

# ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

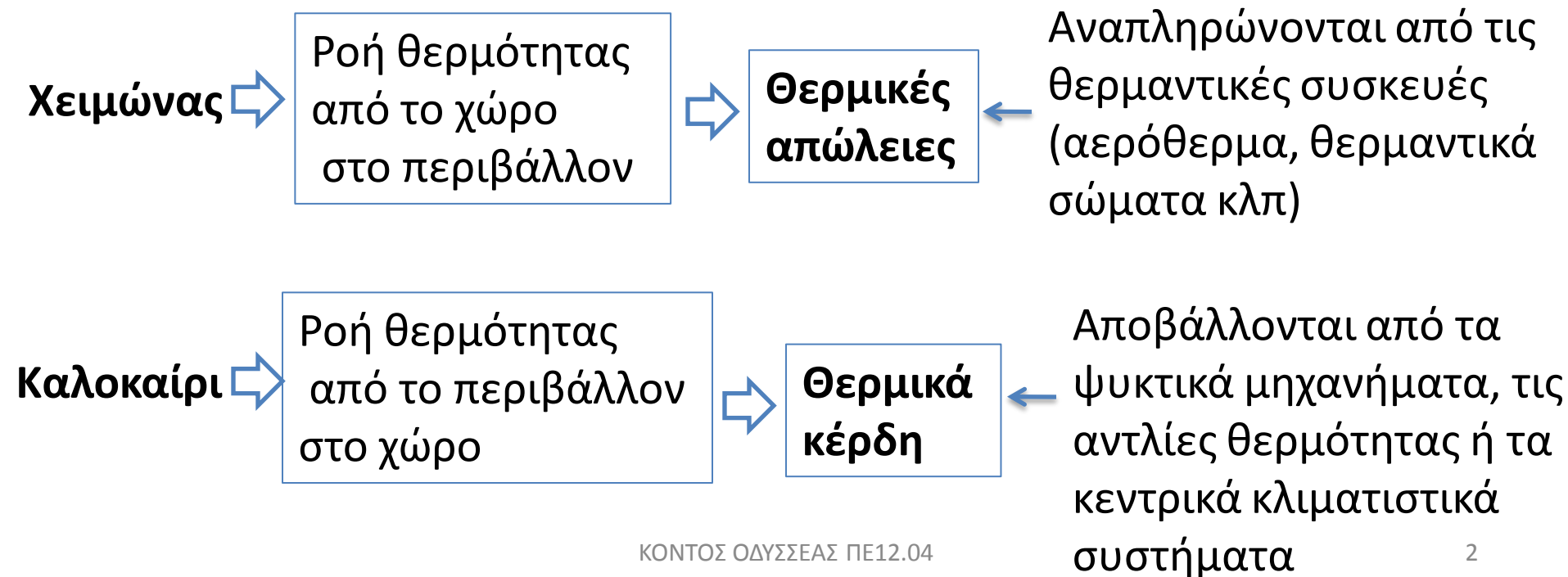
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ

# 1. Η θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου

(α) Θερμικές απώλειες και Θερμικά κέρδη - Θερμικά φορτία και ψυκτικά φορτία

## Κανόνας:

Η θερμότητα ρέει πάντα από χώρους ή σώματα υψηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης προς χώρους ή σώματα χαμηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης.



Εμείς θα χρησιμοποιούμε τους παρακάτω όρους:

## ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

## ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Με τον τεχνικό όρο **ψυκτικά φορτία** εννοούμε το ποσό της θερμότητας που **προστίθεται** στον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου, προερχόμενο από διάφορες πηγές και επιβαρύνει την κλιματιστική εγκατάσταση.<sup>1</sup>

Αντίστοιχα, με τον τεχνικό όρο **θερμικά φορτία** εννοούμε το ποσό της θερμότητας που πρέπει να **αφαιρείται** από τον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου, μέσω της κλιματιστικής εγκατάστασης.

Εποχή του έτους	Είδος φορτίων	Συνώνυμες εκφράσεις
Καλοκαίρι	Ψυκτικά φορτία	Θερμικά κέρδη Φορτία Θέρους
Χειμώνας	Θερμικά φορτία	Θερμικές απώλειες Φορτία Χειμώνα

▶ Αν και τα ψυκτικά φορτία συνδέονται με το καλοκαίρι, μπορεί καμιά φορά να συμβεί σε ένα κλιματιζόμενο χώρο να έχουμε ψυκτικά φορτία ακόμη και το χειμώνα αν έχουμε έκλυση θερμότητας από μηχανήματα μεγάλης ισχύος που βρίσκονται μέσα στον χώρο.

▶ Μονάδες μέτρησης θερμικών και ψυκτικών φορτίων

Τα φορτία έχουν μονάδες ισχύος δηλαδή μονάδα μέτρησης είναι το W (Watt) αν και για την εγκατάσταση (μηχανήματα) καλό είναι να χρησιμοποιούμε τα kW

(β) Η θερμότητα μεταφέρεται με πολύ αργό ρυθμό, μέσα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου

Φαινόμενο της **χρονικής καθυστέρησης** της μεταφοράς της θερμότητας

**Παράδειγμα:**

Έστω σπίτι με ταράτσα από μπετόν (πλάκα). Χώρος: Μη κλιματιζόμενος  
Παρατηρείστε τις θερμοκρασίες όσο προχωράει η ημέρα:


Ώρα	Ταράτσα (πλάκα)	Οροφή (εσωτερικό σπιτιού)
07:00	28°C	28°C
11:00	40°C	28°C
13:00	50°C	32°C
17:00	<b>35°C</b>	<b>40°C</b>




Είναι επειδή ένα μεγάλο ποσό θερμότητας έφτασε, μετά από αρκετές ώρες, στο εσωτερικό του σπιτιού.

## Από τι εξαρτάται η χρονική καθυστέρηση μεταφοράς θερμότητας;

Η ταχύτητα με την οποία μεταφέρεται η θερμότητα δεν είναι παντού η ίδια και διαφέρει ανάλογα με τα υλικά κατασκευής.

 Κτήριο με θερμομόνωση:

 η ταχύτητα μεταφοράς της θερμότητας μέσα από τη θερμομόνωση είναι πολύ χαμηλή, οπότε το φαινόμενο μπορεί να εμφανίζεται αρκετές ώρες αργότερα και να έχουμε ένα πολύ ζεστό σπίτι, την ώρα που στο περιβάλλον επικρατεί δροσιά. Από την άλλη όμως, όταν υπάρχει θερμομόνωση, τα ποσά της θερμότητας που φθάνουν στο εσωτερικό του σπιτιού είναι μικρότερα.

## (γ) Το κάθε κτίριο είναι μία τεράστια αποθήκη θερμότητας

Τα δομικά στοιχεία του κάθε κτιρίου αποθηκεύουν θερμότητα.

Όταν ένα κτήριο αποθηκεύει μεγάλα ποσά θερμότητας λέμε ότι έχει μεγάλη **ενεργό θερμοχωρητικότητα**

Αυτό σημαίνει:



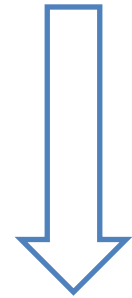
το θερμικό ή το ψυκτικό φορτίο είναι μικρότερο από το άθροισμα όλων των ποσοτήτων θερμότητας που εισέρχονται ή απομακρύνονται από ένα συγκεκριμένο χώρο σε μία ορισμένη χρονική στιγμή.

(Π.χ. : σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή που εισέρχεται σε έναν χώρο, ισχύς θερμότητας 4000W, μόνο τα 1000W εμφανίζονται αμέσως ως ψυκτικό φορτίο. Τα υπόλοιπα 3000W απορροφούνται από τα δομικά στοιχεία του κτηρίου)

➡ Οι ελληνικές οικοδομές έχουν τη μέγιστη κατασκευαστικά δυνατή **ενεργό θερμοχωρητικότητα**

## A) Θέρμανση

Η θέρμανση δεν οφείλεται τόσο στα θερμαντικά στοιχεία του χώρου, αλλά κυρίως προέρχεται από την αποθηκευμένη ενέργεια στα δομικά στοιχεία της οικοδομής. Έτσι, όταν διακόπτεται η λειτουργία της θέρμανσης, θα παρατηρήσετε πως ο χώρος παραμένει ζεστός για πολλές ώρες.



Αυτό οφείλεται στο ότι εξακολουθεί ο χώρος να θερμαίνεται από τη θερμότητα που βρίσκεται συσσωρευμένη στα δομικά στοιχεία. Όταν η θέρμανση αρχίσει πάλι να λειτουργεί, εκτός από τις απώλειες, θα αναπληρώσει και την ενέργεια των δομικών στοιχείων που εν τω μεταξύ χρησιμοποιήθηκε (χάθηκε).



## B) Ψύξη

Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να θεωρήσουμε ότι στα δομικά στοιχεία της οικοδομής βρίσκεται αποθηκευμένη μία πολλή μικρή ποσότητα θερμότητας και γι' αυτό το λόγο τα δομικά στοιχεία είναι σε θέση να απορροφούν πολύ εύκολα την εισερχόμενη θερμότητα στον χώρο. Η εγκατάσταση κλιματισμού λειτουργεί αφ' ενός για να εξισορροπεί τα ψυκτικά φορτία, αλλά και για να διατηρεί την επιφάνεια των τοίχων σε χαμηλή θερμοκρασία, δηλαδή την αποθηκευμένη θερμότητα στα δομικά στοιχεία σε χαμηλά επίπεδα.

Άρα:



Ο χώρος διατηρείται δροσερός με τη βοήθεια των δομικών στοιχείων που θα πρέπει να διατηρούνται δροσερά για να ψύχουν τον περιεχόμενο αέρα και να απορροφούν συγχρόνως ένα μέρος από την εισερχόμενη θερμότητα.

(δ) Τα ψυκτικά φορτία δεν παρουσιάζονται συγχρόνως όλα μαζί




Το φαινόμενο ονομάζεται: **μεταχρονισμός**


Π.χ. Σε ένα δωμάτιο όπου έχω φορτίο 5000 W από ψυκτικό φορτίο και 1000W από βραδινά φώτα, είναι **λάθος** η επιλογή κλιματιστικού  $5000+1000=6000W$  καθώς τα παραπάνω φορτία δεν παρουσιάζονται μαζί. Για το λόγο αυτό ένα κλιματιστικό 5000W αρκεί!

Το φαινόμενο αυτό είναι:

περίπλοκο στην πράξη, όπου συμμετέχουν στην εναλλαγή της θερμότητας και οι μάζες του κτιρίου και που απορροφούν συνήθως το μεγαλύτερο μέρος της εισερχόμενης θερμότητας, ενώ ένα μικρό μόνο τμήμα της εμφανίζεται άμεσα ως φορτίο. Αυτό, καταρχήν, είναι ευνοϊκό, επειδή έχει σαν αποτέλεσμα να χρειαζόμαστε μικρότερα κλιματιστικά μηχανήματα από τη μέγιστη στιγμιαία ισχύ που εισέρχεται στο κτίριο.

**Ο προσανατολισμός του χώρου παίζει πρωτεύοντα ρολό!!!**  Χειρ-  
ρότερος προσανατολισμός για το καλοκαίρι είναι ο Δυτικός, διότι το απόγευμα που βάλλεται το σπίτι από την ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζονται συγχρόνως και άλλα φορτία (μεταχρονισμένα), τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα να αυξάνεται πολύ το ψυκτικό φορτίο. Φυσικά, για τον ίδιο λόγο, ο Δυτικός προσανατολισμός είναι ευνοϊκός για το χειμώνα.

---

 Παλαιότερα, που στον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων δεν λαμβάνονταν υπόψη ο μεταχρονισμός, το αποτέλεσμα ήταν να προκύπτουν μεγάλα φορτία, γεγονός που οδηγούσε σε αδικαιολόγητα μεγάλες εγκαταστάσεις και εξοπλισμούς.

## (ε) Ερμηνεία μερικών φαινομένων

- Το χειμώνα, όταν ανοίγουμε τα παράθυρα για αερισμό το σπίτι παγώνει, αλλά όταν τα κλείσουμε ζεσταίνεται γρήγορα ακόμα κι όταν η θέρμανση δε λειτουργεί. Γιατί;;



Η θερμότητα που ζέστανε γρήγορα τον κρύο αέρα προήλθε από τα δομικά στοιχεία της οικοδομής. Το ίδιο ακριβώς θα παρατηρήσετε αν ανοίξετε τα παράθυρα το καλοκαίρι σε έναν καλώς κλιματιζόμενο χώρο.

- Γιατί ένας χώρος που κλιματίζεται περιστασιακά απαιτεί μεγαλύτερο κλιματιστικό μηχάνημα από τον ίδιο χώρο αν αυτός κλιματίζονταν συνεχώς::



Ο λόγος είναι ότι αν ο κλιματισμός λειτουργεί σπάνια, θα έχει να αντιμετωπίσει και τα υψηλά ποσά θερμότητας που θα είναι συσσωρευμένα στα δομικά στοιχεία της οικοδομής.

- Διαμαρτύρεται κάποιος ότι το κλιματιστικό του αργεί να ψύξει. Ο τεχνικός τον ρωτά τι ώρα το ξεκινάει (πρωί, μεσημέρι ή απόγευμα) . Είναι σωστή η ερώτηση αυτή;

➡ Η ερώτηση είναι απόλυτα σωστή

Αν π.χ. το ξεκινάνε το απόγευμα, όταν η ζέστη είναι αφόρητη και η θερμοκρασία των εσωτερικών τοίχων είναι υψηλή, τότε είναι φυσικό να μην μπορεί να αποδώσει. Πρέπει να το ξεκινάνε πιο νωρίς.

- Γιατί οι εξοχικές κατοικίες που έχουν μείνει κλειστές για πολύ καιρό, αργούν να θερμανθούν το χειμώνα; Γιατί κάτι τέτοιο δεν γίνεται από ανάλογες κατοικίες κατασκευασμένες από ελαφριά υλικά (δηλαδή αυτές θερμαίνονται αμέσως);

➡ Το χρονικό διάστημα για τη θέρμανση είναι πολύ μεγάλο γιατί ένα μεγάλο ποσό θερμότητας απορροφάται από τα ήδη πολύ παγωμένα δομικά στοιχεία. τα οποία έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα( γι αυτό και ο μεγάλος χρόνος αποκατάστασης της θερμοκρασίας του χώρου

## 2. Γενικά για τα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία

Δώστε προσοχή  
στις μονάδες:

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} = 860 \text{ kcal/h} = 3410 \text{ Btu/h}$$

$$1 \text{ W} = 0,860 \text{ kcal/h} = 3,41 \text{ Btu/h}$$

$$300 \text{ W} \approx 1000 \text{ Btu/h}$$

**Σύστημα κλιματισμού με νερό:** Σημασία έχει ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων.

Τα ψυκτικά φορτία είναι συνήθως μεγαλύτερα από τα θερμικά (η ψύξη δηλ. είναι δυσμενέστερη από την θέρμανση). Δηλ. υπολογίζουμε τα ψυκτικά και ελέγχουμε ότι καλυπτόμαστε για τα θερμικά.

Γιατί;; Οι κλιματιστικές μονάδες νερού έχουν μεγάλη απόδοση σε λειτουργία θέρμανσης γιατί το νερό μπορεί να ρυθμιστεί πολύ χαμηλά (40-50°C) κι αν χρειαστεί παραπάνω θερμοκρασία έχουν και δεύτερο στοιχείο θέρμανσης

**Σύστημα κλιματισμού άμεσης εκτόνωσης:** Ακριβώς το αντίθετο: Χαμηλή απόδοση σε θέρμανση, μεγάλη απόδοση σε ψύξη. Σημασία έχει ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων ( τα ψυκτικά φορτία είναι μικρότερα) μόνο όταν έχω καλή θερμομόνωση.

