



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

# ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

---

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΤΖΕΛΟ ΑΜΑΡΙΛΑΝΤΟ (152307100)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ (ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘ.)

ΠΑΤΡΑ, ΕΛΛΑΔΑ  
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Διπλωματική Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στη μελέτη εγκατάστασης κλιματισμού σε ιδιωτικό νοσοκομείο. Είναι γνωστό ότι μία νοσοκομειακή μονάδα έχει υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις καθώς οφείλει να παρέχει υψηλής ποιότητας θερμική άνεση σε ασθενείς και υγειονομικό προσωπικό. Αποτελεί κίνητρο λοιπόν της παρούσας εργασίας η βέλτιστη ενεργειακή σχεδίαση του παρόντος κτιρίου.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Καλογήρου Ιωάννη για τις συμβουλές, την επιστημονική του καθοδήγηση και την ευκαιρία συνεργασίας μαζί του. Παράλληλα, ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου την εταιρεία Bailos Climateenergy και τους Ανδρέα και Κωνσταντίνο Μπαϊλό για την αμέριστη εμπιστοσύνη που έδειξαν στο πρόσωπό μου, για τις γνώσεις και την εμπειρία που κέρδισα σε όλο το διάστημα της επαγγελματικής μας συνεργασίας αλλά και το οικείο και φιλικό κλίμα που έχουν δημιουργήσει.

Η ευγνωμοσύνη μου ως προς την οικογένεια μου δε μπορεί να εκφραστεί με λόγια και το βήμα από αυτήν εδώ τη θέση μοιάζει πολύ φτωχό. Η συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών και γενικότερα της ζωής μου έως και σήμερα είναι άνευ όρων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλες τις σειρούλες μου στην 355 EMA της Κύπρου, για τις μοναδικές εμπειρίες που ζήσαμε μαζί. Τα ταξίδια, οι υπηρεσίες, οι καμπάνες, οι εκπαιδεύσεις, οι ώρες στο ΚΨΜ και τα ταξιά μένουν ανεξίτηλα χαραγμένα στη μνήμη μου.

Τζέλο Αμαρίλντο  
Σεπτέμβριος 2021

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ:** Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής Τζέλο Αμαρίλντο έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής: Τζέλο Αμαρίλντο

Υπογραφή:

---

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αναφέρεται στην μελέτη εγκατάστασης συστήματος κλιματισμού σε ιδιωτική κλινική. Ο μείζονος σημασίας υγειονομικός χώρος της κλινικής αιμοκάθαρσης οφείλει να πληροί τις προϋποθέσεις όπως αυτές ορίζονται από το Τεχνικό Επιμελητήριο τόσο για την άνεση και την ασφάλεια των ασθενών, όσο και για την άνεση και την ομαλή εργασία των θεραπόντων ιατρών και νοσηλευτών που εργάζονται στη μονάδα.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε τέσσερα κεφάλαια. Στο πρώτο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο βασισμένο στη βιβλιογραφία, τους κανονισμούς DIN, τις οδηγίες του ΤΕΕ καθώς και προϋπάρχουσες μελέτες, στοχεύοντας να εφοδιάσει τον αναγνώστη με τις γνώσεις και τη μεθοδολογία για την πλήρη κατανόηση του θέματος. Παρουσιάζονται τα σχέδια της εγκατάστασης καθώς και λεπτομέρειες κατασκευαστικές, απαραίτητες δε για τους εν συνεχεία υπολογισμούς.

Στο δεύτερο κεφάλαιο υπολογίζονται τα θερμικά φορτία της εγκατάστασης, προχωρώντας στον υπολογισμό της θέρμανσης. Στο τρίτο Κεφάλαιο αναπτύσσεται ο υπολογισμός των ψυκτικών κερδών και της γενικότερης ψύξης του χώρου. Επιπρόσθετα στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η μελέτη του αερισμού. Σε όλα τα κεφάλαια και υποκεφάλαια οι υπολογισμοί σκόπιμα και χάριν συντομίας δεν αναγράφονται αναλυτικά αλλά παρουσιάζονται οι πίνακες που υλοποιήθηκαν μέσω των υπολογιστικών φύλλων του πακέτου Microsoft Excel.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	ii
Περίληψη .....	iv
Περιεχόμενα.....	vi
Πίνακες .....	ix
Συμβολισμοί.....	xi
Λατινικοί χαρακτήρες .....	xi
Ελληνικοί χαρακτήρες.....	xiii
1 Εισαγωγή.....	15
1.1 Θεωρία θέρμανσης.....	15
1.1.1 Θερμική άνεση.....	15
1.1.2 Σημασία θερμικής άνεσης .....	15
1.1.3 Δείκτες θερμικής άνεσης .....	15
1.1.4 Παράμετροι θερμικής άνεσης.....	16
1.1.5 Θερμικές ανάγκες του νοσοκομείου.....	19
1.2 Θεωρία κλιματισμού .....	20
1.2.1 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων σχεδιασμού.....	20
1.2.2 Μέθοδοι υπολογισμού ψυκτικών φορτίων.....	21
1.2.3 Συνθήκες σχεδιασμού .....	22
1.3 Θεωρία αερισμού.....	23
1.3.1 Γενικά.....	23
1.3.2 Υπολογισμός παροχής αέρα.....	23
1.3.3 Πίνακες ενδεικτικοί.....	24
1.4 Ιδιωτικό νοσοκομείο.....	26
1.4.1 Γενικά.....	26

1.4.2	Τοποθεσία .....	27
1.4.3	Κατηγορία και ενεργειακές απαιτήσεις κτιρίου .....	29
1.4.4	Συνθήκες σχεδιασμού .....	30
1.4.5	Κατόψεις κτιρίου .....	34
1.4.6	Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κτηρίου .....	39
1.4.7	Εξωτερικός τοίχος .....	40
1.4.8	Παράθυρα .....	42
1.4.9	Πόρτες .....	42
1.4.10	Διαχωριστικοί τοίχοι .....	43
1.4.11	Δάπεδα πιλοτής .....	44
1.4.12	Δάπεδα επί εδάφους .....	45
1.4.13	Δώματα .....	46
1.4.14	Οροφή .....	47
1.4.15	Διπλή θυρίδα .....	48
2	Μελέτη αερισμού .....	49
2.1	Μεθοδολογία υπολογισμού .....	49
2.2	Αερισμός - αποτελέσματα .....	49
2.2.1	Αερισμός ισογείου .....	49
2.3	ΣΤΟΜΙΑ .....	49
2.3.1	Στόμια προαγωγής αέρα .....	50
2.3.2	Στόμια επιστροφής αέρα .....	50
3	Μελέτη θέρμανσης .....	51
3.1	Μεθοδολογία υπολογισμού .....	51
3.1.1	Εισαγωγή .....	51
3.1.2	Δεδομένα .....	53
3.1.3	Υπολογισμός κατά DIN 4701/1977 .....	54
3.1.4	Πίνακες υπολογισμών .....	57
3.2	Θερμικά φορτία - αποτελέσματα .....	61
3.2.1	Θερμικά φορτία ισογείου .....	61
3.2.2	Θερμικά φορτία Α' ορόφου .....	63
4	Μελέτη ψύξης .....	64
4.1	Μεθοδολογία υπολογισμού .....	64
4.1.1	Υπολογισμός στοιχείων κτιρίου .....	64
4.1.2	Ψυκτικά φορτία μέσω τοιχοποιίας και οροφής .....	65
4.1.3	Ψυκτικά φορτία μέσω ανοιγμάτων .....	66

4.1.4	Ψυκτικά φορτία από εσωτερικά θερμικά κέρδη.....	70
4.1.5	Ψυκτικά φορτία λόγω ανανέωσης του αέρα.....	71
4.2	Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων.....	73
4.3	Ψυκτικά φορτία - αποτελέσματα .....	73
4.3.1	Ψυκτικά φορτία ισογείου .....	74
4.3.2	Ψυκτικά φορτία Α' ορόφου .....	76
5.	Συστήματα κλιματισμού .....	78
5.1	Μεθοδολογία επιλογή συσκευών κλιματισμού .....	78
6.	Συμπεράσματα .....	80
7.	Βιβλιογραφία .....	81



## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1-1 Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα (TOTEE 2425/86).....	17
Πίνακας 1-2 Εύρος θερμοκρασίας – σχετικής υγρασίας για θερμική άνεση (ASHRAE Standard 55-2004) .....	17
Πίνακας 1-3 Πηγές και κατηγορίες θερμικών κερδών .....	20
Πίνακας 1-4 Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι (TOTEE 2425/86) .....	23
Πίνακας 1-5 Ενδεικνυόμενες τιμές αερισμού χώρων TOTEE 2423/86 .....	25
Πίνακας 1-6 Απαιτήσεις αερισμού σε διάφορους χώρους .....	26
Πίνακας 1-7 Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017) .....	28
Πίνακας 1-8 Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους .....	29
Πίνακας 1-9 Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση.....	30
Πίνακας 1-10 Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων (ΕΛΟΤ EN 15251:2007) .....	31
Πίνακας 1-11 Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) .....	32
Πίνακας 1-12 Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτηρίου .....	33
Πίνακας 1-13 Περιγραφές και κατασκευαστικά στοιχεία για διαφορετικούς τύπους οροφής.....	47
Πίνακας 3-1 Εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού $\theta_e$ [ °C] και μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία $\theta_{m,e}$ [ °C] σε 30 ελληνικές πόλεις .....	53
Πίνακας 3-2 Πίνακας υπολογισμού θερμικών απωλειών χώρων κτηρίου κατά DIN 4701/1977 .....	54

Πίνακας 3-3 Προσαυξήσεις $Z_H$ (%) των θερμικών απωλειών του χώρου, λόγω προσανατολισμού .....	55
Πίνακας 3-4 Προσαυξήσεις $Z_D$ (%) των θερμικών απωλειών χώρου, λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας. ....	56
Πίνακας 3-5 Ενδεικτικές τιμές για προσεγγιστικό υπολογισμό των απωλειών αερισμού στην Ελλάδα .....	57
Πίνακας 3-6 Συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα - Εξωτερικές θερμοκρασίες.....	58
Πίνακας 3-7 Μέση ελάχιστη θερμοκρασία Ελληνικών πόλεων.....	59
Πίνακας 3-8 Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους σύμφωνα με ΤΟΤΕΕ 2425/86.....	60
Πίνακας 3-9 Προσαυξήσεις $Z_H$ των θερμικών απωλειών χώρου, λόγω προσανατολισμού .....	60
Πίνακας 3-10 Προσαυξήσεις $Z_D$ των θερμικών απωλειών χώρου, λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας.....	60
Πίνακας 4-1 Τιμές CLTD για Τοιχοποιία Α, ανά ώρα εικοσιτετραώρου.....	65
Πίνακας 4-2 Τιμές CLTD για διαφορετικούς τύπους οροφής, με ψευδοροφή, ανά ώρα εικοσιτετραώρου .....	66
Πίνακας 4-3 Τιμές CLTD για τον υπολογισμό θερμικών κερδών αγωγιμότητας μέσω υαλοπινάκων .....	67
Πίνακας 4-4 Μέγιστοι συντελεστές ηλιακών κερδών SHGF για μη σκιασμένους υαλοπίνακες σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη ( $W/m^2$ ) .....	68
Πίνακας 4-5 Μέγιστοι συντελεστές ηλιακών κερδών SHGF για εξωτερικά σκιασμένους υαλοπίνακες σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη 0 - 24° ( $W/m^2$ ).....	69
Πίνακας 4-6 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες χωρίς εσωτερική σκίαση.....	69
Πίνακας 4-7 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες με εσωτερική σκίαση	70
Πίνακας 4-8 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων (CLF) από ένοικους συναρτήσει των ωρών παραμονής εντός του χώρου .....	70
Πίνακας 4-9 Αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη σε $W$ ενοίκων ανάλογα με τη θερμοκρασία εσωτερικού χώρου και το βαθμό .....	71

# ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

## ΛΑΤΙΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

$A_{ορ}$	Εμβαδόν της επιφάνειας της εξωτερικής οροφής [ $m^2$ ]
$c_p$	Η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα, ίση με $1.005 \frac{kJ}{kg} * K$
$CLF_t$	Ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου (Cooling Load Factor) που μετατρέπει το θερμικό ηλιακό κέρδος σε ψυκτικό φορτίο για μια συγκεκριμένη ώρα. Μετατρέπει το θερμικό κέρδος από ακτινοβολία σε ψυκτικό φορτίο. Η τιμή του εξαρτάται από τις συνολικές ώρες παρουσίας των ανθρώπων στο χώρο και από το πόσες ώρες έχουν περάσει από την είσοδο των ανθρώπων στον κλιματιζόμενο χώρο.
$CLTD$	Η διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου (η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ περιβάλλοντος και εσωτερικού χώρου)
$CLTD_{corr}$	Η διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου (Corrected Cooling Load Temperature Difference) [ $K$ ή $^{\circ}C$ ]
$D$	Μέση θερμοπερατότητα ενός χώρου [ $W/m^2K$ ]
$F$	Εμβαδόν όλων των επιφανειών που περιορίζουν τον χώρο [ $m^2$ ]
$F_v$	Τελικό εμβαδό χώρου [ $m^2$ ]
$h_{fg}$	Η ειδική ενθαλπία των υδρατμών του αέρα, για το επίπεδο της θάλασσας περίπου ίση με $2460 kJ/kg$
$k (U)$	Συντελεστής θερμοπερατότητας
$K_{ορ}$	Συντελεστής θερμοπερατότητας της εξωτερικής οροφής [ $\frac{W}{m^2K}$ ]
$l_{ολ}$	Συνολικό μήκος χαραμάδων, των εξωτερικών ανοιγμάτων του υπό εξέταση χώρου [ $m$ ]
$LatHG$	Το λανθάνον φορτίο κάθε ατόμου, που εξαρτάται από τη θερμοκρασία του χώρου και από την εργασία που εκτελεί το άτομο, καθώς και από τη σχετική υγρασία του χώρου

$MPV$	Δείκτης μέσης προβλεπόμενης ψήφου
$NP$	Ο αριθμός των ανθρώπων που βρίσκεται στο χώρο
$PPD$	Δείκτης προβλεπόμενου ποσοστού δυσαρέσκειας
$Q_h$	Σύνολο θερμικών απωλειών (αγωγιμότητας και αερισμού) [ $kW$ ]
$Q_L$	Η θερμική ισχύς των απωλειών λόγω αερισμού [ $kW$ ]
$Q_o$	Θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας, χωρίς προσαυξήσεις [ $kW$ ]
$Q_T$	Η θερμική ισχύς των απωλειών λόγω αγωγιμότητας [ $kW$ ]
$\dot{Q}_{c,cond}$	Το ψυκτικό φορτίο από το περιβάλλον προς τον χώρο μέσω των δομικών στοιχείων του κτηρίου με αγωγή [ $kW$ ]
$\dot{Q}_{c,cond,t}$	Το ψυκτικό φορτίο από το περιβάλλον προς τον χώρο μέσω των δομικών στοιχείων του κτηρίου με αγωγή για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή/περίοδο $t$ [ $kW$ ]
$\dot{Q}_{rad}$	Το ψυκτικό φορτίο από το περιβάλλον προς τον χώρο μέσω των δομικών στοιχείων του κτηρίου με ακτινοβολία [ $kW$ ]
$\dot{Q}_{max}$	Μέγιστο ημερήσιο θερμικό κέρδος [ $kW$ ]
$\dot{Q}_{rad,t}$	Το ψυκτικό φορτίο από το περιβάλλον προς τον χώρο μέσω των δομικών στοιχείων του κτηρίου με ακτινοβολία για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή/περίοδο $t$ [ $kW$ ]
$\dot{Q}_{sol}$	Το στιγμιαίο ηλιακό κέρδος [ $kW$ ]
$SC$	Ο συντελεστής σκίασης του παραθύρου (χαρακτηριστικό μέγεθος του παραθύρου και εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και από το είδος της εσωτερικής σκίασης)
$SenHG$	Το αισθητό φορτίο κάθε ατόμου, που εξαρτάται από τη θερμοκρασία του χώρου και από την εργασία που εκτελεί το άτομο
$SHGF$	το μέγιστο θερμικό ηλιακό κέρδος (Solar Heat Gain Factor) [ $W/m^2$ ]. (Δίνεται σε πίνακες σε συνάρτηση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής του κτιρίου, το μήνα υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου καθώς και τον προσανατολισμό του παραθύρου.)

$SHGF_{max}$	Μέγιστος συντελεστής ηλιακών κερδών
$TD$	Η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στον κλιματιζόμενο χώρο και τον γειτονικό μη κλιματιζόμενο χώρο [ $K$ ή $^{\circ}C$ ]
$V_a$	Ποσότητα φρέσκου αέρα που εισέρχεται στον κλιματιζόμενο χώρο [ $m^3$ ή $l$ ]
$\dot{V}_s$	Η παροχή όγκου του ρεύματος αέρα [ $\frac{lt}{s}$ ]
$Z_D$	Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού [%]
$Z_H$	η προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας της κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης [%]
$Z_Y$	η προσαύξηση λόγω του ύψους που βρίσκεται ο χώρος [%]
$Z$	Το σύνολο των προσαυξήσεων

## ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

$\Delta$	Δάπεδο
$\Delta w$	Η διαφορά της ειδικής υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου ρεύματος αέρα και κλιματιζόμενου χώρου [ $\frac{kg}{kg_{da}}$ ]
$\theta_{αέρα}$	Θερμοκρασία αέρα [ $K$ ή $^{\circ}C$ ]
$\theta_{επιφανειών}$	Θερμοκρασία επιφανειών [ $K$ ή $^{\circ}C$ ]
$\theta_i$	Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού χώρου [ $K$ ή $^{\circ}C$ ]
$\theta_e$	Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού [ $K$ ή $^{\circ}C$ ]
$\theta_{me}$	Μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία [ $K$ ή $^{\circ}C$ ]
$\theta_o$	Θερμοκρασία αέρα εξωτερικά του τοιχώματος
$\Delta\theta$	Διαφορά θερμοκρασίας (μεταξύ των δύο πλευρών - εσωτερική, εξωτερική - του τοιχώματος [ $K$ ή $^{\circ}C$ ]
$\theta_{εξ}$	Θύρα εξωτερική

$\theta_{\varepsilon\sigma}$	Θύρα εσωτερική
$O$	Οροφή
$\Pi$	Παράθυρο
$\rho_{da}$	Πυκνότητα ξηρού αέρα ίση με $1.225 \text{ kg/m}^3$
$\Sigma$	Στέγη
$T_{\varepsilon\xi}$	Τοίχος εξωτερικός
$T_{\varepsilon\sigma}$	Τοίχος εσωτερικός

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΘΕΩΡΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### 1.1.1 Θερμική άνεση

Ως θερμική άνεση ορίζεται “η κατάσταση εκείνη του μυαλού που εκφράζει ικανοποίηση με το θερμικό περιβάλλον” (ASHRAE). Η διατήρηση της θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια που ζουν και εργάζονται άνθρωποι είναι ένας από τους πρωταρχικούς σκοπούς των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού.

Ο μεγάλος αριθμός αυτών των παραγόντων και η αλληλεπίδρασή τους κάνουν σχεδόν αδύνατο τον καθορισμό ενός θερμικού περιβάλλοντος που να προσφέρει τη μέγιστη θερμική άνεση σε όλους τους ανθρώπους σε ένα χώρο εργασίας. Γι αυτό έχει γίνει αποδεκτό ότι ένα θερμικό περιβάλλον εξασφαλίζει θερμική άνεση όταν ικανοποιεί το 80% των ατόμων που ζουν ή εργάζονται σε αυτό. Σύμφωνα με το DIN 1946, η θερμική άνεση επιτυγχάνεται όταν είμαστε ευχαριστημένοι με τη θερμοκρασία, την υγρασία και την ταχύτητα του αέρα που μας περιβάλλει, και δεν επιθυμούμε ούτε περισσότερη ή λιγότερη ζέστη ούτε πιο υγρό ή ξηρό αέρα.

