

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ:
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ**

ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΑΓΡΑΦΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων:
Δρ. Ιωάννης Μπακούρος

ΚΟΖΑΝΗ 13/10/2004

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ :
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ**

ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΑΓΡΑΦΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων : Δρ. Ιωάννης Μπακούρος

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 13 / 10 / 2004

ΚΟΖΑΝΗ

Α.Π.Θ. - ΤΜΗΜΑ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
Αριθμ. Εισαγ.:... 1324...
Ημερομηνία:... 21/10/04...

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό να μελετήσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της λειτουργίας των δικτύων μεταφοράς θερμικής ενέργειας, την επιλογή του τρόπου εγκατάστασής τους, τεχνικές για τον προσδιορισμό του περιβαλλοντικού προφίλ των δικτύων μεταφοράς και διανομής καθώς και τρόπους για την εξασφάλιση της μακροζωίας των δικτύων αυτών. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι κατεργασίας του νερού κυκλοφορίας και ανίχνευσης διαρροών οι οποίες αναφέρονται αναλυτικά. Τέλος αναφέρονται οι προδιαγραφές λειτουργίας και συναρμολόγησης των δικτύων μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας.

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μια γενική εισαγωγή σχετικά με το πως τα συστήματα τηλεθέρμανσης αναπτύχθηκαν στο πέρασμα του χρόνου στις ΗΠΑ και στις Ευρωπαϊκές χώρες. Επίσης γίνεται μια σύντομη αναφορά για τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων τηλεθέρμανσης και ψύξης καθώς και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους.

Το 2^ο κεφάλαιο ασχολείται με την επιλογή του φορέα μεταφοράς θερμικής ενέργειας και με μια συγκριτική ανάλυση των διάφορων συστημάτων κατασκευής του δικτύου μεταφοράς.

Στο 3^ο κεφάλαιο προσδιορίζεται η μορφολογία του δικτύου διανομής, η επιλογή του συστήματος τροφοδότησης, η επιλογή των τιμών των χαρακτηριστικών μεγεθών λειτουργίας του συστήματος διανομής και η συγκριτική ανάλυση των διάφορων συστημάτων του δικτύου διανομής.

Στο 4^ο κεφάλαιο εξετάζεται η περιβαλλοντική επίδραση του συστήματος τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, δηλαδή από την παραγωγή των συστατικών για την κατασκευή των σωλήνων μέχρι και τη διάθεσή τους, προκειμένου να ερευνηθεί η

συμμετοχή του στην αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου καθώς και στην αύξηση των ρύπων που καταστρέφουν το όζον.

Στο 5^ο κεφάλαιο αναφέρονται λεπτομερώς οι επιπτώσεις του μη κατεργασμένου νερού τηλεθέρμανσης και οι τρόποι αντιμετώπισής τους. Επίσης γίνεται μια αναφορά για τον τρόπο καθαρισμού των σωλήνων και του τρόπου κατασκευής και ελέγχου των ενώσεων για την εξασφάλιση μεγαλύτερου χρόνου λειτουργίας του συστήματος τηλεθέρμανσης.

Το Βασίλη Μιχαήλ

Στο 6^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τέσσερις τρόποι ανίχνευσης διαρροών στα δίκτυα μεταφοράς θερμικής ενέργειας.

Τέλος, στο 7^ο κεφάλαιο διενεργείται η σύγκριση δύο συστημάτων ανίχνευσης διαρροών με τη βοήθεια του προγράμματος Microsoft Project. Αναλύονται τα συμπεράσματα από την εφαρμογή των δύο συστημάτων και εξετάζονται πιθανές μελλοντικές προτάσεις για την αναβάθμιση του συστήματος τηλεθέρμανσης.

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ

Θέλω να ευχαριστήσω του καθηγητές του Τμήματος Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων για τις γνώσεις που μου προσέφεραν μέσω των μαθημάτων που παρακολούθησα.

Το Βαγγέλη Μιχαλόπουλο για τη βοήθεια που μου παρείχε, τον Χάρη Κεχαγιά και Αποστόλη Πεταλωτή του τμήματος συντήρησης τηλεθέρμανσης Κοζάνης καθώς και τον διευθυντή τηλεθέρμανσης κύριο Κυπριτίδη.

Επίσης ευχαριστώ τους γονείς μου για την ενθάρρυνση και τη συμπαράστασή τους στις σπουδές μου.

