



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Μηχανολογίας

**Πτυχιακή Εργασία**

Τεχνική και Οικονομική έρευνα για την αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας από το θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο Αθρινόλακο Λασιθίου για την τηλεθέρμανση θερμοκηπίων της ευρύτερης περιοχής

**Γιουρμετάκης Κωνσταντίνος ΑΜ: 4931**

Χωροθέτηση και μελέτη εγκατάστασης συστήματος τηλεθέρμανσης αγροτικών καλλιέργειών στην περιοχή του Γούδουρα Λασιθίου με αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας από το θερμοηλεκτρικό σταθμό Αθρινόλακου

**Προκοπάκης Στυλιανός ΑΜ: 5041**



**Επιβλέπων Καθηγητής: Κατσαπρακάκης Δημήτριος**

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή.....	004
Σκοπός.....	004
1.1 Συμπαράγωγή.....	005
1.1.1 Πλεονεκτήματα της Σ.Η.Θ.....	006
1.1.2 Τεχνολογίες Σ.Η.Θ.....	007
1.1.3 Κύριες εφαρμογές Σ.Η.Θ.....	009
1.2 Τηλεθέρμανση.....	009
1.2.1 Ορισμός Τηλεθέρμανσης.....	011
1.2.2 Δίκτυα Τηλεθέρμανσης.....	012
1.2.3 Ιστορική Αναδρομή Τηλεθέρμανσης.....	014
1.2.4 Τηλεθέρμανση ανά τον κόσμο.....	015
1.2.5 Πλεονεκτήματα Τηλεθέρμανσης.....	020
1.2.6 Διάγραμμα Λειτουργία Τηλεθέρμανσης.....	021
1.2.7 Διάγραμμα Τηλεθέρμανσης.....	022
1.3 Προμονωμένοι Σωλήνες Τηλεθέρμανσης.....	023
1.3.1 Φάσεις Κατασκευής .....	026
Κεφάλαιο 2 – Υπολογισμός Θερμικών Αναγκών Θερμοκηπίων.....	030
2.1. Απώλειες θερμότητας από το θερμοκήπιο.....	030
2.1.1 Απώλειες θερμότητας λόγω της μετακίνησης αέρα από και προς το θερμοκήπιο.....	030
2.1.2 Απώλειες θερμότητας λόγω αγωγιμότητας από τα διαφανή μέρη του θερμοκηπίου.....	032
2.1.3 Απώλειες θερμότητας λόγω αγωγιμότητας (από το έδαφος).....	033
2.1.4 Απώλειες θερμότητας λόγω ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος των φυτών και του εδάφους.....	033
2.1.5 Συνολικές απώλειες θερμότητας.....	034
2.2 Κέρδος από την ηλιακή ακτινοβολία.....	035
2.3 Συνολικές απαιτούμενη ισχύς θερμοκηπίου.....	037
2.4 Συνολικές θερμικές ανάγκες Όλων των θερμοκηπίων.....	038
Κεφάλαιο 3- Διαστασιολόγηση συστήματος θέρμανσης θερμοκηπίων.....	038
3.1 Σωληνώσεις στο θερμοκήπιο.....	038
3.2 Εναλλάκτης Θερμότητας Θερμοκηπίου.....	043
3.3 Κυκλοφορητές θερμοκηπίου.....	044
3.3.1 Γραμμικές απώλειες ροής.....	045
3.3.2 Δοχείο διαστολής .....	048
Κεφάλαιο 4- Χωροθέτηση θερμοκηπιακών καλλιεργειών περιοχής Γούδουρα.....	053
4.1 Σχεδιασμός.....	053
4.2 Διαστασιολόγηση σωληνώσεων δικτύου μεταφοράς θερμότητας.....	057
4.3 Δυσμενέστερες διαδρομές – Επιλογή αντλιών.....	063
4.4 Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής .....	078

Κεφάλαιο 5- Απορριπτόμενη Θερμότητα από θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο Αθερινολάκου Λασιθίου.....	080
5.1 Απορριπτόμενη θερμική ισχύς από μηχανές Diesel .....	080
5.2 Απορριπτόμενη θερμική ισχύς από Ατμοστροβίλους.....	085
5.3 Εναλλάκτες Θερμότητας για την Εκμετάλλευση της Αποβαλλόμενης Θερμότητας από εργοστάσιο.....	090
5.4 Κάλυψη απαιτούμενης ενέργειας για τα θερμοκήπια.....	094
5.5 Μελλοντική Ανάπτυξη του ΑΗΣ Αθερινολάκου.....	108
Κεφάλαιο 6 – Οικονομική αξιολόγηση.....	109
6.1 Κόστος Εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης.....	109
6.2 Αρχικά κόστη που επιβαρύνουν τον καταναλωτή (τηλεθέρμανση).....	110
6.3 Αρχικά κόστη που επιβαρύνουν τον καταναλωτή (με πετρέλαιο).....	110
6.4 Λειτουργικό κόστος καταναλωτή (Λέβητας Πετρελαίου).....	111
6.5 Λειτουργικό κόστος καταναλωτή (τηλεθέρμανση).....	112
6.6 Πίνακας ετήσιων χρηματοροών.....	114
Κεφάλαιο 7 – Σύνοψη - Συμπεράσματα .....	117
Κεφάλαιο 8 – Παράρτημα (διαγράμματα).....	118
Παράρτημα Α -Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων.....	118
Παράρτημα Β - Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων.....	126
Παράρτημα Γ - Υψομετρική Διαφορά.....	134
Παράρτημα Δ - Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής.....	138
Βιβλιογραφία.....	151

## **Κεφάλαιο 1**

### **Σκοπός**

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η τεχνική και οικονομική έρευνα για την αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας από το θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο στον Αθρινόλακο Λασιθίου για την θέρμανση μέσω τηλεθέρμανσης των θερμοκηπιακών μονάδων της ευρύτερης περιοχής, καθώς επίσης και η χωροθέτηση , διαστασιολόγηση του συστήματος τηλεθέρμανσης.

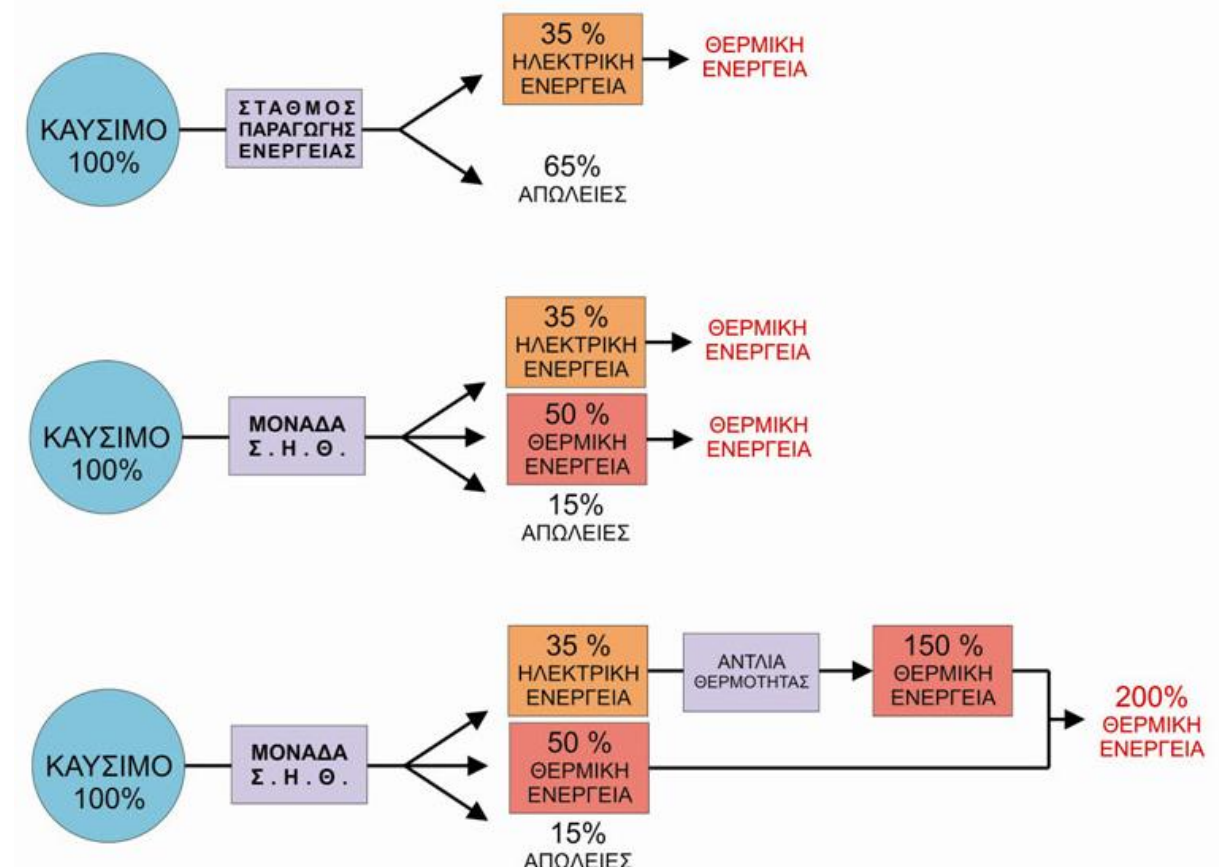


## 1.1 Συμπαραγωγή

Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας είναι η ταυτόχρονη παραγωγή Ηλεκτρικής και Μηχανικής ενέργειας και οικονομικά αξιοποιήσιμης θερμικής ή Ψυκτικής ενέργειας στο πλαίσιο μιας μόνο διαδικασίας.

Διευκρινίζεται ότι η θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη ή κλιματισμό. Κατά τη λειτουργία μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας μεγάλα ποσά θερμότητας αποβάλλονται στο περιβάλλον είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων είτε μέσω των καυσαερίων. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της θερμότητας μπορεί να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα. Η Εικόνα παρακάτω αφορά την περίπτωση ενός βιομηχανικού συγκροτήματος και μπορεί να μας δείξει άμεσα τα πλεονεκτήματα της συμπαραγωγής.

Διάγραμμα Συστήματος Συμπαραγωγής



### 1.1.1 Πλεονεκτήματα της Σ.Η.Θ

Η ΣΗΘ βελτιώνει την παροχή ενέργειας προς όλους τους καταναλωτές, ενώ ταυτόχρονα ωφελεί την Εθνική Οικονομία, αφού έχει:

- Αυξημένη απόδοση μετατροπής και χρήσης της Ενέργειας. Η ΣΗΘ είναι η πλέον αποτελεσματική και αποδοτική μορφή ηλεκτροπαραγωγής με την ταυτόχρονη παραγωγή θερμικής ενέργειας.
- Μικρότερες εκπομπές προς το περιβάλλον, ιδιαίτερα του CO<sub>2</sub>, του σημαντικότερου αερίου στο οποίο οφείλεται η κλιματική αλλαγή.
- Σημαντική εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, παρέχοντας πρόσθετη ανταγωνιστικότητα στη βιομηχανία και στις εμπορικές επιχειρήσεις, καθώς η ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα παρέχονται σε προσιτές τιμές.
- Σημαντική ευκαιρία ώστε να προωθηθούν αποκεντρωμένες λύσεις ηλεκτροπαραγωγής, όπου οι σταθμοί ΣΗΘ σχεδιάζονται να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλωτών, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία στη χρήση του συστήματος. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, όταν το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ως κύριο καύσιμο.
- Βελτιωμένη ασφάλεια παροχής, που μειώνει τις πιθανότητες οι καταναλωτές να μείνουν χωρίς ηλεκτρική ή/ και θερμική ενέργεια.
- Μειωμένη ανάγκη καυσίμων, σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, μειώνοντας την εξάρτηση από εισαγωγές.
- Αυξημένη απασχόληση, αφού η ανάπτυξη των συστημάτων ΣΗΘ δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας.

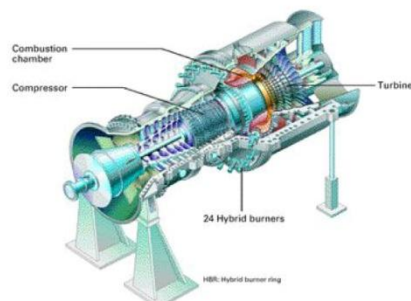
## 1.1.2 Τεχνολογίες Σ.Η.Θ

### Συνδυασμένου κύκλου

#### Steam Turbines



#### Gas Turbines



### Combined Cycles

- **Μηχανή ΟΤΤΟ και λέβητας ανάκτησης θερμότητας για παροχή Ζ.Ν.Χ ή ατμού χαμηλής πίεσης**

Οι κινητήρες ΟΤΤΟ χρησιμοποιούν συνήθως καύσιμο αέριο (π.χ. φυσικό αέριο, υγραέριο κλπ) και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω γεννήτριας, ενώ συγχρόνως παράγεται χρήσιμη θερμική ενέργεια από ανάκτηση θερμότητας στον εναλλάκτη των χιτωνίων και από τα καυσαέρια, μέσω λέβητα ανάκτησης θερμότητας.

- **Μηχανή DIESEL και λέβητας ανάκτησης θερμότητας για παροχή Ζ.Ν.Χ ή ατμού χαμηλής πίεσης**

Στην περίπτωση αυτή, ο κινητήρας DIESEL κινεί την ηλεκτρογεννήτρια και συγχρόνως διατίθεται χρήσιμη θερμική ενέργεια από την ανάκτηση θερμότητας, από τον εναλλάκτη των χιτωνίων και από τα καυσαέρια μέσω του λέβητα ανάκτησης θερμότητας.

- **Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας των καυσαερίων για παροχή ατμού**

Στο σύστημα αυτό υπάρχει εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής με αεριοστρόβιλο ανοικτού κύκλου, όπου τα καυσαέρια μετά την έξοδο από το στρόβιλο διέρχονται από λέβητα ανάκτησης θερμότητας, όπου ένα μέρος της θερμικής ενέργειας των καυσαερίων ανακτάται και παράγεται ατμός μέσης πίεσης (ωφέλιμη θερμική ενέργεια) για την κάλυψη των θερμικών αναγκών της εγκατάστασης.

## Micro turbines



- **Μικροστρόβιλος (microturbine)**

Το σύστημα ΣΗΘ με μικροστρόβιλο είναι κατά κανόνα μονάδα μικρού μεγέθους, υψηλής ταχύτητας και συμπεριλαμβάνει τον αεριοστρόβιλο (gas turbine), το συμπιεστή (compressor), τη γεννήτρια και τα ηλεκτρονικά ισχύος για τη σύνδεσή τους με το δίκτυο.

## Stirling Engines



- **Μηχανή STIRLING**

Το σύστημα ΣΗΘ με μηχανή Stirling εργάζεται με βάση το θερμοδυναμικό κύκλο, ο οποίος αποτελείται από 4 αντιστρεπτές μεταβολές, δηλαδή δύο ισόογκες και δύο ισοθερμοκρασιακές. Ο κινητήρας Stirling ονομάζεται και μηχανή εξωτερικής καύσης και λειτουργεί ως εξής: Αέριο (π.χ. υδρογόνο, ήλιο, κλπ) συμπιέζεται και εκτονώνεται σε διάταξη κυλίνδρου δύο εμβόλων, με αποτέλεσμα την περιστροφή στροφαλοφόρου άξονα. Το αέριο θερμαίνεται σε εναλλάκτη θερμότητας χωρίς να συμμετέχει στην καύση.

## Fuel Cells



- **Κυψέλη καυσίμου**

Το σύστημα ΣΗΘ με κυψέλη καυσίμου λειτουργεί με τη χρήση υδρογόνου και οξυγόνου, τα οποία αντιδρούν μεταξύ τους, παρουσία ηλεκτρολύτη και παράγουν νερό, ενώ παράλληλα αναπτύσσεται ηλεκτρική τάση, η οποία προκαλεί ροή ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα) στο εξωτερικό κύκλωμα (φορτίο). Δεδομένου ότι η αντίδραση είναι εξώθερμη, παράγεται θερμότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα.

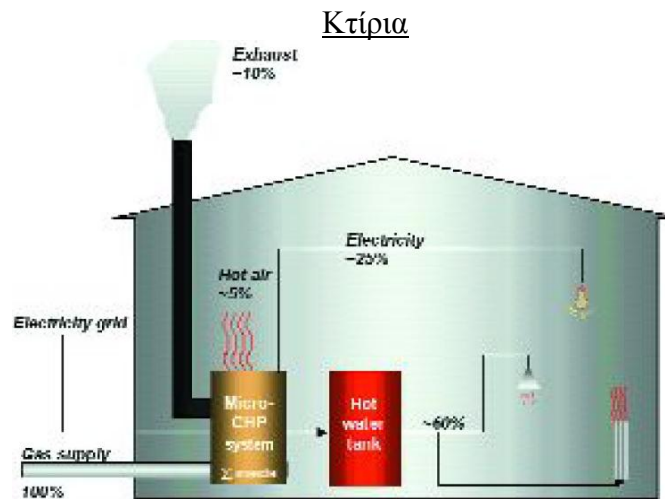
### 1.1.3 Κύριες εφαρμογές Σ.Η.Θ

#### Βιομηχανία



Το μεγαλύτερο μέρος εφαρμογών ΣΗΘ σε όλες τις χώρες, αφορά το βιομηχανικό τομέα.

Αναμένεται μεγαλύτερη ανάπτυξη σε εφαρμογές συστημάτων ΣΗΘ σε εφαρμογές τρι-παραγωγής



Απαιτούνται νέοι τρόποι διασύνδεσης με το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο.

### Τηλεθέρμανση - Τηλεψύξη



1. Η Τηλεθέρμανση – Τηλεψύξη συνδυάζεται με μονάδες ΣΗΘ
2. Σημαντικός ο ρόλος του λιγνίτη, του ΦΑ, αλλά και της βιομάζας
3. Απαραίτητες οι υψηλές αρχικές επενδύσεις
4. Σοβαρά περιβαλλοντικά οφέλη
5. Τέσσερα δίκτυα στην Ελλάδα, 27 στην Ιταλία,

Στην Ελλάδα οι απαιτήσεις για ψύξη είναι πιθανά περισσότερες από τις απαιτήσεις για θέρμανση. Δυσκολίες στην αντικατάσταση των συμβατικών παλαιών συστημάτων κλιματισμού.

### 1.2.1 Ορισμός Τηλεθέρμανσης

Τηλεθέρμανση (Τ/Θ) ορίζεται η παροχή θέρμανσης με ειδικό δίκτυο μονωμένων αγωγών που μεταφέρουν ζεστό νερό, το οποίο θερμαίνεται σε λέβητες, συνήθως σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, αρκετά μακριά από το χώρο κατανάλωσης. Είναι δηλαδή η θέρμανση των κτιρίων μιας πόλης ή ενός τμήματος της πόλης από κεντρικό καυστήρα και όχι από ατομικούς.

Η θέρμανση του νερού γίνεται με την καύση αερίου, πετρελαίου ή γαιανθράκων (λιγνιτών) σε ένα εργοστάσιο παραγωγής κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και συμπληρωματικά θερμικής ή αντίστροφα.

Η θερμότητα, η οποία απαιτείται για τη θέρμανση του νερού της τηλεθέρμανσης, προέρχεται από τον ατμό που χρησιμοποιείται στο εργοστάσιο και ειδικότερα από το τέλος της διαδικασίας. Ο ατμός έχει μια θερμοκρασία 120οC-140οC. Με τον θερμό αυτόν ατμό θερμαίνεται το νερό που χρησιμοποιείται στην τηλεθέρμανση, περνώντας οι σωλήνες, με τους οποίους μεταφέρεται, δίπλα από τον ατμό - δηλαδή σε έναν εναλλάκτη θερμότητας. Στην αρχή της παροχής, το νερό έχει θερμοκρασία 100οC και στην επιστροφή 20ο - 40οC.

Η πρώτη μικρού μεγέθους εγκατάσταση Τ/Θ στην Ελλάδα ξεκίνησε στην Πτολεμαΐδα το 1960, θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Σήμερα εγκαταστάσεις Τ/Θ διαθέτουν οι πόλεις της Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Αμύνταιου, Φιλώτα και Μεγαλόπολης που αξιοποιούν το θερμικό φορτίο των γειτονικών θερμοηλεκτρικών σταθμών.

### 1.2.2 Δίκτυα Τηλεθέρμανσης

Η ενέργεια θέρμανσης μεταφέρεται προς κατανάλωση υπό μορφή ζεστού νερού μέσω μονωμένων σωλήνων από την μονάδα της τηλεθέρμανσης, στα κτίρια. Στο χώρο του λεβητοστασίου των κτιρίων εγκαθίσταται κατάλληλος εξοπλισμός (Θερμικός Υποσταθμός Καταναλωτή – Θ.Υ.Κ.), ο οποίος περιλαμβάνει έναν εναλλάκτη θερμότητας, ένα θερμοδομητητή ένα σύστημα σωληνώσεων με τα απαραίτητα όργανα ελέγχου. Μέσω αυτού του εναλλάκτη θερμότητας το ζεστό νερό του δικτύου της τηλεθέρμανσης ζεσταίνει το νερό που κυκλοφορεί στα καλοριφέρ του κτιρίου. Με την αποβολή θερμότητας μέσω του εναλλάκτη θερμότητας, το νερό της τηλεθέρμανσης ψύχεται και αντλείται πάλι από την μονάδα της τηλεθέρμανσης για να αναθερμανθεί και να συνεχίσει τον κύκλο του.

Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης συγκροτείται από τρία ανεξάρτητα υδραυλικά διαχωρισμένα δίκτυα.

#### A. Το δίκτυο μεταφοράς υπέρθερμου νερού θερμοκρασίας μέχρι 150°C

(με δίδυμους μονωμένους αγωγούς για την προσαγωγή και επιστροφή του νερού από την πόλη που το μήκος τους καλύπτει αποστάσεις μέχρι και 50km)

Για την μεταφορά του υπέρθερμου νερού απαιτούνται ειδικές εγκαταστάσεις με αντλιοστάσια κυρίων αντλιών μεταφοράς παροχής 1000m<sup>3</sup>/h & πλέον, αντλιών διατήρησης πίεσης δικτύου, αναπλήρωσης και επεξεργασίας νερού. Επίσης προβλέπονται λεβητοστάσια εφεδρείας και αιχμών για την κάλυψη του δικτύου σε περίπτωση βλαβών και ανεπάρκειας των μονάδων παραγωγής θερμότητας.

Τα δίκτυα μεταφοράς χαρακτηρίζονται από την υψηλή πίεση έως PN 25 bar την υψηλή διαφορική πίεση, την υψηλή διαφορική θερμοκρασία ( 50°C και άνω) καθώς και από την μεταβλητή παροχή.

#### B. Το δίκτυο διανομής το οποίο εγκαθίσταται μέσα στην πόλη με κεντρικούς άξονες κλάδους και διακλαδώσεις, μεταφέρει την θερμότητα από τον ή τους υποσταθμούς στα συστήματα θερμάνσεως εντός των κτιρίων (βρόγχους ανάμειξης, υποσταθμούς).

Για την εξυπηρέτηση του δικτύου διανομής προβλέπεται εξοπλισμός με αντλίες ανακυκλοφορίας στους εναλλάκτες στους βρόγχους ανάμειξης, αντλίες διατήρησης πίεσεως, αντλίες επεξεργασίας νερού καθώς και σύστημα ελέγχου.

Το δίκτυο διανομής χαρακτηρίζεται από .

- μέση θερμοκρασία έως 120° C
- μέση πίεση δικτύου PN 16 bar
- μέση παροχή έως 1000m<sup>3</sup>/h
- υψηλή/μέση διαφορική πίεση
- μέση διαφορική θερμοκρασία έως 40°C



- μεταβλητή παροχή συστήματος
- εξωτερικούς ελεγκτές
- εξωτερικούς frequency converters

Γ. Το δίκτυο κατανάλωσης με τις διάφορες εγκαταστάσεις είναι ίσως το πιο δύσκολο μέρος του όλου συστήματος της Τηλεθέρμανσης .Είναι πιθανό να αποτελείται από συνδυασμό μονοσωληνίων και δισωληνίων εγκαταστάσεων οπότε είναι δύσκολος.

Ο έλεγχος και οι ρυθμίσεις του  $\Delta t$  (ειδικά οι μονο-σωλήνιες εγκαταστάσεις χωρίς βρόγχους ανάμειξης μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα με χαμηλό  $\Delta t$ .)

Το δίκτυο κατανάλωσης χαρακτηρίζεται από.

- χαμηλή θερμοκρασία 70°C
- χαμηλή πίεση δικτύου PN 6-10bar
- μικρή παροχή 30-40m<sup>3</sup>/h
- μέση διαφορική πίεση
- χαμηλό διαφορική θερμοκρασία έως 40°C
- σύστημα μεταβλητής /σταθερής παροχής
- απαιτούνται αντλίες με ενσωματωμένο inverter /

### 1.2.3 Ιστορική Αναδρομή Τηλεθέρμανσης

Ο όρος Τηλεθέρμανση (Τ-Θ) αποτελεί ευθεία μετάφραση νεολογισμού Teleheating (αγγλικά) ή Fernwarme (γερμανικά).

Διεθνώς η τηλεθέρμανση είναι γνωστή με τον αγγλικό όρο District Heating (DH). Η τηλεθέρμανση έχει τις ρίζες της στα αρχαία ρωμαϊκά λουτρά. Αυτά χρησιμοποιούσαν το σύστημα <<Υποκαυστον>> κατά το οποίο ανυψωνόταν το δάπεδο και προέκυπταν δίοδοι ζεστού αέρα που ζεστάνε τα λουτρά με την βοήθεια υπόγειων εστιών.



- Το παλαιότερο σύστημα Τ-Θ χρονολογείται στις αρχές του 14<sup>ου</sup> αιώνα στη Γαλλία και ειδικότερα στο χωριό Chaudes-Aigues. Το δίκτυο αποτελούταν από ξύλινους σωλήνες και είναι σε χρήση ακόμα και σήμερα. Πρωτεύοντα ενεργειακή πηγή ήταν η **γεωθερμία**.

- Το πρώτο δίκτυο (Τ-Θ) σε εμπορική λειτουργία δημιουργήθηκε από τον αμερικάνο εφευρέτη **Birdsill Holly** στο **Lockport** της Νέας Υόρκης το 1877

Δομώντας ένα κυκλικό δίκτυο διανομής ατμού και επιστροφής συμπυκνώματος. Ξεκινώντας με 14 καταναλωτές, σε 3 χρόνια διευρύνθηκε σε ένα δίκτυο 5 km, εξυπηρετώντας ακόμη και βιομηχανικούς καταναλωτές.

Beam Engine  
(χρησιμοποιήθηκε στο Lockport)

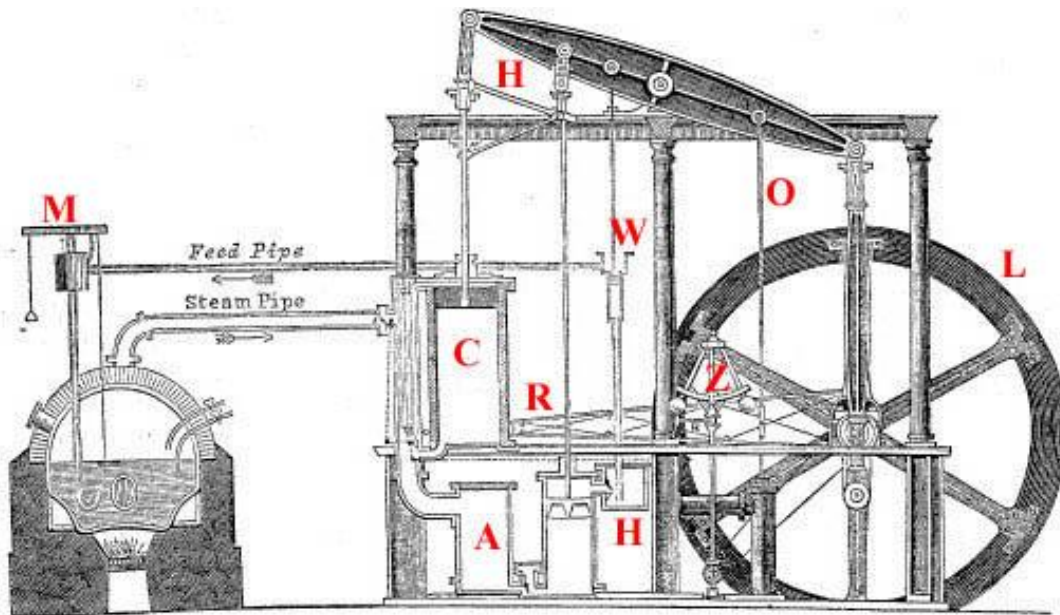


Fig. 2.

- (C) Κύλινδρος - (A) Συμπυκνωτής - (H) παράλληλη κίνηση  
(R) Έκκεντρός Άξονας - (L) Βολάν - (M) Υδραγωγείο  
(O) Αντλία κρύου νερού - (W) Αντλία αέρα - (H) Θερμός αγωγός  
(Z) Ρυθμιστής

#### 1.2.4 Τηλεθέρμανση ανά τον κόσμο

Όπως είδαμε και πιο πάνω η ιδέα της τηλεθέρμανση έκανε τα πρώτα τις βήματα είδη από την αρχαιότητα και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε στα Ρωμαϊκά λουτρά. Από τότε βέβαια πέρασαν αρκετά χρόνια ως που να έχουμε το πρώτο δίκτυο τηλεθέρμανσης σε εμπορική λειτουργία και αυτό έγινε το 1877 στο **Lockport** της Νέας Υόρκης, όπου δομώντας ένα κυκλικό δίκτυο διανομής ατμού και επιστροφής συμπυκνώματος. Ξεκινώντας με 14 καταναλωτές, σε 3 χρόνια διευρύνθηκε σε ένα δίκτυο 5 km, εξυπηρετώντας ακόμη και βιομηχανικούς καταναλωτές.

- Ηνωμένες πολιτείες.

Παρακάτω υπάρχει ένας πίνακας με τα 20 ενεργά συστήματα τηλεθέρμανσης στις Ηνωμένες πολιτείες Αμερικής μέχρι το 2010.

<b>System Name</b>	<b>City</b>	<b>State</b>	<b>Startup Year</b>	<b>Number of Customers</b>	<b>Capacity, MWt</b>	<b>Annual Energy Generated, GWh/year</b>	<b>System Temperature, °F</b>
Warm Springs Water District	Boise	ID	1892	275	3.6	8.8	175
Oregon Institute of Technology	Klamath Falls	OR	1964	1	6.2	13.7	192
Midland	Midland	SD	1969	12	0.09	0.2	152
College of Southern Idaho	Twin Falls	ID	1980	1	6.34	14	100
Philip	Philip	SD	1980	7	2.5	5.2	151
Pagosa Springs	Pagosa Springs	CO	1982	22	5.1	4.8	146
Idaho Capital Mall	Boise	ID	1982	1	3.3	18.7	150
Elko	Elko	NV	1982	18	3.8	6.5	176
Boise City	Boise	ID	1983	58	31.2	19.4	170
Warren Estates	Reno	NV	1983	60	1.1	2.3	204

San Bernardino	San Bernardino	CA	1984	77	12.8	22	128
City of Klamath Falls	Klamath Falls	OR	1984	20	4.7	10.3	210
Manzanita Estates	Reno	NV	1986	102	3.6	21.2	204
Elko County School District	Elko	NV	1986	4	4.3	4.6	190
Gila Hot Springs	Glenwood	NM	1987	15	0.3	0.9	140
Fort Boise Veteran's Hospital Boise	Boise	ID	1988	1	1.8	3.5	161
Kanaka Rapids Ranch	Buhl	ID	1989	42	1.1	2.4	98
In Search Of Truth Community	Canby	CA	2003	1	0.5	1.2	185
Bluffdale	Bluffdale	UT	2003	1	1.98	4.3	175
Lakeview	Lakeview	OR	2005	1	2.44	3.8	206

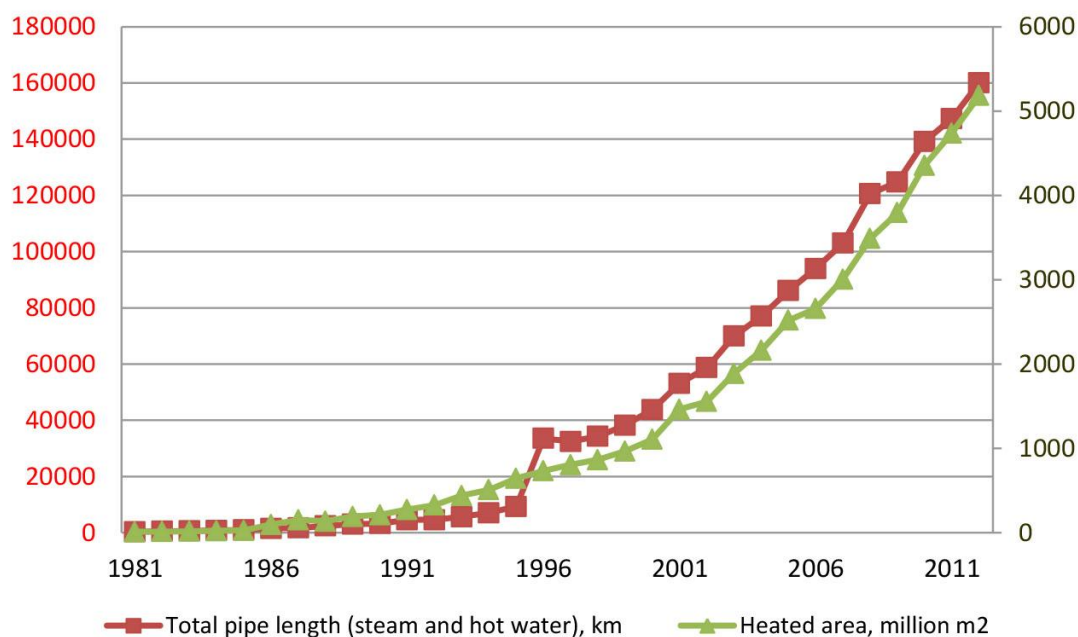
➤ Ιαπωνία

Στην Ιαπωνία υπάρχουν 87 επιχειρήσεις τηλεθέρμανσης

➤ Κίνα

Στην Κίνα έχουμε επιχειρήσεις μόνο στο βόρειο τμήμα όπου είναι πάρα πολύ διαδομένη λόγω της στροφής που έχει γίνει στην παραγωγή ενέργειας τα τελευταία χρόνια λόγω της υψηλής ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα στην Κίνα.

Παρακάτω θα δούμε ένα γράφημα το οποίο δείχνει την εξέλιξη που είχαν οι εταιρίες τηλεθέρμανσης στην Κίνα μέσα στο πέρασμα των ετών από το 1981 μέχρι το 2012.



#### ➤ Ρωσία

Η Ρωσία έχει το μεγαλύτερο και από τα παλαιότερα συστήματα τηλεθέρμανσης στον κόσμο. Πάνω από 100 ετών και περιλαμβάνει σχεδόν 500 σταθμούς συμπαραγωγής, 200.000 χιλιομέτρων δίκτυο αγωγών τηλεθέρμανσης και το 73% του πληθυσμού της Ρωσίας εξαρτάται από αυτό για την θέρμανση του κατά τη μακράς διάρκειας περιόδου θέρμανσης που κρατά έως και 10 μήνες.

#### ➤ Ευρώπη

Στην Ευρώπη αρκετές χώρες είναι αυτές όπου βασίζονται σε μεγάλο ποσοστό την θέρμανση τους στην τηλεθέρμανση, στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό διείσδυσης στην Ευρώπη. (ο πίνακας αυτός δημιουργήθηκε το 2000 αλλά κάποιες χώρες που πραγματοποίησαν σημαντική ανάπτυξη στον τομέα αυτό ενημερώθηκαν όπως η Δανία)

Country	Penetration
Iceland	95%
Denmark	60%
Estonia	52%
Poland	52%
Sweden	50%
Czech Rep.	49%
Finland	49%
Slovakia	40%
Hungary	16%
Austria	12.5%
Germany	12%
Netherlands	3%
UK	2%

➤ Στην Ελλάδα

Η Πτολεμαΐδας ξεκίνησε ως πιλοτικό σύστημα, πέτυχε σε πολύ μεγάλο ποσοστό και δημιούργησε το πρότυπο στην χώρα μας. Την εγκατάσταση του συστήματος Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας ακολούθησε η πόλη της Κοζάνης, που λειτούργησε σχεδόν ταυτόχρονα (1994), η πόλη και οι κοινότητες της περιοχής Αμυνταίου που λειτούργησε Τηλεθέρμανση τον χειμώνα 2004-05 και επίκειται η λειτουργία του συστήματος Τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης, όπου ολοκληρώθηκαν οι εγκαταστάσεις. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι στην Κοζάνη εξυπηρετούνται 29,767 νοικοκυριά ενώ στη Πτολεμαΐδα 12,900.

## 1.2.5 Πλεονεκτήματα Τηλεθέρμανσης

### 1. Περιβαλλοντικά οφέλη – Νέα τεχνολογία

- Καθαρότερο περιβάλλον -χωρίς καυσαέρια και οσμές (κατάργηση εκατοντάδων καμινάδων)
- Νέο εξοπλισμό & τεχνολογία Δωρεάν
- Χωρίς κόστος κτήσης, εγκατάστασης, σύνδεσης και πάγια
- Χωρίς μέριμνα για τη συντήρησή του
- Χωρίς Δεσμεύσεις
- Με ενσωματωμένη τη Λειτουργία Αντιστάθμισης (H/Y διαχειρίζεται «έξυπνα» τη θέρμανση εξασφαλίζοντας τη θερμική άνεση των καταναλωτών με κατανάλωση λιγότερης ενέργειας και κατά συνέπεια επιτυγχάνει εξοικονόμηση κόστους θέρμανσης)

### 2. Διαχειριστικά οφέλη – Τεχνική υποστήριξη

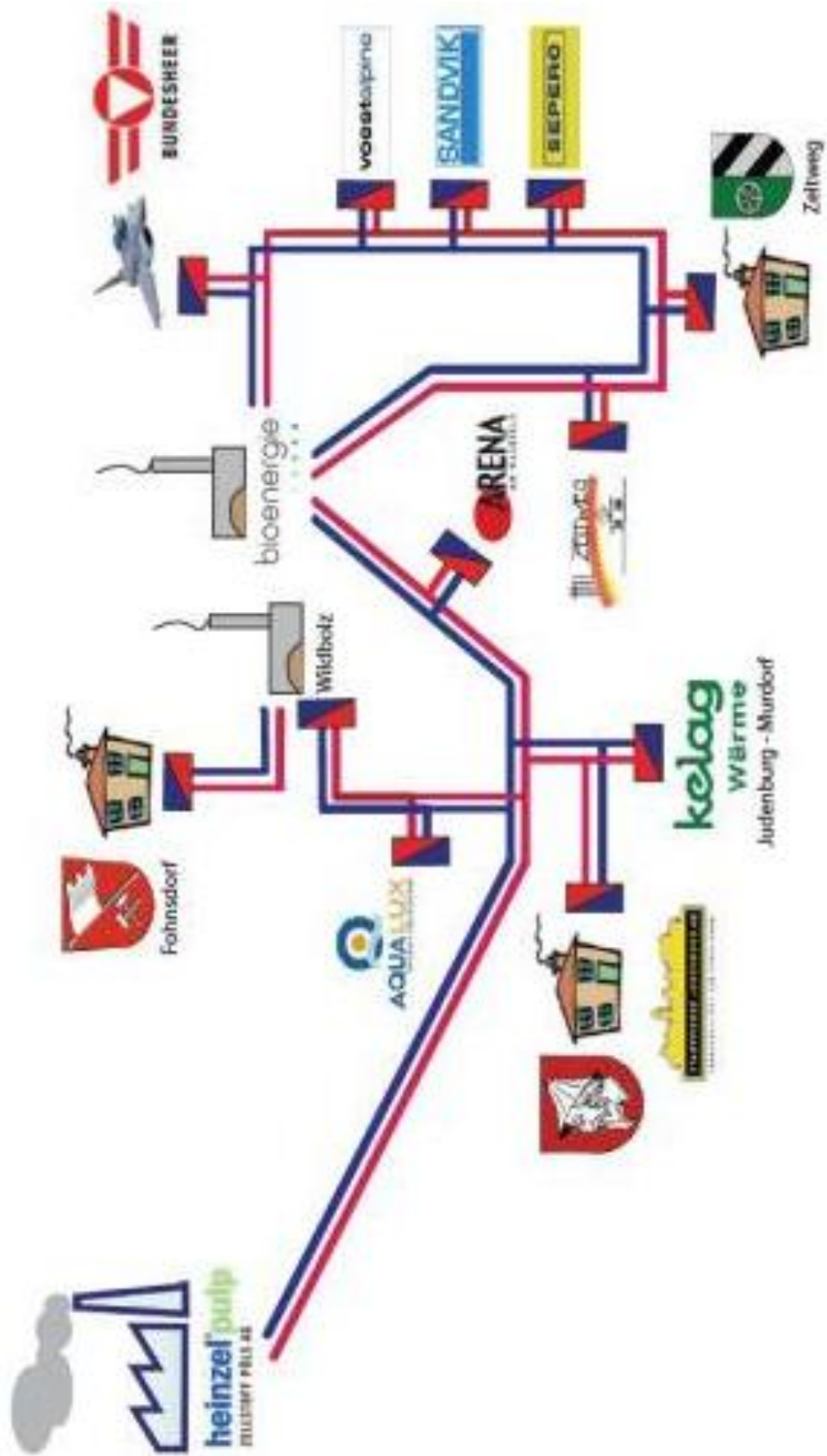
- Ασφαλή θέρμανση (ζεστό νερό όχι καύσιμο)
- Διαθέσιμη επί 24ωρης βάσης όλο το χρόνο
- Χωρίς ανάγκη παραγγελίας καυσίμου- Χωρίς το άγχος της παραλαβής
- Άμεση εξυπηρέτηση και τεχνική υποστήριξη

### 3. Οικονομικά οφέλη

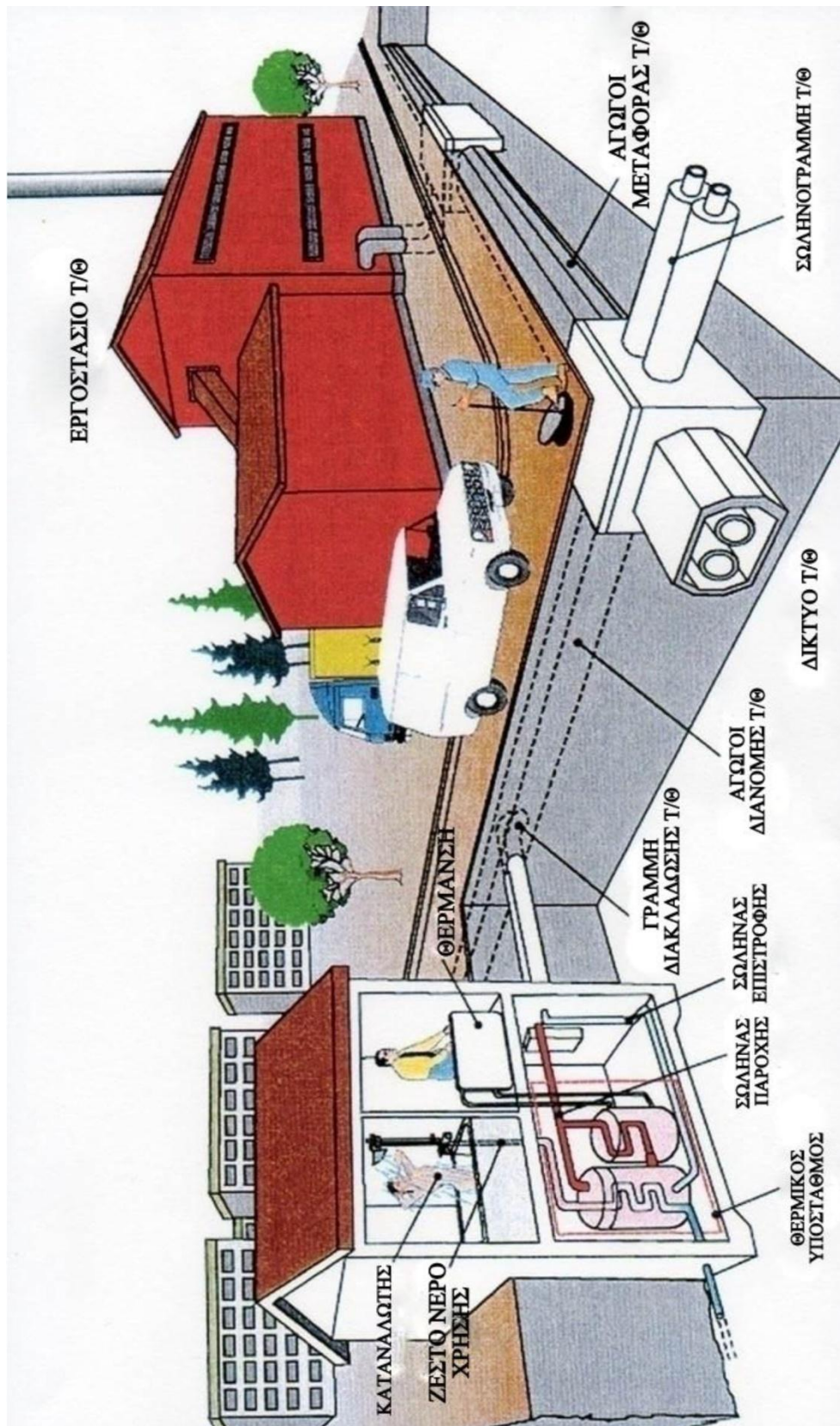
- Η Φθηνότερη πηγή οικιακής θέρμανσης στις Σέρρες
- Έως και 60% οικονομικότερη απο τα έξοδα με τη χρήση πετρελαίου
- Η πληρωμή της ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε γίνεται 30 μέρες μετά την κατανάλωσή της
- Με τη δυνατότητα διακανονισμού εξόφλησης του κόστους θέρμανσης, ώστε να δοθεί η δυνατότητα σε όλα τα νοικοκυριά να απολαύσουν χωρίς άγχος το αγαθό της θέρμανσης



### 1.2.6 Διάγραμμα Λειτουργία Τηλεθέρμανσης



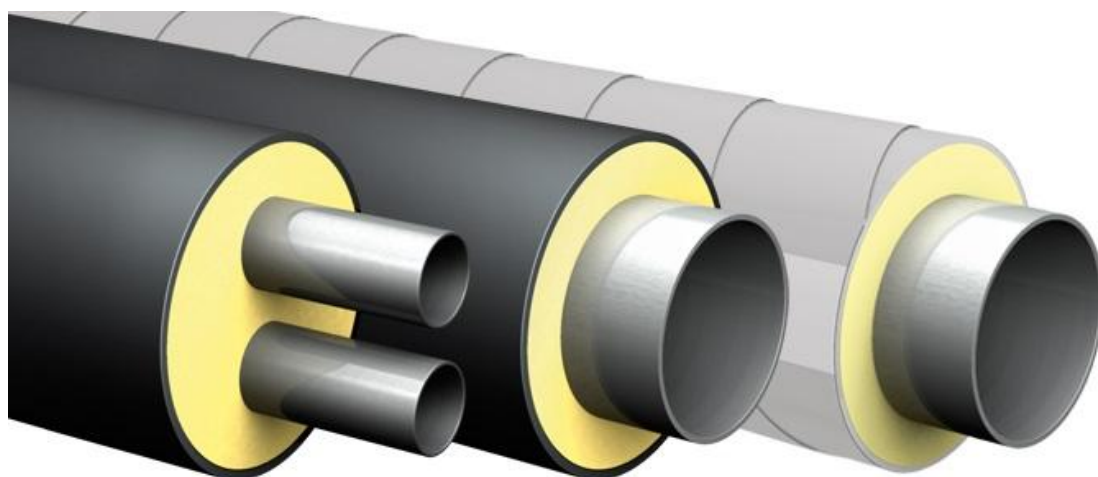
### 1.2.7 Διάγραμμα Τηλεθέρμανσης



### 1.3 Προμονωμένοι Σωλήνες Τηλεθέρμανσης

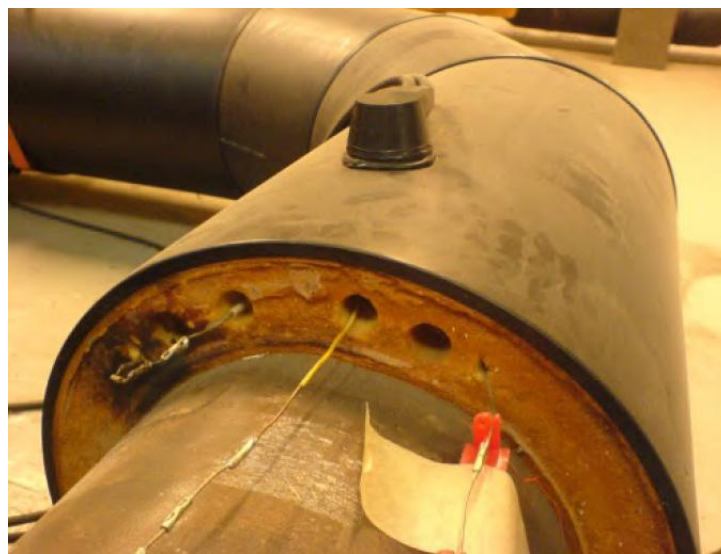
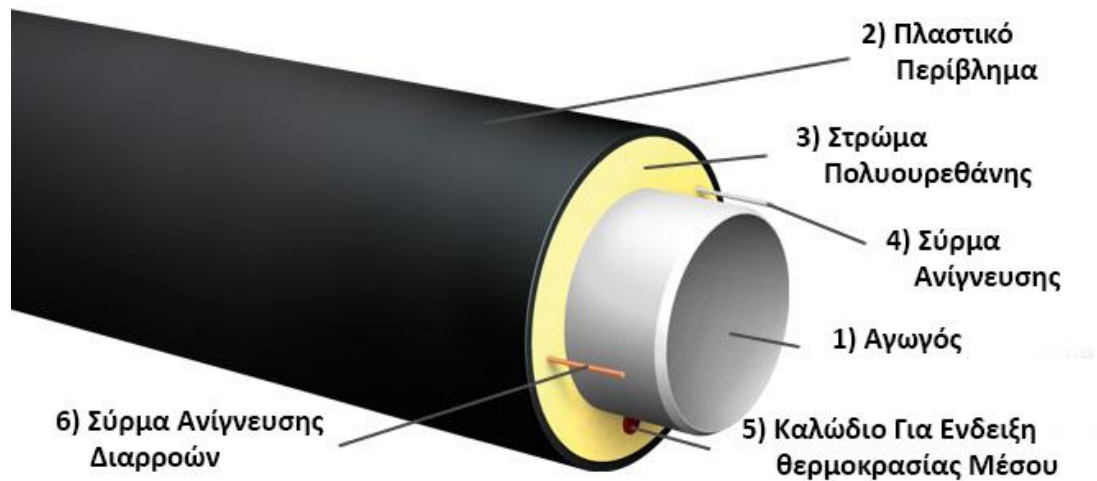
Το δίκτυο των αγωγών μεταφοράς και διανομής είναι κατασκευασμένο από υπόγειους χαλύβδινους αγωγούς εργοστασιακά προμονωμένους κατά EN 253. Οι αγωγοί φέρουν μόνωση από πολυουρεθάνη και προστατευτικό περίβλημα από πολυαιθυλένιο, ενσωματώνουν δε συρματώσεις για την διασύνδεση των σωληνογραμμών στο υφιστάμενο σύστημα ανίχνευσης διαρροών. Οι προμονωμένοι αγωγοί είναι ονομαστικής πίεσης PN25 bar και κατάλληλοι για την μεταφορά υπέρθερμου νερού έως 130° C.

Η εγγυημένη διάρκεια ζωής των υλικών – με την προϋπόθεση σωστής εγκατάστασης και χρήσης – ανέρχεται σε 50 έτη. Η ονομαστική θερμοκρασία προσαγωγής ανέρχεται σε 120° C ενώ η επιστροφή στους 65° C. Τα μεγέθη αυτά μεταβάλλονται προφανώς σύμφωνα με τις λειτουργικές απαιτήσεις και ειδικότερα την ρύθμιση του φορτίου όπως προαναφέρθηκε.



