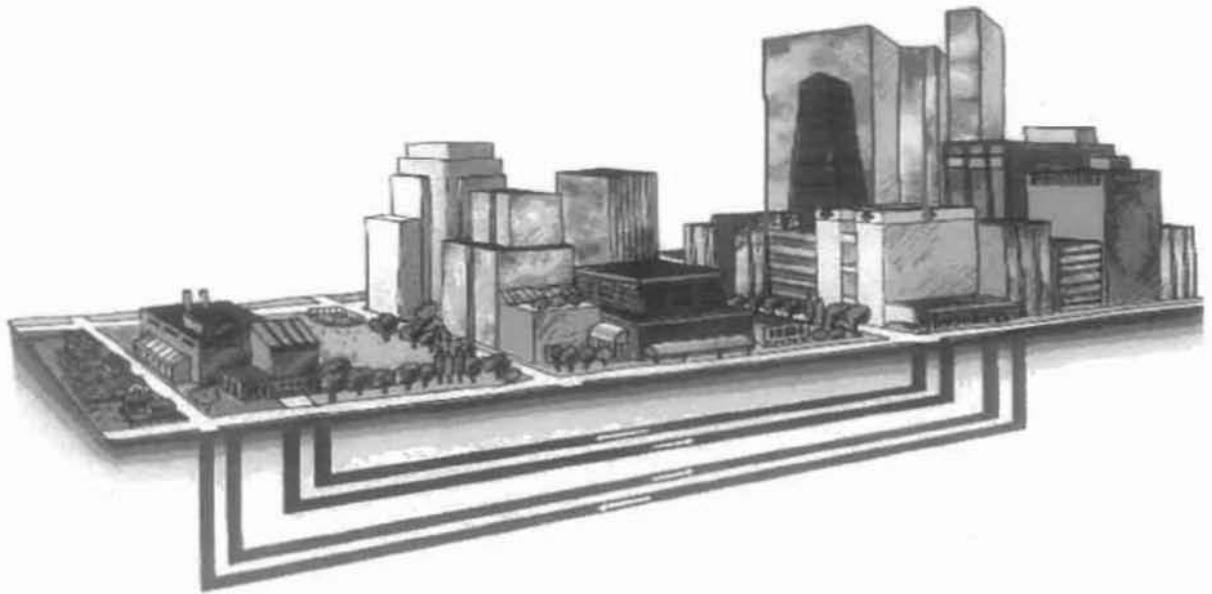


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΑΝΤΙΡΥΠΑΝΣΗΣ**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

**Γκατζιούρα Μαρία**

**Επιβλέπων  
Επικ. Καθ. Αν. Σταμάτης  
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών**

**ΒΟΛΟΣ 2009**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 7761/1  
Ημερ. Εισ.: 07-12-2009  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΓ – ΜΜ  
2009  
ΓΚΑ

© Μαρία Απ. Γκατζιούρα , 2009.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.(Ν.5343/32 ΑΡ.202 ΠΑΡ.2)

Εγκρίθηκε από τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής: Αναστάσιος Σταμάτης  
(επιβλέπων) Επίκουρος Καθηγητής Μηχανολόγων  
Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής : Αναστάσιος Σταματέλλος  
Καθηγητής Μηχανολόγων Μηχανικών  
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής : Νικόλαος Ανδρίτσος  
Αναπληρωτής Καθηγητής Μηχανολόγων  
Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καταρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου κ. Αναστάσιο Σταμάτη , για την καθοδήγησή του και την βοήθεια του σε κάθε φάση της δημιουργίας της. Θα ήθελα να εκφράσω επίσης τις θερμές ευχαριστίες μου στον κ Κυπριτίδη , προϊστάμενο υπηρεσίας Τηλεθέρμανσης Δήμου Κοζάνης για την ανεκτίμητη βοήθεια του στη συλλογή των στοιχείων που αφορούν στο σύστημα Τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης. Τέλος θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη στους γονείς μου για την διαρκή τους υποστήριξη, που οδήγησε στην επιτυχή διεκπεραίωση των σπουδών μου.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>7</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>	<b>8</b>
1.1 Συμπαγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητας	8
1.2 Γενικά για την Τηλεθέρμανση	10
1.3 Κύρια στοιχεία συστήματος τηλεθέρμανσης	12
1.4 Τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	13
1.4.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από εκμετάλλευση λιγνίτη	14
1.4.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πετρέλαιο	15
1.4.3 Τεχνολογίες ηλεκτρισμού από φυσικό αέριο	18
1.4.4 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε πυρηνικό εργοστάσιο	21
1.4.5 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας	22
1.4.5.1 Γεωθερμία	22
1.4.5.2 Ηλιακή ενέργεια	23
1.4.5.3 Βιομάζα	27
1.5 Μεταφορά και διανομή της θερμικής ενέργειας	28
1.6 Συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη	29
1.6.1 Αυστρία	30
1.6.2 Δανία	32
1.6.3 Φινλανδία	34
1.6.4 Γερμανία	35
1.6.5 Ισλανδία	36
1.6.6 Ιταλία	38
1.6.7 Νορβηγία	49
1.6.8 Ρωσία	40
1.6.9 Σερβία	41
1.6.10 Σουηδία	41
1.6.11 Αγγλία	42
1.7 Συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα	44
1.7.1 Σύστημα τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαίδα	44
1.7.2 Σύστημα τηλεθέρμανσης στην Αμύνταιο	47
1.7.3 Σύστημα τηλεθέρμανσης στη Μεγαλόπολη	49
1.7.4 Σύστημα τηλεθέρμανσης στις Σέρρες	49
1.7.5 Σύστημα τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη	51
1.8 Επιπτώσεις από την εφαρμογή των συστημάτων τηλεθέρμανσης	52
1.9 Βιβλιογραφική ανασκόπηση	54
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΟΖΑΝΗΣ</b>	<b>58</b>
2.1 Συνθήκες σχεδίασης και εκτίμησης θερμικών φορτίων	59
2.2 Διαχρονική πρόσκτηση φορτίου	61
2.3 Καμπύλη διάρκειας φορτίου-ετήσιας ενέργειας	62
2.4 Βασικές επιλογές για τον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης	64
2.4.1 Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	64
2.4.2 Σύστημα μεταφοράς	64

2.4.3 Σύστημα διανομής	65
2.5 Σύντομη περιγραφή του συστήματος	67
2.5.1 Αντλιοστάσια	67
2.5.2 Λεβητοστάσιο αιχμής	71
2.5.2.1 Συμβολή του λεβητοστασίου αιχμής της Κοζάνης στην ποιότητα του αέρα της περιοχής	74
2.5.3 Αγωγός μεταφοράς θερμικής ενέργειας	75
2.5.4 Δίκτυο διανομής	77
2.6 Δυνατότητες λειτουργίας του συστήματος	80
2.7 Έλεγχος λειτουργίας συστήματος τηλεθέρμανσης	81
2.7.1 Ρύθμιση θερμικών φορτίων συστήματος	81
2.7.2 Συστήματα αυτοματισμού	83
2.7.3 Τηλεχειρισμοί-αυτοματισμοί	85
2.8 Οικονομικά στοιχεία-επιπτώσεις	86
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΟΖΑΝΗΣ</b>	<b>88</b>
3.1 Απώλειες θερμότητας στο σύστημα μεταφοράς	89
3.1.1 Απώλειες θερμότητας στον αγωγό προσαγωγής	89
3.1.2 Απώλειες θερμότητας στον αγωγό επιστροφής	90
3.2 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών που χρησιμοποιούνται στο σύστημα	91
3.2.1 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών στο αντλιοστάσιο μεταφοράς ( $A_3$ )	91
3.2.2 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών στο αντλιοστάσιο διανομής ( $A_1$ )	95
3.2.3. Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών στο αντλιοστάσιο μεταφοράς-επιστροφής ( $A_2$ )	96
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b>	<b>97</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>99</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με το πέρασμα των χρόνων και την συνεχόμενη αύξηση της παραγωγής, ο ρυθμός επιβάρυνσης από την ανθρώπινη δραστηριότητα ξεπέρασε κατά πολύ τις φυσικές δυνατότητες του πλανήτη μας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία τάσεων που δεν επιτρέπουν την επάνοδο των οικοσυστημάτων του πλανήτη στην φυσική τους ισορροπία. Η συμβολή της συμπαραγωγής, ως μεθόδου ενεργειακής μετατροπής, στην εξοικονόμηση και την ορθολογική χρήση της ενέργειας, αποτελεί επιτακτική λύση στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που αναφέρθηκαν προηγούμενα.

Τα συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) παράγουν ταυτόχρονα αξιοποιήσιμη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια μέσω ενός ενιαίου συστήματος. Τα συστήματα Συμπαραγωγής μπορούν να εγκατασταθούν σε ενεργοβόρες βιομηχανίες, στον τριτογενή τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, μεγάλα κτίρια, αθλητικά κέντρα, κ.λπ.) ή να καλύψουν τις θερμικές και ηλεκτρικές ανάγκες μιας αστικής περιοχής, μέσω συστημάτων τηλεθέρμανσης / τηλεψύξης.

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η ανάλυση και η περιγραφή των συστημάτων Τηλεθέρμανσης(Τ/Θ). Θα αναφερθεί στο πως λειτουργούν ,σε ποιες μορφές υπάρχουν και τι επιπτώσεις έχει η εφαρμογή τους στο περιβάλλον και στην κοινωνία. Στο επόμενο κεφάλαιο θα ακολουθήσει εκτενέστερη περιγραφή του συστήματος της Τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης. Στην συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο θα γίνει μια μοντελοποίηση όπου γνωρίζοντας το ποσό της θερμικής ενέργειας που φτάνει στην πόλη της Κοζάνης υπολογίζουμε την παραγόμενη θερμική ενέργεια καθώς και τις απώλειες στους αγωγούς προσαγωγής και επιστροφής.

Στο τέλος αναφέρονται κάποια συμπεράσματα από την παρούσα διπλωματική και γίνονται κάποιες προτάσεις για περαιτέρω μελέτη.

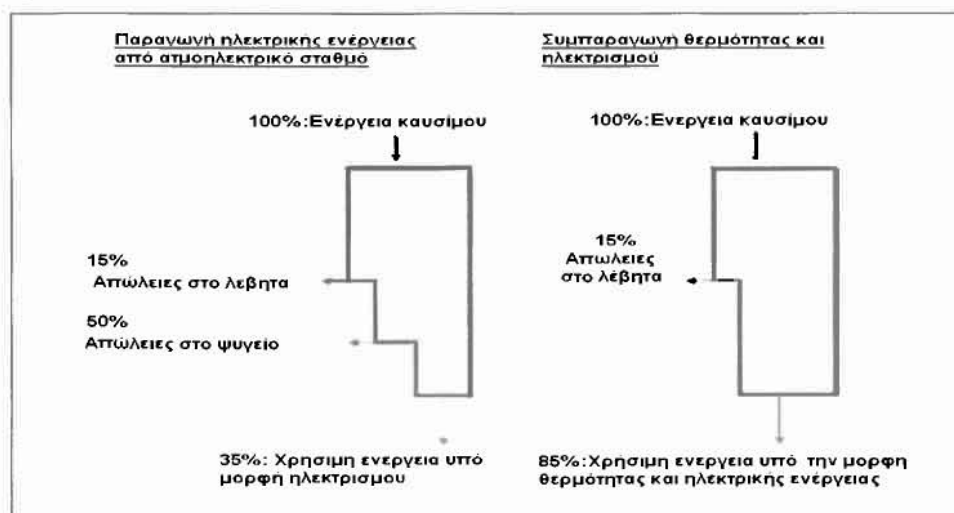
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ

## 1.1 Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητας

Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών ενός καταναλωτή (ή ομάδας καταναλωτών) είναι η αγορά του ηλεκτρισμού από το εθνικό δίκτυο και η καύση κάποιου καυσίμου για την παραγωγή της θερμότητας σε έναν λέβητα, έναν φούρνο, κ.λπ. Κατά την μετατροπή της θερμικής ενέργειας σε μηχανική, στις θερμικές μηχανές, σύμφωνα και με το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα (παράγοντας Carnot), ένα μεγάλο μέρος της θερμικής ενέργειας αποβάλλεται στο περιβάλλον με πολύ χαμηλή θερμοκρασία.

Έτσι κατά την λειτουργία ενός συμβατικού θερμοηλεκτρικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (όπως είναι οι λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ, αλλά και οι νέοι σταθμοί συνδυασμένου κύκλου με φυσικό αέριο), μεγάλα ποσά θερμότητας αποβάλλονται στο περιβάλλον. Το 30-40% της χημικής ενέργειας του καυσίμου μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό, ενώ το υπόλοιπο 60-70% αποβάλλεται στο περιβάλλον ως θερμότητα.

Εάν δεσμευθεί η απορριπτόμενη θερμότητα για να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα, είτε σε βιομηχανικές διεργασίες, είτε για την κάλυψη θερμικών φορτίων στον οικιακό ή τριτογενή τομέα, αυξάνει το βαθμό εκμετάλλευσης της ενέργειας του καυσίμου στο 85-90% ή και περισσότερο. Οδηγεί δηλαδή σε πολύ καλούς ολικούς βαθμούς απόδοσης της ενεργειακής μετατροπής, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 1). Συμπαραγωγή, δηλαδή, είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής (ή μηχανικής) και θερμικής ενέργειας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας.



Εικόνα 1: Συμπαραγωγή



Παράλληλα, για συγκεκριμένες (επιθυμητές) ποσότητες ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, η συμπαραγωγή προσφέρει εξοικονόμηση καυσίμου μεταξύ 15 και 40%, συγκρινόμενη με την παροχή των ίδιων ποσοτήτων ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από συμβατικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς και λέβητες.

Επιπλέον, τα συστήματα Συμπαραγωγής δίνουν τη δυνατότητα αποκέντρωσης (διασποράς) των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων, με τρόπο που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλώσεων, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας τις απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία του ηλεκτρικού συστήματος μιας περιοχής ή της χώρας.

Για τη Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών. Όλα τα συστήματα ΣΗΘ περιλαμβάνουν πάντα μία ηλεκτρογεννήτρια και ένα σύστημα ανάκτησης της θερμότητας. Οι τεχνολογίες που σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως είναι:

- ατμοστρόβιλοι
- αεροστρόβιλοι
- συστήματα συνδυασμένου κύκλου (αεροστρόβιλοι και ατμοστρόβιλοι)
- μηχανές εσωτερικής καύσης , Diesel και Otto.

Τα συστήματα ΣΗΘ είναι διαφόρων μεγεθών και με εύρος ηλεκτρικής ισχύος, από λιγότερο από 5 kWe (μικρές μηχανές για μια μονοκατοικία) μέχρι 500 MWe (συστήματα τηλεθέρμανσης / τηλεψύξης ή βιομηχανικά συστήματα).

Τα συστήματα Συμπαραγωγής μπορούν να τροφοδοτηθούν, ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, με διάφορα καύσιμα: ορυκτά καύσιμα, όπως φυσικό αέριο και άνθρακας, βιοαέριο από οργανικά απορρίμματα ή από εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών, βιομάζα όπως αγροτικά και δασικά υπολείμματα ή από ενεργειακές καλλιέργειες.

## 1.2 Γενικά για την τηλεθέρμανση

Η Τηλεθέρμανση ως μέθοδος συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας άρχισε να εμφανίζεται στις αρχές του αιώνα μας σε διάφορες μεγάλες πόλεις της Ευρώπης. Αποτελεί το μέσο για την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας, η οποία διαφορετικά θα αποτελούσε βιομηχανικό θερμικό απόβλητο, με όλες τις δυσάρεστες συνέπειες που αυτό συνεπάγεται.

Σαν εγκατάσταση Τηλεθέρμανσης χαρακτηρίζεται η συνολική εγκατάσταση που σκοπό έχει να τροφοδοτήσει με θερμότητα έναν καταναλωτή ή σύνολο καταναλωτών, μέσω ενός δικτύου μεταφοράς και διανομής της θερμότητας αυτής, από μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητας.

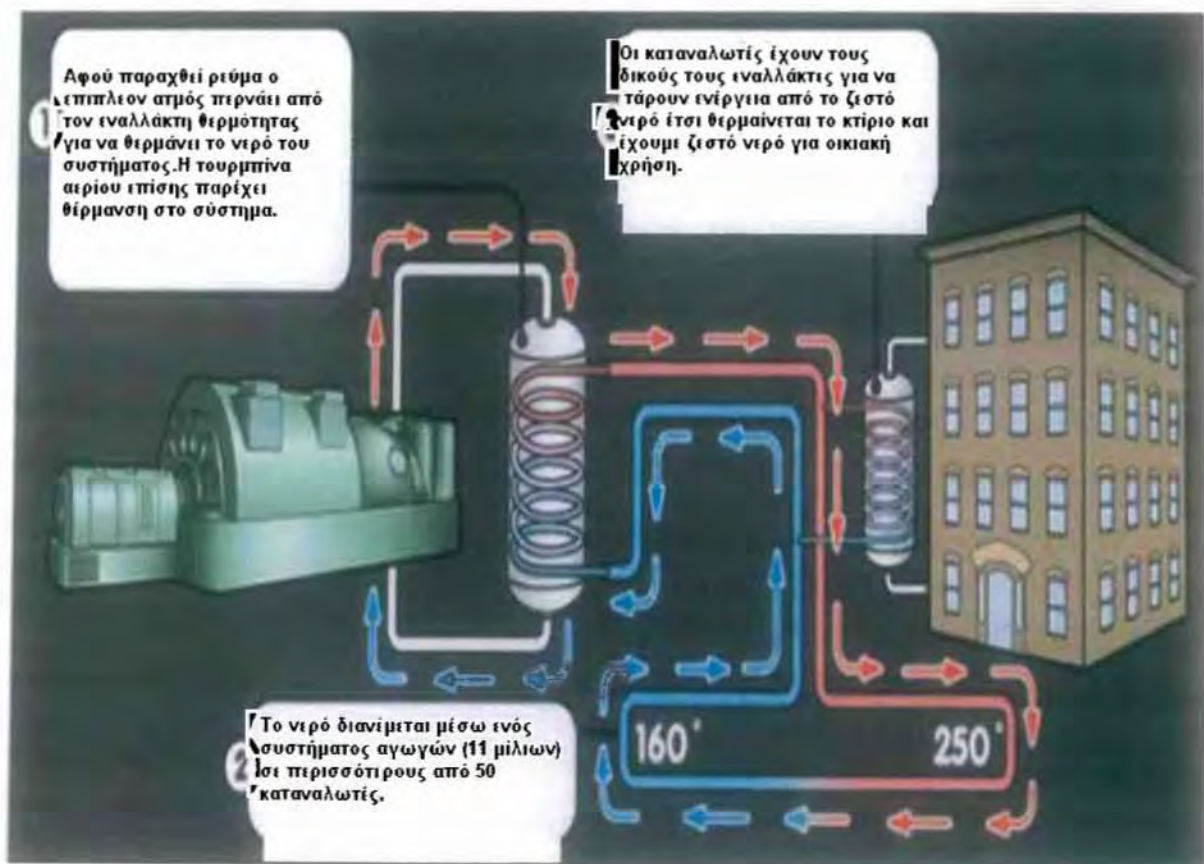
Η θερμότητα μπορεί να προορίζεται για θέρμανση χώρων και παρασκευή θερμού νερού χρήσης, οπότε η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται ως τηλεθέρμανση πόλεων και οικισμών. Αν προορίζεται για βιομηχανική ή γεωργική χρήση, χαρακτηρίζεται αντίστοιχα βιομηχανική και αγροτοβιοτεχνική θερμότητα. Η παραπάνω διάκριση είναι σκόπιμη εξαιτίας της διαφορετικής θερμοκρασιακής απαίτησης της θερμότητας και ανεξάρτητα από την ισχύ τους. Έτσι τα θερμικά φορτία για θέρμανση χώρων απαιτούν θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 80 °C, σε γραμμές μεταφοράς θερμικής ενέργειας. Τα αγροτοβιοτεχνικά φορτία (θερμοκήπια - ξηραντήρια κλπ) απαιτούν χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ τα βιομηχανικά φορτία καλύπτουν μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών.

Η βασική διαφορά της Τηλεθέρμανσης από τους συνήθεις τρόπους θέρμανσης των οικοδομών (θερμάστρα, τζάκι, κεντρική θέρμανση) συνίσταται στο ότι η Τηλεθέρμανση παίρνει την θερμική ενέργεια από ενιαία για την πόλη πηγή της ή από σημείο μαζικής παραγωγής της και την μεταφέρει στους χώρους κατανάλωσης. Αντίθετα οι συνήθεις τρόποι θέρμανσης προϋποθέτουν την ύπαρξη και την λειτουργία ιδιαίτερης πηγής σε κάθε κατοικία ή πολυκατοικία. Γι' αυτό ονομάστηκε τηλεθέρμανση (ο όρος στην Αγγλική Γλώσσα αποδίδεται <<district heating>> και στην Γερμανική γλώσσα <<Fernwaerme>>).

Η Τηλεθέρμανση έχει τις ρίζες της στα αρχαία ρωμαϊκά λουτρά. Αυτά χρησιμοποιούσαν το σύστημα "υπόκαυστον" κατά το οποίο σηκώνονταν το δάπεδο με την βοήθεια λίθων και δημιουργώντας ψευδοδάπεδο, προέκυπταν δίοδοι για ζεστό αέρα που ζέσταινε τα λουτρά, με την βοήθεια υπόγειων εστιών.

Το παλιότερο δίκτυο τηλεθέρμανσης χρονολογείται στις αρχές του 14<sup>ου</sup> αιώνα στη Γαλλία και ειδικότερα στο χωριό Chaudes-Aigues. Τα δίκτυο αποτελούνταν από ξύλινους σωλήνες και υπάρχει ακόμα και σήμερα. Πρωτεύουσα ενεργειακή πηγή ήταν η γεωθερμία.

Το πρώτο δίκτυο τηλεθέρμανσης σε εμπορική λειτουργία δημιουργήθηκε στο Lockport της Νέας Υόρκης το 1877. Στην αρχή δημιουργήθηκε ένα κυκλικό δίκτυο διανομής ατμού και επιστροφής συμπυκνώματος και ξεκινώντας με 14 καταναλωτές σε 3 χρόνια διευρύνθηκε σε ένα δίκτυο 5 km , εξυπηρετώντας ακόμα και βιομηχανικούς καταναλωτές. Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 2) φαίνεται σχηματικά ένα σύστημα Τηλεθέρμανσης.



Εικόνα 2: Σχηματικό διάγραμμα λειτουργίας τηλεθέρμανσης

### 1.3 Κύρια στοιχεία συστήματος τηλεθέρμανσης

Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης συγκροτείται από τρία ανεξάρτητα υδραυλικά διαχωρισμένα δίκτυα:

A. Το δίκτυο μεταφοράς υπέρθερμου νερού θερμοκρασίας μέχρι 150°C ( με δίδυμους προμονωμένους αγωγούς για την προσαγωγή και επιστροφή του νερού από την πόλη που το μήκος τους καλύπτει αποστάσεις μέχρι και 50 km).

Για την μεταφορά του υπέρθερμου νερού απαιτούνται ειδικές εγκαταστάσεις με αντλιοστάσια κυρίων αντλιών μεταφοράς παροχής 1000 m<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 bars 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 επανακυκλοφορίας 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 1000 m<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 μονοσωλήνιες 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 6-10 bar
- μικρή παροχή 30-40 m<sup>3</sup>/h
- μέση διαφορική πίεση
- χαμηλό διαφορική θερμοκρασία έως 40°C
- σύστημα μεταβλητής /σταθερής παροχής
- απαιτούνται αντλίες με ενσωματωμένο inverter

#### 1.4 Τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Η παραγωγή της θερμικής ενέργειας μπορεί να είναι είτε αυτόνομη είτε συνδυασμένη με παράλληλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (συμπαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας-θερμότητας). Η πρωτογενής ενέργεια για την παραγωγή της θερμότητας στους σταθμούς παραγωγής ή συμπαγωγής, μπορεί να προέρχεται από συμβατικά καύσιμα (λιγνίτης-πετρέλαιο ή φυσικό αέριο) ή πυρηνικά (σε θερμοδυναμικούς κύκλους συμπαγωγής) ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (γεωθερμία, ηλιακή ενέργεια, βιομάζα).

Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 3) φαίνεται η κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο.



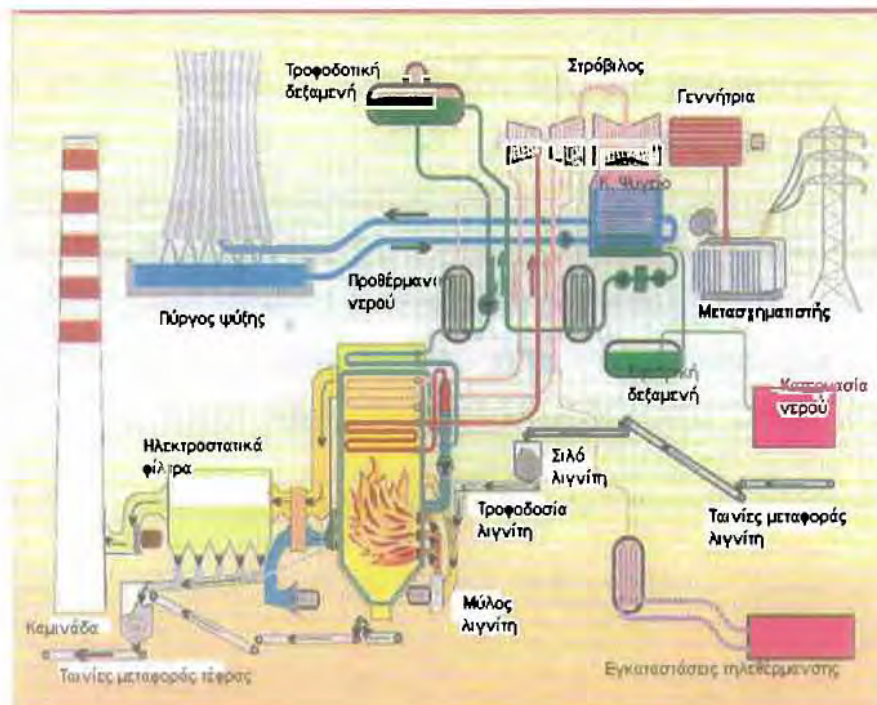
Εικόνα 3: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι τρόποι αυτοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

#### 1.4.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από εκμετάλλευση λιγνίτη

Το πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας αποτελεί η εξόρυξη του λιγνίτη από τα ορυχεία. Στην συνέχεια ο λιγνίτης οδηγείται με ταινιόδρομους στο σιλό των μύλων, από όπου με τροφοδότες καταλήγει στους μύλους όπου αλέθεται. Ο λιγνίτης υπό μορφή σκόνης οδηγείται για καύση σε ειδικούς καυστήρες οι οποίοι θερμαίνουν τους ατμολέβητες για ατμοποίηση του νερού. Ο ατμολέβητας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού ύδατος λειτουργεί σε 540 °C και πίεση 170 atm. , παράγοντας υπέρθερμό ατμό.

Ο ατμός αυτός οδηγείται με αγωγούς στο στρόβιλο τον οποίο και στρέφει με 3.000 στροφές το λεπτό. Ο ατμός μετά την εκτόνωσή του στο στρόβιλο, συμπυκνώνεται στο συμπυκνωτή και μέσω προθερμαντήρων νερού οδηγείται ξανά στο λέβητα για να συνεχίσει την ίδια διαδικασία. Ο ατμοστρόβιλος στρέφει τη γεννήτρια, η οποία παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Η λειτουργία αυτή φαίνεται διαγραμματικά στο σχήμα (εικόνα 4) που ακολουθεί.



Εικόνα 4: Σχηματική λειτουργίας λιγνιτικής μονάδας

#### **1.4.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πετρέλαιο**

Η καύση του αργού πετρελαίου είναι δυνατή για ηλεκτροπαραγωγή. Όμως, αποτελεί μεγάλη σπατάλη διότι ο εξευγενισμός του μπορεί να δώσει δεκάδες προϊόντα με μεγάλη θερμαντική και χρηματική αξία. Παρακάτω περιγράφονται τα στάδια αξιοποίησης του πετρελαίου.

##### **Η εξόρυξη**

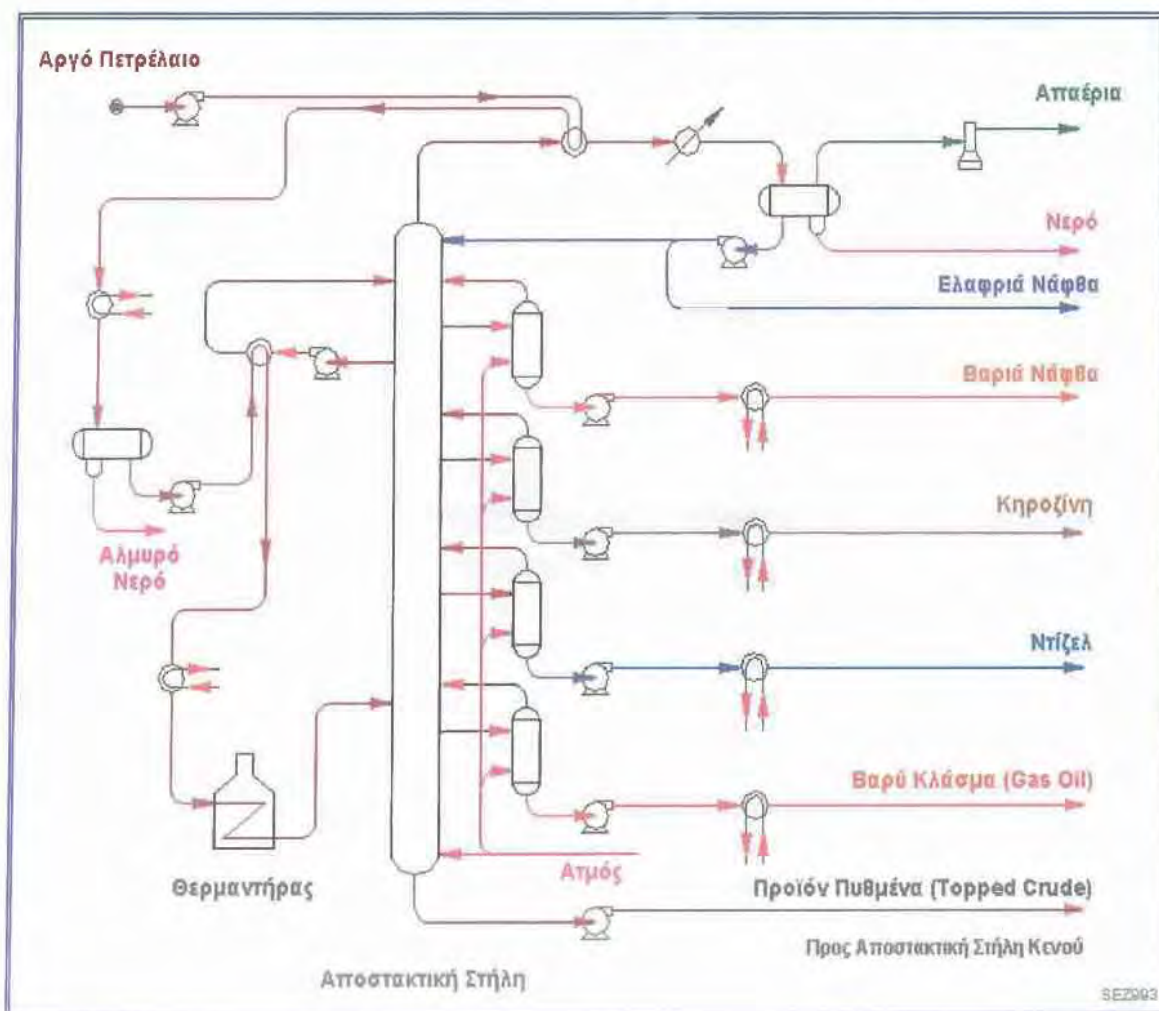
Σήμερα υπάρχουν τρεις μέθοδοι εξόρυξης πετρελαίου: με συρματόσχοινο, με περιστροφικό εξοπλισμό και η θαλάσσια. Στη μέθοδο με το συρματόσχοινο, ένα σφυρί-πρέσα βυθίζει μια δαγκάνα που ανοίγει το έδαφος και βγάζει τα χώματα. Ο περιστροφικός εξοπλισμός χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερα βάθη και αποτελείται από ένα σωλήνα με ένα τρυπάνι. Το τρυπάνι μαζί με τον σωλήνα βυθίζεται στο έδαφος και καθώς περιστρέφεται βγάζει έξω τα χώματα. Στις θαλάσσιες εξορύξεις απαιτείται μια ημιβυθισμένη εξέδρα από όπου εφαρμόζεται η μέθοδος με τον περιστροφικό εξοπλισμό. Κάθε κοίτασμα αργού πετρελαίου περιέχει ποσότητα μεθανίου ή άλλων αερίων διαλυμένων σε αυτό. Μόλις το γεωτρύπανο χτυπήσει το πετρέλαιο, η πίεση απελευθερώνεται στο υπόγειο κοίτασμα. Τα αέρια σπρώχνουν το αργό πετρέλαιο στην επιφάνεια. Τα διαλυμένα αέρια επιτρέπουν μια ανάκτηση του πετρελαίου περίπου 20%. Η εισαγωγή νερού στο κοίτασμα επιτρέπει ανάκτηση πετρελαίου περίπου 50%. Τασιενεργά πρόσθετα χρησιμοποιούνται για ακόμα μεγαλύτερη ανάκτηση πετρελαίου. Παρόλα αυτά είναι αδύνατο να εξορυχτεί όλο πετρέλαιο.

##### **Η Μεταφορά**

Καθότι το αργό πετρέλαιο είναι υγρό μπορεί να μεταφερθεί ευκολότερα από ότι ο άνθρακας ή το φυσικό αέριο. Ο άνθρακας είναι στερεό με μεγαλύτερη πυκνότητα από το αργό πετρέλαιο και δεν απαιτεί μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους αλλά δεν μπορεί να αντληθεί. Οι μεταφορικές ταινίες και οι γερανοί είναι μη ανταγωνιστικοί των αντλητικών συστημάτων σε οικονομική βάση. Το φυσικό αέριο μπορεί να αντληθεί χρησιμοποιώντας σχετικά ακριβούς αεροσυμπιεστές αλλά απαιτεί τεράστιες αποθηκευτικές δεξαμενές. Μια καινούργια μέθοδος αποθήκευσης φυσικού αερίου έχει αναπτυχθεί τελευταία. Τεράστιες ποσότητες νερού αντλούνται σε κοιτάσματα αλατιού. Το νερό διαλύει το αλάτι αφήνοντας πίσω του τεράστιες κοιλότητες. Οι κοιλότητες αυτές τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο όπου και αποθηκεύεται μέχρι τη χρήση του. Η ευκολία με την οποία μεταφέρεται το αργό πετρέλαιο είναι και ένας λόγος εξάρτησής μας από αυτό.

## Η Απόσταξη

Η καλύτερη χρήση του αργού πετρελαίου λοιπόν απαιτεί τον διαχωρισμό του σε μικρές ομάδες συστατικών και αυτό γίνεται στο διυλιστήριο, όπου μεταφέρεται μετά την εξόρυξή του με ειδικούς αγωγούς και δεξαμενόπλοια. Τα διυλιστήρια αργού πετρελαίου είναι οι ναοί της σύγχρονης χημικής μηχανικής. Μέσα από μια πληθώρα αποστακτικών στηλών, χημικών αντιδραστήρων και σωληνώσεων το αργό πετρέλαιο μετατρέπεται σε χρήσιμα προϊόντα. Τα μεγάλα διυλιστήρια πετρελαίου κοστίζουν εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ και απασχολούν χιλιάδες εργαζόμενους. Λειτουργούν όλο το 24ωρο και καταλαμβάνουν έκταση αρκετών γηπέδων ποδοσφαίρου. Η Ελλάδα έχει 4 διυλιστήρια πετρελαίου. Τα διυλιστήρια αργού πετρελαίου παράγουν καύσιμα και χημικές πρώτες ύλες. Στην εικόνα που ακολουθεί (εικόνα 5) παρουσιάζεται η απόσταξη δηλαδή η φυσική διεργασία του διαχωρισμού ουσιών ανάλογα με την πτητικότητα τους.



Εικόνα 5: Σχηματική απεικόνιση αποστακτικής στήλης





### 1.4.3 Τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού από φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

#### Εξαγωγή-Μεταφορά

Το φυσικό αέριο είναι καύσιμο και πρώτη ύλη της χημικής βιομηχανίας καθώς αποτελεί ένα αέριο μίγμα υδρογονανθράκων. Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες στις οποίες βρίσκεται υπό υψηλή πίεση. Σε αυτές τις κοιλότητες το φυσικό αέριο σχηματίστηκε με τρόπο παρόμοιο με τον τρόπο σχηματισμού του πετρελαίου. Μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας. Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται συνήθως μακριά από τα κύρια κέντρα καταναλώσεως συνεπώς πρέπει να μεταφερθεί, αν και οι βιομηχανίες χημικής επεξεργασίας είναι συχνά εγκατεστημένες στην περιοχή της παραγωγής. Η μεταφορά του φυσικού αερίου εξαρτάται από την κατάσταση του. Σε αέρια κατάσταση μεταφέρεται με αγωγούς υπό υψηλή πίεση, ενώ σε υγρή κατάσταση μεταφέρεται με πλοία. Οι μεγάλοι αγωγοί υψηλής πίεσης καθιστούν δυνατή τη μεταφορά του αερίου σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων. Παραδείγματα τέτοιων αγωγών είναι οι αγωγοί της Κεντρικής και Δυτικής Ευρώπης. Οι έρευνες για πετρέλαιο έχουν αποκαλύψει την ύπαρξη μεγάλων κοιτασμάτων αερίου στην Αφρική , Μέση Ανατολή , Αλάσκα και αλλού. Η μεταφορά από τέτοιες περιοχές γίνεται με πλοία. Το αέριο υγροποιείται στους  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$  και μεταφέρεται, όπως το πετρέλαιο, με δεξαμενόπλοια ειδικά κατασκευασμένα για τον σκοπό αυτό. Ένα κυβικό μέτρο υγρού φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε 600 κυβικά μέτρα αερίου σε ατμοσφαιρική πίεση. Το ειδικό βάρος του υγρού αερίου είναι σχετικά χαμηλό (περίπου 0,55). Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από την Ρωσία και την Αλγερία.

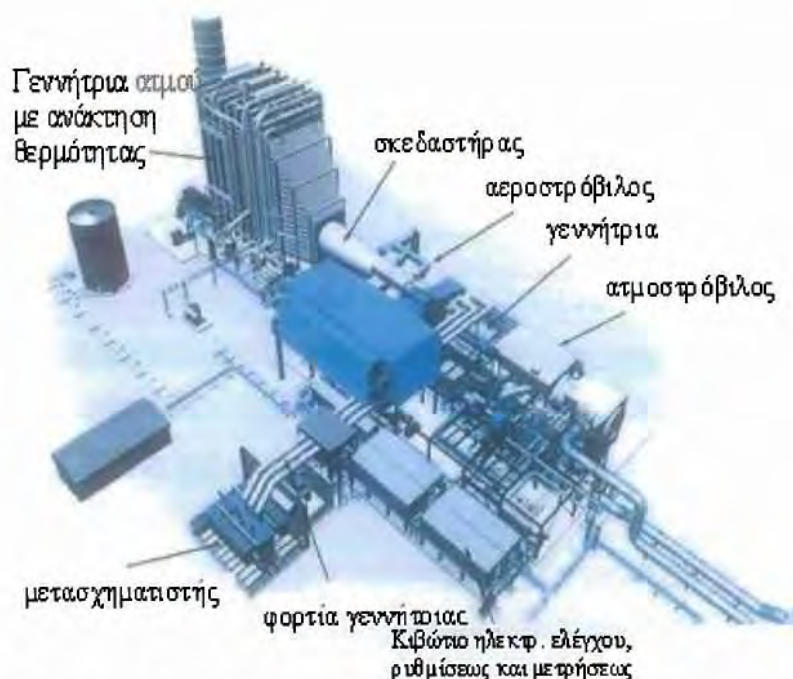
#### Η καύση

Οι αεριοστρόβιλοι χρησιμοποιούν τα θερμά αέρια από την καύση του αερίου άμεσα, αντί να χρησιμοποιούν τη παραγόμενη θερμότητα για να κάνουν ατμό, όπως τα εργοστάσια λιθάνθρακα.

Υπάρχουν δύο τύποι εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο:

- (1) αεριοστρόβιλοι συνδυασμένου κύκλου και
- (2) αεριοστρόβιλοι ανοιχτού κύκλου

Στην τεχνολογία αεριοστρόβιλων ανοιχτού κύκλου το φυσικό αέριο αναμειγνύεται με τον αέρα και τροφοδοτεί ένα αεριοστρόβιλο, που στην συνέχεια θέτει σε κίνηση μια ηλεκτρογεννήτρια. Η τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου κάνει τα ίδια, απλά χρησιμοποιεί τη θερμότητα από τα καυσαέρια του αεριοστρόβιλου για να παράγει ατμό. Ο ατμός στην συνέχεια θέτει σε κίνηση έναν ατμοστρόβιλο και στην συνέχεια μια ηλεκτρογεννήτρια (παράγοντας διπλάσια ηλεκτρική ενέργεια με το ίδιο κόστος καυσίμων). Η παρακάτω εικόνα (εικόνα 7) δείχνει την λειτουργία αυτή.



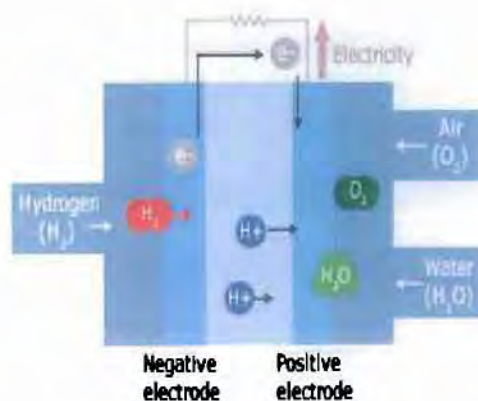
**Εικόνα 7: Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου από φυσικό αέριο**

Το ποσό της ενέργειας που παράγεται και από τις δυο τεχνολογίες αεριοστρόβιλων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες. Η ποσότητα του καυσίμου που μπορεί να καεί αποτελεσματικά εξαρτάται από την θερμοκρασία, την πίεση και την υγρασία του αέρα με τον οποίο αναμειγνύεται. Γενικά, όσο πιο κρύος είναι ο καιρός τόσο πιο αποτελεσματική είναι η μονάδα.

Οι αεριοστρόβιλοι συνδυασμένου κύκλου μπορεί να είναι πάνω από 50% αποδοτικοί στην μετατροπή του φυσικού αερίου σε ηλεκτρισμό, σε σύγκριση με

περίπου 33% που ισχύει για τους ατμοστρόβιλους (που χρησιμοποιούνται στο λιθάνθρακα). Ο ατμός που χρησιμοποιείται για την περιστροφή του ατμοστρόβιλου κατευθύνεται σε ένα συμπυκνωτή, όπου με την ψύξη ξαναγίνεται νερό για να επαναχρησιμοποιηθεί στους λέβητες. Για αυτό το σκοπό (ψύξη των ατμών) 10.000 λίτρα θαλασσινού νερού ανά δευτερόλεπτο αντλούνται στο συμπυκνωτή. Το θαλασσινό νερό επαναψύχεται σε πύργους ψύξης και ρίχνετε πίσω στην θάλασσα σε θερμοκρασία 2 °C πάνω από την αρχική του θερμοκρασία.

Μια ακόμη καλύτερη τεχνολογία για τη μετατροπή του φυσικού αερίου για την ηλεκτρική ενέργεια που γίνεται ταχέως εμπορεύσιμη είναι οι «κυψέλες καυσίμου». Οι «κυψέλες καυσίμου» μετατρέπουν απευθείας φυσικό αέριο σε ηλεκτρική ενέργεια χωρίς καύση του αερίου. Ένα μόριο φυσικού αερίου αποτελείται από άνθρακα και υδρογόνο. Αφού το υδρογόνο αποσπασθεί από τον άνθρακα εισάγεται σε μια «κυψέλη καυσίμου», όπου ενώνεται με οξυγόνο και παράγει νερό, ηλεκτρισμό και θερμότητα. Ο άνθρακας απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα σαν διοξείδιο του άνθρακα που είναι πολύ λιγότερο σε ποσότητα από αυτό που εκπέμπεται από τους αεριοστρόβιλους. Οι «κυψέλες καυσίμου» είναι εξαιρετικά αποτελεσματικές, μετατρέποντας το 60% της ενέργειας του φυσικού αερίου σε ηλεκτρική ενέργεια. Είναι εντελώς αθόρυβες και μπορεί να κατασκευαστούν σε ένα ευρύ φάσμα μεγεθών. Αρκετά μικρές για να τροφοδοτήσουν ένα αυτοκίνητο και σε μεγέθη αρκετά μεγάλα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανσης και ζεστού νερού σε πολυκατοικίες και εργοστάσια. Η λειτουργία μιας κυψέλης καυσίμου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 8).

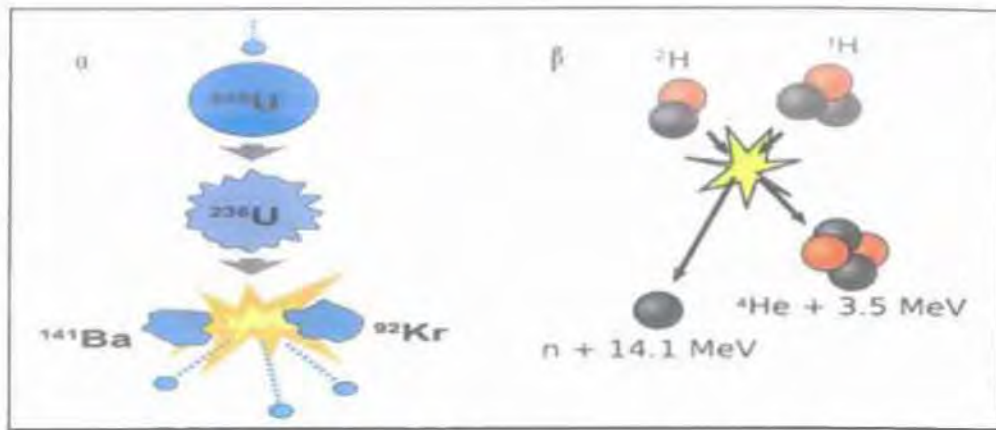


Εικόνα 3:Λειτουργία κυψέλης καυσίμου

#### 1.4.4 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε πυρηνικό εργοστάσιο

Όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες η ενέργεια που απελευθερώνεται ονομάζεται Πυρηνική ενέργεια. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά τη σχάση (εικόνα 9α) ή σύντηξη (εικόνα 9β) των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (όπως συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει ενεργειακές ανάγκες. Πυρηνική σχάση είναι η ιδιότητα κάποιων ατόμων να διασπώνται παράγοντας μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Όλα τα άτομα αποτελούνται από έναν πυρήνα που περιβάλλεται από ένα σύννεφο ηλεκτρονίων. Αυτός ο πυρήνας περιέχει και άλλα δύο είδη σωματιδίων σε διάφορους αριθμούς. Τα νετρόνια και τα πρωτόνια. Αυτά τα σωματίδια αλληλοσυγκρατούνται με μια ισχυρή δύναμη που οι φυσικοί ονομάζουν "ενέργεια σύνδεσης".

Σε έναν τυπικό πυρηνικό αντιδραστήρα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ο πυρήνας του αποτελείται από 80 με 100 τόνους ουρανίου σε παραπάνω από 30.000 ράβδους καυσίμων. Οι ράβδοι καυσίμων αποδίδουν τη θερμότητα που παράγουν στο νερό, σε μια σειρά ατμοπαραγωγών (μπόϊλερ). Ο ατμός συνεχίζει την πορεία του για την κίνηση ατμοστροβίλων (τουρμπίνες) που συνδέονται με μια ηλεκτρική γεννήτρια. Ακολουθεί ψύξη του κορεσμένου ατμού που εξέρχεται από τους ατμοστροβίλους, ο οποίος συμπυκνώνεται και διοχετεύεται και πάλι στο σύστημα. Ο διαχωρισμός του νερού ψύξης σε δακτύλιους συμβάλει στην ελαχιστοποίηση του ρίσκου να φτάσει το μολυσμένο νερό στο περιβάλλον.



Εικόνα 9: α) Πυρηνική σχάση β) Πυρηνική σύντηξη

## 1.4.5 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

### 1.4.5.1 Γεωθερμία

Γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμότητα που εμπεριέχεται στην γη και η οποία δημιουργεί διάφορα γεωλογικά φαινόμενα. Το τμήμα της γήινης θερμότητας που βρίσκεται αποθηκευμένο με την μορφή θερμού νερού ή ατμού περιορίζεται στα πρώτα τρία περίπου χιλιόμετρα από την επιφάνεια της και μπορούμε να το εκμεταλλευτούμε. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

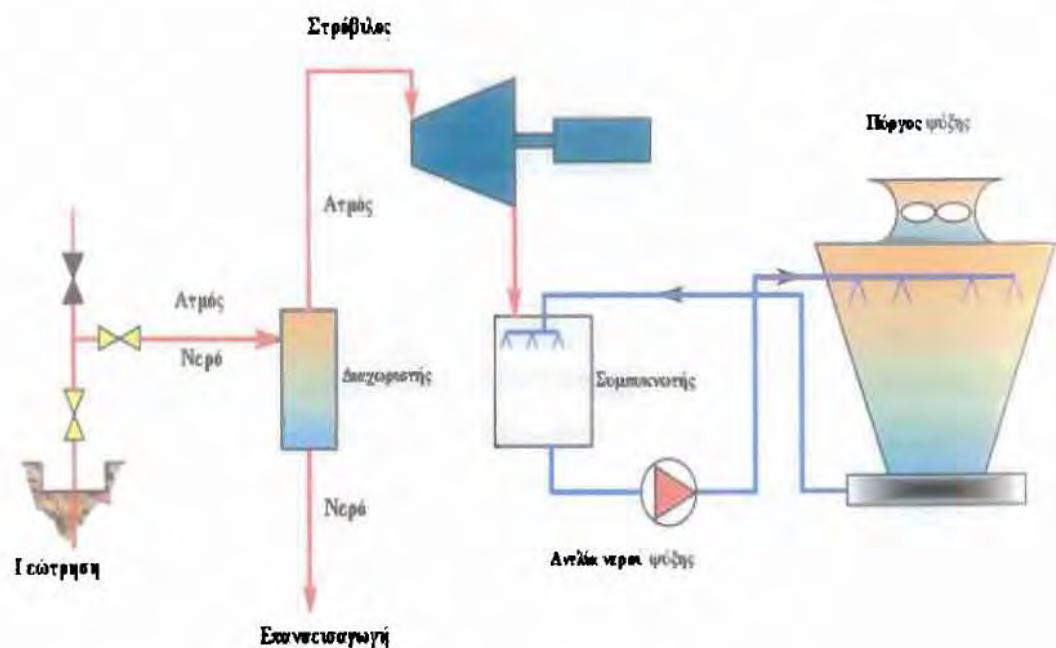
- 1) Η Υψηλής Ενθαλπίας ( $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρισμού. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια  $12 \times 10^6$  kWh/yr.
- 2) Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).
- 3) Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.

Τα γεωθερμικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας έχουν ένα σαφές πλεονέκτημα έναντι των άλλων μορφών παραγωγής ενέργειας από πλευρά καθαριότητας και αφθονίας.

Μέχρι σήμερα, υπάρχουν 3 βασικοί τύποι γεωθερμικών εγκαταστάσεων. Ένα από αυτά ονομάζεται ξηρός ατμός γεωθερμικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το είδος του γεωθερμικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής κάνει χρήση του ατμού υπόγειο. Ένα άλλο είδος ονομάζεται flash εργοστάσιο, όπου πολύ ζεστό νερό (συνήθως στους 200 °C ), ενσωματώθηκε κάτω από το έδαφος. Νερό και ατμός χωρίζονται και ο ατμός χρησιμοποιείται για την περιστροφή στρόβιλων που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα.

Ο τρίτος τύπος της γεωθερμικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ονομάζεται δυαδικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το είδος του γεωθερμικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής χρησιμοποιεί το ζεστό νερό που βρέθηκαν κάτω από το έδαφος για τη θέρμανση υγρού εργασίας μέσω εναλλακτών θερμότητας. Το υγρό εργασίας θερμαίνεται και χρησιμοποιείται για την περιστροφή του στρόβιλου.

Η παραγωγική διαδικασία για την παραγωγή ηλεκτρισμού από μία γεωθερμική μονάδα παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 10).



Εικόνα 10:Γεωθερμική μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας

### 1.4.5.2 Ηλιακή ενέργεια

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολία.

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολο της είναι πρακτικά ανεξάντλητη αφού προέρχεται από τον ήλιο και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί για την εκμετάλλευσή της(εικόνα 11).



Εικόνα 11:Εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών:

1. τα παθητικά ηλιακά συστήματα,
2. τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και
3. τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

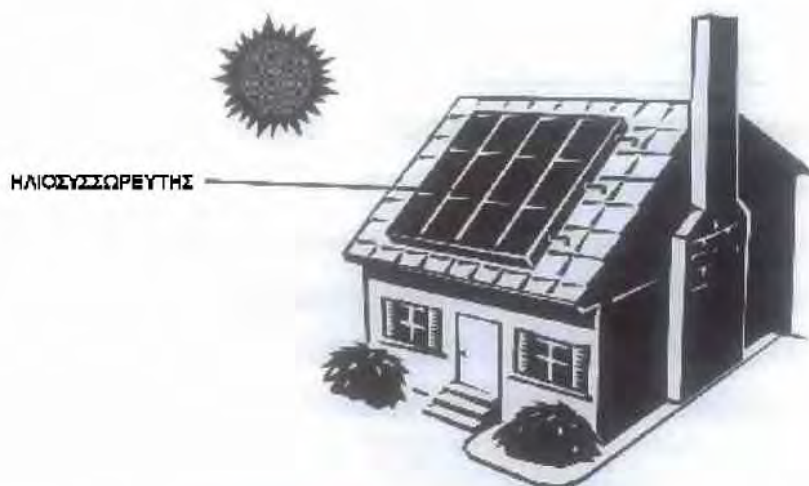
Γενικά τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Συγκεκριμένα, τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. Την συλλέγουν, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο (εικόνα 12).



Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

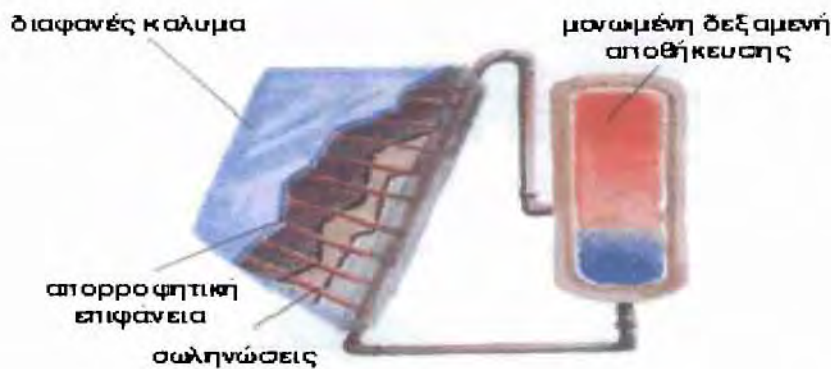
Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.



### *Παθητικά Ηλιακά Συστήματα*

**Εικόνα 12: Παθητικό ηλιακό σύστημα**

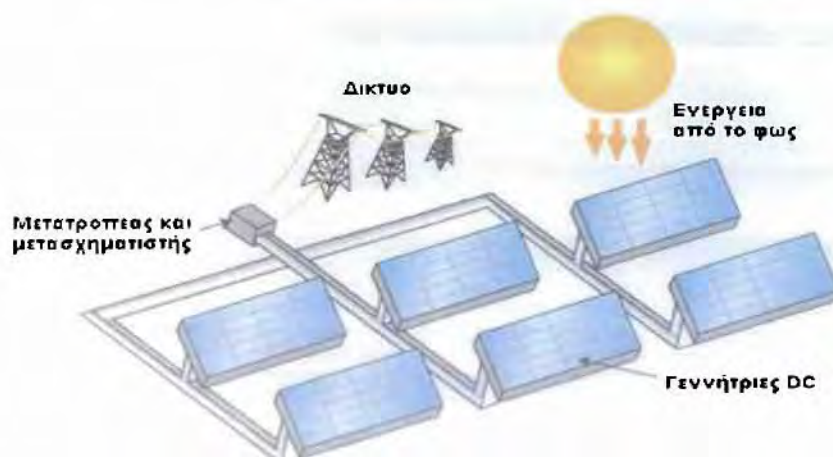
Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα (εικόνα 13) χρησιμοποιούν συλλέκτες και δεξαμενές αποθήκευσης. Η μεταφορά της ενέργειας μέσω ενός θερμαινόμενου ρευστού (π.χ νερό, αέρας) πραγματοποιείται είτε με φυσική ροή είτε μέσω κυκλοφορητή. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από τον συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται στην δεξαμενή.



**Εικόνα 13:Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα**

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα (εικόνα 14) έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες.

Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 14% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.



**Εικόνα 15:Φωτοβολταϊκό σύστημα**

### 1.4.5.3. Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα εννοούμε όλα τα υλικά(στερεά, υγρά ή αέρια) που περιέχουν άνθρακα και τα οποία μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια. Τα υλικά αυτά μπορούν απευθείας να καούν για παραγωγή θερμότητας ή ισχύος ή να μετατραπούν σε βιοκαύσιμα. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας είναι οι εξής:

- Η καύση: Αποτελεί την πιο ανεπτυγμένη και διαδεδομένη τεχνολογία για ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας, τόσο στον Ελληνικό χώρο όσο και διεθνώς. Για παράδειγμα, ορισμένοι τύποι βιομάζας καίγονται θερμαίνοντας λέβητες με νερό. Έτσι παράγεται ατμός, ο οποίος περιστρέφει μια τουρμπίνα, η οποία με την σειρά της ενεργοποιεί μια γεννήτρια και παράγει ηλεκτρισμό.

- Η αεριοποίηση: Ο όρος αεριοποίηση αναφέρεται σε μια σειρά χημικών διεργασιών κατά τις οποίες το αέριο καύσιμο αντιδρά σε κατάλληλες συνθήκες με ατμό και αέρα ή οξυγόνο για την παραγωγή αέριων καυσίμων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας, σε μηχανές εσωτερικής καύσης ή λέβητες. Η διεργασία περιλαμβάνει τη θέρμανση της βιομάζας σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 300 °C μέχρι 1000 °C και πίεση από 1 atm μέχρι και 30 atm για την παραγωγή ενός καυσίμου με μικρή ή ενδιάμεση θερμογόνο δύναμη (περίπου 4-10 MJ/Nm).

- Η πυρόλυση: Κατά τη συγκεκριμένη μέθοδο Η βιομάζα θερμαίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες απουσία αέρα, χωρίς να καεί για παραγωγή στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων (ξυλάνθρακα, βιοαέριο και αέρια χαμηλής και μέσης θερμογόνου δύναμης). Πιο συγκεκριμένα, η βιομάζα μετατρέπεται σε υγρό πυρόλυσης, το βιοέλαιο, που αποθηκεύεται και μεταφέρεται ευκολότερα από ότι η στερεά βιομάζα. Το βιοέλαιο καίγεται όπως το πετρέλαιο και χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρισμού.

Χρήση βιοαερίου από χωματερές για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος



Ανακύκλωση στερεών απόβλητων για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος



Εικόνα 15:Χρήση βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

## 1.5 Μεταφορά και διανομή

Η μεταφορά και η διανομή της θερμικής ενέργειας γίνεται με κατάλληλα συστήματα ή υπέρθερμου νερού (δηλαδή νερό σε θερμοκρασίες πάνω από 100 °C, το οποίο σε ατμοσφαιρική πίεση θα γινόταν ατμός, παραμένει όμως νερό σε υψηλότερες πιέσεις που επικρατούν στο σύστημα, μεγαλύτερες των 3 atm) ή ατμού. Οι αγωγοί, στο σύνολο τους σχεδόν, είναι χαλύβδινοι και περιβάλλονται από θερμομονωτικό υλικό για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών. Σήμερα οι αγωγοί είναι πλέον υπόγειοι, προμονωμένοι και ο καταναλωτής τροφοδοτείται άμεσα ή με την παρεμβολή θερμικού εναλλάκτη. Για την κυκλοφορία του θερμού / υπέρθερμου νερού στα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται αντλίες - κυκλοφορητές.

Η ενέργεια θέρμανσης μεταφέρεται 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 θερμοδομετρητή και ένα σύστημα σωληνώσεων με τα απαραίτητα όργανα ελέγχου. Μέσω αυτού του εναλλάκτη θερμότητας το ζεστό νερό του δικτύου 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.

Στην αρχή της παροχής, στο εργοστάσιο, το νερό έχει θερμοκρασία 100° C και στην επιστροφή 20- 40° C.

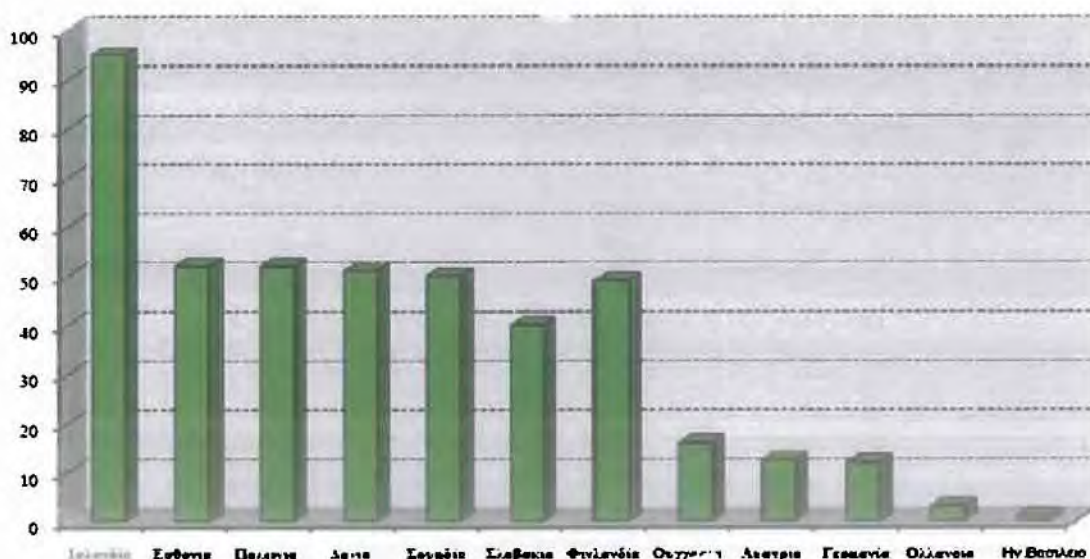
## 1.6 Συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη

Στην Ευρώπη ο όρος για τέτοια συστήματα ερμηνεύεται γενικά ως θέρμανση απόστασης ή αστική θέρμανση. Σε μερικές περιπτώσεις, Ευρωπαϊκή τηλεθέρμανση καλείται ένα κεντρικό σύστημα, που αναφέρεται στο σύστημα ανεφοδιασμού θερμότητας σε πολλά κτίρια από μια πηγή κεντρικής θέρμανσης..

Περαιτέρω, τα Ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης ορίζονται ως εκείνα που πωλούν θερμότητα σε διαφορετικούς πελάτες. Επειδή οι συνθήκες από χώρα σε χώρα είναι διαφορετικές για αυτό και κάθε σύστημα Τηλεθέρμανσης είναι μοναδικά κατασκευασμένο .Επιπλέον κάθε χώρα έχει διαφορετική πρόσβαση στους φορείς πρωτογενούς ενέργειας, με αποτέλεσμα να διαχειρίζονται την αγορά θέρμανσης με διαφορετικό τρόπο μέσα στα σύνορα τους. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην ύπαρξη πολλών συστημάτων Τηλεθέρμανσης σε όλο τον κόσμο.

Από το 1954 τα συστήματα Τηλεθέρμανσης άρχισαν να προωθούνται στην Ευρώπη. Οι Ευρωπαϊκές χώρες που διαθέτουν τέτοιου είδους συστήματα θέρμανσης είναι: Αυστρία, Δανία, Φινλανδία, Γερμανία, Ισλανδία, Ιταλία , Νορβηγία , Ρωσία, Σερβία, Σουηδία, Αγγλία.

Τα ποσοστά των κατοικιών που συνδέθηκαν με ένα σύστημα Τηλεθέρμανσης στις παραπάνω Ευρωπαϊκές χώρες το 2000 παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Ποσοστά κατοικιών που χρησιμοποιούν θερμότητα από τηλεθέρμανση ανά χώρα.

Ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των συστημάτων τηλεθέρμανσης που διαθέτει κάθε μία από τις Ευρωπαϊκές χώρες που αναφέρθηκαν παραπάνω:

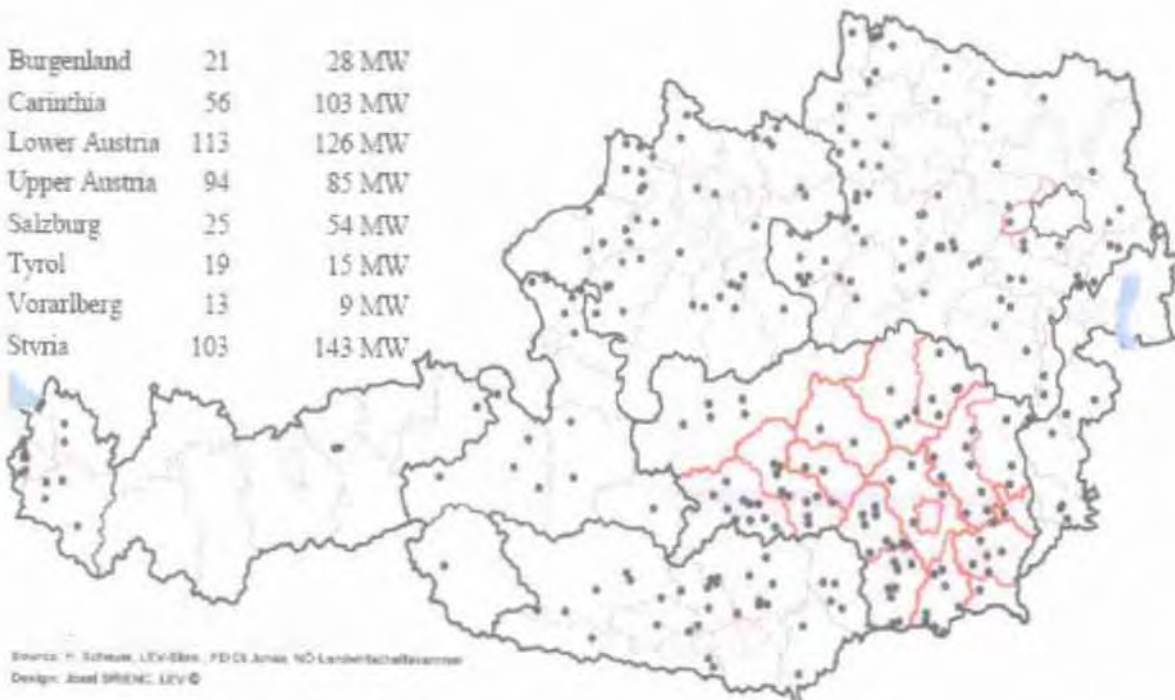
### 1.6.1 Αυστρία

Το μεγαλύτερο σύστημα Τηλεθέρμανσης που υπάρχει στην Αυστρία λειτουργεί στην Βιέννη αλλά υπάρχουν και άλλα πιο μικρά συστήματα σε όλη την έκταση της χώρας. Τα συστήματα αυτά στηρίζονται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση βιομάζας και πιο συγκεκριμένα με την χρήση πελλετών (pellets).

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας χάρτης που δείχνει τα εργοστάσια βιομάζας που υπάρχουν στην χώρα (εικόνα 16).

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΗ  
ΙΣΧΥΣ

Burgenland	21	28 MW
Carinthia	56	103 MW
Lower Austria	113	126 MW
Upper Austria	94	85 MW
Salzburg	25	54 MW
Tyrol	19	15 MW
Vorarlberg	13	9 MW
Styria	103	143 MW



Source: P. Schwab, LEU/IBR, FHO St. Pölten, NO Landesfachverband  
Design: Josef SPRENG, LEU ©

Εικόνα 16:Εργοστάσια βιομάζας στην Αυστρία

Η πρώτη ύλη των πελλετών είναι βιομάζα που μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές υπολειμμάτων. Ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω: υπολείμματα βιομηχανίας κατεργασίας ξύλου (πχ πριονίδια), υπολείμματα των καλλιεργειών (άχυρα, στελέχη βαμβακιού, κλαδέματα), δασική βιομάζα (διαχείριση

δασών), αυτοφυής βιομάζα (π.χ. καλάμια). Η παραγωγή των πελλετών (pellets) γίνεται σε αντίστοιχες μονάδες επεξεργασίας. Οι πελλέτες (pellets) είναι μικρά κυλινδρικά τεμάχια συμπιεσμένης βιομάζας (από διάφορες καλλιέργειες, δασική βιομάζα, υπολείμματα βιομηχανίας ξύλου πχ πριονίδια κτλ) διαφόρων μεγεθών (π.χ. διαμέτρου 6 mm και μήκους 30 mm). Οι πελλέτες έχουν υγρασία 8-10 % (ειδικό βάρος περί τα 650 κιλά ανά κυβικό μέτρο) και θερμική αξία περί τα 17-21 MJ/kg (ανάλογα με το είδος της βιομάζας).

Η συμπιεσμένη βιομάζα σε μορφή πελλέτας επιτρέπει διανομή και αποθήκευση των στερεών καυσίμων παρόμοια με αυτή των υγρών καυσίμων και καθιστά δυνατή τη χρήση για οικιακή θέρμανση ή θέρμανση κτιρίων και άλλων εγκαταστάσεων όπως για παράδειγμα βιομηχανικών μονάδων.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται αυτή η παραγωγική διαδικασία pellets(εικόνα18):



Εικόνα 17: Διαδικασία παραγωγής pellets

Οι πελλέτες χρησιμοποιούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης ή μόνο θέρμανσης με δίκτυα τηλεθέρμανσης οικισμών. Η διαδικασία αυτή φαίνεται σχηματικά στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 18):



Εικόνα 18: Τηλεθέρμανση οικισμών

### 1.6.2 Δανία

Η πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 ανάγκασε πολλές χώρες με πρωτοπόρα την Δανία να διαμορφώσουν μία πολιτική απεξάρτησης από το πετρέλαιο και να στραφούν στην χρήση του φυσικού αερίου, βιο-καυσίμων καθώς και στην αξιοποίηση άλλων πηγών ενέργειας. Την περίοδο 1955-1973 περισσότερα από 200 συστήματα Τηλεθέρμανσης ιδρύθηκαν σε όλη την Δανία.

Η παραγωγή ενέργειας στην Δανία βασίζεται κυρίως σε εισαγόμενο κάρβουνο (από τις χώρες της Ρωσίας, της Πολωνίας, της Αυστραλίας και της Αμερικής), πετρέλαιο, φυσικό αέριο από τις Δανικές περιοχές στην πλευρά της Βόρειας Θάλασσας. Ακόμη έχουμε παραγωγή ενέργειας και από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας όπως είναι η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμική καθώς και από την χρήση βιο-καυσίμων.

Το παρακάτω σχήμα (εικόνα 19) δείχνει ένα σύστημα τηλεθέρμανσης στην Δανία με αναφορά στα χαρακτηριστικά του.





Εικόνα 19: Σύστημα τηλεθέρμανσης στην Δανία

Η Κοπεγχάγη σήμερα διαθέτει ένα από τα πιο καλά οργανωμένα συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη. Ιδρύθηκε το 1984 και χρησιμοποιεί τα θερμικά απόβλητα από τις μονάδες αποτέφρωσης, καθώς και τη συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Η διαδικασία εξοικονομεί ενέργεια και μειώνει σημαντικά τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και ρύπων. Η απορριπτόμενη θερμότητα, που συνήθως αποστέλλεται στη θάλασσα ως υποπροϊόν από τις μονάδες αποτέφρωσης και συμπαραγωγής, αντλείται μέσω ενός δικτύου 1.300 χιλιομέτρων σωλήνων κατευθείαν στα σπίτια. Το σύστημα διατηρεί τη θερμοκρασία του νερού και παρέχουν στα σπίτια φθηνή θερμότητα. Το σύστημα διαθέτει τέσσερις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τέσσερις αποτέφρωσης αποβλήτων και πάνω από 50 μονάδες λεβήτων για την κάλυψη φορτίου αιχμής με περισσότερες από 20 εταιρείες διανομής.

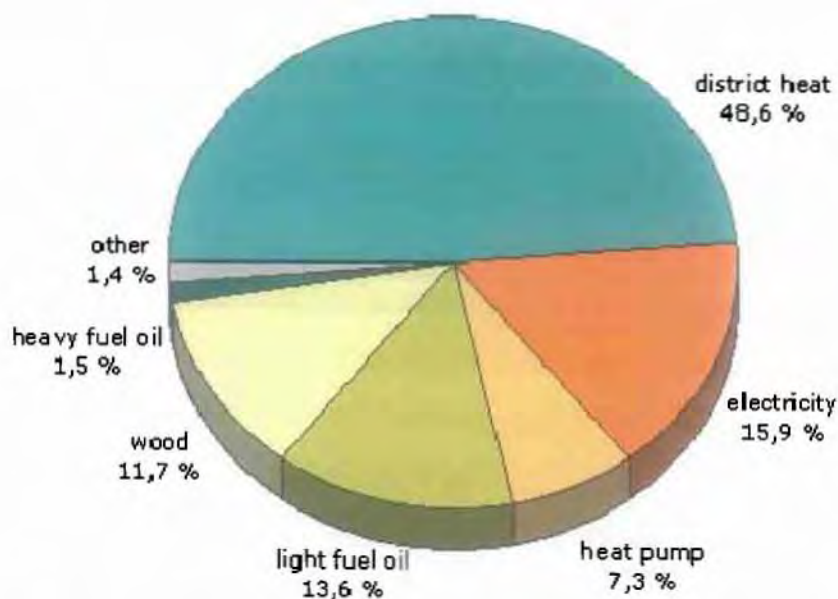


Εικόνα 20: Εργοστάσιο αποτέφρωσης καυσίμων με τηλεθέρμανση στην Κοπεγχάγη

### 1.6.3 Φινλανδία

Η τηλεθέρμανση είναι η πιο κοινή μορφή της θέρμανσης στη Φινλανδία. Έχει παραχθεί από τις αρχές της δεκαετίας του 1950. Είναι διαθέσιμη σε όλες σχεδόν τις πόλεις και τα αστικά κέντρα. Περίπου 2,6 εκατομμύρια Φινλανδοί ζουν σε σπίτια που θερμαίνονται από την κατανάλωση τηλεθέρμανσης και αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 50 τοις εκατό της συνολικής αγοράς θέρμανσης.

Σχεδόν το 95% των πολυκατοικιών και πιο δημόσια και εμπορικά κτίρια είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο τηλεθέρμανσης. Μονού οικογένειας σπίτια, λίγο πάνω από το 6% της θερμικής ενέργειας προέρχεται από την κατανάλωση τηλεθέρμανσης. Σε μεγαλύτερες πόλεις, το μερίδιο αγοράς της αστικής θέρμανσης είναι περισσότερο από 90%.



Εικόνα 21: Τα μερίδια αγοράς των συστημάτων θέρμανσης κατοικιών, εμπορικών και δημόσιων κτιρίων, το έτος 2007

Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για την τηλεθέρμανση είναι το φυσικό αέριο, άνθρακας, τύρφη, πετρέλαιο, και όλο και περισσότερο ξύλο και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως το βιοαέριο. Σχεδόν το 80% της τηλεθέρμανσης προέρχεται από μονάδες παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (συμπαγωγή), όπως το πλεόνασμα της θερμότητας από τη βιομηχανία ή από την καύση του βιοαερίου σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Σε μικρές πόλεις, αυτές οι πηγές θερμότητας συχνά δεν είναι διαθέσιμες. Σε μια τέτοια περίπτωση, η περιφερειακή θερμότητα παράγεται σε μονάδες παραγωγής μόνο θέρμανση συχνά με τη χρήση ξυλείας και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων. Στην πόλη του Ελσίνκι υπάρχουν τέσσερις μεγάλες μονάδες συμπαραγωγής που παρέχουν το 72 % της ενέργειας που απαιτείται για την τηλεθέρμανση και το υπόλοιπο 28% παράγεται σε λέβητες. Το δίκτυο εξυπηρετεί το 93 % των κτιρίων στην πόλη του Ελσίνκι και αποτελείται από 7.500 χιλιόμετρα πλαστικών σωληνώσεων.



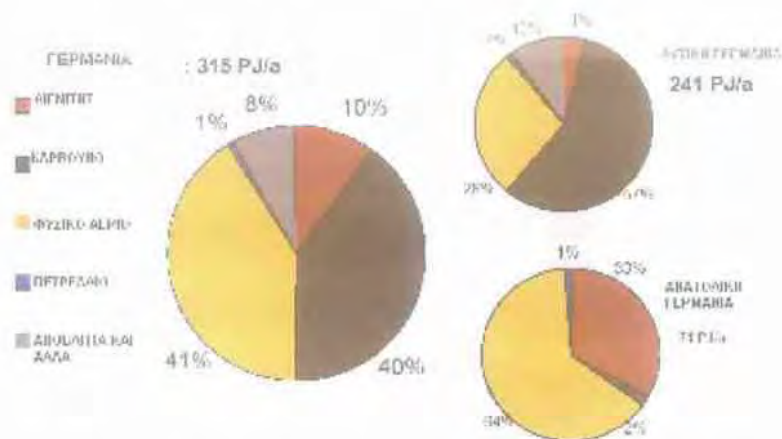
**Εικόνα 22:** Εργοστάσιο τηλεθέρμανσης στην Φινλανδία

#### **1.6.4 Γερμανία**

Στην Γερμανία η Τηλεθέρμανση δεν είναι τόσο ευρέως διαδεδομένη όσο σε μερικές άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Εξαιρεση αποτελεί το Αμβούργο το οποίο έχει ένα τεράστιο δίκτυο Τηλεθέρμανσης το οποίο παρέχει θερμότητα στο 19 % του συνόλου των σπιτιών της πόλης σε σχέση με το 8-14 % στην υπόλοιπη χώρα.

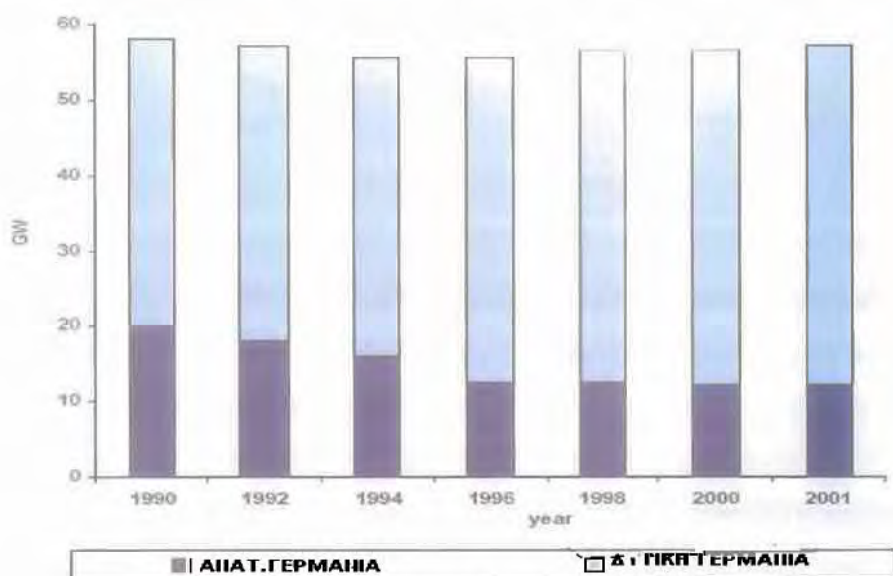
Οι πολιτικοί υπεύθυνοι έχουν δηλώσει ότι η τηλεθέρμανση θα συνεχίσει να διευρύνεται. Ο στόχος τους είναι να συνδεθούν 50.000 κατοικίες ακόμη με το δίκτυο τηλεθέρμανσης μέχρι το 2020. Στην καρδιά του Αμβούργου έχει δημιουργηθεί μια ολόκληρη νέα πόλη (HafenCity).

Οι σχεδιαστές επέλεξαν την πλέον -από αειφόρο και οικονομική άποψη – μακροπρόθεσμη λύση: σε όλα τα κτίρια να παρέχεται Τηλεθέρμανση. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι κυρίως άνθρακας ,καθώς και οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα, φυσικό αέριο αλλά και μικρές ποσότητες μαζούτ (εικόνα 23).



Εικόνα 23:Καυσίμα που χρησιμοποιούνται στην Γερμανία

Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 24) φαίνεται η ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης στην Γερμανία την περίοδο 1990-2001.



Εικόνα 24:Ανάπτυξη της θερμότητας στην Γερμανία

### 1.6.5 Ισλανδία

Η Ισλανδία έχει το μεγαλύτερο δίκτυο Τηλεθέρμανσης στον κόσμο, αφού παραπάνω από το 85 % του συνόλου των κατοικιών είναι συνδεδεμένα με ένα από τα 32 συστήματα που υπάρχουν συνολικά στην χώρα. Η γεωθερμική ενέργεια, που παράγει το 26 % της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας, είναι συνήθως η πηγή που αξιοποιείται αν και μερικές φορές μπορεί να προέρχεται από τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας και από ηλεκτρικούς ατμολέβητες.

Η πρωτεύουσα, Ρέικιαβικ έχει το μεγαλύτερο και πιο εξελιγμένο γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης στον κόσμο. Πάνω από το 90 % όλων των κατοικιών και κτηρίων στην Ισλανδία κάνουν θερμική χρήση του νερού.

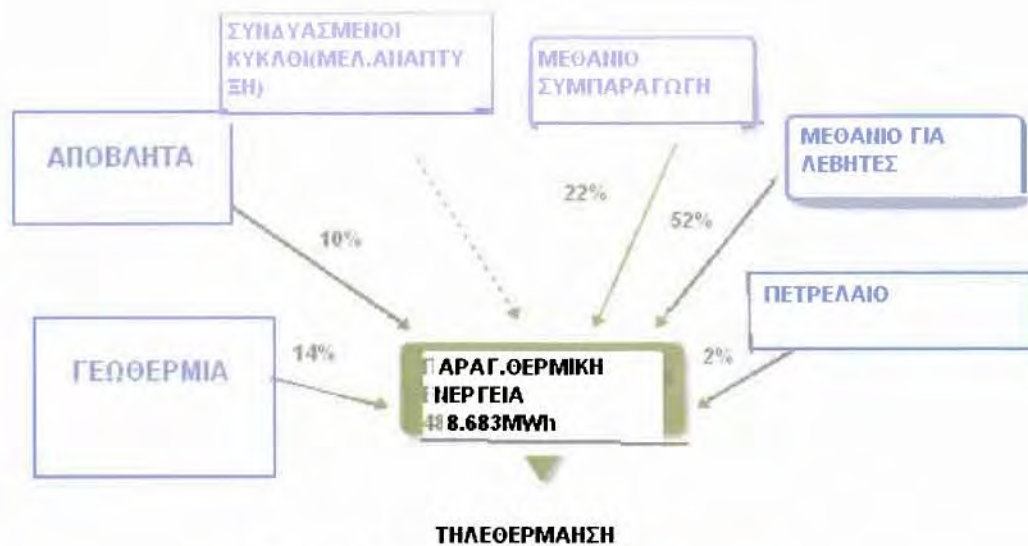


**Εικόνα 25:Γεωθερμικά πεδία στην Ισλανδία**

### **1.6.6 Ιταλία**

Η Ιταλία έχει πολλούς γεωθερμικούς πόρους, τόσο υψηλής όσο και χαμηλής θερμοκρασίας. Είναι ο σημαντικότερος κατασκευαστής γεωθερμικής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη, αλλά χρησιμοποιεί επίσης τα χαμηλότερα ενθαλπίας υγρά σε ιαματικά λουτρά, στη γεωργία, στη βιομηχανία και στην τηλεθέρμανση.

Όσον αφορά την τηλεθέρμανση, τα πιο σημαντικά εργοστάσια βρίσκονται στην Μπολόνια, Ίμολα, Ραβένα και Μοντένα. Μικρότερα συστήματα τηλεθέρμανσης έχουν εγκατασταθεί στην περιοχή της Τοσκάνης με γεωθερμικό ατμό. Η παρακάτω εικόνα (εικόνα 26) δείχνει με ποιους τρόπους παράγεται η απαιτούμενη θερμική ενέργεια στην Ιταλία.

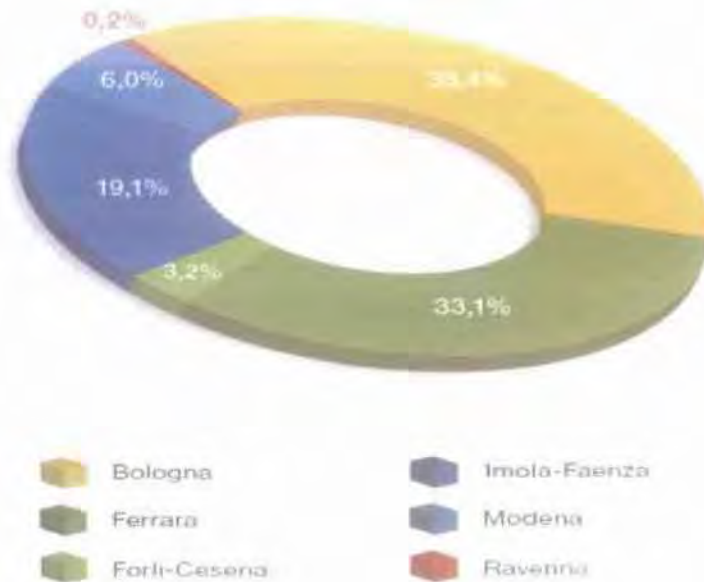


Εικόνα 26: Παραγόμενη θερμική ενέργεια

Παρακάτω δίνονται κάποια στοιχεία για τα έκτα τηλεθέρμανσης στην Ιταλία τα έτη 2004,2005,2006.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		2004	2005	2006
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	(MWh)	395.258	460.188	425.850
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	(thous. m <sup>3</sup> )	12.044	14.330	14.798
ΣΥΝΔΕΟΜΕΝΑ ΣΠΙΤΙΑ	(no.)	40.145	47.764	49.326

Το επόμενο σχήμα δείχνει το ποσοστό συνδεδεμένων σπιτιών σε κάθε περιοχή που υπάρχει εργοστάσιο τηλεθέρμανσης.



### 1.6.7 Νορβηγία

Στην Νορβηγία το ποσοστό της θέρμανσης που ικανοποιείται από συστήματα τηλεθέρμανσης αγγίζει το 2 % από τις συνολικές ανάγκες θέρμανσης της χώρας. Το ποσοστό αυτό είναι πολύ μικρό σε σχέση με κάποιες άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Αυτό συμβαίνει γιατί η Νορβηγία έχει εύκολη πρόσβαση σε φτηνή υδροηλεκτρική ενέργεια.

Παρόλα αυτά υπάρχουν σημαντικά συστήματα τηλεθέρμανσης σε μερικές πόλεις. Το σύστημα τηλεθέρμανσης που υπάρχει στο Όσλο είναι το μεγαλύτερο στην Νορβηγία και καλύπτει το 40 % των συνολικών αναγκών θέρμανσης σε όλη τη χώρα. Το σύστημα βασίζεται στην παραγωγή θερμότητας από βιοκαύσιμα. Το σύστημα παρέχει 1 TWh σε 3.000 δημόσια κ ιδιωτικά κτίρια στην περιοχή του Όσλου. Επίσης παράγει κ διανέμει θέρμανση και για το αεροδρόμιο του Όσλου (Gardermoen ) καθώς και για τις γύρω βιομηχανικές περιοχές.



**Εικόνα 27:Εργοστάσιο στην Νορβηγία που παρέχει ζεστό νερό για την θέρμανση στην πόλη του Όσλου.**

### **1.6.8 Ρωσία**

Στις περισσότερες Ρωσικές πόλεις τα εργοστάσια συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας παράγουν περισσότερο από το 50 % της εθνικής ζήτησης για ηλεκτρισμό και παράλληλα παρέχουν ζεστό νερό στις γειτονικές κατοικίες.

Συχνότερα χρησιμοποιούν κάρβουνο και πετρέλαιο για την συμπαραγωγή της θερμότητας. Πρόσφατα άρχισαν να χρησιμοποιούν και φυσικό αέριο όπως και συνδυασμένους κύκλους, μέθοδοι οι οποίες άρχισαν να διευρύνονται ταχύτατα. Τα δίκτυα Τηλεθέρμανσης εξυπηρετούν το 70 % των σπιτιών. Υπάρχουν 485 εργοστάσια συμπαραγωγής ,περισσότεροι από 190.000 μεγάλοι λέβητες και 600.000 ατομικές μονάδες παραγωγής θερμότητας. Όλα αυτά μαζί δημιουργούν ένα δίκτυο τηλεθέρμανσης που ισοδυναμεί με 2,7 εκατομμύρια GWh ετησίως. Το συνολικό μήκος του δικτύου θεωρείται ότι είναι 1,8 εκατ. χιλιόμετρα.



**Εικόνα 28:Εργοστάσιο τηλεθέρμανσης στην Μόσχα**



### 1.6.9 Σερβία

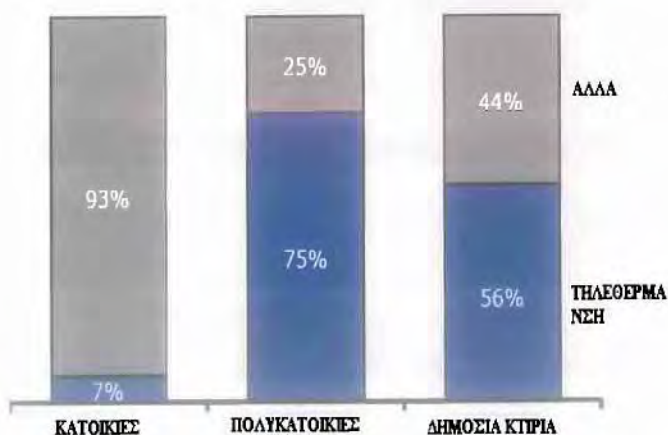
Στα δίκτυα τηλεθέρμανσης που έχουν δημιουργηθεί στην Σερβία η παραγωγή της πρωτογενούς ενέργειας προέρχεται από φυσικό αέριο(65 %), πετρέλαιο (20%) και κάρβουνο(15%). Τα δίκτυα τηλεθέρμανσης που είναι εγκατεστημένα στη Σερβία εξυπηρετούν 55 πόλεις με συνολικό διαθέσιμο θερμικό φορτίο 7000 MWth (από την ποσότητα αυτή το 40% στο Βελιγράδι).



Εικόνα 29:Εργοστάσιο τηλεθέρμανσης στο Βελιγράδι

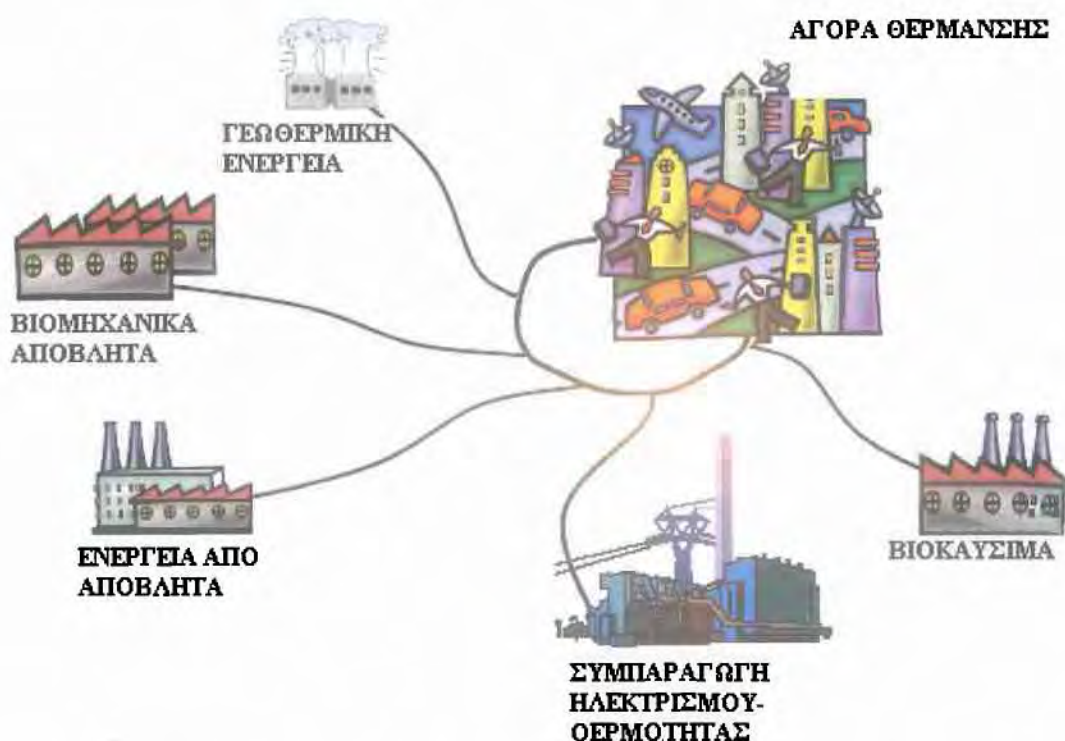
### 1.6.10 Σουηδία

Η τηλεθέρμανση αναλογεί στο ήμισυ σχεδόν περίπου του συνόλου θέρμανσης που χρησιμοποιείται στην Σουηδία. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η διανομή της θέρμανσης στην ενεργειακή αγορά.



Εικόνα 30 :Διανομή θέρμανσης στην Σουηδία

Στην Σουηδία η θερμική ενέργεια που αξιοποιείται για να δημιουργηθεί ένα σύστημα τηλεθέρμανσης προέρχεται από την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Επίσης με την χρήση της βιομάζας και βιοκαυσίμων καθώς και με την κατάλληλη εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας (εικόνα 31).



Εικόνα 31 :Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Σουηδία



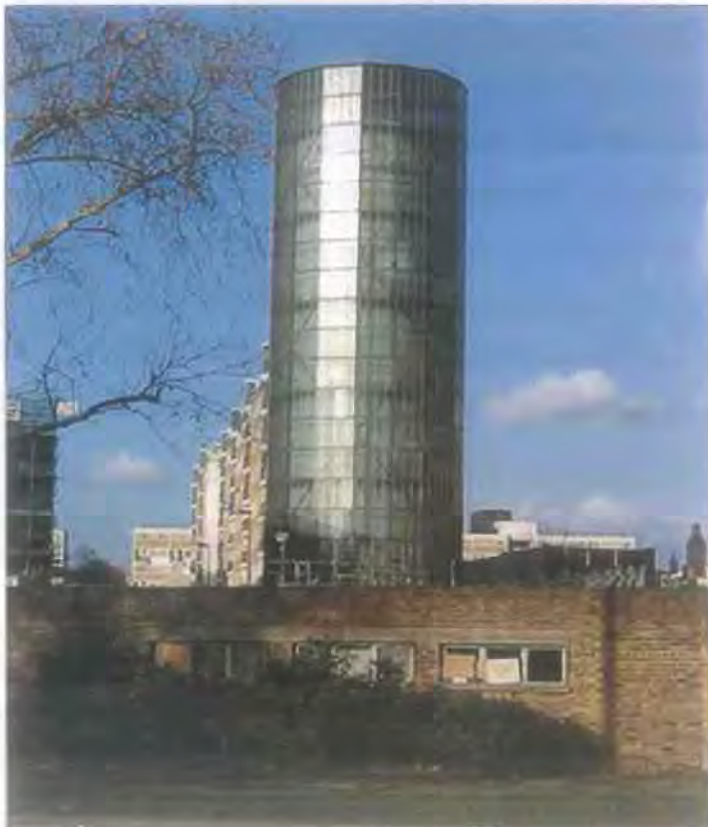
### 1.6.11 Αγγλία

Η Τηλεθέρμανση είναι πολύ πιο συχνή σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες από ό,τι στο Ηνωμένο Βασίλειο. Ωστόσο, υπάρχουν τώρα μια σειρά από επιτυχημένα συστήματα τηλεθέρμανσης στο Ηνωμένο Βασίλειο, τόσο με τη χρήση ορυκτών καυσίμων όσο και της βιομάζας.

Το Pimlico District Heating Undertaking είναι το παλιότερο σύστημα τηλεθέρμανσης την Αγγλία. Ιδρύθηκε το 1950 κ ήταν το πρώτο εργοστάσιο συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας. στην Αγγλία. Η αρχική εγκατάσταση περιελάμβανε την κατασκευή 2500 κυβικών μέτρων συσσωρευτή αποθήκευση θέρμανσης ο οποίος είχε την ικανότητα να παράγει ηλεκτρισμό ανεξάρτητα από την θέρμανση αποθηκεύοντας την επιπλέον θέρμανση σε περιόδους χαμηλής

ζήτησης και να χρησιμοποιείται όταν η ζήτηση υπερβαίνει την ποσότητα που παραγόταν στο ηλεκτρικό σταθμό. Οι αγωγοί 300mm που συνδέουν τον ηλεκτρικό σταθμό της Battersea με το αντλιοστάσιο στους κήπους του Churchill (Churchill Gardens), που βρίσκεται στην βόρεια πλευρά του κήματος, είναι ένα απαρχαιωμένο τούνελ που ανήκει στον ποταμό Τάμεση.

Σε περιόδους υψηλής ζήτησης πάνω από 800 τόνοι νερού σε θερμοκρασία 95°C ανά ώρα μπορούν να μεταφερθούν διαμέσου των αγωγών. Αρχικά μόνο οι κήποι του Churchill ήταν συνδεδεμένοι με το σύστημα το οποίο όμως με τον καιρό άρχισε να επεκτείνεται σε όλο το Pimlico. Η απόφαση να χρησιμοποιήσουν την αποβαλλόμενη θερμική ενέργεια από τον σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Battersea για να παρέχουν θέρμανση και ζεστό νερό σε όλα τα καινούργια σπίτια στους κήπους του Churchill (Churchill Gardens) πάρθηκε από περιβαλλοντική άποψη καθώς κάθε χρόνο χιλιάδες άνθρωποι έχαναν την ζωή τους από το νέφος του Λονδίνου. Με το κλείσιμο του εργοστασίου το 1980 μια εγκατάσταση με ατμολέβητες κάρβουνου δημιουργήθηκε δίπλα από το παλιό εργοστάσιο. Οι ατμολέβητες αυτοί, οι οποίοι είχαν μέγιστη παραγωγική ικανότητα 30 MW, αντικαταστάθηκαν από φυσικό αέριο το 1989.



**Εικόνα 32:Συσσωρευτής στο Pimlico District Heating Undertaking**

Ακόμη ένα από τα μεγαλύτερα δίκτυα τηλεθέρμανσης στην Αγγλία εκτείνεται στην περιοχή του NOTTIGHAM το οποίο εξυπηρετεί 4500 κατοικίες καθώς και δημόσια κτίρια. Η παραγωγή της πρωτογενούς ενέργειας προέρχεται από κλίβανο αποτέφρωσης.

## **1.7 Συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα**

Η τηλεθέρμανση είναι για την Ελλάδα μια νέα, πρωτοποριακή εφαρμογή. Η πρώτη μικρού μεγέθους εγκατάσταση Τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα ξεκίνησε στην Πτολεμαΐδα το 1960, θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο προάστιο Εορδαίας από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδος. Σήμερα εγκαταστάσεις Τηλεθέρμανσης διαθέτουν οι πόλεις της Κοζάνης, Πτολεμαΐδος, Αμυνταίου και Μεγαλόπολης που αξιοποιούν το θερμικό φορτίο των γειτονικών θερμοηλεκτρικών σταθμών. Πρόσφατα η πόλη των Σερρών απέκτησε δίκτυο Τηλεθέρμανσης αξιοποιώντας την εγκατάσταση Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) της εταιρείας Θέρμη Σερρών. Στην συνέχεια θα περιγράψουμε συνοπτικά το καθένα από αυτά τα συστήματα.

### **1.7.1 Σύστημα Τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα**

Η πόλη είναι εγκατεστημένη στο κέντρο της λιγνιτικής λεκάνης της Δυτικής Μακεδονίας και περιβάλλεται από Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς της ΔΕΗ, που παράγουν το 70 % της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.

Μέχρι το 1993 η Πτολεμαΐδα ήταν αποκλειστικά εξαρτημένη από τη θέρμανση με πετρέλαιο. Σήμερα, το 75% των θερμικών απαιτήσεων της πόλης εξασφαλίζεται από τοπικές πρώτες ύλες, δηλαδή από τα λιγνιτικά αποθέματα της περιοχής, που χρησιμοποιούνται από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που περιβάλλουν την πόλη. Το σύστημα Τηλεθέρμανσης υποκαθιστά σταδιακά το πετρέλαιο ως καύσιμο για τη θέρμανση της πόλης. Η παραγωγή θερμικής ενέργειας εξασφαλίζεται με συμπαγωγή Ηλεκτρικής και θερμικής ενεργείας από την 3<sup>η</sup> μονάδα του ΑΗΣ/ΔΕΗ Πτολεμαΐδας και την 1<sup>η</sup> μονάδα του ΑΗΣ ΛΚΔΜ (ΛΙΠΤΟΛ), που παρέχουν συνολικό θερμικό φορτίο 75 MW.

Η διαχείριση της συμπαραγωγής γίνεται από την ΔΕΗ. Πρόσθετη παραγωγή φορτίου 25 MW εφεδρείας –Αιχμής εξασφαλίζεται από αυτόνομο Λέβητα Πετρελαίου-Αερίου της ΔΕΤΗΠ.

Η θερμική ενέργεια που παράγεται στις κύριες ή εφεδρικές μονάδες παραγωγής μεταφέρεται από τον αρχικό φορέα που είναι ατμός, στο φορέα μεταφοράς που είναι υπέρθερμο νερό.

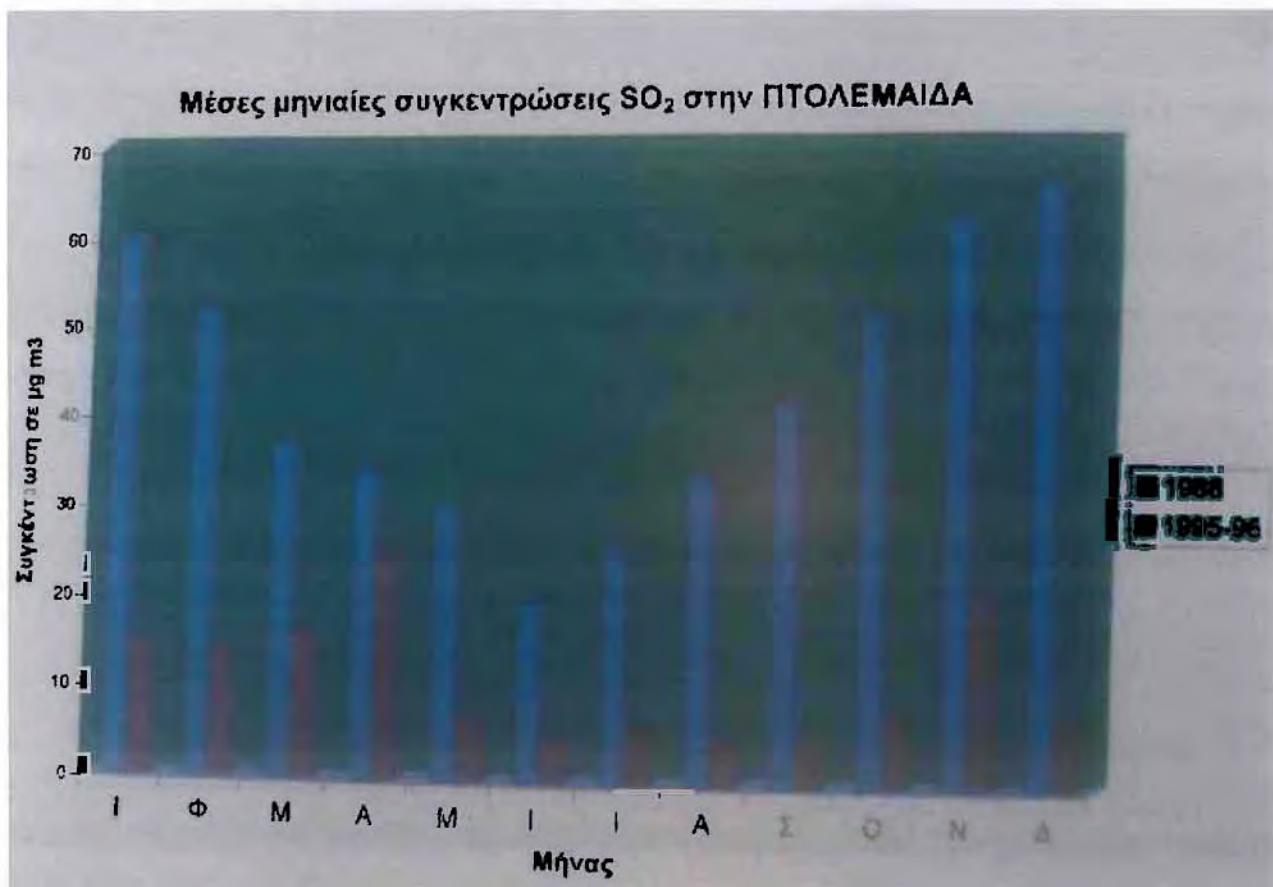
Ο αγωγός μεταφοράς είναι διπλός χαλύβδινος μονωμένος αγωγός και αποτελείται από δύο σκέλη. Το ένα σκέλος μεταφέρει το υπέρθερμο νερό και το άλλο επιστρέφει για επαναθέρμανση το νερό στον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας αφού πρώτα απέδωσε στη πόλη το θερμικό του φορτίο. Το συνολικό μήκος των σωλήνων είναι 250 km και τα ο αριθμός των κτιρίων που είναι συνδεδεμένα με το σύστημα της Τηλεθέρμανσης είναι περίπου 2000.



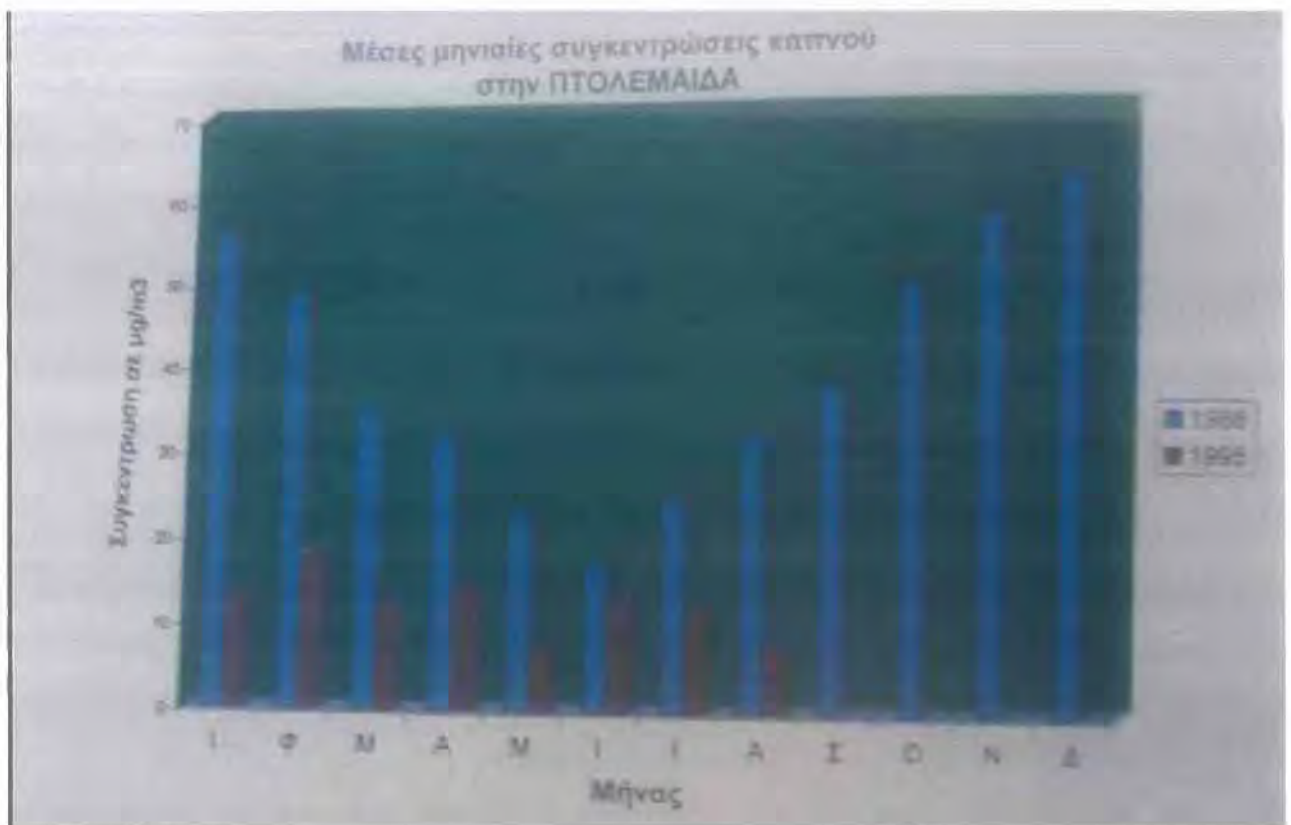
Εικόνα 33:ΑΗΣ Πτολεμαΐδας

Η κύρια πηγή για τις αυξημένες συγκεντρώσεις  $SO_2$  που μετρήθηκαν στην πόλη της Πτολεμαΐδας πριν την λειτουργία της τηλεθέρμανσης έχει αποδοθεί στις κεντρικές θερμάνσεις. Παρόλο που οι συνολικές εκπομπές  $SO_2$  από τον ΑΗΣ που λειτουργεί στην περιοχή ξεπερνούν κατά πολύ τις αντίστοιχες από τις κεντρικές θερμάνσεις εν τούτοις οι δεύτερες είναι που δημιουργούν κυρίως το πρόβλημα στο αστικό περιβάλλον.

Παρακάτω φαίνονται δύο διαγράμματα που αναφέρονται στις α)Μέσες μηνιαίες συγκεντρώσεις SO<sub>2</sub> στην Πτολεμαίδα , το 1988 και την περίοδο 1995-96(διάγραμμα 1) και β)Μέσες μηνιαίες συγκεντρώσεις καπνού στην Πτολεμαίδα το 1988 και το 1995.(διάγραμμα 2)



Διάγραμμα 1



Διάγραμμα 2

### 1.7.2 Σύστημα Τηλεθέρμανσης στο Αμύνταιο

Το Αμύνταιο είναι μια κωμόπολη του νομού Φλώρινας που βρίσκεται 33 χιλιόμετρα από την πόλη της Φλώρινας. Το 2001 άρχισε η λειτουργία της Τηλεθέρμανσης στους οικισμούς Αμυνταίου (6500 κατοίκων), Φιλώτα (2200 κατοίκων) και Λεβαΐας ( 1100 κατοίκων) με θερμική ενέργεια που παράγεται στον ΑΗΣ Αμυνταίου –Φιλώτα συνολικής ισχύος 25 MW/th με δυνατότητα επέκτασης μέχρι και τα 40MW/th.

Η εγκατάσταση της Τηλεθέρμανσης τροφοδοτεί τους προαναφερόμενους οικισμούς με θερμότητα για θέρμανση χώρων και παρασκευή θερμού νερού χρήσης. Το μέσο μεταφοράς της θερμότητας είναι θερμό-υπέρθερμο νερό με θερμοκρασία προσαγωγής 120 °C και θερμοκρασία επιστροφής 60-70 °C. Το θερμικό φορτίο παράγεται στον ΑΗΣ Αμυνταίου –Φιλώτα, όπου η ατμοληψία γίνεται στις δυο μονάδες του σταθμού. Η ανάκτηση της θερμότητας πραγματοποιείται μέσω διβάθμιας απομάστευσης ατμού από τον στρόβιλο κάθε μονάδας και αντίστοιχα δύο θερμαντήρων-συμπυκνωτών ατμού που συνδέονται σε σειρά.

Τα δίκτυα διανομής στους τρεις οικισμούς είναι δισωλήνια συνολικού μήκους 80 km σε ακτινική-δενδροειδή διάταξη, υπόγεια, αποτελούμενα από αγωγούς κατάλληλους για την μεταφορά του θερμού νερού, ονομαστικής πίεσης σχεδιασμού PN 16 bar . Πιο συγκεκριμένα αποτελούνται από χαλύβδινους αγωγούς προμονωμένους και εγκατεστημένους απ' ευθείας στο έδαφος. Οι αγωγοί φέρουν μόνωση από πολυουρεθάνη και προστατευτικό περίβλημα από πολυαιθυλένιο.

Για την κυκλοφορία στο κλειστό δισωλήνιο σύστημα του υπέρθερμου νερού υπάρχουν κατάλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους αντλιοστάσια, στα οποία θα ισοκατανέμεται η συνολική πίεση για την κυκλοφορία της ονομαστικής παροχής του συστήματος από τον ΑΗΣ μέχρι και το Αμύνταιο. Η επιλογή των αντλιοστασίων και ο τρόπος ρύθμιση της παροχής γίνεται ώστε να εξασφαλίζεται σε κάθε περίπτωση ελάχιστη διατιθέμενη διαφορική πίεση στον δυσμενέστερο υδραυλικά καταναλωτή 0,5-1 bar.

Η εγκατάσταση της Τηλεθέρμανσης περιλαμβάνει ακόμη και τα απαραίτητα για την λειτουργία της βοηθητικά συστήματα, όπως είναι το σύστημα διατήρησης της πίεσης, συμπλήρωσης και παραλαβής των διαστολών του νερού και το σύστημα ρύθμισης του pH. Τέλος η κυκλοφορία του θερμού νερού στα συνδεδεμένα κτίρια (1.300 περίπου) επιτυγχάνεται μέσω εγκατεστημένων αντλιών- κυκλοφορητών.



**Εικόνα 34:ΑΗΣ Αμυνταίου - Φιλώτα**



Ακόμη στον νομό Φλώρινας βρίσκεται υπό κατασκευή μια νέα μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού στον ΑΗΣ Μελίτης. Η ισχύς της θα είναι 420 - 450 MW, με καύσιμο κονιορτοποιημένο λιγνίτη, με πρόβλεψη και για παροχή θερμικής ισχύος 70 MW που θα προορίζεται για τηλεθέρμανση στην πόλη της Φλώρινας. Η κατασκευή του έργου υπολογίζεται ότι θα ολοκληρωθεί το 2013.

### **1.7.3 Σύστημα Τηλεθέρμανσης στην Μεγαλόπολη**

Η Μεγαλόπολη (έχει 5000 κατοίκους) βρίσκεται στο νομό Αρκαδίας στην Πελοπόννησο. Είναι η μόνη πόλη στην νότια Ελλάδα που έχει σύστημα Τηλεθέρμανσης.. Το 1965 δημιουργήθηκε ο μεγάλος ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός της ΔΕΗ. Η ΔΕΗ εκμεταλλεύεται τους λιγνίτες της περιοχής και έχει εγκαταστήσει τέσσερις μεγάλες μονάδες παραγωγής ρεύματος συνολικής ισχύος 850 MW.

Είναι ήδη σε εξέλιξη στην περιοχή μεγάλο αναπτυξιακό έργο «μετα-λιγνιτικής» υποδομής για την τηλεθέρμανση της Μεγαλόπολης από τα κατάλοιπα της επεξεργασίας του λιγνίτη και από τοπικά παραγόμενη βιομάζα.



**Εικόνα 35: Αντλιοστάσιο στην Μεγαλόπολη**

### **1.7.4 Σύστημα Τηλεθέρμανσης στις Σέρρες**

Από τον Οκτώβριο του 2007 η πόλη των Σερρών απολαμβάνει τα οφέλη της τηλεθέρμανσης. Συνολικά 9.806 διαμερίσματα ζεσταίνονται με τηλεθέρμανση, ενώ μέχρι πρότινος “έκαιγαν” 8 εκατ. λίτρα πετρελαίου με την αντίστοιχη οικονομική και περιβαλλοντική-επιβάρυνση.

Η εταιρεία Θέρμη Σερρών Α.Ε. έχει κατασκευάσει και λειτουργεί σταθμό συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας που χρησιμοποιεί ως καύσιμη ύλη το φυσικό αέριο.

Ο σταθμός παραγωγής βρίσκεται ενάμισι χιλιόμετρο έξω από την πόλη. Αποτελείται από μηχανές εσωτερικής καύσης, συμπληρωματικούς λέβητες και μία δεξαμενή αποθήκευσης νερού. Έχει συνολική ηλεκτρική ισχύ 16,5 Μεγαβάτ και θερμική ισχύ 91,5 μεγαβάτ. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στον σταθμό διοχετεύεται στο Εθνικό Ηλεκτρικό Σύστημα, ενώ η θερμική ενέργεια διανέμεται στην πόλη των Σερρών μέσω χαλύβδινων αγωγών. Η διανομή της θερμότητας προς τους καταναλωτές γίνεται από τη Θέρμη Σερρών Α.Ε. σε συνεργασία με τη μεγαλύτερη εταιρεία της Ευρώπης στον χώρο κατανομής δαπανών θέρμανσης και ενεργειακής κατανομής κτιρίων, την Techem.

Σε κάθε κτίριο που συνδέεται με το δίκτυο της τηλεθέρμανσης, εγκαθίσταται ένας θερμικός υποσταθμός με εναλλάκτη θερμότητας και θερμοδομετρητή μέσω του οποίου ζεσταίνεται το νερό του δικτύου κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου και επομένως ζεσταίνεται κάθε διαμέρισμα αλλά και το δίκτυο ζεστού νερού που προορίζεται για χρήση από τους ενοίκους. Ο υπάρχων εξοπλισμός του κτιρίου (λέβητας, καυστήρας και δεξαμενή πετρελαίου) δεν είναι πλέον απαραίτητος.



**Εικόνα 36:Εργοστάσιο φυσικού αερίου στις Σέρρες**

### 1.7.5 Σύστημα Τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη

Η Τηλεθέρμανση Κοζάνης, λειτουργεί με απόλυτη επιτυχία από το 1993 θερμαίνοντας 24.000 περίπου, διαμερίσματα, σε ένα σύνολο 4.600 περίπου, κτιρίων. Εκτενέστερη περιγραφή του συστήματος αυτού θα ακολουθήσει στο επόμενο κεφάλαιο καθώς το σύστημα τη Τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης αποτελεί παράδειγμα εφαρμογής στην παρούσα διπλωματική εργασία.



Εικόνα 37: Δίκτυο τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη

Με την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας στην Ελλάδα και την δυνατότητα κατασκευής μονάδων Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας –ΣΗΘ (με χρήση φυσικού αερίου, βιοαερίου κτλ) από ιδιωτικές επενδύσεις είναι προφανές ότι σύντομα θα δούμε εγκαταστάσεις Τηλεθέρμανσης και σε άλλες ελληνικές πόλεις. Ήδη η Δημοσυνεταιριστική «Έβρος Α.Ε» συντονίζει το πρώτο έργο Τηλεθέρμανσης (με χρήση δασικών υπολειμμάτων) στην Ελλάδα στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος ECOS-OUVERTURE. Το αντικείμενο της είναι η εγκατάσταση δυο συστημάτων τηλεθέρμανσης στη Δαδιά Έβρου και στο Apriltzi της Βουλγαρίας με σκοπό την κάλυψη των θερμικών αναγκών των οικισμών. Η παρακάτω εικόνα (εικόνα 38) παραγωγική διαδικασία στην μονάδα αυτή.

## Σύστημα τηλεθέρμανσης με τη χρήση βιομάζας στο χωριό Δαδιά Έβρου

Ζεστό νερό και θέρμανση θα έχουν οι κάτοικοι του χωριού με την καύση του τριμμένου ξύλου



Εικόνα 38: Σύστημα τηλεθέρμανσης στον Έβρο

### 1.8 Επιπτώσεις από την εφαρμογή των συστημάτων της τηλεθέρμανσης

Οι εφαρμογές των συστημάτων τηλεθέρμανσης τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη κερδίζουν συνεχώς έδαφος λόγω των θετικών επιπτώσεων. Τα οφέλη σε κάθε επίπεδο είναι πολλαπλά και ορατά.

Πρώτα από όλα παρατηρείται περιορισμός στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Μειώνονται οι ρύποι του αέρα, όπως καπνός και οξειδία του θείου ( $SO_x$ ). Η μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιδράσεων από τις εκπομπές ρύπων και θερμότητας οφείλεται στο γεγονός ότι μειώνεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που, επειδή γίνεται σε περιορισμένο αριθμό μονάδων, παρέχεται η δυνατότητα άμεσου ελέγχου των εκπεμπόμενων ρύπων σε κεντρικές μονάδες είτε με τη βελτιστοποίηση των καύσεων είτε με την εφαρμογή προηγμένων μεθόδων προηγμένων μεθόδων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας. Δεν υπάρχουν ατομικοί καυστήρες στο κάθε σπίτι ή στην κάθε πολυκατοικία, που λειτουργούν με πετρέλαιο, με λιγνίτη, ή σε μερικές περιπτώσεις μονοκατοικιών με μαζούτ. Ακόμη συμβάλλει στην βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της περιοχής αφού δεν απαιτεί μέριμνα για την συντήρηση του λέβητα. από τους ενοίκους της πολυκατοικίας. Παράλληλα τους απελευθερώνει από την έγνοια της τακτικής προμήθειας πετρελαίου θέρμανσης τους κρύους μήνες του χειμώνα.

Επίσης με την εφαρμογή των συστημάτων Τηλεθέρμανσης επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας. Γίνεται καλύτερη εκμετάλλευση της καύσιμης ύλης, του αερίου, του πετρελαίου, ή των γαιανθράκων, γιατί υπάρχει συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Είναι δεδομένο πλέον, ότι με τη Συμπαραγωγή Ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, επιτυγχάνεται αυξημένη οικονομική ανταποδοτικότητα ενός ενεργειακού κέντρου. Επίσης η καύσιμη ύλη είναι κάτι το μη ανανεώσιμο και για αυτό πρέπει να κάνουμε όσο είναι δυνατόν οικονομία.

Η τηλεθέρμανση είναι μία ακίνδυνη μορφή ενέργειας, η οποία είναι άμεσα διαθέσιμη 24 ώρες το 24ωρο, 365 μέρες τον χρόνο, άοσμη, αθόρυβη και φιλική προς τον χρήστη. Επιπλέον στοιχίζει στον καταναλωτή 40-50% λιγότερο. Έχει πραγματοποιηθεί μια εκτίμηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας στις πόλεις Πτολεμαίδα και Κοζάνη σε δύο περιόδους αναφοράς, πριν και μετά τη λειτουργία των συστημάτων τηλεθέρμανσης στις δυο πόλεις, με βάση μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν από τον κινητό σταθμό ατμοσφαιρικών ρύπων του ΤΕΙ Κοζάνης και το σταθμό της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Κοζάνης. Η ανάλυση των μετρήσεων δείχνει ουσιαστική μείωση των συγκεντρώσεων ρύπων στις δύο πόλεις μετά τη λειτουργία των συστημάτων της τηλεθέρμανσης. Οι μετρήσεις αυτές παρατίθενται στα επόμενα κεφάλαια.

Η δυνατότητα που παρέχεται, μέσω της τηλεθέρμανσης, για την αξιοποίηση τοπικών ενεργειακών πόρων και πηγών ενέργειας, με ταυτόχρονη ελάττωση της εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα είναι σημαντική για την τοπική και την εθνική οικονομία. Ακόμη ιδιαίτερα θετικές επιπτώσεις στην απασχόληση επιφέρουν τα έργα τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιούν ως καύσιμο δασική ή γεωργική βιομάζα. Στις περιπτώσεις αυτές το μεγαλύτερο ποσοστό του κόστους καυσίμου είναι κόστος εργασίας, σε αντίθεση με τα συμβατικά υγρά καύσιμα των οποίων η συναλλαγματική επιβάρυνση είναι μεγάλη.

Τέλος ακόμη και στην περίπτωση που δεν υπάρχουν σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, η λύση της τηλεθέρμανσης με τη λειτουργία κεντρικού σταθμού παραγωγής θερμού νερού παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις κεντρικές θερμάνσεις. Διότι στην περίπτωση οι αέριοι ρύποι απελευθερώνονται από ένα σημείο σχετικά υψηλό(υψηλή καμινάδα) που με την κατάλληλη επιλογή (μοντέλα διασποράς) της βέλτιστης θέσης, παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα από περιβαλλοντική άποψη.

Παρόλα τα θετικά που αναφέραμε υπάρχει ένα σημαντικό μειονέκτημα, το οποίο είναι άξιο αναφοράς είναι ότι το κόστος για τους κατοίκους και τους Δήμους, όπου θα εξαπλωθεί το δίκτυο, θα είναι μεγάλο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει σταματήσει να επιχορηγεί τέτοια έργα, όπως παλιότερα είχε συμβεί με τις πόλεις της Πτολεμαΐδας και της Κοζάνης. Η υψηλή συναλλαγματική συνιστώσα της αρχικής επένδυσης ενός έργου τηλεθέρμανσης (>50%) ισοσκελίζεται σε λίγα χρόνια από το ετήσιο συναλλαγματικό όφελος που προκύπτει με τη μείωση των εισαγωγών υγρών καυσίμων.

### 1.9 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Έχουν αναπτυχθεί αρκετές μελέτες σχετικά με τα συστήματα συμπαραγωγής γενικά αλλά και Τηλεθέρμανσης πιο συγκεκριμένα. Ιδιαίτερα σε χώρες της Βόρειας Ευρώπης όπως στην Σουηδία και στην Δανία οι οποίες έχουν τα καλύτερα αναπτυγμένα συστήματα Τηλεθέρμανσης.

Η βιβλιογραφία που είναι σχετική με την απόδοση των συστημάτων συμπαραγωγής αναφέρεται στην οικονομική πλευρά της εφαρμογής των συστημάτων αυτών. Η οικονομική ανάλυση είναι ένας τρόπος για να δικαιολογήσει κανείς την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος και να αξιολογήσει την αποδοτικότητά του.

Οι Maidment et al[1] παρουσίασαν τα αποτελέσματα της έρευνας τους για την οικονομική βιωσιμότητα ενός συστήματος που συνδυάζει θέρμανση και ψύξη και έχει πρακτική εφαρμογή σε ένα σούπερ μάρκετ. Περιγράφουν ένα μοντέλο που αποτελεί προσομοίωση της ενεργειακής κατανάλωσης ενός σούπερ μάρκετ με διαφορετική κάθε φορά παροχή. Η ομάδα του Maidment χρησιμοποιεί το μοντέλο αυτό για να συγκρίνει τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής ενέργειας σε σχέση με ένα σύστημα συμπαραγωγής και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μια μηχανή αερίου είναι κατάλληλη για να παρέχει και θέρμανση και ψύξη σε ένα σούπερ μάρκετ.

Οι Kosugi et al[2] παρουσίασαν μια μελέτη για μια εγκατάσταση συμπαραγωγή με την χρήση φυσικού αερίου σε βιομηχανική περιοχή στην Κίνα. Ανέπτυξαν ένα μοντέλο το οποίο βελτιστοποιεί την δυνατότητα μιας εγκατάστασης συμπαραγωγής υπό την πίεση της προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας και της ζήτησης. Επιπλέον λαμβάνονται υπόψη το κόστος για την παραγωγή ενέργειας και οι απώλειες του συστήματος.

Τα αποτελέσματα της μελέτης τους επικεντρωνόταν στους ρύπους που απελευθέρωνε το σύστημα και κατέληξαν στο ότι η ρύπανση του περιβάλλοντος θα πρέπει να αποτελεί κίνητρο για την εφαρμογή των συστημάτων συμπαραγωγής.

Οι Khan et al[3] στην εργασία τους ασχολήθηκαν με ένα σύστημα συμπαραγωγής το οποίο είχε θερμικό απόθεμα. Η μελέτη τους ως παράδειγμα περιελάμβανε το Ασιατικό Ινστιτούτο Τεχνολογίας το οποίο έχει μόνο απαιτήσεις ρεύματος και ψύξης. Το σύστημα προμήθειας αποτελούνταν από ένα σύστημα συμπαραγωγής. Η ανάλυση τους βασιζόταν στα στοιχεία από την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Στόχος του ήταν να τονίσουν πως η ικανότητα εξοικονόμησης μπορεί να επηρεαστεί από την χαμηλή ζήτηση για διατηρημένο από ψύξη νερό σε μια περίοδο της ημέρας. Μέσα από την έρευνα τους συμπέραναν ότι το σύστημα παροχής πρέπει να ενσωματωθεί με το θερμικό σύστημα αποθήκευσης έτσι ώστε η προσφορά και η ζήτηση να αποσυνδεθούν.

Οι Cardona και Piacetino[4] παρουσίασαν μια μέθοδο βελτιστοποίησης για τον σχεδιασμό ενός εργοστασίου συμπαραγωγής. Το μοντέλο βασιζόταν στις συνολικές ενεργειακές ροές ή ενεργειακές κλίμακες που αναπτύχθηκαν από τους ίδιους τους συγγραφείς με την χρήση ενός μοντέλου. Το μοντέλο εφαρμόστηκε σε ένα νοσοκομείο δυναμικότητας 300 κλινών με σκοπό να αποδειχθεί η αποδοτικότητα της μεθόδου. Κατέληξαν στο γεγονός ότι τα νοσοκομεία αποτελούν ένα πολύ αξιόλογο παράδειγμα για την εγκατάσταση ενός συστήματος συμπαραγωγής.

Ο Karagiannis[5] περιγράφει μια περίπτωση στην οποία ένα σύστημα συμπαραγωγής βασίζεται σε δύο τουρμπίνες αερίου οι οποίες είναι εγκατεστημένες για να παρέχουν ενέργεια σε ένα συγκρότημα κτιρίων στη Αθήνα. Οι θερμικές απαιτήσεις των κτιρίων αυτών χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα για την δημιουργία καμπύλων διάρκειας θερμικού φορτίου. Με την χρήση των καμπυλών

αυτών βγήκαν κάποια συμπεράσματα για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης.

Ο αριθμός των συστημάτων τηλεθέρμανσης έχει αυξηθεί την τελευταία δεκαετία με αποτέλεσμα να έχουν δημοσιευτεί πολλές μελέτες με αντικείμενο τα συστήματα αυτά.

Οι Westin και Lagergren [6] συζήτησαν στην εργασία τους τις συνέπειες στη αγορά ηλεκτρισμού από την εισαγωγή των συστημάτων τηλεθέρμανσης στην Σουηδία και κατέληξαν στο γεγονός ότι όλο και πιο πολλοί καταναλωτές συνδέονται με κάποιο από τα συστήματα τηλεθέρμανσης που υπάρχουν στην χώρα.. Οι Roots et al[7] ανέλυσαν στρατηγικές οι οποίες βασιζόταν σε συστήματα τηλεθέρμανσης στην Σουηδία στα οποία η παραγωγή της πρωτογενούς ενέργειας γίνεται με καύσιμη ύλη το ξύλο. Οι Holmgren και Gebremedhin [8] ανέπτυξαν την εισαγωγή των κλιβάνων αποτέφρωσης στα Σουηδικά συστήματα τηλεθέρμανσης. Και οι δυο αυτές μελέτες [7,8] προώθησαν νέες μεθόδους παραγωγής της πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιείται στα συστήματα τηλεθέρμανσης στη Σουηδία παρουσιάζοντας την αποδοτικότητα τους και τα περιβαλλοντικά οφέλη σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους.

Οι Dotzauer και Knutsson [9,10] στις μελέτες τους επικεντρώθηκαν στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εφαρμογή των συστημάτων τηλεθέρμανσης στην περιοχή της Σουηδίας. Χρησιμοποιώντας υπολογιστικά εργαλεία(SAFARI και HEATSPOT αντίστοιχα) υπολόγισαν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και τον αντίκτυπο που αυτές είχαν στην γύρω περιοχή. Τα αποτελέσματα από τις μελέτες έδειξαν ότι οι εκπομπές CO<sub>2</sub> παρουσιάζουν σημαντική μείωση χρόνο με τον χρόνο.

Όπως έχουμε αναφέρει η Δανία έχει ένα από τα πιο ανεπτυγμένα και οργανωμένα συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη. Με αφορμή το γεγονός αυτό οι Grahnheit και Gram Mortensen[11] παρουσίασαν μια σύγκριση του Δανικού συστήματος τηλεθέρμανσης με τα υπόλοιπα συστήματα τηλεθέρμανσης που υπάρχουν στην Ευρώπη. Συμπέραναν ότι η Δανία αποτελεί χώρα-πρότυπο για όλη την Ευρώπη καθώς διαθέτει πολύ καλά οργανωμένα συστήματα τηλεθέρμανσης.

Τα συστήματα τηλεθέρμανσης σε συνδυασμό με τα εργοστάσια συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας αποτελούν συχνά αντικείμενο φοροαπαλλαγής εξαιτίας της εξοικονόμησης ενέργειας. Παρόλα αυτά, αν και υπάρχει μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>, δεν είναι απόλυτα ακριβής η θετική



επίδραση αν λάβει κανείς υπόψη τους υπόλοιπους ρυπαντές. Γενικά περιορισμένη είναι η βιβλιογραφία που αναφέρεται στην μείωση των ρυπαντών από την εισαγωγή των συστημάτων τηλεθέρμανσης. Οι Jonsson και Hillring[12] ερεύνησαν πώς μια μελλοντική μετατροπή σε ένα σύστημα θέρμανσης μικρής κλίμακας βασιζόμενο στην βιοενέργεια μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του αέρα λαμβάνοντας υπόψη δύο ρυπαντές (βενζόλιο και σωματίδια(PM)). Αυτή η έρευνα επικεντρώνεται κατά κύριο λόγο σε καύσιμα όπως είναι τα ξύλα και τα pellets και αναφέρεται μόνο σε μικρής κλίμακα συστήματα (όπως π.χ συστήματα με εγκατεστημένη ισχύ <10MW).

Τέλος οι Lazzarin και Norro[13] σύγκριναν τα μοντέρνα εργοστάσια με τα εργοστάσια τηλεθέρμανσης και συμπαραγωγής και κατέληξαν ότι τα μοντέρνα εργοστάσια είναι πιο ευνοϊκά από άποψη αποδοτικότητας και προστασίας του περιβάλλοντος. Από την άλλη όμως τα εργοστάσια συμπαραγωγής και τηλεθέρμανσης συμφέρουν οικονομικά γιατί το φυσικό αέριο που παράγεται στην Ιταλία έχει χαμηλή φορολογία.

Ακόμη υπάρχουν αρκετές μελέτες που αναφέρονται στην φορολογία η οποία επιβάλλεται εξαιτίας της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Οι Sahlin et al [14] στην εργασία τους παρουσίασαν τα αποτελέσματά από την έρευνα που έκαναν σχετικά με το αν η φορολογία στους κλίβανους αποτέφρωσης αύξησε το κίνητρο για ανακύκλωση υλικών περιλαμβανομένου και της βιολογικής συμπεριφοράς γενικά. Τα αποτελέσματα τους αποδεικνύουν μια αύξηση της τάξης του 9 % στην γενική οικολογική συμπεριφορά και λίγο λιγότερο του 1% στον τομέα της ανακύκλωσης υλικών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΟΖΑΝΗΣ

Στο επόμενο κεφάλαιο ακολουθεί μια εκτενέστερη περιγραφή του συστήματος Τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης. Το 1989 ανατέθηκε στην ΑΝ.ΚΟ. Α.Ε με προγραμματική σύμβαση στα πλαίσια του προγράμματος VALOREN η εκπόνηση της οριστικής μελέτης του έργου της Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης η οποία παραδόθηκε σε 2 φάσεις.

**Α΄ΦΑΣΗ** : τον Οκτώβριο του 1990 όπου παρουσιάζονται και επιλέγονται οι βασικές επιλογές της μελέτης.

**Β΄ΦΑΣΗ** : τον Νοέμβριο του 1991 που περιλαμβάνει την οριστική μελέτη εφαρμογής του έργου με τα εξής τμήματα.:

- μελέτη του έργου μεταφοράς θερμικής ενέργειας
- μελέτη των αντλιοστασίων μεταφοράς και διανομής
- μελέτη του δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας
- μελέτη του λεβητοστασίου αιχμής

Η μελέτη και η εκτέλεση του συστήματος παραγωγής θερμικής ενέργειας στην εγκατάσταση του ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου πραγματοποιήθηκε από την ΔΕΗ σύμφωνα με την Σύμβαση πλαίσιο που υπογράφηκε μεταξύ του Δήμου Κοζάνης και της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού.

Το χαμηλό κόστος της θερμικής ενέργειας από τους ΑΗΣ, η μικρή σχετικά απόσταση της Κοζάνης από αυτούς, τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής (βαρύς χειμώνας), η πυκνή δόμηση της πόλης της Κοζάνης και η πολύ καλή (55%) χρηματοδότηση από το πρόγραμμα VALOREN ,ήταν οι βασικοί παράγοντες που οδήγησαν στα αισιόδοξα αποτελέσματα των τεchnοοικονομικών αναλύσεων και της μελέτης βιωσιμότητας του έργου.

Στις επόμενες σελίδες παρατίθεται μια σύντομη περιγραφή των συστημάτων μεταφοράς και διανομής στην πόλη της Κοζάνης.

## 2.1 Συνθήκες σχεδίασης και εκτίμηση ζήτησης θερμικών φορτίων

Για την σχεδίαση του συστήματος της Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης απαιτήθηκε να καθορισθεί επακριβώς η ζήτηση της θερμικής ενέργειας η οποία ως γνωστό μεταβάλλεται με την ώρα της ημέρας, τη εποχή του έτους και το έτος που εξετάζεται σε σχέση με το αρχικό έτος θέσεως σε λειτουργία. Η ετήσια ζήτηση θερμικής ενέργειας που αποτελεί το ολοκλήρωμα της ζήτησης της ισχύος στο χρόνο μεταβάλλεται. Αυξάνεται με την πρόσκτηση νέων θερμικών φορτίων διαδοχικά κάθε έτος , από το πρώτο χρόνο λειτουργίας μέχρι την επίτευξη κορεσμού.

Για την εκτίμηση της ζήτησης των θερμικών φορτίων της πόλης της Κοζάνης χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία που συνοπτικά περιγράφεται πιο κάτω:

1. Διαχωρίστηκε η πόλη σε ζώνες σύμφωνα με την πυκνότητα δόμησης και τους αναμενόμενους ρυθμούς κατασκευής νέων κτιρίων που προέκυψαν από την πολεοδομική –πληθυσμιακή ανάλυση που για αυτό τον σκοπό πραγματοποιήθηκε.
2. Εκτιμήθηκε η αναμενόμενη για κάθε ζώνη δόμηση της πόλης , σύμφωνα με τις διαχρονικές προβολές που προέκυψαν από την πολεοδομική ανάλυση.
3. Έγινε επί τόπου απογραφή του συνόλου(100%) των κτιρίων όλης της πόλης, όπου καταγράφηκαν για κάθε οικοδομή η χρήση , η παλαιότητα, ο αριθμός ορόφων , το χρησιμοποιούμενο είδος θέρμανσης, η θέση όπως και οι ειδικές παρατηρήσεις.
4. Μετρήθηκαν σε χάρτες (κλιμ. 1:500) το εμβαδόν και η πραγματική ελεύθερη περίμετρος στο σύνολο του κτιρίου της πόλης.
5. Εκτιμήθηκαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας και οι κατόγκον συντελεστές θερμικών αναγκών σύμφωνα με την παλαιότητα κάθε κτιρίου.
6. Θεωρήθηκαν δυναμικά συνδέσιμοι καταναλωτές τα κτίρια που διαθέτουν σύστημα κεντρικής (Κ) θέρμανσης(Θ), τα κτίρια που θα ανεγερθούν στο μέλλον καθώς και ένα ποσοστό κτιρίων στα οποία θα μεταλλαγεί το ήδη υπάρχον σύστημα.

7. Δεν θεωρήθηκαν δυναμικά συνδέσιμοι καταναλωτές κτίρια χωρίς θερμομόνωση θερμικού φορτίου <30000 Kcal/h και νέων κτιρίων με θερμομόνωση ικανοποιητική θερμικού φορτίου < 17000 Kcal/h.

Κατά τον τελικό σχεδιασμό του δικτύου διανομής της πόλης της Κοζάνης έγινε διαχωρισμός σε τρεις ζώνες Α, Β και Γ (χάρτης 1) σύμφωνα με τα αποτελέσματα της απογραφής ως προς την πυκνότητα του θερμικού κατά ζώνη. Το σημερινό θερμικό φορτίο ανά ζώνη είναι:

- Ζώνη Α :73.97 Gcal/h
- Ζώνη Β :28.32 Gcal/h
- Ζώνη Γ :10.22 Gcal/h

Συνολικό θερμικό φορτίο : 112.51 Gcal/h

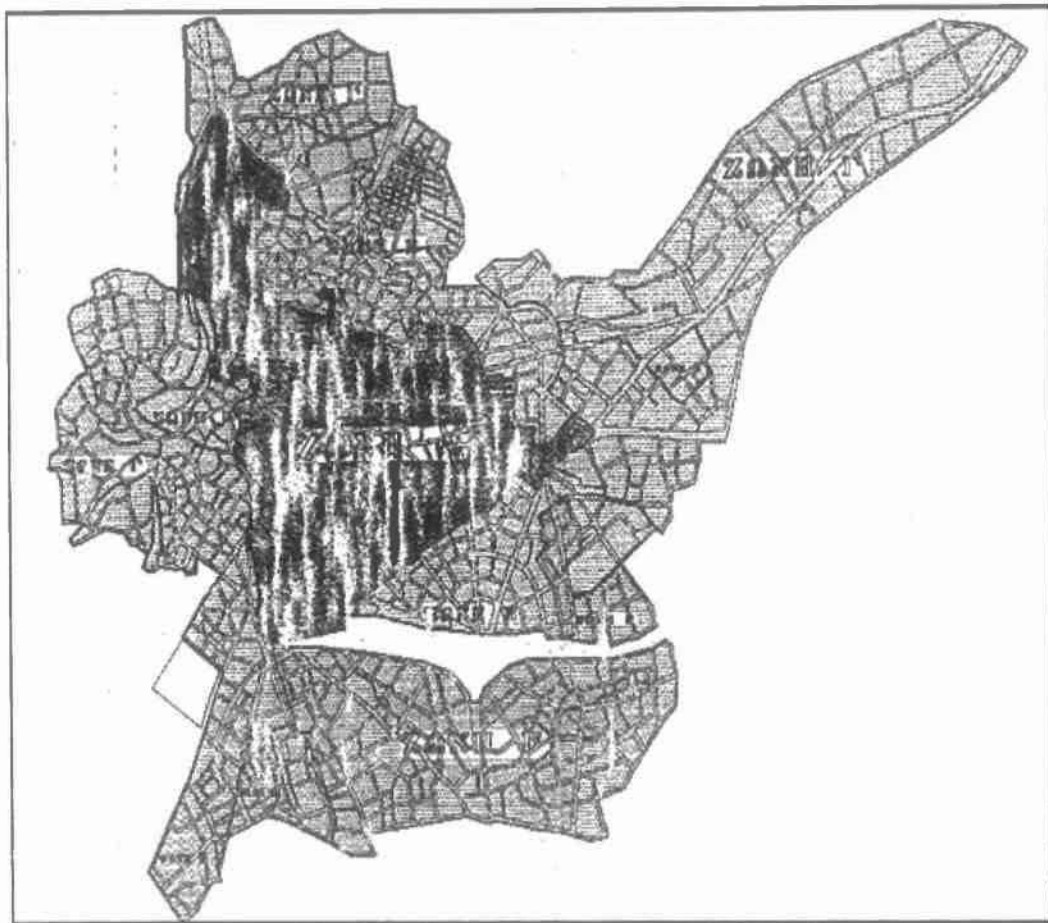
Λαμβάνοντας επίσης υπόψη και το αναμενόμενο πρόσθετο μελλοντικό φορτίο (από νέα δόμηση, νερό χρήσης) εκτιμήθηκε ότι το συνολικό δυναμικό συνδέσιμο θερμικό φορτίο στο έτος 2018 θα ανέρχεται (στις ζώνες Α, Β και Γ) στα 151 Kcal/h.

Με δεδομένη την χάραξη και τοποθέτηση επί χάρτου του σημερινού και μελλοντικού θερμικού φορτίου και σύμφωνα με τους συντελεστές πρόσκτησης που λήφθηκαν υπόψη (85% για την ζώνη Α και 80 % για την ζώνη Β) καθώς και του συντελεστή ετεροχρονισμού του θερμικού φορτίου που λήφθηκε ίσος με 0.65 για το σύνολο της πόλης συν τις θερμικές απώλειες του δικτύου διανομής υπολογίστηκε το θερμικό φορτίο στην είσοδο της πόλης . Το φορτίο αυτό ανέρχεται σε 82 Gcal/h και αυτό είναι το φορτίο σχεδιασμού του δικτύου διανομής και γενικά της Τηλεθέρμανσης της πόλης μέχρι το έτος (κορεσμού) 2018.

Για την σχεδίαση όμως των εγκαταστάσεων θερμικής παραγωγής λήφθηκαν υπόψη τα εξής:

- Το ονομαστικό φορτίο των 60 Gcal/h (70 MWth) παράγεται στις εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμικής ενέργειας στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου.
- Το υπόλοιπο φορτίο των 22 Gcal/h παράγεται από τους λέβητες αιχμής που είναι εγκατεστημένοι στην είσοδο της πόλης.

Παρακάτω παρατίθεται ένας χάρτης φάσεων υλοποίησης δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας (χάρτης 1).

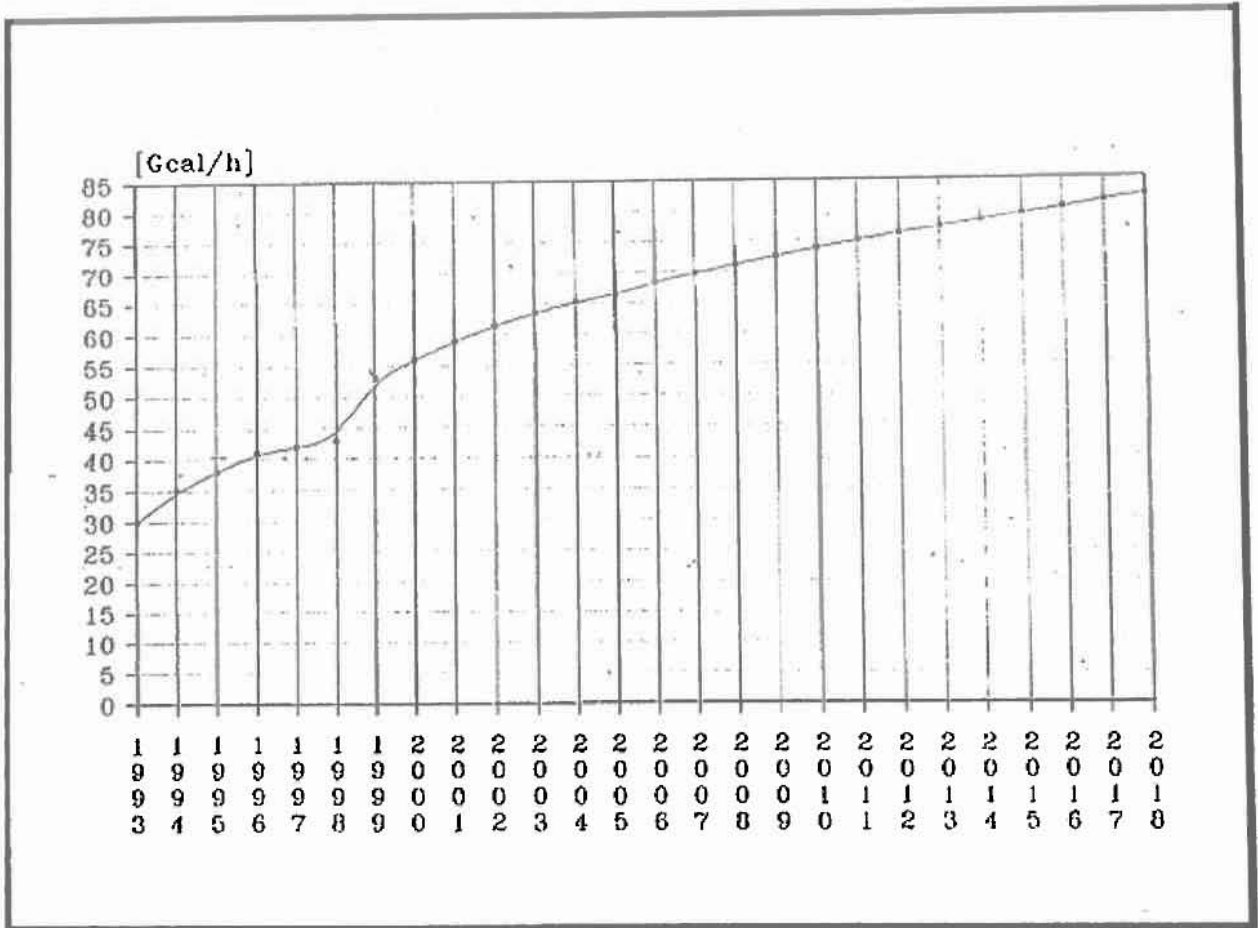


Εικόνα 39:Χάρτης 1

## 2.2 Διαχρονική πρόσκτηση θερμικού φορτίου

Η διαχρονική πρόσκτηση θερμικού φορτίου είναι συνάρτηση της χωροταξικής κατανομής, της διαχρονικής μεταβολής του θερμικού φορτίου και της διείσδυσης του δικτύου διανομής στον πολεοδομικό ιστό της πόλης που εξαρτάται κυρίως από την κατανομή στο χρόνο των δαπανών κατασκευής του δικτύου διανομής.

Με την ολοκλήρωση της σχεδίασης του δικτύου διανομής στις ζώνες Α, Β και Γ της πόλης που καθορίζουν χρονικά τις φάσεις κατασκευής του δικτύου διανομής, τον υπολογισμό του θερμικού φορτίου που αντιστοιχεί σε κάθε μία από τις ζώνες και της αναμενόμενης πρόσκτησης θερμικού φορτίου σύμφωνα με τα κριτήρια που αναγράφονται στην προηγούμενη παράγραφο εκτιμήθηκε η αναμενόμενη διαχρονική πρόσκτηση ανά ζώνη και στο σύνολο της πόλης για την περίοδο 1991 μέχρι το έτος 2018 και στην συνέχεια χαράχτηκε η καμπύλη πρόσκτησης θερμικού φορτίου( εικόνα 40).



Εικόνα 40: Καμπύλη πρόσκτησης θερμικού φορτίου

### 2.3 Καμπύλη διάρκειας φορτίου-ετήσια ενέργεια

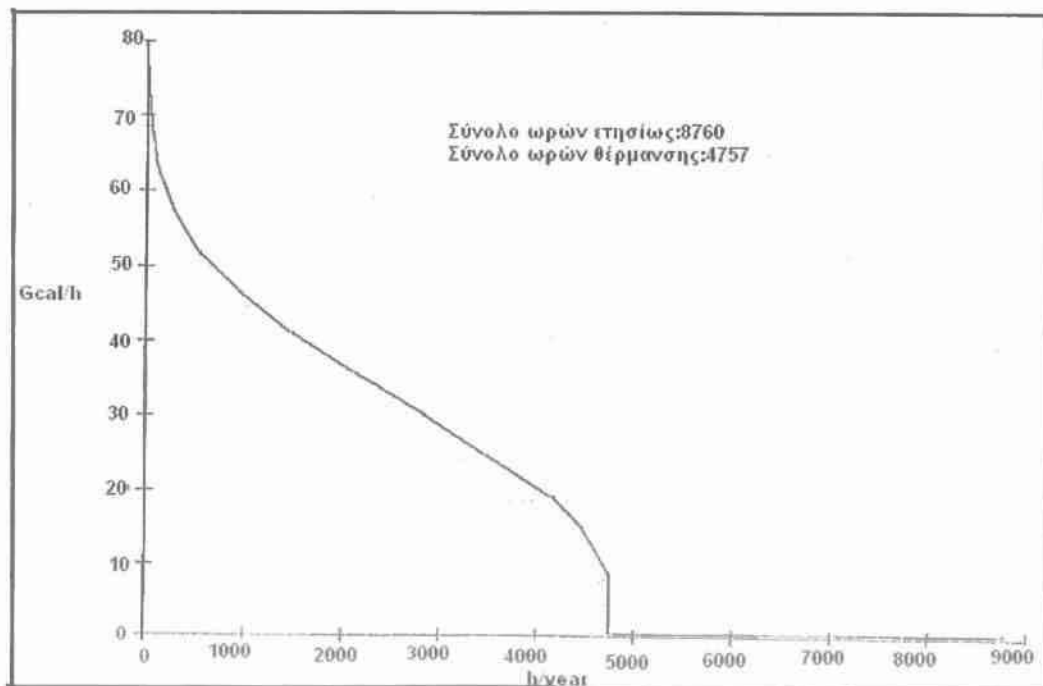
Με ονομαστικό φορτίο 82 Gcal/h και κυρίως με την παραδοχή στις 12 ώρες το 24ωρο τα κτίρια θερμαίνονται σε εσωτερική θερμοκρασία 20 °C και τις υπόλοιπες 12 ώρες θα έχουν μειωμένη θέρμανση με εσωτερική θερμοκρασία 16 °C υπολογίστηκε η ετήσια θερμική ενέργεια.

Τα στοιχεία του υπολογισμού της ετήσιας θερμικής ενέργειας δίδονται παρακάτω στον πίνακα 2 από τα οποία προκύπτει ότι η ετήσια ενέργεια είναι ίση με 151.019 Gcal ορίζοντας την ισοδύναμη χρήση ονομαστικής ισχύος τον χρόνο λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο και αποδίδει την ίδια συνολική ετήσια θερμική ενέργεια που προκύπτει ότι είναι ίση με 1841 ώρες το έτος.

**ΥΠΕΡΥΠΕΡΜΑΝΙΑ ΚΟΖΑΝΗΣ**  
**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΣΗΜΑΝΙΣΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΣΤΗΣΙΑ (ώρες/ετος)														
Σχετ. Θερμοκρασία (°C):	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13		
Απόλυτη (h/ετος):	4.0	10.0	67.2	81.2	271.2	427.2	688.4	645.0	732.0	751.2	505.0	597.0		
Αθροιστική :	4.0	21.6	68.8	180	451.2	878.4	1444.8	2080.4	2822.4	3573.6	4159.2	4750.0		
ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ														
Κανονική ζήτηση (X):	98.7	90.0	83.3	78.7	70.0	63.3	58.7	50.0	43.3	38.7	30.0	23.3		
Συχνότητα (h/ετος):	2.4	8.4	33.0	45.0	135.0	213.0	283.2	322.0	368.0	375.6	292.0	290.0		
Μειωμένη ζήτηση (X):	83.3	76.7	70.0	63.3	58.7	50.0	43.3	38.7	30.0	23.3	15.7	10.0		
Συχνότητα (h/ετος):	2.4	8.4	33.0	45.0	135.0	213.6	283.2	322.0	388.0	375.6	292.0	290.0		
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΣΗΜΑΝΙΣΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΤΗΣΙΑ (ώρες/ετος)														
Θερμικό φορτίο (X):	86.7	80.0	83.3	78.7	70.0	63.3	58.7	50.0	43.3	38.7	30.0	23.3	18.7	10.0
Απόλυτη (h/ετος):	2.4	8.4	36.0	84.0	188.2	258.2	418.0	636.4	849.2	888.4	658.0	674.4	282.0	288.0
Αθροιστική :	2.4	10.8	46.8	180.8	270.0	528.2	848.0	1484.4	2133.6	2832.0	3490.0	4165.2	4468.0	4758.0
ΑΔΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ														
Ονομαστικό θερμικό φορτίο κολής	(Gcal/h) :											82.05		
Ετήσια θερμική ζήτηση	(Dcal) :											151019		
Ισοδύναμη χρήση ονομαστικής ισχύος	(h/ετος) :											1841		
Μέση ετήσια θερμική ισχύς (X της ονομαστικής) :												39.7		
* Κανονική ζήτηση : Θερμοκρασία χώρων 20°C, 12 ώρες στο 24ωρο Μειωμένη ζήτηση : Θερμοκρασία χώρων 18°C, 12 ώρες στο 24ωρο														

Με τα στοιχεία του πιο πάνω πίνακα χαράχτηκε και η καμπύλη διάρκειας θερμικού φορτίου της πόλης (εικόνα 41).



Εικόνα 41: Καμπύλη διάρκεια θερμικού φορτίου Κοζάνης

## 2.4 Βασικές επιλογές για τον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων Τηλεθέρμανσης.

Οι βασικές παραδοχές που αποφασίστηκαν σαν βάση για τον σχεδιασμό του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς (εικόνα 41) και διανομής (εικόνα 42) σύμφωνα με βάση τις αναλύσεις οικονομοτεχνικών βελτιστοποιήσεων των παραμέτρων και μεγεθών είναι οι εξής:

### 2.4.1 Σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας

Η θερμική ενέργεια που χρησιμοποιείται παράγεται:

- **Μονάδα παραγωγής βάσεως:** Η μονάδα V του ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου είναι προκατασκευασμένη έτσι ώστε να επιτρέπει την συμπαραγωγή θερμικής ενέργειας μέχρι 60 Gcal/h χωρίς την επίπτωση στην ισχύ της στροβιλογεννήτριας.
- **Εφεδρική μονάδα παραγωγής βασικού φορτίου:** Η μονάδα IV η άλλη μονάδα του ίδιου ΑΗΣ της ΔΕΗ αποτελεί εφεδρική μονάδα για το σύστημα.
- **Λεβητοστάσιο αιχμής:** Για την κάλυψη των θερμικών φορτίων αιχμής που υπερβαίνουν τα 60 Gcal/h , καθορίστηκε στο λεβητοστάσιο αιχμής να εγκατασταθούν τρεις (3) λέβητες των 10 MW κατάλληλοι για την καύση πετρελαίου ντήζελ.

### 2.4.2 Σύστημα μεταφοράς

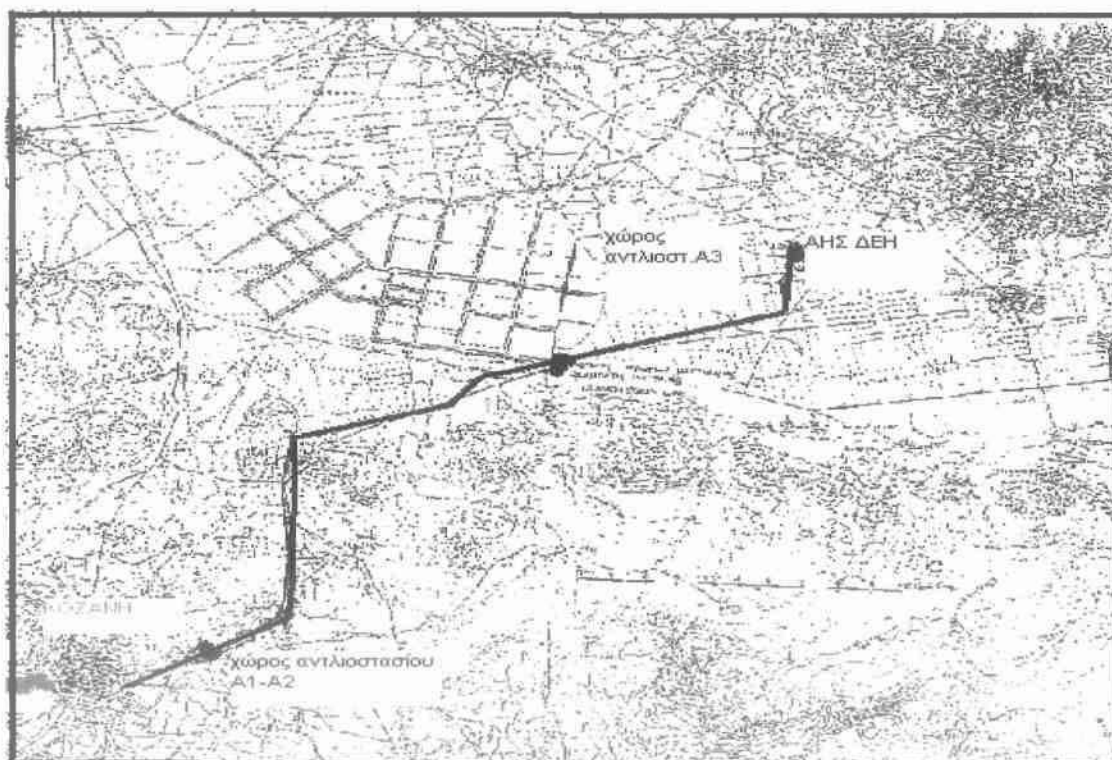
- **Φορέας μεταφοράς θερμότητας:** Υπέρθερμο νερό με μέγιστη θερμοκρασία 120 °C
- **Τεχνολογία συστήματος:** Προμονωμένος χαλύβδινος αγωγός εγκατεστημένος απευθείας μέσα στο έδαφος (υπόγειος) προδιαγραφής CENPREN 253 της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Προτύπων.
- **Ονομαστική διάμετρος αγωγού μεταφοράς:** DN=450 mm



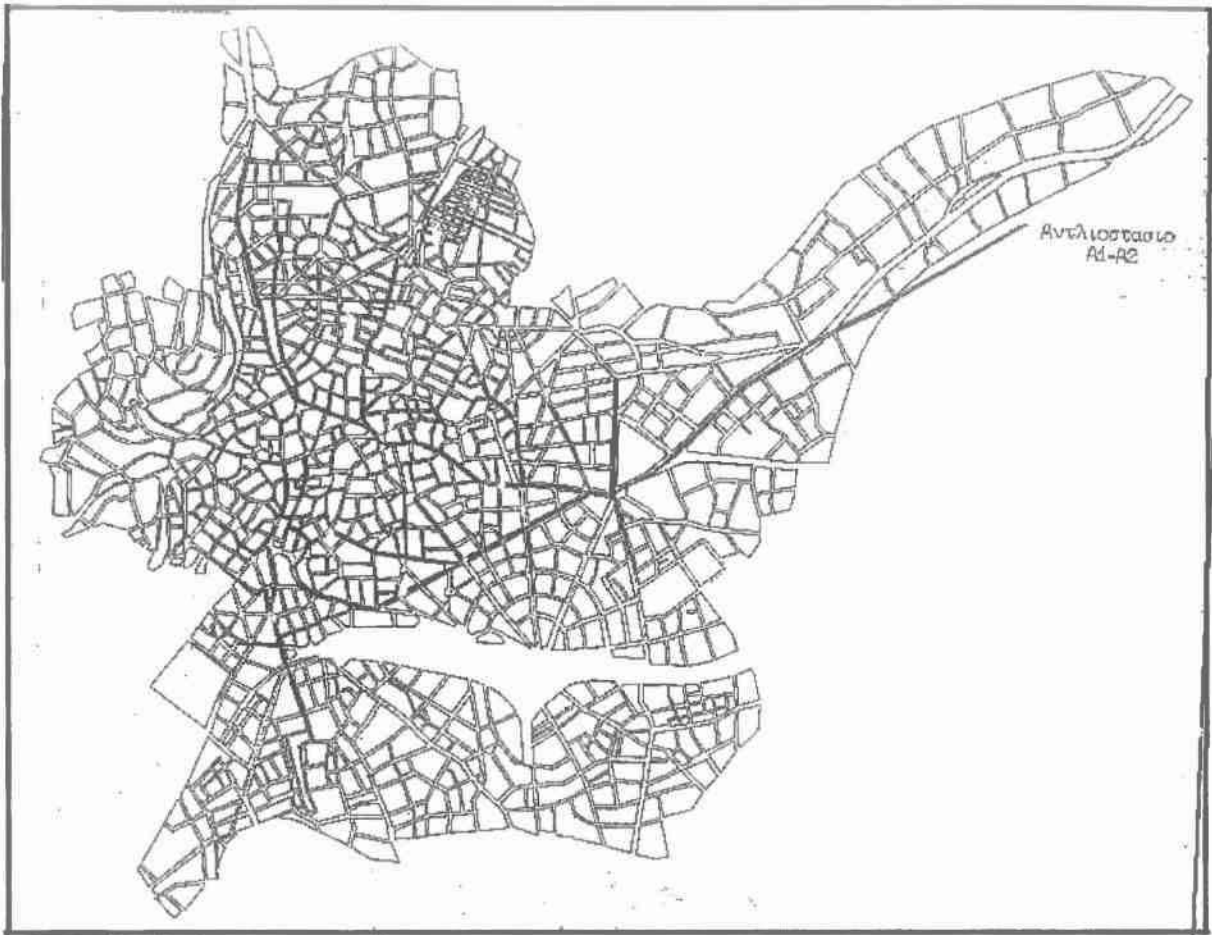
### 2.4.3 Σύστημα διανομής

- **Μορφολογία δικτύου:** Ακτινωτό σύστημα δενδροειδούς σχήματος χωρίς βρόγχους με δισωλήνιο υπόγειο δίκτυο.
- **Σύστημα ζεύξης καταναλωτών:** Έμμεσο σύστημα ζεύξης με την παρεμβολή υποσταθμών (εναλλακτών) ανάμεσα στο δίκτυο και στον καταναλωτή.
- **Τεχνολογία κατασκευής δικτύου:** Υπόγειο δίκτυο με τοποθετημένους απ'ευθείας στο έδαφος προμονωμένους χαλύβδινους σωλήνες με μόνωση από πολυουρεθάνη και εξωτερικό μανδύα από πολυαιθυλένιο.

Στο κλειστό δίκτυο της Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης για την κυκλοφορία του νερού έχουν επιλεγεί τρία (3) αντλιοστάσια. Το αντλιοστάσιο μεταφοράς  $A_3$  αποστολής υπέρθερμου νερού ( $120^{\circ}\text{C}$ ) εγκατεστημένο στο προαύλιο του ΑΗΣ /ΔΕΗ – Αγίου Δημητρίου, το αντλιοστάσιο διανομής θερμικής ενέργειας ( $A_1$ ), εγκατεστημένο στην είσοδο της πόλης και το αντλιοστάσιο μεταφοράς επιστροφής ( $A_2$ ) του νερού στον ΑΗΣ για αναθέρμανση. Σημειώνεται ότι οι μεγαλύτερες πιέσεις στο δίκτυο και ειδικότερα στις καταθλίψεις των αντλιών είναι της τάξεως των 25 bars ή λίγο περισσότερο από 25 bars.



Εικόνα 41: Γενική απεικόνιση του αγωγού μεταφοράς θερμικής ενέργειας



Εικόνα 42: Δίκτυο διανομής θερμικής ενέργειας

## 2.5 Σύντομη περιγραφή του συστήματος

Στην συνέχεια δίνεται μια σύντομη περιγραφή των συστημάτων μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας στην πόλη της Κοζάνης καθώς και το λεβητοστάσιο αιχμής. Δεν συμπεριλαμβάνεται στην περιγραφή αυτή το σύστημα συμπαραγωγής θερμικής ενέργειας.

Η θερμική ενέργεια που παράγεται με την συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις κύριες ή εφεδρικές εγκαταστάσεις παραγωγής της ΔΕΗ στον Άγιο Δημήτριο, μεταφέρεται από τον αρχικό φορέα που είναι ατμός, στον φορέα μεταφοράς που είναι υπέρθερμο νερό.

Το υπέρθερμο νερό (περίπου 120 °C) μεταφέρεται και διανέμεται στην πόλη της Κοζάνης για την θέρμανση κυρίως των κατοικιών- οικοδομών.

Οι επιμέρους καταναλωτές θα συνδέονται στο δίκτυο διανομής μέσω υποσταθμών ζεύξης (εναλλακτών θερμότητας) στο πρωτεύον κύκλωμα στο οποίο κυκλοφορεί υπέρθερμο νερό, ενώ στο δευτερεύον κύκλωμα κυκλοφορεί το νερό θέρμανσης των οικοδομών. Το νερό που επιστρέφει στον ΑΗΣ-ΔΕΗ για αναθέρμανση έχει 65 °C.

### 2.5.1 Αντλιοστάσια

Έχει κατασκευαστεί ένα αντλιοστάσιο μεταφοράς (A<sub>3</sub>) που βρίσκεται στο προαύλιο του ΑΗΣ του Αγίου Δημητρίου και ένα αντλιοστάσιο διανομής (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>) στην νοτιοανατολική είσοδο της πόλης της Κοζάνης.

Το αντλιοστάσιο μεταφοράς (A<sub>3</sub>) θα καλύπτει τις απώλειες στον αγωγό προσαγωγής από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου μέχρι την είσοδο της πόλης. Αποτελείται από τρεις κύριες αντλίες με μεταβλητή ταχύτητα περιστροφής και μια αντλία σταθερής ταχύτητας περιστροφής. Οι τρεις κύριες καλύπτουν την ονομαστική ζήτηση ( 60 Gcal/h) και η τέταρτη είναι εφεδρική.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των αντλιών του αντλιοστασίου μεταφοράς (A<sub>3</sub>) είναι:

- Ονομαστική παροχή (υπέρθερμου νερού) : 386 m<sup>3</sup> / h
- Μανομετρικό ύψος σε ονομαστική παροχή : 132 Μ.Σ.Υ

Στο αντλιοστάσιο μεταφοράς (A<sub>3</sub>) είναι εγκατεστημένος ο πιο κάτω εξοπλισμός:

- Τρεις αντλίες για την διατήρηση της πίεσης του δικτύου της τηλεθέρμανσης (Ονομ. παροχής: 30 m<sup>3</sup>/ h. Μανομ. ύψος : 170 m)
- Δύο αντλίες για την ρύθμιση στάθμης νερού της δεξαμενής απαερίωσης του (Ονομ. παροχής :45 m<sup>3</sup>/h. Μαν. ύψος : 14 m)
- Μια δεξαμενή απαερίωσης 40 m<sup>3</sup> και δυο δεξαμενές ( 80 m<sup>3</sup> η καθεμία ) συμπληρωματικού νερού.
- Εγκατάσταση χημικών πρόσθετων για την βελτίωση της ποιότητας του νερού.

Το αντλιοστάσιο διανομής (A<sub>1</sub>), το οποίο καλύπτει τις απώλειες στο δίκτυο διανομής, αποτελείται από τέσσερις κύριες αντλίες μεταβλητής ταχύτητας περιστροφής και μια κύρια αντλία σταθερών στροφών. Οι τέσσερις κύριες αντλίες καλύπτουν την ζήτηση κορεσμού ( 820 Gcal/h) και η πέμπτη είναι εφεδρική.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των αντλιών του αντλιοστασίου διανομής (A<sub>1</sub>) είναι :

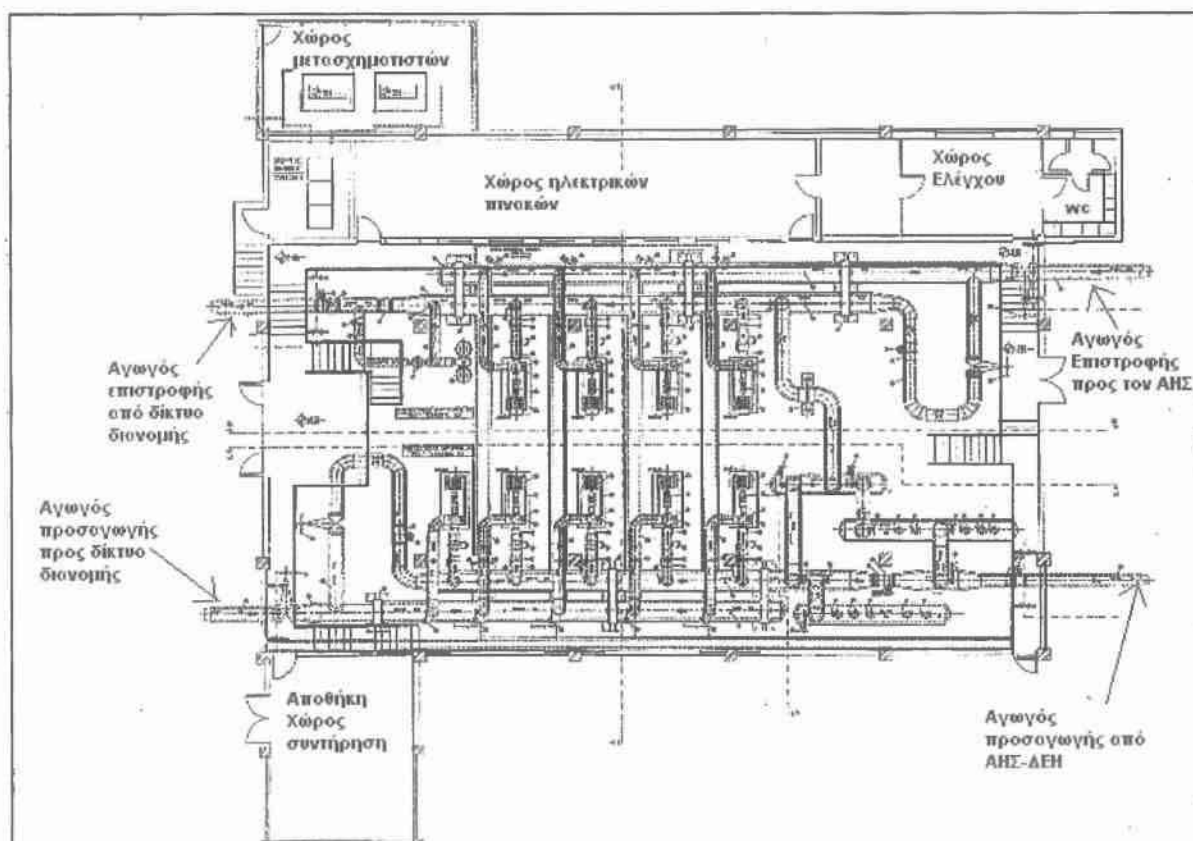
- Ονομαστική παροχή (υπέρθερμου νερού) : 396 m<sup>3</sup>/h
- Μανομετρικό ύψος σε ονομαστική παροχή : 120 Μ.Σ.Υ

Το αντλιοστάσιο μεταφοράς –επιστροφής  $A_2$  καλύπτει τις απώλειες στον αγωγό επιστροφής και αποτελείται από τρεις αντλίες με μεταβλητή ταχύτητα περιστροφής και μια με σταθερή ταχύτητα περιστροφής. Οι τρεις κύριες αντλίες καλύπτουν την ονομαστική ζήτηση ( 60 Gcal/h ) και η τέταρτη είναι εφεδρική.

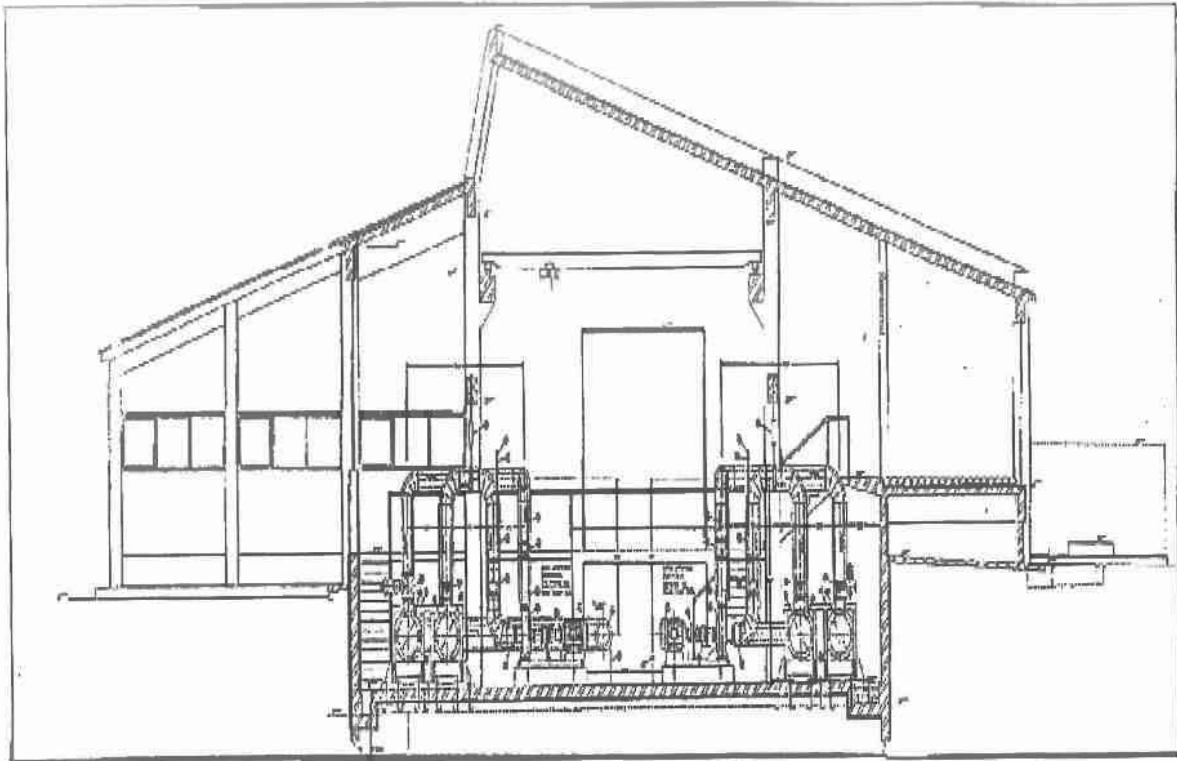
Τα κύρια χαρακτηριστικά των αντλιών του αντλιοστασίου  $A_2$  είναι :

- Ονομαστική παροχή (υπέρθερμου νερού) :386 m<sup>3</sup>/h
- Μανομετρικό ύψος σε ονομαστική παροχή : 132 Μ.Σ.Υ

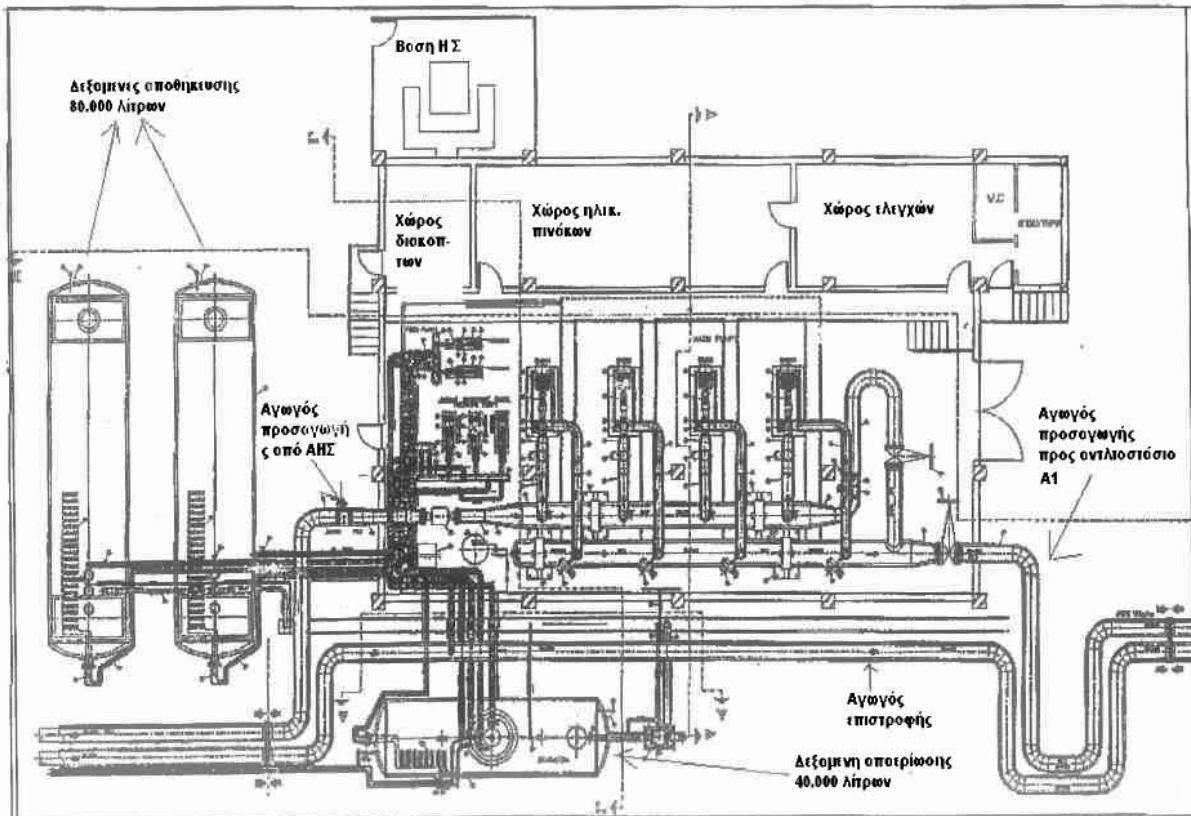
Στο κοινό κτίριο των αντλιοστασίων  $A_1$  και  $A_2$  υπάρχει εγκατεστημένο ένα φίλτρο για το φιλτράρισμα ενός μέρους της ποσότητας του νερού της τηλεθέρμανσης καθώς και συλλέκτες και αγωγοί σύνδεσης με τα δίκτυα των πιο πάνω αντλιοστασίων. Στις εικόνες (εικόνες 43,44,45,46) που ακολουθούν πιο κάτω φαίνονται οι κατόψεις και οι τομές A-A από κάθε αντλιοστάσιο.



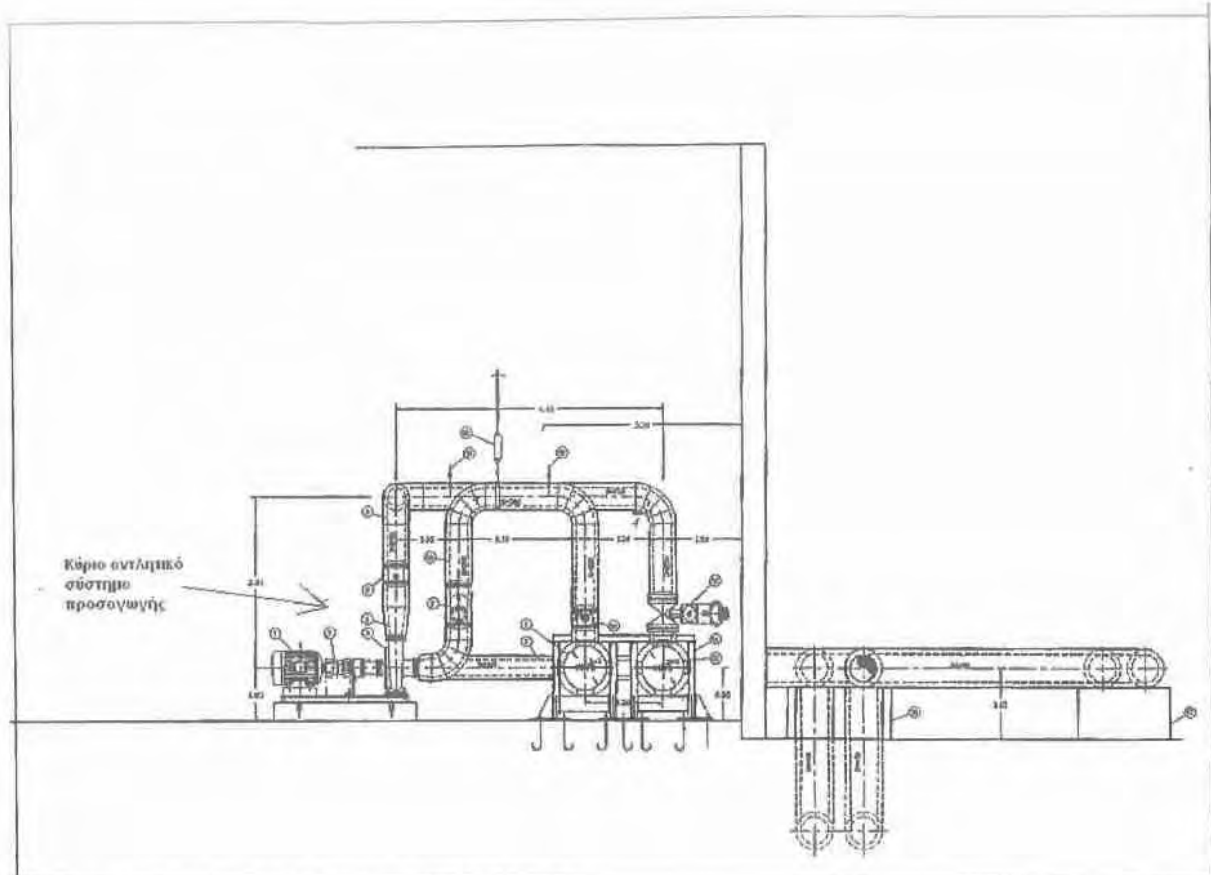
Εικόνα 43:ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ  $A_1$ - $A_2$ -ΚΑΤΟΨΗ



Εικόνα 44: ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ Α<sub>1</sub>-Α<sub>2</sub> Τομή Α-Α



Εικόνα 45: ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ Α<sub>3</sub>-ΚΑΤΟΨΗ



Εικόνα 46: ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ Α<sub>3</sub> Τομή Α-Α

Επίσης στο αντλιοστάσιο Α<sub>3</sub> είναι εγκατεστημένος ένας ηλεκτρομαγνητικός μετρητής θερμότητας στον αγωγό μεταφοράς θερμικής ενέργειας και στην έξοδο του σταθμού εναλλακτών θερμότητας του ΑΗΣ .

Ο μετρητής θερμότητας συμπεριλαμβάνει ένα όργανο ενδείξεων της θερμότητας (Mcal/h) και έναν μετρητή θερμότητας σε Gcal/h εγκατεστημένα στον πίνακα ελέγχου του αντλιοστασίου Α<sub>3</sub>.

Η εσωτερική προστασία των αγωγών, συλλεκτών και αντλιών τόσο έναντι της διάβρωσης όσο και έναντι των επικαθίσεων επιτυγχάνεται με τη χρήση νερού κατάλληλης ποιότητας. Ακόμη λαμβάνει χώρα χημική κατεργασία του νερού αυτού προσαρμοσμένη στις αντίστοιχες φάσεις λειτουργίας (χειμερινή λειτουργία και θερινή συντήρηση).

Η πλήρωση και η συμπλήρωση των δικτύων να γίνει με αφαλατωμένο νερό του ΑΗΣ . Το νερό συμπλήρωσης πριν από την είσοδο του στο δίκτυο απαεριώνεται στον απαεριωτή της εγκατάστασης – αντλιοστασίου Α<sub>3</sub>. Επίσης στο αντλιοστάσιο Α<sub>3</sub> έχει εγκατασταθεί μια δεξαμενή χημικών και μια δοσομετρική αντλία για την βελτίωση της ποιότητας του νερού.

Τα χαρακτηριστικά του νερού θα πρέπει να είναι :

- Οξυγόνο < 0.05 mgO<sub>2</sub>/KgH<sub>2</sub>O
- Σκληρότητα < 0.1 της Γερμανικής κλίμακας
- Αγωγιμότητα < 30 μS/cm
- Αλκαλικότητα PH 9 :10.5



Εικόνα 47:ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ A<sub>3</sub>

### 2.5.2 Λεβητοστάσιο αιχμής

Το λεβητοστάσιο αιχμής καλύπτει την επιπλέον παραγόμενη θερμική ζήτηση στον ΑΗΣ. Αποτελείται από τρεις λέβητες παραγωγής υπέρθερμου νερού οι οποίοι είναι παράλληλα συνδεδεμένοι μεταξύ τους.

Τα χαρακτηριστικά των τριών όμοιων αυτών λεβήτων είναι:

- Ονομαστική ισχύς λέβητα : 10 MW
- Ονομαστική θερμοκρασία υπέρθερμου νερού : 120 ° C
- Θερμοκρασία νερού στην είσοδο : 65 ° C
- Ονομαστική πίεση (σχεδίαση ) : 25 bars
- Καύσιμο :Πετρέλαιο Ντήζελ
- Ελάχιστος βαθμός απόδοσης ( %) : 88 %

Σε κάθε ένα από τους παραπάνω λέβητες έχουν τοποθετηθεί οι έξης διατάξεις:

- **Η διάταξη ανακυκλοφορίας**

Η διάταξη αυτή περιλαμβάνει μια θερμοστατική βαλβίδα και μια βαλβίδα διαφορικής πίεσης με σκοπό:

- 1) Να προθερμαίνει τον λέβητα πριν την είσοδο του στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης
- 2) Να αυξάνει την θερμοκρασία του νερού στην επιθυμητή ελάχιστη τιμή.

- **Διατάξεις απαγωγής καυσαερίων**

Ο κάθε λέβητας διαθέτει ανεξάρτητη διάταξη απαγωγής καυσαερίων. Η διάταξη αυτή αποτελείται από τον καπναγωγό και την καμινάδα η οποία είναι χαλύβδινη διαμέτρου 900 mm και ύψους 25 m.

- **Διάταξη τροφοδοσίας καυσίμου**

Η διάταξη τροφοδοσίας καυσίμου αποτελείται από τους αγωγούς τροφοδοσίας του καυσίμου, τους καυστήρες και τις δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου. Οι δεξαμενές θα είναι οριζόντιες χωρητικότητας 10 m<sup>3</sup> και 100 m<sup>3</sup> και επικοινωνούν μεταξύ τους.

- **Διατάξεις κυκλοφορίας νερού**

Στο δίκτυο γενικά της τηλεθέρμανσης οι λέβητες συνδέονται με μονωμένους χαλύβδινους αγωγούς. Στο λεβητοστάσιο αιχμής επίσης έχουν εγκατασταθεί συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου τα οποία είναι:

- **Αυτόνομα συστήματα αυτοματισμού**

Τα συστήματα αυτά συμπεριλαμβάνουν αυτοματισμούς για την αυτόματη λειτουργία των πιο πάνω διατάξεων.

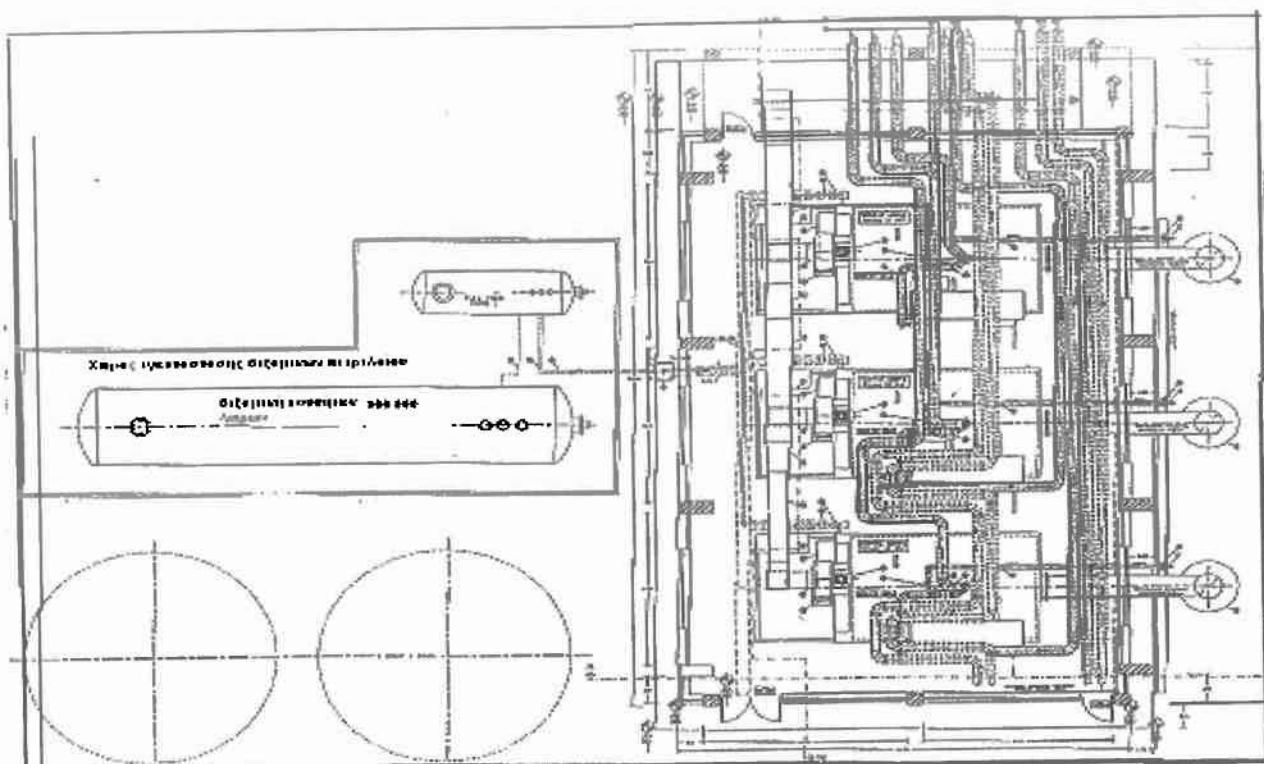
- **Συνδυασμένα συστήματα αυτοματισμού**

Μέσω των συστημάτων αυτών εκτελείται η εκκίνηση της κράτησης κάθε λέβητα από την κεντρική μονάδα ελέγχου η οποία είναι εγκατεστημένη στο θάλαμο ελέγχου των αντλιοστασίων A<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>.

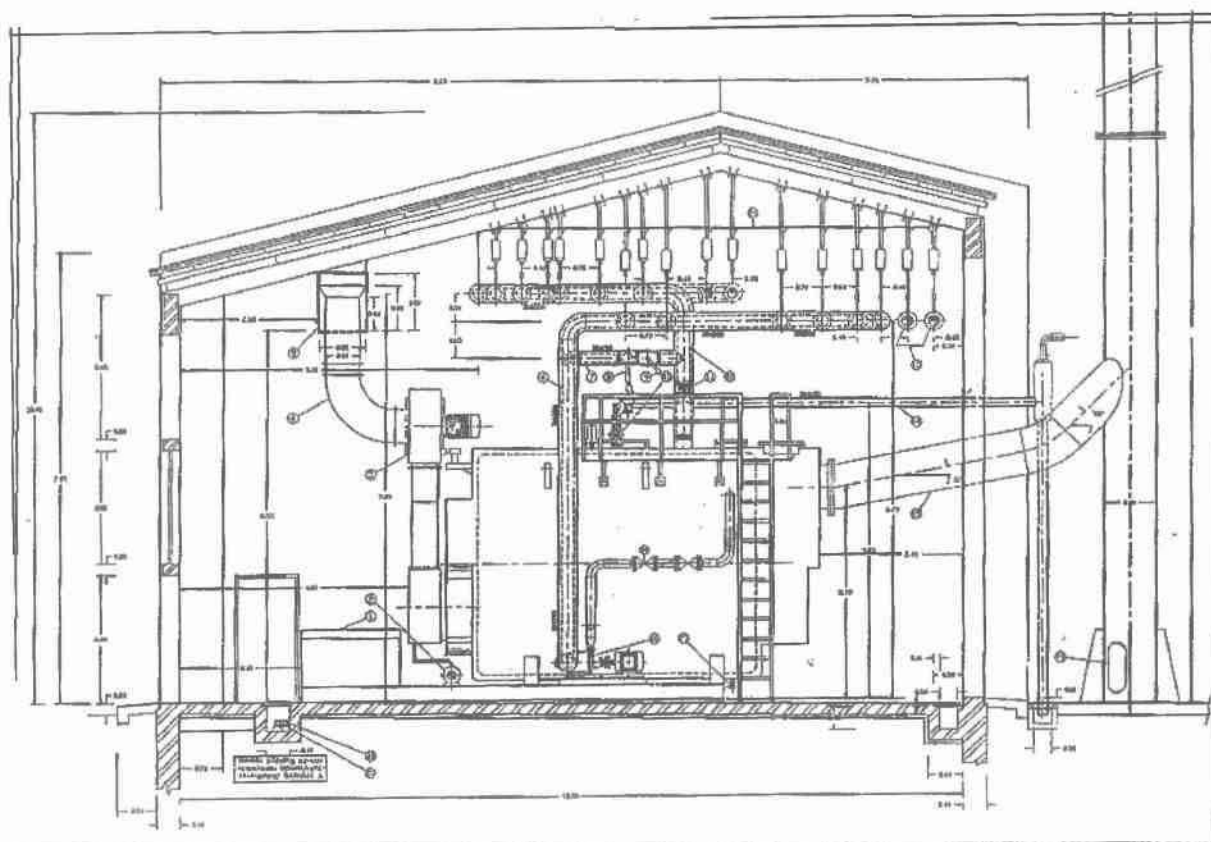
Η εσωτερική προστασία των λεβήτων και των αγωγών διασύνδεσης τόσο έναντι της διάβρωσης όσο και έναντι των επικαθίσεων επιτυγχάνεται με την χρήση νερού κατάλληλης ποιότητας. Γενικά όλο το δίκτυο της Τηλεθέρμανσης θα έχει νερό ίδιας ποιότητας.

Στις εικόνες(εικόνα 48,49) που ακολουθούν φαίνονται η κάτοψη και η τομή A-A του λεβητοστασίου αιχμής.





**Εικόνα 48:ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ ΑΙΧΜΗΣ-ΚΑΤΟΨΗ**



**Εικόνα 49:ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ ΑΙΧΜΗΣ -Τομή Α-Α**

### 2.5.2.1 Συμβολή του λεβητοστασίου αιχμής της Κοζάνης την ποιότητα του αέρα της περιοχής.

Κρίσιμη παράμετρος σε αυτήν την περίπτωση είναι η επιλογή της βέλτιστης θέσης με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύπτει η ελάχιστη επιβάρυνση. Για την περίπτωση της Κοζάνης το λεβητοστάσιο αιχμής βρίσκεται σε σχετικά κοντινή απόσταση. Το πρόβλημα αυτό εξετάστηκε για την περίπτωση της Κοζάνης με την χρήση μοντέλου διασποράς.

Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε ,διερευνά για την συγκεκριμένη διεύθυνση που ενδιαφέρει, όλες τις ταχύτητες του ανέμου για να επιλέξει εκείνη που δημιουργεί τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις κάτω από την προϋπόθεση αδιαπέραστης αναστροφής και κατηγορίας ευστάθειας D , που είναι η συνηθέστερη επικρατούσα για σημειακές πηγές με υψηλές καμινάδες. Δεχόμαστε ότι η αδιαπέραστη αναστροφή υπάρχει σε ύψος ίσο με το ενεργό ύψος της καμινάδας και ότι η διεύθυνση του ανέμου είναι ABA, όπως από το λεβητοστάσιο προς την Κοζάνη.

#### **Μέγιστη 24h συγκέντρωση SO<sub>2</sub> με αναστροφή στο ενεργό ύψος της καμινάδας που προκύπτει από το μοντέλο**

Θέση (Απόσταση από την πηγή σε m)	Ταχύτητα(m/s)	Διεύθυνση	Μέγιστη συγκέντρωση(μg/m <sup>3</sup> )
500	2.5	ABA	31

- Η υπολογισθείσα από το μοντέλο συγκέντρωση των 31 μg/m<sup>3</sup> ,που είναι η μέγιστη κάτω από ειδικές ατμοσφαιρικές καταστάσεις που οδηγούν σε επεισόδια ρύπανσης, είναι μικρότερη από το 50% της τιμής στόχου .
- Η μέγιστη τιμή αναμένεται σύμφωνα με το μοντέλο σε απόσταση 500 μέτρων από την πηγή, έξω από την πόλη της Κοζάνης.
- Οι ανεμολογικές συνθήκες για τις οποίες αναμένεται η παραπάνω συγκέντρωση παρουσιάζουν πολύ μικρή συχνότητα εμφάνισης.



Εικόνα 50:Λεβητοστάσιο Αιχμής

### 2.5.3 Αγωγός μεταφοράς θερμικής ενέργειας

Η όδευση των προμονωμένων αγωγών μεταφοράς από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου είναι υπόγεια. Οι υπόγειοι αγωγοί μεταφοράς θα είναι προμονωμένοι εγκατεστημένοι απ'ευθείας μέσα στο έδαφος με την τεχνική της προέντασης.

Οι αγωγοί που χρησιμοποιήθηκαν έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

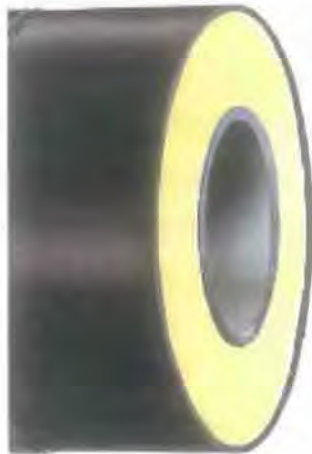
- Διάμετρος (DN) :450 mm
- Πάχος : 6.3, 7.1, 8.0 ή 8.8 mm
- Υλικό αγωγού :st 37-2
- Το περίβλημα του αγωγού (προστατευτικός σωλήνας) θα είναι κατασκευασμένο από πολυαιθυλένιο (HDPE).
- Η θερμική μόνωση που τοποθετείται μεταξύ του εσωτερικού χαλύβδινου αγωγού και του περιβλήματος αποτελείται από στερεό αφρό πολυουρεθάνης (PUR). Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της μόνωσης δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 0.027 W/MK στους 50 °C.
- Η ονομαστική παροχή θερμικής ενέργειας του αγωγού μεταφοράς είναι 60 Gcal/h με υπέρθερμο νερό θερμοκρασίας 120 °C στον αγωγό προσαγωγής και με μέγιστη θερμοκρασία νερού στον αγωγό προσαγωγής 60 °C.

Οι προμονωμένοι αγωγοί (εικόνες 61,62) μεταφοράς θερμικής ενέργειας έχουν εγκατεστημένα στην μόνωση τους μεταξύ χαλυβδοσωλήνα και περιβλήματος, δύο καλώδια εντοπισμού διαρροών σε όλο το μήκος τους. Η εγκατάστασή τους θα συμπεριλαμβάνει επίσης διατάξεις τοπικού εντοπισμού διαρροής (εικόνα 63) και τηλεμετάδοσης σε κεντρική μονάδα ελέγχου διαρροών που είναι εγκατεστημένα στο θάλαμο ελέγχου και αυτοματισμού των αντλιοστασίων  $A_1$  και  $A_2$ .

Με τον έγκαιρο εντοπισμό της υγρασίας της μονώσεως του αγωγού αποφεύγεται τόσο η καταστροφή του εξωτερικού περιβλήματος του αγωγού όσο και η διάβρωση του χαλύβδινου αγωγού του αγωγού μεταφοράς(προσαγωγής και επιστροφής).

Η εσωτερική προστασία των αγωγών μεταφοράς τόσο έναντι διάβρωσης όσο και έναντι επικαθίσεων επιτυγχάνεται με χρήση κατάλληλης ποιότητας.

## Προμονωμένοι αγωγοί



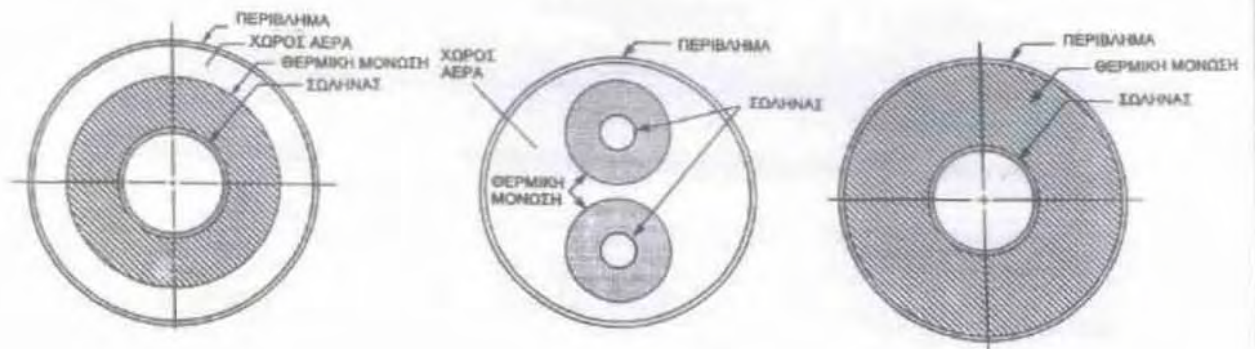
από χάλυβα



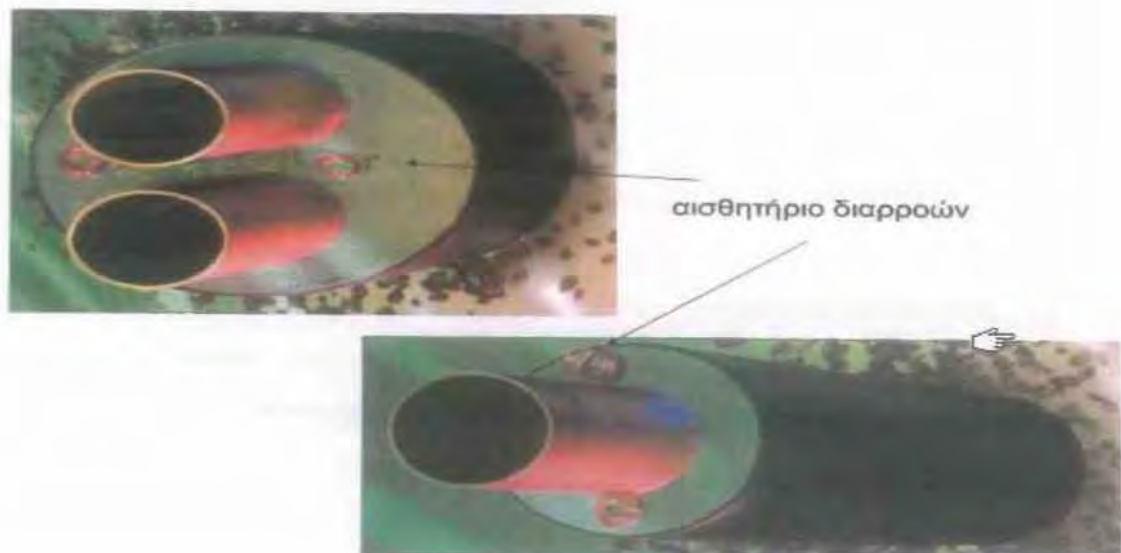
από χαλκό

από πλαστικό

Εικόνα 61: Προμονωμένοι αγωγοί



Εικόνα 62: Προμονωμένοι αγωγοί



Εικόνα 63: Διατάξεις τοπικού εντοπισμού διαρροής

#### 2.5.4 Δίκτυο διανομής

Το δίκτυο διανομής παραλαμβάνει από το αντλιοστάσιο  $A_1$  το υπέρθερμο νερό και το μεταφέρει στους επί μέρους καταναλωτές. Στην συνέχεια το συλλέγει από την έξοδο κάθε καταναλωτή και το οδηγεί στην είσοδο του αντλιοστασίου μεταφοράς  $A_2$  για να το επιστρέψει στον ΑΗΣ για επαναθέρμανση.

Ο κάθε κλάδος του δικτύου διανομής αποτελείται από δύο παράλληλα οδεύοντες προμονωμένους χαλύβδινους αγωγούς που διακλαδίζονται στο σύνολο της πόλης. Επίσης έχουν προβλεφθεί παροχές από τους κεντρικούς αγωγούς προς τις εισόδους των οικοδομών (πεζοδρόμια) για την σύνδεση των επιμέρους υποσταθμών ζεύξης των καταναλωτών.

Το δίκτυο διανομής γενικά περιλαμβάνει αυτόματες (θερμοστατικές) διατάξεις επανακυκλοφορίας και διατάξεις εξαερισμού, απομονώσεως και εκκενώσεως των κλάδων του δικτύου διανομής.

Η εγκατάσταση των αγωγών του δικτύου διανομής εκτελείται με θερμική προένταση. Το δίκτυο διανομής χωρίζεται σε τρεις ζώνες (Α, Β και Γ) ανάλογα με την χρονολογική προτεραιότητα κατασκευής τους ανάλογα με την σημερινή πυκνότητα ζήτησης θερμικής ενέργειας. Η ζώνη Α με την υψηλότερη πυκνότητα ζήτησης θερμικής ενέργειας κατασκευάστηκε στην πρώτη φάση του έργου. Η δεύτερη ζώνη Β και η τρίτη ζώνη Γ είναι στις λιγότερο πυκνοδομημένες περιοχές της πόλης και στην τελική επέκταση του δικτύου αντίστοιχα.

Η εσωτερική προστασία των αγωγών του δικτύου διανομής επιτυγχάνεται με την κατάλληλη επεξεργασία του νερού, όπως και για το δίκτυο μεταφοράς, ενώ η εξωτερική προστασία του αγωγού και της μόνωσης από εσωτερική διαρροή ή εισροή υδάτων, επιτυγχάνεται με ειδικό σύστημα σήμανσης για εμφάνιση υγρασίας. Το σύστημα σήμανσης για εμφάνιση υγρασίας, ειδοποιεί έγκαιρα για εμφάνιση υγρασίας στην εξωτερική επιφάνεια του αγωγού ή στην μόνωση και εντοπίζει την θέση ανωμαλίας.

Στην Τηλεθέρμανση στην πόλη της Κοζάνης χρησιμοποιείται το έμμεσο σύστημα σύνδεσης. Η θερμότητα μεταφέρεται από το δίκτυο της Τηλεθέρμανσης (πρωτεύον-κύκλωμα) μέσω ενός εναλλάκτη στο δίκτυο της εσωτερικής εγκατάστασης του καταναλωτή (δευτερεύον κύκλωμα). Η συνολική αυτή διάταξη που χρησιμοποιείται καλείται θερμικός υποσταθμός ζεύξης καταναλωτή (εικόνες 64,65).

Ο ρόλος του θερμικού υποσταθμού καταναλωτή δεν είναι απλά να μεταφέρει την θερμότητα, μέσω του εναλλάκτη, αλλά και να μεταφέρει πάντα τη θερμότητα που ακριβώς απαιτείται για την θέρμανση χώρων ή παροχή θερμού νερού χρήσης, προσαρμόζοντας με κατάλληλες ρυθμιστικές διατάξεις, την παροχή θερμότητας στην ζήτηση του καταναλωτή, καθώς επίσης και να καταγράφει το πόσο της παρεχόμενης θερμότητας με κατάλληλη μετρητική διάταξη (μέτρηση

θερμότητας). Ο υποσταθμός διαχωρίζει επίσης, το ρευστό του πρωτεύοντος κυκλώματος (δίκτυο τηλεθέρμανσης) από το ρευστό του δευτερεύοντος(εσωτερική εγκατάσταση καταναλωτή).

Τέλος προκειμένου να διασφαλίζεται η κυκλοφορία του νερού στους εναλλάκτες των καταναλωτών ( θερμικούς υποσταθμούς) η ρύθμιση της λειτουργίας των αντλιοστασίων των δικτύων διανομής και μεταφοράς συνδυάζεται με μια ελάχιστη διαφορική πίεση ανάμεσα στον αγωγό προσαγωγής και επιστροφής.

Η εν λόγω διαφορική πίεση μετράται σε πέντε σημεία του δικτύου διανομής , τα πιο απομακρυσμένα από υδραυλική άποψη και τηλεμεταδίδεται με ηλεκτρική καλωδίωση στο αντλιοστάσιο διανομής  $A_1$ .

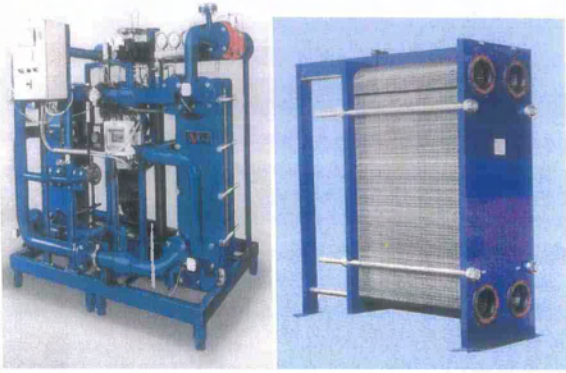


(α)



(β)

Εικόνα 64: Υποσταθμοί κτιρίων α)μονοκατοικία β)πολυκατοικία



Εικόνα 65:α) Προκατασκευασμένος σταθμός κτιρίου β) πλακοειδής εναλλάκτης

## 2.6 Δυνατότητες λειτουργίας του συστήματος

Το σύστημα Τηλεθέρμανσης σχεδιάστηκε για να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις του θερμικού φορτίου της πόλης. Για τον λόγο αυτό έχει προβλεφθεί η δυνατότητα διαφορετικών συνδέσεων των υποσυστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής. Παρακάτω αναφέρονται οι δυνατότητες λειτουργίας του συστήματος για κάθε περίπτωση.

### 1. Κάλυψη του θερμικού φορτίου εξ ολοκλήρου από τον

Κατά την λειτουργία το αντλιοστάσιο  $A_3$  συνδέεται σε σειρά με το αντλιοστάσιο  $A_1$ , το δίκτυο διανομής και το αντλιοστάσιο  $A_2$ .

### 2. Κάλυψη του θερμικού φορτίου με συνδυασμένη παραγωγή από τον ΑΗΣ και την λειτουργία λεβήτων αιχμής με παράλληλη σύνδεση του λεβητοστασίου αιχμής.

Η λειτουργική αυτή κατάσταση αναφέρεται στην περίπτωση κατά την οποία το θερμικό φορτίο του ΑΗΣ δεν επαρκεί για να καλύψει εξ' ολοκλήρου το απαιτούμενο θερμικό φορτίο της πόλης. Αυτό συμβαίνει όταν ο ΑΗΣ λειτουργεί με μειωμένο φορτίο ή όταν η ζήτηση του θερμικού φορτίου της πόλης είναι μεγαλύτερη του ονομαστικού φορτίου των 60 Gcal/h.



Έτσι σε αυτή την περίπτωση η λειτουργία του συστήματος γίνεται με παράλληλη σύνδεση των λεβήτων αιχμής η οποία είναι εφικτή για θερμό νερό θερμοκρασίας μεγαλύτερης από την θερμοκρασία λειτουργίας των εναλλακτών ζεύξης των καταναλωτών. Στην περίπτωση που η συνθήκη αυτή δεν διασφαλίζεται, το σύστημα θα πρέπει να λειτουργήσει με εν σειρά σύνδεση των λεβήτων αιχμής προς τον σταθμό του όπως περιγράφεται στην επόμενη περίπτωση.

### **3. Κάλυψη του θερμικού φορτίου με συνδυασμένη παραγωγή από τον ΑΗΣ και την λειτουργία λεβήτων αιχμής με εν σειρά σύνδεση του λεβητοστασίου αιχμής.**

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη περίπτωση η ανύψωση της θερμοκρασίας του νερού που προέρχεται από τον ΑΗΣ με εν σειρά σύνδεση των λεβήτων αιχμής είναι αναγκαία για να επιτευχθεί θερμοκρασία προσαγωγής του νερού κατάλληλη για την λειτουργία των υποσταθμών των καταναλωτών σε ονομαστική.

### **4. Ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού του δικτύου διανομής με ανακυκλοφορία του δικτύου διανομής.**

Όπως συμβαίνει στην περίπτωση νυχτερινής λειτουργίας με ανάμειξη του νερού επιστροφής του δικτύου διανομής και του θερμού νερού προερχόμενη από τον ΑΗΣ ή τους λέβητες αιχμής.

### **5. Ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού του αγωγού μεταφοράς με ανακυκλοφορία.**

Επιτυγχάνεται η προθέρμανση πριν από την σύνδεση του αγωγού μεταφοράς με το δίκτυο διανομής εφ' όσον αυτό απαιτείται.

### **6. Τροφοδοσία αποκλειστική μέσω των λεβήτων αιχμής**

Η λειτουργία αυτή απαιτείται στην περίπτωση εφεδρείας των λεβήτων και διακοπής τροφοδοσίας του σταθμού εναλλακτών ΑΗΣ ή του αντλιοστασίου  $A_3$ .

## **2.7 Έλεγχος λειτουργίας συστήματος Τηλεθέρμανσης.**

### **2.7.1 Ρύθμιση θερμικού φορτίου συστήματος**

Η ρύθμιση του θερμικού φορτίου του συστήματος Τηλεθέρμανσης επιτυγχάνεται μέσω των παρακάτω παραμέτρων :

- Εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος
- Θερμοκρασία αποστολής νερού
- Περίοδο ημέρας( ημερήσια- νυχτερινή λειτουργία – ώρα)
- Διατιθέμενη διαφορική πίεση στους υδραυλικά απομακρυσμένους καταναλωτές –υποσταθμούς ζεύξης.
- Μετρητής θερμότητας αντλιοστασίου  $A_3$

Η κύρια ρύθμιση του θερμικού φορτίου πραγματοποιείται με τον καθορισμό της θερμοκρασίας αποστολής και της παροχής του υπέρθερμου νερού. Σε συνάρτηση με την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος και την περίοδο της ημέρας καθορίζεται η θερμοκρασία αποστολής.

Η παροχή του υπέρθερμου νερού ελέγχεται μέσω των αντλιών μεταβλητών στροφών με τέτοιο τρόπο ώστε η διατιθέμενη διαφορική πίεση στις 5 επιλεγμένες θέσεις των πλέον απομακρυσμένων υδραυλικά καταναλωτών να υπερβαίνει την ελάχιστη τιμή λειτουργίας των υποσταθμών ζεύξης.

Στο σύστημα αυτό η σειρά εκκίνησης των αντλιών( π.χ ανά σετ) καθορίζεται χειροκίνητα, Η ταχύτητα περιστροφής των αντλιών του πρώτου σετ αντλιών ρυθμίζεται κατά τρόπο που να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη διαφορική πίεση  $\Delta P$ .

Αν στο δίκτυο η ελάχιστη τιμή της  $\Delta P$  είναι μεγαλύτερη της  $\Delta P_0$  τότε η διάταξη της αυτομάτου ρύθμισης της λειτουργίας των αντλιών δίνει εντολές μείωσης της ταχύτητας περιστροφής και επομένως της παροχής του πρώτου σετ των αντλιών. Αν όμως η ελάχιστη τιμή της  $\Delta P$  είναι μικρότερη της  $\Delta P_0$  το σύστημα αυτοματισμού δίνει εντολή αύξησης της ταχύτητας περιστροφής των αντλιών του πρώτου σετ. Αν όμως πάρα την επιτρεπόμενη αύξηση της ταχύτητας περιστροφής αντλιών δεν επιτυγχάνεται η αποκατάσταση της τιμής  $\Delta P$  τότε πρέπει να τεθεί σε λειτουργία το δεύτερο σετ αντλιών.( Η επιτρεπόμενη μέγιστη τιμή αύξησης της ταχύτητας περιστροφής θα πρέπει να καθορισθεί σε συνδυασμό με τις επιτρεπόμενες ταχύτητες περιστροφής όλων των αντλητικών συγκροτημάτων και των τριών αντλιοστασίων).

Με την εκκίνηση του δεύτερου σετ και το ανέβασμα της ταχύτητας περιστροφής των αντλιών του γίνεται ταυτόχρονα η μείωση της ταχύτητας περιστροφής των αντλιών του πρώτου σετ προκειμένου οι αντλίες των εν λόγω σετ να λειτουργούν ομοιόμορφα και παράλληλα.

Αν αργότερα , παρά την επιτρεπόμενη μείωση της ταχύτητας περιστροφής των αντλιών και των δύο σετ η ελάχιστη τιμή της  $\Delta P$  γίνει μεγαλύτερη της τιμής  $\Delta P_0$  τότε ο αυτοματισμός την εντολή να σταματήσει το δεύτερο σετ των αντλιών και παράλληλα στο πρώτο σετ των αντλιών αυξάνει ανάλογα την ταχύτητα περιστροφής τους.

Για να αποφεύγονται οι ταλαντώσεις των αντλιών πρέπει κατά τις εκκινήσεις ή κρατήσεις να παρεμβάλλεται ένας χρόνος της τάξεως των 10 πρώτων λεπτών (min). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για την κάλυψη φορτίων 65 μέχρι 100% του ονομαστικού φορτίου προβλέπεται η εγκατάσταση και του τέταρτου σετ αντλιών. Οπότε ο αυτοματισμός των αντλιοστασίων συμπεριλαμβάνει και την λειτουργία του συγκεκριμένου σετ προκειμένου να επιτυγχάνεται η ελάχιστη τιμή της διαφορικής πίεσης ( $\Delta P$ ) στο δίκτυο διανομής.

Σε περίπτωση ανωμαλίας( π.χ. κράτηση μιας αντλίας ενός αντλιοστασίου) τότε ο αυτοματισμός των αντλιοστασίων θέτει σε λειτουργία την αντίστοιχη διαθέσιμη αντλία στο αντλιοστάσιο αυτό. Στην περίπτωση που η αντλία είναι αντλία με σταθερή ταχύτητα περιστροφής τότε είναι δυνατόν να τεθεί σε λειτουργία το σετ των αντλιών με σταθερή ταχύτητα περιστροφής και τίθεται εκτός λειτουργίας το σετ των αντλιών στο οποίο έχει κρατηθεί μια αντλία σε ένα από τα τρία αντλιοστάσια.

Ένα δεύτερο μέγεθος που ελέγχεται επίσης και ρυθμίζεται κατάλληλα είναι η απόλυτη πίεση εντός του συστήματος η οποία σε κανένα σημείο του συστήματος δεν πρέπει να πέσει σε τιμή μικρότερη ή ίση της πίεσης βρασμού του νερού στην αντίστοιχη θερμοκρασία. Η πίεση αυτή ελέγχεται στο αντλιοστάσιο  $A_3$  με τις αντλίες διατηρήσεως πίεσης. Η πτώση της επιτυγχάνεται με τις δικλείδες ρυθμίσεως πίεσεως του δικτύου που επίσης βρίσκονται στο αντλιοστάσιο  $A_3$ .

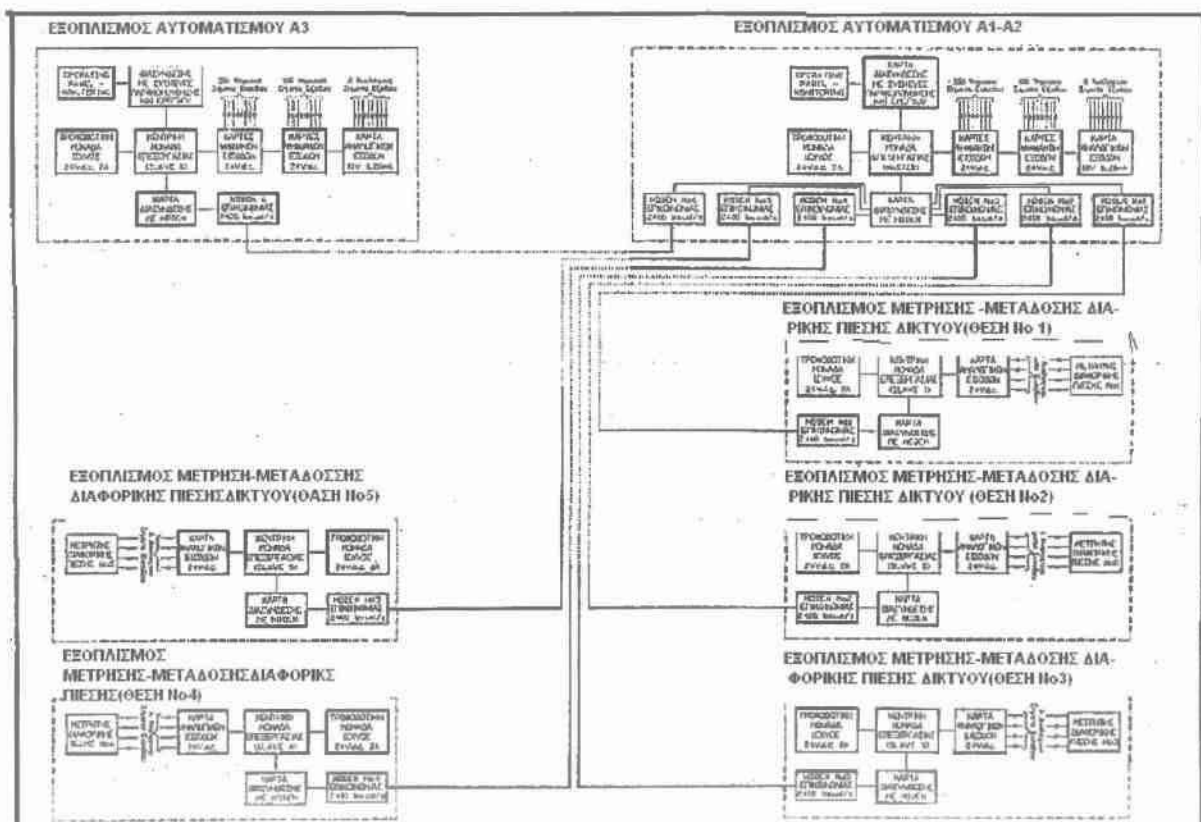
### **2.7.2 Συστήματα αυτοματισμών**

Σε ειδικό χώρο των αυτοματισμών του κοινού αντλιοστασίου  $A_1$  και  $A_2$  είναι εγκατεστημένο το σύστημα αυτοματισμού των αντλιοστασίων  $A_1$  και  $A_2$ . Ενώ το σύστημα αυτοματισμού του αντλιοστασίου  $A_3$  είναι εγκατεστημένο στον ελεύθερο χώρο μεταξύ του θαλάμου ελέγχου και του χώρου των πινάκων χαμηλής τάσεως του αντλιοστασίου  $A_3$ . Το σύστημα αυτοματισμού του αντλιοστασίου  $A_3$  θα συνδέεται με το σύστημα αυτοματισμού του αντλιοστασίου  $A_1$  μέσω καλωδίων.

Τα συστήματα αυτοματισμού των αντλιοστασίων αποτελούνται από προγραμματιζόμενες μονάδες αυτοματισμού (PLC). Κάθε μονάδα PLC συμπεριλαμβάνει ενσωματωμένο τροφοδοτικό ηλεκτροδοτούμενο με τάση 220 V/50Hz, μονάδα CPU, μονάδες εισόδων εξόδων, μνήμη EPROM, οθόνη LC και πληκτρολόγιο. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης με εκτυπωτή στον οποίο θα καταγράφονται όλες οι πληροφορίες. Ακόμη συμπεριλαμβάνονται τα απαραίτητα Modem σύνδεσης για την ενσύρματη σύνδεση και την συνεργασία δύο συστημάτων αυτοματισμού.

Τα προγράμματα λειτουργίας των PLC καλύπτουν τις απαιτήσεις των αντλιοστασίων. Έχουν εγκατασταθεί ένας κύριος ελεγκτής για όλο το σύστημα Τηλεθέρμανσης στα αντλιοστάσια A<sub>1</sub> – A<sub>2</sub> (P.L.C MASTER) και ένας ελεγκτής για τον αυτοματισμό του αντλιοστασίου A<sub>3</sub> ( P.L.C SLAVE).

Το παραπάνω σύστημα συνδέεται επίσης με modem σε επιλεγμένα σημεία μέτρησης της διαφορικής πίεσης του δικτύου διανομής όπου τοποθετούνται τοπικά προγραμματιζόμενοι ελεγκτές και modem επικοινωνίας με τον κύριο ελεγκτή (master) των αντλιοστασίων A<sub>1</sub> – A<sub>2</sub> (εικόνα 66)



Εικόνα 66: Γενική διάταξη κύριου εξοπλισμού αυτοματισμών

### 2.7.3 Τηλεχειρισμό- Αυτοματισμό

Για τον τηλεχειρισμό και αυτοματισμό του αντλιοστασίου μεταφοράς  $A_3$  που βρίσκεται στο χώρο του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου απαιτείται η μεταφορά εντολών χειρισμών και σημάτων μεταξύ αυτού και των αντλιοστασίων διανομής ( $A_1$ ) και μεταφοράς ( $A_2$ ) που βρίσκεται στην είσοδο της πόλης. Αυτό επιτεύχθηκε με συστήματα τηλεμετρίας και με ένα πολυπολικό καλώδιο, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και η τηλεφωνική επικοινωνία και έχει εγκατασταθεί υπόγειο κατά μήκος του αγωγού μεταφοράς.



Εικόνα 67: Πίνακας ελέγχου με τα όργανα ρυθμίσεων και μετρήσεων

## 2.8 Οικονομικά στοιχεία-επιπτώσεις

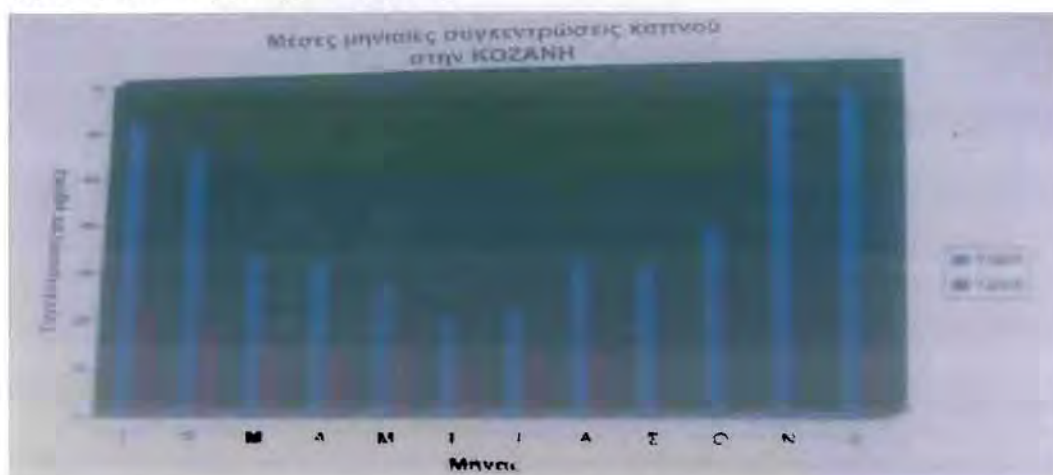
Η συνολική επένδυση της Τηλεθέρμανσης της Κοζάνης ανέρχεται στο ποσό των 11.150 εκατομμυρίων δραχμών (32.698.000 ευρώ) και η κατανομή της στο χρόνο δίνεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 3). Από την οικονομική ανάλυση φαίνεται ότι η επιχείρηση της Τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη είναι απόλυτα βιώσιμη. Τα ετήσια μικτά κέρδη ήδη από τον τρίτο χρόνο λειτουργίας ανέρχονται σε 127 εκατομμύρια δραχμές (372.434 ευρώ) για να φτάσουν τον τελευταίο χρόνο λειτουργίας σε 850 εκατομμύρια δραχμές (2.493.000 ευρώ).

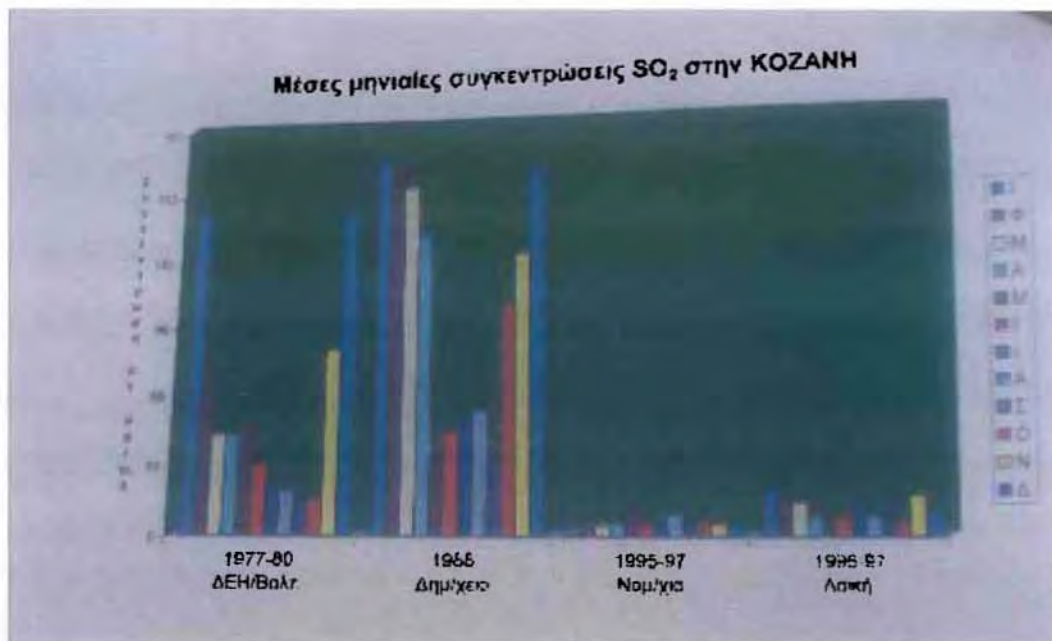
Η καθαρή ταμιακή θέση της επιχείρησης είναι θετική από τον δεύτερο χρόνο με πλεόνασμα της τάξης των 275 εκατομμυρίων δραχμών (806.451) ευρώ). Στον τελευταίο χρόνο του χρονικού ορίζοντα της εικοσιεπταετίας, το πλεόνασμα αυτό φθάνει τα 5738 εκατομμύρια δραχμές(16.827.000 ευρώ).

Πέρα όμως από τις άμεσες και μετρήσιμες οικονομικές επιπτώσεις του έργου της τηλεθέρμανσης δεν πρέπει να αγνοηθούν και οι λοιπές επιπτώσεις που έμμεσα επηρεάζουν και βελτιώνουν την γενικότερη εικόνα του.

Στην συνέχεια και τελείως ενδεικτικά δίνεται μια σύντομη απλή απαρίθμηση μερικών από τα αναμενόμενα οφέλη:

- Η διαθεσιμότητα άφθονης και φθηνής θερμικής ενέργειας θα συμβάλλει στην ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και αντίστοιχα νέων θέσεων εργασίας π.χ. ξηραντήρια, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργεια κλπ. Επίσης θα συμβάλλει στην βελτίωση των οικονομικών συνθηκών λειτουργίας σε θερμοβόρες δραστηριότητες που σήμερα υπάρχουν π.χ. βαφεία, καθαριστήρια, φούρνοι, κεραμοποιία, πλυντήρια οχημάτων κλπ.
- Η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της πόλης θα συμβάλλει στην κοινωνική αναβάθμιση και την αύξηση της παραγωγικότητας.
- Οι πολύ θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην πόλη της Κοζάνης πέρα από τις γενικότερες κοινωνικές επιπτώσεις έχουν και έμμεσες οικονομικές λαμβάνοντας υπόψη το υψηλότατο κόστος των συστημάτων απορρύπανσης(διαγράμματα που ακολουθούν).
- Ίσως όμως η σοβαρότερη από τις έμμεσες θετικές επιπτώσεις θα προέλθει από την εμπειρία και τον εθισμό σε δραστηριότητες ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας που σπανίζουν στον ελληνικό χώρο π.χ. χρήση γεωθερμικής ενέργειας



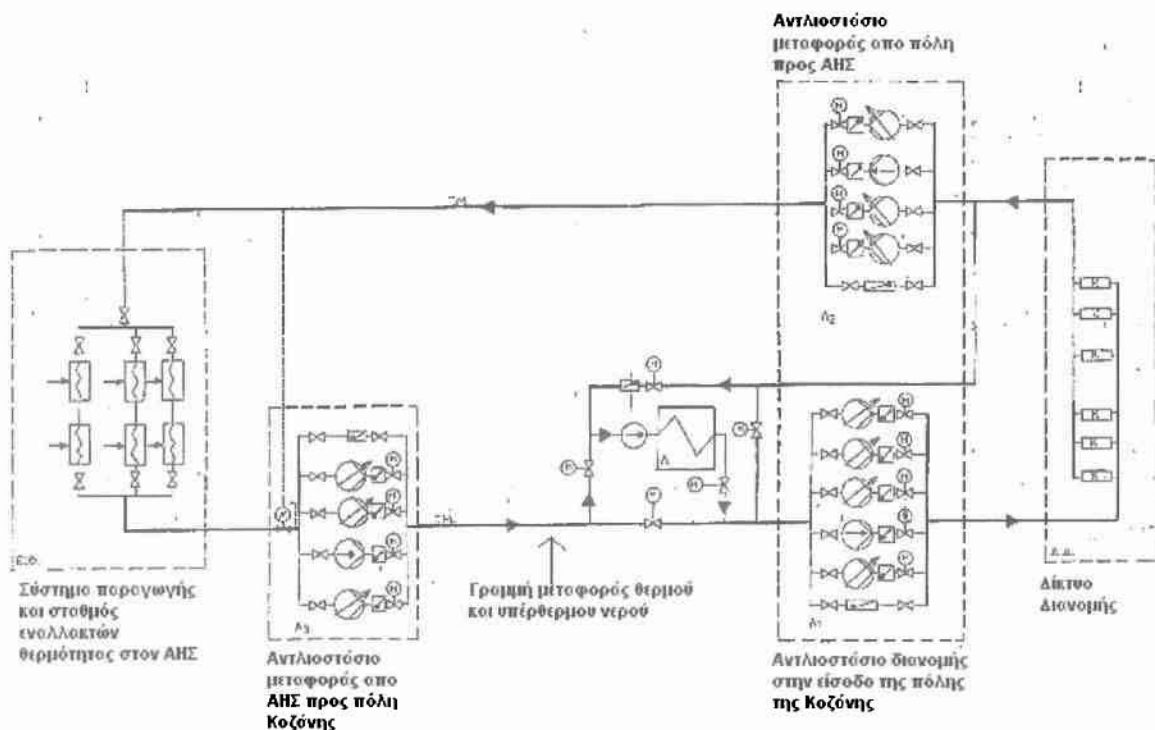


ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΕ ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΤΙΜΕΣ	ΚΟΣΤΟΣ			ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ																					
	Σταθμια	Συνολ./ετ.	Συνολ./κοσ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
-οικόπεδο	15	0	15	15,0																					
-εργο πολ. μηχανικού	525	0	906	194,3	413,6					103,4	57,6	41,2	52,5	24,1		16,5	3,0	3,0	1,7	1,2					
-Η Μεξοπλισμος	2245	5524	7487	1362,7	4084,8	135,2	106,2	23,6	23,6	482,5	208,5	232,7	464,0	194,7	25,4	100,5	22,7	43,7	48,4	42,1	16,5	35,4	25,4	25,5	
-μετοφ. κ εγκοτ. μηχονημοτων	1059	327	2181	427,5	1354,3					126,6	79,5	20,7	96,5	24,7		21,4	3,4	3,4	2,0	2,0					
-διοίκηση	540	0	540	172,8	172,8	154,4																			
	5581	5550	11130	1396,4	6025,7	300,6	176,2	23,6	23,6	691,5	455,6	324,5	554,5	153,4	25,4	140,4	52,0	52,7	46,0	46,1	26,5	35,4	35,4	29,5	

Πίνακας 3:Ανάλυση κόστους

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μοντελοποίηση του συστήματος Τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης.

Στο κεφάλαιο αυτό θα ακολουθήσει μια ανάλυση της ροής της θερμικής ενέργειας και της λειτουργίας της εγκατάστασης της τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται αυτή η σχηματική διάταξη της ροής.



Μέσα από την ανάλυση που θα ακολουθήσει θα βρούμε τις απώλειες θερμότητας στον αγωγό μεταφοράς τόσο στην προσαγωγή όσο και στην επιστροφή. Στην συνέχεια εφόσον γνωρίζουμε το πόσο της θερμικής ενέργειας που τελικά φτάνει στο σύστημα διανομής θα υπολογίσουμε το πόσο της θερμικής ενέργειας που παρέχει ο ΑΗΣ Αγίου-Δημητρίου. Για όλους τους παραπάνω υπολογισμούς χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα EXCEL.



### 3.1 Απώλειες θερμότητας στο δίκτυο μεταφοράς

Τα χαρακτηριστικά του δικτύου μεταφοράς είναι:

**Φορέας μεταφοράς θερμότητας:** Υπέρθερμο νερό με μέγιστη θερμοκρασία 120 °C (αγωγός προσαγωγής) και χαμηλότερη 65 °C (αγωγός επιστροφής).

**Αγωγοί μεταφοράς:**

Διάμετρος (DN) : 450 mm ή 0,45 m

Πάχος: 6,3 mm ή 0,0063 m

7,1 mm ή 0,0071 m

8 mm ή 0,008 m

8,8 mm ή 0,0088 m

**Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας:**  $k=0,027 \text{ W / m K}$

**Μήκος αγωγών (προσαγωγή-επιστροφή):** 400 km ή 4000000 m

Υποθέτουμε ότι στο δίκτυο μεταφοράς οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται έχουν πάχος 8,8 mm. Επομένως έχουν εξωτερική ακτίνα  $r_2=0,4588 \text{ m}$  και εσωτερική ακτίνα  $r_1= 0,45 \text{ m}$ . Επίσης η εξωτερική θερμοκρασία (μέση θερμοκρασία για την πόλη της Κοζάνης κατά την χειμερινή περίοδο) είναι :  $T_2= - 7 \text{ }^\circ\text{C}$  και η εσωτερική στον αγωγό είναι :  $T_1= 120 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### 3.1.1 Απώλειες θερμότητας στον αγωγό προσαγωγής

Παρακάτω υπολογίζονται οι απώλειες θερμότητας στον αγωγό προσαγωγής στα εξής κομμάτια:

Κομμάτι 1: Αντλιοστάσιο Μεταφοράς -Λεβητοστάσιο Αιχμής (απόσταση 5 km )

Κομμάτι 2: Λεβητοστάσιο Αιχμής-Αντλιοστάσιο διανομής (απόσταση 10 km )

Κομμάτι 3: Αντλιοστάσιο διανομής -δίκτυο διανομής( απόσταση 1 km )

Για τον υπολογισμό των απωλειών αυτών χρησιμοποιείται ο Νόμος Fourier για την μεταφορά θερμότητας ( γενική σχέση 1)

$$Q=-K A dt/dr \quad (\text{γενική σχέση 1})$$

Η παραπάνω σχέση όμως στην περίπτωση μας για μεγάλης διάστασης αγωγό γίνεται:

$$Q = -2\pi k L (T_1 - T_2) / \ln(r_2/r_1) \quad (\text{σχέση 2})$$

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι υπολογισμοί αυτοί:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ**

ΚΟΜΜΑΤΙ	$Q = -2\pi k L (T_1 - T_2) / \ln(r_2/r_1)$								
	$k(W/mK)$	$L(m)$	$T_1 - T_2$	$\ln(r_2/r_1)$	$\pi$	$W$	$Kw$	$Gcal/h$	
1	0,027	5000	127	0,0194	3,14	-5559544	-5560	-4,781	
2	0,027	10000	127	0,0194	3,14	11119089	11119	-9,562	
3	0,027	1000	127	0,0194	3,14	-1111909	-1112	-0,956	
<b>συνολικές απώλειες:</b>									<b>15,3</b>

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 2 το θερμικό φορτίο που φτάνει στην είσοδο της πόλης είναι: 82 Gcal / h . Από αυτά τα 60 Gcal/h παράγονται στις εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμικής ενέργειας στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και τα υπόλοιπα 22 Gcal/h από τους λέβητες αιχμής. Επομένως αν προσθέσουμε σε αυτά τα 60 Gcal/h τις απώλειες που βρήκαμε βρίσκουμε την θερμική ενέργεια που παίρνουμε από το εργοστάσιο της ΔΕΗ. Άρα έχουμε: 75,3 Gcal/h παραγωγή θερμικής ενέργειας στα εργοστάσια της ΔΕΗ.

Αν σε αυτά τα 75,3 Gcal/h που παράγονται στα εργοστάσια της ΔΕΗ προσθέσουμε και τα 22 Gcal/h που παράγονται στο λεβητοστάσιο αιχμής τότε έχουμε συνολική παραγωγή θερμικής ενέργειας 97,3 Gcal/h. Αν διαιρέσουμε τις συνολικές απώλειες με την συνολική παραγωγή θερμικής ενέργειας έχουμε:

$$\text{Συνολ.απώλειες/Συνολ.παραγ.} = 15,3/97,3 = 0,15$$

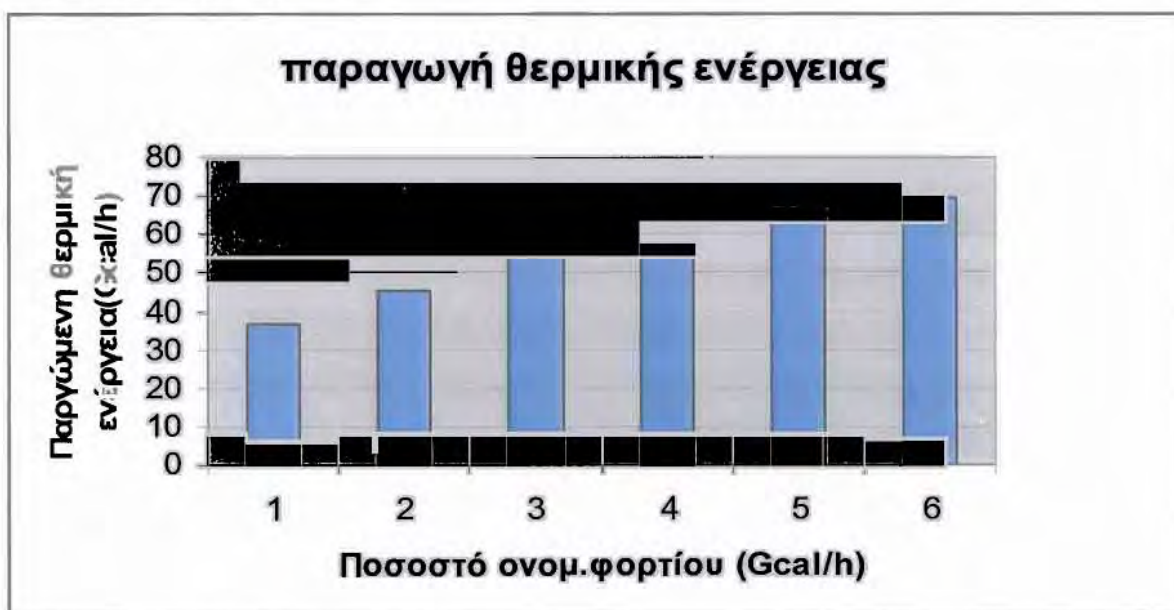
Οπότε βλέπουμε ότι οι συνολικές απώλειες στο σύστημα είναι της τάξης του 15 % όπως συμβαίνει σ' ένα τυπικό σύστημα τηλεθέρμανσης.

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε, αν έχουμε μείωση της ζήτησης σε κάποιο ποσοστό από το ονομαστικό φορτίο στο δίκτυο διανομής πόση θα είναι η ενέργεια που χρειάζεται να παραχθεί αντίστοιχα στο εργοστάσιο.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

	<u>Ποσοστό</u>	<u>Νέο ονομαστικό φορτίο</u>	<u>Παρανόμενη ενέργεια</u>
1.	35%	21 Gcal/h	36,3 Gcal/h
2.	50%	30 Gcal/h	45,3 Gcal/h
3.	65%	39 Gcal/h	54,3 Gcal/h
4.	70%	42 Gcal/h	57,3 Gcal/h
5.	85%	51 Gcal/h	66,3 Gcal/h
6.	90%	54 Gcal/h	69,3 Gcal/h

Από τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα παίρνουμε και το παρακάτω διάγραμμα από το οποίο βλέπουμε ότι η σχέση της ζήτησης είναι ανάλογη με την παραγωγή της ενέργειας.



### 3.1.2 Απώλειες θερμότητας στον αγωγό επιστροφής

Το υπέρθερμο νερό αφού απέδωσε στην πόλη το θερμικό του φορτίο επιστρέφει στον ΑΗΣ για επαναθέρμανση. Παρακάτω υπολογίζονται οι απώλειες θερμότητας στον αγωγό επιστροφής στα εξής δύο κομμάτια:

Κομμάτι 1: Δίκτυο διανομής-Αντλιοστάσιο μεταφοράς-επιστροφής (απόσταση 1 km )

Κομμάτι 2: Αντλιοστάσιο μεταφοράς /επιστροφής -Εργοστάσιο(απόσταση 15 km )

Και στον αγωγό επιστροφής οι απώλειες υπολογίζονται χρησιμοποιώντας ξανά την σχέση 2 που χρησιμοποιήθηκε και παραπάνω. Στον αγωγό επιστροφής η εσωτερική θερμοκρασία μεταβάλλεται και γίνεται:  $T_1 = 65 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

ΚΟΜΜΑΤΙ	k(W/ K)	L(m)	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	ln(r <sub>2</sub> /r <sub>1</sub> )	π	$Q = -2 \cdot \pi \cdot k \cdot L \cdot (T_1 - T_2) / \ln(r_2/r_1)$		
						W	Kw	Gcal/h
1	0,027	1000	72	0,0194	3,14	-630373,5	630,4	-0,542
2	0,027	15000	72	0,0194	3,14	-9455603	-9456	-8,132

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 2 στο κλειστό δίκτυο Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης για την κυκλοφορία του νερού έχουν επιλεγεί τρία αντλιοστάσια. Παρακάτω παρατίθενται οι χαρακτηριστικές καμπύλες των αντλιών που χρησιμοποιούνται στο σύστημα. Για την σχεδίαση τους χρησιμοποιήσαμε ως δεδομένα εισόδου την παροχή του υπέρθερμου νερού σε κάθε σημείο και τις απώλειες τις πίεσης με την παραδοχή ότι έχουμε πτώση πίεσης 0,66 bar ανά km σωλήνα.

### **3.2 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών που χρησιμοποιούνται στο σύστημα.**

#### **3.2.1 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών στο αντλιοστάσιο μεταφοράς(A<sub>3</sub>)**

Το αντλιοστάσιο μεταφοράς(A<sub>3</sub>) αποτελείται τρεις κύριες αντλίες θα καλύπτουν την ζήτηση με μεταβλητή ταχύτητα περιστροφής και μια τέταρτη σταθερής ταχύτητας περιστροφής που θα είναι εφεδρική. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την παροχή και το μανομετρικό ύψος στις 2900,2800,2700, και 2600 στροφές αντίστοιχα.

Q <sub>2900</sub>	H <sub>2900</sub>	Q <sub>2800</sub>	H <sub>2800</sub>	Q <sub>2700</sub>	H <sub>2700</sub>	Q <sub>2600</sub>	H <sub>2600</sub>
0	300	0	279,6671	0	260,0476	0	241,1415
50	297,18125	48,27586	277,0394	46,55172	257,6042	44,82759	238,8758
100	288,725	96,55172	269,1562	93,10345	250,2741	89,65517	232,0786
150	274,63125	144,8276	256,0177	139,6552	238,0573	134,4828	220,75
200	254,9	193,1034	237,6238	186,2069	220,9537	179,3103	204,8899
250	229,53125	241,3793	213,9744	232,7586	198,9635	224,1379	184,4984
300	198,525	289,6552	185,0697	279,3103	172,0865	268,9655	159,5754
350	161,88125	337,931	150,9095	325,8621	140,3227	313,7931	130,121
386	132,00701	372,6897	123,06	359,3793	114,427	346,069	106,1079
400	119,6	386,2069	111,4939	372,4138	103,6723	358,6207	96,13508
450	71,68125	434,4828	66,82295	418,9655	62,13511	403,4483	57,61775

Χρησιμοποιώντας την σχέση  $H=a+bQ^2$  και αφού γνωρίζουμε το σημείο λειτουργίας (  $Q=386 \text{ m}^3/\text{h}$  ,  $H=132 \text{ M.}\Sigma.\text{Y}$  ) βρίσκουμε ότι  $a=300$  και  $b=-0,001127$ . Άρα η χαρακτηριστική των αντλιών δίνεται από τη εξίσωση  $H=300-0,001127Q^2$

Η παροχή και το μανομετρικό ύψος στις 2800,2700 και 2600 στροφές τα υπολογίσουμε από τις σχέσεις ομοιότητας:

$$N'/N'' = Q' / Q'' \text{ και } N'/N'' = (H'/H'')^{1/2}$$

Στην συνέχεια σχεδιάζουμε την χαρακτηριστική της σωλήνωσης. Η χαρακτηριστική της σωλήνωσης δίνεται από την σχέση:

$$H=\zeta Q^2$$

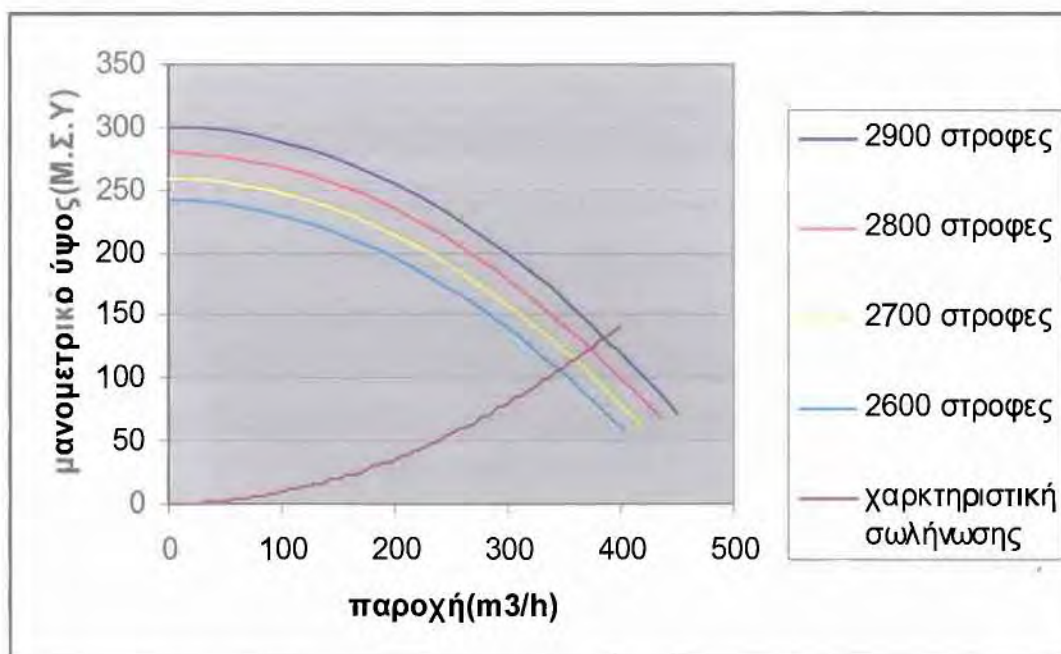
όπου  $H$ =Μανομετρικό ύψος(σε  $\text{M.}\Sigma.\text{Y}$ )

$Q$ = Παροχή (σε  $\text{m}^3/\text{h}$ )

$\zeta$ = συντελεστής πίεσης

Η μορφή της χαρακτηριστικής της σωλήνωσης είναι παραβολή και ενώνει τις χαρακτηριστικές καμπύλες των αντλιών στα κανονικά σημεία λειτουργίας.

Παρακάτω φαίνεται αυτό το διάγραμμα:



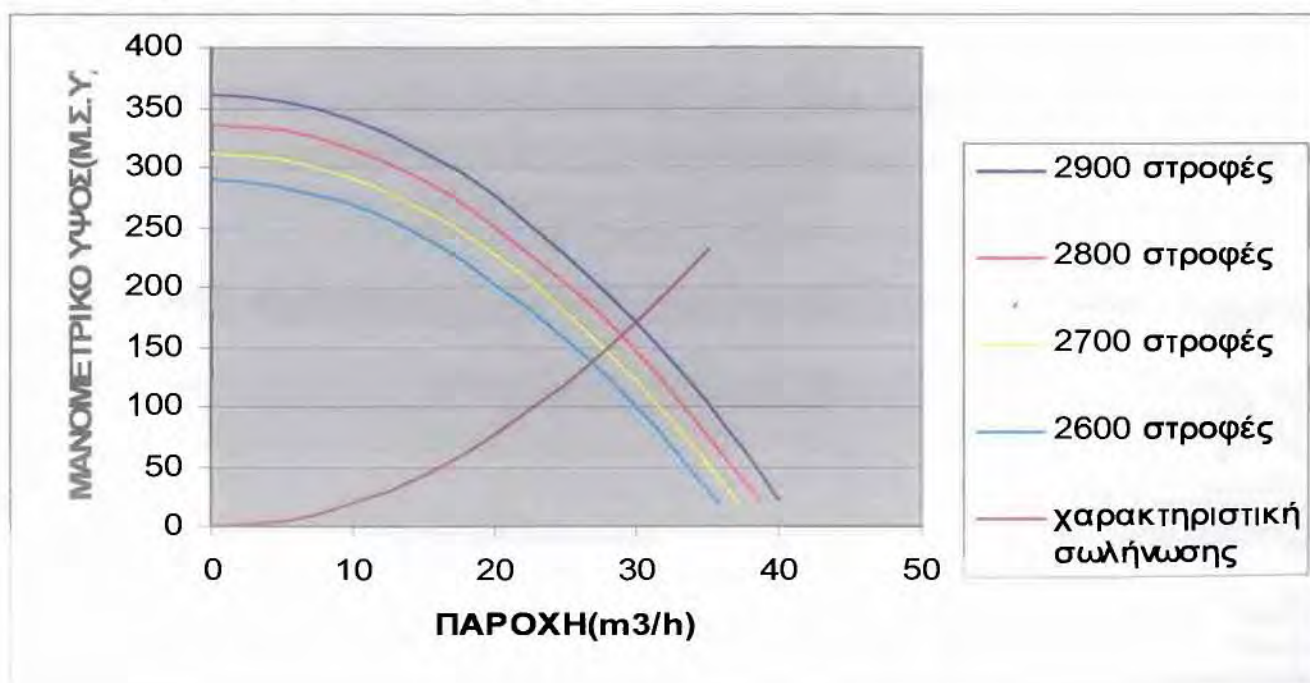
Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στο αντλιοστάσιο μεταφοράς δουλεύουν στις 2900 στροφές με ονομαστική παροχή  $386 \text{ m}^3/\text{h}$  και μανομετρικό ύψος  $132 \text{ M.}\Sigma.\text{Y}$  (σημείο τομής χαρακτηριστικής αντλίας στις 2900 στροφές – χαρακτηριστικής σωλήνωσης στο παραπάνω διάγραμμα).

Επίσης στο αντλιοστάσιο μεταφοράς ( A<sub>3</sub>) θα εγκατασταθούν και τρεις αντλίες για την διατήρηση της πίεσης του δικτύου τηλεθέρμανσης. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την παροχή και το μανομετρικό ύψος στις 2900,2800,2700, και 2600 στροφές αντίστοιχα.

Q <sub>2900</sub>	H <sub>2900</sub>	Q <sub>2800</sub>	H <sub>2800</sub>	Q <sub>2700</sub>	H <sub>2700</sub>	Q <sub>2600</sub>	H <sub>2600</sub>
0	360	0	335,6005	0	312,0571	0	289,3698
5	354,7225	4,827586	330,6807	4,655172	307,4824	4,482759	285,1277
10	338,89	9,655172	315,9212	9,310345	293,7584	8,965517	272,4015
15	312,5025	14,48276	291,3222	13,96552	270,885	13,44828	251,1911
20	275,56	19,31034	256,8835	18,62069	238,8624	17,93103	221,4965
25	228,0625	24,13793	212,6052	23,27586	197,6903	22,41379	183,3178
30	170,01	28,96552	158,4873	27,93103	147,369	26,89655	136,6549
35	101,4025	33,7931	94,5298	32,58621	87,89824	31,37931	81,50784
40	22,24	38,62069	20,73265	37,24138	19,27819	35,86207	17,87662

Η χαρακτηριστική εξίσωση των αντλιών σε αυτήν την περίπτωση είναι  $H=360-0,21111Q^2$ .

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στο αντλιοστάσιο μεταφοράς δουλεύουν στις 2900 στροφές με ονομαστική παροχή 30 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό ύψος 170 Μ.Σ.Υ (σημείο τομής χαρακτηριστικής αντλίας στις 2900 στροφές – χαρακτηριστικής σωλήνωσης στο παρακάτω διάγραμμα).

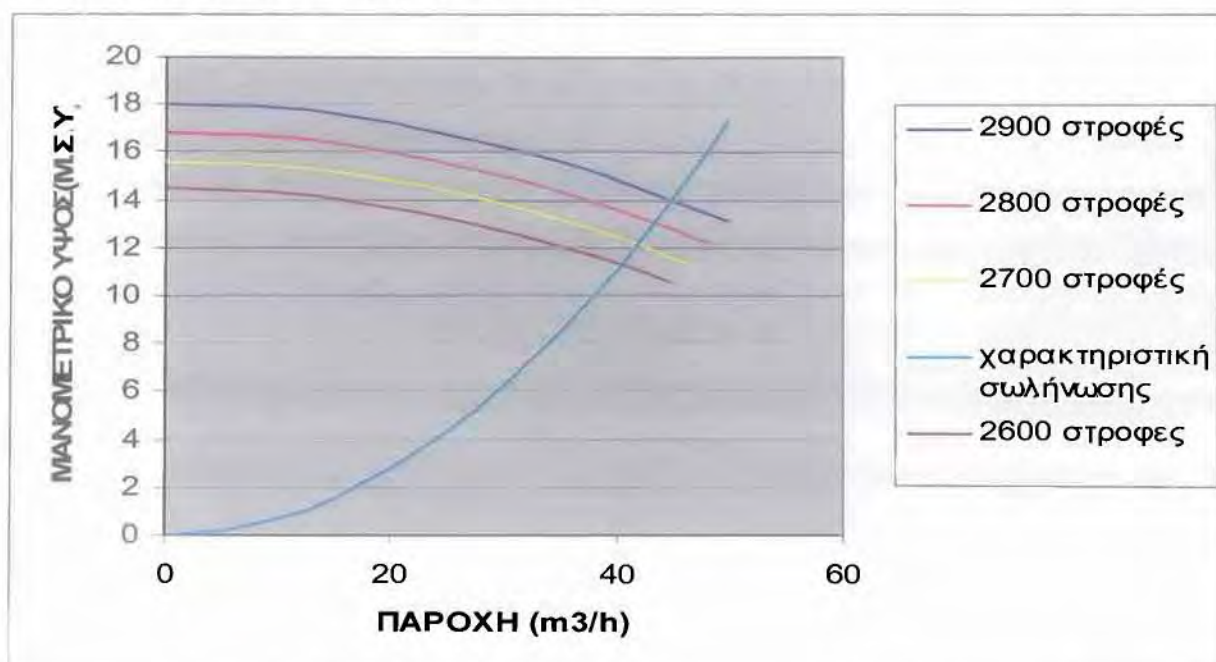


Ακόμη στο αντλιοστάσιο μεταφοράς ( A<sub>3</sub>) υπάρχουν και δύο αντλίες για την ρύθμιση στάθμης νερού της δεξαμενής απαερίωσης. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την παροχή και το μανομετρικό ύψος στις 2900,2800, 2700 και 2600 στροφές αντίστοιχα.

Q <sub>2900</sub>	H <sub>2900</sub>	Q <sub>2800</sub>	H <sub>2800</sub>	Q <sub>2700</sub>	H <sub>2700</sub>	Q <sub>2600</sub>	H <sub>2600</sub>
0	18	0	16,78002	0	15,60285	0	14,46849
5	17,95062	4,827586	16,73399	4,655172	15,56005	4,482759	14,4288
10	17,80247	9,655172	16,59588	9,310345	15,43163	8,965517	14,30971
15	17,55556	14,48276	16,3657	13,96552	15,2176	13,44828	14,11124
20	17,20988	19,31034	16,04346	18,62069	14,91796	17,93103	13,83339
25	16,76544	24,13793	15,62914	23,27586	14,5327	22,41379	13,47614
30	16,22223	28,96552	15,12274	27,93103	14,06184	26,89655	13,03951
35	15,58026	33,7931	14,52428	32,58621	13,50536	31,37931	12,52349
40	14,83952	38,62069	13,83375	37,24138	12,86327	35,86207	11,92808
45	14,00002	43,44828	13,05115	41,89655	12,13557	40,34483	11,25328
50	13,06175	48,27586	12,17647	46,55172	11,32225	44,82759	10,4991

Η χαρακτηριστική εξίσωση των αντλιών σε αυτήν την περίπτωση είναι  $H=18-0,0019753Q^2$ .

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στο αντλιοστάσιο μεταφοράς δουλεύουν στις 2900 στροφές με ονομαστική παροχή 45 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό ύψος 14 Μ.Σ.Υ (σημείο τομής χαρακτηριστικής αντλίας στις 2900 στροφές – χαρακτηριστικής σωλήνωσης στο παρακάτω διάγραμμα).



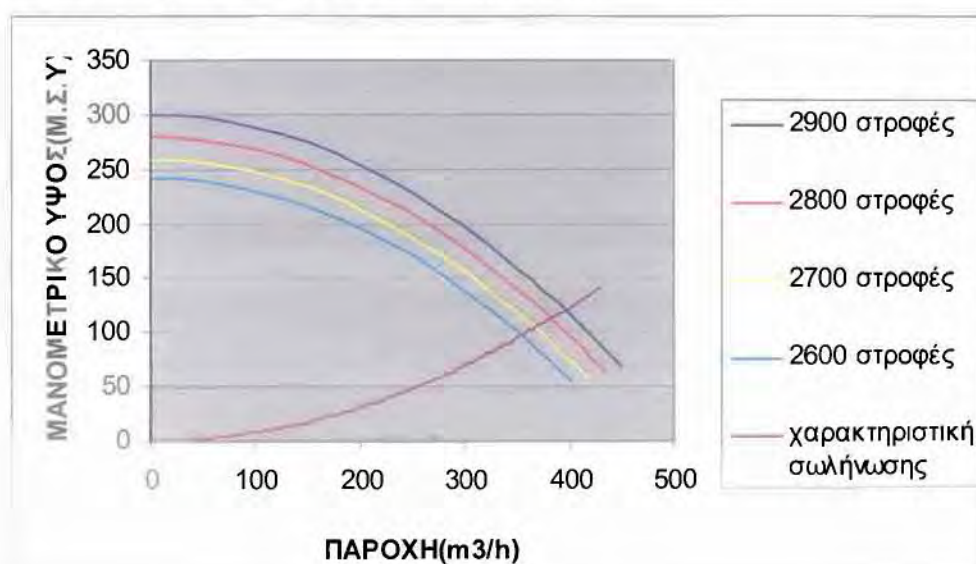
### 3.2.2 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών στο αντλιοστάσιο διανομής(A<sub>1</sub>)

Το αντλιοστάσιο διανομής(A<sub>1</sub>) αποτελείται από τέσσερις κύριες αντλίες που θα καλύπτουν την ζήτηση με μεταβλητή ταχύτητα περιστροφής και μια τέταρτη σταθερών στροφών που θα είναι εφεδρική. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την παροχή και το μανομετρικό ύψος στις 2900,2800,2700, και 2600 στροφές αντίστοιχα.

Q <sub>2900</sub>	H <sub>2900</sub>	Q <sub>2800</sub>	H <sub>2800</sub>	Q <sub>2700</sub>	H <sub>2700</sub>	Q <sub>2600</sub>	H <sub>2600</sub>
0	300	0	279,6671	0	260,0476	0	241,1415
50	297,1305	48,27586	276,992	46,55172	257,5602	44,82759	238,835
100	288,522	96,55172	268,967	93,10345	250,0981	89,65517	231,9154
150	274,1745	144,8276	255,5919	139,6552	237,6614	134,4828	220,3828
200	254,088	193,1034	236,8668	186,2069	220,2499	179,3103	204,2372
250	228,2625	241,3793	212,7917	232,7586	197,8637	224,1379	183,4785
300	196,698	289,6552	183,3665	279,3103	170,5028	268,9655	158,1068
350	159,3945	337,931	148,5913	325,8621	138,1672	313,7931	128,1221
396	120,0066	382,3448	111,873	368,6897	104,0247	355,0345	96,4619
400	116,352	386,2069	108,4661	372,4138	100,8568	358,6207	93,52432
450	67,5705	434,4828	62,99081	418,9655	58,57181	403,4483	54,31351

Η χαρακτηριστική εξίσωση των αντλιών σε αυτήν την περίπτωση είναι  $H=300-0,0011478Q^2$ .

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στο αντλιοστάσιο μεταφοράς δουλεύουν στις 2900 στροφές με ονομαστική παροχή 396 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό ύψος 120 Μ.Σ.Υ (σημείο τομής χαρακτηριστικής αντλίας στις 2900 στροφές – χαρακτηριστικής σωλήνωσης στο παραπάνω διάγραμμα).





### **3.2.3 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών στο αντλιοστάσιο μεταφοράς-επιστροφής(A<sub>2</sub>)**

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στο αντλιοστάσιο μεταφοράς –επιστροφής έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τις αντλίες που χρησιμοποιούνται στο αντλιοστάσιο μεταφοράς(παροχή: 386 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικό ύψος:132 Μ.Σ.Υ).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκε μία μελέτη για τα συστήματα Τηλεθέρμανσης. Στην αρχή αναφερθήκαμε γενικά στα συστήματα αυτά. Ποιες ενεργειακές πηγές μπορούν να χρησιμοποιήσουν, που υπάρχουν τέτοια συστήματα στη Ευρώπη και στην Ελλάδα και ποιες οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και στην κοινωνία γενικότερα. Στην συνέχεια έγινε μια περιγραφή του συστήματος Τηλεθέρμανσης που λειτουργεί στην πόλη της Κοζάνης και μια μοντελοποίηση αυτού.

Από την ανάλυση αυτή προέκυψε ότι οι συνολικές απώλειες στο σύστημα είναι της τάξης του 15%, όπως συμβαίνει σε ένα τυπικό σύστημα τηλεθέρμανσης. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι το σύστημα είναι αρκετά αποδοτικό στην πόλη της Κοζάνης και η λειτουργία του κρίνεται ενεργειακά απαραίτητη εφόσον οι θερμοκρασίες της πόλης είναι αρκετά χαμηλές και η περίοδο θέρμανσης μεγάλη. Εξάλλου η λύση της τηλεθέρμανσης αποτελεί μια λύση χαμηλού κόστους για τους καταναλωτές, σίγουρα χαμηλότερης από αυτή της μεμονωμένης θέρμανσης των κατοικιών με πετρέλαιο θέρμανσης. Η τηλεθέρμανση έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την εξοικονόμηση συναλλάγματος λόγω μη κατανάλωσης πετρελαίου θέρμανσης και ως φυσικό επακόλουθο είναι και η σημαντική εξοικονόμηση πετρελαίου. Κάθε χρόνο εξοικονομούνται 32.000 τόνοι πετρελαίου θέρμανσης.

Ακόμη αναβαθμίστηκε η ποιότητα ζωής των κατοίκων που απολαμβάνουν ένα καθαρότερο περιβάλλον, απαλλαγμένο από τις καμινάδες των κεντρικών

θερμάνσεων που λειτουργούσαν με μαζούτ και πετρέλαιο, που επιβάρυναν την ήδη επιβαρημένη από τις δραστηριότητες της ΔΕΗ ατμόσφαιρα της περιοχής.

Επίσης, η Τηλεθέρμανση Κοζάνης είναι έργο που δημιούργησε και θα δημιουργεί συνεχώς νέες θέσεις εργασίας. Από το 1994 απασχολούνται σαράντα εργαζόμενοι για την λειτουργία του συστήματος και υπολογίζεται στην κατασκευή του έργου από το 1993 μέχρι σήμερα απασχολήθηκαν πάνω από 100 άτομα, ανά έτος.

Όλα αυτά τα οφέλη της εφαρμογής του συστήματος της Τηλεθέρμανσης στην περιοχή της Κοζάνης αποτελούν έναυσμα για την υλοποίηση μελετών αξιοποίησης και άλλων ενεργειακών πηγών της περιοχής με σκοπό τόσο την συνέχιση λειτουργίας του συστήματος καθώς και την δημιουργία παρόμοιων συστημάτων που θα εξυπηρετούν γειτονικές περιοχές.

Με βάση τα συνολικά αποθέματα και τον προγραμματιζόμενο ρυθμό κατανάλωσης στο μέλλον, υπολογίζεται ότι στη Ελλάδα οι ποσότητες λιγνίτη επαρκούν για τα επόμενα 45 χρόνια. Τα συνολικά βεβαιωμένα γεωλογικά αποθέματα λιγνίτη στη χώρα μας ανέρχονται σε 5 δις. τόνους.

Ήδη υπάρχουν 105 MW εγκατεστημένης ισχύος σε αιολικά πάρκα, μικρά υδροηλεκτρικά και φωτοβολταϊκά, σε ολόκληρη την χώρα και άλλα 90 MW από έργα που βρίσκονται υπό κατασκευή, αρκετά από αυτά και στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας. Το γεγονός αυτό δίνει την δυνατότητα για αξιοποίηση της δύναμης της φύσης αναπτύσσοντας και εφαρμόζοντας καινοτομίες εξυπηρετικές για τους κατοίκους της χώρας και με μηδενική επίπτωση στο περιβάλλον.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

1. Maidment GG, Zhao X, Riffat SB, (2001) ,Combined cooling and heating using a gas engine in a supermarket, Appl Energy.
2. Kosugi T, Tokimatsu K. ,Zhou W., (2005) , An economic analysis of a clean development mechanism project: a case introducing a natural gas-fired combined heat-and-power facility in an Chinese industrial area, Appl Energy.
3. Khan KH, Rasul MG, Khan MMK , (2004) ,Energy conservation in buildings: cogeneration and cogeneration coupled with energy-storage, Appl Energy.
4. Cardona E., Piacentino A. , (2007), Optimal design of chcp plants in the civil sector by thermoeconomics, Appl Energy.
5. Karagiannis F, (2000), Central cogeneration units in Athens-an economical approach, 10<sup>th</sup> Mediterranean electrotechnical conference (MELECON 2000).
6. Westin P., Lagergren F., (2002), Re-regulating district-heat in Sweden, Energy Policy.
7. Roos A., Bohlin F., Hektor B, Hillring B., (2003), Woodfuel procurement strategies of district heating plants, Energy.
8. Holmgren K. ,Gebremedhin A., (2004), Modelling a district heating system, introduction of waste incineration, policy instruments and co-operation with an industry, Energy Policy.
9. Dotzauer E., (2003), Experiences in mid-term planning of district heating systems, Energy.
10. Knutsson D., Sahlin J., Werner S., Ekvall T.,(2006) , A simulation tool for national district heating analyses, Energy.
11. Gronheit PE., Gram Mortensen BO., (2003) , Competition in the market for space heating. District heating as the infrastructure for competition among fuels and technologies., Energy Policy.

12. Jonsson A., Hillring B, (2006), Planning for increased bioenergy use- evaluating the impact on local air quality, Biomass Bioenergy.
13. Lazzarin R. ,Norro M., (2006), Local or district heating by natural gas: which is better from energetic, environmental and economic point of views., Appl Therm Energy.
14. Sahlin J. ,Knutsson D., Ekval T., (2004), Effects of planned expansion of waste incineration in the Swedish district heating systems, Resources, Conservation and Recycling.

## **ΓΕΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Αναπτυξιακή Κοζάνης(1992), Τηλεθέρμανση Κοζάνης-Οριστική Μελέτη.
2. Ανδρίτσος Ν. ,(2007), Ενέργεια και Περιβάλλον, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
3. Βλατής Ι, Κυπριτίδης Ε. , (2002) , 9 Χρόνια λειτουργίας Τηλεθέρμανσης.
4. Θεοφύλακτος Κ. , (2009), Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας στη Ελλάδα σήμερα.
5. Ντελκής Κ. ,Συνδυασμένη Παραγωγής Θερμότητας και ηλεκτρικής Ενέργειας, ΕΜΠ
6. Αλεξάνδρου Β. , Συστήματα Τηλεθέρμανσης και Τεχνολογίες , Κ.Α.Π.Ε
7. Γιαννιού Α. , (2004) ,Η χρήση βιομάζας για θέρμανση κτιρίων , Πολυτεχνείο Κρήτης
8. Αασποπούλου Ταρίνα , (2008), Μελέτη Τηλεθέρμανσης της πόλης των Γρεβενών με αξιοποίηση της δασικής βιομάζας της περιοχής , ΕΜΠ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102422