Στον Φούντα & στην Κικήτσα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1	Εισαγωγή.....	7
1.2	Ιστορία και υπόβαθρο.....	9
1.3	Ευρωπαϊκή εμπειρία.....	12
1.4	Πως λειτουργεί η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης.....	17
1.5	Θερμικό σύστημα παραγωγής.....	18
1.6	Καταναλωτές.....	19
1.7	Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τηλεθέρμανσης και των συστημάτων ψύξης.....	20
2	ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	23
2.1	Επιλογή φορέα μεταφοράς – διανομής θερμότητας.....	23
2.2	Επιλογή της ονομαστικής θερμοκρασίας προσαγωγής του υπέρθερμου νερού.....	23
2.3	Συγκριτική ανάλυση των διάφορων συστημάτων κατασκευής του δικτύου μεταφοράς.....	27
2.4	Υπολογισμός οικονομικής διαμέτρου αγωγού μεταφοράς.....	31
3	ΔΙΑΝΟΜΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	34
3.1	Προσδιορισμός της μορφολογίας του δικτύου διανομής.....	34
3.2	Επιλογή του συστήματος τροφοδότησης.....	35
3.3	Επιλογή τιμών χαρακτηριστικών μεγεθών λειτουργίας συστήματος διανομής.....	39
3.4	Συγκριτική ανάλυση των διάφορων συστημάτων του δικτύου διανομής.....	40
4	ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΟΥ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	46
4.1	Περίληψη.....	46
4.2	Ανάλυση του κύκλου ζωής.....	47
4.3	Θερμική γήρανση (thermal ageing).....	55
4.4	Λειτουργικό Κόστος.....	57
4.5	Ποιότητα Νερού.....	58
5	ΠΩΣ ΕΞΑΣΦΑΛΙΖΕΤΑΙ Η ΜΑΚΡΟΖΩΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	61
5.1	Κατεργασία του νερού τηλεθέρμανσης.....	61
5.2	Καθαρισμός των σωλήνων.....	73
5.3	Κατασκευή των ενώσεων.....	74
5.4	Έλεγχος των ενώσεων.....	80
6	ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ.....	83
6.1	Ακουστικές μέθοδοι εντοπισμού διαρροών.....	83
6.2	Μέτρηση θερμοκρασίας για τον εντοπισμό διαρροών.....	85
6.3	Μέθοδος εντοπισμού διακοπής του καλωδίου.....	91
6.4	Σύστημα ανίχνευσης διαρροών βασιζόμενο στην εκπομπή παλμών υψηλής ταχύτητας.....	95
7	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ MICROSOFT PROJECT.....	99
7.1	Περίληψη.....	99
7.2	Παραδοχές.....	100
7.3	Συμπεράσματα.....	107
7.4	Προτάσεις.....	111

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή

Η τηλεθέρμανση και η κεντρική θέρμανση δίνουν το καυτό νερό ή το ατμό που χρησιμοποιούνται για να θερμάνουν τα κτίρια. Η τηλεθέρμανση και ψύξη των κτιρίων και τα συστήματα ψύξης κτιρίων αγοράζονται και να με...

Ενώ η τηλεθέρμανση είναι η νεώτερη τεχνολογία, η κεντρική θέρμανση χρησιμοποιείται στα κτίρια για χιλιάδες χρόνια. Αυτή η τεχνολογία είναι γνωστή...

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η κεντρική θέρμανση χρησιμοποιείται σε κτίρια κατοικητικών. Στην τηλεθέρμανση απόσταση, η τηλεθέρμανση και η κεντρική θέρμανση απόστασης...

Οι διαφορετικοί Εθνικοί Κλιματικοί Ανάγκες. Στις ΗΠΑ, η κεντρική θέρμανση χρησιμοποιείται σε κτίρια κατοικητικών. Στις ΗΠΑ, η κεντρική θέρμανση χρησιμοποιείται σε κτίρια κατοικητικών...

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή

Η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης είναι θερμικά ενεργειακά δίκτυα που διανέμουν το καυτό νερό, το ψυχρό νερό ή τον ατμό μέσω μονωμένων σωλήνων για να εξυπηρετήσουν εμπορικές, οικιακές, θεσμικές, και βιομηχανικές ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη του χώρου καθώς και για βιομηχανικούς λόγους. Η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης επιτρέπουν την ενέργεια, όπως και τα διακεκριμένα καύσιμα, να αγοράζονται και να πωλούνται ως προϊόντα.

Ενώ η τηλεθέρμανση έχει χρησιμοποιηθεί για περισσότερο από έναν αιώνα και είναι μια γνώριμη τεχνολογία, παραμένει σχετικά άγνωστη στο ευρύ κοινό. Πολλοί άνθρωποι ζουν ή εργάζονται στα κτίρια που εξυπηρετούνται από τηλεθέρμανση και συστήματα ψύξης χωρίς γνώση τους. Αυτό οφείλεται στην ποικιλία των ονομάτων που η τεχνολογία αυτή είναι γνωστή.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης έχουν γίνει γνωστά ως κεντρική θέρμανση εγκαταστάσεων και ψύξης δημοτικών διαμερισμάτων και πανεπιστημίων. Στην Ευρώπη οι όροι για τέτοια συστήματα ερμηνεύονται γενικά ως θέρμανση απόστασης ή αστική θέρμανση. Σε μερικές περιπτώσεις, Ευρωπαϊκή τηλεθέρμανση καλείται ένα κεντρικό σύστημα, που αναφέρεται στο σύστημα ανεφοδιασμού θερμότητας σε πολλά κτίρια από μια πηγή κεντρικής θέρμανσης.

