

# ο θόρυβος στην καθημερινότητα μας



Εάν αντί ενός αυτοκινήτου κυκλοφορούν: πώς αλλάζει η ηχοστάθμη - αίσθηση



**2** **+3dB** αισθητή διαφορά



**10** **+10dB** διπλάσια



**100** **+ 20dB** τετραπλάσια



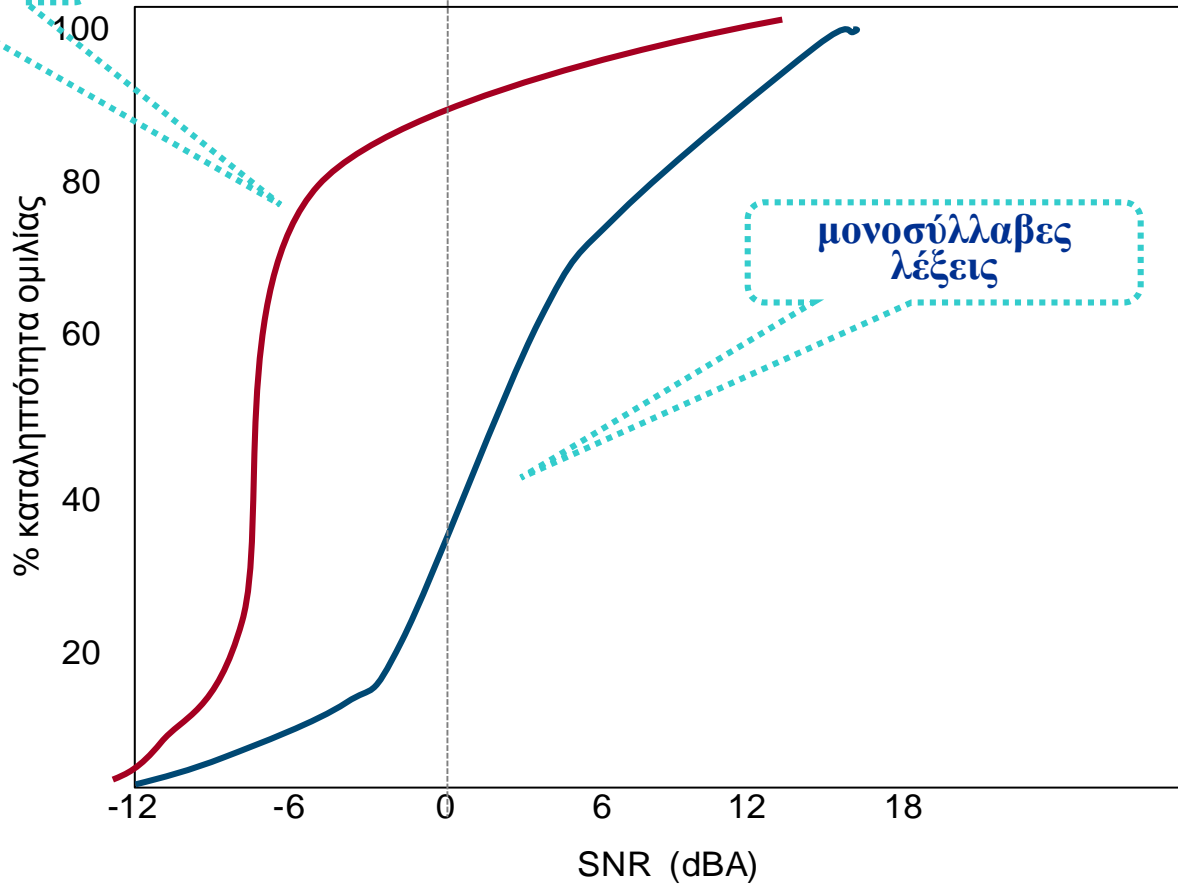
**1000** **+30dB** οκταπλάσια



# επιδράσεις του θορύβου

προτάσεις

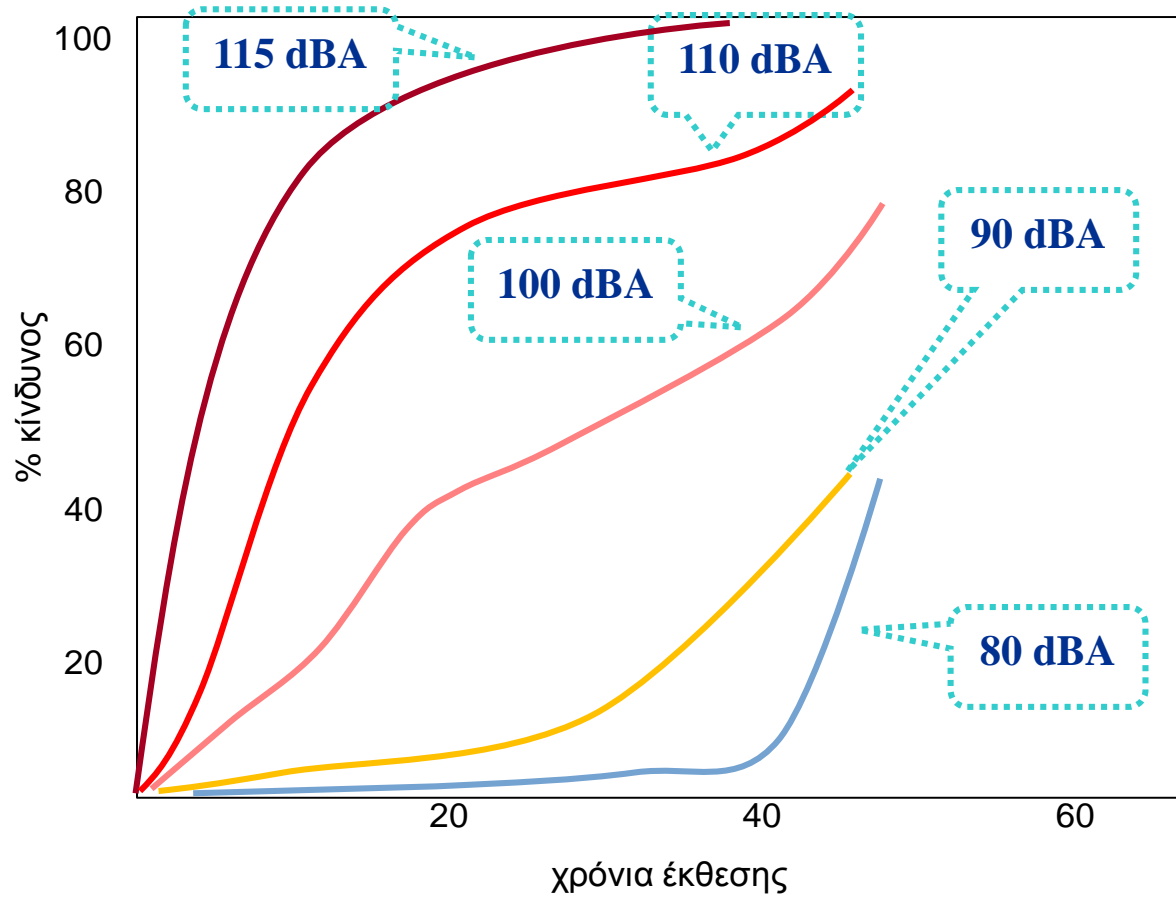
προβλήματα καταληπτότητας



μονοσύλλαβες  
λέξεις

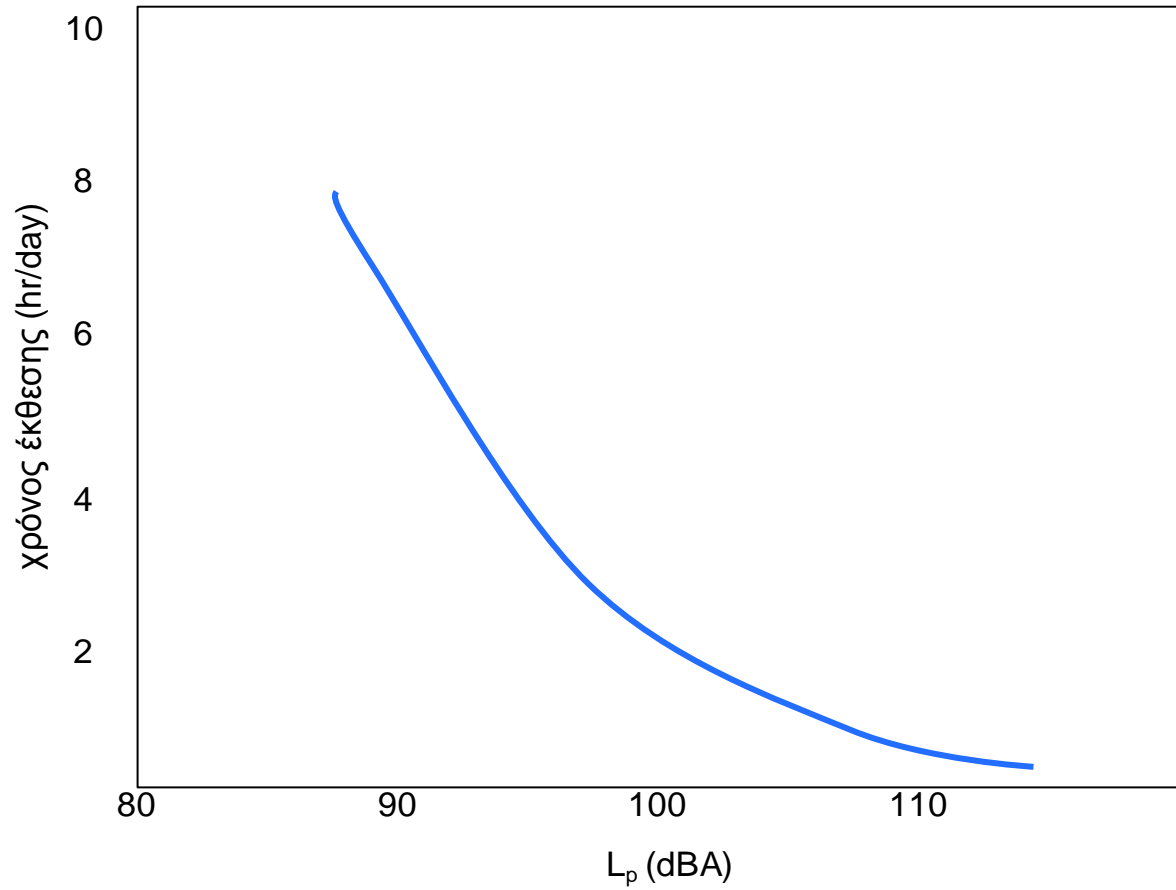
# επιδράσεις του θορύβου

χρόνος έκθεση και πιθανότητα απώλειας ακοής > 25 dB



# επιδράσεις του θορύβου

ασφαλή όρια έκθεσης



# ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

## 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

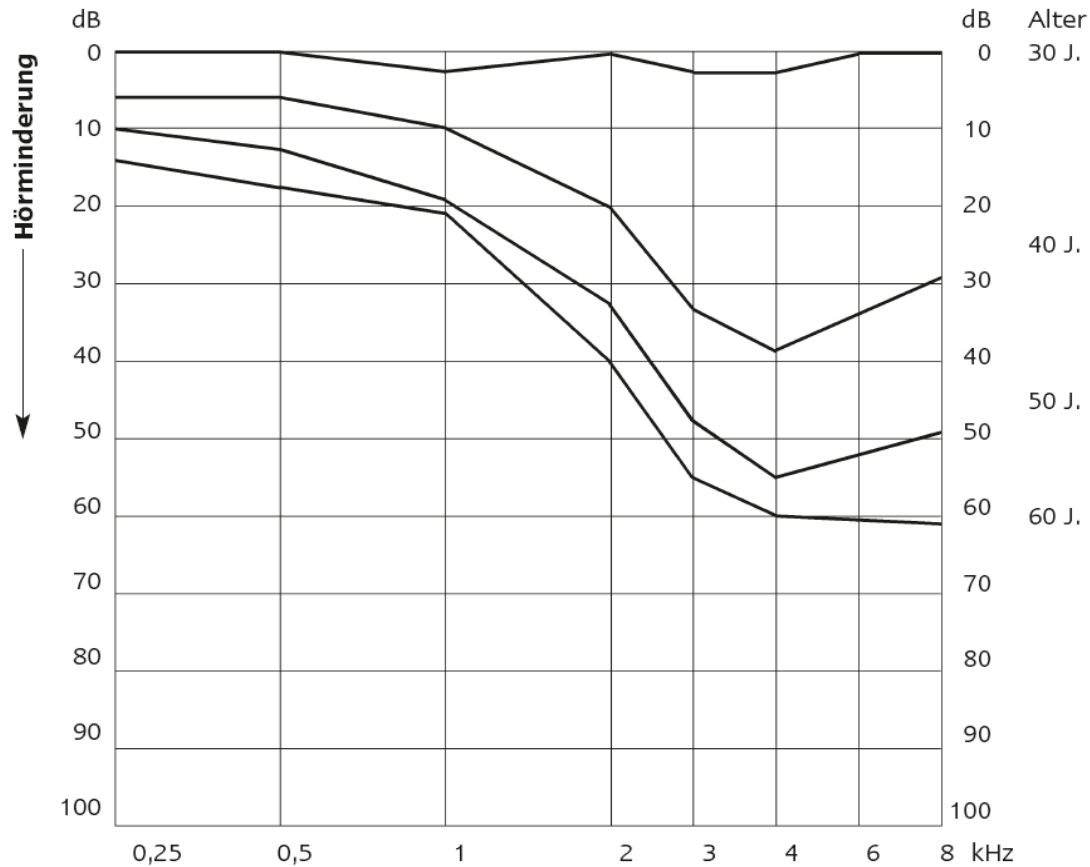
Μείωση της παραγωγικότητας και της απόδοσης

Βλάβες στην ακοή



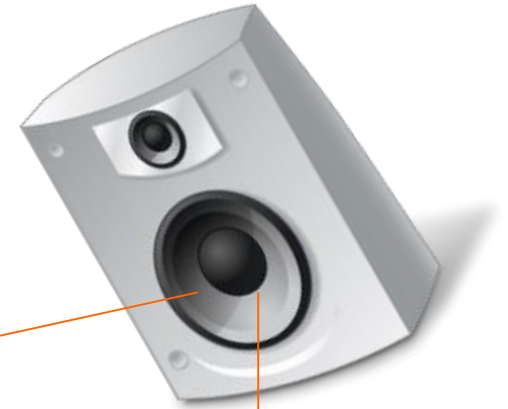
# ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

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

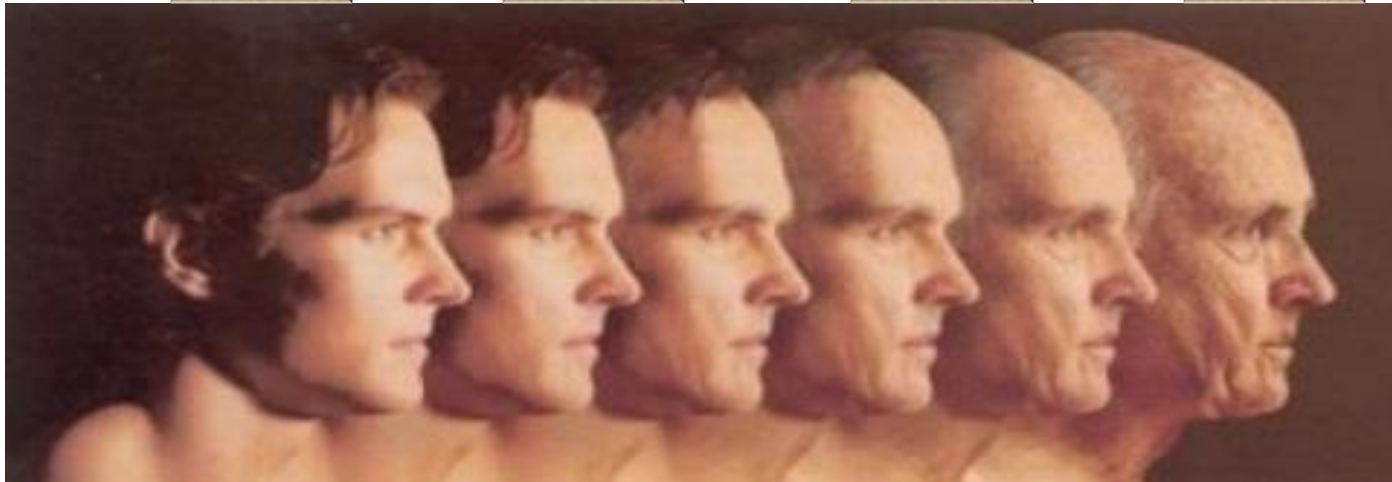


Ο εργάτης εργάστηκε δέκα χρόνια (30 – 40) σε ένα εργασιακό περιβάλλον με πολύ υψηλή ηχοστάθμη  $\geq 90\text{dB(A)}$  για 8 ώρες την ημέρα. Μετά βρήκε μια θέση σε μια περιοχή με ηχοστάθμες  $\leq 80\text{ dB(A)}$ . Κάθε δέκα χρόνια έγινε μια ακομέτρηση.

