



Ο θόρυβος βλάπτει σοβαρά την υγεία. Αυτό μπορεί να ακούγεται αστείο. Είναι όμως η πικρή αλήθεια. Έρευνες έχουν διαπιστώσει ότι ο θόρυβος και η ηχορρύπανση δεν μειώνουν μόνο την ποιότητα της ζωής αλλά έχουν και σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία. Ο θόρυβος αυξάνει το άγχος, επηρεάζει την απόδοση της πνευματικής εργασίας, κουράζει και μειώνει την δυνατότητα στη συγκέντρωση. Η απώλεια της ακοής λόγω θορύβων συμβαίνει σταδιακά, χωρίς πόνο, ενώ η επαναλαμβανόμενη έκθεση σε δυνατούς ήχους μπορεί να προκαλέσει μόνιμη απώλεια της ακοής. Η χρόνια έκθεση στον θόρυβο μπορεί επίσης να οδηγήσει σε υπέρταση και σε κάρδιο-αγγειακά νοσήματα ακόμη και σε καρκίνο.

Με στόχο την ευαισθητοποίηση των πολιτών και της πολιτείας στα προβλήματα του θορύβου κηρύχτηκε διεθνώς **η 30<sup>η</sup> Απριλίου 2014** ως:  
<http://www.chchearing.org/noise-center-home/international-noise-awareness-day>

## **«Παγκόσμια Ημέρα Ευαισθητοποίησης κατά του Θορύβου».**



Με την ευκαιρία αυτής της ημέρας το ΕΛ.ΙΝ.Α (Ελληνικό Ινστιτούτο Ακουστικής, <http://helina.gr/>) οργανώνει μεταξύ άλλων εκδηλώσεις ενημέρωσης δασκάλων και καθηγητών με σκοπό την εκπαίδευση των μαθητών σχετικά με τα προβλήματα του θορύβου.

Οι σοβαρές επιπτώσεις στην χρόνια έκθεση του θορύβου είναι:

- Ο θόρυβος μειώνει την ποιότητα ζωής
- Ο θόρυβος αυξάνει το στρες
- Ο θόρυβος επηρεάζει την απόδοση πνευματικής εργασίας και μειώνει την δυνατότητα στην συγκέντρωση
- Η απώλεια της ακοής λόγω θορύβων συμβαίνει σιγά σιγά, χωρίς πόνο
- Η επαναλαμβανόμενη έκθεση σε δυνατούς ήχους οδηγεί σε μόνιμη απώλεια ακοής
- Η χρόνια έκθεση στον θόρυβο μπορεί να οδηγήσει σε υπέρταση και σε κάρδιο-αγγειακά νοσήματα

Η ενημέρωση των δασκάλων και έτσι έμμεσα και των μαθητών γίνεται γιατί πιστεύουμε ότι ο άνθρωπος έχει το δικαίωμα για ένα ήσυχο περιβάλλον και η πολιτεία έχει την υποχρέωση να του το εξασφαλίσει.

"Burden of disease from environmental noise"

Quantification of healthy life years lost in Europe

World Health Organization  
Regional Office for Europe  
JRC European Commission

"Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study"

A. L. Hansell et. all.

Published 08.10.2013

<http://www.bmj.com/content/347/bmj.f5432>

(See Video Abstract)

"Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study"

A. W. Correia, et. all.

Published 08.10.2013

<http://www.bmj.com/content/347/bmj.f5561>

(See Video Abstract)

Για να φτάσουμε στην έννοια του θορύβου πρέπει να εξετάσουμε πρώτα την ερώτηση «τι είναι ήχος».

Η απάντηση που πήρα από παιδιά ήταν «ότι ακούω».

Το ΕΛΟΤ 263.1 ορίζει τα ακόλουθα:

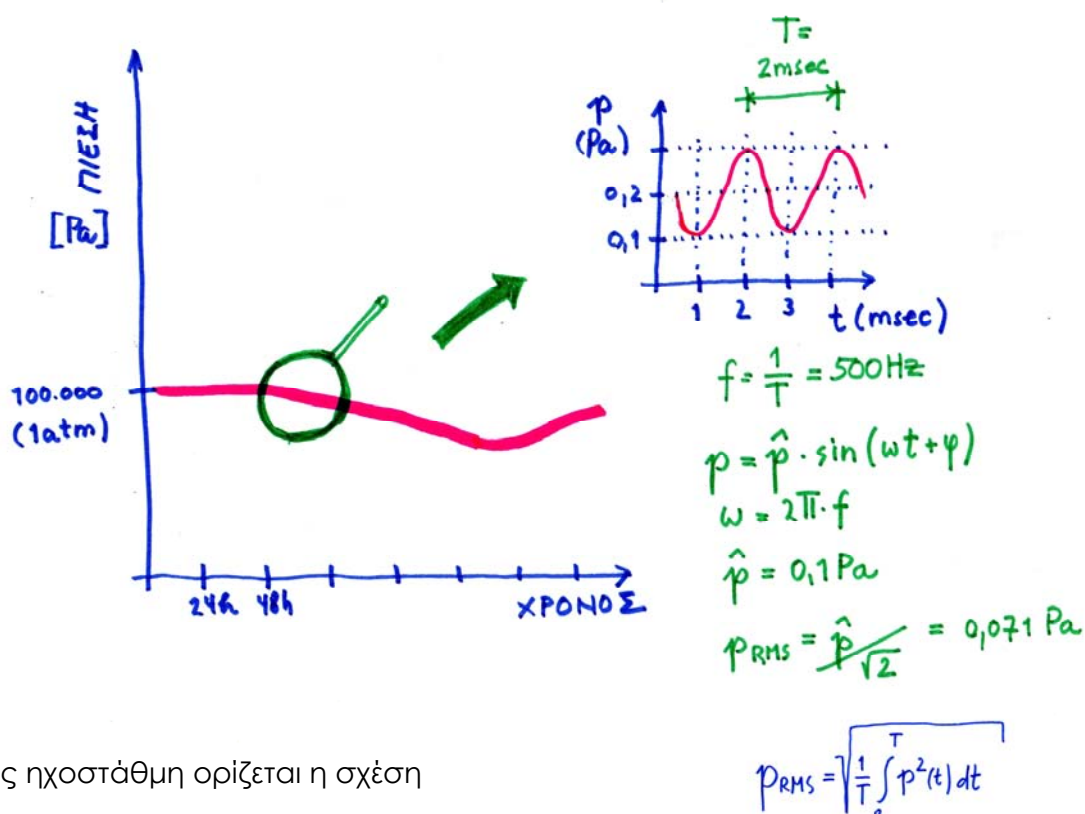
**Ήχος** ορίζεται ως η μηχανική διαταραχή που διαδίδεται με ορισμένη ταχύτητα μέσα σε ένα μέσο που μπορεί να αναπτύξει εσωτερικές δυνάμεις (π.χ. ελαστικότητας, εσωτερικής τριβής) και έχει τέτοιο χαρακτήρα ώστε μπορεί να διεγείρει το αισθητήριο της ακοής και να προκαλέσει ακουστικό αίσθημα.

Στην Βικιπαίδεια αναφέρεται

(<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%89%CF%87%CE%BF%CF%82>)

Ο **ήχος** είναι η αίσθηση που προκαλείται λόγω της διέγερσης των αισθητηρίων οργάνων της ακοής από μεταβολές πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτές οι μεταβολές διαδίδονται με τη μορφή ηχητικών κυμάτων.

Οι μεταβολές της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα φαίνονται για έναν ημιτονικό ήχο με την συχνότητα  $f = 500 \text{ Hz}$  στην ακόλουθη εικόνα:



Ως ηχοστάθμη ορίζεται η σχέση

$$L_p = 10 \log (p_{\text{RMS}}^2 / p_0^2)$$

Η πίεση αναφοράς είναι  $p_0 = 0,00002 \text{ Pa} = 20 \mu\text{Pa}$ .

Η μονάδα της ηχοστάθμης είναι το dB.

Στις επόμενες σελίδες όταν μιλάμε για την ηχητική πίεση «p» εννοούμε πάντα την τιμή « $p_{\text{RMS}}$ ».

Στην περίπτωση που έχουμε δυο πηγές ήχου και μετράμε σε ένα σημείο την ηχοστάθμη της πηγής 1 με  $L_{p1}$  και την ηχοστάθμη της πηγής  $L_{p2}$  μπορούμε να υπολογίσουμε την ηχοστάθμη και τον δυο πηγών. Το άθροισμα πρέπει να γίνει όμως με τα ενεργητικά μεγέθη, δηλαδή πρέπει να αθροίσουμε  $p_1^2$  και  $p_2^2$ .

$$L_1 = 10 \log(p_1/p_0)^2$$

$$L_2 = 10 \log(p_2/p_0)^2$$

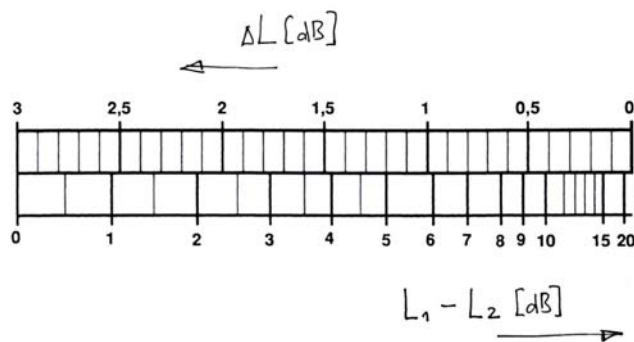
$$(p_i/p_0)^2 = 10^{(L_i/10)}$$

$$(p_{\text{sum}}/p_0)^2 = (p_1/p_0)^2 + (p_2/p_0)^2 = 10^{(L_1/10)} + 10^{(L_2/10)}$$

$$L_{\text{sum}} = 10 \log((p_{\text{sum}}/p_0)^2)$$

Το ακόλουθο γράφημα κάνει την ζωή πιο εύκολη:

$$L_1 \oplus L_2 = 10 \log \left[ 10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} \right]$$



$$L_1 \oplus L_2 = \max(L_1, L_2) + \Delta L$$

50 dB και 50 dB → 53 dB

50 dB και 70 dB → 70 dB

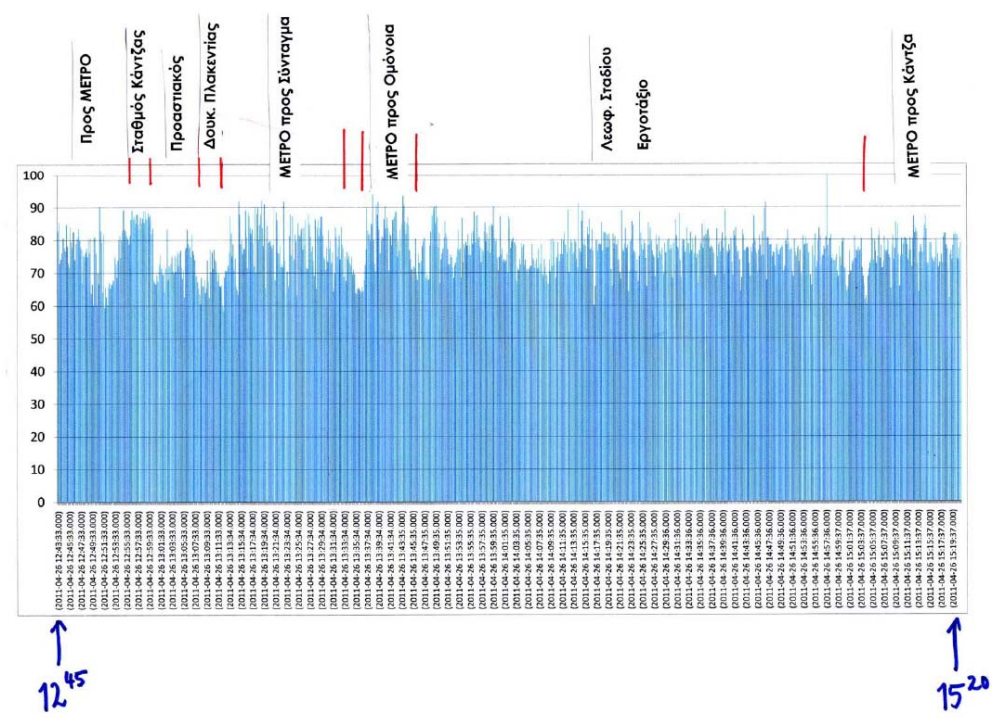
50 dB και 55 dB → 56,2 dB

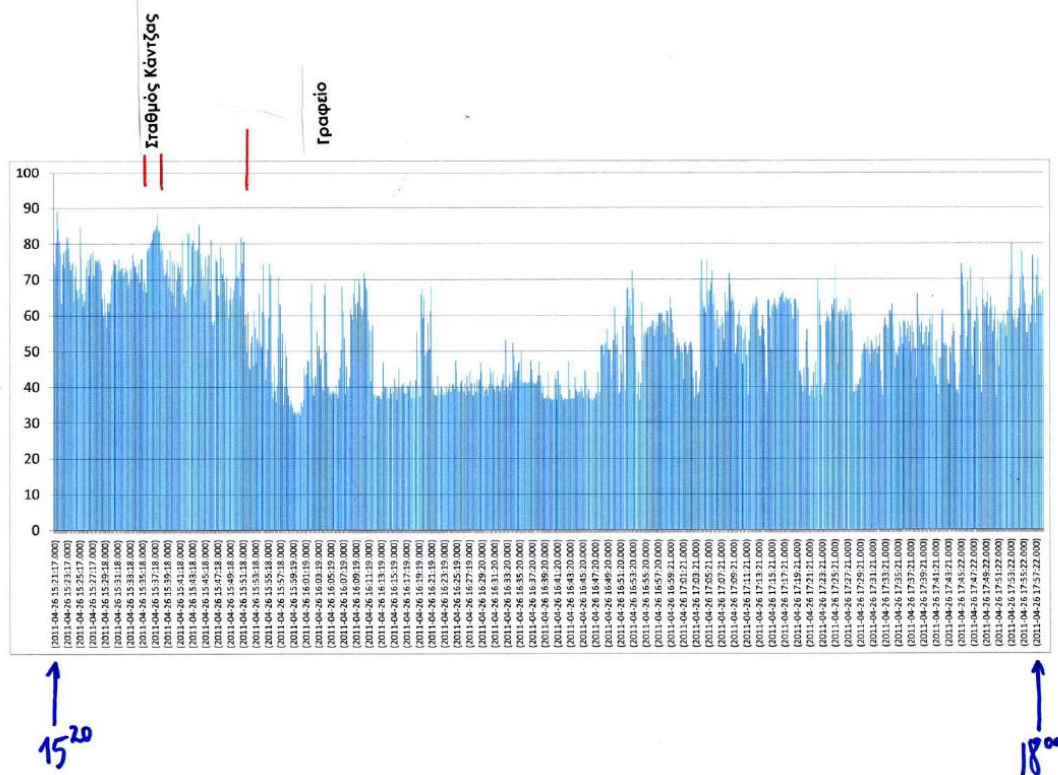


Ηχοστάθμες της καθημερινής ζωής μας φαίνονται στο ακόλουθο πίνακα:

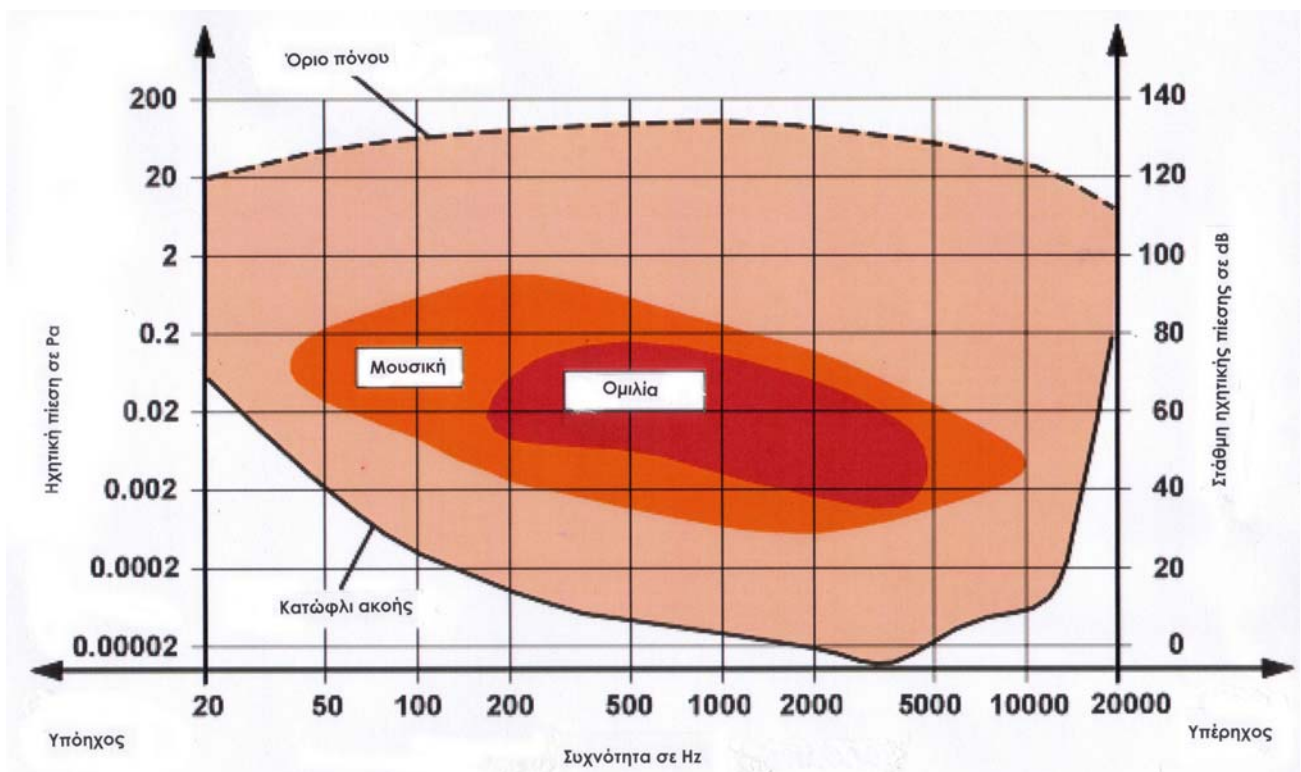
					dB(A)			
					130			
	Κινητήρας αεροπλάνου				120	Βροντή μπόρας		
					110			
Κόρνα αυτοκινήτου	Walkman	Disco	Rock concert	Βενζινοκίνητο πριόνι	100			
					90			
					80			
Πέρασμα ΙΧ				Θεριστική μηχανή	70			
					60	Κύματα θάλασσας	Χείμαρος	
	Ηχοστάθμη δωματίου				50			Βροχή
		Ήχοι από άλλο διαμέρισμα			40		Ήσυχη γειτονιά	
					30			
Ψιθυροί					20	Θρόισμα φύλλων		
	Ρολόι				10			
Ήσυχια					0			

Για να καταγράψω την ηχητική μου έκθεση σε μια τυπική μου μέρα έφερα μαζί μου ένα ηχόμετρο. Τα αποτελέσματα είναι:

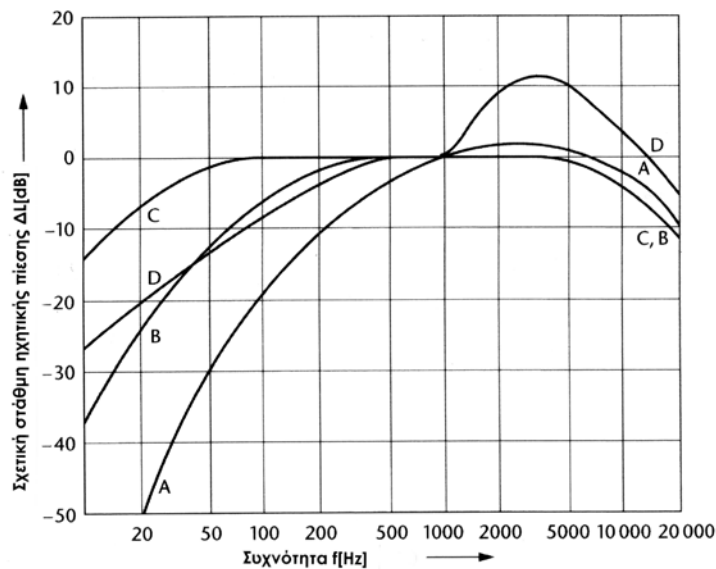




Ακούμε ήχους από μια συχνότητα περίπου 20 Hz έως 20 kHz. Το πεδίο ακοής φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Στην μέτρηση της ηχοστάθμης χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά φίλτρα για την αξιολόγηση όλου του φάσματος του ήχου με ένα μέγεθος.



Ένα παράδειγμα για τον υπολογισμό της A-ηχοστάθμης από μετρήσεις σε οκταβικές ζώνες είναι το ακόλουθο:

#### Βαλβίδα

f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_z$ [dB]	58	69	72	83	84	84	84	77
$\Delta A$ [dB]	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1
$L_A$ [dB(A)]	32	53	63	80	84	85	85	76
	1585	199526	1995262	100000000	251188643	316227766	316227766	39810717
	1025651266							
<b><math>L_A =</math></b>	<b>90.1</b>	<b>dB(A)</b>						

