

ΘΟΡΥΒΟΣ

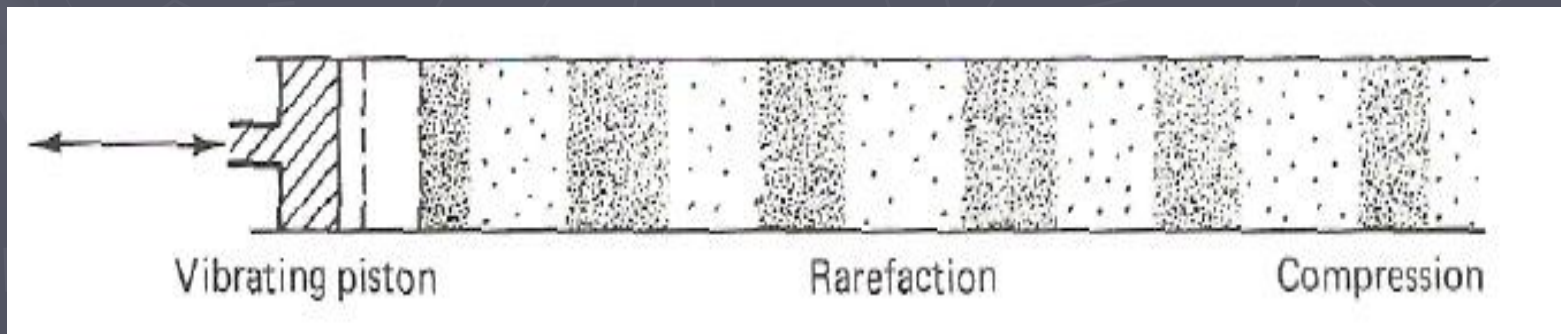
Λεοτσινίδης Μιχάλης
Καθηγητής Υγιεινής

ΟΡΙΣΜΟΣ

- ▶ **Θόρυβος είναι κάθε ανεπιθύμητος ήχος.**
- ▶ **Ήχος είναι το αίτιο που διεγείρει το αισθητήριο της ακοής.**

Δημιουργία θορύβου

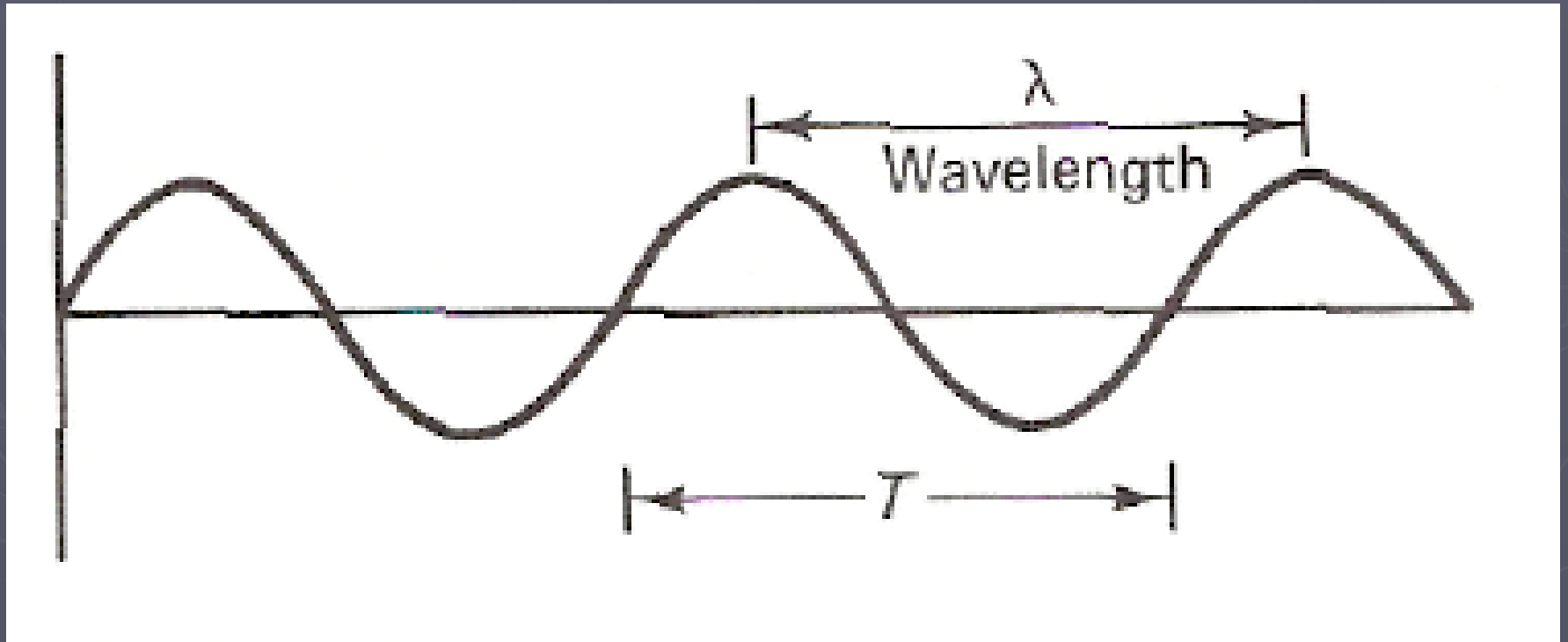
- ▶ Οι ήχοι δημιουργούνται όταν ένα αντικείμενο δονείται μέσα σ' ένα κατ' εξοχήν ελαστικό στοιχείο που είναι ο αέρας.
- ▶ Σε 16°C η ταχύτητα του ήχου είναι 340 m ανά δευτερόλεπτο.



