



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

**Σχεδιασμός και ανάλυση ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων για
αναβάθμιση κτιρίου συνάθροισης κοινού.**

Διπλωματική Εργασία

Αναστάσιος Κυριακόπουλος

Επίβλεψη: Βασίλειος Σπιτάς, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2025

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική πραγματοποιείται στα πλαίσια του μαθήματος ΗΜ μελέτες του προγράμματος σπουδών κατεύθυνσης α του μεταπτυχιακού Συστήματα Αυτοματισμού.

Σκοπός είναι ο σχεδιασμός κι η μελέτη συστήματος ύδρευσης, αποχέτευσης, πυρασφάλειας, ψυκτικών φορτίων, θερμικών απωλειών και ηλιοθερμίας/ηλιακής ψύξης σε μοντέλο κτηρίου συνάθροισης κοινού λαμβάνοντας υπόψιν ενδεικτικά το κτήριο του Μαυρακείου Ιδρύματος στο Ελληνικό Αρκαδίας.

Το εν λόγω κτήριο έχει μεγάλο μέγεθος και αρκετές ιδιαιτερότητες όσον αφορά τους χώρους και τις χρήσεις τους υπαγόμενες σε μια πληθώρα κανονιστικών διατάξεων που καθιστούν το συνταίριασμα των διαφόρων απαιτήσεων μια απαιτητική υπόθεση.

Στην παρούσα εργασία θα δειχθούν αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου, απαιτήσεις και προβληματισμοί που προέκυψαν κατά την εκτέλεση των ΗΜ μελετών με έμφαση στους τομείς ύδρευσης, αποχέτευσης, ενεργητικής/παθητικής πυρασφάλειας, ψύξης/κλιματισμού, αερισμού, θερμικών απωλειών και ηλιοθερμίας καθώς και λύσεις που προτείνονται από τον συντάκτη της διπλωματικής εργασίας και πως αυτές απαντάνε στο κάθε ζήτημα.

Το εν λόγω κτήριο αποτελείται από έναν ισόγειο όροφο, έναν υπερκείμενο του ισογείου καθώς και ισοϋψείς υπόγειους χώρους υποκείμενους στον ισόγειο για ΗΜ εξοπλισμό, στο υπόλοιπο οικόπεδο περιλαμβάνονται εξωτερικοί υπαίθριοι χώροι.

Εισαγωγή

1.1 Μελέτη ύδρευσης

Στη μελέτη της ύδρευσης τα ζητήματα που καλείται να επιλύσει ένας μηχανικός είναι η επάρκεια πίεσης του δικτύου, η παροχή του ζεστού και του κρύου νερού σε όλους τους χώρους όπου κρίνεται απαραίτητο ώστε να ικανοποιούνται ταυτόχρονα πολλοί καταναλωτές και να δέχονται όσα l/s χρειάζονται την ώρα που τα χρειάζονται χωρίς προβλήματα υπερπίεσεων και πτώσης πίεσης άρα ζητήματα έλλειψης επαρκούς ποσότητας νερού ή υπερβολικής ροής.

Τα ζητήματα αυτά λύνονται με τον κατάλληλο σχεδιασμό των κυκλωμάτων ύδρευσης μέσω της διευθέτησης των κλάδων ζεστού και κρύου νερού, την κατάλληλη διαστασιολόγηση των σωληνώσεων ως προς τη διατομή, την κατάλληλη επιλογή εξαρτημάτων ελέγχου ταχύτητας και αλλαγής της ροής του νερού καθώς και διαμοιρασμού αυτής.

1.2 Μελέτη αποχέτευσης

Στην μελέτη της αποχέτευσης η ανάγκη έγκειται στο να δημιουργηθούν δρόμοι καθοδήγησης της ροής των ακάθαρτων υγρών από το κτήριο προς την κεντρική αποχέτευση του δήμου με σκοπό την διατήρηση της υγειονομικής κατάστασης των χώρων που ζουν οι άνθρωποι σε ένα σωστό επίπεδο.

Τεχνικά ζητήματα της μελέτης της αποχέτευσης είναι η διευθέτηση του χώρου των σωληνώσεων ώστε αφενός να δέσουν αρχιτεκτονικά με το κτήριο (από άποψη αισθητικής και πολεοδομικής) κι αφετέρου να είναι η επιλογή της τοπολογίας του κυκλώματος, των διαδρομών και των διατομών των αγωγών ικανή να εξυπηρετήσει τις στιγμιαίες ανάγκες σε παροχή ακάθαρτων υγρών όταν αυτές είναι μεγάλες.

1.3 Ενεργητική πυρασφάλεια

Η ενεργητική πυρασφάλεια είναι κι αυτή βασισμένη στη μελέτη κινητικότητας του κτηρίου και αποτελεί προέκταση της μελέτης παθητικής πυρασφάλειας, η μεν δεύτερη προβλέπει μέτρα περιορισμού εξάπλωσης της πυρκαγιάς ενώ η πρώτη προβλέπει μέτρα καταστολής. Στην παρούσα διπλωματική το τεχνικό κομμάτι με το οποίο καταπιάνεται η μελέτη ενεργητικής πυρασφάλειας είναι η διαστασιολόγηση του συστήματος κατάσβεσης της φωτιάς στους χώρους που ο νόμος κρίνει απαραίτητο ότι πρέπει να τοποθετηθούν, θα μας απασχολήσουν όπως και στις μελέτες ύδρευσης κι αποχέτευσης ζητήματα όπως η τοπολογία του δικτύου, ο διαχωρισμός των κλάδων, η συνολική πτώση πίεσης, η διαστασιολόγηση της δεξαμενής νερού, η διαστασιολόγηση των αντλιών του νερού κατάσβεσης κλπ.

1.4 Μελέτη ηλιακής θέρμανσης-ψύξης.

Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας και της δημιουργίας ενός ποιο οικολογικού κτηριακού προφίλ θα ασχοληθούμε με τη μελέτη του ηλιακού δυναμικού της περιοχής και το κατά πόσον μπορεί ένα σύστημα ηλιοθερμίας με συλλέκτες να καλύψει μερικώς τα θερμικά και ψυκτικά φορτία καθώς και με τις τεχνικές απαιτήσεις και μελέτες των συστημάτων αυτών.

1.5 Μελέτη κλιματισμού

Στην μελέτη του κλιματισμού στόχος είναι η κάλυψη των χώρων του κτηρίου σε επαρκή ποσότητα θερμικής ισχύος είτε για την κάλυψη των θερμικών απωλειών του κτηρίου όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο είτε για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων. Η μελέτη του κλιματισμού αποτελεί προέκταση της μελέτης αερισμού, της μελέτης θερμικών απωλειών, της μελέτης κινητικότητας και φυσικά αποτελεί βάση για την ενεργειακή μελέτη, τη μελέτη των κλιματιστικών σωμάτων και του δικτύου μεταφοράς κλιματιστικής ισχύος αυτών καθώς και την μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου.

Η μελέτη κλιματισμού στοχεύει στη δημιουργία ενός εσωτερικού περιβάλλοντος θερμικής άνεσης μέσω του ελέγχου της εσωτερικής θερμοκρασίας κι υγρασίας με την ταυτόχρονη δημιουργία ενός εσωτερικού κλίματος υγιεινής με φρέσκο αέρα επιτυγχάνοντας την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

1.6 Μελέτη θερμικών απωλειών.

Η μελέτη θερμικών απωλειών συνεισφέρει στην εκτίμηση των μέγιστων αναγκών σε θερμική ισχύ που απαιτεί ένα κτήριο με παραδοχές ως προς τις εσωτερικές επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας των χώρων για δεδομένα εξωτερικά περιβαλλοντικά δεδομένα ,κατά κύριο λόγο θερμοκρασία αέρα ξηρού βολβού αέρα.

1.7 Μελέτη μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας

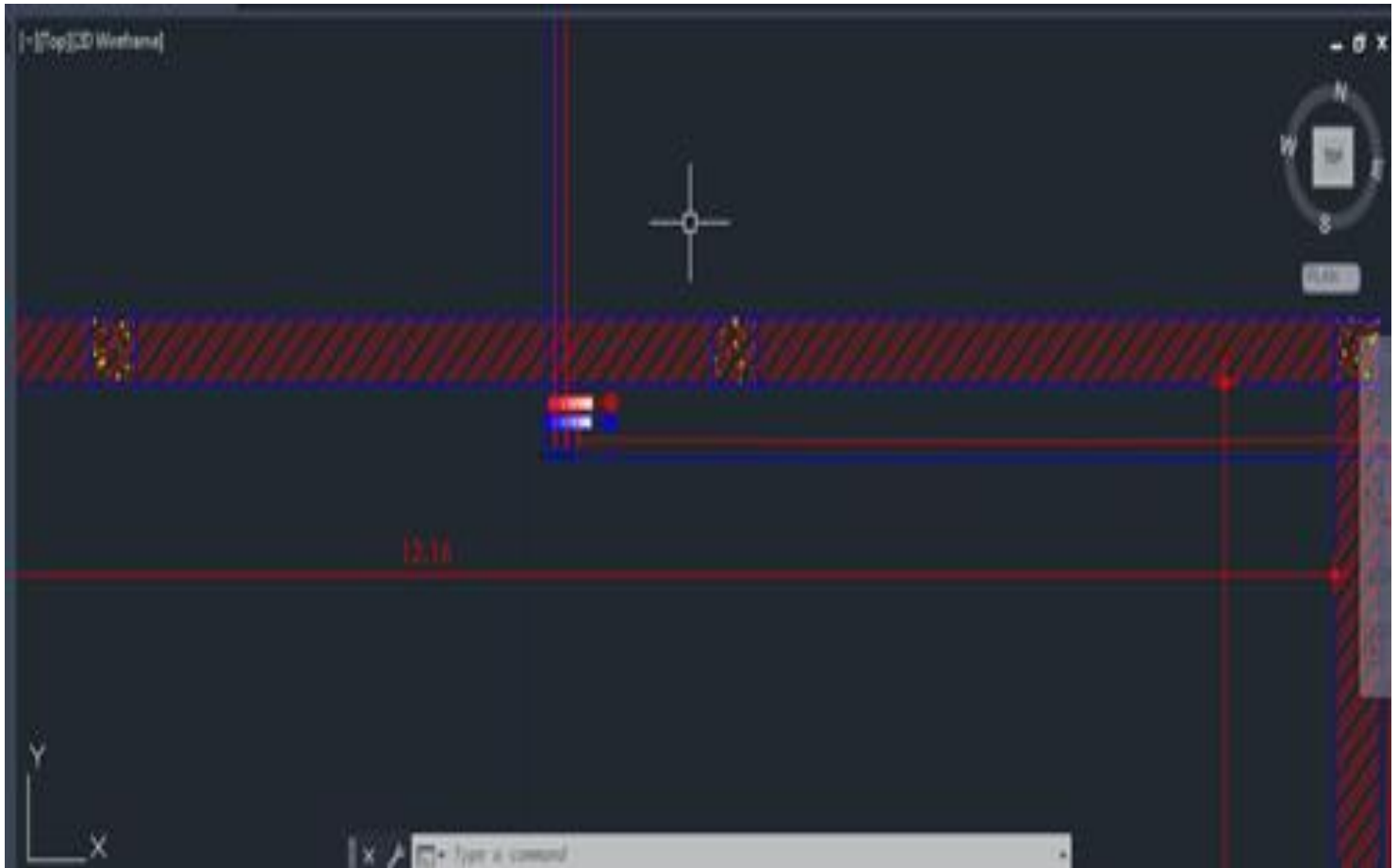
Η μελέτη αερισμού είναι απαραίτητη για 1 κτήριο πολλαπλών χρήσεων γιατί εφαρμόζει τις τεχνικές οδηγίες του ΤΕΕ για τον αερισμό των κτηρίων αναφοράς με σκοπό την ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας και την δημιουργία σωστής ποιότητας αέρα στο εσωτερικό των χώρων.

Κεφάλαιο 1

Μελέτη Ύδρευσης

Σχέδια:
Υπόγειο

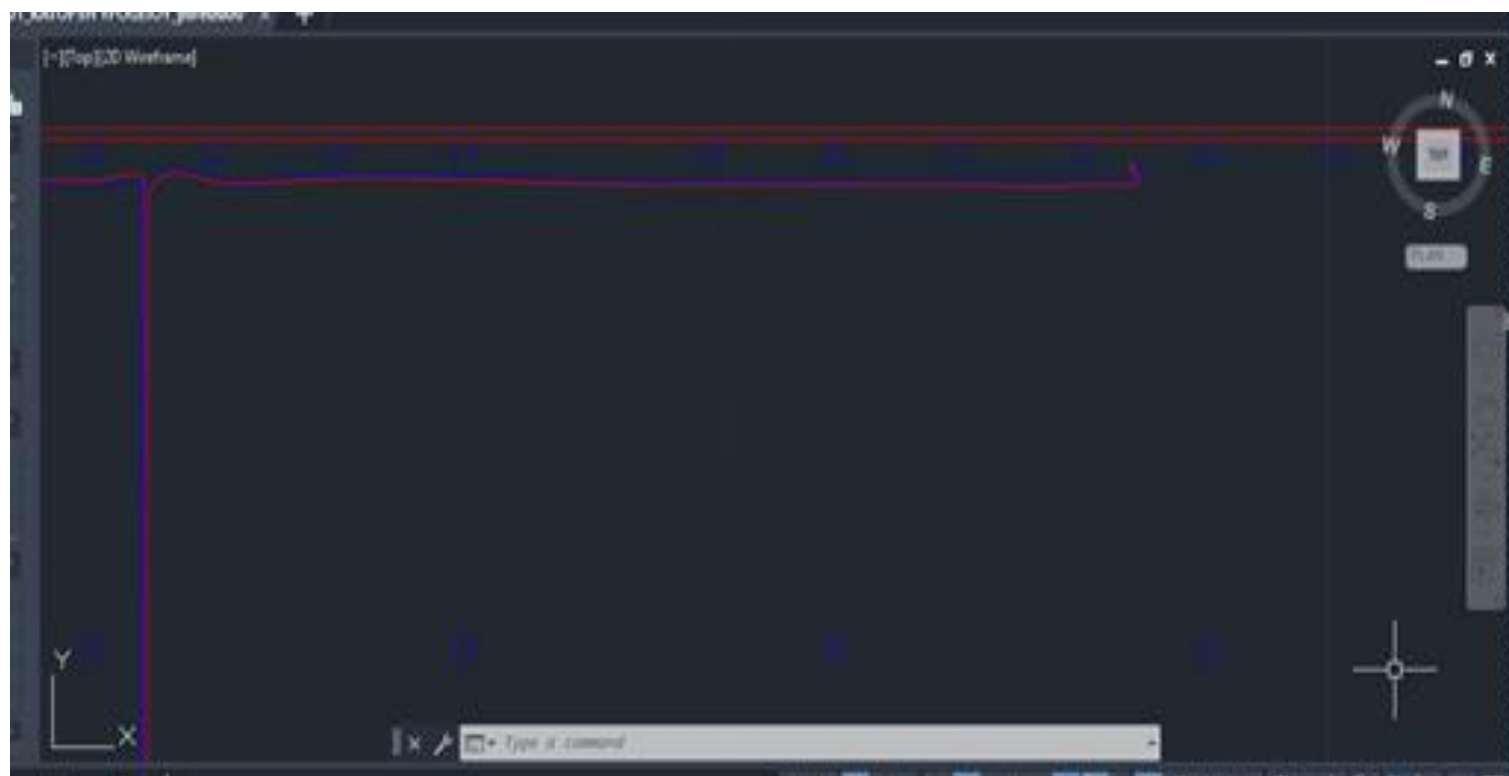
Σχέδιο 1.1: Στο παρακάτω σχέδιο διαφάνεται ο κεντρικός συλλέκτης ύδρευσης κτηρίου για προσαγωγή ζεστού και κρύου στο υπόγειο στην νότια πλευρά των ΗΜ χώρων.



Σχέδιο 1.2: Στο σχέδιο αυτό φαίνεται η κατάληξη των κεντρικών αγωγών ύδρευσης στην δυτική πτέρυγα του κτηρίου από το υπόγειο που ξεκινάνε από το τελικό collector.



Σχέδιο 1.3: Στο σχέδιο αυτό φαίνεται κατάληξη κεντρικών αγωγών ύδρευσης στην ανατολική πλευρά του κτηρίου από το υπόγειο



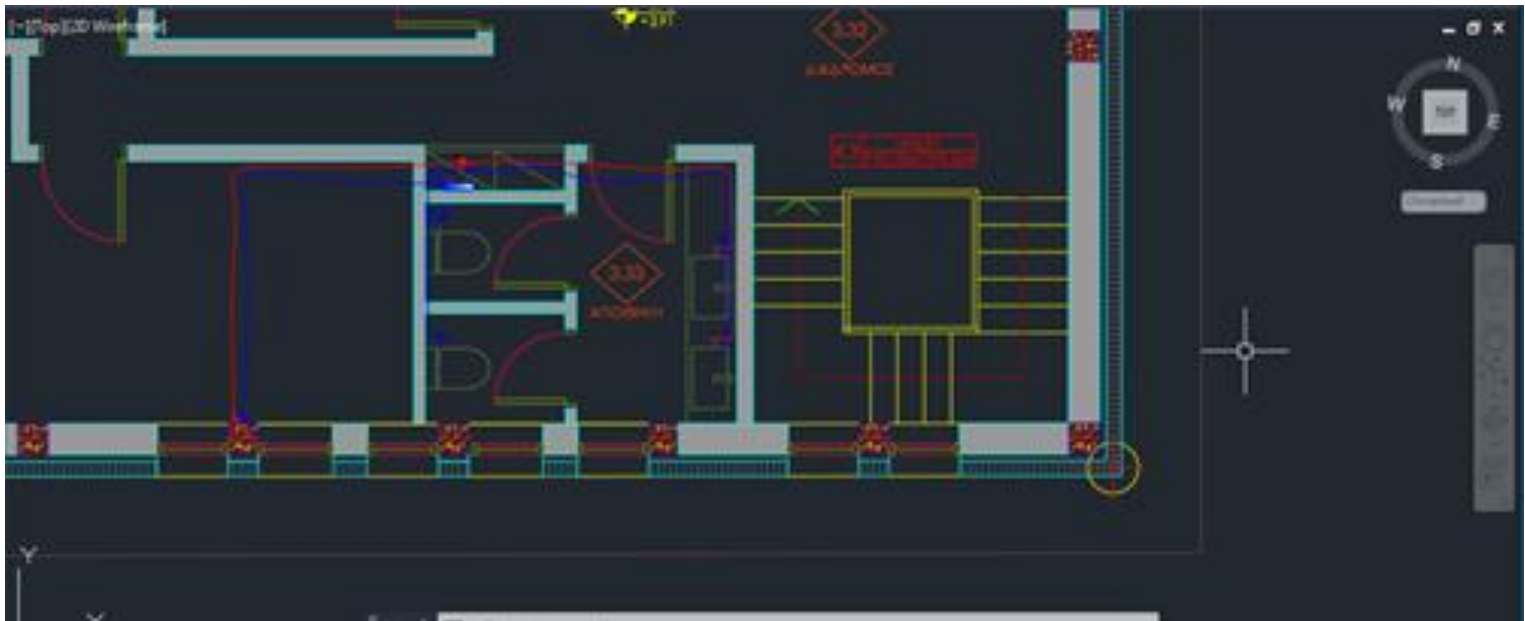
Σχέδιο 1.4 Στο σχέδιο φαίνεται η κάτοψη των σωληνώσεων ύδρευσης στα wc της ανατολικής πλευράς του ισόγειου



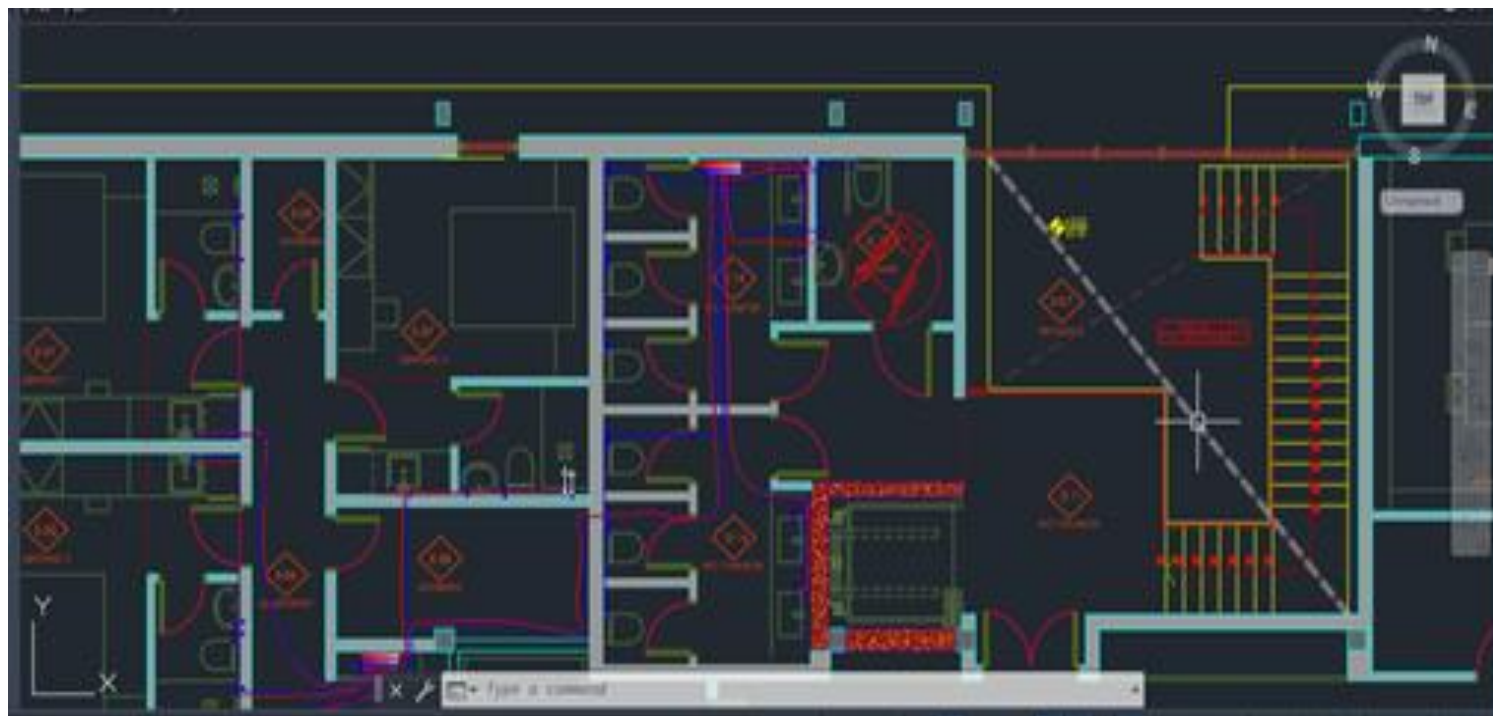
Σχέδιο 1.5 κάτοψη σωληνώσεων ύδρευσης στα wc της δυτικής πλευράς του ισογείου με το κεντρικό κολλεκτέρ των WC



Σχέδιο 1.6: κάτοψη αγωγών ύδρευσης στα wc του θεάτρου



Σχέδιο 1.7: Κάτοψη σωληνώσεων ύδρευσης στα wc της δυτικής πλευράς του ορόφου.



Σχέδιο 1.8: Κάτοψη αγωγών ύδρευσης στους ξενώνες του ορόφου, διαφαίνονται επίσης τα κολλεκτέρ.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 4Μ

Η παρούσα μελέτη αφορά την εγκατάσταση δικτύων ύδρευσης. Η σύνταξη της μελέτης έγινε σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2411/86, λαμβάνοντας υπόψη και τα βοηθήματα:

- α) Οικιακές Εγκαταστάσεις Υγιεινής K. Schulz
- β) Κανονισμός Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων
- γ) Κανονισμός Λειτουργίας Δικτύου Υδρεύσεως ΕΥΔΑΠ
- γ) Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Η επιλογή διατομών στους σωλήνες γίνεται σε κάθε τμήμα του δικτύου θεωρώντας ότι:

α) Οι παροχές στα τμήματα που καταλήγουν σε υδραυλικούς υποδοχείς καθορίζονται από τον τύπο των υποδοχέων βάσει της ΤΟΤΕΕ.

β) Οι παροχές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.

γ) Λόγω ετεροχρονισμού στην λειτουργία των υποδοχέων, υπολογίζεται η παροχή αιχμής, από την θεωρητική παροχή και την καμπύλη ετεροχρονισμού. Αυτή, έχει την μορφή:

$$Q_s = a \times (\sum Q_r)^b + c \quad (1.1)$$

όπου Q_s η παροχή αιχμής, Q_r η κανονική παροχή και a, b, c συντελεστές που εξαρτώνται από το είδος του κτιρίου, καθώς και από την τιμή $\sum Q_r$, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ.

δ) Ο υπολογισμός των διατομών για το δίκτυο του κρύου και του ζεστού νερού γίνεται ανεξάρτητα, θεωρώντας τις παροχές που υπολογίζονται με τον παραπάνω τρόπο. Οι σχέσεις στις οποίες βασίζονται οι υπολογισμοί είναι:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad (\text{εξίσωση συνέχειας}) \quad (1.2)$$

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (\text{εξίσωση Darcy}) \quad (1.3)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{εξίσωση Colebrook}) \quad (1.4)$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{αριθμός Reynolds}) \quad (1.5)$$

όπου:

- Q: Παροχή σε m³/h
- D: Εσωτερική διάμετρος σε m
- V: Μέση ταχύτητα σε m/s
- J: Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m
- Δh: Απώλειες πίεσης σε m
- L: Μήκος αγωγού σε m
- λ: Συντελεστής τριβής
- k: Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm
- Re: Αριθμός Reynolds
- ν: Ιξώδες νερού σε m²/sec

ε) Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, τάφ, κρουνοί κλπ) κάθε τμήματος του δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

$$J = \frac{1}{2} \sum \rho V^2 \quad (1.6)$$

όπου:

$\Sigma \rho$: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου

ρ : Πυκνότητα νερού

στ) Ο όγκος ανακυκλοφορίας προκύπτει από την σχέση:

$$V_u = \frac{Q}{c \times \rho_m \times (\Theta_v - \Theta_r)} \quad (1.7)$$

Για τις τριβές, λαμβάνονται υπόψη η ανακυκλοφορία λόγω βαρύτητας, οι απώλειες πίεσης, καθώς και πιθανή αντλία (βλ. Schulz).

ζ) ΠΙΕΣΤΙΚΟ

Σε περίπτωση που απαιτείται, υπολογίζεται είτε πιεστικό με προπίεση αέρα (αναλυτικά σύμφωνα με K.Schulz), είτε απλό πιεστικό μεμβράνης.

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- Τμήμα δικτύου
- Μήκος τμήματος (m)
- Είδος Υποδοχέα
- Παροχή Υποδοχέα (l/s)
- Παροχή Αιχμής (l/s)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Ταχύτητα Νερού (m/s)
- Συνολική αντίσταση Εξαρτημάτων $\Sigma \rho$
- Τριβή Εξαρτημάτων (mΥΣ)
- Τριβή Σωληνώσεων (mΥΣ)
- Ολική Τριβή Τμήματος (mΥΣ)
- Πίεση Εκροής (υποδοχέα) (mΥΣ)
- Πίεση λόγω Υψομέτρου (mΥΣ)

Κάθε τμήμα του δικτύου μπορεί να ανήκει σε μία από τις περιπτώσεις:

α) Τμήμα δικτύου κρύου νερού: συμβολίζεται με τους δύο ακραίους κόμβους του παρεμβάλλοντας τελεία (.).

β) Τμήμα δικτύου ζεστού νερού: όπως στην περίπτωση (α) αλλά με παύλα (-).

γ) Τμήμα ανακυκλοφορίας: όπως στην περίπτωση (α) ή (β) αλλά με σύν (+).

Είδος Υποδοχέα: α/α του υποδοχέα στην λίστα υποδοχέων, ή Σ-χ, όπου χ ο α/α Συστήματος (ομάδας) υποδοχέων, που αναλύεται.

Πίνακας 1.1 Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Νερού (°C)	10
Είδος Κτιρίου	Κατοικία
Τύπος Κύριου Σωλήνα	Πλαστικός
Τραχύτητα Κύριου Σωλήνα (μm)	7
Τύπος Δευτερεύοντος Σωλήνα	Γαλβανισμένος χαλυβδοσωλήνας
Τραχύτητα Δευτερεύοντος Σωλήνα (μm)	150
Παροχή Νερού (l/s)	1.729
Δυσμενέστερος Κλάδος	1..57
Τριβές Σωλήνων και Τοπικών Αντιστάσεων (mΥΣ)	13.715
Απαιτούμενη Πίεση Εκροής (mΥΣ)	10
ΔΡ λόγω Υψομετρικών Διαφορών (mΥΣ)	8
Ολική Απαιτούμενη Πίεση (mΥΣ)	31.715
Πίεση Δικτύου (mΥΣ)	30

α/α	Τύπος Υποδοχέα (mm) (Μ.Υ.Σ.)	Εσ.Διαμ. (l/s)	Pmf (l/s)	Qγκν	Qρζν
1	Νεροχύτης - διακόπτης εισροής	13	10.0	0.15	0.15
11	Κάταιον - σταθ.κεφ. οικ. λουτ.	20	10.0	0.20	0.20
20	Λεκάνη - δοχείο εκπλυσης	13	10.0	0.13	0.00

Πίνακας 1.2 Υπολογισμοί Σωληνώσεων Υδραυλικής Εγκατάστασης

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα m	Είδος Υποδοχέα	Παροχή Υποδοχέα l/s	Παροχή Αιχμής l/s	Είδος Σωλήνα	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	ΣΖ Εξαρτ.	Τριβή Εξαρτημάτων mΥΣ	Τριβή Σωλήνων mΥΣ	Ολική Τριβή mΥΣ	Πίεση Υποδοχέα mΥΣ	ΔΡ Υψ.Διαφορών mΥΣ
1.2	0.15		9.400	1.729	K	DN40	1.680	1.000	0.144	0.013	0.157		
2.3	29.7		6.620	1.457	K	DN40	1.416	3.000	0.307	1.901	2.208		
3.5	1.8		0.390	0.306	K	DN15	1.879	3.800	0.684	0.601	1.285		
5.6	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.400	0.013	0.074	0.087	10.00	3.5
5.7	1.2		0.260	0.232	K	DN15	1.425	1.500	0.155	0.245	0.400		
7.8	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.400	0.013	0.074	0.087	10.00	3.5
7.9	2.2	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.800	0.026	0.162	0.188	10.00	3.5
3.10	5.1		0.390	0.306	K	DN15	1.879	4.200	0.756	1.704	2.460		
10.11	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.400	0.013	0.074	0.087	10.00	3.5
10.12	1.2		0.260	0.232	K	DN15	1.425	1.500	0.155	0.245	0.400		
12.13	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.400	0.013	0.074	0.087	10.00	3.5
12.14	2.2	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.800	0.026	0.162	0.188	10.00	3.5
3.15	5.65		0.300	0.257	K	DN15	1.578	4.20	0.533	1.384	1.91		

								0			7		
15.16	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	3.5
15.17	2.2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.208	0.24 3	10.00	3.5
3.18	1.7		0.300	0.257	K	DN15	1.578	4.10 0	0.520	0.416	0.93 7		
18.19	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	3.5
18.20	1.5	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.142	0.17 7	10.00	3.5
3.21	1.5		0.280	0.245	K	DN15	1.504	1.90 0	0.219	0.337	0.55 6		
21.23	1.6	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.80 0	0.026	0.118	0.14 4	10.00	3.5
21.22	1.85	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.175	0.19 2	10.00	3.5
2.4	29.5		2.220	0.836	K	DN25	1.575	3.00 0	0.379	3.439	3.81 9		
4.24	4.8		0.520	0.368	K	DN20	1.446	4.10 0	0.437	0.760	1.19 7		
24.25	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	3.5
24.26	1.2		0.390	0.306	K	DN15	1.879	1.50 0	0.270	0.401	0.67 1		
26.27	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	
26.28	1.2		0.260	0.232	K	DN15	1.425	1.50 0	0.155	0.245	0.40 0		
28.29	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	3.5
28.30	2.2	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.162	0.17 5	10.00	3.5
4.31	2.3		0.450	0.336	K	DN20	1.320	3.70 0	0.329	0.310	0.63 8		
31.32	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	3.5
31.33	0.95		0.300	0.257	K	DN15	1.578	1.50 0	0.190	0.233	0.42 3		
33.34	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	3.5
33.35	2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.189	0.22 4	10.00	3.5
4.36	1.85		0.450	0.336	K	DN20	1.320	3.70 0	0.329	0.249	0.57 8		
36.37	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	3.5
36.38	0.9		0.300	0.257	K	DN15	1.578	1.50 0	0.190	0.220	0.41 1		
38.39	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	3.5
38.40	2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.189	0.22 4	10.00	3.5
4.41	2.7		0.520	0.368	K	DN20	1.446	4.10 0	0.437	0.428	0.86 5		
41.42	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	3.5
41.43	1.2		0.390	0.306	K	DN15	1.879	1.50 0	0.270	0.401	0.67 1		
43.44	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	3.5
43.45	1.2		0.260	0.232	K	DN15	1.425	1.50 0	0.155	0.245	0.40 0		
45.46	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	3.5
45.47	2.2	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.80 0	0.026	0.162	0.18 8	10.00	
4.48	4.8		0.280	0.245	K	DN15	1.504	4.10 0	0.473	1.079	1.55 2		
48.49	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	3.5
48.50	3.4	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.322	0.35 6	10.00	3.5
2.51	67.5		0.560	0.385	K	DN20	1.513	3.80 0	0.443	11.58	12.0 3		
51.52	0.7		0.260	0.232	K	DN15	1.425	4.10 0	0.424	0.143	0.56 7		
52.53	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
52.54	2.2	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.80 0	0.026	0.162	0.18 8	10.00	8
51.55	3.2		0.300	0.257	K	DN15	1.578	4.10 0	0.520	0.784	1.30 4		
55.56	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8

55.57	2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.189	0.22 4	10.00	8
3.58	6		4.960	1.262	K	DN32	1.937	2.20 0	0.421	0.894	1.31 5		
58.59	1.8		0.390	0.306	K	DN15	1.879	4.10 0	0.738	0.601	1.33 9		
59.60	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
59.61	1.2		0.260	0.232	K	DN15	1.425	1.50 0	0.155	0.245	0.40 0		
61.62	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
61.63	2.2	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.80 0	0.026	0.162	0.18 8	10.00	8
58.64	5.5		0.390	0.306	K	DN15	1.879	4.20 0	0.756	1.838	2.59 4		
64.65	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
64.66	1.2		0.260	0.232	K	DN15	1.425	1.50 0	0.155	0.245	0.40 0		
66.67	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
66.68	2.2	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.80 0	0.026	0.162	0.18 8	10.00	8
58.69	5.5		0.300	0.257	K	DN15	1.578	4.20 0	0.533	1.347	1.88 0		
69.70	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8
69.71	2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.189	0.22 4	10.00	8
58.72	1.5		0.300	0.257	K	DN15	1.578	4.10 0	0.520	0.367	0.88 8		
72.73	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8
72.74	2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.189	0.22 4	10.00	8
58.75	2		0.280	0.245	K	DN15	1.504	3.80 0	0.438	0.450	0.88 8		
75.76	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8
75.77	2.3	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.80 0	0.026	0.170	0.19 6	10.00	8
58.78	11.8		3.300	1.027	K	DN25	1.934	3.40 0	0.648	1.989	2.63 7		
78.79	3		0.630	0.414	K	DN25	0.780	4.10 0	0.127	0.100	0.22 8		
79.80	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8
79.81	1		0.480	0.350	K	DN25	0.659	1.50 0	0.033	0.025	0.05 8		
81.81 β	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8
81.82	0.65		0.330	0.274	K	DN25	0.516	1.50 0	0.020	0.011	0.03 1		
82.82 β	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
82.83	3.5	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.80 0	0.006	0.033	0.03 9	10.00	9.5
78.84	5		0.630	0.414	K	DN25	0.780	4.20 0	0.130	0.167	0.29 8		
84.85	1.7	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.161	0.17 8	10.00	8
84.86	2.4		0.480	0.350	K	DN25	0.659	1.50 0	0.033	0.060	0.09 3		
86.87	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8
86.88	0.6		0.330	0.274	K	DN25	0.516	1.50 0	0.020	0.010	0.03 0		
88.89	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
88.90	2.7	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.025	0.02 8	10.00	9.5
78.91	2.3		0.630	0.414	K	DN25	0.780	3.80 0	0.118	0.077	0.19 5		
91.92	2.9	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.027	0.03 0	10.00	9.5
91.93	0.8		0.430	0.326	K	DN15	2.002	1.50 0	0.306	0.299	0.60 6		
93.94	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
93.95	0.16		0.300	0.257	K	DN15	1.578	1.50 0	0.190	0.039	0.23 0		
95.96	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	
95.97	4	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.378	0.41 3	10.00	8

78.98	3.2		0.630	0.414	K	DN25	0.780	3.80 0	0.118	0.107	0.22 5		
98.99	2.5	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.023	0.02 6	10.00	9.5
98.10 0	0.3		0.430	0.326	K	DN15	2.002	1.50 0	0.306	0.112	0.41 9		
100.1 01	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
100.1 02	1.25		0.300	0.257	K	DN15	1.578	1.50 0	0.190	0.306	0.49 6		
102.1 03	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8
102.1 04	3.5	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.331	0.36 6	10.00	8
78.10 5	6.6		0.630	0.414	K	DN25	0.780	4.60 0	0.143	0.221	0.36 3		
105.1 06	1.8	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.170	0.18 8	10.00	8
105.1 07	2.8		0.480	0.350	K	DN25	0.659	1.50 0	0.033	0.070	0.10 3		
107.1 08	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.095	0.11 2	10.00	8
107.1 09	0.6		0.330	0.274	K	DN25	0.516	1.50 0	0.020	0.010	0.03 0		
109.1 10	1	20	0.130	0.130	K	DN15	0.798	0.40 0	0.013	0.074	0.08 7	10.00	8
109.1 11	3.3	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.031	0.03 4	10.00	9.5
78.11 2	6.3	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	1.20 0	0.052	0.596	0.64 8	10.00	8
1-2	0.15		5.350	1.311	K	DN40	1.274	1.00 0	0.083	0.007	0.08 9		
2-3	29.7		3.850	1.111	K	DN32	1.705	3.00 0	0.444	2.999	3.44 4		
3-15	5.7		0.300	0.257	K	DN15	1.578	4.20 0	0.533	1.174	1.70 7		
15-16	1.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	3.5
15-17	2.20	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.171	0.20 6	10.00	3.5
3-18	1.70		0.150	0.150	K	DN15	0.921	4.10 0	0.177	0.133	0.31 0		
18-19	1.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	3.5
18 -20	1.50	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.117	0.15 2	10.00	3.5
4-22	4	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	1.20 0	0.052	0.312	0.36 4	10.00	3.5
3-11	3.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	1.20 0	0.052	0.234	0.28 6	10.00	3.5
2-4	29.5		1.200	0.600	K	DN25	1.130	3.00 0	0.195	1.598	1.79 3		
4-31	2.3		0.450	0.336	K	DN20	1.320	3.70 0	0.329	0.260	0.58 9		
31-32	1.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	3.5
31-33	0.950		0.300	0.257	K	DN15	1.578	1.50 0	0.190	0.196	0.38 6		
33-34	1.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	3.5
33-35	2.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.156	0.19 0	10.00	3.5
4-36	1.850		0.450	0.336	K	DN20	1.320	3.70 0	0.329	0.209	0.53 8		
36-37	1.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	3.5
36-38	0.90		0.300	0.257	K	DN15	1.578	1.50 0	0.190	0.185	0.37 6		
38-39	1.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	3.5
38-40	2.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.156	0.19 0	10.00	3.5
4-50	7.70	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	1.20 0	0.052	0.600	0.65 2	10.00	3.5
2-55	70.0		0.300	0.257	K	DN15	1.578	10.8 0	1.371	14.42	15.7 9		
55-56	1.0	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8
55-57	2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.156	0.19 0	10.00	8
3-58	6		3.250	1.019	K	DN25	1.919	2.20 0	0.413	0.853	1.26 6		
58-69	5.5		0.150	0.150	K	DN15	0.921	4.20 0	0.182	0.429	0.61 0		
69 -70	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8

69-71	2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.156	0.19 0	10.00	8
58-72	1.5		0.300	0.257	K	DN15	1.578	4.10 0	0.520	0.309	0.82 9		
72-73	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8
72-74	2	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.156	0.19 0	10.00	8
58-76	3.3	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	1.20 0	0.052	0.257	0.30 9	10.00	8
58-78	11.8		2.650	0.917	K	DN25	1.727	3.40 0	0.517	1.382	1.89 9		
78-84	5		0.500	0.359	K	DN25	0.676	4.20 0	0.098	0.107	0.20 5		
78-79	2.7		0.500	0.359	K	DN25	0.676	4.10 0	0.095	0.058	0.15 3		
79-80	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8
79-81	1		0.350	0.285	K	DN25	0.537	1.50 0	0.022	0.014	0.03 6		
81-81β	1		0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8
81-83	4.2	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.032	0.03 5	10.00	9.5
84-85	1.7	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.133	0.15 0	10.00	8
84-86	2.4		0.350	0.285	K	DN25	0.537	1.50 0	0.022	0.034	0.05 6		
86-87	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8
86-90	3.3	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.025	0.02 8	10.00	9.5
78-91	2.3		0.500	0.359	K	DN25	0.676	3.80 0	0.089	0.049	0.13 8		
91-92	2.9	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.022	0.02 5	10.00	9.5
91-95	1		0.300	0.257	K	DN15	1.578	1.50 0	0.190	0.206	0.39 6		
95-96	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8
95-97	4	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.312	0.34 6	10.00	8
78-98	3.2		0.500	0.359	K	DN25	0.676	3.80 0	0.089	0.069	0.15 7		
98-99	2.5	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.019	0.02 2	10.00	9.5
98-102	1.4		0.300	0.257	K	DN15	1.578	1.50 0	0.190	0.288	0.47 9		
102-103	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8
102-104	3.5	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.80 0	0.035	0.273	0.30 7	10.00	8
78-105	6.6		0.500	0.359	K	DN25	0.676	4.60 0	0.107	0.142	0.24 9		
105-106	1.8	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.140	0.15 8	10.00	8
105-107	2.8		0.350	0.285	K	DN25	0.537	1.50 0	0.022	0.040	0.06 2		
107-108	1	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	0.40 0	0.017	0.078	0.09 5	10.00	8
107-111	4	11	0.200	0.200	K	DN25	0.377	0.40 0	0.003	0.030	0.03 3	10.00	9.5
78-112	6.3	1	0.150	0.150	K	DN15	0.921	1.20 0	0.052	0.491	0.54 3	10.00	8