Οι διαφορετικοί Ευρωπαϊκοί και των ΗΠΑ όροι απεικονίζουν διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες. Στις ΗΠΑ οι περισσότερες μεγάλες Αμερικάνικες πόλεις εντοπίζονται σε νοτιότερες περιοχές σε σχέση με τις Ευρωπαϊκές αντίστοιχα τηλεθέρμανσεις. Αρκετά πολυώροφα κτίρια απαιτούν κλιματισμό στις νότιες και δυτικές πλευρές τους το μεγαλύτερο μέρος του έτους. Επιπλέον, οι Αμερικανοί έχουν εξοικειωθεί με τον κλιματισμό.

Περαιτέρω, τα Ευρωπαϊκά συστήματα τηλεθέρμανσης ορίζονται ως εκείνα που πωλούν θερμότητα σε διαφορετικούς πελάτες. Στην Ολλανδία, τα συστήματα περιορίζονται σε συστήματα που χρησιμοποιούν τη θερμότητα των αποβλήτων ή τα δημοτικά στερεά απόβλητα ως πηγή καυσίμων. Για αυτούς τους λόγους, πολλοί Ευρωπαίοι βλέπουν τη συμβολή της τηλεθέρμανσης στον ενεργειακό ανεφοδιασμό της Αμερικής μηδαμινή (ΔΟΕ, 1983).

Στις ΗΠΑ, οι περισσότερες τηλεθερμάνσεις και συστήματα ψύξης εξυπηρετούν κυρίως κολέγια, πανεπιστημιούπολεις, βιομηχανικά και εμπορικά συγκροτήματα, στρατιωτικές βάσεις και παρόμοια ιδρύματα. Αυτές οι εφαρμογές δεν έχουν καμία ομοιότητα με τα Ευρωπαϊκά συστήματα, δεδομένου ότι δεν εμπλέκουν αυστηρά την αγορά και την πώληση της ενέργειας. Εντούτοις, χαρακτηρίζονται από αυξανόμενη ενεργειακή αποδοτικότητα και χαμηλό κόστος ενεργειακών υπηρεσιών που πραγματοποιούνται με την παροχή της θερμικής ενέργειας από μια κεντρική πηγή.

Η τηλεθέρμανση και η ψύξη είχαν δύο βασικά σχέδια ανάπτυξης στις Ηνωμένες Πολιτείες. Στο πρώτο, τα συστήματα ατμού αναπτύχθηκαν για να εξυπηρετήσουν ποικίλους χρήστες και τύπους κτηρίων τοποθετημένων σε μια αστική περιοχή. Τέτοια αστικά συστήματα αναπτύσσονται χαρακτηριστικά από ιδιωτικές εταιρίες για να ωφεληθούν σύμφωνα με τις ρυθμίσεις και τους φόρους. Τα περισσότερα τα εκμεταλλεύτηκαν ιδιώτες για τις ηλεκτρικές τους ανάγκες.

Ο δεύτερος τύπος συστήματος αναπτύχθηκε για να εξυπηρετήσει θεσμικές ανάγκες. Αυτά τα συστήματα εξυπηρετήσαν έναν ενιαίο χρήστη, ενιαία ή μερικά σχετικά κτίρια ή ένα συγκρότημα κτηρίων. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν σε κολέγια, πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, βιομηχανικά πάρκα, στις πολυκατοικίες, στα εμπορικά καταστήματα και στα ιατρικά συγκροτήματα. Αυτά τα συστήματα αναφέρονται συχνά απλά ως κεντρική θέρμανση.

Τα θεσμικά συστήματα αναπτύχθηκαν γενικά από μη κερδοσκοπικές ομάδες, όπως κυβερνήσεις, νοσοκομεία και πανεπιστήμια οι οποίες δεν υπόκεινται γενικά σε ρυθμίσεις ή φόρους. Εντούτοις, υπήρχαν μερικά θεσμικά συστήματα που οι κάτοχοί τους ήταν ιδιωτικές επιχειρήσεις για να εξυπηρετούν τις βιομηχανικές, εμπορικές, ή οικιακές χρήσεις τους. Η εταιρία Caterpillar Tractor, παραδείγματος χάριν, χρησιμοποίησε τηλεθέρμανση και ένα σύστημα ψύξης για τα διοικητικά γραφεία και τις εγκαταστάσεις κατασκευής της.