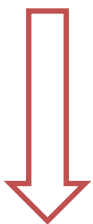
Αν το κτήριο είναι κακώς θερμομονωμένο ( π.χ. έλλειψη θερμομόνωσης στη σκεπή ή πολλοί υαλοπίνακες), τα ψυκτικά φορτία μπορεί να είναι μεγαλύτερα από τα θερμικά

### 3. Τα θερμικά φορτία

Από αγωγιμότητα

Από είσοδο ψυχρού αέρα περιβάλλοντος  
(αέρας διείσδυσης)

Εξαρτώνται από τις  
μετεωρολογικές  
συνθήκες της κάθε  
περιοχής



Χωρισμός σε ζώνες:

Ζώνη Γ: χαμηλές θ

Ζώνη Β: μεσαίες θ

Ζώνη Α: μεγάλες θ





Πόλη	$t_0$ °C	Ζώνη
Κάρπαθος	+5	A
Σητεία	+4	A
Νάξος	+4	A
Ηράκλειο	+3	A
Ρόδος	+3	A
Χανιά	+3	A
Χίος	+3	A
Σάμος	+3	A
Πειραιάς	+2	B
Μυτιλήνη	+2	B
Αθήνα	+1	B
Κόρινθος	+1	B
Λευκάδα	0	B
Σπάρτη	0	B
Κέρκυρα	0	B
Πάτρα	-1	B
Μεσολόγγι	-2	B

Πόλη	$t_0$ °C	Ζώνη
Βόλος	-3	B
Λαμία	-4	B
Θεσσαλονίκη	-5	Γ
Τρίπολη	-5	Γ
Ιωάννινα	-6	Γ
Καλάβρυτα	-6	Γ
Κόνιτσα	-6	Γ
Αλεξανδρούπολη	-7	Γ
Λάρισα	-7	Γ
Καβάλα	-8	Γ
Δράμα	-8	Γ
Σέρρες	-9	Γ
Ορεστιάδα	-9	Γ
Κοζάνη	-10	Γ
Φλώρινα	-11	Γ
Πτολεμαίδα	-12	Γ

**Πίνακας 3.2.**

# ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Ποσό θερμότητας



Διαρρέει από το δομικό στοιχείο (πόρτες, παράθυρα) προς το περιβάλλον



Εξαρτάται από:

- Από το **μέγεθος** της επιφάνειας.
- Από το **είδος των υλικών** κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτιρίου (τοίχοι, τζάμια, πόρτες κλπ.).
- Από τη **διαφορά θερμοκρασίας** μεταξύ της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας του θερμαινόμενου χώρου.

$$q = A \times U \times \Delta t$$

(q: θερμικές απώλειες σε W    U: συντελεστής αγωγιμότητας σε  $W/m^2 K$ )

$\Delta t = t_i - t_o$  θερμοκρασιακή διαφορά

θερμοκρασία χώρου  $t_i$  – θερμοκρασία περιβάλλοντος  $t_o$  )

A/A	Περιγραφή	U, W/m <sup>2</sup> K
<b>A' Δομικά στοιχεία χωρίς θερμομόνωση</b>		
1	Συνήθης εξωτερικός τοίχος από τούβλα, πάχους 20 cm	2,16
2	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων	2,86
3	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με στεγανό διάκενο >2 cm	0,79
4	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστρώματα	3,40
5	Οροφή ή δάπεδο (πλάκα από μπετόν), με πλάκες και υγραμόνωση	2,63
6	Δάπεδο πάνω στο χώμα	1,00
7	Μεσότοιχος, δρομικός	2,87
8	Πλάκα με κεραμοσκεπή αεριζόμενη από τα κενά των κεραμιδιών	3,26
9	Πλάκα με στεγανή κεραμοσκεπή (μέσω μονωτικού φύλλου)	2,24
<b>B' Δομικά στοιχεία με θερμομόνωση, k = 0,04 W/m·K</b>		
10	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με μόνωση 5 cm	0,58
11	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων, με μόνωση 5 cm	0,63
12	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστρώματα με μόνωση 5 cm	0,65
13	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 5 cm	0,61
14	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 7 cm	0,47
15	Δάπεδο πάνω στο χώμα με μόνωση 3 cm	0,57
16	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 5 cm πάνω στη πλάκα του μπετόν	0,66
17	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 7 cm πάνω στη πλάκα του μπετόν	0,50
<b>Γ' Κουφώματα</b>		
18	Κουφώματα αλουμινίου με απλά τζάμια	5,00
19	Κουφώματα αλουμινίου με διπλά τζάμια με κενό αέρα	3,00
20	Ξύλινα κουφώματα με απλά τζάμια	4,50
21	Ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με κενό αέρα	2,60
22	Ξύλινες επιφάνειες χωρίς υαλοπίνακα	3,00

Είδος χώρου	ti (°C)
Δωμάτια κατοικιών	20
Λουτρά κατοικιών	22
Προθάλαμοι, διάδρομοι	15
Κλιμακοστάσια	15
Καταστήματα, γραφεία	20
Δωμάτια ξενοδοχείων	20
Αίθουσες διδασκαλίας	20
Χώροι εργαστηρίων	15-18

**Πίνακας 3.3.**

**Πίνακας 3.4.**

**Πίνακας 3-5: Ενδεικτικά ποσοστά μείωσης των απωλειών θερμότητας από αγωγιμότητα λόγω θερμομόνωσης - Μονωτικό υλικό με  $k = 0,04 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$**

Πάχος μόνωσης	Στους τοίχους	Στις οροφές
2,5	57	62
5	73	77
7,5	80	83
10	84	87

**Πίνακας 3-6: Μέγιστες τιμές του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  βάσει του ισχύοντος κανονισμού θερμομόνωσης σε  $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$**

Στοιχείο Κατασκευής	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ
Εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών δοκαριών και υποστυλωμάτων	0,7		
Οριζόντιες επιφάνειες με ελεύθερο αέρα επάνω ή κάτω (οροφές - πυλωτές)	0,5		
Δάπεδα επί του εδάφους ή πάνω από κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	3,0	1,9	0,7
Διαχωριστικοί τοίχοι προς κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	3,0	1,9	0,7

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες σε  $W$ , ενός εξωτερικού τοίχου θερμαινόμενου χώρου, πάχους 20 cm, κατασκευασμένου από τούβλα με τα ακόλουθα στοιχεία:

- Διαστάσεις τοίχου: Μήκος 6m και ύψος 3m
- Ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  του τοίχου, βάσει του πίνακα (3-4) είναι: 2,16  $W/m^2K$
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος:  $t_o = 5^{\circ}C$
- Θερμοκρασία χώρου:  $t_i = 20^{\circ}C$

$$q = A \times U \times \Delta t = (3 \times 6) \times 2,16 \times (20 - 5) = 583 \text{ W}$$

\*\*\*

Όταν γνωρίζουμε το συντελεστή  $U_1$  ενός δομικού στοιχείου χωρίς θερμομόνωση και εφαρμόζουμε σ' αυτό θερμομονωτικό υλικό σε πλάκες πάχους  $d$  (m), με **συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $k$**  (W/m·K), τότε ο νέος συντελεστής  $U$  έχει την τιμή που προκύπτει από τη σχέση:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_1} + \frac{d}{k} \quad \text{W/m}^2\text{K}$$

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

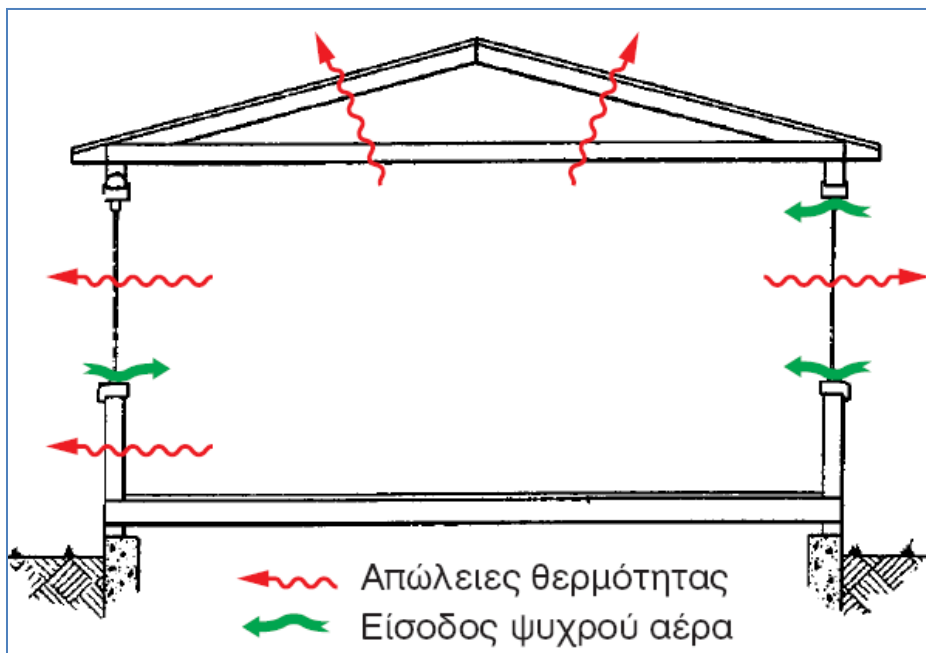
Να υπολογιστεί ο συντελεστής  $U$  εξωτερικού τοίχου με θερμομόνωση 3 cm και με θερμομονωτικό υλικό που παρουσιάζει  $k = 0,032 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ .

Από τον πίνακα (3-4) βρίσκουμε ότι ο τοίχος, χωρίς θερμομόνωση, παρουσιάζει  $k = 2,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Από τη σχέση (3-4) έχουμε:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,16} + \frac{0,03}{0,032} = 1,40 \Rightarrow U = 0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$$

\*\*\*προαιρετική διδασκαλία

# ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΕΙΣΟΔΟ ΨΥΧΡΟΥ ΑΕΡΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Το μέγεθος των  
θερμικών φορτίων  
εξαρτάται από

- Από το **μήκος των χαραμάδων** των θυρών και παραθύρων.
- Από τη **ποιότητα κατασκευής** των θυρών και των παραθύρων (αν κλείνουν καλά ή αφήνουν μεγάλα περιθώρια εισόδου εξωτερικού αέρα).
- Από τη **θέση του ανοίγματος** (σε προστατευόμενη θέση από άλλα κτίρια, σε ελεύθερη θέση ή σε άκρως προσβαλλόμενη θέση).
- Από τη **θερμοκρασία περιβάλλοντος**.
- Από την **ένταση και τη διεύθυνση των ανέμων της περιοχής**.

(A) Υπολογισμός της ποσότητας του αέρα που μπαίνει από τις χαραμάδες (αέρας διείσδυσης).

$$Q_1 = V \times N_{ac} / 3,6$$

$Q_1$ : Ο αέρας που εισέρχεται στο θερμαινόμενο χώρο σε L/s.

$V$ : Ο όγκος του θερμαινόμενου χώρου σε  $m^3$ .

$N_{ac}$ : Ο αριθμός των αλλαγών ανά ώρα, του αέρα του θερμαινόμενου χώρου (πίνακας 3-7).

(B) Υπολογισμός της ποσότητας αέρα που μπαίνει από εισερχόμενους ανθρώπους

$$Q_2 = (\text{αριθμός άτομων}) * (\text{παροχή αέρα ανα άτομο})$$

↑  
Θα δίνεται

↑  
Πίνακας 3.8



### (Γ) Υπολογισμός των θερμικών φορτίων από τον αέρα διείσδυσης.

$$q = 1,2 \times Q \times \Delta t$$

**q** : Οι απώλειες θερμότητας σε W.

**Q** : Αέρας διείσδυσης σε L/s.

**Δt** : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και θερμαινόμενου χώρου.

Ο συντελεστής «**1,2**» στη σχέση (3-8) είναι το γινόμενο  $c_p \times \rho =$  (ειδική θερμότητα του αέρα)  $\times$  (ειδική πυκνότητα του **standard** αέρα)  $= 1,0 \text{ kJ/Kg}\cdot\text{K} \times 1,2 \text{ Kg/m}^3 = 1,2 \text{ kJ/m}^3\text{K}$ .

Γενική σχέση:

$$q = C \times Q \times \Delta t$$

**Πίνακας 3-9: Τιμές του C**

Υψόμετρο	C
0	1,2
750	1,1
1500	1,0
2250	0,9

Περιγραφή του κτιρίου		Μονοκατοικίες, Διπλοκατοικίες και λοιπά μικρά			Μεγάλα κτίρια με δύο τουλάχιστον εκτεθειμένες			Μεγάλα κτίρια με μία μόνο εκτεθειμένη πλευρά		
		X	M	Y	X	M	Y	X	M	Y
Στεγανότητα κτιρίου X = Χαμηλή, M = Μεσαία, Y = Υψηλή		X	M	Y	X	M	Y	X	M	Y
Περιοχή που βρίσκεται το		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1)	(Κτίρια σε ανοικτό χώρο και ψηλά κτίρια που υψώνονται πάνω από τις άλλες οικοδομές	1,5	0,8	0,5	1,2	0,7	0,5	1,0	0,6	0,5
(2)	Κτίρια στην εξοχή περιβαλλόμενα από δέντρα (όχι δάσος), ή σε περιοχές χωρίς πυκνή ανοικοδόμηση	1,1	0,6	0,5	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
(3)	Κτίρια μέσου ύψους, σε πυκνά δομημένες περιοχές, σε κέντρα πόλεων ή κτίρια μέσα σε δάσος.	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
(4)	Για κάθε περίπτωση, ελάχιστος δυνατός αριθμός ανανεώσεων του αέρα ανά ώρα	0,5								

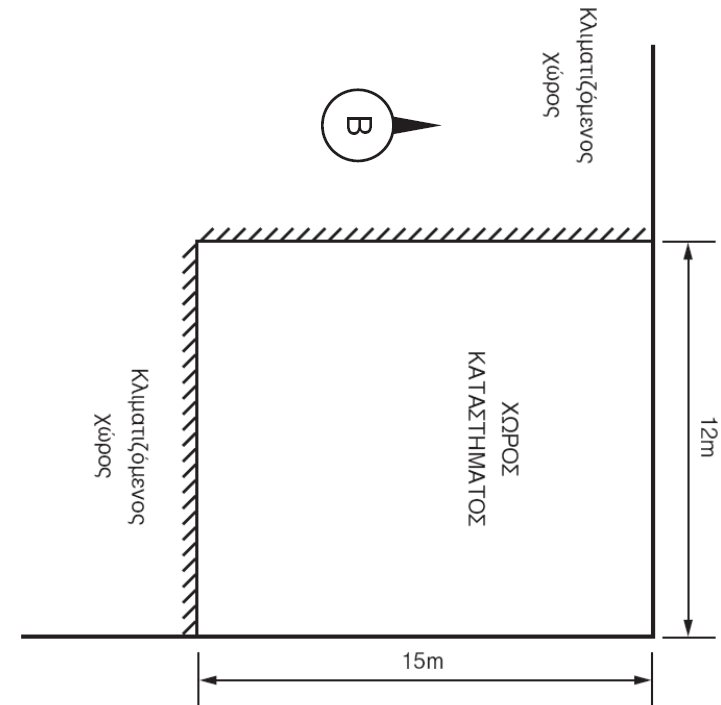
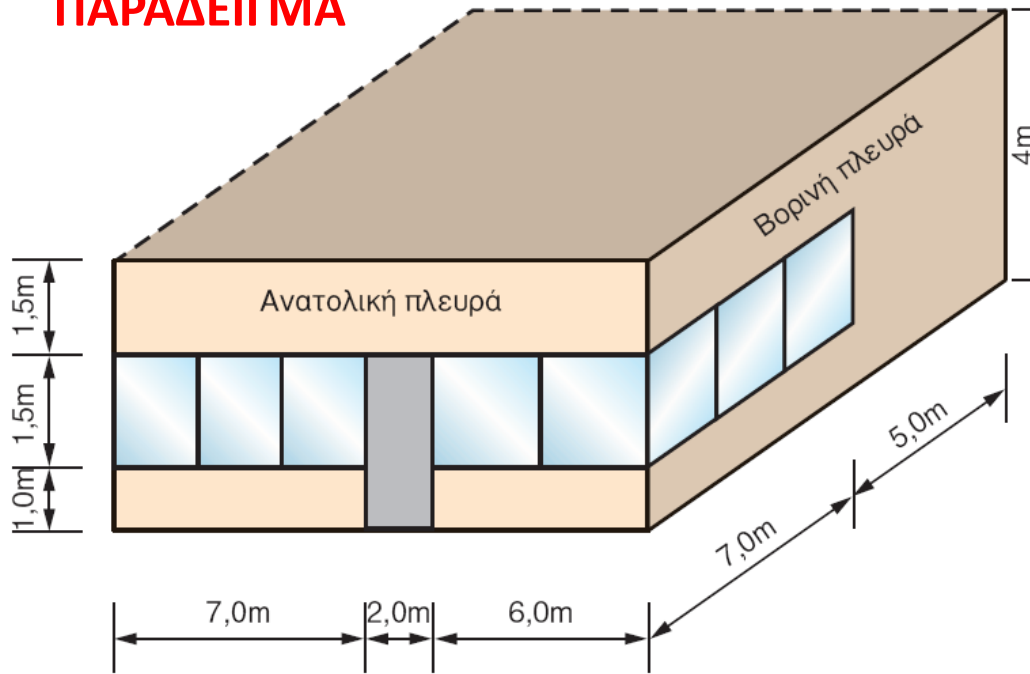
**Πίνακας 3–7**

Περιοχή που βρίσκεται το κτίριο		Αέρας/Ατομο, L/s
(1)	Κτίρια σε ανοικτό χώρο, πανταχόθεν ελεύθερα και εκτεθειμένα σε ανέμους	10-12
(2)	Κτίρια στην εξοχή περιβαλλόμενα από δέντρα (όχι δάσος), ή σε περιοχές χωρίς πυκνή ανοικοδόμηση.	5-6
(3)	Κτίρια μέσου ύψους, σε πυκνά δομημένες περιοχές, σε κέντρα πόλεων ή κτίρια μέσα σε δάσος.	3-4

ΚΟΝΤΟΣ ΟΔΥΣΣΕΑΣ ΠΕ12.04

**Πίνακας 3-8**

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



- Μήκος ( $L$ ) = 15 m
- Πλάτος ( $W$ ) = 12 m
- Ύψος ( $H$ ) = 4 m
- Ο χώρος είναι γωνιακός και φέρει ανοίγματα (πόρτα καλής κατασκευής και στεγανές μη ανοιγόμενες βιτρίνες) σε δύο πλευρές του
- Υποθέτουμε ότι μπαίνουν στο κατάστημα 10 άτομα την ώρα.
- Θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος :  $t_{db} = 2^{\circ}\text{C}$
- Θερμοκρασία αέρα θερμαινόμενου χώρου:  $t_{db} = 20^{\circ}\text{C}$

Να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες από τη διείσδυση ψυχρού αέρα περιβάλλοντος.

