

Ο ΘΟΡΥΒΟΣ - ΕΝΑΣ ΕΧΘΡΟΣ

Θ. Γ. Βουδικλάρης
Πολιτικός Μηχανικός

Το κείμενο που ακολουθεί δεν έχει ως κύριο σκοπό το να μεταδώσει γνώσεις, αλλά το να προκαλέσει κάποια ευαισθητοποίηση για τους κινδύνους που συνεπάγεται ο θόρυβος στους χώρους εργασίας και επίσης να γνωστοποιήσει ή να υπενθυμίσει ότι υπάρχουν Ευρωπαϊκές Οδηγίες και Ελληνική Νομοθεσία που καθορίζουν «μέγιστα» εκθέσεις των εργαζομένων σε περιβάλλον θορύβου και μέτρα προστασίας κατ' αυτού.

Οι βασικές θεωρητικές γνώσεις θεωρούνται γνωστές, γι' αυτό και παρατίθενται στοιχειωδώς μόνο, υπομνηστικά, στον βαθμό που απαιτείται για την εύκολη παρακολούθηση του κειμένου χωρίς αναδρομή σε ειδικά βοηθήματα, ασφαλώς με κάποιες αδυναμίες πληρότητας ή «επιστημονικής» ακριβολογίας.

Γενικά

Ήχος είναι το αίτιο που διεγείρει το αισθητήριο όργανο της ακοής και συνίσταται στην παλμική (γενικώς περιοδική) μεταβολή της πίεσεως του μέσου (στερεού, υγρού ή αερίου) εντός του οποίου δημιουργείται ή μεταφέρεται.

Θόρυβος είναι ο ανεπιθύμητος ή δυσάρεστος ήχος, στον οποίο η μεταβολή πίεσεως δεν είναι περιοδική.

Κρότος είναι ο ήχος πολύ μικρής διάρκειας που προέρχεται από απότομη μεταβολή της πίεσεως.

Οι φυσικοί ήχοι είναι γενικώς σύνθετοι, αποτελούμενοι από απλούς ήχους (αρμονική μεταβολή της πίεσεως στον χρόνο) των οποίων οι συχνότητες είναι ακέραια πολλαπλάσια της θεμελιώδους. Στους φυσικούς ήχους η μεταβολή της πίεσεως είναι περιοδική, αλλ' ίσως όχι αρμονική.

Φυσικά χαρακτηριστικά – Μονάδες μετρήσεως

Κύρια χαρακτηριστικά των ήχων είναι η συχνότητα, η ένταση και η χροιά.

Το αυτί του υγιούς, νέου ανθρώπου μπορεί να συλλάβει ήχους από συχνότητα 16 Hz ως 20.000 Hz. Οι συχνότητες κάτω από 16 Hz λέγονται «υπόηχοι» και οι πάνω από 20.000 Hz λέγονται «υπέρηχοι».

Από πλευράς εντάσεως, ο μόλις ακουστός ήχος (στο κατώφλιο ακουστότητας) οφείλεται σε μεταβολές πίεσεως της τάξεως των 20 μPa (μικροπασκάλ, όπου $1 \text{ Pa} = 1\text{N/m}^2 \cong 10^{-5} \text{ kp/cm}^2 = 10^{-2} \text{ g/cm}^2$), ενώ ο μέγιστος ανεκτός (στα όρια του πόνου) ήχος οφείλεται σε μεταβολές πιέσεων της τάξεως των 200 Pa.

Ο λόγος μεγίστου – ελαχίστου μεταβολής πιέσεων έχει τάξη μεγέθους 1 : 10.000.000, τόσο μεγάλη δηλαδή ώστε να είναι δικαιολογημένη η χρησιμοποίηση λογαριθμικής

κλίμακας για την μέτρησή του. Άλλωστε και το αίσθημα της ακουστότητας (η απόκριση του αυτιού μας δηλαδή στον ήχο) ακολουθεί περίπου τον ίδιο (λογαριθμικό και όχι γραμμικό) νόμο.

