

ΑΕΡΙΣΜΟΣ - ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ



- 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 4.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΩΠΟΥ (ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ) ΑΕΡΑ
- 4.3 ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ
- 4.4 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ
- 4.5 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ
- 4.6 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Με την ολοκλήρωση του κεφαλαίου αυτού, οι μαθητές θα πρέπει να:

- ✓ Γνωρίζουν τη σημασία του αερισμού - εξαερισμού για ένα χώρο ή ένα κτίριο.
- ✓ Γνωρίζουν τους παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή ενός συστήματος αερισμού για κάθε περίπτωση.

4.1 Εισαγωγή

Ο όρος «**αερισμός**» αναφέρεται στην είσοδο (**προσαγωγή**) και στην κυκλοφορία μιας ποσότητας αέρα σε εσωτερικούς χώρους.

Αντίθετα, ο όρος «**εξαερισμός**» αναφέρεται στην έξοδο (**απαγωγή**) του εσωτερικού αέρα ενός χώρου, που αντικαθίσταται με κλιματισμένο, ή με φρέσκο (νωπό) αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο αερισμός θεωρείται μια από τις βασικότερες προϋποθέσεις για τη διαμόρφωση ενός υγιεινού και άνετου περιβάλλοντος, αφού επιδρά στις συνθήκες θερμικής και ακουστικής άνεσης, και συμβάλλει στην επίτευξη κατάλληλων συνθηκών υγιεινής (εσωτερικής ποιότητας αέρα) για τους χρήστες των αεριζόμενων χώρων.

Ανάλογα με τους μηχανισμούς που προκαλούν τον αερισμό-εξαερισμό ενός χώρου, έχουμε:

- α) Το φυσικό αερισμό**, κατά τον οποίο ο αέρας εισέρχεται και εξέρχεται σε έναν εσωτερικό χώρο, μέσα από ανοιχτά παράθυρα ή άλλα ανοίγματα του κτιρίου, ενώ η κυκλοφορία και η ανανέωση του εσωτερικού αέρα γίνεται χωρίς ανεμιστήρες, και
- β) Το μηχανικό αερισμό** με χρήση ανεμιστήρων. Ο αερισμός αυτός εξασφαλίζει ένα υγιές και άνετο περιβάλλον στους χρήστες ενός εσωτερικού χώρου, είτε με την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου αέρα είτε με τον καθαρισμό (φιλτράρισμα) του, είτε με τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα, εάν ο χώρος κλιματίζεται.

4.2 Απαιτήσεις νωπού (εξωτερικού) αέρα

Η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα εξαρτάται από τη χρήση του χώρου, την ποσότητα και το είδος των ρύπων που βρίσκονται μέσα στο χώρο.

☞ Σύμφωνα με τους νέους διεθνείς κανονισμούς, η **ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 27 m³/h** (7,5 λίτρα/sec) ανά άτομο. Η ποσότητα αυτή, συνήθως, επαρκεί για τον έλεγχο της εσωτερικής ποιότητας του αέρα ως προς τους ρύπους, που προέρχονται από τους ανθρώπους και τις δραστηριότητές τους

Πάντως, ανάλογα με τη χρήση του χώρου, διαφοροποιούνται και οι απαιτήσεις, ιδιαίτερα εφόσον επιτρέπεται το κάπνισμα. Για παράδειγμα, ο απαιτούμενος νωπός αέρας σε χώρους γραφείων:

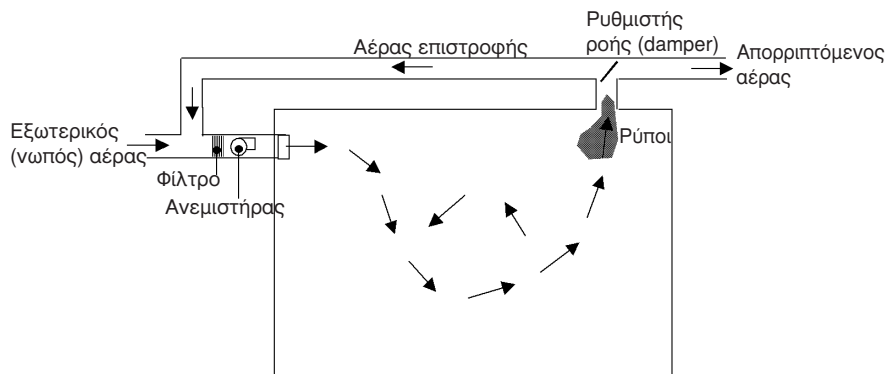
☞ Όταν **δεν** επιτρέπεται το κάπνισμα, πρέπει να είναι 27 – 36 m³/h ανά άτομο, ενώ

☞ Όταν στα γραφεία υπάρχουν **καπνιστές**, πρέπει να αυξηθεί σε 50 - 70 m³/h ανά άτομο.

Ας σημειωθεί, ότι η ποσότητα του αέρα που προσάγεται σε ένα χώρο μπορεί να είναι, αποκλειστικά, εξωτερικός (νωπός) αέρας, μπορεί όμως, εναλλακτικά, να είναι και μίγμα νωπού αέρα με αέρα επιστροφής που απάγεται από τον χώρο (Σχήμα 4.1), με την προϋπόθεση, βέβαια, ότι το μίγμα αυτό θα έχει καθαριστεί από ρύπους, με τα κατάλληλα φίλτρα.

■ Υπολογισμός απαιτούμενου νωπού αέρα

Ο τρόπος υπολογισμού της απαιτούμενης ποσότητας εξωτερικού (νωπού) αέρα ανά ώρα, για τον έλεγχο της εσωτερικής ποιότητας του αέρα από τους ρύπους που προέρχονται από τους ανθρώπους και τις δραστηριότητές τους, γίνεται με βάση αφενός τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται μέσα σε ένα κλειστό χώρο και αφετέρου τη συγκεκριμένη χρήση του χώρου. Σε περιπτώσεις, μάλιστα, που υπάρχουν και άλλες πηγές ρύπων, όπως για παράδειγμα, τα οικοδομικά υλικά, έπιπλα κλπ, οι οποίες απελευθερώνουν επιπλέον ατμοσφαιρικούς ρύπους, τότε μπορεί να αυξηθούν οι απαιτούμενες ποσότητες νωπού αέρα, οπότε και απαιτούνται ειδικοί υπολογισμοί, κατά περίπτωση.



Σχήμα 4.1: Κυκλοφορία εσωτερικού αέρα που αποτελείται από φρέσκο αέρα και αέρα επιστροφής (ανακυκλοφορίας).