Πίνακας 1.3 Υπολογισμός Πιεστικού

Τριβές Σωληνώσεων και Τοπικών Αντιστάσεων ΔP_{rz} (ΜΥΣ)	13.715
Ελάχιστη Πίεση Εκροής P_{fl} (ΜΥΣ)	10
Υψομετρικές Διαφορές Δp_{geod} (ΜΥΣ)	8
Πίεση σε Θέση Λειτουργίας της Αντλίας $P_e = \Delta P_{geod} + \Delta P_{rz} + P_{fl} + 10$ (ΜΥΣ)	41.715
Διαφορά Πίεσης ΔP (10 - 25 ΜΥΣ)	15
Πίεση Παύσης Λειτουργίας της Αντλίας $P_a = P_e + \Delta P$ (ΜΥΣ)	56.715
Προπίεση Αέρα στο Δοχείο P_v ($P_e - P_v = 3-10$ ΜΥΣ)	5
Τριβές Σωλήνων-Εξαρτημάτων στην Πλευρά Κατάθλιψης Αντλίας ΔP_{pd} (ΜΥΣ)	
Πίεση Δικτύου P_{vers} (ΜΥΣ)	30
Ύψος από Άξονα Αντλίας έως Στάθμη Παύσης Λειτουργίας h (m)	
Μέγιστη Πίεση Αντλίας P_{rmax} (ΜΥΣ)	26.715
Αριθμός Εκκινήσεων Αντλίας ανά Ώρα i (6 - 10)	6
Απαιτούμενη Παροχή Νερού V_{hmax} (l/s)	1.729
Μέση Παροχή Αντλίας V_{rpm} (l/s)	2
Όγκος Ωφέλιμου Νερού V_h ($3600 V_{hmax}/i$)($1 - (V_{hmax}/V_{rpm})$) (l)	140.5677
Ωφέλιμο Μέγ. Πιεστικού Δοχείου $V_{bn} = V_h P_a P_e / (P_v (P_a - P_e))$ (l)	4434.192
Συντελεστής Νεκρού Χώρου Ψ_t	1.18
Μέγεθος Πιεστικού Δοχείου $V_b = \Psi_t V_{bn}$ (l)	5232.346
Χρόνος Μεταφοράς t (s)	
Όγκος Μεταφερόμενου Αέρα $V_l = (V_{bn} P_e) / (t P_o)$ (l/s)	0
Βαθμός Απόδοσης Αντλίας η_p	0.7
Ισχύς Αντλίας Πιεστικού $N_p = (V_{rpm} P_{rmax}) / (100 \eta_p)$ (Kw)	0.7632857
Βαθμός Απόδοσης Κινητήρα η_m	0.7
Ισχύς Κινητήρα της Αντλίας $N_m = N_p / \eta_m$ (KW)	1.090408
Τύπος Πιεστικού που Επιλέγεται	Hydro 1000 CR 3-15 pump 1
Μέγεθος	700x595x745 (mm)
Παροχή	2.8 m ³ /h
Μανομετρικό Ύψος	94 mΥΣ
Ισχύς Κινητήρα	1.10 KW
Ηλεκτρικά Δεδομένα	220 V

Πίνακας 1.4: Απαιτούμενες πιέσεις στους κλάδους (mYΣ)

Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..6 :	17.237
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..8 :	17.637
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..9 :	17.738
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..11 :	18.412
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..13 :	18.812
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..14 :	18.913
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..16 :	17.894
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..17 :	18.025
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..19 :	16.914
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..20 :	16.979
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..23 :	16.565
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..22 :	16.613
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..60 :	23.106
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..62 :	23.506
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..63 :	23.607
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..65 :	24.361
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..67 :	24.761
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..68 :	24.862
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..70 :	23.672
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..71 :	23.784
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..73 :	22.680
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..74 :	22.792
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..76 :	22.680
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..77 :	22.764
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..80 :	24.657
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..81β :	24.715
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..82β :	24.721
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..83 :	26.173
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..85 :	24.793
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..87 :	24.820
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..89 :	24.825
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..90 :	26.266
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..92 :	26.042
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..94 :	25.205
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..96 :	17.460
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..97 :	25.761
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..99 :	26.068
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..101 :	25.048
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..103 :	25.569
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..104 :	25.823
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..106 :	24.868
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..108 :	24.895
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..110 :	24.900
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..111 :	26.347
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..112 :	24.965
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..25 :	18.760
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..27 :	15.931
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..29 :	19.831
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..30 :	19.919
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..32 :	18.226
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..34 :	18.649
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..35 :	18.761
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..37 :	18.166
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..39 :	18.577
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..40 :	18.689

Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..42 :	18.428
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..44 :	19.099
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..46 :	19.499
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..47 :	16.100
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..49 :	19.115
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..50 :	19.384
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..53 :	30.841
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..54 :	30.942
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..56 :	31.603
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1..57 :	31.715
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--16 :	18.835
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--17 :	18.946
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--19 :	17.438
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--11 :	17.319
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--71 :	23.599
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--73 :	23.723
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--74 :	23.818
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--76 :	23.108
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--85 :	25.053
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--87 :	25.054
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--90 :	26.487
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--80 :	24.946
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--81β:	24.982
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--83 :	26.422
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--92 :	26.361
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--96 :	25.327
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--97 :	25.578
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--99 :	26.377
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--103:	25.429
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--104:	25.641
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--106:	25.105
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--108:	25.104
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--111:	26.542
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--112:	25.241
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--22 :	15.746
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--32 :	16.066
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--34 :	16.452
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--35 :	16.547
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--37 :	16.015
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--39 :	16.391
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--40 :	16.486
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--50 :	16.034
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--56 :	33.974
Απαιτούμενη πίεση στον κλάδο	1--57 :	34.069

Δυσμενέστερος κλάδος 1--57 : 34.069

Πίνακας 1.5

Διάμετρος Σωλήνα	Κωδικός Α.Τ.Η.Ε.	Μήκος
Πλαστικός DN15	299.91	
Πλαστικός DN20	83.30	
Πλαστικός DN25	174.55	
Πλαστικός DN32	35.70	
Πλαστικός DN40	30.00	

Υποδοχέας	Κωδικός Α.Τ.Η.Ε.	Ποσότητα
Νεροχύτης - διακόπτης εισροής	0	60.00
Κάταιον - σταθ.κεφ. οικ. λουτ.	0	10.00
Λεκάνη - δοχείο εκπλυσης	0	30.00
Πιεστικό Hydro 1000 CR 3-15 pump	1	1.00

Κεφάλαιο 2

Μελέτη αποχέτευσης

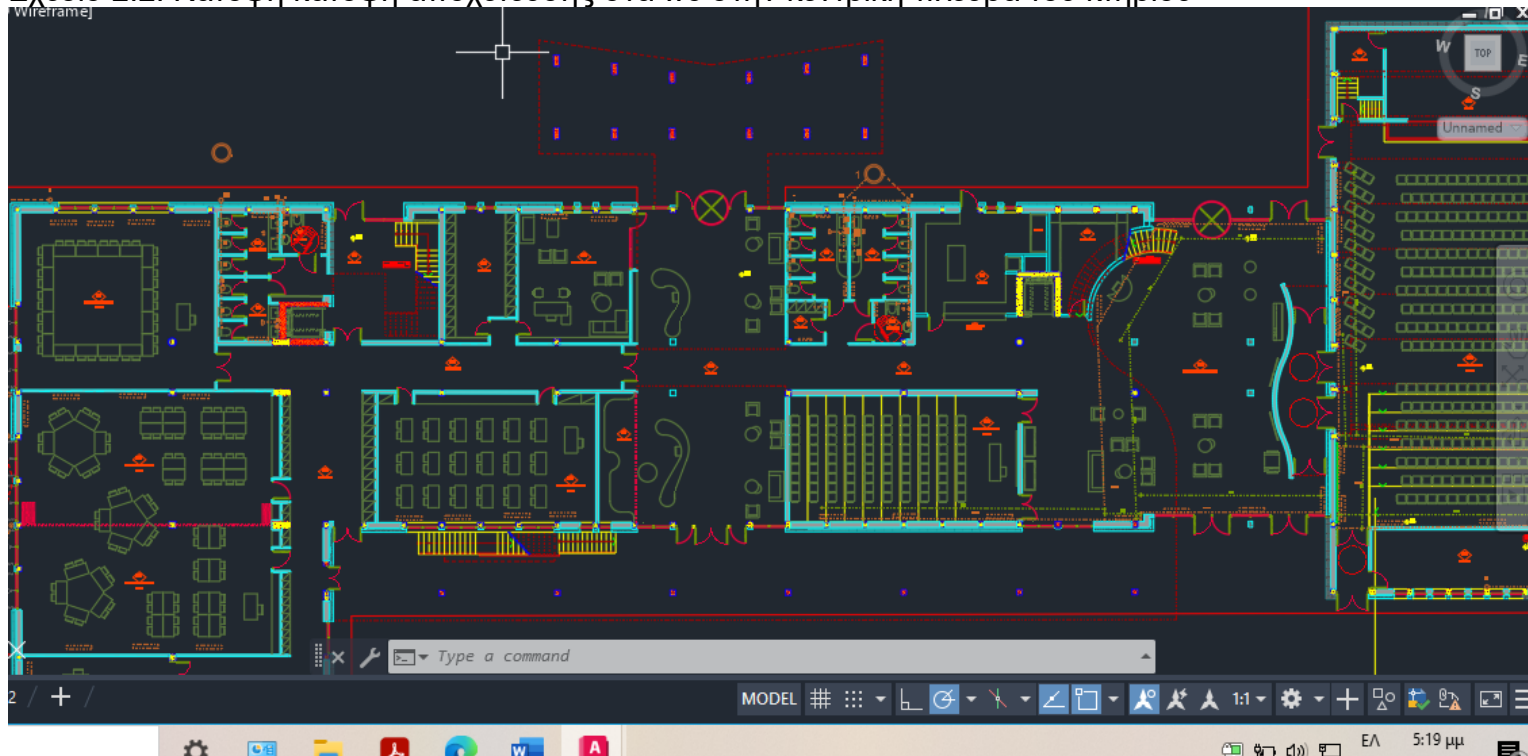
Εισαγωγή:

Στη μελέτη της αποχέτευσης θα παρουσιαστούν τα σχέδια του αποχετευτικού δικτύου όπως αυτά εκπονήθηκαν από επάνω στα υπάρχοντα αρχιτεκτονικά σχέδια του δικτύου.

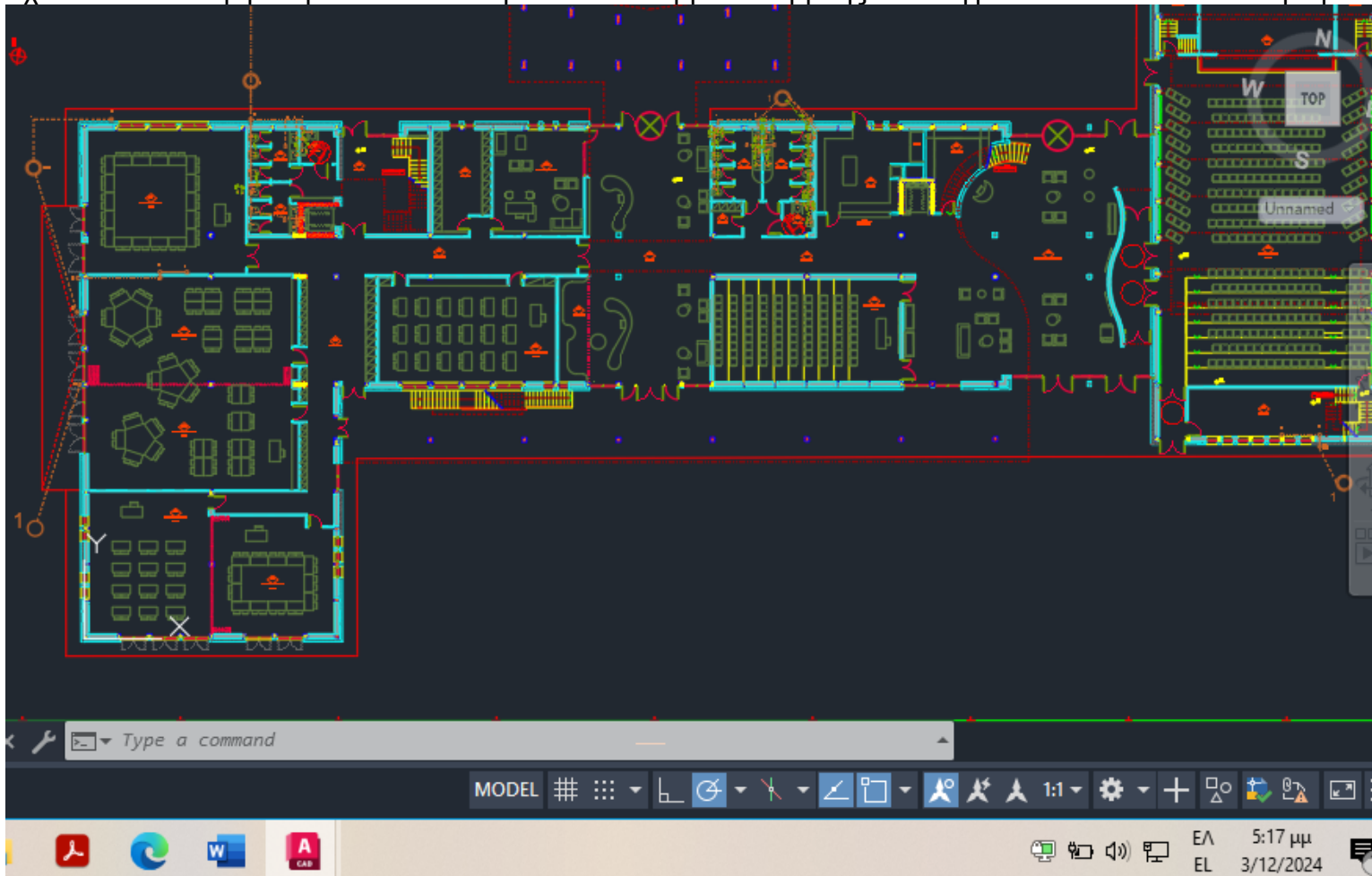
Σχέδιο 2.1: Κάτοψη αποχέτευσης wc στην ανατολική πλευρά του κτηρίου



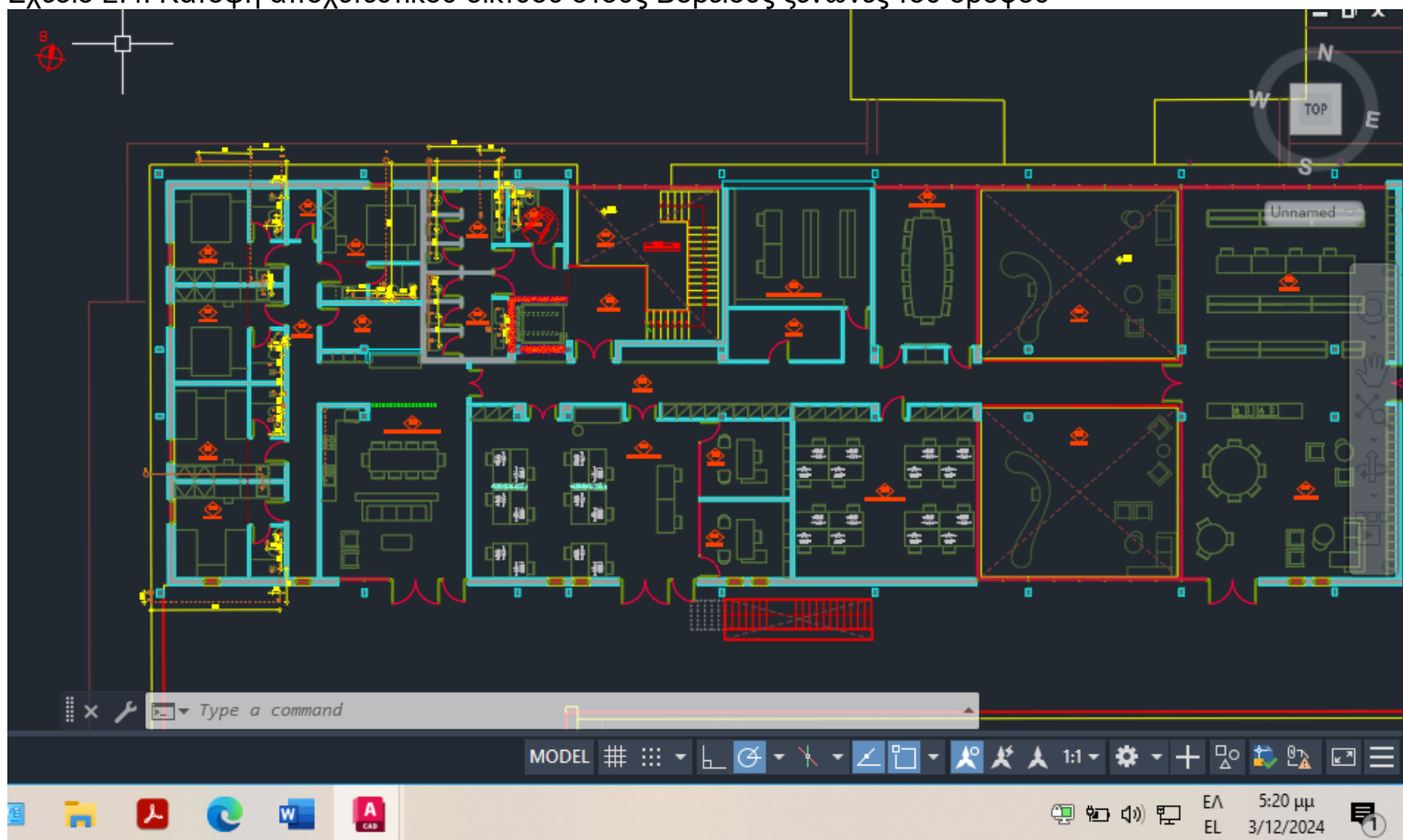
Σχέδιο 2.2: Κάτοψη κάτοψη αποχέτευσης στα wc στην κεντρική πλευρά του κτηρίου



Σχέδιο 2.3: Κάτοψη ισογείου όπου διακρίνονται οι κόμβοι απορροής και τα φρεάτια από τον επάνω όροφο



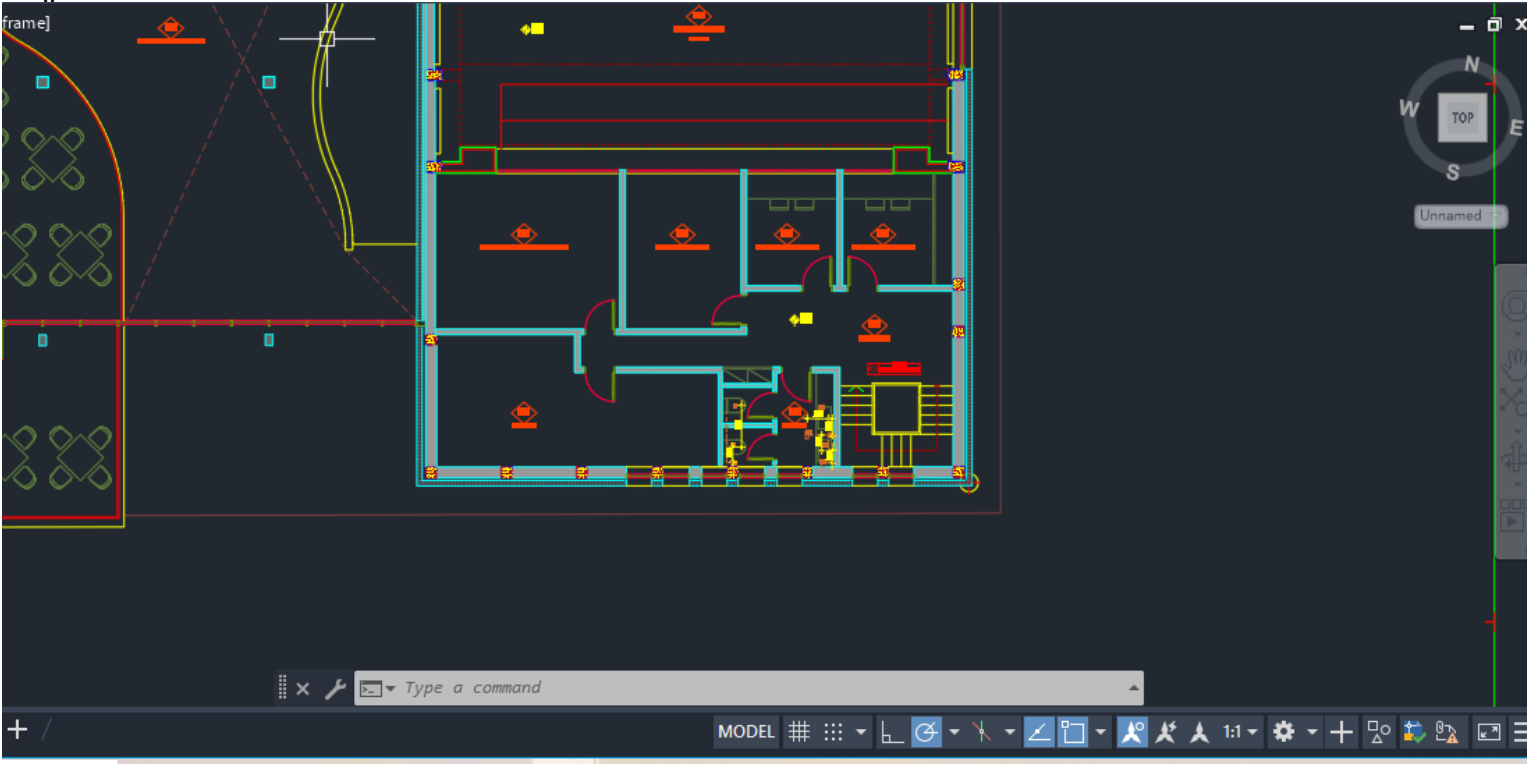
Σχέδιο 2.4: Κάτοψη αποχετευτικού δικτύου στους Βόρειους ξενώνες του ορόφου



Σχέδιο 2.5: Κάτοψη αποχετευτικού δικτύου στα wc της Κεντρικής πτέρυγας του 1ου ορόφου



Σχέδιο 2.6: Κάτοψη αποχετευτικού δικτύου στα παρασκήνια του θεάτρου στην ανατολική πτέρυγα του κτηρίου



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά την εγκατάσταση δικτύων αποχέτευσης. Η σύνταξη της μελέτης έγινε σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2412/86, λαμβάνοντας υπόψη και τα βοηθήματα:

- α) Οικιακές Εγκαταστάσεις Υγιεινής Κ. Schulz
- β) Κανονισμός Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων
- γ) Πρότυπα ΕΛΟΤ και ISO

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Η επιλογή διατομών των σωλήνων αποχέτευσης υπολογίζεται χωριστά για κάθε τμήμα του δικτύου, θεωρώντας ότι:

α) Οι τιμές σύνδεσης που καθορίζουν την απορροή των ακαθάρτων νερών εξαρτώνται από τον τύπο των υποδοχέων (πίνακας ΤΟΤΕΕ).

β) Οι απορροές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.

γ) Λόγω ετεροχρονισμού στην λειτουργία των υποδοχέων, στον υπολογισμό λαμβάνεται υπόψη η αναμενόμενη ποσότητα απορροής Q_s σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Q_s = K \cdot \sum AW_s \quad (2.1)$$

όπου:

- Η τιμή σύνδεσης AW_s είναι συνάρτηση του είδους του υποδοχέα (πχ. ο Νεροχύτης έχει $AW_s = 1$, ο νιπτήρας 0.5 κλπ.)
- Ο συντελεστής K εξαρτάται από το είδος του κτιρίου (πχ. για κατοικίες $K=0.5$, για σχολεία και νοσοκομεία $K=0.7$ κλπ.)

δ) Ο υπολογισμός των διατομών για τα οριζόντια τμήματα του δικτύου είναι διαφορετικός από τον υπολογισμό των διατομών για τα κατακόρυφα τμήματα. Ειδικότερα:

Η διαστασιολόγηση των οριζόντιων σωλήνων αποχέτευσης γίνεται με βάση την εξίσωση Darcy:

$$J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (2.2)$$

όπου:

- J: Κλίση των σωληνώσεων (κλίση πέλματος σωλήνα)
- D: Εσωτερική διάμετρος σε m
- V: Μέση ταχύτητα σε m/s
- λ : Συντελεστής τριβής σωλήνα
- g: Επιτάχυνση της βαρύτητας

Χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Reynolds:

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (2.3)$$

καθώς και την εξίσωση της συνέχειας:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad (2.4)$$

παίρνουμε την εξίσωση απορροής $Q = f(J)$ με βάση την οποία γίνεται η διαστασιολόγηση των οριζόντιων σωλήνων.

Εξάλλου, η διαστασιολόγηση των κατακόρυφων στηλών γίνεται με βάση πίνακα (βλ. Schulz) στον οποίο η επιλογή διαμέτρων 70 mm - 150 mm εξαρτάται από το είδος του εξαερισμού (κύριος, παράπλευρος ή δευτερεύων) και προκύπτει έμμεσα από τα επιτρεπόμενα ΣAW_s και Q_s για κάθε συνδυασμό διαμέτρου και τύπου εξαερισμού.

Ανάλογοι υπολογισμοί γίνονται και για τα όμβρια νερά (Schulz) υπολογίζοντας την απορροή των ομβρίων από την σχέση:

$$Q = A \times r \times \Psi \quad (2.5)$$

όπου:

A: Επιφάνεια πρόσπτωσης σε ha

r: Βροχόπτωση σε l/(s x ha)

Ψ: Συντελεστής απορροής, ίσος με την απορρέουσα ποσότητα προς την βροχόπτωση

Επίσης, εφόσον απαιτούνται, υπολογίζονται:

- Απορροφητικός βόθρος
- Σηπτική Δεξαμενή
- IMHOFF
- Αντλία ανύψωσης λυμάτων
- Δεξαμενή ανύψωσης λυμάτων

Ο υπολογισμός της Σηπτικής Δεξαμενής γίνεται με βάση το πλήθος των εξυπηρετούμενων ατόμων και την μέση ημερήσια ποσότητα λυμάτων ανά άτομο (βλ. Schulz). Εφόσον η Συνολική μέση ημερήσια ποσότητα λυμάτων υπερβαίνει τα 35000 lt τότε υπολογίζεται Δεξαμενή IMHOFF.

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Για κάθε οριζόντιο τμήμα δικτύου παρουσιάζονται στις στήλες του πίνακα αποτελεσμάτων τα παρακάτω στοιχεία με τις διευκρινίσεις που ακολουθούν:

- Τμήμα Δικτύου
- Μήκος Σωλήνα (m)
- Βαθμός Πληρότητας
- Είδος Υποδοχέα
- Απορροή Υποδοχέα
- Απορροή Αιχμής (l/s)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Κλίση Σωλήνα (cm/m)
- Ταχύτητα (m/s)
- Βύθιση (m)

Τμήμα δικτύου: συμβολίζεται με τους δύο ακραίους κόμβους του παρεμβάλλοντας τελεία (.), πχ. 2.3 το τμήμα ανάμεσα στους κόμβους 2 και 3.

Είδος Υποδοχέα: α/α του υποδοχέα στην λίστα υποδοχέων, ή Σ-χ, όπου χ ο α/α Συστήματος (ομάδας) υποδοχέων, που αναλύεται στα αποτελέσματα.

Για τις κατακόρυφες στήλες παρουσιάζονται σε πίνακα τα ακόλουθα μεγέθη:

- Τμήμα Δικτύου
- Μήκος Σωλήνα (m)
- Τύπος Εξαερισμού
- Είδος Υποδοχέα
- Απορροή Υποδοχέα
- Απορροή Αιχμής (l/s)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)

Τμήμα δικτύου: όπως και για τα οριζόντια τμήματα.

Πίνακας 2.1 Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Νερού (°C)	10
Συντελεστής Απορροής (l/s)	0.5
Τύπος Κύριου Σωλήνα	Πλαστικός
Συντελεστής Τραχύτητας Κύριου Σωλήνα (μm)	1000
Τύπος Δευτερεύοντος Σωλήνα	PVC 6 ATM
Τραχύτητα Δευτερεύοντος Σωλήνα (μm)	1000
Βροχόπτωση r (l/s ha)	300
Παροχή Ακαθάρτων (m ³ /h)	49.6944
Παροχή Βρόχινων (m ³ /h)	0
Κλάδος Μέγιστης Συνολικής Βύθισης	1..16
Μέγιστη Συνολική Βύθιση (m)	0.375

Πίνακας 2.2 Τυπικοί υποδοχείς δικτύου

α/α	Τύπος Υποδοχέα (mm)	Εσ.Διαμ.	AWs
4	Νιπτήρας 36	0.5	
8	Ντουζιέρα με αγωγό σύνδεσης > 2m	69	1.0
10	Λεκάνη 100	2.5	
12	Σιφώνι δαπέδου DN 50	46	1.0

Πίνακας 2.2: Υπολογιστικό φύλλο 4Μ για οριζόντιες οδεύσεις και Υπολογισμοί Οριζόντιων Σωληνώσεων Δικτύου Αποχέτευσης

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα (m)	Βαθμός Πληρότητας	Είδος Υποδοχέα	Παροχή Υποδοχέων ΣΑWs	Συντελεστής Απορροής Ακαθάρτων	Παροχή Αιχμής ή Βρόχινων (l/s)	Παροχή Αιχμής (l/s)	Τύπος Σωλήνα	Διάμετρος Σωλήνα (mm)	Επιθυμητή Κλίση (cm/m)	Ταχύτητα Ροής (m/s)	Βύθιση Δικτύου (m)
1.2	2	0.5		51.50	0.5		3.588	K	DN100	2	1.008	0.040
2.3	1.2	0.5		22.50	0.5		2.372	K	DN100	2	1.008	0.024
3.5	1.2	0.5		20.00	0.5		2.236	K	DN100	2	1.008	0.024
5.7	1.2	0.5		17.50	0.5		2.092	K	DN100	2	1.008	0.024
7.9	1	0.5		15.00	0.5		1.936	K	DN100	2	1.008	0.020
9.10	0.2	0.5		7.500	0.5		1.369	K	DN100	2	1.008	0.004
10.12	1.2	0.5		5.000	0.5		1.118	K	DN100	2	1.008	0.024
12.14	1.2	0.5		2.500	0.5		0.791	K	DN100	2	1.008	0.024
2.16	2.3	0.5		10.00	0.5		1.581	K	DN100	2	1.008	0.046
16.17	1.7	0.5	12	1.000	0.5		0.500	K	DN50	2	0.625	0.034
16.18	0.75	0.5		9.000	0.5		1.500	K	DN100	2	1.008	0.015
18.19	1.3	0.5		5.000	0.5		1.118	K	DN70	2	0.790	0.026
19.21	1.1	0.5		4.500	0.5		1.061	K	DN70	2	0.790	0.022
21.23	4.2	0.5		4.000	0.5		1.000	K	DN70	2	0.790	0.084
23.24	0.7	0.5	12	1.000	0.5		0.500	K	DN50	2	0.625	0.014
23.25	0.5	0.5		0.500	0.5		0.354	K	DN70	2	0.790	0.010
18.27	0.35	0.5		4.000	0.5		1.000	K	DN100	2	1.008	0.007
27.28	0.8	0.5		4.000	0.5		1.000	K	DN100	2	1.008	0.016

28.30	0.5	0.5		1.500	0.5		0.612	K	DN70	2	0.790	0.010
30.31	0	0.5	12	1.000	0.5		0.500	K	DN50	2	0.625	
30.32	0.9	0.5		0.500	0.5		0.354	K	DN70	2	0.790	0.018
1.34	7.4	0.5		10.50	0.5		1.620	K	DN100	2	1.008	0.148
34.35	5.5	0.5		10.50	0.5		1.620	K	DN100	2	1.008	0.110
35.36	1.7	0.5		0.500	0.5		0.354	K	DN70	2	0.790	0.034
1.37	9.5	0.5		1.000	0.5		0.500	K	DN70	2	0.790	0.190
1.38	9.5	0.5		5.000	0.5		1.118	K	DN100	2	1.008	0.190
1.39	8	0.5		6.000	0.5		1.225	K	DN100	2	1.008	0.160
1.40	2	0.5		12.50	0.5		1.768	K	DN100	2	1.008	0.040
1.41	2.8	0.5		14.00	0.5		1.871	K	DN100	2	1.008	0.056
1.42	3	0.5		2.500	0.5		0.791	K	DN70	2	0.790	0.060
40.43	4.3	0.5		10.00	0.5		1.581	K	DN100	2	1.008	0.086
43.45	1.2	0.5		7.500	0.5		1.369	K	DN100	2	1.008	0.024
45.47	1.2	0.5		5.000	0.5		1.118	K	DN100	2	1.008	0.024
47.49	1.2	0.5		2.500	0.5		0.791	K	DN100	2	1.008	0.024
40.51	1.25	0.5		2.500	0.5		0.791	K	DN70	2	0.790	0.025
51.53	0.5	0.5		2.000	0.5		0.707	K	DN70	2	0.790	0.010
53.54	0.8	0.5	12	1.000	0.5		0.500	K	DN50	2	0.625	0.016
53.55	0.5	0.5		1.000	0.5		0.500	K	DN70	2	0.790	0.010
55.56	1	0.5	4	0.500	0.5		0.354	K	DN40	2	0.534	0.020
55.57	0.7	0.5		0.500	0.5		0.354	K	DN70	2	0.790	0.014
42.59	1.2	0.5		2.500	0.5		0.791	K	DN70	2	0.790	0.024
59.61	0.5	0.5		2.000	0.5		0.707	K	DN70	2	0.790	0.010
61.62	0.5	0.5	12	1.000	0.5		0.500	K	DN50	2	0.625	0.010
61.63	0.5	0.5		1.000	0.5		0.500	K	DN70	2	0.790	0.010
63.65	0.8	0.5		0.500	0.5		0.354	K	DN70	2	0.790	0.016
41.67	1.2	0.5		14.00	0.5		1.871	K	DN100	2	1.008	0.024
67.6	1.2	0.5		11.50	0.5		1.69	K	DN10	2	1.00	0.02

9							6		0		8	4
69.7 1	1.2	0.5		9.000	0.5		1.50 0	K	DN10 0	2	1.00 8	0.02 4
71.7 3	1.2	0.5		6.500	0.5		1.27 5	K	DN10 0	2	1.00 8	0.02 4
73.7 5	0.8	0.5		4.000	0.5		1.00 0	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 6
75.7 6	0.8	0.5	10	2.500	0.5		0.79 1	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 6
75.7 7	0.3	0.5		1.500	0.5		0.61 2	K	DN70	2	0.79 0	0.00 6
77.7 8	0.3	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.00 6
77.7 9	0.9	0.5		0.500	0.5		0.35 4	K	DN70	2	0.79 0	0.01 8
1.81	4.5	0.5		7.000	0.5		1.32 3	K	DN10 0	2	1.00 8	0.09 0
81.8 2	2.3	0.5		5.000	0.5		1.11 8	K	DN10 0	2	1.00 8	0.04 6
2.2α	1.6	0.5		5.500	0.5		1.17 3	K	DN10 0	2	1.00 8	0.03 2
83.8 4	2	0.5		6.000	0.5		1.22 5	K	DN10 0	2	1.00 8	0.04 0
86.8 7	2	0.5		6.000	0.5		1.22 5	K	DN10 0	2	1.00 8	0.04 0
84.9 2	5.5	0.5		1.000	0.5		0.50 0	K	DN70	2	0.79 0	0.11 0
92.9 3	1.1	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 2
92.9 4	1.3	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 6
84.9 5	2.8	0.5		5.000	0.5		1.11 8	K	DN10 0	2	1.00 8	0.05 6
95.9 6	0.4	0.5	8	1.000	0.5		0.50 0	K	DN70	2	0.79 0	0.00 8
95.9 6α	0.7	0.5		4.000	0.5		1.00 0	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 4
96α. 96β	0.3	0.5	10	2.500	0.5		0.79 1	K	DN10 0	2	1.00 8	0.00 6
96α. 97	0.4	0.5		1.500	0.5		0.61 2	K	DN70	2	0.79 0	0.00 8
97.9 8	0.6	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.01 2
97.9 9	0.3	0.5		0.500	0.5		0.35 4	K	DN70	2	0.79 0	0.00 6
85.1 01	5	0.5		5.500	0.5		1.17 3	K	DN10 0	2	1.00 8	0.10 0
101. 102	0.12	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.00 2
101. 103	0.6	0.5		4.500	0.5		1.06 1	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 2
103. 104	0.35	0.5		1.000	0.5		0.50 0	K	DN70	2	0.79 0	0.00 7
104. 106	1	0.5		0.500	0.5		0.35 4	K	DN70	2	0.79 0	0.02 0
103. 108	0.3	0.5		3.500	0.5		0.93 5	K	DN10 0	2	1.00 8	0.00 6

108. 110	1	0.5	8	1.000	0.5		0.50 0	K	DN70	2	0.79 0	0.02 0
86.1 11	1.5	0.5		7.500	0.5		1.36 9	K	DN10 0	2	1.00 8	0.03 0
111. 113	1.2	0.5		5.000	0.5		1.11 8	K	DN10 0	2	1.00 8	0.02 4
113. 115	1.5	0.5	10	2.500	0.5		0.79 1	K	DN10 0	2	1.00 8	0.03 0
87.1 16	2.1	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.04 2
87.1 17	2.1	0.5		5.000	0.5		1.11 8	K	DN10 0	2	1.00 8	0.04 2
117. 118	0.45	0.5		1.000	0.5		0.50 0	K	DN70	2	0.79 0	0.00 9
118. 120	1.45	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 9
117. 121	0.4	0.5		4.000	0.5		1.00 0	K	DN10 0	2	1.00 8	0.00 8
121. 122	0.5	0.5		1.500	0.5		0.61 2	K	DN70	2	0.79 0	0.01 0
122. 123	0.1	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.00 2
122. 124	1.4	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 8
121. 125	1.3	0.5	10	2.500	0.5		0.79 1	K	DN10 0	2	1.00 8	0.02 6
9.12 6	5	0.5		7.500	0.5		1.36 9	K	DN10 0	2	1.00 8	0.10 0
126. 127	0.4	0.5		7.500	0.5		1.36 9	K	DN10 0	2	1.00 8	0.00 8
127. 129	1.2	0.5		5.000	0.5		1.11 8	K	DN10 0	2	1.00 8	0.02 4
129. 131	1.4	0.5	10	2.500	0.5		0.79 1	K	DN10 0	2	1.00 8	0.02 8
132. 133	1.2	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 4
132. 134	1.2	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 4
132. 135	0.5	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.01 0
136. 137	2.9	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.05 8
138. 139	0.5	0.5		4.000	0.5		1.00 0	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 0
139. 141	0.3	0.5		1.500	0.5		0.61 2	K	DN70	2	0.79 0	0.00 6
141. 142	0.4	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.00 8
141. 143	1.2	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 4
138. 144	0.6	0.5		6.000	0.5		1.22 5	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 2
144. 145	0.4	0.5	8	1.000	0.5		0.50 0	K	DN70	2	0.79 0	0.00 8
144. 146	0.95	0.5		5.000	0.5		1.11 8	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 9
146.	0.4	0.5	8	1.000	0.5		0.50	K	DN70	2	0.79	0.00

147							0				0	8
146. 148	0.75	0.5		4.000	0.5		1.00 0	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 5
148. 150	0.4	0.5		1.500	0.5		0.61 2	K	DN70	2	0.79 0	0.00 8
150. 151	0.4	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.00 8
150. 152	1.2	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 4
91.1 53	4.7	0.5		1.000	0.5		0.50 0	K	DN70	2	0.79 0	0.09 4
153. 155	1.1	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 2
90.1 56	7	0.5		5.000	0.5		1.11 8	K	DN10 0	2	1.00 8	0.14 0
156. 157	0.4	0.5	8	1.000	0.5		0.50 0	K	DN70	2	0.79 0	0.00 8
156. 158	0.75	0.5		4.000	0.5		1.00 0	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 5
158. 160	0.3	0.5		1.500	0.5		0.61 2	K	DN70	2	0.79 0	0.00 6
160. 161	0.45	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.00 9
160. 162	1.2	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 4
88.1 63	0.35	0.5		2.000	0.5		0.70 7	K	DN70	2	0.79 0	0.00 7
163. 165	0.5	0.5		1.500	0.5		0.61 2	K	DN70	2	0.79 0	0.01 0
165. 166	0.6	0.5	12	1.000	0.5		0.50 0	K	DN50	2	0.62 5	0.01 2
165. 167	1.3	0.5	4	0.500	0.5		0.35 4	K	DN40	2	0.53 4	0.02 6
89.1 68	0.5	0.5		5.000	0.5		1.11 8	K	DN10 0	2	1.00 8	0.01 0
168. 170	1.2	0.5	10	2.500	0.5		0.79 1	K	DN10 0	2	1.00 8	0.02 4

Πίνακας 2.3: Υπολογιστικό φύλο 4M για κάθετες οδεύσεις

Υπολογισμοί Κατακόρυφων Σωληνώσεων Δικτύου Αποχέτευσης

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα (m)	Τύπος Εξαερισμού Στηλών	Είδος Υποδοχέα	Παροχή Υποδοχέων ΣΑWs	Συντελεστής Απορροής Ακαθάρτων	Παροχή ή Αιχμής (l/s)	Τύπος Σωλήνα	Διάμετρος Σωλήνα (mm)
3.4	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
5.6	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
7.8	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
10.11	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
12.13	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
14.15	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
19.20	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
21.22	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70

23.23α	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
25.26	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
28.29	1	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
32.33	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
43.44	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
45.46	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
47.48	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
49.50	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
51.52	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
57.58	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
59.60	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
63.64	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
65.66	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
67.68	1	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
69.70	1	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
71.72	1	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
73.74	1	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
79.80	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
39.83	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		6.000	0.5	1.225	K	DN100
2α.85	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		5.500	0.5	1.173	K	DN100
2.86	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		13.50	0.5	1.837	K	DN100
81.88	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		2.000	0.5	0.707	K	DN70
82.89	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		5.000	0.5	1.118	K	DN100
38.90	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		5.000	0.5	1.118	K	DN100
37.91	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		1.000	0.5	0.500	K	DN70
99.100	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
104.10 5	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
106.10 7	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
108.10 9	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
111.11 2	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
113.11 4	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
118.11 9	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
127.12 8	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
129.13 0	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
23.132	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		2.000	0.5	0.707	K	DN70
36.136	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		0.500	0.5	0.354	K	DN70
35.138	4.5	ΚΥΡΙΟΣ		10.00	0.5	1.581	K	DN100
139.14 0	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
148.14 9	1	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
153.15 4	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
158.15 9	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100
163.16 4	1	ΚΥΡΙΟΣ	4	0.500	0.5	0.354	K	DN70
168.16 9	0.3	ΚΥΡΙΟΣ	10	2.500	0.5	0.791	K	DN100

Πίνακας 2.4 Τυπικά στοιχεία αγωγών

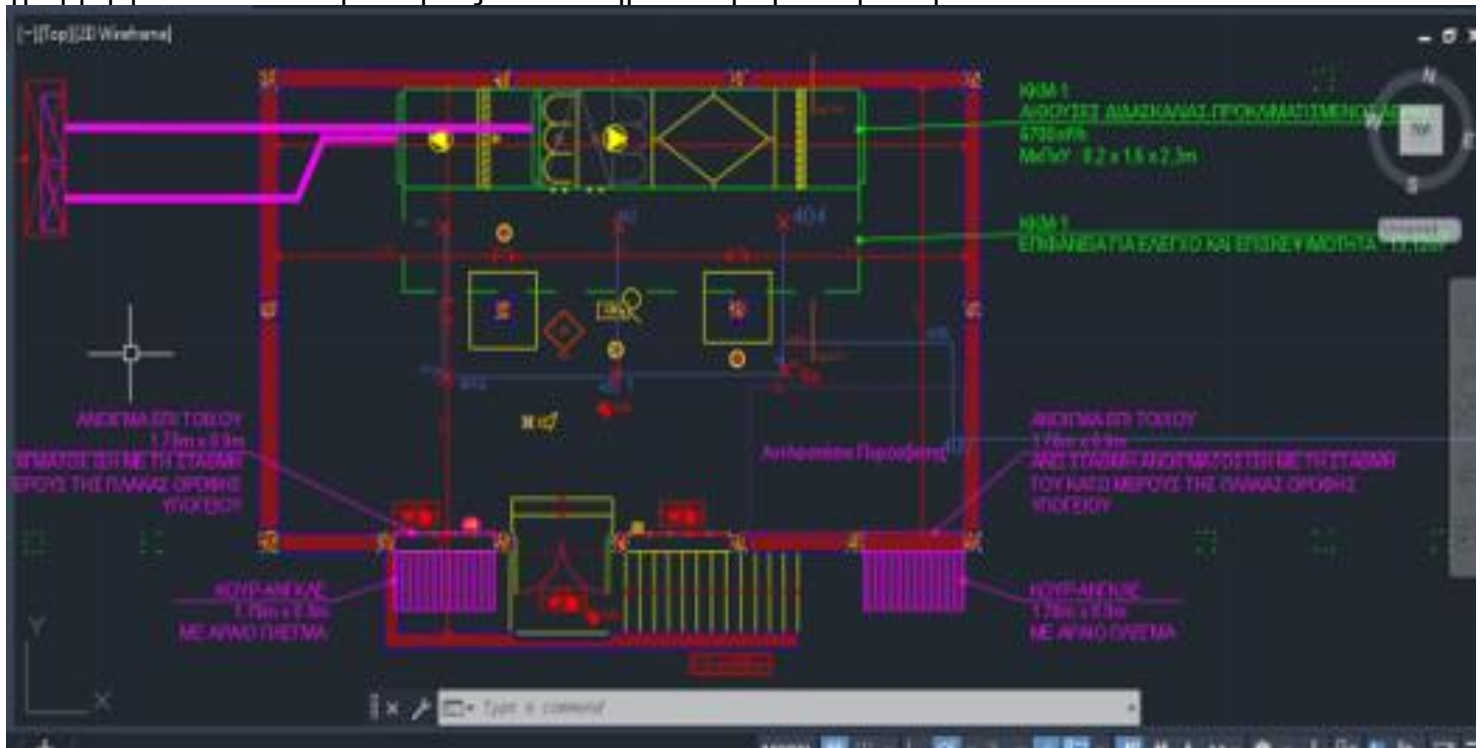
Διάμετρος Σωλήνα	Κωδικός Α.Τ.Η.Ε.	Μήκος		
Πλαστικός DN40		17.55		
Πλαστικός DN50		9.27		
Πλαστικός DN70		82.50		
Πλαστικός DN100		151.65		
Υποδοχέας	Κωδικός Α.Τ.Η.Ε.	Ποσότητα		
Υποδοχέας	Κωδικός Α.Τ.Η.Ε.	Ποσότητα		
Νιπτήρας	8307.1	30.00		
Ντουσιέρα με αγωγό σύνδεσης > 2			8309.1.1	5.00
Λεκάνη	8305	30.00		
Σιφώνι δαπέδου DN 50				15.00

Κεφάλαιο 3

Μελέτη Ενεργητικής Πυρασφάλειας

Παράγραφος 3.1 Σχέδια κατόψεων.