Πιο πρόσφατα, ένας τρίτος τύπος τηλεθέρμανσης και συστήματος ψύξης είχε προκύψει. Τα περισσότερα νέα αστικά συστήματα είχαν αναπτυχθεί κυρίως από μη κερδοσκοπικές εταιρίες ή δημοτικές κυβερνήσεις. Συγχρόνως, διάφορα παλαιότερα ιδιωτικά συστήματα είχαν μεταβιβαστεί σε μη κερδοσκοπικές εταιρίες ή συνεταιρισμούς. Αυτά τα αστικά συστήματα αύξησαν τον αριθμό και το ποσό ενέργειας που παρείχαν.

1.2 Ιστορία και υπόβαθρο

Η αστική τηλεθέρμανση έχει υιοθετηθεί εκτός από τις Ηνωμένες Πολιτείες και σε πολλές χώρες εκτός της Αμερικής. Περισσότερες από 1.000 πόλεις από τη Σουηδία την Ιταλία τη Σοβιετική Ένωση και την Ιαπωνία έχουν συστήματα τηλεθέρμανσης. Στη δυτική Ευρώπη, ειδικότερα, τα συστήματα τηλεθέρμανσης έχουν ακμάσει στις πρόσφατες δεκαετίες.

Η τηλεθέρμανση αρχικά αναπτύχθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες (OTA, 1982 RDA, 1981). Πιθανόν το πρώτο σύστημα αναπτύχθηκε από τον Benjamin Franklin στη Φιλαδέλφεια τον δέκατο όγδοο αιώνα. Το σύστημα του Franklin παρείχε θερμότητα σε διάφορες παρακείμενες κατοικίες από μια κεντρική πηγή. Το πρώτο παγκόσμιο οικονομικά επιτυχές σύστημα αναπτύχθηκε στο Lockport της Νέας Υόρκης. Σχεδιάστηκε το 1877 από τον Birdsill Holly. Το σύστημα αυτό παρείχε ατμό από μία κεντρική εγκατάσταση σε κοντινές κατοικίες και σε άλλους χρήστες.

Το 1890, τα συστήματα τηλεθέρμανσης γρήγορα αναπτύχθηκαν σε μεγάλο αριθμό πόλεων της περιφέρειας της Νέας Υόρκης. Διαδόθηκαν σύντομα σε άλλες μικρές πόλεις των ΗΠΑ, ειδικά στα βόρεια βιομηχανικά προάστια. Διαδόθηκαν επίσης και σε μεγάλες πόλεις, όπως στο Σικάγο, στο Πίτσμπουργκ και στη Βαλτιμόρη.

Πολειακά και Αστικά Κέντρα

Τα πρώτα συστήματα διένειμαν τον ατμό που παραγόταν από μια παλινδρομική μηχανή που χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Τα πρώτα συστήματα χρησιμοποιούσαν την θερμότητα που χανόταν κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας για να παράγουν ατμό. Οι ηλεκτρικές γεννήτριες συνέχισαν να είναι η κύρια πηγή ενέργειας για την τηλεθέρμανση στα μέσα του εικοστού αιώνα.

Πολειακά και Αστικά Κέντρα

Μια από τις ωφέλειες των συστημάτων τηλεθέρμανσης ήταν ο τρόπος να αποκτηθούν πελάτες που θα συνδεόταν στο κεντρικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Παλιότερα πολλοί πελάτες είχαν στηριχθεί στην ιδιωτική γεννήτριά τους για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Για τα συστήματα αυτά, η τηλεθέρμανση ήταν ένα μικρό και θυγατρικό κομμάτι των επιχειρήσεων αυτών.

Πολειακά και Αστικά Κέντρα

Αυτή η ρύθμιση ήταν κατάλληλη εφ' όσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας παρέμειναν μικρές και εντός των πόλεων. Σε αυτόν τον αιώνα, οι στρόβιλοι ξεκίνησαν την αντικατάσταση των παλινδρομικών μηχανών και οι τεχνικές πρόοδοι μείωσαν τις απώλειες ισχύος στις γραμμές μεταφοράς. Αυτές οι εξελίξεις οδήγησαν σε νέες, μεγαλύτερες ηλεκτρικές παραγωγικές εγκαταστάσεις που τοποθετήθηκαν εκτός των κέντρων των πόλεων.

