



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ &
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΛΛΑΓΗΣ



ΕΠΠΕΡΑΑ

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη



ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΤΑΜΕΙΟ ΣΥΝΟΧΗΣ



ΕΣΠΑ
2007-2013

πρόγραμμα για την ανάπτυξη



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΔΗΜΟΣ ΩΡΑΙΟΚΙΑΣΤΡΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ Η/Μ ΕΡΓΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΕΡΓΟ : ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ "ΚΟΝΤΑΞΟΠΟΥΛΕΙΟΥ" ΚΛΕΙΣΤΟΥ
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ

ΑΡ. ΜΕΛΕΤΗΣ: 1/2015

ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ: 421.130,25 €

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ: ΤΑΜΕΙΟ ΣΥΝΟΧΗΣ
ΑΞΟΝΑΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ "01 – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΟΝΤΟΣ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ"
Ε.Π. "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"
ΚΩΔΙΚΟΣ MIS 434013 ΠΟΣΟ 380.000,00 €
ΔΗΜΟΣ ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ ΠΟΣΟ 41.130,25 €

V. ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

1. Υπολογισμοί Θερμικού Ηλιακού Συστήματος

1.1 Εισαγωγή

Ο υπολογισμός των αναγκών σε ζεστά νερά χρήσης του γυμναστηρίου έγινε βάση των απαιτήσεων που προδιαγράφονται από την Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ 20701-1/2010 στα πλαίσια της ενεργειακής μελέτης του κτιρίου για το πρόγραμμα «Εξοικονομώ». Με την χρήση ειδικού λογισμικού υπολογίστηκε το απαιτούμενο εμβαδό των ηλιακών συλλεκτών για την εκπλήρωση του στόχου εξοικονόμησης ενέργειας.

Στην ενεργειακή μελέτη υπολογίζεται η ανά μήνα κατανάλωση τελικής ενέργειας για ΖΝΧ και η ηλιακή ενέργεια για ΖΝΧ. Τα αποτελέσματα του υπολογισμού παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
ΖΝΧ	13,4	11,3	11,0	8,2	5,9	3,4	2,4	2,9	4,9	8,0	10,5	12,8	94,7
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,4	1,7	2,6	3,4	4,3	4,8	5,0	4,5	3,4	2,3	1,5	1,2	36,2

Με βάση την ενεργειακή μελέτη του έργου το απαιτούμενο εμβαδό ηλιακών συλλεκτών επιλεκτικού τύπου είναι 144 m², οι οποίοι συνδυάζονται με δοχείο αποθήκευσης τουλάχιστον 50 lt/m² συλλέκτη. Σύμφωνα με την τεχνική περιγραφή επιλέγονται δοχεία αποθήκευσης συνολικού όγκου 7.500 lt.

Οι ενεργειακοί υπολογισμοί έγιναν με την χρήση του εξειδικευμένου υπολογιστικού λογισμικού 'ADAPT Ηλιακά' της 4M. Ο υπολογισμός βασίστηκε στα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας, Ε. Βαζαίος
- β) Solar Heating Design by the f chart method, Beckman, Klein & Duffie
- γ) Α' Σεμινάριο εφαρμογών Ηλιακής Ενέργειας, Πρακτικά

1.2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

α) Υπολογισμός ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο

Οι διάφοροι μετεωρολογικοί σταθμοί λαμβάνουν μετρήσεις της ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Για τον υπολογισμό της μέσης ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο χρησιμοποιείται η μέθοδος των Liu και Jordan (1962). Η μέση μηνιαία ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο ΗΤ εκφράζεται ως εξής:

$$HT = R H$$

όπου:

H: η μέση μηνιαία ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο

R: ο συντελεστής μετατροπής που δίνεται από τον τύπο

$$R = (1-Hd/H) Rb + Hd/H (1+\cos s)/2 + r (1-\cos s)/2 \quad (1)$$

όπου:

Hd: η μέση μηνιαία έμμεση ακτινοβολία

Rb: ο λόγος της μέσης μηνιαίας ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο προς αυτή σε οριζόντιο επίπεδο.

s: η κλίση της επιφανείας ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

r: ο συντελεστής ανάκλασης του εδάφους. Οι τιμές του κυμαίνονται από 0,2-0,7 (πχ. 0,7 για κάλυψη εδάφους με χιόνι).

Στην εξίσωση 1 ο πρώτος όρος εκφράζει τη συμμετοχή της άμεσης ακτινοβολίας, ο δεύτερος όρος τη συμμετοχή της έμμεσης ακτινοβολίας και ο τρίτος όρος τη συμμετοχή της

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

ακτινοβολίας που αντανακλάται από το έδαφος πάνω στο συλλέκτη. Ο λόγος Hd/H εκφράζεται σαν συνάρτηση του συντελεστή αιθριότητας KT, που είναι ο λόγος της ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο προς αυτή που θα έφθανε σε οριζόντιο επίπεδο αν δεν υπήρχε ατμόσφαιρα.

