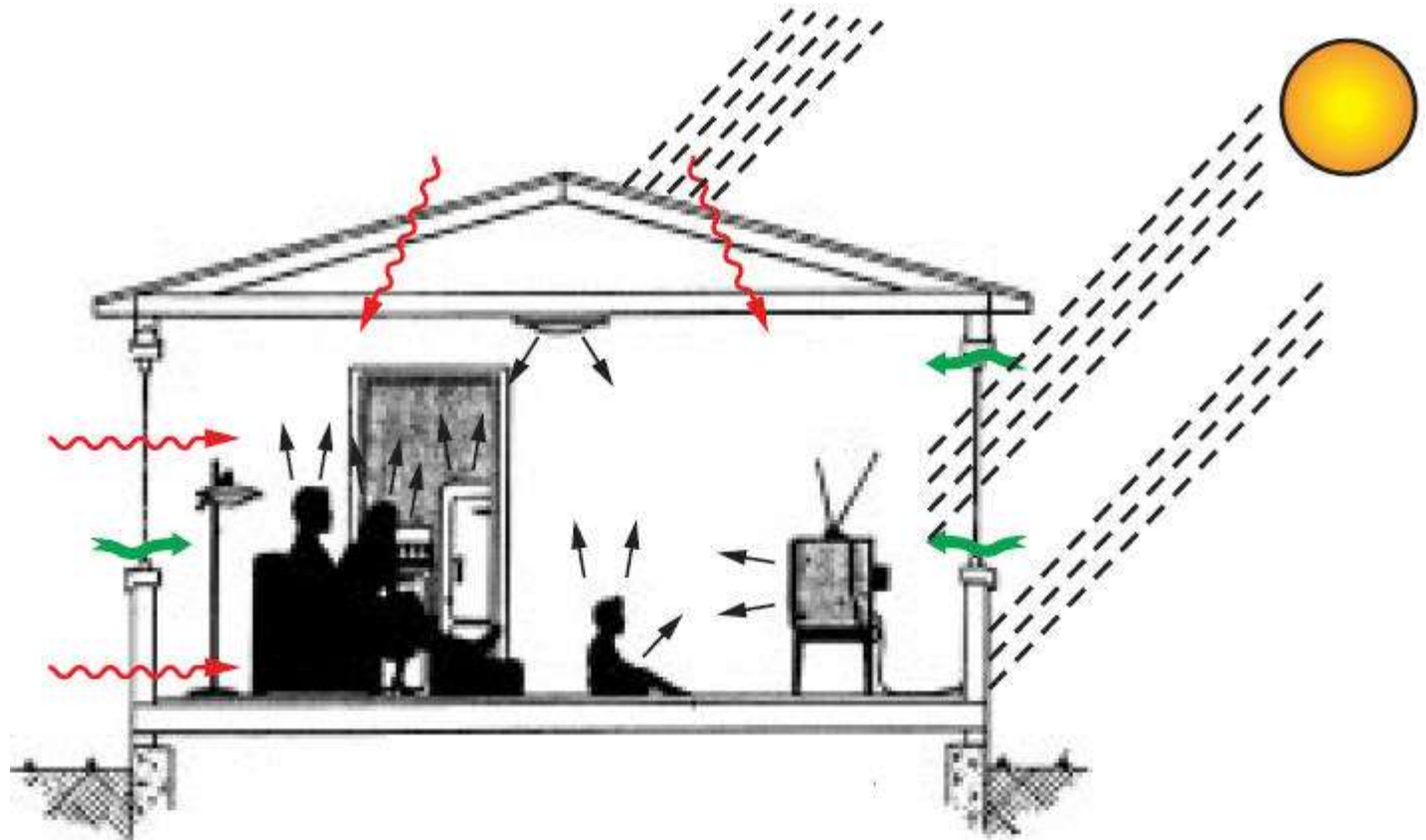


# Τα Ψυκτικά Φορτία

...ή αλλιώς τα φορτία καλοκαιριού

# Τα φορτία ενός χώρου



# Χαρακτηριστικά των φορτίων ενός χώρου

- Μπορεί να είναι δύο ειδών
  - Αισθητά  $q_s$
  - Λανθάνοντα  $q_L$
- Τα φορτία μπορεί να προέρχονται
  - Από εξωτερικές πηγές
  - Από εσωτερικές πηγές

# Τα εξωτερικά φορτία

- Από αγωγιμότητα
- Από ακτινοβολία
- Από είσοδο εξωτερικού αέρα

# Τα εσωτερικά φορτία

- Από ανθρώπους
- Από φωτισμό
- Από ηλεκτροκινητήρες
- Από ηλεκτρικές συσκευές



# Ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα

- Είναι εξ ολοκλήρου αισθητά φορτία
- Εξαρτώνται από:
  - ✓ Το μέγεθος της επιφάνειας
  - ✓ Την αγωγιμότητα των υλικών κατασκευής
  - ✓ Τη διαφορά θερμοκρασίας
    - Εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου & θερμοκρασίας χώρου!!!