Χαρακτηριστικά

- ▶ **Συχνότητα (ν):** Ο αριθμός των μεταβολών της πίεσεως στην μονάδα του χρόνου.
- ▶ **Περίοδος (T):** Ο χρόνος για ένα πλήρη κύκλο.
- ▶ **Μήκος κύματος (λ):** Η απόσταση που διανύεται στην διάρκεια μιας περιόδου.

Χαρακτηριστικά



Χαρακτηριστικά

- ▶ **Μήκος κύματος (λ):** Η απόσταση που διανύεται στην διάρκεια μιας περιόδου.
- ▶ **$\lambda = \text{ταχύτητα}(C) * \text{περίοδο}(T)$ ή $\lambda = C/v$** π.χ. εάν $v=40$ Hz, $\lambda=340/40= 8,5$ m
(Σε 16ο C $C= 340$ m/sec.)

Χαρακτηριστικά

- ▶ **Ένταση:** Η ποσότητα της ενέργειας η οποία στην μονάδα του χρόνου διατρέχει την μονάδα επιφανεΐας του μέσου που εξετάζουμε
- ▶ **$I = P^2 / \rho * c$ (W/m²)**
 - c: ταχύτητα ήχου
 - ρ : πυκνότητα αέρα

▶ **Ελάχιστη ένταση που ερεθίζει το αυτί :**
10 W/m² ή

$$p = 2 \times 10^{-5} \text{ Newton/m}^2 = 20 \mu\text{Pa.}$$

▶ **Μέγιστη πίεση που ανέχεται : 20 Pa**

▶ **Πεδίο πιέσεων ανεκτά ακουστών
θορύβων.**

$$20 \text{ Pa} : 20 \mu\text{Pa} = 1 : 1,000,000$$

Ακουστότητα

► $S = K \log I$ όπου

S : αίσθημα (ακουστότητα)

I : ερέθισμα (ένταση)

K : σταθερά

Στάθμη Ηχητικής Πίεσης (SPL)

- ▶ Η ΣΗΠ είναι το φυσικό μέγεθος που χρησιμοποιείται στη πράξη.
- ▶ Προκύπτει από τη σύγκριση ενός θορύβου έντασης I με την ένταση αναφοράς (μόλις ακουστός θόρυβος) I_0 .

Στάθμη Ηχητικής Πίεσης (SPL)

- ▶ ΣΗΕ = $\log I/I_0$ σε Bell ή
 $10 \log I/I_0$ σε dB ----->
- ▶ ΣΗΕ = $10 \log I/I_0 = 10 \log P^2/P_0^2 = 20 \log P/P_0$

$$(I = P^2/\rho*c)$$

- ▶ Η χρήση των dB περιορίζει την κλίμακα της στάθμης των ανεκτά ακουστών θορύβων από

1 : 1.000.000

σε $20 \cdot \log 1$ έως $20 \cdot \log 10^6$

δηλαδή

0 dB **έως** **120 dB**

Ισοδύναμη ηχητική ένταση Leq.

