

Πανεπιστήμιο Πατρών: «Αειφορικός σχεδιασμός» - Α' εξάμηνο 2015-2016

## Βιοκλιματικός σχεδιασμός και συνθήκες άνεσης

Θερμικές ζώνες κτιρίου, θερμική οπτική και ακουστική άνεση, αερισμός και αεροστεγανότητα, προσέγγιση υπολογιστικών μοντέλων

Ιφιγένεια Θεοδωρίδου  
Dr. Αρχ. Μηχανικός T.U. Darmstadt  
ifigeneia@e2architects.eu



1

Θερμικές ζώνες κτιρίου

2

Θερμική άνεση

3

Αερισμός και αεροστεγανότητα

4

Προσέγγιση υπολογιστικών μοντέλων

## Θερμική ζώνη

Με τον όρο «Θερμική ζώνη κτιρίου» ορίζουμε τους χώρους εκείνους στους οποίους διαιρείται ένα κτίριο ανάλογα με τις απαιτούμενες εσωτερικές συνθήκες και τη χρήση τους.

## Θερμική ζώνη

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης ενός κτιρίου, αυτό χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή:

- σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

## Θερμική ζώνη

Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί Κανόνες (Κ.Εν.Α.Κ.):

- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου.
- Τμήματα του κτιρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου μπορούν να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών (αφορά αυστηρά τη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κατά Κ.Εν.Α.Κ.).

## Θερμική ζώνη

Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί Κανόνες (Κ.Εν.Α.Κ.):

- Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτίριο θα πρέπει να μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή να διακριτοποιείται (να διαχωρίζεται) κατά περίπτωση σε περισσότερες θερμικές ζώνες.

## Θερμική ζώνη

Σημειώνεται πως αυτή η πρόβλεψη του Κ.Εν.Α.Κ. είναι σχετική και δε μπορεί να αποτελέσει κανόνα. Την απλοποίηση ή μη των θερμικών ζωνών ενός κτιρίου επηρεάζουν οι εξής παράμετροι:

- Η λεπτομέρεια του ελέγχου που απαιτείται
- Το είδος των αποτελεσμάτων που απαιτούνται (π.χ. συνθήκες θερμικής άνεσης σε συγκεκριμένους χώρους ενός κτιρίου γραφείων ή μια προσέγγιση της ενεργειακής συμπεριφοράς μιας μονοκατοικίας)
- Το λογισμικό που χρησιμοποιείται

## Θερμική ζώνη - διαχωρισμός κτιρίου

Τα κυριότερα κριτήρια διαχωρισμού των θερμικών ζωνών είναι τα εξής (Κ.Εν.Α.Κ.):

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K (4 °C) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).



## Θερμική ζώνη - διαχωρισμός κτιρίου

Τα κυριότερα κριτήρια διαχωρισμού των θερμικών ζωνών είναι τα εξής (Κ.Εν.Α.Κ.):

- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες). Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.

## Θερμική ζώνη - διαχωρισμός κτιρίου

Τα κυριότερα κριτήρια διαχωρισμού των θερμικών ζωνών είναι τα εξής (Κ.Εν.Α.Κ.):

- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

## Θερμική ζώνη - συνθήκες λειτουργίας

Οι συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου αφορούν στις ακόλουθες παραμέτρους:

1. Ωράριο και περίοδος λειτουργίας του κτιρίου ή της εκάστοτε ζώνης
2. Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, νωπός αέρας)
3. Στάθμη φωτισμού
4. Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης
5. Εσωτερικά θερμικά κέρδη (από χρήστες, ηλεκτρικές συσκευές και φωτισμό)

## Θερμική ζώνη - ωράριο και περίοδος λειτουργίας

Το ωράριο λειτουργίας ενός κτηρίου ή ενός τμήματός του, που αποτελεί ανεξάρτητη θερμική ζώνη, εξαρτάται από:

- από τη χρήση του κτιρίου
- από τον ανθρώπινο παράγοντα, δηλαδή από τις επιλογές και συνήθειες των χρηστών του
- από τις τοπικές συνθήκες, κλιματικές, λειτουργικές (ωράρια λειτουργίας) κ.ά.

## Θερμική ζώνη - ωράριο και περίοδος λειτουργίας

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	18	7	12
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	24	7	12
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	12	7	ανά χρήση
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	24	7	ανά χρήση

## Θερμική ζώνη - ωράριο και περίοδος λειτουργίας

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλασείο, καφενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	14	7	12
	Λουτρό (κοινόχρηστο)	14	7	12
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαϊ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)

## Θερμική ζώνη - ωράριο και περίοδος λειτουργίας

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαϊ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
Υγείας και κοινωνικής πρόνοια	Νοσοκομείο, κλινική	24	7	12
	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	12	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικών ιατρείων	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	12	5	12
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα απόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11

## Θερμική ζώνη - ωράριο και περίοδος λειτουργίας

	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
Υγείας και κοινωνικής πρόνοια	Νοσοκομείο, κλινική	24	7	12
	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	12	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικών ιατρείων	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	12	5	12
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	24	7	12
	Αστυνομική διεύθυνση	24	7	12
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	12	6	12
	Κατάστημα, φαρμακείο	9	6	12
	Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	12	6	12



## Θερμική ζώνη - ωράριο και περίοδος λειτουργίας

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12
Βιομηχανίας & βιοτεχνίας	Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	12	6	12
	Παρασκευαστήριο τροφίμων	12	6	12
	Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	12	6	12
	Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	24	7	12
Αποθήκευσης	Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	24	7	12
Στάθμευσης & πρατηρίων καυσίμων	Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	14	6	12

## Θερμική ζώνη - εσωτερικές συνθήκες

Ο Κ.Εν.Α.Κ. ελέγχει μόνο τις δύο βασικότερες παραμέτρους που αφορούν στη θερμική άνεση,

- τη θερμοκρασία και
- τη σχετική υγρασία του εσωτερικού αέρα,

Σύμφωνα με αυτές σχεδιάζονται το σύστημα θέρμανσης (που ρυθμίζει μόνο τη θερμοκρασία του αέρα) ή κλιματισμού (που ρυθμίζει τόσο τη θερμοκρασία και όσο και τη σχετική υγρασία του αέρα).

