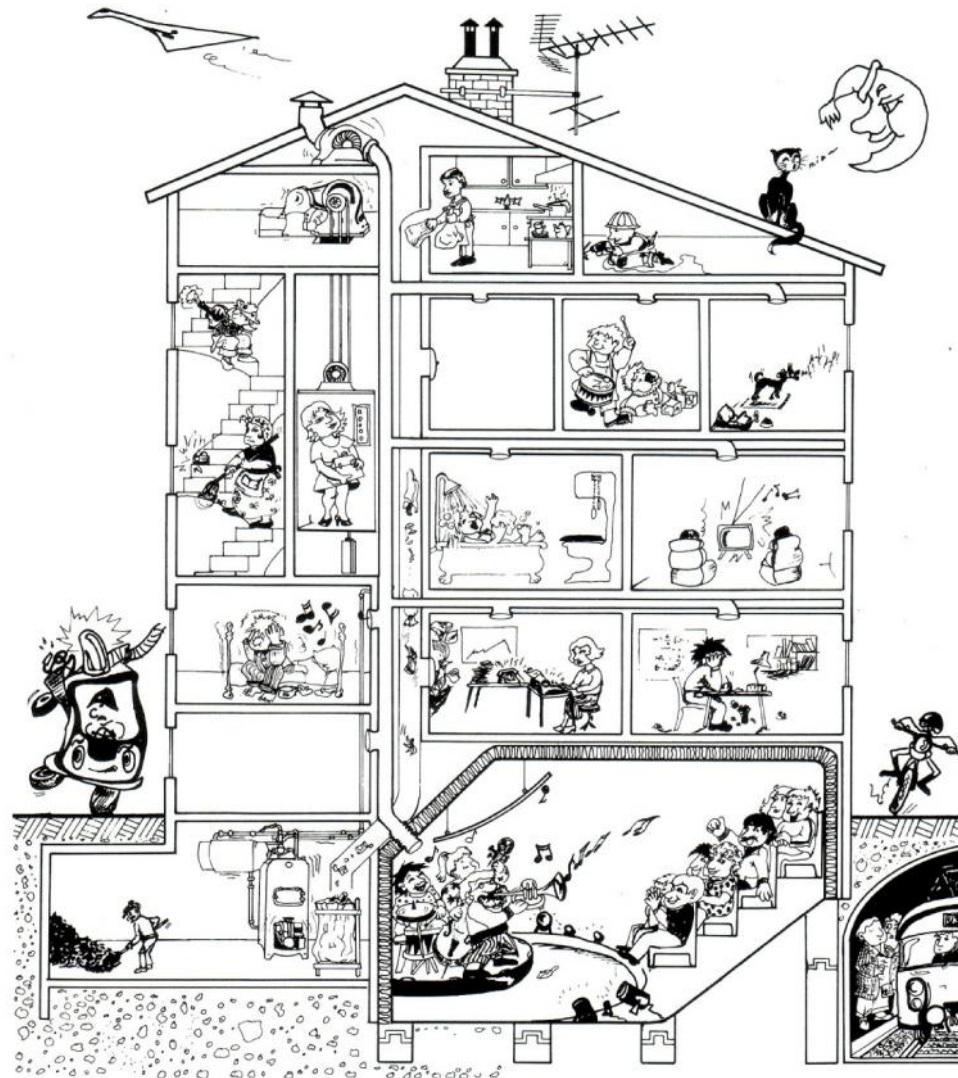


Ημερίδα «Παθολογία Κτιρίων»

Δυνατότητες ηχομόνωσης στην οικοδομή

Dr. Gottfried Schubert
Σύμβουλος Ακουστικής
Απόλλωνος 22 και Βαΐων 1
15351 Κάντζα Παλλήνης
schubert.athens@gmail.com



Τι είναι ήχος;

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>)

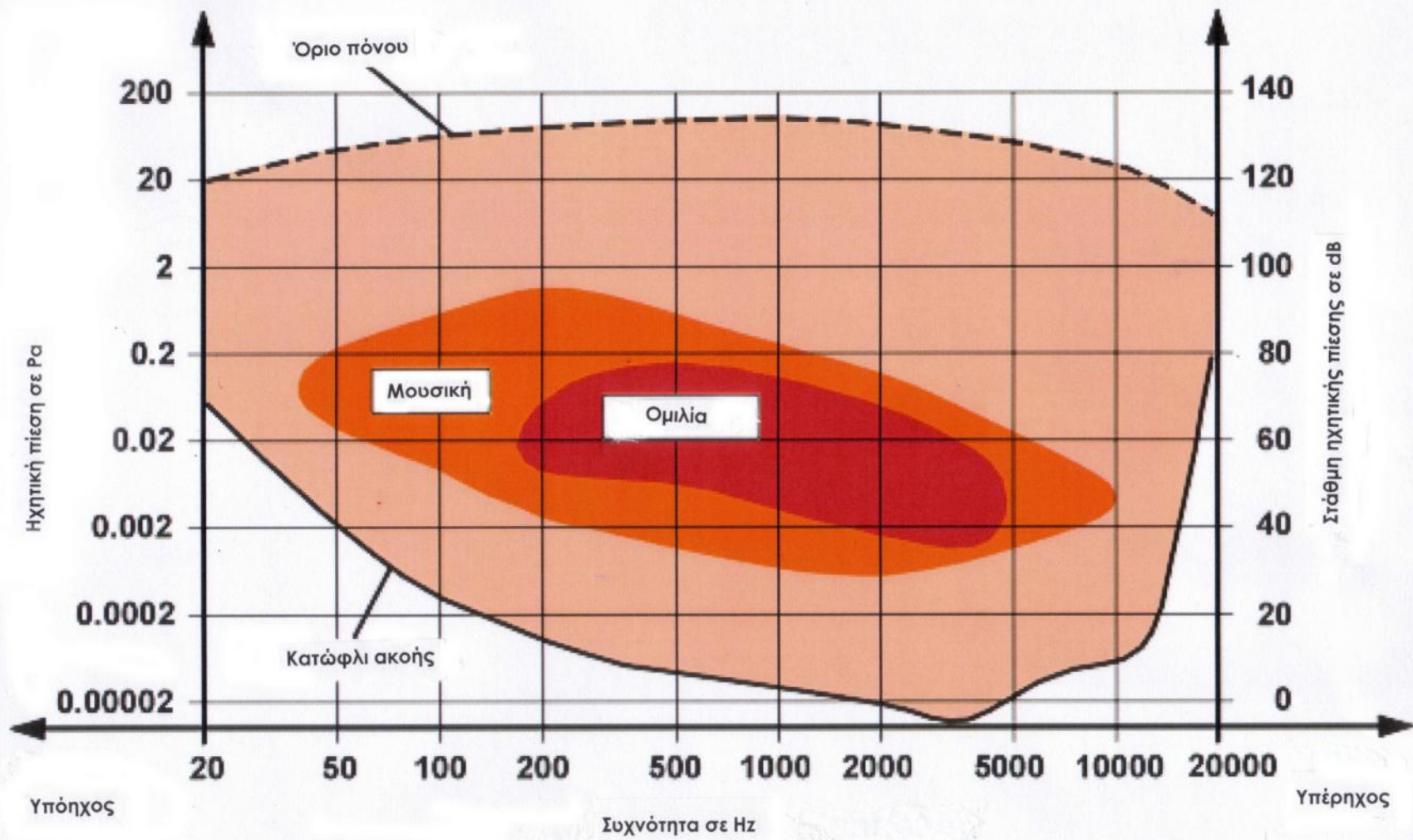
Ο ήχος είναι η αίσθηση που προκαλείται λόγω της διέγερσης των αισθητηρίων οργάνων της ακοής από μεταβολές πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτές οι μεταβολές διαδίδονται με τη μορφή ηχητικών κυμάτων.

Ως ηχοστάθμη ορίζεται η σχέση

$$L_p = 10 \log (p^2_{RMS}/p^2_0)$$

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

Η μονάδα της ηχοστάθμης είναι το dB.



Μέτρηση της αερόφερτης ηχομόνωσης

EN ISO 16283-1

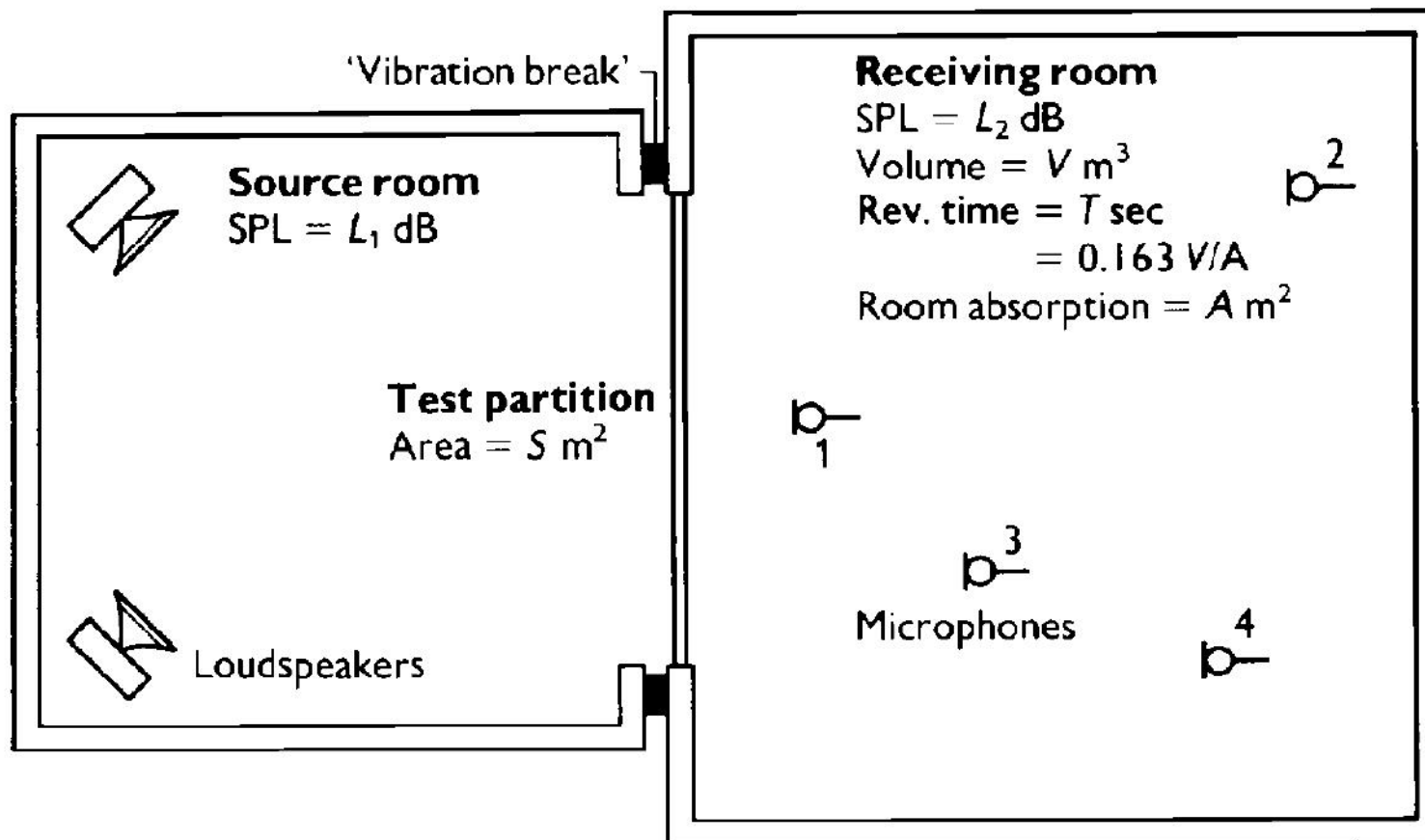
Acoustics -- Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 1: Airborne sound insulation

EN ISO 717-1

Acoustics —Rating of sound insulation in buildings and of building elements —
Part 1: Airborne sound insulation

$$R'(f) = L_1(f) - L_2(f) + 10 \log[S/A] \rightarrow R'_w$$

Σταθμισμένος φαινόμενος
δείκτης ηχομείωσης



Μέτρηση της κτυπογενούς ηχομόνωσης

EN ISO 16283-2

Acoustics -- Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2: Impact sound insulation

EN ISO 717-2

Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements — Part 2: Impact sound insulation

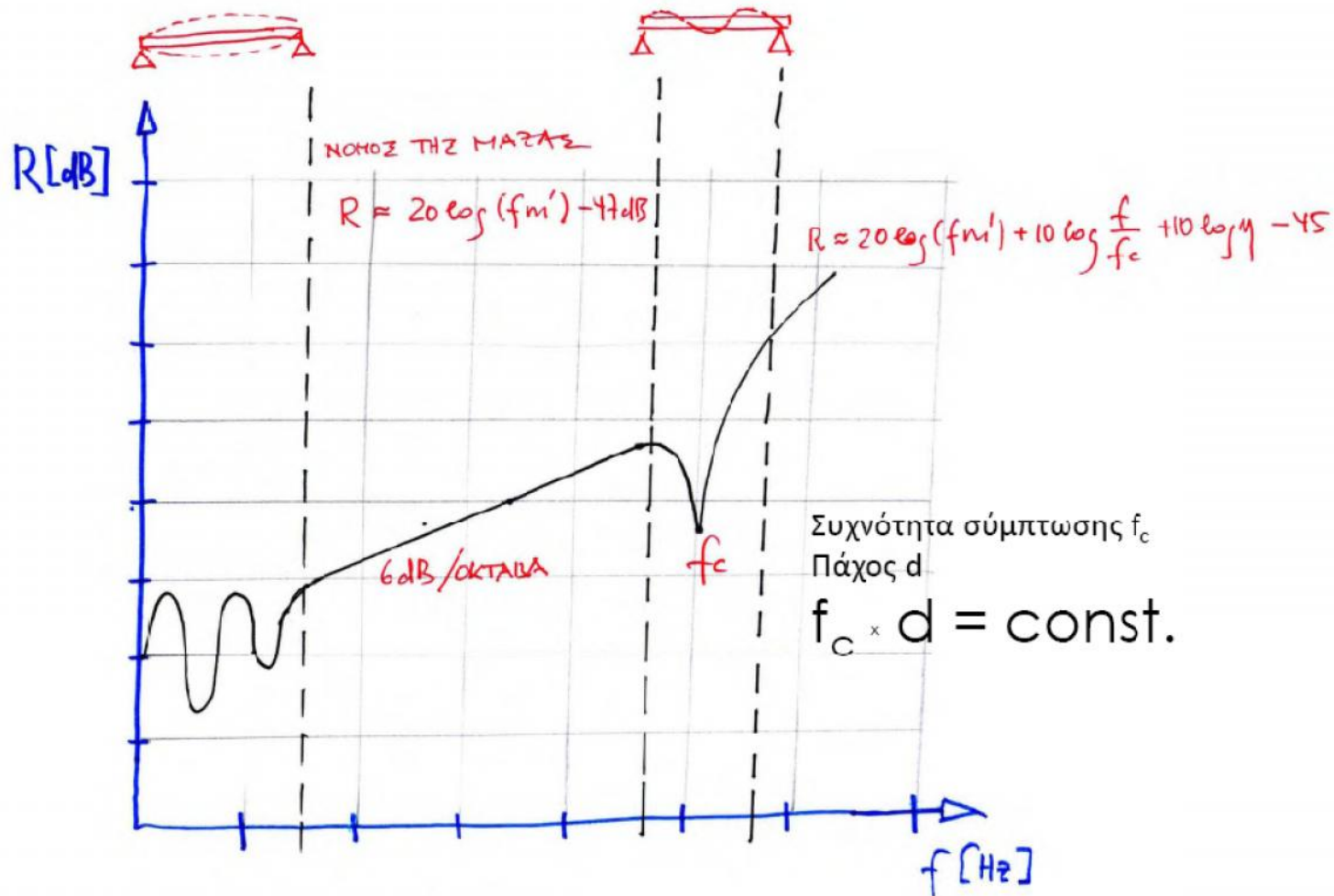
$$L'_n(f) = L_i + 10 \log[A/A_0] \rightarrow L'_{n,w}$$

Σταθμισμένη κανονικοποιημένη
ηχητική πίεση κτυπογενούς ήχου



Αερόφερτη ηχομόνωση ενός μονοκέλυφου τοίχου

Ο νόμος της μάζας - η συχνότητα σύμπτωσης



Γυαλί	1200 Hz cm	→	0,4 cm	$f_c = 3000$ Hz
Σκυρόδεμα	1700 Hz cm	→	10 cm	$f_c = 170$ Hz
Κοντραπλακέ	1800 Hz cm	→	0,5 cm	$f_c = 3600$ Hz
Τούβλα (συμπαγή)	2600 Hz cm	→	20 cm	$f_c = 130$ Hz
Γυψοσανίδα	3100 Hz cm	→	1,2 cm	$f_c = 2600$ Hz
Plexiglass	3100 Hz cm	→	3 cm	$f_c = 1030$ Hz
Μολύβι	4900 Hz cm	→	0,3 cm	$f_c = 16333$ Hz

Διπλός δρομικός τοίχος χωρίς διάκενο

Σοβάς 20mm

Τούβλο 90mm

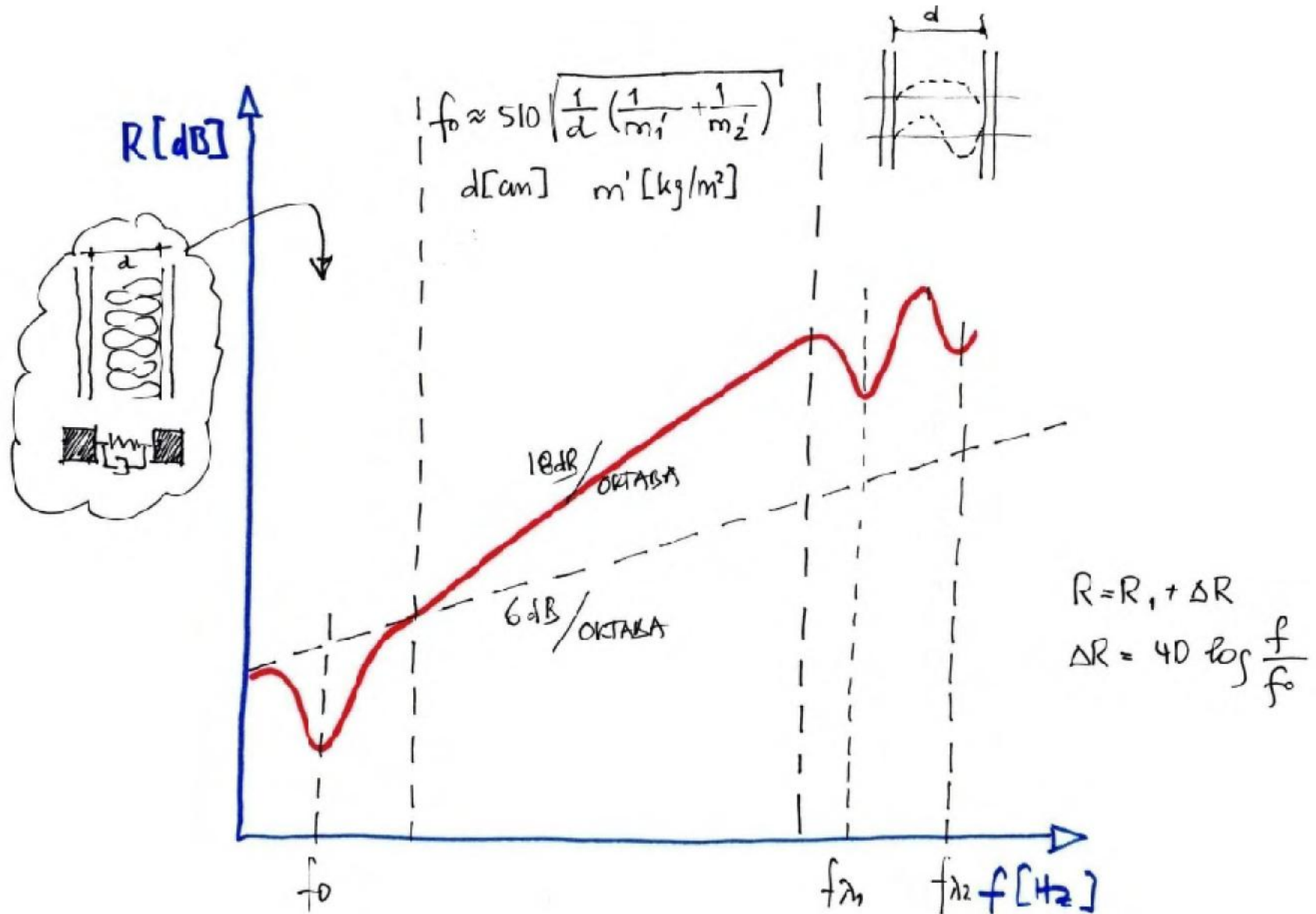
Τούβλο 90mm

Σοβάς 20mm

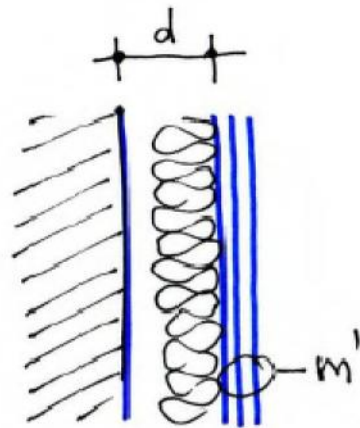
Επιφανειακή μάζα 195kg/m²

Mass Law					
According to EN 12354-1					
	$m' =$	195	kg/m ²		
Germany	$m' \geq 150 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 37,5 \log m' - 42$	R_w =	44	dB
Austria	$m' \geq 100 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 32,4 \log m' - 26$	R_w =	48	dB
France	$m' \geq 150 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 40 \log m' - 45$	R_w =	47	dB
GB	$m' \geq 50 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 21,65 \log m' - 2,3 \pm 1$	R_w =	47	dB

Αερόφερτη ηχομόνωση ενός δικέλυφου τοίχου
 Συχνότητα συντονισμού - ηχοαπορροφητικά υλικά



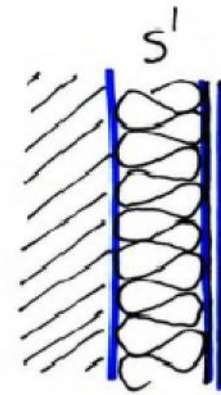
Επένδυση τοίχου



$$f_0 = 510 \sqrt{\frac{1}{m' \cdot d}}$$

d [cm]

m' [kg/m²]

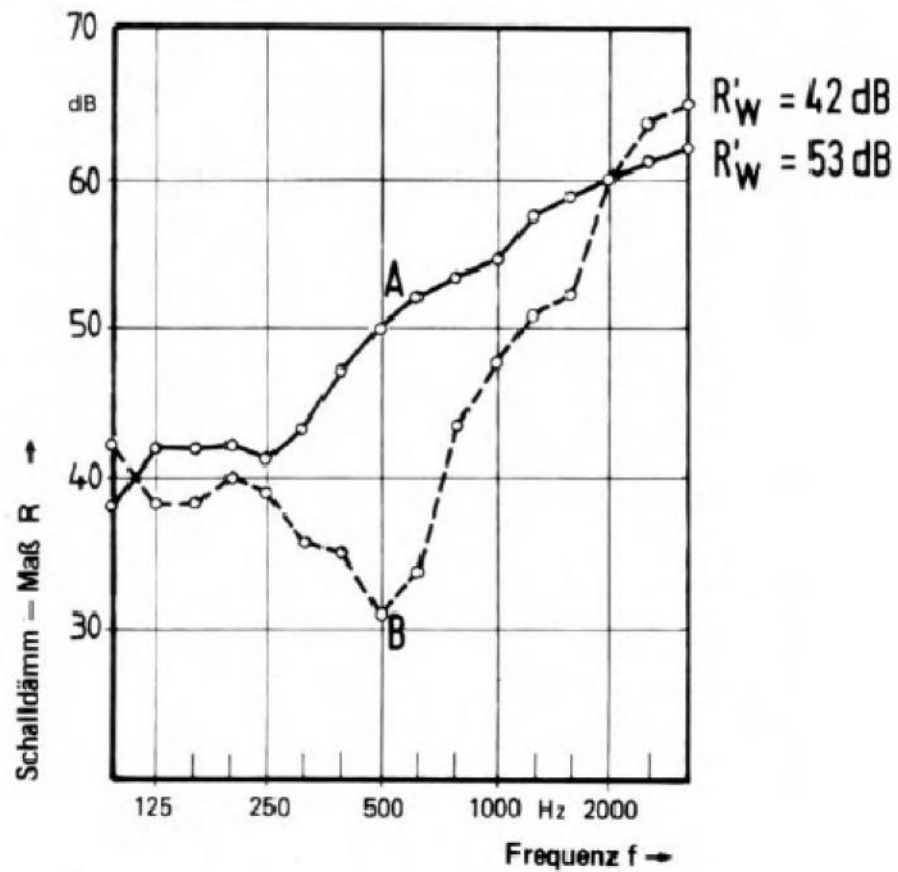
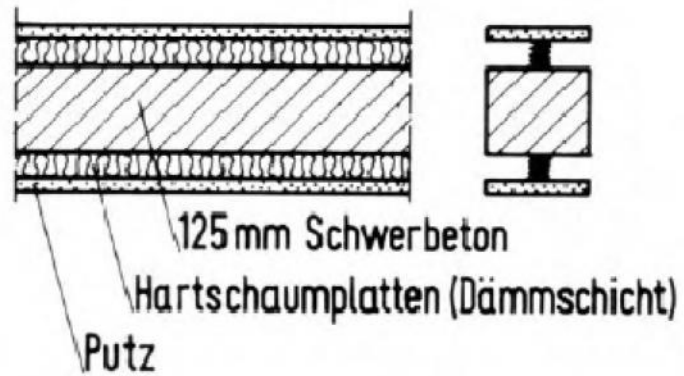


$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

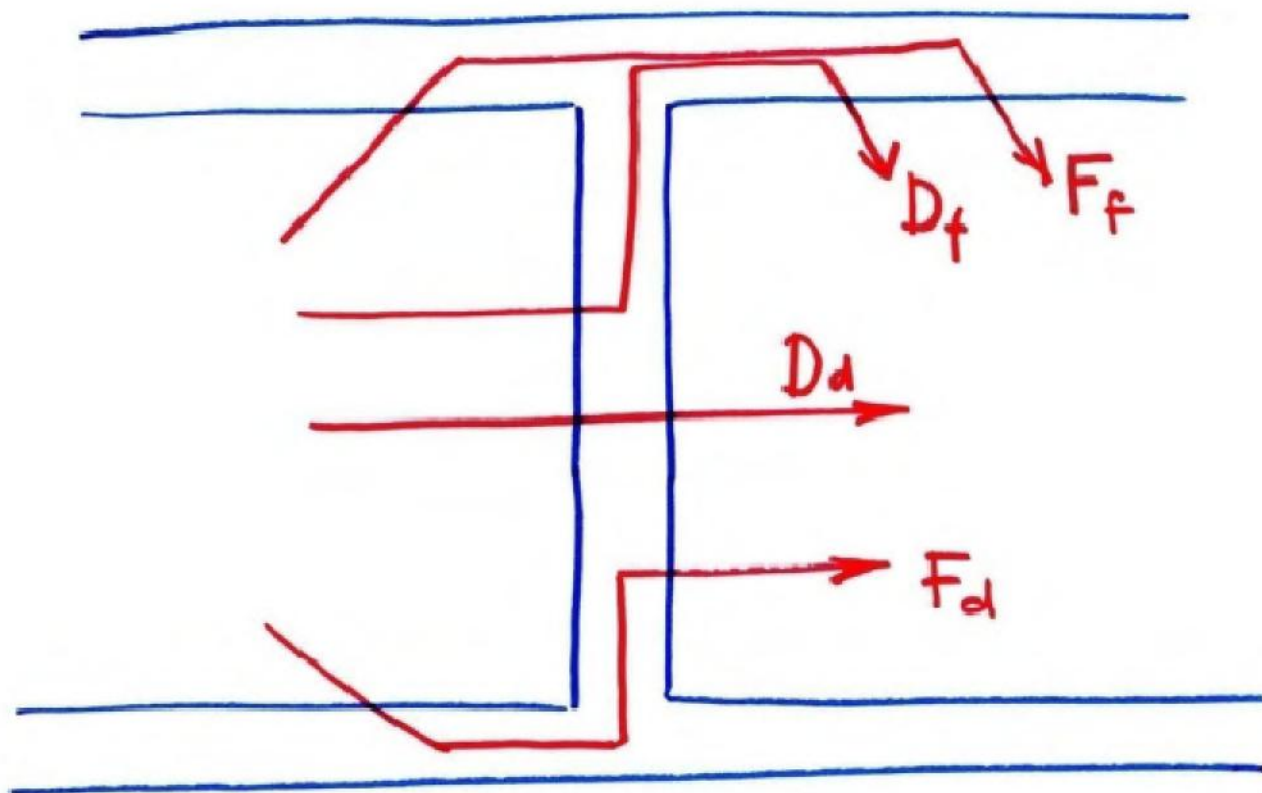
s' [MN/m³]

m' [kg/m²]

Πώς να μην το κάνουμε



Πλευρική μετάδοση του ήχου



→ EN 12354

Προδιαγραφές ηχομόνωσης

ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ: 3046/304/89

Κτιριοδομικός Κανονισμός.
(ΦΕΚ 59/Δ/3-02-89)

**Ο ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ**

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Κριτήρια ηχομόνωσης - ηχοπροστασίας. Κατηγορία Α «υψηλή ακουστική άνεση».

ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ΚΥΡΙΑΣ Ή ΒΟΗΘΗΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ. ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΚΟΙΝΗΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΠΑΡ. 4.1)	ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ (ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ) ΑΠΟ ΑΛΛΟ ΧΩΡΟ ΚΥΡΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΠΑΡ. 4.2)	ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ		Εξωτερικούς θορύβους	Θορύβους εγκαταστάσεων	ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΗΣ ΙΔΙΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΚΥΡΙΟΥ ΧΩΡΟΥ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
			1	2				3	4
	R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	$L_{Aeq,h}$ dB(A)	L_{pA} dB (A)	R'_w dB	R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB
ΚΑΤΟΙΚΙΑ - ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΔΙΑΜΟΝΗ	54	55	-	-	30	25	48	60	45
ΓΡΑΦΕΙΑ - ΕΜΠΟΡΙΟ	52	60	58	52	35	30	-	55	55
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	57	58	58	52	30	25	-	60	45
ΥΓΕΙΑ	57	55	58	52	30	25	-	60	45
ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	65	40	62	47	(25)	(25)	-	(65)	(40)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Κριτήρια ηχομόνωσης - ηχοπροστασίας. Κατηγορία Β «κανονική ακουστική άνεση».

ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ΚΥΡΙΑΣ Ή ΒΟΗΘΗΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ. ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΚΟΙΝΗΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΠΑΡ. 4.1)		ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ (ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ) ΑΠΟ ΑΛΛΟ ΧΩΡΟ ΚΥΡΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΠΑΡ. 4.2)		ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ		ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΗΣ ΙΔΙΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΚΥΡΙΟΥ ΧΩΡΟΥ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
					Εξωτερικούς θορύβους	Θορύβους εγκαταστάσεων			
	1	2	3	4	5	6		7	8
	R'_{w} dB	$L'_{n,w}$ dB	R'_{w} dB	$L'_{n,w}$ dB	$L_{Aeq,h}$ dB (A)	L_{pA} dB (A)	R'_{w} dB	R'_{w} dB	$L'_{n,w}$ dB
ΚΑΤΟΙΚΙΑ - ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΔΙΑΜΟΝΗ	50	60	-	-	35	30	42	55	50
ΓΡΑΦΕΙΑ - ΕΜΠΟΡΙΟ	40	65	52	55	40	35	-	53	60
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	50	65	55	55	35	30	-	55	50
ΥΓΕΙΑ	50	60	55	55	35	30	-	53	50
ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	60	45	60	48	(25)	(25)	-	(62)	(45)

Εισήγηση ΕΛΙΝΑ για τον Κανονισμό Κτιριακής Ηχοπροστασίας (2010)

- **Ποιοί είναι οι στόχοι του Κανονισμού**
- Η προστασία των πολιτών από το θόρυβο στους χώρους διαβίωσης και εργασίας
- Η βελτίωση των συνθηκών της δημόσιας υγείας και η συνεπαγόμενη οικονομία
- Ο περιορισμός του αθέμιτου ανταγωνισμού στον κλάδο των κατασκευών

- **Ποιές αλλαγές επέρχονται με τον Κανονισμό**
- Η υπάρχουσα νομοθεσία προσαρμόζεται στα σύγχρονα τεχνικά δεδομένα
- Γίνεται υποχρεωτική η ενημέρωση των πολιτών για την παρεχόμενη ηχοπροστασία
- Η ελάχιστη απαιτούμενη ηχοπροστασία επιλέγεται και δεν επιβάλλεται

- **Τι επιτυγχάνεται με τον Κανονισμό**
- Η σύγκλιση με τις συνθήκες ηχοπροστασίας που επικρατούν στην Ευρωπαϊκή Ένωση
- Ο εκσυγχρονισμός της ελληνικής κατασκευαστικής τεχνολογίας
- Η ανάπτυξη των σχετικών κλάδων της ελληνικής οικονομίας

Για κάθε νέο κτίριο εκπονείται μελέτη κτιριακής ηχοπροστασίας, από αρχιτέκτονα μηχανικό, πολιτικό μηχανικό, μηχανολόγο μηχανικό ή διπλωματούχο φυσικό, που αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του φακέλου της οικοδομικής αδείας του. Οι μελετητές πρέπει να έχουν γνώσεις ακουστικής και εμπειρία κατασκευών ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας.

Η μελέτη γίνεται με βάση την Κατηγορία Ακουστικής Άνεσης που επιλέγει ο κύριος του έργου. Η επιλογή Κατηγορίας Ακουστικής Άνεσης είναι υποχρεωτική για όλα τα κτίρια που περιλαμβάνονται στους πίνακες απαιτήσεων 1 έως 7 του παρόντος κανονισμού. Η ένταξη σε μία Κατηγορία Ακουστικής Άνεσης συνεπάγεται την κάλυψη των απαιτήσεων όλων ανεξαιρέτως των κριτηρίων του κανονισμού που αφορούν τη συγκεκριμένη Κατηγορία και το συγκεκριμένο είδος κτιρίου. Ο μελετητής είναι υπεύθυνος για την κάλυψη όλων των απαιτήσεων της Κατηγορίας Ακουστικής Άνεσης που έχει επιλέξει ο κύριος του έργου, από την άποψη της μελέτης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται όλες ανεξαιρέτως οι κατοικίες, ανεξάρτητα από το είδος του κτιρίου μέσα στο οποίο βρίσκονται, συμπεριλαμβανομένων των μονοκατοικιών, των διπλοκατοικιών, των συγκροτημάτων κατοικιών, των πολυκατοικιών κλπ.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ	Α		Β		Γ		Δ	Ε	Ζ	Η			
	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΗΧΟΜΟΝΩΣΗΣ										ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ		
	ΜΟΝΩΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ		ΜΟΝΩΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΕ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ		ΜΟΝΩΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΕΙΔΙΚΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ		ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΘΥΡΩΝ	ΗΧΟΣΤΑΘΜΗ ΑΠΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΘΟΡΥΒΟΥΣ	ΗΧΟΣΤΑΘΜΗ ΑΠΟ ΘΟΡΥΒΟΥΣ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	ΗΧΟΣΤΑΘΜΗ ΑΠΟ ΘΟΡΥΒΟΥΣ ΞΕΝΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΩΝ		ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΙ ΧΩΡΟΙ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΩΝ		ΕΜΠΟΡΙΚΟΙ Η ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ		ΘΥΡΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ	ΘΟΡΥΒΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ	ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΩΝ	ΘΟΡΥΒΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ			
ΚΡΙΤΗΡΙΟ	$D_{nT,w}$	$L'_{nT,w}$	$D_{nT,w}$	$L'_{nT,w}$	$D_{nT,w}$	$L'_{nT,w}$	R'_w	$L_{eq,AF,1h}$	$L_{AF,max}$	$L_{AF,max}$			
ΜΟΝΑΔΑ	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	dB(A)	dB(A)			
1	≥62	≤43	≥62	≤43			≥37	≤25	≤20	≤20			
2	≥57	≤50	≥57	≤50	≥67	≤40	≥32	≤30	≤25	≤25			
3	≥53	≤57	≥53	≤57	≥63	≤47	≥27	≤35	≤30	≤30			
4	≥50	≤64	≥50	≤64	≥60	≤54	≥22	≤45	≤35	≤35			
5	≥47	≤71	≥47	≤71	≥53	≤61	≥17	≤50	≤40	≤40			