210μ (βλ. θέσεις 1-2). Γεγονός που αποδίδεται στην πυκνότερη και ψηλότερη φύτευση του Πεδίου του Άρεως.
- ❖ Κανένας από τους τρεις πνεύμονες πρασίνου δεν συνδυάζει την χρυσή τομή των μεγάλων διαστάσεων και συγχρόνως της πυκνής και συνεχούς φύτευσης. Ωστόσο στο Άλσος Παπάγου σημειώνεται απόσβεση 18dBA σε απόσταση 65μ (βλ. θέσεις 9-8), δηλαδή έχουμε πολύ μεγαλύτερη απόσβεση από ότι στο Πεδίον του Άρεως σε λιγότερο από τη μισή απόσταση (βλ. προηγούμενη παράγραφο). Το Άλσος Παπάγου επομένως, παρουσιάζει με διαφορά την πιο ταχεία απόσβεση, μεταξύ των τριών πνευμόνων πρασίνου, χάρη στην πυκνή του φύτευση και βέβαια στην τοποθεσία της σε ένα πιο ήσυχο προάστιο της Αθήνας.

5.9.2 "Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία - Πλατεία Νέας Σμύρνης" του Νικολέρη Ε. [Ref. 8]



Εικόνα 5.9



Εικόνα 5.10

Παραπάνω δίνονται τα αποτελέσματα που απέδωσε η εν λόγω εργασία στις δύο φάσεις μετρήσεων για καθημερινή ημέρα και για σαββατοκύριακο.

Η πλατεία της Νέας Σμύρνης έχει έκταση περίπου 16 στρέμματα. Η έκτασή της καθιστά δυσχερή την σύγκρισή της με την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, όχι μόνο επειδή η δεύτερη είναι σχεδόν 60-πλάσια σε διάσταση, αλλά και επειδή διαφέρουν ως χώροι, σε τοποθεσία και λειτουργικότητα, αλλά και έχουν διαφορετικές συνθήκες στα γύρω οδικά τους δίκτυα.

Επιχειρείται μια ευχερέστερη σύγκριση με το Άλσος Παπάγου, το οποίο είναι 5-πλάσιο (80 περίπου στρέμματα) σε σύγκριση με την πλατεία Νέας Σμύρνης. Οι δύο αυτοί χώροι βρίσκονται αμφότεροι σε προάστια του κέντρου της Αθήνας και περικλείονται από οδούς με χαμηλούς σχετικά κυκλοφοριακούς φόρτους (συγκεκριμένα στην Πλατεία Ν. Σμύρνης, οι 3 από τις 4 οδούς αποτελούν πεζοδρόμους). Οι περεταίρω συγκρίσεις - παρατηρήσεις απαριθμούνται παρακάτω:

- ❖ Από άποψη μορφολογίας, οι δύο χώροι διαφέρουν στην πυκνότητα φύτευσης καθώς το άλσος διαθέτει δέντρα και χαμηλή βλάστηση που καλύπτει μεγάλο ποσοστό της επιφάνειάς του, ενώ η πλατεία διαθέτει τα αντίστοιχα μόνο περιμετρικά της και όχι σε συνέχεια.
- ❖ Η πλατεία Νέας Σμύρνης περιλαμβάνει χώρους εστίασης, συνάθροισης και διασκέδασης καθώς και εμπορικά καταστήματα, γεγονός που διαφοροποιεί αισθητά τη λειτουργικότητα της σε σχέση με το Άλσος Παπάγου όπου υπάρχει ένα μοναδικό καφέ - εστιατόριο. Αυτομάτως διαφοροποιείται και ο σκοπός των επισκεπτών σε κάθε έναν από τους δύο πράσινους χώρους. Το άλσος προσελκύει κόσμο που επιθυμεί την αναψυχή, την άθληση, τον περίπατο, ενώ η πλατεία προσφέρει μια μικρή αγορά και μια συνοικία χώρων διασκέδασης. Οι δύο διαφορετικές χρήσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στις στάθμες θορύβου που διαμορφώθηκαν κατά τις μελέτες.
- ❖ Οι μετρήσεις θορύβου που έλαβαν χώρα στο Άλσος Παπάγου και στην πλατεία Νέας Σμύρνης, αντίστοιχα, έδειξαν ότι στο άλσος οι τιμές των σταθμών θορύβου είχαν μεγαλύτερο εύρος τιμών σε σύγκριση με την πλατεία. Συγκεκριμένα στο Άλσος Παπάγου η μικρότερη τιμή που σημειώθηκε ήταν 49

dBA και η μεγαλύτερη 72.5 dBA ενώ αντίστοιχα στην πλατεία Ν. Σμύρνης ήταν 55 dBA και 68 dBA. Η μικρότερη διακύμανση της πλατείας, μπορεί να σημαίνει αφενός ότι δεν επιτυγχάνεται μεγάλη απόσβεση στο εσωτερικό της λόγω των μικρότερων αποστάσεων της, αφετέρου ότι η ύπαρξη πρασίνου δεν είναι ικανοποιητική.

- ❖ Και στους δυο πράσινους χώρους παρατηρήθηκαν σταθερές στάθμες θορύβου στις δυο φάσεις διεξαγωγής του πειράματος, που σημαίνει και για τους δύο, ίδιους παράγοντες θορύβου τις καθημερινές και τα σαββατοκύριακα.
- ❖ Στην πλατεία Νέας Σμύρνης κανένα σημείο δεν βρέθηκε με τιμή κάτω από την οριακά ικανοποιητική των 50 dBA, σε αντίθεση με το Άλσος Παπάγου που διαθέτει πολλές θέσεις με στάθμες θορύβου κοντά στο ικανοποιητικό όριο.
- ❖ Εξ' αιτίας όλων των παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η κύρια πηγή θορύβου για το άλσος Παπάγου είναι ο κυκλοφοριακός θόρυβος που αποσβήνεται ικανοποιητικά λόγω της πυκνής του φύτευσης, ενώ στην πλατεία Νέας Σμύρνης, ο θόρυβος της πόλης συντηρείται και ενίοτε ενισχύεται στο εσωτερικό της λόγω της έντονης ανθρώπινης δραστηριότητας και αυτό σε συνδυασμό με την αραιή φύτευση και τα ψηλά τριγύρω κτίρια δεν οδηγεί σε απόσβεση αλλά, μέσω ανακλάσεων, σε συντήρηση του αστικού θορύβου.