- χρονικά σταθμισμένος μέσος όρος της έκθεσης

$$Leq = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} \frac{P_A^2(t)}{P_{ref}^2} dt \right) \text{dB}$$

Leq η ισοδύναμη ένταση μεταξύ χρόνου T1 και T2,
PA η ηχητική ένταση σε μικρά τμηματικά χρονικά
διαστήματα ή στιγμές.

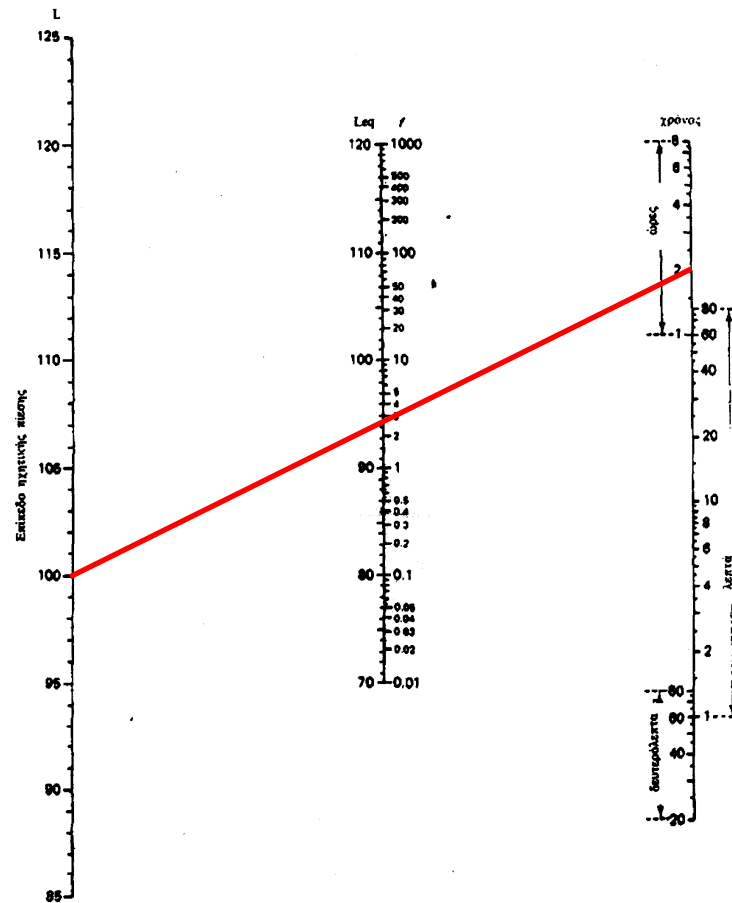
Σταθμισμένη κλίμακα

- ▶ Όσον αφορά τη συχνότητα, το αυτί αισθάνεται πιο έντονα τους ήχους συχνότητας 2-4 kHz και λιγότερο τις άλλες συχνότητες.
- ▶ Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να δοθεί, στην εκτίμηση της συνολικής έντασης, μεγαλύτερο βάρος στις συχνότητες αυτές.
- ▶ Η σταθμισμένη κλίμακα που προέκυψε είναι η κλίμακα A και η ένταση του σύνθετου ήχου που έχει εκτιμηθεί επί τη βάση των σταθμών της κλίμακας αυτής εκφράζεται σε dB(A).

Σταθμισμένη κλίμακα

Συχνότης (Hz)	Διόρθωση
63	-26
125	-16
250	-9
500	-3
1 kHz	0
2	+1
4	+1
8	-1

Συντελεστές κλίμακας dBA



Νομόγραμμα υπολογισμού της Leq δώρου.
 Σύμφωνα με τα βρετανικά πρότυπα το Leq
 δώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 90dB
 (τιμή = 1 ή 100%).

- ▶ Ολική Έκθεση = L_{eq} (8ώρου) + $10 \log T$
- ▶ Εάν Ολική Έκθεση $> 90\text{dB}$ τότε
Πιθανότητα μόνιμης βλάβης $> 50\%$

Δείκτης θορύβου Κυκλοφορίας

$$\Delta\Theta K = 4(M_{90} - M_{10}) + M_{10} - 30$$

Λαμβάνεται αριθμός μετρήσεων σε απόσταση 1 μέτρου από την πρόσοψη των οικιών και διάρκειας, π.χ. ενός λεπτού, σε τυχαίες στιγμές κατά τη διάρκεια του 24ώρου ή τμήματος του 24ώρου ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.