Το δίκτυο παρακολουθείται με σύστημα ανίχνευσης διαρροών σε πραγματικό χρόνο. Για την προστασία από την διάβρωση ελέγχεται και εξασφαλίζεται η προβλεπόμενη σύμφωνα με τις προδιαγραφές ποιότητα του νερού με την προσθήκη κατάλληλων χημικών, την αποφυγή συχνών εκκενώσεων, την συμπλήρωση (εφόσον απαιτείται) με αφαλατωμένο νερό ειδικών προδιαγραφών και την μέτρηση του επιπέδου διάβρωσης σε επιλεγμένα σημεία.

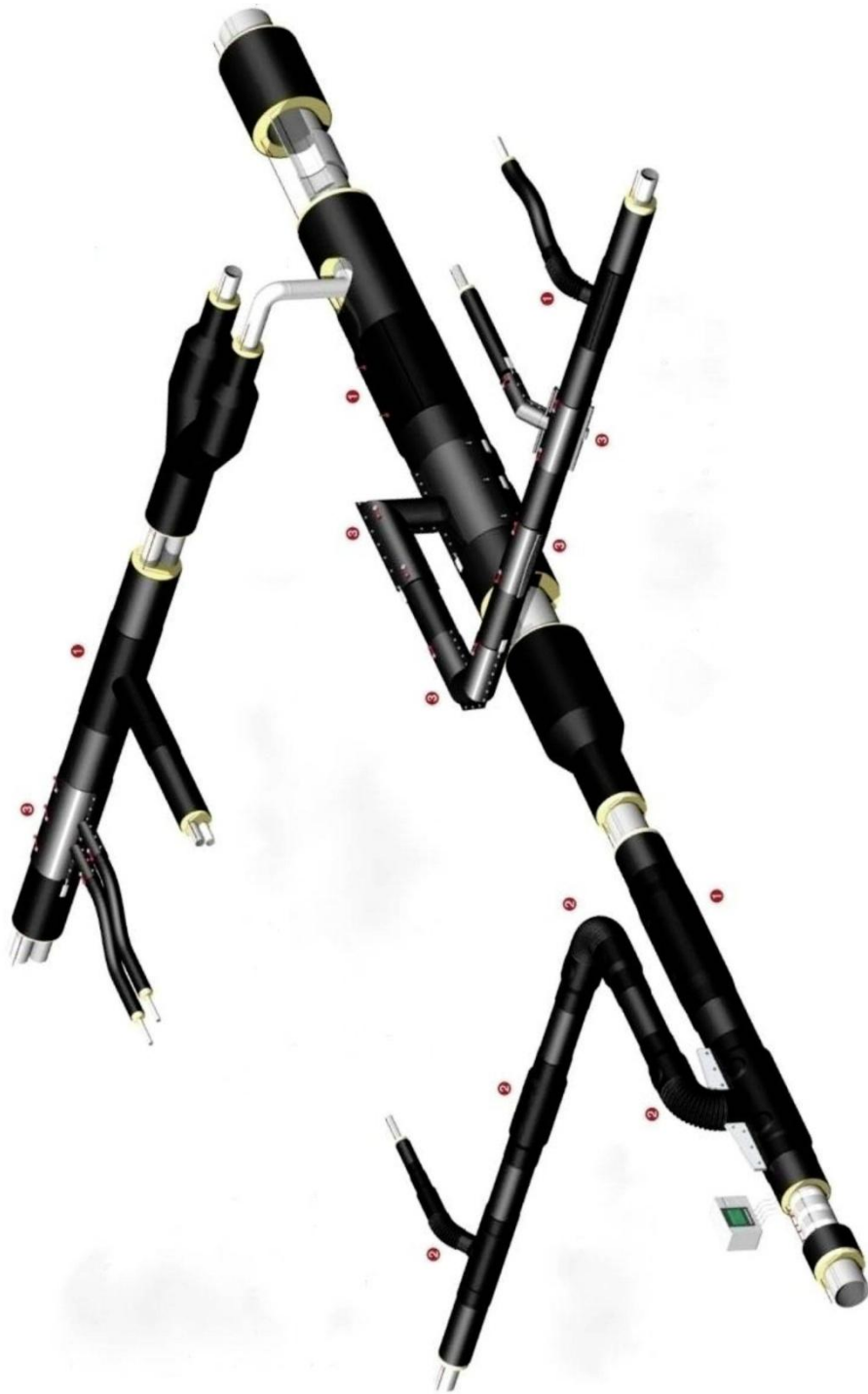




Το δίκτυο διανομής είναι δενδροειδούς σχεδιασμού με βρόγχους κατά περίπτωση.

Ολόκληρος ο εξοπλισμός του έργου είναι κατάλληλος για τα παρακάτω χαρακτηριστικά λειτουργίας.

- Ρευστό διεργασίας : Υπέρθερμο νερό
- Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας : 130°C
- Ονομαστική θερμοκρασία προσαγωγής : 120°C
- Εποχιακή διακύμανση θερμοκρασίας προσαγωγής: 70°C-120°C
- Εποχιακή διακύμανση θερμοκρασίας επιστροφής : 50°C-70°C
- Ονομαστική πίεση σχεδιασμού : PN 25 bar

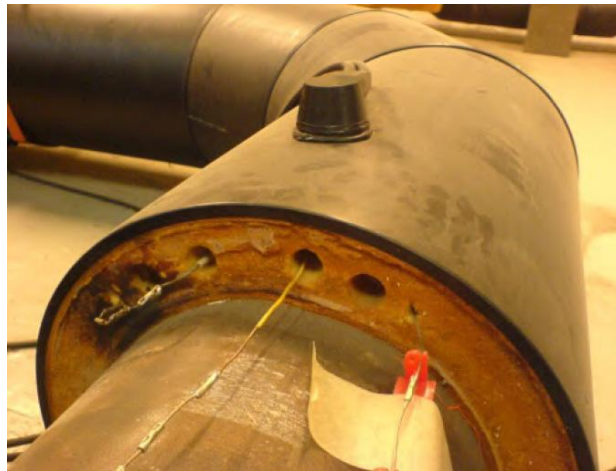


### 1.3.1 Φάσεις Κατασκευής

1. Διάνοιξη χαντακιού και κόλληση σωληνώσεων, αφού πρώτα έχουν τοποθετηθεί οι μούφες προστασίας της μόνωσης στα σημεία κόλλησης



2. Ένωση χαλκοκαλωδίων ανίχνευσης διαρροών και έγχυση του αφρού στις ενώσεις





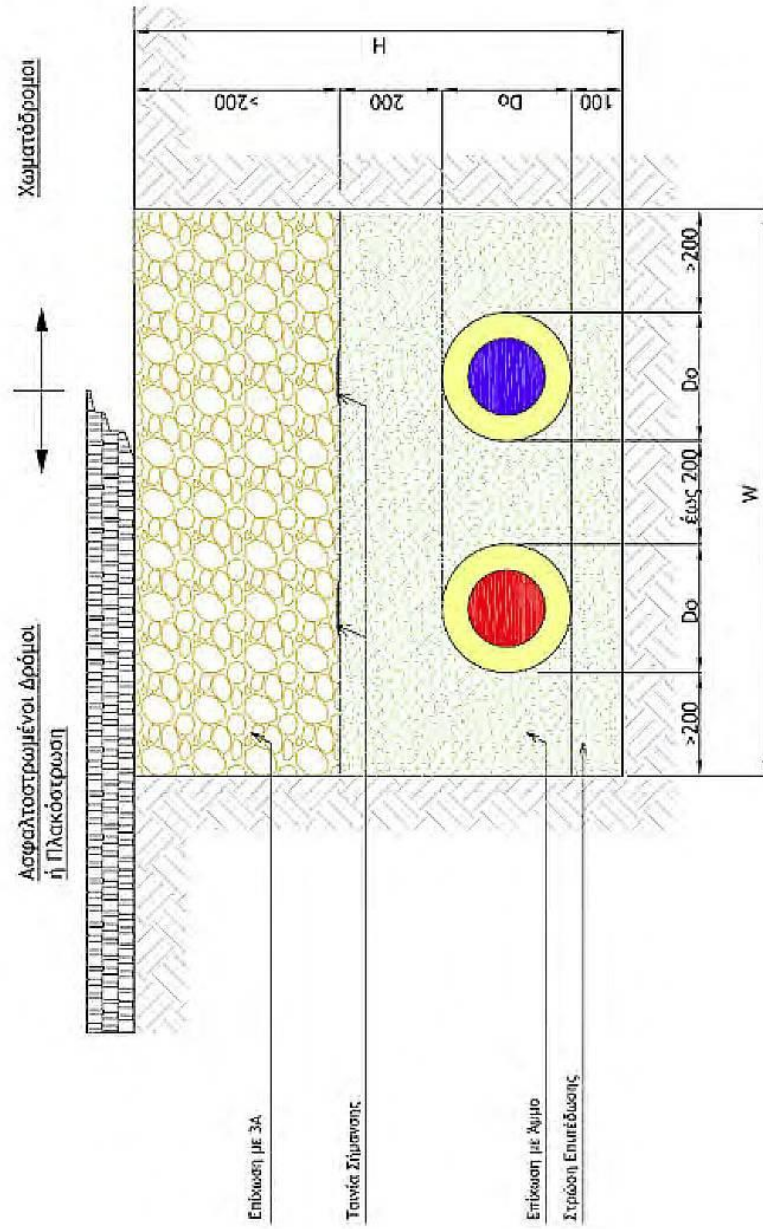
3. Θερμοσυστολή της μούφας εφόσον πρόκειται για διαιρετή μεταλλική





#### 4. Επανεπίκρωση χαντακιού

### Χάνδακας Απλού Σωλήνα



## Κεφάλαιο 2

### 2 Υπολογισμός Θερμικών Αναγκών Θερμοκηπίων

Στην περιοχή Γούδουρα του νομού Λασιθίου έχουμε συνολικά 300 στρέμματα των εξής καλλιιεργειών:

- Ντομάτας
- Πιπεριάς
- Μελιτζάνα
- Αγγούρια

Τα 280 στρέμματα είναι ανοικτά τους μήνες: Από Οκτώβριο – Απρίλιο. Ενώ τα 20 στρέμματα (ντομάτας) λειτουργούν όλο τον χρόνο εκτός 50 ημέρες που μένουν κλειστά στο διάστημα Ιουλίου – Αυγούστου όσο διαρκεί και η απολύμανση.

- Κατά μέσο όρο το κάθε θερμοκήπιο έχει έκταση 1,5 στρέμμα άρα στο σύνολο έχουμε:

280 στρέμματα – 186 θερμοκήπια

20 στρέμματα – 14 θερμοκήπια

Όλες οι καλλιέργειες χρειάζονται μέση εσωτερική θερμοκρασία  $T_{\text{εσωτερικό}} = 26^{\circ}\text{C}$

Τα Θερμοκήπια αποτελούνται από μονό φύλλο πολυαιθυλενίου πάχους 1,5 mm και έχουν μεταλλικό σκελετό.

Έχουν ύψος 3,5 m εκ των οποίων το 1 m είναι το ύψος της πυραμίδας

#### 2.1 Απώλειες θερμότητας από το θερμοκήπιο

2.1.1 Απώλειες θερμότητας λόγω της μετακίνησης αέρα από και προς το θερμοκήπιο δίνονται από τον τύπο:

$$Q_1 = C_p * \rho * n * V_{\Theta} * (T_{\text{εσωτερικό}} - T_{\text{εξωτερικό}}) \text{ kcal/h}$$

$c_p = 0,24 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}$  (ειδική θερμότητα αέρα θερμοκηπίου)

$\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$  (πυκνότητα αέρα θερμοκηπίου)

$n = 2,5$  για νέα κατασκευή-απλό πλαστικό (εναλλαγών αέρα ανα ώρα)

$$V_{\Theta} = V_{\text{ορθογωνίου}} + V_{\text{πυραμίδας}}$$

$$V_{\text{ορθογωνίου}} = \text{Εμβαδόν θερμοκηπίου} * \text{Ύψος θερμοκηπίου} = 1500\text{m}^2 * 2,5\text{m} = 3750\text{m}^3$$

$$V_{\text{πυραμίδας}} = 1/3 * \text{Εμβαδόν θερμοκηπίου} * \text{Ύψος πυραμίδας} = 1500\text{m}^2 * 1\text{m} = 1500\text{m}^3$$

$$V_{\Theta} = 3750\text{m}^3 + 1500\text{m}^3 = 5250\text{m}^3$$

Από την ΤΟΟΤΕ πήραμε την Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου για την Ιεράπετρα

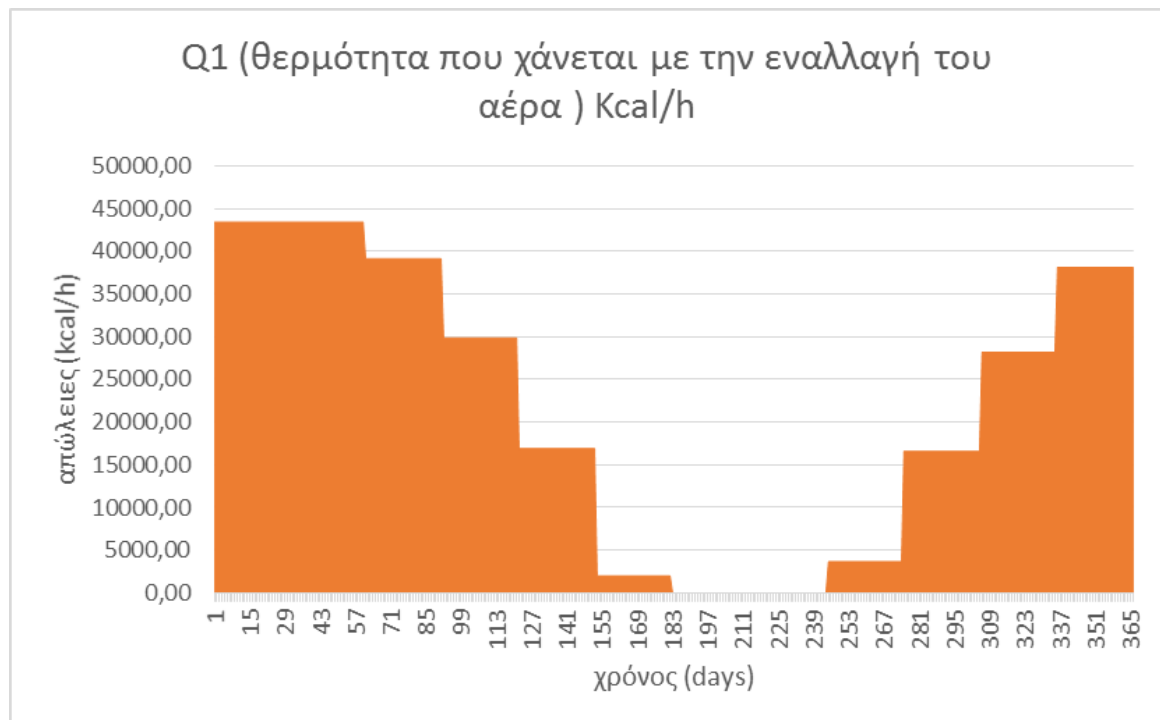
**ΜΗΝΑΣ: ΙΑΝ ΦΕΒ ΜΑΡ ΑΠΡ ΜΑΙ ΙΟΥΝ ΙΟΥΛ ΑΥΓ ΣΕΠ  
ΟΚΤ ΝΟΕ ΔΕΚ**

**T<sub>εξωτερικό</sub>: 12,9 12,9 14,2 17,0 20,9 25,4 27,8 27,7 24,9 21,0 17,5  
14,5 °C**

**T<sub>εσωτερικό</sub> 26 °C**

**ΔΘ 13,10 13,10 11,80 9,00 5,10 0,60 0,00 0,00 1,10 5,00 8,50  
11,50 °C**

Άρα οι απώλειες λόγω της εναλλαγής αέρα διαμορφώνονται στην πορεία των ημερών ανα θερμοκήπιο σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα:



**2.1.2 Απώλειες θερμότητας λόγω αγωγής και συναγωγής από τα διαφανή μέρη του θερμοκηπίου**

$$Q_2 = U \cdot S_{\text{Πολυαιθυλένιο}} \cdot \Delta\Theta \text{ kcal/h}$$

$$U = \text{Συντελεστής θερμοπερατότητας θερμοκηπίου} = 1 / ( 1/h_o + d/\lambda + 1/h_i)$$

$$h_o = \text{συντελεστής συναγωγής εξωτερικός} = 8.5 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$$

$$h_i = \text{συντελεστής συναγωγής εσωτερικός} = 20 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$$

$$d = \text{Πάχος Πολυαιθυλένιου} = 1,5 \text{ mm} = 0.0015 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{Πολυαιθυλένιο}} = 0.326 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$$

(συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του υλικού κάλυψης)

$S_{\text{Πολυαιθυλένιο}}$  Η επιφάνεια του υλικού κάλυψης του θερμοκηπίου σε  $\text{m}^2$

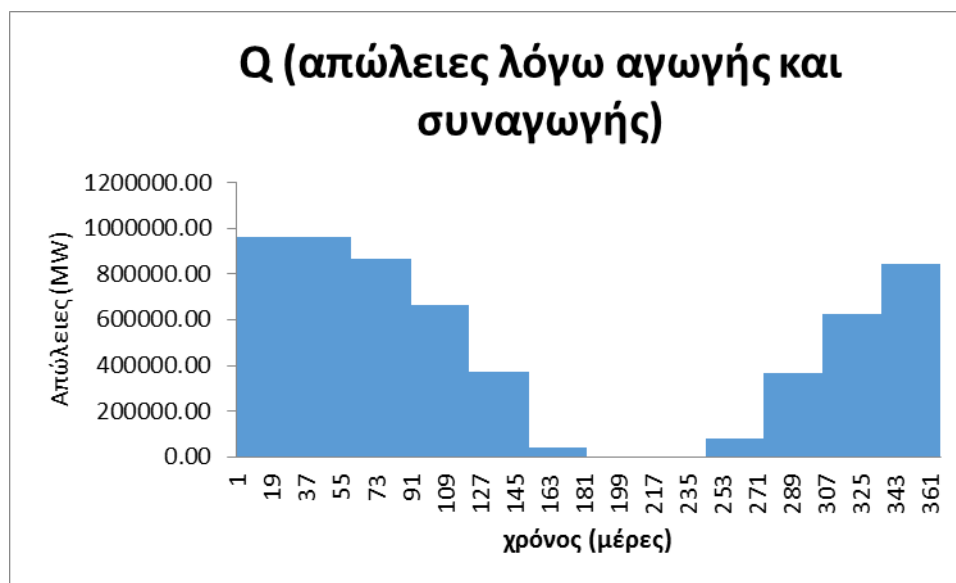
$$S_{\text{Πολυαιθυλένιο}} = S_{\text{Πολυαιθ. ορθογωνίου}} + S_{\text{Πολυαιθ. πυραμίδας}}$$

$$S_{\text{Πολυαιθ. ορθογωνίου}} = (2 \cdot \text{Υψος}_{\text{ορθ}} \cdot \text{Πλάτος}_{\text{ορθ}}) + (2 \cdot \text{Υψος}_{\text{ορθ}} \cdot \text{Μήκος}_{\text{ορθ}}) S_{\text{Πολυαιθ. ορθογωνίου}} = 7505 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{Πολυαιθ. πυραμίδας}} = (2 \cdot \text{Πλάτος}_{\text{ορθ}} \cdot ((\text{Μήκος}_{\text{ορθ}}/2)^2 + (\text{Υψος}_{\text{Πυρ}})^2)^{1/2}) S_{\text{Πολυαιθ. πυραμίδας}} = 5174,23 \text{ m}^2$$

$$\text{Υψος}_{\text{ορθ}} = 2,5\text{m} \quad \text{Πλάτος}_{\text{ορθ}} = 1500\text{m} \quad \text{Μήκος}_{\text{ορθ}} = 1\text{m} \quad \text{Υψος}_{\text{Πυρ}} = 1\text{m}$$

$$S_{\text{Πολυαιθυλένιο}} = 7505 + 5174,23 = 12679,23 \text{ m}^2$$



### 2.1.3 Απώλειες θερμότητας λόγω αγωγιμότητας( από το έδαφος)

Υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

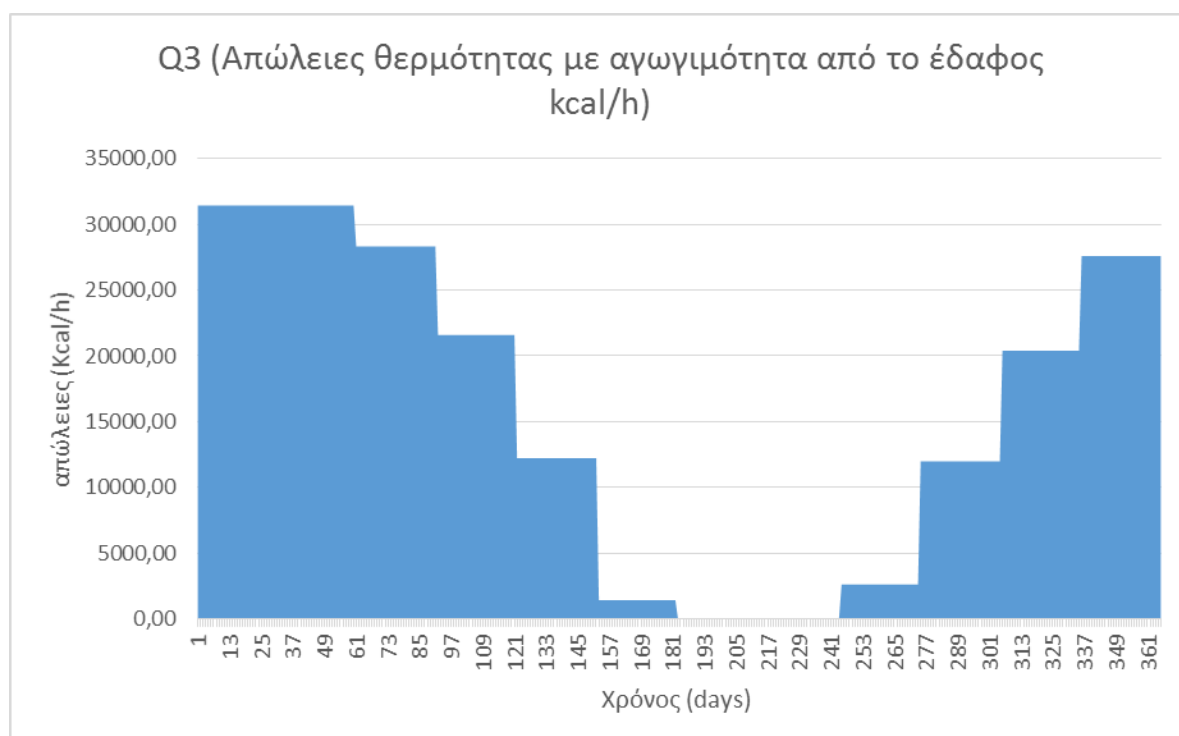
$$Q3 = K_{\text{Εδάφους}} * S_{\text{Εδάφους}} * \Delta\theta \text{ kcal/h}$$

Όπου:

$$K_{\text{Εδάφους}} = 1,6 \text{ kcal m}^{-2} * \text{h}^{-1} * \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

(συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του εδάφους σ'ένα μέσο γεωργικό έδαφος)

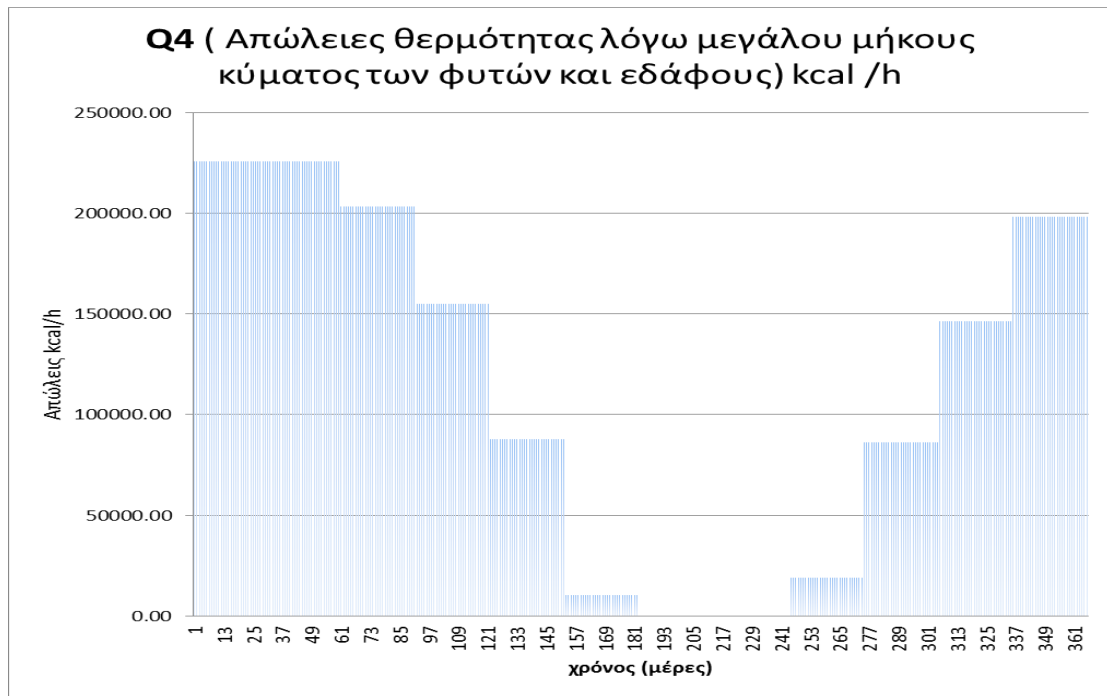
$$S_{\text{Εδάφους}} = 1500 \text{ m}^2 \text{ (Επιφάνεια εδάφους)}$$



### 2.1.4 Απώλειες θερμότητας λόγω ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος των φυτών και του εδάφους.

Στην πράξη θεωρείται ότι οι απώλειες θερμότητας λόγω της ακτινοβολίας των φυτών και του εδάφους αντιπροσωπεύουν, για τις ελληνικές συνθήκες, το 25% του αθροίσματος των άλλων απωλειών του θερμοκηπίου και δίνονται από τον τύπο:

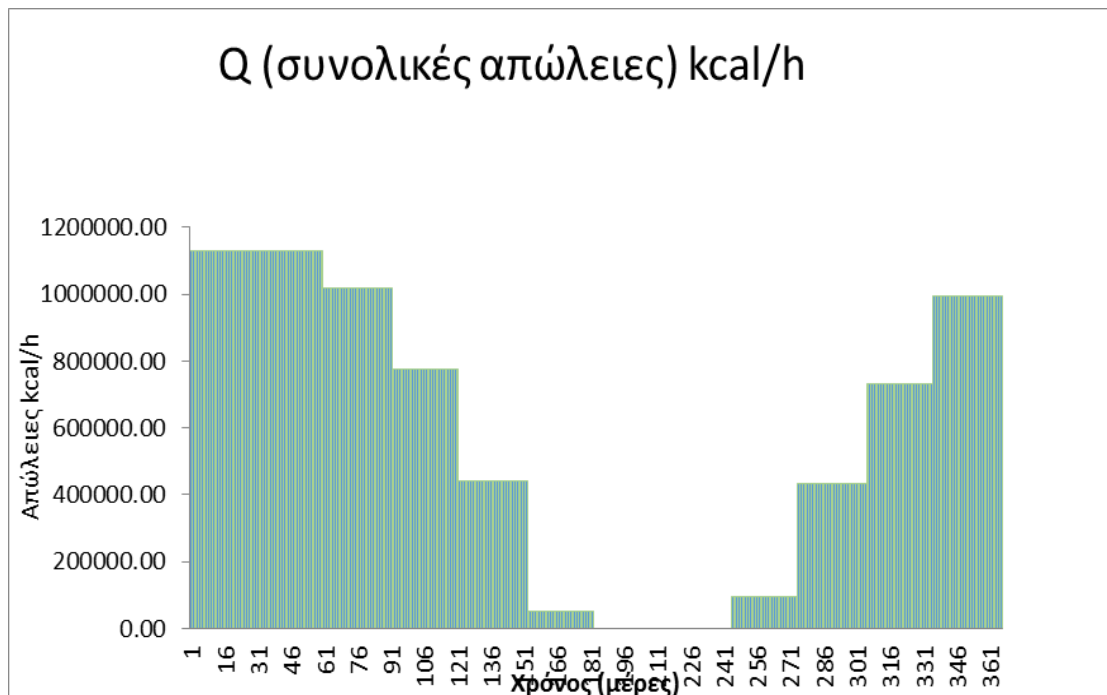
$$Q4 = 25\% * ( Q1 + Q2 + Q3 )$$



### 2.1.5 Συνολικές απώλειες θερμότητας

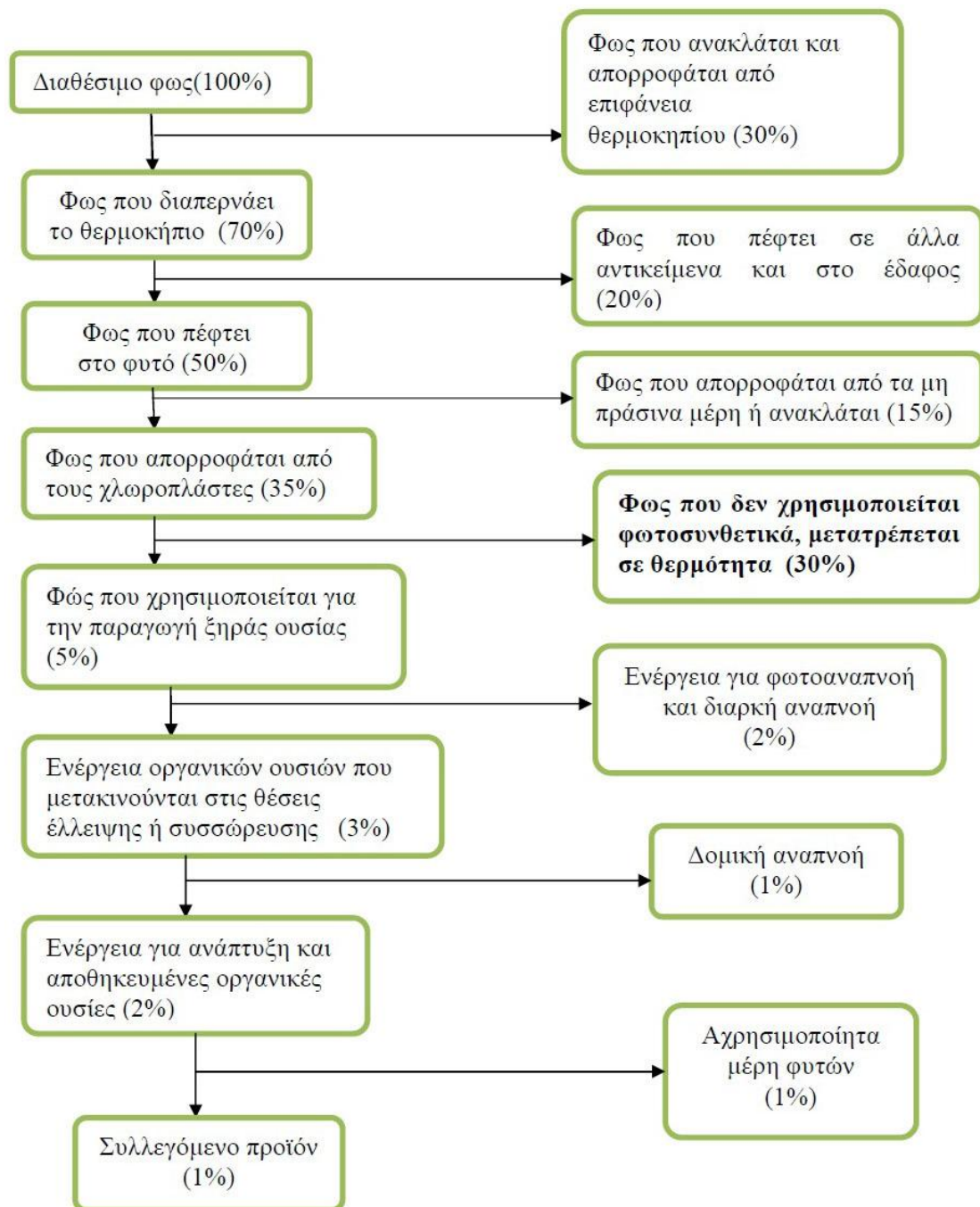
Συνοψίζοντας, οι συνολικές απώλειες της εγκατάστασης του θερμοκηπίου θα είναι ίσες με το άθροισμα των επιμέρους απωλειών που περιγράφηκαν παραπάνω.

$$Q_{\text{Συνολικά}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \text{ kcal/h}$$



## 2.2 Κέρδος από την ηλιακή ακτινοβολία

Από το συνολικό διαθέσιμο ηλιακό φως δεν περνάει τελικά όλο στο εσωτερικό του θερμοκηπίου όπως επίσης και δεν απορροφάται το 100% από τα φυτά. Μόνο ένα ποσοστό της τάξης του 30% τελικά είναι αυτό που θερμαίνει ουσιαστικά το θερμοκήπιο.



Έχουμε δύο είδη ακτινοβολίας τα οποία επιδρούν πάνω στο θερμοκήπιο:

Άμεση και διάχυτη ακτινοβολία όπου τις έχουμε υπολογίσει αναλυτικά για κάθε μήνα.

Το κέρδος υπολογίζεται από τον τύπο:  $Q_{\text{Κερδών}} = 0,30 \cdot S \cdot T \cdot I$

Όπου έχουμε :

S: Επιφάνεια ναύλον = **12679,23 m<sup>2</sup>**

T: Ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά το υλικό μας = **0,88**

I: Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται το θερμοκήπιο

### Ακτινοβολία που δέχεται το θερμοκήπιο

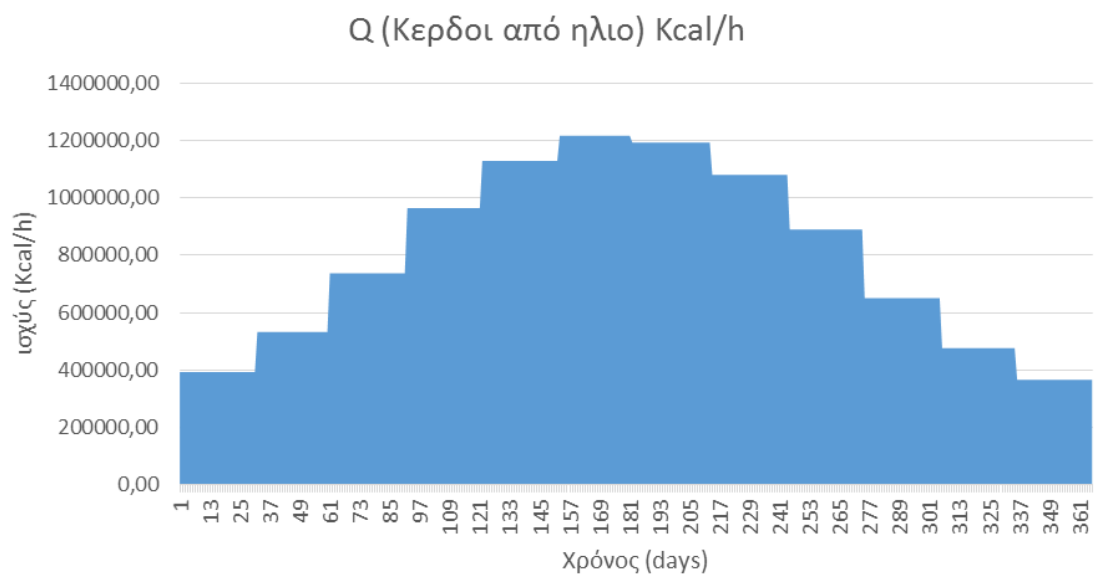
Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m<sup>2</sup>.mo)].

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ιεράπετρα	73,0	89,0	137,0	174,0	210,0	220,0	224,0	205,0	165,0	125,0	89,0	69,0

Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m<sup>2</sup>.mo)].

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ιεράπετρα	28,6	35,3	53,4	67,1	81,5	84,1	84,2	74,1	57,4	43,3	30,2	25,8

Αναλυτικά βλέπουμε στο γράφημα πως κυμαίνεται η προσλαμβανόμενη ισχύς από τον ήλιο :

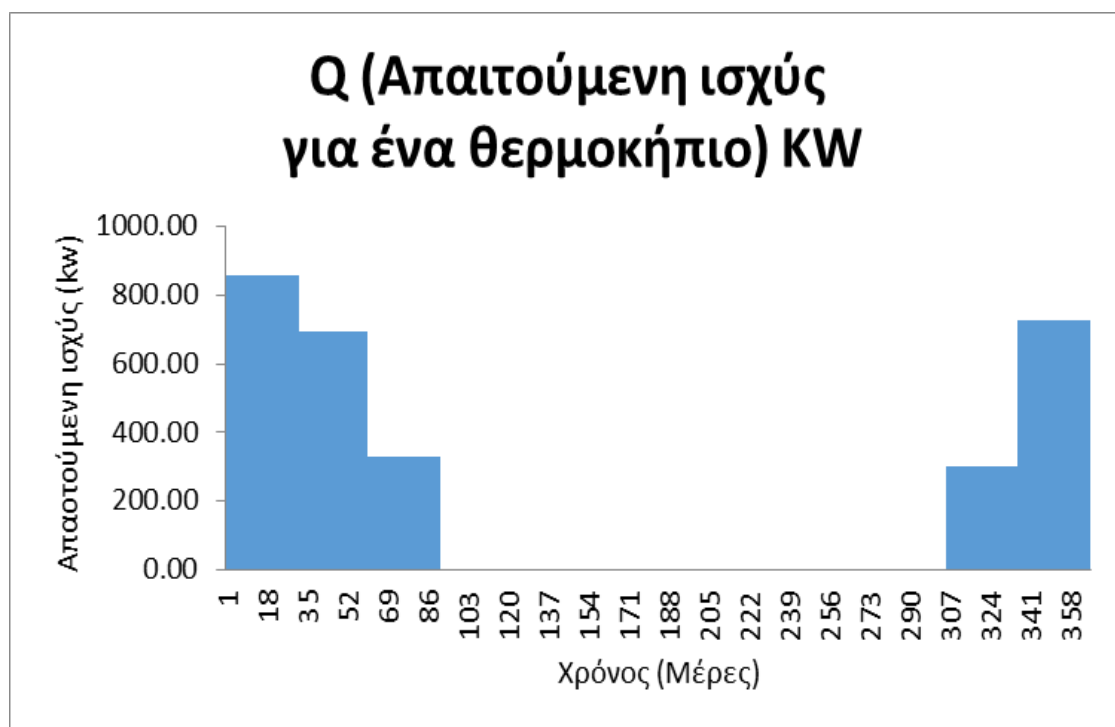




### 2.3 Συνολικές Απαιτούμενη Θερμική Ισχύς θερμοκηπίου

Οι συνολικές θερμικές ανάγκες του θερμοκηπίου θα είναι ίσες με τη διαφορά των ηλιακών θερμικών κερδών μείον τις θερμικές απώλειες και το αποτέλεσμα το βλέπουμε στο παρακάτω γράφημα:

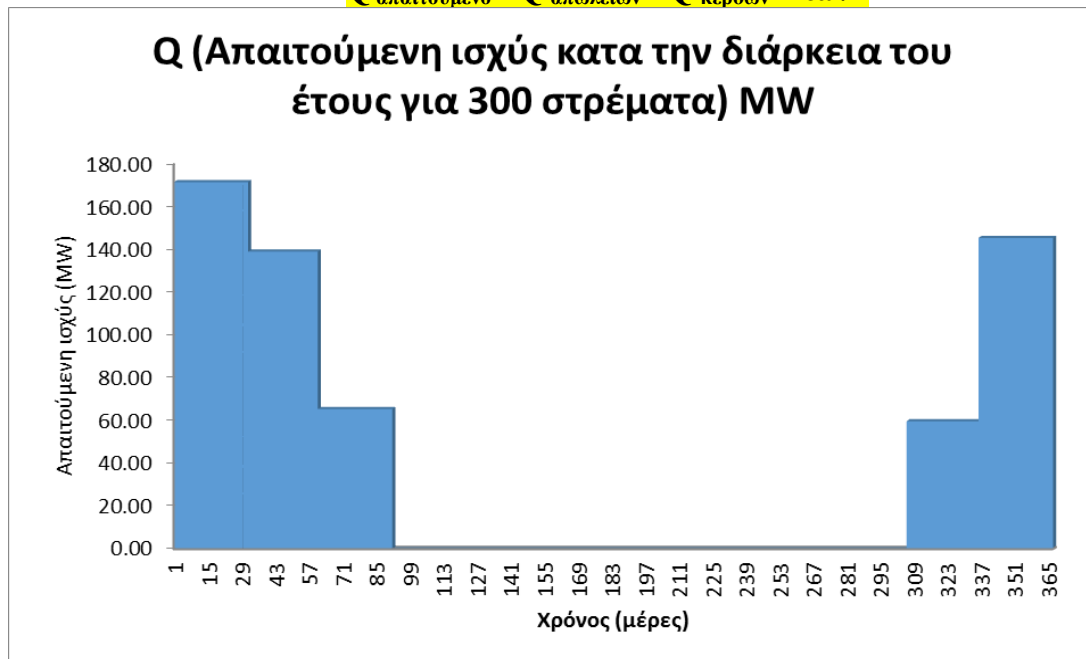
$$Q_{\text{απαιτούμενο}} = Q_{\text{απωλειών}} - Q_{\text{κερδών}} \text{ KW}$$



Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα οι μέγιστες ανάγκες για ένα θερμοκήπιο είναι τον μήνα Ιανουάριο και φτάνουν τα 858 kw.

## 2.4 Συνολικές θερμικές ανάγκες Όλων των θερμοκηπίων της περιοχής του Γούδουρα

$$Q_{\text{απαιτούμενο}} = Q_{\text{απωλειών}} - Q_{\text{κερδών}} \text{ kcal/h}$$



Όπως βλέπουμε και στο γράφημα οι μέγιστες ανάγκες μας για να θερμάνουμε διακόσια θερμοκήπια είναι για τον μήνα Ιανουάριο και φτάνουν τα **171,44 MW**

### Κεφάλαιο 3

#### 3 Διαστασιολόγηση συστήματος θέρμανσης θερμοκηπίων

##### 3.1 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Όπως σας αναφέραμε και στην προηγούμενη ενότητα οι μέγιστες απώλειες για ένα θερμοκήπιο (στην διάρκεια του έτους) έκτασης 1500 m<sup>2</sup> είναι 810,68 Kw περίπου για το μήνα Ιανουάριο.

Όποτε από τον τύπο:  $q = \frac{2\pi\lambda(\theta_1 - \theta_2)}{\ln(d_2/d_1)}$

Όπου:

**L**= μήκος σωληνώσεων

**λ**= συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας = 0,35 W/mK

**θ1**: θερμοκρασία ρευστού (νερού) = (70 - 95 °C)

**θ2**: θερμοκρασία αέρα = 26 °C

**d2** : εξωτερική διάμετρος σωλήνας

**d1** : εσωτερική διάμετρος σωλήνας

Ψάχνοντας τυποποιημένες σωληνώσεις καταλήξαμε στην σωλήνα **RAUTHERM S** της εταιρίας **Rehau**.

### Χαρακτηριστικά σωλήνα RAUTHERM S

Υλικό : Υπεροξειδικό δικτυομένο πολυαιθυλένιο (PE-Xa)

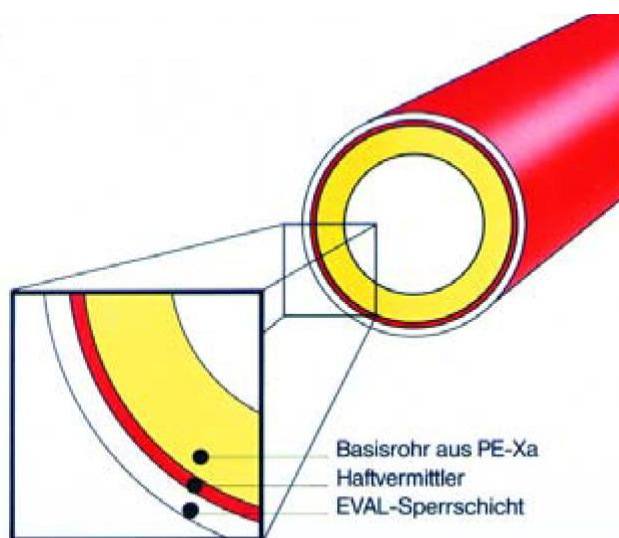
Χρώμα : Κόκκινο

Θερμοαγωγιμότητα : 0,35 W/mK

Πυκνότητα : 0,93 g/cm<sup>3</sup>

### Τυποποιημένοι σωλήνες Rautherm S

Κωδ. προϊόντος	d mm	s mm	DN	Όγκ. l/m	Βάρος kg/m	Περιεχ. παλέτας	Συσκ.	Συσκευασία
Κουλούρα:								
131128-240	10,1	1,1	8	0,048	0,037	3.600 m	240 m	240 m κουλούρα
136572-120	14	1,5	10	0,095	0,069	1800 m	120 m	120 m κουλούρα
136572-240	14	1,5	10	0,095	0,069	3600 m	240 m	240 m κουλούρα
136110-300	12	2,0	8	0,050	0,069	4200 m	600 m*	600 m κουλούρα
136140-120	17	2,0	12	0,133	0,103	1800 m	120 m	120 m κουλούρα
136140-240	17	2,0	12	0,133	0,103	1920 m	240 m	240 m κουλούρα
136140-500	17	2,0	12	0,133	0,103	2500 m	500 m*	500 m κουλούρα
136140-600	17	2,0	12	0,133	0,103	1800 m	600 m*	600 m κουλούρα
136160-120	20	2,0	15	0,201	0,123	1800 m	120 m	120 m κουλούρα
136160-240	20	2,0	15	0,201	0,123	1680 m	240 m	240 m κουλούρα
136770-120	25	2,3	20	0,327	0,175	960 m	120 m	120 m κουλούρα
136770-300	25	2,3	20	0,327	0,175	900 m	300 m*	300 m κουλούρα

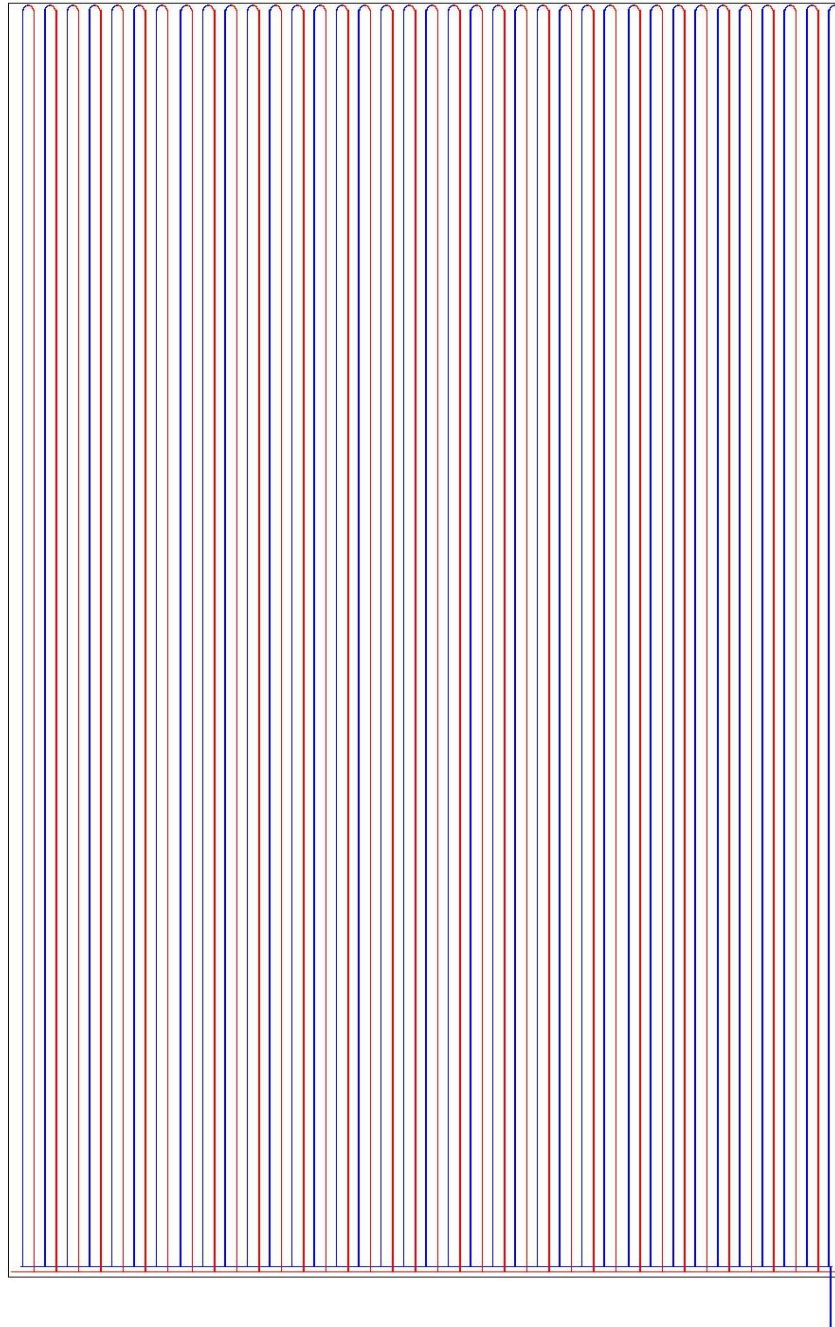


Θερμοσωλήνας RAUTHERM S (δομή)

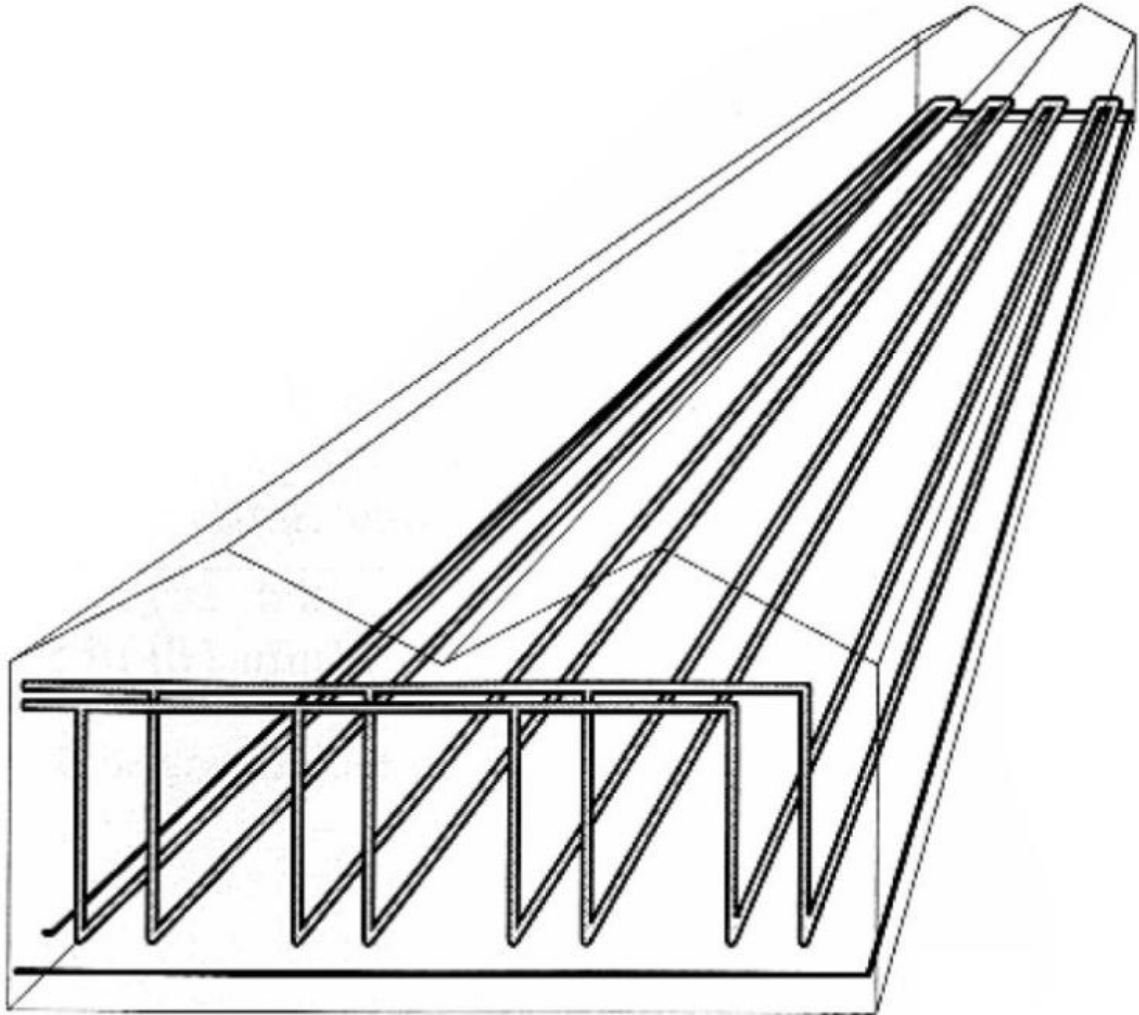
Καταλήξαμε ότι χρειαζόμαστε δύο είδη σωλήνα διαμέτρου

- 12 mm \* 2 mm με  $\lambda = 0,35 \text{ W/mK}$  συνολικού μήκους 3623,2m
- 25mm \* 2,3mm με  $\lambda = 0,35 \text{ W/mK}$  συνολικού μήκους 62,2m

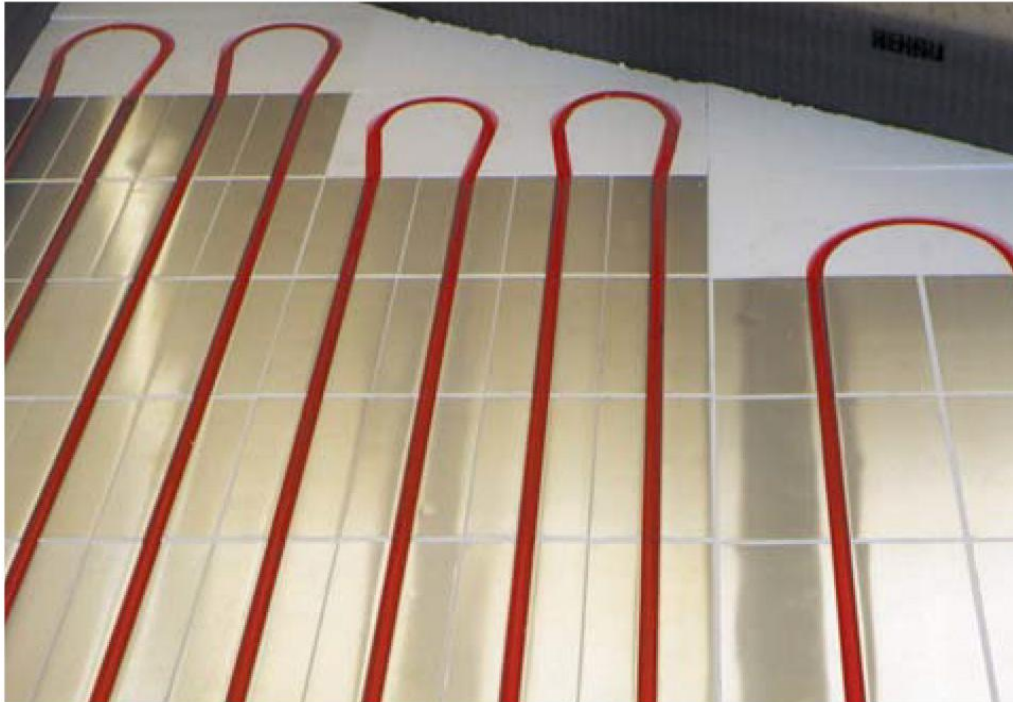
### Κάτοψη σωληνώσεων μέσα στο θερμοκήπιο



### Πλάγια όψη σωληνώσεων μέσα στο θερμοκήπιο



Λεπτομέρια σωληνώσεων μέσα στο θερμοκήπιο

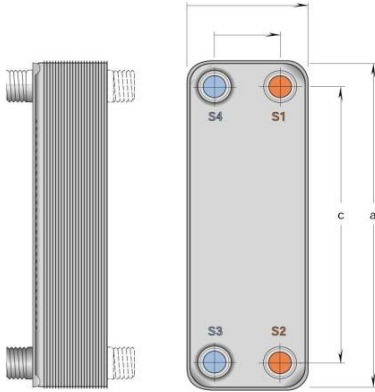


Όπως φαίνεται και στην κάτοψη οι σωλήνες με διάμετρο 25mm είναι οι σωληνώσεις όπου προσάγουν το ζεστό νερό (με χρώμα κόκκινο) και με χρώμα μπλε οι σωλήνες επιστροφής προς τον εναλλάκτη θερμότητας.