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εσπιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	26	35	50
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50
Θέατρο, κινηματογράφος	20	26	35	50
Χώρος συναυλιών	20	26	35	50
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	20	26	35	50
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	20	26	35	45
Τράπεζα	20	26	35	45
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	20	26	35	50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	18	25	35	45
Λουτρό (κοινόχρηστο)	22	26	40	50
Νηπαγωγείο	20	26	35	45

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	20	26	35	45
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο (τακτικό)	18	20	35	55
Εξωτερικών ιατρείων	20	26	35	50
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρόνιως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50

## 1

## Θερμικές ζώνες κτιρίου

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	19	25	40	50
Παρασκευαστήριο τροφίμων	19	25	35	45
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	19	25	40	50
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	20	26	35	45
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	20	26	35	50
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	19	25	35	45

## Θερμική ζώνη - νωπός αέρας

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτιρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματός του ή θερμικής του ζώνης απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης
- τον αριθμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτιρίου

**Πίνακας 2.3.** Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m <sup>2</sup> επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	15	30	4,50
θερινής λειτουργίας	15	30	4,50
χειμερινής λειτουργίας	15	30	4,50
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	15	30	4,50
θερινής λειτουργίας	15	30	4,50
χειμερινής λειτουργίας	15	30	4,50
Οικοτροφείο και κοιτώνας	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	30	30	9,00
Εστιατόριο	80	70	56,00
Ζαχαροπλασείο, καφενείο	80	70	56,00
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	70	70,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	30	30,00
Χώρος συναυλιών	100	22	22,00
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	80	22	17,60
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	110	30	33,00

## 1

## Θερμικές ζώνες κτιρίου

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m <sup>2</sup> επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Τράπεζα	40	30	12,00
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	75	30	22,50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	75	45	33,75
Λουτρό (κοινόχρηστο)	10	60	6,00
Νηπιαγωγείο	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο	55	22	12,10
Νοσοκομείο, κλινική	30	70	21,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	35	7,70
Χειρουργείο (τακτικό)	20	80	0,25
Εξωτερικών ιατρείων	10	45	4,50
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	5	15	0,75



## 1

## Θερμικές ζώνες κτιρίου

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m <sup>2</sup> επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	22	4,40
Αστυνομική διεύθυνση	10	30	3,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	14	22	3,08
Κατάστημα, φαρμακείο,	14	22	3,08
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	19	4,18
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	10	60	6,00
Παρασκευαστήριο τροφίμων	12	50	6,00
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	12	50	6,00
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	15	30	4,50
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	5	30	1,50
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	3	22	0,66

## Θερμική ζώνη - στάθμη φωτισμού

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η οπτική άνεση των χώρων προσδιορίζονται τα επίπεδα της στάθμης φωτισμού ανά χρήση κτιρίου ή θερμικής ζώνης.

**Πίνακας 2.4.** Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	3,6	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	5,5	0,8
θερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	5,5	0,8
θερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	5,5	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	4,5	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	1,8	0,5
Εστιατόριο	200	3,6	0,8
Ζαχαροπλασείο, καφενείο	250	4,5	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	1,8	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	1,8	0,8

## 1

## Θερμικές ζώνες κτιρίου

Νοσοκομείο, κλινική	300	5,5	0,8
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	100	1,8	0,8
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	18,2	0,8
Εξωτερικών ιατρείων	500	9,1	0,8
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	500	9,1	0,8
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	300	5,5	0,8
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	300	5,5	0,8
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	300	5,5	0,8
Αστυνομική διεύθυνση	500	9,1	0,8
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	300	5,5	0,8
Κατάστημα, φαρμακείο,	500	9,1	0,8
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	400	7,3	0,8
Γραφείο	500	9,1	0,8
Βιβλιοθήκη	500	9,1	0,8
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	500	9,1	0,8
Παρασκευαστήριο τροφίμων	400	7,3	0,8
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	300	5,5	0,8
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	500	9,1	0,8
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	150	2,7	0

## Θερμική ζώνη - ZNX

Κάθε κτίριο και κάθε κτιριακή ζώνη, επηρεαζόμενα από τις συνήθειες των χρηστών τους, παρουσιάζουν και διαφορετική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX).

**Πίνακας 2.5.** *Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [ℓ/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [ℓ/m <sup>2</sup> /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	50	2,50	0,91
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	60	9,00	3,28
θερινής λειτουργίας	50	7,50	1,59
χειμερινής λειτουργίας	60	9,00	2,18
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	9,00	3,28
θερινής λειτουργίας	50	7,50	1,59
χειμερινής λειτουργίας	60	9,00	2,18
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	5,00	1,82
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	45	3,60	1,31
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	5	1,50	0,55
Εστιατόριο	8	6,40	2,33
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	2	1,60	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3	3,00	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	2	2,00	0,73
Χώρος συναυλιών	2	2,00	0,73
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	2	1,60	0,58
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	5	5,50	1,43
Τράπεζα	5	2,00	0,52
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	5	3,75	0,59
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	40	30,00	10,92

## Θερμική ζώνη - εσωτερικά κέρδη

Η παραγόμενη / εκλυόμενη θερμότητα στο εσωτερικό των κτιρίων επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασία των χώρων και κατά συνέπεια τα πραγματικά φορτία θέρμανσης και ψύξης.

**Αυτά αφορούν κυρίως:**

- Στον ηλεκτροφωτισμό
- Στον ανθρώπινο παράγοντα
- Στον εξοπλισμό της θερμικής ζώνης (συσκευές)

## Μεταβολική δραστηριότητα

Κάθε άτομο ανάλογα τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου.

Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου.

Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.



1

Θερμικές ζώνες κτιρίου

## Μεταβολική δραστηριότητα



## Μεταβολική δραστηριότητα

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτιρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική παρουσία των χρηστών στους χώρους κατά τη διάρκεια της ημέρας (λειτουργίας του κτιρίου).

**Πίνακας 2.7.** Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.

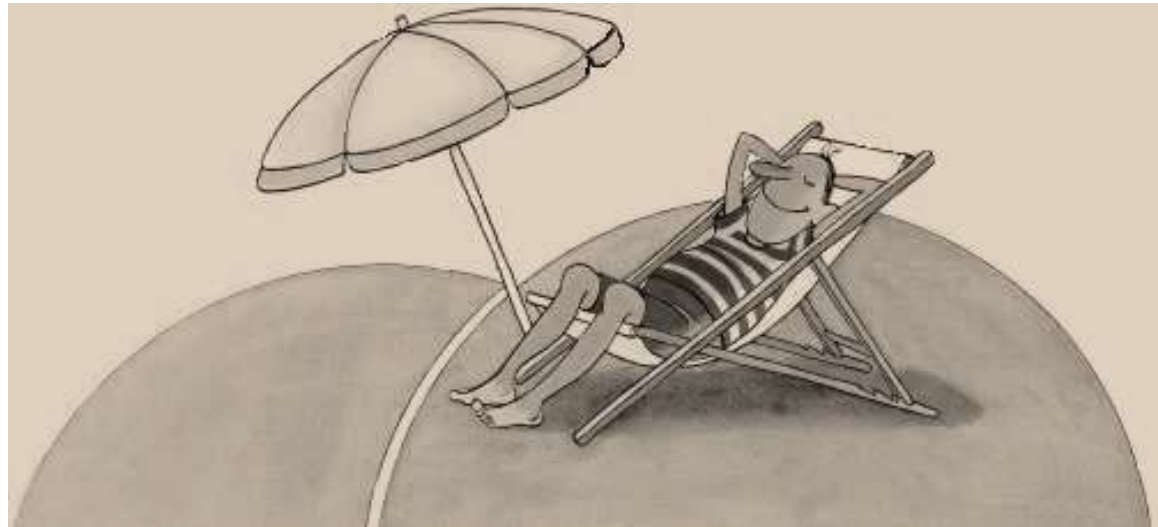
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ. επιφάνειας [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	80	4	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	75	8	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	60	5	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	80	24	1,00
Εσπιατόριο	75	60	0,50
Ζαχαροπλασείο, καφενείο	75	60	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	75	75	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	75	75	0,29
Χώρος συναυλιών	75	75	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	90	72	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	75	83	0,18
Τράπεζα	75	30	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	80	60	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	120	90	0,58