Συνήθως ακολουθούν κανονική κατανομή και τα $M_{90} - M_{10}$ είναι τα αντίστοιχα εκατοστημόρια.

Επιπτώσεις στην υγεία

- ▶ **Όχληση:** αφορά το γενικό πληθυσμό και τους εργαζόμενους σε θορυβώδες περιβάλλον.
- ▶ **Βλάβες** της ακοής. Συναντώνται μόνο στους εργαζόμενους σε θορυβώδες περιβάλλον.

Όχληση

Η όχληση έχει δύο σκέλη :

α. Επηηρεασμός του ύπνου. Ηλεκτροεγκεφαλογραφικές διαταραχές του φυσιολογικού ΗΕΓ ύπνου.

Προκαλούνται νευροφυτικές διαταραχές. **Κεφαλαλγία, αίσθημα κόπωσης ή υπερέντασης, αύξηση της αρτηριακής πίεσης κ. ά.**

Τα φαινόμενα αυτά δεν παρουσιάζουν συσχέτιση με την ένταση και διάρκεια του θορύβου ούτε είναι σταθερά για την ίδια ένταση.

Ο διακεκομμένος θόρυβος είναι λιγότερο ενοχλητικός από τον συνεχή.

Υπάρχουν διάφορες κλίμακες όχλησης που χρησιμοποιήθηκαν κυρίως στους θορύβους από αεροσκάφη ή κίνηση των οχημάτων

Όχληση

- ▶ β. Ο θόρυβος επηρεάζει την κατανόηση της ομιλίας που συνίσταται σε ήχους συχνότητας 1 - 4 kHz.

Στους χώρους εργασίας δημιουργεί προβλήματα παραγωγικότητας. Οδηγίες που δεν έγιναν αντιληπτές λόγω του θορύβου μπορεί να έχουν σαν συνέπεια ένα εργατικό ατύχημα.

Η παρενόχληση του θορύβου στην προφορική επικοινωνία γίνεται αισθητή όταν ο θόρυβος έχει την ίδια ένταση με την ομιλία.

Ομιλία με κανονική φωνή σε απόσταση 1 μέτρου έχει ένταση 53 dB και επομένως θόρυβος της ίδιας έντασης επηρεάζει αισθητά την επικοινωνία.

Βλάβες της ακοής

▶ Υποακουσία:

Έκθεση σε θόρυβο έντασης μεγαλύτερης των 80-85 dB.

▶ Παροδική μετακίνηση του ακουστικού ουδού.

▶ Αναστρέφεται σε 24 - 48 ώρες και δεν αναμένεται περαιτέρω αναστροφή μετά την πάροδο 7 ημερών.

▶ Ισχυροί ήχοι, πάνω από **115 dB**, προκαλούν **ακουστικό τραύμα** με πιθανή ρήξη του τύμπανου και μετατόπιση των οσταρίων του μέσου ωτός έστω και αν είναι διάρκειας μερικών δεκάτων του δευτερολέπτου.

▶ **ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ**

120 εκατομμύρια εργαζόμενοι έχουν πρόβλημα ακοής από την εργασία (έκπτωση ακουστικής οξύτητας, εμβοές: κυρίως από επαγγελματική έκθεση σε θόρυβο)

▶ **Η Επαγγελματική Βαρηκοΐα είναι νομοθετικά κατοχυρωμένη ως επαγγελματική νόσος**

Βλάβες της ακοής

- ▶ **Μόνιμη υποακουσία:**

Μόνιμη μετατόπιση του ακουστικού ουδού.

- ▶ **Κώφωση:**

Αποτελεί το τελικό στάδιο της βλάβης του οργάνου του Corti.

- ▶ Η παρακολούθηση της ακουστικής οξύτητας των εργαζομένων είναι απολύτως αναγκαία δεδομένου μάλιστα ότι η ευαισθησία στη βλάβη ποικίλλει σημαντικά από άτομο σε άτομο χωρίς να είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η ευαισθησία αυτή εκ των προτέρων.
- ▶ Η σχετική οδηγία της ΕΟΚ ορίζει το όριο των 85 dB για την εξέταση αυτή, αλλά αφήνει στα κράτη-μέλη να προσδιορίσουν τη συχνότητα της.

