

ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ – ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΖΕΥΓΩΝ

ΚΥΚΛΟΣ ΣΕΜΙΝΑΡΙΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ – ΥΑC 2009

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

ΤΑΣΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ

ΔΙΠΛ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ (MSc)

tassosva@otnet.gr

αντικείμενο

Τι είναι ένα Η/Ζ;

« Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι κάθε διάταξη που περιλαμβάνει κινητήρα εσωτερικής καύσης ο οποίος κινεί περιστροφική ηλεκτρογεννήτρια για συνεχή παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος» ΥΑ 37393-2028/2003 ΦΕΚ Β' 1418/01.10.2003

αντικείμενο

Τι είναι ένα Η/Ζ;

« Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι κάθε διάταξη που περιλαμβάνει κινητήρα εσωτερικής καύσης ο οποίος κινεί περιστροφική ηλεκτρογεννήτρια για συνεχή παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος» ΥΑ 37393-2028/2003 ΦΕΚ Β' 1418/01.10.2003»

Είναι προφανές ότι με αυτόν τον ορισμό καλύπτεται μια πολύ μεγάλη κατηγορία ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που περιλαμβάνει:

1) από **απλές φορητές μονοφασικές γεννήτριες** ισχύος 2–5 KVA χαμηλής τάσης 230V, AC, 50Hz με βενζινοκινητήρα,



αντικείμενο

Τι είναι ένα Η/Ζ;

« Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι κάθε διάταξη που περιλαμβάνει κινητήρα εσωτερικής καύσης ο οποίος κινεί περιστροφική ηλεκτρογεννήτρια για συνεχή παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος» ΥΑ 37393-2028/2003 ΦΕΚ Β' 1418/01.10.2003»

Είναι προφανές ότι με αυτόν τον ορισμό καλύπτεται μια πολύ μεγάλη κατηγορία ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που περιλαμβάνει:

2) την ενδιάμεση κατηγορία της **μόνιμης εγκατεστημένης εφεδρείας** και τις **μεταφερόμενες γεννήτριες προσωρινής ηλεκτροδότησης** με χαρακτηριστικά:

- Ηλεκτρική Ισχύς 10KVA – 1MVA
- Τριφασική παροχή χαμηλής τάσης 233/400Volt, AC, 50Hz
- Υδρόψυκτη Diesel Μηχανή Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ) χωρίς turbocharger
- Packaged τύπου δηλαδή περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία συναρμολογημένα σε μία μεταλλική βάση περιλαμβανομένου του ψυγείου
- Εγκατεστημένες σε ηχομονωτικό κλωβό ή όχι



αντικείμενο

Τι είναι ένα Η/Ζ;

« Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι κάθε διάταξη που περιλαμβάνει κινητήρα εσωτερικής καύσης ο οποίος κινεί περιστροφική ηλεκτρογεννήτρια για συνεχή παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος» ΥΑ 37393-2028/2003 ΦΕΚ Β' 1418/01.10.2003»

Είναι προφανές ότι με αυτόν τον ορισμό καλύπτεται μια πολύ μεγάλη κατηγορία ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που περιλαμβάνει:

3) ως τις **μεγάλες γεννήτριες diesel** ισχύος 1-20MVA σε υψηλή τάση 11 KV, AC, 50Hz που εγκαθίστανται μόνιμα είτε σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για συνεχή λειτουργία είτε σε ενεργειακά κέντρα κτιριακών συγκροτημάτων για εφεδρεία (πχ μεγάλα νοσοκομεία) .



γιατί έχει ενδιαφέρον η υπόθεση της ηχοπροστασίας των Η/Ζ;

- εγκαθίστανται σε κτιριακά συγκροτήματα υψηλών απαιτήσεων για ακουστική άνεση και ηχομόνωση όπως

- νοσοκομεία,
- εκπαίδευση,
- θέατρα,
- μνημειακά κτίρια,
- ξενοδοχεία,
- χώρους συνάθροισης κοινού,
- κτίρια γραφείων



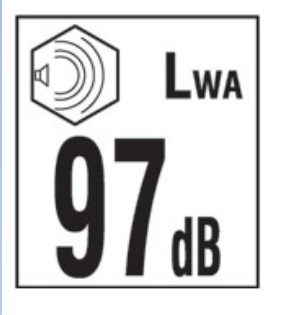
γιατί έχει ενδιαφέρον η υπόθεση της ηχοπροστασίας των Η/Ζ;

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 1418
1 Οκτωβρίου 2003



ΑΠΟΦΑΣΙΣ

Αριθ. 37393/2028

Μέτρα και όροι για τις εκπομπές θορύβου στο περιβάλλον από εξοπλισμό προς χρήση σε εξωτερικούς χώρους.

6. Τις διατάξεις των άρθρων 15, 84 και 110 του Ν. 2696/1999 «Για την κύρωση του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.)» (Α' 57).

7. Τις διατάξεις της ΕΗ3/0/15516/4-5-81 «Διαδικασία συγκρίσεως τύπου των μηχανημάτων έργων για την κυκλοφορία τους στην Ελλάδα» (Β' 258).

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΤΗ, 6 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 1981

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ
293

ΠΡΟΕΔΡΙΚΟΝ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 1180

Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναφορμένων εις τὰ τῆς ιδρύσεως καὶ λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικῶν εγκαταστάσεων καὶ αποθηκῶν καὶ τῆς ἐκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος ἐν γένει.

ὕλικας ζημίας ἢ νὰ ἐπιδράσουν δυσμενῶς ἐπὶ τῶν ζώντων ὁργανισμῶν ἢ τῶν οἰκοσυστημάτων καὶ ἐν γένει νὰ καταστήσουν τὸ περιβάλλον ἀκατάλληλον διὰ τὰς κατὰ προορισμὸν ἐπωφελεῖς χρήσεις.

γ. Ὡς «Μόλυνσις», ἡ ὑπαρξίς εἰς τὸ περιβάλλον παθο-

ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 149

Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (θόρυβος) σε εναρμόνιση με την οδηγία 2003/10/ΕΚ.

Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης, Απασχόλησης και Κοινωνικής Προστασίας και Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, αποφασίζουμε:

ΤΜΗΜΑ Ι

Αρ. Φύλλου 159
28 Ιουλίου 2006

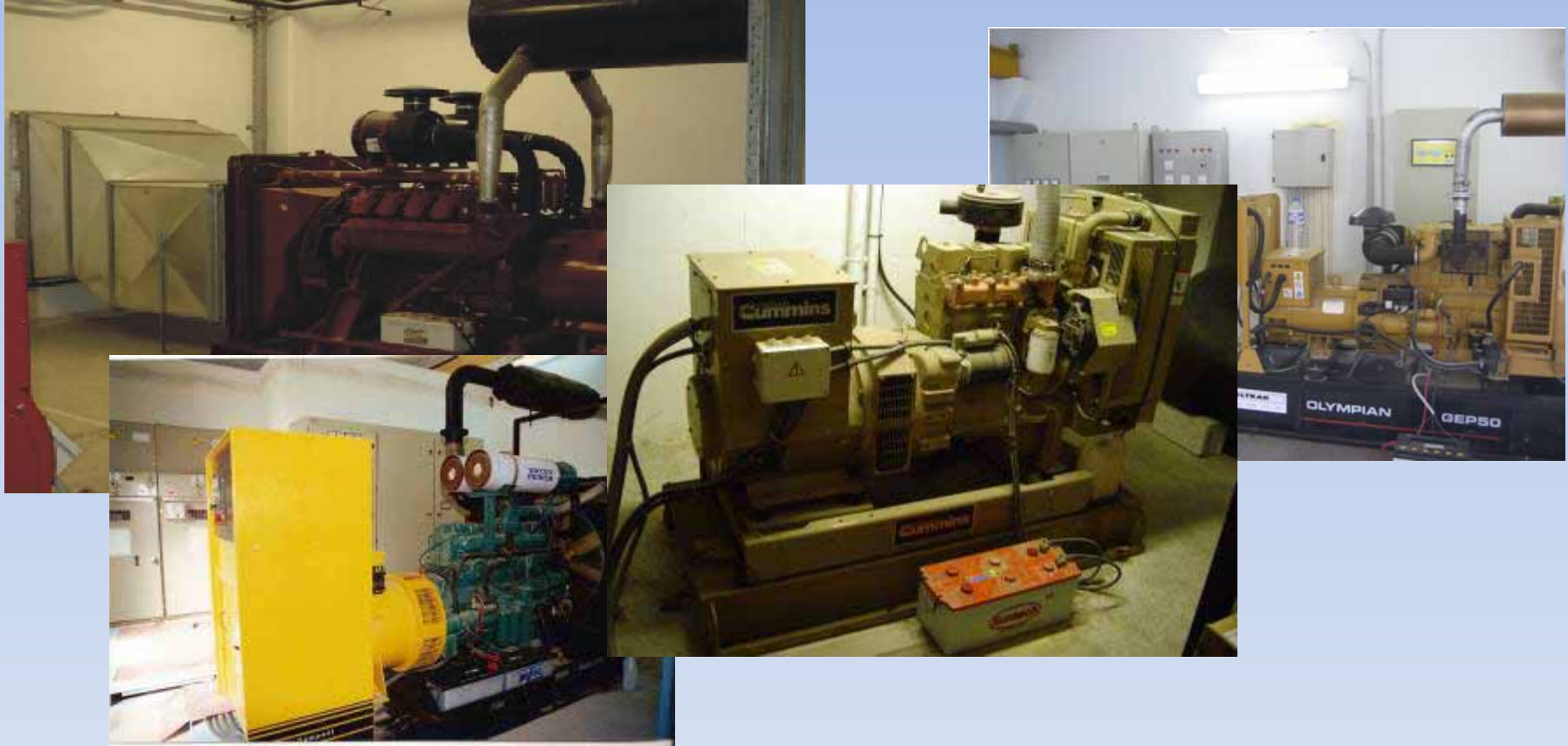
- επαρκές θεσμικό πλαίσιο όσον αφορά τα όρια εκπομπής θορύβου
- η αυξανόμενη ευαισθησία στο θόρυβο καθιστά απαραίτητη την ηχοπροστασία

γιατί έχει ενδιαφέρον η υπόθεση της ηχοπροστασίας των Η/Ζ;



- παρότι η διακοπές της ηλεκτροδότησης αποτελούν μια «έκτακτη συνθήκη», η ηχομονωτική παρέμβαση είναι απαραίτητη διότι:
 - υπάρχουν ακόμα περιοχές που δεν είναι τόσο αραιές οι διακοπές ρεύματος (κυρίως τουριστικές περιοχές στα νησιά)
 - τα Η/Ζ τίθενται τακτικά σε λειτουργία για λόγους συντήρησης

γιατί έχει ενδιαφέρον η υπόθεση της ηχοπροστασίας των Η/Ζ;