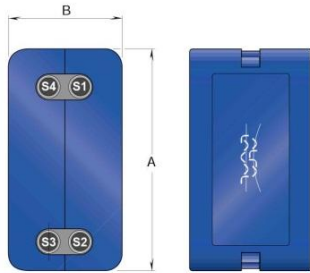
Επίσης έχουμε και ένα δίκτυο σωληνώσεων με μικρότερη διατομή (12 mm) όπου παίρνουν το νερό και το διανέμουν στο θερμοκήπιο και είναι τοποθετημένες σε απόσταση 80 cm μεταξύ τους και κάθετα στις σωληνώσεις διατομής 12 mm

### **3.2 Εναλλάκτης Θερμότητας Θερμοκηπίου**

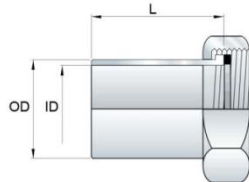
Το κάθε θερμοκήπιο διαθέτει δικό του εναλλάκτη τύπου **Brazed Plate Heat Exchanger** νερού – νερού της εταιρίας **Alfa Laval** και δυναμικότητας 1 MW με τα παρακάτω τεχνικά στοιχεία.



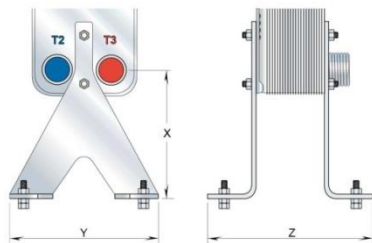
BHE Data & Dimensions	CB200
Capacity	1 Mw
(S3-S4) / (S1-S2) working temp. (°C)	(70 - 95) / (130 - 80)
Max. working pressure S3-S4/S1-S2 (bar)*	25/25
Volume/channel (litres)	0,51
Max. flowrate (m <sup>3</sup> /h)**	102
Height, a, (mm)	734
Width, b, (mm)	319
Vertical connection distance, c, (mm)	622
Horizontal connection distance, d, (mm)	205
Plate pack length, A, (mm)	(n*2,65)+12,5
Weight, empty, (kg)	(n*0,6)+29
Standard connection, external thread (inch)	3"
Plate material - Connection material	AISI 316 - AISI 316
Brazing material	Copper



BHE Insulation	CB200 <sup>†</sup>
Type A: Polyurethane/blue ABS cover	
Height, A, (mm)	811
Width, B, (mm)	370
Thickness (mm)	27
Max. temperature (°C)	140
Type B: Black polypropylene/no cover	<sup>†</sup> Type C: Mineral wool/blue ABS cover
Height, A, (mm)	–
Width, B, (mm)	–
Thickness (mm)	–
Max. temperature (°C)	–



Couplings for welding or soldering	CB200
Size (inch)	–
Pipe length carbon steel, L, (mm)	–
OD/ID (mm) carbon steel pipe	–
Pipe length brass, L, (mm)	–
OD/ID (mm) brass pipe	–
Seal washer	



Feet	CB200
Height, X, (mm)	178
Width, Y, (mm)	400
Length, Z, (mm)	A+160
Wall mounted	no
Material	galvanized

Mounting brackets	CB200
Height, X, (mm)	–
Width, Y, (mm)	–

### 3.3 Κυκλοφορητές θερμοκηπίου

Αρχικά υπολογίσαμε την παροχή νερού που θα έχουμε από τον εναλλάκτη θερμότητας προς το θερμοκήπιο, χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$V = (Q / \Delta\Theta) 1000$$

όπου:

$$V = \text{παροχή νερού σε m}^3/\text{h}$$

$$Q = \text{θερμική ισχύς εναλλάκτη (1000 Kw)}$$

$$\Delta t = \text{θερμοκρασιακή πτώση νερού στο κύκλωμα σε (25 °c)}$$

$$\text{Και βρήκαμε } V = 27,81 \text{ m}^3/\text{h} \text{ ή } 0,0077 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Στην συνέχεια για να βρούμε την ταχύτητα του υπέρθερμου νερού πήραμε τον τύπο :

$$V = U * (\Pi D^2 / 4)$$

και λύσαμε ως προς

$$U = (4 * Q) / (\Pi D^2)$$

και για τις δύο διατομές σωληνώσεων που έχουμε (12mm<sub>εξωτερική διάμετρος</sub> ή 0,008 m <sub>εσωτερική διάμετρο</sub>) & 25mm<sub>εξωτερική διάμετρος</sub> ή 0,02m <sub>εσωτερική διάμετρο</sub>).

Όπου :

$$\Pi : 3,14$$

$$D^2 = \text{διατομή αγωγού σε m}$$

Και τελικά βρίσκουμε ότι την ταχύτητα για κάθε αγωγό

- Για 12 mm  $U_1 = 1.54 \text{ m/sec}$
- Για 25 mm  $U_2 = 0.24 \text{ m/sec}$

### 3.3.1 Γραμμικές απώλειες ροής



Για να υπολογίσουμε τις γραμμικές απώλειες ροής, αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε τον αριθμό Reynolds όπου βγαίνει από τον τύπο :

$$Re = (u \cdot D) / \nu$$

όπου:

U = ταχύτητα νερού στον εκάστοτε σωλήνα σε m/sec

- U1 : = 1.54 m/sec
- U2 : = 0.24 m/sec

D = εσωτερική διατομή αγωγού

$$D_1 = 8 \text{ mm}$$

$$D_2 = 20 \text{ mm}$$

V = κινηματική συνεκτικότητα νερού όπως αυτή προκύπτει από πίνακα για τις ιδιότητες του νερού στους 80 °c

$$V = 0,364 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$$

Όποτε για D<sub>1</sub> έχουμε Re = 37791,41

Όποτε για D<sub>2</sub> έχουμε Re = 14723,92

Έπειτα πρέπει να υπολογίσουμε το E / D

Όπου για D<sub>1</sub> έχουμε: E = 0,000007 m (τραχύτητα αγωγού)

Άρα E/D = 0.0008

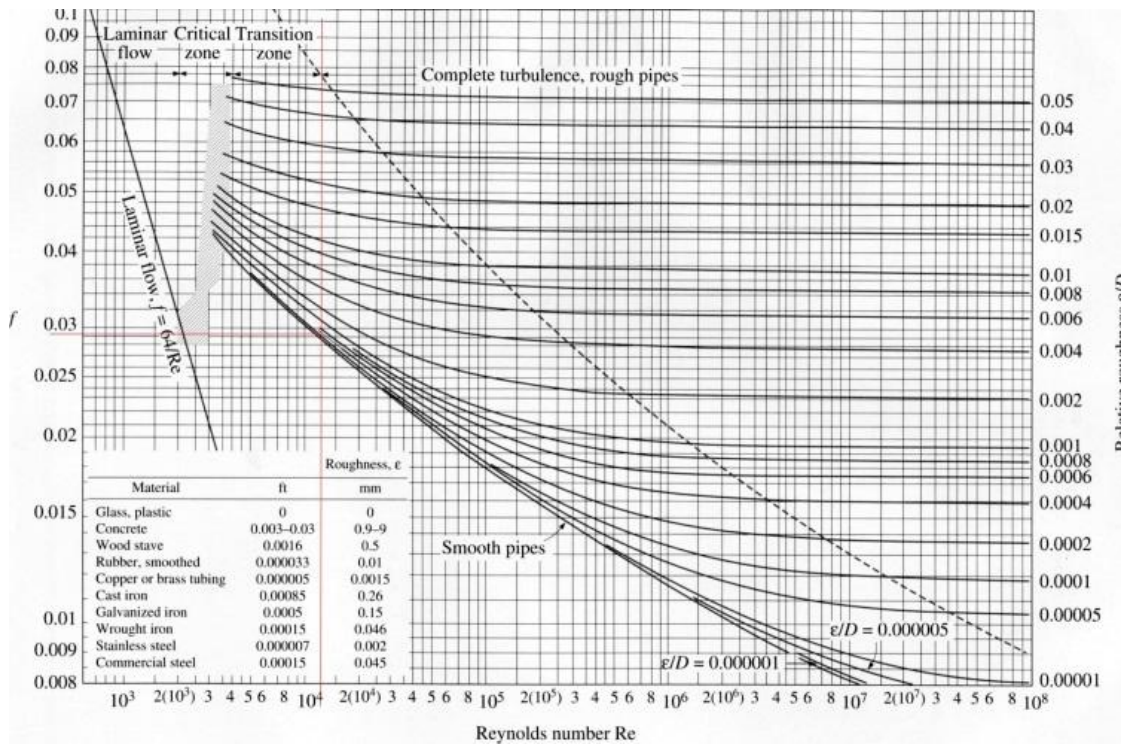
Όπου για D<sub>2</sub> έχουμε: E = 0,000007 m (τραχύτητα αγωγού)

Άρα E/D = 0.00035

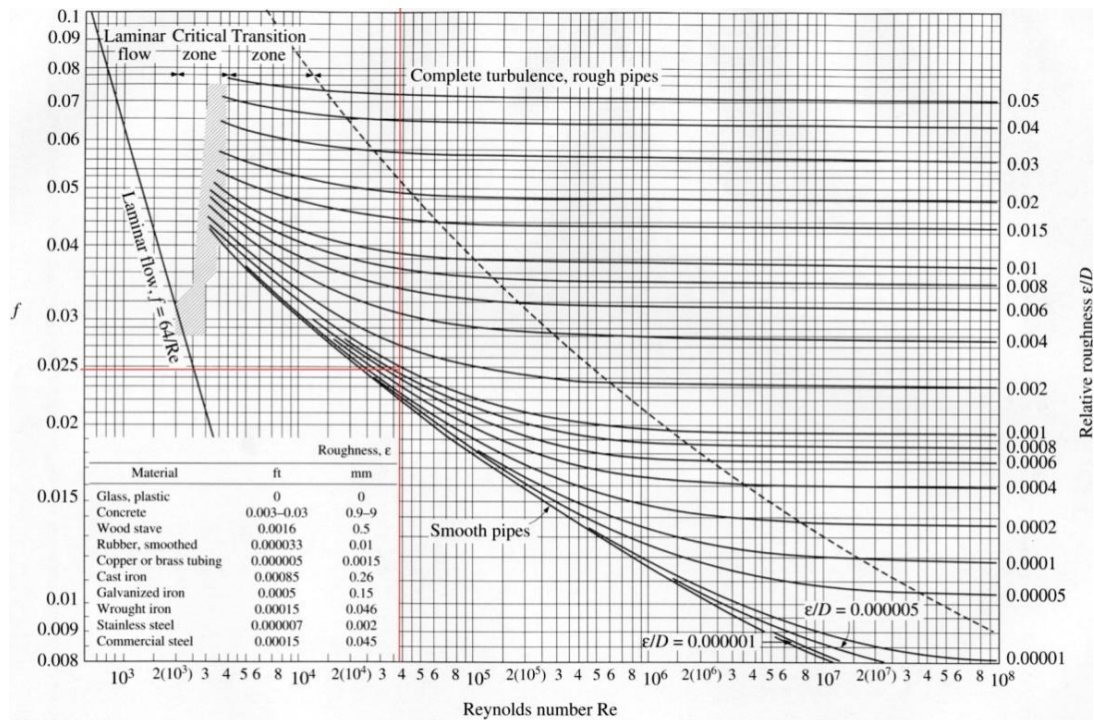
Από το διάγραμμα Moody βρίσκουμε για

- D<sub>1</sub> ότι f = 0.0248
- D<sub>2</sub> ότι f = 0.0292

**Διάγραμμα Moody για E/D = 0.00035 και Re = 14723,92**



**Διάγραμμα Moody για  $\epsilon/D = 0.0008$  και  $Re = 37791,41$**



**FIGURE A-27**

Έχοντας όλα τα δεδομένα υπολογίζουμε τις γραμμικές απώλειες ροής από τον τύπο

$$h_f = (f * L / D) * (u^2 / 2g)$$

όπου θυμίζουμε ότι για

- $D_1=0.008 \text{ m}$  έχουμε :  $f = 0.0248$  ,  $L = 3623.2 \text{ m}$  ,  $u^2 = 1.54 \text{ m/sec}$
- $D_2=0.02 \text{ m}$  έχουμε :  $f = 0.0292$  ,  $L = 62.2 \text{ m}$  ,  $u^2 = 0.24 \text{ m/sec}$   
Και το  $g = 9,81 \text{ m /sec}^2$  και στις δύο προπτώσεις

Όποτε έχουμε :  $h_{f1} = 1357.67 \text{ m}$

$$h_{f2} = 0.257 \text{ m}$$

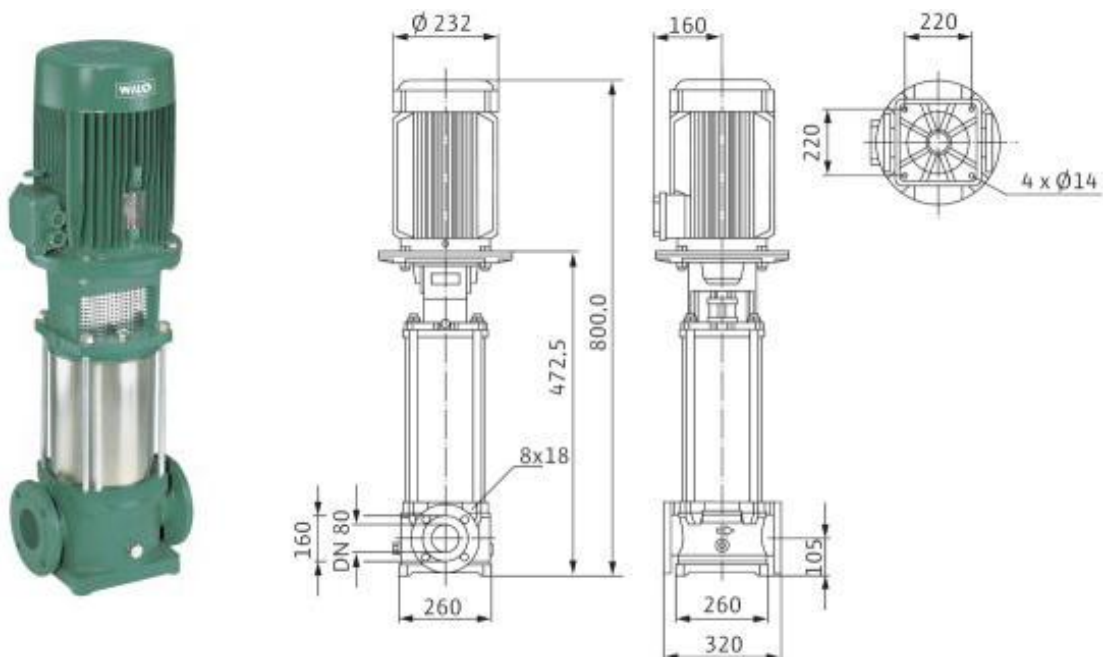
$$H_f = h_{f1} + h_{f2} = 1357.67 + 0.257 = 1358 \text{ m}$$

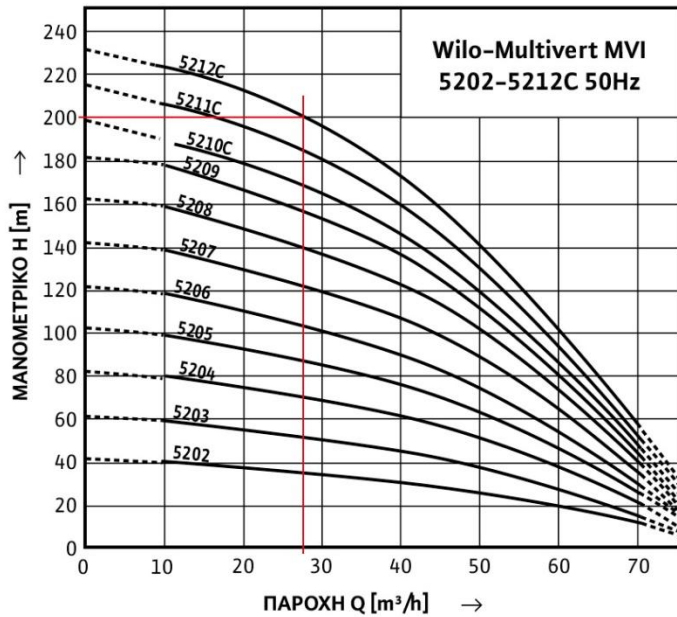
Προσαυξάνουμε 10 % την πτώση πίεσης της εγκατάστασης, για να αντιμετωπιστούν οι πρόσθετες αντιστάσεις που συχνά προκύπτουν κατά το στάδιο της εγκατάστασης και δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν στη μελέτη

$$H_f = H_f \times 1,1 = 1358 \times 1,1 = 1493,8 \text{ m}$$

Η αντλία που βρήκαμε με το μεγαλύτερο μανομετρικό είναι:

### Wilo-MultiVert MVI 5212





Βρίσκουμε το Σημείο Λειτουργίας για παροχή  $V = 27,81 \text{ m}^3/\text{h}$  έχουμε μανομετρικό  $H = 200 \text{ m}$

για να πετύχουμε το μανομετρικό  $H_f = 1493,8 \text{ m}$  θα πρέπει να συνδέσουμε στην σειρά 8 αντλίες **Wilo-MultiVert MVI 5212**

### 3.3.2 Δοχείο διαστολής

Τοποθετούμε δοχείο διαστολής για τους εξής λόγους :

- Να αναπληρώνονται τυχόν απώλειες που οφείλονται σε μικρό διαρροές
- Να παραλαμβάνονται η επιπλέον ποσότητα νερού που οφείλεται στην διαστολή νερού λόγω αύξησης της θερμοκρασίας του.
- Να μην δημιουργούνται υποπίεσεις οι οποίες δημιουργούν ατμοποιήσεις στο δίκτυο.
- Να αποτρέπεται η σπηλαιώση στην αναρρόφηση των κυκλοφορητών

Επίσης υπάρχουν δυο είδη δοχείων διαστολής τα ανοικτά και τα κλειστά.

## Ανοικτά δοχεία διαστολής

### Τα ανοικτά δοχεία διαστολής αποτελούνται:

1. από ένα δοχείο με την απαιτούμενη χωρητικότητα , ένα καπάκι που αποτρέπει την είσοδο σκουπιδιών ή ζώων μέσα στο δοχείο μας. Στο εσωτερικό του δοχείου έχουμε ένα φλοτεροδιακόπτη όπου φροντίζει να διατηρεί την στάθμη του νερού μας σταθερή. Το καταλληλότερο σημείο για την τοποθέτηση του είναι τουλάχιστον δύο μέτρα πιο ψηλά από το υψηλότερο τοποθετημένο θερμαντικό μας σώμα.
2. Ένα σωλήνα πλήρωσης τοποθετημένο στον πυθμένα του δοχείου και συνδέεται με την αναρρόφηση του κυκλοφορητή, ο οποίος συνδέεται με τον σωλήνα επιστροφής του εναλλάκτη μας (στην προκειμένη περίπτωση)
3. Ένα σωλήνα εκτόνωσης, ο οποίος ξεκινά από το σωλήνα προσαγωγής και καταλήγει με διπλή καμπύλη στο πάνω μέρος του δοχείου διαστολής. Ο σωλήνας αυτός ονομάζεται και σωλήνας ασφαλείας και σκοπός του είναι η απαγωγή ατμών αν από κάποια δυσλειτουργία γίνει βρασμός του νερού.

### Μειονεκτήματα ανοικτών δοχείων διαστολής

1. Το νερό της εγκατάστασης έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα με αποτέλεσμα να απορροφά οξυγόνο το οποίο είναι διαβρωτικό για τα χαλύβδινα τμήματα της εγκατάστασης.
2. Στις χαμηλές θερμοκρασίες το νερό παγώνει και καταστρέφει το δοχείο ή το καθιστά προσωρινά δυσλειτουργικό .
3. Μπορεί να δημιουργηθούν λειτουργικά προβλήματα στα σώματα τοθ τελευταίου ορόφου.

## Κλειστό δοχείο διαστολής

Το κλειστό δοχείο διαστολής αποτελείται:

- Από ένα κλειστό κυλινδρικό δοχείο που χωρίζεται σε δύο μέρη με μία ελαστική μεμβράνη. Στο ένα μέρος υπάρχει ένα σπείρωμα για να γίνεται η σύνδεση με το δίκτυο της θέρμανσης και το άλλο έχει βαλβίδα αέρος για έλεγχο και ρύθμιση της πίεσης του αεροθαλάμου οπου εντός του υπάρχει αέριο αζώτου.

### Αρχή λειτουργίας:

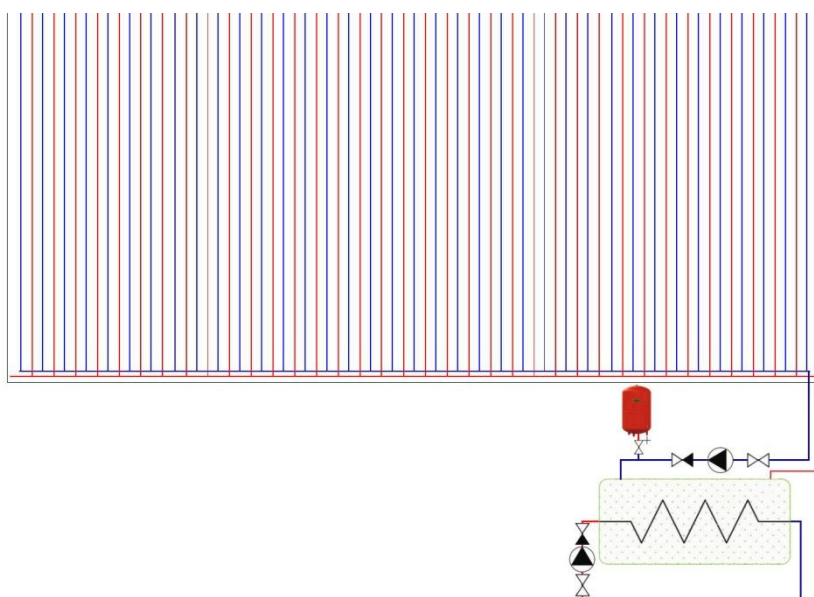
- Όταν το νερό θερμαίνεται προκαλείται η διαστολή του με αποτέλεσμα να πιέζει την μεμβράνη και να συμπιέζεται το συμπιεστό αέριο. Τότε μειώνεται ο χώρος του δοχείου που περιέχει το αέριο και αυξάνεται ο χώρος που περιέχει το νερό. Όταν το νερό θα κρυώσει θα συσταλθεί, η πίεση του αερίου θα σπρώξει το νερό πίσω στο δίκτυο της κεντρικής θέρμανσης και η σχέση των όγκων αερίου – νερού θα επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση. Επίσης το δοχείο διαστολής έχει την δυνατότητα να συμπληρώνει και μικροποσότητες νερού που έχουν διαρρεύσει από το δίκτυο λόγω εξαιρώσεων σωμάτων και από μικρό διαρροές.

## **Πλεονεκτήματα κλειστού δοχείου διαστολής**

- Δεν έχουμε εξάτμιση νερού άρα δεν συμπληρώνουμε νέα ποσότητα νερού το οποίο μπορεί να δημιουργήσει οξειδώσεις και εναπόθεση αλάτων.
- Το νερό δεν παγώνει στις χαμηλές θερμοκρασίες.
- Η εγκατάσταση μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά και με την θερμοκρασία του νερού να είναι μεγαλύτερη των 90οc χωρίς κίνδυνο βρασμού.

Μετά από την σύγκριση των παραπάνω διαφορών μεταξύ ανοικτού και κλειστού δοχείου διαστολής καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι είναι πολύ καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε κλειστό δοχείο διαστολής.

### **(Λεπτομέρεια σύνδεσης σωληνώσεων με εναλλάκτη θερμότητας και δοχείο διαστολής)**



### **Υπολογισμός δοχείου διαστολής**

Για τον υπολογισμό του δοχείου διαστολής χρησιμοποιήσαμε ένα λογισμικό το οποίο είναι βασισμένο πάνω στους παρακάτω τύπους.

- $V_a$  (lt) = ο συνολικός όγκος νερού στο σύστημα θέρμανσης σε κρύα κατάσταση (4,5 lt )
- $V_n$  (lt) = ο ονομαστικός όγκος του δοχείου διαστολής
- $V_v$  (lt) = ο αρχικός όγκος νερού στο δοχείο διαστολής
- $V_e$  (lt) = ο επιπλέον όγκος νερού που θα εισχωρήσει στο δοχείο (ο όγκος διαστολής)
- $P_o$  (bar) = αρχική πίεση αερίου στο δοχείο (ελάχιστη πίεση)
- $P_a$  (bar) = αρχική πίεση του δικτύου θέρμανσης (κρύα εγκατάσταση)
- $P_e$  (bar) = τελική επιτρεπόμενη πίεση στην εγκατάσταση (στη μέγιστη θερμοκρασία)
- $P_{st}$  (bar) = πίεση δικτύου στο σημείο εγκατάστασης του δοχείου (στατικό ύψος εγκατάστασης) (2m)
- $P_{sv}$  (bar) = πίεση ανοίγματος βαλβίδας ασφαλείας (1.5 bar)

Αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε τον επιπλέον όγκο που καταλαμβάνει το νερό όταν ζεσταθεί λόγω της διαστολής για αυτό χρησιμοποιούμε τον παρακάτω πίνακα.

$\vartheta$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	°C
$n$	0,40	0,75	1,17	1,67	2,24	2,86	3,55	4,31	5,11	5,99	%

Αρα θα έχουμε :

$$v_e = \frac{v_A * n}{100}$$

Ο αρχικός όγκος νερού στο δοχείο υπολογίζετε σαν ποσοστό (0,5%) του συνολικού όγκου νερού στη εγκατάσταση , άρα :

$$v_v = \frac{0.5}{100} * v_A$$

Η επιτρεπόμενη μέγιστη πίεση στην εγκατάσταση ( $p_e$ ) ισούται με την πίεση ασφαλείας μείον ένα περιθώριο ασφαλείας ( $\Delta p_{sv}$ )

$$p_e = p_{sv} - \Delta p_{sv}$$

**Το όριο ασφαλείας  $\Delta p_{sv}$  για πιέσεις μέχρι 5 bar ισούται με 0.5 bar**

Ενώ για την αρχική πίεση του αέρα στο δοχείο διαστολής ( $p_o$ ) ισχύει :

$$p_o = p_{st} + pd$$

**Δηλαδή ισούται με το στατικό ύψος εγκατάστασης προσυζημένο κατά τον συντελεστή Pd**

**Για εγκαταστάσεις μέχρι 100 °c είναι 0.**

Βάση όλων των παραπάνω πράξεων προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα όπως φαίνονται στον πίνακα.



Στατικό ύψος εγκατάστασης (Pst) :	<input type="text" value="2"/> m.
Συνολικός όγκος νερού στο σύστημα	<input type="text" value="4.5"/> lt
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης	<input type="text" value="90"/> oC
Πίεση ανοίγματος βαλβίδας ασφαλείας (psv)	<input type="text" value="1.5"/> bar
<b>Υπολογισμός όγκου δοχείου διαστολής</b>	
Αρχική πίεση στο δοχείο αδρανείας (P0)	<input type="text" value="2"/> bar
Αρχικός όγκος νερού στο δοχείο (Vv)	<input type="text" value="0.0225"/> lt
Συντελεστής διαστολής νερού στη μέγιστη θερμοκρασία (n %)	<input type="text" value="3.55"/> %
Επιπλέον όγκος νερού στο σύστημα (Ve)	<input type="text" value="0.15975"/> lt
Απαιτείται η εγκατάσταση δοχείου διαστολής χωρητικότητας	<input type="text" value="0.455625"/> lt

Αφού λάβαμε υπόψη μας τα παραπάνω αποτελέσματα καταλήξαμε σένα δοχείο διαστολής της REFLEX όπου έχει τις κατάλληλες προδιαγραφές που χρειαζόμαστε.

## ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ REFLEX N 18

Κλείστο δοχείο διαστολής για εγκαταστάσεις θέρμανσης ή ψύξης.

Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης 120oC

Δοχεία σύμφωνα με την οδηγία 97/23/EU.

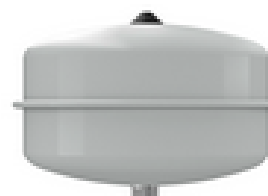
Αρχική πίεση δοχείων 1,5 bar.

Μέγιστη πίεση λειτουργίας 6 bar.

**Διαστάσεις:** διάμετρος 308mm

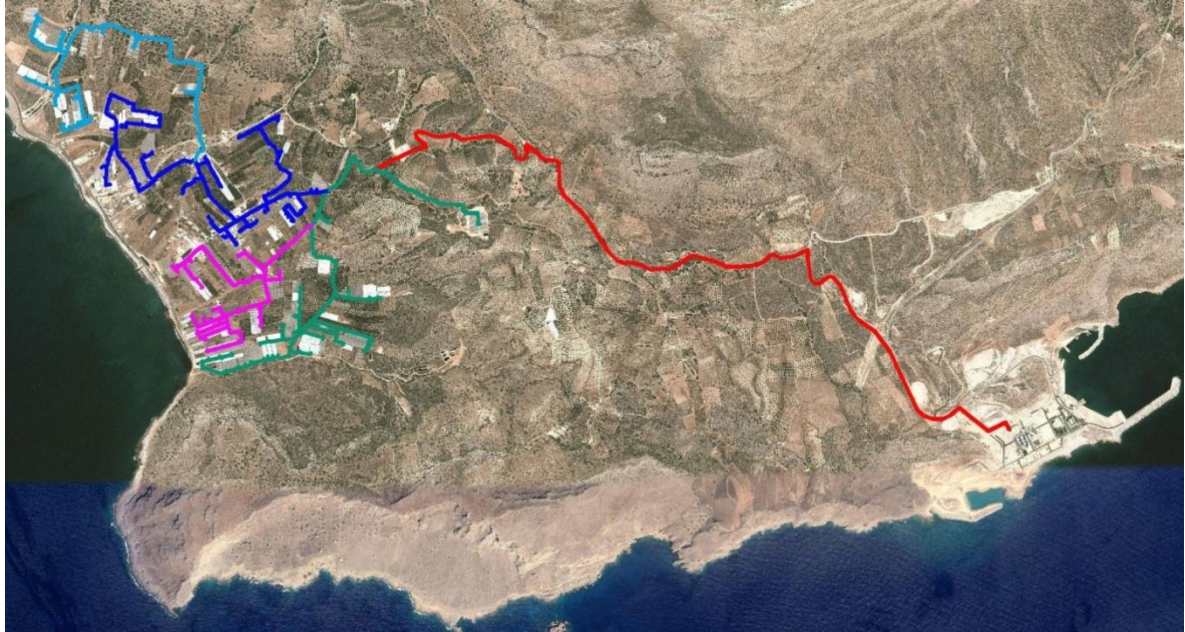
ύψος 360mm

βάρος 3,5 kgr



## Κεφάλαιο 4

### 4 Χωροθέτηση θερμοκηπιακών καλλιέργειών περιοχής Γούδουρα Λασιθίου

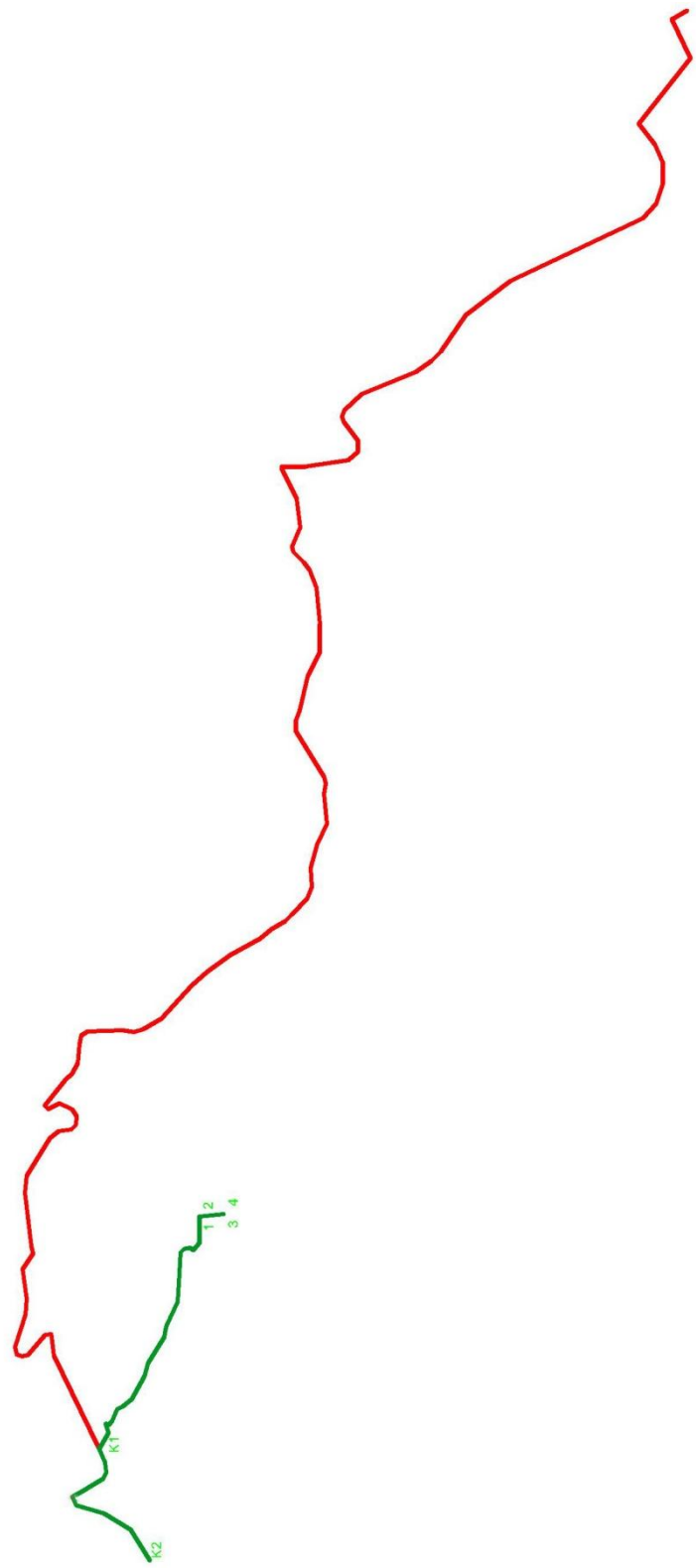


#### 4.1 Σχεδιασμός

Αρχικά χωρίσαμε τα θερμοκήπια σε 4 περιοχές ανάλογα με τον χώρο τον οποίο βρίσκονται. Στην συνέχεια χωρίζουμε τα δίκτυα τα ονομάζουμε και τα σχεδιάζουμε.

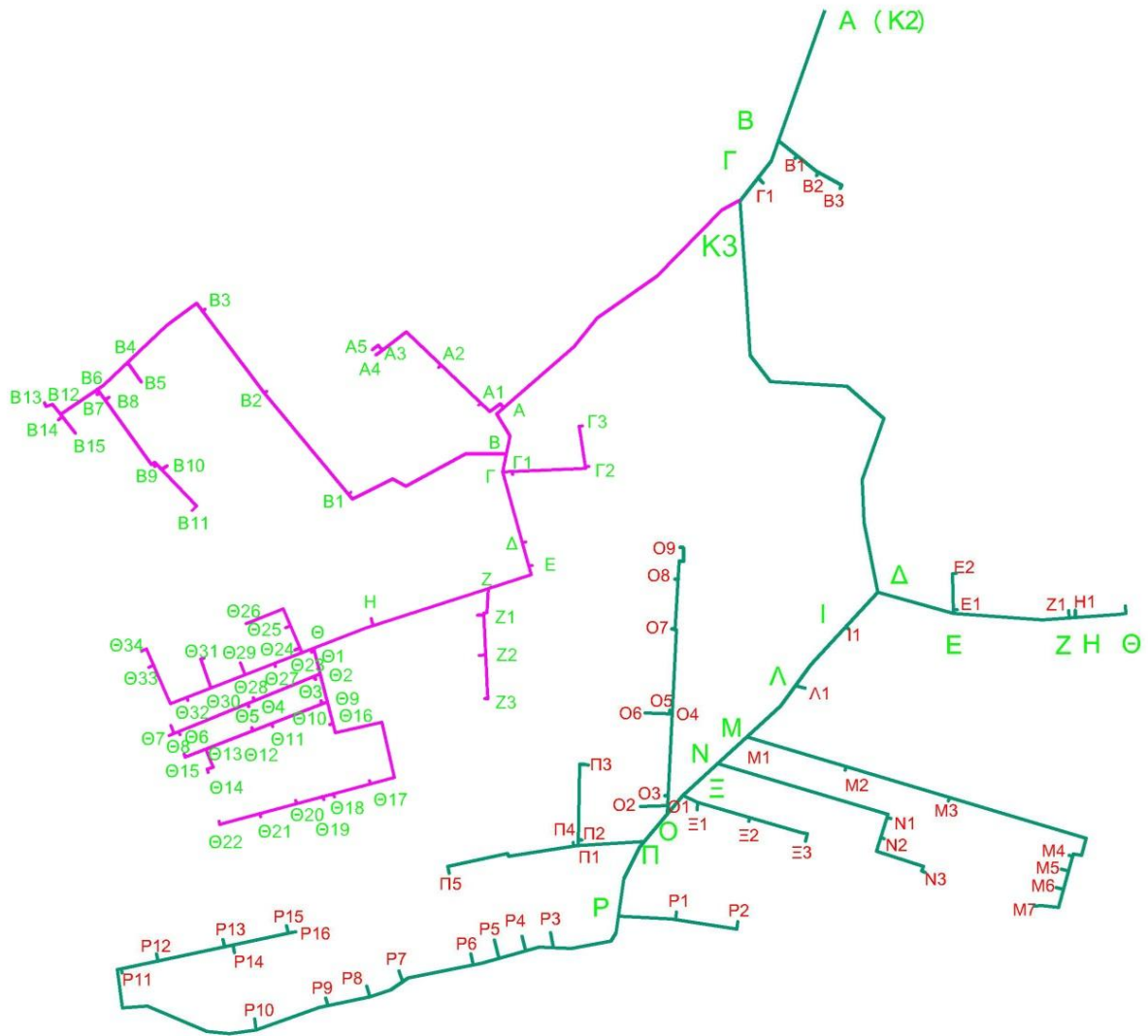
Υπολογίσαμε τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς όπου διανέμει όλη την ποσότητα του υπέρθεμου νερού (120°C) όπου καταλήγει σε 4 θερμοκήπια και στην συνέχεια στον κόμβο **K2** όπου σπάει σε δυο άλλους αγωγούς.

#### Κεντρικός αγωγός μεταφοράς μεχρι K2 και 4 θερμοκήπια

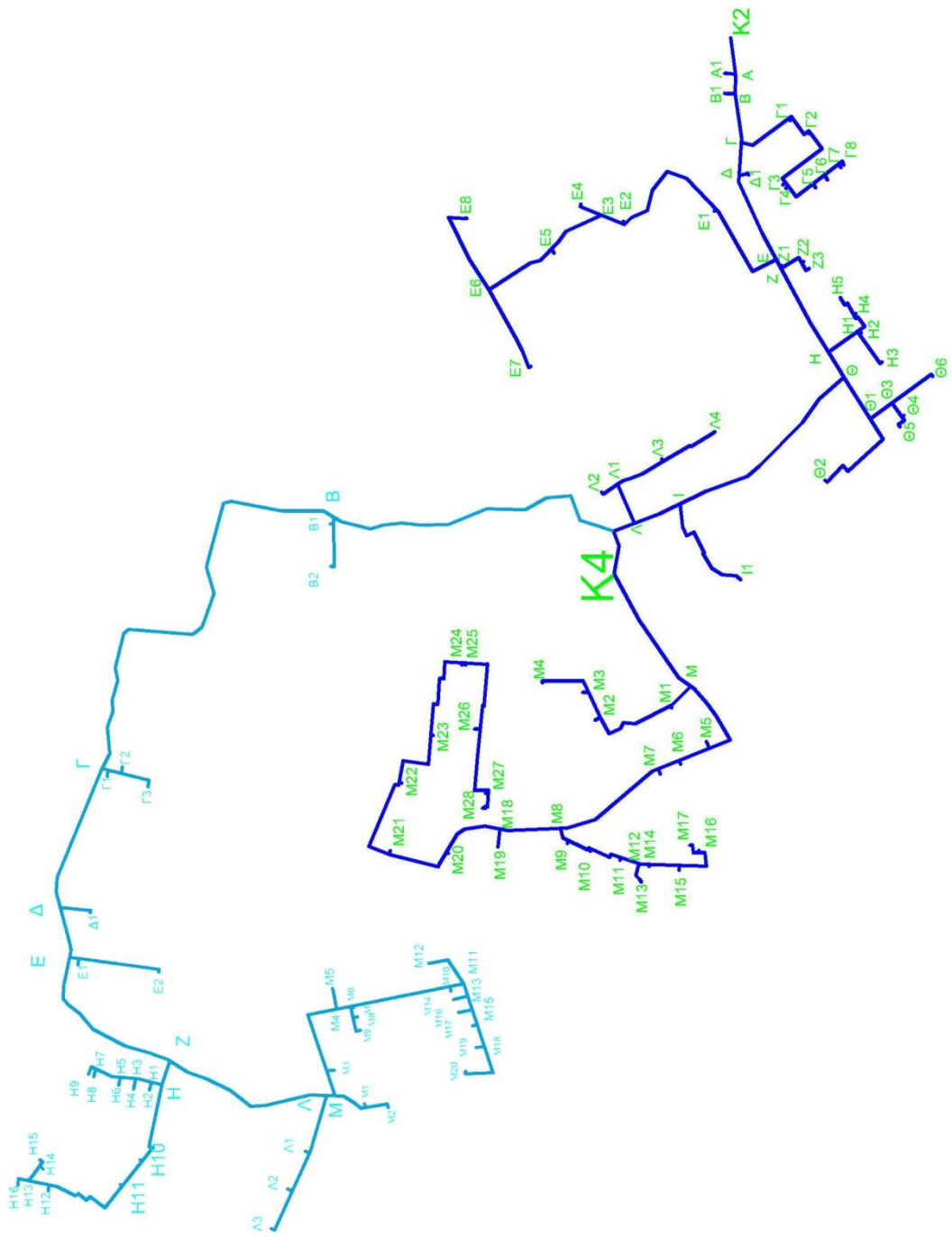


Ο αγωγός με το πράσινο χρώμα παίρνει 103 θερμοκήπια και ο μπλε 93 όπως φαίνεται και στα παρακάτω σχήματα.

### Πράσινος – Ρόζ αγωγός 103 Θερμοκήπια



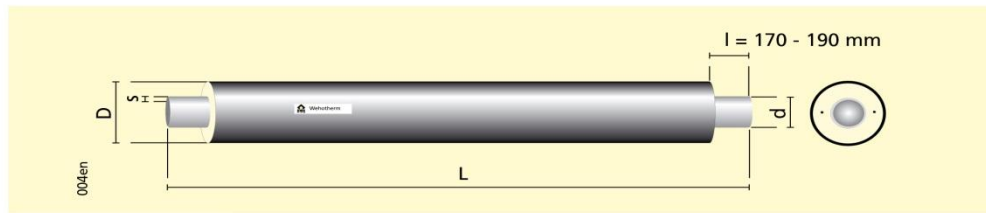
**Πράσινος – Ρόζ αγωγός 93 Θερμοκήπια**



## 4.2 Διαστασιολόγηση σωληνώσεων δικτύου μεταφοράς θερμότητας

### Μεθοδολογία

- Μέτα τον σχεδιασμό των δικτύων με τον παραπάνω τρόπο υπολογίσαμε τα μήκη των σωληνώσεων
- Υπολογίσαμε τα θερμικά φορτία του κάθε δικτύου υπολογίζοντας ότι το κάθε θερμοκήπιο χρειάζεται θερμική ισχύς **800 Mcal/h** (όπου περιλαμβάνεται και ένας συντελεστής ασφαλείας 15%)
- Υπολογίσαμε την παροχή παίρνοντας τον τύπο  $(Q / d\theta) / 1000$  όπου : **Q = θερμικό φορτίο** , **dθ = διαφορά θερμοκρασίας** ( $50^{\circ}c$  όπως αυτή προκύπτει μέσα από τις διατάξεις των εναλλακτών) και υπολογίσαμε την παροχή μας σε  $m^3 / h$
- Βρίσκουμε από πίνακες την πυκνότητα του νερού **971,9 kg/m<sup>3</sup>** και υπολογίζουμε την **ροή μάζας** (kg /sec) από τον τύπο:  $\dot{m} = v * \rho$  όπου  $v =$  **παροχή (m<sup>3</sup>/sec)** &  $\rho =$  **πυκνότητα νερού ( kg / m<sup>3</sup> )**
- Υπολογίζουμε την προσωρινή διατομή το αγωγού παίρνοντας τον τύπο **Q (m<sup>3</sup>/sec) = V (ταχύτητα νερού m/sec) \* A( διατομή αγωγού m<sup>2</sup>)** λύνοντας ως προς **A=Q/V** και στην συνέχεια το μετατρέπουμε σε mm<sup>2</sup>
- Όπου **V (ταχύτητα νερού m/sec)** βάλουμε **2 m/sec** (επιτρεπόμενη ταχύτητα για εγκαταστάσεις θέρμανσης)
- Έχοντας την προσωρινή διατομή υπολογίζουμε την απαιτούμενη εσωτερική διάμετρο από τον τύπο **di = (4A/π)<sup>1/2</sup>** . Με βάση την προσωρινή διάμετρο επιλέγουμε τις τυποποιημένες διαμέτρους από τους καταλόγους της εταιρίας FINTHERM (βλέπε πίνακα παρακάτω)
- Στην συνέχεια υπολογίζουμε την τελική ταχύτητα του αγωγού από τον τύπο **U = (4\*Q) / Π\*di<sup>2</sup>**



### Insulation class 1

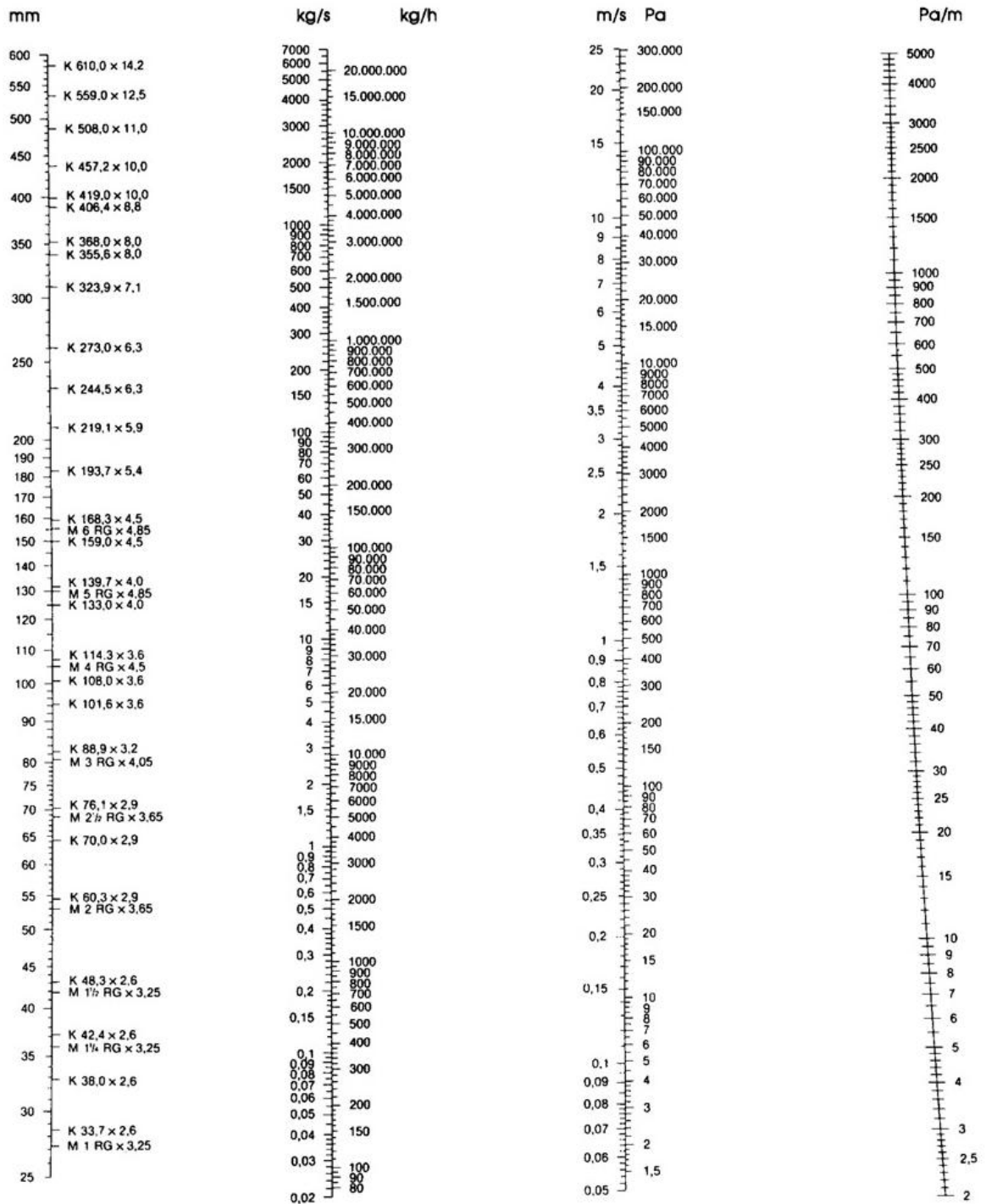
DN	d . s (mm)	D (mm)	L (m)	Weight (kg/m)	Insulation thickness (mm)	Water volume (l/m)
20	26,9 . 2,6	90	6	2,9	29	0,39
25	33,7 . 2,6	90	6	3,2	25	0,64
32	42,4 . 2,6	110	6, 12	4,2	31	1,09
40	48,3 . 2,6	110	6, 12	4,5	28	1,46
50	60,3 . 2,9	125	6, 12	6,0	29	2,33
65	76,1 . 2,9	140	6, 12	7,3	29	3,88
80	88,9 . 3,2	160	6, 12	9,3	33	5,35
100	114,3 . 3,6	200	6, 12, 16	13,4	40	9,01
125	139,7 . 3,6	225	6, 12, 16	16,3	39	13,79
150	168,3 . 4,0	250	6, 12, 16	21,1	37	20,18
200	219,1 . 4,5	315	6, 12, 16	30,9	43	34,67
250	273,0 . 5,0	400	6, 12, 16	44,0	57	54,30
300	323,9 . 5,6	450	6, 12, 16	57,0	56	76,80
350	355,6 . 5,6	500	6, 12, 16	63,8	64	93,20
400	406,4 . 6,3	560	6, 12, 16	81,2	68	121,80
450	457,0 . 6,3	560	6, 12, 16	86,0	43	155,10
500	508,0 . 6,3	630	6, 12, 16	97,2	51	192,80
600	610,0 . 8,0	710	6, 12, 16	142,1	39	276,70
700	711,0 . 8,0	800	6, 12, 16	164,1	32	377,60

- Από την **ροή μάζας (ἡ)** και από την ταχύτητα του νερού βρίσκουμε την πτώση πίεσης ανά μέτρο (**Pa /m**) για κάθε κομμάτι δικτύου από το νομογράφημα των σωληνώσεων της κατασκευάστριας εταιρίας (**βλέπε εικόνα παρακάτω**)
- Βρίσκουμε την πτώση πίεσης για κάθε τμήμα σωλήνα πολλαπλασιάζοντας το μήκος του με την υπολογισμένη πτώση πίεσης :  $l * R = \text{πτώση πίεσης (mm Υ.Σ)}$   
Όπου **L = μήκος σωληνώσεων** σε m  
(το υπολογίσαμε από το σχέδιο μας)
- **R : ισοδύναμο μήκος mm Υ.Σ.** = πτώση πίεσης (Pa/m) \* 0.102
- **Πτώση πίεσης = L \* R (mmΥΣ)**

**Οι υπολογιστικοί πίνακες είναι στο <<ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α>>**



## Νομογράφημα σωλήνας Fintherm Class 1



- Μετά που έχουμε τελειώσει με ο ισοδύναμο μήκος των σωληνώσεων καταγράφουμε τα εξαρτήματα των σωληνώσεων για κάθε τμήμα και από τους κατάλληλους πίνακες βρίσκουμε τον συντελεστή αντίστασης τους και τους αθροίζουμε για κάθε τμήμα ξεχωριστά.