### 1.1.2 Σημασία θερμικής άνεσης

Η θερμική άνεση στους χώρους εργασίας σχετίζεται με την απόδοση και την παραγωγικότητα των εργαζομένων. Εάν το περιβάλλον εργασίας δεν είναι άνετο και υγιεινό, αυξάνονται τα παράπονα, αποσπάται η προσοχή των εργαζομένων, μειώνεται η απόδοσή τους και σε πολλές περιπτώσεις εμφανίζονται συμπτώματα όπως πονοκέφαλος, κόπωση, αλλεργίες, εργασιακό στρες κ.ά. που σχετίζονται με το “σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου”. Όπως γίνεται κατανοητό η θερμική άνεση αποτελεί το εφελκυστικό για τη σχεδίαση κάθε νοσοκομειακής μονάδας.

### 1.1.3 Δείκτες θερμικής άνεσης

Το πιο συνηθισμένο μέγεθος αναφοράς στη θερμική άνεση είναι η θερμοκρασία του αέρα, διότι μετράται εύκολα και οι περισσότεροι άνθρωποι μπορούν να την καταλάβουν. Η θερμοκρασία του αέρα όμως ως μοναδικός δείκτης για τη θερμική άνεση δεν είναι ούτε ακριβής ούτε αξιόπιστη, αλλά πρέπει να συνδυάζεται και με άλλους παράγοντες τόσο περιβαλλοντικούς όσο και προσωπικούς. Ένας πιο

αντιπροσωπευτικός δείκτης είναι η “λειτουργική” ή “αισθητή” θερμοκρασία (operative temperature), η οποία ορίζεται ως η μέση τιμή της θερμοκρασίας του αέρα ( $\theta_{αέρα}$ ) και των θερμοκρασιών των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο ( $\theta_{επιφανειών}$ ).

Η “αισθητή” θερμοκρασία είναι η εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού  $\theta_{int}$ , που χρησιμοποιείται στο πρότυπο EN 12831 για τον υπολογισμό θερμικών φορτίων σε κτίρια.

Τα σύγχρονα πρότυπα θερμικής άνεσης (EN ISO 7730:2006 και ASHRAE 55-2004) προτείνουν δύο δείκτες, οι οποίοι υπολογίζονται με απλές μαθηματικές σχέσεις, συνδυάζουν όλες τις παραμέτρους που επηρεάζουν τη θερμική άνεση και εκφράζουν έμμεσα το ποσοστό των ατόμων που αισθάνονται θερμικά άνετα σε ένα χώρο. Συγκεκριμένα, οι δείκτες αυτοί είναι ο δείκτης μέσης προβλεπόμενης ψήφου MPV (Predicted Mean Vote) και ο δείκτης προβλεπόμενου ποσοστού δυσαρέσκειας PPD (Predicted Percent of Dissatisfied People).

Ο δείκτης PMV ορίζεται ως η μέση τιμή εκτίμησης της θερμικής άνεσης των ατόμων που βρίσκονται σε ένα χώρο με δεδομένες συνθήκες. Δίνεται σε επταβάθμια κλίμακα από -3 (αίσθηση ψυχρού) έως +3 (αίσθηση θερμού) και: μηδενική τιμή = θερμική άνεση.

Ο δείκτης PPD είναι το ποσοστό των ατόμων που αισθάνονται θερμικά άνετα σε ένα χώρο, σε σχέση με το συνολικό αριθμό των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο.

#### 1.1.4 Παράμετροι θερμικής άνεσης

Οι παράμετροι που επηρεάζουν γενικά τη θερμική άνεση, και οι οποίες ενώ είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους συνολικά συμβάλλουν στη διαμόρφωση ενός “ανθρώπινου θερμικά περιβάλλοντος” στο χώρο εργασίας, είναι:

- Περιβαλλοντικοί
- Θερμοκρασία του αέρα. Είναι η θερμοκρασία του αέρα που περιβάλλει το ανθρώπινο σώμα και συνήθως είναι ο καθοριστικός παράγοντας θερμικής άνεσης. Η θερμοκρασία αυτή αναφέρεται στη βιβλιογραφία και ως “θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου ή ξηρού βολβού” (Dry Bulb temperature, DB)
- Θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών. Η θερμοκρασία που γίνεται αισθητή σε ένα χώρο εξαρτάται από τη θερμοκρασία του αέρα και από τις θερμοκρασίες της επιφάνειας των τοίχων, των παραθύρων, του δαπέδου και της οροφής. Αυτό συμβαίνει διότι η επιφανειακή θερμοκρασία αυτών των δομικών στοιχείων καθορίζει σε σημαντικό βαθμό την αποβολή θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα.
- Υγρασία του αέρα. Η υγρασία του αέρα εκφράζεται είτε από τη σχετική υγρασία είτε από το σημείο δρόσου ή από τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου. Θερμοκρασία “υγρού θερμομέτρου ή υγρού βολβού”. Βάσει



του ΤΟΤΕΕ 2425/86 οι συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους σε νοσοκομειακές μονάδες είναι: Θερμοκρασία 24°C και Υγρασία: 30-50%. Αξίζει να σημειωθεί ότι όσο πιο χαμηλά διατηρείται η σχετική υγρασία το καλοκαίρι και όσο πιο υψηλά το χειμώνα τόσο περισσότερη ενέργεια καταναλώνεται από τα συστήματα κλιματισμού για αφύγρανση και ύγρανση του αέρα αντίστοιχα.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
Κατοικίες	22	30 ÷ 50
Κτίρια γραφείων	21 ÷ 23	30 ÷ 35
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	20 ÷ 22	40 ÷ 50
Νοσοκομεία	24	30
Εσπιατόρια και Κέντρα διασκεδάσεως	21 ÷ 23	30 ÷ 40

Πίνακας 1-1 Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα (ΤΟΤΕΕ 2425/86)

ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ – ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ (ASHRAE Standard 55-2004)	
ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ [°C]
Καλοκαίρι (ενδυμασία 0.5 clo)	
Σχετική υγρασία 30%	24.5 ÷ 28
Σχετική υγρασία 60%	23 ÷ 25.5
Χειμώνας (ενδυμασία 1 clo)	
Σχετική υγρασία 30%	20.5 ÷ 25.5
Σχετική υγρασία 60%	20 ÷ 24

Πίνακας 1-2 Εύρος θερμοκρασίας – σχετικής υγρασίας για θερμική άνεση (ASHRAE Standard 55-2004)

- Ταχύτητα του αέρα. Η ταχύτητα του αέρα είναι ένας σημαντικός παράγοντας θερμικής άνεσης γιατί σε κλειστούς χώρους ο άνθρωπος είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στην κίνηση του αέρα. Γενικά η επιτρεπτή ταχύτητα του αέρα για θερμοκρασίες 20 – 27°C και για καθιστική εργασία είναι περίπου 0.15 έως 0.25 m/s.
- Προσωπικοί
- Ενδυμασία
- Ρυθμός μεταβολισμού. Ο ρυθμός μεταβολισμού είναι ένας δείκτης της θερμότητας που παράγεται στο ανθρώπινο σώμα και που αντίστοιχα αποβάλλεται, ανάλογα με τη φυσική δραστηριότητα. Όσο πιο έντονη είναι η δραστηριότητα τόσο περισσότερη θερμότητα παράγεται και αντίστοιχα

τόσο περισσότερη πρέπει να αποβληθεί, για να αποκατασταθεί η θερμική ισορροπία.

### 1.1.5 Θερμικές ανάγκες του νοσοκομείου

Οι θερμικές ανάγκες του νοσοκομείου είναι το ποσό θερμότητας που πρέπει να ληφθεί ως βάση για τον σχεδιασμό της εγκατάστασης θέρμανσης. Ουσιαστικά είναι το ποσόν της θερμότητας που πρέπει δοθεί, ώστε σε κάθε χώρο της μονάδας να επικρατεί η θερμοκρασία που έχει επιλεγεί και να πληρούνται οι συνθήκες ευεξίας, όταν στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν οι συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα.

Οι θερμικές ανάγκες είναι ιδιότητα του χώρου και είναι ανεξάρτητες από το σύστημα θέρμανσης που θα εγκατασταθεί. Εξαρτώνται από το μέγεθος του χώρου, τον τρόπο κατασκευής των τοίχων, το μέγεθος και το υλικό κατασκευής των ανοιγμάτων από τον αερισμό και από άλλους παράγοντες.

Ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών γίνεται για κάθε χώρο του κτιρίου ξεχωριστά, για να μπορεί να προσδιορισθεί το μέγεθος των θερμαντικών σωμάτων του κάθε χώρου. Το σύνολο των θερμικών αναγκών του κτιρίου προκύπτει από το άθροισμα των θερμικών αναγκών όλων των χώρων που θερμαίνονται.

Οι πραγματικές θερμικές απώλειες είναι μικρότερες από το ποσό θερμότητας που μπορεί να δώσει η εγκατάσταση θέρμανσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο σχεδιασμός της εγκατάστασης γίνεται έτσι ώστε να καλύπτει τις θερμικές απώλειες του κτιρίου ακόμη και στις ελάχιστες πιθανές τιμές της εξωτερικής θερμοκρασίας (εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού της περιοχής). Οι θερμικές ανάγκες του νοσοκομείου, λοιπόν, αποτελούν συγχρόνως και τις μέγιστες θερμικές απώλειες.

Η μεθοδολογία του υπολογισμού των θερμικών αναγκών βασίζεται στους νόμους της μετάδοσης θερμότητας. Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών γίνεται για μόνιμη κατάσταση θέρμανσης, δηλαδή παραδεχόμεστε ότι όλα τα μεγέθη που υπεισέρχονται στους υπολογισμούς παραμένουν σταθερά με το χρόνο.

Γενικά οι συνολικές θερμικές απώλειες ενός χώρου οφείλονται στις θερμικές απώλειες μεταφοράς και στις θερμικές απώλειες αερισμού.

Οι θερμικές απώλειες μεταφοράς πρέπει να υπολογίζονται ξεχωριστά για κάθε δομικό στοιχείο, όταν υπάρχει διαφορετικός συντελεστής θερμοπερατότητας ή διαφορετική διαφορά θερμοκρασίας.

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών αερισμού γίνεται με βάση ένα απλοποιημένο προσομοίωμα καθορισμού των ποσοτήτων αέρα που εισέρχονται από τους αρμούς των ανοιγμάτων του χώρου. Ο υπολογισμός παίρνει υπόψη τον τύπο του κτιρίου, το βαθμό προστασίας του στην ανεμόπτωση, το ύψος καθώς και τη στεγανότητα των ανοιγμάτων (θυρών, παραθύρων).

Όταν ο αερισμός είναι εξαναγκασμένος (μηχανικός αερισμός-εξαερισμός με τη βοήθεια ανεμιστήρων), λαμβάνεται υπόψη το επιπλέον ποσό αέρα που εισέρχεται στο χώρο.

Οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών με τη βοήθεια του κανονισμού (κανονικές θερμικές ανάγκες) εξασφαλίζουν μια επαρκή εγκατάσταση θέρμανσης, επειδή λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες, οι ταχύτητες των πιο συχνών ανέμων κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η θερμοχωρητικότητα του κτιρίου, η στεγανότητα των παραθύρων κλπ. Προφανώς κατά την κατασκευή του κτιρίου θα πρέπει να δίνεται προσοχή, ώστε να εξασφαλίζονται οι τιμές των μεγεθών που λήφθηκαν υπόψη στους υπολογισμούς.

## 1.2 ΘΕΩΡΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

### 1.2.1 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων σχεδιασμού

Ένα σύστημα κλιματισμού το οποίο είναι σχεδιασμένο να εξυπηρετεί πολλές ζώνες με ανεξάρτητο έλεγχο θερμοκρασίας σε κάθε μία ζώνη, απαιτεί μία ψυκτική ισχύ όχι ίση με το άθροισμα των μέγιστων ψυκτικών φορτίων των ζωνών του κτιρίου αλλά ίση με το μέγιστο ψυκτικό φορτίο του κτιρίου σε μία συγκεκριμένη ώρα της ημέρας. Βέβαια το σύστημα πρέπει να έχει την ικανότητα να αντιμετωπίσει το μέγιστο φορτίο κάθε ζώνης την ώρα που εμφανίζεται, γι' αυτό και ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων πρέπει να γίνεται για κάθε χώρο ενός κτιρίου ξεχωριστά.

Στον σχεδιασμό ενός συστήματος κλιματισμού διακρίνονται τέσσερις ανεξάρτητες ροές θερμότητας, οι οποίες μεταβάλλονται με το χρόνο. Οι ροές αυτές είναι το θερμικό κέρδος του χώρου, το ψυκτικό φορτίο του χώρου, ο ρυθμός αφαίρεσης της θερμότητας από το χώρο και η ψυκτική ισχύς της κλιματιστικής συσκευής.

- Το θερμικό κέρδος του χώρου. Το στιγμιαίο θερμικό κέρδος ενός χώρου είναι ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα εισέρχεται ή παράγεται σε ένα χώρο σε μία δεδομένη χρονική στιγμή. Το θερμικό κέρδος εισέρχεται ή παράγεται στο χώρο με διάφορους τρόπους και διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Το αισθητό θερμικό κέρδος εισέρχεται απευθείας στο χώρο με αγωγιμότητα, συναγωγή ή ακτινοβολία. Λανθάνον θερμικό κέρδος δημιουργείται όταν προστίθενται στο χώρο υδρατμοί (π.χ. από την αποβολή υδρατμών από τους ανθρώπους ή τις συσκευές). Για να διατηρηθεί το περιεχόμενο σε υγρασία ενός χώρου πρέπει ένα ποσό των υδρατμών να υγροποιείται από την συσκευή ψύξης του χώρου, και μάλιστα σε ρυθμό ίδιο με τον ρυθμό με τον οποίο παράγεται. Η ενέργεια η οποία απαιτείται για να αντισταθμίσει το λανθάνον θερμικό κέρδος είναι πρακτικά ίση με τον ρυθμό συμπύκνωσης επί την λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης. Για την εκλογή μιας συσκευής ψύξης είναι απαραίτητο να γίνεται διάκριση ανάμεσα στο αισθητό και στο λανθάνον θερμικό φορτίο. Κάθε συσκευή έχει μια μέγιστη ικανότητα αφαίρεσης αισθητού φορτίου και αντίστοιχα μία μέγιστη ικανότητα αφαίρεσης λανθάνοντος φορτίου για συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας.

Πηγή θερμικού κέρδους	Κατηγορία	Είδος
Αγωγιμότητα από εξωτερικά τοιχώματα	Εξωτερικά	Αισθητά
Αγωγιμότητα από εσωτερικά τοιχώματα	Εξωτερικά	Αισθητά
Ηλιακή ακτινοβολία μέσω τζαμιών	Εξωτερικά	Αισθητά
Φωτισμός	Εσωτερικά	Αισθητά
Άτομα	Εσωτερικά	Αισθητά και λανθάνοντα
Συσκευές & εξοπλισμός	Εσωτερικά	Αισθητά ή / και λανθάνοντα
Ηλεκτροκινητήρες	Εσωτερικά	Αισθητά
Εισαγωγή εξωτερικού αέρα	Εξωτερικά	Αισθητά και λανθάνοντα

Πίνακας 1-3 Πηγές και κατηγορίες θερμικών κερδών

- Το ψυκτικό φορτίο του χώρου. Το ψυκτικό φορτίο ενός χώρου είναι ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα πρέπει να αφαιρεθεί από τον χώρο, για να διατηρηθεί σταθερή η θερμοκρασία του. Το άθροισμα όλων των στιγμιαίων θερμικών κερδών σε ένα χώρο δεν είναι απαραίτητα ίσο με το ψυκτικό φορτίο του χώρου, για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Αυτό συμβαίνει γιατί η θερμότητα η οποία προστίθεται στο χώρο με την μορφή θερμικής ακτινοβολίας δεν μετατρέπεται αμέσως σε ψυκτικό φορτίο. Η ακτινοβολία πρέπει πρώτα να απορροφηθεί από τις επιφάνειες οι οποίες περιβάλλουν το χώρο (τοίχους, δάπεδα, οροφές) και από τα αντικείμενα του χώρου. Από τη στιγμή κατά την οποία οι επιφάνειες αυτές ή τα αντικείμενα αυτά γίνουν θερμότερα από τη θερμοκρασία του χώρου, ένα μέρος της θερμότητας μεταφέρεται με συναγωγή στον αέρα του χώρου. Η θερμοχωρητικότητα των υλικών που περιβάλλουν το χώρο ή περιέχονται σε αυτόν καθορίζει το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα υπό μορφή ακτινοβολίας θα απορροφηθεί και στη συνέχεια θα αποδοθεί υπό μορφή ψυκτικού φορτίου (εικόνα 1). Το φαινόμενο αυτό της θερμικής αποθήκευσης είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη διάκριση ανάμεσα στο στιγμιαίο θερμικό κέρδος και στο ψυκτικό φορτίο ενός χώρου για μια δεδομένη χρονική στιγμή. Η πρόβλεψη της φύσης και του εύρους αυτού του φαινομένου για τον ακριβή υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων ενός κτιρίου είναι στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των μηχανικών, οι οποίοι σχεδιάζουν και υπολογίζουν εγκαταστάσεις κλιματισμού.
- Ο ρυθμός αφαίρεσης της θερμότητας από το χώρο. Ο ρυθμός με τον οποίο αφαιρείται η θερμότητα από ένα χώρο είναι ίσος με το ψυκτικό φορτίο του χώρου μόνον όταν η θερμοκρασία του χώρου διατηρείται σταθερή. Σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας η ψυκτική συσκευή λειτουργεί περιοδικά και το σύστημα ελέγχου συνήθως επιτρέπει μια μικρή διακύμανση της θερμοκρασίας του χώρου.
- Η ψυκτική ισχύς της κλιματιστικής συσκευής. Ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα απάγεται από το ψυκτικό στοιχείο της συσκευής η οποία κλιματίζει έναν ή περισσότερους χώρους είναι ίσος με το άθροισμα όλων των στιγμιαίων ψυκτικών φορτίων των συγκεκριμένων χώρων (ή με το ρυθμό αφαίρεσης της θερμότητας από τους χώρους εφόσον η θερμοκρασία παραμένει σταθερή) συν όλα τα εξωτερικά φορτία. Τα εξωτερικά φορτία περιλαμβάνουν συνήθως την θερμότητα και τους υδρατμούς, οι οποίοι εισέρχονται στο χώρο με τον εξωτερικό αέρα αερισμού.

### 1.2.2 Μέθοδοι υπολογισμού ψυκτικών φορτίων

Οι μέθοδοι, οι οποίες χρησιμοποιούνται συνήθως για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων σχεδιασμού έχουν κατά κανόνα ως κύριο στόχο τους τον εντοπισμό των μέγιστων φορτίων για την διαστασιολόγηση των μηχανημάτων ψύξης. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια λαμβάνονται υπόψη συνήθως οι ακραίες συνθήκες λειτουργίας στις οποίες πρέπει να ανταποκριθούν οι συσκευές που πρόκειται να επιλεγούν, ώστε να ικανοποιήσουν μέσα σε ορισμένα όρια ανοχών τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσης.