5.9.3 "Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία - Ο Εθνικός Κήπος στην Αθήνα" των Καστανιά Δ. - Κριπούρη Π. [Ref. 6]



Εικόνα 5.11 - Α' φάση μέτρησης



Εικόνα 5.12 - Β' φάση μέτρησης

- ❖ Ο Εθνικός Κήπος βρίσκεται στο κέντρο της Αθήνας και έχει έκταση 150 στρεμμάτων, σχεδόν διπλάσια του Άλσους Παπάγου και υπο-6-πλάσια της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Από τις μετρήσεις της εργασίας, φαίνεται ότι σε γενικές γραμμές, οι στάθμες θορύβου λόγω κυκλοφορίας δεν διαφοροποιούνται από τις καθημερινές στα σαββατοκύριακα, συνθήκη που παρατηρήθηκε και στο Άλσος Παπάγου. Σε κάποια εσωτερικά σημεία του Εθνικού Κήπου, ωστόσο, υπάρχει περισσότερος θόρυβος το σαββατοκύριακο εξαιτίας της δραστηριότητας των επισκεπτών και όχι λόγω εξωτερικών παραγόντων. Εσωτερικοί παράγοντες παρατηρήθηκε να διαμορφώνουν τις στάθμες θορύβου και στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.
- ❖ Από πλευράς πρασίνου, ο Εθνικός Κήπος έχει πολύ πυκνή φύτευση συγκρίσιμη με του Άλσους Παπάγου, ενώ οι μεγάλες οδικές αρτηρίες που τον περιβάλλουν συγκρίνονται με αυτές γύρω από την Πολυτεχνειούπολη.
- ❖ Οι στάθμες θορύβου περιμετρικά του Εθνικού Κήπου είναι ανυπόφορες και αγγίζουν τα 78dBA, τιμή που δεν παρατηρήθηκε στο Άλσος Παπάγου και στην Πολυτεχνειούπολη. Εσωτερικά, δεν βρέθηκε σημείο με ανεκτή στάθμη θορύβου καθώς σε όλες τις θέσεις, οι τιμές κυμαίνονταν από 60 έως 66 dBA, πολύ περισσότερο από το οριακά ανεκτό των 50 dBA.
- ❖ Παρατηρήθηκε ότι στον Εθνικό Κήπο χρειάστηκε απόσταση των 240μ. για να έχουμε απόσβεση 18dBA όταν η ίδια απόσβεση στο Άλσος Παπάγου επιτυγχάνεται σε μόλις 65μ. Σε αυτό συμβάλλει η τοποθεσία του άλσους σε ένα σαφώς πιο ήσυχο προάστιο, ενώ στον Εθνικό Κήπο που βρίσκεται στην καρδιά της Αθήνας, ο θόρυβος προέρχεται από πολλές πηγές και συντηρείται καθώς προχωρούμε στο εσωτερικό του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

Στη σύγχρονη εποχή, οι κάτοικοι της μεγαλούπολης ζουν σε ένα αστικό περιβάλλον ιδιαίτερα υποβαθμισμένο, το οποίο επηρεάζει τη σωματική αλλά και την ψυχική τους υγεία, εξαιτίας των διαφόρων ρύπων που καταλήγουν στην ατμόσφαιρα, των θορύβων που παράγονται διαρκώς, των έντονων κλιματικών αλλαγών-συνθηκών και άλλων πολλών παραμέτρων.

Στην Αθήνα, η έντονη απουσία πρασίνου την κάνει να κατέχει το θλιβερό ρεκόρ να είναι η πόλη με το λιγότερο πράσινο στην Ευρώπη. Σύμφωνα με μελέτη του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος στην Αθήνα αντιστοιχούν 2 τ.μ ανά κάτοικο, ενώ στην Θεσσαλονίκη 3 τ.μ πρασίνου ανά κάτοικο, όταν υπάρχουν πόλεις όπως το Άμστερνταμ και η Βόννη με αναλογίες 27τ.μ. και 35τ.μ. ανά κάτοικο, αντίστοιχα.

Παρά την μη φιλική υπόσταση των πόλεων, ο άνθρωπος έχοντας την επιθυμία να βελτιώσει όσο μπορεί τον τρόπο ζωής του μέσα σε αυτές, άρχισε να δείχνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην αξία του αστικού πρασίνου. Σ' αυτό βέβαια συνέβαλαν οι έρευνες και οι προσπάθειες των ειδικών που απέδειξαν τη σημασία του πρασίνου όχι μόνο στη βελτίωση του κλίματος, της ατμόσφαιρας, της αρχιτεκτονικής και της αισθητικής των πόλεων αλλά τελευταία έδωσαν στοιχεία για τη σημαντική συμβολή του και στην ηχοπροστασία. Συνεπώς αναφερόμαστε σε μια καθολική βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων μέσω της ικανοποιητικής παρουσίας χώρων πρασίνου για την οποία σημαντικά κριτήρια αποτελούν η έκταση που καταλαμβάνουν, η λειτουργικότητα και η αποτελεσματικότητά τους.

Τα οφέλη της παρουσίας των ελεύθερων χώρων και χώρων πρασίνου για τον άνθρωπο είναι πολλά, και διακρίνονται σε κοινωνικά, πολιτιστικά και περιβαλλοντικά. Για να είναι ένας πνεύμονας πρασίνου λειτουργικός αλλά και

ευχάριστος απέναντι στο ευρύ κοινό θα πρέπει να πληροί κάποιες προδιαγραφές – παραμέτρους.

Με δεδομένο ότι σε κεντρικές αρτηρίες της Αθήνας, όπως είναι η Λεωφόρος Αλεξάνδρας, οι στάθμες θορύβου που επικρατούν είναι της τάξεως των 75dB_A (L_{Aeq}), ένα πάρκο πρασίνου του οποίου οι θέσεις αναψυχής (παγκάκια, κλπ), βρίσκονται μόνο 150 μέτρα μέσα από την πηγή θορύβου (κεντρική κυκλοφοριακή αρτηρία), δεν εξασφαλίζει ικανοποιητική ησυχία (βλ. Πίνακα 6.1).