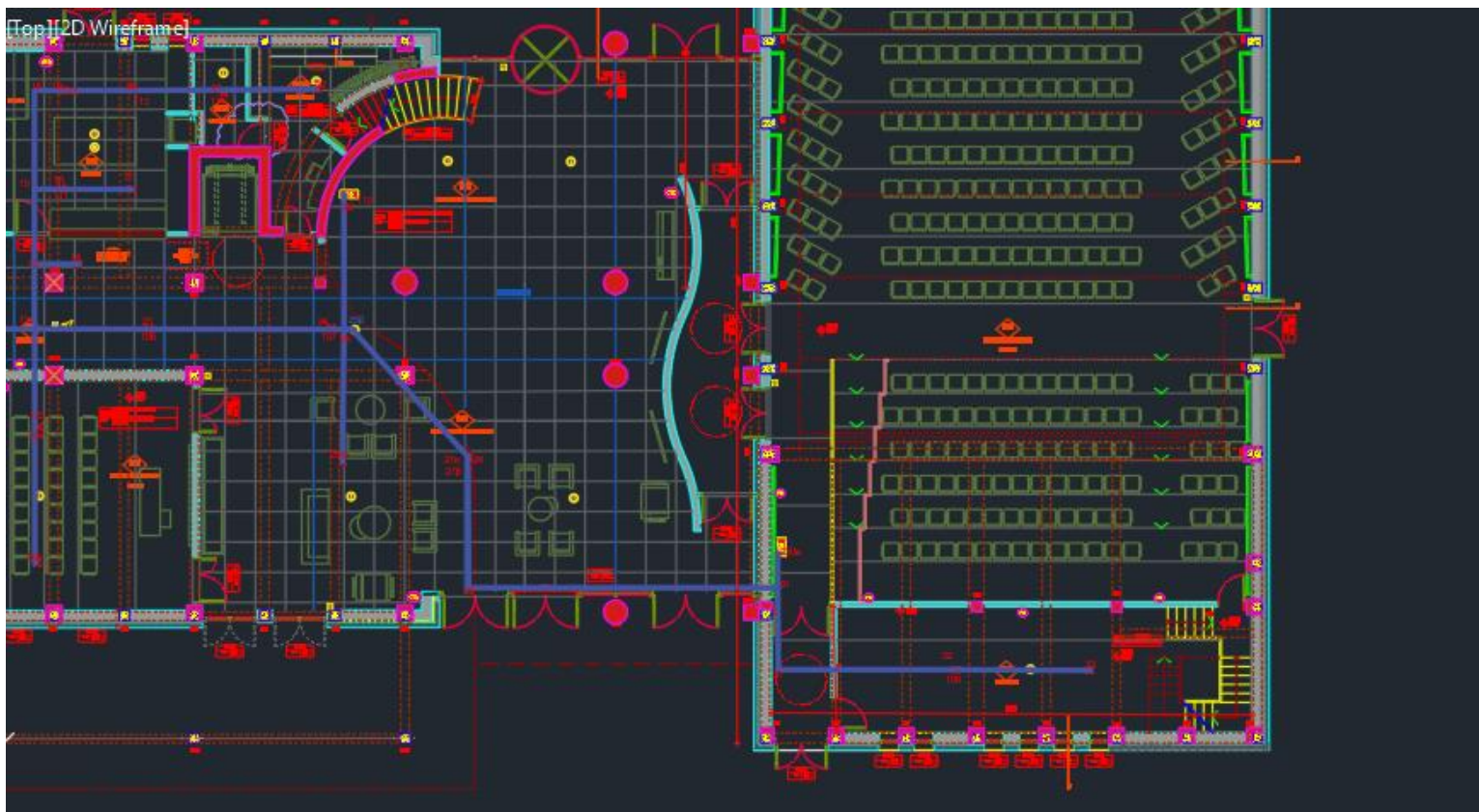
Σχέδιο 3.1: Κάτοψη υπογείου με την αντλία πυρόσβεσης και τους αγωγούς πυρόσβεσης στον νότιο κεντρικό ΗΜ χώρο, διαφάνονται οι αγωγοί με μπλε γραμμή και τα sprinklers με κόκκινο χ, με μωβ παχιά γραμμή φαίνονται οι παραλλήλως τοποθετημένοι αγωγοί κλιματισμού.



Σχέδιο 3.2: Κάτοψη υπογείου με το σύστημα πυρόσβεσης στον ανατολικό ΗΜ χώρο.



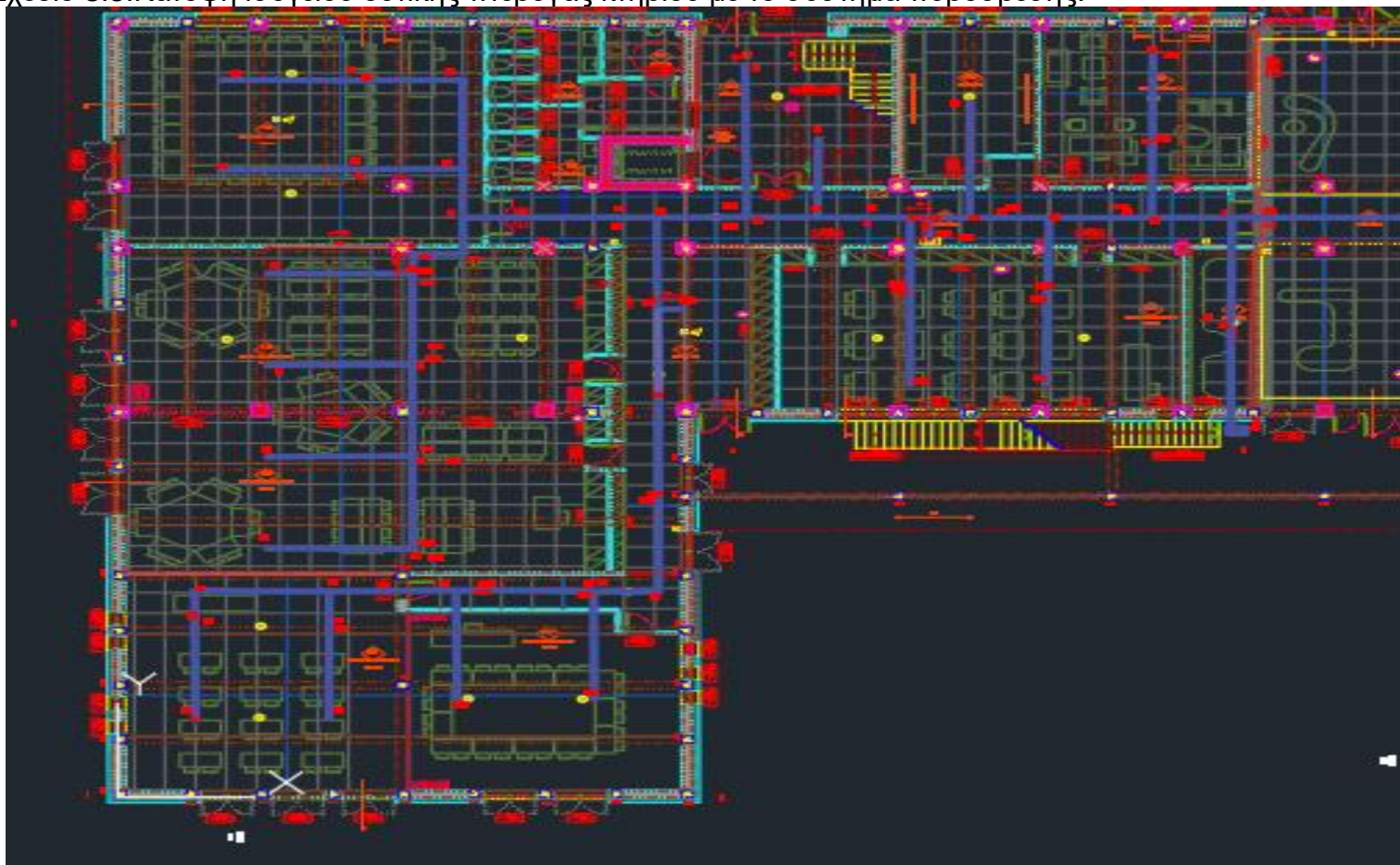
Σχέδιο 3.3: Κάτοψη ισογείου στην ανατολική πτέρυγα με το σύστημα πυρόσβεσης στους νότιους βοηθητικούς χώρους του αμφιθεάτρου



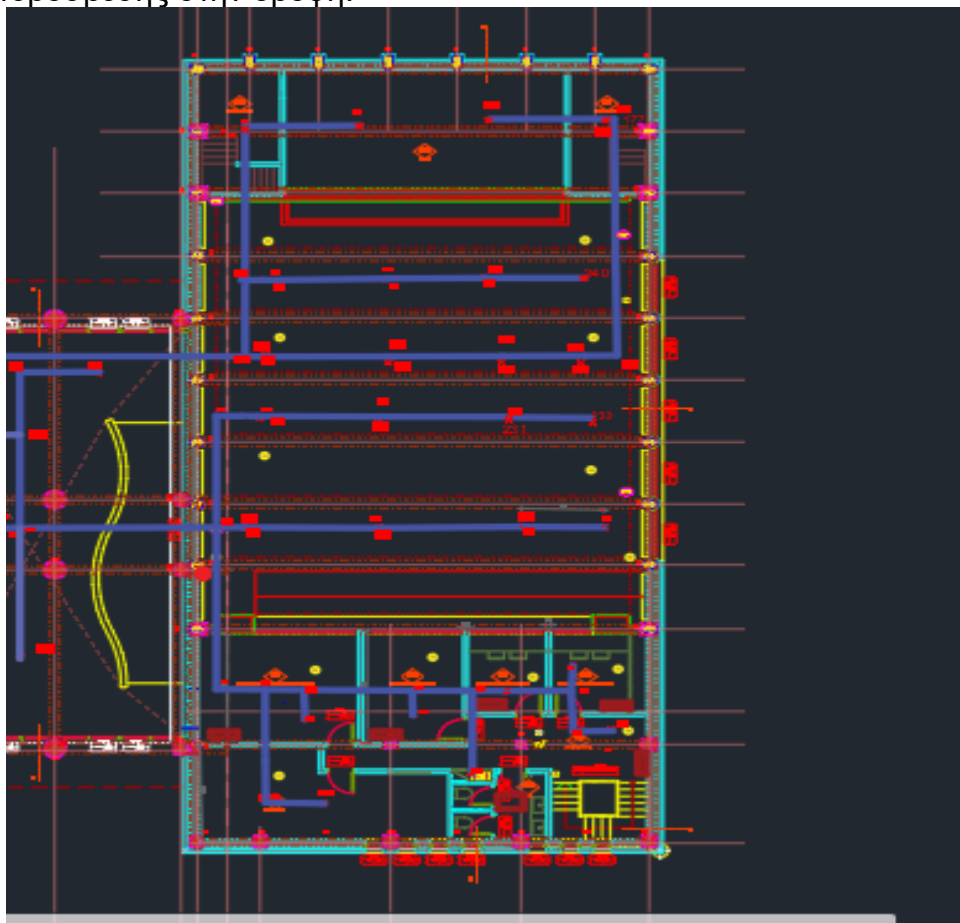
Σχέδιο 3.4: Κάτοψη ισογείου κεντρικής πτέρυγας με το σύστημα πυρόσβεσης



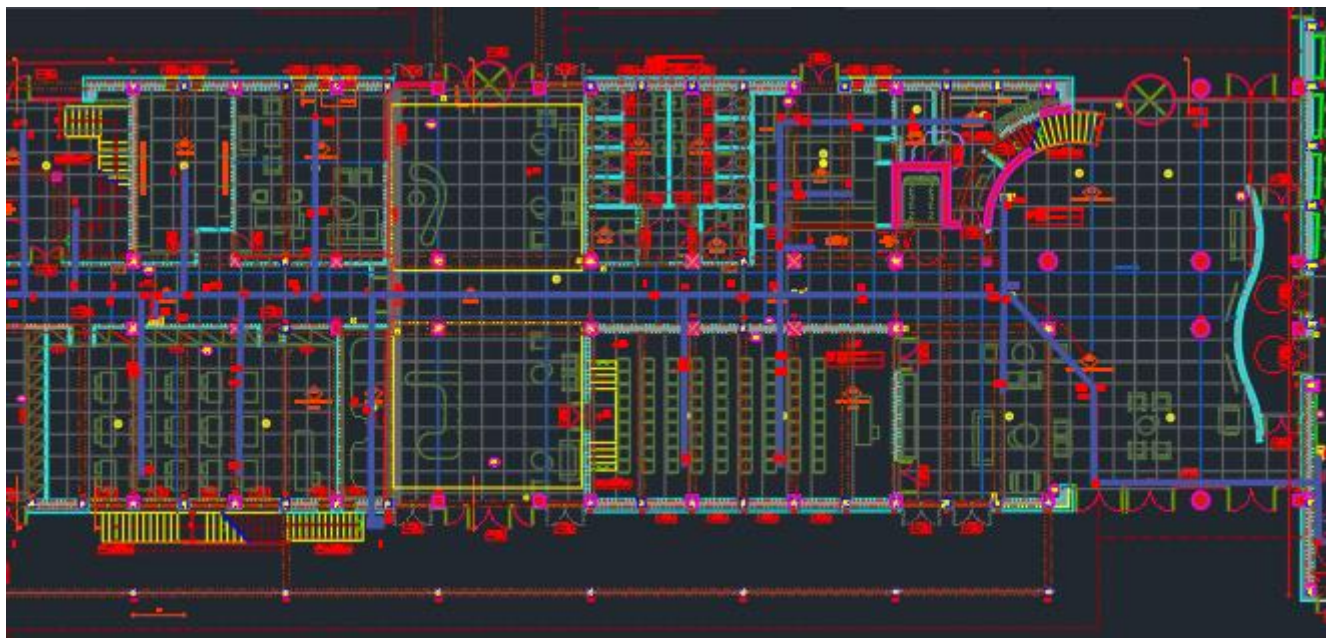
Σχέδιο 3.5: Κάτοψη ισογείου δυτικής πτέρυγας κτηρίου με το σύστημα πυρόσβεσης.



Σχέδιο 3.6: Κάτοψη ορόφου ανατολικής πτέρυγας μεγάλο (αμφιθέατρο) όπου διακρίνονται οι εγκαταστάσεις πυρόσβεσης στην οροφή.



Σχέδιο 3.7: Κάτοψη ορόφου κεντρικής και δυτικής πτέρυγας κτηρίου όπου διακρίνονται οι εγκαταστάσεις πυρόσβεσης.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά την εγκατάσταση δικτύου μόνιμου πυροσβεστικού συστήματος με νερό. Η σύνταξη της μελέτης έγινε σύμφωνα με την Πρότυπο EN 12845-A2, λαμβάνοντας υπόψη και τα βοηθήματα:

- α) Π.Σ. Μόνιμα Πυροσβεστικά Συστήματα (1981)
- β) Κανονισμός Πυροπροστασίας κτιρίων ΠΔ 71/88
- γ) ΤΟΤΕΕ 2451/86

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Οι υπολογισμοί στηρίζονται στις ακόλουθες παραδοχές:

- α) Οι παροχές στα τμήματα που καταλήγουν σε υποδοχείς πυρόσβεσης είναι
 1. Για τα sprinklers: (Εμβαδόν κάλυψης) Χ (Απαιτούμενη Πυκνότητα Ροής).
 2. Για τις φωλιές: 380 l/min.
- β) Οι παροχές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.
- γ) Οι υποδοχείς πυρόσβεσης ομαδοποιούνται σύμφωνα με τη διαρρύθμιση του κτιρίου και υπό τους περιορισμούς του EN12845. Θεωρείται ότι οι υποδοχείς κάθε ομάδας θα δουλεύουν ταυτόχρονα.
- δ) Για τις υδραυλικές επιλύσεις χρησιμοποιούνται οι παρακάτω σχέσεις:

- **Σχέση πτώσης πίεσης Hazen – Williams**

$$P = 6.05 \left(Q^{1.85} / C^{1.85} d^{4.87} \right) 10^5 \quad (3.1)$$

- P : Τριβές σωληνώσεων, (bar/m)
- Q : Παροχή, (l/min)
- C : Συντελεστής τριβών του σωλήνα
- D : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα, (mm)

- **Ροή από τα Sprinklers**

$$Q = k \sqrt{P} \quad (3.2)$$

- Q : Παροχή, (l/min)
- k : Συντελεστής στομίου
- P : Πίεση εκροής, (bar)

ε) Βρίσκουμε τη δυσμενέστερη και την ευμενέστερη ομάδα.

στ) Η πυκνότητα ροής του συγκροτήματος των 4 sprinklers (για τη δυσμενέστερη και την ευμενέστερη ομάδα), αποτελούμενου από το υδραυλικά πιο απομακρυσμένο και τα 3 πιο κοντινά σε αυτό, δε θα πρέπει να είναι μικρότερη από την απαιτούμενη. Οι υπολογισμοί ξεκινούν από τον υδραυλικά πιο απομακρυσμένο υποδοχέα. Η πυκνότητα ροής κάθε sprinkler υπολογίζεται από την πίεση εκροής του.

ζ) Για τον υπολογισμό της αντλίας ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

- 1. Υπολογίζουμε με αναλυτική υδραυλική επίλυση το ονομαστικό σημείο λειτουργίας για το δυσμενέστερο κλάδο.
- 2. Υπολογίζουμε με αναλυτική υδραυλική επίλυση το ονομαστικό σημείο λειτουργίας για τον ευμενέστερο κλάδο.
- 3. Επιλέγουμε αντλία που αποδίδει κατά 0,5 bar υψηλότερο μανομετρικό από το ονομαστικό που υπολογίστηκε για το δυσμενέστερο κλάδο και τηρεί τον κανόνα 140/70 (Q/H) στην ονομαστική αυτή παροχή.
- 4. Προσδιορίζεται η μέγιστη απόδοση της επιλεγμένης αντλίας (Max DemandFlow & Pressure) με βάση τον ευμενέστερο κλάδο.
- 5. Πραγματοποιείται έλεγχος για το αν η αντλία μπορεί να αποδώσει αυτό το μέγιστο σημείο λειτουργίας σε όλα τα επίπεδα τροφοδοσίας νερού $NPSHa - NPSHr \geq 1m$.

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών του δικτύου σε πίνακες με στήλες του αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- Τμήμα δικτύου
- Μήκος τμήματος (m)
- Είδος Υποδοχέα
- Ομάδα Υποδοχέα
- Εμβαδόν κάλυψης υποδοχέα (m²)
- Απαιτούμενη πυκνότητα καταιόνησης (mm/min)
- Πυκνότητα καταιόνησης (mm/min)
- Παροχή Υποδοχέα (l/min)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Ταχύτητα Νερού (m/s)
- Τριβή Εξαρτημάτων (bar)
- Τριβή Σωληνώσεων (bar)
- Ολική Τριβή Τμήματος (bar)
- Απαιτούμενη πίεση υποδοχέα (bar)
- Πίεση Εκροής (υποδοχέα) (bar)
- Πίεση λόγω Υψομέτρου (bar)

Κάθε τμήμα του δικτύου συμβολίζεται με τους δύο ακραίους κόμβους του παρεμβάλλοντας τελεία (.).

Τυπώνονται αναλυτικοί πίνακες για όλες τις ομάδες υποδοχέων.

Πίνακας 3.1 Υπολογιστικό φύλλο λογισμικού 4M για το υδραυλικό δίκτυο πυρόσβεσης

Ευμενέστερη ομάδα:Υπολογισμοί Σωληνώσεων Συστήματος Πυρόσβεσης - Ομάδα υποδοχέων 9

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα m	Είδος Υποδοχέα	Ομάδα	Συντ. Κ	Εμβαδόν κάλυψης υποδοχέα (m ²)	Απαιτούμενη πυκνότητα καταιόνησης (mm/min)	Πυκνότητα καταιόνησης (mm/min)	Παροχή Υποδοχέων (l/min)	Συντ. C	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Ισοδύναμο μήκος εξαρτημάτων (m)	Ολική Τριβή bar	Απαιτ. Πίεση Υποδοχέα (bar)	Πίεση εκροής (bar)	ΔΡ λόγω Υψομετρικών Διαφορών (bar)
1.6α	0.45							111.19	120	2"	0.84		0.001			0.7
6α.6β								111.19	120	2"	0.84	3.080	0.006			
6β.6γ	3.8							111.19	120	2"	0.84	1.580	0.011			0.4

6γ.1 36	8.6 7							111.19	120	2"	0.84	3.080	0.0 25			
136. 137	0	1	9	8 0. 0				55.00	120	1"	1.58	1.689	0.0 25	0.47 3	0.4 7	
136. 138	0							56.19	120	2"	0.42	3.080	0.0 02			
138. 139	1.1 1							56.19	120	2"	0.42	3.080	0.0 02			
139. 140	0	1	9	8 0. 0				56.18	120	1"	1.61			0.47 3	0.4 9	
Δυσμενέστερη ομάδα:Υπολογισμοί Σωληνώσεων Συστήματος Πυρόσβεσης - Ομάδα υποδοχέων 14																
Τμή μα Δικτ ύου	Μή κος Σω λήν α m	Είδο ς Υπο δοχέ α	Ομά δα	Σ υ ντ · K	Εμβα δόν κάλυ ψης υποδ οχέα (m²)	Απαιτο ύμενη πυκνότη ητα καταιόν ησης (mm/mi n)	Πυκνότη ητα καταιόν ησης (mm/mi n)	Παροχ ή Υποδο χέων (l/min)	Συν τ. C	Διά μετ ρο ς Σω λή να m m	Ταχύ τητα Νερο ύ m/s	Ισοδύν αμο μήκος εξαρτη μάτων (m)	Ολι κή Τρι βή bar	Απαι τ. Πίεσ η Υπο δοχέ α (bar)	Πίε ση εκ ρο ής (b ar)	ΔΡ λόγω Υψομετ ρικών Διαφορ ών (bar)
1.6α	0.4 5							426.63	120	2"	3.22		0.0 11			0.7
6α.6 β								426.62	120	2"	3.22	3.080	0.0 78			
6β.6 γ	3.8							426.57	120	2"	3.22	1.580	0.1 36			0.4
6γ.1 36	8.6 7							426.57	120	2"	3.22	3.080	0.2 98			
136. 138	0							426.57	120	2"	3.22	3.080	0.0 78			
138. 139	1.1 1							426.55	120	2"	3.22	3.080	0.1 06			
139. 317	3.9 0							426.55	120	2"	3.22	3.080	0.1 77			
317. 141	4.7 2							426.55	120	2"	3.22	3.080	0.1 98			
141. 150	6.7 1							426.54	120	2"	3.22	3.080	0.2 48			
150. 159	3.1 2							426.54	120	2"	3.22	3.080	0.1 57			
159. 162	5.0 4							426.52	120	1.2 5"	7.02	2.246	1.2 30			
162. 164	1.5 7							426.52	120	1.2 5"	7.02	1.098	0.4 50			
164. 165	3.7 6							426.52	120	1.2 5"	7.02	2.246	1.0 14			
165. 167	17. 02							426.52	120	1.2 5"	7.02	2.246	3.2 52			
167. 233	3.0 1							183.70	120	1"	5.27	1.689	0.6 45			
233. 234	0.7 4							183.70	120	1"	5.27	1.689	0.3 33			
234. 236	3.8 6							183.70	120	1"	5.27	1.689	0.7 62			
236. 237	0	1	14	8 0. 0				71.05	120	1"	2.04			0.47 3	0.7 9	
236. 238	3.1 6							112.65	120	1"	3.23	1.689	0.2 69			
238. 239	0	1	14	8 0. 0				57.65	120	1"	1.65			0.47 3	0.5 2	
238. 240	3.1 7	1	14	8 0. 0				55.00	120	1"	1.58		0.0 47	0.47 3	0.4 7	
167. 168	0.7 5							242.82	120	1.2 5"	4.00	2.246	0.1 78			
168. 169	0	1	14	80.0				122.70	120	1"	3.52			0.47 3	2.3 5	
168. 170	3.8 3							120.11	120	1.2 5"	1.98	2.246	0.0 98			
170. 171	0	1	14	8 0. 0				120.11	120	1"	3.45			0.47 3	2.2 5	
Δυσμενέστερη ομάδα																
Εξεταζόμενα sprinklers																
Υποδοχέας		Παροχή Υποδοχέων (l/min)		Εμβαδόν κάλυψης υποδοχέα		Πυκνότητα καταιόννησης (mm/min)										
240		55.00														
Μέση πυκνότητα καταιόννησης: 0.000 mm/min																
Μέση απαιτούμενη πυκνότητα καταιόννησης: 0.000 mm/min																
Ευμενέστερη ομάδα																
Εξεταζόμενα sprinklers																
Υποδοχέας		Παροχή		Εμβαδόν		Πυκνότητα										

	Υποδοχέων (l/min)	κάλυψης υποδοχέα	καταιόνησης (mm/min)									
137	55.00											
Μέση πυκνότητα καταιόνησης: 0.000 mm/min												
Μέση απαιτούμενη πυκνότητα καταιόνησης: 0.000 mm/min												

Πίνακας 3.2: τυπικά τεχνικά χαρακτηριστικά υδραυλικού δικτύου πυρόσβεσης

Είδος Κτιρίου	Χώροι συνάθροισης Κοινού
Τύπος Κύριου Σωλήνα	Χαλυβδοσωλήνας εύκαμπτος
Συντελεστής πτώσης πίεσης C κύριου σωλήνα	120
Τύπος Δευτερεύοντα Σωλήνα	Χαλυβδοσωλήνας εύκαμπτος
Συντελεστής πτώσης πίεσης C δευτερεύοντα σωλήνα	120
Τύπος κινδύνου	Συνήθης κίνδυνος

Πίνακας 3.3: Τυπικά τυποποιημένα στοιχεία υποδοχέων.

a/a	Τύπος Υποδοχέα	Εσ.Διαμ.	Pmf	Qr	Πυκνότητα	Μέγιστη	Σταθερά
		(mm)	(bar)	(l/min)	Καταιόνησης επιφάνεια (mm/min)	καλυπτόμενη sprinkler K (m²)	απορροής
1	Sprinkler	0	1.40	55.0	0.0	0.0	80.0
2	Πυροσβεστική φωλιά		50	4.50	380.0	0.0	0.0
							180.0

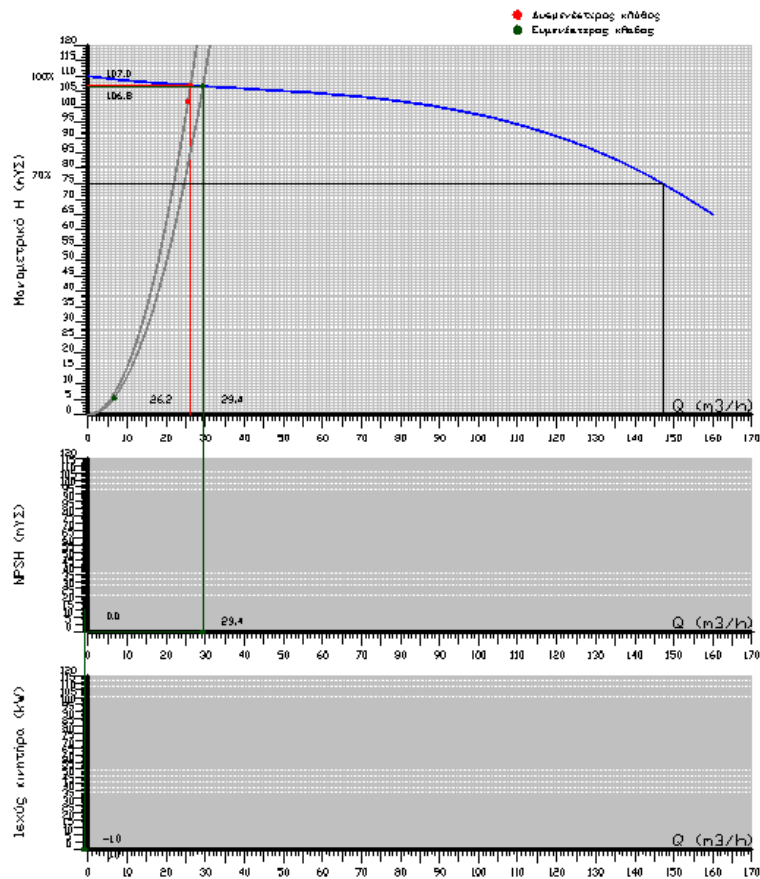
Πίνακας 3.4: Υπολογισμός Πιεστικού

Τριβές Σωληνώσεων και Τοπικών Αντιστάσεων ΔPrz (bar)	9.511081
Ελάχιστη Πίεση Εκροής Pfl (bar)	0.4726563
Υψομετρικές Διαφορές Δρgeod (bar)	0
Μανομετρικό Κύριας Αντλίας Pe=ΔΡgeod+ΔΡrz+Pfl+0.5 (bar)	10.48374
Μέση Παροχή Κύριας Αντλίας Qpm (l/min)	426.6338
Ισχύς στον Άξονα της Αντλίας (kW)	0
Βαθμός Απόδοσης Ηλεκτροκινητήρα Κύριας Αντλίας ne	0.83
Ισχύς Ηλεκτροκινητήρα Κύριας Αντλίας Ne = N / ne (kW)	0
Βαθμός Απόδοσης Πετρελαιοκινητήρα Κύριας Αντλίας np	0.57
Ισχύς Πετρελαιοκινητήρα Κύριας Αντλίας Nr = N / np (kW)	0
Παροχή Αντλίας Jockey Qj = 0.02 x Qpm (l/min)	8.532676
Μανομετρικό Αντλίας Jockey Rej=ΔΡgeod+ΔΡrz+Pfl+1 (bar)	10.98374
Περιεχόμενο Νερό στο Δίκτυο Vtot (l)	786.0434
Ελάχιστος Όγκος Πιεστικού Δοχείου Vp = 0.04 * Vtot (l)	31.44174
Τύπος Πιεστικού που Επιλέγεται	MPFC-D 3-90/75/3c Μονοβ
Ισχύς Κύριας Αντλίας (kW)	56 kW
Ισχύς Αντλίας Jockey (kW)	2.2 kW
Όγκος Πιεστικού Δοχείου (l)	
Παροχή Κύριας Αντλίας (l/min)	70-140-160 m3/h
Μανομετρικό Κύριας Αντλίας (bar)	105-80-65 m
Είδος αναρρόφησης	Ανύψωσης

Πίνακας 3.5: Δεξαμενή νερού

Μέγιστη Παροχή Κύριας Αντλίας Qmax (l/min)	489.2198
Ελάχιστος Χρόνος Λειτουργίας t (min)	30
Ελάχιστος Όγκος Δεξαμενής Vmin = Qmax * t / 1000 (m³)	14.67659
Μήκος Δεξαμενής a (m)	4
Πλάτος Δεξαμενής b (m)	6
Ύψος Δεξαμενής c (m)	1
Όγκος Δεξαμενής Vd (m3)	24

Σχήμα 3.1: Διάγραμμα λειτουργίας αντλητικού συστήματος.



Κεφάλαιο 4

Μελέτη ηλιοθερμίας

Σχέδιο 4.1: Κάτοψη στεγών με προτεινόμενη τοποθέτηση συλλεκτών



Για τον υπολογισμό της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει σε κάθε συλλέκτη θα πρέπει να προσδιορίζεται η συνολική ηλιακή ακτινοβολία G_T . Για τον υπολογισμό των συνθηκών γεωγραφικού μήκους, γεωγραφικού πλάτους και ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιείται η ακόλουθη μεθοδολογία:

Η τοπική ηλιακή ώρα είναι γενικά διαφορετική από την τοπική ώρα ρολογιού και η σχέση τους μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$\begin{aligned} [\text{τοπική ηλιακή ώρα}] &= [\text{τοπική ώρα ρολογιού}] + [\text{Εξίσωση Ώρας}] - 4 \cdot (\text{Γεωγραφικό Μήκος Ζώνης Ώρας } (l_{st}) \\ &\quad - \text{Γεωγραφικό Μήκος Τόπου } l_{local}) \end{aligned} \quad (4.1)$$

Όπου (l_{st}) είναι ο τοπικός μεσημβρινός βάσει του οποίου ορίζεται η ώρα κάθε τόπου σε σχέση με τον μεσημβρινό του Greenwich και (l_{local}) είναι ο τοπικός μεσημβρινός στον οποίο πραγματικά βρίσκεται ο τόπος. Ο συντελεστής 4 προκύπτει διότι κάθε ώρα η γη περιστρέφεται κατά 15 μοίρες μιας κι ολοκληρώνει μια πλήρη περιστροφή κάθε 24 ώρες άρα $360/24=15$, επίσης επειδή η άνω εξίσωση είναι σε λεπτά (τοπική ώρα σε λεπτά και εξίσωση ώρας πάλι σε λεπτά) κάθε μοίρα αντιστοιχεί σε 4 λεπτά της ώρας μιας και $60/15=4$.

$$E\Omega = 9.87 \sin 2B - 7.53 \cos B - 1.5 \sin B \quad (4.2)$$

$$\text{όπου } B = \frac{360(n - 81)}{364} \quad (4.3)$$

και n ο αύξον αριθμός της ημέρας του έτους ($n=1$ για 1 Ιανουαρίου και 365 για 31 Δεκεμβρίου).

Επιπροσθέτως, το G_T ορίζεται ακολούθως:

$$G_T = G_{b,T} + G_{d,T} + G_{r,T} \quad (4.4)$$

όπου $(G_{b,T})$ είναι η άμεση ακτινοβολία στο κεκλιμένο επίπεδο, $(G_{d,T})$ είναι η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο κεκλιμένο επίπεδο και $(G_{r,T})$ είναι η ανακλώμενη ακτινοβολία εδάφους.

Όλες αυτές οι ακτινοβολίες διαφέρουν στο κεκλιμένο επίπεδο σε σχέση με το οριζόντιο θεωρούμενο του εδάφους λόγω των διαφόρων συντελεστών θέασης της κεκλιμένης επιφάνειας ως προς την θέαση του εδάφους σε σχέση με τον ήλιο κάθε ώρα του έτους γι' αυτό κι υπολογίζονται όταν είναι γνωστές οι τιμές για το οριζόντιο.

Για τον υπολογισμό του $G_{b,T}$ απαιτούνται η άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο $(G_{b,N})$ και η γωνία πρόσπτωσης (θ) . Οπότε:

$$G_{b,T} = G_{b,N} \cdot \cos \theta \quad (4.5)$$

Η γωνία πρόσπτωσης μπορεί να υπολογιστεί από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\cos\theta = \cos a \cdot \cos(a_s - a_w) \cdot \sin\beta + \sin a \cdot \cos\beta \quad (4.6)$$

όπου:

- a είναι η γωνία ηλιακού ύψους η οποία υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:
- με L την γωνία προσανατολισμού του συλλέκτη στον άξονα ανατολής/δύσης με 0 μοίρες προσανατολισμός στον Νότο, 90 Ανατολικά και -90 Δυτικά.

$$\sin a = \sin L \cdot \sin\delta + \cos L \cdot \cos\delta \cdot \cos h_s \quad (4.7)$$

επίσης $a = 90 - \theta_z$ όπου θ_z είναι η ζενίθ γωνία ηλιακού ύψους.