Από τις υπάρχουσες μεθόδους υπολογισμού ψυκτικών φορτίων, εκείνες που χρησιμοποιούνται περισσότερο στην Ελλάδα είναι η μέθοδος CARRIER, η μέθοδος VDI 2078 και η μέθοδος της ASHRAE. Η μέθοδος CARRIER, είναι ένας ασφαλής τρόπος υπολογισμού των ψυκτικών απαιτήσεων των χώρων και διαστασιολόγησης των κεντρικών μηχανημάτων, η ταύτισή της όμως με την ομώνυμη εταιρεία, της έχει στερήσει την δυνατότητα ανεξάρτητης εξέλιξης και προσαρμογής στις διαφοροποιούμενες με το χρόνο απαιτήσεις. Οι δυνατότητες εφαρμογής της μεθόδου VDI 2078 στον ελληνικό χώρο περιορίζονται από το γεγονός ότι τα εμπειρικά της δεδομένα έχουν προκύψει, όπως είναι φυσικό, από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στη Γερμανία, οι οποίες διαφέρουν σημαντικά από αυτές που επικρατούν στην Ελλάδα. Ο παράγοντας αυτός επηρέασε δυσμενώς την διάδοση της μεθόδου αυτής. Αντίθετα, η μεγάλη ποικιλία κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στις ΗΠΑ και στις οποίες ανταποκρίνεται η μέθοδος υπολογισμού της ASHRAE, καθώς και οι συχνές προσαρμογές της στις εκάστοτε αντιλήψεις της σύγχρονης πρακτικής, την έχουν καταστήσει την κατ' εξοχή παγκοσμίως εφαρμογής μέθοδο. Οι δύο πρώτες παραλλαγές της μεθόδου της ASHRAE παρουσιάσθηκαν στο ASHRAE Handbook of Fundamentals. Οι Rudoy and Duran (1975) εφάρμοσαν τη μέθοδο των συναρτήσεων μεταφοράς σε μία σειρά αντιπροσωπευτικών κατασκευαστικών λύσεων και υπολόγισαν τις ισοδύναμες διαφορές θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου (Cooling Load Temperature Differences, (CLTD)), με αποτέλεσμα το ψυκτικό φορτίο λόγω αγωγιμότητας μέσα από ηλιαζόμενους τοίχους και οροφές και μέσα από παράθυρα να γίνεται άμεσα και με ένα μόνο χρονικό βήμα. Επίσης υπολόγισαν τους συντελεστές ψυκτικού φορτίου (Cooling Load Factors, (CLF)) για άμεσο υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων μέσα από διαφανείς επιφάνειες και από εσωτερικές πηγές θερμότητας. Η νέα παραλλαγή της μεθόδου, η CLTD/CLF μέθοδος, περιελάμβανε την χρονική υστέρηση στην εμφάνιση του ψυκτικού φορτίου μέσα από εξωτερικούς τοίχους και οροφές καθώς επίσης και τη χρονική υστέρηση στην μετατροπή της θερμότητας από ακτινοβολία σε ψυκτικό φορτίο, ενώ συγχρόνως εισήγαγε απλούς υπολογισμούς. Μετά από νεότερες έρευνες για τον υπολογισμό του θερμικού κέρδους από την ηλιακή ακτινοβολία εισήχθηκε ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου από τον ήλιο (Solar cooling load (SCL) factor), ο οποίος λαμβάνει υπόψη του περισσότερους παραμέτρους και οδηγεί σε ακριβέστερους υπολογισμούς.

Στη παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος CLTD/CLF κατά ASHRAE.

### 1.2.3 Συνθήκες σχεδιασμού

Οι συνθήκες σχεδιασμού θέρους και χειμώνα για την Ελλάδα περιέχονται στο κεφάλαιο 2 της Τεχνικής Οδηγίας του Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010. Η οδηγία περιλαμβάνει στοιχεία από 38 μετεωρολογικούς σταθμούς σε όλη τη χώρα (στον πίνακα 2 δίνονται ενδεικτικά στοιχεία από 12 σταθμούς).

Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι (TOTEE 2425/86)		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
Κατοικίες	25 ÷ 26	40 ÷ 50
Κτίρια γραφείων	25 ÷ 26	40 ÷ 50
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	22	40 ÷ 55
Εσπιατόρια και Κέντρα διασκεδάσεως	23 ÷ 26	50 ÷ 60
Εκπαιδευτικά κτίρια	26	45 ÷ 50
Νοσοκομεία - Αίθουσες	24	45 ÷ 50
Νοσοκομεία -Χειρουργεία	20 ÷ 24	50 ÷ 60
Νοσοκομεία - Αναρρωτήρια	24	50 ÷ 60

Πίνακας 1-4 Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι (TOTEE 2425/86)

## 1.3 ΘΕΩΡΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

### 1.3.1 Γενικά

Σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο είναι απαραίτητο να εισέρχεται μία ποσότητα φρέσκου εξωτερικού αέρα  $V_a$ , η οποία είναι απαραίτητη για την αραίωση των αέριων ρύπων (ελάχιστοι για την περίπτωση του νοσοκομείου, αλλά βάσει του Oxford Handbook of Clinical Medicine (Collier 1985) ο αέρας πρέπει να ανανεώνεται συχνά λόγω μικροοργανισμών και ιώσεων που κυκλοφορούν στο χώρο) και για την παροχή του απαραίτητου οξυγόνου της αναπνοής. Η ποσότητα αυτή εισέρχεται ή με φυσικά μέσα (μέσα από αρμούς, άνοιγμα παραθύρων) ή με μηχανικά μέσα (εξαεριστήρας ή μέσω του συστήματος κλιματισμού). Βάσει των υλικών και μονώσεων που έχουν επιλεγεί για τη συγκεκριμένη κτιριακή κατασκευή ο αερισμός μέσω χαραμάδων, ανοιγμάτων κλπ. θεωρείται μηδενικός, καθώς επίσης τα παράθυρα θα παραμένουν κλειστά, διότι ο εισερχόμενος αέρας θα πρέπει να φιλτράρεται πριν εισέλθει στο χώρο.

Ο φρέσκος εξωτερικός αέρας δεν παραλαμβάνει ψυκτικά φορτία. Ο εξωτερικός αέρας εισέρχεται με τις συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία) του περιβάλλοντος και πρέπει να μετατραπεί σε συνθήκες του κλιματιζόμενου χώρου. Γι' αυτό απαιτεί το ανάλογο ψυκτικό φορτίο που είναι ίσο με τη θερμική ισχύ που αποδίδει στο χώρο.

Ως όγκος κτηρίου για τους υπολογισμούς των διαφόρων παραμέτρων (π.χ. αερισμό) ορίζεται ο μεικτός όγκος.

### 1.3.2 Υπολογισμός παροχής αέρα

Σύμφωνα με τον KENAK ο απαιτούμενος αερισμός για μονάδες υγειονομικού σκοπού είναι:

$$\frac{\text{Άτομα}}{100m^2} = 10$$

$$N_{\omega\pi\acute{o}s\ \acute{\alpha}\epsilon\rho\alpha\varsigma} = 30 \left[ \frac{m^3}{h * \acute{\alpha}\tau\omicron\mu\omicron} \right]$$

$$N_{\omega\pi\acute{o}s\ \acute{\alpha}\epsilon\rho\alpha\varsigma} = 3 \left[ \frac{m^3}{h * m^2} \right]$$

Έχοντας από τα σχέδια και τα δεδομένα τον όγκο του χώρου που θέλουμε να εξαερίσουμε επιλέγουμε τις απαιτούμενες αλλαγές ανά ώρα (ΑΑΩ). Βάσει της βιβλιογραφίας για νοσοκομεία οι απαιτούμενες αλλαγές ανά ώρα είναι 4-6. Πολλαπλασιάζοντας τις αλλαγές επί τον όγκο του χώρου έχουμε την παροχή αέρα που πρέπει να εισάγουμε και να εξαγάγουμε από και προς τον χώρο.

$$ΡΟΗ\ ΑΕΡΑ \left( \frac{m^3}{h} \right) = ΟΓΚΟΣ\ ΧΩΡΟΥ\ (m^3) \times ΑΑΩ$$

Επιλέγεται αυτός ο τρόπος καθότι θεωρείται πιο ασφαλής από τη μέθοδο υπολογισμού βάσει των ατόμων που θα βρίσκονται στο χώρο.

### 1.3.3 Πίνακες ενδεικτικοί

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιοι ενδεικτικοί πίνακες που βοήθησαν στον υπολογισμό:



Είδος Χώρου	Καπνίζοντες	Ανανέωση όγκου αέρα (m <sup>3</sup> /h·άτομο)
Διαμερίσματα συνήθη	Μερικοί	8,5
Διαμερίσματα πολυτελή	Μερικοί	8,5
Κουρέια	Σημαντικός αριθμός	17,0
Μπαρ	Πάρα πολλοί	25,5
Καταστήματα	Κανένας	8,5
Γραφεία διευθυντών	Εκτάκτως πολλοί	25,5
Εργοστάσια	Κανένας	8,5
Νοσοκομεία, χειρουργεία	Κανένας	Ειδικός κλιματισμός
Νοσοκομεία, θάλαμοι ασθενών	Κανένας	25,5
Νοσοκομεία, χώροι προσωπικού	Κανένας	17,0
Δωμάτια ξενοδοχείων	Πάρα πολλοί	25,5
Εργαστήρια	Μερικοί	8,5
Χώροι συγκεντρώσεων	Εκτάκτως πολλοί	25,5
Γραφεία συλλογικά	Μερικοί	8,5
Γραφεία προσωπικά	Κανένας	8,5
Γραφεία προσωπικά	Σημαντικός αριθμός	25,5
Καφέ-μπαρ	Σημαντικός αριθμός	17,0
Εστιατόρια	Σημαντικός αριθμός	17,0
Σχολεία-αίθουσες διδασκαλίας	Κανένας	17,0
Θέατρα	Κανένας	8,5
Τουαλέτες (εξαερισμός)		36 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> δαπέδου

Πίνακας 1-5 Ενδεικνυόμενες τιμές αερισμού χώρων ΤΟΤΕΕ 2423/86

Χ Ω Ρ Ο Σ	ΕΚΤΙΜΟΥΜΕΝΑ ΑΤΟΜΑ ΑΝΑ 100 Μ2 ΕΠΙΦΑ- ΝΕΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ (Μ3/Η)	
		ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΟΣ
<u>ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΕΣ</u>			
Καθιστικά, Υπνοδωμάτια	5	8.5	12-17
Κουζίνες, Μπάνια	-	34	50-85
<u>ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΕΣ</u>			
Καθιστικά, Υπνοδωμάτια	7	8.5	12-17
Κουζίνες, Μπάνια	-	34	50-85
<u>Εκπαιδευτικά Κτίρια</u>			
Αίθουσες	55	17	17-26
Εργαστήρια	32	17	17-26
Αμφιθέατρα	110	17	26-34
Βιβλιοθήκες	22	12	17-21
Γραφεία	10	12	17-26
Γυμναστήρια	75	34	42-51
Εστιατόρια	110	17	26-34
Βοηθητικοί Χώροι	3	8.5	12-17
<u>Νοσοκομεία</u>			
Αίθουσες αναμονής	55	34	42-51
Δωμάτια ασθενών	22	17	26-34
Χειρουργεία	-	34	-
Αίθουσες εξετάσεων	10	50	70-85
Αναρρωτήρια	-	25	-
<u>Γραφεία</u>			
Γενικά	10	25.5	25.5-42.5
Αίθουσες συνδιαλέξεων	65	42.5	51-68
Σχεδιαστήρια	22	12	17-25.5
Αίθουσες αναμονής	32	12	25.5-34
Αίθουσες Η/Υ	22	8.5	12-17
<u>Ξενοδοχεία</u>			
Υπνοδωμάτια	5	12	17-25.5
LIVING ROOMS	22	17	25.5-34
Μπάνια	-	34	51-85

Πίνακας 1-6 Απαιτήσεις αερισμού σε διάφορους χώρους

## 1.4 ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

### 1.4.1 Γενικά

Το ιδιωτικό νοσοκομείο που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη είναι η Μονάδα Χρόνιας Αιμοκάθαρσης ΟΛΥΜΠΙΟΝ που βρίσκεται στην πόλη της Ναυπάκτου. Αποτελεί ένα νεοσύστατο κέντρο αιμοκάθαρσης. Η εγκατάσταση αποτελείται από την αίθουσα υποδοχής, θεραπείας και αναμονής, καθώς και τα γραφεία των ιατρών. Οι παρακάτω φωτογραφίες παρουσιάζουν το εσωτερικό της μονάδας και είναι παρμένες από την ιστοσελίδα της.

Αποτελεί μονώροφο κτίριο με υπόγειο (το οποίο δε θα ληφθεί υπόψιν στους υπολογισμούς) και εδράζεται επί του εδάφους.

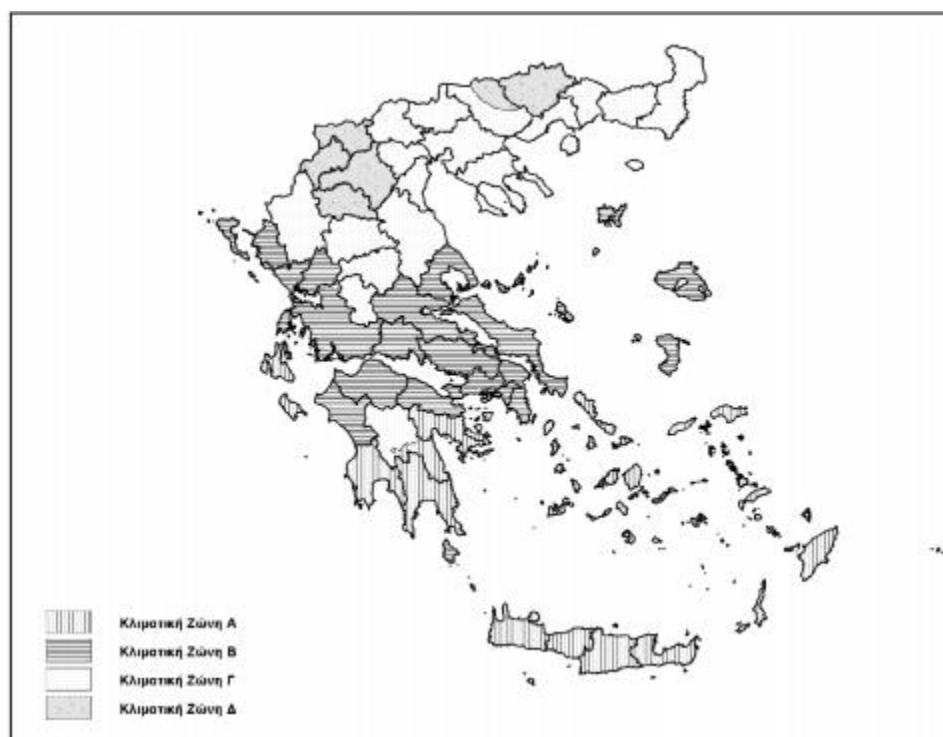


#### 1.4.2 Τοποθεσία

Η μονάδα βρίσκεται στον Κάτω Πλατανίτη Ναυπάκτου με γεωγραφικές συντεταγμένες: 38°21'06.0"N 21°46'24.0"E (38.351658, 21.773343). Ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

Πίνακας 1-7 Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017)



Εικόνα 1.1 Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας

Παράλληλα στο σημείο αυτό ορίζεται και ο προσανατολισμός της κάθε επιφάνειας που θα υπολογισθεί παρακάτω, ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά. Οι γωνίες αζιμουθίου των επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμουθίου [°]	0	90	180	270

Πίνακας 1-8 Γωνίες αζιμουθίου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους

### 1.4.3 Κατηγορία και ενεργειακές απαιτήσεις κτιρίου

Παράλληλα βάσει του τεχνικού εγχειριδίου Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 το κτίριο ανήκει στην κατηγορία «Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας».

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικοτροφείο και κοιτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.

Πίνακας 1-9 Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους

Παράλληλα γίνεται η παραδοχή ότι όλοι οι χώροι του κτιρίου λειτουργούν 12 μήνες το χρόνο, 7 ημέρες την εβδομάδα, 24 ώρες την ημέρα.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Υγείας και κοινωνικής πρόνοια	Νοσοκομείο, κλινική	24	7	12
	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	24	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικά ιατρεία	8	5	12
	Αίθουσες αναμονής	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

Πίνακας 1-10 Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση

Παράλληλα για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων για τη ζώνη Β' η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017). Για τα συστήματα μηχανικού αερισμού, ανεξαρτήτως των περιόδων θέρμανσης και ψύξης ανά κλιματική ζώνη, η περίοδος λειτουργίας τους λαμβάνεται συνεχής για το τυπικό ωράριο λειτουργίας του κτιρίου (24 ώρες).

#### 1.4.4 Συνθήκες σχεδιασμού

Οι συνθήκες σχεδιασμού που αναφέρθηκαν και στις προηγούμενες ενότητες καθορίζονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15251:2007 και δίνονται στον παρακάτω πίνακα

για όλες τις κατηγορίες των κτηρίων. Έτσι προκύπτουν οι τιμές θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων για τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, που λαμβάνονται υπόψιν στους υπολογισμούς.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο (τακτικό)	18	20	35	55
Εξωτερικά ιατρεία	20	26	35	50
Αίθουσες αναμονής	20	26	35	50
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45

Πίνακας 1-11 Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων (ΕΛΟΤ EN 15251:2007)

Παράλληλα, όπως προαναφέρθηκε, για την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής στο χώρο του νοσοκομείου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, αντικατάσταση του εσωτερικού αέρα που εμπεριέχει μικρόβια και μικροοργανισμούς από νωπό αέρα περιβάλλοντος, ο οποίος και θα φιλτράρεται πριν την είσοδό του. Οι απαιτήσεις φρέσκου αέρα καθορίζονται ανάλογα με τη χρήση κτιρίου (νοσοκομείο) και τον πληθυσμό των χρηστών (νοσηλευτικό προσωπικό, ασθενείς και συνοδοί στην αίθουσα αναμονής).

Κριτήρια στην παρούσα μελέτη θα αποτελέσουν η εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής και η ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου του νοσοκομείου, καλύπτοντας τον ελάχιστο απαιτούμενο αερισμό  $[\frac{m^3}{h*\acute{\alpha}\tau\omicron\mu\omicron}]$ , ανάλογα με την πυκνότητα πληθυσμού  $[\frac{\acute{\alpha}\tau\omicron\mu\omicron}{m^2}]$ . Βάσει των προτύπων ΕΛΟΤ EN 15251:2007, ASHRAE 62.1-2010 και της Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86 καθορίζεται ο αριθμός ατόμων ανά  $100 m^2$ , ο απαιτούμενος νωπός αέρας ανά άτομο  $[\frac{m^3}{h*\acute{\alpha}\tau\omicron\mu\omicron}]$  και ο απαιτούμενος νωπός αέρας ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου  $[\frac{m^3}{h*m^2}]$  για υγειονομική χρήση στη θερμική ζώνη Β.

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> ]
Νοσοκομείο, κλινική*	30	35	10,50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	5,50
Χειρουργείο (τακτικό)	20	150	30,00
Εξωτερικά ιατρεία	10	50	5,00
Αίθουσες αναμονής	55	45	24,75
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία*	15	25	3,75

Πίνακας 1-12 Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων)

### Χρήστες κτηρίου ή θερμικής ζώνης

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω κάθε άτομο που κάνει χρήση του χώρου εκλύει θερμότητα υπό μορφή αισθητού (ακτινοβολία σώματος και μεταφορά θερμότητας από το σώμα προς τον αέρα) και λανθάνοντος (μεταφορά θερμότητας και υγρασίας μέσω αναπνοής και εφίδρωσης, αυξανόμενη αναλογικά με τη δραστηριότητα του ατόμου) φορτίου.

Στον παρακάτω πίνακα καθορίζονται οι μέσες τυπικές τιμές έκλυσης θερμότητας ανά άτομο βάσει των προτύπων ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 και ΕΛΟΤ EN 13779:2008.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής παρουσίας



Νοσοκομείο, κλινική	90	27	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	70	15	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	90	0	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	90	9	0,24
Αίθουσες αναμονής	80	44	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	90	14	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	80	12	1,00

Πίνακας 1-13 Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτηρίου

### Εξοπλισμός κτηρίου και ηλεκτροφωτισμός

Οι επόμενες κατηγορίες θερμικών κερδών εσωτερικά του κτιρίου είναι η εκλυόμενη θερμότητα από ηλεκτρικό εξοπλισμό και συσκευές καθώς και ο ηλεκτροφωτισμός, που εξαρτάται από την εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών. Η μεταφορά γίνεται μέσω ακτινοβολίας και μεταφοράς και τα φορτία εισέρχονται στο χώρο υπό μορφή αισθητής θερμότητας.