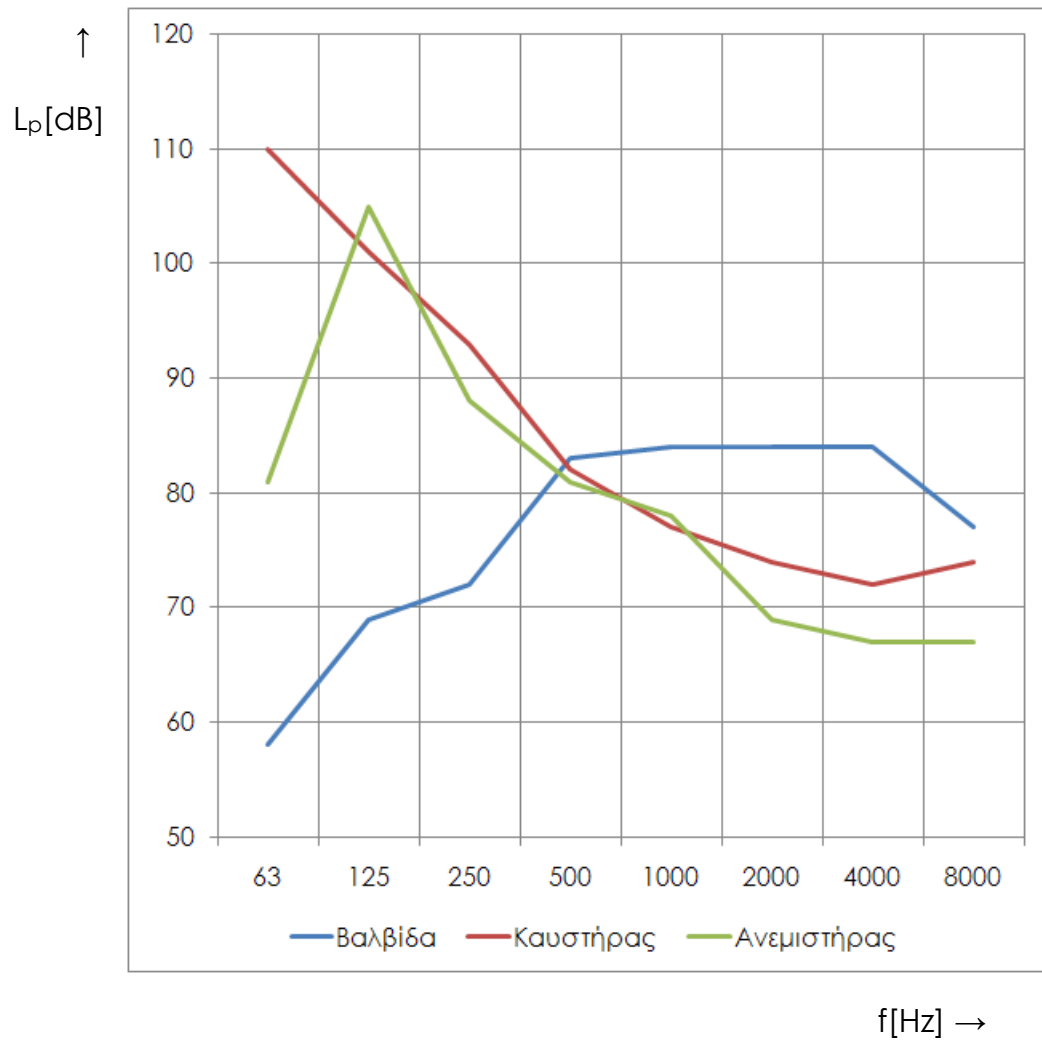
#### Καυστήρας

f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_z$ [dB]	110	101	93	82	77	74	72	74
$\Delta A$ [dB]	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1
$L_A$ [dB(A)]	84	85	84	79	77	75	73	73
	251188643	316227766	251188643	79432823	50118723	31622777	19952623	19952623
	1019684622							
<b><math>L_A =</math></b>	<b>90.1</b>	<b>dB(A)</b>						



### Ανεμιστήρας

f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_z$ [dB]	81	105	88	81	78	69	67	67
$\Delta A$ [dB]	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1
$L_A$ [dB(A)]	55	89	79	78	78	70	68	66
	316228	794328235	79432823	63095734	63095734	10000000	6309573	3981072
	1020559400							
<b><math>L_A =</math></b>	<b>90.1</b>	<b>dB(A)</b>						



Ακόμα κάποιες ηχοστάθμες:

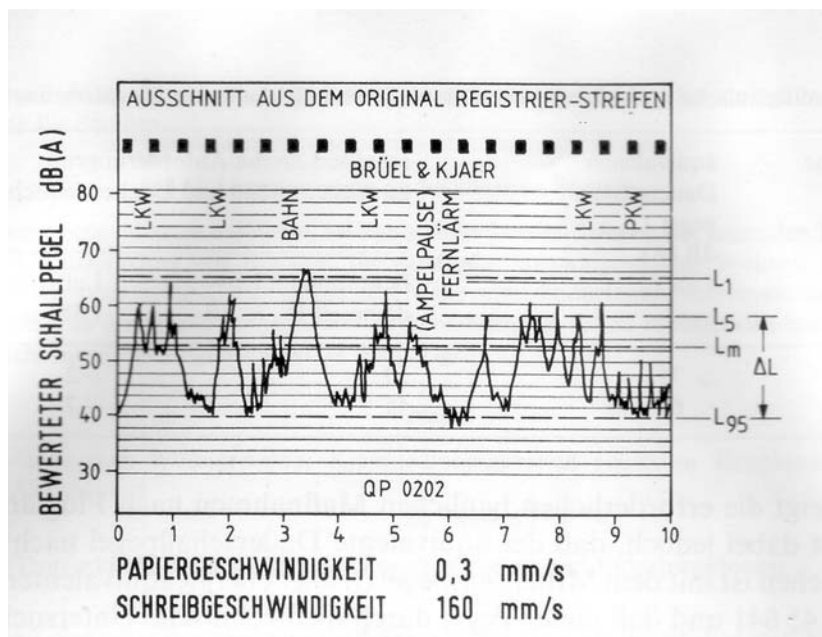
Ισοδύναμη ηχοστάθμη

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)/10} dt \right]$$

Ποσοστομοριακή ηχοστάθμη

$L_N$  σε dB(A) ως στάθμη  $L_N$  ορίζεται η σταθερή ηχοστάθμη, την οποία ο κυμαινόμενος ήχος την υπερβαίνει κατά το ποσοστό  $N\%$  του χρόνου μέτρησης.

Η στάθμη  $L_1$  αντιπροσωπεύει επαναλαμβανόμενες μέγιστες τιμές της ηχοστάθμης και η στάθμη  $L_{95}$ , την ηχοστάθμη του περιβάλλοντος.

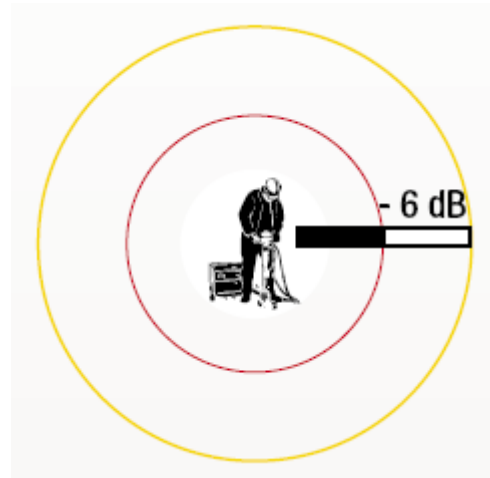


Η ηχοστάθμη μειώνεται με την αύξηση της απόστασης από την πηγή του ήχου.