Η ΕΡΕΥΝΑ

Αυτές οι αλλαγές προκάλεσαν την αποτυχία πολλών αστικών συστημάτων, ξεκινώντας προς το τέλος της δεκαετίας του '20, δεδομένου ότι έχασαν τις πηγές κοντινών και σχετικά φτηνών καυσίμων τους. Άλλα συστήματα συνέχισαν να παρέχουν ατμό αλλά σε υψηλή τιμή. Τα αστικά συστήματα συνέχισαν να μειώνονται μετά το τέλος του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου λόγω της χαμηλής τιμής του πετρελαίου και του φυσικού αερίου που χρησιμοποιούταν για θέρμανση. Μέχρι σήμερα οι μεγαλύτερες και αποδοτικότερες

εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας οδηγήθηκαν ακόμα πιο μακριά από τα κέντρα των πόλεων.

Επιπλέον, τα προγράμματα αστικής ανανέωσης που υποστηριζόταν από το τμήμα Housing and Urban Development (HUD) και τις αντιπροσωπείες των προκατόχων τους συχνά άθελά τους συνέβαλαν στην εξάπλωση της τηλεθέρμανσης. Αρχίζοντας από την δεκαετία του '50, τα παλαιότερα κτίρια στο κέντρο των πόλεων αντικαταστάθηκαν από σύγχρονες κατασκευές. Πολλές από αυτές τις κατασκευές συνδέθηκαν με συστήματα τηλεθέρμανσης που τα περισσότερα από αυτά είχαν μεμονωμένους λέβητες. Η πτώση της τηλεθέρμανσης είχε επιταχυνθεί την τελευταία δεκαετία από τις αυξανόμενες δαπάνες καυσίμων και την επίδραση των κανονισμών ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα που απαιτούσαν είτε ακριβότερο εξοπλισμό καθαρισμού των καυσίμων είτε περιορισμένες επιλογές καυσίμων. Συνολικά, αυτές οι εξελίξεις είχαν ευνοήσει τη μεμονωμένη θέρμανση και τα συστήματα ψύξης για κάθε κτήριο σε αντιδιαστολή με τα κεντρικά συστήματα που χαρακτηρίζουν την τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης.

Υπάρχουν σχετικά λίγα εμπορικά αστικά συστήματα που πωλούν σήμερα ατμό και καυτό ή ψυχρό νερό στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ο αριθμός είχε μειωθεί από τα 250 το 1951 σε 59 σύμφωνα με το ερευνητικό ίδρυμα ηλεκτρικής ενέργειας (EPRI το 1980) (RDA, 1981) (OTA, 1982). Αυτά τα συστήματα συνεισφέρανε ένα ασήμαντο ποσό ενέργειας στα Αμερικάνικα σπίτια και κτίρια έναντι των φυσικών καυσίμων και της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούταν στα μεμονωμένα κτίρια.

Η EPRI ερεύνησε την αστική τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης το 1982. Από αυτήν την έρευνα διαπιστώθηκε ότι 35 συστήματα παρείχαν 0,065 btu της ενέργειας το 1982 και λιγότερο από 0,095 το 1979. Περισσότερο από 75 τοις εκατό των καυσίμων που χρησιμοποιούταν για να παράγουν ενέργεια ήταν πρωτογενές πετρέλαιο και φυσικό αέριο (IDHA, 1983).

Λόγω των οικονομικών και περιβαλλοντικών κανονισμών, οι ιδιωτικές επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας είχαν λίγα κίνητρα για να αναβαθμίσουν και να εκσυγχρονίσουν τα συστήματα εξοπλισμού ή εγκαταστάσεων διανομής. Μια σύγχρονη τάση ήταν, παραδείγματος χάριν, στο Youngstown, Πίτσμπουργκ και Ρότσεστερ, οι επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας να πωληθούν σε επιχειρηματίες που δεν υπόκεινται στον κανονισμό κρατικής χρησιμότητας. Στο Σικάγο είχαν σταματήσει να λειτουργούν συνολικά αυτά τα συστήματα (ΟΤΑ, 1982).