**Πίνακας 2.8.** Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής ετεροχρονισμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	4	0,5	2	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	4	0,5	2	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	4	0,5	2	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	2	0,5	1	1,00
Εστιατόριο	20	0,5	10	0,50
Ζαχαροπλαστέιο, καφενείο	20	0,5	10	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	15	0,5	7,5	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	4	0,3	1,2	0,29
Χώρος συναυλιών	4	0,5	2	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	4	0,3	1,2	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	2	0,3	0,6	0,18
Τράπεζα	2	0,3	0,6	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	4	0,25	1	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	4	0,25	1	0,58

## Θερμική άνεση

Ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση του μυαλού κατά την οποία ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες (ASHRAE και ISO 7730).



## Θερμική άνεση

Ως «περιοχή άνεσης» ορίζεται το εύρος συγκεκριμένων συνθηκών, μέσα στο οποίο το ανθρώπινο σώμα μπορεί διατηρήσει την θερμοκρασία των 37 βαθμών °C, χωρίς να δαπανά ενέργεια για θέρμανση ή δροσισμό.

## Θερμική άνεση

Η κατάσταση στην οποία ένα άτομο αισθάνεται θερμικά άνετα έχει **υποκειμενικό χαρακτήρα**. Έτσι στον ίδιο χώρο είναι δυνατόν κάποιο άτομο να εκφράζει την ικανοποίησή του για τις θερμικές συνθήκες, ενώ κάποιο άλλο άτομο τη δυσaréσκειά του.

Η λέξη άνεση εμπεριέχει ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων που την ορίζουν κάθε φορά για κάθε άτομο. Πέρα από τους παράγοντες που συνδέονται με την κοινωνική και ψυχολογική κατάσταση του ατόμου, προκειμένου να αξιολογηθεί επιστημονικά η θερμική άνεση και επομένως να αποκτήσει και αντικειμενικό χαρακτήρα, ορίστηκαν οι φυσικές παράμετροι οι οποίες και την επηρεάζουν.

## Θερμική άνεση

### 1. Φυσικές παράμετροι

- Θερμοκρασία του αέρα [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Η υγρασία και η σχετική υγρασία του αέρα [%]
- Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα [m/s]
- Χωροταξική κατανομή των παραπάνω μεγεθών

### 2. Βιολογικές παράμετροι

- Το φύλλο των χρηστών του χώρου
- Η ηλικία των χρηστών του χώρου
- Οι συνήθειες των χρηστών του χώρου



## 2 Θερμική άνεση

### Θερμική άνεση













## Θερμική άνεση

### 3. Εξωτερικές παράμετροι

- Το είδος των δραστηριοτήτων των χρηστών του χώρου [met] (1 met = 58,15 W/m<sup>2</sup>)
- Ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών του χώρου [clo] (1 clo = 0,155 m<sup>2</sup> °C/W)



Insulation for the entire clothing:  $I_{cl} = \sum I_{cli}$

	0.19		0.28
+		+	
	0.04		0.25
+		+	
	0.11		0.04
+		+	
	0.02		0.25
+		+	
	0.02		0.06
	<u>0.38</u>		<u>0.91</u>

## Θερμική άνεση

Θερμοκρασία άνεσης αέρα σε σχέση με τη μεταβολική δραστηριότητα και τον τύπο του ρουχισμού



2.5 Met



1.1 Met

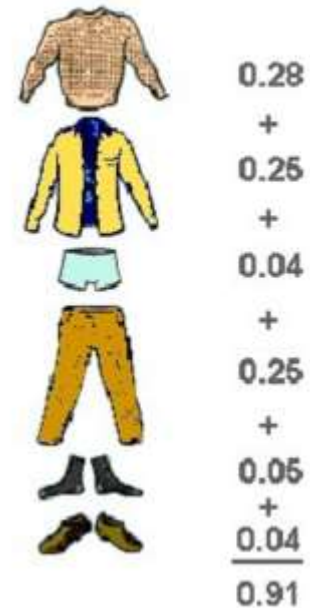


6.5 Met

## Θερμική άνεση

Θερμοκρασία άνεσης αέρα σε σχέση με τη μεταβολική δραστηριότητα και τον τύπο του ρουχισμού

Insulation for the entire clothing:  $I_{cl} = \sum I_{clu}$



## Θερμική άνεση

Θερμοκρασία άνεσης αέρα σε σχέση με τη μεταβολική δραστηριότητα και τον τύπο του ρουχισμού

Εργασία	Μεταβολική δραστηριότητα [W]	Ρουχισμός [clo]	Θερμοκρασία άνεσης $T_a(\text{comf})$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]
Ηρεμία	0	0,5	31
	0	1,0	29
Καθιστική εργασία	43	0,5	27
	43	1,0	23
Ελαφριά εργασία	100	0,5	22
	100	1,0	16
Έντονη εργασία	20	0,5	12

## Θερμική άνεση

### Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης

Το σώμα μας έχει ένα αποτελεσματικό σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας (διατηρείται περίπου στους 37 °C).

- Όταν η θερμοκρασία του σώματος αρχίσει να αυξάνεται, ενεργοποιούνται συγκεκριμένοι μηχανισμοί για την ελάττωσή της.
  1. Τα αιμοφόρα αγγεία διαστέλλονται,
  2. Αυξάνεται η ροή του αίματος στο δέρμα,
  3. Αυξάνονται οι απώλειες μέσω αγωγής και ακτινοβολίας και
  4. Ξεκινά η εφίδρωση.

## Θερμική άνεση

**Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης**

Η εφίδρωση οδηγεί στην ψύξη μέσω της εξάτμισης. Ο μηχανισμός αυτός είναι ο βασικός μηχανισμός ψύξης του δέρματος.

**Αύξηση ενός βαθμού στη θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος, μπορεί να ενεργοποιήσει το μηχανισμό της εφίδρωσης που τετραπλασιάζει τη μετάδοση θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα προς το περιβάλλον.**



## Θερμική άνεση

### Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης

- Όταν η θερμοκρασία του ανθρωπίνου σώματος αρχίσει να μειώνεται, τότε ο οργανισμός μας αντιδρά ως εξής:
  1. Τα αιμοφόρα αγγεία συστέλλονται, μειώνεται η ροή του αίματος στο δέρμα, μειώνεται η απώλεια θερμότητας μέσω αγωγής και ακτινοβολίας.
  2. Η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος αυξάνεται με την αύξηση των εσωτερικών καύσεων,
  3. Ενεργοποιούνται οι μύες με την εμφάνιση ρίγους. Η κίνηση των μυών αυξάνει τις καύσεις, άρα και την παραγόμενη από το σώμα θερμότητα.