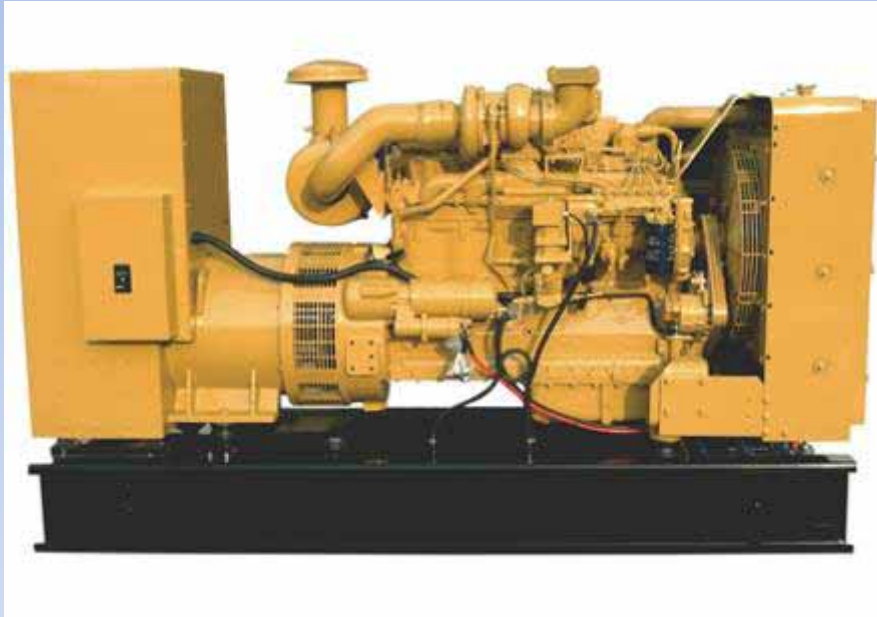
- η μείωση του κόστους προμήθειας, εγκατάστασης και λειτουργίας των Η/Ζ
- η αύξηση απαιτήσεων όσον αφορά την αδιάλειπτη ηλεκτροδότηση
- αυξάνει διαρκώς το πλήθος των εγκατεστημένων εφαρμογών

γιατί έχει ενδιαφέρον η υπόθεση της ηχοπροστασίας των Η/Ζ;



- εξοπλισμός με αυξημένες ανάγκες ανταλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον
- και μεγάλες ποσότητες παροχής αερισμού για καύση και ψύξη
- απαιτείται προσοχή κατά τον εγκλεισμό σε κλωβό έτσι ώστε να μη μειωθεί η απόδοσή τους εξαιτίας μη καλού αερισμού

γιατί έχει ενδιαφέρον η υπόθεση
της ηχοπροστασίας των Η/Ζ;



- από τις πλέον θορυβώδεις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις
- συνδυάζουν αερο- και στερεομεταφερόμενη μετάδοση του θορύβου. από πολλαπλές πηγές με έντονες τονικές συνιστώσες τις χαμηλές συχνότητες!
- αποτελεί μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις των ακουστικολόγων για την ηχομόνωση - ηχοπροστασία

το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (Η/Ζ) ως πηγή θορύβου

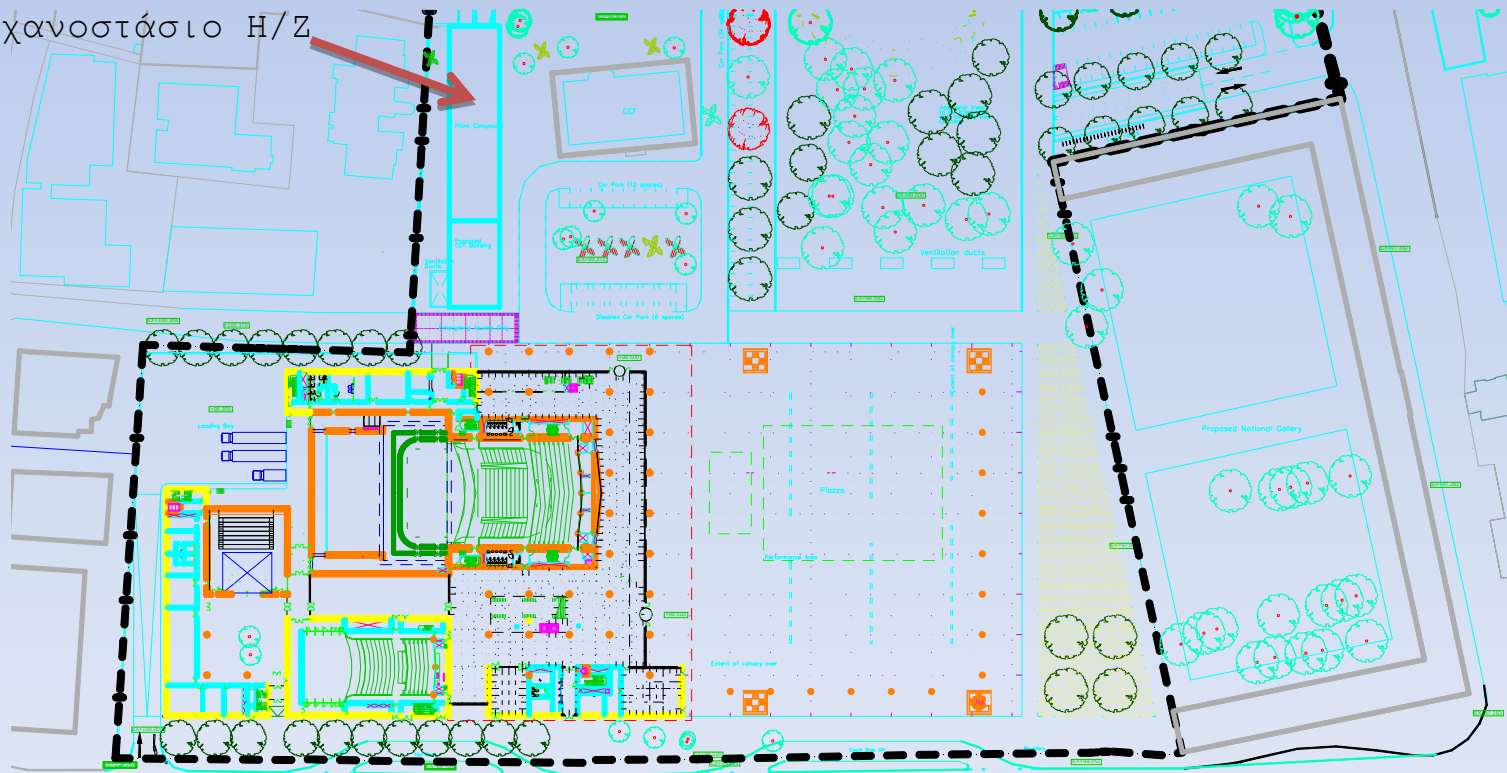
όπως όλες οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις μπορεί να ειπωθεί με δύο τρόπους:

1^{ον} ως μία ενιαία πηγή θορύβου

Πότε; - Όταν αναφερόμαστε στο μακρινό ακουστικό πεδίο

Γιατί; - Χωροθέτηση, πρόβλεψη ηχοστάθμης, πρόβλεψη μέτρων ηχοπροστασίας

Μηχανοστάσιο Η/Ζ



το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (Η/Ζ) ως πηγή θορύβου

όπως όλες οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις μπορεί να ειδωθεί με δύο τρόπους:

2^{ον} ως ένα σύνολο διακριτών πηγών θορύβου

Πότε; - Όταν αναφερόμαστε στο κοντινό ακουστικό πεδίο
Γιατί; Επίλυση προβλημάτων ηχοπροστασίας κοντά στη πηγή

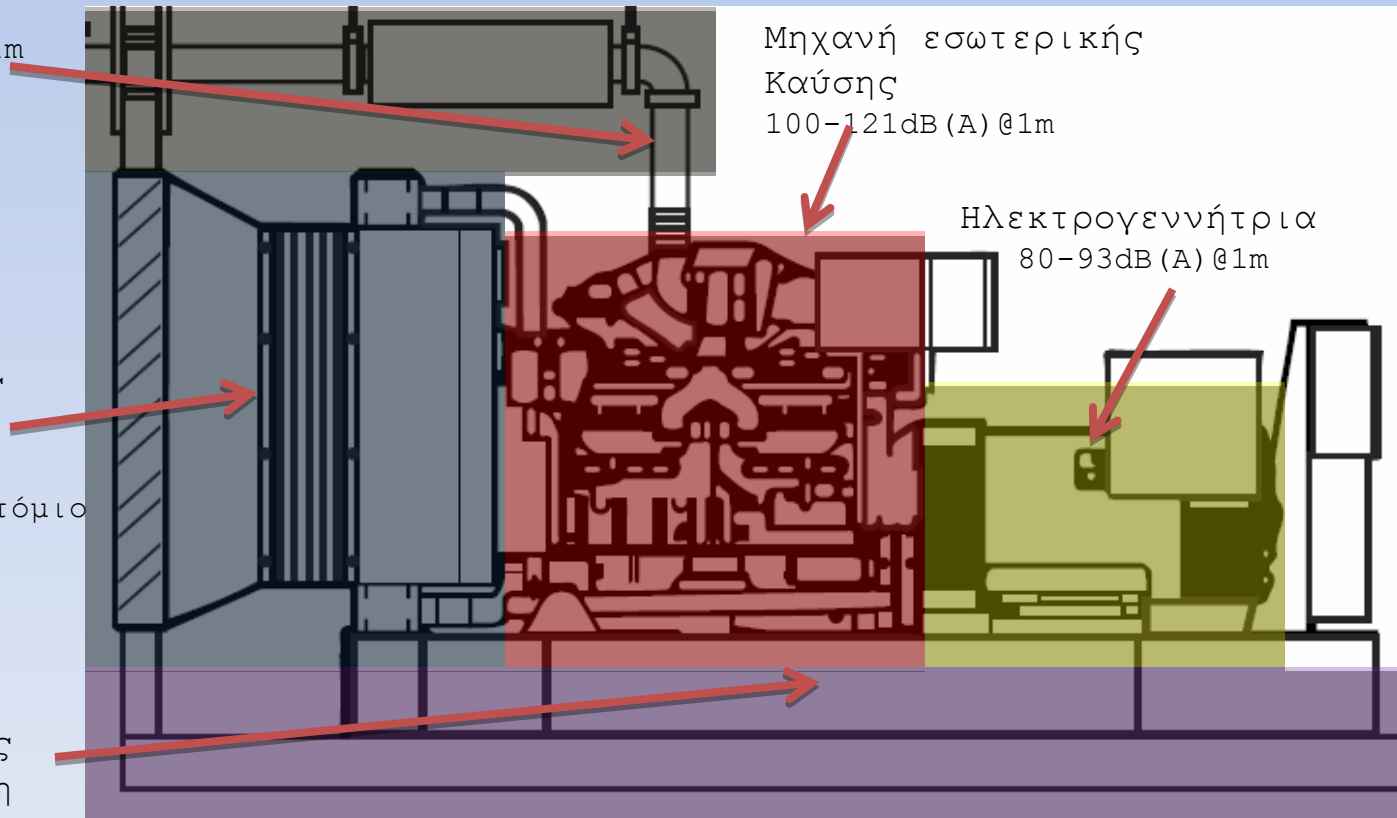
Εξάτμιση
120-130dB (A) @1m
Μειώνεται
όταν υπάρχει
σιγαστήρας