Τιμές συντελεστή τριβής (ζ) για τον υπολογισμό τοπικών αντιστάσεων σωληνώσεων ανεξαρτήτως διαμέτρων και μεγεθών από Αποστολού Μαχιά (Κεντρικές Θερμάνσης - Εναλλάκτες θερμότητας) σελ. 393		
α/α	Είδος στοιχείου	Συντελεστής (ζ)
1	Σύνδεσμος (μούφα)	0
2	Καμπύλη 90°	0,5
3	Ταφ Διάβασης	1
4	Ταφ Διακλάδωσης	1,5
5	Ταφ Διασπάρωσης	3
6	Διπλή καμπύλη ανοικτή	1
7	Διπλή καμπύλη κλειστή	1

- Βάση το άθροισμα των συντελεστών αντιστάσεις και την ταχύτητα βρίσκουμε την πτώση πίεσης (από τον πίνακα τοπικών αντιστάσεων που βλέπουμε παρακάτω) των εξαρτημάτων για κάθε τμήμα ξεχωριστά
- Τέλος βρίσκουμε την συνολική πτώση πίεσης ανα τμήμα προσθέτοντας την συνολική αντίσταση των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων =  $L \cdot R + Z$  (mmΥΣ)

Οι υπολογιστικοί πίνακες είναι στο <<ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β>>

### Πίνακας Τοπικών Αντιστάσεων

Πίνακας Τοπικών Αντιστάσεων από Αποστολου Μοσιά (Κεντρικές Θερμανσης - Ενωλλίστες Θερμοτητας) σελ. (395 - 396)													
u (m/sec)	Τα κοκκίνα είναι στοιχεία από Παρεμβολή												
	ξ												
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,2	36,00	72,00	143,00	215,00	285,00	360,00	430,00	500,00	570,00	650,00	720,00	790,00	850,00
1,29	41,63	83,25	166,40	251,00	332,25	418,50	502,00	581,00	664,50	749,00	832,50	911,50	989,50
1,3	42,25	84,50	169,00	255,00	337,50	425,00	510,00	590,00	675,00	760,00	845,00	925,00	1005,00
1,36	46,00	92,00	184,60	279,00	369,00	464,00	558,00	644,00	738,00	826,00	920,00	1006,00	1098,00
1,4	48,50	97,00	195,00	295,00	390,00	490,00	590,00	680,00	780,00	870,00	970,00	1060,00	1160,00
1,41	49,25	98,50	198,00	299,50	396,00	497,50	599,00	690,00	791,50	883,50	985,00	1076,50	1178,00
1,44	51,50	103,00	207,00	313,00	414,00	520,00	626,00	720,00	826,00	924,00	1030,00	1126,00	1232,00
1,45	52,25	104,50	210,00	317,50	420,00	527,50	635,00	730,00	837,50	937,50	1045,00	1142,50	1250,00
1,5	56,00	112,00	225,00	340,00	450,00	565,00	680,00	780,00	895,00	1005,00	1120,00	1225,00	1340,00
1,51	56,75	113,50	228,00	344,50	456,00	572,50	689,00	790,00	906,50	1018,50	1135,00	1241,50	1358,00
1,52	57,50	115,00	231,00	349,00	462,00	580,00	698,00	800,00	918,00	1032,00	1150,00	1258,00	1376,00
1,53	58,25	116,50	234,00	353,50	468,00	587,50	707,00	810,00	929,50	1045,50	1165,00	1274,50	1394,00
1,55	59,75	119,50	240,00	362,50	480,00	602,50	725,00	830,00	952,50	1072,50	1195,00	1307,50	1430,00
1,56	60,50	121,00	243,00	367,00	486,00	610,00	734,00	840,00	964,00	1086,00	1210,00	1324,00	1448,00
1,59	62,75	125,50	252,00	380,50	504,00	632,50	761,00	870,00	998,50	1126,50	1255,00	1373,50	1502,00
1,6	63,50	127,00	255,00	385,00	510,00	640,00	770,00	880,00	1010,00	1140,00	1270,00	1390,00	1520,00
1,61	64,33	128,65	258,25	389,75	516,50	648,00	779,50	892,00	1023,50	1155,00	1286,50	1408,50	1540,00
1,64	66,80	133,60	268,00	404,00	536,00	672,00	808,00	928,00	1064,00	1200,00	1336,00	1464,00	1600,00
1,65	67,63	135,25	271,25	408,75	542,50	680,00	817,50	940,00	1077,50	1215,00	1352,50	1482,50	1620,00
1,66	68,45	136,90	274,50	413,50	549,00	688,00	827,00	952,00	1091,00	1230,00	1369,00	1501,00	1640,00
1,67	69,28	138,55	277,75	418,25	555,50	696,00	836,50	964,00	1104,50	1245,00	1385,50	1519,50	1660,00
1,72	73,40	146,80	294,00	442,00	588,00	736,00	884,00	1024,00	1172,00	1320,00	1468,00	1612,00	1760,00
1,73	74,23	148,45	297,25	446,75	594,50	744,00	893,50	1036,00	1185,50	1335,00	1484,50	1630,50	1780,00
1,74	75,05	150,10	300,50	451,50	601,00	752,00	903,00	1048,00	1199,00	1350,00	1501,00	1649,00	1800,00
1,76	76,70	153,40	307,00	461,00	614,00	768,00	922,00	1072,00	1226,00	1380,00	1534,00	1686,00	1840,00
1,78	78,35	156,70	313,50	470,50	627,00	784,00	941,00	1096,00	1253,00	1410,00	1567,00	1723,00	1880,00
1,79	79,18	158,35	316,75	475,25	633,50	792,00	950,50	1108,00	1266,50	1425,00	1583,50	1741,50	1900,00
1,8	80,00	160,00	320,00	480,00	640,00	800,00	960,00	1120,00	1280,00	1440,00	1600,00	1760,00	1920,00
1,82	81,90	163,80	327,60	491,40	655,00	819,00	982,70	1146,50	1310,00	1474,00	1638,00	1802,00	1966,00
1,83	82,85	165,70	331,40	497,10	662,50	828,50	994,05	1159,75	1325,00	1491,00	1657,00	1823,00	1989,00
1,87	86,65	173,30	346,60	519,90	692,50	866,50	1039,45	1212,75	1385,00	1559,00	1733,00	1907,00	2081,00
1,88	87,60	175,20	350,40	525,60	700,00	876,00	1050,80	1226,00	1400,00	1576,00	1752,00	1928,00	2104,00
1,89	88,55	177,10	354,20	531,30	707,50	885,50	1062,15	1239,25	1415,00	1593,00	1771,00	1949,00	2127,00
1,94	93,30	186,60	373,20	559,80	745,00	933,00	1118,90	1305,50	1490,00	1678,00	1866,00	2054,00	2242,00
1,95	94,25	188,50	377,00	565,50	752,50	942,50	1130,25	1318,75	1505,00	1695,00	1885,00	2075,00	2265,00
1,97	96,15	192,30	384,60	576,90	767,50	961,50	1152,95	1345,25	1535,00	1729,00	1923,00	2117,00	2311,00
1,99	98,05	196,10	392,20	588,30	782,50	980,50	1175,65	1371,75	1565,00	1763,00	1961,00	2159,00	2357,00
2	99,00	198,00	396,00	594,00	790,00	990,00	1187,00	1385,00	1580,00	1780,00	1980,00	2180,00	2380,00
2,19	100,48	200,97	402,15	602,90	803,16	1004,20	1204,71	1405,89	1606,32	1808,00	2009,68	2211,35	2413,03
2,23	124,53	249,06	498,58	747,18	994,70	1243,92	1491,98	1741,50	1989,40	2240,00	2490,60	2741,20	2991,80
2,5	154,50	309,00	619,00	927,00	1235,00	1542,00	1850,00	2160,00	2470,00	2780,00	3090,00	3400,00	3710,00

### Τυπολόγιο

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδες	Τύπος
Q	Θερμική ισχύς	Mw	-
dθ	Διαφορά θερμοκρασίας	οC	-
V	Παροχή	m <sup>3</sup> /h	$V = Q/d\theta$
A	Διατομή Αγωγού	mm <sup>2</sup>	$A = Q/V$
U <sub>ο</sub>	Ταχύτητα αγωγού	m/sec	-
d <sub>ο</sub>	Εξωτερική Διάμετρος	mm	
d <sub>i</sub>	Εσωτερική Διάμετρος	mm	$(4A/\pi)^{1/2}$
R	Ισοδύναμο Μήκος	mmΥΣ/m	πτώση πίεσης (Pa/m) * 0.102
L	Μήκος Σωλήνα	m	
ζ	Συντελεστής αντιστάσης	-	-
Σζ	Άθροισμα συντελεστών αντίστασης	-	-
Z	Τοπικές αντιστάσεις εξαρτημάτων	mmΥΣ	-
L*R + Z	Συνολική πτώση πίεσης	mmΥΣ	-

### 4.3 Δυσμενέστερη διαδρομή – Επιλογή αντλιών

Βρίσκουμε την δυσμενέστερη διαδρομή ανά κύκλωμα και στην συνέχεια την διπλασιάζουμε ώστε να καλύψουμε τις ανάγκες μας τόσο στην προσαγωγή όσο και στην επιστροφή. Τέλος προσθέτουμε την υψομετρική διαφορά που έχει το κάθε κύκλωμα και βρίσκουμε τις συνολικές απώλειες.

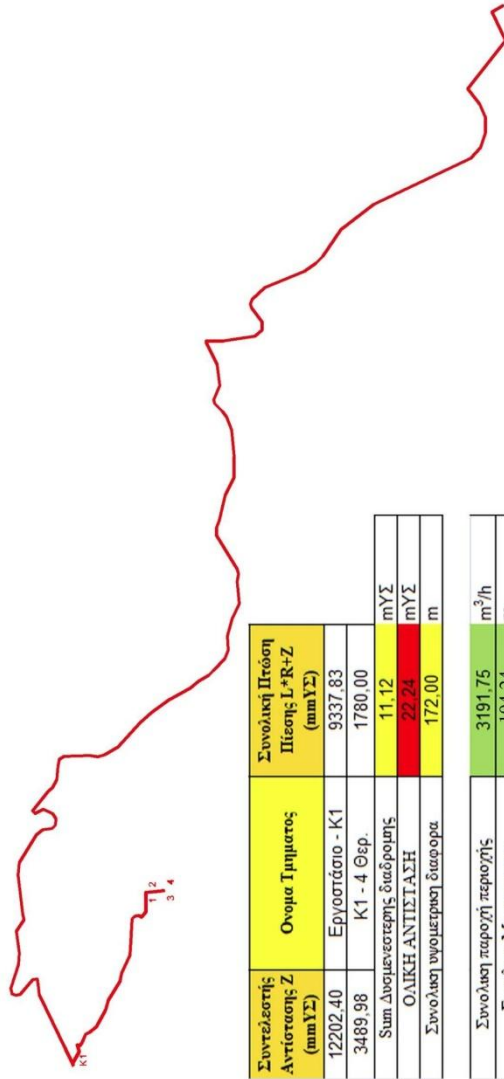
Τα γραφήματα με τις υψομετρικές διαφορές

είναι στο <<ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ>>

Δυσμενέστερη διαδρομή από εργοστάσιο μέχρι

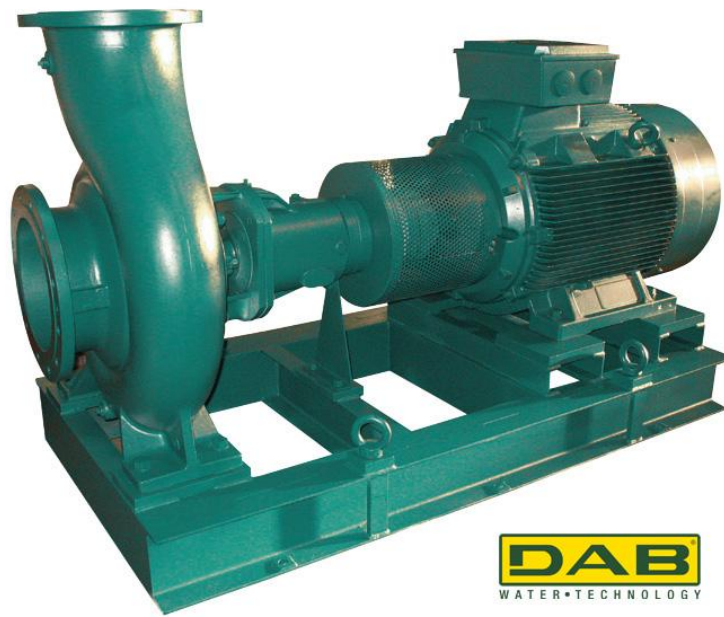
Κ1 και τα 4 θερμοκήπια





Επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε την σειρά αντλιών της

**DAB - KDN OVER SIZE – 4 POLES**



Για να καλύψουμε τις ανάγκες (μανομετρικό = 194,24 m , παροχή = 3191,75 m<sup>3</sup>/h) θα πρέπει να συνδέσουμε 4 αντλίες στην σειρά για να πετύχουμε το απαιτούμε μανομετρικό.

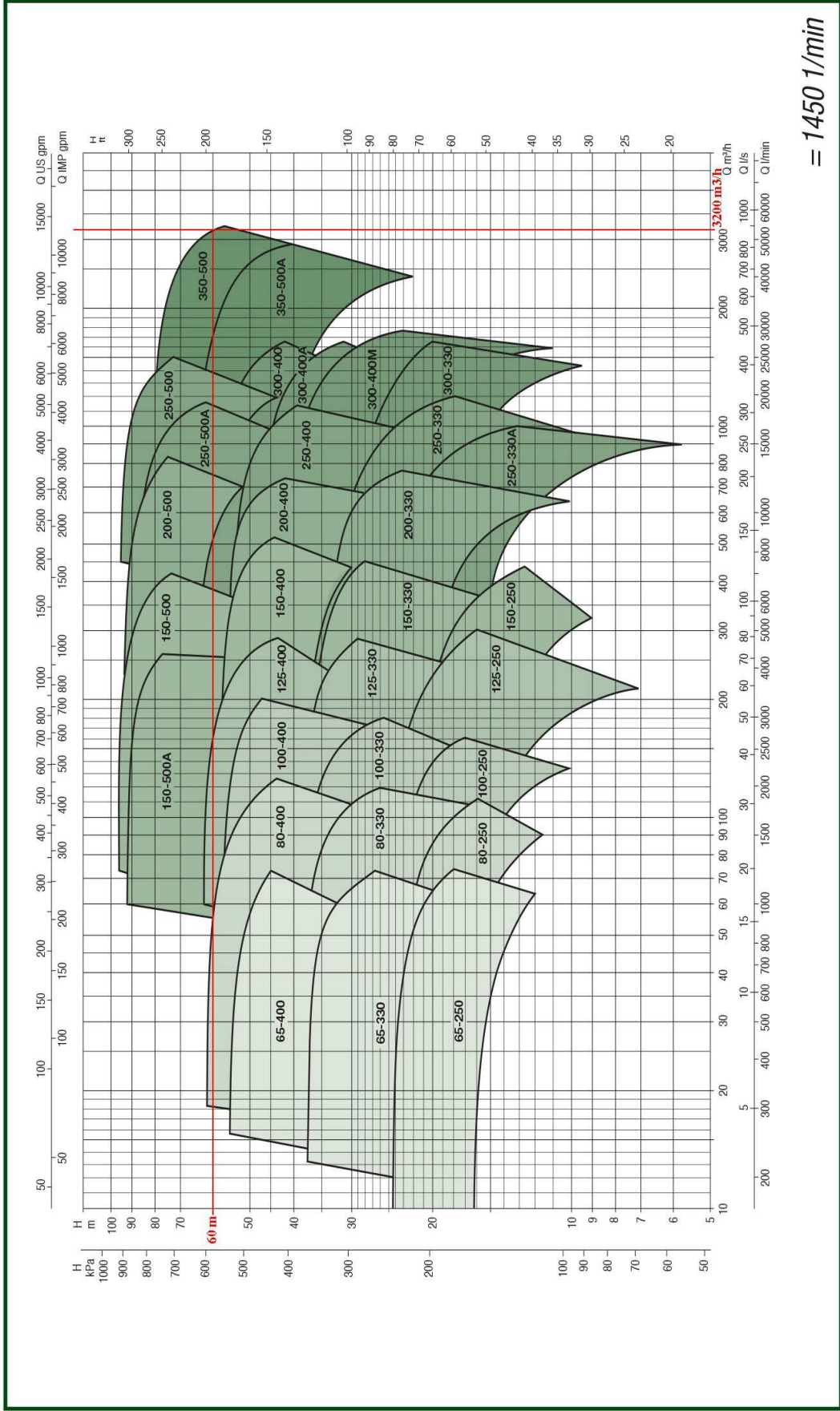
Οι αντλίες που επιλέξαμε από αυτήν την σειρά είναι η (KDN 350-500) με σημείο λειτουργίας η κάθε μία

**(παροχή=3200 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό=60 m)**

Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 350-500**



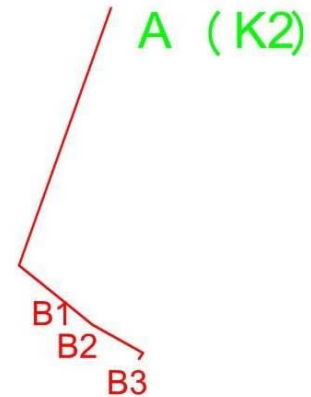
# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



= 1450 1/min

Δυσμενέστερη διαδρομή από K2 μέχρι το θερμοκήπιο B3

K2	
Όνομα Τμηματος	Συνολική Πτώση Πίεσης L+R+Z (mmΥΣ)
A - B	374,57
B - B1	449,93
B1 - B2	1225,23
B2 - B3	952,84
Sum Δυσμενεστερης διαδρομης	2,40 mΥΣ
ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗΣ	4,8 mΥΣ
Συνολικη υψομετρικη διαφορα	8,00 m
Συνολικη παροχη περιοχης	1643,75 m <sup>3</sup> /h
Συνολικο Μανομετρικο	12,8 m



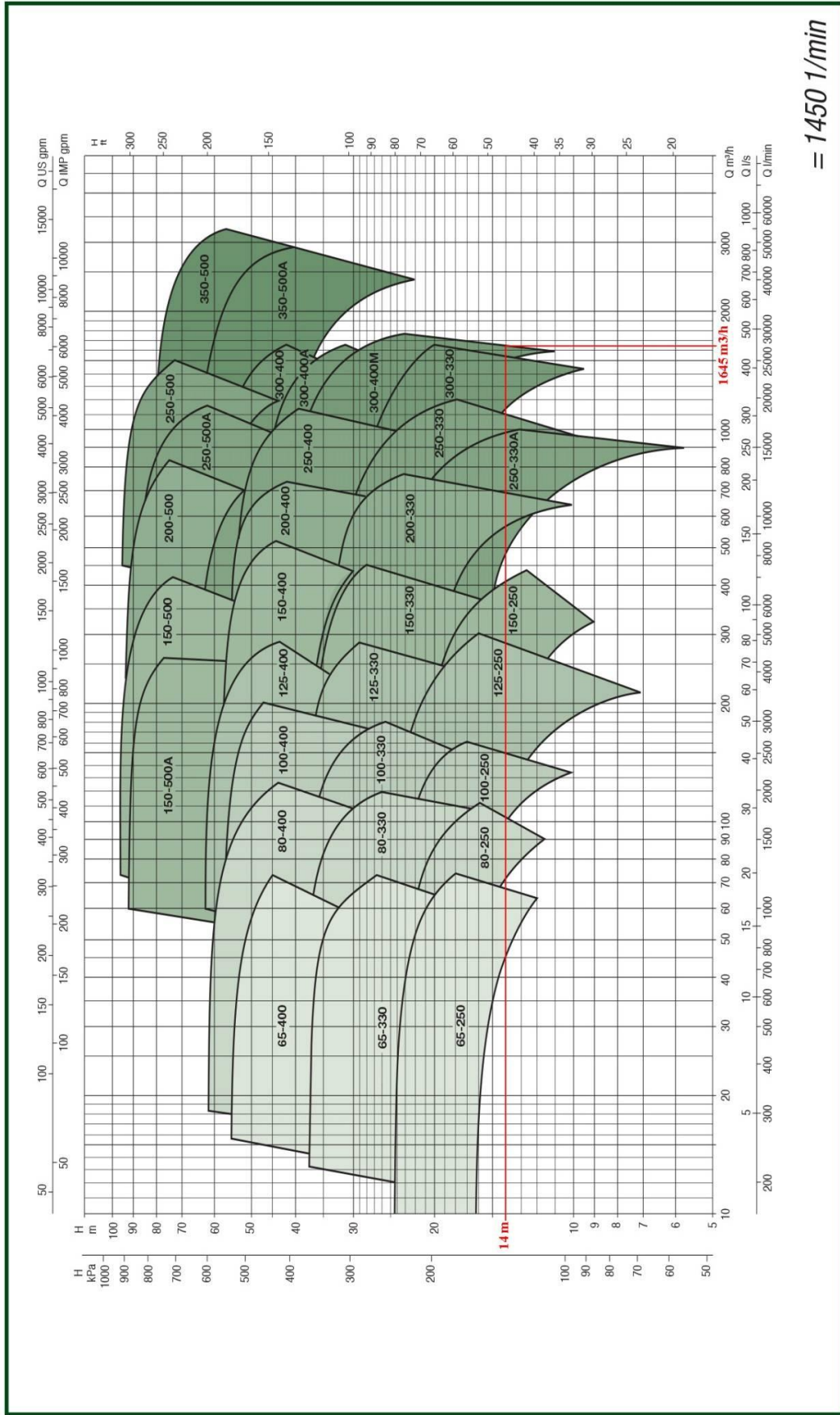
Απαιτούμενα για αυτό το κομμάτι παροχή = 1643,75 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 12,8 m

επιλέγουμε αντλία **KDN 300-400M** με σημείο λειτουργίας

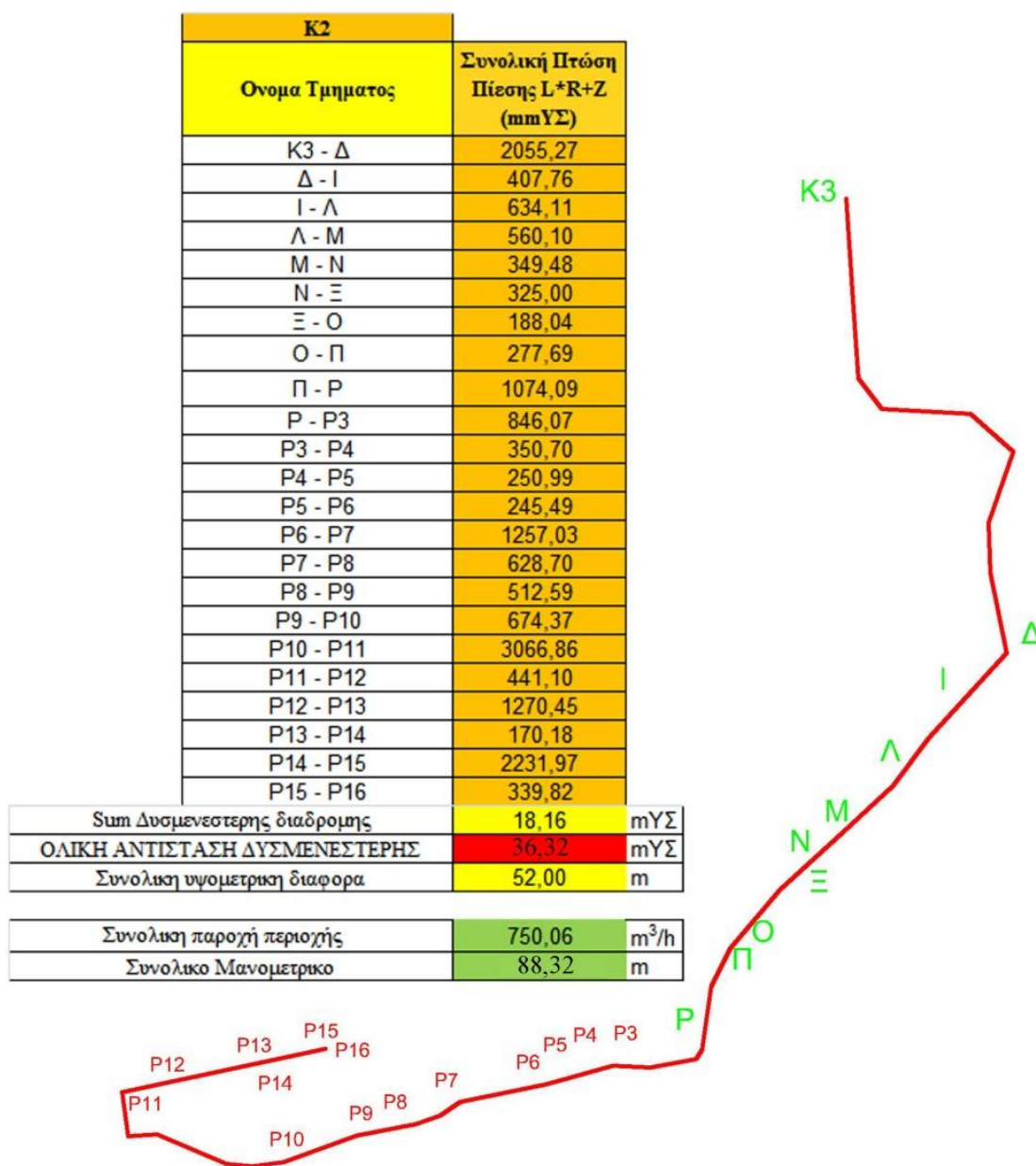
(παροχή = 1645 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 14 m)

Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 300-400M**

# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



Δυσμενέστερη διαδρομή σ' αυτό το κομμάτι έως το θερμοκήπιο P16



Απαιτούμενα (παροχή = 750,06 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 88,32 m)

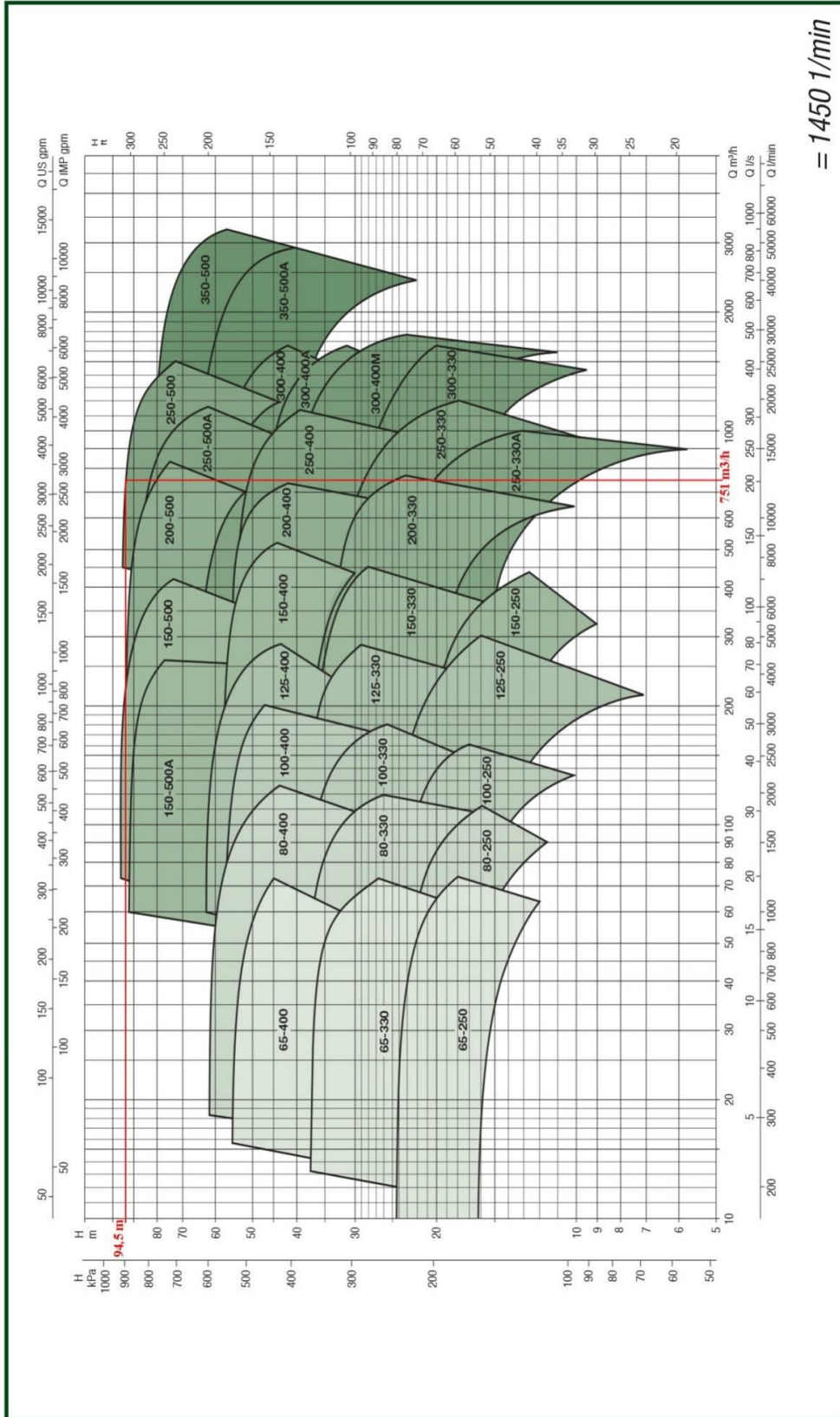
επιλέγουμε αντλία **KDN 250-500** με σημείο λειτουργίας

(παροχή = 751 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 94,5 m)

Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 250-500**



# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



Δυσμενέστερη διαδρομή σ' αυτό το κομμάτι έως το θερμοκήπιο Θ22

Κ3	
Όνομα Τμηματος	Συνολική Πτώση Πίεσης L+R+Z (mmΥΣ)
K3 - A	1828,83
A - B	469,96
B - Γ	409,95
Γ - Δ	645,09
Δ - E	284,25
E - Z	485,52
Z - H	668,42
H - Θ	407,36
Θ - Θ1	292,46
Θ1 - Θ2	188,49
Θ2 - Θ9	274,20
Θ9 - Θ16	274,74
Θ16 - Θ17	2464,51
Θ17 - Θ18	532,90
Θ18 - Θ19	362,65
Θ19 - Θ20	390,50
Θ20 - Θ21	1687,90
Θ21 - Θ22	1565,27
Sum Δυσμενέστερης διαδρομής	13,23 mΥΣ
<b>ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗΣ</b>	<b>26,47 mΥΣ</b>
Συνολική υψομετρική διαφορά	36,00 m
Συνολική παροχή περιοχής	829,85 m <sup>3</sup> /h
Συνολικό Μανομετρικό	62,47 m

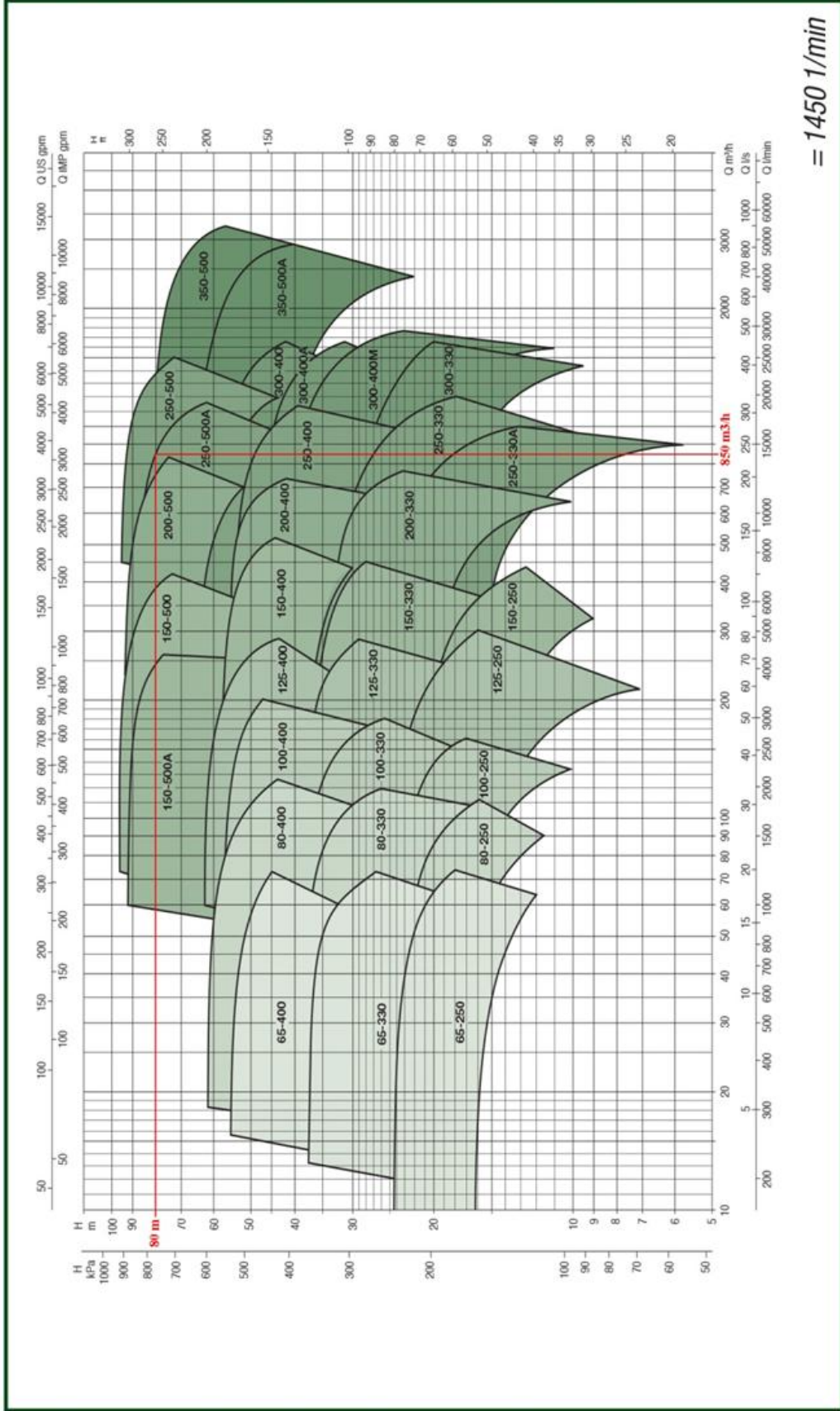
Απαιτούμενα (παροχή = 829,85 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 62,47 m)

επιλέγουμε αντλία **KDN 250-500A** με σημείο λειτουργίας

(παροχή = 850 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 80 m)

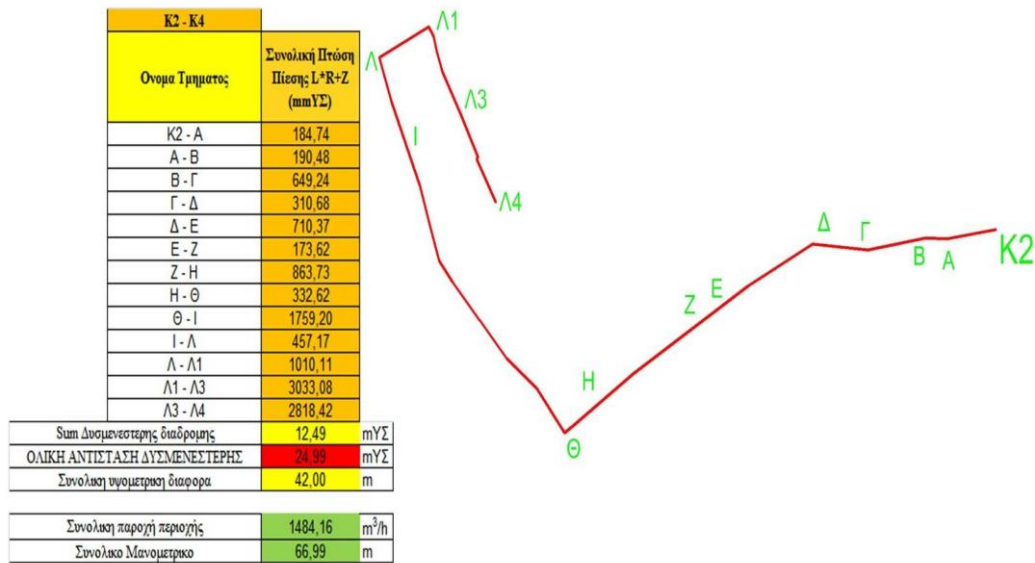
Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 250-500A**

# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID





Δυσμενέστερη διαδρομή σ' αυτό το κομμάτι είναι έως το θερμοκήπιο Λ4



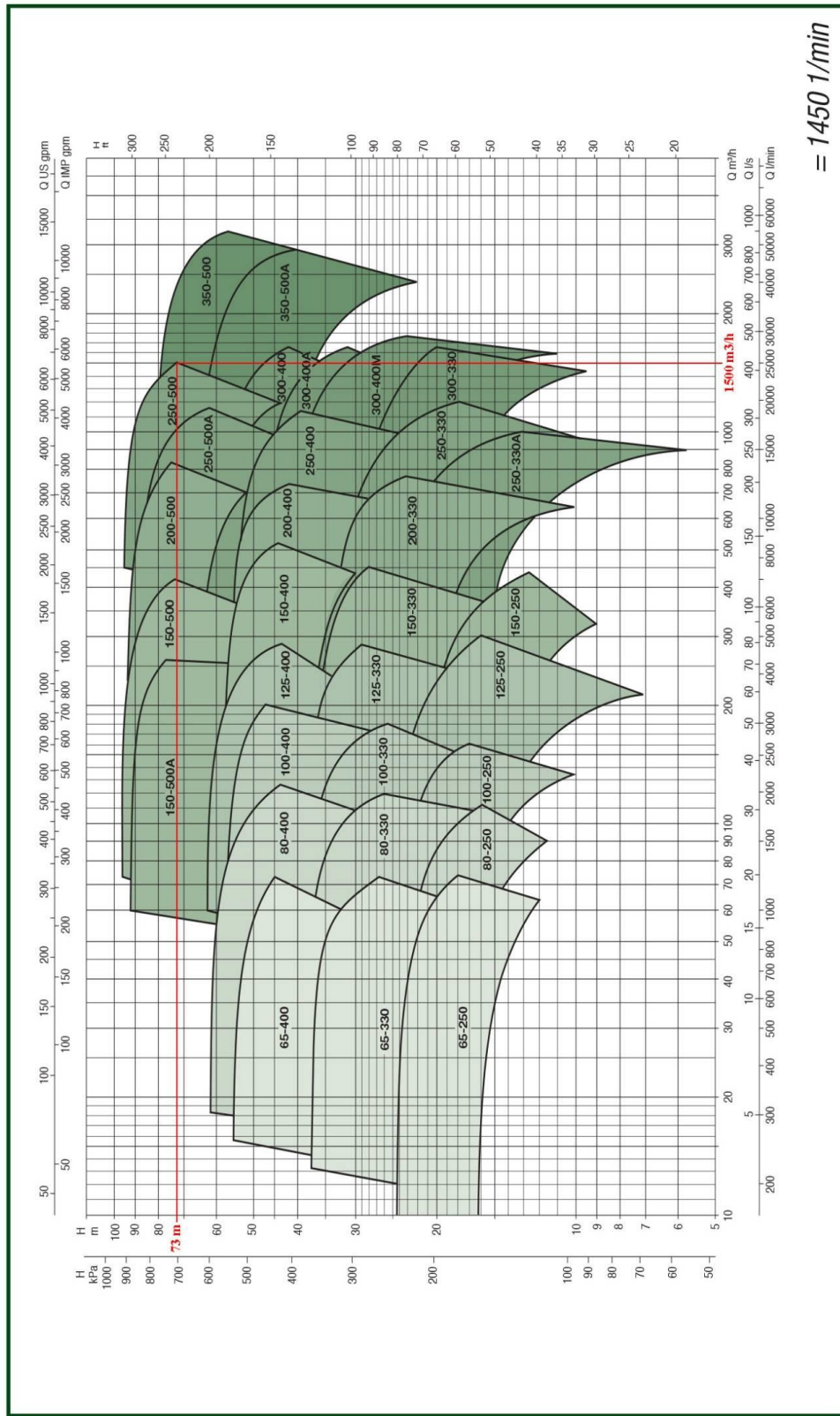
Απαιτούμενα (παροχή = 1484,16 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 66,99 m)

επιλέγουμε αντλία **KDN 250-500** με σημείο λειτουργίας

(παροχή = 1500 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 73 m)

Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 250-500**

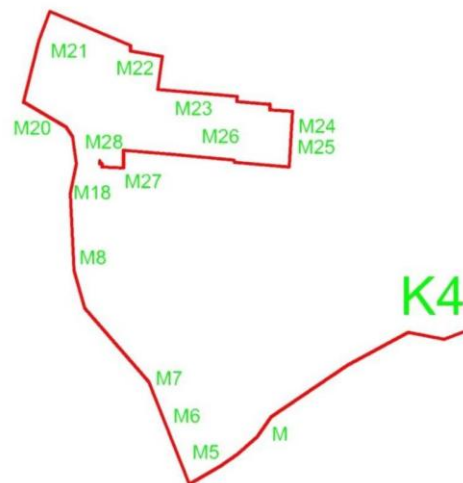
# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



= 1450 1/min

Δυσμενέστερη διαδρομή σ' αυτό το κομμάτι έως το θερμοκήπιο M28

Κ2 - Κ4		
Όνομα Τμηματος	Συνολική Πτώση Πίεσης L+R+Z (mmΥΣ)	
K4 - M	2447,37	
M - M5	1171,08	
M5 - M6	336,60	
M6 - M7	224,18	
M7 - M8	867,90	
M8 - M18	1577,31	
M18 - M20	1538,33	
M20 - M21	1004,78	
M21 - M22	1296,39	
M22 - M23	1913,12	
M23 - M24	1863,03	
M24 - M25	244,84	
M25 - M26	1564,68	
M26 - M27	4541,05	
M27 - M28	950,37	
Συν Δυσμενέστερης διαδρομής	21,54	mΥΣ
<b>ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗΣ</b>	<b>43,08</b>	<b>mΥΣ</b>
Συνολική υψομετρική διαφορά	14,00	m
Συνολική παροχή περιοχής	398,97	m <sup>3</sup> /h
Συνολικό Μανομετρικό	57,08	m



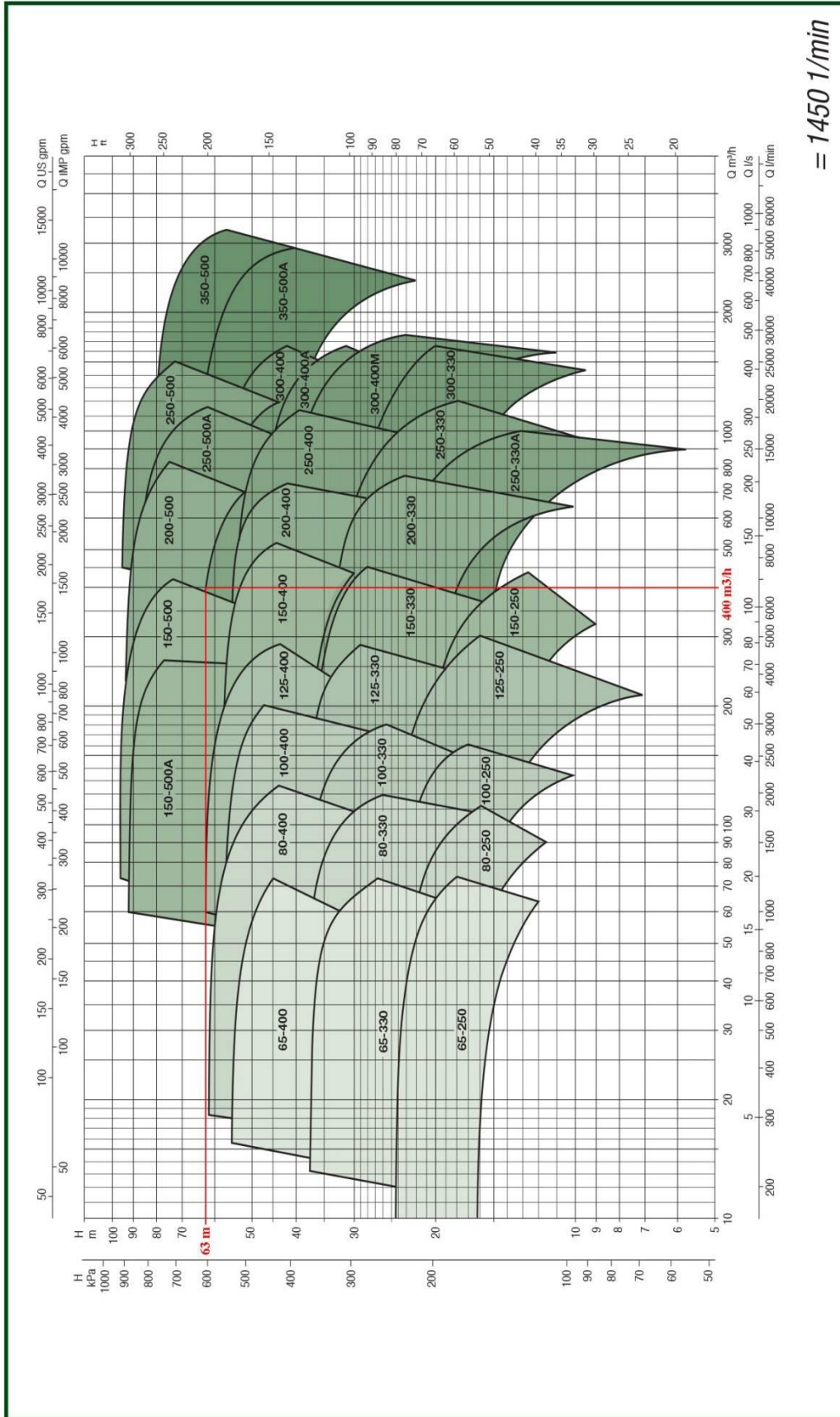
Απαιτούμενα (παροχή = 398,97 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 57,08 m)

επιλέγουμε αντλία **KDN 200-500** με σημείο λειτουργίας

(παροχή = 400 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 63 m)

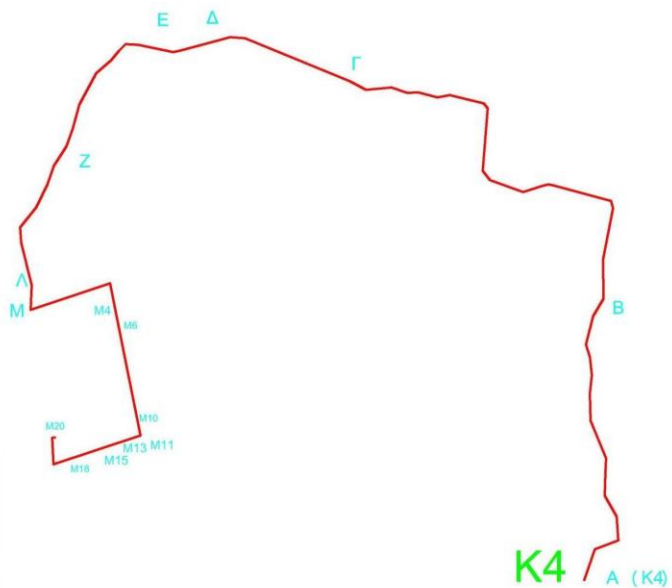
Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 200-500**

# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



Δυσμενέστερη διαδρομή σ' αυτό το κομμάτι έως το θερμοκήπιο M20

Κ4	
Όνομα Τμηματος	Συνολική Πτώση Πίεσης L*R+Z (mmΥΣ)
K4 - Β	3629,09
Β - Γ	4994,93
Γ - Δ	1203,40
Δ - Ε	512,75
Ε - Ζ	1411,76
Ζ - Λ	3208,48
Λ - Μ	285,24
Μ - Μ3	491,77
Μ3 - Μ4	677,46
Μ4 - Μ6	464,87
Μ6 - Μ10	1125,21
Μ10 - Μ11	742,20
Μ11 - Μ13	433,61
Μ13 - Μ15	491,17
Μ15 - Μ17	334,83
Μ17 - Μ18	1396,59
Μ18 - Μ20	313,89
Sum Δυσμενεστερης διαδρομης	21,72 mΥΣ
<b>ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ</b>	<b>43,43 mΥΣ</b>
Συνολη παρογη περιοχης	574,51 m <sup>3</sup> /h
Συνολικη υψομετρικη διαφορα	33,00 m
Συνολικη παρογη περιοχης	47,88 m <sup>3</sup> /h
Συνολικο Μανομετρικο	76,43 m



Απαιτούμενα (παροχή =  $47,88 \text{ m}^3/\text{h}$  , μανομετρικό =  $76,43 \text{ m}$ )

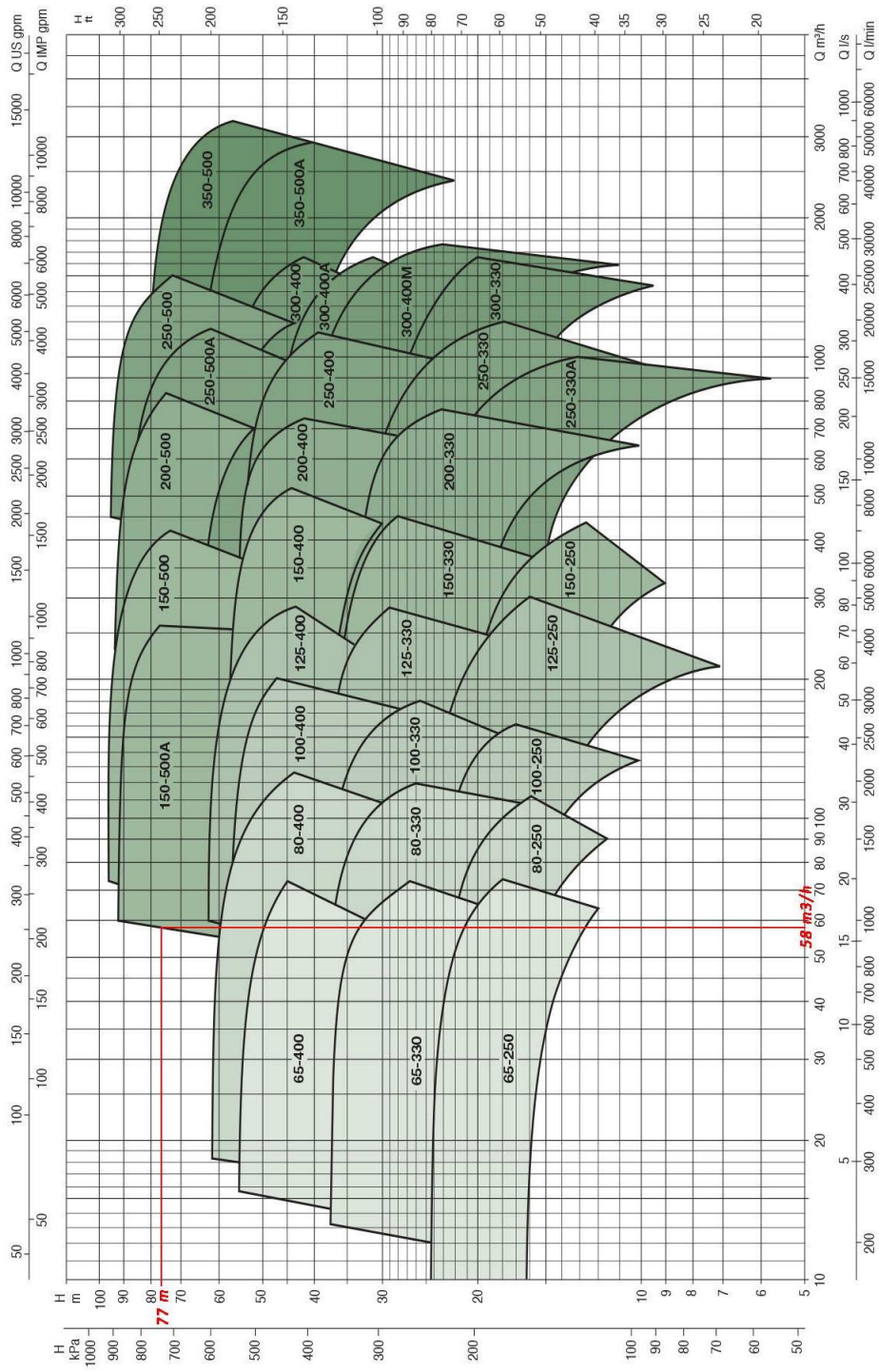
επιλέγουμε αντλία **KDN 150-500A** με σημείο λειτουργίας

(παροχή =  $77 \text{ m}^3/\text{h}$  , μανομετρικό =  $58 \text{ m}$ )

Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 150-500A**



# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



= 1450 1/min

#### 4.4 Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

Οι παρακάτω υπολογισμοί γίνονται κατά υπόδειξη του κατασκευαστή των σωληνώσεων.

$$\Delta P = G * (t_p + t_v - t_z) \text{ (W/m)}$$

$\Delta P$  = θερμικές απώλειες στο δίκτυο μεταφοράς (προσαγωγή και επιστροφή) [W/m]

$G$  = θερμική αγωγιμότητα του αγωγού με το έδαφος [W/m K]

$t_p$  = θερμοκρασία νερού προσαγωγής [120 °C]

$t_v$  = θερμοκρασία νερού επιστροφής [70 °C]

$t_z$  = θερμοκρασία εδάφους [12.9 °C]

$$G = 1 / (R_p + R_z + R_t) \text{ (W / mK)}$$

$$R_z = \frac{1}{2\pi\lambda_z} \ln \frac{4(H + 0.685 * \lambda_z)}{D}$$

$R_z$  = θερμική αντίσταση του εδάφους [0.16mK/W]

$$R_t = \frac{1}{4\pi\lambda_z} \ln \left[ 1 + \left( \frac{2(H + 0.0685 * \lambda_z)}{D} \right)^2 \right]$$

$R_t$  = θερμική αντίσταση μεταξύ των αγωγών προσαγωγής και επιστροφής [0.07 mK/W]

$\lambda_z$  = Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του εδάφους = [1,5 W/mK])

$D$  = εξωτερική διάμετρος του εξωτερικού αγωγού [m]

$H$  = ύψος κάλυψης του αγωγού από το κέντρο του [m]

$$R_p = \frac{1}{2\pi\lambda_n} \ln \frac{d}{d_i} + \frac{1}{2\pi\lambda_{pur}} \ln \frac{D_i}{d} + \frac{1}{2\pi\lambda_{pe}} \ln \frac{D}{D_i}$$



$R_p$  = θερμική αντίσταση του εσωτερικού αγωγού [0.54 mK/W]

$\lambda_n$  = Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας εσωτερικού αγωγού (53 [W/mK] for low-carbon steel)

$d$  = εξωτερική διάμετρος του εσωτερικού αγωγού [m]

$d_i$  = εσωτερική διάμετρος του εσωτερικού αγωγού [m]

$\lambda_{PUR}$  = Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας της μόνωσης (0,026 [W/mK])

$D_i$  = εσωτερική διάμετρος του εσωτερικού αγωγού [m]

$\lambda_{PE}$  = Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του εξωτερικού αγωγού (0,43 [W/mK])

Έχοντας το  $\Delta P$  από τους παραπάνω τύπους και με το μήκος του αγωγού  $L$  για κάθε διατομή βρίσκουμε τις απώλειες θερμότητας για κάθε διατομή απο τον τύπο

$$Q = \Delta P * L \text{ [Mw]}$$

Στην συνέχεια αθροίζουμε τις θερμικές απώλειες κάθε διατομής και βρίσκουμε τις συνολικές θερμικές απώλειες των σωληνώσεων που υπολογίζονται τελικά

$$Q = 1, 33 \text{ [Mw]}$$

*Οι πίνακες με τις Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής είναι στο <<ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ>>*

## Κεφάλαιο 5

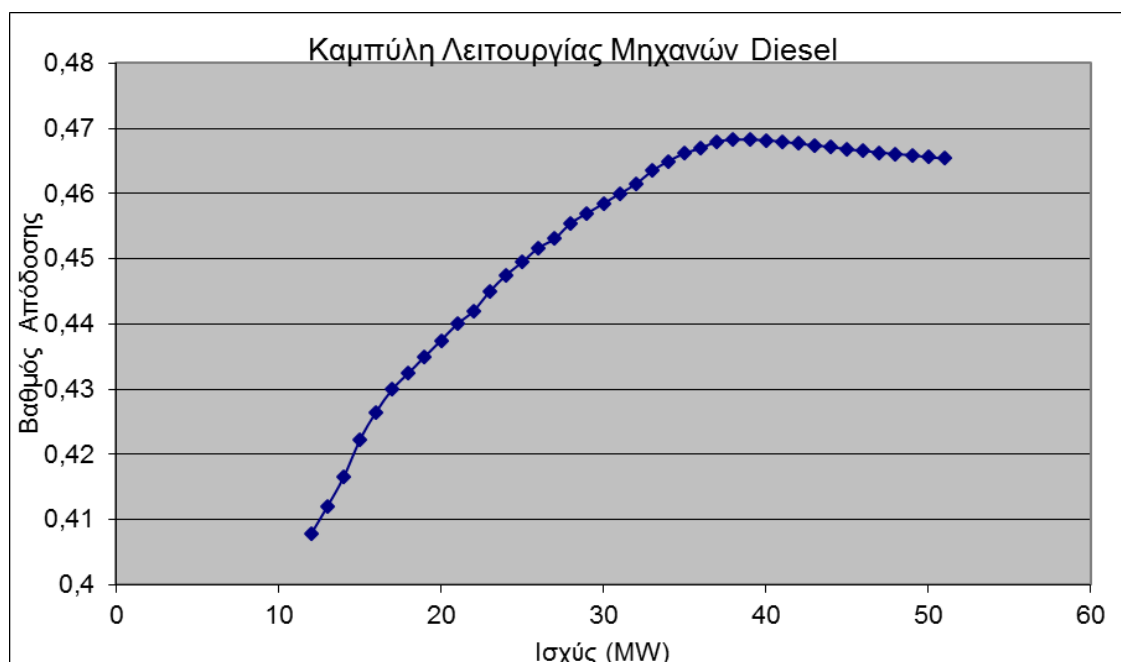
### **5 Απορριπτόμενη Θερμότητα από θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο Αθρινολάκου Λασιθίου**

Ο ΑΗΣ Αθρινολάκου διαθέτει μονάδες συνολικής ηλεκτρικής ισχύος 195 Mw, συγκεκριμένα περιλαμβάνει 2 Μονάδες Diesel των 51 MW έκαστη και 2 Ατμοηλεκτρικές Μονάδες των 46,50 MW η κάθε μία. Παρακάτω θα υπολογίσουμε την αποβαλλόμενη θερμική ισχύς που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε από τις αναφερόμενες θερμοηλεκτρικές μηχανές.

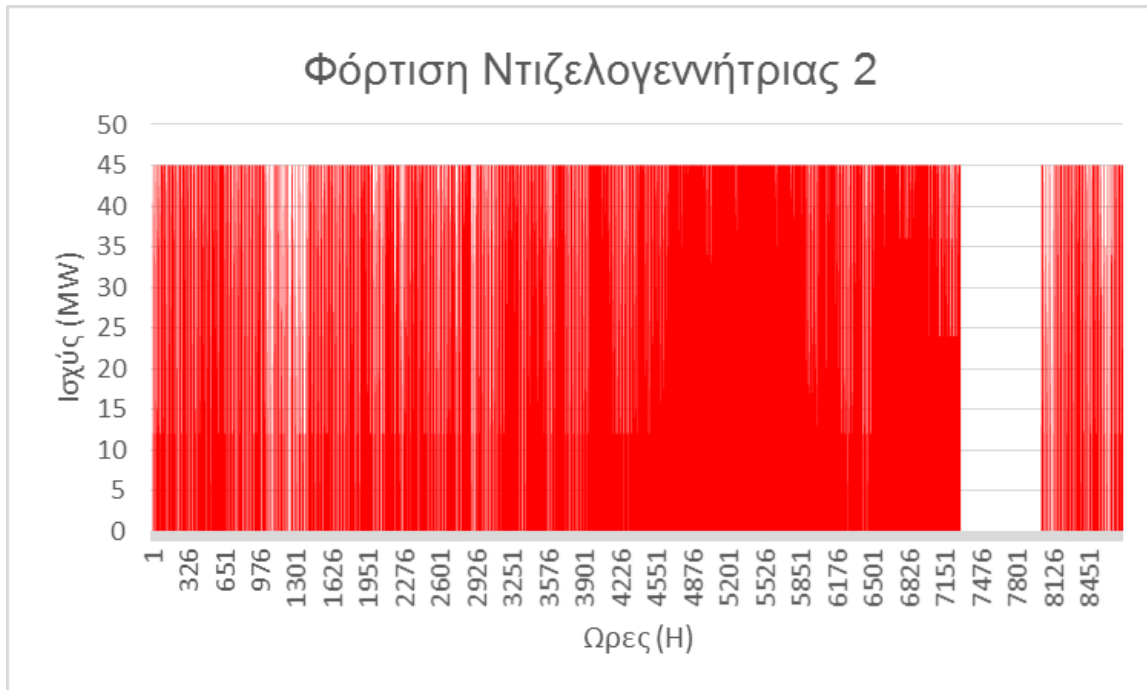
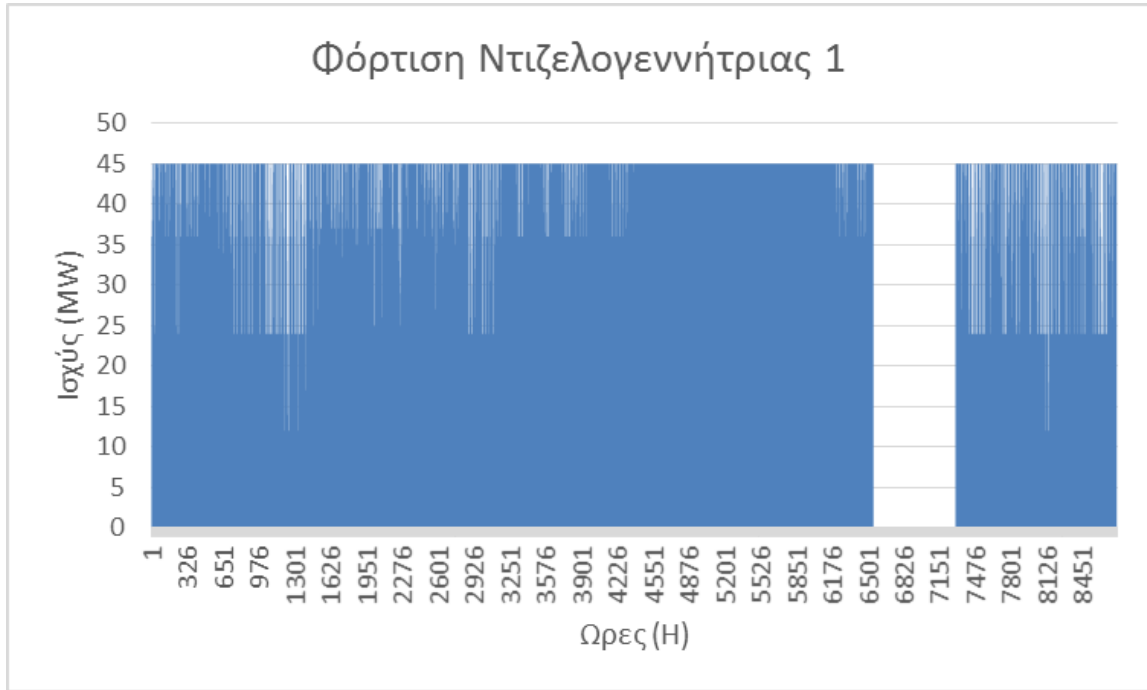
#### **5.1 Απορριπτόμενη θερμική ισχύς από μηχανές Diesel**

Στα παρακάτω διαγράμματα βλέπουμε την καμπύλη λειτουργίας την φόρτιση, την εκμεταλλεύσιμη θερμική ισχύς και την για τις μηχανές diesel .

#### **Θερμικός Βαθμός απόδοσης Μηχανών Diesel**



**Φόρτιση Μηχανών Diesel ανάλογα με την ζήτηση του δικτύου**



Αρχικά κάναμε αντιστοίχιση της φόρτισης με τους αντίστοιχους βαθμούς απόδοσης και λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή απωλειών βρήκαμε την αποβαλλόμενη ισχύς από τις μηχανές diesel χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο :

$$Q_{\text{απ}} = (P_d / \eta_{\text{th}}) - P_d$$

Όπου:

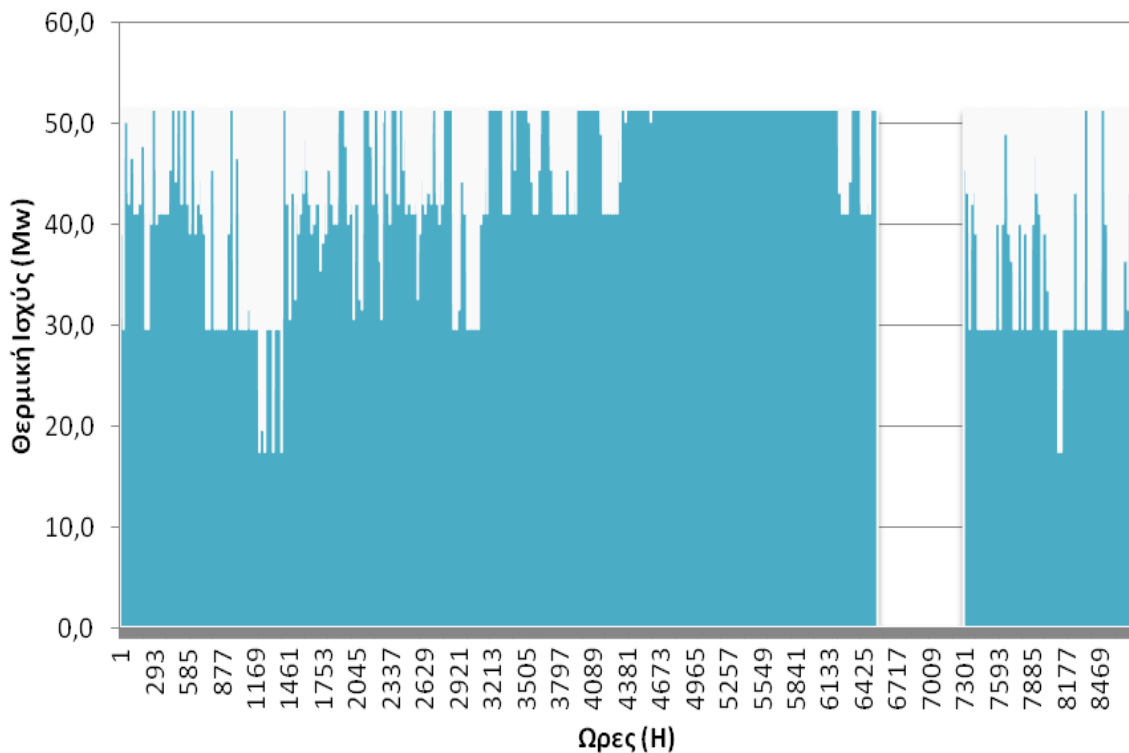
$Q_{\text{απ}}$  = θερμική αποβαλλόμενη ισχύς

$P_d$  = ισχύς ντιζελογεννήτριας

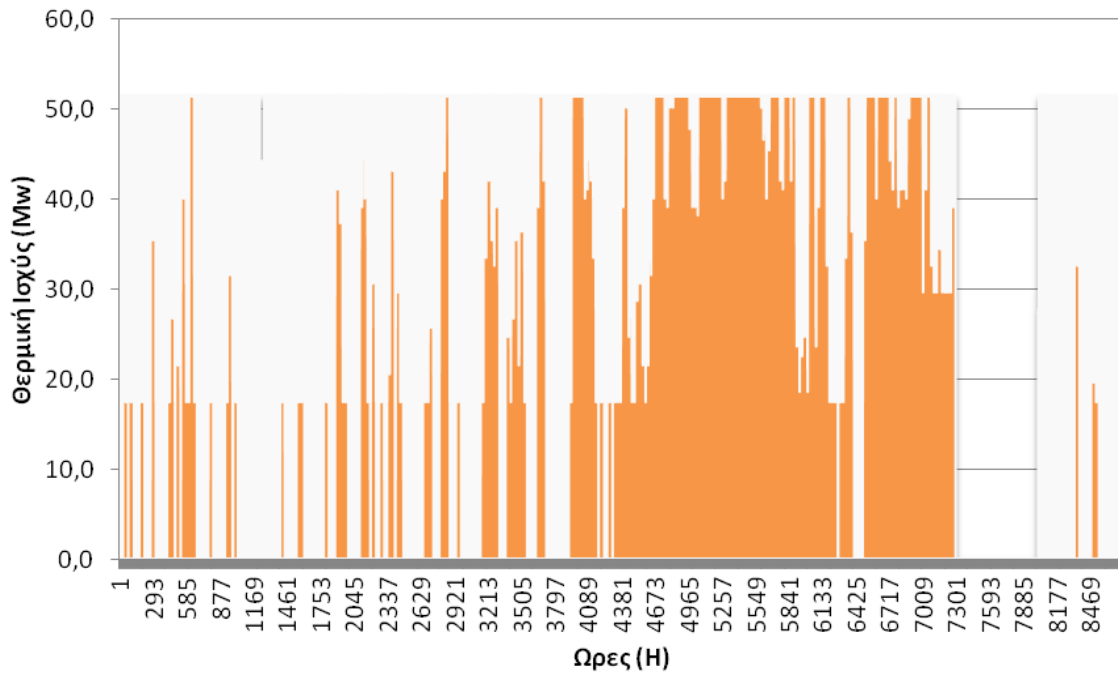
$\eta_{\text{th}}$  = θερμικός βαθμός απόδοσης

### Απορριπτόμενη Θερμική Ισχύς Μηχανών Diesel

## Απορριπτόμενη Θερμική Ισχύς Diesel 1

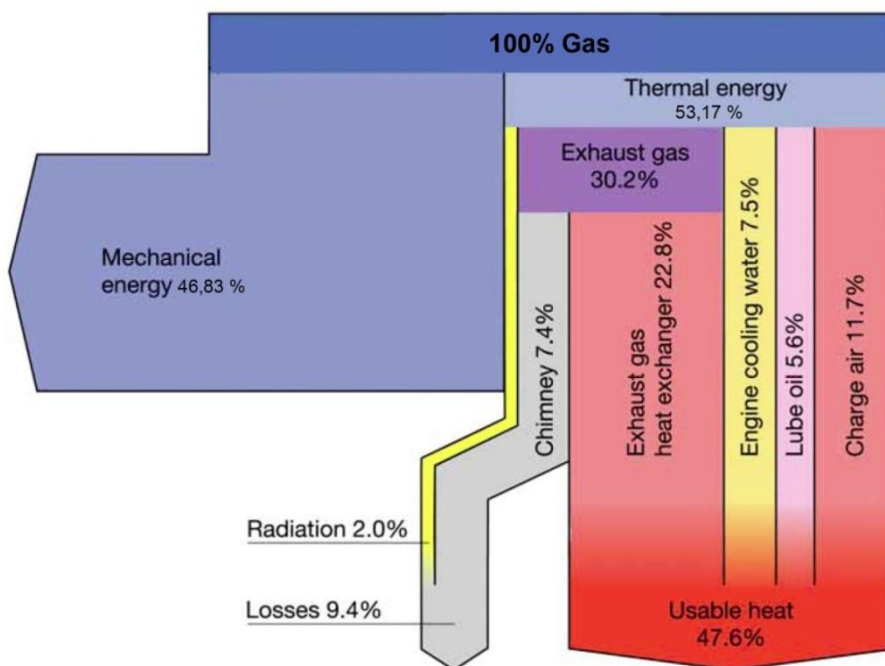


## Απορριπτόμενη Θερμική Ισχύς Diesel 2



Η μόνη ενέργεια που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε είναι από την ψύξη των μηχανών γιατί τα καυσαέρια εκμεταλλεύονται ήδη από την υπάρχουσα εγκατάσταση, τα ποσά προκύπτουν βάση το διάγραμμα της κατασκευάστριας εταιρίας των μηχανών ντίζελ που διαθέτουμε.

### Διάγραμμα Εταιρίας (MAN Diesel SE) για μηχανή (12K90MC-S)



Άρα η τελική θερμική ισχύς που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε σύμφωνα με τα παραπάνω είναι μόνο ισχύς που αποβάλλεται μέσα από το σύστημα ψύξης νερού που διαθέτει το σύστημα μας.

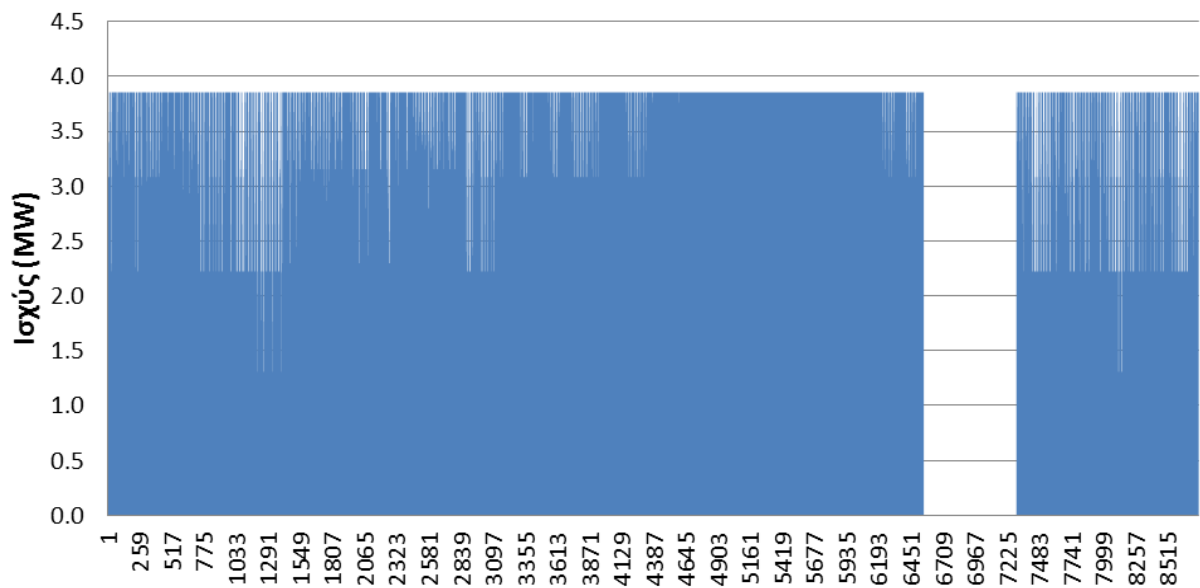
$$Q_{απ} = N_c * Q_{απ}$$

$$N_c = \text{Συντελεστής ισχύς Ψύξης} = 7,5 \%$$

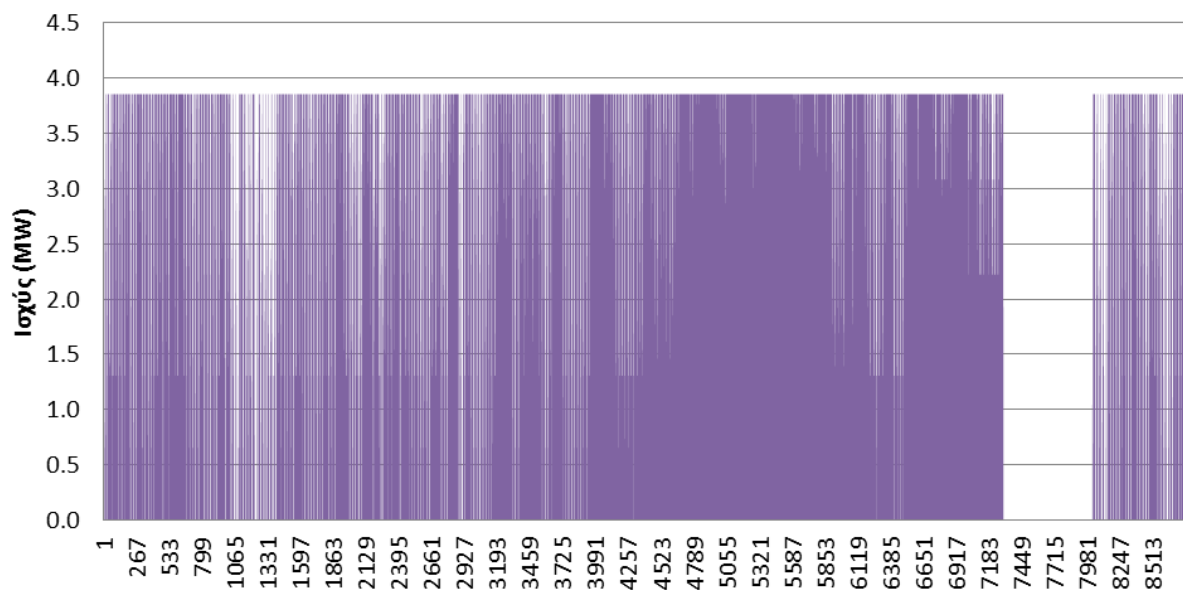
$$Q_{απ} = \text{θερμική αποβαλλόμενη ισχύς}$$

Τα μεγέθη μας διαμορφώνονται σύμφωνα με τα παρακάτω διαγράμματα

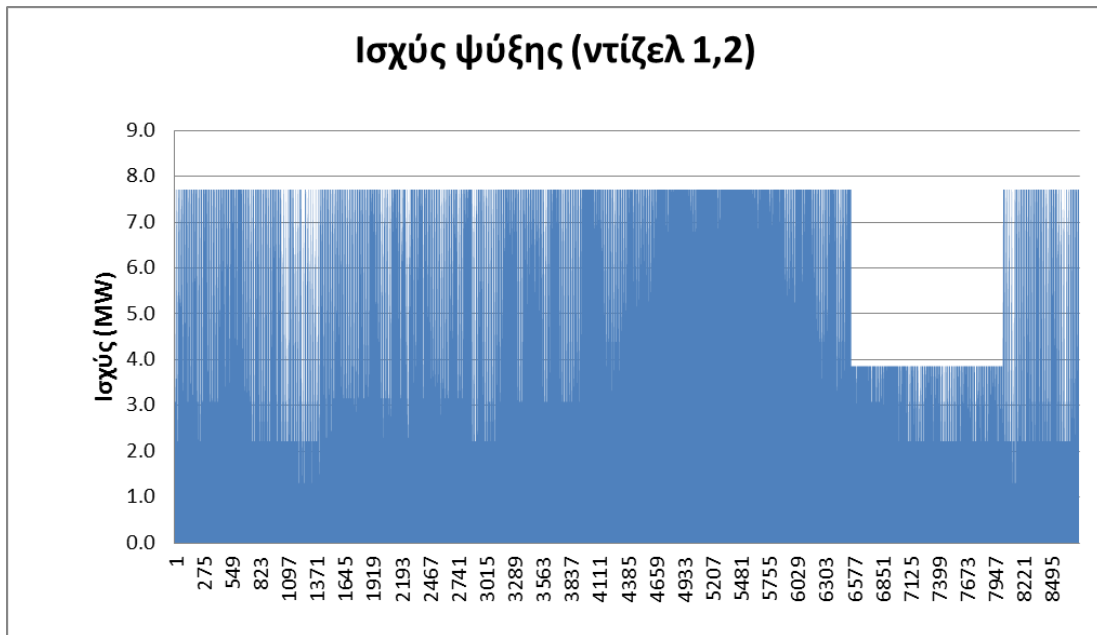
### Ισχύς ψύξης (ντιζελ 1)



### Ισχύς ψύξη (ντιζελ 2)



Στο παρακάτω διάγραμμα βλέπουμε την συνολική ενέργεια που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε από τις μηχανές ντίζελ στην ψύξη.



## 5.2 Απορριπτόμενη θερμική ισχύς από Ατμοστρόβιλους

- Έχουμε δύο ατμοστρόβιλους συνολικής ισχύος 90 mw.

Για να βρούμε την συνολική προς εκμετάλλευση ισχύ των ατμοστρόβιλων για το έργο της τηλεθέρμανσης πήραμε τους πίνακες της φόρτισης των ατμοστρόβιλων για τον καθένα ξεχωριστά. Μετά ακολουθήσαμε την ίδια διαδικασία όπου ακολουθήσαμε και με τις diesel.

$$Q_{απ} = (P_d / \eta_{th}) - P_d$$

Όπου :

$$Q_{απ} = \text{θερμική αποβαλλόμενη ισχύς}$$

$$P_d = \text{ισχύς ατμοστροβύλλου}$$

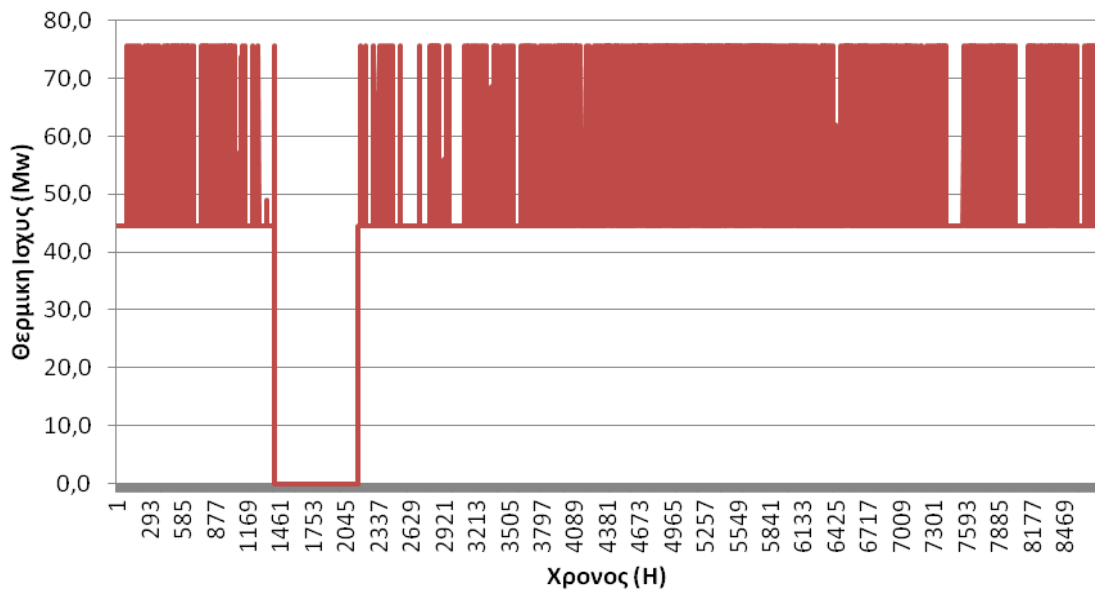
$$\eta_{th} = \text{θερμικός βαθμός απόδοσης}$$





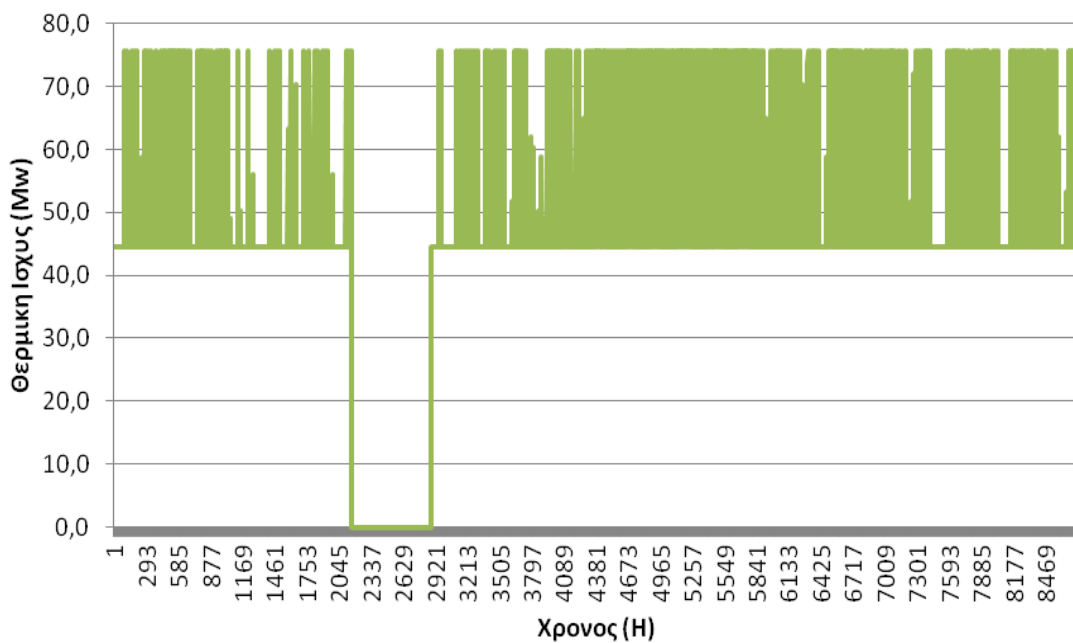
## Απορριπτόμενη θερμική ισχύς από Ατμοστρόβιλο 1

### Απωλειές Ατμο 1



## Απορριπτόμενη θερμική ισχύς από Ατμοστρόβιλο 2

### Απωλειές Ατμο 2



Μετά προσπαθήσαμε να προσδιορίσουμε ποιες από τις απώλειες μας είναι στην ψύξη και ποιες στα καυσαέρια. Λόγω έλειψης στοιχείων ήταν αδύνατον αυτό να προσδιορηστεί με ακρίβεια, μόνο στην φάση της πλήρης φορτίσης των μηχανών, όποτε μετά κατά την αντιστοιχεία πήραμε το ίδιο ποσοστό (καυσαέρια / ψύξης) απωλειών και για τα υπόλοιπα σημεία της καμπύλης λειτουργίας των ατμοστροβίλων.

Ξέροντας την παροχή, το  $\Delta\Theta$  και την ενθαλπία του ατμού υπολογίσαμε το ποσοστό της αποβαλλόμενης ισχύς σε καυσαέρια με την παρακάτω μεθοδολογία.

$$q_h = m \cdot h \cdot \Theta / 1000$$

όπου :

$q_h$  = θερμική ισχύς καυσαερίων σε (MW)

$m$  = παροχή ατμού = **56,3Kg/s**

$h$  = ενθαλπία ατμού = **1,8723 Kj/Kg\*K**

$\Theta$  = θερμοκρασία ατμού σε Kelvin = **423,15 K**

Όπως θα φανεί παρακάτω βρήκαμε ένα ποσοστό  $\tau$  όποιο εκφράζει το ποσοστό της ενέργειας που πηγαίνει στα καυσαέρια.

$$Q_{h(\%)} = q_{(h)} / Q_{(απ.μαx)}$$

Όπου :

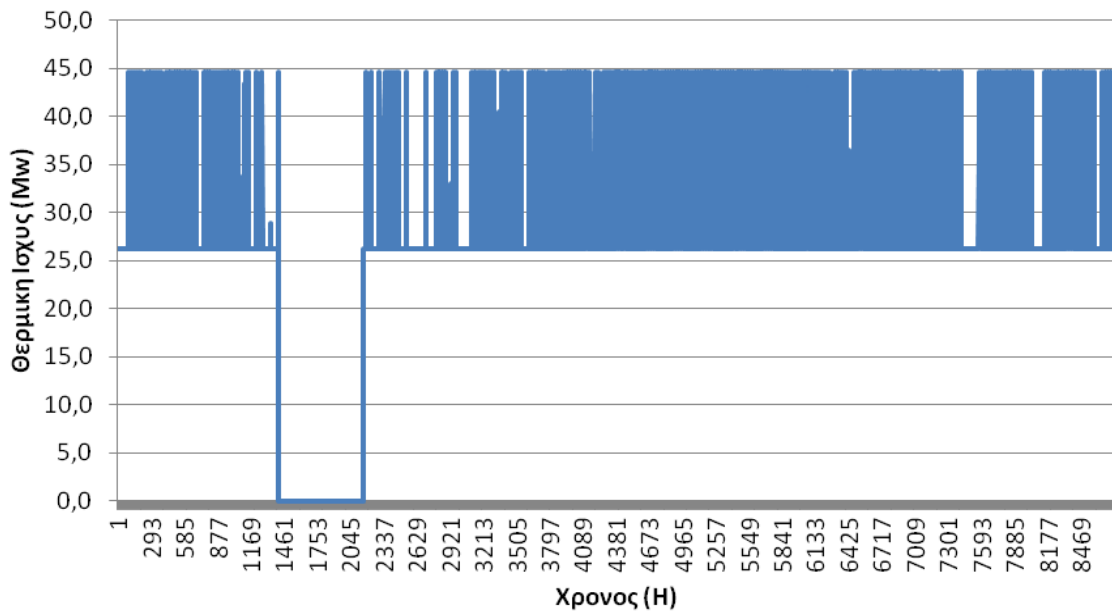
$Q_{h(\%)}$  = ποσοστό ισχύς καυσαερίων = **58,97 %**

$Q_{(απ.μαx)}$  = μέγιστη απορριπτόμενη ισχύς από τα καυσαέρια. = **75,64 Mw**

Μετά πολλαπλασιάζαμε το ποσοστό αυτό με κάθε τιμή της απορριπτόμενης ενέργειας μέσα στον χρόνο για να βρούμε κατά προσέγγιση πια τα μεγέθη των ενεργειών σε ψύξη και καυσαέρια.

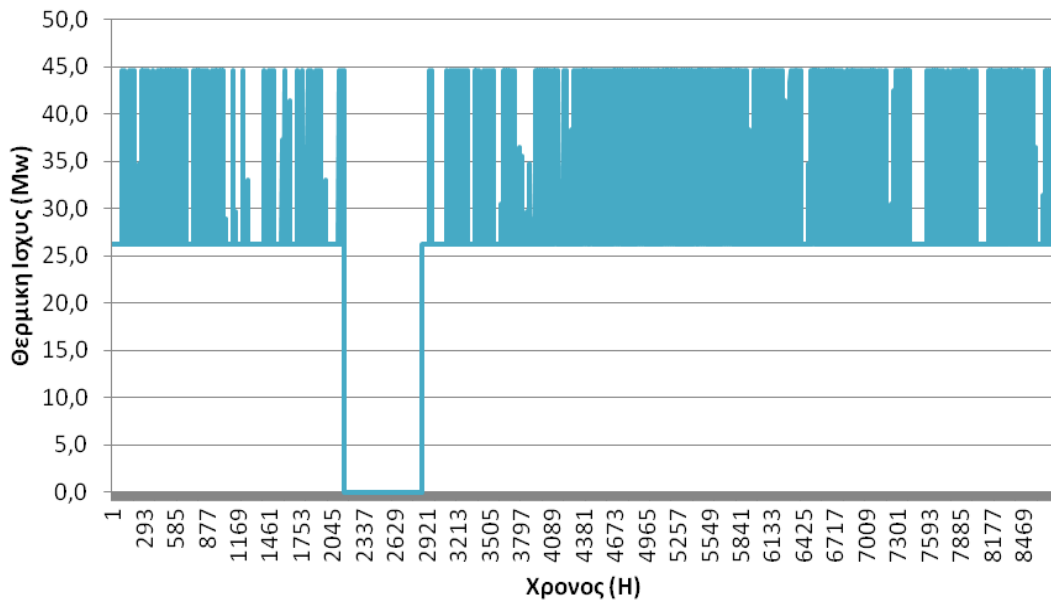
## Θερμική Ισχύς Καυσαερίων - Ατμο 1

### Θερμική Ισχύς Καυσαερίων απο Ατμο 1

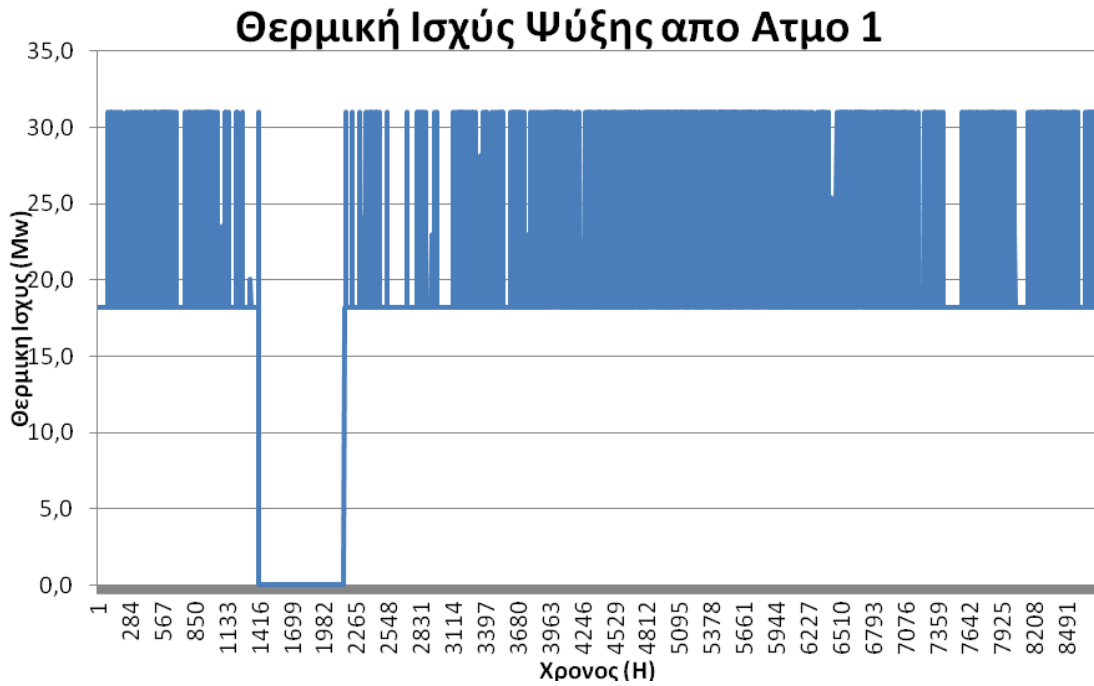


## Θερμική Ισχύς Καυσαερίων – Ατμο 2

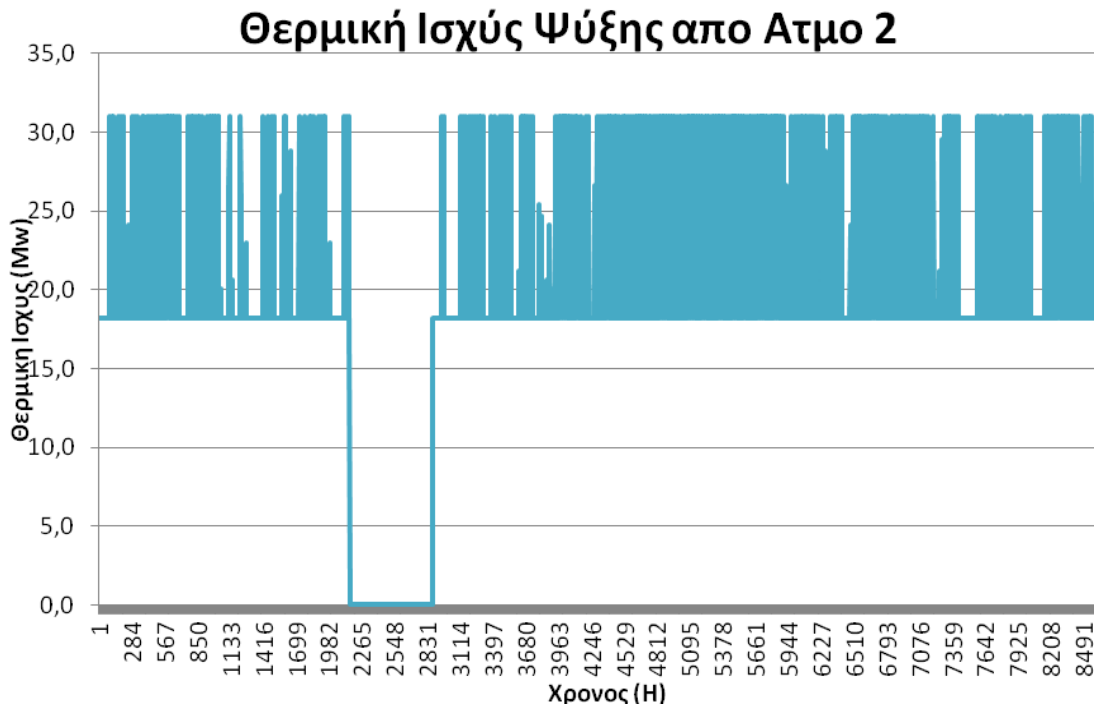
### Θερμική Ισχύς Καυσαερίων απο Ατμο 2



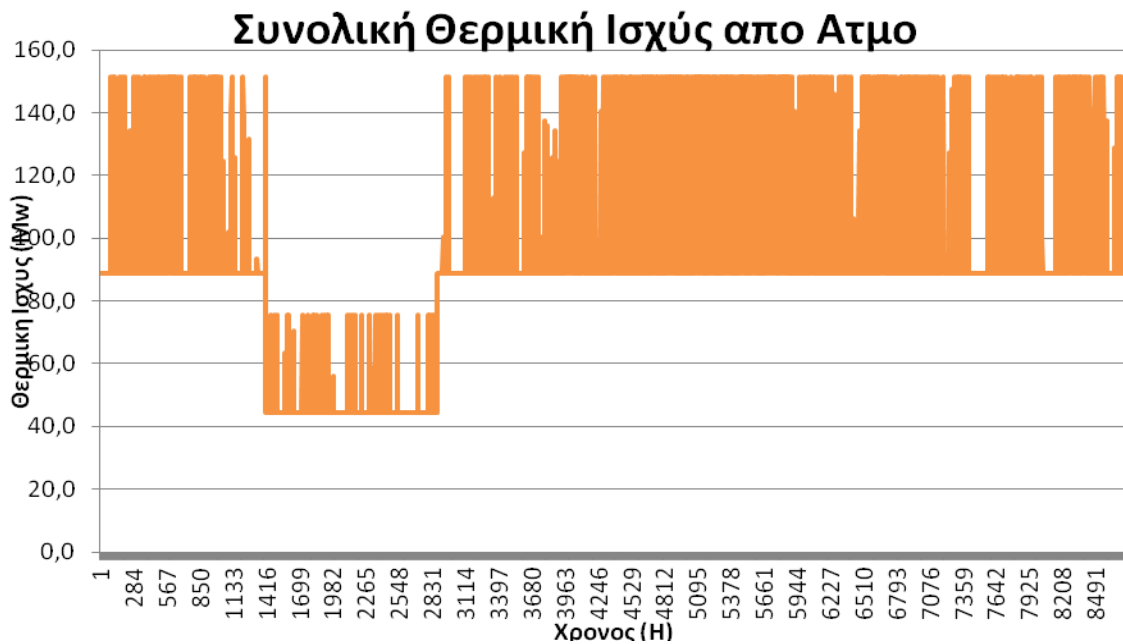
### Θερμική Ισχύς Ψύξης - Ατμο 1



### Θερμική Ισχύς Ψύξης - Ατμο 2



## Συνολική Θερμική Ισχύς (Ψύξης – Καυσαερίων) από Ατμοστροβίλους



### **5.3 Εναλλάκτες Θερμότητας για την Εκμετάλλευση της Αποβαλλόμενης Θερμότητας από εργοστάσιο**

Για κάθε μονάδα παραγωγής ενέργειας έχουμε δύο Εναλλάκτες θερμότητας (καυσαέρια , ψύξη), εκτός τις ντίτζελ όπου να καυσαέρια τους εκμεταλλεύονται από την υπάρχουσα εγκατάσταση