# επιδράσεις του θορύβου



# επιδράσεις του θορύβου





# προφύλαξη από τον θόρυβο

	$L_{Aeq, 8h}$	<b>Equivalent levels for time indicated (trade-off 3 dB)</b>
1 <sup>ο</sup> επίπεδο δράσης: προστασία (προτείνεται)	80 dB(A)	83 dB(A)-4hr <sup>13</sup> ; 86 dB(A)-2hr; 89 dB(A)-1hr; 92 dB(A)-30min <sup>14</sup> ; 95 dB(A)-15min; 98 dB(A)-8min; 101 dB(A)-4min; 104 dB(A)-2min; 107 dB(A)-1min
2 <sup>ο</sup> επίπεδο δράσης: προστασία (υποχρεωτική)	85 dB(A)	88 dB(A)-4hr; 91 dB(A)-2hr; 94 dB(A)-1hr; 97 dB(A)-30min; 100 dB(A)-15min; 105 dB(A)-5min; 111 dB(A)-1min
3 <sup>ο</sup> επίπεδο δράσης: μέγιστη έκθεση	87 dB(A)	90 dB(A)-4hr; 93 dB(A)-2hr; 96 dB(A)-1hr; 99 dB(A)-30min; 102 dB(A)-15min; 107 dB(A)-5min; 113 dB(A)-1min

# πόση είναι η δόση του θορύβου;

ατομική ακρόαση

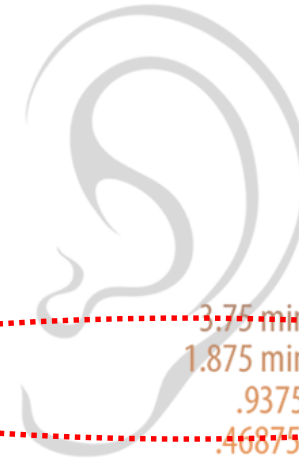
~110dB

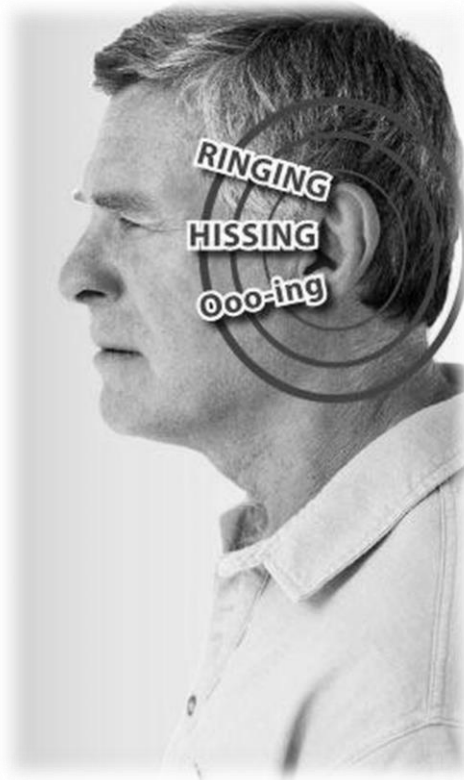


Continuous dB

Permissible Exposure Time

85 dB	8 Hours
88 dB	4 hours
91 dB	2 hours
94 dB	1 hour
97 dB	30 minutes
100 dB	15 minutes
103 dB	7.5 minutes
106 dB	3.75 minutes (< 4 min)
109 dB	1.875 minutes (< 2 min)
112 dB	.9375 min (~ 1 min)
115 dB	.46875 min (~ 30 sec)





**Tinnitus  
(Left +5dB – Μουσική)**

**Tinnitus  
(Left +5dB – Ομιλία)**

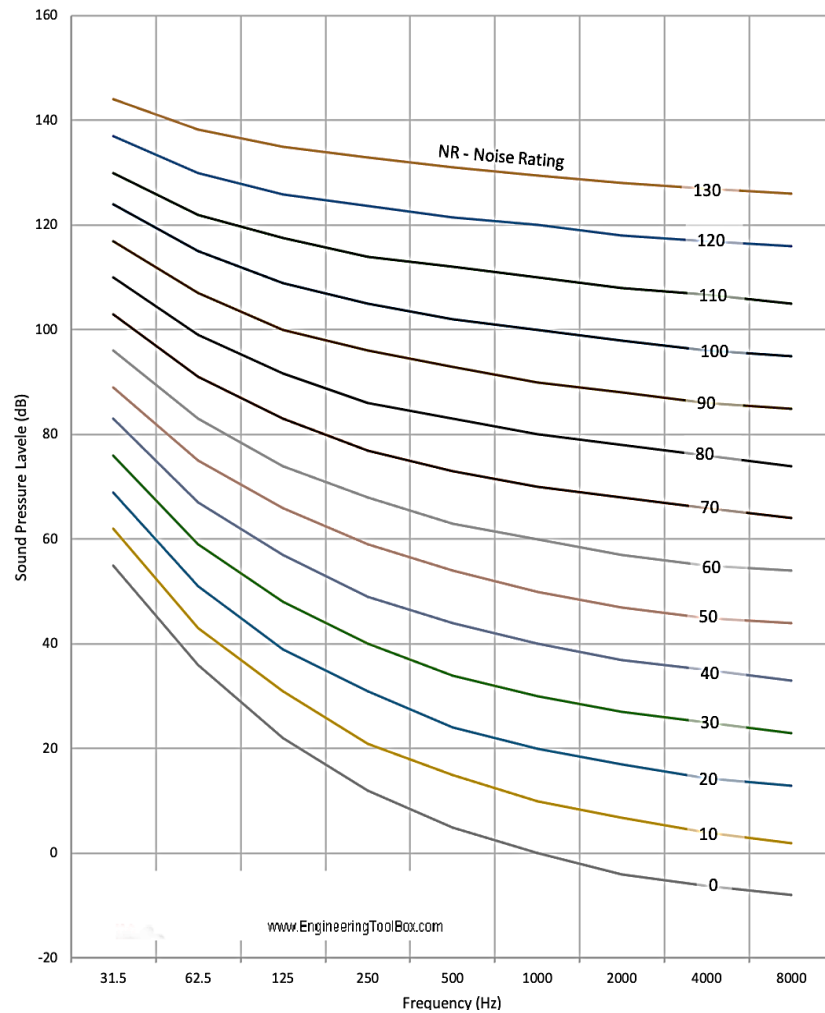
**Μουσική - 40 ετών με απώλεια ακοής:  
Tinnitus: Left +3dB  
Ροζ θόρυβος -5dB**

**Μουσική - 40 ετών με απώλεια ακοής:  
Tinnitus: Left +0dB  
Ροζ θόρυβος -10dB**

**Ομιλία - 40 ετών με απώλεια ακοής:  
Tinnitus: Left +3dB  
Ροζ θόρυβος -5dB**

**Μουσική - 40 ετών με απώλεια ακοής:  
Tinnitus: Left +0dB  
Ροζ θόρυβος -10dB**

## δείκτες Noise Rating (NR) & Noise Criterion (NC) για φάσμα θορύβου βάθους



NR 25	Concert halls, broadcasting and recording studios, churches
NR 30	Private dwellings, hospitals, theatres, cinemas, conference rooms
NR 35	Libraries, museums, court rooms, schools, hospitals operating theatres and wards, flats, hotels, executive offices
NR 40	Halls, corridors, cloakrooms, restaurants, night clubs, offices, shops
NR 45	Department stores, supermarkets, canteens, general offices
NR 50	Typing pools, offices with business machines
NR 60	Light engineering works
NR 70	Foundries and heavy engineering works

## προτάσεις WHO, 1999

Συγκεκριμένο περιβάλλον	Κρίσιμες επιδράσεις στην υγεία	$L_{Aeq}$ (dBA)	Χρονική διάρκεια (h)	$L_{amax,fast}$ (dBA)
Υπαίθριος χώρος διαβίωσης	Σοβαρή όχληση, ημέρα και απόγευμα	55	16	-
	Μέτρια όχληση, ημέρα και απόγευμα	50	16	-
Κατοικία, εντός κτιρίου Εντός υπνοδωματίων	Καταληπτότητα ομιλίας και μέτρια όχληση, ημέρα και απόγευμα Διατάραξη ύπνου, βράδυ	35	16	-
		30	8	8
Έξω από υπνοδωμάτια	Διατάραξη ύπνου, ανοιχτά παράθυρα (εξωτερικές τιμές)	45	8	60
Σχολεία, αίθουσες διδασκαλίας, προσχολικές μονάδες, εντός κτιρίου	Καταληπτότητα ομιλίας, διατάραξη της άντλησης πληροφορίας, επικοινωνία μηνυμάτων	35	Κατά τη διάρκεια του μαθήματος	-
Προσχολικές κρεβατοκάμαρες, εντός κτιρίου	Διατάραξη ύπνου	30	Ώρες ύπνου	45
Σχολεία, αυλές, υπαίθρια	Όχληση (εξωτερικές πηγές)	55	Κατά τη διάρκεια του διαλλείματος	-
Νοσοκομεία, δωμάτια, εντός κτιρίου	Διατάραξη ύπνου, νύχτα Διατάραξη ύπνου, ημέρα, απόγευμα	30	8	40
		30	16	-
Νοσοκομεία, χώροι θεραπειών, εντός κτιρίου	Παρεμβολές στην ανάπαυση και αποκατάσταση	#1		
Βιομηχανικές, εμπορικές περιοχές και περιοχές αγορών και κυκλοφορίας, εντός κτιρίου και υπαίθρια	Προβλήματα στην ακοή	70	24	110
Τελετές, φεστιβάλ και ψυχαγωγικές εκδηλώσεις	Προβλήματα στην ακοή (θαμώνες: <5 φορές / έτος)	100	4	110
Αναγγελίες, εντός και εκτός κτιρίων	Προβλήματα στην ακοή	85	1	110
Μουσική από ακουστικά	Προβλήματα στην ακοή (τιμές ελεύθερου πεδίου)	85 #4	1	110
Κρουστικοί ήχοι από παιχνίδια, πυροτεχνήματα και πυροβόλα όπλα	Προβλήματα στην ακοή (ενήλικες)	-	-	140 #2
	Προβλήματα στην ακοή (παιδιά)	-	-	120#2
Υπαίθρια σε πάρκα και προστατευόμενες περιοχές	Διατάραξη της ηρεμίας	#3		

#1: Όσο χαμηλότερα γίνεται  
 #2: Μέγιστη ακουστική πίεση (όχι), μετρημένη 100mm από το αυτί  
 #3: Οι υπάρχουσες ήσυχες υπαίθριες περιοχές θα πρέπει να προστατεύονται και ο λόγος του εισβάλλοντος θορύβου προς το φυσικό ήχο υπόβαθρου πρέπει να κρατιέται χαμηλός  
 #4: Κάτω από τα ακουστικά, προσαρμοσμένη σε τιμή ελεύθερου πεδίου

## μέθοδος μετρήσεων & ανάλυσης ISO 9613-2

**ISO 9613-2:** αλγόριθμοι οκταβικών ζωνών για υπολογισμό της εξασθένησης του ήχου που προέρχεται από μια σημειακή πηγή, ή από ομάδα σημειακών πηγών ή και κινουμένων πηγών

### Παραμετροποίηση για :

- γεωμετρική απόκλιση
- ατμοσφαιρική απορρόφηση
- επίδραση του εδάφους
- ανάκλαση από επιφάνειες
- επίδραση εμποδίων

### Εφαρμογές σε :

- οδική ή σιδηροδρομική κυκλοφορία
- βιομηχανικές πηγές θορύβου
- κατασκευαστικές δραστηριότητες, κλπ.

### Μη εφαρμόσιμη σε:

- ήχο από αεροσκάφη εν πτήσει
- κύματα έκρηξης

### Ο χρήστης ορίζει :

- παραμέτρους γεωμετρίας πηγής και περιβάλλοντος
- χαρακτηριστικά επιφάνειας εδάφους,
- ισχύς της πηγής σε οκταβικές στάθμες ακουστικής ισχύος και κατευθύνσεις

## Ελληνική νομοθεσία

### ΕΛΟΤ 263.1

#### Θόρυβος περιβάλλοντος

το συνολικό αποτέλεσμα όλων των αερόφερτων ήχων που παράγονται από κοντινές ή μακρινές πηγές σε δοσμένο περιβάλλον, που δεν παρουσιάζουν κανένα ενδιαφέρον

*π.χ. θόρυβος κλιματιστικού σε μέτρηση στάθμης ομιλίας σε αίθουσα*

#### Θόρυβος βάθους

το συνολικό αποτέλεσμα όλων των πηγών που δεν έχουν σχέση με τον ήχο που αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος. Ο θόρυβος περιβάλλοντος είναι μέρος του θορύβου βάθους

*π.χ. θόρυβος σε πολυσύχναστη πλατεία*

*(υπερσύνολο θορύβου περιβάλλοντος)*

## Ευρωπαϊκή & Ελληνική νομοθεσία

**COM(96) 540**, Commission Green Paper of 4 November 1996 on Future Noise Policy.

**Οδηγία 2002/49/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25ης Ιουνίου 2002, σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου.



**ΦΕΚ Β 384/2006/ 28.03.2006**, Καθορισμός μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» του Συμβουλίου της 25.6.2002».

**Κτιριοδομικός Κανονισμός, ΦΕΚ Δ 59/1989/3.2.1989, άρθρο 12**, «Ηχομόνωση - Ηχοπροστασία».

**Οδηγία 2003/10/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 6ης Φεβρουαρίου 2003, περί των ελάχιστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας για την έκθεση των εργαζομένων σε μηχανικούς θορύβους και σε ταυτόχρονα παράγοντες (θόρυβος). (Να βρεθεί και ο σχετικός ελληνικός νόμος που υλοποιεί την



**Υγειονομική διάταξη A5/3010 14-8-1985 και ΦΕΚ Β'4/15-1-1986**

**WHO, 1999**, Guidelines for Community Noise, World Health Organization, Geneva



## ΚΤΗΡΙΟΔΟΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ, άρθρο 12 ΓΟΚ (ΦΕΚ 59/Δ/3-2-89)

### Ελληνική νομοθεσία

#### Ακουστική άνεση

ικανότητα του κτηρίου να προστατεύει τους ενοίκους από εξωγενείς θορύβους και να παρέχει ακουστικό περιβάλλον κατάλληλο για διαμονή ή για διάφορες δραστηριότητες

	Μέγεθος
ηχομόνωση αερόφερτου ήχου	δείκτης ηχομόνωσης $R_w$ (dB)
ηχομόνωση κτυπογενούς ήχου	ηχοστάθμη κτυπογενούς θορύβου $L_p$ (dB)
ηχομόνωση αερόφερτου ήχου εξωτερικών πηγών	A - ηχοστάθμη θορύβου $L_p$ (dB)
ηχομόνωση αερόφερτου ήχου εγκαταστάσεων	A - ηχοστάθμη θορύβου $L_p$ (dB)

## ΗΧΟΥΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΑ ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΗΣ (ΥΑ 3010)

### Ελληνική νομοθεσία

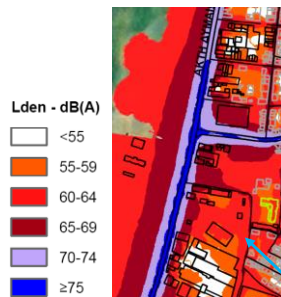
- θόρυβος στο εσωτερικό κατοικιών
- θόρυβος από κέντρα διασκέδασης  
(Υγειονομική διάταξη Α5/3010 14-8-1985 και ΦΕΚ Β' 593/2-10-1985, Β'4/15-1-1986)
- ηχοστάθμη στα όρια ιδιοκτησίας θα πρέπει να είναι μικρότερη από στάθμη για περιοχή

περιοχή	ηχοστάθμη dB(A)
βιομηχανική χωρίς κατοικίες	
βιομηχανική και λίγες κατοικίες	45
βιομηχανική και κατοικίες	40
αστική - κατοικίες	30 - 35

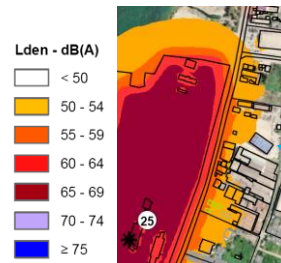
## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ (ΥΑ 13568/724, ΦΕΚ Β'384/Δ/28-3-06)

### παράδειγμα μελέτης για το «Εργοστάσιο Τέχνης», Πάτρα

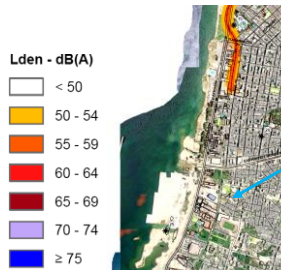
- βασίζεται στην απόφαση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου 2002/49/CE 25-6-20002
- αξιολογεί την ημερήσια ηχοέκθεση από κυκλοφοριακό και βιομηχανικό θόρυβο
- προκύπτουν χάρτες θορύβου που δείχνουν ποσοστά όχλησης στον πληθυσμό



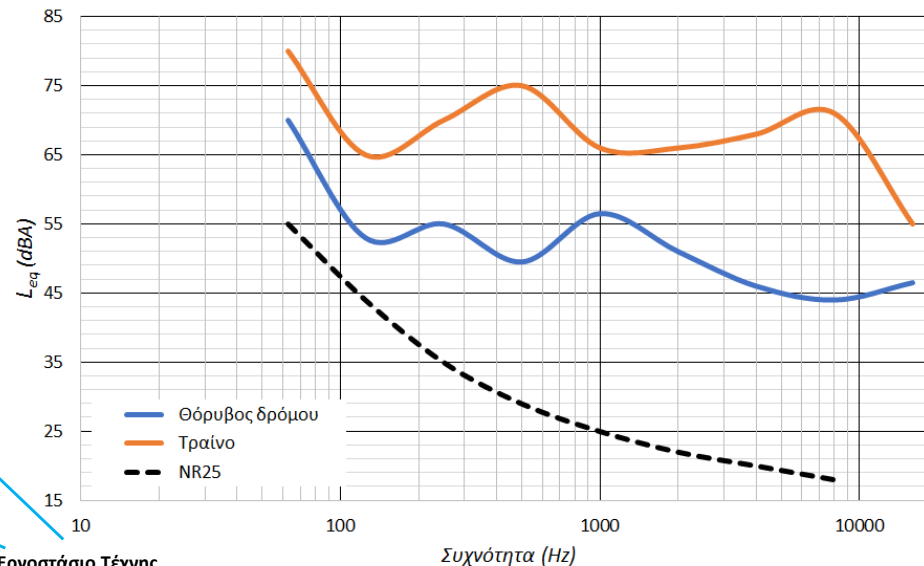
(α)



(β)



(γ)



Εργοστάσιο Τέχνης

## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ (ΥΑ 13568/724, ΦΕΚ Β΄384/Δ/28-3-06)

**Lden** ορίζεται ο σταθμισμένος δείκτης αξιολόγησης θορύβου 24ωρου

$$L_{den} = 10 \log \left( \frac{1}{12} \right) \left[ 12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening+5}}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night+10}}{10}} \right] \quad \text{dB(A) όπου:}$$

**Lday** ορίζεται ο σταθμισμένος 12-ωρος δείκτης αξιολόγησης θορύβου ημέρας ή *Leq* ημέρας για τις ώρες 7 π.μ. ως 7 μ.μ., δηλαδή:

$$L_{day} = 10 \log \left( \frac{1}{12} \right) \left[ t_1 * 10^{\frac{L_{p1}}{10}} + t_2 * 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + \dots + t_n * 10^{\frac{L_{pn}}{10}} \right] \quad \text{dB(A)}$$

**Levening** ορίζεται ο σταθμισμένος 4-ωρος δείκτης αξιολόγησης θορύβου απογεύματος ή *Leq* απογεύματος για τις ώρες 7 μ.μ ως 11 μ.μ

$$L_{evening} = 10 \log \left( \frac{1}{4} \right) \left[ t_1 * 10^{\frac{L_{p1}}{10}} + t_2 * 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + \dots + t_n * 10^{\frac{L_{pn}}{10}} \right] \quad \text{dB(A)}$$

**Lnight** ορίζεται ο σταθμισμένος 8-ωρος δείκτης αξιολόγησης θορύβου νύκτας ή *Leq* νύκτας για τις ώρες 11μ.μ ως 7 π.μ

$$L_{night} = 10 \log \left( \frac{1}{8} \right) \left[ t_1 * 10^{\frac{L_{p1}}{10}} + t_2 * 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + \dots + t_n * 10^{\frac{L_{pn}}{10}} \right] \quad \text{dB(A)}$$

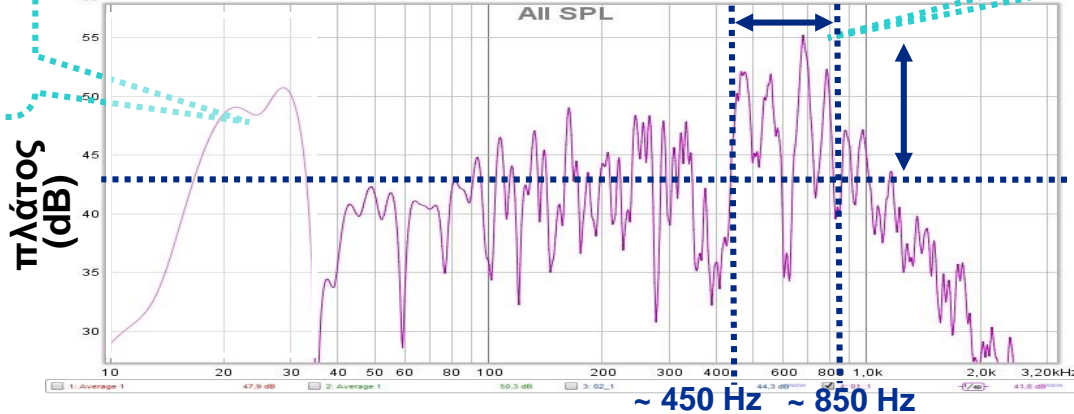
Οι παραπάνω δείκτες *Lday*, *Levening*, *Lnight*, υπολογίζονται από ωριαίες μετρήσεις όπου καταγράφεται η ισοδύναμη ηχοστάθμη *Leq(1h)*.