## Θερμική άνεση

### Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης

Το σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος βασίζεται στα αισθητήρια όργανα του δέρματος και τα αισθητήρια όργανα του υποθαλάμου και του δέρματος.

Για το λόγο αυτό λέμε πως ο άνθρωπος θεωρεί το περιβάλλον του ως θερμικά άνετο όταν δεν υπάρχει κάποιο σήμα από τα αισθητήρια όργανα για πτώση ή άνοδο της θερμοκρασίας του σώματος.

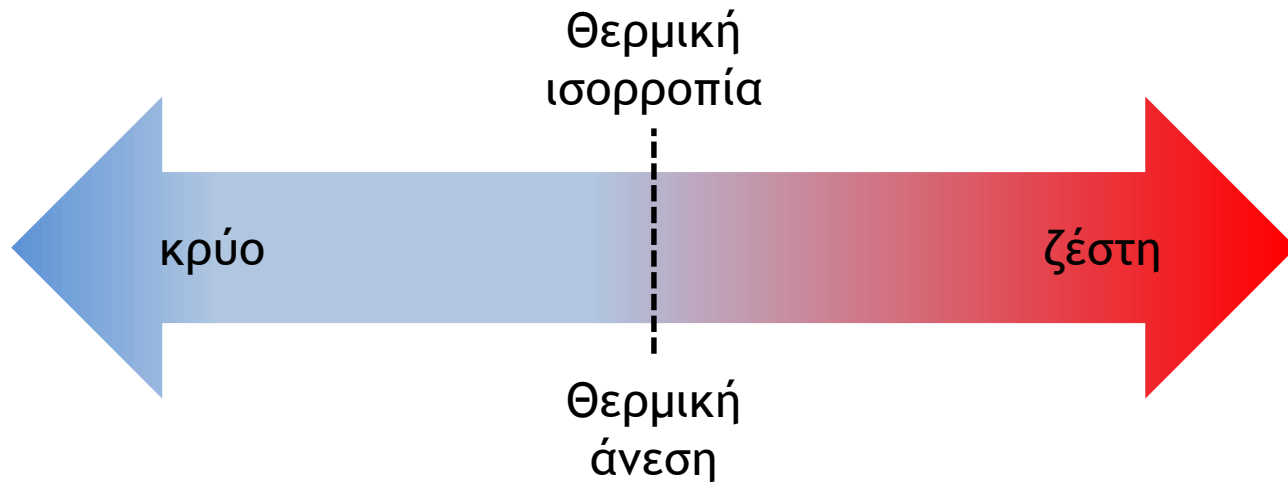
## Θερμική άνεση

### Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης

Η θερμοκρασία του δέρματος είναι ο κατάλληλος δείκτης για τη θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος. Η θερμική άνεση όμως είναι μια ολοκληρωτική μονάδα και απεικονίζει τη συνολική θερμική κατάσταση του σώματος. Συμπληρωματικά, έχει προταθεί η εισαγωγή και άλλων φυσικών παραμέτρων για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης όπως: ο Μέση θερμοκρασία δέρματος, ο Ρυθμός εφίδρωσης, ο Ξηρότητα του δέρματος.

## Θερμική άνεση

Κατάσταση θερμικής ισορροπίας



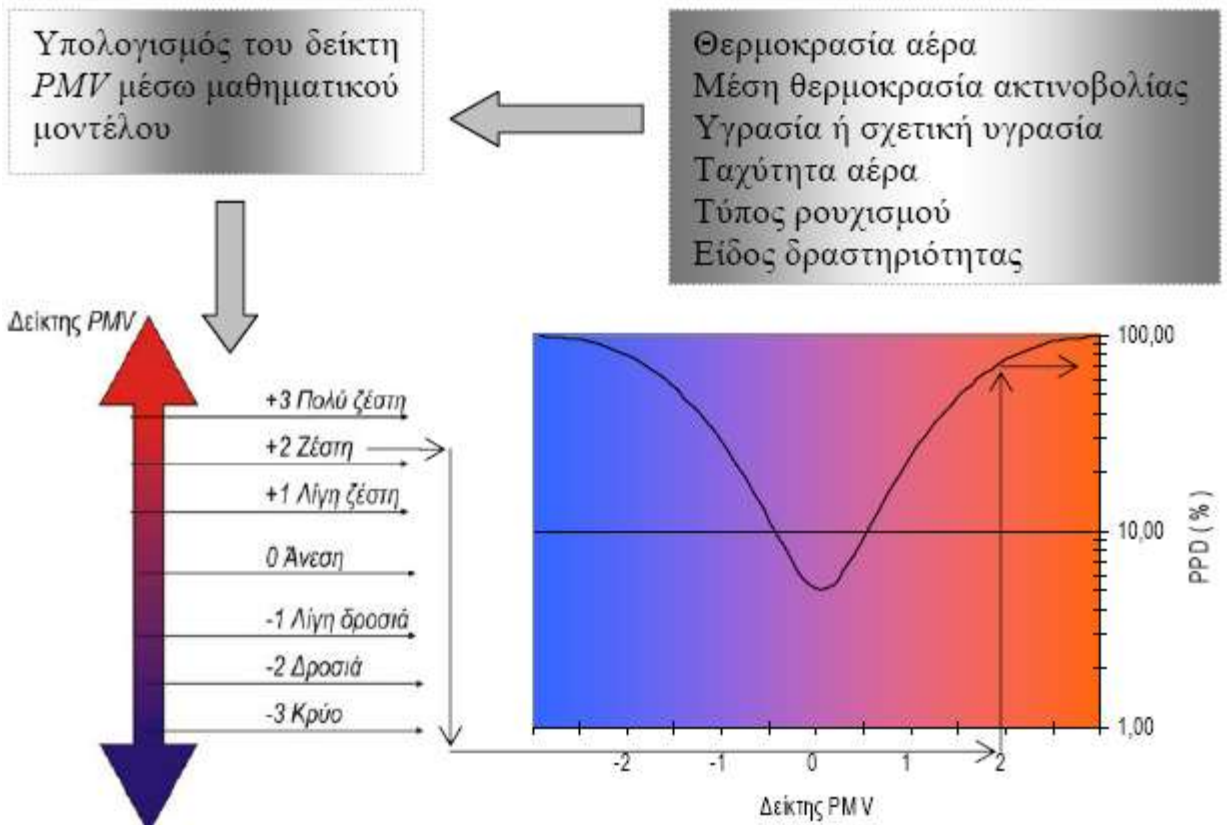
## Θερμική άνεση

Ο δείκτης PMV είναι μια κλίμακα 7 σημείων και αποτελεί τη μέση τιμή εκτίμησης της θερμικής άνεσης από τα άτομα που βρίσκονται μέσα σε ένα χώρο με δεδομένες συνθήκες.