▶ Από πίνακα 3.7 βρίσκουμε  $N_{AC} = 0.5$  (γραμμή 3, στήλη 2)

Όγκος θερμαινόμενου χώρου:  $V = L \times W \times H = 15 \times 12 \times 4 = 720 \text{ m}^3$

Αέρας που εισέρχεται στο χώρο από χαραμάδες:  $Q_1 = V \times N_{ac} / 3,6 = 720 \times 0,5 / 3,6 = 100 \text{ L/s}$

▶ Πίνακας 3.8: Για κάθε άτομο που μπαίνει στο χώρο: 4 L/s Έχουμε 10 άτομα άρα:

Αέρας που εισέρχεται στο χώρο από τα άτομα:  $Q_2 = 10 \text{ άτομα} \times 4 = 40 \text{ L/s}$

Συνολικός αέρας που εισέρχεται στο χώρο:  $Q_t = Q_1 + Q_2 = 100 + 40 = 140 \text{ L/s}$

Ας υπολογίσουμε τώρα το θερμικό φορτίο από αέρα διείσδυσης


$$q_s = 1,2 \times Q \times \Delta t = 1,2 \times 140 \times 18 = 3024 \text{ W}$$

Έστω ότι στο κατάστημα του σχήματος (3-6), σας ζήτησαν να κάνετε κλιματισμό (θέρμανση το χειμώνα, ψύξη το καλοκαίρι) με αντλίες θερμότητας. Ο χώρος δεν διαθέτει καμία άλλη πηγή θέρμανσης. Έχετε στη διάθεσή σας 4 τύπους αντλιών θερμότητας, θερμαντικής ισχύος αντίστοιχα 3,2 - 4,3 - 6,4 - 8,4 kW. Να επιλέξετε τον αριθμό και τα μεγέθη των μηχανημάτων που απαιτούνται, έχοντας υπόψη σας ότι οι διαθέσιμοι τοίχοι σας φθάνουν για να τοποθετήσετε το πολύ μέχρι 3 μηχανήματα. Να γίνει ο υπολογισμός τόσο στην περίπτωση που το κατάστημα διαθέτει θερμομόνωση, όσο και στην περίπτωση που δεν διαθέτει. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας, είναι βάσει του πίνακα (3-4), δηλαδή έχουν ως εξής:

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**


Στοιχείο κατασκευής	U, W/m <sup>2</sup> K Χωρίς θερμομόνωση	U, W/m <sup>2</sup> K Με θερμομόνωση
Τοίχος εξωτερικός	2,16	0,58
Οροφή	2,63	0,47
Δάπεδο	1,0	0,57
Κουφώματα αλουμινίου μονών υαλοπινάκων	5,0	-
Κουφώματα αλουμινίου διπλών υαλοπινάκων	-	3,0

**Πίνακας 3-10: Υπολογισμός του θερμικού φορτίου του κτιρίου του σχήματος (3-6) στην περίπτωση που δεν διαθέτει θερμομόνωση**

Περιγραφή στοιχείου	Επιφάνεια A (m <sup>2</sup> )	U, W/m <sup>2</sup> K	A x U x Δt
Τοίχος βορινός	12x4 = 48	2,16	1866
Τοίχος ανατολικός	15x4 = 60	2,16	2332
Οροφή	15x12 = 180	2,63	8521
Δάπεδο	15x12 = 180	1,0	3240
Βιτρίνες	(7+6+7)x1,5 = 30	5,0-2,16 = 2,84	1534
Πόρτα	2x2,5 = 5	5,0-2,16 = 2,84	256
Σύνολο			17749
 Προσαύξηση 25%			4437
Σύνολο από αγωγιμότητα			<b>22186</b>
Από αέρα διείσδυσης			3024
ΣΥΝΟΛΟ (W)			25210
<b>ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (W)</b>			<b>25200</b>

Από τον παραπάνω υπολογισμό, το σύνολο των φορτίων προέκυψε περίπου 25200 W. Κατά συνέπεια θα επιλεγούν 3 μηχανήματα, θερμαντικής ισχύος 8,4 kW έκαστο, δηλαδή και τα τρία μαζί θα έχουν ισχύ  $3 \times 8,4 = 25,2$  kW.

### Πίνακας 3-11: Υπολογισμός του θερμικού φορτίου του κτιρίου του σχήματος (3-6) στην περίπτωση που είναι θερμομονωμένο

Περιγραφή στοιχείου	Επιφάνεια A (m <sup>2</sup> )	U, W/m <sup>2</sup> K	A x U x Δt
Τοίχος βορινός	12x4 = 48	0,58	501
Τοίχος ανατολικός	15x4 = 60	0,58	626
Οροφή	15x12 = 180	0,47	1523
Δάπεδο	15x12 = 180	0,57	1847
Βιτρίνες	(7+6+7)x1,5 = 30	3,0-0,58 = 2,42	1307
Πόρτα	2x2,5 = 5	3,0-0,58 = 2,42	218
Σύνολο			6022
 Προσαύξηση 100%			6022
Σύνολο από αγωγιμότητα			<b>12044</b>
Από αέρα διείσδυσης			3024
ΣΥΝΟΛΟ (W)			15068
<b>ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (W)</b>			<b>15100</b>

Στην περίπτωση αυτή θα επιλέξουμε ένα μηχάνημα θερμαντικής ισχύος 6,4 kW και ένα 8,4 kW, συνολικής ισχύος  $6,4+8,4 = 14,8$  kW, ή ένα των 6,4 kW και δύο των 4,3 kW, συνολικής ισχύος  $6,4+(2x4,3) = 15$  kW, ή ακόμη και ένα των 8,4 και δύο των 3,2 συνολικής ισχύος  $8,4+(2x3,2) = 14,8$  kW. Η μικρή απόκλιση (0,3 kW), είναι άνευ πρακτικής σημασίας.

## Κτήριο χωρίς θερμομόνωση

Συγκεκριμένα, όταν

το σύστημα θέρμανσης διακόπτει τη λειτουργία του (κατόπιν εντολής του θερμοστάτη χώρου), ο χώρος εξακολουθεί να θερμαίνεται από τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στα δομικά στοιχεία της οικοδομής, των οποίων η θερμοκρασία φυσικά πέφτει.

Όταν θα ξαναρχίσει να λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης (με το άνοιγμα του θερμοστάτη), θα πρέπει αυτό όχι μόνο να αντιμετωπίσει τα θερμικά φορτία αλλά και να αναπληρώσει και τις απώλειες θερμότητας των δομικών στοιχείων. Για να γίνει η αναπλήρωση, στις **μη θερμομονωμένες οικοδομές**, κάνουμε μία προσαύξηση 20-25% επί του θερμικού φορτίου και βάσει αυτού επιλέγουμε τα μηχανήματα.



## Κτήριο με θερμομόνωση

Αντίθετα, στις θερμομονωμένες οικοδομές, η πράξη έχει αποδείξει ότι η προσαύξηση 25% είναι ανεπαρκής, επειδή, λόγω των μικρών απωλειών, προκύπτουν μικρές οι μονάδες θέρμανσης. Το σύστημα θέρμανσης διακόπτει την λειτουργία του κατόπιν εντολής του θερμοστάτη και παραμένει εκτός λειτουργίας μέχρις ότου η θερμοκρασία να πέσει στο σημείο εκείνο που θα δοθεί εντολή από το θερμοστάτη για την εκ νέου λειτουργία του. Το αποτέλεσμα θα είναι, στο χρονικό αυτό διάστημα, να χαθεί η ίδια θερμότητα από τα δομικά στοιχεία της θερμομονωμένης οικοδομής, όση θα χανόταν αν η οικοδομή δεν ήταν θερμομονωμένη. Χρειάζεται δηλαδή να αναπληρώσουμε την ίδια περίπου ποσότητα ενέργειας είτε η οικοδομή είναι θερμομονωμένη είτε όχι.

Για να επιτευχθεί η αναπλήρωση της θερμότητας που χάθηκε από τα δομικά στοιχεία της θερμομονωμένης οικοδομής δεν επαρκεί η προσαύξηση 25% επί των θερμικών φορτίων. Οι απώλειες στην θερμομονωμένη οικοδομή είναι μικρές, οπότε η ισχύς προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, ως ποσοστό επί του θερμικού φορτίου, χρειάζεται να είναι πολύ μεγαλύτερη. Μία τυπική τιμή είναι η προσαύξηση κατά 100%.<sup>5</sup>

# ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Αισθητό ψυκτικό φορτίο →

$q_s$

Λανθάνον ψυκτικό φορτίο →

$q_L$

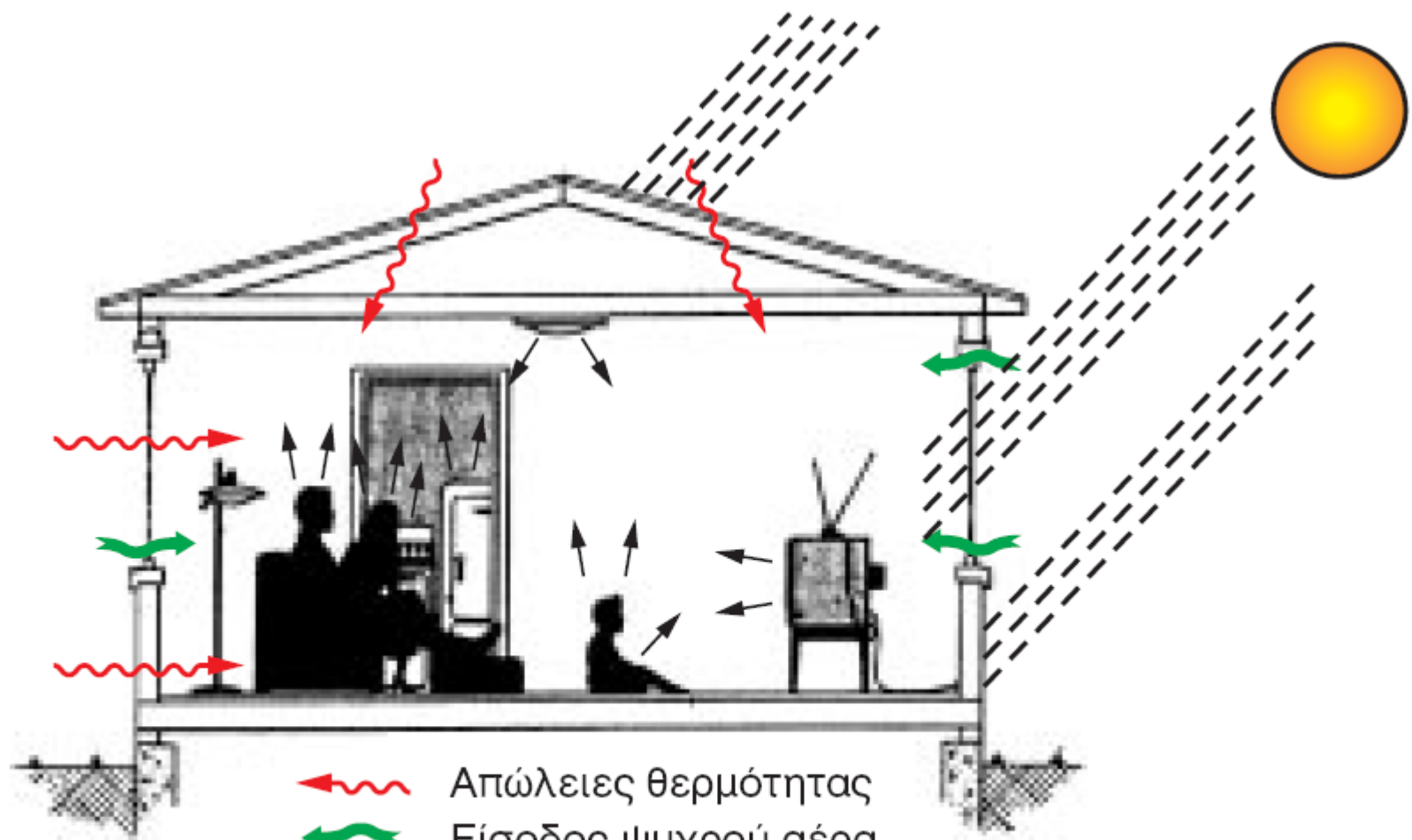
Εξωτερικές  
(πηγές εκτός κλιματιζόμενου χώρου)





- ψυκτικά φορτία από **αγωγιμότητα**.  $q_s$
- ψυκτικά φορτία από **ακτινοβολία**.  $q_s$
- ψυκτικά φορτία από την **είσοδο εξωτερικού αέρα**.  $q_L$

Πηγές  
ψυκτικών  
φορτίων

Εσωτερικές  
(πηγές εντός κλιματιζόμενου χώρου)

- ψυκτικά φορτία από **ανθρώπους**  $q_L$
- ψυκτικά φορτία από **φωτισμό** του χώρου  $q_s$
- ψυκτικά φορτία από **ηλεκτροκινητήρες**  $q_s$   
που λειτουργούν στον κλιματιζόμενο χώρο
- ψυκτικά φορτία από **ηλεκτρικές συσκευές**.  $q_L$   $q_s$



-  Απώλειες θερμότητας
-  Είσοδος ψυχρού αέρα
-  Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία
-  Ψυκτικά φορτία από εσωτερικές πηγές

# ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Μετάδοση θερμότητας με Αγωγιμότητα = ροή θερμότητας μέσα από τις επιφάνειες που περιβάλλουν τον κλιματιζόμενο χώρο (τοίχοι, παράθυρα, οροφές, δάπεδα...)

ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ



ΑΙΣΘΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ( $q_s$ )

Το μέγεθος των ψυκτικών φορτίων από αγωγιμότητα εξαρτάται :

- Από το **μέγεθος της επιφάνειας**.
- Από την **αγωγιμότητα** των υλικών κατασκευής της επιφάνειας, μέσω της οποίας ρέει η θερμότητα.
- Από τη **διαφορά θερμοκρασίας** μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου.

**ΠΡΟΣΟΧΗ!!!!** Η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας δεν είναι η διαφορά μεταξύ του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος και του εσωτερικού χώρου. Ο λόγος είναι ότι οι εξωτερικοί τοίχοι, λόγω της προσβολής τους από τις ακτίνες του ηλίου αναπτύσσουν θερμοκρασίες διαφορετικές από τον αέρα του περιβάλλοντος.

## Υπολογισμοί ψυκτικών φορτίων από αγωγιμότητα

$$q_s = A \times U \times \Delta t_c$$

**$q_s$** : Τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα σε W.

**$A$** : Το εμβαδόν της επιφάνειας σε  $m^2$ .

**$U$** : Ολικός συντελεστής αγωγιμότητας (θερμοπερατότητας) των υλικών από τα οποία αποτελείται η επιφάνεια σε  $W/m^2K$ .

**$\Delta t_c$** : Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου.

**$U$**   Πίνακας 3.4.

**$\Delta t_c$**   Πίνακας 3.13 ανάλογα με την κατηγορία **A** ή **B** του κτιρίου.

## ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ Α και Β

### **(Α) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν εύκολα θερμότητα<sup>6</sup>**

Είναι αυτά που ενώ βάλλεται η μία πλευρά τους ή η μία γωνία τους από τις ηλιακές ακτίνες, η ακριβώς απέναντι παραμένει ελεύθερη, για να αποβάλλει στο περιβάλλον την εν τω μεταξύ συσσωρευμένη θερμότητα.

- κτίρια που είναι πανταχόθεν ελεύθερα ή που είναι ελεύθερες τουλάχιστον οι δύο απέναντι πλευρές τους
- μονοκατοικίες και οι διπλοκατοικίες, στις οποίες ο κάθε όροφος αποτελεί ένα ανεξάρτητο διαμέρισμα

- Πολυκατοικίες:

οροφодιαμέρισμα, ή ένα διαμπερές διαμέρισμα A

γωνιακό διαμέρισμα B

δεν κλιματίζεται ολόκληρο το διαμέρισμα B

προϋπόθεση → υπάρχει κλιματισμός σε ολόκληρο το διαμέρισμα.

## (B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα

τα κτίρια που έχουν μόνο μία ελεύθερη πλευρά ή δύο ελεύθερες συνεχόμενες πλευρές (γωνιακά κτίρια).

---

Προσαυξήσεις δεν γίνονται όπως στη θέρμανση  
γιατί είναι συνυπολογισμένες στο  $\Delta t_c$

Για την επιλογή του  $\Delta t_c$  θα πρέπει να γνωρίζουμε και την μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά  $\Delta t$  μεταξύ του περιβάλλοντος και εσωτερικού θερμαινόμενου χώρου. Π.χ. αν οι εσωτερικοί χώροι έχουν θερμοκρασία  $27^\circ\text{C}$  και η μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία της ημέρας είναι  $35^\circ\text{C}$ , τότε έχουμε  $\Delta t = 8^\circ\text{C}$ , οπότε το  $\Delta t_c$  το επιλέγουμε από την αντίστοιχη στήλη του πίνακα (3-13) που έχει συνταχθεί για  $\Delta t = 8^\circ\text{C}$ .