## παράδειγμα μέτρησης θορύβου αρμοκαλύπτρων στην Ολυμπία οδό



θόρυβος οχήματος + κύλισης

φάσμα για παράθυρο θορύβου από αρμοκαλύπτρα μέτρησης 01\_01



## ΘΟΡΥΒΟΣ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΠΔ 85/1991, ΦΕΚ 384/Δ/18-3-91)

- μέγιστη ηχοστάθμη  $\leq 140$  dB(A)
- ημερήσια ηχοέκθεση – δόση θορύβου  $\leq 90$  dB(A)
- για ημερήσια ηχοέκθεση  $\geq 85$  dB(A), παρέχονται προστατευτικά μέτρα

$$L_{EP,d} = L_{Aeq,T_e} + 10 \log \frac{T_e}{T_0} \quad T_0 = 8hrs$$

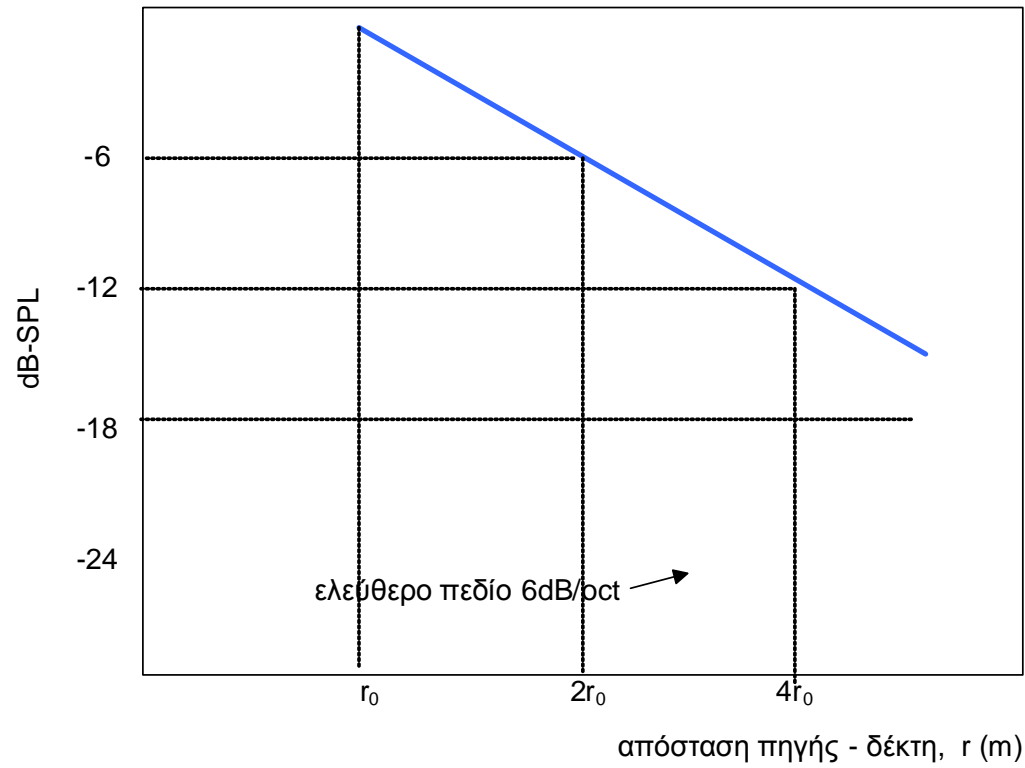
- ημερήσιος – νυκτερινός δείκτης θορύβου

$$L_{dn} = 10 \log \left[ \frac{1}{24} \left[ 15 \left( 10^{\frac{L_d}{10}} \right) + 9 \left( 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right] \right]$$

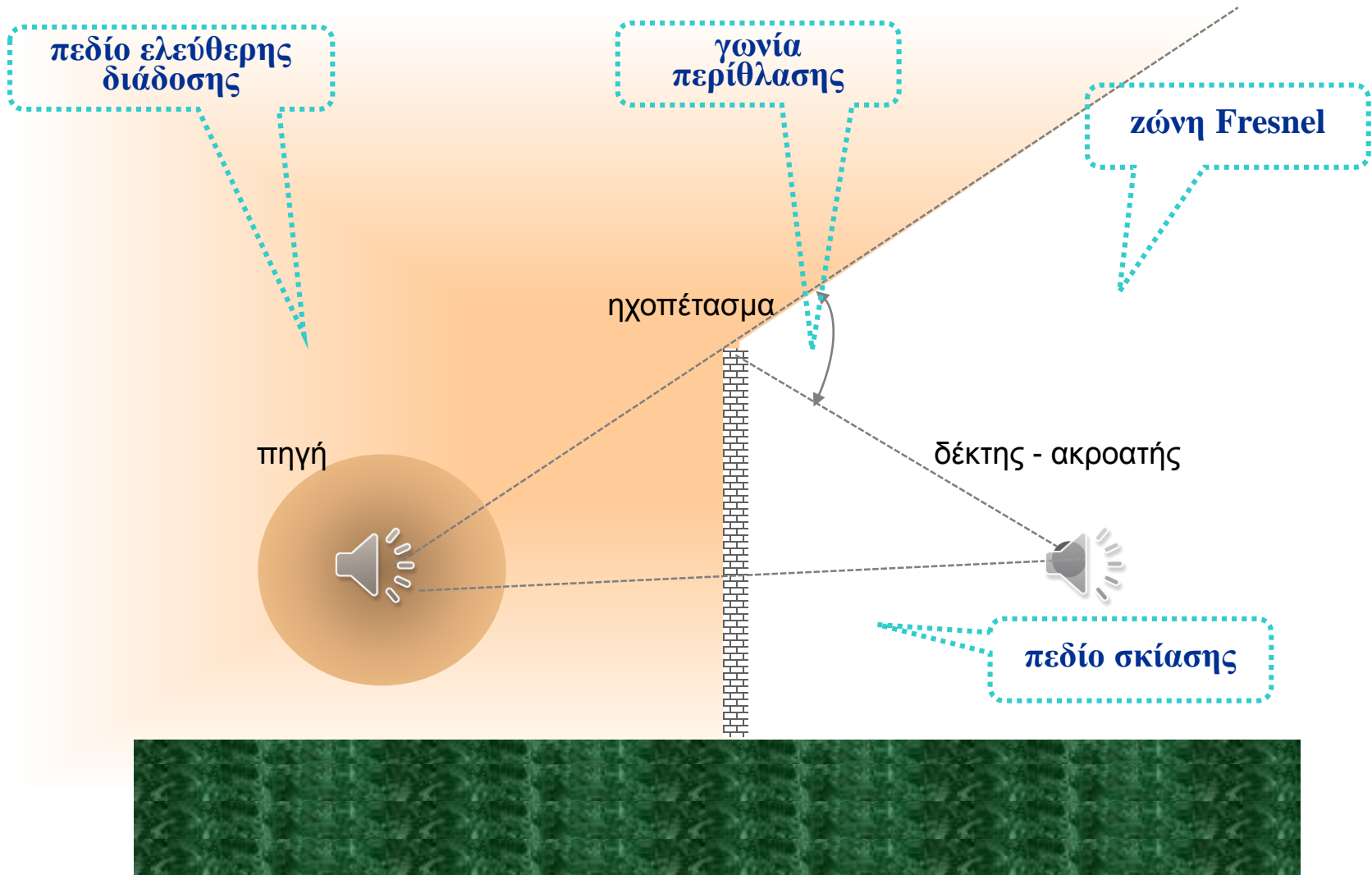
# θόρυβος σε ανοιχτούς χώρους

χάρτης ηχοστάθμης (μέτρηση)

$$L_{p_2} \cong L_{p_1} - 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

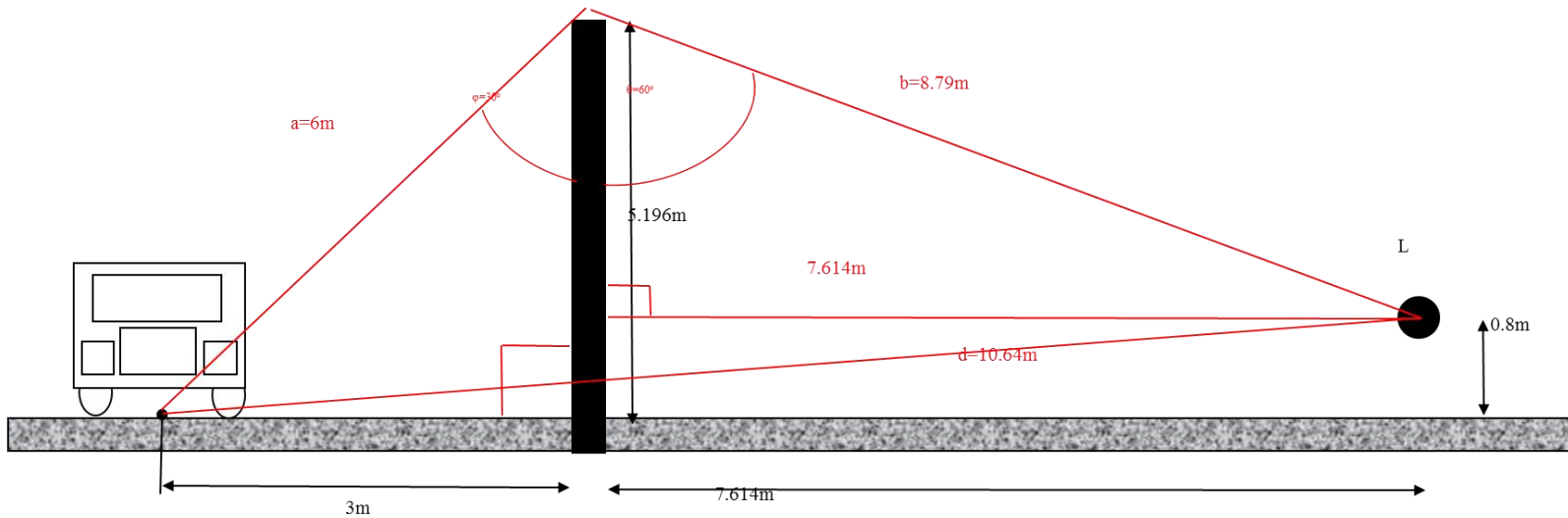


# ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους





# ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους



$$a = \sqrt{3^2 + 5.196^2} m = 6m \quad b = \sqrt{7.614^2 + (5.196 - 0.8)^2} m = 8.79m \quad d = \sqrt{0.8^2 + (3 + 7.614)^2} m = 10.64m$$

$$\lambda = \frac{C}{f} = \frac{343}{413} m = 0.83m$$

$$N = \frac{2(6 + 8.79 - 10.64)}{0.83} = 10$$

$$N \geq 1: A = 16 + 10 \log N \Rightarrow A = 26dB$$

τύπος Defrance & Gabillet

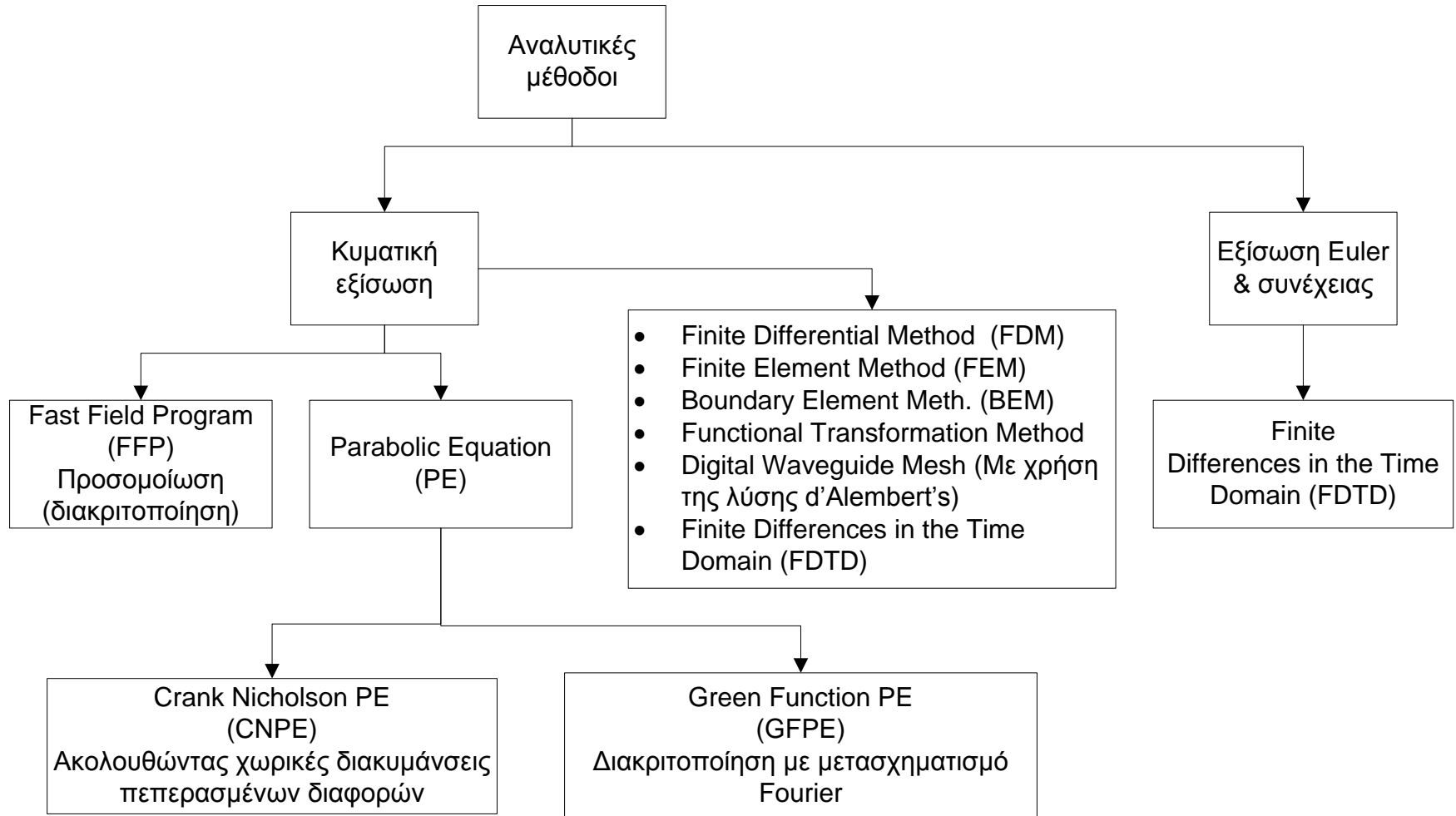
# ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους

ηχοπέτασμα



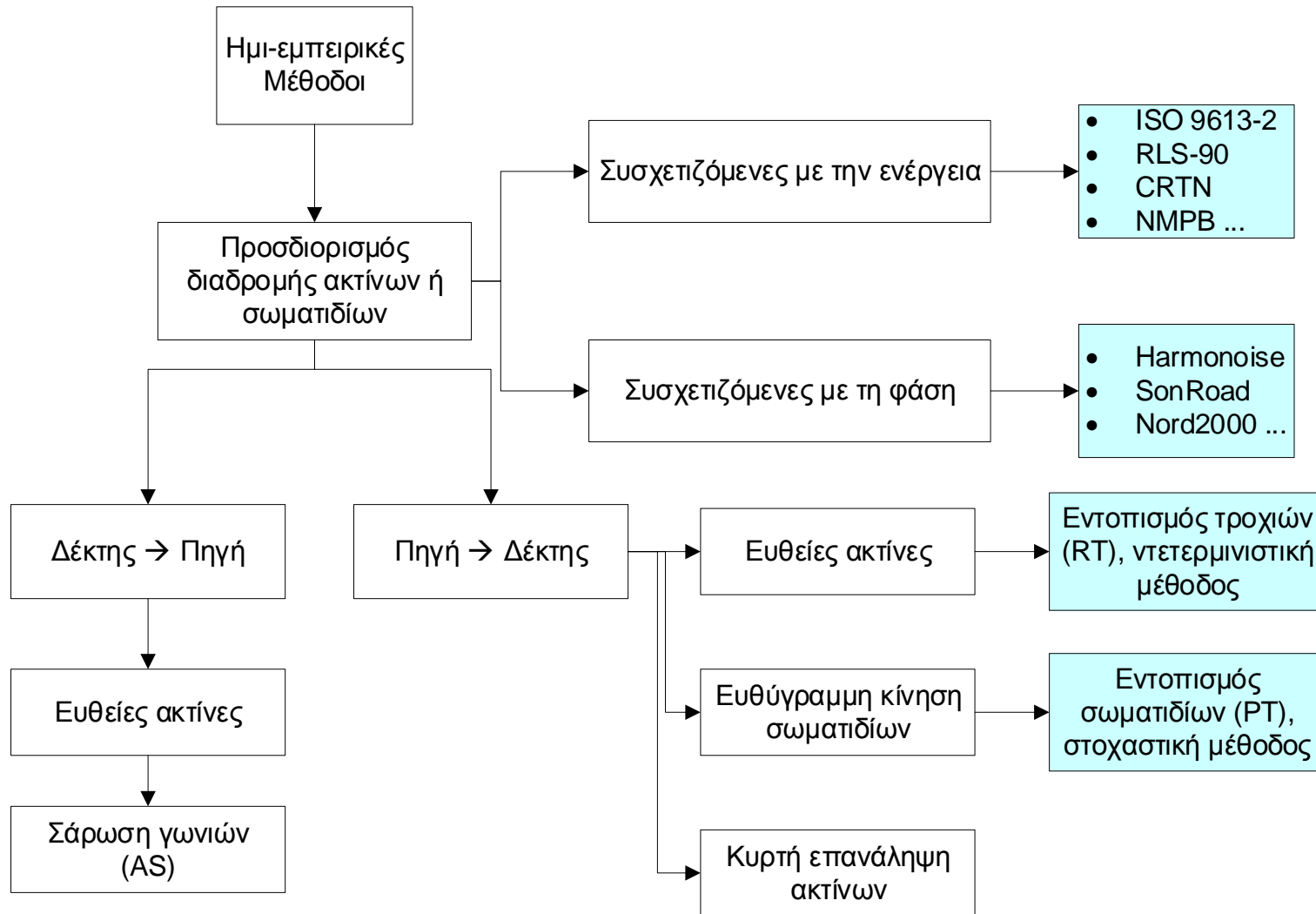
# πρόβλεψη για ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους

## λογισμικά διάδοσης θορύβου – αναλυτικές μέθοδοι



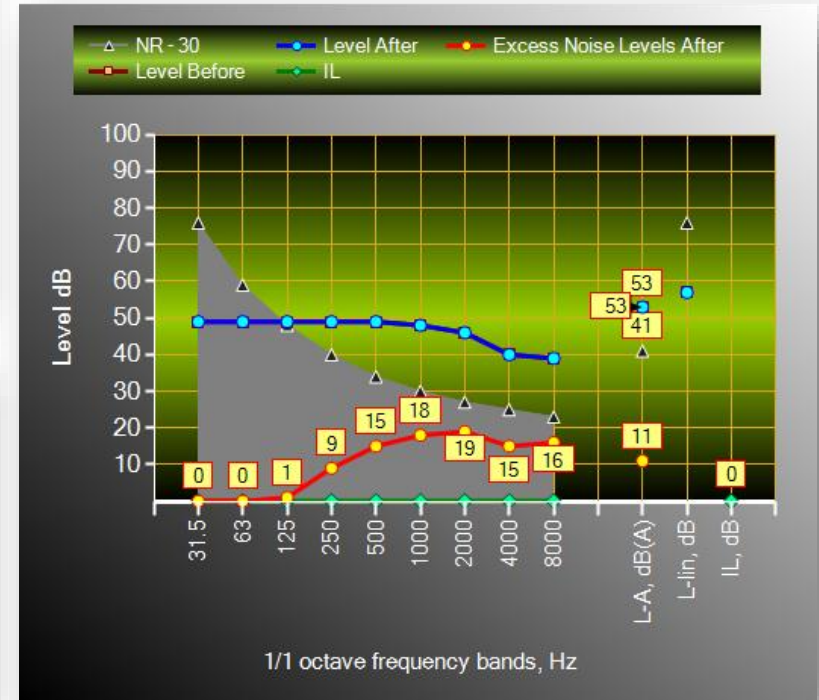
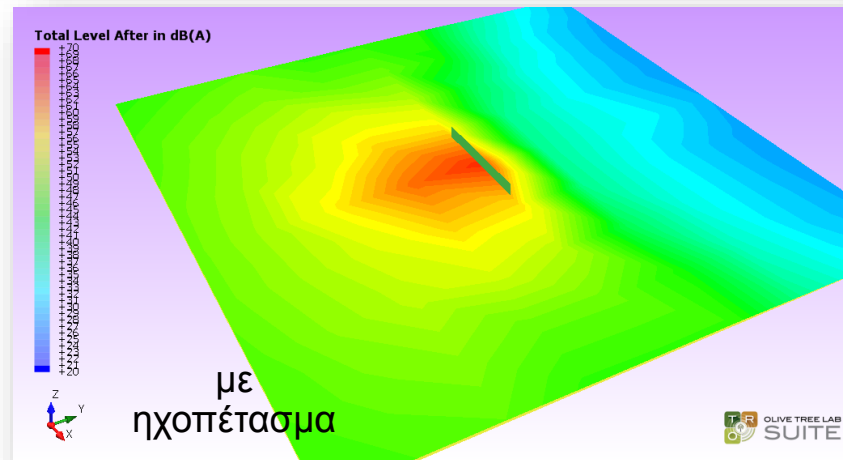
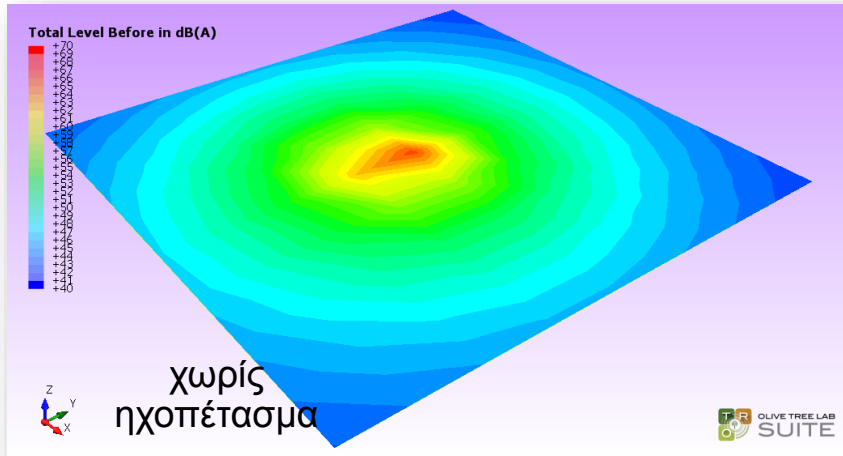
# πρόβλεψη για ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους

## λογισμικά διάδοσης θορύβου – εμπειρικές μέθοδοι



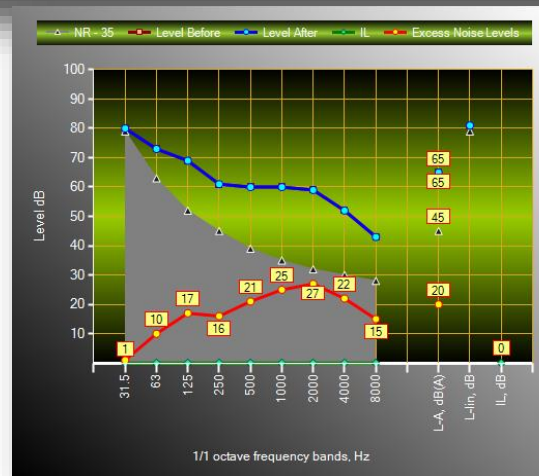
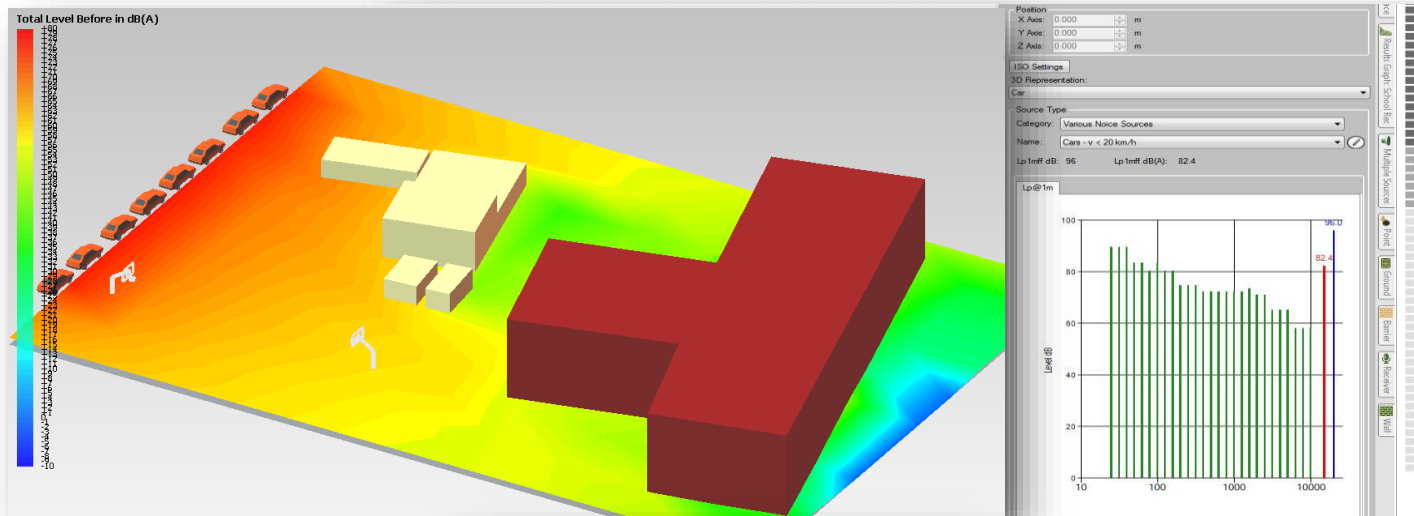
# πρόβλεψη για ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους

χάρτης θορύβου και ηχοστάθμης  
(πρόβλεψη από λογισμικό OTL)

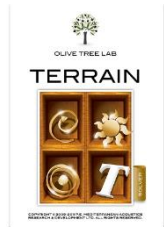


# πρόβλεψη για ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους

χάρτης θορύβου και ηχοστάθμης  
(πρόβλεψη από λογισμικό OTL)

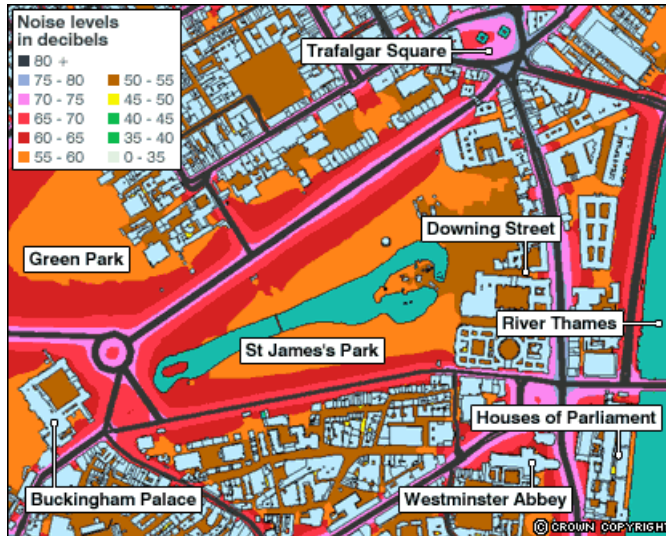


Δοκιμαστική έκδοση  
<http://www.mediterraneanacoustics.com/>



# πρόβλεψη για ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους

χάρτης ηχοστάθμης (μέτρηση)

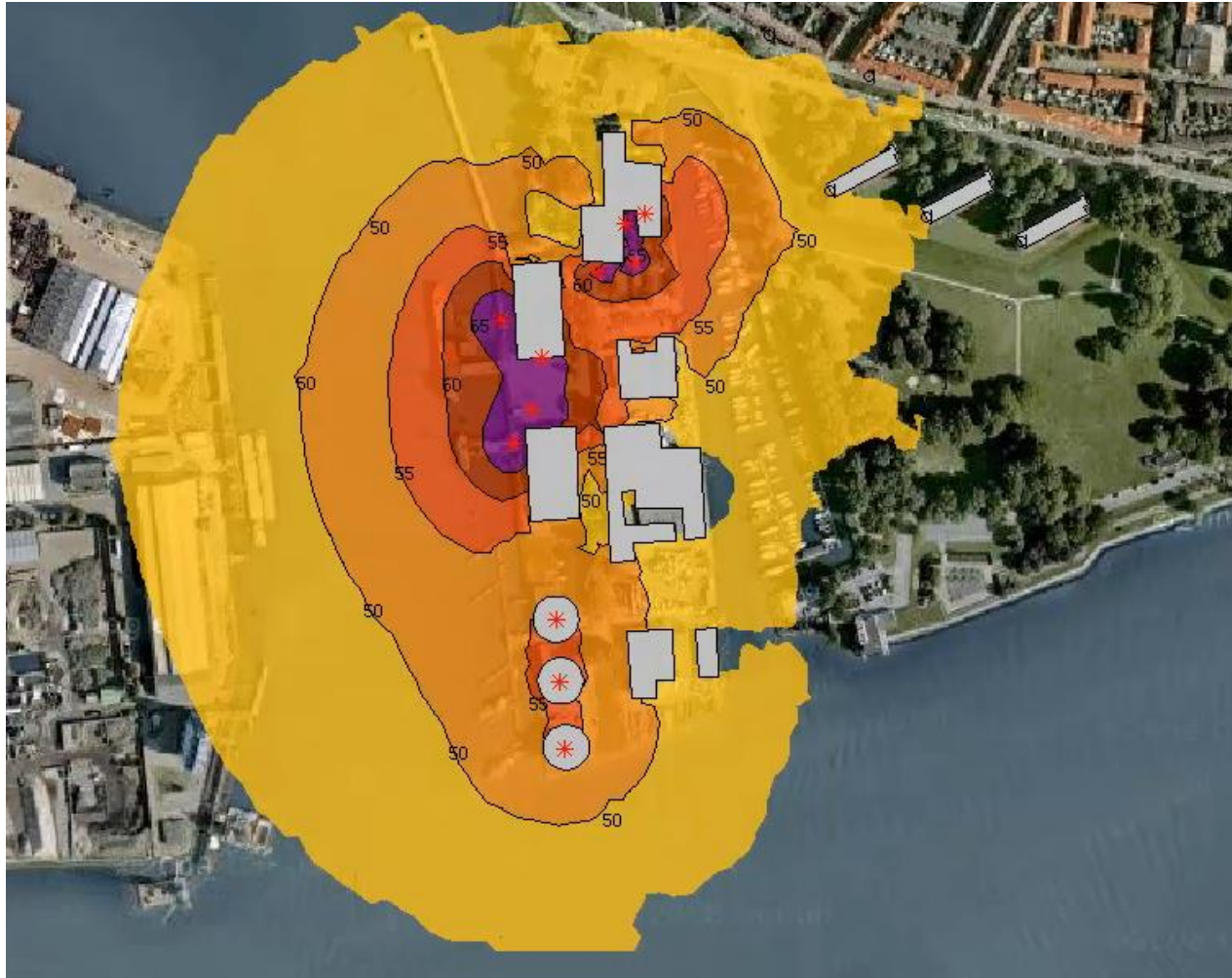


χάρτης ηχοστάθμης (πρόβλεψη)



# πρόβλεψη για ηχοπροστασία σε ανοιχτούς χώρους

παράδειγμα πρόβλεψης χάρτη θορύβου λιμανιού με δορυφορική φωτογραφία  
(copyright Bruel & Kjaer)





# ηχοπροστασία σε κλειστούς χώρους

## μέθοδοι

ενεργή ακύρωση  
θορύβου  
Active Noise  
Cancellation (ANC)

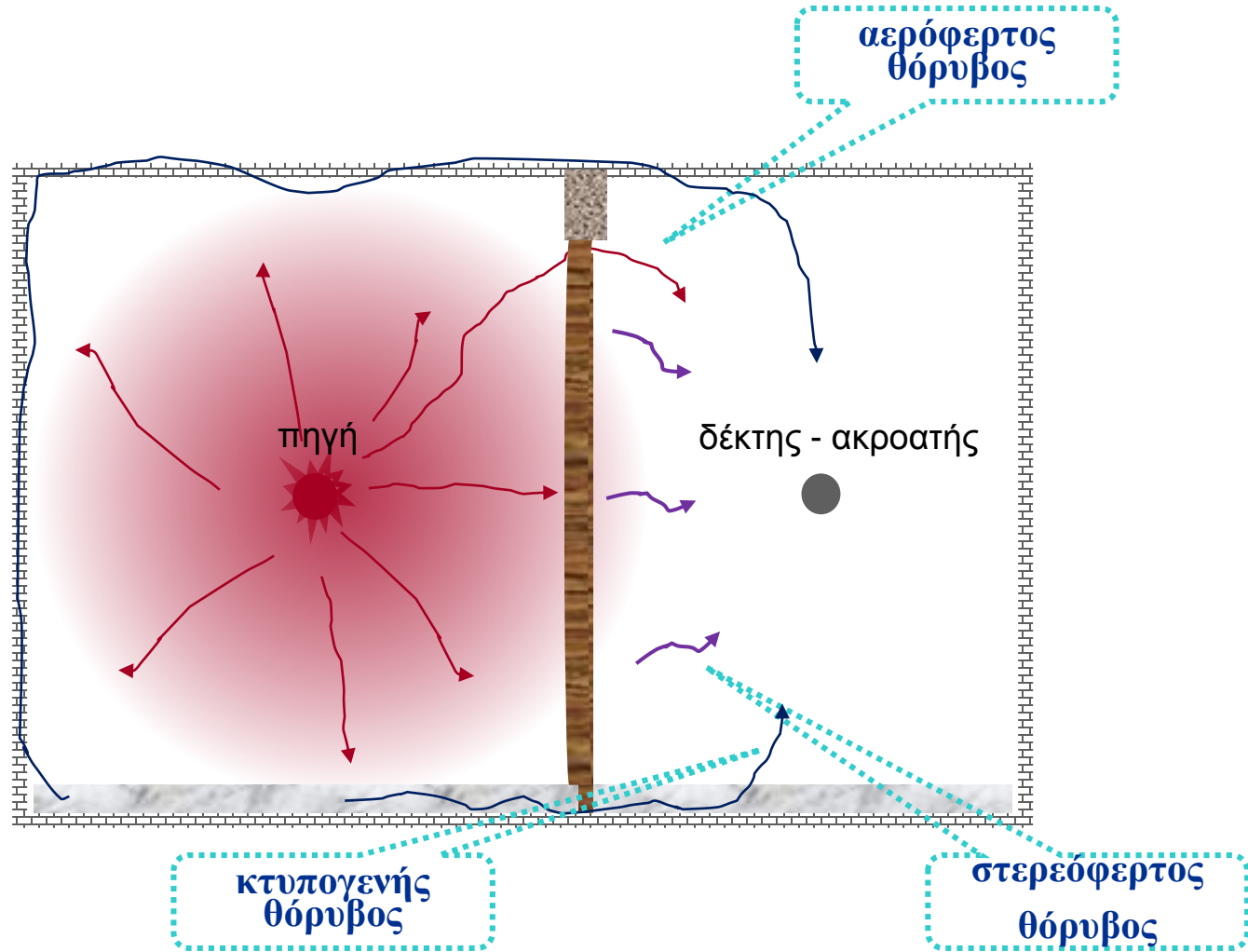
- Η/Α συστήματα ANC
- εφαρμογές ANC σε:  
ακουστικά  
αυτοκίνητα, αεροπλάνα, κλπ.  
εργοστάσια

παθητική ακύρωση  
θορύβου

- δομικά στοιχεία – υλικά
- έλεγχος στην **πηγή** ή στο **δέκτη**  
πόρτες / παράθυρα  
τοίχοι, πατώματα, οροφές  
αντικραδασμική προστασία

# διάδοση θορύβου σε κλειστούς χώρους

μηχανισμοί διάδοσης



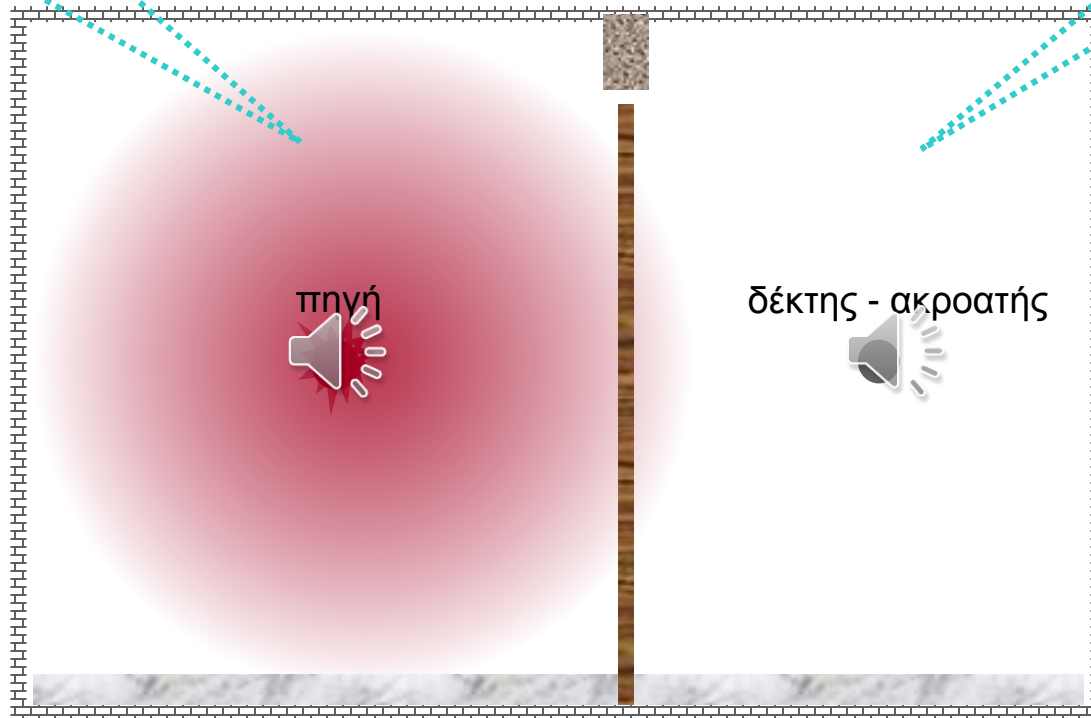
# διάδοση θορύβου σε κλειστούς χώρους

μηχανισμοί διάδοσης

δείκτης ηχομείωσης,  $R$  (dB)