Τα επίπεδα του αναγκαίου νωπού αέρα ανά άτομο, δίνονται από τεχνικές οδηγίες που έχει εκδώσει το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας [ΤΟΤΕΕ 2425/86] (Πίνακας 4.1). Στον πίνακα αυτό δεν γίνεται διάκριση για «καπνίζοντες» και «μη καπνίζοντες», αν και, συνήθως, οι υψηλές συνιστώμενες τιμές αντιστοιχούν σε περιπτώσεις που, στον υπό μελέτη χώρο, υπάρχουν καπνιστές. **Σε σύγκριση, πάντως, με τους νέους διεθνείς κανονισμούς, οι ελάχιστες τιμές του Πίνακα 4.1 θεωρούνται χαμηλές**, αφού βασίζονται στην παραδοχή, ότι η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα είναι $8,5 \text{ m}^3/\text{h.άτομο}$.

Έτσι, η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα για τον αερισμό ενός χώρου, υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την τιμή που αντιστοιχεί στην χρήση του χώρου – από τον Πίνακα 4.1 – με τον αριθμό των ατόμων που υπάρχουν στον χώρο. Στον ίδιο Πίνακα δίνονται, επίσης, και κάποιες ενδεικτικές τιμές, για να υπολογιστεί, κατά προσέγγιση, ο αριθμός των ατόμων σε χώρους για τους οποίους δεν υπάρχουν ακριβείς πληροφορίες.

Πίνακας 4.1 Απαιτήσεις σε νωπό αέρα των διαφόρων εσωτερικών χώρων [TOTEE 2425/86].

Χρήση Χώρου	100 m ² Δαπέδου(*)	Ελάχιστος	Συνιστώμενος
Κατοικίες			
Καθιστικά, Δωμάτια	5	8,5	12 – 17
Κουζίνες, Μπάνια	--	34	50 – 85
Εκπαιδευτικά Κτίρια			
Αίθουσες	55	17	17 – 26
Εργαστήρια	32	17	17 – 26
Αμφιθέατρα	110	17	26 – 34
Βιβλιοθήκες	22	12	17 – 21
Γραφεία	10	12	17 – 26
Γυμναστήρια	75	34	42 – 51
Εστιατόρια	110	17	26 – 34
Νοσοκομεία			
Αίθουσες αναμονής	55	34	42 – 51
Δωμάτια ασθενών	22	17	26 – 34
Αίθουσες εξετάσεων	10	50	70 – 85
Γραφεία			
Γενικά	10	25,5	25,5 – 42,5
Χώροι αναμονής	32	12	25,5 – 34
Αίθουσες συνδιαλέξεων	65	42,5	51 – 68
Σχεδιαστήρια	22	12	17 – 25,5
Αίθουσες Η/Υ	22	8,5	12 – 17
Ξενοδοχεία			
Υπνοδωμάτια	5	12	17 – 25,5
Κοιν/στοι Χώροι	22	17	25,5 – 34
Οργανισμοί			
Γραφεία	10	17	25,5 – 34
Καταστήματα	32	12	17 – 25,5
Βιομηχανικοί Χώροι			42,5 – 68

(*) Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται μόνο, όταν δεν υπάρχουν συγκεκριμένες πληροφορίες για τον ακριβή αριθμό ατόμων μέσα στο χώρο.

Π.Χ. Παράδειγμα

Δίνεται ότι σε ένα γραφείο γενικής χρήσης, με διαστάσεις 20 x 10 x 2,5 μέτρα, δηλαδή συνολικού όγκου 500 m³, εργάζονται 15 άτομα. Να υπολογιστεί με βάση την TOTEE 2425/86 η ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα που απαιτείται για το χώρο, η μέγιστη συνιστώμενη τιμή (ποσότητα) του και οι αντίστοιχες (ελάχιστη-μέγιστη) αλλαγές νωπού αέρα ανά ώρα.

Για τα κτίρια γραφείων γενικής χρήσης, από τον Πίνακα 4.1, η τιμή που δίνεται για την απαιτούμενη ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα, είναι 25,5 m³/h για κάθε άτομο, ενώ η μέγιστη συνιστώμενη είναι 42,5 m³/h για κάθε άτομο.

Έτσι, για όλο το χώρο του γραφείου και το συνολικό αριθμό εργαζομένων, απαιτούνται τουλάχιστον:

$$25,5 \text{ (m}^3\text{/h)} \times 15 \text{ (άτομα)} = 382,5 \text{ m}^3\text{/h νωπού αέρα, ενώ}$$

η μέγιστη συνιστώμενη τιμή (ποσότητα) του είναι:

$$42,5 \text{ (m}^3\text{/h)} \times 15 \text{ (άτομα)} = 637,5 \text{ m}^3\text{/h νωπού αέρα.}$$

Επίσης, ο *ελάχιστος* αριθμός αλλαγών νωπού αέρα την ώρα (**Air Changes per Hour - ACH**) είναι:

$$382,5 \text{ m}^3\text{/h} \div 500 \text{ m}^3 = 0,76 \text{ ACH, (αλλαγές αέρα ανά ώρα), ενώ}$$

ο *μέγιστος* αριθμός αλλαγών νωπού αέρα την ώρα (ACH) είναι:

$$637,5 \text{ m}^3\text{/h} \div 500 \text{ m}^3 = 1,27 \text{ ACH (αλλαγές αέρα ανά ώρα).}$$

Όπως, ήδη, αναφέρθηκε πιο πάνω, η ποσότητα του φρέσκου εξωτερικού (νωπού) αέρα που απαιτείται για το σωστό αερισμό των εσωτερικών χώρων, εξαρτάται, εκτός από τη χρήση του χώρου και από το εάν επιτρέπεται το κάπνισμα. Οι κανονισμοί, πάντως των διαφόρων χωρών έχουν πλέον εναρμονιστεί με την τάση που επικρατεί διεθνώς, σύμφωνα με την οποία απαγορεύεται το κάπνισμα στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Έτσι, η απαγόρευση του καπνίσματος περιορίζει σημαντικά τις απαιτήσεις νωπού αέρα και, συνεπώς, μπορεί να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας για τον κλιματισμό του αέρα. Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές τιμές από διάφορες αναφορές της βιβλιογραφίας, για τις απαιτήσεις σε νωπό αέρα, λαμβάνοντας υπόψη εάν επιτρέπεται ή όχι το κάπνισμα. Οι τιμές δίνονται, ανάλογα με την περίπτωση, σε κυβικά μέ-

τρα νωπού αέρα, είτε ανά ώρα (m^3/h) και ανά άτομο, είτε ανά μονάδα επιφανείας του χώρου (m^2), είτε ανά τυπικό χώρο διαμονής (π.χ. δωμάτιο).