Κατηγορία κτιρίου →	(Α) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν <b>εύκολα</b> τη θερμότητα			(Β) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν <b>δύσκολα</b> τη θερμότητα		
	8	11	14	8	11	14
Δt μεταξύ αέρα περιβάλλοντος και αέρα χώρου→ Είδος επιφανείας ↓						
Τοίχοι και πόρτες προσανατολισμός βορινός	4	7	10	6	9	12
BA	8	11	13	9	12	14
ανατολικός	10	13	16	13	16	18
NA	9	12	14	12	15	17
νότιος	6	9	12	9	12	14
NΔ	9	12	14	13	17	19
δυτικός	10	13	16	15	18	21
BΔ	8	11	13	11	14	17
Οροφές πλάκα μπετόν χωρίς μόνωση	23	26	28	33	36	39
πλάκα μπετόν με βαριά μόνωση	12	13	14	12	13	14
σοφίτες	23	26	28	-	-	-
σκιαζόμενη πλάκα, κεραμοσκεπή	7	9	10	7	9	10
Τοίχοι, δάπεδα και οροφές σε επαφή με εσωτερικούς μη κλιματιζόμενους χώρους	5	7	8	5	7	8

**Πίνακας 3.13**



## Παράδειγμα

Να βρεθεί το ψυκτικό φορτίο από αγωγιμότητα, αν δίνονται τα ακόλουθα στοιχεία:

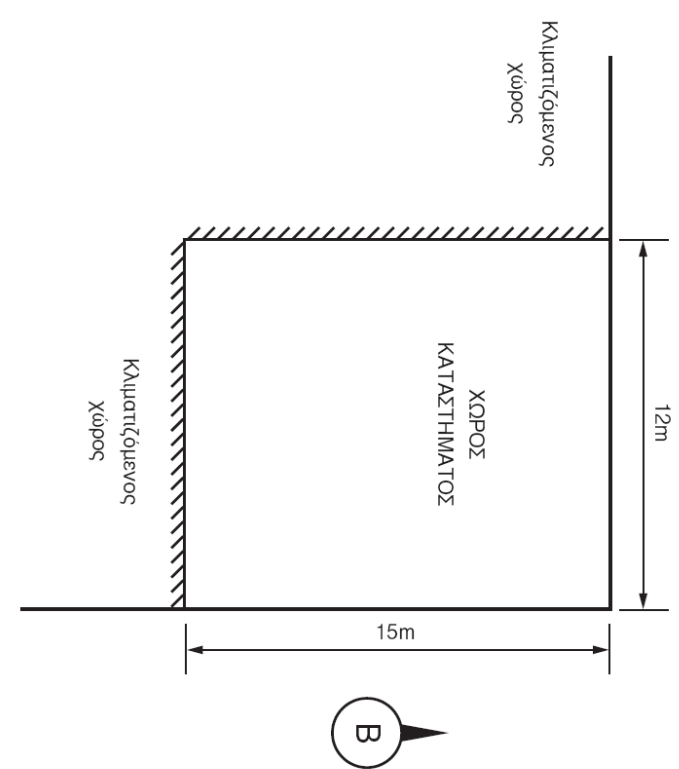
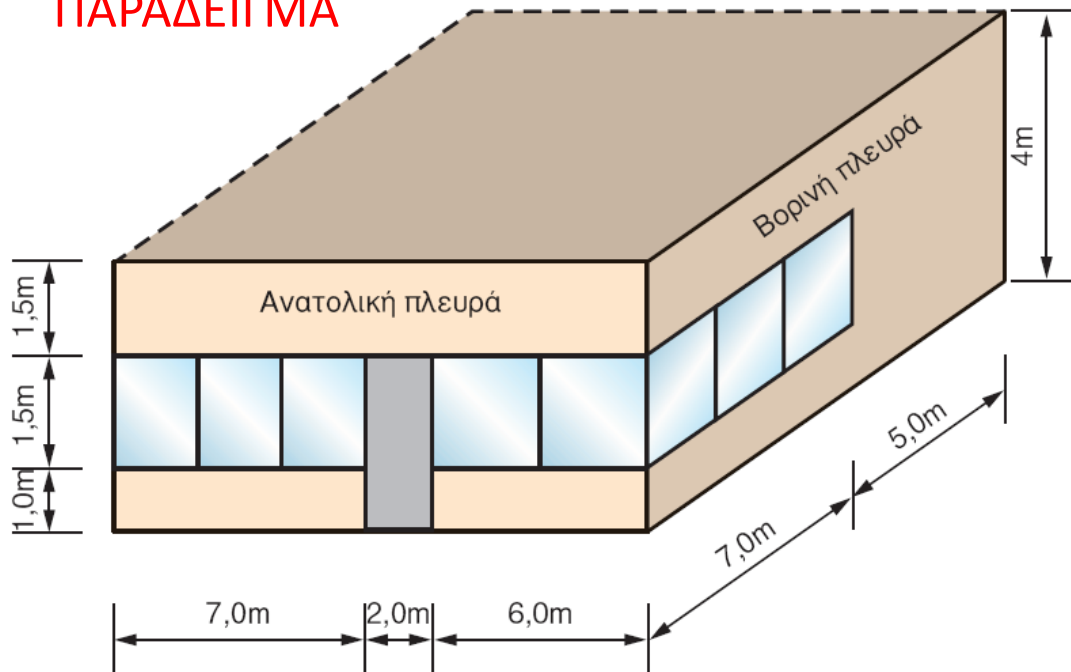
- Επιφάνεια  $A=20 \text{ m}^2$ , με σκούρο χρώμα, από συνήθη εξωτερικό τοίχο με μόνωση 5 cm, με ανατολικό προσανατολισμό, σε κτίριο που αποβάλλει δύσκολα θερμότητα.
  - Θερμοκρασία περιβάλλοντος:  $38^\circ\text{C}$  και θερμοκρασία κλιματιζόμενου χώρου:  $27^\circ\text{C}$ .
- 

Από τον πίνακα (3-4) παίρνουμε  $U = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

$\Delta t = 38 - 27 = 11^\circ\text{C} \longrightarrow$  από τον πίνακα (3-13), βρίσκουμε  $\Delta t_c = 16^\circ\text{C}$

$$q_s = A \times U \times \Delta t_c = 20 \times 0,58 \times 16 = 186 \text{ W}$$

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Να υπολογιστούν τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα στο κτίριο του σχήματος (3-8). Το κτίριο έχει σκούρα χρώματα και όπως ήδη αναφέραμε, οι εσωτερικοί χώροι έχουν θερμοκρασία  $27^{\circ}\text{C}$  και το περιβάλλον έχει μέγιστη θερμοκρασία  $35^{\circ}\text{C}$ , δηλαδή έχουμε  $\Delta t = 35 - 27 = 8^{\circ}\text{C}$ . Να γίνει υπολογισμός τόσο για την περίπτωση που έχουμε θερμομόνωση, όσο και για την περίπτωση που δεν έχουμε. Οι τιμές του  $U$  είναι αυτές που δίδονται στον πίνακα (3-9). Να συγκρίνετε τα αποτελέσματα με αυτά των πινάκων (3-10) και (3-11).

## Περίπτωση 1 : Το κτίριο δεν διαθέτει θερμομόνωση

Περιγραφή στοιχείου	A (m <sup>2</sup> )	U, W/m <sup>2</sup> K	Δt <sub>c</sub>	A x U x Δt <sub>c</sub>
Τοίχος βορινός	48	2,16	6	622
Τοίχος ανατολικός	60	2,16	13	1685
Οροφή	180	2,63	33	15622
Δάπεδο	180	1,0	5	900
Βιτρίνες βορινές	10,5	5,0-2,16=2,84	6	179
Βιτρίνες ανατολικές	19,5	2,84	13	720
Πόρτα	5	2,84	13	185
<b>Σύνολο</b>				<b>19913</b>

## Περίπτωση 2 : Το κτίριο διαθέτει θερμομόνωση

Περιγραφή στοιχείου	A (m <sup>2</sup> )	U, W/m <sup>2</sup> K	Δt <sub>c</sub>	A x U x Δt <sub>c</sub>
Τοίχος βορινός	48	0,58	6	167
Τοίχος ανατολικός	60	0,58	13	452
Οροφή	180	0,47	12	1015
Δάπεδο	180	0,57	5	513
Βιτρίνες βορινές	10,5	3,0-0,58=2,42	6	152
Βιτρίνες ανατολικές	19,5	2,42	13	613
Πόρτα	5	2,42	13	157
<b>Σύνολο</b>				<b>3069</b>

# ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ψυκτικά φορτία ακτινοβολία



αισθητά φορτία ( $q_s$ )

Το μέγεθος των ψυκτικών φορτίων από αγωγιμότητα εξαρτάται :

- Από τον **προσανατολισμό** της γιάλινης επιφάνειας (ανατολικός, δυτικός κλπ).
- Από την **εποχή του έτους**, επειδή από την αυτήν εξαρτάται η γωνία πρόσπτωσης των ακτινών στην επιφάνεια του τζαμιού.
- Από την **ώρα** της ημέρας.
- Από το **γεωγραφικό πλάτος** στο οποίο βρίσκεται το κλιματιζόμενο κτίριο (π.χ. 40° βόρειο πλάτος).

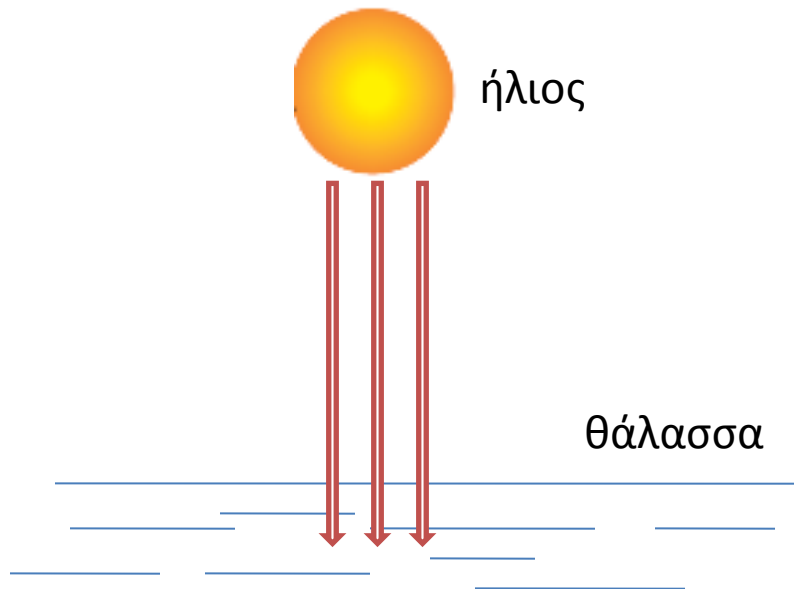
ΕΙΔΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Άμεση ακτινοβολία: ήλιος  $\Rightarrow$  τζάμι



**Διάχυτη** ακτινοβολία: ακτινοβολία που διαπερνά τα τζάμια και μπαίνει στο κλιματιζόμενο χώρο χωρίς την παρουσία του ήλιου

Το **μέγιστο** ψυκτικό φορτίο από **άμεση** ακτινοβολία:



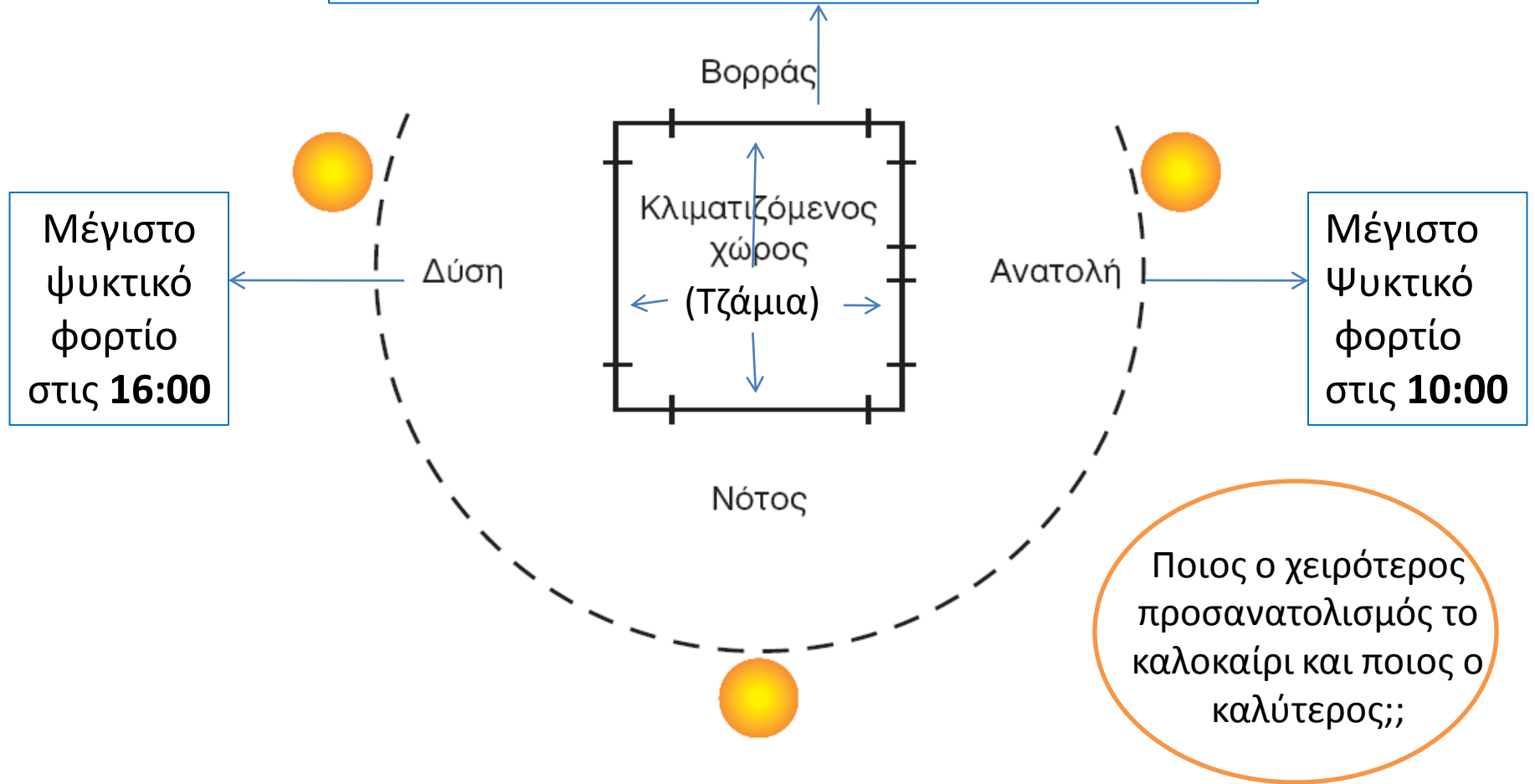
μικρή γωνία πρόσπτωσης  
ηλίου στο τζάμι