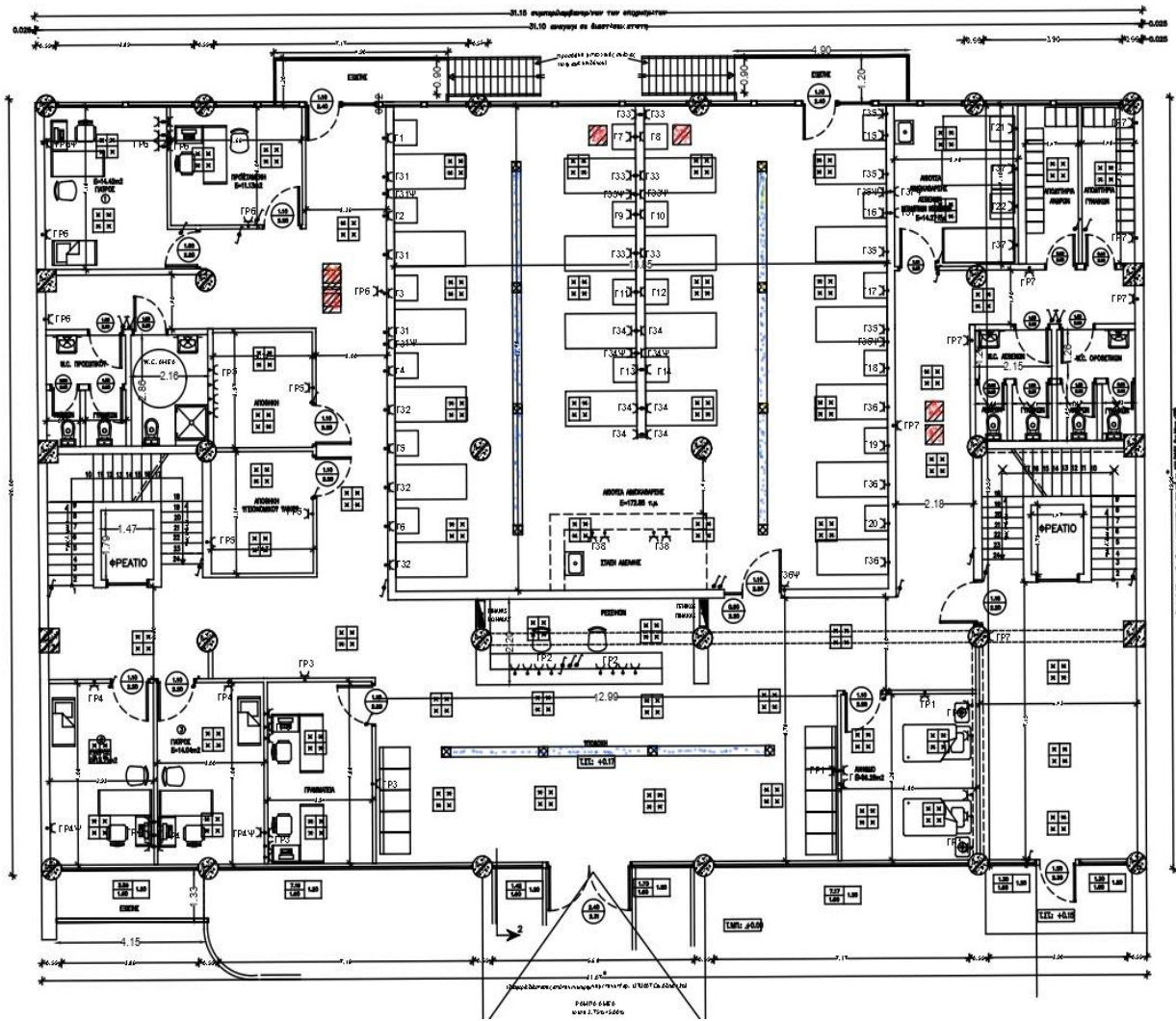
Η εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών/ εξοπλισμού σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Νοσοκομείο, κλινική	15	0,5	7,5	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	8	0,5	4	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	20	0,5	10	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	15	0,5	7,5	0,24
Αίθουσες αναμονής	0	0	0	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	0,5	7,5	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	10	0,5	5	1,00

Πίνακας 1-14 Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού (ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009)

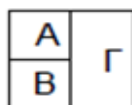
#### 1.4.5 Κατόψεις κτιρίου

Το κτίριο χωρίζεται στο ισόγειο και τον πρώτο όροφο, των οποίων τα σχέδια παρουσιάζονται μέσω print screen (διότι σε εκτυπώσιμη μορφή και για να είναι ευκρινή χρειάζεται να εκτυπωθούν σε φύλλο σχεδίασης DIN A2) από το λογισμικό AutoCAD της εταιρείας Autodesk, όπου για τους λόγους της παρούσας πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκε μέσω φοιτητικής άδειας.

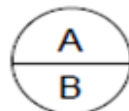


Εικόνα 1.2: Κάτοψη ισογείου

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ



A πλάτος παραθύρου  
B ύψος παραθύρου  
Γ ύψος ποδιάς



A πλάτος πόρτας  
B ύψος πόρτας

Τα ύψη ποδιάς λαμβάνονται από στάθμη μπετόν

Επιφάνεια που προσμετράται στο Σ.Δ.

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ:137/2007) ΠΡΟΣ ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΗΣΗ:  
 $[(31.07+31.10)/2] \times [(20.00+19.90)/2] = 31.09 \times 19.95 = \underline{620.25 \text{ τ.μ.}}$

Ογκος που προσμετράται στο συντελεστή ογκου

ΟΓΚΟΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ (ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ:137/2007) ΠΡΟΣ ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΗΣΗΣ

$620.25 \times 4.45 = 2760.11 \text{ κ.μ}$

ΦΩΤΙΣΜΟΣ:

ΑΙΘΟΥΣΑ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗΣ

$(1.00 \times 2.40) + (1.00 \times 2.60) + (1.14 \times 2.60) + (1.74 \times 2.60) \times 2 + (1.11 \times 2.60) > 10\% \times 13.85 \times 12.48 =$   
 $= 2.40 + 2.60 + 2.96 + 9.05 + 2.89 > 10\% \times 172.85 = \underline{19.90 \text{ τ.μ.}} > 17.29 \text{ μ.}$

ΓΡΑΦΕΙΟ ΓΙΑΤΡΟΥ ①

$1.82 \times 2.60 > 10\% \times 3.45 \times 4.09 = 4.73 > 10\% \times 14.11 = \underline{4.73 \text{ τ.μ.}} > 1.41 \text{ τ.μ.}$

ΓΡΑΦΕΙΟ ΓΙΑΤΡΟΥ ②

$2.62 \times 1.60 > 10\% \times 2.93 \times 4.68 = 4.19 > 10\% \times 13.71 = \underline{4.19 \text{ τ.μ.}} > 1.37 \text{ τ.μ.}$

ΓΡΑΦΕΙΟ ΓΙΑΤΡΟΥ ③

$1.31 \times 1.60 > 10\% \times 3.00 \times 4.68 = 2.10 > 10\% \times 14.04 = \underline{2.10 \text{ τ.μ.}} > 1.40 \text{ τ.μ.}$

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ

$(2.94 \times 1.60) > 10\% \times (2.94 \times 4.68) = \underline{3.23 \text{ τ.μ.}} > 1.38 \text{ τ.μ.}$

ΥΠΟΔΟΧΗ

$(2.71 \times 1.60) + (1.43 \times 1.60) + (3.50 \times 1.60) > 10\% \times (12.99 \times 6.84) = \underline{12.22 \text{ τ.μ.}} > 8.89 \text{ τ.μ.}$

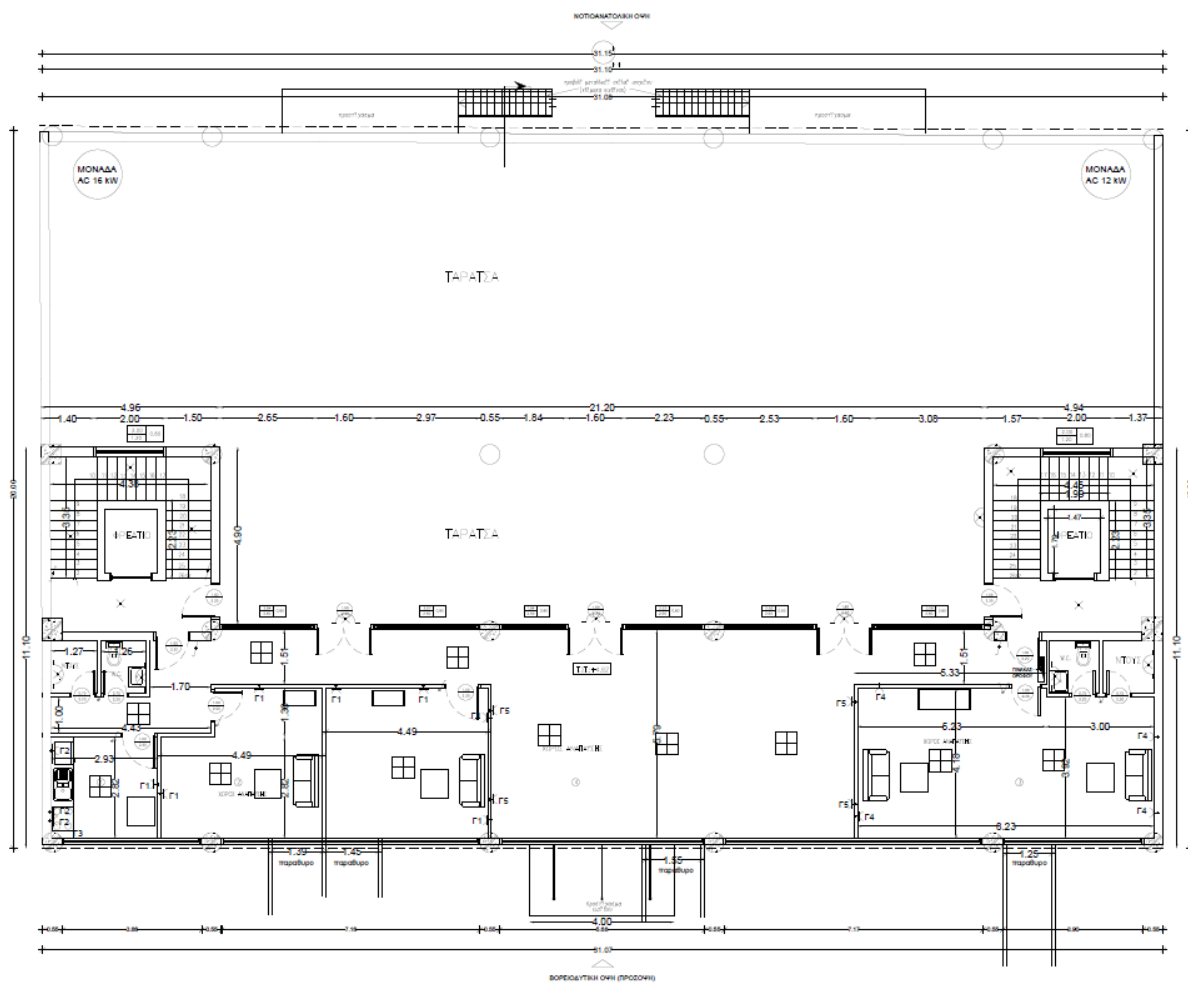
ΧΩΡΟΣ ΑΙΦΝΙΔΙΟΥ

$(3.58 \times 1.60) > 10\% \times (3.80 \times 4.28) = 5.73 > 10\% \times 16.26 = \underline{5.73 \text{ τ.μ.}} > 1.63 \text{ τ.μ.}$

ΑΙΘΟΥΣΑ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗΣ ΞΕΣΘΕΝΩΝ ΜΕΤ. ΝΟΣ/ΤΩΝ

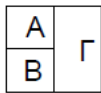
$(1.12 \times 2.60) > 10\% \times (3.48 \times 3.82) = 2.91 > 10\% \times 13.30 = \underline{2.86 \text{ τ.μ.}} > 1.11 \text{ τ.μ.}$

Εικόνα 1.3: Υπόμνημα κάτοψης ισογείου



Εικόνα 1.4: Κάτοψη Ορόφου

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ



A πλάτος παραθύρου  
B ύψος παραθύρου  
Γ ύψος ποδιάς



A πλάτος πόρτας  
B ύψος πόρτας

Τα ύψη ποδιάς λαμβάνονται από στάθμη μπετόν

Συνολική Επιφάνεια Α' ορόφου

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ:137/2007) ΠΡΟΣ ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΗΣΗΣ

$$[(31.07+31.10)/2] \times 11.10 - 21.20 \times 4.90 = 31.09 \times 11.10 - 103.88 = 345.10 - 103.88 = \underline{\underline{241.22\text{τ.μ.}}}$$

Επιφάνεια Α' ορόφου που προσμετράται στον Σ.Δ.

$$241.22 - 2 \times [(4.38 + 4.33) / 2 \times 3.35 - 1.99 \times 2.23] = 241.22 - 2 \times (4.36 \times 3.35 - 4.44) = 241.22 - 2 \times (14.61 - 4.44) = 241.22 - 20.30 = \underline{\underline{220.92\text{τ.μ.}}}$$

Ογκος που προσμετράται στο συντελεστη ογκου

ΟΓΚΟΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ (ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ:137/2007) ΠΡΟΣ ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΗΣΗΣ

$$241.22 \times 2.88 = \underline{\underline{694.71\text{κ.μ}}}$$

ΦΩΤΙΣΜΟΣ:

$$\textcircled{1} (2.62 \times 1.20) > 10\% \times 2.93 \times 2.82 = \underline{\underline{3.14\text{τ.μ.}}} > 0.83\text{τ.μ.}$$

$$\textcircled{2} (5.49 \times 1.20) > 10\% \times (6.04 \times 2.82 + 4.54 \times 1.36) = \underline{\underline{6.59\text{τ.μ.}}} > 2.32\text{τ.μ.}$$

$$\textcircled{3} (7.36 \times 1.20) > 10\% \times (5.23 \times 4.18 + 3.00 \times 3.92) = \underline{\underline{8.83\text{τ.μ.}}} > 3.36\text{τ.μ.}$$

$$\textcircled{4} [(1.60 \times 2.20) \times 3 + (2.64 + 2.97 + 1.84 + 2.23 + 2.53 + 3.08) \times 2.60] + (2.71 + 5.68 + 3.61) \times 1.20 > 10\% \times [13.09 \times 5.79 + 5.33 \times 1.51 + 4.74 \times 1.51] = \underline{\underline{64.68\text{τ.μ.}}} > 9.10\text{τ.μ.}$$

Εικόνα 1.5: Υπόμνημα κάτοψης ορόφου

#### 1.4.6 Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κτηρίου

Η επιλογή των υλικών και των δομικών στοιχείων του κτηρίου έγινε χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν ο οικονομικός παράγοντας, καθότι η συγκεκριμένη μελέτη δεν είναι οικονομοτεχνική. Τα δομικά στοιχεία επιλέχθηκαν με βάση την ενεργειακή τους απόδοση, την τεχνολογική αιχμή καθώς και την Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε. βάσει της οποίας, όπως ορίζεται στο άρθρο 8 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  των δομικών στοιχείων στα νέα κτήρια δε πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του παρακάτω πίνακα (για τη ζώνη Β):

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας $U$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,55	0,45	0,40	0,35
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	3,80	3,40	3,00	2,80

Πίνακας 1-15 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου.

### 1.4.7 Εξωτερικός τοίχος

$$U = 0,432 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,372 \text{ Kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Περιγραφή : Δοκός 19 cm με Μόνωση 7 cm

Πάχος : 0.3000 m Βάρος = 529,96 Kg/m<sup>2</sup>

Συντελεστές b,d της συνάρτησης μεταφοράς (για φορτία κλιματισμού)

b <sub>0</sub> = 0,000005	d <sub>0</sub> = 1,000000	Σc <sub>n</sub> = 0,024976
b <sub>1</sub> = 0,001693	d <sub>1</sub> = -1,808653	
b <sub>2</sub> = 0,011237	d <sub>2</sub> = 1,027450	
b <sub>3</sub> = 0,010305	d <sub>3</sub> = -0,191320	
b <sub>4</sub> = 0,001693	d <sub>4</sub> = -0,010968	
b <sub>5</sub> = 0,000043	d <sub>5</sub> = -0,000039	
b <sub>6</sub> = 0,000000	d <sub>6</sub> = 0,000000	

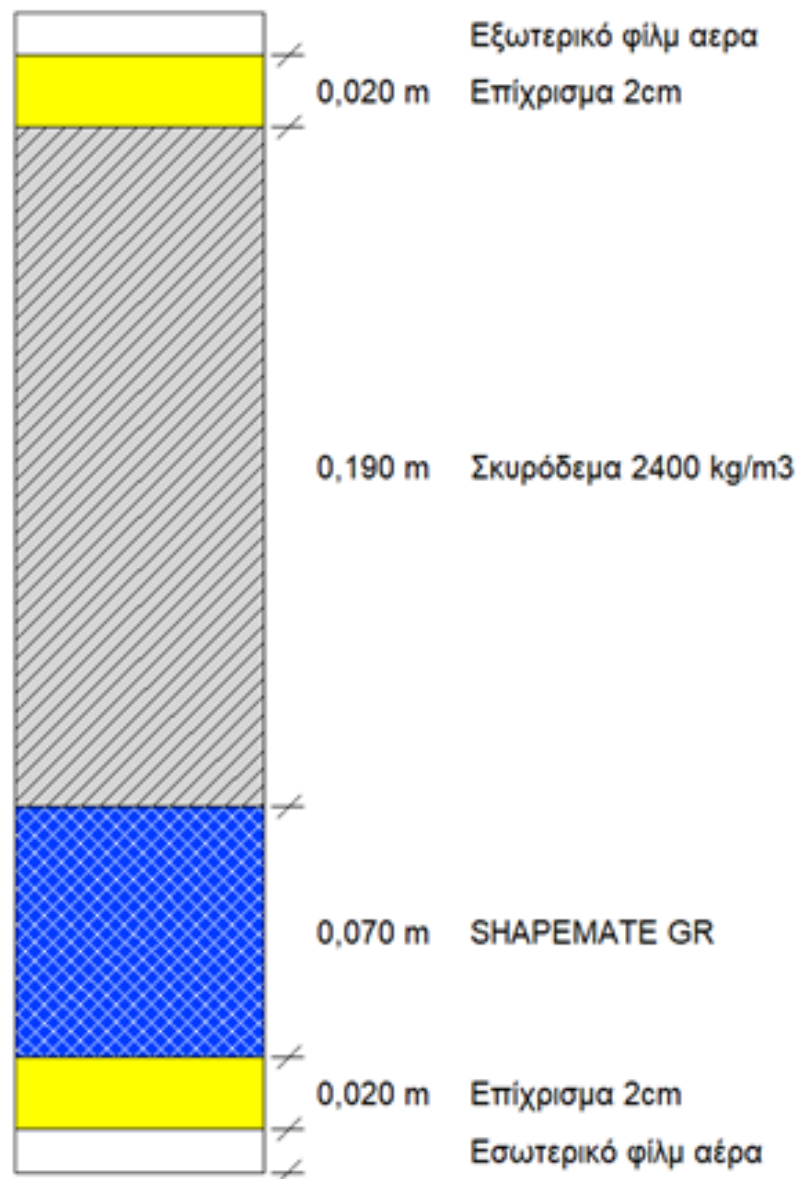
Στρώσεις Δομικού Στοιχείου (από ΕΞΩ προς τα ΜΕΣΑ)

A/A	Κωδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα cp kJ/(kg·K)	Πυκνότητα d kg/m <sup>3</sup>	Πάχος L m	Συντελ. θερμικ. λ W/(m·K)	Θερμική Αντίσταση R=L/λ (m <sup>2</sup> ·K)/W
1	A001	Εξωτερικό φιλμ αέρα					0.0590
2	A301-20	Επίχρυσμα 2cm		1800.0	0,0200	0,870	0.0230
3	C102	Σκυρόδεμα 2400 kg/m <sup>3</sup>		2400.0	0,1900	2,204	0.0862
4	DOW-04	SHAPEMATE GR		28.0	0,0700	0,035	2.0000
5	A301-20	Επίχρυσμα 2cm		1800.0	0,0200	0,870	0.0230
6	A002	Εσωτερικό φιλμ αέρα					0.1210

Σύνολο Αντιστάσεων Θερμοδιαφυγής ΣR = 2.3122

$$\text{Συντελεστής Θερμοπερατότητας } U = \frac{1}{\Sigma R} = \frac{1}{2.3122} = 0,432 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$





## 1.4.8 Παράθυρα

Κωδικός :  Κατηγορία :

Περιγραφή : **Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα χαμηλής εκπομπής με διάκενο αργό 12.7 mm**

Θερμοπερατότητα U

Εισαγωγή από βιβλιοθήκη

Εισάγω τις δικές μου τιμές


$U_w = f(U_f, U_g)$

Θερμικές ιδιότητες από Βιβλιοθήκη

Επιλογή U-value από Βιβλιοθήκη

Συντελεστής πλαισίου

F,f

 Σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8.2 του ΚΕΝΑΚ, για την Κλιματική Ζώνη Β :  
Για ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κ.α.) είναι  $U,W,max = 3,000 W/(m²·K)$