Μονάδα μετρήσεως της Στάθμης Ηχητικής Πίεσεως (ΣΗΠ) είναι το δέκατον του Bell, το γνωστό μας decibel (dB) δηλαδή. Ως μέγεθος αναφοράς (με τιμή μηδέν dB) ορίζεται η πίεση των 20 μPa ή $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ του μόλις ακουστού ήχου, οπότε η ΣΗΠ (ή SPL= Sound Pressure Level) είναι:

$$\text{ΣΗΠ ή SPL} = L_p = \log_{10} (I/I_0) \text{ (Bell)} = 10 \log_{10} (P/P_0)^2 \text{ dB} = 20 \log_{10}(P/P_0) \text{ dB}$$

Με την ίδια μονάδα (dB) μετριέται και η Στάθμη Ηχητικής Εντάσεως (ΣΗΕ ή SWL), με μέγεθος ισχύος αναφοράς την τιμή $10^{-12} \text{ Watts/m}^2$. Η μονάδα Bell ή decibel δηλαδή, δεν μετρά απόλυτο μέγεθος, απλώς συγκρίνει προς το μέγεθος αναφοράς.

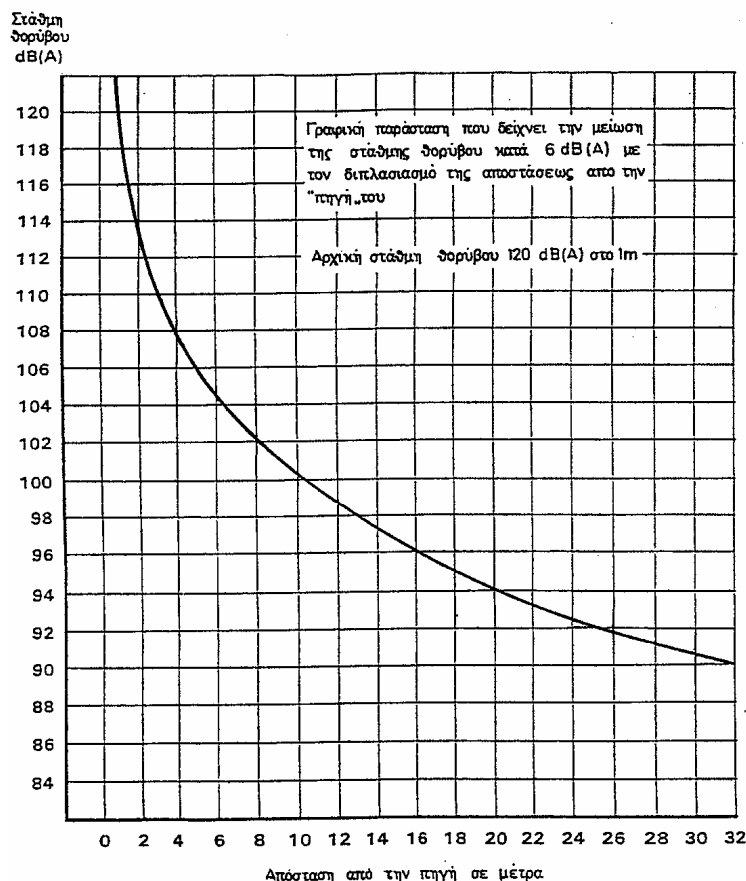
Τυπικές Εντάσεις Ηχου

	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΗΧΟΥ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΗΧΟΥ ΣΕ dB (A)	ΗΧΗΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΚΑΤΩΦΛΙ ΠΟΝΟΥ
Επικίνδυνη Ζώνη	100 000 000 000 000	140	 Αεριοθούμενο
	10 000 000 000 000	130	Σφύρα
ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΙΣΘΗΣΗΣ			
Κρίσιμη Ζώνη	1 000 000 000 000	120	 Ελικοφόρο αεροσκάφος
	100 000 000 000	110	 Γεωτρύπανο
	10 000 000 000	100	Μεταλλουργείο
	1 000 000 000	90	 Βαρύ Οχημα
Ασφαλής Ζώνη	100 000 000	80	Πολύ μεγάλη κίνηση
	10 000 000	70	 Ιδιωτικό όχημα
	1 000 000	60	Συνηθισμένη συνομιλία
	100 000	50	Ήσυχος γραφείο
	10 000	40	 Απαλή μουσική ραδιοφώνου
	1 000	30	Ψίθυρος
	100	20	Ήσυχη αστική κατοικία
	10	10	 Θρόισμα φύλλου
	1	0	ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΚΟΗΣ

Στην πραγματικότητα, το ανθρώπινο αυτί αντιλαμβάνεται την ένταση του ήχου σε συσχετισμό με την συχνότητά του, π.χ. ένας θόρυβος 50 dB σε συχνότητα 250 Hz γίνεται αντιληπτός ως πολύ ασθενέστερος από έναν άλλο θόρυβο 1000 Hz ίσης εντάσεως.