Πίνακας 4.2 Απαιτήσεις σε νωπό αέρα των διαφόρων εσωτερικών χώρων, λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα ή όχι του καπνίσματος.

Χρήση Χώρου	Εκτιμώμενα Άτομα ανά 100 m^2 Δαπέδου(*)	Ποσότητα εξωτερικού αέρα	
		Καπνίζοντες	Μη Καπνίζοντες
Γραφεία		($\text{m}^3/\text{h}.\text{άτομο}$)	($\text{m}^3/\text{h}.\text{άτομο}$)
Γραφεία	7	70	36
Ατομικά γραφεία		50	30
Χώροι αναμονής	60	60	28,8
Χώροι συνεδριάσεων	50	50	36
Ξενοδοχεία		($\text{m}^3/\text{h}.\text{άτομο}$)	($\text{m}^3/\text{h}.\text{άτομο}$)
Δωμάτια	5	130 ($\text{m}^3/\text{h}.\text{δωμάτιο}$)	54 ($\text{m}^3/\text{h}.\text{δωμάτιο}$)
Μπάνια, τουαλέτες δωματίων		65 για διακοπτόμενη λειτουργία	
Χώροι εισόδου	30	40	28,8
Μικρή αίθουσα συνεδριάσεων	50	50	36
Μεγάλη αίθουσα συγκεντρώσεων	120	40	28,8
Εστιατόρια	70	60	36
Μπαρ	100	54	
Νοσοκομεία		($\text{m}^3/\text{h}.\text{άτομο}$)	($\text{m}^3/\text{h}.\text{άτομο}$)
Δωμάτια ασθενών	10	--	46,8
Χειρουργεία	20	--	54
Εντατική	20	--	28,8
Φυσιοθεραπείας	20	--	28,8
Σχολεία		($\text{m}^3/\text{h}.\text{άτομο}$)	($\text{m}^3/\text{h}.\text{άτομο}$)
Αίθουσες διδασκαλίας	50	--	28,8
Εργαστήρια	30	--	36
Βιβλιοθήκη	20	--	36

(Συνέχεια στην επόμενη σελίδα)

(Συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα)

Κατοικίες		(m ³ /h.δωμάτιο)	
Υπνοδωμάτιο	2 ή 1		54
Χώροι κατοικίας			54
Κουζίνα		43 ή 180 για διακοπτόμενη λειτουργία	
Λουτρό, τουαλέτα		36 ή 90 για διακοπτόμενη λειτουργία	
Καταστήματα		(m ³ /h.άτομο)	(m ³ /h.m ²)
Χώροι πωλήσεων σε ισόγειο	30	45	5,4
Χώροι πωλήσεων σε όροφο	20	40	3,6
Αποθηκευτικοί χώροι	15	--	2,7
Χώροι κίνησης εμπορευμάτων	10	--	2,7
Χώροι καπνίσματος	70	90	--
Αθλητικές Εγκαταστάσεις		(m ³ /h.άτομο)	(m ³ /h.άτομο)
Κερκίδες, θέσεις θεατών	150	40	28,8
Γυμναστήρια, χώρος άθλησης	30	--	36
Κολυμβητήρια, χώρος πισίνας		--	9 m ³ /h.m ² πισίνας
Αποδυτήρια		--	9 m ³ /h.m ²

(*) Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται μόνο, όταν δεν υπάρχουν συγκεκριμένες πληροφορίες για τον ακριβή αριθμό ατόμων μέσα στο χώρο.

Π.Χ. Παράδειγμα

Δίνεται ότι σε ένα γραφείο, με διαστάσεις 20 x 10 x 2,5 μέτρα, εργάζονται 15 άτομα. Να υπολογιστεί η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα, στην περίπτωση που όλοι οι εργαζόμενοι καπνίζουν και στη περίπτωση που δεν επιτρέπεται το κάπνισμα μέσα στον χώρο.

Από το Πίνακα 4.2, η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα είναι για μεν τους καπνίζοντες 70 m³/h.άτομο, για δε τους μη καπνίζοντες 36 m³/h.άτομο.

Συνεπώς, οι συνολικές απαιτήσεις νωπού αέρα όταν τα άτομα καπνίζουν, θα είναι:

$$70 \text{ (m}^3\text{/h.άτομο)} \times 15 \text{ (άτομα)} = 1050 \text{ m}^3\text{/h.}$$

Αντίστοιχα, οι συνολικές απαιτήσεις νωπού αέρα όταν τα άτομα δεν καπνίζουν, θα είναι:

$$36 \text{ (m}^3\text{/h.άτομο)} \times 15 \text{ (άτομα)} = 540 \text{ m}^3\text{/h.}$$

4.3 Αλλαγές αέρα

Ένα άλλο κριτήριο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων νωπού αέρα, είναι ο αριθμός των αλλαγών του ανά ώρα (**ACH**), σύμφωνα με τη χρήση του χώρου. Η ικανοποιητική ανανέωση του εσωτερικού αέρα με νωπό (φρέσκο) αέρα, είναι απαραίτητη, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απομάκρυνση των ρύπων που συγκεντρώνονται στους κλιματιζόμενους χώρους. Σύμφωνα, λοιπόν, με την [TOTEE 2425/86], η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα, υπολογίζεται, πολλαπλασιάζοντας την τιμή που αντιστοιχεί στη χρήση του χώρου (από τον Πίνακα 4.3) με τον όγκο του αεριζόμενου χώρου.

Πίνακας 4.3 Προτεινόμενες ωριαίες αλλαγές νωπού αέρα [TOTEE 2425/86].

Χρήση Χώρου	Αριθμός αλλαγών αέρα την ώρα (ACH)
Βιβλιοθήκες	4 – 5 φορές
Γραφεία	4 – 8
Αμφιθέατρα	8 – 10
Εμπορικά καταστήματα	4 – 6
Κινηματογράφοι	4 – 6
Αίθουσες συνεδριάσεων	6 – 8
Αίθουσες χειρουργείων	15 – 20
Κολυμβητήρια	3 – 4

Οι τιμές αυτές είναι αντιπροσωπευτικές και μπορεί να διαφέρουν σημαντικά, ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων που υπάρχουν στο κτίριο, με την ποιότητα του αέρα και με άλλους παράγοντες.

Π.Χ. Παράδειγμα

Δίνεται ότι σε ένα γραφείο γενικής χρήσης, με διαστάσεις $20 \times 10 \times 2,5$ μέτρα, εργάζονται 15 άτομα. Να υπολογιστούν οι προτεινόμενες αλλαγές νωπού αέρα την ώρα, καθώς και η αντίστοιχη απαιτούμενη ποσότητα φρέσκου (νωπού) εξωτερικού αέρα.

Από τον Πίνακα 4.3, προτείνονται 4 έως 8 αλλαγές αέρα την ώρα. (ACH)

Ο χώρος έχει συνολικό όγκο: $20 \times 10 \times 2,5 = 500 \text{ m}^3$.

Συνεπώς, η ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα την ώρα που μπορεί να απαιτηθεί, είναι:

$$500 \text{ m}^3 \times 4 \text{ ACH} = 2000 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ ενώ}$$

η μέγιστη είναι:

$$500 \text{ m}^3 \times 8 \text{ ACH} = 4000 \text{ m}^3/\text{h}.$$

4.4 Αερισμός και θερμική άνεση

Η κίνηση του αέρα γύρω από το ανθρώπινο σώμα, είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση.

Π.Χ. Παράδειγμα

Το καλοκαίρι, για να αισθανθούμε άνετα, χρησιμοποιούμε ένα ανεμιστήρα για να μας φυσάει αέρα ή ανοίγουμε τα παράθυρα, εάν, φυσικά, η εξωτερική θερμοκρασία δεν είναι πολύ υψηλή. Έτσι, και στη μία και στην άλλη περίπτωση, δημιουργείται ένα ρεύμα αέρα, το οποίο περνώντας πάνω από το σώμα του ανθρώπου, προκαλεί την εξάτμιση του ιδρώτα, με αποτέλεσμα να αισθανόμαστε περισσότερη δροσιά. Αντίθετα, το χειμώνα, το ίδιο αυτό ρεύμα αέρα μας προκαλεί δυσφορία, γιατί μας κάνει να κρυώνουμε.

- Σύμφωνα, λοιπόν, με τους ισχύοντες κανονισμούς, το **ανώτατο επιτρεπτό όριο** για την ταχύτητα κυκλοφορίας του εσωτερικού αέρα στα κτίρια, είναι **0,8 m/s**, αφού υψηλότερες τιμές δημιουργούν πρακτικά προβλήματα, όπως, για παράδειγμα, τη μετατόπιση ελαφρών φύλλων χαρτιού κ.λ.π.

- Για ταχύτητες αυτού του μεγέθους έχει βρεθεί ότι, και στην περίπτωση που η σχετική υγρασία είναι 60%, το περιβάλλον χαρακτηρίζεται θερμικά άνετο, ακόμη και αν οι θερμοκρασίες είναι μέχρι και 2-3°C υψηλότερες από εκείνες που αντιστοιχούν στις απόλυτες συνθήκες θερμικής άνεσης.
- Το καλοκαίρι, με το φυσικό αερισμό ή/και με τη χρήση ανεμιστήρων κατά προτίμηση οροφής – είναι δυνατό να διευκολύνουμε ή και να ελέγξουμε την κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα, έτσι ώστε να αισθανόμαστε άνετα χωρίς κλιματισμό, ακόμη και σε υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. μέχρι 27-29 °C).

4.5 Αερισμός και Ποιότητα αέρα

Η μόλυνση του αέρα των εσωτερικών χώρων είναι ένα παλιό πρόβλημα, αν και το ενδιαφέρον μας για το θέμα αυτό έγινε έντονο τις τελευταίες, κυρίως, δεκαετίες. Επίσης, και η μόλυνση του εξωτερικού αέρα είναι ένα αρκετά γνωστό θέμα που απασχολεί την παγκόσμια κοινότητα. Όμως, δεν είναι πάντα σίγουρο ότι όταν βρισκόμαστε μέσα σε ένα κτίριο, η ποιότητα του αέρα είναι απαραίτητα καλύτερη απ' αυτήν του εξωτερικού αέρα.

- Οι περισσότεροι εσωτερικοί ρύποι δεν προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον, αλλά παράγονται μέσα στο ίδιο το κτίριο.
- Ο εσωτερικός αέρας μπορεί να είναι μέχρι και 10 φορές περισσότερο μολυσμένος από τον αντίστοιχο εξωτερικό.
- Οι περισσότεροι άνθρωποι περνούν περίπου το 60-90% του χρόνου τους μέσα στα κτίρια.

Όμως, ακόμη και όταν ο εσωτερικός αέρας δεν είναι ιδιαίτερα επιβαρημένος με ρύπους, το γεγονός ότι η παραμονή των ατόμων μέσα στους χώρους αυτούς διαρκεί, συνήθως, για μεγάλα χρονικά διαστήματα, αυξάνει την διάρκεια έκθεσης στην όποια μόλυνση και άρα την πιθανότητα να προκληθούν σοβαρά προβλήματα υγείας.

4.5.1. Το «σφράγισμα» των κτιρίων

Η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια με τον περιορισμό της διείσδυσης του εξωτερικού αέρα (μείωση των φορτίων), επιτυγχάνεται με το **"σφράγισμα" των κτιρίων**. Στην περίπτωση, μάλιστα, που υπάρχει εγκατάσταση κλιματισμού, αυτή λειτουργεί με το ελάχιστο ποσοστό νωπού εξωτερικού αέρα, αποσκοπώντας πάλι, στη μείωση των φορτίων.

Όμως, οι παραπάνω αυτές συνθήκες περιορισμού του αερισμού των κτιρίων, σε συνδυασμό με τις αυξημένες εκπομπές από εσωτερικούς ρύπους που προέρχονται είτε από νέα συνθετικά υλικά κατασκευής, είτε από τα υλικά των επίπλων κ.λ.π., ή ακόμη και από το ίδιο το σύστημα του κεντρικού κλιματισμού, όταν αυτό είναι κακοσυντηρημένο και δεν λειτουργεί καλά, έχουν σαν αποτέλεσμα **την αύξηση των ρύπων και την επιδάρυνση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα**.

■ Λεγιονέλα

Ένα σημαντικό πρόβλημα που παρουσιάζεται στα μηχανικά αεριζόμενα και κλιματιζόμενα κτίρια, είναι η **"Νόσος των Λεγεωναρίων"**, που έγινε ευρέως γνωστή το καλοκαίρι του 1976 στη Φιλαδέλφεια των Η.Π.Α., κατά τη διάρκεια ενός συνεδρίου λεγεωναρίων. Σύμφωνα με αυτή τα πρώτα συμπτώματα ήταν παρόμοια με αυτά του απλού κρυολογήματος. Αρχικά, δηλαδή υπήρξε δυσφορία και πονοκέφαλος και στη συνέχεια υψηλός πυρετός και περαιτέρω επιδείνωση των ασθενών με την εμφάνιση ανεπάρκειας του αναπνευστικού τους συστήματος. Παρατηρήθηκε ότι όσοι μετείχαν στο συνέδριο, παρουσίασαν τα πρώτα συμπτώματα 3-9 ημέρες μετά από αυτό, που εξελίχθηκε σε πνευμονία. Ο τελικός απολογισμός ήταν 34 νεκροί από τα 221 άτομα, θύματα της νόσου. Μετά από έρευνες, διαπιστώθηκε ότι τα **φίλτρα** του κλιματισμού του ξενοδοχείου, λόγω **κακής συντήρησης**, ήταν εστίες βακτηριδίων, που ονομάστηκαν "λεγιονέλες".

Η λεγιονέλα μεταφέρεται στον άνθρωπο πάντα από το περιβάλλον. Οι μικροοργανισμοί αυτοί βρίσκονται συνήθως στο νερό (π.χ. ποτάμια, λίμνες). Όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, τότε η λεγιονέλα αναπτύσσεται και σε μεγάλες συγκεντρώσεις αποτελεί απειλή για την ανθρώπινη υγεία. Το πιο ευνοϊκό περιβάλλον είναι το λιμνάζον ζεστό νερό. Αναπτύσσεται ιδιαίτερα εύκολα σε μεγάλες εγκαταστάσεις δικτύων ύδρευσης (π.χ. ξενοδοχεία, νοσοκομεία), μηχανολογικές εγκαταστάσεις όπως οι πύργοι ψύξης

και εξαιμιοστικοί συμπυκνωτές, υγραντές κ.λπ. Η λεγιονέλα μεταφέρεται εύκολα από σταγονίδια και αεροσωματίδια.

Η *Legionella pneumophila* (Εικόνα 4.1) είναι το βακτηρίδιο που σχετίζεται με την ασθένεια των «Λεγεωνάριων» και μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του αναπνευστικού συστήματος, με συμπτώματα παρόμοια του απλού κρυολογήματος και να εξελιχθεί σε πνευμονία. Μπορεί, επίσης, να εξαπλωθεί και σε άλλα όργανα του σώματος όπως το κεντρικό νευρικό σύστημα.



Εικόνα 4.1: Το βακτήριο της λεγιονέλας.

☞ Η ανάπτυξη, πάντως, της λεγιονέλας **δεν** παρατηρείται στις μικρές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, που χρησιμοποιούνται στα σπίτια, στα μικρά γραφεία και αλλού.

Σε όλες, όμως, τις κλιματιστικές εγκαταστάσεις, είναι απαραίτητος ο τακτικός έλεγχος και η σχολαστική συντήρηση, σε συνδυασμό πάντοτε με την απολύμανση των φίλτρων και των άλλων επιφανειών της κλιματιστικής μονάδας (π.χ. των επιφανειών του εναλλάκτη θερμότητας) με τις οποίες έρχεται σε επαφή ο εσωτερικός αέρας.

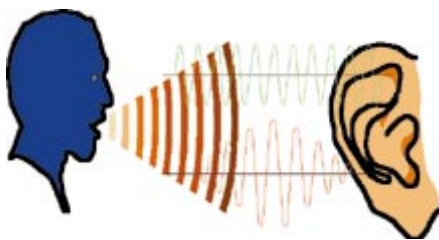
Στις διαιρούμενου τύπου κλιματιστικές μονάδες, πρέπει να καθαρίζεται με ιδιαίτερη προσοχή η εσωτερική μονάδα, ανοίγοντας το προστατευτικό κάλυμμα, και ψεκάζοντας τις επιφάνειές της με ένα μυκητοκτόνο υγρό, ειδικό γι' αυτή την περίπτωση. Επίσης πρέπει να απολυμαίνεται και το λεκανάκι των συμπυκνωμάτων που υπάρχει μέσα στην εσωτερική μονάδα.

4.6 Αερισμός και Ακουστική Άνεση

Μια από τις βασικές απαιτήσεις ενός καλά σχεδιασμένου κτιρίου, είναι η **προστασία του από τους θορύβους**. Βέβαια, το κέλυφος του κτιρίου προστατεύει τους ανθρώπους που εργάζονται ή ζουν μέσα σ' αυτό, από τις εξωτερικές πηγές θορύβων, πρέπει, όμως, και το σύστημα αερισμού ή κλιματισμού, εάν υπάρχει, να έχει σχεδιαστεί και εγκατασταθεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο θόρυβος που προκαλείται από τις εξωτερικές ή τις εσωτερικές μονάδες να είναι σε επίπεδα που δεν θα τους προκαλούν προβλήματα υγείας ή σοβαρή δυσφορία.

Εξάλλου, όταν τα επίπεδα θορύβου μέσα στο κτίριο είναι σε αποδεκτά όρια, τότε ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για ακουστική άνεση, η οποία είναι άλλη μια παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική, αφού πέρα όλων των άλλων, επηρεάζει την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Πιο συγκεκριμένα:



Ο ήχος είναι το αποτέλεσμα της διέγερσης του αισθητήριου ανθρώπινου οργάνου της ακοής από μια ταλάντωση (μηχανική διαταραχή), που μεταδίδεται με τις μεταβολές της πίεσης, μέσα σε ένα ελαστικό μέσο (όπως είναι ο αέρας, το νερό ή κάποιο άλλο υλικό) όταν πάλλεται μια πηγή (πχ μια επιφάνεια) ή από την τυρβώδη (θορυβώδη) ροή ενός ρευστού. Η ταχύτητα του ήχου μέσα σε

ένα ρευστό (πχ αέρα, υγρό) εξαρτάται από την πυκνότητά του. Έτσι, στον αέρα – σε θερμοκρασία περιβάλλοντος – η ταχύτητα του ήχου είναι 340 m/s, ενώ στο νερό είναι 1500 m/s.

Η συχνότητα του ήχου είναι ο αριθμός των ταλαντώσεων ανά δευτερόλεπτο, που εκτελούνται από την ταλαντούμενη επιφάνεια, και εκφράζεται σε **Hertz (Hz)**. Ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί ήχους με συχνότητες από 20 Hz μέχρι 20000 Hz.

4.6.1. Ακουστική Άνεση

Η ακουστική άνεση, δηλαδή η διατήρηση μέσα σε ένα χώρο των επιπέδων του ήχου, σε αποδεκτά όρια, κατάλληλα για την χρήση του χώρου, επηρεάζεται από ήχους (θορύβους) που μπορεί να προέρχονται από :

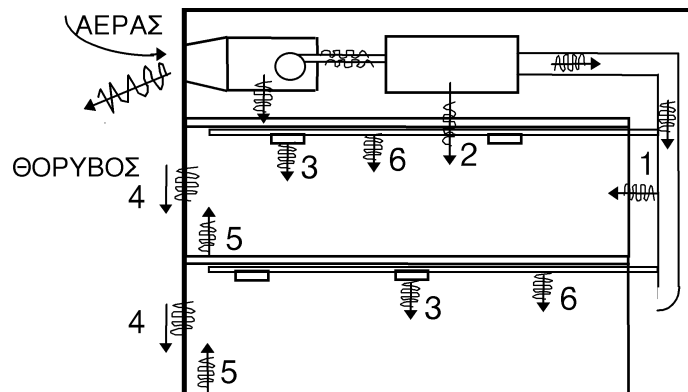
- α) Το **εξωτερικό περιβάλλον** και μεταφέρονται στο χώρο, μέσω των ανοιγμάτων, των τοίχων και των παραθύρων του κτιρίου
- β) Τις **μονάδες κλιματισμού**, που πιθανώς λειτουργούν μέσα στον ίδιο το χώρο και μεταφέρονται με την κυκλοφορία του αέρα, και
- γ) Τους **γειτονικούς εσωτερικούς χώρους**, μέσω των εσωτερικών τοίχων του κτιρίου.

Πιο συγκεκριμένα:

Οι πηγές θορύβου που προέρχονται από τα μηχανήματα και τα εξαρτήματα μιας κεντρικής εγκατάστασης αερισμού και κλιματισμού, εντοπίζονται:

- α) Στην **κεντρική κλιματιστική μονάδα** (πχ στον χώρο του μηχανοστασίου), λόγω της λειτουργίας των επιμέρους εξαρτημάτων (π.χ. ανεμιστήρων, αντλιών κ.λ.π.)
- β) Στα **δίκτυα των εγκαταστάσεων**, όπως είναι τα δίκτυα διανομής του αέρα, δηλαδή οι αεραγωγοί, λόγω της **υψηλής ταχύτητας** με την οποία κυκλοφορεί ο αέρας (ιδιαίτερα στα διαφράγματα ελέγχου της ροής του), ή λόγω διαρροών και κραδασμών των τοιχωμάτων των ίδιων των αεραγωγών, ή λόγω της κυκλοφορίας του αέρα στα στόμια εισόδου και εξόδου του.
- γ) Στα **μηχανήματα και στις συσκευές** που λειτουργούν μέσα στους ίδιους τους κλιματιζόμενους χώρους, όπως για παράδειγμα, στις τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coils), στα κιβώτια μίξης του αέρα, στα στόμια προσαγωγής ή απαγωγής του αέρα, στις αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, κλπ. Έτσι, για όλα τα μηχανήματα προσδιορίζονται από τον κατασκευαστή τα επιτρεπτά επίπεδα θορύβου, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, ώστε να μην προκύπτουν σοβαρά προβλήματα από την επιλογή των συσκευών.

Στο Σχήμα 4.2 παρουσιάζονται οι πιθανές πηγές και τρόποι μετάδοσης του θορύβου και των δονήσεων από τη λειτουργία των διαφόρων μονάδων και συσκευών μέσα σε ένα κτίριο.



Σχήμα 4.2: Πηγές και τρόποι μετάδοσης θορύβου και κραδασμών από το κεντρικό σύστημα αερισμού ή/και κλιματισμού στα κτίρια : (1) Από τους ανεμιστήρες, μέσω των αεραγωγών, (2) Μέσω του δαπέδου του μηχανοστασίου, (3) Από τα στόμια, (4) Κτυπογενής διάδοση του θορύβου, μέσω του σκελετού του κτιρίου, (5) Δευτερογενής αερόφερτος θόρυβος από το σκελετό του κτιρίου, (6) Κραδασμοί και θόρυβος από την κυκλοφορία του αέρα στους αεραγωγούς.

Συνεπώς, ο θόρυβος που παράγεται από το σύστημα ή τα επιμέρους τμήματα μιας μονάδας αερισμού ή/και κλιματισμού, μεταδίδεται στους χώρους του κτιρίου, είτε μέσω των ανοιγμάτων, είτε μέσω του συστήματος διανομής του αέρα, είτε και μέσω των δομικών υλικών.

✎ Σημασία δεν έχει, μόνο, η απόλυτη τιμή του θορύβου του συστήματος, αλλά και το πόσο αυτή η τιμή συμβάλλει στη συνολική στάθμη του θορύβου μέσα στο κτίριο. Πρακτικά, αυτό σημαίνει, ότι μπορεί μεν ένας σχετικά μικρός θόρυβος να προκαλεί σημαντική ενόχληση σε ένα γραφείο ή μια βιβλιοθήκη κλπ, ένας όμως ισχυρότερος θόρυβος σε ένα χώρο συνάθροισης πολλών ατόμων και δραστηριοτήτων, να μην προκαλεί ιδιαίτερα έντονη δυσαρέσκεια. Έτσι, το βασικό κριτήριο σύγκρισης ανάμεσα στην απόλυτη τιμή του θορύβου και στις όποιες επιπτώσεις του στο χώρο, είναι η έκταση και η χρήση του ίδιου του χώρου.

Η μονάδα μέτρησης του θορύβου είναι το **decibel (db)**. Η μονάδα αυτή προκύπτει από την σύγκριση της έντασης του θεωρούμενου ήχου, με την ένταση των $10\text{-}12 \text{ W/m}^2$, η οποία αντιστοιχεί στον ασθενέστερο ήχο που μπορεί να γίνει αντιληπτός από τον άνθρωπο.

Για την αντικειμενική αξιολόγηση των επιπέδων θορύβου, χρησιμοποιείται η στάθμη της ηχητικής πίεσης προς μια δεδομένη τιμή αναφοράς, που εκφράζεται σε **(db)** και την οποία μετρούμε μέσα στο φάσμα των ακουστικών συχνοτήτων. Η μέτρηση της ηχητικής ισχύος των διαφόρων μηχανημάτων, γίνεται σε ειδικά εργαστήρια και συνοδεύει τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνουν οι κατασκευαστές.

4.6.2. Μέγιστη αποδεκτή στάθμη θορύβου

Η μέγιστη αποδεκτή στάθμη θορύβου για διάφορους τύπους κτιρίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4. Η μέγιστη ηχητική πίεση που μπορεί να δεχτεί το αυτί είναι 140 db, ενώ η στάθμη της ημερήσιας έκθεσης του ανθρώπου σε θορύβους, δεν πρέπει να ξεπερνά τα 85 db.

Πίνακας 4.4 Ανεκτή στάθμη θορύβου σε διάφορους τύπους κτιρίων.

Τύπος κτιρίου	Μέγιστη στάθμη θορύβου db
Γραφεία	35
Κατοικίες (ημέρα)	30-35
Κατοικίες (νύχτα)	20-25
Θέατρα	30
Νοσοκομεία	20-25
Στούντιο	20-25
Ηχητικά εργαστήρια	10

■ Στάθμη ηχητικής πίεσης (NR)

Για τον καθορισμό των επιπέδων θορύβου που θεωρούνται αποδεκτά, ανάλογα πάντα με την χρήση του χώρου, χρησιμοποιούνται οι φασματικές καμπύλες της στάθμης της ηχητικής πίεσης NR (Noise Rating), κατά ISO ή ΕΛΟΤ 360.

Δηλαδή, οι καμπύλες NR καθορίζουν τη μέγιστη αποδεκτή στάθμη ηχητικής πίεσης σε ένα χώρο, για κάθε περιοχή συχνοτήτων του προκαθορισμένου φάσματος, ενώ οι επιτρεπόμενες ονομαστικές τιμές NR για διάφορες εφαρμογές, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5 [ΤΟΤΕΕ 2423/86]. Πάντως, οι τιμές NR>50, θεωρούνται πολύ υψηλές και συνεπώς, ο χώρος είναι πολύ θορυβώδης.

Πίνακας 4.5 Προτεινόμενες τιμές στάθμης θορύβου.

Χρήση Χώρου	Τιμή NR
Αίθουσες συναυλιών, όπερας, στούντιο ηχογραφήσεων, θέατρα (>500 άτομα)	20
Θέατρα (<500 θεατές), στούντιο τηλεόρασης, αίθουσες διαλέξεων (>50 άτομα)	25
Ιδιωτικά γραφεία, αίθουσες συσκέψεων και διαλέξεων (20-50 άτομα), αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, βιβλιοθήκες, δωμάτια ξενοδοχείων, χειρουργεία, κινηματογράφοι, θάλαμοι ασθενών, μεγάλες αίθουσες δικαστηρίων	30
Κοινόχρηστοι χώροι ξενοδοχείων και νοσοκομείων, μικρές αίθουσες συσκέψεων και διαλέξεων (<20 άτομα), σχολικές αίθουσες, μικρές αίθουσες δικαστηρίων, μουσεία, μικρά εστιατόρια	35
Αίθουσες σχεδίασης, εργαστήρια, αίθουσες υποδοχής ξενοδοχείων, ταχυδρομεία, μεγάλα εστιατόρια, μπάρ, πολυκαταστήματα και καταστήματα	40
Μαγειρεία νοσοκομείων, ξενοδοχείων κλπ, πλυντήρια, αίθουσες υπολογιστών, λογιστήρια, καφετέριες-καντίνες, σουπερμάρκετ, κολυμβητήρια	45

Αν και δεν υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ τους, οι καμπύλες NR σχετίζονται με τις τιμές των db, μέσα από τη σχέση:

$$NR = db - (5 \text{ μέχρι } 7)$$

Συνεπώς, ένας χώρος με στάθμη θορύβου 40-42 db, έχει επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου NR 35.

4.6.3. Θόρυβος από εγκαταστάσεις κλιματισμού

Τα περισσότερα προβλήματα θορύβου σε κτίρια, προέρχονται από τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, που, κατά κανόνα, λειτουργούν με συχνότητα μικρότερη από 250 Hz, ενώ συχνά οι παραγόμενοι θόρυβοι κυμαίνονται μεταξύ 12-40 Hz.

■ Θόρυβος από ανεμιστήρες

Όσον αφορά τους εσωτερικούς θορύβους που προέρχονται από τις εγκαταστάσεις αερισμού ή/και κλιματισμού, οι σημαντικότερες πηγές θορύβου είναι οι ανεμιστήρες. Η συχνότητα και η ηχητική ένταση των παραγόμενων από αυτούς ηχητικών κυμάτων, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι ο αριθμός, η μορφή και η κλίση των πτερυγίων, η παροχή

και η ταχύτητα εξαγωγής του αέρα, καθώς και ο αριθμός των στροφών των ιδίων των ανεμιστήρων.






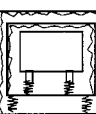

➡ Έτσι, η επιλογή ενός ανεμιστήρα που λειτουργεί με όσο το δυνατόν χαμηλότερες στροφές το λεπτό, είναι, τις περισσότερες φορές, η καλύτερη λύση για την εξασφάλιση ιδανικών συνθηκών ακουστικής άνεσης.

■ Μέτρα αντιμετώπισης

Οι συσκευές και τα εξαρτήματα περιορισμού του θορύβου και των κραδασμών, που προέρχονται από τις μονάδες αερισμού ή/και κλιματισμού, περιλαμβάνουν:

- Ηχοαποσβεστήρες (ή ηχοπαγίδες)
- Υλικά επικάλυψης και
- Αντικραδασμικές διατάξεις.

Έτσι, για παράδειγμα, η στήριξη των μηχανημάτων (ψυκτών, κλιματιστικών μονάδων κ.λ.π.) γίνεται ελαστική, με τη χρήση μεταλλικών ελατηρίων, ενώ χαρακτηριστικές τιμές για διάφορες περιπτώσεις περιορισμού του θορύβου μέσα στο χώρο όπου βρίσκεται η πηγή προέλευσής του, παρουσιάζονται στο παρακάτω Σχήμα 4.3.

Μείωση επιπέδων θορύβου (db)			Μείωση επιπέδων θορύβου (db)		
	Αρχική κατάσταση	0		Περίφραγμα, απομόνωση κραδασμών	30-35
	Απομόνωση κραδασμών	2		Περίφραγμα, ηχοαπορροφητικά υλικά, απομόνωση κραδασμών	40-45
	Κατασκευή εμποδίου	5		Διπλό περίφραγμα, ηχοαπορροφητικά υλικά, απομόνωση κραδασμών	60-80
	Στερεό, κλειστό περίφραγμα	20-25			

Σχήμα 4.3: Χαρακτηριστικές τιμές περιορισμού του θορύβου που προέρχεται από μηχανήματα.

Επίσης, αναφορές σχετικά με τις στάθμες θορύβων, γίνονται και στην ΤΟΤΕΕ 2423/86. Συγκριτικά, οι απαιτήσεις των διαφόρων Κανονισμών που εφαρμόζονται στην Ελλάδα, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6 Προτεινόμενες τιμές στάθμης θορύβου [Λέφας, 1992].

Χώροι	DIN 1946 T.2 για απαιτήσεις		ΤΟΤΕΕ 2423/86	Κατ'άλλους για τις ώρες		
	Υψηλές	Χαμηλές		χρήσης	7-22	22-7
Χώροι εργασίας						
Μικρό γραφείο	35	40	--	--	--	--
Εργαστήρια κατασκευής	50	--	--	--	--	--
Τυπογραφεία	60	--	--	--	--	--
Ιδιωτικά γραφεία	--	--	30	--	--	--
Θέσεις εργασίας						
Με πνευματική συγκέντρωση	--	--	--	40	--	--
Γραφείων	--	--	--	<50	--	--
Άλλων εργασιών βιομηχανίας	--	--	--	55 - 80	--	--
Χώροι συγκεντρώσεων						
Θέατρα	30	35	--	--	--	--
Αίθουσες συναυλιών	25	30	20	30	--	--
Όπερες	25	30	20	--	--	--
Κινηματογράφοι	35	45	30	35	--	--
Αίθουσες συσκέψεων	35	40	30	40	--	--
Μικρές αίθουσες (<20 άτομα)	--	--	35	--	--	--
Μικρά θέατρα (<500 θέσεις)	--	--	25	30	--	--
Καφετέριες	40	50	45	--	--	--
Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων	--	--	30	--	--	--
Βιβλιοθήκες	--	--	30	35	--	--
Αίθουσες δικαστηρίων (μικρές)	--	--	35	--	--	--

Συνέχεια στην επόμενη σελίδα

Συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα

Χώροι κατοικίας						
Δωμάτια ξενοδοχείων	35	35	30	--	40	30
Κατοικίας	--	--	--	--	30	25
Χώροι κοινωνικής χρήσης						
Χώροι αναπαύσεως	30	35	--	--	--	--
Χώροι διαλειμμάτων	35	40	--	--	--	--
Χώροι πλυντηρίων	45	55	45	--	--	--
Χώρος WC κλπ	45	55	--	--	--	--
Νοσοκομεία, Ξενοδοχεία						
Θάλαμοι ασθενών			30		25	20
Χειρουργεία			30	25	--	--
Κοινόχρηστοι χώροι			35	40	40	--
Μαγειρεία			45			
Χώροι υποδοχής				45	45	--
Χώροι διδασκαλίας						
Αίθουσες διδασκαλίας	35	40	35	--	--	--
Αίθουσες σεμιναρίων	35	40				
Αίθουσες ακροάσεων	35	30				
Εργαστήρια						
Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας	40	55	40	--	--	--
Χώρος διακίνησης κοινού						
Χώρος μεγάλων εκθέσεων	45	--	--	--	--	--
Χώροι πωλήσεων	45	60	--	--	--	--
Μουσεία	35	40	35	--	--	--
Εστιατόρια μεγάλα	40	55	40	--	--	--
Σούπερ μάρκετ	--	--	45	--	--	--
Εκκλησίες	--	--	35	--	--	--
Κλειστοί αθλητικοί χώροι						
Γυμναστήρια, κολυμβητήρια	45	50	45			
Ειδικοί χώροι						
Χώρος Η/Υ	40	55	--	--	--	--
Στούντιο ραδιοφωνικά	15	25	--	--	--	--
Στούντιο τηλεοράσεως	25	25	25	--	--	--
Στούντιο ηχογραφήσεως	--	--	15	--	--	--
Αίθουσες σχεδιάσεων	--	--	40	--	--	--
Λογιστήρια	--	--	45	--	--	--

**ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ**

- Με τον όρο «αερισμός» εννοούμε την εισαγωγή (προσαγωγή) και την κυκλοφορία μιας ποσότητας κλιματισμένου αέρα σε εσωτερικούς χώρους.
- Με τον όρο «εξαερισμός» εννοούμε την εξαγωγή (απαγωγή) του εσωτερικού αέρα ενός χώρου, που αντικαθίσταται από κλιματισμένο αέρα, ή φρέσκο αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον.
- Σχετικά με τους μηχανισμούς που προκαλούν τον αερισμό – εξαερισμό, υπάρχουν δυο κατηγορίες:
 - α) Ο φυσικός αερισμός και
 - β) Ο μηχανικός αερισμός.
- Τα βασικά τμήματα ενός συστήματος μηχανικού αερισμού, είναι:
 - α) Ανεμιστήρες,
 - β) Οι αεραγωγοί – Στόμια και
 - γ) Τα φίλτρα.
- Ο αερισμός ενός χώρου εξαρτάται από την ποσότητα και το είδος των ρύπων που βρίσκονται μέσα σ' αυτόν, από τον αριθμό των ατόμων και τη δραστηριότητά τους και, τέλος, από τη χρήση, γενικά, του ίδιου του χώρου (γραφεία, βιομηχανία, αίθουσες, ξενοδοχεία, βιβλιοθήκες κ.λ.π.)
- Ο αερισμός παίζει μεγάλο ρόλο στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα ενός χώρου. Επίσης επηρεάζει τη θερμική και την ακουστική άνεση των ανθρώπων που βρίσκονται μέσα σ' αυτόν το χώρο.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

1. Γιατί δεν είναι απαραίτητος ο μηχανικός αερισμός σε μια κατοικία;
2. Υπολογίστε τις απαιτήσεις νωπού (εξωτερικού) αέρα που θα πρέπει να έχει η αίθουσα διδασκαλίας σας, καθώς και τις απαιτούμενες αλλαγές νωπού αέρα ανά ώρα.
3. Δίνεται ότι σε ένα γραφείο γενικής χρήσης, εργάζονται 10 άτομα. Να υπολογίσετε με βάση την TOTEE 2425/86, α) την ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα που απαιτείται για το χώρο, β) τη μέγιστη συνιστώμενη τιμή (ποσότητα) του και γ) τις αντίστοιχες αλλαγές του ανά ώρα, όταν οι διαστάσεις του χώρου είναι 15 x 10 x 3 μέτρα. (Για τους υπολογισμούς σας, χρησιμοποιήστε τον Πίνακα 4.1.)
4. Υπολογίστε τον απαιτούμενο νωπό αέρα για ένα κατάστημα που βρίσκεται στο ισόγειο, με διαστάσεις 10 x 10 x 3 μέτρα. (Για τους υπολογισμούς σας χρησιμοποιήστε τον Πίνακα 4.2.)
5. Δίνεται ότι σε μια αίθουσα συνεδριάσεων, βρίσκονται 25 άτομα. Να υπολογίσετε τις προτεινόμενες αλλαγές αέρα την ώρα και την ποσότητα νωπού αέρα που απαιτείται, όταν οι διαστάσεις του χώρου είναι 20 x 12 x 4 μέτρα. (Για τους υπολογισμούς σας χρησιμοποιείστε τον Πίνακα 4.3.)