1.3 Ευρωπαϊκή εμπειρία

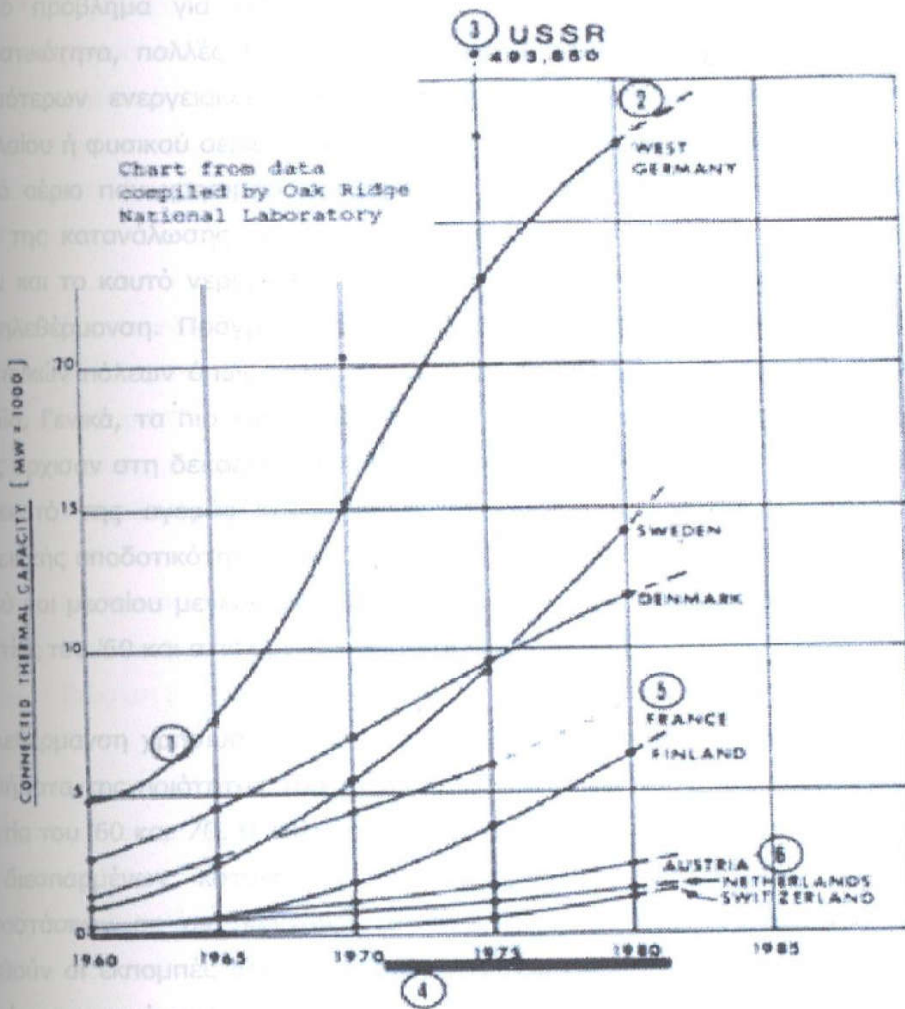
Η τηλεθέρμανση έχει μια διαφορετική ιστορία στην Ευρώπη απ' ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες. Έχει ακμάσει μετά το τέλος του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου στην Ευρώπη και ιδιαίτερα στη Δυτική Γερμανία και Σκανδιναβία. (Βλέπε σχήμα 1.1).



Σχήμα 1-1

Ακριβώς όπως και στις
Ευρώπη αυξήθηκαν λόγω

Η τηλεθέρμανση είχε γρήγορα
σχεδόν όλων των Δυτικών



Σχήμα 1-1. Ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες

Ακριβώς όπως και στις Ηνωμένες Πολιτείες, τα συστήματα τηλεθέρμανσης στη Δυτική Ευρώπη αυξήθηκαν λόγω των οικονομικών και τεχνικών περιστάσεων.

Η τηλεθέρμανση είχε γίνει ένα αναπόσπαστο τμήμα των εθνικών ενεργειακών σχεδίων σχεδόν όλων των Δυτικών Ευρωπαϊκών χωρών. Η ενέργεια είναι παραδοσιακά ένα

σοβαρό πρόβλημα για την Ευρώπη σε σχέση με τις Ηνωμένες Πολιτείες. Στην πραγματικότητα, πολλές Ευρωπαϊκές χώρες εξαρτώνται από ξένες χώρες λόγω των περισσότερων ενεργειακών αποθεμάτων τους. Λίγες χώρες έχουν εκτενείς πηγές πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Στη Φινλανδία, παραδείγματος χάριν, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο που χρησιμοποιούταν ήταν εισαγόμενο (ΔΟΕ, 1983). Περίπου 40 τοις εκατό της κατανάλωσης ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη για θέρμανση χώρου και το καυτό νερό, μια ανάγκη που μπορεί να ικανοποιηθεί οικονομικότερα με την τηλεθέρμανση. Πράγματι, η τηλεθέρμανση ενισχύει πολλές οικονομίες κλίμακας Ευρωπαϊκών πόλεων όπως στην Κοπεγχάγη, το Μανχάιμ, το Παρίσι, το Μάλμο και τη Σουηδία. Γενικά, τα πιο καθιερωμένα συστήματα που εξυπηρετούσαν τις μεγαλύτερες πόλεις άρχισαν στη δεκαετία του '50. Τα συστήματα αυτά εξυπηρετούσαν μέχρι το 98 τοις εκατό της αγοράς τους. Αυτά τα συστήματα εστίασαν στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, που πραγματοποιούνταν συχνά μέσω της συμπαραγωγής. Μικρού και μεσαίου μεγέθους πόλεις χρησιμοποίησαν τηλεθέρμανση προς το τέλος της δεκαετίας του '60 και στις αρχές της δεκαετίας του '70.