## 1.4.9 Πόρτες

Κωδικός :  Κατηγορία :

Περιγραφή : **Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα χαμηλής εκπομπής με διάκενο αργό 12.7 mm**


Θερμοπερατότητα U

Εισαγωγή από βιβλιοθήκη

Εισάγω τις δικές μου τιμές

Θερμικές ιδιότητες από Βιβλιοθήκη

Επιλογή U-value από Βιβλιοθήκη

 Σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8.2 του ΚΕΝΑΚ, για την Κλιματική Ζώνη Β :  
Για ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κ.α.) είναι  $U,W,max = 3,000 W/(m²·K)$

### 1.4.10 Διαχωριστικοί τοίχοι

Κωδικός :  Κατηγορία :


Περιγραφή :

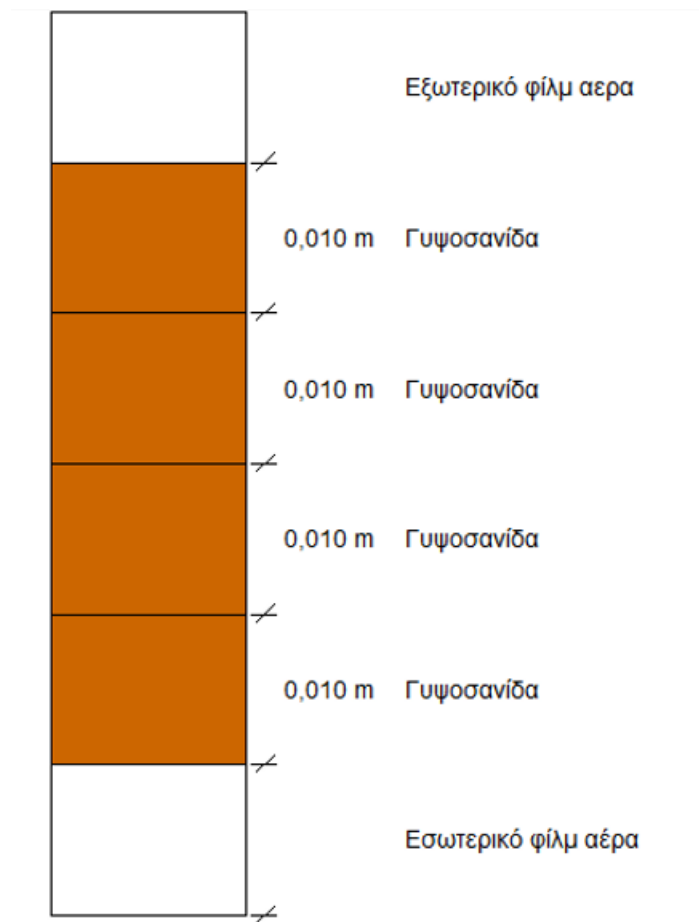
Θερμοπερατότητα U

Εισαγωγή από βιβλιοθήκη  
 Εισάγω τις δικές μου τιμές

Θερμικές ιδιότητες από Βιβλιοθήκη

Επιλογή U-value από Βιβλιοθήκη

 Σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8.2 του ΚΕΝΑΚ, για την Κλιματική Ζώνη Β :  
Για διαχωριστικούς τοίχους σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους είναι  $U, TU, max = 1,000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



### 1.4.11 Δάπεδα πιλοτής

Κωδικός :  Κατηγορία :

Περιγραφή :


Θερμοπερατότητα U

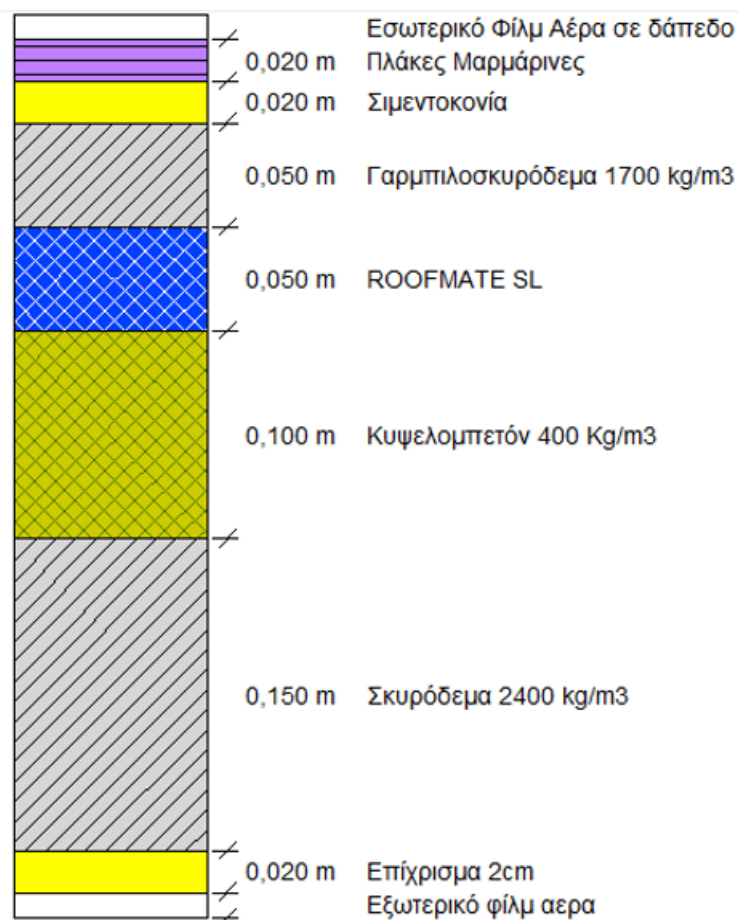
Εισαγωγή από βιβλιοθήκη

Εισάγω τις δικές μου τιμές

Θερμικές ιδιότητες από Βιβλιοθήκη

Επιλογή U-value από Βιβλιοθήκη

 Σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8.2 του ΚΕΝΑΚ, για την Κλιματική Ζώνη Β :  
Για δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis) είναι  $U_{FA,max} = 0,450 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



### 1.4.12 Δάπεδα επί εδάφους

Κωδικός : **FB1**      Κατηγορία : **Δάπεδο επί εδάφους**

Περιγραφή : **Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 5 cm και πλακίδια επί σκυροδέματος**

Θερμοπερατότητα U

Εισαγωγή από βιβλιοθήκη

Εισάγω τις δικές μου τιμές


Θερμικές ιδιότητες από βιβλιοθήκη

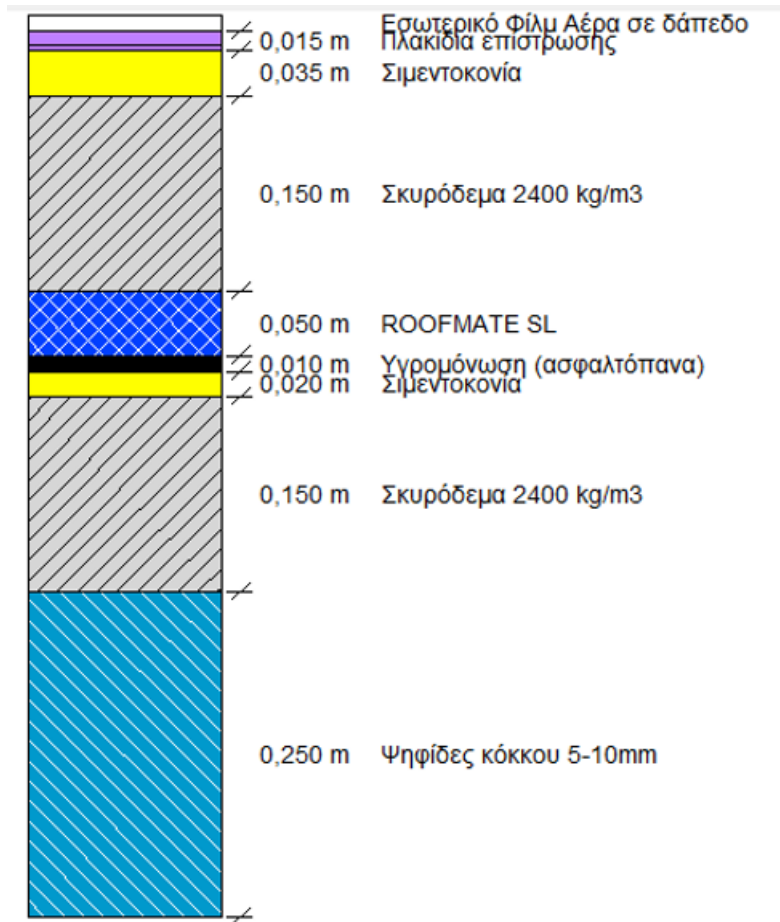
Επιλογή U-value από βιβλιοθήκη

3-G001-01A      U = 0,399 W/(m<sup>2</sup>·K)

Βάθος πλάκας από επίπεδο εδάφους

z = 0,00 m

 Σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8.2 του ΚΕΝΑΚ, για την Κλιματική Ζώνη Β :  
Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, είναι U<sub>FB,max</sub> = 0,900 W/(m<sup>2</sup>·K)



### 1.4.13 Δώματα

Κωδικός : **R2**      Κατηγορία : **Δώματα**

Περιγραφή : **Οροφή με πλάκα 14 cm μόνωση 7 cm και στεγανοποίηση**


Θερμοπερατότητα U

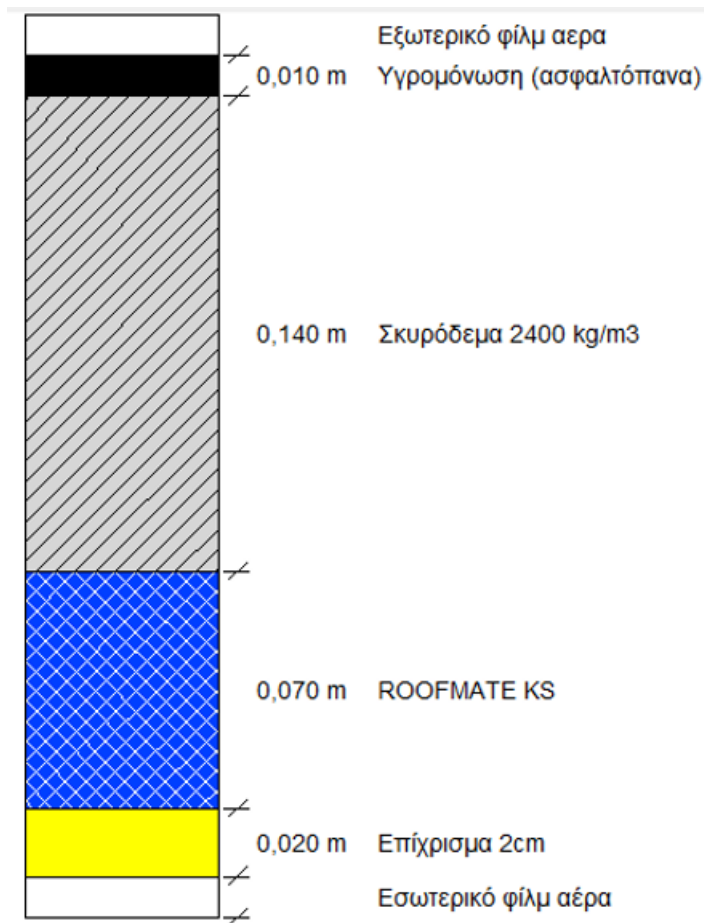
Εισαγωγή από βιβλιοθήκη  
 Εισάγω τις δικές μου τιμές

Θερμικές ιδιότητες από βιβλιοθήκη

Επιλογή U-value από βιβλιοθήκη

1-G109-01B      U = 0,366 W/(m<sup>2</sup>·K)

 Σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8.2 του ΚΕΝΑΚ, για την Κλιματική Ζώνη Β :  
Για εξωτερικές οριζόντιες επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές) είναι  $U_{R,max} = 0,450 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$




### 1.4.14 Οροφή

Στον παρακάτω πίνακα επιλέγεται ο αριθμός οροφής 11

Αριθμός οροφής	Κατασκευή	Χωρίς ψευδοροφή		Με ψευδοροφή	
		Μάζα (kg/m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	Μάζα (kg/m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)
1	Φύλλο γάλυβα με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	30 (40)	1,21 (0,70)	40 (50)	0,65
2	Εύλο πάχους 25mm με μόνωση πάχους 25mm	40	0,97	50	0,65
3	Ελαφρύ σκυρόδεμα πάχους 100mm	90	1,21	100	0,76
4	Βαρύ σκυρόδεμα πάχους 50mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	140	1,17 (0,69)	150	0,74
5	Εύλο πάχους 25mm με μόνωση πάχους 50mm	40	0,62	50	0,47
6	Ελαφρύ σκυρόδεμα πάχους 150mm	120	0,90	130	0,62
7	Εύλο πάχους 65mm με μόνωση πάχους 25mm	60	0,74	70	0,55
8	Ελαφρύ σκυρόδεμα πάχους 200mm	100	0,72	160	0,53
9	Βαρύ σκυρόδεμα πάχους 100mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	250 (250)	1,14 (0,68)	260 (260)	0,73 (0,51)
10	Εύλο πάχους 65mm με μόνωση πάχους 50mm	60	0,53	70	0,41
11	Οροφή βατή (σκυρόδεμα πάχους 100mm τουλάχιστον, στεγανωτική μεμβράνη, μόνωση 50mm, τσιμεντοκονία πρόσφυσης, πλακάκια ή πλάκες ταρατσών)	370	0,60	380	0,47
12	Βαρύ σκυρόδεμα πάχους 150mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	370 (370)	1,09 (0,66)	380 (380)	0,71 (0,50)
13	Εύλο πάχους 100mm με μόνωση πάχους 25mm ή 50mm	80 (90)	0,60 (0,44)	90 (100)	0,47 (0,36)

Πίνακας 1-16 Περιγραφές και κατασκευαστικά στοιχεία για διαφορετικούς τύπους οροφής

### 1.4.15 Διπλή θυρίδα

Κωδικός :	Θ1	Κατηγορία :	Πόρτες
Περιγραφή :	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% διπλό υαλοπίνακα χαμηλής εκπομπής με διάκενο αργό 12.7 mm		
Θερμοπερατότητα U		Θερμικές ιδιότητες από Βιβλιοθήκη	
<input checked="" type="checkbox"/> Εισαγωγή από βιβλιοθήκη	Επιλογή U-value από Βιβλιοθήκη		
<input type="checkbox"/> Εισάγω τις δικές μου τιμές	Θ20	U = 2,210 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
 Σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8.2 του ΚΕΝΑΚ, για την Κλιματική Ζώνη Β : Για ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κ.α.) είναι $U,W,max = 3,000 W/(m^2 \cdot K)$			



## 2 ΜΕΛΕΤΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

$$\text{ΡΟΗ ΑΕΡΑ (m}^3\text{/h)} = \text{ΟΓΚΟΣ ΧΩΡΟΥ (m}^3\text{)} \times \text{ΑΑΩ}$$

### 2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

### 2.2 ΑΕΡΙΣΜΟΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 2.2.1 Αερισμός ισογείου

ΑΕΡΙΣΟΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ Α ΟΡΟΦΟΥ						
ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΝΑ ΩΡΑ		ΜΗΚΟΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)	m <sup>3</sup>	ΡΟΗ ΑΕΡΑ (m <sup>3</sup> /h)
ΕΛΑΧΙΣΤΟ	4	20	31,10	4,45	2767,9	11071,6
ΜΕΓΙΣΤΟ	6					16607,4

### 2.3 ΣΤΟΜΙΑ

Τα στόμια στις εγκαταστάσεις θέρμανσης-ψύξης-αερισμού έχουν ως σκοπό να δημιουργήσουν τον κατάλληλο συνδυασμό θερμοκρασίας, υγρασίας και κίνησης του αέρα στη ζώνη κατοίκησης των κλιματιζόμενων χώρων.

### 2.3.1 Στόμια προαγωγής αέρα



Εικόνα 2.3.1 Στόμια προαγωγής αέρα

### 2.3.2 Στόμια επιστροφής αέρα



Εικόνα 2.3.2 Στόμια επιστροφής αέρα

### **3 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

#### **3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ**

##### **3.1.1 Εισαγωγή**

Ο υπολογισμός του θερμικού φορτίου σχεδιασμού γίνεται:

- σε κάθε θερμαινόμενο όροφο ξεχωριστά, με σκοπό να διαστασιολογηθούν τα θερμαντικά σώματα.
- για ολόκληρο το κτίριο, με σκοπό να υπολογισθεί η ισχύς της κεντρικής συσκευής παροχής θερμότητας.

Η μέθοδος υπολογισμού, για τις βασικές περιπτώσεις, στηρίζεται στις ακόλουθες παραδοχές:

- η κατανομή της θερμοκρασίας (θερμοκρασία αέρα και θερμοκρασία σχεδιασμού) υποτίθεται, ότι είναι ομοιόμορφη.

- οι θερμικές απώλειες υπολογίζονται υπό σταθερές συνθήκες υποθέτοντας, σταθερές ιδιότητες για τιμές όπως η θερμοκρασία, τα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων κλπ.

Αρχικά υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες σχεδιασμού, για μόνιμη κατάσταση θέρμανσης. Αυτά τα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται έπειτα για να καθοριστεί το θερμικό φορτίο σχεδιασμού. Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών σχεδιασμού για ένα θερμαινόμενο χώρο, εξετάζονται τα ακόλουθα:

- η απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω μεταφοράς (συναγωγή + αγωγιμότητα)  $Q_T$  σε (kW). Αυτή είναι η απώλεια θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον ως αποτέλεσμα της θερμικής μετάδοσης μέσω του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου, καθώς επίσης και η θερμική μετάδοση μεταξύ των θερμαινόμενων και των παρακείμενων χώρων, όταν αυτοί διατηρούνται σε διαφορετικές θερμοκρασίες.
- η απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού  $Q_L$  σε (kW). Αυτή είναι η απώλεια θερμότητας προς στο εξωτερικό περιβάλλον εξαιτίας του μηχανικού αερισμού, λόγω της διείσδυσης του αέρα από τους αρμούς και της θερμότητας που μεταφέρεται μέσω του αερισμού από ένα θερμαινόμενο σε έναν άλλο θερμαινόμενο χώρο, μέσα στο κτίριο.

Για τη μεθοδολογία υπολογισμού χρησιμοποιούνται και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής από πίνακες. Αυτά αφορούν τις:

- Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού  $\theta_e$ , για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών σχεδιασμού προς το εξωτερικό περιβάλλον
- Μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία  $\theta_{m,e}$ , για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών προς στο έδαφος.

α/α	ΠΟΛΗ	Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού $\theta_e$ [°C]	Μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία ( $\theta_{m,e}$ ) [°C]	Ημερήσια διακύμανση [K]
1	Αθήνα/Ελληνικό	3.0	18.6	6.6
2	Αθήνα/Ν.Φιλαδέλφεια	2.5	18.6	7.3
3	Αγρίνιο	-0.5	17.3	10.3
4	Αγχίαλος	-1.0	16.3	8.3
5	Αλεξανδρούπολη	-4.0	15.0	7.3
6	Ανδραβίδα	0.5	17.3	8.9
7	Άργος	0.0	16.9	11.6
8	Αργαστόλι	6.0	18.1	5.9
9	Άρτα	0.0	16.6	10.5
10	Ηράκλειο	7.0	18.8	6.1
11	Θεσσαλονίκη	-2.0	15.8	7.9
12	Ιωάννινα	-4.5	14.3	9.8
13	Καλαμάτα	2.0	17.8	9.6
14	Καστοριά	-7.5	12.6	8.7
15	Κέρκυρα	1.5	17.5	8.7
16	Κόρινθος	2.5	17.8	8.2
17	Λαμία	-1.0	17.8	8.2
18	Λάρισα	-4.5	15.8	9.1
19	Νάξος	7.5	18.2	4.9
20	Πύργος	1.5	17.5	9.8
21	Ρόδος	7.5	19.1	6.1
22	Σάμος	3.5	18.6	6.8
23	Σέρρες	-4.0	15.2	8.2
24	Σητεία	8.0	18.8	5.7
25	Σκύρος	3.5	17.2	4.9
26	Σούδα	6.0	18.2	6.5
27	Τανάγρα	-0.5	16.8	8.4
28	Τρίκαλα Ημαθ	-3.0	15.2	8.4
29	Τυμπάκι	5.5	19.0	8.4
30	Χρυσούπολη	-2.5	15.1	8.0

Πίνακας 3-1 Εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού  $\theta_e$  [°C] και μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία  $\theta_{m,e}$  [°C] σε 30 ελληνικές πόλεις

### 3.1.2 Δεδομένα

### 3.1.3 Υπολογισμός κατά DIN 4701/1977

Ο υπολογισμός βασίζεται αρχικά στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω αγωγιμότητας  $Q_T$  και μετέπειτα στην προσθήκη απωλειών λόγω αερισμού  $Q_L$ .