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

# Τιμές του U

Συνηθισμένες κατασκευές

| 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, υποστυλώματα                    | 3,40                  |
| 5   | Οροφή ή δάπεδο (πλάκα από μπετόν), με πλάκες και υγρομόνωση | 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                  |

# Τιμές του U

Συνηθισμένες κατασκευές

|    |                                                                                          |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|    | <b>B' Δομικά στοιχεία με θερμομόνωση, <math>k = 0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}</math></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, υποστυλώματα 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 |

# Τιμές του $\Delta t_c$ (Σκούρα χρώματα & 24ωρη λειτουργία)

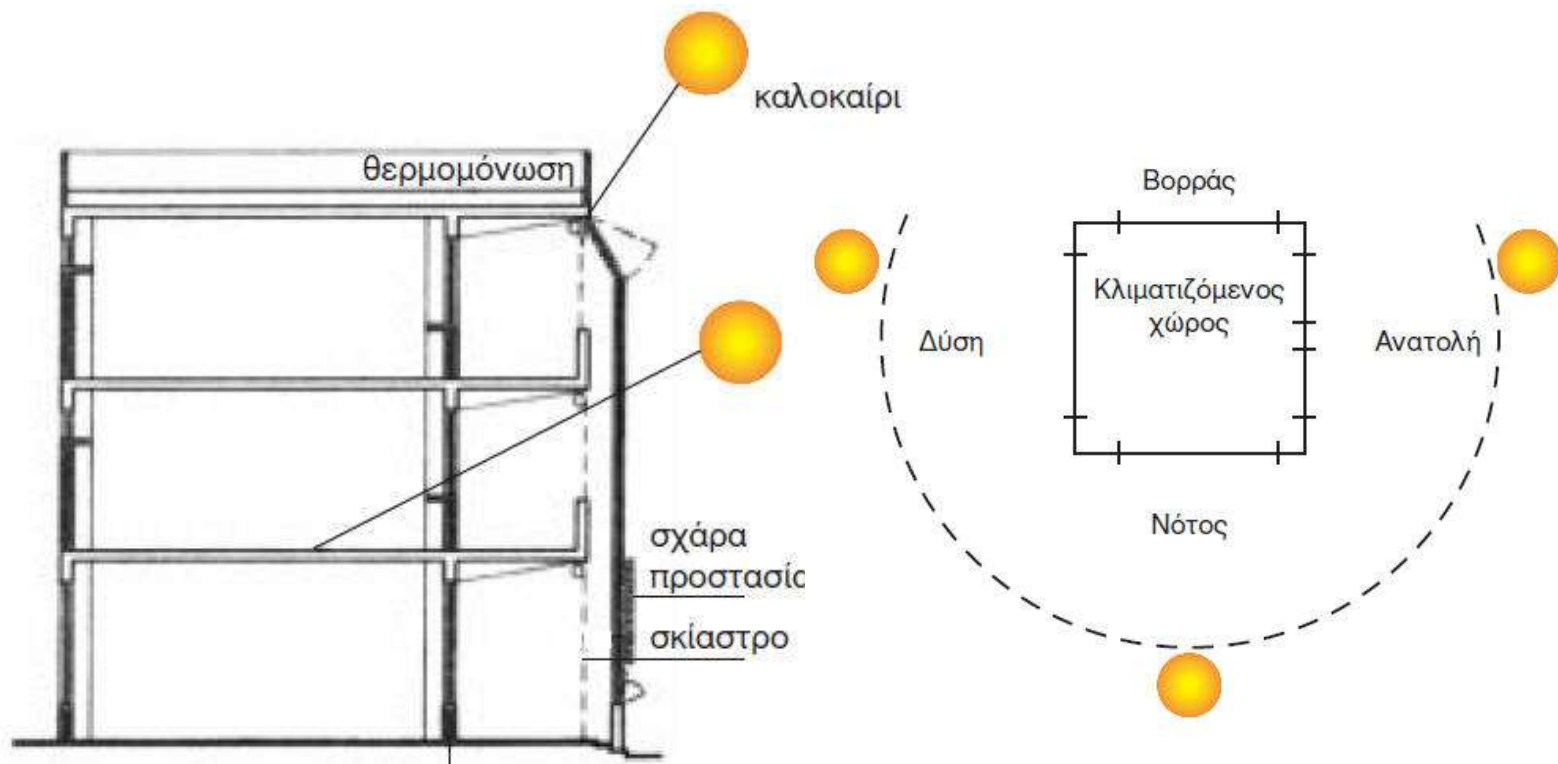
| Κατηγορία κτιρίου →                                                               | (Α)<br>Κτίρια και χώροι που<br>αποβάλλουν <b>εύκολα</b><br>τη θερμότητα |    |    | (Β)<br>Κτίρια και χώροι που<br>αποβάλλουν <b>δύσκολα</b><br>τη θερμότητα |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----|----|--------------------------------------------------------------------------|----|----|
| $\Delta t$ μεταξύ αέρα περιβάλλοντος<br>και αέρα χώρου →<br>Είδος επιφανείας ↓    | 8                                                                       | 11 | 14 | 8                                                                        | 11 | 14 |
| Τοίχοι και πόρτες<br>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<br>επαφή με εσωτερικούς μη<br>κλιματιζόμενους χώρους | 5                                                                       | 7  | 8  | 5                                                                        | 7  | 8  |



# Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία

- Είναι εξ ολοκλήρου αισθητά φορτία
- Εξαρτώνται από:
  - ✓ Τον προσανατολισμό της επιφάνειας
  - ✓ Την εποχή του έτους
  - ✓ Την ώρα της ημέρας
  - ✓ Το γεωγραφικό πλάτος του κτιρίου

# Η ακτινοβολία στο κτίριο



# Τιμές του $q_g$

(Ακτινοβολία σε  $W/m^2$  σε πλάτος  $38^\circ$ )

| Κατηγορία κτιρίου →     | (Α)<br>Κτίρια και χώροι που<br>αποβάλλουν εύκολα τη<br>θερμότητα |     |     | (Β)<br>Κτίρια και χώροι που<br>αποβάλλουν δύσκολα<br>τη θερμότητα |     |     |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------|-----|-----|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| $\Delta t \rightarrow$  | 8                                                                | 11  | 14  | 8                                                                 | 11  | 14  |
| 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 |

# Συντελεστής μείωσης του $q_g$

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



# Ψυκτικά φορτία από είσοδο αέρα

- Ο αέρας μπαίνει μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο
  - Από χαραμάδες ή
  - Από δίκτυο αεραγωγών

# Φορτία από χαραμάδες

- Εξαρτώνται από
  - ✓ Το μήκος των χαραμάδων
  - ✓ Την ποιότητα κατασκευής
  - ✓ Τη θέση του ανοίγματος
  - ✓ Τη θερμοκρασία περιβάλλοντος
  - ✓ Την ένταση και διεύθυνση των ανέμων

# Αλλαγές αέρα λόγω διεύσδυσης

| Περιγραφή του κτιρίου                                    |                                                                                                         | Μονοκατοικίες,<br>Διπλοκατοικίες<br>και λοιπά μικρά |     |     | Μεγάλα κτίρια<br>με δύο<br>τουλάχιστον<br>εκτεθειμένες |     |     | Μεγάλα κτίρια<br>με μία μόνο<br>εκτεθειμένη<br>πλευρά |     |     |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|-----|--------------------------------------------------------|-----|-----|-------------------------------------------------------|-----|-----|
| Στεγανότητα κτιρίου<br>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<br>και ψηλά κτίρια που<br>υψώνονται πάνω από τις<br>άλλες οικοδομές             | 1,5                                                 | 0,8 | 0,5 | 1,2                                                    | 0,7 | 0,5 | 1,0                                                   | 0,6 | 0,5 |
| (2)                                                      | Κτίρια στην εξοχή<br>περιβαλλόμενα από δέντρα<br>(όχι δάσος), ή σε περιοχές<br>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,<br>σε πυκνά δομημένες<br>περιοχές, σε κέντρα πόλεων<br>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,<br>ελάχιστος δυνατός<br>αριθμός ανανεώσεων<br>του αέρα ανά ώρα                      | 0,5                                                 |     |     |                                                        |     |     |                                                       |     |     |

# Απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα σε δίκτυο αεραγωγών

- Ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων, για εγκαταστάσεις άνεσης.

