Τίτλος Μαθήματος

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΥ

κ. Καριώτου

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015

Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.

Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

Εργασία μέρος ΙΙ

Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Τον θόρυβο μπορούμε να τον μετρήσουμε με βάση

- την ΕΝΤΑΣΗ του με μονάδα μέτρησης το ντεσιμπέλ dB

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

Η μέτρηση και ο χαρακτηρισμός του ήχου γίνεται με την βοήθεια μεγεθών που διαφέρουν απ' αυτά που χρησιμοποιούνται σε διάφορους άλλους τομείς της τεχνικής. Η κυριότερη διαφορά συνίσταται στη χρησιμοποίηση μιας λογαριθμικής κλίμακας με μονάδα μέτρησης το Desibel(dB) αντί των συνηθισμένων γραμμικών κλιμάκων με μονάδες όπως Kg m, sec κλπ. Ο βασικός λόγος χρησιμοποίησης λογαριθμικής κλίμακας είναι η μεγάλη ποικιλία ηχητικών πηγών που υπάρχει. Η ποικιλία αυτή έχει σαν αποτέλεσμα να κυμαίνονται οι τιμές χαρακτηριστικών μεγεθών σε μεγάλες περιοχές. Έτσι, π.χ. για την ηχητική πίεση μπορούμε να έχουμε, ανάλογα με την πηγή, τιμές από 20 έως 10.000.000 μPa. Για την αποφυγή επομένως πράξεων με μεγάλους εκθέτες είναι αναγκαία η χρήση λογαριθμικής κλίμακας.

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Τιμές ενεργού ηχητικής πίεσης

Είδος θορύβου	' Ενεργός πίεση $\tilde{p}$ {N/m^2)	Στάθμη ηχητικής πίεσης Lρ (dB)
θρόισμα φύλλων	2.10^{-4}	20
Συζήτηση	2.10^{-3}	40
Ηλ.σκούπα σε δωμάτιο	2.10^{-2}	60
Δυνατή φωνή (απόστ.1m)	$2.1O^{-1}$	80
Μοτοποδηλατο (απόστ.10m)	2	100

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Στάθμη ηχητικής ισχύος διαφόρων πηγών

Πηγή	Ηχητική Ισχύς P (Watt)	Στάθμη ηχητικής ισχύος Lp(dB)
Συζήτηση	10^{-6}.....10^{-5}	60.....70 I
Φωνές	IO^{-3}.....10^{-2}	90....100
Μεγάλα μεγάφωνα	10^{1}.....10^{2}	130...140
Εξαεριστήρες(1-100 Kw)	10^{-2}.....10^{0}	100...120
Ηλεκτροκινητήρας (800 Kw)	10^{-1}	110
Ντιζελοκινητήρας (600 Ps)	10^{2}	140
Αεριωθούμενα	10^{3}.....10^{4}	150...160
Βαλβίδες ασφάλειας	10^{3}.....10^{5}	150...170
Πύραυλοι	10^{4}.....10^{8}	160...200

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

ΜΕΡΙΚΟΙ ΚΟΙΝΟΙ ΗΧΟΙ	ΗΧΗΤΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΣΕ ΝΤΕΣΙΜΠΕΛ	ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ
Ο πιο ασθενής ήχος που μπορεί να ακουστεί	0	1
Θρόισμα φύλλων	20	100
Ήσυχο 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

5.5 Σταθμισμένη Α-ηχοστάθμη

Όπως προαναφέρθηκε το ανθρώπινο αισθητήριο της ακοής λειτουργεί στην περιοχή από 16Hz μέχρι 20KHz. Η ευαισθησία του όμως δεν είναι η ίδια σ' όλες τις συχνότητες. Συγκεκριμένα, το ανθρώπινο αυτί έχει μεγαλύτερη ευαισθησία στις μεσαίες συχνότητες και τη μέγιστη ευαισθησία στη συχνότητα των 1000Hz.

Για το λόγο αυτό και για να προσαρμοστεί ο μετρούμενος θόρυβος στον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου αυτιού χρησιμοποιείται το φίλτρο Α. Το φίλτρο αυτό δίνει διαφορετική βαρύτητα σε κάθε περιοχή συχνοτήτων και προσεγγίζει σε μορφή τις ιδιομορφίες της ανθρώπινης ακοής σε διάφορες συχνότητες. Η στάθμη ηχητικής πίεσης που προκύπτει από τις μετρήσεις με φίλτρο Α ονομάζεται σταθμισμένη Α-Ηχοστάθμη L_A και μετριέται σε dB (A). Σχεδόν όλες οι μετρήσεις που αφορούν αστικό θόρυβο γίνονται σε dB(A).