Ανεμιστήρας
ψυγείου
100-105dB (A)
@1m από το στόμιο
απόριψης

Δονήσεις
στη Βάση

Μηχανή εσωτερικής
Καύσης
100-121dB (A) @1m

Ηλεκτρογεννήτρια
80-93dB (A) @1m



τυπική προσέγγιση ηχομόνωσης – ηχοπροστασίας Η/Ζ

- Αναγνώριση των προβλημάτων:
 - εκτίμηση της αναμενόμενης εκπεμπόμενης στάθμης θορύβου
 - αναγνώριση όλων των πιθανών διαδρομών διάδοσης του θορύβου και εκτίμηση της ηχοεξασθένισης που παρέχουν
- Καθορισμός απαιτήσεων
 - απαιτήσεις νομοθεσίας για εκπομπή θορύβου στο περιβάλλον
 - απαιτήσεις ακουστικής άνεσης στα κτίρια
 - απαιτήσεις νομοθεσίας για έκθεση εργαζόμενων στο θόρυβο
- Σχεδιασμός και επιλογή κατάλληλων μέτρων ηχοπροστασίας
 - χωροθέτηση γεννητριοστασίου
 - διατάξεις ηχομόνωσης – ηχοπροστασίας
 - επιλογή από εμπορικά διαθέσιμες έτοιμες λύσεις και προϊόντα
 - σχεδιασμός και κατασκευή ειδικής λύσης

εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Διαθέσιμοι τρόποι για την εκτίμηση του θορύβου:

- αξιοποίηση δεδομένων εκπομπής θορύβου από προσπέκτους συγκεκριμένων μοντέλων Η/Ζ
- αξιοποίηση εμπειρικών υπολογιστικών τύπων
- ακουστικές μετρήσεις θορύβου

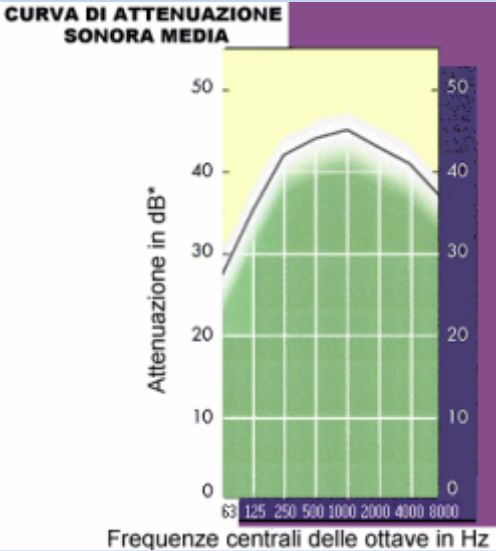
εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Τι απαιτείται να γνωρίζουμε;

- ηλεκτρική Ισχύς Η/Ζ
σε KW ή KVA

Generator Set Technical Data		50 Hz	
		Standby	Prime
Package Performance Power rating	kVA (kW)	165 (132)	150 (120)
Lubricating System Type: Wet sump Oil filter: Spin-on full flow			

- ηχοεξασθένηση
σιγαστήρα



- τύπος (ανοικτό Η/Ζ ή κλειστό σε κλωβό)
- απόσταση πηγής – δέκτη, ενδιάμεσα ή εμπόδια που παρεμβάλλονται

εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Λήψη δεδομένων από προσπέκτους συγκεκριμένου μοντέλου:

Total heat radiated to room at rated power Radiator fan load	kW (Btu/min) kW (hp)	42.9 (2440) 27.7 (1575) 7.0 (9.4)
Air Requirements Combustion air flow Maximum air cleaner restriction Radiator cooling air Generator cooling air External restriction to cooling airflow	m³/min (cfm) kPa (in H ₂ O) m³/min (cfm) m³/min (cfm) Pa (in Wg)	10.6 (374) 10.2 (360) 5.0 (20.1) 221 (7811) 22.2 (784) 125 (0.50)
Exhaust System Maximum allowable backpressure Exhaust flow at rated power Exhaust temperature at rated power (dry exhaust)	kPa (in Hg) m³/min (cfm) °C (°F)	4.0 (1.2) 29.9 (1056) 28.3 (999) 540 (1004) 530 (986)
Generator Set Noise Rating* (without attenuation) at 1 m (3.28 ft)	dBA	100.2

*dBA levels are for guidance only
*Fuel consumption data at indicated load with diesel fuel with a specific gravity of 0.85 and conforming

Generator Technical Data	50 Hz						
	380/220V	220/110V	400/230V	230/115V	200/115V	415/240V	220/110V
Motor Starting Capability:							

εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Λήψη δεδομένων από προσπέκτους συγκεκριμένου μοντέλου:

SOUND PRESSURE LEVELS (dBA)										
Generating Set Model	Duty	RPM	50 Hz						RPM	75% Load
			15 m		7 m		1 m			
			75% Load	100% Load	75% Load	100% Load	75% Load	100% Load		
GEP605-1	Prime	1500	70.0	70.5	76.0	76.5	83.6	84.3	1800	-
	Standby	1500	70.3	70.5	76.2	76.5	83.9	84.5	1800	-
GEP605-2	Prime	1500	63.9	65.0	69.9	71.0	79.5	81.0	1800	-
	Standby	1500	64.4	65.6	70.2	71.6	79.9	81.7	1800	-
GEP650-2	Prime	1500	64.2	65.5	70.2	71.5	79.8	81.6	1800	-
	Standby	1500	64.6	66.1	70.6	72.1	80.3	82.4	1800	-
GEP660-1	Prime	1500	70.2	70.5	76.2	76.5	84.0	84.5	1800	-
	Standby	1500	70.3	70.5	76.3	76.5	84.2	84.7	1800	-
GEP700-1	Prime	1500	70.3	70.5	76.3	76.5	84.0	84.5	1800	-
	Standby	1500	70.4	70.4	76.4	76.4	84.2	84.7	1800	-
GEP750-1	Prime	1500	-	-	-	-	-	-	1800	69.0
	Standby	1500	-	-	-	-	-	-	1800	69.3

εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Λήψη δεδομένων από προσπέκτους συγκεκριμένου μοντέλου:

ΠΡΟΣΟΧΗ! Δεν είναι πάντα όλα τα προσπέκτους σαφή

Exhaust gas flow(m³/min)	19.75
Exhaust highest temperature	490°C
Lubricating oil consumption(g/kwh)	1.36
Cooling water capacity(L)	27
Voltage for start(V)	24
Instrument for adjusting speed	Mechanical
<u>Noise level(A)</u>	≤96dBA(open), ≤68dBA(silent)
ALTERNATOR	
ALTERNATOR MODEL	Stamford
Excitation	Brushless
Insulation class	H Class
Protection class	IP23
Efficiency	88%
Voltage adjust range	≥±6%

εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Λήψη δεδομένων από εμπειρικούς τύπους

1. ΘΟΡΥΒΟΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

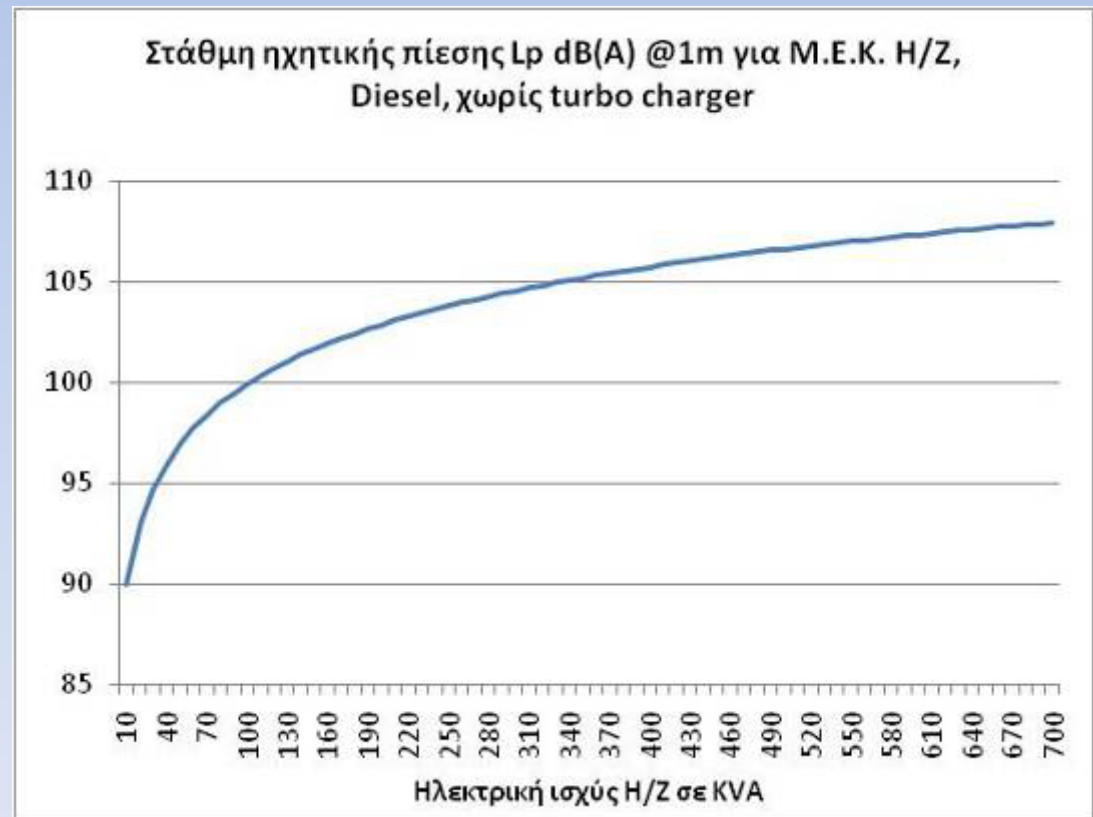
1500rpm, in line, diesel,
χωρίς turbo charger :

$$L_p = 80 + 10 \log P \quad (\text{dB(A) re } 20\mu\text{Pa})$$

όπου:

L_p : στάθμη ακουστικής πίεσης
σε dB(A) σε απόσταση 1m
από το κέλυφος

P : ισχύς Μ.Ε.Κ. σε kW



εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Λήψη δεδομένων από εμπειρικούς τύπους

2. ΘΟΡΥΒΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ

ΜΕΚ χωρίς turbo charger
και εξατμισή μήκους 3m :

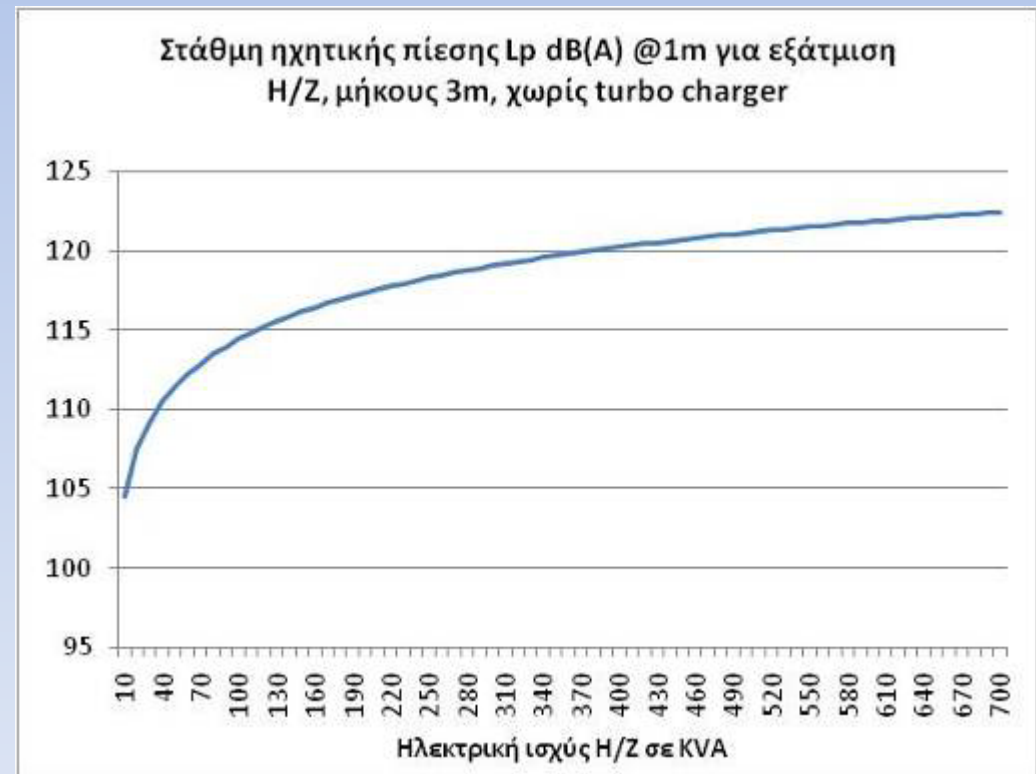
$$L_p = 97 + 10 \log P - l_{ex}/1.2 \quad (\text{dB(A) re } 20\mu\text{Pa})$$