Η σχέση μεταξύ Hd/H και KT δίνεται από την εμπειρική σχέση των Λάλα κ.α. που για τον Ελληνικό χώρο δίνει την πιο καλή προσαρμογή:

$$Hd/H = 1,446 - 2,965 KT + 1,727 KT^2$$

Το Rb, για επιφάνειες που είναι στραμμένες ακριβώς προς νότον, δίνεται σαν συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους φ και της κλίσης της επιφάνειας s από τον λόγο $(\cos(\varphi-s)\cos\delta\sin\omega's + (\pi/180\omega's\sin(\varphi-s)\sin\delta)) / (\cos\varphi\cos\delta\sin\omega's + (\pi/180\omega's\sin\varphi\sin\delta))$.

όπου:

$\omega's$: η ωριαία γωνία που δύνει ο ήλιος σε οριζόντιο επίπεδο

$$\omega's = \arccos(-\tan\varphi \tan\delta)$$

$\omega's$: η ωριαία γωνία που δύνει ο ήλιος στην κεκλιμένη επιφάνεια

$$\omega's = \text{MIN}(\omega's, \arccos(-\tan(\varphi-s) \tan\delta))$$

δ : η ηλιακή απόκλιση

$$\delta = 23.45 \sin((360 \times (284 + n))/365)$$

Ο τρόπος αυτός υπολογισμού ισχύει για επιφάνειες με νότιο προσανατολισμό, μπορεί δε να εφαρμοστεί χωρίς μεγάλο λάθος και για επιφάνειες με προσανατολισμό που αποκλίνει μέχρι 15 μοίρες από το νότο.

β) Μεθοδολογία υπολογισμών

Οι υπολογισμοί του προγράμματος γίνονται με την μέθοδο των καμπυλών f που αναπτύχθηκε από τους Αμερικάνους S. Klein, W.Beckman and Duffie. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό κατά πρώτο λόγο συστημάτων θέρμανσης, ενώ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για υπολογισμό συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού ή για συνδυασμό των δύο. Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιείται υγρό (νερό βασικά ή κάποιο αντιπηκτικό διάλυμα) σαν μέσο μεταφοράς θερμότητας και νερό σαν μέσο αποθήκευσης της ενέργειας.

Για τη μετατροπή της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε θερμική ενέργεια χρησιμοποιούνται επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες. Η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται με μορφή αισθητής θερμότητας στη δεξαμενή αποθήκευσης και χρησιμοποιείται, όταν χρειάζεται, για να τροφοδοτήσει το φορτίο θέρμανσης και ζεστού νερού.

Γενικά, μέσα από τους συλλέκτες κυκλοφορεί ένα αντιπηκτικό διάλυμα και μεταξύ συλλεκτών και δεξαμενής χρησιμοποιείται ένας εναλλάκτης, κάτι που είναι πιο οικονομικό από την εναλλακτική λύση, να χρησιμοποιείται δηλαδή το αντιπηκτικό διάλυμα σαν μέσο αποθήκευσης.

Κατά τη μέθοδο των καμπυλών f το ποσοστό f του μηνιαίου θερμικού φορτίου που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια (ή απλά η κάλυψη) εκφράζεται εμπειρικά με τη βοήθεια δυο αδιάστατων συντελεστών X και Y.

$$X = FR UL \times (F'R/FR) \times (T_{ref} - T_a) \times \Delta t \times (AC/L) \times K2 \times K3$$

$$Y = FR (\tau_a)n \times (F'R/FR) \times (\tau_a) / (\tau_a)n \times HT \times (AC/L) \times K4$$

Όπου:

AC: η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m²)

F'R/FR: ο διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη εναλλάκτη.

FRUL,FR: χαρακτηριστικά μεγέθη του συλλέκτη, που προκύπτουν από τα(η): την καμπύλη απόδοσης του.

Tref: θερμοκρασία αναφοράς που ορίζεται ίση με 100 βαθμούς C

Ta: η μέση μηνιαία θερμοκρασία ημέρας

Δt: η χρονική περίοδος κάθε μήνα (s)

L: το μέσο μηνιαίο φορτίο (J)

HT: η μέση μηνιαία ακτινοβολία που προσπίπτει στο επίπεδο του συλλέκτη (J/m²-mo)

(τα)/(τα)n: διορθωτικός συντελεστής

K2: συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής

K3: συντελεστής ζεστού νερού

K4: συντελεστής εναλλάκτη θερμότητας φορτίου

Οι αδιάστατοι συντελεστές X και Y έχουν την εξής φυσική έννοια. Το Y αντιστοιχεί με το πηλίκο της ολικής ενέργειας που απορροφάται από την επιφάνεια των συλλεκτών προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα. Το X αντιστοιχεί με το πηλίκο των απωλειών του συλλέκτη προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα.