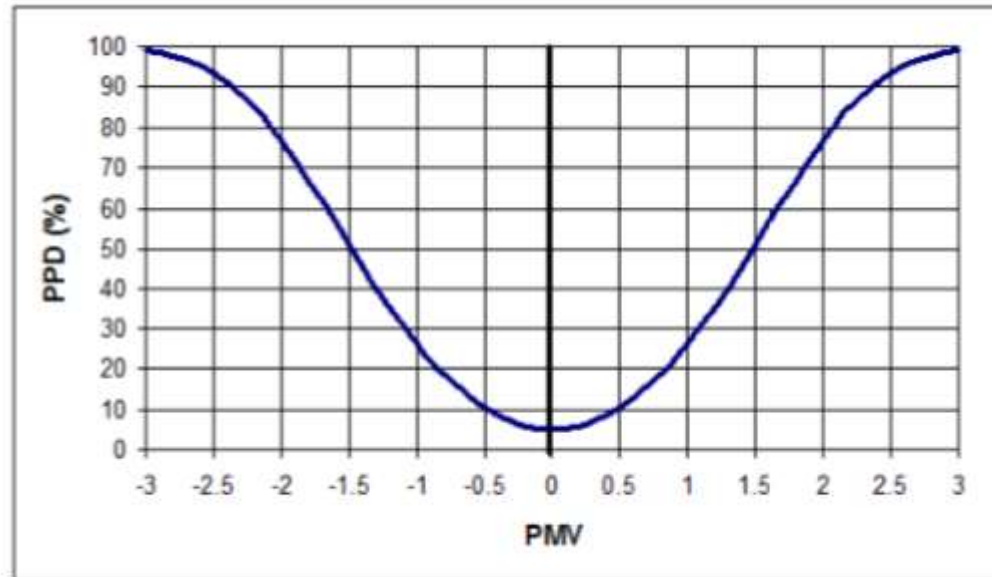
Η μηδενική τιμή είναι η τιμή στην οποία το άτομο αισθάνεται άνετα με τις θερμικές συνθήκες.

## Θερμική άνεση

Ολοκληρωμένο σχήμα υπολογισμού του ποσοστού των δυσανεσθημένων PPD.



## Θερμική άνεση



Δείκτης προβλεπόμενου ποσοστού δυσαρεστημένων, PPD συνάρτησι του δείκτη PMV (Δείκτης προβλεπόμενης μέσης ψήφου).

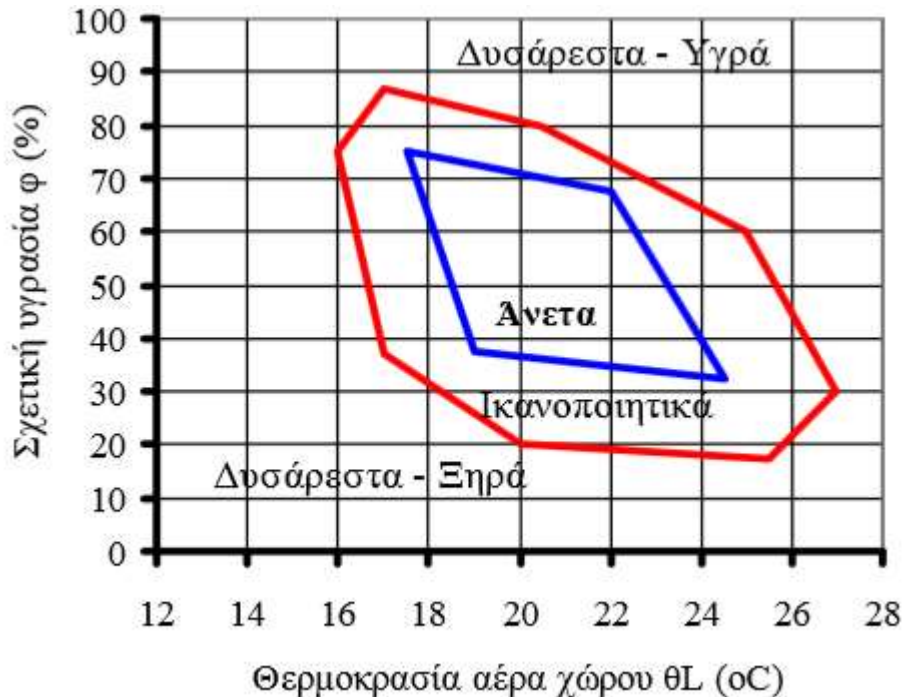
## Θερμική άνεση

Σύμφωνα με το διάγραμμα PPD φαίνεται ότι ακόμη και αν ο δείκτης  $PMV = 0$  και άρα βρισκόμαστε σε κατάσταση θερμικής άνεσης, θα υπάρχει πάντα ένα ποσοστό  $PPD = 5\%$  των ατόμων του εξεταζόμενου χώρου που θα είναι δυσαρεστημένοι με τις θερμικές συνθήκες. Επίσης, στις ακραίες τιμές, που είναι  $PMV = +3$  ή  $-3$ , ο δείκτης  $PPD = 99,12\%$ , που σημαίνει ότι ακόμη και σε συνθήκες πολύ ζέστης ή κρύου θα υπάρχει πάντα ένα ποσοστό ατόμων, περίπου  $1\%$ , που θα είναι ικανοποιημένοι με τις θερμικές συνθήκες. Σε πολλές χώρες όπου έχει γίνει αποδεκτή η θεωρία του Fanger, θεωρείται ότι η κατάσταση που θα επικρατεί σε έναν χώρο θα είναι ικανοποιητική, όταν το ποσοστό των δυσαρεστημένων ( $PPD$ ) δεν θα ξεπερνά το  $10\%$ .

## 2 Θερμική άνεση

### Θερμική άνεση

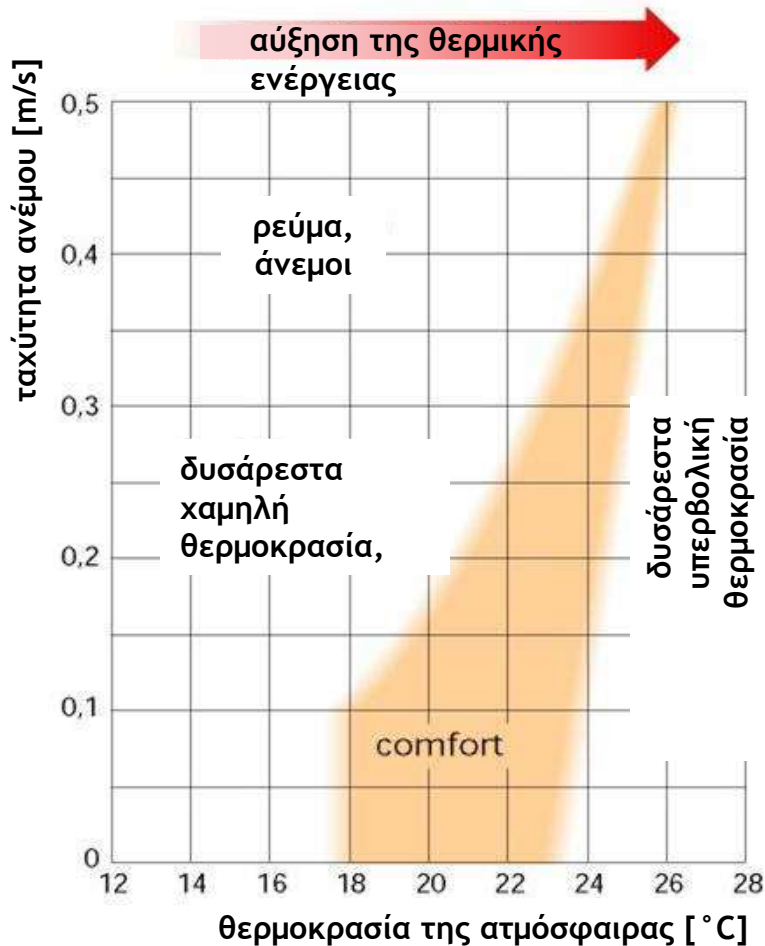
Σύμφωνα με τα παραπάνω, δύο από τις σημαντικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν τη θερμική άνεση είναι η υγρασία και η θερμοκρασία.