όπου:

L_p : στάθμη ακουστικής πίεσης
σε dB(A) σε απόσταση 1m
από το στόμιο

P : ισχύς Μ.Ε.Κ. σε kW

l_{ex} : Μήκος εξατμίσης σε m



εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Λήψη δεδομένων από εμπειρικούς τύπους

3. ΘΟΡΥΒΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΡΙΨΗ ΑΕΡΑ ΤΟΥ ΨΥΓΕΙΟΥ

Περιλαμβάνει ένα σύνολο πηγών:

- τον θόρυβο που προέρχεται από τον ανεμιστήρα (μικρές διακυμάνσεις <10dB ανάλογα με μέγεθος Η/Ζ)
- τον θόρυβο από την εξαναγκασμένη ροή του αέρα με μεγάλη ταχύτητα μέσα από το ψυγείο και ενδεχομένως μέσα από τον κλωβό αν υπάρχει (δύσκολο να προσδιοριστεί)
- τον θόρυβο από όλες τις υπόλοιπες πηγές θορύβου μέσα στο γεννητριοστάσιο ή στον κλωβό



Συνήθως λαμβάνουμε υπόψη τιμές από 100dB(A) για μικρά Η/Ζ ως 105 dB(A) για μεγάλα Η/Ζ

εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Λήψη δεδομένων από εμπειρικούς τύπους

4. ΘΟΡΥΒΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Ο θόρυβος μιας ηλεκτρογεννήτριας 50Hz, 1500rpm δίνεται από τον τύπο:

$$L_p = 60 + 10 \log P \quad (\text{dB(A) re } 20\mu\text{Pa})$$

όπου:

L_p : στάθμη ακουστικής πίεσης
σε dB(A) σε απόσταση 1m

P : ισχύς Η/Ζ σε KVA

Ο θόρυβος της ηλεκτρογεννήτριας είναι περίπου κατά 20dB ασθενέστερος από τον θόρυβο της Μ.Ε.Κ. οπότε μπορεί και να παραλείπεται στους υπολογισμούς

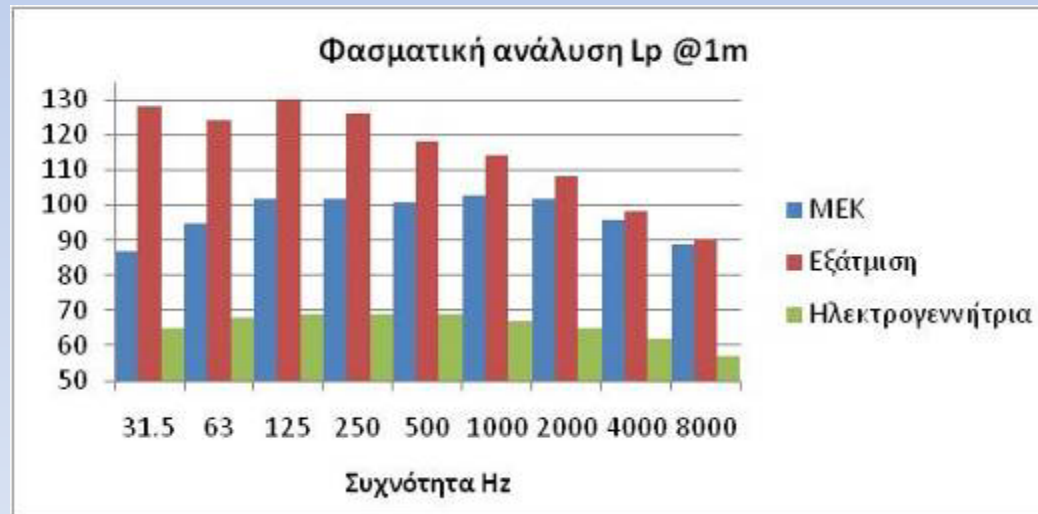


εκτίμηση στάθμης θορύβου Η/Ζ

Λήψη δεδομένων από εμπειρικούς τύπους

5. ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Παρουσιάζονται οι φασματικές αναλύσεις θορύβου που προκύπτουν για Η/Ζ με τα παρακάτω χαρακτηριστικά: 500KVA, 50Hz, 1500rpm, in line, diesel, χωρίς turbo charger, και χωρίς σιγαστήρα στην εξάτμιση μήκους 3m



εκτίμηση στάθμης θορύβου H/Z

Λήψη δεδομένων από ακουστικές μετρήσεις:

ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΠΡΟΤΥΠΑ:

- ISO 3744:1994 Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane
- ISO 3746:1995 Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane
- ISO 1996-1:1982 Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures

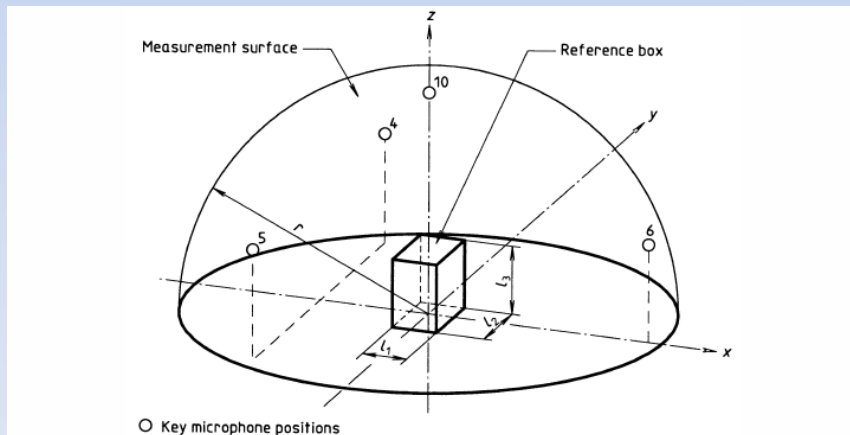


Figure B.1 — Microphone array on the hemisphere — Key microphone positions

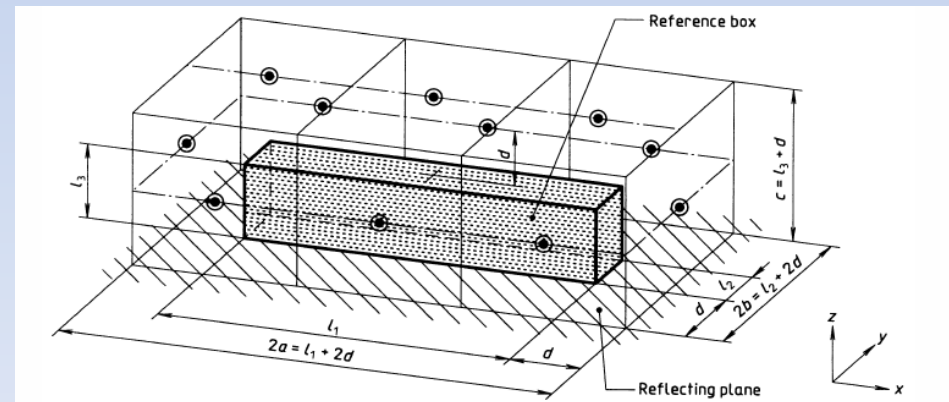


Figure C.4 — Example of a measurement surface and microphone positions for a long machine ($4d < l_1 \leq 7d$, $l_2 \leq d$, $l_3 \leq 2d$)

απαιτήσεις

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (1) (ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ)

Σύμφωνα με την ΥΑ 37393/2028 ΦΕΚ Β' 1418/01.10.2003
Τα Η/Ζ για να μπορούν να εγκατασταθούν σε εξωτερικό χώρο πρέπει να φέρουν σήμανση CE συνοδευόμενη από την ένδειξη εγγυημένης ακουστικής ισχύος.



Σύμφωνα με την ίδια ΥΑ για την απόκτηση του σήματος CE, υποκείμενα σε έλεγχο ορίου εκπομπής είναι μόνο τα Η/Ζ ηλεκτρικής ισχύος $P_{el} < 400\text{KW}$ και αυτή πρέπει να μετράται σύμφωνα με τον πίνακα:

Τα Η/Ζ με $P_{el} > 400\text{KW}$ οφείλουν απλά, να φέρουν τη σήμανση LWA.

**ΓΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΧΩΡΟ
ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΟΠΩΣΔΗΠΟΤΕ Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΤΟΥ Η/Ζ ΝΑ ΓΙΝΕΙ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΛΩΒΟ
ΚΑΙ Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ
ΣΙΓΑΣΤΗΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗ**

Είδος εξοπλισμού	Καθαρή εγκαταστημένη ισχύς P σε kW Ηλεκτρική ισχύς $P_{el}^{(1)}$ σε kW Μάζα συσκευής m σε kg Πλάτος κοπής L σε cm	Επιτρεπόμενη στάθμη ακουστικής ισχύος LwA σε dB/1 pW	
		Κατά την φάση I από 3 Ιανουαρίου 2002	Κατά την φάση II από 3 Ιανουαρίου 2006
Ηλεκτροπαραγωγή Ζεύγη συγκόλλησης και ηλεκτροπαραγωγή ζεύγη ισχύος	$P_{el} \leq 2$	97+lg P_{el}	95+ lg P_{el}
	$2 < P_{el} \leq 10$	98+lg P_{el}	96+ lg P_{el}
	$10 > P_{el}$	97+lg P_{el}	95+ lg P_{el}

απαιτήσεις

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (2) (ΟΡΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ)

Σύμφωνα με το ΠΔ 1180/1981 ΦΕΚ Α' 293/06.10.1981 ισχύουν τα ακόλουθα:

Στη περίπτωση που επιθυμούμε να υπολογίσουμε την ηχοστάθμη σε μία θέση στο εξωτερικό περιβάλλον θα πρέπει να γνωρίζουμε :

- Την απόδοση ηχομονωτικού κλωβού (αν υπάρχει),
- Τα τοιχώματα του γεννητριοστασίου αν το Η/Ζ είναι εγκατεστημένο σε εσωτερικό χώρο, την ύπαρξη ανοιγμάτων και την απόδοση ηχοπαγίδων αερισμού του Η/Ζ
- Την απόδοση του σιγαστήρα της εξάτμισης Και του σιγαστήρα turbocharger (αν υπάρχει)
- Την ύπαρξη εμποδίων ή ηχοπετασμάτων μεταξύ πηγής και δέκτη

5. Τὸ ἀνώτατον ἐπιτρεπόμενον ὄριον θορύβου, ἐκπεμπόμενον εἰς τὸ περιβάλλον ὑπὸ τῶν ἐγκαταστάσεων, καθορίζεται ὡς τοῦτο ἀναφέρεται εἰς τὸν κατωτέρω παρατιθέμενον πῖνακα, μετρούμενον ἐπὶ τοῦ ὁρίου τοῦ ἀκινήτου ἐπὶ τοῦ ὁποίου κεῖται ἡ ἐγκατάστασις.