Ακόμη και αν στην απόσταση αυτή που μεσολαβεί από το οδικό σύστημα έως τις θέσεις αναψυχής, υπάρχει πυκνή βλάστηση, όπως συμβαίνει στο Άλσος Παπάγου, (δηλαδή δέντρα ύψους 3-6 μέτρων ανά απόσταση 2-4 μέτρα και έδαφος καλυμμένο με χόμα και χαμηλή βλάστηση), η απόσβεση του αστικού θορύβου έως τις ως άνω θέσεις αναψυχής, δεν υπερβαίνει τα 18dB_A επειδή η απόσταση που μεσολάβησε ήταν μόλις 65 μέτρα (βλ. Πίνακα 6.1). Η αστική ηχοστάθμη μειώνεται στα 52dB_A, στάθμη η οποία εξακολουθεί να είναι υψηλότερη από την μόλις αποδεκτή των 50dB_A (βλ. Παράρτημα Β).

Περαιτέρω, διαπιστώνεται από τις παρούσες μετρήσεις, ότι για να πετύχουμε ικανοποιητική απόσβεση του έντονου αστικού κυκλοφοριακού θορύβου (των 75dB_A) για έναν επισκέπτη, χρειάζεται τα σημεία αναψυχής ενός πάρκου να βρίσκονται τουλάχιστον 150 μέτρα από την πηγή του αστικού θορύβου. Αυτό διαπιστώθηκε και στην περίπτωση του Πεδίου του Άρεως μεταξύ των θέσεων ε' και β (βλ. Πίνακα 6.1). Στην περίπτωση αυτή, η στάθμη του αστικού θορύβου βρέθηκε να μειώνεται κατά 11dB_A και στα εν λόγω σημεία αναψυχής επικρατούν συνθήκες θορύβου όχι ικανοποιητικές τις καθημερινές (βλ. Πίνακα 6.1) και μόλις ικανοποιητικές το σαββατοκύριακο (Εικόνα 5.8). Η πρόταση επαληθεύεται και στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου όπου στη θέση 3 που απέχει 290 μέτρα από την οδό Κοκκινοπούλου, η απόσβεση είναι 23dB_A και η στάθμη θορύβου ικανοποιεί τις διεθνείς συστάσεις (βλ. Πίνακα 6.1, βλ. Παράρτημα Β).

Επομένως, μια από τις κυριότερες παραμέτρους είναι η δημιουργία χώρων πρασίνου με μεγάλες διαστάσεις, έτσι ώστε τα εσωτερικά - κεντρικά σημεία να απέχουν από τις κύριες πηγές θορύβου αποστάσεις της τάξεως των 200 – 500 μέτρων. Με αυτόν τον τρόπο, θα σημειώνονται αποδεκτές στάθμες θορύβου στο εσωτερικό των πάρκων.

<u>ΘΕΣΕΙΣ</u>	<u>ΑΠΟΣΒΕΣΗ</u>	<u>ΑΠΟΣΤΑΣΗ</u>	<u>ΤΕΛΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ</u>	<u>ΣΤΑΘΜΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΥΣΤΑΣΕΩΝ</u>
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ (Εικ. 5.3)				50dBA
1 → 2	11dBA	210m	54dBA	
Κοκκιν. → 3	23dBA	290m	46.5dBA	
Κοκκιν. → 2	16dBA	100m	54dBA	
ΑΛΣΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ (Εικ. 5.5)				
Λ. Παπαγ. → 6	18dBA	65m	52dBA	
9 → 8	18dBA	65m	52dBA	
ΠΕΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΡΕΩΣ (Εικ. 5.7)				
e' → b	11dBA	150m	63dBA	
e → c	12dBA	150m	50dBA	
f → c	15dBA	180m	50dBA	
ΕΘΝΙΚΟΣ ΚΗΠΟΣ (Εικ. 5.11)				
Βασ.Σοφ → κέντρο	17,5dBA	240m	60,5dBA	

Πίνακας 6.1: Παρατηρηθείσες αποσβέσεις

Η ικανότητα των φυτών να ελέγχουν τον ήχο καθορίζεται από την ένταση, τη συχνότητα και την κατεύθυνση του ήχου καθώς και από τη θέση, το ύψος, το πλάτος και την πυκνότητα των φυτών. Συγκεκριμένα, τα δέντρα και οι θάμνοι με παχιά φύλλα βοηθούν περισσότερο στην απορρόφηση του ήχου και επίσης προτιμότερο είναι να υπάρχουν αιθαλή φυτά, τα οποία λειτουργούν ηχομονωτικά όλο τον χρόνο. Για τους φυτικούς φράκτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όσο πιο ψηλοί είναι τόσο περισσότερο θόρυβο μπορούν και να απορροφήσουν. Ένας φράκτης από πυκνή βλάστηση εκτός από τη βοήθειά του στην μείωση του θορύβου θα λειτουργήσει και ως φυσικό φίλτρο καθαρισμού της ατμόσφαιρας, ως προστασία από τους ισχυρούς ανέμους, θα προσφέρει δροσιά και θα ομορφύνει το περιβάλλον.

Σημαντικός παράγοντας για έναν αστικό χώρο πρασίνου, είναι αυτός να παρέχει το αίσθημα της ασφάλειας προς τους χρήστες του. Σε ορισμένους χώρους πρασίνου της Αθήνας (π.χ. στο Πεδίον του Άρεως) παρατηρείται συγκέντρωση πολλών εγκληματιών αλλά και διακίνηση παράνομων ουσιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι κάτοικοι των μεγαλουπόλεων να μη μπορούν να έχουν καμία σχεδόν πρόσβαση στους χώρους αυτούς, εξαιτίας της αίσθησης του φόβου που

τους προκαλούν οι παραπάνω συνθήκες. Θα μπορούσαν λοιπόν να υπάρχουν σε κάθε αστικό χώρο ομάδες ασφαλείας, ώστε να περιορίζονται, όσο το δυνατόν γίνεται, τα παραπάνω φαινόμενα και να υπάρχει προσέλευση όλο και περισσότερων ατόμων μέσα στους χώρους.

Το επίπεδο ασφαλείας φαίνεται να επιτυγχάνεται στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου και στο Άλσος Παπάγου τα οποία μελετήσαμε, αφενός γιατί η είσοδος είναι ελεγχόμενη από ωράρια, και στην περίπτωση της Πολυτεχνειούπολης και από φύλακες στις Πύλες Κατεχάκη και Κοκκινοπούλου, και αφετέρου γιατί πρόκειται για χώρους αποκεντρωμένους, σε προάστια με χαμηλή εγκληματικότητα και μακριά από συνοικίες μεταναστών. Προτείνεται λοιπόν, για τον μελλοντικό σχεδιασμό αστικών χώρων πρασίνου, να επιλέγονται τέτοιες περιοχές, προβάσιμες μεν, αλλά που να μην ενδείκνυνται για τέτοιου είδους χρήσεις και βεβαίως να ελέγχονται επαρκώς.