Άλλωστε οι θόρυβοι δεν περιέχουν μία μόνο συχνότητα ούτε όλες οι συχνότητες ενός θορύβου έχουν την ίδια ένταση ή πίεση. Για τον λόγο αυτόν γίνεται χρήση της μονάδας dB(A) που, κατά κάποιο τρόπο, δίνει την «φιλτραρισμένη» ένταση ενός θορύβου, ανηγμένη στην συχνότητα των 1000 Hz, ένα είδος «ισοδύναμου» θορύβου.

Μια εικόνα της κλιμάκωσης της εντάσεως του ήχου που προκύπτει από διάφορες πηγές, δίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα..



Μεταβολή της στάθμης θορύβου συναρτήσει της απόστασης από την πηγή

Η στάθμη στην οποία γίνεται αντιληπτός ο ήχος – θόρυβος εξαρτάται προφανώς από την απόσταση του παρατηρητή από την ηχογόνο πηγή. Σε κάθε διπλασιασμό της απόστασης η Στάθμη Ηχητικής Πίεσης μειώνεται κατά 6 dB(A), όπως φαίνεται στην καμπύλη του σχήματος που παρατίθεται.

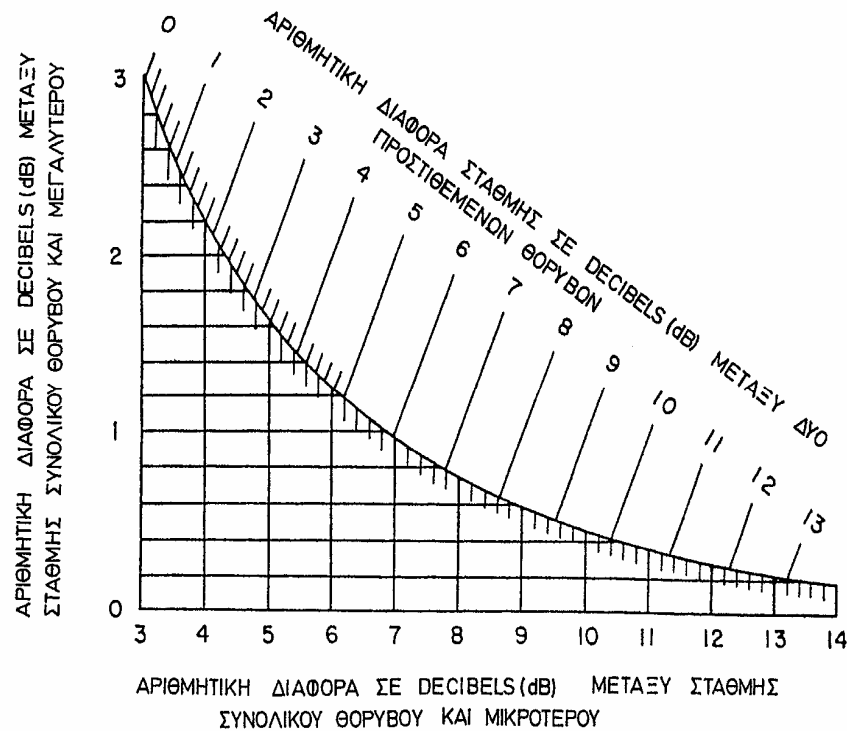
Εξ άλλου, αύξηση του θορύβου κατά 3 dB(A), σημαίνει διπλασιασμό της ηχητικής πίεσης.

Επίδραση του θορύβου

Ο θόρυβος μπορεί να έχει πολλές και σημαντικές επιδράσεις στον εκτιθέμενο σ' αυτόν. Παρεμποδίζει την συγκέντρωση της παροχής, μειώνει την απόδοση στην εργασία, δυσχεραίνει την εκμάθηση, προκαλεί λάθη στη δουλειά και ροπή στα ατυχήματα, κάνει το άτομο ευερέθιστο και λιγότερο ανεκτικό στην διαφορά απόψεως και γνώμης, αυξάνει τις πιθανόν υφιστάμενες συγκινησιακές διαταραχές ή λανθάνουσες νευρώσεις. Μειώνει επίσης τις δυνατότητες αναπαύσεως, ιδιαίτερα όταν επηρεάζει τον ύπνο.