χώρος εκπομπής

χώρος λήψης



$$L_{P_2} = L_{P_1} - R + 10 \log \frac{S_W}{A_2}$$

# ηχομείωση από δόμηση / υλικά

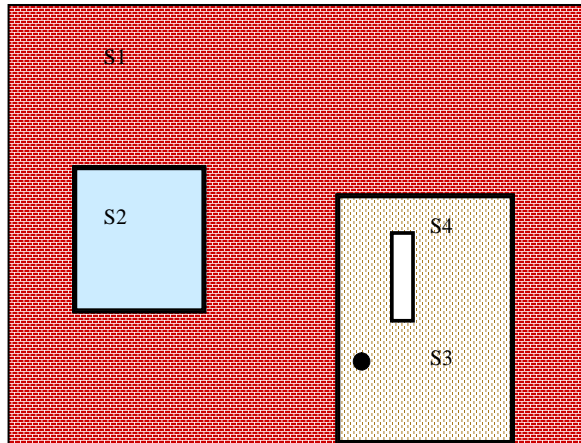
## μηχανισμοί ηχομόνωσης

συντελεστής διάδοσης

$$\tau = \frac{w_\tau}{w_i} = \frac{I_\tau}{I_i}$$

δείκτης ηχομείωσης

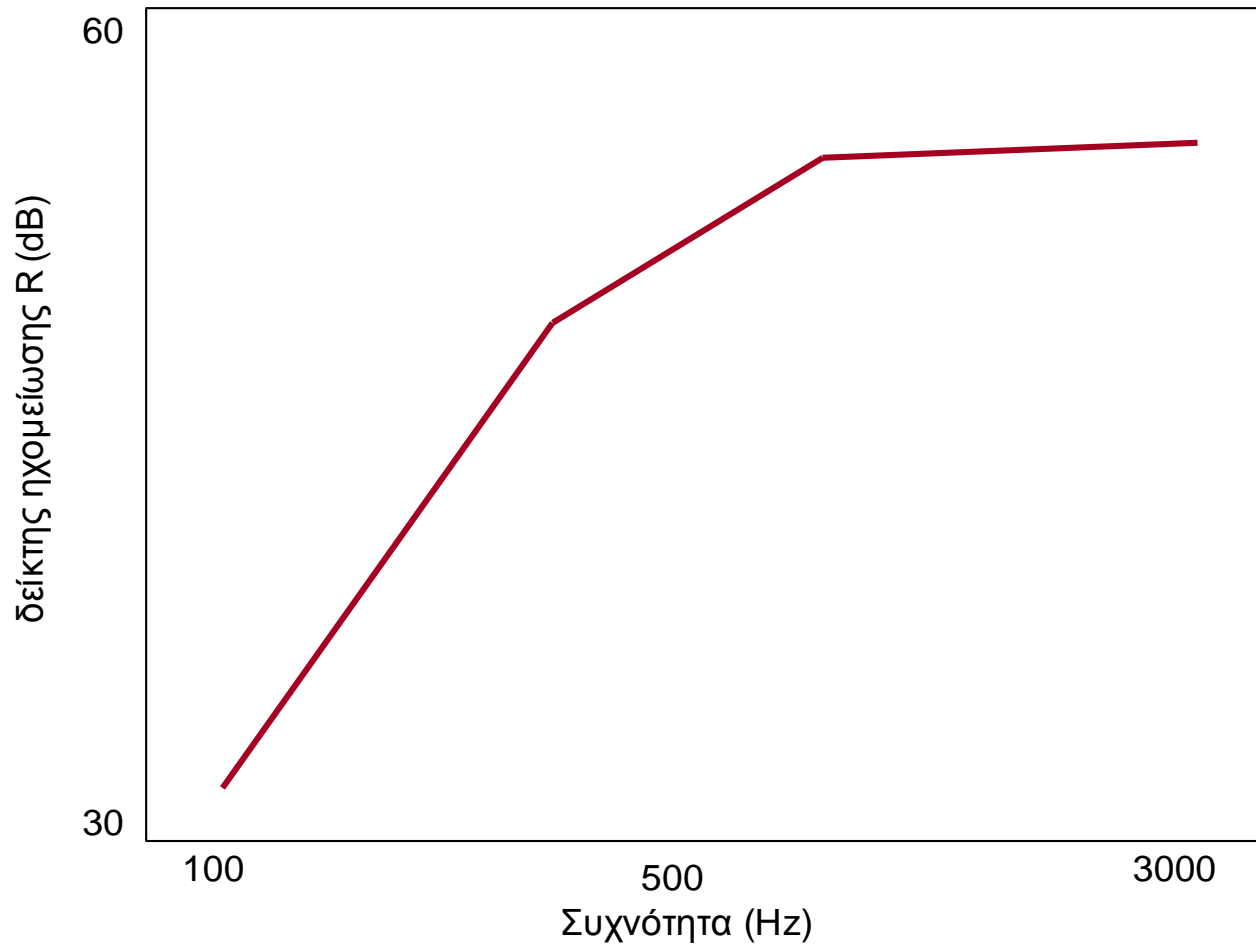
$$R = 10 \log \frac{1}{\tau}$$



$$\bar{\tau} = \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \tau_3 S_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}$$

# ηχομείωση από δόμηση / υλικά

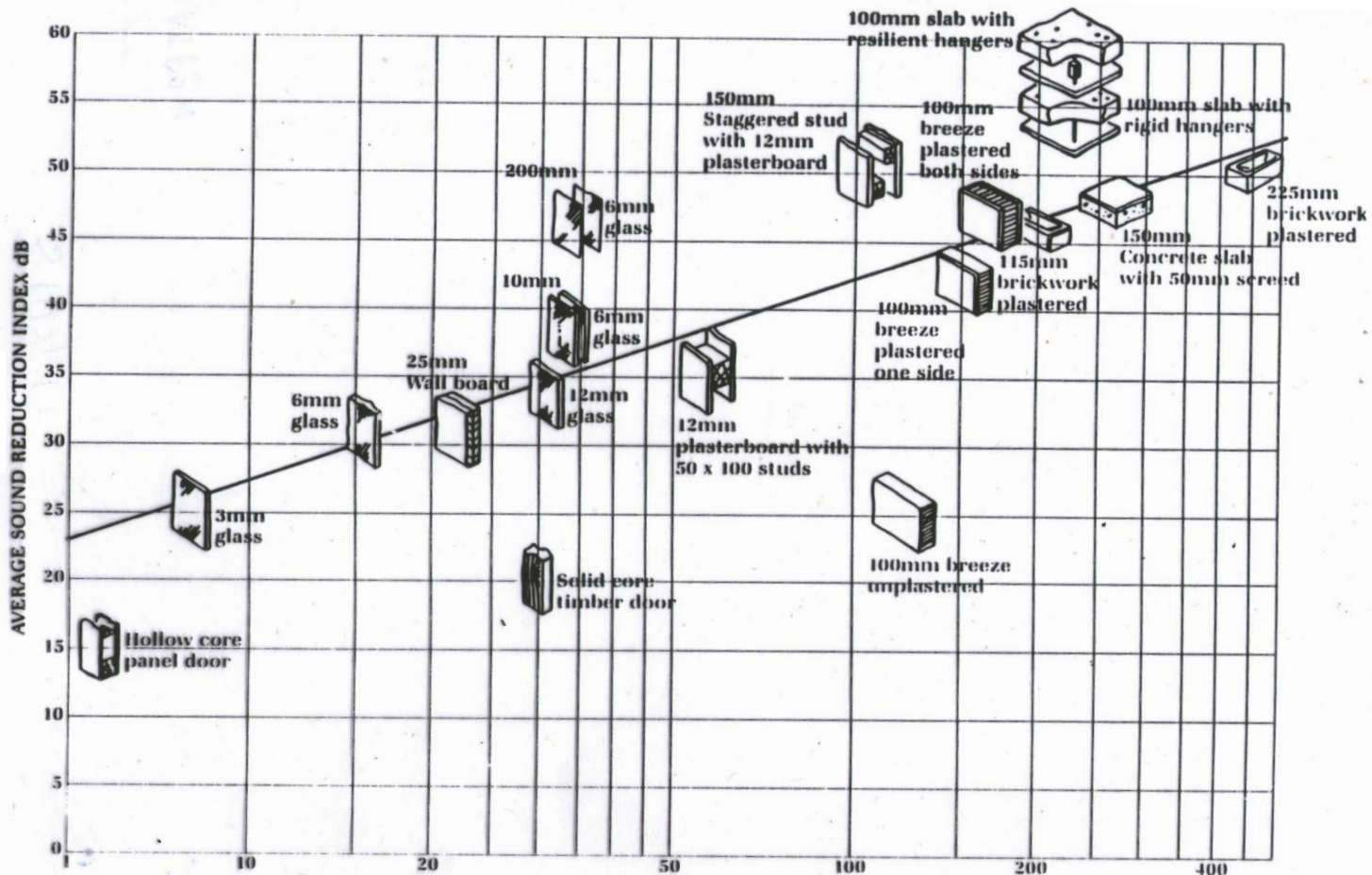
μηχανισμοί ηχομόνωσης  
κατάταξη ηχομείωσης – σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης  $R_w$



# ηχομείωση από δόμηση / υλικά

## μηχανισμοί ηχομόνωσης

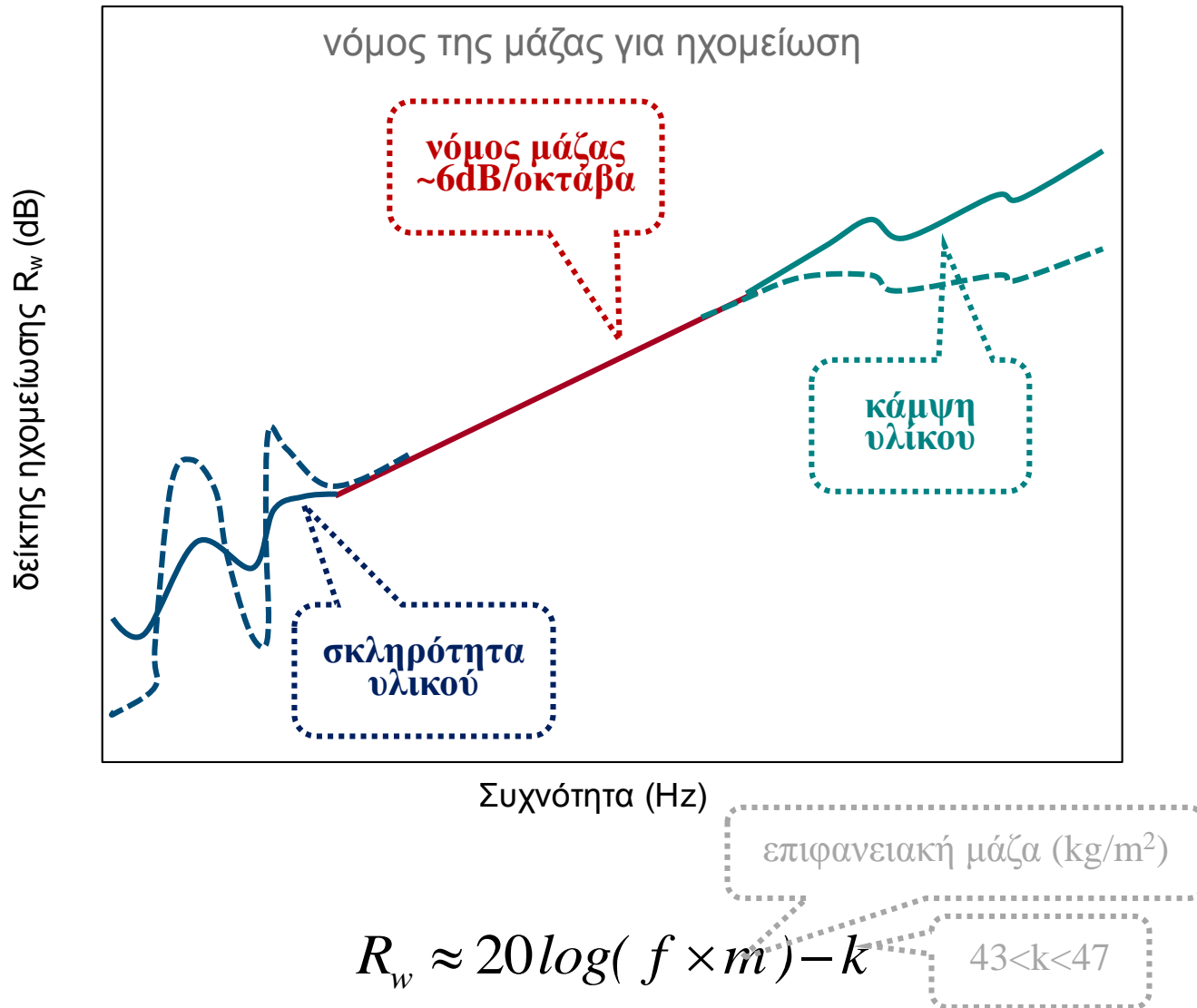
$R_w$  (dB)



Επιφανειακή μάζα ( $\text{kg/m}^2$ )

# ηχομείωση από δόμηση / υλικά

## μηχανισμοί ηχομόνωσης



# ηχομείωση από δόμηση / υλικά

## μηχανισμοί ηχομόνωσης

νόμος της μάζας για ηχομείωση

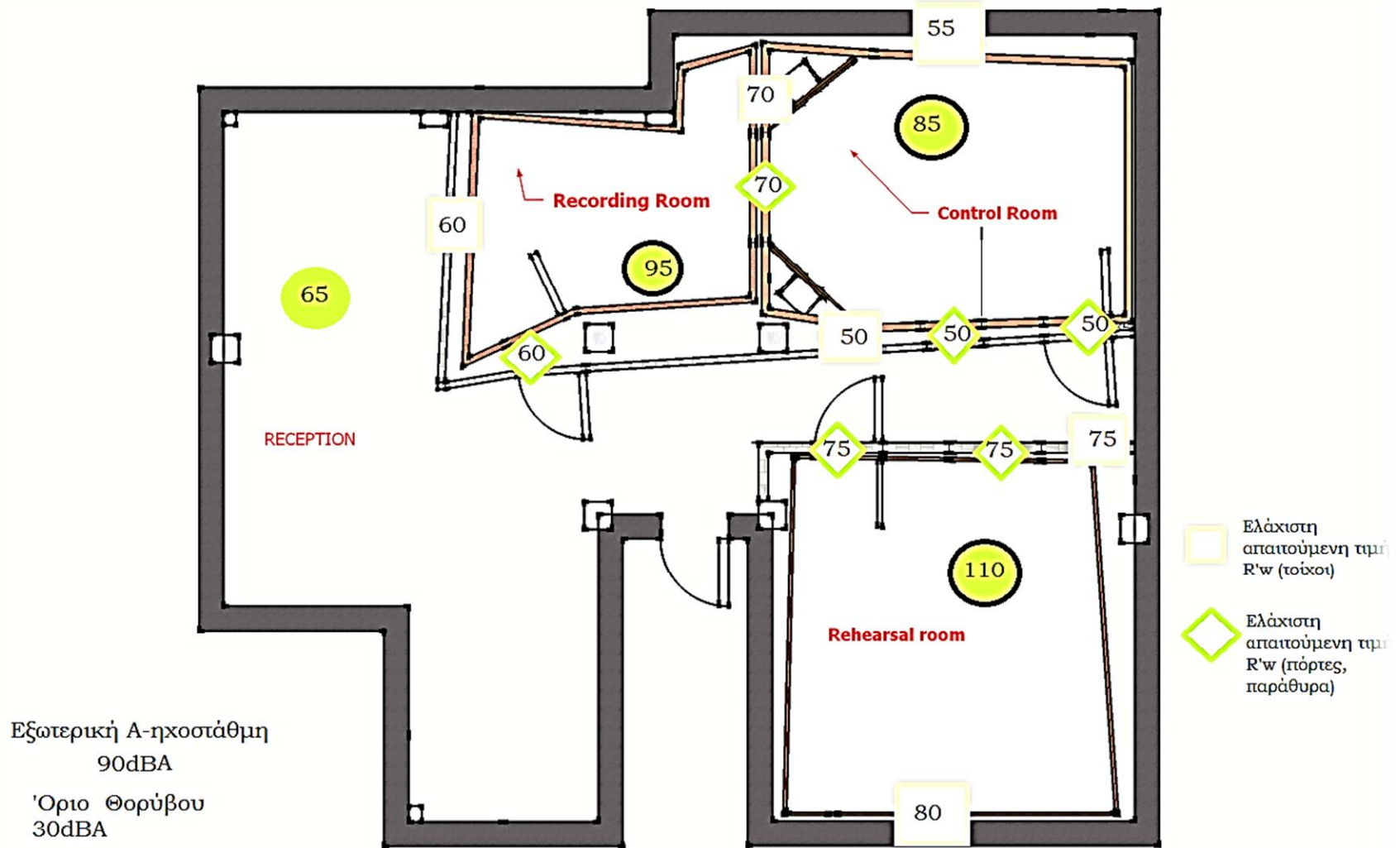
$$R_w \approx 20 \log( f \times m ) - k$$

- για  $f$  σταθερό:  $R_w$  αυξάνει κατά 6 dB για 2-πλασιασμό της επιφανειακής μάζας
- για  $m$  σταθερό:  $R_w$  αυξάνει κατά 6 dB για 2-πλασιασμό της συχνότητας
- ο νόμος δεν ισχύει για όλη την περιοχή συχνοτήτων