Υπολογισμός θερμικών απωλειών												Όροφος			Φύλλο / χώρος		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Υπολογισμός επιφανειών						Υπολογισμός απωλειών					Προσαυξήσεις			Σύνολο απωλειών αγωγιμότητας	
		Μήκος	Πλάτος ή ύψος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Εσωτερική θερμοκρασία	Εξωτερική θερμοκρασία	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας λόγω αγωγιμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού $Z_H$	Διακοπτόμενης λειτουργίας $Z_D$	Λόγος ύψους $Z_o$		Σύνολο προσαυξήσεων $1 + (Z_H + Z_D + Z_o) / 100$
		m	m	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> C)	°C	°C	°C		%	%	%		W
$Q_o =$																	
Απώλειες αερισμού χαραμαδών $Q_L = \alpha \cdot (\Sigma l) \cdot R \cdot H \cdot Z_{\Gamma} \cdot (t_i - t_o) =$																	
Συνολικές απώλειες χώρου (λόγω αγωγιμότητας & αερισμού χαραμαδών) $Q = Q_T + Q_L$ (W) =																	
$\alpha =$	.....	συντελεστής διαπερατότητας (ή διείσδυσης αέρα) ανοιγμάτων															
$\Sigma l =$	.....	συνολικό μήκος χαραμαδών ανοιγμάτων του χώρου															
$R =$	.....	συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)															
$H =$	.....	συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)															
$Z_{\Gamma} =$	.....	συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων															
$\Delta t =$	.....	θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος															

Πίνακας 3-2 Πίνακας υπολογισμού θερμικών απωλειών χώρων κτηρίου κατά DIN 4701/1977

- Στη στήλη 1 αναγράφεται το είδος της επιφάνειας που θα υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες (Εξωτερικός/ Εσωτερικός τοίχος, θύρα, Παράθυρο, Δάπεδο, Οροφή/ Στέγη)
- Στη στήλη 2 αναγράφεται ο προσανατολισμός της που μετέπειτα θα δοθεί η προσαύξηση
- Στη στήλη 3 αναγράφεται το μήκος της επιφάνειας σε m
- Στη στήλη 4 αναγράφεται το ύψος/ πλάτος της επιφάνειας σε m
- Στη στήλη 5 αναγράφεται υπολογίζεται το γινόμενο μήκος\*πλάτος (ή ύψος) που αποτελεί το εμβαδό της εν λόγω επιφάνειας (χωρίς κουφώματα)

- Στη στήλη 6 αναγράφεται ο αριθμός των όμοιων επιφανειών, αν π.χ. ο χώρος διαθέτει δύο όμοιες πόρτες, παράθυρα κ.ο.κ.
- Στη στήλη 7 αναγράφεται το εμβαδό των κουφωμάτων σε περίπτωση που η επιφάνεια που μελετάται διαθέτει.
- Στη στήλη 8 αφαιρείται το εμβαδό των κουφωμάτων από το μεικτό εμβαδό της στήλης 5 και αποτελεί το τελικό εμβαδό
- Στη στήλη 9 αναγράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $k$  (ή  $U$ ) του τοιχώματος (από υπολογισμούς ή πίνακες).
- Στη στήλη 10 αναγράφεται η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου ( $\theta_i$ ).
- Στη στήλη 11 αναγράφεται η θερμοκρασία αέρα εξωτερικά του τοιχώματος ( $\theta_o$ )
- Στη στήλη 12 αναγράφεται η διαφορά θερμοκρασία  $\Delta\theta$  μεταξύ των δύο πλευρών του τοιχώματος (εσωτερική και εξωτερική)
- Στη στήλη 13 αναγράφεται γράφονται τα γινόμενα των στηλών 8, 9, 12 που αποτελούν τις θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας μιας επιφάνειας του χώρου από την εξίσωση:

$$q_v = k_v * F_v * (\theta_i - \theta_o)$$

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε επιφάνεια του χώρου και τα αποτελέσματα αθροίζονται στο κάτω μέρος της στήλης 13, όπου προκύπτουν οι συνολικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας χωρίς τις προσαυξήσεις. Δηλαδή:

$$Q_o = \sum q_v = \sum [k_v * F_v * (\theta_i - \theta_o)]$$

Εν συνεχεία:

- Στη στήλη 14 αναγράφεται η προσαύξηση λόγω προσανατολισμού σε %  $Z_D$

Προσανατολισμός	Προσαύξηση (%)
B, BA, BΔ	+5
A, Δ	0
N, NA, NΔ	-5

Πίνακας 3-3 Προσαυξήσεις  $Z_H$  (%) των θερμικών απωλειών του χώρου, λόγω προσανατολισμού

- Στη στήλη 15 αναγράφεται η προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας της κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης σε %  $Z_H$ . Επειδή η νοσοκομειακή μονάδα εργάζεται επί εικοσιτετράωρου βάσης, βάσει του Γερμανικού κανονισμού αλλά και της Ελληνικής βιβλιογραφίας ανήκει στην κατηγορία I, του παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία λειτουργίας ανά 24 ωρο	Τιμές του συντελεστή D			
	0,1 – 0,3	0,3 – 0,7	0,7 – 1,5	> 1,5
I	7	7	7	7
II	20	15	15	15
III	30	25	20	15

Πίνακας 3-4 Προσαυξήσεις  $Z_b$  (%) των θερμικών απωλειών χώρου, λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας.

Η τιμή της μέσης θερμοπερατότητας υπολογίζεται:

$$D = \frac{Q_o}{F * (\theta_i - \theta_o)}$$

- Στη στήλη 16 αναγράφεται η προσαύξηση λόγω του ύψους που βρίσκεται ο χώρος σε %  $Z_Y$ . Διευκρινίζεται ότι ως ύψος χαρακτηρίζεται η απόσταση από το μέσο του ορόφου ως την επιφάνεια του εδάφους. Τα πρώτα 4m έχουν μηδενική προσαύξηση, ενώ για τα επόμενα ισχύει 2% προσαύξηση/ μέτρο ύψους.
- Στη στήλη 17 αθροίζονται οι παραπάνω προσαυξήσεις βάσει της σχέσης:

$$Z = 1 + \frac{Z_D + Z_H + Z_Y}{100}$$

- Στη στήλη 18 πολλαπλασιάζονται οι θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας με το συνολικό συντελεστή προσαύξησης και αποτελούν τις συνολικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας του χώρου  $Q_T$ .

Για να ολοκληρωθεί ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών του χώρου, υπολογίζονται και οι απώλειες λόγω αερισμού ο οποίος θα γίνει με την προσεγγιστική σχέση:

$$Q_L = (10 \text{ έως } 30) * l_{o\lambda}$$

όπου λαμβάνεται και η παραδοχή για διαφορά θερμοκρασίας περί των  $20^\circ C$  η οποία και ευσταθεί για τις συνθήκες που επικρατούν τον χειμώνα στην εν λόγω περιοχή. Ο παρακάτω πίνακας συντελεί στον τελικό υπολογισμό:



Για τα ανοίγματα ημιυπόγειων χώρων, Ισογείου και Α' ορόφου	$Q_L = 15 \cdot I_{ολ}$
Για ανοίγματα των πρώτων ορόφων ( Β' και Γ')	$Q_L = 20 \cdot I_{ολ}$
Για ανοίγματα των πιο πάνω ορόφων	$Q_L = 25 \cdot I_{ολ}$
Για τα «φρετιρέ»	$Q_L = 30 \cdot I_{ολ}$
Για απώλειες από κλειστά ανοίγματα εσωτερικών χώρων	$Q_L = 10 \cdot I_{ολ}$

Πίνακας 3-5 Ενδεικτικές τιμές για προσεγγιστικό υπολογισμό των απωλειών αερισμού στην Ελλάδα

Το άθροισμα των απωλειών λόγω θερμότητας και αερισμού αποτελεί το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου  $Q_h$ :

$$Q_h = Q_T + Q_L$$

Στη συγκεκριμένη μελέτη, καθότι το κτίριο είναι σύγχρονο και επιλέγονται μονωτικά υλικά τεχνολογικής αιχμής γίνεται η παραδοχή ότι η διείσδυση του αέρα από τους αρμούς περιφερειακά του κτιρίου είναι μηδενική.

#### 3.1.4 Πίνακες υπολογισμών

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 1%						ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 2,5%		ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 5%	
		DB 1%	MCWB		WB 1%	MCDB		DB 2,5%	WB 2,5%	DB 5%	WB 5%
			M.T.	SD		M.T.	SD				
Αθήνα/Ελληνικό	6,6	3,0	0,2	1,3	1,0	2,2	1,5	4,0	2,0	5,5	3,5
Αθήνα/Ν.Φιλαδ.	7,3	2,5	0,1	1,3	1,5	1,9	1,7	4,0	2,5	5,5	4,0
Αγρίνιο	10,3	-0,5	-2,4	1,1	-1,0	-1,7	1,3	1,5	0,5	3,0	2,0
Αγχιάλος	8,3	-1,0	-3,3	1,7	-2,0	-2,4	1,9	0,5	-0,5	1,5	0,5
Αλεξ/πολη	7,3	-4,0	-6,4	1,2	-5,0	-5,3	1,5	-2,5	-3,5	-1	-2,5
Ανδραβίδα	8,9	0,5	-1,8	0,9	0,0	-1,2	0,9	2,5	1,5	4,0	3,0
Άργος/Πυργέλα	11,6	0,0	-1,9	1,2	-0,5	-1,6	1,3	2,0	1,5	4,5	3,5
Αργοστόλι	5,9	6,0	3,4	1,6	4,0	6,1	1,7	7,5	5,0	8,5	6,0
Άρτα	10,5	0,0	-2,3	1,5	-0,5	-1,5	1,7	2,5	1,5	4,5	3,0
Ηράκλειο	6,1	7,0	4,3	1,1	5,0	7,1	1,4	8,0	6,0	9,0	6,5
Θεσσαλονίκη	7,9	-2,0	-4,3	1,5	-3,0	-2,8	1,6	-1,0	-2,0	0,0	-1,0
Ιωάννινα	9,8	-4,5	-6,3	1,4	-5,0	-5,9	1,4	-2,5	-3,0	-1,5	-2,0
Καλαμάτα	9,6	2,0	-0,1	1,3	1,0	1,4	1,6	3,5	2,0	4,5	3,5
Καστοριά	8,7	-7,5	-10,6	2,5	-8,0	-10,2	2,6	-5,0	-5,5	-3,0	-3,5
Κέρκυρα	8,7	1,5	-1,3	0,8	0,5	-1,0	0,6	3,0	2,0	4,0	3,5
Κόρινθος/Βέλο	8,2	2,5	-1,7	1,0	1,5	-1,4	0,9	4,0	2,5	5,5	4,0
Λαμία	8,2	-1,0	-2,8	1,5	-2,0	-2,1	1,7	0,0	-0,5	1,5	0,5
Λάρισα	9,1	-4,5	-7,5	3,8	-5,0	-7,2	4,0	-2,5	-3,0	-1,0	-1,5
Νάξος	4,9	7,5	4,4	1,0	5,0	6,9	1,0	8,5	6,0	9,0	6,5
Πύργος	9,8	1,5	-0,8	1,5	0,5	-0,2	1,6	3,5	2,5	5,5	4,0
Ρόδος	6,1	7,5	3,1	1,5	4,0	6,4	1,6	8,5	5,0	9,5	6,5
Σάμος	6,8	3,5	0,2	1,2	1,0	2,6	1,3	4,5	2,0	5,5	3,0
Σέρρες	8,2	-4,0	-6,6	2,6	-4,0	-6,6	2,6	-1,5	-2,0	0,0	-0,5
Σητεία	5,7	8,0	4,7	1,1	5,0	7,1	1,3	9,0	6,0	10,0	7,0
Σκύρος	4,9	3,5	-0,4	0,3	2,0	-0,4	0,3	4,5	3,0	5,5	4,0
Σούδα	6,5	6,0	3,6	1,1	4,0	5,3	1,4	7,0	5,0	8,0	6,0
Τανάγρα	8,4	-0,5	-2,7	1,5	-1,5	-2,0	1,6	0,5	-0,5	2,0	1,0
Τρίκαλα Ημαθ.	8,4	-3,0	-5,9	2,5	-4,0	-5,5	2,8	-1,0	-2,0	1,0	0,0
Τυμπάκι	8,4	5,5	3,2	1,1	4,0	4,7	1,5	7,0	5,0	8,0	6,5
Χρυσούπολη	8,0	-2,5	-5,0	1,4	-3,5	-3,5	1,6	-1,0	-2,0	0,0	-1,0

Πίνακας 3-6 Συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα - Εξωτερικές θερμοκρασίες

	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (°C)	Υψόμετρο σταθμού (m)	Επικρατούντες άνεμοι τους μήνες Ιανουάριο – Φεβρουάριο	Ζώνη
Ιωάννινα	-6	483,0	NA	Γ
Καβάλα	-8	62,8	NA	Γ
Καλάβρυτα	-6	731,0	B και N	Γ
Καλαμάτα	+1	4,6	B	A
Καλαμπάκα	+6	226,5	Δ	Γ
Κάρπαθος	+5	9,0	Δ	A
Κάρυστος	+	10,0	B	B
Κατερίνη	-5	31,5	B	Γ
Κέρκυρα	0	1,0	NA	B
Κοζάνη	-10	625,0	B	Γ
Κομοτηνή	-7	30,0	BA	Γ
Κόνιτσα	-6	542,0	B	Γ
Κόρινθος	+1	14,4	N	B
Κύθηρα	+4	166,0	BA	A
Κύμη	0	221,1	B	B
Κως	+3	10,0	N	A
Λαμία	-4	143,0	Δ	B
Λάρισα	-7	72,7	B και A	Γ
Λευκάδα	0	2,4	NA	A
Λήμνος	0	12,3	BA	B
Μέγαρα	0	36,0	BΔ	B
Μεθώνη	+1	33,0	BA και Δ	A
Μεσολόγγι	-2	1,0	Δ και BΔ	B
Μήλος	+3	182,0	NΔ	A
Μυτιλήνη	+2	3,2	N	B
Νάξος	+4	9,0	B	A
Ναύπλιο	0	1,5	B	B
Νέα Φιλαδέλφεια	0	136,0	BA	B
Ξάνθη	-8	82,0	B	Γ
Ορεστιάδα	-9	43,0	BΔ	Γ
Παλαιοχώρα Κρήτης	+5	8,0	B	A
Πάτρα	-1	1,0	NΔ	B
Πειραιάς	+2	2,0	BA	B
Πολύγυρος	-8	550,0	BA και B	Γ
Πρέβεζα	0	11,8	BA	B
Πτολεμαΐδα	-12	601,0	BΔ	Γ
Πύργος	-1	132,0	BΔ	B
Ρέθυμνο	+3	16,0	N και B	A
Ρόδος	+3	34,7	N και Δ	A
Σάμος	+3	48,4	NA και BΔ	A

Πίνακας 3-7 Μέση ελάχιστη θερμοκρασία Ελληνικών πόλεων

Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα			
Κατηγορία χώρου	Θερμοκρασία (°C)	Υγρασία (%)	
Κατοικίες	22	30-50	
Κτήρια γραφείων	21-23	30-35	
Βιβλιοθήκες – Μουσεία	20-22	40-50	
Νοσοκομεία	24	30	
Εστιατόρια και κέντρα διασκέδασης	21-23	30-40	
Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι			
Κατηγορία χώρου	Θερμοκρασία (°C)	Υγρασία (%)	
Κατοικίες	25-26	40-50	
Κτήρια γραφείων	25-26	40-50	
Βιβλιοθήκες – Μουσεία	22	40-55	
Εστιατόρια και κέντρα διασκέδασης	23-26	50-60	
Εκπαιδευτικά κτήρια	26	45-50	
Νοσοκομεία	Αίθουσες	24	45-50
	Χειρουργεία	20-24	50-60
	Αναρροτήρια	24	50-60

Πίνακας 3-8 Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους σύμφωνα με ΤΟΤΕΕ 2425/86

Προσανατολισμός	Προσαύξηση (%)
B, BA, ΒΔ	+5
A, Δ	0
N, NA, ΝΔ	-5

Πίνακας 3-9 Προσαυξήσεις ΖΗ των θερμικών απωλειών χώρου, λόγω προσανατολισμού

Κατηγορία λειτουργίας ανά 24 ωρο	Τιμές του συντελεστή D			
	0,1 – 0,3	0,3 – 0,7	0,7 – 1,5	> 1,5
I	7	7	7	7
II	20	15	15	15
III	30	25	20	15

Πίνακας 3-10 Προσαυξήσεις ΖD των θερμικών απωλειών χώρου, λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας

## **3.2 ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

### **3.2.1 Θερμικά φορτία ισογείου**

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών												Όροφος			Φύλλο / χώρος		
												ΙΣΟΓΕΙΟ					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Υπολογισμός επιφανειών						Υπολογισμός απωλειών					Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Πλάτος ή ύψος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Εσωτερική θερμοκρασία	Εξωτερική θερμοκρασία	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας λόγω αγωγιμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμός Z <sub>H</sub>	Διακοπόμενης λειτουργίας Z <sub>B</sub>	Λόγος ύψους Z <sub>O</sub>	Σύνολο προσαυξήσεων 1+(Z <sub>H</sub> +Z <sub>B</sub> +Z <sub>O</sub> )	Σύνολο απωλειών αγωγιμότητας
		m	m	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> oC)	°C	°C	°C	W	%	%	%		W
Δt = t <sub>i</sub> - t <sub>o</sub> =		23 oC		Q <sub>o</sub> = 13437,78		F <sub>oA</sub> = 622 m <sup>2</sup>											
												D = 0,94					
												I <sub>oA</sub> = 0					
Τεξ	Δ	31.10	4.45	138.40		46.61	91.79	0.432	22.00	-1.00	23.00	913.03					
Τεξ	A	31.10	4.45	138.40		5.28	133.12	0.432	22.00	-1.00	23.00	1324.14					
Τεξ	N	20.00	4.45	89.00			89.00	0.432	22.00	-1.00	23.00	885.31					
Τεξ	B	20.00	4.45	89.00			89.00	0.432	22.00	-1.00	23.00	885.31					
ΠΑΡ1	Δ	3.86	1.60	6.18			6.18	2.210	22.00	-1.00	23.00	313.93					
ΠΑΡ2	Δ	7.16	1.60	11.46			11.46	2.210	22.00	-1.00	23.00	582.31					
ΠΑΡ3	Δ	1.42	1.60	2.27			2.27	2.210	22.00	-1.00	23.00	115.49					
ΠΑΡ4	Δ	1.30	1.60	2.08			2.08	2.210	22.00	-1.00	23.00	105.73					
ΠΑΡ5	Δ	1.73	1.60	2.77			2.77	2.210	22.00	-1.00	23.00	140.70					
ΠΑΡ6	Δ	7.17	1.60	11.47			11.47	2.210	22.00	-1.00	23.00	583.12					
ΠΑΡ7	Δ	1.30	1.60	2.08			2.08	2.210	22.00	-1.00	23.00	105.73					
Θ1	Δ	2.40	2.31	5.54			5.54	2.210	22.00	-1.00	23.00	281.80					
Θ2	Δ	1.20	2.30	2.76			2.76	2.210	22.00	-1.00	23.00	140.29					
Θ1	A	1.10	2.40	2.64			2.64	2.210	22.00	-1.00	23.00	134.19					
Θ2	A	1.10	2.40	2.64			2.64	2.210	22.00	-1.00	23.00	134.19					
ΟΡ		31.10	8.90	276.79			276.79	0.470	22.00	-1.00	23.00	2992.10					
ΟΡ(θερ)		31.10	11.10	345.21			345.21	0.470	22.00	22.00	0.00	0.00					
ΔΑ		31.10	20.00	622.00			622.00	0.470	22.00	9.00	13.00	3800.42					
Q <sub>o</sub> =												13437.78	0.00	20.00	0.00	1.20	16125.33
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q <sub>L</sub> = 20 · I <sub>oA</sub> =																	0
Συνολικές απώλειες χώρου (λόγω αγωγιμότητας & αερισμού χαραμάδων) Q = Q <sub>T</sub> + Q <sub>L</sub> (W) =																	16125.33