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

5.6 Ισοδύναμη συνεχής ηχοστάθμη L_{eq} (Equivalent Continuous Sound Level)

Όλες οι πηγές αστικού θορύβου (π.χ. κυκλοφοριακός θόρυβος) προκαλούν μια κυμαινόμενη με το χρόνο στάθμη ηχητικής πίεσης (Σχ. 17). Επομένως ο θόρυβος αυτός δεν μπορεί να περιγραφεί και να αξιολογηθεί με τη βοήθεια της στάθμης ηχητικής πίεσης L_p. Για να λυθεί το πρόβλημα αυτό χρησιμοποιείται η ισοδύναμη συνεχής ηχοστάθμη L_{eq} (Equivalent Continuous Sound Level) που σ' ένα ορισμένο χρονικό διάστημα έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο μ' αυτό του πραγματικού θορύβου. Συνεπώς η στάθμη L_{eq} αντιπροσωπεύει την ηχοστάθμη ενός αμετάβλητου θορύβου που προκαλεί την ίδια ενόχληση με τον κυμαινόμενο θόρυβο.

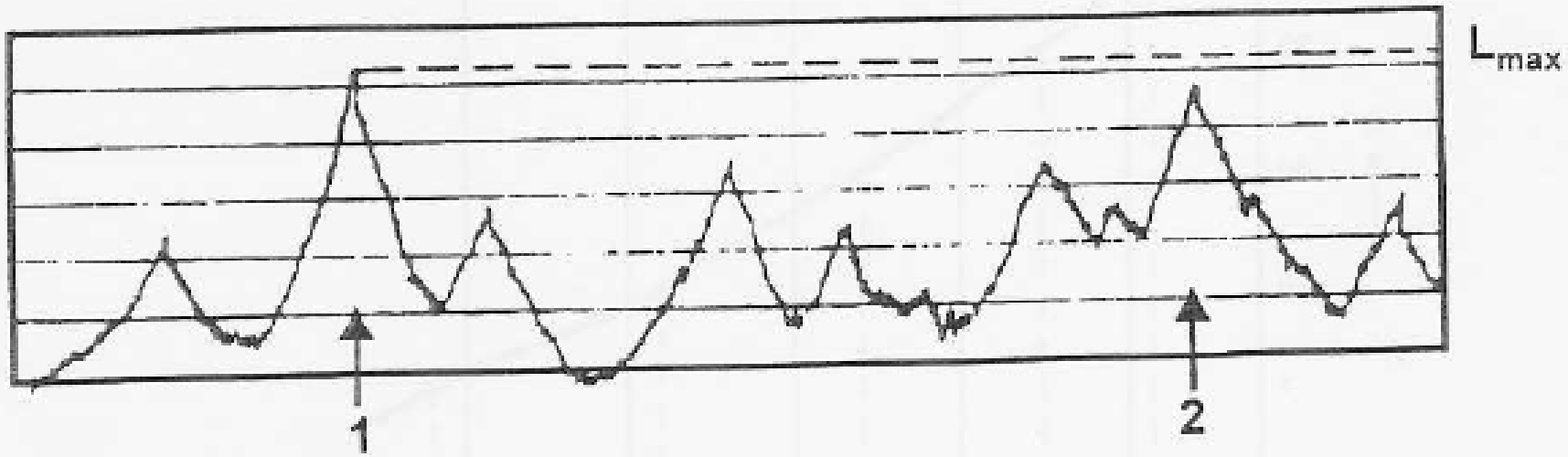
Η ισοδύναμη συνεχής ηχοστάθμη L_{eq} ορίζεται από τη σχέση

$$L_{eq} = 10^* \log\left[\frac{1}{T}\int^{T} 10^{0.1L_{A(t)}}\, dt\right] \qquad \text{σε dB(A)}$$

όπου T η χρονική διάρκεια της μέτρησης και $L_{A(t)}$ η κυμαινόμενη χρονικά A-ηχοστάθμη.