- δ είναι η γωνία της ηλιακής απόκλισης η οποία υπολογίζεται ακολούθως:

$$\delta = 23.45^\circ \sin \frac{360^\circ(284 + n)}{365} \quad (4.8)$$

- h_s είναι η ωριαία γωνία του ηλίου στον άξονα ανατολής/δύσης η οποία υπολογίζεται ακολούθως:

$$h_s = \frac{[\text{λεπτά που απέχει η τρέχουσα ώρα από το ηλιακό μεσημέρι}]}{4 \frac{\text{λεπτά}}{\text{μοίρα}}} \quad (4.9)$$

Με 0 μοίρες στο ηλιακό μεσημέρι, + για πρωινές ώρες, - για απογευματινές ώρες

- a_s είναι το ηλιακό αζιμούθιο το οποίο μπορεί να οριστεί ακολούθως:

$$\sin a_s = \cos\delta \frac{\sin h_s}{\cos a} \quad (4.10)$$

- a_w είναι η αζιμουθιακή γωνία του συλλέκτη
- β είναι η γωνία που σχηματίζει το πρόσωπο του συλλέκτη με το έδαφος όπου 90 μοίρες τελείως όρθιος και 0 τελείως ξαπλωτός.
- L είναι το τοπικό γεωγραφικό μήκος

Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του συλλέκτη ορίζεται από την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο $G_{d,h}$ ακολούθως:

$$G_{d,T} = G_{d,h} \frac{1 + \cos\beta}{2} \quad (4.11)$$

Η ανακλώμενη εκ του εδάφους ακτινοβολία μπορεί να οριστεί από την ακόλουθη εξίσωση

$$G_{r,T} = \rho \cdot (G_{b,N} \sin a + G_{d,h}) \frac{1 - \cos\beta}{2} \quad (4.12)$$

Όπου ρ είναι ο (αδιάστατος) συντελεστής ανάκλασης της ολικής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο και τυπικά λαμβάνεται ίσος με 0,2 αλλά διαφέρει αναλόγως του εκάστοτε τυπικού εδάφους. Σημειώνεται εδώ ότι σε φωτοβολταϊκά συστήματα by facial ο συντελεστής αυτός πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερος μιας και η εκάστοτε αντίθετη προς την ηλιακή τροχιά πλευρά (βοράς για το βόρειο ημισφαίριο και νότος για το νότιο) δε προσφέρει άμεση ακτινοβολία αλλά μόνο διάχυτη, συνεπώς η βελτιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος βασίζεται σε λευκά ανακλαστικά εδάφη η τεχνητές επιφάνειες λχ ταράτσες κατάλληλα

βαμμένες και στοκαρισμένες.

Επίσης η διάχυτη κι η ανακλώμενη ακτινοβολία αποτελούν αντικειμενικά τις μόνες πηγές ηλιακών κερδών σε επιφάνειες με απολύτως αντίθετο προς την πλευρά του ήλιου προσανατολισμό (βόρειο για το βόρειο ημισφαίριο και $\varphi \geq 23$ και αντιστοίχως σε επιφάνειες με νότιο για $\varphi \leq -23$ στο νότιο ημισφαίριο και κλίση $\beta = 90$ και στις δύο περιπτώσεις) μιας και σε αυτές τις περιπτώσεις ο συντελεστής θέασης μιας τέτοιας επιφάνειας ως προς το πρόσωπο του ήλιου είναι 0 κι άρα δεν υπάρχει άμεση ακτινοβολία που να δέχεται μια τέτοια επιφάνεια).

Με δεδομένα τα παραπάνω και έχοντας τις μετρούμενες τιμές.

Μετά τον υπολογισμό της προσπίπτουσας ολικής ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο συλλέκτη σειρά έχει η ανάλυση των θερμικών κερδών για την ηλιοθερμία. Για τον καθορισμό του ποσοστού της ωριαίας ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στον συλλέκτη σε ενεργειακό όφελος πρέπει να γίνει ο υπολογισμός του βαθμού απόδοσης ενός συλλέκτη. Σύμφωνα με την ΤΟΤΤΕ ο τύπος που δίνει την απόδοση είναι

$$n_{col} = n_0 - a_1 \frac{T_m - T_a}{G_T} - a_2 \frac{(T_m - T_a)^2}{G_T} \quad (4.13)$$

Όπου:

n_0 αδιάστατος αριθμός που εκφράζει τη μέγιστη αποδοτικότητα του συλλέκτη όταν η μέση θερμοκρασία του βρίσκεται ίση με αυτήν του περιβάλλοντος. T_m η μέση θερμοκρασία του συλλέκτη με:

$$T_m = \frac{T_{out} - T_{in}}{2} \quad (4.14)$$

και T_{in} η θερμοκρασία εισόδου του νερού στον συλλέκτη, T_{out} η θερμοκρασία εξόδου και T_a η θερμοκρασία ξηρού βολβού αέρα περιβάλλοντος, όλες σε $^{\circ}\text{C}$, a_1 και a_2 συντελεστές μετάδοσης θερμότητας με αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία από τον συλλέκτη προς το περιβάλλον (δίνονται από τους κατασκευαστές).

Τελικά το γινόμενο

$$Q = n_{col} G_T \quad (4.15)$$

μας δίνει την ωφέλιμη θερμική ισχύ προς τον συλλέκτη η οποία με την σειρά της μας δίνει την μαζική παροχή του εργαζόμενου θερμικού ρευστού μεταφοράς της θερμότητας μέσω της σχέσης αν λυθεί ως προς $\dot{m}$

$$Q = \dot{m} c_p \Delta T \quad (4.16)$$

Με $\dot{m}$ την μαζική παροχή νερού κυκλοφορίας προς του συλλέκτη σε kg/s και $\Delta T = T_{in} - T_{out}$ της σχέσης σε $^{\circ}\text{C}$ 4.14.

Κατόπιν των εκτιμήσεων αυτών για τις πιο επιβαρυνμένες ώρες του καλοκαιριού πρέπει να εκτιμηθεί ο βαθμός μετατροπής της ωφέλιμης θερμότητας σε ψύξη, για την εκτίμηση αυτή θα πρέπει να ανατρέξει κανείς στα τεχνικά φυλλάδια των κατασκευαστών ηλιακών ψυκτών απορρόφησης και να βρει τον βαθμό απόδοσης ψύξης (η_{ref}) ως συνάρτηση της παροχής και των θερμοκρασιών.

Για τον ολικό υπολογισμό τόσο του Q θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το συνολικό ωφέλιμο εμβαδόν των συλλεκτών με την παραδοχή ότι η συνδεσμολογία των υδραυλικών κυκλωμάτων είναι παράλληλη και ίσων πιέσεων σε όλους τους κλάδους άρα ισχύουν οι ίδιες θερμοκρασίες παντού.

Η διαθέσιμη ηλιοθερμία θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη ζητούμενη θερμότητα εισόδου
Οπότε:

$$Q_{sun} = n_{col} * A_{col,us,tot} * F_{sh} * G_T \quad (4.17\alpha)$$

$$\text{Και } Q_{sun} \geq Q_g \text{ (το } Q_g \text{ θα οριστεί παρακάτω)} \quad (4.17\beta)$$

όπου $A_{col,us,tot}$ η συνολική ωφέλιμη επιφάνεια των συλλεκτών. Το εμβαδόν των συλλεκτών $A_{col,total}$ προκύπτει από το ακέραιο γινόμενο του αριθμού των συλλεκτών που μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα οριζόντιο ή κεκλιμένο εμβαδόν χώρου επί το εμβαδόν του κάθε συλλέκτη ,οπότε

$$A_{coll, total} = A_{col, us} * P \quad (4.18)$$

με $A_{col, us}$ την ωφέλιμη επιφάνεια απορρόφησης ακτινοβολίας του ενός συλλέκτη.

όπου $\frac{A}{A_{coll}}$ με A ο αρχιτεκτονικά διαθέσιμος χώρος και A_{coll} το συνολικό εμβαδόν κάθε συλλέκτη ενός συλλέκτη.

Εκ των πραγμάτων ισχύει ότι $A=A_{\text{συνολικό στεγών κτηρίου}}$

$$\text{Ο συντελεστής } c \text{ ισούται με } \frac{A}{P * A_{coll, total}} \quad (4.19)$$

και εκφράζει τον λόγο της συνολικής διαθέσιμης αρχιτεκτονικά επιφάνειας των στεγών προς την συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι συλλέκτες με την παραδοχή ότι για λόγους αρχιτεκτονικούς και λειτουργικούς δεν γίνεται όλη η περιοχή τοποθέτησης των συλλεκτών να καλυφθεί πλήρως από αυτούς.

Επίσης το συνολικό εμβαδόν κάθε συλλέκτη δεν ισούται με το εμβαδόν στο οποίο προσπίπτει η ακτινοβολία καθώς το πλαίσιο του συλλέκτη δε συνεισφέρει ηλιοθερμικά. Αυτονόητο είναι πως το P πρέπει να είναι ακέραιος αριθμός συνεπώς τοποθετούνται το πολύ όσοι συλλέκτες χωράνε ώστε το P να είναι το μέγιστο ακέραιο δυνατό έτσι ώστε $A_{col, us, tot}$ να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερο εφόσον $A_{col, us, tot} = A_{col, tot} * P$ (4.20)

Για τις ανάγκες του κτηρίου σύμφωνα με τα αρχιτεκτονικά σχέδια των οροφών υπολογίστηκαν (με χρήση μετρητικών εργαλείων cad) τα εξής:

Αοροφής αμφιθεάτρου = $M_{\text{αμφιθεάτρου}} * \Pi_{\text{αμφιθεάτρου}} \rightarrow 14,9 * 30,8 = 458,2 \text{ m}^2$ και Αυπολοίπων κεντρικών στεγών ορόφου M υπολοίπων κεντρικών στεγών ορόφου $* \Pi_{\text{υπολοίπων κεντρικών στεγών ορόφου}} = 70,5 * 15,5 = 1092 \text{ m}^2$ συνεπώς (προσεγγιστικά) $A_{\text{συνολικό στεγών κτηρίου}} = 1551 \text{ m}^2$ (όπου M το μήκος και Π το πλάτος κάθε στέγης σε m)

Ο ακέραιος αριθμός των συλλεκτών που θα τοποθετηθούν θα εξαρτηθεί από τις διαστάσεις κάθε συλλέκτη ,την απόσταση μεταξύ των συλλεκτών στην ίδια συστοιχία και την απόσταση μεταξύ προσώπου κάθε συστοιχίας με την πίσω της. Ο λόγος που θα πρέπει να μπουν αυτές οι αποστάσεις είναι καθαρά για αποφυγή σκίασης από συλλέκτη σε συλλέκτη μεταξύ των συστοιχιών καθώς και για να υπάρχει διαθέσιμος χώρος μεταξύ συλλεκτών στην ίδια συστοιχία για τις υδραυλικές συνδέσεις.

Ωριαίος συντελεστής σκίασης.

Ο ωριαίος συντελεστής σκίασης λαμβάνει υπόψιν το μήκος της σκιάς του εμποδίου και το πόσο αυτό καλύπτει μια επιφάνεια κόντρα στον ήλιο.

$$\text{Το μήκος σκιάς δίνεται από τον τύπο } L_{\text{shadow}} = \frac{h_{\text{equivalent}}}{\tan \alpha} \quad (4.20)$$

με $h_{\text{equivalent}}$ το φαινόμενο ύψος εμποδίου που δίνεται ως $h_{\text{equivalent}} = L_{\text{coll}} * \sin(\beta)$ με L_{coll} το θεωρούμενο φυσικό μήκος της επιφάνειας του συλλέκτη.

Για αρχή τα δεδομένα του προβλήματος είναι το μήκος L_{coll} και το πλάτος $W_{\text{collector}}$ του συλλέκτη, οι συλλέκτες που επιλέγονται είναι οι M300 της Calpak και τοποθετούνται οριζόντια οπότε έχουν πλάτος $W_{\text{coll}} = 1,416 \text{ m}$ και μήκος $L_{\text{coll}} = 2,06 \text{ m}$

Εφόσον τοποθετούνται κάθετα η μικρότερη διάσταση των $1,416 \text{ m}$ ορίζει το πλάτος και η μεγάλη των $2,06 \text{ m}$ ύψος (αν τοποθετηθεί με $\beta = 90^\circ$) συνεπώς το ύψος σκιάς ορίζεται από το β και το L_{coll} για κάθε ηλιακό ύψος α . Όσο υπάρχει ικανοποιητική απόσταση $L_{\text{free, space}}$ μεταξύ των συλλεκτών το L_{shadow} δεν καλύπτει τον πίσω συλλέκτη ενώ με μεγαλύτερη πυκνότητα τοποθέτησης ως προς την αναφερόμενη διάσταση τον καλύπτει.

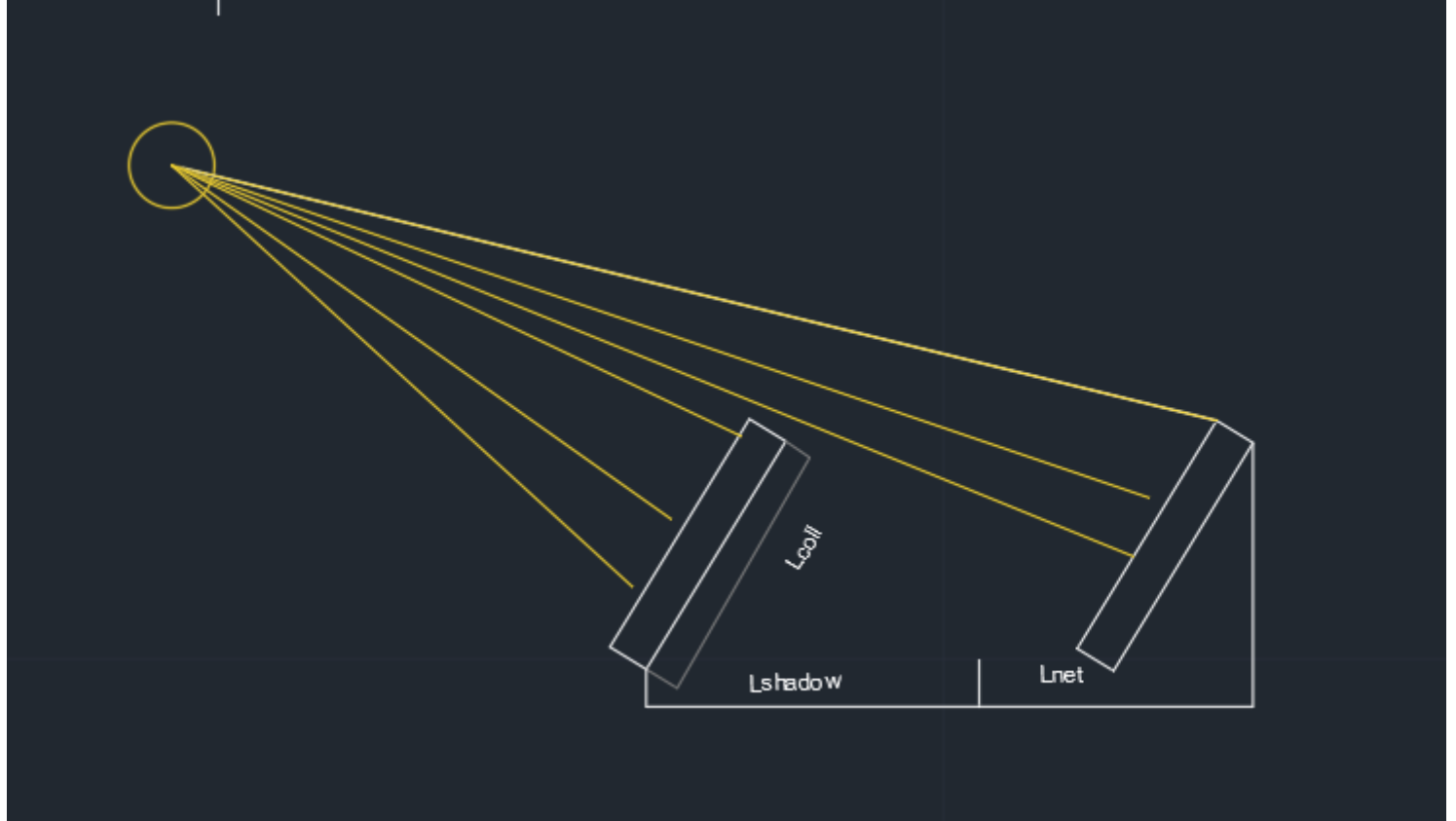
Ορίζεται πειραματικά $L_{\text{free, space}} = 0,6 \text{ m}$ μεταξύ φυσικού μήκους L_{coll} εκάστοτε συλλέκτη και οπίσθιού του και συνεπώς λαμβάνεται $L_{\text{total}} = L_{\text{free, space}} + L_{\text{coll}}$ (4.21) και $L_{\text{net}} = L_{\text{total}} - L_{\text{shadow}}$ (4.22) ,για να αποφευχθεί πλήρως η σκίαση θα πρέπει $L_{\text{net}} \geq L_{\text{coll}}$ διαφορετικά προκύπτει επαλληλία μήκους σκιάς εμπρόςθιου συλλέκτη σε οπίσθιο και άρα $F_{\text{sh}} < 1$, κατάσταση που θα εμφανιστεί τις πρωινές και απογευματινές ώρες λόγω χαμηλού ηλιακού ύψους α ,με F_{sh} ο ωριαίος μειωτικός συντελεστής σκίασης για νότιο προσανατολισμό που προκύπτει ως

$$F_{\text{sh}} = \frac{L_{\text{net}}}{L_{\text{collector}}} \quad (4.23)$$

και πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 0 και 1 όπου 1 ισοδυναμεί με καθόλου σκίαση οπίσθιας συστοιχίας συνεπώς $L_{\text{shadow}} \leq L_{\text{net}}$ και 0 πλήρης σκίαση οπίσθιας συστοιχίας άρα $L_{\text{shadow}} \geq L_{\text{net}}$ ενώ εάν $L_{\text{total}} > L_{\text{shadow}} > L_{\text{net}} \rightarrow 0 < F_{\text{sh}} < 1$,εάν οι εξισώσεις βγάλουν κάτι μεγαλύτερο της μονάδας ή μικρότερο από το 0 πρακτικά σημαίνει ότι στην 1^η περίπτωση έχουμε συντελεστή σκίασης 1 με περιθώριο για μικρότερο $L_{\text{free, space}}$ δηλαδή η σκιά της εμπρόςθιας τελειώνει πριν την αρχή της οπίσθιας και στην άλλη περίπτωση το L_{shadow} υπερκαλύπτει πλήρως την οπίσθια συστοιχία οπότε θα πρέπει να αυξηθεί σημαντικά το $L_{\text{free, space}}$ ώστε να υπάρχει ηλιασμός αυτής ιδανικά να

έχουμε την προαναφερθείσα περίπτωση με συντελεστή σκίασης 1. Τα αποτελέσματα των εξισώσεων αλλάζουν για κάθε ώρα του έτους, για κάθε διαφορετική κλίση β και για κάθε διαφορετική επιλογή στο $L_{free,space}$ (όπως σαφώς και για διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη, γεωγραφικά μήκη και προσανατολισμούς συλλέκτη απλά στην παρούσα εργασία δε θα εξεταστούν οι προαναφερθέντες παράγοντες καθώς έχουμε δεδομένη θέση κτηρίου και προσανατολισμό συλλέκτη) συνεπώς απαιτείται ορισμός των αναγκών της εγκατάστασης προς βελτιστοποίηση του F_{sh} και του c όπου θέτει τον μέγιστο βέλτιστο αριθμό τοποθετούμενων συλλεκτών σε ελεύθερο δώμα σε συνάρτηση με τις διαστάσεις των συλλεκτών.

Σχήμα 4.1: Επεξήγηση συντελεστών σκίασης



Με παρόμοια λογική ορίζεται $w_{free,space}$ μεταξύ συλλεκτών ίδιας συστοιχίας = 0,1 m, συνεπώς ο αριθμός p εξαρτάται από το πόσοι ακέραιοι συλλέκτες χωράνε στο πλάτος Π της οροφής στην ίδια συστοιχία και πόσες συστοιχίες χωράνε στο μήκος M .

Συνεπώς το συνολικό ακέραιο πλήθος συλλεκτών που μπορούν να τοποθετηθούν στη στέγη

$$p = n_{wtot} * n_{ltot} \quad (4.24)$$

και

$$n_{wtot} = W_{tot} / \Pi \quad (n_{wtot} \text{ το πλήθος των συλλεκτών ως προς το πλάτος}) \text{ και } W_{tot} = W_{coll} + W_{free,space} \text{ και } n_{ltot} = L_{total} / M \quad (4.25)$$

(n_{lto} το πλήθος των συλλεκτών ως προς το μήκος), καθαροί αριθμοί αμφότεροι (μονάδες $\frac{m}{m}$)

Επιλέγεται συλλέκτης Kalpac M300 με τα εξής χαρακτηριστικά $A_{col}=2,91$, $A_{col,us}=2,84$, $n_0=0,785$, $a_1=3,75$, $a_2=0,016$, $L_{coll}=2,06$ m (ύψος συλλέκτη για τοποθέτηση με $\beta=90^\circ$) και $W_{coll}=1,416$ m (πλάτος συλλέκτη ανεξαρτήτου γωνίας β)

Όπου $A_{col,us}$ η ωφέλιμη επιφάνεια παραθύρου χωρίς το πλαίσιο.

Με βάση αρχιτεκτονικούς περιορισμούς στις αποστάσεις λόγω σκίασης και χώρου εργασίας για τους εγκαταστάτες όπως αναλύθηκε προηγουμένως και κλίση $\beta=45^\circ$ υπολογίστηκε για το μεν αμφιθέατρο $p_{αμφ}=(11*9)$ (αριθμός που χωράει στο ύψος για $L_{free,space}$ και αριθμός που χωράει στο πλάτος για W_{tot})=99 και αντιστοίχως για τις λοιπές στέγες $p_{λοιπ,στεγ}=6*46=276$ άρα $p_{tot}=p_{αμφ}+p_{λοιπ,στεγ}=375$. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συλλέκτες κάθε εμπρόσθιας σειράς δεν επηρεάζονται από συντελεστή σκίασης εφόσον δεν έχουν μπροστά τους άλλο εμπόδιο συνεπώς ο συντελεστής σκίασης δίνει γινόμενο ολικής ωφέλιμης επιφάνειας

$$A_{coll,use,tot} = p_{coll,fsh} * F_{sh} * A_{col,us} + p_{col,fsh=1} * A_{col,us} \quad (4.26)$$

με $p_{coll,fsh}$ ο αριθμός όλων των οπίσθιων συλλεκτών που βρίσκονται σε πίσω σειρές (2^η, 3^η κλπ) και $p_{col,fsh=1}$ ο αριθμός όλων των εμπρόσθιων συλλεκτών (για κάθε 1^η σειρά σε κάθε στέγη), είναι αυτονόητο ότι $p_{coll,fsh} = p_{tot} - p_{col,fsh=1}$.

Για την εκτίμηση του μέγιστου η_{col} ώστε να διαστασιολογηθεί ο ψύκτης απορρόφησης θα παρθεί ως χαρακτηριστικό G_T για 12 μεσημβρίας (αληθές ηλιακό μεσημέρι σύμφωνα με το δ και το $(T_{is}-T_{Local})$ για την τυπική ημέρα έτους 198 (μέσα Ιουλίου θερινό ηλιοστάσιο), η απόδοση των συλλεκτών σε αυτές τις συνθήκες για τυπικό μέσω T_a κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας $26,2\text{ }^\circ\text{C}$ (πίνακας 3. TOTEE κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών) με το $T_{in,recool}$ του ψύκτη στους $29,4^\circ\text{C}$.

Επιλέγεται ψύκτης WFC M100 της MAYA με ονομαστική ψυκτική απόδοση 352 kW cooling και T_{in}, T_{out} 90 και $80\text{ }^\circ\text{C}$ αντίστοιχα.

Από την μελέτη των τεχνικών φυλλαδίων του κατασκευαστή παρατηρήθηκε να υπάρχει εξάρτηση του συντελεστή η_{ref} από τα T_{in}, T_{out} και $\dot{m}$. Ο κατασκευαστής δίνει διαγράμματα όπου φαίνεται ξεκάθαρα να ισχύει σχέση $CCF = f(T_{in}, T_{in,recool})$ και εισάγει τον συντελεστή $FCF = f(\dot{m})$, η πραγματική παραγόμενη ψύξη είναι είναι το γινόμενο των 2 ανεξάρτητων αδιάστατων συντελεστών επί την ονομαστική ισχύ από τον πίνακα 4.1, συνεπώς:

$$Q_e = CCF * FCF * \text{Rated cooling capacity} \quad (4.26)$$

Όπου CCF COLLING CAPACITY FACTOR που συσχετίζει την ψυκτική ικανότητα του ψύκτη για προσαγωγή chilled water 7 και δT 5,5 συναρτήσει του T_{in} heat medium και FCF FLOW CORRECTION FACTOR που συσχετίζει την ψυκτική απόδοση για συγκεκριμένη παροχή του heat medium σε l/s.

Το FCF εξαρτάται ως ποσοστό από τη διαφορά nominal flow rate και το πραγματικό flow rate ως λύση της σχέσης 4.17 ως προς $\dot{m}_{heat,medium}$, πρέπει όμως να καθοριστεί το $\dot{m}_{heat,medium}$ προς τον ψύκτη με κάποιο αποδεκτό δT εισόδου εξόδου τέτοιο ώστε να συμβαδίζει με το δT εισόδου εξόδου του νερού από τους συλλέκτες. Γενικά λαμβάνεται ως παραδοχή ότι η μέγιστη θερμοκρασία προσαγωγής του νερού στον ψύκτη από το δοχείο αδρανείας είναι η ελάχιστη θερμοκρασία επιστροφής του νερού από το δοχείο αδρανείας προς τους συλλέκτες, συνεπώς για t_{in}, t_{out} 90 και 85 στους συλλέκτες θα έχουμε t_{in} στον ψύκτη το πολύ 85, μένει να υπολογιστεί η απόδοση των συλλεκτών για t_m 90/85 και τα από κλιματικά δεδομένα για τη διάρκεια της ηλιοφάνειας της περιοχής σύμφωνα με τη σχέση 4.13 και στη συνέχεια να οριστεί δT από τον ψύκτη ώστε να έχουμε κατάλληλο flow rate για να γίνουν οι υπολογισμοί της ψυκτικής απόδοσης σύμφωνα με τη σχέση 4.17 χρησιμοποιώντας τα διαγράμματα για τον προσδιορισμό των συντελεστών της σχέσης 4.19 η οποία καθορίζει το αποτέλεσμα της σχέσης 4.17 στη μόνιμη κατάσταση.

Συνεπώς ορίζουμε δT για τον ψύκτη 10 και άρα για $t_{in,heat,medium}=90$ και $t_{out,heat,medium}=90-10=80$ έχουμε για την μέγιστη ηλιοθερμία 12 πμ $\dot{m}_{heat,medium} \approx 13,4\text{ l/s}$ και nominal flow rate από πίνακα 4.1, 12,01 l/s $\rightarrow$ nominal flow rate/ $\dot{m}_{heat,medium} * 100 \approx 111\%$

Από το διάγραμμα 4.2 εξάγεται $FCF \approx 1,01$ (προσεγγιστικά με το μάτι) και $CCF \approx 1$ από διάγραμμα 4.1 επίσης προσεγγιστικά. Επίσης υπολογίζεται $\eta_{coll} \approx 0.495$ από σχέση 4.13 για τα δεδομένα του προβλήματος (T_m, T_a σε θερινές συνθήκες για Αύγουστο μήνα) και χαρακτηριστικά συλλέκτη M300)

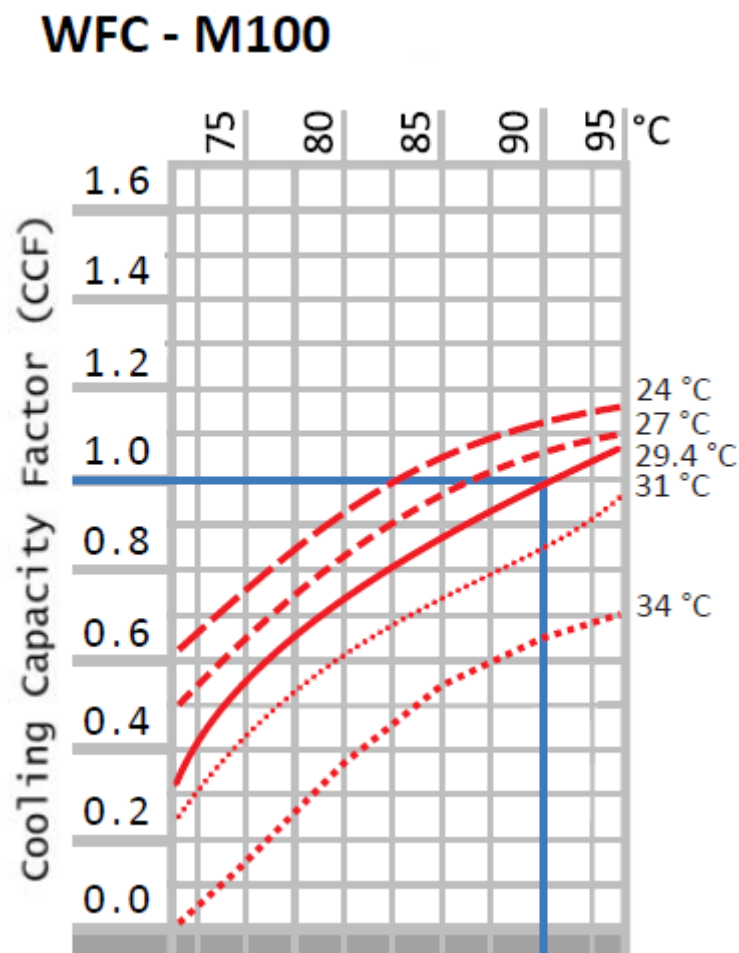
Συνεπώς μέγιστη ψυκτική ικανότητα του μηχανήματος συμπεριλαμβανομένων του συντελεστή σκίασης των συλλεκτών ανέρχεται στις 12 το μεσημέρι τυπική μέρα Αυγούστου με τους συγκεκριμένους συλλέκτες, κλίση και γεωγραφικό πλάτος και προσανατολισμό νότιο σε $Q_{ref} \approx 352 * 1 * 1 = 352$ ψυκτικά kW με $G_T = 1007\text{ W/m}^2$.

Ομοίως η ελάχιστη ψυκτική ισχύς υπολογίζεται για 9 η ώρα τυπική μέρα Αυγούστου με $FCF = 0,56$ $\eta_{coll} = 0,35$ και $G_T = 628\text{ W/m}^2$ στα 258 ψυκτικά kW.

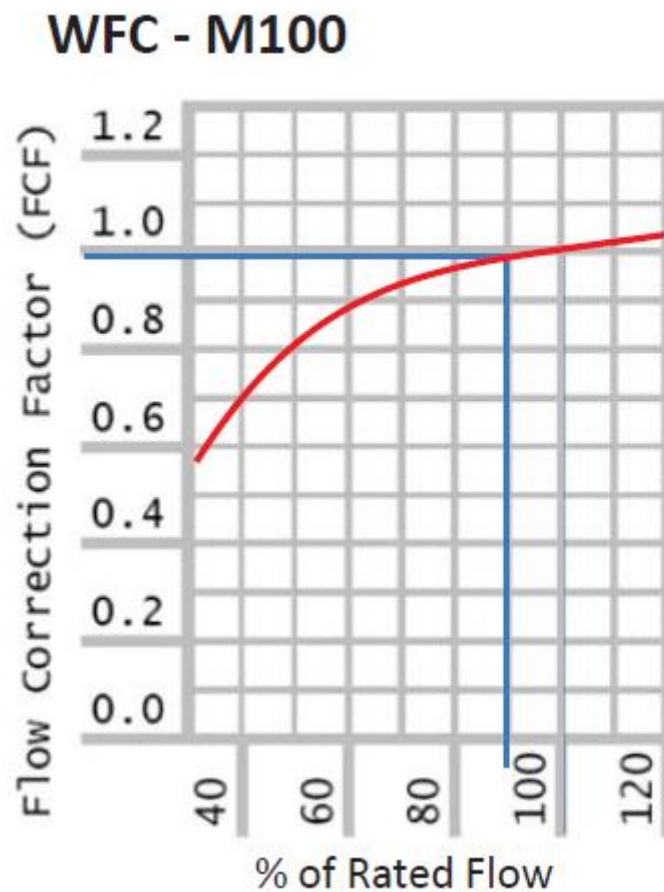
Πίνακας 4.1: Ονομαστικά χαρακτηριστικά WFS CS series

TECHNICAL DATA			MAYA					
SPECIFICATIONS			SC 5	SC 10	SC 20	SC 30	SC 50	M 100
Cooling Capacity		kW	17.6	35.2	70.3	105.6	175.8	352
Chilled	Cooling Temperature	°C	12.5 In / 7 Out					
	Evaporator Pressure Loss	kPa	52.6	56.1	65.8	70.1	40.2	72.6
	Max Operating Pressure	kPa	588					
	Rated Water Flow	l/s	0.77	1.52	3.05	4.58	7.64	15.29
	Allowable Water Flow	%	80% - 120%					
	Volume of the exchanger	l	8	17	47	73	120	121
Cooling Water	Heat Rejection	kW	42.7	85.4	170.8	256.2	427	855
	Temperature	°C	31 In / 35 Out					
	Absorber Pressure Loss	kPa	38.3	85.3	45.3	46.4	41.2	66.0
	Fouling factor	m ² hr°K/kW	0.086					
	Max Operating Pressure	kPa	588					
	Rated Water Flow	l/s	2.55	5.1	10.2	15.3	25.5	34.04
	Allowable Water Flow	%	100% - 120%					
	Volume of the exchanger	l	37	66	125	194	335	422
Heat Medium	Heat Input	kW	25.1	50.2	100	151	251	503
	Temperature	°C	88 In / 83 Out					
	Allowable Temperature	°C	70 min - 95 max					
	Generator Pressure Loss	kPa	95.8	90.4	46.4	60.4	85.2	29.7
	Max Operating Pressure	kPa	588					
	Rated Water Flow	l/s	1.2	2.4	4.8	7.2	12	12.01
	Allowable Water Flow	%	30% - 120%					
	Volume of the exchanger	l	10	21	54	84	170	250

Διάγραμμα 4.1: Εξάρτηση του $\eta_{ref,nominal}$ από τον CCF για $T_{in,heat,medium}$ για WFC-M100



Διάγραμμα 4.2 Εξάρτηση του FCF από το διορθωμένο ποσοστιαίο συντελεστή λόγω διαφορετικής παροχής νερού εισόδου.



Για την ηλιακή θέρμανση τα αντίστοιχα προέκυψαν για τυπική μέρα Ιανουαρίου με αύξοντα αριθμό 17 ,με τυπικές θερμοκρασίες λειτουργίας funcoil $T_{\text{in}}=45\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{out}}=40\text{ }^{\circ}\text{C}$ με δεδομένο ότι θα πρέπει πάλι η ελάχιστη θερμοκρασία επιστροφής στους συλλέκτες να είναι η μέγιστη προς τα σώματα τα οποία ζητάνε προσαγωγή στους 45,κλίση θερινή 7° και τυπικό T_a για ώρες ημέρας με ηλιοφάνεια από τότε κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών για Τρίπολη $=6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ μέγιστη απολαβή 261 θερμικά kW στις 12πμ με G_T 510 W/m^2 και ελάχιστη 28,15 kW με $G_T=232\text{ W/m}^2$ στις 9 πμ.

Τέλος για την ολοκλήρωση της μελέτης απαιτείται επιλογή πύργου ψύξης για την απόρριψη της θερμότητας επανάψυξης του ψύκτη απορρόφησης .Ανατρέχουμε στον κατάλογο κατασκευαστών και επιλέγουμε ονομαστικά kcal/h.

Πίνακας 4.2: ονομαστικές αποδόσεις πύργων ψύξης Airtechnic



ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ / TECHNICAL SPECIFICATIONS									
ΜΕΓΕΘΟΣ SIZE	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΥΡΓΟΥ ΓΙΑ ΣΥΝΘΗΚΕΣ / TOWER'S COOLING CAPACITY FOR CONDITIONS								
	twe = 35 °C twa = 29,5 °C wBt = 23,5			Παροχή αέρα Air supply	Ισχύς κινητήρων για εξωτερική στατική πίεση Motor power for static pressure		Βάρη / weight		Στάθμη θορύβου Noise level
	RT	WATER Q. m³/h	Kcal/h		0	100	ΜΕΤΑΦΟΡΑ	ΛΕΙΤ/ΡΓΙΑ	
					m³/h	kW	kW	Kg	
ΠΑΚ - 10A	15	9,4	56.250	6.600	0,55	0,75	640	960	52
- 10C	20	12,5	75.000	7.800	0,75	1,10	650	970	54
- 10E	25	15,6	93.750	9.500	1,50	2,20	660	980	61
ΠΑΚ - 13A	30	18,8	112.500	8.700	1,10	1,50	690	1.080	58
- 13B	40	25,0	150.000	10.900	1,50	2,20	700	1.090	60
- 13D	50	31,3	187.500	12.900	3,00	4,00	720	1.100	65
- 13F	60	37,5	225.000	15.000	4,00	5,50	730	1.110	69
ΠΑΚ - 22A	65	40,6	243.750	18.300	3,00	4,00	950	1.450	64
- 22C	80	50,0	300.000	21.300	4,00	5,50	970	1.480	68
- 22D	90	56,3	337.500	23.300	5,50	7,50	985	1.530	71
- 22F	100	62,5	375.000	25.400	7,50	9,20	1.010	1.585	74
ΠΑΚ - 29D	115	71,9	431.250	30.100	5,50	7,50	1.150	1.780	71
- 29E	125	78,1	468.750	32.100	7,50	9,20	1.170	1.800	73
- 29F	130	81,2	487.500	33.200	9,20	11,0	1.200	1.850	74
ΠΑΚ - 36C	135	84,4	506.250	35.700	5,50	7,50	1.500	2.310	68
- 36D	150	93,8	562.500	38.900	7,50	9,20	1.525	2.340	69
- 36E	160	100,0	600.000	40.900	9,20	11,0	1.560	2.360	71
- 36F	175	109,4	656.250	43.800	11,0	15,0	1.600	2.400	73
ΠΑΚ - 57B	185	115,6	693.750	50.100	2 x 4,0	2 x 5,5	2.100	3.500	69
- 57C	195	121,9	731.250	52.000	2 x 5,5	2 x 7,5	2.130	3.520	70
- 57D	220	137,5	825.000	57.100	2 x 5,5	2 x 7,5	2.130	3.520	72
- 57E	240	150,0	900.000	61.400	2 x 7,5	2 x 9,2	2.170	3.570	75
- 57F	250	156,3	937.500	63.500	2 x 9,2	2 x 11	2.190	3.600	76
ΠΑΚ - 72C	260	162,5	975.000	69.400	2 x 5,5	2 x 7,5	3.000	4.620	70
- 72D	300	187,5	1.125.000	77.800	2 x 7,5	2 x 9,2	3.050	4.680	71

Οι ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας T_{wa} και T_{we} του πύργου ψύξης είναι ίδιες με αυτές του ψύκτη απορρόφησης (σημειώνουμε ότι $T_{wa} = T_{rec, in}$ δηλαδή η επιστροφή του νερού επανάψυξης του ψύκτη θα είναι η προσαγωγή του πύργου ψύξης και η απόρριψη του ψύκτη η επιστροφή του πύργου ψύξης) οπότε αρκεί απλά (με την παραδοχή για ονομαστικό wBt) να γίνει επιλογή διαστασιολόγησης μηχανήματος από τη λίστα ο υπολογισμός του δυσμενέστερου Q_{rej} (Q_{rej} η ολική θερμότητα απόρριψης του ψύκτη) και μετατροπή του σε μονάδες kcal/h από W σύμφωνα με τη σχέση $kcal/h = W \cdot 1,1625$ (4.27).

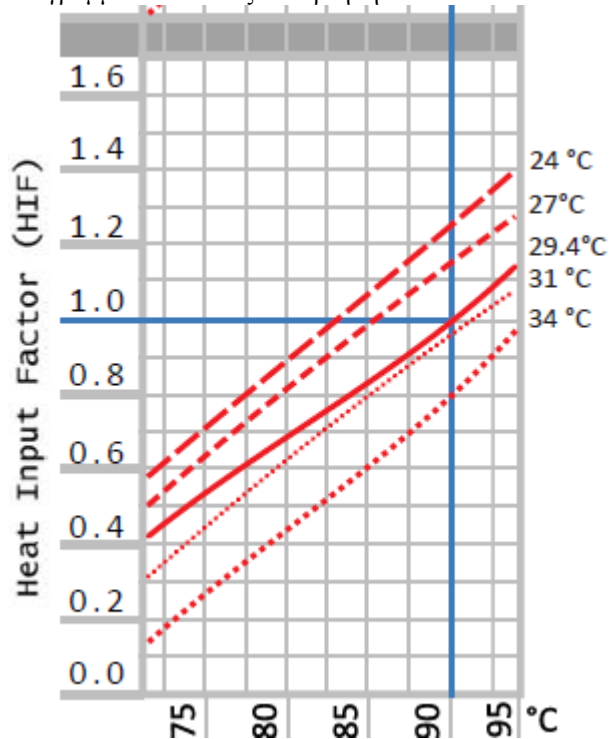
Η ολική απαιτούμενη απόδοση του πύργου ψύξης είναι το άθροισμα της θερμότητας εισόδου Q_g και της πραγματικής αποδιδόμενης ψύξης Q_e συνεπώς έχουμε $Q_{rej} = Q_e + Q_g$ (4.28) (όπως αναφέρθηκε στη σχέση (4.17β))

Το Q_g δίνεται από τον τύπο $Q_g = HIF \cdot FCF \cdot RHI$ (4.29) όπου:

RHI Rated Heat Input από πίνακα 4.1 για το heat medium για τον M100 (kW) που βρίσκεται 503, FCF ο γνωστός από διάγραμμα 4.2 και HIF Heat Input Factor από ακόλουθο διάγραμμα 4.3 και βρίσκεται για $T_{in, heat, medium} = 90$ προσεγγιστικά $= 1$, συνεπώς $Q_g = 1 \cdot 1 \cdot 503 = 503$.

Παρατηρούμε αν κάνουμε τις πράξεις ότι η σχέση 4.17α για τη συνθήκη μεσημβρίας μέγιστου ψυκτικού φορτίου (και άρα ηλιακής ακτινοβολίας) δίνει αποτέλεσμα 520,2 ωφέλημα θερμικά kW άρα η συνθήκη 4.17β με όλες τις παραμέτρους που επιλέχθηκαν επιβεβαιώνεται.