Για τον προσδιορισμό της κάλυψης f, δηλαδή του ποσοστού του θερμικού φορτίου που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια, πρέπει πρώτα να προσδιορισθούν οι συντελεστές X και Y. Η τιμή του f προκύπτει από την εξίσωση:

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245YY + 0.0018XX + 0.0215YYY$$

για $0 < Y < 3$ και $0 < X < 18$

Το f βρίσκεται χωριστά για κάθε μήνα του χρόνου. Η μέση μηνιαία ωφέλιμη ενέργεια είναι γινόμενο του f επί το μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο L, για κάθε μήνα. Η μέση ετήσια κάλυψη είναι το άθροισμα των f x L διαιρεμένο με το μέσο ετήσιο φορτίο.

γ) Συντελεστές διόρθωσης

γ1) Συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής

Αποδεικνύεται ότι αύξηση του όγκου της δεξαμενής πάνω από 50 λίτρα νερού ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας βελτιώνει ελαφρά την ετήσια απόδοση του συστήματος. Αν ληφθεί υπόψη και το κόστος της δεξαμενής αποδεικνύεται ότι η βέλτιστη χωρητικότητα βρίσκεται μεταξύ 50 και 100 λίτρων νερού ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας. Οι καμπύλες f έχουν αναπτυχθεί για χωρητικότητα δεξαμενής 75 l/m², μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και για τον υπολογισμό συστημάτων με άλλη χωρητικότητα δεξαμενής με τη βοήθεια του συντελεστή K2, που δίνεται από την εξίσωση:

$$K2 = (M/75)-0,25$$

όπου M είναι η χωρητικότητα της αποθήκης σε λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτών. Για M = 75 είναι φανερό ότι K2 = 1.

γ2) Συντελεστής ζεστού νερού.

Η μέθοδος των καμπυλών f έχει αναπτυχθεί για ηλιακά συστήματα που καλύπτουν ανάγκες θέρμανσης και ζεστού νερού, με την προϋπόθεση όμως ότι το φορτίο για τη θέρμανση νερού είναι μικρό ποσοστό του φορτίου για θέρμανση χώρου. Στην περίπτωση αυτή είναι K3= 1.

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

Όταν το θερμικό φορτίο οφείλεται κυρίως ή αποκλειστικά στη θέρμανση νερού, τότε υπολογίζεται ο συντελεστής K_3 , που εξαρτάται από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του κρύου νερού T_m , και την επιθυμητή θερμοκρασία του ζεστού νερού T_w . Ο συντελεστής ζεστού νερού K_3 υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$K_3 = (11,6 + 1,18T_w + 3,86T_m - 2,32 T_a)/(100 - T_a)$$

Η μέθοδος των καμπυλών f , για τον υπολογισμό εγκαταστάσεων ζεστού νερού ισχύει υπό ορισμένες προϋποθέσεις: Πρώτα απ' όλα η κατανομή κατανάλωσης κατά τη διάρκεια του 24ώρου παρουσιάζει αιχμές στις 9πμ και στις 8μμ. Η κατανομή αυτή κατανάλωσης είναι η μέση για κατοικίες. Η κατανομή του θερμικού φορτίου στη διάρκεια της μέρας δεν έχει σοβαρή επίδραση στην απόδοση του ηλιακού συστήματος, όταν η δεξαμενή αποθήκευσης είναι γύρω στα 75 l/m^2 ή μεγαλύτερη. Άλλη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου είναι ότι θεωρείται χαμένη η ηλιακή ενέργεια, που χρησιμοποιείται για να θερμανθεί το νερό της δεξαμενής πάνω από τη θερμοκρασία T_w . Στην πραγματικότητα βέβαια κάτι τέτοιο δεν είναι απόλυτα σωστό, διότι μία ποσότητα ζεστού νερού θερμοκρασίας υψηλότερης από την T_w , αναμειγνυόμενη με κρύο νερό δίνει μεγαλύτερη ποσότητα νερού θερμοκρασίας T_w . Παρά τους περιορισμούς αυτούς όμως η μέθοδος των καμπυλών f παραμένει πολύ χρήσιμη για τον υπολογισμό της απόδοσης συστημάτων των συνδεσμολογιών που είδαμε πιο πάνω.

γ3) Συντελεστής εναλλάκτη φορτίου

Το μέγεθος του εναλλάκτη φορτίου επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του ηλιακού συστήματος. Όταν μειώνεται το μέγεθος του εναλλάκτη η θερμοκρασία της δεξαμενής πρέπει να αυξηθεί για να μπορεί να παρέχει το ίδιο ποσό ενέργειας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα υψηλότερη θερμοκρασία εισόδου στους συλλέκτες πράγμα που μειώνει την απόδοσή τους. Ένα μέτρο του μεγέθους του εναλλάκτη που απαιτείται για ένα συγκεκριμένο κτίριο δίνεται από τον αδιάστατο παράγοντα $\varepsilon L C_{\min}/(UA)_b$. Όπου εL είναι ο συντελεστής εκμετάλλευσης του εναλλάκτη του φορτίου. C_{\min} είναι η ελάχιστη θερμοχωρητική παροχή στον εναλλάκτη, που συμπίπτει συνήθως με αυτή του αέρα. Το $(UA)_b$ είναι το γινόμενο του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επί την εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή $\varepsilon L C_{\min}/(UA)_b$ από θερμικής σκοπιάς είναι απεριόριστα μεγάλη. Αν λάβουμε όμως υπόψη το κόστος του εναλλάκτη, οι πιο οικονομικές τιμές του συντελεστή πρακτικά κυμαίνονται μεταξύ 1 και 3. Η μέθοδος f έχει αναπτυχθεί για $\varepsilon L C_{\min}/(UA)_b = 2$. Για άλλες τιμές του συντελεστή η απόδοση του συστήματος υπολογίζεται με τη βοήθεια του παράγοντα K_4 (για θέρμανση νερού ο συντελεστής K_4 παίρνει τιμή 1).