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

Ο δείκτης L_{eq} δεν πρέπει να συγχέεται με την αριθμητική μέση τιμή γιατί παίρνει υπόψη και τις υψηλές στάθμες μικρής διάρκειας (π.χ. πέρασμα ενός φορτηγού) οι οποίες αν και είναι μικρής διάρκειας επηρεάζουν σημαντικά την στάθμη λόγω της λογαριθμικής εξάρτησης. Έτσι, αν π.χ. σε μια μέτρηση στο 10% του χρόνου μετρήθηκε στάθμη 80dB και στο 90% στάθμη 30dB προκύπτει ότι η μέση τιμή είναι 35dB ενώ η τιμή του L_{eq} είναι 70dB!



Σχήμα 1. Στάθμη ηχητικής πίεσης (SPL) οδικού κυκλοφοριακού θορύβου.

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

α) Ισοδύναμη Συνεχή Στάθμη Θορύβου L_{eq} και πιο συγκεκριμένα το δείκτη L_{eq}(8.00 έως 20.00 ωρ), τη στάθμη δηλαδή L_{eq} για τη χρονική περίοδο από 8.00 έως 20.00 ώρες.

β) Το δείκτη L_{10} (18 ωρ) που είναι η μέση τιμή των 18 ωριαίων τιμών του L_{10} (από 06.00 έως 24.00).

Και στις δύο περιπτώσεις το μετρούμενο μέγεθος είναι η Α-σταθμισμένη στάθμη ηχητικής πίεσης σε Desibel A ή dB(A). Ως ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των παραπάνω δεικτών κυκλοφοριακού θορύβου, καθορίζονται τα εξής:

α) Για τον δείκτη L_{eq} (08.00 έως 20.00) τα 67dB(A)

β) Για τον δείκτη L_{10} (18ωρ) τα 70dB(A).

Οι στάθμες αυτές πρέπει να μετρηθούν σε απόσταση 2m από την πρόσοψη των πλησιέστερων προς το οδικό έργο κτιρίων της πολεοδομικής ενότητας. Σε περιπτώσεις ύπαρξης ειδικών κτιρίων, π.χ. νοσοκομεία, κοινωνικά ιδρύματα κτλ, επιτρέπεται μείωση των παραπάνω ορίων κατά 5-10dB(A).

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

Για την αναγωγή των δειγματοληπτικών μετρήσεων του δείκτη L_{eq} σε L_{eq} (08.00-20.00) χρησιμοποιείται η σχέση

$$L_{eq}(08.00\text{-}20.00) = L_{eq,\,0} + 10\log Nt/No$$

όπου

$L_{eq,o}$ είναι η ισοδύναμη στάθμη που μετρήθηκε

Nt ο κυκλοφοριακός φόρτος (οχήματα/ώρα) στο διάστημα 08.00 μέχρι 20.00

N_0 ο κυκλοφοριακός φόρτος (οχήματα/ώρα) στο χρονικό διάστημα της μέτρησης

Για τη μέτρηση του δείκτη L_{10}(18ωρο) θα πρέπει να γίνουν 18 δειγματοληπτικές μετρήσεις σ' όλα τα διαστήματα μιας ώρας του 18ωρου και να εξαχθεί ο μέσος όρος με τη βοήθεια της σχέσης