οικονομικά βιώσιμη λύση

Η τηλεθέρμανση χρησιμοποιήθηκε στις ευρωπαϊκές χώρες για να μετριάσει τα αστικά προβλήματα της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα τους, τα οποία εμφανίστηκαν τη δεκαετία του '60 και '70. Η τηλεθέρμανση παγίωσε τις μεμονωμένες μονάδες θέρμανσης των διασπαρμένων κατοικιών, των εμπορικών κέντρων και των βιομηχανικών εγκαταστάσεων σε μια κεντρική μονάδα. Είναι ευκολότερο και πιο οικονομικό να ελεγχθούν οι εκπομπές από τέτοιες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας απ' ό,τι από πολλούς μεμονωμένους λέβητες.

Τη δεκαετία του '70, ο αραβικός αποκλεισμός πετρελαίου οδήγησε την Ευρώπη στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας για να μειώσει περαιτέρω την εξάρτησή της από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες ξεκίνησαν κυβερνητικές επιχορηγήσεις και δάνεια, για να ενθαρρύνουν τα νέα συστήματα τηλεθέρμανσης. Κεντρικές και τοπικές κυβερνήσεις υιοθέτησαν τα ενεργειακά σχέδια που έδιναν έμφαση σε εγκαταστάσεις συμπαραγωγής που παρείχαν και θερμότητα και ισχύ.

Γενικά, τα Ευρωπαϊκά πολιτικά συστήματα έδιναν μεγαλύτερη δύναμη στις κεντρικές κυβερνήσεις τους από αυτές των Ηνωμένων Πολιτειών. Οι περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες είχαν υιοθετήσει τα εθνικά ενεργειακά σχέδια. Μέσα στο εθνικό ενεργειακό σχέδιο κάθε χώρας, οι δημοτικές κυβερνήσεις είχαν συχνά νομική εξουσία για να εγκαταστήσουν βιομηχανικές εγκαταστάσεις και να εξουσιοδοτήσουν την χρήση της τηλεθέρμανσης.

Υπάρχουν λίγα συστήματα ψύξης στην Ευρώπη. Υπάρχουν μερικά μικρά συστήματα που παρέχουν ψύξη, αλλά δεν υπάρχει κανένα αστικού επιπέδου σύστημα σήμερα. Οι περισσότερες Ευρωπαϊκές πόλεις που χρησιμοποιούν τηλεθέρμανση είναι τοποθετημένες πολύ Βόρεια σε σχέση με τις περισσότερες Αμερικάνικες πόλεις. Επιπλέον, οι Ευρωπαίοι δεν είναι γενικά τόσο εξοικειωμένοι με τον κλιματισμό όσο Αμερικανοί.

Εντούτοις, ο κλιματισμός έχει εγκατασταθεί σε πολλά νέα Ευρωπαϊκά κτίρια γραφείων, ιδιαίτερα στη νότια Ευρώπη, η οποία προτείνει ότι το σύστημα ψύξης μπορεί να είναι μια οικονομικά βιώσιμη λύση σε πολλές Ευρωπαϊκές πόλεις.

Αναλυτές είχαν αναφέρει έξι συνθήκες που ενθάρρυναν την αύξηση των συστημάτων τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη: πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές, βαρείς χειμώνες, η τεχνική δυνατότητα να συνδυαστεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, κοντινές φτηνές πηγές ενέργειας, υψηλή τιμή του εισαγόμενου πετρελαίου και του φυσικού αερίου καθώς και η ικανότητα να παρέχουν επαρκής θερμότητα και ισχύ κατά τη διάρκεια των μακρών χειμώνων (Santini, 1981).

Τα μεγαλύτερα συστήματα τηλεθέρμανσης

Πόλεις	PJ	GWH
St. Petersburg	237	66.000
Moscow	150	42.000

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΩΣΩΝ

Prague	54	15.000
Warsaw	38.2	10.600
Bucharest	36.7	10.197
Seoul (est.)	36	10.000
Berlin	33	9.247
Copenhagen	30	8.000
New York City	28	7.800
Stockholm	27	7.500
Helsinki	22	6.000
Hamburg	20	5.500
Paris	17.6	5.100
Goteborg	12	3.500
Reykjavik	11	3.200
Krakov	10.4	2.900
Katowice	8.6	2.400
Gdansk	8.3	2.300
Tampere, Finland	6.4	1.800
Indianapolis	5.8	1.625
Gdynia	5.4	1.500
Philadelphia	4	1.100
Detroit	3.1	870

