



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΣΕ ΝΕΑ  
ΠΤΕΡΥΓΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ**



ΣΟΥΡΛΑ ΜΑΤΙΝΑ

ΒΑΛΑΒΑΝΗΣ ΣΩΚΡΑΤΗΣ

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

ΑΝ. ΚΑΘ. Δ. ΜΠΟΥΡΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΑΝ. ΚΑΘ. Α. ΤΟΥΡΛΙΔΑΚΗΣ

ΕΠ. ΚΑΘ. Ε. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ

ΚΟΖΑΝΗ, ΜΑΡΤΙΟΣ, 2013

## Περίληψη

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας εξετάζεται η ενεργειακή συμπεριφορά του Γενικού Νοσοκομείου Κοζάνης <<ΜΑΜΑΤΣΕΙΟ>> με γνώμονα τη μεθοδολογία που ορίζουν ο Κ.Εν.Α.Κ. και οι τεχνικές οδηγίες που έχουν εκδοθεί, μέσω της χρήσης του πιστοποιημένου λογισμικού «ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων».

Τέλος, εξετάζεται η εφαρμογή μέτρων και τεχνολογιών με αποκλειστικό στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Η εφαρμογή των μέτρων αυτών εξετάζεται με ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια.

## Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή του τμήματος, κ. Μπούρη Δημήτριο, για τις χρήσιμες συμβουλές του και για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με ένα τόσο ενδιαφέρον και χρήσιμο θέμα.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους υπάλληλους του Γ.Ν.Κ. Μαμάτσειο ιδιαιτέρως τον κ Δεσποινιάδη Ιωάννη και τον κ Δαρβίδη Ιορδάνη από την τεχνική υπηρεσία για την βοήθεια και συνεργασία τους, η οποία έπαιξε σημαντικό ρόλο στην πραγματοποίηση της διπλωματικής εργασίας.

Βαλαβάνης Σωκράτης

Σούρλα Ματίνα

## Περιεχόμενα

1 Γενικό υπόβαθρο .....	8
1.1 Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια .....	8
1.2 Νομοθεσία για την εξοικονόμηση ενέργειας σε Ε.Ε. και Ελλάδα .....	9
1.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) .....	13
2 Γενική Περιγραφή Συστημάτων Θέρμανσης Αερισμού και Κλιματισμού (HVAC) .....	16
2.1 Σύστημα Θέρμανσης .....	17
2.1.1 Μονάδα Παραγωγής .....	17
2.1.2 Εξοπλισμός Λεβητοστασίου, βοηθητικές μονάδες, δίκτυο διανομής, τερματικές μονάδες .....	32
2.2 Ψύξη .....	46
2.2.1 Μονάδα Παραγωγής Ψύξης .....	46
2.2.2 Δίκτυο διανομής και τερματικές μονάδες .....	48
2.3 Κλιματισμός .....	49
2.3.1 Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα .....	50
2.3.2 Συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό .....	55
2.3.3 Συστήματα κλιματισμού αέρα- νερού .....	60
Συστήματα κλιματισμού αέρα- νερού με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου και κεντρική παροχή πρωτεύοντα αέρα .....	61
Συστήματα κλιματισμού αέρα- νερού με τοπικές μονάδες επαγωγής .....	63
2.3.4 Κεντρική κλιματιστική μονάδα .....	64
Ανεμιστήρες .....	65
Κύρια στοιχεία ψύξης .....	67
Κύρια στοιχεία θέρμανσης .....	68
Μονάδα προθέρμανσης .....	68
Ανάκτηση θερμότητας .....	70
Συστήματα κλιματισμού απευθείας εκτόνωσης .....	74
2.3.5 Φωτισμός .....	77

3	Ενεργειακή επιθεώρηση νέας πτέρυγας Μαμάτσειου νοσοκομείου .....	83
3.1	Γενικά χαρακτηριστικά κτιρίου .....	83
3.2	Θερμικές Ζώνες.....	84
3.3	Κέλυφος .....	90
3.3.1	Μεθοδολογία.....	90
3.3.2	Αδιαφανή δομικά στοιχεία .....	98
3.3.3	Συγκεντρωτικά δεδομένα δομικών στοιχείων .....	121
3.3.5	Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κτιρίου.....	126
3.3.6	Αερισμός.....	127
3.3.7	Συντελεστές Σκίασης Δομικών Στοιχείων Κτιρίου .....	130
3.3.8	Δεδομένα Διαφανών Επιφανειών Κτιρίου και συντελεστές σκίασης.....	134
4.	Υπολογισμοί Παραμέτρων Εγκαταστάσεων Θέρμανσης, Ψύξης, Κλιματισμού, Ύγρανσης, Ζεστού Νερού Χρήσης και Φωτισμού .....	138
	Γενικά.....	138
4.1	Θέρμανση.....	138
4.2	Ψύξη .....	145
4.3	Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες .....	148
4.4	Σύστημα ύγρανσης.....	155
4.5	Ζεστό Νερό Χρήσης .....	156
4.6	Φωτισμός.....	159
4.7	Εξοπλισμός .....	161
4.8	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, πετρελαίου, τηλεθέρμανσης.....	162
4.8.1	Κατανάλωση βάσει των τιμολογίων.....	162
4.8.2	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας βάσει της καταγραφής των μονάδων για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό.....	165
4.9	Διατάξεις αυτοματισμού.....	167
4.10	Αποτελέσματα Ενεργειακής Επιθεώρησης .....	168
4.11	Σύγκριση Αποτελεσμάτων .....	171

5 Προτεινόμενες δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας .....	173
5.1 Δράσεις για το φωτισμό .....	173
5.1.1 Αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού T8 με T5 .....	173
5.1.2 Εγκατάσταση αισθητήρων κίνησης .....	174
5.2 Δράσεις για το κτιριακό κέλυφος.....	176
5.2.1 Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας στο κέλυφος .....	176
5.2.2 Αντικατάσταση Υαλοπινάκων Με Ενεργειακούς Low-E .....	182
5.3 Δράσεις για το ZNX .....	187
5.3.1 ZNX από Τηλεθέρμανση .....	187
5.3.2 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX .....	190
5.4 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στη στέγη της παλιάς και νέας πτέρυγας .....	192
5.5 Σύγκριση των σεναρίων.....	202
5.6 Χρήση Επιλεγμένων Σεναρίων για Αύξηση Ενεργειακής Κλάσης.....	205
6 Συμπεράσματα .....	207
Βιβλιογραφία.....	209
Παράρτημα .....	211
Παράρτημα I.....	211
Γεωμετρία του κτιριακού κελύφους .....	211
Παράρτημα II.....	215
Αδιαφανή στοιχεία σ επαφή με εξωτερικό αέρα, δάπεδο και μη θερμαινόμενους χώρους.....	215
Διαφανή δομικά στοιχεία .....	229
Παράρτημα III.....	233

## Εισαγωγή

Η Ορθολογική Χρήση Ενέργειας αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό τομέα τόσο της ενεργειακής αλλά και της γενικότερης οικονομικής και περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό οφείλεται κυρίως στους παρακάτω λόγους:

- Στην ανάγκη για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, καθότι εάν δε ληφθεί κανένα μέτρο η ενεργειακή εξάρτηση της ΕΕ από χώρες εκτός των συνόρων της θα φτάσει το 2030 στο 70% της συνολικής ζήτησης.
- Σε περιβαλλοντικούς λόγους και κυρίως στις δεσμεύσεις που έχουν αναληφθεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο, καθώς ο ενεργειακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 94% των εκπομπών CO<sub>2</sub>, οι οποίες συνεχώς αυξάνονται.

Στα πλαίσια μιας προσπάθειας βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, το 2010 εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (KENAK) καθορίζοντας την επίσημη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης στην Ελλάδα. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η εφαρμογή της επιθεώρησης για την διερεύνηση της ενεργειακής κατάταξης ενός κτιρίου τριτογενούς τομέα (νοσοκομείο) και η προσπάθεια επίτευξης του σε ενεργειακή κατάταξη A.

Τα κεφάλαια που περιλαμβάνει η εργασία είναι τα εξής:

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφεται η νομοθεσία και οι μεταρρυθμίσεις τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και στην Ελλάδα για την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται μια γενική περιγραφή των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης κλιματισμού και αερισμού (HVAC).

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο εξετάζεται το κέλυφος του νοσοκομείου και υπολογίζονται οι παράμετροι για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο υπολογίζονται οι παράμετροι των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης, φωτισμού και αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης από το πρόγραμμα του TEE.

Τέλος στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο εξετάζεται η εφαρμογή μέτρων με ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

# 1 Γενικό υπόβαθρο

## 1.1 Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια

Στην Ελλάδα μέχρι και 30% περισσότερη ενέργεια απαιτείται για την ικανοποίηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα στα κτίρια, τα οποία αντιμετωπίζουν στην πλειονότητα τους πρόβλημα επαρκούς μόνωσης, ιδιαίτερα όσα κατασκευάστηκαν πριν από το 1980. Μεταξύ των πλέον ενεργοβόρων κτιρίων στην Ε.Ε. τα ελληνικά, απορροφούν το 1/3 της καταναλισκόμενης ενέργειας και έχουν απώλειες θέρμανσης από πόρτες και παράθυρα, με αποτέλεσμα να χαραμίζουν πολύτιμη ενέργεια και χρήματα και ταυτόχρονα να εκπέμπουν περιττές ποσότητες επικίνδυνων ρύπων που ευθύνονται για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Στον κτιριακό τομέα οφείλεται το 45% του CO<sub>2</sub> της χώρας και η κατανάλωση του 35% της συνολικής της ενέργειας. Μάλιστα είχαμε αύξηση κατά 25% στην ενέργεια που χρειάζονται τα κτίρια μας για να θερμανθούν, να ψυχθούν και να ηλεκτροδοτηθούν μόνο μέσα στην τελευταία πενταετία [1].

Τα κτίρια οικιακής χρήσης ευθύνονται για το 23,6% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και καταναλώνουν το 32,7% της ολικής ηλεκτρικής παραγωγής καθώς και το 21,5% της ολικής θερμικής ενέργειας. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στις κατοικίες αποτελεί το 73,6% της ολικής κατανάλωσης των κτιρίων ενώ το υπόλοιπο 26,4% καταναλώνεται από τον τριτογενή τομέα [1].

Λόγω της διαφορετικής χρήσης των κτιριακών συγκροτημάτων υπάρχουν και μεγάλες αποκλίσεις σε σχέση με την κατανομή της κατανάλωσης ανάλογα με το αν το κτίριο ανήκει στον οικιακό ή τριτογενή τομέα (ξενοδοχεία, γραφεία, νοσοκομεία, σχολεία κ.τ.λ.). Στον οικιακό τομέα η θέρμανση αποτελεί την κυριότερη παράμετρο αφού το 61% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται χρησιμοποιείται για τη θέρμανση, ενώ αντίθετα για το δροσισμό δαπανάται μόνο το 2% της συνολικής ενέργειας. Αντίθετα στον τριτογενή τομέα, ο οποίος αποτελείται από γραφεία, γυμναστήρια, ξενοδοχεία, σχολεία και νοσοκομεία οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση είναι μικρότερες εξαιτίας της διακοπτόμενης χρήσης των κτιρίων και των εσωτερικών θερμικών κερδών από τα ηλεκτρολογικά μηχανήματα, τα φωτιστικά σώματα και από τους ανθρώπους που εργάζονται σε αυτά. Η μείωση της ενέργειας για την θέρμανση κατά τη χειμερινή περίοδο αντισταθμίζεται από τις μεγάλες απαιτήσεις των κτιρίων αυτών για δροσισμό.[1]

Παρατηρείται ότι είναι αρκετά ευνόητη η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Αρκεί μόνο να αναφερθεί το μέγεθος του οικονομικού και περιβαλλοντικού κέρδους που θα προκύψει με σωστό σχεδιασμό και αύξηση στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων που μπορεί να ανέλθει έως και 30% στη μείωση της κατανάλωσης και 42% στη μείωση των



εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αξιόλογη επισήμανση επίσης αποτελεί το γεγονός ότι μόνο με την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης σε όλα τα κτίρια της χώρας θα πετύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 1,025 TWh αφού τα κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 χρειάζονται κατά μέσο όρο 150 kWh/m<sup>2</sup> σε ετήσια βάση για να θερμανθούν, ενώ θα δαπανούσαν μόνο 80 kWh/m<sup>2</sup> σε περίπτωση που εφαρμόζονταν ο κανονισμός. Γίνεται πλέον εύκολα αντιληπτό ότι η ενεργειακή επιθεώρηση με σκοπό την αύξηση της απόδοσης στον οικιακό και στον τριτογενή τομέα είναι απαραίτητη και τα ενεργειακά οφέλη της είναι τεράστια [1].

## **1.2 Νομοθεσία για την εξοικονόμηση ενέργειας σε Ε.Ε. και Ελλάδα**

Τα τελευταία χρόνια διαφαίνεται όλο και περισσότερο η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς έχει φανεί ότι αποτελούν τη μοναδική βιώσιμη λύση, με πολλαπλά οφέλη σε κοινωνικό, οικονομικό αλλά και περιβαλλοντικό επίπεδο. Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο οικονομικό χώρο της Ευρώπης, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 400 δις Ευρώ. Ταυτόχρονα, σε ημερήσια βάση, η παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια ξεπερνάει τα 17 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου, ποσότητα περίπου ίση με την συνολική παραγωγή των χωρών του ΟΠΕΚ. Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο τομέας των κτιρίων απορροφά, κατά μέση τιμή, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ανά χώρα κύμανση ποικίλει από 20% για την Πορτογαλία, έως και 45% για την Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 30%. Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο, 116 Mtoe, το πετρέλαιο 99 Mtoe, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe, και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe. Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας (Santamouris et al., 1996). Η κατανομή των διαφόρων πλέον καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια. Δεδομένου ότι ο κάτοικος των αστικών κυρίως κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι προφανής η επίδραση της

ποιότητας του εσωτερικού κλίματος τόσο στην υγεία και την άνεση όσο και την παραγωγικότητά του. Η κατά τα τελευταία χρόνια δραματική υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού προβλήματος καθώς και χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον έχουν συντελέσει στην εμφάνιση σημαντικών, ποιοτικά και ποσοτικά, περιβαλλοντικών και ενεργειακών προβλημάτων στα κτίρια [1].

Στο γενικότερο πλαίσιο των αλλαγών η νομοθετική δραστηριότητα της Ε.Ε. αποσκοπεί στο στρατηγικό σχεδιασμό για την ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας με βάση κατάλληλο πρόγραμμα δράσης. Πιο συγκεκριμένα, η Ορθολογική Χρήση Ενέργειας χαρακτηρίζει και συγκεκριμενοποιεί τα αποδοτικότερα ενεργειακά προϊόντα, με βάση βεβαίως κάποιες προδιαγραφές, και θέτει απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση διαφόρων προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια. Επίσης, έχει θεσπίσει κανονισμούς και οδηγίες που αφορούν στην ενεργειακή απόδοση και πιστοποίηση των κτιρίων, προωθεί τη συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού και ρυθμίζει κατάλληλα τη φορολογία των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι :

- Η οδηγία 93/73/ΕΚ «Για το περιορισμό των εκπομπών του CO<sub>2</sub> μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας».
- Η οδηγία 2002/91/ΕΚ «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων».
- Η οδηγία 2006/32/ΕΚ «Για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες».

Στην Ελλάδα η εισαγωγή στην έννοια της ενεργειακής οικονομίας έγινε πρώτη φορά με τον νόμο- πλαίσιο Ν.40/75 "Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας". Ανάλογο θέμα δεν υπήρξε ποτέ ξανά στην Ελληνική νομοθεσία και ως εκ τούτου καμία νομοθετική ρύθμιση δεν μπορούσε να την επικαλεστεί. Από τη στιγμή εκείνη και μετά θεσπίστηκε μια σειρά νόμων και κανονισμών στη διάρκεια των ετών που είχε κοινή κατεύθυνση την εξοικονόμηση ενέργειας. Στον πίνακα 1.1 αναφέρονται οι σημαντικότεροι νόμοι και κανονισμοί για τον κτιριακό τομέα [1].

**Πίνακας 1.1:**Νόμοι και κανονισμοί στην Ελλάδα για τον κτιριακό τομέα [1].

Έτος	Νόμοι / Κανονισμοί
1975	Ν.40/75 (Νόμος -Πλαίσιο) περί «Λήψης Μέτρων για την Εξοικονόμηση Ενέργειας»
1979	ΦΕΚ 362 Δ', Π.Δ-1.6/4.7.1979 «Κανονισμός για την Θερμομόνωση των Κτιρίων» (ΚΘΚ)
1985	Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ-2000).
1985	Άρθρο 6 Ν.1512/85 για «Κίνητρα Εξοικονόμησης Ενέργειας».
1986	Νόμος 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος.
1989	Υ.Α 3046/304 «Κτιριοδομικός Κανονισμός».
1992	Ν. 2052/92 περί «Μέτρων για την Καταπολέμηση του αστικού νέφους».
1993	Οδηγία 93/76/ΕΟΚ (SAVE) για «Περιορισμό των εκπομπών CO <sub>2</sub> μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης ».
1995	Σχεδίου Δράσης "Ενέργεια 2001" του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
1995	Κανονισμού Κατανομής Δαπανών Θέρμανσης.
1998	Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας SAVE (21475/4707 ΚΥΑ-ΦΕΚ 880B /19-8-98)για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO <sub>2</sub> με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της

Ο νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (Φ.Ε.Κ. Α' 89) θεσπίστηκε ώστε να εναρμονιστεί η Ελληνική νομοθεσία με την ευρωπαϊκή οδηγία 2002/91/ΕΚ. Μεταξύ άλλων ο νόμος προβλέπει:

- Κατάρτιση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕνΑΚ), ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια, καθώς και για παλιά με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ., στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτιρίου.
- Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ) για όλα τα νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 τ.μ. με ισχύ δέκα ετών.
- Υποβολή στην αρμόδια πολεοδομική αρχή μελέτης πριν από την κατασκευή για τη σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών πηγών ενέργειας σε νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ.

- Δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.
- Διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτιρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Στο νόμο 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (Φ.Ε.Κ. Α' 85), με το άρθρο 10 τροποποιούνται ρυθμίσεις του ν. 3661/2008. Τα βασικότερα σημεία που προστέθηκαν είναι η κατάργηση του ορίου των 1000 m<sup>2</sup>, για την υποχρέωση σύνταξης και υποβολής της σχετικής ενεργειακής μελέτης στα αρμόδια πολεοδομικά γραφεία, η υποχρέωση κάλυψης του 60% των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) από ηλιοθερμικά συστήματα ή συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή συστήματα αντλιών θερμότητας με υψηλή απόδοση, κ.ά., η διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης και η υποχρέωση το αργότερο έως τις 31.12.2019, όλα τα νέα κτήρια να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και σε αντλίες θερμότητας με εποχιακό συντελεστή επίδοσης SPF μεγαλύτερο από 3,3. Για τα νέα κτήρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, αυτή η υποχρέωση θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ το αργότερο έως τις 31.12.2014 [2].

Επίσης τροποποιήθηκε το άρθρο 25 του Κτηριοδομικού Κανονισμού (Φ.Ε.Κ. 380/Δ/1997) ως προς τις απαιτήσεις εκπόνησης μελετών υδραυλικών και Η/Μ εγκαταστάσεων με την 49731/2010 υπουργική απόφαση Υ.Π.Ε.Κ.Α. (Φ.Ε.Κ. 498 ΑΑΠ/23.11.2010) [2].

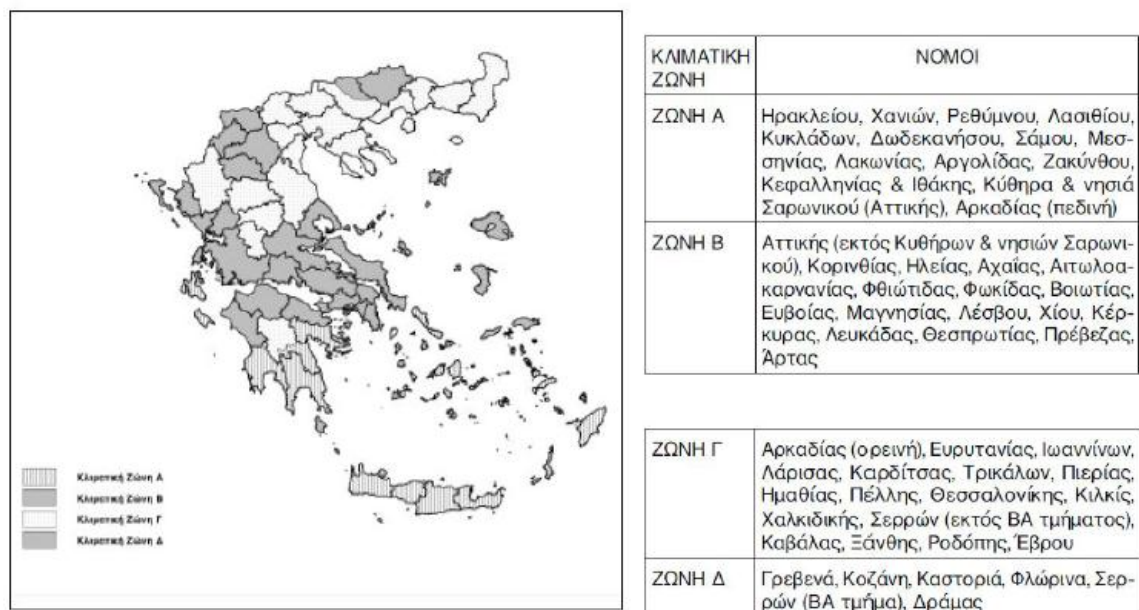
Το πλήρες νομοθετικό πλαίσιο και πιθανές μελλοντικές τροποποιήσεις είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής - Υ.Π.Ε.Κ.Α. στην ενότητα «Επιθεώρηση» και την υποενότητα «Νομικό πλαίσιο» [3].

### 1.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)

Το Απρίλιο του 2010 εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων με την κοινή υπουργική απόφαση αριθμ. Δ6/Β/οικ.5825/2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)» (Φ.Ε.Κ. Β' 407). Οι βασικότερες ρυθμίσεις του κανονισμού είναι:

- Ορίζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακή κατάταξης των κτηρίων (άρθρα 4 και 5). Η μεθοδολογία βασίζεται στα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα που μέσω της αναθεώρησης της κοινοτικής οδηγίας (31/2010) είναι πλέον υποχρεωτικά.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις ( $\text{kWh/m}^2$ ) για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάταξη των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων μέσω της μεθοδολογίας του κτηρίου αναφοράς (άρθρα 7 και 13). Με την ίδια μεθοδολογία αξιολογούνται και κατατάσσονται ενεργειακά και τα υφιστάμενα προς πιστοποίηση κτήρια.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους και οι τεχνικές προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων των υπό μελέτη νέων κτηρίων, καθώς και των ριζικώς ανακαινιζόμενων (άρθρο 8).
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης (Μ.Ε.Α) των κτηρίων (άρθρο 11). Η Μ.Ε.Α. συνυποβάλλεται μαζί με άλλες σχετικές μελέτες για την έκδοση οικοδομικής αδείας.
- Καθορίζεται η μορφή του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) κτηρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει (άρθρο 14).
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτηρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού (άρθρα 15,16 και 17) [2].

Με βάση τη νέα νομοθεσία η ελληνική περιφέρεια χωρίζεται σε 4 κλιματικές ζώνες, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.1 με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Η ζώνη Α παρουσιάζει τις υψηλότερες θερμοκρασίες κατά μέσο όρο στη διάρκεια ενός χρόνου, και η ζώνη Δ εμφανίζει τις χαμηλότερες.



**Σχήμα 1.1:** Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας με τους νομούς [4].

Με βάση την κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει, την κατηγορία χρήσης κτιρίου και την ενεργειακή του κατανάλωση δίνεται η κλίμακα ενεργειακής βαθμολόγησης ενός κτιρίου στον πίνακα 1.2 [4].

**Πίνακας 1.2 :**Όρια ενεργειακών κατηγοριών ΚΕΝΑΚ [4].

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP < 0,33RR$	$T < 0,33$
A	$0,33RR < EP < 0,50RR$	$0,33 < T < 0,50$
B+	$0,50RR < EP < 0,75RR$	$0,50 < T < 0,75$
B	$0,75RR < EP < 1,00RR$	$0,75 < T < 1,00$
Γ	$1,00RR < EP < 1,41RR$	$1,00 < T < 1,41$
Δ	$1,41RR < EP < 1,82RR$	$1,41 < T < 1,82$
E	$1,82RR < EP < 2,27RR$	$1,82 < T < 2,27$
Z	$2,27RR < EP < 2,73RR$	$2,27 < T < 2,73$
H	$2,73RR < EP$	$2,73 < T$

Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (RR) και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης. Προκειμένου να υπάρχει μια κοινή βάση σύγκρισης των ενεργειακών απαιτήσεων κάθε εξεταζόμενου κτιρίου στον ΚΕΝΑΚ περιγράφεται ένα κτίριο αναφοράς το οποίο έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς

πληροί ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή Ζεστού νερού χρήσης και το φωτισμό. Η κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β. Όλα τα νέα κτίρια, καθώς και τα υφιστάμενα άνω των 1000 τ. μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, θα πρέπει να βρίσκονται - κατ' ελάχιστον - εντός του εύρους ενεργειακής κατανάλωσης της κατηγορίας Β [4].

## 2 Γενική Περιγραφή Συστημάτων Θέρμανσης Αερισμού και Κλιματισμού (HVAC)

Το HVAC (που προφέρεται ως τέσσερα χωριστά γράμματα) είναι ένα αρκτικόλεξο που αναλυτικά σημαίνει "τη θέρμανση (H), τον εξαερισμό (V) και τον κλιματισμό (AC)". Το HVAC περιλαμβάνει γενικά ποικίλα ενεργά μηχανολογικά/ηλεκτρολογικά συστήματα που χρησιμοποιούνται προκειμένου να επιτευχθεί ο θερμικός έλεγχος των κτιρίων.

Ένα σύστημα θέρμανσης ("H" του HVAC) σχεδιάζεται για να προσθέτει θερμική ενέργεια σε ένα χώρο ή κτίριο, ώστε να διατηρείται κάποια επιλεγμένη θερμοκρασία αέρα. Αυτή η θερμοκρασία αέρα δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί με άλλο τρόπο εξαιτίας της ροής της θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον (απώλεια θερμότητας). Ένα σύστημα εξαερισμού ("V") έχει ως σκοπό του το να κυκλοφορεί τον αέρα σε ένα χώρο, ώστε να τον κινεί χωρίς να χρειάζεται να αλλάξει η θερμοκρασία του. Τα συστήματα εξαερισμού μπορούν, και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται για να βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και, κατ' αυτόν τον τρόπο, τα επίπεδα άνεσης των ενοίκων. Ένα σύστημα ψύξης (ή αλλιώς δροσισμού), που δεν περιλαμβάνεται στο αρκτικόλεξο HVAC, σχεδιάζεται για να αφαιρεί θερμική ενέργεια από ένα χώρο ή κτίριο, το οποίο χρειάζεται να γίνεται προκειμένου να διατηρείται κάποια επιλεγμένη θερμοκρασία του αέρα, χαμηλότερη συγκριτικά με αυτή που, αλλιώς, θα επικρατούσε λόγω της αναπόφευκτης ροής θερμότητας τόσο από τις εσωτερικές πηγές της, όσο και από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του χώρου (κέρδος θερμότητας). Οι ψυκτικές διατάξεις αναφέρονται συνήθως ως τμήμα του "AC", σε σχέση με τα αρχικά HVAC. Το "AC" υποδηλώνει τον κλιματισμό (Air-Conditioning) [5].



## 2.1 Σύστημα Θέρμανσης

### 2.1.1 Μονάδα Παραγωγής

Υπάρχουν διάφορες μονάδες παραγωγής θέρμανσης, οι οποίες ανάλογα τη μορφή χρησιμοποιούν σαν πηγή ενέργειας πετρέλαιο θέρμανσης, φυσικό αέριο, ηλεκτρική ενέργεια, βιομάζα ή τηλεθέρμανση (μέσω ΔΕΗ).

#### 2.1.1.1 Λέβητας

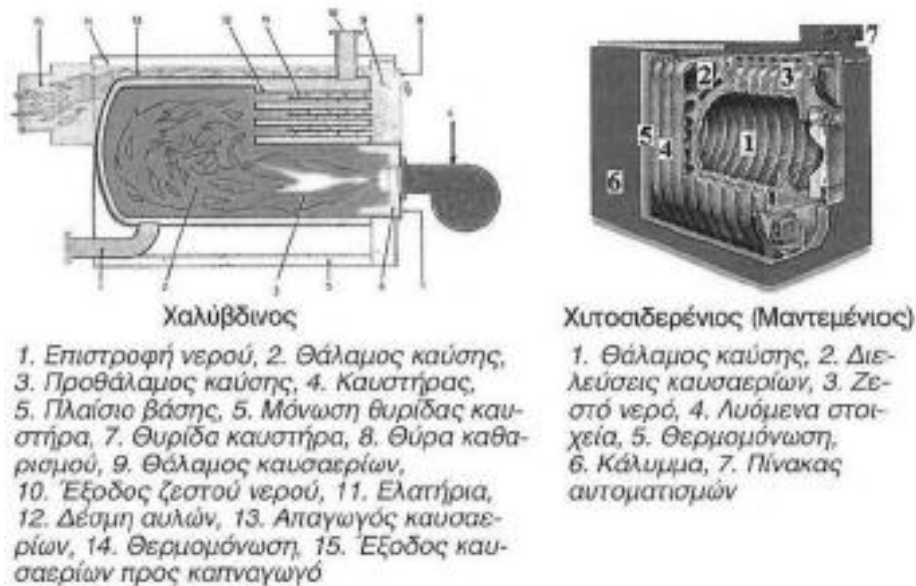
Ο Λέβητας είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας όπου πραγματοποιείται συναλλαγή θερμότητας μεταξύ του θερμαντικού μέσου δηλαδή τα καυσαέρια από καύση στερεών, υγρών η αέριων καύσιμων και του θερμαινόμενου μέσου (όπως νερό). Χρησιμοποιούνται χάλυβδινοι λέβητες, από χυτοσίδηρο, συμπίκνωσης και αερίου παλμικής καύσης [5].

Ο χάλυβας (κοινώς ασάλι) είναι κράμα σιδήρου – άνθρακα που περιέχει λιγότερο από 2,06 % κ.β. άνθρακα, λιγότερο από 1,0 % μαγγάνιο και πολύ μικρά ποσοστά πυριτίου, φωσφόρου, θείου και οξυγόνου. Η αρχή λειτουργίας των αεριαυλωτού τύπου είναι ο κυλινδρικός θάλαμος στο εσωτερικό του λέβητα όπου περιέχεται το νερό για θέρμανση- πρωτεύον δίκτυο (προαιρετικά με ένα επιπλέον κυλινδρικό θάλαμο από ανοξείδωτο χάλυβα μέσα στο πρώτο για ζεστό νερό χρήσης- δευτερεύον δίκτυο) περιβάλλει τους σωλήνες όπου διέρχονται τα καυσαέρια καύσης. Στους αεριαυλωτούς τοποθετούνται ελατήρια μέσα στους σωλήνες. Χωρίς αυτά η εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων είναι ατελής και η απόδοση του λέβητα μειώνεται σημαντικά. Στους λέβητες υδραυλωτού τύπου το νερό μετατρέπεται σε ατμό μέσα στους αυλούς ενώ τα καυσαέρια περνούν γύρω από το εξωτερικό των αυλών. Οι αυλοί ενώνονται σε κοινά κανάλια που καταλήγουν σε ατμοθαλάμους και εξόδους ατμού. Το μίγμα ατμού και νερού είναι πιο ελαφρύ από το ψυχρό νερό στην επιφάνεια του νερού του λέβητα και ανεβαίνει σε ένα ατμοθάλαμο (steam drum) στην κορυφή του λέβητα όπου γίνεται ο διαχωρισμός ατμού-νερού. Εδώ οι φυσαλίδες ανεβαίνουν στην επιφάνεια και ελευθερώνεται ατμός. Πλεονεκτήματα είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης και ότι επισκευάζονται. Μειονεκτήματα είναι η περιορισμένη διάρκεια ζωής και η αδυναμία επέκτασης για αύξηση της θερμικής ισχύος. Ο ανοξείδωτος χάλυβας είναι κράμα σιδήρου-άνθρακα-χρωμίου με ελάχιστη περιεκτικότητα σε χρώμιο 10,5 % κ.β. Το χρώμιο δημιουργεί ένα μικροσκοπικό στρώμα (10 –100 nm) τριοξειδίου του χρωμίου ( $Cr_2O_3$ ), το οποίο προστατεύει το μεταλλικό υπόστρωμα από την οξείδωση και την διάβρωση. Εκτός από χρώμιο, οι ανοξείδωτοι

χάλυβες μπορεί να περιέχουν και άλλα κραματικά στοιχεία, όπως νικέλιο, μολυβδαίνιο, μαγγάνιο, κ.λπ. Αυτό τον προστατεύει από το φαινόμενο της ηλεκτροχημικής διάβρωσης όταν υπάρχουν τμήματα από χαλκό με αποτέλεσμα ο χαλκός να ενεργεί σαν κάθοδος και ο χάλυβας σαν άνοδος. Σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι οι ανοξειδωτοι χάλυβες παρουσιάζουν χαμηλή θερμική αγωγιμότητα σε σύγκριση με τους κοινούς χάλυβες [6].

Οι λέβητες συμπίκνωσης διαθέτουν εναλλάκτη θερμότητας από τον οποίο διέρχονται τα καυσαέρια και συμπυκνώνονται σε νερό. Η θερμότητα που αποβάλλουν τα καυσαέρια χρησιμοποιείται για την προθέρμανση του νερού επιστροφής του δικτύου θέρμανσης. Η αισθητή μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ελκυσμού τους και γι' αυτό υπάρχει ηλεκτρικός ανεμιστήρας μικρής ισχύος στην έξοδο του λέβητα [5].

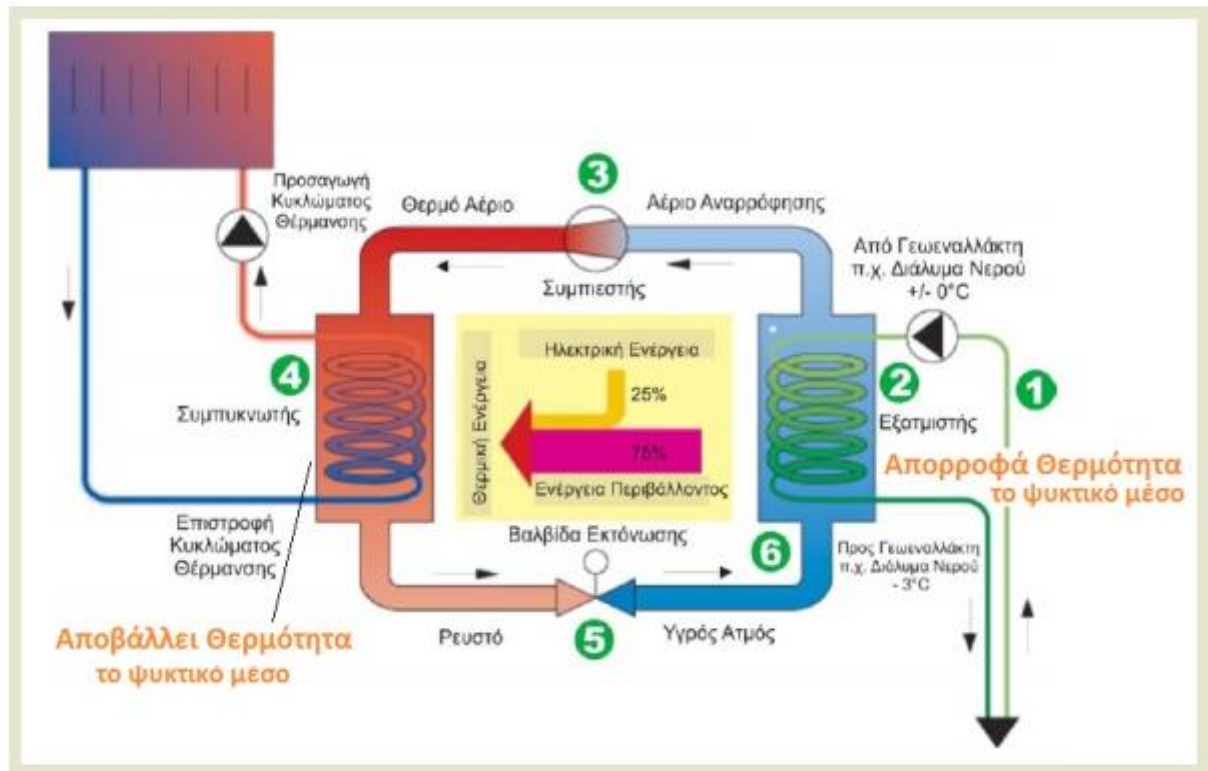
Ο λέβητας αερίου παλμικής καύσης λειτουργεί όπως μία μηχανή εσωτερικής καύσης. Ο αέρας και το αέριο καύσιμο εισάγονται σε κατάλληλες ποσότητες σε ένα στεγανό θάλαμο, το μίγμα αναφλέγεται με ηλεκτρικό σπινθήρα, ακολουθεί η πλήρης καύση του και τα καυσαέρια απάγονται μέσω ενός σωλήνα εξαγωγής. Από τη στιγμή που ο θάλαμος καύσης θερμανθεί, τα επόμενα μίγματα αέρα - αερίου καυσίμου (παλμοί) αναφλέγονται αυτόματα χωρίς την ανάγκη ηλεκτρικού σπινθήρα [5].



**Σχήμα 2.1:** Χαλύβδινος λέβητας (αριστερά), χυτοσίδηρος λέβητας (δεξιά) [5].

### 3.1.1.2 Αντλία Θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας «αντλούν» θερμότητα από μια δεξαμενή θερμότητας (αέρας περιβάλλοντος, δεξαμενή νερού, υπόγεια νερά, λίμνη, έδαφος) και την διοχετεύουν προς έναν άλλο χώρο, αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός κύκλου εξατμίσης και συμπύκνωσης. Ο κύκλος λειτουργίας των αντλιών θερμότητας είναι πλήρως αναστρέψιμος, έτσι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη είτε (α) με την χρήση μηχανικού έργου είτε (β) με την βοήθεια μιας θερμής δεξαμενής πολύ υψηλής θερμοκρασίας. Η αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας εφαρμόζεται ως επί το πλείστον σε ψυγεία και συσκευές κεντρικού κλιματισμού κτιρίων και ζεστού νερού χρήσης. Η διαφορά μεταξύ μιας αντλίας θερμότητας και ενός κοινού κλιματιστικού είναι ότι η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη λειτουργώντας βάση του ίδιου θερμοδυναμικού κύκλου του οποίου η λειτουργία μπορεί να αντιστραφεί ανάλογα με την ανάγκη (θέρμανση ή ψύξη) με τη χρήση τετράοδης βαλβίδας που αντιστρέφει την ροή του ψυκτικού μέσου. Οι πιο κοινές πηγές άντλησης θερμότητας για τέτοιες μηχανές είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας και το έδαφος. Ανάλογα με την φύση της πηγής και αντίστοιχα της καταβόθρας οι αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε αέρα-αέρα, αέρα-νερού, εδάφους-αέρα και εδάφους-νερού. Στη λειτουργία θέρμανσης ο εξατμιστής (ατμοποιητής) είναι τοποθετημένος στο περιβάλλον και το ψύχει, αντλώντας θερμότητα από αυτό. Στο συμπιεστή, αυξάνεται η πίεση του ψυκτικού μέσου, καθώς και θερμοκρασία του που φθάνει σε επίπεδο κατάλληλο για θέρμανση. Στο συμπυκνωτή, η θερμότητα από το ψυκτικό μέσο αποδίδεται στο μέσο κυκλώματος θέρμανσης (αέρας ή νερό) της κατοικίας. Η πίεση του ψυκτικού μέσου εκτονώνεται στη βαλβίδα εκτόνωσης, η διάταξη αυτή ελαττώνει την πίεση του υγρού, το οποίο ατμοποιείται σε χαμηλή θερμοκρασία. Το συμπυκνωμένο αέριο υγροποιείται [7].



Σχήμα 2.2 : Αντίστροφος κύκλος ψύξης αντλίας θερμότητας

Τα βασικά μέρη μιας αντλίας θερμότητας είναι τα εξής

- Συμπιεστής ο οποίος αυξάνει την πίεση του ψυκτικού υγρού, που βρίσκεται σε αέρια φάση, και εισέρχεται αρχικά στο συμπιεστή με χαμηλή πίεση και θερμοκρασία λίγο μεγαλύτερη από το σημείο βρασμού στην ίδια πίεση. Ο συμπιεστής κινείται συνήθως από ένα ηλεκτρικό κινητήρα και λειτουργεί σαν αντλία ατμού καταναλώνει μηχανικό έργο  $W_a$  κατά τη διάρκεια της διεργασίας. Οι συμπιεστές ανάλογα το είδος της κινητήριας μηχανής διακρίνονται σε ηλεκτροκίνητους φυγοκεντρικοί, παλινδρομικοί, ελικοειδείς περιστροφικοί, σπειροειδείς, σε συμπιεστές κινούμενους από μηχανές εσωτερικής καύσης (πετρέλαιο, ατμός, αέριο) και σε συμπιεστές απορρόφησης και προσρόφησης (θερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας) [8].
- i. Παλινδρομικοί συμπιεστές ο πλέον κοινός τύπος συμπιεστή. Απαρτίζεται από ένα έως δεκαέξι κυλίνδρους. Ένας μικρός παλινδρομικός συμπιεστής απορροφά λιγότερο από 10 KW, ένας μεσαίου μεγέθους 10-50 KW και τέλος ένας μεγάλου μεγέθους με πολλαπλούς κυλίνδρους από 50 KW και πάνω. Διακρίνονται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας τους σε: μονοβάθμιους (single), χαμηλής βαθμίδας (booster), διβάθμιους. Ο διβάθμιος συμπιεστής

πετυχαίνει τη χαμηλή και υψηλή βαθμίδα ενός διβάθμιου κύκλου μέσα σε ένα κέλυφος και με τον ίδιο κινητήρα.

- ii. Περιτροφικοί συμπιεστές όπου ο μηχανισμός συμπίεσης του αερίου ακολουθεί περιστροφική ή κυκλική μορφή κίνηση. Διακρίνονται σε μικρής δυναμικότητας και μεγάλης δυναμικότητας περιστροφικούς συμπιεστές.
- iii. Συμπιεστές ελικοειδούς μορφής (screw type) όπου χωρίζονται σε δυο κατηγορίες α) με μονό έλικα και αποτελούνται από έναν κοχλία (ρότορα) και ένα ζευγάρι τροχών αστεροειδούς μορφής. Ο κεντρικός κοχλίας έχει έξι (6) ελικοειδείς προεξοχές και οι δυο τροχοί από έντεκα δόντια που βρίσκονται σε δυο αντίθετες πλευρές από τον κεντρικό κοχλία. Κατά τη συνεχή περιστροφή του κοχλίας και των στεροειδών τροχών διακρίνουμε τρεις φάσεις : αναρρόφηση, συμπίεση, εκτόνωση και β) Με δίδυμο έλικα (twin screw type), οι συμπιεστές με δίδυμο έλικα αποτελούνται από δυο κοχλίες ελικοειδούς μορφής, που περιστρέφει ο ένας τον άλλο και το κέλυφος του. Συνήθως οι δυο κοχλίες, έχουν ίδια διάμετρο. Η συμπίεση γίνεται σε τέσσερις φάσεις: αναρρόφηση -μεταφορά - συμπίεση - εκτόνωση. Οι ιπποδυνάμεις των κινητήρων των κοχλιωτών συμπιεστών κυμαίνονται μεταξύ 20 - 1500 hp. Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοτική αξιόπιστη λειτουργία των κοχλιωτών συμπιεστών είναι η σωστή και αδιάκοπη λειτουργία του κυκλώματος κυκλοφορίας , εκτόξευσης, ανάκτησης και ψύξης του λιπαντικού. Στους δίδυμους κοχλιωτούς συμπιεστές υπάρχει μηχανισμός για συνεχή μεταβολή του φορτίου συνήθως από 10 - 100%. Το μηχανισμό μεταβολής του φορτίου κινεί ένα εμβολο που μετακινείται με τη βοήθεια της πίεσης του λιπαντικού.
- iv. Φυγοκεντρικοί συμπιεστές (turbo-compressors) έχουν εφαρμογή στη βιομηχανική ψύξη και τον κλιματισμό κυρίως που απαιτούνται μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως και 50.000 m<sup>3</sup>/h. Οι ταχύτητες περιστροφής κυμαίνονται από 1.800 - 90.000 rpm και η θερμοκρασία αναρρόφησης τους από -100 ° C. Ο λόγος συμπίεσης κυμαίνεται μεταξύ 2 και 30.
- v. Σπειροειδείς συμπιεστές (scroll) είναι περιστροφικού τύπου με θετική μετατόπιση. Χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε μικρές συσκευές κλιματιστικών αντλιών θερμότητας (5-35 KW) και συστήματα κλιματιστικών αυτοκινήτων. Το σπειροειδές είναι ανοικτό σπείρωμα υποστηριζόμενο σε μια επίπεδη πλακά. Η διάταξη αποτελείται από δυο σπειροειδή το ένα σταθερό και το άλλο, είναι τοποθετημένο σε σχέση με το σταθερό κατά γωνία 180°, κινούμενο γύρω από το σταθερό σημείο του σταθερού (παράλληλη μετατόπιση). Καθώς το κινούμενο μετατοπίζεται παράλληλα, το αέριο εισέρχεται

στο μεταξύ διάστημα των σπειροειδών και συγκεκριμένα στα άκρα της διάταξης. Καθώς το αέριο κινείται εσωτερικά, ο όγκος του κενού μειώνεται και το αέριο συμπιέζεται. Τέλος η θυρίδα εκτόνωσης ανοίγει και το αέριο εκτονώνεται. Ο σπειροειδής συμπιεστής έχει σταθερή σχέση συμπίεσης. Η σχέση συμπίεσης ρυθμίζεται από τον αριθμό των τυλιγμάτων του ανοικτού σπειρώματος και τη θέση των θυρίδων αναρρόφησης και εκτόνωσης. Οι σπειροειδής συμπιεστές είναι κατά 10 % πιο αποδοτικοί από όλους τους περιστροφικούς που χρησιμοποιούνται σήμερα στις κλιματιστικές μονάδες [8].

- Συμπυκνωτής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, που αποτελείται από μια συστοιχία σωληνώσεων (σερπαντίνα) ο οποίος ψύχει τον συμπιεσμένο ατμό και αποβάλλει τη λανθάνουσα θερμότητα του  $Q$  στον περιβάλλοντα αέρα ή άλλο διαθέσιμο ρευστό. Ο χώρος στον οποίο γίνεται η απόρριψη της θερμότητας ονομάζεται θερμοδοχείο και έχει θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία συμπύκνωσης του ψυκτικού είναι υψηλότερη από την θερμοκρασία περιβάλλοντος και γι αυτό η μεταφερόμενη θερμότητα συμπυκνώνει τον υψηλής πίεσης ψυκτικό ατμό σε υψηλής πίεσης κορεσμένο υγρό [5].



**Σχήμα 2.3:** Συμπυκνωτής

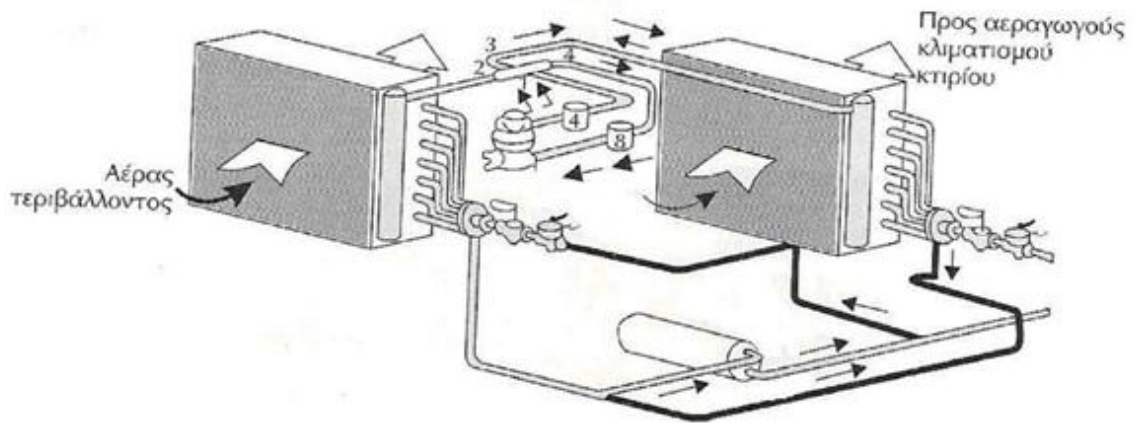
- Εκτονωτική βαλβίδα, είναι μία συσκευή με πολύ στενή δίοδο από την οποία διέρχεται το υγρό μετά το συμπυκνωτή όπου υπάρχει μείωση της πίεσης και θερμοκρασίας με αποτέλεσμα να μετατρέπεται σε ένα μίγμα από υγρό και ατμό χαμηλής θερμοκρασίας [5].



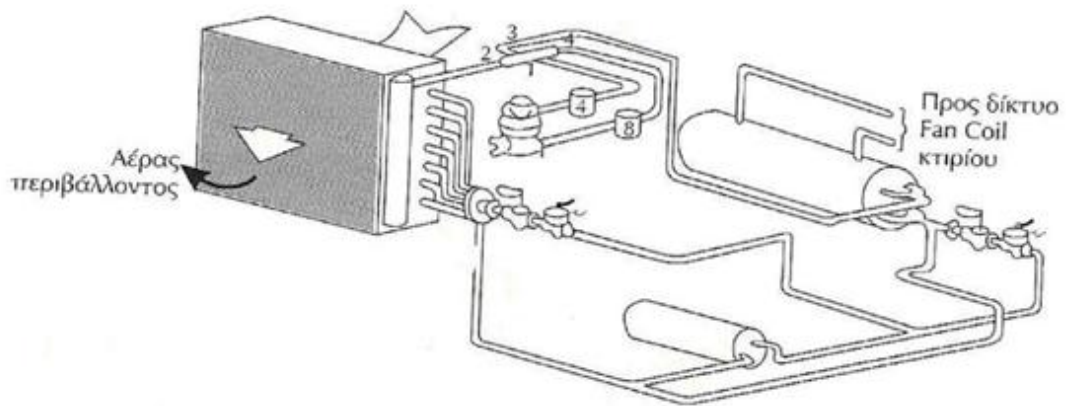
**Σχήμα 2.4 :** Εκτονωτικές βαλβίδες

- Εξατμιστής ή ατμοποιητής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας κατασκευασμένος από μία συστοιχία σωληνώσεων (σερπαντίνα), όπου το μίγμα υγρού και ατμών απορροφά θερμότητα από το μέσο (αέρας, νερό, έδαφος) [5].

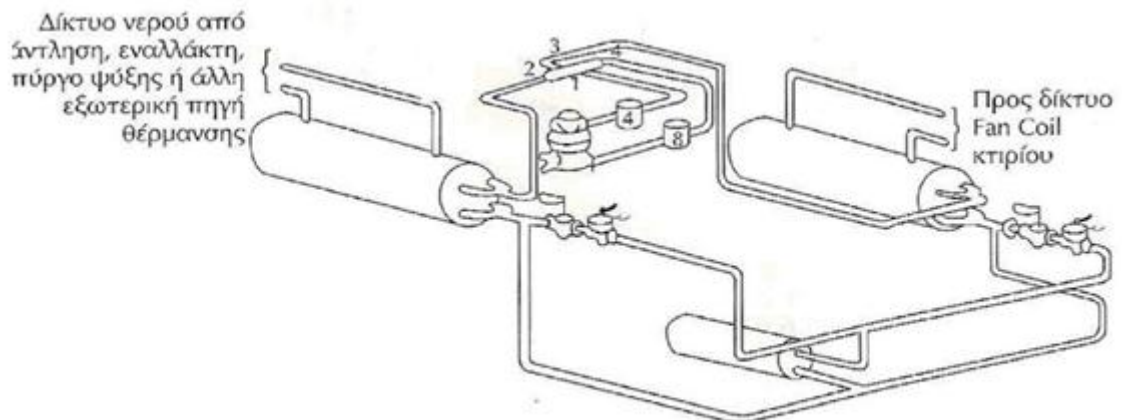
Οι αντλίες θερμότητας είναι είτε ενιαίες (compact), δηλαδή όλοι οι μηχανισμοί βρίσκονται σε κοινό κέλυφος ή διαιρούμενες ή διμερούς τύπου (Split units), ο ατμοποιητής (ή ο συμπυκνωτής) είναι ανεξάρτητος του υπολοίπου συστήματος.



(α) Θερμαντλία αέρα-αέρα



(β) Θερμαντλία αέρα-νερού



(γ) Θερμαντλία νερού-νερού

Σχήμα 2.5 : Διάφορες μορφές αντλιών θερμότητας



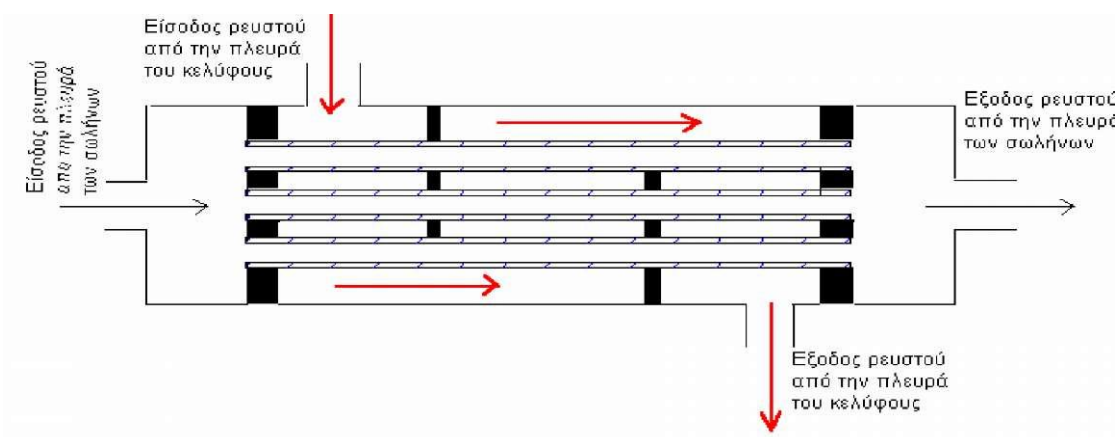
### 2.1.1.3 Εναλλάκτης Θερμότητας

Εναλλάκτης θερμότητας είναι η συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της θερμικής ενέργειας μεταξύ δύο ρευστών διαφορετικής θερμοκρασίας. Οι εναλλάκτες, ανάλογα με τη διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας, μπορούν να διαχωριστούν σε άμεσης και έμμεσης επαφής. Στους άμεσης επαφής εναλλάκτες δύο διαφορετικής φάσης ρευστά έρχονται σε άμεση επαφή, ανταλλάσσουν θερμότητα και διαχωρίζονται πάλι. Στους έμμεσης επαφής, τα δύο ρευστά παραμένουν χωρισμένα και η θερμότητα μεταφέρεται μέσω μιας διαχωριστικής επιφάνειας.

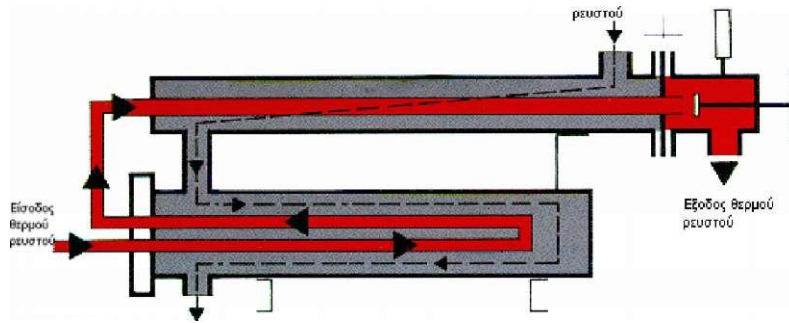
Στην περίπτωση που η επιφάνεια θερμοεναλλαγής έχει αρκετά μεγάλη θερμοχωρητικότητα ώστε να παίζει σημαντικό ρόλο στο φαινόμενο της μεταφοράς, οι έμμεσης επαφής εναλλάκτες ονομάζονται, αλλιώς "αναγεννητές" (regenerators). Ανάλογα με το μηχανισμό μεταφοράς της θερμότητας οι εναλλάκτες χωρίζονται σε:

- α) συναγωγής μίας φάσης και από τις δύο πλευρές,
- β) συναγωγής μίας φάσης από τη μια πλευρά και συναγωγής δύο φάσεων από την άλλη,
- γ) συναγωγής δύο φάσεων και από τις δύο πλευρές,
- δ) συνδυασμένης συναγωγής και μεταφοράς θερμότητας με ακτινοβολία.

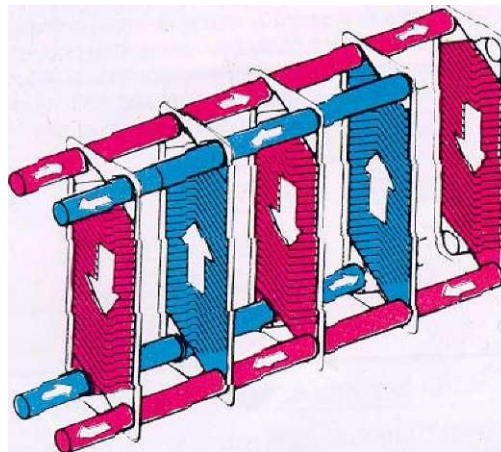
Οι εναλλάκτες ανάλογα με την κατασκευή τους, διακρίνονται σε ομοκεντρικούς κυκλικής διατομής, εναλλάκτες κελύφους (Σχήματα 2.6, 2.7), πλακοειδείς (Σχήμα 2.8), προεκτεταμένης επιφάνειας με πτερύγια (τα πτερύγια αυξάνουν την επιφάνεια συναλλαγής από την πλευρά του αέρα με αποτέλεσμα να αυξάνεται και ο συντελεστής συναγωγής), εναλλάκτες αναγέννησης (αναγεννητές) [9].



**Σχήμα 2.6 :** Εναλλάκτης κελύφους με σωληνώσεις, τύπου ομορροής, όπου παρουσιάζονται οι διαδρομές των ρευστών [9].



**Σχήμα 2.7 :** Ειδικός εναλλάκτης κελύφους με τρεις διαδρομές σωληνώσεων, όπου παρουσιάζονται και οι διαδρομές των ρευστών [9].



**Σχήμα 2.8 :** Πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας, με πλάκες πλαισίου, όπου παρουσιάζονται και οι διαδρομές των ρευστών [9].

Η μονάδα παραγωγής του νοσοκομείου είναι ένας θερμικός υποσταθμός καταναλωτή τηλεθέρμανσης - εναλλάκτης. Η ενέργεια θέρμανσης μεταφέρεται προς κατανάλωση υπό μορφή ζεστού νερού μέσω μονωμένων σωλήνων από την μονάδα της τηλεθέρμανσης στο χώρο του λεβητοστασίου του κτιρίου όπου εκτός τον θερμικό υποσταθμό εγκαθίσταται και κατάλληλος εξοπλισμός και περιλαμβάνει ένα θερμιδομετρητή και ένα σύστημα σωληνώσεων με τα απαραίτητα όργανα ελέγχου (μανόμετρα). Μέσω αυτού του εναλλάκτη θερμότητας το ζεστό νερό του δικτύου της τηλεθέρμανσης ζεσταίνει το νερό που κυκλοφορεί στα καλοριφέρ του κτιρίου. Ο θερμικός υποσταθμός- εναλλάκτης είναι τύπου **Εξακμ KQ450** θερμικής ισχύος 450 Mcal/h [10].

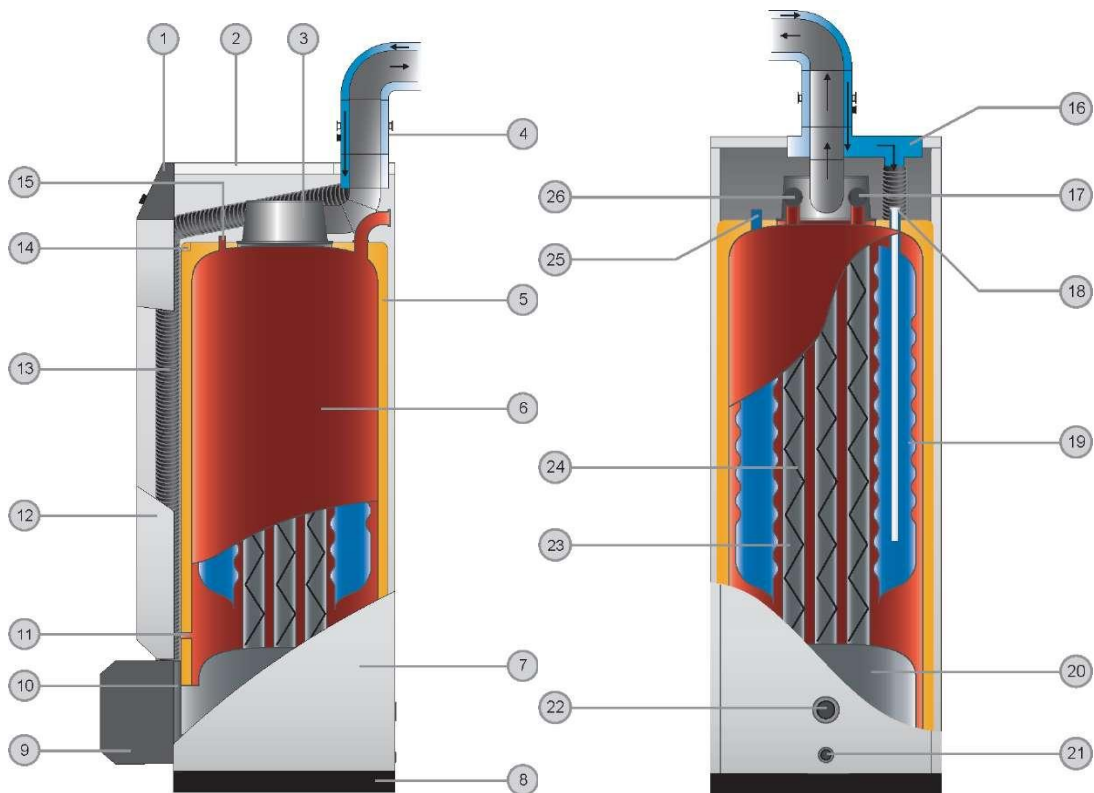


**Σχήμα 2.9 :** Θερμικός υποσταθμός KQ450

Επίσης υπάρχει και ένας εφεδρικός εναλλάκτης τύπου **KQ350** με θερμική ισχύ 350 Mcal/h.

Οι λέβητες θέρμανσης είναι 2 εφεδρικοί τύπου **Διάνα PRN** με ισχύ 850 Mcal/h (988,5 kW) ο καθένας. Λειτουργούν σε θερμοκρασία κυκλοφορίας 55-80/90 °C και πίεση λειτουργίας 4 bar σε υπερπιεστικό θάλαμο. Είναι κατασκευασμένοι με χαλυβδοέλασμα St 37-2 και φλογοαυλούς από σωλήνες αυτογενούς συγκόλλησης τύπου χωρίς ραφή και επιβραδυντές καυσαερίων, από χάλυβα, για μέγιστη απόδοση και ελαχιστοποίηση της εκπομπής ρύπων, θερμοκρασία καυσαερίων 190 °C [11].

Οι λέβητες ζεστού νερού χρήσης είναι τύπου **ACV Delta Performance 45** με τη κυλινδρική δεξαμενή πρωτεύοντος δικτύου από χάλυβα και τη δεξαμενή δευτερεύοντος δικτύου από ανοξείδωτο χάλυβα [12].



**Σχήμα 2.10 :** Δεξιά και εμπρόσθια απεικόνιση λέβητα ζεστού νερού χρήσης **ACV Delta Performance 45** [12]

**Πίνακας 2.1:** Περιγραφή στοιχείων λέβητα ζεστού νερού χρήσης **ACV Delta Performance 45** [12]

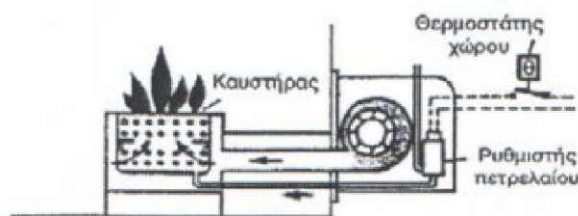
1	Πίνακας ελέγχου	14	Θερμοστάτης ασφάλειας(103 °C)
2	Αποσπώμενο εξωτερικό κάλυμμα	15	Θερμοστάτης ρύθμισης (95 °C)
3	Καπνοδόχος	16	Προθέρμανση νερού μέσω καυσαερίων
4	Προθέρμανση νερού μέσω καυσαερίων	17	Επιστροφή νερού θέρμανσης – πρωτεύον δίκτυο
5	Αφρός πολυουρεθάνης	18	Είσοδος κρύου νερού- δευτερεύον δίκτυο
6	Χαλύβδινος κύλινδρος πρωτεύοντος δικτύου (θέρμανσης)	19	Κυλινδρικό σώμα δευτερεύοντος κυκλώματος
7	Περίβλημα πλευράς	20	Θάλαμος καύσης
8	Βάση	21	
9	Κάλυμμα καυστήρα	22	Είσοδος για στόμιο καυστήρα
10	Θάλαμος καύσης	23	Σωληνώσεις καυσαερίων

11	Θερμοστάτης	24	Επιφάνειας συναλλαγής θερμότητας
12	Αποσπώμενο μπροστινό κάλυμμα	25	Έξοδος ζεστού νερού – δευτερεύον δίκτυο
13	Παροχή αέρα για το θάλαμο καύσης	26	Προσαγωγή νερού θέρμανσης – πρωτεύον δίκτυο

#### 2.1.1.4 Καυστήρας

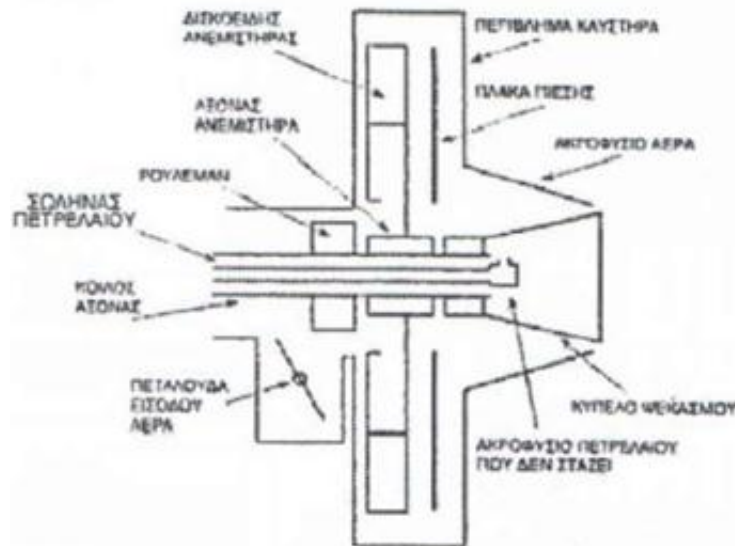
Ο καυστήρας είναι η συσκευή στην οποία πραγματοποιείται η ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα και τελικά η καύση του μίγματος αυτού απόδοσης. Στους καυστήρες πετρελαίου που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης, το πετρέλαιο συμπιέζεται από μία αντλία και οδηγείται στο ακροφύσιο (μπεκ), όπου διασκορπίζεται σε λεπτότατα σταγονίδια, τα οποία μόλις βγουν από το ακροφύσιο, αναμιγνύονται με τον αέρα που προσάγεται μέσω ανεμιστήρα. Ακολούθως, το μίγμα πετρελαίου - αέρα περνά μέσα από ένα σπινθήρα υψηλής τάσεως και αναφλέγεται. Το ακροφύσιο είναι ένα πολύ βασικό εξάρτημα του καυστήρα και χαρακτηρίζεται από την παροχή του, τη γωνία ψεκασμού των σταγονιδίων πετρελαίου και το σχήμα του νέφους των σταγονιδίων. Διακρίνονται σε καυστήρες εξάτμισης, περιστροφικούς καυστήρες και καυστήρες διασκορπισμού [5].

Οι καυστήρες εξάτμισης χρησιμοποιούνται στις θερμάστρες πετρελαίου και η λειτουργία τους βασίζεται στην εξάτμιση του πετρελαίου, το οποίο θερμαίνεται μέχρι το σημείο καύσης. Οι παραγόμενοι ατμοί αναμιγνύονται με τον αέρα και αναφλέγονται [5].



Σχήμα 2.11 : Καυστήρας εξάτμισης [5]

Οι περιστροφικοί καυστήρες χρησιμοποιούνται κυρίως για την καύση μαζούτ σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος και το εισερχόμενο καύσιμο φυγοκεντρίζεται και εκτινάσσεται ακτινικά στην εστία του λέβητα. Εκεί αναμιγνύεται με τον προσαγόμενο αέρα και πραγματοποιείται η καύση



**Σχήμα 2.12 :** Περιστροφικός καυστήρας [5]

Οι καυστήρες διασκορπισμού χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης και περιλαμβάνουν τον φυγοκεντρικό ανεμιστήρα, την αντλία πετρελαίου, το σύστημα ανάφλεξης και το ακροφύσιο (μπεκ). Ο ανεμιστήρας και η αντλία κινούνται από τον ηλεκτροκινητήρα του καυστήρα [5].

Το σύστημα ανάφλεξης αποτελείται από:

- Τον μετασχηματιστή, που αυξάνει την τάση του ρεύματος από 220 V έως και 15.000 V.
- Τον αυτοματισμό ανάφλεξης (ρελέ), που συντονίζει όλες τις λειτουργίες του καυστήρα.
- Τα ηλεκτρόδια (σπινθηριστές), που δημιουργούν το σπινθήρα για την καύση του μίγματος.
- Τους αγωγούς υψηλής τάσεως, που μεταφέρουν το ρεύμα από το μετασχηματιστή στα ηλεκτρόδια.
- Το σύστημα στερέωσης ηλεκτροδίων.
- Το φωτοκύτταρο, που ελέγχει τη φλόγα και δίνει εντολή για τη διακοπή του σπινθήρα.





**Πίνακας 2.2:** Τεχνικά χαρακτηριστικά καυστήρα **FGP 100/2 TLK** [13].

Τύπος	Παροχή [kg/h]		Ισχύς [kW/h]		Μπούκα [mm]
	Min	max	min	max	
FGP 100/2 TLK	40	100	465	1162	385

Οι καυστήρες για τους λέβητες ζεστού νερού χρήσης είναι μονοβάθμιοι τύπου **RIELLO Gulliver RG 2** [14].