Έχουμε 2 διαφορετικά είδη εναλλακτών θερμότητας

- Πλακοειδείς Εναλλάκτες για την εκμετάλλευση θερμότητας από την ψύξη
- Κέλυφος σωλήνα (Shell and Tube) για την εκμετάλλευση θερμότητας από καυσαέρια
- Ντίτζελ (ψύξη)

Θα χρησιμοποιούμε 1 πλακοειδής εναλλάκτες θερμότητας για την κάθε μια από τις 2 μονάδες ντίτζελ με τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

### Heat Exchanger Data Sheet

Area (m2):	21.939			
Performance of One Unit				
	Hot Side		Cold Side	
Fluid Name	Hot stream		Cold stream	
Mass Flowrate (kg/s)	14,171		18,301	
Mass Flowrate (m3/h)	52,10		68,49	
Temperatures (In/Out) (°C)	100	35	70	120
Density (kg/m3)	979,137		961,877	
Heat Capacity [kJ/(kg.°K)]	4.185		4.213	
Viscosity [N.s/m2]	4.071E-04		2.906E-04	
Thermal Conductivity [W/(m.°K)]	0.655		0.674	
Inlet Pressure (bar)	1		1	
Fouling Factors [(m2.°K)/W]	0		0	
Heat Transfer Coefficient [W/(m2.°K)]	13416.732		18668.798	
Velocity (m/s)	0.258		0.339	
Pressure Drop (Calculated/Allowed) (bar)	0.056	0.1	0.091	0.1
<b>Heat Exchanged (MW)</b>	<b>3.893</b>		LMTD (°C)	26.804
Transfer Rate, Service [W/(m2.°K)]	6619.409		[W/(m2.°K)]	6619.409
Construction of One Unit				
Design Pressure (bar)	Code Requirements	ASME Section VIII Division 1		
Design Temperature (°C)	Connections Type	Studded		
Test Pressure (bar)	Gaskets Material	EPDM		
Test Temperature (°C)	# passes (Hot/Cold)	1 / 1		
Plate Specifications				
Plate Thickness (mm)	0.5	Plate Material	Titanium Grade 1	
Chevron Angle (deg)	25	Plate Pack Length (mm)	373.5	
Ports Diameter (mm)	105	Corrugation Depth (mm)	4	
Plate Width (mm)	342	Corrugations Pitch (mm)	14.229	
Vertical Ports Distance (mm)	779	Plate Pitch (mm)	4.5	
Number of Plates	83	Thermal Conductivity [W/(m.°K)]	21.766	

- Ατμοστρόβιλοι (ψύξη)

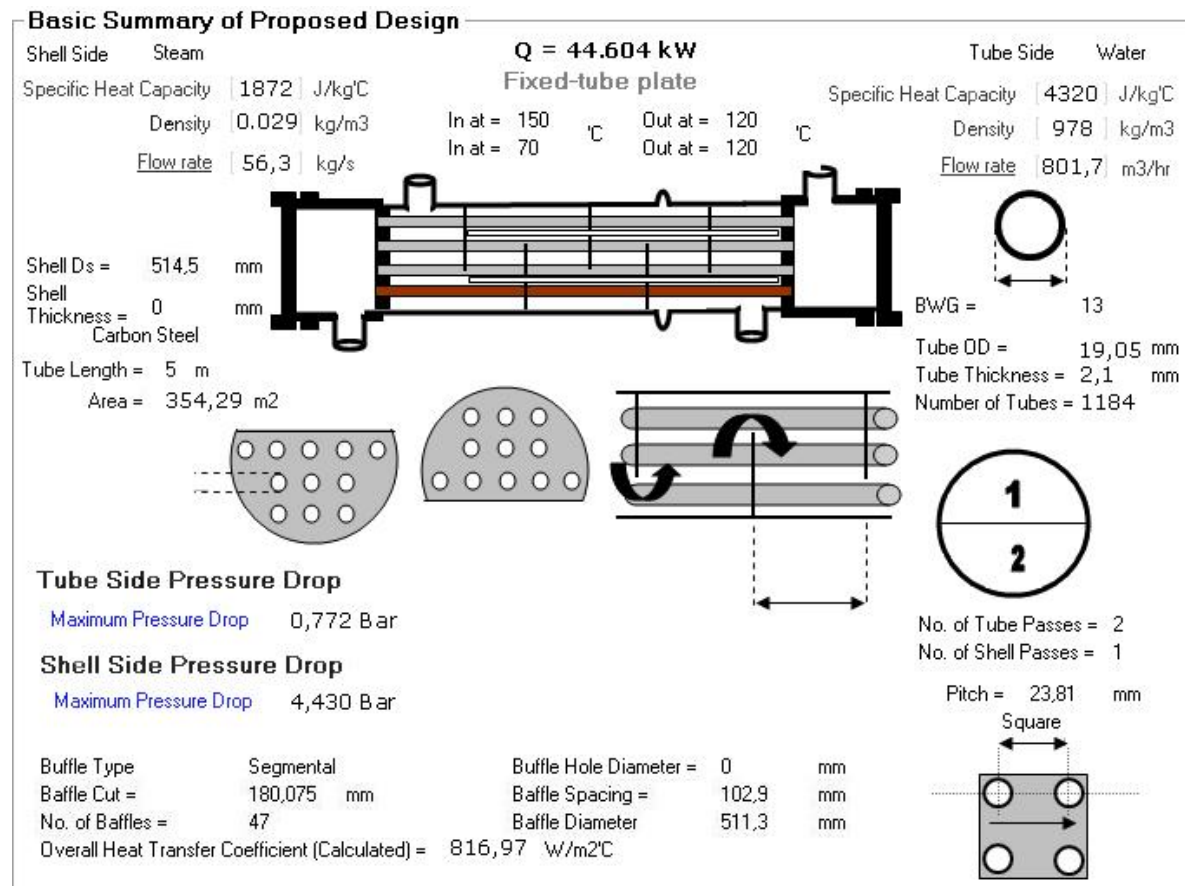
Θα χρησιμοποιούμε 1 πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας για την κάθε μια από τις 2 ατμοηλεκτρικές μονάδες με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Heat Exchanger Data Sheet				
Area (m2):	314.798			
Performance of One Unit				
	Hot Side		Cold Side	
Fluid Name	Hot stream		Cold stream	
Mass Flowrate (kg/s)	132,48		171,088	
Mass Flowrate (m3/h)	487,09		640,33	
Temperatures (In/Out) (°C)	100	35	70	120
Density (kg/m3)	979,137		961,877	
Heat Capacity [kJ/(kg.°K)]	4.185		4.213	
Viscosity [N.s/m2]	4.071E-04		2.906E-04	
Thermal Conductivity [W/(m.°K)]	0.655		0.674	
Inlet Pressure (bar)	1		1	
Fouling Factors [(m2.°K)/W]	0		0	
Heat Transfer Coefficient [W/(m2.°K)]	8220.314		11185.594	
Velocity (m/s)	0.233		0.308	
Pressure Drop (Calculated/Allowed) (bar)	0.059	0.1	0.1	0.1
<b>Heat Exchanged (W)</b>	<b>31.039</b>		LMTD (°C)	26.804
Transfer Rate, Service [W/(m2.°K)]	4273.21		[W/(m2.°K)]	4273.21
Construction of One Unit				
Design Pressure (bar)	Code Requirements		ASME Section VIII Division 1	
Design Temperature (°C)	Connections Type		Studded	
Test Pressure (bar)	Gaskets Material		EPDM	
Test Temperature (°C)	# passes (Hot/Cold)		1 / 1	
Plate Specifications				
Plate Thickness (mm)	0.5	Plate Material	Titanium Grade 1	
Chevron Angle (deg)	50	Plate Pack Length (mm)	1664.928	
Ports Diameter (mm)	299.974	Corrugation Depth (mm)	3.2	
Plate Width (mm)	804.926	Corrugations Pitch (mm)	11.383	
Vertical Ports Distance (mm)	1042.924	Plate Pitch (mm)	3.7	
Number of Plates	450	Thermal Conductivity [W/(m.°K)]	21.772	



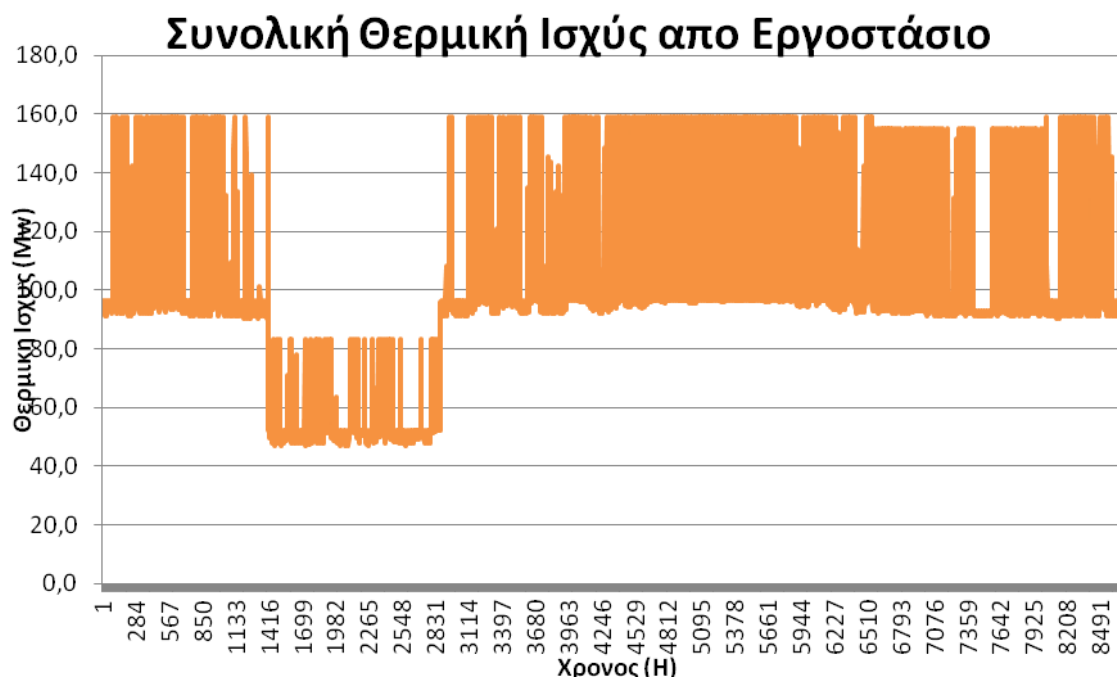
- Ατμοστρόβιλοι (καυσαέρια)

θα χρησιμοποιήσουμε δύο εναλλάκτες (ένα για κάθε ατμοηλεκτρική μονάδα) τύπου shell & tube με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:



## 5.4 Κάλυψη απαιτούμενης ενέργειας για τα θερμοκήπια

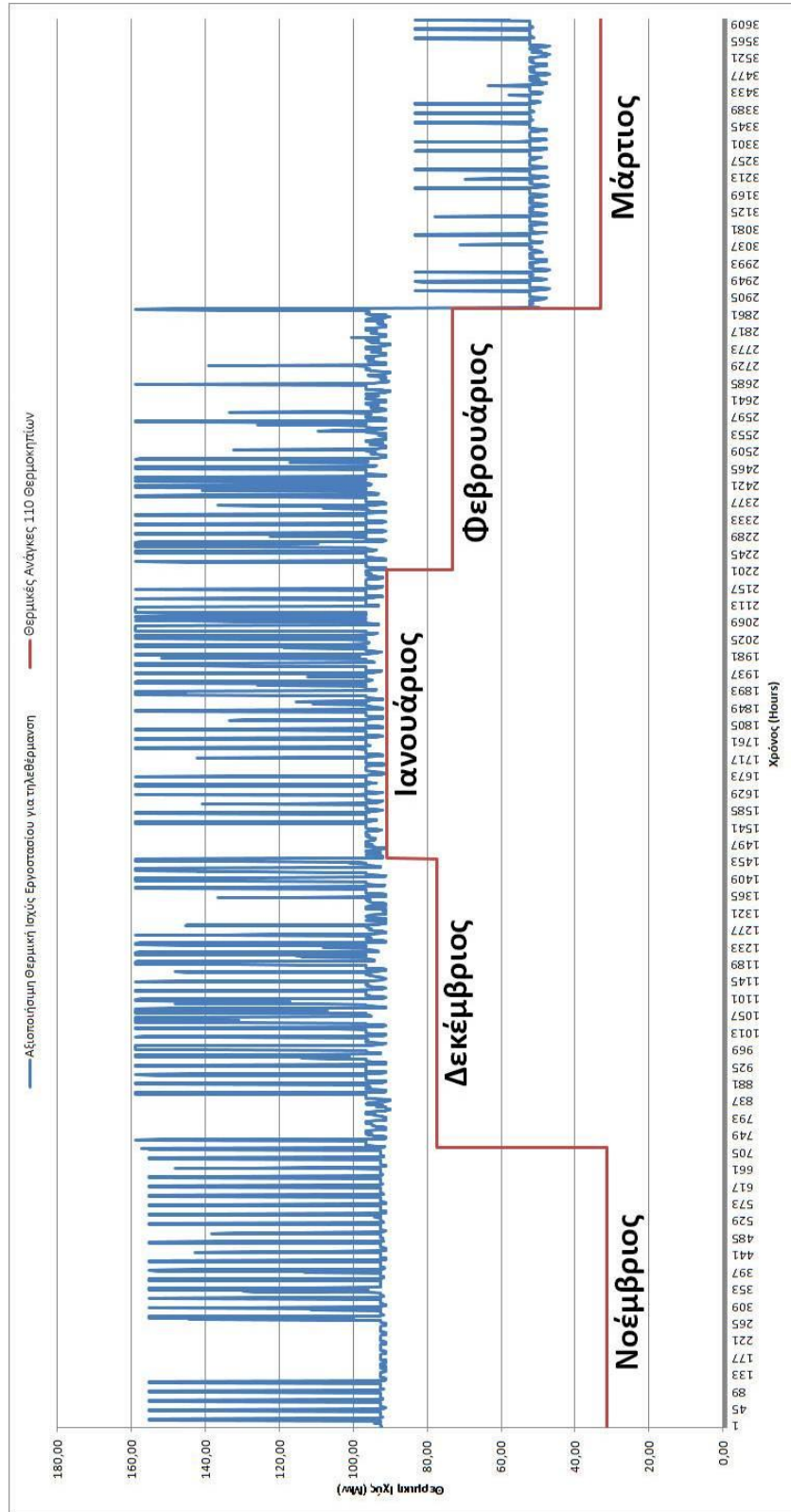
Τελικά η αποβαλλόμενη ενέργεια που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε από την εγκατάσταση του ΑΗΣ Αθρινολάκκου, δεν είναι επαρκής για να καλύψει την ανάγκη και των 200 μονάδων θερμοκηπιακών καλλιιεργειών της περιοχής Γούδουρα Λασιθίου.



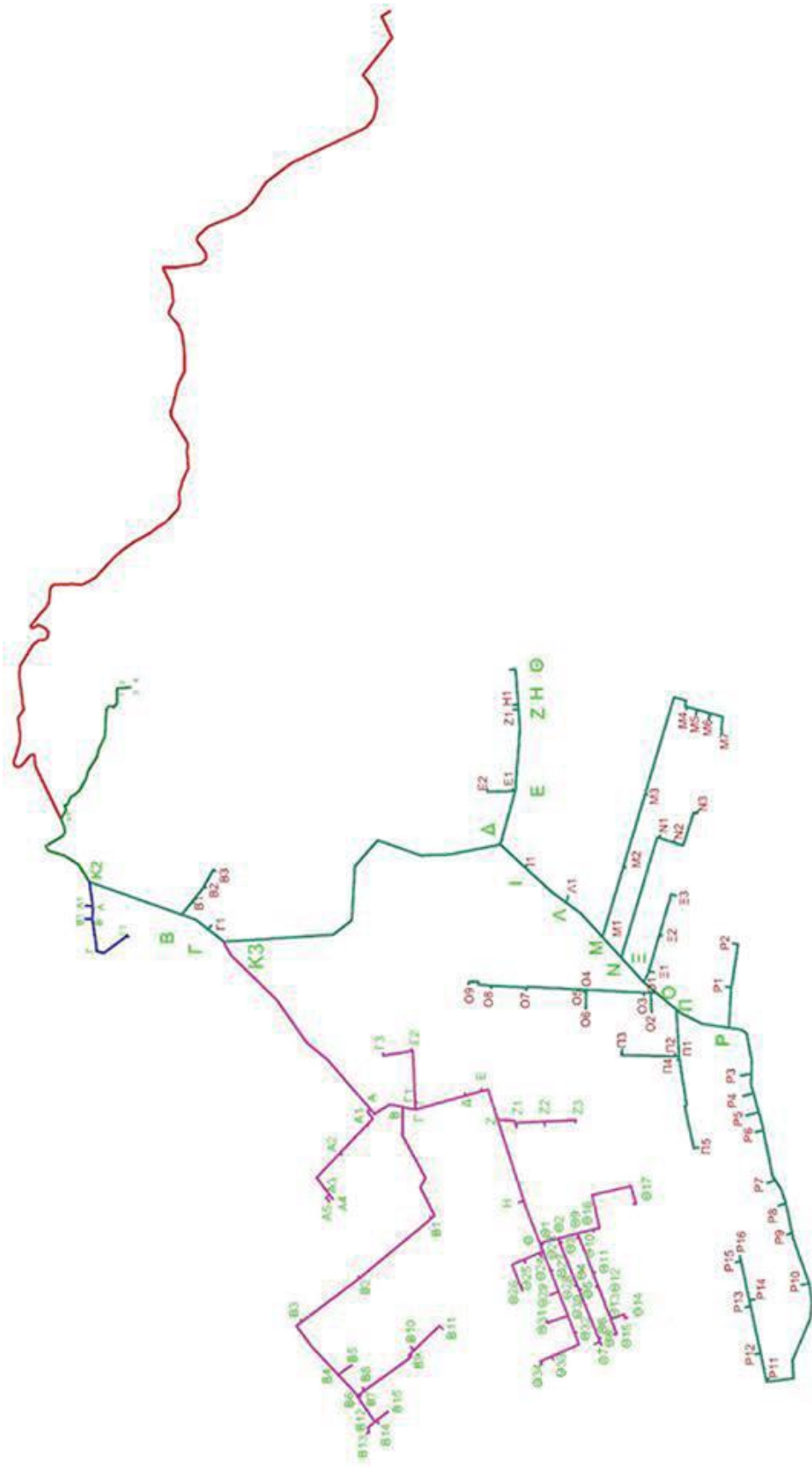
Τελικά μπορούν να καλυφτούν οι θερμικές ανάγκες 105 θερμοκηπιακών μονάδων.

Στο διάγραμμα παρακάτω βλέπουμε πως διαμορφώνονται οι θερμικές ανάγκες των 105 θερμοκηπιακών μονάδων σε σχέση με την αξιοποιήσιμη για τηλεθέρμανση θερμική ισχύς του εργοστασίου.

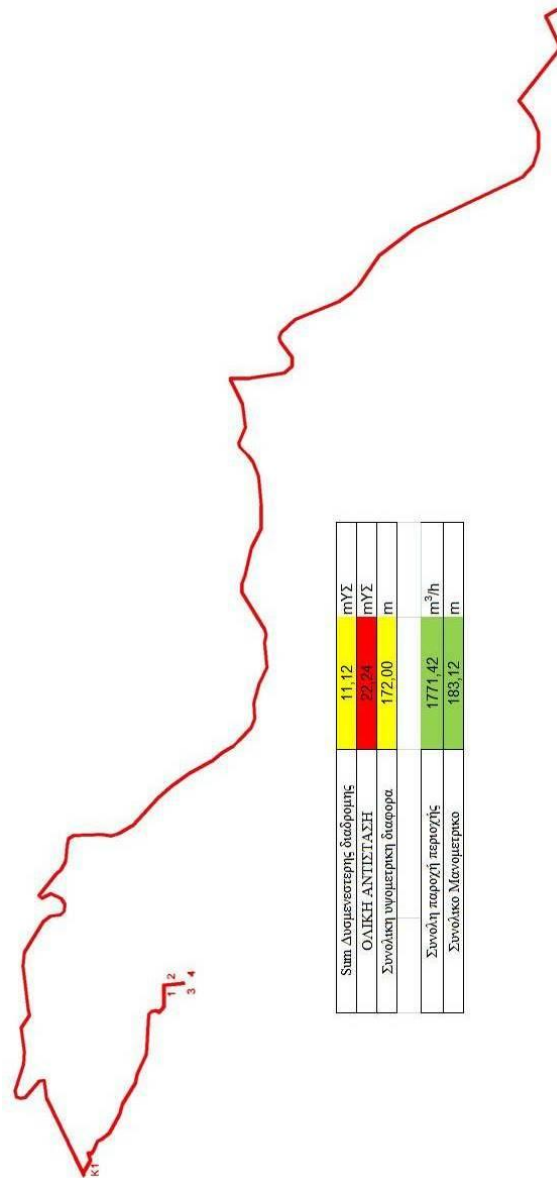
**Θερμικές ανάγκες 105 θερμοκηπιακών μονάδων  
αξιοποιήσιμη θερμική ισχύς του εργοστασίου**



Μπορούμε να καλύψουμε τα 105 Θερμοκήπια που βρίσκονται στις περιοχές (πράσινη – ροζ – 4 από την μπλε) όπως φαίνονται στο παρακάτω διαγράμματα:



## Κόκκινη Περιοχή



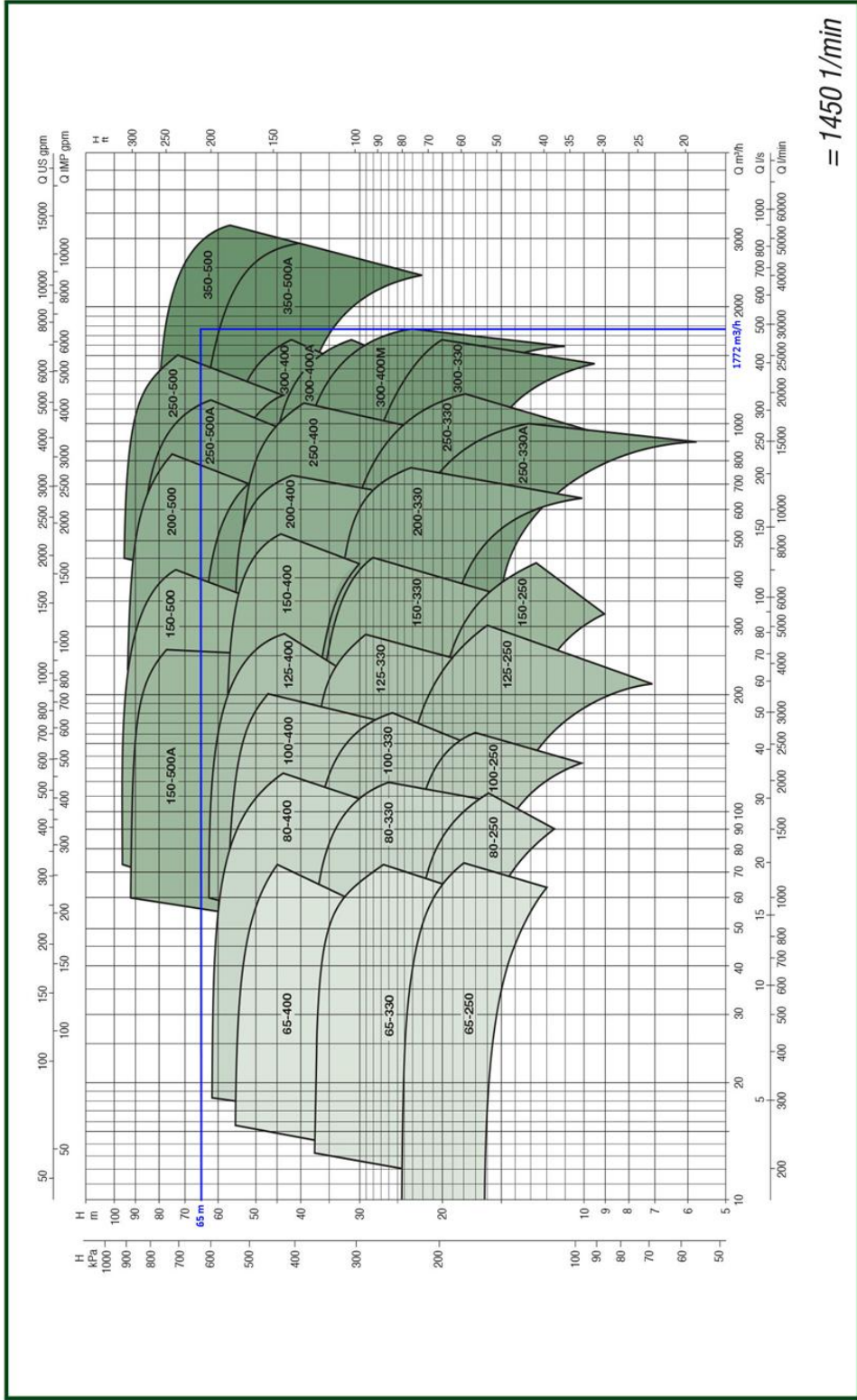
Για να καλύψουμε τις ανάγκες (μανομετρικό = 183,12 m , παροχή = 1771,42 m<sup>3</sup>/h) θα πρέπει να συνδέσουμε 4 αντλίες στην σειρά για να πετύχουμε το απαιτούμε μανομετρικό.

Οι αντλίες που επιλέξαμε από αυτήν την σειρά είναι η (KDN 350-500) με σημείο λειτουργίας η κάθε μία

**(παροχή=1772 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό=65 m)**

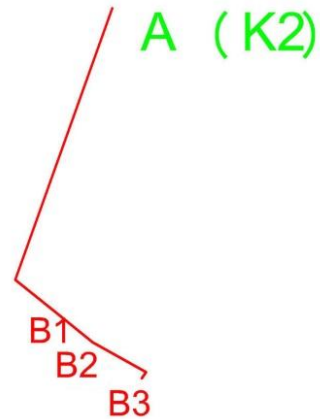
Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 350-500**

# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



Δυσμενέστερη διαδρομή σ' αυτό το κομμάτι είναι μέχρι το θερμοκήπιο B3

K2	
Όνομα Τμηματος	Συνολική Πτώση Πίεσης L*R+Z (mmΥΣ)
A - B	374,57
B - B1	449,93
B1 - B2	1225,23
B2 - B3	952,84
Sum Δυσμενεστερης διαδρομης	2,40 mΥΣ
ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗΣ	4,8 mΥΣ
Συνολική υψομετρική διαφορά	8,00 m
Συνολική παροχή περιοχής	1643,75 m <sup>3</sup> /h
Συνολικό Μανομετρικό	12,8 m



Απαιτούμενα για αυτό το κομμάτι παροχή = 1643,75 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 12,80 m

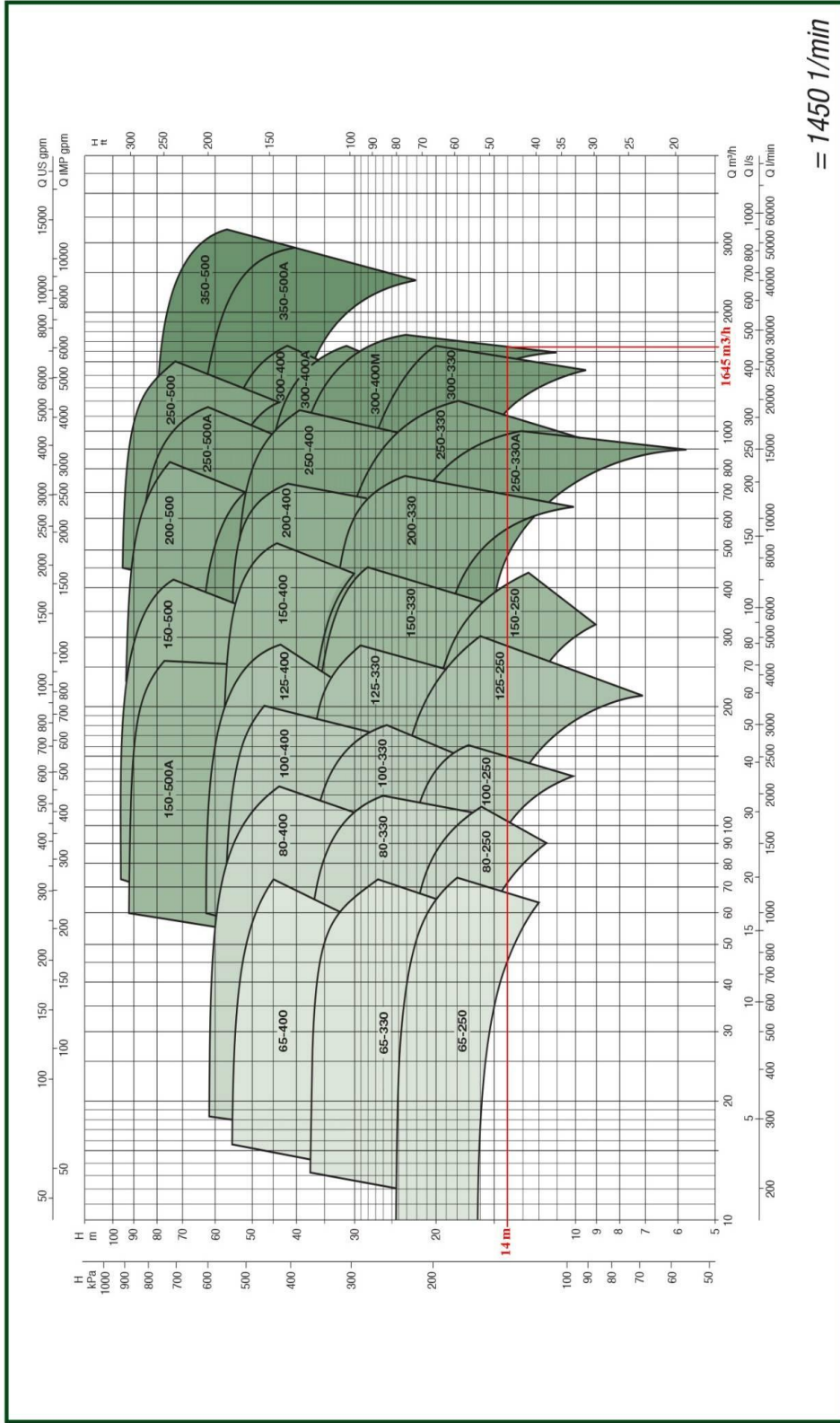
Η αντλίες που επιλέξαμε από αυτήν την σειρά είναι η (KDN 300-400M) με σημείο λειτουργίας η κάθε μία

**(παροχή=1645 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό=14 m)**

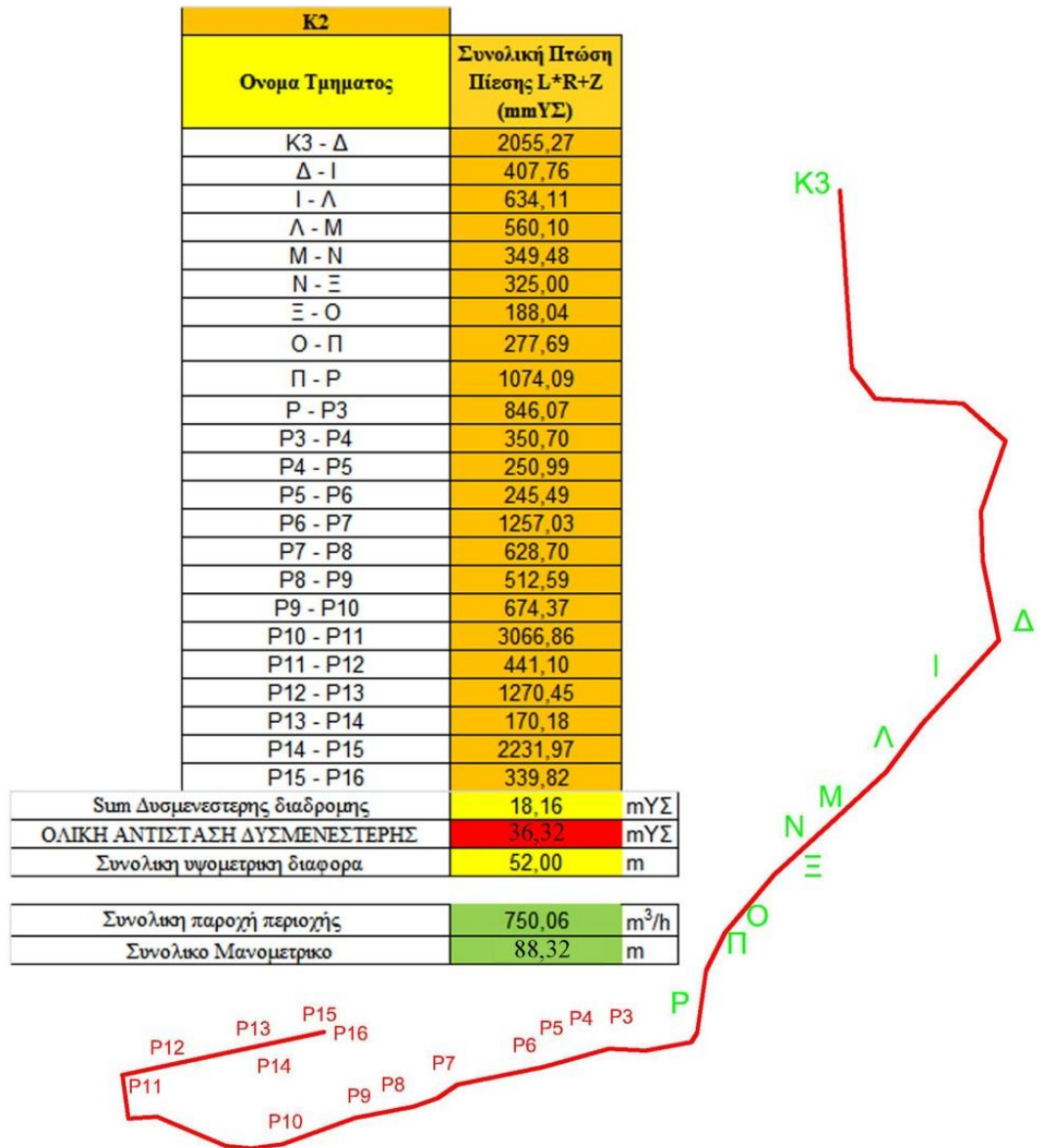
Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 300-400M**



# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



Δυσμενέστερη διαδρομή σ' αυτό το κομμάτι είναι μέχρι το θερμοκήπιο P16



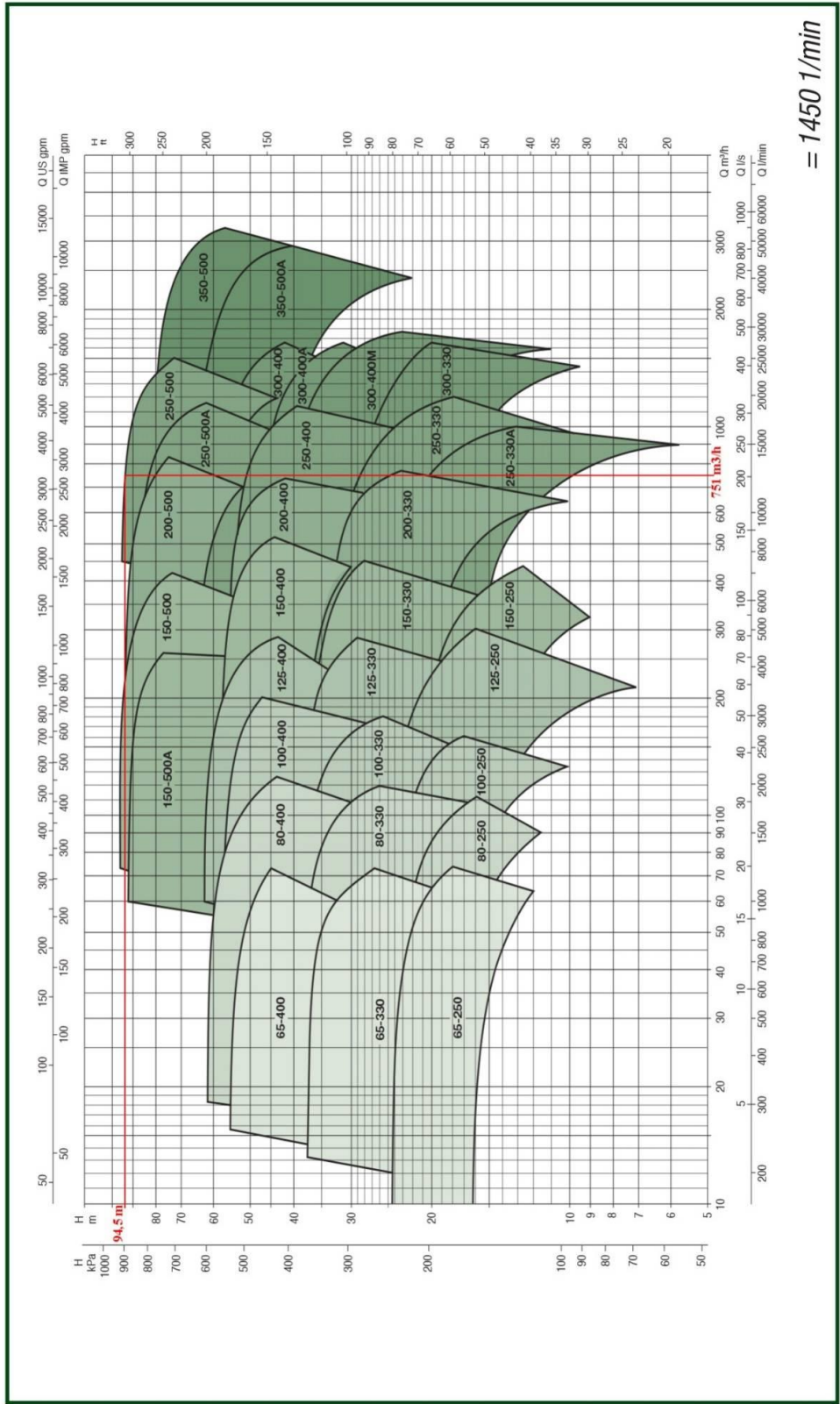
Απαιτούμενα για αυτό το κομμάτι παροχή = 750,06 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 88,32 m

Η αντλίες που επιλέξαμε από αυτήν την σειρά είναι η (KDN 250-500) με σημείο λειτουργίας η κάθε μία

**(παροχή=751 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό=94,5 m)**

Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 250-500**

# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID



= 1450 1/min

Δυσμενέστερη διαδρομή σ' αυτό το κομμάτι είναι μέχρι το θερμοκήπιο Θ22

Κ3	
Όνομα Τμηματος	Συνολική Πτώση Πίεσης L*R+Z (mmΥΣ)
Κ3 - Α	1828.83
Α - Β	469.96
Β - Γ	409.95
Γ - Δ	645.09
Δ - Ε	284.25
Ε - Ζ	485.52
Ζ - Η	668.42
Η - Θ	407.36
Θ - Θ1	292.46
Θ1 - Θ2	188.49
Θ2 - Θ9	274.20
Θ9 - Θ16	274.74
Θ16 - Θ17	2464.51
Συν Δυσμενέστερης διαδρομής	8.69 mΥΣ
<b>ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗΣ</b>	<b>17.39 mΥΣ</b>
Συνολική υνομετρική διαφορά	36.00 m
Συνολική παροχή περιοχής	718.14 m <sup>3</sup> /h
Συνολικό Μανομετρικό	53.39 m

Απαιτούμενα για αυτό το κομμάτι παροχή = 718,14 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 55,39 m

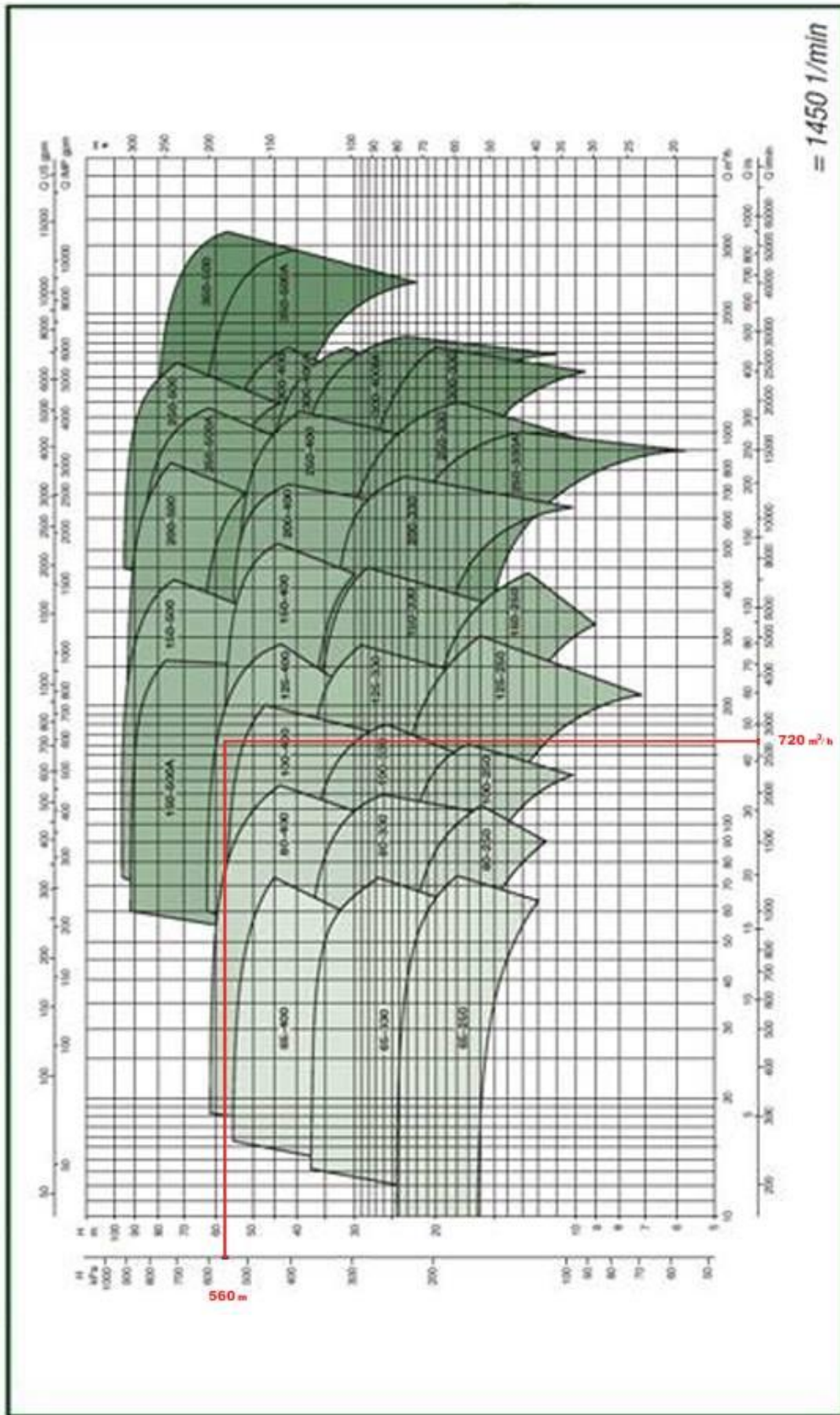
Η αντλίες που επιλέξαμε από αυτήν την σειρά είναι η (KDN 250-500A) με σημείο λειτουργίας η κάθε μία

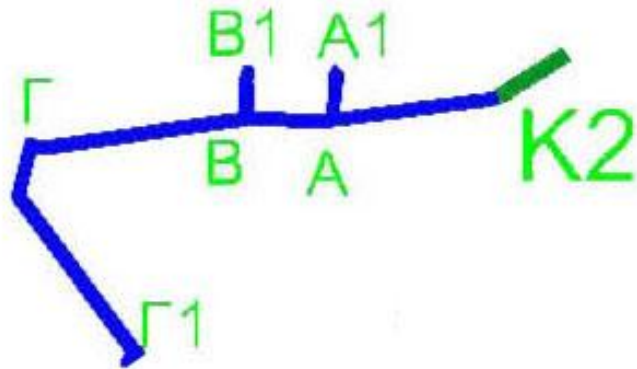
**(παροχή=718 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό=55,39 m)**

Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 125-400A**



# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID





Sum Δυσμενεστερης διαδρομης	2,24	mΥΣ
ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗΣ	4,48	mΥΣ
Συνολικη υψομετρικη διαφορα	14,00	m
Συνολικη παροχη περιοχης	47,88	m <sup>3</sup> /h
Συνολικο Μανομετρικο	18,48	m

εδώ βλέπουμε την περιοχή από το K2 μέχρι το K4

Η πράσινη και η ροζ περιοχή που μπορούμε να τις καλύψουμε ολόκληρες παραμένουν όπως τις είχαμε υπολογίσει στην σελίδα 60 – 68

εδώ βλέπουμε την περιοχή από το K2 και τα υπόλοιπα 3 θερμοκήπια

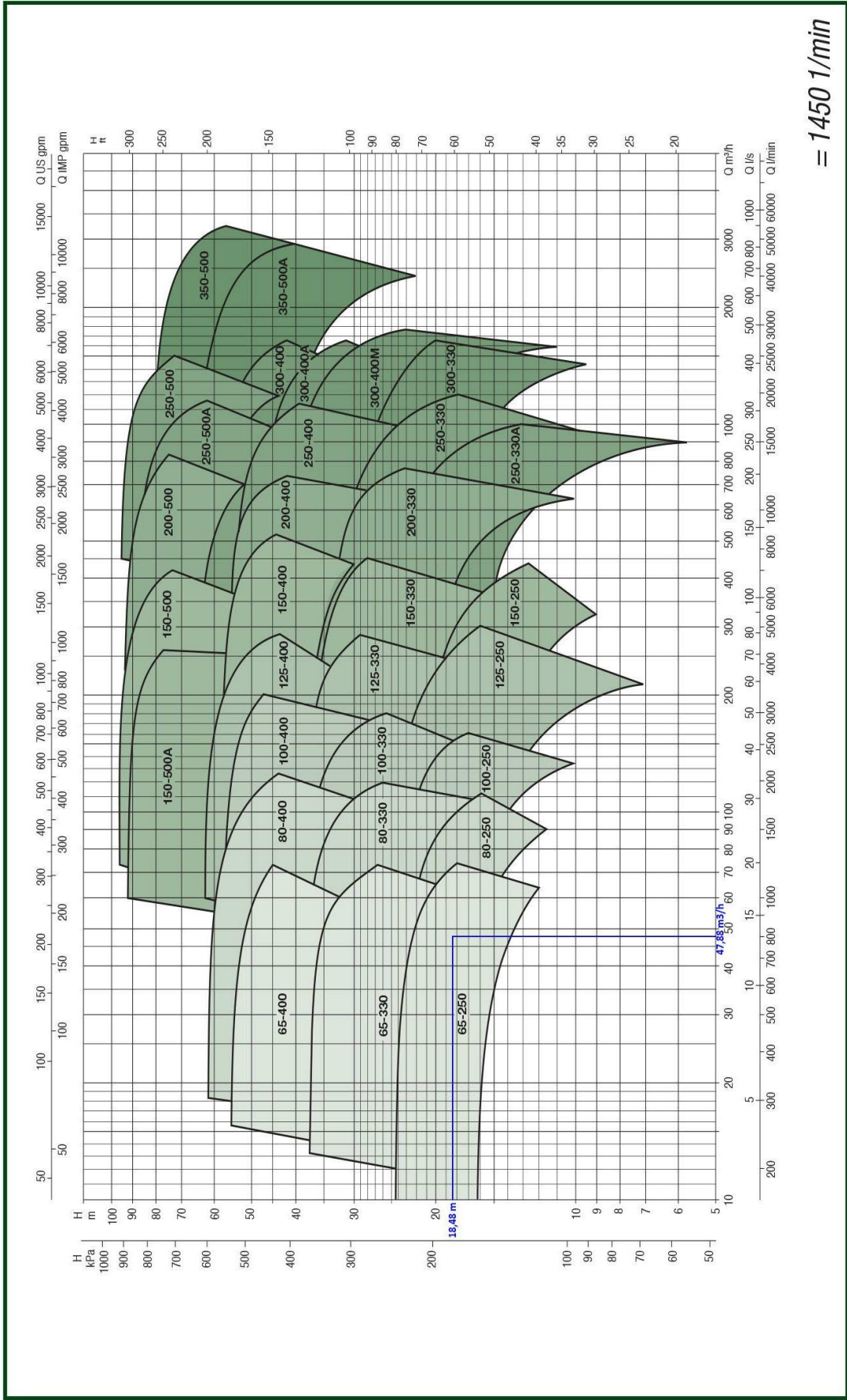
Απαιτούμενα για αυτό το κομμάτι παροχή = 47,88 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 18,48 m

επιλέγουμε αντλία **KDN 65-250** με σημείο λειτουργίας

(παροχή = 47,88 m<sup>3</sup>/h , μανομετρικό = 18,48 m)

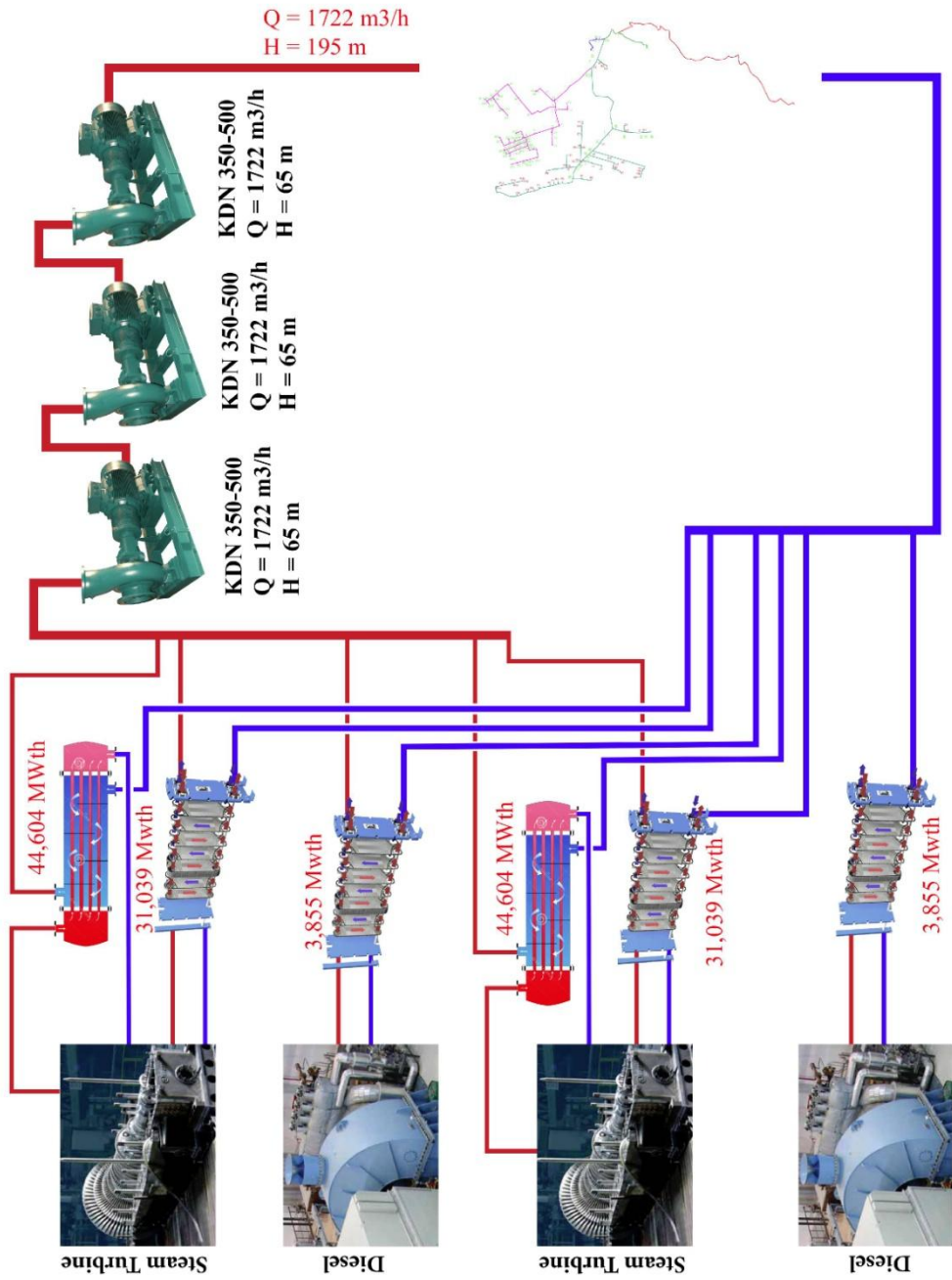
Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα με το σημείο λειτουργίας της αντλίας **KDN 65-250**

# KDN OVERSIZE - 4 POLES - STANDARDISED CENTRIFUGAL PUMPS ON SKID





Εδώ ακολουθεί το σκαρίφημα της εγκατάστασης με τα 110 θερμοκήπια.



## 5.5 Μελλοντική Ανάπτυξη του ΑΗΣ Αθερινόλακκου

Σύμφωνα με την Δ.Ε.Η έχουν ήδη ξεκινήσει οι εργασίες για την επέκταση του ατμοηλεκτρικού σταθμού με εγκατάσταση Μονάδων Diesel με λέβητες ανάκτησης θερμότητας και μικρό ατμοστρόβιλο καυσαερίων, συνολικής ισχύος **95-105 MWe**, με καύσιμο μαζούτ χαμηλού θείου (<1%) και δυνατότητα καύσης φυσικού αερίου μελλοντικά

Επίσης, ο εφοδιασμός του ΑΗΣ Αθερινόλακκου με φυσικό αέριο θα ξεκινήσει από το έτος 2018.

Το αέριο θα μεταφέρεται με υπόγειο αγωγό από τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης LNG του νέου ΑΗΣ Κορακιάς.

Με την έλευση του φυσικού αερίου στον Αθερινόλακκο, όλες οι Μονάδες θα μετατραπούν σε Μονάδες καύσης φυσικού αερίου, με σημαντικό πλεονέκτημα τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Με την επέκταση των θερμοηλεκτρικών μονάδων θα μπορεί το εργοστάσιο να καλύψει όλες τις θερμικές ανάγκες των θερμοκηπιακών καλλιεργειών της ευρύτερης περιοχής του Γούδουρα Λασιθίου.

## Κεφάλαιο 6 – Οικονομική αξιολόγηση

### 6.1 Κόστος Εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης

Τα αρχικά μας κόστη μπορούν χωριστούν σε επιμέρους κόστη.

- Η πρώτη κατηγορία έχει να κάνει σχετικά με την εγκατάσταση που θα γίνει στο εργοστάσιο μας αλλά και στο δίκτυο διανομής προκειμένου να μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια από το εργοστάσιο . Αυτά θα είναι : αγορά και τοποθέτηση εναλλακτών θερμότητας, δημιουργία υποσταθμίου (όπου θα περιλαμβάνει τους Εναλλάκτες θερμότητας και τέσσερεις από τις αντλίες) ,την δημιουργία μονάδας έλεγχου όπως επίσης: τα κόστη σωληνώσεων και εξαρτημάτων τους, κόστη αντλιών και εγκατάστασης, εκσκαφή για την τοποθέτηση των σωληνώσεων όπως και έργα οδοποιίας .
- Και τέλος έχουμε το κόστος όπου θα επιβαρύνει των καταναλωτή όπου θα τα εξετάσουμε χωριστά.

Shell And tube 44.604 kw	101072	2	202144.00	euro
Plate Heat 3,893 Mw	20538	2	41076.00	euro
Plate Heat 31,039 Mw	163750	2	327500.00	euro
Υποσταθμός		1	20000.00	
Μονάδα ελέγχου		1	20000.00	
<b>Αντλίες</b>				
KDN 65-250	3905	1	3905.00	euro
KDN 250-500	5450	1	5450.00	euro
KDN 250-500A	6282	1	6282.00	euro
KDN 300-400M	9258	1	9258.00	euro
KDN 350-500	12233	4	48932.00	euro
Εκσκαφή	5 €/m3	182926.9	914634.50	euro
<b>Σωληνώσεις</b>				
Fintherm Dn 700	477.83	4469	2135422.27	euro
Fintherm Dn 600	325.36	240	78086.40	euro
Fintherm Dn 500	258.7	60	15522.00	euro
Fintherm Dn 400	227.38	447	101638.86	euro
Fintherm Dn 350	164.85	159	26211.15	euro
Fintherm Dn 300	125.29	420	52621.80	euro
Fintherm Dn 250	113.56	54	6132.24	euro
Fintherm Dn 200	93.43	418	39053.74	euro
Fintherm Dn 150	86.52	518	44817.36	euro
Fintherm Dn 125	74.09	823	60976.07	euro
Fintherm Dn 100	66.13	1678	110966.14	euro
Fintherm Dn 65	60.48	667	40340.16	euro
Fintherm Dn 50	58.52	936	54774.72	euro
<b>Εξαρτήματα</b>				
Καμπύλη 90 μοιρών	86.75	63	5465.25	euro
Ανοιχτή Καμπύλη	81.01	298	24140.98	euro
Ταφ	93.32	145	13531.40	euro
Διάφορα απρόβλεπτα			10000.00	
Αμοιβές μελετητών			10000	
Δευτερέυον εξοπλισμός			10000	
<b>Σύνολο</b>			<b>4,438,882.04</b>	<b>euro</b>

## 6.2 Αρχικά κόστη που επιβαρύνουν τον καταναλωτή (τηλεθέρμανση)

Ο καταναλωτής θα πρέπει να αναλάβει να τοποθετήσει τον κατάλληλο εξοπλισμό που απαιτείτε. Ποιο αναλυτικά θα πρέπει να τοποθετήσει ενδοδαπέδια θέρμανση κυκλοφορητή ένα μικρό εναλλάκτη θερμότητας και ένα δοχείο διαστολής. Τα παραπάνω φαίνονται αναλυτικότερα στο παρακάτω πίνακάκι.

Θερμοκηπιο	τεμ		
<b>Heat Exchanger</b>			
Alfa Laval CB200-45M	4461	1	4461.00 euro
<b>Pumps</b>			
Wilo-MultiVert MVI 5212	6273	8	50184.00 euro
<b>Tubes</b>			
m			
Rautherm S 12mm x 2mm	3.65	62.2	227.03 euro
Rautherm S 12mm x 2mm	1.53	3623.2	5543.50 euro
<b>Δοχειο Διαστολής</b>			
Rautherm S 12mm x 2mm	25.4	1	25.40 euro
Σύνολο			60440.93
Συντελεστής Προσάξησης (κοστός εγκαταστης - εξαρτήματα)			10%
<b>Κοστος Εγκατάστασης Θερμοκηπίων</b>			<b>66,485.02 euro</b>

## 6.3 Αρχικά κόστη που επιβαρύνουν τον καταναλωτή (με πετρέλαιο)

Ο εξοπλισμός σε αυτήν την περίπτωση μοιάζει πολύ με αυτόν που θα εγκατασταθεί στην περίπτωση της τηλεθέρμανσης μόνο που αντί εναλλάκτη θερμότητας θα χρησιμοποιήσουμε καυστήρα. Και το κόστος θα διαμορφώνεται σύμφωνα με το παρακάτω πίνακάκι.

Θερμοκηπιο	τεμ		
<b>Λέβητας πετρελαίου</b>			
(Buderus Logano GE615 - 1020)	14105	1	14105.00 euro
<b>Pumps</b>			
Wilo-MultiVert MVI 5212	6273	8	50184.00 euro
<b>Tubes</b>			
	m		
Rautherm S 12mm x 2mm	3.65	62.2	227.03 euro
Rautherm S 12mm x 2mm	1.53	3623.2	5543.50 euro
<b>Δοχείο Διαστολής</b>			
Rautherm S 12mm x 2mm	25.4	1	25.40 euro
Σύνολο			70084.93
Συντελεστής Προσάυξησης (κοστός εγκαταστής - εξαρτήματα)			10%
<b>Κοστος Εγκατάστασης Θερμοκηπίων</b>			<b>77,093.42 euro</b>

#### 6.4 Λειτουργικό κόστος καταναλωτή (Λέβητας Πετρελαίου)

Αρχικά επιλέξαμε ένα καυστήρα που να καλύπτει τις ανάγκες μας σε θέρμανση, ξέρουμε ότι χρειαζόμαστε θέρμανση για 151 ημέρες όπου θα ανοίγουν την θέρμανση περίπου για 8 ώρες την ημέρα (σύνολο 1208 ώρες / έτος) και πολλαπλασιάζοντας με την θερμική ισχύ του λέβητα (**810 kw**) βρίσκουμε την ενέργεια που θα καταναλώσουμε κατά την διάρκεια του έτους, και μετά την διαιρούμε με το γινόμενο της κατώτατης θερμογόνου δύναμης του πετρελαίου (**11.92 kwh / kg**) με τον βαθμό απόδοσης του λέβητα (**0.85**) και έτσι βρίσκουμε την ποσότητα του πετρελαίου που χρειαζόμαστε σε λίτρα. Μετά πολλαπλασιάζουμε τα λίτρα με την πυκνότητα του πετρελαίου (**0.86 kg/lit**) και βρίσκουμε τα λίτρα οπότε πολλαπλασιάζουμε την τιμή του σε λίτρα και βρίσκουμε το κόστος το' οποίο φτάνει τα **97051,341 € / έτος**.

<b>Απαιτούμενη Θερμική Ισχύς Θερμοκηπίων</b>	<b>697059.07</b>	<b>kcal/h</b>	<b>810.68</b>	<b>Kw</b>
Βαθμός Απόδοσης Καυστήρα Πετρελαίου	0.85			
Θερμική Ισχύς λέβητα	753577.37	kcal/h	876.41	Kw
Θερμική Ισχύς λέβητα	886561.62	kcal/h	1031.07	Kw
Θερμογόνος Δύναμη Πετρελαίου	11.92	kwh/kg		
Ώρες Λειτουργίας	8.00	/ημέρα		
Ημέρες Λειτουργίας	151.00			
Συνολικές Ώρες Λειτουργίας	1208.00	Ώρες		
Θερμική Απαιτούμενη Ενέργεια	1058703.87	Kwh		
Απαιτούμενο Κάυσιμο	104491.10	Kg		
Πυκνότητα Πετρελαίου	0.86	Kg/Lt		
Απαιτούμενο Κάυσιμο σε Lt	89862.35	Lt		
Τιμή Καυσίμου	1.08	€/t		
<b>Συνολικό Κόστος Καυσίμου ανα Έτος</b>	<b>97051.34</b>	<b>€/έτος</b>		
Ισοζύγιο Μεγαβατόρας Πετρελαίου	91.67	€/Mwh		
Έκταση Θερμοκηπίου	1500.00	m <sup>2</sup>		
<b>Ισοζύγιο ανα τετραγωνικό</b>	<b>705.80</b>	<b>Kwh/m<sup>2</sup></b>		

### 6.5 Λειτουργικό κόστος καταναλωτή (τηλεθέρμανση)

Σχετικά με την τιμολογιακή πολιτική της Δ.Ε.Η. δημιουργήσαμε **δύο σενάρια** τιμολογιακής πολιτικής που όπως θα δούμε παρακάτω στο 1ο σενάριο η απόσβεση της εγκατάστασης γίνεται σε δέκα χρόνια και στο 2ο σε περίπου 5 χρόνια.

Εδώ βλέπουμε το λειτουργικό κόστος για τον καταναλωτή όπου για λόγους ασφαλείας ανεβάσαμε τις θερμικές ανάγκες κατά 10 %, επίσης ξέρουμε ότι χρειαζόμαστε θέρμανση για **151** ημέρες όπου θα ανοίγουν την θέρμανση περίπου για **8 ώρες** την ημέρα (σύνολο 1208 ώρες / έτος )και πολλαπλασιάζοντας με την ισχύ που χρειαζόμαστε για ένα θερμοκήπιο βρίσκουμε την συνολική ενέργεια που χρειαζόμαστε για ένα θερμοκήπιο την διάρκεια του έτους και την πολλαπλασιάζουμε με την τιμή της Mwh και καταλήγουμε στο τελικό κόστος ενός παραγωγού κατά την διάρκεια του έτους.

**1ο σενάριο (9 €/Mwh )**

Απαιτούμενη Θερμική Ισχύς Θερμοκηπίων		810.679	Mw		
Συντελεστής Προσαύξησης		0.1			
Συνολική Απαιτούμενη Θερμική Ισχύς		891.75	Kw		
Ωρες λειτουργίας		8.00	/ημέρα		
Ημέρες λειτουργίας		151.00			
Συνολικές ώρες λειτουργίας		1208.00	Ωρες		
Απαιτούμενη θερμική ενέργεια		1077.23	Mwh		
Κοστος Τηλεθέρμανσης		9	€/Mwh		
Συνολικό Κόστος Καυσίμου ανα Έτος		9,695.07	€/έτος		

**2ο σενάριο (17,5 €/Mwh)**

Απαιτούμενη Θερμική Ισχύς Θερμοκηπίων		810.679	Mw		
Συντελεστής Προσαύξησης		0.1			
Συνολική Απαιτούμενη Θερμική Ισχύς		891.75	Kw		
Ωρες λειτουργίας		8.00	/ημέρα		
Ημέρες λειτουργίας		151.00			
Συνολικές ώρες λειτουργίας		1208.00	Ωρες		
Απαιτούμενη θερμική ενέργεια		1077.23	Mwh		
Κοστος Τηλεθέρμανσης		17.5	€/Mwh		
Συνολικό Κόστος Καυσίμου ανα Έτος		18,851.53	€/έτος		



## 6.6 Πίνακας ετήσιων χρηματοροών

- Έσοδα = Ετήσια Ενέργεια (MW) \* Τιμή Πώλησης €/Kwh
- Μισθοδοσία = 2 Εργαζόμενοι \* 650 € Βασικός Μισθός \* 12 Μήνες
- Απόσβεση = Συνολικό Κόστος Επένδυσης / 10 Έτη
- Φόροι = (Συντήρηση Εξοπλισμού + Μισθοδοσία + Απόσβεση) \* 23 %
- Συνολικά Έξοδα = Συντήρηση Εξοπλισμού + Μισθοδοσία + Απόσβεση
- Κέρδη = Έσοδα - Συνολικά Έξοδα

### Επιτόκιο Αναγωγής = 7%

- Κέρδη Στην Παρούσα Άξια = Κέρδη / (1 + Επιτόκιο Αναγωγής) ^ Έτος

Σαν περίοδο αποπληρωμής του έργου έχουμε ορίσει τα δέκα πρώτα έτη και αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος εγκατάστασης έγινε με ίδια κεφάλαια της Δ.Ε.Η.

Αναλυτικά οι ετήσιες χρηματοροές φαίνονται στους πίνακες παρακάτω (στην επόμενη σελίδα):

1ο σενάριο (9 €/Mwh )

Τιμή €/kwh	IRR	NPV
0.0090	12%	2,193,340 €

Περίοδος Αποπληρωμής (Ετη)
10.00

A/A	Εσοδα	Συντήρηση Εξοπλισμού	Μισθοδοσία	Αποσβέση	Φοροί	Συνολικά Εξοδα	Κέρδη	Κέρδη Στην Παρούσα Αξία	Αθροιστικά Κέρδη στην Παρούσα Αξία	Αθροιστικά Κέρδη
1	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	-4,395,328 €	-4,395,328 €	410,953 €	439,720 €
2	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	439,720 €	384,069 €	879,440 €
3	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	388,943 €	1,153,965 €	1,319,160 €
4	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	335,460 €	1,489,425 €	1,758,880 €
5	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	313,514 €	1,802,939 €	2,198,601 €
6	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	293,004 €	2,095,943 €	2,638,321 €
7	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	273,836 €	2,369,779 €	3,078,041 €
8	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	255,921 €	2,625,700 €	3,517,761 €
9	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	239,179 €	2,864,879 €	3,957,481 €
10	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	439,533 €	108,130,54 €	578,263,34 €	439,720 €	223,531 €	3,088,410 €	4,397,201 €
11	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	465,755 €	3,554,165 €	5,377,547 €
12	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	435,285 €	3,989,450 €	6,357,892 €
13	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	406,809 €	4,396,259 €	7,338,238 €
14	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	380,195 €	4,776,454 €	8,318,583 €
15	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	355,322 €	5,131,776 €	9,298,929 €
16	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	332,077 €	5,463,853 €	10,279,274 €
17	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	310,352 €	5,774,205 €	11,259,619 €
18	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	290,049 €	6,064,254 €	12,239,965 €
19	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	271,074 €	6,335,328 €	13,220,310 €
20	1.017,983 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	980,345 €	253,340 €	6,588,668 €	14,200,656 €

## 2ο σενάριο (17,5 €/Mwh )

Τιμή €/Kwh	IRR	NPV
0.0175	27%	11,742,515 €

Περίοδος Αποπληρωμής (Ετη)
5.11

Α/Α	Εσοδα	Συντήρηση Εξοπλισμού	Μισθοδοσία	Αποσβέση	Φοροι	Συνολικά Εξοδα	Κέρδη	Κέρδη Στην Παρούσα Αξία	Αθροιστικά Κέρδη στην Παρούσα Αξία	Αθροιστικά Κέρδη
1	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	879,066 €	209,223,09 €	1.118,888,69 €	-4,395,328 €	-4,395,328 €	804,228 €	860,524 €
2	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	879,066 €	209,223,09 €	1.118,888,69 €	860,524 €	804,228 €	1.555,842 €	1,721,047 €
3	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	879,066 €	209,223,09 €	1.118,888,69 €	860,524 €	751,615 €	2.258,286 €	2,581,571 €
4	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	879,066 €	209,223,09 €	1.118,888,69 €	860,524 €	702,444 €	2.914,775 €	3.442,094 €
5	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	879,066 €	209,223,09 €	1.118,888,69 €	860,524 €	656,489 €	3.528,317 €	4.302,618 €
6	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	1,293,886 €	4.822,203 €	6.244,392 €
7	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	1,209,239 €	6.031,442 €	8.186,167 €
8	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	1,130,130 €	7.161,573 €	10.127,941 €
9	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	1,056,197 €	8.217,769 €	12.069,715 €
10	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	987,100 €	9.204,869 €	14.011,489 €
11	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	922,523 €	10.127,392 €	15.953,264 €
12	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	862,171 €	10.989,563 €	17.895,038 €
13	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	805,767 €	11.795,330 €	19.836,812 €
14	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	753,054 €	12.548,384 €	21.778,587 €
15	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	703,788 €	13.252,172 €	23.720,361 €
16	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	657,746 €	13.909,918 €	25.662,135 €
17	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	614,716 €	14.524,634 €	27.603,910 €
18	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	574,501 €	15.099,135 €	29.545,684 €
19	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	536,917 €	15.636,052 €	31.487,458 €
20	1.979,412 €	15,000 €	15,600 €	0 €	7,038,00 €	37,638,00 €	1,941,774 €	501,791 €	16.137,843 €	33.429,232 €

## Κεφάλαιο 7 – Σύνοψη - Συμπεράσματα

### Τεχνική εφικότητα του έργου

- Από τεχνικής άποψης το έργο είναι εφικτό, διότι τα περισσότερα εξαρτήματα υπάρχουν στο εμπόριο, αλλά κάποια εξαρτήματα πιο εξειδικευμένα κατασκευάζονται μόνο κατόπιν παραγγελίας

### Κόστος Εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης Θερμοκηπίου

- Όπως φαίνεται από τα προηγούμενα οι διαφορές στον εξοπλισμό που χρειάζεται ένας αγρότης για τις δύο τεχνολογίες είναι μικρές και αφορά μόνο την χρησιμοποιήσει του λέβητα αντί του εναλλάκτη θερμότητας. Και βλέποντας τους προηγούμενους πίνακες το κόστος για όλη την εγκατάσταση για του λέβητα πετρελαίου ανέρχεται στις **77,093,42 €** ενώ για την περίπτωση που θα χρησιμοποιήσουμε τηλεθέρμανση ανέρχεται στις **66,485,02€**. Παρατηρούμε ότι το κόστος εγκατάστασης για την χρήση τηλεθέρμανσης είναι μικρότερο από το κόστος εγκατάστασης ενός λέβητα πετρελαίου.

### Λειτουργικό Κόστος Θέρμανσης Θερμοκηπίου

- Όσο αναφορά τα λειτουργικά κόστη της εγκατάστασης τηλεθέρμανσης και λέβητα πετρελαίου αντίστοιχα , η χρήση της τηλεθέρμανσης είναι κατά πολύ οικονομικότερη από τη λύση του καυστήρα πετρελαίου. Επιγραμματικά αναφέρουμε (παραπάνω έχει γίνει εκτενέστερη αναφορά) ότι το λειτουργικό κόστος του λέβητα πετρελαίου στον ένα χρόνο λειτουργίας αγγίζει τα **97051,341 € / έτος**, ενώ το κόστος για την κατανάλωση ενέργειας από την τηλεθέρμανση στο **1ο σενάριο** φτάνει μόνο τα **9695,07 € / έτος** ενώ στο **2ο 18851,53 € / έτος** .

### Οικονομική σκοπιμότητα του έργου

- Από οικονομικής άποψης για τη Δ.Ε.Η. είναι μία συμφέρουσα επένδυση αφού κατά το **1ο σενάριο (9 €/Mwh)** τόσο ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (**IRR**) είναι θετικός (**12%**) όσο και η καθαρή παρούσα αξία (**NPV = 2193340 €**) και η περίοδος αποπληρωμής φτάνει τα **10 έτη** ενώ κατά το **2ο σενάριο (17,5 €/Mwh)** ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (**IRR = 27%**), η καθαρή παρούσα αξία (**NPV = 11742515 €**) και η περίοδος αποπληρωμής τα **5,11 έτη**.

- **Κεφάλαιο 8 - Παράρτημα Α**

**Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων**

Όνομα Τιμημετρών	Αριθμός Θερμοκρασιών	Ισχύς ανά Θερμοκρασία (Mcal/h)	Θερμική ισχύς Q (MWh)	ΔΘ	Παροχή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού 80 οC (kg/m <sup>3</sup> )	Ροή Μάζας (kg/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού Uo (m/sec)	Εσωτερική Διάμετρος di (mm)	Υποπολημένη Εσωτερική Διάμετρος di	Εξωτερική Διάμετρος do (mm)	Ταχύτητα Νερού u (m/sec)	Προση Πίεσης (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος R (mm)Σ/ m)
Εργαστήριο - K1	200.00	800.00	185.60	50.00	3191.75	971.9	867.65	4116.00	443297.98	2.00	761.47	711.00	800.00	2.23	34	3.47
K1 - 4 Θερ.	4.00	800.00	3.71	50.00	63.83	971.9	17.23	602.56	8665.96	2.00	106.27	114.30	200.00	1.73	210	21.42
K1 - K2	196.00	800.00	181.89	50.00	3127.91	971.9	844.35	352.63	434432.02	2.00	743.92	711.50	800.00	2.19	32	3.26

Κ2	Αριθμός Θερμοκρασιών	Υπόψη Θερμοκρασιών (Mach)	Θερμική ισχύς Q (Mw)	ΔΘ	Παροχή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού @ 0°C (kg/m <sup>3</sup> )	Ροπή Μιάζης (kg/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού (m/sec)	Εξωτερική Διάμετρος δι (mm)	Τυποποιημένη Εξωτερική Διάμετρος di (mm)	Εξωτερική Διάμετρος do (mm)	Ταχύτητα Νερού u (m/sec)	Προσθ. Πίεση (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος K (mm <sup>2</sup> /m)	Προσθ. Πίεση L*R (mm <sup>2</sup> /m)
A-B	103,00	800,00	95,58	50,00	1643,75	971,9	443,77	113,0	228298,46	2,00	539,28	670,00	710,00	1,86	2,24	2,24	253,57
B-B1	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	19,5	6649,47	2,00	92,04	114,30	200,00	1,30	1,20	1,20	238,68
B1-B2	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	22,0	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	4,20	4,24	942,48
B2-B3	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	21,5	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,80	3,86	833,34
B-Γ	100,00	800,00	92,80	50,00	1596,87	971,9	430,84	34,0	221648,99	2,00	531,37	670,00	710,00	1,52	2,14	2,14	72,83
Γ-Γ1	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	3,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	110,16
Γ-K3	99,00	800,00	91,87	50,00	1579,91	971,9	428,53	24,0	219432,50	2,00	528,71	670,00	710,00	1,50	2,04	2,04	48,96
K3-Δ	47,00	800,00	43,62	50,00	750,06	971,9	202,59	397,0	104715,03	2,00	364,29	406,40	560,00	1,61	3,8	3,86	1538,77
Δ-E	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	62,5	1182,45	2,00	118,82	139,19	225,00	1,45	1,20	1,24	765,00
E-E1	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	3,0	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	4,20	4,24	129,52
E1-E2	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	29,5	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	1083,24
E-Z	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	93,5	6649,47	2,00	92,04	114,30	200,00	1,30	1,20	1,24	1144,44
Z-Z1	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	3,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	110,16
Z-H	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	5,5	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	4,20	4,24	235,62
H-H1	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	3,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	110,16
H-Θ	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	41,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	1505,52
Δ-1	42,00	800,00	38,98	50,00	670,27	971,9	100,95	38,0	93092,58	2,00	344,37	365,60	500,00	1,80	6,0	6,12	232,56
1-11	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	3,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	110,16
1-Λ	41,00	800,00	38,05	50,00	664,31	971,9	175,64	63,0	90876,09	2,00	340,24	365,60	500,00	1,83	6,0	6,12	385,56
Λ-Δ1	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	4,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	148,88
Λ-M	40,00	800,00	37,12	50,00	638,35	971,9	172,34	57,5	86659,60	2,00	336,07	365,60	500,00	1,79	5,5	5,61	322,58
M-M1	7,00	800,00	6,50	50,00	111,71	971,9	50,16	2,0	1515,43	2,00	140,59	168,30	250,00	1,40	8,5	8,67	17,34
M1-M2	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,95	82,0	13296,94	2,00	130,16	139,19	225,00	1,74	1,70	1,74	1421,88
M2-M3	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	81,5	11082,45	2,00	118,82	139,19	225,00	1,65	1,20	1,24	997,56
M3-M4	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	141,0	8865,96	2,00	106,27	139,19	200,00	1,73	1,90	1,98	2732,58
M4-M5	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	12,5	6649,47	2,00	92,04	114,30	200,00	1,30	1,20	1,24	165,00
M5-M6	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	15,5	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	4,20	4,24	664,02
M6-M7	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	31,5	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	1156,68
M-N	33,00	800,00	30,62	50,00	526,64	971,9	142,18	146,0	73144,17	2,00	305,25	323,90	450,00	1,76	6,0	6,12	192,78
N-N1	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	17,0	4432,98	2,00	92,04	114,30	200,00	1,30	1,20	1,24	1787,04
N1-N2	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	17,0	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	4,20	4,24	728,28
N2-N3	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	41,5	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,62	3,60	3,62	1523,88
N-N3	30,00	800,00	27,84	50,00	478,76	971,9	129,25	38,5	66494,70	2,00	291,04	323,90	450,00	1,63	5,0	5,10	196,35
Ξ-E1	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	3,0	6649,47	2,00	92,04	114,30	200,00	1,30	1,20	1,24	36,72
Ξ1-Ξ2	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	43,0	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	4,20	4,24	1842,12
Ξ2-Ξ3	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	48,5	2216,49	2,00	53,14	60,30	140,00	1,62	3,60	3,62	1780,92

## Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων



ΚΣ	Όνομα Τμηματος	Αριθμός Θερμοκρασιών	Ισχύς ανα Θερμοκρασία (ΜεWh)	Θερμική ισχύς Q (MWh)	ΔΘ	Παροχή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού 80 οC (kg/m <sup>3</sup> )	Ροή Μάζας (kg/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού Uo (m/sec)	Εσωτερική Διάμετρος di (mm)	Τυποποιημένη Εσωτερική Διάμετρος di (mm)	Εξωτερική Διάμετρος do (mm)	Ταχύτητα Νερού u (m/sec)	Πίεση (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος R (mm <sup>2</sup> /m)	Προσθήκη Πίεσης L·R (mm <sup>2</sup> /m)
	Ξ-Ο	27,00	800,00	25,06	50,00	430,89	971,9	116,33	19,5	59845,23	2,00	276,11	323,90	450,00	1,45	42	4,28	83,54
	Ο-Ο1	7,00	800,00	6,50	50,00	111,71	971,9	30,16	7,0	15515,43	2,00	140,59	169,30	250,00	1,40	83	8,67	60,69
	Ο1-Ο2	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	22,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,55	360	36,72	807,84
	Ο1-Ο3	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	8,5	13298,94	2,00	130,16	139,70	225,00	1,74	170	17,34	147,39
	Ο3-Ο4	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	66,0	11082,45	2,00	118,82	139,70	225,00	1,45	120	12,24	807,84
	Ο4-Ο5	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	2,5	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	420	42,84	107,10
	Ο5-Ο6	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	19,5	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,55	360	36,72	716,04
	Ο4-Ο7	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	68,0	6649,47	2,00	92,04	114,30	200,00	1,30	120	12,24	832,32
	Ο7-Ο8	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	40,5	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	420	42,84	1735,02
	Ο8-Ο9	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	8,5	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,55	360	36,72	312,12
	Ο-Π	20,00	800,00	18,56	50,00	319,17	971,9	86,17	29,0	44329,80	2,00	237,64	273,00	400,00	1,52	35	5,61	162,69
	Π-Π1	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	53,0	11082,45	2,00	118,82	139,70	225,00	1,45	120	12,24	648,72
	Π1-Π2	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	4,5	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	420	42,84	192,78
	Π2-Π3	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	61,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,55	360	36,72	2239,92
	Π1-Π4	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	4,0	6649,47	2,00	92,04	114,30	200,00	1,30	120	12,24	489,36
	Π4-Π5	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	103,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,55	360	36,72	3782,16
	Π-Ρ	16,00	800,00	14,85	50,00	255,34	971,9	69,93	64,5	36463,84	2,00	212,55	219,10	315,00	1,88	110	11,22	723,69
	Ρ-Ρ1	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	46,0	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	420	42,84	1970,64
	Ρ1-Ρ2	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	50,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,55	360	36,72	1836,00
	Ρ-Ρ3	14,00	800,00	12,99	50,00	223,42	971,9	60,32	58,5	31030,86	2,00	198,82	219,10	315,00	1,56	85	8,67	507,20
	Ρ3-Ρ4	13,00	800,00	12,06	50,00	207,46	971,9	56,91	23,0	28814,37	2,00	191,59	219,10	315,00	1,53	75	7,65	175,95
	Ρ4-Ρ5	12,00	800,00	11,14	50,00	191,50	971,9	51,76	23,0	26597,88	2,00	184,07	219,10	315,00	1,41	65	6,63	152,49
	Ρ5-Ρ6	11,00	800,00	10,21	50,00	175,55	971,9	47,39	21,5	24381,39	2,00	176,24	219,10	315,00	1,29	55	5,61	120,62
	Ρ6-Ρ7	10,00	800,00	9,28	50,00	159,59	971,9	43,08	59,0	22164,90	2,00	168,03	169,30	250,00	1,99	160	16,32	962,88
	Ρ7-Ρ8	9,00	800,00	8,35	50,00	143,63	971,9	38,78	29,5	19948,41	2,00	159,41	169,30	250,00	1,79	130	13,26	391,17
	Ρ8-Ρ9	8,00	800,00	7,42	50,00	127,67	971,9	34,47	34,5	17731,92	2,00	150,29	169,30	250,00	1,59	110	11,22	387,09
	Ρ9-Ρ10	7,00	800,00	6,50	50,00	111,71	971,9	30,16	61,0	15515,43	2,00	140,59	169,30	250,00	1,40	85	8,67	528,87
	Ρ10-Ρ11	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	146,5	13298,94	2,00	130,16	139,70	225,00	1,24	170	17,34	2540,31
	Ρ11-Ρ12	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	30,0	11082,45	2,00	118,82	139,70	225,00	1,45	110	11,22	336,60
	Ρ12-Ρ13	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	55,0	8865,96	2,00	106,27	114,30	200,00	1,73	200	20,40	1122,00
	Ρ13-Ρ14	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	7,0	6649,47	2,00	92,04	114,30	200,00	1,30	120	12,24	85,68
	Ρ14-Ρ15	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	45,5	4432,98	2,00	75,15	76,10	140,00	1,95	420	42,84	1949,22
	Ρ15-Ρ16	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	6,0	2216,49	2,00	53,14	60,30	125,00	1,55	360	36,72	220,32

## Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Όνομα Τριμήνου	Αριθμός Θερμοκρασιών	Ισχύς ανά Θερμοκρασία (Mcal/h)	Θερμική ισχύς Q (Mwh)	ΔΘ	Παραγωγή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού 80 οC (kg/m <sup>3</sup> )	Ροή Πίεσης (kgf/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού Uo (m/sec)	Εσωτερική Διάμετρος di (mm)	Υποποσιμμένη Εσωτερική Διάμετρος di (mm)	Εξωτερική Διάμετρος do (mm)	Ταχύτητα Νερού u (m/sec)	Προση Ιλιση (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος R (mm $\Sigma$ /m)	Προση Ιλισης L*R (mm $\Sigma$ )
K3																	
K3 - A	52.00	800.00	48.26	50.00	829.85	971.9	224.04	289.5	115257.48	2.00	383.18	406.5	560.0	1.73	46.0	4.69	1368.33
A - A1	4.00	800.00	3.71	50.00	63.83	971.9	17.23	28.5	8865.96	2.00	106.27	114.3	200.0	1.73	210.0	21.42	610.47
A1 - A2	3.00	800.00	2.78	50.00	47.88	971.9	12.93	50.5	6649.47	2.00	92.04	114.3	200.0	1.30	120.0	12.24	148.12
A2 - A3	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	72.5	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	3105.90
A3 - A4	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	7.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	360.0	36.72	257.04
A4 - A5	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	13.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	360.0	36.72	477.36
A - B	48.00	800.00	44.54	50.00	766.02	971.9	206.80	49.5	106391.62	2.00	368.14	408.4	560.0	1.64	40.0	4.08	201.96
B - B1	12.00	800.00	11.14	50.00	191.50	971.9	67.70	161.0	26697.88	2.00	184.07	219.1	315.0	1.41	65.0	6.63	1067.43
B1 - B2	11.00	800.00	10.21	50.00	175.55	971.9	47.36	121.5	24381.39	2.00	176.24	219.1	315.0	1.29	55.0	5.61	681.62
B2 - B3	10.00	800.00	9.28	50.00	159.59	971.9	43.06	94.5	22164.90	2.00	168.03	168.3	250.0	1.99	170.0	17.34	1638.63
B3 - B4	9.00	800.00	8.35	50.00	143.63	971.9	38.76	92.0	19948.41	2.00	159.41	168.3	250.0	1.79	140.0	14.28	1313.76
B4 - B5	8.00	800.00	7.42	50.00	127.67	971.9	34.47	22.0	17731.92	2.00	150.29	168.3	250.0	1.55	360.0	36.72	807.84
B5 - B6	8.00	800.00	7.42	50.00	127.67	971.9	34.47	37.5	17731.92	2.00	150.29	168.3	250.0	1.59	140.0	14.28	535.50
B6 - B7	5.00	800.00	4.64	50.00	79.79	971.9	21.54	4.0	11082.45	2.00	118.82	138.7	225.0	1.45	120.0	12.24	48.96
B7 - B8	4.00	800.00	3.71	50.00	63.83	971.9	17.23	8.5	8865.96	2.00	106.27	114.3	200.0	1.73	210.0	21.42	182.07
B8 - B9	3.00	800.00	2.78	50.00	47.88	971.9	12.93	80.0	6649.47	2.00	92.04	114.3	200.0	1.30	120.0	12.24	979.20
B9 - B10	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	6.0	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	257.04
B10 - B11	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	53.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	360.0	36.72	1946.16
B12 - B13	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	22.0	17731.92	2.00	92.04	114.3	200.0	1.30	120.0	12.24	495.72
B12 - B14	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	3.0	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	128.62
B14 - B15	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	19.5	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	360.0	36.72	716.04
B - Γ	36.00	800.00	33.41	50.00	574.51	971.9	166.10	17.0	79793.64	2.00	318.82	323.9	450.0	1.94	75.0	7.65	130.05
Γ - Γ1	3.00	800.00	2.78	50.00	47.88	971.9	12.93	9.0	6649.47	2.00	92.04	114.3	200.0	1.30	120.0	12.24	110.16
Γ1 - Γ2	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	68.0	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	2913.12
Γ2 - Γ3	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	41.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	360.0	36.72	1505.52
Γ - Δ	33.00	800.00	30.62	50.00	526.64	971.9	142.18	67.0	73144.17	2.00	305.25	323.9	450.0	1.78	60.0	6.12	410.04
Δ - E	32.00	800.00	29.70	50.00	510.68	971.9	137.87	24.5	70927.68	2.00	300.59	323.9	450.0	1.72	55.0	5.61	177.70
E - Z	31.00	800.00	28.77	50.00	494.72	971.9	133.56	49.5	68711.19	2.00	295.86	323.9	450.0	1.67	55.0	5.61	237.45
Z - Z1	3.00	800.00	2.78	50.00	47.88	971.9	12.93	27.0	6649.47	2.00	92.04	114.3	200.0	1.30	120.0	12.24	330.48
Z1 - Z2	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	36.5	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	1563.66
Z2 - Z3	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	43.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	360.0	36.72	1578.96
Z - H	28.00	800.00	25.98	50.00	446.84	971.9	120.84	111.0	62061.72	2.00	281.18	323.9	450.0	1.51	44.0	4.49	498.17
H - Θ	27.00	800.00	25.06	50.00	430.89	971.9	116.53	58.5	59845.23	2.00	276.11	323.9	450.0	1.45	42.0	4.28	250.61

## Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων



Κ3	Όνομα Τιμάρτος	Αριθμός Θερμοκρασιών	Ισχύς ανά Θερμοκρασία (Mcal/h)	Θερμική ισχύς Q (Mw)	ΔΘ	Παροχή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού 80 οC (kg/m <sup>3</sup> )	Ροή Μάζας (kg/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού (m/sec)	Εσωτερική Διαμέτρος di (mm)	Τυποποιημένη Εσωτερική Διαμέτρος di	Εξωτερική Διαμέτρος do (mm)	Ταχύτητα Νερού u (m/sec)	Πίεση Πίεσης (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος R (mm <sup>2</sup> /m)	Πίεση Πίεσης L*R (mm <sup>2</sup> /m)
	Θ - 01	18,00	800,00	16,70	50,00	287,26	971,9	77,55	3,0	39896,82	2,00	225,44	273,0	400,0	1,56	44,0	4,49	13,46
	Θ1 - 02	18,00	800,00	16,70	50,00	287,26	971,9	77,55	21,5	39896,82	2,00	225,44	273,0	400,0	1,96	44,0	4,49	96,49
	Θ2 - 03	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	6,0	13298,94	2,00	130,16	139,7	225,0	1,74	160,0	16,32	97,92
	Θ3 - 04	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	59,0	11082,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	722,16
	Θ4 - 05	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	7,0	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	149,94
	Θ5 - 06	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	68,0	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	832,32
	Θ6 - 07	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	13,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	566,92
	Θ7 - 08	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	5,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	183,60
	Θ2 - 09	12,00	800,00	11,14	50,00	191,50	971,9	51,70	26,5	26597,88	2,00	184,07	219,1	315,0	1,41	65,0	6,63	175,70
	Θ9 - 010	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	5,0	11082,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	61,20
	Θ10 - 011	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	50,0	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	1071,00
	Θ11 - 012	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	18,0	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	220,32
	Θ12 - 013	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	47,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	2013,48
	Θ13 - 014	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	27,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	991,44
	Θ13 - 015	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	23,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	862,92
	Θ9 - 016	7,00	800,00	6,50	50,00	111,71	971,9	30,16	20,5	15515,43	2,00	140,59	168,3	250,0	1,40	85,0	8,67	177,74
	Θ16 - 017	5,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	128,0	13298,94	2,00	130,16	139,7	225,0	1,74	160,0	16,32	2088,96
	Θ17 - 018	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	35,0	11082,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	428,40
	Θ18 - 019	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	10,0	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	214,20
	Θ19 - 020	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	25,0	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	306,00
	Θ20 - 021	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	35,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	1499,40
	Θ21 - 022	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	41,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	1505,52
	Θ - 023	9,00	800,00	8,35	50,00	143,63	971,9	39,78	11,5	19948,41	2,00	159,41	168,3	250,0	1,79	140,0	14,28	164,22
	Θ23 - 024	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	5,0	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	61,20
	Θ24 - 025	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	22,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	942,48
	Θ25 - 026	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	54,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	1982,88
	Θ23 - 027	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	27,0	13298,94	2,00	130,16	139,7	225,0	1,74	160,0	16,32	440,64
	Θ27 - 028	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	29,0	11082,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	354,96
	Θ28 - 029	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	12,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	440,64
	Θ28 - 030	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	33,5	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	717,57
	Θ30 - 031	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	31,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	1138,32
	Θ30 - 032	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	24,5	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	299,88
	Θ32 - 033	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	54,5	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	2334,78
	Θ33 - 034	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	21,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	789,48

## Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ2 - Κ4	Όνομα Τμηματος	Αριθμός Θερμοκρασιών	Ισχύς ανά Θερμοκρασία (kcal/h)	Θερμική ισχύς Q (Mw)	ΔΘ	Παροχή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού 80 οC (kg/m <sup>3</sup> )	Ροπή Μάζας (kg/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού (m/sec)	Εσωτερική Διάμετρος di (mm)	Υποσχημίζση Εσωτερική διάμετρος di (mm)	Εξωτερική Διάμετρος do (mm)	Τεγόνια Νερού u (m/sec)	Πτώση Πίεσης (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος R (mm $\Sigma$ /m)	Πτώση Πίεσης L-R (mm $\Sigma$ )
	K2 - A	93,00	800,00	86,30	50,00	1484,16	971,9	402,63	44,5	206133,56	2,00	512,44	610,0	710,0	1,41	19,0	1,94	86,24
	A - A1	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	13,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	477,36
	A - B	92,00	800,00	85,38	50,00	1488,20	971,9	396,31	24,5	203917,07	2,00	509,67	610,0	710,0	1,40	18,0	1,84	44,98
	B - B1	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	13,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	477,36
	B - Γ	91,00	800,00	84,45	50,00	1452,24	971,9	392,07	60,0	201700,58	2,00	506,90	508,0	630,0	1,99	42,0	4,28	257,04
	Γ - Γ1	8,00	800,00	7,42	50,00	127,67	971,9	34,47	69,0	17731,92	2,00	150,29	168,3	250,0	1,40	110,0	11,22	774,18
	Γ1 - Γ2	7,00	800,00	6,50	50,00	111,71	971,9	30,16	35,5	15515,43	2,00	140,59	168,3	250,0	1,40	85,0	8,67	307,79
	Γ2 - Γ3	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	96,5	13298,94	2,00	130,16	139,7	225,0	1,74	170,0	17,34	1673,31
	Γ3 - Γ4	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	5,5	11098,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	67,32
	Γ4 - Γ5	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	42,0	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	899,84
	Γ5 - Γ6	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	17,5	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	214,20
	Γ6 - Γ7	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	21,5	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	428,84
	Γ7 - Γ8	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	5,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	183,60
	Γ - Δ	83,00	800,00	77,02	50,00	1324,57	971,9	357,60	40,0	183968,66	2,00	484,10	630,0	630,0	1,62	36,0	3,67	146,88
	Δ - E	82,00	800,00	76,10	50,00	1308,62	971,9	353,29	113,5	181752,17	2,00	481,18	630,0	630,0	1,79	34,0	3,47	393,62
	E - E1	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	119,5	13298,94	2,00	130,16	139,7	225,0	1,74	170,0	17,34	2072,13
	E1 - E2	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	167,0	11092,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	2044,08
	E2 - E3	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	27,0	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	578,34
	E3 - E4	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	28,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	1028,16
	E4 - E5	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	75,5	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	924,12
	E5 - E6	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	92,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	3941,28
	E6 - E7	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	106,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	3910,68
	E6 - E8	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	120,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	4424,76
	E - Z	76,00	800,00	70,53	50,00	1212,86	971,9	327,44	12,0	168453,23	2,00	463,24	508,0	630,0	1,66	30,0	3,06	36,72
	Z - Z1	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	2,0	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	24,48
	Z1 - Z2	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	30,5	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	1306,62
	Z2 - Z3	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	15,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	550,80
	Z - H	73,00	800,00	67,74	50,00	1164,99	971,9	314,51	117,5	161803,76	2,00	454,00	457,0	560,0	1,97	48,0	4,90	575,28
	H1 - H1	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	43,5	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	931,77
	H1 - H2	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	4,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	171,36
	H2 - H3	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	44,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	1615,68
	H1 - H4	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	33,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	1413,72
	H4 - H5	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	30,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	1101,60
	H - Θ	69,00	800,00	64,03	50,00	1101,15	971,9	297,28	35,5	152937,80	2,00	441,39	457,0	560,0	1,67	44,0	4,49	159,32
	Θ - Θ1	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	60,0	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	1285,20
	Θ1 - Θ2	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	124,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	4553,28
	Θ1 - Θ3	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	32,5	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	397,80
	Θ3 - Θ4	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	21,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	899,64
	Θ4 - Θ5	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	17,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	624,24
	Θ3 - Θ6	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	59,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	2166,48



## Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ2-Κ4	Όνομα Τμηματος	Αριθμός Θερμοκρασιών	Ισχύς ανα Θερμοκρασία (Mcal/h)	Θερμική ισχύς Q (Mw)	ΔΘ	Παροχή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού 80 οC (kg/m <sup>3</sup> )	Ροή Πίεσης (kg/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού U <sub>0</sub> (m/sec)	Εσωτερική Διάμετρος d <sub>i</sub> (mm)	Τυποποιημένη Εσωτερική Διάμετρος d <sub>f</sub> (mm)	Εξωτερική Διάμετρος d <sub>o</sub> (mm)	Τεγύτητα Νερού u (m/sec)	Πίεση Πίεσης (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος R (mm <sup>2</sup> /m)	Πίεση Πίεσης L·R (mm <sup>2</sup> )
	Θ - I	65,00	800,00	60,32	50,00	1037,32	971,9	280,95	256,5	144071,84	2,00	428,41	457,0	560,0	1,76	40,0	4,08	1046,52
	I - II	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	140,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	5140,80
	I - A	64,00	800,00	59,39	50,00	1021,36	971,9	275,74	60,5	141855,35	2,00	425,10	457,0	560,0	1,73	38,0	3,88	234,50
	A - A1	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	51,5	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	630,36
	A1 - A2	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	21,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	771,12
	A1 - A3	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	62,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	2656,98
	A3 - A4	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	73,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	2699,92
	A - K4	61,00	800,00	56,61	50,00	973,48	971,9	292,81	27,0	135205,89	2,00	415,01	457,0	560,0	1,69	36,0	3,67	1916,07
	K4 - M	25,00	800,00	23,20	50,00	398,97	971,9	107,71	221,0	55412,25	2,00	265,69	273,0	400,0	1,89	85,0	8,67	1916,07
	M - M1	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	34,0	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	728,28
	M1 - M2	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	108,5	6849,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	1328,04
	M2 - M3	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	33,5	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	1435,14
	M3 - M4	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	65,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	2405,16
	M - M5	21,00	800,00	19,49	50,00	335,13	971,9	90,48	109,0	46546,29	2,00	243,50	273,0	400,0	1,59	60,0	6,12	667,08
	M5 - M6	20,00	800,00	18,56	50,00	319,17	971,9	86,17	39,5	44329,80	2,00	237,64	273,0	400,0	1,52	55,0	5,61	221,60
	M6 - M7	19,00	800,00	17,63	50,00	303,22	971,9	81,86	27,0	42113,31	2,00	231,62	273,0	400,0	1,44	44,0	4,49	121,18
	M7 - M8	18,00	800,00	16,70	50,00	287,26	971,9	77,55	142,0	39896,82	2,00	225,44	273,0	400,0	1,36	44,0	4,49	637,30
	M8 - M9	8,00	800,00	7,42	50,00	127,67	971,9	34,47	19,5	17731,92	2,00	150,29	168,3	250,0	1,59	110,0	11,22	218,79
	M9 - M10	7,00	800,00	6,50	50,00	111,71	971,9	30,16	32,5	15515,43	2,00	140,59	168,3	250,0	1,49	85,0	8,67	281,78
	M10 - M11	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	41,0	13298,94	2,00	130,16	139,7	225,0	1,74	170,0	17,34	710,94
	M11 - M12	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	23,5	11082,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	287,64
	M12 - M13	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	12,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	826,20
	M12 - M14	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	12,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	826,20
	M14 - M15	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	36,0	6849,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	440,64
	M15 - M16	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	56,5	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	2420,46
	M16 - M17	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	15,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	560,80
	M8 - M18	10,00	800,00	9,28	50,00	159,50	971,9	43,08	74,0	22164,90	2,00	168,03	168,3	250,0	1,99	170,0	17,34	1283,16
	M18 - M19	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	19,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	697,68
	M18 - M20	9,00	800,00	8,35	50,00	143,63	971,9	39,78	80,0	19948,41	2,00	159,41	168,3	250,0	1,79	140,0	14,28	1142,40
	M20 - M21	8,00	800,00	7,42	50,00	127,67	971,9	34,47	61,5	17731,92	2,00	150,29	168,3	250,0	1,59	110,0	11,22	690,03
	M21 - M22	7,00	800,00	6,50	50,00	111,71	971,9	30,16	115,5	15515,43	2,00	140,59	168,3	250,0	1,49	85,0	8,67	1001,39
	M22 - M23	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	93,0	13298,94	2,00	130,16	139,7	225,0	1,74	170,0	17,34	1612,62
	M23 - M24	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	122,0	11082,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	1493,28
	M24 - M25	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	4,5	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	96,39
	M25 - M26	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,93	107,0	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	1309,68
	M26 - M27	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	95,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	4069,80
	M27 - M28	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	21,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	360,0	36,72	771,12

## Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ4	Όνομα Τμηματος	Αριθμός Θερμοκρασιών	Ισχύς ανά Θερμοκρασία (Mcal/h)	Θερμική ισχύς Q (Mw)	ΔΘ	Παροχή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού 80 οC (kg/m <sup>3</sup> )	Ροή Πίεζας (kg/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού U <sub>0</sub> (m/sec)	Εσωτερική Διάμετρος d <sub>i</sub> (mm)	Τυποποιημένη Εσωτερική Διάμετρος d <sub>i</sub> (mm)	Εξωτερική Διάμετρος d <sub>o</sub> (mm)	Τετράγωνο Νερού u (m/sec)	Πτώση Πίεσης (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος R (mm/Σ/m)	Πέδη Πίεσης L·K (mm/Σ)
	K4-B	36.00	800.00	33.41	50.00	574.51	971.9	185.10	338.5	79793.64	2.00	318.82	323.9	450.0	1.94	70.0	7.14	2416.89
	B - B1	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	7.5	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	321.30
	B1 - B2	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	47.5	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.56	22.0	2.24	106.69
	B - Γ	34.00	800.00	31.55	50.00	542.60	971.9	146.49	516.0	75360.66	2.00	309.84	323.9	450.0	1.81	65.0	6.63	3421.08
	Γ - Γ1	3.00	800.00	2.78	50.00	47.88	971.9	12.93	6.5	6649.47	2.00	92.04	114.3	200.0	1.30	120.0	12.24	79.56
	Γ1 - Γ2	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	16.0	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	685.44
	Γ2 - Γ3	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	35.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	78.54
	Γ - Δ	31.00	800.00	28.77	50.00	494.72	971.9	132.66	165.0	68711.19	2.00	295.85	323.9	450.0	1.67	55.0	5.61	925.65
	Δ - Δ1	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	34.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	76.30
	Δ - E	30.00	800.00	27.84	50.00	478.76	971.9	129.26	57.0	66494.70	2.00	291.04	323.9	450.0	1.61	55.0	5.61	319.77
	E - E1	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	10.0	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	428.40
	E1 - E2	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	90.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	201.96
	E - Z	28.00	800.00	25.98	50.00	446.84	971.9	120.64	187.0	62061.72	2.00	281.18	323.9	450.0	1.51	44.0	4.49	839.26
	Z - H	11.00	800.00	10.21	50.00	175.55	971.9	47.39	28.0	24381.39	2.00	176.24	219.1	225.0	1.29	55.0	5.61	157.08
	H - H1	5.00	800.00	4.64	50.00	79.79	971.9	21.54	12.0	11882.45	2.00	118.82	139.7	225.0	1.45	120.0	12.24	146.88
	H1 - H2	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	9.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	20.20
	H1 - H3	4.00	800.00	3.71	50.00	63.83	971.9	17.23	18.5	8865.96	2.00	106.27	114.3	200.0	1.73	210.0	21.42	396.27
	H3 - H4	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	12.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.56	22.0	2.24	26.93
	H3 - H5	3.00	800.00	2.78	50.00	47.88	971.9	12.93	16.5	6649.47	2.00	92.04	114.3	200.0	1.30	120.0	12.24	201.96
	H5 - H6	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	9.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	20.20
	H5 - H7	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	29.5	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	1263.78
	H7 - H8	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	9.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	20.20
	H7 - H9	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	11.5	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	25.81
	H - H10	6.00	800.00	5.57	50.00	95.75	971.9	29.86	95.0	13298.94	2.00	130.16	139.7	225.0	1.74	190.0	19.38	1841.10
	H10 - H11	5.00	800.00	4.64	50.00	79.79	971.9	21.54	36.0	11082.45	2.00	118.82	139.7	225.0	1.45	120.0	12.24	428.40
	H11 - H12	4.00	800.00	3.71	50.00	63.83	971.9	17.23	106.5	8865.96	2.00	106.27	114.3	200.0	1.73	210.0	21.42	2281.23
	H12 - H13	3.00	800.00	2.78	50.00	47.88	971.9	12.93	22.5	6649.47	2.00	92.04	114.3	200.0	1.30	120.0	12.24	275.40
	H13 - H14	2.00	800.00	1.86	50.00	31.92	971.9	8.62	20.5	4432.98	2.00	75.15	76.1	140.0	1.95	420.0	42.84	878.22
	H14 - H15	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	9.5	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	21.32
	H13 - H16	1.00	800.00	0.93	50.00	15.96	971.9	4.31	16.0	2216.49	2.00	53.14	60.3	125.0	1.55	22.0	2.24	35.90



## Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ4	Ονομα Τμήματος	Αριθμός Θερμοκρασιών	Ισχύς στα Θερμοκρασιό (Mcal/h)	Θερμική ισχύς Q (Mw)	ΔΘ	Περιοχή V (m <sup>3</sup> /h)	Πυκνότητα Νερού 80 οC (kg/m <sup>3</sup> )	Ροή Μάζας (kg/sec)	Μήκος L (m)	Διατομή Αγωγού (mm <sup>2</sup> )	Ταχύτητα Αγωγού Uo (m/sec)	Εσωτερική Διάμετρος di (mm)	Τυποποιημένη Εσωτερική Διάμετρος di (mm)	Εξωτερική Διάμετρος do (mm)	Ταχύτητα Νερού u (m/sec)	Πτώση Πίεσης (Pa/m)	Ισοδύναμο Μήκος R (mm Σ/m)	Πτώση Πίεσης L*R (mm <sup>2</sup> Σ)
	Z - Λ	17,00	800,00	15,78	50,00	271,30	971,9	73,24	189,5	37680,33	2,00	219,09	219,1	315,0	2,00	120,0	12,24	2319,48
	Λ - Λ1	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,53	66,5	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	813,96
	Λ1 - Λ2	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	46,5	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	1992,06
	Λ2 - Λ3	1,00	800,00	0,93	50,00	16,96	971,9	4,31	48,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	107,71
	Λ - Μ	14,00	800,00	12,99	50,00	223,42	971,9	60,32	9,5	31030,86	2,00	198,82	219,1	315,0	1,95	85,0	8,67	82,37
	Μ - Μ1	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	38,5	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	1649,34
	Μ1 - Μ2	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	24,5	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	54,98
	Μ2 - Μ3	12,00	800,00	11,14	50,00	191,50	971,9	53,70	29,0	26597,88	2,00	184,07	219,1	315,0	1,41	65,0	6,63	192,27
	Μ3 - Μ4	11,00	800,00	10,21	50,00	175,55	971,9	47,39	98,5	24381,39	2,00	176,24	219,1	315,0	1,29	55,0	5,61	552,59
	Μ4 - Μ5	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	20,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	44,88
	Μ5 - Μ6	10,00	800,00	9,28	50,00	159,59	971,9	43,68	15,5	22164,90	2,00	168,03	168,3	250,0	1,99	170,0	17,34	268,77
	Μ6 - Μ7	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,53	2,0	6649,47	2,00	82,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	24,48
	Μ7 - Μ8	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	11,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	471,24
	Μ8 - Μ9	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	17,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	38,15
	Μ9 - Μ10	7,00	800,00	6,50	50,00	111,71	971,9	30,16	113,0	15515,43	2,00	140,59	168,3	250,0	1,40	85,0	8,67	979,71
	Μ10 - Μ11	6,00	800,00	5,57	50,00	95,75	971,9	25,85	15,0	13298,94	2,00	130,16	139,7	225,0	1,71	190,0	19,38	290,70
	Μ11 - Μ12	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	50,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	112,20
	Μ12 - Μ13	5,00	800,00	4,64	50,00	79,79	971,9	21,54	14,0	11082,45	2,00	118,82	139,7	225,0	1,45	120,0	12,24	171,36
	Μ13 - Μ14	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	16,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	36,90
	Μ14 - Μ15	4,00	800,00	3,71	50,00	63,83	971,9	17,23	16,0	8865,96	2,00	106,27	114,3	200,0	1,73	210,0	21,42	342,72
	Μ15 - Μ16	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	15,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	33,66
	Μ16 - Μ17	3,00	800,00	2,78	50,00	47,88	971,9	12,53	17,0	6649,47	2,00	92,04	114,3	200,0	1,30	120,0	12,24	208,08
	Μ17 - Μ18	2,00	800,00	1,86	50,00	31,92	971,9	8,62	26,0	4432,98	2,00	75,15	76,1	140,0	1,95	420,0	42,84	113,84
	Μ18 - Μ19	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	6,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	13,46
	Μ19 - Μ20	1,00	800,00	0,93	50,00	15,96	971,9	4,31	60,0	2216,49	2,00	53,14	60,3	125,0	1,55	22,0	2,24	134,64



## Παράρτημα Β

### Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Εξαρτήματα	Καμτώλη 90 μορών		Ανοστή Καμτώλη		Διατή Καμτώλη Ανοστή		Τοσ διακλώσοης		Τοσ διαβραιοίς		Τοσ διασπύροοις		Συνολική Πύοση Πύοση (mmΥΣ)
	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	
Πύοση Πύοση L+R (mmΥΣ)	5	2.5	70	0	35	0	0	0	0	0	0	0	9337.83
Εργασπασο - K1	5	2.5	16	0	8	1	1.5	0	0	0	0	0	1780.00
K1 - K2	1	0.5	6	0	3	0	0	0	1	1	0	0	903.65

Κ2	Καμτώλη 90 μορών		Ανοστή Καμτώλη		Διατή Καμτώλη Ανοστή		Τοσ διαβραιοίς		Τοσ διακλώσοης		Τοσ διασπύροοις		Συνολική Πύοση Πύοση L+R-Z (mmΥΣ)
	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	τερμάρια	Σζ	
A-B	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	121.00
B-B1	0	0	0	0	0	0	1	1	1.5	0	0	0	211.25
B1-B2	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	282.75
B2-B3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	119.50
B-B	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	172.50
Γ-Γ1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	179.25
Γ-K3	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	56.00
K3-Δ	1	0.5	5	0	3	0	1	1	0	0	0	0	516.50
Δ-E	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	156.75
E-E1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	188.50
E1-E2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	119.50
E-Z	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	126.75
Z-Z1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	179.25
Z-H	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	188.50
H-H1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	179.25
H-Θ	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59.75
Δ-I	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	175.20
I-I1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	179.25
I-A	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	248.55
A-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	179.25
A-M	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	237.53
M-M1	0	0	0	0	0	0	1	1	1.5	0	0	0	243.50
M1-M2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	150.10
M2-M3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	104.50
M3-M4	3	1.5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	371.48
M4-M5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	84.50
M5-M6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	188.50
M6-M7	1	0.5	1	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	168.50
M-N	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	156.70
N-N1	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	379.75
N1-N2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	188.50
N2-N3	3	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179.25
N-E	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	128.65
E-E1	0	0	1	0	0.5	1	0	0	1.5	0	0	0	255.00
E1-E2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	188.50
E2-E3	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59.75

## Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ2	Καμπύλη 90 μοιρών		Ανογρή Καμπύλη		Διατήρ Καμπύλη Ανοική		Τοφ διαβάσεις		Τοφ διακλίσεις		Τοφ διατάξεις		Συνολική Πτώση Πίεσης L+R+Z (mmΨ)
	τεμάγια	Σΐ	τεμάγια	Σΐ	τεμάγια	Σΐ	τεμάγια	Σΐ	τεμάγια	Σΐ	τεμάγια	Σΐ	
Ξ-Ο	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	188,04
Ο-Ο1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1,5	0	0	243,50
Ο1-Ο2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,5	0	0	304,19
Ο1-Ο3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	987,09
Ο3-Ο4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	150,10
Ο4-Ο5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104,50
Ο5-Ο6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,5	0	0	282,75
Ο6-Ο7	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	835,54
Ο7-Ο8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	169,00
Ο8-Ο9	3	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188,50
Ο-Π	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	179,25
Π-Π1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1,5	0	0	491,37
Π1-Π2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1,5	0	0	277,69
Π2-Π3	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262,25
Π3-Π4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	471,25
Π4-Π5	3	1,5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	59,75
Π-Ρ	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,50
Ρ1-Ρ2	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1,5	0	0	179,25
Ρ-Ρ1	0	0	1	0	0,5	1	3	3	0	0	0	0	360,40
Ρ1-Ρ2	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	565,50
Ρ-Ρ3	0	0	3	0	2	1,5	1	1	0	0	0	0	1895,75
Ρ3-Ρ4	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	59,75
Ρ4-Ρ5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	338,88
Ρ5-Ρ6	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	174,75
Ρ6-Ρ7	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	98,50
Ρ7-Ρ8	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	250,99
Ρ8-Ρ9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124,88
Ρ9-Ρ10	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	294,15
Ρ10-Ρ11	2	1	3	0	2	1,5	1	1	0	0	0	0	237,53
Ρ11-Ρ12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	628,70
Ρ12-Ρ13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,5	0	0	125,50
Ρ13-Ρ14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145,50
Ρ14-Ρ15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,5	0	0	526,55
Ρ15-Ρ16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104,50
													148,45
													1270,45
													84,50
													170,18
													2231,97
													339,82

## Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ3	Καμπόλι 90 μοιρών		Ανογτή Καμπόλι		Διπλή Καμπόλι Ανογτή		Τορ δέφρσις		Τορ δισκάλδσις		Τορ δισκάλδσις		Τορ δισκάλδσις		Συνολική Πώση Πίεσις: L+R+Z (mmΨ)	
	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ		
Κ3 - Α	0	0	4	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	3,00	470,50	1828,83
Α - Α1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1,5	0	0	0	2,50	371,48	981,95
Α1 - Α2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,00	84,50	702,62
Α2 - Α3	1	0,5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,50	282,75	3388,65
Α3 - Α4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,00	119,50	376,54
Α3 - Α5	1	0,5	0	0	0	0	0	0	1	1,5	0	0	0	2,00	240,00	717,36
Α - Β	1	0,5	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	0	2,00	268,00	469,96
Β - Β1	1	0,5	3	0	2	1,5	1	1	1	1,5	0	0	0	4,50	445,25	1512,68
Β1 - Β2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,00	83,25	764,87
Β2 - Β3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,00	196,10	1834,73
Β3 - Β4	1	0,5	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	0	2,00	316,75	1630,51
Β4 - Β5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,5	0	0	0	1,50	179,25	987,09
Β4 - Β6	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	0	1,50	188,25	723,75
Β6 - Β7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1,5	0	0	0	2,50	262,25	311,21
Β7 - Β8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,00	148,45	330,52
Β8 - Β9	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2,00	169,00	1148,20
Β9 - Β10	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,00	188,50	445,54
Β10 - Β11	1	0,5	1	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	1,00	119,50	2065,66
Β6 - Β12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	3,00	285,00	750,72
Β12 - Β13	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1,5	0	0	0	2,50	299,75	1107,59
Β12 - Β14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,5	0	0	0	1,50	282,75	411,27
Β14 - Β15	0	0	1	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,50	59,75	775,79
Β - Γ	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	0	1,50	279,90	409,95
Γ - Γ1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1,5	0	0	0	2,50	211,25	321,41
Γ1 - Γ2	1	0,5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,50	282,75	3195,87
Γ2 - Γ3	1	0,5	1	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	1,00	119,50	1625,02
Γ - Δ	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	0	1,50	235,05	645,09
Δ - Ε	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,00	146,80	284,25
Ε - Ζ	1	0,5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,50	207,83	485,52
Ζ - Ζ1	2	1	1	0	1	0,5	1	1	1	1,5	0	0	0	4,00	337,50	667,98
Ζ1 - Ζ2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00	188,50	1752,16
Ζ2 - Ζ3	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,50	59,75	1638,71
Ζ - Η	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	0	1,50	170,25	668,42
Η - Θ	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	0	1,50	156,75	407,36



## Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ3	Καμπίλη 90 μοιρών		Ανογρή Καμπίλη		Διπλή Καμπίλη Άνοκτη		Τοφ διάβρασις		Τοφ διακλίσεως		Τοφ διασταύρωσις		Συντελεστής Αντίστασης Z (mmΥΣ)	Συνολική Πρόσθι Πίεσις L-R-Z (mmΥΣ)
	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ	τεμάρια	Σζ		
Θ - Θ1	0	0	1	0	1	0,5	1	1	1	1,5	0	0	279,00	292,46
Θ1 - Θ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92,00	188,49
Θ2 - Θ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375,55	473,47
Θ3 - Θ4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104,50	826,66
Θ4 - Θ5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148,45	298,39
Θ5 - Θ6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,50	916,82
Θ6 - Θ7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	282,75	839,67
Θ7 - Θ8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119,50	303,10
Θ8 - Θ9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,50	274,20
Θ9 - Θ10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262,25	323,45
Θ10 - Θ11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148,45	1219,45
Θ11 - Θ12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,50	304,82
Θ12 - Θ13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188,50	2201,98
Θ13 - Θ14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	299,75	1291,19
Θ13 - Θ15	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59,75	922,67
Θ5 - Θ16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375,55	2464,51
Θ16 - Θ17	3	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104,50	532,90
Θ17 - Θ18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148,45	362,65
Θ18 - Θ19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,50	390,50
Θ19 - Θ20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188,50	1687,90
Θ20 - Θ21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59,75	1566,27
Θ21 - Θ22	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158,35	322,57
Θ - Θ23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211,25	272,45
Θ23 - Θ24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188,50	1130,98
Θ24 - Θ25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119,50	2102,38
Θ25 - Θ26	1	0,5	1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	150,10	590,74
Θ23 - Θ27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104,50	459,46
Θ27 - Θ28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179,25	619,89
Θ28 - Θ29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148,45	866,02
Θ28 - Θ30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240,00	1378,32
Θ30 - Θ31	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,50	384,38
Θ30 - Θ32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	377,00	2711,78
Θ32 - Θ33	1	0,5	1	0	0	0,5	1	1	0	0	0	0	119,50	908,98
Θ33 - Θ34	1	0,5	1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	119,50	908,98

## Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ2 - Κ4	Καμπύλη 90 μοιρών		Ανογνή Καμπύλη		Διατήλ Καμπύλη Δευτερή		Τοπ διαβάσεις		Τοπ διακλάσεις		Τοπ διαστέφανσεις		Συνολική Πτώση Πίεσης L*R+Z (mmΥΣ)	
	τεμάρια	Σ:	τεμάρια	Σ:	τεμάρια	Σ:	τεμάρια	Σ:	τεμάρια	Σ:	τεμάρια	Σ:		
K2 - A		0		0		0		1					98.50	184.74
A - A1		0	1	0	1	0.5	0	0	1	1.5	0	0	240.00	717.36
A - B		0	1	0	1	0.5	1	1		0	0	0	145.50	190.48
B - B1		0	0	1	1	1	1	0	1	1.5	0	0	299.75	777.11
B - Γ		0	2	1	1	1	1	1	1	1.5	0	0	392.20	649.24
Γ - Γ1		0	2	0	1	1	1	1	1	1.5	0	0	443.25	1217.43
Γ1 - Γ2	2	1		0	0	0	1	1		0	0	0	195.00	502.79
Γ2 - Γ3	3	1.5		0	0	0	1	1		0	0	0	375.55	2048.86
Γ3 - Γ4	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	104.50	171.82
Γ4 - Γ5	1	0.5		0	0	0	1	1		0	0	0	222.68	1122.32
Γ5 - Γ6	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	84.50	298.70
Γ6 - Γ7	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	188.50	1109.56
Γ7 - Γ8	1	0.5		0	0	0	1	1		0	0	0	59.75	243.35
Γ - Δ	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	163.80	310.68
Δ - Δ1	1	0.5	2	0	1	1	1	0	1	1.5	0	0	362.50	729.70
Δ - Ε	0	0	2	0	1	1	1	1		0	0	0	316.75	710.37
Ε - Ε1	1	0.5	1	0	1	0.5	1	1	1	1.5	0	0	526.55	2598.68
Ε1 - Ε2	1	0.5	5	0	3	2.5	1	1	4	4.0	0	0	420.00	2464.08
Ε2 - Ε3	0	0	0	0	0	0	1	1		0	0	0	148.45	726.79
Ε3 - Ε4	1	0.5	0	0	0	0	0	0		0	0	0	59.75	1087.91
Ε4 - Ε5	0	0	4	0	2	2	1	1	1	1.5	0	0	379.75	1303.87
Ε5 - Ε6	0	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	752.50	4693.78
Ε6 - Ε7	1	0.5	1	0	1	0.5	1	0	1	1.5	0	0	299.75	4210.43
Ε6 - Ε8	1	0.5	2	0	1	1	1	0	1	1.5	0	0	362.50	4787.26
Ε - Ζ	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	136.90	173.62
Z - Z1	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	211.25	235.73
Z1 - Z2	1	0.5		0	0	0	1	1		0	0	0	282.75	1689.37
Z2 - Z3	1	0.5		0	0	0	1	1		0	0	0	59.75	610.55
Z - H	0	0	1	0	1	0.5	1	1		0	0	0	288.45	863.73
H1 - H1	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	371.48	1303.25
H1 - H2	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	471.25	642.61
H2 - H3	1	0.5		0	0	0	1	1		0	0	0	59.75	1675.43
H1 - H4	1	0.5		0	0	0	1	1		0	0	0	282.75	1696.47
H4 - H5	2	1		0	0	0	1	1		0	0	0	119.50	1221.10
H - Θ	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	173.30	332.62
Θ - Θ1	0	0		0	0	0	1	1		0	0	0	668.73	1953.93
Θ1 - Θ2	4	2	1	0	1	0.5	1	0	1	1.5	1	3	299.75	4853.03
Θ1 - Θ3	0	0	0	0	0	0	1	1		0	0	0	211.25	609.05
Θ3 - Θ4	0	0	0	0	0	0	1	1		0	0	0	471.25	1370.89
Θ4 - Θ5	2	1		0	0	0	1	1		0	0	0	119.50	743.74
Θ3 - Θ6	1	0.5	1	0	1	0.5	1	0		0	0	0	119.50	2285.98

## Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Κ2 - Κ4	Καμπίλη 90 μοιρών		Ανογτή Καμπίλη		Διπλή Καμπίλη Ανοικτή		Ταφ διάβασης		Ταφ διακλάδωσης		Ταφ διασταυρώσεως		Συνολική Πτώση Πίεσης L+R+Z (mmΥΣ)
	τερμίσια	Σζ	τερμίσια	Σζ	τερμίσια	Σζ	τερμίσια	Σζ	τερμίσια	Σζ	τερμίσια	Σζ	
Θ - Ι		0		0		2		1		1,5		0	712,68
Ι - Ι1	4	2	4	0	2	2	2	0	1	1,5	0	0	662,25
Ι - Λ		0	1	0	1	0,5	1	0	1	0	0	0	222,68
Λ - Λ1		0		0		0						3	379,75
Λ1 - Λ2	1	0,5		0		0						0	240,00
Λ1 - Λ3		0		0		1		1		1,5		0	1011,12
Λ3 - Λ4	2	1		0		0		1		0		0	377,00
Λ - Κ4	1	0,5	1	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0	119,50
Κ4 - Μ		0	4	0	2	2	2	1		0	1	3	542,50
Μ - Μ1		0	1	0	1	0,5	1	1	1	1,5	0	0	531,30
Μ1 - Μ2	2	1	3	0	2	1,5	1	1	0	0	0	0	446,75
Μ2 - Μ3		0		0		0						0	297,25
Μ3 - Μ4	1	0,5	1	0	1	0,5	0	1	0	0	0	0	188,50
Μ - Μ5	1	0,5	2	0	1	1	1	1	1	1,5	0	0	119,50
Μ5 - Μ6		0		0		0						0	115,00
Μ6 - Μ7		0		0		0						0	103,00
Μ7 - Μ8		0	3	0	2	1,5	1	1	0	0	0	0	230,60
Μ8 - Μ9		0	1	0	1	0,5	1	1	1	1,5	0	0	380,50
Μ9 - Μ10	2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	195,00
Μ10 - Μ11	2	1		0		0		1		0		0	300,50
Μ11 - Μ12		0		0		0		1		0		0	104,50
Μ12 - Μ13		0	2	0	1	1	1	2	1	1,5	0	0	299,75
Μ12 - Μ14		0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	222,68
Μ14 - Μ15		0		0		0						0	84,50
Μ15 - Μ16	1	0,5		0		0		1		0		0	377,00
Μ16 - Μ17	2	1	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	294,15
Μ8 - Μ18		0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	240,00
Μ18 - Μ19		0	1	0	1	0,5	1	1	1	1,5	0	0	395,93
Μ18 - Μ20		0	3	0	2	1,5	1	1	0	0	0	0	240,00
Μ20 - Μ21	1	0,5	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	314,75
Μ21 - Μ22	3	1,5	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	295,00
Μ22 - Μ23	2	1		0		0		1		0		0	300,50
Μ23 - Μ24	5	2,5		0		0		1		0		0	369,75
Μ24 - Μ25		0		0		0		1		0		0	148,45
Μ25 - Μ26	3	1,5	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	255,00
Μ26 - Μ27	2	1	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	471,25
Μ27 - Μ28	3	1,5		0		0		0		0		0	179,25



## Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

Καμπύλη 90 μοφρών	0,5		1		1,5		3		Συνολική Πτώση Πίεσης L+R+Z (mmΥΣ)
	τεμάγιο	Σζ	τεμάγιο	Σζ	τεμάγιο	Σζ	τεμάγιο	Σζ	
<b>Κ4</b>									
<b>Όνομα Τμήματος</b>									
K4-B	1	0,5	10	0	5	1	1	0	6,50
B-B1	0	0		0	0	1	1	0	1212,20
B1-B2	1	0,5		0	0	0	0	0	471,25
B-Γ	0	0	17	0	9	1	1	0	59,75
Γ-Γ1	0	0		0	0	1	1	0	1573,85
Γ1-Γ2	0	0		0	0	1	1	0	211,25
Γ2-Γ3	1	0,5		0	0	1	1	0	188,50
Γ-Δ	0	0	2	0	1	1	1	0	59,75
Δ-Δ1	1	0,5	1	0	1	1	1	0	277,75
Δ-E	0	0	1	0	1	1	1	0	299,75
E-E1	0	0		0	0	1	1	0	192,98
E1-E2	1	0,5		0	0	1	1	0	471,25
E-Z	0	0	8	0	4	1	1	0	59,75
Z-H	0	0		0	0	1	1	0	572,50
H-H1	0	0	1	0	1	1	1	0	208,03
H1-H2	0	0		0	0	1	1	0	317,50
H1-H3	0	0		0	0	1	1	0	317,50
H3-H4	0	0	1	0	1	1	1	0	179,25
H3-H5	0	0		0	0	1	1	0	222,68
H5-H6	0	0		0	0	1	1	0	179,25
H6-H7	0	0	2	0	0	1	1	0	1,50
H7-H8	0	0		0	0	1	1	0	1,50
H7-H9	1	0,5	1	0	1	1	1	0	1,50
H-H10	1	0,5	2	0	1	1	1	0	1,50
H10-H11	0	0		0	0	1	1	0	2,50
H11-H12	5	2,5	2	0	1	1	1	0	1,50
H12-H13	0	0	1	0	1	1	1	0	375,55
H13-H14	0	0		0	0	1	1	0	104,50
H14-H15	1	0,5		0	0	1	1	0	668,73
H13-H16	1	0,5	1	0	1	1	1	0	126,75
									471,25
									59,75
									119,50
									199,45
									199,45
									2216,65
									532,90
									2949,96
									402,15
									1349,47
									81,07
									165,40

## Υπολογισμός Εξαρτημάτων και συνολικής πτώσης πίεσης Τμημάτων Σωληνώσεων

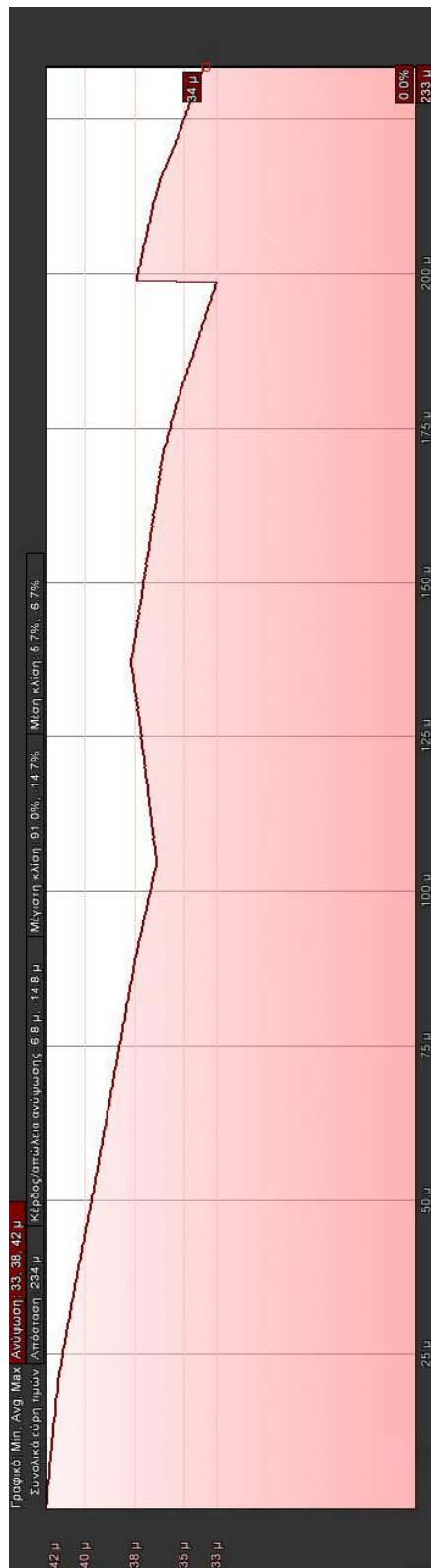
Κα4	Καμπίλη 90 μοιρών		Ανογική Καμπίλη		Διπλή Καμπίλη Ανογική		Ταφ διαβίσεις		Ταφ διακλάσεις		Ταφ διαστροφώσεις		Συνολική Πτώση Πίεσης L+R+Z (mmΥΣ)
	τερμάγια	Σζ	τερμάγια	Σζ	τερμάγια	Σζ	τερμάγια	Σζ	τερμάγια	Σζ	τερμάγια	Σζ	
Z - Λ	0	0	7	0	4	3,5	1	1	0	0	0	0	889,00
Λ - Λ1	0	0	1	0	1	0,5	1	1	1,5	0	0	0	266,00
Λ1 - Λ2	0	0		0	0	0	1	1	0	0	0	0	1068,96
Λ2 - Λ3	0,5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2180,56
Λ - Μ	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	167,46
Μ - Μ1	0	0	4	0	2	2	1	1	0	0	0	0	202,88
Μ1 - Μ2	0,5	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	285,24
Μ - Μ3	0	0	1	0	1	0,5	1	1	1,5	0	0	0	566,50
Μ3 - Μ4	0,5	0		0	0	0	1	1	0	0	0	0	59,75
Μ4 - Μ5	0	0		0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	2214,84
Μ4 - Μ6	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	114,73
Μ6 - Μ7	0	0		0	0	0	1	1	0	0	0	0	299,50
Μ7 - Μ8	0	0		0	0	0	1	1	0	0	0	0	124,88
Μ8 - Μ9	0,5	0	1	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	179,25
Μ6 - Μ10	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	196,10
Μ10 - Μ11	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	188,50
Μ11 - Μ12	0,5	0	2	0	1	1	0	0	1,5	0	0	0	659,74
Μ11 - Μ13	0	0		0	0	0	1	1	0	0	0	0	211,25
Μ13 - Μ14	0	0		0	0	0	0	1	1,5	0	0	0	236,73
Μ13 - Μ15	0	0		0	0	0	0	1	0	0	0	0	188,50
Μ15 - Μ16	0	0		0	0	0	0	1	0	0	0	0	59,75
Μ15 - Μ17	0	0	1	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	145,50
Μ17 - Μ18	0	0	1	0	1	0,5	1	1	0	0	0	0	145,50
Μ18 - Μ19	0	0		0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	451,50
Μ18 - Μ20	1	1	1	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	362,50
													474,70
													262,25
													179,25
													148,45
													179,25
													212,91
													126,75
													282,75
													179,25
													313,89

## Παράρτημα Γ Υψομετρική Διαφορά

### Εργοστάσιο – Κ2

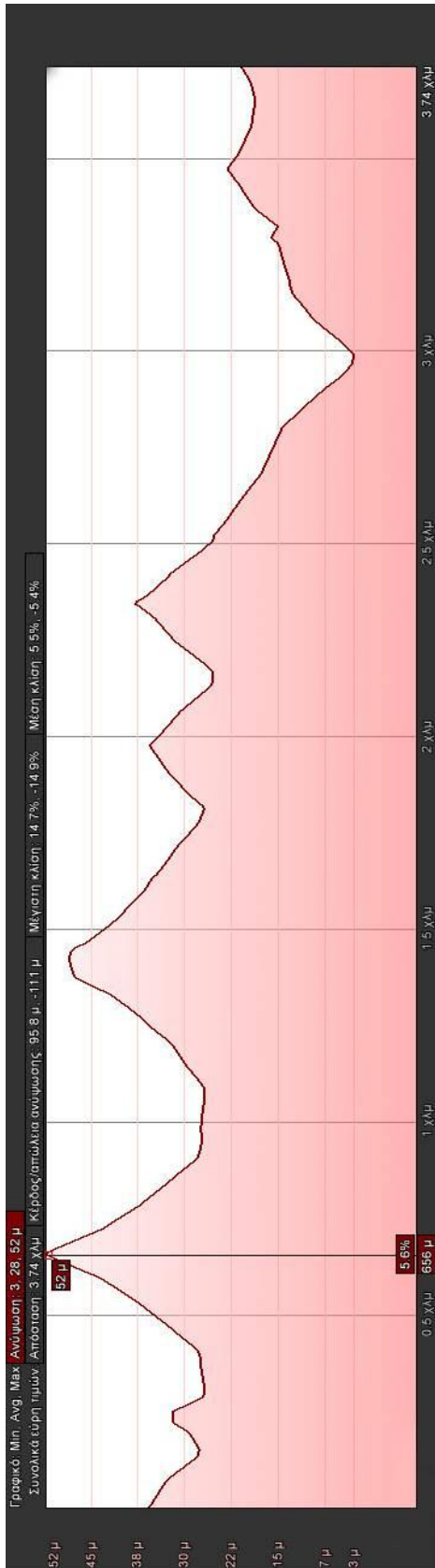


### Κ2-Κ3

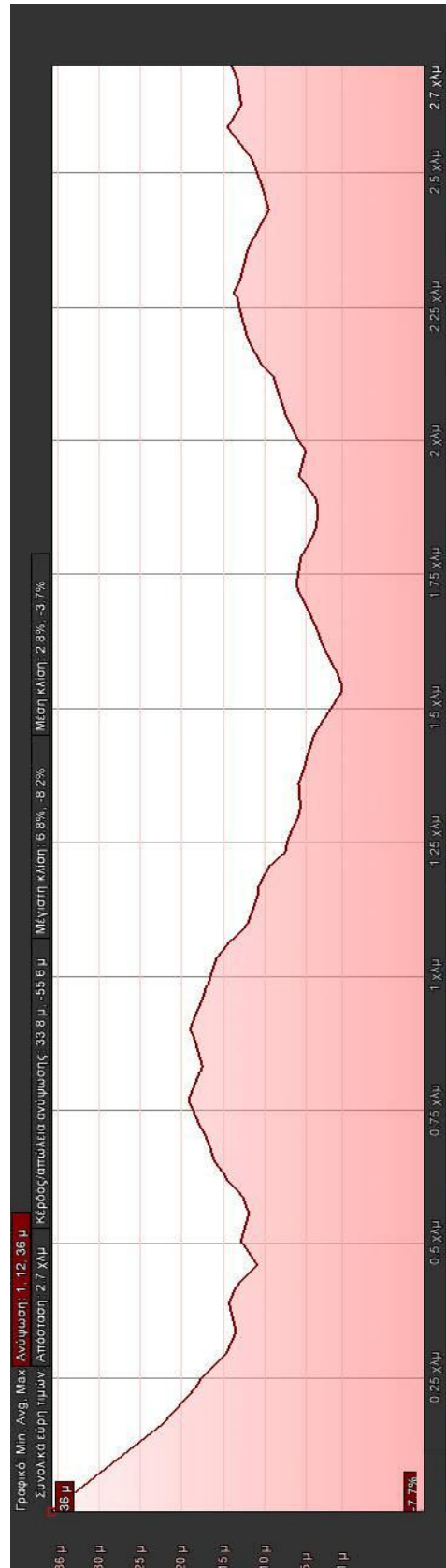


## Υψομετρική Διαφορά

### Κ3-Υπόλοιπος Πράσινος Κλάδος

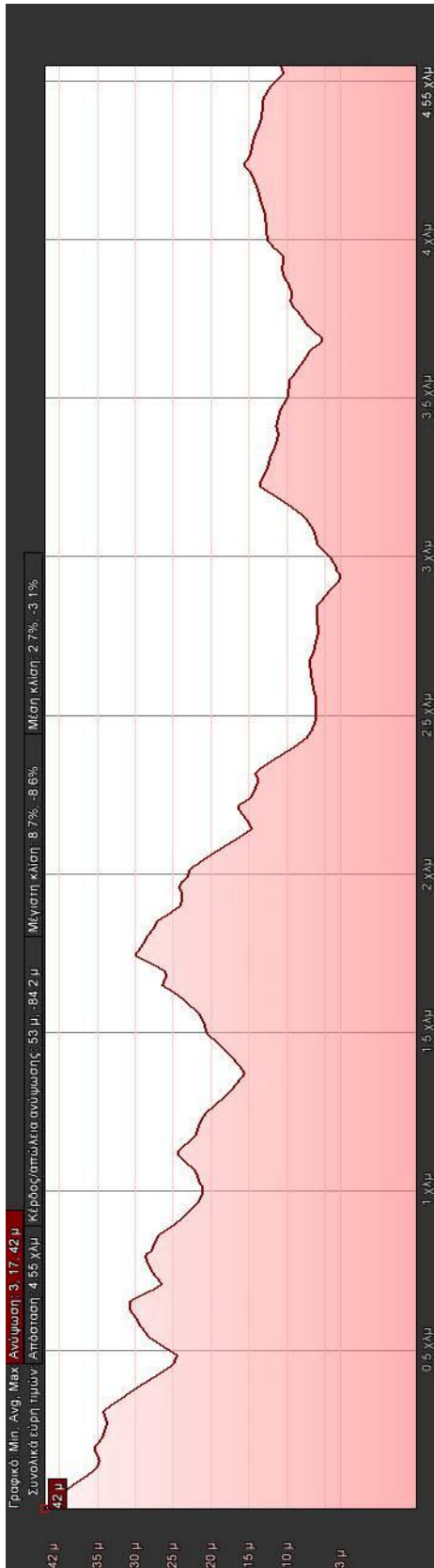


### Κ3-Ροζ Κλάδος



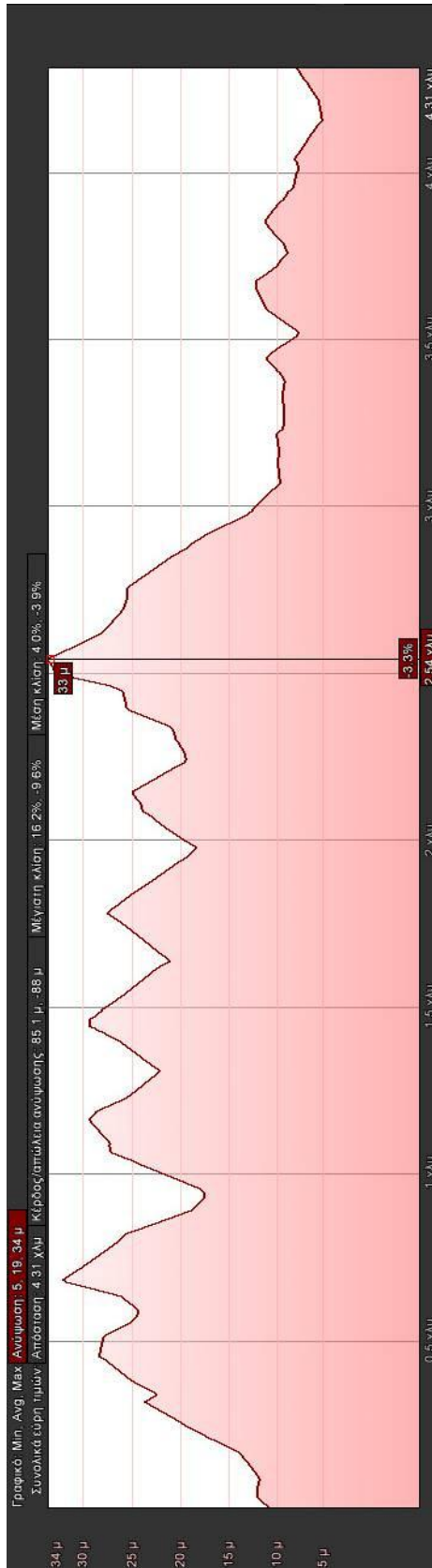
# Υψομετρική Διαφορά

## K2-K4



# Υψομετρική Διαφορά

## K4





## Παράρτημα Δ

### Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

#### DN 50

DN 50			
d	0.06 m	60.3 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.00 m	2.9 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.05 m	54.5 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.13 m	125 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.03 m	29 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.12 m	118.3 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	0.68 m	675 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.46 m	462.5 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.27 m	270 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.26 m	0.79 m	199.5422 m <sup>3</sup>
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	4.15 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.31 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.15 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)
G	0.22 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 °C		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)
tv	70.00 °C		(Θερμοκρασια νερου επιστροφης)
tz	12.90 °C		(Θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	35.63 W/m		(Θερμικες απώλειες ανα μετρο)
L	935.50 m		(μετρα αγωγου)
Q	0.033 MW		(Απωλειες Θερμοτητας)

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 65

DN 65			
d	0.08 m	76.1 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.00 m	2.9 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.07 m	70.3 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.14 m	140 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.03 m	29 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.13 m	134.1 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	0.69 m	690 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.47 m	470 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.28 m	280 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.27 m	0.82 m	153.0284 m3
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	3.48 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.30 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.15 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)
G	0.25 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 oC		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)
tn	70.00 oC		(Θερμοκρασια νερου επιστροφης)
tz	12.90 oC		(Θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	41.75 W/m		(Θερμικες απώλειες ανα μετρο)
L	666.50 m		(μετρα αγωγου)
Q	0.028 MW		(Απωλειες Θερμοτητας)

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 100

DN 100			
d	0.11 m	114.3 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.00 m	3.6 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.11 m	107.1 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.20 m	200 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.04 m	40 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.19 m	194.3 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	0.75 m	750 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.50 m	500 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.34 m	340 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.30 m	0.94 m	535.9884 m <sup>3</sup>
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	3.26 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.26 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.14 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)
G	0.27 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 °C		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)
tv	70.00 °C		(θερμοκρασια νερου επιστροφης)
tz	12.90 °C		(θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	44.85 W/m		(Θερμικες απώλειες ανα μετρο)
L	1677.06 m		(μετρα αγωγου)
Q	0.075 MW		(Απωλειες Θερμοτητας)

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 125

DN 125			
d	0.14 m	139.7 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.00 m	3.6 mm	(πάχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.13 m	132.5 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.23 m	225 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.04 m	39 mm	(πάχος μονώσης)
Di	0.22 m	217.7 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	0.78 m	775 mm	(βάθος από πινακά)
H	0.51 m	512.5 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.37 m	370 mm	(απόσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.31 m	0.99 m	301.4649 m3
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικου αγωγου)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	2.73 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικου αγωγου)
Rζ	0.25 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.13 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)
G	0.32 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 °C		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)
tv	70.00 °C		(Θερμοκρασια νερου επιστροφης)
tz	12.90 °C		(Θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	52.73 W/m		(Θερμικες απωλειες ανα μετρο)
L	823.00 m		(μετρα αγωγου)
Q	0.043 MW		(Απωλειες Θερμοτητας)

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 150

<b>DN 150</b>			
d	0.17 m	168.3 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.00 m	4 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.16 m	160.3 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.25 m	250 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.04 m	37 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.24 m	242.3 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	0.80 m	800 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.53 m	525 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.39 m	390 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.33 m	390.66 m	78921.13 m3
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	2.24 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.24 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.13 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)
G	0.38 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 oC		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)
tn	70.00 oC		(Θερμοκρασια νερου επιστροφης)
tz	12.90 oC		(Θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	62.76 W/m		(Θερμικες απωλειες ανα μετρο)
L	518.00 m		(μετρα αγωγου)
Q	0.033 MW		(Απωλειες Θερμοτητας)

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 200

DN 200			
d	0.22 m	219.1 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.00 m	4.5 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.21 m	210.1 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.32 m	315 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.04 m	43 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.31 m	305.1 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	0.87 m	865 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.56 m	557.5 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.52 m	520 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.36 m	1.24 m	269.5264 m <sup>3</sup>
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	2.04 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.23 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.11 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)
G	0.42 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 °C		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)
tv	70.00 °C		(θερμοκρασια νερου επιστροφης)
tz	12.90 °C		(θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	69.26 W/m		(Θερμικες απώλειες ανα μετρο)
L	418.00 m		(μετρα αγωγου)
Q	<b>0.029 MW</b>		(Απωλειες Θερμοτητας)



## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 250

DN 250			
d	0.27 m	273 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.01 m	5 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.26 m	263 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.40 m	400 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.06 m	57 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.39 m	387 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	0.95 m	950 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.60 m	600 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.60 m	600 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.40 m	1.4 m	44.94 m <sup>3</sup>
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	2.15 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.21 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.10 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)
G	0.41 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 °C		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)
tv	70.00 °C		(Θερμοκρασια νερου επιστροφης)
tz	12.90 °C		(Θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	66.90 W/m		(Θερμικες απώλειες ανα μετρο)
L	53.50 m		(μετρα αγωγου)
Q	0.004 MW		(Απωλειες Θερμοτητας)

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 300

<b>DN 300</b>			
d	0.32 m	323.9 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.01 m	5.6 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.31 m	312.7 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.45 m	450 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.06 m	56 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.44 m	435.9 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	1.00 m	1000 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.63 m	625 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.70 m	700 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.43 m	1.56 m	458.64 m <sup>3</sup>
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	1.83 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.20 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.09 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)
G	0.47 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 oC		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)
tv	70.00 oC		(Θερμοκρασια νερου επιστροφης)
tz	12.90 oC		(Θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	77.58 W/m		(Θερμικες απώλειες ανα μετρο)
L	420.00 m		(μετρα αγωγου)
Q	0.033 MW		(Απωλειες Θερμοτητας)

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 350

<b>DN 350</b>			
d	0.36 m	355.6 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.01 m	5.6 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.34 m	344.4 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.50 m	500 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.06 m	64 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.48 m	483.6 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	1.05 m	1050 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.65 m	650 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.75 m	750 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
λh	53.00 W/mK	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)	
λpur	0.03 W/mK	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)	
λpi	0.43 W/mK	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)	
λζ	1.50 W/mK	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)	
Rp	1.89 mk/W	(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)	
Rζ	0.19 mk/W	(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)	
Rt	0.09 mk/W	(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)	
G	0.46 W/mk	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγού στο εδαφος)	
tp	120.00 °C	(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)	
tv	70.00 °C	(Θερμοκρασια νερου επιστροφης)	
tz	12.90 °C	(Θερμοκρασια εδαφους)	
ΔP	75.65 W/m	(Θερμικες απώλειες ανα μετρο)	
L	158.50 m	(μετρα αγωγού)	
Q	<b>0.012 MW</b>	(Απωλειες Θερμοτητας)	

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 400

<b>DN 400</b>			
d	0.41 m	406.4 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.01 m	6.3 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.39 m	393.8 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.56 m	560 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.07 m	68 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.54 m	542.4 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	1.11 m	1110 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.68 m	680 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.81 m	810 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγή - επιστροφή)
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας εδάφους)
Rp	1.78 mk/W		(Συντελεστής αντίστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.18 mk/W		(Συντελεστής αντίστασης του εδάφους)
Rt	0.08 mk/W		(Συντελεστής αντίστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγής - επιστροφής)
G	0.49 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του αγωγού στο εδαφος)
tp	120.00 °C		(Θερμοκρασία νερού προσαγωγής)
tv	70.00 °C		(Θερμοκρασία νερού επιστροφής)
tz	12.90 °C		(Θερμοκρασία εδάφους)
ΔP	80.33 W/m		(Θερμικές απώλειες ανα μετρο)
L	446.50 m		(μετρα αγωγού)
Q	<b>0.036 MW</b>		(Απώλειες Θερμοτητας)

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 500

DN 500			
d	0.51 m	508 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.01 m	6.3 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.50 m	495.4 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.63 m	630 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.05 m	51 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.61 m	610 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	1.18 m	1180 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.72 m	715 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	0.88 m	880 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγη - επιστροφη)
B	0.52 m	1.92 m	101.376 m <sup>3</sup>
λn	53.00 W/mK	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)	
λpur	0.03 W/mK	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)	
λpi	0.43 W/mK	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)	
λζ	1.50 W/mK	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)	
Rp	1.13 mk/W	(Συντελεστής αντιστάσης του εσωτερικού αγωγού)	
Rζ	0.17 mk/W	(Συντελεστής αντιστάσης του εδαφους)	
Rt	0.08 mk/W	(Συντελεστής αντιστάσης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγης - επιστροφης)	
G	0.72 W/mk	(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)	
tp	120.00 oC	(Θερμοκρασία νερου προσαγωγης)	
tv	70.00 oC	(θερμοκρασια νερου επιστροφης)	
tz	12.90 oC	(θερμοκρασια εδαφους)	
ΔP	118.46 W/m	(Θερμικες απώλειες ανα μετρο)	
L	60.00 m	(μετρα αγωγου)	
Q	<b>0.007 MW</b>	(Απωλειες Θερμοτητας)	

## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 600

DN 600			
d	0.61 m	610 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.01 m	8 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.59 m	594 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.71 m	710 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.04 m	39 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.69 m	688 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	1.26 m	1260 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.76 m	755 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	1.00 m	1000 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγή - επιστροφή)
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	0.75 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.17 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης του εδαφους)
Rt	0.07 mk/W		(Συντελεστής αντιστασης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγής - επιστροφής)
G	1.01 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγού στο εδαφος)
tp	120.00 °C		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγής)
tv	70.00 °C		(Θερμοκρασια νερου επιστροφής)
tz	12.90 °C		(Θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	166.15 W/m		(Θερμικές απώλειες ανα μετρο)
L	240.00 m		(μετρα αγωγού)
Q	<b>0.040 MW</b>		(Απωλειες Θερμοτητας)



## Απώλειες θερμότητας σωληνώσεων στο δίκτυο διανομής

### DN 700

<b>DN 700</b>			
d	0.71 m	711 mm	(εξωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
s	0.01 m	8 mm	(παχος εσωτερικού αγωγού)
di	0.70 m	695 mm	(εσωτερική διάμετρο του εσωτερικού αγωγού)
D	0.80 m	800 mm	(εξωτερική του casing pipe)
	0.03 m	32 mm	(παχος μονωσης)
Di	0.78 m	775 mm	(εσωτερική του casing pipe)
S	1.35 m	1350 mm	(βαθος από πινακα)
H	0.80 m	800 mm	(Βαθος από κεντρο του αγωγου μεχρι επιφανεια)
A	1.10 m	1100 mm	(αποσταση από κεντρα αγωγων προσαγωγή - επιστροφή)
λn	53.00 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εσωτερικού αγωγού)
λpur	0.03 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας μονωσης)
λpi	0.43 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας casing pipe)
λζ	1.50 W/mK		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας εδάφους)
Rp	0.54 mk/W		(Συντελεστής αντιστάσης του εσωτερικού αγωγού)
Rζ	0.16 mk/W		(Συντελεστής αντιστάσης του εδαφους)
Rt	0.07 mk/W		(Συντελεστής αντιστάσης μεταξύ των δυο αγωγων προσαγωγής - επιστροφής)
G	1.30 W/mk		(Συντελεστής θερμοαγωγημοτητας του αγωγου στο εδαφος)
tp	120.00 oC		(Θερμοκρασία νερου προσαγωγής)
tv	70.00 oC		(θερμοκρασια νερου επιστροφής)
tz	12.90 oC		(θερμοκρασια εδαφους)
ΔP	213.62 W/m		(Θερμικές απώλειες ανα μετρο)
L	4468.63 m		(μετρα αγωγου)
Q	<b>0.955 MW</b>		(Απωλειες Θερμοτητας)

**Βιβλιογραφία**

**Βικιπαίδεια**

<http://el.wikipedia.org/wiki/Τηλεθέρμανση>

**Newsbeat**

<http://www.newsbeat.gr/greece/arthro/467799/arihzei-to-ergo-tis-tilethermansis-sti-florina/>

**Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Κοζάνης**

[www.deyakozanis.gr](http://www.deyakozanis.gr)

**International Technological Applications S.A.**

<http://www.ita-sa.gr>

**Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας**

<http://library.tee.gr>

**ΘΕΡΜΗ ΣΕΡΡΩΝ ΑΕ**

<http://thermieserres.gr/>

**Euroheat & Power**

<http://www.euroheat.org/DHC---Statistics-4.aspx>

**Wikipedia**

[http://en.wikipedia.org/wiki/District\\_heating](http://en.wikipedia.org/wiki/District_heating)

**Svensk Fjärrvärme**

<http://www.svenskfjarrvarme.se/>

**Pacific Northwest – National Laboratory**

[http://www.pnnl.gov/atmospheric/staff/staff\\_info.asp?staff\\_num=5993](http://www.pnnl.gov/atmospheric/staff/staff_info.asp?staff_num=5993)

**Υποδομές στην Ελλάδα**

[http://ypodomies.blogspot.gr/2010/10/blog-post\\_04.html](http://ypodomies.blogspot.gr/2010/10/blog-post_04.html)

**Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Κοζάνης**

[http://www.deyakozanis.gr/?page\\_id=7](http://www.deyakozanis.gr/?page_id=7)

**ΚΕΔΚΕ «Επιθεώρηση της Τοπικής Αυτοδιοίκησης»**

<http://www.localit.gr/archives/5012>

**Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

<http://www.cres.gr>

**Fintherm**

[www.fintherm.cz](http://www.fintherm.cz)

**Αένας**

[http://www.aenaos-sa.gr/endodapedia\\_thermansi](http://www.aenaos-sa.gr/endodapedia_thermansi)

**Rehau**

<http://www.rehau.com/gr-el/>

**Alfa Laval**

<http://www.alfalaval.com/>

**Wilo**

<http://www.wilo.gr/>

**βιβλία :**

**Θερμοδυναμική για μηχανικούς τόμος A & B των YunusA. Cengel & Michael A.Boles**

**Θερμοκήπια του Γ.Ν. Μαυρογιανόπουλου**

**Εφαρμογές Μετάδοσης Θερμότητας Μιχάλης Ι. Κτενιαδάκης**

**Σημειώσεις : Δημήτρης Κατσαπρακάκης & Μιχάλης Ι. Κτενιαδάκης**