Διάγραμμα 4.3 HIF ως συνάρτηση του Tin heat medium και Tin recool water



Συνεπώς η ελάχιστη απαιτούμενη ικανότητα του πύργου ψύξης θα είναι από $4.28 \cdot 352 + 503 = 855 \text{ kW}$ recooling συνεπώς από 4.27 επιλέγεται ο ΠΑΚ -57 D με ψυκτική ικανότητα 825000 kcal/h

Σημείωση: Λόγω χαμηλού εξωτερικού DbT γύρω στα 23,7 °C (από τότεε κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών πίνακας 3.9 μέση μηνιαία σχετική υγρασία για μήνα Αύγουστο Τρίπολη και με χρήση ψυχομετρίας) και με παροχή νερού επανάψυξης γύρω στα 122 m³/h θεωρητικά θα μπορούσαμε να επιλέξουμε ακόμα μικρότερο πύργο ψύξης σύμφωνα με το διάγραμμα 4.3 ,επειδή όμως οι ευνοϊκότερες εξωτερικές συνθήκες για τη σχετική υγρασία εξωτερικού αέρα δεν είναι δεδομένες αποφεύγεται μια οριακή διαστασιολόγηση.

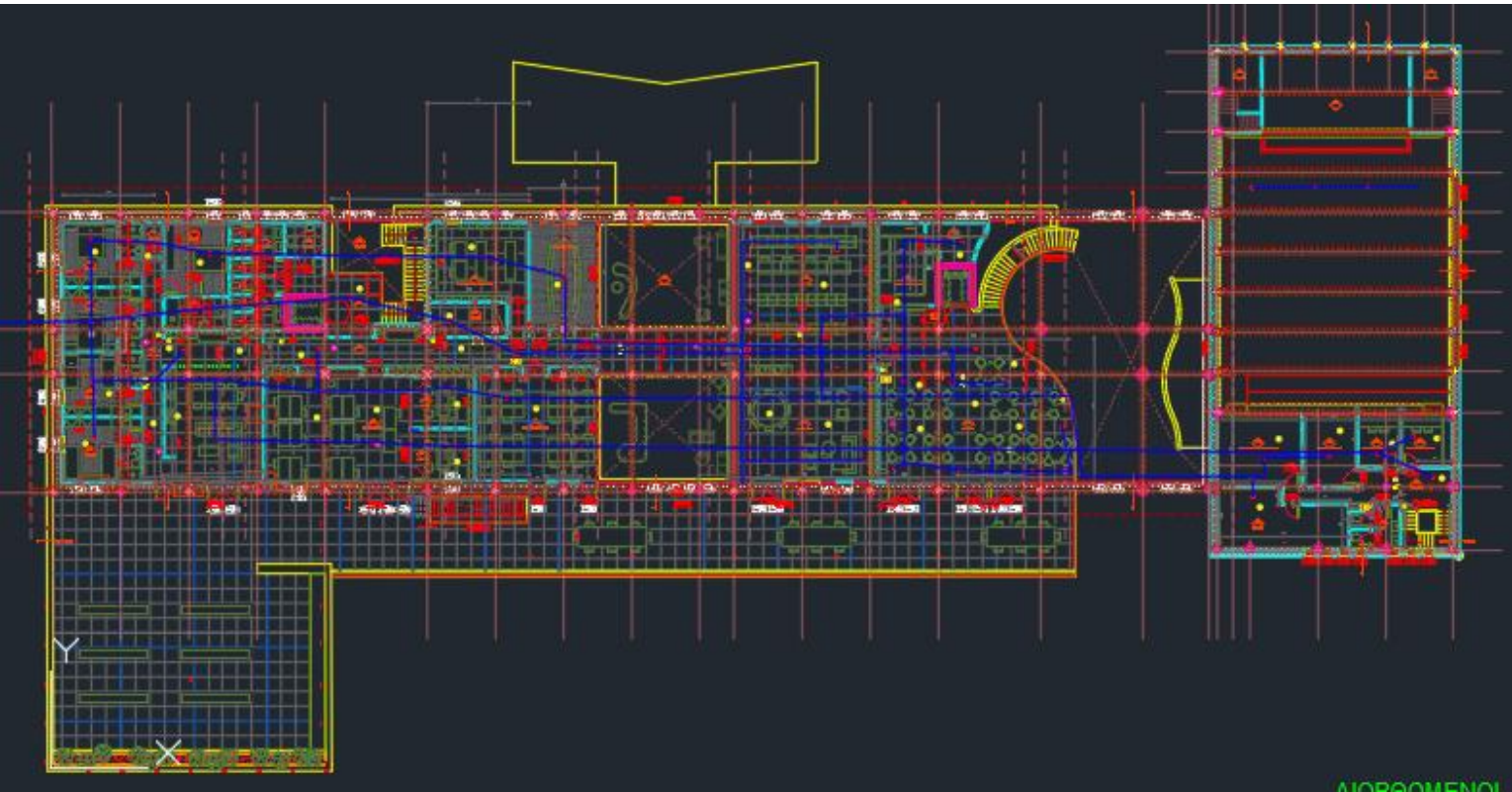
Κεφάλαιο 5

Μελέτη Κλιματισμού

Σχέδιο 5.1: Ισόγειος όροφος



Σχέδιο 5.2: Όροφος



Σχέδιο 5.3: Μη κλιματιζόμενοι υπόγειοι χώροι



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία ASHRAE CLTD, ακολουθώντας επίσης τις οδηγίες της 2425/86 TOTEE και τα ακόλουθα βοηθήματα:

α) ASHRAE Handbook of Fundamentals

β) ASHRAE Handbook of Applications

γ) ASHRAE Handbook of Systems

δ) ASHRAE Handbook of Equipment

ε) ASHRAE Standards for Natural and Mechanical Ventilation

στ) ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual ASHRAE GRP 158

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Σύμφωνα με την ASHRAE, το ψυκτικό φορτίο (ή θερμικό κέρδος) ενός χώρου προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων που οφείλονται στις ακόλουθες αιτίες:

1. Εξωτερικοί τοίχοι

Ο υπολογισμός των φορτίων από εξωτερικούς τοίχους προκύπτει για κάθε ώρα από την σχέση:

$$Q_{r(t,\pi)} = U_w \times A_w \times CLTD_{w_cor(t,\pi)} \quad (5.1)$$

όπου:

U_w : Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας τοίχου.

A_w : Επιφάνεια τοίχου.

$CLTD_{w_cor(t,\pi)}$: Διορθωμένη θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου τοίχου η οποία προκύπτει με τη βοήθεια της σχέσης:

$$CLTD_{w_cor(t,\pi)} = (CLTD_{w(t,\pi)} + LM) \times k + (78 - T_r) + (T_o - 85) \quad (5.2)$$

όπου:

$CLTD_{w(t,\pi)}$: Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά του τοίχου που λαμβάνεται από πίνακες και εξαρτάται από τον τύπο του τοίχου και τον προσανατολισμό του.

LM : Διορθωτική διαφορά θερμοκρασίας για γεωγραφικό πλάτος, μήνα και προσανατολισμό.

k : Συντελεστής χρώματος τοίχου.

T_r : Εσωτερική θερμοκρασία χώρου.

T_o : Μέση εξωτερική θερμοκρασία.

2. Οροφές

Ο υπολογισμός των φορτίων από οροφές προκύπτει για κάθε ώρα από τη σχέση:

$$Q_{r(t)} = U_r \times A_r \times CLTD_{r_cor(t)} \quad (5.3)$$

όπου:

U_r : Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας οροφής.

A_r : Επιφάνεια οροφής.

$CLTD_{r_cor(t)}$: Διορθωμένη θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου οροφής, η οποία προκύπτει με τη βοήθεια της σχέσης:

$$CLTD_{r_cor(t)} = (CLTD_{w(t)} + LM) \times k + (78 - T_r) + (T_o - 85) \quad (5.4)$$

όπου:

- CLTD_{w(t)} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά της οροφής που λαμβάνεται από πίνακες και εξαρτάται από τον τύπο της.
LM : Διορθωτική διαφορά θερμοκρασίας για γεωγραφικό πλάτος και μήνα.
k : Συντελεστής χρώματος οροφής.
T_r : Εσωτερική θερμοκρασία χώρου.
T_o : Μέση εξωτερική θερμοκρασία.

3. Εσωτερικοί τοίχοι

Ο υπολογισμός των φορτίων από εσωτερικούς τοίχους προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της θερμικής αγωγιμότητας του τοίχου με το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου και με την ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας για κάθε ώρα:

$$Q_i = U \times A \times (t_b - t_i) \quad (5.5)$$

όπου:

- Q_i : Το ψυκτικό φορτίο κατά την ώρα i.
i : Οι ώρες της ημέρας.
U : Η θερμική διαπερατότητα του τοίχου.
A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου.
t_b : Η θερμοκρασία του γειτονικού χώρου.
t_i : Η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου.

4. Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = U \times A \times (t_{gr} - t_i) \quad (5.6)$$

όπου:

- Q : Το υπολογιζόμενο ψυκτικό φορτίο.
U : Η θερμική διαπερατότητα του δαπέδου.
A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου.
t_b : Η θερμοκρασία του εδάφους.
t_i : Η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου.

5. Ανοίγματα

Τα φορτία από τα ανοίγματα προκύπτουν από το άθροισμα των φορτίων από θερμική αγωγιμότητα και των φορτίων από ακτινοβολία:

$$Q_i = Q_{k_i} + Q_{a_i} \quad (5.7)$$

όπου:

- Q_i : Το συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα κατά την ώρα i.
Q_{k_i} : Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας κατά την ώρα i.
Q_{a_i} : Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας κατά την ώρα i.

Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας (Q_{k_i}) υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{k_i} = U \times A \times CLTD \quad (5.8)$$

όπου:

- i : Οι ώρες της ημέρας.
U : Η ολική θερμική διαπερατότητα του ανοίγματος.
A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος.
CLTD: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά του ψυκτικού φορτίου ανοιγμάτων κατά την ώρα i.

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (CLTD) αναφέρεται αναλυτικά στα γενικά στοιχεία της μελέτης.

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος με το μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος, το συντελεστή σκίασης και τον παράγοντα ψυκτικού φορτίου (CLF):

$$Q_{a_i} = A \times SC_i \times SHGF \times CLF_i \quad (5.9)$$

όπου:

i : Οι ώρες της ημέρας.

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος.

$SHGF$: Ο μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους για τον προσανατολισμό του ανοίγματος, το μήνα και το γεωγραφικό πλάτος.

SC_i : Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης.

CLF_i : Ο παράγοντας ψυκτικού φορτίου, που εξαρτάται από το αν είναι ή όχι εσωτερικά σκιασμένο το άνοιγμα.

6. Φορτία φωτισμού

Τα στιγμιαία θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον ακόλουθο τύπο:

$$Q_{el} = W \times F_{ul} \times F_{sa} \quad (5.10)$$

όπου:

Q_{el} : Θερμικό κέρδος.

W : Ηλεκτρική ισχύς του εγκατεστημένου φωτιστικού.

F_{ul} : Συντελεστής χρήσης φωτιστικού.

F_{sa} : Ειδικός συντελεστής αναλόγως με το είδος του φωτιστικού.

7. Φορτία ατόμων

Το θερμικό κέρδος από άτομα διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι ακόλουθες:

$$Q_s = q_{s, per} \times N \quad (5.11)$$

$$Q_l = q_{l, per} \times N \quad (5.12)$$

που:

Q_s : Αισθητό θερμικό κέρδος ατόμων.

Q_l : Λανθάνον θερμικό κέρδος ατόμων.

$q_{s, per}$: Αισθητό θερμικό κέρδος ανά άτομο.

$q_{l, per}$: Λανθάνον θερμικό κέρδος ανά άτομο.

N : Αριθμός ατόμων.

8. Φορτία συσκευών

Όπως το φορτίο από τα άτομα έτσι και το φορτίο από τις συσκευές διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_s = q_s \times F_U \times F_R \quad (5.13)$$

$$Q_l = q_l \times N \quad (5.14)$$

Q_s : Αισθητό θερμικό κέρδος συσκευής.
 Q_l : Λανθάνον θερμικό κέρδος συσκευής.
 q_s : Αισθητό φορτίο συσκευής.
 q_l : Λανθάνον φορτίο συσκευής.
 F_U : Συντελεστής χρήσης συσκευής.
 F_R : Συντελεστής ακτινοβολίας συσκευής.
 N : Αριθμός συσκευών.

9. Φορτία από χαραμάδες

Τα φορτία αυτά λαμβάνονται υπ' όψη μόνο όταν δεν υπάρχουν στο χώρο εναλλαγές αέρα από κλιματιστικές συσκευές και υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$n$$
$$q_i = \left(\sum_{j=1} P_j \times a_j \times b \right) \times Dt_i \quad (5.15)$$

όπου:

q_i : Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i .
 P_j : Η περίμετρος του ανοίγματος j .
 n : Ο αριθμός των ανοιγμάτων.
 a_j : Ο συντελεστής διείσδυσης του αέρα για το άνοιγμα j . Εξαρτάται από τον τύπο του ανοίγματος.
 b : Συντελεστής που εξαρτάται από την έκθεση του κτιρίου σε ανέμους, το λόγο της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς την επιφάνεια των εσωτερικών ανοιγμάτων και τη θέση του ανοιγμάτων. Η τιμή του κυμαίνεται από 0.24 έως 1.6.
 Dt_i : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i .

10. Αερισμός

Ο υπολογισμός αυτός αφορά την εισαγωγή εξωτερικού αέρα για αερισμό των κλιματιζόμενων χώρων. Το φορτίο του αερισμού διακρίνεται σε αισθητό και σε λανθάνον, και υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$Q_s = 1.23 \times q_s \times \Delta t \quad (5.16)$$

$$Q_l = 3010 \times q_s \times \Delta W \quad (5.17)$$

όπου:

Q_s : Αισθητό φορτίο λόγω αερισμού.
 Q_l : Λανθάνον φορτίο λόγω αερισμού.
 q_s : Όγκος εισερχομένου αέρα, (m^3/s).
 Δt : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, ($^{\circ}C$).
 ΔW : Διαφορά λόγου υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, (kg υγρασίας / kg ξ.α.).

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και αναλυτικά για όλες τις ώρες. Στα φύλλα υπολογισμών ανά χώρο τα αποτελέσματα πινακοποιούνται στις παρακάτω ομάδες:

1. Πίνακας Δομικών Στοιχείων, οι στήλες του οποίου είναι οι εξής:

- Είδος Επιφάνειας (πχ. T= Τοίχος κλπ)
- Προσανατολισμός
- Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας k
- Μήκος (m)
- Ύψος ή Πλάτος (m)
- Επιφάνεια (m^2)
- Αριθμός Όμοιων Επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια (m^2)
- Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m^2)
- Επιφάνεια Υπολογισμού (m^2)
- Εσωτερική Σκίαση
- Σκίαση προβόλου
- Αυθαίρετοι συντελεστές σκίασης

2. Φορτία του παραπάνω πίνακα ανά επιφάνεια και ώρα (Btu/h, W, ή Kcal/h)

3. Πρόσθετα Φορτία ανά ώρα (Btu/h, W, ή Kcal/h)

- Φωτισμού
- Ατόμων
- Συσκευών

4. Συνολικά Φορτία Χώρου ανά ώρα (Kbtu/h, KW, ή Kcal/h)

5. Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (Kbtu/h, KW, ή Kcal/h)

α) Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι γεωμετρικές διαστάσεις των στοιχείων καθώς επίσης και ενδείξεις σχετικές με πιθανές σκιάσεις σε αυτά.

β) Στη δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία όπως υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο, σύμφωνα με τους παραπάνω κανόνες υπολογισμών.

γ) Η τρίτη ομάδα περιέχει τα φορτία που οφείλονται σε πρόσθετες αιτίες, δηλαδή στον φωτισμό, τα άτομα, τις συσκευές και τις χαραμάδες και αναλύονται σε αισθητό, λανθάνον και συνολικό φορτίο.

δ) Στην τελευταία ομάδα παρουσιάζονται τα σύνολα των φορτίων ανά ώρα και ξεχωριστά για αισθητό και λανθάνον φορτίο καθώς επίσης και τα φορτία αερισμού.

Ανάλογη παρουσίαση έχουν και τα φύλλα υπολογισμών συστημάτων, στα οποία συγκεντρώνονται τα φορτία των χώρων που αντιστοιχούν στο σύστημα, αναλυόμενα στις διάφορες αιτίες. Στα φύλλα αυτά εμφανίζεται και ο αερισμός. Τέλος, οι συντελεστές σκίασης παρουσιάζονται σε ξεχωριστά φύλλα.

Πίνακας 5.1: Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξ.Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k W/m²K	Βάρος kg/m²	Χρώμα
T1	Τοίχος με τούβλο,μόνω ση και πέτρα	C	G1	0	0.401		
T2	Εξωτερική κολώνα με μόνωση και πέτρα	C	G1	0	0.457		
T3	Εξωτερική τοιχοποιία 15 cm με μόνωση	C	G1	0	0.457		
T4	Εξωτερική κολώνα με μόνωση και πέτρα 45 cm	C	G1	0	0.443		

Πίνακας 5.2: Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εσ. Τοίχοι

Εσ.Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k W/m²K
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 14 cm με συμπαγείς πλίνθους	4.3
E2	Εσωτερική τοιχοποιία 12 cm με συμπαγείς πλίνθους	5.017
E3	Εσωτερική τοιχοποιία 10 cm με συμπαγείς πλίνθους	6.02
E4	Εσωτερική τοιχοποιία με συμπαγή τούβλο,πέτρα και ηχ	0.428
E5	Εσωτερική ψευδοτοιχοποιία γυψοσανίδα 7 cm	7.129
E6	Τοίχος εσωτερικός συμπαγής 13 cm	4.631
E7	Εσωτερικός τοίχος συμπαγή τούβλα 15 cm	4.013
E8	Εσωτερική κωλόνα 30 cm	7.167
E9	Εσωτερική κολώνα 50 cm	3.956
E10	Εσωτερική κολώνα 35 cm	6.143
E11	Εσωτερική κολώνα 45 cm	4.778
E12	Εσωτερικός τοίχος σκυροδέματος ασανσέρ 30 cm	7.167
E13	Εσωτερική τοιχοποιία τούβλο 30 cm	2.007
E14	Εσωτ. τοιχοποιία συμπαγές τούβλο- πέτρα 30 -15 cm	1.824
E15	Εσωτερική τοιχοποιία 20 cm με συμπαγές τούβλο	3.010
E16	Εσωτερική τοιχοποιία τούβλο 30 cm	2.007
E17	Εσωτερική τοιχοποιία 35 cm συμπαγές τούβλο	1.720

Πίνακας 5.3: Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k W/m²K	Βάρος kg/m²	Χρώμα
O1	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμ α	5	1	18	0.44	100	
O2	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμ α	5	1	18	0.44	100	

Πίνακας 5.4: Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k W/m²K
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ2	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ3	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60

Πίνακας 5.5: Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ.k W/m²K	Συντ. Τζαμ.	Ειδ. Πλαισ.	Συντ.α	Σύστημα Υαλοπινάκ ων
A1	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.72	2.7	3.50	0.9			19
A2	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.91	2.7	3.50	0.9			19
A3	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	2.1	3.50	0.9			19
A4	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.62	2.7	3.50	0.9			19
A5	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	1.9	3.50	0.9			19
A6	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.8	1.9	3.50	0.9			19
A7	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.8	2.8	3.50	0.9			19
A8	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.32	2.8	3.50	0.9			19
A9	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.58	2.8	3.48	1			
A10	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.32	2.8	3.48	1			
A11	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.58	2.8	3.48	1			
A12	Διπλό	1.62	1.9	3.50	0.9			19

	διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)							
A13	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.58	1.9	3.50	0.9			19
A14	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.62	2.8	3.48	1			
A15	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	3.7	2.8	3.48	1			
A16	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.83	2.8	3.48	1			
A17	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.63	2.8	3.48	1			
A18	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.59	1.9	3.50	0.9			19
A19	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.8	2.9	3.48	1			
A20	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.93	2.8	3.48	1			
A21	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.63	2.8	3.48	1			
A22	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1	0.6	3.50	0.9			19
A23	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1	1.3	3.50	0.9			19
A24	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1	1.25	3.50	0.9			19
A25	Πλευρ. φινιστρίνι και ορθογ. παράθυρο (διπλ. υαλ.)	2.11	0.7	3.5				
A26	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.59	1.15	3.50	0.9			19
A27	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο	2.03	2.15	3.48	1			

	πλαίσιο)							
A28	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1	2.15	3.48	1			
A29	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.6	2.8	3.48	1			
A30	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.8	2.8	3.48	1			
A31	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.93	2.8	3.48	1			
A32	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.77	2.15	3.48	1			
A33	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.78	2.15	3.48	1			
A34	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.63	0.6	3.50	0.9			19
A35	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.58	1.9	3.50	0.9			19
A36	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.58	0.5	3.50	0.9			19
A37	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.58	2.1	3.50	0.9			19
A38	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.91	2.8	3.48	1			
A39	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.32	2.8	3.48	1			
A40	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	2.8	3.50	0.9			19
A41	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.62	2.8	3.48	1			
A42	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.72	2.8	3.48	1			
A43	Διπλό διακένου 12mm	1.63	1.9	3.50	0.9			19

	(μεταλλικό πλαίσιο)							
A44	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.48	2.8	3.48	1			
A45	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.89	2.2	3.48	1			

Πίνακας 5.6: ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

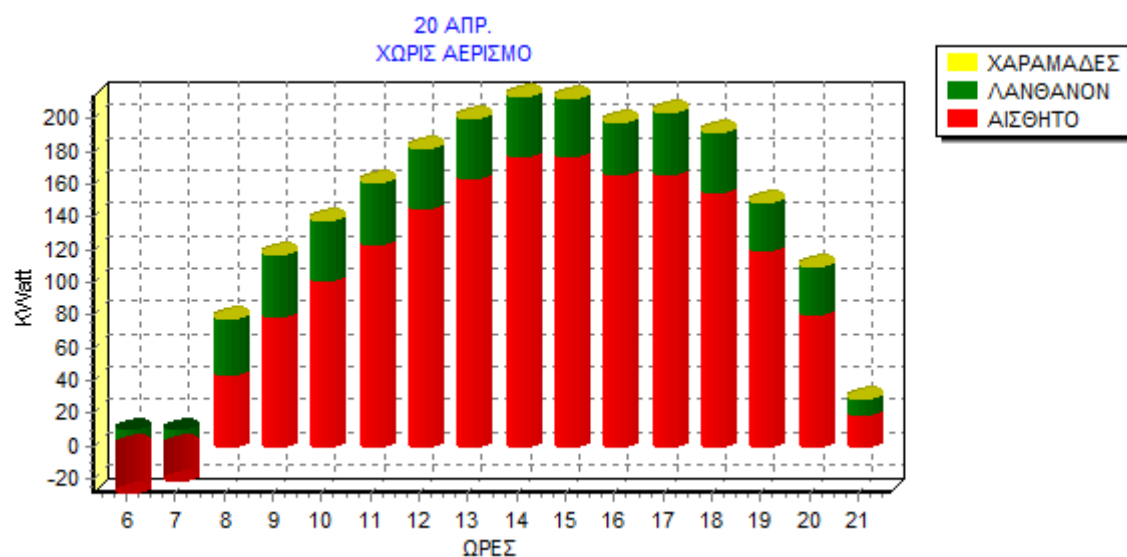
ΩΡΕΣ	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
20 ΑΠΡ.	-19	-11	78	117	138	161	182	200	214	213	198	204	192	150	110	29
21 ΜΑΙΟΥ	-15	-8	80	116	135	155	174	190	202	202	189	196	187	147	118	36
21 ΙΟΥΝ.	8	16	105	137	151	165	178	193	204	204	191	201	195	159	139	58
23 ΙΟΥΛ.	24	31	120	152	165	179	191	206	217	218	205	215	209	173	148	68
24 ΑΥΓ.	23	35	125	158	175	192	208	225	236	236	221	230	222	183	146	67
22 ΣΕΠΤ.	-8	6	97	132	151	171	189	207	219	217	201	208	199	159	114	35

Πίνακας 5.7: Μέγιστα φορτία χώρων με αερισμό

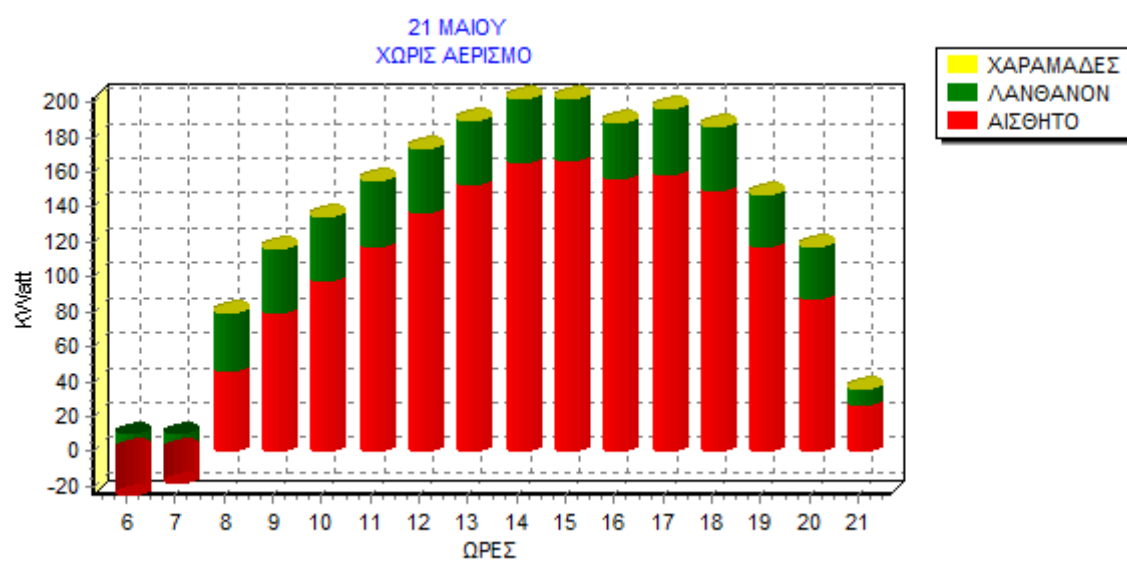
Επίπεδο	Χώρος	Σύστημα	Επιφάνεια (m²)	Ωρα μέγιστου φορτίου	Εξωτερικός αέρας (m3/h)	Συνολικό φορτίο (με αερισμό) (Watt)	Συνολικό αισθητό φορτίο (με αερισμό) (Watt)	Συνολικό λανθάνον φορτίο (με αερισμό) (Watt)	Αισθητό φορτίο ανά m² (Watt/m²)	Συνολικό φορτίο ανά m² (Watt/m²)
Ισόγειο και όροφος	Φουαγιέ	1	257.9	14	1676.2	25688.3	19121.9	6566.4	74.2	99.6
Ισόγειο και όροφος	Μεγάλο αμφιθέατρο	1	478.3	14	3108.8	63398.3	43332.3	20066.0	90.6	132.6
Ισόγειο	Είσοδος 1	1	61.2	14	232.4	8883.5	8056.4	827.2	131.7	145.3
Ισόγειο	2.22 αίθουσα διαλέξε	1	86.5	14	328.5	15779.0	10154.5	5624.4	117.5	182.5
Ισόγειο	2.06 Αίθουσα διδασκα	1	84.7	14	321.9	11190.3	8064.6	3125.7	95.2	132.1
Ισόγειο	2.03 κατάστημα	1	14.4	14	54.9	1045.0	699.6	345.4	48.4	72.3
Ισόγειο	2.12 διάδρομος	1	17.6	11	66.9	4442.3	4204.3	238.1	238.9	252.4
Ισόγειο	2.11 Αίθουσα διδασκα	1	77.9	18	295.8	10915.8	7882.7	3033.0	101.3	140.2
Ισόγειο	2.08 2.09 2.10 wc κα	1	50.0	15	190.1	3070.9	2394.1	676.8	47.8	61.4
Ισόγειο	είσοδος 2	1	48.8	15	185.5	1925.9	1265.7	660.2	25.9	39.5
Ισόγειο	2.05 Αποθήκες	1	14.4	15	54.7	828.3	493.5	334.8	34.3	57.5
Ισόγειο	γραφείο υποδοχής	1	40.1	15	152.4	2909.8	1707.4	1202.4	42.6	72.6
Ισόγειο	2.20 2.21 2.19 2.18	1	85.0	15	323.0	5719.8	4270.1	1449.7	50.2	67.3
Ισόγειο	κουζίνα	1	31.5	15	119.6	10129.2	8643.6	1485.6	274.7	321.9
Ισόγειο	2.17 διάδρομος	1	26.3	15	99.9	934.3	578.7	355.6	22.0	35.5
Ισόγειο	2.04 διάδρομος	1	79.1	17	300.6	4313.3	3243.2	1070.1	41.0	54.5
Ισόγειο	2.13 Αίθουσα διδασκαλ	1	100.2	17	380.6	16412.9	11008.1	5404.8	109.9	163.9
Ισόγειο	2.14	1	100.2	15	7992.8	54125.4	22074.6	32050.8	220.4	540.4

	Αίθουσα διδασκα									
ισόγειο	2.15 Αίθουσα διδασκα	1	61.2	14	232.4	10858.9	8636.6	2222.3	141.2	177.5
ισόγειο	2.16 Αίθουσα διδασκα	1	61.2	17	232.4	13215.2	11262.9	1952.3	184.1	216.1
όροφος	3.24 Εντευκτήριο	1	78.0	14	296.5	12105.4	9849.8	2255.6	126.2	155.1
όροφος	είσοδος 1	1	132.1	15	501.9	6706.4	4919.9	1786.5	37.2	50.8
όροφος	2.07 Είσοδος 3.11	1	46.0	15	174.6	2235.2	1613.5	621.7	35.1	48.6
όροφος	3.19 3.20	1	46.3	15	175.9	3808.5	2412.5	1396.0	52.1	82.3
όροφος	3.10 διάδρομος	1	42.8	15	162.8	1686.6	1107.1	579.5	25.8	39.4
όροφος	3.06 Διάδρομος +3.05	1	33.0	15	125.3	1598.9	1153.0	445.9	35.0	48.5
όροφος	3.01 Ξενώνας 1	1	20.1	17	76.5	1700.3	1367.8	332.4	67.9	84.4
όροφος	3.02 Ξενώνας 2	1	20.1	17	76.5	1506.4	1174.0	332.4	58.3	74.8
όροφος	3.03 Ξενώνας 3	1	20.1	17	76.5	1891.4	1558.9	332.4	77.4	93.9
όροφος	3.04 Ξενώνας 4	1	20.5	16	78.1	2042.3	1704.4	337.8	83.0	99.4
όροφος	3.07 Ξενώνας 5	1	17.8	16	67.5	1834.9	1534.6	300.3	86.4	103.3
όροφος	3.13 Wc ανδρών	1	10.5	15	39.9	828.9	596.9	232.0	56.9	79.0
όροφος	3.14 Wc Γυναικών	1	10.5	15	39.9	698.2	466.3	232.0	44.4	66.5
όροφος	3.12 Wc ΑΜΕΑ	1	10.5	15	39.9	767.2	535.3	232.0	51.0	73.1
όροφος	3.22 Αναγνωστήριο	1	71.2	14	270.7	7123.5	5260.0	1863.5	73.8	100.0
όροφος	3.23 Βιβλιοθήκη	1	66.7	15	253.4	3812.3	2730.3	1082.0	40.9	57.2
όροφος	3.21 Αίθουσα υπολογι	1	54.3	15	206.3	4091.9	2997.7	1094.2	55.2	75.4
όροφος	3.17 Γραφείο	1	12.3	15	46.9	770.8	513.9	256.9	41.6	62.5
όροφος	3.16 Γραφείο	1	12.3	15	46.9	1061.3	804.4	256.9	65.2	86.0
όροφος	3.15 Γραφεία καθηγητ	1	61.4	14	233.4	6628.2	5167.3	1460.9	84.1	107.9
όροφος	3.19 Αρχείο Απόδημου	1	29.3	15	111.4	2267.7	1601.1	666.7	54.6	77.3
όροφος	3.20 Αίθουσα συσκέψε	1	26.7	15	101.3	2854.6	1864.1	990.6	69.9	107.1
όροφος	3.09 Κοιμόχρηστος χώ	1	45.4	14	172.6	5686.8	4397.4	1289.4	96.8	125.2
όροφος	3.08 Αποθήκη wc	1	8.8	15	33.6	599.8	390.3	209.5	44.2	67.9
όροφος	3.26 και υπόλοιπα πέ	1	47.3	15	179.8	2424.7	1674.7	750.0	35.4	51.2
Σύνολο			2720.5		19937.6	342518.7	234490.1	108028.6	86.2	125.9