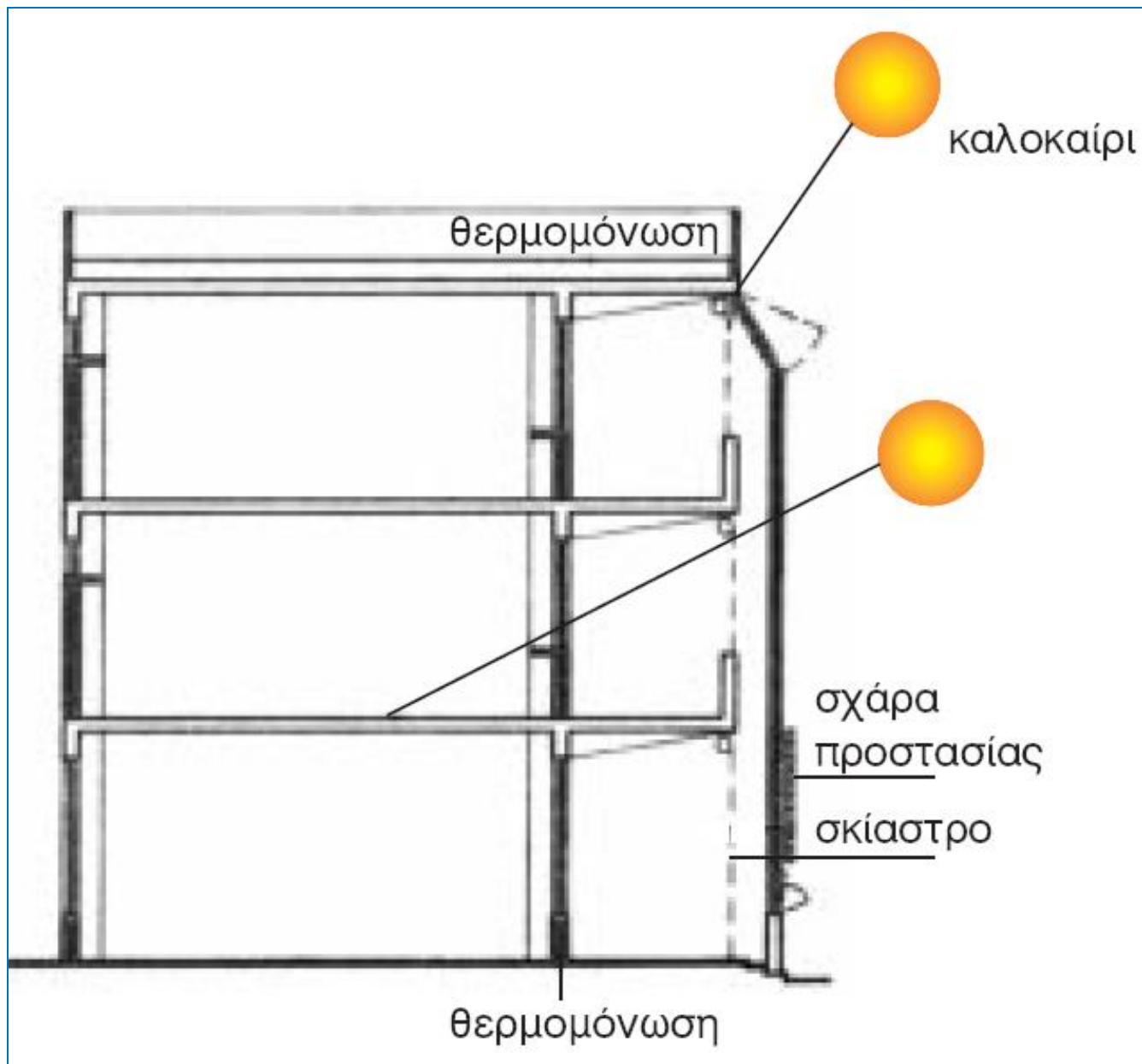
μικρό ψυκτικό φορτίο  
ακτινοβολίας

# Άμεση ακτινοβολία

Μικρό ψυκτικό φορτίο γιατί οι ακτίνες του ήλιου δεν προσπίπτουν απευθείας στο τζάμι



Βέβαια λόγω της διάχυτης ακτινοβολίας που προστίθεται στην άμεση, οι τιμές μεγαλώνουν ακόμα και στο βορρά



$q_g$



συντελεστής ψυκτικών φορτίων από  
ακτινοβολία μέσω των υαλοπινάκων



$W/m^2$

(Πίνακας 3.16)



είναι μία τιμή, η οποία υπολογίστηκε αφού ελήφθη υπόψη  
και η θερμική συμπεριφορά του κτιρίου

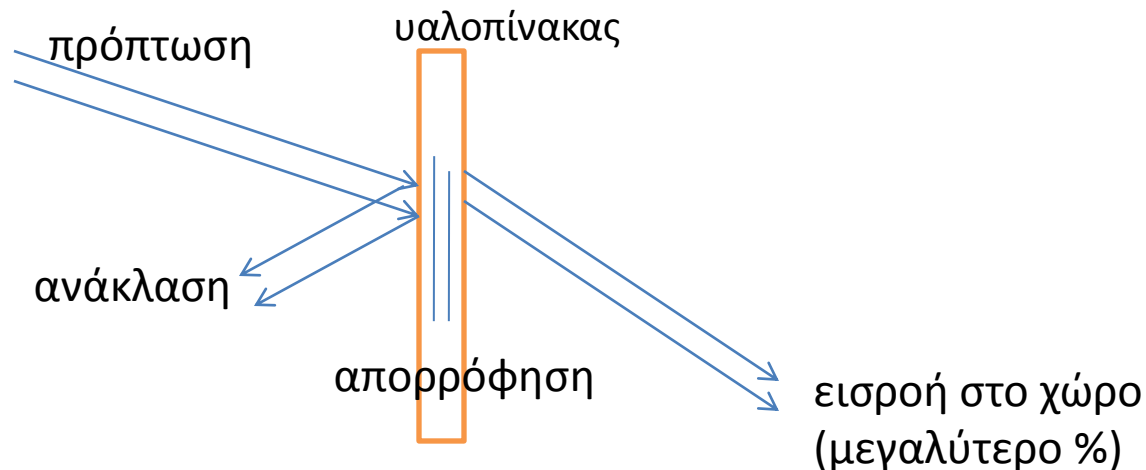
**ΕΡΩΤΗΣΗ:** Γιατί η θερμοκρασιακή διαφορά  $\Delta t$ , επηρεάζει την τιμή του  $q_g$ ;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** Επειδή η αποθηκευτική ικανότητα του κτιρίου σε θερμότητα εξαρτάται από την τιμή του  $\Delta t$ , όπως φαίνεται από τη σχέση (3-1) της παραγράφου (3-1), περίπτωση (γ). Και η θερμότητα από ακτινοβολία, που απορροφάται από τα δομικά στοιχεία μειώνει το φορτίο όταν απορροφάται, αλλά εμφανίζεται σαν φορτίο αργότερα (μεταχρονισμός).



Κατηγορία κτιρίου →	(A) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν <b>εύκολα</b> τη θερμότητα			(B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν <b>δύσκολα</b> τη θερμότητα		
	8	11	14	8	11	14
Δt →						
Είδος επιφανείας ↓						
Απλοί υαλοπίνακες						
προσανατολισμός βορινός	114	129	148	139	155	170
BA	205	221	237	281	287	300
ανατολικός	284	300	315	432	438	448
NA	236	251	265	410	423	438
νότιος	160	175	190	265	280	295
NΔ	236	251	265	501	517	533
δυτικός	284	300	315	561	577	593
BΔ	205	221	237	401	416	432
Διπλοί υαλοπίνακες						
προσανατολισμός βορινός	95	107	117	114	123	132
BA	177	186	196	249	252	262
ανατολικός	246	255	265	382	385	394
NA	204	213	222	356	366	375
νότιος	137	146	154	227	236	245
NΔ	204	213	222	432	442	451
δυτικός	246	255	265	486	495	505
BΔ	177	186	196	344	353	363

**Πίνακας 3.16**



★ Το ποσό της ανάκλασης εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης

★ Το ποσό απορρόφησης εξαρτάται από το είδος και την κατασκευή του υαλοπίνακα



Μέσο μείωσης ψυκτικού φορτίου	Συντελεστής
Υαλοπίνακες απορροφητικοί	0,65
Υαλοπίνακες βαμμένοι	0,60
Τέντα εξωτερική	0,30
Περσίδες ή κουρτίνες	0,70

ΚΟΝΤΟΣ ΟΛΥΣΣΕΑΣ ΠΕ12.04

**Πίνακας 3.17**

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Να υπολογιστούν τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία, σε υαλοστάσιο με διπλούς υαλοπίνακες, επιφάνειας  $80 \text{ m}^2$ , αν ο προσανατολισμός του υαλοστασίου είναι δυτικός, ο χώρος είναι ανοιχτός και από τις δύο απέναντι πλευρές του και έχει θερμοκρασία  $27^\circ\text{C}$  ενώ το περιβάλλον έχει θερμοκρασία  $38^\circ\text{C}$ . Αν ο χώρος αντί διαμπερής ήταν γωνιακός, πόσο % θα είχαμε μεγαλύτερο φορτίο;

► Για:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{δυτικό προσανατολισμό,} \\ \Delta t = 38 - 27 = 11^\circ\text{C} \\ \text{κατηγορία κτιρίου (A)} \\ \text{διπλούς υαλοπίνακες} \end{array} \right\}$  πίνακα (3-16)  $\rightarrow$  συντελεστή  $q_g = 255 \text{ W/m}^2$ .

Ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία για  $80 \text{ m}^2$  :  $q_S = 255 \times 80 = 20400 \text{ W}$

► Αν ο χώρος ήταν γωνιακός, τότε το κτίριο θα ανήκε στην κατηγορία (B)  $q_g = 495 \text{ W/m}^2$ .  $\rightarrow q_S = 495 \times 80 = 39600 \text{ W}$

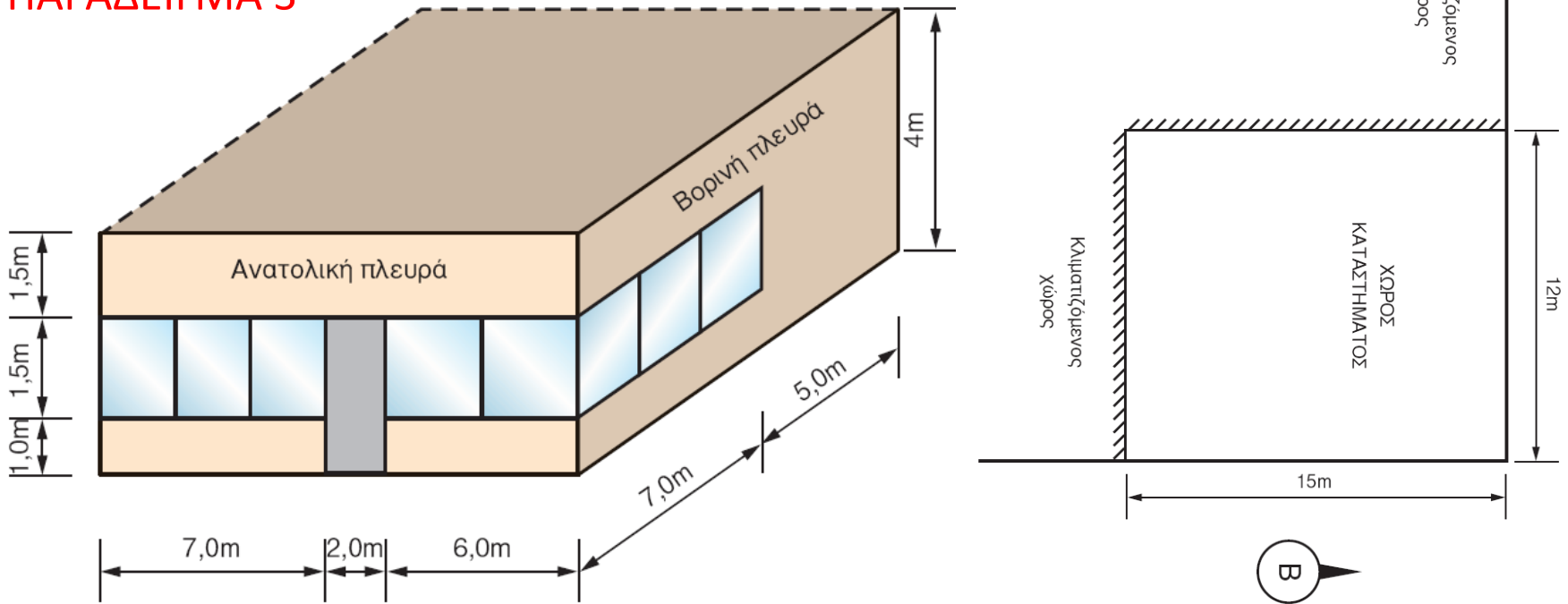
ποσοστιαία επιβάρυνση  $(39600 - 20400) / 20400 = 94\%$  ιδιαίτερα σημαντική:

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2

Αν υποθέσουμε, στο παραπάνω παράδειγμα, ότι τοποθετήθηκαν απορροφητικοί υαλοπίνακες και εσωτερικές περσίδες, τότε σύμφωνα με τα ποσοστά μείωσης του ψυκτικού φορτίου από ακτινοβολία του πίνακα (3-17), το ψυκτικό φορτίο του παραδείγματός μας θα πρέπει να πολλαπλασιαστεί με

$$0,65 \times 0,70 = 0,455, \quad \longrightarrow \quad q_S = 20400 \times 0,455 = 9282 \text{ W}$$

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3



Στο κτίριο του σχήματος (3-8) να υπολογιστεί το φορτίο από ηλιακή ακτινοβολία, τόσο για την περίπτωση που έχουμε θερμομόνωση, όσο και για την περίπτωση που δεν έχουμε. Το  $\Delta t = 8^\circ\text{C}$ , όπως αναφέρθηκε και κατά τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από αγωγιμότητα. Υπάρχει σκίαση με τέντες από την ανατολική πλευρά. Τί παρατηρείτε αν συγκρίνετε τα φορτία από αγωγιμότητα με αυτά από ακτινοβολία;

## Περίπτωση 1 : Το κτίριο δεν διαθέτει θερμομόνωση

Περιγραφή στοιχείου	A (m <sup>2</sup> )	q <sub>g</sub>	A x q <sub>g</sub>
Βιτρίνες βορινές	10,5	139	1460
Βιτρίνες ανατολικές	19,5	432 x 0,30 = 130	2535
Πόρτα γυάλινη	5	130	650
<b>Σύνολο</b>			<b>4645</b>

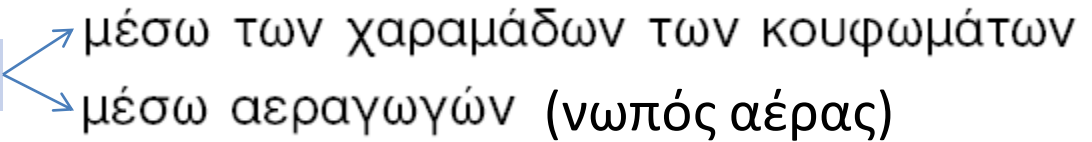
Σύγκριση: Ψυκτικά φορτία αγωγιμότητας= **19913 W**

## Περίπτωση 2 : Το κτίριο διαθέτει θερμομόνωση

Περιγραφή στοιχείου	A (m <sup>2</sup> )	q <sub>g</sub>	A x q <sub>g</sub>
Βιτρίνες βορινές	10,5	114	1197
Βιτρίνες ανατολικές	19,5	382 x 0,30 = 115	2243
Πόρτα γυάλινη	5	115	575
<b>Σύνολο</b>			<b>4015</b>

Σύγκριση: Ψυκτικά φορτία αγωγιμότητας= **3069 W**

# ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΕΙΣΟΔΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

**είσοδος του εξωτερικού αέρα** 

- μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων
- μέσω αεραγωγών (νωπός αέρας)

Πρώτα θα υπολογίσουμε τις παροχή του αέρα σε κάθε περίπτωση και στη συνέχεια θα υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο από την είσοδο του εξωτερικού αέρα

A1) Υπολογισμός ποσότητας αέρα διείσδυσης μέσω χαραμάδων ( $Q_1$ )

Το ψυκτικό φορτίο που μπαίνει στο χώρο από τον αέρα του περιβάλλοντος εξαρτάται:

- Από την **ποσότητα του εισερχόμενου αέρα.**
- Από τη **θερμοκρασία περιβάλλοντος.**

Η ποσότητα του αέρα του περιβάλλοντος που μπαίνει στο κλιματιζόμενο (ψυχόμενο) χώρο εξαρτάται:

- Από το **μήκος των χαραμάδων** των ανοιγμάτων (κουφωμάτων)
- Από τη **ποιότητα κατασκευής των ανοιγμάτων** (πόσο καλά κλείνουν).
- Από την **θερμοκρασία περιβάλλοντος** της περιοχής.
- Από τη **θέση των ανοιγμάτων** (προστατευμένα από γειτονικά κτίρια, εκτεθειμένα σε δυνατό αέρα κλπ.). ....όπως δηλαδή και στα θερμικά φορτία

Υπολογισμός : όπως και στα θερμικά φορτία :

$$Q_1 = V \times N_{ac} / 3,6$$

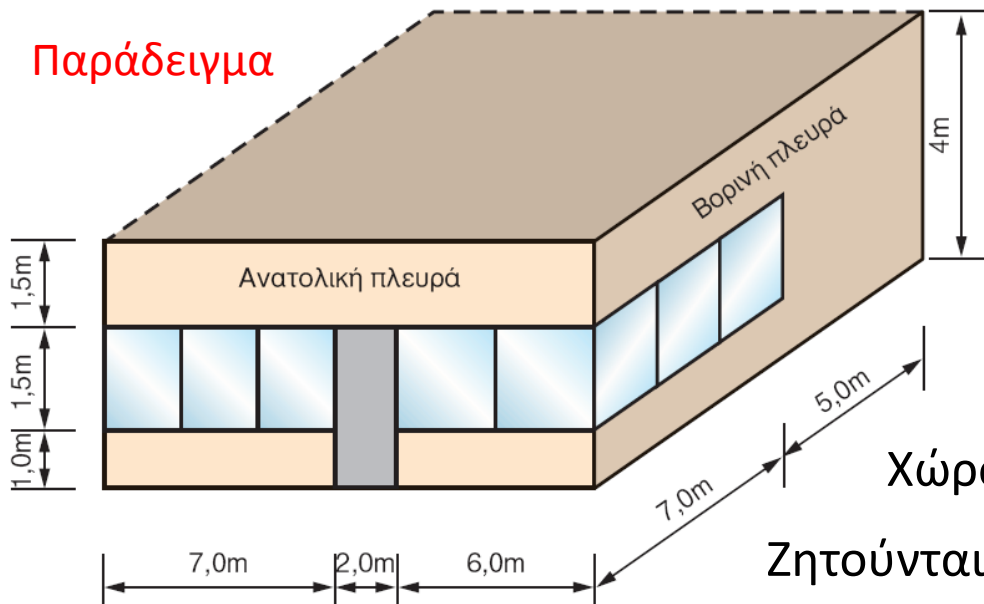
αέρας που εισέρχεται στο θερμαινόμενο χώρο σε L/s.