# ηχομόνωση για κλειστούς χώρους

## μηχανισμοί ηχομόνωσης



# ηχομόνωση για κλειστούς χώρους

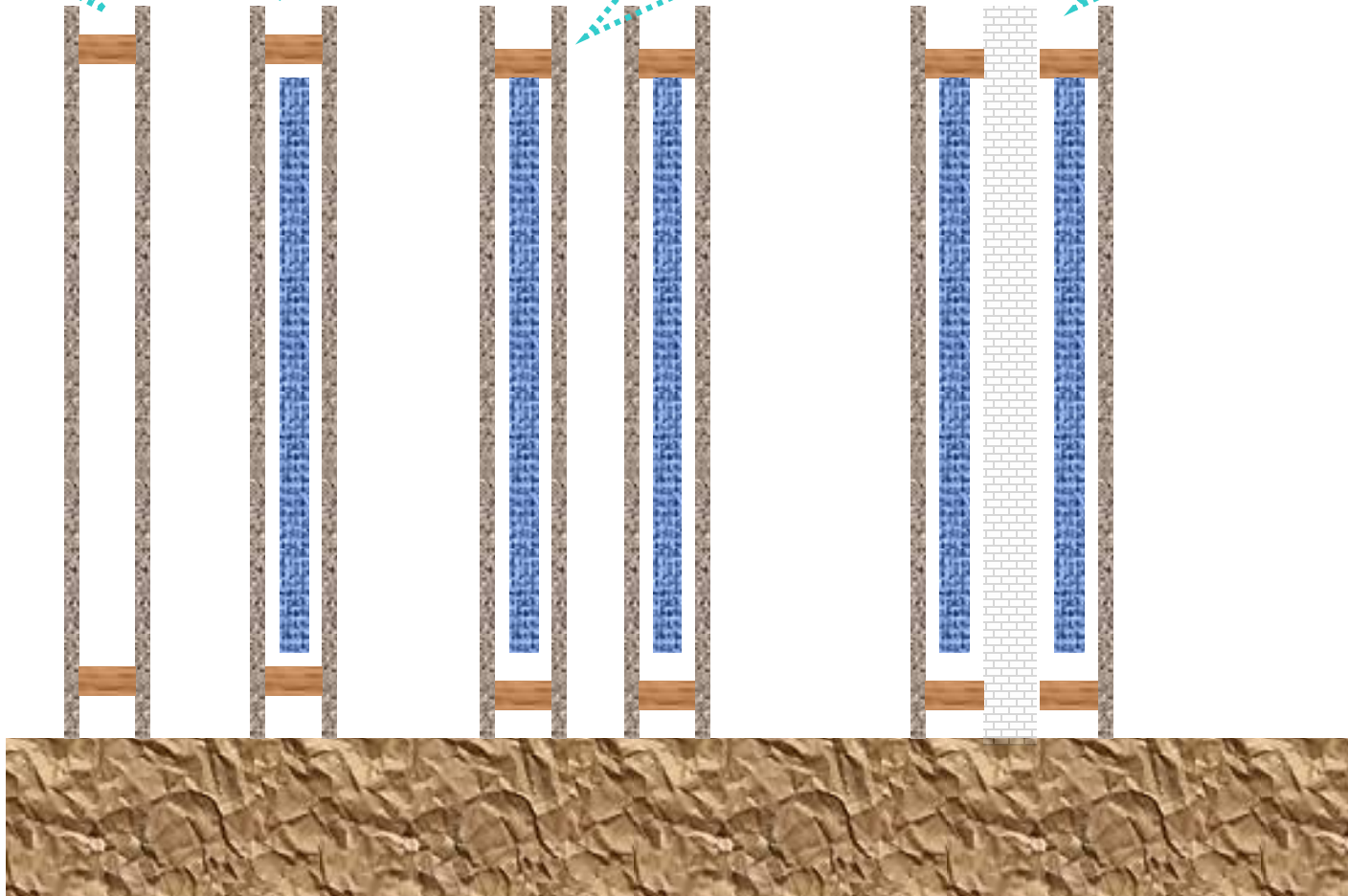
μηχανισμοί ηχομόνωσης

ηχομείωση  
 $R_w \approx 33 \text{ dB}$

ηχομείωση  
 $R_w \approx 36 \text{ dB}$

ηχομείωση  
 $R_w \approx 40 \text{ dB}$

ηχομείωση  
 $R_w \approx 60 \text{ dB}$

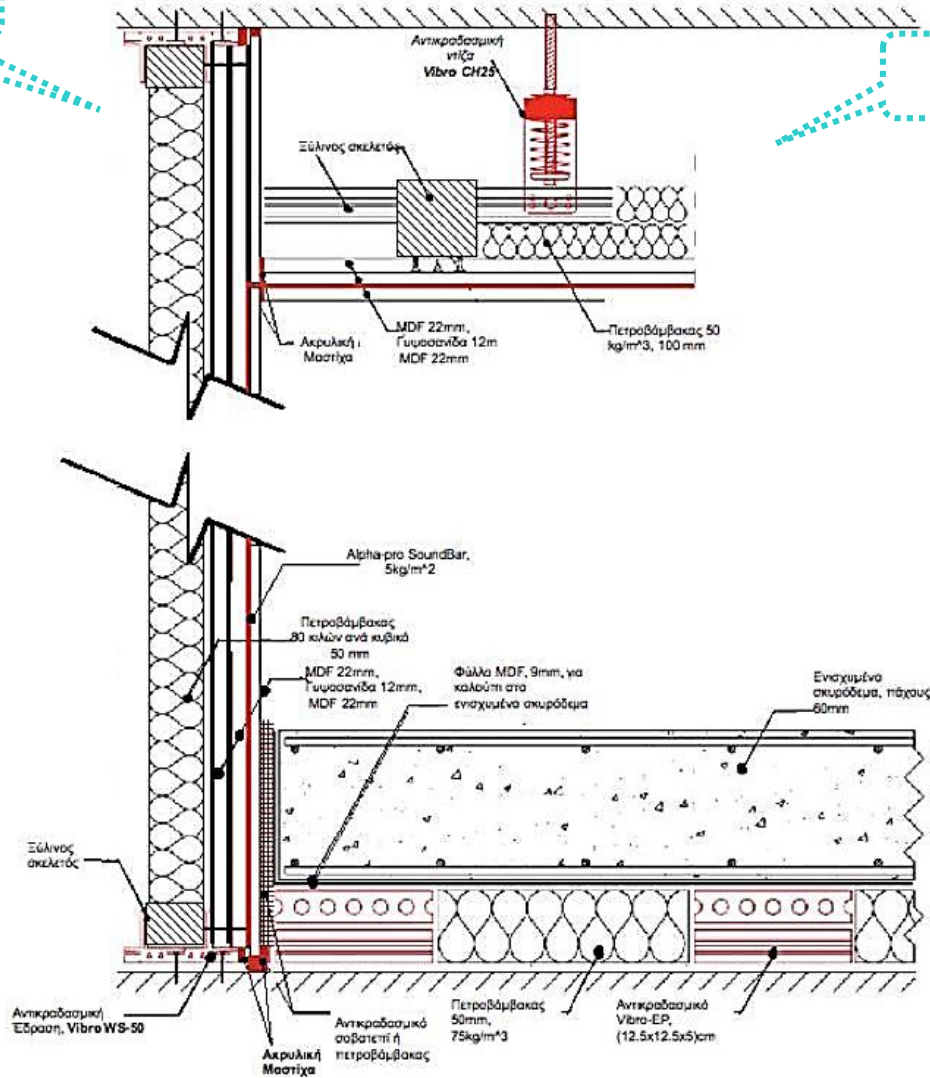


# ηχομόνωση για κλειστούς χώρους

## μηχανισμοί ηχομόνωσης

τοιχος

ψευδοροφή

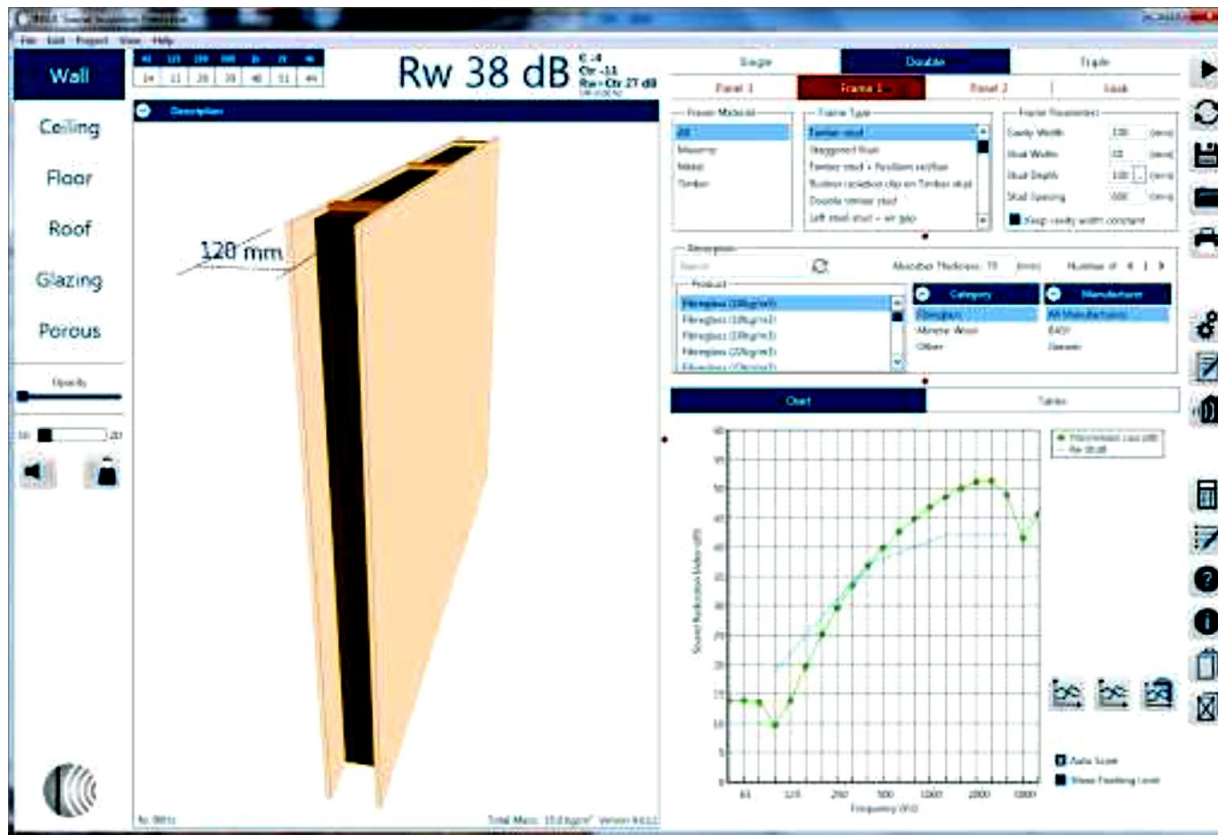


πάτωμα

# ηχομόνωση για κλειστούς χώρους

λογισμικά υπολογισμού ηχομόνωσης

**INSUL - predicting sound insulation**  
(<http://www.insul.co.nz/>)

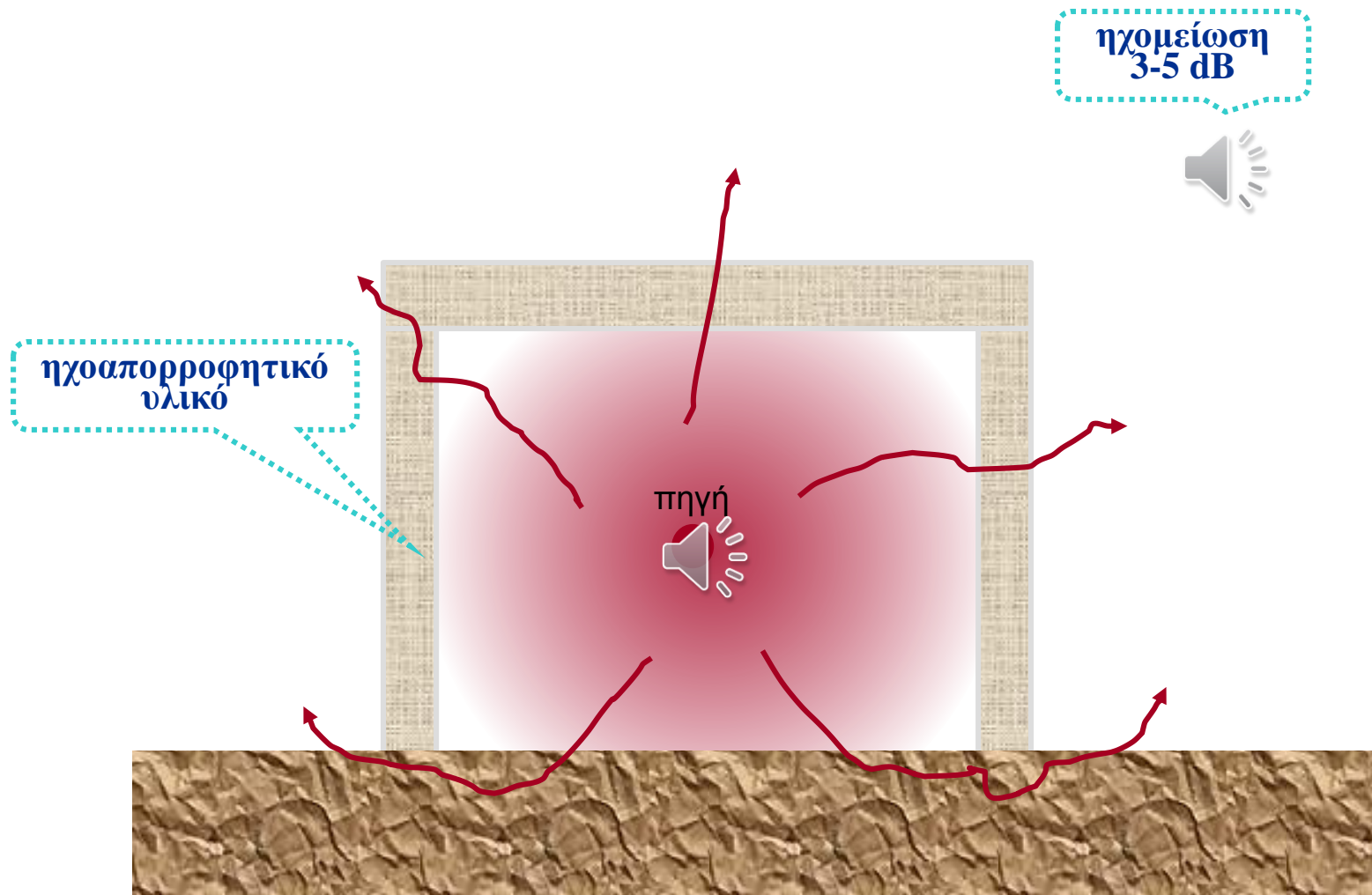


**ACOEM dB Inside**  
(<https://www.acoem.com/db-inside/>)