Μια ενδιαφέρουσα πρόταση, όσο αφορά στον Πολεοδομικό Σχεδιασμό, θα ήταν να προβλέπεται περιορισμός του ύψους των κτιρίων στην γύρω περιοχή των αστικών πνευμόνων πρασίνου. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη εκμετάλλευση του πρασίνου για ηχοπροστασία, καθώς περιορίζονται οι ανακλάσεις θορύβου από τις επιφάνειες των κτιρίων.

Καταλήγοντας, σε σχέση με τα παραπάνω, μπορούμε να πούμε ότι και η Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου αλλά και το Άλσος Παπάγου πληρούν σε μεγάλο βαθμό τα παραπάνω κριτήρια και συγκαταλέγονται μέσα στους λίγους πνεύμονες πρασίνου της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας που χρήζουν προσοχής, διατήρησης, φύλαξης και γιατί όχι, εξέλιξης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] *Εμβάθυνση στο σχεδιασμό χώρων ακρόασης*, Σωτηροπούλου Α. , Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα (1996)
- [2] *Στοιχεία κυκλοφοριακού θορύβου*, Κανελλαΐδης Γ. , Καλτσούνης Α. , Μπαλλής Α. , Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. , Αθήνα (2008)
- [3] *Ακουστική & κτιριακές εφαρμογές : θεωρία και πράξη*, Ευθυμιάτος Δ., Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα (2007)
- [4] *Τεχνική διαγνωστική - προγνωστική, Ακουστική μηχανών, ηχορρύπανση*, Δρακάτος Π. Α. , Πάτρα (1992)
- [5] *Ακουστικός σχεδιασμός χώρων*, Τσινίκας Ν. , Univercity Studio Press, Θεσσαλονίκη (2005)
- [6] *Συμβολή του Εθνικού Κήπου της Αθήνας στην απόσβεση της αστικής ηχορρύπανσης*, Καστανιάς Δ. - Κριπούρης Π., Διπλωματική Εργασία Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. , Αθήνα (2009)
- [7] *Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία - Το Πεδίον του Άρεως στην Αθήνα*, Λουκαΐδου Κ. , Διπλωματική Εργασία Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. , Αθήνα (2011)

- [8] *Συμβολή πνευμόνων πρασίνου στην αστική ηχοπροστασία - Η πλατεία Νέας Σμύρνης στην Αθήνα*, Νικολέρης Ε. , υπό εκπόνηση Διπλωματική Εργασία Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα (2012)
- [9] *Ακουστικός σχεδιασμός δομημένου περιβάλλοντος - Εφαρμογές στο Μετρό*, Σαρλής Β. - Ανεβλαβής Φ. , Διπλωματική Εργασία Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. , Αθήνα (2009)
- [10] *Διαχείριση υδατικών πόρων σε αστικά πάρκα : Πάρκο Αντώνης Τρίτσης*, Κυριαζής Γ., Διπλωματική Εργασία Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, Αθήνα (2008)
<http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/767/1/Diaxeirisi%20ydatikon%20poron%20se%20astika%20parka.%20Meleti%20periptosis%20parko%20Antonis%20Tritsis.pdf>
- [11] *Ηχητική όχληση και αστικός χώρος - Πολιτικές και εργαλεία εκτίμησης και ελέγχου*, Καλογεράκη Μ. , Διπλωματική Εργασία Πάντειου Πανεπιστημίου, Αθήνα (2008)
<http://library.panteion.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/763/1/kalogeraki.pdf>
- [12] *Εκτίμηση της συμβολής του αστικού πρασίνου στο περιβάλλον του Δήμου Περιστερίου με την εφαρμογή του προγράμματος i-Tree Street*, Χρονοπούλου Χ. , Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία Ε.Μ.Π. , Αθήνα (2010),
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3717/3/chronopoulouch_gis.pdf

- [13] *Η οικονομική αξία των αστικών χώρων πρασίνου στο λεκανοπέδιο Αττικής*, Καλαβρυτινός Ν. - Δαμίγος Δ. , ΤΕΕ (2006), <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=10176>
- [14] *Οι επιπτώσεις της ηχορρύπανσης στα αστικά κέντρα - Αναγκαία μέτρα και παρεμβάσεις*, ΤΕΕ, Πειραιάς (2008),
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/EKDILOSEIS_P/EPISTHMONIKES_EVENTS/EPIPTOSEIS_HXORYPANSHS
- [15] *Αστικό πράσινο : Η ανάσα της πόλης χάνεται*, WWF (2004),
<http://politics.wwf.gr/images/stories/docs/assessmentgreenspaces.pdf>
- [16] *Αξιολόγηση Επιπτώσεων στο Ακουστικό Περιβάλλον και τον Συγκοινωνιακό Θόρυβο από την Εφαρμογή Μειωτών Ταχύτητας σε Αστικές Περιοχές*, Βογιατζής Κ. , Ήλιου Ν. , ΤΕΕ (2007),
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PUBLICATIONS/SCIENTIFIC_PUBLICATIONS/SEIRA_I/ETOS_2007/tefhosC/01_1.pdf
- [17] *Η ηχορύπανση στην ευρύτερη περιοχή του Πειραιά - Μέθοδοι και προτάσεις αντιμετώπισής της*, Γουρδομιχάλης Γ. (2008),
http://library.tee.gr/digital/m2301/m2301_gourdomihalis.pdf
- [18] *Η ηχορύπανση και οι επιδράσεις της στον ανθρώπινο οργανισμό*, Καραγεωργίου Χ. , Αν. Καθηγήτρια Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών (2008)
http://library.tee.gr/digital/m2301/m2301_karageorgiou1.pdf