Σημειακή πηγή ήχου:

$$\Delta L = 20 \log(r_2/r_1)$$

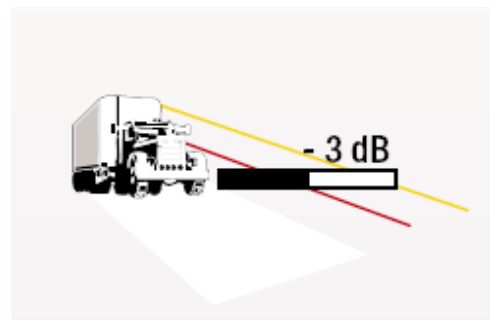
Με τον διπλασιασμό της απόστασης  
μειώνεται η ηχοστάθμη κατά 6 dB.



Γραμμική πηγή ήχου:

$$\Delta L = 10 \log(r_2/r_1)$$

Με τον διπλασιασμό της απόστασης  
μειώνεται η ηχοστάθμη κατά 3 dB.

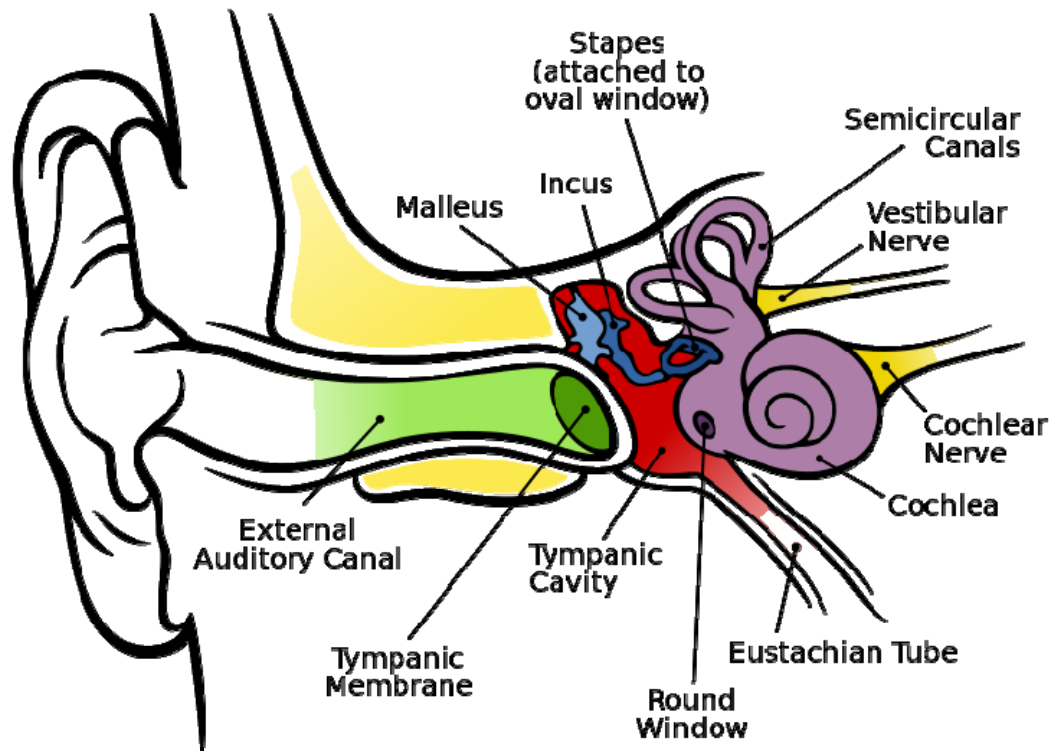


Μέτρηση ηχοστάθμης με ένα ηχόμετρο

Σφυρίχτρα

Βαθμονομητής

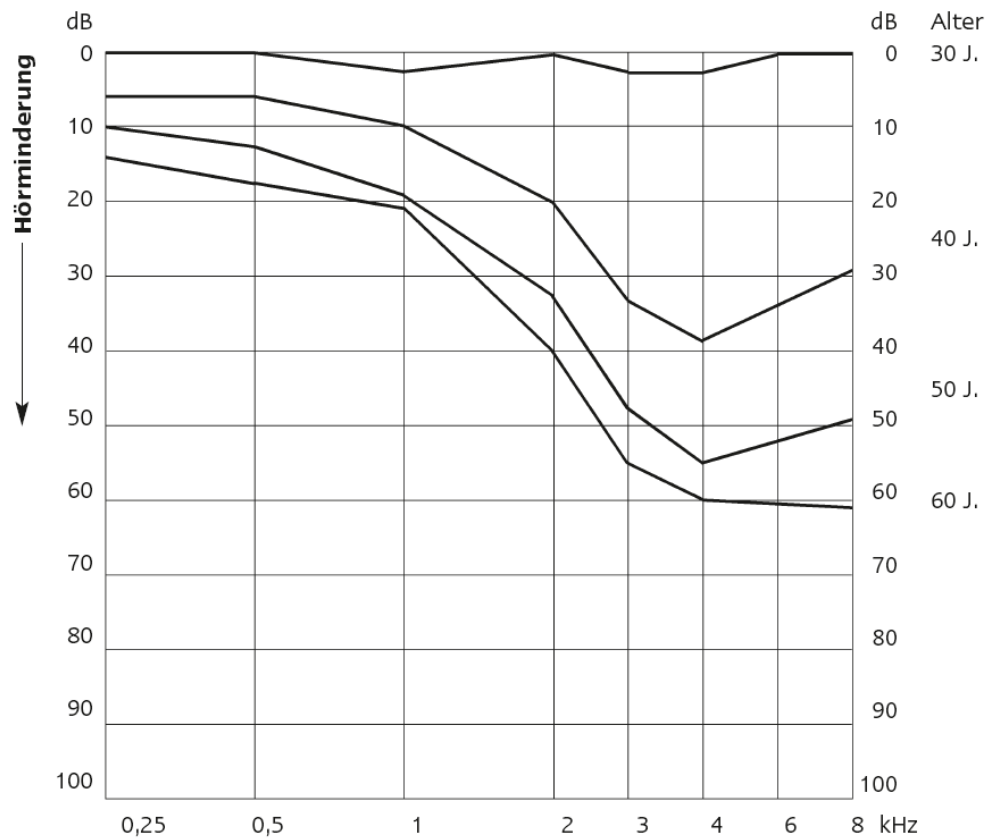
Hakoñ



<https://www.youtube.com/watch?v=46aNGGNPm7s>



Η ακοή μειώνεται με την χρόνια έκθεση σε υψηλές ηχοστάθμες και με την ηλικία



Ο εργάτης εργάστηκε δέκα χρόνια (30 – 40) σε ένα εργασιακό περιβάλλον με πολύ υψηλή ηχοστάθμη  $\geq 90\text{dB(A)}$  για 8 ώρες την ημέρα. Μετά βρήκε μια θέση σε μια περιοχή με ηχοστάθμες  $\leq 80\text{ dB(A)}$ . Κάθε δέκα χρόνια έγινε μια ακομέτρηση.

Παραδείγματα με μουσική και ομιλία και επεξεργασία ανάλογα με τον βάθμο της βλάβης της ακοής

Τι είναι θόρυβος;

**Ο ανεπιθύμητος, ενοχλητικός ή και απλώς δυσάρεστος για τον άνθρωπο ήχος λέγεται θόρυβος.**



- Δυο πολύ διαφορετικές πηγές ήχου
- Δυο παρόμοια φάσματα ήχου
- Εντελώς διαφορετική αντίδραση του ανθρώπου

Επίδραση του θορύβου

Συνεχόμενη στάθμη θορύβου

20dB(A)      40dB(A)      60dB(A)      80dB(A)      100dB(A)

Διαταραχή του ύπνου

Διαταραχή της μάθησης και της συγκέντρωσης






Μείωση της επικοινωνίας

Μείωση της παραγωγικότητας και της απόδοσης