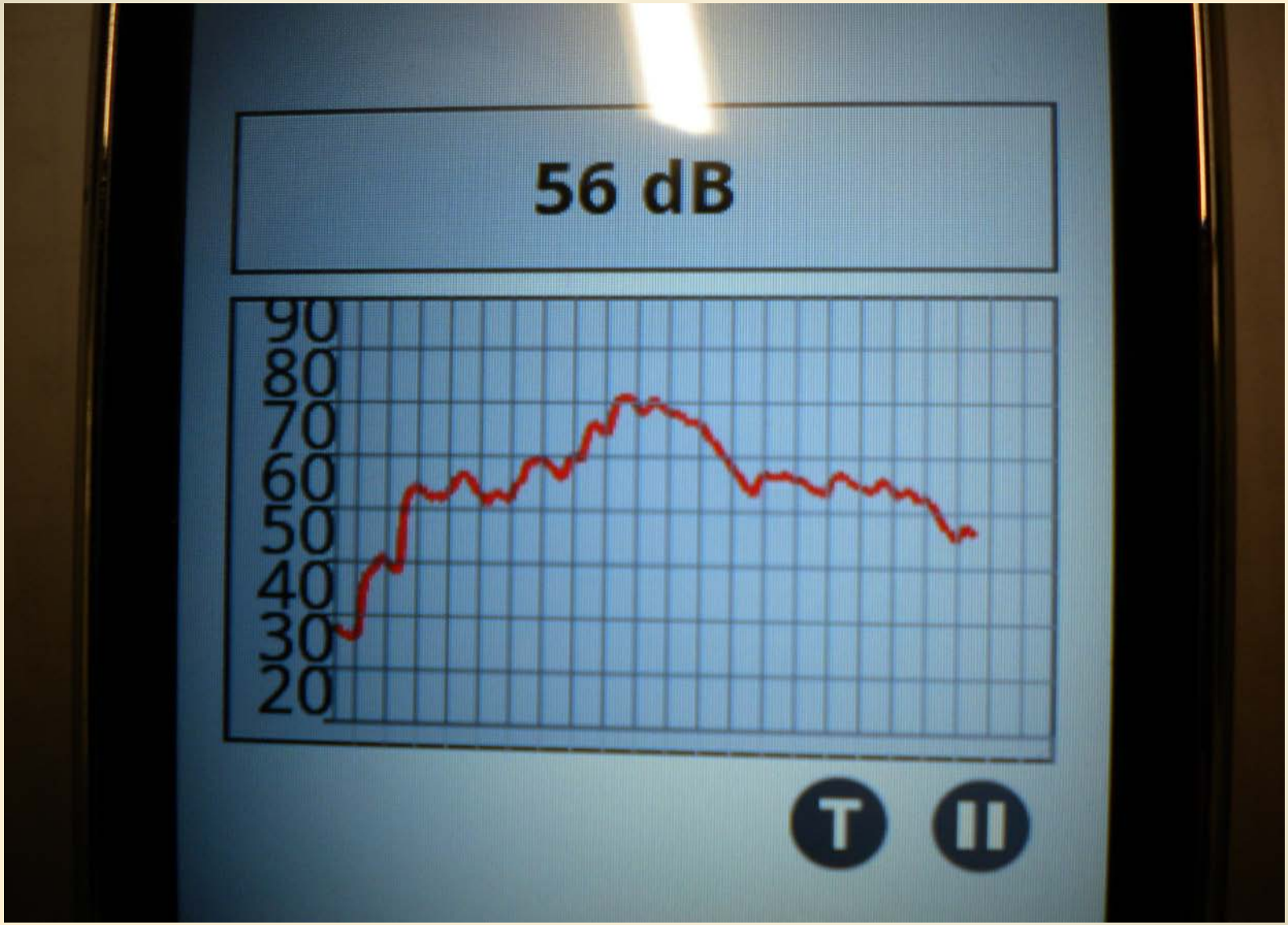
$$L_{10}(18\text{ωρο}) = \frac{1}{18}\sum_{t=6}^{23} L_{10}\ (\text{ωριαίο})$$