Σημαντική είναι η επίδραση του θορύβου στις δυνατότητες επικοινωνίας, στην αντίληψη «σημάτων» κ.λ.π., δεδομένου μάλιστα του ότι ο ισχυρότερος θόρυβος καλύπτει στην ουσία τους ασθενέστερους και δεν τους επιτρέπει να γίνουν ακουστοί και αντιληπτοί. Για παράδειγμα, ο θόρυβος ενός μεγάλου φορτηγού, δεν επιτρέπει στον οδηγό του να ακούσει το κλάξον των άλλων αυτοκινήτων ή την σφυρίχτρα του τροχονόμου ή την σειρήνα του ασθενοφόρου, παρά μόνον όταν αυτά βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση από το δικό του όχημα.

Όταν όμως η στάθμη του θορύβου ξεπεράσει κάποια όρια, τότε είναι δυνατόν να προκληθούν βλάβες (παροδικές ή και μόνιμες) στα όργανα ακοής, αναλόγως όχι μόνο της στάθμης θορύβου και της συχνότητας, αλλά, κυρίως, και της διάρκειας εκθέσεως του ατόμου ή της συχνότητας επαναλήψεως. Οι βλάβες μπορεί να κυμαίνονται από μείωση της ακουστικής ικανότητας (βαρηκοΐα) μέχρι πλήρη κώφωση. Στις πολύ μεγάλες όμως στάθμες ηχητικής πίεσεως, δημιουργείται επιπροσθέτως συναίσθημα άγχους και (πάνω από τα 120 dB(A)) κίνδυνος καρδιακής αρρυθμίας.



Στο παραπάνω σχήμα δίνεται ένα Νομογράφημα με το οποίο μπορούν να «προστεθούν» δύο θόρυβοι και το οποίο αποδεικνύει ότι ο ασθενέστερος θόρυβος καλύπτεται από τον ισχυρότερο, και πολύ λίγο συμβάλλει στην αύξηση της στάθμης. Από το Νομογράφημα φαίνεται ότι η στάθμη του αθροίσματος δύο θορύβων, 80 dB και 70 dB αντίστοιχα (διαφορά 10 dB), αυξάνει την στάθμη του ισχυρότερου μόνον κατά 0,4 dB και επομένως δίνει στάθμη συνολικού θορύβου 80,4 dB.

Έκθεση στον κίνδυνο -Νομοθεσία

Οι πρώτες ενδείξεις ευαισθητοποιήσεως της Ελληνικής Νομοθεσίας για τον περιορισμό του θορύβου εμφανίστηκαν προ 25ετίας και πλ, με την Υγειονομική Διάταξη Α5/2375/21.7.1978 (ΦΕΚ 689/Β/18.8.78) για την χρήση αεροσφyrών με σιγαστήρες, με την υπ' αρ. 1220/13/79/11.1.1979 (ΦΕΚ 75/Β/27.1.79) Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Κοιν. Υπηρεσιών και Συγκοινωνιών για τον θόρυβο των τροχοφόρων, καθώς και αργότερα με την υπ' αριθμ. ΙΙ-5^η/Φ/17402/12.12.84 Υπουργική Απόφαση Εγκρίσεως του Κανονισμού Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΦΕΚ 931/Β/31.12.84) και την Α5/3010/14.8.85 (ΦΕΚ 593/Β/2.10.85) Υπουργική Απόφαση για την προστασία από θορύβους μουσικής των Κέντρων Διασκέδασης.

Στοιχεία προστασίας από τον θόρυβο υπάρχουν ακόμη στο ΠΔ 225/89 (ΦΕΚ 106/Α/2.5.89) για την Υγιεινή και Ασφάλεια στα Υπόγεια Έργα (άρθρο 20). Επίσης στον Ν 1568/85, αρθρ.26, πργρ.1 και στο ΠΔ 17/96, αρθρ.7 πργρ.7ζ, στα οποία ορίζεται η υποχρέωση του εργοδότη για περιορισμό της εκθέσεως των εργαζομένων σε βλαπτικό περιβάλλον (άρα και στον θόρυβο) και η προτεραιότητα για την λήψη μέτρων ομαδικής προστασίας, αντιστοίχως.