$$K_4 = 0,39 + 0,65 \exp(-0,139/(\varepsilon L C_{\min}/(UA)_b))$$

Ο βαθμός εκμετάλλευσης ενός εναλλάκτη είναι το πηλίκο της ισχύος που μεταφέρει, προς τη μέγιστη ισχύ που θα μπορούσε να μεταφέρει. Η μέγιστη αυτή ισχύς ισούται με το γινόμενο της μικρότερης από τις θερμοχωρητικές παροχές των δύο ρευμάτων με την διαφορά των θερμοκρασιών εισόδου των δύο ρευμάτων, δηλαδή ίση με $C_{\min} \times (T_h - T_c)$.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στο παράρτημα 1.

2. Διαστασιολόγηση εναλλάκτη

Η διαστασιολόγηση του πλακοειδή εναλλάκτη έγινε με χρήση ειδικού software της ALFA LAVAL. Ως δεδομένα για την επιλογή του δίνεται η ισχύς του, η παροχή στο πρωτεύον κύκλωμα, η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του νερού στον εναλλάκτη από την πλευρά του δευτερεύοντος δικτύου και η θερμοκρασία εισόδου του νερού στον εναλλάκτη από την πλευρά του πρωτεύοντος δικτύου.

Ειδικότερα σημειώνεται ότι:

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

Η ισχύς του εναλλάκτη υπολογίζεται από το μηνιαίο φορτίο κάλυψης προς τις ημέρες του μήνα και προς τις ώρες συλλογής ηλιακής ενέργειας, για τον μήνα Ιούλιο όπου μεγιστοποιείται η θερμική απολαβή. Οι ώρες συλλογής της ηλιακής ενέργειας θεωρούνται 8,5 δηλαδή από τις 10:00 έως τις 17:30, ώρα κατά την οποία ξεκινά η χρήση των ντους του γυμναστηρίου.

Η παροχή στο πρωτεύον κύκλωμα υπολογίζεται από την θεώρηση παροχής 0,015 lt/s m² επιφάνειας συλλέκτη.

Ως θερμοκρασία εισόδου στον εναλλάκτη από την πλευρά του δευτερεύοντος κυκλώματος λαμβάνεται αυτή του δικτύου ύδρευσης, ίση με 22°C για τους θερινούς μήνες. Η θεώρηση αυτή είναι δυσμενέστερη από αυτή της θερμοκρασίας του δικτύου για κάθε μήνα, δεδομένου ότι ο εναλλάκτης υπολογίζεται για μικρότερο Δθ και συνεπώς από την ασφαλή πλευρά.

Ως θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη λαμβάνεται αυτή των 50°C, επιθυμητή θερμοκρασία τροφοδοσίας με ζεστό νερό χρήσης των λουτρών στο γυμναστήριο.

Ως θερμοκρασία εισόδου του νερού στον εναλλάκτη από την πλευρά του πρωτεύοντος δικτύου λαμβάνεται αυτή των 60°C.

Με βάση τα παραπάνω διαστασιολογείται ο εναλλάκτης τα χαρακτηριστικά του οποίου επισυνάπτονται στο παράρτημα 2.

3. Υπολογισμός δικτύου σωληνώσεων μεταφοράς θερμικής ενέργειας

3.1 Εισαγωγή

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί έγιναν με την χρήση του εξειδικευμένου υπολογιστικού λογισμικού 'ADAPT Δισωλήνιο' της 4M. Ο υπολογισμός βασίστηκε στις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 ΤΟΤΕΕ, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag
- Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,
- Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag
- Κεντρικές Θερμάνσεις, Β. Σελλούντος
- Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό Θερμάνσεων Garms/Pfeifer (ΤΕΕ)
- Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN

Το δίκτυο αποτελείται από τις σωληνώσεις σύνδεσης των ηλιακών συλλεκτών με τον εναλλάκτη θερμότητας και τις σωληνώσεις σύνδεσης των δοχείων αποθήκευσης με τον εναλλάκτη θερμότητας.