### 3.2.2 Θερμικά φορτία Α' ορόφου

Υπολογισμός θερμικών απωλειών χώρων κτιρίου:

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών												Όροφος		Φύλλο / χώρος				
												Α'						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Υπολογισμός επιφανειών						Υπολογισμός απωλειών					Προσαυξήσεις					
		Μήκος	Πλάτος ή ύψος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Εσωτερική θερμοκρασία	Εξωτερική θερμοκρασία	Διαφορά θερμοκρασίας	Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας χώρου	Προσανατολισμού Z <sub>H</sub>	Διακοσμητικής λειτουργίας Z <sub>D</sub>	Λόγω ύψους Z <sub>o</sub>	Σύνολο προσαυξήσεων 1+(Z <sub>H</sub> +Z <sub>D</sub> +Z <sub>o</sub> )	Σύνολο απωλειών αγωγιμότητας	
		m	m	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> °C)	°C	°C	°C	W	%	%	%		W	
Δt = t <sub>i</sub> - t <sub>o</sub> =		23oC		Q <sub>o</sub> = 9509,60		F <sub>oA</sub> = 241,21 m2												
						D = 0,94												
						I <sub>oA</sub> = 0												
Τεξ	Β	11.10	2.88	31.97			31.97	0.432	22.00	-1.00	23.00	317.63						
Τεξ	Ν	11.10	2.88	31.97			31.97	0.432	22.00	-1.00	23.00	317.63						
Τεξ	Α	31.10	2.88	89.57		50.11	39.46	0.432	22.00	-1.00	23.00	392.09						
Τεξ	Δ	31.10	2.88	89.57		32.12	57.44	0.432	22.00	-1.00	23.00	570.76						
Δ		31.10	11.10	242.21			242.21	0.470	22.00	22.00	0.00	0.00						
ΟΡ		31.10	11.10	242.21			242.21	0.470	22.00	-1.00	23.00	2618.29						
ΠΑΡ1	Δ	3.86	1.20	4.63			4.63	2.210	22.00	-1.00	23.00	235.44						
ΠΑΡ2	Δ	7.16	1.20	8.59			8.59	2.210	22.00	-1.00	23.00	436.73						
ΠΑΡ3	Δ	4.68	1.20	5.62			5.62	2.210	22.00	-1.00	23.00	285.46						
ΠΑΡ4	Δ	7.17	1.20	8.60			8.60	2.210	22.00	-1.00	23.00	437.34						
ΠΑΡ5	Δ	3.90	1.20	4.68			4.68	2.210	22.00	-1.00	23.00	237.88						
ΠΑΡ1	Α	2.60	2.60	6.76			6.76	2.210	22.00	-1.00	23.00	343.61						
ΠΑΡ2	Α	2.97	2.60	7.72			7.72	2.210	22.00	-1.00	23.00	392.51						
ΠΑΡ3	Α	1.80	2.60	4.68			4.68	2.210	22.00	-1.00	23.00	237.88						
ΠΑΡ4	Α	2.23	2.60	5.80			5.80	2.210	22.00	-1.00	23.00	294.71						
ΠΑΡ5	Α	2.53	2.60	6.58			6.58	2.210	22.00	-1.00	23.00	334.36						
ΠΑΡ6	Α	3.08	2.60	8.01			8.01	2.210	22.00	-1.00	23.00	407.05						
Θ1	Α	1.60	2.20	3.52			3.52	2.210	22.00	-1.00	23.00	178.92						
Θ2	Α	1.60	2.20	3.52			3.52	2.210	22.00	-1.00	23.00	178.92						
Θ3	Α	1.60	2.20	3.52			3.52	2.210	22.00	-1.00	23.00	178.92						
												Q <sub>o</sub> =	8396.17	0.00	20.00	0.00	1.20	10075.40
												Απώλειες αερισμού χαλαμάδων Q <sub>L</sub> = 20 · I <sub>oA</sub> =					0	
												Συνολικές απώλειες χώρου (λόγω αγωγιμότητας & αερισμού χαλαμάδων) Q = Q <sub>T</sub> + Q <sub>L</sub> (W) =					10075.40	

## 4 ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΞΗΣ

### 4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

#### 4.1.1 Υπολογισμός στοιχείων κτιρίου

Μετά τον καθορισμό των εσωτερικών και των εξωτερικών συνθηκών, απαιτείται μια ακριβής εξέταση των στοιχείων που συνιστούν το κλιματιζόμενο κτίριο, ώστε να υπολογισθούν στη συνέχεια με ακρίβεια τα ψυκτικά του κτιρίου.

Τα ψυκτικά φορτία που προκύπτουν για το νοσοκομείο είναι σε συνάρτηση με τα παρακάτω στοιχεία:

- Εξωτερικές οροφές
- Εξωτερικοί τοίχοι
- Παράθυρα
- Εσωτερικά δομικά στοιχεία
- Εσωτερικός φωτισμός
- Άνθρωποι (Νοσηλευόμενοι, υγειονομικό προσωπικό)
- Διάφορες ιατρικές συσκευές
- Αερισμός

Όπως είναι γνωστό η μεταφορά θερμικής ισχύος μέσω αγωγής από το περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο ενός κτιρίου, μέσω ενός δομικού στοιχείου επιφάνειας  $A$  και θερμικής διαπερατότητας  $U$  δίνεται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_{c,cond} = U * A * (\theta_o - \theta_i)$$

με την παραδοχή ότι η θερμοκρασία περιβάλλοντος και η θερμοκρασία χώρου είναι σταθερές.

Το CLTD ορίζεται ως η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ περιβάλλοντος και εσωτερικού χώρου και ο δείκτης  $t$  υποδηλώνει την τρέχουσα ώρα/ περίοδο του υπολογισμού.

$$\dot{Q}_{c,cond,t} = U * A * CLTD_t$$

Στην περίπτωση μεταφοράς θερμικής ισχύος μέσω ενός δομικού στοιχείου από το περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο μέσω ακτινοβολίας, το αντίστοιχο ψυκτικό



φορτίο θα ισούται με το θερμικό αυτό κέρδος. Το γινόμενο του συντελεστή  $CLF_t$  και του μέγιστου ημερήσιου θερμικού κέρδους  $\dot{Q}_{max}$  δίνει το ψυκτικό φορτίο για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή/ περίοδο  $t$

$$\dot{Q}_{rad,t} = \dot{Q}_{max} * CLF_t$$

#### 4.1.2 Ψυκτικά φορτία μέσω τοιχοποιίας και οροφής

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές του CLTD για τοιχοποιία τύπου A (σε αυτήν ανήκει το συγκεκριμένο κτίριο και παρουσιάζεται στην ενότητα [Εξωτερικός τοίχος](#)):

Τοιχοποιία A																												
ΠΡΟΣ.	Ηλιακός χρόνος																								Ωρα μέγιστου CLTD	Ελάχιστο CLTD	Μέγιστο CLTD	Διαφορά μέγιστου - ελάχιστου CLTD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
B	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	2	6	8	2	
BA	11	11	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	11	22	8	11	3	
A	13	13	13	13	12	12	11	11	11	10	11	11	11	12	12	13	13	13	14	14	14	14	14	22	10	14	4	
NA	13	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	13	13	13	13	22	10	13	3	
N	11	11	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	11	11	11	23	8	11	3	
NΔ	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	11	10	9	9	9	10	11	11	12	13	13	14	24	9	14	4		
Δ	15	15	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	10	11	11	12	13	14	1	10	15	5		
BΔ	12	12	12	11	11	11	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	11	1	8	12	4	

Πίνακας 4-1 Τιμές CLTD για Τοιχοποιία A, ανά ώρα εικοσιτετράωρου

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές CLTD για διαφορετικούς τύπους οροφής, με ψευδοροφή, ανά ώρα εικοσιτετράωρου. Ο τύπος οροφής που χρησιμοποιείται στο νοσοκομείο είναι ο τύπος 11 και παρουσιάζεται στην ενότητα [Οροφή](#).

Αριθμός οροφής	Ηλιακός χρόνος																								Ωρα μέγιστου CLTD	Ελάχιστο CLTD	Μέγιστο CLTD	Διαφορά μέγιστου - ελάχιστου CLTD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
1	1	0	-1	-2	-2	-2	-1	5	13	21	28	34	39	43	43	41	37	31	23	16	10	7	4	3	15	-2	43	46
2	11	8	6	4	3	2	1	2	4	7	12	17	22	27	31	33	34	34	32	28	24	21	17	14	17	1	34	33
3	11	8	6	4	2	1	0	0	2	6	11	16	22	27	31	34	36	36	34	30	26	21	17	13	17	0	36	36
4	16	14	13	11	9	8	7	7	8	9	11	14	17	19	22	24	26	26	26	24	23	21	19	18	18	7	26	19
5	14	11	9	7	6	4	3	3	4	7	10	14	18	23	27	29	32	32	31	29	26	22	19	16	18	3	32	29
6	18	16	13	11	9	7	6	4	4	4	6	9	12	16	20	23	27	29	30	30	28	26	23	21	20	4	30	26
7	19	17	16	14	13	12	10	9	8	8	9	10	12	14	17	19	21	23	24	24	24	23	22	21	21	8	24	16
8	22	20	18	16	14	13	11	10	8	8	8	8	9	11	14	16	19	21	23	25	26	25	24	23	21	8	26	18
9	17	16	15	14	13	12	12	11	11	12	12	13	15	16	18	19	20	21	21	21	21	20	19	18	19	11	21	10
10	19	18	17	16	14	13	12	11	10	10	10	11	12	14	16	18	19	21	22	23	23	22	22	21	21	10	23	13
11	17	16	16	15	14	14	13	13	12	12	12	13	14	14	16	16	17	18	18	18	18	18	18	18	22	12	18	6
12	16	16	15	14	14	13	13	12	12	12	12	13	14	14	16	17	18	18	19	19	19	18	18	17	20	12	19	7
13	19	19	18	18	17	16	15	14	13	13	12	12	12	13	14	15	17	18	19	19	20	21	20	20	23	12	21	9

Πίνακας 4-2 Τιμές CLTD για διαφορετικούς τύπους οροφής, με ψευδοροφή, ανά ώρα εικοσιπενταώρου

Οι τιμές των παραπάνω πινάκων υπολογίστηκαν για γεωγραφικό πλάτος  $40^{\circ}B$  που προσεγγίζει το γεωγραφικό πλάτος της προς μελέτη τοποθεσίας με καλή ακρίβεια, όπως αυτή παρουσιάζεται στην ενότητα [Τοποθεσία](#).

#### 4.1.3 Ψυκτικά φορτία μέσω ανοιγμάτων

Τα θερμικά κέρδη μέσω παραθύρων υπολογίζονται ξεχωριστά ως θερμικά κέρδη μέσω αγωγής και θερμικά κέρδη μέσω της μεταφερόμενης ή απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα.

Τα θερμικά κέρδη μέσω αγωγής υπολογίζονται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_{c,cond,glaz,t} = U * A * CLTD_{glaz,t}$$

Οι τιμές του  $CLTD_{glaz,t}$  δίνονται από τον παρακάτω πίνακα και είναι ανεξάρτητες του προσανατολισμού του υαλοπίνακα.

Ηλιακός χρόνος	CLTD <sub>glaz</sub> (°C)	Ηλιακός χρόνος	CLTD <sub>glaz</sub> (°C)
1	1	13	7
2	0	14	7
3	-1	15	8
4	-1	16	8
5	-1	17	7
6	-1	18	7
7	-1	19	6
8	0	20	4
9	1	21	3
10	2	22	2
11	4	23	2
12	5	24	1

Πίνακας 4-3 Τιμές CLTD για τον υπολογισμό θερμικών κερδών αγωγιμότητας μέσω υαλοπινάκων

Τα θερμικά κέρδη μέσω της μεταφερόμενης ηλιακής ενέργειας από το περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο μέσω της διαπερατότητας και της απορροφητικότητας του υαλοπίνακα, υπολογίζονται βάση του συντελεστή ηλιακών θερμικών κερδών *SHGF*. Ο *SHGF* εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το πλαίσιο και μεταδίδεται με τη μορφή θερμότητας στο εσωτερικό είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτήν που διέρχεται από το διαφανές τμήμα του κουφώματος και γι' αυτό αγνοείται. Γίνεται η παραδοχή ότι η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται εξ' ολοκλήρου και μετατρέπεται σε θερμότητα. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα, εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας.

Επειδή ο υαλοπίνακας που χρησιμοποιείται, και παρουσιάζεται στο κεφάλαιο [Παράθυρα](#), είναι διαφορετικός από τον υαλοπίνακα αναφοράς οι τιμές του *SHGF* πολλαπλασιάζονται με ένα συντελεστή σκίασης *SC* του υαλοπίνακα που παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Το στιγμιαίο ηλιακό κέρδος μέσω του υαλοπίνακα είναι:

$$\dot{Q}_{sol} = A * SC * SHGF$$

Το ψυκτικό φορτίο:

$$\dot{Q}_{c,sol,t} = A * SC * SHGF_{max} * CLF_t$$

Ο μέγιστος συντελεστής ηλιακών κερδών *SHGF<sub>max</sub>* δίνεται από τους παρακάτω πίνακες:

Γ.Π.	Μήνας	B	BA / ΒΔ	A / Δ	NA / ΝΔ	N	Οριζόντιο
0°	Ιανουάριος	107	278	738	741	372	934
	Φεβρουάριος	114	416	773	662	211	965
	Μάρτιος	120	536	763	536	120	956
	Απρίλιος	224	609	697	372	117	896
	Μάιος	356	640	634	252	117	836
	Ιούνιος	407	650	603	208	117	804
	Ιούλιος	363	634	615	243	120	820
	Αύγουστος	237	590	669	353	120	871
	Σεπτέμβριος	126	514	729	514	126	924
	Οκτώβριος	117	407	744	637	208	943
	Νοέμβριος	110	278	726	726	369	924
Δεκέμβριος	107	224	713	757	435	909	
8°	Ιανουάριος	101	224	707	763	511	868
	Φεβρουάριος	107	360	754	691	347	927
	Μάρτιος	117	492	760	580	174	946
	Απρίλιος	139	580	710	423	123	912
	Μάιος	233	625	659	306	120	874
	Ιούνιος	284	631	631	259	123	849
	Ιούλιος	243	615	644	293	123	858
	Αύγουστος	148	565	681	404	129	890
	Σεπτέμβριος	120	470	726	555	177	915
	Οκτώβριος	110	353	729	666	341	909
	Νοέμβριος	104	224	694	735	505	861
Δεκέμβριος	98	174	678	779	565	836	
16°	Ιανουάριος	95	174	662	792	628	782
	Φεβρουάριος	104	303	729	735	486	868
	Μάρτιος	110	442	754	621	293	918
	Απρίλιος	123	543	716	473	142	912
	Μάιος	164	596	678	363	129	890
	Ιούνιος	208	612	653	312	129	874
	Ιούλιος	174	590	662	350	132	874
	Αύγουστος	129	530	691	451	145	890
	Σεπτέμβριος	114	423	716	603	293	890
	Οκτώβριος	104	300	703	710	473	852
	Νοέμβριος	95	174	650	779	618	776
Δεκέμβριος	91	129	625	801	669	738	
24°	Ιανουάριος	85	129	599	798	716	675
	Φεβρουάριος	95	252	694	767	606	785
	Μάρτιος	107	391	738	675	432	868
	Απρίλιος	117	502	719	533	237	893
	Μάιος	136	562	688	416	145	890
	Ιούνιος	174	580	669	369	136	880
	Ιούλιος	142	555	672	407	145	877
	Αύγουστος	120	492	694	511	227	874
	Σεπτέμβριος	110	375	700	650	423	839
	Οκτώβριος	98	249	666	741	590	770
	Νοέμβριος	85	132	590	785	707	672
Δεκέμβριος	82	91	568	779	748	628	

Πίνακας 4-4 Μέγιστοι συντελεστές ηλιακών κερδών SHGF για μη σκιασμένους υαλοπίνακες σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη ( $W/m^2$ )

Μήνας	B	BA / BΔ	A / Δ	NA / NΔ	N	Οριζόντιο
Ιανουάριος	98	98	107	117	120	50
Φεβρουάριος	107	107	114	120	123	50
Μάρτιος	114	117	123	126	123	60
Απρίλιος	126	130	133	129	126	76
Μάιος	137	142	142	129	126	88
Ιούνιος	142	148	145	129	126	98
Ιούλιος	142	145	148	133	129	98
Αύγουστος	133	136	145	136	133	88
Σεπτέμβριος	117	120	129	133	129	73
Οκτώβριος	107	107	120	126	126	60
Νοέμβριος	101	101	107	120	123	54
Δεκέμβριος	95	95	101	114	117	47

Πίνακας 4-5 Μέγιστοι συντελεστές ηλιακών κερδών SHGF για εξωτερικά σκιασμένους υαλοπίνακες σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη 0 - 24° (W/m<sup>2</sup>)

Ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου για τον υαλοπίνακα, δίνεται στους παρακάτω πίνακες. Η περίπτωση του χώρου κτιρίου που εξετάζεται αποτελεί μέτρια (300  $\frac{kg}{m^2}$ ) προς βαριά (600  $\frac{kg}{m^2}$ ) κατασκευή:

ΠΡΟΣ.	Στοιχεία εσωτερικού χώρου	Ηλιακός χρόνος																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	Ελαφρύς	0,17	0,14	0,11	0,09	0,08	0,33	0,42	0,48	0,56	0,63	0,71	0,76	0,80	0,82	0,82	0,79	0,75	0,84	0,61	0,48	0,38	0,31	0,25	0,20
	Μέσος	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,34	0,41	0,46	0,53	0,59	0,65	0,70	0,73	0,75	0,76	0,74	0,75	0,79	0,61	0,50	0,42	0,36	0,31	0,27
	Βαρύς	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,38	0,45	0,49	0,55	0,60	0,65	0,69	0,72	0,72	0,72	0,70	0,70	0,75	0,57	0,46	0,39	0,34	0,31	0,28
BA	Ελαφρύς	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,23	0,41	0,51	0,51	0,45	0,39	0,36	0,33	0,31	0,28	0,26	0,23	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05
	Μέσος	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,21	0,36	0,44	0,45	0,40	0,36	0,33	0,31	0,30	0,28	0,26	0,23	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,09	0,08
	Βαρύς	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,23	0,37	0,44	0,44	0,39	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,20	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
A	Ελαφρύς	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,19	0,37	0,51	0,57	0,57	0,50	0,42	0,37	0,32	0,29	0,25	0,22	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05
	Μέσος	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,18	0,33	0,44	0,50	0,51	0,46	0,39	0,35	0,31	0,29	0,26	0,23	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08
	Βαρύς	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,20	0,34	0,45	0,49	0,49	0,43	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
NA	Ελαφρύς	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,13	0,28	0,43	0,55	0,62	0,63	0,57	0,48	0,42	0,37	0,33	0,28	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
	Μέσος	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,14	0,26	0,38	0,48	0,54	0,56	0,51	0,45	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10
	Βαρύς	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,17	0,28	0,40	0,49	0,53	0,53	0,48	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
N	Ελαφρύς	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,06	0,09	0,14	0,22	0,34	0,48	0,59	0,65	0,65	0,59	0,50	0,43	0,36	0,28	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10
	Μέσος	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,08	0,11	0,14	0,21	0,31	0,42	0,52	0,57	0,58	0,53	0,47	0,41	0,36	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14
	Βαρύς	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,11	0,14	0,17	0,24	0,33	0,43	0,51	0,56	0,55	0,50	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15
NΔ	Ελαφρύς	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,24	0,36	0,49	0,60	0,66	0,66	0,58	0,43	0,33	0,27	0,22	0,18	0,14
	Μέσος	0,15	0,14	0,12	0,10	0,09	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,23	0,33	0,44	0,53	0,58	0,59	0,53	0,41	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18
	Βαρύς	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,25	0,34	0,44	0,52	0,56	0,56	0,49	0,37	0,30	0,25	0,21	0,19	0,17
Δ	Ελαφρύς	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	0,20	0,32	0,45	0,57	0,64	0,61	0,44	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14
	Μέσος	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,19	0,29	0,40	0,50	0,56	0,55	0,41	0,33	0,27	0,23	0,20	0,17
	Βαρύς	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,21	0,30	0,40	0,49	0,54	0,52	0,38	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16
BΔ	Ελαφρύς	0,11	0,09	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,23	0,33	0,47	0,59	0,60	0,42	0,33	0,26	0,21	0,17	0,14
	Μέσος	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,21	0,30	0,42	0,51	0,54	0,39	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16
	Βαρύς	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,18	0,19	0,22	0,30	0,41	0,50	0,51	0,36	0,29	0,23	0,20	0,17	0,15
Οριζόντιο	Ελαφρύς	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,07	0,14	0,24	0,36	0,48	0,58	0,66	0,72	0,74	0,73	0,67	0,59	0,47	0,37	0,29	0,24	0,19	0,16	0,13
	Μέσος	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,11	0,16	0,24	0,33	0,43	0,52	0,59	0,64	0,67	0,66	0,62	0,56	0,47	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,18
	Βαρύς	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,15	0,20	0,28	0,36	0,45	0,52	0,59	0,62	0,64	0,62	0,58	0,51	0,42	0,35	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19

Πίνακας 4-6 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες χωρίς εσωτερική σκίαση

ΠΡΟΣ.	Ηλιακός χρόνος																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,73	0,66	0,65	0,73	0,80	0,86	0,89	0,89	0,86	0,82	0,75	0,78	0,91	0,24	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10
BA	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,56	0,76	0,74	0,58	0,37	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,20	0,16	0,12	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
A	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,47	0,72	0,80	0,76	0,62	0,41	0,27	0,24	0,22	0,20	0,17	0,14	0,11	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
NA	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,30	0,57	0,74	0,81	0,79	0,68	0,49	0,33	0,28	0,25	0,22	0,18	0,13	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
N	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,09	0,16	0,23	0,38	0,58	0,75	0,83	0,80	0,68	0,50	0,35	0,27	0,19	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
NA	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,07	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,38	0,59	0,75	0,83	0,81	0,69	0,45	0,16	0,12	0,10	0,09	0,07	0,06
Δ	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	0,31	0,53	0,72	0,82	0,81	0,61	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
BΔ	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22	0,30	0,52	0,73	0,82	0,69	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
Οριζόντιο	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,12	0,27	0,44	0,59	0,72	0,81	0,85	0,85	0,81	0,71	0,58	0,42	0,25	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06

Πίνακας 4-7 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες με εσωτερική σκίαση

#### 4.1.4 Ψυκτικά φορτία από εσωτερικά θερμικά κέρδη

Τα ψυκτικά φορτία από εσωτερικά θερμικά κέρδη υπολογίζονται για τρεις διαφορετικές κατηγορίες εσωτερικών πηγών θερμότητας, τους ανθρώπους, τα φωτιστικά σώματα και τις ηλεκτρικές συσκευές.