Ο αριθμός των αλλαγών ανά ώρα του αέρα του θερμαινόμενου χώρου (Πίνακας 3.6)

όγκος του θερμαινόμενου χώρου σε  $m^3$ . (μήκος x πλάτος x ύψος)



## Παράδειγμα



- Μήκος (L) = 15 m
- Πλάτος (W) = 12 m
- Ύψος (H) = 4 m

Μπαίνουν 10 άτομα/ώρα

Χώρος γωνιακός – ανοίγματα σε 2 πλευρές

Ζητούνται: ψυκτικά φορτία από αέρα διείσδυσης

▶ Από πίνακα 3.7 βρίσκουμε  $N_{AC} = 0.5$  (γραμμή 3, στήλη 2)

Όγκος θερμαινόμενου χώρου:  $V = L \times W \times H = 15 \times 12 \times 4 = 720 \text{ m}^3$

Αέρας που εισέρχεται στο χώρο από χαραμάδες:  $Q_1 = V \times N_{ac} / 3,6 = 720 \times 0,5 / 3,6 = 100 \text{ L/s}$

▶ Πίνακας 3.8: Για κάθε άτομο που μπαίνει στο χώρο: 4 L/s Έχουμε 10 άτομα άρα:

Αέρας που εισέρχεται στο χώρο από τα άτομα:  $Q_2 = 10 \text{ άτομα} \times 4 = 40 \text{ L/s}$

Συνολικός αέρας που εισέρχεται στο χώρο:  $Q_t = Q_1 + Q_2 = 100 + 40 = 140 \text{ L/s}$

## A2) Υπολογισμός ποσότητας νωπού αέρα ( $Q_2$ )

Όταν δεν υπάρχουν ανοιγμένα παράθυρα στον κλιματιζόμενο χώρο (κτίρια ερμητικά κλειστά) πρέπει να εισαχθεί αέρας περιβάλλοντος (νωπός αέρας) για να υπάρχουν συνθήκες άνεσης στα παρευρισκόμενα άτομα.

Αυτό γίνεται μέσω αεραγωγών στο σύστημα κλιματισμού.

Η ποσότητα του εισερχόμενου νωπού αέρα στο χώρο εξαρτάται:

- Από τον **αριθμό των ανθρώπων** που συνήθως βρίσκονται στον κλιματιζόμενο χώρο (κατοικίες, γραφεία, θέατρα κλπ.).
- Από το **είδος του χώρου** (εστιατόρια, γκαράζ, χειρουργεία κλπ.).

Είδος χώρου	L/s ανά άτομο
Διαμερίσματα	3-5
Τράπεζες	3-5
Γραφεία Ιδιωτικά	7-9
Γραφεία Δημόσια	5-7
Αίθουσες συγκεντρώσεως	7-9
Ξενοδοχεία	7-9
Εργαστήρια-Φαρμακεία	3-5
Νοσοκομεία	7-9
Καταστήματα	3-5
Κουρεία-Κομμωτήρια	5-7
Εστιατόρια	5-7
Σχολεία	5-7
Bar-Καφενεία	7-9
Θέατρα (αίθουσα θεατών)	3-5
Εργοστάσια	3-5

Πίνακας 3.20.

Πίνακας 3.21.

Είδος χώρου	L/s ανά m <sup>2</sup>
Χειρουργεία	10
Εργοστάσια	5
Γκαράζ	5
Καταστήματα	5
Τουαλέτες	10
Κουζίνες εστιατορίων	20
Κουζίνες ιδιωτικές	10 <sup>59</sup>

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Σε κλιματιζόμενη τράπεζα εργάζονται 15 υπάλληλοι και κατά μέσο όρο βρίσκονται στην αίθουσα 10 πελάτες. Να βρεθεί ο απαιτούμενος φρέσκος αέρας που πρέπει να προσάγεται στον κλιματιζόμενο χώρο.

▶ Από τον πίνακα (3-20) βρίσκουμε ότι για τις τράπεζες ο απαιτούμενος φρέσκος αέρας ανά άτομο είναι 3-5 L/s. Ας πάρουμε το μέσο όρο, περίπου 4 L/s, οπότε για τα 25 άτομα (15 υπάλληλοι και 10 πελάτες) που συνήθως υπάρχουν στον κλιματιζόμενο χώρο, ο απαιτούμενος αέρας θα είναι:  $Q = 25 \text{ άτομα} \times 4 \text{ L/s} = 100 \text{ L/s}$

---

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2

Η ολική επιφάνεια δαπέδου ενός χειρουργείου είναι  $30 \text{ m}^2$ . Να βρεθεί ο απαιτούμενος φρέσκος αέρας που απαιτείται για τις ανάγκες του χειρουργείου.

▶ Από τον πίνακα (3-21) και για χειρουργεία παίρνουμε  $10 \text{ L/s}$  ανά  $\text{m}^2$ . Επομένως ο ολικός απαιτούμενος όγκος του φρέσκου αέρα θα είναι:  $Q = 30 \times 10 = 300 \text{ L/s}$

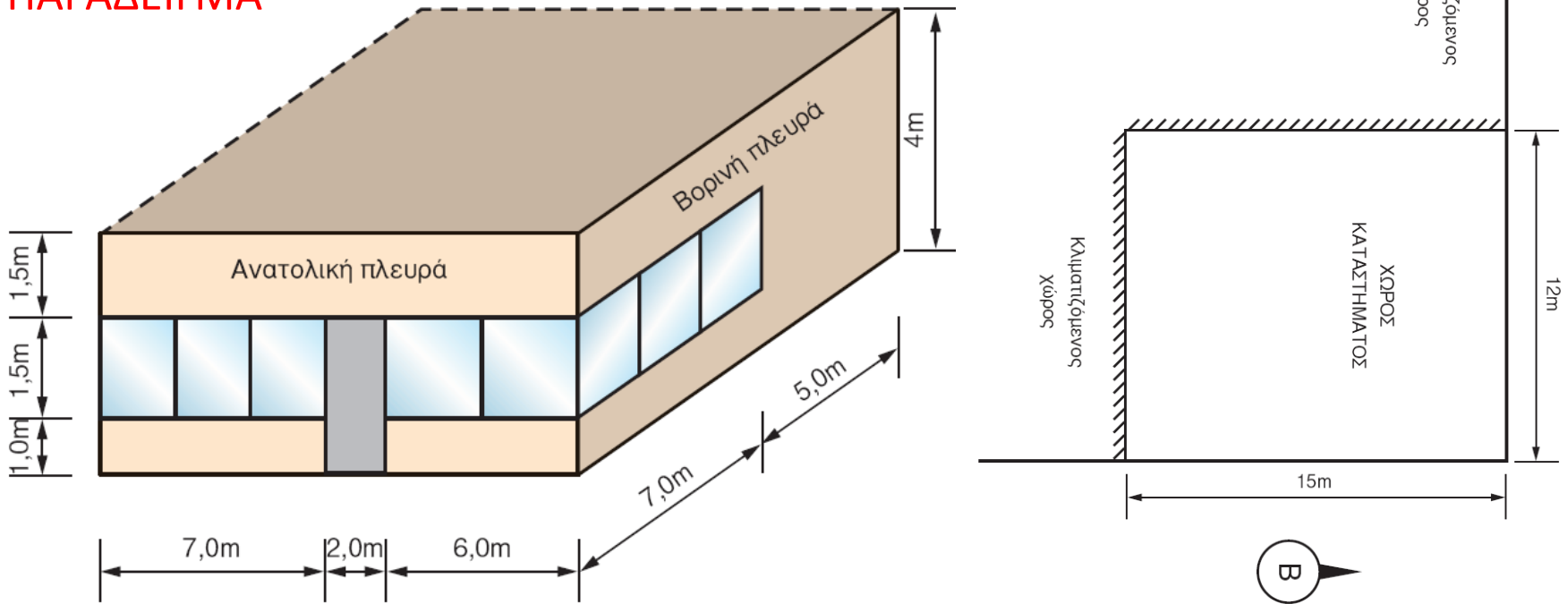
## B) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΑΕΡΑ

Αφού υπολογιστεί ο εισερχόμενος φρέσκος αέρας ενός κλιματιζόμενου χώρου, το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου που προσθέτει στο χώρο ο φρέσκος αέρας.

Το συνολικό ψυκτικό φορτίο από φρέσκο αέρα αποτελείται από:

- Το **αισθητό** ψυκτικό φορτίο ( $q_S$ ).
- Το **λανθάνον** ψυκτικό φορτίο ( $q_L$ ).

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Νωπός αέρας (περιβάλλον):  $35^{\circ}\text{C}/35\%$ .

Αέρας κλιματιζόμενου χώρου:  $27^{\circ}\text{C}/50\%$

Παροχή (ποσότητα) νωπού αέρα: 140 L/s (έχει υπολογιστεί)

- Να βρεθούν:
- α/ Το αισθητό ψυκτικό φορτίο  $q_s$
  - β/ το λανθάνον ψυκτικό φορτίο  $q_L$
  - γ/ το συνολικό ψυκτικό φορτίο  $q_T$

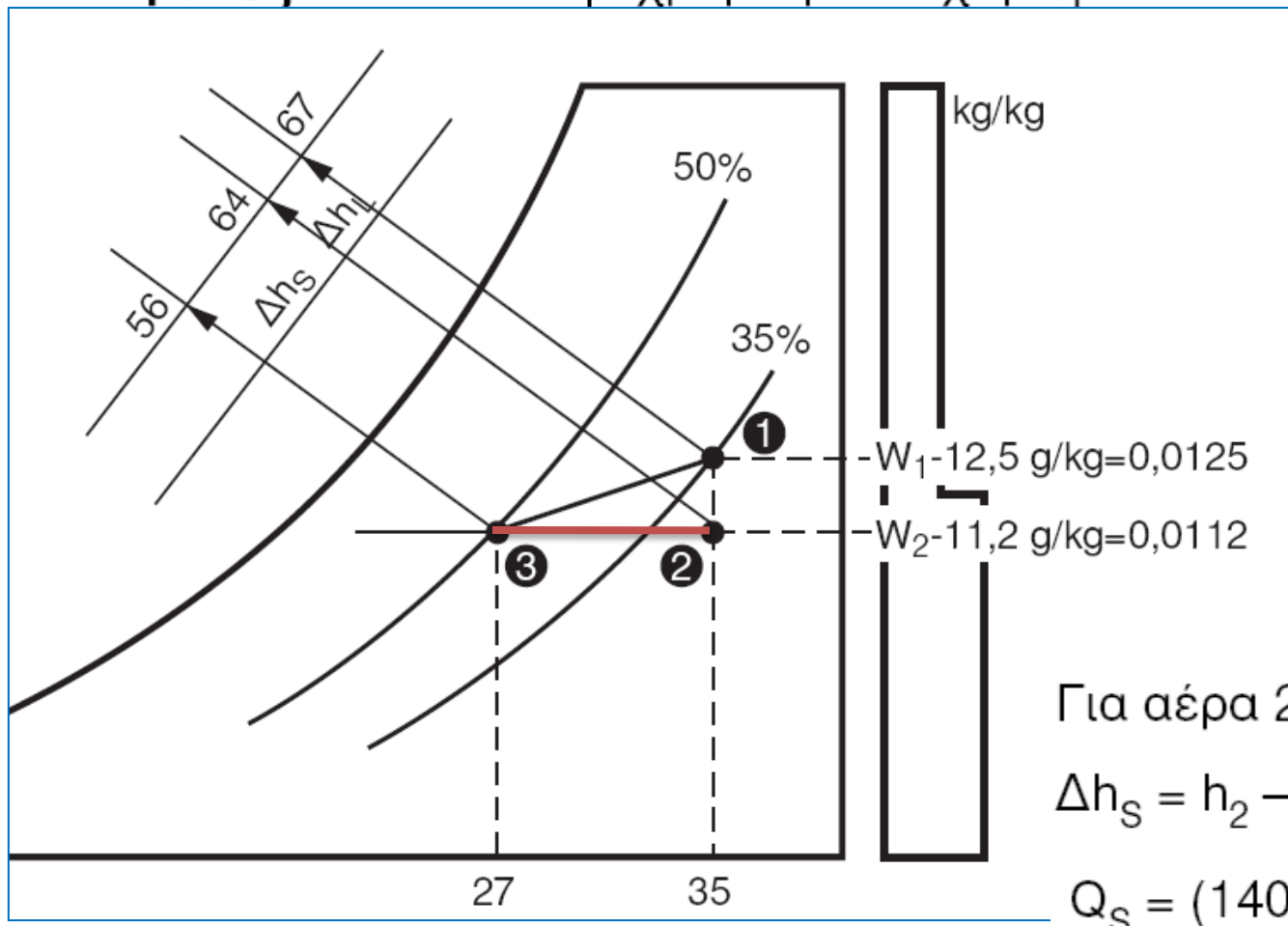
## (α) Υπολογισμός του αισθητού φορτίου ( $q_s$ )

**A' Τρόπος:** Βάσει του standard αέρα

$$q_s = 1,2 \times 140 \times (35 - 27) = \underline{1344 \text{ W}}$$

$$q_s = 1,2 \times Q \times \Delta t$$

**B' Τρόπος:** Βάσει του ψυχομετρικού χάρτη



Για αέρα 27°C/50%, το  $v = 0,865$

$$\Delta h_s = h_2 - h_3 = 64 - 56 = 8 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_s = (140 / 0,865) \times 8 = \underline{1295 \text{ W}}$$

# ΓΕΝΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

$q_s$  : Οι απώλειες θερμότητας σε W.

$Q$  : Αέρας διείσδυσης σε L/s.

$\Delta t$  : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και θερμαινόμενου χώρου.

**ΑΙΣΘΗΤΟ**

$$q_s = C_s \times Q \times \Delta t$$

**ΛΑΝΘΑΝΟΝ**

$$q_L = C_L \times Q \times \Delta W$$

**Πίνακας 3-22: Τιμές των  $C_s$  και  $C_L$**

Υψόμετρο	$C_s$	$C_L$
0	1,2	3000
750	1,1	2750
1500	1,0	2500
2250	0,9	2250

$q_L$ : Το λανθάνον φορτίο σε W.

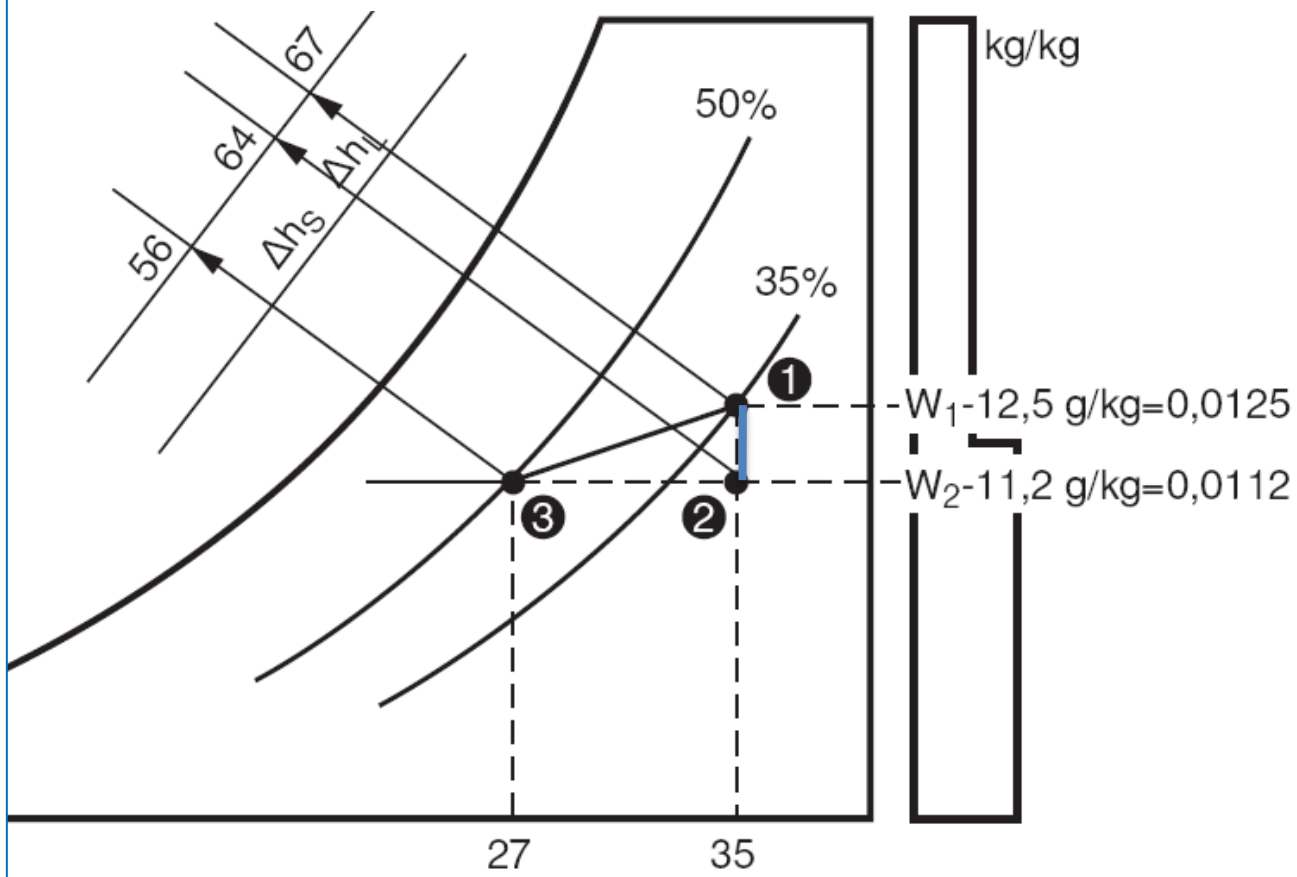
$Q$ : Ο όγκος του εισερχόμενου εξωτερικού αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο σε L/s.