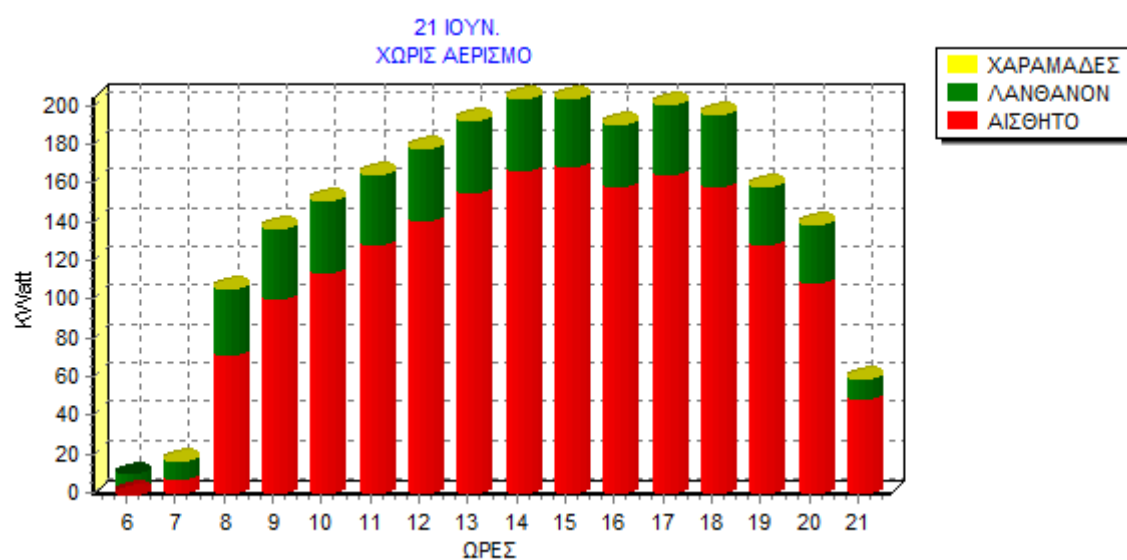
Διάγραμμα 5.1



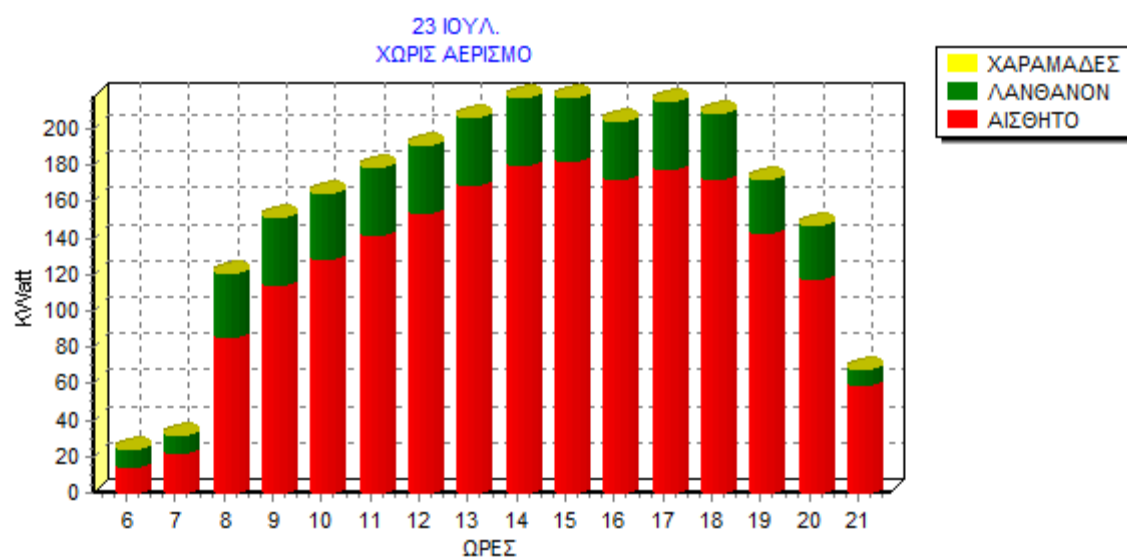
Διάγραμμα 5.2



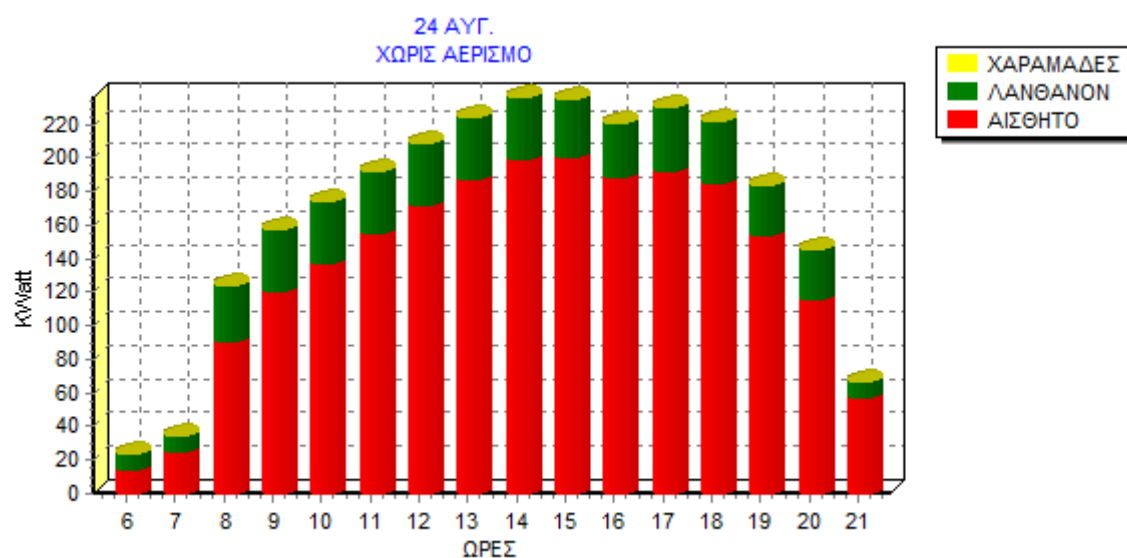
Διάγραμμα 5.3



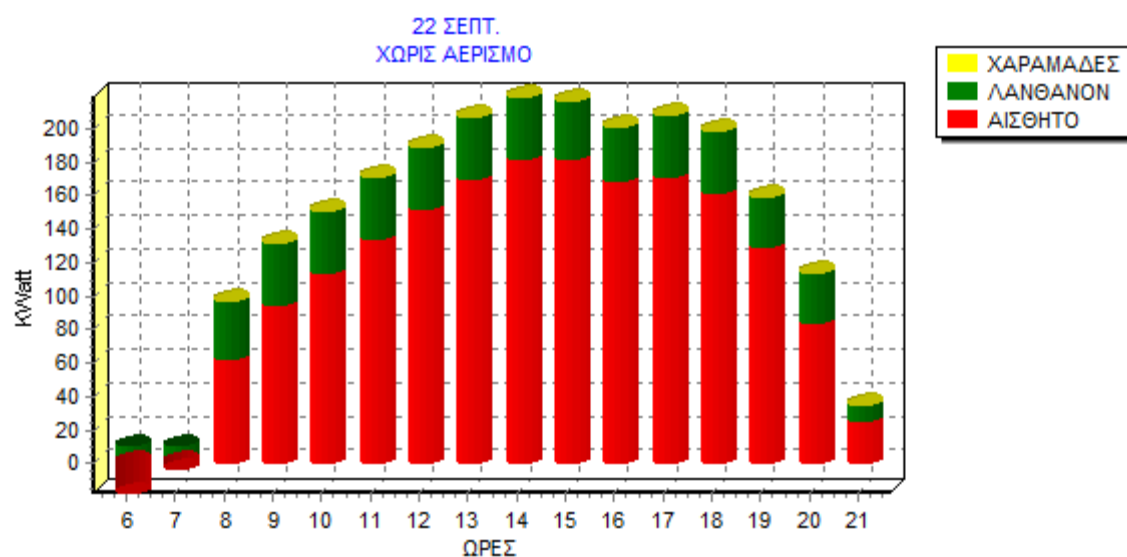
Διάγραμμα 5.4



Διάγραμμα 5.5

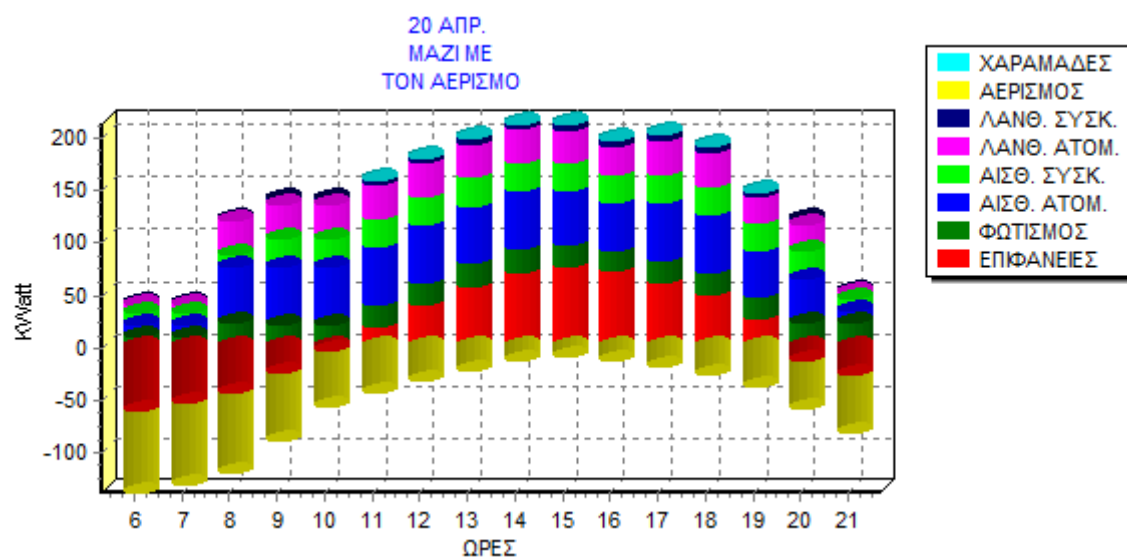


Διάγραμμα 5.6

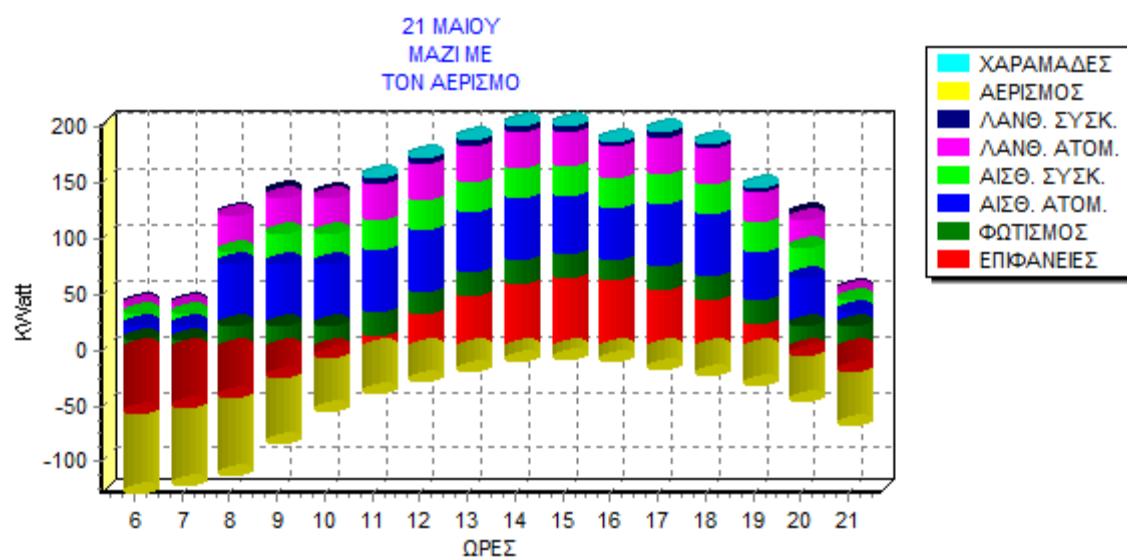


Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό

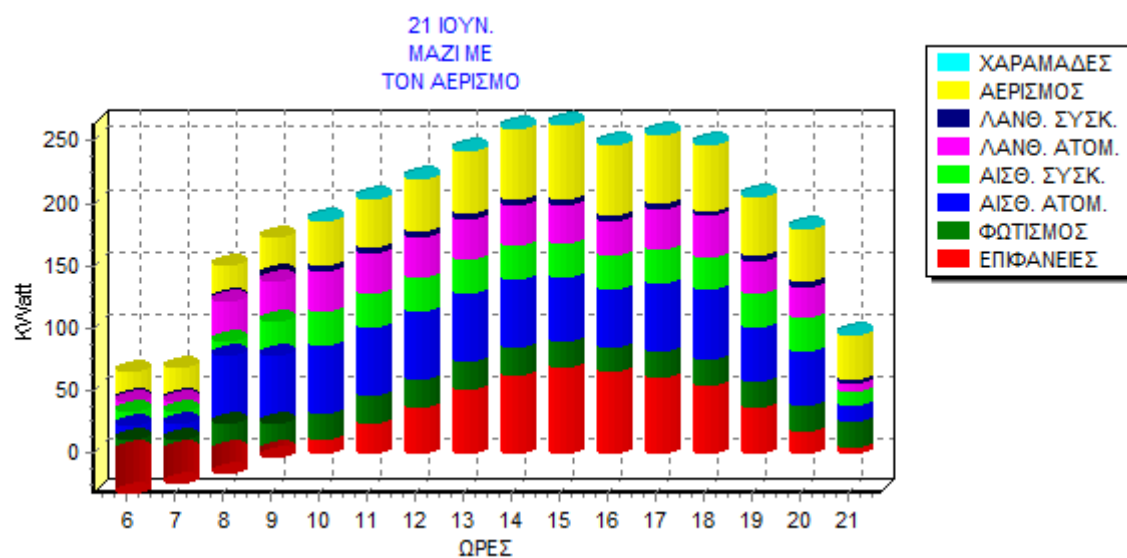
Διάγραμμα 5.7



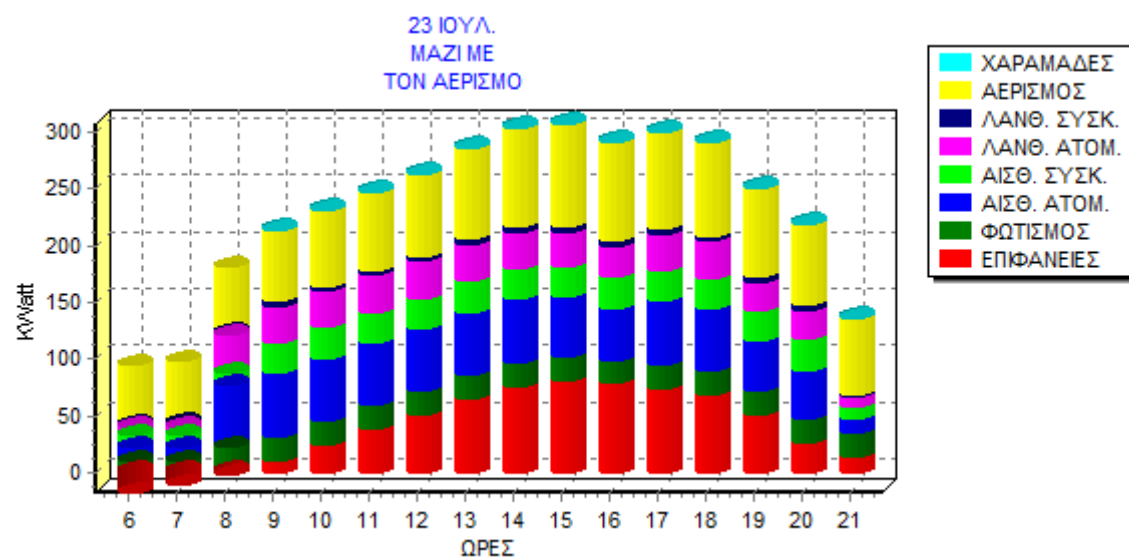
Διάγραμμα 5.8



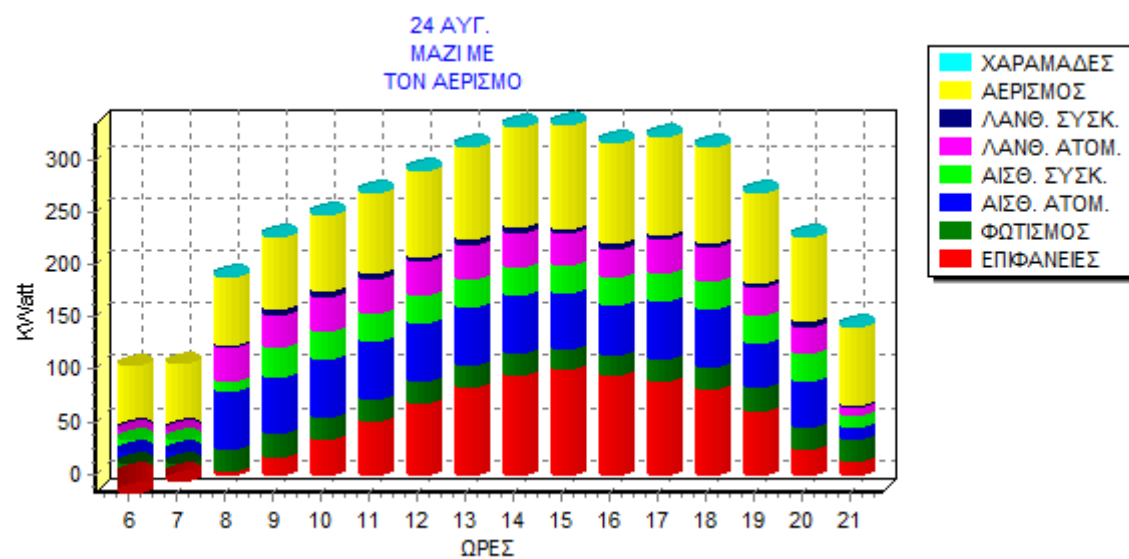
Διάγραμμα 5.9



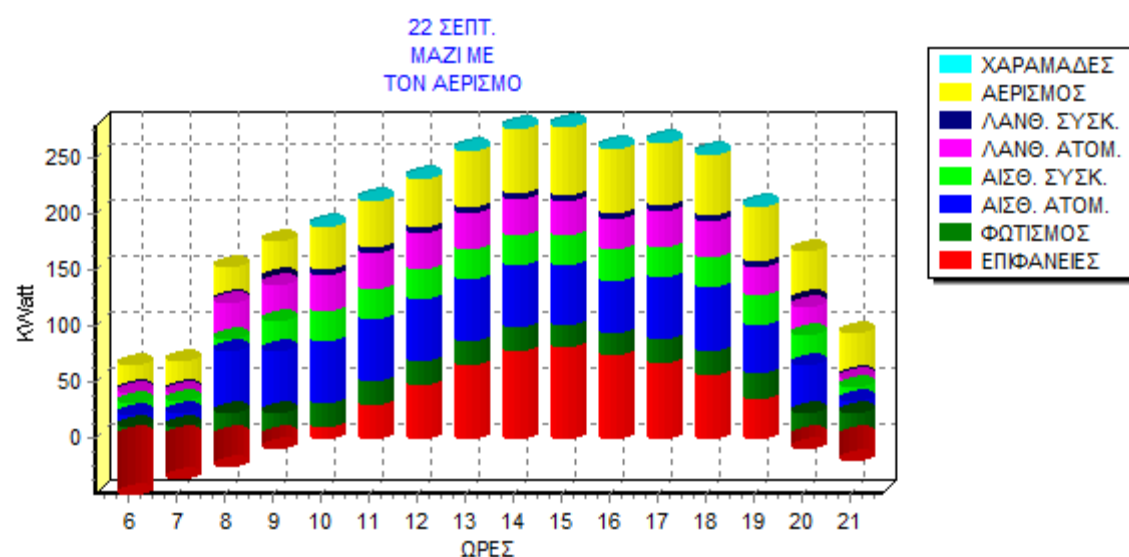
Διάγραμμα 5.10



Διάγραμμα 5.11



Διάγραμμα 5.12



Διαγράμματα Συστημάτων

Πίνακας 5.8: Τυπικές επιφάνειες χώρου

Υπολογισμός Ψυκτικών Απωλειών

Επίπεδο: 1 Α.Α. Χώρου: 1 Ονομασία Χώρου: Φουαγιέ

Επιφάνειες χώρου

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	K	Μήκος	Υψος ή πλάτος	Επιφά-νεια	Αριθμός Επιφα-νειών	Συνολική Επιφά-νεια	Αφαιρούμενη επιφά-νεια	Επιφά-νεια υπολο-γισμού	Εσωτε-ρική σκίαση	Σκιά προβό-λου	Αυθερ. Συντε-λεστής σκίασης
T1	B	0.401	8.75	6.5	56.88	1	56.88		56.88			
T1	N	0.401	8.75	6.5	56.88	1	56.88		56.88			
O1	O	0.44	8.75	15.95	139.6	1	139.6		139.6			
Δ1	ΦΕ	0.60	8.75	16.84	147.3	1	147.3		147.3			
A16	N	3.48	1.83	2.8	5.12	3	15.36		15.36			
A31	B	3.48	1.93	2.8	5.40	1	5.40		5.40			
A14	N	3.48	1.62	2.8	4.54	2	9.08		9.08			
A24	N	3.50	0.7	1.25	0.88	4	3.52		3.52			
A22	N	3.50	1	0.6	0.60	6	3.60		3.60			
A22	B	3.50	1	0.6	0.60	4	2.40		2.40			
A27	N	3.48	2.03	2.15	4.36	3	13.08		13.08			

Πίνακας 5.9: Συντελεστής σκίασης επιφανειών

Είδος Επιφά-νειας	Επιφά-νεια Υπολο-γισμού	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
T1	56.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	56.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1	139.6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	147.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A16	15.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A31	5.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A14	9.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A24	3.52	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A22	3.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A22	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A27	13.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 5.10: Φορτία χώρου ανά επιφάνεια (Φουαγιέ)

Είδος Επιφά-νειας	Επιφά-νεια Υπολο-γισμού	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
T1	56.88	-37	-37	-37	-37	-37	-18	-18	1	1	20	39
T1	56.88	74	55	55	55	55	74	112	131	169	188	206
O1	139.6	-238	-7	269	545	868	1098	1329	1467	1513	1467	1329
Δ1	147.3	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442
A16	15.36	820	1379	2155	3056	3832	4300	4372	4065	3631	3144	2783
A31	5.40	207	268	322	396	444	500	512	536	524	512	535
A14	9.08	485	815	1274	1807	2265	2542	2585	2403	2147	1859	1645
A24	3.52	188	316	494	700	878	986	1002	932	832	721	638
A22	3.60	192	323	505	716	898	1008	1025	953	851	737	653
A22	2.40	92	119	143	176	198	222	228	239	233	228	238
A27	13.08	698	1174	1835	2603	3263	3662	3723	3461	3092	2678	2370
Σύνολα		2923	4847	7457	10460	13107	14816	15312	14629	13437	11995	10879

Πίνακας 5.11: Δεδομένα Φωτισμού (Φουαγιέ)

Είδος Φωτισμού	Συντελεστής	Ισχύς	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	206	258
Σύνολο			257.8752

Πίνακας 5.12: Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού ανά ώρα

Τίτλος	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.90	
Φορτίο	258	232	258	258	258	258	258	232	206	232	

Πίνακας 5.13: Δεδομένα ατόμων (Φουαγιέ)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθητου Φορτίου	Συντ. Λανθάνοντος Φορτίου	Αριθμός ατόμων	Σύνολο Αισθητού	Σύνολο Λανθάνοντος	Σύνολο Ολικού Φορτίου
Καθισμένοι στο Θέατρο	65.00	30.00	20	1300	600	1900
Σύνολο				1300	600	1900

Πίνακας 5.14: Χρονοδιάγραμμα ατόμων χώρου ανά ώρα

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1040	1300	1300
Φορτίο Λανθάνον	600	600	600	600	600	600	600	600	480	600	600
Σύνολο	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1520	1900	1900

Πίνακας 5.15: Δεδομένα συσκευών

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθητού	Συντελεστής Λανθάνοντος	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθητού Φορτίου	Συνολο Λανθάνοντος Φορτίου	Σύνολο Ολικού Φορτίου
Οθόνη Υπολογιστή μεγάλη	80.00		2	160		160
Σύνολο				160	0	160

Πίνακας 5.16: Πρόσθετα Φορτία ανά ώρα (Φουαγιέ)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Φωτισμός	258	232	258	258	258	258	258	232	206	232	258
Άτομα (Αισθητό)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1040	1300	1300
Άτομα (Λανθάνον)	600	600	600	600	600	600	600	600	480	600	600
Άτομα (Σύνολο)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1520	1900	1900
Συσκευές (Αισθητό)	64	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	64	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.17: Συνολικά φορτία χώρου ανά ώρα (Φουαγιέ)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Αισθητό	4544	6539	9175	12178	14825	16534	17030	16322	14843	13687	12597
Λανθάνον	600	600	600	600	600	600	600	600	480	600	600
Σύνολο	5144	7139	9775	12778	15425	17134	17630	16922	15323	14287	13197

Πίνακας 5.18: Φορτία Συσκευής Λογώ Αερισμού ανά Ωρα (Φουαγιέ)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Αισθητό	-512.5	-157.9	196.66	542.92	889.17	1490.6	2092.1	2353.6	2092.1	1935.2	1778.3
Λανθάνον	5966.4	5966.4	5966.4	5966.4	5966.4	5966.4	5966.4	5966.4	5966.4	5966.4	5966.4
Σύνολο	5453.8	5808.4	6163.1	6509.3	6855.6	7457.1	8058.6	8320.1	8058.6	7901.7	7744.7

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Φουαγιέ)

Αισθητό : 2354

Λανθάνον : 5966

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h) : 1676.19

Κεφάλαιο 6

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία ASHRAE και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTEE, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- i) ASHRAE Cooling and Heating Load Calculations Principles
- ii) ASHRAE Handbook of Fundamentals 1997

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Με βάση τη μεθοδολογία ASHRAE Heat Balance (HB), οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

- α) Απώλειες θερμοπερατότητας Q_T , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ.).
- β) Απώλειες λόγω προσauξήσεων Q_A .
- γ) Απώλειες αερισμού χώρου Q_S .

2.1.1) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_T = U * A * (t_i - t_o) \quad (6.1)$$

όπου:

- Q_T : Απώλειες θερμότητας, (W ή Kcal/h).
- A : Επιφάνεια του δομικού στοιχείου, (m^2).
- U : Συντελεστής θερμοπερατότητας, (W/m^2K ή $Kcal/m^2h^{\circ}C$).
- t_i : Θερμοκρασία χώρου, ($^{\circ}C$).
- t_o : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, ($^{\circ}C$).

2.1.2) Οι προσauξήσεις Q_A εκτιμώνται από τον μελετητή.

2.1.3) Οι απώλειες αερισμού Q_S κατά τη χειμερινή περίοδο υπολογίζονται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_S = 1.23 * Q * (t_{in} - t_{out}) \quad (6.2)$$

όπου

- Q_S : Αισθητό φορτίο λόγω αερισμού, (W ή Kcal/h).
- Q : Όγκος εξερχομένου αέρα, (m^3/s).
- t_{in} : Εσωτερική θερμοκρασία, ($^{\circ}C$).
- t_{out} : Εξωτερική θερμοκρασία, ($^{\circ}C$).

2.1.4) Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών δεν είναι παρά το άθροισμα των Q_T , Q_A και Q_S , δηλαδή:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_A + Q_S \quad (W \text{ ή } Kcal/h) \quad (6.3)$$

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

α) Στο επάνω μέρος του πίνακα παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες λόγω θερμοπερατότητας με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- * Είδος επιφάνειας (πχ. **T**=τοίχος, **A**=Ανοιγμα, **O**=οροφή **Δ**=Δάπεδο)
- * Προσανατολισμός
- * Πάχος
- * Μήκος
- * Ύψος ή πλάτος
- * Επιφάνεια
- * Αριθμός όμοιων επιφανειών
- * Συνολική Επιφάνεια
- * Αφαιρούμενη Επιφάνεια
- * Επιφάνεια Υπολογισμού
- * Συντελεστής k
- * Διαφορά Θερμοκρασίας Δt
- * Καθαρές Θερμικές Απώλειες

β) στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.

Πίνακας 6.1: Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Τρίπολη
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	-5
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	22
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	22
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	4
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	ASHRAE HB 1997
Σύστημα Μονάδων	Watt

Πίνακας 6.2: Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εξωτερικών Τοίχων
T1	Τοίχος με τούβλο,μόνωση και πέτρα	0.401
T2	Εξωτερική κολώνα με μόνωση και πέτρα	0.457
T3	Εξωτερική τοιχοποιία 15 cm με μόνωση	0.457
T4	Εξωτερική κολώνα με μόνωση και πέτρα 45 cm	0.443

Πίνακας 6.3: Τυπικά Στοιχεία - Εσ. Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εσωτερικών Τοίχων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 14 cm με συμπαγείς πλίνθους	4.3
E2	Εσωτερική τοιχοποιία 12 cm με συμπαγείς πλίνθους	5.017
E3	Εσωτερική τοιχοποιία 10 cm με συμπαγείς πλίνθους	6.02
E4	Εσωτερική τοιχοποιία με συμπαγή τούβλο,πέτρα και ηχ	0.428
E5	Εσωτερική ψευδοτοιχοποιία γυψοσανίδα 7 cm	7.129
E6	Τοίχος εσωτερικός συμπαγής 13 cm	4.631
E7	Εσωτερικός τοίχος συμπαγή τούβλα 15 cm	4.013
E8	Εσωτερική κωλόνα 30 cm	7.167
E9	Εσωτερική κολώνα 50 cm	3.956
E10	Εσωτερική κολώνα 35 cm	6.143
E11	Εσωτερική κολώνα 45 cm	4.778
E12	Εσωτερικός τοίχος σκυροδέματος ασανσέρ 30 cm	7.167
E13	Εσωτερική τοιχοποιία τούβλο 30 cm	2.007
E14	Εσωτ. τοιχοποιία συμπαγές τούβλο-πέτρα 30 -15 cm	1.824
E15	Εσωτερική τοιχοποιία 20 cm με συμπαγές τούβλο	3.010
E16	Εσωτερική τοιχοποιία τούβλο 30 cm	2.007
E17	Εσωτερική τοιχοποιία 35 cm συμπαγές τούβλο	1.720

Πίνακας 6.4: Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Οροφών
O1	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμα	0.44
O2	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμα	0.44

Πίνακας 6.5: Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ2	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ3	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60

Πίνακας 6.6: Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.k (Watt/m ² K) Ανοιγμάτων	Συντ.α	Φύλλα
A1	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.72	2.7	2.79		
A2	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.91	2.7	2.79		
A3	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	2.1	2.79		
A4	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.62	2.7	2.79		
A5	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	1.9	2.79		
A6	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.8	1.9	2.79		
A7	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.8	2.8	2.79		
A8	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.32	2.8	2.79		
A9	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.58	2.8	3.49		
A10	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.32	2.8	3.49		
A11	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.58	2.8	3.49		
A12	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.62	1.9	2.79		
A13	Διπλό	0.58	1.9	2.79		

	απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)					
A14	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.62	2.8	3.49		
A15	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	3.7	2.8	3.49		
A16	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.83	2.8	3.49		
A17	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.63	2.8	3.49		
A18	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.59	1.9	3.49		
A19	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.8	2.9	3.49		
A20	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.93	2.8	3.49		
A21	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.63	2.8	3.49		
A22	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1	0.6	2.79		
A23	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1	1.3	2.79		
A24	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1	1.25	2.79		
A25	Πλευρ. φινιστρίνι και ορθογ. παράθυρο (διπλ. υαλ.)	2.11	0.7	3.5		
A26	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.59	1.15	2.79		
A27	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.03	2.15	3.49		
A28	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1	2.15	3.49		
A29	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.6	2.8	3.49		
A30	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.8	2.8	3.49		
A31	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.93	2.8	3.49		
A32	Ανοιγμα χωρίς	0.77	2.15	3.49		

	τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)					
A33	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.78	2.15	3.49		
A34	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.63	0.6	2.79		
A35	Διπλό απόστασης 4cm<s<7cm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.58	1.9	2.79		
A36	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.58	0.5	3.50		
A37	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.58	2.1	3.50		
A38	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)	1.91	2.8	5.81		
A39	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)	1.32	2.8	5.81		
A40	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	2.8	3.50		
A41	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.62	2.8	3.49		
A42	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.72	2.8	3.49		
A43	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.63	1.9	3.50		
A44	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.48	2.8	3.49		
A45	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.89	2.2	3.49		

Πίνακας 6.7: τυπικό συγκεντρωτικό χώρο

Επίπεδο : Ισόγειο και όροφος Χώρος : 1
Ονομασία Χώρου Φουαγιέ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m²)	Επιφαν. Υπολ. (m²)	Συντελ. k (Watt/m² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	B			9.45	8.02	75.79	1	75.79		75.79	0.401	25.00	759.8
T1	N	α		8.23	8.02	66.00	1	66.00		66.00	0.401	25.00	661.6
O1	O			16.31	13.52	220.5	1	220.5		220.5	0.44	25.00	2426
Δ1	ΦΕ			15.84	16.84	266.7	1	266.7		266.7	0.60	10.00	1600
A16	N	α		1.83	2.8	5.12	3	15.36		15.36	3.48	25.00	1336
A31	B	α		1.93	2.8	5.40	1	5.40		5.40	3.48	25.00	469.8
A14	N	α		1.62	2.8	4.54	2	9.08		9.08	3.48	25.00	790.0
T1	B			2.92	3.8	11.10	1	11.10		11.10	0.401	25.00	111.3
T1	N			2.92	3.8	11.10	1	11.10	7.12	3.98	0.401	25.00	39.90
A24	N	α		0.7	1.25	0.88	4	3.52		3.52	3.50	25.00	308.0
A22	N	α		1	0.6	0.60	6	3.60		3.60	3.50	25.00	315.0
A22	B	α		1	0.6	0.60	4	2.40		2.40	3.50	25.00	210.0
A27	N	α		2.03	2.15	4.36	3	13.08		13.08	3.48	25.00	1138

Απώλειες Θερμοπερατότητας Qo		10165
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $q_s = 1,23 \cdot Q_s \cdot \Delta t$		7159
Όγκος χώρου $V = 15.84 \times 16.28 \times 6.5 =$	1676	
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n =$	0.5	
Συνολική Προσαύξηση Z λόγω απωλειών στο δίκτυο διανομής αεραγωγών =	0 %	0
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{oi} = (Q_T + q_s) \times (1+Z) =$		17324

Πίνακας 6.8: τυπικό συγκεντρωτικό χώρου

Επίπεδο : Ισόγειο και όροφος Χώρος : 2
Ονομασία Χώρου Μεγάλο αμφιθέατρο

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	N			15.31	6.5	99.52	1	99.52		99.52	0.401	25.00	997.7
T1	A			31.24	6.5	203.1	1	203.1		203.1	0.401	25.00	2036
T1	B			15.31	6.5	99.52	1	99.52		99.52	0.401	25.00	997.7
T1	Δ			13.89	6.5	90.29	1	90.29		90.29	0.401	25.00	905.2
O1	O			31.24	15.31	478.3	1	478.3		478.3	0.44	25.00	5261
Δ1	ΦΕ			31.24	15.31	478.3	1	478.3		478.3	0.60	10.00	2870
E4	Δ			16.44	6.5	106.9	1	106.9		106.9	0.428	10.00	457.5
A17	N	α		1.63	2.8	4.56	1	4.56		4.56	3.48	25.00	396.7
A18	N	α		0.59	1.9	1.12	6	6.72		6.72	3.50	25.00	588.0
A30	A	α		1.8	2.8	5.04	2	10.08		10.08	3.48	25.00	877.0
A30	N	α		1.8	2.8	5.04	1	5.04		5.04	3.48	25.00	438.5
A26	N	α		0.59	1.15	0.68	7	4.76		4.76	3.50	25.00	416.5
A25	A	α		2.11	0.7	1.48	5	7.40		7.40	3.5	25.00	647.5
E7	E			11.41	3.8	43.36	1	43.36		43.36	4.013	10.00	1740
E7	E			2.82	3.8	10.72	1	10.72		10.72	4.013	10.00	430.2
E1	E			2.64	3.8	10.03	1	10.03		10.03	4.3	10.00	431.3
E1	E			3.75	3.8	14.25	2	28.50		28.50	4.3	10.00	1226
E1	E			2.58	3.8	9.80	1	9.80		9.80	4.3	10.00	421.4
E7	E			2.73	3.8	10.37	1	10.37		10.37	4.013	10.00	416.1
E7	E			0.8	3.8	3.04	1	3.04		3.04	4.013	10.00	122.0
E7	E			0.2	3.8	0.76	1	0.76		0.76	4.013	10.00	30.50
E7	E			3.09	3.8	11.74	1	11.74		11.74	4.013	10.00	471.1
E7	E			1.04	3.8	3.95	1	3.95		3.95	4.013	10.00	158.5
E7	E			4.06	3.8	15.43	1	15.43		15.43	4.013	10.00	619.2
E7	E			3.6	3.8	13.68	1	13.68		13.68	4.013	10.00	549.0
E7	E			4.4	3.8	16.72	1	16.72		16.72	4.013	10.00	671.0
E7	E			3.43	3.8	13.03	1	13.03		13.03	4.013	10.00	522.9
E7	E			1.5	3.8	5.70	1	5.70		5.70	4.013	10.00	228.7
E7	E			3.2	3.8	12.16	1	12.16		12.16	4.013	10.00	488.0
E7	E			0.35	3.8	1.33	1	1.33		1.33	4.013	10.00	53.37
E7	E			2.05	3.8	7.79	1	7.79		7.79	4.013	10.00	312.6
E3	E			1.29	3.8	4.90	2	9.80		9.80	6.02	10.00	590.0
E3	E			0.66	3.8	2.51	1	2.51		2.51	6.02	10.00	151.1

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀

26522

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ q_s = 1,23*Q_s*Δt

Όγκος χώρου V = 31.24x15.31x6.5=

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

3109
1.0

26555

Συνολική Προσαύξηση Z λόγω απωλειών στο δίκτυο διανομής αεραγωγών =

0 %

0

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q₀₁ = (Q_T + q_s) x (1+Z) =

53077

Πίνακας 6.9: ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : Ισόγειο και όροφος

1 Φουαγιέ	:	17324
2 Μεγάλο αμφιθέατρο	:	53077
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	70402

Επίπεδο : ισόγειο

1 Είσοδος 1	:	6144
2 2.22 αίθουσα διαλέξε	:	6073
3 2.06 Αίθουσα διδασκα	:	9077
4 2.03 κατάστημα	:	3187
5 2.12 διάδρομος	:	2521
6 2.11 Αίθουσα διδασκα	:	4863
7 2.08 2.09 2.10 wc κα	:	15049
8 είσοδος 2	:	3255
9 2.05 Αποθήκες	:	964
10 γραφείο υποδοχής	:	5706
112.20 2.21 2.19 2.18	:	6809
12 κουζίνα	:	3866
132.17 διάδρομος	:	1073
142.04 διάδρομος	:	3539
152.13 Αίθουσα διδασκαλ	:	9501
162.14 Αίθουσα διδασκα	:	11399
172.15 Αίθουσα διδασκα	:	6641
182.16 Αίθουσα διδασκα	:	7344
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	107009

Επίπεδο : όροφος

1 3.24 Εντευκτήριο	:	5386
2 είσοδος 1	:	7085
3 2.07 Είσοδος 3.11	:	2767
4 3.19 3.20	:	5633
5 3.10 διάδρομος	:	1862
6 3.06 Διάδρομος +3.05	:	362
7 3.01 Ξενώνας 1	:	1498
8 3.02 Ξενώνας 2	:	1216
9 3.03 Ξενώνας 3	:	1212
103.04 Ξενώνας 4	:	1562
113.07 Ξενώνας 5	:	1207
123.13 Wc ανδρών	:	689
133.14 Wc Γυναικών	:	456
143.12 Wc ΑΜΕΑ	:	587
153.22 Αναγνωστήριο	:	3992
163.23 Βιβλιοθήκη	:	5959
173.21 Αίθουσα υπολογι	:	4672
183.17 Γραφείο	:	937
193.16 Γραφείο	:	1158
203.15 Γραφεία καθηγητ	:	5828
213.19 Αρχείο Απόδημου	:	2811
223.20 Αίθουσα συσκέψε	:	2332
233.09 Κοιμόχρηστος χώ	:	4345
243.08 Αποθήκη wc	:	671
253.26 και υπόλοιπα πέ	:	3992
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	68217

Επίπεδο : υπόγειο

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	0
-----------------------------	---	---

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου	:	245628
----------------------------	---	--------

Πίνακας 6.10: Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης με τη μέθοδο των Βαθμοημερών

Συντελεστής Συνολικών Απωλειών Κτιρίου K_{tot} : 11199.75 Watt K
Συντελεστής Απόδοσης του Συστήματος Θέρμανσης : 0.8

Βαθμοημέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ DDtb : 585
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ Qy : 196555600.80 Watt/έτος

Βαθμοημέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ DDtb : 1369
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ Qy : 459973705.12 Watt/έτος

Βαθμοημέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ DDtb : 1937
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ Qy : 650817433.76 Watt/έτος

Βαθμοημέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ DDtb : 3400
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς $t_b = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ Qy : 1142374432.00 Watt/έτος

Κεφάλαιο 7

Μελέτη μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας

1 Εισαγωγή

Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών:

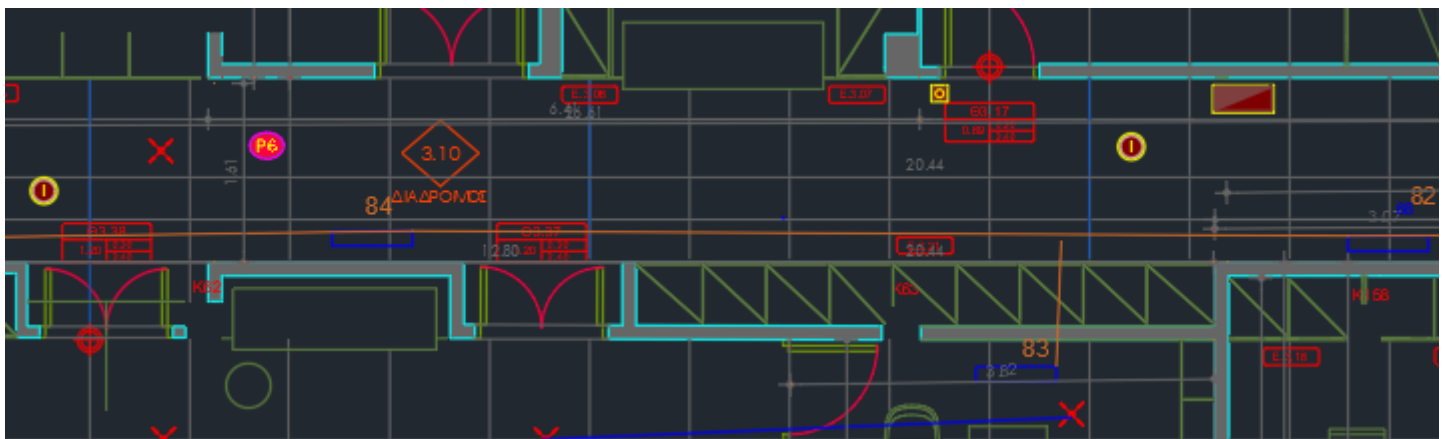
- ο απαιτούμενος αέρας σε $\frac{m^3}{h}$ ορίζεται από κανονισμούς του ΚΕΝΑΚ.
- Όταν ο εξεταζόμενος χώρος διαθέτει σταθερές θέσεις υπολογίζεται ο αερισμός με βάση τον αριθμό των ατόμων που ορίζει η κάτοψη
- Όταν ο χώρος δεν έχει σταθερές θέσεις ο αερισμός προκύπτει με βάση τον μη κατειλημμένο εμβαδόν αυτού από την επίπλωση στην κάτοψη.
- Τα χαρακτηριστικά για την θερμοκρασιακή απόδοση και την παροχή των μονάδων αερισμού λαμβάνονται από τα τεχνικά φυλλάδια των κατασκευαστών.

Παραδείγματα:

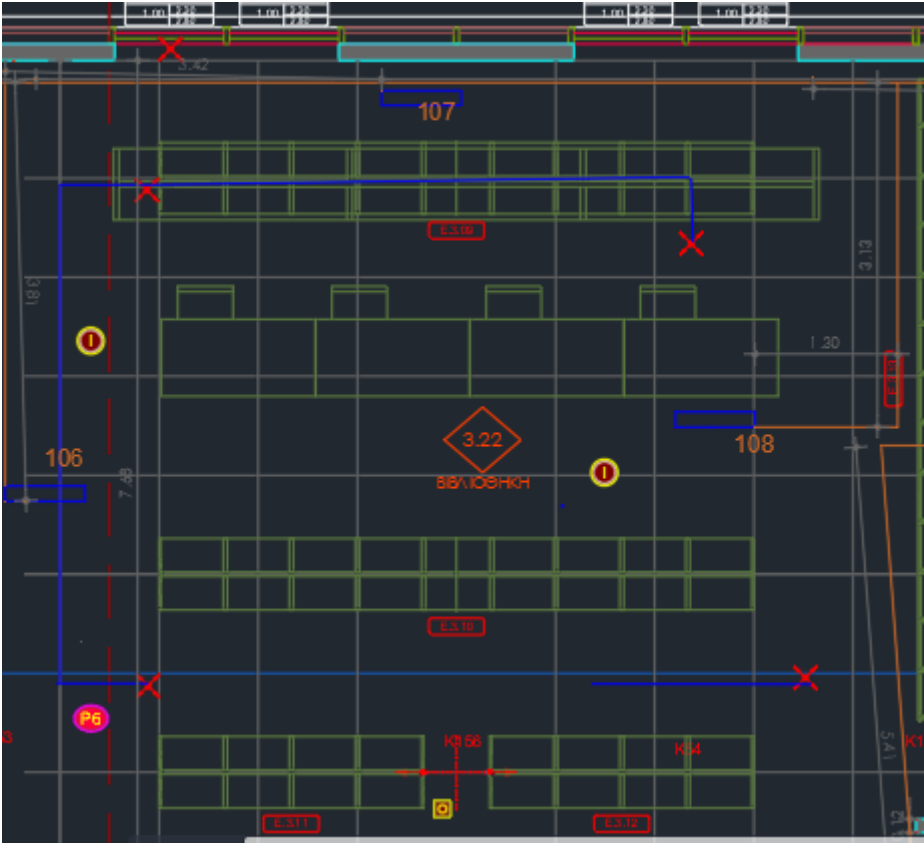
Σχέδιο 7.1: Ο χώρος του εντευκτηρίου διαθέτει 40 σταθερές θέσεις τραπεζοκαθισμάτων ,συνεπώς ορίζεται από κανονισμούς ΤΟΤΕΕ για χρήση ως εστιατόριο



Σχέδιο 7.2: Ο διάδρομος 3.10 δεν έχει σταθερές θέσεις άρα λαμβάνεται ως εμβαδόν χωρίς συντελεστή μείωσης και για χρήση ως βοηθητικός χώρος.



Σχέδιο 7.3: Η βιβλιοθήκη 3.22 δε διαθέτει χώρο σταθερών καθισμάτων αλλά καταλαμβάνεται μεγάλος χώρος από επίπλωση ,λαμβάνεται από κανονισμούς αερισμός με βάση το ελεύθερο εμβαδόν για χρήση χώρου ως βιβλιοθήκη.



Μεθοδολογία προσδιορισμού ελεύθερου εμβαδού.

- 1) Καταμετράται με το εργαλείο διαστάσεων του autocad το μήκος και το πλάτος του τυπικού πλακιδίου του δαπέδου που καλύπτεται από επίπλωση.
- 2) Υπολογίζεται το εμβαδόν του πλακιδίου.
- 3) Καταμετράται ο ακέραιος αριθμός πλακιδίων που καταλαμβάνεται από τα έπιπλα.
- 4) Πολλαπλασιάζεται ο αριθμός αυτός με το εμβαδόν ανά πλακίδιο.
- 5) Αφαιρείται από το συνολικό εμβαδόν του χώρου ο κατειλημμένος χώρος της επίπλωσης
- 6) Ορίζεται αερισμός σε $\frac{m^3}{h \text{ άτομο}}$ με βάση την τιμή $\frac{\text{άτομα}}{100 m^2}$ από πίνακα 7.1

2. Αφού προσδιοριστεί η ανάγκη σε $\frac{m^3}{h}$ επιλέγεται συσκευή τοπικού αερισμού και πλήθος αυτών για κάθε χώρο με βάση τα $\frac{m^3}{h}$ που δίνουν οι τεχνικές προδιαγραφές των συσκευών

Πίνακας 7.1: τυπικές τιμές αερισμού από KENAK.

Απαιτούμενος νωπός αέρα ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας*	15	20	3,00
θερινής λειτουργίας*	15	20	3,00
χειμερινής λειτουργίας*	15	20	3,00

Χρήστης κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Οικοτροφείο και κομίνιας*	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	25	25	6,25
Εστιατόριο	70	25	17,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	80	25	20,00
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	45	45,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	25	25,00
Χώρος συναυλιών	100	30	30,00
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	50	20	10,00
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα διαστηρίων	110	25	27,50
Τράπεζα	20	30	6,00
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	75	30	22,50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	75	45	33,75
Διαδρόμοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	—	—	2,6
Λουτρό (κοινόχρηστο)	—	—	6,00
Νηπιαγωγείο**	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση**	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας**	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο**	55	22	12,10
Νοσοκομείο, κλινική*	30	35	10,50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	5,50
Χειρουργείο (τακτικό)	20	150	30,00
Εξωτερικά ιατρεία	10	50	5,00
Αίθουσες αναμονής	55	45	24,75
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρόνιως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βορεφοκομείο*	15	25	3,75
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	25	45	11,25
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	22	4,40
Αστυνομική διεύθυνση	10	30	3,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	30	22	6,60
Κατάστημα, φαρμακείο,	14	22	3,08

Χρήστης κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Ινστιτούτο γυμναστικής,	15	45	6,75
Κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

* Οι τιμές αυτές υπολογισμένες άμεσα με χρήση εξειδικευμένων λογισμικών και όχι χρησιμοποιώντας απλοποιημένα μοντέλα.