Διάγραμμα θερμικής άνεσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας



## 2 Θερμική άνεση



## Θερμική άνεση

Το θερμικό επίπεδο άνεσης εξαρτάται επίσης από την ταχύτητα ανέμου:

- στη γραφική παράσταση, η συνάρτηση της ταχύτητας και της θερμοκρασίας ορίζει τη ζώνη του επιπέδου θερμοκρασιακής άνεσης.

Διάγραμμα θερμικής άνεσης σε συνάρτηση με θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου

## Οπτική άνεση

Ως οπτική άνεση ορίζεται η κατάσταση εκείνη η οποία ικανοποιεί τον χρήστη - θεατή σε σχέση με το χώρο στον οποίο βρίσκεται.

Η κατάσταση αυτή σε εξωτερικούς χώρους σχετίζεται με:

- την ποιότητα του χώρου και των αντικειμένων,
- τη δυνατότητα θέασης,
- την ύπαρξη όμορφης βλάστησης κ.α.,

## Οπτική άνεση

Σε εσωτερικούς χώρους η οπτική άνεση σε ένα χώρο καθορίζεται από τρεις παραμέτρους:

- A. την ποσότητα του φυσικού φωτισμού,
- B. την κατανομή του στο χώρο και
- Γ. την ύπαρξη ή απουσία θάμβωσης.

Η ύπαρξη επαρκούς στάθμης φωτισμού (LUX) και η εξάλειψη του φαινομένου θάμβωσης μπορούν να εξασφαλίσουν οπτική άνεση.

## Οπτική άνεση

Η θάμβωση που προκαλεί είτε οπτική όχληση είτε παρεμπόδιση της όρασης και προκύπτει όταν το οπτικό πεδίο περιλαμβάνει είτε πολύ ψηλές τιμές φωτεινότητας (η οποία μετράται σε  $\text{cd}/\text{m}^2$ ), ή μεγάλες αντιθέσεις φωτεινότητας g.

Τα ποσοτικά κριτήρια του φωτισμού στα κτίρια αναφέρονται στις τιμές φωτισμού (lux) κυρίως για τεχνητό αλλά και για φυσικό φωτισμό, ή στον Συντελεστή Φυσικού Φωτισμού (%) για φυσικό φωτισμό, συνήθως στο επίπεδο εργασίας, δηλαδή σε ύψος 70-80 cm. από το δάπεδο.

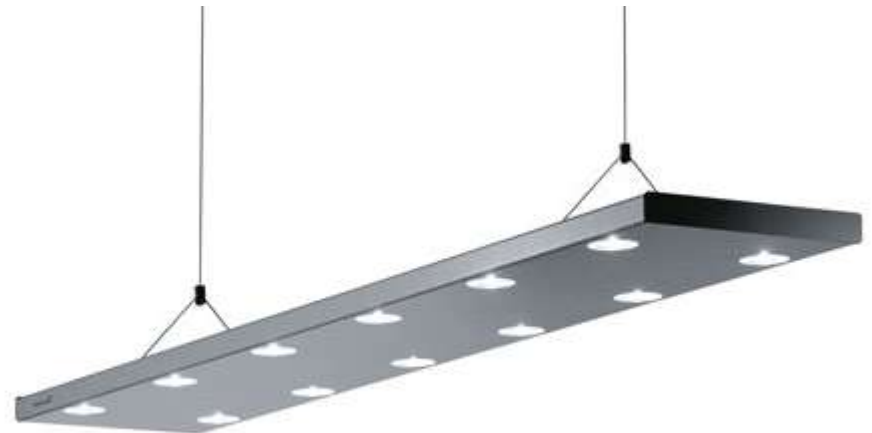
## Οπτική άνεση

**Ο Συντελεστής Φυσικού Φωτισμού (Daylight Factor) είναι ο λόγος του φωτισμού που δέχεται ένα σημείο του εσωτερικού χώρου ( $E_i$ ), συνήθως στο ύψος του επιπέδου εργασίας, προς τον αντίστοιχο φωτισμό σε εξωτερικό ανεμπόδιστο σημείο ( $E_o$ ) σε συνθήκες νεφροσκεπούς ουρανού, εκφρασμένος επί τοις εκατό.**

## Οπτική άνεση

Παράμετροι σχεδιασμού:

- Η ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού στο χώρο,
- Σχεδιασμός των ανοιγμάτων που να παρέχει κατά το δυνατόν πιο ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού
- Επιλογή συστημάτων υβριδικού φωτισμού



## Οπτική άνεση

Θάμβωση:

Το φαινόμενο αυτό προκαλείται :

- όταν υπάρχουν υπερβολικά υψηλές αντιθέσεις στα επίπεδα φωτισμού των επιφανειών (άμεση θάμβωση)
- όταν το φως αντανακλάται σε μια γυαλιστερή επιφάνεια (θάμβωση από' αντανάκλαση-έμμεση θάμβωση).



## Ακουστική άνεση

Με τον όρο ακουστική άνεση προσδιορίζουμε την ικανότητα ενός κτιρίου να προστατεύει τους χρήστες από εξωγενείς θορύβους.