Βλάβες στην ακοή

## Σημαντικές πηγές θορύβου

### Οδική κυκλοφορία

	Εάν αντί ενός αυτοκινήτου κυκλοφορούν:	πώς αλλάζει η ηχοστάθμη - αίσθηση
	2	+3dB αισθητή διαφορά
	10	+10dB διπλάσια
	100	+ 20dB τετραπλάσια
	1000	+30dB οκταπλάσια

## Αεροπλάνα



Μια ώρα αεροπλάνα κοντά στο αεροδρόμιο Heathrow



## Διασκέδαση





Στην θέση εργασίας



**LOUD MUSIC.**

Loud music can damage  
your hearing, permanently.  
Protect it.  
[loudmusic.org.uk](http://loudmusic.org.uk)



Registered Charity, No. 1047705  
All rights reserved. No part of this publication  
may be reproduced without permission.



**Ο θόρυβος  
βλάπτει σοβαρά  
την υγεία**

## Ενημέρωση μαθητών

Το μάθημα για την 5<sup>η</sup> τάξη Δημοτικού Σχολείου

Τι είναι ήχος (απλά ότι ακούω)

Αναγνωρίζω ήχους (με ακουστικά παραδείγματα)

Το «θερμόμετρο του ήχου»

Τι είναι θόρυβος

Παράγουμε θορύβους

Το αυτί δεν κοιμάται ποτέ

Το μάθημα για την 2<sup>η</sup> τάξη του Γυμνασίου

Λίγη φυσική του ήχου - ακουστική (συχνότητα, ηχητική πίεση, ηχοστάθμη)

Πώς μετράμε την ηχοστάθμη (ηχόμετρο στο smart phone)

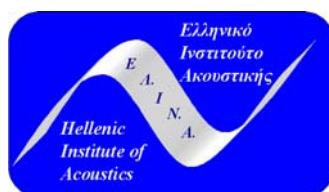
Το «θερμόμετρο του ήχου»

Πως λειτουργεί η ακοή

Τι είναι θόρυβος

Επιπτώσεις του θορύβου στην ακοή (με ακουστικά παραδείγματα)

Άλλες επιπτώσεις στην υγεία



Ελληνικό Ινστιτούτο Ακουστικής

**Παγκόσμια Ημέρα Ευαισθητοποίησης κατά του Θορύβου**

30.Απριλίου 2014