$\Delta W = W_o - W_i$ : Η διαφορά ειδικής υγρασίας μεταξύ του αέρα περιβάλλοντος  $W_o$  και του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου  $W_i$ .



## (β) Υπολογισμός του λανθάνοντος φορτίου ( $q_L$ )

**Α' Τρόπος:** Βάσει του ψυχομετρικού χάρτη



$$q_L = w \times \Delta h_L$$

Μετατρέπουμε της παροχή αέρα από L/s σε παροχή μάζας g/s.

$$w = Q \times \rho = 140 \times 1,2 = 168 \text{ g/s.}$$

$$w = 168 \text{ g/s} \quad \Delta h_L = h_1 - h_2 = 67 - 64 = 3 \text{ kJ/kg,}$$

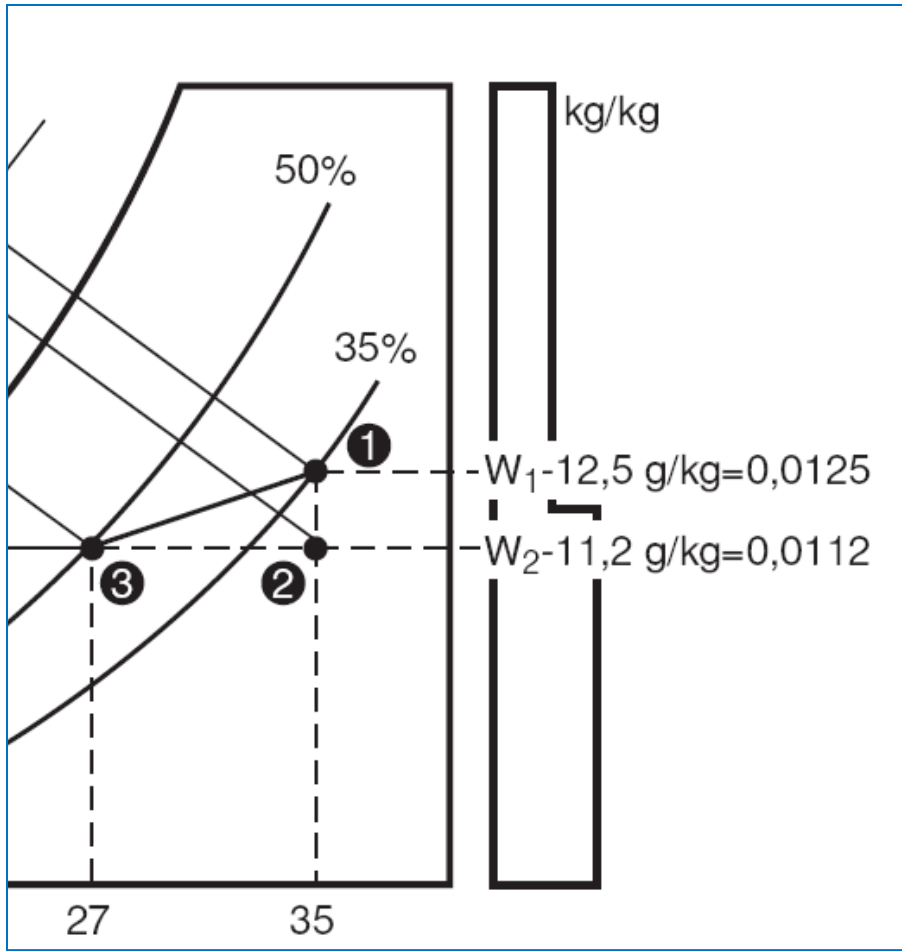
$$\text{Αντικαθιστώντας έχουμε: } q_L = 168 \times 3 = \underline{504 \text{ W}}$$

## Β' Τρόπος: Βάσει του standard αέρα

$$q_L = C_L \times Q \times \Delta W$$

Πιν. 3.22. για standard αέρα

$$q_L = 3000 \times Q \times \Delta W$$



**ΠΡΟΣΟΧΗ!!**

$$W_1 = 12,5 \text{ g/kg} = 12,5 \text{ g}/1000 \text{ g} = 0,0125$$

$$W_2 = 11,2 \text{ g/kg} = 11,2 \text{ g}/1000 \text{ g} = 0,0112$$

$$\Delta W = W_o - W_i = 0,0125 - 0,0112 = 0,0013.$$

Με αντικατάσταση:

$$q_L = 3000 \times Q \times \Delta W = 3000 \times 140 \times 0,0013 = \underline{546 \text{ W}}$$

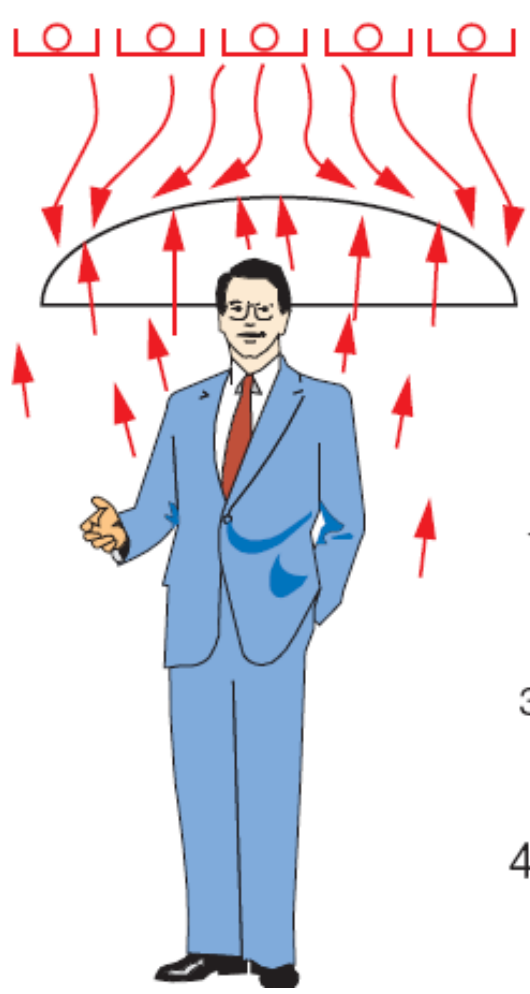
## **(γ) Υπολογισμός του ολικού ψυκτικού φορτίου ( $q_T$ ).**

$$q_T = q_S + q_L$$

$$q_T = 1344 + 546 = 1890 \text{ W}$$

# ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ

Τα ψυκτικά αυτά φορτία προέρχονται μέσα από τον κλιματιζόμενο χώρο και όχι από το περιβάλλον όπως τα προηγούμενα



- 18% Εξάτμιση
- 35% Μεταφορά
- 46% Ακτινοβολία



Αισθητά φορτία  
Λανθάνοντα φορτία

Το ψυκτικό φορτίο που προέρχεται από ανθρώπους οι οποίοι ζουν ή εργάζονται στον κλιματιζόμενο χώρο, εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Από τη **δραστηριότητα κάθε ανθρώπου** (αναπαυόμενος, δακτυλογράφος, χορευτής κλπ.).
- Από το **φύλλο του ανθρώπου** (οι άνδρες αποδίδουν στο χώρο 15% περίπου μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο απ' ότι οι γυναίκες).
- Από την **ηλικία των ατόμων** που βρίσκονται στον κλιματιζόμενο χώρο. Τα μικρά παιδιά (π.χ. ενός σχολείου) δίνουν στο χώρο περίπου 25% μικρότερο ψυκτικό φορτίο απ' ότι ένας ενήλικας άνθρωπος.
- Από τη **θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου ( $t_{db}$ )** του κλιματιζόμενου χώρου (όσο πιο μικρή είναι η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου, τόσο μεγαλύτερο είναι το ψυκτικό φορτίο).

**Πίνακας 3-24: Φορτία από ανθρώπους σε W ανά άτομο**

Δραστηριότητα ανθρώπων	Αισθητό φορτίο	Λανθάνον φορτίο
Αναπαυόμενος	66	47
Όρθιος	68	60
Εκτελών γραφική εργασία	70	78
Δακτυλογράφος	76	78
Ραπτική εργασία	66	63
Κομμώτρια	95	198
Θεατής θεάτρου	57	45
Υπάλληλος καταστήματος	52	93
Πελάτης εστιατορίου	64	69
Ελαφρά εργασία	73	150
Χορευτής	131	272
Σερβιτόρος	95	198

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Στην κλιματιζόμενη αίθουσα του σχήματος (3-8), εργάζονται 6 υπάλληλοι που εξυπηρετούν τους πελάτες. Στην αίθουσα παρευρίσκονται κατά μέσο όρο 10 πελάτες όρθιοι για να εξυπηρετηθούν. Να βρεθεί το ολικό ψυκτικό φορτίο από το σύνολο των ατόμων που βρίσκονται στη αίθουσα.

- **υπάλληλος**      Αισθητό = 52 W / άτομο      Λανθάνον = 93 W / άτομο

$$q_{S1} = 52 \times 6 = 312 \text{ W}, \quad q_{L1} = 93 \times 6 = 558 \text{ W}$$

- **Όρθιος (πελάτης)**      Αισθητό = 68 W / άτομο      Λανθάνον = 60 W / άτομο

$$q_{S2} = 68 \times 10 = 680 \text{ W}, \quad q_{L2} = 60 \times 10 = 600 \text{ W}$$

- Τα φορτία από εργαζόμενους και πελάτες θα είναι:

$$q_S = q_{S1} + q_{S2} = 312 + 680 = 992 \text{ W}$$

$$q_L = q_{L1} + q_{L2} = 558 + 600 = 1158 \text{ W}$$

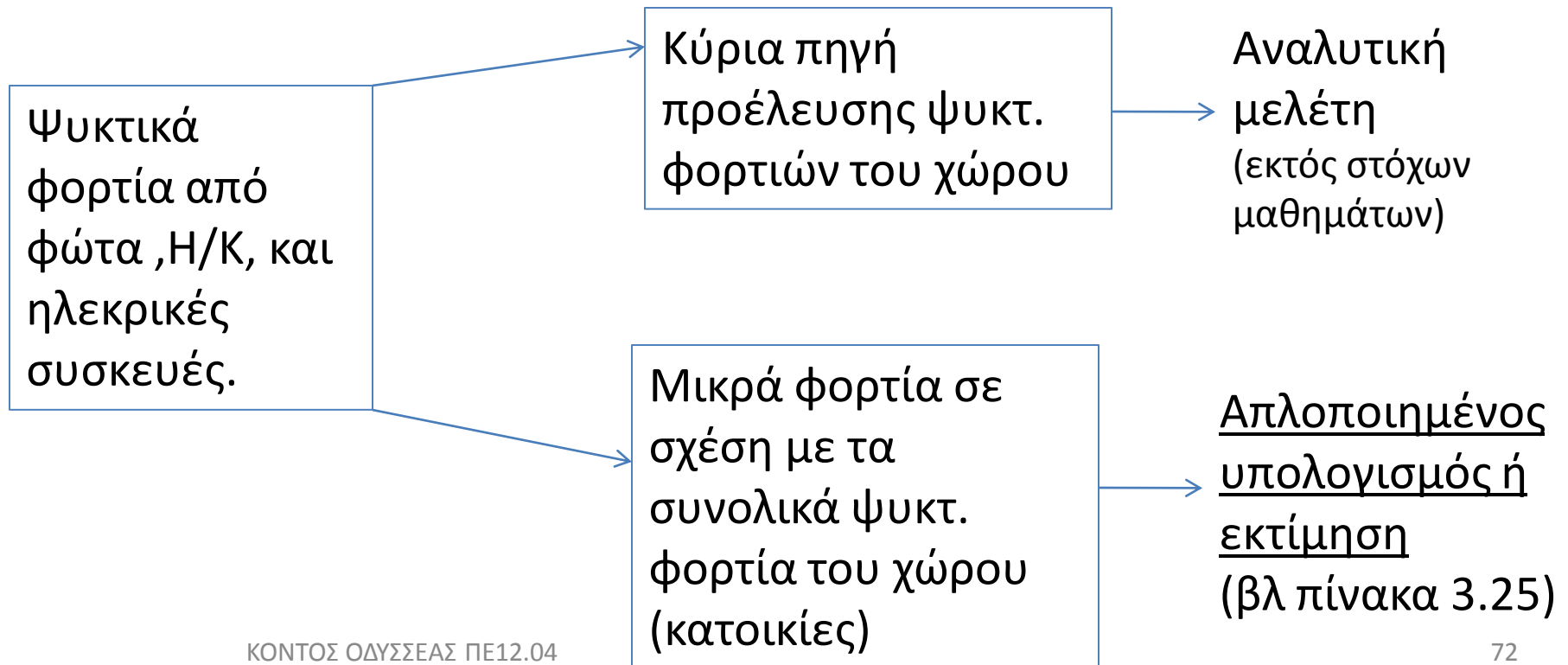
$$q_T = q_S + q_L = 992 + 1158 = 2150 \text{ W}$$

## Γενικά για τα ψυκτικά φορτία από φώτα, ηλεκτροκινητήρες και ηλεκτρικές συσκευές



το φορτίο δεν επιβαρύνει αμέσως όλο το χώρο, επειδή ένα μέρος του απορροφάται από τα δομικά στοιχεία της οικοδομής.

(ίδιο φαινόμενο με την ηλιακή ακτινοβολία)





A/A	Συνθήκες λειτουργίας	Ψυκτικό φορτίο	Παρατηρήσεις
1	Λειτουργία σε συνήθεις κατοικίες	Λαμβάνουμε 250 W για την κουζίνα και 250 W στα δωμάτια, ομοιόμορφα κατανεμημένα	Συμπεριλαμβάνονται τα φώτα, οι ηλεκτροκινητήρες και οι ηλεκτρικές συσκευές
2	Ελάχιστη ή σποραδική λειτουργία	Αγνοούμε τελείως αυτό το ψυκτικό φορτίο	Η ενέργεια που παράγεται είναι αμελητέα
3	Λειτουργία μόνο κατά τη νύχτα	Αγνοούμε τελείως αυτό το ψυκτικό φορτίο	Επειδή έχουμε μειωμένα φορτία οφειλόμενα στην απουσία ηλιακής ακτινοβολίας
4	Συνεχής ή σχεδόν συνεχής λειτουργία	Λαμβάνουμε την πλήρη ισχύ ως ψυκτικό φορτίο	
5	Λειτουργία την ημέρα αλλά για μερικές μόνο ώρες	Λαμβάνουμε μόνο ένα τμήμα της ισχύος κατ' εκτίμηση	Βλέπε και το παράδειγμα

Πίνακας 3.25. (εκτίμηση ψυκτικού φορτίου από φώτα, Η/Κ και ηλεκτρ. συσκευές)

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Μία μεγάλη αίθουσα, συνεχώς κλιματιζόμενη (24 ώρες ημερησίως), ενός εργαστηρίου με συνήθη κατασκευή (μπετόν, τούβλα κλπ. δηλαδή με μεγάλη θερμοχωρητικότητα), παρουσιάζει ολικό ψυκτικό φορτίο 22500 W. Η κλιματιστική εγκατάσταση του χώρου μπορεί να αποδώσει μέχρι 27000 W. Πρόκειται σ' αυτήν την αίθουσα να τοποθετηθεί ένας ειδικός φούρνος, ισχύος 14 KW, ο οποίος θα λειτουργεί μόνο 2 φορές την ημέρα, κάθε φορά από 1 ώρα περίπου. Να εκτιμηθεί το ψυκτικό φορτίο με το οποίο θα επιβαρύνει ο φούρνος τον χώρο και αν θα χρειαστεί να αγοραστεί μεγαλύτερο κλιματιστικό μηχάνημα.

---

### Εκτίμηση 1<sup>η</sup> :

θα επιβαρύνεται ο  
χώρος με 14000 W, οπότε το κλιματιστικό μηχάνημα δεν θα επαρκεί

Άρα:

θα απαιτηθεί μηχάνημα  $22500 + 14000 = 36500$  W τουλάχιστον.