ΤΥΠΟΙ ΒΑΡΗΚΟΪΑΣ

- ▶ Βαρηκοΐα αγωγιμότητας: Υπάρχει εμπόδιο στη μετάδοση του ήχου στο κοχλία, το οποίο εντοπίζεται στον έξω ακουστικό πόρο ή στο μέσο αυτί. Στο ακουόγραμμα υπάρχει πτώση της αέρινης οδού και φυσιολογική οστέινη οδός
- ▶ Νευροαισθητήριοι βαρηκοΐα: Υπάρχει βλάβη στη περιοχή του έσω ωτός ή του ακουστικού ή του ακουστικού νεύρου. Στο ακουόγραμμα υπάρχει ταυτόχρονη πτώση αέρινης και οστέινης οδού.
- ▶ Μικτή βαρηκοΐα: Η απώλεια της ακοής αφορά και την αέρινη και την οστέινη αγωγή, είναι όμως μεγαλύτερη στην αέρινη

Βαθμοί Βαρηκοΐας

▶ Φυσιολογική ακοή	0-15	dB
▶ Ελάχιστη βαρηκοΐα	16-25	dB
▶ Ελαφρά βαρηκοΐα	26-40	dB
▶ Μέτρια βαρηκοΐα	41-55	dB
▶ Μέτρια σοβαρή βαρηκοΐα	56-70	dB
▶ Σοβαρή βαρηκοΐα	71-90	dB
▶ Πολύ σοβαρή βαρηκοΐα	91 +	dB

Πρόσθεση εντάσεων

► $L = 10 \log^*(10^{lp1/10} + 10^{lp2/10} + \dots)$

Αντιμετώπιση Θορύβου

- ▶ Μείωση με την απόσταση
- ▶ 1. Σε απόσταση από το έδαφος
 $20\log D + 11\text{dBA}$
- ▶ 2. Στο επίπεδο του εδάφους
 $20\log D + 8 \text{ dBA}$
- ▶ 3. Απορρόφηση από υλικό
 $14,3\log M + 11,4\text{dBA}$

Συνήθεις τιμές πηγών θορύβου ή χώρων

Περιβάλλον ή πηγή θορύβου	Επίπεδο ήχου (dBA)
Αίθουσα ήσυχου οικήματος του Λονδίνου κατά το μεσονύκτιο	32
Ελαφρό σφύριγμα σε απόσταση 1.5 μ	34
Τμήμα αντρικών ρούχων μεγάλου καταστήματος	53
Πολυσύχναστο εστιατόριο ή καντίνα	65
Παντοπωλείο self-service	60

Συνήθεις τιμές πηγών θορύβου ή χώρων

Τμήμα οικιακών συσκευών μεγάλου καταστήματος	62
Εσωτερικό μικρού κλειστού αυτοκινήτου κινούμενου με ταχύτητα 50 km/h	70
Εσωτερικό μικρού σπορ αυτοκινήτου κινούμενου με ταχύτητα 80 km/h	75
Εσωτερικό διαμερίσματος του υπεραστικού ηλεκτρ. σιδηροδρ	76
Ηλεκτρική σκούπα μέσα σε ιδιωτική κατοικία (σε απόσταση 3 μ.)	69

Ανεκτά Επίπεδα Θορύβου

Συνθήκη	Ανεκτό επίπεδο dBA (Leq)	Παρατηρήσεις
Εργασιακό περιβάλλον, 8 ώρες	75	Ουδείς γνωστός κίνδυνος
Υπνοδωμάτιο, νύκτα	35	Μέγιστο. Προτιμότερο 30
Εσωτερικός χώρος	45	Μέγιστο για ευδιάκριτη συνομιλία
Εξωτερικός χώρος ημέρα	55	Απαραίτητο για αποφυγή δυσάρεστων οχλήσεων

Ανεκτά Επίπεδα Θορύβου

Συνθήκη	Ανεκτό επίπεδο dBA (Leq)	Παρατηρήσεις
Εξωτερικός χώρος ημέρα	55	Απαραίτητο για να αποφευχθούν οι δυσάρεστες οχλήσεις
Εξωτερικός χώρος νύκτα	45	Μέγιστο επίπεδο για να επιτραπεί ο ύπνος στις οικίες