Η ακουστική άνεση επηρεάζεται από:

- αερόφερτους ήχους από γειτονικούς χώρους
- κτυπογενής ήχους από γειτονικούς χώρους
- αερόφερτους ήχους από εξωτερικές πηγές

Υπάρχουν 3 κατηγορίες ακουστικής άνεσης:

- Α <υψηλή ακουστική άνεση>
- Β <κανονική ακουστική άνεση>
- Γ <χαμηλή ακουστική άνεση>



## Ακουστική άνεση

Μονάδες ακουστικής:

- Στάθμη ήχου,  $L$ , dB
- Συχνότητες, Hz, kHz, οκτάβες, τριτοοκτάβες
- Στάθμιση, A - ηχοστάθμη,  $L_A$ , dB(A)
- Πεδίο εφαρμογής, 100Hz - 3200Hz (κτιριακά έργα)
- Αερόφερτος ήχος,  $R'$ ,  $R'_w$
- Κτυπογενής ήχος,  $L'_n$ ,  $L'_{nW}$

## Ακουστική άνεση

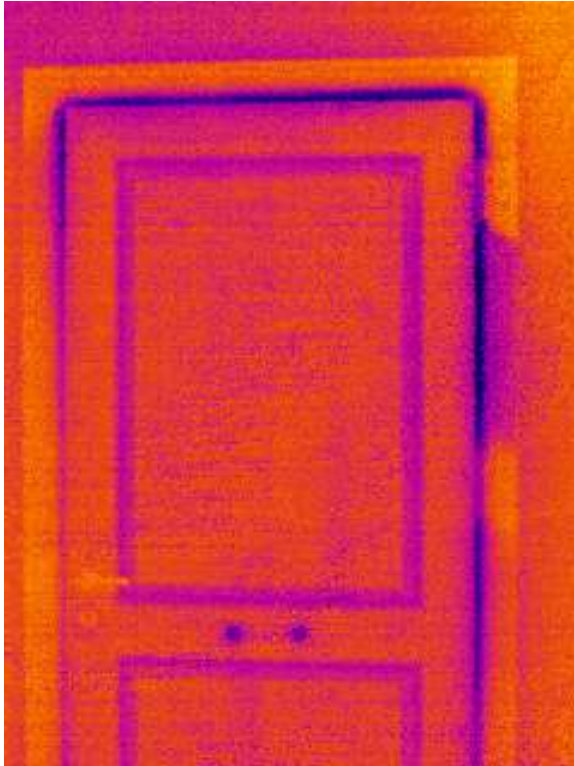
dB	
15-20	Απόλυτη ησυχία
25-30	Ψιθύρισμα
40	Ήσυχη ομιλία
50-60	Κανονική ομιλία
60-65	Ηλεκτρική σκούπα
70-75	Κυκλοφοριακός θόρυβος
80	Τσιρίδα
80-90	Φορτηγό στο 1m
90-100	Κεραυνός, μηχανάκι χωρίς εξάτμηση
110-120	Ελικοφόρο αεροπλάνο (3m)
120-130	Αεροπλάνο με κινητήρα jet

## Ακουστική άνεση

Για το σχεδιασμό ενός άνετου ακουστικού περιβάλλοντος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι:

- Θέση κτιρίου
- Χρήση κτιρίου
- Προφίλ χρηστών
- Συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος

# 3 Αερισμός και αεροστεγανότητα



## Αερισμός και αεροστεγανότητα

- Διείσδυση του αέρα από παράθυρα και πόρτες λόγω της κακής εφαρμογής των κουφωμάτων.
- Αυξάνονται οι θερμικές απώλειες και δημιουργούνται ρεύματα αέρα τα οποία δυσκολεύουν την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης.
- Παρόμοια προβλήματα μπορεί να παρουσιαστούν και σε παλαιού τύπου παράθυρα ή όταν φαγωθούν τα λάστιχα ή τα βουρτσάκια, ιδιαίτερα σε συρόμενα κουφώματα.

## Αερισμός και αεροστεγανότητα

### Φυσικός αερισμός

- Φυσική κυκλοφορία του αέρα, είναι από τις βασικές τεχνικές φυσικού δροσισμού και επίτευξης των συνθηκών θερμικής άνεσης και ανανέωσης του εσωτερικού αέρα, σε φυσικά αεριζόμενα κτίρια. Το κατάλληλο εξωτερικό μικροκλίμα μπορεί να βελτιώσει τις συνθήκες άνεσης και την αποδοτικότητα του φυσικού αερισμού, βελτιώνοντας και την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα

## Αερισμός και αεροστεγανότητα

### Νυκτερινός αερισμός

- Ο νυκτερινός φυσικός αερισμός προσφέρει επίσης σημαντικά πλεονεκτήματα με τον αερισμό των χώρων το βράδυ, εφόσον το επιτρέπουν οι εξωτερικές ατμοσφαιρικές συνθήκες και εξασφαλίζεται η ασφάλεια του κτιρίου.
- Συνήθως, οι χαμηλότερες θερμοκρασίες του εξωτερικού αέρα το βράδυ, επιτρέπουν την σταδιακή αφαίρεση της θερμότητας που έχει παγιδευτεί μέσα στο κτίριο κατά την διάρκεια της ημέρας, έτσι ώστε η λειτουργία του κτιρίου την επόμενη μέρα να αρχίσει με καλύτερες, πιο ευχάριστες εσωτερικές συνθήκες.

## Αερισμός και αεροστεγανότητα

Ο αερισμός λόγω κακής/ελλειπούς αεροστεγανότητας του κτιρίου ή θερμικής ζώνης (διείσδυσης του αέρα), πραγματοποιείται μέσω των **χαραμάδων των κουφωμάτων του κελύφους** (συναρμογές κουφωμάτων με περιμετρικά δομικά στοιχεία, συναρμογή κινητών φύλλων κουφωμάτων) ή των θυρίδων αερισμού (για συσκευές φυσικού αερίου) ή των καμινάδων εστιών καύσης (τζάκι, θερμάστρα πετρελαίου ή ξύλων κ.ά.), καθώς επίσης και από τους **αρμούς των δομικών αδιαφανών επιφανειών του κτιρίου.**

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η **διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.**

## Αερισμός και αεροστεγανότητα

Ο αερισμός λόγω ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμάδων, την ποιότητα των χαραμάδων (αεροστεγείς ή όχι), το αριθμό (και την επιφάνεια) των ανοιγμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου, καθώς και από την αναλογία εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα (εσωτερικές πόρτες) στο χώρο.



## Αερισμός και αεροστεγανότητα

Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διείσδυση αέρα) χρησιμοποιείται η σχέση:

$$V_{\text{inf}} = \sum (l \cdot \alpha) \cdot R \cdot H$$

$l$  [m] το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.ά.)

$\alpha$  [m<sup>3</sup>/(h\*m)] ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος, ανάλογα με την ποιότητα του κουφώματος

$R$  [ - ] ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που εξαρτάται από το λόγο επιφάνειας των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα

$H$  [ - ] ο συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης

# 3 Αερισμός και αεροστεγανότητα



## Μετρήσεις

Ο συνηθέστερος τρόπος μέτρησης της αεροστεγανότητας ενός κτιρίου είναι το **Blower Door Test** που άρχισε να εφαρμόζεται από τη δεκαετία του 70.

Η αρχή του είναι απλή:

- Ο μηχανισμός του αποσυμπιέζει τον εσωτερικό αέρα του χώρου κατά 50 Pascal σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον, δημιουργώντας αρνητική πίεση (που αντιστοιχεί σε άνεμο εντός του χώρου της τάξης των 5 μποφόρ).
- Κατά τη διάρκεια του τεστ εισβάλλει ο εξωτερικός αέρας από τις χαραμάδες, προσομοιώνοντας μία αντίστοιχη κατάσταση.