Π Ι Ν Α Κ Ι

Ἀνωτάτου Ἐπιτρεπομένου Ὁρίου Θορύβου

α/α	Περιοχή	Ἀνώτατον ὄριον θορύβου εἰς dBA
1.	Νομοθετημένοι Βιομηχανικαὶ Περιοχαὶ	70
2.	Περιοχαὶ εἰς ἃς τὸ ἐπικρατέστερον στοιχεῖον εἶναι τὸ βιομηχανικόν	65
3.	Περιοχαὶ εἰς ἃς ἐπικρατεῖ ἐξ ἴσου τὸ βιομηχανικόν καὶ ἀστικόν στοιχεῖον	55
4.	Περιοχαὶ εἰς ἃς ἐπικρατεῖ τὸ ἀστικόν στοιχεῖον.	50

Διὰ τὰς ἐγκαταστάσεις, τὰς εὕρισκομένας ἐν ἐπαφῇ μετὰ κατοικουμένων κτισμάτων, τὸ ἀνώτατον ἐπιτρεπόμενον ὄριον θορύβου καθορίζεται εἰς 45 dBA, ἀνεξαρτήτως τῆς περιοχῆς εἰς ἣν εὕρσκεται ἡ ἐγκατάστασις, μετρούμενον ἐντὸς τοῦ κατοικουμένου κτίσματος μετ' ἀνοιχτὰς θύρας καὶ παράθυρα.

απαιτήσεις

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (2) (ΟΡΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ)

Κατά τη λοιπά ισχύουν τα όσα αναφέρθηκαν στο 1ο σεμινάριο για υπολογισμό της ηχοστάθμης με υπέρθεση πηγών θορύβου

ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΠΡΟΤΥΠΑ:

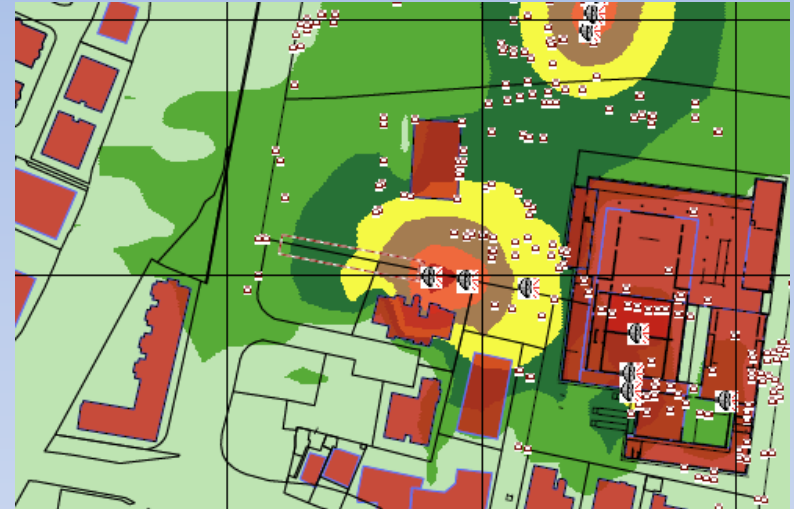
- ISO 9613-1:1993 Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere

ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΠΗΓΗΣ L_w ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ L_p ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ r ΑΠΟ ΤΗ ΠΗΓΗ:

$$L_p = L_w - 11 - 20 \log r$$

ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ L_{p2} ΣΕ ΜΙΑ ΘΕΣΗ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ r_2 ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΗΓΗ ΟΤΑΝ ΕΙΝΑΙ ΓΝΩΣΤΗ Η ΣΤΑΘΜΗ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ L_{p1} ΣΕ ΜΙΑ ΆΛΛΗ ΘΕΣΗ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ r_1 ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΗΓΗ:

$$L_{p2} = L_{p1} - 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$



Η ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΤΗΣ ΓΙΑ Η/Ζ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΑ ΣΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΧΩΡΟ ΜΕ $L_{wa} = 97,6\text{dB(A)}$ ΜΑΣ ΥΠΟΧΡΑΙΩΝΕΙ ΣΕ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΝΑ ΜΗΝ ΥΠΕΡΒΑΙΝΟΝΤΑΙ ΤΑ $L_p = 50\text{dB(A)}$ ΣΤΑ ΟΡΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ

απαιτήσεις

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ (1)

Σύμφωνα με το αρ.12 του κτιριοδομικού κανονισμού ΥΑ 3046/304/89 ΦΕΚ Δ' 59/03.02.89 ισχύουν τα ακόλουθα:

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
	1	2	3	4	5	6
	R' _w dB	L' _{u,w} dB	R' _w dB	L' _{u,w} dB	L _{Aeq,h} dB(A)	L _{pA} dB (A)
ΚΑΤΟΙΚΙΑ - ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΔΙΑΜΟΝΗ	54	55	-	-	30	25
ΓΡΑΦΕΙΑ - ΕΜΠΟΡΙΟ	52	60	58	52	35	30
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	57	58	58	52	30	25
ΥΓΕΙΑ	57	55	58	52	30	25
ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	65	40	62	47	(25)	(25)

απαιτήσεις

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ (2)

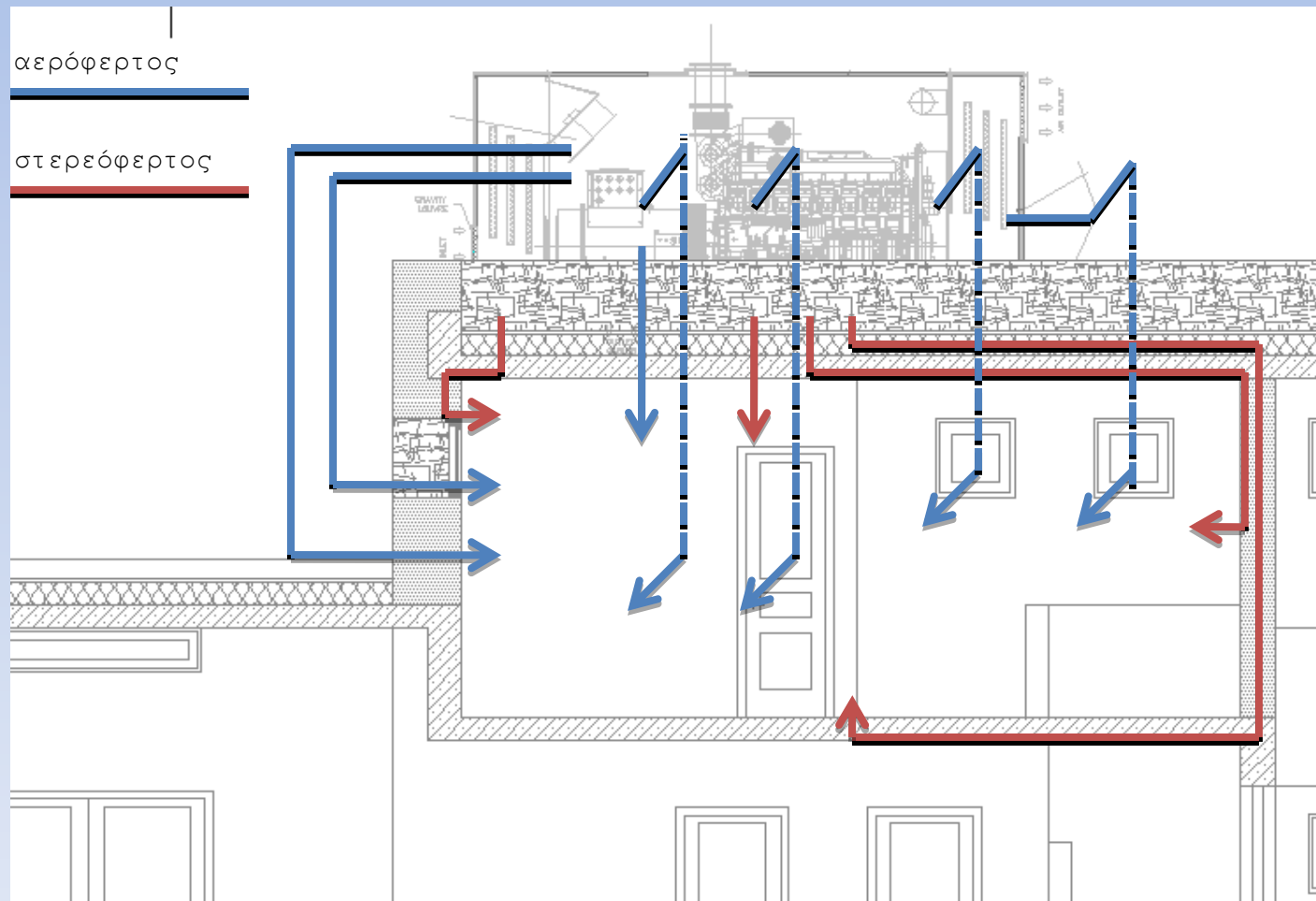
Σύμφωνα με το αρ.12 του κτιριοδομικού κανονισμού ΥΑ 3046/304/89 ΦΕΚ Δ' 59/03.02.89 ισχύουν τα ακόλουθα:

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	
					Εξωτερικούς θορύβους	Θορύβους εγκαταστάσεων
	1	2	3	4	5	6
	R'_{w}	$L'_{n,w}$	R'_{w}	$L'_{n,w}$	$L_{Aeq,h}$	L_{pA}
	dB	dB	dB	dB	dB (A)	dB (A)
ΚΑΤΟΙΚΙΑ - ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΔΙΑΜΟΝΗ	50	60	-	-	35	30
ΓΡΑΦΕΙΑ - ΕΜΠΟΡΙΟ	40	65	52	55	40	35
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	50	65	55	55	35	30
ΥΓΕΙΑ	50	60	55	55	35	30
ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	60	45	60	48	(25)	(25)

απαιτήσεις

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ (3)

Προσοχή σε όλες τις πιθανές διαδρομές αερο- και στερεομεταφερόμενης διάδοσης



απαιτήσεις

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ (4)

ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΗΣ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΧΩΡΙΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗ ΔΙΑΔΟΣΗ

ΣΥΝΗΘΩΣ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ ΗΧΟΜΟΝΩΣΗΣ - ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΠΡΟΣΟΧΗ! Η ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΗΧΟΣΤΑΘΜΗ ΛΟΓΩ ΣΤΕΡΕΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΡΟΒΛΕΦΘΕΙ ΜΕ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΔΙΟΤΙ:

- ΟΥΤΕ Η ΣΤΑΘΜΗ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΩΜΕΝΩΝ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΙ ΜΕ ΚΑΠΟΙΑ ΜΕΘΟΔΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
- ΟΥΤΕ Η ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΣΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΡΟΒΛΕΥΘΕΙ ΜΕ ΑΚΡΙΒΕΙΑ

ΣΥΝΕΠΩΣ Η ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠ'Ο ΣΤΕΡΕΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗ ΔΙΑΔΟΣΗ

ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ ΥΠΟΨΗ ΟΥΤΩΣ Η ΑΛΛΩΣ

ΚΑΙ Η ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΥ ΘΑ ΕΠΙΛΕΓΕΙ

ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

απαιτήσεις

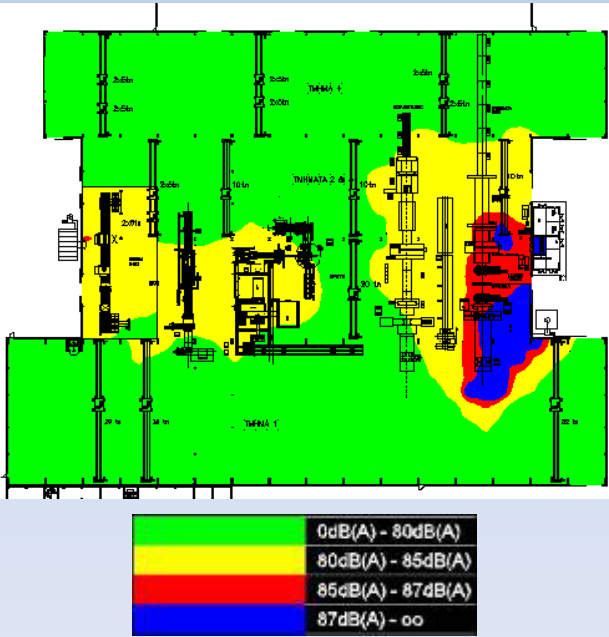
ΕΚΘΕΣΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΘΟΡΥΒΟ

Σύμφωνα με το ΠΔ 149/28.06.06
ΦΕΚ Α' 159/28.07.2006
καθορίζονται όρια για την έκθεση των
εργαζομένων σε θόρυβο:



**ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΧΡΗΣΗΣ Η/Ζ ΓΙΑ
ΣΥΝΕΧΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΜΕ ΣΥΝΕΧΗ Ή ΣΥΧΝΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ
ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ
ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ ΜΕ ΠΡΩΤΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
Μ.Α.Π.**

- 1. Για τους σκοπούς του παρόντος διατάγματος, οι οριακές τιμές έκθεσης και οι τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης, όσον αφορά τις ημερήσιες στάθμες έκθεσης σε θόρυβο και τις κορυφοτιμές της ηχητικής πίεσης καθορίζονται ως εξής:
 - α) οριακές τιμές έκθεσης: $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$ και $P_{peak} = 200 \text{ Pa}$ ⁽¹⁾, αντιστοίχως,
 - β) ανώτερες τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης: $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ και $P_{peak} = 140 \text{ Pa}$ ⁽²⁾, αντιστοίχως,
 - γ) κατώτερες τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης: $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$ και $P_{peak} = 112 \text{ Pa}$ ⁽³⁾, αντιστοίχως.¹
- 2. Κατά την εφαρμογή των οριακών τιμών έκθεσης, στον προσδιορισμό της πραγματικής έκθεσης του εργαζομένου συνυπολογίζεται η ηχοεξασθένηση που επιτυγχάνεται από τα μέσα ατομικής προστασίας της ακοής που φέρει ο εργαζόμενος. Στις τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης η ηχοεξασθένηση που επιτυγχάνεται από τα μέσα ατομικής προστασίας της ακοής που φέρει ο εργαζόμενος δεν συνυπολογίζεται.



κριτήρια για τη χωροθέτηση του Η/Ζ

- Η μέθοδος με την μεγαλύτερη απόδοση προς κόστος για την ηχοπροστασία ενός Η/Ζ είναι η κατάλληλη χωροθέτησή του.
- Η εξέταση της χωροθέτησης του Η/Ζ σε μία κτιριακή εγκατάσταση έχει νόημα αν υπάρχουν εναλλακτικές θέσεις στις οποίες μπορεί να εγκατασταθεί το Η/Ζ

ΓΕΝΙΚΑ

το βασικό κριτήριο είναι η τήρηση της μέγιστης δυνατής απόστασης από τους ευαίσθητους δέκτες και η αξιοποίηση όλων των δυνατών εμποδίων που εξασθενούν τον θόρυβο

η δυνατότητα τοποθέτησης του Η/Ζ σε θέση που διακόπτεται με κατασκευαστικό αρμό από το υπόλοιπο κτίριο αποτελεί την βέλτιστη οικονομική και τεχνική λύση για την αντιμετώπιση της στερεομεταφερόμενης μετάδοσης

κριτήρια για τη χωροθέτηση του Η/Ζ

- Αν υπάρχει διαθέσιμος χώρος στο οικόπεδο προτείνεται η τοποθέτηση του Η/Ζ στο ύπαιθρο με προστασία από τυποποιημένο κλωβό και κατάλληλο σιγαστήρα εξάτμισης πάνω σε τσιμεντένια βάση ανεξάρτητη από το υπόλοιπο κτίριο σε κατάλληλη θέση
- Υπό την προϋπόθεση ότι η στάθμη του αερομεταφερόμενου θορύβου
 - Θα πληροί τις απαιτήσεις του ΠΔ 1180/81 για τα όρια ιδιοκτησίας
 - Θα πληροί τις απαιτήσεις του κτιριοδομικού κανονισμού για την ακουστική άνεση



κριτήρια για τη χωροθέτηση του Η/Ζ

- Σε περίπτωση που απαιτούνται πρόσθετα μέτρα ηχοπροστασίας αυτά είναι αποδοτικότερο να ληφθούν παρά να τοποθετηθεί το Η/Ζ στο υπόγειο ή στο δώμα του κτιρίου, όπως:

- η κατάλληλη τοποθέτηση στο χώρο λαμβάνοντας υπόψη:
 - την εκμετάλλευση της απόστασης και πιθανών εμποδίων ή/και ηχοπετασμάτων,
 - την τήρηση απόστασης από ευαίσθητους δέκτες, ανοίγματα και υαλοπίνακες
- η παραγγελία του Η/Ζ με κλωβό ή / και σιγαστήρα μεγαλύτερης απόδοσης
- η κατασκευή υπόγειου ή ημι-υπόγειου γεννητριοστασίου με:
 - τα κατάλληλα ανοίγματα αερισμού και τις ηχοπαγίδες που απαιτούνται
 - την απαιτούμενη ηχομόνωση των τοιχωμάτων που προεξέχουν του χώματος (προσοχή στις καταπακτές)
 - την τοποθέτηση ηχοαπορρόφησης στο εσωτερικό του γεννητριοστασίου



κριτήρια για τη χωροθέτηση του Η/Ζ



Ποια είναι η θέση τοποθέτησης ενός Η/Ζ ηλεκτρικής ισχύος 120KVA;

Απαιτούνται πρόσθετα μέτρα;

Δεδομένου ότι

$$L_{wa} = 95 + \log P_{el} = 97 \text{ dB(A)}$$

$$L_p@1\text{m} = 89 \text{ dB(A)}, L_p@10\text{m} = 79 \text{ dB(A)}, L_p@20\text{m} = 69 \text{ dB(A)}$$

κριτήρια για τη χωροθέτηση του Η/Ζ

- Αν δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο υπάρχουν δύο επιλογές:

1) Τοποθέτηση στο υπόγειο

Πλεονεκτήματα:

- Μεγαλύτερη απόσταση από ευαίσθητους δέκτες
- Συνήθως κοντά σε Γενικό Ηλεκτρικό Πίνακα ή Υποσταθμό
- Πλάκα επί εδάφους πιο "σκληρή"

Μειονεκτήματα:

- Δυσκολία εγκατάστασης σε υφιστάμενο κτίριο
- Προβλήματα εξεύρεσης κατάλληλων ανοιγμάτων για αερισμό και κόστος επιπλέον ανεμιστήρων – ηχοπαγίδων



κριτήρια για τη χωροθέτηση του Η/Ζ

- Αν δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο υπάρχουν δύο επιλογές:

2) Τοποθέτηση στο δώμα

Πλεονεκτήματα:

- Ευκολία τοποθέτησης με γερανό χωρίς επιπλέον εργασίες
- Δυνατότητα παραγγελίας με τυποποιημένο ηχομονωτικό κλωβό

Μειονεκτήματα:

- Στερεομεταφερόμενος θόρυβος στους πιο «σημαντικούς» δέκτες του τελευταίου ορόφου
- Πρόβλημα διάδοσης θορύβου στο περιβάλλον (όρια ιδιοκτησίας)
- Πλάκα οροφής περισσότερο επιδεκτική στη μετάδοση δονήσεων με μεγάλα πλάτη



έλεγχος αερομεταφερόμενου θορύβου

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

- Η αντιμετώπιση του αερομεταφερόμενου θορύβου είναι μια καλά αναπτυγμένη περιοχή της τεχνικής και της επιστήμης, με αποδεκτές μεθόδους υπολογισμού και διαδικασίες εφαρμογής και απλά πιστοποιημένα με γνωστές ιδιότητες υλικά.
- Ειδική προσοχή ωστόσο απαιτείται δεδομένου ότι ο θόρυβος των Η/Ζ περιλαμβάνει τονικές συνιστώσες στις χαμηλές συχνότητες.
- Οι ακουστικές μέθοδοι που βασίζονται σε στατιστικές θεωρήσεις δεν επαρκούν αλλά απαιτείται εξέταση κυματικών φαινομένων και των συντονισμών που ενδεχομένως να μειώνουν δραστικά την απόδοση των υλικών.
- Πλήρης εγκλεισμός δεν είναι εφικτός: Τα Η/Ζ απαιτούν ανοίγματα αερισμού, ανοίγματα για διέλευση σωληνώσεων και καλωδίων, επισκέψιμες θήρες, παράθυρα για την επιτήρηση οργάνων.