- [19] *Ηχορύπανση: ένας κίνδυνος με σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και ευεξία*, Χατζής Χ. , Διδάκτωρ Ιατρικής Παν/μίου Αθηνών (2008),
http://library.tee.gr/digital/m2301/m2301_hatzis.pdf
- [20] *Πηγές θορύβου στο αστικό περιβάλλον - Προβλήματα του κανονιστικού πλαισίου και εφαρμογής του*, Βίττης Ν. , ΤΕΕ (2008), http://library.tee.gr/digital/m2301/m2301_vittis.pdf
- [21] *Η συμβολή του πρασίνου στη βελτίωση του μικροκλίματος*, Τζώρτζη Τ., Ειδική Επιστήμων ΥΠΕΚΑ, Σύμβουλος Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου,
http://library.tee.gr/digital/m2465/m2465_tzortzi.pdf
- [22] *The absorption of sound by pine trees*, Burns St. H., Acoustical Society of America (1978),
http://asadl.org/jasa/resource/1/jasman/v65/i3/p658_s1?isAuthorized=no
- [23] *Sound attenuation in forest*, Fricke F., Academic Press Inc (1983),
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022460X84903808>
- [24] *Reverberation and frequency attenuation in forests - Implications for acoustic communication in animals*, Padgham M., Acoustical Society of America (2003),
http://asadl.org/jasa/resource/1/jasman/v115/i1/p402_s1?isAuthorized=no

- [25] *Absorption of acoustic energy by plant leaves*, Martens M. J. M., Acoustical Society of America (1980),
http://asadl.org/jasa/resource/1/jasman/v69/i1/p303_s1?isAuthorized=no
- [26] *Road traffic noise attenuation by belts of trees*, Kragh J., Academic Press Inc (1980),
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022460X8190506X>
- [27] *Reverberation and attenuation in a pine forest*, Huisman W.H.T., Attenborough K. , Acoustical Society of America (1991),
http://asadl.org/jasa/resource/1/jasman/v90/i5/p2664_s1?isAuthorized=no

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ
ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ					
A' φάση (καθημερινή ημέρα)	LA,max	LA,min	LA,eq	LA,10	LA,90
Θέση 1	87,5	47,5	65	68	53,5
Θέση 2	66,5	46	54	56,5	49,5
Θέση 3	68	40	46,5	48,5	42,5
Θέση 4	72	52	59	61	55,5
Θέση 5	81,5	52,5	67,5	70,5	59
Θέση 6	80,5	58	69,5	72,5	62,5
Θέση 7	80,5	47,5	65	68	57
Θέση 8	78,5	42	55,5	55	44,5
B' φάση (ημέρα αργίας)	LA,max	LA,min	LA,eq	LA,10	LA,90
Θέση 1	70	45	58	62,5	47,5
Θέση 2	63,5	46	51	52,5	48
Θέση 3	69	45,5	50,5	52	47,5
Θέση 4	69,5	46	53	56	48
Θέση 5	84,5	53,5	66	68,5	57,5
Θέση 6	84,5	52	67,5	70	56
Θέση 7	79	47	62,5	66,5	50,5
Θέση 8	65,5	47,5	53	55,5	49,5

Πίνακας Α.1 : Πειραματικές τιμές δεικτών θορύβου Α' και Β' φάσης, ανά θέση μέτρησης σε dBA, στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

ΑΛΣΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ					
A' φάση (καθημερινή ημέρα)	LA,max	LA,min	LA,eq	LA,10	LA,90
Θέση 1	72,5	45	56,5	59,5	50,5
Θέση 2	86,5	44,5	69,5	73,5	51
Θέση 3	63,5	56	57,5	58	57
Θέση 4	80,5	40	60	63	44,5
Θέση 5	74	44,5	51	52	46
Θέση 6	69	43	52	54,5	47,5
Θέση 7	88,5	39	70	74,5	47,5
Θέση 8	67	40	52	55	45
Θέση 9	84	43,5	70	74	53
Θέση 10	70,5	40	55,5	59	47,5
Θέση 11	69	44	53,5	55,5	47,5
B' φάση (ημέρα αργίας)	LA,max	LA,min	LA,eq	LA,10	LA,90
Θέση 1	76	46,5	59,5	62	51,5
Θέση 2	87,5	46,5	72,5	76,5	53,5
Θέση 3	66	56,5	58	59	57,5
Θέση 4	75,5	41,5	56,5	58,5	44
Θέση 5	63,5	43	49	50,5	46
Θέση 6	65,5	43	52	55	46,5
Θέση 7	85,5	44	69	73,5	47,5
Θέση 8	64,5	37	49,5	52,5	40,5
Θέση 9	85,5	40	68,5	72,5	47
Θέση 10	63	38	51,5	54,5	44,5
Θέση 11	65	44,5	51,5	54	46,5

Πίνακας Α.2 : Πειραματικές τιμές δεικτών θορύβου Α' και Β' φάσης, ανά θέση μέτρησης σε dBA, στο Άλσος Παπάγου

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ			
	Απόσταση από Κοκκινοπούλου (m)	Απόσταση από Ηρώων Πολυτεχνείου (m)	Απόσταση από Κατεχάκη (m)
Θέση 1	223,5	0,0	964,4
Θέση 2	100,0	176,4	776,2
Θέση 3	294,0	423,4	458,7
Θέση 4	635,1	546,9	299,9
Θέση 5	317,5	817,4	70,6
Θέση 6	29,4	688,0	258,7
Θέση 7	499,8	11,8	852,7
Θέση 8	940,9	288,1	552,8

Πίνακας Α.3 : Αποστάσεις θέσεων Πολυτεχνειούπολης από οδικές αρτηρίες

ΑΛΣΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ			
	Απόσταση από 8ης Μεραρχίας (m)	Απόσταση από Κορυτσάς (m)	Απόσταση από Παπάγου (m)
Θέση 1	8,4	221,4	14,8
Θέση 2	75,9	227,7	0,0
Θέση 3	120,2	162,4	67,5
Θέση 4	120,2	0,0	225,6
Θέση 5	210,9	35,8	168,7
Θέση 6	269,9	130,7	56,9
Θέση 7	331,1	158,2	0,0
Θέση 8	432,3	33,7	84,3
Θέση 9	455,5	109,7	0,0
Θέση 10	474,5	35,8	61,2
Θέση 11	385,9	19,0	116,0

Πίνακας Α.4: Αποστάσεις θέσεων άλσους Παπάγου από περιμετρικές οδούς

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ

Α' ΦΑΣΗ



Εικόνα Α.1



Εικόνα Α.2



Εικόνα Α.3



Εικόνα Α.4

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ

Β' ΦΑΣΗ



Εικόνα Α.5



Εικόνα Α.6



Εικόνα Α.7



Εικόνα Α.8

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ - ΑΛΣΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ

Α' ΦΑΣΗ



Εικόνα Α.9



Εικόνα Α.10



Εικόνα Α.11



Εικόνα Α.12

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ - ΑΛΣΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ

Β' ΦΑΣΗ



Εικόνα Α.13



Εικόνα Α.14



Εικόνα A.15



Εικόνα A.16

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΟΡΙΑ ΘΟΡΥΒΟΥ

ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ : Αριθ. 1180/81

Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και τη εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γενεί.