Πίνακας 7.2: συγκεντρωτικά αποτελέσματα excel

ονομασία χώρου	συνολικός αερισμός με βάση το κριτήριο ατόμων ή εμβαδού m ³ /h	τύπος συσκευής αερισμού που επιλέγεται	εύρος παροχής αέρα m ³ /h	μέγιστη παροχή αέρα	Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα τον χειμώνα (από συνθήκες σχεδιασμού κλιματικά δεδομένα 4M)	Ονομαστική θερμοκρασία ξηρού βολβού εσωτερικού αέρα	Θερμοκρασία προθέρμανσης εισερχόμενου αέρα	μέσος συντελεστής χρήσης μερικού φορτίου	Ονομαστική απόδοση η ανάκτησης	ολική μέγιστη παροχή αέρα	πλήθος συσκευών
3.24 Εντευκτήριο	1000	Komfovent Verso R 2000 F C5	650-2000	2000	-5	22	17,8	0,5	0,844444444	2000	1

3.25 μικρό παρασκευαστήριο	250	Komfovent Domekt CF 250 F C6	81-292	292	-5	22	18,9	0,856164	0,885185185	292	1
3.23 Αναγωνστήρια	420	Komfovent RHP 700 V C5	209-751	751	-5	22	16,6	0,559254	0,8	751	1
3.22 βιβλιοθήκη	210	Komfovent Domekt CF 250 F C6	81-292	292	-5	22	18,9	0,719178	0,885185185	292	1
3.10 διάδρομος	111,38946	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,551433	0,9	202	1
3.15	90	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,445545	0,9	202	1
3.16	90	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,445545	0,9	202	1
3.15	420	Komfovent RHP 700 V C5	209-751	751	-5	22	16,6	0,559254	0,8	751	1
3.12	23,5872	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,116768	0,9	202	1
3.13	43,2744	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,21423	0,9	202	1
3.14	43,2744	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,21423	0,9	202	1
3.09 κοινόχρηστος χώρος ερευνητών	450	Komfovent RHP 450 V C5	125-450	450	-5	22	16,3	1	0,788888889	450	1
3.06 διάδρομος	49,0464	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,242804	0,9	202	1
3.04 Ξενώνας 4	40	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3			202	1
3.03 ξενώνας 3	40	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3			202	1
3.02 ξενώνας 2	40	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3			202	1
3.01 Ξενώνας 1	40	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,19802	0,9	202	1
3.07 Ξενώνας 5	80	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,39604	0,9	202	1
3.11 πατάρι εισόδου και 2.07 Είσοδος 2	113,204	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,560416	0,9	202	1
3.19 Αρχείο Απόδημου πολιτισμού	59,80364	Domekt CF 200 F C8	56-202	202	-5	22	19,3	0,296058	0,9	202	1
3.20 Αίθουσα	280	Komfovent	81-	292	-5	22	18,9	0,9589	0,8851	292	1

συσκέψεων		Domekt CF 250 F C6	292					04	85185		
2.01 Είσοδος 1	126,0 1602	Domekt CF 200 F C8	56- 202	202	-5	22	19,3	0,6238 42	0,9	202	1
2.01 Είσοδος 1	126,4 2318	Domekt CF 200 F C8	56- 202	202	-5	22	19,3	0,6258 57	0,9	202	1
2.15 Αίθουσα διδασκαλίας	594	Komfovent RHP 700 V C5	209- 750	751	-5	22	16,6	0,7909 45	0,8	751	1
2.16 Αίθουσα διδασκαλίας	550	Komfovent RHP 700 V C6	209- 750	751	-5	22	16,6	0,7323 57	0,8	751	1
2.14 Αίθουσα διδασκαλίας	880	Komfovent Verso R 1000 FSA C5	350- 1000	100 0	-5	22	15,9	0,88	0,7740 74074	100 0	1
2.13 Αίθουσα διδασκαλίας	990	Komfovent Verso R 1000 FSA C5	350- 1000	100 0	-5	22	15,9	0,99	0,7740 74074	100 0	1
2.11 Αίθουσα διδασκαλίας	814	Komfovent Verso R 1000 FSA C5	350- 1000	100 0	-5	22	15,9	0,814	0,7740 74074	100 0	1
2.06 Αίθουσα διδασκαλίας	814	Komfovent Verso R 1000 FSA C5	350- 1000	100 0	-5	22	15,9	0,814	0,7740 74074	100 0	1
2.22 Αίθουσα διδασκαλίας	2002	Komfovent Verso R 2000 F C5	650- 2000	200 0	-5	22	17,8	1,001	0,8444 44444	200 0	1
Αμφιθέατρο	7225	Komfovent Verso R 2000 F C5	650- 2000	200 0	-5	22	17,8	0,9031 25	0,8444 44444	800 0	4
Σκηνή αμφιθεάτρου	0				-5	22			0,1851 85185		
Φουαγιέ	1400	Komfovent Verso R 1500 F C5	500- 1500	150 0	-5	22	16,7	0,9333 33	0,8037 03704	150 0	1

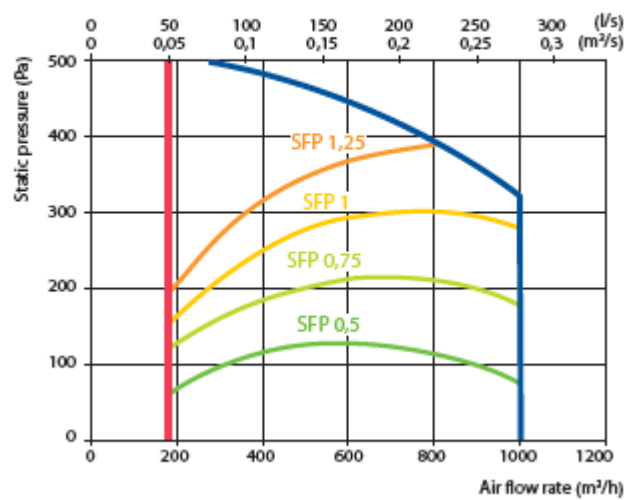
Πίνακας 7.3: Τυπικά χαρακτηριστικά συσκευής μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας από φυλλάδιο κατασκευαστή.

Verso R 1000 FSA C5

Nominal air flow according to ErP 2018, m³/h	1000
Nominal air flow according to ErP 2018, l/s	278
Electric air heater capacity, kW / Δt, °C	3/8,8
Supply voltage HE, V	3~400
Maximal operating current HE, A	7,8
Power supply cable E, mm²	5×1,5
Electric power input of the fan drive at maximum flow rate, W	123
Noise power level, L _{WA} , dB(A)	42
Noise pressure level, L _{PA} , dB(A), (3 m)	31
Filters dimensions B×H×L, mm	472×402×96
Unit dimensions B×H×L, mm	1050×485×3000
Panel thickness, mm	50
Maintenance space, mm	660
Unit weight, kg	238

Διάγραμμα 7.1: Τυπική απόδοση πτώσης πίεσης συσκευής μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας από τεχνικό φυλλάδιο κατασκευαστή

Performance



Πίνακας 7.4: Τυπικά χαρακτηριστικά θερμοκρασιακής απόδοσης συσκευής μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας από τεχνικά φυλλάδια κατασκευαστή.

Temperature efficiency

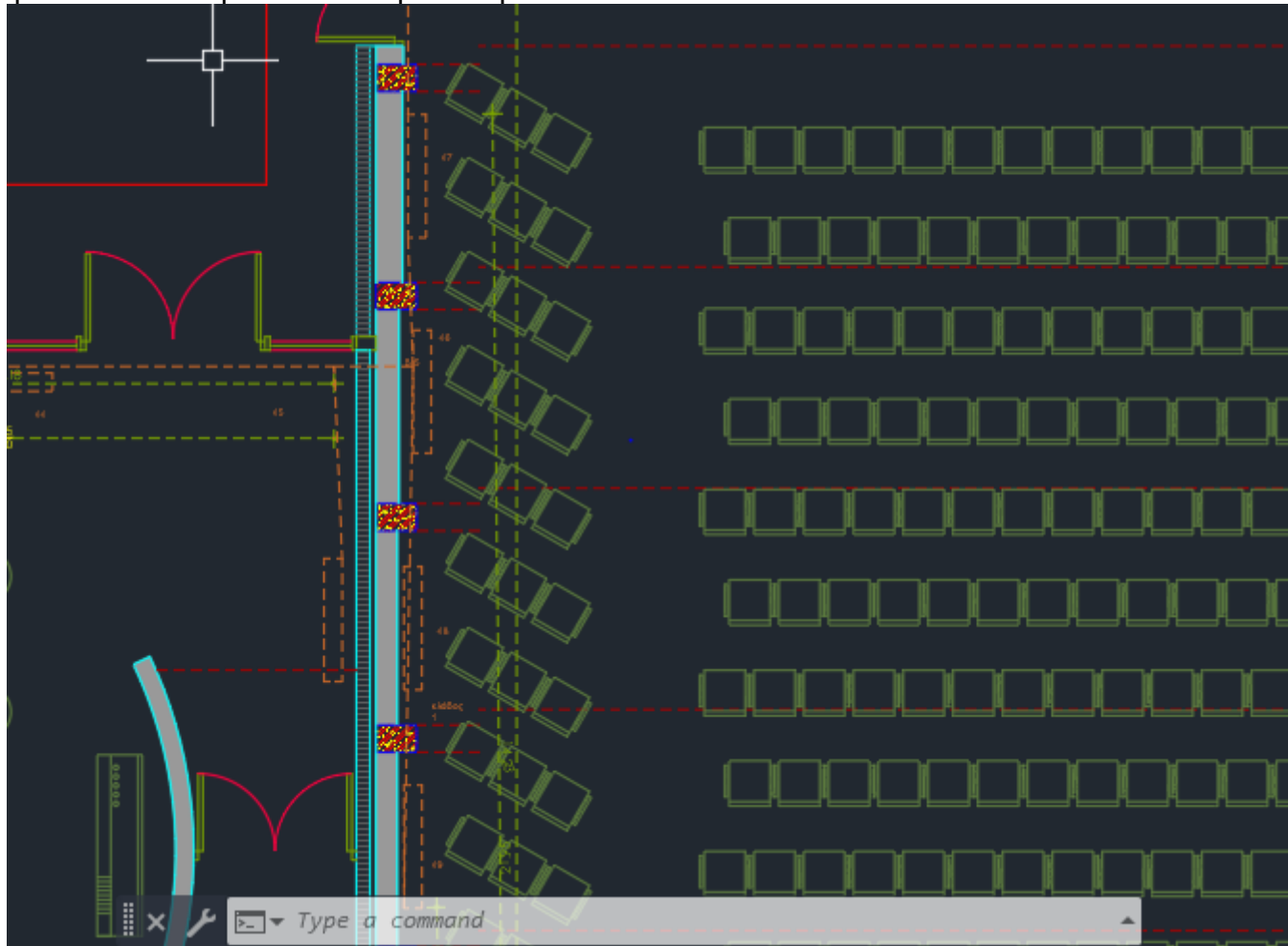
	Winter					Summer		
Outside temperature, °C	-23	-15	-10	-5	0	25	30	35
After heat exchanger, °C	11,8	13,6	14,7	15,9	17,0	22,7	23,8	25,0

Indoor +22 °C, 20 % RH

Κεφάλαιο 8

Μελέτη Δισωληνίου Συστήματος FCU για κλιματισμό/θέρμανση.

Σχέδιο 8.1: τυπική συνδεσμολογία τύπου ομπρέλα μεταξύ Φουαγιέ και Αμφιθεάτρου .Με αρίθμηση φαίνονται τα κλιματιστικά σώματα νερού.



2 Εισαγωγή

Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

- Οι παροχές κάθε σώματος αθροίζονται στα κοινά σημεία υδροληψίας (ταυ).
- Οι απώλειες πίεσης στα κοινά σημεία υδροληψίας λαμβάνεται ως η μέγιστη σε κάθε κλάδο.
- Οι κατανεμημένες απώλειες πίεσης των ευθύγραμμων αγωγών λαμβάνουν υπόψιν τιμές τραχύτητας.
- Οι κατανεμημένες απώλειες των υδραυλικών εξαρτημάτων λαμβάνουν υπόψιν τιμές τραχύτητας αγωγών και ισοδύναμα μήκη εξαρτημάτων.
- Η υδραυλική επίλυση των κυκλωμάτων λαμβάνει διπλάσια φυσικά και ισοδύναμα μήκη για κλάδους προσαγωγής και επιστροφής που συνδέονται εν σειρά.
- Λαμβάνεται υπόψιν το δυναμικό ιξώδες του νερού για ονοματική θερμοκρασία προσαγωγής ψύξης/κλιματισμού.
- Προβλέπεται αντιστάθμιση πτώσης πίεσης σε σημεία υδροληψίας που προκύπτει διαίρεση άνισης παροχής και άνισων ισοδύναμων μηκών (παράλληλη συνδεσμολογία σωμάτων και κεντρικών κλάδων με άνισα μήκη και διατομές)
- Το συνολικό μανομετρικό που καλείται να σηκώσει ο κυκλοφορητής λαμβάνει την μέγιστη κοινή πίεση του κεντρικού κοινού κλάδου προσαγωγής/επιστροφής από/προς τον κυκλοφορητή.
- Η διαστασιολόγηση των διατομών των σωληνώσεων λαμβάνεται έτσι ώστε η ταχύτητα να μη ξεπερνάει κάποια μέγιστα όρια κατά περίπτωση.
- Οι πτώσεις πίεσης σε παράλληλη συνδεσμολογία των κλιματιστικών σωμάτων και οι παροχές τους λαμβάνονται υπόψιν από τεχνικά φυλλάδια κατασκευαστών.
- Επιλέγονται κλιματιστικά σώματα με βάση τις ψυκτικές απώλειες του χώρου.
- Επιλέγεται κυκλοφορητής με βάση το ολικό δυσμενέστερο μανομετρικό και την συνολική παροχή των σωμάτων.

3 Σχέσεις υπολογισμών

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad (\text{εξίσωση συνέχειας}) \quad (8.1)$$

$$\Delta p = \frac{1}{2} \lambda * \frac{l}{D} * \rho * V^2 \quad (\text{εξίσωση Bernoulli ανηγμένη στις γραμμικές απώλειες αγωγού}) \quad (8.2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{εξίσωση Colebrook}) \quad (8.3)$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{αριθμός Reynolds}) \quad (8.4)$$

Όπου V η ταχύτητα του ρευστού στον αγωγό ($\frac{m}{s}$), D η εσωτερική διάμετρος του αγωγού (m) ν το κινηματικό ιξώδες του ρευστού ($\frac{m^2}{s} 10^{-6}$), e το μέσο προφίλ τραχύτητας του αγωγού σε $\frac{mm}{10^3}$, l το συνολικό μήκος (φυσικό + ισοδύναμο) αγωγού και εξαρτήματος σε m

Για την λύση της Colebrook υπολογίζονται οι άγνωστοι συντελεστές A, B, C των οποίων η λύση αποτελεί την ταυτότητα της πεπλεγμένης εξίσωσης Colebrook και φέρνει τον συντελεστή λ στο αριστερό μέλος της εξίσωσης με διαδοχικά υπολογιστικά βήματα, όπου:

$$A = -2 \log \left(\frac{\frac{e}{D}}{3.7} + \frac{12}{Re} \right) \quad (8.5)$$

$$B = -2 \log \left(\frac{\frac{e}{D}}{3.7} + \frac{2.51 * A}{Re} \right) \quad (8.6)$$

$$C = -2 \log \left(\frac{\frac{e}{D}}{3.7} + \frac{2.51 * B}{Re} \right) \quad (8.7)$$

$$\lambda = \frac{A^2 - 4AB + 2AC + 4B^2 - 4BC + C^2}{(B^2 - 4AC)^2} \quad (8.8)$$

Αποτελέσματα

Πίνακας 8.1: Υπολογιστικό φύλλο για επιλογή σωμάτων σε κάθε χώρο.

μή μα δικτ ύου	χώρο ς	συνολικές απώλ ειες χώρου στην ψύξη kw	συνολικός αριθμός σωμάτων άτων στον χώρο	αριθμός σωμάτων στο κλάδο	απαιτούμενη ισχύς σώματος	τύπος σώματος που επιλέγεται	ονομαστική ισχύς σώματος kw	σκάλα ανεμιστήρα	Water pressure drop KPa	παροχή σώματος l/h	συνολική παροχή κλάδου l/h
1.δ1											47000
δ1.δ6											26990
δ6.δ8											21570
δ8.δ3											10560
δ8.δ12											11010

δ6.δ 7										5420
δ7.2 0α								0		4840
20α. 20β	2.14 Αίθουσα διδασκα λίας	12,9 725	4	4		MKH2-350- R4	3,38		25,23	570
20α. 21α										4270
21α. 21β	2.14 Αίθουσα διδασκα λίας	12,9 725	4	4		MKH2-350- R4	3,38		25,23	570
21α. 22α										3700
22α. 22β	2.14 Αίθουσα διδασκα λίας	12,9 725	4	4		MKH2-350- R4	3,38		25,23	740
22α. 221 α										3530
221 α.22 1β	2.14 Αίθουσα διδασκα λίας	12,9 725	4	4		MKH2-350- R4	3,38		25,23	740
221 α.23 α										2960
23α. 23β	2.16 Αίθουσα διδασκα λίας	15,9 1	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	740
23α. 24α										2220
24α. 24β	2.16 Αίθουσα διδασκα λίας	15,9 1	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	740
24α. 25α										1480
25α. 25β	2.16 Αίθουσα διδασκα λίας	15,9 1	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	740
25α. 26	2.16 Αίθουσα διδασκα λίας	15,9 1	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	740

δ7.3 0α										580
30α. 30β	2.13 Αίθουσα διδασκα λίας	12,9 725	4	4		MKH2-350- R4	3,38		25,23	580
30α. 29α										1740
29α. 29β	2.13 Αίθουσα διδασκα λίας	12,9 725	4	4		MKH2-350- R4	3,38		25,23	580
29α. 28α										1160
28α. 28β	2.13 Αίθουσα διδασκα λίας	12,9 725	4	4		MKH2-350- R4	3,38		25,23	580
28α. 27	2.13 Αίθουσα διδασκα λίας	12,9 725	4	4		MKH2-350- R4	3,38		25,23	580
δ1.8 α										10350
8α.8 β	είσοδος 1	9,75	4	2		MKH2-350- R3	3,19		27,11	550
8α.9 α										9800
9α.9 β	είσοδος 1					MKH2-350- R3	3,19		27,11	550
9α.1 0α										9250
10α. 10β	2.03 κατάστη μα	1,91	1	1		MKH2-250- R3	2,02		9,77	350
10α. 11α										8900
11α. 11β	2.06 αίθουσα διδασκα λας	15,8	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	1270
11α. 12α										7630
12α. 12β	2.06 αίθουσα διδασκα λας					MKH2-500- R4	4,25		40,04	1270

12α. 13α										6360
13α. 13β	2.06 αίθουσα διδασκα λας					MKH2-500- R4	4,25		40,04	1270
13α. 14α										5090
14α. 14β	2.06 αίθουσα διδασκα λας					MKH2-500- R4	4,25		40,04	1270
14α. 15α										3820
15α. 15β	2.12 διάδρομ ος	4,79	1	1		MKH2-700- R3	5,03		39,96	860
15α. 16α										2960
16α. 16β	2.15 αίθουσα διδασκα λίας	15,7 8	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	740
16α. 17α										2220
17α. 17β	2.15 αίθουσα διδασκα λίας	15,7 8	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	740
17α. 18α										1480
18α. 18β	2.15 αίθουσα διδασκα λίας	15,7 8	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	740
18α. 19	2.15 αίθουσα διδασκα λίας	15,7 8	4	4		MKH2-500- R4	4,25		40,04	740
δ1.7 α										9660
7α.7 β	2.22 Αίθουσα διδασκα λίας	11,2	4			MKH2-350- R3	3,19		27,11	550
7α.6 α	222									9110
6α.6 β	2.22 Αίθουσα διδασκα λίας	11,2	4			MKH2-350- R3	3,19		27,11	550
6α.6 6α										8560
66α. 66β	2.22 Αίθουσα	11,2	4			MKH2-350- R3	3,19		27,11	550

	διδασκα λίας										
66α. 5α	222										8010
5α.5 β	2.22 Αίθουσα διδασκα λίας	11,2	4			MKH2-350- R3	3,19		27,11		550
5α.4 α		25,6 9									7460
4α.4 β	Φουαγέ	25,6 9	8	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11		570
4β.3 α											6890
3α.3 β	Φουαγέ	25,6 9	8	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11		570
3α.2 α											6320
2α.2 β	Φουαγέ	25,6 9	8	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11		570
2α.1 α											5750
1α.1 β	Φουαγέ	25,6 9	8	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11		570
1α.δ 2											5180
δ2.5 1α											4440
51α. 51β	Μεγάλο αμφιθέα τρο	63,4	15	0		MKH2-500- R3	4,25		40,04		740
51α. 55α											3700
55α. 55β	Μεγάλο αμφιθέα τρο	63,4	15	0		MKH2-500- R3	4,25		40,04		740
55α. 56α											2960
56α. 56β	Μεγάλο αμφιθέα τρο	63,4	15	0		MKH2-500- R3	4,25		40,04		740

56α. 57α										2220
57α. 57β	Μεγάλο αμφιθέα τρο	63,4	15	0		MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
57α. 58α										1480
58α. 58β	Μεγάλο αμφιθέα τρο	63,4	15	0		MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
58α. 59	Μεγάλο αμφιθέα τρο	63,4	15	0		MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
δ2.5 0α										2840
50α. 50β	Μεγάλο αμφιθέα τρο	63,4	15	1		MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
50α. δ10										2100
δ10. 68α									0	1750
68α. 68β	βοηθητικ οί χώροι αμφιθεά τρου					MKH2-250- R3			6,97	350
68α. 67α										1400
67α. δ11										1050
67α. 67β	βοηθητικ οί χώροι αμφιθεά τρου					MKH2-250- R3			6,97	350
δ11. 66α										700
66α. 66β	βοηθητικ οί χώροι αμφιθεά τρου					MKH2-250- R3			6,97	350
66α. 65	βοηθητικ οί χώροι αμφιθεά τρου					MKH2-250- R3			6,97	350

δ11. 63α										700
63α. 63β	βοηθητικ οί χώροι αμφιθεά τρου					MKH2-250- R3			6,97	350
63α. 64	βοηθητικ οί χώροι αμφιθεά τρου					MKH2-250- R3			6,97	350
δ10. 52α										2220
52α. 52β	Μεγάλο αμφιθέα τρο			3		MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
52α. 53α										1480
53α. 53β	Μεγάλο αμφιθέα τρο					MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
53α. 54	Μεγάλο αμφιθέα τρο					MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
δ3.3 9α										7080
39α. 39β	2.22 Wc					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
39α. 40α										6890
40α. 40β	2.21. wc					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
40α. 41α										6700
41α. 41β	219 WC AMEA					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
41α. 42α										6510
42α. 42β	Κουζίνα					MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
42α. 61α										5770
61α. 61β	Φουαγέ	25,6 9	8	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11	570

61α. 43α										5200
43α. 43β	Φουαγέ		8	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11	570
43α. 44α										4630
44α. 44β	Φουαγέ		8	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11	570
44α. 45α										4060
45α. 45β	Φουαγέ		8	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11	570
45α. δ5										3490
δ5.4 6α										2750
46α. 46β	Μεγάλο αμφιθέα τρο					MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
46α. 47α										2010
47α. 47β	Μεγάλο αμφιθέα τρο					MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
47α. 60										1270
δ5.4 8α										1480
48α. 48β	Μεγάλο αμφιθέα τρο					MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
48β. 49	Μεγάλο αμφιθέα τρο					MKH2-500- R3	4,25		40,04	740
δ3.3 8α										3480
38α. 38β	Είσοδος 1					MKH2-350- R3	3,19		27,11	550

38α. 37α										2930
37α. 37β	Είσοδος 1					MKH2-350- R3	3,19		27,11	550
37α. 36α										2380
36α. 36β										500
36α. 35α										1880
35α. 35β	γραφείο υποδοχ ής	3	1	1		MKH2-350- R3			27,11	550
35α. 34α										1330
34α. 34β	Κ									760
34α. 32α										570
32α. 32β	2.08 WC AMEA					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
32α. 31α										380
31α. 31β	2.09 WC ανδρών					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
31α. 121	2.10 WC γυναικώ ν					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
32α. 62α										2280
62α. 62β	2.11 Αίθουσα διδασκα λίας	12,2 1	4	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11	570
62α. 33α										1710
33α. 33β	2.11 Αίθουσα διδασκα λίας	12,2 1	4	4		MKH2-350- R3	3,19		27,11	570
33α. 63α										1140
63α. 63β	2.11 Αίθουσα διδασκα λίας					MKH2-350- R7	7,19		27,11	570
63α. 121	2.11 Αίθουσα διδασκα λίας					MKH2-350- R8	8,19		27,11	570

δ12. δ13										8170
δ13. δ16										5330
δ12. δ17										2840
δ17. 106 α										2490
106 α.10 6β	3.22 Βιβλιοθή κη	3,82	2	3		MKH2-250- R3	2,02		9,77	350
106 α.10 7α										2140
107 α.10 7β	3.22 Βιβλιοθή κη					MKH2-250- R3	2,02		9,77	350
107 α.10 8α										1790
108 α.10 8β										1090
108 α.11 0α										700
110 α.11 0β	μικρό παρασκ ευαστήρι ο					MKH2-150- R3	1,09		22,37	390
110 α.10 9						MKH2-150- R4	1,85		22,37	310
δ17. 104 α										960
104 α.10 4β	αίθουσα συσκέψε ων 3.20					MKH2-150- R4	1,85		22,37	390
104 α.δ1 5										570
δ15. 102 α										380
102 α.10 2β						MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
102 α.10 3						MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
δ15. 101 α										2220
101 α.10 1β	ως αμεα 3.12					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190

101 α.10 0α										2030
100 α.10 0β	3.14 wc γυναικώ ν					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
100 α.99 α										1840
99α. 99β	3.23 wc ανδρών					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
99α. 97α										1650
97α. 97β	ξενώνας 5					MKH2-150- R3	1,09		6,97	350
97α. 98α										1300
98α. 98β	μπάνιο ξενώνα 5					MKH2-150- R3	1,09		6,97	350
98α. 113 α										950
113 α.11 3β	διάδρομ ος 3,06					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
113 α.96 α										760
96α. 96β	μπάνιο ξενώνα 1					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
96α. 95α										570
95α. 95β	ξενώνας 1					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
95α. 94α										380
94α. 94β	ξενώνας 2					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
94α. 111	μπάνιο ξενώνα 2					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
816. 78α										3910
78α. 78β	3.21 αίθουσα υπολογι στών	4,01	3	3		MKH2-150- R4	1,45		14,64	250

78α. 79α										3660
79α. 79β	3.21 αίθουσα υπολογι στών					MKH2-150- R4	1,45		14,64	250
79α. 80α										3410
80α. 80β	3.21 αίθουσα υπολογι στών					MKH2-150- R4	1,45		14,64	250
80α. 86α										3160
86α. 86β	γραφείο 2 3.17					MKH2-150- R3	1,22		22,37	390
86α. 87α										2770
87α. 87β	γραφεία καθηγητ ών	6,63	2	1		MKH2-500- R3	3,8		37,53	680
87α. 88α										2090
88α. 88β	3.09 Κοινόχρ ηστος χώρος ερευνητ ών	5,69	2	#ΑΝΑΦ !		MKH2-350- R3	3,05		22,37	570
88α. 89α										1520
89α. 89β	3.09 Κοινόχρ ηστος χώρος ερευνητ ών	5,69	2	#ΑΝΑΦ !		MKH2-350- R3	3,05		22,37	570
89α. 90α										950
90α. 90β	διάδρομ ος 3,06	1,6	2	1		MKH2-150- R3	1,09		6,97	190
90α. 92α									42,17	760
92α. 92β	μπάνιο ξενώνα 4					MKH2-150- R3	1,09		6,97	190

92α. 91α								0		570
91α. 91β	ξενώνας 4					MKH2-150- R3	1,09	6,97		190
91α. 93α								0		380
93α. 93β	ξενώνας 3					MKH2-150- R3	1,09	6,97		190
93α. 112	μπάνιο ξενώνα 3					MKH2-150- R3	1,09	6,97		190
δ16. 76α										620
76α. 76β	Αναγνω στήριο					MKH2-150- R4	1,85	22,37		310
76α. 77	Αναγνω στήριο					MKH2-150- R4	1,85	22,37		310
77α. 76α										1550
75α. 75β	Αναγνω στήριο					MKH2-150- R4	1,85	22,37		310
75α. 74α										1240
74α. 74β	Αναγνω στήριο	7	4	4		MKH2-150- R4	1,85	22,37		310
74α. δ14										930
δ14. 72α										620
72α. 72β	εντευκτή ριο					MKH2-150- R4	1,85	22,37		310
72α. 73	εντευκτή ριο					MKH2-150- R4	185	22,37		310
δ14. 71α										930

71α. 71β	εντευκτή ριο	12,7 2	7	3		MKH2-150- R4	1,85		22,37		310
71α. 70α											620
70α. 70β						MKH2-150-R4	1,85		22,37		310
70α. 69						MKH2-150- R4	1,85		22,37		310
δ13. 81α											2220
81α. 81β	310 διάδρομ ος	1,67	2	2		MKH2-150- R3	1,09		6,97		290
81α. 105 α											1930
105 α.10 5β	3.20 αίθουσα συσκέψε ων	2,86	2	1		MKH2-150- R4	1,85		22,37		390
82β. 83α											1540
83α. 83β	3,16 γραφείο 1	283 5,75	1	1		MKH2-350- R4			22,37		570
83α. 84α											970
84α. 84β						MKH2-500- R3	3,8		37,53		680
84β. 85	310 διάδρομ ος	310 διάδ ρομ ος	8,51	4		MKH2-150- R3	1,09		15,66		290

Πίνακας 8.2: Τυπικά χαρακτηριστικά κλιματιστικών σωμάτων αέρος-νερού Midea

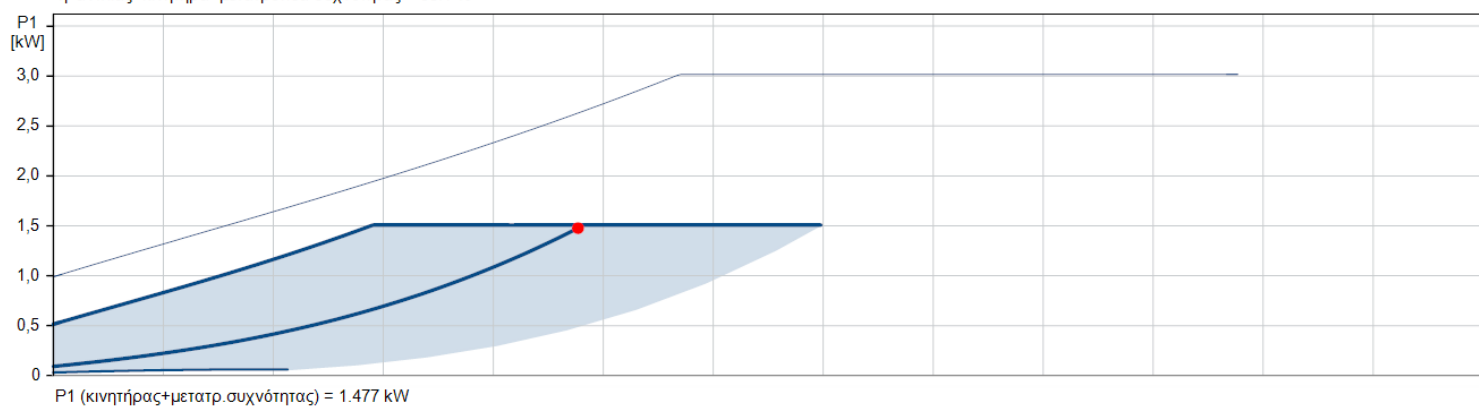
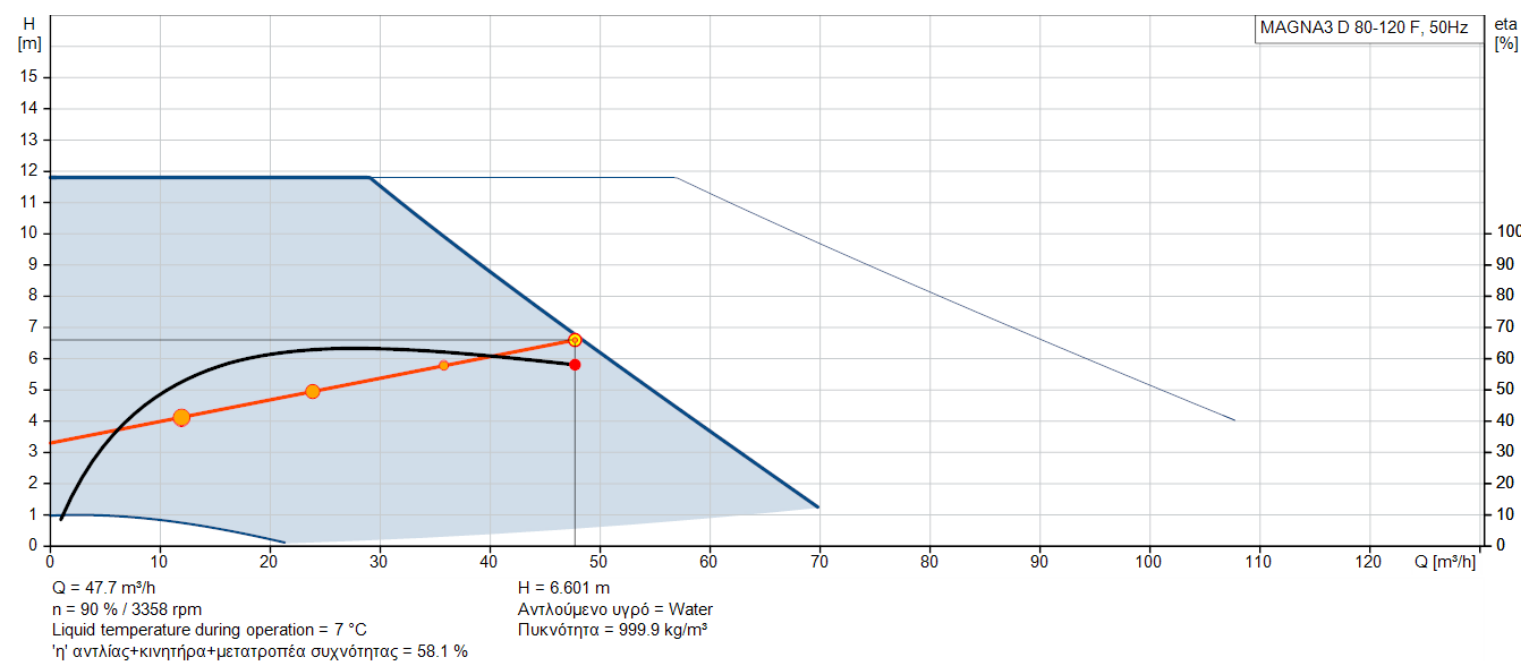
1. Specifications

Model			MKH2-150-R3	MKH2-250-R3	MKH2-350-R3	MKH2-500-R3	MKH2-700-R3	MKH2-900-R3
Power supply		V/Ph/Hz	220-240/1/50					
Air flow (H/M/L)		m ³ /h	255/165/142	400/273/180	595/447/319	790/560/392	1190/855/555	1300/1088/782
		CFM	150/97/84	235/161/106	350/263/188	465/330/231	700/503/327	765/641/461
External static pressure		Pa	0					
Cooling	Capacity (H/M/L)	KW	1.65/1.22/1.09	2.65/2.02/1.40	3.85/3.19/2.46	4.65/3.80/2.92	6.00/5.03/3.71	7.35/6.51/5.15
	Water flow rate (H/M/L)	L/h	290/220/190	460/350/240	670/550/420	810/660/510	1050/860/630	1280/1150/890
	Water pressure drop (H/M/L)	kPa	14.89/8.82/6.97	15.75/9.77/4.79	38.23/27.11/16.96	53.31/37.53/23.73	53.79/36.96/21.16	42.27/34.48/21.67
Heating	Capacity (H/M/L)	KW	1.85/1.29/1.13	3.05/2.24/1.52	3.70/2.97/2.25	4.35/3.44/2.62	6.15/4.92/3.49	8.20/7.09/5.46
	Water flow rate (H/M/L)	L/h	310/220/190	510/380/260	700/570/430	860/680/530	1180/940/680	1390/1200/900
	Water pressure drop (H/M/L)	kPa	14.01/7.61/6.15	16.19/9.48/5.01	35.52/24.83/14.91	52.00/34.23/21.83	57.85/38.53/21.10	43.91/33.56/19.67
Power Input (H/M/L)		W	35/17/14	47/26/14	51/32/19	91/54/34	123/98/68	123/109/83
Rated current		A	0.18	0.20	0.26	0.49	0.85	0.95
Sound power level (H/M/L)		dB(A)	47/35/34	46/37/31	52/44/36	59/51/43	63/56/45	62/58/50
Fan motor	Type	AC fan motor						
	Quantity		1	1	1	1	1	1
Fan	Type	Centrifugal, forward-curved Blades						
	Quantity		1	2	2	2	3	3
Coil	Row		3	3	3	3	3	3
	Max. working pressure	MPa	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	Diameter	mm	Φ7.94	Φ7.94	Φ7.94	Φ7.94	Φ7.94	Φ7.94
Body	Net dimensions (WXHXD)	mm	495X200X790	495X200X1020	495X200X1240	495X200X1240	495X200X1360	591X200X1360
	Packing size (WXHXD)	mm	595X300X895	595X300X1125	595X300X1345	595X300X1345	595X300X1465	695X300X1465
	Net weight	kg	16.3	20.0	24.0	24.0	27.3	31.7
	Gross weight	kg	21.8	26.0	31.0	31.0	34.8	40.2
Water inlet/outlet pipe		inch	G3/4	G3/4	G3/4	G3/4	G3/4	G3/4
Drain pipe		mm	ODΦ18.5	ODΦ18.5	ODΦ18.5	ODΦ18.5	ODΦ18.5	ODΦ18.5

Note:

1. H: High fan speed; M: Medium fan speed; L: Low fan speed.
2. Cooling conditions: Entering water 7℃, leaving water 12℃, Entering air temperature 27℃ DB/19℃ WB.
Heating conditions: Entering water 45℃, leaving water 40℃, Entering air temperature 20℃ DB/15℃ WB.
3. Noise is tested in a reverberation chamber.

Διάγραμμα 8.1: μανομετρικού-παροχής κυκλοφορητή Grundfos MAGNA3 D 80-120 F για το δισωλήνιο σύστημα τύπου ομπρέλα των θερμαντικών/ψυκτικών σωμάτων ανεμιστήρα/στοιχείου.



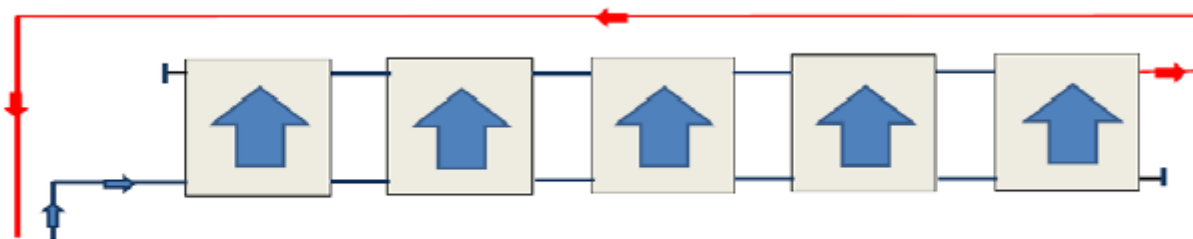
Κεφάλαιο 9

Μελέτη δισωληνίου δικτύου ηλιακών συλλεκτών

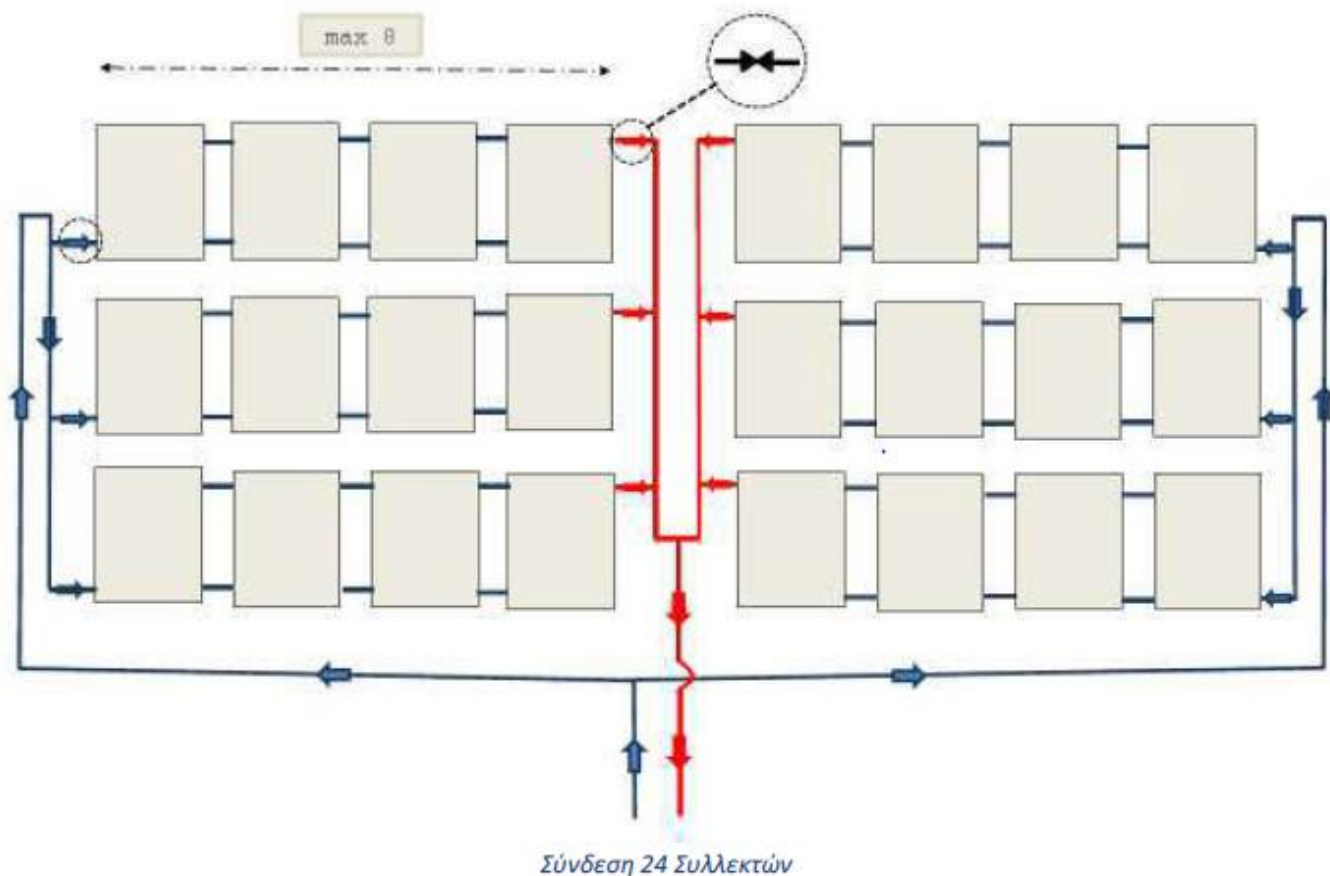
Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

- Το δίκτυο σωληνώσεων μεταφοράς του θερμικού υγρού των συλλεκτών γίνεται με τη μέθοδο του δικτύου αντίστροφης επιστροφής (reverse return pipe net) όπου κάθε προσαγωγή και επιστροφή σε κάθε συλλέκτη έχει κοινή πτώση πίεσης με κάθε προσαγωγή και επιστροφή σε κάθε επόμενο συλλέκτη.
- Οι πτώσεις πίεσης των προσαγωγών και των επιστροφών υπολογίζονται ξεχωριστά και αθροίζονται για κάθε συλλέκτη μεταξύ βρόχου προσαγωγής/επιστροφής.
- Λαμβάνεται η δυσμενέστερη πτώση πίεσης σε κάθε αντίστροφης επιστροφής βρόχο (προκύπτει ίση για βρόχους ίσης παροχής, ίσων μηκών, διατομών σωληνώσεων, ίσων κατανεμημένων απωλειών και ίσων πτώσεων πίεσης για ίδιους συλλέκτες σε ίδιες ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας) και αθροίζεται με την πτώση πίεσης του κλάδου επιστροφής.
- Λαμβάνονται κατανεμημένες απώλειες μανομετρικού ξεχωριστά για βρόχους προσαγωγής και επιστροφής και αθροίζονται στους αντίστοιχους κλάδους.
- Οι κατανεμημένες απώλειες λαμβάνονται με ισοδύναμα μήκη επί των εν σειρά κλάδων με την παραδοχή ίσων διατομών και ίσης τραχύτητας με αυτούς οπότε αθροίζονται στους κλάδους προσαγωγής-επιστροφής.
- Το μέγιστο μανομετρικό της αντλίας λαμβάνεται με βάση τη δυσμενέστερη ομάδα συλλεκτών και προβλέπεται πρόσθετη υδραυλική τριβή για αντιστάθμιση των βρόχων αντίστροφης επιστροφής των ευμενέστερων ομάδων συλλεκτών.
- Οι παροχές όλων των ομάδων συλλεκτών αθροίζονται σαν συνολικό φορτίο της αντλίας.
- Οι σχέσεις υπολογισμών είναι όμοιες με του κεφαλαίου 8.