3.2 Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

Η επιλογή διατομών στους σωλήνες γίνεται σε κάθε τμήμα του δικτύου. Οι υπολογισμοί γίνονται αναλυτικά και βασίζονται στις σχέσεις:

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

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

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

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

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

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

$$J = \frac{1}{2} \sum \zeta \rho V^2$$

όπου:

- Σζ: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου
ρ: Πυκνότητα ρευστού

3.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών του δικτύου παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη της μορφής:

- Τμήμα δικτύου
Μήκος τμήματος (m)
Παροχή ρευστού (m³/h)
Διάμετρος Σωλήνα (mm ή “)
Ταχύτητα Νερού (m/s)
Συνολική αντίσταση Εξαρτημάτων Σζ
Τριβή Σωληνώσεων (mΥΣ)
Τριβή Εξαρτημάτων (mΥΣ)
Ολική Τριβή Τμήματος (mΥΣ)

Κάθε τμήμα δικτύου συμβολίζεται με την αρίθμηση των κόμβων του παρεμβάλλοντας τελεία (.) πχ. 1.2 το τμήμα ανάμεσα στους κόμβους 1 και 2.

Το δίκτυο είναι αντεπίστροφο δικτύου (reverse return) οπότε παρουσιάζεται το δίκτυο της προσαγωγής κανονικά και της επιστροφής χωριστά.

Στοιχεία Δικτύου:

Θερμοκρασία Προσαγωγής Ρευστού (°C)	60
Θερμοκρασία Επιστροφής Ρευστού (°C)	54
Τύπος Κύριων Σωλήνων	Ευθύγραμμοι γυμνοί Χαλκοσωλήνες
Τραχύτητα Κύριων Σωλήνων (μm)	1.5

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στο παράρτημα 3.

3.4 Επιλογή κυκλοφορητών

Αρχικά καθορίζεται το σύστημα που θα εξυπηρετεί ο κυκλοφορητής. Στη συνέχεια με βάση τους υπολογισμούς της προηγούμενης παραγράφου 3.3, όπου υπολογίστηκε η συνολική πτώση πίεσης ανά κλάδο, υπολογίζεται η δυσμενέστερη διαδρομή και η συνολική απαιτούμενη παροχή του συστήματος.

Η υπολογισμένη πτώση πίεσης προσαυξάνεται κατά 15% (συντελεστής ασφαλείας), ενώ ο κυκλοφορητής που εκλέγεται θα παρέχει την υπολογισμένη παροχή +5% στην προσαυξημένη πτώση πίεσης +10%. Τα δεδομένα εκλογής των κυκλοφορητών ανά σύστημα δίδονται στο παράρτημα 4.

3.5 Επιλογή δοχείων διαστολής

Τα δοχεία διαστολής θα είναι κλειστού τύπου, οι διαστολές του ρευστού στο δίκτυο θα παραλαμβάνονται από μια ελαστική μεμβράνη η οποία θα περιέχει αδρανές αέριο στην άλλη πλευρά της. Το κλειστό δοχείο διαστολής πρέπει να είναι ικανό να απορροφήσει τον όγκο διαστολής του νερού χωρίς υπερβολική αύξηση της πίεσης στο δίκτυο. Η πίεση του δικτύου ασφαρίζεται με μια ρυθμιζόμενη εκτονωτική βαλβίδα ασφαλείας.

Η συνολική εγκατάσταση του δικτύου σωληνώσεων χωρίζεται σε επιμέρους κλειστά συστήματα. Το κάθε κλειστό σύστημα λειτουργεί σε διαφορετική θερμοκρασία, περιέχει διαφορετική ποσότητα ρευστού και θα συνδέεται σε ξεχωριστό δοχείο διαστολής.

Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του δοχείου διαστολής είναι σύμφωνα με το πρότυπο EN12828 και παρουσιάζονται παρακάτω:

$$V_{\Delta\Delta} = (V_{\Delta} + V_V) * \frac{P_T + 1}{P_T - P_0}$$

$$V_V = \frac{0.5}{100} * V_A$$

$$V_{\Delta} = V_A * A_f$$

$$P_T = P_{SV} - \Delta P_{SV}$$

$$P_0 = P_{ST}$$

όπου

$V_{\Delta\Delta}$: ο επιθυμητός όγκος του δοχείου διαστολής [lt]

V_V : ο αρχικός όγκος του νερού στο δοχείο διαστολής [lt]

V_{Δ} : ο όγκος διαστολής του συνολικού νερού κλειστού συστήματος [lt]

V_A : ο συνολικός όγκος του νερού στο κλειστό σύστημα [lt]

P_{SV} : η πίεση στην οποία ανοίγει η εκτονωτική βαλβίδα ασφαλείας [bar]

P_T : η μέγιστη πίεση λειτουργίας του συστήματος [bar]

ΔP_{SV} : η απόσταση ασφαλείας από την πίεση εκτόνωσης της βαλβίδας ασφ. [bar]

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

P_{ST} : το διαθέσιμο στατικό μανομετρικό ύψος του συστήματος [bar]

Τα δεδομένα εκλογής κλειστών δοχείων διαστολής (ΔΔ) δίδονται στο παράρτημα 5.