Το ειδικό όμως Νομοθέτημα* κατά του θορύβου είναι το ΠΔ 85/91 (ΦΕΚ 38/Α/18.3.91), με το οποίο γίνεται εναρμόνιση της νομοθεσίας της χώρας μας προς την Οδηγία 86/188/ΕΟΚ (ΕΕΛ 137/24.5.86).

Με αυτό καθορίζεται, πολύ συνοπτικά, ότι η ημερήσια ατομική ηχοέκθεση ενός εργαζομένου ή η μέγιστη τιμή της στιγμιαίας μη σταθμισμένης ηχητικής πίεσεως, δεν μπορούν να υπερβούν το όριο των 85 dB(A) χωρίς να ληφθούν προστατευτικά μέτρα.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2003/10/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου η οριακή τιμή έκθεσης, για οκτάωρη ημέρα εργασίας και 5 ημέρες την εβδομάδα, είναι 87 dB(A). Η ημερήσια έκθεση του εργαζομένου δεν επιτρέπεται, σε καμιά περίπτωση, να υπερβεί αυτό το όριο (άρθρο 7.1). Οι ανώτατες επιτρεπτές στάθμες θορύβου, σε σχέση με τις ώρες εκθέσεως του εργαζομένου ανά εργάσιμη ημέρα, για τις οποίες δεν προκαλείται σ' αυτόν μη αναστρέψιμη βλάβη της ακοής, εφ' όσον χρησιμοποιεί τα ενδεδειγμένα μέσα ατομικής προστασίας, φαίνονται στο επόμενο Πίνακα.

Οριακά επίπεδα θορύβου χωρίς κίνδυνο για την ακοή	
Διάρκεια έκθεσης ώρες ανά ημέρα	Μέγιστη επιτρεπτή ηχοστάθμη dB(A)
8	87
4	90
2	93
1	96
30'	99
15'	102

Από τον Πίνακα φαίνεται ότι η ανώτατη επιτρεπτή ηχοστάθμη μπορεί να αυξηθεί κατά 3 dB(A), αν υποδιπλασιασθεί η διάρκεια έκθεσης του εργαζομένου στον θόρυβο. Ο εργαζόμενος πρέπει να φέρει τα κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας, που θα του εξασφαλίζουν την επαρκή ηχο-εξασθένιση.

Ο θόρυβος εις μεν το αστικό περιβάλλον οφείλεται κατά κύριο λόγο στην κυκλοφορία (αυτοκινήτων, αεροπλάνων, τραίνων κλπ.) και τον μηχανικό εξοπλισμό του σπιτιού, εις δε τους εργασιακούς χώρους στην λειτουργία μηχανημάτων. Κατασκευαστικές εργασίες, κέντρα ψυχαγωγίας κλπ. συμβάλλουν στην αύξηση του θορύβου και στις δύο παραπάνω κατηγορίες.

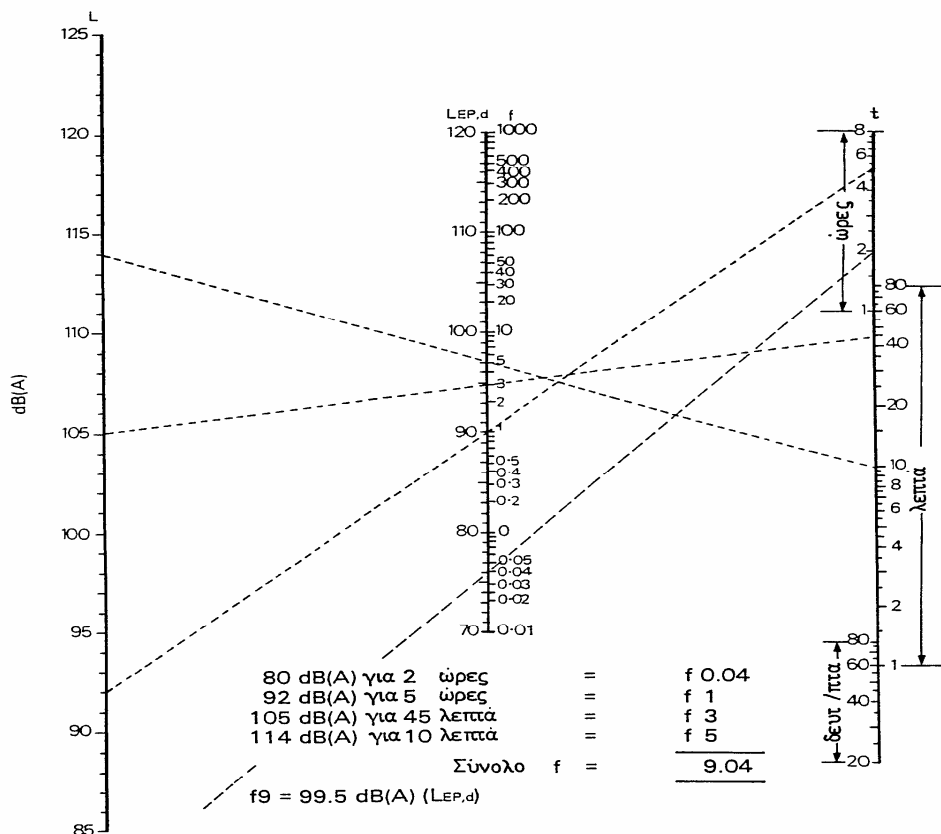
* Φαίνεται ότι οι πρώτοι άνθρωποι που θέσπισαν Νόμους εναντίον του θορύβου ήταν οι αρχαίοι Συβαρίτες, κάτοικοι της Σύβαρης, μιας Ελληνικής αποικίας στον κόλπο του Τάραντα. Ήταν μάλιστα οι Νόμοι τους πολύ αυστηρότεροι από τους δικούς μας, αφού απαγόρευαν όχι μόνο την άσκηση θορυβωδών επαγγελμάτων μέσα στην πόλη τους, αλλά και αυτήν ακόμα την διατήρηση πετεινών, που ενοχλούσαν τον ύπνο τους.

Όπως φαίνεται και από τα προαναφερθέντα παραδείγματα ο θόρυβος μπορεί να είναι συνεχής και σχετικώς σταθερής στάθμης ή να παρουσιάζει διακυμάνσεις. Σ' αυτήν την δεύτερη περίπτωση, είναι αναγκαίο να υπολογισθεί η ισοδύναμη στάθμη θορύβου L_{eq} για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα (από μία ώρα μέχρι ένα οκτάωρο), ώστε να εκτιμηθεί ο βαθμός εκθέσεως του προσβαλλόμενου ατόμου σε περιβάλλον θορύβου ή η «δόση» βλαπτικής ηχητικής ενέργειας που έλαβε συνολικά, στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Στο παράδειγμα εφαρμογής του Νομογραφήματος του επομένου σχήματος φαίνεται ότι η παραμονή του εργαζομένου σε περιβάλλον θορύβου 80 dB(A) για 2 ώρες, 92 dB(A) για 5 ώρες, 105 dB(A) για 45 λεπτά και 114 dB(A) για 10 λεπτά, και υπολογίζεται ότι η συνολική βλαπτική «δόση θορύβου» την οποία λαμβάνει, ισοδυναμεί με ηχοέκθεσή του στο περιβάλλον θορύβου 99,5 dB(A) για τον συνολικό χρόνο, ήτοι για μια εργάσιμη ημέρα (μη επιτρεπόμενη)

Στάθμη ισοδύναμου συνεχούς θορύβου

Νομογράφημα υπολογισμού της στάθμης ισοδύναμου συνεχούς θορύβου θωρης διάρκειας για την εκτίμηση της "εκθέσεως σε περιβάλλον θορύβου,, στο άτομο.



- (1) Συνδέεται η στάθμη θορύβου (αριστερή κλίμακα) με τον χρόνο διάρκειας του (δεξιά κλίμακα) και διαβάζεται η ένδειξη "εκθέσεως σε περιβάλλον θορύβου,, f στην δεξιά πλευρά της μεσαίας κλίμακας
- (2) Προστίθενται οι τιμές του f των τμηματικών εκθέσεων σε περιβάλλον θορύβου και λαμβάνεται η συνολική ημερήσια τιμή
- (3) Διαβάζεται (στην αριστερή πλευρά της μεσαίας κλίμακας) η στάθμη του ισοδύναμου συνεχούς θορύβου για την προηγούμενη συνολική τιμή του f