**Πίνακας 2.3:** Τεχνικά χαρακτηριστικά καυστήρα **RIELLO Gulliver RG 2** [14].

Τύπος	Παροχή [kg/h]		Ισχύς [kW/h]	
	min	max	min	max
Riello Gulliver RG2	4	10	47	119

## 2.1.2 Εξοπλισμός Λεβητοστασίου, βοηθητικές μονάδες, δίκτυο διανομής, τερματικές μονάδες

### 2.1.2.1 Εξοπλισμός Λεβητοστασίου

#### Δοχείο Διαστολής δικτύου ζεστού νερού

Παραλαμβάνει τον όγκο του νερού μιας εγκατάστασης για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων παραγωγής θερμού νερού επειδή το νερό είναι ασυμπίεστο και το δίκτυο κλειστό, η συνεχής λειτουργία του καυστήρα θα προκαλούσε υπερβολική αύξηση της πίεσης (για 60 °C αύξηση όγκου 4%) με αποτέλεσμα η μείωση της μηχανικής προστασίας των σωληνώσεων και των στηρίξεων τους όσο και για την αποφυγή εισροής αέρα στο δίκτυο κυκλοφορίας που μειώνει την απόδοση του συστήματος και φαινόμενα όπως



θόρυβος, σπηλαίωση πτερωτών των κυκλοφορητών. Παρεμβάλλεται στο κλειστό δίκτυο θέρμανσης και φέρνει το νερό που περικλείει σε επαφή με ένα χώρο αέρα (φούσκα στο δοχείο ή μεμβράνη που διαχωρίζει το δοχείο σε τμήμα νερού/αέρα). Ο αέρας αυτός λόγω συμπιεστότητας παραλαμβάνει όλες τις συστοδιαστολές του δικτύου. Τα δοχεία διαστολής του νοσοκομείου είναι κατακόρυφης διάταξης κλειστού τύπου κατασκευασμένα από περίβλημα χαλυβδοελάσματος με πίεση λειτουργίας 5 bar [5].

### **Καπναγωγός και Καπνοδόχος**

Η καπνοδόχος απομακρύνει τα καυσαέρια από το χώρο καύσης του λέβητα προς το περιβάλλον και συνδέεται με το λέβητα μέσω του καπναγωγού. Ο καπναγωγός πρέπει να έχει ανοδική κλίση από το λέβητα προς την καπνοδόχο τουλάχιστον 10% και διατομή 20% μεγαλύτερη από αυτή της καπνοδόχου. Επειδή η ψύξη των καυσαερίων δημιουργεί συμπυκνώματα, που διαβρώνουν τις επιφάνειες του λέβητα, ο καπναγωγός του νοσοκομείου είναι κατασκευασμένος από ανθεκτική λαμαρίνα για υψηλές θερμοκρασίες πάχους 5mm. Επίσης είναι μονωμένος εξωτερικά με πυρίμαχη μονωτική επένδυση από πετροβάμβακα πάχους 8 cm και επιπλέον κάλυψη με μανδύα από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 1mm [5].

### **Θερμοστάτης**

Τοποθετούνται στην έξοδο του θερμού νερού από τον λέβητα και έχουν τη δυνατότητα να διακόπτουν τη λειτουργία του καυστήρα, όταν η θερμοκρασία του νερού φθάσει σε ένα προκαθορισμένο όριο. Ο πρώτος θερμοστάτης ενεργοποιείται σε θερμοκρασία νερού 80 °C ή 90 °C και ονομάζεται θερμοστάτης ρύθμισης (υδροστάτης), ενώ ο δεύτερος σε θερμοκρασία 95 °C ή 105 °C και λέγεται θερμοστάτης ασφαλείας [5].

### **Ηλεκτροβάννα καυσίμου**

Σε περίπτωση πυρκαγιάς στον καυστήρα συμβαίνει βραχυκύκλωμα, το άνοιγμα της ηλεκτροβάννας διακόπτεται και η καύσιμη ύλη περιορίζεται στα καιόμενα υλικά του καυστήρα και στο λίγο πετρέλαιο, που υπάρχει στους εύκαμπτους σωλήνες και το φίλτρο [5].

### **2.1.2.2 Δίκτυο διανομής**

Το δίκτυο διανομής είναι το σύνολο των σωληνώσεων μέσα στα οποία κυκλοφορεί το μέσο μεταφοράς θερμότητας- θερμό νερό (ψυχρό νερό για ψύξη). Τα δίκτυα διανομής είναι κλειστοί βρόγχοι όπου το νερό αναχωρεί θερμό από τη μονάδα παραγωγής, φτάνει στις τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας και επιστρέφει ψυχρότερο και πάλι στη μονάδα παραγωγής για αναθέρμανση. Χωρίζονται στους παρακάτω τύπους

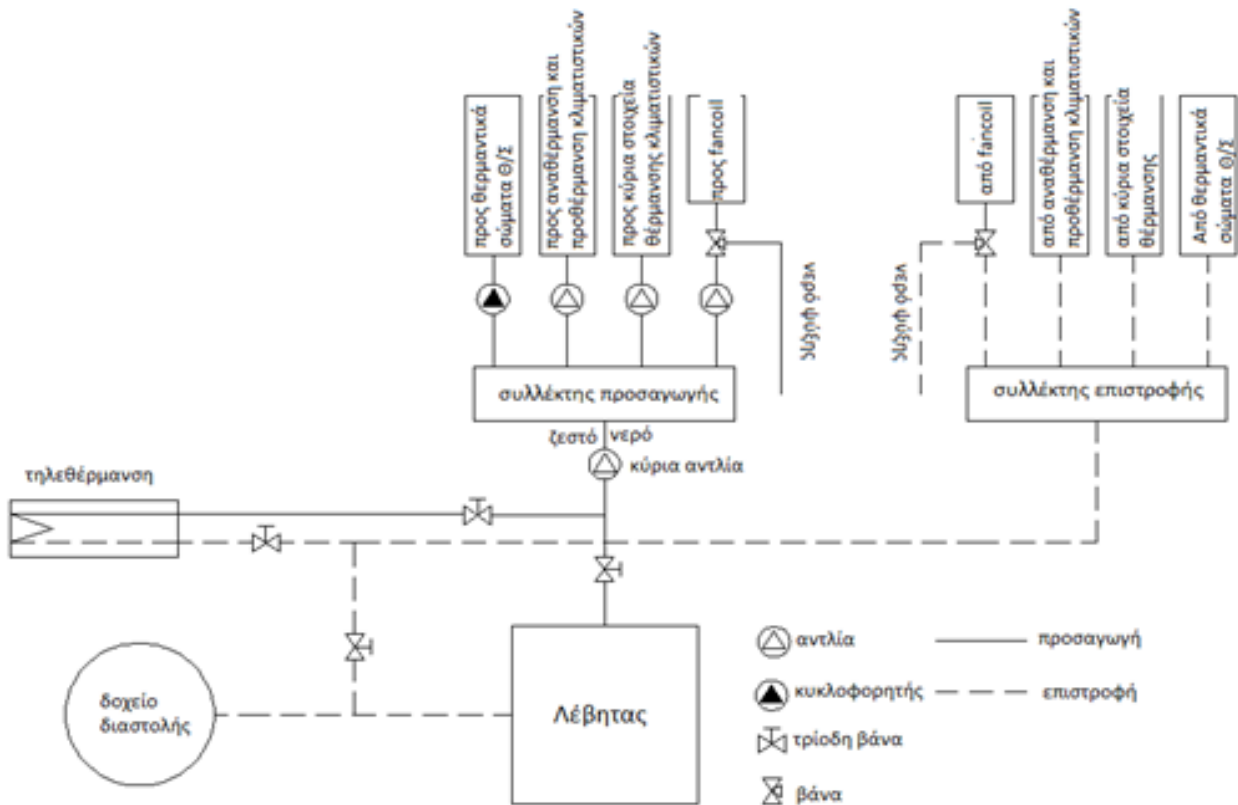
Σύστημα 1 σωλήνα (μονοσωλήνιο),

Σύστημα 2 σωλήνων (δισωλήνιο),

Σύστημα 3 σωλήνων,

Σύστημα 4 σωλήνων

Το σύστημα που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου είναι το δισωλήνιο με τον κλάδο προσαγωγής όπου αναχωρεί το θερμό μέσο από την μονάδα παραγωγής και τον κλάδο επιστροφής μέσω του οποίου επιστρέφει στη μονάδα. Όλες οι τερματικές μονάδες συνδέονται άμεσα στους κεντρικούς κλάδους προσαγωγής – επιστροφής. Οι συνδέσεις σε κάθε τερματική γίνονται ψηλά για την προσαγωγή και χαμηλά για την επιστροφή, προκειμένου η διαφορά πίεσης που αναπτύσσεται φυσικά από την ψύξη του νερού μέσα στη τερματική μονάδα να διευκολύνει τη ροή του νερού : το θερμό νερό μπαίνει ψηλά στο σώμα και όσο μειώνεται η θερμοκρασία στη ροή του μέσα στη μονάδα βαραίνει και οδεύει στο χαμηλό σημείο τον κλάδο της επιστροφής. Πλεονεκτήματα τους είναι ότι όλα τα σώματα έχουν τυπικά την ίδια μέση θερμοκρασία αφού συνδέονται άμεσα στους κλάδους προσαγωγής – επιστροφής, απαιτούνται μικρότερα μήκη δικτύου σε σχέση με άλλους τύπους διανομής, τα μανομετρικά του δικτύου είναι σχετικά μικρότερα άρα και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Βασικό μειονέκτημα είναι η δυσκολότερη και πιο δαπανηρή αυτονομία θέρμανσης αφού απαιτεί την εγκατάσταση συστήματος ελέγχου και θερμοδομέτρησης σε κάθε σώμα χωριστά. Το δίκτυο σωληνώσεων που χρησιμοποιείται φαίνεται στο σχήμα 2.14 [15].



**Σχήμα 2.14** : Δίκτυο διανομής θέρμανσης νέας πτέρυγας Μαμάτσειου

Τα δίκτυα σωληνώσεων θερμού νερού για διάμετρο μέχρι 2" είναι κατασκευασμένα από μαύρους σωλήνες «υπερβαρέως» τύπου (πράσινος δακτύλιος) ενώ για μεγαλύτερες διαμέτρους από χαλυβδοσωλήνες χωρίς ραφή. Οι συνδέσεις των τεμαχίων των σωλήνων για προέκταση ή διακλάδωση προς διαμόρφωση των δικτύων για χαλυβδοσωλήνες μέχρι 2" είναι κατασκευασμένα με ειδικά τεμάχια από μαλακό χυτοσίδηρο (μπαγιάμπλ) με ενισχυμένα χείλη στην περιοχή της εσωτερικής κοχλίωσης (κορδονάτα). Η σύνδεση μεταξύ σιδηροσωλήνων άνω των 2" όπως και χαλυβδοσωλήνων χωρίς ραφή είναι με ηλεκτροσυγκόλληση και οπουδήποτε χρειάζεται αποσυναρμολόγηση γίνεται η χρήση ζεύγους φλαντζών. Οι συνδέσεις με συγκόλληση σε διακλάδωση είναι σε γωνία 45° έτσι ο σωλήνας που διακλαδίζεται να καμπυλώνεται στο σημείο συνδέσεως για τη ροή του νερού. Οι καμπυλώσεις των σωλήνων (για μέχρι 2" διαμέτρους) σχηματίζονται με την χρήση καμπυλών κοχλιωτών ενώ για μεγαλύτερες από 2" γίνεται χρήση συγκολλητών κοχλιωτών με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας.

## **Συλλέκτες προσαγωγής – επιστροφής**

Συλλέκτης προσαγωγής είναι το σημείο στο οποίο γίνεται διαχωρισμός παροχής στους διάφορους κλάδους του δικτύου. Συγκεκριμένα για το νοσοκομείο υπάρχουν ένας συλλέκτης προσαγωγής νερού θέρμανσης και ένας συλλέκτης επιστροφής θερμού νερού. Από τον συλλέκτη προσαγωγής το νερό θέρμανσης διαχωρίζεται στους εξής κλάδους:

- Δισωλήνιο σύστημα με γραμμή νερού ψύξης μέσω τρίοδης βάνας (προσαγωγής και επιστροφής) για τερματικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (Fan Coil)
- Δισωλήνιο σύστημα για τερματικές μονάδες θερμαντικών σωμάτων (Θ/Σ)
- Δισωλήνιο για τα κύρια στοιχεία των κλιματιστικών μονάδων (ΚΚΜ) και των προθερμάνσεων τους
- Δισωλήνιο σύστημα για τα αναθερμαντικά στοιχεία (Α/Θ)

Είναι κατασκευασμένοι από χαλυβδοσωλήνα χωρίς ραφή με ημισφαιρικό πυθμένα, συνδέονται με κάθε κλάδο με φλάντζες προσαρμοσμένες με συγκόλληση ανάλογα τη διάμετρο του σωλήνα κάθε κλάδου (3” για FanCoil, 2 ½” για αναθερμαντικά στοιχεία, 4” για τα κύρια στοιχεία των κλιματιστικών μονάδων και 2” για θερμαντικά σώματα). Κάθε συλλέκτης έχει θερμομέτρο εμβάπτισης και μανόμετρο (υψόμετρο) με κρούνο και είναι μονωμένος εξωτερικά.

Για το συλλέκτη επιστροφής ισχύει η ίδια κατανομή κλάδων και κατασκευή με τον συλλέκτη προσαγωγής.

### **2.1.2.3 Τερματικές μονάδες**

Οι τερματικές μονάδες είναι οι συσκευές ή εναλλάκτες μεταξύ του μέσου μεταφοράς της θερμότητας από το σύστημα παραγωγής και μέσω του δικτύου διανομής στους χώρους με τρεις βασικούς τρόπους.

- Αγωγή όπου η μετάδοση θερμότητας γίνεται μέσω της φυσικής επαφής από ένα σώμα σε άλλο
- Συναγωγή ή μεταφορά όπου η θερμότητα μεταφέρεται από το ένα σώμα σε άλλο με τη παρεμβολή κάποιας ροής (φυσικής ή βεβιασμένης) ρευστού (συνήθως αέρας)
- Ακτινοβολία

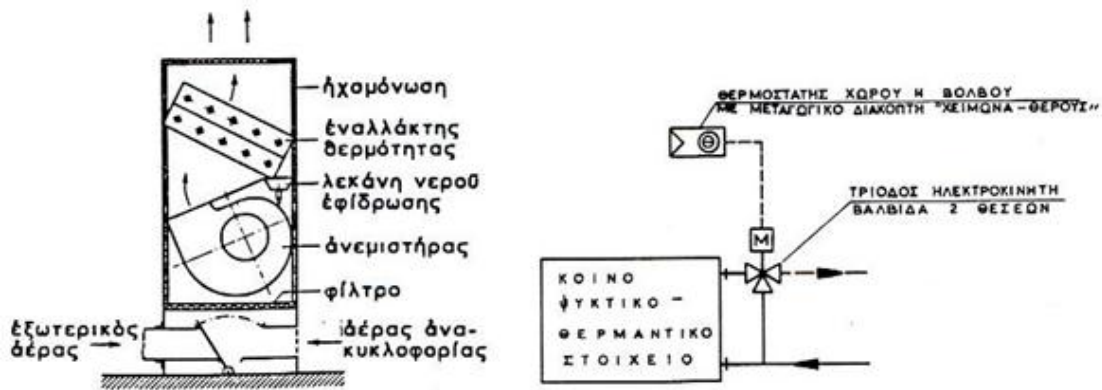
Το ποσοστό μετάδοσης της θερμότητας με τον ένα ή τον άλλο τρόπο εξαρτάται από τον τύπο της θερμικής μονάδας και τη θερμοκρασία λειτουργίας της [15].

### **Σώματα ακτινοβολίας (άβακες – radiators)**

Είναι ο συνηθέστερος τύπος σώματος όπου η θερμότητα ακτινοβολείται στο περιβάλλον από τις θερμές επιφάνειες του σώματος. Σημαντικό τμήμα της μετάδοσης θερμότητας γίνεται και με μεταφορά από την φυσική κυκλοφορία του αέρα γύρω από το σώμα. Ανάλογα με τη διαμόρφωση των επιφανειών του σώματος η σχέση ακτινοβολίας/ μεταφοράς μεταβάλλεται: έτσι τα σώματα με σχετικά επίπεδες επιφάνειες (σώματα πάνελ) παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό ακτινοβολίας, ενώ σώματα με πτυχές, φέτες (παραδοσιακά σώματα τύπου Ακάν) αποδίδουν περισσότερο με μεταφορά. Μειονέκτημα τους είναι τα κοντινά εμπόδια να αποτελούν φράγμα ακτινοβολίας [15].

### **Σώματα βεβιασμένης μεταφοράς (αερόθερμα, FCU)**

Προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση ενός σώματος μεταφοράς, μία παράμετρος της είναι και η αύξηση της ταχύτητας του ρεύματος αέρα. Για την αύξηση της ταχύτητας (βεβιασμένη κυκλοφορία) χρησιμοποιείται ανεμιστήρας. Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία αφού το σώμα αποτελείται από έναν εναλλάκτη όπου από την πλευρά του αέρα, η κυκλοφορία είναι εξαναγκασμένη με πολύ μεγαλύτερη παροχή και ταχύτητα απ' ό,τι τα σώματα φυσικής κυκλοφορίας. Μία τέτοια συσκευή αποτελείται από τον εναλλάκτη (στοιχείο) και έναν ανεμιστήρα (μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου - fan coil units). Δεδομένου πως στην ψύξη αναπόσπαστο τμήμα της επεξεργασίας του αέρα είναι εκτός από την αισθητή ψύξη του και η αφύγρανση του, τα FCU διαθέτουν λεκάνη συλλογής συμπυκνωμάτων καθώς και αγωγό αποχέτευσης τους (με αντλία ή φυσικό τρόπο). Πλεονεκτήματα τους είναι η μεγάλη απόδοση, η άμεση απόκριση και η δημιουργία θερμών ρευμάτων αέρα για αποφυγή συμπυκνώσεων σε ψυχρές επιφάνειες [15].



Σχήμα 2.15 : Μονάδα Fan-coil και σύστημα 2 σωλήνων [16]

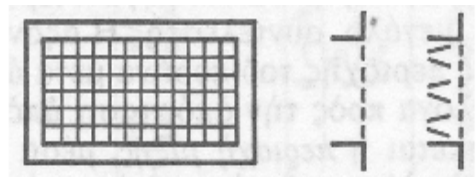
Το βασικό σύστημα 2-σωλήνων, ενός προσαγωγής και ενός απαγωγής νερού, παρέχει μόνο ψύξη ή μόνο θέρμανση σε όλους τους κλιματιζόμενους χώρους. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας του χώρου γίνεται με τη ρύθμιση μέσω θερμοστάτη χώρου και τρίοδης βαλβίδας, της παροχής νερού στο Fan coil. Μία επιπλέον ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται και από τον ανεμιστήρα, συνήθως 3 ταχυτήτων, ο οποίος αυξομειώνει την παροχή του αέρα στο στοιχείο. Υπάρχουν διάφοροι τύποι όπως κατακόρυφες μονάδες δαπέδου, τοίχου εμφανή, οροφής εμφανή και «καναλάτα» δηλαδή κατάλληλα για σύνδεση με δίκτυο αεραγωγών που συνήθως αναπτύσσεται μέσα σε ψευδοροφές. Οι μονάδες της νέας πτέρυγας είναι κατακόρυφες με κέλυφος. Το τμήμα ανεμιστήρων με έναν ή περισσότερους φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες forward curved, με πτερωτή από αλουμίνιο διπλού πλάτους πτερυγίων διπλής αναρρόφησης σε κοινό άξονα απευθείας συζευγμένους με τον ηλεκτροκινητήρα. Τα στοιχεία του FCU είναι κατασκευασμένα από χάλκινους σωλήνες με πτερύγια από αλουμίνιο. Η λεκάνη συμπυκνωμάτων είναι κατασκευασμένη από ισχυρό γαλβανισμένο χαλυβδόελασμα [15].

### Στόμια προσαγωγής-απαγωγής θερμού/ψυχρού αέρα από κεντρικές κλιματιστικές μονάδες.

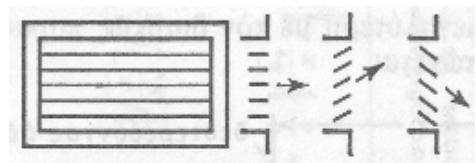
Από την επιθεώρηση παρατηρήθηκε ότι τα στόμια προσαγωγής είναι στόμια οροφής τετραγωνικά ή ορθογωνικά εκτοξεύοντας αέρα προς μια, δύο, τρεις ή τέσσερις κατευθύνσεις και στόμια τοίχου. Είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο. Τα στόμια οροφής αποτελούνται από το λαιμό εισόδου με διάφραγμα ρύθμισης του αέρα σχήματος τετραγωνικού με φύλλα κινούμενα αντίθετα ανά δύο (opposed blade damper) όπως και περσιδωτή σχάρα ισοκατανομής αέρα σ όλη την επιφάνεια του στομίου ελάσματα για την επίτευξη του επιθυμητού διαφράγματος αέρα με ρυθμιζόμενες περσίδες. Τα στόμια

τοίχου έχουν σχήμα ορθογωνικό με δύο σειρές ρυθμιζόμενες περσίδες από τις οποίες η μία (εμπρόσθια) από κατακόρυφες περσίδες και η άλλη (οπίσθια) από οριζόντιες με ρυθμιστικό διάφραγμα πίσω από τις περσίδες, πολύφυλο με φύλλα κινούμενα αντίθετα ανά δύο. Τα στόμια απαγωγής αέρα είναι ορθογωνικά με σειρά από σταθερές ή κινούμενες οριζόντιες περσίδες και πίσω απ αυτά ρυθμιστικό διάφραγμα της ποσότητας αέρα πολύφυλο με φύλλα κινούμενα αντίθετα ανά δύο. Για μικρούς χώρους και τουαλέτες γίνεται χρήση δισκοειδών βαλβίδων αέρα κατασκευασμένες από αλουμίνιο με ένα βασικό πλαίσιο και ένα κεντρικό δίσκο προσαρμοσμένο σε μια κεντρική βαλβίδα. Η ποσότητα του όγκου του απαγώμενου αέρα ρυθμίζεται με τη περιστροφή του κεντρικού δίσκου [17].

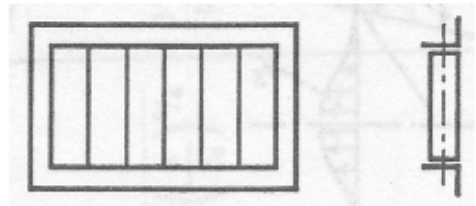
**Διάτρητη σχάρα και συρμάτινη σχάρα**  
 Με ή χωρίς ρύθμιση παροχής, με παντζούρι σχισμής ή σύρτη σχισμής



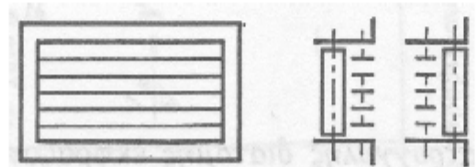
**Σχάρα με οριζόντια ελάσματα**  
 - Σταθερά ή περιστρεφόμενα πτερύγια  
 - Κατεύθυνση ροής προς τα πάνω ή προς τα κάτω



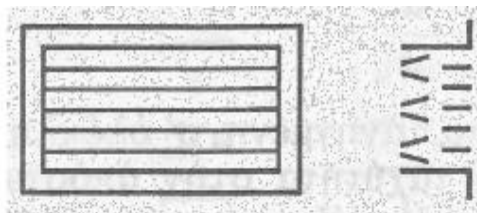
**Σχάρα με κατακόρυφα ελάσματα**  
 - Σταθερά ή περιστρεφόμενα πτερύγια  
 - Κατεύθυνση ροής προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά



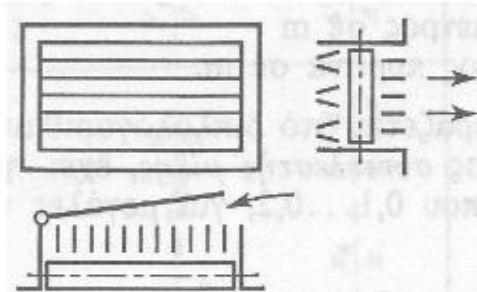
**Σχάρα με κατακόρυφα και οριζόντια ελάσματα**  
 - Τα πτερύγια περιστρέφονται μεμονωμένα ή συνδεδεμένα



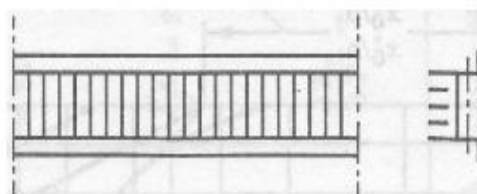
**Σχάρα ελασμάτων με απλή κατεύθυνση του αέρα**  
- Ρύθμιση παροχής με πτερύγια τύπου V  
- Πορεία καθορίζεται από τα οριζόντια πτερύγια



**Σχάρα ελασμάτων με διπλή κατεύθυνση του αέρα**  
- Ρύθμιση παροχής με πτερύγια τύπου V  
- Πορεία καθορίζεται από τα οριζόντια πτερύγια και τα κατακόρυφα πτερύγια



**Ταινιοειδής σχάρα**  
- Με κατακόρυφα ή οριζόντια πτερύγια



**Σχήμα 2.16 :** Συνηθέστεροι τύποι επιτοίχιων στομίων προσαγωγής αέρα [17]

#### **2.1.2.4 Βοηθητικές μονάδες**

Είναι οι συσκευές που συμπληρώνουν και εξασφαλίζουν τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Κάποιες καταναλώνουν ενέργεια ενώ άλλες διασφαλίζουν τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης.

#### **Κυκλοφορητής**

Είναι η συσκευή που αναγκάζει το θερμό νερό να κυκλοφορεί στο κλειστό δίκτυο διανομής, ξεκινώντας σε υψηλότερη θερμοκρασία από την έξοδο του συστήματος παραγωγής θερμότητας, περνώντας μέσα από τις θερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας στους χώρους και επιστρέφοντας σε χαμηλότερη θερμοκρασία (10 – 20 °C ) στο σύστημα παραγωγής για επαναθέρμανση. Χαρακτηρίζονται από σχετικά χαμηλά «μανομετρικά ύψη» δηλαδή την ικανότητα ανάκτησης υδραυλικής πίεσης λόγω απωλειών στο δίκτυο αφού σκοπός είναι να καλύψουν μόνο τις απώλειες ροής του νερού στις σωληνώσεις [15]. Οι κυκλοφορητές που χρησιμοποιούνται είναι τύπου Wilo TOP-S φυγοκετρικής αντλίας με σύνδεση ρακόρ ή φλάντζας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα θέρμανσης και σε συστήματα ψύξης/κλιματιστικά στην περιοχή από -20 °C έως +130 °C, διαθέτουν χειροκίνητη περιστροφή ισχύος με 3 βαθμίδες στροφών [18].





Σχήμα 2.17 : Κυκλοφορητής [18]

### Αντλίες

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως φυγοκεντρικές αντλίες μονής εισαγωγής. Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερα συστήματα και μεγαλύτερες απαιτήσεις έχουν μια οριζόντια χοάνη με προωθητή διπλής αναρρόφησης για ευκολότερη και υψηλή αποδοτικότητα. Τα κυριότερα τμήματα μίας φυγοκεντρικής αντλίας, είναι το περιστρεφόμενο μέρος ή φτερωτή και το περίβλημα. Η φτερωτή οδηγείται συνήθως από έναν ηλεκτρικό κινητήρα, του οποίου ο άξονας είναι συζευγμένος απευθείας ή μέσω κάποιου εύκαμπτου/ελαστικού συνδέσμου. Το ρευστό εισέρχεται από το κέντρο της περιστρεφόμενης φτερωτής, σπρώχνεται στη σπειροειδή έλικα και εξέρχεται από την έξοδο. Το ρευστό που φεύγει από τη φτερωτή διαθέτει υψηλή κινητική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε στατική πίεση, όσο αποδοτικότερα αυτό είναι δυνατό, μέσα στη σπειροειδή έλικα και στην έξοδο. Αν και υπάρχουν διάφοροι τύποι φτερωτών και περιβλημάτων, η αρχή λειτουργίας είναι η ίδια. Στο τύπο απλής αναρρόφησης, το ρευστό εισέρχεται στη φτερωτή από τη μία μόνο πλευρά. Στον τύπο διπλής αναρρόφησης το ρευστό εισέρχεται και από τις δυο πλευρές. Μία αντλία μπορεί να διαθέτει περισσότερα στάδια φτερωτών πάνω στον ίδιο άξονα και μέσα στο ίδιο περίβλημα. Το ρευστό αφήνει το πρώτο στάδιο και στη συνέχεια εισέρχεται στη φτερωτή του δεύτερου σταδίου πριν αφήσει το περίβλημα [15]. Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται είναι τύπου Drakos Polemis μονοβάθμιας φυγοκεντρικής αντλίας [19].



**Σχήμα 2.18 :** Τοποθέτηση αντλίας (αριστερά), αντλίες νερού θέρμανσης τύπου Drakos Polemis για τα προθερμαντικά στοιχεία των ΚΚΜ του νοσοκομείου (δεξιά).

Είναι ιδιαίτερα σημαντική η εγκατάσταση των σωληνώσεων αναρρόφησης και κατάθλιψης, έτσι ώστε να μην ασκούνται δυνάμεις στο περίβλημα της αντλίας. Και από τις δύο πλευρές απαιτούνται σύνδεσμοι διαστολής, για απομόνωση των διαστολών και συστολικών δυνάμεων, ενώ οι σωληνώσεις θα πρέπει να υποστηρίζονται ανεξάρτητα του περιβλήματος της αντλίας.

### **Αυτόματος πλήρωσης δικτύου (αυτόματος πλήρωσης)**

Είναι υδραυλική διάταξη που τοποθετείται μεταξύ ύδρευσης και κλάδου επιστροφής του κλειστού δικτύου θέρμανσης με σκοπό να διατηρεί την πίεση δικτύου θέρμανσης στα προβλεπόμενα από τους υπολογισμούς όρια. Η διάταξη αποτελείται από το συνδυασμό μιας βαλβίδας αντεπιστροφής (για να αποτρέπεται η επιστροφή «βρώμικου νερού» από το κλειστό δίκτυο θέρμανσης προς το δίκτυο ύδρευσης του κτηρίου) και ενός αυτόματου ρυθμιστικού διακόπτη ο οποίος κλείνει μόλις η πίεση από τη μεριά του κλειστού δικτύου θέρμανσης, φθάσει στην προβλεπόμενη (και ρυθμισμένη) πίεση [15].



**Εικόνα 2.19 :** Αυτόματος πλήρωσης

### **Διατάξεις προστασίας – ελέγχου του δικτύου**

Είναι υδραυλικά συστήματα με σκοπό την προστασία των δικτύων από υπερπίεσεις, εισροή αέρα και μικροσωματιδίων. Αποτελούνται συνήθως από τα εξής:

Ασφαλιστικό, πρόκειται για υδραυλικό διακόπτη που ανοίγει αυτόματα όταν η πίεση του δικτύου υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή που υπολογίζεται σε συνδυασμό με την πίεση λειτουργίας της εγκατάστασης και τη ρύθμιση του δοχείου διαστολής [15].

Εξαεριστικό, υδραυλική συσκευή που αφήνει τον αέρα που μαζεύεται στα υψηλότερα σημεία των κατακόρυφων στηλών του δικτύου να φύγει χωρίς όμως να μπορεί εξωτερικός αέρας να εισχωρήσει στο δίκτυο. Τοποθετούνται σε κατακόρυφους κλάδους [15].

Απαερωτής, είναι υδραυλική συσκευή που διαχωρίζει τον αέρα από το εργαζόμενο μέσο του δικτύου και τον αποβάλλει. Τοποθετείται στην έξοδο συστημάτων παραγωγής πριν το κυκλοφορητή [15].

Βαλβίδες διαφορικής πίεσης, είναι υδραυλικές βάννες που ανοίγουν όταν η διαφορά της πίεσης στα δύο μέρη τους υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή (ονομαστική πίεση λειτουργίας της εγκατάστασης). Σκοπός είναι να διατηρούν τη λειτουργική πίεση του δικτύου σε προκαθορισμένα όρια κυρίως για τη προστασία των κυκλοφορητών και την άσκοπη κατανάλωση ενέργειας ή την εμφάνιση υποπίεσεων από μεγάλες ταχύτητες νερού [15].

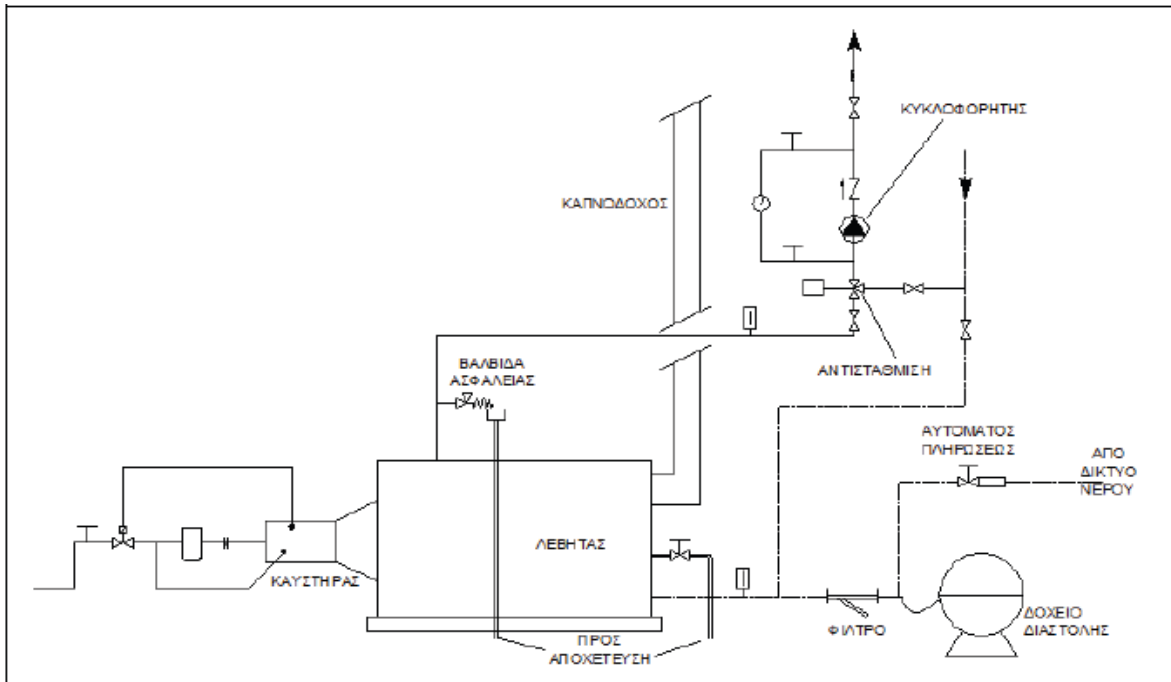
Ηλεκτροβάννες αυτονομίας, είναι υδραυλικοί διακόπτες δύο θέσεων (on/off) συνήθως σφαιρικού τύπου που κινούνται από ηλεκτρικό κινητήρα ο οποίος με τη σειρά του ελέγχεται από τον πίνακα αυτονομίας του κτιρίου. Χρησιμοποιούνται στα συστήματα αυτονομίας για την αποκοπή κυκλωμάτων χώρων όπου ο αντίστοιχος θερμοστάτης (υδροστάτης για περίπτωση θερμαντήρων) είναι κλειστός [15].

## Συστήματα αντιστάθμισης

Συστήματα αντιστάθμισης είναι συστήματα που μειώνουν τη θερμοκρασία παραγωγής ζεστού νερού ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες και τη ζήτηση στους χώρους. Όλα τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης διαστασιολογούνται με παροχή και  $\Delta t$  προσαγωγής – επιστροφής δηλαδή τις συνθήκες σχεδιασμού που εμφανίζεται το μέγιστο φορτίο του συστήματος, έτσι η πραγματική ζήτηση κατά το μεγαλύτερο μέρος ζωής κάθε συστήματος είναι μικρότερη του ονομαστικού φορτίου σχεδιασμού σε ποσοστό ανάλογα τη χρήση κτηρίου, την εποχή και τις εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας αέρα.

Σκοπός του συστήματος αντιστάθμισης είναι να προσαρμόζει την απόδοση του συστήματος παροχής θερμότητας στην εκάστοτε ζήτηση. Για τους συμβατικούς κυκλοφορητές οι ροές εργαζόμενου μέσου στο δίκτυο και το σημείο λειτουργίας των κυκλοφορητών παραμένει σταθερό δηλαδή η παροχή και το μανομετρικό ύψος ανά δίκτυο διανομής πρέπει να διατηρούνται σταθερά. Ένα σύστημα αντιστάθμισης αποτελείται από ένα αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας (db) αέρα, έναν ελεγκτή (controller) που διαχειρίζεται τις πληροφορίες (εξωτερική θερμοκρασία) και τελικά τη βάννα αντιστάθμισης, ένα αισθητήριο θερμοκρασίας προσαγωγής μέσου που τοποθετείται πάνω στο δίκτυο προσαγωγής (αισθητήριο επαφής) ή σε ειδικό κυάθιο στο δίκτυο προσαγωγής (εμβαπτιζόμενο αισθητήριο) και τη βάννα αντιστάθμισης που είναι μια υδραυλική αναλογική βάννα η οποία ανοιγοκλείνει ανάλογα με τις εντολές του ελεγκτή προκειμένου η θερμοκρασία προσαγωγής να διατηρείται στην ενδεικνυόμενη τιμή (είναι τρίοδη ή τετράοδη και είναι αναλογική και όχι δυο θέσεων (on/off)).

Η τρίοδης είναι απλούστερες διατάξεις και χρησιμοποιούνται συχνά έχουν το μειονέκτημα πως στη θέση off (100% ανακυκλοφορία εργαζόμενου μέσου στο δίκτυο διανομής) η μονάδα παραγωγής μένει χωρίς κυκλοφορία και αυτό δημιουργεί προβλήματα ελέγχου λειτουργίας της μονάδας ή τεχνικά θέματα για την ίδια μονάδα (σε μαντεμένιους λέβητες οι απότομες αλλαγές να οδηγήσουν σε θραύση του λέβητα) [15].



Σχήμα 2.20: Τυπικό διάγραμμα λεβητοστασίου [15]

## 2.2 Ψύξη

### 2.2.1 Μονάδα Παραγωγής Ψύξης

Για τη κάλυψη μεγάλων ψυκτικών φορτίων χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας οι οποίες ψύχουν νερό ή κάποιο άλλο υγρό όπου χρησιμοποιείται για την ψύξη αέρα μέσω ενός στοιχείου ψύξης στη μονάδα επεξεργασίας αέρα. Αυτές είναι οι ψύκτες οι οποίοι λειτουργούν στον κύκλο μηχανικής συμπίεσης ατμού (για να λειτουργήσουν απαιτείται μηχανική ενέργεια ώστε να τεθεί σε κίνηση ο συμπιεστής) και ποικίλλουν σε μέγεθος από περίπου τρεις τόνους έως και περισσότερο από χίλιους τόνους. Υπάρχουν φυσικά και άλλες ψυκτικές διατάξεις, συμπεριλαμβανόμενου και του κύκλου ψύξης με απορρόφηση, στις οποίες δεν υπάρχει συμπιεστής, αλλά μια πηγή θερμότητας (συνήθως υγραέριο). Οι διατάξεις αυτές δεν έχουν επικρατήσει λόγω υψηλού λειτουργικού κόστους σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας [5].



**Εικόνα 2.21** : Αερόψυκτη μονάδα συμπύκνωσης με δυο συμπιεστές

Τα βασικά μέρη ενός ψυκτικού συστήματος συμπίεσης ατμών είναι ίδια με μίας αντλίας θερμότητας . Αποτελείται από τον συμπιεστή, τον συμπυκνωτή, την εκτονωτική βαλβίδα και τον εξαμιστή (ή ατμοποιητή). Οι μικρότερες μονάδες συνήθως χρησιμοποιούν παλινδρομικούς συμπιεστές με αερόψυκτους συμπυκνωτές ενώ οι μεγάλες μονάδες χρησιμοποιούν φυγοκεντρικούς συμπιεστές και αποβάλλουν τη θερμότητα στο νερό των ψυκτικών πύργων [5]. Στην εικόνα 2.21 φαίνεται μια μεγάλη αερόψυκτη μονάδα συμπύκνωσης που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου.



**Εικόνα 2.22** : Συμπιεστής τύπου Screw

Οι βασικές κατηγορίες ψυκτών είναι οι εξής:

- Ηλεκτρικοί ψύκτες οι οποίοι χρησιμοποιούν κύκλο μηχανικής συμπίεσης του ατμού και χωρίζονται σε φυγοκεντρικούς, παλινδρομικούς, ελικοειδής περιστροφικούς, σπειροειδής.
- Μηχανικοί ψύκτες τροφοδοτούνται από μηχανές συμβατικών καυσίμων
- Ψύκτες απορρόφησης οι οποίοι λειτουργούν με τη χρήση φυσικού αερίου ή πετρελαίου (άμεσης θέρμανσης) ή, τέλος, με ατμό χαμηλής πίεσης (μέχρι 15 psi) ή νερό θερμοκρασίας μέχρι 140 °C (έμμεσης θέρμανσης) [5].

Οι τύποι των συμπυκνωτών που χρησιμοποιούνται είναι ο αερόψυκτος, ο υδρόψυκτος και ο εξατμιστικός. Σ ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή το ψυκτικό αέριο με υψηλή πίεση και θερμοκρασία ρέει εσωτερικά των αυλών ενώ εξωτερικά κυκλοφορεί αέρας. Η βεβαιασμένη κυκλοφορία του αέρα στην εξωτερική επιφάνεια των αυλών που έχουν τοποθετηθεί πτερύγια για αύξηση της επιφάνειας εναλλαγής θερμότητας, γίνεται με αξονικούς ανεμιστήρες που είναι εγκατεστημένοι στο συμπυκνωτή. Ο εξατμιστικός συμπυκνωτής είναι μια παραλλαγή του αερόψυκτου. Στη περίπτωση αυτή το ψυκτικό αέριο ρέει εσωτερικά των αυλών, ο αέρας με βεβαιασμένη κυκλοφορία ε τη χρήση ενός ανεμιστήρα κυκλοφορεί εξωτερικά. Η διαφορά με το αερόψυκτο συμπυκνωτή είναι ότι υπάρχει ένα κύκλωμα νερού στο συμπυκνωτή που ψεκάζει νερό πάνω στους αυλούς. Καθώς ο αέρας κυκλοφορεί σε αντίθετη ροή με τα σταγονίδια του νερού προκαλεί εξάτμιση του νερού. Το αποτέλεσμα είναι μείωση της θερμοκρασίας και αύξηση της μεταφοράς θερμότητας από το ψυκτικό στον αέρα. Το υπόλοιπο νερό επιστρέφει σε μια λεκάνη συγκέντρωσης και μια αντλία ανακυκλοφορεί το νερό και το ψεκάζει στην κορυφή των αυλών. Ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής είναι τύπου αυλών/κελύφους ή πλακοειδής. Σ αυτού του τύπου τους συμπυκνωτές το νερό κυκλοφορεί εσωτερικά των αυλών ενώ το

ψυκτικό αέριο περιβάλλει τους αυλούς. Καθώς η θερμότητα μεταφέρεται από το ψυκτικό στο νερό, το ψυκτικό συμπυκνώνεται εξωτερικά των αυλών και ρέει προς τον πυθμένα του εναλλάκτη [5].

Ψύκτες με πολυβάθμια συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως όπου απαιτούνται πολύ χαμηλές θερμοκρασίες αλλά δε μπορούν να επιτευχθούν οικονομικά με τη χρήση μονοβάθμιου συστήματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι λόγοι συμπίεσης είναι πολύ μεγάλοι για να πετύχουν τις θερμοκρασίες που απαιτούνται για την ατμοποίηση και τη συμπύκνωση ατμών. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι, τα κλιμακωτά (cascade) και τα πολυβάθμια. Το πολυβάθμιο σύστημα χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερους συμπιεστές συνδεδεμένους σε σειρά στο ίδιο ψυκτικό σύστημα με αποτέλεσμα το ψυκτικό μέσο γίνεται πιο πυκνός ατμός καθώς περνά μέσα από κάθε συμπιεστή. Γενικά τα πολυβάθμια συστήματα χρησιμοποιούνται για μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές και μεταβολές στη πίεση [5].

Στο νοσοκομείο χρησιμοποιούνται δύο ψύκτες **Carrier 30GX- 112**. Είναι ηλεκτρικοί, διβάθμιοι, αερόψυκτου τύπου με δύο συμπιεστές δίδυμου έλικα (twin-screw) ο καθένας [20].

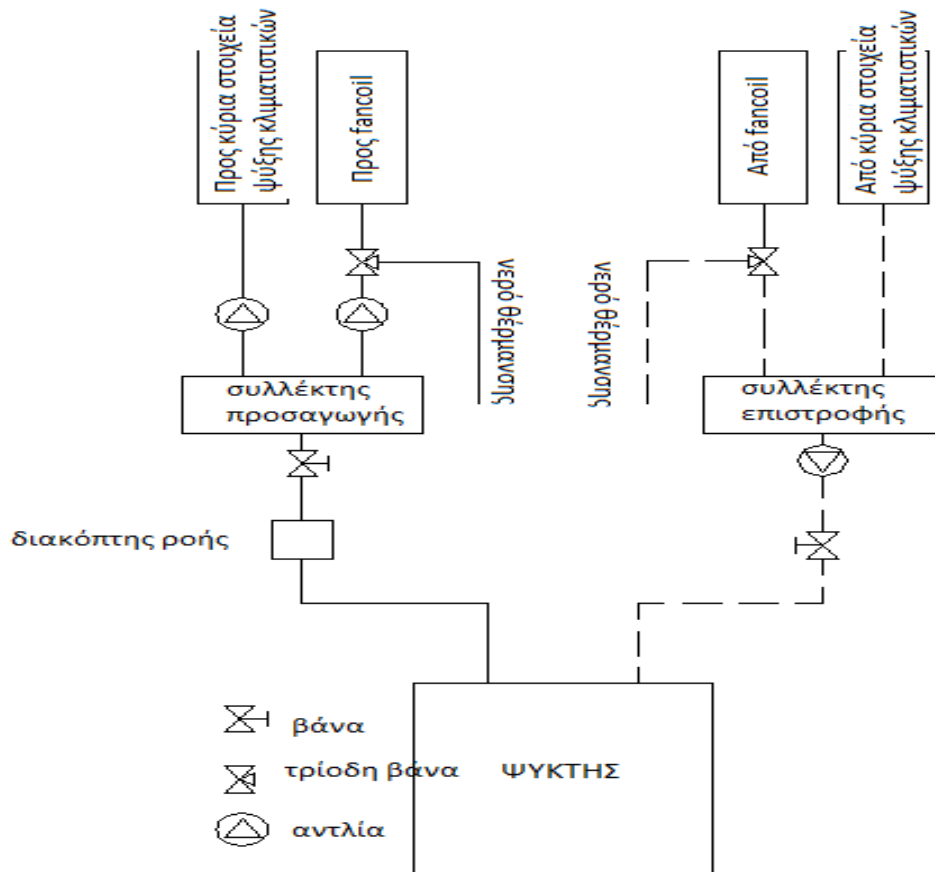
## 2.2.2 Δίκτυο διανομής και τερματικές μονάδες

Το δίκτυο διανομής είναι ίδιου τύπου με αυτό της θέρμανσης δηλαδή δισωλήνιο με τον κλάδο προσαγωγής όπου αναχωρεί το μέσο από την μονάδα παραγωγής και τον κλάδο επιστροφής μέσω του οποίου επιστρέφει στη μονάδα, με τη διαφορά ότι το μέσο είναι ψυχρό νερό για την ψύξη των χώρων. Όλες οι τερματικές μονάδες συνδέονται άμεσα στους κεντρικούς κλάδους προσαγωγής – επιστροφής. Υπάρχει ένας συλλέκτης προσαγωγής νερού ψύξης και ένας συλλέκτης επιστροφής νερού. Από τον συλλέκτη προσαγωγής το νερό θέρμανσης διαχωρίζεται στους εξής κλάδους:

- Δισωλήνιο σύστημα σε σύνδεση με γραμμή θερμού νερού μέσω τρίοδης βάνας (για προσαγωγή και επιστροφή) για τερματικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (FanCoil)
- Δισωλήνιο για τα κύρια στοιχεία των κλιματιστικών μονάδων (KKM)

Οι τερματικές μονάδες είναι σώματα βεβιασμένης μεταφοράς (αερόθερμα, FCU) και στόμια προσαγωγής-απαγωγής ψυχρού αέρα από κεντρικές κλιματιστικές μονάδες.





Σχήμα 2.23 : Δίκτυο διανομής νερού ψύξης

## 2.3 Κλιματισμός

Τα συστήματα κλιματισμού, ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας που παρέχουν στον αέρα, μπορούν να διακριθούν σε:

- συστήματα αερισμού-εξαερισμού, που εξασφαλίζουν την ανανέωση του αέρα ενός χώρου
- συστήματα μερικού κλιματισμού, τα οποία εκτός από την ανανέωση του αέρα, παρέχουν και μία μερική επεξεργασία που περιλαμβάνει κυρίως τον καθαρισμό και τη θέρμανση του αέρα. Για να επιτυγχάνεται ασφαλώς το επιθυμητό αποτέλεσμα, προβλέπονται συνήθως και διατάξεις ρύθμισης.
- συστήματα πλήρους κλιματισμού, τα οποία εξασφαλίζουν:
  - τη διατήρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας ενός κλειστού χώρου μέσα σε προκαθορισμένα όρια και περιλαμβάνει διατάξεις για
  - τον καθαρισμό
  - τη θέρμανση
  - την ψύξη

- την ύγρανση
- την αφύγρανση
- και την ανανέωση του αέρα

καθώς και τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτόματης ρύθμισης της θερμοκρασίας και της υγρασίας.

Με κριτήριο τη θέση των συσκευών κλιματισμού ως προς τον κλιματιζόμενο χώρο και την έκταση εφαρμογής του συστήματος, διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες συστημάτων κλιματισμού.

- Κεντρικά Συστήματα Κλιματισμού
- Τοπικά Συστήματα Κλιματισμού

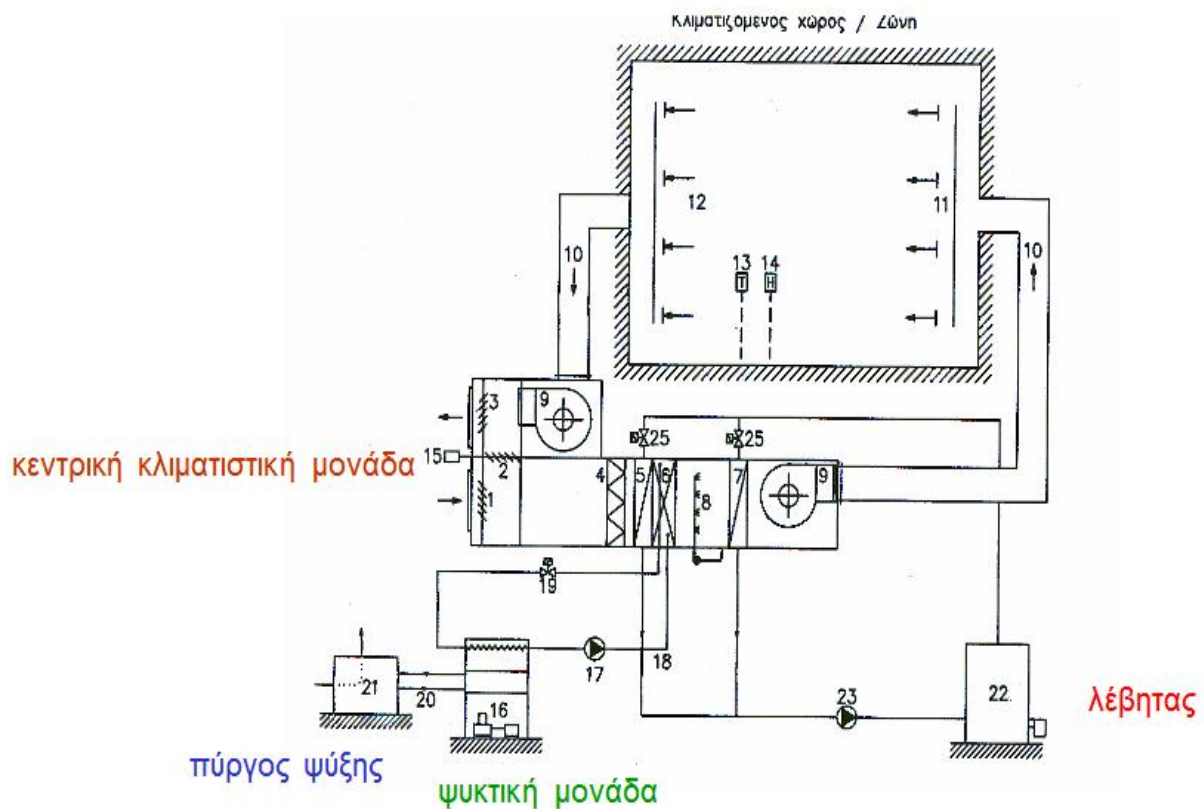
Με κριτήριο τον τρόπο και τα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η τελική διαμόρφωση των συνθηκών άνεσης στον κλιματιζόμενο χώρο, διακρίνονται τρεις κατηγορίες συστημάτων κλιματισμού.

- Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα
- Συστήματα Κλιματισμού μόνο με νερό
- Συστήματα Κλιματισμού αέρα – νερού

### **2.3.1 Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα**

Βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι η μεταφορά στον κλιματιζόμενο χώρο επεξεργασμένου αέρα μέσω ενός δικτύου αεραγωγών. Διακρίνονται σε συστήματα μονής και διπλής διανομής. Τα συστήματα μονής διανομής είναι εκείνα που έχουν εναλλάκτες (στοιχεία) της ψύξης και θέρμανσης του προσαγόμενου αέρα εν σειρά ως προς τη ροή του και χρησιμοποιούν ένα και μόνο δίκτυο αεραγωγών για τη προσαγωγή του αέρα στα στόμια και γενικά στις τερματικές συσκευές προσαγωγής. Η θερμοκρασία του αέρα, σε ολόκληρο το δίκτυο είναι η ίδια. Τα συστήματα διπλής διανομής είναι εκείνα τα συστήματα που έχουν τους εναλλάκτες της ψύξης και της θέρμανσης του προσαγόμενου αέρα σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή του και χρησιμοποιούν για τη διανομή του αέρα α) ένα διπλό δίκτυο αεραγωγών (ένα για το ψυχρό και ένα για το θερμό αέρα, μέχρι τις τερματικές συσκευές προσαγωγής, όπου και αναμιγνύονται τα δύο ρεύματα αέρα), β) ένα ξεχωριστό δίκτυο αεραγωγών προσαγωγής για κάθε ζώνη αφού έχει γίνει προηγουμένως η ανάμιξη ψυχρού και θερμού αέρα σε μία κλιματιστική μονάδα. Διακρίνονται σαν συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα και μονής διανομής σε α) σύστημα μονού αγωγού σταθερής παροχής, β) σύστημα μονού

αγωγού με αναθέρμανση και γ) σύστημα μονού αγωγού μεταβαλλόμενης παροχής. Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα και διπλής διανομής διακρίνονται σε πολυζωνικό σύστημα και σύστημα διπλού αγωγού (σταθερής η μεταβαλλόμενης παροχής) [21].



Σχήμα 2.24 : Τυπικό διάγραμμα συστήματος κλιματισμού με αέρα [16]

Πίνακας 2.4 : Περιγραφή στοιχείων τυπικού συστήματος κλιματισμού με αέρα [16]

Στοιχεία Βασικού Συστήματος Κλιματισμού		
Κύκλωμα Αέρα		Λειτουργία
1	Είσοδος νωπού αέρα (στόμιο, αγωγός, ρυθμιστικά διαφράγματα)	Ανανέωση του αέρα του κτηρίου
2	Ρυθμιστικά διαφράγματα αέρα ανακυκλοφορίας	Ρύθμιση ποσότητας αέρα ανακυκλοφορίας
3	Ρυθμιστικά διαφράγματα αέρα απόρριψης	Ρύθμιση ποσότητας αέρα απόρριψης
4	Φίλτρα	Απομάκρυνση ρυπογόνων ουσιών
5	Προθερμαντήρας	Προθέρμανση αέρα
6	Ψυκτικά στοιχεία	Ψύξη και αφύγρανση αέρα
7	Θερμαντικά στοιχεία	Θέρμανση του αέρα ή μεταθέρμανση για ρύθμιση θερμοκρασία και σχετικής υγρασίας

8	Υγραντής	Υγρανση αέρα
9	Ανεμιστήρες προσαγωγής-επιστροφής	Πρόσδοση της απαραίτητης ενέργειας για τη κίνηση του αέρα
10	Δίκτυο αεραγωγών	Μεταφορά του αέρα προς/απαγωγή του αέρα από τους κλιματιζόμενους χώρους
11	Στόμια προσαγωγής αέρα	Διανομή του αέρα στους χώρους
12	Στόμια επιστροφής αέρα	Απαγωγή του αέρα από τους χώρους
13	Θερμοστάτης χώρου	Ρύθμιση θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα
14	Υγροστάτης χώρου	Ρύθμιση σχετικής υγρασίας του αέρα
15	Ρυθμιστής διαφραγμάτων στο κιβώτιο μίξης	Ρύθμιση της παροχής εξωτερικού αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας
Κύκλωμα Ψυκτικού Μέσου		Λειτουργία
16	Ψυκτική μονάδα συμπίεσης (εξατμιστής, συμπιεστής, συμπυκνωτής, βαλβίδα εκτόνωσης) ή ψυκτική μονάδα απορρόφησης	Παραγωγή ψυχρού νερού
Κύκλωμα ψυχρού νερού		Λειτουργία
17	Αντλίες	Πρόσδοση ενέργειας για τη κίνηση του νερού
18	Σωληνώσεις ψυχρού νερού	Μεταφορά ψυχρού νερού από τη ψυκτική μονάδα προς τα ψυκτικά στοιχεία
19	Ρυθμιστικές Βαλβίδες	Ρύθμιση παροχής νερού στα ψυκτικά στοιχεία
20	Σωληνώσεις κυκλώματος νερού απόρριψης θερμότητας	Μεταφορά νερού από τη ψυκτική μονάδα στο πύργο ψύξης
21	Πύργος ψύξης (για υδρόψυκτο ψύκτη)	Απόρριψη θερμότητας από το συμπυκνωτή της ψυκτικής μονάδας στο περιβάλλον
Κύκλωμα θερμού νερού		Λειτουργία
22	Λέβητας πετρελαίου ή φυσικού αερίου ή τηλεθέρμανση κλπ	Παραγωγή θερμού νερού ή ατμού
23	Αντλίες	Μεταφορά θερμού νερού από το λέβητα προς τα θερμαντικά στοιχεία
24	Σωληνώσεις θερμού νερού	
25	Ρυθμιστικές βαλβίδες	Ρύθμιση παροχής νερού στα θερμαντικά στοιχεία

### **Συστήματα κλιματισμού μονού αγωγού σταθερής παροχής**

Είναι το απλούστερο σύστημα και μπορεί να εξυπηρετήσει μία μόνο ζώνη. Μπορεί να είναι κεντρικό ή τοπικό. Αντιμετωπίζει το σύνολο των συνθηκών του χώρου, μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα. Με την προσθήκη υγραντήρα μπορεί να ρυθμίζει την υγρασία κατά την περίοδο θέρμανσης. Κατά την περίοδο ψύξης, ενώ προσφέρει ευελιξία στη ρύθμιση της θερμοκρασίας, δε μπορεί να ρυθμίσει τη σχετική υγρασία ανεξάρτητα από τις ανάγκες ψύξης της ζώνης [21].

### **Συστήματα κλιματισμού μονού αγωγού με αναθέρμανση**

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί σταθερή παροχή κλιματισμένου αέρα (ψύξη – αφύγρανση, θέρμανση-ύγρανση) με δυνατότητα προσθήκης θερμότητας τοπικά είτε στον αγωγό προσαγωγής στην κάθε ζώνη είτε σε κατάλληλη τερματική συσκευή διανομής. Η προσθήκη θερμότητας γίνεται με διάφορους τρόπους όπως με στοιχείο νερού ή ηλεκτρικό στοιχείο. Το σύστημα μπορεί να είναι κεντρικό ή τοπικό. Μπορεί να εφαρμοστεί και σε μια μόνο ζώνη αλλά κυρίως εφαρμόζεται σε χώρους με πολλές ζώνες. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα ρύθμισης των συνθηκών θερμοκρασίας – υγρασίας της κάθε ζώνης με ακρίβεια περισσότερο από κάθε άλλο σύστημα. Το μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι το σχετικά υψηλό λειτουργικό κόστος του [21].

### **Συστήματα κλιματισμού μονού αγωγού μεταβαλλόμενης παροχής (Μ.Π.Α)**

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές συστημάτων μεταβαλλόμενης παροχής αέρα όλες όμως αφορούν κεντρικά συστήματα που εξυπηρετούν πολλές ζώνες. Ανάλογα τις διακυμάνσεις του φορτίου του χώρου ρυθμίζεται η παροχή αέρα του συστήματος. Η μεταβολή της παροχής αφορά είτε τη συνολική παροχή του συστήματος, είτε τη παροχή σε μία ή περισσότερες ζώνες, είτε τη περίπτωση να συμβαίνουν και τα δυο ταυτόχρονα. Η μεταβολή της παροχής ελεγχόμενη από ένα θερμοστάτη χώρου μπορεί να επιτευχθεί μέσω τερματικών συσκευών ρύθμισης διανομής αέρα. Ανάλογα με τη πολυπλοκότητα του δικτύου διανομής αέρα την αναμενόμενη ελάχιστη αναγκαία τιμή της παροχής, το κόστος εγκατάστασης και τη δυνατότητα να ισοσταθμιστεί το σύστημα μεταξύ του μέγιστου (πλήρους) και του ελάχιστου φορτίου, ο μελετητής εκτιμά αν η μεταβολή της παροχής του αέρα του συστήματος θα συνδυαστεί με ανεμιστήρα μεταβαλλόμενης παροχής η όχι. Για να επιτευχθούν εξοικονόμηση ενέργειας και επομένως του λειτουργικού κόστους θα πρέπει, α) να χρησιμοποιηθούν ειδικά στόμια και τερματικές συσκευές ρύθμισης – διανομής αέρα που κατασκευάζονται από διάφορους κατασκευαστές και αντιμετωπίζουν

αποτελεσματικά τα προβλήματα θορύβου, των ψυχρών ρευμάτων και της άπνοιας σε συνθήκες μερικού φορτίου και β) μια κατάλληλη κλιματιστική μονάδα μεταβαλλόμενης παροχής αέρα που να είναι κατάλληλη για το σύστημα διανομής του αέρα. Το απλούστερο σύστημα μεταβαλλόμενης παροχής αέρα είναι ένα σύστημα μονού αγωγού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε περιπτώσεις όπου όλες οι ζώνες απαιτούν μόνο ψύξη ή μόνο θέρμανση. Παραλλαγή του απλού συστήματος μεταβαλλόμενης παροχής αέρα είναι με αναθέρμανση το οποίο μπορεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες θέρμανσης σε μία ή περισσότερες ζώνες τη στιγμή που οι άλλες ζώνες απαιτούν ψύξη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη πρόσθεση θερμαντικών στοιχείων στους κλάδους που τροφοδοτούν ορισμένες ζώνες. Όσο ελαττώνεται το ψυκτικό φορτίο τόσο η παροχή του αέρα μειώνεται μέχρι ένα προκαθορισμένο ποσοστό της πλήρους παροχής και στη συνέχεια ενεργοποιούνται τα θερμαντικά στοιχεία [21].

### **Πολυζωνικό σύστημα κλιματισμού**

Το σύστημα αυτό είναι ένα σύστημα σταθερής παροχής και μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας. Η κεντρική κλιματιστική μονάδα διαθέτει τα θερμαντικά και τα ψυκτικά στοιχεία σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή του αέρα και περιλαμβάνει ένα θάλαμο ψυχρού και θερμού αέρα και ένα ζεύγος διαφραγμάτων ανάμιξης για κάθε ζώνη. Τα διαφράγματα ανάμιξης ελέγχονται ανά ζεύγος από το θερμοστάτη χώρου της αντίστοιχης ζώνης και αναμιγνύουν την απαιτούμενη ποσότητα ψυχρού και θερμού αέρα που στη συνέχεια προσάγεται στη ζώνη μέσω ενός μονού αεραγωγού. Ο αεραγωγός επανακυκλοφορίας είναι συνήθως ενιαίος για όλες τις ζώνες. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται πρακτικά σε κτήρια με περιορισμένο αριθμό ζωνών και μπορεί να εξυπηρετεί ταυτόχρονα ανάγκες ψύξης και θέρμανσης [21].

### **Σύστημα κλιματισμού διπλού αγωγού**

Το βασικό σύστημα του διπλού αγωγού διαθέτει τα θερμαντικά και ψυκτικά στοιχεία στην κεντρική κλιματιστική μονάδα σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή του αέρα και διανέμει τον αέρα που διέρχεται από τα στοιχεία αυτά προς τις ζώνες με δύο παράλληλους αεραγωγούς. Ο ένας αεραγωγός μεταφέρει τον ψυχρό και ο άλλος το θερμό αέρα. Σε κάθε ζώνη η κλιματιζόμενο χώρο οι κατάλληλες ποσότητες ψυχρού και θερμού αέρα αναμιγνύονται μέσα σε τερματικές συσκευές μίξης. Η ανάμιξη ελέγχεται από το θερμοστάτη χώρου της ζώνης. Από το κιβώτιο μίξης ο αέρας διανέμεται στο χώρο μέσω των στομιών προσαγωγής. Ο αεραγωγός της επανακυκλοφορίας είναι κοινός. Το βασικό

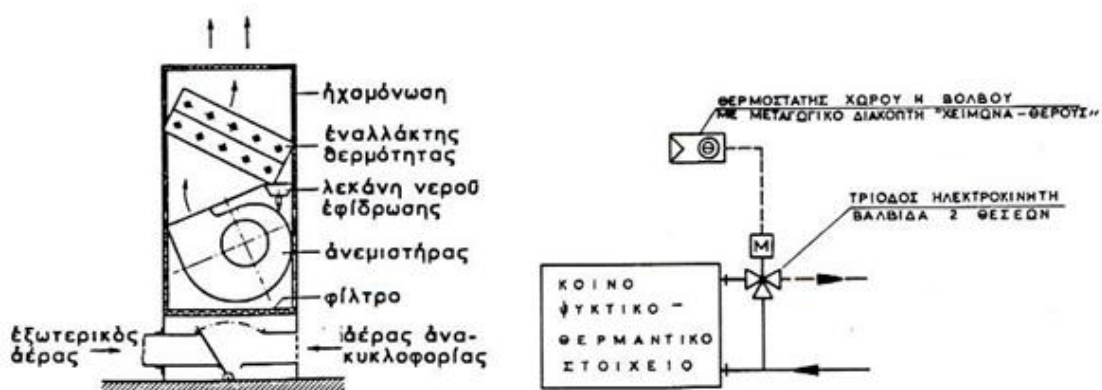
σύστημα διπλού αγωγού είναι ένα σύστημα σταθερής παροχής αέρα. Σε κάθε κιβώτιο μίξης απαιτείται ένας ρυθμιστής σταθερής παροχής αλλιώς υπάρχει κίνδυνος η στατική πίεση στους αεραγωγούς να μεταβάλλεται σημαντικά. Το σύστημα διπλού αγωγού είναι κατάλληλο για ένα μεγάλο αριθμό ζωνών. Έτσι μπορεί να περιοριστεί το κόστος λειτουργίας που θα πρόεκυπτε αν κατασκευαζόταν ένα σύστημα αναθέρμανσης. Ένα εναλλακτικό σύστημα είναι του διπλού αγωγού μεταβλητής παροχής που προσφέρει ακόμα οικονομικότερη λειτουργία. Στο σύστημα αυτό ο έλεγχος της θερμοκρασίας κάθε ζώνης γίνεται με το συνδυασμό της μείωσης της παροχής του αέρα στη ζώνη και της ανάμιξης του ψυχρού και θερμού αέρα. Στα όρια του μεγίστου (πλήρους) φορτίου το σύστημα λειτουργεί όπως λειτουργεί το αντίστοιχο σύστημα της σταθερής παροχής και διανέμει στο χώρο τη μέγιστη παροχή. Όσο ελαύνεται το ψυκτικό φορτίο της ζώνης και πριν ανοίξει η είσοδος θερμού αέρα στο κιβώτιο μίξης της ζώνης ο ρυθμιστής παροχής μειώνει την παροχή ψυχρού αέρα μέχρι ένα ελάχιστο προκαθορισμένο όριο. Στη συνέχεια ανοίγει η είσοδος θερμού αέρα ενώ ο ψυχρός αέρας συνεχίζει να μειώνεται έτσι ώστε τελικά η συνολική παροχή αέρα στη ζώνη να μένει όση με το ελάχιστο προκαθορισμένο όριο. Το σύστημα αυτό απαιτεί θαλάμους ανάμιξης διαφορετικής κατασκευής από εκείνους του βασικού συστήματος [21].

### **3.3.2 Συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό**

Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό επιτυγχάνουν τη ψύξη (ή και θέρμανση) του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου διανέμοντας στις τερματικές μονάδες ψυχρό (ή και θερμό) νερό που παρασκευάζεται σε κεντρική εγκατάσταση. Η ψύξη, η θέρμανση, η ύγρανση, το φιλτράρισμα και η ανανέωση του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου γίνονται μόνο από τις τερματικές μονάδες που περιλαμβάνουν θερμαντικό/ ψυκτικό φορτίο φυσικής η εξαναγκασμένης ροής του αέρα. Οι τερματικές μονάδες μπορεί να περιλαμβάνουν η όχι φίλτρα αέρα και θάλαμο μίξης για ανανέωση του αέρα του χώρου σε ποσοστό μέχρι και 10%. Οι τερματικές μονάδες φυσικής ροής του αέρα δεν έχουν μεγάλη εφαρμογή στη ψύξη. Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό είναι τα συστήματα που έχουν ως τερματικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστές και σαν fan-coils. Πρόκειται για κεντρικά συστήματα κλιματισμού γιατί η παρασκευή και η διανομή ψυχρού – θερμού νερού γίνεται από μια κεντρική εγκατάσταση [21].

## Βασικό σύστημα κλιματισμού με μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου

Το βασικό σύστημα με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου στους κλιματιζόμενους χώρους και δίκτυο κυκλοφορίας του νερού με σύστημα 2 σωλήνων (προσαγωγής – επιστροφής). Το σύστημα αυτό παρέχει μόνο ψύξη η θέρμανση σε όλους του κλιματιζόμενους χώρους γιατί το ζεστό η το κρύο νερό κυκλοφορεί στους ίδιους σωλήνες. Αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με κατάλληλη κατανομή των μονάδων σε ζώνες ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία μιας η περισσότερων ζωνών σε ψύξη και των άλλων σε θέρμανση [21].