| 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           |

# Απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα σε δίκτυο αεραγωγών

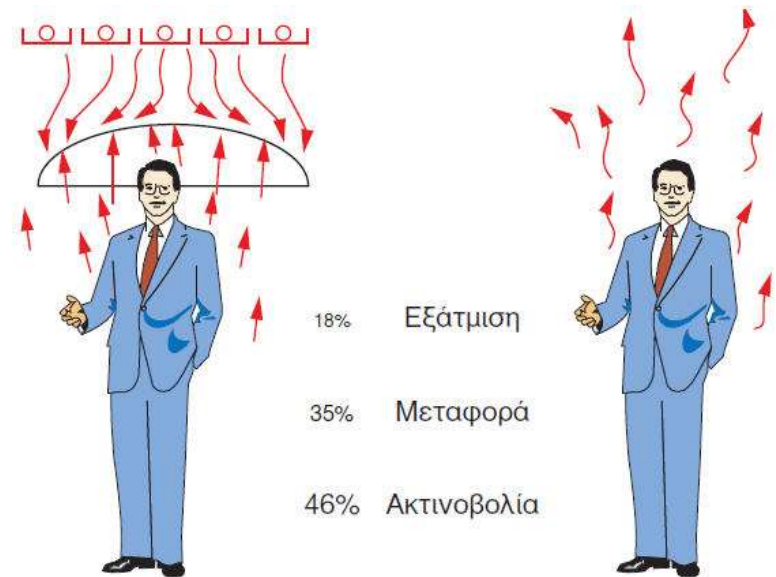
- Ανάλογα με το είδος του χώρου, για ειδικές περιπτώσεις.

| 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                     |



# Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους

- Εξαρτώνται από
  - ✓ τη δραστηριότητα
  - ✓ το φύλλο
  - ✓ την ηλικία
  - ✓ τη θερμοκρασία  $t_{db}$



# Ψυκτικά 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             |



# Γενικά για φορτία από φώτα ηλεκτροκινητήρες και συσκευές

| 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                                                    |

# Ψυκτικά φορτία από φώτα

- Όλο το φορτίο είναι αισθητό.
- Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως έχουν ψυκτικό φορτίο ίσο με την ηλεκτρική ισχύ τους.
- Οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν φορτίο ίσο με την ηλεκτρική ισχύ τους προσαυξημένο κατά 25 – 30 %.

# Ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες

- Όλο το φορτίο είναι αισθητό.
- Τους κινητήρες ανεμιστήρων προσαγωγής τους λαμβάνουμε υπόψη.
- Τους ηλεκτροκινητήρες εξαεριστήρων, όχι.

| Ονομαστική Ισχύς<br>(kW) | Ψυκτικά φορτία<br>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                    |

# Ψυκτικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές

| 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     | -        |



# Η επιλογή των κλιματιστικών μηχανημάτων

- Γίνεται αφού αθροίσουμε τα επιμέρους φορτία, αισθητά και λανθάνοντα.
- Σε απλές καταστάσεις:
  - Δεν υπολογίζουμε το λανθάνον φορτίο και προσθέτουμε 15–20 % στο αισθητό, ανάλογα με το υψόμετρο.
  - Λαμβάνουμε 70 W ανά άτομο.
  - Προσθέτουμε 250 W στην κουζίνα και 250 W ισομοιράζουμε στους άλλους χώρους.

# Απώλειες από αεραγωγούς

- Από εναλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον

| Περιγραφή μόνωσης | Ψυκτικό φορτίο W/m <sup>2</sup> | Θερμικό φορτίο W/m <sup>2</sup> |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Φελλοπολτός       | 100                             | 200                             |
| Υαλοβάμβακας 2 cm | 35                              | 70                              |
| Υαλοβάμβακας 3 cm | 25                              | 50                              |
| Υαλοβάμβακας 5 cm | 15                              | 30                              |

Απώλειες από αεραγωγούς με  $\Delta t$  45 °C

$\Delta t$  22,5 °C

- Από έλλειψη στεγανότητας στις ενώσεις
  - 5-10% σε καλές κατασκευές
  - ως και 30% σε ακραίες περιπτώσεις

# Απαιτούμενη ποσότητα αέρα

- Εξαρτάται από
  - Το αισθητό ψυκτικό φορτίο
  - Τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα προσαγωγής και του χώρου που κλιματίζουμε

$$Q = q_s / C_s \cdot \Delta t$$

| Υψόμετρο | C <sub>s</sub> |
|----------|----------------|
| 0        | 1,2            |
| 750      | 1,1            |
| 1500     | 1,0            |
| 2250     | 0,9            |