Ωραιόκαστρο, 20/01/2015

ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ:

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ:

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ
ΦΩΤΙΟΣ
αρχιτέκτων μηχανικός

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΤΕΡΛΕΓΚΑΣ
ΧΡΗΣΤΟΣ πολιτικός
μηχανικός

ΕΛΕΓΘΗΚΕ:

ΚΑΝΕΛΟΠΟΥΛΟΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
πολιτικός μηχανικός
Αν/της Προϊστάμενος
Τμήματος Η/Μ Έργων &
Συγκοινωνιών

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ:

ΤΟΛΙΑ ΕΛΕΝΗ
τοπογράφος μηχανικός
Προϊσταμένη Διεύθυνσης
Τεχνικών Υπηρεσιών &
Πολεοδομίας

ΓΙΑ ΤΗΝ Η/Μ ΜΕΛΕΤΗ:

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ:

ΦΡΑΓΚΙΔΟΥ ANNA
ηλεκτρολόγος μηχανικός

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ
μηχανολόγος μηχανικός

ΕΛΕΓΘΗΚΕ:

ΚΑΝΕΛΟΠΟΥΛΟΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
πολιτικός μηχανικός
Αν/της Προϊστάμενος
Τμήματος Η/Μ Έργων &
Συγκοινωνιών

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ:

ΤΟΛΙΑ ΕΛΕΝΗ
τοπογράφος μηχανικός
Προϊσταμένη Διεύθυνσης
Τεχνικών Υπηρεσιών &
Πολεοδομίας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΗΣ	:	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ		
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	:	40.0°		
ΚΛΙΣΗ ΣΥΛΛΕΚΤΗ	:	5.0°		
ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ	ΗΛ.ΑΚΤΙΝ.
ΗΛ.ΑΚΤΙΝ.	ΣΥΝΤ.	ΑΕΡΑ	ΖΕΣΤ.ΝΕΡΟΥ	ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ
		(°C)	(°C)	(MJ/m2)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	5.0	45.0	5.88
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	7.0	45.0	8.44
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	10.0	45.0	12.07
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	14.0	45.0	16.76
ΜΑΙΟΣ	31	20.0	45.0	20.86
ΙΟΥΝΙΟΣ	30	24.0	45.0	22.59
ΙΟΥΛΙΟΣ	31	27.0	45.0	23.45
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	27.0	45.0	21.96
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	23.0	45.0	16.84
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	17.0	45.0	11.27
ΝΕΟΜΒΡΙΟΣ	30	12.0	45.0	8.04
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	7.0	45.0	5.73

ΣΥΝΟΛΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ	ΦΟΡΤΙΟ ΝΕΡΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ	ΔΙΚΤΥΟΥ
ΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΣΥΝΤ.	(GJ)	(GJ)	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	86.30	12.25	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	77.95	11.06	
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	81.64	12.25	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	72.23	11.85	
ΜΑΙΟΣ	31	65.31	12.25	
ΙΟΥΝΙΟΣ	30	58.69	11.85	
ΙΟΥΛΙΟΣ	31	53.65	12.25	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	53.65	12.25	
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	56.43	11.85	
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	65.31	12.25	
ΝΕΟΜΒΡΙΟΣ	30	72.23	11.85	
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	81.64	12.25	
ΣΥΝΟΛΟ		825.01	144.18	969.19

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΛΛΕΚΤΗ : 144.00 m²

ΜΗΝΑΣ	ΦΟΡΤΙΟ	ΣΥΝΤ.Χ	ΣΥΝΤ.Υ	ΑΠΟΔΟΣΗ
ΑΠΟΛΑΒΗ	(GJ)			(%)
	(GJ)			
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	98.55	1.1481	0.1458	7.26
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	89.01	1.0809	0.2225	14.89
ΜΑΡΤΙΟΣ	93.88	1.1814	0.3501	25.68
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	84.08	1.2762	0.5491	41.46
ΜΑΙΟΣ	77.55	1.5004	0.7739	56.60
ΙΟΥΝΙΟΣ	70.54	1.5205	0.9012	64.94
ΙΟΥΛΙΟΣ	65.89	1.7819	1.0350	71.63
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	65.89	1.8321	0.9586	66.71
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	68.28	1.6956	0.6645	47.68
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	77.55	1.5857	0.3867	26.39
ΝΕΟΜΒΡΙΟΣ	84.08	1.3905	0.2290	13.61
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	93.88	1.2871	0.1453	6.37
ΣΥΝΟΛΟ	969.19			

ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΛΛΕΚΤΗ : 34.12 %

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

		Hot Side S4S3	Cold side S2S1
Ρευστό		20.0% Eth.glycol	Water
Density	kg/m ³	1015	990.8
Specific heat capacity	kJ/(kg*K)	3.95	4.18
Thermal conductivity	W/(m*K)	0.542	0.630
Viscosity inlet	cP	0.688	0.960
Viscosity outlet	cP	0.766	0.546
Mass flow rate	kg/h	7720	1538
Inlet temperature	°C	60.0	22.0
Outlet temperature	°C	54.1	50.0
Pressure drop	kPa	71.8	2.56
Heat Exchanged	kW	50.00	
L.M.T.D.	K	18.9	
O.H.T.C clean conditions	W/(m ² K)	4174	
O.H.T.C service	W/(m ² K)	892.8	
Heat transfer area	m ²	2.98	
Fouling Resistance * 10000	m ² K/W	0.000	
Duty margin	%	344	
Relative directions of fluids		Countercurrent	
Number of passes		1	1
Materialplate/ bonding		Alloy 316 / SS	
ΣύνδεσηS1 (Cold-Out)		Threaded (External)/ 1 1/4" ISO 228/1-G (V24)	
Alloy 316			
ΣύνδεσηS2 (Cold-In)		Threaded (External)/ 1 1/4" ISO 228/1-G (V24)	
Alloy 316			
ΣύνδεσηS3 (Hot-Out)		Threaded (External)/ 1" ISO 228/1-G (V22) Alloy	
316			
ΣύνδεσηS4 (Hot-In)		Threaded (External)/ 1" ISO 228/1-G (V22) Alloy	
316			
Pressure vessel code		PED	
Design pressure at 75.0 Celsius	Bar	30.0	25.0
Design pressure at 225.0 Celsius	Bar	26.0	21.0
Design temperature	°C	-186.0/225.0	
Overall length x width x height	mm	177 x 111 x 310	
Net weight, empty / operating	kg	8.78 / 11.2	
Package length x width x height	mm	280 x 147 x 391	
Package weight	kg	0.4800	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

ΚΥΚΛΩΜΑ ΗΛΙΑΚΩΝ								
Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα (m)	Παροχή Νερού (m ³ /h)	Διάμετρος Σωλήνα	Ταχύτητα Νερού (m/s)	ΣΣ Εξαρτημάτων	Τριβές Εξαρτημάτων (mΥΣ)	Τριβές Σωλήνα (mΥΣ)	Ολική Τριβή (mΥΣ)
1-2	3.5	0.259	Φ15x0.70	0.496	1.900	0.064	0.325	0.389
3-4	3.5	0.518	Φ15x0.70	0.991	1.900	0.095	0.335	0.430
5-6	3.5	0.778	Φ22x0.80	0.661	1.900	0.042	0.099	0.141
7-8	3.5	1.037	Φ22x0.80	0.881	1.900	0.075	0.164	0.240
9-10	3.5	1.296	Φ28x0.80	0.658	1.900	0.042	0.071	0.113
11-12	3.5	1.555	Φ28x0.80	0.789	1.900	0.060	0.098	0.159
13-14	3.5	1.814	Φ28x0.80	0.921	1.900	0.082	0.129	0.211
15-16	3.5	2.072	Φ35x1.00	0.673	1.900	0.044	0.056	0.100
17-18	3.5	2.332	Φ35x1.00	0.757	1.900	0.055	0.069	0.125
19-20	3.5	2.592	Φ35x1.00	0.842	1.900	0.069	0.084	0.152
21-22	3.5	2.850	Φ35x1.00	0.926	1.900	0.083	0.099	0.182
23-24	3.5	3.110	Φ35x1.00	1.010	1.900	0.099	0.116	0.215
25-26	9.5	3.368	Φ42x1.00	0.744	4.500	0.127	0.144	0.271
27-28	5	3.628	Φ42x1.00	0.802	1.900	0.062	0.087	0.149
29-30	5	3.888	Φ42x1.00	0.859	1.900	0.071	0.098	0.170
31-32	5	4.146	Φ42x1.00	0.916	1.900	0.081	0.110	0.191
33-34	5	4.406	Φ42x1.00	0.974	1.900	0.092	0.123	0.214
35-36	5	4.664	Φ54x1.00	0.610	1.900	0.036	0.039	0.075
37-38	9.5	4.924	Φ54x1.00	0.644	4.500	0.095	0.081	0.176
39-40	3.5	5.184	Φ54x1.00	0.678	1.900	0.045	0.033	0.077
41-42	3.5	5.442	Φ54x1.00	0.712	1.900	0.049	0.036	0.085
43-44	3.5	5.702	Φ54x1.00	0.746	1.900	0.054	0.039	0.093
45-46	3.5	5.960	Φ54x1.00	0.780	1.900	0.059	0.042	0.101
47-48	3.5	6.220	Φ54x1.00	0.814	1.900	0.064	0.045	0.109
49-50	3.5	6.480	Φ54x1.00	0.848	1.900	0.070	0.049	0.118
51-52	3.5	6.738	Φ54x1.00	0.881	1.900	0.075	0.052	0.127
53-54	3.5	6.998	Φ54x1.00	0.915	1.900	0.081	0.056	0.137
55-56	3.5	7.256	Φ54x1.00	0.949	1.900	0.087	0.059	0.147
57-58	3.5	7.516	Φ54x1.00	0.983	1.900	0.094	0.063	0.157
59-60	90	7.776	Φ54x1.00	1.017	21.80	1.149	1.734	2.883
61-62	0	0.259	Φ15x0.70	0.496	14.70	0.499	0.000	0.499
63-64	3.5	0.259	Φ15x0.70	0.496	1.900	0.064	0.325	0.389
65-66	3.5	0.518	Φ15x0.70	0.991	1.900	0.095	0.335	0.430
67-68	3.5	0.778	Φ22x0.80	0.661	1.900	0.042	0.099	0.141
69-70	3.5	1.037	Φ22x0.80	0.881	1.900	0.075	0.164	0.240
71-72	3.5	1.296	Φ28x0.80	0.658	1.900	0.042	0.071	0.113
73-74	3.5	1.555	Φ28x0.80	0.789	1.900	0.060	0.098	0.159
75-76	3.5	1.814	Φ28x0.80	0.921	1.900	0.082	0.129	0.211
77-78	3.5	2.072	Φ35x1.00	0.673	1.900	0.044	0.056	0.100
79-80	3.5	2.332	Φ35x1.00	0.757	1.900	0.055	0.069	0.125
81-82	3.5	2.592	Φ35x1.00	0.842	1.900	0.069	0.084	0.152
83-84	3.5	2.850	Φ35x1.00	0.926	1.900	0.083	0.099	0.182
85-86	3.5	3.110	Φ35x1.00	1.010	1.900	0.099	0.116	0.215
87-88	9.5	3.368	Φ42x1.00	0.744	4.500	0.127	0.144	0.271
89-90	5	3.628	Φ42x1.00	0.802	1.900	0.062	0.087	0.149
91-92	5	3.888	Φ42x1.00	0.859	1.900	0.071	0.098	0.170
93-94	5	4.146	Φ42x1.00	0.916	1.900	0.081	0.110	0.191
95-96	5	4.406	Φ42x1.00	0.974	1.900	0.092	0.123	0.214
97-98	5	4.664	Φ54x1.00	0.610	1.900	0.036	0.039	0.075
99-100	9.5	4.924	Φ54x1.00	0.644	4.500	0.095	0.081	0.176
101-102	3.5	5.184	Φ54x1.00	0.678	1.900	0.045	0.033	0.077
103-104	3.5	5.442	Φ54x1.00	0.712	1.900	0.049	0.036	0.085
105-106	3.5	5.702	Φ54x1.00	0.746	1.900	0.054	0.039	0.093