Παράγραφος 5. (σελ. 3) *Το ανώτερο επιτρεπόμενο όριο θορύβου, εκπεμπόμενου εις το περιβάλλον υπό των εγκαταστάσεων, καθορίζεται ως τούτο αναφέρεται εις τον κατώτερο παρατιθέμενο πίνακα, μετρούμενο επί του ορίου του ακινήτου επί του ορίου του ακινήτου επί του οποίου κείται η εγκατάσταση.*

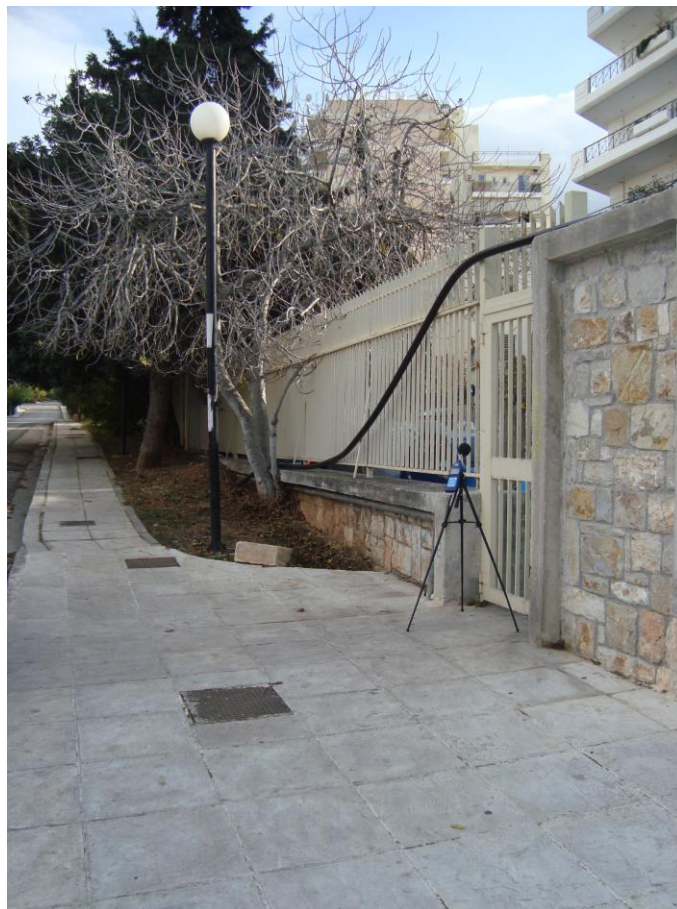
<i>Ανώτερο Επιτρεπόμενο Όριο θορύβου</i>		
<i>α/α</i>	<i>Περιοχή</i>	<i>Ανώτατο όριο θορύβου σε dB(A)</i>
1.	Νομοθετημένη Βιομηχανική Περιοχή	70
2.	Περιοχή στην οποία επικρατέστερο στοιχείο είναι το βιομηχανικό	65
3.	Περιοχή στην οποία επικρατεί ίσο βιομηχανικό και αστικό στοιχείο	55
4.	Περιοχή στην οποία επικρατεί το αστικό στοιχείο	50

Παρατήρηση : Η παρούσα διπλωματική εργασία δεν πραγματεύεται την λειτουργία βιομηχανιών, βιοτεχνιών και πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και κατ' επέκταση τον θόρυβο που προκαλούν μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Ωστόσο ο θόρυβος από τις παραπάνω εγκαταστάσεις ευλόγα θα μπορούσε να ταυτιστεί με το κυκλοφοριακό θόρυβο δηλαδή τον θόρυβο με τον οποίο πραγματεύεται η

διπλωματική εργασία. Έτσι θα μπορούσε λοιπόν να θεωρήσει κανείς, ότι τα πιο πάνω όρια αποτελούν τα ανώτερα επιτρεπόμενα όρια θορύβου, εκπεμπόμενου εις το περιβάλλον, εξαιτίας κίνησης οχημάτων στις οδικές κυκλοφοριακές αρτηρίες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ



Εικόνα Β. 1: Θέση 1, 2η είσοδος επί της Ηρώων Πολυτεχνείου



Εικόνα Β.2 : Θέση 2, κοντά στο Κτίριο Αντισεισμικής



Εικόνα Β.3 : Ένα από τα πράσινα μονοπάτια της Πολυτεχνειούπολης



Εικόνα Β.4 : Θέση 3, κοντά στο Θωμαΐδειο



Εικόνα Β.5 : Κεντρική Βιβλιοθήκη ΕΜΠ



Εικόνα Β.6 : Θέση 4, Εστιατόρια ΕΜΠ



Εικόνα Β.7 : Θέση 5, Είσοδος από Κατεχάκη



Εικόνα Β.8 : Θέση 6, Είσοδος από Πύλη Κοκκινοπούλου



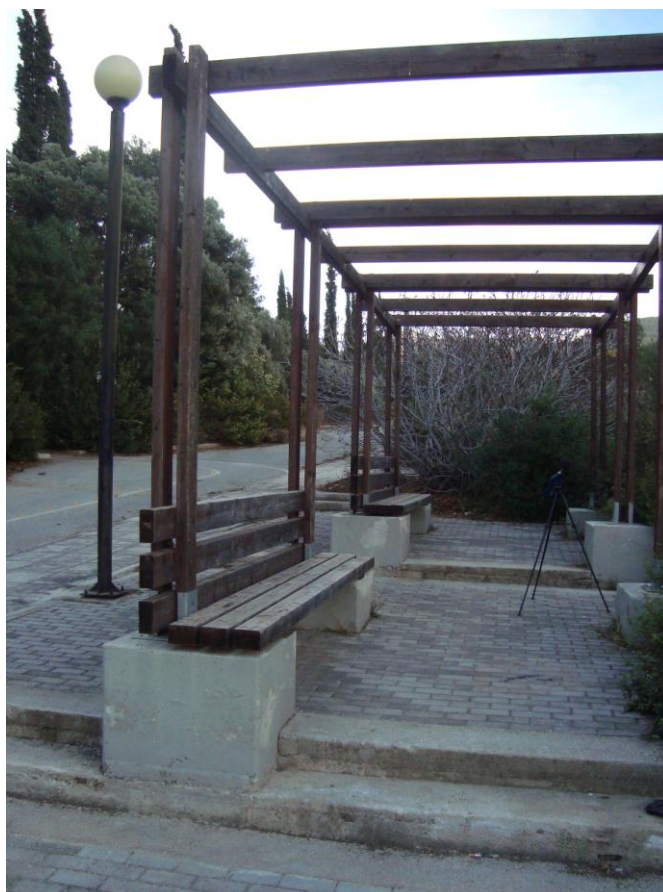
Εικόνα Β.9



Εικόνα Β.10



Εικόνα Β.11 : Θέση 7, κεντρική είσοδος από Ηρώων Πολυτεχνείου

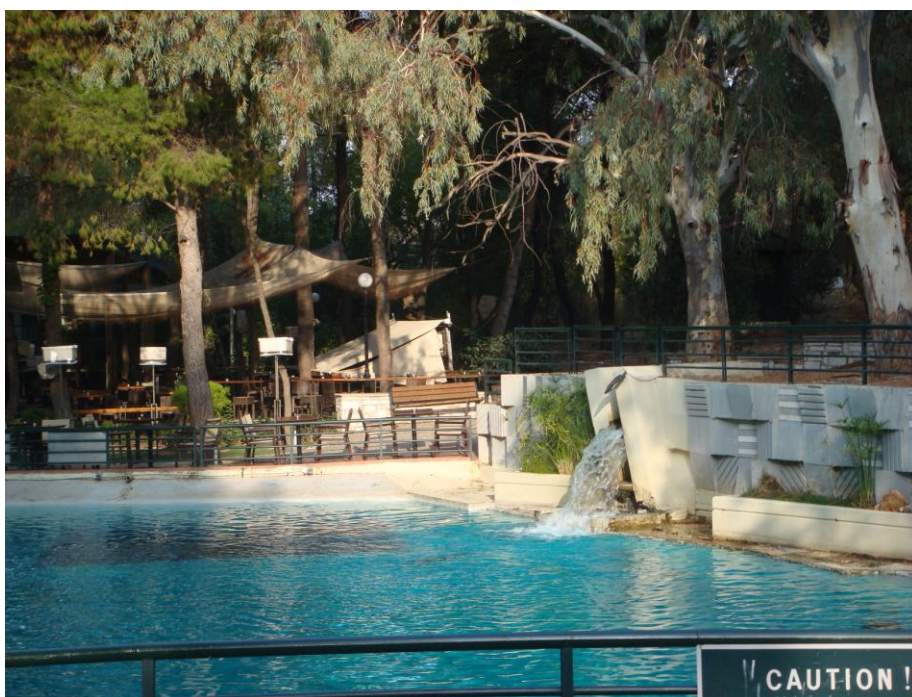


Εικόνα Β.12 : Θέση 8, κοντά στο γυμναστήριο ΕΜΠ



Εικόνα Β.13 : Κεντρικές Πλατείες Πολυτεχνειούπολης

ΑΛΣΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ



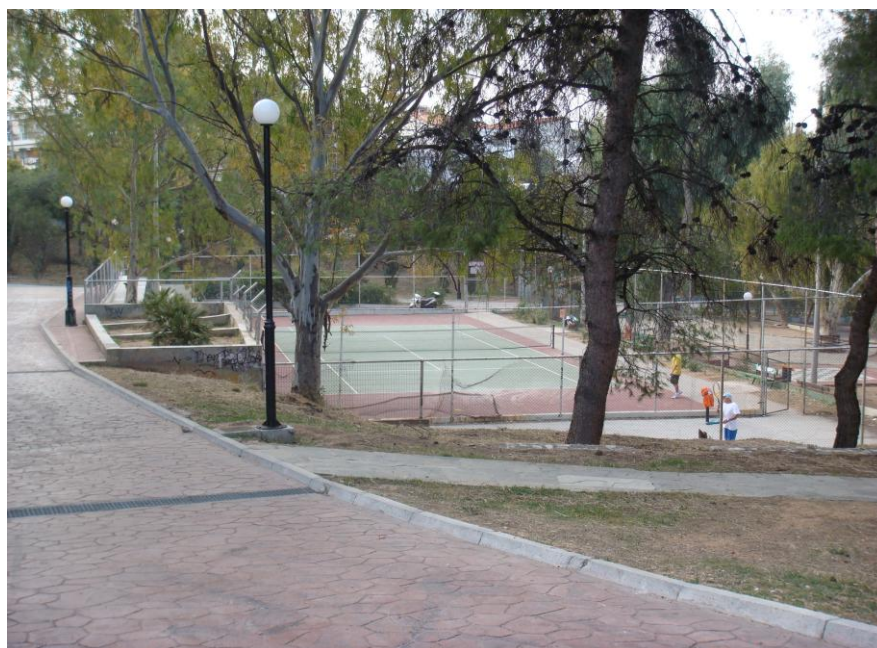
Εικόνα Β.14 : Σιντριβάνι δίπλα στην καφετέρια