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

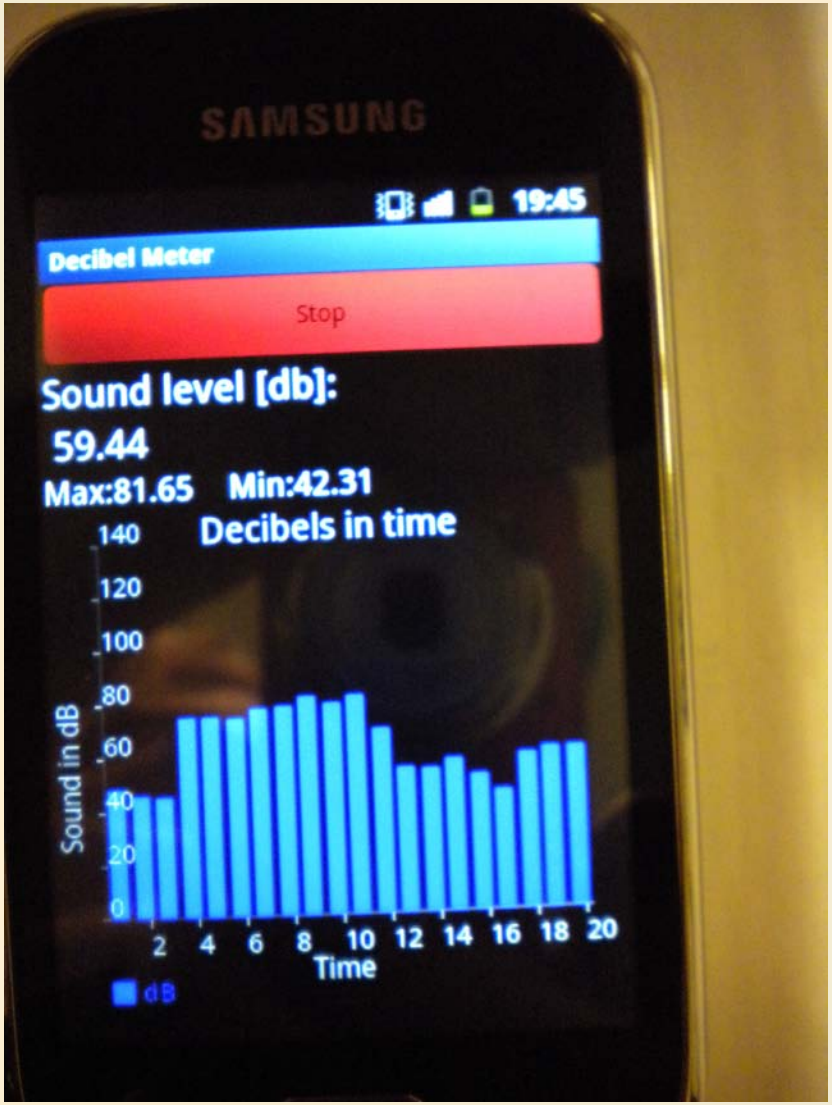
Ηχόμετρο τύπου CEL-440

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

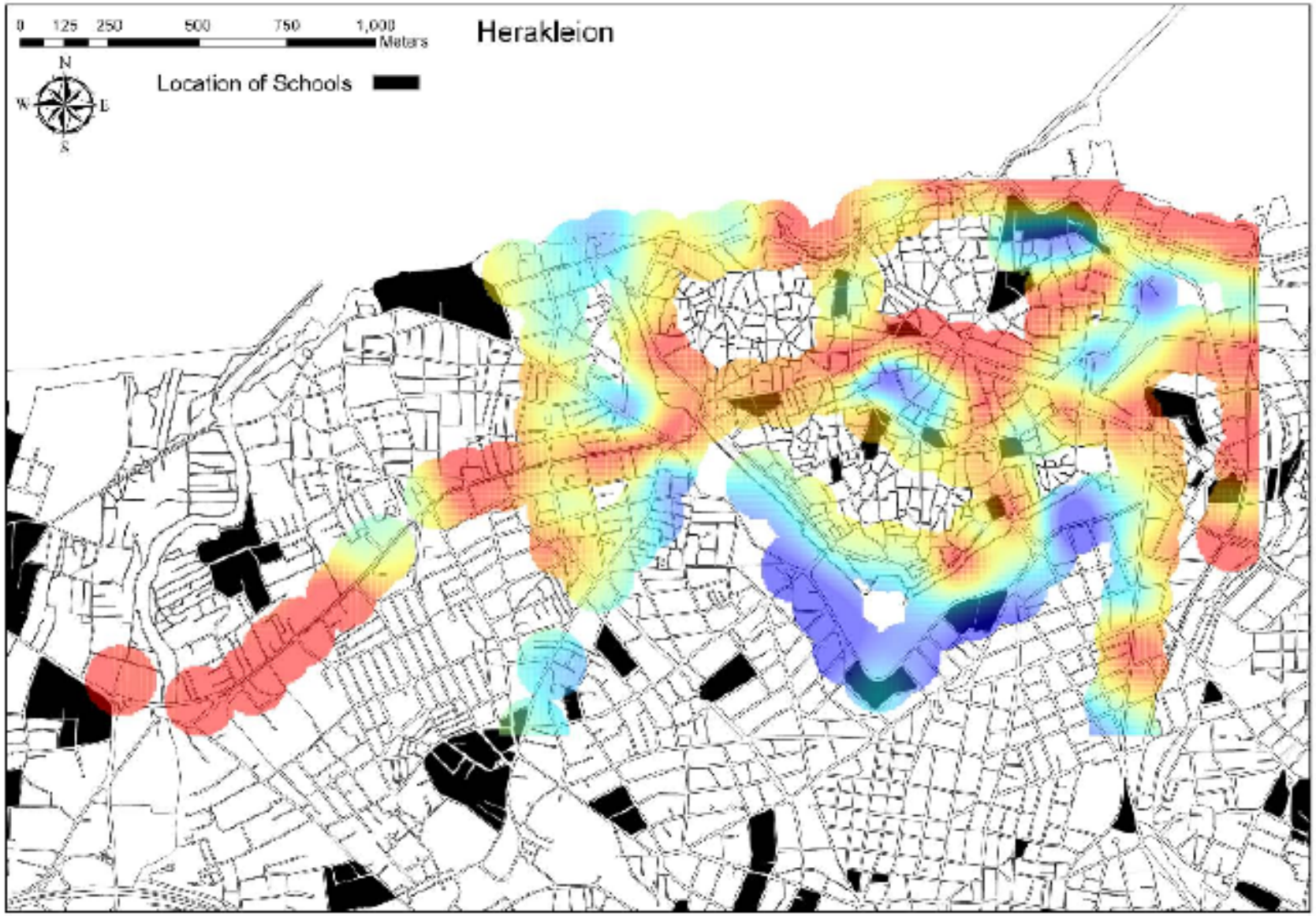
Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου



Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου



Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου



Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

Lden: είναι ο νέος εναρμονισμένος δείκτης στάθμης θορύβου για το 24ωρο με κατηγοριοποίηση κατά την ημέρα, το απόγευμα και τη νύχτα

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

- Lday είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των περιόδων ημέρας ενός έτους,
- Levening είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των βραδινών περιόδων ενός έτους,
- Lnight είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των νυχτερινών περιόδων ενός έτους.

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

Παράδειγμα εφαρμογής της μεθοδολογίας
Υπολογισμός στάθμης συνολικού θορύβου

Κατά το πρωινό διάστημα παρακολούθησης της πρώτης ημέρας (Δευτέρα, κλειστή αγορά), λήφθηκαν 3 μετρήσεις σε διαφορετικές στιγμές του χρονικού εύρους μίας ώρας (9:00-10:00) και ο θόρυβος ανήρθε σε :

$L1' = 52$ dB

$L2' = 53$ dB

$L3' = 51$ dB

Ο μέσος όρος (λογαριθμικός) προσδιορίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$L'_{\text{μο.}} = 10 * \log \frac{10^{\frac{L1'}{10}} + 10^{\frac{L2'}{10}} + 10^{\frac{L3'}{10}}}{3} = 10 * \log \frac{10^{\frac{52}{10}} + 10^{\frac{53}{10}} + 10^{\frac{51}{10}}}{3} = 52{,}08 dB$$

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

Άρα προκύπτει:
Πρώτη ημέρα μετρήσεων: Δευτέρα, κλειστή αγορά Lπρωί= 52,08 dB

Στη συνέχεια εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία και για τις άλλες δύο ημέρες. Στο σημείο αυτό γίνεται η παραδοχή ότι οι αντίστοιχες τιμές του δείκτη L για τις άλλες δύο ημέρες είναι:

Δεύτερη ημέρα μετρήσεων: Τρίτη, ανοιχτή αγορά Lπρωί= 62,40 dB
Τρίτη ημέρα μετρήσεων: Κυριακή, αργία Lπρωί= 48,09 dB

Προσδιορισμός δείκτη Lday (δηλαδή Lπρωί):

$$L_{day} = 10 \cdot \log \frac{1}{7}\left(3 \cdot 10^{\frac{L_{Δευτέρα}}{10}} + 3 \cdot 10^{\frac{L_{Τρίτη}}{10}} + 1 \cdot 10^{\frac{L_{Κυριακή}}{10}}\right)$$

Κατά όμοιο τρόπο εφαρμόζεται η μεθοδολογία συνολικά για το απόγευμα και το βράδυ των ημερών μετρήσεων και προσδιορίζονται αντίστοιχα τα Levening και Lnight.

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Χώρου

Μετρήσεις		
L1=	52.00	dB
L2=	53.00	dB
L3=	51.00	dB
Μέσος λογαριθμικός όρος		
Lμο=	52.08	dB

Δείκτης L (day - evening - night)		
L1=	52.08	dB
L2=	62.40	dB
L3=	48.09	dB
L=	59.15	dB

Δείκτης Lden		
Lday=	59.15	dB
Levening=	53.02	dB
Lnight=	48.31	dB
Lden=	58.71	dB