# 3 Αερισμός και αεροστεγανότητα



## Μετρήσεις

Το Blower Door Test παράγει μια σειρά από αποτελέσματα. Τα κυριότερα είναι τα εξής:

- Ο δείκτης n50 (βαθμός αεροστεγανότητας) μας δείχνει το πόσες φορές εναλλάσσεται ο εσωτερικός αέρας στο χώρο μας ανά ώρα σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον.  
π.χ. Σε ένα παθητικό κτίριο ο δείκτης αυτός δεν πρέπει να ξεπερνά το  $n50 \leq 0,60/h$
- Προσδιορίζεται επίσης η συνολική επιφάνεια των απωλειών.

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται βασίζονται στη χρήση:

- μοντέλων πλήρους προσομοίωσης (dynamic procedures)
- μοντέλων σταθερής κατάστασης (steady state procedures).

Οι διαφορές τους εντοπίζονται όχι μόνο μεταξύ των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή της κάθε μεθόδου ξεχωριστά αλλά και από διαφορές στα αποτελέσματα από την εφαρμογή παρόμοιων μεθόδων δυναμικής ή σταθερής κατάστασης προσομοίωσης.

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

1. Στατική μέθοδος υπολογισμού (μηνιαίο βήμα):

**European Standard EN ISO 13790:2008  
(quasi-steady state method)**

2. Δυναμική μέθοδος υπολογισμού (ωριαίο ή και μικρότερο βήμα):

- **Dynamic ES (energy simulation)**
- **Computational fluid dynamics (CFD)**

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Στατική μέθοδος υπολογισμού (μηνιαίο βήμα):

**European Standard EN ISO 13790:2008**

Για εναρμόνιση με τα πρότυπα που θέτει η κοινοτική οδηγία ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων προτάθηκε το πρότυπο ISO 13790 το οποίο προτείνει τη χρήση μιας διεθνούς μεθόδου **εμπρόσθιας μοντελοποίησης** η οποία περιλαμβάνει τη χρήση τόσο ημισταθερών μεθόδων όσο και δυναμικών.

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

**Στατική μέθοδος υπολογισμού (μηνιαίο βήμα):**

Η μέθοδος της απλοποιημένης μηνιαίας ισορροπίας αποτελεί μια αξιόπιστη, ευρέως διαδεδομένη πρόταση υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης και έχει υιοθετηθεί από τα κράτη μέλη.

Στην Ελλάδα μεταφέρθηκε με το υπολογιστικό εργαλείο ΤΕΕ - Κ.Ε.Ν.Α.Κ, το οποίο βασίζεται στο μοντέλο υπολογισμού της ενεργειακής συμπεριφοράς ΕΡΑ-ΕD το οποίο λειτουργεί με βάση αυτή τη μέθοδο της απλοποιημένης μηνιαίας ισορροπίας.

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Στατική μέθοδος υπολογισμού (μηνιαίο βήμα):

Σαν μεθοδολογία επίλυσης, αποτελεί ένα χαρακτηριστικό μοντέλο ημι-σταθερής κατάστασης. Οι υπολογισμοί του μοντέλου πραγματοποιούνται υπολογίζοντας την ετήσια κατανάλωση ενέργειας βασιζόμενοι στους κυμαινόμενους μέσους όρους των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την σύγκριση των εσωτερικών και εξωτερικών μεταβλητών που καθορίζουν τα αντίστοιχα φορτία στο κτίριο.



## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Στατική μέθοδος υπολογισμού (μηνιαίο βήμα):

Οι υπολογισμοί της μηνιαίας, κυμαινόμενης θερμικής ισορροπίας συνδυάζονται με τα αποτελέσματα των εποχιακών μεταβολών στα φορτία του κτιρίου (λόγω μεταβολών θερμοκρασίας, ηλιοφάνειας κ.α.) και εισάγονται σε **απλές εξισώσεις υπολογισμού** της θερμικής ισορροπίας του κτιρίου **βάσει του Ευρωπαϊκού προτύπου EN ISO13790:2004.**

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Στατική μέθοδος υπολογισμού (μηνιαίο βήμα):

**Κ.Εν.Α.Κ. - αρχή χειρισμού κτιρίου**

*Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτίριο θα πρέπει να μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή να διαχωρίζεται κατά περίπτωση.*

*Εφόσον διαχωριστεί ένα κτίριο σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, υπάρχει η δυνατότητα να εκπονηθεί η ενεργειακή μελέτη με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών.*

*Δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών πολλαπλασιάζει σημαντικά τόσο την είσοδο των δεδομένων στο μοντέλο του κτιρίου, όσο και τον υπολογιστικό χρόνο, για την ενεργειακή μελέτη είναι σκόπιμο να ακολουθείται ο υπολογισμός χωρίς σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών.*

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Δυναμική μέθοδος υπολογισμού (ωριαίο ή και μικρότερο βήμα):

- **Dynamic ES (energy simulation)**
- **Computational fluid dynamics (CFD)**

Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης και η εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τις υπολογιστικές αυτές μεθοδολογίες που μπορούν να προσομοιώσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια παραμέτρους όπως:

- Θερμική άνεση
- Υβριδικά συστήματα
- Παθητικά συστήματα
- Ταχύτητα και θερμοκρασία εσωτερικού αέρα

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Δυναμική μέθοδος υπολογισμού (ωριαίο ή και μικρότερο βήμα)

Οι δυναμικές μέθοδοι χρησιμοποιούν:

- αριθμητικές, αναλυτικές μεθόδους ώστε να προσδιορίσουν τη μεταφορά/ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των διαφόρων ενεργειακών συστημάτων ενός κτιρίου.
- ωριαίους ή υπό-ωριαίους υπολογισμούς για την εκτίμηση των επιδράσεων της θερμικής αδράνειας του κτιρίου, εξαιτίας της αποθήκευσης θερμικής ενέργειας στα τοιχώματα του ή εξαιτίας των συστημάτων ΘΨΚ του κτιρίου.
- οι υπολογισμοί των φορτίων βασίζονται σ' ένα μεγάλο εύρος αλγορίθμων.

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Δυναμική μέθοδος υπολογισμού (ωριαίο ή και μικρότερο βήμα)

Οφέλη:

Υπολογισμός κρίσιμων παραμέτρων για την κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με:

- Αυξημένη θερμική μάζα,
- Αυτοματισμούς (θερμοστατικούς ελέγχους, BMS, υβριδικά συστήματα),
- Παθητικά συστήματα (ηλιακά, αποθήκευσης ενέργειας, φυσικού δροσιμού).

Επίσης πολύ σημαντικό ότι μπορούν να προσδιορίσουν σαφή επίπεδα θερμικής άνεσης στο χώρο.

## Ενεργειακή προσομοίωση κτιρίων

Δυναμική μέθοδος υπολογισμού (ωριαίο ή και μικρότερο βήμα)

Καθότι αποτελούν μεθόδους υψηλής ανάλυσης απαιτούν:

- έμπειρους χρήστες
- λεπτομερή περιγραφή του κτιρίου (όπως το σχήμα, τα υλικά κατασκευής του, το σύστημα θέρμανσης-ψύξης του κτιρίου, τους χώρους χρήσης)



**YES**  
**you can!**