Τα αισθητά ψυκτικά φορτία από τους ανθρώπους που βρίσκονται στο χώρο δίνονται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_{occ,t} = \dot{Q}_{occ} * CLF_{occ,t}$$

Συνολικές ώρες στο χώρο	Χρόνος μετά από κάθε νέα είσοδο στο χώρο (h)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,5	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0
8	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
10	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
16	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
18	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2

Πίνακας 4-8 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων (CLF) από ένοικους συναρτήσει των ωρών παραμονής εντός του χώρου

Βαθμός ενεργητικότητας ατόμων	$\theta_R = 23,5^\circ\text{C}$		$\theta_R = 24,5^\circ\text{C}$		$\theta_R = 25,5^\circ\text{C}$		$\theta_R = 26,5^\circ\text{C}$		$\theta_R = 27,5^\circ\text{C}$	
	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_S$	$\dot{Q}_L$
Καθισμένοι σε ακινησία	70	30	65	35	60	40	56	44	51	60
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	74	45	69	51	64	56	58	62	53	66
Καθισμένοι, τρώγοντας	88	80	81	87	76	93	70	99	64	105
Δουλειά γραφείου	88	63	81	70	76	76	70	81	64	87
Όρθιοι, περπατώντας αργά	105	81	96	89	89	96	83	103	76	110
Καθιστικοί εργασία (Εργοστάσιο)	116	114	108	122	100	130	92	138	85	145
Ελαφρά (Εργοστάσιο)	116	186	108	194	100	202	92	210	85	217
Μέτριος χορός	139	235	129	245	120	255	110	264	101	273
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	192	279	178	293	165	306	152	318	141	330
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	217	306	201	322	186	337	171	352	157	366

Πίνακας 4-9 Αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη σε W ενοίκων ανάλογα με τη θερμοκρασία εσωτερικού χώρου και το βαθμό

Τα λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τους ανθρώπους που βρίσκονται στο χώρο δίνονται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_{occ,t} = \dot{Q}_{occ}$$

Τα ψυκτικά φορτία από τα φωτιστικά σώματα δίνονται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_{lit,t} = \dot{Q}_{lit} * CLF_{lit,t}$$

Τα ψυκτικά φορτία από τις ηλεκτρικές συσκευές δίνονται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_{app,t} = \dot{Q}_{app} * CLF_{app,t}$$

Στα δεξιά μέλη των ανωτέρω σχέσεων τα μεγέθη θερμικής ισχύος αντιστοιχούν στην παραγωγή θερμικής ισχύος από τις αντίστοιχες πηγές. Η παραγωγή θερμικής ισχύος θεωρείται σταθερή για συγκεκριμένες περιόδους εντός του εικοσιτετραώρου και μηδενική για τις υπόλοιπες. Στα αριστερά μέλη των σχέσεων εμφανίζονται τα ψυκτικά φορτία που αποδίδονται τελικά στο χώρο, εξαιτίας της παραγωγής της αντίστοιχης θερμικής ισχύος.

#### 4.1.5 Ψυκτικά φορτία λόγω ανανέωσης του αέρα

Το ρεύμα αέρα που εισέρχεται στο εσωτερικό του χώρου προσδίδει ένα επιπλέον θερμικό κέρδος.

Το συνολικό αισθητό φορτίο δίνεται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_s = c_p * \rho_{da} * \dot{V}_s * \Delta\theta = 1.23 * \dot{V}_s * \Delta\theta$$

Το λανθάνον φορτίο δίνεται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_l = \rho_{da} * h_{fg} * \dot{V}_s * \Delta w = 3.010 * \dot{V}_s * \Delta w$$



## 4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

## 4.3 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η μελέτη κλιματισμού, υπολογισμός ψυκτικών κερδών, έγινε για τον μήνα Ιούλιο και ομοίως για τον κάθε όροφο. Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες με τα αποτελέσματα για τις μεσημεριανές ώρες 2μμ, 3μμ και 4μμ, καθώς και ο πίνακας με τα κατασκευαστικά στοιχεία/ θερμικά δεδομένα της κτιριακής εγκατάστασης:

## 4.3.1 Ψυκτικά φορτία ισογείου

Χώρος: ΙΣΟΓΕΙΟ		Μήνας: Ιούνιος			1η Επανάληψη			2η Επανάληψη			3η Επανάληψη		
Κατασκευαστικά/θερμικά δεδομένα:					Ωρα: 14:00			Ωρα: 15:00			Ωρα: 16:00		
Συναγωγή	Προσ.	U	A	LM	CLTD	CLTDc	Q	CLTD	CLTDc	Q	CLTD	CLTDc	Q
		W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	°C	°C	°C	W	°C	°C	W	°C	°C	W
Τοίχοι	B	0.432	89.00	0.6	5	11.90	458.05	5	11.90	458.05	6	12.40	477.30
	N	0.432	89.00	-0.6	7	12.30	473.45	8	12.80	492.69	8	12.80	492.69
	A	0.432	133.12	0.6	12	15.40	886.60	13	15.90	915.38	14	16.40	944.17
	Δ	0.432	91.79	0.6	8	13.40	531.94	8	13.40	531.94	8	13.40	531.94
Τζάμια	B	-											
	N	-											
	A												
	Δ	2.210	38.30		7	16.10	1362.89	8	17.10	1447.55	8	17.10	1447.55
Στέγη/οροφή	Οριζόντια	0.470	345.21	1.1	14	16.65	2701.44	17	18.15	2944.81	20	19.65	3188.19
Θύρα	A	2.210	5.28				268.38			268.38			268.38
Θύρα	Δ	2.210	8.30				422.09			422.09			422.09
Ηλιακά		SHGF		SC		CLF			CLF			CLF	
		W/m <sup>2</sup>											
Τζάμια	B	-											
	N	-											
	A	-											
	Δ	681	38.30	0.50		0.53	6912.53		0.72	9390.61		0.82	10694.86
					Σύνολο:		14017.38	Σύνολο:		16871.51	Σύνολο:		18467.17

$$AN. AΙΣΘΗΤΟ = 105 * 20 * 1$$

$$AN. ΛΑΝ. = 81 * 20 * 1$$

$$ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ = 10 * 500 * 1$$

$$LEDS = 35 * 20 * 1$$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ			
ΑΝΘΡΩΠΟΙ	ΑΙΣΘΗΤΟ	(W)	4200
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	(W)	3240
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ		(W)	8800
ΦΩΤΑ		(W)	1240

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ	(W)	32707,17
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	(W)	3240
	ΣΥΝΟΛΟ	(W)	35947,17

ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ	ΜΗΝΑΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ
	ΩΡΑ	14:00

## 4.3.2 Ψυκτικά φορτία Α' ορόφου

Χώρος: Α' ΟΡΟΦΟΣ		Μήνας: Ιούνιος		
Κατασκευαστικά/θερμικά δεδομένα:				
Συναγωγή	Προσ.	U	A	LM
ή		W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	°C
Τοίχοι	B	0.432	31.97	0.6
	N	0.432	31.97	-0.6
	A	0.432	39.46	0.6
	Δ	0.432	57.44	0.6
Τζάμια	-			
	-			
	A	2.210	39.55	
	Δ	2.210	32.12	
Στέγη/οροφή	-	0.470	242.21	1.1
Θύρα	A	2.210	10.56	
Ηλιακά		SHGF		SC
		W/m <sup>2</sup>		
Τζάμια	-			
	-			
	A	681	39.55	0.5
	Δ	681	32.12	0.5

1η Επανάληψη		
Ωρα: 14:00		
CLTD	CLTDc	Q
°C	°C	W
5.00	11.90	164.34
7.00	12.30	169.87
12.00	15.40	262.53
8.00	13.40	332.53
7.00	16.10	1407.09
7.00	16.10	1143.00
14.00	16.65	1895.41
		536.76
	CLF	
	0.22	2962.39
	0.53	5797.26
Σύνολο:		14671.19

2η Επανάληψη		
Ωρα: 15:00		
CLTD	CLTDc	Q
°C	°C	W
5.00	11.90	164.34
8.00	12.80	176.77
13.00	15.90	271.06
8.00	13.40	332.53
8.00	17.10	1494.48
8.00	17.10	1214.00
17.00	18.15	2066.17
		536.76
	CLF	
	0.20	2693.08
	0.72	7875.52
Σύνολο:		16824.72

3η Επανάληψη		
Ωρα: 16:00		
CLTD	CLTDc	Q
°C	°C	W
6.00	12.40	171.25
8.00	12.80	176.77
14.00	16.40	279.58
8.00	13.40	332.53
8.00	17.10	1494.48
8.00	17.10	1214.00
20.00	19.65	2236.93
		536.76
	CLF	
	0.17	2289.12
	0.82	8969.34
Σύνολο:		17700.77

$$AN. AΙΣΘΗΤΟ = 105 * 20 * 1$$

$$AN. ΛΑΝ. = 81 * 20 * 1$$

$$ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ = 10 * 500 * 1$$

$$LEDΣ = 35 * 20 * 1$$

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ		
ΑΝΘΡΩΠΟΙ	ΑΙΣΘΗΤΟ (W)	2100
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ (W)	1620
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	(W)	5000
ΦΩΤΑ	(W)	700

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΙΣΘΗΤΟ (W)	25500,77
	ΛΑΝΘΑΝΟΝ (W)	1620
	ΣΥΝΟΛΟ (W)	27120,77

ΧΡΟΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ	ΜΗΝΑΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ
	ΩΡΑ	14:00

## 5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

### 5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

- Η κεντρική κλιματιστική μονάδα είναι η συσκευή μέσα στην οποία γίνεται η επεξεργασία του κλιματισμένου αέρα.
- Στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες πραγματοποιούνται οι εξής βασικές λειτουργίες:
  - Η θερμική επεξεργασία του αέρα (ψύξη / θέρμανση)
  - Ο καθαρισμός (φιλτράρισμα του αέρα)
  - Η ύγρανση (πρόσδωση υγρασίας) του αέρα
  - Η αφύγρανση (αφαίρεση υγρασίας) του αέρα
  - Η ανανέωση του αέρα (προσθήκη νωπού αέρα και απόρριψη)
- Για να πραγματοποιούνται οι παραπάνω λειτουργίες οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες συγκροτούνται από διάφορα επιμέρους τμήματα.
  - Το τμήμα θερμικής επεξεργασίας και ρύθμισης της υγρασίας του αέρα
  - Το τμήμα ή τα τμήματα των ανεμιστήρων
  - Το κιβώτιο μίξης
  - Το τμήμα φίλτρων
  - Το τμήμα εξοικονόμησης ενέργειας
- Τα διάφορα τμήματα συναρμολογούνται και συνδυάζονται με κατάλληλο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες της μελέτης.

### 5.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| • Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα | Ροή Αέρα 1.000-25.000 m <sup>3</sup> /h |
| • Αντλία θερμότητας            | Θέρμανση 21-43 kw και Ψύξη 17-36 kw     |
| • Σύστημα VRF                  | Ονομαστική Απόδοση 29.8 kW (40hp)       |

ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ / ΚΛΙΝΙΚΗ												
Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [(kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος))]												
Κλιματική Ζώνη												
	Α			Β			Γ			Δ		
<b>A+</b>		<i>EK</i> <	70		<i>EK</i> <	85		<i>EK</i> <	110		<i>EK</i> <	120
<b>A</b>	70	≤ <i>EK</i> <	105	85	≤ <i>EK</i> <	130	110	≤ <i>EK</i> <	165	120	≤ <i>EK</i> <	180
<b>B+</b>	105	≤ <i>EK</i> <	155	130	≤ <i>EK</i> <	195	165	≤ <i>EK</i> <	250	180	≤ <i>EK</i> <	265
<b>B</b>	155	≤ <i>EK</i> <	205	195	≤ <i>EK</i> <	255	250	≤ <i>EK</i> <	330	265	≤ <i>EK</i> <	355
<b>Γ</b>	205	≤ <i>EK</i> <	240	255	≤ <i>EK</i> <	300	330	≤ <i>EK</i> <	385	355	≤ <i>EK</i> <	415
<b>Δ</b>	240	≤ <i>EK</i> <	270	300	≤ <i>EK</i> <	340	385	≤ <i>EK</i> <	440	415	≤ <i>EK</i> <	470
<b>Ε</b>	270	≤ <i>EK</i> <	340	340	≤ <i>EK</i> <	425	440	≤ <i>EK</i> <	550	470	≤ <i>EK</i> <	590
<b>Ζ</b>	340	≤ <i>EK</i> <	405	425	≤ <i>EK</i> <	510	550	≤ <i>EK</i> <	660	590	≤ <i>EK</i> <	705
<b>Η</b>	405	≤ <i>EK</i>		510	≤ <i>EK</i>		660	≤ <i>EK</i>		705	≤ <i>EK</i>	

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, για τη διενέργεια της μελέτης εύρεσης κατάλληλου συστήματος κλιματισμού της ιδιωτικής κλινικής ΟΛΥΜΠΙΟΝ ελήφθησαν υπόψη οι Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου. Η συγκεκριμένη μονάδα κατατάσσεται στη κατηγορία υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, επομένως έχει υψηλές απαιτήσεις ασφάλειας και άνεσης. Επιπλέον με βάση την γεωγραφική θέση (Κάτω Πλατανίτη Ναυπάκτου) υπάγεται στην κλιματική ζώνη Β και λαμβάνοντας υπόψη και το προσανατολισμό αλλά και το τυπικό ωράριο λειτουργίας προκύπτουν καθορισμένες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων (ΕΛΟΤ EN 1525:2007).

Έχοντας ορίσει τις συνθήκες σχεδιασμού, προκειμένου να καλυφθούν οι θερμικές ανάγκες του συγκεκριμένου κτιρίου ακολουθήθηκε μια μεθοδολογία βασισμένη στους νόμους μετάδοσης θερμότητας και εντάχθηκαν στους υπολογισμούς και τις θερμικές απώλειες. Πιο συγκεκριμένα για τον υπολογισμό ψυκτικών φορτίων εφαρμόστηκε η μέθοδος CLTD/CLF κατά ASHRAE, που παρέχει μεγάλη ακρίβεια αποτελεσμάτων. Ενώ οι υπολογισμοί θερμικού φορτίου έγιναν κατά DIN 4701/1977. Υπήρξε ειδική μέριμνα για τον κατάλληλο αερισμό των χώρων, εφόσον πρόκειται για Μονάδα Υγείας, όπου το φορτίο των μικροβίων και μικροοργανισμών είναι ιδιαίτερα αυξημένο στον αέρα.

Τελικά προέκυψε πως για να είναι αποδοτικό το σύστημα κλιματισμού, η ιδανικότερη επιλογή μονάδων για το νοσοκομείο είναι στο ισόγειο, Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα με ροή αέρα από 1.000 έως 25.000 m<sup>3</sup>/h συνδεδεμένη με αντλία θερμότητας Αέρα-Νερού, ονομαστικής απόδοσης σε Θέρμανση 21-43 kw και Ψύξη 17-36 kw. Ενώ για τον Α' Όροφο επιλέχθηκε σύστημα VRF με 7 εσωτερικές μονάδες και εύρος απόδοσης 29.8 kW (40hp).



## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ASHRAE Handbook Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2017.
2. «ASHRAE Standard 55-2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.»
3. Chadderton, David V. Air Conditioning: A Practical Introduction. Taylor & Francis, 1997.
4. «DIN 4701/1977.»
5. «DIN 4701/1983.»
6. Eberhard Sprenger, Hermann Recknagel. ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ. Μ. Γκιούρδας, 1989.
7. Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker, Jeffrey D. Spitler. Heating, Ventilating, and Air Conditioning: Analysis and Design. John Wiley & Sons, 2004.
8. G F Hundy, A. R. Trott, T C Welch. Refrigeration and Air-Conditioning. Butterworth-Heinemann, 2008.
9. Kreider, Jan F. Handbook of Heating, Ventilation, and Air Conditioning. CRC Press, 2000.
10. L. Harriman, G. Brundrett, R. Kittler. Humidity Control Design Guide. ASHRAE, 2001.
11. Recknagel, Sprenger. Θέρμανση και Κλιματισμός. Εκδ. Γκιούρδας, 1978.
12. Wijesundera, Nihal E. Principles Of Heating, Ventilation And Air Conditioning With Worked Examples. World Scientific, 2015.
13. Δημήτριος Κατσαπρακάκης, Μύρων Μονιάκης. Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 2015.
14. «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων.» Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας 2423/1986
15. «EN ISO 7730:2005. Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.»
16. Θέματα υγείας και ασφάλειας της εργασίας. Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας, 2003.
17. «Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων Φ.Ε.Κ. 362Δ' /4-71979.»
18. Μ.Α. Παπαδόπουλος. Θερμομόνωση Κτιρίων. Εκδ. Κυριακίδη, 1994.
19. Π., Κοσμόπουλος. Κτίριο, Ενέργεια και Περιβάλλον. University Studio Press, 2008.
20. Παπαδόπουλος, Α.Μ. Οδηγός σχεδιασμού εγκαταστάσεων: Εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση-ψύξη-εξαερισμό σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Εκδ. Κτίριο, 2012.
21. Σελλούντος, Β.Η. ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ. 2002: ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, “ΣΕΛΚΑ-4Μ” ΕΠΕ

22. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, Εγκαταστάσεις σε κτίρια: Εγκαταστάσεις σε κτίρια: Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων. Τεχνικό Επιμελητήριο της Ελλάδας, 1987.