**SONarchitect ISO**  
(<https://www.sonarchitect.asia>)

# ηχομόνωση θορύβου

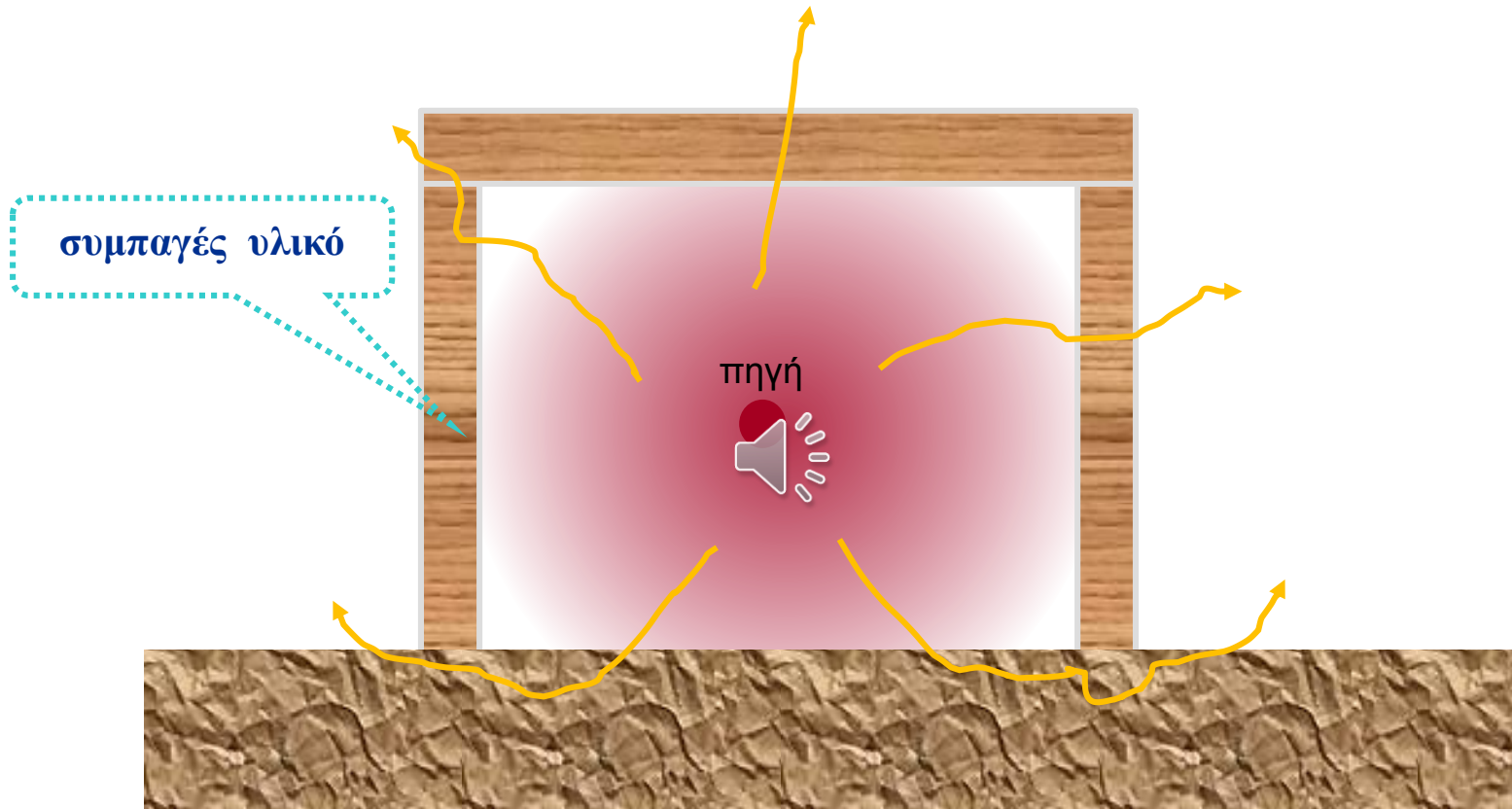
## μηχανισμοί ηχομόνωσης



# ηχομόνωση πηγών θορύβου

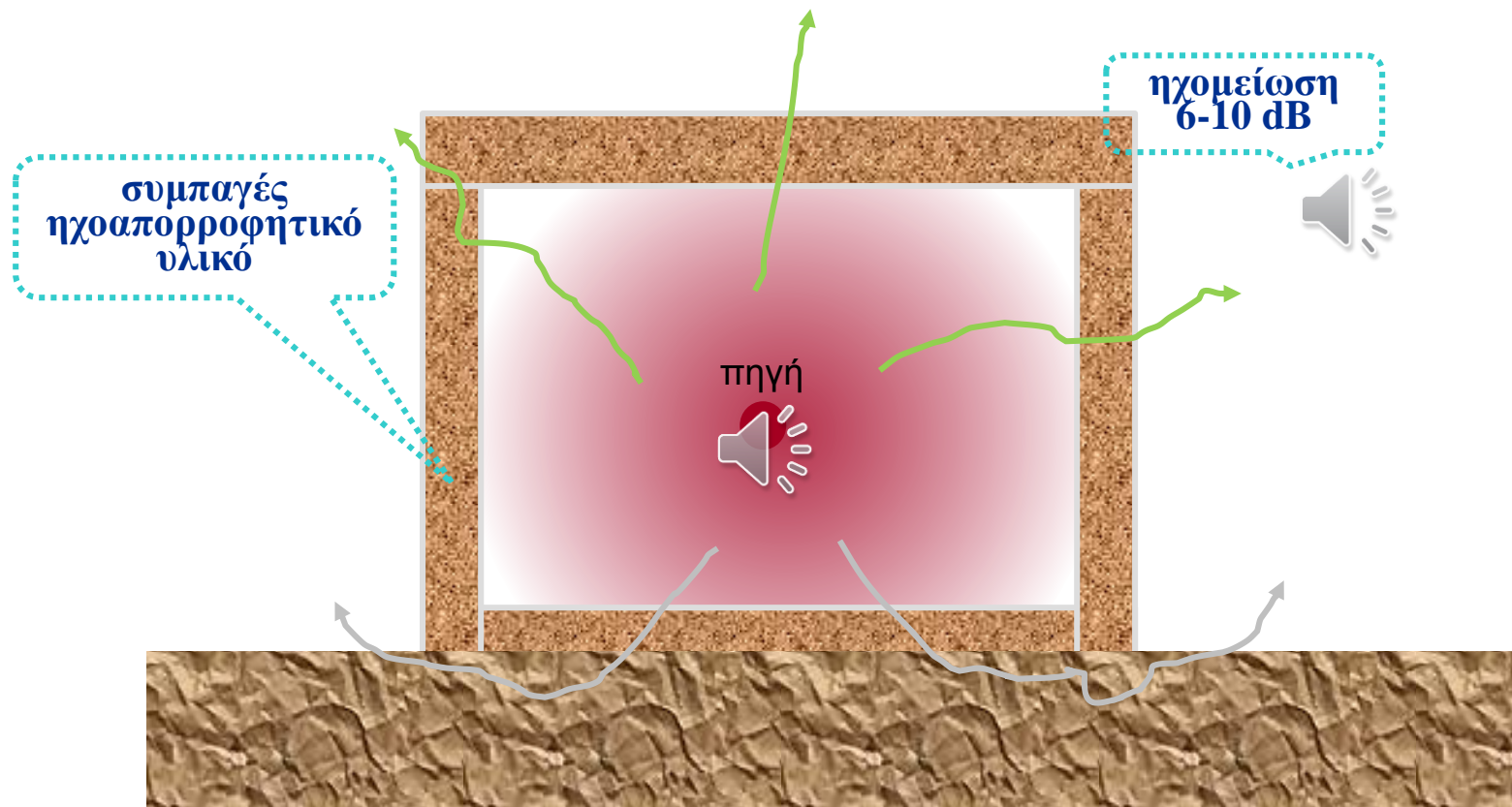
μηχανισμοί ηχομόνωσης

ηχομείωση  
3-10 dB



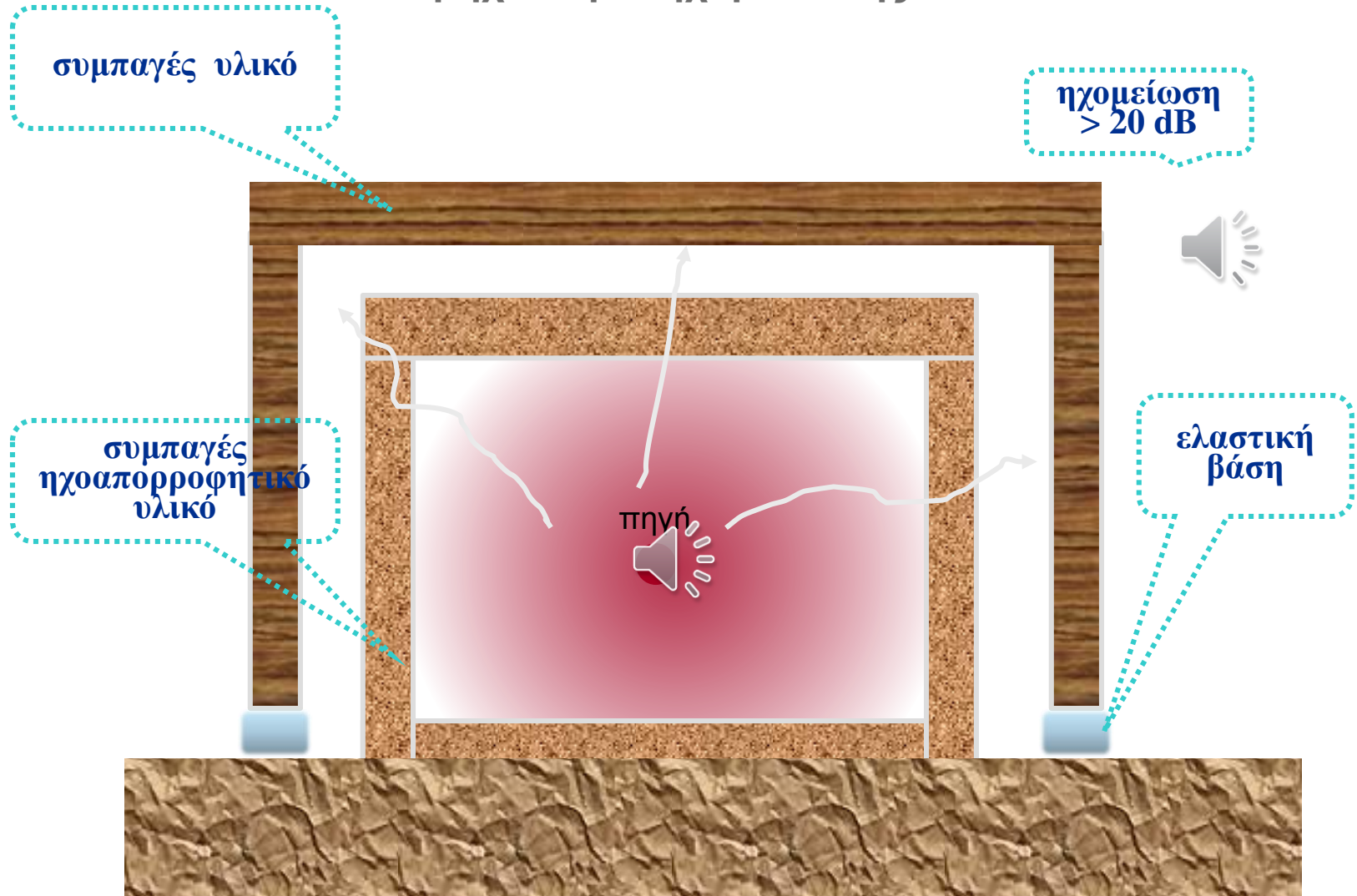
# ηχομόνωση πηγών θορύβου

## μηχανισμοί ηχομόνωσης



# ηχομόνωση θορύβου

## μηχανισμοί ηχομόνωσης





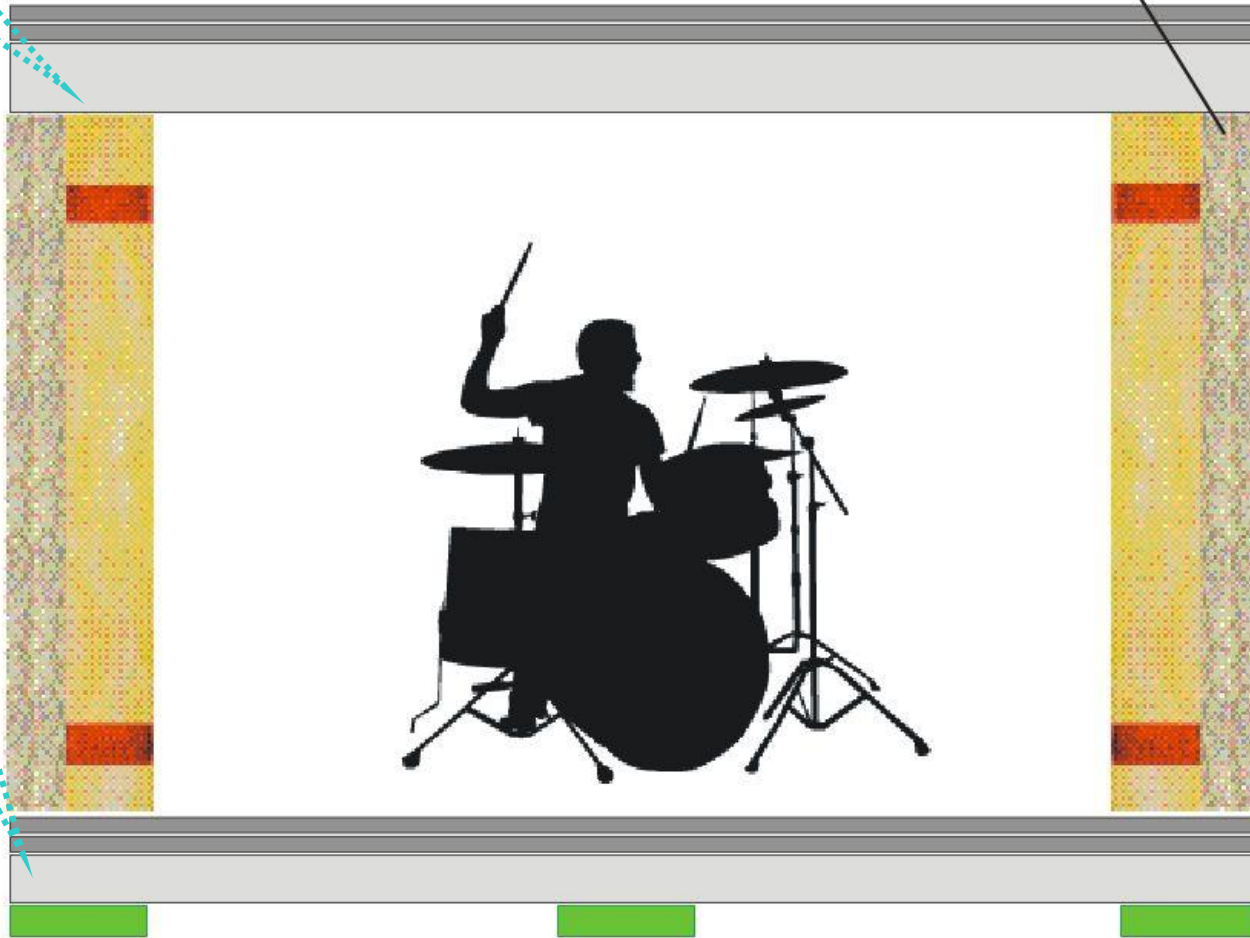
# ηχομόνωση πηγών θορύβου

μηχανισμοί ηχομόνωσης

ψευδοροφή

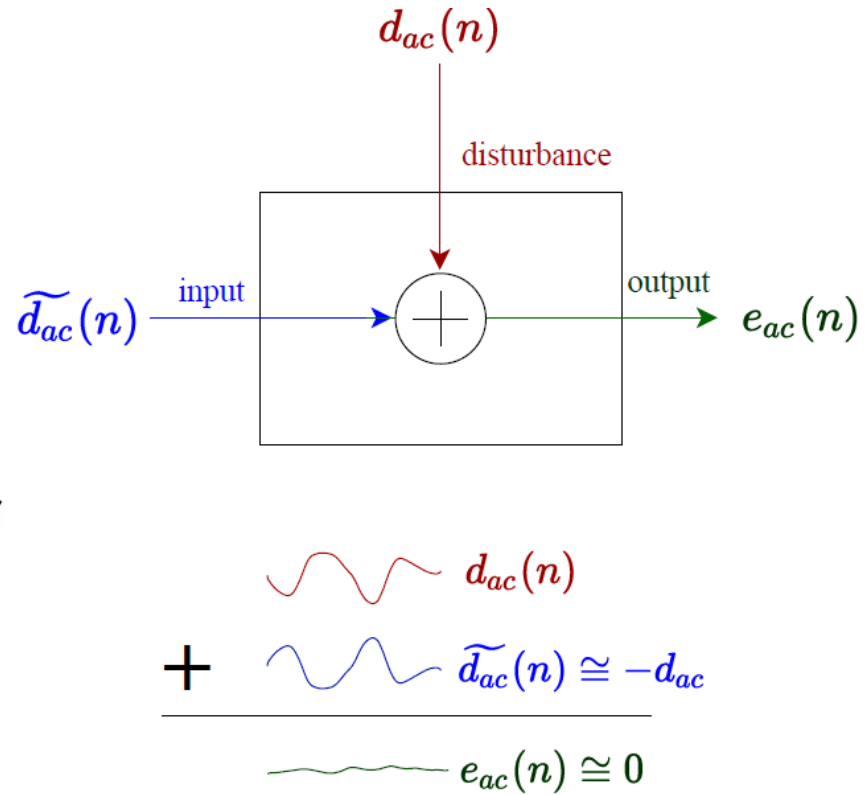
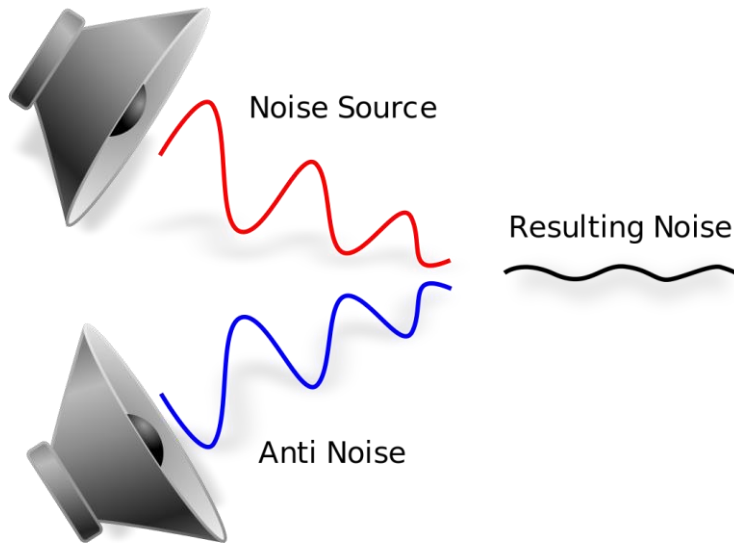
διπλή γυψοσανίδα

πλωτό δάπεδο



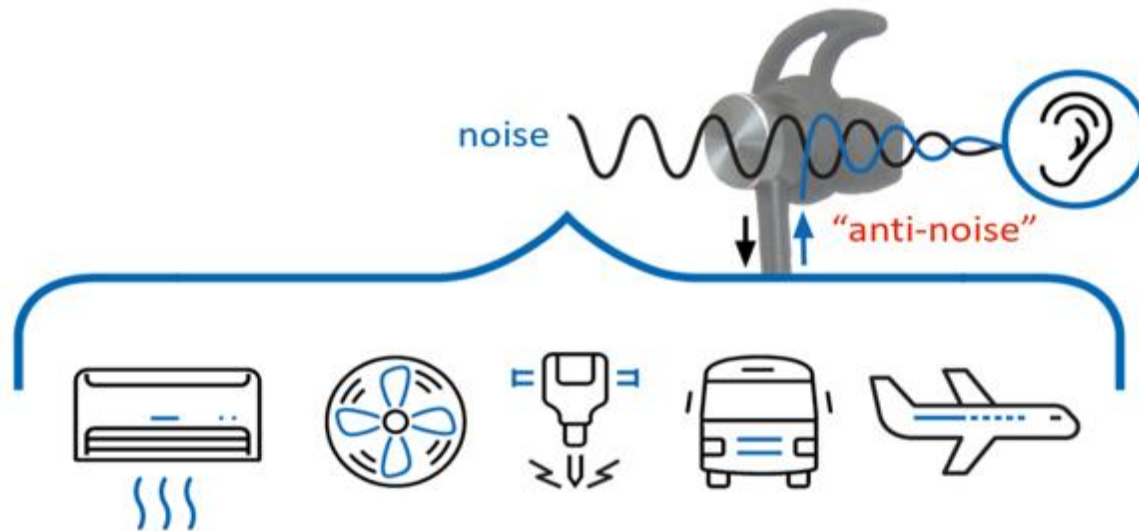
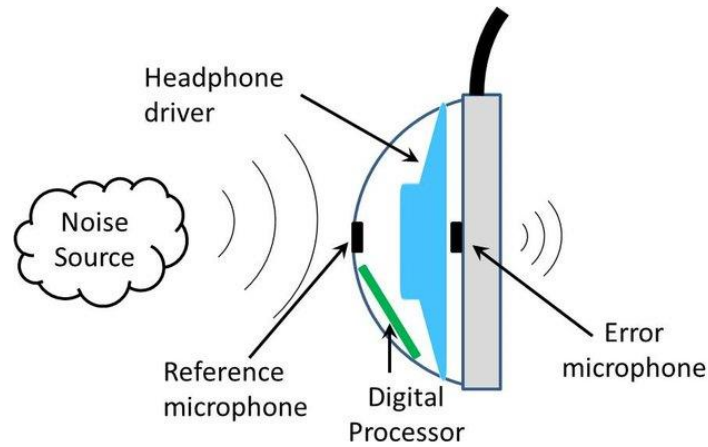
# ενεργή ακύρωση θορύβου

## γενική αρχή λειτουργίας ANC



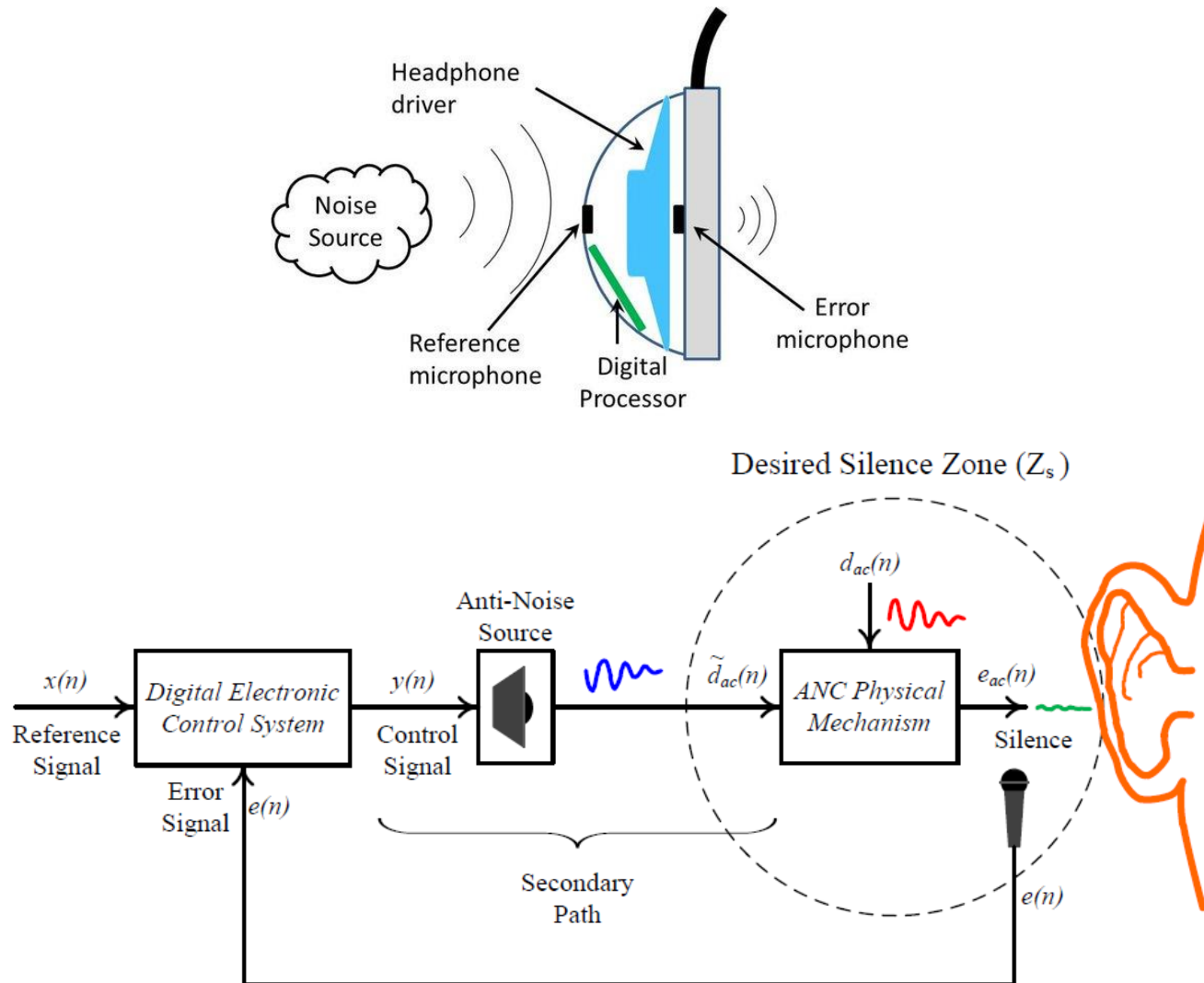
# ενεργή ακύρωση θορύβου

## συστήματα ατομικής ακρόασης με ANC



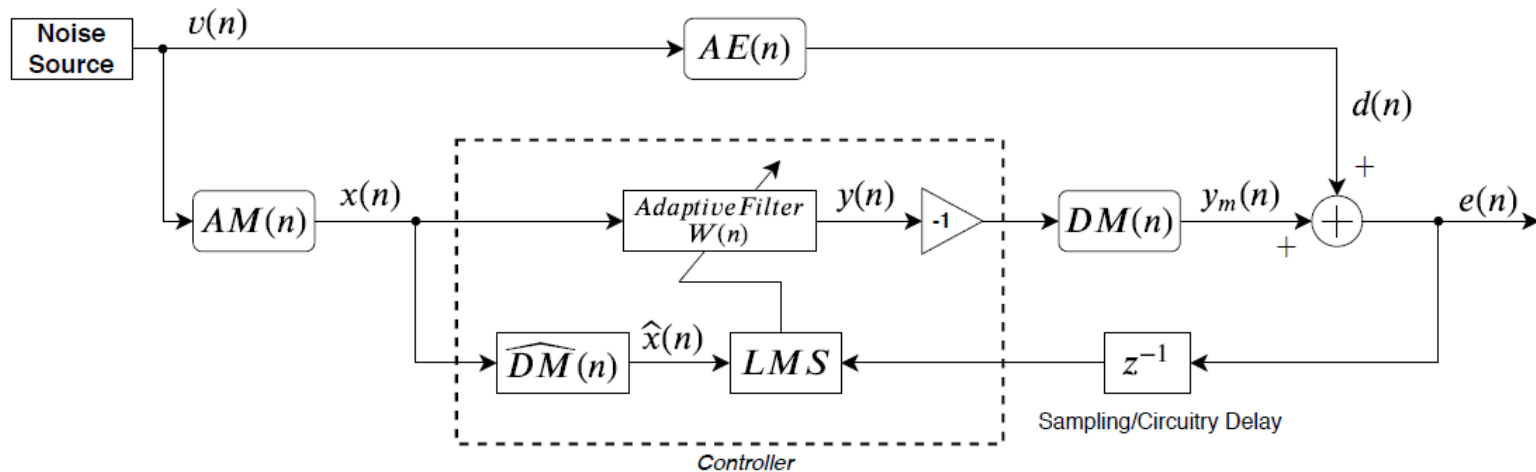
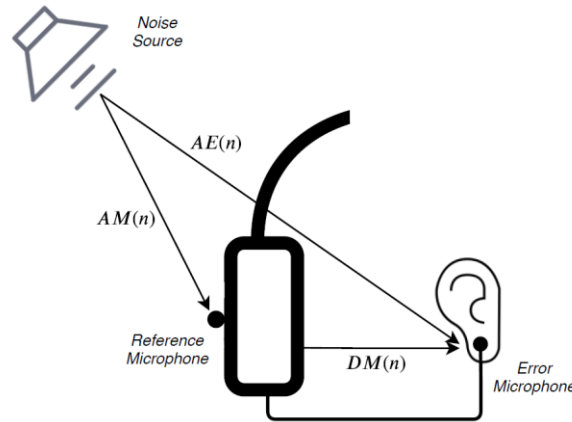
# ενεργή ακύρωση θορύβου

## συστήματα ατομικής ακρόασης με ANC



# ενεργή ακύρωση θορύβου

## συστήματα ατομικής ακρόασης με ANC

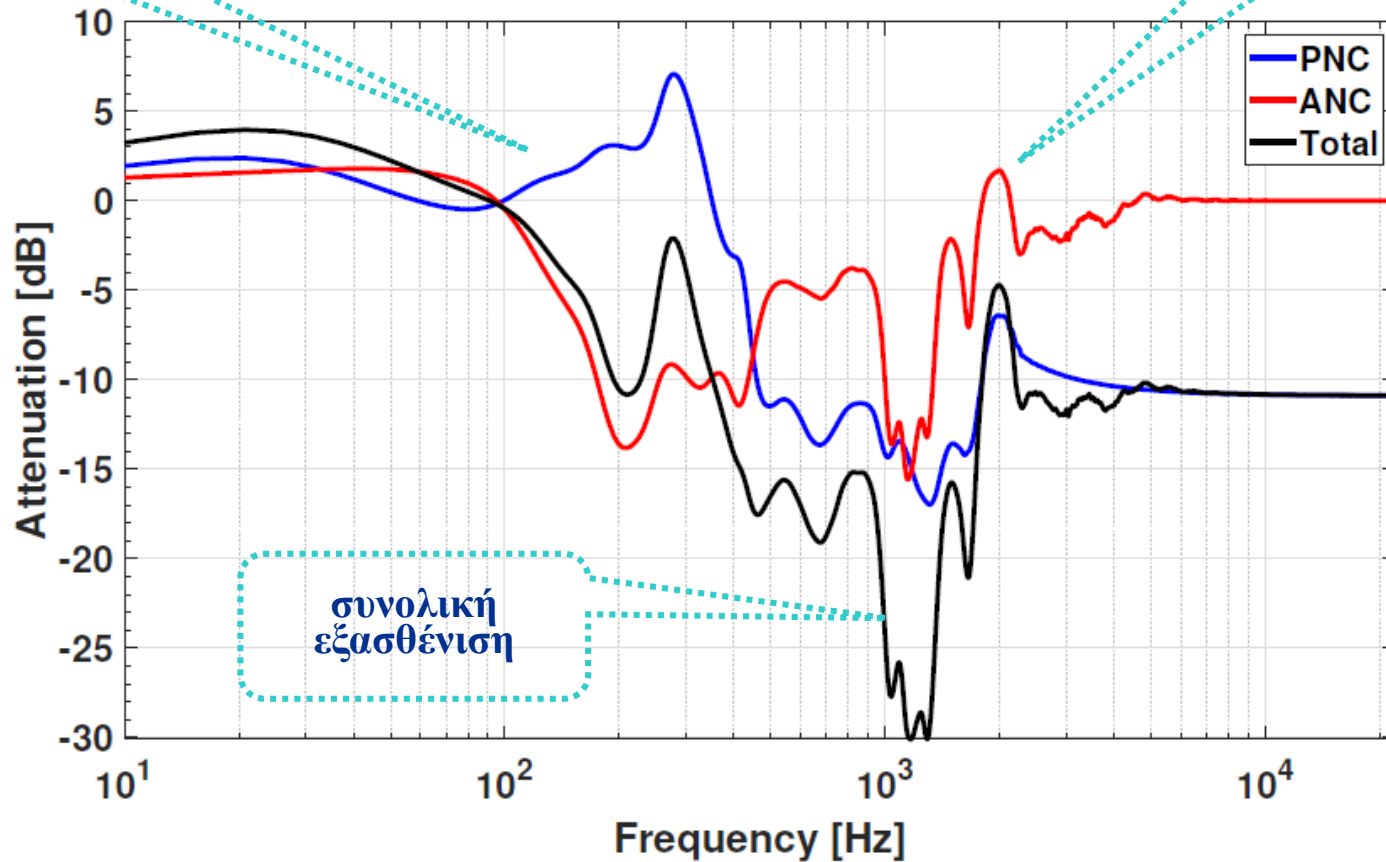


# ενεργή ακύρωση θορύβου

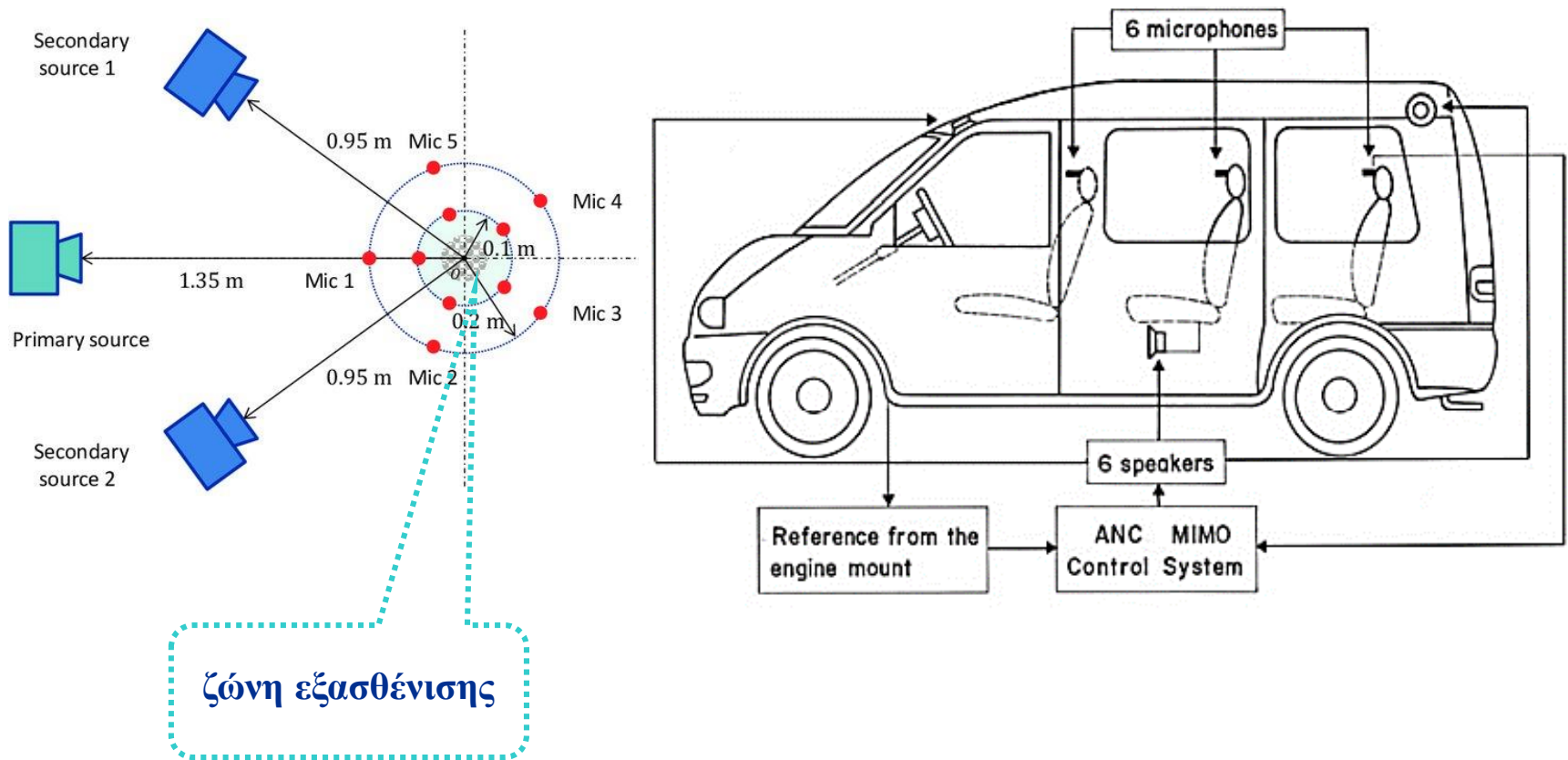
συστήματα ατομικής ακρόασης με ANC

παθητική  
εξασθένιση

ενεργή  
εξασθένιση



## συστήματα ακρόασης σε χώρους και οχήματα με ANC



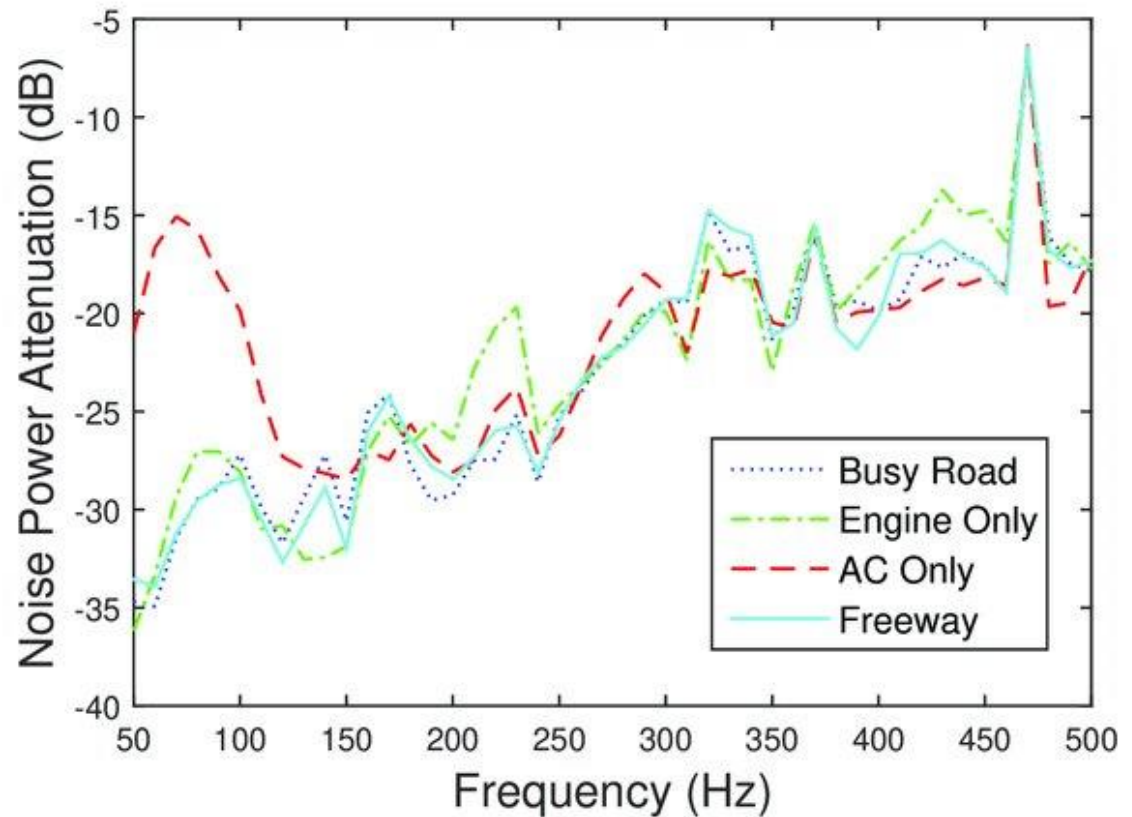
# ενεργή ακύρωση θορύβου

συστήματα ακρόασης σε χώρους και οχήματα με ANC

32-καναλο  
σφαιρικό  
μικρόφωνο



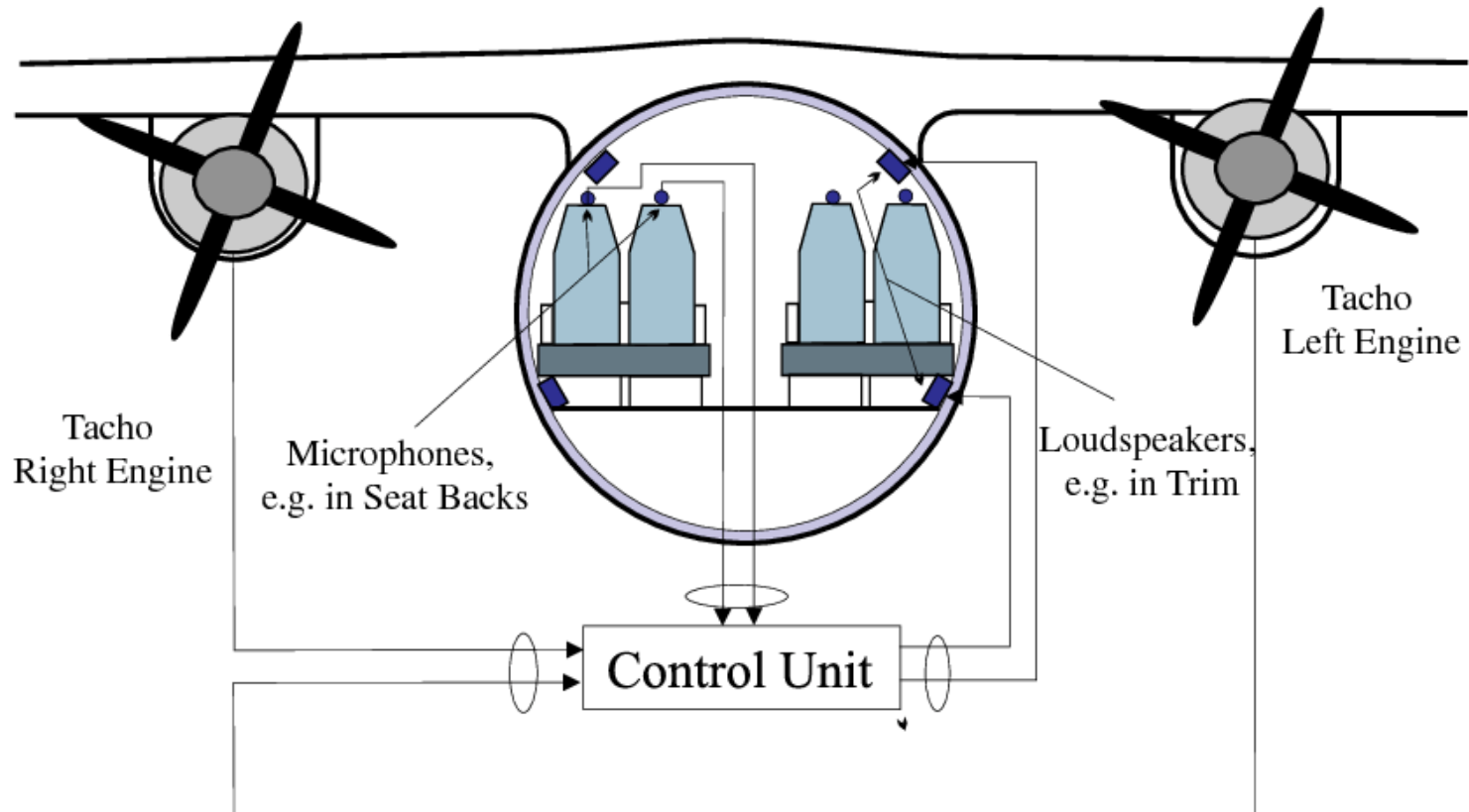
αμφιωτικά  
μικρόφωνα





# ενεργή ακύρωση θορύβου

συστήματα ακρόασης σε χώρους και οχήματα με ANC







**ομάδα τεχνολογίας ήχου & ακουστικής**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΣΥΡΜΑΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

*<http://www.wcl.ece.upatras.gr/AudioGroup/>*