**Σχήμα 2.25 :** Μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil unit) (αριστερά), σύστημα 2 σωλήνων σε μονάδα fan coil [16].

## Σύστημα κλιματισμού με μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου πολλαπλών σωλήνων

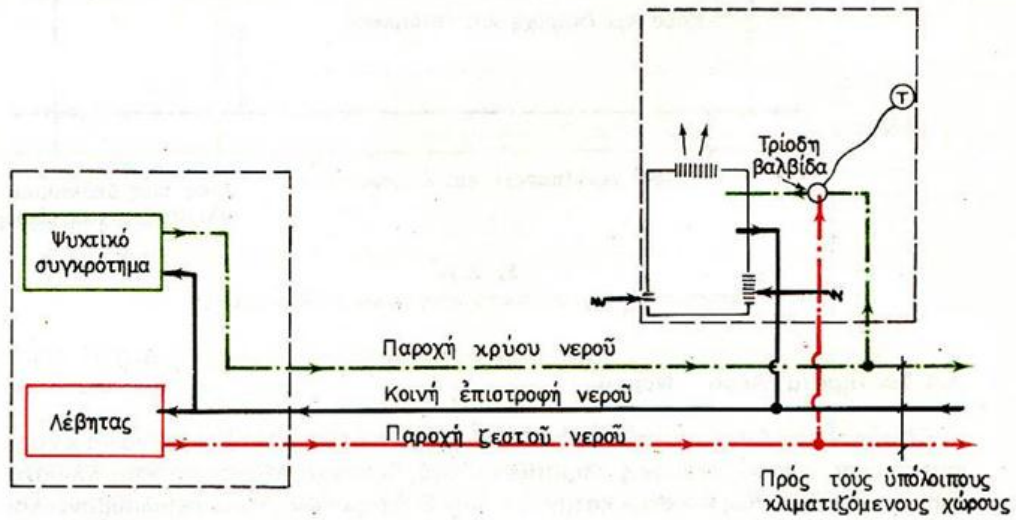
Το σύστημα αυτό είναι βελτίωση του βασικού και εξασφαλίζει την ταυτόχρονη διάθεση ψυχρού και θερμού νερού στις μονάδες. Με τον τρόπο αυτό κάθε μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου γίνεται ξεχωριστή ζώνη και λειτουργεί ανεξάρτητα. Η βαλβίδα έλεγχου στην μονάδα επιλεγεί ζεστό-ψυχρό νερό ανάλογα με τον αν ο χώρος που εξυπηρετεί απαιτεί στιγμιαία θέρμανση – ψύξη. Υπάρχουν δυο παραλλαγές των συστημάτων με πολλαπλούς σωλήνες α) το σύστημα 3 σωλήνων β) το σύστημα 4 σωλήνων.

Στο σύστημα 3 σωλήνων υπάρχουν α) ένας σωλήνας προσαγωγής ψυχρού νερού, β) ένας σωλήνας προσαγωγής ζεστού νερού, γ) ένας σωλήνας κοινής επιστροφής.

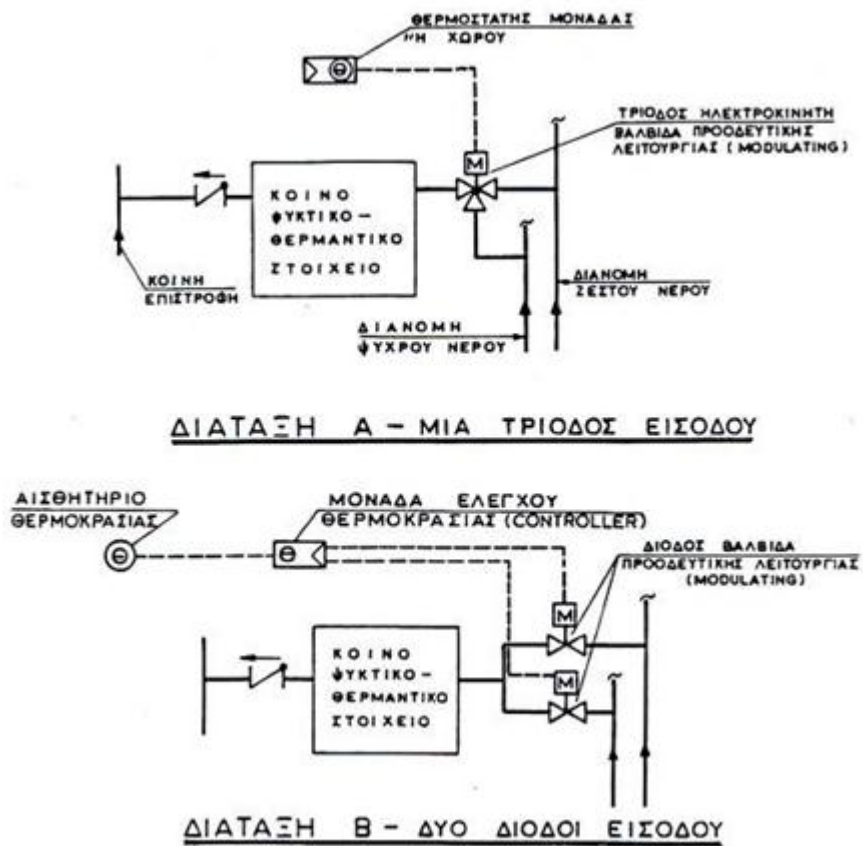
Στο σύστημα 3 σωλήνων παρέχεται μόνο ψυχρό η μόνο ζεστό στη μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου χωρίς να αναμιγνύονται οι δυο ροές. Ανάμιξη γίνεται μόνο στο σωλήνα κοινής επιστροφής. Χρησιμοποιούνται στην είσοδο της μονάδας είτε τρίοδοι βαλβίδες ειδικής κατασκευής στις όποιες η κάθε είσοδος ανοίγει προοδευτικά ενώ η άλλη παραμένει κλειστή είτε 2 δίοδοι προοδευτικής λειτουργίας. Μειονέκτημα είναι οι ενεργειακές απώλειες



λογά ανάμιξης ψυχρού – θερμού νερού στην επιστροφή οι όποιες και μεγιστοποιούνται στην περίπτωση που τα ταυτόχρονα ζητούμενα ψυκτικά και θερμαντικά των χώρων είναι διασκορπισμένα και δε μπορούν να ομαδοποιηθούν [21].



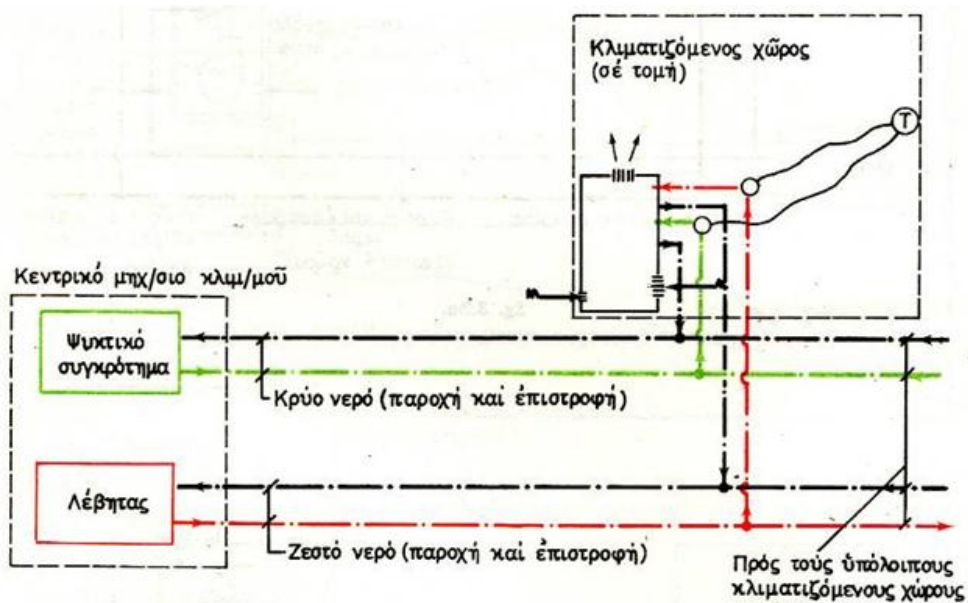
Σχήμα 2.26 : Τυπικό διάγραμμα συστήματος 3 σωλήνων [16]



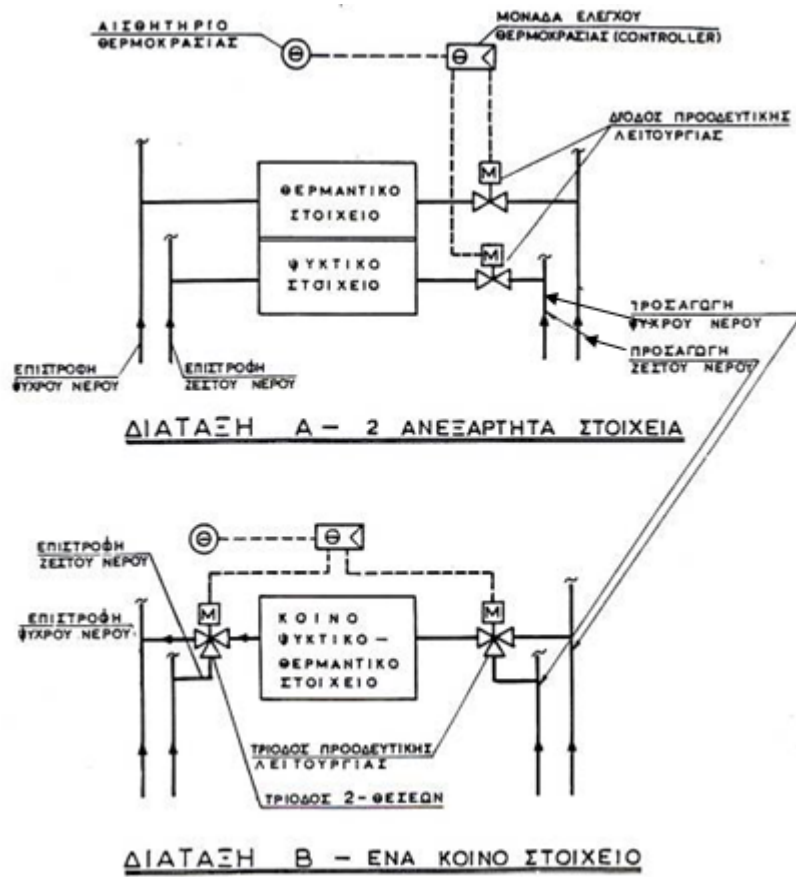
Σχήμα 2.27 : Διάγραμμα λειτουργίας σε σύστημα 3 σωλήνων με σώματα ανεμιστήρα στοιχείου (fan coil units) [16]

Το σύστημα 4 σωλήνων διαθέτει τελείως ανεξάρτητα κυκλώματα κυκλοφορίας ψυχρού και ζεστού νερού εξαλείφοντας το μειονέκτημα της ανάμιξης των δυο ροών. Οι μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου μπορεί και να διαθέτουν 2 ανεξάρτητα στοιχειά (θερμαντικό και ψυκτικό). Στο στοιχείο της μονάδας παρέχεται μόνο ζεστό η ψυχρό νερό από μια τριόδι βαλβίδα λειτουργίας στην είσοδο (όπως και στη περίπτωση 3 σωλήνων). Στην έξοδο του στοιχείου καλό είναι να συνδέεται μια τριόδος δυο θέσεων που οδηγεί το νερό στον αντίστοιχο κλάδο επιστροφής ζεστού η κρύου νερού. Σ όλα τα συστήματα μονάδων ανεμιστήρα στοιχείου (2,3 ή 4 σωλήνων) κατά τη λειτουργία σε ψύξη παράγεται ποσότητα συμπυκνώματος στη μονάδα το οποίο πρέπει να συλλέγεται και να αποχετεύεται από κάθε μονάδα [21].

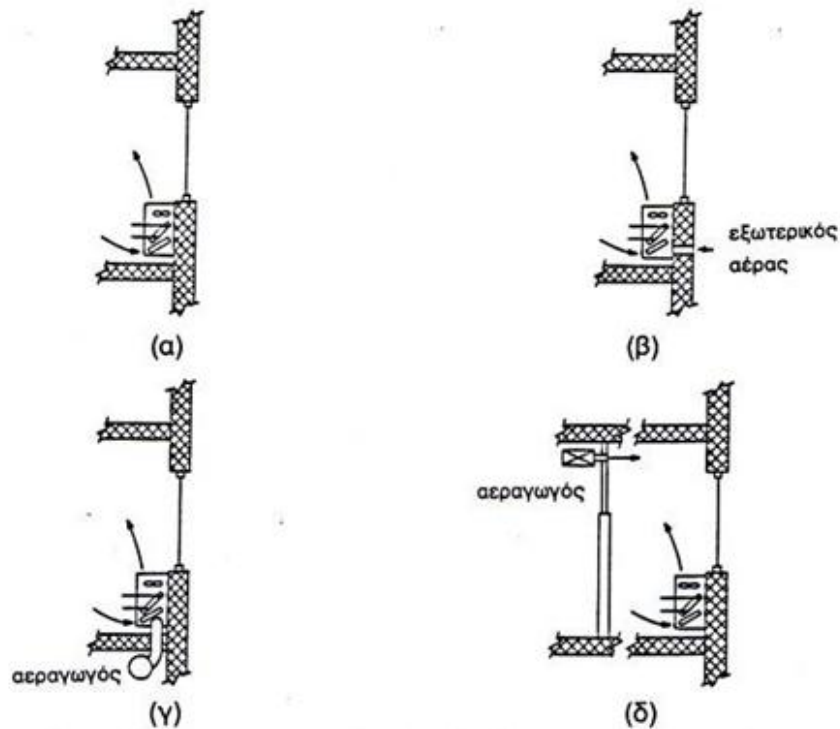
Όσο αφορά το πρόβλημα αερισμού των κλιματιζόμενων χώρων αντιμετωπίζεται με τους εξής τρόπους α) με τοπική εξαγωγή αέρα και αντικατάσταση του με φυσική διείσδυση, β) με εισαγωγή νωπού αέρα μέσω των μονάδων από ανοίγματα στους εξωτερικούς τοίχους, γ) με εισαγωγή στο χώρο μη επεξεργασμένου νωπού αέρα μέσω των μονάδων από έναν κεντρικό αεραγωγό διανομής νωπού αέρα [21].



Σχήμα 2.28 : Τυπικό διάγραμμα συστήματος 4 σωλήνων [16]



Σχήμα 2.29 : Διάγραμμα λειτουργίας σε σύστημα 4 σωλήνων με σώματα ανεμιστήρα στοιχείου (fan coil units) [16]



**Σχήμα 2.30 :** Δυνατότητες προσαγωγής νωπού αέρα σε συστήματα μόνο νερού α) μέσω χαραμάδων β) μέσω ανοιγμάτων γ) μέσω αγωγού στη μονάδα δ) μέσω δικτύου αεραγωγών [16].

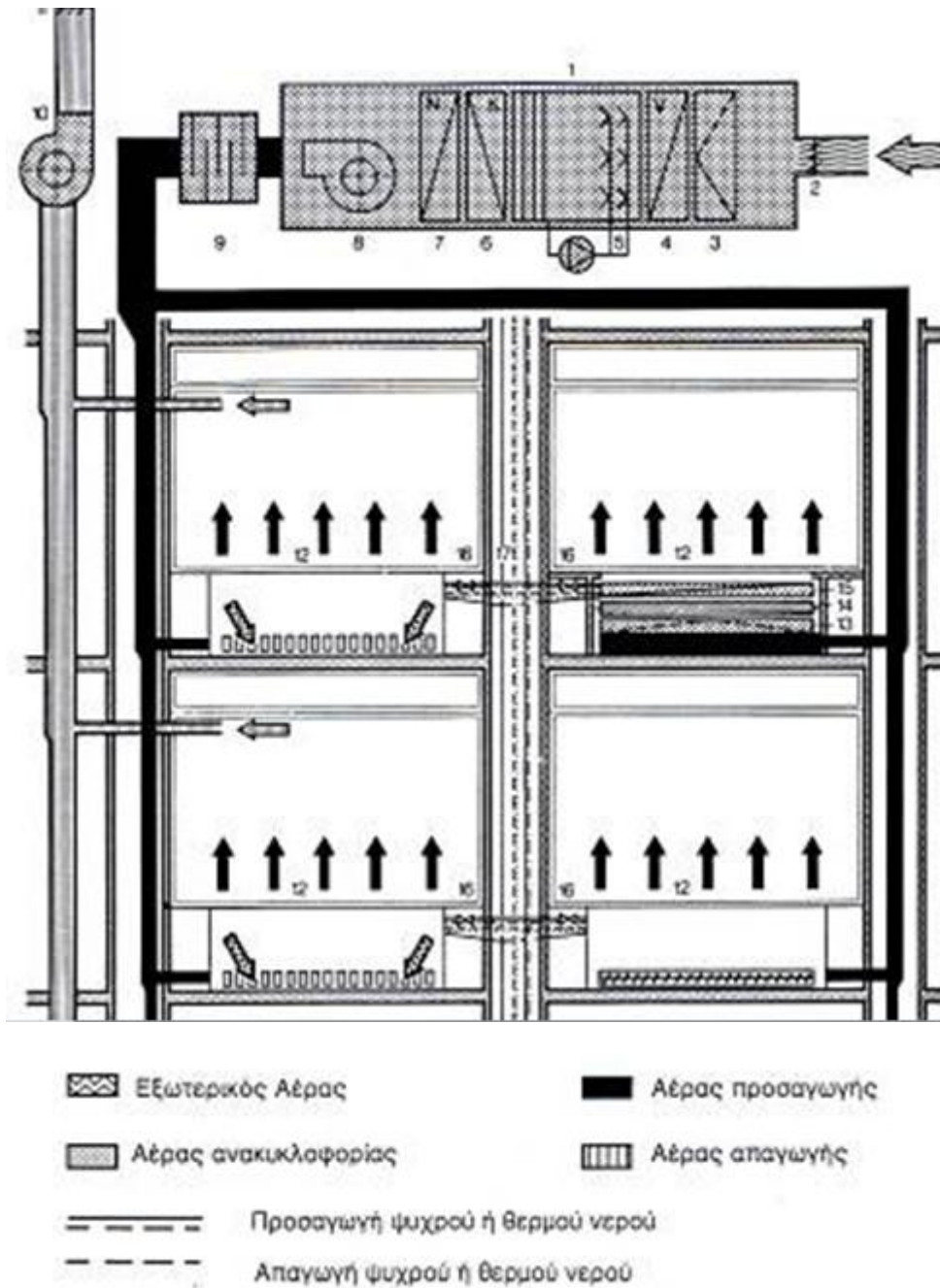
### 2.3.3 Συστήματα κλιματισμού αέρα- νερού

Στα συγκεκριμένα συστήματα παρέχεται από κεντρικές εγκαταστάσεις ταυτόχρονα νερό (ζεστό ή ψυχρό) και επεξεργασμένος αέρας. Ο προσαγόμενος επεξεργασμένος αέρας αντιμετωπίζει τις ανάγκες αερισμού του χώρου και αναλαμβάνει όμως και μέρος του θερμικού/ψυκτικού φορτίου. Η τελική διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών γίνεται από κατάλληλη τερματική μονάδα που τροφοδοτείται με νερό. Τα συστήματα αυτά μπορούν να αντιμετωπίσουν έναν απεριόριστο αριθμό ζωνών και ανάγκες ταυτόχρονος και ψύξης και θέρμανσης. Επειδή το νερό έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και ειδική θερμότητα από τον αέρα η συνολική διατομή των σωλήνων και των αεραγωγών που οδεύουν προς τους κλιματιζόμενους χώρους είναι μικρότερη σε σχέση με την αντίστοιχη συνολική διατομή από συστήματα μόνο με αέρα. Προσαγόμενος αέρας αναφέρεται και σαν πρωτεύων, ενώ ο αέρας επανακυκλοφορίας σαν δευτερεύων. Το νερό που κυκλοφορεί από την κεντρική εγκατάσταση προς τις τερματικές μονάδες αναφέρεται συνήθως στη βιβλιογραφία με τον ορό «δευτερεύον» κύκλωμα νερού σε διάκριση από το «πρωτεύον» κύκλωμα του νερού ψύξης του εξατμιστή του ψυκτικού συγκροτήματος. Διακρίνονται σε α) σύστημα με μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου και κεντρική παροχή αέρα και β) σύστημα με τερματικές μονάδες επαγωγής [21].

## **Συστήματα κλιματισμού αέρα- νερού με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου και κεντρική παροχή πρωτεύοντα αέρα**

Αποτελείται από ένα σύστημα μόνο με νερό με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου και από τη προσθήκη ενός συστήματος παροχής πρωτεύοντα αέρα στο κάθε χώρο μέσω αεραγωγού. Το σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει τοπική εξαγωγή αέρα πχ από τουαλέτες ή κεντρική απαγωγή. Ο πρωτεύων αέρας προσάγεται είτε απευθείας στο χώρο με στόμια προσαγωγής είτε εισάγεται στο θάλαμο μίξης της τοπικής μονάδας ανεμιστήρα-στοιχείου πριν το στοιχείο της και αναμιγνύεται με τον επανακυκλοφορούν αέρα του χώρου. Ο πρωτεύων αέρας είναι συνήθως κατά 100% νωπός αέρας και τυχαίνει επεξεργασίας σε κεντρική κλιματιστική μονάδα σταθερής παροχής η οποία περά από τον ανεμιστήρα μπορεί να περιλαμβάνει τα εξής α) στοιχείο προθέρμανσης, φίλτρα, ψυκτικό στοιχείο, δ) θερμαντικό στοιχείο, υγραντήρα.

Η λειτουργία του πρωτεύοντα αέρα είναι κατά τη περίοδο ψύξης του χώρου (μέγιστο φορτίο) αναλαμβάνει τον αερισμό του χώρου το μεγαλύτερο ποσοστό από το λανθάνον φορτίο και μικρό μέρος από το αισθητό φορτίο. Κατά την περίοδο θέρμανσης (μέγιστο φορτίο) ο πρωτεύων αέρας παρέχεται σε χαμηλή θερμοκρασία (χαμηλότερη της θερμοκρασίας προσαγωγής του δευτερεύοντα αέρα). Αν το σύστημα διαθέτει ύγρανση προστίθεται υγρασία στον πρωτεύοντα αέρα στην κεντρική κλιματιστική μονάδα. Τα υπόλοιπα φορτία αναλαμβάνει το στοιχείο της τοπικής μονάδας ανεμιστήρα-στοιχείου [21].



Σχήμα 2.31 : Σύστημα με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil units) και κεντρική παροχή πρωτεύοντα αέρα στις συσκευές [16].

**Πίνακας 2.5:** Περιγραφή στοιχείων συστήματος με τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil units) και κεντρική παροχή πρωτεύοντα αέρα στις συσκευές [16].

1	Κεντρική κλιματιστική μονάδα	11	Ρυθμιστική σχάρα αέρα απαγωγής
2	Ρυθμιστική σχάρα εξωτερικού αέρα	12	Μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου
3	Φίλτρα	13	Φίλτρο
4	Προθερμαντήρας	14	Ανεμιστήρας
5	Υγραντήρας	15	Θερμαντήρας ή ψύκτης
6	Προθερμαντήρας	16	Δίοδη βάννα
7	Μεταθερμαντήρας	17	Σωλήνας συμπυκνωμάτων
8	Αποσβεστήρας ήχου		
9	Ρυθμιστικά διαφράγματα		
10	Ανεμιστήρας απαγωγής		

### **Συστήματα κλιματισμού αέρα- νερού με τοπικές μονάδες επαγωγής**

Σ αυτό το σύστημα ο πρωτεύων αέρας και το ψυχρό νερό (ψυχρό - ζεστό) προσάγονται στις τερματικές μονάδες επαγωγής που βρίσκονται στους κλιματιζόμενους χώρους. Ο πρωτεύων αέρας εισάγεται στις τερματικές μονάδες επαγωγής αποκλειστικά με το δίκτυο αεραγωγών υψηλής πίεσης. Ακολούθως και μέσω ρυθμιστικού διαφράγματος και ηχοαποσβεστήρα περνάει μέσα από ειδικά ακροφύσια που βρίσκονται στην τερματική μονάδα. Το ρεύμα πρωτεύοντα αέρα υψηλής ταχύτητας που δημιουργείται επάγει τετραπλάσιο περίπου όγκο του δευτερεύοντα αέρα του χώρου ο οποίος παίρνει από το στοιχείο της μονάδας. Τα δυο ρεύματα αναμιγνύονται μετά το στοιχείο και προσάγονται στο χώρο. Στο βασικό σύστημα μονάδων επαγωγής ο πρωτεύων αέρας αναλαμβάνει τις ανάγκες αερισμού του χώρου το λανθάνον φορτίο και το αισθητό φορτίο από αγωγιμότητα της εξωτερικής επιφάνειας του χώρου. Συνήθως είναι η μοναδική πηγή θέρμανσης για θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος μεγαλύτερες των 5 °C. Ο δευτερεύων αέρας αναλαμβάνει τα εσωτερικά φορτία του χώρου. Το δίκτυο διανομής μπορεί να είναι 2,3 ή 4 σωλήνων [21].

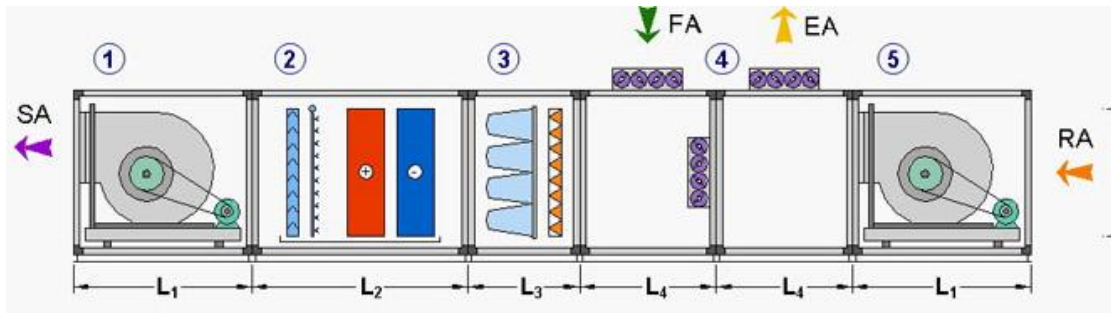
### 2.3.4 Κεντρική κλιματιστική μονάδα

Οι μονάδες επεξεργασίας αέρα περιλαμβάνονται από ανεμιστήρες, στοιχεία ψύξης και θέρμανσης, φίλτρα, τον αφυγραντήρα και τα ρυθμιστικά διαφράγματα. Μια τυπική διάταξη μιας μονάδας επεξεργασίας αέρα όπου εξυπηρετεί διάφορες ζώνες, τα στοιχεία θέρμανσης και ψύξης πρέπει να τοποθετηθούν σε παράλληλη διάταξη ή δίπλα δίπλα. Σε κάθε σύστημα κλιματισμού διακρίνουμε:

- τον αέρα που προσάγεται στο χώρο (αέρας προσαγωγής -αερισμός)
- τον απαγόμενο από τον χώρο αέρα (αέρας απαγωγής/επιστροφής- εξαερισμός)
- το μέρος του αέρα απαγωγής/επιστροφής, που επαναφέρεται στον κλειστό χώρο (ανακυκλοφορία)
- τον αέρα που απορρίπτεται στο περιβάλλον
- τον εισαγόμενο από το περιβάλλον αέρα (φρέσκος εξωτερικός αέρας)

Η κεντρική μονάδα κλιματισμού αφού έχει επεξεργαστεί τον παρεχόμενο αέρα τον μεταφέρει διαμέσου δικτύου αεραγωγών στους κλιματιζόμενους χώρους. Στην κεντρική μονάδα κλιματισμού ο εξωτερικός παρεχόμενος αέρας που αναρροφάται από το εξωτερικό περιβάλλον, αναμιγνύεται στον θάλαμο μίξης με ένα τμήμα του αέρα που επιστρέφει από το κτίριο και φιλτράρεται. Στη συνέχεια ακολουθεί η επεξεργασία του αέρα δηλαδή η θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση κ.λ.π. ανάλογα με τις επιθυμητές συνθήκες. Η ψύξη και η αφύγρανση του αέρα γίνεται με ψυχρό νερό, το οποίο παρασκευάζεται στην ψυκτική μονάδα και οδηγείται μέσα στην κεντρική μονάδα κλιματισμού σε εναλλάκτες αέρα-νερού (ψυκτικά στοιχεία). Η θέρμανση του αέρα γίνεται με θερμό νερό, το οποίο παρασκευάζεται σε λέβητα και οδηγείται μέσα στην κεντρική μονάδα κλιματισμού σε εναλλάκτες αέρα-νερού (θερμαντικά στοιχεία). Η ύγρανση του αέρα γίνεται από κατάλληλες συσκευές, τους υγραντήρες, οι οποίοι διοχετεύουν νερό ή ατμό στην κεντρική μονάδα κλιματισμού [16].





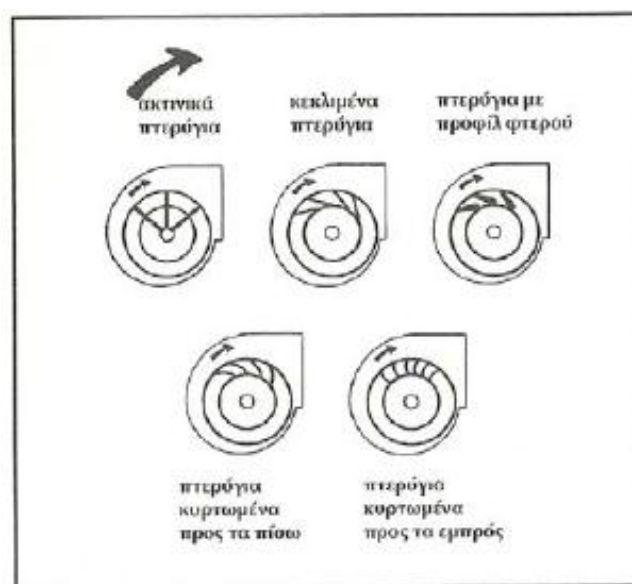
Σχήμα 2.32 : Κεντρική κλιματιστική μονάδα [22]

Πίνακας 2.6: Περιγραφή στοιχείων κεντρικής κλιματιστικής μονάδας [22]

1	Ανεμιστήρας προσαγωγής	4	Κιβώτιο μίξεως διπλό
2	Τμήμα στοιχείων (ψύξης, θέρμανσης)	5	Ανεμιστήρας επιστροφής
3	Τμήμα προφίλτρων - σακόφίλτρων		

### Ανεμιστήρες

Στα κεντρικά κλιματιστικά χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά ανεμιστήρες φυγοκεντρικού τύπου. Μπορούν να είναι με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Τα κυρτωμένα προς τα πίσω πτερύγια μπορούν να έχουν προφίλ φτερού ή ίσια ή κεκλιμένα πτερύγια [23].



Σχήμα 2.33: Φτερωτές φυγοκεντρικών ανεμιστήρων [23]

Στις συνήθεις εφαρμογές χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός. Στη περίπτωση αυτή το περίβλημα του ανεμιστήρα έχει μικρότερες διαστάσεις, η φτερωτή, ο άξονας και τα κουζινέτα μπορούν να είναι ελαφρότερης κατασκευής από ότι στους ανεμιστήρες με κυρτωμένα προς τα πίσω πτερύγια. Όμως υπάρχουν πολυάριθμες εφαρμογές, με υψηλές παροχές και πιέσεις, όπου οι ανεμιστήρες με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω προσφέρουν καλύτερες επιδόσεις και αποδόσεις. Τα σημαντικότερα στοιχεία σύγκρισης ανάμεσα στους ανεμιστήρες με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός και κυρτωμένα προς τα πίσω είναι:

Σε ίδιες συνθήκες λειτουργίας ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός έχει μικρότερη ταχύτητα περιστροφής από ότι εκείνος με τα πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω.

Τοποθετημένος σε ένα κεντρικό κλιματιστικό, στις ίδιες συνθήκες λειτουργίας, ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια προς τα εμπρός έχει μικρότερη διάμετρο φτερωτής από ότι ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια προς τα πίσω.

Ο ανεμιστήρας με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω έχει χαρακτηριστικά μη υπερφόρτωσης. Παρόλα αυτά, όταν τοποθετείται σε ένα κλιματιστικό, το πεδίο επιλογής περιορίζεται. Σε πολλές περιπτώσεις δημιουργούνται συνθήκες στις οποίες η απορροφούμενη ισχύς αυξάνεται συνεχώς μέσα στα όρια παροχής αέρα του μηχανήματος. Γι' αυτό στην πραγματικότητα δεν μπορούμε να πούμε ότι ο ανεμιστήρας αυτός έχει χαρακτηριστικά μη υπερφόρτωσης σε όλες τις καταστάσεις. Κάθε επιλογή πρέπει να εξετάζεται για να υπάρχει η βεβαιότητα ότι ο επιλεγμένος κινητήρας δεν θα φτάσει σε υπερφόρτωση.

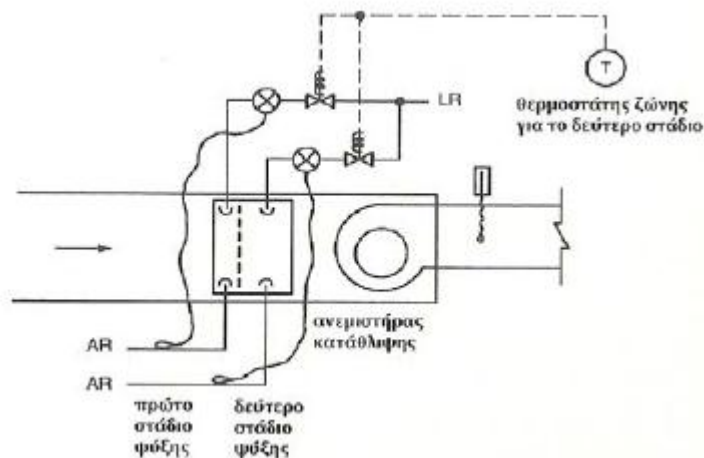
Ο ανεμιστήρας με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω έχει μεγαλύτερη μέγιστη απόδοση από τον ανεμιστήρα με πτερύγια προς τα εμπρός.

Παρ' όλα αυτά, όταν τοποθετείται σε ένα κεντρικό κλιματιστικό, η μέση απόδοση του ανεμιστήρα με τα πτερύγια προς τα πίσω, στο πεδίο επιλογής, είναι σχεδόν ίση με την απόδοση του ανεμιστήρα με τα πτερύγια προς τα εμπρός. Η επιλογή ανάμεσα στον έναν ή στον άλλο τύπο πρέπει να γίνεται πάντα με βάση τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας [23].

## Κύρια στοιχεία ψύξης

Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι νερού ή άμεσης εκτόνωσης. Ο αριθμός σειρών που συνήθως χρησιμοποιείται είναι 4,6 ή 8. Ο αριθμός σειρών καθορίζει πρακτικά το βάθος της μονάδας. Η πτερύγωση μπορεί να είναι συνεχής περιτυλιγμένη με ελικοειδή τρόπο στους σωλήνες ή δέσμης. Επειδή η μονάδα ψύξης αποτελεί ένα στοιχείο θερμικής συναλλαγής ανάμεσα στο ψυκτικό που ρέει στο εσωτερικό της και τον αέρα που την διασχίζει, τα χαρακτηριστικά της εξετάζονται κάτω από τις δύο πλευρές. Για παράδειγμα, για να αυξηθεί η επιφάνεια συναλλαγής μιας ορισμένης μονάδας είναι πιο οικονομικό να αυξηθεί ο αριθμός των πτερυγίων ανά μονάδα μήκους παρά ο αριθμός των σειρών. Σε μερικές περιπτώσεις αυτό μπορεί να επιτρέψει μείωση του μεγέθους της αντλίας. Επομένως πριν αποφασιστεί η μονάδα είναι αναγκαίο να γίνει μια πλήρης ανάλυση των επιδόσεων από την πλευρά του αέρα και του ψυκτικού. Οι υδρόψυκτες μονάδες μπορούν να προετοιμαστούν για λειτουργία με διαφορές θερμοκρασίας και παροχές [23].

Στην λειτουργία με μερικά φορτία, η ισχύς της υδρόψυκτης μονάδας μειώνεται συνήθως μέσω μιας βαλβίδας τριών διευθύνσεων που ελέγχεται από τον θερμοστάτη του χώρου. Στα συστήματα άμεσης εκτόνωσης η μείωση της ισχύος της μονάδας γίνεται με διαφορετικό τρόπο. Η μονάδα διαιρείται σε δύο χωριστά κυκλώματα, που το καθένα είναι εφοδιασμένο με δική του ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, θερμοστατική βαλβίδα και διανομέα ψυκτικού [23].



**Σχήμα 2.34 :** Σχεδιάγραμμα ρύθμισης μονάδας άμεσης εκτόνωσης που είναι χωρισμένη σε δύο ανεξάρτητα κυκλώματα ψύξης [23]

Με την πτώση του θερμικού φορτίου κάτω από μια ορισμένη τιμή, ο θερμοστάτης χώρου επιβάλλει το κλείσιμο της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας σε ένα από τα δύο κυκλώματα. Το κύκλωμα που παραμένει ενεργό ικανοποιεί τις απαιτήσεις του φορτίου που απαιτείται από το περιβάλλον. Σε μερικές περιπτώσεις, ειδικά κυκλώματα επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση, με ένα μόνο κύκλωμα, του 65% της ικανότητας της μονάδας γιατί η συνολική επιφάνεια της παραμένει ψυχρή. Με τον τρόπο αυτό ο συμπιεστής μπορεί να λειτουργήσει με υψηλότερες θερμοκρασίες αναρρόφησης και χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας [23].

### **Κύρια στοιχεία θέρμανσης**

Τα στοιχεία θέρμανσης μπορεί να είναι ατμού ή θερμού και υπέρθερμου νερού. Γενικά για τον ατμό δεν υπερβαίνονται πιέσεις λειτουργίας  $14 \text{ kPa/cm}^2$  και για το υπέρθερμο νερό θερμοκρασίες  $150^\circ\text{C}$ . Η θερμοκρασία του αέρα στην έξοδο του μηχανήματος ποτέ δεν πρέπει να υπερβαίνει τους  $80^\circ\text{C}$  για να μην βλάψει τις εσωτερικές μονώσεις του μηχανήματος και την λίπανση των κουζινέτων του ανεμιστήρα. Στα κεντρικά κλιματιστικά η θέρμανση μπορεί να επιτευχθεί βασικά με τέσσερις τρόπους, όσον αφορά τη μονάδα:

- Μονάδα προθέρμανσης
- Μονάδα ψύξης τροφοδοτούμενη με θερμό νερό
- Μονάδα αναθέρμανσης
- Συνδυασμός μονάδας προθέρμανσης και αναθέρμανσης.

### **Μονάδα προθέρμανσης**

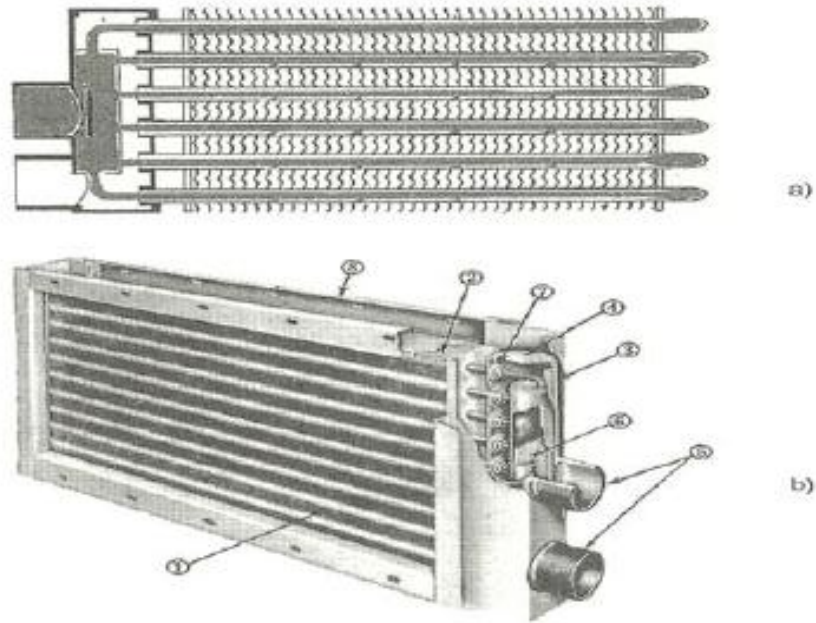
Η πρώτη ομάδα που συναντάται, προς τη φορά της ροής του αέρα, είναι η μονάδα προθέρμανσης. Μπορεί να είναι με νερό ή ατμό και εγκαθίσταται πριν από την μονάδα ψύξης. Η μονάδα προθέρμανσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δυο σκοπούς:

1. Μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία του μίγματος αέρα (εξωτερικός αέρας με αέρα ανακύκλωσης) πριν αυτό φτάσει στη μονάδα ψύξης ώστε να αποφευχθούν κίνδυνοι παγώματος γι' αυτήν. Αυτός ο κίνδυνος παρουσιάζεται όταν το μηχάνημα προορίζεται για λειτουργία με μεγάλα ποσοστά εξωτερικού αέρα.

2. Η μονάδα προθέρμανσης μπορεί να επιλεγεί για να δώσει όλη την αναγκαία θερμική ισχύ για την εγκατάσταση.

Στο μεγαλύτερο μέρος των εφαρμογών τα κεντρικά κλιματιστικά επεξεργάζονται μίγμα αέρα ανακύκλωσης και εξωτερικού αέρα στο οποίο ο τελευταίος μπορεί να φτάσει ποσοστά από 10 - 40% της συνολικής παροχής. Για να αποφασιστεί η αναγκαιότητα της

μονάδας προθέρμανσης είναι απαραίτητο να επιβεβαιωθεί αν η θερμοκρασία του μίγματος κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης δεν πέφτει κάτω από τους 3-5 °C. Αν η μονάδα προθέρμανσης είναι απαραίτητη, μπορεί να επιλεγεί ή μόνο για να αυξάνει ελαφρά τη θερμοκρασία του αέρα του μίγματος, αφήνοντας στη μονάδα αναθέρμανσης να χορηγήσει τη θερμική ισχύ που είναι ακόμη αναγκαία, ή για να προσφέρει μόνη της όλη την απαιτούμενη από την εγκατάσταση θερμική ισχύ. Και στις δύο περιπτώσεις, όταν χρησιμοποιείται ατμός σαν θερμαντικό ρευστό, είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν μονάδες του τύπου no-freeze. Οι μονάδες του τύπου no-freeze προορίζονται για να μην παγώσει το συμπυκνωμένο νερό (υγρασία) στο εσωτερικό των σωλήνων. Αυτές κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας δύο ομόκεντρους σωλήνες. Ο εσωτερικός σωλήνας διαθέτει μια σειρά οπών σε όλο του το μήκος. Αυτός εκτελεί μια διανομή του ατμού, με ομοιόμορφο τρόπο, στο διάκενο με τον εξωτερικό σωλήνα. Τα συμπυκνώματα που παράγονται συγκεντρώνονται στον συλλέκτη της μονάδας και κατόπιν εκκενώνονται. Επειδή το συμπυκνωμένο νερό θερμαίνεται συνεχώς από τον ατμό επιστροφής είναι απίθανο να υπάρξει κίνδυνος παγώματος μέσα στους συλλέκτες [23].



**Σχήμα 2.35** : Σχηματική τομή μιας μονάδας ατμού no-freeze [23].

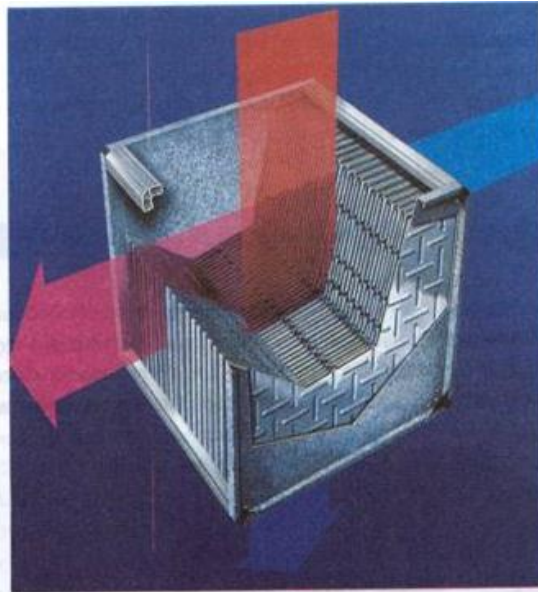
**Πίνακας 2.7:**Περιγραφή στοιχείων τομής μιας μονάδας ατμού no-freeze [23].

1	Πτερυγωτή επιφάνεια θερμικής αντάλλαγης	5	Συνδέσεις εισόδου και εξόδου ατμού
2	Διαμορφωμένο προφίλ της πτερύγωσης	6	Διάφραγμα διανομής του εισερχόμενου ατμού
3	Εξωτερικός συλλέκτης επιστροφής ατμού	7	Ζώνες επαφής ανάμεσα στον εξωτερικό συλλέκτη και τους σωλήνες επιστροφής του ατμού
4	Κεφαλή συλλέκτη	8	Σκελετός

### Ανάκτηση θερμότητας

Όταν απορρίπτεται αέρας από ένα χώρο σε θερμοκρασία διαφορετική από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος θεωρείται ότι χάνεται ενέργεια. Η διαδικασία αυτή της αναπλήρωσης του απορριπτόμενου αέρα απαιτεί την πρόσδωση ή την αφαίρεση θερμότητας, ανάλογα με την εποχή του έτους και τις συνθήκες του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Με τα συστήματα ανάκτησης ενέργειας, η ενέργεια που περιέχει το ρεύμα του απορριπτόμενου αέρα μεταφέρεται στο ρεύμα του φρέσκου εξωτερικού αέρα. Το καλοκαίρι το ρεύμα απόρριψης προψύχει το ζεστό νωπό αέρα με



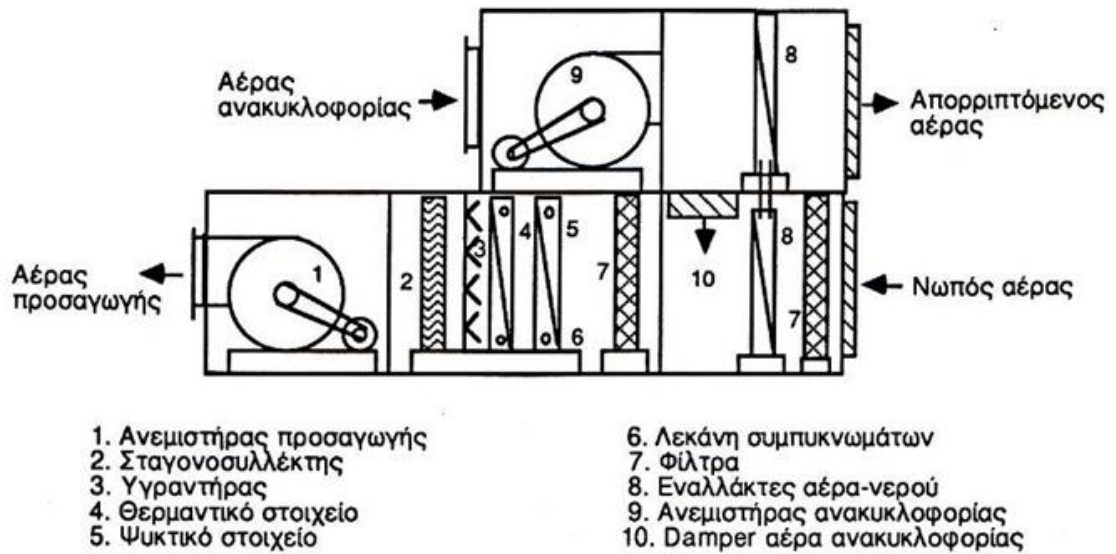


**Σχήμα 2.37** : Διαμόρφωση και λειτουργία πλακοειδούς εναλλάκτη αέρα-αέρα [16].

β) Οι εναλλάκτες θερμότητας αέρα-νερού (finned tube/coil exchangers)

Η ανάκτηση ενέργειας στο σύστημα αυτό γίνεται με την παρεμβολή ενός εναλλάκτη θερμότητας αέρα-νερού, ο οποίος μεταφέρει την αισθητή θερμότητα του απορριπτόμενου αέρα σε ένα κύκλωμα νερού ανακυκλοφορίας. Η θερμότητα αυτή μέσω ενός δεύτερου εναλλάκτη, ο οποίος παρεμβάλλεται στο ρεύμα νωπού αέρα, χρησιμεύει για την προθέρμανση ή την πρόψυξη του εξωτερικού αέρα. Οι εναλλάκτες μπορεί να είναι τοποθετημένοι και εκτός της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας, σε δύο απομακρυσμένα μεταξύ τους σημεία. Ο βαθμός ανάκτησης της αισθητής θερμότητας κυμαίνεται από 40% έως 60%. Περαιτέρω αύξηση του βαθμού απόδοσης με πρόσθεση περισσότερων σειρών σωλήνων στους εναλλάκτες αυξάνει τη πτώση πίεσης του αέρα και απαιτούνται ανεμιστήρες μεγαλύτερης ισχύος (μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας) [16].

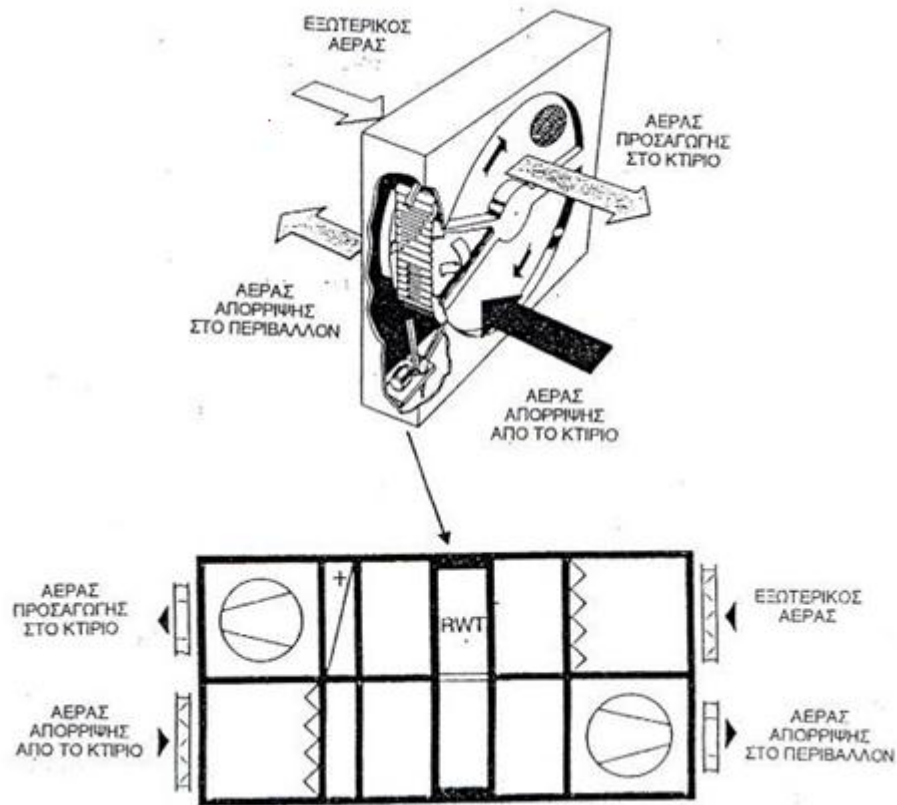




**Σχήμα 2.38** : Κεντρική κλιματιστική μονάδα με εναλλάκτη θερμότητας αέρα-νερού [16]

γ) Οι αναγεννητικοί εναλλάκτες θερμότητας (rotary wheel exchangers)

Ο αναγεννητικός εναλλάκτης είναι ένας περιστρεφόμενος δίσκος που αποτελείται από κατάλληλο πορώδες υλικό με ικανότητα κατακράτησης θερμότητας (και σε πολλές περιπτώσεις και υγρασίας), περιστρέφεται αργά (5 με 10 στροφές/λεπτό) και διαρρέεται στη μια κατεύθυνση από τον απορριπτόμενο στο ύπαιθρο αέρα και στην άλλη κατεύθυνση από εξωτερικό νωπό αέρα. Ο αναγεννητής εισέρχεται αρχικά στον αγωγό του θερμού αέρα και κατόπιν στον αγωγό του ψυχρού αέρα και διαρρέεται από τα ρεύματα αυτά αξονικά. Όταν ένα τμήμα της περιστρεφόμενης επιφάνειας βρίσκεται στο θερμό ρεύμα αέρα, το ψύχει κατακρατώντας θερμότητα (και υγρασία). Όταν μετά αυτό το τμήμα του περιστροφικού εναλλάκτη βρεθεί στο ρεύμα του ψυχρού αέρα, τότε τη θερμότητα (και την υγρασία) που είχε κατακρατήσει, την αποδίδει στο ρεύμα ψυχρού αέρα. Με τον τρόπο αυτό, η αισθητή θερμότητα και η υγρασία μεταφέρεται από το θερμό ρεύμα αέρα στο ψυχρό. Το αντίστροφο συμβαίνει το καλοκαίρι. Για να αποφεύγεται η μετάδοση ρύπων, είναι απαραίτητο να προτάσσονται φίλτρα αέρα και στα δύο ρεύματα, για να διατηρούνται οι δίοδοι του αέρα καθαρές. Ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται από 65% έως 80%. Οι τιμές αυτές όμως ισχύουν, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, για καινούργιες συσκευές, με καθαρές επιφάνειες εναλλαγής. Με την πάροδο όμως του χρόνου, οι βαθμοί απόδοσης πέφτουν σημαντικά, ιδιαίτερα όταν δεν γίνεται συντήρηση λόγω επικάλυψης σκόνης, σκουριά [16].

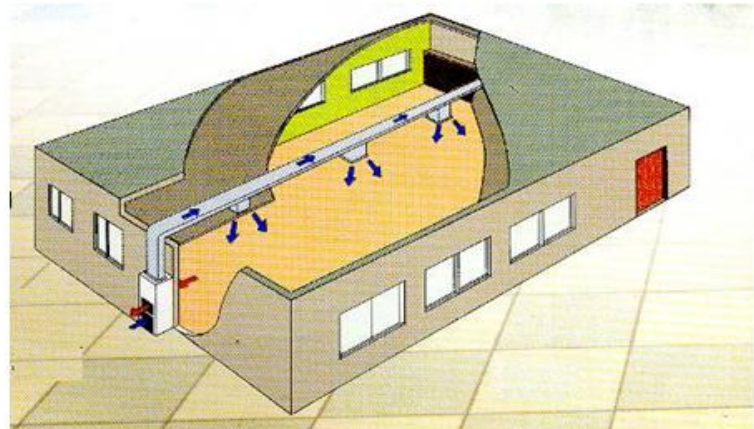
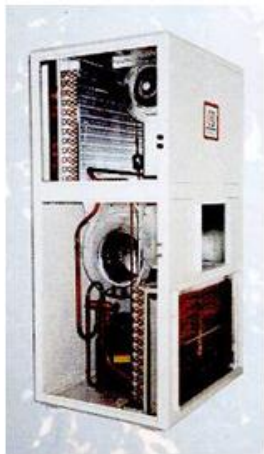


**Σχήμα 2.39 :** Ανανεωτικός εναλλάκτης θερμότητας αέρα-αέρα σε κεντρική κλιματιστική μονάδα [16].

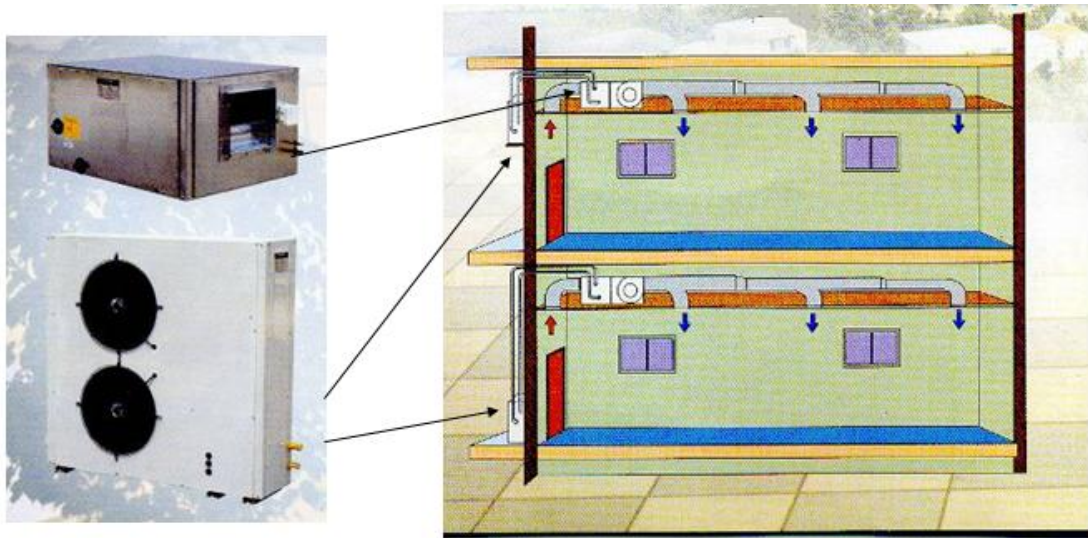
Παράγοντες που ευνοούν τη χρήση συσκευών ανάκτησης θερμότητας είναι σε κτίρια τα οποία κατοικούνται πολλές ώρες στη διάρκεια της ημέρας (πολυκαταστήματα, νοσοκομεία, εστιατόρια), κτίρια τα οποία απαιτούν μεγάλα ποσά φρέσκου εξωτερικού αέρα (νοσοκομεία, εργαστήρια, θέατρα, χώροι συγκεντρώσεων, κέντρα άθλησης), κτίρια με υψηλά εσωτερικά θερμικά φορτία ιδιαίτερα όταν οι απαιτήσεις για θερμότητα συμπίπτουν με την απορριπτόμενη θερμότητα τόσο χρονικά όσο και ποσοτικά [16].

### Συστήματα κλιματισμού απευθείας εκτόνωσης

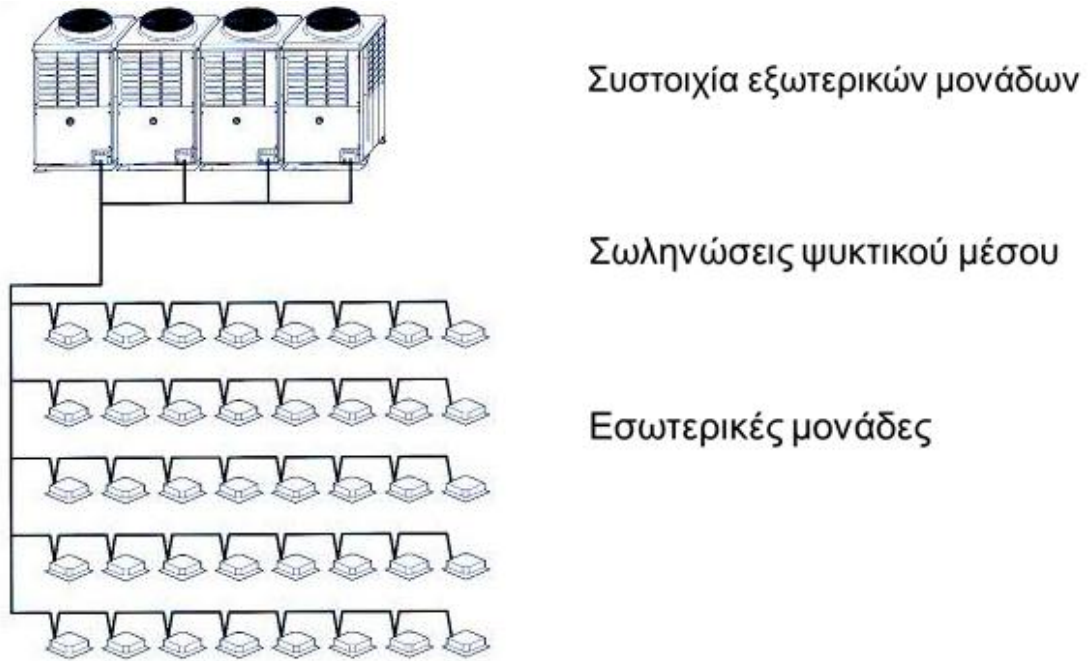
Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν ψυκτικό μέσο για τη ψύξη ή τη θέρμανση του αέρα των κλιματιζόμενων χώρων. Είναι αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, στις οποίες δεν υπάρχει κύκλωμα νερού και ο αέρας ψύχεται ή θερμαίνεται απευθείας σε εναλλάκτες θερμότητας αέρα-ψυκτικού μέσου (η εξάτμιση ψυκτικού μέσου προκαλεί ψύξη και η συμπύκνωση θέρμανση). Διακρίνονται σε μονάδες του ενός τεμαχίου (self contained), σε διμερείς μονάδες (split units) και συστήματα με μία εξωτερική μονάδα (ή συστοιχίες μονάδων) και κυκλοφορία του ψυκτικού μέσου σε πολλές εσωτερικές μονάδες [16].



**Σχήμα 2.40** : Αυτόνομη κλιματιστική μονάδα (DX) ενός τεμαχίου με δυνατότητα προσαγωγής αέρα, επιστροφής αέρα και λήψης νωπού αέρα [16].



**Σχήμα 2.41** : Διμερής κλιματιστική μονάδα με δυνατότητα σύνδεσης με δίκτυο αεραγωγών (χωρίς λήψη νωπού αέρα) [16].



**Σχήμα 2.42 :** Συστοιχίες μονάδων και κυκλοφορία του ψυκτικού μέσου σε πολλές εσωτερικές μονάδες [16].



**Σχήμα 2.43:** Εσωτερικές μονάδες [16].

### 2.3.5 Φωτισμός

Ο φωτισμός παράγεται από λαμπτήρες που είναι μία τεχνητή πηγή φωτός. Οι λαμπτήρες διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής της φωτεινής ακτινοβολίας σε λαμπτήρες πυράκτωσης, εκκένωσης και διόδους εκπομπής φωτός (LEDs).

- Λαμπτήρες πυράκτωσης, η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στο ότι όταν ένα μεταλλικό νήμα διαρρέεται από ρεύμα, θερμαίνεται και παράγει ακτινοβολία. Οι λαμπτήρες αυτοί έχουν μικρή απόδοση αλλά μεγάλο φάσμα εφαρμογών. Επίσης η θερμοκρασία χρώματος τους κατατάσσεται στο ψυχρό φάσμα και η φωτιστική τους απόδοση είναι περίπου 15 Lm/W. Λόγω της χαμηλής τους απόδοσης και της ενεργοβόρου συμπεριφοράς τους οι λαμπτήρες πυράκτωσης ανήκουν σε μικρή ενεργειακή κλάση. Γι αυτό τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες να αποσυρθούν και να αντικατασταθούν από πιο οικονομικούς λαμπτήρες. Κατασκευάζονται για εύρος ισχύος 25-200 W. Μία εξέλιξη των κλασικών λαμπτήρων πυράκτωσης είναι οι λαμπτήρες πυράκτωσης αλογόνου. Αυτοί οι λαμπτήρες παρουσιάζουν σε σχέση με τους κλασσικούς βελτιωμένη απόδοση και διπλάσιο χρόνο ζωής. Η απόδοσή τους μπορεί να φτάσει μέχρι 25 Lm/W [24].
- Στα LED (δίοδος εκπομπής φωτός), ο ηλεκτρισμός μετατρέπεται κατευθείαν σε φως. Τα LED ουσιαστικά αποτελούνται από ημιαγωγούς. Το χρώμα του φωτός που εκπέμπουν εξαρτάται από το υλικό του ημιαγωγού. Το αρσενικό γάλλιο δίνει κόκκινο και το νιτρικό γάλλιο δίνει μπλε φως. Η απόδοση τους αυξάνεται συνεχώς και προβλέπεται ότι την επόμενη δεκαετία θα ξεπεράσει τα 120 Lm/W. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι ο μεγάλος χρόνος ζωής που μπορεί να φτάσει τις 100000 ώρες. Τα LEDs χρησιμοποιούνται στους φωτεινούς σηματοδότες και διαρκούν πολύ περισσότερο και ταυτόχρονα καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια. Τελευταία κυκλοφορούν στην αγορά και φωτιστικά εσωτερικού χώρου που λειτουργούν με LEDs [24].

Οι πιο συνήθεις λαμπτήρες εκκένωσης είναι:

- Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης (φθορισμού)
- Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης
- Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης
- Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης
- Μεταλλικών αλογονιδίων

Η λειτουργία τους βασίζεται στην εκκένωση του αερίου που υπάρχει στο εσωτερικό τους. Η φωτεινή ακτινοβολία παράγεται καταρχήν από τον ιονισμό και στη συνέχεια από την αποδιέγερση των ατόμων του αερίου που βρίσκεται στο εσωτερικό του λαμπτήρα. Οι λαμπτήρες εκκένωσης διακρίνονται σε χαμηλής πίεσης και υψηλής πίεσης ανάλογα με τη πίεση που επικρατεί στο εσωτερικό του λαμπτήρα. Για πίεση μεγαλύτερη των 200mm Hg ο λαμπτήρας είναι υψηλής πίεσης και για πίεση 5-10 mm Hg ο λαμπτήρας είναι χαμηλής πίεσης. Για να επιτευχθεί η απαιτούμενη εκκένωση τόξου χρειάζεται να τοποθετηθεί πηνίο στραγγαλισμού (μπάλλαστ) σε σειρά με το λαμπτήρα. Εξαίρεση αποτελεί ο λαμπτήρας ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης που αντί στραγγαλιστικού πηνίου χρησιμοποιεί αυτομετασχηματιστή [24].

Λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής και της οικονομικής λειτουργίας για χώρους γραφείων, βιομηχανικούς χώρους και γενικά μεγάλους χώρους, όπου υπάρχει ανάγκη για πολλές ώρες φωτισμού χρησιμοποιούνται λαμπτήρες φθορισμού. Ο λαμπτήρας φθορισμού ανήκει στη κατηγορία λαμπτήρων εκκένωσης ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης. Το τοίχωμά του είναι καλυμμένο από φθορίζουσα ουσία. Διαθέτει δύο ηλεκτρόδια στα άκρα του σωλήνα. Τα ηλεκτρόδια είναι κατασκευασμένα από νήμα βολφραμίου που καλύπτεται από μείγμα οξειδίων βαρίου, στροντίου και ασβεστίου. Τα υλικά των ηλεκτροδίων επιλέγονται ώστε να παρουσιάζουν χαμηλή θερμοκρασία θερμοϊονικής εκπομπής. Στο εσωτερικό του λαμπτήρα περιέχονται ευγενή αέρια (νέον και αργό ή ξέnon) και υδράργυρος με πίεση  $5 \cdot 10^{-3}$  mmHg στη θερμοκρασία των 40°C. Με τα ηλεκτρόδια πετυχαίνεται θερμοϊονική εκπομπή ηλεκτρονίων απαραίτητα για τη λειτουργία του. Όταν στο λαμπτήρα εφαρμοστεί υψηλή τιμή τάσης στο εσωτερικό του λαμπτήρα προκαλείται εκκένωση του αερίου από την οποία παράγεται υπεριώδης ακτινοβολία. Η υπεριώδης ακτινοβολία προσπίπτει στη φθορίζουσα ουσία που βρίσκεται στο εσωτερικό τοίχωμα του λαμπτήρα και μετατρέπεται σε ακτινοβολία ορατού φάσματος (ορατό φως). Το είδος της φθορίζουσας ουσίας καθορίζει και το φάσμα του εκπεμπόμενου φωτός [24].

Η απόδοσή τους είναι μέχρι και λίγο πάνω από 100 Lm/W. Αυτό τους κάνει πιο αποδοτικούς και οικονομικούς στη λειτουργία από τους λαμπτήρες πυράκτωσης. Το αρχικό κόστος τους είναι υψηλότερο αλλά γίνεται απόσβεση αυτού λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής και της χαμηλότερης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος. Επίσης οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού (dimming) με ταυτόχρονη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος. Βασικό εξάρτημά τους είναι το μπάλλαστ που μπορεί να είναι ηλεκτρομαγνητικό ή ηλεκτρονικό. Σκοπός του μπάλλαστ είναι η εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών έναυσης και ελέγχου της εκκένωσης.



Επίσης η δυνατότητα για ρύθμιση της στάθμης φωτισμού είναι εφικτή με χρήση του κατάλληλου μπάλλαστ. Το μπάλλαστ πάντα συνεργάζεται με τον εκκινητή (starter) στα ηλεκτρομαγνητικά. Ο starter προκαλεί τη προθέρμανση των ηλεκτροδίων του λαμπτήρα και δημιουργεί την απαιτούμενη υψηλή τάση που είναι απαραίτητη για την έναυση. Οι παραδοσιακοί starter είναι συνήθως ένας λευκός κύλινδρος. Αποτελούνται από ένα μικρό σωλήνα εκκένωσης που περιέχει τη διμεταλλική επαφή και από ένα αντιπαρασπικτικό πυκνωτή. Ο ρόλος του μπάλλαστ είναι να ρυθμίζει το ρεύμα του λαμπτήρα. Η συνήθης μορφή του είναι ένα πηνίο τυλιγμένο γύρω από μαγνητικό πυρήνα. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα σιδηρομαγνήτη. Αν η τάση τροφοδοσίας δεν είναι επαρκής το μπάλλαστ είναι ένας αυτομετασχηματιστής με επαγωγική αντίδραση. Χρήσιμο είναι το μπάλλαστ να διαθέτει και πυκνωτή για βελτίωση του συντελεστή ισχύος [24].

Εκτός από τα μαγνητικά μπάλλαστ υπάρχουν και τα ηλεκτρονικά μπάλλαστ. Τα ηλεκτρονικά χρησιμοποιούν τρανζίστορ για να μετατρέψουν τη συχνότητα του δικτύου (50Hz) σε υψηλή συχνότητα. Επίσης με τη βοήθεια των τρανζίστορ γίνεται ο έλεγχος του ρεύματος. Τα ηλεκτρονικά μπάλλαστ είναι πιο αποδοτικά από τα μαγνητικά διότι ο λαμπτήρας λειτουργεί καλύτερα σε υψηλότερες συχνότητες. Συνήθως εφαρμόζονται σε λαμπτήρες γρήγορης (rapid) ή στιγμιαίας (instant) έναυσης [24].

Οι λαμπτήρες φθορισμού μπορούν να χωριστούν σε 2 μεγάλες κατηγορίες:

1. Γραμμικός λαμπτήρας φθορισμού (ή σωληνωτός), είναι λαμπτήρας φθορισμού ευθείας σωληνοειδούς μορφής που φέρει από ένα ζεύγος ακίδων για ηλεκτρική τροφοδοσία σε κάθε άκρο του.

Διακρίνονται σε T12 (38mm διάμετρος), T8 (26mm διάμετρος) και T5 (16mm διάμετρος). Μεγαλύτερη απόδοση παρουσιάζουν οι T5, ενώ το κόστος των T8 είναι μικρότερο από αυτό των T12. Γενικά οι λαμπτήρες T12 χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια πια. Σε εφαρμογές όπου χρειάζεται πιο πιστή απόδοση των χρωμάτων πιο κατάλληλοι είναι οι T8 (έχουν το υψηλότερο Ra- ειδικά οι τριφωσφορικοί). Οι διαστάσεις των λαμπτήρων T5 είναι διαφορετικές από τις διαστάσεις T8 και T12, οπότε δε μπορούν να τους αντικαταστήσουν σε ήδη υπάρχοντα φωτιστικά. Να σημειωθεί ότι η απόδοση των λαμπτήρων T5 είναι 21% μεγαλύτερη από αυτή των T8 με ηλεκτρομαγνητικό μπάλλαστ [24].

**Πίνακας 2.8:** Χαρακτηριστικά γραμμικών λαμπτήρων φθορισμού [24]

Ισχύς	20-140 WT12, 10-58 WT8, 14-80 WT5
Θερμοκρασία Χρώματος Λαμπτήρα	3000-4100 KT12, 2700-6500 KT8, 3000-6000 KT5
Δείκτης Χρωματικής Απόδοσης Ra	60-85 T12,50-98 T8,85 T5
Φωτεινή Απόδοση	45-100 lm/W T12, 77-100 lm/W (τριφωσφορικός με ηλεκτρονικό μπάλλαστ) T8, 80-100 lm/W T5

2. Συμπαγής Λαμπτήρας Φθορισμού (CFL,) είναι λαμπτήρας φθορισμού ενός άκρου με κυρτό σωλήνα εκκένωσης μικρής διαμέτρου, περίπου 10-16 mm, ο οποίος αποτελεί μία πολύ συμπαγή μονάδα. Το ηλεκτρονικό μπάλλαστ μπορεί να είναι ενσωματωμένο στο λαμπτήρα (βιδωτοί λαμπτήρες) ή ανεξάρτητο. Είναι πιο ακριβοί από τους λαμπτήρες πυράκτωσης αλλά έχουν 8πλάσιο χρόνο ζωής και μεγαλύτερη απόδοση άρα συμφέρει οικονομικά η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με αυτούς [24].

**Πίνακας 2.9:** Χαρακτηριστικά συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού [24]

Ισχύς	3-23 W
Θερμοκρασία Χρώματος Λαμπτήρα	2700-4000 K
Δείκτης Χρωματικής Απόδοσης Ra	85
Φωτεινή Απόδοση	30-65 lm/W



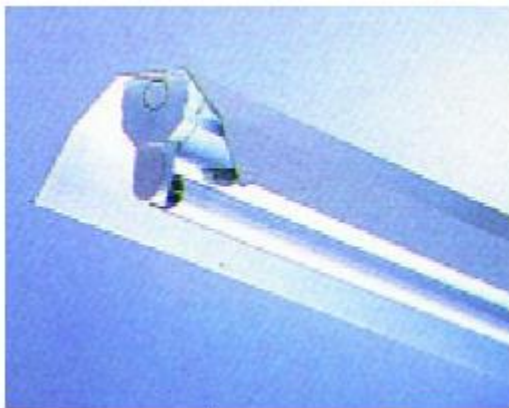
**Σχήμα 2.44 :** Λαμπτήρες φθορισμού. Από πάνω προς τα κάτω, οι 2 πρώτοι είναι συμπαγείς, ο τρίτος T5 και ο τέταρτος T8 [24].



Τα φωτιστικά σώματα παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόδοση των λαμπτήρων φθορισμού.

Τα φωτιστικά σώματα για λαμπτήρες φθορισμού διακρίνονται σε:

- Απλά φωτιστικά σώματα ή σκαφάκια
- Σκαφάκια βιομηχανικού τύπου με ανταυγαστήρες
- Φωτιστικά σώματα με πλαστικό κάλυμμα.
- Φωτιστικά σώματα με περσίδες



α)



β)



γ)



δ)

**Σχήμα 2.45:** α) απλό φωτιστικό σώμα, β) σκαφάκι βιομηχανικού τύπου με ανταυγαστήρες, γ) φωτιστικό με περσίδες, δ) φωτιστικό με πλαστικό κάλυμμα [24].

Τα φωτιστικά επίσης διαφέρουν και ως προς τη συνδεσμολογία μπάλλαστ και λαμπτήρων. Υπάρχουν συνδεσμολογίες που κάθε λαμπτήρας του φωτιστικού έχει ξεχωριστό μπάλλαστ και συνδεσμολογίες που 4 λαμπτήρες χρησιμοποιούν 1 μπάλλαστ. Πιο συγκεκριμένα τα ηλεκτρονικά μπάλλαστ μπορούν να λειτουργήσουν έως 4 λαμπτήρες ταυτόχρονα, ενώ τα ηλεκτρομαγνητικά έως 2 λαμπτήρες. Για παράδειγμα ένα τυπικό φωτιστικό 4X18 W καταναλώνει 86,8 W όταν λειτουργεί με 2 συμβατικά μπάλλαστ ενώ η κατανάλωσή του μειώνεται στα 74 W όταν 1 ηλεκτρονικό αντικαταστήσει τα 2 συμβατικά.

Σημαντικός παράγοντας του φωτιστικού είναι το οπτικό του σύστημα (διαχυτής, κάτοπτρο, περσίδες κλπ). Απαραίτητη είναι η ύπαρξη οπίσθιου ανακλαστήρα διότι έτσι το φως αντανακλάται προς το χώρο και δε χάνεται μέσα στο φωτιστικό. Οι περσίδες χρησιμεύουν στη καλύτερη διάχυση του φωτός και στη καλύτερη ποιότητα φωτισμού του χώρου. Στη νέα πτέρυγα του νοσοκομείου χρησιμοποιούνται φωτιστικά των 4 λαμπτήρων με ηλεκτρονικό μπάλλαστ και φωτιστικό σώμα με περσίδες [24].

## 3 Ενεργειακή επιθεώρηση νέας πτέρυγας Μαμάτσειου νοσοκομείου

### 3.1 Γενικά χαρακτηριστικά κτιρίου

Το Γενικό Νοσοκομείο Κοζάνης «Μαμάτσειο» είναι χτισμένο σε οικόπεδο 16 στρεμμάτων και βρίσκεται επί της οδού Μαματσειού 1 στην Κοζάνη. Αρχισε να λειτουργεί, αφού μεταφέρθηκε, στο κτίριο εμβαδού 8.000 τ.μ., το οποίο θεμελιώθηκε το έτος 1953 και εγκαινιάσθηκε το έτος 1958. Το Νοσοκομείο έχει χώρο αναφοράς στον Νομό Κοζάνης. Το 1978 ολοκληρώθηκε η πτέρυγα των Εξωτερικών Ιατρείων η οποία στεγάζει τα εξωτερικά ιατρεία, καθώς και τρία (3) εργαστήρια και έχει επιφάνεια 800 Τ.Μ. Το 1986 προστέθηκε όροφος στο κτίριο των Εξωτερικών Ιατρείων, στον οποίο στεγάζονται το Παιδιατρικό τμήμα και η Μονάδα Τεχνητού Νεφρού, συνολικής επιφάνειας 600 τ.μ. Το 1993 ολοκληρώθηκε η ανέγερση του Ψυχιατρικού Τομέα, στον οποίο στεγάζεται ο Ψυχιατρικός Τομέας, συνολικής επιφάνειας 1.216 τ.μ.



Σχήμα 3.1: Τοπογραφικό σκαρίφημα κτιρίου

Το έτος 2006 ξεκίνησε η λειτουργία της Νέας Πτέρυγας του Νοσοκομείου, στην οποία στεγάζονται το Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών, το Ακτινοδιαγνωστικό τμήμα με Αξονικό Τομογράφο, τα Χειρουργεία, η Μονάδα Προώρων, η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, το Μαιευτήριο, το Νεκροτομείο και έχει εμβαδόν 6.000 τ.μ. Το κτίριο της νέας πτέρυγας είναι εκτεθειμένο από όλες τις πλευρές πέραν του διαδρόμου σύνδεσής του με την παλιά πτέρυγα που βρίσκεται στη βορινή πλευρά. Αποτελείται από 5 ορόφους, το επίπεδο 0, το επίπεδο 1, το επίπεδο 2, το επίπεδο 3, το επίπεδο 4 και το επίπεδο 5, με ύψος ορόφου 4.5m. Το κτίριο είναι θερμομονωμένο και όλοι οι χώροι του είναι θερμαινόμενοι πέραν του κλιμακοστασίου, του επιπέδου 4, του επιπέδου 5 και κάποιων χώρων στο επίπεδο 0 που είναι μη θερμαινόμενοι χώροι.

**Πίνακας 3.1:** Γενικά Στοιχεία Κτιρίου

Αριθμός ορόφων:6	Συνολικός όγκος κτιρίου ( $m^3$ ):30076,74
Συνολική επιφάνεια ( $m^2$ ) κτιρίου :6683,72	Θερμαινόμενος όγκος ( $m^3$ ):19835,1
Θερμαινόμενη επιφάνεια ( $m^2$ ):4407,8	Ψυχόμενος όγκος ( $m^3$ ):19452,19
Ψυχόμενη επιφάνεια ( $m^2$ ):4322,71	Ύψος ισογείου (m): 4,5
Μέσο ύψος τυπικού ορόφου (m): 4,5	

### 3.2 Θερμικές Ζώνες

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσής του, το κτήριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου.
- Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. [Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010], και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 Κ (4°C) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτηρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.

- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).

- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.

- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτήριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτήριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.

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

Για την μελέτη του συγκεκριμένου κτιρίου με βασική κατηγορία «Υγείας και κοινωνικής Πρόνοιας», απαιτείται ο διαχωρισμός του σε θερμικές ζώνες, δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση. Οι ζώνες που επιλέχθηκαν για το κτίριο μας, σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι: Ζώνη 1 (Νοσοκομείο, κλινική), Ζώνη 2 (Αίθουσες ασθενών, δωμάτια) και Ζώνη 3 (Χειρουργεία), ενώ οι κοινόχρηστοι χώροι του κλιμακοστασίου καταλαμβάνουν λιγότερο από το 10% της συνολικής κάτοψης του κτιρίου και μπορούν να ενταχθούν στη θερμαινόμενη ζώνη. Το επίπεδο 4, το επίπεδο 5 και ένα μεγάλο μέρος του επιπέδου 0, όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, και Ζ.Ν.Χ. θα μελετηθούν ως μη θερμαινόμενοι χώροι. Οι κατόψεις με τα όρια των θερμικών ζωνών ανά επίπεδο παρουσιάζονται στα σχήματα 1, 2, 3, 4, και 5 στο παράρτημα Ι.

Στους πίνακες 3.2, 3.3, 3.4 δίνονται τα δεδομένα για τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας όπως οι εσωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Η

μεθοδολογία επιβάλλει τη χρήση των συνθηκών λειτουργίας της TEE 20701-1/2010 για την κάθε θερμική ζώνη [4]

**Πίνακας 3.2:** Στοιχεία ζώνης 1 [4].

<b>Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 1 (Νοσοκομείο)</b>	
Ωράριο λειτουργίας	24ώρες
Ημέρες λειτουργίας	7 ημέρες
Μήνες λειτουργίας	12 μήνες
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	22
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	50
Απαιτούμενος νωπός αέρας ( $m^3/h/m^2$ )	10,50
Στάθμη γενικού φωτισμού (lx)	300
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς ( $W/m^2$ )	9,6
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ( $m^3/(κλίνη \cdot \acute{\epsilon}τος)$ )	29,2
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	13,5083
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης ( $W/m^2$ )	27
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	1,00
Ετεροχρον. ισχύς εξοπλισμού ( $W/m^2$ )	7,5
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	1,00

Πίνακας 3.3: Στοιχεία ζώνης 2 [4].

<b>Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 2 (Αίθουσες ασθενών, δωμάτια)</b>	
Ωράριο λειτουργίας	24 ώρες
Ημέρες λειτουργίας	7 ημέρες
Μήνες λειτουργίας	12 μήνες
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	50
Απαιτούμενος νωπός αέρας ( $m^3/h/m^2$ )	5,50
Στάθμη γενικού φωτισμού (lx)	100
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς ( $W/m^2$ )	3,20
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ( $m^3/(m^2 \cdot \text{έτος})$ )	2,40
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	-
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	13,5083
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης ( $W/m^2$ )	15
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,75
Ετεροχρον. ισχύς εξοπλισμού ( $W/m^2$ )	4
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,75

Πίνακας 3.4: Στοιχεία ζώνης 3 [4].

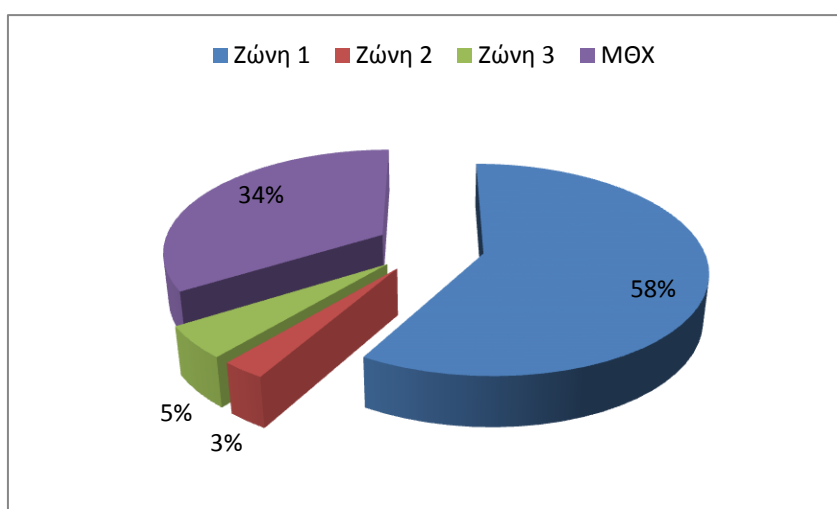
<b>Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 3 (Αίθουσες ασθενών, δωμάτια)</b>	
Ωράριο λειτουργίας	8 ώρες
Ημέρες λειτουργίας	5 ημέρες
Μήνες λειτουργίας	12 μήνες
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	18
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	20
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	55
Απαιτούμενος νωπός αέρας ( $m^3/h/m^2$ )	30
Στάθμη γενικού φωτισμού (lx)	1000
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς ( $W/m^2$ )	32
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ( $m^3/(m^2 \cdot \text{έτος})$ )	-
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	13,5083
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης ( $W/m^2$ )	-
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,24
Ετεροχρον. ισχύς εξοπλισμού ( $W/m^2$ )	10
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,24



Οι επιφάνειες των επιμέρους χώρων του κτιρίου ανά όροφο και ανά θερμική ζώνη δίνονται στον πίνακα 3.5 και σε ποσοστό ανά ζώνη στο σχήμα 3.2. Οι κατόψεις των επιπέδων παρατίθενται στο παράρτημα Ι.

**Πίνακας 3.5:** Εμβαδό χώρου ανά επίπεδο και ζώνη

<b>Επιφάνειες επιμέρους χώρων κτηρίου σε <math>m^2</math></b>				
	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>	<b>Μ.Θ.Χ.</b>
Επίπεδο 0	454,4	-	24,4	869,98
Επίπεδο 1	1090,45	-	250,55	-
Επίπεδο 2	1232,62	49,38	25	-
Επίπεδο 3	1115,9	135,01	30	-
Επίπεδο 4	-	-	-	1281
Επίπεδο 5	-	-	-	114,94
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3893,37</b>	<b>184,39</b>	<b>329,95</b>	<b>2265,92</b>



**Σχήμα 3.2 :** Συνολική επιφάνεια ανά ζώνη

### 3.3 Κέλυφος

Για τις ενεργειακές απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη του κτιρίου λαμβάνεται υπόψη η γεωμετρία του και οι θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής δηλαδή το κέλυφος του κτιρίου το οποίο αποτελείται από τα αδιαφανή στοιχεία όπως οι τοίχοι, οι οροφές, το δάπεδο (ή πυλωτή) και τα διαφανή στοιχεία δηλαδή τα κουφώματα, οι πόρτες.

#### 3.3.1 Μεθοδολογία

Αρχικά απαιτείται ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου με βασικά μεγέθη που συναντώνται στις μελέτες θερμομόνωσης τα παρακάτω.

##### **Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας ( $\lambda$ ):**

Είναι η ποσότητα θερμότητας που περνά στη μονάδα του χρόνου μέσα από τις απέναντι πλευρές ενός κύβου πλευράς 1 m από ομογενές υλικό, όταν η διαφορά θερμοκρασίας των επιφανειών αυτών διατηρείται σταθερή στον 1 °C. Μονάδα: W/m·K [25].

##### **Συντελεστής Θερμοδιαφυγής ( $\Lambda$ ):**

Είναι η ποσότητα θερμότητας που περνά στη μονάδα του χρόνου από επιφάνεια 1 m<sup>2</sup> ενός δομικού στοιχείου πάχους d, όταν η διαφορά θερμοκρασίας των απέναντι πλευρών του διατηρείται σταθερή στον 1 °C. Μονάδα: W/ m<sup>2</sup> · K (Αντίσταση Θερμοδιαφυγής (1/ $\Lambda$ )) [25].

##### **Συντελεστής Θερμικής Μετάβασης ( $\alpha$ ):**

Είναι η ποσότητα θερμότητας που μεταβιβάζεται στη μονάδα του χρόνου από την επιφάνεια 1 m<sup>2</sup> ενός δομικού στοιχείου στον αέρα (ή αντίστροφα) που ακίνητος εφάπτεται πάνω του, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ στοιχείου - αέρα διατηρείται σταθερή στον 1 °C. Μονάδα: W/m<sup>2</sup> ·K (Αντίσταση Θερμικής Μετάβασης (1/ $\alpha$ )) [25].

##### **Συντελεστής Θερμοπερατότητας ( $U$ ):**

Είναι η ποσότητα θερμότητας που περνά στη μονάδα του χρόνου μέσα από 1 m<sup>2</sup> ενός δομικού στοιχείου πάχους d, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του ακίνητου αέρα που εφάπτεται στις δύο πλευρές του διατηρείται σταθερή στον 1 °C. Μονάδα: W/m<sup>2</sup> ·K (αντίσταση θερμοπερατότητας (1/ $U$ )) [25].

Σύμφωνα και με την τεχνική οδηγία της ΤΕΕ 20701-1/2010, η θερμομονωτική προστασία του κτιρίου αξιολογείται σε δύο στάδια:

Α) Αρχικώς, ελέγχεται η επάρκεια των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, μέσω του προσδιορισμού του συντελεστή θερμοπερατότητάς τους ( $U$ ), ο οποίος δεν πρέπει να υπερβαίνει τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ.), ανάλογα με τις κλιματικές ζώνες της ελληνικής επικράτειας, πίνακας 3.6. Ειδικότερα, οφείλουν να είναι θερμομονωμένα και να εξετάζονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους, που περικλείουν τη θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή τους κελύφους, όπως αυτή ορίζεται κάθε φορά [4].

Β) Έπειτα, ελέγχεται η θερμική επάρκεια του κτιριακού κελύφους συνολικά μέσω του προσδιορισμού του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου ( $U_m$ ), ο οποίος οφείλει να είναι μικρότερος από τη μέγιστη τιμή που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. [4].

**Πίνακας 3.6:** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη [4].

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	$U_D$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_W$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	$U_{DL}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	$U_G$	1,20	0,90	0,75	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	$U_{WE}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα)	$U_F$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	$U_{GF}$	2,20	2,00	1,80	1,80

## Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U$ ), αυτού οριζόμενου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητας μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεών του στρώσεις αέρα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου  $n$  στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad (W/m^2 \cdot K) \quad (1)$$

όπου:

**$U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]** : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

**$n$**  : το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

**$d$  [ $m$ ]**: το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,

**$\lambda$  [ $W/(m \cdot K)$ ]** : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,

**$R_\delta$  [ $m^2 \cdot K/W$ ]** : η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,

**$R_i$  [ $m^2 \cdot K/W$ ]**: η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

**$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ]**: η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον [25].

Για δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_u$  ενός δομικού στοιχείου που διαχωρίζει έναν θερμαινόμενο από έναν μη θερμαινόμενο χώρο, χρησιμοποιείται η εξίσωση 1, λαμβάνοντας όμως τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενο χώρο ίση με αυτή του εσωτερικού, δηλαδή  $R_i = R_a$  [25]. Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_u$  ενός δομικού στοιχείου προς έναν μη θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του

κτηρίου  $U_m$  με ένα μειωτικό συντελεστή  $b_u$ . Ο μειωτικός συντελεστής ( $b$ ) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Η κάθε ποσότητα  $A \cdot U$  (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  (ή  $1 \text{ K}$ ). Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη. Έτσι, ο μειωτικός συντελεστής ( $b$ ) λαμβάνει την τιμή  $b = 0,5$  [25].

Για δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος γίνεται χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U'$ , ο οποίος όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  του δομικού στοιχείου, του βάθους έδρασης  $z$  του δομικού στοιχείου και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας ( $B'$ ), ενώ, όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο, υπολογίζεται συναρτήσει του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  του δομικού στοιχείου και του βάθους  $z$ , μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο [25].

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται κανονικά από τη εξίσωση 1, θεωρώντας ότι πρακτικά δεν υπάρχει εξωτερικό στρώμα αέρα που θα προβάλλει αντίσταση στη ροή θερμότητας δηλαδή η εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης, μηδενίζεται,  $Ra = 0$ . Ο έλεγχος επάρκειας θερμομόνωσης δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος γίνεται για τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας,  $B'$  (σε m) ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του εμβαδού της πλάκας,  $A$  (σε  $\text{m}^2$ ) προς την εκτεθειμένη περίμετρο της,  $\Pi$  (σε m) [25].

$$B' = \frac{A}{\Pi} \quad (2)$$

όταν από κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος του ίδιου κτηρίου, εκείνη η πλευρά δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου. Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{FB'}$  μιας πλάκας που εδράζεται σε βάθος  $Z$  δίνεται από τον πίνακα 9α της ΤΕΕ 20701-2/2010 συναρτήσει του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{FB}$ , του βάθους έδρασης  $Z$  και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας  $B'$ . Αντίστοιχα, ο

ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{TB}'$  ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος δίνεται από τον πίνακα 9β ΤΕΕ 20701-2/2010 συναρτήσει του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{TB}$  και του βάθους  $Z$ , μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο [25].

**Πίνακας 3.7:** Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{TB}'$  ( $W/m^2 * K$ ) ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{TB}$  ( $W/m^2 * K$ ) που εκτείνεται σε βάθος  $z$  (m) [5].

z [m]	Ονομαστικός συντελεστής $U_{TB}$ [ $W/(m^2K)$ ]											
	4,50	3,00	2,00	1,50	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30
0,50	2,14	1,70	1,30	1,06	0,77	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43	0,35	0,27
1,00	1,59	1,31	1,05	0,88	0,67	0,62	0,57	0,51	0,45	0,39	0,32	0,25
1,50	1,30	1,09	0,89	0,76	0,59	0,55	0,51	0,47	0,42	0,36	0,30	0,24
2,00	1,10	0,94	0,78	0,68	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,34	0,29	0,23
2,50	0,97	0,83	0,70	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32	0,27	0,22
3,00	0,87	0,75	0,64	0,56	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30	0,26	0,21
4,50	0,67	0,59	0,51	0,45	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,26	0,23	0,19
6,00	0,56	0,49	0,43	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,20	0,17
9,00	0,42	0,38	0,33	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15

### Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας Διαφανών Δομικών Στοιχείων

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος  $U_w$  μπορεί:

- Να υπολογισθεί αναλυτικά.
- Να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Για τον αναλυτικό υπολογισμό του  $U_w$ , χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αναλόγως το είδος του κουφώματος:

- Μονό κούφωμα με μονό/διπλό/τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + l_g \psi_g}{A_f + A_g} \quad (3)$$

$U_w$  [ $W/m^2K$ ]: συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος

$U_f$  [ $W/m^2K$ ]: συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος

$U_g$  [W/m<sup>2</sup>K] : συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος  
 $A_f$  [m<sup>2</sup>] : εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος  
 $A_g$  [m<sup>2</sup>] : εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος  
 $l_g$  [m] : μήκος θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος  
 $\Psi_g$  [W/mK] : συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

- Μονό κούφωμα με πέτασμα με μονό/διπλό/τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + l_g \Psi_g + A_p U_p + l_p \Psi_p}{A_f + A_g + A_p} \quad (4)$$

$U_w$  [W/m<sup>2</sup>K] : συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος  
 $U_f$  [W/m<sup>2</sup>K] : συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος  
 $U_g$  [W/m<sup>2</sup>K] : συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος  
 $U_p$  [W/m<sup>2</sup>K] : συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος  
 $A_f$  [m<sup>2</sup>] : εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος  
 $A_g$  [m<sup>2</sup>] : εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος  
 $A_p$  [m<sup>2</sup>] : εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος του κουφώματος  
 $L_g$  [m] : μήκος θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος  
 $L_p$  [m] : μήκος θερμογέφυρας του πετάσματος του κουφώματος  
 $\Psi_g$  [W/mK] : συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος  
 $\Psi_p$  [W/mK] : συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος

- Διπλό κούφωμα (κούφωμα αποτελούμενο από δυο χωριστά κουφώματα με τους υαλοπίνακες τους)

$$U_w = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{w,i}} - R_a\right) + R_{\delta,w} + \left(\frac{1}{U_{w,a}} - R_i\right)} \quad (5)$$

$U_w$  [W/m<sup>2</sup>K] : συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος  
 $U_{w,i}$  [W/m<sup>2</sup>K] : συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος  
 $U_{w,a}$  [W/m<sup>2</sup>K] : συντελεστής θερμοπερατότητας του εξωτερικού κουφώματος  
 $R_{\delta,w}$  [m<sup>2</sup>·K/W] : η θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων

$R_i$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ] : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο που θα συνυπολογίζονταν αν το διάκενο θεωρείτο εξωτερικό περιβάλλον.

$R_a$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ] : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο που θα συνυπολογίζονταν αν το διάκενο θεωρείτο εξωτερικό περιβάλλον.

όπου και λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου ( $U_f$ ), του υαλοπίνακα ( $U_g$ ) καθώς επίσης και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα ( $U_g$ ) [25].

### Υπολογισμός του Μέσου Συντελεστή Θερμοπερατότητας του Κτιρίου

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου  $U_m$  προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου κτιριακού κελύφους ανάλογα με το εμβαδόν τους. Ο τύπος υπολογισμού είναι:

$$U_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot U_i \cdot b + \sum_{j=1}^v l_j \cdot \Psi_j \cdot b}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (6)$$

Όπου:

$U_m$  [ $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]: ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου,

$n$ : το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου,

$v$ : το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας  $F$  του κελύφους,

$A_j$  [ $\text{m}^2$ ]: το εμβαδόν επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου,

$U_j$ : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου  $j$  του κελύφους του κτιρίου,



$l_j$  [m]: το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,

$\Psi_j$ : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,

**b**: μειωτικός συντελεστής

Εκτός από τον υπολογισμό του  $U_m$  για τον έλεγχο της θερμικής επάρκειας του κτιρίου, είναι απαραίτητος και ο υπολογισμός:

- Των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων (F)
- Του όγκου του κτιρίου (V) και
- Των μηκών των γραμμικών θερμογεφυρών

Στη συνέχεια, από το λόγο F/V προσδιορίζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή  $U_m$  όπως αυτή ορίζεται για κάθε κλιματική ζώνη από τον πίνακα 3.3β της ΤΕΕ 20701-1/2010 [4].

Ειδικότερα, για τον υπολογισμό του λόγου F/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες, που διαμορφώνουν το κτιριακό κέλυφος, είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας. Το κτίριο κρίνεται θερμικά επαρκές εφόσον ισχύει  $U_m \leq U_{m,max}$  [4].

Όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα καθώς και τα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με το κλιμακοστάσιο είναι θερμομονωμένα. Στον πίνακα δίνονται αναλυτικές περιγραφές κατασκευής για όλα τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου (φέρων οργανισμός, τοιχοποιίες, οροφή και δάπεδο). Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων χώρων ελήφθησαν από τη μελέτη θερμομόνωσης του κτιρίου. Οι κατακόρυφες εξωτερικές επιφάνειες είναι επιχρισμένες και ανοιχτού χρώματος. Οι θερμογέφυρες του κτιρίου, σύμφωνα με την ΤΕΕ 20701-1/2010, θα ληφθούν υπόψη ως προσαύξηση κατά 0,10 W/(m<sup>2</sup>·K) του συντελεστή θερμοπερατότητας των επιμέρους αδιαφανών δομικών στοιχείων [4].

### 3.3.2 Αδιαφανή δομικά στοιχεία

Λαμβάνοντας υπόψη τις επιμέρους θερμοπερατότητες των στρώσεων των υλικών κάθε δομικού στοιχείου προκύπτει ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου αυτού. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ , πάχους στρώσης  $d$ , αντίσταση θερμοδιαφυγής  $d/\lambda$  καταγράφονται στους πίνακες στο παράρτημα II.

**Πίνακας 3.8 :** Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων

1	Δοκός εξωτερική	$U_{δοκ.εξ.} = 0,4709 \text{ W/m}^2 * K$
2	Δοκός και ορθοδρ. Τοίχος	$U_{δοκος ορθ τοιχ} = 0,46 \text{ W/m}^2 * K$
3	Δοκός αμόνωτη	$U_{δοκ.αμ.} = 2,949 \text{ W/m}^2 * K$
4	Κολώνα μονωμένη 1 (υποστύλωμα με εσωτερική μόνωση)	$U_{κολ. μον.} = 0,4709 \text{ W/m}^2 * K$
5	Κολώνα αμόνωτη	$U_{κολ. αμ.} = 3,184 \text{ W/m}^2 * K$
6	Κολώνα μονωμένη 2 (οπλισμένο σκυρόδεμα με οπτόπλινθους και μόνωση εξωτερικά)	$U_{κολ μον} = 0,46 \text{ W/m}^2 * K$
7	Τοίχος διπλός δρομικός	$U_{τοιχ.δρομ.} = 0,389 \text{ W/m}^2 * K$
8	Τοίχος διπλός ορθοδρ	$U_{τοιχ διπλ ορθ} = 0,4267 \text{ W/m}^2 * K$
9	Τοίχος εξωτερικός με στρώμα αέρα	$U_{τοιχ εξ στρ αερα.} = 0,426 \text{ W/m}^2 * K$
10	Τοίχος με Alupanel	$U_{τοιχ. ALUP.} = 0,4651 \text{ W/m}^2 * K$
11	Τοίχος εξωτερικός	$U_{τοιχ. εξ.} = 0,4314 \text{ W/m}^2 * K$
12	Οροφή βατή μονωμένη	$U_{οροφή βατή} = 0,385 \text{ W/m}^2 * K$
13	Μονωμένο δάπεδο (σ επαφή με το έδαφος)	$U_{αμον δαπεδο} = 0,428 \text{ W/m}^2 * K$
14	Δάπεδο pilotis	$U_{δαπεδο pilotis.} = 0,317 \text{ W/m}^2 * K$
15	Δάπεδο 1 <sup>ου</sup> επιπέδου (με μη θερμαινόμενο χώρο)	$U_{δαπεδ 1 επιπεδ} = 2,89 \text{ W/m}^2 * K$
16	Μονωμένη οροφή 3 <sup>ου</sup> (με μη θερμαινόμενο χώρο)	$U_{μον οροφη 3 επιπεδ} = 0,313 \text{ W/m}^2 * K$
17	Εξωτερικός τοίχος (4 <sup>ου</sup> και 5 <sup>ου</sup> επιπέδου)	$U_{μον οροφη 3 επιπεδ} = 0,45 \text{ W/m}^2 * K$

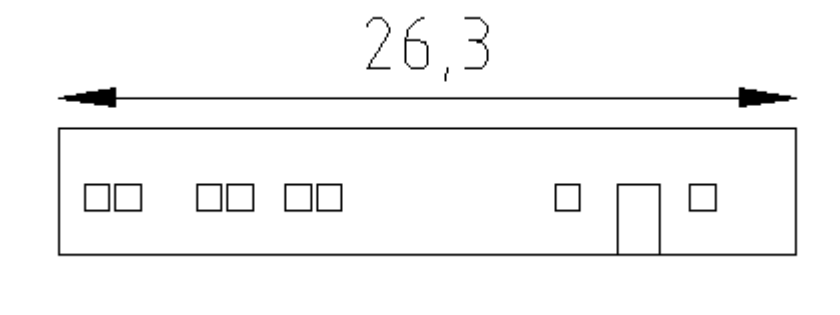
**Περιγραφή προσόψεων των επιφανειών των αδιαφανών στοιχείων σε επαφή με εξωτερικό αέρα, έδαφος και μη θερμαινόμενους χώρους ανά ζώνη, επίπεδο και προσανατολισμό.**

**Επίπεδο 0**

**Νότια Όψη( σε επαφή με εξωτερικό αέρα)**

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η νότια όψη του επιπέδου 0 αποτελείται από διπλό ορθοδρομικό τοίχο. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Τα ανοίγματα είναι 11 τύπου AL3 (8 ζώνη 1 και 3 στη ζώνη 3) και μία θύρα τύπου AL 6 (ζώνη 1). Στο σχήμα 3.3 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.9 τα εμβαδά των ανοιγμάτων, και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.3 : Νότια Όψη επιπέδου 0**



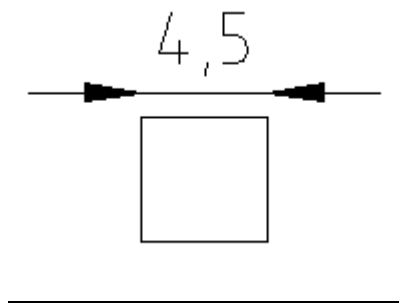
**Πίνακας 2.9 : Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη**

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων [m <sup>2</sup> ]	11,04	-	2,43
Επιφάνεια ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	64,36	-	23.89
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,4267		0,4267

### **Βόρεια Όψη ( σε επαφή με το έδαφος)**

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η βόρεια όψη του επιπέδου 0 αποτελείται από δοκό αμόνωτη σε επαφή με το έδαφος και ασβεστοσιμεντοκονία μόνο από την εσωτερική πλευρά ( $U_{\varepsilon\pi} = 3,623W/m^2 \cdot K$ ). Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Στο σχήμα 3.4 παριστάνεται η όψη και στον πίνακα 3.10 τα εμβαδά των ανοιγμάτων, της τοιχοποιίας και σκυροδέματος ανά ζώνη. Για ονομαστικό συντελεστή  $3,623W/m^2 \cdot K$  και ύψος 4,5 m ο ισοδύναμος συντελεστής  $U_{TB}$  σε επαφή με το έδαφος είναι  $0,623W/m^2 \cdot K$  από πίνακα 3.7.

**Σχήμα 3.4 :** Βόρεια Όψη σε επαφή με το έδαφος.



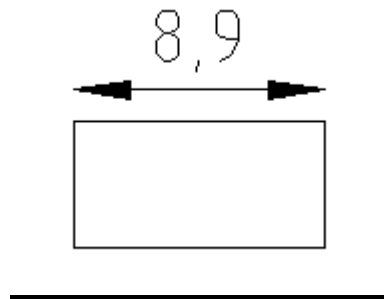
**Πίνακας 3.10:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια κολώνα αμόνωτη σε επαφή με το έδαφος[m <sup>2</sup> ]	19,8	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	3,623	-	-
Ισοδύναμος συντελεστής $U_{FB}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,623	-	-

### **Δυτική Όψη σε επαφή με το έδαφος**

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η δυτική όψη του επιπέδου 0 αποτελείται από δοκό αμόνωτη σε επαφή με το έδαφος και ασβεστοσιμεντοκονία μόνο από την εσωτερική πλευρά ( $U_{\varepsilon\pi} = 3,623W/m^2 \cdot K$ ). Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Στο σχήμα 3.5 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.11 τα εμβαδά των ανοιγμάτων, της τοιχοποιίας και σκυροδέματος ανά ζώνη. Για ονομαστικό συντελεστή  $3,623W/m^2 \cdot K$  και ύψος 4,5 m ο ισοδύναμος συντελεστής  $U_{TB}$  σε επαφή με το έδαφος είναι  $0,623W/m^2 \cdot K$  από πίνακα 3.7.

**Σχήμα 3.5:** Δυτική Όψη σε επαφή με το έδαφος

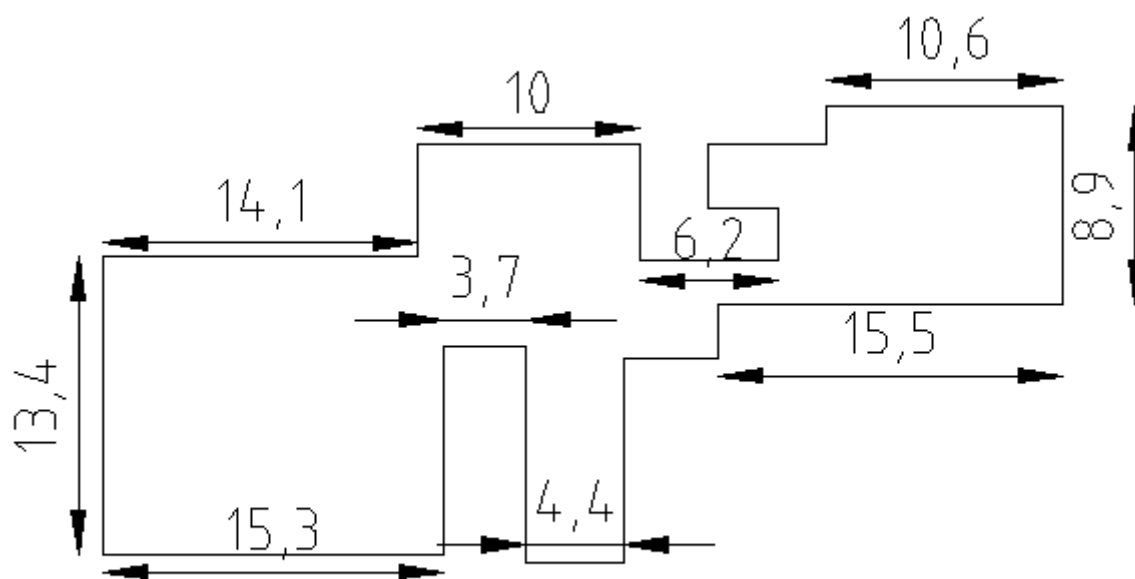


**Πίνακας 3.11:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανα ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια κολώνα αμόνωτη σε επαφή με το έδαφος [m <sup>2</sup> ]	22,5	-	17,55
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	3,623		3,623
Ισοδύναμος συντελεστής U <sub>FB</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,623		0,623

### **Δάπεδο Επιπέδου 0 σε Επαφή με το Έδαφος**

Η κάτοψη των θερμαινόμενων χώρων του επιπέδου 0 παρουσιάζεται στο σχήμα 3.6. Στο σχήμα 1 του παραρτήματος Ι παρουσιάζονται τα όρια των θερμαινόμενων χώρων με τους μη θερμαινόμενους. Στον πίνακα 3.12 παρουσιάζονται τα εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη.



Σχήμα 3.6 : Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος

Πίνακας 3.12: Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανα ζώνη

	Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
Επιφάνεια μονωμένου δαπέδου[m <sup>2</sup> ]	454,4	-	24,4
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,428		0,428
Περίμετρος δαπέδου Π [m]	163,37	-	20,8
Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' [m]	5,56	-	2,346
Ισοδύναμος συντελεστής U <sub>FB</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,216		0,264

## ΕΠΙΠΕΔΟ 0 σε επαφή με Μ.Θ.Χ.

### Δυτική Όψη

Από το σχήμα 3.6 υπολογίζονται οι επιφάνειες των τοίχων με τον αντίστοιχο προσανατολισμό. Στον πίνακα 2.12 υπολογίζονται τα εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο από τη κάτοψη των σχεδίων για τοίχο εσωτερικό (με μη θερμαινόμενο χώρο) ο οποίος διαφέρει σε πάχος οπτοπλινθοδομής οπότε υπολογίστηκε ξεχωριστά για κάθε τοίχο με σταθερό πάχος ασβεστοτσιμεντοκονίας 0,04 m.

**Πίνακας 3.13:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανα ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια τοίχου[m <sup>2</sup> ]	61,09	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,539		-
Εμβαδό αμόνωτης κολώνας (Δ1 +Δ2+Δ3) [m <sup>2</sup> ]	69,6	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,263		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	130,69		
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,653		

### Βόρεια Όψη

**Πίνακας 3.14:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια τοίχου[m <sup>2</sup> ]	85,105	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,539		-
Εμβαδό αμόνωτης κολώνας (B1 +B2+B3) [m <sup>2</sup> ]	39,15	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,263		
Εμβαδό αμόνωτης κολώνας (B4) [m <sup>2</sup> ]	4,95		
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,096		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	129,205		
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,476		

## Ανατολική Όψη

**Πίνακας 3.15:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια τοίχου[m <sup>2</sup> ]	101,595	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,539	-	-
Εμβαδό αμόνωσης κολώνας (A1) [m <sup>2</sup> ]	32,4	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	3,251	-	-
Εμβαδό αμόνωσης κολώνας (A2) [m <sup>2</sup> ]	1,8	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,141	-	-
Εμβαδό αμόνωσης κολώνας (A3) [m <sup>2</sup> ]	3,6	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,471	-	-
Εμβαδό αμόνωσης κολώνας (A4) [m <sup>2</sup> ]	1,35	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,64	-	-
Εμβαδό αμόνωσης κολώνας (A5) [m <sup>2</sup> ]	1,35	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,98	-	-
Εμβαδό αμόνωσης κολώνας (A6) [m <sup>2</sup> ]	1,8	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,217	-	-
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	143,895		
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,918		

## Νότια Όψη

**Πίνακας 3.16:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια τοίχου[m <sup>2</sup> ]	105,76	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	1,539	-	-



### Μ.Θ.Χ. σε επαφή με εξωτερικό αέρα η έδαφος

Από τη μελέτη θερμομόνωσης οι όψεις του επιπέδου 0 των μη θερμαινόμενων χώρων αποτελούνται από δοκό αμόνωτη σε επαφή με το έδαφος και ασβεστοσιμεντοκονία μόνο από την εσωτερική πλευρά ( $U_{επ} = 3,623 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ). Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Στον πίνακα 3.17 παρουσιάζονται τα εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό τόσο σε επαφή με εξωτερικό αέρα όσο και σε επαφή με έδαφος.

**Πίνακας 3.17:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό

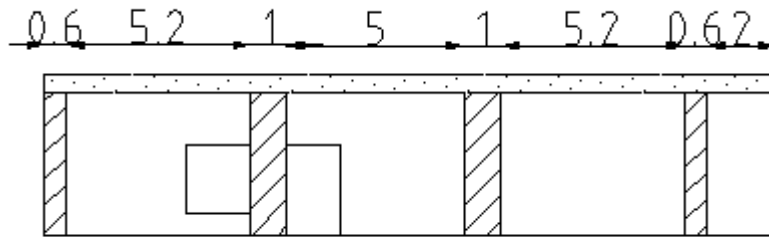
	<b>Βόρεια όψη</b>	<b>Νότια όψη</b>	<b>Δυτική Όψη</b>	<b>Ανατολική όψη</b>
Σε επαφή με εξωτερικό αέρα				
Επιφάνεια τοίχου[m <sup>2</sup> ]	-	165,68	6,48	4,65
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]		0,426	0,426	0,426
Σε επαφή με έδαφος				
Επιφάνεια αμόνωτης δοκού[m <sup>2</sup> ]	269,1	-	110,25	104,4
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	3,623		3,623	3,623
Ισοδύναμος συντελεστής $U_{FB}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,623	-	0,623	0,623

### Επίπεδο 1

#### Ανατολική Όψη

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η ανατολική όψη του επιπέδου 1 αποτελείται από δοκό + ορθοδρ. τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό και κολώνα μονωμένη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Το πάχος της οριζόντιας δοκού είναι 0,45 m. Τα ανοίγματα είναι 2 τύπου AL1a και 1 μπαλκονόπορτα τύπου AL6. Στο σχήμα 3.7 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.18 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.7:** Ανατολική όψη επιπέδου 1



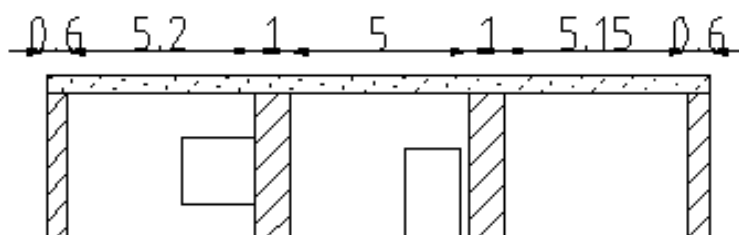
**Πίνακας 3.18:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων[m <sup>2</sup> ]	7,116		0
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου[m <sup>2</sup> ]	41,684	-	20,54
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426		0,426
Εμβαδό μονωμένης κολώνας 2 [m <sup>2</sup> ]	10,27	-	2,37
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		0,46
Επιφάνεια δοκού και ορθοδρ. τοίχου [m <sup>2</sup> ]	8,14		3,19
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		0,46
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	60,094		26,1
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,436		0,433

### Δυτική Όψη

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η δυτική όψη του επιπέδου 1 αποτελείται από δοκό +ορθοδρ τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό και κολώνα μονωμένη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Το πάχος της οριζόντιας δοκού είναι 0,45 m. Τα ανοίγματα είναι 2 τύπου AL1 και 1 μπαλκονόπορτα τύπου AL6. Στο σχήμα 3.8 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.19 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.8 :** Δυτική όψη επιπέδου 1



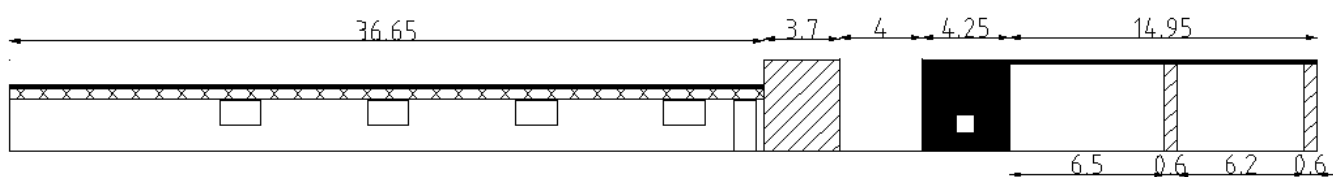
**Πίνακας 3.19:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανα ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων[m <sup>2</sup> ]	7,116		-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου[m <sup>2</sup> ]	40,46	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426		
Εμβαδό μονωμένης κολώνας 2 [m <sup>2</sup> ]	12,64	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Επιφάνεια δοκού και ορθοδρ. τοίχου [m <sup>2</sup> ]	10,2		-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	63,3		-
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,438		

### **Βόρεια Όψη**

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η βόρεια όψη του επιπέδου 1 αποτελείται από δοκό εξωτερική, δοκό αμόνωτη, τοίχο διπλό ορθοδρομικό και κολώνα μονωμένη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m (δεξιά πλευρά) και 26 m (αριστερή πλευρά). Η απόσταση μεταξύ της εξωτερικής δοκού και της αμόνωτης δοκού θεωρείται αδιαβατική λόγω του διαδρόμου σύνδεσης της νέας πτέρυγας με τη παλιά που παρεμβάλλεται ανάμεσα και είναι θερμαινόμενος χώρος. Τα ανοίγματα της όψης αυτής είναι 4 τύπου AL4, 1 τύπου AL3 και 1 σιδερένια πόρτα (2,75 m<sup>2</sup> και U=6 W/m<sup>2</sup> · K (από [4]). Στο σχήμα 3.9 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.20 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.9 :** Βόρεια όψη επιπέδου 1



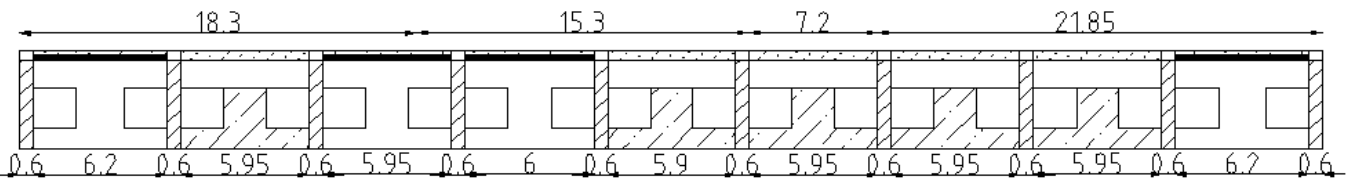
**Πίνακας 3.20:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανα ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων[m <sup>2</sup> ]	14,27		-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου[m <sup>2</sup> ]	140,58	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426		
Εμβαδό εξωτερικής δοκού [m <sup>2</sup> ]	48,93	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,47		
Επιφάνεια αμόνωτης δοκού [m <sup>2</sup> ]	20,8	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,949		
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 2 [m <sup>2</sup> ]	9,24	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	219,55	-	-
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,676		

### **Νότια Όψη**

Από τη μελέτη θερμομόνωσης, η νότια όψη του επιπέδου 1 αποτελείται από δοκό αμόνωτη, δοκό + ορθοδρομικό τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό, κολώνα μονωμένη και τοίχο με ALUPANEL. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Τα ανοίγματα είναι 10 τύπου AL1a, 4 τύπου AL2, 6 τύπου AL2a και 6 τύπου AL1. Στο σχήμα 3.10 παριστάνεται η όψη και στον πίνακα 3.21 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.10:** Νότια όψη επιπέδου 1



**Πίνακας 3.21:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

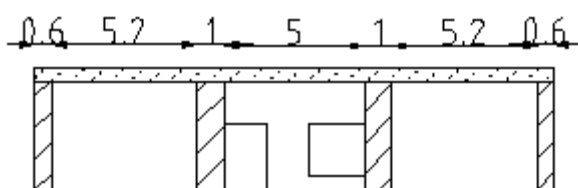
	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων[m <sup>2</sup> ]	64,328		-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου[m <sup>2</sup> ]	74,85	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426		
Εμβαδό δοκού + ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	10,95	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Επιφάνεια αμόνωτης δοκού [m <sup>2</sup> ]	25,89	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,949		
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 2 [m <sup>2</sup> ]	46,44	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Επιφάνεια τοίχου με ALUPANEL [m <sup>2</sup> ]	48,103	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,465		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	206,23		
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,761		

## Επίπεδο 2

### Ανατολική Όψη

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η ανατολική όψη του επιπέδου 2 αποτελείται από δοκό + ορθοδρ τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό και κολώνα μονωμένη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Το πάχος της οριζόντιας δοκού είναι 0,55 m. Τα ανοίγματα είναι 2 τύπου AL1a, 2 τύπου AL1, 1 τύπου AL2 (βορειο - ανατολική είσοδος νοσοκομείου) και 1 μπαλκονόπορτα τύπου AL6. Στο σχήμα 3.11 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.22 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.11** : Ανατολική όψη



**Πίνακας 3.22:**Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

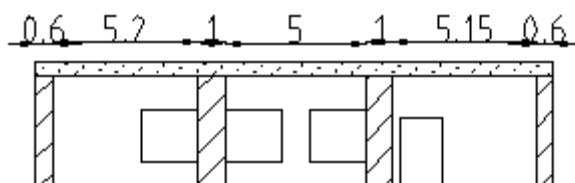
	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων[m <sup>2</sup> ]	14,22		-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου[m <sup>2</sup> ]	49,96	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426		
Εμβαδό μονωμένης κολώνας 2 [m <sup>2</sup> ]	12,64	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Επιφάνεια δοκού κ ορθοδρ. τοίχου [m <sup>2</sup> ]	10,24	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	72,84	-	-
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,436		

### Δυτική Όψη

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η δυτική όψη του επιπέδου 2 αποτελείται από δοκό + ορθοδρ τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό και κολώνα μονωμένη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Τα ανοίγματα είναι 2 τύπου AL1a, 4 τύπου AL1, 1 τύπου AL2 (βορειο -

ανατολική είσοδο νοσοκομείου) και 1 μπαλκονόπορτα τύπου AL6. Στο σχήμα 3.12 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.23 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.12:** Δυτική όψη



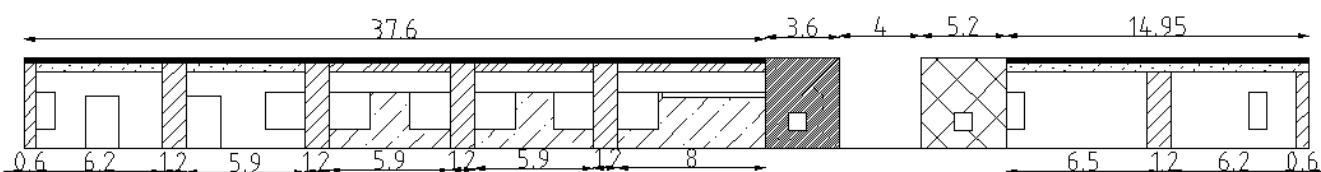
**Πίνακας 3.23:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων[m <sup>2</sup> ]	13,84		-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου[m <sup>2</sup> ]	46,59	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426		
Εμβαδό μονωμένης κολώνας 2 [m <sup>2</sup> ]	12,64	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Επιφάνεια δοκού κ ορθοδρ. τοίχου [m <sup>2</sup> ]	10,28	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	69,51	-	-
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,437		

### **Βόρεια Όψη**

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η βόρεια όψη του επιπέδου 2 αποτελείται από δοκό εξωτερική, δοκό αμόνωτη, δοκό + ορθοδρομικό τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό, τοίχο με ALUPANEL, κολώνα μονωμένη 2, τοίχο διπλό δρομικό, κολώνα αμόνωτη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Η απόσταση μεταξύ της αμόνωτης κολώνας και της μονωμένης θεωρείται αδιαβατική λόγω του διαδρόμου σύνδεσης της νέας πτέρυγας με τη παλιά που παρεμβάλλεται ανάμεσα. Τα ανοίγματα είναι 5 τύπου AL1a, 2 μπαλκονόπορτες τύπου AL5, 5 τύπου AL2, 1 τύπου AL3 και 1 τύπου AL7. Στο σχήμα 3.13 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.24 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.13:** Βόρεια όψη



**Πίνακας 3.24:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων[m <sup>2</sup> ]	38,05		-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου[m <sup>2</sup> ]	95,65	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426		
Εμβαδό δοκού + ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	12,6	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Επιφάνεια αμόνωσης δοκού [m <sup>2</sup> ]	25,89	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,949		
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 2 [m <sup>2</sup> ]	30,15	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Επιφάνεια τοίχου με ALUPANEL [m <sup>2</sup> ]	29,259	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,465		
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 1 [m <sup>2</sup> ]	22,6		
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,47		
Επιφάνεια δοκού αμόνωση [m <sup>2</sup> ]	8,23		
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,949		
Επιφάνεια αμόνωσης κολώνας[m <sup>2</sup> ]	16,2		
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	3,184		
Επιφάνεια τοίχου διπλού δρομικού [m <sup>2</sup> ]	4,29		
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,389		
Επιφάνεια εξωτερικής δοκού[m <sup>2</sup> ]	10,46		
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,47		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	255,33		

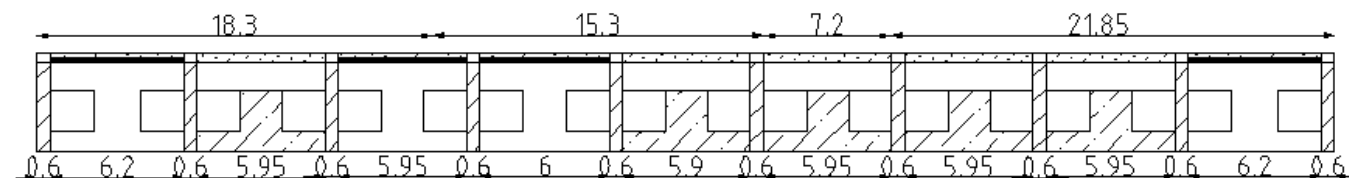


Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,96		
---	------	--	--

### Νότια Όψη

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η νότια όψη του επιπέδου 2 αποτελείται από δοκό αμόνωτη, δοκό + ορθοδρομικό τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό, κολώνα μονωμένη και τοίχο με ALUPANEL. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Τα ανοίγματα αποτελούνται από 10 τύπου AL1a, 4 τύπου AL2, 6 τύπου AL2a και 6 τύπου AL1. Στο σχήμα 3.14 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.25 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.14 :** Νότια όψη



**Πίνακας 3.25:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

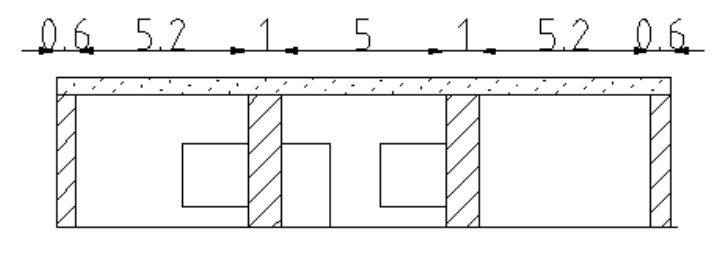
	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων [m <sup>2</sup> ]	64,328	7,48	-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	79,02	5,89	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426	0,426	
Εμβαδό δοκού + ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	10,95	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46		
Επιφάνεια αμόνωτης δοκού [m <sup>2</sup> ]	21,77	1,44	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,949	2,949	
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 2 [m <sup>2</sup> ]	41,28	5,16	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	0,46	
Επιφάνεια τοίχου με ALUPANEL [m <sup>2</sup> ]	38,47	9,63	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,465	0,465	
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	184,01	22,12	
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,74	0,615	

### Επίπεδο 3

#### Ανατολική Όψη

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η ανατολική όψη του επιπέδου 3 αποτελείται από δοκό + ορθοδρ. τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό και κολώνα μονωμένη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Το πάχος της οριζόντιας δοκού είναι 0,55 m. Τα ανοίγματα είναι 2 τύπου AL1 και 1 μπαλκονόπορτα τύπου AL6. Στο σχήμα 3.15 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.26 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

Σχήμα 3.15 :Ανατολική όψη



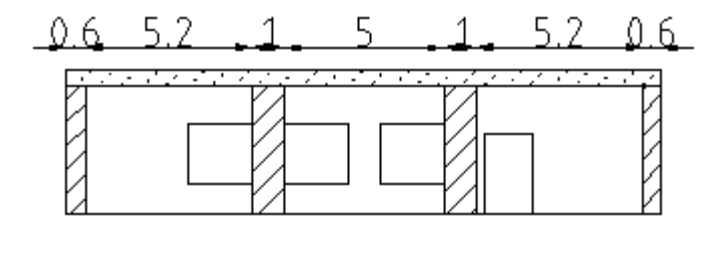
Πίνακας 3.26: Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
Επιφάνεια ανοιγμάτων [m <sup>2</sup> ]	3,75	3,74	-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	6,71	29,83	20,34
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426	0,426	0,426
Εμβαδό μονωμένης κολώνας 2 [m <sup>2</sup> ]	-	10,27	2,37
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]		0,46	0,46
Επιφάνεια δοκού κ ορθοδρ. τοίχου [m <sup>2</sup> ]	1,457	5,66	3,217
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	0,46	0,46
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	8,167	45,76	25,927
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,432	0,437	0,433

### Δυτική Όψη

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η δυτική όψη του επιπέδου 3 αποτελείται από δοκό + ορθοδρ. τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό και κολώνα μονωμένη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Τα ανοίγματα είναι 6 τύπου AL1 και 1 μπαλκονόπορτα τύπου AL6. Στο σχήμα 3.16 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.27 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

Σχήμα 3.16 : Δυτική όψη



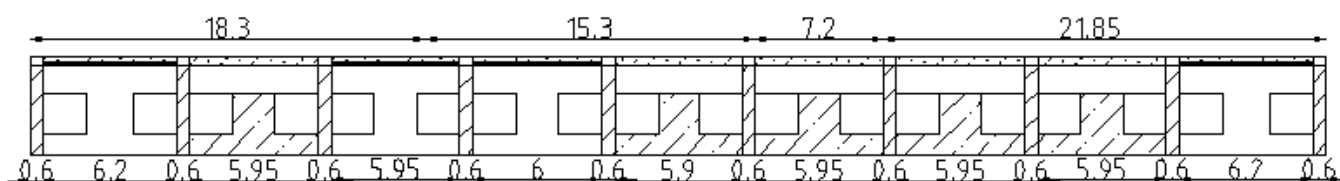
Πίνακας 3.27:Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
Επιφάνεια ανοιγμάτων [m <sup>2</sup> ]	13,84	-	-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	46,98	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426	-	-
Εμβαδό μονωμένης κολώνας 2 [m <sup>2</sup> ]	12,64	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	-	-
Επιφάνεια δοκού κ ορθοδρ. τοίχου [m <sup>2</sup> ]	10,37	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	-	-
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	69,99	-	-
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,437	-	-

## Νότια Όψη

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η νότια όψη του επιπέδου 3 αποτελείται από δοκό αμόνωτη, δοκό + ορθοδρομικό τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό, κολώνα μονωμένη και τοίχο με ALUPANEL. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Τα ανοίγματα είναι 10 τύπου AL1a, 4 τύπου AL2, 6 τύπου AL2a και 6 τύπου AL1. Στο σχήμα 3.17 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.28 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.17 :** Νότια όψη



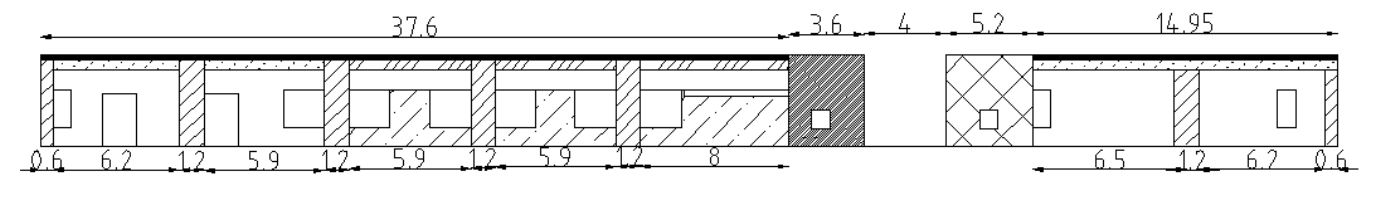
**Πίνακας 3.28:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων [m <sup>2</sup> ]	48,059	16,269	-
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	72,87	19,88	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426	0,426	
Εμβαδό δοκού + ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	8,91	2,07	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	0,46	
Επιφάνεια αμόνωτης δοκού [m <sup>2</sup> ]	9,79	3,35	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,949	2,949	
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 2 [m <sup>2</sup> ]	27,72	13,86	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	0,46	
Επιφάνεια τοίχου με ALUPANEL [m <sup>2</sup> ]	35,54	12,75	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,465	0,465	
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	143,62	51,91	-
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,614	0,608	

## **ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ**

Από τη μελέτη θερμομόνωσης η βόρεια όψη του επιπέδου 3 αποτελείται από δοκό εξωτερική, δοκό αμόνωτη, δοκό + ορθοδρομικό τοίχο, τοίχο διπλό ορθοδρομικό, τοίχο με ALUPANEL, κολώνα μονωμένη 2, τοίχο διπλό δρομικό, κολώνα αμόνωτη. Το ύψος ορόφου είναι 4,5 m. Η απόσταση μεταξύ της αμόνωτης κολώνας και της μονωμένης θεωρείται αδιαβατική λόγω του διαδρόμου σύνδεσης της νέας πτέρυγας με τη παλιά που παρεμβάλλεται ανάμεσα. Τα ανοίγματα είναι 11 τύπου AL1a, 7 τύπου AL2, 1 τύπου AL3 και 1 τύπου AL1. Στο σχήμα 3.18 παριστάνεται η όψη και στο πίνακα 3.29 τα εμβαδά των ανοιγμάτων και των δομικών στοιχείων ανά ζώνη.

**Σχήμα 3.18 : Βόρεια όψη**



**Πίνακας 3.29:** Εμβαδά των ανοιγμάτων και δομικών στοιχείων ανά ζώνη

	<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
Επιφάνεια ανοιγμάτων [m <sup>2</sup> ]	35,03	8,789	3,366
Επιφάνεια εξωτερικής δοκού [m <sup>2</sup> ]	7,7	1,84	1,2
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,47	0,47	0,47
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου[m <sup>2</sup> ]	62,3	18,29	14,43
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426	0,426	0,426
Εμβαδό δοκού + ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	7,69	2,52	2,43
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	0,46	0,46
Επιφάνεια αμόνωτης δοκού [m <sup>2</sup> ]	18,92	1,575	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,949	2,949	
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 2 [m <sup>2</sup> ]	29,34	5,16	2,58
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	0,46	0,46
Επιφάνεια τοίχου με ALUPANEL [m <sup>2</sup> ]	20,46	4,84	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,465	0,465	
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 1 [m <sup>2</sup> ]	23,4	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,47		
Επιφάνεια κολώνας αμόνωτης [m <sup>2</sup> ]	16,65	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	3,184		
Επιφάνεια τοίχου διπλού δρομικού[m <sup>2</sup> ]	4,29	-	-
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,389		
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	190,75	37,225	20,61
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,934	0,487	0,437

#### **Επίπεδο 4 – Μ.Θ.Χ.**

Η κάτοψη του επιπέδου 4 παριστάνεται στο σχήμα 5 του παραρτήματος Ι. Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης τα εμβαδά των δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό απεικονίζονται στον πίνακα 3.30.

**Πίνακας 2.30:** Εμβαδά των δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό

	Ανατολική όψη	Νότια όψη	Δυτική όψη	Βόρεια όψη
Επιφάνεια τοίχου εξωτερικού [m <sup>2</sup> ]	38,88	11,34	11,34	81,24
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,45	0,45	0,45	0,45
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 2 [m <sup>2</sup> ]	-	-	-	28,8
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]				0,46
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	38,88	11,34	11,34	110,04
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,45	0,45	0,45	0,452

#### **Επίπεδο 5 – Μ.Θ.Χ.**

Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης τα εμβαδά των δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό απεικονίζονται στον πίνακα 3.31.

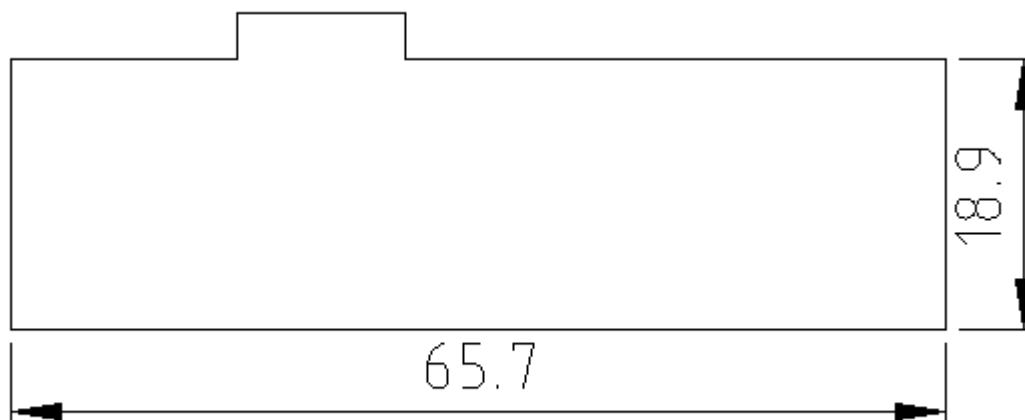
**Πίνακας 3.31:** Εμβαδά των δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό

	Ανατολική όψη	Νότια όψη	Δυτική όψη	Βόρεια όψη
Επιφάνεια τοίχου εξωτερικού [m <sup>2</sup> ]	20	14,25	3,3	8,75
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,45	0,45	0,45	0,45
Επιφάνεια κολώνας μονωμένης 2 [m <sup>2</sup> ]	2,5	2,5	-	3
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,46	0,46		0,46
Επιφάνεια διπλού ορθοδρομικού τοίχου [m <sup>2</sup> ]	8,28	7,5	-	15,5
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,426	0,426		0,438
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	30,78	24,25	3,3	27,25
Μέσος συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,444	0,443	0,45	0,444

### Οροφή 3<sup>ου</sup> Επιπέδου σε Επαφή με Μ.Θ.Χ.

Η οροφή του επιπέδου 3 είναι το σύνορο των θερμαινόμενων χώρων με το μη θερμαινόμενο επίπεδο 4. Στο σχήμα 3.19 απεικονίζεται η οροφή και στο σχήμα 4 του παραρτήματος Ι απεικονίζεται ο διαχωρισμός των ζωνών του 3<sup>ου</sup> επιπέδου.

Σχήμα 3.19 : Οροφή 3<sup>ου</sup> επιπέδου



Πίνακας 3.32: Εμβαδά οροφής ανά ζώνη

	Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
Επιφάνεια μονωμένου δαπέδου (οροφή)[m <sup>2</sup> ]	1115,9	135,01	30
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,314	0,314	0,314

### Δάπεδο 1<sup>ου</sup> Επιπέδου σε Επαφή με Μ.Θ.Χ.

Τα εμβαδά του δαπέδου του επιπέδου 1 που συνορεύει με το επίπεδο 0 για κάθε ζώνη παρουσιάζονται στον πίνακα 3.33.

Πίνακας 3.33: Εμβαδά δαπέδου 1<sup>ου</sup> επιπέδου ανά ζώνη

	Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
Επιφάνεια δαπέδου 1 <sup>ου</sup> επιπέδου[m <sup>2</sup> ]	540	-	250,55
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	2,057		2,057



### **Δάπεδο ΜΘΧ σε Επαφή με έδαφος**

Τα εμβαδά του δαπέδου του επιπέδου 0 για κάθε ζώνη παρουσιάζονται στον πίνακα 3.34.

**Πίνακας 3.34:** Εμβαδά δαπέδου ανά ζώνη

	Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
Επιφάνεια μονωμένου δαπέδου (σε επαφή με το έδαφος)[m <sup>2</sup> ]	540	-	250,55
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,428		0,428

### **Δάπεδο pilotis ζώνης 1 σε Επαφή με εξωτερικό αέρα**

Στο επίπεδο 1 βρίσκεται δάπεδο ως προς πυλωτή. Τα στοιχεία της επιφάνειας παρουσιάζονται στον πίνακα 3.35.

**Πίνακας 3.35:** Εμβαδά δαπέδου ανά ζώνη

	Ζώνη 1
Επιφάνεια δαπέδου pilotis [m <sup>2</sup> ]	168
Συντελ. θερμοπερατότητας U [W/m <sup>2</sup> K]	0,313

### **3.3.3 Συγκεντρωτικά δεδομένα δομικών στοιχείων**

Για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι απαραίτητο να υπολογιστούν τα γινόμενα των εμβαδών των εκτεθειμένων επιφανειών του κτιρίου (επιφάνειες σε επαφή με εξωτερικό αέρα, έδαφος και μη θερμαινόμενους χώρους) με τους αντίστοιχους συντελεστές θερμοπερατότητας. Στους πίνακες 3.36, 3.37 και 3.38 παρουσιάζονται ανά ζώνη, επίπεδο και όψη τα εμβαδά, οι συντελεστές θερμοπερατότητας και τα γινόμενα αυτών. Έχει συμπεριληφθεί ο μειωτικός συντελεστής στους υπολογισμούς και είναι b=1 εκτός από τις επιφάνειες σε επαφή με Μ.Θ.Χ. όπου είναι 0,5.

## Ζώνη 1

Πίνακας 3.36 : Επιφάνεια και συντελεστής θερμοπερατότητας για ζώνη 1

Όροφος	Επιφάνεια	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> · K)	A <sub>j</sub> · U <sub>j</sub> · b	
Θερμαινόμενος χώρος	Επίπεδο 0	Νότια	64,36	0,4267	27,462
		Νότια με Μ.Θ.Χ.			81,377
			105,76	1,5389	
		Ανατολική με Μ.Θ.Χ.			137,99
			143,895	1,918	
		Βόρεια με Μ.Θ.Χ.			95,353
			129,205	1,476	
		Δυτική με Μ.Θ.Χ.			108,015
		130,69	1,653		
	Δάπεδο σε επαφή με έδαφος			98,15	
		454,4	0,216		
	Βόρεια σε επαφή με έδαφος			12,335	
		19,8	0,623		
	Δυτική σε επαφή με έδαφος			14,017	
	22,5	0,623			
Επίπεδο 1	Νότια	206,23	0,761	156,941	
	Ανατολική	60,094	0,436	26,2	
	Βόρεια	219,55	0,7283	148,419	
	Δυτική	63,3	0,676	27,725	
	Δάπεδο σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	540,26	2,057	555,65	
	Δάπεδο Pilotis	168	0,313	52,584	
Επίπεδο 2	Νότια	184,01	0,74	136,167	
	Ανατολική	72,84	0,436	31,758	
	Βόρεια	255,33	0,96	245,116	
	Δυτική	69,51	0,437	30,375	
Επίπεδο 3	Νότια	143,62	0,614	88,182	
	Ανατολική	8,167	0,432	3,528	
	Βόρεια	190,75	0,934	178,16	
	Δυτική			30,585	
		69,99	0,437		
Οροφή σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	1115,9	0,314			

					175,196
<b>Σύνολο</b>			4438,16		2461,28

## Ζώνη 2

**Πίνακας 3.37 :** Επιφάνεια και συντελεστής θερμοπερατότητας για ζώνη 2

	Όροφος	Επιφάνεια	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> · K)	A <sub>j</sub> · U <sub>j</sub> · b
Θερμαινόμενος χώρος	Επίπεδο 2	Νότια	22,12	0,615	13,6
	Επίπεδο 3	Νότια	51,91	0,608	31,561
		Ανατολική	45,76	0,437	19,997
		Βόρεια	37,225	0,487	18,128
		Οροφή σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	135,01	0,314	21,196
	<b>Σύνολο</b>			292,025	

### Ζώνη 3

**Πίνακας 3.38 :** Επιφάνεια και συντελεστής θερμοπερατότητας για ζώνη 3

Θερμαινόμενος χώρος	Όροφος	Επιφάνεια	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> · K)	A <sub>j</sub> · U <sub>j</sub> · b
	Επίπεδο 0	Νότια	23,89	0,4267	10,177
		Δάπεδο σε επαφή με έδαφος	24,4	0,264	6,44
		Δυτική σε επαφή με έδαφος	17,55	0,623	10,933
	Επίπεδο 1	Ανατολική	26,1	0,433	11,3
		Δάπεδο σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	250,55	2,057	26,018
	Επίπεδο 3	Ανατολική	25,297	0,433	10,953
		Βόρεια	20,61	0,437	9
		Οροφή σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	30	0,314	9,42
	<b>Σύνολο</b>			418,397	

### 3.3.4 Συγκεντρωτικά δεδομένα επιφάνειας και συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων

Για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου είναι απαραίτητα και τα εμβαδά με τους αντίστοιχους συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων. Τα κουφώματα του κτιρίου είναι εννέα διαφορετικών τύπων όπως δίνονται στον πίνακα 15 του παραρτήματος II. Όλα είναι ανοιγόμενα με συνθετικό πλαίσιο με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f=2.8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  και δίδυμο υαλοπίνακα (6 mm διάκενο) με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_g=3.3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , εκτός από τον φεγγίτη τύπου AL7 που έχει μονό υαλοπίνακα με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_g=5.7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Για τον συγκεκριμένο συνδυασμό πλαισίου – υαλοπίνακα, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ισούται με  $\Psi=0.06 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ . Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση είναι  $g=0,75$  και ο μέσος συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα είναι  $g_{gl}=0,90\cdot0,75=0,675$ . Στους παρακάτω πίνακες 3.39, 3.40 και 3.41 δίνονται οι τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας και των συντελεστών ηλιακών κερδών των κουφωμάτων που προκύπτουν από τους αναλυτικούς υπολογισμούς.

#### Ζώνη 1

**Πίνακας 3.39 :** Δεδομένα διαφανών στοιχείων για ζώνη 1

Ζώνη 1	Όροφος	Παρατηρήσεις	A (m <sup>2</sup> )	Aj · Uj · b
	Επίπεδο 0	Με εξωτ. Αέρα	8,61	28,4859
	Επίπεδο 0	Με Μ.Θ.Χ.	26,435	74
	Επίπεδο 1	Με εξωτ. Αέρα	92,578	306,3162
	Επίπεδο 2	Με εξωτ. Αέρα	126,623	425,4977
	Επίπεδο3	Με εξωτ. Αέρα	99,005	329,9088
	<b>Σύνολο</b>			353,251

#### Ζώνη2

**Πίνακας 3.40 :** Δεδομένα διαφανών στοιχείων για ζώνη 2

Ζώνη 2	Όροφος	Παρατηρήσεις	A (m <sup>2</sup> )	Aj · Uj · b
	Επίπεδο 2	Με εξωτ. Αέρα	7,48	24,36984
	Επίπεδο3	Με εξωτ. Αέρα	28,424	93,0512
	<b>Σύνολο</b>			35,904

### Ζώνη3

**Πίνακας 3.41 :** Δεδομένα διαφανών στοιχείων για ζώνη 3

Ζώνη 3	Όροφος	Παρατηρήσεις	A (m <sup>2</sup> )	A <sub>j</sub> · U <sub>j</sub> · b
	Επίπεδο 0	Με εξωτ. Αέρα	2,43	8,05545
	Επίπεδο3	Με εξωτ. Αέρα	8,415	27,34875
	<b>Σύνολο</b>		10,845	35

### 3.3.5 Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κτιρίου

Ο πίνακας 3.42 παρουσιάζει τον επιτρεπόμενο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας σε συνάρτηση με το λόγο περιβάλλουσας επιφάνειας κτιρίου προς τον όγκο του A/V.

**Πίνακας 3.42:** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του [4].

Λόγος A/V [ m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U <sub>m</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Το Νοσοκομείο ανήκει στη Ζώνη Δ. Η συνολική εκτεθειμένη επιφάνεια του κτιρίου προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους εμβαδών σε επαφή με εξωτερικό αέρα, έδαφος και μη θερμαινόμενους χώρους. Ο θερμαινόμενος όγκος του κτιρίου που περικλείει τις παραπάνω επιφάνειες υπολογίζεται από το σύνολο των εμβαδών των θερμαινόμενων ζωνών (3893,37 m<sup>2</sup> για ζώνη 1, 184,39 m<sup>2</sup> για ζώνη 2, 329,95 m<sup>2</sup> για ζώνη 3) επί το τυπικό ύψος ορόφου H=4,5 m. Από το πηλίκο A/V που προκύπτει, θα

προσδιοριστεί ο επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας βάσει του Πίνακα 3.42.

$$A/V = \frac{5548,582}{19835,1} = 0,279 \text{ m}^{-1} \quad (7)$$

και από τον Πίνακα 3.42, η τιμή αυτή για ζώνη Δ αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{m,max} = 0.92 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Τελικά, το Νοσοκομείο παρουσιάζει μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} = \frac{3976,212}{5548,582} = 0,716 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad (8)$$

Στον υπολογισμό του  $U_m$  δε λήφθηκε καθόλου υπόψη ο υπολογισμός των θερμογεφυρών στα όρια του κελύφους. Μια παραδοχή για να ληφθούν υπόψη οι θερμογέφυρες στο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας είναι η προσαύξηση του τελευταίου κατά 0,1. Έτσι τελικώς προκύπτει:

$$U_m = 0,816 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Η τιμή είναι εντός επιτρεπόμενων ορίων ( $U_{m,max} = 0,92 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ), άρα το κτίριό είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

### 3.3.6 Αερισμός

Ο αερισμός επιδρά στα φορτία για θέρμανση ενός κτιρίου. Περιλαμβάνει διείσδυση από χαραμάδες και ανοίγματα. Σύμφωνα με την οδηγία [4] για τον αερισμό χρησιμοποιείται η σχέση:

$$V_{inf} = \sum (l \cdot a) \cdot R \cdot H \quad (9)$$

Όπου:

**l [m]:** το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο)

**a [ $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ]:** ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος ανάλογα τη ποιότητα κουφώματος που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.23 της οδηγίας [4]

**R :** ο συντελεστής διεισδυτικότητας που εξαρτάται από το λόγο επιφάνειας των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα και λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.24 της οδηγίας [4].

H : ο συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης, λαμβάνοντας τιμές από τον πίνακα 3.25 της οδηγίας [4].

Για τον προσδιορισμό του αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων λαμβάνονται οι συντελεστές  $R=0,7$  και  $H=1,87$  για κανονική ανεμόπτωση, ελεύθερη θέση και για ελεύθερες όψεις κτιρίου. Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από τον πίνακα 3.26 της [4] και είναι ίση με  $5,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  για τις μπαλκονόπορτες και  $6,8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  για τα παράθυρα. Στους πίνακες 3.43, 3.44, 3.45 παρουσιάζεται η συνολική διείσδυση αέρα από χαραμάδες που προκύπτει ανά ζώνη και ανά επίπεδο( το επίπεδο 4 δεν έχει κουφώματα).

**Πίνακας 3.43:** Διείσδυση αέρα από χαραμάδες για ζώνη 1

<b>ΖΩΝΗ 1</b>	
Επίπεδο 0	91,479 $\text{m}^3/\text{h}$
Επίπεδο 1	528,466 $\text{m}^3/\text{h}$
Επίπεδο 2	849,9204 $\text{m}^3/\text{h}$
Επίπεδο 3	661,984 $\text{m}^3/\text{h}$
<b>Σύνολο</b>	<b>2131,85 <math>\text{m}^3/\text{h}</math></b>

**Πίνακας 3.44 :** Διείσδυση αέρα από χαραμάδες για ζώνη 2

<b>ΖΩΝΗ 2</b>	
Επίπεδο 0	0 $\text{m}^3/\text{h}$
Επίπεδο 1	0 $\text{m}^3/\text{h}$
Επίπεδο 2	50,864 $\text{m}^3/\text{h}$
Επίπεδο 3	216,172 $\text{m}^3/\text{h}$
<b>Σύνολο</b>	<b>267,036 <math>\text{m}^3/\text{h}</math></b>



**Πίνακας 3.45 :** Διείσδυση αέρα από χαραμάδες για ζώνη 3

<b>ΖΩΝΗ 3</b>	
Επίπεδο 0	22,58 m <sup>3</sup> /h
Επίπεδο 1	82,144 m <sup>3</sup> /h
Επίπεδο 2	0 m <sup>3</sup> /h
Επίπεδο 3	34,333 m <sup>3</sup> /h
<b>Σύνολο</b>	<b>139,057 m<sup>3</sup>/h</b>

Στο μη θερμαινόμενο χώρο υπάρχουν κουφώματα με επαρκή αεροστεγανότητα εκτός από τα επίπεδα 4 και 5 όπου δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Συνεπώς σύμφωνα με τον πίνακα 3.27 της [4] λαμβάνεται συνολικός αερισμός 0,5 m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>·h) για τους μη θερμαινόμενους χώρους όπου υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και 0,1 m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>·h) για τους Μ.Θ.Χ. όπου δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Ο συνολικός αερισμός του Μ.Θ.Χ. λαμβάνεται ίσος με:

$$869,98m^2 \cdot 4,5 m \cdot 0,5 m^3 / (m^3 \cdot h) + 114,94m^2 \cdot 4,5 m \cdot 0,1 m^3 / (m^3 \cdot h) + 1281 m^2 \cdot 4,5 m \cdot$$

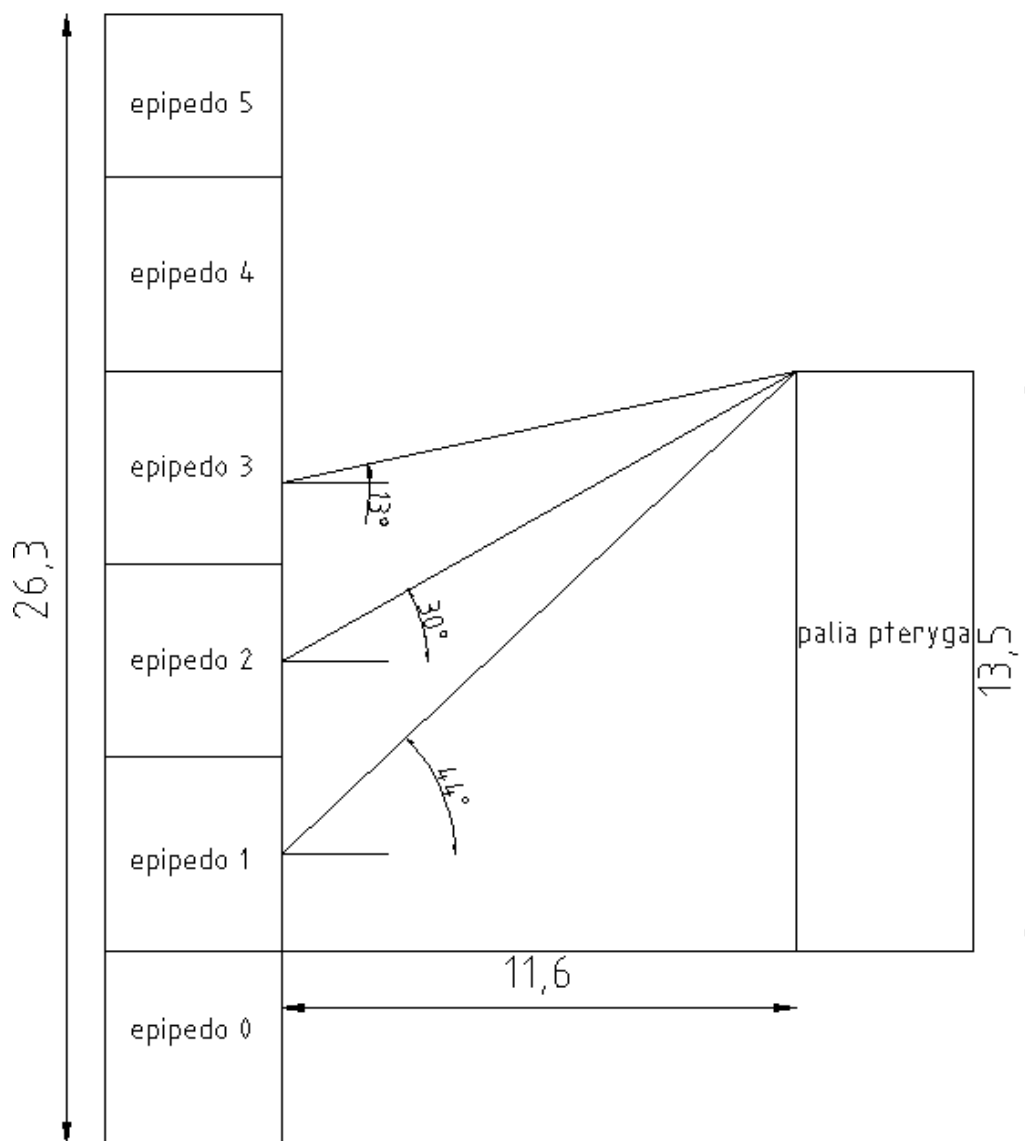
$$0,1 m^3 / (m^3 \cdot h) = 2585,628 m^3 / h$$

### 3.3.7 Συντελεστές Σκίασης Δομικών Στοιχείων Κτιρίου

Τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων άλλα και στοιχεία του ίδιου του κτιρίου όπως προβόλους και πλευρικά στοιχεία. Αυτό επιδρά στα φορτία για θέρμανση και ψύξη λόγω μείωσης ακτινοβολίας, η οποία εκφράζεται με τους συντελεστές σκίασης.

#### Συντελεστές σκίασης λόγω ορίζοντα

Η βόρεια πρόσοψη του κτιρίου σκιάζεται από την παλιά πτέρυγα σύμφωνα με το σχήμα 3.20.



Σχήμα 3.20 : Γωνίες σκίασης ορίζοντα ανά επίπεδο

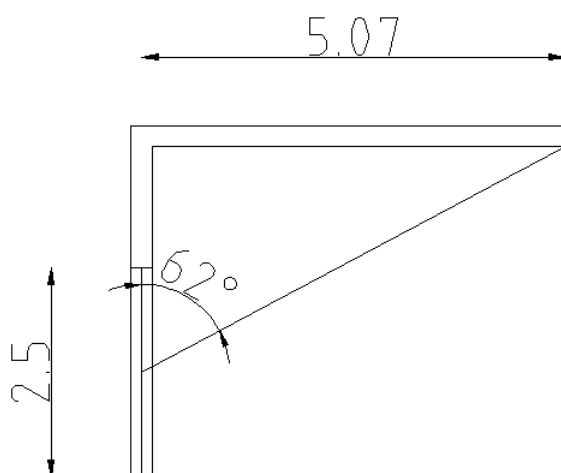
Στον πίνακα 3.46 δίνονται οι γωνίες σκίασης από ορίζοντα και οι αντίστοιχες τιμές των συντελεστών σκίασμού από ορίζοντα για την περίοδο θέρμανσης και την περίοδο ψύξης.

**Πίνακας 3.46 :** Γωνίες σκίασης ορίζοντα και συντελεστής σκίασης ορίζοντα για περίοδο θέρμανσης και ψύξης ανά επίπεδο

Όροφος	Γωνία α	$F_{hor heating}$	$F_{hor cooling}$
Επίπεδο 0	Σε επαφή με το έδαφος		
Επίπεδο 1-Ζώνη 1	44°	1	0,85
Επίπεδο 2- Ζώνη 1	30°	1	0,86
Επίπεδο 3- Ζώνη 1	13°	1	0,908
Επίπεδο 4- ΜΘΧ	Δεν υπάρχει σκίαση από ορίζοντα		
Επίπεδο 5-ΜΘΧ	Δεν υπάρχει σκίαση από ορίζοντα		

#### Συντελεστές σκίασης οριζόντιων σκιάστρων

Στο σχήμα 3.21 δίνεται μια περίπτωση υπολογισμού της γωνίας σκίασης ( $\beta$ ) από οριζόντιο σκίαστρο και στον πίνακα 3.47 οι συντελεστές σκίασης από οριζόντια σκιάστρα  $F_{on}$ , για τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης για ένα ανατολικό άνοιγμα στο επίπεδο 2.



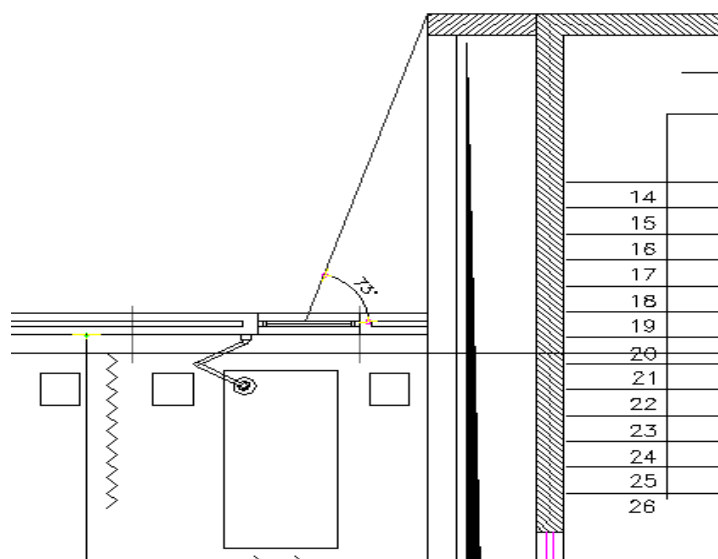
**Σχήμα 3.21 :** Γωνίες σκίασης οριζόντιων σκιάστρων (προβόλων)

**Πίνακας 3.47 :** Γωνία προβόλου και συντελεστές σκίασης προβόλου

	Γωνία $\beta$	$F_{ov}$
Περίοδο θέρμανσης	62°	0,52126
Περίοδο ψύξης		0,4452

### Συντελεστές σκίασης πλευρικών σκιάστρων

Στο σχήμα 3.22 δίνεται μια περίπτωση υπολογισμού της αριστερής γωνίας σκίασης ( $\gamma$ ) από οριζόντια και στον πίνακα 3.48 οι συντελεστές σκίασης από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  για τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης.



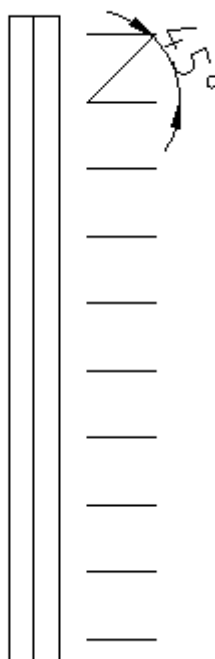
**Σχήμα 3.22:** Γωνία σκίασης βόρειου ανοίγματος από πλευρική προεξοχή

**Πίνακας 3.48 :** Γωνία και συντελεστές σκίασης βόρειου ανοίγματος

	Γωνία $\gamma$ αριστερή	$F_{fin}$
Περίοδο θέρμανσης	73°	1
Περίοδο ψύξης		0,92

### Συντελεστές σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων

Στα επίπεδα 0 και 1 παρατηρήθηκε η ύπαρξη μόνιμων εξωτερικών περσίδων σε αρκετά ανοίγματα. Στο σχήμα δίνεται μια περίπτωση υπολογισμού της γωνίας από οριζόντιες περσίδες ( $\delta$ ) και στον πίνακα 3.49 οι συντελεστές σκίασης από οριζόντιες περσίδες  $F_{sh}$  για τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης.



**Σχήμα3.23:** Γωνία σκίασης βόρειου ανοίγματος από εξωτερικές περσίδες

**Πίνακας 3.49 :** Γωνία και συντελεστές σκίασης από οριζόντιες περσίδες βόρειου ανοίγματος

	Γωνία $\delta$	$F_{sh}$
Περίοδο θέρμανσης	45°	0,5
Περίοδο ψύξης		0,49

### 3.3.8 Δεδομένα Διαφανών Επιφανειών Κτιρίου και συντελεστές σκίασης

Στους πίνακες 3.50, 3.51, 3.52, 3.53 δίνονται όλα τα δεδομένα για τα κουφώματα του κτιρίου ανά επίπεδο.

**Πίνακας 3.50 : Διαφανείς Επιφάνειες 0<sup>ου</sup> επιπέδου**

κούφωμα	γ	A	U	ποσοστο πλαισι	Fhor_heating	Fhor_cooling	Fov_heating	Fov_cooling	Ffin_heating	Ffin_cooling	Fsh_heating	Fsh_cooling
N9 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.496672	0.388752	0,743306	0,865712	0.46	0.36
N10 επ0	180	3.75	3.3	0.3517	1	1	0.60894	0.44596	0,906836	0,912674	0.46	0.36
N11 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.496672	0.388752	0,923496	0,923496	0.46	0.36
N12 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.496672	0.388752	0,923496	0,923496	0.46	0.36
N16 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.682032	0.51254	0.962	0.962	0.46	0.36
N17 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.682032	0.51254	0.96	0.96	0.46	0.36
N18 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.682032	0.51254	0.95	0.95	0.46	0.36
N19 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.682032	0.51254	0.938	0.942	0.46	0.36
N20 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.682032	0.51254	0.866	0.898	0.46	0.36
N21 επ0	180	0.81	3.315	0.3864	1	1	0.682032	0.51254	0.785	0.87	0.46	0.36
σε επαφή με Μ.Θ.Χ.												
B4 επ0	0	0.81	3.315	0.3864	0	0	0	0	0	0		
B5 επ0	0	0.81	3.315	0.3864	0	0	0	0	0	0		
B6 επ0	0	2.75	6	πόρτα	0	0	0	0	0	0		
B7 επ0	0	0.81	3.315	0.3864	0	0	0	0	0	0		
B8 επ0	0	0.81	3.315	0.3864	0	0	0	0	0	0		
B9 επ0	0	0.81	3.315	0.3864	0	0	0	0	0	0		
B10 επ0	0	1.935	6	πόρτα	0	0	0	0	0	0		
A1 επ0	90	3.5	6	πόρτα	0	0	0	0	0	0		
A2 επ0	90	2.58	6	πόρτα	0	0	0	0	0	0		
A3 επ0	90	3.75	6	πόρτα	0	0	0	0	0	0		
Δ1 επ0	270	1.935	6	πόρτα	0	0	0	0	0	0		
N22 επ0	180	1.935	6	πόρτα	0	0	0	0	0	0		
N23 επ0	180	3.75	6	πόρτα	0	0	0	0	0	0		

Πίνακας 3.51 : Διαφανείς Επιφάνειες 1<sup>ου</sup> επιπέδου

κούφωμα	γ	A	U	Fhor_heating	Fhor_cooling	Fov_heating	Fov_cooling	Ffin_heating	Ffin_cooling	Fsh_heating	Fsh_cooling
N1 επ1	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1	1	1
N2 επ1	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1	1	1
N3 επ1	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1	1	1
N4 επ1	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1	1	1
N5 επ1	180	3,74	3.258	1	1	1	1	1	1	1	1
N6 επ1	180	3,74	3.258	1	1	1	1	1	1	1	1
N7 επ1	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1	1	1
N8 επ1	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1	1	1
N9 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N10 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N11 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N12 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N13 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N14 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N15 επ1	180	3,74	3.258	1	1	1	1	1	1	1	1
N16 επ1	180	3,74	3.258	1	1	1	1	1	1	1	1
N17 επ1	180	3,74	3.258	1	1	1	1	1	1	1	1
N18 επ1	180	3,74	3.258	1	1	1	1	1	1	1	1
N19 επ1	180	3,74	3.258	1	1	1	1	1	1	1	1
N20 επ1	180	3,74	3.406	1	1	1	1	1	1	1	1
N21 επ1	180	3,74	3.406	1	1	1	1	1	1	1	1
N22 επ1	180	3,74	3.406	1	1	1	1	1	1	1	1
N23 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N24 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N25 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
N26 επ1	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
Δ1 επ1	270	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
Δ2 επ1	270	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1	1	1
Δ3 επ1	270	3,75	3.3	1	1	0.5212611	0.445186	1	1	0.48	0.44
B1 επ1	0	3.302	3.326	1	0.85	0.62776	0.67582	1	0.944	0.5	0.49
B2 επ1	0	3.302	3.326	1	0.85741	0.62776	0.67582	1	0.932	0.5	0.49
B3 επ1	0	3.302	3.326	1	0.85741	0.62776	0.67582	1	0.93	0.5	0.49
B4 επ1	0	3.302	3.326	1	0.85741	0.62776	0.67582	1	0.92	0.5	0.49
B5 επ1	0	2,75	6								
B6 επ1	0	0.81	3.315	1	0.85	1	1	1	0.92	0.5	0.49
A1 επ1	90	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1	1	1
A2 επ1	90	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1	1	1
A3 επ1	90	3,75	3.3	1	1	0.5212611	0.445186	1	1	0.48	0.44

Πίνακας 3.52 : Διαφανείς Επιφάνειες 2<sup>ου</sup> επιπέδου

κούφωμα	γ	A	U	ποσοστο πλαισί	Fhor_heatin	Fhor_coolin	Fov_heatin	Fov_coolin	Ffin_heatin	Ffin_coolin
N1 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N2 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N3 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N4 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N5 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N6 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N7 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N8 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N9 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N10 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N11 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N12 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N13 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N14 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N15 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N16 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N17 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N18 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N19 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N20 επ2	180	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	1
N21 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N22 επ2	180	3,74	3.258	0.4623	1	1	1	1	1	1
N23 επ2	180	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	1	1
N24 επ2	180	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	1	1
N25 επ2	180	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	1	1
N26 επ2	180	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	1	1
B1 επ2	0	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	1	0.92
B2 επ2	0	4,42	3.497	0.285	1	1	0.50512	0.55512	1	1
B3 επ2	0	4,42	3.497	0.286	1	1	0.50512	0.55512	1	1
B4 επ2	0	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	1	0.86112
B5 επ2	0	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	1	0.95928
B6 επ2	0	3,74	3.406	0.31465	1	0.87	1	1	1	0.862112
B7 επ2	0	3,74	3.406	0.31465	1	0.87	1	1	1	0.87875
B8 επ2	0	3,74	3.406	0.31465	1	0.87	1	1	1	0.88136
B9 επ2	0	3,74	3.406	0.31465	1	0.87	1	1	1	0.88872
B10 επ2	0	3,74	3.406	0.31465	1	0.87	1	1	1	0.8924
B11 επ2	0	1.2	6.344	0.4203			1	1	1	0.89516
B12 επ2	0	0.81	3.315	0.3864	1	0.85	1	1	1	0.92
B13 επ2	0	1,683	3.402	0.3368	1	0.86464	1	1	1	0.92
B14 επ2	0	1,683	3.402	0.3368	1	0.86464	1	1	1	0.924
Δ2 επ2	270	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	0.696	0.85728
Δ3 επ2	270	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	0.627	0.83002
Δ4 επ2	270	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	0.94
Δ5 επ2	270	1,683	3.25	0.4823	1	1	1	1	1	0.94
Δ6 επ2	270	1,683	3.402	0.3368	0.51982	0.59946	1	1	1	0.94
Δ7 επ2	270	1,683	3.402	0.3368	0.50578	0.5616	1	1	1	0.94
Δ8 επ2	270	3,75	3.3	0.3517	1	1	0.521261	0.4451865	1	0.94
A1 επ2	90	3,75	3.3	0.3517	1	1	0.521261	0.4451865	1	1
A2 επ2	90	1,683	3.25	0.4823	0.50578	0.5616	1	1	1	1
A3 επ2	90	1,683	3.25	0.4823	0.51982	0.59946	1	1	1	1
A4 επ2	90	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	0.627	0.883
A5 επ2	90	1,683	3.402	0.3368	1	1	1	1	0.696	0.912
A6 επ2	90	3,74	3.406	0.31465	1	1	1	1	0.683	0.907



Πίνακας 3.53 : Διαφανείς Επιφάνειες 3<sup>ου</sup> επιπέδου

κούφωμα	$\gamma$	A	U	Fhor_heating	Fhor_cooling	Fov_heating	Fov_cooling	Ffin_heating	Ffin_cooling
N1 επ3	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1
N2 επ3	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1
N3 επ3	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1
N4 επ3	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1
N5 επ3	180	3.74	3.406	1	1	1	1	1	1
N6 επ3	180	3.74	3.406	1	1	1	1	1	1
N7 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N8 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N9 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N10 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N11 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N12 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N13 επ3	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1
N14 επ3	180	1,683	3.402	1	1	1	1	1	1
N15 επ3	180	3.74	3.406	1	1	1	1	1	1
N16 επ3	180	3.74	3.258	1	1	1	1	1	1
N17 επ3	180	3.74	3.258	1	1	1	1	1	1
N18 επ3	180	3.74	3.258	1	1	1	1	1	1
N19 επ3	180	3.74	3.258	1	1	1	1	1	1
N20 επ3	180	3.74	3.258	1	1	1	1	1	1
N21 επ3	180	3.74	3.406	1	1	1	1	1	1
N22 επ3	180	3.74	3.258	1	1	1	1	1	1
N23 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N24 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N25 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
N26 επ3	180	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
A1 επ3	90	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
A2 επ3	90	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
A3 επ3	90	3.75	3.3	1	1	1	1	1	1
A4 επ3	90	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
A5 επ3	90	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
Δ1 επ3	270	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
Δ2 επ3	270	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
Δ3 επ3	270	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
Δ4 επ3	270	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
Δ5 επ3	270	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
Δ6 επ3	270	1,683	3.25	1	1	1	1	1	1
Δ7 επ3	270	3.75	3.3	1	1	1	1	1	1
B1 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.948
B2 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.948
B3 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.944
B4 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.944
B5 επ3	0	1,683	3.402	1	1	1	1	1	0.942
B6 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.94
B7 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.936
B8 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.934
B9 επ3	0	3.74	3.406	1	1	1	1	1	0.929
B10 επ3	0	3.74	3.406	1	1	1	1	1	0.925
B11 επ3	0	3.74	3.406	1	1	1	1	1	0.92
B12 επ3	0	3.74	3.406	1	1	1	1	1	0.92
B13 επ3	0	3.74	3.406	1	1	1	1	1	0.92
B14 επ3	0	3.74	3.406	1	1	1	1	1	0.92
B15 επ3	0	3.74	3.406	1	1	1	1	1	0.92
B16 επ3	0	0.81	3.315	1	1	1	1	1	0.92
B17 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.92
B18 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.92
B19 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.92
B20 επ3	0	1,683	3.25	1	1	1	1	1	0.924

## 4.Υπολογισμοί Παραμέτρων Εγκαταστάσεων Θέρμανσης, Ψύξης, Κλιματισμού, Ύγρανσης, Ζεστού Νερού Χρήσης και Φωτισμού

### Γενικά

Βασικά στοιχεία της εγκατάστασης είναι οι κεντρικοί μηχανολογικοί χώροι που αποτελούν τα σημεία παραγωγής και κεντρικής διανομής ζεστού/ψυχρού νερού και κλιματισμένου αέρα. Οι κεντρικοί μηχανολογικοί χώροι βρίσκονται στο επίπεδο 0 και στο επίπεδο 4. Στο επίπεδο 0 βρίσκονται οι αντλίες ψυχρού και ζεστού νερού, ο χώρος λεβητοστασίου με έναν θερμικό υποσταθμό τηλεθέρμανσης και 2 εφεδρικούς λέβητες για θέρμανση καθώς και οι δύο από τους τρεις χώρους των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων. Επίσης ο χώρος του αντλιοστασίου με μια αντλία σε χρήση και 3 εφεδρικές. Επιπλέον υπάρχουν κεντρικοί μηχανολογικοί χώροι (shaft) για τις κατακόρυφες διαδρομές αεραγωγών και σωληνώσεων. Όλοι οι χώροι του νοσοκομείου κατασκευάζονται με ψευδοροφή ώστε να διευκολύνεται το δίκτυο διανομής αεραγωγών.

Ο υπολογισμός των εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης έγινε για εξωτερικές συνθήκες

Καλοκαίρι: 35°C (θερμοκρασία υγρής σφαίρας  $T_{wb}$ ) και σχετική υγρασία 40%

Χειμώνας : -10°C (θερμοκρασία υγρής σφαίρας  $T_{wb}$ ) και σχετική υγρασία 80%

### 4.1 Θέρμανση

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης η μονάδα παραγωγής αρχικά εξυπηρετούταν από ένα λέβητα θερμικής απόδοσης 700.000 kcal/h (και έναν εφεδρικό). Από το 2004 και οι δύο λέβητες είναι σε εφεδρεία και η θέρμανση εξυπηρετείται από ένα θερμικό υποσταθμό-εναλλάκτη θερμότητας (μέσω του δικτύου τηλεθέρμανσης) με ισχύ 450 Mcal/h (523,35 kW) με βαθμό απόδοσης 0,9, καθώς και ένα εφεδρικό με ισχύ 350 Mcal/h ( 407,05 kW). Η θερμοκρασία προσαγωγής/ επιστροφής είναι 85 °C / 70 °C.

**Πίνακας 4.1 :** Τεχνικά χαρακτηριστικά εναλλάκτη τηλεθέρμανσης [10].

Μοντέλο	Στοιχείο	Θερμική ισχύς	Παροχή [m <sup>3</sup> /h]	Πυκνότητα [kg/m <sup>3</sup> ]	Πτώση Πίεσης [mwg]	Θερμοκρασία εισόδου/εξόδου [°C]
ΚQ450 κύκλωμα θέρμανσης ηλεκτρονικός περιορισμός ροής	Πρωτεύον	450 Mcal/h	9,5	972,2	0,51	115/65
	Δευτερεύον		23	979,5	2,95	60/85

Ο βαθμός απόδοσης εναλλάκτη υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$\varepsilon = \frac{\text{πραγματική μεταφορά θερμότητας}}{\text{μέγιστη δυνατή μεταφορά θερμότητας}} = \frac{q}{q_{max}} \quad (10)$$

Όπου:

$$q = \dot{m}_h c_h (T_{h1} - T_{h2}) \quad \text{ή} \quad q = \dot{m}_c c_c (T_{c1} - T_{c2})$$

$$q_{max} = (\dot{m}c)_{min} (T_{h\text{εισοδου}} - T_{c\text{εισοδου}})$$

Όπου

$\dot{m}_h$ : ροή μάζας του θερμού ρευστού (kg/sec) (πρωτεύον) = παροχή (m<sup>3</sup>/sec) · πυκνότητα (kg/ m<sup>3</sup>)

$\dot{m}_c$  :ροή μάζας του θερμού ρευστού (kg/sec)(δευτερεύον)= παροχή (m<sup>3</sup>/sec) · πυκνότητα (kg/ m<sup>3</sup>)

$c_h, c_c$ : η ειδική θερμοχωρητικότητα του ρευστού (νερού σ αυτή την περίπτωση) = 4,2 kJ/kg°C

$T_{h1}$  : θερμοκρασία εισόδου του θερμού ρευστού (πρωτεύον) = 115 °C

$T_{h2}$ : θερμοκρασία εισόδου του θερμού ρευστού (πρωτεύον) = 65 °C

$T_{c1}$  : θερμοκρασία εξόδου του ψυχρού ρευστού (δευτερεύον) = 85 °C

$T_{c2}$ : θερμοκρασία εισόδου του ψυχρού ρευστού (δευτερεύον)= 60 °C

$(\dot{m}_{cmin})$ : το μικρότερο γινόμενο παροχής μάζας επί τη θερμοχωρητικότητα του ρευστού

$T_{h\text{εισοδου}}$ :θερμοκρασία εισόδου του θερμότερου ρευστού (πρωτεύον)

$T_{c\text{εισοδου}}$ : θερμοκρασία εισόδου του ψυχρότερου ρευστού (δευτερεύον)

$$\text{Άρα } \varepsilon = \frac{2,565 \frac{kg}{sec} 4,2 \frac{kJ}{kg \circ C} (115-65) \circ C}{2,565 \frac{kg}{sec} 4,2 \frac{kJ}{kg \circ C} (115-60) \circ C} = 0,9$$

Επειδή το κτήριο βρίσκεται στη κλιματική ζώνη Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από 15 Οκτωβρίου – 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από 1 Ιουνίου – 31 Αυγούστου [4].

Οι σωληνώσεις ζεστού νερού διαθέτουν θερμομόνωση από προκατασκευασμένα τεμάχια μονωτικού υλικού μορφής εύκαμπτου σωλήνα από αφρώδες πλαστικό πολυμερές υλικό κλειστής κυψελοειδούς δομής με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας μονωτικού υλικού  $\lambda = 0,03$  [W/m<sup>2</sup>K] σε 0 °C κατάλληλο για θερμοκρασίες 40-105 °C για την αποφυγή απωλειών θερμότητας με μόνωση τουλάχιστον ίση με αυτή του κτηρίου αναφοράς. Ειδικά για διελεύσεις μέσα από μη θερμαινόμενους χώρους η μόνωση καλύπτεται επιπλέον από γαλβανισμένη λαμαρίνα η αλουμίνιο πάχους 0,6 mm. Θεωρήθηκε μόνωση όση με αυτή του κτηρίου αναφοράς και διέλευση από εσωτερικούς χώρους η μέχρι 20% από εξωτερικούς χώρους. Από τον πίνακα 4.11 της οδηγίας [4] προκύπτει το ποσοστό των θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής θέρμανσης στον πίνακα 4.2.

**Πίνακας 4.2 :** Σταθμισμένη ισχύς, συνολικό ποσοστό θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής θέρμανσης και συνολικός βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής για υψηλές θερμοκρασίες θερμικού μέσου (90 -70) °C ανά ζώνη.

	<b>Ισχύς συστήματος [kW]</b>	<b>Μόνωση κτηρίου αναφοράς [%]</b>	<b>Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής</b>
Ζώνη 1	462,11	2	0,98
Ζώνη 2	21,876	5,5	0,945
Ζώνη 3	39,146	5,5	0,945

Η μόνωση των αεραγωγών των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων αποτελείται από πάπλωμα υαλοβάμβακα πάχους 25 mm πυκνότητας 16 kg/m<sup>3</sup> για θερμοκρασία 2-230 °C. Το πάπλωμα υαλοβάμβακα καλύπτεται εξωτερικά από στεγανοποιημένο μανδύα από φύλλο αλουμινίου πλάτους 10 cm. Οι αεραγωγοί προσαγωγής στα μηχανοστάσια μονώνονται με πάπλωμα υαλοβάμβακα 3 cm και πυκνότητας 18 kg/m<sup>3</sup> και επιπλέον με διπλή στρώση λινάτσας εμποτισμένης σε ακρυλικό υλικό φλίνκοτ. Σύμφωνα με την οδηγία [4], οι απώλειες των αεραγωγών των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων είναι σχετικά

χαμηλές λόγω της μικρής θερμοκρασιακής διαφοράς και δε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης.

Οι τερματικές μονάδες του νοσοκομείου αποτελούνται από θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil) και στόμια προσαγωγής κλιματιστικών κεντρικών μονάδων.

Τα θερμαντικά σώματα είναι τύπου πάνελ και κατασκευάζονται από 70x11x1,25 mm ορθογωνικές ή οριζόντιες εκτεθειμένες χαλύβδινες σωληνώσεις συγκολλημένες συνεχώς μεταξύ τους και με οριζόντιες σωληνώσεις στα άκρα. Κάθε θερμαντικό σώμα συνδέεται στη διακλάδωση της σωλήνωσης μέσω δύο βαλβίδων (τροφοδοσίας και επιστροφής). Όλες οι βαλβίδες τροφοδοσίας και επιστροφής είναι χειροκίνητες. Οι ρυθμιστικές βαλβίδες προσαγωγής και επιστροφής είναι διαμέτρου Φ ½” και διπλή ρύθμιση.

**Πίνακας 4.3 :** Θερμαντικά σώματα ανά ζώνη

	<b>1 Νοσοκομείο Κλινική</b>	<b>2 Αίθουσα Ασθενών</b>	<b>3 Χειρουργεία</b>
Επίπεδο 0	9	0	0
Επίπεδο 1	6	0	0
Επίπεδο 2	15	0	0
Επίπεδο 3	16	0	0
<b>Σύνολο</b>	46	0	0

Οι μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου που χρησιμοποιούνται είναι κατακόρυφες με κέλυφος. Λειτουργούν σαν θερμαντικά με ζεστό νερό θέρμανσης και σαν ψυκτικά με κρύο νερό από τους ψύκτες. Το στοιχείο είναι κατασκευασμένο από χάλκινους σωλήνες με πτερύγια από αλουμίνιο.

**Πίνακας 4.4 :** Στοιχεία ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil unit) ανά ζώνη

	<b>1 Νοσοκομείο Κλινική</b>	<b>2 Αίθουσα Ασθενών</b>	<b>3 Χειρουργεία</b>
Επίπεδο 0	7	0	1
Επίπεδο 1	0	0	0
Επίπεδο 2	43	2	0
Επίπεδο 3	22	2	0
<b>Σύνολο</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες χρησιμοποιούνται τόσο για θέρμανση όσο για ψύξη. Η προσαγωγή κλιματιζόμενου αέρα γίνεται μέσω των στομιών προσαγωγής σε κάθε χώρο (δωμάτιο). Είναι στόμια οροφής τετραγωνικά ή ορθογωνικά. Τα χειρουργεία έχουν ειδικά στόμια με απόλυτο φίλτρο. Όλα τα στόμια φέρουν διάφραγμα ρύθμισης της ποσότητας του αέρα σχήματος τετραγωνικού με φύλλα κινούμενα αντίθετα ανά δύο και περσιδωτή σχάρα ισοκατανομής του αέρα σ όλη την επιφάνεια του στομίου.

**Πίνακας 4.5 :** Στόμια κλιματισμού ανά ζώνη

	<b>1 Νοσοκομείο Κλινική</b>	<b>2 Αίθουσα Ασθενών</b>	<b>3 Χειρουργεία</b>
Επίπεδο 0	33	0	2
Επίπεδο 1	77	0	22
Επίπεδο 2	62	2	3
Επίπεδο 3	58	11	9
<b>Σύνολο</b>	<b>230</b>	<b>13</b>	<b>36</b>

Ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων είναι σταθμισμένος λόγω των διαφορετικών τύπων. Χρησιμοποιήθηκε η σχέση της οδηγίας [4]

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}} \quad (11)$$

Όπου:

$f_{rad}$ : παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων ανάλογα με το ύψος των χώρων που θερμαίνονται, στην περίπτωση μας το ύψος ορόφου είναι 4,5 m και ο παράγοντας 0,95.

$f_{im}$ : παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας σαν έννοια ρύθμισης της θερμοκρασίας ανά χώρο κτηρίου. (1 για θερμαντικά σώματα και 0,97 για fan coil units).

$f_{hydr}$ : παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων το οποίο λόγω υδραυλικά εξισορροπημένου συστήματος είναι 1.

Η απόδοση εκπομπής  $n_{em}$  υπολογίζεται από τον πίνακα 4.12 της οδηγίας [4]. Ο σταθμισμένος βαθμός απόδοσης εκπομπής προκύπτει από το γινόμενο του αριθμού των τερματικών μονάδων επί τον βαθμό απόδοσης εκπομπής κάθε τύπου τερματικής μονάδας.

**Πίνακας 4.6** : Απόδοση εκπομπής ανά τερματική μονάδα και σταθμισμένος βαθμός απόδοσης εκπομπής ανά ζώνη

Θερμικές Ζώνες	Απόδοση εκπομπής $n_{em}$ Θ/Σ	Απόδοση εκπομπής $n_{em}$ Fancoil	Απόδοση εκπομπής $n_{em}$ Στομίων ΚΚΜ	Σταθμισμένος βαθμός απόδοσης εκπομπής
1 Νοσοκομείο Κλινική	0,894	0,876	0,85	0,861
2 Αίθουσα Ασθενών	0,894	0,876	0,85	0,856
3 Χειρουργεία	0,894	0,876	0,85	0,85

Τα βοηθητικά συστήματα θέρμανσης που υπάρχουν στο δίκτυο είναι :

- μια κύρια φυγοκεντρική αντλία Drakos Polemis IL-N 40.200 (1 εφεδρική) 5,5 kW, 2900 rpm, παροχή 63 m<sup>3</sup>/h, και μανομετρικό 14m [19]

μετά τον συλλέκτη προσαγωγής υπάρχουν τα εξής βοηθητικά συστήματα για κάθε κλάδο :

- κυκλοφορητής Wilo Top-S160 W (κλάδος θερμαντικών σωμάτων) [18]
- φυγοκεντρική αντλία Drakos Polemis IL-N 40.125 2,2 kW, 2869 rpm, παροχή 20 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό 22 m (κλάδος κύριου θερμαντικού στοιχείου κεντρικών κλιματιστικών μονάδων) [19]

- φυγοκεντρική αντλία Drakos Polemis IL-N 40.125 1,5kW, 2440rpm, παροχή 16 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό 16m (κλάδος αναθερμαντικών στοιχείων) [19]
- φυγοκεντρική αντλία Drakos Polemis IL-N 40.160 3kW, 2869 rpm, παροχή 32m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό 16m (κλάδος ανεμιστήρα-στοιχείου fan coil) [19]

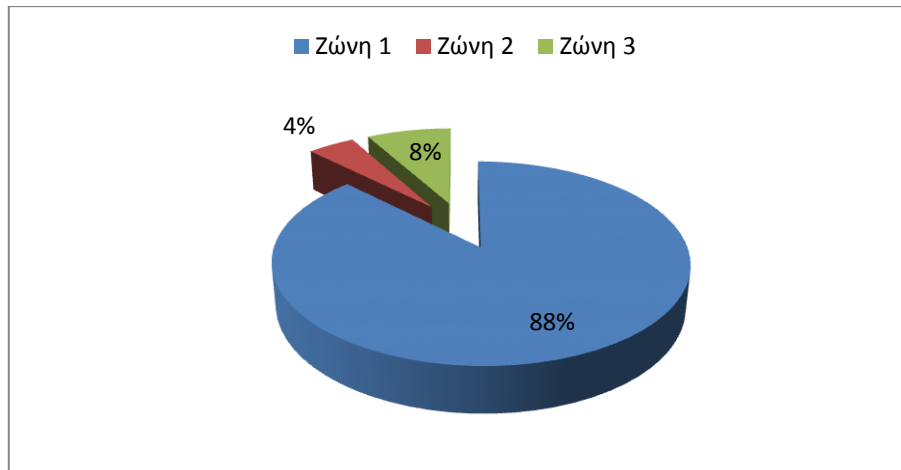
Χρησιμοποιείται ένας σταθμισμένος όρος για κάθε βοηθητική μονάδα. Επίσης για τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες υπάρχουν ηλεκτροβάνες τύπου Satchwell AVUE 3304 5,5 W, 24V, 50-60 Hz, 3 για κάθε κλιματιστική και 1 επιπλέον για κάθε αναθερμαντικό στοιχείο κλιματιστικής. Ανάλογα με τη ζώνη και τα κλιματιστικά που χρησιμοποιούνται υπολογίστηκε ο σταθμισμένος παράγοντας όσον αφορά την ισχύ και τον αριθμό ηλεκτροβανών [26].

Για τη ζώνη 1 χρησιμοποιούνται και οι 13 ΚΚΜ άρα 62 ηλεκτροβάνες. Για τη ζώνη 2 χρησιμοποιούνται οι ΚΚΜ 9, 11, 12, 13 άρα 20 ηλεκτροβάνες. Για τη ζώνη 3 χρησιμοποιούνται οι ΚΚΜ 1, 3, 4, 8, 11 άρα 27 ηλεκτροβάνες

**Πίνακας 4.7 :** Σταθμισμένος όρος [kW] για κάθε βοηθητική μονάδα ανά ζώνη

	<b>1 Νοσοκομείο Κλινική</b>	<b>2 Αίθουσα Ασθενών</b>	<b>3 Χειρουργεία</b>
κύρια αντλία IL-N 40.200 (5,5 kW)	4,856	0,229	0,411
Αντλία IL-N 40.125 (2,2 kW)	1,942	0,09	0,164
Αντλία IL-N 40.125 (1,5 kW)	1,324	0,062	0,112
Αντλία IL-N 40.160 (3 kW)	2,649	0,125	0,224
Wilo (0,16 kW)	0,141	0,006	0,012
Ηλεκτροβάνα Satchwell (0,0055 kW)	0,331	0,0469	0,0723
<b>Σύνολο</b>	<b>11,243</b>	<b>0,5589</b>	<b>0,9953</b>





Σχήμα 4.1 : Ισχύς για σύστημα θέρμανσης ανά ζώνη

## 4.2 Ψύξη

Στο νοσοκομείο χρησιμοποιούνται δύο ψύκτες **Carrier 30GX- 112** (1 εφεδρικός). Είναι ηλεκτρικοί, διβάθμιοι, αερόψυκτου τύπου με δύο συμπιεστές δίδυμοι έλικα (twin-screw) ο καθένας. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στο πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8 :Τεχνικά χαρακτηριστικά ψύκτη Carrier 30GX- 112 [20].

Μοντέλο	Ψυκτική απόδοση [kW]	Καταναλισκόμενη Ισχύς [kW]	EER	Τύπος ψυκτικού	Παροχή αέρα [lt/sec]	Παροχή νερού [lt/sec]
Carrier30GX-112	384	128	3	HFC-134a	31660	6,9 – 27,5

Οι θερμοκρασίες εισόδου/εξόδου για τον εξατμιστή είναι [6,8-21 ]°C/[4 – 15] °C ενώ οι θερμοκρασίες εισόδου/εξόδου για τον συμπυκνωτή είναι [20 - 42 ]°C/ [25 – 45] °C [20].

Οι σωληνώσεις ψυχρού νερού έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτά των σωληνών θερμού νερού, το ποσοστό απωλειών του δικτύου διανομής ψύξης υπολογίστηκε με βάση τον πίνακα 4.11 της οδηγίας [4] για θερμοκρασίες ψυκτικού μέσου (7 -12) 0C και ισχύ συστήματος μεγαλύτερη των 400 kW και παρουσιάζεται στον πίνακα 4.9.

**Πίνακας 4.9** : Επιμερισμένη ισχύς, συνολικό ποσοστό απωλειών του δικτύου διανομής ψύξης και συνολικός βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής για θερμοκρασίες ψυκτικού μέσου (7 -12) °C και σταθμισμένος βαθμός απόδοσης για κάθε ζώνη.

	<b>Ισχύς συστήματος [kW]</b>	<b>Μόνωση κτηρίου αναφοράς [%]</b>	<b>Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής</b>
Ζώνη 1	338,3	1,2	0,988
Ζώνη 2	16,36	0,2	0,998
Ζώνη 3	29,3	0,2	0,998

Οι τερματικές μονάδες που χρησιμοποιούνται για τη ψύξη είναι οι ίδιες μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil units) και τα στόμια προσαγωγής των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων που παρουσιάζονται στους πίνακες 4.4 και 4.5.

Ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων είναι σταθμισμένος λόγω των διαφορετικών τύπων. Χρησιμοποιήθηκε η σχέση της οδηγίας [4]

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im}f_{hydr}} \quad (12)$$

Όπου:

$f_{im}$ : παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας σαν έννοια ρύθμισης της θερμοκρασίας ανά χώρο κτηρίου. (0,97 για fan coil units).

$f_{hydr}$ : παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων το οποίο λόγω υδραυλικά εξισορροπημένου συστήματος είναι 1.

Η απόδοση εκπομπής  $n_{em}$  υπολογίζεται από τον πίνακα 4.14 της οδηγίας [4]. Ο σταθμισμένος βαθμός απόδοσης εκπομπής προκύπτει από το γινόμενο του αριθμού των τερματικών μονάδων επί τον βαθμό απόδοσης εκπομπής κάθε τύπου τερματικής μονάδας.

**Πίνακας 4.10 :** Απόδοση εκπομπής ανά τερματική μονάδα και σταθμισμένος βαθμός απόδοσης εκπομπής ανά ζώνη

Θερμικές Ζώνες	Απόδοση εκπομπής $\eta_{em}$ Fancoil	Απόδοση εκπομπής $\eta_{em}$ Στομίων ΚΚΜ	Σταθμισμένος βαθμός απόδοσης εκπομπής
1 Νοσοκομείο Κλινική	0,958	0,93	0,936
2 Αίθουσα Ασθενών	0,958	0,93	0,936
3 Χειρουργεία	0,958	0,93	0,93

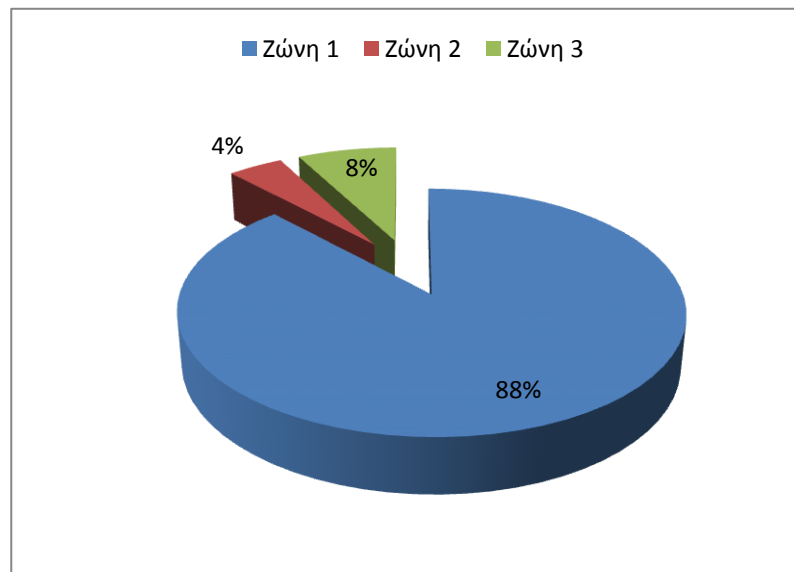
Τα βοηθητικά συστήματα ψύξης που υπάρχουν στο δίκτυο είναι :

- μια κύρια φυγοκεντρική αντλία επιστροφής Drakos Polemis IL-N 100.250 (1 εφεδρική) 5,5 kW, 1450rpm, παροχή 80m<sup>3</sup>/h, και μανομετρικό 14m [19]  
μετά τον συλλέκτη προσαγωγής υπάρχουν τα εξής βοηθητικά συστήματα για κάθε κλάδο :
- φυγοκεντρική αντλία Drakos Polemis IL-N80.200 2,2 kW, 1450rpm, παροχή 50 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό 10m (κλάδος ανεμιστήρα-στοιχείου fan coil) [19]
- φυγοκεντρική αντλία Drakos Polemis IL-N125.250 15 kW, 1457rpm, παροχή 150m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό 22m (κλάδος κύριων στοιχείων ΚΚΜ) [19]

Χρησιμοποιείται ένας σταθμισμένος όρος για κάθε βοηθητική μονάδα.

**Πίνακας 4.11 :** Σταθμισμένος όρος [kW] για κάθε βοηθητική μονάδα ανά ζώνη

	1 Νοσοκομείο Κλινική	2 Αίθουσα Ασθενών	3 Χειρουργεία
κύρια αντλία IL-N 100.250 (5,5 kW)	4,845	0,234	0,419
Αντλία IL-N80.200 (2,2 kW)	1,938	0,093	0,167
Αντλία IL-N125.250 (15 kW)	13,215	0,639	1,144
<b>Σύνολο</b>	19,998	0,967	1,732



**Σχήμα 4.2 :** Ισχύς για σύστημα ψύξης ανά ζώνη

### 4.3 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία του αέρα θέρμανσης/ ψύξης είναι απλού αγωγού, μεταβαλλόμενης παροχής αέρα με προθέρμανση, επίσης διαθέτουν πλακοειδής εναλλάκτες αέρα-αέρα για ανάκτηση θερμότητας, στοιχεία αναθέρμανσης, σύστημα ύγρυνσης και λειτουργούν σε σύστημα 4 σωλήνων. Στο πίνακα 4.12 καταγράφονται οι μονάδες του νοσοκομείου με τις τυπικές τιμές ψυκτικού και θερμαντικού φορτίου ενώ στο πίνακα 4.13 η προσαγωγή και απαγωγή, η ισχύς των κινητήρων και τα ποσοστά νωπού αέρα για χειμώνα και καλοκαίρι από την επιθεώρηση στα μηχανοστάσια.

**Πίνακας 4.12 :** Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες νοσοκομείου και θερμαντικό/ψυκτικό φορτίο

		<b>Επίπεδο</b>	<b>Θερμαντική ισχύς [kW]</b>	<b>Προθερμαντικό φορτίο [kW]</b>	<b>Ψυκτική ισχύς [kW]</b>
ΚΚΜ1	Νεκροτομείο	0	18,026	5,312	15,235
ΚΚΜ2	Κεντρική Αποστείρωση	0	49,02	18,212	54,544
ΚΚΜ3	Άσηπτα Χειρουργεία	1	35,936	21,787	87,573
ΚΚΜ4	Άσηπτα Χειρουργεία	1	36,5	22,158	89,1
ΚΚΜ5	Βοηθ. χώρος Χειρουργεία - Ανάνηψη	1	46,7	28,398	114,2
ΚΚΜ6	Σηπτικό Χειρουργείο - Ενδοσκόπηση	1	27,795	16,86	67,8
ΚΚΜ7	Γραφειακοί Χώροι	1	16,7	10,118	28,9
ΚΚΜ8	Χειρουργείο Επείγοντων	2	14,34	8,769	34,715
ΚΚΜ9	Μονάδα Πρόωρων Βρεφών	3	17,7	10,792	41,63
ΚΚΜ10	Μονάδα Εντατικής Θεραπείας	3	24,597	14,839	57,219
ΚΚΜ11	Μαιευτήριο	3	35	21,416	82,514
ΚΚΜ12	Ακτινοδιαγνωστικό Αξονικός	2, 3	72,01	21,573	69,71
ΚΚΜ13	Χώροι Εντατικής Θεραπείας	2, 3	62,01	18,06	56,638

**Πίνακας 4.13:** Τυπικές τιμές (παροχής) προσαγωγής- απαγωγής, ισχύς κινητήρων προσαγωγής- απαγωγής, ποσοστό νωπού αέρα για περίοδο θέρμανσης και ψύξης.

	Παροχή [m <sup>3</sup> /h]	Απαγωγή [m <sup>3</sup> /h]	Ισχύς κινητήρα προσαγωγής [kW]	Ισχύς κινητήρα επιστροφής [kW]	Νωπός αέρας θέρμανση [%]	Νωπός αέρας ψύξη [%]
KKM1	1575	1540	1,5	0,55	70	70
KKM2	5400	4940	4	1,5	70	70
KKM3	6460	5560	5,5	1,5	70	100
KKM4	6570	5690	5,5	1,5	70	100
KKM5	8420	7805	5,5	3	70	100
KKM6	5000	4350	5,5	1,5	70	100
KKM7	3000	2780	2,2	1,1	70	100
KKM8	2600	2295	2,2	0,55	70	100
KKM9	3200	2915	3	1,1	70	100
KKM10	4400	3940	4	1,1	70	100
KKM11	6350	5580	5,5	1,5	70	70
KKM12	6500	6055	5,5	2,2	70	70
KKM13	5355	4995	4	2,2	70	70

Σύμφωνα με την οδηγία [4] ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας κλιματιστικής μονάδας σε περίπτωση ανάκτησης θερμότητας με ποσοστό νωπού αέρα 100% είναι 50% (ίδιος με το κτήριο αναφοράς). Σε περίπτωση ανάκτησης θερμότητας με μερική ανακυκλοφορία αέρα τότε χρησιμοποιείται ο λειτουργικός συντελεστής ανάκτησης θερμότητας:

$$n_{he\_total} = R + n_{he}(1 - R) \quad (13)$$

Όπου:

**R** :ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα απαγωγής

**n<sub>he</sub>**: βαθμός απόδοσης εναλλάκτη (50%)

Οι απαιτήσεις σε νωπό αέρα ανά ζώνη όταν μια κλιματιστική μονάδα εξυπηρετεί περισσότερες από μία ζώνη γίνεται με επιμερισμό της. Στη ζώνη 1 οι μονάδες που χρησιμοποιούνται είναι όλες (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) στη ζώνη 2 είναι (9, 11, 12, 13) και στη ζώνη 3 (1, 3, 4, 8, 11). Η τιμή παροχής είναι ίδια τόσο για τη περίοδο θέρμανσης όσο και για τη περίοδο ψύξης.

Η ειδική ηλεκτρικής ισχύς των κινητήρων προσαγωγής-επιστροφής υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_{vent} = \frac{P_{προσαγ} * 3600}{Q_{προσαγ}} + \frac{P_{απαγωγ} * 3600}{Q_{απαγωγ}} \quad (14)$$

Όπου:

$P_{προσαγ}$ : Ισχύς κινητήρα προσαγωγής [kW]

$Q_{προσαγ}$ : Παροχή αέρα [m<sup>3</sup>/h]

$P_{απαγωγ}$ : Ισχύς κινητήρα απαγωγής [kW]

$Q_{απαγωγ}$ : Απαγωγή αέρα [m<sup>3</sup>/h]

Η συνολική απαιτούμενη παροχή ανά ζώνη σύμφωνα με τον πίνακα 2.3 της οδηγίας [4] προκύπτει.

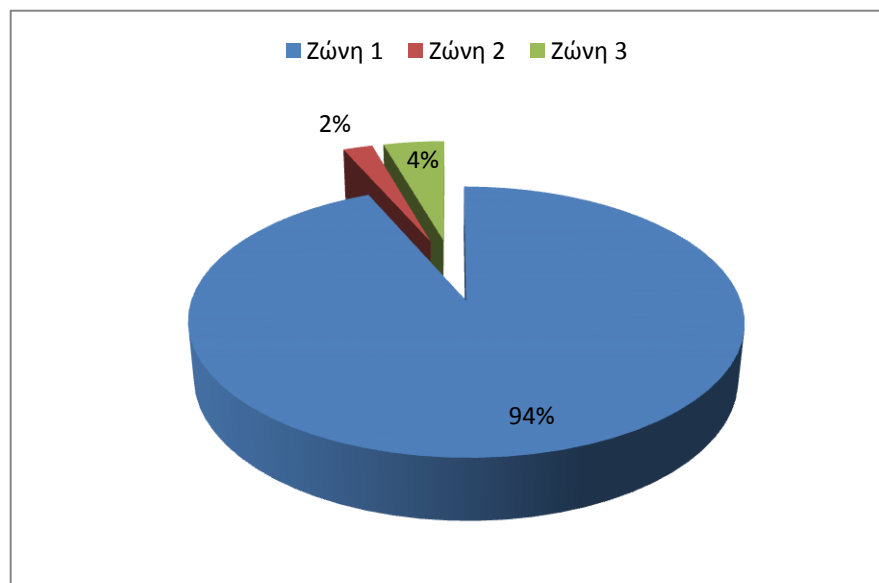
**Πίνακας 4.14** : Συνολικός απαιτούμενος νωπός αέρας ανά ζώνη

Θερμικές Ζώνες	Συνολικός Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h]
Ζώνη 1	39987,88
Ζώνη 2	1014,14
Ζώνη 3	9898,5

Η συνολική παροχή για τη ζώνη 1 είναι 62065,2 m<sup>3</sup>/h ποσό μεγαλύτερο του απαιτούμενου νωπού αέρα ανά ζώνη, έτσι εφαρμόζεται μειωτικός συντελεστής για 0,644 ώστε το σύνολο του νωπού αέρα να είναι 39987,88 m<sup>3</sup>/h. Η συνολική παροχή για τη ζώνη 2 είναι 947,98 m<sup>3</sup>/h ποσό μικρότερο του απαιτούμενου νωπού αέρα ανά ζώνη, έτσι προστίθεται μία ακόμη μονάδα (χωρίς ανακυκλοφορία και ανάκτηση θερμότητας/ψύξης) για την κάλυψη της υπόλοιπης παροχής των 66,16 m<sup>3</sup>/h ώστε το σύνολο του νωπού αέρα να είναι 1014,14 m<sup>3</sup>/h. Παρόμοια η συνολική παροχή για τη ζώνη 3 είναι 1828,19 m<sup>3</sup>/h ποσό μικρότερο του απαιτούμενου νωπού αέρα ανά ζώνη, έτσι προστίθεται μία

ακόμη μονάδα (χωρίς ανακυκλοφορία και ανάκτηση θερμότητας/ψύξης) για την κάλυψη της υπόλοιπης παροχής των 8070,31 m<sup>3</sup>/h ώστε το σύνολο του νωπού αέρα να είναι 9898,5 m<sup>3</sup>/h. Η σχετική υγρασία που καταχωρείται στη μελέτη αποκλίνει από τις τιμές του πίνακα 2.2 τις οδηγίας [4] για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές της οδηγίας [4] εκτός τον χώρο των χειρουργείων.

Στους πίνακες 4.15, 4.16, 4.17 παρουσιάζονται ανά ζώνη η παροχή επιμερισμένη, το ποσοστό ανακυκλοφορίας, ο συντελεστής ανάκτησης θερμότητας και η συνολική ειδική ηλεκτρική ισχύς των κινητήρων προσαγωγής-επιστροφής κάθε κλιματιστικής.



**Σχήμα 4.3 :** Ισχύς συστήματος μηχανικού αερισμού ανά ζώνη



**Πίνακας 4.15:** Τιμές παροχής, ποσοστό ανακυκλοφορίας, συντελεστής ανάκτησης θερμότητας και συνολικής ειδικής ηλεκτρικής ισχύς των κινητήρων προσαγωγής-επιστροφής για τη ζώνη 1.

	Παροχή [m <sup>3</sup> /h]	Ποσοστό ανακυκλο- φορίας R Θέρμανση/ ψύξη [%]	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας <i>n<sub>he_total</sub></i> Θέρμανση	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας <i>n<sub>he_total</sub></i> ψύξη	Ειδική ηλεκτρική ισχύς των κινητήρων προσαγωγής- επιστροφής [kWsec/m <sup>3</sup> ]	Συντελεστής ανάκτησης υγρασίας Θέρμανση /ψύξη
ΚΚΜ1	935,73	30/30	0,65	0,65	2,82	40/60
ΚΚΜ2	3477,6	30/30	0,65	0,65	2,417	40/60
ΚΚΜ3	3838,23	30/0	0,65	0,5	2,397	50/50
ΚΚΜ4	3903,59	30/0	0,65	0,5	2,353	50/50
ΚΚΜ5	5422,48	30/0	0,65	0,5	2,4	50/50
ΚΚΜ6	3220	30/0	0,65	0,5	3,349	50/50
ΚΚΜ7	1932	30/0	0,65	0,5	2,617	50/60
ΚΚΜ8	1544,8	30/0	0,65	0,5	2,321	50/50
ΚΚΜ9	1968,06	30/0	0,65	0,5	2,91	50/50
ΚΚΜ10	2833,6	30/0	0,65	0,5	2,754	50/50
ΚΚΜ11	3602,76	30/30	0,65	0,65	2,317	50/50
ΚΚΜ12	3997,6	30/30	0,65	0,65	2,677	40/60
ΚΚΜ13	3293,42	30/30	0,65	0,65	2,628	40/60

**Πίνακας 4.16:** Τιμές παροχής ,ποσοστό ανακυκλοφορίας, συντελεστής ανάκτησης θερμότητας και συνολικής ειδικής ηλεκτρικής ισχύς των κινητήρων προσαγωγής-επιστροφής για τη ζώνη 2.

	Παροχή [m <sup>3</sup> /h]	Ποσοστό ανακυκλοφορίας R Θέρμανση/ ψύξη [%]	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας <i>n<sub>he_total</sub></i> Θέρμανση	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας <i>n<sub>he_total</sub></i> ψύξη	Ειδική ηλεκτρική ισχύς των κινητήρων προσαγωγής-επιστροφής [kWsec/m <sup>3</sup> ]	Συντελεστής ανάκτησης υγρασίας Θέρμανση/ψύξη
KKM9	144	30/0	0,65	0,5	0,213	50/50
KKM11	270,51	30/30	0,65	0,65	0,174	50/50
KKM12	292,5	30/30	0,65	0,65	0,196	40/60
KKM13	240,97	30/30	0,65	0,65	0,192	40/60
KKM	66,16	-	-	-	-	-

**Πίνακας 4.17 :** Τιμές παροχής, ποσοστό ανακυκλοφορίας, συντελεστής ανάκτησης θερμότητας και συνολικής ειδικής ηλεκτρικής ισχύς των κινητήρων προσαγωγής-επιστροφής για τη ζώνη 3.