Εικόνα Β.15



Εικόνα Β.16



Εικόνα Β.17 : Γήπεδο τέννις



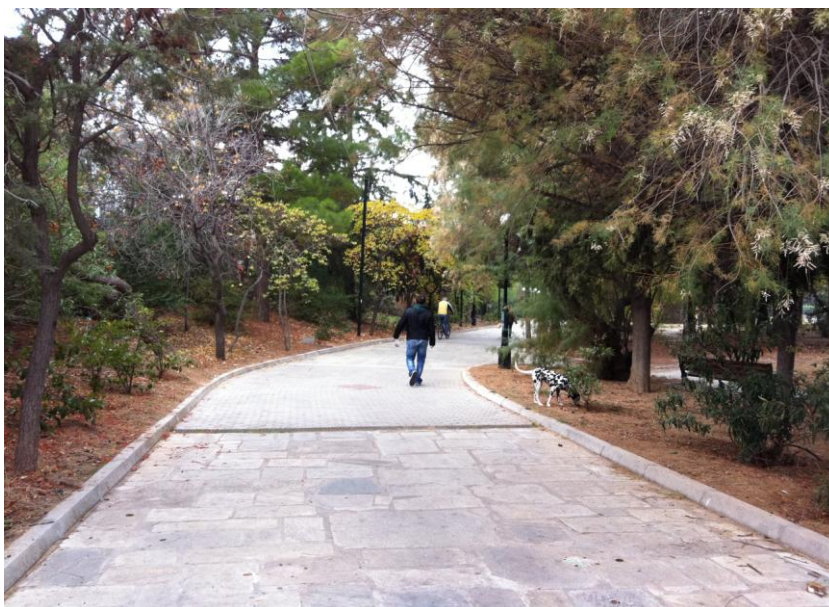
Εικόνα Β.18 : Παιδική Χαρά



Εικόνα Β.19 : Περιοχή ομπρέλα



Εικόνα Β.20 : Είσοδος Δημοτικού Θεάτρου



Εικόνα Β.21



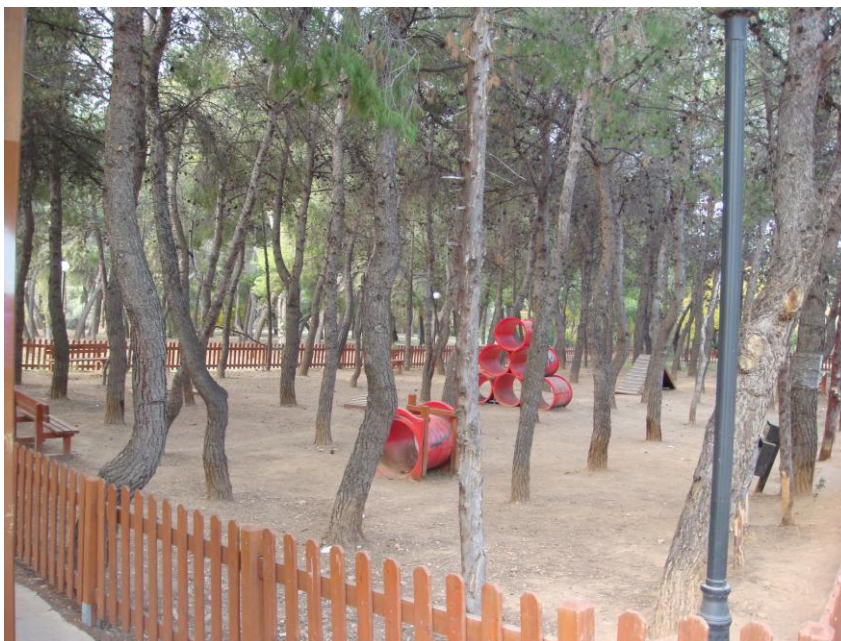
Εικόνα Β.22 : Καφετέρια VERDE



Εικόνα Β.23



Εικόνα Β.24



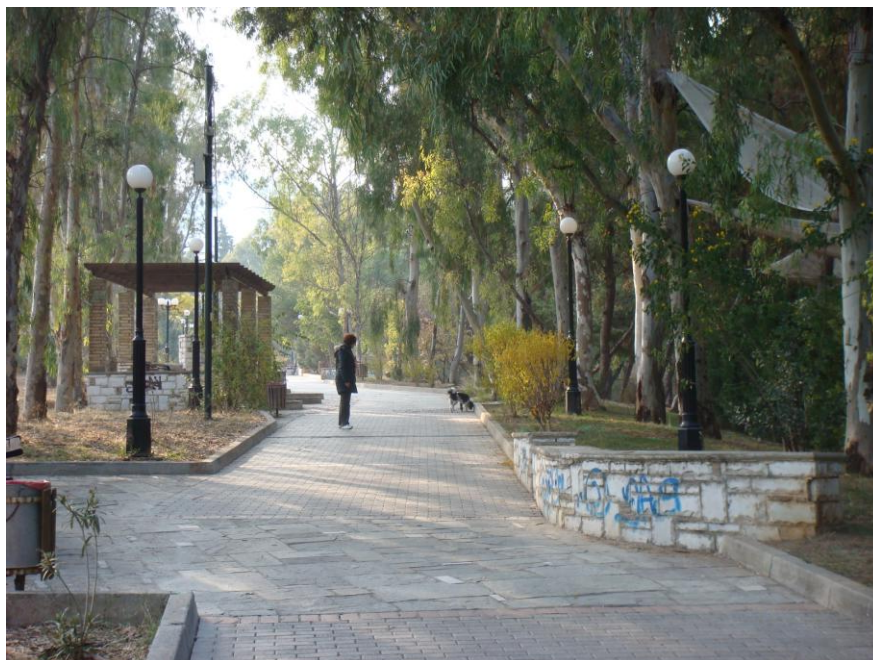
Εικόνα Β.25 : Πάρκο ζώων



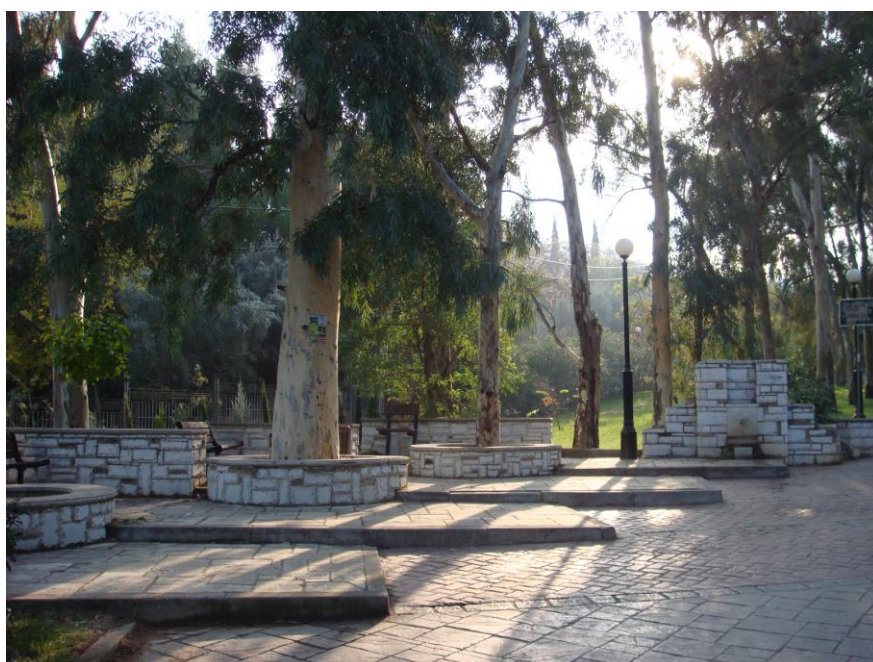
Εικόνα Β.26



Εικόνα Β.27



Εικόνα Β.28



Εικόνα Β.29