έλεγχος αερομεταφερόμενου θορύβου

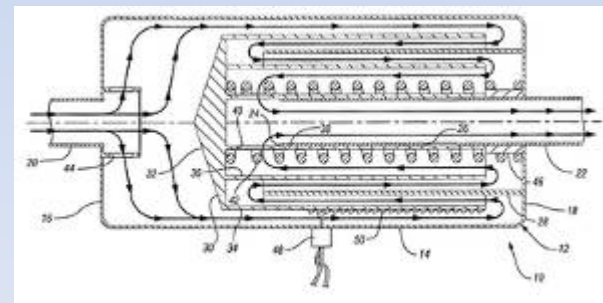
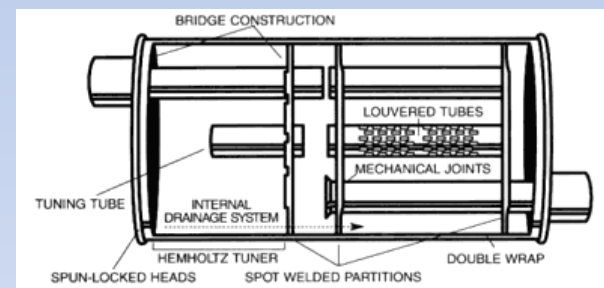
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΙΣ ΠΗΓΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ ΤΟΥ Η/Ζ:

- Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για την απομόνωση των κραδασμών βοηθούν για την μείωση του θορύβου που εκπέμπεται από τα παλλόμενα μέρη του Η/Ζ.
- Μικρά αποτελέσματα φέρνει η προσπάθεια παρέμβασης με μείωση της ταχύτητας του ανεμιστήρα
- Η εξασθένιση του θορύβου στη προσαγωγή αέρα καύσης συνήθως επιτυγχάνεται μέσω του φίλτρου και σε μεγαλύτερα Η/Ζ που έχουν turbocharger μέσω ηχοπαγίδας.
- Η εξασθένηση του θορύβου στην εξάτμιση επιτυγχάνεται μέσω σιγαστήρα τύπου αντίδρασης (reactive).
- Σε συστήματα με μακρύ μήκος εξάτμισης προσφέρουν κάποια ηχοεξασθένιση

έλεγχος αερομεταφερόμενου θορύβου

ΣΙΓΑΣΤΗΡΑΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ (1):

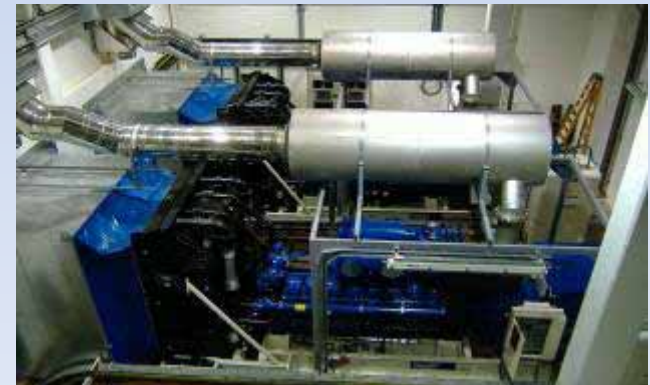
- Οι σιγαστήρες αυτού του τύπου επιτελούν τη λειτουργία τους μέσω αλλαγών διατομής στην εξάτμιση που έχει ως αποτέλεσμα την επιστροφή του θορύβου πίσω στη πηγή.
- Είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε να αντέχουν τα θερμά αέρια της εξάτμισης και να απάγουν την θερμότητα στο περιβάλλον
- Χρησιμοποιούνται για αντιμετώπιση χαμηλών συχνοτήτων ενώ περιλαμβάνουν συνήθως διάτρητους σωλήνες για να επιτυγχάνουν απόδοση σε όλο το φάσμα.
- Η απόδοση των σιγαστήρων εξαρτάται από την διάμετρο, τον συνολικό όγκο και τον σχεδιασμό.
- Διακρίνονται σε σιγαστήρες
 - απλού θαλάμου: μικρότερη απόδοση, μικρή αντίσταση στη ροή των καυσαερίων
 - πολλαπλών θαλάμων μεγαλύτερη απόδοση, μεγαλύτερη αντίσταση στη ροή των καυσαερίων



έλεγχος αερομεταφερόμενου θορύβου

ΣΙΓΑΣΤΗΡΑΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ (2):

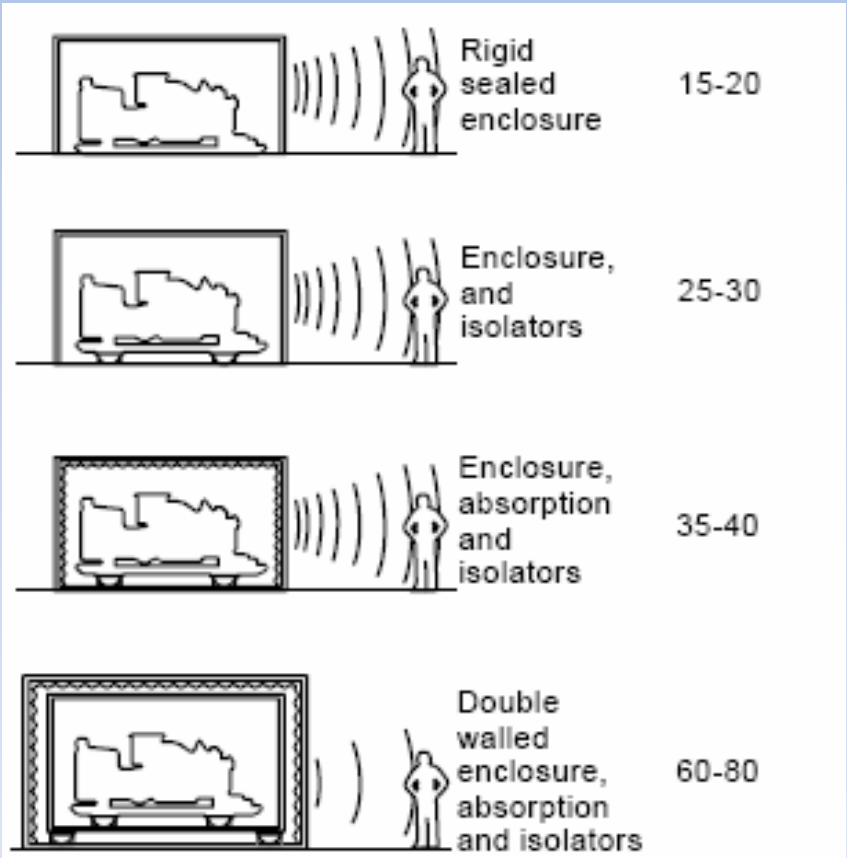
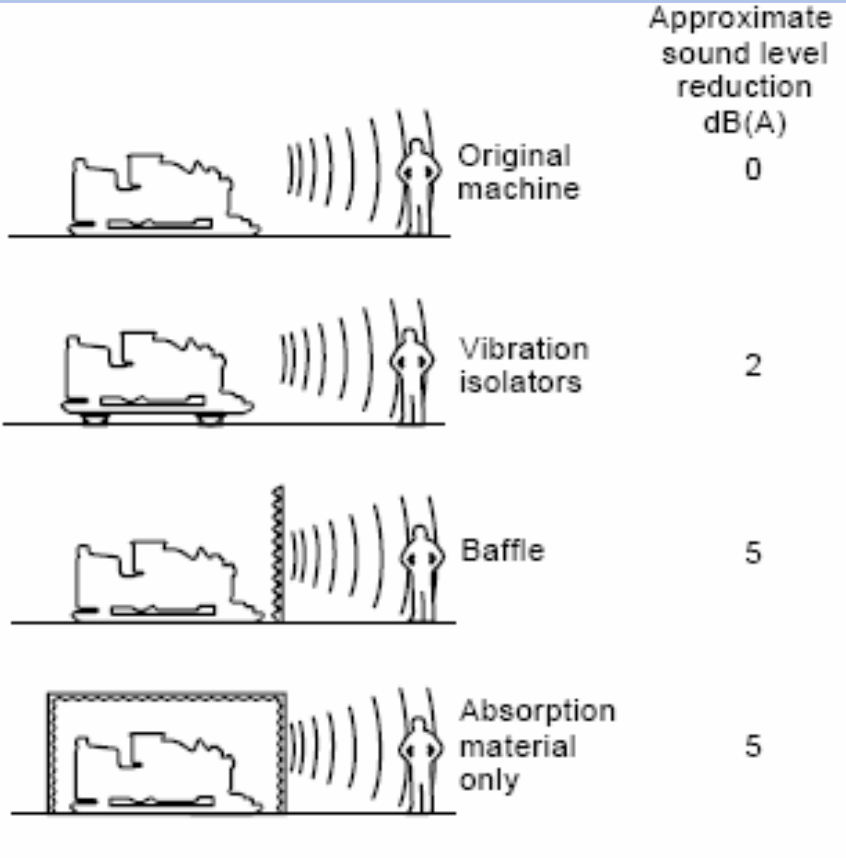
- Διακρίνονται ανάλογα με το πού βρίσκεται το στόμιο προσαγωγής (αξονική - ακτινική σύνδεση)
- Χαρακτηρίζονται από τον δείκτη IL (insertion loss)
- Συνεπώς η διαστασιολόγηση γίνεται εφόσον γνωρίζουμε την εκπομπή θορύβου από το Η/Ζ χωρίς σιγαστήρα
- Ανάλογα με την απόδοση διακρίνονται σε 3 κατηγορίες:
 - βιομηχανικοί: 12 - 18 dB
 - οικιακοί: 18 - 25 dB
 - κρίσιμοι: 25- 35 dB
- Η διαστασιολόγηση πρέπει να λαμβάνει υπόψη την πίεση που ασκείται προς τον κινητήρα για να αποφευχθεί η μείωση της απόδοσής του.



έλεγχος αερομεταφερόμενου θορύβου

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ:

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ



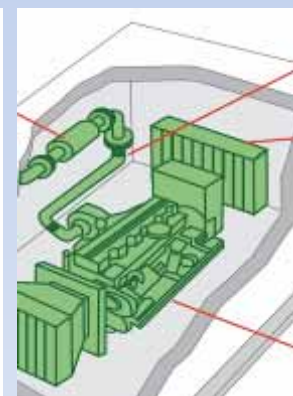
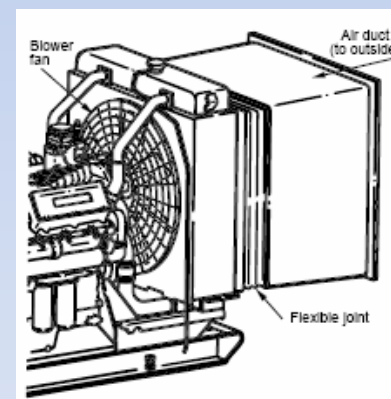
έλεγχος αερομεταφερόμενου θορύβου

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΟΥ ΚΛΩΒΟΥ:

Γενικά συνιστάται η εγκατάσταση τυποποιημένου κλωβού με πιστοποιημένη απόδοση κατάλληλου για το συγκεκριμένο Η/Ζ.

Αν αυτό δεν είναι εφικτό τότε οφείλει κανείς στο σχεδιασμό να λάβει υπόψη τα εξής:

- Επιλογή υλικού και τρόπου κατασκευής των τοιχωμάτων με επαρκή ηχομονωτική ικανότητα στις χαμηλές συχνότητες
- Υποχρεωτικά τοποθέτηση εντός του κλωβού ηχοαπορροφητικού υλικού με απόδοση στις χαμηλές συχνότητες.
- Επιλογή άκαυστων υλικών
- Σχεδιασμός των θηρών και παραθύρων που απαιτούνται για συντήρηση - επιτήρηση με ιδιαίτερη προσοχή στις φραγές.
- Διαστασιολόγηση ηχοπαγίδων προσαγωγής και απαγωγής
- Αναδιαστασιολόγηση του ανεμιστήρα του ψυγείου ώστε να μπορεί να μεταφέρει τον απαραίτητο αέρα για το ψυγείο, την ψύξη του κελύφους και τη καύση.
- Καμία άμεση επαφή του κλωβού με το Η/Ζ. Ο κλωβός στηρίζεται στο δάπεδο.
- Εγκατάσταση εύκαμπτων συνδέσμων σε οτιδήποτε έρχεται σε επαφή με το κέλυφος πχ εξάτμιση, αεραγωγοί