Σχέδιο 9.1: τυπική συνδεσμολογία δικτύου αντίστροφης επιστροφής ηλιακών συλλεκτών

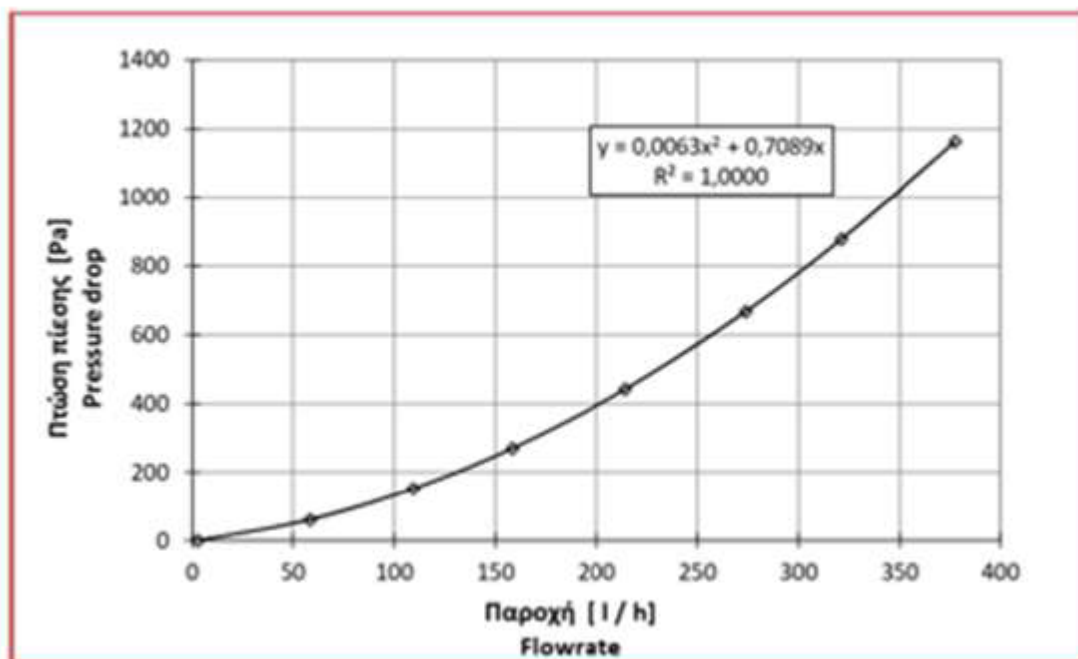


Συνδεσμολογία Tichelmann: ο πρώτος συλλέκτης που τροφοδοτείται με νερό επιστρέφει τελευταίος



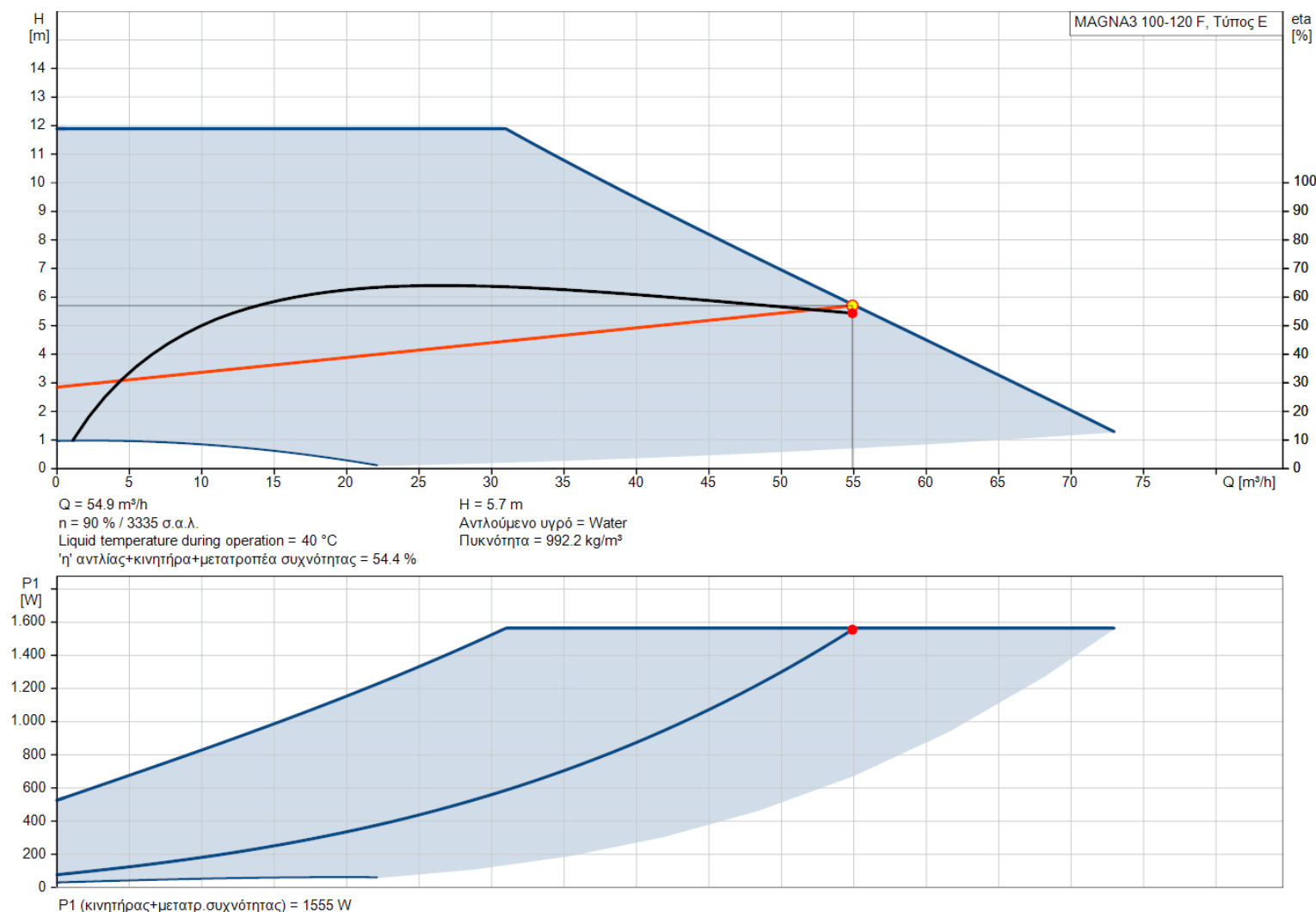
Διάγραμμα 9.1: πτώση πίεσης νερού σε ηλιακό συλλέκτη M5-300 σε συνάρτηση με την παροχή νερού,

M5-300/300H



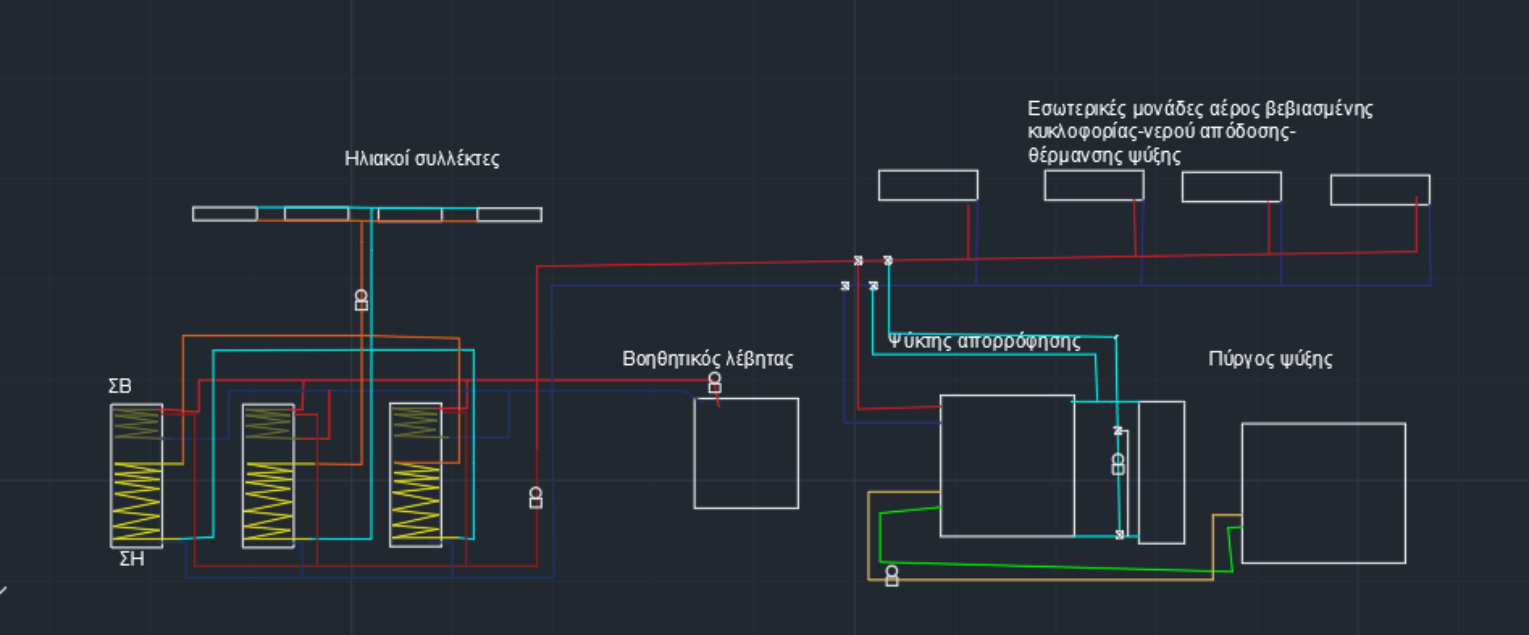
Το πολυώνυμο χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη για την εκτίμηση των τοπικών απωλειών του κάθε συλλέκτη σύμφωνα με την παροχή νερού ηλιοθερμίας που υπολογίστηκε στο κεφάλαιο 4 για την περίπτωση συμβιβασμού θερινής και χειμερινής απόδοσης. Λαμβάνεται μέγιστη παροχή θέρους 13,4 l/s για το σύνολο των συλλεκτών και θερμοκρασία προσαγωγής χειμώνα 45 °C για την ανοχή της πτώσης πίεσης που πρέπει να καλύψει η αντλία με υψηλότερο ιξώδες.

Διάγραμμα 9.2: μανομετρικού-παροχής κυκλοφορητή Grundfos MAGNA3 100-120 F για το δισωλήνιο δίκτυο αντίστροφης επιστροφής των ηλιακών συλλεκτών προσαγωγής ζεστού νερού ηλιοθερμίας.



Για την προσωρινή αποθήκευση του νερού της ηλιοθερμίας απαιτείται η τοποθέτηση συστοιχίας παραλλήλων δοχείων αδρανείας διπλής ενέργειας με δυνατότητα να τροφοδοτούνται από τους ηλιακούς συλλέκτες καθώς και από εξωτερική πηγή back-up θέρμανσης, στη συνέχεια το κυκλοφορούν νερό εντός της δεξαμενής του δοχείου μπορεί να κυκλοφορεί είτε απευθείας στο δισωλήνιο δίκτυο fcu σε περίοδο θέρμανσης είτε προς την μονάδα του ψύκτη απορρόφησης σε περίοδο ψύξης. Η συνδεσμολογία περιγράφεται τοπολογικά στο ακόλουθο σκαρίφημα

Σκαρίφημα 9.1



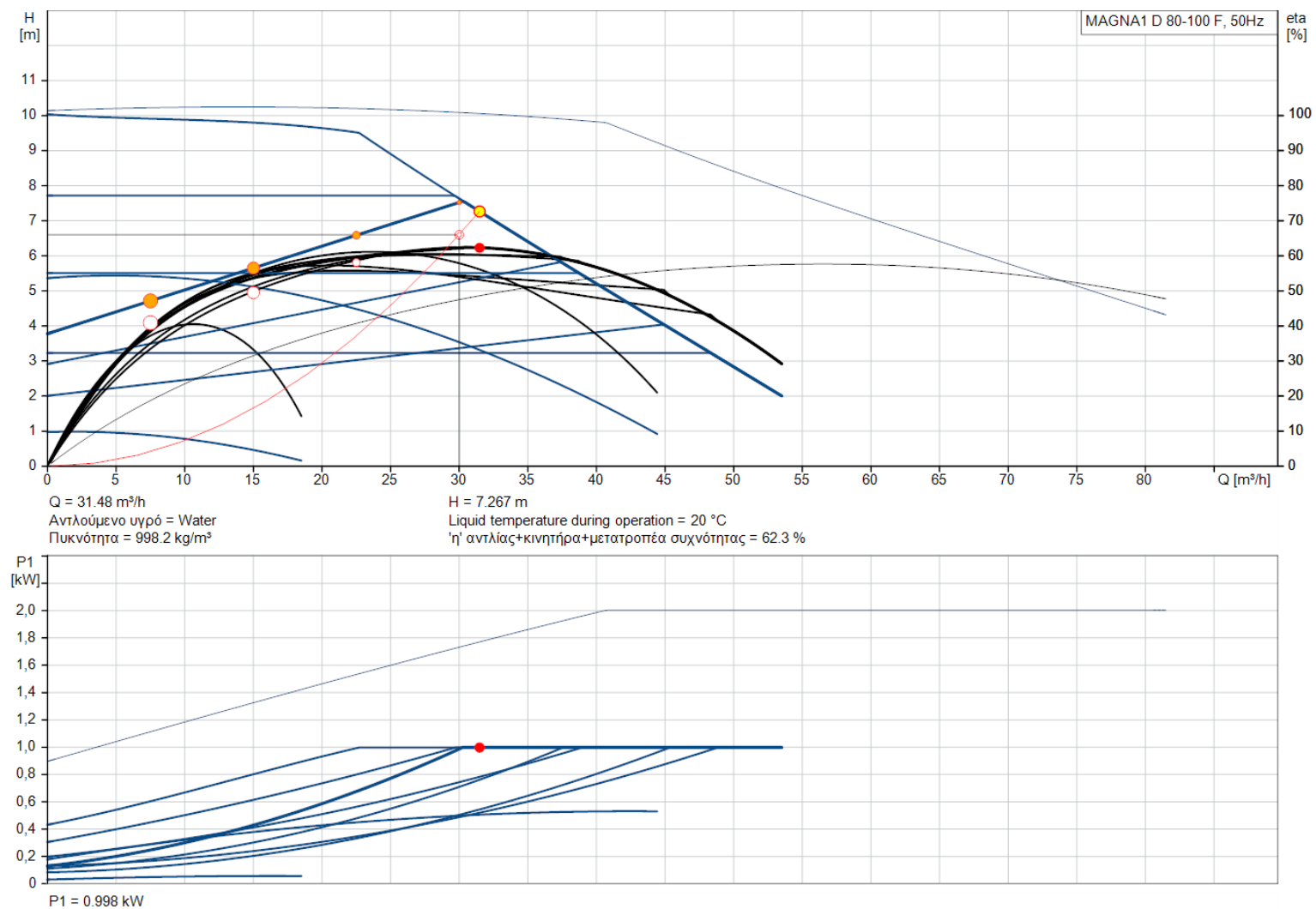
Για back-up σύστημα θέρμανσης επιλέγεται ο λέβητας βιομάζας μεικτής καύσης MYTHERM SK 400 με ονομαστική ισχύ 400000 kcal/h

Εικόνα 9.1



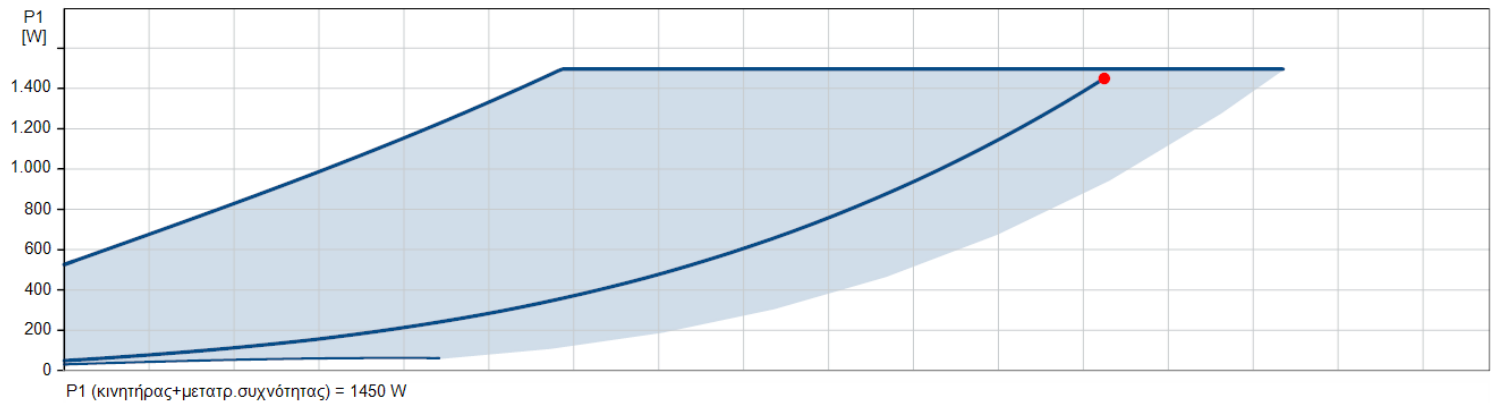
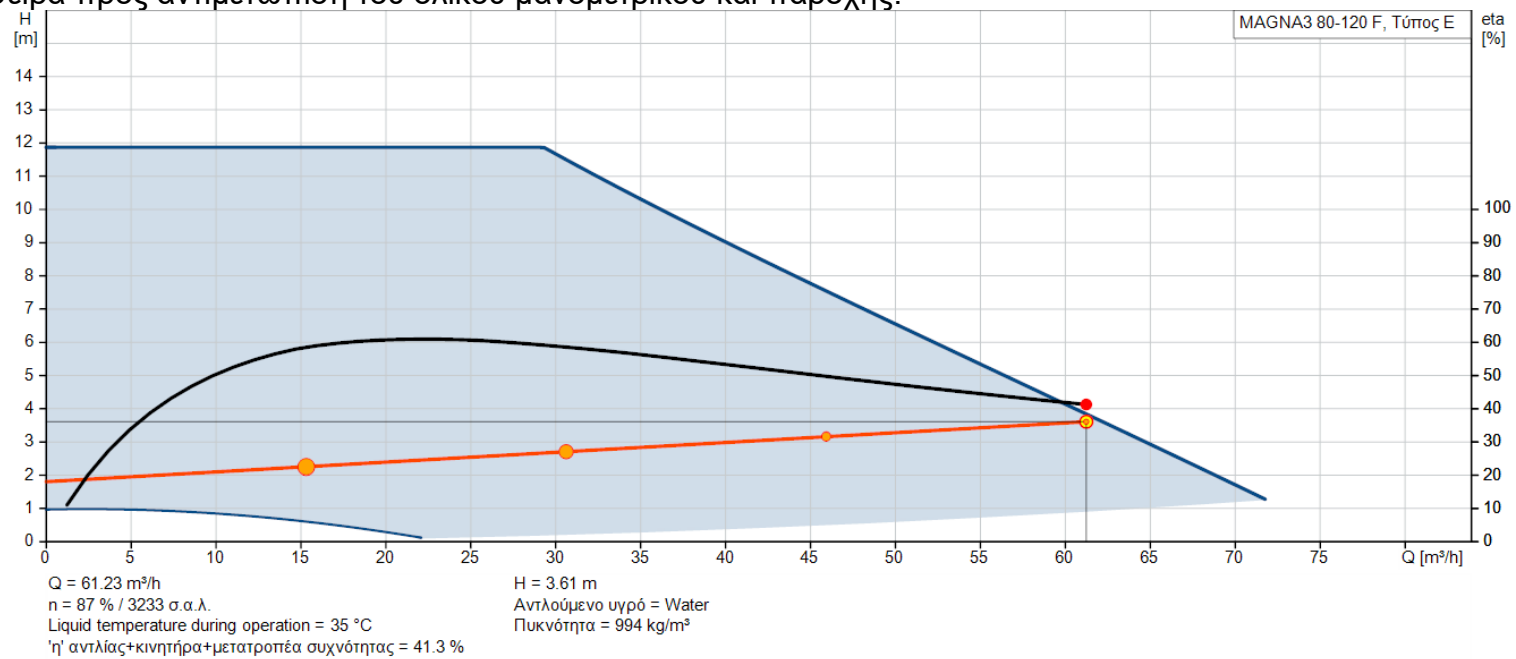
Τύπος		SK100	SK165	SK200	SK250	SK300	SK350	SK400
Ισχύς	kW	116,6	190,3	232	290	348,8	408,1	465,1
Ισχύς	kcal/h	100.000	165.000	200.000	250.000	300.000	350.000	400.000
Ανεμιστήρας αέρα	m³	8.000	11.000	14.000	18.000	28.000	32.000	36.000
Παροχή ρεύματος	V	380	380	380	380	380	380	380
Ισχύς κινητήρα	kW	1,5	3	4	5,5*	2x3	2x4	2x5,5*
Ύψος	cm	160	170	180	190	200	215	225
Μήκος	cm	310	315	320	325	330	340	345
Πλάτος	cm	70	75	80	90	100	105	110
Ύψος Πλένουμ	cm	40	50	60	60	70	70	80
Διατομή καπνοδόχου	mm	200	250	250	300	300	400	450
Ισχύς Μοτέρ Καυστήρα	kW	0,5	1	1	1	1,5	1,5	2
Φυσητήρας	m³	500	800	1.000	1.000	1.250	1.500	2.000

Διάγραμμα 9.3: μανομετρικό και παροχή MAGNA1 D 80-100 F



Επιλέγονται 2 εν παραλλήλω σε σειρά με τον MAGNA3 100-120 F για την αντιμετώπιση των απωλειών πίεσης των εναλλακτών της συστοιχίας δοχείων αδρανείας κατά την αποθήκευση του ζεστού νερού των ηλιακών, η διαστασιολόγηση προέκυψε με δεδομένη την δυνατότητα οι κυκλοφορητές να εξυπηρετούν την αποθήκευση νερού για τον ψύκτη απορρόφησης στη μέγιστη δυνατή ζήτησή του με παροχή νερού 16,2 l/s. Ομοίως επιλέγονται δύο όμοιοι εν παραλλήλω για την αντιμετώπιση των απωλειών πίεσης των εναλλακτών back-up και του λέβητα.

Διάγραμμα 9.4: Παροχή και μανομετρικό MAGNA3 80-120 F για κυκλοφορία νερού επανάψυξης και αντιμετώπιση πτώσης πίεσης σε σωληνώσεις και εναλλάκτη επανάψυξης του ψύκτη απορρόφησης, επιλέγονται 4 τέτοιες αντλίες διατεταγμένες σε δύο παράλληλες σειρές των 2 αντλιών έκαστη σειρά προς αντιμετώπιση του ολικού μανομετρικού και παροχής.



Κεφάλαιο 10

Συμπεράσματα.

Παράγραφος 10.1 συμπεράσματα για την μελέτη ύδρευσης.

Το βασικό πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει ένας μηχανικός κατά τη μελέτη της ύδρευσης είναι η ιδιοτροπία με την οποία συμπεριφέρεται η υδραυλική αντίσταση ενός υδραυλικού κυκλώματος όταν αυτό προσπαθεί να ικανοποιήσει την ζήτηση σε ζεστό και κρύο νερό.

Ένα υδραυλικό κύκλωμα μπορεί να μοντελοποιηθεί σαν ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα με την πηγή πίεσης στο ρόλο της πηγής τάσης, την υδραυλική αντίσταση λ (σύμφωνα με τη σχέση 1.4) στον ρόλο της αντίστασης R και με το υδραυλικό έργο μεταφοράς της μάζας νερού από ένα σημείο σε ένα άλλο να είναι ίσο $Q \cdot \Delta p$ στον ρόλο του ηλεκτρικού έργου $w = v \cdot R$. Σε αντίθεση με τα ηλεκτρικά κυκλώματα που η ανάλυση γίνεται σύμφωνα με τους νόμους του Ohm και του Kirchhoff για κόμβους ρευμάτων και βρόχους τάσεων με γνωστές και σταθερές αντιστάσεις και με κοινή τάση στα άκρα των σύνθετων αντιστάσεων, στα υδραυτικά κυκλώματα όλες αυτές οι παραδοχές δεν ισχύουν, η υδραυλική αντίσταση που διέρχεται από ένα “υδραυλικό καλώδιο” τον ρόλο του οποίου παίζει ο αγωγός μεταφοράς του ρευστού από το εκάστοτε θεωρούμενο σημείο υδροληψίας προς τον τελικό καταναλωτή που μπορεί να είναι κάποια συσκευή που χρησιμοποιεί το νερό όπως ένα καζανάκι τουαλέτας ή ένας νιπτήρας όπως αυτά υπάρχουν στις βιβλιοθήκες του λογισμικού fine της 4M. Σύμφωνα με την σχέση 1.4 εξαρτάται άμεσα από το “υδραυλικό ρεύμα” δηλαδή την ογκομετρική παροχή q σε $\frac{m^3}{s}$, συνεπώς η πτώση πίεσης καθορίζεται από το κύκλωμα σύμφωνα με τις ανάγκες της παροχής και όχι το αντίστροφο, αυτό αντικειμενικά οδηγεί στο αποτέλεσμα διαφορετικοί “βρόχοι τάσης” να έχουν διαφορετική διαφορά πίεσης ως προς ένα κοινό σημείο υδροληψίας σε σχέση με άλλους που ενώνονται κυκλωματικά στο ίδιο σημείο υδροληψίας, για παράδειγμα στο σχήμα

1.4 όπου διακρίνεται ένας συλλέκτης w_c ο οποίος μοιράζει παροχή ζεστού και κρύου νερού παραλλήλως σε καζανάκια και νιπτήρες εμφανίζει διαφορετικές πτώσεις πίεσης αναλόγως του πόσο μακριά ή κοντά βρίσκεται σε αυτόν η κάθε συσκευή που ζητάει νερό. Τα κοινά όμως σημεία υδροληψίας απαιτείται να έχουν κοινή πτώση πίεσης στα άκρα τους εφόσον διαφορετικοί παράλληλοι αγωγοί συνδέονται στο ίδιο σημείο υδροληψίας οπότε η κοινή πτώση πίεσης που πρέπει να υπολογιστεί θα πρέπει να ικανοποιεί τον εκάστοτε δυσμενέστερο κλάδο πράγμα το οποίο οδηγεί στην ανάγκη εφαρμογής πρόσθετων υδραυλικών αντιστάσεων εξισορρόπησης των ευμενέστερων κλάδων για τον καλύτερο έλεγχο της παροχής σε συνθήκες μερικού φορτίου της αντλίας και σε υψηλότερες ονομαστικές μανομετρικές απαιτήσεις αντλητικού συστήματος όταν οι μειωτικοί συντελεστές ετεροχρονισμού ζήτησης λαμβάνουν τιμές πολύ κοντά στη μονάδα, για παράδειγμα σε ώρες αιχμής χρήσης των τουαλετών ενός κτηρίου συνάθροισης κοινού σαν το εξεταζόμενο της εργασίας. Η τελική διαστασιολόγηση της αντλίας γίνεται λαμβάνοντας παραδοχές ετεροχρονισμού ζήτησης σύμφωνα με τις τεχνικές οδηγίες του TEE για την διαστασιολόγηση εγκαταστάσεων ύδρευσης προς αποφυγή υπερδιαστασιολογήσεων σε διατομές αγωγών και σε αντλητικά συστήματα βελτιστοποιώντας έτσι την ζήτηση αποδεχόμενοι κάποια στιγμιαία σφάλματα, φέρ'επείν μια μικρότερη της υπολογιζόμενης ροή σε ένα απομακρυσμένο καζανάκι όταν η στιγμιαία ζήτηση είναι μεγάλη.

Παράγραφος 10.2 συμπεράσματα για την μελέτη της αποχέτευσης.

Το αποχετευτικό δίκτυο ενός κτηρίου μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα υδραυλικό δίκτυο με τον ρόλο της πτώσης πίεσης να τον παίζει η αντίσταση απομάκρυνσης των ακαθάρτων υδάτων στις σωληνώσεις και τον ρόλο της πηγής πίεσης να τον παίζει η δυναμική ενέργεια λόγω υψομετρικής διαφοράς του σημείου απορροής με το σημείο λήψης των ακαθάρτων, δηλαδή όταν μια λεκάνη αδειάζει προς το κεντρικό φρεάτιο απαιτείται το κεντρικό φρεάτιο να βρίσκεται χαμηλότερα της λεκάνης και οι αγωγοί να έχουν κλίση ως προς το έδαφος ώστε να κυλάνε και να απομακρύνονται τα ακάθαρτα ύδατα. Παράλληλα πρέπει αν ληφθεί υπόψιν πως σε συνθήκες μη μόνιμης ροής οι αγωγοί εμφανίζουν δυναμική συμπεριφορά οπότε σημαντικές παράμετροι είναι η υδραυλική χωρητικότητα των αγωγών και η υδραυλική αδράνεια ώστε ο ρυθμός παραγωγής ακαθάρτων υδάτων να μην υπερβαίνει τον ρυθμό εκροής που ικανοποιεί μια μέγιστη αποδεκτή τιμή στην πλήρωση του αγωγού διαφορετικά ενέχεται ο κίνδυνος απόφραξης των σημείων απορροής κι υπερχειλίσσης των ακαθάρτων υδάτων. Θα μπορούσε ένα φρεάτιο να θεωρηθεί σαν ένα σημείο συσσώρευσης “υδραυλικού φορτίου” ομοίως με έναν πυκνωτή στα ηλεκτρικά κυκλώματα, ο πυκνωτής φορτίζεται όταν υπάρχει τάση στα άκρα του όταν τεθεί αφόρτιστος σε μια πηγή τάσης και αποφορτίζεται όταν οι αρχικές συνθήκες του επιτρέψουν να κλείσει κύκλωμα με κάποιον αντιστάτη, ομοίως το φρεάτιο θα πληρωθεί με μάζα όταν η πτώση πίεσης λόγω δυναμικής ενέργειας με την εκάστοτε συσκευή παραγωγής ακαθάρτων υδάτων του το επιβάλει και θα αποφορτιστεί όταν η υδραυλική αντίσταση στον κλάδο εξόδου προς την κεντρική αποχέτευση του δρόμου μπορεί να διαχειριστεί την εξίσωση ροών εισόδου και εξόδου. Αυτά τα ζητήματα προσεγγίζονται με παραδοχές στη διαστασιολόγηση των αγωγών σε διάφορους κόμβους άθροισης υδάτων λαμβάνοντας και πάλι συντελεστές ετεροχρονισμού σύμφωνα με τις οδηγίες του TEE, το λογισμικό fine της 4M.

Το βασικό ζητούμενο με την μελέτη της ενεργητικής πυρασφάλειας είναι ο υπολογισμός των αναγκών του κτηρίου σε ύπαρξη sprinklers ώστε να γίνεται καταιονισμός μιας πιθανής εστίας ανάφλεξης σε κάποιον χώρο του κτηρίου. Ομοίως με την μελέτη ύδρευσης η μελέτη ενεργητικής πυρασφάλειας απαιτεί αρχιτεκτονική αποτύπωση των οδεύσεων των αγωγών σύμφωνα με τους κανονισμούς κινητικότητας του κτηρίου, πόσα άτομα θα βρίσκονται σε κάθε χώρο του κτηρίου αναλόγως της χρήσης καθώς και διαστασιολόγηση των διατομών των αγωγών, διαχωρισμός των ομάδων των sprinklers σύμφωνα με τα πυροδιαμερίσματα του κτηρίου και τελικά εκλογή αντλιών που να ικανοποιούν τους δυσμενέστερους κάδους ώστε η παροχή και η πίεση εκροής των sprinklers να πιάνουν τις ελάχιστες απαιτήσεις της νομοθεσίας. Επίσης δίνεται βαρύτητα στην διαστασιολόγηση και εκλογή δεξαμενής νερού κατάσβεσης ώστε να αυξηθεί ο χρόνος αυτόνομης λειτουργίας του συστήματος σε περίπτωση ανάγκης μέχρι να έρθει η πυροσβεστική. Η δυσκολία έγκειται στο ότι οι απαιτήσεις πίεσης και παροχής εκροής είναι μεγάλες καθώς μια εστία φωτιάς χρειάζεται σημαντική ποσότητα νερού που φέρει υψηλή κινητική-δυναμική ενέργεια για την εξασφάλιση επίτευξης των μηχανισμών διακοπής του φαινομένου της ανάφλεξης με τις μεθόδους του διαχωρισμού καυσίμου-αέρα και της ταχείας ψύξης της εστίας. Αυτό οδηγεί σε ανάγκη εκλογής υψηλών μανομετρικών για τις αντλίες για απαιτητικές στιγμιαίες παροχές και σημαντικές γραμμικές πτώσεις πίεσης στις σωληνώσεις μεταφοράς ενώ οι τελευταίες πρέπει να είναι κατασκευασμένες από πυράντοχα υλικά όπως χάλυβας.

Παράγραφος 10.4 συμπεράσματα για την μελέτη ηλιοθερμίας/ηλιακής ψύξης.

Ο σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι να αναδείξει αν και πόσον είναι εφικτό να καλυφθεί μέρος κάποιων ωριαίων θερμικών και ψυκτικών φορτίων χρησιμοποιώντας σαν πηγή ενέργειας την ηλιακή ακτινοβολία. Σύμφωνα με τις σχέσεις του κεφαλαίου 4 και όλων όσων αναλύθηκαν οι βασικότεροι ενεργειακοί περιορισμοί έγκειται στο κατά πόσον είναι εφικτό να μεγιστοποιηθεί το θερμικό ηλιακό κέρδος των συλλεκτών σε κάθε εποχή, αυτό αποδεικνύεται δύσκολη εξίσωση καθώς οι κλίσεις των συλλεκτών όταν γίνονται βέλτιστες για το καλοκαίρι γίνονται χειρίστες για τον χειμώνα και αντίστροφα. Ταυτόχρονα η χωροταξία των συλλεκτών επηρεάζει άμεσα τον ωριαίο συντελεστή σκίασης συνεπώς είτε θα πρέπει να κινηθεί κανείς στη λύση να βάλει μεγαλύτερη πυκνότητα συλλεκτών με μικρότερο συντελεστή σκίασης είτε να αραιώσει τους συλλέκτες αυξάνοντας τον μειωτικό συντελεστή σκίασης σε ώρες με χαμηλότερο ηλιακό ύψος.

Όσον αφορά τη μελέτη ηλιακής ψύξης αποδεικνύεται ότι το συνολικό διαθέσιμο εμβαδόν των στεγών του κτηρίου για ηλιοθερμία μπορεί να καλύψει το μέγιστο ψυκτικό φορτίο στο 100% λαμβάνοντας υπόψιν την διαθέσιμη ωριαία ηλιακή ακτινοβολία, την απόδοση της ηλιοθερμίας των συλλεκτών με βάση αυτήν και την απόδοση της ηλιακής ψύξης με βάση την προηγούμενη, συνεπώς η πλήρης αυτονομία του συστήματος παραγωγής ηλιακής ψύξης από καύσιμα κρίνεται δυνατή αν και θα χρειαστεί back-up σύστημα.

Τα παραπάνω ισχύουν και για τη θέρμανση με την επιφύλαξη ότι το υπολογιστικό ισοτροπικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στο κεφάλαιο 4 της παρούσης εργασίας για την ωριαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο κεκλιμένο επίπεδο έλαβε υπόψιν (όπως και για την ηλιακή ψύξη) προσομοιωμένα δεδομένα αντλούμενα από το κεφάλαιο 4 “ηλιακή ακτινοβολία” της TOTEE “κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών” όσων αφορά την τιμή της μηνιαίας ολικής και διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο τα οποία στη συνέχεια (με μαθηματικούς τύπους που περιγράφονται στην Τεχνική Οδηγία, υπολογίστηκαν σε φύλο excel και δεν αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 4 της παρούσης εργασίας) προσαρμόστηκαν για την ωριαία μεταβολή της ολικής ακτινοβολίας και μπήκαν σαν δεδομένα εισόδου στις εξισώσεις του κεφαλαίου 4 του παρόντος, και όχι μετρούμενα ωριαία όπως κανονικά θέλει το ισοτροπικό μοντέλο για να βγάλει στατιστικά πιο ακριβή συμπεράσματα όσων αφορά τις τιμές, οπότε σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο 4 (αλλά και της TOTTE “κλιματικά δεδομένα Ελληνικών περιοχών”, άλλωστε οι εξισώσεις και η λογική είναι ακριβώς ίδιες αν εξαιρέσει κανείς τη μεθοδολογία προσαρμογής των προσομοιωμένων μηνιαίων δεδομένων σε προσομοιωμένα ωριαία) ενδέχεται μέρες με διαφορετική νέφωση από αυτήν που υποθέτουν οι προσομοιώσεις της TOTEE οι τιμές της ωριαίας ολικής και διάχυτης ακτινοβολίας να είναι αισθητά πιο υψηλές με αποτέλεσμα την καλύτερη κάλυψη των θερμικών απωλειών από την ηλιοθερμία σύμφωνα με το ισοτροπικό μοντέλο. Για το θέμα η πιθανότητα σημαντικής διαφοράς ανάμεσα στα προσομοιωμένα μηνιαία και στα μετρούμενα ωριαία εικάζεται να είναι μικρότερη λόγω του ότι κρίνεται πιο απίθανο ένα πιο νεφώδες καλοκαίρι σε σχέση με έναν πιο ηλιόλουστο χειμώνα. Εντούτοις η επιλογή backup μονάδας βιομάζας στο ύψος των αναγκών παραγωγής θερμότητας του head medium της ψυκτικής μονάδας για το μέγιστο υπολογιζόμενο ψυκτικό φορτίο, και με δεδομένο ότι οι θερμικές απώλειες βγαίνουν μικρότερες σε σχέση με τα ψυκτικά φορτία είναι δυνατόν να καλύψει πλήρως όλα τα ενδεχόμενα για θέρμανση ή ψύξη (ακόμα και για μηδενική ηλιακή ακτινοβολία) χωρίς να επιβαρύνει με πρωτογενή ενέργεια το όλο σύστημα πέρα των περιφερειακών καταναλώσεων (κυκλοφορητές, πύργος ψύξης, καυστήρας, αυτοματισμοί).

Παράγραφος 10.5 συμπεράσματα από την μελέτη κλιματισμού-ψυκτικών φορτίων και θερμικών απωλειών. Η μελέτη του κλιματισμού έχει κοινά σημεία αναφοράς με την μελέτη πυρασφάλειας όπως και με την μελέτη ZNX, όλα τα παραπάνω εστιάζουν στην εκτίμηση της κινητικότητας του θεωρητικού πληθυσμού σε ένα κτήριο και με βάση αυτά λαμβάνοντας παραδοχές προκύπτουν οι ανάγκες διαστασιολόγησης σε νωπό αέρα και σε επεξεργασία του αέρα για αφαίρεση της υγρασίας κλπ καθώς κι η εκτίμηση της ισχύος των συσκευών που παράγουν θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Οι απαιτούμενες εναλλαγές αέρα είναι κοινές για την θέρμανση και την ψύξη καθώς ο θεωρητικός πληθυσμός λαμβάνεται ίδιος εποχιακά. Οι αναγκαίες παραδοχές για την συγκεκριμένη μελέτη είναι πως ο αερισμός καλύπτεται από τοπικές μονάδες με ανάκτηση θερμότητας ενώ για την περίπτωση κάλυψης των ψυκτικών και θερμικών φορτίων με κάποιο κεντρικό σύστημα κρίνεται απαραίτητη η μελέτη δισωληνίου συστήματος για τον υπολογισμό της πτώσης πίεσης και την επιλογή μονάδων βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα.