



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Π.Μ.Σ: Περιβαλλοντική και Υγειονομική Μηχανική

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανασκόπηση Μεθόδων Τηλεθέρμανσης
σε Ελλάδα & Ευρώπη**

Γιαννοπούλου Στέλλα

Διπλωματούχος Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Επιβλέπων Καθηγητής: Γκέκας Β.

ΧΑΝΙΑ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	- 8 -
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	- 8 -
ABSTRACT	- 9 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 10 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	- 11 -
1.1 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου	- 11 -
1.2 Ενεργειακή εξάρτηση	- 11 -
1.3 Αντιμετώπιση ενεργειακών προβλημάτων	- 13 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ, ΛΥΣΗ ΣΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ	- 19 -
2.1 Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα	- 19 -
2.2 Η έννοια της τηλεθέρμανσης	- 20 -
2.3 Ιστορική εξέλιξη της τηλεθέρμανσης παγκοσμίως	- 21 -
2.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος τηλεθέρμανσης	- 22 -
2.4.1 Παραγωγή θερμικής ενέργειας	- 24 -
2.4.2 Δίκτυα μεταφοράς και διανομής της θερμικής ενέργειας	- 25 -
2.5 Τα στάδια μελέτης ενός συστήματος τηλεθέρμανσης	- 36 -
2.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση εγκατάστασης ενός συστήματος τηλεθέρμανσης	- 37 -
2.7 Πλεονεκτήματα από την εφαρμογή συστημάτων τηλεθέρμανσης	- 38 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ... - 41 -	
3.1 Εισαγωγή	- 41 -
3.2 Η έννοια της συμπαραγωγής	- 41 -
3.3 Τεχνολογίες συμπαραγωγής	- 42 -
3.3.1 Τεχνολογικές εφαρμογές συμπαραγωγής	- 42 -
3.3.2 Κατηγορίες συστημάτων Σ.Η.Θ	- 43 -
3.4 Η εφαρμογή της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας στα συστήματα Τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη	- 44 -
3.5 Κριτήρια αξιολόγησης μιας επένδυσης συμπαραγωγής για τηλεθέρμανση ..	- 46 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	- 48 -
4.1 Εισαγωγή	- 48 -
4.2 Αεριοποίηση βιομάζας	- 49 -
4.3 Περιβαλλοντικές εφαρμογές του κύκλου RANKINE	- 50 -
4.4 Τηλεθέρμανση με βιομάζα στην Ελλάδα	- 52 -
4.4.1 Τηλεθέρμανση στη Δαδιά- Έβρου με αξιοποίηση δασικών υπολειμμάτων ..	- 53 -
4.4.2 Μελέτη δικτύου τηλεθέρμανσης με βιομάζα της κοινότητας Νυμφασίας του Νομού Αρκαδίας	- 54 -
4.5 Τηλεθέρμανση από την καύση αχύρου στην πόλη Schkolen στην Γερμανία -	58
4.6 Βασικές παράμετροι σχεδιασμού συστήματος τηλεθέρμανσης με βιομάζα -	59
4.7 Συμπεράσματα	- 60 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	- 61 -
5.1 Ορισμός γεωθερμικής ενέργειας	- 61 -

5.2 Ιστορική εξέλιξη των γεωθερμικών συστημάτων τηλεθέρμανσης.....	- 62 -
5.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά ενός γεωθερμικού συστήματος τηλεθέρμανσης...	- 63 -
5.3.1 Παραγωγή θερμότητας από γεωθερμικό πεδίο	- 63 -
5.3.2 Τύποι γεωθερμικών συστημάτων τηλεθέρμανσης.....	- 66 -
5.4 Γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα και μελλοντική αξιοποίηση της.....	- 68 -
5.5 Γεωθερμικά συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ισλανδία	- 69 -
5.5.1 Εισαγωγή	- 70 -
5.5.2 Η τωρινή κατάσταση της γεωθερμικής τηλεθέρμανσης στην Ισλανδία	- 70 -
5.5.3 Οι γεωθερμικές περιοχές στην Ισλανδία.....	- 71 -
5.5.4 Το σύστημα διανομής του γεωθερμικού συστήματος τηλεθέρμανσης .	- 72 -
5.5.5 Οφέλη της τηλεθέρμανσης στο Ρέικιαβικ	- 73 -
5.6 Τηλεθέρμανση με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας στην πόλη Saint-Chislain στο Βέλγιο.....	- 73 -
5.7 Κριτήρια σχεδιασμού ενός συστήματος γεωθερμικής τηλεθέρμανσης.....	- 74 -
5.8 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα γεωθερμικών συστημάτων τηλεθέρμανσης..	- 75 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	- 77 -
6.1 Παρούσα κατάσταση του τομέα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα	- 77 -
6.2 Τηλεθέρμανση Πτολεμαΐδας	- 80 -
6.2.1 Η πόλη της Πτολεμαΐδας	- 80 -
6.2.2 Διαδικασία εκπόνησης έργου Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας.....	- 80 -
6.2.3 Σχεδίαση και εκτίμηση της ζήτησης των θερμικών φορτίων	- 82 -
6.2.4 Περιγραφή του συστήματος Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας.....	- 83 -
6.2.5 Το προσωπικό της Τηλεθέρμανσης	- 91 -
6.2.6 Τιμολογιακή Πολιτική Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας.....	- 92 -
6.2.7 Εξέλιξη συνδρομητών Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας.....	- 93 -
6.2.8 Οφέλη από την λειτουργία της εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας.....	- 93 -
6.3 Τηλεθέρμανση Κοζάνης	- 95 -
6.3.1 Η πόλη της Κοζάνης	- 95 -
6.3.2 Διαδικασία εκπόνησης έργου Τηλεθέρμανσης Κοζάνης.....	- 96 -
6.3.3 Σχεδίαση και εκτίμηση ζήτησης θερμικών φορτίων	- 97 -
6.3.4 Βασικές επιλογές για το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων της Τηλεθέρμανσης Κοζάνης.....	- 99 -
6.3.5 Περιγραφή συστήματος Τηλεθέρμανσης Κοζάνης	- 101 -
6.3.6 Δυνατότητες λειτουργίας του συστήματος	- 108 -
6.3.7 Τιμολογιακή Πολιτική Τηλεθέρμανσης Κοζάνης	- 109 -
6.3.8 Εξέλιξη συνδρομητών Τηλεθέρμανσης Κοζάνης.....	- 111 -
6.3.9 Οφέλη από την λειτουργία της εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης Κοζάνης....	- 112 -
6.4 Τηλεθέρμανση ευρύτερης περιοχής Αμύνταιο	- 114 -
6.4.1 Διαδικασία εκπόνησης έργου Τηλεθέρμανσης ευρύτερης περιοχής Αμυνταίου	- 114 -
6.4.2 Περιγραφή εγκαταστάσεων	- 115 -
6.5 Τηλεθέρμανση Μεγαλόπολης.....	- 117 -
6.5.1 Υπάρχουσα κατάσταση θέρμανσης στην πόλη της Μεγαλόπολης	- 117 -
6.5.2 Γενική περιγραφή του έργου της τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης.....	- 118 -
6.5.3 Τεχνοοικονομικά στοιχεία τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης.....	- 121 -
6.5.4 Τιμολογιακή πολιτική τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης.....	- 124 -

6.5.5 Οφέλη από την λειτουργία της εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης.....	- 124 -
6.6 Θεσμικό πλαίσιο για τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα.....	- 126 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Η ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	- 130 -
7.1 Τρέχουσες πωλήσεις τηλεθέρμανσης	- 130 -
7.2 Ενεργειακός ανεφοδιασμός εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 στην Ευρώπη	- 133 -
7.3 Πηγές παραγωγής θερμικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη	- 136 -
7.3.1 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από τις εγκαταστάσεις CHP.....	- 136 -
7.3.2 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων	- 137 -
7.3.3 Χρήση της θερμότητας πλεονάσματος από τις βιομηχανικές διαδικασίες... -	139 -
7.3.4 Χρήση της Γεωθερμικής θερμότητας στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης . -	139 -
7.3.5 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	- 140 -
7.3.6 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από άλλες πηγές.....	- 141 -
7.4 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη	- 142 -
7.5 Θεσμικό πλαίσιο για εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση . -	143 -
7.6 Συμπεράσματα	- 145 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΗ ΔΑΝΙΑ	- 146 -
8.1 Εισαγωγή	- 146 -
8.2 Ιστορική εξέλιξη του τομέα τηλεθέρμανσης στη Δανία.....	- 146 -
8.2.1 Μεγάλης κλίμακας CHP και τηλεθέρμανση.....	- 148 -
8.2.2 Τηλεθέρμανση στις πόλεις και τις μικρές κοινότητες με μικρής κλίμακας λέβητες CHP ή βιομάζας	- 148 -
8.3 Πρόσφατη κατάσταση της τηλεθέρμανσης στη Δανία.....	- 149 -
8.4 Περιβαλλοντικά οφέλη από τη λειτουργία των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης στη Δανία.....	- 150 -
8.5 Ιδιοκτησιακό καθεστώς εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης στη Δανία.....	- 150 -
8.6 Τιμολογιακή πολιτική τηλεθέρμανσης στη Δανία.....	- 151 -
8.7 Παράγοντες που συμβάλουν στην ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης στη Δανία	- 152 -
8.8 Η κατάσταση της τηλεθέρμανσης στην Κοπεγχάγη.....	- 154 -
8.9 Εταιρείες μετάδοσης τηλεθέρμανσης στη Δανία.....	- 154 -
8.10 Συμπεράσματα	- 159 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 160 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 163 -

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Συνολικές εκπομπές (σε kt CO ₂ eq) ανά τομέα δραστηριότητας στην Ελλάδα [2]-	11 -
Σχήμα 2: Ενεργειακή εξάρτηση των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης [4].....	- 12 -
Σχήμα 3: Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας [5]	- 13 -
Σχήμα 4: Κατανομή τελικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα [21].....	- 19 -
Σχήμα 5: Κατανομή καταναλώσεων ενέργειας σε ελληνικά κτίρια του οικιακού τομέα (1990). [22]	- 20 -

Σχήμα 6: Κατανομή καταναλώσεων ενέργειας σε ελληνικά κτίρια του τριτογενή τομέα (1990). [22].....	- 20 -
Σχήμα 7: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος περιφερειακής τηλεθέρμανσης.....	- 24 -
Σχήμα 8: Παραγωγή θερμικής ενέργειας σε δίκτυα Τηλεθέρμανσης.....	- 24 -
Σχήμα 9: Διάφοροι τύποι δικτύων διανομής, α) Ακτινωτό δίκτυο, β) Δακτυλιοειδές δίκτυο, γ) Βροχοειδές Δίκτυο.....	- 27 -
Σχήμα 10: Κλειστό δισωλήνιο σύστημα προμονωμένων αγωγών.....	- 30 -
Σχήμα 11: Ιστοί σωληνώσεων, α) μεταλλικός, β) μπετόν [34].....	- 31 -
Σχήμα 12: Υπαίθριοι αγωγοί σε υπερυψωμένες βάσεις.....	- 31 -
Σχήμα 13: Τυπική διατομή υπόγειας εγκατάστασης χαλύβδινων αγωγών δικτύου μεταφοράς θερμότητας [38].....	- 32 -
Σχήμα 14: Επισκένυμη σήραγγα [34].....	- 32 -
Σχήμα 15: Προμονωμένοι αγωγοί.....	- 33 -
Σχήμα 16: Ένας υποσταθμός που αποτελείται από εναλλάκτες θερμότητας (σκιασμένα κιβώτια), τις βαλβίδες ελέγχου, τις αντλίες και μια μονάδα ελέγχου. [37].....	- 35 -
Σχήμα 17: Σταθμός άμεσης σύνδεσης καταναλωτή [38].....	- 36 -
Σχήμα 18: Σταθμός έμμεσης σύνδεσης σε καταναλωτή [38].....	- 36 -
Σχήμα 19: Τυπικό συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας [44].....	- 42 -
Σχήμα 20: Τυπικό σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας [44].....	- 42 -
Σχήμα 21: Η CHP στην παραγωγή DH στις χώρες συνεργατών το 2001 (Euroheat & Power, 2003; Stritih, U., 2004; Gierulski, K., 2004) [49].....	- 45 -
Σχήμα 22: Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τη CHP/DH στις χώρες ΕΕ- 15 το 2001, (Euroheat & Power, 2003) [49].....	- 45 -
Σχήμα 23: Τα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν στην CHP/DH στις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης το 2001. (Euroheat & Power, 2003) [49].....	- 46 -
Σχήμα 24: Ενεργειακή Αξιοποίηση της Βιομάζας για την Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού [27].....	- 50 -
Σχήμα 25: Σχεδιάγραμμα συμπαραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και θερμού ύδατος.....	- 51 -
Σχήμα 26: Διάγραμμα T-S για κινητήρα RANKINE.....	- 51 -
Σχήμα 27: Επιλογή σημείων εργασίας του κύκλου RANKINE.....	- 52 -
Σχήμα 28: Ο χώρος αποθήκευσης του θρυμματισμένου ξύλου.....	- 53 -
Σχήμα 29: Το λεβητοστάσιο του σταθμού τηλεθέρμανσης.....	- 54 -
Σχήμα 30: Υποσταθμοί διανομής δικτύου Τηλεθέρμανσης Κοινότητας Νυμφασίας.....	- 56 -
Σχήμα 31: Διαμόρφωση χαντακιών παράλληλης όδευσης και των 2 δικτύων.....	- 57 -
Σχήμα 32: Τηλεθέρμανση από την καύση άχυρου, Scholen, Γερμανία.....	- 58 -
Σχήμα 33: Η μηχανή που χρησιμοποιήθηκε στο Larderello το 1904 κατά την πρώτη πειραματική απόπειρα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό. Διακρίνεται επίσης ο εφευρέτης της, πρίγκιπας Piero Ginori Conti. [62].....	- 62 -
Σχήμα 34: Θερμικός εναλλάκτης γεωθερμικού συστήματος τηλεθέρμανσης [65].....	- 64 -
Σχήμα 35: Διάγραμμα συστήματος γεωθερμικής τηλεθέρμανσης: Το θερμό νερό από ένα ή περισσότερα πηγάδια άντλησης περνάει μέσα από ένα εναλλάκτη θερμότητας για να θερμάνει το νερό της πόλης σε ξεχωριστούς σωλήνες. [65].....	- 64 -
Σχήμα 36: Σχηματικό διάγραμμα μιας αντλίας θερμότητας που χρησιμοποιείται για θέρμανση (Geo-Heat Center, Klamath Falls, Όρεγκον, ΗΠΑ) [62].....	- 65 -
Σχήμα 37: Γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης Heat Pump Only (HPO) system, με ηλεκτρικά κινούμενη αντλία θερμότητας [67].....	- 66 -
Σχήμα 38: Γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης Heat Pump Assisted with Direct Evaporator (HPA- DE) system [67].....	- 67 -
Σχήμα 39: Γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης Heat Pump Assisted with Indirect Evaporator (HPA- IE) system [67].....	- 67 -
Σχήμα 40: Γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης με θερμικό εναλλάκτη (Heat exchanger (HE) system) [67].....	- 68 -
Σχήμα 41: Παραγωγή ύδατος των μεγαλύτερων υπηρεσιών τηλεθέρμανσης στην Ισλανδία. Στοιχεία από Samorka-home page. [70].....	- 71 -
Σχήμα 42 : Αποψη της πόλης του Ρέικιαβικ [70].....	- 71 -

Σχήμα 43: Προέλευση της γεωθερμικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση χώρου στο Ρέικιαβικ [69].....	- 72 -
Σχήμα 44: Απλουστευμένο διάγραμμα του συστήματος τηλεθέρμανσης στο Ρέικιαβικ, Ισλανδία. [70].....	- 72 -
Σχήμα 45: Διάγραμμα της εγκατάστασης τηλεθέρμανσης στο Saint-Ghislain.....	- 74 -
Σχήμα 46: Οι τρεις γεωγραφικές ζώνες της Ελλάδας σύμφωνα με τις κλιματολογικές συνθήκες [71].....	- 77 -
Σχήμα 47: Φορτίο θέρμανσης που καλύπτεται από τα συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα.....	- 78 -
Σχήμα 48: Βασικό Διάγραμμα Ελέγχου Συστήματος Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας [75] ..	- 86 -
Σχήμα 49: Σχηματική διάταξη υποσταθμού θερμού νερού κεντρικής θέρμανσης [74].....	- 90 -
Σχήμα 50: Σχηματική διάταξη υποσταθμού θερμού νερού κεντρικής θέρμανσης και θερμού νερού χρήσης [74].....	- 91 -
Σχήμα 51: Θέσεις υλοποίησης δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας [79].....	- 98 -
Σχήμα 52: Σχηματική διάταξη ροής θερμικής ενέργειας και λειτουργίας εγκατάστασης τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης [79].....	- 101 -
Σχήμα 53: Αντλιοστάσιο Α1-Α2 – Κάτοψη [79].....	- 103 -
Σχήμα 54: Αντλιοστάσιο Α3 - Τομή Δ-Δ [79].....	- 104 -
Σχήμα 55: Μέση συγκέντρωση καπνού και οξειδίων του θείου, πριν και μετά τη λειτουργία του συστήματος τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης [71].....	- 114 -
Σχήμα 56: Αντλιοστάσιο Τηλεθέρμανσης ευρύτερης περιοχής Αμυνταίου [81].....	- 116 -
Σχήμα 57: Τυπική εγκατάσταση Θερμικών Υποσταθμών Καταναλωτών δικτύου Τηλεθέρμανσης Αμύνταιου [81].....	- 117 -
Σχήμα 58: Σχηματικό διάγραμμα τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης [82].....	- 119 -
Σχήμα 59: Η ανάπτυξη των παραδόσεων T/Θ μεταξύ 1992 και 2003 σε διάφορα μέρη του κόσμου.....	- 132 -
Σχήμα 60: Η σύνθεση του ενεργειακού ανεφοδιασμού των εγκαταστάσεων T/Θ κατά τη διάρκεια του 2003. 6 χώρες δεν συμπεριλήφθηκαν λόγω καθόλου ή πολύ χαμηλού ποσοστού τηλεθέρμανσης (Κύπρος, Ελλάδα, Ιρλανδία, Μάλτα, Ισπανία, και Τουρκία).	- 134 -
Σχήμα 61: Τα ποσοστά της θερμικής ενέργειας που παρήχθησαν από εγκαταστάσεις CHP για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης ανά χώρα κατά τη διάρκεια του 2003. 6 χώρες δεν συμπεριλήφθηκαν λόγω καθόλου ή πολύ χαμηλού ανεφοδιασμού με T/Θ (Κύπρος, Ελλάδα, Ιρλανδία, Μάλτα, Ισπανία, και Τουρκία).	- 135 -
Σχήμα 62: Ποσοστά παραγωγής θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ ανά χώρα για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων T/Θ κατά τη διάρκεια του 2003. 6 χώρες παραλείπονται λόγω καθόλου ή πολύ χαμηλού ανεφοδιασμού T/Θ (Κύπρος, Ελλάδα, Ιρλανδία, Μάλτα, Ισπανία, και Τουρκία).	- 136 -
Σχήμα 63: Θερμική ενέργεια που παράγεται στις εγκαταστάσεις CHP για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης ανά κράτος κατά τη διάρκεια του 2003.[31]	- 137 -
Σχήμα 64: Τρέχουσα διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων κατά τη διάρκεια του 2002 στις 29 από τις 32 χώρες (ελλιπείς πληροφορίες για Λουξεμβούργο, Κροατία και Ελβετία). -	- 138 -
Σχήμα 65: Θερμική ενέργεια που παράγεται ανά χώρα από τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων T/Θ κατά τη διάρκεια του 2003,.-	- 138 -
Σχήμα 66: Θερμότητα πλεονάσματος από τις βιομηχανικές διαδικασίες που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις T/Θ κατά τη διάρκεια του 2003.....	- 139 -
Σχήμα 67: Χρήση της γεωθερμικής θερμότητας στις εγκαταστάσεις T/Θ κατά τη διάρκεια του 2003. Σπασμένος φραγμός για την Ισλανδία λόγω υψηλής ικανότητας (66,7 GJ)	- 140 -
Σχήμα 68: Θερμική ενέργεια που παράγεται από τις καύσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων T/Θ (συνήθως στερεά βιομάζα) κατά τη διάρκεια του 2003.	- 141 -
Σχήμα 69: Θερμική ενέργεια που παράγεται από πυρηνικές εγκαταστάσεις για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων T/Θ κατά τη διάρκεια του 2003. [25]	- 142 -
Σχήμα 70: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια του 2003 από τις εγκαταστάσεις T/Θ.	- 143 -

Σχήμα 71: Οργανωτικό διάγραμμα μιας κύριας δημοτικής επιχείρησης τηλεθέρμανσης με την καταναλωτική συμβουλευτική επιτροπή όπως ο δήμος Albertslund. [95].....	- 151 -
Σχήμα 72: Οργανωτικό διάγραμμα ενός μεγάλου συνεταιρισμού τηλεθέρμανσης, με τη δημοκρατική εκλογή των αντιπροσώπων μέσα από κάθε καταναλωτική ομάδα, όπως ο συνεταιρισμός τηλεθέρμανσης Høje Taastrup, ο μεγαλύτερος καταναλωτικός συνεταιρισμός που κατείχε επιχείρηση τηλεθέρμανσης στη Δανία. [95].....	- 151 -
Σχήμα 73: Βιομηχανία κατασκευής προμονωμένων σωλήνων.....	- 153 -
Σχήμα 74: Οι περιοχές που καλύπτουν οι 4 εταιρείες μετάδοσης [96].....	- 155 -

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ενεργειακό περιεχόμενο Φυτικών Υπολειμμάτων [27]	- 49 -
Πίνακας 2: Γεωθερμικό δυναμικό στον πλανήτη (International Geothermal Association, 2001) [62].....	- 62 -
Πίνακας 3: Χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για θέρμανση χώρων σε όλο τον κόσμο (στοιχεία 1987, Carella 1989a).....	- 63 -
Πίνακας 4: Τα κυριότερα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα, (Φυτίκας, 1989) [35]	- 69 -
Πίνακας 5: Γεωθερμικά πεδία στην Ισλανδία	- 71 -
Πίνακας 6: Υποδομές τηλεθέρμανσης στη Δυτική Μακεδονία	- 80 -
Πίνακας 7: Μέση μηνιαία τιμή θερμοκρασίας περιβάλλοντος [74].....	- 83 -
Πίνακας 8: Συνδέσεις στην εγκατάσταση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας [76]	- 93 -
Πίνακας 9: Μείωση εκπομπών ρύπων λόγω λειτουργίας της Τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα (tn/έτος) [12]	- 94 -
Πίνακας 10: Τιμή σύνδεσης με το δίκτυο τηλεθέρμανσης Κοζάνης [78].....	- 110 -
Πίνακας 11: Ιστορικό τιμολογίου Τηλεθέρμανσης Κοζάνης [79]	- 111 -
Πίνακας 12: Εξέλιξη συνδρομητών τηλεθέρμανσης [78]	- 112 -
Πίνακας 13: Ανάλυση Κόστους Επένδυσης (σε δραχμές) [82]	- 122 -
Πίνακας 14: Εκπομπές αερίων ρύπων πριν την επένδυση [82].....	- 125 -
Πίνακας 15: Εκπομπές αερίων ρύπων μετά την επένδυση [82].....	- 125 -
Πίνακας 16: Επενδύσεις που υπάγονται στο Μέτρο 6.5 του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα» [84]	- 129 -
Πίνακας 17: Πωλήσεις τηλεθέρμανσης στις χώρες της περιοχής μελέτης κατά τη διάρκεια του 1992 και 2003	- 131 -
Πίνακας 18: Ενεργειακός ανεφοδιασμός των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης EU25+ACC4+EFTA3.	- 133 -
Πίνακας 19: Σύνθεση του ενεργειακού ανεφοδιασμού στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 σε PJ.	- 134 -
Πίνακας 20: Σύνθεση του ενεργειακού ανεφοδιασμού στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 σε ποσοστό. [31].....	- 135 -
Πίνακας 21: Μεγάλες εγκαταστάσεις ηλιακής θέρμανσης που συνδέονται με τα συστήματα τηλεθέρμανσης.	- 142 -

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την παρούσα Μεταπτυχιακή Εργασία «Ανασκόπηση Μεθόδων Τηλεθέρμανσης σε Ελλάδα και Ευρώπη» ολοκληρώνεται ο κύκλος των σπουδών μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Ειδίκευσης «Περιβαλλοντική και Υγειονομική Μηχανική», στη Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Οι γνώσεις που απέκτησα μέσα από το μεταπτυχιακό αυτό πρόγραμμα γύρω από θέματα περιβαλλοντικής μηχανικής πιστεύω ότι θα αποτελέσουν ένα ισχυρό εφόδιο για την επαγγελματική μου σταδιοδρομία και την εξέλιξη γενικότερα της ζωής μου και για αυτό το λόγο θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους καθηγητές του τμήματος με τους οποίους συνεργάστηκα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ιδιαίτερα όμως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Βασίλη Γκέκα, για την ανάθεση της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής εργασίας και την επιστημονική καθοδήγηση και βοήθεια κατά την εκπόνηση της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας Μεταπτυχιακής Εργασίας αποτελεί η ανάδειξη της σπουδαιότητας της τηλεθέρμανσης ως εναλλακτικής μορφής θέρμανσης χώρων και παροχής ζεστού νερού χρήσης. Η τηλεθέρμανση συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην μείωση των εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου, παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενισχύει την τοπική και εθνική οικονομία.

Το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αναφέρεται στο πρόβλημα της εκπομπής αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και στην ενεργειακή εξάρτηση της Ευρώπης και της Ελλάδας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αρχικά παραθέτονται στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση χώρων και την παροχή ζεστού νερού χρήσης και στην συνέχεια εισάγεται η έννοια της τηλεθέρμανσης. Αναφέρονται οι διάφορες πηγές θερμότητας σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης, τα επιμέρους τεχνικά χαρακτηριστικά του και τέλος οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση εγκατάστασης ενός τέτοιου συστήματος.

Εν συνεχεία στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται περαιτέρω αναφορά σε συστήματα τηλεθέρμανσης με παραγωγή θερμικής ενέργειας από εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται συστήματα τηλεθέρμανσης με παραγωγή θερμικής ενέργειας από καύση βιομάζας, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε συστήματα τηλεθέρμανσης σε συνδυασμό με την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας.

Στο έκτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υπαρχόντων εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης σε Πτολεμαΐδα, Κοζάνη, Αμύνταιο και Μεγαλόπολη, οικονομικά στοιχεία των έργων αυτών, καθώς επίσης και τα ποικίλα οφέλη που έχουν προκύψει από την εφαρμογή τους.

Στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται κυρίως στατιστικά στοιχεία που αφορούν στην εξέλιξη των συστημάτων τηλεθέρμανσης στις χώρες της ΕΕ-25 και στην συμμετοχή των διαφόρων πηγών ενέργειας στην παραγωγή θερμικής ενέργειας στα συστήματα αυτά.

Το όγδοο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζει την εξέλιξη του τομέα της τηλεθέρμανσης στη Δανία καθώς πρόκειται για μία από τις χώρες με τα μεγαλύτερα και πιο σύγχρονα συστήματα τηλεθέρμανσης.

Τέλος η εργασία κλείνει με το ένατο κεφάλαιο στο οποίο και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εν λόγω εργασία.

ABSTRACT

The aim of the present Postgraduate thesis is the recognition of the importance of district heating as an alternative form of space heating and supply of hot water for use. District heating contributes in the saving of energy, in the reduction of emissions of gases of phenomenon of greenhouse, provides the possibility of exploitation of renewable sources of energy and strengthens the local and national economy.

The first chapter of this thesis refers to the problem of emission of gases of phenomenon of greenhouse and to the energy dependence of Europe and Greece.

The second chapter firstly refers to the consumption of energy for space heating and supply of hot water for use and then introduces the definition of district heating. There are presented the various sources of heat in a district heating system, its individual technical characteristics and finally the factors that influence the installation of such a system.

The third chapter refers to the systems of district heating which use the heat energy that is produced from installations of co-generation of electricity and heat, the fourth chapter refers to the systems of district heating which use the heat energy that is produced from combustion of biomass, while the fifth chapter refers to the systems of district heating in combination with the exploitation of geothermal energy.

The technical characteristics of existing installations of district heating in Ptolemaida, Kozani, Amyntaio and Megalopolis are presented in the sixth chapter of this thesis, as well as economic elements of these installations and the various profits that have resulted from their application.

The seventh chapter presents statistical elements that refer to the development of district heating's systems in the countries of ΕΕ-25 and to the participation of various sources of energy in the production of heat energy in these systems.

The eighth chapter of the present thesis presents the development of district heating in Denmark, as it is one of the countries with the bigger and more modern systems of district heating.

Finally the thesis concludes with the ninth chapter in which are presented the conclusions of this thesis.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας η ενέργεια βρίσκεται στο επίκεντρο των περισσότερων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, καθώς αποτελεί ένα αναντικατάστατο αγαθό που καλύπτει τόσο πρωταρχικές ανάγκες της κοινωνίας όπως κίνηση, θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, παροχή ζεστού νερού όσο και τις ανάγκες της παραγωγής. Ωστόσο, επειδή τα ορυκτά καύσιμα είναι πεπερασμένη πηγή ενέργειας και σημαντική αιτία υπερθέρμανσης του πλανήτη, η ενέργεια δεν πρέπει να θεωρηθεί ως κάτι δεδομένο.

Μέχρι πρόσφατα, το επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης μίας χώρας εθεωρείτο ενδεικτικό της οικονομικής της μεγέθυνσης και του βιοτικού επιπέδου των πολιτών της. Τα αυξημένα όμως επίπεδα ενεργειακής κατανάλωσης είχαν ως επακόλουθο την δημιουργία σημαντικών περιβαλλοντικών προβλημάτων στον πλανήτη. Ανάμεσα τους η συνεχόμενη υπερεκμετάλλευση και εξάντληση των ορυκτών πόρων καθώς και η αύξηση των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Παράλληλα η Ευρωπαϊκή Ένωση αντιμετωπίζει το μεγάλο πρόβλημα της ασφάλειας του ενεργειακού ανεφοδιασμού αφού εισάγει μεγάλες ποσότητες ενέργειας από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ως εκ τούτο λοιπόν έφθασε η ώρα για μια ολοκληρωμένη ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική βάσει σαφών στόχων και χρονοδιαγραμμάτων, ώστε να μειωθεί η χρήση ορυκτών καυσίμων, να εξοικονομηθεί ενέργεια και να αναπτυχθούν εναλλακτικές λύσεις.

Η περιφερειακή θέρμανση ή αλλιώς τηλεθέρμανση (district heating) μπορεί να αποτελέσει μια από αυτές τις εναλλακτικές λύσεις εξοικονομώντας σημαντικά ποσά ενέργειας και ταυτόχρονα συμβάλλοντας στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

1.1 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ο ευρύτερος ενεργειακός τομέας (πρωτογενή παραγωγή) οφείλεται κατά 94% για τις εκπομπές CO₂ του κατ' εξοχήν υπεύθυνου αερίου του φαινομένου του θερμοκηπίου (80%). Τα ορυκτά καύσιμα θεωρούνται ως οι κατεξοχήν υπόλογοι για τις εκπομπές, ενώ μόνο η κατανάλωση προϊόντων πετρελαίου συμβάλει κατά 50% στις ετήσιες συνολικές εκπομπές CO₂. Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και του ατμού ευθύνεται για το 30% των εκπομπών του CO₂ ενώ ο οικιακός τομέας συμμετέχει με 14%. Η συμμετοχή του ενεργειακού τομέα στις εκπομπές των άλλων αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου, CH₄, N₂O είναι σχετικά μικρή, 17% και 7% αντίστοιχα. [1]

Στην Ελλάδα οι εκπομπές CO₂ αποτελούν την πλειοψηφία των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αφού ευθύνονταν για το 80,6% περίπου των συνολικών εκπομπών το 2000, ενώ το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου ευθύνονταν για το 7,9% και 8,2% αντίστοιχα. Τέλος, τα F-gases (HFCs, PFCs και SF₆), ευθύνονταν για το υπόλοιπο 3,3%.

Όπως στην Ευρωπαϊκή Ένωση, έτσι και στην Ελλάδα οι δραστηριότητες που έχουν σχέση με την ενέργεια αποτελούν την μεγαλύτερη πηγή (77,9% περίπου) των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτές περιλαμβάνουν κυρίως εκπομπές CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων (95% περίπου του συνόλου των εκπομπών από τον τομέα της ενέργειας) και μικρότερα ποσοστά μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου (1,5% και 3,5% αντίστοιχα). [2]



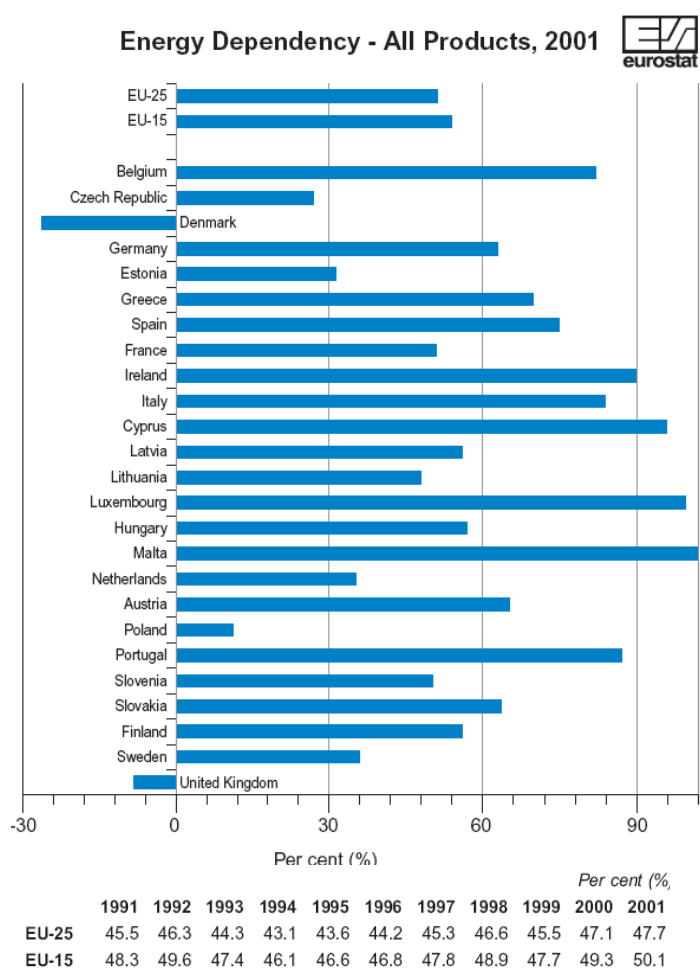
Σχήμα 1: Συνολικές εκπομπές (σε kt CO₂ eq) ανά τομέα δραστηριότητας στην Ελλάδα [2]

1.2 Ενεργειακή εξάρτηση

Η εξωτερική ενεργειακή εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξακολουθεί να αυξάνεται συνεχώς. Ποσοστό περίπου 80% της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ως πηγή τα ορυκτά καύσιμα – πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακα, από τα οποία ένα σημαντικό και αυξανόμενο ποσοστό προέρχεται από τρίτες χώρες. Η εξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, η οποία σήμερα ανέρχεται σε 50%, θα μπορούσε να φθάσει στο 70% έως το 2030 αν δεν καταβληθεί καμία προσπάθεια. Οι ενεργειακές εισαγωγές αντιπροσωπεύουν ποσοστό 6% των συνολικών εισαγωγών και, σε γεωπολιτικούς όρους, αναλογούν σε ποσοστό 45% των πετρελαϊκών εισαγωγών από τη Μέση Ανατολή και σε ποσοστό 40% των εισαγωγών φυσικού αερίου από τη Ρωσία. Συνέπεια αυτής της εξωτερικής

ενεργειακής εξάρτησης είναι να προκύπτουν οικονομικοί, κοινωνικοί, οικολογικοί και φυσικοί κίνδυνοι για την ΕΕ. Η ΕΕ μπορεί να καταστεί περισσότερο ευάλωτη σε περίπτωση περιορισμών του εφοδιασμού ή αυξήσεων των τιμών, που μπορεί να προκύψουν από διεθνείς κρίσεις. [3]

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η συνολική ενεργειακή εξάρτηση των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



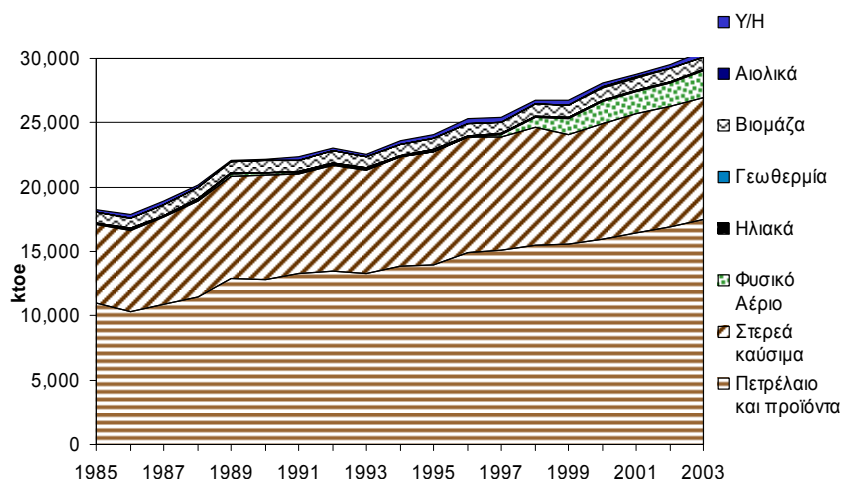
Σχήμα 2: Ενεργειακή εξάρτηση των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης [4]

Σύμφωνα με το σχήμα αυτό, το 2001 το ποσοστό της ενεργειακής εξάρτησης της ΕΕ-25 ήταν 47,7%, παρουσιάζοντας μια αύξηση περίπου 2% από το 1991. Γενικά, υπήρξαν ετήσιες διακυμάνσεις στο ποσοστό της ενεργειακής εξάρτησης κατά τη διάρκεια της περιόδου 1991-2001, που κυμάνθηκαν από 43,1% το 1994 μέχρι 47,7% το 2001. Η τάση ήταν παρόμοια και στην περίπτωση της ΕΕ- 15, αλλά συνεχώς 2 έως 3 μονάδες υψηλότερη. Μόνο τρεις χώρες, η Δανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Νορβηγία είχαν πλεόνασμα ενέργειας πέρα από τις απαιτήσεις τους (δηλ. αρνητική αναλογία ενεργειακής εξάρτησης), ενώ επτά κράτη εξαρτώνται ενεργειακά σε ποσοστό πάνω από 75%. Αναφορικά με τα νέα κράτη μέλη, μόνο η Πολωνία, η Τσεχία και η Εσθονία παρουσιάζουν ποσοστό ενεργειακής εξάρτησης χαμηλότερο από το ποσοστό της ΕΕ- 25, γεγονός που αποδίδεται κυρίως στη σημαντική παραγωγή λιγνίτη και σκληρού άνθρακα. Από την άλλη, η Κύπρος και η Μάλτα εξαρτώνται ενεργειακά σε ποσοστό ελαφρώς πάνω από το 100%. [4]

Στην Ελλάδα μετά από τις δύο πετρελαικές κρίσεις της δεκαετίας του εβδομήντα, οι ενεργειακές πολιτικές που υιοθετήθηκαν είχαν στόχο τη μείωση της εξάρτησης του ενεργειακού συστήματος της χώρας από το πετρέλαιο. Βασικό στοιχείο αυτών των πολιτικών ήταν η αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας όπως ο λιγνίτης και το υδροδυναμικό, η δημιουργία έργων υποδομής για την παραγωγή ηλεκτρισμού και τη διασύνδεση με τις γειτονικές χώρες και τέλος η διαφοροποίηση της προσφοράς ενέργειας με την εισαγωγή του φυσικού αερίου.

Σε εθνικό επίπεδο, το 2003 η ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας έφτασε τα 30.7 Mtoe (Σχήμα 3). Το μεγαλύτερο ποσοστό (57%) καλύφθηκε από πετρέλαιο, ενώ ο λιγνίτης και μικρές ποσότητες εισαγόμενου άνθρακα κάλυψαν το 31%. Το ποσοστό του φυσικού αερίου ήταν 6.6% και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το υπόλοιπο 5.1%.

Η ενεργειακή εξάρτηση της Ελλάδας ωστόσο παραμένει υψηλή σε ποσοστό 68,9% το 2001, κυρίως λόγω των εισαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου. [5]



Σχήμα 3: Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας [5]

1.3 Αντιμετώπιση ενεργειακών προβλημάτων

Λύση στα παραπάνω ενεργειακά προβλήματα που παρουσιάστηκαν, δηλαδή της ενεργειακής εξάρτησης και της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου καλείται να δώσει η κινητοποίηση της διεθνούς και ευρωπαϊκής κοινότητας σε συνδυασμό με την εμφάνιση νέων προοπτικών και ευκαιριών για επενδύσεις σε καινοτόμες και πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες, προϊόντα και εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας, βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σταθμό στη διεθνή συνεργασία, τόσο για την προστασία του κλιματικού συστήματος από τις επικίνδυνες ανθρωπογενείς επεμβάσεις όσο και για τη σταθεροποίηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου, αποτελεί η Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές των Ηνωμένων Εθνών που υπεγράφη στο Ρίο ντε Τζανέιρο τον Ιούνιο του 1992 και την οποία κύρωσε η Ελλάδα κάνοντας την νόμο του Κράτους το 1994 (Ν.2205/94).

Η Σύμβαση αυτή αναγνωρίζει ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες πρέπει να αναλάβουν πρωταρχικό ρόλο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τις καλεί:

- να καταβάλουν κάθε δυνατή προσπάθεια με σκοπό την επαναφορά των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου, μέχρι το έτος 2000, στα επίπεδα του 1990, μεμονωμένα ή σε συνεργασία με άλλες χώρες,
- να υιοθετήσουν πολιτικές και μέτρα για να μετριάσουν τις κλιματικές αλλαγές και
- να διασφαλίσουν την μεταφορά τεχνολογίας και οικονομικών πόρων προκειμένου να βοηθήσουν τις αναπτυσσόμενες χώρες να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής και να αναπτυχθούν με βάση την προστασία του περιβάλλοντος, στοχεύοντας στη συγκράτηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

5 χρόνια αργότερα, τον Δεκέμβριο του 1997, ολοκληρώθηκαν οι διαπραγματεύσεις σχετικά με τον καθορισμό ενός νομικού οργάνου: του Πρωτοκόλλου του Κιότο για την κλιματική αλλαγή. Το Πρωτόκολλο του Κιότο καθορίζει για πρώτη φορά νομικά δεσμευτικούς στόχους για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και επιβεβαιώνει την ανάγκη συνεργασίας της διεθνούς κοινότητας σε θέματα που αφορούν σε ένα σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Το κεντρικό σημείο του Πρωτοκόλλου είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των αναπτυσσόμενων κρατών να ελαττώσουν- μεμονωμένα ή σε συνεργασία με άλλες χώρες- τις εκπομπές 6 αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC και SF₆) αρχικά την περίοδο 2008-2012 σε ποσοστό μεγαλύτερο του 5% από τα επίπεδα του 1990. Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύτηκε για μείωση των εκπομπών της κατά 8%, οι ΗΠΑ για 7%, η Ιαπωνία για 6%, ενώ άλλες χώρες όπως η Ρωσία και η Αυστραλία δεσμεύτηκαν να περιορίσουν το ρυθμό αύξησης των εκπομπών τους. [6]

Πρέπει να αναφερθεί ακόμα η πρόσφατη Παγκόσμια Συνδιάσκεψη του ΟΗΕ για το κλίμα και η αντίστοιχη για το Πρωτόκολλο του Κιότο που έλαβαν χώρα στο Μπαλί στο διάστημα 3-15 Δεκεμβρίου 2007.

Στη παγκόσμια αυτή συνδιάσκεψη έγινε δεκτή η συμβιβαστική λύση της μείωσης κατά 50% έως το 2050 των εκπομπών των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2000, αλλά χωρίς δεσμευτικούς στόχους.

Επίσης στο Μπαλί υπήρξε συμφωνία για την έναρξη διαδικασίας για τη χρηματοδότηση της μεταφοράς καθαρών τεχνολογιών προς τις αναπτυσσόμενες χώρες, τη λειτουργία του Ταμείου Προσαρμογής προς όφελος των θιγόμενων από την κλιματική αλλαγή κρατών και τέλος την έναρξη δράσεων για πρώτη φορά, για την αντιμετώπιση της αποψίλωσης των δασών στις αναπτυσσόμενες χώρες, που ευθύνεται για το 20% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η Συνδιάσκεψη στο Μπαλί άνοιξε το δρόμο για διαπραγματεύσεις με σαφή προθεσμία για την επίτευξη μιας συμφωνίας για τη «μετά Κιότο» εποχή. Θα ακολουθήσουν επόμενες συναντήσεις των μερών της Σύμβασης και του Πρωτοκόλλου που θα γίνουν από 1 έως 12 Δεκεμβρίου 2008, στο Poznan της Πολωνίας και από 30 Νοεμβρίου έως 11 Δεκεμβρίου 2009 στην Κοπεγχάγη. [7]

Η Ευρωπαϊκή Ένωση κινούμενη προς την κατεύθυνση αυτή έχει αναλάβει μια σειρά από δράσεις καθώς και την έκδοση κοινοτικών οδηγιών με στόχο την μείωση της ενεργειακής εξάρτησης και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ήδη από το 1995, με την έκδοση της Λευκής Βίβλου τέθηκαν οι στόχοι της βελτίωσης της ανταγωνιστικότητας του ενεργειακού τομέα, της ασφάλειας του ενεργειακού ανεφοδιασμού και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Στις 29 Νοεμβρίου του 2000 η Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή εξέδωσε την Πράσινη Βίβλο «Προς μια Ευρωπαϊκή στρατηγική για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού», με βάση την οποία η ΕΕ θα προβεί σε εξισορρόπηση της πολιτικής της προσφοράς με τη λήψη σαφών μέτρων προς στήριξη της ζήτησης. Το ενδεδειγμένο μέτρο θα ήταν να επιδιωχθεί ο έλεγχος των ρυθμών αύξησης της ζήτησης, ενθαρρύνοντας ιδίως την αληθινή μεταβολή της στάσης των καταναλωτών, χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα, τους φορολογικούς μηχανισμούς. Σε ό,τι αφορά την προσφορά, θα πρέπει να δοθεί το προβάδισμα στην πάλη κατά της αναθέρμανσης του κλίματος, προωθώντας ιδίως τις νέες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, χρηματοδοτώντας, για παράδειγμα, την ανάπτυξή τους με την εκμετάλλευση αποδοτικών πηγών ενέργειας. [8]

Σημαντική κρίνεται επίσης η έκδοση από την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή (ΕΟΚΕ) στις 22 Ιουνίου 2005 του Πράσινου Βιβλίου για την ενεργειακή απόδοση με τίτλο «Περισσότερα αποτελέσματα με λιγότερα μέσα». Η ΕΟΚΕ προέβη στην έκδοση αυτού του Πράσινου Βιβλίου καθώς υποστήριζε με μεγάλη αποφασιστικότητα την πρόθεση της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% και επισήμανε ότι είναι απαραίτητο να επιτευχθεί το συντομότερο ο στόχος της ετήσιας μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας κατά 1%. [9]

Το Πράσινο αυτό Βιβλίο έχει ως στόχο του τον προσδιορισμό των εμποδίων (απουσία κινήτρων, ελλιπής ενημέρωση και κατάρτιση, ανεπάρκεια χρηματοδότησης, κλπ) που σήμερα δεν επιτρέπουν την επίτευξη αποδοτικότερων, από πλευράς κόστους, βελτιώσεων, καθώς και των εναλλακτικών δυνατοτήτων για να ξεπεραστούν τα εν λόγω εμπόδια. Για την επίτευξη των στόχων αυτών προτάθηκε η καθιέρωση ετήσιων σχεδίων δράσης για την ενεργειακή απόδοση, σε εθνικό επίπεδο. Επίσης προτείνεται η βελτίωση της πληροφόρησης των πολιτών, π.χ. μέσω ενημερωτικών εκστρατειών και βελτιωμένης σήμανσης των προϊόντων καθώς και η βελτίωση της φορολόγησης ώστε να εξασφαλίζεται ότι ο ρυπαίνων θα πληρώνει. Σημαντική κρίνεται ακόμα η χρησιμοποίηση δημοσίων συμβάσεων για την άμεση ενεργοποίηση νέων τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης, καθώς τέλος η χρησιμοποίηση νέων ή βελτιωμένων μέσων χρηματοδότησης, σε κοινοτικό και εθνικό επίπεδο, ως κίνητρο και όχι ως ενίσχυση, σε εταιρείες και νοικοκυριά για την εισαγωγή οικονομικών αποδοτικών βελτιώσεων. [10]

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθούν μερικές από τις πιο πρόσφατες κοινοτικές οδηγίες που σκοπό έχουν τον περιορισμό της ενεργειακής εξάρτησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Για παράδειγμα με την Κοινοτική Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Σεπτεμβρίου 2001, «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική

αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» τέθηκε ο στόχος της αύξησης της συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή στο 22% μέχρι το 2010, στόχος που έχει εξειδικευθεί για καθένα κράτος μέλος. [11]

Όπως επίσης και η Κοινοτική Οδηγία 2002/91 «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» σκοπός της οποίας αποτελεί η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων, διασφαλίζοντας παράλληλα, στο μέτρο του δυνατού, ότι τα λαμβανόμενα μέτρα είναι τα πλέον αποτελεσματικά από απόψεως κόστους. [12]

Εξίσου σημαντική ακόμα είναι η Οδηγία 2003/87 «θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και τροποποίηση της οδηγίας 96/61/EK του Συμβουλίου», με σκοπό την έμμεση προώθηση των ΑΠΕ, η οποία καθιερώνει ένα σύστημα εμπορίας ρύπων/εκπομπών σε κοινοτικό επίπεδο. [13]

Επιπρόσθετα των παραπάνω πρέπει να αναφερθεί η Οδηγία 2004/8/EK «για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ», η οποία έχει ως σκοπό της την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και τη βελτίωση της ασφάλειας του εφοδιασμού. Τα παραπάνω καλούνται να επιτευχθούν μέσω της δημιουργίας ενός πλαισίου με το οποίο θα προωθηθεί και θα αναπτυχθεί η υψηλής απόδοσης συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα βασίζεται στη ζήτηση για χρήσιμη θερμότητα και στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στην εσωτερική αγορά ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις εθνικές ιδιαιτερότητες, ιδίως όσον αφορά τις κλιματικές και οικονομικές συνθήκες. [14]

Τέλος από τις πιο πρόσφατες οδηγίες είναι η οδηγία 2006/32/EK «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου», σκοπός της οποίας είναι να ενισχυθεί η οικονομικώς αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη. [15]

Στη χώρα μας στο επίκεντρο του σχετικού νομοθετικού πλαισίου, που αφορά ρυθμίσεις για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας και της μείωσης των εκπομπών CO₂, βρίσκεται ο Ν.2773/99 ΦΕΚ Α'286/22/12/99 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις». Μια από τις κύριες του διατάξεις προβλέπει την υποχρέωση του Διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε., ανεξάρτητη Αρχή) να παρέχει προτεραιότητα πρόσβασης στο δίκτυο στις εγκαταστάσεις μετατροπής ΑΠΕ ισχύος έως 50MWe [16], [6].

Σημαντική θεωρείται ακόμα και η Κ.Υ.Α. 21475/4707/98 «για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων» η οποία ενσωματώνει τις ρυθμίσεις της Οδηγίας 93/76 για τη βελτίωση της

ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και προωθεί τη χρήση ΑΠΕ στον οικιστικό-κτιριακό σχεδιασμό.

Επίσης ο Ν. 2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ» και άλλες διατάξεις» ο οποίος συμπλήρωσε το Ν. 2773/99 κυρίως όσον αφορά τον ορισμό των γενικών όρων και συνθηκών υπό τις οποίες επιτρέπεται η εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ σε δασικές εκτάσεις και το χαρακτηρισμό όλων των έργων ΑΠΕ ως έργων δημόσιας ωφέλειας, γεγονός που τους δίνει τα ίδια δικαιώματα και προνόμια σε διαδικασίες απαλλοτριώσεων με αυτά των δημόσιων έργων, ανεξαρτήτως του νομικού καθεστώτος (ιδιωτικού ή δημόσιου) του φορέα εκμετάλλευσης ΑΠΕ. [6]

Πρέπει να αναφερθεί ακόμα ο Ν.3175/2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις», σκοπός του οποίου αποτελεί η δημιουργία των προϋποθέσεων για την ορθολογική αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας, ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, η οποία προωθεί τη βιώσιμη ανάπτυξη και εξυπηρετεί το γενικό συμφέρον. [17]

Εξίσου όμως σημαντικός θεωρείται και ο Ν.3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις», με τις διατάξεις του οποίου αφ ενός μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 για την «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» και αφ' ετέρου προωθείται, κατά προτεραιότητα, στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και μονάδες Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.). [18]

Στο παραπάνω νομοθετικό πλαίσιο έχουν κατά καιρούς προστεθεί τα εξής εργαλεία χρηματοδοτικής στήριξης:

1. Ο Αναπτυξιακός Νόμος 2601/98, ο οποίος επιχορηγεί κατά 40% το συνολικό εγκεκριμένο κόστος επένδυσης ΑΠΕ και παρέχει επιδότηση 40% στους τόκους των σχετικών δανείων ή εναλλακτικά επιδότηση 40% στους τόκους των δανείων και 100% μείωση φόρων στο κόστος επένδυσης ΑΠΕ.
2. Ο Νέος Αναπτυξιακός Νόμος 3299/04 σύμφωνα με τον οποίο το μέγιστο των ενισχύσεων θα φτάσει σε ορισμένες περιπτώσεις στο 60%. Σύμφωνα με τα όρια που έχουν εγκριθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή οι μεγάλες επιχειρήσεις θα επιδοτούνται με ανώτατο ποσοστό έως 40%, οι επενδύσεις των μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεων θα ενισχύονται έως και 50%, ενώ οι μικρές επιχειρήσεις θα έχουν ένα επιπλέον ποσοστό 10% (δηλαδή σύνολο 60%).
3. Το Εθνικό (Τομεακό) Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ανταγωνιστικότητα, το οποίο προβλέπει την επιχορήγηση στο συνολικό εγκεκριμένο επενδυτικό κόστος μονάδων ΑΠΕ.
4. Το Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Κοινωνία της Πληροφορίας, το οποίο προβλέπει, ανάμεσα σε άλλα, την παροχή συνολικών επιδοτήσεων

ύψους €13,35 εκατ. για επενδύσεις σε προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας με την ενσωμάτωση πληροφορικών συστημάτων, αυτοματισμού και τηλεματικής σε υφιστάμενες επιχειρήσεις του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα της οικονομίας.

Παρ' όλες όμως τις ενέργειες και ρυθμίσεις που προαναφέρθηκαν, το πρόβλημα της ενεργειακής σπατάλης και της υπέρμετρης ρύπανσης του περιβάλλοντος από ενεργειακές δραστηριότητες διατηρείται, καθώς επιτείνεται από τη πολύ περιορισμένη κλίμακα εφαρμογής νέων και αναβαθμισμένων ενεργειακών τεχνολογιών (συμπαραγωγή, τηλεθέρμανση, τεχνολογίες ΑΠΕ, νέες τεχνολογίες καύσης ή/και σύγκαισης λιγνίτη π.χ. με βιομάζα, συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων, βιομηχανικών διεργασιών, κ.α.), αλλά και τον ελλιπή έλεγχο της περιβαλλοντικής απόδοσης των υφιστάμενων ενεργειακών εγκαταστάσεων και της ποιότητας των χρησιμοποιούμενων καυσίμων, ιδίως των πετρελαϊκών.

Τέλος, η απουσία γενικότερης χωροταξικής πολιτικής και χωροταξικού σχεδιασμού, ειδικότερα δε η απουσία χωροταξικού σχεδιασμού των ενεργειακών εγκαταστάσεων (σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, έργων ΑΠΕ, κλπ.), καθώς και οι μεγάλες καθυστερήσεις στην ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία και στην εφαρμογή βασικών Κοινοτικών Οδηγιών περιβαλλοντικού/ενεργειακού χαρακτήρα, όπως αυτές που αναφέρθηκαν προηγούμενα, συμπληρώνουν το σημερινό παζλ της μη καίριας παρέμβασης της Πολιτείας στο χώρο της ενέργειας και του περιβάλλοντος. [6]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΡΜΑΝΣΗ, ΛΥΣΗ ΣΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ

2.1 Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα

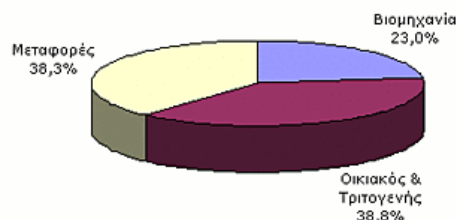
Τα κτίρια απορροφούν περίπου το 1/6 των παγκοσμίων πόρων, είναι υπεύθυνα για την κατανάλωση του 16% των παγκοσμίων αποθεμάτων φρέσκου νερού, ενώ παράγουν το 70% των οξειδίων του θείου καθώς και το 50% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. [19]

Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 1997 ανήλθε περίπου σε 930 Mtoe (εκατ. τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου) και σύμφωνα με τα στοιχεία της Επιτροπής, το 40,7% της συνολικής ενεργειακής ζήτησης αφορά τον κτιριακό τομέα (νοικοκυριά και τριτογενή τομέα).

Η θέρμανση χώρων είναι με απόσταση η μεγαλύτερη τελική χρήση στα νοικοκυριά των κρατών μελών με 57%, και ακολουθεί το ζεστό νερό με 25%. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στις Ευρωπαϊκές Βόρειες χώρες όπως η Φιλανδία και η Δανία, όπου οι δριμείς χειμώνες είναι μεγάλης διάρκειας, η θέρμανση κατοικιών ανέρχεται στα 1,5 ΤΠ/κατοικία (1997), ενώ στην Ελλάδα το αντίστοιχο ποσό είναι 0,9 ΤΠ/κατοικία.

Όσον αφορά στον τριτογενή τομέα, η κατανάλωση για θέρμανση χώρων είναι κάπως χαμηλότερη (52% της συνολικής κατανάλωσης στον εν λόγω τομέα), ενώ η ενεργειακή κατανάλωση για ηλεκτροφωτισμό και τον γραφειακό και λοιπό εξοπλισμό (που κατά κύριο λόγο είναι γραφειακός) είναι αντιστοίχως 14% και 16%. [20]

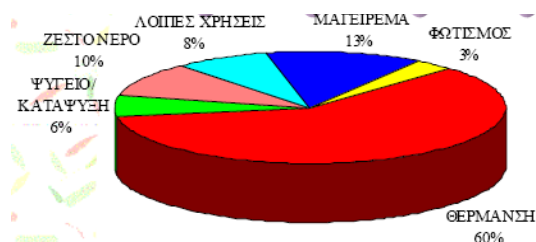
Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα (οικιακός και τριτογενής) καταναλώνει το 39% (σχήμα 4) περίπου της ενέργειας και ευθύνεται για το 40% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, από σχετική έρευνα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών προκύπτει ότι μόνο για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, αλλά και ηλεκτρισμού, ενός τυπικού ελληνικού διαμερίσματος απελευθερώνεται διπλάσια ποσότητα αερίων ρύπων σε σχέση με ένα μέσο αυτοκίνητο. [21]



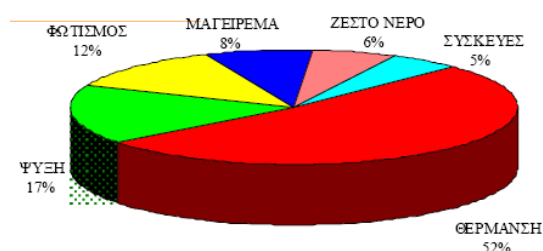
Σχήμα 4: Κατανομή τελικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα [21]

Στις ελληνικές κατοικίες η θέρμανση απορροφά το 60% του συνόλου κατανάλωσης ενέργειας που αποτελεί και το μεγαλύτερο ποσοστό. Το ίδιο ισχύει και στα ελληνικά κτίρια του τριτογενή τομέα (π.χ. γραφεία, νοσοκομεία, ξενοδοχεία, εμπορικά, σχολεία), στα οποία η θέρμανση αντιπροσωπεύει πάνω από το 50% του συνόλου της

κατανάλωσης ενέργειας που είναι και το μεγαλύτερο ποσοστό και ακολουθεί η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη με ποσοστό περίπου 20%. [22]



Σχήμα 5: Κατανομή καταναλώσεων ενέργειας σε ελληνικά κτίρια του οικιακού τομέα (1990).
[22]



Σχήμα 6: Κατανομή καταναλώσεων ενέργειας σε ελληνικά κτίρια του τριτογενή τομέα (1990).
[22]

2.2. Η έννοια της τηλεθέρμανσης

Είναι φανερό λοιπόν από τα παραπάνω ότι ο οικιακός και τριτογενής τομέας αποτελούν τους μεγαλύτερους τελικούς καταναλωτές ενέργειας και το ότι το μεγαλύτερο ποσό αυτής της ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση χώρων και τη παροχή ζεστού νερού χρήσης. Κατά συνέπεια πρέπει άμεσα να εφαρμοστούν λύσεις που σκοπό θα έχουν την μείωση της κατανάλωσης για τη θέρμανση χώρων και παροχή ζεστού νερού χρήσης. Τέτοιου είδους λύσεις αποτελούν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οι σύγχρονες μέθοδοι θερμομόνωσης των κτιρίων, μέθοδοι μεγιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης των λεβήτων των κεντρικών θερμάνσεων κ.α.. Ανάμεσα τους εξέχουσα θέση κατέχει και η περιφερειακή θέρμανση ή αλλιώς αποκαλούμενη τηλεθέρμανση, η οποία διασφαλίζει ταυτόχρονα και ποικίλα άλλα σημαντικά οφέλη όπως αυτό της μείωσης των εκπομπών CO₂, της διασφάλισης του ενεργειακού ανεφοδιασμού και της ανάπτυξης της τοπικής και εθνικής οικονομίας.

Σε πολλές πόλεις του ανατολικού και δυτικού κόσμου η θέρμανση της κατοικίας, των δημόσιων χώρων και των εμπορικών καταστημάτων έπαψε να αποτελεί ιδιωτική υπόθεση αυτών που χρησιμοποιούν τον συγκεκριμένο χώρο και θεωρείται πλέον κοινωνικό αγαθό. Όπως στις ελληνικές πόλεις θεωρείται φυσικό ότι κάθε οικοδομή είναι συνδεδεμένη με το κοινό δίκτυο της πόλεως για παροχή ηλεκτρισμού και νερού, έτσι σε πόλεις ορισμένων ευρωπαϊκών χωρών θεωρείται πλέον αυτονόητο, χρήσιμο και οικονομικό να είναι κάθε κτίριο συνδεδεμένο στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης. [23]

Σαν εγκατάσταση τηλεθέρμανσης χαρακτηρίζεται η συνολική εγκατάσταση που σκοπό έχει την προμήθεια θέρμανσης χώρων και θερμού νερού χρήσης σε ένα

σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, μέσω ενός δικτύου μεταφοράς και διανομής, από μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητας.

Διαφέρει από την κλασική μέθοδο παραγωγής και κατανάλωσης θερμότητας, σύμφωνα με την οποία η εγκατάσταση παραγωγής βρίσκεται στον τόπο κατανάλωσης, π.χ. οικιακοί λέβητες. Για το λόγο αυτό και ονομάστηκε τηλεθέρμανση (ο όρος αυτός στη Γερμανική αποδίδεται «Fernwärme» και στην Αγγλική «district heating»).

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 τηλεθέρμανση αποτελεί σήμερα τον μοναδικό τρόπο μεταφοράς θερμότητας από οποιαδήποτε απομακρυσμένη πηγή παραγωγής ή απόρριψης στους καταναλωτές. Είναι το μέσο για την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας, η οποία διαφορετικά θα αποτελούσε βιομηχανικό θερμικό απόβλητο, με όλες τις δυσάρεστες συνέπειες που αυτό συνεπάγεται. [24]

Σημαντικό είναι ακόμα το γεγονός ότι ο ολικός βαθμός απόδοσης ενός μεγάλου λέβητα σταθμού παραγωγής θερμότητας για περιφερειακή θέρμανση είναι της τάξης του 90% και αν θεωρηθούν και 10% απώλειες των δικτύων μεταφοράς και διανομής η τελική απόδοση του είναι της τάξης του 80%, ενώ ο μέσος πραγματικός βαθμός απόδοσης των λεβήτων των κεντρικών θερμάνσεων των κτιρίων είναι της τάξεως του 60%. Υπάρχει δηλαδή 20% μεγαλύτερη απόδοση χρησιμοποιώντας σύστημα τηλεθέρμανσης αντί κεντρικών θερμάνσεων. [23]

2.3 Ιστορική εξέλιξη της τηλεθέρμανσης παγκοσμίως

Το παλαιότερο σύστημα τηλεθέρμανσης που είναι ακόμα σε λειτουργία στον κόσμο βρίσκεται στην Chaudes - Aigues, μια μικρή πόλη στην περιοχή του Cantal στη Γαλλία. Είναι βασισμένο σε μια γεωθερμική πηγή θερμότητας σε θερμοκρασία 82° C και ήταν ήδη σε λειτουργία από τον 14^ο αιώνα.

Ο Birdsill Holly, υδραυλικός μηχανικός, ήταν ο πρώτος που έθεσε τη τηλεθέρμανση σε επιτυχή εμπορική βάση στις ΗΠΑ, τον Οκτώβριο του 1877. Εμπνευσμένα από τον Birdsill, διάφορα νέα συστήματα τηλεθέρμανσης άρχισαν να λειτουργούν σε διάφορες βορειοαμερικανικές πόλεις στη δεκαετία του 1880.

Στην Ευρώπη ακολούθησαν την εμπειρία των συστημάτων τηλεθέρμανσης των ΗΠΑ αρκετά μικρές εφαρμογές προς το τέλος του 19^{ου} αιώνα, ειδικά στη Γερμανία, όπως το δημαρχείο του Αμβούργου το 1893 και το τεχνικό πανεπιστήμιο του Βερολίνου το

1884. Ένα πιο εκτεταμένο σύστημα τηλεθέρμανσης χτίστηκε αργότερα στη Δρέσδη το 1900, αν και δεν αποτέλεσε χαρακτηριστικό εμπορικό πρόγραμμα. Ο κύριος σκοπός του προγράμματος αυτού ήταν να μειωθεί ο κίνδυνος πυρκαγιάς σε 11 βασιλικά και δημόσια κτίρια που περιείχαν ανεκτίμητους θησαυρούς τέχνης. Το Fernheizwerk Hamburg Gmbh δημιούργησε ένα εμπορικότερο πρόγραμμα για το Αμβούργο το 1921. Η κύρια κατευθυντήρια δύναμη για το πρόγραμμα ήταν το υψηλό κόστος των καυσίμων στη Γερμανία μετά από τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο, σύμφωνα με τον Abraham Margolis, τον επικεφαλής μηχανικό της επιχείρησης. Το σύστημα του Αμβούργο ακολούθησαν σύντομα στη Γερμανία το Kiel το 1922, η Λειψία το 1925 και το Βερολίνο το 1927. Εκτός Γερμανίας, τα συστήματα τηλεθέρμανσης έκαναν την εμφάνισή τους στην Κοπεγχάγη το 1925, το Παρίσι το 1930, την Ουτρέχτη το 1927, τη Ζυρίχη το 1933, τη Στοκχόλμη και το Ελσίνκι το 1953. Στο Ρέικιαβικ, στην Ισλανδία άρχισε ένα γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης το 1930, που τροφοδοτεί σήμερα σχεδόν 160.000 κατοίκους. [25]

Στη δεκαετία του '70, η τηλεθέρμανση έγινε μέρος της εθνικής ενεργειακής πολιτικής σε μερικές χώρες, λόγω των δύο κρίσεων του πετρελαίου. Πολλές ευρωπαϊκές χώρες άρχισαν να λαμβάνουν δάνεια και επιχορηγήσεις για να προωθήσουν την εξάπλωση της τηλεθέρμανσης. Τόσο οι κεντρικές όσο και οι τοπικές κυβερνήσεις υιοθέτησαν ενεργειακά σχέδια που εστίαζαν στους σταθμούς συμπαραγωγής για να παράγουν θερμότητα αλλά και ηλεκτρική ενέργεια. Γενικά, τα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης έχουν αναπτυχθεί σε απάντηση των εθνικών ή τοπικών ενεργειακών σχεδίων ή ενσωματώθηκαν σε συστήματα που υιοθετήθηκαν αργότερα. [26]

Στην Ελλάδα παρόλο που η έννοια της τηλεθέρμανσης ήταν γνωστή εδώ και πολύ καιρό, τα τελευταία μόλις χρόνια δημιουργήθηκαν εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης βασισμένες στη συμπαραγωγή στην Πτολεμαΐδα, Κοζάνη, Αμύνταιο και Μεγαλόπολη.

2.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος τηλεθέρμανσης

Η τηλεθέρμανση, ως μια τεχνική θέρμανσης των οικισμών, περιλαμβάνει την παροχή ζεστού νερού στο σύνολο των κτιρίων του οικισμού για τη θέρμανση των χώρων όσο και την απευθείας χρήση του ζεστού νερού. [27]

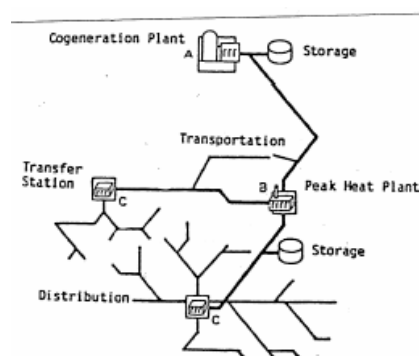
Συνοπτικά θα μπορούσε να πει κανείς ότι ένα σύστημα τηλεθέρμανσης ακολουθεί την εξής λειτουργία: Η θερμική ενέργεια συνήθως παράγεται κεντρικά σε εγκαταστάσεις καύσης ή παραλαμβάνεται μέσω εναλλακτών από εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ή απόρριψης από βιομηχανικές διεργασίες. Στη συνέχεια μεταφέρεται στους καταναλωτές με την χρήση ενός διαθερμικού μέσου με μεγάλο συντελεστή ειδικής θερμοχωρητικότητας όπως θερμού ή υπέρθερμου νερού, ατμού ή διαθερμικού λαδιού το οποίο ρέει στους αγωγούς του δικτύου μεταφοράς. Στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών η θερμότητα αποδίδεται μέσω κατάλληλων διατάξεων ελέγχου, που αποτελούν τους θερμικούς υποσταθμούς των καταναλωτών. Στη συνέχεια το θερμό νερό, αφού έχει αποδώσει τη θερμική του ενέργεια στους καταναλωτές, επιστρέφει μέσω του δικτύου επιστροφής στις εγκαταστάσεις παραγωγής ή παραλαβής αυτής, για επαναθέρμανση. Η κυκλοφορία του θερμού νερού στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια εγκατεστημένων αντλιοστασίων. [28], [29]

Λεπτομερέστερα ένα σύστημα τηλεθέρμανσης αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- Τις μονάδες και εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητας οι οποίες είναι δυνατόν να είναι εγκατεστημένες μέσα, κοντά ή και πολύ μακριά από την πόλη που θερμαίνουν και στις οποίες είναι εγκατεστημένος ο κεντρικός εξοπλισμός (λέβητες, αντλίες κυκλοφορίας, κλπ).
- Το σύστημα μεταφοράς θερμότητας, δηλαδή δίκτυο δίδυμων συνήθως αγωγών για τη μεταφορά του θερμαίνοντος μέσου (το οποίο είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό ή ατμός) και του νερού επιστροφής από την πόλη που θερμαίνουν.
- Τα αντλιοστάσια που εξασφαλίζουν την πίεση κυκλοφορίας του θερμού νερού από και προς την πόλη.
- Τα λεβητοστάσια εφεδρείας και αιχμών που εξασφαλίζουν την αυτόνομη παραγωγή, για λόγους εφεδρείας σε περιπτώσεις βλαβών και ανεπάρκειας των κεντρικών μονάδων παραγωγής θερμότητας.
- Το δίκτυο διανομής το οποίο εγκαθίσταται μέσα στην πόλη με κεντρικούς άξονες ,κλάδους και διακλαδώσεις παροχής θερμότητας στους καταναλωτές, κατοικίες ή κτίρια (όπως το δίκτυο ύδρευσης ή φυσικού αερίου).
- Τους θερμικούς υποσταθμούς σύνδεσης των καταναλωτών, δηλαδή τον εξοπλισμό που υποκαθιστά τους λέβητες κεντρικής θέρμανσης, για παροχή θερμού νερού θέρμανσης και χρήσης, μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η σύνδεση των εσωτερικών εγκαταστάσεων θέρμανσης των κτιρίων με το δίκτυο διανομής της τηλεθέρμανσης.
- Τις εσωτερικές εγκαταστάσεις θέρμανσης των κτιρίων (δίκτυα σωληνώσεων, θερμαντικά σώματα κλπ.). [30], [31]

Η εγκατάσταση όμως της τηλεθέρμανσης, για την εύρυθμη, ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία, υποστηρίζεται και από κατάλληλες βοηθητικές εγκαταστάσεις, που είναι:

- Η εγκατάσταση διατήρησης της πίεσης του ρευστού στα επιθυμητά επίπεδα και παραλαβής των συστολοδιαστολών του ρευστού λόγω αλλαγής των θερμοκρασιών στο σύστημα,
- η εγκατάσταση απομάκρυνσης των διαλυμένων στο νερό στερεών με φίλτραυση,
- η εγκατάσταση διατήρησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού κυκλοφορίας στα επιθυμητά επίπεδα (polishing),
- η εγκατάσταση κατεργασίας του νερού τροφοδοσίας της εγκατάστασης (raw water makeup). [28]

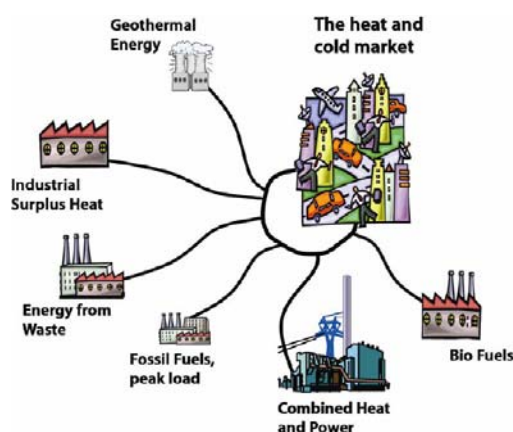


Σχήμα 7: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος περιφερειακής τηλεθέρμανσης.

2.4.1 Παραγωγή θερμικής ενέργειας

Η παραγωγή θερμικής ενέργειας σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης συνδυάζεται με την παράλληλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δηλαδή με τη μέθοδο της συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας είτε είναι αυτόνομη εκμεταλλεύοντας διάφορες ενεργειακές πηγές και ειδικότερα:

- άμεση εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας,
- καύση στερεών καυσίμων (άνθρακας, λιγνίτης, πετρέλαιο) και χρήση φυσικού αερίου,
- εκμετάλλευση της πυρηνικής ενέργειας (ειδικά στις ανατολικοευρωπαϊκές χώρες, σε θερμοδυναμικούς κύκλους συμπαραγωγής),
- εκμετάλλευση της απορριπτόμενης θερμότητας από βιομηχανικές διεργασίες,
- καύση βιομάζας (άχυρο, θρυμματισμένο ξύλο, καυσόξυλο, ανακυκλωμένα απορρίμματα),
- καύση του παραγόμενου βιοαερίου των χωματερών, των κτηνοτροφικών αποβλήτων (αναερόβια ζύμωση),
- καύση παραγόμενου αερίου μέσω αεριοποίησης της βιομάζας,
- αποτέφρωση αποβλήτων. [24], [32], [27]



Σχήμα 8: Παραγωγή θερμικής ενέργειας σε δίκτυα Τηλεθέρμανσης

Πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν αναπτύξει και εφαρμόσει «ολοκληρωμένα συστήματα παραγωγής θερμικής ενέργειας» π.χ. παραγωγή θερμότητας από καύση απορριμμάτων στην οποία προστίθεται και η θερμότητα από συμπαραγωγή θερμοηλεκτρικού σταθμού, και χρησιμοποιείται σαν παροχή βάσης, ενώ λέβητες

υγρών καυσίμων εγκατεστημένοι στους ίδιους χώρους ή σε διαφορετικούς παρέχουν θερμική ενέργεια για κάλυψη των αναγκών αιχμής ή σαν εφεδρική πηγή σε περίπτωση ανωμαλίας.

Η επιλογή του βέλτιστου συνδυασμού συστημάτων παραγωγής, γίνεται με κριτήρια τεχνικά, οικονομικά και γενικότερης ενεργειακής πολιτικής.

Με τεχνικά κριτήρια επιλέγονται και οι διατάξεις εκείνες που εξασφαλίζουν την συνεχή παροχή της θερμότητας σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας προβλέποντας και τη διασφάλιση της ζήτησης αιχμής καθώς επίσης και της απαραίτητης εφεδρείας.

Τα οικονομικά κριτήρια οδηγούν στην επιλογή των συστημάτων παραγωγής για την κάλυψη των φορτίων βάσης, αιχμής και εφεδρείας ώστε να επιτυγχάνεται το ελάχιστο κόστος παραγωγής. Στις οικονομικές εκτιμήσεις λαμβάνονται υπόψη τόσο οι επιβαρύνσεις από το κόστος των εγκαταστάσεων όσο και τα έξοδα λειτουργίας. [23]

Η οικονομικότερη θέση του σταθμού παραγωγής θερμότητας σε μια εγκατάσταση τηλεθέρμανσης είναι πάντα κοντά στον καταναλωτή (κέντρο βάρους θερμότητας). Συχνά όμως ο τόπος επιλέγεται μακρύτερα για λόγους όπως δυσκολίες στην προσαγωγή του καυσίμου, αποκομιδή καταλοίπων (στάχτη), εξεύρεση νερού, πύργος ψύξης, εξασφάλιση γηπέδου αλλά και για αισθητικούς λόγους και για την προστασία του περιβάλλοντος (καπνοδόχος, καυσαέρια, σκόνη). Στις παρυφές των πόλεων συχνά μπορούν να εξυπηρετηθούν αρκετά εργοστάσια.

Για την οικονομική λειτουργία του σταθμού χρειάζεται επίσης μια συγκεκριμένη πυκνότητα θερμότητας. Σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις η πυκνότητα αυτή είναι πολύ διαφορετική, από 15 έως πάνω από 100 MW/km². Τη μεγαλύτερη πυκνότητα έχουν τα κέντρα των πόλεων (πάνω από 200 MW/km²), τη μικρότερη οι κηπούπολεις (<20 MW/km²) και περιοχές μονοκατοικιών. Επίσης συνήθως δίνεται ένα δίκτυο 5-10 MWh ανά τρέχον μέτρο και έτος και ένα κατώτατο όριο 1500-2500 κατοικιών. Σκόπιμη είναι η εγκατάσταση διατάξεων αιχμής (καυστήρας πετρελαίου, ταμειευτήρας θερμότητας κλπ) για την αντιμετώπιση των αιχμών στη ζήτηση, γιατί έτσι μειώνεται το συνολικό κόστος. [33]

Στα κεφάλαια που θα ακολουθήσουν θα γίνει περαιτέρω αναφορά σε συστήματα τηλεθέρμανσης στα οποία η παραγωγή της θερμικής ενέργειας γίνεται με τη μέθοδο της συμπαραγωγής, με χρήση της γεωθερμικής ενέργειας και καύση βιομάζας.

2.4.2 Δίκτυα μεταφοράς και διανομής της θερμικής ενέργειας

Τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής της θερμότητας σκοπό έχουν να μεταφέρουν τη θερμότητα από τον τόπο παραγωγής στους καταναλωτές μέσω του δικτύου σωληνώσεων προσαγωγής και κατόπιν το ψυχρό νερό ή το συμπυκνωμένο ατμό πίσω στο σταθμό παραγωγής με το δίκτυο σωληνώσεων επιστροφής [27].

Οι σταθμοί παραγωγής θερμικής ενέργειας δεν βρίσκονται πάντα πολύ κοντά στα κέντρα κατανάλωσης. Πολλές φορές αποστάσεις αρκετών χιλιομέτρων πρέπει να καλυφθούν για τη μεταφορά της θερμότητας από τα σημεία οικονομικής παραγωγής (όπως είναι οι σταθμοί συμπαραγωγής και οι γεωθερμικές πηγές) μέχρι τα κέντρα κατανάλωσης.

Το ολικό κόστος μεταφοράς της θερμικής ενέργειας από το οποίο εξαρτάται και η σκοπιμότητα ή μη της αξιοποίησης απομακρυσμένων πηγών θερμότητας εξαρτάται από το φορέα μεταφοράς της θερμικής ενέργειας, την απόσταση μεταφοράς, την μορφολογία του εδάφους, την ταχύτητα του ρευστού στους αγωγούς, το υλικό κατασκευής των αγωγών, το είδος και το πάχος της μόνωσης τους, τη μορφή της εγκατάστασης και τη θερμική ισχύ που μεταφέρεται. Σε χώρες της βόρειας Ευρώπης η μεταφορά θερμότητας για περιφερειακή θέρμανση μέχρι και σε αποστάσεις που φθάνουν τα 40 χιλιόμετρα είναι οικονομική. [23]

Η θερμική ενέργεια μεταφέρεται με ατμό ή με θερμό ή υπέρθερμο νερό μέσω αγωγών, από τους οποίους αποτελούνται τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής. Οι αγωγοί είναι στο σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων χαλύβδινοι και κατάλληλα μονωμένοι με θερμομονωτικό υλικό. [34]

Τα δίκτυα σωληνώσεων περιλαμβάνουν:

- Τους σωλήνες μετάδοσης που οδηγούν τη θερμική ενέργεια από τους σταθμούς παραγωγής στα τοπικά δίκτυα διανομής.
- Τις κύριες σωληνώσεις που οδηγούν τη θερμότητα από τους σωλήνες μετάδοσης στις σωληνώσεις κατανάλωσης.
- Τις σωληνώσεις κατανάλωσης που μεταφέρουν τη θερμότητα από το κύριο δίκτυο σωληνώσεων στους μεμονωμένους καταναλωτές.

Οι κύριες σωληνώσεις και οι σωληνώσεις κατανάλωσης αποτελούν το δίκτυο διανομής. Η μορφή, η σχεδίαση και το κόστος του δικτύου διανομής εξαρτώνται κυρίως από τα χαρακτηριστικά του νερού μεταφοράς θερμικής ενέργειας (θερμοκρασίες προσαγωγής –επιστροφής και πιέσεις), από το μέγεθος του προς θέρμανση οικισμού, την πυκνότητα δόμησης και την πυκνότητα ζήτησης των θερμικών φορτίων. [28], [23], [27]

Το δίκτυο διανομής αναπτύσσεται σε τρεις μορφές. (Recknagel-sprenger, 1990):

- **Ακτινωτό δίκτυο.**

Στο δίκτυο αυτό όλοι οι καταναλωτές συνδέονται σε μια σωληνώση που ξεκινά από τον σταθμό παραγωγής. Έχει μεγαλύτερη εφαρμογή σε πόλεις που έχουν εκτεταμένο πολεοδομικό ιστό, καθώς έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτεί απομακρυσμένα σημεία της πόλης και να εξασφαλίζει τις συνθήκες θερμικής παροχής σε κάθε περιοχή κατανάλωσης. Το αρνητικό του σημείο είναι ότι υπάρχουν δυσκολίες στις επισκευές και στις θραύσεις των σωλήνων. [35], [33], [27]

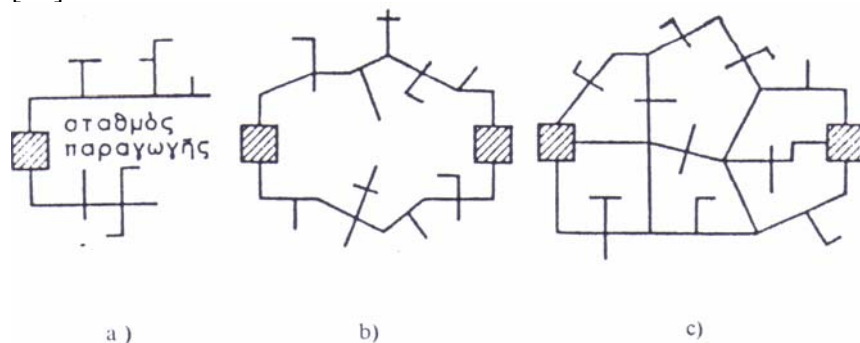
- **Δακτυλιοειδές δίκτυο.**

Αναφέρεται κυρίως σε μεγάλες εγκαταστάσεις και ιδιαίτερα όταν υπάρχουν δύο σταθμοί παραγωγής. Εμφανίζει μεγάλη αξιοπιστία ακόμα και όταν το σύστημα παρουσιάσει τυχόν βλάβες.

- **Βροχοειδές δίκτυο.**

Το δίκτυο αυτό αποτελεί μια διάταξη με πολλές διασυνδετικές σωληνώσεις και είναι κατάλληλο κυρίως για μεγάλους σταθμούς παραγωγής. Έχει το πλεονέκτημα να εξασφαλίζει μία εφεδρική δυνατότητα παροχής της θερμικής ζήτησης, εξομαλύνοντας στο μέγιστο την υδραυλική συμπεριφορά του. Παρουσιάζει, όμως, το

μειονέκτημα του υψηλότερου κόστους της κατασκευής του δικτύου διανομής, ενώ τα σύγχρονα υλικά κατασκευής των δικτύων εξασφαλίζουν υψηλή λειτουργική αξιοπιστία, με περιορισμό στο ελάχιστο των σημαντικών βλαβών που μπορεί να θέσουν εκτός λειτουργίας τμήμα του δικτύου. Έτσι, στη συμβατική σχεδίαση δικτύων και ειδικά σε υπάρχοντες οικισμούς, σπάνια εφαρμόζεται η βρογχοειδής μορφή. [28], [35]



Σχήμα 9: Διάφοροι τύποι δικτύων διανομής, a) Ακτινωτό δίκτυο, b) Δακτυλιοειδές δίκτυο, c) Βρογχοειδές δίκτυο

Τόσο τα δίκτυα μεταφοράς όσο και διανομής της θερμικής ενέργειας διακρίνονται με τα ακόλουθα κριτήρια:

- φορέας μεταφοράς της θερμότητας
- σύστημα τροφοδότησης
- σύστημα κατασκευής
- σύστημα σύνδεσης καταναλώσεων στο δίκτυο [34]

➤ ΦΟΡΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ο ατμός (σε υψηλές πιέσεις άνω των 8,6 bar, σε μέσες πιέσεις 2-8 bar και χαμηλές πιέσεις κάτω των 2 bar) ήταν το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο μέσο μεταφοράς στις πρώτες εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης. Εδώ και πολλά χρόνια παρατηρείται μια στροφή στο θερμό ή υπέρθερμο νερό και περιορισμό του ατμού σε ειδικές μόνο εφαρμογές, εξαιτίας των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν τα συστήματα νερού έναντι των συστημάτων ατμού. Έχει γίνει πλέον αποδεκτό διεθνώς ότι το ζεστό νερό (θερμοκρασίας της τάξης 100-130° C) είναι το πιο αποδοτικό, ευέλικτο και οικονομικό μέσο μεταφοράς θερμότητας σε μεγάλες αποστάσεις. [23], [34]

Η τελειοποίηση της ιδέας της μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας με φορέα το υπέρθερμο νερό, βασίστηκε στην επιθυμία να συνδυαστούν τα πλεονεκτήματα της μεταφοράς με ατμό και με νερό. Το αποτέλεσμα ήταν το είδος αυτός της μεταφοράς θερμότητας, όπου το υπέρθερμο νερό λαμβάνεται από ένα λέβητα ατμού οποιασδήποτε πίεσης ή και από ειδική εγκατάσταση παραγωγής υπέρθερμου νερού και κυκλοφορείται με αντλίες στις σωληνώσεις του δικτύου. [33]

Στις εγκαταστάσεις με υπέρθερμο νερό υπάρχει η καλύτερη δυνατότητα για κεντρική ρύθμιση του φορτίου. Το δίκτυο έχει μεγαλύτερη αξιοπιστία και αποφεύγονται τα διάφορα προβλήματα που παρουσιάζονται από τη συμπύκνωση και το συμπύκνωμα του ατμού στις εγκαταστάσεις ατμού. Υπάρχει ακόμα η δυνατότητα ταμειεύσεως στο δίκτυο ποσοτήτων θερμού νερού για την αντιμετώπιση αιχμών φορτίου. Επίσης το

θερμό νερό μπορεί να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις, σε αντίθεση με τον ατμό, ο οποίος χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις μικρής έκτασης. [34]

Η εκλογή της θερμοκρασίας τροφοδότησης εξαρτάται σε βιομηχανικές περιοχές από τις ανάγκες των καταναλωτών, π.χ. για πλυντήρια 130-160° C, σε εργοστάσια ελαστικού και καλωδίων 155-160° C, κτλ. Αν είναι εφικτό δεν πρέπει να ξεπερνιέται η θερμοκρασία των 170-180° C για να μπορούν να χρησιμοποιούνται χυτοσιδηρές διατάξεις στο δίκτυο οι οποίες επιτρέπονται για πιέσεις έως 16 bar. Σε ειδικές περιπτώσεις πάντως έχουν χρησιμοποιηθεί και θερμοκρασίες έως 300° C. Στα δίκτυα μόνο για θέρμανση, η θερμοκρασία τροφοδότησης ρυθμίζεται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία σε μεγάλη κλίμακα, π.χ. από 170° C για ημέρες μεγάλης παγωνιάς έως 95° C για μέση χειμωνιάτικη θερμοκρασία. Οι περισσότερες εγκαταστάσεις πάντως δουλεύουν με μέγιστες θερμοκρασίες 120-140° C. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ τροφοδότησης και επιστροφής είναι διαφορετική για κάθε εγκατάσταση π.χ. 160/80°C ή 150/90° C. Σε εγκαταστάσεις μόνο για θέρμανση, συχνά 130/70° C. [33]

Εκ πρώτης όψεως θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι οι υψηλότερες θερμοκρασίες, επειδή οδηγούν σε μεταφορά μεγαλύτερου ποσού θερμότητας ανά μονάδα μάζας διακινούμενου ρευστού, θα πρέπει να εξασφαλίζουν και την οικονομικότερη λειτουργία. Στην πραγματικότητα για τον προσδιορισμό της πιο συμφέρουσας θερμοκρασίας στη μεταφορά πρέπει να συνεκτιμηθεί και το γεγονός ότι στις υψηλότερες θερμοκρασίες αντιστοιχούν και μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον όπως και μικρότερος συντελεστής ανάκτησης θερμότητας (heat recovery factor) στις εγκαταστάσεις της συμπαραγωγής. [23]

➤ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ

Τόσο τα δίκτυα μεταφοράς της θερμότητας όσο και τα δίκτυα διανομής της μπορούν να κατασκευασθούν ανάλογα με το σύστημα τροφοδότησης σε:

1. Μονοσωλήνιο σύστημα
2. Δισωλήνιο σύστημα
3. Τρισωλήνιο ή τετρασωλήνιο σύστημα

1. Μονοσωλήνιο σύστημα

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται συνήθως σε τηλεθερμάνσεις ατμού σε απομακρυσμένα δίκτυα και όπου η επιστροφή του συμπυκνώματος του ατμού είναι ασύμφορη. Επίσης και σε τηλεθερμάνσεις υπέρθερμου νερού, στις οποίες το υπέρθερμο νερό κατά την έξοδό του από τον εναλλάκτη κεντρικής θέρμανσης, με θερμοκρασία 60-70°C περίπου, οδηγείται στους καταναλωτές για χρήση.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος είναι:

- Μικρό κόστος εγκατάστασης δικτύου (δεν υπάρχει αγωγός επιστροφής).
- Μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την επιστροφή του νερού.
- Μικρότερο κόστος υποσταθμών σύνδεσης καταναλωτών, επειδή δεν απαιτούνται εναλλάκτες για θερμό νερό χρήσης.

Ενώ τα μειονεκτήματα περιλαμβάνουν τα εξής:

- Απαραίτητες υδραυλικές εγκαταστάσεις θερμού νερού χρήσης σε όλες τις κατοικίες για αποφυγή απόρριψης στο περιβάλλον ποσοτήτων νερού
- Απαραίτητη κεντρική εγκατάσταση για την επεξεργασία του νερού, ώστε να τηρεί τις προδιαγραφές του πόσιμου νερού.
- Συνεχής παραγωγή κατεργασμένου νερού.
- Τακτικοί υγειονομικοί έλεγχοι του νερού.
- Ρύθμιση θερμικού φορτίου μόνο με θερμοκρασία επειδή πρέπει να τηρείται η εξίσωση των παροχών των απαιτήσεων για θερμό νερό χρήσης με αυτές που αποστέλλονται για την κάλυψη του φορτίου θέρμανσης χώρων.
- Δυσκολία διατήρησης της εξίσωσης των παροχών ζήτησης με αποτέλεσμα την ανάγκη εγκατάστασης συστημάτων αποθήκευσης ή την απόρριψη ποσοτήτων νερού, στο περιβάλλον και κίνδυνο δημιουργίας περιβαλλοντολογικών προβλημάτων, καθώς και αντισυμβατικής λειτουργίας της εγκατάστασης. [34], [27]

2. Δισωλήνιο σύστημα

Το δισωλήνιο σύστημα είναι το πλέον διαδεδομένο σύστημα. Αποτελείται από μια γραμμή προσαρμογής ατμού ή θερμού νερού υπό πίεση στο σημείο κατανάλωσης και άλλη μια γραμμή επιστροφής του συμπυκνώματος ή του νερού αντίστοιχα.

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

I. Ανοικτό δισωλήνιο σύστημα

Πρόκειται για σύστημα, τροφοδότησης με αγωγούς επιστροφής μικρότερης διαμέτρου από τον αγωγό προσαγωγής, ενώ κάποιες ποσότητες θερμού νερού τροφοδοτούνται άμεσα στον καταναλωτή για χρήση όπως και με το μονοσωλήνιο σύστημα.

Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι ανάλογα με αυτά του μονοσωλήνιου. Τα μειονεκτήματα είναι κι αυτά ανάλογα με εκείνα του μονοσωλήνιου συστήματος, με εξαίρεση το γεγονός ότι δεν υπάρχει πρόβλημα ρύθμισης του φορτίου και εξίσωσης της παροχής του δικτύου με την κατανάλωση θερμού νερού χρήσης.

II. Κλειστό δισωλήνιο σύστημα

Πρόκειται για το πιο διαδεδομένο σύστημα τροφοδοσίας θερμού ή υπέρθερμου νερού σε δίκτυα μεταφοράς και διανομής.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι ότι:

- Δεν απαιτείται τόσο δαπανηρή εγκατάσταση επεξεργασίας του νερού
- Δεν απαιτείται υποχρεωτική εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης στις κατοικίες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί έτσι σε εγκαταστάσεις αποκλειστικά για θέρμανση χώρων
- Διαθέτει πλήρη λειτουργική ευελιξία.

Ως μειονέκτημα θεωρείται η δαπανηρότερη εγκατάσταση δικτύου αφού συμπεριλαμβάνει αγωγό επιστροφής. [23], [27], [34]



Σχήμα 10: Κλειστό δισωλήνιο σύστημα προμονωμένων αγωγών

3. Τρισωλήνιο ή τετρασωλήνιο σύστημα

Το τρισωλήνιο σύστημα αποτελείται από 2 αγωγούς τροφοδότησης κι έναν κοινό αγωγό επιστροφής. Από τους αγωγούς τροφοδότησης ο ένας χρησιμοποιείται για θέρμανση και η θερμοκρασία του νερού σ' αυτόν μεταβάλλεται στη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης. Ο δεύτερος αγωγός είναι πολύ μικρότερης διαμέτρου και τροφοδοτεί νερό σταθερής θερμοκρασίας όλο το έτος, για θερμό νερό χρήσης.

Το τετρασωλήνιο σύστημα χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές περιοχές. Ο τρίτος και τέταρτος αγωγός χρησιμοποιείται για μεταφορά βιομηχανικών φορτίων υψηλότερης θερμοκρασίας, από αυτή που απαιτείται για θέρμανση χώρων.

Τα παραπάνω συστήματα μειονεκτούν στο κόστος εγκατάστασής τους που είναι δαπανηρό και γι' αυτό το λόγο αποφεύγεται συνήθως η εγκατάστασή τους.

Από τα συστήματα τροφοδότησης που αναφέρθηκαν οι περισσότερες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν το κλειστό δισωλήνιο σύστημα θερμού ή υπέρθερμου νερού σαν το καλύτερο λειτουργικά σύστημα το οποίο και έχει εφαρμοστεί σε όλες τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης που λειτουργούν στον Ελλαδικό χώρο. [34], [23]

➤ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η επιλογή του συστήματος κατασκευής του δικτύου των σωληνώσεων μεταφοράς και διανομής πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας κυρίως υπόψη το είδος των κτιρίων, τις εδαφολογικές συνθήκες της περιοχής, το κατάστρωμα του δρόμου, τις διασταυρώσεις και τα εμπόδια που μπορούν να παρουσιαστούν όπως σωληνώσεις νερού, ηλεκτρικού, γκαζιού, κ.λ.π. Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των σωληνώσεων και κατά πόσο επηρεάζει την αποδοτικότητα του συστήματος τηλεθέρμανσης η επιλογή των κατάλληλων διαστασιολογημένων σωληνώσεων. [35], [34]

Μια βασική διάκριση των συστημάτων κατασκευής των δικτύων μεταφοράς και διανομής της θερμικής ενέργειας είναι:

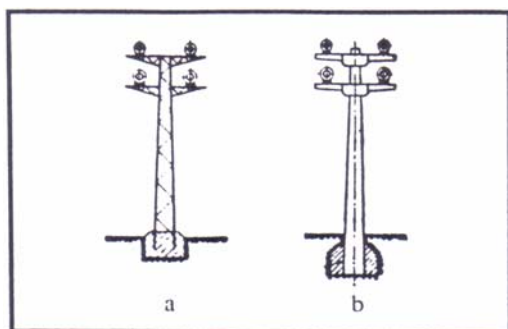
- Υπαίθρια συστήματα
- Υπόγεια συστήματα

Για τις δύο αυτές κατηγορίες των συστημάτων κατασκευής υπάρχει ένα πλήθος υποκατηγοριών οι οποίες αναφέρονται παρακάτω και η επιλογή τους βασίζεται κύρια σε οικονομοτεχνικά, εδαφολογικά και χωροταξικά κριτήρια. [34]

1. Υπαίθρια Συστήματα

I. Εναέριοι αγωγοί σε πυλώνες

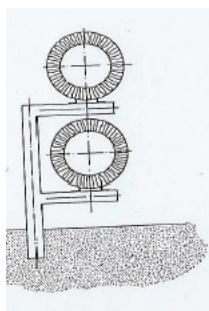
Στο σύστημα αυτό οι αγωγοί εγκαθίστανται σε υψηλούς στύλους που επιτρέπουν τη διέλευση, από κάτω, ανθρώπων, οχημάτων κλπ. Επειδή το σύστημα κατασκευής αυτό είναι δαπανηρό και δημιουργεί αρχιτεκτονικά προβλήματα, χρησιμοποιείται μόνο για την αντιμετώπιση τοπικών εμποδίων και σε βιομηχανικές περιοχές.



Σχήμα 11: Ιστοί σωληνώσεων, a) μεταλλικός, b) μπετόν [34]

II. Αγωγοί σε υπερυψωμένες βάσεις, στο έδαφος

Είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα υπαίθριας όδευσης και το οικονομικότερο από όλα τα συστήματα κατασκευής (υπαίθρια και υπόγεια). Δημιουργούνται όμως και πάλι αρχιτεκτονικά προβλήματα τα οποία όμως μπορούν να αντιμετωπισθούν με φύτευση θαμνωδών φυτών κατά μήκος του αγωγού. Δημιουργείται επίσης το πρόβλημα της διασταύρωσης των αγωγών με αγροτικούς δρόμους, το οποίο αντιμετωπίζεται είτε με τοπική υπόγεια όδευση των αγωγών είτε με δημιουργία διαστολικού μορφής «Υ» καμάρα). Είναι ευνόητο ακόμα ότι θα πρέπει να έχουν διευθετηθεί όλα τα προβλήματα απαλλοτρίωσης των εδαφών, από τα οποία θα περάσει ο αγωγός. [34]



Σχήμα 12: Υπαίθριοι αγωγοί σε υπερυψωμένες βάσεις

2. Υπόγεια συστήματα

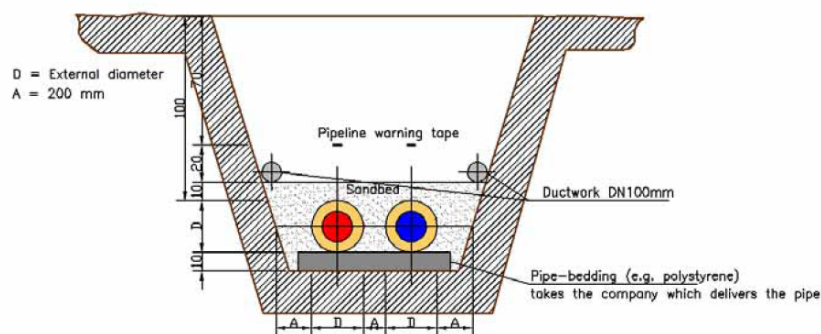
I. Σύστημα κατασκευής σε κανάλι από μπετόν

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί χαλύβδινους αγωγούς, οι οποίοι, κατάλληλα μονωμένοι, τοποθετούνται σε κανάλι από μπετόν, πάνω σε κατάλληλες μεταλλικές στηρίξεις. Το κανάλι μπορεί να αποτελείται και από προκατασκευασμένα τμήματα. Το κόστος κατασκευής είναι αρκετά υψηλό. Οι αγωγοί τοποθετούνται σε βάθος

μεγαλύτερο του ενός μέτρου, στοιχίζοντας τον αγωγό προσαγωγής παράλληλα στον αγωγό επιστροφής διατηρώντας μεταξύ τους απόσταση ασφαλείας 0,2 μέτρα.

Το φρεάτιο στην συνέχεια πληρώνεται με άμμο, χαλίκι, πλάκες προστασίας, τοποθετείται υπερκείμενα των υλικών πλήρωσης πλέγμα σήμανσης του δικτύου και στην συνέχεια αποκαθίσταται η επιφάνεια του εδάφους. Η μόνωση των αγωγών αποτελείται συνήθως από αφρό πολουρεθάνης ή συνθετικό καουτσούκ με τυπική τιμή συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $k=0,036$ (W/ m·K) στους 20°C. Για τις διασυνδέσεις με τους οικιακούς καταναλωτές, για μικρές διαμέτρους, θερμοκρασίες έως 95°C και 6-10 bar πίεση, χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι αγωγοί πολυαιθυλενίου (PEX). [29], [27]

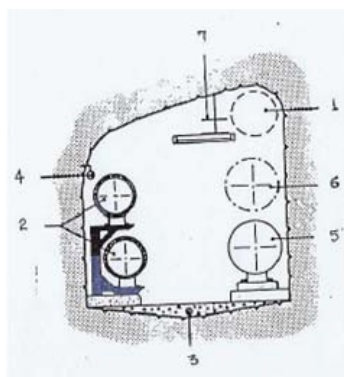
Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιούταν σε παλαιότερα δίκτυα διανομής αλλά σήμερα τείνει να εγκαταλειφθεί λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής και των κατασκευαστικών προβλημάτων, που είναι η μεγαλύτερη χρονικά διάρκεια κατασκευής και οι κατάλληλες κλίσεις που πρέπει να έχει το κανάλι, για την αποστράγγισή του. [34]



Σχήμα 13: Τυπική διατομή υπόγειας εγκατάστασης χαλύβδινων αγωγών δικτύου μεταφοράς θερμότητας [38]

II. Σύστημα κατασκευής με επισκέψιμη σήραγγα

Το σύστημα αυτό, επειδή είναι πολύ δαπανηρό, χρησιμοποιείται μόνο όταν οι μεγάλες ανωμαλίες του εδάφους σε συνδυασμό με την ποιότητά του (π.χ. βραχώδης λόφος) το καθιστούν πιο οικονομικό σε δίκτυα μεταφοράς. Σε δίκτυα όμως διανομής των μεγαλουπόλεων χρησιμοποιείται για ταυτόχρονη όδευση αγωγών τηλεθέρμανσης, ύδρευσης, φωταερίου.



Σχήμα 14: Επισκέψιμη σήραγγα [34]

III. Σύστημα κατασκευής με αγωγούς εγκατεστημένους απευθείας στο έδαφος

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί αγωγούς με προκατασκευασμένη μόνωση και εφαρμόζεται ευρύτατα τα τελευταία χρόνια σε δίκτυα μεταφοράς και διανομής, επειδή η εγκατάστασή του γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα, το κόστος κατασκευής είναι χαμηλό και συμβάλει στην αποφυγή κυκλοφοριακών προβλημάτων και ταλαιπωρίας των πολιτών. Η συντήρηση του συστήματος αυτού είναι πολύ περιορισμένη και ελάχιστα δαπανηρή. Για το σύστημα αυτό κατασκευής διατίθενται στο εμπόριο από διάφορες εταιρίες διαφόρων τύπων αγωγοί.

- a. Χαλύβδινοι αγωγοί, οι οποίοι περιβάλλονται από μονωτικό αφρό πολουρεθάνης και προστατεύονται από εξωτερικό περίβλημα από πολυαιθυλένιο.

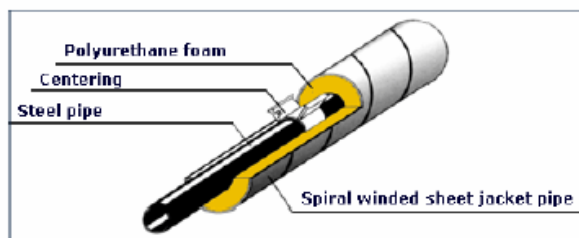
Μέσα στη μόνωση και κατά μήκος των αγωγών είναι τοποθετημένα ηλεκτρικά καλώδια τα οποία μαζί με ειδική ηλεκτρονική συσκευή χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό υγρασίας από τυχόν διαρροή των αγωγών ή καταστροφή του περιβλήματος. Οι διαστάσεις όπως και η ποιότητα των προμονωμένων αυτών αγωγών έχουν προδιαγραφεί από την Επιτροπή Ευρωπαϊκών Προτύπων - CEN με την προδιαγραφή CEN PrEN253., για ονομαστικές πιέσεις λειτουργίας PN 25 atm και μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 130°C. Αποτελεί το πλέον διαδεδομένο σήμερα σύστημα κατασκευής, εξαιτίας της απλότητας και λειτουργικότητας που προσφέρει. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης των πόλεων Κοζάνης, Πτολεμαΐδας και Αμυνταίου. [27], [34]

- b. Χαλύβδινοι αγωγοί με περιβάλλουσα μόνωση μέσα σε χαλύβδινη επένδυση

Το σύστημα αυτό αποτελείται από χαλύβδινους αγωγούς μεταφοράς που περιβάλλονται ομοαξονικά από χαλύβδινο αγωγό μεγαλύτερης διαμέτρου. Ο εσωτερικός αγωγός κεντράρεται και ολισθαίνει με ειδικά ράουλα μέσα στον εξωτερικό και ο ενδιάμεσος κενός χώρος συμπληρώνεται με κατάλληλο μονωτικό. Τα πιο συνηθισμένα μονωτικά είναι υαλοβάμβακες, περλίτης σε κόκκους ή κενό αέρα. Ο εξωτερικός αγωγός προστατεύεται από τη διάβρωση με επικάλυψη ασφαλοπλάνου και καθοδική προστασία.

- c. Εύκαμπτοι προμονωμένοι αγωγοί με προστατευτικό περίβλημα.

Οι αγωγοί αυτοί είναι κατασκευασμένοι από πλαστικό υλικό ή χαλκό. Ενδείκνυνται γενικά για δίκτυα χαμηλών θερμοκρασιών (μέχρι 90° C) για τη σύνδεση των υποσταθμών των κτιρίων με τους κύριους κλάδους της διανομής.



Σχήμα 15: Προμονωμένοι αγωγοί

Από τα συστήματα κατασκευής που έχουν αναφερθεί τα πλέον χρησιμοποιούμενα σε εγκαταστάσεις μεταφοράς και διανομής της θερμικής ενέργειας είναι το σύστημα των υπαίθριων αγωγών σε βάσεις ενώ τα τελευταία χρόνια το σύστημα με τους προμονωμένους σωλήνες απευθείας στο έδαφος, τείνει να επικρατήσει εξαιτίας της απλότητας της κατασκευής του και της οικονομικότητάς του, συγκριτικά με τα άλλα υπόγεια συστήματα κατασκευής. [34]

Τέλος για την ομαλότερη λειτουργία των σωληνώσεων των δικτύων μεταφοράς και διανομής της θερμότητας πρέπει να τηρούνται τα ακόλουθα:

- Τοποθέτηση των σωληνώσεων σε κατάλληλο βάθος ώστε να αποφεύγεται η καταπόνηση των αγωγών από το συγκοινωνιακό φορτίο.
- Επιλογή τελικού βάθους τοποθέτησης των αγωγών κάθε κλάδου, έτσι ώστε οι συνδέσεις αυτών με αγωγούς άλλων κλάδων του δικτύου να πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους κανόνες κατασκευής των δικτύων τηλεθέρμανσης, αποφεύγοντας ταυτόχρονα άσκοπες επιπλέον εκσκαφές, οι οποίες αυξάνουν το κόστος κατασκευής του δικτύου της τηλεθέρμανσης.
- Τήρηση ελαχίστων αποστάσεων ασφαλείας, των αγωγών από τα υπόλοιπα υπόγεια δίκτυα (ύδρευσης, Ο.Τ.Ε., Δ.Ε.Η., αποχέτευσης) κατά την παράλληλη όδευση όπως και σε διασταυρώσεις με τα δίκτυα αυτά. [35]

➤ **ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ**

Για τη διανομή της θερμικής ενέργειας στον οικισμό υπάρχουν δύο διαφορετικά συστήματα σύνδεσης των καταναλωτών, το άμεσο και το έμμεσο σύστημα σύνδεσης. [27]

Στο άμεσο σύστημα σύνδεσης οι επιμέρους καταναλωτές συνδέονται απευθείας στο δίκτυο διανομής. Το δίκτυο διανομής μπορεί να αποτελεί ενιαίο τμήμα με το δίκτυο μεταφοράς ή και να σχηματίζεται με την παρεμβολή κεντρικών εναλλακτών διανομής (υποσταθμοί θέρμανσης νερού).

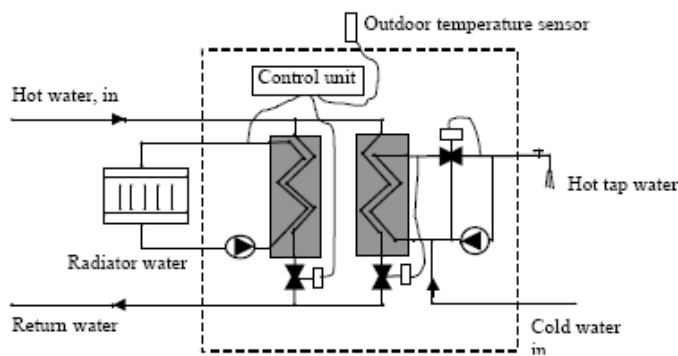
Στο έμμεσο σύστημα σύνδεσης η θερμότητα μεταφέρεται από το δίκτυο διανομής της τηλεθέρμανσης στο σύστημα κεντρικής θέρμανσης του καταναλωτή μέσω ενός θερμικού εναλλάκτη. Οι εναλλάκτες σύνδεσης των επιμέρους καταναλωτών για θέρμανση και παραγωγή θερμού νερού χρήσης συνδέονται με τα απαραίτητα όργανα και εξαρτήματα (κυκλοφορητές αντλίες, διατάξεις ασφαλείας όπως ασφαλιστική βαλβίδα, αποφρακτικές βαλβίδες απομόνωσης, τρίοδες βάνες ανάμιξης και μετρητές παροχής νερού ή θερμιδομετρητές) σε μία ενιαία μονάδα, που ονομάζεται θερμικός υποσταθμός καταναλωτή. [27], [28]

Οι θερμικοί υποσταθμοί κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη με ελάχιστο μέγεθος που αντιστοιχεί στη μονοκατοικία.

Σημειώνεται ότι όταν ο καταναλωτής συνδέεται με το σύστημα της τηλεθέρμανσης, ο θερμικός υποσταθμός υποκαθιστά το λέβητα κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου. Επιπρόσθετα οι κατάλληλες ρυθμιστικές διατάξεις που υπάρχουν στο θερμικό υποσταθμό, προσαρμόζουν την παροχή θερμότητας στη ζήτηση του καταναλωτή και καταγράφουν το ποσό θερμότητας με κατάλληλη θερμιδομετρική διάταξη. [27]

Μέσω του εναλλάκτη θερμότητας το ζεστό νερό του δικτύου της τηλεθέρμανσης ζεσταίνει το νερό που κυκλοφορεί στα καλοριφέρ του κτιρίου. Το νερό της τηλεθέρμανσης αποδίδει με αυτόν τον τρόπο μόνο τη θερμότητά του στο νερό της κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου χωρίς να έρχεται σε απευθείας επαφή μαζί του.

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. [36]



Σχήμα 16: Ένας υποσταθμός που αποτελείται από εναλλάκτες θερμότητας (σκιασμένα κιβώτια), τις βαλβίδες ελέγχου, τις αντλίες και μια μονάδα ελέγχου. [37]

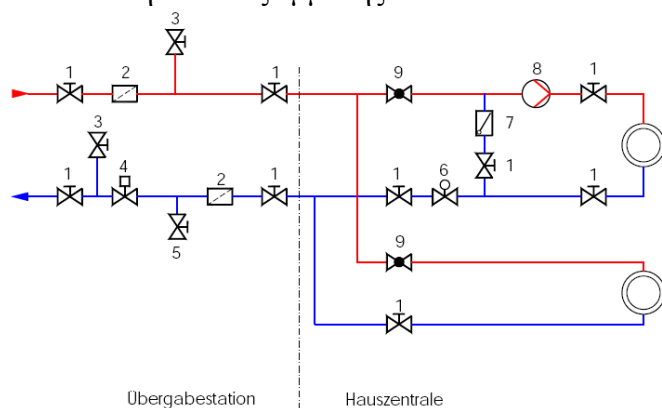
Μερικά από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα, που έχει το έμμεσο σύστημα σύνδεσης, είναι τα ακόλουθα :

- Είναι πιο εύκολη η ρύθμιση της παροχής θερμού νερού του κλειστού κυκλώματος στο εργοστάσιο παραγωγής της τηλεθέρμανσης και στους λέβητες αιχμής, καθώς οι εναλλάκτες θερμότητας στο σύστημα αυτό διαχωρίζουν τα κυκλώματα της εγκατάστασης της τηλεθέρμανσης και των καταναλωτών.
- Είναι δυνατόν να προστεθούν αντιδιαβρωτικά ή άλλα χημικά πρόσθετα στο νερό της τηλεθέρμανσης.
- Επιτυγχάνεται ο περιορισμός της παρουσίας του οξυγόνου στο νερό του δικτύου, που σημαίνει ότι η διάρκεια ζωής του δικτύου της τηλεθέρμανσης είναι πιο μεγάλη.
- Επιτυγχάνεται υδραυλικός διαχωρισμός μεταξύ τηλεθέρμανσης και εγκαταστάσεων κτιρίων, κάτι που παρέχει τη μέγιστη ασφάλεια, καθώς και τη δυνατότητα ανάπτυξης δικτύων με οποιαδήποτε ονομαστική πίεση σχεδιασμού.
- Το σύστημα είναι οικονομικότερο και περισσότερο λειτουργικό.

Οι έμμεσες συνδέσεις χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις μεγάλες πόλεις, ενώ και οι δύο συνδέσεις χρησιμοποιούνται σε περιοχές με διάσπαρτες καταναλώσεις.

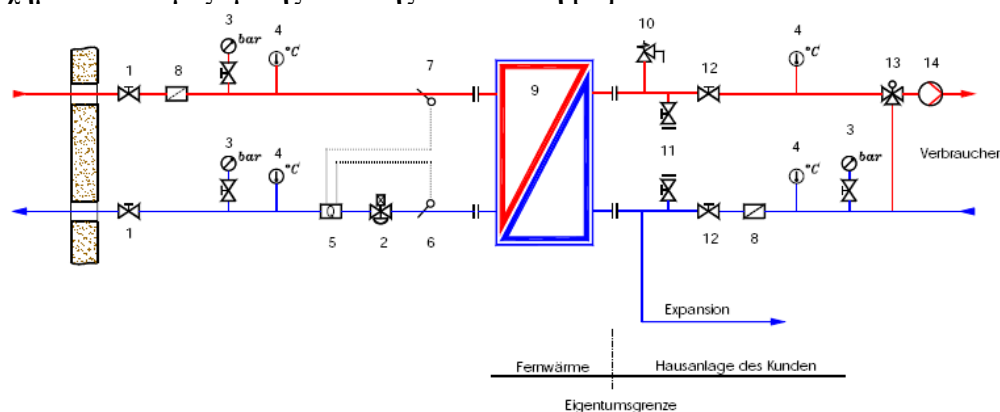
Η εκλογή του έμμεσου συστήματος μεταφοράς δεν πρέπει να αποκλείει τη δυνατότητα χρήσης του άμεσου συστήματος σύνδεσης με κεντρικό υποσταθμό διανομής σε ειδικές περιπτώσεις, που είναι δυνατόν να συμπεριλαμβάνουν συγκροτήματα μονοκατοικιών ή μικρών σχετικά κτισμάτων, με ικανοποιητική πυκνότητα δόμησης, που δικαιολογεί την επέκταση σ' αυτά του δικτύου της τηλεθέρμανσης με τρόπο οικονομικότερο. [28], [27]

Στα σχήματα που ακολουθούν απεικονίζεται ένας σταθμός άμεσης σύνδεσης καταναλωτή και ένας έμμεσης.



- 1 Βαλβίδα απομόνωσης (Shut-off device)
- 2 Φίλτρο (Dirtcleaner)
- 3 Εκτόνωση αέρα (Air outlet)
- 4 Βαλβίδα εξισορρόπησης ΔΡ δικτύου (Mass difference-pressure control)
- 5 Βαλβίδα εκκένωσης νερού (Emptying)
- 6 Ηλεκτροκίνητη βαλβίδα (Motor-driven valve)
- 7 Αντεπίστροφη βαλβίδα (Return flow stopping device)
- 8 Αντλία ανακυκλοφορίας (Circulating pump)
- 9 Στραγγαλιστική βαλβίδα (Choke valve)

Σχήμα 17: Σταθμός άμεσης σύνδεσης καταναλωτή [38]



- 1 Βαλβίδα απομόνωσης (Shut-off device)
- 2 Βαλβίδα ελέγχου (Compact final controlling device)
- 3 Μανόμετρο (Manometer)
- 4 Θερμόμετρο (Thermometer)
- 5 Μετρητής θερμότητας (Heat counter)
- 6 Αισθητήρας θερμοκρασίας αγωγού επιστροφής (Return pipe temperature sensor)
- 7 Αισθητήρας θερμοκρασίας αγωγού προσαγωγής (Flow pipe temperature sensor)
- 8 Φίλτρο (Dirt cleaner)
- 10 Ασφαλιστική βαλβίδα (Safety valve)
- 11 βαλβίδα εκκένωσης (Wash connection for the heat exchanger)
- 12 Αποφρακτικές βαλβίδες (Shut-off devices)

Σχήμα 18: Σταθμός έμμεσης σύνδεσης σε καταναλωτή [38]

2.5 Τα στάδια μελέτης ενός συστήματος τηλεθέρμανσης

Η μελέτη και σχεδίαση ενός συστήματος τηλεθέρμανσης ακολουθεί συνήθως τις εξής φάσεις:

- Εκτίμηση της ζήτησης θερμικών φορτίων
- Αναγνώριση και επιλογή των πηγών θερμικής ενέργειας
- Προμελέτη και οικονομικές εκτιμήσεις της εγκατάστασης
- Τεχνική μελέτη των σταθμών παραγωγής, των συστημάτων μεταφοράς και του συστήματος διανομής θερμότητας και σύνδεσης των φορτίων.
- Μελέτη τιμολόγησης παροχής υπηρεσιών
- Μελέτη οργάνωσης του φορέα λειτουργίας και εκμετάλλευσης του συστήματος. [23]

Σε επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν στοιχεία από τις μελέτες των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας, Κοζάνης, Αμυνταίου και Μεγαλόπολης τα οποία και αναφέρονται στις περισσότερες από τις προαναφερθείσες φάσεις.

2.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση εγκατάστασης ενός συστήματος τηλεθέρμανσης.

Ο βαθμός ανάπτυξης της εφαρμογής ενός συστήματος τηλεθέρμανσης ποικίλει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων χωρών. Από τις εμπειρίες εφαρμογής του συστήματος στις διάφορες ευρωπαϊκές χώρες προκύπτει ότι στην απόφαση για εγκατάσταση ενός νέου συστήματος περιφερειακής θέρμανσης παίζουν σοβαρό ρόλο οι εξής παράγοντες.

1. Ο βαθμός ανάπτυξης άλλων ανταγωνιστικών πηγών ενέργειας στην περιοχή

Πηγές ενέργειας ανταγωνιζόμενες στο σύστημα της τηλεθέρμανσης είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, και η ηλεκτρική ενέργεια. Η εμπειρία από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης δείχνει ότι το σύστημα τηλεθέρμανσης αναπτύχθηκε σε περιοχές όπου δεν υπήρχε δίκτυο φυσικού αερίου και όπου η ηλεκτρική ενέργεια ήταν ακριβή. Η Δανία για παράδειγμα που έχει την πιο εκτεταμένη εφαρμογή περιφερειακής θέρμανσης στην Ευρώπη απέκτησε δίκτυο φυσικού αερίου το 1986, ενώ την ηλεκτρική ενέργεια την παράγει από εισαγόμενα καύσιμα. Αντίθετα, στην Νορβηγία, η οποία έχει φθηνή ηλεκτρική ενέργεια από υδροηλεκτρικούς σταθμούς, το σύστημα είναι λιγότερο αναπτυγμένο σε σύγκριση με τις άλλες Σκανδιναβικές χώρες.

2. Η ύπαρξη συστημάτων κεντρικής θέρμανσης στα κτίρια

Το σύστημα τηλεθέρμανσης εφαρμόζεται δυσκολότερα εάν τα υπάρχοντα κτίρια δεν διαθέτουν εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης.

3. Χειμώνας κρύος και παρατεταμένος

Ο κρύος και παρατεταμένος χειμώνας αποτελεί ευνοϊκή συνθήκη ανάπτυξης συστήματος τηλεθέρμανσης και συναντώνται κυρίως στη βόρεια Ευρώπη και στις ορεινές περιοχές της Κεντρικής και Νότιας Ευρώπης. [23]

4. Πυκνότητα θερμικών φορτίων

Είναι προφανές ότι το κόστος της εγκατάστασης εξαρτάται σημαντικά από την πυκνότητα των θερμικών φορτίων. Απαιτούνται υψηλές πυκνότητες θερμικού φορτίου, της τάξεως των 15 MWth/km και άνω, για να είναι βιώσιμο ένα δίκτυο τηλεθέρμανσης. Για να επιτευχθεί υψηλή πυκνότητα θερμότητας, απαιτούνται

συνήθως υψηλά ποσοστά σύνδεσης καταναλωτών της περιοχής στο δίκτυο. Γι' αυτό και έχει αναπτυχθεί κυρίως σε μεγάλες και μεσαίου μεγέθους πόλεις. Τα περισσότερα ευρωπαϊκά συστήματα εξυπηρετούν υψηλής πυκνότητας περιοχές κατοικίας. Περίπου το 80% των συστημάτων στη Γαλλία, Γερμανία, Σουηδία και Φιλανδία βρίσκονται στις πυκνοκατοικημένες περιοχές. Παρ' όλα αυτά στη Δανία όπου χρησιμοποιούνται φθηνές τεχνικές μεταφοράς της θερμότητας, μικρές πόλεις ή ακόμα και χωριά εξυπηρετούνται πλέον από συστήματα περιφερειακής θέρμανσης. [23], [26]

5. Οι τιμές των ανταγωνιστικών μορφών ενέργειας

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως μορφές ενέργειας ανταγωνιστικές στο σύστημα της τηλεθέρμανσης είναι κυρίως τα υγρά καύσιμα, το φυσικό αέριο και η ηλεκτρική ενέργεια. Η υψηλή τιμή του πετρελαίου και του αερίου τα τελευταία χρόνια ενίσχυσε την ανάπτυξη του συστήματος τηλεθέρμανσης.

6. Ανάπτυξη νέων οικιστικών μονάδων

Από οικονομικά άποψη, οι ευνοϊκότερες συνθήκες εφαρμογής συστήματος τηλεθέρμανσης προσφέρονται όταν αναπτύσσεται μια νέα οικιστική περιοχή. Έτσι η ανοικοδόμηση των πόλεων της κεντρικής Ευρώπης που απαιτήθηκε στις δεκαετίες μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο προσέφερε την ευκαιρία ανάπτυξης του συστήματος στις ανοικοδομούμενες πόλεις.

7. Ύπαρξη πηγών θερμικής ενέργειας με χαμηλό κόστος.

Τέτοιες πηγές είναι απορριπτόμενη θερμότητα από βιομηχανικές διαδικασίες, γεωθερμικές πηγές, θερμότητα από καύση οικιστικών απορριμμάτων, θερμότητα από καύση λιγνίτη.

8. Η δομή των φορέων προσφοράς ενέργειας

Στις ευρωπαϊκές χώρες έχει παρατηρηθεί ότι το σύστημα αναπτύσσεται ευνοϊκότερα όπου η θερμότητα παράγεται και διανέμεται από την ίδια την επιχείρηση που παράγει και διανέμει την ηλεκτρική ενέργεια. Ευνοϊκή επίδραση έχει επίσης και η εκμετάλλευση των υπογείων δικτύων σωληνώσεων από ενιαίο φορέα (π.χ. δημοτική επιχείρηση εκμεταλλευόμενη παράλληλα το δίκτυο ύδρευσης και το δίκτυο διανομής θερμότητας).

9. Εθνική ενεργειακή πολιτική

Τέλος από τους σημαντικότερους λόγους που μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση εγκατάστασης ενός συστήματος τηλεθέρμανσης αποτελεί η εθνική ενεργειακή πολιτική. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, ισοζύγιο πληρωμών, εξοικονόμηση ενέργειας, ασφάλεια παροχής ενέργειας, προστασία περιβάλλοντος, περιφερειακή ανάπτυξη είναι πλεονεκτήματα που εκτιμώνται και σε εθνικό επίπεδο. [23]

2.7 Πλεονεκτήματα από την εφαρμογή συστημάτων τηλεθέρμανσης

Το σπουδαιότερο πλεονέκτημα της τηλεθέρμανσης είναι η εξοικονόμηση πρωτογενούς ή συμβατικής ενέργειας με ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών ρυπαντών που προέρχονται από την καύση συμβατικών καυσίμων. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αντικατάσταση μεμονωμένων λεβήτων χαμηλής απόδοσης με μεγάλες εγκαταστάσεις καλοσυντηρημένων λεβήτων με υψηλές αποδόσεις και εφοδιασμένους συνήθως με την πλέον σύγχρονη αντιρρυπαντική τεχνολογία. [28]

Ακόμα ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της τηλεθέρμανσης σε σύγκριση με άλλες μεθόδους θέρμανσης είναι η ευελιξία της σχετικά με τη χρησιμοποίηση διαφορετικών πηγών παραγωγής θερμότητας. Αυτό σημαίνει ότι διαφορετικά καύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ότι ένα υπάρχον σύστημα μπορεί εύκολα να αλλάξει χρησιμοποιώντας άλλα καύσιμα ή να υπάρξει συνδυασμός διαφορετικών πηγών παραγωγής θερμότητας, αυξάνοντας κατά αυτόν τον τρόπο την ασφάλεια και την αξιοπιστία παροχής θερμικής ενέργειας. [39]

Επίσης στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης απαιτείται ελάχιστο προσωπικό, υπάρχουν σύγχρονα συστήματα πυρασφάλειας και δεν δεσμεύεται ιδιωτικός χώρος για λεβητοστάσιο, δεξαμενές πετρελαίου, καπνοδόχος, κλπ που ταυτόχρονα συμβάλλει και στην καθαριότητα στα κτίρια. Επιπλέον καταργείται η μεμονωμένη μεταφορά καυσίμων στα κτίρια και των σχετικών τοπικών δεξαμενών που ειδάλλως θα εγκυμονούσε τον κίνδυνο πυρκαγιάς, διαρροών και λοιπών ατυχημάτων καθώς και κυκλοφοριακών προβλημάτων. [40], [23], [41]

Επιπρόσθετα αξίζει να αναφερθεί ότι η δυνατότητα απομάστευσης θερμότητας καθ' όλο το μήκος του κεντρικού αγωγού τηλεθέρμανσης επιτρέπει την ανάπτυξη και άλλων δραστηριοτήτων που μπορούν να αναπτυχθούν και να λειτουργήσουν με μικρό κόστος και με απαίτηση θερμότητας χαμηλής ενθαλπίας και σηματοδοτούν ενδεικτικά την προσφορά της τηλεθέρμανσης στην ανάπτυξη της περιφέρειας. Μερικές από αυτές τις δραστηριότητες παρουσιάζονται παρακάτω:

1. Θερμοκηπιακές καλλιέργειες

Θα μπορούσαν να αναπτυχθούν θερμοκήπια που θα θερμαίνονται με το νερό της τηλεθέρμανσης. Είναι ευνόητο ότι τέτοιου είδους δραστηριότητες μπορούν να αναπτυχθούν στις περιοχές γύρω από τον αγωγό μεταφοράς γιατί το απαιτούμενο κόστος θέρμανσης είναι μικρό. Πρέπει να τονισθεί ότι τα θερμοκήπια θα καταναλώνουν περισσότερη θερμική ενέργεια την διάρκεια της νύχτας τότε δηλαδή που για θέρμανση θα απαιτείται λιγότερη ενέργεια. Έτσι η ανάπτυξη τέτοιων καλλιέργειών σε θερμοκήπια θα δράσει σταθεροποιητικά στην απαιτούμενη θερμότητα εξομαλύνοντας τις μεγάλες διακυμάνσεις στην απαίτηση θερμότητας πράγμα που πιθανόν οδηγούσε σε προβλήματα ρύθμισης των ΑΗΣ. Επίσης είναι φανερό ότι με την ανάπτυξη τέτοιων δραστηριοτήτων θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας και θα αναπτυχθούν νέου είδους καλλιέργειας, με συνέπεια τη βελτίωση του εισοδήματος των αγροτών της περιοχής.

2. Ξηραντήρια

Παράλληλα με την παραπάνω δραστηριότητα μπορούν να αναπτυχθούν με μικρό κόστος και ξηραντήρια γεωργικών προϊόντων την περίοδο συγκομιδής αυτών, τα οποία θα συμβάλλουν στην καλύτερη αξιοποίησή τους. Μια τέτοια δραστηριότητα μπορεί να συνδυαστεί με παράλληλη αναδιάρθρωση καλλιέργειών έτσι ώστε να αναπτυχθούν καλλιέργειες μεγαλύτερης παραγωγικότητας.

3. Μονάδες εντατικής κτηνοτροφίας

Η φθηνή θερμική ενέργεια, που μπορεί να ληφθεί από την τηλεθέρμανση, ευνοεί την ανάπτυξη κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων με εσταυλισμένα ζώα σε κλιματιζόμενους χώρους. Η απόδοση αυτής της μορφής κτηνοτροφίας είναι πολύ μεγάλη με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται υψηλό εισόδημα στους κτηνοτρόφους. Επίσης, είναι απόλυτα επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι οι χοιροτροφικές και οι αγελαδοτροφικές

μονάδες θα συμβάλλουν στην άμβλυνση του προβλήματος της έλλειψης χοιρινού κρέατος και νωπού γάλακτος, τομείς όπου το ισοζύγιο της χώρας είναι ελλειμματικό.

4. Ιχθυογεννητικός σταθμός

Από τα καλλιεργούμενα είδη ψαριών σε γλυκά νερά, υπάρχουν είδη που απαιτούν θερμοκρασίες 25° C χειμώνα-καλοκαίρι (χέλι- κυπρίνος). Τέτοιες συνθήκες μπορούν να δημιουργηθούν σε ιχθυογεννητικούς σταθμούς που να εκμεταλλεύονται την ενέργεια του νερού επιστροφής της τηλεθέρμανσης. [41]

Πρέπει ακόμα να τονιστεί ότι τα έργα της τηλεθέρμανσης δημιουργούν μόνιμες θέσεις εργασίας κατά τη λειτουργία τους, ενώ ιδιαίτερα μεγάλη είναι και η απασχόληση εργατοτεχνικού προσωπικού κατά την κατασκευή. 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. [24]

Επίσης ανοίγεται για την ελληνική κατασκευαστική βιομηχανία- βιοτεχνία δυνατότητα ανάπτυξης μονάδων παραγωγής εξαρτημάτων τηλεθέρμανσης, γεγονός που θα δημιουργήσει νέες απαιτήσεις για εργατικά χέρια και επιστημονικό προσωπικό αλλά και δυνατότητες ανταγωνισμού στην πανευρωπαϊκή αγορά.

Τέλος η λειτουργία της τηλεθέρμανσης συντελεί στη βελτίωση των συνθηκών ζωής κυρίως των ασθενέστερων οικονομικά τάξεων, που με την σειρά της θα συμβάλλει στην αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού και στη συνέχεια θα προκαλέσει και μια σειρά άλλων ευεργετικών αντιδράσεων πολιτιστικού και κοινωνικού χαρακτήρα. [41]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

3.1 Εισαγωγή

Η συμπαραγωγή αποτελεί μια πολύ καλή μέθοδο ενεργειακής μετατροπής που μας εξασφαλίζει την αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου του καυσίμου με παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα, συνήθως σε συνεργασία με εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης, τη διάθεση της θερμότητας που έχει απομείνει. [24]

Στις περισσότερες αναπτυγμένες χώρες τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας στην κατανάλωση. Η συμβατική αυτή μέθοδος παραγωγής ηλεκτρισμού είναι κατ' εξοχήν ρυπογόνος υπό την έννοια ότι μόνον το 1/3 της πρωτογενούς ενέργειας (καύσιμο), που απαιτείται για την διαδικασία παραγωγής, μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια και μεταφέρεται στην κατανάλωση.

Η μεγαλύτερη πηγή απωλειών σ' αυτή την διεργασία οφείλεται στην αναπτυσσόμενη θερμοκρασία, μέσω του θερμοδυναμικού κύκλου, στο συγκρότημα παραγωγής (κινητήρας-γεννήτρια) και στην ανάγκη ψύξης με νερό ή αέρα. Συγχρόνως, μια άλλη σημαντική παράμετρος των απωλειών είναι η μεγάλη θερμοκρασία των καυσαερίων. Τέλος, στο παραπάνω ποσοστό απωλειών πρέπει επίσης να συνυπολογισθεί ένα πρόσθετο, μικρό ποσοστό απωλειών, το οποίο οφείλεται στην απόσταση που χωρίζει τους καταναλωτές από το σημείο παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας και οφείλεται στις γραμμές μεταφοράς και διανομής.

Η ιδέα της συμπαραγωγής ξεκίνησε ως εκ τούτου από τις ανωτέρω διαπιστώσεις και βασίστηκε στην ανάπτυξη τεχνολογιών για την πλήρη ανάκτηση της χαμένης θερμικής ενέργειας, από την παραπάνω διαδικασία, και της εκμετάλλευσης της στην κατανάλωση. [42], [43]

3.2 Η έννοια της συμπαραγωγής

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) ή αλλιώς “cogeneration” ή αλλιώς η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, είναι ένας εναλλακτικός τρόπος παραγωγής ηλεκτρισμού με ταυτόχρονη ανάκτηση και εκμετάλλευση της πολύτιμης θερμικής ενέργειας τόσο από το συγκρότημα κινητήρα-γεννήτριας όσο και από τα καυσαέρια. Η Σ.Η.Θ. χαρακτηρίζεται από τον πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης (περίπου 90%), μία τυπική μονάδα αεροστροβίλου βασισμένη σ' αυτή την αρχή λειτουργίας μπορεί να εκμεταλλευθεί 40% περισσότερη ενέργεια καυσίμου συγκρινόμενη μ' ένα συμβατικό εργοστάσιο ηλεκτρικής παραγωγής. Αυτό και μόνο είναι ικανό να δημιουργήσει τέτοια προϋπόθεση μείωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα ώστε η εκτεταμένη χρησιμοποίησή του να περιορίσει δραστικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου στον πλανήτη. [44]

Έτσι, αφ' ενός επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αυξάνεται ο βαθμός ενεργειακής μετατροπής του καυσίμου σε ωφέλιμη ενέργεια, αφ' ετέρου μειώνονται αντίστοιχα και οι εκπομπές ρύπων. Επίσης, ελαττώνονται οι απώλειες κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς τα συστήματα συμπαραγωγής είναι συνήθως αποκεντρωμένα και βρίσκονται πιο κοντά στους καταναλωτές απ' ό,τι οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής. Πράγματι, οι συμβατικοί σταθμοί παρουσιάζουν βαθμό απόδοσης 15-40%, ενώ στα συστήματα συμπαραγωγής αυτός φθάνει μέχρι και 75-85%. [45], [46]

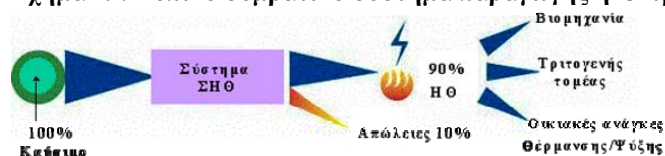
Ιστορικά αξίζει να αναφερθεί ότι η συμπαραγωγή πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. γύρω στα 1890 ενώ κατά τις πρώτες δεκαετίες του 20ού αιώνα, οι περισσότερες βιομηχανίες είχαν δικές τους μονάδες συμπαραγωγής με ατμολέβητα-στρόβιλο, που λειτουργούσαν με άνθρακα. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι περίπου το 58% του ηλεκτρισμού, που παραγόταν σε βιομηχανίες των Η.Π.Α. στις αρχές του αιώνα, προερχόταν από μονάδες συμπαραγωγής. [34]

Ως πηγή ενέργειας σε μονάδες συμπαραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε καύσιμο, ορυκτό ή βιομάζα, αυτό όμως που σήμερα κυριαρχεί για οικονομικούς αλλά και περιβαλλοντικούς λόγους, είναι το φυσικό αέριο.

Στα παρακάτω σχήματα 19 και 20 παρουσιάζεται ένα τυπικό συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε σύγκριση με ένα τυπικό σύστημα συμπαραγωγής, όπου φαίνονται τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της Σ.Η.Θ. έναντι των συμβατικών συστημάτων.



Σχήμα 19: Τυπικό συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας [44]



Σχήμα 20: Τυπικό σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας [44]

3.3 Τεχνολογίες συμπαραγωγής

3.3.1 Τεχνολογικές εφαρμογές συμπαραγωγής

Οι τεχνολογίες συμπαραγωγής παρουσιάζουν τα τελευταία χρόνια ευρύτητα εφαρμογών, οι οποίες βασίζονται είτε σε ατμοστρόβιλους, είτε σε αεροστρόβιλους με ανάκτηση θερμότητας μέσω λέβητα. Η τεχνολογία συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας μέσω στροβίλων και αεροστροβίλων εφαρμόζεται σε περιοχές απαιτήσεων παραγωγής ισχύος της τάξεως από 1-100 MW, και είναι η περισσότερο

διαδεδομένη εφαρμογή για μεγάλους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, με παράλληλη εκμετάλλευση της παραγόμενης θερμότητας στα δίκτυα της τηλεθέρμανσης.

Η κυριότερη και πλέον γνωστή όμως, μορφή εφαρμογής της συμπαραγωγής, προέρχεται από τους κινητήρες εσωτερικής καύσεως με εναλλάκτες θερμότητας, οι οποίοι παρουσιάζουν και τον μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης σε σύγκριση με τους προαναφερθέντες στροβίλους. Η τεχνολογία αυτή εξασφαλίζει την ανάκτηση θερμότητας συγχρόνως από δύο πηγές δηλ. από την υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων και από την χαμηλότερη θερμοκρασία του νερού ψύξης από τα χιτώνια του κινητήρα της μηχανής. Τα συστήματα αυτά συμπαραγωγής είναι τα πλέον εύχρηστα σε σχετικά μικρότερες απαιτήσεις ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, της τάξεως δηλ. μερικών kW μέχρι 2 MW, και κατ' αυτό τον τρόπο θεωρούνται τα πλέον κατάλληλα, για ιδιωτικές εφαρμογές που καλύπτουν το φάσμα των ενεργειακών αναγκών, για κατοικίες, επιχειρήσεις, ξενοδοχειακά συγκροτήματα, θερμοκήπια, εργοστάσια κ.λ.π.

Οι μονάδες αυτές της συμπαραγωγής λειτουργούν με φυσικό αέριο, Diesel, προπάνιο ή βιοαέριο και χαρακτηρίζονται από την μεγάλη οικονομία κατανάλωσης καυσίμου και την πολύ μικρή έκλυση καυσαερίων στην ατμόσφαιρα. Είναι ιδανικά συστήματα για αδιάκοπη και χωρίς μεγάλο θόρυβο λειτουργία και δεν θεωρούνται ευαίσθητα σε αλλαγές θερμοκρασίας περιβάλλοντος όπως οι αεροστρόβιλοι. Η απαιτούμενη επένδυση δεν είναι υψηλή δεδομένου ότι όλα τα επιμέρους τμήματα των μηχανών συμπαραγωγής αυτής της τεχνολογίας είναι σχετικά οικονομικά αλλά και το κόστος συντήρησης της θεωρείται επίσης χαμηλό στην μεγάλη διάρκεια της ζωής τους εν λειτουργία. Κύριο χαρακτηριστικό επίσης αυτών των εγκαταστάσεων είναι ο σύντομος χρόνος κατασκευής και λειτουργίας. [44]

3.3.2 Κατηγορίες συστημάτων Σ.Η.Θ

Τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους και ορισμένων ειδικών χαρακτηριστικών, τα οποία εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες που περιγράφονται παρακάτω:

➤ Λειτουργία παράλληλα με ηλεκτρική σύνδεση δικτύου

Σ' αυτού του είδους την εφαρμογή η μονάδα συμπαραγωγής έχει σχεδιασθεί με βάση την κάλυψη των ελαχίστων αναγκών ίδιας κατανάλωσης, ηλεκτρικής παραγόμενης ενέργειας από τον χρήστη με βάση τις στατιστικές απαιτήσεις λειτουργίας του και την επιστροφή και πώληση της υπολοίπου ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο διανομής του κρατικού φορέα. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για τις ανάγκες του χρήστη είτε απ' ευθείας στα φορτία κατανάλωσης είτε σε συμπληρωματικούς λέβητες. Εάν η θερμική παραγόμενη ενέργεια είναι μεγαλύτερη των καταναλωτικών απαιτήσεων τότε είτε συσσωρεύεται σε λέβητες (υπό μορφή ζεστού νερού) είτε εξάγεται μεταφερόμενη (τηλεθέρμανση) σε γειτονικούς καταναλωτές που την έχουν ανάγκη.

➤ Λειτουργία ανεξάρτητα από το δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο

Στην περίπτωση αυτή η μονάδα συμπαραγωγής έχει σχεδιασθεί με βάση τις πραγματικές ηλεκτρικές απαιτήσεις του καταναλωτή στην αιχμή της ζήτησης του,

ούτως ώστε να λειτουργεί παράγοντας την ποσότητα ηλεκτρικής ισχύος που χρειάζεται κάθε φορά κατά την διάρκεια της ημερήσιας βάρδιας λειτουργίας. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό και ως “Stand-alone System” ή “Island”. Εάν η θερμική απαίτηση ενός χρήστη στην περίπτωση αυτού του συστήματος είναι μεγαλύτερη της παραγόμενης από την μονάδα συμπαραγωγής, τότε δύνανται να χρησιμοποιηθούν βοηθητικές μονάδες λεβήτων σε παράλληλη λειτουργία ως προς την μονάδα συμπαραγωγής. Εννοείται ότι και σ’ αυτή την περίπτωση εάν η θερμική ενέργεια είναι μεγαλύτερη της απαιτούμενης τότε αυτή απάγεται, όπως περιγράφηκε και παραπάνω, ή μεταφέρεται σε γειτονικές καταναλώσεις. [47]

3.4 Η εφαρμογή της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας στα συστήματα Τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη

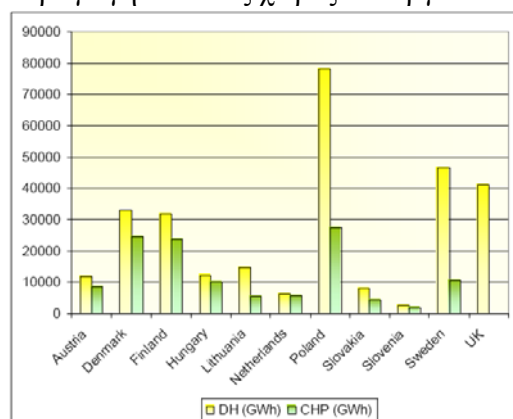
Μολονότι η συμπαραγωγή εφαρμόζεται ήδη από καιρό σε βιομηχανικές περιοχές με μεγάλες απαιτήσεις ατμού και ηλεκτρικού ρεύματος, ο συνδυασμός τηλεθέρμανσης και παραγωγής ισχύος απέκτησε ιδιαίτερη σημασία με έναυσμα τις πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και του 1979, ιδιαίτερα στις χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης και κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες, όπου η διάδοση της τηλεθέρμανσης προωθείται από την πολιτεία με ποικίλα χρηματοδοτικά, φορολογικά και κανονιστικά μέτρα.

Για παράδειγμα στη Δυτική Γερμανία, η ομοσπονδιακή κυβέρνηση και οι κυβερνήσεις των ομοσπόνδων κρατιδίων παρέχουν δωρεάν επιχορήγηση για σταθμούς τηλεθέρμανσης (οι περισσότεροι των οποίων είναι με συμπαραγωγή) από το 1977. Στη Δανία εφαρμόζεται επίσης μια προτιμησιακή φορολογική πολιτική στα καύσιμα, που έχει ως αποτέλεσμα η συμπαραγωγή με τηλεθέρμανση να απαλλάσσεται των φόρων στα καύσιμα που εξοικονομούν λόγω του υψηλότερου βαθμού απόδοσης του κύκλου. Στη Δανία επίσης, δεν επιτρέπεται να εγκατασταθούν δίκτυα φυσικού αερίου στις περιοχές όπου υπάρχουν δίκτυα τηλεθέρμανσης. Τα οφέλη από την βελτίωση της αξιοποίησης του καυσίμου επέτρεψαν την κατασκευή μεγάλου αριθμού δικτύων τηλεθέρμανσης. [48]

Στην Ελλάδα και στις 4 εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη, Πτολεμαΐδα, Αμυνταίο και Μεγαλόπολη που λειτουργούν σήμερα χρησιμοποιείται η μέθοδος της συμπαραγωγής. Έχει γίνει κατάλληλη μετατροπή των μονάδων της ΔΕΗ που λειτουργούν στις πόλεις αυτές με καύση λιγνίτη σε συμπαραγωγικές και μέρος της θερμικής ενέργειας που αποτελούσε θερμικό απόβλητο της διαδικασίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα αξιοποιείται θερμαίνοντας τα κτίρια αυτών των πόλεων.

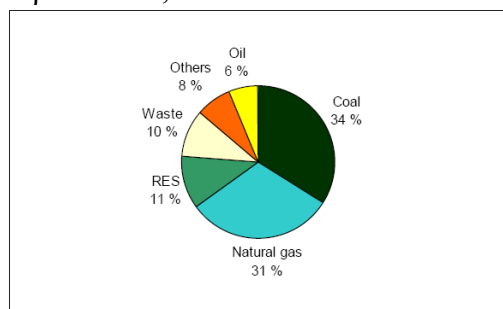
Η θερμική ενέργεια στα συστήματα τηλεθέρμανσης (DH) στις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης παράγεται κατά μεγάλο ποσοστό στις εγκαταστάσεις συμπαραγωγής (CHP). Το 2001, στις Κάτω Χώρες υπήρχε το υψηλότερο μερίδιο συμμετοχής της CHP στην παραγωγή θερμικής ενέργειας στα συστήματα τηλεθέρμανσης περίπου 94%, ενώ ο ίδιος αριθμός για την Αυστρία, Δανία και Φινλανδία ήταν περίπου 70%. Αν και το μερίδιο αγοράς της τηλεθέρμανσης στον τομέα της κατοικίας είναι υψηλότερο στις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης απ’ ό,τι στην ΕΕ- 15, το μερίδιο της DH που παρέχεται από την CHP είναι χαμηλότερο και ποικίλει μεταξύ 35% με 69%. Η Σουηδία είναι ειδική περίπτωση (22,9%) διότι το σύστημα τηλεθέρμανσης της βασίζεται κατά πολύ στη χρήση της

θερμότητας των αποβλήτων. Το σχήμα 21 παρουσιάζει το μερίδιο της CHP στην παραγωγή DH στις χώρες συνεργατών το 2001. (Euroheat & Power, 2003)



Σχήμα 21: Η CHP στην παραγωγή DH στις χώρες συνεργατών το 2001 (Euroheat & Power, 2003; Stritih, U., 2004; Gierulski, K., 2004) [49]

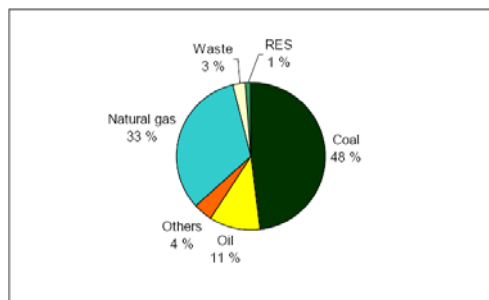
Όσον αφορά στην χρήση καυσίμων το 2001, ο άνθρακας ήταν το κυρίαρχο καύσιμο στην παραγωγή DH και CHP στα κράτη μέλη της ΕΕ- 15. Το σχήμα 22 παρουσιάζει τη χρήση καυσίμων το 2001 για τις ακόλουθες χώρες της ΕΕ- 15: Αυστρία, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Κάτω Χώρες, Σουηδία και UK (Euroheat & Power, 2003). Η συνολική παραγωγή θερμότητας αυτών των χωρών το 2001 ήταν περίπου 270,8 TWh.



Σχήμα 22: Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τη CHP/DH στις χώρες ΕΕ- 15 το 2001, (Euroheat & Power, 2003) [49]

Στις χώρες αυτές ο άνθρακας συμμετείχε με 34% και το φυσικό αέριο με 31%. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RES) είχαν μερίδιο 11%, και το υπόλοιπο 24% προερχόταν από απόβλητα, πετρέλαιο και άλλες πηγές. Παραδείγματος χάριν, το μερίδιο του φυσικού αερίου στην παραγωγή DH στην Ολλανδία ήταν 81%, το υπόλοιπο μέρος ήταν κυρίως άνθρακας, ενώ στη Φινλανδία η χρήση καυσίμων στην CHP/DH περιείχε φυσικό αέριο (36%), άνθρακα (27,6%), τύρφη (18,5%), πετρέλαιο (6,6%), ξύλο (7,6%) και άλλα καύσιμα (3,8%). (Euroheat & Power, 2003)

Η χρήση των καυσίμων για DH και CHP στις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης (Τσεχία, Εσθονία, Ουγγαρία, Λετονία, Λιθουανία, Πολωνία και Σλοβακία) διαφέρει από τη χρήση στις χώρες της ΕΕ- 15 (σχήμα 23). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα απόβλητα και άλλες πηγές συμμετείχαν λιγότερο από 10%, ενώ ο άνθρακας ήταν το κυρίαρχο καύσιμο ειδικά στην Πολωνία, Τσεχία και Σλοβακία. Η συνολική παραγωγή θερμότητας αυτών των χωρών το 2001 ήταν περίπου 181 TWh. (Euroheat & Power, 2003) [49]



Σχήμα 23: Τα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν στην CHP/DH στις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης το 2001. (Euroheat & Power, 2003) [49]

3.5 Κριτήρια αξιολόγησης μιας επένδυσης συμπαραγωγής για τηλεθέρμανση

Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται στα συστήματα συμπαραγωγής είναι αναμφίβολα το μεγαλύτερο πλεονέκτημα που συντέλεσε στη διάδοσή τους. Η οικονομική απόδοση μιας επένδυσης συμπαραγωγής για τηλεθέρμανση αποτελεί το βασικότερο κριτήριο για την αξιολόγηση και την επιτυχία της. Παράλληλα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλα κριτήρια όπως χρηματοδοτικά, συναλλαγματικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά, κατά την αξιολόγηση της επένδυσης. [48]

Η πληθώρα των δυνατοτήτων συνδυασμού παραγωγής ηλεκτρικής και θερμαντικής ισχύος και οι πολλαπλές ιδιαιτερότητες συγκεκριμένων περιοχών δεν επιτρέπουν μια κωδικοποίηση του σχεδιασμού συστημάτων συμπαραγωγής και τηλεθέρμανσης. [50]

Ο πιο κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει την οικονομική απόδοση μιας επένδυσης συμπαραγωγής για τηλεθέρμανση είναι η ύπαρξη ή όχι δικτύου διανομής της θερμότητας. Εάν υπάρχει το δίκτυο, τότε η επένδυση συμπαραγωγής συγκρίνεται μόνο με τις επενδύσεις εναλλακτικών τρόπων παραγωγής θερμότητας. Δυσκολότερη είναι η περίπτωση που δεν υπάρχει δίκτυο διανομής θερμότητας όπως συμβαίνει και με τις ελληνικές πόλεις. Η περίπτωση είναι δυσμενέστερη οικονομικά, γιατί πρέπει να αποσβεσθεί επιπλέον και το κόστος κατασκευής του δικτύου το οποίο είναι σημαντικό. [48]

Επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη αρκετοί άλλοι παράγοντες κυρίως από την πλευρά της παραγωγής θερμότητας που επηρεάζουν την αξιολόγηση, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι οι εξής:

- Το κόστος καυσίμου που χρησιμοποιείται για την συμπαραγωγή και το κόστος των ανταγωνιστικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται για παραγωγή θερμότητας είτε κεντρικά είτε μεμονωμένα από τους καταναλωτές.
- Το μέγεθος του θερμικού φορτίου και η εξέλιξη του. Σημαντικές οικονομίες κλίμακος μπορεί να επιτευχθούν για μεγαλύτερα θερμικά φορτία και συνεπώς για μεγαλύτερες μονάδες συμπαραγωγής.
- Η καμπύλη του θερμικού φορτίου κατά τη διάρκεια του έτους. Η μικρή διακύμανση του φορτίου κατά τη διάρκεια του έτους οδηγεί σε υψηλούς βαθμούς χρησιμοποίησης της επένδυσης και σε ευνοϊκή οικονομικότητα. Ο παράγων αυτός επηρεάζεται κυρίως από τις κλιματολογικές συνθήκες και είναι ευνοϊκότερος σε ψυχρά κλίματα. Η καμπύλη φορτίου επηρεάζεται σε

μικρότερο βαθμό και από τη συμπεριφορά των καταναλωτών, ιδίως κατά τις περιόδους που το φορτίο θέρμανσης χώρων είναι μικρό (π.χ. υψηλό φορτίο θέρμανσης νερού το καλοκαίρι είναι ευνοϊκός παράγων).

- Ο λόγος του φορτίου θερμότητας προς την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ για νέες εγκαταστάσεις συμπαραγωγής.

Συμπερασματικά, η απόφαση για μια επένδυση συμπαραγωγής για τηλεθέρμανση πρέπει να στηρίζεται σε αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων και είναι αναγκαία η εκπόνηση εμπεριστατωμένης μελέτης σκοπιμότητας για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. [48]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

4.1 Εισαγωγή

Μια σημαντική πηγή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή θερμότητας σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης είναι η βιομάζα.

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση και περιλαμβάνει τα πάσης φύσεως υλικά που προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και/ή αέριων καυσίμων. [51], [27]

Η τεχνολογία της θέρμανσης με βιομάζα δεν είναι νέα. Για πολλά έτη οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιήσει τις σόμπες και τους φούρνους για τη θέρμανση χώρου. Η ανάπτυξη των αυτόματων συστημάτων θέρμανσης βιομάζας άρχισε στη Σκανδιναβία στη δεκαετία του '70, ως εναλλακτική λύση έναντι των συστημάτων συμβατικής καύσης λόγω των υψηλών τιμών του πετρελαίου. Σήμερα, υπάρχουν χιλιάδες από αυτά τα συστήματα σε λειτουργία σε όλο τον κόσμο, που χρησιμοποιούν πλήθος από διαφορετικού τύπου καύσιμα βιομάζας. [52]

Στα πλαίσια της επίτευξης των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο αλλά και στην προσπάθεια διασφάλισης του ενεργειακού ανεφοδιασμού σημαντικός ρόλος αποδίδεται στις ΑΠΕ συμπεριλαμβανομένης της χρήσης της βιομάζας, ως εναλλακτικές μορφές υποκατάστασης της χρήσης των ορυκτών καυσίμων. [29]

Στον τομέα της βιομάζας υπάρχει αξιόλογο αδιάθετο δυναμικό που μπορεί να συμβάλει στην ενεργειακή επάρκεια, καθώς τα αποθέματα του αργού πετρελαίου, του ορυκτού άνθρακα και του φυσικού αερίου αρχίζουν και εξαντλούνται, αλλά και στην κάλυψη μεγάλου ποσοστού των θερμικών και ενεργειακών αναγκών. [53]

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκ. τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο $3 \cdot 10^{21}$ J, δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.). [54]

Η ΕΕ καλύπτει επί του παρόντος το 4% των ενεργειακών αναγκών της με βιομάζα. Εάν αξιοποιούσε πλήρως το δυναμικό της, θα μπορούσε να υπερδιπλασιάσει τη χρήση βιομάζας μέχρι το 2010 (από 69 εκατ. ΤΙΠ το 2003, σε περίπου 185 εκατ. ΤΙΠ το 2010) –συμμορφούμενη με τις ορθές γεωργικές πρακτικές, διασφαλίζοντας αιεφόρο παραγωγή βιομάζας και χωρίς να επηρεάζει σημαντικά την εγχώρια παραγωγή τροφίμων. [55]

Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας από γεωργικά υπολείμματα (σιτηρά αραβόσιτο, βάμβακα, καπνό, ηλιάνθο, κλαδοδέματα, κληματίδες και πυρηνόξυλο) για παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα συνίσταται σε περίπου 7.500.000 τόνους ή περίπου σε 3.000.000 ΤΙΠ, ενώ τα δασικά μπορεί να ανέλθουν σε 2.700.000 τόνους ή περίπου σε 1.000.000 ΤΙΠ (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.). [54]

Στην Ελλάδα οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς εκτός από την ύπαρξη σημαντικού δυναμικού, υπάρχουν και οι κατάλληλοι μηχανισμοί ανάπτυξης (Περιφερειακά Επιχειρησιακά Προγράμματα, Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας κ.λ.π.). [27]

Το μέσο ενεργειακό περιεχόμενο της βιομάζας είναι περίπου 3822 Kcal (15,925 KJ/Kg) ανά κιλό ξηράς ουσίας και ενεργειακά ισοδυναμεί με 0,4 kg πετρελαίου. Ο πίνακας 1 εμφανίζει το ενεργειακό περιεχόμενο κάποιων φυτικών υπολειμμάτων. [27]

Είδος	Ενεργειακό περιεχόμενο (Kcal/kg)
Υπολείμματα ξύλου	3.300
Υπολείμματα εκκοκισμού βάμβακος	3.400
Ελαιοπυρήνες	4.000
Υπολείμματα αμυγδάλων	4.500
Υπολείμματα ρυζιού	3.650
Άχυρο	4.000

Πίνακας 1: Ενεργειακό περιεχόμενο Φυτικών Υπολειμμάτων [27]

4.2 Αεριοποίηση βιομάζας

Η αεριοποίηση είναι η διεργασία με την οποία η βιομάζα μετατρέπεται σε αέριο με τον ταυτόχρονο σχηματισμό στερεού υπολείμματος. Η αρχή στην οποία βασίζεται η τεχνική της αεριοποίησης είναι η εξής :

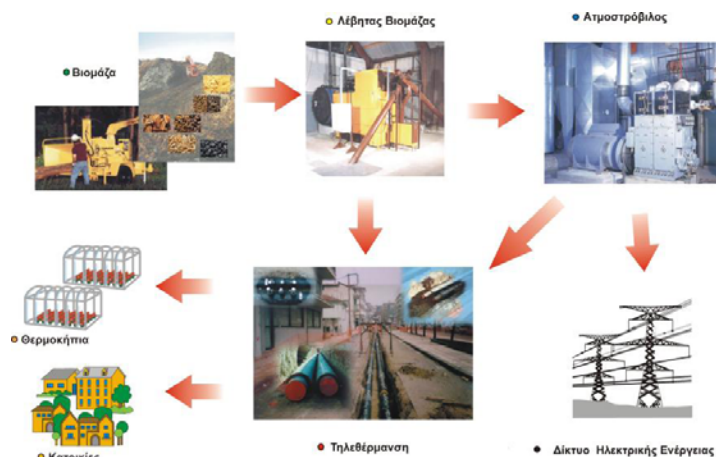
Η βιομάζα κατέρχεται, λόγω της βαρύτητας μέσα σε αντιδραστήρα κυλινδρικού σχήματος. Κατά τη διάρκεια της παραμονής του στον αντιδραστήρα, το καύσιμο καίγεται ατελώς (με έλλειμμα αέρα) με αποτέλεσμα την απελευθέρωση αερίου του οποίου τα καύσιμα συστατικά είναι μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και υδρογόνο (H₂).

Η αεριοποίηση της βιομάζας παρέχει τη δυνατότητα για χρήση της τελευταίας σε κινητήρες και σε μονάδες συνδυασμένου κύκλου με σκοπό τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. [27]

Οι μονάδες συμπαραγωγής που χρησιμοποιούν βιομάζα συνήθως είναι θερμοδυναμικού κύκλου Rankine όπου ο ατμός θερμαίνεται από την καύση της βιομάζας σε λέβητες ρευστοποιημένης κλίνης ή κινούμενης εσχάρας. Η βιομάζα ως «ουδέτερο» καύσιμο ως προς τις εκπομπές του CO₂ παρουσιάζει ενδιαφέρον στην χρήση από συστήματα συμπαραγωγής, περιορίζοντας έτσι σημαντικά την χρήση των ορυκτών καυσίμων. [29]

Κατά τη μέθοδο αυτή η βιομάζα αεριοποιείται και το παραγόμενο αέριο διοχετεύεται σε μια τροποποιημένη μηχανή εσωτερικής καύσεως, η οποία συνδέεται με μια ηλεκτρική γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Οι κατάλληλοι

εναλλάκτες θερμότητας είναι έτσι προσαρμοσμένοι, ώστε το νερό ψύξεως από την ηλεκτρογεννήτρια αλλά και από τον αεριοποιητή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τηλεθέρμανση. [27]



Σχήμα 24: Ενεργειακή Αξιοποίηση της Βιομάζας για την Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού [27]

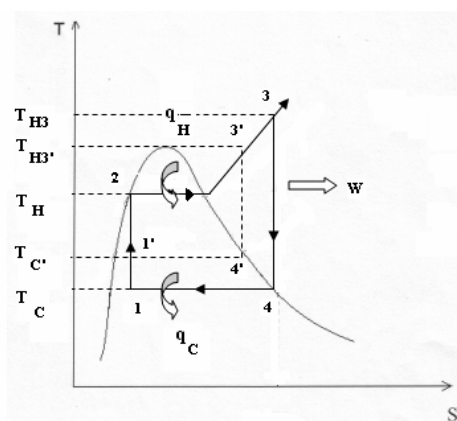
4.3 Περιβαλλοντικές εφαρμογές του κύκλου RANKINE

Ο κύκλος ατμού RANKINE εφαρμόζεται όταν μας ενδιαφέρει η ενεργειακή αξιοποίηση από την καύση υλών σημαντικής θερμογόνου δύναμης, είτε π.χ. βιοκαυσίμων, είτε στερεών απορριμμάτων (σκουπιδιών). Ο κύκλος RANKINE είναι ένας θερμοδυναμικά φιλικός κύκλος έχοντας σαν εργαζόμενο μέσο τον υδρατμό, το νερό δηλαδή στην υγρή ή την αέρια του μορφή.

Από την καύση της περιβαλλοντικά ενδιαφέρουσας ουσίας (βιοκαύσιμο, σκουπίδια) τα παραγόμενα καυσαέρια οδηγούνται σε λέβητα ούτως ώστε να θερμανθεί το ύδωρ. Αν ο στόχος είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είτε η συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμού ύδατος τηλεθέρμανσης, τότε η θέρμανση αυτή του ύδατος στον λέβητα γίνεται με στόχο τη μεταβολή της φάσης προς αρχικά κορεσμένο και μετέπειτα υπέρθερμο ατμό.

Αν ο στόχος είναι η παραγωγή ζεστού νερού τηλεθέρμανσης μόνον, τότε ένας εναλλάκτης θερμότητας αρκεί ούτως ώστε το θερμό ρεύμα (τα καυσαέρια) να θερμαίνουν το ψυχρό ρεύμα του νερού προς την θερμοκρασία η οποία είναι απαραίτητη στην τηλεθέρμανση (τουλάχιστον 80° C). Αν τέλος ο στόχος είναι η συμπαραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και θερμού ύδατος το σχεδιάγραμμα το οποίο εφαρμόζεται είναι το ακόλουθο: (Σχήμα 25)

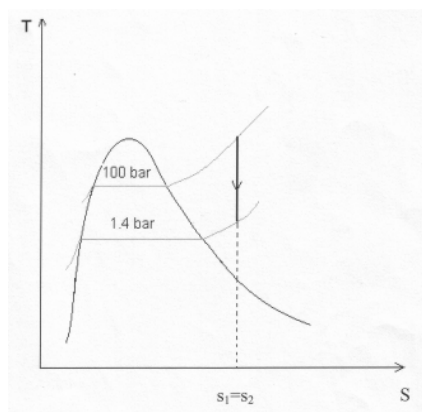
Σε ένα διάγραμμα T-S ο κινητήρας RANKINE έχει την ακόλουθη μορφή. (Σχήμα 26).



Για μεγιστοποίηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, πρέπει να επιλεγεί μια χαμηλή τιμή της T_C , π.χ. 293 K (20° C).

Για την εκμετάλλευση της απορριπτόμενης ποσότητας q_c σε έναν εναλλάκτη θερμότητας για σκοπούς της τηλεθέρμανσης, πρέπει να επιλεγεί μια T_c σχετικά υψηλή, π.χ. $\cong 110^\circ \text{C}$ η οποία αντιστοιχεί σε πίεση κορεσμένου ατμού 1,4 bar. (Σχήμα 27)

Τα δεδομένα παρέχονται στο διάγραμμα Mollier (σε συντεταγμένες T-S ή και σε h-S), όπου δίδονται κατευθείαν οι ενθαλπίες των υπεισερχόμενων καταστάσεων του υδρατμού. [56]



Σχήμα 27: Επιλογή σημείων εργασίας του κύκλου RANKINE

4.4 Τηλεθέρμανση με βιομάζα στην Ελλάδα

Τα απογεγραμμένα δασικά και γεωργικά υπολείμματα της Ελλάδας ανέρχονται σε 10.000.000 τόνους το χρόνο περίπου. Επειδή τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα της χώρας είναι αποκεντρωμένα και διάσπαρτα σε όλη την χώρα, η εγκατάσταση μονάδων ΣΗΘ μικρής ισχύος, αποτελούν ιδανικές πηγές για την αντιμετώπιση αναγκών τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης σε όλη τη χώρα, προωθώντας ένα τοπικό πλαίσιο ανάπτυξης.

Το τμήμα βιομάζας του ΚΑΠΕ εκτελεί μελέτες Τηλεθέρμανσης κατοικιών με δασικά υπολείμματα καθώς και συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με την αξιοποίηση της διαθέσιμης βιομάζας σε βιομηχανικές μονάδες, Δήμους ή Κοινότητες. [43]

Παρακάτω αναφέρονται ενεργειακά έργα που έχουν ανατεθεί σε συνεργασία με το ΚΑΠΕ και σχετίζονται με μικρές εφαρμογές τηλεθέρμανσης.

Τίτλος Έργου: Ενεργειακή μελέτη λέβητα καύσης απορριμμάτων βάμβακος για την κάλυψη θερμικών αναγκών της παραγωγής και τηλεθέρμανσης του μηχανοστασίου των "Εκκοκκιστηρίων Μακεδονίας Α.Ε". Εξοικονόμηση 3 GWh/έτος θερμικής ενέργειας.

Έτος: 2001

Φορέας ανάθεσης: Ελληνική Υφαντουργία Α.Ε.

Τίτλος Έργου: Ενεργειακή μελέτη λέβητα καύσης απορριμμάτων του εκκοκκιστηρίου της κλωστοϋφαντουργίας ΕΠΙΛΕΚΤΟΣ Α.Ε. στην Λειβαδιά, και

αξιοποίηση της παραγόμενης θερμότητας για ξήρανση του σύσπορου βαμβακιού, ύγρανση του εκκοκκισμένου και τηλεθέρμανση γραφείων. Εξοικονόμηση 5 GWh/έτος θερμικής ενέργειας.

Έτος: 2001

Φορέας ανάθεσης: ΕΠΙΛΕΚΤΟΣ Α.Ε.

Τίτλος Έργου: Ενεργειακή μελέτη λέβητα καύσης απορριμμάτων του εκκοκκιστηρίου "Αφοι Καραγιώργου Α.Ε." και αξιοποίηση της παραγόμενης θερμότητας για ξήρανση του σύσπορου βαμβακιού και τηλεθέρμανση μηχανοστασίου-γραφείων. Εξοικονόμηση 5,5 GWh/έτος θερμικής ενέργειας.

Έτος: 1997

Φορέας ανάθεσης: Αφοι Καραγιώργου Α.Ε.

Τίτλος Έργου: Ενεργειακή μελέτη λέβητα καύσης απορριμμάτων βάμβακος για την κάλυψη θερμικών αναγκών της παραγωγής και τηλεθέρμανση του μηχανοστασίου του εκκοκκιστηρίου ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ. Εξοικονόμηση 3 GWh/έτος θερμικής ενέργειας.

Έτος: 1997

Φορέας ανάθεσης: ΕΝΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΩΝ ΛΑΜΙΑΣ [27]

Τέλος αξίζει να γίνει πιο εκτενή αναφορά στα παρακάτω έργα:

4.4.1 Τηλεθέρμανση στη Δαδιά- Έβρου με αξιοποίηση δασικών υπολειμμάτων

Στη Δαδιά, χωριό του Έβρου με 800 μόνιμους κατοίκους, έχει αναπτυχθεί μονάδα τηλεθέρμανσης με βιομάζα ικανού μεγέθους για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης ολόκληρου του οικισμού. Το προστατευόμενο δάσος της περιοχής (250.000 στρεμμάτων) αποτελεί έναν σημαντικό βιότοπο για αρπακτικά πουλιά. Το έργο της τηλεθέρμανσης εντάσσεται μέσα στην ευρωπαϊκή πολιτική για την αειφόρο περιφερειακή ανάπτυξη και η χρηματοδότησή του έγινε μέσα στα πλαίσια υλοποίησης του προγράμματος ECOS-OUVERTURE. [27]

Το σύστημα τηλεθέρμανσης είναι ισχύος 800 KWth και εξυπηρετεί με θερμότητα 80 σπίτια και τα δημόσια κτίρια στη Δαδιά. Αποτελείται από την αποθήκη βιομάζας, το λέβητα, τα συστήματα ελέγχου και το δίκτυο διανομής. Η δασική βιομάζα συλλέγεται στο δάσος και τεμαχίζεται σε κορμούς μήκους 1-1,2 m. Κατόπιν ακολουθεί η διαδικασία θρυμματισμού του ξύλου που πραγματοποιείται με τη βοήθεια ειδικού θρυμματιστή (chipper), ο οποίος μπορεί να τεμαχίσει κορμούς διαμέτρου έως 30 cm. Η θρυμματισμένη βιομάζα μεταφέρεται με γεωργικό ελκυστήρα, ο οποίος φέρει πλατφόρμα, στον περιβάλλοντα χώρο της εγκατάστασης και από εκεί στην αποθήκη, από όπου τροφοδοτεί το θάλαμο καύσης αυτόματα και ανάλογα με ζήτηση θερμότητας των καταναλωτών.



Σχήμα 28: Ο χώρος αποθήκευσης του θρυμματισμένου ξύλου.

Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι καύση σε κινούμενη εσχάρα, με αποτέλεσμα την επίτευξη βέλτιστης καύσης που συνεπάγεται την ελάχιστη εκπομπή αερίων ρύπων. Ο επιτυγχανόμενος βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης φτάνει περίπου στο 85%. Η παραγόμενη θερμότητα θερμαίνει το νερό στο λέβητα (δύο διαδρομών καυσαερίου), σε θερμοκρασία 90° C, το οποίο με τη βοήθεια αντλιών, τροφοδοτεί το κλειστό κύκλωμα του δικτύου των χρηστών. Η μερική ανακυκλοφορία των καυσαερίων εξασφαλίζει την ξήρανση του καυσίμου. Η υπόλοιπη ποσότητα, αφού διέλθει μέσα από σύστημα πολυκυκλώνων (φυγοκεντρικοί διαχωριστές), όπου συγκρατείται η ιπτάμενη τέφρα (αιωρούμενα σωματίδια), καταλήγει μέσω της καπνοδόχου στην ατμόσφαιρα.



Σχήμα 29: Το λεβητοστάσιο του σταθμού τηλεθέρμανσης

Η στάχτη που παράγεται από την καύση συλλέγεται σε κινητούς κάδους (τοποθετούνται κάτω από την καπνοδόχο) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λίπανση των αγρών. Εκτιμάται ότι για τη λειτουργία της μονάδος απαιτούνται 600 t/έτος ξύλο. [27]

4.4.2 Μελέτη δικτύου τηλεθέρμανσης με βιομάζα της κοινότητας Νυμφασίας του Νομού Αρκαδίας

1. Γενικά

Το 1992 έγινε μελέτη με αντικείμενο τον σχεδιασμό εγκατάστασης για την τροφοδοσία θερμού νερού στα σπίτια της κοινότητας Νυμφασίας στο Νομό Αρκαδίας, για τη θέρμανση τους καθώς και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Η εγκατάσταση θα καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 80 κατοικιών και 600 μ² κοινοτικών χώρων. Το καύσιμο που θα χρησιμοποιείται στην εγκατάσταση θα είναι μικρά τεμάχια ξύλου τα οποία θα δημιουργούνται σε ειδικό μηχάνημα τεμαχισμού των ξύλων του δάσους που αφθονούν στα βουνά γύρω από την κοινότητα.

Στη συνέχεια το καύσιμο θα μεταφέρεται στην αποθήκη του χώρου της εγκατάστασης όπου σε τακτά χρονικά διαστήματα θα προωθείται σε σιλό τροφοδοσίας. Από το σιλό μέσω κατάλληλου μεταφορικού κοχλία θα τροφοδοτείται η εστία καύσης και η θερμότητα των καυσαερίων θα παράγει εντός του λέβητα το θερμό νερό τροφοδοσίας του δικτύου. Από το λέβητα μέσω κατάλληλων αντλιών το θερμό νερό θα τροφοδοτεί το δίκτυο σωληνώσεων από όπου θα καταλήγει τελικά στους καταναλωτές της κοινότητας.

2. Επιλογή δικτύου – Σχέδιο Δικτύου

Η επιλογή του δικτύου, ολοκληρώθηκε αφού πρώτα οριστικοποιήθηκε ο τόπος της εγκατάστασης του λεβητοστασίου και της αποθήκης του καυσίμου. Και αυτό διότι υπήρχαν τρεις εναλλακτικοί χώροι από τους οποίους προτιμήθηκε ο χώρος δίπλα και

κάτω από την κεντρική πλατεία του χωριού λόγω κυρίως της κεντρικής του θέσης αλλά και της ευκολότερης πρόσβασης και ευκολίας οικοδόμησης.

Οι παράγοντες που λήφθηκαν υπ' όψιν για την επιλογή του δικτύου ήταν:

- Η τοπογραφική μορφή της κοινότητας της οποίας η δόμηση είναι αμφιθεατρική σε δύο γειτονιές κείμενες εκατέρωθεν του κεντρικού δρόμου της πλατείας.
- Οι θερμικές απαιτήσεις των σπιτιών και η τοπογραφική τους θέση.
- Η όδευση των σωληνώσεων σε δρόμους και σοκάκια όπου οι εργασίες εκσκαφής χάνδακα για την τοποθέτηση των σωλήνων εντός του εδάφους δεν απαιτεί πολλούς εκβραχισμούς. Η επιλογή αυτή έγινε σε συνεργασία με τον πρόεδρο της κοινότητας.
- Η μικρότερη δυνατή απόσταση της τελευταίας κατανάλωσης κάθε κλάδου, έτσι ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ του νερού της παροχής των πρώτων σπιτιών με τα τελευταία.
- Η δυνατότητα ετεροχρονισμού των καταναλώσεων, που στην περίπτωση ισχύει για την εκκλησία και το σχολείο όπου τα χρονικά διαστήματα λειτουργίας των δεν συμπίπτουν εν γένει.

Έτσι το δίκτυο επιλέγει να έχει δύο κυκλώματα τα οποία καλύπτουν τις δύο γειτονιές. Η ακριβής επιλογή τους έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν ισοδύναμα θερμικά φορτία. Καθένα από αυτά τα κυκλώματα αποτελείται από δύο κλάδους (A1, A2 και B1, B2), οι οποίοι είναι σχεδόν ισοδύναμοι.

Η τελική μορφή του δικτύου και η θέση των καταναλωτών φαίνονται στο επισυναπτόμενο σχέδιο.

Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική οι θερμοκρασίες προσαγωγής και επιστροφής ελήφθησαν τέτοιες ώστε να έχουν διαφορά θερμοκρασίας $\Delta T = 40^{\circ} \text{C}$.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση που το δίκτυο θεωρείται μικρό για τηλεθέρμανση και λόγω της τάσης διεθνώς να χρησιμοποιούνται όλο και χαμηλότερες θερμοκρασίες λόγω διαφόρων πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν επελέγησαν τα εξής:

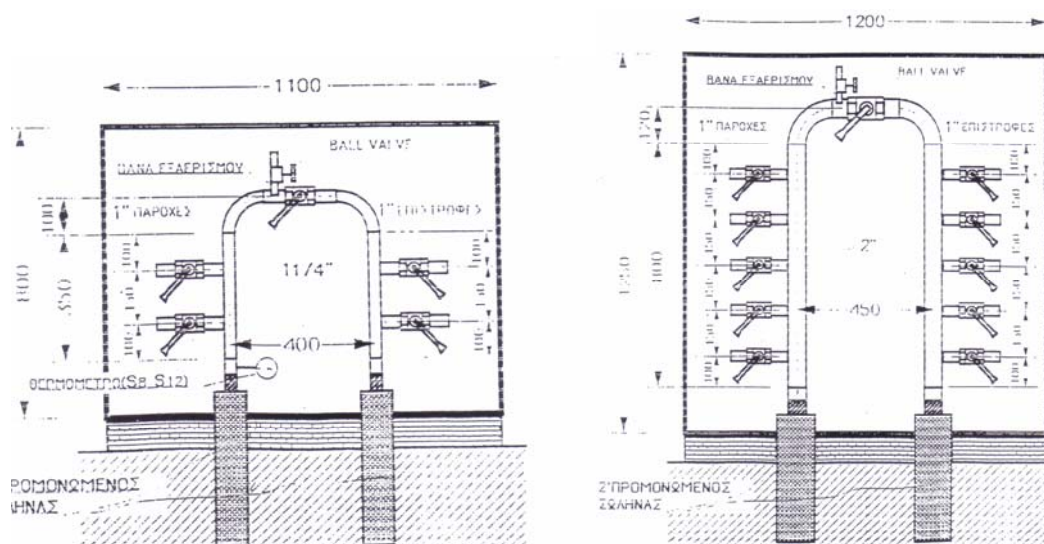
- Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού νερού: 90°C
- Θερμοκρασία επιστροφής θερμού νερού : 50°C

Στη μελέτη έχουν υπολογισθεί θερμικές απώλειες του δικτύου 4°C και λαμβάνεται στις καταναλώσεις $\Delta T = 36^{\circ} \text{C}$.

3. Υποσταθμοί Διανομής

Για την διανομή του θερμού νερού στα σπίτια λήφθηκαν υπόψη οι τρόποι διανομής σε παρόμοιες εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης του εξωτερικού για μικρούς συννοικισμούς ή μικρά χωριά.

Επελέγησαν 24 υποσταθμοί διανομής κατά μήκος του δικτύου και καθένας φέρει μία έως 6 αναμονές. Ενδεικτικά παρακάτω παρουσιάζονται κάποιοι από τους τύπους των υποσταθμών που χρησιμοποιήθηκαν.



Σχήμα 30: Υποσταθμοί διανομής δικτύου Τηλεθέρμανσης Κοινότητας Νυμφασίας

4. Εστία καύσης

Η εστία καύσης είναι του οίκου DAN TRIM Δανίας τύπου DT 12 VBU για την καύση μικρών τεμαχίων ξύλου αποδόσεως 1.200.000 kcal/h. Θα τροφοδοτείται από το σιλό τροφοδοσίας μέσω κατάλληλου μεταφορικού κοχλία και συστήματος προωθήσεως του καυσίμου εντός της εστίας.

Η ψύξη της εστίας θα γίνεται με νερό που θα λαμβάνεται από τον λέβητα αυξάνοντας έτσι τον συνολικό βαθμό απόδοσης.

Η παραγόμενη τέφρα, μέσω κατάλληλου μεταφορικού κοχλία απορρίπτεται σε ειδικό δοχείο περισυλλογής ώστε να απομακρύνεται εύκολα. Η εστία θα έχει πλήρη ηλεκτρολογικό πίνακα με όλους τους ηλεκτρονικούς αυτοματισμούς για την απρόσκοπτη και ασφαλή λειτουργία της.

5. Λέβητας θερμού νερού

Ο λέβητας θερμού νερού είναι χαλύβδινης κατασκευής σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές (ΕΛΟΤ 234) και συνδέεται με την εστία καύσης μέσω κατάλληλα διαμορφωμένου αγωγού.

Θα έχει δυνατότητα λειτουργίας στις 6,5 atm, ενώ έχει δοκιμασθεί και στις 9 atm.

Η ψύξη της εστίας καύσης θα γίνεται με νερό που λαμβάνεται από την επιστροφή του δικτύου. Μέσω βάννας πληρώσεως το κύκλωμα θα τροφοδοτείται αυτόματα με νερό πόλεως.

6. Πολυκυκλώνας και καμινάδα

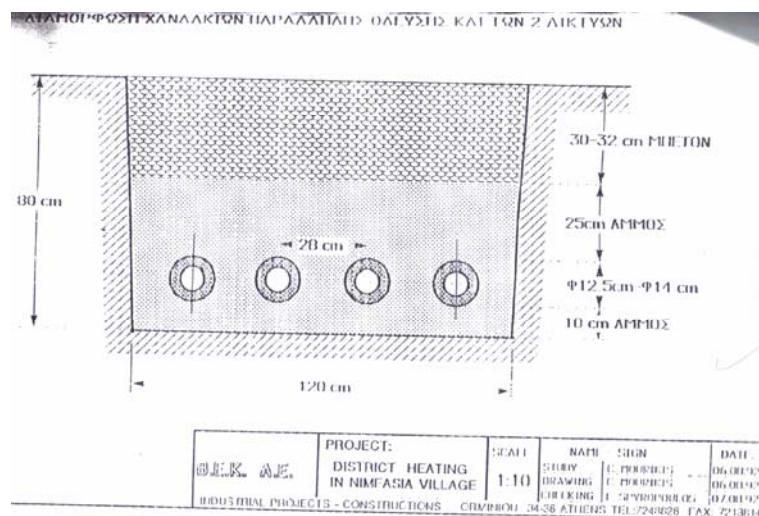
Για την μικρότερη δυνατή εκπομπή αιθάλης θα υπάρχει κατάλληλος πολυκυκλώνας κατακράτησης των αιρουμένων σωματιδίων. Τα καπναέρια μέσω κατάλληλου φυγοκεντρικού ανεμιστήρα θα αναρροφώνται από τον λέβητα και θα καταθλίβονται στην καμινάδα. Η καμινάδα θα είναι πυρίμαχης κατασκευής με κατάλληλο ύψος ώστε να έχουμε τον καλύτερο δυνατό ελκυσμό για τις δεδομένες συνθήκες και

ταυτόχρονα να επιτυγχάνεται η απομάκρυνση και η διασπορά των καπναερίων χωρίς σημαντική ενόχληση των γύρω σπιτιών.

7. Σωληνώσεις

Οι σωληνώσεις του κτιρίου είναι από προμονωμένους σωλήνες του οίκου LOGSTOR ROR Δανίας, σύμφωνα με τα διεθνή στάνταρ. Οι σωλήνες θα είναι χαλύβδινοι st 37 άνευ ραφής δοκιμασμένοι σε πίεση 70 bars.

Οι σωληνώσεις θα είναι τοποθετημένες σε χάνδακα διαστάσεων (60 cm * 60 cm) και θα καλύπτονται κάτωθεν και άνωθεν από στρώμα άμμου για την αποφυγή συγκέντρωσης υγρασίας, την εύκολη διαστολή των αγωγών και την προστασία τους από τυχόν αιχμηρές πέτρες.



Σχήμα 31: Διαμόρφωση χαντακιών παράλληλης όδευσης και των 2 δικτύων

8. Αποθήκη καυσίμου και σιλό τροφοδοσίας

Για την τροφοδοσία της εστίας με καύσιμο απαιτείται σιλό τροφοδοσίας με χωρητικότητα τέτοια ώστε να καλύπτει το φορτίο για 2 μέρες το ελάχιστο για τα παρακάτω δεδομένα της εγκατάστασης.

Θερμικό φορτίο εστίας: 1.200.000 kcal/h

Πυκνότητα καυσίμου : 250 kcal/m³

Υγρασία: 25%

Περιεκτικότητα τέφρας : 3% κατά βάρος

Σύμφωνα με τους Δανούς κατασκευαστές απαιτείται παροχή καυσίμου 1m³/h περίπου.

Με βάση τις δεδομένες διαστάσεις του χώρου και την παραπάνω παροχή το σιλό θα έχει όγκο 4,2 m * 4,2 m * 4,9 m = 86,4 m³ που επαρκεί για περίπου 4 ημέρες μεγίστου φορτίου.

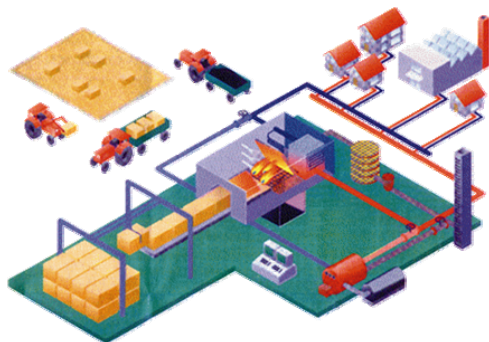
Για την προστασία του λεβητοστασίου από τυχόν πυρκαγιά, θα υπάρχει αυτόματο σύστημα ανίχνευσης καπνού και πυρόσβεσης με καταιωνισμό νερού. Θα υπάρχουν

ακόμα σε επιλεγμένα σημεία του χώρου, πυροσβεστικές φιάλες με το κατάλληλο πυροσβεστικό υλικό.

Το έργο αυτό αποτελεί πρότυπο για την ανάπτυξη παρόμοιων εφαρμογών σε κοινότητες και δήμους της χώρας, δεδομένου ότι εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων, αξιοποίηση των τοπικών ενεργειακών πόρων και συνεισφέρει στη βελτίωση του περιβάλλοντος. [58]

4.5 Τηλεθέρμανση από την καύση άχυρου στην πόλη Schkolen στην Γερμανία

Οι τοπικές αρχές του Schkolen, μιας μικρής αγροτικής πόλης της πρώην Ανατολικής Γερμανίας, ανέπτυξαν το πρώτο εργοστάσιο τηλεθέρμανσης με καύση άχυρου στη Γερμανία. Οι εγκαταστάσεις αυτές καλύπτουν τις ανάγκες σε θέρμανση και ζεστό νερό 600 σπιτιών που στεγάζουν 1.600 άτομα, 8 δημοσίων κτιρίων και 47 βιομηχανικών κτιρίων, όλο το χρόνο. Το έναυσμα δόθηκε από οικονομικά και περιβαλλοντικά θέματα που απασχολούν τις αρχές, από τη μια ελπίζουν να προωθήσουν την τοπική γεωργία και γενικά να βελτιώσουν την περιφερειακή οικονομία και από την άλλη επιδιώκουν να περιορίσουν την εξάρτηση της περιοχής από την καύση λιγνίτη για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών.



Σχήμα 32: Τηλεθέρμανση από την καύση άχυρου, Scholen, Γερμανία

Η απόφαση για την υλοποίηση του σχεδίου λήφθηκε το 1991. Το πρώτο βήμα των τοπικών αρχών ήταν να ενημερώσουν σχετικά με τα πλεονεκτήματα του έργου τους αγρότες που θα προμήθευαν το άχυρο, καθώς και τους καταναλωτές που θα χρησιμοποιούσαν την παραγόμενη θερμότητα. Το κλειδί για να εξασφαλιστεί η υποστήριξη των τελευταίων, ήταν να πειστούν ότι το εργοστάσιο έχει τη δυνατότητα να προμηθεύει τη θερμότητα πιο φθηνά από τους οικιακούς λέβητες που καίνε πετρέλαιο ή φυσικό αέριο, αν ληφθεί υπόψη το συνολικό κόστος. Η εγκατάσταση του αγωγού τηλεθέρμανσης μήκους 7,2 χλμ. διήρκεσε, από τον Οκτώβριο του 1992, μέχρι τον Απρίλιο του 1993. Η κατασκευή του ίδιου του εργοστασίου ξεκίνησε το Δεκέμβριο του 1992 και ολοκληρώθηκε τον Οκτώβριο του 1993. Ο λέβητας των εγκαταστάσεων που καίει άχυρο είναι ισχύος 3,15 MW. Ακόμα, για την κάλυψη του φορτίου αιχμής χρησιμοποιείται και ένας πρόσθετος λέβητας 4 MW που καίει πετρέλαιο. Την ιδιοκτησία και την εκμετάλλευση του εργοστασίου έχουν η πόλη του Schkolen(52%) και η Volund (48%), η Δανική εταιρεία που παρείχε την τεχνολογία. Η Volund θα ενεργεί ως εταίρος στο έργο μέχρι το 1997.

Στο εργοστάσιο θα μεταφέρονται ετησίως 3.500 τόνοι άχυρου, οι οποίοι θα προέρχονται από 2.000 εκτάρια γεωργικής γης που βρίσκεται σε απόσταση 10 χλμ,

από την πόλη. Οι γεωργοί που προμηθεύουν το άχυρο έχουν ιδρύσει μια Ένωση, η οποία είναι υπεύθυνη για την προμήθεια δεματιών 500 κιλών που μεταφέρονται στο εργοστάσιο από την εταιρεία παροχής υπηρεσιών Schkoland GmbH. Φτάνοντας στο εργοστάσιο, το άχυρο, αφήνεται να στεγνώσει για πέντε μέρες σε ειδικό χώρο αποθήκευσης και στη συνέχεια μεταφέρεται με γερανό σε έναν υδραυλικό αξονικό προωθητή απ' όπου διοχετεύεται στο λέβητα. Σε πλήρες φορτίο, το σύστημα χρησιμοποιεί 900 κιλά άχυρο την ώρα. Το άχυρο αεριοποιείται στους 200 °C και το αέριο που προκύπτει καίγεται στους 900 °C. Τα καπναέρια που παράγονται από την καύση, περιδινούνται και ρέουν μέσα σε έναν εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος ψυχραίνει τα αέρια στους 120 °C. Η θερμότητα που ανακτάται με τον τρόπο αυτό χρησιμοποιείται για την παραγωγή ζεστού νερού, το οποίο διοχετεύεται στο δίκτυο τηλεθέρμανσης στους 80-120 °C, ανάλογα με τη ζήτηση θερμότητας. Τα καυσαέρια καθαρίζονται περνώντας μέσα από φίλτρα. Οι εκπομπές σκόνης στην ατμόσφαιρα είναι λιγότερες από 50 mg/m³.

Η στάχτη του άχυρου που παράγεται στο εργοστάσιο αναδιανέμεται στους προμηθευτές, οι οποίοι τη χρησιμοποιούν ως λίπασμα υψηλής ποιότητας.

Όλες οι λειτουργίες του εργοστασίου ελέγχονται από ένα κεντρικό ηλεκτρονικό σύστημα, ενώ με τα αυτόματα μέσα διαχείρισης που χρησιμοποιούνται, οι εγκαταστάσεις λειτουργούν χωρίς προσωπική επίβλεψη.

Το συνολικό κόστος του έργου, συμπεριλαμβανομένου του δικτύου κεντρικής θέρμανσης ανήλθε σε 5,5 εκατ. ECU. Χρηματοδοτήθηκε από το Thuringen 0,6 εκατ. ECU, καθώς και από ένα δάνειο από την Deutsche Bundesstiftung Umwelt 3,45 εκατ. ECU. Επιπλέον, κάθε κατοικία που εξυπηρετείται από το σύστημα, χρεώθηκε με μία εφάπαξ εισφορά σύνδεσης (1.000 ECU) και καταβάλλει ετήσια εισφορά συντήρησης (250 ECU). Η απόσβεση θα επιτευχθεί σε 20 χρόνια. Η αναμενόμενη διάρκεια ζωής του εργοστασίου υπολογίζεται σε 30 χρόνια. Αντισταθμίζοντας την ανάγκη για χρήση ορυκτών καυσίμων, το έργο επίσης συμβάλλει στην καθαρή ετήσια εξοικονόμηση 7.300 τόνων εκπομπών CO₂. [59]

4.6 Βασικές παράμετροι σχεδιασμού συστήματος τηλεθέρμανσης με βιομάζα

Τα συστήματα θέρμανσης βιομάζας τείνουν να έχουν υψηλότερο αρχικό κόστος από τα συμβατικά συστήματα καύσης ορυκτών καυσίμων. Επιπλέον, τα ποιοτικά τεχνικά χαρακτηριστικά της βιομάζας (θερμογόνο δύναμη, υγρασία) μεταβάλλονται από είδος σε είδος σε σχέση με τα διαθέσιμα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο κλπ.) του εμπορίου. Επίσης, οι συνθήκες μεταφοράς, αποθήκευσης και διαχείρισης της βιομάζας είναι πιο σύνθετες, και συχνά απαιτείται περισσότερος διαθέσιμος χώρος.

Για τους λόγους αυτούς, ένα σύστημα τηλεθέρμανσης με παραγωγή θερμότητας μέσω της καύσης βιομάζας είναι ελκυστικότερο όπου το κόστος των συμβατικών καυσίμων είναι υψηλό και όπου το κόστος διάθεσης της βιομάζας παραμένει χαμηλό. Αυτό συμβαίνει σε περιοχές όπου: χρησιμοποιείται κάποια δαπανηρή μορφή ενέργειας για τη θέρμανση χώρων και ζεστού νερού όπως το πετρέλαιο ή η ηλεκτρική ενέργεια, και τα υπολείμματα βιομάζας είναι διαθέσιμα κοντά στην εγκατάσταση με χαμηλό κόστος. [52]

Λόγω του μεγέθους και της πολυπλοκότητάς τους, η χρήση των αυτόματων συστημάτων καύσης βιομάζας είναι κατά ένα μεγάλο μέρος περιορισμένη στον βιομηχανικό, εμπορικό τομέα και τον τομέα της κατοικίας. Τα συστήματα αυτά βρίσκονται συνήθως στις αγροτικές και βιομηχανικές περιοχές, όπου οι περιορισμοί στις εκπομπές ρύπων είναι λιγότερο αυστηροί, η πρόσβαση των φορτηγών τροφοδοσίας είναι εύκολη, ο εξοπλισμός όπως οι φορτωτές μπορεί να είναι ήδη διαθέσιμος και οι εργάτες και το εξειδικευμένο προσωπικό που απαιτείται μπορεί ευκολότερα να βρεθεί.

Σημαντικό πρόβλημα που θα πρέπει να έχει επιλυθεί πριν από την έναρξη υλοποίησης ενός έργου τηλεθέρμανσης με βιομάζα, είναι η εξασφάλιση προμήθειας των απαιτούμενων ποσοτήτων βιομάζας και σε συμφωνημένες τιμές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μακροχρόνια συμβόλαια και συμφωνίες με τους αγρότες, τους δασικούς συνεταιρισμούς, τα Δασαρχεία κλπ. Επίσης, σημαντική είναι η δυνατότητα χρησιμοποίησης εναλλακτικού καυσίμου, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα, έτσι ώστε να είναι εξασφαλισμένη η τροφοδοσία του συστήματος με καύσιμο σε κάθε περίπτωση.

Βαρύνουσα σημασία πρέπει ακόμα να δοθεί στον υδραυλικό σχεδιασμό του συστήματος καύσης βιομάζας της εγκατάστασης της τηλεθέρμανσης, τόσο για την οικονομική λειτουργία της εγκατάστασης κατά τη διάρκεια μιας περιόδου πολλών ετών, όσο και για την επίτευξη μιας μακροχρόνιας διάρκειας ζωής. [38]

4.7 Συμπεράσματα

Η χρησιμοποίηση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης συμβάλλει στην αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου και στην αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με SO₂, παρέχει περισσότερη ενεργειακή σταθερότητα και δημιουργεί τοπικές θέσεις εργασίας. [52], [54]

Όμως η διάδοση της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας αντιμετωπίζει αρκετές δυσκολίες κυρίως στην Ελλάδα καθώς υπάρχει έλλειψη θεμελιώδους γνώσης σχετικά με την νέα τεχνολογία, και την παροχή βιώσιμων επενδυτικών ενεργειακών σχεδίων, για την θέρμανση κτιρίων και ολόκληρων οικισμών χρησιμοποιώντας σύγχρονες μονάδες καύσης βιομάζας και δικτύων τηλεθέρμανσης. [29], [60]

Είναι επιτακτική λοιπόν ανάγκη να διαδοθεί η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας καθώς σε μια περίοδο που διαρκώς ανεβαίνει η τιμή του πετρελαίου και παράλληλα βελτιώνονται οι τεχνολογίες αξιοποίησης της, θα μπορέσει να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής και γενικότερα στο μέλλον της ανθρωπότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Όπως αναφέρθηκε και στο δεύτερο κεφάλαιο η θερμική ενέργεια σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης μπορεί να παραχθεί και από την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας. Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης καλείται σύστημα γεωθερμικής τηλεθέρμανσης όταν χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό η γεωθερμική ενέργεια.

5.1 Ορισμός γεωθερμικής ενέργειας

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες.

Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή, (αν η θερμοκρασία τους είναι πάνω από 25°C, τότε σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά) πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσής του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα, που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια (γεωθερμικό κοίτασμα).

Τα γεωθερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού όπως προαναφέρθηκε είτε αντλούνται με γεώτρηση και αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια, γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση, γνωστή ως γεώτρηση επανεισαγωγής. Έτσι ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος. [61]

Ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών η γεωθερμική ενέργεια διακρίνεται σε :

1. χαμηλής ενθαλπίας (250-1000 °C)
2. μέσης ενθαλπίας (1000-1500 °C)
3. υψηλής ενθαλπίας (>1500 °C). [22]

Οι ποσότητες θερμικής ενέργειας που υπάρχουν στο υπέδαφος είναι τεράστιες. Μια ομάδα ειδικών υπολόγισε το γεωθερμικό δυναμικό κάθε ηπείρου (Πίνακας 2), όσον αφορά στους πόρους υψηλής και χαμηλής θερμοκρασίας (International Geothermal Association, 2001). [62]

	High-temperature resources suitable for electricity generation		Low-temperature resources suitable for direct use in million TJ/yr of heat (lower limit)
	Conventional technology in TWh/yr of electricity	Conventional and binary technology in TWh/yr of electricity	
Europe	1830	3700	> 370
Asia	2970	5900	> 320
Africa	1220	2400	> 240
North America	1330	2700	> 120
Latin America	2800	5600	> 240
Oceania	1050	2100	> 110
World potential	11 200	22 400	> 1400

Πίνακας 2: Γεωθερμικό δυναμικό στον πλανήτη (International Geothermal Association, 2001) [62]

5.2 Ιστορική εξέλιξη των γεωθερμικών συστημάτων τηλεθέρμανσης

Η τηλεθέρμανση αποτελεί μία από τις παλαιότερες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας. Το πρώτο τεκμηριωμένο γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης χτίστηκε στη πόλη Chaudes Aigues Cantal, στη Γαλλία, το 14^ο αιώνα και είναι ακόμα σε λειτουργία σήμερα. Στις ΗΠΑ το Boise, Idaho σύστημα γνωστό αρχικά ως Artesian Hot and Cold Water Company και αργότερα ως Boise Warm Springs Water District, αναπτύχθηκε το 1893 και είναι τώρα ένα από τα τέσσερα ανεξάρτητα συστήματα που εξυπηρετούν το metropolitanarea Boise (Bloomquist, 2000). [63]

Το 1904, έγινε η πρώτη απόπειρα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό, στο Larderello της Ιταλίας (Σχήμα 33). Η επιτυχία της αυτής πειραματικής προσπάθειας έδωσε μια ξεκάθαρη ένδειξη για τη βιομηχανική αξία της γεωθερμικής ενέργειας και σηματοδότησε την έναρξη μιας μορφής εκμετάλλευσης, που επρόκειτο έκτοτε να αναπτυχθεί σημαντικά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο Larderello αποτέλεσε πράγματι μια εμπορική επιτυχία. Το 1942, η εγκατεστημένη γεωθερμο-ηλεκτρική ισχύς ανερχόταν στα 127.650 kWe. [62]



Σχήμα 33: Η μηχανή που χρησιμοποιήθηκε στο Larderello το 1904 κατά την πρώτη πειραματική απόπειρα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό. Διακρίνεται επίσης ο εφευρέτης της, πρίγκιπας Piero Ginori Conti. [62]

Το 1933 για τη θέρμανση των οικιών έγιναν γεωτρήσεις σε συνολικό βάθος 15 χιλ. στο Ρέικιαβικ της Ισλανδίας. Δέκα χρόνια αργότερα από τα θερμά νερά που αξιοποιήθηκαν για τηλεθέρμανση ωφελήθηκαν πάνω από 2300 σπίτια. Το 1975 περίπου 90.000 κάτοικοι της Ρέικιαβικ επωφελήθηκαν από την τηλεθέρμανση στην πρωτεύουσα της Ισλανδίας. [64]

Μετά το 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε ελκυστική σε πολλές χώρες, επειδή ήταν ανταγωνιστική ως προς άλλες μορφές ενέργειας. Επιπλέον, η ενέργεια αυτή δε χρειαζόταν να εισαχθεί από άλλες χώρες, όπως συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα ενώ σε πολλές περιπτώσεις αποτελούσε τον μοναδικό διαθέσιμο εγχώριο ενεργειακό πόρο. [62]

Από το 1960 σε μεγάλη κλίμακα τηλεθέρμανση από θερμές πηγές για οικιακές ανάγκες, αγροτικές και βιοτεχνικές ανάγκες αξιοποιείται στην Ουγγαρία και την ΕΣΣΔ. Κατά το 1970 σε δύο φάρμες έξω από το Παρίσι αξιοποιείται η γεωθερμία για την κάλυψη των αναγκών τους. Η επιτυχής αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας σε αυτές τις δύο φάρμες έγινε η αιτία, από το 1976, να επεκταθεί αυτό το σύστημα τηλεθέρμανσης και στα προάστια του Παρισιού. [64]

Σε χώρες της Ευρώπης, αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο, γίνεται χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για θέρμανση χώρων, όπως φαίνεται στον πίνακα 3 από στοιχεία του 1987. [35]

Χώρες	Ισχύς (MW)
Χώρες Ε.Ο.Κ.	720
Γαλλία	600
Ιταλία	113
Υπόλοιπη Ευρώπη (εκτός πρώην Σοβ. Ένωσης)	1138
Ισλανδία	945
Υπόλοιπος Κόσμος	1105
Η.Π.Α.	333
Σύνολο	2963
Σε 10³ T.I.P./έτος	1100

Πίνακας 3: Χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για θέρμανση χώρων σε όλο τον κόσμο (στοιχεία 1987, Carella 1989a)

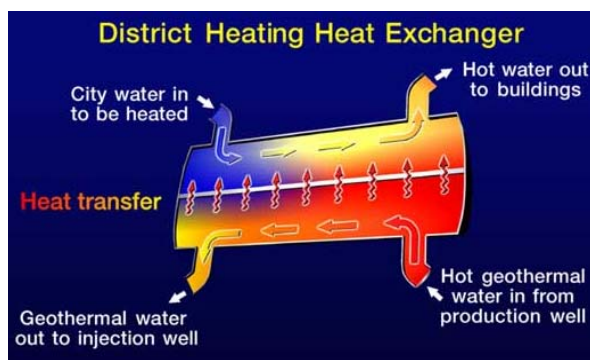
5.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά ενός γεωθερμικού συστήματος τηλεθέρμανσης

5.3.1 Παραγωγή θερμότητας από γεωθερμικό πεδίο

Ένα γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης αποτελείται από τα τέσσερα βασικά επιμέρους τμήματα που αποτελείται και κάθε άλλο σύστημα τηλεθέρμανσης, όπως έχουν αναλυθεί στο δεύτερο κεφάλαιο, και τα οποία επιγραμματικά είναι:

- Το κύκλωμα παραγωγής θερμότητας
- Το σύστημα των αγωγών μεταφοράς-διανομής
- Το σύστημα διασύνδεσης των καταναλωτών
- Οι εγκαταστάσεις των καταναλωτών

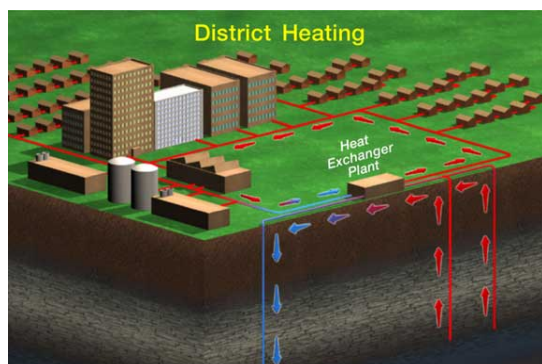
Επιπλέον όμως αποτελείται όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα από το κύκλωμα επιστροφής του γεωθερμικού ρευστού, όπου το ρευστό από το πρωτεύον κύκλωμα του εναλλάκτη αφού έχει μεταφέρει τη θερμότητα του στο νερό της πόλης, επιστρέφει μέσα στον ταμιευτήρα μέσω της γεώτρησης επανεισαγωγής (injection well).



Σχήμα 34: Θερμικός εναλλάκτης γεωθερμικού συστήματος τηλεθέρμανσης [65]

Στο σημείο αυτό θα αναφερθούν κάποια στοιχεία για το κύκλωμα παραγωγής θερμότητας καθώς διαφοροποιείται κάθε φορά ανάλογα με την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται και στην συγκεκριμένη περίπτωση την γεωθερμική ενέργεια.

Το κύκλωμα παραγωγής ζεστού νερού, περιλαμβάνει την παραγωγική γεώτρηση ή το σύνολο των παραγωγικών γεωτρήσεων (production wells), μαζί με την αντλία θερμότητας που θεωρείται αναγκαία όταν δεν υπάρχει αρτεσιανότητα του ζεστού νερού, τον εναλλάκτη θερμότητας που κρίνεται απαραίτητος λόγω της χημικής σύστασης του γεωθερμικού ρευστού, τις σωληνώσεις μέχρι τον εναλλάκτη και τα όργανα μέτρησης όπως πιεσόμετρα, θερμομέτρα, κ.λ.π.



Σχήμα 35: Διάγραμμα συστήματος γεωθερμικής τηλεθέρμανσης: Το θερμό νερό από ένα ή περισσότερα πηγάδια άντλησης περνάει μέσα από ένα εναλλάκτη θερμότητας για να θερμάνει το νερό της πόλης σε ξεχωριστούς σωλήνες. [65]

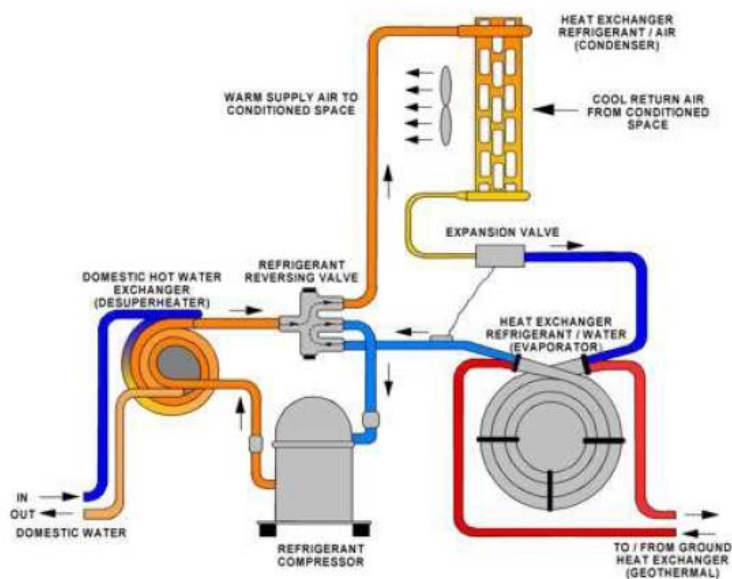
Στους σταθμούς γεωθερμικών συστημάτων εφαρμόζονται επίσης μέθοδοι για την εξασφάλιση διαρκούς προμήθειας με θερμότητα ακόμα και σε περιπτώσεις τεχνικών προβλημάτων ή αστοχίας του γεωθερμικού συστήματος. Μεταξύ αυτών αναφέρεται η χρήση εφεδρικού εξοπλισμού και ειδικότερα λεβήτων για κάλυψη του φορτίου σε περιόδους αιχμής. [35]

Η παραγωγή θερμότητας από ένα γεωθερμικό πεδίο γίνεται με δύο διακριτούς τρόπους. Είτε με την απ' ευθείας εκμετάλλευση του γεωθερμικού ρευστού που βρίσκεται στο υπέδαφος (συνήθως σε θερμοκρασίες 25-150° C), είτε με τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας οι οποίες εκμεταλλεύονται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο έδαφος και την επιφάνεια της γης. Η πρώτη μέθοδος συχνά καταγράφεται και ως γεωθερμία μέσης ή χαμηλής ενθαλπίας, ενώ η δεύτερη είναι γνωστή και ως ηλιογεωθερμία ή αβαθής γεωθερμία.

Η αρχή του γεωθερμικού κλιματισμού είναι εξαιρετικά απλή. Βασίζεται στο γεγονός ότι λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης, η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή στους 18-20° C. Αν συνεπώς εκμεταλλευτούμε τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους ψύξουμε αντίστοιχα το καλοκαίρι. Αυτό γίνεται με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας. [66]

Η αντλία θερμότητας είναι ένα σύστημα που δέχεται θερμότητα και την μεταφέρει από ένα σημείο σε κάποιο άλλο έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό. Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι είτε νερού – νερού είτε νερού – αέρα και οι πιθανές χρήσεις είναι η θέρμανση ή ψύξη. [35]

Οι αντλίες θερμότητας κατευθύνουν τη θερμότητα αντίθετα από τη διεύθυνση που θα ακολουθούσε με φυσικό τρόπο, δηλαδή την εξαναγκάζουν να κατευθυνθεί από ένα ψυχρό μέσο σε ένα άλλο θερμότερο. Οι αντλίες θερμότητας δεν είναι τίποτε περισσότερο από συσκευές που λειτουργούν όπως τα κοινά ψυγεία (Rafferty, 1997). Κάθε ψυκτική συσκευή (air-condition, ψυγείο, καταψύκτης κλπ.) παίρνει θερμότητα από ένα χώρο που πρέπει να παραμείνει σε χαμηλή θερμοκρασία και την απελευθερώνει σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Η μόνη διαφορά της αντλίας θερμότητας από μια ψυκτική μονάδα είναι το τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή η θέρμανση στην πρώτη περίπτωση και η ψύξη στη δεύτερη. Μια άλλη διαφορά εντοπίζεται στην αντιστρέψιμη λειτουργία πολλών αντλιών θερμότητας, δηλαδή στην ικανότητά τους να παρέχουν τόσο ψύξη όσο και θέρμανση στο χώρο (Σχήμα 36). [62]



Σχήμα 36: Σχηματικό διάγραμμα μιας αντλίας θερμότητας που χρησιμοποιείται για θέρμανση (Geo-Heat Center, Klamath Falls, Όρεγκον, ΗΠΑ) [62]

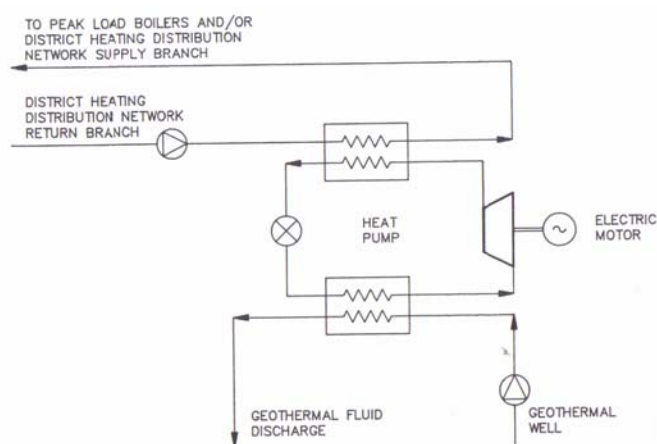
Για την λειτουργία τους απαιτείται κάποιο ψυκτικό υγρό, δηλαδή υγρό με χαμηλό σημείο εξεαίρωσης, το οποίο θα εκτελεί κάποιο ψυκτικό κύκλο. Το υγρό απορροφά θερμότητα όταν εξατμίζεται και αποδίδει θερμότητα όταν συμπυκνώνεται. Η αλλαγή της φάσης επιτυγχάνεται με τον συμπίεσή ο οποίος παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο σταδίων. [35]

Μια γεωθερμική αντλία καταναλώνει συνήθως γύρω στο 30% της ενέργειας που αποδίδει, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. [66]

5.3.2 Τύποι γεωθερμικών συστημάτων τηλεθέρμανσης

Οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούνται όταν τα γεωθερμικά ρευστά δεν καλύπτουν τις θερμοκρασιακές απαιτήσεις των θερμαντικών σωμάτων ή στην περίπτωση που επιχειρείται μείωση της θερμοκρασίας επιστροφής του νερού του δευτερεύοντος κυκλώματος, έτσι ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας.

Ειδικότερα στην πρώτη περίπτωση είναι δυνατόν να απαιτείται η χρήση των αντλιών θερμότητας κατά το μεγαλύτερο διάστημα θέρμανσης, όποτε τότε αντικαθιστούν τον εναλλάκτη και η λειτουργία του συστήματος ορίζεται ως HPO (Heat Pump Only). Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται όταν η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού στη παραγωγική γεώτρηση είναι χαμηλότερη από την θερμοκρασία επιστροφής του νερού της τηλεθέρμανσης. [35], [67]



Σχήμα 37: Γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης Heat Pump Only (HPO) system, με ηλεκτρικά κινούμενη αντλία θερμότητας [67]

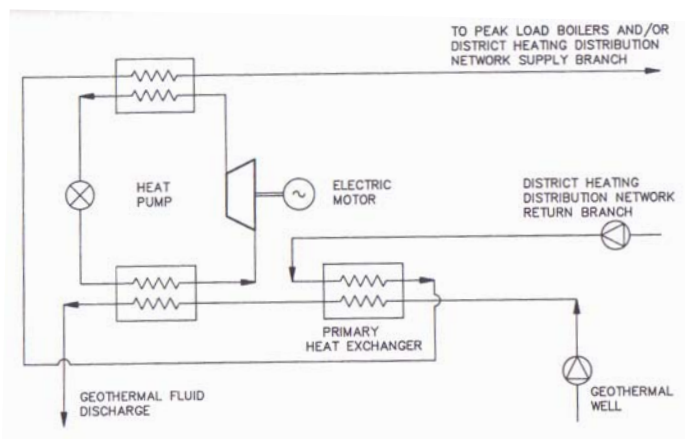
Είναι επίσης δυνατόν όμως τα θερμαντικά σώματα να απαιτούν υψηλότερες θερμοκρασίες μόνο σε περιόδους φορτίων αιχμής, οπότε οι αντλίες θερμότητας αντικαθιστούν ουσιαστικά την χρήση εφεδρικού λέβητα και η λειτουργία του συστήματος ορίζεται ως HPA (Heat Pump Assisted). [35]

Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων HPA, με άμεσο εξατμιστή (Heat Pump Assisted with Direct Evaporator (HPA- DE)) και με έμμεσο εξατμιστή Heat Pump Assisted with Indirect Evaporator (HPA- IE) system).

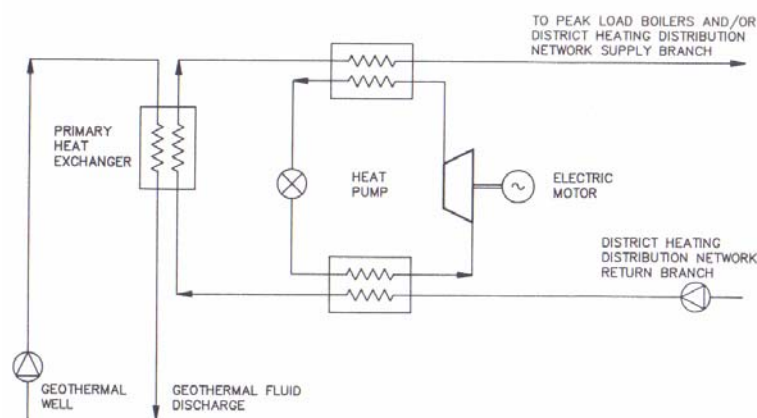
Το σύστημα HPA-DE μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στην περίπτωση που η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού στη παραγωγική γεώτρηση είναι υψηλότερη από την θερμοκρασία επιστροφής του νερού του δικτύου τηλεθέρμανσης.

Στο σύστημα HPA-IE ο εξατμιστής τοποθετείται σε μια πρωταρχική θέση στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης στον κλάδο επιστροφής έτσι ώστε να εξάγει θερμότητα από το θερμό νερό της τηλεθέρμανσης, για να ελαττώσει την εσωτερική του θερμοκρασία στον θερμικό εναλλάκτη και να αυξήσει την θερμότητα που εξάγεται από το

γεωθερμικό ρευστό. Η γεωθερμική ενέργεια μεταφέρεται αποκλειστικά μέσω μιας μονής διαδρομής διαμέσου του πρωτεύοντος θερμικού εναλλάκτη.



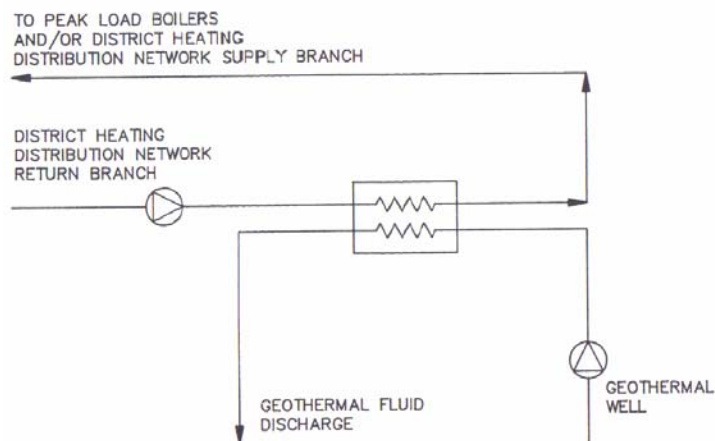
Σχήμα 38: Γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης Heat Pump Assisted with Direct Evaporator (HPA- DE) system [67]



Σχήμα 39: Γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης Heat Pump Assisted with Indirect Evaporator (HPA- IE) system [67]

Τέλος πρέπει να αναφερθεί το πιο απλό γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης, το οποίο χρησιμοποιεί μόνο θερμικό εναλλάκτη (Heat exchanger system) και παρουσιάζει τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης, αφού δεν χρησιμοποιείται η γεωθερμική αντλία και έτσι η θερμική ενέργεια εξάγεται από το γεωθερμικό ρευστό χωρίς καμιά κατανάλωση ενέργειας.

Το γεωθερμικό ρευστό απελευθερώνεται σε αρκετά υψηλή θερμοκρασία. Αυτή η θερμοκρασία πρέπει να είναι οπωσδήποτε υψηλότερη από τη θερμοκρασία επιστροφής του δικτύου τηλεθέρμανσης, έτσι ώστε να επιτρέπεται η ανταλλαγή θερμότητας. Ως συνέπεια, αυτό το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η μέγιστη θερμική δύναμη που απαιτείται από τους χρήστες του συστήματος τηλεθέρμανσης είναι χαμηλότερη από την θερμική δύναμη που αποκτάται από την γεωθερμική πηγή μέσω του άμεσου θερμικού εναλλάκτη. [67]



Σχήμα 40: Γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης με θερμικό εναλλάκτη (Heat exchanger (HE) system) [67]

5.4 Γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα και μελλοντική αξιοποίηση της

Το ελληνικό υπόβαθρο αποτελεί χώρο ανάπτυξης γεωθερμικών πεδίων, τόσο χαμηλής όσο και υψηλής ενθαλπίας. Τούτο οφείλεται στην γεωλογική θέση της Ελλάδας στην ενεργή ζώνη της καταβύθισης της Αφρικανικής κάτω από την Ευρασιατική λιθοσφαιρική πλάκα. [35]

Οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούνται από τους πρώτους στον κόσμο που χρησιμοποίησαν τις θερμές πηγές για λουτρά και οικιακές ανάγκες. Η αξιοποίηση των θερμών πηγών από τον XV αιώνα καθώς και το κτίσιμο των Ασκληπιείων γύρω από τις θερμές πηγές ακόμα από τον XIII αιώνα προκάλεσε και προκαλεί το θαυμασμό του κόσμου για τη σοφή αξιοποίηση του φυσικού κόσμου. Οι θερμές πηγές στην Ελλάδα που είναι πάνω από 180 πρόκειται για έναν αστείρευτο πλούτο και αν αξιοποιηθούν σωστά θα εξοικονομηθεί τεράστιο οικονομικό όφελος. [64]

Η έρευνα για τον εντοπισμό αξιοποιήσιμων γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας άρχισε από το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) το 1980 και εντατικοποιείται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Από αυτήν την έρευνα προκύπτει ότι το γεωθερμικό δυναμικό χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα είναι σίγουρα πολύ σημαντικό.

Τα περισσότερα από τα γεωθερμικά πεδία που ερευνήθηκαν βρίσκονται σε περιοχές με ευνοϊκές αναπτυξιακές συνθήκες, ενώ οι προοπτικές άμεσης εκμετάλλευσης των ρευστών είναι πολύ ευοίωνες. Τα γεωθερμικά ρευστά φαίνεται ότι έχουν συνήθως μικρή έως μηδαμινή περιεκτικότητα σε διαβρωτικά άλατα και αέρια και δεν δημιουργούν σοβαρά τεχνικά προβλήματα εκμετάλλευσης ούτε βέβαια περιβαλλοντικά προβλήματα. [68]

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων που είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν τη χώρα, όπως στη Ν.Κεσσάνη Ξάνθης, Νιγρίτα Σερρών, Λαγκαδά Θεσ/κης, Ελαιοχώρια Χαλκιδικής, Στύψη και Άργεννο Λέσβου, Μήλο, Σαντορίνη και Νίσυρο. Η συστηματική εκμετάλλευσή τους μπορεί να επιφέρει στη χώρα μας σημαντικά οφέλη. [61]

Στον πίνακα 4 παρουσιάζεται η καταγραφή των κυριότερων γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας της χώρας (Φυτίκας, 1989). Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ελάχιστη αποδεκτή θερμοκρασία για την ανάπτυξη συστήματος τηλεθέρμανσης ορίζεται η τιμή των 45° C, προκύπτει ότι σε όλα τα πεδία υπάρχουν ενθαρρυντικές ενδείξεις για την εφαρμογή των συστημάτων τηλεθέρμανσης, εκτός ίσως από αυτά του Λαγκαδά, Νυμφόπετρας και Ελαιοχωρίων, στα οποία τόσο η μέση όσο και η μέγιστη θερμοκρασία δεν ξεπερνά την παραπάνω ελάχιστη τιμή. Είναι επίσης σημαντικό ότι, η πλειονότητα των πεδίων αυτών βρίσκονται στη Β. Ελλάδα, όπου οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν είναι τέτοιες που συνηγορούν στην οικονομικότητα των συστημάτων τηλεθέρμανσης. [35]

Περιοχή	Βάθος ταμιευ- τήρα (μ)	Εύρος θερμο- κρασιών (°C)	Μέση θερμο- κρασία (°C)	Βεβαιω- μένο δυναμικό (m ³ /h)	Πιθανό δυναμικό (m ³ /h)
Νέα Κεσσάνη – Ξάνθης	120-350	40-80	70.0	250	1000
Μάγγανα – Ξάνθης	250-400	40-65	55.0	-	-
Χρυσούπολη – Καβάλα	500-700	60-80	70.0	-	1000
Σιδηρόκαστρο-Σερρών	50-350	40-57	50.0	150	1000
Ηράκλεια – Σερρών	200-400	35-62	50.0	-	500
Νιγρίτα - Σερρών	120-450	40-60	50.0	400	1000
Λαγκαδάς-Θεσ/κης	100-250	35-40	37.5	400	1000
Νυμφόπετρα-Θεσ/κης	100-150	37-44	40.0	200	500
Νέα Απολλωνία-Θεσ/κης	50-100	44-52	47.5	350	600
Ελαιοχώρια-Χαλκιδικής	60-100	33-42	38.0	800	1500
Σουσάκι – Κορινθίας	80-150	50-75	65.0	200	500
Πολύχνιτος – Λέσβου	50-150	70-95	85.0	300	1000
Αργεννος – Λέσβου	40-100	80-86	85.0	600	1500

Πίνακας 4: Τα κυριότερα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα, (Φυτίκας, 1989) [35]

Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι το τμήμα γεωθερμικής ενέργειας του ΚΑΠΕ εκτελεί μελέτες σκοπιμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων και τη τηλεθέρμανση ορισμένων πόλεων και χωριών με γεωθερμική ενέργεια. Επιπλέον σχεδιάζει και αναπτύσσει συστήματα γήινων εναλλακτών θερμότητας σε συνδυασμό με αντλίες θερμότητας για θέρμανση και ψύξη κτιρίων. Πολλή σημαντική είναι επίσης η δημιουργία βάσης δεδομένων για την πληροφόρηση και διάδοση των τεχνολογιών που εφαρμόζονται στη γεωθερμία και κατάρτιση οδηγών γεωθερμικών πεδίων και εφαρμογών σε αυτά, τόσο για τον ελληνικό όσο και για το διεθνή χώρο.

Υπό κατασκευή βρίσκονται το έργο τηλεθέρμανση και τηλεψύξης των σχολείων, του κέντρου υγείας, του επαρχείου, και του ξενοδοχείου Μέγας Αλέξανδρος στο δήμο Λαγκαδά Θεσσαλονίκης με μεταφορά νερού 20-40° C σε απόσταση 2 χλμ περίπου από τα Λουτρά Λαγκαδά στη πόλη του Λαγκαδά και με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας, το οποίο σχεδιάστηκε κυρίως από το ΚΑΠΕ, και το έργο θέρμανσης-κλιματισμού του νέου κτιρίου του Δημαρχείου Πυλαίας στη Θεσσαλονίκη, το οποίο χρηματοδοτείται από το ΚΑΠΕ. [43]

5.5 Γεωθερμικά συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ισλανδία

5.5.1 Εισαγωγή

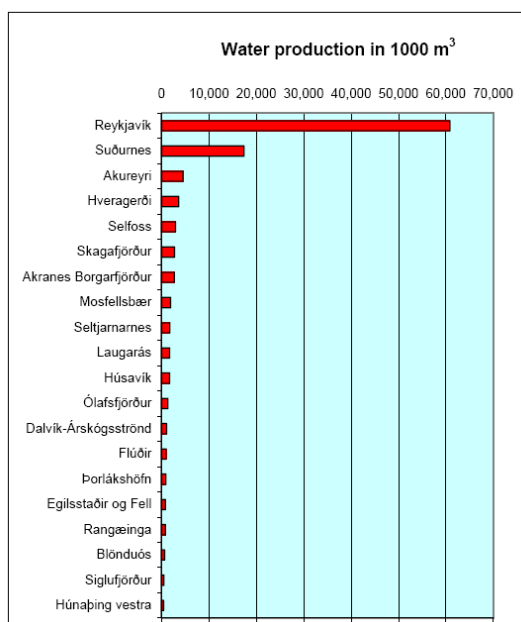
Η Ισλανδία βρίσκεται στο βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό, κοντά στον αρκτικό κύκλο. Η μέση ετήσια θερμοκρασία για το Ρέικιαβικ είναι 5°C, η μέση θερμοκρασία του Ιανουαρίου είναι -0.4°C και τον Ιούλιο 11,2 °C. Η θέρμανση των κτιρίων είναι επομένως απαραίτητη όλο το έτος. Υπάρχουν πάνω από 600 πηγές θερμού νερού σε 250 πεδία χαμηλής θερμοκρασίας και έχουν προσδιοριστεί άλλα 28 πιθανά υψηλής θερμοκρασίας.

Η Ισλανδία είναι η πρώτη χώρα παγκοσμίως στις γεωθερμικές εξελίξεις της τηλεθέρμανσης. Περισσότερο από το 86% του συνολικού πληθυσμού της Ισλανδίας χρησιμοποιούν το γεωθερμικό νερό για τη θέρμανση χώρου. Το μεγαλύτερο μέρος της γεωθερμικής παραγωγής προέρχεται από τα χαμηλής θερμοκρασίας πεδία (60-130°C). Το νερό από αυτά τα πεδία περιέχει σχετικά χαμηλό περιεχόμενο σε διαλυμένα στερεά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για τηλεθέρμανση.

Στους προηγούμενους αιώνες, η χρησιμοποίηση της γεωθερμικής θερμότητας περιορίστηκε αρχικά για το λούσιμο, το μαγείρεμα και το πλύσιμο, ενώ στην αρχή του 20^{ου} αιώνα, έγινε χρήση του γεωθερμικού νερού για τη θέρμανση κατοικιών. Η γεώτρηση για την άντληση του γεωθερμικού νερού στο Ρέικιαβικ άρχισε το 1928 και το πρώτο σύστημα τηλεθέρμανσης πραγματοποιήθηκε το 1930. Το νερό διοχετεύθηκε αρχικά με σωλήνες 3 χιλιομέτρων σε ένα σχολείο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο ανατολικό μέρος της πόλης και σύντομα τα περισσότερα δημόσια κτίρια, καθώς επίσης και περίπου 60 κατοικίες συνδέθηκαν με το σύστημα. [69]

5.5.2 Η τωρινή κατάσταση της γεωθερμικής τηλεθέρμανσης στην Ισλανδία

Σήμερα σχεδόν το 90% των κατοίκων της Ισλανδίας συνδέονται με μια υπηρεσία τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιεί τη γεωθερμική θερμότητα. Στην Ισλανδία, υπάρχουν 29 υπηρεσίες τηλεθέρμανσης, κάθε μια εξυπηρετεί μια περιοχή που κυμαίνεται από έναν δήμο ως διάφορους γειτονικούς δήμους. Το σχήμα 41 παρουσιάζει την παραγωγή νερού για τις 20 μεγαλύτερες θερμαντικές υπηρεσίες στην Ισλανδία. [70]



Σχήμα 41: Παραγωγή ύδατος των μεγαλύτερων υπηρεσιών τηλεθέρμανσης στην Ισλανδία. Στοιχεία από Samorka-home page. [70]



Σχήμα 42 : Άποψη της πόλης του Ρέικιαβικ [70]

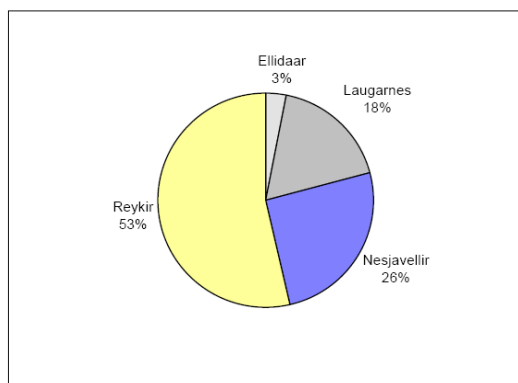
5.5.3 Οι γεωθερμικές περιοχές στην Ισλανδία

Τρία πεδία χαμηλής θερμοκρασίας, και ένα γεωθερμικό πεδίο υψηλής θερμοκρασίας στο Nesjavellir, περίπου 30 χλμ ανατολικά της πρωτεύουσας (πίνακας 5) χρησιμοποιούνται σήμερα για τη τηλεθέρμανση στο Ρέικιαβικ. Η συνολική εγκατεστημένη ικανότητα είναι περίπου 780 MW και υπάρχουν 52 φρεάτια εκμετάλλευσης. Υπόγειες αντλίες χρησιμοποιούνται σε όλα τα φρεάτια παραγωγής στις περιοχές χαμηλής θερμοκρασίας. Το νερό σε αυτά τα πεδία είναι χαμηλό σε περιεχόμενο διαλυμένων στερεών και αλκαλικών και είναι κατάλληλο για άμεση χρήση, θέρμανση και θερμό νερό χρήσης. Αυτό το νερό εκπληρώνει σχεδόν τις απαιτήσεις του προτύπου πόσιμου νερού. Το νερό από τις περιοχές υψηλής θερμοκρασίας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για τη θέρμανση χώρου, αλλά η πίεση του και η υψηλή θερμοκρασία του το καθιστούν επιθυμητό για τη θέρμανση του γλυκού νερού που μπορεί έπειτα να χρησιμοποιηθεί.

Field	Temp °C	Capacity l/s	No. of exploitation wells
Laugarnes	125-130	330	10
Ellidaár	85-95	220	8
Mosfellssveit	85-95	1700	34

Πίνακας 5: Γεωθερμικά πεδία στην Ισλανδία

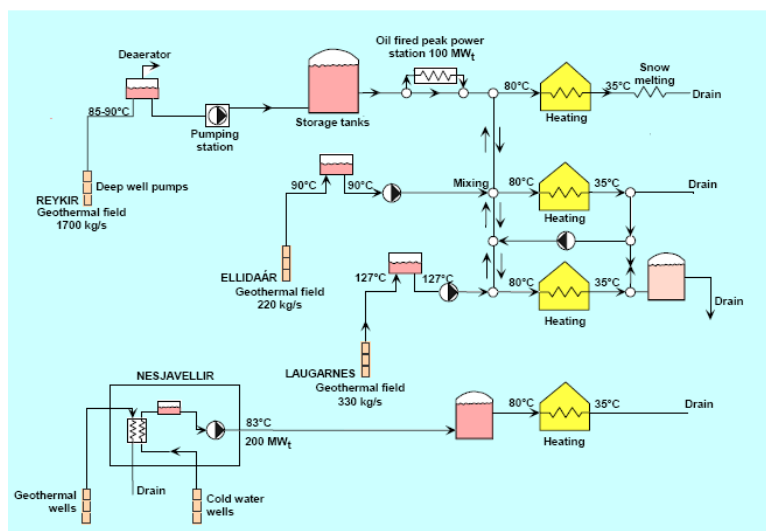
Οι δημοτικές αρχές του Ρέικιαβικ αποφάσισαν να χτίσουν εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης και στο Nesjavellir το 1986, βασισμένοι στην εκτενή προγενέστερη έρευνα της περιοχής. Το 1990 στο Nesjavellir παράγονταν 100 MWt θερμότητας (Gunnarsson et Al, 1992), που αυξήθηκαν αργότερα σε 140 MWt το 1992. Σήμερα η εγκατεστημένη ικανότητα είναι 200 MW θερμότητας και 60 MW ηλεκτρικής ενέργειας. Το γεωθερμικό νερό από τα φρεάτια στο Ρέικιαβικ (Laugarnes και Ellidaar) και στο Mosfellsbaer (Reykir) αποτελεί τα δύο τρίτα του θερμού νερού στο σύστημα διανομής. Το υπόλοιπο ένα τρίτο προέρχεται από τον τομέα του Nesjavellir. [69]



Σχήμα 43: Προέλευση της γεωθερμικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση χώρου στο Ρέικιαβικ [69]

5.5.4 Το σύστημα διανομής του γεωθερμικού συστήματος τηλεθέρμανσης

Ένα απλουστευμένο διάγραμμα ροής για τη τηλεθέρμανση στο Ρέικιαβικ παρουσιάζεται στο σχήμα 44. Το νερό αντλείται από τα φρεάτια χρησιμοποιώντας υπόγειες αντλίες που παρεμβάλλονται σε περίπου 200 μ κάτω από τις γεωτρήσεις. Οι κεντρικοί αγωγοί συλλέγουν το νερό και το μεταφέρουν στα κύρια αντλιοστάσια, τα οποία ωθούν το νερό μέσω των κεντρικών αγωγών μετάδοσης στα αντλιοστάσια διανομής και στις δεξαμενές αποθήκευσης. Το γεωθερμικό νερό από το Reykir μέσω μιας κύριας σωλήνωσης καταλήγει σε έξι δεξαμενές στο Grafarholt, ακριβώς έξω από το Ρέικιαβικ που συγκρατούν 54.000 μ³. Από εκεί το νερό ρέει στις δεξαμενές αποθήκευσης στο Oskjuhlid στο μέσο του Ρέικιαβικ. Έξι δεξαμενές βρίσκονται εκεί, οι 4 αποθηκεύουν το θερμό νερό και οι 2 το θερμό νερό επιστροφής.



Σχήμα 44: Απλουστευμένο διάγραμμα του συστήματος τηλεθέρμανσης στο Ρέικιαβικ, Ισλανδία. [70]

Εννέα αντλιοστάσια διανείμουν το νερό στους καταναλωτές μέσω της αντλίας που εξυπηρετεί την περιοχή. Το νερό από το Nesjavellir ρέει σε δύο δεξαμενές στο δρόμο του Ρέικιαβικ που χωρούν 18.000 μ³. Από εκεί το θερμαινόμενο νερό ρέει κατά μήκος μιας κύριας σωλήνωσης στο νότιο μέρος της εξυπηρετούμενης περιοχής. Το θερμαινόμενο νερό και το γεωθερμικό νερό δεν αναμιγνύονται ποτέ στο σύστημα διανομής αλλά κρατούνται χωριστά σε όλο τον δρόμο προς τον καταναλωτή.

Το συνολικό μήκος των σωληνώσεων στο σύστημα διανομής είναι περίπου 1.300 χλμ. Οι κύριες σωληνώσεις έχουν διάμετρο πάνω από 900 χιλ. Ο σωλήνας από την κύρια γραμμή προς τον καταναλωτή έχει συνήθως διάμετρο 20-150 χιλ. Δεν υπάρχει εσωτερική διάβρωση και μερικοί από τους σωλήνες ήταν σε λειτουργία για πάνω από 50 έτη. Περίπου το 70% του συστήματος διανομής είναι ένα ενιαίο σύστημα σωληνών, το υπόλοιπο είναι διπλό σύστημα διανομής. [69]

5.5.5 Οφέλη της τηλεθέρμανσης στο Ρέικιαβικ

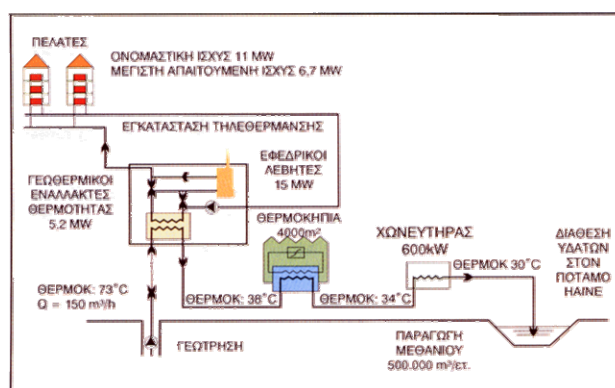
Πριν από το 1940 η κύρια πηγή θερμότητας στο Ρέικιαβικ ήταν η καύση των ορυκτών καυσίμων, κυρίως του άνθρακα. Το 1960-1965 η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα που προκλήθηκε από την καύση των ορυκτών καυσίμων για τη θέρμανση στο Ρέικιαβικ υπολογίστηκε σε περίπου 250.000 τόνους/έτος. Το 1975 υπήρχαν λιγότεροι από 20.000 τόνους/έτος και σήμερα είναι σχεδόν αμελητέοι (Gislason, το 2000).

Επίσης η τιμή του θερμού ύδατος στο Reykjavik είναι 0,73 USS/m³. Αυτό κάνει το κόστος της θερμότητας από τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης περίπου το ένα τρίτο της τιμής της θέρμανσης με πετρέλαιο.

Άλλο όφελος από τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για τηλεθέρμανση αποτελεί η δυνατότητα της άμεσης χρήσης της περίσσειας της στις πισίνες, θερμοκήπια, κήπους και στο λιώσιμο του χιονιού στα πεζοδρόμια και τους αυτοκινητόδρομους. [69]

5.6 Τηλεθέρμανση με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας στην πόλη Saint-Chislain στο Βέλγιο

Στα πλαίσια ενός αστικού σχήματος τηλεθέρμανσης στη Βελγική πόλη Saint-Chislain, συνεχίζεται με επιτυχία η άντληση γεωθερμικού ρευστού, μέσω μιας γεώτρησης από το βάθος 2,5 χλμ., όπου βρίσκεται ο γεωθερμικός ταμιευτήρας. Το σχέδιο αυτό, το οποίο αναπτύχθηκε κατά την περίοδο 1982-1985 και τέθηκε σε εφαρμογή το 1986, ξεκίνησε από την Intercommunale de Development et d'Amenagement (IDEA) στην κεντρική περιοχή της Mons Borinage, από τη δημοτική αρχή του Saint-Ghislain και το Υπουργείο της Περιφέρειας της Βαλλονίας. Την επίβλεψη της κατασκευής ανέλαβε η IDEA, στην οποία είναι ιδιοκτήτης και εκμεταλλεύεται το χώρο ανάπτυξης του έργου, τη γεώτρηση και την εγκατάσταση τηλεθέρμανσης.



Σχήμα 45: Διάγραμμα της εγκατάστασης τηλεθέρμανσης στο Saint-Ghislain

Ο γεωθερμικός ταμιευτήρας είναι αρκετά ζεστός (70 °C), ώστε να μπορεί να καλύπτει ένα μεγάλο μέρος των θερμικών απαιτήσεων. Μέσω της γεώτρησης, το ρευστό φθάνει στην επιφάνεια απ' όπου οδηγείται σε εναλλάκτες θερμότητας, όπου και αποδίδει τη θερμότητα του σε καθαρό νερό. Το νερό αυτό αποκτά θερμοκρασία 40 °C, το οποίο και διοχετεύεται στο δίκτυο τηλεθέρμανσης. Το δίκτυο τηλεθέρμανσης καλύπτει τις οικιακές, εμπορικές και βιομηχανικές ανάγκες της πόλης.

Το απορριπτόμενο γεωθερμικό ρευστό από τους εναλλάκτες είναι αρκετά ζεστό (35°C), ώστε να μπορεί να διοχετεύεται σε ένα συγκρότημα θερμοκηπιακής καλλιέργειας οπωροκηπευτικών, τροφοδοτώντας ένα υπεδαφικό σύστημα θέρμανσης από το οποίο, εξερχόμενο στους 30°C, οδηγείται σε ένα εργοστάσιο καθαρισμού, όπου χρησιμοποιείται για την προθέρμανση των λυμάτων πριν τη βιομεθανοποίηση. Τέλος, το νερό απορρίπτεται στον ποταμό Haine. Το δίκτυο τηλεθέρμανσης επεκτάθηκε πρόσφατα και συμπεριέλαβε ένα νοσοκομείο στο γειτονικό χωριό Boussu.

Εκτός από τους εναλλάκτες θερμότητας, ο σταθμός τηλεθέρμανσης είναι εξοπλισμένος με συμβατικούς λέβητες που προμηθεύουν θερμότητα όταν η εξωτερική θερμοκρασία πέφτει κάτω από το σημείο πήξης του νερού. Επίσης, οι λέβητες αυτοί καλύπτουν τις συνολικές απαιτήσεις του δικτύου σε ζεστό νερό όταν γίνονται εργασίες συντήρησης στη γεωθερμική εγκατάσταση. Το έργο κόστισε συνολικά 5,5 εκατ. λίρες, περίπου 6,5 εκατ. ECU. Η χρηματοδότηση δόθηκε από το Υπουργείο της Περιφέρειας της Βαλλονίας. [59]

5.7 Κριτήρια σχεδιασμού ενός συστήματος γεωθερμικής τηλεθέρμανσης

Στον σχεδιασμό των γεωθερμικών συστημάτων τηλεθέρμανσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το γεωθερμικό ρευστό και ο ταμιευτήρας έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, βάσει των οποίων και πρέπει να γίνεται ο σχεδιασμός. Τα πιο σημαντικά από τα χαρακτηριστικά αυτά, που σχετίζονται με το σχεδιασμό είναι η θερμοκρασία, η παροχή και η σύσταση του γεωθερμικού ρευστού σε συνάρτηση πάντα με τις τοπικές συνθήκες. Παρακάτω απαριθμούνται μια σειρά από παράγοντες που συμβάλλουν στον επιτυχή αλλά και οικονομικό σχεδιασμό των συστημάτων γεωθερμικής τηλεθέρμανσης.

- Κατάλληλος προγραμματισμός της έρευνας των γεωθερμικών πεδίων και πλήρης αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.
- Ακριβής προσδιορισμός των γεωθερμικών αποθεμάτων και της δυναμικότητας του γεωθερμικού ταμιευτήρα.
- Πρόβλεψη των αναμενόμενων τεχνολογικών προβλημάτων, λόγω της σύστασης και της θερμοκρασίας των γεωθερμικών ρευστών, έτσι ώστε να γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός.
- Διάνοιξη γεωτρήσεων επανεισαγωγής ώστε να επανατροφοδοτείται ο ταμιευτήρας και να αποφεύγεται η πτώση στάθμης στις παραγωγικές γεωτρήσεις.
- Καθορισμός της βέλτιστης θέσης διάνοιξης των γεωτρήσεων παραγωγής και επανεισαγωγής.

- Κάλυψη μέρους του μέγιστου φορτίου από την γεωθερμική ενέργεια και χρήση βοηθητικών συστημάτων συμβατικών καυσίμων, όπως λέβητες πετρελαίου, για την κάλυψη του επιπλέον θερμικού φορτίου.
- Χρήση αντλιών θερμότητας σε περιπτώσεις όπου η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού δεν είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης.
- Επιλογή κατάλληλων αντλιών και εναλλακτών ανθεκτικών σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών.
- Χρήση υψηλής αποδοτικότητας θερμαντικών σωμάτων, ανάλογα με την θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών.
- Διερεύνηση δυνατοτήτων επιχορήγησης ή δανειοδότησης με ευνοϊκούς όρους για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας του ταμιευτήρα.
- Εξασφάλιση των χρηστών σχετικά με την προμήθεια αυτών με ενέργεια και την τιμή με την οποία γίνεται η πώληση αυτής. [35]

5.8 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα γεωθερμικών συστημάτων τηλεθέρμανσης

Σε ένα γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης όπως και σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα τηλεθέρμανσης επιτυγχάνεται ενεργειακή εξοικονόμηση και ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών CO₂, SO₂, NO_x και των λοιπών ρύπων.

Επιπρόσθετα όμως σε ένα γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης το θερμό νερό των θερμών πηγών είναι δωρεάν, οπότε δεν υπάρχει επιπλέον κόστος για την καύσιμη ύλη για την παραγωγή του θερμού νερού. [64]

Επίσης οι γεωτρήσεις και τα αντλιοστάσια επεμβαίνουν ελάχιστα στην αισθητική του τοπίου δεδομένου ότι αποτελούν κατασκευές μικρού όγκου.

Τέλος ένα ειδικότερο πλεονέκτημα πολύ σημαντικό, που παρουσιάζει η γεωθερμική τηλεθέρμανση στη χώρα μας, είναι ο αναπτυξιακός χαρακτήρας της. Η παρουσία γεωθερμικών πεδίων στην Ελλάδα σε περιοχές όπου η θέρμανση γίνεται προς το παρόν με λιγότερο σύγχρονες μεθόδους, προσφέρει την δυνατότητα μέσα από ένα έργο τηλεθέρμανσης να βελτιώσει το επίπεδο ζωής των κατοίκων της περιοχής. [35]

Όμως το μεγάλο μειονέκτημα των γεωθερμικών συστημάτων τηλεθέρμανσης είναι η απαίτηση μεγάλων αρχικών κεφαλαίων. Το κύριο κόστος αφορά την αρχική επένδυση για την κατασκευή των γεωτρήσεων παραγωγής και επανεισαγωγής, την αγορά των συστημάτων άντλησης και μεταφοράς των ρευστών, την κατασκευή των δικτύων και των σωληνώσεων, την προμήθεια του εξοπλισμού ελέγχου και παρακολούθησης των εγκαταστάσεων, την κατασκευή των σταθμών διανομής και των δεξαμενών αποθήκευσης. [62]

Ως μειονέκτημα των συστημάτων γεωθερμικής τηλεθέρμανσης θεωρούνται επίσης κάποια προβλήματα που ενδεχομένως να δημιουργηθούν από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας.

Προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν από την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής (αλατότητα, διαβρωτικότητα, τοξικότητα ή ακόμα και η θερμοκρασία στην οποία απορρίπτονται) ή δύσσομα αέρια (υδρόθειο),

που αντιμετωπίζονται όμως με την επανέγχυση των ρευστών στον ταμιευτήρα μέσω γεώτρησης επανεισαγωγής και δέσμευσης των αερίων με ειδικές συσκευές. [61]

Η λύση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την απόλυτη προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και την αναπλήρωση των λαμβανόμενων ρευστών με συνέπεια τη διατήρηση της πίεσης στον ταμιευτήρα και τη σημαντική αύξηση των αποθεμάτων του. Όμως, η επανεισαγωγή επιβαρύνει σημαντικά το κόστος του γεωθερμικού κυκλώματος με τον αγωγό επιστροφής, την γεώτρηση επανεισαγωγής και τα λειτουργικά έξοδα. [35]

Εάν αξιοποιηθεί όμως σωστά η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο αρκετών χωρών. Σε κάποιες περιπτώσεις, ακόμη και μικρής κλίμακας γεωθερμικοί πόροι είναι αρκετοί για την επίλυση πολλών τοπικών προβλημάτων και ικανοί για την άνοδο του βιοτικού επιπέδου μικρών και απομονωμένων κοινοτήτων. [62]

Η Ελλάδα δεν είναι ενεργειακά αυτόρκτης, οπότε επιβάλλεται η πλήρης και ορθολογικότερη αξιοποίηση των πηγών ενέργειας που διαθέτει, μέσα στις οποίες είναι και η γεωθερμική ενέργεια μέσω της αξιοποίησης της οποίας προκύπτουν σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

6.1 Παρούσα κατάσταση του τομέα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα

Μέχρι τώρα, η πιο κοινή πρακτική θέρμανσης στην Ελλάδα είναι η μεμονωμένη κεντρική θέρμανση. Κάθε σύστημα θέρμανσης εξυπηρετεί μόνο ένα κτίριο και χρησιμοποιείται στη πλειονοψηφία των κτιρίων πετρέλαιο θέρμανσης.

Γενικά, το κλίμα της Ελλάδας είναι ήπιο μεσογειακό, αν και ποικίλλει σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος, την εγγύτητα στη θάλασσα και τη γεωμορφολογία κάθε περιοχής. Η χώρα έχει χωριστεί σε τρεις γεωγραφικές ζώνες, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς για τη θερμομόνωση, όπως καθορίζονται από το Προεδρικό Διάταγμα 362/4.7.79, και ο διαχωρισμός αυτός παρουσιάζεται στο σχήμα 46. Λαμβάνοντας τους 18° C ως βασική θερμοκρασία, ο αριθμός των βαθμομερών στις οποίες είναι απαραίτητη η θέρμανση στη ζώνη Α, που είναι η θερμότερη ζώνη, είναι κάτω από 900, στη ζώνη Β κυμαίνεται μεταξύ 900 και 1300, και στη ζώνη Γ είναι πάνω από 1300.



Σχήμα 46: Οι τρεις γεωγραφικές ζώνες της Ελλάδας σύμφωνα με τις κλιματολογικές συνθήκες [71]

Πληροφοριακά οι βαθμοημέρες (°C.ημέρα) αποτελούν ένα μέτρο της διακύμανσης της εξωτερικής θερμοκρασίας μιας περιοχής και ένας δείκτης για το πόσο δριμύ είναι το κλίμα της. Οι μέθοδοι των βαθμομερών είναι οι απλούστερες μεθοδολογίες για την εκτίμηση των μηνιαίων ή ετήσιων αναγκών σε ενέργεια για θέρμανση ή ψύξη και συνιστώνται ιδιαίτερα σε κτίρια κατοικιών και μικρά εμπορικά κτίρια. Η εφαρμογή τους προϋποθέτει ότι η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου διατηρείται σταθερή και ότι το σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού λειτουργεί για όλη τη χειμερινή ή θερινή περίοδο με σταθερό βαθμό απόδοσης. [99]

Ένας απλοποιητικός τύπος ορισμού των βαθμομερών που δίνει άμεσα την ένδειξη των αναγκών θέρμανσης μίας περιοχής, είναι:

$$DD_{(G)} = n (t_i - t_o), \text{ όπου:}$$

- n είναι ο αριθμός των ημερών που απαιτείται η λειτουργία της εγκατάστασης θέρμανσης σε ένα χρόνο.

- t_i είναι η μέση εσωτερική θερμοκρασία.
- t_o είναι η μέση εξωτερική θερμοκρασία μίας θερμαντικής περιόδου. [100]

Οι απαιτήσεις θέρμανσης στην Ελλάδα καλύπτονται κυρίως από την χρήση πετρελαίου diesel. Μόνο πρόσφατα άρχισε να προωθείται η χρήση του φυσικού αερίου στις μεγάλες πόλεις που βρίσκονται κοντά στην κύρια γραμμή των σωληνώσεων διανομής (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Κομοτηνή) με σκοπό τη μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης και των διοικητικών εξόδων.

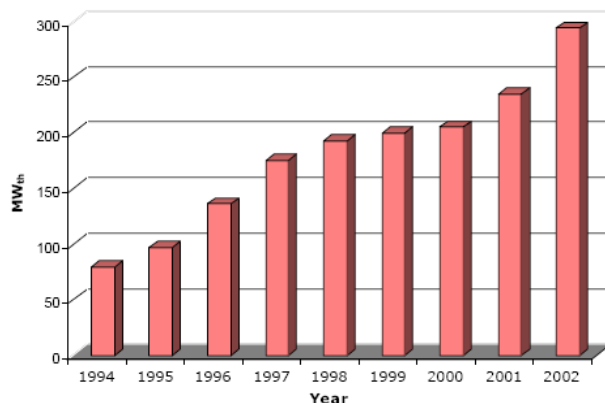
Οι αστικές περιοχές που εξυπηρετούνται από την τεχνολογία της τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά όπως οι δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες λόγω του υψηλού υψομέτρου τους και επίσης η εγγύτητά τους με λιγνιτικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας οι οποίες αποτελούν τη κύρια πηγή θερμικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης.

Στην Ελλάδα, η τηλεθέρμανση χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για τη θέρμανση ιδιωτικών και δημόσιων κτηρίων στις αστικές περιοχές με σχετικά υψηλή πυκνότητα πληθυσμού.[71]

Η πρώτη, μικρού μεγέθους, εγκατάσταση τηλεθέρμανσης λειτουργεί από το 1960 θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας, από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Το έργο αυτό, ασήμαντο ως προς την εμβέλεια της κοινωνικής του ωφελιμότητας αποδείχθηκε σπουδαία πηγή εμπνεύσεως και προβληματισμού για τη δημοτική αρχή και ισχυρό κίνητρο εφαρμογής του συστήματός του, με ευρύτερη αξιοποίηση της συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, για τη θέρμανση ολόκληρης της Πτολεμαΐδας. [72], [24]

Στην Ελλάδα, έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα συστήματα τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα, Κοζάνη, Μεγαλόπολη και Αμύνταιο, βασικά χαρακτηριστικά των οποίων θα παρουσιαστούν στην συνέχεια.

Από το 1994 ως το 2002 η συνολική ικανότητα θερμότητας που καλύπτεται από τα δίκτυα τηλεθέρμανσης έχει αυξηθεί σημαντικά και πάνω από το 65% τα τελευταία 5 χρόνια. Σήμερα το συνδεδεμένο θερμικό φορτίο ξεπερνά κατά πολύ τα 300Gcal/h στις πόλεις της Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Αμυνταίου-Φιλώτα και Μεγαλόπολης. [24], [72].



Σχήμα 47: Φορτίο θέρμανσης που καλύπτεται από τα συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα

Επίσης, τα τελευταία χρόνια έχουν εκπονηθεί πλήθος μελετών για διάφορες εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης, όπως:

Έχει εξετασθεί η περίπτωση να διαθέτει η ΔΕΗ θερμική ενέργεια από το Κερατσίνι, για τηλεθέρμανση και τηλεψύξη της ευρύτερης περιοχής, ως αντιστάθμισμα για την συναίνεση της τοπικής κοινωνίας για τη συνέχιση της λειτουργίας του σταθμού της ΔΕΗ στο Κερατσίνι με καύσιμο φυσικό αέριο.

Έχουν γίνει μελέτες από την Ελληνική Τράπεζα Βιομηχανικής Ανάπτυξης Α.Ε για την εγκατάσταση συμπαραγωγικών σταθμών και δικτύων τηλεθέρμανσης στις Βιομηχανικές Περιοχές (ΒΙ.ΠΕ) Θεσσαλονίκης και Πατρών. Για την πρώτη περίπτωση, προβλέπεται η χρήση φυσικού αερίου ως καύσιμο και η διάθεση της θερμικής ενέργειας για τηλεθέρμανση της ΒΙ.ΠΕ. και της πλησίον αυτής πόλης της Σίνδου. Στην περίπτωση της ΒΙ.ΠΕ. Πατρών, προβλέπεται η χρησιμοποίηση βιομάζας (πυρηνόξυλο από πυρηνελαιουργεία που λειτουργούν σήμερα στη ΒΙ.ΠΕ. Πατρών ή στην ευρύτερη περιοχή).

Επίσης έχουν γίνει μελέτες σκοπιμότητας για την εγκατάσταση δικτύων τηλεθέρμανσης (πιθανά και τηλεψύξης), στην Πανεπιστημιούπολη Πατρών και Ζωγράφου, που θα τροφοδοτούνται με θερμική ενέργεια από συμπαραγωγικούς σταθμούς. Ακόμα έχουν γίνει διάφορες μελέτες σκοπιμότητας για την διερεύνηση της τηλεθέρμανσης πόλεων με χρήση βιομάζας (π.χ. τηλεθέρμανση Γρεβενών από υπολείμματα ξυλείας και Βελβεντού με συνδυασμένη χρήση βιομάζας και άντλησης θερμικής ενέργειας από την τεχνητή λίμνη Πολυφύτου). [28]

Αξίζει ακόμα να αναφερθεί ότι ακολουθώντας τα παραδείγματα των γειτονικών Δήμων Κοζάνης, Πτολεμαΐδας και Αμύνταιου το Διοικητικό Συμβούλιο της ΔΕΗ ενέκρινε τη σύναψη σύμβασης – πλαισίου για την παροχή θερμικής ενέργειας από τον ΑΗΣ Μελίτης στο Δήμο Φλώρινας, η υλοποίηση της οποίας θα εξασφαλίσει σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη για την περιοχή.

Η αναγκαία θερμική ενέργεια θα προέρχεται από τον ΑΗΣ Μελίτης, ο οποίος έχει τη δυνατότητα παροχής θερμικής ενέργειας με ισχύ έως 70 MWth σε πλήρες φορτίο.

Ο Δήμος Φλώρινας και η ΔΕΥΑΦ θα αναλάβουν την υποχρέωση κάλυψης του συνόλου των δαπανών για τις αναγκαίες μετασκευές της Μονάδας Ι του ΑΗΣ Μελίτης, ενώ η ΔΕΗ ΑΕ θα πωλεί τη θερμική ενέργεια σε τιμές τέτοιες που θα καλύπτουν το κόστος παραγωγής.

Ο προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται σε 52,7 εκατ. ευρώ και περιλαμβάνει τις αναγκαίες εγκαταστάσεις παραγωγής, μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας με μέσο θερμό νερό για το σύνολο του οικισμού Φλώρινας προκειμένου να εξασφαλισθεί η τροφοδότηση 2.500 θερμικών καταναλωτών (κτιρίων) με ορίζοντα δεκαετίας. [73]

Τέλος στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στοιχεία για τις υφιστάμενες αλλά και τις υπό σχεδίαση υποδομές τηλεθέρμανσης σε πόλεις της Δυτικής Μακεδονίας.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΣΕ	ΣΧΕΔΙΑΖΟΜΕΝΕΣ (έχουν
----------------	----------------	----------------------

ΜΕΓΕΘΗ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	μελετηθεί προκαταρκτικά)
Τηλεθερμαινόμενες πόλεις	Κοζάνη- Πτολεμαΐδα- Αμύνταιο- Φιλώτας- Λακκιά	Φλώρινα, Γρεβενά, Βελβεντό
Εφαρμοζόμενες τεχνολογίες	Συμπαράγωγή σε σταθμούς της ΔΕΗ	<u>Φλώρινα</u> : συμπαράγωγή σε σταθμό της ΔΕΗ <u>Γρεβενά</u> : Βιομάζα <u>Βελβεντό</u> : Βιομάζα και άντληση θερμότητας από λίμνη Πολυφύτου
Εξυπηρετούμενος πληθυσμός	115.000 κάτοικοι	48.000 κάτοικοι
Θερμική ισχύς αιχμής	345 MW	150 MW
Ετήσια παρεχόμενη θερμότητα	610.000 MWH/έτος	290.000 MWH/ έτος
Εξοικονόμηση πετρελαίου θέρμανσης	73.000 tn/έτος	35.000 tn/έτος
Αξία υποκαθιστώμενου πετρελαίου (0,6 €/lt)	51.600.000 €/έτος	24.700.000 €/έτος
Περιορισμός εκπομπών CO ₂	231.000 tn/έτος	110.000tn/έτος
Μόνιμες θέσεις εργασίας	132 άτομα	75 άτομα
Ετήσιο όφελος νοικοκυριών (τιμές 2005-2006)	18.000.000 ευρώ	8.600.000 ευρώ
Ετήσιο όφελος ανά νοικοκυριό	500 €/νοικοκυριό	600 €/νοικοκυριό
Όφελος από δικαιώματα εκπομπών CO ₂ (αποφυγή προστίμων)	9.240.000 €/έτος	3.840.000 €/έτος

Πίνακας 6: Υποδομές τηλεθέρμανσης στη Δυτική Μακεδονία

6.2 Τηλεθέρμανση Πτολεμαΐδας

6.2.1 Η πόλη της Πτολεμαΐδας

Στα υψίπεδα της Δυτικής Μακεδονίας βρίσκεται η πόλη, όπου χτυπάει η ενεργειακή καρδιά της Ελλάδας. Με έκταση 2.179 τετραγωνικών χιλιομέτρων και πληθυσμό 60.000 κατοίκους, ο Δήμος Πτολεμαΐδας είναι σήμερα δεύτερος σε μέγεθος της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας. 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, ενώ παράλληλα υπάρχει ετήσια εξόρυξη λιγνίτη της τάξεως των 45 εκ. τόνων. Δίκαια λοιπόν η Πτολεμαΐδα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «ενεργειακή πρωτεύουσα» της χώρας. [30]

6.2.2 Διαδικασία εκπόνησης έργου Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας

Εκμεταλλεούμενος λοιπόν ο Δήμος της Πτολεμαΐδας την χωροθετήση του στο κέντρο της λιγνιτικής λεκάνης της Δυτικής Μακεδονίας εφάρμοσε το πρώτο σύστημα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα. Έτσι σήμερα, το 75% των θερμικών απαιτήσεων της πόλης εξασφαλίζεται από τα λιγνιτικά αποθέματα της περιοχής, που χρησιμοποιούνται από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που περιβάλλουν την πόλη και συμπαράγουν ηλεκτρισμό και θερμότητα.

Το σύστημα τηλεθέρμανσης υποκαθιστά σταδιακά το πετρέλαιο ως καύσιμο για τη θέρμανση της πόλης. Στόχος του συστήματος είναι η παροχή με οικολογικό τρόπο φθηνής θέρμανσης και ζεστού νερού για οικιακή χρήση στους δημότες της Πτολεμαΐδας, βελτιώνοντας παράλληλα την κατάσταση του περιβάλλοντος και προσφέροντας τους καλύτερη ποιότητα ζωής. [12]

Η πρώτη ουσιαστική αντιμετώπιση του έργου τηλεθέρμανσης της Πτολεμαΐδας από τον ομώνυμο ΑΗΣ της ΔΕΗ έγινε το έτος 1984 όταν ομάδα εργασίας από την ΔΕΗ και την Ελληνική Τράπεζα Βιομηχανικής Ανάπτυξης Α.Ε. (ΕΤΒΑ Α.Ε.) εκπόνησε προμελέτη σκοπιμότητας από την οποία αναδείχθηκε η οικονομική σκοπιμότητα και η τεχνική εφικτότητα του έργου.

Το έτος 1987, με πρωτοβουλία της ΕΤΒΑ και του Δήμου Πτολεμαΐδας, προτάθηκε και εγκρίθηκε από το πρόγραμμα VALOREN δωρεάν χρηματοδότηση για την υλοποίηση του έργου ύψους 1.100 εκατομ. δραχμών (Συμμετοχή στο ύψος της επένδυσης κατά 47%).

Με σύμβαση που υπογράφηκε το 1988 ανάμεσα στη Νομαρχία Κοζάνης, την ΕΤΒΑ και το Δήμο Πτολεμαΐδας ανατέθηκε στην ΑΝ.ΚΟ.Α.Ε. (Αναπτυξιακή Εταιρεία Κοζάνης) η εκπόνηση της οριστικής μελέτης του έργου. Η όλη μελέτη είχε δύο σκέλη. Το πρώτο σκέλος που παραδόθηκε τον Ιούλιο του 1988, περιείχε την προκαταρκτική μελέτη για την ανάδειξη της συμφερότερης λύσης. Το δεύτερο σκέλος που ολοκληρώθηκε, με απόλυτο σεβασμό στα χρονικά πλαίσια της σχετικής σύμβασης, παραδόθηκε σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση περιλάμβανε οικονομοτεχνικές αναλύσεις και μελέτες βελτιστοποίησης από τις οποίες προέκυψαν οι επιλογές των λύσεων που έχουν εφαρμοσθεί. Η δεύτερη φάση, που περιλάμβανε την οριστική μελέτη εφαρμογής του έργου, χωρίστηκε σε τρεις αυτοτελείς μελέτες.

- τη μελέτη του αγωγού μεταφοράς από τον ΑΗΣ - ΔΕΗ Πτολεμαΐδας
- τη μελέτη των αντλιοστασίων μεταφοράς και διανομής
- τη μελέτη του δικτύου διανομής της πόλης. [74]

Στην παραπάνω μελέτη δεν συμπεριλαμβάνονταν οι μετατροπές του ατμοστροβίλου της ΙΙΙ Μονάδας του ΑΗΣ, για τις οποίες χρειάστηκε να υπογραφεί ειδική Σύμβαση με την ΔΕΗ και τον Δήμο Πτολεμαΐδας.

Την ευθύνη για τις αναγκαίες μετατροπές του ατμοστροβίλου την είχε αναλάβει η ΔΕΗ, αφού προηγουμένως ζήτησε την συγκατάθεση της BBC η οποία είναι η κατασκευάστρια εταιρεία της ΙΙΙ Μονάδας του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Το κόστος των εργασιών της τροποποίησης του στροβίλου και της εγκατάστασης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού ύψους 600 εκατ. δραχμών, το ανέλαβε ο Δήμος Πτολεμαΐδας.

Ο υπολογισμός της ζήτησης του θερμικού φορτίου βασίστηκε στη συλλογή και στην επεξεργασία ενός εκτεταμένου αρχείου κλιματολογικών, περιβαλλοντολογικών, πολεοδομικών, στατιστικών στοιχείων και πλήθος άλλων πληροφοριών.

Για την ακριβέστερη εκτίμηση των στατιστικών στοιχείων, η ΑΝΚΟ σε συνεργασία με το Ε.Μ.Π. και τα ΤΕΙ Κοζάνης, πραγματοποίησε εκτεταμένη έρευνα στην πόλη

της Πτολεμαΐδας απογράφοντας μάλιστα το 100% των κτιρίων της Κεντρικής ζώνης της Πτολεμαΐδας. Από την παραπάνω έρευνα προέκυψαν πολύ χρήσιμα στοιχεία για την σύνταξη της οριστικής μελέτης του έργου.

Τελικά στις 26-6-1990 η ANKO Α.Ε. κατέθεσε την οριστική μελέτη και τα τεύχη δημοπράτησης του έργου της Τηλεθέρμανσης, το οποίο κατασκευάστηκε από την κοινοπραξία των Ιταλικών Οίκων ASTER s.p.A και ORION S.c.r.l.

Τα επίσημα εγκαίνια λειτουργίας του πρωτοποριακού και αναπτυξιακού αυτού έργου έγιναν στις 15 Μαΐου 1994. Λίγο νωρίτερα, στις 12-4-1994 είχε συστηθεί η Δημοτική Επιχείρηση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας (ΔΕΤΗΠ) με απόφαση του Υπουργού Εσωτερικών η οποία αποτέλεσε την πρώτη Αμιγής Δημοτική Επιχείρηση στην Ελλάδα με αρμοδιότητα να εξασφαλίζει τη θερμότητα που χρειάζεται η πόλη της Πτολεμαΐδας. [75]

Κατά την δεκαετία 1991-2001 ολοκληρώθηκαν όλες οι επενδύσεις της Α' και Β' φάσης της τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας, ύψους 8,50 δις. δρχ. με χρηματοδοτήσεις της τάξης του 70% και ιδίους πόρους 30%. [76]

Στην μικρή κλίμακα της πόλης της Πτολεμαΐδας, η Δημοτική Επιχείρηση Τηλεθέρμανσης αποτελεί μια υγιή και βιώσιμη επιχείρηση που δημιουργεί ένα νέο πρότυπο στον τομέα της διαχείρισης των τοπικών πόρων. Ταυτόχρονα δημιουργεί ένα νέο τεχνολογικό και ενεργειακό περιβάλλον, γιατί διευρύνει τις δυνατότητες αξιοποίησης ενός τοπικού πόρου όπως ο λιγνίτης, σε όφελος της εξοικονόμησης ενέργειας, της προστασίας του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής των κατοίκων της Πτολεμαΐδας. [12]

6.2.3 Σχεδίαση και εκτίμηση της ζήτησης των θερμικών φορτίων

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν κάποια ενδεικτικά στοιχεία για την σχεδίαση και εκτίμηση της ζήτησης των θερμικών φορτίων που αποτελούν ένα από τα πρωταρχικά και σημαντικά τμήματα μιας μελέτης τηλεθέρμανσης.

Βασικό στοιχείο για τον προσδιορισμό της μορφής, της έκτασης και το σχεδιασμό του συστήματος τηλεθέρμανσης είναι η ζήτηση της θερμικής ενέργειας από την πόλη. Η ζήτηση θερμικής ισχύος μεταβάλλεται με την ώρα της ημέρας, την ημέρα της εβδομάδας, την εποχή του έτους και το έτος που εξετάζεται σε συσχετισμό με το αρχικό έτος θέσεως σε λειτουργία. Η ετήσια ζήτηση ενέργειας, που αποτελεί το ολοκλήρωμα της ζήτησης ισχύος στο χρόνο μεταβάλλεται επίσης αυξάνοντας διαδοχικά κάθε χρόνο, από τον πρώτο χρόνο λειτουργίας μέχρι την επίτευξη κορεσμού, λόγω πρόσκτησης νέων φορτίων.

Η εκτίμηση του φορτίου θερμικής ζήτησης όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα βασίστηκε στη συλλογή και επεξεργασία ενός πολύ εκτεταμένου αρχείου κλιματικών, περιβαλλοντικών, πολεοδομικών, στατιστικών και άλλων πληροφοριών.

Για την εκτίμηση της ζήτησης των θερμικών φορτίων της πόλης, η πόλη της Πτολεμαΐδας χωρίστηκε σε τρεις ζώνες.

Ζώνη Α: Κεντρική ζώνη της Πτολεμαΐδας (με την μεγαλύτερη πυκνότητα δόμησης)

Ζώνη Β: Περιφερειακή ζώνη της Α (με τη σχετικά μικρότερη πυκνότητα δόμησης)
 Ζώνη Γ: Υπόλοιπο τμήμα της Πτολεμαΐδας. [74]

Θεωρήθηκε ότι αρχικά το δίκτυο διανομής της τηλεθέρμανσης θα αναπτυχθεί μόνο στη ζώνη Α και στη συνέχεια θα επεκταθεί στις ζώνες Β και Γ. Επίσης θεωρήθηκε ότι το πιθανά αναμενόμενο φορτίο ζήτησης (δυναμικό φορτίο) ανταποκρίνεται στη ζήτηση των κτιρίων που έχουν εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης. Στην πρώτη φάση θεωρήθηκε ακόμα ότι η ζήτηση για θέρμανση νερού χρήσης θα είναι σχετικά μικρή, διότι τα σημερινά κτίρια δεν διαθέτουν κεντρικό σύστημα διανομής θερμού νερού.

Με τις παραπάνω παραδοχές τα αποτελέσματα της δειγματοληπτικής απογραφής που πραγματοποιήθηκε στο 100% των κτιρίων της Α ζώνης και με κλιματολογικά στοιχεία που ανταποκρίνονται σε μέσες τιμές πολλών δεκαετιών, εκτιμήθηκε το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά της ζήτησης.

Ως απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος ελήφθη η θερμοκρασία των -10°C ενώ η μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος θεωρήθηκε ότι ανταποκρίνεται στον πίνακα 7.

Μήνας	Μέση θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$)
Ιανουάριος	1,93
Φεβρουάριος	3,3
Μάρτιος	6,76
Απρίλιος	10,10
Μάιος	14,92
Ιούνιος	19,24
Ιούλιος	22,22
Αύγουστος	21,28
Σεπτέμβριος	18,06
Οκτώβριος	12,5
Νοέμβριος	7,03
Δεκέμβριος	3,41

Πίνακας 7: Μέση μηνιαία τιμή θερμοκρασίας περιβάλλοντος [74]

Με τις παραπάνω παραδοχές και για θερμοκρασία θερμαινόμενων χώρων 20°C εκτιμήθηκε η αναμενόμενη ζήτηση η οποία δεν είναι ένα μονοσήμαντο μέγεθος αλλά μεταβάλλεται σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα.

Για τον σχεδιασμό στις εγκαταστάσεις ελήφθη ονομαστικό φορτίο αιχμής της εγκατάστασης ίσο με 60 GCal/h (70 MW th), φορτίο που αναμένεται ότι θα ανταποκρίνονται στη ζήτηση του έτους 2002. Η ετήσια ζήτηση ενέργειας, για το ονομαστικό φορτίο, υπολογίστηκε στα 132.700 GCal ή 13270 TOE . [74]

6.2.4 Περιγραφή του συστήματος Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας

1. Γενική περιγραφή

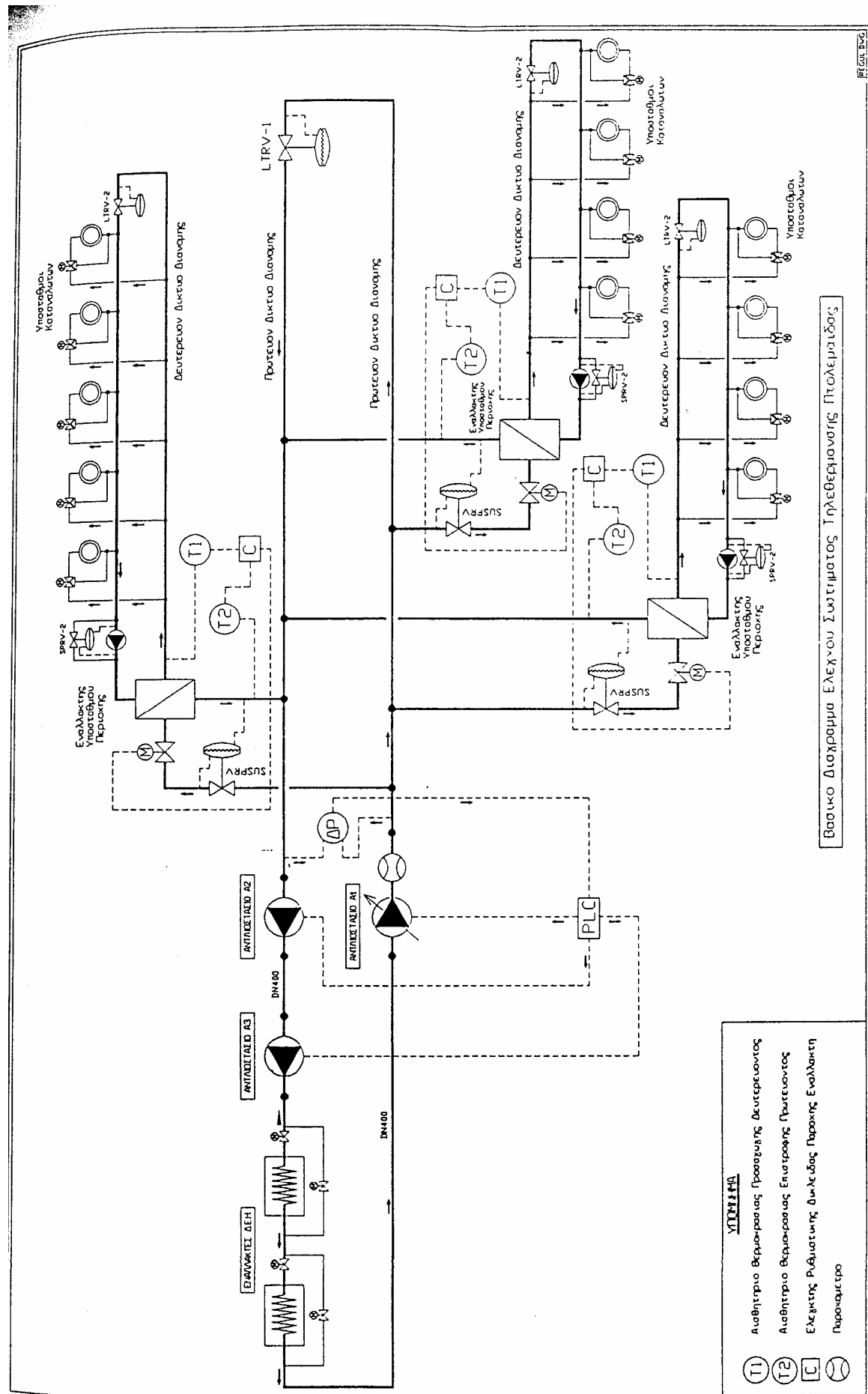
Μετά από πολυκριτηριακή ανάλυση και οικονομοτεχνική βελτιστοποίηση παραμέτρων και μεγεθών αποφασίστηκε για το σύστημα μεταφοράς θερμικής ενέργειας και το σύστημα διανομής η επιλογή χαρακτηριστικών παραμέτρων και

μεθοδολογίας κατασκευής που με συντομία περιγράφεται κατωτέρω και η οποία αποτέλεσε τη βάση σχεδιασμού της εγκατάστασης.

Το Σύστημα Τηλεθέρμανσης της πόλης Πτολεμαΐδας περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα:

- Παραγωγή θερμικής ενέργειας στον ΑΗΣ - Πτολεμαΐδας
- Σύστημα μεταφοράς μέχρι την είσοδο της πόλης
- Πρωτεύον Δίκτυο Διανομής τροφοδοσίας Υποσταθμών της πόλης
- Δευτερεύον Δίκτυο Διανομής τροφοδοσίας των Καταναλωτών
- Θερμικό Υποσταθμό διασύνδεσης Καταναλωτών με το Δευτερεύον Δίκτυο Τηλεθέρμανσης.

Το σχήμα 48 μας δίνει την βασική αρχή λειτουργίας του Συστήματος Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας. [75]



Σχήμα 48: Βασικό Διάγραμμα Ελέγχου Συστήματος Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας [75]

Τα γενικά λειτουργικά στοιχεία του Συστήματος Τηλεθέρμανσης (σε ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας) έχουν ως εξής:

1. Ελάχιστο φορτίο της Μονάδας για λειτουργία της Τηλεθέρμανσης 85 MW έναντι 125 MW που είναι η ονομαστική ισχύς της ΙΙΙ Μονάδας της ΔΕΗ.
2. Μέγιστο θερμικό φορτίο από ΑΗΣ - Πτολεμαΐδας : 50 MW (th)
3. Μέγιστη θερμοκρασία εξόδου νερού πρωτεύοντος δικτύου: 120°C
4. Θερμοκρασία επιστροφής νερού πρωτεύοντος δικτύου: 65°C
5. Μέγιστη θερμοκρασία εξόδου νερού δευτερεύοντος δικτύου: 90°C
6. Θερμοκρασία επιστροφής νερού δευτερεύοντος δικτύου: 60°C
7. Θερμοκρασία προσαγωγής δικτύου καταναλωτών: 80°C
8. Θερμοκρασία επιστροφής δικτύου καταναλωτών: 60°C

Στο Μηχανοστάσιο της ΙΙΙ Μονάδας του ΑΗΣ - Πτολεμαΐδας είναι εγκατεστημένοι οι δύο εναλλάκτες θερμότητας Ατμού - Νερού.

Ο ατμός που απαιτείται για την παραγωγή θερμότητας απομαστεύεται από τον ατμοστρόβιλο και στη συνέχεια η θερμότητα μεταφέρεται με υπέρθερμο νερό μέσω του αγωγού μεταφοράς, μήκους 5.5 χλμ. και του Αντλιοστασίου Α3 μέχρι την είσοδο της πόλης της Πτολεμαΐδας.

Από την είσοδο της πόλης μέσω του Αντλιοστασίου Διανομής Πρωτεύοντος Δικτύου Α1, το υπέρθερμο νερό διανέμεται στο Πρωτεύον Δίκτυο της πόλης στους 7 κύριους υποσταθμούς Υποπεριοχών, θερμικής ισχύος 6 Gcal/h ο καθένας.

Στους 7 υποσταθμούς μέσω εναλλακτών θερμότητας νερού - νερού η θερμότητα μεταβιβάζεται στο Δευτερεύον Δίκτυο Διανομής της Πόλης της Πτολεμαΐδας με υποβιβασμό και θερμοκρασία από τους 120°C στους 90°C.

Οι 7 υποσταθμοί μέσω των αντλητικών συγκροτημάτων που διαθέτουν, ανακυκλοφορούν το θερμό νερό των 90°C στο δευτερεύον δίκτυο της πόλης και τροφοδοτούν απ' ευθείας τα εσωτερικά δίκτυα των καταναλωτών μέσω της παρεμβολής ρυθμιστικού θερμικού υποσταθμού καταναλωτή, ο οποίος ρυθμίζει την πίεση, την θερμοκρασία αποστολής και το θερμικό φορτίο του κάθε καταναλωτή.

Το θερμό νερό μετά την είσοδο από το εσωτερικό δίκτυο των καταναλωτών, επιστρέφει στους 7 Υποσταθμούς Υποπεριοχών.

Από τους 7 Υποσταθμούς το υπέρθερμο νερό του πρωτεύοντος Δικτύου μετά την μεταφορά θερμότητας υποβιβάζει την θερμοκρασία στους 65°C και επιστρέφει στην έξοδο την πόλης στο Αντλιοστάσιο επιστροφής Α2.

Από το αντλιοστάσιο Α2 μέσω του αγωγού επιστροφής το θερμό νερό των 65°C επιστρέφει στην είσοδο του Μηχανοστασίου του ΑΗΣ - Πτολεμαΐδας στο Αντλιοστάσιο Α3 από το οποίο στην συνέχεια οδηγείται στους 2 εναλλάκτες που βρίσκονται μέσα στο Μηχανοστάσιο του ΑΗΣ-Πτολεμαΐδας για να επαναληφθεί η παραπάνω διαδικασία.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι λειτουργούν δύο υδραυλικά ανεξάρτητα κυκλώματα μεταφοράς και διανομής (πρωτεύοντος και δευτερεύοντος δικτύου), τα οποία εναλλάσσουν θερμότητα στους 7 κύριους Υποσταθμούς που είναι εγκατεστημένοι στην πόλη της Πτολεμαΐδας.

Το σύστημα τροφοδοσίας των καταναλωτών, όπως προκύπτει από τα ανωτέρω, είναι άμεσο (το θερμό νερό που κυκλοφορεί στο Δευτερεύον Δίκτυο Διανομής κυκλοφορεί και στο εσωτερικό δίκτυο των καταναλωτών).

Το αναμενόμενο μέγιστο θερμικό φορτίο της ζώνης Α σε κορεσμό είναι 37 Gcal/h, ενώ η ικανότητα του εγκατεστημένα πρωτεύοντος δικτύου με τα υπάρχοντα αντλητικά συγκροτήματα είναι 60 Gcal/h.

2. Παραγωγή θερμικής ενέργειας

Η θερμική ενέργεια παρέχεται από την ΙΙΙ μονάδα του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας ονομαστικής ισχύος 125 MW κατασκευής 1963 του οίκου BBC, και λειτουργεί με καύσιμο, συμβατικό λιγνίτη που προμηθεύεται από τα τοπικά ορυχεία.

Η παροχή θερμότητας γίνεται μέσω απομάστευσης ατμού από τον ατμοστρόβιλο, ο οποίος οδηγείται μετά την παρεμβολή ρυθμιστικών διατάξεων ελέγχου παροχής σε 2 εναλλάκτες ατμού - νερού H1 και H2.

Στους 2 εναλλάκτες H1 και H2, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι εν σειρά μεταξύ τους, μεταφέρεται η θερμική ενέργεια στο νερό επιστροφής από το Δίκτυο Τηλεθέρμανσης ανυψώνοντας την θερμοκρασία του νερού στο επιθυμητό σημείο.

Το θερμικό φορτίο του Συστήματος Τηλεθέρμανσης είναι μεταβαλλόμενο σε ημερήσια και εποχιακή βάση συνεχώς.

Η ρύθμιση του θερμικού φορτίου στο σύστημα παραγωγής της ΔΕΗ στον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας αποβλέπει στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας εξόδου από το σύστημα των 2 εναλλακτών ρυθμίζοντας την παροχή του ατμού, την στάθμη του συμπυκνώματος στους εναλλάκτες ατμού - νερού, την σειρά λειτουργίας των 2 εναλλακτών και την παροχή του νερού επιστροφής από τους 2 εναλλάκτες.

3. Σύστημα μεταφοράς

Το σύστημα μεταφοράς αποτελείται από το δίδυμο αγωγό μεταφοράς (προσαγωγής και επιστροφής) συνολικού μήκους 11 χλμ. και από τα δύο αντλιοστάσια προσαγωγής A3 και επιστροφής A2.

Ο αγωγός μεταφοράς είναι κατασκευασμένος από χάλυβα St 37.2 ονομαστικής διαμέτρου DN 400, ο οποίος μονώνεται επί τόπου με πάπλωμα υαλοβάμβακα και εξωτερική προστασία (γαλβανισμένη λαμαρίνα στο υπαίθριο τμήμα και υγρομονωτική επένδυση στο υπόγειο τμήμα).

Περίπου 3.000 μέτρα αγωγού μεταφοράς, είναι υπαίθρια ενώ το υπόλοιπο τμήμα είναι υπόγειο εντός καναλιού. [75]

Για την προστασία του αγωγού έναντι διάβρωσης εξετάζονται δύο διαφορετικές περιπτώσεις που αφορούν στην εξωτερική και εσωτερική προστασία του αγωγού.

Η εξωτερική προστασία των αγωγών έναντι διάβρωσης που προέρχεται από την επίδραση ατμοσφαιρικών ή άλλων τυχαίων παραγόντων, επιδιώκεται με κατάλληλη αντιδιαβρωτική βαφή.

Η εσωτερική προστασία του αγωγού, τόσο έναντι διάβρωσης, όσο και έναντι επικαθήσεων, θα επιτευχθεί με τη χρήση νερού κατάλληλης ποιότητας και τη χημική κατεργασία του νερού αυτού προσαρμοσμένη στις αντίστοιχες φάσεις λειτουργίας (χειμερινή λειτουργία και θερινή συντήρηση).

Προβλέπεται η πλήρωση και η συμπλήρωση του δικτύου να γίνει με αποσκληρυμένο νερό που θα έχει σκληρότητα 8 έως 10 βαθμών της Γερμανικής κλίμακας. Πριν από την είσοδο του στο δίκτυο το νερό θα απαεριώνεται στον απεριοτή της εγκατάστασης.

Τα αντλιοστάσια Α2 και Α3 διαθέτουν αντλητικά συγκροτήματα σταθερών στροφών ονομαστικών χαρακτηριστικών παροχής $580 \text{ m}^3/\text{h}$ και μανομετρικού ύψους 82 m.Σ.Υ. [74]

4. Πρωτεύον δίκτυο διανομής - υποσταθμοί

Το πρωτεύον Δίκτυο Διανομής διασυνδέει τον αγωγό μεταφοράς στην είσοδο της πόλης με τους 7 Υποσταθμούς Υποπεριοχής, μέσω του Αντλιοστασίου Διανομής Α1.

Το πρωτεύον Δίκτυο Διανομής είναι κατασκευασμένο από προμονωμένους χαλύβδινους αγωγούς ST 37.2 με θερμική μόνωση διογκωμένης πολυουρεθάνης και εξωτερικό περίβλημα από σκληρό πολυαιθυλένιο. Είναι τοποθετημένο απ' ευθείας μέσα στο έδαφος σε στρώμα άμμου.

Το Αντλιοστάσιο Διανομής Πρωτεύοντος δικτύου διαθέτει αντλητικά συγκροτήματα μεταβλητού αριθμού στροφών μέσω μετατροπέων συχνότητας ονομαστικής παροχής $580 \text{ m}^3/\text{h}$ και μανομετρικού ύψους 82 m.Σ. Υ.

Το Πρωτεύον Δίκτυο αποτελείται από προμονωμένους χαλύβδινους αγωγούς ονομαστικών διαμέτρων από DN 125 έως DN 400.

Ο κάθε ένας από τους 7 Υποσταθμούς Υποπεριοχής εξυπηρετεί ανεξάρτητα από τους υπόλοιπους και δική του περιοχή καταναλωτών και σε περίπτωση οποιαδήποτε ανωμαλίας δεν επηρεάζεται με κανένα τρόπο η κανονική λειτουργία των υπολοίπων. [74]

5. Δευτερεύον δίκτυο διανομής

Το Δευτερεύον Δίκτυο Διανομής διασυνδέει τους 7 Υποσταθμούς Υποπεριοχής της ζώνης Α με τους θερμικούς Υποσταθμούς Καταναλωτών.

Είναι κατασκευασμένο από προμονωμένους χαλύβδινους αγωγούς St 37.2 με μόνωση διογκωμένης πολυουρεθάνης και εξωτερικό περίβλημα από σκληρό πολυαιθυλένιο όπως και οι αγωγοί του πρωτεύοντος δικτύου.

Οι ονομαστικές διαμέτροι κυμαίνονται από DN 40 έως DN 200.

Οι παροχές από το δίκτυο σωληνώσεων προς τα πεζοδρόμια των κτιρίων είναι κατασκευασμένες από προμονωμένους εύκαμπτους αγωγούς από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο PEX, μόνωση διογκωμένης πολυουρεθάνης και εξωτερικό περίβλημα από σκληρό πολυαιθυλένιο.

Οι διαμέτροι των εύκαμπτων προμονωμένων σωληνώσεων PEX είναι από Φ 32 έως Φ 63mm.

Το τελικό τμήμα του δευτερεύοντος δικτύου διανομής αποτελούν οι σωληνώσεις διασύνδεσης από τις αναμονές επί των πεζοδρομίων μέχρι τον θερμικό υποσταθμό καταναλωτών, οι οποίες είναι μεταλλικές σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της ΔΕΤΗΠ.

Οι θερμοκρασίες λειτουργίας του δευτερεύοντος Δικτύου είναι 90°C προσαγωγής και 60°C επιστροφής, ενώ οι πιέσεις κυμαίνονται από 6.5 bar στην προσαγωγή, 2 bar στατική πίεση και 4 bar στον πλέον απομακρυσμένο καταναλωτή σε κορεσμό του δικτύου.

6. Υποσταθμοί καταναλωτών

Οι Υποσταθμοί Καταναλωτών διασυνδέουν τους αγωγούς Δευτερεύοντος Αγωγού με τα εσωτερικά Δίκτυα των Καταναλωτών, ρυθμίζοντας τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας με τις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε καταναλωτή.

Τα σημαντικότερα όργανα του Υποσταθμού Καταναλωτή είναι τα εξής:

- Αυτορρυθμιζόμενη δικλείδα διατήρησης σταθερής διαφορετικής πίεσης
- Δίοδη ηλεκτροκίνητη ρυθμιστική δικλείδα
- Διάταξη ανάμειξης BY-PASS
- Μετρητής θερμότητας
- Ηλεκτρονικός ρυθμιστής της θερμοκρασίας αποστολής.

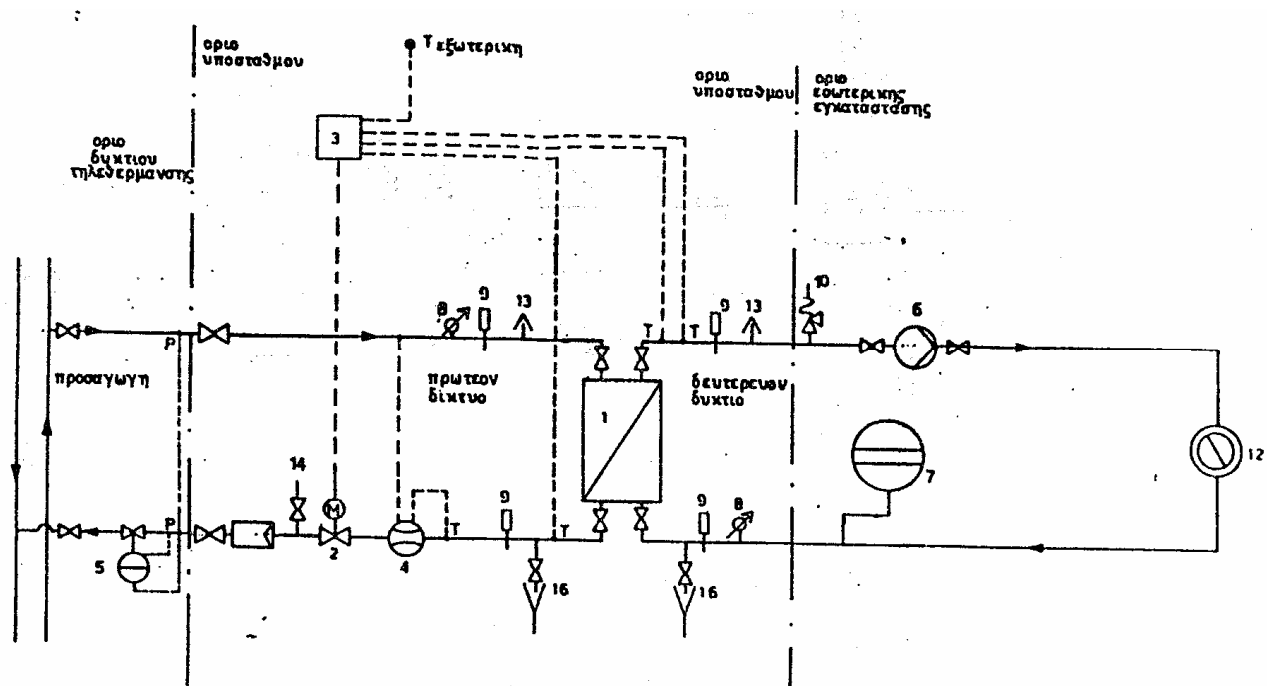
Η κατασκευή των Υποσταθμών Καταναλωτών γίνεται σύμφωνα με τους κανονισμούς που διέπουν τις κλασσικές εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων όσον αφορά τα υλικά κατασκευής, τρόπο διασύνδεσης, αντοχή, θερμοκρασία, πίεση, δοκιμές στεγανότητας κλπ.

Οι Υποσταθμοί διασυνδέονται με το εσωτερικό δίκτυο καταναλωτή και τους αγωγούς Τηλεθέρμανσης με την παρεμβολή αντίστοιχων απομονωτικών δικλίδων.

Οι θερμικοί υποσταθμοί στην Πτολεμαΐδα για τη σύνδεση των καταναλωτών στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης είναι δύο ειδών:

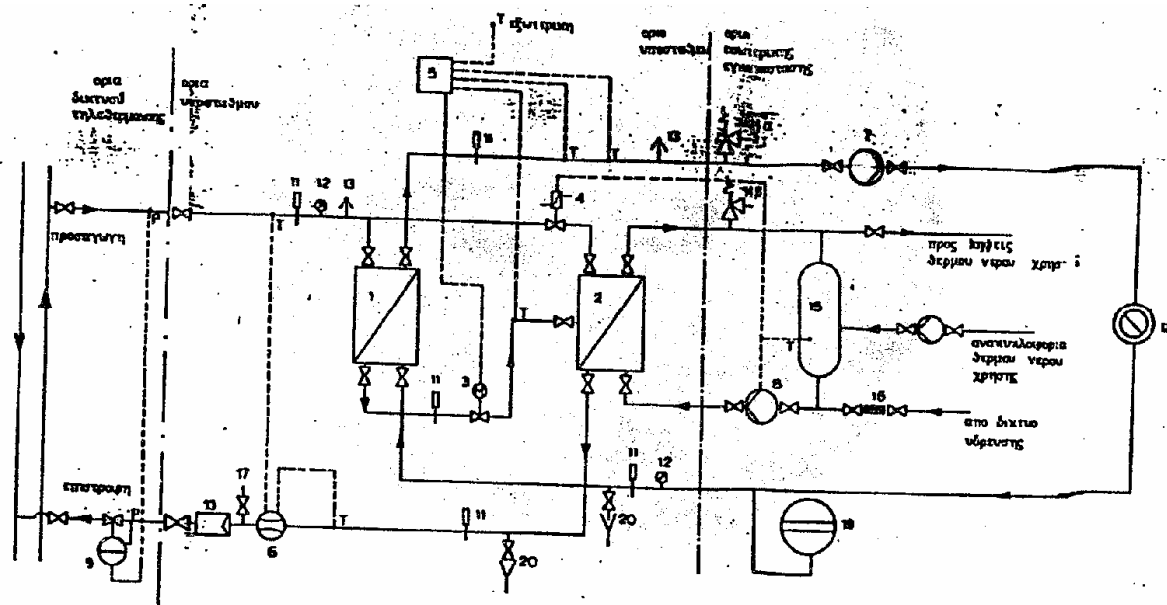
- Θερμικοί υποσταθμοί για παροχή μόνο θερμού νερού θέρμανσης, (σχήμα 49)

- Θερμικοί υποσταθμοί για παροχή συγχρόνως θερμού νερού θέρμανσης και θερμού νερού χρήσης, (σχήμα 50). [74]



- T: αισθητήριο όργανο θερμοκρασίας
P: αισθητήριο όργανο πίεσης
1: Εναλλάκτης θερμότητας
2: Ρυθμιστική βαλβίδα (αναλογική)
3: Συσκευή ελέγχου
4: Μετρητής θερμότητας
5: Βαλβίδα σταθερής πίεσης διαφορικής
6: Κυκλοφορητής
7: Δοχείο διαστολής
8: Μανόμετρο
9: Θερμόμετρο
10: Βαλβίδα ασφαλείας
11: Φίλτρο
12: Καταναλώσεις
13: Εξαεριστικό
14: Λήψη μανόμετρου
15: Εκκενωτικό

Σχήμα 49: Σχηματική διάταξη υποσταθμού θερμού νερού κεντρικής θέρμανσης [74]



- T: αισθητήριο όργανο θερμοκρασίας
P: αισθητήριο όργανο πίεσης
1: Εναλλάκτης θερμού νερού κεντρικής θέρμανσης
2: Εναλλάκτης θερμού νερού χρήσης
3: Ρυθμιστική βαλβίδα (αναλογική)
4: Ρυθμιστική βαλβίδα (on/off)
5: Συσκευή ελέγχου
6: Μετρητής θερμότητας
7: Κυκλοφορητής κεντρικής θέρμανσης
8: Κυκλοφορητής θερμού νερού χρήσης
9: Βαλβίδα σταθερής πίεσης διαφορικής
10: Φίλτρο
11: Θερμόμετρο
12: Μανόμετρο
13: Εξαεριστικό
14: Βαλβίδα ασφαλείας
15: Εναποθηκευτής θερμού νερού χρήσης
16: Βαλβίδα αντεπιστροφής
17: Λήψη μανομέτρου
18: Καταναλώσεις θερμότητας
19: Δοχείο διαστολής
20: Εκκενωτικό

Σχήμα 50: Σχηματική διάταξη υποσταθμού θερμού νερού κεντρικής θέρμανσης και θερμού νερού χρήσης [74]

Μετά την παρουσίαση των βασικών τμημάτων του συστήματος τηλεθέρμανσης της Πτολεμαΐδας κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά στο προσωπικό της τηλεθέρμανσης που φροντίζει για την άρτια λειτουργία του συστήματος. Επίσης θα αναφερθούν κάποια στοιχεία για την τιμολογιακή πολιτική του έργου, την εξέλιξη των καταναλωτών και τα άμεσα ή έμμεσα αποτελέσματα από την λειτουργία του, τα οποία υποδεικνύουν τη βιωσιμότητα και χρηστικότητα του.

6.2.5 Το προσωπικό της Τηλεθέρμανσης

Το προσωπικό της τηλεθέρμανσης, αποτελούμενο από 67 μονίμους υπαλλήλους όλων των ειδικοτήτων, υποστηρίζει πλήρως τη λειτουργία και συντήρηση του συστήματος,

την παροχή όλων των συναφών υπηρεσιών προς τους καταναλωτές και την διοίκηση των μεγάλων έργων.

Οι διακριτικές ομάδες αποκτούν εξειδίκευση στους τομείς ευθύνης τους μέσω συστηματικών εσωτερικών και εξωτερικών εκπαιδεύσεων, στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Όλες οι εργασίες συντηρήσεων του συστήματος, κατασκευών και συνδέσεων εκτελούνται με πλήρη αυτοδυναμία από τα συνεργεία της ΔΕΤΗΠ, χωρίς καμία εξωτερική υποστήριξη. Μόνον τα μεγάλα έργα εκτελούνται εργολαβικά.

Η εκτέλεση όλων των έργων και προμηθειών, καθώς και των μεγάλων επενδύσεων πραγματοποιείται επίσης αυτοδύναμα, υπό την διεύθυνση των Υπηρεσιών της ΔΕΤΗΠ και με την ενεργό συμμετοχή της Διοίκησης, με σεβασμό στις απαιτήσεις διαφάνειας, νομιμότητας, αποτελεσματικότητας και τεχνικής αρτιότητας. [76]

6.2.6 Τιμολογιακή Πολιτική Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας

Η σύνδεση των οικοδομών της πόλης γίνεται με την υπογραφή συμβολαίου, στο οποίο καθορίζεται το αντίστοιχο τέλος της σύνδεσης ανά μικό τετραγωνικό μέτρο του προς σύνδεση χώρου. Η τιμή πώλησης θερμικής ενέργειας καθορίζεται από το κόστος του πετρελαίου θέρμανσης και βάσει του συμβολαίου σύνδεσης δεν μπορεί να υπερβεί το 70% του αντίστοιχου κόστους καύσης πετρελαίου.

Στα πλαίσια του κοινωνικού χαρακτήρα της Δημοτικής Επιχείρησης, οι εφαρμοζόμενες τιμές πώλησης της Θερμικής Ενέργειας είναι πολύ κατώτερες της συμβατικής. Με τις σημερινές αυξήσεις των τιμών πετρελαίου το κόστος θέρμανσης με Τηλεθέρμανση είναι κάτω του 50% του κόστους αντίστοιχης θέρμανσης με πετρέλαιο.

Η τιμή μονάδος πώλησης της θερμικής Mwh ήταν 7.683 δρχ./ Mwh ή 22,54 € (9.066 δρχ./ Mwh με ΦΠΑ). Από 1^{ης} Φεβρουαρίου του 2001 αυξήθηκε κατά 19% και διαμορφώθηκε στις 9.142 δρχ. / Mwh ή 26,83 € (10.788 δρχ. / Mwh ή 31,66 € με ΦΠΑ), ώστε να αντιμετωπιστεί κυρίως ένα μέρος των επενδυτικών δαπανών των επεκτάσεων και της χρήσης πετρελαίου για λόγους Εφεδρείας και Αιχμής. [76]

Ενδεικτικά κατά μέσο όρο ένα διαμέρισμα 100 τ.μ. πληρώνει στην ΔΕΤΗΠ για την θέρμανσή του περίπου 430 ευρώ το χρόνο με ΦΠΑ. [12]

Τα χρήματα που εισπράττει ετησίως η Δημοτική Επιχείρηση δαπανώνται για την εξυπηρέτηση των λειτουργικών δαπανών, των τοκοχρεολυσίων, των συντηρήσεων και των νέων επενδύσεων της επιχείρησης και κατανέμονται κατά μέσο όρο ως ποσοστό επί του συνόλου των δαπανών, ως εξής : [133]

Θερμική ενέργεια	15%
ηλεκτρική ενέργεια	8%
τοκοχρεολύσια	12%
εγκαταστάσεις – εξοπλισμός- συνδέσεις – συντηρήσεις	25%
αμοιβές προσωπικού	40%

6.2.7 Εξέλιξη συνδρομητών Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας

Η θετική ανταπόκριση των πολιτών στην Τηλεθέρμανση είναι η βάση για την βιωσιμότητα και την ευρωστία της Δημοτικής Επιχείρησης Τηλεθέρμανσης. Η ορθή Τιμολογιακή πολιτική έχει ως αποτέλεσμα τη συνέπεια των καταναλωτών στις πληρωμές, και έτσι υποστηρίζεται η καλή λειτουργία και συντήρηση του συστήματος και η βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Οι αριθμοί όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και διαγράμματα αποτελούν αδιάψευστο κριτήριο της αποδοχής και υποστήριξης της Τηλεθέρμανσης από τους κατοίκους. [76]

A Z Ω N H	ΕΤΟΣ	ΡΥΘΜΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΩΝ	ΣΥΝΟΛΑ ΟΙΚΟΔΟΜΩΝ
	1993-94	256	256
	1994-95	191	447
	1995-96	435	882
	1996-97	97	979
	1997-98	34	1.013
	1998-99	22	1.035
A ΖΩΝΗ & ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	1999-00	17	1.052
	2000-01	278	1.330
	2001-02	170	1.500

ΠΕΡΙΟΔΟΣ 2001-2002	Σύνολο Συμβεβλημένων οικοδομών	1.500
	Συμβεβλημένα διαμερίσματα	8.345
	Συμβεβλημένο εμβαδόν	821.710 m²
	Συμβεβλημένος όγκος	2.577.263 m³
	φορτίο αιχμής (χωρίς ετεροχρονισμό)	79.492.813 kcal/h

Πίνακας 8: Συνδέσεις στην εγκατάσταση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας [76]

6.2.8 Οφέλη από την λειτουργία της εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας

Τα οφέλη από τη λειτουργία του συστήματος της Τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα είναι τόσο άμεσα, δηλαδή απόλυτα μετρήσιμα, όσο και έμμεσα τα οποία όμως είναι εξίσου σημαντικά. [76]

Η συνολική επένδυση του έργου της τηλεθέρμανσης πρόκειται να φθάσει τα 3.300 εκατομ. Δρχ. Τα ετήσια μικτά κέρδη ήδη από τον τρίτο χρόνο λειτουργίας ανέρχονται σε 131,5 εκατομ. δραχμές για να φθάσουν στον τελευταίο χρόνο μιας τριακονταετούς περιόδου λειτουργίας σε 470,2 εκατομ. δρχ.

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. [74]

Σημαντικά είναι τα οφέλη της λειτουργίας της τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα από την πλευρά της εξοικονόμησης ενέργειας και της μείωσης της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Σπουδαίο είναι το γεγονός ότι εξασφαλίζεται σήμερα η υποκατάσταση 25.00 TOE , η οποία αποτιμάται σε 12.000.000 €/ έτος που πιστώνονται στην τοπική και την εθνική οικονομία.

Επίσης επιτυγχάνεται εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας που υπερβαίνει το 30% γιατί η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού αυξάνει τον βαθμό απόδοσης των μονάδων της ΔΕΗ και μειώνει τις εκπομπές ρύπων. Αξίζει να σημειωθεί ότι κάθε MWH συμπαραγωγής μειώνει κατά 160 KG έως 500 KG τις εκπομπές CO₂.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ενδεικτικά στοιχεία για την μείωση των εκπομπών ρύπων λόγω της λειτουργίας της τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα.

	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	HC	ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ
Εκπομπές ρύπων πριν την λειτουργία της Τηλεθέρμανσης	59.076	13,16	10,75	44,82	3,59	5,38
Εκπομπές ρύπων μετά την λειτουργία της Τηλεθέρμανσης	16.425	3,66	2,99	12,46	1,00	1,50
Μείωση ρύπων λόγω Τηλεθέρμανσης (σε τόνους ετησίως)	42.651	9,50	7,76	32,36	2,59	3,88

Πίνακας 9: Μείωση εκπομπών ρύπων λόγω λειτουργίας της Τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα (tn/έτος) [12]

Δηλαδή περισσότεροι από 42 χιλιάδες τόνοι CO₂ το χρόνο δεν εκπέμπονται στο περιβάλλον της Πτολεμαΐδας, διότι λειτουργεί η Τηλεθέρμανση.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η τηλεθέρμανση έχει συντελέσει στην κυκλοφοριακή αποσυμφόρηση καθώς μειώνεται η κίνηση των βιτυοφόρων από τις εθνικές οδούς και τους δρόμους των πόλεων για τη μεταφορά καυσίμων στα κτίρια (περισσότερα από 500 βυτιοφόρα οχήματα για την Πτολεμαΐδα).

Πρέπει ακόμα να μνημονευτεί ως σημαντικό όφελος της τηλεθέρμανσης η ασφάλεια των εγκαταστάσεων λόγω της φύσης του φορέα θερμότητας (υπέρθερμο νερό) και της αρχής λειτουργίας της εγκατάστασης με απλή εναλλαγή θερμότητας, δηλαδή απουσία φλόγας. Επιπλέον το μικρό κόστος εγκατάστασης, η εξοικονόμηση δαπανών συντηρήσεων και επισκευών καθώς και η εξοικονόμηση χώρου στα κτίρια.

Εξίσου σημαντική είναι όμως η συμβολή του έργου της τηλεθέρμανσης στην μείωση του ποσοστού ανεργίας στον Δήμο της Πτολεμαΐδας και στην ανάπτυξη της επιχειρηματικότητας και της ανταγωνιστικότητας της περιοχής. Δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας διότι απασχολείται τοπικό εργοτεχνικό και επιστημονικό δυναμικό

στην κατασκευή και λειτουργία του έργου (ποσοστό της τάξης του 30% των επενδύσεων αποτελεί εργατική δαπάνη) και την κατασκευή των έργων εκτελούν Έλληνες εργολήπτες. [12]

Η επιχειρηματικότητα, η ανταγωνιστικότητα και το ανθρώπινο δυναμικό αναπτύσσεται στην περιοχή διότι:

- μειώνεται το κόστος παραγωγής προϊόντων που χρειάζονται θερμότητα και τα λειτουργικά κόστη των επαγγελματικών χώρων της πόλης και
- δημιουργούνται νέες ευκαιρίες με την αστική και εξωαστική χρήση της θερμότητας (θερμοκήπια, ξηραντήρια, βαφεία, χώροι άθλησης, κέντρα υγιεινής κ.λ.π.) Δύο θερμοκηπιακές εφαρμογές στην περιοχή του αγροκτήματος Πτολεμαΐδας λειτουργούν ήδη με Τηλεθέρμανση και σχεδιάζονται νέες επενδύσεις
- εισάγονται στην πόλη και τη χώρα νέες ενεργειακές τεχνολογίες και συνδέονται οι τεχνικοί και κατασκευαστές της χώρας μας με το Ευρωπαϊκό περιβάλλον στον ενεργειακό τομέα. [76]

Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι η Τηλεθέρμανση Πτολεμαΐδας ως πιλοτικό σύστημα, δημιούργησε το πρότυπο στην χώρα μας που αργά αλλά σταθερά βρίσκει μιμητές. Την εγκατάσταση του συστήματος Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας ακολούθησε η πόλη της Κοζάνης, που λειτούργησε σχεδόν ταυτόχρονα (1994), η πόλη και οι κοινότητες της περιοχής Αμυνταίου που λειτούργησε Τηλεθέρμανση τον χειμώνα 2004-05 και τέλος η πόλη της Μεγαλόπολης.

Επίσης ετοιμάζονται εγκαταστάσεις συστημάτων Τηλεθέρμανσης σε πόλεις της Κεντρικής και Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, που ευνοούνται εξ αιτίας της διέλευσης των αγωγών φυσικού αερίου. [12]

6.3 Τηλεθέρμανση Κοζάνης

6.3.1 Η πόλη της Κοζάνης

Η Κοζάνη είναι η πρωτεύουσα του Νομού Κοζάνης και ο πληθυσμός της σήμερα υπερβαίνει τους 40.000 κατοίκους. Πάντοτε υπήρξε κόμβος μεγάλης συγκοινωνίας της Βόρειας Ελλάδας, ήταν και είναι μεγάλη εμπορική και βιοτεχνική πόλη και εδώ και αρκετά χρόνια περιβάλλεται από τα μεγαλύτερα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας, λιγνιτικά και υδροηλεκτρικά.

Η Κοζάνη όμως καθώς και όλη η γύρω περιοχή της είναι μια από τις ψυχρότερες περιοχές της Ελλάδας και για το λόγο αυτό οι κατοικίες της απαιτούν, για αρκετούς μήνες το χρόνο, συνεχή θέρμανση. Η θέρμανση πραγματοποιούνταν μέχρι την ίδρυση του δικτύου τηλεθέρμανσης κυρίως με καύση πετρελαίου σε λέβητα κεντρικής θέρμανσης κτιρίων ή με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι καταναλώνονταν μεγάλα ποσά σε δαπανηρή ενέργεια.

Η κάλυψη της πιο πάνω θερμικής ενέργειας επιλέχθηκε να γίνει με πολύ φθηνότερη ενέργεια που θα παράγεται με τη μέθοδο της συμπαραγωγής από τον ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου, ο οποίος βρίσκεται 18 χλμ έξω από την πόλη της Κοζάνης. [77]

Η εγκατάσταση Τηλεθέρμανσης σκοπό έχει να τροφοδοτήσει την πόλη με θερμότητα χώρων και παρασκευή θερμού νερού χρήσης. Το θερμικό φορτίο αιχμής (ετεροχρονισμένο) εκτιμήθηκε σε 100 MW (ετήσια θερμική ζήτηση περίπου 160.000 MWh) για το έτος «κορεσμού». Σήμερα έχει ξεπερασθεί και είναι 125 MWTh με ετήσια θερμική ζήτηση περίπου 220.000 MWh για την περίοδο 98-99. [78]

6.3.2 Διαδικασία εκπόνησης έργου Τηλεθέρμανσης Κοζάνης

Στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος VALOREN της ΕΟΚ σύμφωνα με την Προγραμματική Σύμβαση της 3-3-88 ανάμεσα στη Νομαρχία Κοζάνης, το Δήμο Κοζάνης, την Ελληνική Τράπεζα Βιομηχανικής Ανάπτυξης Α.Ε. (ΕΤΒΑ Α.Ε.) και την Αναπτυξιακή Κοζάνης Α.Ε. (ΑΝ.ΚΟ. Α.Ε.) ανατέθηκε στην ΑΝ.ΚΟ Α.Ε. η εκπόνηση της Οριστικής μελέτης του έργου της Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης στην οποία συνεργάστηκε ομάδα μελετητών πολλαπλών ειδικοτήτων.

Το πρώτο σκέλος της μελέτης αυτής παραδόθηκε τον Οκτώβριο του 1990 και περιέχει τον προσδιορισμό των Βασικών Επιλογών της μελέτης.

Το δεύτερο σκέλος ολοκληρώθηκε τον Νοέμβριο του 1991 και 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 τη σύμβαση πλαίσιο που υπογράφηκε μεταξύ του Δήμου Κοζάνης και της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού. [79]

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.

Τον Οκτώβριο του 1991 ο Δήμος Κοζάνης ανέθεσε στην Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Κοζάνης Δ.Ε.Υ.Α. την υλοποίηση του έργου της Τηλεθέρμανσης στα πλαίσια του Κοινοτικού προγράμματος Valoren.

Τον Μάρτιο του 1992 δημοπρατήθηκε το έργο «Τηλεθέρμανση Κοζάνης φάση Α΄» που περιλάμβανε:

- 1) Το δίκτυο διανομής και τους θερμικούς υποσταθμούς στο ευρύτερο κέντρο της πόλης (Ζώνη Α΄)
- 2) Το λεβητοστάσιο αιχμής
- 3) Τα αντλιοστάσια διανομής και μεταφοράς Α1 και Α2.

Τον Φεβρουάριο του 1993 δημοπρατήθηκε το έργο «Τηλεθέρμανση Κοζάνης φάση Β'» που περιλάμβανε:

- 1) Τον αγωγό μεταφοράς από τον ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγ. Δημητρίου
- 2) Το αντλιοστάσιο μεταφοράς Α3

Ταυτόχρονα η ΔΕΗ αναλαμβάνει τις απαραίτητες μετασκευές στις μονάδες III και IV του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου για την απόδοση στην Τηλεθέρμανση των απαραίτητων θερμικών φορτίων.

Τον Δεκέμβριο του 1995 υπογράφηκε η σύμβαση του έργου «Τηλεθέρμανση Κοζάνης Δίκτυο Διανομής ζωνών Β' και Γ'» που περιλάμβανε την επέκταση του Δικτύου Διανομής σε όλες τις περιοχές του σχεδίου πόλης φθάνοντας έτσι σε ποσοστό κάλυψης 95% με την ολοκλήρωση του έργου τον Φεβρουάριο του 1998.

Το φθινόπωρο του 1996 ολοκληρώθηκε η κατασκευή της επέκτασης θερμικής ισχύος που παρέχεται από τις μονάδες III και IV του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου. (αύξηση από 40 MWTh σε 67 MWTh). Τον Δεκέμβριο του 1997 υπογράφηκε συμπληρωματική σύμβαση με την ΔΕΗ για την παροχή 70 MWTh από την μονάδα V του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου. Τον Ιανουάριο του 1999 ολοκληρώθηκε η επέκταση των εγκαταστάσεων της Τηλεθέρμανσης στο αντλιοστάσιο Α1 και στο λεβητοστάσιο αιχμής με την προσθήκη 4^{ου} Λέβητα ισχύος 27,5 MWTh. Τον Δεκέμβριο του 2001 ετοιμάστηκε η μελέτη του 2^{ου} αγωγού μεταφοράς Φ600 από τον ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου ο οποίος θα ανεβάσει τη συνολική ικανότητα μεταφοράς του συστήματος στα 140 MWTh. [78]

Τέλος τον Οκτώβριο του 2006 προκηρύχθηκε η σύμβαση για την κατασκευή δισωληνίου συστήματος διανομής και παροχών θερμικής ενέργειας που αποτελεί επέκταση του υφιστάμενου δικτύου διανομής τηλεθέρμανσης της πόλης Κοζάνης, το οποίο θα τροφοδοτηθεί από το ήδη κατασκευασμένο δίκτυο διανομής της πόλης. Οι αγωγοί του προς κατασκευή δικτύου διανομής (προσαγωγής/επιστροφής) θα είναι συνολικού μήκους ορύγματος 15.750 m, περίπου μήκος σωλήνων 31.500 m. Οι αγωγοί προσαγωγής - επιστροφής που θα εγκατασταθούν για τις παροχές των καταναλωτών θα είναι συνολικού μήκους ορύγματος 6.750 m, περίπου (μήκος σωλήνων 13.500 m). Προβλέπεται επίσης στο έργο η κατασκευή 450 νέων παροχών στη πόλη Κοζάνης. [80]

6.3.3 Σχεδίαση και εκτίμηση ζήτησης θερμικών φορτίων

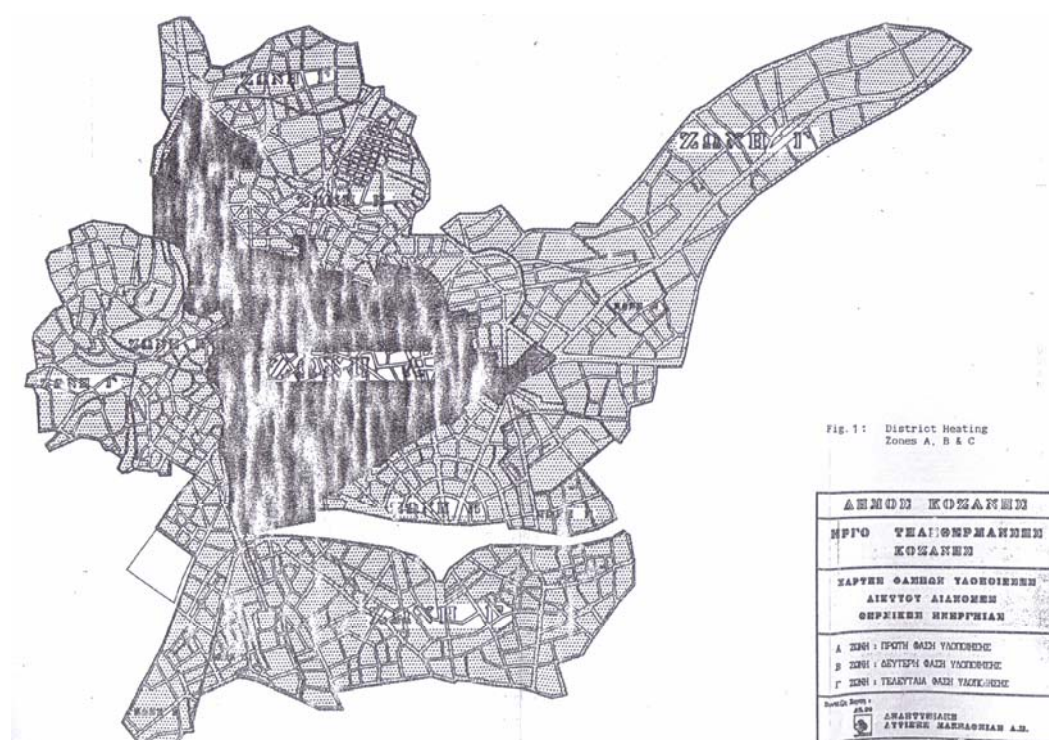
Για την σχεδίαση του συστήματος της Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης, όπως και για κάθε αντίστοιχο σύστημα απαιτήθηκε να καθορισθεί επακριβώς η ζήτηση της θερμικής ενέργειας.

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 γι' αυτό το σκοπό πραγματοποιήθηκε.

2. Εκτιμήθηκε η αναμενόμενη για κάθε ζώνη δόμηση της πόλης, σύμφωνα με τις διαδοχικές 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 ή χρήση, η παλαιότητα, ο αριθμός των ορόφων, το χρησιμοποιούμενο είδος θέρμανσης, η θέση όπως και οι ειδικές παρατηρήσεις.
4. Μετρήθηκαν σε χάρτες (κλίμ. 1:500) το εμβαδόν και η πραγματική ελεύθερη περίμετρος στο σύνολο του κτιρίου της πόλης.
5. Εκτιμήθηκαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας και οι κατ' όγκον συντελεστές θερμικών αναγκών σύμφωνα με την παλαιότητα κάθε κτιρίου.
6. Θεωρήθηκαν δυναμικά συνδέσιμοι καταναλωτές τα κτίρια που διαθέτουν σύστημα κεντρικής θέρμανσης, 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 τα κτίρια χωρίς θερμομόνωση, θερμικού φορτίου ≤ 30000 kcal/h και νέων κτιρίων με θερμομόνωση ικανοποιητική θερμικού φορτίου ≤ 17000 kcal/h.

Κατά το τελικό σχεδιασμό του δικτύου διανομής της πόλης της Κοζάνης έγινε διαχωρισμός σε τρεις ζώνες Α, Β και Γ (Σχ.51) σύμφωνα με τα αποτελέσματα της απογραφής ως προς την πυκνότητα του θερμικού φορτίου κατά ζώνη.



Σχήμα 51: Θέσεις υλοποίησης δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας [79]

Το θερμικό φορτίο ανά ζώνη (1992) είναι:

- ζώνη Α : 73,97 Gcal / h
- ζώνη Β : 28,23 Gcal / h
- ζώνη Γ : 10,22 Gcal / h

Συνολικό θερμικό φορτίο: 112,51 Gcal / h

Λαμβάνοντας 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 Gcal/h.

Με δεδομένη τη 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 τη 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) να παράγεται από εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμικής ενέργειας στον ΑΗΣ της ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου, όλο το φορτίο αναμένεται να προσκτηθεί το έτος 2001.
- Το υπόλοιπο φορτίο των 22 Gcal/h να προβλεφθεί από τους λέβητες αιχμής που θα εγκατασταθούν στην είσοδο της πόλης.

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 κύρια από την κατανομή στο χρόνο των δαπανών κατασκευής του δικτύου διανομής. [79]

6.3.4 Βασικές επιλογές για το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων της Τηλεθέρμανσης Κοζάνης

Με βάση τις αναλύσεις οικονομοτεχνικών βελτιστοποιήσεων των παραμέτρων και μεγεθών, οι βασικές επιλογές που προτάθηκαν ή αποφασίστηκαν σαν βάση για τον σχεδιασμό του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής είναι:

1. Σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας

- Μονάδα παραγωγής βάσεως: Η μονάδα V ΑΗΣ / ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου προκατασκευασμένη έτσι που να επιτρέπει την συμπαραγωγή θερμικής ενέργειας μέχρι 60 Gcal /h χωρίς επίπτωση στην ισχύ της στροβιλογεννήτριας.
- Εφεδρική μονάδα παραγωγής βασικού φορτίου: Η μονάδα IV ή άλλη μονάδα του ιδίου ΑΗΣ της ΔΕΗ με ενδεχόμενες κατασκευές ατμοστροβίλου που θα επιτρέπουν επίσης μια συμπαραγωγή θερμικής ενέργειας μέχρι 60 Gcal / h.
- Λεβητοστάσιο αιχμής: Για την κάλυψη των θερμικών φορτίων αιχμής που θα υπερβαίνουν την τιμή των 60 Gcal / h, στο λεβητοστάσιο αιχμής καθορίστηκε να εγκατασταθούν 3 λέβητες των 10 MW κατάλληλοι για καύση πετρελαίου ντήζελ.

2. Σύστημα μεταφοράς

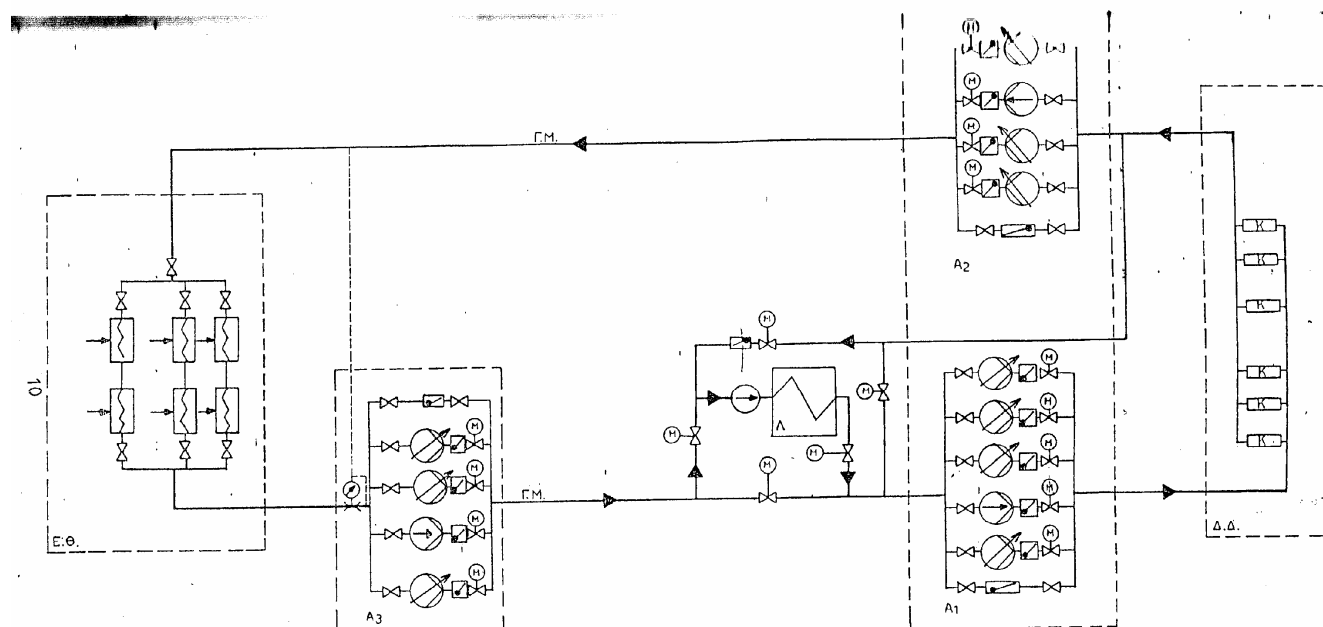
- Φορέας μεταφοράς θερμότητας: Υπέρθερμο νερό με μέγιστη θερμοκρασία 120° C.
- Τεχνολογία συστήματος : Προμονωμένος χαλύβδινος αγωγός εγκαταστημένος απ' ευθείας μέσα στο έδαφος (υπόγειος) προδιαγραφής CENPREN 253 της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Προτύπων
- Ονομαστική διάμετρος αγωγού μεταφοράς: DN = 450 mm

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 τον καταναλωτή.
- Τεχνολογία κατασκευής δικτύου: Υπόγεια δίκτυο με τοποθετημένους απ' ευθείας στο έδαφος προμονωμένους σωλήνες με μόνωση από πολυουρεθάνη και εξωτερικό μανδύα από πολυαιθυλένιο.

4. Αντλιοστάσια

Στο κλειστό δίκτυο της Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης για την κυκλοφορία του νερού έχουν επιλεγεί 3 αντλιοστάσια. Το αντλιοστάσιο μεταφοράς (αποστολής A3) υπέρθερμου νερού (120° C) εγκαταστημένο στο προαύλιο του ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου (σχ. 52). Το αντλιοστάσιο διανομής (A1) θερμικής ενέργειας, εγκαταστημένο στην είσοδο της πόλης και το αντλιοστάσιο μεταφοράς (A2) επιστροφής του νερού (65° C) στον ΑΗΣ / ΔΕΗ για επαναθέρμανση. Σημειώνεται ότι οι μεγαλύτερες πιέσεις στο δίκτυο και ειδικότερα στις καταθλίψεις των αντλιών είναι της τάξης των 25 bars ή λίγο περισσότερο από 25 bars. [79]



Υπόμνημα:

Ε.Θ. : Σύστημα παραγωγής, σταθμός εναλλακτών θερμότητας στον ΑΗΣ της ΔΕΗ

A1: Αντλιοστάσιο διανομής στην είσοδο της πόλης της Κοζάνης

A2: Αντλιοστάσιο μεταφοράς, από πόλη προς ΑΗΣ της ΔΕΗ
A3: Αντλιοστάσιο μεταφοράς, από ΑΗΣ της ΔΕΗ προς πόλη της Κοζάνης
Γ.Μ. Γραμμή μεταφοράς θερμού και υπέρθερμου νερού
Δ.Δ. Δίκτυο διανομής
Κ: Καταναλωτές θερμικής ενέργειας στο δίκτυο διανομής
Λ: Λέβητες αιχμής

Σχήμα 52: Σχηματική διάταξη ροής θερμικής ενέργειας και λειτουργίας εγκατάστασης τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης [79]

6.3.5 Περιγραφή συστήματος Τηλεθέρμανσης Κοζάνης

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή των συστημάτων μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας καθώς και του λεβητοστάσιο αιχμής. Δεν συμπεριλαμβάνεται στην περιγραφή αυτή το σύστημα συμπαραγωγής θερμικής ενέργειας.

Η θερμική ενέργεια που παράγεται με την συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις μονάδες της ΔΕΗ (κύρια, εφεδρική) του Αγίου Δημητρίου, μεταφέρεται από τον αρχικό φορέα που είναι ατμός, στον φορέα που είναι υπέρθερμο νερό.

Το υπέρθερμο νερό (120° C) θα μεταφέρεται και θα 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 των οποίων θα κυκλοφορεί το υπέρθερμο νερό, ενώ στο δευτερεύον κύκλωμα θα κυκλοφορεί το νερό θέρμανσης των οικοδομών. Εκτιμάται ότι το νερό που θα επιστρέφει στον ΑΗΣ – ΔΕΗ για αναθέρμανση θα έχει θερμοκρασία 65° C.

Το σύστημα Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης σχεδιάσθηκε για να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις θερμικού φορτίου της πόλης. Για το λόγο αυτό προβλέπεται η δυνατότητα διαφορετικών συνδέσεων των συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής κατά τρόπο που σε κάθε περίπτωση να είναι δυνατή η κανονική λειτουργία του συστήματος.

1. Αντλιοστάσια

Προβλέπεται να κατασκευασθεί ένα αντλιοστάσιο (A3) στο προαύλιο του ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου και ένα κοινό αντλιοστάσιο (A1, A2) στην νοτιοανατολική είσοδο της πόλης της Κοζάνης.

Το αντλιοστάσιο A3 μεταφοράς θερμικής ενέργειας που θα καλύπτει τις απώλειες στον αγωγό προσαγωγής από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου μέχρι την είσοδο της πόλης θα αποτελείται στην τελική φάση ανάπτυξης του έργου από 3 κύριες αντλίες με μεταβλητή ταχύτητα περιστροφής και μια κύρια αντλία σταθερής ταχύτητας περιστροφής. Τρεις κύριες αντλίες θα καλύπτουν την ονομαστική ζήτηση (60 Gcal/h) και η τέταρτη θα είναι εφεδρική.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των αντλιών του αντλιοστασίου (A3) είναι:

- Ονομαστική παροχή (υπέρθερμου νερού 120° C) : 386 m³/h
- Μανομετρικό ύψος σε ονομαστική παροχή : 132 Μ.Σ.Υ.

Στο αντλιοστάσιο Α3 θα εγκατασταθεί και ο πιο κάτω εξοπλισμός:

- Τρεις αντλίες για τη διατήρηση της πίεσης του δικτύου της Τηλεθέρμανσης (Ονομ. παροχή : 30 m³/h, Μανομετρικό ύψος : 170 m.)
- Δύο αντλίες για την ρύθμιση στάθμης νερού της δεξαμενής απαερίωσης του (Ονομ. παροχή : 45 m³/h. Μανομ. ύψος: 14 m)
- Μια δεξαμενή απαερίωσης 40 m³ και δύο δεξαμενές (80 m³ η καθεμιά) συμπληρωματικού νερού
- Εγκατάσταση χημικών πρόσθετων για την βελτίωση της ποιότητας του νερού.

Το αντλιοστάσιο διανομής Α1 που θα καλύπτει τις απώλειες στο δίκτυο διανομής και θα αποτελείται στην τελική φάση ανάπτυξης του έργου από 4 κύριες αντλίες μεταβλητής ταχύτητας περιστροφής και μια κύρια αντλία σταθερών στροφών. Τέσσερις κύριες αντλίες θα καλύπτουν την ζήτηση κορεσμού (82 Gcal/h) και η πέμπτη θα είναι εφεδρική.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των αντλιών του αντλιοστασίου Α1 είναι:

- Ονομαστική παροχή (υπέρθερμου νερού 120° C) : 396 m³/h
- Μανομετρικό ύψος σε ονομαστική παροχή : 120 Μ.Σ.Υ.

Το αντλιοστάσιο μεταφοράς- επιστροφής Α2 θα καλύπτει τις απώλειες στον αγωγό επιστροφής και θα αποτελείται, στην τελική φάση του έργου από 3 αντλίες με μεταβλητή ταχύτητα περιστροφής και μια με σταθερή ταχύτητα περιστροφής. Τρεις κύριες αντλίες θα καλύπτουν την ονομαστική ζήτηση (60 Gcal/h) και η τέταρτη θα είναι εφεδρική.

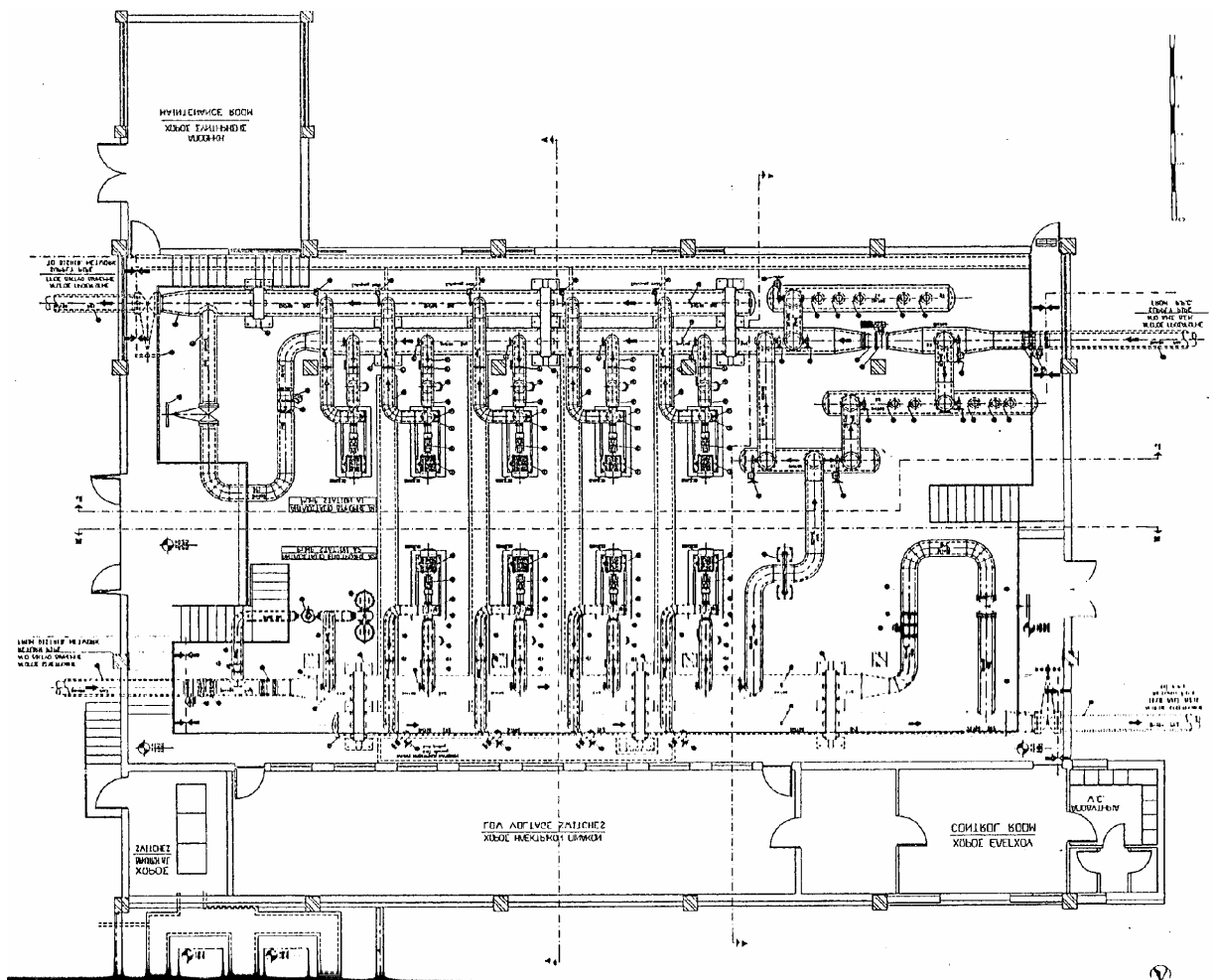
Τα κύρια χαρακτηριστικά των αντλιών του αντλιοστασίου Α2 είναι:

- Ονομαστική παροχή (υπέρθερμου νερού 120° C) : 386 m³/h
- Μανομετρικό ύψος σε ονομαστική παροχή : 132 Μ.Σ.Υ.

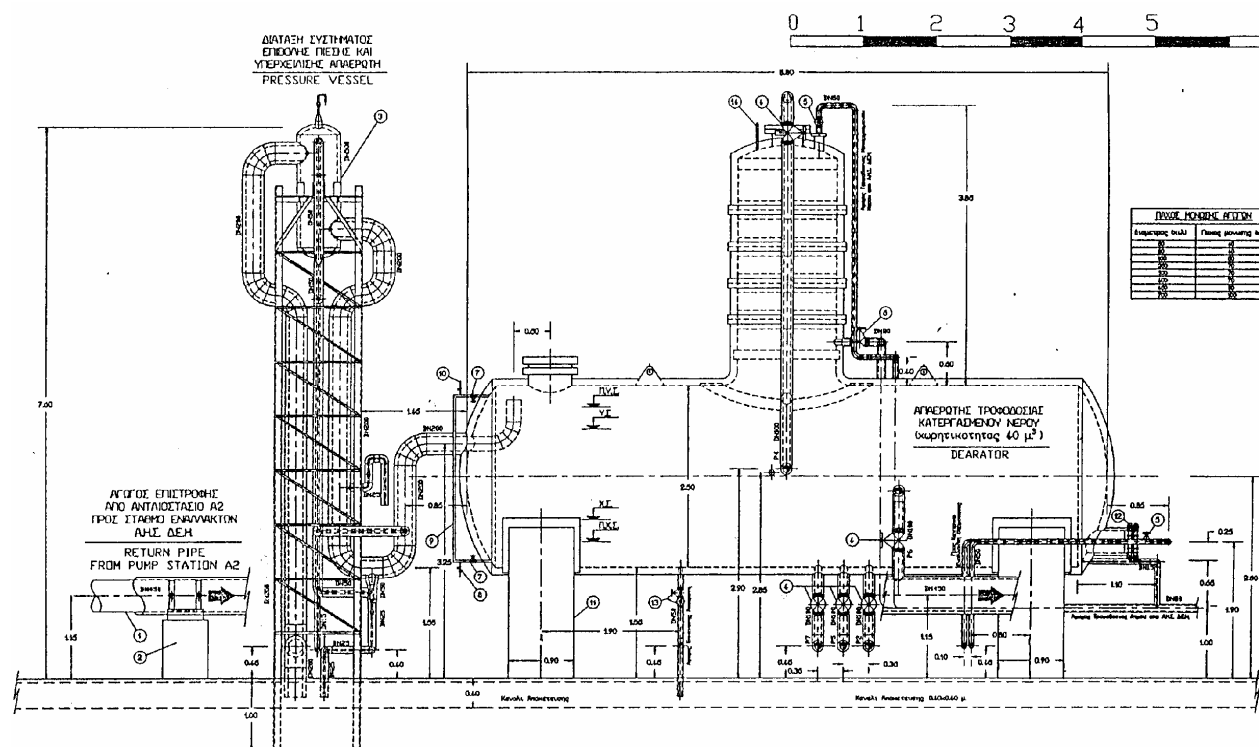
Στο κοινό κτίριο των αντλιοστασίων Α1 και Α2 προβλέπεται η εγκατάσταση ενός φίλτρου για το φιλτράρισμα ενός μέρους της ποσότητας του νερού της τηλεθέρμανσης καθώς και η εγκατάσταση των συλλεκτών και αγωγών σύνδεσης των με δίκτυα των πιο πάνω αντλιοστασίων για την διασύνδεση με την εγκατάσταση του λεβητοστασίου αιχμής.

Σε κάθε αντλιοστάσιο προβλέπεται η εγκατάσταση του υποσταθμού ζεύξης με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ, μετασχηματιστής ισχύος (20 KV/380 KV), υποσταθμός πίνακας διανομής 380 V, θάλαμοι αυτοματισμού και ελέγχου, χώρος γραφείων, αποδυτήριων κ.λ.π.

Τα πιο πάνω αντλιοστάσια περιγράφονται στα σχέδια 53 και 54.



Σχήμα 53: Αντλιοστάσιο A1-A2 – Κάτοψη [79]



Σχήμα 54: Αντλιοστάσιο Α3 - Τομή Α-Α [79]

2. Μετρητής θερμότητας

Ένας μετρητής θερμότητας, ηλεκτρομαγνητικός, θα εγκατασταθεί στο αντλιοστάσιο Α3, στον αγωγό μεταφοράς θερμικής ενέργειας και στην έξοδο του σταθμού εναλλακτών θερμότητας του ΑΗΣ της ΔΕΗ.

3. Εσωτερική προστασία των αγωγών, συλλεκτών, αντλιών

Η εσωτερική προστασία των αγωγών, συλλεκτών και αντλιών τόσο έναντι διάβρωσης, όσο και έναντι επικαθίσεων θα επιτευχθεί με τη χρήση του νερού κατάλληλης ποιότητας και χημική κατεργασία του νερού ατμού προσαρμοσμένη στις αντίστοιχες φάσεις λειτουργίας (χειμερινή λειτουργία και θερινή συντήρηση).

Προβλέπεται η πλήρωση και η συμπλήρωση των δικτύων να γίνει με αφαλατωμένο νερό του ΑΗΣ της ΔΕΗ. Το νερό συμπλήρωσης πριν από την είσοδο του στο δίκτυο απαεριώνεται στον απαεριωτή της εγκατάστασης – αντλιοστασίου Α3.

Στο αντλιοστάσιο Α3 προβλέπεται η εγκατάσταση μιας δεξαμενής χημικών και μιας δοσομετρικής αντλίας για την βελτίωση της ποιότητας του νερού.

Τα χαρακτηριστικά του νερού θα πρέπει να είναι:

- Οξυγόνο < 0,05 mgO₂/kg H₂O
- Σκληρότητα < 0,1 της γερμανικής κλίμακας
- Αγωγιμότητα < 30 μS / cm
- Αλκαλικότητα PH 9 - 10,5

4. Λεβητοστάσιο αιχμής

Το λεβητοστάσιο αιχμής σκοπό έχει να καλύπτει την πλέον της παραγόμενης στον ΑΗΣ/ΔΕΗ θερμική ζήτηση. Θα αποτελείται από τρεις λέβητες παραγωγής θερμού νερού συνδεδεμένους παράλληλα μεταξύ τους.

Προβλέφθηκε η εγκατάσταση τριών ομοίων λεβήτων με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

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

Οι λέβητες θα τοποθετηθούν με τρόπο που θα συμφωνηθεί με την Ελληνική Νομοθεσία περί λεβήτων (Β.Δ. 227/30-4/22-5-65 Κεφ. Γ').

Σε κάθε ένα από τους πιο πάνω λέβητες έχουν προβλεφθεί οι εξής διατάξεις:

- **Η διάταξη ανακυκλοφορίας**

Αυτή περιλαμβάνει μια βαλβίδα θερμοστατική και διαφορικής πίεσης με σκοπό:

- Να προθερμαίνει τον λέβητα πριν την είσοδό του στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης (ετοιμότητα λέβητα)
- Να αυξάνει την θερμοκρασία του νερού στην επιθυμητή ελάχιστη τιμή.

- **Διατάξεις απαγωγής καυσαερίων**

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

- **Διάταξη τροφοδοσίας καυσίμου**

Η διάταξη τροφοδοσίας καυσίμου αποτελείται από τους αγωγούς τροφοδοσίας του καυσίμου στους καυστήρες στις δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου.

Οι δεξαμενές θα είναι οριζόντιες, υπέργειες χωρητικότητας 10 m³ και 100 m³ και θα επικοινωνούν μεταξύ τους.

- **Διατάξεις κυκλοφορίας νερού**

Με το δίκτυο γενικά της τηλεθέρμανσης οι λέβητες συνδέονται με μονωμένους χαλύβδινους αγωγούς.

Στο λεβητοστάσιο θα προβλεφθούν και συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου τα οποία είναι:

- **Αυτόνομα συστήματα αυτοματισμού**

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

- **Συνδυασμένα συστήματα αυτοματισμού**

Μέσω των συστημάτων αυτών εντέλλεται η εκκίνηση ή κράτηση κάθε λέβητα από την κεντρική μονάδα ελέγχου των αντλιοστασίων A1-A2.

Η εσωτερική προστασία των λεβήτων και των αγωγών διασύνδεσης τους έναντι διάβρωσης όσο και έναντι επικαθήσεων επιτυγχάνεται με τη χρήση νερού κατάλληλης ποιότητας. Γενικά όλο το δίκτυο της τηλεθέρμανσης θα έχει νερό της ίδιας ποιότητας όπως προδιαγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο.

5. Αγωγός μεταφοράς θερμικής ενέργειας

Η όδευση των προμονωμένων αγωγών μεταφοράς από τον ΑΗΣ της ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου θα είναι υπόγεια.

Οι υπόγειοι αγωγοί μεταφοράς θα είναι προμονωμένοι, εγκατεστημένοι απ' ευθείας μέσα στο έδαφος με την τεχνική της προέντασης.

Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν θα έχουν τα πιο κάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Διάμετρος (DN) : 450 mm
- Πάχος (σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης) : 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 θα αποτελείται από στερεό αφρό πολυουρεθάνης (PUR).
- Η ονομαστική παροχή θερμικής ενέργειας του αγωγού μεταφοράς είναι 60 Gcal / h με θερμοκρασία υπέθετου νερού 120° C στον αγωγό προσαγωγής και με μέγιστη θερμοκρασία νερού στον αγωγό επιστροφής 65° C.

Οι προμονωμένοι αγωγοί μεταφοράς θερμικής ενέργειας θα έχουν εγκατεστημένα στη μόνωση τους, μεταξύ χαλυβοσωλήνα και περιβλήματος δύο καλώδια εντοπισμού διαρροών σε όλο το μήκος τους. Η εγκατάστασή τους θα συμπεριλαμβάνει επίσης διατάξεις τοπικού εντοπισμού διαρροής και τηλεμετάδοσης σε κεντρική μονάδα ελέγχου διαρροών που θα είναι εγκατεστημένα στο θάλαμο ελέγχου και αυτοματισμού του αντλιοστασίου A1 και A2.

Από τον έγκαιρο εντοπισμό της υγρασίας εντός της μονώσεως του αγωγού και από τη γρήγορη αποκατάσταση της ενδεχόμενης διαρροής του αγωγού, η καταστροφή του εξωτερικού περιβλήματος του αγωγού θα αποφεύγεται, όπως επίσης και η διάβρωση του χαλύβδινου αγωγού του αγωγού μεταφοράς (προσαγωγής και επιστροφής).

Η εσωτερική προστασία των αγωγών μεταφοράς έναντι διάβρωσης όσο και έναντι επικαθήσεων θα επιτυγχάνεται με χρήση νερού κατάλληλης ποσότητας όπως αυτή προδιαγράφεται στα αντλιοστάσια.

6. Δίκτυο διανομής

Το δίκτυο διανομής παραλαμβάνει από το αντλιοστάσιο Α1 το υπέρθερμο νερό, το μεταφέρει στους επί μέρους καταναλωτές, το συλλέγει από την έξοδο κάθε καταναλωτή και το οδηγεί στην είσοδο του αντλιοστασίου μεταφοράς Α2 για να το επιστρέψει στον ΑΗΣ της ΔΕΗ για επαναθέρμανση.

Ο κάθε κλάδος του δικτύου διανομής αποτελείται από δύο παράλληλα οδεύοντες προμονωμένους χαλύβδινους αγωγούς και προβλέπονται παροχές από τους κεντρικούς αγωγούς προ τις εισόδους των οικοδομών (πεζοδρόμια) για την σύνδεση των υποσταθμών ζεύξης των καταναλωτών.

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

Η εσωτερική προστασία των αγωγών του δικτύου διανομής έναντι διάβρωσης όσο και έναντι επικαθήσεων θα επιτευχθεί με τη χρήση νερού κατάλληλης ποιότητας και με χημική κατεργασία του νερού αυτού όπως προβλέπεται και για τα αντλιοστάσια.

Η εξωτερική προστασία των αγωγών του δικτύου διανομής έναντι διάβρωσης επιτυγχάνεται με το σύστημα σήμανσης για εμφάνιση υγρασίας όπως ανάλογα προβλέπεται και για τον αγωγό μεταφοράς. Στο δίκτυο διανομής της θερμικής ενέργειας στην πόλη της Κοζάνης, όλοι οι προμονωμένοι αγωγοί και όλα τα εξαρτήματα (ειδικά τεμάχια) αυτού, ονομαστικής διαμέτρου 50 mm και μεγαλύτερης θα έχουν ενσωματωμένα συστήματα σήμανσης υγρασίας.

7. Υποσταθμοί ζεύξης καταναλωτών

Στην Τηλεθέρμανση της πόλης 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 για τον πιο πάνω σκοπό καλείται θερμικός υποσταθμός ζεύξης καταναλωτή.

Η διάταξη θερμικών υποσταθμών που προβλέπονται για την σύνδεση των καταναλωτών στο δίκτυο της Τηλεθέρμανσης είναι:

- Θερμικοί υποσταθμοί για παροχή θερμού νερού θέρμανσης
- Θερμικοί υποσταθμοί για παροχή θερμού νερού θέρμανσης και θερμού νερού χρήσης. [136]

8. Αυτοματισμός – Τηλεχειρισμός

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. [79]

6.3.6 Δυνατότητες λειτουργίας του συστήματος

Το σύστημα τηλεθέρμανσης σχεδιάστηκε για να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις θερμικού φορτίου της πόλης. Για το λόγο αυτό προβλέπεται η δυνατότητα διαφορετικών συνδέσεων των υποσυστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής.

Αναφέρονται παρακάτω οι δυνατότητες λειτουργίας του συστήματος για κάθε περίπτωση.

1. Κάλυψη του θερμικού φορτίου εξ ολοκλήρου από τον Α.Η.Σ. Δ.Ε.Η.:

Κατά τη λειτουργία προβλέπεται η σύνδεση του Αντλιοστασίου Α3 σε σειρά με το Αντλιοστάσιο Α1, το δίκτυο διανομής και το Αντλιοστάσιο Α2.

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

Η λειτουργική κατάσταση αναφέρεται στην περίπτωση κατά την οποία το θερμικό φορτίο του ΑΗΣ ΔΕΗ δεν επαρκεί για να καλύψει εξ ολοκλήρου το απαιτούμενο θερμικό φορτίο της πόλης (περίπτωση λειτουργίας Α.Η.Σ. ΔΕΗ με μειωμένο φορτίο ή ζήτηση πόλης θερμικού φορτίου μεγαλύτερου του ονομαστικού των 60 Gcal/h).

Η λειτουργία του συστήματος με παράλληλη σύνδεση των λεβήτων αιχμής είναι δυνατή για θερμοκρασία του θερμού νερού μεγαλύτερη της θερμοκρασίας ικανοποιητικής λειτουργίας των εναλλακτών ζεύξης των καταναλωτών. Σημειώνεται ότι οι υποσταθμοί ζεύξης δίδουν το ονομαστικό φορτίο για θερμοκρασία 115° C του νερού προσαγωγής. Εφ' όσον η συνθήκη αυτή δεν εξασφαλίζεται θα πρέπει να λειτουργήσει το σύστημα με εν σειρά σύνδεση των λεβήτων αιχμής προς τον σταθμό του ΑΗΣ ΔΕΗ που περιγράφεται στην περίπτωση 3.

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

Όπως αναφέρθηκε στην περίπτωση 2 για να επιτευχθεί θερμοκρασία προσαγωγής του νερού κατάλληλη για τη λειτουργία των υποσταθμών καταναλωτών σε ονομαστική είναι αναγκαία η ανύψωση της θερμοκρασίας του νερού που προέρχεται από τον ΑΗΣ ΔΕΗ με εν σειρά σύνδεση των λεβήτων αιχμής.

4. Ρύθμιση θερμοκρασίας του νερού του δικτύου διανομής με ανακυκλοφορία του δικτύου διανομής:

Περίπτωση νυχτερινής λειτουργίας με ανάμειξη του νερού επιστροφής του δικτύου διανομής και του θερμού νερού προερχόμενη από τον ΑΗΣ ΔΕΗ ή τους λέβητες αιχμής.

5. Ρύθμιση 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 ΔΕΗ ή του αντλιοστασίου Α3. [79]

6.3.7 Τιμολογιακή Πολιτική Τηλεθέρμανσης Κοζάνης

Δύο από τα βασικότερα προβλήματα που αντιμετώπισε η ΔΕΥΑ Κοζάνης στην λειτουργία του έργου ήταν ο καθορισμός της τιμής σύνδεσης των καταναλωτών στο δίκτυο διανομής της τηλεθέρμανσης καθώς και η τιμή πώλησης της θερμικής ενέργειας.

Ο καθορισμός της τιμολογιακής πολιτικής έπρεπε να λαμβάνει υπόψη αφενός μεν τον κοινωνικό χαρακτήρα του έργου αφετέρου δε να στοχεύει στη βιωσιμότητα του και έπρεπε να υλοποιήσει τους εξής στόχους:

1. την προσέλκυση καταναλωτών για σύνδεση στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης με γρήγορο ρυθμό.
2. την κάλυψη των χρηματοοικονομικών και λειτουργικών αναγκών της Επιχείρησης.

Η χρέωση σύνδεσης των καταναλωτών μέχρι σήμερα αποτελείται από το άθροισμα της τιμής χρέωσης του θερμικού υποσταθμού και του γινομένου των μεικτών τετραγωνικών της οικοδομής επί της σημερινής τιμής (2000) 900 δρχ./m²

Η τιμή σύνδεσης διαμορφώνεται σύμφωνα με τον πίνακα 10 και ανάλογα με το μέγεθος του θερμικού υποσταθμού και του συνολικού εμβαδού της οικοδομής και είναι σε κάθε περίπτωση μικρότερη από την δαπάνη εγκατάστασης συστήματος κεντρικής θέρμανσης με πετρέλαιο (λέβητας, καυστήρας, δεξαμενή πετρελαίου, καπνοδόχος κλπ.).

Μέσο εμβαδόν οικοδομής m ²	Μέγεθος εναλλάκτη Mcal	Χρέωση (με Φ.Π.Α.) εναλλάκτη € (1)	Χρέωση (με Φ.Π.Α.) m ² οικοδομής € (2)	Συνολική χρέωση οικοδομής € (3)=(1) + (2)	Χρέωση τυπικού διαμερίσματος €/m ²
150	20	2.524	396	2.920	19
250	40	2.641	660	3.302	13
500	60	3.375	1.321	4.696	9
1.000	80	4.402	2.641	7.043	7
1.300	100	4.989	3.434	8.423	6
2.000	150	5.576	5.282	10.858	5

2.700	200	5.869	7.131	13.001	5
3.600	250	6.456	9.508	15.965	4
4.500	300	7.043	11.886	18.929	4
5.500	360	7.630	14.527	22.157	4

Πίνακας 10: Τιμή σύνδεσης με το δίκτυο τηλεθέρμανσης Κοζάνης [78]

Η τιμή πώλησης της θερμικής ενέργειας καθορίστηκε αρχικά στις 8.590 δρχ./MWh ενώ σήμερα κυμαίνεται στις 11.500 δρχ./MWh και αποτελεί το 65% της αντίστοιχης τιμής με πετρέλαιο κόστους 100 δρχ./lit και βαθμό απόδοσης λέβητα 80%, δηλαδή θεωρητική έκπτωση 35% σε σχέση με το πετρέλαιο. Στην πράξη η έκπτωση υπερέβη το ποσοστό του 40% με τις ίδιες συνθήκες θέρμανσης από το γεγονός ότι οι θερμικοί υποσταθμοί της τηλεθέρμανσης αντικατέστησαν στις περισσότερες των περιπτώσεων παλιούς, λέβητες με αρρυθμικούς καυστήρες.

Έτσι η απόσβεση της εγκατάστασης τηλεθέρμανσης από την διαφορά του λειτουργικού κόστους με πετρέλαιο γίνεται ανάλογα με το μέγεθος της οικοδομής από 2 χρόνια για τις μεγάλες οικοδομές μέχρι 4 χρόνια για τις μονοκατοικίες.

Βεβαίως από τον τρίτο χρόνο λειτουργίας και μετά ενισχυτικός παράγοντας της οικονομικής ωφέλειας από την χρήση της τηλεθέρμανσης για τους καταναλωτές ήταν και η αξιοπιστία του έργου και των υπηρεσιών που προσφέρθηκαν από τον φορέα διαχείρισης δηλαδή την Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Κοζάνης.

Οι καταναλωτές της Α΄ και Β΄ περιόδου λειτουργίας στο σύνολό τους αισθάνθηκαν όλα τα πλεονεκτήματα αυτού του τρόπου θέρμανσης με αποτέλεσμα να γίνουν οι καλύτεροι διαφημιστές της τηλεθέρμανσης στους συμπολίτες τους. [78]

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το ιστορικό τιμολογίου τηλεθέρμανσης:

ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ											
ΠΕΡΙΟΔΟΙ	Τιμή Τηλεθέρμανσης €/κιλ	Τιμή Θέρμανσης €/ΜWh	Τιμολόγιο Τηλεθέρμανσης €/ ΜWh	Ποσοστό Εκπτώσης Τ/Θ	Συμβολαίο- τιμή (Εκπτώση 20%+5%) €/ ΜWh	Κατανάλωση Τηλεθέρμανσης ΜWh	Ισοδύναμη Κατανάλωση πετρέλαιου σε λίτρα n=100%	Ισοδύναμη Κατανάλωση πετρέλαιου σε λίτρα n=80%	Θρεός Καταναλωτών σε σχέση με το πετρέλαιο	Θρεός Καταναλωτών έναντι της τιμής Τ/Θ με Εκπτώση (25%) (Συμβολαίοιστοιχ από αυτή του συμβολαίου	Επιπλέον όφελος καταναλωτών από την μεγαλύτερη έκπτωση Τ/Θ
Περίοδος 93-94	0,302	39,15	25,21	41%	31,319	23,166	2,316,600	2,779,920	322,930	181,385	141,545
Περίοδος 94-95	0,299	38,77	25,21	40%	31,017	70,314	7,031,400	8,437,680	953,547	545,179	408,368
Περίοδος 95-96	0,305	39,53	25,21	41%	31,627	102,212	10,221,200	12,265,440	1,464,114	808,097	656,017
Περίοδος 96-97	0,337	43,71	25,21	47%	34,97	131,665	13,166,500	15,799,800	2,436,237	1,151,079	1,285,159
Περίοδος 97-98	0,317	41,05	25,21	44%	32,839	166,938	16,693,800	20,032,560	2,644,553	1,370,778	1,273,775
Περίοδος 98-99	0,258	33,45	25,21	30%	26,759	194,062	19,406,200	23,287,440	1,599,196	1,298,493	300,704
Περίοδος 99-00	0,314	40,67	25,21	43%	32,54	222,817	22,281,700	26,738,040	3,444,754	1,812,615	1,632,139
Περίοδος 00-01	0,382	49,41	33,75	37%	39,53	172,000	17,200,000	20,640,000	2,694,456	1,700,062	994,395
Περίοδος 01-02	0,314	40,67	31,99	26%	32,534	213,000	21,300,000	25,560,000	1,849,021	1,732,754	116,267
Περίοδος 02-03	0,356	46,1	34,57	30%	36,9	232,000	23,200,000	27,840,000	2,674,032	2,134,400	539,632
Περίοδος 03-04	0,335	43,42	34,57	26%	34,574	230,000	23,000,000	27,600,000	2,035,500	2,035,500	0
Περίοδος 04-05	0,452	58,55	41,65	34%	46,886	221,000	22,100,000	26,520,000	3,734,458	2,577,302	1,157,166
Περίοδος 05-06	0,583	75,6	47,6	42%	60,48	235,180	23,518,000	28,221,600	6,585,040	3,555,922	3,029,118
ΣΥΝΟΛΟ					2,214,354	221,435,400	265,722,480	32,437,838	20,903,566	11,534,275	

Στις τιμές Περιλαμβάνεται ο Φ.Π.Α.

Πίνακας 11: Ιστορικό τιμολογίου Τηλεθέρμανσης Κοζάνης [79]

6.3.8 Εξέλιξη συνδρομητών Τηλεθέρμανσης Κοζάνης

Η Α΄ φάση της τηλεθέρμανσης ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο 1993 και λειτούργησε τον Μάιο 1994 με τους πρώτους 360 συνδρομητές (οικοδομές) που αντιστοιχούν σε 2.450 περίπου διαμερίσματα (συνδεδεμένη θερμαινόμενη επιφάνεια 220.000 m²). Έχει κατασκευασθεί δίκτυο διανομής 27 Km διπλού σωλήνα. Η παροχή θερμικής

ενέργειας για την πρώτη περίοδο λειτουργίας 93-94 δόθηκε από την λειτουργία του λεβητοστασίου αιχμής.

Η Β' φάση της τηλεθέρμανσης ολοκληρώθηκε τον Σεπτέμβριο 1993 (16 Km διπλού σωλήνα αγωγού μεταφοράς) όπως επίσης η διασύνδεση με την ΔΕΗ (μονάδες III και IV του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου) και λειτούργησε την δεύτερη περίοδο λειτουργίας με συνδεδεμένους 850 συνδρομητές (οικοδομές) που αντιστοιχούν σε 6.550 περίπου διαμερίσματα (συνδεδεμένη θερμαινόμενη επιφάνεια 590.000 m²).

Την Γ' περίοδο λειτουργίας δηλαδή τον χειμώνα 95-96 η τηλεθέρμανση λειτούργησε με 1.080 συνδρομητές (οικοδομές) δηλαδή 8.000 περίπου διαμερίσματα (συνδεδεμένη επιφάνεια 723.000 m²).

Την Δ' περίοδο λειτουργίας (1996-1997) με 1.934 συνδρομητές δηλαδή περίπου 11.860 διαμερίσματα (συνδεδεμένη επιφάνεια 1.324.266 m²).

Την Ε' περίοδο λειτουργίας (1997-1998) με 2.834 συνδεδεμένα κτίρια, περίπου 14.714 διαμερίσματα (συνδεδεμένη επιφάνεια 1.324.266 m²)

Την ΣΤ' περίοδο λειτουργίας 1998-1999 με 3.186 συνδεδεμένα κτίρια, περίπου 16.021 διαμερίσματα των 90 m² (συνδεδεμένη επιφάνεια 1.441.284 m²).

Την Ζ' περίοδο λειτουργίας 1999-2000 με 3.386 συνδεδεμένα κτίρια, περίπου 16.785 διαμερίσματα των 90 m² (συνολική επιφάνεια 1.610.000 m²).

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα που ακολουθεί:

Χειμερινή περίοδος	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01
Οικοδομές	360	850	1.080	1.934	2.834	3.186	3.355	3.460
Διαμερίσματα 90 m ²	2.450	6.550	8.000	11.860	14.714	16.021	16.974	17.492
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²)	220.000	590.000	723.000	1.067.000	1.324.266	1.441.284	1.527.700	1.574.250

Πίνακας 12: Εξέλιξη συνδρομητών τηλεθέρμανσης [78]

Ο αριθμός συνδεδεμένων πελατών Τηλεθέρμανσης έχει υπερβεί κάθε αισιόδοξη προσδοκία με αποτέλεσμα η πραγματική πρόσκτηση θερμικού φορτίου στην τηλεθέρμανση Κοζάνης να είναι διπλάσια της αναμενόμενης. [78]

6.3.9 Οφέλη από την λειτουργία της εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης Κοζάνης

Η συνολική επένδυση της Τηλεθέρμανσης Κοζάνης με την υλοποίηση των ζωνών Α, Β και Γ ανέρχεται στο ποσό των 11.150 εκατομμυρίων δραχμών.

Τα ετήσια μικτά κέρδη ήδη από τον τρίτο χρόνο λειτουργίας ανέρχονται σε 127 εκατομμύρια δραχμές για να φθάσουν στον τελευταίο χρόνο μιας εικοσιεπταετίας περιόδου λειτουργίας σε 850 εκατ. δρχ.

Από τον δεύτερο χρόνο λειτουργίας της η επιχείρηση θα έχει τη δυνατότητα να συμμετέχει στην χρηματοδότηση των νέων επενδύσεων, σε περιορισμένο ποσοστό ενώ από τον ενδέκατο χρόνο θα μπορεί να αυτοχρηματοδοτηθεί το 100% των νέων επενδύσεων μηδενίζοντας έτσι το ποσό του εξωτερικού της δανεισμού. [79]

Επιπρόσθετα έχει εξοικονομηθεί συνάλλαγμα λόγω μη κατανάλωσης 80.000 Τ.Ι.Π. (τόνων ισοδύναμων πετρελαίου) πετρελαίου θέρμανσης και κάθε χρόνο πλέον θα εξοικονομούνται 20.000 Τ.Ι.Π περίπου πετρελαίου θέρμανσης. [78]

Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι υπάρχει σημαντική βελτίωση της ενεργειακής αξιοποίησης του λιγνίτη. Συγκεκριμένα υπάρχει αύξηση του βαθμού απόδοσης των μονάδων της ΔΕΗ οι οποίες είναι συνδεδεμένες με την Τηλεθέρμανση και παρέχουν το υπέρθερμο νερό.

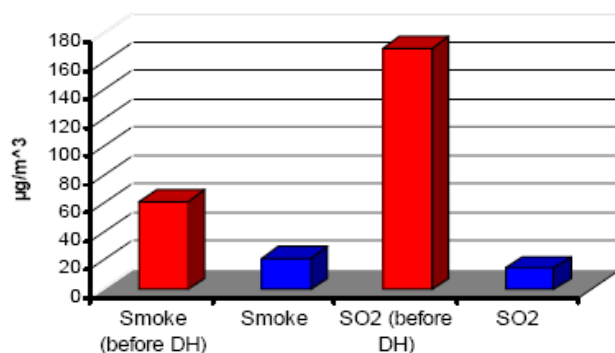
Αντίστοιχα υπάρχει και όφελος στους κατοίκους της πόλης από την διαφορά κόστους μεταξύ της τιμής της Mwh από θέρμανση με πετρέλαιο και Τηλεθέρμανση. Αυτό ήταν τον πρώτο χρόνο $14.000 \text{ mwh} * 8.600 * 35/65 = 65.000.000 \text{ δρχ}$ ή ανά διαμέρισμα 18.500 δρχ. και το δεύτερο χρόνο είναι $80.000 * 8.600 * 35/65 = 370.000.000 \text{ δρχ.}$ ή 50.000 ανά διαμέρισμα. [80]

Ένα ακόμα σπουδαίο οικονομικό όφελος που απορρέει από τη λειτουργία της τηλεθέρμανσης είναι ότι από το 1994 απασχολούνται 30 άτομα και υπολογίζεται ότι στην κατασκευή του έργου απασχολήθηκαν από το 1993 μέχρι σήμερα 100 άτομα ισοδύναμα πλήρους απασχόλησης ανά έτος. [78]

Πέραν 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. Μερικές από αυτές τις θετικές επιπτώσεις είναι οι ακόλουθες:

- Η διαθεσιμότητα άφθονης και φθηνής θερμικής ενέργειας συμβάλει στην ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και αντίστοιχα νέων θέσεων εργασίας π.χ. ξηραντήρια, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργεια κλπ. Επίσης συμβάλει στην βελτίωση των οικονομικών συνθηκών λειτουργίας σε θερμοβόρες δραστηριότητες που σήμερα υπάρχουν π.χ. βαφεία, καθαριστήρια, φούρνοι, κερομοποία, πλυντήρια οχημάτων κλπ.
- Η λειτουργία της Τηλεθέρμανσης συνεισέφερε στην ποιότητα ζωής με το καθαρότερο αστικό περιβάλλον, αφού σταμάτησαν οι καμινάδες των κεντρικών θερμάνσεων με μαζούτ και πετρέλαιο να ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα της πόλης, που είναι ήδη επιβαρυνόμενη από τη λειτουργία των Σταθμών παραγωγής ρεύματος της ΔΕΗ. [79]

Το σύστημα τηλεθέρμανσης συνέβαλε σημαντικά στη μείωση των εκπομπών αερίου στην πόλη της Κοζάνης κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Η μέση συγκέντρωση καπνού στον αέρα κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου του 1988 ήταν $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ τον Ιανουάριο του 1995 ήταν $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι σχετικές τιμές για το SO_2 ήταν $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ αντίστοιχα. [71]



Σχήμα 55: Μέση συγκέντρωση καπνού και οξειδίων του θείου, πριν και μετά τη λειτουργία του συστήματος τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης [71]

Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση του έργου της τηλεθέρμανσης Κοζάνης διαπιστώνει κανείς ότι πρόκειται για ένα έργο :

- 1) Που συμβάλει αποφασιστικά στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- 2) Που δημιουργήσε και δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας
- 3) Που έδωσε στους κατοίκους της πόλης την δυνατότητα να απολαμβάνουν την θέρμανση των κατοικιών τους με μειωμένο κόστος
- 4) Που δίνει δυνατότητες για περαιτέρω ανάπτυξη της περιοχής με παράλληλες δραστηριότητες Τηλεθέρμανσης στον πρωτογενή και δευτερογενή τομέα της οικονομίας, το οποίο μελετήθηκε από την ΑΝ.ΚΟ. Α.Ε. τοπική δημοτική συνεταιριστική αναπτυξιακή εταιρεία, υλοποιήθηκε από Ελληνικές Εργοληπτικές Εταιρείες με Επίβλεψη της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης – Αποχέτευσης Κοζάνης (Δ.Ε.Υ.Α.Κ.), η οποία λειτουργεί και διαχειρίζεται το έργο.
- 5) Που απέδειξε ότι η Τοπική Αυτοδιοίκηση και πρέπει και μπορεί να πραγματοποιεί με αποτελεσματικότητα μεγάλης κλίμακας έργα. [78]

6.4 Τηλεθέρμανση ευρύτερης περιοχής Αμύνταιο

Το έργο «Τηλεθέρμανση ευρύτερης περιοχής Αμυνταίου» αποτελείται από εγκαταστάσεις για την τηλεθέρμανση του οικισμού Αμυνταίου (6.500 κατ.), του οικισμού Φιλώτα (2.200 κατ.) και του οικισμού Λεβαΐας (1.100 κατ.) με θερμική ενέργεια που παράγεται στον ΑΗΣ Αμυνταίου – Φιλώτα, συνολικής ισχύος 25 MW/th με δυνατότητα επέκτασης μέχρι και τα 40 MW/th. [81]

6.4.1 Διαδικασία εκπόνησης έργου Τηλεθέρμανσης ευρύτερης περιοχής Αμυνταίου

Το 1988 ταυτόχρονα με την εκπόνηση των προμελετών για την τηλεθέρμανση των πόλεων της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας, εκπονήθηκε από την ΑΝΚΟ Α.Ε. και η προμελέτη για την τηλεθέρμανση της πόλης του Αμυνταίου και οικισμών της ευρύτερης περιοχής, από τον ΑΗΣ Αμυνταίου – Φιλώτα.

Η απόσταση των οικισμών από τον ΑΗΣ σε σχέση με το μέγεθός τους και τη θερμική απαίτηση οδήγησαν σε οριακά για τη βιωσιμότητα του συγκεκριμένου έργου συμπεράσματα, εξετάζοντας το έργο με καθαρά οικονομικοτεχνικά κριτήρια.

Στη συνέχεια, το 1994, εκπονήθηκε αντίστοιχη μελέτη κόστους-οφέλους από την εταιρεία EXERGIA. Η μελέτη αυτή πρότεινε την κατασκευή του συγκεκριμένου έργου, ως βιώσιμου, εξετάζοντας το ως έργο κοινής ωφέλειας και λαμβάνοντας υπόψη στη μελέτη βιωσιμότητας εξωτερικά κόστη περιβαλλοντικού και κοινωνικού χαρακτήρα.

Με τις χρηματοδοτικές ευκαιρίες που παρουσιάστηκαν όμως (αναπτυξιακός νόμος, τοπικός πόρος, επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας του Γ ΚΠΣ, κλπ), το έργο τηλεθέρμανσης έδειξε ότι μπορεί να κατασκευαστεί και να λειτουργήσει βιώσιμα.

Το έργο της παροχής θερμικής ενέργειας από τον ΑΗΣ Αμυνταίου-Φιλώτα της Δ.Ε.Η. υλοποιήθηκε και παραδόθηκε προς λειτουργία το 2001. [81]

6.4.2 Περιγραφή εγκαταστάσεων

Η θερμοκρασία υπολογισμού των εγκαταστάσεων θέρμανσης είναι αυτή των -12°C . Η περίοδος θέρμανσης ανέρχεται σε 5.000 h/ έτος περίπου, ενώ οι αρνητικές θερμοκρασίες εμφανίζονται περίπου 600 ώρες/έτος.

Η εγκατάσταση τηλεθέρμανσης τροφοδοτεί τους προαναφερόμενους οικισμούς με θερμότητα για θέρμανση χώρων και παρασκευή θερμού νερού χρήσης, όπου αυτό απαιτηθεί.

Το θερμικό φορτίο αιχμής ανέρχεται για τους τρεις οικισμούς σε 35 MW (ετεροχρονισμένα) περίπου. Αρχικά τροφοδοτήθηκε το 70% περίπου των κτιρίων με περίπου 25 MW ετεροχρονισμένα. Η εγκατάσταση σχεδιάζεται με τρόπο που να καλύπτει τις μελλοντικές απαιτήσεις, μέχρι και την μελλοντική ισχύ των 40 MW th περίπου.

Το θερμικό φορτίο παράγεται στον ΑΗΣ Αμυνταίου – Φιλώτα, όπου σχεδιάστηκε η δυνατότητα ατμοληψίας από τις δύο μονάδες (100% εφεδρεία ατμού) του σταθμού. Η ανάκτηση της θερμότητας πραγματοποιείται μέσω διβάθμιας αποστάμευσης ατμού από το στρόβιλο της κάθε μονάδας και αντίστοιχα δύο θερμαντήρων – συμπυκνωτών ατμού που συνδέονται σε σειρά.

Τα δίκτυα διανομής στους 3 οικισμούς είναι δισωλήνια σε ακτινική – δενδροειδή διάταξη, υπόγεια, αποτελούμενα από αγωγούς κατάλληλους για τη μεταφορά του θερμού νερού, ονομαστικής πίεσης σχεδιασμού PN 16 bar, σε ονομαστικές διαμέτρους από DN20 mm έως και DN300 mm.

Πιο συγκεκριμένα αποτελούνται από χαλύβδινους αγωγούς προμονωμένους και εγκαταστημένους απ' ευθείας στο έδαφος. Οι αγωγοί φέρουν μόνωση από πολυουρεθάνη και προστατευτικό περίβλημα από πολυαιθυλένιο και είναι κατασκευασμένοι και εγκατεστημένοι σύμφωνα με τους σχετικούς Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς EN 253, EN 448 και EN 489.

Ολόκληρο το δίκτυο διαθέτει κατάλληλο σύστημα ανίχνευσης διαρροών – εισροών υγρασίας, ικανό να εντοπίζει την ελάχιστη εμφάνιση υγρασίας στη μόνωση των σωλήνων καθώς και το ακριβές σημείο όπου εμφανίζεται το σφάλμα, σε κωδικοποιημένο χάρτη του δικτύου.

Για την κυκλοφορία στο κλειστό δισωλήνιο σύστημα του μέσου μεταφοράς θερμότητας, που είναι υπέρθερμο νερό, υπάρχουν κατάλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους αντλιοστάσια, στα οποία ισοκατανέμεται η συνολική πίεση για την κυκλοφορία της ονομαστικής παροχής του συστήματος από τον ΑΗΣ και το αντλιοστάσιο διανομής Αμυνταίου, στην περιοχή Νοσοκομείου.



Σχήμα 56: Αντλιοστάσιο Τηλεθέρμανσης ευρύτερης περιοχής Αμυνταίου [81]

Το συνολικό σύστημα της τηλεθέρμανσης είναι σχεδιασμένο ώστε να εξυπηρετεί τις καταναλώσεις με θερμοκρασίες του θερμού νερού προσαγωγής οι οποίες θα κυμαίνονται εποχιακά μεταξύ 80°C και 120 °C. Οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης των κτιρίων επιτρέπουν θερμοκρασίες επιστροφής κυμαινόμενες εποχιακά μεταξύ 40°C και 65 °C.

Η επιλογή της ικανότητας των αντλιοστασίων και ο τρόπος ρύθμισης της παροχής έγινε έτσι ώστε να εξασφαλίζεται σε κάθε περίπτωση ελάχιστη διατιθέμενη διαφορική πίεση στον δυσμενέστερο υδραυλικά καταναλωτή 0,5 -1 bar. Οι αντλίες είναι ρυθμιζόμενου αριθμού στροφών, με λειτουργική εφεδρεία σε κάθε αντλιοστάσιο τουλάχιστον 50%. Εφαρμόζεται κατά περίπτωση άμεσο ή έμμεσο σύστημα σύνδεσης των καταναλωτών στα δίκτυα διανομής.

Η ποιότητα του νερού διατηρείται σταθερή μέσω αυτόματου συστήματος ρύθμισης του pH με προσθήκη κατάλληλου διαλύματος, ώστε η τιμή του να διατηρείται στα επίπεδα pH 9. Ταυτόχρονα υπάρχει διάταξη συνεχούς καθαρισμού-φίλτρασης του νερού κυκλοφορίας, ενώ το νερό τροφοδοσίας – συμπλήρωσης του συστήματος είναι κατάλληλα κατεργασμένο σε αντίστοιχες διατάξεις.

Οι θερμικοί υποσταθμοί έμμεσου συστήματος των κτιρίων διαθέτουν εναλλάκτη τύπου πλακών (branzed plate heat exchanger) του οποίου το ένα ρεύμα συνδέεται στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης και το άλλο στην εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου. Η ρύθμιση του αποδιδόμενου θερμικού φορτίου στο κτίριο γίνεται μέσω κατάλληλης ηλεκτροκίνητης βαλβίδας η οποία εντέλλεται από τον προγραμματιστή λειτουργίας του θερμικού υποσταθμού.

Για την πλήρη κάλυψη των οικισμών είναι απαραίτητοι περίπου 1850 θερμικοί υποσταθμοί. Στην πρώτη φάση συνδέθηκαν περίπου 1300 θερμικοί υποσταθμοί. [140]



Σχήμα 57: Τυπική εγκατάσταση Θερμικών Υποσταθμών Καταναλωτών δικτύου Τηλεθέρμανσης Αμύνταιου [81]

Η λειτουργία της εγκατάστασης τηλεθέρμανσης στην ευρύτερη περιοχή του Αμυνταίου παρουσιάζει αντίστοιχα οφέλη με αυτά των εγκαταστάσεων Κοζάνης και Πτολεμαΐδας.

6.5 Τηλεθέρμανση Μεγαλόπολης

6.5.1 Υπάρχουσα κατάσταση θέρμανσης στην πόλη της Μεγαλόπολης

Η πόλη της Μεγαλόπολης αριθμεί 7.500 κατοίκους με 2.800 νοικοκυριά και 1.550 κτίρια. Σε απόσταση περίπου 4 χλμ. από το κέντρο της, λειτουργεί ο ομώνυμος Ατμοηλεκτρικός Σταθμός (ΑΗΣ) της ΔΕΗ με 4 μονάδες σε λειτουργία και συνολική ισχύ 850 MW. Κοντά στο σταθμό της ΔΕΗ και σε μεγάλη έκταση, βρίσκονται τα επιφανειακά ορυχεία Λιγνίτου.

Η πόλη είναι επίπεδη, καλά ρυμοτομημένη, με σχετική ομοιομορφία κτιρίων, που για τους σκοπούς της μελέτης ταξινομήθηκαν σε 8 κατηγορίες. Από απόψεως χρήσεως, είναι στο μεγαλύτερο ποσοστό κατοικίες με τα απαραίτητα Δημόσια κτίρια, Νοσοκομεία, Σχολεία κ.λ.π.

Η θέρμανση των κτιρίων (οικιών ή εμπορικών καταστημάτων) αντιμετωπίζεται κυρίως με τους συμβατικούς τρόπους, που είναι κεντρικές θερμάνσεις με καύση πετρελαίου και θερμάστρες (σόμπες) πετρελαίου ή καυσόξυλων. Ο οικισμός της ΔΕΗ, αποτελούμενος περίπου από 30 διαμερίσματα, θερμαίνεται με ηλεκτρικές αντιστάσεις (λόγω των ειδικών παροχών των υπαλλήλων της ΔΕΗ).

Το μέγιστο θερμικό φορτίο της πόλης υπολογίζεται σε 31.202 KW, ενώ η μέγιστη ζήτηση με ετεροχρονισμό ανέρχεται σε 20.174 KW. Η ζήτηση θερμικής ενέργειας της πόλης για το επιδιωκόμενο επίπεδο άνεσης (20° C), υπολογίζεται με τη μέθοδο των ημεροβαθμών ίση με 157 TJ σε ετήσια βάση. [82]

6.5.2 Γενική περιγραφή του έργου της τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης

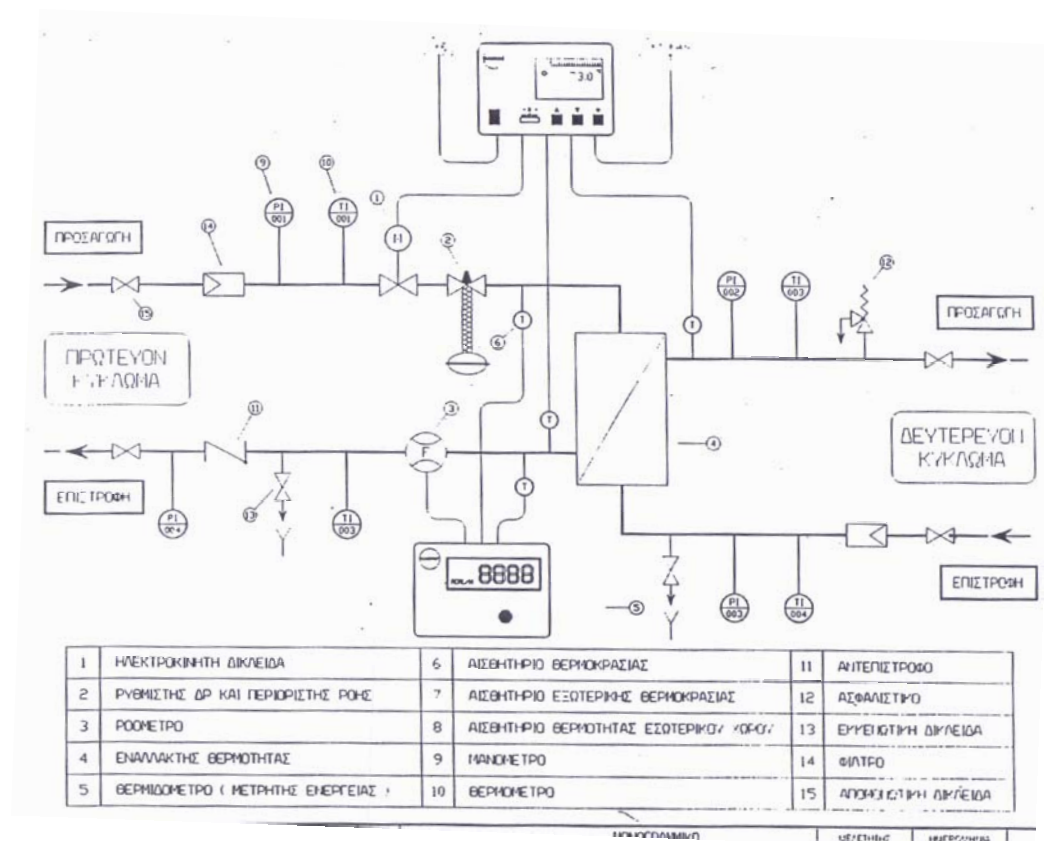
Το έργο της τηλεθέρμανσης στην πόλη της Μεγαλόπολης σκοπό έχει την παραγωγή, μεταφορά και διανομή θερμού νερού 90° C, για την θέρμανση των χώρων διαβίωσης (κατοικίες), εργασίας και άλλων αστικών δραστηριοτήτων (σχολεία, νοσοκομεία, γυμναστήρια, κ.λ.π.) καθώς και για την παροχή ζεστού νερού χρήσης.

Η παραγωγή θερμού νερού της τηλεθέρμανσης θα γίνεται στον ΑΗΣ ΙΙΙ της ΔΕΗ σε συμπαραγωγή με απομάστευση ατμού από το χαμηλό στάδιο του στροβίλου και ανάκτηση απωλειών, με ειδικούς εναλλάκτες θερμότητας, συνολικής ισχύος 20 MWth. Μετά την εξάντληση των λιγνιτικών κοιτασμάτων της περιοχής (το έτος 2020), η τηλεθέρμανση θα εξακολουθήσει να λειτουργεί με λέβητες βιομάζας. [144], [83]

Η εγκατάσταση της τηλεθέρμανσης απαρτίζεται από τις ακόλουθες κύριες ενότητες:

1. Εναλλάκτες θερμότητας ατμού/νερού Τηλεθέρμανσης που εγκαταστάθηκαν στον ΑΗΣ ΙΙΙ.
2. Δίκτυο μεταφοράς θερμότητας διδύμων προμονωμένων αγωγών για την μεταφορά του νερού από τον ΑΗΣ ΙΙΙ- Αντλιοστάσιο.
3. Αντλιοστάσιο που εξασφαλίζει την κυκλοφορία του θερμού νερού από και προς την πόλη.
4. Λεβητοστάσιο με λέβητες αιχμής – υποστήριξης με καύση βιομάζας που θα λειτουργούν το σύστημα και μετά την εξάντληση των λιγνιτικών κοιτασμάτων της περιοχής.
5. Θερμοδοχείο που μεταθέτει τις αιχμές της τηλεθέρμανσης εκτός αιχμών ΔΕΗ και ελαττώνει τις απαιτήσεις εγκαταστάσεων υποστήριξης και αυξάνει την αξιοπιστία σε περίπτωση βλαβών ενέργειας.
6. Δίκτυο διανομής το οποίο εγκαθίστανται μέσα στην πόλη με κεντρικούς άξονες, κλάδους και διακλαδώσεις παροχής θερμότητας στους καταναλωτές.
7. Σταθμοί καταναλωτών – εναλλάκτες στα κτίρια της πόλης που υποκαθιστούν τους λέβητες κεντρικής θέρμανσης για παροχή θερμού νερού θέρμανσης και χρήσης 90° C.

Η μεταφορά και διανομή του θερμού νερού στην πόλη και στους καταναλωτές, γίνεται με σύστημα αντλιών νερού και προμονωμένων σωλήνων που οδεύουν υπόγεια από το λεβητοστάσιο μέχρι την πόλη όπου διανέμονται στις οδούς μέχρι τις οικοδομές. [83]



Σχήμα 58: Σχηματικό διάγραμμα τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης [82]

Λεπτομερέστερα οι κύριες ενότητες του συστήματος τηλεθέρμανσης της Μεγαλόπολης, περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

Α. Συσκευές και μηχανήματα που θα είναι εγκατεστημένα στο χώρο του ΑΗΣ ΙΙΙ της Μεγαλόπολης και αποτελούνται από:

- Δύο εναλλάκτες ατμού-νερού συνολικής δυναμικότητας 20MW.
- Μονάδα επεξεργασίας και ελέγχου του νερού της Τ/Θ.
- Δύο αντλίες συμπυκνωμάτων των εναλλακτών.
- Σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου της ροής του ατμού και νερού της Τ/Θ.

Β. Δίκτυο μεταφοράς του νερού της Τ/Θ από τους εναλλάκτες στο αντλιοστάσιο.

Το δίκτυο θα είναι κατασκευασμένο από προμονωμένους σιδηροσωλήνες σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 253-448-488 & 489. Ονομαστικά χαρακτηριστικά 16 bar-120° C.

Γ. Αντλιοστάσιο – Λεβητοστάσιο

Στο αντλιοστάσιο θα είναι εγκατεστημένες οι αντλίες μεταφοράς και διανομής του νερού της Τ/Θ.

Αντλίες μεταφοράς: Παροχή 200 m³/h. Μανομετρικό ύψος 90 ΜΥΣ.

Αντλίες διανομής: 300 m³/h, Μανομετρικό ύψος 90 ΜΥΣ.

Για την περίπτωση αδυναμίας της ΔΕΗ να καλύψει τη ζήτηση θερμότητας, είτε λόγω διακοπής λειτουργίας της μονάδας, είτε λόγω άλλων συνθηκών, προβλέπεται η εγκατάσταση εφεδρικών μονάδων υποστήριξης. Οι μονάδες αυτές έχουν σχεδιαστεί για το 75% του μέγιστου φορτίου και θα εξυπηρετούν και το φορτίο αιχμής, θα

εγκατασταθούν 3 λέβητες χυτοσιδηροί 7 MW ο καθένας και θα λειτουργούν με βιομάζα.

Για την αξιοπιστία της Τ/Θ και για την απομάκρυνση της αιχμής της εκτός αιχμής ΔΕΗ θα εγκατασταθεί μια δεξαμενή θερμότητας, 1.615 m^3 που αντιστοιχεί σε 216 MJ ή 10 MJ/sec, για έξι ώρες.

Δ. Δίκτυο διανομής του νερού της Τ/Θ από το αντλιοστάσιο στους καταναλωτές.

Το δίκτυο διανομής των 32 km, θα είναι κατασκευασμένο από προμονωμένους σιδηροσωλήνες, σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 253-448-488 & 489. Ονομαστικά χαρακτηριστικά 16 bar – 120°C. Οι σωλήνες διανομής θα τοποθετηθούν υπόγεια στους δρόμους και στα πεζοδρόμια της πόλης.

Ε. Εξοπλισμός καταναλωτού.

Ο εξοπλισμός που θα εγκατασταθεί για την εξυπηρέτηση των καταναλωτών, περιλαμβάνει τα εξής:

- Μονάδα εναλλάκτου για τη θέρμανση χώρων και παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης. Η μονάδα θα είναι πλήρως εξοπλισμένη με όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα όπως βάνες, ρυθμιστές πίεσης, μανόμετρο, θερμόμετρο, αισθητήριο θερμοκρασίας, βάνα εκκένωσης κ.λ.π.
- Μετρητή θερμίδων, που θα εγκατασταθεί σε κάθε συνδεδεμένο κτίριο ή διαμέρισμα.

Η τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί για το έργο της τηλεθέρμανσης της Μεγαλόπολης, είναι προηγμένη και σύμφωνη με πρότυπες εφαρμογές στη Δανία. Η τεχνολογία αυτή τεκμηριώνεται από την εκπονηθείσα τεχνική μελέτη, με συμμετοχή της δανέζικης εταιρείας ELSAMPROJEKT. Σημαντικό στοιχείο τεκμηρίωσης, αποτελεί η Τηλεθέρμανση στο σταθμό NEFO στη Δανία.

Στη συνέχεια επισημαίνονται τα ειδικότερα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας που εφαρμόστηκε στη μελέτη.

1. Δεν γίνεται καμιά μετατροπή στο στρόβιλο της ΔΕΗ, με αποτέλεσμα χαμηλή δαπάνη για τις επεμβάσεις σύνδεσης. Μικρός χρόνος διακοπής λειτουργίας.
2. Εγκαθίσταται για πρώτη φορά στην Ελλάδα δεξαμενή θερμότητας, που έχει σαν αποτέλεσμα να μετατίθενται χρονικά οι απαιτήσεις φορτίου θερμότητας της Τ/Θ, εκτός των αιχμών συστήματος της ΔΕΗ. Εξασφαλίζεται ομαλή λειτουργία και υψηλός βαθμός απόδοσης του στρόβιλου. Αυξάνει επίσης την αξιοπιστία του συστήματος σε περίπτωση βλαβών των πηγών ενέργειας.
3. Χρησιμοποιείται βοηθητικός ατμός από τις άλλες μονάδες της ΔΕΗ, για υποστήριξη της Τ/Θ σε περιόδους βλάβης ή συντήρησης της μονάδας ΙΙΙ.
4. Το δίκτυο μεταφοράς και διανομής, έχει σχεδιαστεί για χαμηλή θερμοκρασία και πίεση (90°C -10 bar). Η χαμηλή πίεση και θερμοκρασία λειτουργίας του συστήματος βοηθά στην εύκολη συντήρηση και αποφυγή ζημιών στα δίκτυα και στους εναλλάκτες των καταναλωτών. Συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των απωλειών θερμότητας.
5. Τα υλικά του δικτύου και οι εναλλάκτες είναι τελευταίας τεχνολογίας, μεγάλης απόδοσης και απαιτούν μικρή συντήρηση.
6. Η τοποθέτηση ορισμένων ζωτικής σημασίας τμημάτων του συστήματος Τ/Θ στο χώρο της ΔΕΗ, (μονάδα επεξεργασίας νερού), συντείνει στην

απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος, αφού θα είναι υπό τη συνεχή επίβλεψη έμπειρων τεχνικών και μηχανικών της ΔΕΗ.

7. Προβλέπονται λέβητες αιχμής – υποστήριξης με καύση βιομάζας, που θα λειτουργούν την τηλεθέρμανση μετά το 2020. Οι λέβητες αυτοί είναι εφοδιασμένοι με ειδική περιστρεφόμενη εστία, συμπληρωματική καύση πετρελαίου και συσκευές συγκράτησης σωματιδίων από τα καπναέρια.

Η τηλεθέρμανση με συμπαραγωγή από θερμοηλεκτρικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, αφού χαρακτηρίζεται από ανάκτηση απορριπτόμενης ενέργειας σε μεγάλο ποσοστό. Από τη μελέτη αλλά και από εφαρμογή στη Δανία (NEFO'S STATION) σε παρόμοιο στρόβιλο, προκύπτει ότι η θερμική απόδοση του στρόβιλου είναι 0,13 MW/MJ/sec και κατά συνέπεια ο βαθμός απόδοσης της T/Θ από συμπαραγωγή με ΑΗΣ βαθμού απόδοσης 30% είναι $0,30/0,13 = 230\%$. [82]

6.5.3 Τεχνοοικονομικά στοιχεία τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν τεχνοοικονομικά στοιχεία του έργου της τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης που αναφέρονται στο συνολικό κόστος της επένδυσης και στα κόστη των επιμέρους τμημάτων του εξοπλισμού της εγκατάστασης.

ΕΙΔΟΣ ΔΑΠΑΝΗΣ	ΜΕΡΙΚΑ ΠΟΣΑ	ΣΥΝΟΛΑ	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΟΡΙΑ
1. ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ		3.269.000.000	
A. ΚΥΡΙΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	2.000.000.000		85-100%
B. ΛΟΙΠΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ	1.269.000.000		
2. ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ		0	0-2%
3. ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ		40.000.000	0-8%
A. ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ 4.000 μ ³ , ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΝΕΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ)	35.000.000		
B. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΟΙΚΟΠΕΔΟ	5.000.000		
Γ. ΛΟΙΠΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ			
4. ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ		0	0-3%
5. ΔΑΠΑΝΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ		112.000.000	0-6%
6. ΜΙΣΘΩΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ Η/ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ		0	0-3%
7. ΑΜΟΙΒΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ		50.000.000	0-3%
8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ			

ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ		3.471.000.000	100%
-------------------------------------	--	----------------------	-------------

Πίνακας 13: Ανάλυση Κόστους Επένδυσης (σε δραχμές) [82]

Ο κύριος εξοπλισμός περιλαμβάνει: εναλλάκτες ΔΕΗ – αντλιοστάσιο, λεβητοστάσιο, δεξαμενή θερμότητας, σταθμούς καταναλωτών και αυτοματισμούς.

Τα δίκτυα περιλαμβάνουν: μεταφορά, διανομή, γέφυρα και σιδηροκατασκευές.

Το οικόπεδο όπου θα εγκατασταθεί το Αντλιοστάσιο – Λεβητοστάσιο είναι 4 στρέμματα και ανήκει στη ΔΕΗ.

Παρακάτω παρουσιάζεται η ανάλυση κόστους κάθε ενεργειακού συγκροτήματος ανά μηχανήμα ή τελικό τμήμα εξοπλισμού.

1. Εγκαταστάσεις εντός του ΑΗΣ ΙΙΙ – ΔΕΗ

Στον ΑΗΣ ΙΙΙ πρόκειται να εγκατασταθούν τα ακόλουθα μηχανήματα και συσκευές:

- 2 εναλλάκτες T/Θ 20 MW συνολικά
- Επεξεργασία νερού T/Θ
- Σωληνώσεις ατμού και συμπυκνωμάτων, που συνδέουν τους προθερμαντές του στροβίλου με τους εναλλάκτες T/Θ.
- Αντλίες – βάνες και εξαρτήματα του ανωτέρου δικτύου.
- Αυτοματισμοί και πίνακας χειρισμών που θα εγκατασταθούν στο θάλαμο ελέγχου της ΔΕΗ.

Το συνολικό κόστος του ανωτέρου εξοπλισμού σύμφωνα με ενδεικτικές προσφορές και εκτιμήσεις ανέρχεται σε 650.000.000 δρχ.

2. Αντλιοστάσιο

Αφορά τον εξοπλισμό του Αντλιοστασίου μεταφοράς και διανομής και περιλαμβάνει:

- 2 αντλίες μεταφοράς $200 \text{ m}^3 / \text{H} - 90 \text{ m WC}$ εκάστη
- 2 αντλίες διανομής $300 \text{ m}^3 / \text{H} - 90 \text{ m WC}$
- Σωληνώσεις, Βάνες κ.λ.π.
- Φίλτρο & διορθωτικό συσκευής νερού T/Θ
- Βοηθητικές εγκαταστάσεις (Υποσταθμός, Γερανογέφυρα κ.λ.π.)

Συνολικό κόστος σύμφωνα με προσφορά και εκτιμήσεις 85.000.000 δρχ.

3. Λεβητοστάσιο

Στο λεβητοστάσιο περιλαμβάνεται ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- 3 λέβητες βιομάζας με τις εστίες τους και το βοηθητικό εξοπλισμό
- Σιλό βιομάζας σε τρίμα και δεξαμενή πετρελαίου
- Αντλίες νερού και σωληνώσεις
- Εξοπλισμός τροφοδοσίας καυσίμων
- Φίλτρα και κυκλώνες καυσαερίων

- Βοηθητικός εξοπλισμός

Συνολικό κόστος σύμφωνα με προσφορές και εκτιμήσεις 600.000.000 δρχ.

4. Δεξαμενή θερμότητας

Η δεξαμενή θερμότητας είναι εγκατεστημένη στον περιβάλλοντα χώρο του Αντλιοστασίου και περιλαμβάνει:

- 1 μεταλλικό θερμοδοχείο χωρητικότητας 216 GJ ήτοι 10 MJ/sec διάρκειας 6 ωρών μονωμένο κατάλληλα και διαστάσεων 11 m * H 17 m = 1.615 m³. Η δεξαμενή είναι καλυμμένη και εδράζεται σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- 1 ατμογεννήτρια
- Σωληνώσεις, συνδέσεις, εξαεριστικά και λοιπά βοηθητικά εξαρτήματα.

Εκτίμηση κόστους σύμφωνα με προσφορά 150.000.000 δρχ.

5. Σταθμοί καταναλωτή

Οι σταθμοί καταναλωτή αποτελούνται από τους εναλλάκτες θέρμανσης χώρου και νερού χρήσης καθώς και τα βοηθητικά εξαρτήματα.

Για τις ανάγκες του προϋπολογισμού, θεωρήθηκε ένας εναλλάκτης 50-70 KW ανά 4 κατοικίες των 100μ², όποτε σύμφωνα με τη προσφορά 1.860 κτίρια : 4 = 456 σταθμοί 456 * 1.000.000 = 456.000.000 δρχ.

6. Αυτοματισμοί

Συνολικό κόστος 50.000.000 δρχ

7. Δίκτυο μεταφοράς

Η απόσταση των αντλιοστασίων από τον ΑΗΣ ΙΙΙ ΔΕΗ είναι περίπου 2 χιλιόμετρα. Στο κόστος αυτό περιλαμβάνονται οι σωληνώσεις με τα εξαρτήματα τους, βάνες, μούφες κ.λ.π., συνδεδεμένες και εγκατεστημένες χωρίς τα χωματουργικά. (44.100 - 8.000) δρχ / m * 4.000 m = 144.400.000 = 145.000.000 δρχ.

Στο κόστος του δικτύου μεταφοράς, πρέπει να συμπεριληφθούν οι σιδηροκατασκευές στήριξης των σωλήνων εντός του ΑΗΣ ΙΙΙ-ΔΕΗ και η μεταλλική γέφυρα διέλευσης των σωλήνων από τον Ελισώνα ποταμό. 35.000.000 δρχ.

8. Δίκτυο διανομής

Η απόσταση του αντλιοστασίου από την Μεγαλόπολη είναι περίπου 2 χιλιόμετρα και το συνολικό μήκος του δικτύου διανομής της Τ/Θ είναι 32 χιλιόμετρα.

Στο κόστος του δικτύου διανομής περιλαμβάνονται οι σωληνώσεις με τα εξαρτήματα τους, βάνες, μούφες, ταυ κ.λ.π., συνδεδεμένες και εγκατεστημένες χωρίς τα χωματουργικά. Οπότε : -(44.100 - 8.000) δρχ μ * 4.000 μ + [(11.800+15.700)/2 - 5.000] δρχ/μ * 64.000 μ = 145.000.000 + 560.000.000 = 705.000.000 δρχ.

Συνολικό κόστος: 2.885.000.000 δρχ.

Η επένδυση θα χρηματοδοτηθεί με ίδια κεφάλαια και την επιχορήγηση ΕΠΕ.

Τα ίδια κεφάλαια προκύπτουν από τους ακόλουθους πόρους:

1. Ίδιοι πόροι της Δημοτικής Επιχείρησης
2. Τέλη ανάπτυξης βιομηχανικών περιοχών ηλεκτρικού ρεύματος από λιγνιτικούς σταθμούς (Ν. 2446/96) που για την περίπτωση της Μεγαλόπολης ανέρχεται σε 600.000.000 δρχ/έτος περίπου. [82]

6.5.4 Τιμολογιακή πολιτική τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης

Η τιμολογιακή πολιτική της Δημοτικής Επιχείρησης ως προς την πώληση της θερμικής ενέργειας ακολουθεί την αρχική εξαγγελία του Δήμου Μεγαλόπολης για τιμή ανταγωνιστική προς το πετρέλαιο θέρμανσης και σε ποσοστό 30% χαμηλότερη από την τιμή που καθορίζεται από το αρμόδιο Υπουργείο για την περιοχή.

Το παραπάνω ποσοστό έκπτωσης αυξάνεται για τον καταναλωτή 40% διότι στην τιμή αγοράς πετρελαίου θέρμανσης δεν θα εμπεριέχεται το εμπορικό κέρδος των πρατηριούχων (π.χ. ένα τυπικό διαμέρισμα 100 τ.μ. που δαπανά 1.200 ευρώ για πετρέλαιο θέρμανσης, για θερμική ενέργεια θα δαπανά 720 ευρώ) ενισχύοντας το οικογενειακό εισόδημα κατ' ελάχιστο 500 ευρώ ανά οικογένεια.

Η χρέωση (τέλους) σύνδεσης για όσους συνδεθούν με το δίκτυο τηλεθέρμανσης υπολογίζεται ως εξής: πολλαπλασιάζοντας τα τετραγωνικά της οικοδομής με 4 ευρώ ανά τ.μ. χωρίς να χρεώνεται ο θερμικός υποσταθμός.

Η σύνδεση του καταναλωτή ως τον θερμικό υποσταθμό είναι ευθύνη της επιχείρησης.

Ο τρόπος καταβολής του τέλους σύνδεσης θα γίνεται σε δύο ισόποσες διμηνιαίες άτοκες δόσεις:

A. Καταβολή 1^{ης} (50%) δόσης για όλους με την υπογραφή της Σύμβασης παροχής θερμικής ενέργειας.

B. Καταβολή 2^{ης} δόσης (50%) κατά την εξόφληση του τελευταίου λογαριασμού κατανάλωσης της αντίστοιχης τρέχουσας χειμερινής περιόδου. [82]

6.5.5 Οφέλη από την λειτουργία της εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης

Η τηλεθέρμανση της Μεγαλόπολης με συμπαραγωγή από τον παρακείμενο ΑΗΣ II – ΔΕΗ και υποστήριξη – μελλοντική λειτουργία με λέβητες βιομάζας προσφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά, οικονομικά, κοινωνικά και αναπτυξιακά οφέλη.

➤ Ενεργειακά

Σημαντικά ενεργειακά οφέλη προκύπτουν από:

- Υποκατάσταση του πετρελαίου θέρμανσης της πόλης (σήμερα) με ανακτώμενη θερμότητα από τα ενεργειακά απόβλητα του ΑΗΣ ΙΙΙ – ΔΕΗ. Σύγχρονη μερική υποκατάσταση πετρελαίου θέρμανσης με βιομάζα.
- Μελλοντική λειτουργία με βιομάζα μετά τη σβέση του ΑΗΣ ΙΙΙ.

➤ Περιβαλλοντικά

Προφανή και σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη της επένδυσης της Τηλεθέρμανσης είναι τα ακόλουθα:

- Σημαντικός περιορισμός αερίων ρύπων από πετρέλαιο θέρμανσης, αφού το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας της Τηλεθέρμανσης προέρχεται από ανάκτηση από τον ΑΗΣ ΙΙΙ.
- Ελάττωση της εξάτμισης στον πύργο ψύξης του ΑΗΣ ΙΙΙ, με αντίστοιχη ελάττωση στην κατανάλωση νερού ψύξης. Επιβράδυνση του υποβιβασμού της στάθμης των υπογείων υδάτων.
- Μηδενική επιβάρυνση σε CO₂ (φαινόμενο θερμοκηπίου) από την καύση βιομάζας στους λέβητες υποστήριξης και πλήρους φορτίου στο μέλλον.

Στους κάτωθι πίνακες παρουσιάζονται οι εκπομπές αερίων ρύπων πριν και μετά την επένδυση για καύσιμο ντίζελ και λιγνίτη.

Καύσιμο	Πριν την επένδυση (σε Kg ανά τόνο καυσίμου)					
	CO ₂	CO	HC	SO ₂	NO _x	Σωματίδια
Ντίζελ	3.142	0.572	0.191	6	2,384	0,286
Λιγνίτης	545	0	0	10,6	0,21	1,945

Πίνακας 14: Εκπομπές αερίων ρύπων πριν την επένδυση [82]

Καύσιμο	Μετά την επένδυση (σε Kg ανά τόνο καυσίμου)					
	CO ₂	CO	HC	SO ₂	NO _x	Σωματίδια
Ντίζελ	1600	0,5	0,2	0,3	0,2	2
Λιγνίτης	545	0	0,	10,6	0,21	1,945

Πίνακας 15: Εκπομπές αερίων ρύπων μετά την επένδυση [82]

➤ Οικονομικά

Τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από τις δραστηριότητες της επένδυσης είναι:

A. Οικονομικά οφέλη σε επίπεδο Εθνικής οικονομίας.

- Όφελος από τις δαπάνες αγοράς του πετρελαίου θέρμανσης πριν την επένδυση σε συσχετισμό με την ελάχιστη κατανάλωση λιγνίτη μετά την επένδυση.
- Όφελος από τη μερική και μελλοντική υποκατάσταση του πετρελαίου θέρμανσης πριν την επένδυση, με τοπική βιομάζα μετά την επένδυση.
- Όφελος από το χαμηλότερο κόστος συντήρησης και λειτουργίας της T/Θ σε σύγκριση με τις κεντρικές θερμάνσεις πετρελαίου.

B. Οικονομικά οφέλη των κατοίκων Μεγαλόπολης.

Η ελάττωση των δαπανών του καταναλωτού για τις ίδιες συνθήκες άνεσης προσδιορίζεται από την καθοριστική αρχή ότι «το κόστος θερμότητας από την θερμότητα της Τηλεθέρμανσης θα είναι κατά 30% χαμηλότερο από το αντίστοιχο του πετρελαίου θέρμανσης, για την ίδια θερμидική απόδοση».

➤ **Κοινωνικά**

Η υποβάθμιση της περιοχής από τη λειτουργία του ΑΗΣ – ΔΕΗ και των ορυχείων λιγνίτη, είναι προφανής. Η Τ/Θ θα δημιουργήσει συνθήκες άνεσης στο οικογενειακό περιβάλλον και στους χώρους ψυχαγωγίας, με αποτέλεσμα την υποστήριξη στη διαβίωση των κατοίκων και του ιδιαίτερα ευπαθούς πληθυσμού (μαθητές, ασθενείς κ.λ.π.). Θα συμβάλλει κατ' επέκταση στη συγκράτηση του πληθυσμού ενάντια στην αστυφιλία.

➤ **Αναπτυξιακά**

Η Τηλεθέρμανση ευνοεί την ανάπτυξη αγροτικών, κτηνοτροφικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων, όπως Θερμοκήπια, ιχθυοτροφεία, Συσκευαστήρια τροφίμων κ.λ.π. Αποτελεί δε μοναδικό πόλο ανάπτυξης της περιοχής μετά τη μελλοντική σβέση του Σταθμού της ΔΕΗ.

Πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι παρ' όλες τις οικονομικές δυσκολίες και πολιτικές σκοπιμότητες (μη καταβολής λιγνιτόσημου), με την αξιοποίηση των προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε συνεργασία με το Υπουργείο Ανάπτυξης, την ΔΕΗ και ίδια κεφάλαια (δανεισμός), έχει ολοκληρωθεί και λειτουργεί η πρώτη φάση του έργου, με την πραγματοποίηση 310 συνδέσεων που εξυπηρετούν 700 νοικοκυριά. [82]

6.6 Θεσμικό πλαίσιο για τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα

Στο θεσμικό πλαίσιο της χώρας μας γίνεται μικρή αναφορά στα έργα τηλεθέρμανσης μόνο στον Ν.3175 /2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις», που σχετίζονται κυρίως με την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, ενώ σε 3 νόμους ορίζονται εφαρμογές συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Σκοπός του Ν. 3175 /2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις» είναι η δημιουργία των προϋποθέσεων για την ορθολογική αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας. Η αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, προωθεί τη βιώσιμη ανάπτυξη και εξυπηρετεί το γενικό συμφέρον. Αξιοποίηση θεωρείται η έρευνα, εκμετάλλευση και διαχείριση του γεωθερμικού δυναμικού. Η διαχείριση του γεωθερμικού πεδίου περιλαμβάνει το σύνολο των δραστηριοτήτων, χρήσεων και εφαρμογών που απαιτεί η ολοκληρωμένη ορθολογική αξιοποίησή του για γεωργική, οικιστική, βιοτεχνική, βιομηχανική και ηλεκτροπαραγωγική εκμετάλλευση.

Αξίζει να αναφερθεί ότι στον Ν.3175/2003 καθορίζονται τα δικαιώματα έρευνας και διαχείρισης του γεωθερμικού δυναμικού, οι όροι εκμίσθωσης και διαχείρισης των

γεωθερμικών πεδίων, οι υποχρεώσεις και τα δικαιώματα των μισθωτών των γεωθερμικών πεδίων και ο κανονισμός των Γεωθερμικών Εργασιών.

Αναφορικά με την εγκατάσταση για ίδια χρήση ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης χώρων μέσω της εκμετάλλευσης της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπόγειων, που δεν χαρακτηρίζονται, σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου αυτού, γεωθερμικό δυναμικό, επιτρέπεται ύστερα από άδεια που χορηγείται στον κύριο του ακινήτου από τη νομαρχιακή αυτοδιοίκηση. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης ρυθμίζονται οι ειδικότεροι όροι, προϋποθέσεις, τα απαιτούμενα δικαιολογητικά και η διαδικασία για την έκδοση των αδειών αυτών.

Για την εγκατάσταση, διαχείριση και εκμετάλλευση δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας σε τρίτους, δηλαδή δικτύου τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης απαιτείται άδεια Διανομής Θερμικής Ενέργειας, η οποία χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. Η άδεια Διανομής Θερμικής Ενέργειας χορηγείται μόνο σε νομικά πρόσωπα για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, για την εξυπηρέτηση συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής και για συγκεκριμένες θερμικές χρήσεις της θερμικής ενέργειας από τους καταναλωτές. Με την άδεια καθορίζονται ιδίως ο χρόνος ισχύος της, η περιοχή κατασκευής των εγκαταστάσεων, η τεχνολογία και το πρόγραμμα κατασκευών και προσδιορίζονται ειδικότερα οι όροι και οι προϋποθέσεις της διανομής θερμικής ενέργειας σε τρίτους καταναλωτές.

Αν η θερμική ενέργεια παράγεται από εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, η άδεια Διανομής Θερμικής Ενέργειας χορηγείται μαζί με την άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας, σύμφωνα με το Ν. 2773/1999, εφόσον υποβληθεί σχετική αίτηση για χορήγηση ενιαίας άδειας.

Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι τα πρόσωπα στα οποία χορηγείται άδεια Διανομής Θερμικής Ενέργειας υποχρεούνται να σχεδιάζουν, να διασφαλίζουν τη χρηματοδότηση, να κατασκευάζουν, να λειτουργούν, να διαχειρίζονται και να συντηρούν το δίκτυο διανομής θερμικής ενέργειας και όλες τις σχετικές εγκαταστάσεις και να παρέχουν τις σχετικές υπηρεσίες.

Ειδικότερα πρέπει να διασφαλίζονται:

- Η εξυπηρέτηση του δημόσιου συμφέροντος και η παροχή υπηρεσιών υψηλών προδιαγραφών στους καταναλωτές.
- Η υποχρέωση τήρησης τυποποιημένων και διαφανών όρων συναλλαγής με τους καταναλωτές, έτσι ώστε να μη γίνονται διακρίσεις μεταξύ καταναλωτών ή κατηγοριών καταναλωτών.
- Ο καθορισμός τιμολογίων και τελών σύνδεσης ή μεθοδολογίας για τον υπολογισμό των τιμολογίων και των τελών σύνδεσης, ώστε να επιτυγχάνονται ανταγωνιστικές τιμές για τους καταναλωτές, συγκριτικά με άλλους τρόπους παραγωγής θερμικής ενέργειας.
- Η ανάπτυξη δικτύων διανομής, λοιπών εγκαταστάσεων και σύνδεσης των καταναλωτών, σύμφωνα με προδιαγραφές και κανονισμούς που ισχύουν στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση για αντίστοιχα έργα.
- Η τήρηση όρων ασφαλείας.

- Η οικονομική βιωσιμότητα του έργου διανομής θερμικής ενέργειας, ιδίως μέσω της σύνδεσης επαρκούς αριθμού καταναλωτών.
- Η προστασία του περιβάλλοντος. [17]

Ο βασικός νόμος ο οποίος ορίζει τις εφαρμογές συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας στην Ελλάδα είναι ο Ν.2244/94, «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» ο οποίος:

- Απλούστευσε τη διαδικασία για χορήγηση άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας συστημάτων ΣΗΘ.
- Επέτρεπε τη ΣΗΘ σε μη βιομηχανικές επιχειρήσεις.
- Ενσωμάτωσε τις αρχές τιμολογιακής πολιτικής στις βασικές διατάξεις.
- Βελτίωσε τα σχετικά τιμολόγια.

Τον Δεκέμβριο του 1999, ο Ν. 2773/99 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις» βελτίωσε ακόμα περισσότερο τη θέση της ΣΗΘ αφού:

- Η ΔΕΗ υποχρεούται να αγοράζει το παραγόμενο ηλεκτρισμό από ΣΗΘ.
- Για εγκαταστάσεις αυτοπαραγωγών έως 50 MW συστημάτων ΣΗΘ, δίνεται το δικαίωμα προτεραιότητας στο δίκτυο.
- Στο μη διασυνδεδεμένο δίκτυο (νησιά), η ΔΕΗ υποχρεούται να απορροφά την ηλεκτρική ενέργεια από συστήματα ΣΗΘ. [33]

Ο πιο πρόσφατος νόμος σχετικά με την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας είναι ο νόμος 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις».

Με τις διατάξεις του νόμου αυτού αφ ενός μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 για την «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» και αφ ετέρου προωθείται, κατά προτεραιότητα, στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.). [18]

Εκτός όμως των νόμων που αναφέρθηκαν, αξίζει να γίνει αναφορά στο Μέτρο 6.5 «Προώθηση συστημάτων ΑΠΕ, Συμπαραγωγής στο ενεργειακό σύστημα της χώρας – Εξοικονόμηση Ενέργειας» του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα (ΕΠΑΝ) του ΥΠΑΝ στο πλαίσιο του Γ΄ Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (Γ΄ ΚΠΣ) που αφορά στην προώθηση των συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού –Θερμότητας (ΣΗΘ) και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ) μέσω:

- παροχής οικονομικών κινήτρων για μεμονωμένες ιδιωτικές ενεργειακές επενδύσεις σε συστήματα συμπαραγωγής, ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας.
- ενίσχυσης επενδύσεων στο ηλεκτρικό σύστημα / δίκτυο για την σύνδεση έργων ηλεκτροπαραγωγής που θα χρηματοδοτηθούν από Μέτρα του ΕΠΑΝ.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι επενδύσεις που υπάγονται στο Μέτρο 6.5 του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα»

Κωδ.	Τεχνολογική κατηγορία / Υποκατηγορία ΑΠΕ
ΕΞΕ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
ΣΗΘ	ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ – ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ/ΨΥΞΗΣ
ΥΠΟ	ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Ή ΑΛΛΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ Ή ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΠΕ/ΑΙ	ΑΙΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΑΠΕ/ΓΕ	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΑΠΕ/ΥΗ	ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ
ΑΠΕ/ΗΛ	ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΑΠΕ/ΒΙ	ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ
ΑΠΕ/ΦΒ	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Πίνακας 16: Επενδύσεις που υπάγονται στο Μέτρο 6.5 του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα» [84]

Στις επενδύσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θέρμανσης/ψύξης υπάγεται η εγκατάσταση νέου συστήματος συμπαραγωγής, η μετατροπή μεμονωμένης παραγωγής ηλεκτρισμού ή και μεμονωμένης παραγωγής θερμότητας/ψύξης σε συμπαραγωγή καθώς και επενδύσεις τηλεθέρμανσης / ψύξης σε συνδυασμό με επενδύσεις συμπαραγωγής. Επενδύσεις ΣΗΘ οι οποίες αξιοποιούν αποκλειστικά και μόνο ΑΠΕ, δεν υπάγονται σε αυτή την κατηγορία.

Στην κατηγορία των γεωθερμικών εφαρμογών υπάγονται επενδύσεις αξιοποίησης γεωθερμικού δυναμικού για α) παραγωγή ηλεκτρισμού, β) συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας/ψύξης, γ) τηλεθέρμανση ή/και τηλεψύξη και δ) παραγωγή θερμότητας / ψύξης σε μεμονωμένη κεντρική εγκατάσταση και διανομή στον ευρύτερο χώρο.

Τέλος στην κατηγορία αξιοποίησης βιομάζας υπάγονται επενδύσεις παραγωγής βιοκαυσίμων για μεταφορές, παραγωγής θερμότητας / ψύξης σε μεμονωμένη κεντρική εγκατάσταση και διανομή στον ευρύτερο χώρο ή για τηλεθέρμανση ή/και τηλεψύξη, συμπαραγωγής ηλεκτρισμού – θερμότητας (αποκλειστικά με χρήση βιομάζας) και παραγωγής ηλεκτρισμού (αποκλειστικά με χρήση βιομάζας) [84]

Σύμφωνα με τα όσα παρουσιάστηκαν στο παρόν κεφάλαιο γίνεται σαφές ότι η κατανόηση των πλεονεκτημάτων της συμπαραγωγής και της τηλεθέρμανσης από την πολιτεία και η ενεργοποίηση όλων των εμπλεκόμενων φορέων πρέπει να είναι άμεση και επιτακτική, ώστε να προκύψει ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης για την Συμπαραγωγή και τη Τηλεθέρμανση στην Ελλάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Η ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Στην Ευρώπη συνήθως οι ευρωπαϊκές κυβερνήσεις σχεδιάζουν την παραγωγή, μετάδοση και διανομή της τηλεθέρμανσης. Οι ιδιωτικές και δημοτικές επιχειρήσεις επικεντρώνονται κυρίως στην παραγωγή και διανομή με την διανομή να είναι κυρίως ευθύνη των δημοτικών επιχειρήσεων. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα συστήματα αναπτύσσονται από οργανισμούς που έχουν δημιουργηθεί για αυτό τον σκοπό και συνεργάζονται με τις υπηρεσίες σχεδιασμού των τοπικών κυβερνήσεων. [26]

Η έρευνα αγοράς για την τηλεθέρμανση στην Ευρώπη, επιβεβαιώνει ότι η τηλεθέρμανση αναπτύσσεται και μάλιστα με διαφορετικό τρόπο στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης. Από την λειτουργία των συστημάτων τηλεθέρμανσης, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η τεχνολογία αυτή δεν εφαρμόζεται μόνο στα πολύ ψυχρά κλίματα. Στις Σκανδιναβικές χώρες, όπου η πολιτική εδώ και πολλών δεκαετιών δίνει έμφαση στην ενεργειακή απόδοση και στην προστασία του περιβάλλοντος, η τεχνολογία αυτή έχει διεισδύσει σημαντικά και κατέχει προεξέχουσα θέση. [28]

Το ποσοστό της θερμότητας που παράχθηκε από τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης και χρησιμοποιήθηκε στον τομέα της κατοικίας ποίκιλε το 2001 από 1% στο UK μέχρι 50% στη Φινλανδία, ενώ περίπου 23 εκατομμύρια άνθρωποι της ΕΕ- 15 ήταν χρήστες τηλεθέρμανσης (Τ/Θ). Στις χώρες της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης, δηλ. τις χώρες προσθήκης της ΕΕ- 25, η Τ/Θ κατέχει ένα μεγάλο μερίδιο στην αγορά θερμότητας (περίπου 40%), και περισσότερο από 40 εκατομμύρια άνθρωποι στις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης είναι χρήστες της. (Euroheat & Power, 2003) [49]

Τα στοιχεία που ακολουθούν στο παρόν κεφάλαιο προέρχονται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους από την έκθεση Work Package 4 of the ECOHEATCOOL project “Possibilities with more district heating in Europe”. Σύμφωνα με την έκθεση αυτή οι πέντε σημαντικές στρατηγικές επιλογές πηγής θερμότητας για τα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης είναι συνήθως η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (CHP), η χρήσιμη θερμότητα από την αποτέφρωση αποβλήτων, η χρήσιμη θερμότητα πλεονάσματος από βιομηχανικές διαδικασίες, η γεωθερμική θερμότητα και οι καύσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η βιομάζα. Η συνολική διαθέσιμη δυναμικότητα αυτών των πηγών είναι περίπου 200 φορές υψηλότερη από τις τρέχουσες πωλήσεις Τ/Θ και περίπου 20 φορές υψηλότερη από την τρέχουσα συνολική καθαρή θερμότητα που απαιτείται για τον τομέα της βιομηχανίας, τον δημόσιο τομέα και τον τομέα της κατοικίας. Το υψηλότερο δυναμικό εμφανίζει η γεωθερμική θερμότητα, αλλά οι διαθέσιμοι πόροι θερμότητας από την CHP και τη βιομάζα είναι επίσης σημαντικοί.

Η συνολική καθαρή απαίτηση θερμότητας για τον τομέα της κατοικίας και της βιομηχανίας το 2003 είχε υπολογιστεί σε 20,8 EJ/έτος. Η πρόσθετη πιθανή δυνατότητα για τις πωλήσεις Τ/Θ είχε υπολογιστεί σε 6,8 EJ/έτος, δηλαδή 3,4 φορές υψηλότερη από τις τρέχουσες πωλήσεις που είναι 2,0 EJ/έτος. [25]

7.1 Τρέχουσες πωλήσεις τηλεθέρμανσης

Η τελική κατανάλωση τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 1992 και του 2003 και τα αντίστοιχα ποσοστά αύξησης συνοψίζονται στον πίνακα 17 και για τις 32 χώρες της μελέτης. Δεν έχει προσδιοριστεί κατανάλωση τηλεθέρμανσης από την ΙΕΑ στην Κύπρο, Μάλτα, Ισπανία, και Τουρκία. Κάποια όμως συστήματα άρχισαν πρόσφατα να λειτουργούν στην Ισπανία (Βαρκελώνη) και 13 γεωθερμικά συστήματα στην Τουρκία. Μικρά ποσοστά τηλεθέρμανσης προσδιορίστηκαν στην Ιρλανδία (0,1PJ) και την Ελλάδα (1,0 PJ). Αυτές οι 6 χώρες δεν συμπεριλαμβάνονται περαιτέρω στα στατιστικά στοιχεία που θα αναφερθούν.

Country	Label	Group	Heat sales 1992, PJ	Heat sales 2003, PJ	Annual average growth rate between 1992 and 2003
Austria	AT	EU15	29	54	6%
Belgium	BE	EU15	10	21	8%
Denmark	DK	EU15	84	103	2%
Finland	FI	EU15	85	159	6%
France	FR	EU15	90	86	0%
Germany	DE	EU15	356	354	0%
Greece	GR	EU15		1	
Ireland	IE	EU15		0,1	
Italy	IT	EU15	7	17	8%
Luxembourg	LU	EU15		2	
Netherlands	NL	EU15	19	98	16%
Portugal	PT	EU15	1	9	20%
Spain	ES	EU15			
Sweden	SE	EU15	135	170	2%
United Kingdom	UK	EU15		75	
Cyprus	CY	NMS10			
Czech Republic	CZ	NMS10	151	111	-3%
Estonia	EE	NMS10	59	21	-9%
Hungary	HU	NMS10	61	57	-1%
Latvia	LV	NMS10	62	27	-7%
Lithuania	LT	NMS10	66	33	-6%
Malta	MT	NMS10			
Poland	PL	NMS10	607	309	-6%
Slovak Republic	SK	NMS10	28	43	4%
Slovenia	SI	NMS10	8	8	0%
Bulgaria	BG	ACC4	125	38	-10%
Croatia	HR	ACC4	10	11	0%
Romania	RO	ACC4	372	101	-11%
Turkey	TR	ACC4			
Iceland	IS	EFTA3	19	18	0%
Norway	NO	EFTA3	4	8	7%
Switzerland	CH	EFTA3	12	15	2%
			2400	1950	-2%
EU15			816	1150	3%
NMS10			1042	609	-5%
EU25			1858	1759	0%
ACC4			508	150	-10%
EFTA3			35	41	2%
			2400	1950	-2%
Own use in some countries			69		
Total demand			2019		
Distribution heat losses			283		
Total heat generated			2302		

Πίνακας 17: Πωλήσεις τηλεθέρμανσης στις χώρες της περιοχής μελέτης κατά τη διάρκεια του 1992 και 2003

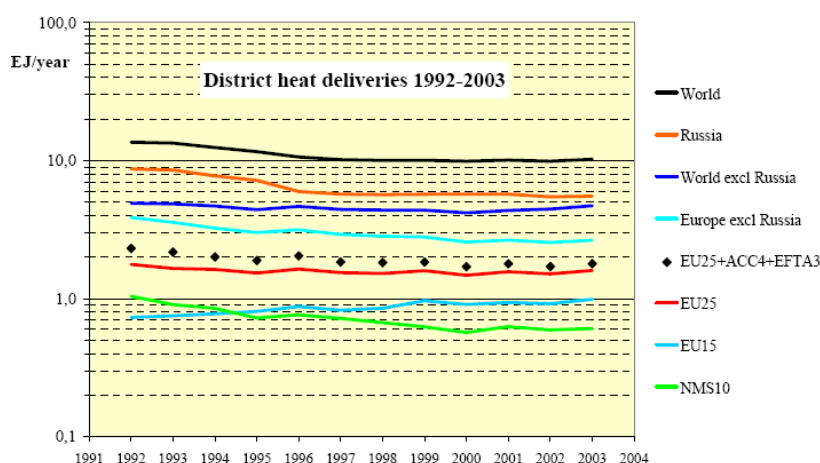
Πηγή: (IEA,2005) με διορθώσεις για τη Γαλλία, Ιταλία, Λετονία, Ισλανδία και Ελβετία. Οι διορθώσεις είναι με σκούρα γράμματα.

Οι συνολικές πωλήσεις θερμότητας από τις εγκαταστάσεις Τ/Θ ήταν 1950 PJ κατά τη διάρκεια του 2003. Επιπλέον προσδιορίστηκαν 69 PJ ως ιδιωτική χρήση σε μερικές χώρες, δίνοντας έτσι μια συνολική κατανάλωση 2019 PJ. Το συνολικό ποσό θερμότητας που παρήχθη από τις εγκαταστάσεις Τ/Θ ήταν 2302 PJ, με συνολικές απώλειες θερμότητας 283 PJ στα δίκτυα διανομής. Αυτές οι απώλειες είναι αναπόφευκτες λόγω των 142.000 χλμ μήκους των σωληνώσεων. Η σχετική απώλεια θερμότητας ήταν 12,3% για ολόκληρη την περιοχή μελέτης, αλλά το μέγεθος των θερμικών απωλειών ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και από χώρα σε χώρα. Οι υψηλότερες απώλειες θερμότητας εμφανίστηκαν στις χώρες ACC4 (17,4%) και στις χώρες EFTA3 (16,5%), ενώ οι χαμηλότερες απώλειες βρέθηκαν στις χώρες της EU15 (10%). Η μέση απώλεια θερμότητας στις χώρες NMS10 ήταν 14,4%.

Στον πίνακα 17 παρουσιάζονται επίσης τα μέσα ετήσια ποσοστά αύξησης κατανάλωσης τηλεθέρμανσης για τα τελευταία 11 έτη. Τα υψηλά ποσοστά αύξησης στην Πορτογαλία (20%), Ολλανδία (16%), Βέλγιο (8%) και Φινλανδία (6%) μπορούν να εξηγηθούν από τις αυξημένες βιομηχανικές παραδόσεις θερμότητας των εγκαταστάσεων CHP. Υψηλά ποσοστά αύξησης παρουσιάστηκαν ακόμα στην Ιταλία (8%), Νορβηγία (7%) και Αυστρία (6%). Τα χαμηλότερα ποσοστά αύξησης στη Σουηδία και τη Δανία (2% κάθε μία) είναι συνέπεια του γεγονότος ότι η τηλεθέρμανση έχει ήδη ένα υψηλό μερίδιο αγοράς σε αυτές τις χώρες. Η Γερμανία και η Γαλλία είναι παραδείγματα χωρών που έχουν αμετάβλητες πωλήσεις θερμότητας από τις εγκαταστάσεις T/Θ κατά τη διάρκεια των τελευταίων 11 ετών. Οι υψηλότερες μειώσεις εμφανίστηκαν στη Ρουμανία (-11%), Βουλγαρία (-10%), Εσθονία (-9%), Λετονία (-7%), Λιθουανία (-6%), και Πολωνία (-6%). Η κύρια εξήγηση για αυτές τις υψηλές ετήσιες μειώσεις είναι η μείωση των παραδόσεων θερμότητας στις βιομηχανίες.

Η θερμότητα που παραδόθηκε από τις εγκαταστάσεις T/Θ σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης μειώθηκε κατά μέσο όρο 2% ετησίως, αλλά μόνο κατά 1% στις χώρες της EU25. Η αύξηση ήταν 3% ετησίως στις χώρες EU15 και 2% στις χώρες EFTA3, ενώ η μείωση στις χώρες NMS10 ήταν 5% ετησίως.

Παρόμοιες τάσεις μπορούν να προσδιοριστούν για τα συστήματα τηλεθέρμανσης εκτός της περιοχής των 32 ευρωπαϊκών χωρών. Αυτό διευκρινίζεται στο σχήμα 59, που παρουσιάζει τις πωλήσεις T/Θ σε διάφορα μέρη παγκοσμίως μεταξύ 1992 και 2003. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι πωλήσεις T/Θ έχουν μειωθεί από το 1992. Ο κύριος λόγος για αυτήν την κατάσταση είναι η μείωση των ρωσικών παραδόσεων θερμότητας μεταξύ 1992 και 1996, λόγω της απώλειας βιομηχανικών πελατών και της μείωσης των απαιτήσεων θερμότητας στα κτίρια. Για τις άλλες χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, όπως η Λευκορωσία, η Ουκρανία και η Μολδαβία, η κατάσταση είναι παρόμοια με τη κατάσταση στη Ρωσία. Στις περισσότερες από αυτές τις χώρες, οι παραδόσεις θερμότητας έχουν φθάσει σε ένα σταθερό επίπεδο χωρίς περαιτέρω αναμενόμενες μειώσεις.



Σχήμα 59: Η ανάπτυξη των παραδόσεων T/Θ μεταξύ 1992 και 2003 σε διάφορα μέρη του κόσμου.
Πηγή: (IEA,2005) με διορθώσεις για μερικές ευρωπαϊκές χώρες.

Εκτός της Ευρώπης και της Ρωσίας, οι πωλήσεις T/Θ είχαν ένα ετήσιο ποσοστό αύξησης περίπου 5% ανά έτος. Αυτό εξαρτάται κυρίως από την ισχυρή επέκταση της

τηλεθέρμανσης στην Κίνα και την Κορέα. Το κορεατικό μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης ήταν 24% κατά τη διάρκεια των τελευταίων 11 ετών. Η αντίστοιχη αύξηση ήταν 7% για την Κίνα. Μια μικρή μείωση εμφανίζεται στις παραδόσεις T/Θ στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Το κύριο συμπέρασμα που έπεται είναι ότι η Κορέα, η Κίνα και οι χώρες της EU15 επέκτειναν τα συστήματα τηλεθέρμανσης μεταξύ 1992 και 2003, ενώ η κατανάλωση μειώθηκε στις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη. [25]

7.2 Ενεργειακός ανεφοδιασμός εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 στην Ευρώπη

Ο ενεργειακός ανεφοδιασμός των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 συνοψίζεται στον πίνακα 18 για ολόκληρη την περιοχή μελέτης.

Energy supply	Heat generated , PJ	Share
Coal and Coal Products	827	35,9%
Petroleum Products	160	7,0%
Natural Gas	928	40,3%
Nuclear	6	0,3%
Geothermal	26	1,1%
Solar Thermal	0,05	0,002%
Combustible renewables	165	7,1%
Waste	135	5,9%
Electricity	13	0,6%
Heat	42	1,8%
Total	2302	
CHP share	1573	68,3%
Renewable share	325	14,1%

Πίνακας 18: Ενεργειακός ανεφοδιασμός των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης EU25+ACC4+EFTA3.

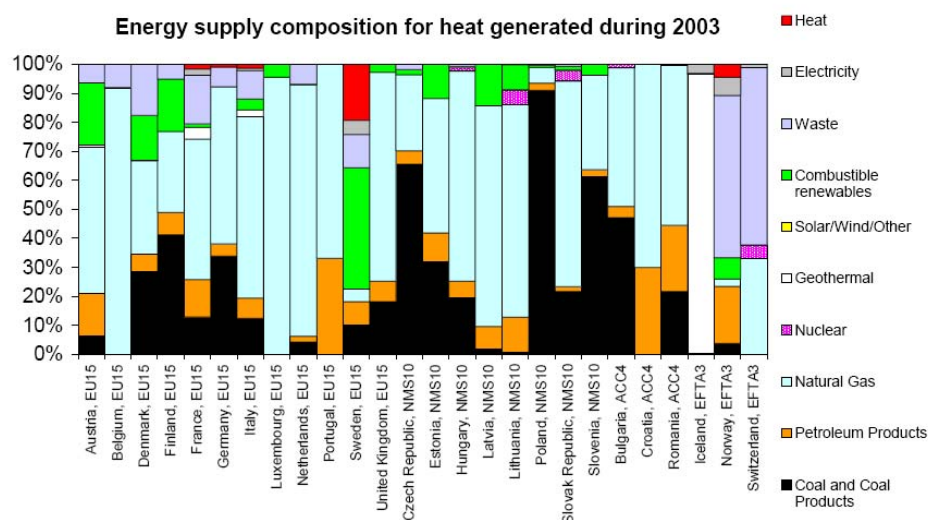
Πηγή: IEA Energy Balances με τις διορθώσεις για τη Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Σουηδία, Ιταλία, Ισλανδία και Ελβετία.

Τα ορυκτά καύσιμα όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο κυριαρχούν στον ενεργειακό ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης σε ποσοστό 83%, απεικονίζοντας το γεγονός ότι τα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης γενικά εξαρτώνται το ίδιο από τα ορυκτά καύσιμα με τα υπόλοιπα συστήματα του ευρωπαϊκού ενεργειακού συστήματος. Βέβαια παρουσιάζεται μια μείωση της συμμετοχής του άνθρακα (από 39% σε 36% σε διάρκεια 3 ετών) όπως επίσης μείωση παρουσιάζει και η συμμετοχή του πετρελαίου. Αντίθετα, το φυσικό αέριο κερδίζει συνεχώς από την ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης, ως πιο φιλικό στο περιβάλλον καύσιμο. [28], [25]

Σκόπιμο κρίνεται να σημειωθεί ότι εμφανίζονται μεγάλες παραλλαγές μεταξύ των 26 χωρών όσον αφορά στον ενεργειακό ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης όπως φαίνεται και από τα σχήματα και τους πίνακες που ακολουθούν:

- Ο άνθρακας κυριαρχεί στην Πολωνία, Τσεχία, Σλοβενία και Βουλγαρία.
- Το φυσικό αέριο κυριαρχεί στις χώρες των EU15, NMS10 και ACC4.
- Η θερμότητα από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες χρησιμοποιείται σε περιορισμένα ποσά σε πέντε χώρες.
- Η γεωθερμική θερμότητα κυριαρχεί στην Ισλανδία, αλλά σημαντική ποσότητα καταλαμβάνει επίσης στη Γαλλία και Ιταλία.

- Η ηλιακή θερμότητα αναφέρεται μόνο από τη ΙΕΑ στη Δανία, αλλά κάποιες μικρές εγκαταστάσεις εμφανίζονται επίσης σε άλλες χώρες.
- Οι καύσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (κυρίως η στερεά βιομάζα) συμμετέχουν ιδιαίτερα στη Σουηδία, Αυστρία, Δανία, Φινλανδία και τα τρία κράτη της Βαλτικής.
- Η αποτέφρωση αποβλήτων κυριαρχεί στη Νορβηγία και την Ελβετία ενώ εμφανίζονται και σημαντικά ποσά στις περισσότερες χώρες των EU15.
- Μικρό ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται στη Σουηδία, Νορβηγία και Ισλανδία στους μεγάλους ηλεκτρικούς λέβητες και στις αντλίες θερμότητας. [25]



Σχήμα 60: Η σύνθεση του ενεργειακού ανεφοδιασμού των εγκαταστάσεων T/Θ κατά τη διάρκεια του 2003. 6 χώρες δεν συμπεριλήφθηκαν λόγω καθόλου ή πολύ χαμηλού ποσοστού τηλεθέρμανσης (Κύπρος, Ελλάδα, Ιρλανδία, Μάλτα, Ισπανία, και Τουρκία).

Πηγή: IEA Energy Balances με τις διορθώσεις.

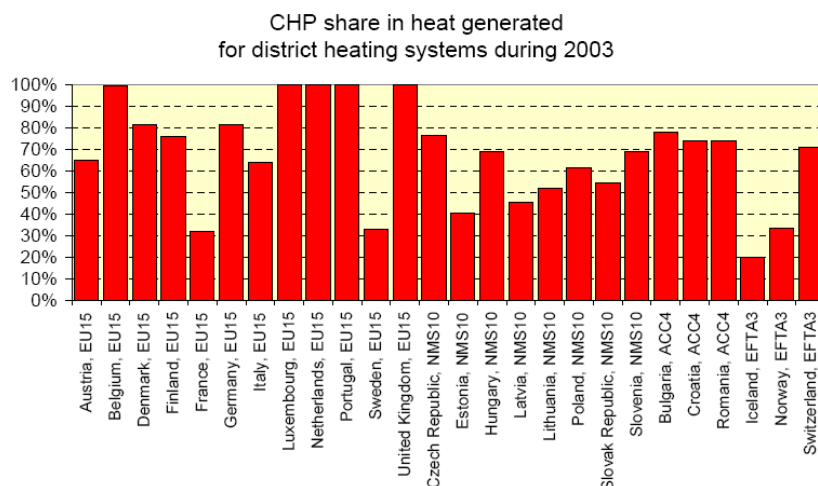
Country	Label	Group	Coal and Coal Products	Petroleum Products	Natural Gas	Nuclear	Geothermal	Solar/Wind/Other	Combustible renewables	Waste	Electricity	Heat	Total
Austria	AT	EU15	3,5	8,1	28,0	0,0	0,4	0,0	11,8	3,6	0,0	0,0	55
Belgium	BE	EU15	0,0	0,0	21,1	0,0	0,0	0,1	1,8	0,0	0,0	0,0	23
Bulgaria	BG	ACC4	25,4	2,1	25,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54
Croatia	HR	ACC4	0,0	3,9	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13
Cyprus	CY	NMS10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Czech Repu	CZ	NMS10	96,6	6,7	38,6	0,0	0,0	0,0	2,6	2,7	0,0	0,0	147
Denmark	DK	EU15	36,9	7,9	41,9	0,0	0,1	0,1	20,1	22,9	0,0	0,1	130
Estonia	EE	NMS10	8,1	2,6	11,9	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	26
Finland	FI	EU15	70,2	13,2	47,6	0,0	0,0	0,0	30,8	8,5	0,1	0,0	170
France	FR	EU15	14,0	14,0	52,8	0,0	4,4	0,0	1,3	18,3	2,4	1,7	109
Germany	DE	EU15	132,3	16,3	211,3	0,0	0,4	0,0	0,0	26,6	0,0	3,7	391
Greece	GR	EU15	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
Hungary	HU	NMS10	12,4	3,7	46,4	0,7	0,3	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	64
Iceland	IS	EFTA3	0,0	0,0	0,0	0,0	19,3	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	20
Ireland	IE	EU15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0
Italy	IT	EU15	2,4	1,4	12,3	0,0	0,5	0,0	0,7	1,9	0,2	0,3	20
Latvia	LV	NMS10	0,6	2,6	25,5	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	34
Lithuania	LT	NMS10	0,3	5,4	32,6	2,2	0,1	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	44
Luxembourg	LU	EU15	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	2
Malta	MT	NMS10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Netherlands	NL	EU15	4,8	2,3	99,7	0,0	0,0	0,0	0,2	7,8	0,0	0,0	115
Norway	NO	EFTA3	0,4	2,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,8	6,0	0,7	0,5	11
Poland	PL	NMS10	335,5	8,8	20,2	0,0	0,0	0,0	2,8	0,9	0,0	0,0	368
Portugal	PT	EU15	0,0	3,1	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9
Romania	RO	ACC4	32,6	34,4	83,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	151
Slovak Rep	SK	NMS10	12,0	0,9	39,4	2,0	0,1	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	56
Slovenia	SI	NMS10	5,9	0,2	3,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	10
Spain	ES	EU15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Sweden	SE	EU15	18,5	15,1	8,0	0,0	0,0	0,0	77,7	21,2	9,0	35,8	185
Switzerland	CH	EFTA3	0,0	0,0	6,5	0,9	0,0	0,0	0,0	12,0	0,2	0,0	20
Turkey	TR	ACC4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
United King	UK	EU15	13,7	5,3	54,2	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	75
total			827	160	928	6	26	0	165	135	13	42	2302
			36%	7%	40%	0%	1%	0%	7%	6%	1%	2%	100%

Πίνακας 19: Σύνθεση του ενεργειακού ανεφοδιασμού στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 σε PJ.

Country	Coal and Coal Products	Petroleum Products	Natural Gas	Nuclear	Geothermal	Solar/Wind /Other	Combustible renewables	Waste	Electricity	Heat
Austria, EU15	6%	15%	51%	0%	1%	0%	21%	6%	0%	0%
Belgium, EU15	0%	0%	92%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%
Denmark, EU15	28%	6%	32%	0%	0%	0%	16%	18%	0%	0%
Finland, EU15	41%	8%	28%	0%	0%	0%	18%	5%	0%	0%
France, EU15	13%	13%	48%	0%	4%	0%	1%	17%	2%	2%
Germany, EU15	34%	4%	54%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	1%
Italy, EU15	12%	7%	63%	0%	2%	0%	4%	10%	1%	1%
Luxembourg, EU15	0%	0%	96%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%
Netherlands, EU15	4%	2%	87%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%
Portugal, EU15	0%	33%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sweden, EU15	10%	8%	4%	0%	0%	0%	42%	11%	5%	19%
United Kingdom, EU15	18%	7%	72%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
Czech Republic, NMS10	66%	5%	26%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%
Estonia, NMS10	32%	10%	46%	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%
Hungary, NMS10	19%	6%	72%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Latvia, NMS10	2%	8%	76%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%
Lithuania, NMS10	1%	12%	73%	5%	0%	0%	9%	0%	0%	0%
Poland, NMS10	91%	2%	5%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Slovak Republic, NMS10	22%	2%	71%	4%	0%	0%	1%	1%	0%	0%
Slovenia, NMS10	61%	2%	33%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%
Bulgaria, ACC4	47%	4%	48%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Croatia, ACC4	0%	30%	70%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Romania, ACC4	22%	23%	55%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Iceland, EFTA3	0%	0%	0%	0%	97%	0%	0%	0%	3%	0%
Norway, EFTA3	4%	20%	3%	0%	0%	0%	7%	56%	6%	4%
Switzerland, EFTA3	0%	0%	33%	5%	0%	0%	0%	61%	1%	0%

Πίνακας 20: Σύνθεση του ενεργειακού ανεφοδιασμού στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του 2003 σε ποσοστό. [31]

Το μερίδιο της θερμικής ενέργειας που παρήχθη από τις εγκαταστάσεις CHP για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης ήταν 68.3% κατά τη διάρκεια του 2003 στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με τον πίνακα 18. Αυτό το μέγεθος είναι βασισμένο στις τρέχουσες διεθνείς ενεργειακές στατιστικές για τις εγκαταστάσεις CHP. Τα ποσοστά της θερμότητας που παρήχθησαν ανά χώρα από εγκαταστάσεις CHP παρουσιάζονται στο σχήμα 61. Τα ποσοστά αυτά ποικίλλουν από 20-30% (Γαλλία, Σουηδία, Ισλανδία, και Νορβηγία) μέχρι 100% (Βέλγιο, Λουξεμβούργο, Κάτω Χώρες, Πορτογαλία, και Ηνωμένο Βασίλειο).



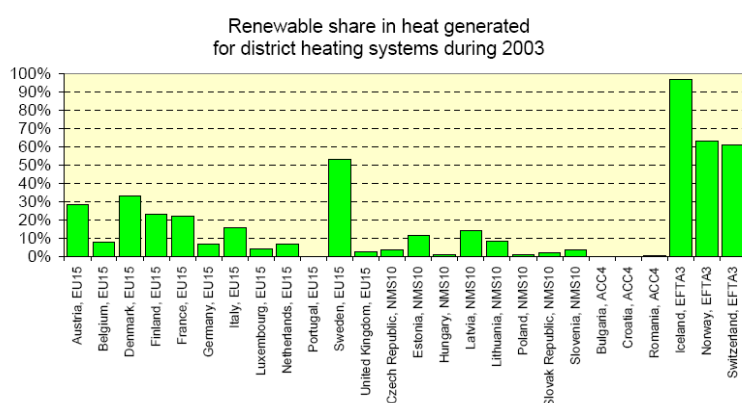
Σχήμα 61: Τα ποσοστά της θερμικής ενέργειας που παρήχθησαν από εγκαταστάσεις CHP για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης ανά χώρα κατά τη διάρκεια του 2003. 6 χώρες δεν συμπεριλήφθηκαν λόγω καθόλου ή πολύ χαμηλού ανεφοδιασμού με Τ/Θ (Κύπρος, Ελλάδα, Ιρλανδία, Μάλτα, Ισπανία, και Τουρκία).

Πηγή: IEA Energy Balances με τις διορθώσεις.

Το ποσοστό της παραγωγής θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων Τ/Θ ήταν 14,1% κατά τη διάρκεια του 2003

στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με τον πίνακα 18. Το ποσοστό αυτό προέρχεται από τη γεωθερμική θερμότητα, την ηλιακή θερμότητα, τις καύσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειες και όλα τα απόβλητα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ως στόχο οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειες να καλύπτουν το 12% του ανεφοδιασμού αρχικής ενέργειας για το 2010. Ως εκ τούτου, τα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης εκπληρώνουν ήδη τον ευρωπαϊκό στόχο για το 2010. Στο σχήμα 62 παρουσιάζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας στις εγκαταστάσεις Τ/Θ στις χώρες της περιοχής μελέτης. Τα υψηλότερα ποσοστά εμφανίζονται στην Ισλανδία (97%), Νορβηγία (63%), Ελβετία (61%) και Σουηδία (53%). Περαιτέρω τέσσερις χώρες εκπληρώνουν το νέο ανανεώσιμο στόχο του 20%: η Δανία (33%), Αυστρία (29%), Φινλανδία (23%) και Γαλλία (22%). [25]

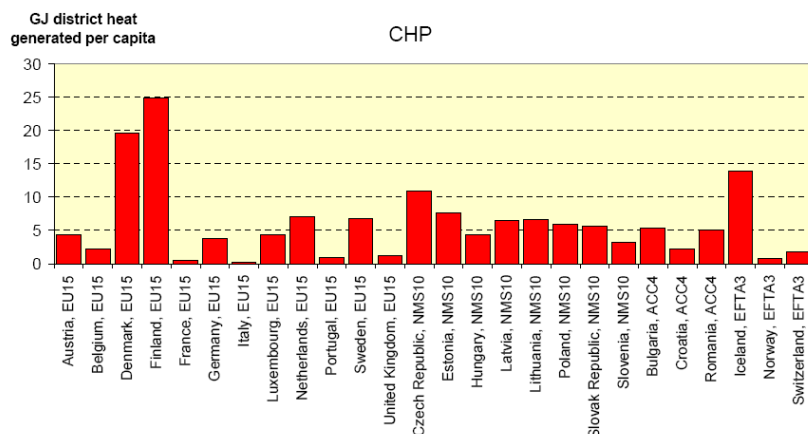


Σχήμα 62: Ποσοστά παραγωγής θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ ανά χώρα για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων Τ/Θ κατά τη διάρκεια του 2003. 6 χώρες παραλείπονται λόγω καθόλου ή πολύ χαμηλού ανεφοδιασμού Τ/Θ (Κύπρος, Ελλάδα, Ιρλανδία, Μάλτα, Ισπανία, και Τουρκία). Πηγή: IEA Energy Balances με τις διορθώσεις.

7.3 Πηγές παραγωγής θερμικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη

7.3.1 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από τις εγκαταστάσεις CHP

Η θερμική ενέργεια που παράγεται από τη CHP ανά κράτος και χρησιμοποιείται στα συστήματα τηλεθέρμανσης παρουσιάζεται στο σχήμα 63. Στη Φινλανδία και τη Δανία εμφανίζεται η μεγαλύτερη συμμετοχή CHP στην Τ/Θ.



Σχήμα 63: Θερμική ενέργεια που παράγεται στις εγκαταστάσεις CHP για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης ανά κράτος κατά τη διάρκεια του 2003.[31]

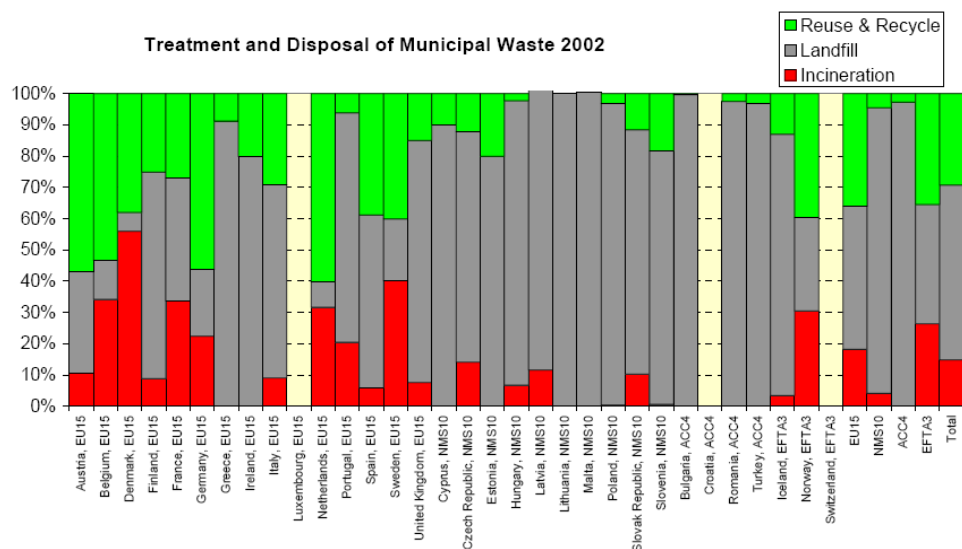
Πηγή: IEA energy balances.

Υπάρχει μελλοντικά η δυνατότητα να αυξηθεί το μερίδιο της θερμότητας που παράγεται από τις εγκαταστάσεις CHP για χρήση της στις εγκαταστάσεις Τ/Θ από το τρέχον 68% σε περίπου 80%. [25]

7.3.2 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων

Το Βέλγιο, η Δανία, η Γαλλία, οι Κάτω Χώρες, η Σουηδία και η Νορβηγία αποτελούν παραδείγματα χωρών που διαθέτουν υψηλά μερίδια τόσο επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης όσο και αποτέφρωσης αποβλήτων. Σε μερικές χώρες όμως δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις αποτέφρωσης ούτε οποιαδήποτε μορφής οργάνωση για την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των αποβλήτων. Όμως η αποτέφρωση αποβλήτων διαδίδεται όλο και περισσότερο. Μεταξύ 1995 και 2003, το μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης της αποτέφρωσης αποβλήτων ανά χώρα ήταν 4% στην EU25. Σύμφωνα με την IEA, η συνολική θερμαντική αξία των αποβλήτων από την αποτέφρωση ήταν 492 PJ στην περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια του 2003. Αυτό αντιστοιχεί σε 49 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων, θεωρώντας μια μέση θερμαντική αξία 10 GJ/ton.

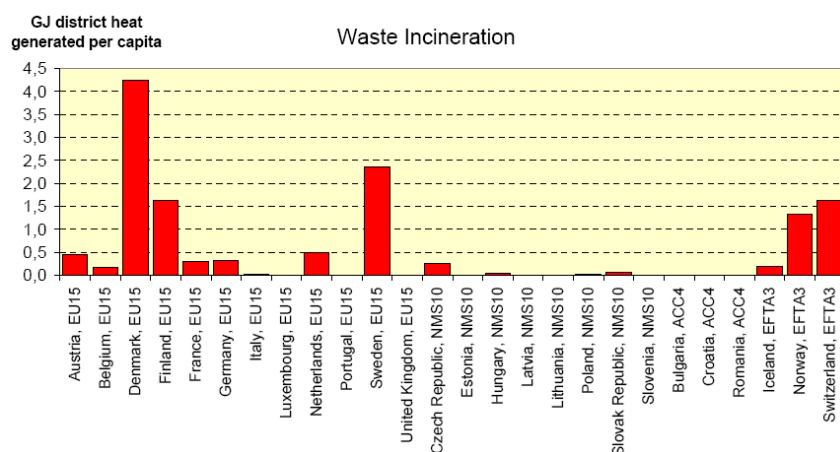
Το ποσοστό των δημοτικών αποβλήτων στην αποτέφρωση υπολογίζεται περίπου στο 80%. Οι υπόλοιποι όγκοι προήλθαν από βιομηχανικά και επιβλαβή απόβλητα. Οι εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων είτε κατασκευάζονται για την παραγωγή CHP είτε χωριστά για παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας. Από τη θερμαντική αξία των 492 PJ που παρήχθησαν το 2003, αποδόθηκαν ως ηλεκτρική ενέργεια 97 PJ (20%) και ως θερμότητα 135 PJ (27%).



Σχήμα 64: Τρέχουσα διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων κατά τη διάρκεια του 2002 στις 29 από τις 32 χώρες (ελλιπείς πληροφορίες για Λουξεμβούργο, Κροατία και Ελβετία).

Πηγή: βάση δεδομένων της EUROSTAT.

Η χρήση της θερμικής ενέργειας που παράγεται από την αποτέφρωση αποβλήτων στα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης παρουσιάζεται στο σχήμα 65. Οι υψηλότερες κατά κεφαλήν τιμές εμφανίζονται στη Δανία, Σουηδία, Φινλανδία, Ελβετία και Νορβηγία. Στις χώρες των NMS10 και ACC4 η αποτέφρωση αποβλήτων δεν συμμετέχει σχεδόν καθόλου στην παραγωγή θερμικής ενέργειας για τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης. Η Ελβετία και η Νορβηγία είναι παραδείγματα χωρών με μικρούς τομείς τηλεθέρμανσης, αλλά χρησιμοποιούν τις εγκαταστάσεις καύσης των αποβλήτων για παραγωγή θερμότητας στις εγκαταστάσεις Τ/Θ.



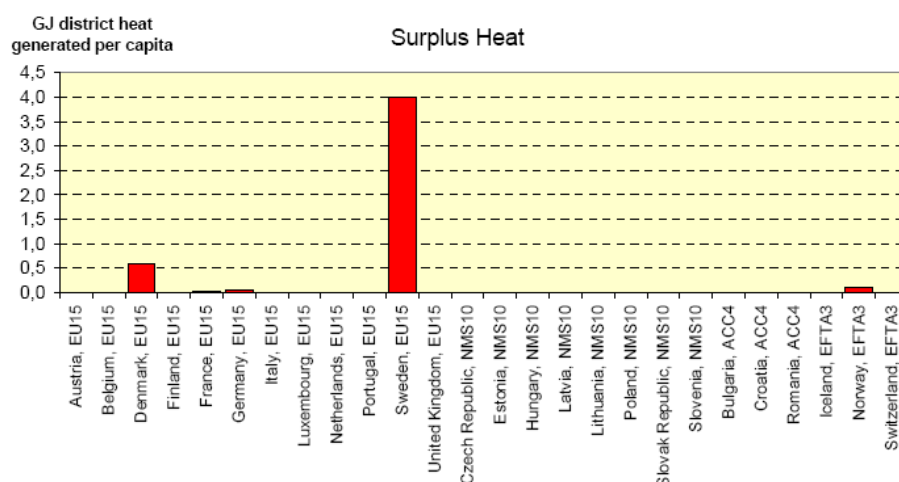
Σχήμα 65: Θερμική ενέργεια που παράγεται ανά χώρα από τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων Τ/Θ κατά τη διάρκεια του 2003,

Πηγή: IEA energy balances. [31]

Υπάρχει μελλοντικά η δυνατότητα για αύξηση της παραγωγής θερμικής ενέργειας από την αποτέφρωση αποβλήτων από 135 σε 350 PJ/έτος. Αυτό μπορεί αρχικά να επιτευχθεί, με την αύξηση της γενικής συνολικής αποδοτικότητας μετατροπής στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων από 47% σε περίπου 70%, και αφετέρου, με την αύξηση του αποτεφρώσιμου όγκου πέρα των 50 εκατομμυρίων τόνων αποβλήτων. [25]

7.3.3 Χρήση της θερμότητας πλεονάσματος από τις βιομηχανικές διαδικασίες

Η χρήση της θερμότητας πλεονάσματος από τις βιομηχανικές διαδικασίες στα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης παρουσιάζεται στο σχήμα 66. Το σχήμα 66 αποκαλύπτει ότι η συμμετοχή της θερμότητας πλεονάσματος από τις βιομηχανικές διαδικασίες δεν είναι η ίδια σε όλα τα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης. Το συνολικό ποσό της θερμότητας αυτής ήταν μόνο 42 PJ κατά τη διάρκεια του 2003. Η Σουηδία ήταν σχεδόν ο μόνος χρήστης με ανεφοδιασμό 36 PJ, που αντιστοιχεί στο 19% όλης της τηλεθέρμανσης που παρήχθη εκεί. Αυτό το ποσό διαιρείται μεταξύ 19 PJ βιομηχανικής θερμότητας πλεονάσματος και 17 PJ θερμότητας που ανακτάται από τις μεγάλες αντλίες θερμότητας. Μικρότερη χρήση της θερμότητας πλεονάσματος εμφανίστηκε στη Γερμανία (3,7 PJ), Γαλλία (1,7 PJ), Νορβηγία (0,5 PJ) και Ιταλία (0,3 PJ). [25]

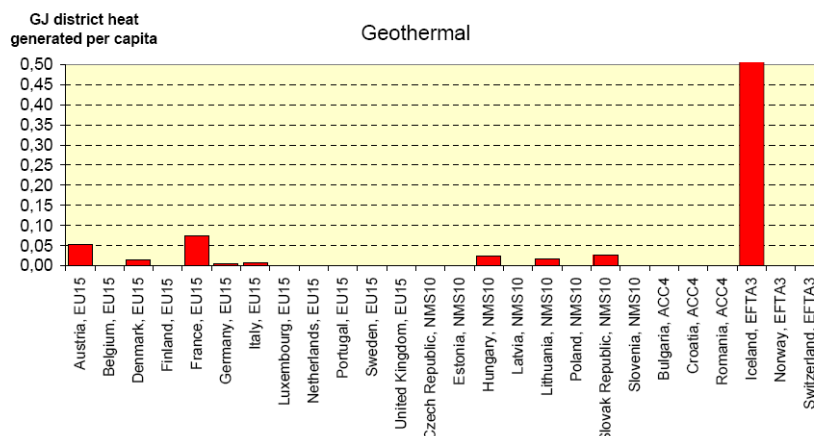


Σχήμα 66: Θερμότητα πλεονάσματος από τις βιομηχανικές διαδικασίες που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις Τ/Θ κατά τη διάρκεια του 2003.

Πηγή: Κυρίως από διορθώσεις βασισμένες στις διάφορες εθνικές πληροφορίες, δεδομένου ότι αυτές οι πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες στις IEA Energy Balances .

7.3.4 Χρήση της Γεωθερμικής θερμότητας στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης

Η χρήση της γεωθερμικής θερμότητας στα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης παρουσιάζεται στο σχήμα 67 αποκαλύπτοντας ότι παρουσιάζει διαφοροποίηση από χώρα σε χώρα. Εξαρτάται από παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του κάθε γεωθερμικού πεδίου και των θερμαινόμενων κτιρίων, την υποδομή της βιομηχανίας, την ενεργειακή πολιτική και κατάσταση της κάθε χώρας.



Σχήμα 67: Χρήση της γεωθερμικής θερμότητας στις εγκαταστάσεις Τ/Θ κατά τη διάρκεια του 2003. Σπασμένος φραγμός για την Ισλανδία λόγω υψηλής ικανότητας (66,7 GJ)

Πηγή: IEA Energy Balances με τις διορθώσεις.]

Το συνολικό ποσό ήταν μόνο 26 PJ κατά τη διάρκεια του 2003, που αντιστοιχεί στο 1,1% όλης της θερμότητας που παρήχθη από τις εγκαταστάσεις Τ/Θ. Η Ισλανδία ήταν ο κύριος χρήστης με ανεφοδιασμό 19 PJ, με το Ρέικιαβικ να αποτελεί το παγκόσμιο ηγέτη της γεωθερμικής τηλεθέρμανσης.

Ελάχιστη χρήση της γεωθερμικής θερμότητας στις εγκαταστάσεις ΤΘ εμφανίστηκε στη:

- Γαλλία (4,4 PJ) στα πολλά μικρά συστήματα Τ/Θ στην περιοχή του Παρισιού (υδροφόρο στρώμα Dogger) και μερικά στην περιοχή του Μπορντώ.
- Ιταλία (0,5 PJ) στα συστήματα Τ/Θ στη Φερράρα, Larderello και Castelnuovo.
- Γερμανία (0,4 PJ) στα συστήματα Τ/Θ στο Erding και Prezlau.
- Αυστρία (0,4 PJ) στα συστήματα Τ/Θ στο Altheim, Bad Blumau και Simbach – Branau.

Μικρότερες εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιούν γεωθερμική ενέργεια είναι επίσης γνωστές στην Ουγγαρία, Δανία (Thisted), Σουηδία (Λυνδ), Ηνωμένο Βασίλειο (Southampton), Ρουμανία (Oradea), Λιθουανία (Klaipeda), Πολωνία (Zakopane και Pyrzyce) και Ελβετία (Riehen). Ένα νέο πρόγραμμα άρχισε τον Αύγουστο του 2005 με σκοπό να παραδίδει 0,4 PJ γεωθερμικής θερμότητας ετησίως στο σύστημα τηλεθέρμανσης της Κοπεγχάγης. Αυτές οι εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν είτε το γεωθερμικό νερό σε θερμοκρασία 70-120°C άμεσα από τους εναλλάκτες θερμότητας, είτε νερό στους 20- 60°C από αντλίες θερμότητας είτε έναν συνδυασμό των δύο παραπάνω.

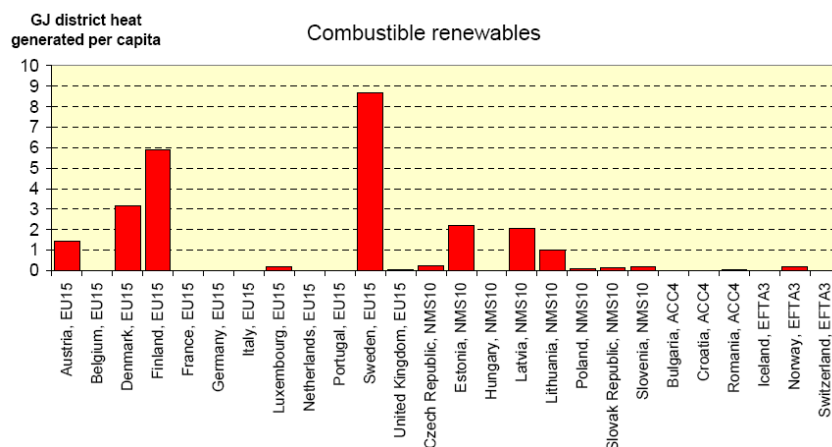
Γεωθερμικά συστήματα τηλεθέρμανσης έχουν εισαχθεί επίσης πρόσφατα στην Τουρκία. Η ικανότητά τους υπολογίζεται στα 6 PJ (Lund et al , 2005), θερμαίνοντας μερικώς 13 τουρκικές πόλεις (Mertoglu, 2005).

Υπάρχει μελλοντικά η δυνατότητα αύξησης της χρήσης της γεωθερμικής θερμότητας στα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης από τα 26 στα 50 PJ/έτος. [25]

7.3.5 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Εκατοντάδες ευρωπαϊκών πόλεων, κωμοπόλεων και χωριών χρησιμοποιούν τη στερεά βιομάζα ή το βιοαέριο από τις εγκαταστάσεις CHP ή μόνο θερμότητας για τον ανεφοδιασμό των τοπικών συστημάτων τηλεθέρμανσης (Lensu & Alakangas, 2004).

Η χρήση της θερμικής ενέργειας από τις καύσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης παρουσιάζεται στο σχήμα 68. Οι υψηλότερες ανά χώρα τιμές εμφανίζονται στη Σουηδία, Φινλανδία, Δανία, Εσθονία, Λετονία, Αυστρία και Λιθουανία. Το συνολικό ποσό θερμότητας που παρήχθη από τη καύση της βιομάζας ήταν 165 PJ.



Σχήμα 68: Θερμική ενέργεια που παράγεται από τις καύσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων Τ/Θ (συνήθως στερεά βιομάζα) κατά τη διάρκεια του 2003.

Πηγή: IEA Energy Balances με τις διορθώσεις.

Υπάρχει μελλοντικά η δυνατότητα αύξησης του ποσού της θερμικής ενέργειας που παράγεται από την καύση της βιομάζας στα συστήματα τηλεθέρμανσης από τα 165 PJ/έτος στα 500 PJ/έτος. [25]

7.3.6 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από άλλες πηγές

1. Ηλιακή τηλεθέρμανση

Σε μερικά ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης παρέχεται θερμότητα από μεγάλες κεντρικές εγκαταστάσεις ηλιακής θέρμανσης. Οι 8 μεγαλύτερες ηλιακές εγκαταστάσεις παρατίθενται στον πίνακα 21 και βρίσκονται στη Γερμανία, Δανία και Σουηδία. Μαζί, αυτές οι τρεις χώρες έχουν ένα συνολικό ετήσιο ανεφοδιασμό ηλιακής θερμότητας σχεδόν 100 TJ, που αντιστοιχεί στο 0,004% όλης της θερμότητας που παράγεται από τις εγκαταστάσεις Τ/Θ στην περιοχή μελέτης το 2003. Υπάρχει μελλοντικά η δυνατότητα για αύξηση της ετήσιας παραγωγής θερμότητας από 0,1 PJ σε 2 PJ. [25]

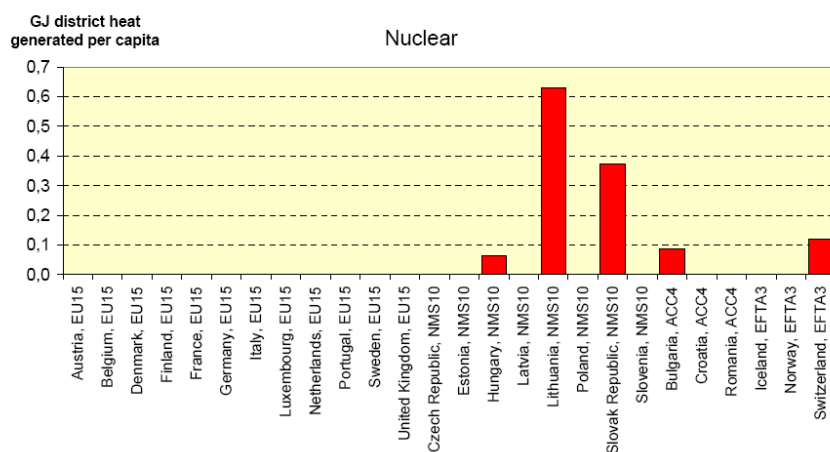
Location	In operation since	Owner	Country	Collector area, m ²	Capacity, MW _{th}
Marstal	1996	Marstal Fjernvarme	Denmark	18 300	12,8
Kungälv	2000	Kungälv Energi AB	Sweden	10 000	7,0
Nykvarn	1984	Telge Energi AB	Sweden	7 500	5,3
Falkenberg	1989	Falkenberg Energi AB	Sweden	5 500	3,9
Neckarsulm	1997	Stadtwerke Neckarsulm	Germany	5 263	3,7
Ærøskøping	1998	Ærøskøping Fjernvarme	Denmark	4 090	2,9
Friedrichshafen	1996	Techn. Werke Friedrichsh.	Germany	4 050	2,8
Rise	2001	Rise Fjernvarme	Denmark	3 575	2,5
				58 278	41

Πίνακας 21: Μεγάλες εγκαταστάσεις ηλιακής θέρμανσης που συνδέονται με τα συστήματα τηλεθέρμανσης.

Πηγή: (Dalenbäck, 2006).

2. Χρήση της πυρηνικής ενέργειας

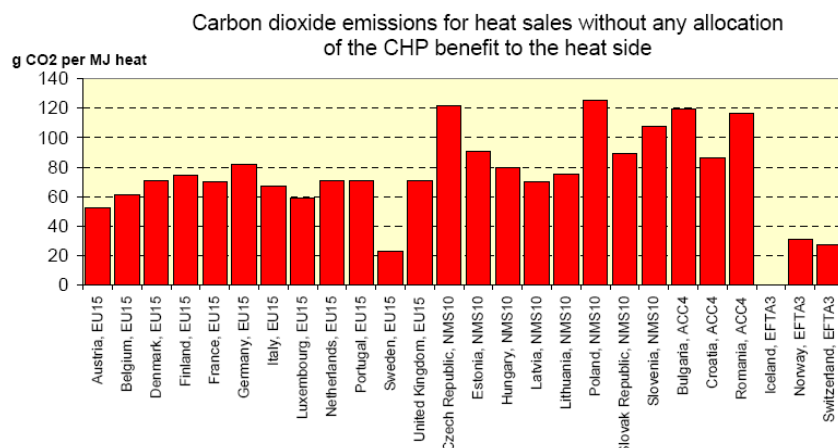
Η συμμετοχή της πυρηνικής ενέργειας στα συστήματα τηλεθέρμανσης ήταν 0,6 PJ/έτος κατά τη διάρκεια του 2003 σε διάφορες μικρές πόλεις μέσω ενός μακροχρόνιου δικτύου μετάδοσης 35 χλμ, και δικτύου διανομής 85 χλμ. Υπάρχει μελλοντική δυνατότητα για αύξηση της χρήσης της πυρηνικής θερμότητας στις εγκαταστάσεις T/Θ από τα 6 στα 20 PJ/έτος. [25]



Σχήμα 69: Θερμική ενέργεια που παράγεται από πυρηνικές εγκαταστάσεις για τον ανεφοδιασμό των εγκαταστάσεων T/Θ κατά τη διάρκεια του 2003. [25]

7.4 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις εγκαταστάσεις T/Θ παρουσιάζονται στο σχήμα 70. Οι εκπομπές ανά MJ παραγόμενης θερμότητας είναι χαμηλές στην Ισλανδία και τη Σουηδία λόγω της υψηλής συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενεργειών. Επίσης στη Νορβηγία και την Ελβετία, οι εκπομπές είναι χαμηλές, λόγω του υψηλού μεριδίου των αποβλήτων που αποτεφρώνονται. Οι εκπομπές είναι επίσης χαμηλότερες στην Αυστρία έναντι των άλλων χωρών λόγω της σημαντικής χρήσης της βιομάζας. Οι υψηλότερες εκπομπές εμφανίζονται στη Βουλγαρία, Τσεχία, Πολωνία και Ρουμανία, λόγω της υψηλής χρήσης του άνθρακα στην παραγωγή θερμότητας στις εγκαταστάσεις T/Θ και των υψηλών απωλειών θερμότητας στο δίκτυο διανομής. Ο μέσος όρος εκπομπών CO₂ για ολόκληρη την περιοχή μελέτης ήταν 83 γρ ανά MJ πουλημένης θερμότητας για συνολικό ποσό θερμότητας 1950 PJ και 162 εκατ. τόνων εκπομπών. Οι αντίστοιχες εκπομπές όταν χρησιμοποιείται φυσικό αέριο σε τοπικούς λέβητες είναι 66 g/MJ θερμότητας και 96 g/MJ για τους λέβητες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο.



Σχήμα 70: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια του 2003 από τις εγκαταστάσεις Τ/Θ.

Πηγή: Εκτιμήσεις από τους όγκους της τηλεθέρμανσης που παράγεται και αναφέρεται στις IEA Energy Balances.

Η λειτουργία των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης μειώνει τις εκπομπές CO₂ λόγω κυρίως της επαναχρησιμοποίησης των απωλειών θερμότητας από άλλες δραστηριότητες και της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η βιομάζα ή η γεωθερμική θερμότητα. Σύμφωνα με τη Euroheat & Power, 2001, οι τρέχουσες εκπομπές CO₂ που αποφευχθήκαν από όλες τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης και CHP στην EU15 υπολογίστηκαν σε 186 εκατομμύρια τόνους/έτος.

Οι συνολικές εκπομπές CO₂ που αποφευχθήκαν παγκοσμίως από όλα τα συστήματα τηλεθέρμανσης και CHP υπολογίστηκαν σε περίπου 900 εκατομμύρια τόνους ετησίως (Werner et al, 2002). Αυτή η μείωση αντιστοιχούσε στο 3,8% όλων των εκπομπών CO₂ παγκοσμίως από την καύση καυσίμων το 1998.

Οι συνολικές εκπομπές CO₂ από την καύση καυσίμων στην περιοχή μελέτης ήταν 4330 εκατομμύρια τόνοι κατά τη διάρκεια του 2003, σύμφωνα με IEA, 2005. Η αντίστοιχη εκπομπή για την EU25 ήταν 3890 εκατομμύρια τόνοι. Οι τρέχουσες εκπομπές CO₂ που αποφευχθήκαν λόγω μόνο της τηλεθέρμανσης και των εγκαταστάσεων CHP υπολογίζονται σε 113 εκατομμύρια τόνους ετησίως, που αντιστοιχούν στο 2,6% όλων των εκπομπών CO₂. [25]

7.5 Θεσμικό πλαίσιο για εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Παρόλο που τα συστήματα τηλεθέρμανσης έχουν αναπτυχθεί με επιτυχία σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δεν έχει εκδοθεί κάποια κοινοτική οδηγία που να αναφέρεται αποκλειστικά στην προώθηση και ενίσχυση της τηλεθέρμανσης. Γίνεται αναφορά στα συστήματα αυτά μέσα από οδηγίες που αναφέρονται στην προώθηση της συμπαραγωγής και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Για παράδειγμα στην οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» ζητείται από τα κράτη μέλη να εξασφαλίζουν για τα νέα κτίρια συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των 1000 m², τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών συστημάτων, όπως αποκεντρωμένων συστημάτων

παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές, συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής/οικοδομικού τετραγώνου (δηλαδή σύνδεση με τα υπάρχοντα δίκτυα τηλεθέρμανσης-τηλεψύξης), πριν από την έναρξη της ανέγερσης. [12]

Επίσης στην οδηγία 2006/32/EK «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου» γίνεται λόγος για την βελτίωση των συστημάτων τηλεθέρμανσης.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο εξέδωσε την παρούσα οδηγία έχοντας υπόψη του ότι η απελευθέρωση των αγορών λιανικής για τους τελικούς πελάτες ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, άνθρακα και λιγνίτη, θέρμανσης και ακόμα της τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης, έχει επιφέρει βελτίωση της απόδοσης και χαμηλότερο κόστος στην παραγωγή, τη μετατροπή και τη διανομή της ενέργειας, χωρίς να επιφέρει ταυτόχρονα και σημαντικό ανταγωνισμό που να βασίζεται σε προϊόντα και υπηρεσίες που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση από πλευράς ζήτησης.

Ως εκ τούτου σκοπός της οδηγίας αυτής είναι να ενισχυθεί η οικονομικώς αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη με:

α) την παροχή των αναγκαίων ενδεικτικών στόχων καθώς και μηχανισμών, κινήτρων και θεσμικών, χρηματοδοτικών και νομικών πλαισίων για την άρση των υφιστάμενων φραγμών και ατελειών της αγοράς που παρεμποδίζουν την αποδοτική τελική χρήση της ενέργειας,

β) τη δημιουργία των συνθηκών για την ανάπτυξη και την προώθηση της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών και για την παροχή, στους τελικούς καταναλωτές, άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Ένα από τα μέτρα αυτά που αφορά και στα συστήματα τηλεθέρμανσης αποτελεί η εξασφάλιση, εφόσον είναι τεχνικώς εφικτό, οικονομικώς εύλογο και ανάλογο προς τη δυνητική εξοικονόμηση ενέργειας, παροχής σε ανταγωνιστική τιμή στους τελικούς καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης, και ζεστού νερού για οικιακή κατανάλωση, ατομικών μετρητών που να αντικατοπτρίζουν επακριβώς την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του τελικού καταναλωτή και να παρέχουν πληροφορίες όσον αφορά τον πραγματικό χρόνο χρήσης.

Πρέπει ακόμα να αναφερθεί ότι ένα από τα επιλέξιμα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του παραρτήματος III της οδηγίας αποτελεί η εγκατάσταση αλλά και αποδοτικότερη ανακαίνιση συστημάτων τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης. [15]

Τέλος πρέπει να γίνει μνεία στην «Οδηγία 2004/8/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Φεβρουαρίου 2004 για την προώθηση της Συμπαράγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ», αφού η συμμετοχή της θερμικής ενέργειας από εγκαταστάσεις συμπαράγωγής στα δίκτυα της

τηλεθέρμανσης είναι μεγάλη και κατά συνέπεια η προώθηση της επιφέρει και την προώθηση των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης.

Γενικός σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η μείωση των εκπομπών CO₂ και η βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού ανεφοδιασμού της ΕΕ, μέσω της δημιουργίας πλαισίου για την προώθηση υψηλής απόδοσης ΣΗΘ, η οποία θα βασίζεται στη ζήτηση για χρήσιμη θερμότητα και στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στην εσωτερική αγορά ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις εθνικές ιδιαιτερότητες, ιδίως όσον αφορά τις κλιματικές και οικονομικές συνθήκες.

Με την οδηγία αυτή όλα τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να διεξάγουν μελέτες για τον προσδιορισμό του δυναμικού συμπαραγωγής που διαθέτουν. Ο προσδιορισμός αυτός θα γίνει με έναν συστηματικό και συγκρίσιμο τρόπο γι' αυτό και η Οδηγία παραθέτει σειρά από κριτήρια και άλλα στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη, όπως για παράδειγμα ο τύπος και η διαθεσιμότητα των καυσίμων, συγκεκριμένες πτυχές σχετικά με τις δυνατότητες αύξησης της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσω Συμπαραγωγής, ο τύπος των τεχνολογιών Συμπαραγωγής, ο τύπος της χωριστής παραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. [85], [14]

7.6 Συμπεράσματα

Η τηλεθέρμανση αναπτύσσεται με διαφορετικό τρόπο στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης. Κάποιες από αυτές έχουν αναπτύξει σε μεγάλο βαθμό τα συστήματα τηλεθέρμανσης, ενώ κάποιες άλλες κάνουν τα πρώτα τους βήματα. Το σίγουρο είναι ότι η συνολική διαθέσιμη δυναμικότητα των διάφορων πηγών θερμότητας καθιστά δυνατή την περαιτέρω εξάπλωση των συστημάτων τηλεθέρμανσης. Επίσης κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή ενός εκτενούς προγράμματος διάδοσης προκειμένου να μεταφερθεί η ζωτικής σημασίας γνώση μεταξύ των χωρών και μεταξύ των συστημάτων τηλεθέρμανσης. [25]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΗ ΔΑΝΙΑ

8.1 Εισαγωγή

Η χώρα της Δανίας έχει πληθυσμό γύρω στα 5 εκατομμύρια κατοίκους και έκταση 43.000 km². Κατέχει μια μοναδική θέση τόσο πολιτικά όσο και γεωγραφικά ως η γέφυρα μεταξύ Ευρώπης και Σκανδιναβίας. [86]

Η Δανία βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της ενεργειακής αποδοτικότητας και της εξοικονόμησης ενέργειας, εξυπηρετώντας συγχρόνως και τους τρεις κύριους στόχους της ενεργειακής πολιτικής της: την ασφάλεια του ανεφοδιασμού, την οικονομική ανάπτυξη και τη προστασία του περιβάλλοντος. Σήμερα, η εξάρτηση της από το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο για τον τομέα του ηλεκτρισμού και της θέρμανσης μειώνεται σε ένα επίπεδο που έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον άλλων χωρών που εξαρτώνται κυρίως από αυτά τα καύσιμα.

Η Δανία έχει πετύχει χάρη σε μια σταθερή ενεργειακή πολιτική και στη συνεργασία μεταξύ των κεντρικών και τοπικών αρχών, των θερμαντικών επιχειρήσεων ανεφοδιασμού και των ιδιωτικών επιχειρήσεων σπουδαία αποτελέσματα στον τομέα της τηλεθέρμανσης. Έτσι :

- Το 60% των θερμαινόμενων περιοχών στη Δανία χρησιμοποιεί τηλεθέρμανση.
- Το 90% των πελατών τηλεθέρμανσης πληρώνουν λιγότερο για τη θερμότητα τους έναντι εκείνων που χρησιμοποιούν αέριο - ή πετρελαιοκίνητα συστήματα.
- Η τεχνολογία τηλεθέρμανσης επιτρέπει τη χρήση διαφορετικών πηγών καυσίμων, όπως απόβλητα, βιομάζα, ηλιακή ενέργεια, γεωθερμική ενέργεια και απορριπτόμενη θερμότητα από τη βιομηχανία. [87]

Η εφαρμογή των διάφορων ενεργειακών σχεδίων που εισάγονται από τη δανική κυβέρνηση κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχει πραγματοποιηθεί υπό την αιγίδα των τοπικών αρχών, που έχουν διαιρέσει τη χώρα σε συγκεκριμένες περιοχές για τη τηλεθέρμανση και τον ανεφοδιασμό φυσικού αερίου, αντίστοιχα. [88]

8.2 Ιστορική εξέλιξη του τομέα τηλεθέρμανσης στη Δανία

Η τηλεθέρμανση στην Δανία έχει ξεκινήσει εδώ και πολλά χρόνια. Τον Σεπτέμβριο του 1903 ιδρύθηκε μια εγκατάσταση αποτέφρωσης απορριμμάτων στον δήμο του Frederiksberg, η οποία σχεδιάστηκε για να τροφοδοτήσει με θερμότητα ένα κοντινό νοσοκομείο και έτσι αποτέλεσε το πρώτο δίκτυο τηλεθέρμανσης στη Δανία. Αργότερα άλλοι δημόσιοι οργανισμοί ενώθηκαν με την εγκατάσταση. [86]

Αυτό το γεγονός επεσήμανε την ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης στη Δανία και έτσι γύρω στο 1930 η ιδέα της τηλεθέρμανσης εισήχθη στη Δανία σε μια αξιολογημένη βάση. Η θερμότητα αρχικά προερχόταν από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρισμού βασισμένους σε ντιζελομηχανές. Τη δεκαετία του 40 περίπου 30 τέτοιοι σταθμοί με ντιζελομηχανές συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ήταν σε λειτουργία. [86], [89]

Κατά τη διάρκεια της περιόδου που καταλήγει στο δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, οι μονάδες παραγωγής τηλεθέρμανσης ήταν μικρές και παρείχαν μόνο θερμότητα σε περιορισμένες τοπικές περιοχές. Δεδομένου ότι οι μονάδες παραγωγής εκείνη την περίοδο τοποθετήθηκαν σε πόλεις κοντά στους καταναλωτές, οι δαπάνες για τη μεταφορά του νερού τηλεθέρμανσης ήταν μέτριες.

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου η έλλειψη πετρελαίου diesel κατέστησε δύσκολη τη διατήρηση του ανεφοδιασμού θερμότητας από τις εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, και μερικοί ιδιοκτήτες εγκαταστάσεων αναγκάστηκαν να καθιερώσουν συνοδευτική θέρμανση, χρησιμοποιώντας τους λέβητες στερεών καυσίμων μόνο θερμότητας. Μετά από τον πόλεμο, η Δανία στράφηκε προς τις μεγάλες κεντρικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, και συνεπώς πολλές από τις τοπικές εγκαταστάσεις έκλεισαν. [90]

Στη δεκαετία του 50 και 60 πολλά νέα δίκτυα τηλεθέρμανσης εμφανίστηκαν και σε μεγάλο βαθμό η μεμονωμένη θέρμανση εγκαταλείφθηκε. [86]

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '60 η θερμότητα πλεονάσματος από τους δημοτικούς αποτεφρωτήρες στερεών αποβλήτων έγινε μια σημαντική πηγή ανεφοδιασμού θερμότητας στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης. [89]

Όπου δημιουργούνταν νέες πόλεις, οι συνθήκες για την ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης ήταν ευνοϊκές. Στις κατοικίες μπορούσε να υπάρξει εξοικονόμηση χώρου όπως και χρημάτων από την μη ύπαρξη κεντρικών λεβήτων και αποθήκευσης του πετρελαίου.

Σε πολλές περιπτώσεις τα νέα συστήματα τηλεθέρμανσης ιδρύθηκαν χάρη σε ιδιωτικές πρωτοβουλίες και δημιουργήθηκαν συνεταιρισμοί. Στις μεγάλες πόλεις, ωστόσο η πρωτοβουλία ξεκινούσε από τις δημοτικές αρχές και η τηλεθέρμανση οργανωνόταν με τον ίδιο τρόπο που το δημόσιο λειτουργεί για την παροχή του νερού. [86]

Η δραστική ανάπτυξη του δανικού τομέα της τηλεθέρμανσης ξεκίνησε όταν χτύπησε η ενεργειακή κρίση στις δυτικές χώρες το 1973/74. Εκείνη την περίοδο, η κατανάλωση ενέργειας ανά κάτοικο ήταν εξαιρετικά μεγάλη και η Δανία εξαρτιόταν από το εισαγόμενο πετρέλαιο για περισσότερο από το 90% του συνολικού ενεργειακού ανεφοδιασμού της. [89], [90]

Επομένως, η δανική κυβέρνηση αναγκάστηκε να επινοήσει μεθόδους για την αποταμίευση των καυσίμων προκειμένου να προστατευθούν τα συμφέροντα της κοινωνίας. Διάφορες πρωτοβουλίες προωθήθηκαν τότε, συμπεριλαμβανομένων:

- Συστηματικός προγραμματισμός του ανεφοδιασμού θερμότητας σε όλες τις περιοχές.
- Μέγιστη πιθανή παραγωγή CHP βάσει τέτοιου προγραμματισμού.
- Μόνωση των κτηρίων.
- Ανάπτυξη των ιδιαίτερα αποτελεσματικών συστημάτων σωλήνων τηλεθέρμανσης, των προ-μονωμένων σωλήνων με υψηλές ιδιότητες μόνωσης και χαμηλές δαπάνες εγκατάστασης.
- Μείωση των λειτουργουσών θερμοκρασιών στα συστήματα τηλεθέρμανσης και μια μεταβλητή ροή στις σωληνώσεις για την εξασφάλιση πιο οικονομικής

λειτουργίας στο γενικό σύστημα παραγωγής και διανομής, συγχρόνως επιτρέποντας τη δυνατότητα εφαρμογής των προ-μονωμένων σωλήνων. [90]

Τότε οι σταθμοί ενέργειας μετατράπηκαν σε σταθμούς καύσης άνθρακα και η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού εφαρμόστηκε σε πολλούς σημαντικούς σταθμούς ενέργειας. Ακόμα και οι τοπικοί σταθμοί τηλεθέρμανσης σε μερικές περιπτώσεις μετατράπηκαν σε σταθμούς καύσης άνθρακα και ορισμένα οικιακά καύσιμα όπως το άχυρο και το ξύλο, αλλά και το βιοαέριο σταδιακά εισήχθησαν για να μειώσουν την εξάρτηση της Δανίας από το πετρέλαιο. Κατά τον ίδιο τρόπο, εισήχθησαν τεχνικές χρησιμοποίησης της θερμότητας πλεονάσματος από τις βιομηχανικές επιχειρήσεις και τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης.

Η κατάσταση του 1973 οδήγησε στην δημιουργία της Danish Act on Heat Supply τον Ιούνιο του 1979 με στόχο της την προώθηση της οικονομικότερης χρήσης της ενέργειας για θέρμανση χώρων και τη τροφοδοσία τους με ζεστό νερό χρήσης καθώς και τη μείωση της εξάρτηση της χώρας από το πετρέλαιο. Κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου εφαρμογής του προγράμματος αυτού, η κατανάλωση ενέργειας στη Δανία για θέρμανση χώρου μειώθηκε κατά 30%. [86]

8.2.1 Μεγάλης κλίμακας CHP και τηλεθέρμανση

Σε πιο μεγάλη κλίμακα, η σύγχρονη τηλεθέρμανση καθιερώθηκε στη δεκαετία του '80 και τη δεκαετία του '90. Η εξαγωγή θερμότητας από τους υπάρχοντες και νέους κεντρικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιήθηκε στα αστικού επιπέδου σχέδια και πραγματοποιήθηκε η περιφερειακή σύνδεση διάφορων πόλεων και κοινοτήτων. Σήμερα, δέκα μεγάλες πόλεις της Δανίας έχουν αστικού επιπέδου σχέδια τηλεθέρμανσης όπου το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας (95%-98%) παράγεται σε μεγάλες εγκαταστάσεις CHP άνθρακα ή εγκαταστάσεις CHP αποτέφρωσης αποβλήτων.

Μέσω αυτής της διαδικασίας, οι πόλεις, οι κωμοπόλεις και οι αστικές περιοχές σχεδιάστηκαν σε ζώνες για να υποδεχτούν τη τηλεθέρμανση, ενώ οι λιγότερο πυκνό αποικημένες ζώνες εφάρμοσαν περισσότερο τον μεμονωμένο ανεφοδιασμό με φυσικό αέριο. Στις σχεδιασμένες ζώνες, η τηλεθέρμανση έγινε τοπικό μονοπώλιο που απαλλάχθηκε από τον ανταγωνισμό (φυσικό αέριο ή ηλεκτρική θέρμανση).

Ιστορικά, οι τιμές θερμότητας στα μεγάλα συστήματα είναι πολύ χαμηλότερες από τις τιμές θερμότητας με άλλους τρόπους ανεφοδιασμού, χάρη στην εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση των δύσκολων και επομένως φτηνών καυσίμων. [91]

8.2.2 Τηλεθέρμανση στις πόλεις και τις μικρές κοινότητες με μικρής κλίμακας λέβητες CHP ή βιομάζας

Αρκετές πόλεις και κοινότητες τροφοδοτούνταν με τηλεθέρμανση χωρίς να διασυνδέονται με τις κεντρικά παρεχόμενες περιοχές με τοπική πρωτοβουλία στη δεκαετία του 60 και χρειάστηκαν εκσυγχρονισμό.

Το 1986, καθιερώθηκε ένας μεγάλος αριθμός αποκεντρωμένων εγκαταστάσεων συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, βασισμένα στα γηγενή καύσιμα (φυσικό αέριο, απόβλητα ή βιομάζα) συνολικής δύναμης 450 MW. [39]

Σήμερα οι περιοχές χρησιμοποιούν τη σύγχρονη χαμηλής θερμοκρασίας τηλεθερμότητα και τροφοδοτούνται συνήθως από τη CHP ή από θερμότητα από λέβητες που χρησιμοποιούν μόνο βιομάζα. Στις περιοχές με τοπικά καύσιμα όπως το άχυρο και το ξύλο, διάφοροι λέβητες μόνο θερμότητας τροφοδοτούν τις κοινότητες και τις μικρές πόλεις. [91]

8.3 Πρόσφατη κατάσταση της τηλεθέρμανσης στη Δανία

Ως αποτέλεσμα των επίμονων εθνικών και τοπικών πολιτικών, η σύγχρονη τηλεθέρμανση έχει γίνει ο ακρογωνιαίος λίθος του δανικού ανεφοδιασμού θερμότητας. Σήμερα, το 60% όλων των θερμαινόμενων χώρων στη Δανία τροφοδοτούνται από τα δίκτυα της τηλεθέρμανσης από περισσότερες από 400 επιχειρήσεις τηλεθέρμανσης. [93]

Το 2003 ο αριθμός κατοικιών που συνδέθηκαν με το δίκτυο τηλεθέρμανσης αυξήθηκε κατά περίπου 4.000, στο σύνολο των 1.151 εκατομμυρίων κατοικιών. Αυτό αντιστοιχεί στο 59,6% όλων των δανικών κατοικιών. Σε απόλυτους αριθμούς η σταθερή αύξηση του αριθμού συνδέσεων τις δύο τελευταίες δεκαετίες συνεχίζεται.

Η δανική ένωση τηλεθέρμανσης, DFF, είναι μια ένωση 400 δανικών επιχειρήσεων τηλεθέρμανσης που καλύπτουν το 98% της διανομής τηλεθέρμανσης στη Δανία. Μεταξύ των μελών τους είναι οι μεγαλύτερες δημοτικές επιχειρήσεις διανομής που παρέχουν περισσότερο από 10.000 TJ ετησίως και οι μικρότεροι καταναλωτικοί συνεταιρισμοί που παρέχουν μόνο 2-3 TJ. Οι επιχειρήσεις μελών χρησιμοποιούν όλα τα είδη των πηγών θερμότητας: CHP από μεγάλες εγκαταστάσεις ή μικρής κλίμακας, θερμότητα πλεονάσματος από τη βιομηχανία, αποτέφρωση αποβλήτων, ηλιακή ενέργεια, γεωθερμική ενέργεια, υπολείμματα ξύλου, άχυρο, βιοαέριο, λέβητες φυσικού αερίου και λέβητες πετρελαίου.

Η τηλεθέρμανση που παράγεται στις εγκαταστάσεις CHP ανέρχεται λίγο επάνω από το 73%. Σήμερα, ο άνθρακας και το πετρέλαιο χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά για την κεντρική παραγωγή CHP και σε λέβητες φορτίου αιχμής και εφεδρείας. [90]

Η ανανεώσιμη ενέργεια υπό μορφή δημοτικών στερεών αποβλήτων, αχύρου, ξύλου και βιοαερίου έχει γίνει σημαντική πηγή καυσίμων για τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης. Η ετήσια ενεργειακή δυνατότητα για τη βιομάζα και το βιοαέριο στη Δανία ανέρχεται σε περίπου 36.000 GWh - ή περίπου στο 25% της ενέργειας που καταναλώνεται κατά τη παραγωγή της τηλεθερμότητας και της ηλεκτρικής ενέργειας. Μια εκτεταμένη χρήση αυτών των πηγών ενέργειας κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, αγγίζει περίπου τα 14.000 GWh και αυτή η ανάπτυξη αναμένεται να συνεχιστεί με αυξητικούς ρυθμούς και τα επόμενα έτη. Κατά συνέπεια περισσότερα από 600.000 σπίτια από τα 2,5 εκατομμύρια της Δανίας λαμβάνουν θερμότητα από τις εγκαταστάσεις βιομάζας. [89], [39]

Σήμερα, υπάρχουν περίπου 60 εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης που χρησιμοποιούν το άχυρο και που ποικίλλουν σε μέγεθος από 2 έως 10 MW. Η τεχνολογία αποτέφρωσης του αχύρου έχει αναπτυχθεί όσον αφορά στα συστήματα

ανεφοδιασμού και τροφοδοσίας, τις εγκαταστάσεις λεβήτων και τον εξοπλισμό καθαρισμού του καπνού. Σήμερα, αυτά τα συστήματα εμπορευματοποιούνται πλήρως και χωρίς λειτουργικά προβλήματα. Περίπου 20 εγκαταστάσεις τέθηκαν σε λειτουργία τα πρόσφατα έτη, καταναλώνοντας πάνω από 100.000 τόνους άχυρου το χρόνο. 25 ακόμα εγκαταστάσεις έχουν σχεδιαστεί να κατασκευαστούν τα επόμενα χρόνια, αυξάνοντας έτσι την κατανάλωση άχυρου σε περίπου 250.000 τόνους/χρόνο. [86], [39]

Ακόμα υπάρχουν περίπου 40 εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ξύλινα υπολλείματα. Οι εγκαταστάσεις με υπολλείματα ξύλου ποικίλλουν από 1,5 έως 10 MW. [39]

Το βιοαέριο που δημιουργείται από τα ζωικά απόβλητα χρησιμοποιείται επίσης ως καύσιμο σε σύνδεση με τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης της χώρας. [86]

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι έχει καθιερωθεί ένας μεγάλος αριθμός εγκαταστάσεων αποτέφρωσης, σε περιφερειακή βάση (δηλ. ως αποτέλεσμα συνεργασίας μεταξύ διάφορων δήμων). Το μέγεθος των δανικών εγκαταστάσεων αποτέφρωσης αποβλήτων ποικίλλει από τις μικρές εγκαταστάσεις, που αποτεφρώνουν 15-20.000 τόνους αποβλήτων ετησίως, μέχρι τις εγκαταστάσεις που αποτεφρώνουν 500.000 τόνους αποβλήτων ετησίως. Περίπου 40 αποτεφρωτήρες αποβλήτων έχουν χτιστεί στη Δανία τις 3 τελευταίες δεκαετίες. [39]

Η απορριπτόμενη θερμότητα από τις βιομηχανίες είναι μια ακόμα ενδιαφέρουσα δυνατότητα, η οποία αναφέρεται ως βιομηχανική συμπαραγωγή. Η απορριπτόμενη θερμότητα από τα διυλιστήρια, τα εργοστάσια λιπασμάτων, τις χημικές βιομηχανίες, τη βιομηχανία τσιμέντου, χάλυβα, γυαλιού, κλπ. μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα δανικά συστήματα τηλεθέρμανσης. [86]

8.4 Περιβαλλοντικά οφέλη από τη λειτουργία των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης στη Δανία

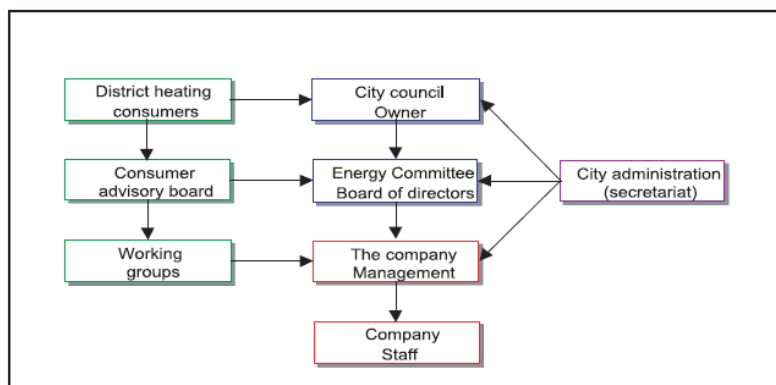
Στη Δανία, η κατανάλωση ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο έχει μειωθεί πάνω από 50% από την αρχή της δεκαετίας του '70.

Κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου, οι εκπομπές CO₂ και SO₂ μειώθηκαν εντυπωσιακά. Αυτό οφείλεται, πρώτα απ' όλα, στην αποδοτικότερη εκμετάλλευση της ενέργειας, αλλά οφείλεται επίσης και στις βελτιωμένες τεχνικές, τα αποδοτικότερα συστήματα καθαρισμού καπνού και τη χρήση καυσίμων με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θείο. Σε εθνικό επίπεδο, οι εκπομπές CO₂ μειώθηκαν μέχρι το έτος 2002 κατά περίπου 14% έναντι του έτους 1990. Μια αντίστοιχη μείωση των εκπομπών SO₂ καταγράφηκε επίσης. [94]

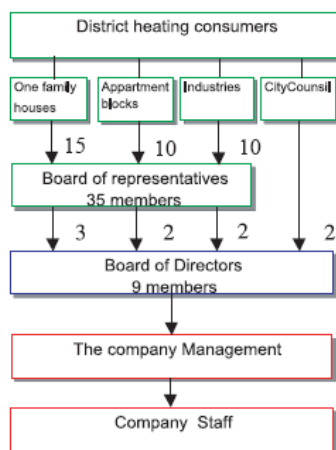
8.5 Ιδιοκτησιακό καθεστώς εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης στη Δανία

Σχεδόν όλες οι επιχειρήσεις τηλεθέρμανσης διακατέχονται από τους καταναλωτές, είτε άμεσα ως καταναλωτικοί συνεταιρισμοί είτε έμμεσα ως δημοτικές επιχειρήσεις. Δεν υπάρχει καμία κρατική επιχείρηση παροχής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας στη Δανία, και το γεγονός ότι οι επιχειρήσεις ελέγχονται από τους

καταναλωτές σημαίνει ότι οι λειτουργικές δαπάνες και τα τιμολόγια κρατιούνται στο ελάχιστο. Ο έλεγχος, η δημόσια πρόσβαση στις πληροφορίες για τα τιμολόγια, η διαφάνεια στους λογαριασμούς της επιχείρησης, αλλά και οι ιδιαίτερα αποτελεσματικές λύσεις σε όλους τους τομείς λειτουργίας, είναι μερικοί από τους λόγους για τους οποίους η τηλεθέρμανση έχει επιτύχει την παρούσα κατάστασή της στη Δανία. [89]



Σχήμα 71: Οργανωτικό διάγραμμα μιας κύριας δημοτικής επιχείρησης τηλεθέρμανσης με την καταναλωτική συμβουλευτική επιτροπή όπως ο δήμος Albertslund. [95]



Σχήμα 72: Οργανωτικό διάγραμμα ενός μεγάλου συνεταιρισμού τηλεθέρμανσης, με τη δημοκρατική εκλογή των αντιπροσώπων μέσα από κάθε καταναλωτική ομάδα, όπως ο συνεταιρισμός τηλεθέρμανσης Høje Taastrup, ο μεγαλύτερος καταναλωτικός συνεταιρισμός που κατείχε επιχείρηση τηλεθέρμανσης στη Δανία. [95]

8.6 Τιμολογιακή πολιτική τηλεθέρμανσης στη Δανία

Οι κανονισμοί τιμολόγησης της τηλεθέρμανσης προκύπτουν από συμφωνία μεταξύ των εταιρειών μετάδοσης και των διαφόρων εταιρειών διανομής. Οι περισσότερες εταιρείες μετάδοσης χρησιμοποιούν μια δομή τιμολογίου που αποτελείται από 3 μέρη.

1. Μια χρέωση σύνδεσης, που πληρώνεται μόνο μια φορά.
2. Μια σταθερή χρέωση, που πληρώνεται ετησίως.
3. Μια μεταβλητή χρέωση, που βασίζεται στον αριθμό των θερμικών μονάδων που χρησιμοποιούνται.

Η χρέωση σύνδεσης καλύπτει μέρος των επενδύσεων των εταιρειών μετάδοσης-ωστόσο το ποσό αυτό είναι περισσότερο συμβολικό. Η σταθερή χρέωση-πάγιο, τίθεται βάσει του μέγιστου απαιτούμενου ετησίου φορτίου σε κάθε κοινότητα, και καλύπτει τα κόστη κεφαλαίου και τα σταθερά λειτουργικά κόστη στο σύστημα μετάδοσης. Η μεταβλητή χρέωση, η οποία καλύπτει τις πληρωμές των παραγωγών θερμότητας, συνήθως υπολογίζεται βάσει διαφόρων παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων του ποσού της ενέργειας, της ροής του νερού κλπ.

Το σχετικό μέγεθος των σταθερών και μεταβλητών χρεώσεων ποικίλει από εταιρεία σε εταιρεία, βασιζόμενο σε πολλούς διαφορετικούς παράγοντες, όπως:

- την υιοθετούμενη πολιτική για την καθιέρωση των τιμών,
- τον τύπο και τοποθεσία των υπαρχόντων και μελλοντικών περιοχών αγοράς,
- το μέγεθος του κεφαλαίου επένδυσης στα υπάρχοντα και μελλοντικά συστήματα τροφοδοσίας,
- τους τύπους των θερμικών πηγών,
- τις θερμικές απώλειες στο σύστημα,
- τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης. [96]

8.7 Παράγοντες που συμβάλουν στην ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης στη Δανία

• Ισχυρή υποστήριξη από τις κεντρικές αρχές

Οι κεντρικές αρχές στη Δανία υποστηρίζουν έντονα την ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης μέσω ενός ευρύτερου φάσματος μέτρων, που περιλαμβάνουν:

- Εθνικό ελάχιστο κόστος ενεργειακού προγραμματισμού.
- Έλεγχος του ελάχιστου κόστους αστικού προγραμματισμού θερμότητας.
- Εφαρμογή νομικών μέτρων που επιβάλλουν τους ιδιοκτήτες να συνδεθούν και να παραμείνουν συνδεδεμένοι με τη τηλεθέρμανση.
- Απαγόρευση της ηλεκτρικής θέρμανσης στα νέα κτίρια.
- Υψηλή φορολογία των ορυκτών καυσίμων για τη θέρμανση.
- Επιχορηγήσεις στις υπηρεσίες που αποκαθιστούν και ολοκληρώνουν τα δίκτυα.
- Επιχορηγήσεις στους καταναλωτές που εγκαθιστούν κεντρική θέρμανση και συνδέονται με τη τηλεθέρμανση.

• Ισχυρή υποστήριξη από τους δήμους

Ο ρόλος των δήμων στην εφαρμογή της εθνικής ενεργειακής πολιτικής είναι πολύ σημαντικός, δεδομένου ότι οι δήμοι ενδιαφέρονται για την ανάπτυξη του τοπικού συστήματος τηλεθέρμανσης προς όφελος των κατοίκων στις αστικές περιοχές. Το δίκτυο τηλεθέρμανσης θεωρείται ως φυσικό μέρος της αστικής υποδομής, μέσω της οποίας τροφοδοτούνται όλα τα κτίρια στις περιοχές με ικανοποιητική πυκνότητα θερμότητας (δηλ. ικανοποιητική πυκνότητα πληθυσμού). [95]

• Τεχνολογική ανάπτυξη

Ταυτόχρονα με την ανάπτυξη και την επέκταση των συστημάτων τηλεθέρμανσης στη Δανία, η βιομηχανία παροχής συστατικών μερών των συστημάτων τηλεθέρμανσης διεξήγαγε έντονες έρευνες για την ανάπτυξη των μεμονωμένων προϊόντων τους. Ο στόχος ήταν ότι κάθε συστατικό στα συστήματα πρέπει να παρέχει την αποδοτικότερη λειτουργία και να συμβάλει στους γενικούς στόχους εξοικονόμησης ενέργειας. Στην πραγματικότητα, πολύ νωρίς η βιομηχανία διαπίστωσε ότι εάν τα προϊόντα τους δεν επέτυχαν αυτούς τους στόχους με έναν αποδοτικά οικονομικό τρόπο, δεν θα ήταν σε θέση να ανταγωνιστούν ως προμηθευτές στον τομέα της τηλεθέρμανσης, επειδή οι επιχειρήσεις τηλεθέρμανσης θα αξιολογούσαν το λειτουργικό κόστος και την αποδοτικότητα εξίσου με την τιμή των συστατικών.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα τα οποία εξηγούν το μέγεθος της τεχνολογικής ανάπτυξης που εκτελείται.

1. Προ-μονωμένοι σωλήνες

Η έννοια της προμόνωσης των σωλήνων χάλυβα και της κάλυψης της μόνωσης με ένα αδιάβροχο περίβλημα εφευρέθηκε στη Δανία το 1960. Η έννοια αυτή βρήκε μεγάλη επιτυχία και άφθονος αριθμός χιλιομέτρων σωλήνων εγκαταστάθηκε στη Δανία και στο εξωτερικό δημιουργώντας τη βάση για τα σύγχρονα οικονομικά αποδοτικά συστήματα τηλεθέρμανσης.



Σχήμα 73: Βιομηχανία κατασκευής προμονωμένων σωλήνων

2. Εναλλάκτες θερμότητας

Οι εναλλάκτες θερμότητας τύπου πλακός χρησιμοποιούνται ευρέως στη Δανία για να διαχωρίσουν το νερό κυκλοφορίας στα διαφορετικά δίκτυα. Αποτελούν ένα επίτευγμα με στόχο την ελαχιστοποίηση της απώλειας πίεσης και ταυτόχρονα τη μεγιστοποίηση του συντελεστή μεταφοράς θερμότητας. Οι εναλλάκτες θερμότητας τύπου πλακός έχουν το πρόσθετο πλεονέκτημα να καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο από άλλους τύπους.

3. Ενεργειακοί μετρητές

Στη Δανία, είναι υποχρεωτικό να πληρώσει κανείς για τη θερμότητα όπως και για το νερό και την ηλεκτρική ενέργεια σύμφωνα με την κατανάλωση. Επομένως, όλες οι εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης είναι εξοπλισμένες με ενεργειακούς μετρητές.

Στους σύγχρονους ενεργειακούς μετρητές παρέχεται η δυνατότητα της μακρινής ανάγνωσης. Αυτή χρησιμοποιείται ευρέως από την επιχείρηση τηλεθέρμανσης ώστε να προγραμματίζει καλύτερα τη λειτουργία και να εντοπίζει τις διαρροές. Η μακρινή ανάγνωση παρέχει επίσης την ευκολία στον καταναλωτή να παρακολουθήσει την κατανάλωσή του μέσω του Διαδικτύου. [90]

8.8 Η κατάσταση της τηλεθέρμανσης στην Κοπεγχάγη

Σήμερα το σύστημα τηλεθέρμανσης στην περιοχή της Κοπεγχάγης είναι ένα από τα μεγαλύτερα του κόσμου παρέχοντας θερμότητα σε μια περιοχή περίπου 50 εκατομμυρίων τετραγωνικών μέτρων, με μια συνολική παραγωγή θερμότητας περίπου 30.000 TJ ετησίως. [95] [90]

Η θερμότητα παρέχεται από 4 εγκαταστάσεις CHP, 4 αποτεφρωτήρες αποβλήτων και περισσότερες από 50 εγκαταστάσεις λεβήτων σε περισσότερα από 20 δίκτυα διανομής από 3 επιχειρήσεις μετάδοσης τις CTR, VEKS και Vestforbrænding. [95]

Στις 5 Μαΐου του 2006, ένα γεωθερμικό πρόγραμμα για την παραγωγή θερμού νερού και τροφοδότηση του συστήματος τηλεθέρμανσης εγκαινιάστηκε επίσημα στην Κοπεγχάγη. Το γεωθερμικό νερό αντλείται σε μια θερμοκρασία πάνω από 730°C και σε βάθος 2.700 μέτρων κάτω από την Κοπεγχάγη. Η ικανότητα του εργοστασίου είναι ισοδύναμη με την κατανάλωση θερμότητας σε 4.000-5.000 μονάδες κατοικίας, η οποία αποτελεί το 1% της απαίτησης τηλεθέρμανσης στην Κοπεγχάγη. Με βάση τη λειτουργία από το φθινόπωρο του 2005, η εμπειρία είναι θετική. Το πρόγραμμα έχει μια ευρύτερη προοπτική για την Κοπεγχάγη που – μπορεί να είναι η αφετηρία για μια ασφαλή, φιλική προς το περιβάλλον και ανεξάντλητη πηγή θερμότητας, προς όφελος πάντα των πελατών τηλεθέρμανσης. [97]

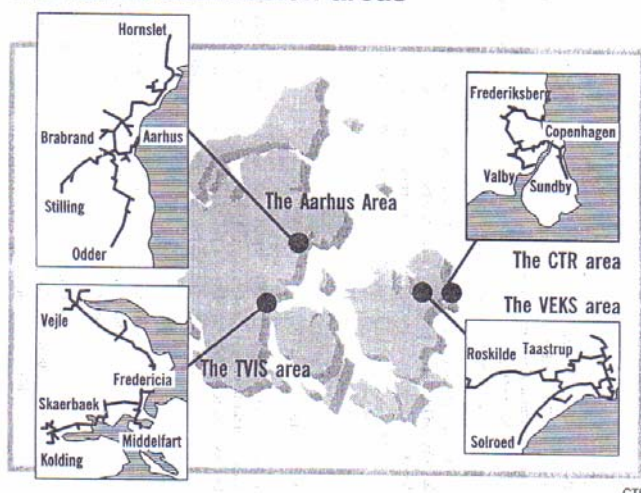
Η Κοπεγχάγη είναι ίσως η μόνη πρωτεύουσα στον κόσμο που μείωσε τις εκπομπές CO₂ σχεδόν κατά 20% από το 1988 ως το 1998. Αυτή η σημαντική μείωση οφείλεται μεταξύ άλλων αποτελεσμάτων στη μεγάλη επέκταση της τηλεθέρμανσης και της συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. [88]

8.9 Εταιρείες μετάδοσης τηλεθέρμανσης στη Δανία

Στη Δανία κυριαρχούν 4 εταιρείες μετάδοσης τηλεθέρμανσης:

- The public Utilities of Aarhus
- TVIS-Heat Transmission Company
- CTR-Metropolitan Copenhagen Heating Transmission Company and
- VEKS-Heat Transmission Company

The four transmission areas



Σχήμα 74: Οι περιοχές που καλύπτουν οι 4 εταιρείες μετάδοσης [96]

Οι εταιρείες αυτές μοιράζονται έναν αριθμό κοινών χαρακτηριστικών όσον αφορά στη σφαίρα των δραστηριοτήτων τους, την κατασκευή των συστημάτων, τον τρόπο χρηματοδότησης, την δομή των τιμολογίων, κλπ. Μια προφανής αιτιολόγηση για αυτό είναι ότι και οι 4 εταιρείες πηγάζουν από την ίδια ενεργειακή πολιτική κατάσταση και τέθηκαν σε λειτουργία την ίδια χρονική περίοδο.

Η επίσημη συνεργασία των 4 αυτών επιχειρήσεων ξεκίνησε το 1985, με κύριο σκοπό να παρέχεται στις επιχειρήσεις ένα πλαίσιο ανταλλαγής εμπειριών και συντονισμού των δραστηριοτήτων τους, καθώς επίσης και παροχή συμβουλών σε άλλες επιχειρήσεις. Ως παράδειγμα των καθορισμένων καθηκόντων τους μπορούν να αναφερθούν τα ακόλουθα:

- Διατύπωση κοινής έρευνας και ανάπτυξη προγραμμάτων
- Ανταλλαγή εμπειριών που σχετίζονται με την πραγματοποίηση των εγκεκριμένων σχεδίων θέρμανσης
- Άριστη διανομή της παραγωγής σε συνθήκες οικονομικών όρων
- Ανάγκη για πρότυπα, μέτρα και άλλους τεχνικούς κανονισμούς.

Αν αναλογιστεί κανείς την πραγματική σφαίρα δραστηριότητας των 4 επιχειρήσεων μετάδοσης, που όλες οργανώνονται ως συνεταιρισμοί, τότε θα μπορούσε με συντομία να πει ότι η δουλειά τους είναι ο σχεδιασμός, ίδρυση, χρηματοδότηση και λειτουργία των δικτύων μετάδοσης για τηλεθέρμανση, καθώς οι επιχειρήσεις αγοράζουν θερμότητα από τους παραγωγούς, την μεταφέρουν μέσω των συστημάτων μετάδοσης και την πουλούν στις εμπλεκόμενες κοινότητες. Η περαιτέρω μεταφορά της θερμότητας από τα σημεία παραλαβής στις κοινότητες (σταθμοί θερμικών εναλλακτών) στους καταναλωτές, είναι μια δραστηριότητα που πραγματοποιείται από τους οργανισμούς των συνδεδεμένων καταναλωτών.

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των 4 αυτών εταιρειών μετάδοσης.

- **The public Utilities of Aarhus**

Το 1979 το δανικό κοινοβούλιο αποδέχτηκε την Heat Supply Act, η οποία καλούσε τους δήμους να σχεδιάσουν ο καθένας το δικό του σχέδιο για θέρμανση. Ο Δήμος του Aarhus ήταν ο πρώτο δήμος του οποίου ένα τέτοιο σχέδιο εγκρίθηκε. Το σχέδιο εγκρίθηκε από τον Υπουργό Ενέργειας τον Μάρτιο του 1981 και το πρώτο στάδιο του σχεδίου θέρμανσης τέθηκε σε ισχύ 4 χρόνια μετά. Οι πωλήσεις θερμότητας για το 1988 υπολογίστηκαν στα 9.600 TJ, το οποίο αποτελούσε περίπου το 80% της ικανότητας του πλήρως εγκατεστημένου συστήματος μετάδοσης. [96]

Το σύστημα μετάδοσης της Aarhus τηλεθέρμανση καλύπτει 100 χιλιόμετρα κύριων σωληνώσεων μετάδοσης (Φ 200-1000 mm) και συνδέεται με το δημοτικό και τοπικό σύστημα διανομής μέσω 42 σταθμών θερμικών εναλλακτών.

Η τηλεθέρμανση εξαπλώθηκε στην περιοχή διότι το 90% της απαίτησης θερμότητας στο δήμο του Aarhus, με 250.000 κατοίκους, μπορούσε να καλυφθεί με θερμότητα από τον σταθμό συμπαραγωγής του Studstrupværk (με μια ικανότητα θέρμανσης 2*400 MJ/s) από το 1995. Αξίζει να αναφερθεί ότι έχουν επίσης υπογραφεί συμβόλαια με 4 γειτονικούς δήμους για την τροφοδοσία τους με θερμότητα. Η καθαρή θερμική απαίτηση το 1995 για ολόκληρη την περιοχή μετάδοσης υπολογίζεται στα 11.500 TJ/έτος. Η θερμοκρασία του νερού στους σωλήνες μετάδοσης φθάνει το μέγιστο στους 125° C και στους 55-65° C στους σωλήνες επιστροφής. [86]

- **TVIS-Het Transmission Company**

Ένα άλλο κεντρικό σύστημα μετάδοσης το οποίο άρχισε να λειτουργεί το 1982 είναι το σύστημα TVIS, το οποίο πρόκειται για ένα πρόγραμμα συνεργασίας 5 δήμων, των Boerkop, Fredericia, Kolding, Middelfart and Vejle.

Ο στόχος του προγράμματος είναι να τροφοδοτεί 50.000 νοικοκυριά με θερμότητα πλεονάσματος η οποία προέρχεται κυρίως από το θερμοηλεκτρικό σταθμό Skaerbaekværket (περίπου 250 MW) και από τα διυλιστήρια Shell και Oil Refinery 942 MW). Αυτό ικανοποιεί το 1/3 της απαίτησης θερμότητας σε αυτή τη περιοχή. [96]

Το σύστημα καλύπτει περίπου 75 χιλιόμετρα διπλών σωλήνων που συνδέονται με τα κύρια συστήματα τηλεθέρμανσης της πόλης μέσω 25 θερμικών εναλλακτών. Αυτό το πρόγραμμα έχει οδηγήσει στη μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου κατά 130.000 τόνους/έτος που ισοδυναμεί στο 80% της περιοχής. [86]

Η καθαρή θερμική απαίτηση σε πλήρη έκταση αρχικά είχε εκτιμηθεί σε 6.000 TJ/έτος. Η επέκταση του σχεδίου σχεδιάστηκε με τον όρο ότι το 90% των υπαρχόντων κατοικιών με κεντρική θέρμανση θα τροφοδοτούνται με τηλεθέρμανση σε μια περίοδο περίπου 9 ετών. Από αυτές, το 30% θα συνδεθούν στο δίκτυο μέσα σε ένα χρόνο, και οι υπόλοιπες σταδιακά στα επόμενα 8 χρόνια. [96]

- **Συνεργασία CTR-Metropolitan Copenhagen Heating Transmission Company - VEKS-Heat Transmission Company**

Στην περιοχή της Greater Copenhagen 2 εταιρείες μετάδοσης συνεργάστηκαν για να δημιουργήσουν το μεγαλύτερο συνδυασμένο σύστημα τηλεθέρμανσης στο Δυτικό

κόσμο. Τα συνδυνασμένα συστήματα μετάδοσης έχουν μήκος 150 χιλιομέτρων, καλύπτοντας 15 δήμους και συνολικά 325.000 κατοικίες μπορούν να συνδεθούν με το δίκτυο μετάδοσης.

Οι δύο εταιρείες που επιλέχθηκαν να είναι υπεύθυνες για το σχεδιασμό, ίδρυση και τη λειτουργία του συνολικού δικτύου είναι η CTR-Metropolitan Copenhagen Heating Transmission Company, η οποία έχει ως μέλη και συνεταίρους της 5 κεντρικούς δήμους στην περιοχή της Greater Copenhagen και η VEKS-Heat Transmission Company, η οποία τροφοδοτεί 10 περιοχές στη δυτική Copenhagen. Η απόφαση για τη συνεργασία των 2 συστημάτων πάρθηκε το 1983 και πραγματοποιήθηκε το φθινόπωρο του 1987. [96]

- **CTR-Metropolitan Copenhagen Heating Transmission Company**

Η CTR-Metropolitan Copenhagen Heating Transmission Company είναι μια συνεργασία 5 δήμων των Frederiksberg, Gentofte, Gladsaxe, Κοπεγχάγης και Taarnby, η οποία ιδρύθηκε στις 29 Φεβρουαρίου 1984.

Η CTR χρησιμοποιεί πρώτιστα τη θερμότητα από τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης απορριμμάτων και τις εγκαταστάσεις συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Η επιχείρηση είναι αρμόδια για την αγορά της θερμότητας από τις μονάδες παραγωγής, την μεταφορά της μέσω του δικτύου μετάδοσης και την πώληση της στους πέντε δήμους και την επιχείρηση VEKS στη δύση. Η CTR ενεργοποιεί επίσης τις εφεδρικές μονάδες και παράγει θερμότητα από μόνη της κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής. Η μεταφορά της θερμότητας από τα διάφορα σημεία παράδοσης (σταθμοί εναλλακτών θερμότητας) έξω από τους δήμους στους μεμονωμένους καταναλωτές δεν εμπίπτει στις αρμοδιότητες του τομέα της επιχείρησης, αλλά πραγματοποιείται από τις τοπικές οργανώσεις (επιχειρήσεις διανομής).

Οι πρώτοι πελάτες του συστήματος τηλεθέρμανσης ήταν δημόσια ιδρύματα, σχολεία, αθλητικές αίθουσες και βιομηχανικές επιχειρήσεις. Σύμφωνα με τη νομοθεσία πρέπει όλα τα νέα και υπάρχοντα κτίρια με απαίτηση θέρμανσης περισσότερο από 250 kW (852,5 X 103 BTU/h) (ισοδύναμη με την κατανάλωση 25-30 οικογενειών) να συνδεθούν με το κοινοτικό δίκτυο ενεργειακού ανεφοδιασμού. Επιπλέον, μερικοί δήμοι – συμπεριλαμβανομένου του δήμου της Κοπεγχάγης – έχουν αποφασίσει να επεκτείνουν την υποχρεωτική διαταγή σύνδεσης ώστε να καλύψουν και κτίρια με απαίτηση θέρμανσης χαμηλότερη από 250 kW, δηλ. ιδιωτική κατοικία, κ.λπ.

Ο ανεφοδιασμός της θερμότητας ανάμεσα στους 5 δήμους κατανέμεται ως εξής: το 69% στο μεγαλύτερο δήμο, δηλαδή της Κοπεγχάγης, το 3,5% στο μικρότερο (Gladsaxe), ενώ οι άλλοι δήμοι λαμβάνουν από 16% (Frederiksberg), 6,5% (Gentofte) και 5,0% (Taarnby).

Περίπου το 10% της συνολικής δανικής απαίτησης για θερμότητα καλύπτεται από το δίκτυο σωλήνων της CTR. Αυτό σημαίνει ότι περισσότεροι από μισό εκατομμύριο άνθρωποι (ή 90-95% όλων εκείνων που ζουν στην περιοχή) απολαμβάνουν τα οφέλη του κοινού συστήματος τηλεθέρμανσης. Η τιμή θέρμανσης της CTR, είναι ίδια και για τους πέντε δήμους και έχει κρατηθεί βασικά στο ίδιο επίπεδο σε όλο το σύνολο της διάρκειας ζωής του προγράμματος.

- **Η επέκταση του προγράμματος**

Ο τελικός στόχος για την επέκταση του συστήματος ανεφοδιασμού θερμότητας μέσα στην περιοχή CTR είναι να παρασχεθεί τηλεθέρμανση σε 275.000 οικογένειες – δηλ. 3/4 εκατομμύρια ανθρώπων το 2009. Αυτό ισοδυναμεί με μια ακαθάριστη ετήσια απαίτηση θερμότητας περίπου 19.000 TJ/έτος (18×10^{12} btu/έτος). Για να είναι σε θέση να εκπληρώσει όλους αυτούς τους στόχους η CTR διαθέτει μια σωλήνωση 54 χιλιομέτρων χρησιμοποιώντας 3 σταθμούς υπερσυμπιεστών αντλιών, 14 μονάδες φορτίων αιχμής και 26 σταθμούς εναλλακτών θερμότητας για να μεταφέρουν τη θερμότητα στα τοπικά συστήματα τηλεθέρμανσης. Όλες αυτές οι εγκαταστάσεις ρυθμίζονται από το κέντρο λειτουργίας της CTR στο Frederiksberg, χρησιμοποιώντας συστήματα ελέγχου ρύθμισης και παρακολούθησης βασισμένα σε υπολογιστή.

- **Η παραγωγή θερμότητας**

Το 95% της απαίτησης θερμότητας του τομέα ανεφοδιασμού της CTR καλύπτεται από τη θερμότητα πλεονάσματος που παράγεται από 4 εγκαταστάσεις CHP (Amagervaerk, Avedoerevaerk, H.C., Oersted Vaerk και Svanemoellevaerk) και τρεις σταθμούς αποτέφρωσης απορριμμάτων (I/S Amagerforbraending, I/S Vestforbraending και Rensningsanlaeg Lynetten). Η CTR έχει στη διάθεση της μια ικανότητα 1.314 MJ/s ($4.500 \times 10^6 \text{ BTU/h}$) από αυτές τις αποκαλούμενες μονάδες φορτίων βάσης. Το υπόλοιπο 5% της θερμότητας που απαιτείται παράγεται σε 16 τοπικούς σταθμούς τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο. Αυτοί οι σταθμοί χρησιμοποιούνται εν μέρει για να καλύψουν τις περιόδους μέγιστων φορτίων (μερικές εκατοντάδες ώρες ετησίως) και εν μέρει για να καλύψουν τις τυχόν διακοπές στον ανεφοδιασμό από τους σημαντικότερους προμηθευτές. Η συνολική απαίτηση για θερμότητα στις περιόδους φορτίων αιχμής ανέρχεται σε 800 MJ/s ($2.730 \times 10^6 \text{ BTU/h}$).

Τα δύο δίκτυα CTR και VEKS διασυνδέονται έτσι ώστε η πλεονάζουσα ικανότητα θερμότητας σε αυτή τη περιοχή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν είναι απαραίτητο σε άλλη περιοχή. Αυτή η αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση της ενέργειας δίνει στη μεγαλύτερη περιοχή της Κοπεγχάγης μια εξοικονόμηση ενέργειας ίση με μια ετήσια κατανάλωση περισσότερων των 500.000 τόνων πετρελαίου.

- **Το δίκτυο μετάδοσης**

Το δίκτυο μετάδοσης της CTR κατασκευάζεται με μια μέγιστη θερμοκρασία ανεφοδιασμού 120°C και μια μέγιστη λειτουργική πίεση 25 bar (350 PSI). Για κανονικές συνθήκες λειτουργίας, εντούτοις, η θερμοκρασία και η πίεση λειτουργίας έχουν τεθεί σε $90\text{--}115^\circ\text{C}$ και 16-24 bar (224-336 PSI) αντίστοιχα. Αυτά τα επίπεδα ρυθμίζονται σύμφωνα με την εποχή. Η θερμοκρασία επιστροφής στο δίκτυο μετάδοσης βρίσκεται χαρακτηριστικά μεταξύ 50 και 60°C .

Η CTR συνολικά διαθέτει 26 σταθμούς εναλλακτών θερμότητας. Στην πλειοψηφία τους αυτοί οι σταθμοί έχουν τοποθετηθεί υπόγεια, και ο αριθμός των σταθμών και η γεωγραφική τους θέση έχει επιλεγεί με σκοπό την επίτευξη της καλύτερης δυνατής τεχνικής και οικονομικής λύσης για ολόκληρο το σύστημα της τηλεθέρμανσης. Η εγκατεστημένη ικανότητα των εναλλακτών θερμότητας ανέρχεται σε περίπου $1,900 \text{ MJ/s}$ ($6.500 \times 10^6 \text{ BTU/h}$).

Χάρη στο σύστημα CTR έχουν εξοικονομηθεί περίπου 290.000 τόνους πετρελαίου ετησίως και έχουν μειωθεί οι εκπομπές SO₂ κατά 2/3 και του CO₂ κατά περίπου 50%. [94]

- **Κοινά στοιχεία των παραπάνω συστημάτων**

Όλα τα συστήματα μετάδοσης των εταιρειών που αναφέρθηκαν ιδρύθηκαν ως σταθμοί θερμού νερού, με μια μέγιστη θερμοκρασία τροφοδοσίας 120-125° C και μια μέγιστη συνεχή θερμοκρασία λειτουργίας 90-115° C. Οι θερμοκρασίες επιστροφής κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 60-70° C, καθώς απαιτείται όσο το δυνατόν χαμηλή θερμοκρασία επιστροφής. Αυτό οφείλεται στην υψηλότερη αποδοτικότητα του συνολικού συστήματος συμπεριλαμβανομένων των στροβίλων των σταθμών συμπαραγωγής όταν λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες νερού.

Η μέγιστη πίεση λειτουργίας υποδεικνύεται στα 25 bar στο δίκτυο μετάδοσης, ενώ τα δίκτυα διανομής έχουν συνήθως μια πίεση στα 6.5 bar.

Το συνολικό μήκος του δικτύου για τις 4 εταιρείες μετάδοσης είναι 331 χιλιόμετρα διπλής προμονωμένης σωλήνωσης. Στο μέγιστο φορτίο ο όγκος του νερού κυκλοφορίας στα συστήματα αγγίζει περίπου τα 31 m³/hour. Η κάλυψη του βασικού φορτίου γενικά οργανώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η θερμότητα πλεονάσματος από τις εγκαταστάσεις καύσης να έχει προτεραιότητα, ακολουθούμενη από τη θερμότητα πλεονάσματος από τους σταθμούς συμπαραγωγής, τις βιομηχανίες κλπ. Η καθαρή συνολική θερμική απαίτηση για τις περιοχές των 4 δικτύων μετάδοσης υπολογίζεται στα 42.700 TJ/έτος και η συνολική επένδυση υπολογίζεται σε 185 billion GRD σε τιμές 1990. [96]

8.10 Συμπεράσματα

Η στρατηγική και η εμπειρία από τον τομέα της τηλεθέρμανσης στη Δανία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές χώρες στην Ευρώπη και την Ασία, καθώς επίσης και στον Καναδά και ΗΠΑ, μειώνοντας την εξάρτησή τους από την εισαγόμενη ενέργεια εντυπωσιακά και με έναν οικονομικώς αποδοτικό τρόπο. Ωστόσο απαιτείται μια ισχυρή, διακομματική πολιτική προσπάθεια για να εφαρμοστεί αυτή η στρατηγική, αλλά τα οφέλη είναι σημαντικά. Αυτό είναι ιδιαίτερο κρίσιμο σε μια περίοδο όπου οι τιμές ενέργειας ανεβαίνουν στα ύψη και η ασφάλεια των ζητημάτων ανεφοδιασμού αποτελεί κύριο μέλημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας και βάσει των όσων παρουσιάστηκαν για τον τομέα της τηλεθέρμανσης σε Ελλάδα και Ευρώπη συμπεραίνονται τα εξής:

- Η τηλεθέρμανση αποτελεί σήμερα τον μοναδικό τρόπο μεταφοράς θερμότητας από οποιαδήποτε απομακρυσμένη πηγή παραγωγής ή απόρριψης στους καταναλωτές. Είναι το μέσο για την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας, η οποία διαφορετικά θα αποτελούσε βιομηχανικό θερμικό απόβλητο, με όλες τις δυσάρεστες συνέπειες που αυτό συνεπάγεται.
- Μέσω της τηλεθέρμανσης εξοικονομείται πρωτογενή ή συμβατική ενέργεια με ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών ρυπαντών που προέρχονται από την καύση συμβατικών καυσίμων.
- Η τηλεθέρμανση παρέχει τη δυνατότητα χρήσης φτηνότερων καυσίμων σε σχέση με τα συμβατικά και αξιοποίησης τοπικών ενεργειακών πόρων, όπως η βιομάζα, ο λιγνίτης και η γεωθερμική ενέργεια με ταυτόχρονη ελάττωση της εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα, η οποία είναι σημαντική για την τοπική και την εθνική οικονομία.
- Τα έργα της τηλεθέρμανσης δημιουργούν μόνιμες θέσεις εργασίας κατά τη λειτουργία και κατασκευή τους και βοηθούν στην ανάπτυξη παράλληλων δραστηριοτήτων.
- Η λειτουργία της τηλεθέρμανσης συντελεί στη βελτίωση των συνθηκών ζωής των καταναλωτών της και στην ελάφρυνση του οικογενειακού προϋπολογισμού τους.
- Στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης η τηλεθέρμανση αναπτύσσεται με διαφορετικό τρόπο, ενώ από την λειτουργία των συστημάτων τηλεθέρμανσης, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η τεχνολογία αυτή δεν εφαρμόζεται μόνο στα πολύ ψυχρά κλίματα.
- Η ίδρυση ή όχι μιας εγκατάστασης τηλεθέρμανσης επηρεάζεται κυρίως από τον βαθμό ανάπτυξης άλλων ανταγωνιστικών πηγών ενέργειας στην περιοχή, όπως το πετρέλαιο και η ηλεκτρική ενέργεια.
- Σε πολλές χώρες της Ευρώπης αρκετά συστήματα τηλεθέρμανσης ιδρύθηκαν χάρη σε ιδιωτικές πρωτοβουλίες και δημιουργήθηκαν συνεταιρισμοί για την λειτουργία τους.
- Αρκετές χώρες της Ευρώπης υποστηρίζουν έντονα την ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης μέσω ενός ευρύτερου φάσματος μέτρων, που περιλαμβάνουν: υποχρεωτική σύνδεση των ιδιοκτητών με τα δίκτυα τηλεθέρμανσης, απαγόρευση της ηλεκτρικής θέρμανσης στα νέα κτίρια, υψηλή φορολογία των ορυκτών καυσίμων για τη θέρμανση, επιχορηγήσεις στους καταναλωτές που συνδέονται με τη τηλεθέρμανση.

- Η συνολική διαθέσιμη δυναμικότητα των διάφορων πηγών θερμικής ενέργειας στην Ευρώπη καθιστά δυνατή την περαιτέρω εξάπλωση των συστημάτων τηλεθέρμανσης.
- Στην Ελλάδα η συνολική ικανότητα θερμότητας που καλύπτεται από τα δίκτυα τηλεθέρμανσης ξεπερνά κατά πολύ τα 300Gcal/h στις πόλεις της Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Αμυνταίου-Φιλώτα και Μεγαλόπολης. Σε εξέλιξη βρίσκονται μελέτες εγκατάστασης δικτύων τηλεθέρμανσης σε άλλες πόλεις της Ελλάδας κυρίως στην βόρεια Ελλάδα.
- Το ΚΑΠΕ εκτελεί μελέτες Τηλεθέρμανσης κατοικιών με δασικά υπολείμματα καθώς και συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού με την αξιοποίηση της διαθέσιμης βιομάζας σε βιομηχανικές μονάδες, Δήμους ή Κοινότητες, καθώς επίσης και μελέτες σκοπιμότητας για τη τηλεθέρμανση ορισμένων πόλεων και χωριών με γεωθερμική ενέργεια.
- Το μόνο βασικό ίσως μειονέκτημα που μπορεί να καταλογιστεί στην τηλεθέρμανση θεωρείται το υψηλό κόστος κατασκευής της εγκατάστασης λόγω κυρίως του κόστους μεταφοράς και διανομής της θερμότητας. Το υψηλό κόστος κατασκευής της εγκατάστασης μαζί κυρίως με τη χαμηλή τιμή διάθεσης των συμβατικών καυσίμων συντέλεσαν στο παρελθόν στη μη διάδοση των έργων τηλεθέρμανσης, καθιστώντας τα οικονομικά ασύμφορα με καθαρά χρηματοοικονομικούς όρους και δεν στηρίζονταν από τις εθνικές ή τοπικές κυβερνήσεις στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Εξαίρεση αποτέλεσαν οι χώρες εκείνες της Ευρώπης, στις οποίες λειτουργούσαν εδώ και πολλές δεκαετίες αντίστοιχα συστήματα τα οποία εκμεταλλεύονταν εγχώρια στερεά καύσιμα. [24], [40]

Εξετάζοντας όμως την σκοπιμότητα και βιωσιμότητα του έργου της τηλεθέρμανσης όχι με καθαρά ιδιωτικά οικονομικά κριτήρια, αλλά λαμβάνοντας υπόψη και τα οφέλη που προκύπτουν από τη λειτουργία του, τότε τα αποτελέσματα είναι θετικά και οδηγούν τις επενδύσεις αυτές στις πρώτες θέσεις στις αναπτυξιακές επιλογές των περιφερειών και κρατών.

Τα συστήματα τηλεθέρμανσης αποτελούν πλέον αξιόπιστα και βιώσιμα συστήματα κοινωφελούς χαρακτήρα. Η επιτακτική ανάγκη για την ορθολογικότερη διαχείριση των ενεργειακών πόρων, προκειμένου να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή και χρήση της ενέργειας, ικανοποιείται με τον καλύτερο τρόπο, συνδυάζοντας δίκτυα τηλεθέρμανσης με μονάδες συμπαραγωγής ή με απλές εγκαταστάσεις αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σε κάθε περίπτωση όμως δεν θα πρέπει ένα έργο συμπαραγωγής και τηλεθέρμανσης να θεωρείται η τέλεια λύση του ενεργειακού προβλήματος. Θα πρέπει κάθε φορά να εξετάζονται προσεκτικά όλα τα στοιχεία που επιδρούν στο οικονομικό και κοινωνικό αποτέλεσμα, ώστε να προκύπτουν ασφαλή συμπεράσματα για τη σκοπιμότητα και βιωσιμότητα του έργου. [24]

Ακόμα πρέπει να αναφερθεί ότι το θέμα της τηλεθέρμανσης δεν πρέπει να αποτελεί θέμα μόνο ιδιωτικής πρωτοβουλίας, αλλά να έχει κρατικό χαρακτήρα. Γι' αυτό το

λόγο κρίνεται σκόπιμο οι αρμόδιοι φορείς της χώρας μας μεταξύ των οποίων η ΔΕΗ , το ΥΠΙΑΝ και οι Δήμοι να εργαστούν για να θεσμοθετηθούν άμεσα μέτρα στήριξης, επέκτασης και διάδοσης της Τηλεθέρμανσης και της συμπαραγωγής. Επιπλέον τα όργανα προγραμματισμού των φορέων όλων των βαθμών της Τοπικής Αυτοδιοίκησης στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για τη διαχείριση της ενέργειας και της προστασίας του περιβάλλοντος, απαιτείται να διερευνήσουν τη δυνατότητα ανάπτυξης και να προωθήσουν την υλοποίηση έργων διαχείρισης τοπικών ενεργειακών πόρων συμπαραγωγής και τηλεθέρμανσης στις περιοχές ευθύνης τους. Με τον τρόπο αυτό θα συμβάλλουν, με τη βοήθεια των τεχνολογιών αυτών, στην επίτευξη των στόχων για τη βελτίωση του περιβάλλοντος και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. [24],[98]

Τέλος πρέπει να τονιστεί ότι κρίνεται απαραίτητη η συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών και απόψεων μεταξύ των χωρών της Ευρώπης αλλά και παγκοσμίως, προκειμένου να αναπτυχθεί ακόμα περισσότερο η τεχνολογία των συστημάτων τηλεθέρμανσης και να διαδοθούν ευρέως τα ενεργειακά, κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από τη λειτουργία τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΚΑΠΕ – CRES, το Έργο «RES DISSEMINATION» Ενεργειακή Κατανάλωση στον Κτιριακό τομέα και Επιπτώσεις στο περιβάλλον (www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf)
2. Ελληνική Δημοκρατία, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, κλιματική αλλαγή, εθνικό πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου (2000-2010), Αθήνα, Μάρτιος 2002
3. <http://europa.eu/pol/ener/index-el.htm>
4. Energy, transport and environment indicators, data 1991-2001, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004
5. Υπουργείο Ανάπτυξης, Αυτοτελές Τμήμα Διαχείρισης Προγραμμάτων Ε.Ε., «Δράσεις Ενημέρωσης-Ευαισθητοποίησης για την προώθηση της διείσδυσης της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) και των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)»
6. Γιάννης Λυπιδής, Νομικός, Απόφοιτος της ΕΣΔΔ, «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η εναλλακτική τεχνολογία για ένα αειφόρο μέλλον, Νοέμβριος 2004, (www.nomosphysis.org)
7. Ενημερωτικό δελτίο ΤΕΕ, τεύχος 2471, 14-01-08, Χριστίνα Θεοχάρη, επιμελήτρια της Μόνιμης Επιτροπής Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης του ΤΕΕ.
8. Πράσινη Βίβλος της Επιτροπής, της 29ης Νοεμβρίου 2000, «Προς μια ευρωπαϊκή στρατηγική για τη ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού»
9. Γνωμοδότηση της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής με θέμα :«Ενεργειακή απόδοση», Βρυξέλλες, 14 Φεβρουαρίου 2006
10. Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, «Πράσινη Βίβλος για την ενεργειακή απόδοση ή περισσότερα αποτελέσματα με λιγότερα μέσα», Βρυξέλλες, 22.6.2005, COM(2005) 265 τελικό
11. Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Σεπτεμβρίου 2001, «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας»
12. Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων»
13. Οδηγία 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13^{ης} Οκτωβρίου «θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής

αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και τροποποίηση της οδηγίας 96/61/EK του Συμβουλίου»

14. Οδηγία 2004/8/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Φεβρουαρίου 2004 «για την προώθηση της Συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ»
15. Οδηγία 2006/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Απριλίου 2006 , «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου»
16. www.ens.dk/sw14624.asp
17. Νόμος υπ' αριθ. 3175 (ΦΕΚ Α' 207/29.08.2003), «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις»
18. Νόμος υπ' αριθ. 3468 (ΦΕΚ Α 129 27.6.2006), «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις»
19. Μ. Σανταμούρης «Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», Ομάδα Φυσικής Κτιριακού Περιβάλλοντος, Τμήμα Φυσικής Πανεπιστήμιο Αθήνας
20. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, «Έγγραφο συνόδου, 19 Δεκεμβρίου 2001, Έκθεση επί της πρότασης οδηγίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», (COM (2001) 226 – C5-0203/2001 – 2001/0098 (COD)), Επιτροπή Βιομηχανίας, Εξωτερικού Εμπορίου, Έρευνας και Ενέργειας, Εισηγητής: Alejo Vidal – Quadras Roca
21. www.greenpeace.org/greece/
22. Αργυρώ Δημούδη, Πολιτικός -Ενεργειακός Μηχ/κός, MsC, PhD-Ειδικό Επιστημονικό Προσωπικό ΥΠΕΧΩΔΕ, «Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια – Δυνατότητες για ΟΤΑ»
23. Χρήστος Ζαχαριάς, ΜΗ ΕΜΠ, ΛΔΚ σύμβουλοι τεχνικών και αναπτυξιακών έργων «Περιφερειακή θέρμανση πόλεων», Τεχνικά Χρονικά, Ιούλιος-Αύγουστος 1989, τεύχ. 7-8 , σ. 63-72
24. www.exakm.gr
25. ECOHEATCOOL , Work package 4, “Possibilities with more district heating in Europe”, Ecoheatcool and Euroheat & Power 2005-2006
26. “District Heating And Cooling In The United States - Prospects And Issues”, Committee On District Heating And Cooling, Energy Engineering Board And

Building Research Board Commission On Engineering And Technical Systems, National Research Council, (www.nap.edu/openbook.php)

27. Αναγνωστάκης Σπυρίδων, Δ/χος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Διπλωματική Εργασία: «Αστικά Θερμικά Συστήματα με χρήση Εναλλακτικών Καυσίμων – Μελέτη Συστήματος Τηλεθέρμανσης τμήματος της πόλης της Ελασσόνας με καύση βιομάζας», Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Ειδίκευσης Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Κτιρίων, Πάτρα, Ιούλιος 2003.
28. Ελένη α. Τσικαρδανη, Διπλωματική Εργασία: «Περιβαλλοντική και Οικονομική Προσέγγιση της Τηλεθέρμανσης Οικισμών της Ευρύτερης Περιοχής Κοζάνης – Πτολεμαΐδας με Χρήση Ξηρού Κονιοποιημένου Λιγνίτη», Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Πρόγραμμα Σπουδών «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Έργων Υποδομής», Πάτρα Σεπτέμβριος, 2004
29. Ιωάννης Βάλλιος, Διπλωματική Εργασία: «Ενεργειακή & Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Μονάδας Τηλεθέρμανσης από Βιομάζα», Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών κι Τεχνολογίας, Πρόγραμμα Σπουδών: Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Έργων Υποδομής, Πάτρα, Μάιος 2006
30. Δημοτική Επιχείρηση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας ([www.ptolemaida.gr/D-E-TH-P. Html](http://www.ptolemaida.gr/D-E-TH-P.Html))
31. Κυπριτίδη Λ., «Εμπειρίες από την εφαρμογή της τηλεθέρμανσης Κοζάνης, δύο χρόνια μετά», Τ.Ε.Ε. -Τμ. Κεντρ. Μακεδονίας, Διήμερο για την Ενέργεια, Θεσσαλονίκη, 12-13 Απρ.1995.
32. Αναστασία Λαγουδάκη, Γεωγράφος – Τοπογράφος Μηχανικός, «Μεθοδολογία εκτίμησης παραγόντων που επηρεάζουνε τη ζήτηση για τηλεθέρμανση», Πρακτικά 1^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Τηλεθέρμανσης πόλεων, Κοζάνη 4-5-6 Μαΐου 1990
33. Καρούκη Ευαγγελία-Ελένη, Διπλωματική Εργασία: «Εφαρμογή Τηλεψύξης στα Χανιά από καύση απορριμμάτων» Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών περιβάλλοντος, Χανιά 2007
34. Σταύρος Εμ. Ζερβουδάκης, Μηχανολόγος Μηχανικός, Διπλωματική Εργασία «Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού-Θερμότητας : Εφαρμογή σε Δίκτυο Τηλεθέρμανσης Δήμου Λαυρεωτικής», Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Ειδίκευσης «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Έργων Υποδομής», Πάτρα 2005
35. Μπέκας Αθανάσιος, «Μελέτη σκοπιμότητας για τηλεθέρμανση του οικισμού των Αγίων Θεοδώρων από το γεωθερμικό πεδίο του Σουσακίου»,
36. www.techem.gr/el/ «Συχνές ερωτήσεις σχετικά με την τηλεθέρμανση»

37. Fredrik Wernstedt and Paul Davidsson, “An Agent-Based Approach to Monitoring and Control of District Heating Systems”, Department of Software Engineering and Computer Science, Blekinge Institute of Technology, Soft Center, 372 25 Ronneby, Sweden, {fredrik.wernstedt,paul.davidsson}@bth.se
38. Andreas Hammer, Johann Reinalter, Fa. Reinplan, Admont, “Biomass (district) heating plants, Important technical aspects, Safety devices, Single and multiple boiler plants, Water treatment Pumps, fittings, insulation, Heat transfer stations”, Prepared for the BIOHEAT Seminar Pichl, February 2004
39. H. C. Mortensen, Managing Director of CTR, and Chairman of Danish Board of District Heating “Production applications”, www.dbdh.dk
40. Κ.Χ. Λέφας, δρ. μηχανολόγος, συνταξ. τακτ. καθηγ, Πανεπιστημίου Πατρών, Αλ. Καλατζής, μηχανολόγος Πολυτεχν. Βιέννης, «Δυνατότητες ενεργειακής οικονομίας στην Πανεπιστημιούπολη Πατρών», Τεχνικά Χρονικά, Ιούλιος- Αύγουστος 1989, τεύχ. 7-8 , σ. 63-72
41. Δελίδης Κ., «Τηλεθέρμανση και περιφερειακή ανάπτυξη», Αθήνα 1988
42. www.hachp.gr (Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας)
43. www.cres.gr
44. Γιώργος Πανταζής, Δρ. Μηχ. Πρόεδρος ΔΣ AGP Energy ΑΕ, «Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.), από την ιδέα στην πράξη» (<http://www.mte.gr/default.asp?itemID=692>)
45. Κ. Αποστολάκης, Σ. Κυρίτσης, Χ. Σούτερ, «Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων», ΕΛΚΕΠΑ-ΙΤΕ, Αθήνα, 1987.
46. Γεράσιμος Μαρτζόπουλος, «Εκμηχάνιση Κτηνοτροφικών Μονάδων και Διαχείριση Λυμάτων», Πανεπιστημιακό Σύγγραμμα Α.Π.Θ., 2004
47. Χρήστος Αθ. Φραγκόπουλος, Ηλίας Π. Καρυδογιάννης & Γιάννης Κ. Καραλής, «Συμπαγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού», Ελληνικό κέντρο παραγωγικότητας, Αθήνα, Νοέμβριος 1994
48. «Συμβολή της ΔΕΗ στην Τηλεθέρμανση πόλεων», 1^ο Διεθνές Συνέδριο Τηλεθέρμανσης πόλεων, Κοζάνη, 4-5-6 Μαΐου 1990
49. Biomass CHP/DH in selected EU countries, Cross national report OPET Report 14 , VTT Processes, Jyväskylä, May 2004
50. Ν. Μουσιόπουλος, «Συνδυασμός Τηλεθέρμανσης και παραγωγής ισχύος από την σκοπιά της θερμοδυναμικής», Εργαστήριο μετάδοσης θερμότητας, ενεργειακός τομέας, τμήμα μηχανολόγων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο

- Θεσσαλονίκης, Πρακτικά 1^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Τηλεθέρμανσης πόλεων, Κοζάνη 4-5-6 Μαΐου 1990
51. Ανδρέας Στοϊμενίδης, Θωμάς Κωτσόπουλος, Γεράσιμος Μαρτζόπουλος, « Βιομάζα: εναλλακτική πηγή ενέργειας για τη μείωση κόστους παραγωγής αγροτικών προϊόντων», Εργαστήριο Εναλλακτικών Ενεργειακών Πόρων στη Γεωργία, Τμήμα Γεωπονίας, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
52. RETScreen, International Clean Energy Decision Support Centre, CLEAN ENERGY PROJECT ANALYSIS: RETSCREEN® ENGINEERING & CASES TEXTBOOK, BIOMASS HEATING PROJECT ANALYSIS CHAPTER, ISBN: 0-662-39150-0, Catalogue no.: M39-110/2005E-PDF, Minister of Natural Resources, Canada 2001 – 2005, www.retscreen.net
53. Χαρ. Σουτερ, Γ. Κοτζαμπάσης, «Βιομάζα και ενεργειακή αξιοποίηση αυτής – τηλεθέρμανση», Εισήγηση στο 1^ο διεθνές συνέδριο τηλεθέρμανσης πόλεων, Κοζάνη, 4-5-6 Μαΐου 1990
54. Ausilio Bauen, Jeremy Woods and Rebecca Hailes, “ BIOPOWERSWITCH!, A BIOMASS BLUEPRINT TO MEET 15% OF OECD ELECTRICITY DEMAND BY 2020”, Prepared for WWF International and Aebiom by Imperial College London, Centre for Energy Policy and Technology and E4tech (UK) Ltd, May 2004
55. Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Ανακοίνωση της Επιτροπής: «Σχέδιο δράσης για τη βιομάζα», COM(2005) 628 τελικό, Βρυξέλλες, 07/12/2005
56. Βασίλης Γκέκας, «Σημειώσεις μαθήματος θερμικών διεργασιών», 1997
57. www.alteren.gr
58. Μελέτη Δικτύου Τηλεθέρμανσης κοινότητας Νυμφασίας Νομού Αρκαδίας, Τρίπολη, 1992
59. 117) <http://ape.chania.teicrete.gr/ape/general/eyropadnf.htm>
60. Γενική εισήγηση του Τ.Ε.Ε. τμ. Δυτικής Μακεδονίας, Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου Τηλεθέρμανσης πόλεων, Κοζάνη, 4-5-6 Μαΐου 1990,
61. www.saintpaul.gr
62. Mary H. Dickson & Mario Fanelli “What is Geothermal Energy?”, («Τί είναι Γεωθερμική Ενέργεια;»), Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italy, Μετάφραση : Μιχάλης Φυτίκας και Μαρία Παπαχρήστου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης/Τμήμα Γεωλογίας
63. Geothermal space heating, R. Gordon Bloomquist*, Washington State University Energy Program, 925 Plum St SE, Town Square Building 4, Olympia, WA 98504, USA, Received 5 June 2003; accepted 24 June 2003

64. Πλανάκης Νίκος – Οδυσσέας- διδάκτωρ πολιτικός μηχανικός – μηχανολόγος, «Γεωθερμία και τηλεθέρμανση», Δεύτερο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειες, Θεσσαλονίκη, 1985
65. www.geothermal.marin.org
66. www.ee.teihal.gr/labs/pdoukos/documentation/ptyxiaki-ergasia-eisagwgi-prasines-paragwgikes-drastiriotites.pdf
67. Alberto Piatti, Carlo Piemonte, Edoardo Szego, “Planning of geothermal district heating systems”, Commission of the European Communities, Kluwer Academic Publishers
68. www.physics4u.gr/energy/geotherme.html
69. Einar Gunnlaugsson, Hreinn Frimannson, Gunnar A. Sverrisson, “District heating in Reykjavik – 70 years experience”, Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu - Tohoku, Japan, May 28 - June 10, 2000
70. Einar Gunnlaugsson, “District heating in Reykjavik and electrical production using geothermal energy” GEOTHERMAL TRAINING PROGRAMME, Reykjavík, Iceland, September 2003
71. E. Karlopoulos, D. Pekopoulos, E. Kakaras, “District heating systems from lignite fired power plants, ten years experience in Greece”, April 2004
72. http://1lyk_florin.flosch.gr/peribalontiki/AHS/tilethermanssi.html
73. www.energia.gr, «Τηλεθέρμανση της Φλώρινας από τη ΔΕΗ», 06/10/2006
74. Ανδρέας Βακάλης, Δρα Μηχανικός, Εισήγηση: «Τηλεθέρμανση πόλης Πτολεμαΐδας», Πρακτικά 1^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Τηλεθέρμανσης Πόλεων, Κοζάνη 4-5-6 Μαΐου 1990
75. Κων. χατζηεφραιμίδης η-μ. μηχανικός, «Τηλεθέρμανση Πτολεμαΐδας», Εισήγηση στη διημερίδα για την ενέργεια στα πλαίσια της βαλκανικής συνεργασίας μηχανικών, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Δυτικής Μακεδονίας, Δήμος Πτολεμαΐδας, Δημοτική Επιχείρηση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας (Δ.Ε.ΤΗ.Π.), Θεσσαλονίκη, 12-13 Απριλίου 1995
76. Καλαϊτζίδου Ιωάννα, Διευθύντρια Δ.Ε.ΤΗ.Π. «Τηλεθέρμανση Πτολεμαΐδας, εξέλιξη μεγεθών 1994-2000, σχεδιασμός 2001-2004», Πτολεμαΐδα, Φεβρουάριος 2002
77. Γ.Θ.Βαβούρας, Μηχανολόγος Μηχανικός, «Συμπεράσματα προμελέτης τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης», Πρακτικά 1^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Τηλεθέρμανσης Πόλεων, Κοζάνη 4-5-6 Μαΐου 1990

78. Βλάτης Ιωάννης Πρόεδρος Δ.Σ. Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης, Κυπριτίδης Ελευθέριος, Μηχανολόγος Μηχανικός Προϊστάμενος Υπηρεσίας Τηλεθέρμανσης, Δημοτική επιχείρηση ύδρευσης αποχέτευσης Κοζάνης, «9 χρόνια Τηλεθέρμανση Κοζάνης», 01/12/2000
79. Δήμος Κοζάνης, ANKO, ΔΕΗ, «Τηλεθέρμανση Κοζάνης, Οριστική μελέτη, Σύντομη περίληψη μελέτης του έργου Κοζάνη», Φεβρουάριος 1992
80. Τεχνικό επιμελητήριο, Τμήμα Δυτικής Μακεδονίας, Δήμος Κοζάνης, Δ.Ε.Υ.Α.Κ., «Εμπειρίες από την εφαρμογή της τηλεθέρμανσης Κοζάνης, Δύο χρόνια μετά», Απρίλιος 1995
81. ANKO ΑΕ, «Περίληπτική παρουσίαση τηλεθέρμανσης Αμυνταίου», Αμύνταιο 1/12/2000 (www.exakm.gr/download/AMIMTEO-DH.pdf)
82. Μελέτη τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης
83. Δημοτική Επιχείρηση παροχής υπηρεσιών προστασίας περιβάλλοντος και ανάπτυξης περιοχής Μεγαλόπολης
84. ΚΟΙΝΟΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ III 2000-2006, ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ», ΜΕΤΡΟ 6.5 Προώθηση συστημάτων ΑΠΕ, Συμπαράγωγής στο ενεργειακό σύστημα της χώρας - Εξοικονόμηση Ενέργειας, ΟΔΗΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ, ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2005
85. Γρ. Θεοφύλακτος – Πρόεδρος ΕΣΣΗΘ, Σ. Λουζίδης – Senior Consultant, LDK CONSULTANTS, «Σύντομη παρουσίαση της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ για την Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας», OPET Cluster, District heating and co-generation, Informative measures on EU CHP directive and general dissemination of CHP/DHC, LDK Consultants Engineers and Planners, Greece, July 2004
86. S.E. Perning, B. Com, Director of Danish Board of District Heating, “A general presentation of Danish district heating, development and present status”, Πρακτικά 1^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Τηλεθέρμανσης Πόλεων, Κοζάνη 4-5-6 Μαΐου 1990
87. Hans Jørgen Koch, Deputy State Secretary, Danish Energy Authority “EU, district heating and security of supply”, www.dbdh.dk
88. Bo Asmus Kjeldgaard Mayor of Energy, Water and Environment in the Municipality of Copenhagen Aerial view of Copenhagen “Heat supply, environment and the example from Copenhagen”, www.dbdh.dk
89. Ib Larsen, Director General, the Danish Energy Authority “Renewable energy in district heating in Denmark”, February 2005
90. www.dbdh.dk (Danish Board of District Heating Development)

91. Peter Helmer Steen, Deputy Director, Danish Energy Authority “District heating: a cornerstone of Danish energy supply” February 2003
92. Erling Hoxbro, b.sc. Mechanical Engineer, Elsamprojekt a/s, “Experience of district heating production by a major co-generator”, Πρακτικά 1^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Τηλεθέρμανσης Πόλεων, Κοζάνη 4-5-6 Μαΐου 1990
93. Erik Madsen, Manager of public relations Danish District Heating Association, DFF , “The consumers’ rights and obligations in Denmark”, www.dbdh.dk
94. Mr. Klaus Bondam Mayor of the Technical and Environmental Administration of Copenhagen and Chairman of CTR and Mrs. Inga Thorup Madsen Managing Director of CTR, “Environmentally district heating in Greater Copenhagen” (<http://www.ctr.dk/images/publikationer/3folder2006.pdf>)
95. Anders Dyrelund, Chief Consultant, RAMBØLL, Henrik Steffensen, Energy Auditor, RAMBØLL, “Best practice in Danish district heating”, March 1999
96. H.c. Mortensen, Managing Director, msc., Metropolitan Copenhagen heating transmission company, “Large regional district heating schemes in Denmark, management, construction and operation presentation”, International conference on district heating in Kozani, Greece, May 4-5-6 1990
97. Lars Gullev, Managing Director, VEKS, “District heating – A history of fuel flexibility in Copenhagen”, February 2006
98. Πλανάκης Νίκος – Οδυσσέας- διδάκτωρ πολιτικός μηχανικός – μηχανολόγος, «τηλεθέρμανση η μόνη λύση για ένα καθαρό και υγιεινό περιβάλλον», Τρίτο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Θεσσαλονίκη, 1988
99. Κ. Παπακώστας, Λέκτορας Α.Π.Θ., Γ. Τσίλιγκιρίδης, Επίκουρος Καθηγητής Α.Π.Θ., Ν. Κυριάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής Α.Π.Θ., «Βαθμομημέρες Θέρμανσης 50 Ελληνικών Πόλεων», Τεχνικά Χρονικά, Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ, IV, τεύχ. 1-2 2005
100. www.4m.gr/support/webhelpapol