**Λάθος!!** Ο φούρνος λειτουργεί μόνο 2 ώρες την ημέρα.

Αν δεχτούμε ότι η ενέργεια του φούρνου απορροφάται ομοιόμορφα από την κλιματιστική εγκατάσταση του χώρου τότε:

Ο φούρνος στο χώρο δίνει :

$$14 \text{ kW} = 14000 \text{ W} * (2 \text{ ώρες} / 24 \text{ ώρες}) = 14000 / 12 = \underline{1170 \text{ W}} = 1,17 \text{ kW}$$

(αυτή είναι η ψυκτική ισχύς που αντιστοιχεί στην ενέργεια που απορροφάται ανά ώρα)

Επειδή όμως ποτέ δεν μπορεί να είναι ομοιόμορφη η κατανομή του φορτίου στις 24 ώρες τις ημέρας



$$\text{Προσαυξάνουμε κατά 50\% : } 1170 + 1170 (50/100) = 1170 + 585 = 1755 \text{ W}$$

Συνολικό φορτίο χώρου:  $22500 + 1755 = 24255$  άρα η ψυκτική ισχύς των **27000W επαρκεί**

Γενικός τύπος:

$$q = (N / 24) \times P$$



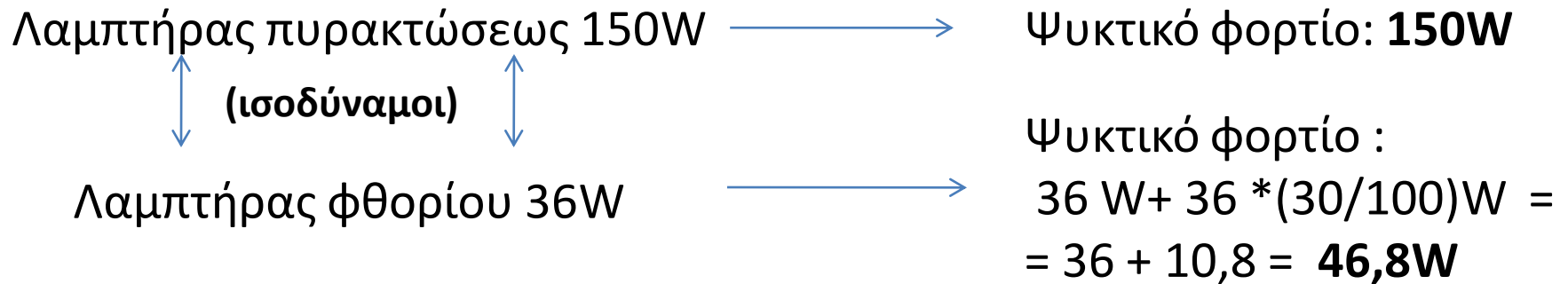
ισοκατανομή ενός φορτίου στις 24 ώρες της ημέρας

q: το ψυκτικό φορτίο από το μηχάνημα  
N είναι οι ώρες ημερήσιας λειτουργίας  
P : η ισχύς του μηχανήματος

# ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΦΩΤΑ

- Ολόκληρο το ψυκτικό φορτίο από φωτισμό είναι **αισθητό φορτίο**.
- Γενικά θα λέγαμε ότι οι **λαμπτήρες φθορίου** προσθέτουν στο χώρο ψυκτικό φορτίο κατά 25 έως 30% μεγαλύτερο της ονομαστικής τους ισχύος, λόγω των πρόσθετων εξαρτημάτων που απαιτεί η λειτουργία τους.

Παράδειγμα:



Δηλαδή:

- Παρ' όλη την προσαύξηση, διαπιστώνουμε ότι για την ίδια ισχύ φωτισμού, οι λαμπτήρες φθορίου επιβαρύνουν το χώρο με μικρότερο ψυκτικό φορτίο.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Η κλιματιζόμενη αίθουσα του σχήματος (3-8) φωτίζεται από 20 φωτιστικά σώματα φθορίου ισχύος  $2 \times 36 \text{ W}$  (δηλαδή το καθένα έχει δύο λαμπτήρες των  $36 \text{ W}$ ) καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του καταστήματος, από την 9:00-20:00. Να υπολογιστεί το ψυκτικό φορτίο από φωτισμό.

Η συνολική ισχύς των λαμπτήρων είναι:

$$P = 20 \times 2 \times 36 = 1440 \text{ W}$$

Επειδή οι λαμπτήρες είναι φθορίου, προσαυξάνουμε το ψυκτικό φορτίο κατά 25-30%. Ας πάρουμε 30%. Το συνολικό ψυκτικό φορτίο (όλο αισθητό) που προσθέτουν στο χώρο οι λαμπτήρες φθορίου θα είναι:

$$q_{\text{φθ}} = 1440 + 1440 \cdot (30/100) = 1440 (1 + 0,3) \text{ ή } q_{\text{φθ}} = 1440 \times 1,30 = 1872 \text{ W}$$

Οι ώρες ημερήσιας λειτουργίας είναι 11. Εφαρμόζοντας τη σχέση

$$q = (N / 24) \times P$$

με προσαύξηση, κατ' εκτίμηση 50%, λαμβάνουμε φορτίο από φώτα:

$$q_{\text{φωτ}} = 1,5 \times (11/24) \times 1872 = \underline{1287 \text{ W}}$$

→  $(1 + 50/100 = 1 + 0,5)$

# ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

● Όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα φωτιστικά σώματα, ολόκληρο το ψυκτικό φορτίο από ηλεκτροκινητήρες **είναι αισθητό**.

Ονομαστική Ισχύς (kW)	Ψυκτικά φορτία W/kW
Μέχρι και 0,2 kW	1250
> 0,2 μέχρι και 0,8	1050
> 0,8 μέχρι και 5,5	930
> 5,5 μέχρι και 15	870
> 15 kW	840

**Πίνακας 3-26**

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ HP}$$

$$q = (N / 24) \times P$$

Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι οι ηλεκτροκινητήρες που κινούν **εξαεριστήρες** και βρίσκονται σε κλιματιζόμενο χώρο, δεν προσθέτουν ψυκτικά φορτία στο χώρο γιατί η θερμότητα που ελευθερώνεται κατά τη λειτουργία τους, απάγεται ολόκληρη προς το περιβάλλον. Αντίθετα, τα ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες που κινούν **ανεμιστήρες προσαγωγής αέρα**, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Στον κλιματιζόμενο χώρο του σχήματος (3-8), εκτός των άλλων πηγών ψυκτικών φορτίων έστω ότι λειτουργούν και τρεις ηλεκτροκινητήρες. Ο ένας είναι ονομαστικής ισχύος  $P=0,75$  kW, ο δεύτερος ισχύος  $P=5$  kW και ο τρίτος  $P=10$  kW. Οι πιο πάνω ηλεκτροκινητήρες λειτουργούν αντίστοιχα 11 ώρες, 2 ώρες και 0,5 ώρες το 24ωρο. Να βρεθεί το συνολικό ψυκτικό φορτίο που προστίθεται στον κλιματιζόμενο χώρο από τους ηλεκτροκινητήρες.

$P=0,75$  kW  $\xrightarrow{\text{πίνακα (3-26)}}$  το ψυκτικό φορτίο είναι 1050 W/kW

$$\text{οπότε: } q_{S1} = 0,75 \times 1050 = 788 \text{ W}$$

$P=5$  kW  $\xrightarrow{\text{πίνακα (3-26)}}$  το ψυκτικό φορτίο είναι 930 W/kW

$$\text{οπότε: } q_{S2} = 5 \times 930 = 4650 \text{ W}$$

$P=10$  kW  $\xrightarrow{\text{πίνακα (3-26)}}$  το ψυκτικό φορτίο είναι 870 W/kW

$$\text{οπότε: } q_{S2} = 10 \times 870 = 8700 \text{ W}$$



στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο από τους τρεις ηλεκτροκινητήρες

$$\rightarrow q_S = q_{S1} + q_{S2} + q_{S3} = 788 + 4650 + 8700 = 14138 \text{ W}$$

υπερβολικά μεγάλο

Εφαρμόζουμε τη σχέση:

$$q = (N / 24) \times P$$

με προσαύξηση, κατ' εκτίμηση 50%.

Και έχουμε

το ψυκτικό φορτίο από τους ηλεκτροκινητήρες :

$$q_S = 1,5 \times [q_{S1} \times (11/24) + q_{S2} \times (2/24) + q_{S3} \times (0,5/24)] \Rightarrow$$

$$q_S = 1,5 \times [788 \times (11/24) + 4650 \times (2/24) + 8700 \times (0,5/24)] \Rightarrow$$

$$q_S = 1395 \text{ W}$$

# ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- ψυκτικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές : **αισθητά και λανθάνοντα**

Είδος ηλεκτρικής συσκευής	Αισθητό	Λανθάνον
Καφετιέρα	250	120
Συσκευή θέρμανσης καφέ	70	40
Βραστήρας αυγών	700	700
Οικιακό ψυγείο	200	-
Κατσαρόλες μαγειρικής	150	120
Συσκευή σάντουιτς	1100	1100
Τοστιέρα για 4 φέτες	1400	300
Σχάρα για μπιφτέκια	1550	850
Κουζίνα-φούρνος με μόνωση	2100	550
Στεγνωτήρας μαλλιών με κάσκα	550	100
Στεγνωτήρας μαλλιών χωρίς κάσκα	700	120
Προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής (PC)	150	-

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 1

Για συσκευές που δεν αναφέρονται στον πίνακα (3-27), λαμβάνεται υπόψη η ηλεκτρική ισχύς (σε W) που αναγράφεται στην πινακίδα κάθε συσκευής.

### Παράδειγμα:

Έστω ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής (όχι ένα απλό PC). Ελέγχοντας την πινακίδα του υπολογιστή, έστω ότι βλέπουμε να αναγράφεται ισχύς 700 W. Η ισχύς αυτή συνήθως είναι η μέγιστη δυνατή, αλλά ελλείπει άλλων στοιχείων και προκειμένου να είμαστε σίγουροι, δεχόμαστε ότι αυτό είναι το ψυκτικό φορτίο (700 W).

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 2


Αν πάνω από κάποιες συσκευές που λειτουργούν σε κλιματιζόμενο χώρο υπάρχει εξαεριστήρας, τα αισθητά ψυκτικά φορτία του πίνακα (3-27), μειώνονται κατά 50-60%, ενώ τα λανθάνοντα μηδενίζονται.

### Παράδειγμα:

αν σε ένα κατάστημα μικρογευμάτων, πάνω από τις τοστιέρες υπάρχει εξαεριστήρας, το αισθητό ψυκτικό φορτίο από μια τοστιέρα για τέσσερις φέτες δεν θα είναι 1400 W, όπως δίνεται από τον πίνακα (3-27), αλλά  $1400 \times 50\% = 700$  W. Το λανθάνον φορτίο θα είναι ίσον με μηδέν.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Στο κατάστημα του σχήματος (3-8) λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του (11 ώρες ημερησίως), 1 καφετιέρα, 1 οικιακό ψυγείο και 2 PC. Να βρεθεί το φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές.

 Από τον πίνακα (3-27) και τη σχέση (3-16), προσαιξάνοντας και κατά 50%, έχουμε:

$$q_S = 1,5 \times (250 + 200 + 2 \times 150) \times (11/24) = 515 \text{ W}$$

Λανθάνον φορτίο έχουμε μόνο από την καφετιέρα:  $q_L = 120 \text{ W}$

# ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Για το κατάστημα του σχήματος (3-8) να υπολογιστεί το συνολικό ψυκτικό φορτίο για την περίπτωση που έχουμε θερμομόνωση.

**Πίνακας 3-28: Τα ψυκτικά φορτία του καταστήματος του σχήματος (3-8), όταν υπάρχει θερμομόνωση**

Προέλευση ψυκτικού φορτίου	Παράγραφος	$q_s$	$q_L$	$q_T$
Αγωγιμότητα	3-9	3069	0	3069
Ακτινοβολία	3-10	4015	0	4015
Εισαγωγή νωπού αέρα	3-12	1344	546	1890
Άνθρωποι	3-13	992	1158	2150
Φώτα	3-15	1287	0	1287
Ηλεκτροκινητήρες	3-16	1395	0	1395
Ηλεκτρικές συσκευές	3-17	515	120	635
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>12617</b>	<b>1824</b>	<b>14441</b>
<b>ΠΡΟΣ ΣΤΡΟΓΓΥΛΕΥΣΗ</b>		<b>12600</b>	<b>1800</b>	<b>14400</b>

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ομοίως, για το κατάστημα του σχήματος (3-8) να υπολογιστεί το συνολικό ψυκτικό φορτίο για την περίπτωση που δεν έχουμε θερμομόνωση. Τι συμπέρασμα βγάξετε συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με αυτά του προηγούμενου παραδείγματος;

**Πίνακας 3-29: Τα ψυκτικά φορτία του καταστήματος του σχήματος (3-8), όταν δεν υπάρχει θερμομόνωση**

Προέλευση ψυκτικού φορτίου	Παράγραφος	$q_s$	$q_L$	$q_T$
Αγωγιμότητα	3-9	3069	0	3069
Ακτινοβολία	3-10	4015	0	4015
Εισαγωγή νωπού αέρα	3-12	1344	546	1890
Άνθρωποι	3-13	992	1158	2150
Φώτα	3-15	1287	0	1287
Ηλεκτροκινητήρες	3-16	1395	0	1395
Ηλεκτρικές συσκευές	3-17	515	120	635
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>30091</b>	<b>1824</b>	<b>31915</b>
<b>ΠΡΟΣ ΣΤΡΟΓΓΥΛΕΥΣΗ</b>		<b>30100</b>	<b>1800</b>	<b>31900</b>



# Η επιλογή των μηχανημάτων για την αντιμετώπιση του ψυκτικού φορτίου

κλιματισμός με μικρά, αυτόνομα κλιματιστικά χώρου  
(split units)

Επιλογή μηχανημάτων

300W = 1000BTU/h

γίνεται βάσει του ολικού φορτίου του χώρου


## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένας χώρος παρουσιάζει αισθητό φορτίο 3300 W και λανθάνον 500 W. Να επιλεγεί το κατάλληλο κλιματιστικό μηχάνημα. Τα διαθέσιμα μηχανήματα έχουν ψυκτική ισχύ: 2,7 - 3,7 - 5,5 και 7,4 kW.

▶ Έχουμε ολικό φορτίο  $3300 + 500 = 3800$  W. Άρα απαιτείται μηχάνημα ψυκτικής ισχύος περίπου 3,8 kW. Επιλέγουμε το πλησιέστερο μηχάνημα των 3,8 kW. Η διαφορά του 0,1 kW είναι αμελητέα.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Στην περίπτωση του σχήματος (3-8), όταν **έχουμε θερμομόνωση**, επελέγησαν για τη θέρμανση, στην παράγραφο (3-7) κάποια κλιματιστικά μηχανήματα. Να ελεγχθεί η επάρκεια αυτών των μηχανημάτων όσον αφορά το ψυκτικό φορτίο. Αν δεν επαρκούν, διαλέξτε άλλα μηχανήματα. Δίδεται ότι οι 4 διαθέσιμοι τύποι αντλιών θερμότητας έχουν αντίστοιχα ψυκτική ισχύ: 2,7 - 3,7 - 5,5 και 7,4 kW. Η θερμαντική ισχύς των εν λόγω μηχανημάτων, όπως δόθηκε στην παράγραφο (3-7), αντίστοιχα είναι 3,2 - 4,3 - 6,4 και 8,4 kW.


 Το ολικό φορτίο είναι 14400 W. Στο παράδειγμα της παραγράφου (3-7), είχαμε επιλέξει ένα μηχανήμα θερμαντικής ισχύος 6,4 και ένα 8,4 kW. Η αντίστοιχη ψυκτική ισχύς τους είναι 5,5 και 7,4 kW, δηλαδή συνολικά 12,9 kW. Προφανώς τα μηχανήματα που επελέγησαν για τη θέρμανση, υπολείπονται λίγο ως προς την ψύξη. Είναι καλύτερα αν επιλέξουμε δύο μηχανήματα, έκαστο ψυκτικής ισχύος 7,4 kW, δηλαδή συνολικά να έχουμε ψυκτική ισχύ 14,8 kW. Η θερμαντική ισχύς των δύο μηχανημάτων είναι αντίστοιχα 16,8 kW. Μπορούμε, προφανώς, να έχουμε και άλλους συνδυασμούς μηχανημάτων.



## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ομοίως με το προηγούμενο παράδειγμα, αλλά για την περίπτωση που δεν έχουμε θερμομόνωση. Υπενθυμίζουμε ότι η απαραίτητη προϋπόθεση ήταν να καλύπτεται ο χώρος με τρία το πολύ κλιματιστικά μηχανήματα.

---

 Το ολικό φορτίο είναι 31900 W. Στο παράδειγμα της παραγράφου (3-7), είχαμε επιλέξει τρία μηχανήματα θερμαντικής ισχύος 8,4 kW το καθένα. Η αντίστοιχη ψυκτική ισχύς τους είναι 7,4 kW, δηλαδή συνολικά 22,2 kW. Προφανώς τα μηχανήματα που επελέγησαν για τη θέρμανση, υπολείπονται πάρα πολύ όσον αφορά στην την ψύξη. Για να αντιμετωπιστεί το ψυκτικό φορτίο, χρειάζεται τουλάχιστον και ένα τέταρτο μηχανήματα, οπότε η ψυκτική ισχύς θα ανέλθει σε 29,6 kW. Αυτό όμως δημιουργεί πρόβλημα στον καταστηματάρχη, ο οποίος δεν διαθέτει χώρο για περισσότερο από τρία μηχανήματα.