Τεύχη Δημοπράτησης

Τεύχος Υπολογισμών

107-108	3.5	5.960	Φ54x1.00	0.780	1.900	0.059	0.042	0.101
109-110	3.5	6.220	Φ54x1.00	0.814	1.900	0.064	0.045	0.109
111-112	3.5	6.480	Φ54x1.00	0.848	1.900	0.070	0.049	0.118
113-114	3.5	6.738	Φ54x1.00	0.881	1.900	0.075	0.052	0.127
115-116	3.5	6.998	Φ54x1.00	0.915	1.900	0.081	0.056	0.137
117-118	3.5	7.256	Φ54x1.00	0.949	1.900	0.087	0.059	0.147
119-120	3.5	7.516	Φ54x1.00	0.983	1.900	0.094	0.063	0.157
121-122	60	7.776	Φ54x1.00	1.017	21.80	1.149	1.156	2.305

ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ – ΔΟΧΕΙΩΝ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ								
Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα (m)	Παροχή Νερού (m ³ /h)	Διάμετρος Σωλήνα	Ταχύτητα Νερού (m/s)	Σς Εξαρτημάτων	Τριβές Εξαρτημάτων (mΥΣ)	Τριβές Σωλήνα (mΥΣ)	Ολική Τριβή (mΥΣ)
1-2	9	1.548	1"	0.740	17.90	0.500	0.252	0.752
3-4	2	0.515	1"	0.246	7.600	0.023	0.008	0.031
5-6	4	1.032	1"	0.493	8.600	0.107	0.053	0.160

ΚΥΚΛΩΜΑ ΔΟΧΕΙΩΝ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – BOILER ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ								
Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα (m)	Παροχή Νερού (m ³ /h)	Διάμετρος Σωλήνα	Ταχύτητα Νερού (m/s)	Σς Εξαρτημάτων	Τριβές Εξαρτημάτων (mΥΣ)	Τριβές Σωλήνα (mΥΣ)	Ολική Τριβή (mΥΣ)
7-8	6	1.548	1"	0.740	18.30	0.511	0.168	0.679

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ

Κυκλοφορητής	Παροχή [m ³ /h]	Μανομετρικό [m]
K1	8,2	28,6
K2	1,6	1,5
K3	1,6	0,9

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΟΧΕΙΩΝ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

ΚΥΚΛΩΜΑ ΔΟΧΕΙΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Va	7600	lt
Tmax	65	oC
Vv	38	lt
n	1,99%	
Ve	151,2	lt
Psv	6	bar
DPsv	1	bar
Pe	5	bar
Pst	2,5	bar
Pd	0	bar
Po	2,5	bar
Vn	454	lt

ΚΥΚΛΩΜΑ ΗΛΙΑΚΩΝ

Va	345	lt
Tmax	120	oC
Vv	1,725	lt
n	6,00%	
Ve	20,7	lt
Psv	6	bar
DPsv	1	bar
Pe	5	bar
Pst	1,4	bar
Pd	1	bar
Po	2,4	bar
Vn	52	lt

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6: ΣΧΕΔΙΑ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