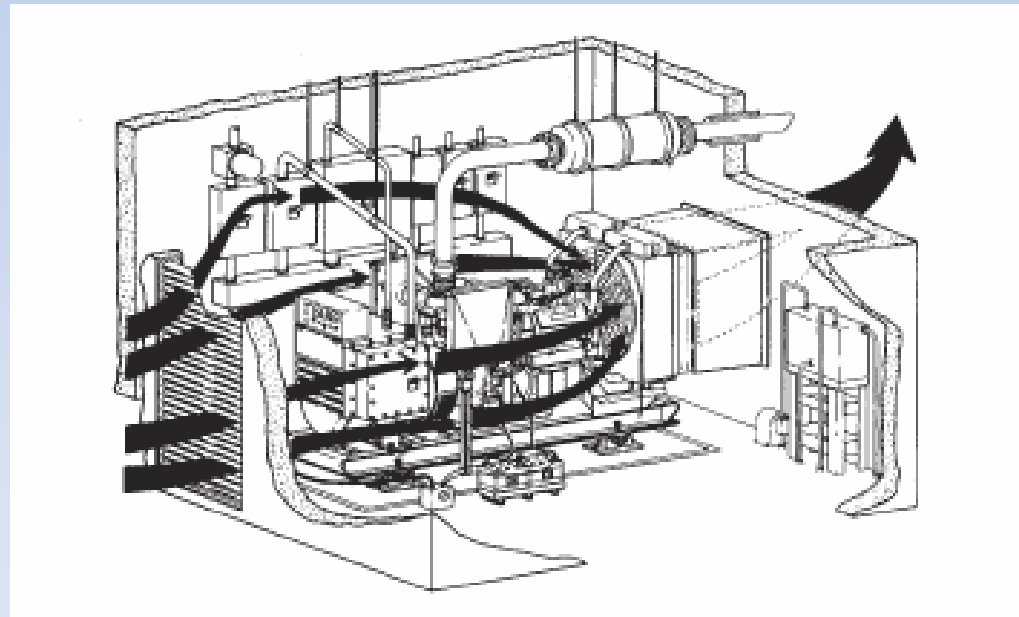
έλεγχος αερομεταφερόμενου θορύβου

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΟΣΤΑΣΙΟΥ (1):

- Ο σχεδιασμός του γεννητριοστασίου πρέπει να εξασφαλίζει ταυτόχρονα τις απαιτήσεις:
 - ηχομόνωσης
 - αερισμού
 - πυροπροστασίας
 - πρόσβασης - εργονομίας συντήρησης
 - πιθανής αντικατάστασης του Η/Ζ

ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΠΡΟΣΟΧΗ

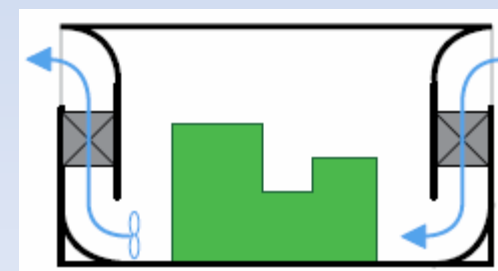
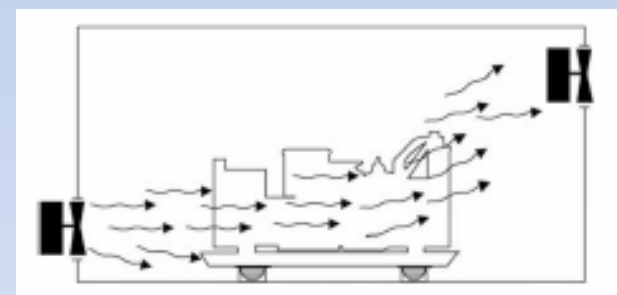
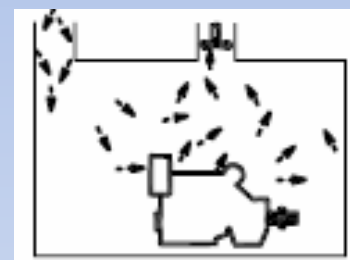
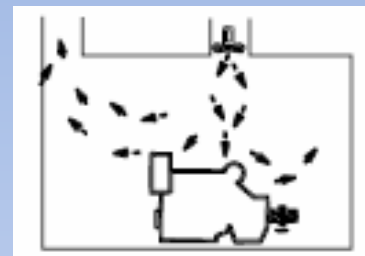
- ΣΤΑ ΑΔΥΝΑΜΑ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- ΣΤΙΣ ΠΟΡΤΕΣ
- ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΠΑΚΤΕΣ
- ΣΤΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ



έλεγχος αερομεταφερόμενου θορύβου

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΟΣΤΑΣΙΟΥ (2):

- Η επιλογή του υλικού του πάχους των τοιχωμάτων γίνεται σε αναφορά με τις απαιτήσεις ηχομόνωσης
- Η δυνατότητα κατασκευής υπόγειου ή ημι-υπόγειου γεννητριостασίου με κατασκευαστικό αρμό αποτελεί τη βέλτιστη λύση.
- Είναι απαραίτητη η επένδυση εσωτερικά με άκαυστο ηχοαπορροφητικό υλικό με απόδοση στις χαμηλές συχνότητες
- Είναι απαραίτητη η εξασφάλιση ανοιγμάτων αερισμού και η διαστασιολόγηση ηχοπαγίδων προσαγωγής και απαγωγής
- Αν δεν χρησιμοποιηθεί ο ίδιος ο ανεμιστήρας του Η/Ζ θα πρέπει να διαστασιολογηθεί σύστημα που θα προσάγει και θα απορρίπτει αέρα
ΠΡΟΣΟΧΗ ! Η λύση θα πρέπει να λάβει υπόψη της το μήκος της ηχοπαγίδας
- Η εφαρμογή λαβυρίνθου εξασφαλίζει ακόμα μεγαλύτερη ηχοεξασθένιση



έλεγχος στερεομεταφερόμενου θορύβου

ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΝΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (1):

Σε Η/Ζ αναπτύσσονται δυνάμεις που μετατρέπονται σε κραδασμούς και δονήσεις όχι μόνο από έκκεντρη περιστροφική κίνηση αλλά και από παλινδρομική κίνηση της τμημάτων της ΜΕΚ.

Η συχνότητα των δονήσεων αυτών είναι σχετικά μικρή και εξαρτάται από τις στροφές του κινητήρα (πχ 1500rpm) και τον αριθμό των κυλίνδρων (πχ 6)

Το παραπάνω δίνει βασική συχνότητα για τις δονήσεις που οφείλονται παλινδρομικές κινήσεις στα 4,17Hz και στα 25Hz για τις δονήσεις που οφείλονται σε έκκεντρη περιστροφική κίνηση.

Η εξασθένιση του στερομεταφερόμενου θορύβου εμπειρικά έχει μετρηθεί περί τα 5dB ανά όροφο για συχνότητες ως 1000Hz και κατά 1.2 με 2 dB ανά μέτρο για δονήσεις που διαδίδονται οριζόντια σε μία πλάκα.

Εξασθένιση μπορεί να επιτευχθεί με την ύπαρξη ασυνέχειας ή αλλαγής εμπέδησης. Οι κατασκευαστικοί αρμοί των κτιρίων προσφέρουν πολύ καλή απομόνωση.

έλεγχος στερεομεταφερόμενου θορύβου

ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΝΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (2):

Γενικά επιτυγχάνεται με την παρεμβολή ελαστικών συνδέσεων σε οτιδήποτε έρχεται σε επαφή με τα παλλόμενα μέρη του Η/Ζ

Αυτό περιλαμβάνει :

- Κυρίως την ίδια την ΜΕΚ ή όλο μαζί το Η/Ζ αν είναι σε μία ενιαία βάση
- Τους πλευρικούς αναστολείς της βάσης
- Τους αεραγωγούς
- Την σωλήνα της εξάτμισης
- Τις σωληνώσεις της ψύξης (αν το ψυγείο δεν είναι πάνω στην ίδια βάση)
- Τη σωλήνωση τροφοδοσίας της ΜΕΚ με καύσιμο
- Τις ηλεκτρικές καλωδιώσεις

έλεγχος στερεομεταφερόμενου θορύβου

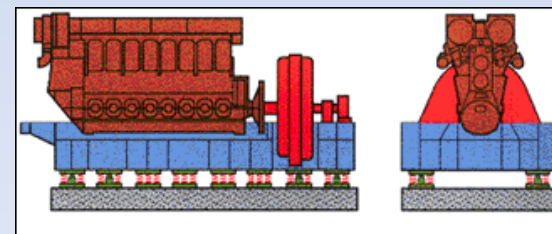
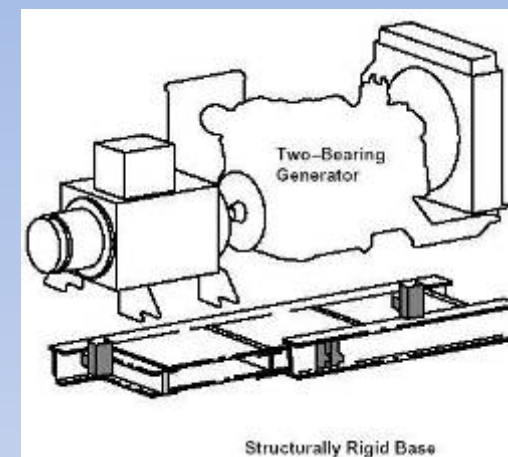
ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΟΝΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (3):

Σε κάποια μικρά Η/Ζ ο κινητήρας βρίσκεται εδρασμένος σε ελαστικούς συνδέσμους που παρεμβάλλονται μεταξύ των εδράνων του κινητήρα και της βάσης του Η/Ζ. Σε αυτές τις περιπτώσεις αν δεν χρειάζεται επιπλέον παρέμβαση.

Μεγαλύτερα Η/Ζ συναρμολογούνται σε μεταλλική ή τσιμεντένια βάση που εξασφαλίζει την απαραίτητη σκληρότητα για ευθυγράμμιση του κινητήρα με την ηλεκτρογεννήτρια.

Για μεγαλύτερα Η/Ζ ή πιο απαιτητικές εφαρμογές μπορεί να απαιτούνται και επιπλέον μέτρα:

- Με εφαρμογή ελατηρίων με viscodamper μεταξύ της μεταλλικής βάσης και του δαπέδου (προσοχή στη διαστασιολόγηση)
- Με εφαρμογή μάζας αδρανείας και ελατηρίων όταν απαιτούνται μικρότερα πλάτη ταλάντωσης
- Ο στατικός και δυναμικός έλεγχος της αντοχής μιας πλάκας που θα παραλάβει ένα Η/Ζ είναι απαραίτητος



βιβλιογραφία για περαιτέρω διερεύνηση

- Electric power application and installation guide, CATERPILAR, LEBE1924-01
- Generator set noise solutions: Controlling unwanted noise from on-site power systems, Power topic #7015 | Technical information from Cummins Power Generation Inc., By Dennis Aaberg, Senior Acoustics Specialist, www.cumminspower.com 2007 Cummins Power Generation Inc.
- Engineering Noise Control. Theory and Practice, D.A. Bies, C.H. Hansen (3rd ed) 2003 ISBN 0-415-26714-5
- Noise and vibration control for mechanical equipment, Washington DC: Technical Manual TM-5-805-4 AFM 88-37 NAVFAC Dhl 3.10
- Industrial noise control and acoustics, R. F. Barron, 2001 Marcel Dekker, Inc, ISBN: 0-8247-0701-X
- Noise Control in Building Services. A. Fry 1st ed. 1988 Sound Research Laboratories, ISBN: 0-08-034067-9
- Industrial noise and vibration control, J.D. Irwin, E.R. Graf 1979, Prentice Hall Ind., ISBN: 0-13-461574-3
- Εφαρμοσμένη Ακουστική, Δ. Σκαρλάτος, Εκδόσεις Φιλομάθεια 2003, ISBN: 960-87710-1-3
- Gerb Vibration Insulation System