	Παροχή [m <sup>3</sup> /h]	Ποσοστό ανακυκλοφορίας R Θέρμανση/ ψύξη [%]	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας <i>n<sub>he_total</sub></i> θέρμανση	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας <i>n<sub>he_total</sub></i> ψύξη	Ειδική ηλεκτρική ισχύς των κινητήρων προσαγωγής-επιστροφής [kWsec/m <sup>3</sup> ]	Συντελεστής ανάκτησης υγρασίας Θέρμανση/ ψύξη
KKM1	123	30/30	0,65	0,65	0,368	40/60
KKM3	504,52	30/0	0,65	0,5	0,315	50/50
KKM4	513,11	30/0	0,65	0,5	0,309	50/50
KKM8	203,06	30/0	0,65	0,5	0,305	50/50
KKM11	484,5	30/30	0,65	0,65	0,311	50/50
KKM	8070,31	-	-	-	-	-

## 4.4 Σύστημα ύγρυνσης

Για ανάκτηση της υγρασίας χρησιμοποιούνται τοπικές μονάδες ψεκασμού **Condair CP2** με παραγωγή ατμού μέσω ηλεκτροδίων [27]. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά φαίνονται στον πίνακα 4.18. Οι μονάδες ψεκασμού είναι εκτός λειτουργίας.

**Πίνακας 4.18 :** Παροχή ατμού και ισχύς υγραντήρων [27]

	<b>Μοντέλο</b>	<b>Παροχή [kg/h]</b>	<b>Ισχύς Υγραντήρα [kW]</b>
ΚΚΜ1	G9	8,5	6
ΚΚΜ2	G29	29,16	21,87
ΚΚΜ3	G62	62,1	46,6
ΚΚΜ4	G63	63,1	47,375
ΚΚΜ5	G80	80,8	60
ΚΚΜ6	G48	48	36
ΚΚΜ7	G28	28,8	21,6
ΚΚΜ8	G24	24,96	18,72
ΚΚΜ9	G35	35,3	26,52
ΚΚΜ10	G48	48,6	36,45
ΚΚΜ11	G70	70,1	52,625
ΚΚΜ12	G35	35,1	26,375
ΚΚΜ13	G28	28,9	21,675

## 4.5 Ζεστό Νερό Χρήσης

Οι λέβητες ζεστού νερού χρήσης είναι τύπου **ACV Delta Performance 45** με τη κυλινδρική δεξαμενή πρωτεύοντος δικτύου από χάλυβα και τη δεξαμενή δευτερεύοντος δικτύου από ανοξείδωτο χάλυβα (1 εφεδρικός). Τα στοιχεία που καταγράφονται είναι σύμφωνα με το φύλλο συντήρησης λέβητα.

**Πίνακας 4.19 :** Τεχνικά χαρακτηριστικά λέβητα ζεστού νερού χρήσης **ACV Delta Performance 45** [12].

Ονομαστική Ισχύς λέβητα [kW]	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης [%]	Είδος καυσίμου	Θερμοκρασία καυσαερίων [°C]	Θερμική φόρτιση λέβητα [%]	Θερμοκρ. Λέβητα [°C]
41,3	93,5	Πετρέλαιο	27	95	80

Η πραγματική ισχύς του λέβητα και πραγματικός βαθμός απόδοσης είναι  $P_m = 41,3$  kW και  $\eta_{gm} = 0,935$ . Σύμφωνα με την οδηγία [4] η υπολογιζόμενη απαιτούμενη θερμική ισχύς για μονάδες λέβητα και κεντρικό δίκτυο διανομής θερμού νερού (λαμβάνεται προσαύξηση 20%):

$$P_n = 1,2 \frac{Q_d}{5} \quad (15) \quad \text{όπου} \quad Q_d = V_d \frac{c}{3600} \rho \Delta T \quad (16)$$

$Q_d$ : ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο [kWh/ημέρα]

$V_d$  : το ημερήσιο φορτίο [lt/ημέρα]

$\rho$  : πυκνότητα νερού  $\rho = 1$  kg/lt

$c$  : η ειδική θερμότητα  $c = 4,18$  kJ/(kg·K)

$\Delta T$ : η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης [45°C]

Στον πίνακα 4.20 καταγράφεται ο αριθμός του προσωπικού και των κλινών σύμφωνα με τα στατιστικά των τελευταίων δύο ετών από το αρχείο του νοσοκομείου [28] και την τεχνική υπηρεσία. Το νοσηλευτικό προσωπικό και οι κλίνες του χειρουργικού τομέα εκτός από την μαιευτική βρίσκεται στην παλιά πτέρυγα και δε λήφθηκε υπόψη. Επίσης η μονάδα εντατικής θεραπείας δεν χρησιμοποιείται.

**Πίνακας 4.20 :** Αποτύπωση προσωπικού νέας πτέρυγας

Τομέας	Ιατρικό Προσωπικό	Νοσηλευτικό Προσωπικό	Αριθμός Κλινών
Χειρουργικό	8	-	-
Μαιευτικό	6	9	14
ΩΡΛ	2	-	-
Ουρολογικό	3	-	-
Ορθοπαιδικό	5	-	-
Οφθαλμολογικό	3	-	-
Αναισθησιολογικό	3	-	-
Μονάδα Εντατικής Θεραπείας	1		-
Βραχείας Νοσηλείας	-	-	6
Ακτινολογικό	6	3	-
Εφημερεύοντα ιατρικού προσωπικού	-	-	6
<b>Σύνολο</b>	37	12	26
<b>Λοιπές Υπηρεσίες</b>	<b>Προσωπικό</b>		
Κοινωνική Υπηρεσία	3		
<b>Σύνολο</b>	40	12	26

Σύμφωνα με τον πίνακα 2.5 της οδηγίας [29] λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές για νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών η ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης λόγω κλινών (29,2 m<sup>3</sup>/κλίνη έτος) καταγράφεται στον πίνακα 4.21.

**Πίνακας 4.21 :** Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά ημέρα και ετήσια κατανάλωση σύμφωνα με τον αριθμό κλινών.

Αριθμός κλινών	Συνολική κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης ανά ημέρα [l/ημέρα]	Συνολική ετήσια κατανάλωση [m <sup>3</sup> /έτος]
26	2108,88	759,2

Υπολογίζεται η απαιτούμενη θερμική ισχύς σύμφωνα με τη συνολική κατανάλωση της πτέρυγας συμπεριλαμβάνοντας τη μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου από πίνακα 2.6 της οδηγίας [29].

**Πίνακας 4.22 :** Απαιτούμενο ημερήσιο φορτίο [kWh/ημέρα] και θερμική ισχύς [kW] του λέβητα ανά μήνα

	<b>I</b>	<b>Φ</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>A</b>	<b>Σ</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>Δ</b>
<b>Q<sub>d</sub></b>	99,87	97,92	91,8	82	71,726	61,69	55,814	54,59	60,71	71,236	83,721	94
<b>P<sub>n</sub></b>	23,97	23,5	22,032	19,682	17,214	14,8	13,395	13,1	14,57	17,096	20,093	22,56

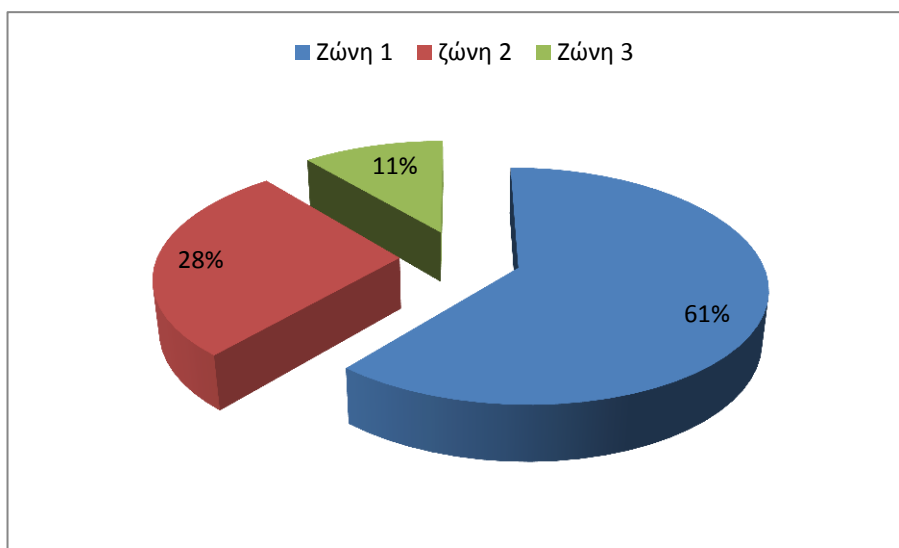
Το δίκτυο διανομής είναι μονοσωλήνιο με ανακυκλοφορία για κάθε μονάδα παραγωγής ZNX. Οι απώλειες του δικτύου διανομής από τον πίνακα 4.16 της οδηγίας [29], λαμβάνεται για κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά ημέρα 2108,88 lt/ημέρα και μόνωση ίση με την μόνωση κτηρίου αναφοράς. Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου είναι ίσος με 0,879.

Τα βοηθητικά συστήματα διανομής είναι ένας κυκλοφορητής Wilo Top-S30/10 ισχύος 390W [18]. Οι τιμές στον πίνακα 4.23 είναι επιμερισμένες.

**Πίνακας 4.23 :** Ισχύς βοηθητικών συστημάτων ZNX [kW] ανά ζώνη

<b>Ζώνη 1</b>	<b>Ζώνη 2</b>	<b>Ζώνη 3</b>
0,238	0,108	0,0433

**Σχήμα 4.4 :** Ισχύς συστήματος παραγωγής ΖΝΧ ανά ζώνη



## 4.6 Φωτισμός

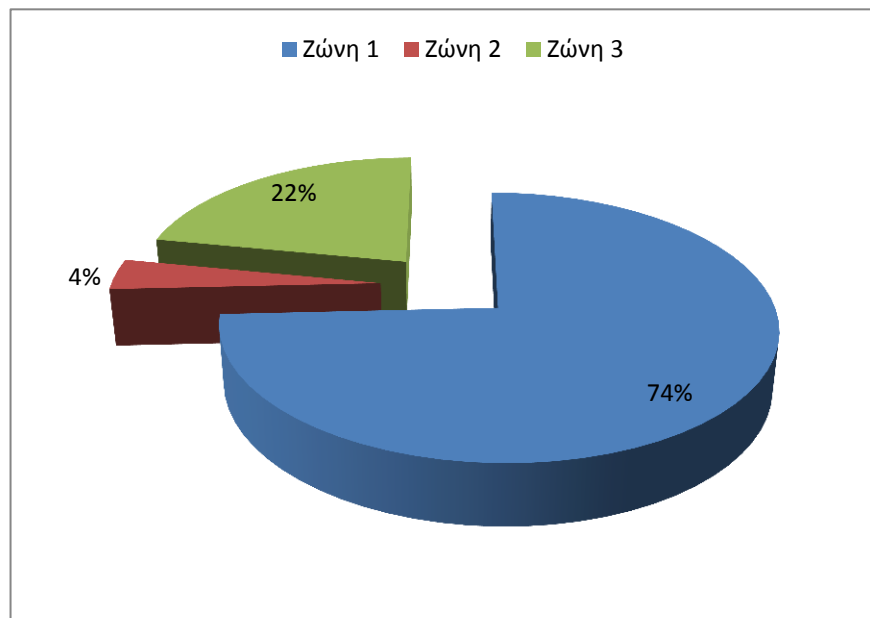
Τα φωτιστικά που χρησιμοποιούνται για φωτισμό είναι γραμμικού φθορισμού T8 με ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο (ballast). Στους πίνακες 16, 17 και 18 του παραρτήματος ΙΙΙ καταγράφεται η εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών ανά επίπεδο και ανά ζώνη. Στον πίνακα 4.24 καταγράφεται η συνολική ισχύς των φωτιστικών ανά επίπεδο και ζώνη.

**Πίνακας 4.24 :** Εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών ανά επίπεδο και ζώνη.

Φωτιστικά	Ζώνη 1		Ζώνη 2		Ζώνη 3	
	Αριθμός	Ισχύς [W]	Αριθμός	Ισχύς [W]	Αριθμός	Ισχύς [W]
<b>Επίπεδο 0</b>	262	4856	-	-	16	288
<b>Επίπεδο 1</b>	672	12656	-	-	224	6992
<b>Επίπεδο 2</b>	689	12490	16	288	26	1108
<b>Επίπεδο 3</b>	344	6248	88	1584	68	2303
<b>Σύνολο</b>	1967	36250	104	1872	334	10691

Τα ποσοστά φυσικού φωτισμού είναι 31,27 % για τη ζώνη 1, 82 % για τη ζώνη 2, 24,1 % για τη ζώνη 3. Το υπόλοιπο ποσοστό κάθε ζώνης δε καλύπτεται από το φυσικό φωτισμό ακόμη και τις ώρες λειτουργίας ημέρας (68,73 % για τη ζώνη 1, 18 % για τη ζώνη 2, 24,1 % 75,9 % για ζώνη 3). Με βάσει τις ώρες λειτουργίας ημέρας από τον πίνακα 5.2 της οδηγίας [4] προκύπτουν οι ώρες λειτουργίας τεχνητού φωτισμού σε ώρες λειτουργίας ημέρας (3276 ώρες λειτουργίας ημέρας και 4295 ώρες λειτουργίας νύχτας για τη ζώνη 1, 3276 ώρες λειτουργίας ημέρας και 3276 ώρες λειτουργίας νύχτας για τη ζώνη 2, 2080 ώρες λειτουργίας νύχτας για τη ζώνη 3). Η ισχύς για το φωτισμό κατά τη διάρκεια λειτουργίας ημέρας είναι  $0,6873 \cdot 36,25 = 24,91 \text{ kW}$  για τη ζώνη 1,  $0,18 \cdot 1,872 = 0,337 \text{ kW}$  για τη ζώνη 2.

**Σχήμα 4.5 :** Ισχύς φωτισμού ανά ζώνη





## 4.7 Εξοπλισμός

Οι συσκευές είναι πολύ σημαντική παράμετρος για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Στους πίνακες 19, 20, 21, 22 του παραρτήματος ΙΙΙ παρουσιάζεται η καταγραφή των συσκευών καθώς και η ετήσια κατανάλωση σε kWh ανά χώρο, ζώνη και επίπεδο. Στον πίνακα 4.25 παρουσιάζεται η συνολική ισχύς συσκευών ανά επίπεδο και ζώνη.

Πίνακας 4.25 : Συνολική ισχύς συσκευών ανά επίπεδο και ζώνη.

Συσκευές	Ζώνη 1			Ζώνη 2			Ζώνη 3		
	Αριθμός	Ισχύς [W]	Ισχύς [kWh /έτος]	Αριθμός	Ισχύς [W]	Ισχύς [kWh /έτος]	Αριθμός	Ισχύς [W]	Ισχύς [kWh /έτος]
<b>Επίπεδο 0</b>	18	23751	78804,8	-	-	-	2	100	873,6
<b>Επίπεδο 1</b>	28	16135	39921,6	-	-	-	20	48935	27528,8
<b>Επίπεδο 2</b>	107	139282	279252,4	2	100	873,6	4	2011	4182,8
<b>Επίπεδο 3</b>	30	12690	44484,6	17	1405	12273,8	11	5555	11554,4
<b>Σύνολο</b>	183	191858	442463,4	19	1505	13147,4	37	156501	44139,6

Επιπλέον η κατανάλωση συσκευών του εξωτερικού χώρου 17108 kWh/έτος.

## 4.8 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, πετρελαίου, τηλεθέρμανσης

Για την κατανάλωση χρησιμοποιούνται τα δεδομένα από την καταγραφή όλων των μονάδων παραγωγής, φωτισμού και συσκευών για κατανάλωση ηλεκτρισμού σύμφωνα με την οδηγία [4] και η εύρεση τιμολογίων για τηλεθέρμανση, πετρέλαιο και ηλεκτρισμό. Οι καταναλώσεις αυτές συγκρίνονται με τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα του ΤΕΕ Κ.Εν.Α.Κ που παρουσιάζονται στη παράγραφο 4.9.

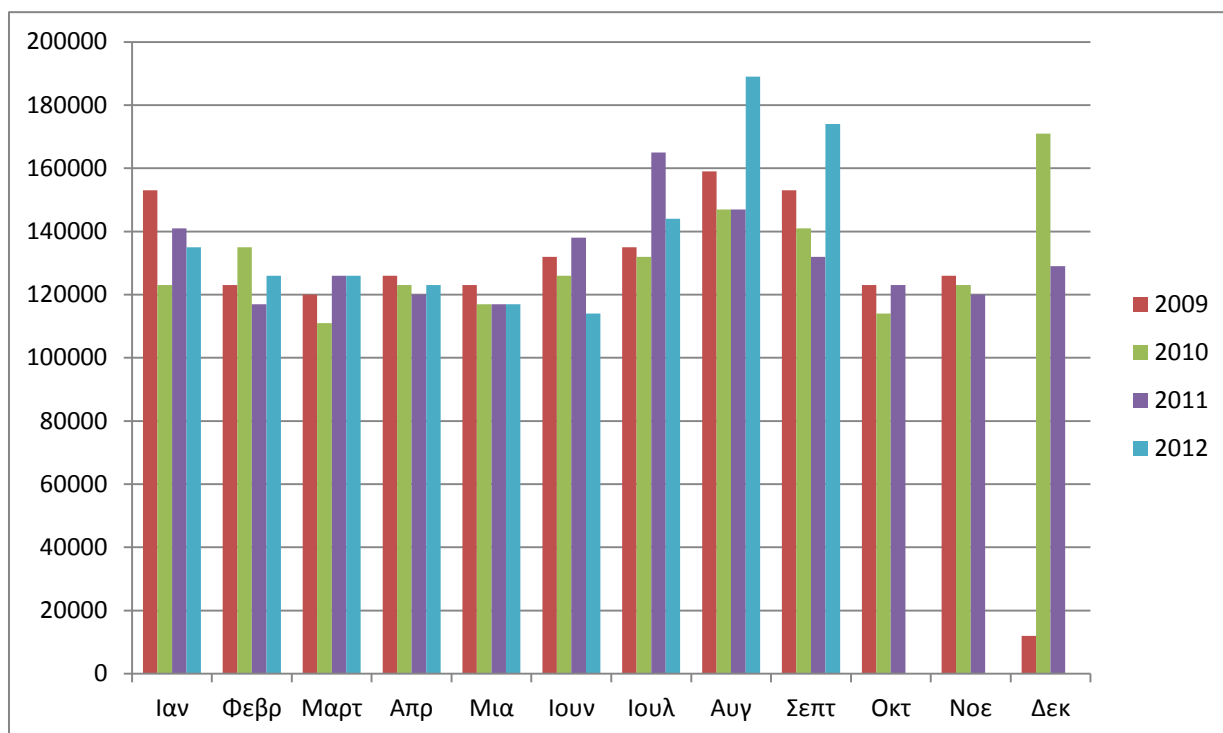
### 4.8.1 Κατανάλωση βάσει των τιμολογίων

Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για τη ψύξη, το μηχανικό αερισμό, τον φωτισμό και τις συσκευές. Στο πίνακα 4.26 καταγράφονται οι καταναλώσεις σε kWh σύμφωνα με στοιχεία από τη διεύθυνση της ΔΕΗ.

Πίνακας 4.26 : Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας [kWh] για τα έτη 2009, 2010, 2011 και 2012

Έτος	Ιαν	Φεβρ	Μαρτ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ
2009	153000	123000	120000	126000	123000	132000	135000	159000	153000	123000	126000	120000
2010	123000	135000	111000	123000	117000	126000	132000	147000	141000	114000	123000	171000
2011	141000	117000	126000	120000	117000	138000	165000	147000	132000	123000	120000	129000
2012	135000	126000	126000	123000	117000	114000	144000	189000	174000			

**Σχήμα 4.6:** Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας [KWh] για τα έτη 2009, 2010, 2011 και 2012



Η μέση μηνιαία κατανάλωση για το 2009 είναι 123750 kWh, για το 2010 είναι 130250 kWh, για το 2011 είναι 131250 kWh, και για το 2012 (έως το Σεπτέμβριο) είναι 138666 kWh, έτσι η μέση μηνιαία κατανάλωση σαν η μέση τιμή όλων των παραπάνω ετών είναι 130979,2 kWh και η μέση ετήσια κατανάλωση 1467750 kWh.

Η χρέωση των τιμολογίων προκύπτει από το εμπορικό τιμολόγιο μέσης τάσης, σύμφωνα με τα στοιχεία των τιμολογίων των τελευταίων δυο ετών, για το 2011 η χρέωση ισχύος για την περίοδο Ιούνιος - Σεπτέμβριος είναι 6,06 €/kW και για τη περίοδο Οκτώβριος- Μάιος 2,65 €/kW, επί της **Χρωστεας Ζήτησης (XZ) = Μέγιστη Ζήτηση (MZ)·(ημερες πραγματικης καταναλωσης/30)** και η χρέωση ενέργειας **XE = Καταναλωση Ενεργειας (KE) [kWh]·0,0564 [€/kWh]**, όπου η τιμή 0,0564 είναι η μέση τιμή των 0,051 €/kWh (23:00 – 7:00) και 0,06183 €/kWh (7:00-23:00). Για το 2012 η χρέωση ισχύος είναι 7,25 €/kW επί της **Χρωστεας Ζήτησης (XZ) = Μέγιστη Ζήτηση (MZ)·(ημερες πραγματικης καταναλωσης/30)** και η χρέωση ενέργειας **XE = Καταναλωση Ενεργειας (KE) [kWh]·0,057 [€/kWh]**, όπου η τιμή 0,057€/kWh είναι η μέση τιμή των 0,06388 €/kWh (7:00-23:00) και της τιμής 0,051 €/kWh (23:00 – 7:00). Οι καταναλώσεις και χρεώσεις για το 2012 και το 2011 παρουσιάζονται στους πίνακες 23 και 24 του παραρτήματος III. Το μέγιστο φορτίο παρουσιάζεται τον Αύγουστο του 2012 (374 kW) και το φορτίο βάσης τον Μάιο του 2011 (232 kW). Η μέση ετήσια χρέωση ισχύος είναι 15808,16 € και η μέση ετήσια χρέωση ενέργειας 79983 €.

Η κατανάλωση πετρελαίου είναι αποκλειστικά για παραγωγή ΖΝΧ. Λόγω έλλειψης τιμολόγιων και σύμφωνα με τους υπαλλήλους του τομέα τεχνικής υπηρεσίας, η μέση ημερήσια κατανάλωση προκύπτει περίπου 40 lt/ημέρα. Άρα μέση ετήσια κατανάλωση 14400 lt/έτος. Επειδή το πετρέλαιο μετριέται σε lt και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh θα μετατραπούν τα lt σε kWh ώστε να υπάρχει κοινή βάση. Η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου θέρμανσης είναι περίπου 10000 kcal/lt επιπλέον 1 kcal = 0.0011622 kWh άρα η θερμογόνος δύναμη σε kWh προκύπτει 11,622 kWh/lt και σύμφωνα με το φύλλο συντήρησης λέβητα ο β.α που καταγράφηκε ήταν n=93,5 %. Σύμφωνα με τον τύπο :

$$\frac{kWh_{καταναλωση}}{11,622 \frac{kWh}{lt} * n} = lt_{καταναλωση} \quad (17)$$

Για κατανάλωση 14400 lt/έτος η κατανάλωση σε kWh προκύπτει 156478,6 kWh/έτος. Για το έτος 2011-2012 η τιμή του πετρελαίου ήταν 1 €/lt με χρέωση 14400 €. Για το έτος 2012-2013 η κατανάλωση είναι περίπου η ίδια (σύμφωνα με τους υπαλλήλους του τομέα τεχνικής υπηρεσίας) και με τιμή πετρελαίου 1,4 €/lt η χρέωση είναι 20160 €. Η μέση κατανάλωση είναι 17280 €.

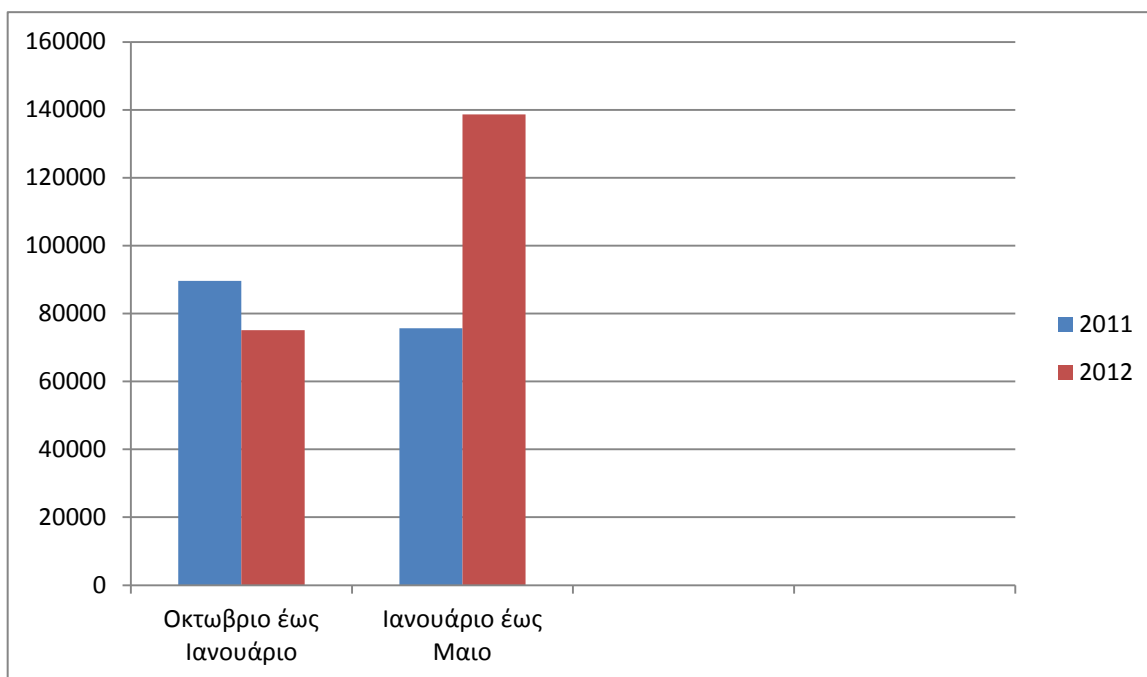
Η περίοδος θέρμανσης για τη περιοχή της Κοζάνης είναι από 15 Οκτωβρίου έως 30 Απριλίου. Η κατανάλωση σε kWh για τα έτη 2010 με 2011 και 2011 με 2012 παρουσιάζεται στον πίνακα 4.27.

**Πίνακας 4.27 :** Κατανάλωση για τηλεθέρμανση

Περίοδος	Κατανάλωση[Kwh]
6/10/2010 έως 12/1/2011	89650
13/1/2011 έως 16/5/2011	75650
10/10/2011 έως 13/1/2012	75140
14/1/2012 έως 19/5/2012	138610

Η ετήσια κατανάλωση για το 2010/2011 προκύπτει 165300 kWh και για το 2011/2012 είναι 213750 kWh. Η μέση ετήσια κατανάλωση είναι 189525 kWh. Η τιμή μονάδας θερμικής ενέργειας για το 2010-2011 είναι 0,0422 €/KWh με χρέωση 6975,66 € και το 2011-2012 είναι 0,0435 €/KWh, με χρέωση 9298,125 €. Το μέσο ετήσιο κόστος της τηλεθέρμανσης ανέρχεται σε 8244,33 €. Επιπλέον κατά τη περίοδο 2011-2012 η τιμή πώλησης αντιστοιχεί στο 35% του ισοδύναμου κόστους πετρελαίου.

**Σχήμα 4.7:** Κατανάλωση τηλεθέρμανσης [KWh] για τα 2011 και 2012



Παρατηρείται μία αύξηση στην κατανάλωση από 14/1/2012 – 19/5/2012 λόγω των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών στην περιοχή της Κοζάνης κατά τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο.

#### **4.8.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας βάσει της καταγραφής των μονάδων για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό.**

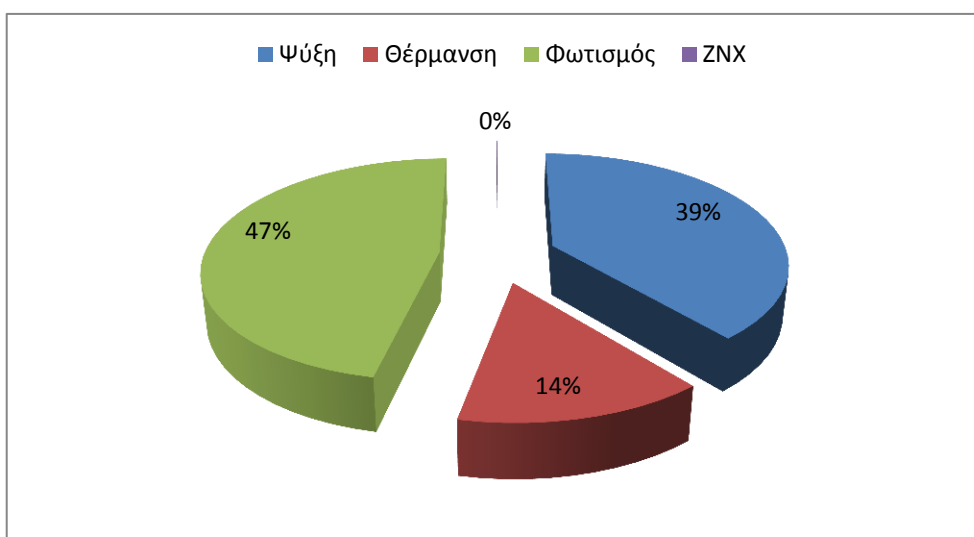
Για τη θέρμανση η ισχύς των βοηθητικών μονάδων (4 αντλίες, 1 κυκλοφορητής και 120 ηλεκτροβάνες 12,365 kW, 77 fan coil units 3,85 kW για 7 μήνες περίοδος θέρμανσης σε 100% ποσοστό χρόνου λειτουργίας λόγω χειμερινής περιόδου από πίνακα 4.15 της οδηγίας [4]) 16,644 kW ισχύος και κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων ίση με 81723,6 kWh/έτος.

Για τη ψύξη χρησιμοποιείται 1 ψύκτης ισχύος 128 kW για τη θερινή περίοδο (4 μήνες περίοδος ψύξης) στο 50% ποσοστό χρόνου λειτουργίας δηλαδή 184320 kWh/έτος καθώς και η ισχύς των βοηθητικών μονάδων (3 αντλίες 22,7 kW, 77 fan coil units 3,85 kW για 4 μήνες περίοδος ψύξης σε 50 % ποσοστό χρόνου λειτουργίας λόγω θερινής περιόδου από πίνακα 4.15 της οδηγίας [4]) 26,55 kW ισχύος και κατανάλωση βοηθητικών συστημάτων ίση με 38232 kWh/έτος, προκύπτει ότι για την ψύξη απαιτούνται συνολικά 222552 kWh/έτος.

Για ζεστό νερό χρήσης η ισχύς των βοηθητικών μονάδων (1 καυστήρας 47 kW/h η 0,013 kW και ένας κυκλοφορητής 0,39 kW) με κατανάλωση βοηθητικών μονάδων 322,27 kWh/έτος για τη περίοδο θέρμανσης (7 μήνες περίοδος θέρμανσης σε 17% ποσοστό χρόνου λειτουργίας λόγω χειμερινής περιόδου σε συστήματα ανακυκλοφορίας από πίνακα 4.17 της οδηγίας [4]) και κατανάλωση βοηθητικών μονάδων 129,99 kWh/έτος για τη περίοδο ψύξης (4 μήνες περίοδος ψύξης σε 12% ποσοστό χρόνου λειτουργίας λόγω θερινής περιόδου σε συστήματα ανακυκλοφορίας από πίνακα 4.17 της οδηγίας [4]) προκύπτει ότι για την παραγωγή ZNX καταναλώνονται για τα βοηθητικά συστήματα συνολικά 452,26 kWh/έτος.

Η κατανάλωση σε φωτισμό ανά έτος σε kWh υπολογίζεται ανάλογα τις ώρες λειτουργίας νύχτας  $T_N$  ανά ζώνη από πίνακα 5.2 της οδηγίας [4]) Έτσι για τη ζώνη 1 (νοσοκομείο 4295 ώρες ετησίως) προκύπτει 155693,75 kWh/έτος, για τη ζώνη 2 (αίθουσες ασθενών 3276 ώρες ετησίως) προκύπτει 6132,67 kWh/έτος και για τη ζώνη 3 (χειρουργεία 2080 ώρες ετησίως) προκύπτει 22237,28 kWh/έτος. Άρα για το φωτισμό ώρες λειτουργίας νύχτας απαιτούνται 184063,7 kWh/έτος. Επιπλέον λόγω μη αξιοποίησης φυσικού φωτισμού υπάρχουν φωτιστικά που λειτουργούν και τη διάρκεια της ημέρας (24,91 kW για τη ζώνη 1, 0,337 kW για τη ζώνη 2) σύμφωνα με τις ώρες λειτουργίας ημέρας (3276 και για ζώνη 1 και για ζώνη 2) προκύπτει 82709,17 kWh/έτος. Συνολικά οι απαιτήσεις για φωτισμό προκύπτουν 266772,87 kWh/έτος.

**Σχήμα 4.8:** Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh/έτος



## 4.9 Διατάξεις αυτοματισμού

Οι διατάξεις αυτοματισμού όσον αφορά το σύστημα παραγωγής, διανομής και εκπομπής θέρμανσης/ψύξης:

- Ανεξάρτητο αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων με θερμοστάτη και θερμοστατικές βαλβίδες.
- Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διάταξης BMS που επεμβαίνει στη τρίοδη βάννα κάθε κλιματιστικής μονάδας.
- Μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης/ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο).

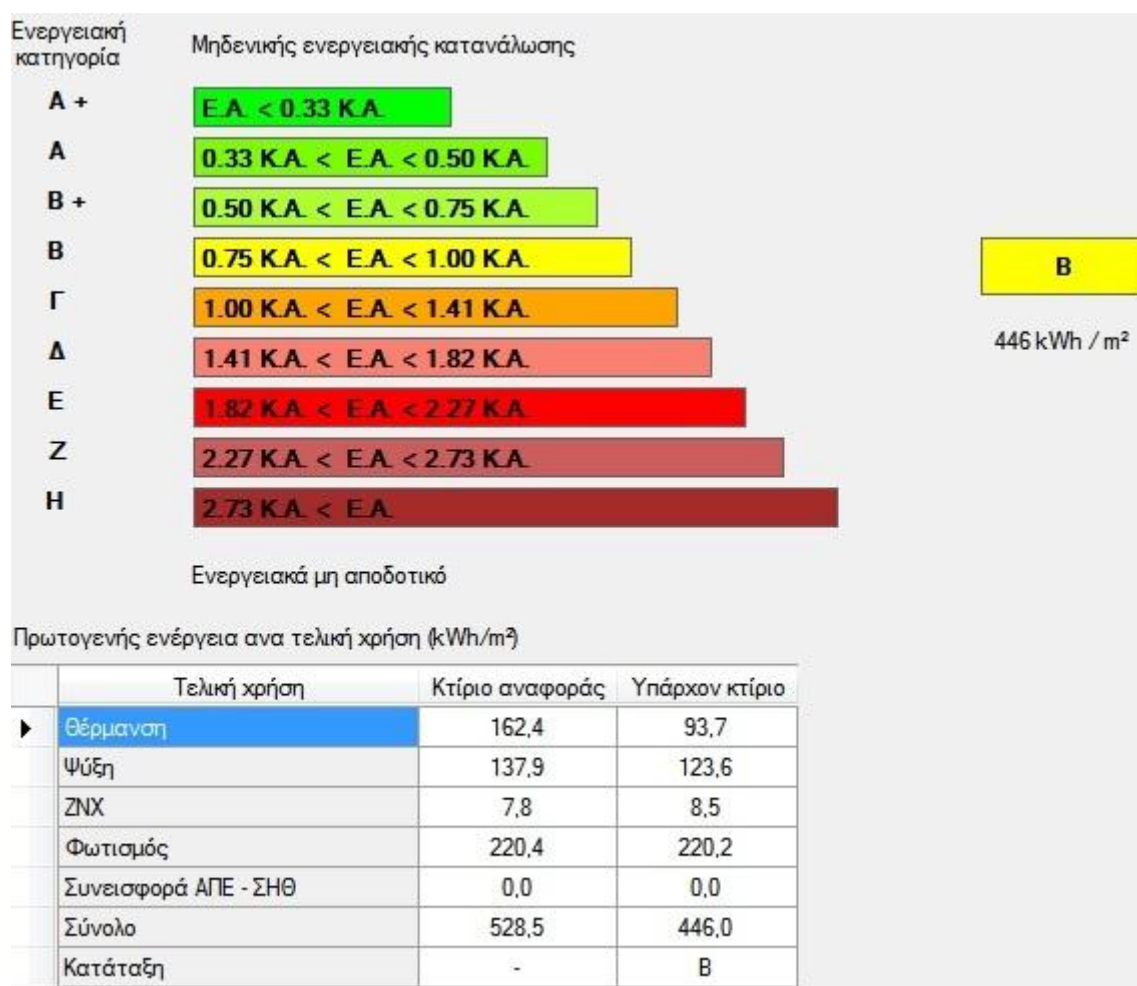
Οι διατάξεις αυτοματισμού όσον αφορά το σύστημα αερισμού

- Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).
- Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία).

Επίσης κατασκευαστικά υπάρχει διάταξη ελέγχου της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης αλλά δεν εφαρμόζεται. Σύμφωνα με τις παραπάνω διατάξεις και τον πίνακα 5.5 της οδηγίας [29], το κτίριο ανήκει στην κατηγορία B.

## 4.10 Αποτελέσματα Ενεργειακής Επιθεώρησης

Η ενεργειακή κατάταξη της νέας πτέρυγας του νοσοκομείου από το πρόγραμμα του TEE KENAK από το σχήμα 4.9 είναι κατηγορία B με κατανάλωση 446 kWh/m<sup>2</sup>.



**Σχήμα 4.9 :** Η ενεργειακή κατάταξη της νέας πτέρυγας του νοσοκομείου

Στο σχήμα 4.10 παρουσιάζονται οι μηνιαίες και ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και ζεστό νερό χρήσης (ZNX) [kWh/m<sup>2</sup>] καθώς και οι μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [kWh/m<sup>2</sup>] όπου:

- Για θέρμανση (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους χειμερινούς μήνες)
- Για ψύξη (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους θερινούς μήνες)
- Για ζεστό νερό χρήσης (ZNX)
- Για φωτισμό



Στο σχήμα 4.10 εμφανίζονται επίσης οι ετήσιες τιμές για κατανάλωση καυσίμων [kWh/m<sup>2</sup>] και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> [kg/m<sup>2</sup>]. Στον πίνακα 25 του παραρτήματος III παρουσιάζονται οι μηνιαίες και ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις για το κτίριο αναφοράς για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και ζεστό νερό χρήσης (ZNX) [kWh/m<sup>2</sup>] καθώς και οι μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης [kWh/m<sup>2</sup>].

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	1,6	1,2	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,3	5,6
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,1	32,5	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	93,5
	Υγρανση	4,1	3,5	2,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,9	3,4	17,1
	ZNX	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	6,3
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	12,9	10,5	9,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	7,9	11,5	59,8
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	12,6	14,0	13,8	1,1	0,0	0,0	0,0	42,6
	ZNX	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	7,7
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	6,5	5,8	6,5	6,2	6,5	6,2	6,5	6,5	6,2	6,5	6,2	6,5	75,9
	Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	20,2	17,1	16,2	12,5	8,2	19,4	20,9	20,7	7,8	9,4	14,9	18,8	186,1
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	150,9		149,2										
	Πετρέλαιο	7,6		2,0										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	36,3		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	186,1		151,2										

**Σχήμα 4.10 :** Ενεργειακές απαιτήσεις και κατανάλωση του κτιρίου

Στις ενεργειακές καταναλώσεις για τη θέρμανση συμπεριλαμβάνεται όχι μόνο η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης αλλά και τα βοηθητικά συστήματα και η θέρμανση του νωπού αέρα για τον μηχανικό αερισμό. Αυτό εξηγεί τη μεγάλη διαφορά μεταξύ ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης και ενεργειακών καταναλώσεων θέρμανσης. Πιο συγκεκριμένα α) η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων στη καρτέλα θέρμανσης συμπεριλαμβάνεται στις ενεργειακές καταναλώσεις θέρμανσης. Αν μηδενιστεί η ισχύς των αντλιών οι απαιτήσεις για θέρμανση δεν αλλάζουν, μειώνεται όμως η ενεργειακή κατανάλωση, β) η λειτουργία του μηχανικού αερισμού στη περίοδο θέρμανσης επίσης προσμετρείται στην ενεργειακή κατανάλωση. Αν στη καρτέλα μηχανικού αερισμού, απενεργοποιηθεί ο μηχανικός αερισμός στη περίοδο θέρμανσης (μόνο) μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση. Συγχρόνως

η λειτουργία του μηχανικού αερισμού μειώνει τις θερμικές απαιτήσεις. Αυτό συμβαίνει επειδή ο μηχανικός αερισμός θεωρείται ότι προσάγει νωπό αέρα στη θερμοκρασία του χώρου και επομένως αυτό μειώνει τις απαιτήσεις θέρμανσης αλλά απαιτεί και ενέργεια για τη θέρμανση του νωπού αέρα (και φυσικά για τη λειτουργία των ανεμιστήρων). Με την απενεργοποίηση του μηχανικού αερισμού ο λόγος απαιτήσεων και κατανάλωσης γίνεται περίπου 1/3. Επίσης όταν καταργείται το στοιχείο θέρμανσης από τον μηχανικό αερισμό, ο αέρας προσάγεται με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και οι απαιτήσεις μεταφέρονται όλες στο σύστημα θέρμανσης. Με κατάργηση του στοιχείου θέρμανσης είναι μεγαλύτερες γιατί στον μηχανικό αερισμό υπάρχει ανακυκλοφορία αέρα καθώς και εναλλάκτης ανάκτησης από τον απορριπτόμενο αέρα, οπότε η διαφορά οφείλεται σ' αυτόν. Από τα αποτελέσματα του προγράμματος η ετήσια κατανάλωση της ενέργειας από τηλεθέρμανση (ορυκτά καύσιμα) είναι 36,3 kWh/m<sup>2</sup> και ηλεκτρική κατανάλωση για θέρμανση είναι 23,5 kWh/m<sup>2</sup> και συγκεκριμένα από βοηθητικά συστήματα (αντλίες, ηλεκτροβάνες, στοιχεία ανεμιστήρων fan coil) 15,8 kWh/m<sup>2</sup>, και από ανεμιστήρες των ΚΚΜ 7,7 kWh/m<sup>2</sup>.

Για την ψύξη παρατηρείται μεγάλη απαίτηση λόγω συνθηκών λειτουργίας κτιρίου (τριτογενής τομέας) η οποία δε καλύπτεται πλήρως. Η κατανάλωση είναι εξ ολοκλήρου ηλεκτρική με τον κύριο ψύκτη και τον εφεδρικό να έχουν ετήσια κατανάλωση 30,9 kWh/m<sup>2</sup>, τα βοηθητικά στοιχεία ψύξης 6,1 kWh/m<sup>2</sup> και οι ανεμιστήρες των ΚΚΜ 5,6 kWh/m<sup>2</sup>.

Για το ζεστό νερό χρήσης η ετήσια κατανάλωση είναι του πετρελαίου με 7,6 kWh/m<sup>2</sup> που πληροί την απαίτηση, το υπόλοιπο 0,1 kWh/m<sup>2</sup> είναι από τα βοηθητικά συστήματα.

Ο φωτισμός φτάνει ετησίως τις 75,9 kWh/m<sup>2</sup>.

Το πρόγραμμα λαμβάνει λόγω διαφοράς της τιμής της κατανάλωσης ηλεκτρισμού μεταξύ όλων των εξαρτημάτων H/M εξοπλισμού με τη κατανάλωση καυσίμου (ηλεκτρισμός) και μια τιμή για την κατανάλωση από συσκευές ίση με 8,9 kWh/m<sup>2</sup>.

## 4.11 Σύγκριση Αποτελεσμάτων

Παρατηρώντας την ενεργειακή κατανάλωση η ετήσια κατανάλωση για θέρμανση είναι 36,3 kWh/m<sup>2</sup> πολλαπλασιάζοντας με το συνολικό εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων -ζωνών (4407,8 m<sup>2</sup>) προκύπτει 160003,14 kWh/έτος σύμφωνα με το πρόγραμμα. Συγκρίνοντας την παραπάνω τιμή του προγράμματος με την μέση τιμή κατανάλωσης από τα τιμολόγια (189525 kWh/έτος) προκύπτει διαφορά 29521,86 kWh/έτος. Η κατανάλωση των βοηθητικών συστημάτων σύμφωνα με το πρόγραμμα προκύπτει 103583,33 kWh/έτος, συγκρίνοντας με τη τιμή που υπολογίστηκε στη παράγραφο 4.8.2 «**Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας βάσει της καταγραφής των μονάδων για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό**» (81723,6 kWh/έτος σύμφωνα με τις οδηγίες της τεχνικής οδηγίας ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 [4] από βοηθητικές μονάδες) προκύπτει διαφορά 21859,73 kWh/έτος.

Η ετήσια κατανάλωση για τη ψύξη, συγκεκριμένα μόνο από τον αερόψυκτο φτάνει τις 30,9 kWh/m<sup>2</sup> το έτος, σύμφωνα με το πρόγραμμα είναι 136201,02 kWh/έτος, συγκρίνοντας με τη τιμή που υπολογίστηκε στη παράγραφο 4.8.2 «**Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας βάσει της καταγραφής των μονάδων για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό**» (184320 kWh/έτος) προκύπτει διαφορά 48118,98 kWh/έτος . Η κατανάλωση των βοηθητικών συστημάτων σύμφωνα με το πρόγραμμα είναι 26887,58 kWh/έτος, συγκρίνοντας με τη τιμή που υπολογίστηκε στη παράγραφο 4.8.2 (38232 kWh/έτος) προκύπτει διαφορά 11344,42 kWh/έτος με την κατανάλωση από υπολογισμούς 374206,7 kWh/έτος προκύπτει απόκλιση 186484,42 kWh/έτος.

Η ετήσια κατανάλωση για το ζεστό νερό χρήσης με κατανάλωση πετρελαίου σύμφωνα με το πρόγραμμα είναι 7,6 kWh/m<sup>2</sup> πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων (4407,8 m<sup>2</sup>) προκύπτει 33499,28 kWh/έτος, συγκρίνοντας με τη τιμή που υπολογίστηκε στη παράγραφο 4.8.2 (156478,6 kWh/έτος από την ισοδύναμη μετατροπή της κατανάλωσης πετρελαίου) προκύπτει απόκλιση η οποία οφείλεται στο γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης ζεστού νερού πηγαίνει στη παλιά πτέρυγα για τη κάλυψη φορτίων της. Η κατανάλωση των βοηθητικών συστημάτων σύμφωνα με το πρόγραμμα είναι 0,1 kWh/m<sup>2</sup> πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων (4407,8 m<sup>2</sup>) είναι 440,78 kWh συγκρίνοντας με τη τιμή που υπολογίστηκε στη παράγραφο 4.8.2 (452,26 kWh/έτος από βοηθητικές μονάδες), προκύπτει διαφορά μόλις 11,48 kWh/έτος.

Η ετήσια κατανάλωση φωτισμού είναι 75,9 kWh/m<sup>2</sup> πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων - ζωνών (4407,8 m<sup>2</sup>) προκύπτει 334552,02 kWh/έτος. Η κατανάλωση από την απογραφή των φωτιστικών συνολικά είναι 266772,87 kWh/έτος.

Συγκρίνοντας την τιμή του προγράμματος 334552,02 kWh/έτος με την κατανάλωση από υπολογισμούς 266772,87 kWh/έτος προκύπτει απόκλιση 67779,15 kWh/έτος.

Η κατανάλωση για τον ηλεκτρισμό προκύπτει 150,9 kWh/m<sup>2</sup> πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων - ζωνών (4407,8 m<sup>2</sup>) προκύπτει 665137,02 kWh/έτος. Οι καταναλώσεις από τα τιμολόγια της ΔΕΗ προκύπτουν 1467750 kWh/έτος. Επιπλέον η κατανάλωση για ηλεκτρισμό από επιθεώρηση και απογραφή των διαφόρων μονάδων προκύπτει 723155,43 kWh/έτος (81723,6 kWh/έτος για θέρμανση, 374206,7 kWh/έτος για ψύξη, 452,26 kWh/έτος για ΖΝΧ, 266772,87 kWh/έτος για φωτισμό). Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για συσκευές (από καταγραφή) προκύπτει 513007,9 kWh/έτος, η οποία δεν είναι δυνατό να καταχωρηθεί στη κατανάλωση για ηλεκτρισμό του προγράμματος, το οποίο λαμβάνει μια τυπική τιμή 8,9 kWh/m<sup>2</sup> για χρήση νοσοκομείου.

Η ετήσια κατανάλωση για πετρέλαιο είναι 7,6 kWh/m<sup>2</sup> πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων (4407,8 m<sup>2</sup>) προκύπτει 33499,28 kWh/έτος. Η κατανάλωση από εκτίμηση και η ισοδύναμη μετατροπή της κατανάλωσης πετρελαίου σε kWh που προκύπτει 156478,6 kWh/έτος. Συγκρίνοντας την τιμή του προγράμματος 33499,28 kWh/έτος με την κατανάλωση από υπολογισμούς 156478,6 kWh/έτος προκύπτει απόκλιση 122979,32 kWh/έτος. Η απόκλιση στη τιμή οφείλεται στο γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης ζεστού νερού άρα και κατανάλωσης πετρελαίου καλύπτει τις ανάγκες της παλιάς πτέρυγας.

Η ετήσια κατανάλωση για τηλεθέρμανση είναι 36,3 kWh/m<sup>2</sup> πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων (4407,8 m<sup>2</sup>) προκύπτει 160003,14 kWh/έτος. Συγκρίνοντας με τη κατανάλωση από τιμολόγια 189525 kWh/έτος υπάρχει μια απόκλιση των 29521,86 kWh/έτος.

## 5 Προτεινόμενες δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας

### 5.1 Δράσεις για το φωτισμό

Ο τομέας του φωτισμού αποτελεί σημαντικό παράγοντα που επιδρά στη λειτουργικότητα και κατά συνέπεια στην παραγωγικότητα μιας μονάδας. Ιδιαίτερα στα Νοσοκομεία, όπου η φύση της εργασίας απαιτεί υψηλά επίπεδα φωτεινότητας και καλής ποιότητας φωτισμό, η εγκατάσταση φωτισμού οφείλει να είναι πολύ προσεγμένη.

#### 5.1.1 Αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού T8 με T5

Οι λαμπτήρες T5 αποτελούν τη νέα γενιά λαμπτήρων φθορισμού. Λειτουργούν μόνο με ηλεκτρονικό ballast, άρα τα φωτιστικά με λαμπτήρες αυτού του τύπου έχουν όλα τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν σχετικά με τα ηλεκτρονικά ballast. Οι διαστάσεις των λαμπτήρων T5 (διάμετρος σωλήνα 5/8"~16mm) είναι διαφορετικές από τις διαστάσεις των λαμπτήρων T8 (διάμετρος σωλήνα 8/8"~26mm), άρα δεν είναι δυνατόν να γίνει αντικατάσταση σε υφιστάμενα φωτιστικά. Η απόδοση του συστήματος λαμπτήρα T5 και ballast (ηλεκτρονικού - απαραίτητα) μπορεί να προσεγγίσει τα 92 lm/W, αναλόγως του τύπου και της ονομαστικής ισχύος του λαμπτήρα. Όπως προαναφέρθηκε, για να γίνει αντικατάσταση με λαμπτήρες T5 πρέπει να γίνει εγκατάσταση νέων φωτιστικών σωμάτων. Σύμφωνα με τα παραπάνω επιλέχθηκε η αντικατάσταση 572 φωτιστικών σωμάτων T8 (4 λαμπτήρες των 18 W το κάθε φωτιστικό σώμα) με 572 φωτιστικά σώματα με 3 λαμπτήρες T5 των 14 W το καθένα και 51 φωτιστικών σωμάτων T8 (4 λαμπτήρες των 32 W το κάθε φωτιστικό σώμα) με 51 φωτιστικά σώματα με 3 λαμπτήρες T5 των 28 W το καθένα. Το κόστος είναι 15 € ανά φωτιστικό, 2 € για τον λαμπτήρα των 14 W και 4 € για τον λαμπτήρα των 28 W, 20 € για το ηλεκτρονικό ballast (για δύο λαμπτήρες, άρα 10 € για έναν) και το κόστος για εργατικά 5 € ανά λαμπτήρα, άρα το συνολικό κόστος για τον λαμπτήρα των 14 W ανέρχεται στα 22 € και για τον λαμπτήρα των 28 W στα 24 €. Το αρχικό κεφάλαιο για την αντικατάσταση ballast και λαμπτήρων είναι  $K_1 = 572 \cdot 3 \cdot 22 \text{ €} = 37752 \text{ €}$  για τους λαμπτήρες των 14 W και  $K_2 = 51 \cdot 3 \cdot 24 \text{ €} = 3672 \text{ €}$  για τους λαμπτήρες των 28 W. Το κόστος δηλαδή της επένδυσης ανέρχεται στα 41424 €. Στο σχήμα 5.1 παρουσιάζεται η νέα ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου και στο σχήμα 5.2 το νέο λειτουργικό κόστος [€], η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>], η μείωση των εκπομπών [kg/m<sup>2</sup>] και η

περίοδο αποπληρωμής [έτη] σύμφωνα με τη μέθοδο της απλής περιόδου αποπληρωμής [4].

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	162,4	93,7	95,7
	Ψύξη	137,9	123,6	117,1
	ZNX	7,8	8,5	8,5
	Φωτισμός	220,4	220,2	140,7
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	528,5	446,0	362,0
	Κατάταξη	-	B	B+

**Σχήμα 5.1:** Ενεργειακή κατάταξη με αλλαγή φωτιστικών από T8 σε T5

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	107.832,9	87.504,7	72.933,0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			41.424,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			84,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			18,8
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,1
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			30,1
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			2,8

**Σχήμα 5.2:** Εξοικονόμηση, κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου

### 5.1.2 Εγκατάσταση αισθητήρων κίνησης

Ένα είδος αισθητήρων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι οι αισθητήρες παρουσίας (ή αισθητήρες κίνησης) οι οποίοι διακόπτουν τη λειτουργία των φωτιστικών, όταν δεν ανιχνεύουν την παρουσία ή κίνηση ατόμων στο χώρο για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Όταν ανιχνεύσουν κίνηση, επαναφέρουν τα φώτα σε λειτουργία. Η εγκατάστασή τους απαιτεί διάνοιξη της οροφής ή του τοίχου, δεδομένου ότι πρέπει να καλωδιωθούν με το σύστημα ηλεκτρική παροχής. Κριτήριο για την επιλογή ενός συστήματος ελέγχου παρουσίας είναι η χρήση του χώρου. Οι ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα ελέγχου παρουσίας είναι οι χώροι στους οποίους η χρήση είναι διακοπτόμενη ή απρόβλεπτη, π.χ. διάδρομοι, αποθήκες. Για το λόγο αυτό, οι αισθητήρες παρουσίας θα τοποθετηθούν στους διαδρόμους, στα αποδυτήρια και τα WC, στις κουζίνες, αποθήκες, χώρους φωτοτυπικών και ακάθαρτα των επιπέδων (0 έως 3), όπου η χρήση τους είναι σημαντική.

Μετά από επιτόπια αυτοψία επιλέχθηκε ως πιθανό σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας η εγκατάσταση 24 αισθητήρων κίνησης στους διαδρόμους και 90 σε αποθήκες, κουζίνες, χώρους φωτοτυπικών και γενικά σε χώρους που δεν χρησιμοποιούνται. Το κόστος για την εγκατάσταση είναι 70 € για τον κάθε αισθητήρα μαζί με την εγκατάστασή του. Το συνολικό δηλαδή κόστος της επένδυσης ανέρχεται σε:  $K = 70 \cdot 114 = 7980 \text{ €}$ . Η εκτιμώμενη ενεργειακή εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει μέχρι και το 45% δεδομένου ότι αυτοί οι χώροι φωτίζονται συνεχώς χωρίς να χρειάζεται.

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	162,4	93,7	94,3
	Ψύξη	137,9	123,6	119,5
	ZNX	7,8	8,5	8,5
	Φωτισμός	220,4	220,2	168,1
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	528,5	446,0	390,3
	Κατάταξη	-	B	B+

**Σχήμα 5.3:** Ενεργειακή κατάταξη με προσθήκη αισθητήρων κίνησης

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Λειτουργικό κόστος (€)	107.832,9	87.504,7	77.766,9
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			7.980,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			55,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			12,5
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,0
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			19,7
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			0,8

**Σχήμα 5.4 :** Εξοικονόμηση, κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου

## 5.2 Δράσεις για το κτιριακό κέλυφος

Η Εξωτερική Θερμομόνωση περιορίζει τη ροή θερμότητας το χειμώνα από το εσωτερικό του κτιρίου προς τον εξωτερικό κρύο αέρα, ενώ το καλοκαίρι από τον θερμό εξωτερικό αέρα προς το δροσερότερο εσωτερικό του κτιρίου. Αναφερόμενοι στη γεωγραφική περιοχή της Ελλάδας, όπου η αύξηση της θερμοκρασίας του αστικού περιβάλλοντος έχει μεταβάλει δραματικά τις ενεργειακές ανάγκες των αστικών κτιρίων, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο, τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, μέσω της θερμοπροστασίας του κελύφους, είναι πολύ μεγάλα. Η θερμομόνωση των κτιρίων δεν είναι πλέον πολυτέλεια, αλλά αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση, βάσει της Οδηγίας 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Η σωστή λοιπόν και πλήρης εξωτερική θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους έχει τα ακόλουθα οφέλη:

- Εξασφάλιση άνετων συνθηκών για τους ενοίκους ανεξαρτήτως κλιματολογικών συνθηκών
- Μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας για θέρμανση & ψύξη
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου
- Προστασία δομικών στοιχείων και υδραυλικών εγκαταστάσεων
- Αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών
- Αποτροπή δημιουργίας υγρασίας & μούχλας
- Προστασία του περιβάλλοντος

### 5.2.1 Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας στο κέλυφος

Με βάση τα παραπάνω επιλέχθηκε η εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης (λευκή διογκωμένη πολυστερίνη, EPS 200 RF CE (  $\lambda_{\text{mean}} \leq 0,032 \text{ W/(m.k)}$  ) ) σε όλες τις εξωτερικές τοιχοποιίες. Συγκεκριμένα για τις τοιχοποιίες στις οποίες προϋπάρχει μόνωση επιλέχθηκαν τα 5 cm, ενώ για τις τελείως αμόνωτες τα 10 cm. Το κόστος για την εφαρμογή του σεναρίου ανέρχεται στα 30 €/m<sup>2</sup>.



**Πίνακας 5.1 :** Κολώνα Μονωμένη 1, δοκός εξωτερική, συντελεστής θερμοπερατότητας U μετά την εξωτερική θερμομόνωση

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Διογκωμένη πολυστερίνη	30	0,032	0,05	1,562
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
3	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,25	0,123
4	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
5	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>3,517</b>
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>R<sub>i</sub> = 0,13</b> <b>R<sub>a</sub> = 0,04</b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U[W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ) + 1/R<sub>a</sub>)</b>					<b>0,271</b>

**Πίνακας 5.2 :** Κολώνα Μονωμένη 2, δοκός και ορθοδρ. Τοίχος, συντελεστής θερμοπερατότητας U μετά την εξωτερική θερμομόνωση

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Διογκωμένη πολυστερίνη	30	0,032	0,05	1,562
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
3	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,25	0,123
5	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>3,689</b>
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>R<sub>i</sub> = 0,13</b> <b>R<sub>a</sub> = 0,04</b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U[W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ) + 1/R<sub>a</sub>)</b>					<b>0,259</b>

**Πίνακας 5.3:** Δοκός αμόνωτη, συντελεστής θερμοπερατότητας U, μετά την εξωτερική θερμομόνωση

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Διογκωμένη πολυστερίνη	30	0,032	0,1	3,125
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
3	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,25	0,123
4	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					1,731
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					R <sub>i</sub> = 0,13 R <sub>a</sub> = 0,04
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U[W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ) + 1/R<sub>a</sub>)</b>					<b>0,526</b>

**Πίνακας 5.4:** Κολώνα αμόνωτη συντελεστής θερμοπερατότητας U, μετά την εξωτερική θερμομόνωση

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Διογκωμένη πολυστερίνη	30	0,032	0,1	3,125
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
3	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,20	0,098
4	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					1,706
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					R <sub>i</sub> = 0,13 R <sub>a</sub> = 0,04
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U[W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ) + 1/R<sub>a</sub>)</b>					<b>0,533</b>

**Πίνακας 5.5:** Τοίχος διπλός ορθοδρ. συντελεστής θερμοπερ. U, μετά την εξωτερική θερμομόνωση

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Διογκωμένη πολυστερίνη	30	0,032	0,05	1,562
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
3	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
4	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
5	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
6	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>3,738</b>
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>R<sub>i</sub> = 0,13</b> <b>R<sub>a</sub> = 0,04</b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U[W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ) + 1/R<sub>a</sub>)</b>					<b>0,256</b>

**Πίνακας 5.6:** Τοίχος με ALUPANEL συντελεστής θερμοπερ. U, μετά την εξωτερική θερμομόνωση

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Διογκωμένη πολυστερίνη	30	0,032	0,05	1,562
2	Αλουμίνιο	2700	203,525	0,003	0
3	Στρώμα αέρα			0,001	0
4	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
5	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
6	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>3,543</b>
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>R<sub>i</sub> = 0,13</b> <b>R<sub>a</sub> = 0,04</b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U[W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ) + 1/R<sub>a</sub>)</b>					<b>0,269</b>

**Πίνακας 5.7:** Τοίχος εξωτερικός (με στρώμα αέρα) συντελεστής θερμοπερατότητας U, μετά την εξωτερική θερμομόνωση

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Διογκωμένη πολυστερίνη	30	0,032	0,05	1,562
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
3	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
4	Στρώμα αέρα			0,07	
5	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
6	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
7	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>3,738</b>
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>R<sub>i</sub> = 0,13</b> <b>R<sub>a</sub> = 0,04</b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U[W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ) + 1/R<sub>a</sub>)</b>					<b>0,248</b>

**Πίνακας 5.8:** Τοίχος διπλός δομικός συντελεστής θερμοπερατότητας U, μετά την εξωτερική θερμομόνωση

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Διογκωμένη πολυστερίνη	30	0,032	0,05	1,562
2	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
3	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
4	Στρώμα αέρα			0,21	0,22
5	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
6	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
7	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>3,738</b>
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b>R<sub>i</sub> = 0,13</b> <b>R<sub>a</sub> = 0,04</b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ) + 1/R<sub>a</sub>)</b>					<b>0,245</b>

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	162,4	93,7	92,3
	Ψύξη	137,8	123,6	124,2
	ZNX	7,8	8,5	8,5
	Φωτισμός	220,4	220,2	220,2
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	528,4	446,0	445,2
	Κατάταξη	-	B	B

**Σχήμα 5.5:** Ενεργειακή κατάταξη με εξωτερική θερμομόνωση

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	107.819,5	87.504,5	87.306,7
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			56.944,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			0,8
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			0,2
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			15,9
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			0,0
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			288,0

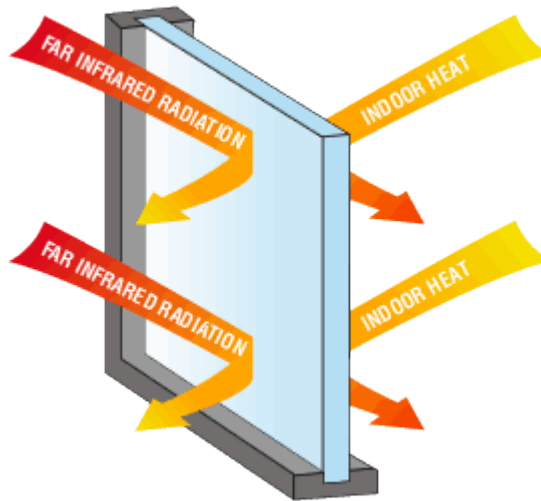
**Σχήμα 5.6:** Εξοικονόμηση, κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου

### 5.2.2 Αντικατάσταση Υαλοπινάκων Με Ενεργειακούς Low-E

Ενεργειακό γυαλί νέας γενιάς (Low-E) είναι ένα διάφανο γυαλί, το οποίο έχει επίστρωση μικροσκοπικών μεταλλικών οξειδίων στη μία του πλευρά. Αυτή η επίστρωση δεν επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο του σπιτιού στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο ή και αντίστροφα.

Τα συνολικά οφέλη του ενεργειακού γυαλιού μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Αποδοτικότερη θερμομόνωση τον χειμώνα
- Ευκολότερη ψύξη το καλοκαίρι
- Μείωση του ετήσιου κόστους θέρμανσης και ψύξης έως και 35%
- Ουσιαστική συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος
- Μείωση έως και 70% της εισερχόμενης υπεριώδους ακτινοβολίας που φθείρει χαλιά κουρτίνες, έπιπλα κ.α.
- Ελάχιστη διαφορά κόστους από το διπλό γυαλί
- Όμοια όψη με το απλό γυαλί



Σχήμα 5.7 : Ενεργειακό γυαλί νέας γενιάς (Low-E)

Αντικαθιστώντας τους υαλοπίνακες στα ήδη υπάρχοντα κουφώματα θα έχουμε βελτίωση του συντελεστή θερμοπερατότητας για τον κάθε τύπο ανοίγματος όπως υπολογίζεται παρακάτω. Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους για διπλό υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση είναι  $g = 0,67$  και ο μέσος συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα είναι  $g_{gl} = 0,90 \cdot 0,67 = 0,603$ .

Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης για τους (Low-E) υαλοπίνακες ανέρχεται σε 100 €/m<sup>2</sup>.

**Πίνακας 5.9:** Σύγκριση συντελεστή θερμοπερατότητας και συντελεστή ηλιακού κέρδους πριν και μετά την αντικατάσταση.

Γεωμετρικά στοιχεία	Συντελεστής θερμοπερατότητας και συντελεστής ηλιακού κέρδους πριν την αντικατάσταση	Συντελεστής θερμοπερατότητας και συντελεστής ηλιακού κέρδους μετά την αντικατάσταση ( $U_g=1,1$ W/m <sup>2</sup> K)
<p><b>Τύπος AL1</b></p> <p><math>A_w=1,683m^2</math></p> <p><math>A_g=1,1162m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g= 0,5668m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0,3368</math></p> <p><math>I_g=7,58</math> m</p> <p><math>I_g/A_w=4,504m^{-1}</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}</math></p> <p><math>=3,25065</math> W/(m<sup>2</sup>·K)</p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}=0,44766</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} =</math></p> <p><math>1,8977</math> W/(m<sup>2</sup>·K)</p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}=0,34</math></p>
<p><b>Τύπος AL1a</b></p> <p><math>A_w=1,683m^2</math></p> <p><math>A_g=0,8713m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g= 0,8117m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0,4823</math></p> <p><math>I_g=5,38</math> m</p> <p><math>I_g/A_w=3,1967m^{-1}</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}</math></p> <p><math>=3,4018</math> W/(m<sup>2</sup>·K)</p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}=</math></p> <p><math>0,3494</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} =</math></p> <p><math>2,0797</math> W/(m<sup>2</sup>·K)</p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}= 0,3121</math></p>

<p><b>Τύπος AL2</b></p> <p><math>A_w=3,74m^2</math></p> <p><math>A_g=2,5632m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g= 0,1768m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0,31465</math></p> <p><math>I_g=16,44 \text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=4,3957m^{-1}</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}</math></p> <p><math>=3,406417 \text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl} =</math></p> <p><math>0,4626</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} = 1,106</math></p> <p><math>\text{W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl} = 0,413</math></p>
<p><b>Τύπος AL2a</b></p> <p><math>A_w=3,74m^2</math></p> <p><math>A_g=2,0114m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g= 1,7286m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0,46219</math></p> <p><math>I_g=11,64 \text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=3,1123m^{-1}</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}</math></p> <p><math>=3,2579 \text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}=0,363</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} = 2,041</math></p> <p><math>\text{W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl} = 0,324</math></p>
<p><b>Τύπος AL3</b></p> <p><math>A_w=0,81m^2</math></p> <p><math>A_g=0,497m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g= 0,313m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0,3864</math></p> <p><math>I_g=2,82 \text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=3,48148m^{-1}</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}</math></p> <p><math>=3,315679 \text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl} = 0,41418</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} = 1,931</math></p> <p><math>\text{W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl} = 0,37</math></p>



<p><b>Τύπος AL4</b></p> <p><math>A_w=3,02m^2</math></p> <p><math>A_g=2,159m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g=0,861m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0,285</math></p> <p><math>I_g=8,48\text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=2,8079m^{-1}</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}</math></p> <p><math>=3,3259\text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} =</math></p> <p><math>0,482625</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} =1,725</math></p> <p><math>W/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} = 0,431</math></p>
<p><b>Τύπος AL5</b></p> <p><math>A_w=4,42m^2</math></p> <p><math>A_g=3,984m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g=0,436m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0,0986</math></p> <p><math>I_g=18,14\text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=4,104m^{-1}</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}</math></p> <p><math>=3,4969\text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} =</math></p> <p><math>0,608445</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} =1,472</math></p> <p><math>W/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} = 0,5435</math></p>
<p><b>Τύπος AL6</b></p> <p><math>A_w=3,75m^2</math></p> <p><math>A_g=2,431m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g=1,319m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0,3517</math></p> <p><math>I_g=11,01\text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=2,936m^{-1}</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} =</math></p> <p><math>3,3\text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} = 0,4376</math></p>	<p><math>U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w} =1,844</math></p> <p><math>W/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} = 0,391</math></p>

Τύπος AL7		
$A_w=1,2m^2$	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$
$A_g=1,0556m^2$	$=6,344 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$	$=2,1295 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$
$A_f=A_w-A_g= 0,1444m^2$		
$F_f=A_f/A_w=0,1203$	$g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}= 0,5938$	$g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}= 0,5304$
$I_g=19,8 \text{ m}$		
$I_g/A_w=16,5m^{-1}$		

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	162,4	93,7	92,5
	Ψύξη	137,8	123,6	123,5
	ZNX	7,8	8,5	8,5
	Φωτισμός	220,4	220,2	220,2
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	528,4	446,0	444,7
	Κατάταξη	-	B	B

**Σχήμα 5.8:**Ενεργειακή κατάταξη με αντικατάσταση υαλοπινάκων με ενεργειακούς Low-E

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Λειτουργικό κόστος (€)	107.819,5	87.504,5	87.193,3
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			37.494,1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			1,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			0,3
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			6,6
	Μείωση εκπομπών CO2 (Kg/m <sup>2</sup> )			0,0
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			120,5

**Σχήμα 5.9 :** Εξοικονόμηση, κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου

## 5.3 Δράσεις για το ZNX

### 5.3.1 ZNX από Τηλεθέρμανση

Όπως προαναφέρθηκε το ZNX για την Νέα Πτέρυγα του Νοσοκομείου θερμαίνεται μέσω λέβητα, κάτι που κρίνεται ασύμφορο, εφόσον με τη εγκατάσταση ενός κυκλοφορητή θα μπορούσαμε να λαμβάνουμε το απαιτούμενο ZNX από τον εναλλάκτη της τηλεθέρμανσης. Ο υπολογισμός του κατάλληλου κυκλοφορητή συνίσταται βασικά στον προσδιορισμό της παροχής  $G$  ( $m^3/h$ ) και το μανομετρικό ύψος  $H$  (m). Η παροχής  $G$  από το δευτερεύον στοιχείο του εναλλάκτη ισούται με  $23 m^3/h$ .

Για τον υπολογισμό του μανομετρικού ύψους του κυκλοφορητή υπολογίζονται:

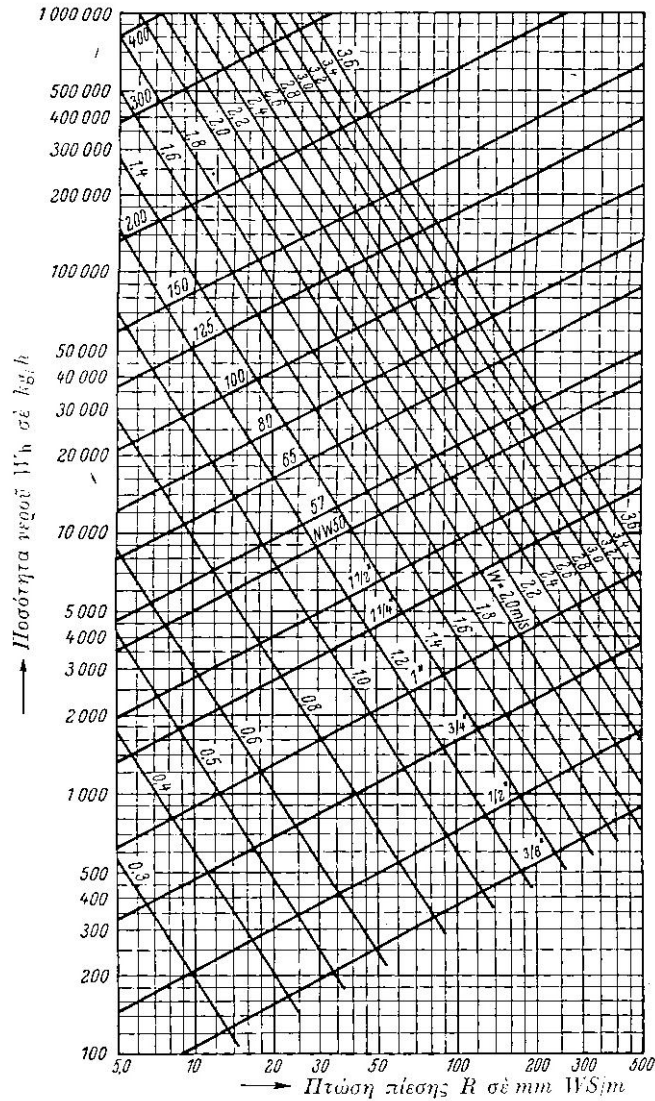
- 1) Η πτώση πίεσης στον εναλλάκτη ( $H_1$ ), που είναι στην ουσία η πτώση πίεσης του δευτερεύοντος στοιχείου του εναλλάκτη και ισούται με  $2,95 m$ .
- 2) Η πτώση πίεσης στις σωληνώσεις ( $H_2$ ), που υπολογίζεται από το σχήμα 5.10 και είναι ίσο με  $1,87 m$ .
- 3) Η πτώση πίεσης στο boiler ( $H_3$ ) η οποία μπορεί να εκτιμηθεί κατά προσέγγιση στις συνήθεις περιπτώσεις  $2,0 - 2,5 m$ .

Το μανομετρικό ύψους  $H$  του κυκλοφορητή λαμβάνεται ίσο προς άθροισμα των παραπάνω πτώσεων πίεσεως.

$$H = H_1 + H_2 + H_3 = 2,95 + 1,87 + 2 = 6,82 m$$

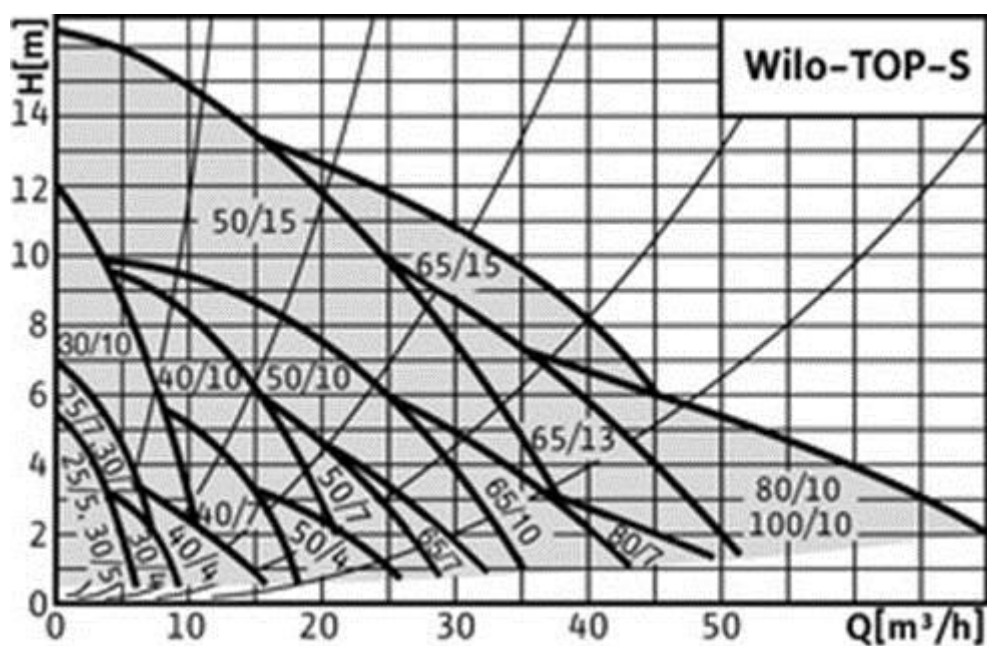
Με βάση τα παραπάνω στοιχεία επιλέγεται κυκλοφορητής Wilo Top S 65/13 από το σχήμα 5.11.

Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του συγκεκριμένου κυκλοφορητή είναι:  $1085.00€$



Λιάγραμμα 244-20. Διάγραμμα τριβής σωλήνων για χαλυβδοσωλήνες. 1 πτώση WS/m  $\approx$  10 Pa/m  
**Θέρμανση θερμού νερού με άντλια** — Θερμοκρασία θερμού νερού 80 °C.  
 Για νερό 150 °C είναι η πτώση πίεσης  $R$  κατά 4 % μικρότερη, για νερό 50 °C κατά 4 % μεγαλύτερη

**Σχήμα 5.10 :** Διάγραμμα τριβής σωλήνων για χαλυβδοσωλήνες.



Σχήμα 5.11 : Χαρακτηριστικές καμπύλες Wilo Top S

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	162,4	93,7	93,7
	Ψύξη	137,9	123,6	123,6
	ZNX	7,8	8,5	5,5
	Φωτισμός	220,4	220,2	220,2
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	528,5	446,0	443,1
	Κατάταξη	-	B	B

Σχήμα 5.12: Ενεργειακή κατάταξη με ZNX από τηλεθέρμανση

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	107.832,9	87.504,7	83.981,3
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			1.085,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²)			3,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			0,7
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,1
	Μείωση εκπομπών CO2 (Kg/m²)			4,0
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			0,3

Σχήμα 5.13 : Εξοικονόμηση, κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου

### 5.3.2 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ΖΝΧ

Στο σενάριο αυτό θα εξεταστεί λοιπόν η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών στο στέγη μόνο (της παλιάς πτέρυγας), και όχι boiler, καθώς θα χρησιμοποιηθούν τα 2 (το ένα είναι εφεδρικό του άλλου) ήδη υπάρχοντα στο χώρο του λεβητοστασίου. Το κέρδος που θα επιφέρει το εν λόγω σενάριο είναι πολύ σημαντικό, γιατί οι λέβητες την καλοκαιρινή περίοδο (Μάιος έως Σεπτέμβριος) θα παραμείνουν ανενεργοί ενώ το χειμώνα θα δίνουν ζεστό νερό χρήσης μέσω τηλεθέρμανσης.

Το ημερήσιο φορτίο υπολογίστηκε νωρίτερα και σύμφωνα με τον πίνακα 4.22 για την περίοδο Μάιος – Οκτώβριος το μέγιστο φορτίο παρατηρείται τον Μάιο και είναι  $Q_d = 71,726 \text{ kWh} = 72 \text{ kWh}$ .

Από τον πίνακα 5.9 της οδηγίας [4] για τη περιοχή της Καστοριάς και για συλλέκτες κενού υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή ο συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας  $n = 0,337$

Η απαιτούμενη συλλεκτική επιφάνεια  $A$  των συλλεκτών είναι

$$A = \frac{f \cdot E_T}{n \cdot \bar{I}} \quad (18)$$

Όπου

$f$  απαιτούμενη ηλιακή κάλυψη (ΚΕΝΑΚ τουλάχιστον 60%)

$n$  συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας [%]

$I$  μέση ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία [ $\text{kWh/m}^2$ ]

Η μέση ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία για τη περιοχή της Κοζάνης είναι

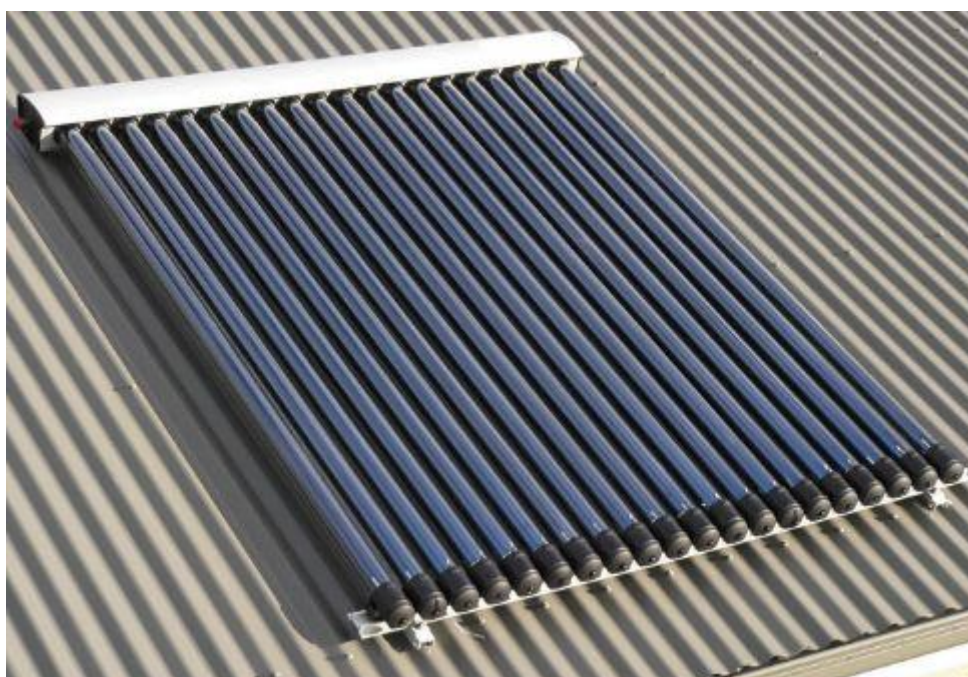
$I = 4,05 \text{ kWh/m}^2$  ημέρα, η απαιτούμενη συλλεκτική επιφάνεια των συλλεκτών είναι

$A = 31,652 \text{ m}^2 = 32 \text{ m}^2$ .

Για την τροφοδοσία του boiler των 1000 lt (και του εφεδρικού του), θα χρησιμοποιηθούν 50  $\text{m}^2$  συλλέκτες κενού με κόστος αγοράς 600 € και επιφάνειας 2,03  $\text{m}^2$  το τεμάχιο, μεταλλικές βάσεις όπου η μια βάση στηρίζει 2 συλλέκτες και ένας διαφορικός θερμοστάτης ο οποίος θα ελέγχει την θερμοκρασία του ζεστού νερού από τους συλλέκτες και από τους λέβητες δίνοντας πάντα προτεραιότητα στους συλλέκτες.

**Πίνακας 5.10:** Εξοπλισμός εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών κενού

Περιγραφή	Τεμάχια	Κόστος/ τεμάχιο [€]	Σύνολο [€]
Συλλέκτης κενού	25	600	15000
Μεταλλική βάση	25	50	1250
Διαφορικός θερμοστάτης	1	200	200
Κόστος εγκατάστασης			4700
Σύνολο			21150



**Σχήμα 5.14 :** Συλλέκτης κενού

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	162,4	93,7	93,7
	Ψύξη	137,9	123,6	123,6
	ZNX	7,8	8,5	3,3
	Φωτισμός	220,4	220,2	220,2
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	528,5	446,0	440,8
	Κατάταξη	-	B	B

**Σχήμα 5.15:** Ενεργειακή κατάταξη με χρήση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	107.832,9	87.504,7	84.368,3
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			21.150,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			5,2
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			1,2
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,9
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			2,5
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			6,7

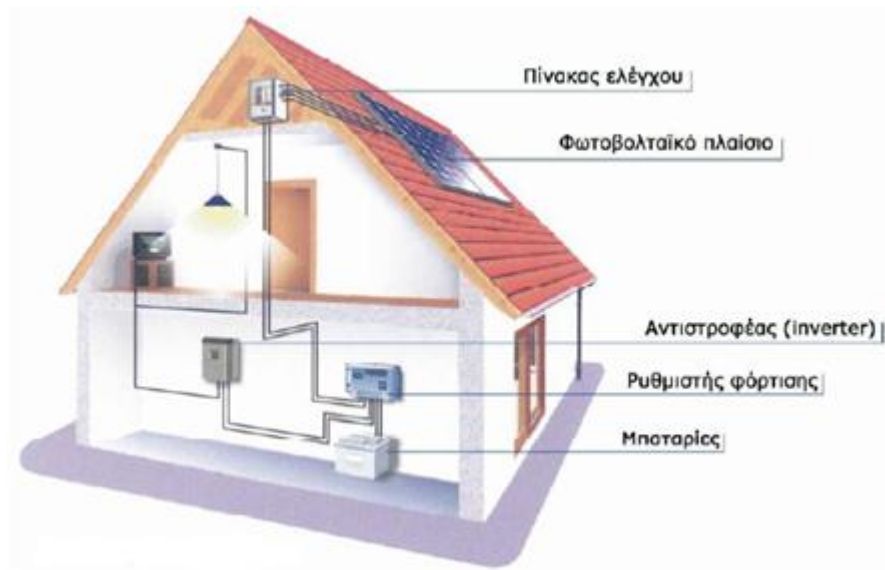
**Σχήμα 5.16 :** Εξοικονόμηση, κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου

## 5.4 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στη στέγη της παλιάς και νέας πτέρυγας

Το νοσοκομείο διαθέτει αναξιοποίητη επιφάνεια 728 m<sup>2</sup> στη στέγη της νέας πτέρυγας και 479 m<sup>2</sup> στη στέγη της παλιάς πτέρυγας, τα οποία θα ήταν ιδανικά για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, λαμβάνοντας υπόψη την μηδενική του σκίαση (δεν υπάρχουν ψηλότερα κτίρια στην γύρω περιοχή ώστε να το σκιάζουν).

Με βάση τα παραπάνω έγινε μελέτη για την εγκατάσταση αυτόνομου συστήματος μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών πλαισίων με ονομαστική ισχύ 333 W και βαθμό απόδοσης 20,4% (σχήμα 5.18). Τα πλαίσια θα τοποθετηθούν με κλίση 30° και νότιο προσανατολισμό για μεγιστοποίηση των ενεργειακών απολαβών σε βάσεις σταθερής κλίσης. Για την εγκατάσταση αυτόνομου συστήματος είναι απαραίτητη και η σύνδεσή τους με αυτόνομο αντιστροφέα (inverter), ρυθμιστή φόρτισης και συσσωρευτές (μπαταρίες) (σχήμα 5.17).



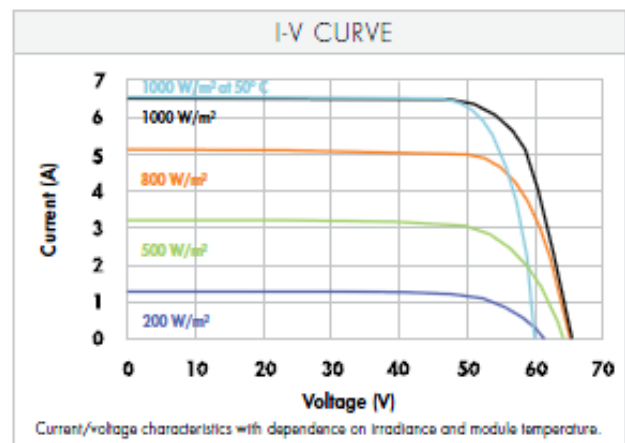


Σχήμα 5.17 : Αυτόνομο σύστημα

**MODELS: SPR-333NE-WHT-D, SPR-327NE-WHT-D**

ELECTRICAL DATA			
Measured at Standard Test Conditions (STC): Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , AM 1.5, and cell temperature 25° C			
Nominal Power (+5/-0%)	P <sub>nom</sub>	333 W	327 W
Cell Efficiency	η	22.8%	22.5%
Panel Efficiency	η	20.4%	20.1 %
Rated Voltage	V <sub>mpp</sub>	54.7 V	54.7 V
Rated Current	I <sub>mpp</sub>	6.09 A	5.98 A
Open-Circuit Voltage	V <sub>oc</sub>	65.3 V	64.9 V
Short-Circuit Voltage	I <sub>sc</sub>	6.46 A	6.46 A
Maximum System Voltage	IEC	1000 V	1000 V
Temperature Coefficients	Power (P)	- 0.38%/K	
	Voltage (V <sub>oc</sub> )	- 176.6mV/K	
	Current (I <sub>sc</sub> )	3.5mA /K	
NOCT	45°C +/- 2°C		
Series Fuse Rating	20 A		
Limiting Reverse Current (3 strings)	I <sub>r</sub>	16.2 A	
Grounding	Positive grounding not required		

ELECTRICAL DATA			
Measured at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT): Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , 20° C, wind 1 m/s			
Nominal Power	P <sub>nom</sub>	247 W	243 W
Rated Voltage	V <sub>mpp</sub>	50.4 V	50.4 V
Rated Current	I <sub>mpp</sub>	4.91 A	4.82 A
Open-Circuit Voltage	V <sub>oc</sub>	61.2 V	60.8 V
Short-Circuit Voltage	I <sub>sc</sub>	5.22 A	5.22 A



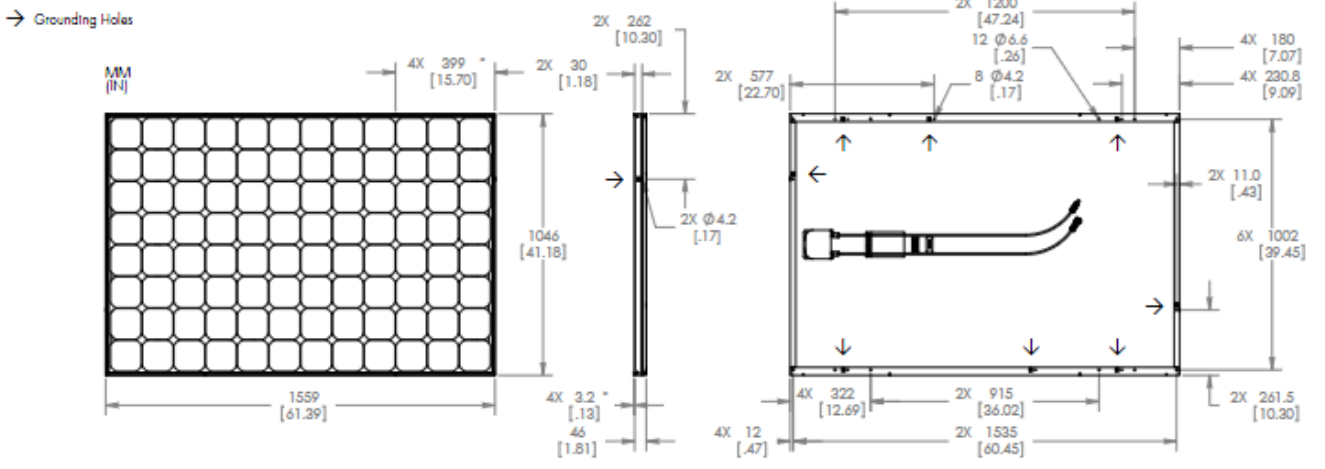
Current/voltage characteristics with dependence on irradiance and module temperature.

TESTED OPERATING CONDITIONS	
Temperature	- 40° C to +85° C
Max load	550 kg/m <sup>2</sup> [5400 Pa], front (e.g. snow) w/specified mounting configurations 245 kg/m <sup>2</sup> [2400 Pa] front and back (e.g. wind)
Impact Resistance	Hail: 25 mm at 23 m/s

WARRANTIES AND CERTIFICATIONS	
Warranties	25-year limited power warranty 10-year limited product warranty
Certifications	IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730 (SCII)

Σχήμα 5.18 : Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού πλαισίου Sunpower SPR-333NE-WHT-D

## DIMENSIONS



**Σχήμα 5.19 :** Διαστάσεις πλαισίου Sunpower SPR-333NE-WHT-D

Για τον υπολογισμό των της προσπίπτουσας ακτινοβολίας θα χρησιμοποιηθούν οι σχέσεις

$$\delta = 23,45^\circ \cdot \sin\left(360 + \frac{284+n}{360}\right) \quad (19)$$

$$\omega_s = \arccos(-\tan\varphi \cdot \tan\delta) \quad (20)$$

$$\omega_s' = \min[\omega_s, \arccos[-\tan(\varphi - \beta) \cdot \tan\delta]] \quad (21)$$

$$\overline{R_b} = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_s' + \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin\delta \cdot \omega_s' \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right)}{\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_s + \sin\varphi \cdot \sin\delta \cdot \omega_s' \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right)} \quad (22)$$

$\Phi$  : γεωγραφικό πλάτος (=40 °)

$\beta$  : κλίση του συλλέκτη από το οριζόντιο επίπεδο (=30°)

$\delta$  : ηλιακή απόκλιση [°]

$\omega_s$  : ωριαία γωνία δύσης-ανατολής για το οριζόντιο επίπεδο [°]

$\omega_s'$  : ωριαία γωνία δύσης-ανατολής στο επίπεδο ενός συλλέκτη κλίσης  $\beta$  [°]

$\overline{R_b}$  : συντελεστής μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας από οριζόντιο σε κεκλιμένο επίπεδο.

Η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε κεκλιμένο επίπεδο  $H_t$  είναι

$$H_t = H \cdot \left(1 - \frac{H_d}{H}\right) \cdot \overline{R_b} + H_d \cdot \left(\frac{1 + \cos\beta}{2}\right) + 0,15 \cdot H \cdot \left(\frac{1 - \cos\beta}{2}\right) \quad (23)$$

Όπου

$H$  : ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο [ $\text{kWh/m}^2$ ]

$H_d$  : διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο [ $\text{kWh/m}^2$ ]

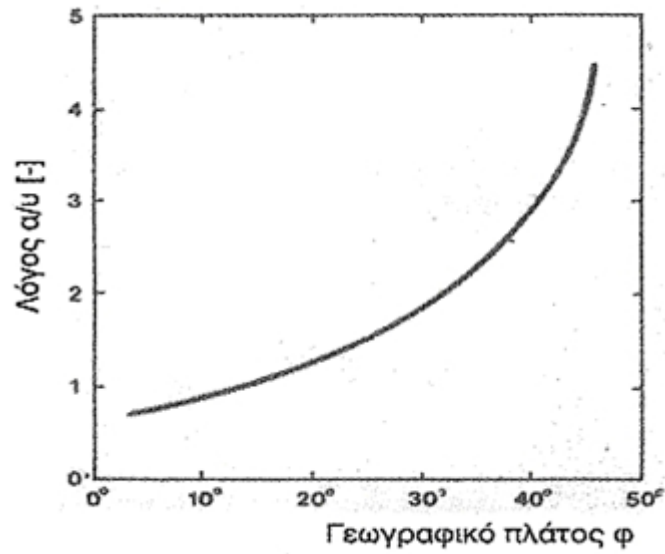
**Πίνακας 5.11:** Μετεωρολογικά δεδομένα για περιοχή Κοζάνης [32].

	Ώρες Ηλιοφάνειας	Ολική Ηλ ακτ σε οριζόντιο επίπεδο $H$ [ $\text{kWh/m}^2$ ]	Διάχυτη Ηλ ακτ σε οριζόντιο επίπεδο $H_d$ [ $\text{kWh/m}^2$ ]	Μέση εξωτερική θερμοκρασία $T_a$ [ $^{\circ}$ ]
Ιαν	108,9	52,5	27,9	2,3
Φεβ	93,72	62,8	35,2	3,7
Μαρτ	126,03	100,2	54,4	6,9
Απρ	139,91	122,3	68,3	11,6
Μια	149,5	146,1	83,1	16,8
Ιουν	210,56	163,3	80,2	21,5
Ιουλ	240,27	170,4	80,7	24,1
Αυγ	261,4	165,4	64,9	23,6
Σεπτ	202,73	125,8	51,8	19,3
Οκτ	128,71	82,9	43,6	13,5
Νοεβ	99,82	54,4	30,3	8
Δεκ	113,65	47,7	24,2	3,9

**Πίνακας 5.12:** συντελεστής μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας από οριζόντιο σε κεκλιμένο επίπεδο, λόγος διάχυτης προς ολική ακτινοβολία, ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε κεκλιμένο επίπεδο.

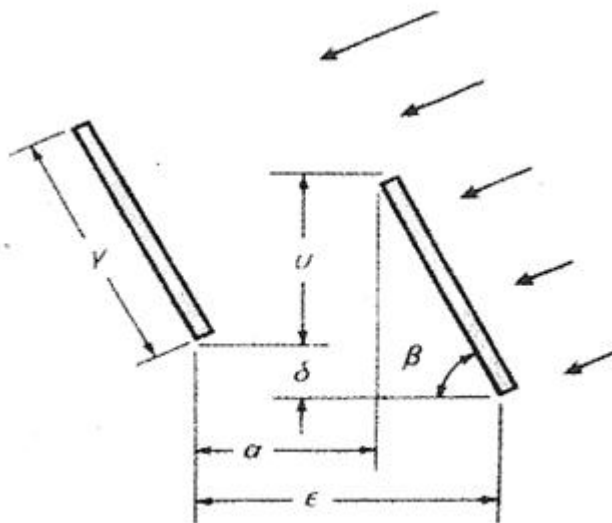
	$R_b$	$H_d/H$	$H_T$ ( $\text{kWh/m}^2$ )
Ιαν	0,460483832	0,53142857	36,29531
Φεβ	0,427721191	0,56050955	43,22971
Μαρτ	0,40025664	0,54291417	66,96615
Απρ	0,373677664	0,5584628	81,16285
Μια	0,349633021	0,5687885	96,16654
Ιουν	0,329872932	0,49112064	99,45463
Ιουλ	0,305925197	0,47359155	100,0664
Αυγ	0,287793898	0,3923821	87,95224
Σεπτ	0,271110399	0,41176471	67,03968
Οκτ	0,255708366	0,52593486	49,08533
Νοεβ	0,241446006	0,55698529	32,87652
Δεκ	0,229912712	0,50733753	27,10677

Σύμφωνα με το σχήμα 5.20 [33] για γεωγραφικό πλάτος  $\varphi=40^\circ$  ο λόγος  $a/u = 2,8$ .



Σχήμα 5.20 : Λόγος  $a/u$  ως προς γεωγραφικό πλάτος.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι διαστάσεων  $1559 \times 1406 \times 46$  mm. Από τα χαρακτηριστικά του πάνελ  $\gamma=1,046$  m και κλίση  $\beta=30^\circ$ .



Σχήμα 5.21 : Λόγος  $a/u$  ως προς γεωγραφικό πλάτος.

$u + \delta = \gamma \sin \beta$  άρα  $u + \delta = 0,5$  άρα  $\delta = 0,5 - u$  και  $\alpha = 2,8 \cdot u$

Επειδή η σκεπή έχει κλίση  $20^\circ$  και ισχύει  $\tan 20^\circ = \frac{\delta}{\alpha}$   $u = 0,247$  και  $\alpha = 0,691$  η απόσταση μεταξύ δύο πλαισίων είναι  $\varepsilon = \alpha + \gamma \cos \beta$   $\varepsilon = 1,59$  (η απόσταση μεταξύ των πάνελ με κατεύθυνση την κορυφή της σκέπης).

Στη νέα πτέρυγα θα χρειαστούν 7 πάνελ με κατεύθυνση ( $10,5 \text{ m} / 1,59 \text{ m} = 6,6$ ) προς τη κορυφή και κατά μήκος της βάσης της σκέπης 29 πάνελ ( $45,2 \text{ m} / 1,559 \text{ m} = 28,99 = 29$ ), σύνολο 203. Επίσης για τις δυο πλευρές της σκέπης ( $10 \text{ m} / 1,559 \text{ m} = 8,44 = 8$ ) και ( $10,5 \text{ m} / 1,59 \text{ m} = 6,6 = 7$ ) προκύπτουν επιπλέον 56 πάνελ. Στο μικρό τμήμα της σκεπής ( $14,5 / 1,559 = 9,3 = 9$ ) 9 πάνελ. Συνολικά 268 πάνελ, επιφάνειας  $268 \cdot 1,63 \text{ m}^2 = 436,84 \text{ m}^2$  συνολικής ισχύς  $268 \cdot 333 \text{ W} = 89,244 \text{ kW}$ .

Στη παλιά πτέρυγα θα τοποθετηθούν 33 πάνελ κατά μήκος της σκεπής ( $52 \text{ m} / 1,559 \text{ m} = 33$ ) και 5 πάνελ με κατεύθυνση προς τη κορυφή ( $8 \text{ m} / 1,59 \text{ m} = 5$ ). Άρα 165 πάνελ, επιφάνειας  $165 \cdot 1,63 \text{ m}^2 = 268,95 \text{ m}^2$  συνολικής ισχύς  $165 \cdot 333 \text{ W} = 54,945 \text{ kW}$ .

Τα πλαίσια που θα τοποθετηθούν στη νέα και τη παλιά πτέρυγα θα είναι συνολικά 433 με συνολική επιφάνεια  $705,79 \text{ m}^2$  και ισχύ  $114,189 \text{ kW}$ . Για την αυτονομία του συστήματος με βάση το φορτίο αιχμής το οποίο εμφανίζεται την περίοδο Αυγούστου 2012 ( $374 \text{ kW}$ ) από τους πίνακες 23 και 24 από το παράρτημα III, προκύπτει το ημερήσιο απαιτούμενο φορτίο είναι  $374 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} = 8976 \text{ kWh}$ , η απαιτούμενη επιφάνεια των φωτοβολταϊκών στοιχείων  $A$  δίνεται από τη σχέση

$$A = \frac{E_{\text{απαιτ}}}{H_{\tau} \cdot n} \quad (24)$$

Όπου

**A** επιφάνεια των φ/β στοιχείων [ $\text{m}^2$ ]

**E<sub>απαιτ</sub>** ημερησία κατανάλωση σύμφωνα με το μέγιστο φορτίο (φορτίο αιχμής) [ $\text{kWh}/\text{ημέρα}$ ]

**H<sub>τ</sub>** προσπίπτουσα ακτινοβολία κάθετα στην επιφάνεια των πλαισίων [ $\text{kWh}/\text{m}^2$ ]

**n** βαθμός απόδοσης πλαισίου [%]

**Πίνακας 5.13:** Μέση εξωτερική θερμοκρασία, συντελεστής θερμοκρασιακής διόρθωσης και βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκών πάνελ.

	Μέση εξωτερική θερμοκρασία $T_a$ (°C)	Συντελεστής θερμοκρασιακής διόρθωσης $\sigma_T$	Sunpower β α
Ιαν	2,3	0,9385	0,191454
Φεβρ	3,7	0,9315	0,190026
Μαρτ	6,9	0,9155	0,186762
Απρ	11,6	0,892	0,181968
Μαι	16,8	0,866	0,176664
Ιον	21,5	0,8425	0,17187
Ιουλ	24,1	0,8295	0,169218
Αυγ	23,6	0,832	0,169728
Σεπτ	19,3	0,8535	0,174114
Οκτ	13,5	0,8825	0,18003
Νοεβ	8	0,91	0,18564
Δεκ	3,9	0,9305	0,189822

Για τη κάλυψη του φορτίου αιχμής χρειάζονται 1623,21 m<sup>2</sup> επιφάνειας πλαισίων έτσι η κάλυψη του φορτίου από τα εγκατεστημένα πλαίσια με συνολική επιφάνεια 705,79 m<sup>2</sup> είναι ο λόγος

$$r = \frac{705,79}{1623,21} = 0,434 \text{ ή } 43,5 \% \text{ κάλυψης φορτίου αιχμής}$$

Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος είναι 5% μειωμένος λόγω απωλειών βοηθητικών συστημάτων [29] άρα  $\eta = 15,4\%$ . Θα χρησιμοποιηθεί αυτόνομος μετατροπέας της εταιρίας SMA για να δίνει προτεραιότητα στην κατανάλωση ενέργειας από φωτοβολταϊκά.

Στον πίνακα 5.14 παρουσιάζονται οι ημερήσιες καταναλώσεις σύμφωνα με τα τιμολόγια (συμπεριλαμβάνουν την παλιά πτέρυγα) και σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος TEE KENAK.

Οι συσσωρευτές υπολογίζονται από τις ημέρες αυτοδυναμίας

$$S_p = \frac{5}{17} \cdot \left[ \frac{N_s \cdot d_{om} - N_{so}}{N_s} \right] + \frac{12}{17} \quad (25)$$

$N_s$  μέγιστες ώρες ηλιοφάνειας τη μέση μέρα του μήνα

$N_{so}$  πραγματικές ώρες ηλιοφάνειας του μήνα

$d_{om}$  ημέρες του μήνα

**Πίνακας 5.14:** Ημέρες αυτοδυναμίας, κατανάλωση ρεύματος, μέγιστες ώρες ηλιοφάνειας, πραγματικές ώρες ηλιοφάνειας.

	Πραγματικές Ώρες Ηλιοφάνειας $N_{so}$	Μέγιστες ώρες ηλιοφάνειας $N_s$	$d_{om}$	Ημέρες αυτοδυναμίας $S_p$	Κατανάλωση ρεύματος/ημέρα από προγραμμα [Kwh/ημέρα]
Ιαν	108,9	12,03855416	31	7,159494583	2804,57087
Φεβ	93,72	12,0423966	28	6,648943816	2624,36085
Μαρτ	126,03	12,04598282	31	6,743051733	2194,37135
Απρ	139,91	12,04982516	30	6,111378686	1649,10332
Μαι	149,5	12,05366744	31	6,172557935	962,237704
Ιουν	210,56	12,05712544	30	4,390721493	2352,39738
Ιουλ	240,27	12,06173602	31	3,962514675	2452,53268
Αυγ	261,4	12,06557809	31	3,449508261	2429,06347
Σεπτ	202,73	12,06942009	30	4,5866832	945,809255
Οκτ	128,71	12,07326201	31	6,684740181	1126,52219
Νοεβ	99,82	12,07710384	30	7,095023378	2000,75035
Δεκ	113,65	12,08043336	31	7,053114124	2569,87875

Για τον Ιανουάριο 7,15 άρα 7 μέρες αυτοδυναμίας . Η ενέργεια αυτοδυναμίας είναι

$$E_a = E_\varphi \cdot s_p \quad (26)$$

Όπου

$E_\varphi$  ημερήσιο φορτίο [kWh]

$S_p$  ημέρες αυτοδυναμίας

$$E_{\phi} = 2804,57 \text{ kWh}$$

$$E_{\alpha} = 2804,57 \text{ kWh} \cdot 7 \text{ d} = 19631,99 \text{ kWh}$$

Η ενέργεια συσσωρευτών είναι

$$E_{\alpha} = Q \cdot V_{\sigma} \cdot \beta \cdot n_{\sigma} \quad (27)$$

Όπου

$Q$  χωρητικότητα συσσωρευτή [Ah]

$V_{\sigma}$  τάση συσσωρευτών [V]

$n_{\sigma}$  βαθμός αποθήκευσης συσσωρευτή

$\beta$  βαθμός εκφόρτισης συσσωρευτή

Οι συσσωρευτές που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι της Sunlight, κλειστού τύπου OPzV με μεγάλη διάρκεια ζωής (18 χρόνια στους 20°C), τάση 48 V (24 στοιχεία των 2V/ 2148 Ah σε σειρά), βαθμό αποθήκευσης  $n_{\sigma} = 0,85$  και βαθμό εκφόρτισης  $\beta=0,8$ . Η ποσότητα συσσωρευτών που χρειάζεται για την κάλυψη των ημερών αυτοδυναμίας είναι πολύ μεγάλη και θα χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη μιας ημέρας.

**Πίνακας 5.15:** Κόστη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων

Περιγραφή	Τεμάχια	Αξία τεμαχίου [€]	Αξία [€]
Sunpower φ/β πλαίσιο	433	416	180236
Βάσεις στήριξης	433	50	21650
Αυτόνομος αντιστροφέας (Inverter) 140 kW/64V	1	25000	25000
Μπαταρίες ( 2V/2148 Ah) τύπου Gel (βαθιάς εκφόρτισης κλειστού τύπου διάρκειας 18 ετών ζωής)	680	550	374000
Ηλεκτρολογικό υλικό			2000
Κόστος εγκατάστασης			20000



Σύνολο χωρίς ΦΠΑ			622886
Σύνολο με ΦΠΑ			766149,78

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	162,4	93,7	93,7
	Ψύξη	137,9	123,6	123,6
	ZNX	7,8	8,5	8,5
	Φωτισμός	220,4	220,2	220,2
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	113,4
	Σύνολο	528,5	446,0	332,6
	Κατάταξη	-	B	B+

**Σχήμα 5.22:** Ενεργειακή κατάταξη με χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	107.832,9	87.504,7	68.021,3
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			766.940,6
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			113,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			25,4
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,5
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			38,7
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			39,4

**Σχήμα 5.23:** Εξοικονόμηση, κόστη και περίοδος αποπληρωμής σεναρίου

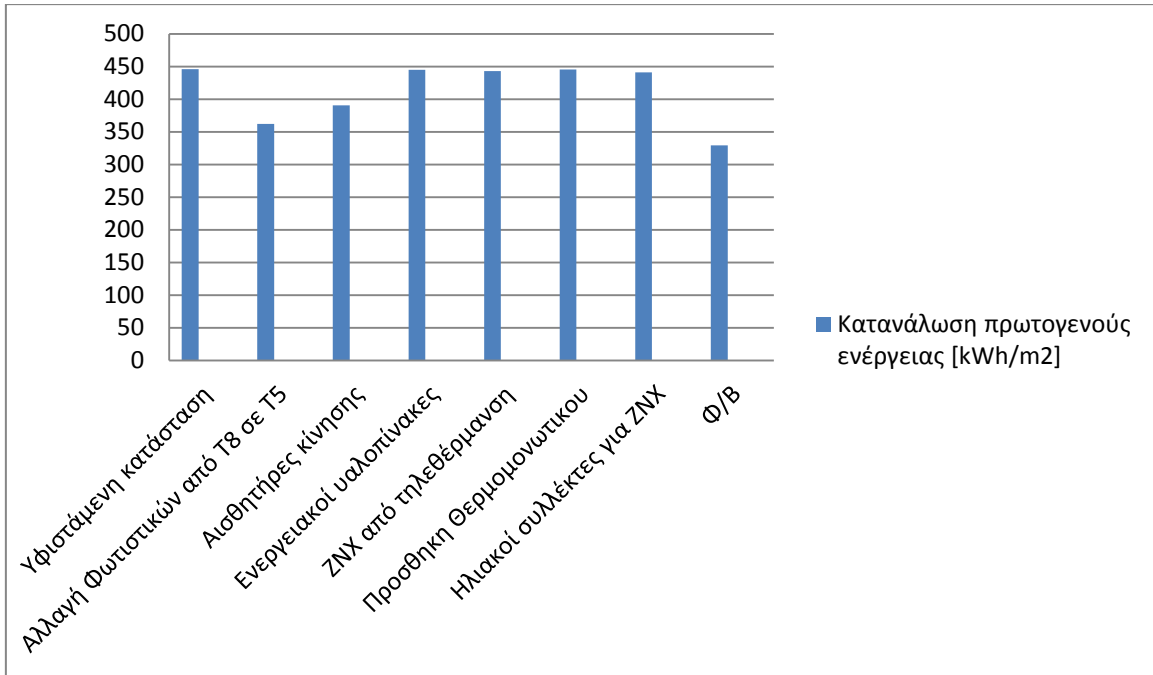
## 5.5 Σύγκριση των σεναρίων

Στον πίνακα 5.16 ακολουθεί μια σύγκριση του αποδοτικότερου σεναρίου με βάση τη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, τα λειτουργικά κόστη, την μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> και τη περίοδο αποπληρωμής.

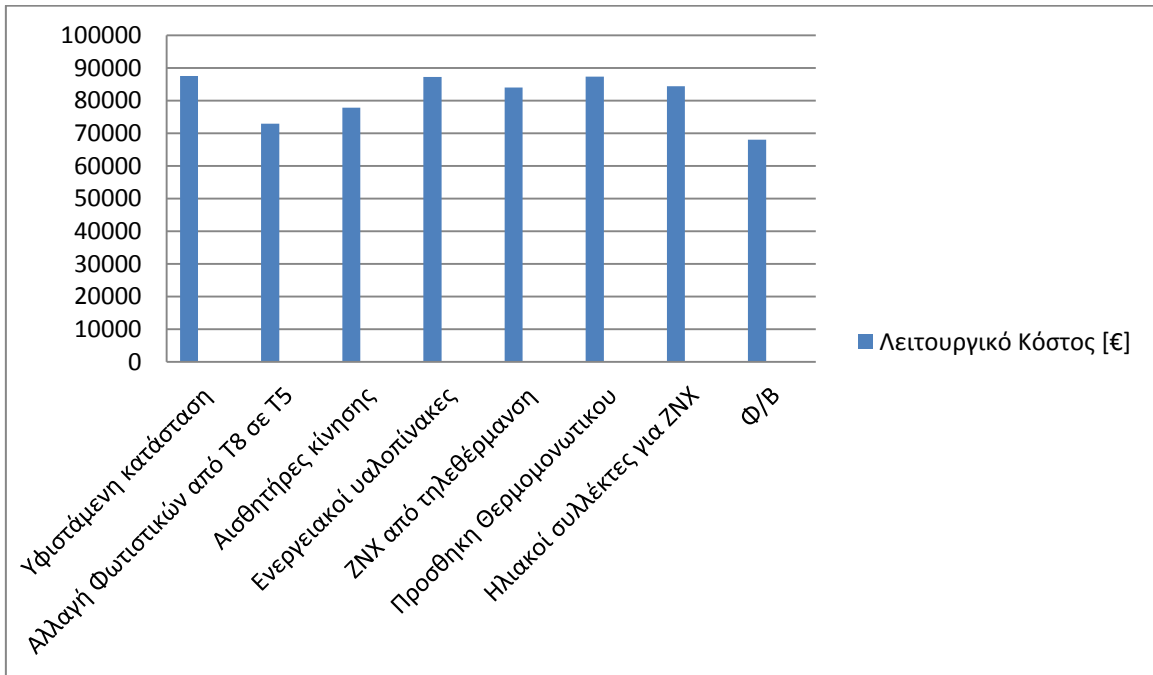
**Πίνακας 5.16:** Σύγκριση σεναρίων

	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Λειτουργικό κόστος [€]	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	Περίοδος αποπληρωμής [έτη]
Υφιστάμενη κατάσταση	446	87504,7		
Αλλαγή Φωτιστικών από T8 σε T5	362	72933	30,1	2,8
Αισθητήρες κίνησης	390,3	77766,9	19,7	0,8
Ενεργειακοί υαλοπίνακες	444,7	87193,3	-	120,5
ZNX από τηλεθέρμανση	443,1	83981,3	4	0,3
Προσθήκη θερμομονωτικού κελύφους	445,2	87306,7	-	288
Ηλιακοί συλλέκτες για ZNX	440,8	84368,3	2,5	6,7
Φ/B	332,6	68021,3	38,7	39,4

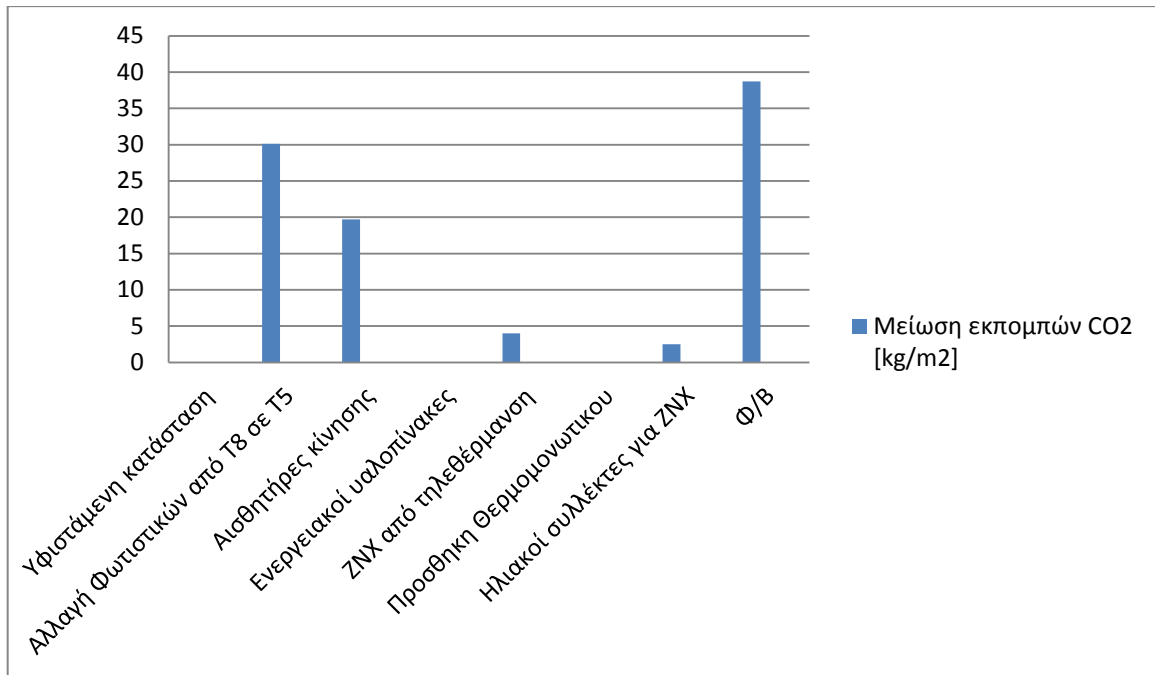
Παρατηρώντας τον πίνακα 5.16 και τα σχήματα 5.24, 5.25 την χαμηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας έχει το σενάριο που περιλαμβάνει την εγκατάσταση Φ/B και μετά το σενάριο για αλλαγή φωτιστικών από T8 σε T5. Τα χαμηλότερα λειτουργικά κόστη έχουν τα σενάρια εγκατάστασης Φ/B και το σενάριο αλλαγής φωτιστικών από T8 σε T5. Την υψηλότερη μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> έχει το σενάριο που περιλαμβάνει την εγκατάσταση Φ/B και μετά το σενάριο για αλλαγή φωτιστικών από T8 σε T5. Τέλος τη χαμηλότερη περίοδο αποπληρωμής έχει το σενάριο για παραγωγή ZNX από τηλεθέρμανση και μετά το σενάριο προσθήκης αισθητήρων κίνησης. Το σενάριο με τη προσθήκη ενεργειακών υαλοπινάκων και το σενάριο προσθήκης θερμομονωτικού κελύφους χαρακτηρίζονται μη βιώσιμα λόγω μεγάλης αποπληρωμής και αμελητέας μείωσης στη κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση και κατά συνέπεια απορρίπτονται ως πιθανά σενάρια.



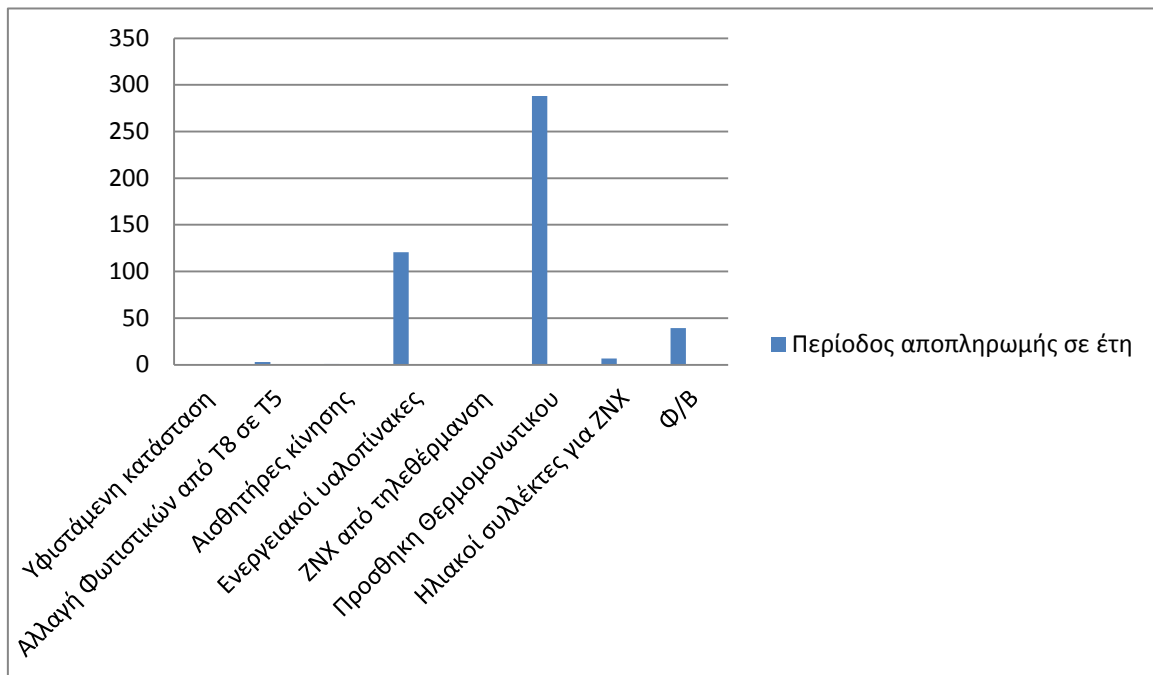
**Σχήμα 5.24:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά σενάριο



**Σχήμα 5.25:** Λειτουργικό κόστος ανά σενάριο



Σχήμα 5.26: Μείωση εκπομπών CO2 [kg/m<sup>2</sup>]



Σχήμα 5.27: Περίοδος αποπληρωμής σε έτη

## 5.6 Χρήση Επιλεγμένων Σεναρίων για Αύξηση Ενεργειακής Κλάσης

Συνδυάζοντας τα σενάρια της χρήσης φωτοβολταϊκών, αισθητήρων κίνησης, φωτιστικών T5, παραγωγής ΖΝΧ από τηλεθέρμανση και ηλιακούς συλλέκτες, έχουμε τα αποτελέσματα των σχημάτων 5.28 και 5.29.

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	162,4	93,7	96,3
	Ψύξη	137,9	123,6	93,3
	ΖΝΧ	7,8	8,5	1,8
	Φωτισμός	220,4	220,2	91,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	109,6
	Σύνολο	528,5	446,0	173,3
	Κατάταξη	-	B	A+

**Σχήμα 5.28:** Ενεργειακή κατάταξη με χρήση επιλεγμένων σεναρίων

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	107.832,9	87.504,7	35.417,9
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			839.277,6
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			272,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			61,1
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,7
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			99,9
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			16,1

**Σχήμα 5.29:** Εξοικονόμηση, κόστη και περίοδος αποπληρωμής επιλεγμένων σεναρίων

Από το σχήμα 5.28 φαίνεται η διαφορά μεταξύ κτηρίου αναφοράς και σεναρίου με χρήση των επεμβάσεων που προαναφέρθηκαν. Το όριο για να ανήκει το κτίριο στην A+ κατηγορία είναι  $0,33 \cdot \text{ΠΕΚΑ} = 174,405 \text{ kWh/m}^2$ , όπου (ΠΕΚΑ = Πρωτογενής ενέργεια Κτιρίου Αναφοράς). Στο σχήμα 5.28 παρουσιάζονται οι απαιτήσεις και η κατανάλωση όπως διαμορφώθηκαν με τη χρήση όλων των παραπάνω επεμβάσεων.

Σενάριο 1														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	2,0	1,5	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,6	7,1
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,4	28,7	28,2	0,0	0,0	0,0	0,0	82,3
	Υγρανση	4,3	3,6	2,9	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,0	3,6	18,1
	ZNX	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	6,3
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	13,7	11,2	9,6	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	8,5	12,3	63,6
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	9,3	10,4	10,2	1,1	0,0	0,0	0,0	32,2
	ZNX	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	2,4
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	0,2	5,8
	Φωτισμός	2,7	2,4	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,6
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	2,1	2,2	3,1	3,5	4,0	4,5	4,6	4,4	3,7	3,0	2,2	1,9	39,1
	Σύνολο	17,0	14,0	12,5	8,5	3,8	11,9	13,1	12,9	3,7	5,3	11,4	15,5	129,7
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	54,1		53,5										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	42,3		17,5										
	Ηλιακή	5,8		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	129,7		53,5										

**Σχήμα 5.28:** Χρήση επιλεγμένων σεναρίων για αύξηση της ενεργειακής κλάσης

Η απαίτηση για θέρμανση αυξήθηκε σε μικρό ποσοστό, το οποίο οφείλεται σε μείωση του θερμικού κέρδους κυρίως λόγω φωτισμού από αλλαγή φωτιστικών. Μικρή πτώση σημείωσε η ψύξη για τον αντίστοιχο λόγο. Επειδή οι καταναλώσεις της θέρμανσης χρησιμοποιούν το ίδιο σύστημα με το κτίριο πριν τις επεμβάσεις υπήρξε μια ανάλογη αύξηση της κατανάλωσης λόγω αύξησης των απαιτήσεων για θέρμανση. Ανάλογη πτώση φαίνεται και στη κατανάλωση ψύξης λόγω μείωσης της απαίτησης για ψύξη. Ο φωτισμός σημείωσε μείωση λόγω αποδοτικότερων λαμπτήρων. Επιπλέον εμφανίζονται τιμές όσον αφορά την ηλιακή ενέργεια από ηλιακούς συλλέκτες (5,8 kWh/m<sup>2</sup>) και φωτοβολταϊκά (39,1 kWh/m<sup>2</sup>), έτσι η απορρόφηση ηλεκτρικού φορτίου έχει μειωθεί κατά 96,8 kWh/m<sup>2</sup> σε σχέση με το υπάρχον κτίριο. Η κατανάλωση πετρελαίου έχει εξαλειφθεί χάρη στην αντικατάσταση του από τηλεθέρμανση και ηλιακούς συλλέκτες. Η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων αυξήθηκε σε μικρή ποσότητα (6 kWh/m<sup>2</sup>) λόγω της επιπλέον χρήσης της για θέρμανση ζεστού νερού χρήσης. Με χρήση τεχνολογιών εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρατηρείται στη συνολική εκπομπή CO<sub>2</sub> που μειώθηκε κατά 99,8 kg/m<sup>2</sup>.

## 6 Συμπεράσματα

Η ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε στη παρούσα εργασία έδειξε το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου της νέας πτέρυγας «Μαμάτσειο» ενός νέου δημόσιου κτηρίου που κατασκευάστηκε σε μια εποχή όπου είχε βγει η ευρωπαϊκή οδηγία αλλά δεν υπήρχε υποχρέωση εφαρμογής από την ελληνική νομοθεσία. Από την ενεργειακή κατάταξη (κατηγορία Β) τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

Από την επιθεώρηση του κελύφους διαπιστώνεται ότι το κτιριακό κέλυφος είναι επαρκώς μονωμένο. Η εκτεθειμένη επιφάνεια στην οροφή του επιπέδου 3 το οποίο είναι ο τελευταίος θερμαινόμενος χώρος είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (επίπεδο 4) με αποτέλεσμα η μετάδοση θερμότητας από το κέλυφος και οι απώλειες να είναι λιγότερες σε σχέση από το να ήταν σε επαφή με εξωτερικό αέρα. Επίσης η επιφάνεια του δαπέδου των θερμαινόμενων χώρων σε επαφή με το έδαφος είναι περίπου 35,5 % ( 1348,78 m<sup>2</sup> είναι η συνολική επιφάνεια δαπέδου σε επαφή με το έδαφος από την οποία 478,8 m<sup>2</sup> ανήκουν στους θερμαινόμενους χώρους και 869,98 m<sup>2</sup> είναι μη θερμαινόμενοι χώροι). Όσο αναφορά τη σκίαση του κτιριακού κελύφους θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι ελάχιστη.

Επιπλέον υπάρχουν μεγάλα θερμικά κέρδη από φωτισμό, χρήστες και συσκευές λόγω κτιρίου τριτογενή τομέα. Με βάση τα παραπάνω οι απαιτήσεις για θέρμανση είναι χαμηλές καθώς οι προαναφερθέντες παράγοντες επιδρούν μειωτικά. Αντιθέτως για τη ψύξη όλοι οι παραπάνω παράγοντες, δηλαδή τα θερμικά κέρδη από φωτισμό, χρήστες και συσκευές εκπέμπουν θερμότητα στο χώρο και δημιουργούν αυξημένες απαιτήσεις.

Με τη χρήση τηλεθέρμανσης στην περιοχή της Κοζάνης δεν εκπέμπονται πλέον στην ατμόσφαιρα κάθε έτος 60.000 tn CO<sub>2</sub> και 100 tn SO<sub>2</sub> [34], που οφείλονταν στη λειτουργία των καυστήρων των πολυκατοικιών. Επίσης ο υψηλός βαθμός απόδοσης της διάταξης καθιστά την τηλεθέρμανση κατάλληλο σύστημα για την βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης ενός κτιρίου.

Συστήματα όπως το σύστημα BMS με αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, η προτεραιότητα που βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής θέρμανσης/ψύξης, η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling) σε κτίρια τριτογενή τομέα συμβάλλουν επίσης στην βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης.

Από την εκτίμηση των σεναρίων προκύπτει ότι τα πιο αποδοτικά όσον αφορά τη μείωση του λειτουργικού κόστους αλλά και εκπομπής CO<sub>2</sub> είναι η επένδυση σε φωτοβολταϊκά και η αλλαγή των φωτιστικών σωμάτων από T8 σε T5, αλλά και τα σεναρία των αισθητήρων κίνησης, παραγωγής ZNX από ηλιακούς, παραγωγής ZNX από την τηλεθέρμανση έχουν ικανοποιητική απόδοση. Συνδυάζοντας τα σεναρία προσθήκης Φ/Β, αισθητήρων κίνησης, αλλαγής φωτιστικών από T8 σε T5, παραγωγή ZNX από ηλιακούς συλλέκτες και τηλεθέρμανση ,το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία A+.

Τέλος η σημαντικότερη παράμετρος είναι η συνεισφορά του ανθρώπινου παράγοντα (ευαισθητοποίηση του προσωπικού) στην ορθολογική χρήση των συσκευών και των συστημάτων, με αποφυγή την άσκοπη χρήση που καταλήγει σε μεγάλες καταναλώσεις.



## Βιβλιογραφία

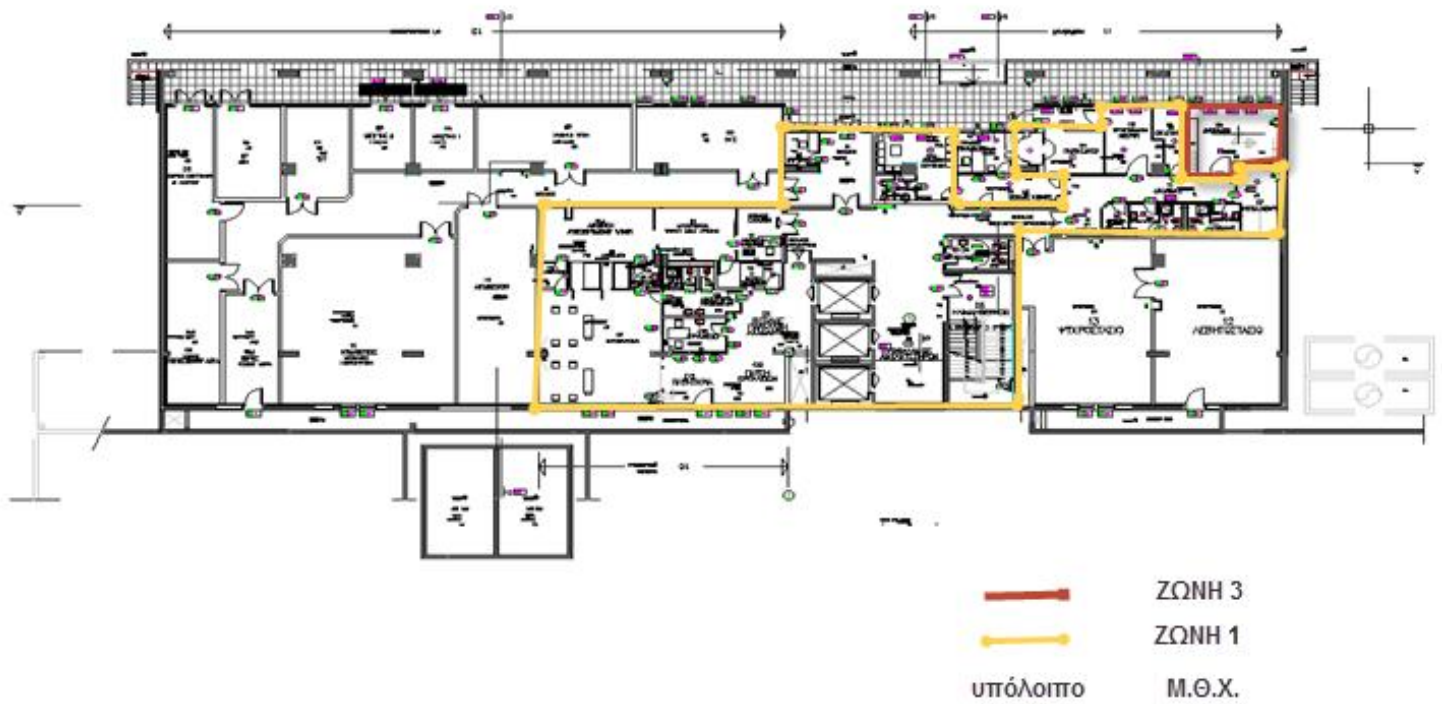
1. Παναγιώτης Κοκκίνης, Διπλωματική εργασία «Αξιολόγηση ενεργειακής συμπεριφοράς ξενοδοχείων στη Β κλιματική ζώνη» Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, (2011)
2. Θεματική ενότητα ΤΕΕ ΔΚ1 – Θεσμικό πλαίσιο , μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, Α έκδοση (Ιούνιος 2011)
3. Υπουργείο περιβάλλοντος, ενέργειας και κλιματικής αλλαγής, επίσημη ιστοσελίδα <http://www.ypeka.gr/>
4. Τεχνική οδηγία ΤΕΕ 20701-1/2010 – Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα (Ιούλιος 2010).
5. Παπασταματίου Ηλίας, Διπλωματική εργασία «Ενεργειακή επιθεώρηση σε νοσοκομειακή μονάδα», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Αθήνα (Οκτώβριος 2011)
6. Βικιπέδια, επίσημη ιστοσελίδα <http://el.wikipedia.org>
7. Χρηματοπούλου Μαρία, Διπλωματική εργασία «Προσομοίωση ηλιακά υποβοηθούμενης αντλίας θερμότητας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα (2009)
8. Σολδάτος Ψυξη-αερισμός-κλιματισμός, επίσημη ιστοσελίδα <http://www.soldatos.gr/html/industrial.html>
9. Ευρωπαϊκή επιτροπή, «Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας με συστήματα ανάκτησης θερμότητας» ΚΑΠΕ
10. Βιομηχανικός εξοπλισμός Εξακμ, επίσημη ιστοσελίδα <http://www.exakm.gr/company.html>
11. Λέβητες Σκόδρας <http://www.diana-skordas.gr/>
12. Συστήματα, λέβητες θέρμανσης - DeltaPerformance, επίσημη ιστοσελίδα <http://www.acv-uk.com/deltaperformance.htm>
13. Εφαρμογές συστημάτων καύσης «Θερμόλα», επίσημη ιστοσελίδα <http://www.thermola.gr/index.php>
14. Καυστήρες Riello Gulliver <http://www.rielloburners.co.uk/>
15. Τεχνική οδηγία ΤΕΕ ΘΕ2 – Σχεδιασμός εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης κτιρίων.
16. «Συστήματα Κλιματισμού » επίσημη ιστοσελίδα [www.eng.auth.gr/mech/pedl/SISTIMATA%20KLIMATISMOU.ppt](http://www.eng.auth.gr/mech/pedl/SISTIMATA%20KLIMATISMOU.ppt)

17. Τεχνική οδηγία ΤΕΕ ΨΕ2 – Σχεδιασμός εγκαταστάσεων ψύξης και κλιματισμού κτιρίων
18. Κυκλοφορητές, αντλίες Wilo <http://www.ecopowermarket.gr/index.php>
19. Αντλίες Δράκος Πολέμης <http://www.dppumps.gr/>
20. Συστήματα κλιματισμού Carrier, επίσημη ιστοσελίδα  
<http://www.carrier.com/carrier/en/gr/>
21. Τεχνική οδηγία ΤΕΕ ΨΚ2 – Επιθεώρηση εγκατάστασης ψύξης και κλιματισμού
22. Aeroklima air conditioning, επίσημη ιστοσελίδα <http://www.aeroklima.gr/>
23. «Κλιματισμός ειδικών χώρων», επίσημη ιστοσελίδα  
[dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/5103/3/ntafloss\\_heating.pdf](http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/5103/3/ntafloss_heating.pdf)
24. Γεωργία Μπισμπίκη, Διπλωματική εργασία «Μελέτη συστημάτων έναυσης με ρυθμιζόμενη στάθμη φωτισμού», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Αθήνα (Ιούλιος 2012)
25. Τεχνική οδηγία ΤΕΕ 20701-2/2010 – Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων, Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα (Ιούλιος 2010).
26. Συστήματα αυτοματισμού Satchwell, επίσημη ιστοσελίδα  
<http://www.satchwell.co.za/>
27. Συστήματα αύγρανσης Condair - Condair Humidification, επίσημη ιστοσελίδα  
<http://www.waltermeier.com/international/climate/en/home.html>
28. Γενικό νοσοκομείο Κοζάνης Μαμάτσιο, επίσημη ιστοσελίδα  
<http://www.mamatsio.gr/>
29. Διευκρινίσεις – Προσθήκες Τεχνικής οδηγίας ΤΕΕ 20701-1/2010 - – Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα.
30. «PVSYST Studies, Sizing and Simulations», επίσημη ιστοσελίδα  
<http://www.pvsyst.com/>
31. Καπλάνης Σ.Ν «Ήπιες Μορφές Ενεέργειας II, Ηλιακή Μηχανική», Εκδόσεις Ιων, 2004
32. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)  
<http://www.cres.gr/kape/datainfo/clima/kozani.htm>
33. Κ Καγκαράκης Καθηγητής ΕΜ Πολυτεχνείου «Φωτοβολταϊκή τεχνολογία», Εκδόσεις Συμμετρία, 2004.
34. ΕΞΑΚΜ, «Τηλεθέρμανση»  
[http://www.exakm.gr/PDFs/District\\_heating\\_pdfs/District\\_heating.pdf](http://www.exakm.gr/PDFs/District_heating_pdfs/District_heating.pdf)

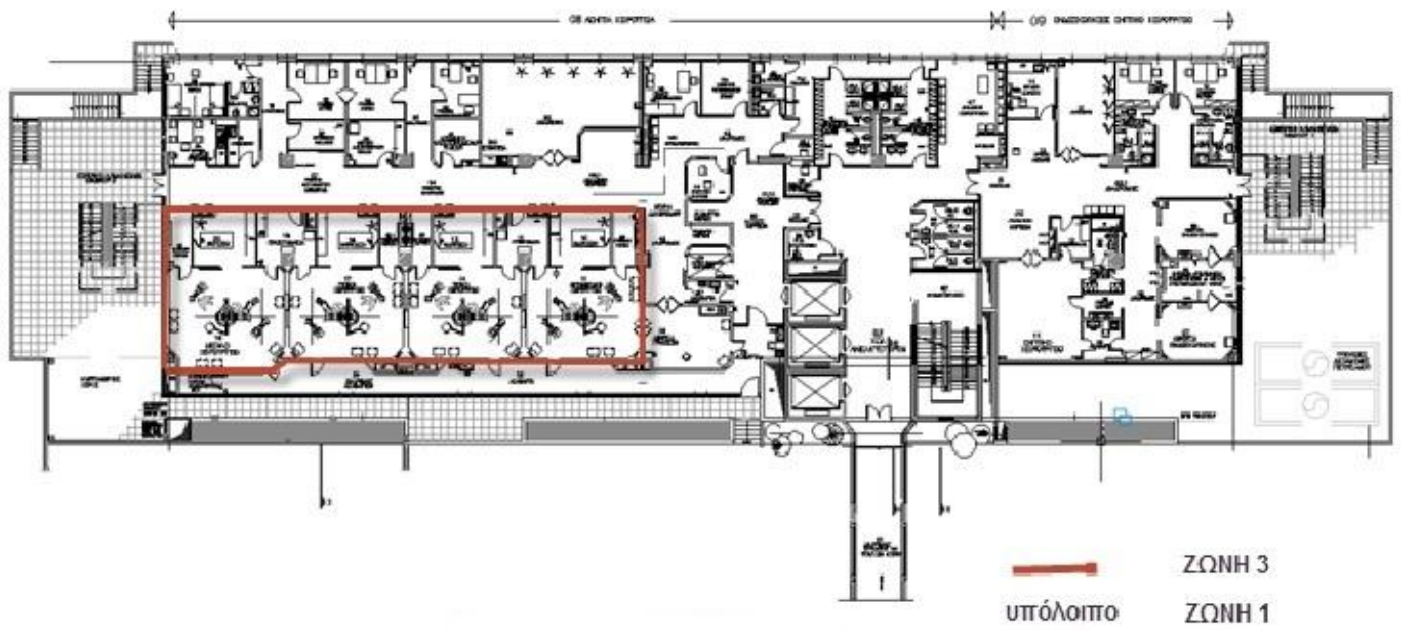
# Παράρτημα

## Παράρτημα Ι

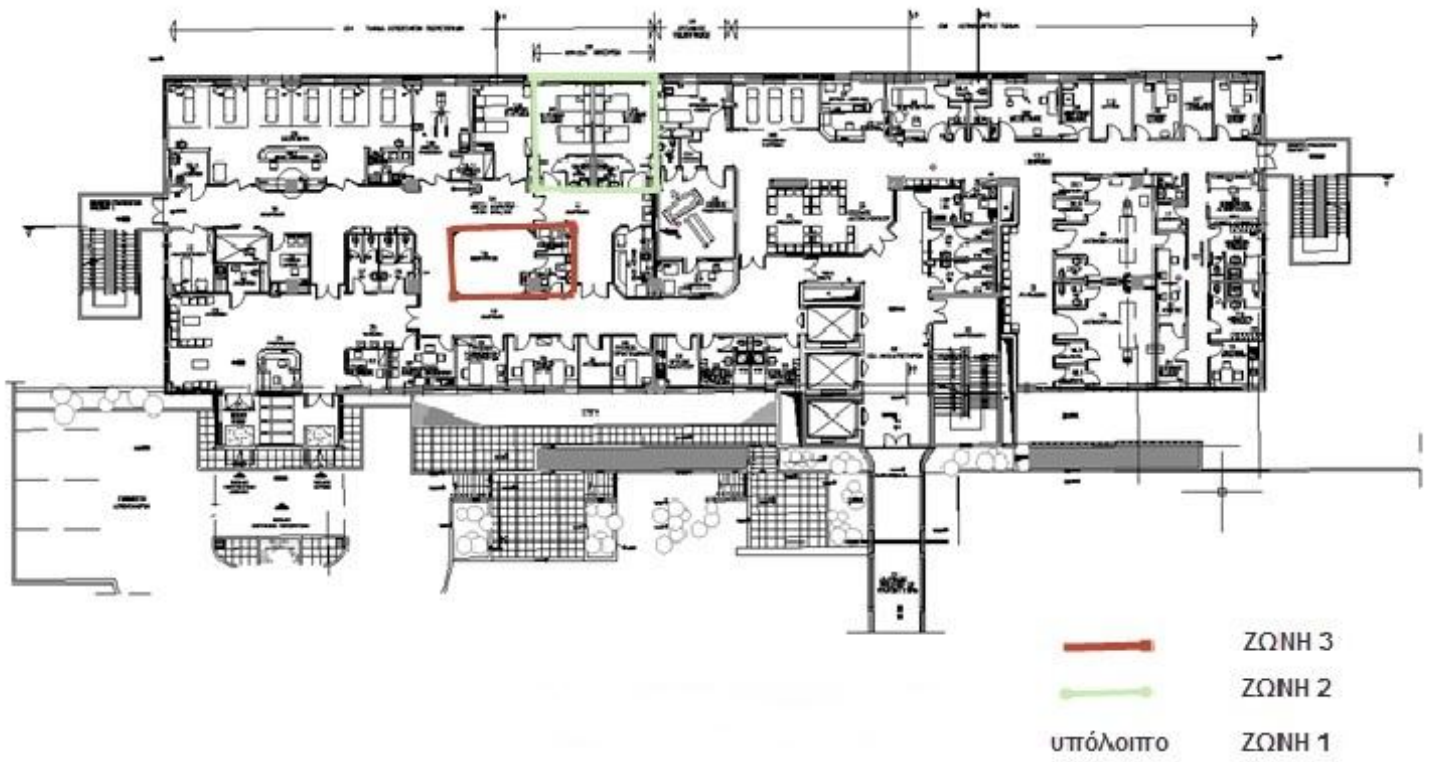
### Γεωμετρία του κτιριακού κελύφους



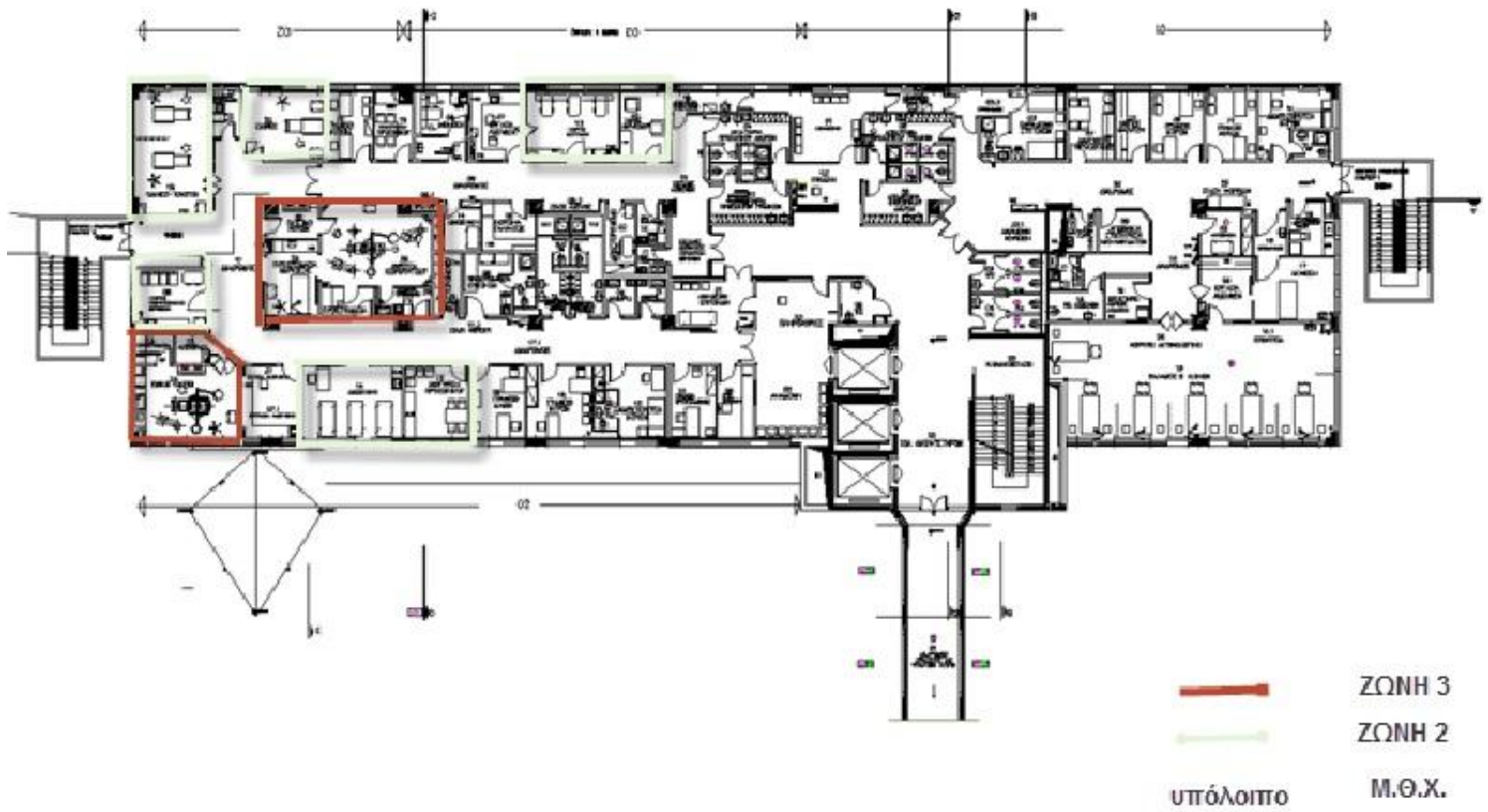
Σχήμα 1: Κάτοψη επιπέδου 0



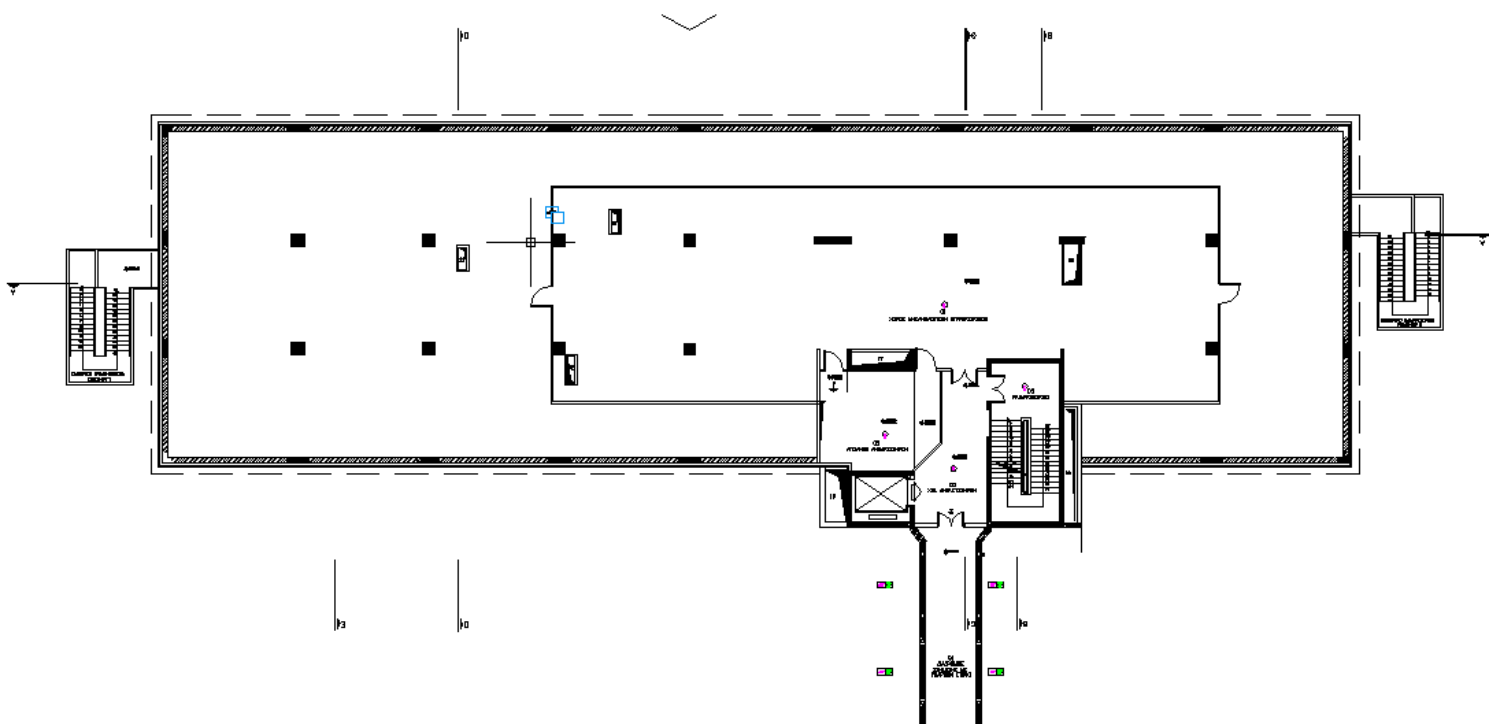
Σχήμα 2: Κάτοψη επιπέδου 1



Σχήμα 3: Κάτοψη επιπέδου 2



Σχήμα 4: Κάτοψη επιπέδου 3



Σχήμα 5: Κάτοψη επιπέδου 4

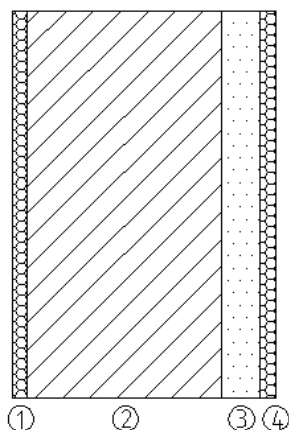


## Παράρτημα II

### Αδιαφανή στοιχεία σ επαφή με εξωτερικό αέρα, δάπεδο και μη θερμαινόμενους χώρους.

Αδιαφανή δομικά στοιχεία σ επαφή με εξωτερικό αέρα

- 1) Στοιχείο: κολώνα μονωμένη 1 (υποστήλωμα με εσωτερική μόνωση), δοκός εξωτερική



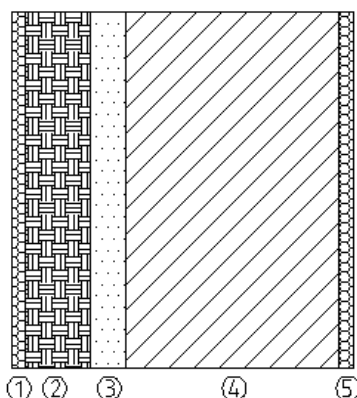
Σχήμα 6: Κολώνα Μονωμένη 1 (υποστήλωμα με εσωτερική μόνωση), δοκός εξωτερική

Πίνακας 1 : Κολώνα Μονωμένη 1, δοκός εξωτερική, συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [W/mK]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,25	0,123
3	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
4	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων $\Sigma(d/\lambda)$ [m <sup>2</sup> K/W]					1,954
Αντίσταση θερμικής μετάβασης $R_i, R_a$ [m <sup>2</sup> K/W]					$R_i = 0,13$ $R_a = 0,04$
Συντελεστής θερμοπερατότητας $U$ [W/m <sup>2</sup> K] $1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)$					0,47

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{max} = 0,4 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές [4].

- 2) Στοιχείο: Κολώνα μονωμένη 2 (οπλισμένο σκυρόδεμα με οπτόπλινθους και μόνωση εξωτερικά), δοκός και ορθοδρ. Τοίχος και τοίχος εξωτερικός (4<sup>ου</sup> και 5<sup>ου</sup> επιπέδου)



**Σχήμα 7:** κολώνα μονωμένη 2 (υποστύλωμα με εσωτερική μόνωση), δοκός και ορθοδρ. Τοίχος, τοίχος και τοίχος εξωτερικός (4ου και 5ου επιπέδου)

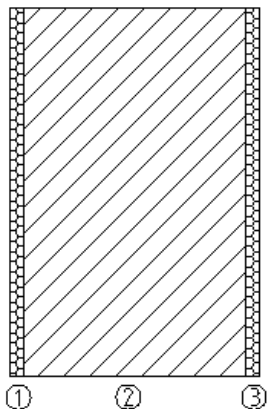
**Πίνακας 2 :** Κολώνα Μονωμένη 2, δοκός και ορθοδρ. τοίχος, τοίχος και τοίχος εξωτερικός (4ου και 5ου επιπέδου), συντελεστής θερμοπερατότητας U.

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [W/mK]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
3	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
4	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,25	0,123
5	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					2,003
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					$R_i = 0,13$ $R_a = 0,04$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [W/m<sup>2</sup>K] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					0,46



Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{max} = 0,4 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές [4].

3) Στοιχείο: Δοκός αμόνωτη (με επίχρισμα εσωτερικά)



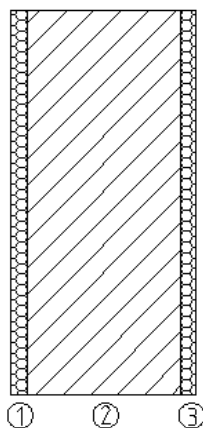
Σχήμα 7: Δοκός αμόνωτη (με επίχρισμα εσωτερικά)

Πίνακας 3 : Δοκός αμόνωτη συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,25	0,123
3	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [<math>\text{m}^2\text{K}/\text{W}</math>]</b>					0,169
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [<math>\text{m}^2\text{K}/\text{W}</math>]</b>					$R_i = 0,13$ $R_a = 0,04$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [<math>\text{W}/\text{m}^2\text{K}</math>] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					2,949

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{max} = 0,4 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές [4].

4) Στοιχείο: Κολώνα αμόνωτη



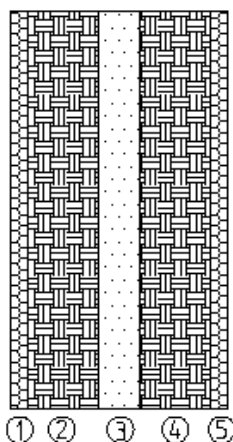
Σχήμα 8:Κολώνα αμόνωτη

Πίνακας 4 : Κολώνα αμόνωτη συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [W/mK]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,20	0,098
3	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					0,144
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					$R_i = 0,13$ $R_a = 0,04$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [W/m<sup>2</sup>K] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					3,184

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{max} = 0,4 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές [4].

5) Στοιχείο: Τοίχος διπλός ορθοδρομικός



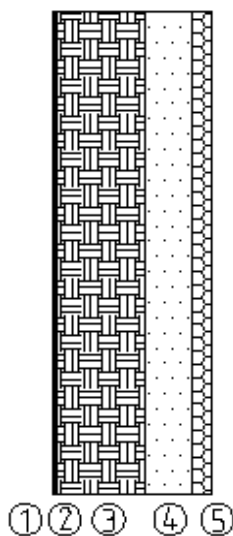
Σχήμα 9: Τοίχος διπλός ορθοδρομικός

Πίνακας 5 : Τοίχος διπλός ορθοδρομικός συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [W/mK]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
3	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
4	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
5	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					2,175
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					<b><math>R_i = 0,13</math></b> <b><math>R_a = 0,04</math></b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [W/m<sup>2</sup>K] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					0,426

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{\max} = 0,4 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές [4].

6) Στοιχείο: Τοίχος με ALUPANEL



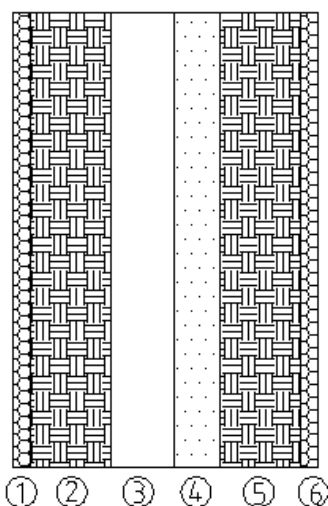
Σχήμα 10:Τοίχος με ALUPANEL

Πίνακας 6 : Τοίχος με ALUPANEL συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [W/mK]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Αλουμίνιο	2700	203,525	0,003	
2	Στρώμα αέρα			0,001	
3	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
4	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
5	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					1,98
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					$R_i = 0,13$ $R_a = 0,04$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [W/m<sup>2</sup>K] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					0,465

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{max} = 0,4 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές [4].

7) Στοιχείο: Τοίχος εξωτερικός (με στρώμα αέρα)



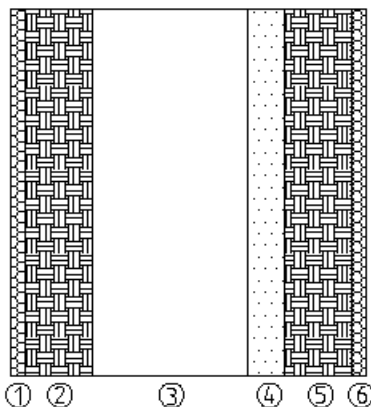
Σχήμα 11: Τοίχος εξωτερικός(με στρώμα αέρα)

Πίνακας 7 : Τοίχος εξωτερικός (με στρώμα αέρα) συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]
1	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
3	Στρώμα αέρα			0,07	
4	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
5	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
6	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [<math>\text{m}^2\text{K}/\text{W}</math>]</b>					2,175
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [<math>\text{m}^2\text{K}/\text{W}</math>]</b>					$R_i = 0,13$ $R_a = 0,04$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [<math>\text{W}/\text{m}^2\text{K}</math>] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					0,426

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{max} = 0,4 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές [4].

8) Στοιχείο: Τοίχος διπλός δρομικός



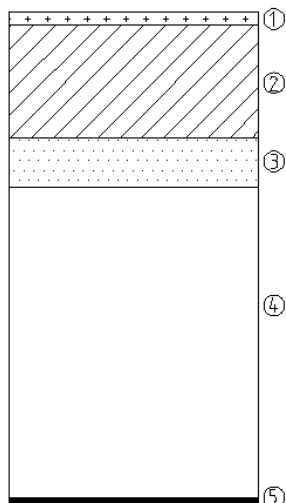
Σχήμα 12: Τοίχος διπλός δρομικός

Πίνακας 8 : Τοίχος διπλός δρομικός συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [W/mK]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
3	Στρώμα αέρα			0,21	0,22
4	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,05	1,785
5	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,09	0,172
6	Ασβεστοσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					2,395
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					$R_i = 0,13$ $R_a = 0,04$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [W/m<sup>2</sup>K] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					0,389

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{\max} = 0,4 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές [4].

9) Στοιχείο: Οροφή με μόνωση (σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο)



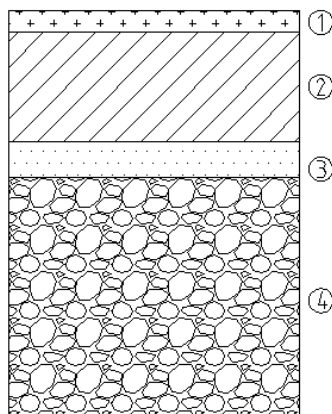
**Σχήμα 13** : Οροφή με μόνωση (σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο)

**Πίνακας 9** Οροφή με μόνωση (σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο) συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [ $\text{W}/\text{mK}$ ]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]
1	Μωσαϊκο	2300	1,163	0,02	0,017
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,18	0,088
3	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,08	2,857
4	Στρώμα αέρα			0,99	
	Γυψοσανίδα	1200	0,5	0,01	0,02
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [<math>\text{m}^2\text{K}/\text{W}</math>]</b>					2,982
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [<math>\text{m}^2\text{K}/\text{W}</math>]</b>					$R_i = 0,1$ $R_a = 0,1$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [<math>\text{W}/\text{m}^2\text{K}</math>] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					0,314

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{\max} = 0,35 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές [4].

9) Στοιχείο: Μονωμένο δάπεδο (σ επαφή με το έδαφος)



Σχήμα 14: Μονωμένο δάπεδο (σ επαφή με το έδαφος)

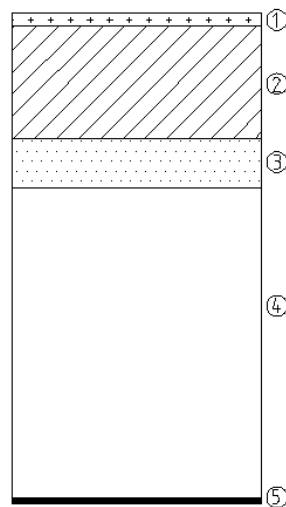
Πίνακας 10 : Μονωμένο δάπεδο (σ επαφή με το έδαφος), συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [W/mK]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Μωσαικο	2300	1,163	0,03	0,025
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,2	0,098
3	Εξ Πολυστερόλη	35	0,024	0,05	2,083
4	Χαλίκι		0,174	0,33	
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					2,206
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					$R_i = 0,13$ $R_a = 0$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [W/m<sup>2</sup>K] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					0,428

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{\max} = 0,7 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές [4].



11)Στοιχείο: Δάπεδο ορόφου pilotis και όροφος 3<sup>ου</sup> επιπέδου.



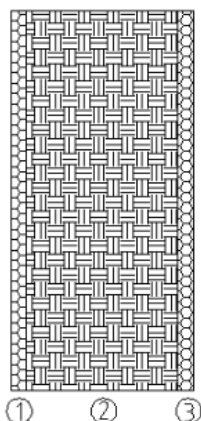
Σχήμα 15:Δάπεδο pilotis

Πίνακας 11 : Δάπεδο pilotis συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Μωσαϊκο	2300	1,163	0,02	0,017
2	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,18	0,088
3	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,08	2,857
4	Στρώμα αέρα			0,99	
	Γυψοσανίδα	1200	0,5	0,01	0,02
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					2,982
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					R <sub>i</sub> = 0,17 R <sub>a</sub> = 0,04
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ)+1/R<sub>a</sub>)</b>					0,313

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{max} = 0,35 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο πληροί τις προδιαγραφές [4].

12) Στοιχείο: Τοίχος εσωτερικός (με μη θερμαινόμενο χώρο)



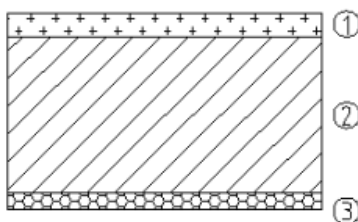
Σχήμα 16: Τοίχος εσωτερικός (με μη θερμαινόμενο χώρο)

Πίνακας 12 : Τοίχος εσωτερικός (με μη θερμαινόμενο χώρο) συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα $\lambda$ [W/mK]	Πάχος Στρώσης $d$ [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής $d/\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
2	Οπτόπλινθοι διατρ	1200	0,523	0,16	0,306
3	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων <math>\Sigma(d/\lambda)</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					0,352
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης <math>R_i, R_a</math> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					$R_i = 0,13$ $R_a = 0,13$
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>U</math> [W/m<sup>2</sup>K] <math>1/(R_i + \Sigma(d/\lambda) + 1/R_a)</math></b>					1,634

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{\max} = 0,7 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δε πληροί τις προδιαγραφές [4].

13) Στοιχείο: Δάπεδο ορόφου 1<sup>ου</sup> επιπέδου (με μη θερμαινόμενο χώρο)



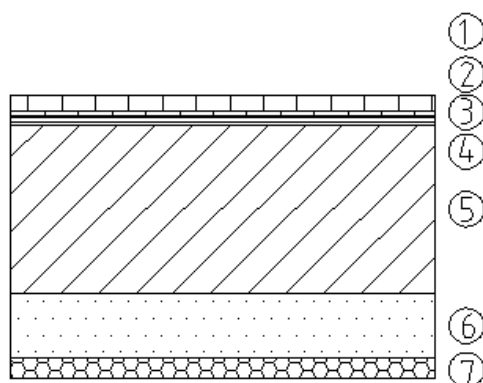
Σχήμα 17: Δάπεδο ορόφου 1ου επιπέδου (με μη θερμαινόμενο χώρο)

Πίνακας 13 : Δάπεδο ορόφου (με μη θερμαινόμενο χώρο), συντελεστής θερμοπερατότητας U

α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Μωσαικο	2300	1,163	0,03	0,025
2	Σκυρόδεμα Β>160	2400	2,035	0,2	0,098
3	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					0,146
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					R <sub>i</sub> = 0,17 R <sub>a</sub> = 0,17
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ)+1/R<sub>a</sub>)</b>					2,057

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{\max} = 0,7 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δε πληροί τις προδιαγραφές [4].

14) Στοιχείο: Οροφή βατή μονωμένη (σκεπή)



Σχήμα 18:Οροφή βατή μονωμένη (σκεπή)

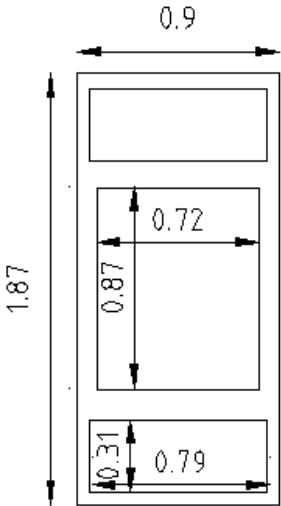
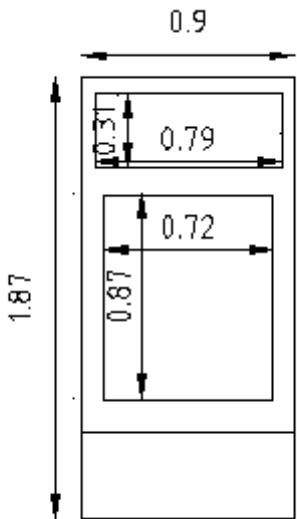
Πίνακας 14 : Οροφή βατή μονωμένη (σκεπή) συντελεστής θερμοπερατότητας U

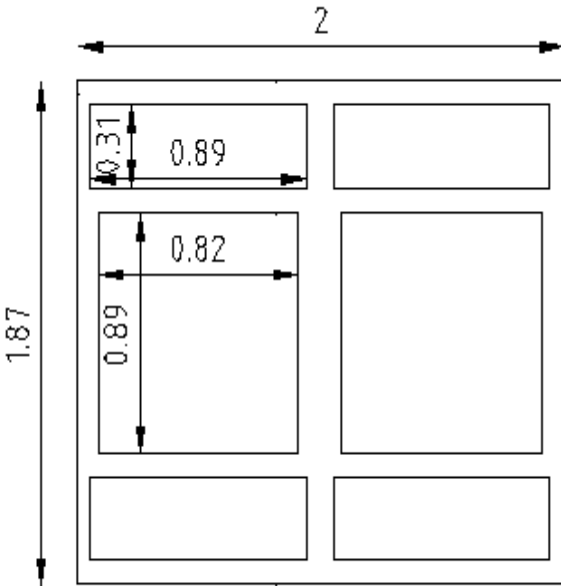
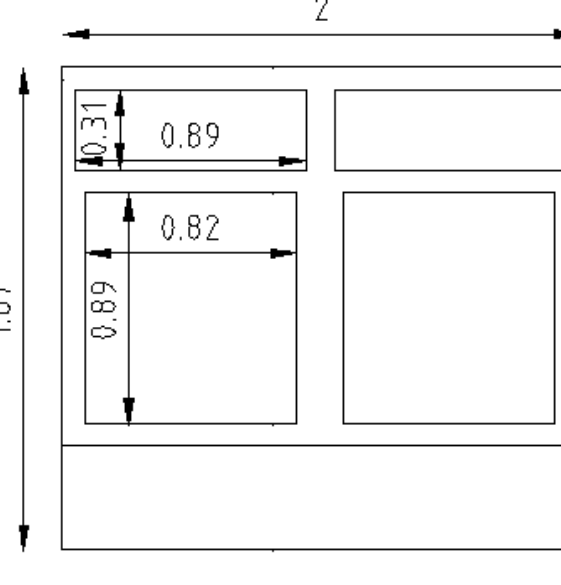
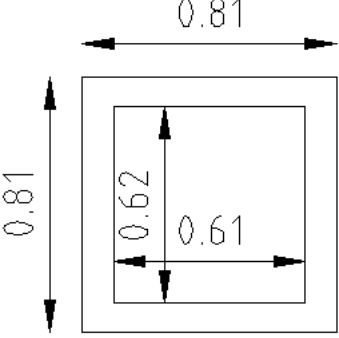
α/α	Στρώσεις Υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη Πυκνότητα ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	Θερμική Αγωγιμότητα λ [W/mK]	Πάχος Στρώσης d [m]	Αντίσταση Θερμοδιαφυγής d/λ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Κεραμίδια			0,02	
2	Ελάτη	520	0,139	0,001	0,172
3	Στεγανωτικό	1050	0,174	0,005	0,028
4	Φράγμα υδρατμών		0,174	0,002	0,011
5	Σκυρόδεμα B>160	2400	2,035	0,16	0,078
6	Εξ Πολυστερόλη	35	0,028	0,06	2,143
7	Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0,872	0,02	0,023
<b>Αντίσταση Θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων Σ(d/λ) [m<sup>2</sup>K/W]</b>					2,455
<b>Αντίσταση θερμικής μετάβασης R<sub>i</sub>, R<sub>a</sub> [m<sup>2</sup>K/W]</b>					R <sub>i</sub> = 0,10 R <sub>a</sub> = 0,04
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας U[W/m<sup>2</sup>K] 1/(R<sub>i</sub>+ Σ(d/λ))+1/R<sub>a</sub></b>					0,385

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, όπως δίνεται στον Πίνακα 3.3α της ΤΕΕ 20701-1/2010 για κτίρια της Ζώνης Δ, είναι  $U_{max} = 0,35 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , επομένως το δομικό στοιχείο δεν πληροί τις προδιαγραφές [4].

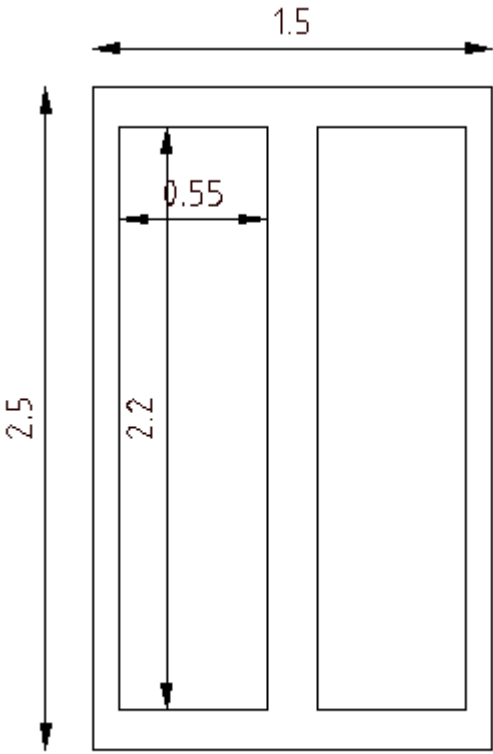

## Διαφανή δομικά στοιχεία

Πίνακας 15 : Γεωμετρικά χαρακτηριστικά, συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_w$  και συντελεστής ηλιακού κέρδους  $g_w$

Σχηματική παράσταση	Γεωμετρικά στοιχεία	Συντελεστής θερμοπερατότητας και συντελεστής ηλιακού κέρδους
	<p><b>Τύπος AL1</b></p> $A_w = 1.683 m^2$ $A_g = 1.1162 m^2$ $A_f = A_w - A_g = 0.5668 m^2$ $F_f = A_f / A_w = 0.3368$ $I_g = 7.58 \text{ m}$ $I_g / A_w = 4.504 m^{-1}$	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ $= 3,25065 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$ $g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} = 0.44766$
	<p><b>Τύπος AL1a</b></p> $A_w = 1.683 m^2$ $A_g = 0.8713 m^2$ $A_f = A_w - A_g = 0.8117 m^2$ $F_f = A_f / A_w = 0.4823$ $I_g = 5.38 \text{ m}$ $I_g / A_w = 3.1967 m^{-1}$	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ $= 3,4018 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$ $g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} = 0.3494$

	<p><b>Τύπος AL2</b></p> <p><math>A_w=3.74m^2</math></p> <p><math>A_g=2.5632m^2</math></p> <p><math>A_f = A_w - A_g = 0.1768m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0.31465</math></p> <p><math>I_g=16.44 \text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=4.3957m^{-1}</math></p>	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ <p><math>=3,406417 \text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}=</math></p> <p><math>0.4626</math></p>
	<p><b>Τύπος AL2a</b></p> <p><math>A_w=3.74m^2</math></p> <p><math>A_g=2.0114m^2</math></p> <p><math>A_f = A_w - A_g = 1.7286m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0.46219</math></p> <p><math>I_g=11.64 \text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=3.1123m^{-1}</math></p>	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ <p><math>=3.2579 \text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}=</math></p> <p><math>0.363</math></p>
	<p><b>Τύπος AL3</b></p> <p><math>A_w=0.81m^2</math></p> <p><math>A_g=0.497m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g= 0.313m^2</math></p>	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ <p><math>=3.315679 \text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} =</math></p> <p><math>0.41418</math></p>

	$F_f = A_f / A_w = 0.3864$ $I_g = 2.82 \text{ m}$ $I_g / A_w = 3.48148 \text{ m}^{-1}$	
	<b>Τύπος AL4</b> $A_w = 3.02 \text{ m}^2$ $A_g = 2.159 \text{ m}^2$ $A_f = A_w - A_g = 0.861 \text{ m}^2$ $F_f = A_f / A_w = 0.285$ $I_g = 8.48 \text{ m}$ $I_g / A_w = 2.8079 \text{ m}^{-1}$	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ $= 3.3259 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} = 0.482625$
	<b>Τύπος AL5</b> $A_w = 4.42 \text{ m}^2$ $A_g = 3.984 \text{ m}^2$ $A_f = A_w - A_g = 0.436 \text{ m}^2$ $F_f = A_f / A_w = 0.0986$ $I_g = 18.14 \text{ m}$ $I_g / A_w = 4.104 \text{ m}^{-1}$	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ $= 3.4969 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $g_w = (1 - F_f) \cdot g_{gl} = 0.608445$

	<p><b>Τύπος AL6</b></p> <p><math>A_w=3.75m^2</math></p> <p><math>A_g=2.431m^2</math></p> <p><math>A_f=A_w-A_g= 1.319m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0.3517</math></p> <p><math>I_g=11.01 \text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=2.936m^{-1}</math></p>	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ <p><math>=3.3 \text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}= 0.4376</math></p>
	<p><b>Τύπος AL7</b></p> <p><math>A_w=1.2m^2</math></p> <p><math>A_g=1.0556m^2</math></p> <p><math>A_f = A_w - A_g = 0.1444m^2</math></p> <p><math>F_f=A_f/A_w=0.1203</math></p> <p><math>I_g=19.8 \text{ m}</math></p> <p><math>I_g/A_w=16.5m^{-1}</math></p>	$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi}{A_w}$ <p><math>=6.344 \text{ W}/(m^2 \cdot K)</math></p> <p><math>g_w=(1-F_f) \cdot g_{gl}= 0.5938</math></p>

Με βάση τον πίνακα της ΤΕΕ 20701-1/2010 για την ζώνη Δ πρέπει να ισχύει:  $U_{w,max} = 2.6 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$  Κατά συνέπεια καμία διαφανής επιφάνεια δεν πληροί τις απαιτούμενες προδιαγραφές.



## Παράρτημα III

Καταγραφή φωτιστικών σωμάτων και συσκευών

Πίνακας 16 : Εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών [W] ανά επίπεδο για ζώνη 1.

Ζώνη 1 Επίπεδο 0			
Χώρος	Αριθμός φωτιστικών σωμάτων	Ισχύς/φωτιστικό [W]	Ισχύς κάθε χώρου [W]
Θυρωροί 05	4	18	72
Αποδυτήρια Γυναικών 09	4	18	72
Αποδυτήρια Ανδρών 08	4	18	72
Γραφείο Υποδοχής 13	4	32	128
Είσοδος Επισκεπτών Προσωπικού	32	18	576
Κλίβανοι 08	24	18	432
Αποδυτήρια Προσωπικού 06	16	18	288
Πακετάρισμα 07	40	18	720
Έξοδος Καθαρών	4	18	72
Είσοδος-Παραλαβή Ακαθάρτων 01	32	18	576
Πλύση Αμαξιδίων 12	8	18	144
Γραφείο 05	8	18	144
WC 4.1	4	18	72
WC 4.2	4	18	72
Είσοδος 01	6	32	192
Αναμονή Συγγενών 02.1	12	18	216
Προθάλαμος 03	8	18	144
Ακάθαρτα 10	4	18	72
Εργαστήριο 12	8	18	144
Προετοιμασία Νεκρού 05	12	18	216

Παρεκκλήσιο 04	16	18	288
Ψυγεία Νεκρών 07	8	18	144
ΣΥΝΟΛΟ	262		4856
<b>Ζώνη 1 Επίπεδο 1</b>			
Διανυκτέρευση Ιατρών 28	12	18	216
Παραλαβή-Έλεγχος 06	12	18	216
Αναμονή Φορείων 01.10	12	18	216
Απολύμανση Φορείων 03	4	18	72
Ακάθαρτα 07	4	18	72
Διάδρομος 43	16	18	288
Ακάθαρτα 23	4	18	72
Φορητό Ακτινολογικό Μηχάνημα 27	60	18	1080
Φύλαξη Αναπνευστικού Υλικού 34	8	18	144
Διάδρομος 35	8	18	144
Γραφείο Αναισθησιολόγων 36	8	18	144
Γραφείο Ιατρών 33	12	18	216
Αποθήκη Αποστειρωμένου Υλικού 41	8	18	144
Πλύσιμο Ιατρών 9	4	18	72
Ανάληψη 39	40	18	720
Διάδρομος 43	12	18	216
Γραφείο Προϊσταμένης 42	8	18	144
Αποθήκη Υγειονομικού Υλικού 04	8	18	144
Είδη Καθαριότητας 37	4	18	72
Γαλότσες 44.1	16	18	288

Πλύση Γαλοτσών 44	4	18	72
Αποδυτήρια Προσωπικού Γυναικών 45	32	18	576
Αποδυτήρια Προσωπικού Ανδρών 46	32	18	576
Πλύσιμο Ιατρών 21	4	18	72
Διάδρομος Ακαθάρτων 24	44	18	792
Πλύσιμο Ιατρών 15.1	8	18	144
Πλύσιμο Ιατρών 15	8	18	144
Εργαστήριο 31	8	18	144
Ανάπαυση Προσωπικού 26	8	18	144
Διάδρομος 29	8	18	144
Σκοτεινός θάλαμος 30	4	18	72
Γραφείο Ιατρών 32	12	18	216
WC- Ντους 28.1	4	18	72
Αίθουσα Γυψώσεων 08	16	18	288
Ιατρός 05.1	4	18	72
Ενημέρωση Συγγενών 05	4	18	72
Κλιμακοστάσιο 03	4	32	128
Χωλ Ανελκυστήρων 02	32	18	576
WC 04	8	18	144
WC 05	8	18	144
Γραφείο Ιατρών 15	8	18	144
Γραφείο Ιατρών 16	8	18	144
Ανάληψη 12	8	18	144
WC Αναπήρων 06	4	18	72
Εργασία Αδελφών 13/Διάδρομος 03.1	40	18	720
Εργασία Αδελφών 14	12	18	216

Αποδυτήρια Γυναικών 15.1	8	18	144
Αποδυτήρια Ανδρών 16.1	8	18	144
Ακάθαρτα 08	4	18	72
Πλύσιμο Ιατρών 09	4	18	72
Αίθουσα Ενδοσκόπησης 07	6	32	192
Αίθουσα Ενδοσκόπησης 04	6	32	192
Αποδυτήρια Ασθενών 20	4	18	72
Προετοιμασία 10	4	18	72
WC 19	4	18	72
Σηπτικό Χειρουργείο 11	24	32	768
Πλύσιμο-Απολύμανση Ενδοσκοπιών και Φύλαξη Αποστειρωμένου Υλικού 05	8	18	144
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>672</b>		<b>12656</b>
<b>Ζώνη 1 Επίπεδο 2</b>			
Εξεταστήρια 29	28	18	504
Κλιμακοστάσιο 03	4	32	128
Χωλ ανελκυστήρων 02	36	18	648
WC 04	8	18	144
WC 05	8	18	144
WC 06	4	18	72
Είσοδος Ακτινολογικού 01	40	18	720
Διάδρομος 12.1	24	18	432
Αναμονή 21	12	18	216
Ακτινογραφία 18	12	18	216
WC 18.3	4	18	72
Αποδυτήρια 18.2	4	18	72
Αποδυτήρια 18.1	4	18	72

Χειριστές 17	4	18	72
Υπερηχογράφος 06	8	18	144
Διάδρομος 18	28	18	504
Πληροφορίες 04	48	18	864
Προετοιμασία Στενή 06	12	18	216
WC 07	4	18	72
Αποδυτήρια 04	4	18	72
Αξονικός Τομογράφος 05	20	18	360
Η/Υ Χειριστήρια 07	8	18	144
Αποθήκη Γύψου 16.1	4	18	72
Αίθουσα Γυψώσεων 16	28	18	504
Ακάθαρτα-Σκωραμίδες 29.3	4	18	72
Αναζωογόνηση 12	8	18	144
25	4	18	72
Γραφείο Ιατρού 28	4	18	72
Γραφείο Προϊσταμένης 08	8	18	144
WC-Ντους 04.1	4	18	72
WC-Ντους 05.1	4	18	72
Ανάνηψη 19	20	18	360
	1	50	50
Αποστειρωμένο Υλικό 14	4	18	72
Ακάθαρτα 13	4	18	72
Σκοτεινός Θάλαμος 24	4	18	72
Διάδρομος 12	12	18	216
Ανάπαυση Προσωπικού 15	4	18	72
Αποδυτήρια Γυναικών 14	8	18	144
Αποδυτήρια Γυναικών 23	8	18	144
Αποθήκη 11	4	18	72
Επεξεργασία Ακτινογραφιών	36	18	648

19			
Γραφείο Ιατρών 26	8	18	144
Αποθήκη 21	4	18	72
Είδη Καθαρισμού 16	4	18	72
Χώρος Μηχ.-Αποθήκη 07	4	18	72
Γραφείο Ιατρού 09	8	18	144
Γραφείο Ιατρού 10	8	18	144
Ακτινοσκόπηση 20	8	18	144
Αποδυτήρια 20.1	4	18	72
Αποδυτήρια 20.2	4	18	72
WC 20.3	4	18	72
Ακάθαρτα 22	4	18	72
Αρχείο 13	4	18	72
Διάδρομος 10	20	18	360
Σκοτεινός Θάλαμος 08	4	18	72
Αποδυτήρια 06.1	4	18	72
WC 06.2	4	18	72
Μαστογράφος 05	8	18	144
Αποδυτήρια 05.1	4	18	72
Αποδυτήρια Προσωπικού Ανδρών 22	8	18	144
Αποδυτήρια Προσωπικού Γυναικών 23	8	18	144
Office Φαγητού 02	4	18	72
Γραφείο Κοινωνικών Λειτουργιών 09	8	18	144
Τραυματιοφορείς-Ανάπαυση Προσωπικού 05	12	18	216
Γραφείο Αστυνομίας 03	4	18	72
Ανεμοφράκτης Εισόδου 01	12	18	216

WC 06	8	18	144
WC 07	8	18	144
WC Αναπήρων 27	4	18	72
WC Ασθενών 29.2	4	18	72
Στάση Αδελφών 20	4	18	72
ΣΥΝΟΛΟ	689		12490
<b>Ζώνη 1 Επίπεδο 3</b>			
Κλιμακοστάσιο 03	4	32	128
Χωλ Ανελκυστήρα 02	36	18	648
Αναμονή 02/Πληροφορίες 03	12	18	216
Επιδ. Βρεφών 05	4	18	72
Γραφείο Προϊσταμένης 15	4	18	72
Αναμονή Επιτόκων 01	8	18	144
Διανυκτέρευση Ιατρών 10	8	18	144
Γραφείο Ιατρών 16	8	18	144
Ακάθαρτα 04	4	18	72
Ακάθαρτα-Σκωραμίδες 21	4	18	72
Αποδυτήρια Προσωπικού Γυναικών 11	8	18	144
Αποδυτήρια Προσωπικού Ανδρών 12	8	18	144
Διάδρομος 17.1	52	18	936
Γραφείο Μαιών 09	8	18	144
Προετοιμασία Επιτόκων 06	8	18	144
WC 06.1	4	18	72
Ακάθαρτα-Σκωραμίδες 06	4	18	72
Αποστειρωμένο Υλικό 25	4	18	72

Πλύσιμο Ιατρών 30	4	18	72
Ακάθαρτα-Σκωραμίδες 18	4	18	72
Στάση Αδελφής 07	8	18	144
Αποθήκη 22	8	18	144
Διάδρομος 17	20	18	360
Γραφείο Ιατρών 10	8	18	144
Ανάπαυση Προσωπικού 16	4	18	72
Εργασία Αδελφών 07	8	18	144
Μόνωση 08	4	18	72
Λινοθήκη 14	4	18	72
Κουζίνα Γάλακτος 05	8	18	144
Αποστειρωμένο Υλικό 02	4	18	72
Είδη Καθαρισμού 12	4	18	72
Είδη Καθαρισμού 11	4	18	72
WC 10.1	4	18	72
Είσοδος Ασθενών 01	12	18	216
Αποδυτήρια Προσωπικού Ανδρών 04	12	18	216
Αποδυτήρια Προσωπικού Γυναικών 03	12	18	216
Αποδυτήρια Επισκεπτών 05	4	18	72
Διάδρομος 09	20	18	360
ΣΥΝΟΛΟ	344		6248



**Πίνακας 17 :** Εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών [W] ανά επίπεδο για ζώνη 2

<b>Ζώνη 2 Επίπεδο 2</b>			
<b>Χώρος</b>	<b>Αριθμός φωτιστικών σωμάτων</b>	<b>Ισχύς/φωτιστικό [W]</b>	<b>Ισχύς κάθε χώρου [W]</b>
Δίκλιнос Θάλαμος 05	8	18	144
Δίκλιнос Θάλαμος 04	8	18	144
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>16</b>		<b>288</b>
<b>Ζώνη 2 Επίπεδο 3</b>			
Ωδίνες -Τοκετοί 19	24	18	432
Ωδίνες 20	8	18	144
Χώρος Κοιτίδων 13	12	18	216
Χώρος Θηλασμού 06	8	18	144
Χώρος Περιποίησης Βρεφών 08	12	18	216
Ανάληψη 14	16	18	288
Ανάπαυση Προσωπικού 13	8	18	144
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>88</b>		<b>1584</b>

**Πίνακας 18 :** Εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών [W] ανά επίπεδο για ζώνη 3

<b>Ζώνη 3 Επίπεδο 0</b>			
<b>Χώρος</b>	<b>Αριθμός φωτιστικών σωμάτων</b>	<b>Ισχύς/φωτιστικό [W]</b>	<b>Ισχύς κάθε χώρου [W]</b>
Ανατομείο 06	16	18	288
<b>Ζώνη 3 Επίπεδο 1</b>			
Μεγάλο Χειρουργείο 19	24	32	768
	2	220	440
Νάρκωση 20	24	18	432
Προετοιμασία 18	12	18	216
Τυπικό Χειρουργείο 17	24	32	768
	2	220	440
Νάρκωση 16	24	18	432
Ορθοπαιδικό Χειρουργείο 11	24	32	768
	2	220	440
Τυπικό Χειρουργείο 14	24	32	768
	2	220	440
Νάρκωση 13	24	18	432
Νάρκωση 10	24	18	432
Προετοιμασία 12	12	18	216
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>224</b>		<b>6992</b>
<b>Ζώνη 3 Επίπεδο 2</b>			

Χειρουργείο 15	24	32	768
	2	170	340
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>26</b>		<b>1108</b>
<b>Ζώνη 3 Επίπεδο 3</b>			
Προετοιμασία 23	8	18	144
Ειδικό Τοκετό 24	12	32	384
	1	269	269
Προετοιμασία 27	4	18	72
Προετοιμασία Νάρκωσης 28	24	18	432
	1	50	50
Αίθουσα Χειρουργείου 29	16	32	512
	2	220	440
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>68</b>		<b>2303</b>

#### Καταμέτρηση συσκευών

**Πίνακας 19:** Εγκατεστημένη ισχύς συσκευών [W] για εξωτερικό χώρο

<b>Εξωτερικός Χώρος Επίπεδο 0</b>					
<b>Χώρος</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Ισχύς [W]</b>	<b>Ώρες Λειτ</b>	<b>Ημέρες Λειτ /Βδομ</b>	<b>[KWh /έτος]</b>
	1 ψυγείο ιατρικών αποβλήτων,	1500	24	7	13104
	1 ανακυκλωτής,	5500	2	7	4004
<b>Σύνολο</b>		<b>7000</b>			<b>17108</b>

**Πίνακας 20:** Εγκατεστημένη ισχύς συσκευών [W] ανά επίπεδο χώρο για ζώνη 1

Ζώνη 1 Επίπεδο 0					
Χώρος	Περιγραφή	Ισχύς	Ώρες Λειτ	Ημέρες Λειτ /Βδομ	[KWh /έτος]
Πακετάρισμα 07	1 Fan Coil,	50	24	7	436,8
	1 τηλεόραση,	15(stand by)/ 46	16 (stand by) / 8	7/ 5	208
	1 βραστήρας,	15 (stand by) / 200	20 (stand by) / 4	7/ 5	354,6
	1 αναδευτήρας,	15 (stand by) / 230	20 (stand by) / 4	7/ 5	385,8
	1 μηχανήμα πλάσματος,	2400	8	5	4992
	1 μηχανήμα απολύμανσης (δε λειτουργεί)	410	8		
	2 κλίβανοι	15400		5	32032
Γραφείο 05	1 επιτραπέζιος Η/Υ	15 (stand by) /150	12 (stand by) /12	7/ 5	552,2
Αναμονή Συγγενών 02.1	1 τηλεόραση,	15 (stand by) /100	16 (stand by) /8	7/ 5	320,3
			24		
	1 ψύκτης,	100	24	7	873,6
	1 μικρό ψυγείο,	250	16 (stand by) /8	7	2184
		15 (stand by) / 300		5	736,3
	2 επιτραπέζιοι Η/Υ,		8		
	1 laptop,		24		
	1 Fan Coil	50	6 (stand by) /2	5	104
1 laserjet εκτυπωτής	50		7	436,8	
	15 (stand			5	244,4

		by) / 425			
Ψυγεία Νεκρών 07	2 ψυγεία	4000	24	7	34944
Σύνολο		23751			78804,8
<b>Ζώνη 1 Επίπεδο 1</b>					
Διανυκτέρευση Ιατρών 28	1 τηλεόραση	15 (stand by) /60	12 (stand by) /12	7 /7	327,6
Παραλαβή-Έλεγχος 06	1 επιτραπέζιο Η/Υ,	15 (stand by) /150	12 (stand by) /12	7 /5	552,24
	1 τηλεόραση,	15 (stand by) /60	12 (stand by) /12	7 /5	271,4
	1 ιατρική συσκευή	30	24	7	262
Ανάνηψη 39	1 συσκευή υποστήριξης, 1 συσκευή καρδιογραφήματος, 2 συσκευές ανάνηψης, 1 ιατρική συσκευή	580	24	7	5066
Γραφείο Προϊσταμένης 42	1 ραδιόφωνο	70	12	7	305,7
Αποδυτήρια Προσωπικού Γυναικών 45	1 στεγνωτήρας	1500	8	7	4368
Αποδυτήρια Προσωπικού Ανδρών 46	1 στεγνωτήρας	1500	8	7	4368
Εργαστήριο 31	1 επιτραπέζιος Η/Υ	15 (stand by) /150	12 (stand by) /12	7	657,7
Ανάπαυση Προσωπικού 26	1 ψυγείο,	200	24	7	1747,2
	1 τοστιέρα,	15 (stand by) / 1400	20 (stand by) /2	7	1128,4

	1 αναδευτήρας,	15 (stand by) / 1275	20 (stand by) / 2	7	1074,8
	1 μάτι κουζίνας μικρό	15 (stand by) / 450	20 (stand by) / 4	7	801,84
Γραφείο Ιατρών 32	1 laptop,	50	12	7	218,4
	1 ψυγείο,	250	24	7	2184
	1 φούρνο μικροκυμάτων	15 (stand by) / 1100	20 (stand by) / 4	7 / 5	1290,6
WC 04	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
WC 05	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Εργασία Αδελφών 14	1 καφετιέρα,	15 (stand by) / 650	20 (stand by) / 6	7 / 5	1160,6
	1 τοστιέρα,	15 (stand by) / 1500	20 (stand by) / 4	7 / 5	1706,6
	1 ψυγείο,	250	24	7	2184
	1 μάτι κουζίνας,	15 (stand by) / 1275	20 (stand by) / 4	7 / 5	1472,6
	1 βραστήρας,	15 / (stand by) / 1000	20 (stand by) / 4	7 / 5	1186,6
	1 ραδιόφωνο	35	10	5	91
Σύνολο		16135			39921,6
<b>Ζώνη 1 Επίπεδο 2</b>					

Εξεταστήρια 29	2 εκτυπωτές,	30 (stand by) / 850	20 (stand by) / 4	7 / 7	1530,8
	2 επιτραπέζιοι Η/Υ,	15 (stand by) / 300	12 (stand by) / 12	7/7	1375,9
	2 καρδιογράφοι,	60	24	7	524
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Χωλ ανελκυστήρων 02	2 fan coil	100	24	7	873,6
WC 04	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
WC 05	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
WC 06	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Είσοδος Ακτινολογικού 01	1 τηλεόραση,	15 (stand by) / 100	12 (stand by) / 12	7	502,3
	1 επιτραπέζιο Η/Υ,	15 (stand by) / 150	12(stand by) / 12	7	720,7
	2 fan coil	100	24	7	873,6
Αναμονή 21	1 fan coil	50	24	7	436,8
Ακτινογραφία 18	1 κλιματιστικό ,	1280	12	7	5591
	1 ακτινολογ λυχνία,	1560	4	7	2271,3
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Χειριστές 17	1 τηλεχειριζόμενο ακτινοδιαγνωστικό συγκρότημα (κλειστό μέχρι τώρα)	47500			
Υπερηχογράφος 06	1 εκτυπωτής,	15 (stand by) / 425	16 (stand by) / 8	7 / 5	1008,8
	1 υπερηχογράφος,	750	8	5	1560
	1 διαφανοσκοπείο	96	8	5	199,68
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Διάδρομος 18	1 fan coil	50	24	7	436,8
Πληροφορίες 04	1 τηλεόραση,	15 (stand by) / 100	12(stand by) / 12	7 / 7	502,3

	1 συσκευή ροφημάτων,	50 (stand by) / 1500	18(stand by) /6	7/7	3603,6
	1 συσκευή αναψυκτικών,	50 (stand by) / 1500	18(stand by) /6	7/7	3603,6
	1 εκτυπωτής, 2 fan coil	15 (stand by) / 150 100	18(stand by) /6 24	7/7	425,8
				7	873,6
Προετοιμασία Ασθενή 06	1 επιτραπέζιο Η/Υ, 1 fan coil	15 (stand by) / 250 50	12(stand by) /12 24	7/7 7	247,5 436,8
Αξονικός Τομογράφος 05	1 κλιματιστικό 18000 btu, 1 επιτραπέζιο Η/Υ, 1 αξονικός τομογράφος, 1 κρεβάτι αξονικού τομογράφου, 2 fan coil	5275 15 (stand by) / 250 75000 200 100	5 18 (stand by) / 6 2 2 24	7 7/7 7 7 7	184,6 644,28 54600 145,6 873,6
Η/Υ Χειριστήρια 07	1 επιτραπέζιο Η/Υ, 1 κλιματιστικό 9000 btu, 1 συσκευή εμφάνισης ακτινογρ, 1 ραδιόφωνο, 1 fan coil	15 (stand by) / 250 2637 700 35	12(stand by) / 12 12 12 12	7/7 7 7 7	1157,5 11518,4 58,8 152,8



		50	24	7	436,8
Αίθουσα Γυψώσεων 16	4 διαφανοσκοπεία	128	12	7	559,1
Αναζωογόνηση 12	1 ψυγείο,	250	24	7	2184
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Γραφείο Ιατρού 28	1 επιτραπέζιο Η/Υ,	15 (stand by) /250	16 (stand by) /8	7/5	644,8
	2 εκτυπωτές,	30 (stand by) / 900	20 (stand by) / 4	7 / 5	1229,3
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Γραφείο Προϊσταμένης 08	1 ψυγείο,	250	24	7	2184
	1 fan coil	50	24	7	436,8
WC-Ντους 04.1	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
WC-Ντους 05.1	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Ανάληψη 19	1 συσκευή υπέρηχου	1128	8	7	3284,7
Σκοτεινός Θάλαμος 24	1 επεξεργαστής ακτινογραφιών	3600	8	7	10483,2
Διάδρομος 12	1 μίκτης χημικών ακτίνων X	14400	24	7	125798
Ανάπαυση Προσωπικού 15	1 καφετιέρα,	15 (stand by) /1000	18 (stand by) / 6	7 /7	2282,3
	1 φούρνο μικροκυμάτων,	15 (stand by) /1100	18 (stand by) / 6	7/7	2500,7
	1 μάτι κουζίνας,	15 (stand by) / 450	18 (stand by) / 6	7/7	1081
	1 τηλεόραση,	15 (stand by) /45	12 (stand by) / 12	7/7	262
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Αποδυτήρια Γυναικών 14	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Αποδυτήρια Γυναικών 23	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6

Αποθήκη 11	1 εκτυπωτής ακτίνων (εφεδρικός)	450			
Επεξεργασία Ακτινογραφιών 19	1 fan coil	50	24	7	436,8
Γραφείο Ιατρών 26	1 εκτυπωτή,	15 (stand by) / 450	20 (stand by) / 4	7/5	614,6
	1 scanner,	25	5	5	32,5
	3 επιτραπέζιους Η/Υ,	15 (stand by) / 750	16 (stand by) / 8	7/5	1684,8
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Γραφείο Ιατρού 10	1 fan coil	50	24	7	436,8
Ακτινοσκόπηση 20	1 οθόνη,	80	8	5	166,4
	1 γεννήτρια, (εφεδρεία)	47500			
	1 κλιματιστικό (δε λειτουργεί),	1280			
	1 ακτινολογικό μηχάνημα,	108	8	5	224,6
	1 fan coil	50	8	5	436,8
Διάδρομος 10	1 fan coil	50	24	7	436,8
Σκοτεινός Θάλαμος 08	1 συσκευή επεξεργασίας φωτογραφιών ακτίνων Χ	2400	12	7	10483,2
Αρχείο 13 (Ωστική πυκνότητα)	1 μηχανήμα μέτρησης οστικής πυκνότητας,	600	2	5	312
	1 επιτραπέζιος Η/Υ,	15 (stand by) / 450	16(stand by) / 8	7/5	1060,8
	1 εκτυπωτής,	15 (stand by) / 450	16(stand by) / 8	7/5	1060,8
	1 fan coil	50	24		

				7	436,8
WC 06.2	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Μαστογράφος 05	1 συσκευή μαστογραφίας, (δε λειτουργεί) 1 fan coil	6000  50			
Αποδυτήρια Προσωπικού Ανδρών 22	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Αποδυτήρια Προσωπικού Γυναικών 23	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Office Φαγητού 02	1 fan coil	50	24	7	436,8
Γραφείο Κοινωνικών λειτουργιών 09 (BMS)	1 εκτυπωτής, 1 fan coil	15 (stand by) / 400  50	20 (stand by) / 4  24	7 / 5  7	666,6  436,8
Τραυματιοφορείς-Ανάπαυση Προσωπικού 05	1 ψυγείο, 2 μάτια κουζίνας,  1 τηλεόραση,  1 βραστήρας  1 fan coil	400 30 (stand by) / 800  15 (stand by) / 100 15 (stand by) / 1000  50	24 20 (stand by) / 4  12(stand by) / 12 20(stand by) / 4  24	7 7 / 7  7 7 / 7  7	3494,4 1383,2  502,3 1565,2  436,8
Γραφείο Αστυνομίας 03	1 fan coil	50	24	7	436,8
Ανεμοφράκτης Εισόδου 01	2 fan coil	100	24	7	873,6
Σύνολο		139282			279252,4
<b>Ζώνη 1 Επίπεδο 3</b>					
Χώλ ανελκυστήρα 02	1 fan coil	50	24	7	436,8
Αναμονή 02/Πληροφορίες 03	1 ραδιόφωνο, 1 fan coil	35 50	8 24	5 7	72,8 436,8

Επιδ. Βρεφών 05	1 fan coil	50	24	7	436,8
Γραφείο Προϊσταμένης 15	1 επιτραπέζιος Η/Υ,	15 (stand by) / 250	16 (stand by) / 8	7/7	815,4
	1 εκτυπωτής,	15 (stand by) / 450	20 (stand by) / 4	7 / 7	764,4
	1 ραδιόφωνο	35	12	7	152,8
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Αναμονή Επιτόκων 01	1 τηλεόραση,	15 (stand by) / 110	12 (stand by) / 12	7/7	546
	1 ψυγείο,	250	24	7	2184
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Διανυκτέρευση Ιατρών 10	1 τηλεόραση,	15 (stand by) / 110	12 (stand by) / 12	7/7	546
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Γραφείο Ιατρών 16	1 fan coil	50	24	7	436,8
Αποδυτήρια Προσωπικού Γυναικών 11	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Αποδυτήρια Προσωπικού Ανδρών 12	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Διάδρομος 17.1	1 fan coil	50	24	7	436,8
Γραφείο Μαιών 09	1 fan coil	50	24	7	436,8
Στάση Αδελφής 07	1 ψυγείο,	250	24	7	2184
	1 fan coil	50	24	7	436,8
Αποθήκη 22	1 κλίβανος	2000	8	5	4160
Διάδρομος 17	1 fan coil	50	24	7	436,8
Εργασία Αδελφών 07	1 ψυγείο	500	24	7	4368
Μόνωση 08	1 θερμαντική εστία για βρέφη, 1 θερμοκοιτίδα	300	24	7	2620,8

Κουζίνα Γάλακτος 05		1 ψυγείο,	250	24	7	2184
		1 βραστήρας,	25 (stand by)/ 2000	16 (stand by)/8	7/7	5969,6
		1 μάτι κουζίνας	15(stand by)/ 450	20 (stand by)/ 4	7/7	764,4
Αποδυτήρια Ανδρών 04	Προσωπικού	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Αποδυτήρια Γυναικών 03	Προσωπικού	1 στεγνωτήρας	1300	8	7	3785,6
Σύνολο			12690			44484,6

**Πίνακας 21:** Εγκατεστημένη ισχύς συσκευών [W] ανά επίπεδο χώρο για ζώνη 2.

<b>Ζώνη 2 Επίπεδο 2</b>					
<b>Χώρος</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Ισχύς [W]</b>	<b>Ωρ Λειτ</b>	<b>Ημερ Λειτ/Βδομ</b>	<b>[kWh/ετος]</b>
Δίκλινος Θάλαμος 05	1 fan coil	50	24	7	436,8
Δίκλινος Θάλαμος 04	1 fan coil	50	24	7	436,8
ΣΥΝΟΛΟ		100			873,6
<b>Ζώνη 2 Επίπεδο 3</b>					
Ωδίνες -Τοκετοί 19	1 fan coil	50			
Χώρος Κοιτίδων 13	13 κοιτίδες	1200	24	7	10483
Χώρος Περιποίησης Βρεφών 08	1 καρδιογράφος, 1 καρδιοτοκογράφος	155	24	7	1354
Ανάπαυση προσωπικού 13	1 fan coil	50	24	7	436,8
ΣΥΝΟΛΟ		1405			12273,8

**Πίνακας 22:** Εγκατεστημένη ισχύς συσκευών [W] ανά επίπεδο χώρο για ζώνη 3

<b>Ζώνη 3 Επίπεδο 0</b>					
<b>Χώρος</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Ισχύς [W]</b>	<b>Ώρες Λειτουργίας</b>	<b>Ημερ Λειτουργίας / Εβδομ</b>	<b>[kWh /έτος]</b>
Ανατομείο 06	2 fan coil	100	24	7	873,6
<b>Ζώνη 3 Επίπεδο 1</b>					
Μεγάλο Χειρουργείο 19	1 σύστημα αναισθησίας, 1 συσκευή φόρτισης, 1 ιατρική συσκευή αερίων, 1 συσκευή παρακολούθησης, 1 ραδιόφωνο	1000	8	5	2080
Νάρκωση 20	1 ιατρική συσκευή	250	8	5	520
Τυπικό Χειρουργείο 17	1 σύστημα αναισθησίας, 1 ιατρική συσκευή, 1 ιατρική συσκευή αερίων	925	8	5	1924
Νάρκωση 16	1 ιατρική συσκευή	250	8	5	520
Ορθοπαιδικό Χειρουργείο 11	1 σύστημα αναισθησίας, 1 συσκευή φόρτισης, 1 ιατρική συσκευή αερίων, 1 συσκευή παρακολούθησης, 1 ραδιόφωνο	1000	8	5	2080
Τυπικό Χειρουργείο 14	1 σύστημα αναισθησίας, 1 ιατρική συσκευή αερίων	260	8	5	540,8
Νάρκωση 13	1 ψυγείο,	1500	24	7	13104
	1 συσκευή	3000	8	5	6240

	αποστείρωσης				
Νάρκωση 10	1 ιατρική συσκευή	250	8	5	520
Σύνολο		48935			27528,8
<b>Ζώνη 3 Επίπεδο 2</b>					
Χειρουργείο 15	1 σύστημα αναρρόφησης, 1 συσκευή διαθερμίας, 1 κλίβανος, 1 χειρουργική τράπεζα	2011	8	5	4182,88
<b>Ζώνη 3 Επίπεδο 3</b>					
Προετοιμασία 23	1 κλίβανος	2000	8	5	4160
Ειδικό Τοκετό 24	1 ιατρική συσκευή, 1 σύστημα αναρρόφησης, 1 ηλεκτρική κούνια, 1 θερμαντική εστία, 1 θερμαντική συσκευή	1100	8	5	2288
Προετοιμασία Νάρκωσης 28	1 σύστημα αναισθησίας	230	8	5	478,4
Αίθουσα Χειρουργείου 29	1 ψυγείο, 1 μόνιτορ παρακολούθησης, 1 συσκευή υπέρηχου, 1 μαιευτικό κρεβάτι	2225	8	5	4628
Σύνολο		5555			11554,4

**Πίνακας 23** : Χρεώσεις νοσοκομείου για το 2012

	Ημερ	ΜΚΕ (kWh)	ΜΖ (kW)	Ζ Αιχμ (Kw)	συνφ	ΧΖ	Χρέωση Ισχύος (€ /μηνά)	ΧΕ (Kwh)	Χρέωση Ενέργειας (€ /μηνά)
Ιαν	31	135000	267	241	0,985	275,9	2000,275	106800	7695
Φεβρ	29	126000	265	237	0,982	256,1667	1857,208	106000	7182
Μαρτ	29	126000	265	237	0,982	256,1667	1857,208	106000	7182
Απρ	31	123000	253	241	0,989	261,4333	1895,392	101200	7011
Μια	30	117000	247	226	0,988	247	1790,75	98800	6669
Ιουν	31	114000	235	224	0,955	242,8333	1760,542	94000	6498
Ιουλ	30	144000	329	302	0,97	329	2385,25	131600	8208
Αυγ	31	189000	374	374	0,944	386,4667	2801,883	149600	10773
Σεπτ	31	174000	332	332	0,95	343,0667	2487,233	132800	9918
Οκτ									
Νοεβ									
Δεκ									
Σύνολο		1248000					18835,741		71136



**Πίνακας 24 :** Χρεώσεις νοσοκομείου για το 2011

	Ημερ	ΚΕ (kWh)	ΜΖ (kW)	Ζ Αιχμ (Kw)	συνφ	ΧΖ	Χρέωση Ισχύος (€ /μην)	ΧΕ (Kwh)	Χρέωση Ενέργειας (€ /μην)
Ιαν	34	141000	270	240	0,989	306	810,9	108000	7952,4
Φεβρ	28	117000	257	231	0,988	239,866	635,6467	102800	6598,8
Μαρτ	31	126000	257	232	0,99	265,566	703,7517	102800	7106,4
Απρ	30	120000	240	227	0,989	240	636	96000	6768
Μια	31	117000	232	230	0,988	239,733	635,2933	92800	6598,8
Ιουν	30	138000	278	278	0,962	278	1684,68	111200	7783,2
Ιουλ	31	165000	324	324	0,95	334,8	2028,888	129600	9306
Αυγ	31	147000	292	292	0,967	301,733	1828,504	116800	8290,8
Σεπτ	30	132000	294	279	0,97	294	1781,64	117600	7444,8
Οκτ	31	123000	259	242	0,986	267,633	709,2283	103600	6937,2
Νοεβ	30	120000	240	228	0,985	240	636	96000	6768
Δεκ	31	129000	252	231	0,987	260,4	690,06	100800	7275,6
Σύνολο		1575000					12780,592		88830

**Πίνακας 25:** Αποτελέσματα για το κτίριο αναφοράς

Κτίριο αναφοράς														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	0,9	0,6	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	2,8
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,2	33,2	32,7	0,0	0,0	0,0	0,0	96,0
	Υγρανση	13,4	11,6	9,9	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,9	11,4	60,1
	ZNX	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	6,3
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	32,6	27,0	23,8	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	21,2	29,6	155,4
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	14,3	15,5	15,3	1,2	0,0	0,0	0,0	47,6
	ZNX	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	7,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,2
	Φωτισμός	6,5	5,8	6,5	6,2	6,5	6,2	6,5	6,5	6,2	6,5	6,2	6,5	76,0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	39,9	33,5	31,0	21,8	8,3	21,0	22,4	22,2	7,9	13,2	28,1	36,8	286,0
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	158,3		156,6										
	Πετρέλαιο	7,0		1,8										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	131,0		0,0										
	Ηλιακή	1,2		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	286,0		158,4										