Πίνακας 1-1 . Morris A. Pierce, Δεκέμβριος, 1994

1.4 Πως λειτουργεί η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης

Όλες οι τηλεθερμάνσεις ή τα συστήματα ψύξης έχουν τέσσερα βασικά συστατικά: τα καύσιμα ή τους πόρους, θερμικά συστήματα παραγωγής, μεταφορά και διανομή, και έναν τελικό χρήστη ή πελάτη (RDA 1981). Η αστική τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης δρουν σε πολλές διαφορετικές συγκεκριμένες μορφές. Ένα εργοστάσιο μπορεί να πωλήσει τη θερμότητα των αποβλήτων στις περιβάλλουσες ιδιοκτησίες, καθώς και μια εγκατάσταση συμπαραγωγής μπορεί να πωλήσει καυτό και ψυχρό νερό ή ατμό, ή ένας δημοτικός αποτεφρωτήρας στερεών αποβλήτων μπορεί να πωλήσει τη θερμότητα σε θερμικές εγκαταστάσεις παραγωγής. Τα συστήματα ποικίλλουν ως προς τις ενιαίες εγκαταστάσεις παραγωγής με ένα ενιαίο σύστημα διανομής στα δίκτυα ανεξάρτητων παραγωγών και διανομών.

Οι τεχνολογίες και τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας ποικίλλουν. Απλοί λέβητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διανείμουν το καυτό νερό σε έναν ενιαίο βρόχο σε διάφορα κτίρια. Οι λέβητες και οι ψύκτες παρέχουν καυτό και ψυχρό νερό στο χρήστη και με συμπληρωματικά συστήματα τροφοδοτούν εξειδικευμένους χρήστες. Υπάρχουν πολλά συστήματα παραγωγής θερμότητας και ψύξης που χρησιμοποιούν την άμεση καύση, την ανακτόμενη θερμότητα, τη συμπαραγωγή και την άμεση ηλεκτρική ενέργεια για να παρέχουν θερμότητα, ψύξη και οικιακό καυτό νερό.

Ο τελικός χρήστης συνήθως είναι ο ιδιοκτήτης ή ο χειριστής ενός ενιαίου κτηρίου ή ομάδος κτηρίων. Ένας εναλλάκτης θερμότητας χρησιμοποιείται για να μετατρέψει τη θερμική ενέργεια που παρέχει το σύστημα για την θέρμανση ή το δρόσισμα του τελικού χρήστη. Η ζήτηση ενέργειας που μετριέται σε βρετανικές θερμικές μονάδες (btu) ανά ώρα, εξαρτάται από το κλίμα, το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά οικοδόμησης και τις ανάγκες των τελικών χρηστών. Η κατανάλωση ή οι πωλήσεις απεικονίζουν την συνολική ενέργεια που προσφέρεται στους τελικούς χρήστες.

Τα καύσιμα μπορούν να είναι θερμότητα που ανακτάται από μία βιομηχανική διαδικασία, από δημοτική αποτέφρωση στερεών αποβλήτων ή από μία εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η τεχνολογική ολοκλήρωση καθιστά οικονομικά εφικτό να μετατρέψει τη γεωθερμική και ηλιακή ενέργεια, τον άνθρακα και άλλες λιγότερο χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας σε θερμική ενέργεια.

1.5 Θερμικό σύστημα παραγωγής

Ανάλογα με τις κοινοτικές ανάγκες, το θερμικό σύστημα παραγωγής μπορεί να είναι είτε ένα κεντρικό κτίριο υπηρεσιών είτε διάφορες διασυνδεδεμένες εγκαταστάσεις. Πολυάριθμες τεχνολογίες χρησιμοποιούν τα θερμικά και ηλεκτρικά φορτία μιας κοινότητας, συμπεριλαμβανομένου του άνθρακα, του καυστήρα στερεών αποβλήτων, ψύκτες, μηχανές εσωτερικής καύσεως, εναλλάκτες θερμότητας και κεντρικές αντλίες θερμότητας.

Η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης μπορούν επίσης να στηριχθούν στη συμπαραγωγή και στην ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμικής ενέργειας. Η συμπαραγωγή συλλαμβάνει εκ νέου ένα μεγάλο μέρος της θερμότητας που χάνεται συνήθως κατά τη διάρκεια της ηλεκτρικής παραγωγής και το χρησιμοποιεί άμεσα ή το μετατρέπει σε θερμική ενέργεια.

Οι εγκαταστάσεις συμπαραγωγής έχουν γενικά μια ενεργειακή αποδοτικότητα της τάξεως των 70 έως 80 τοις εκατό στις Ηνωμένες Πολιτείες, ενώ οι εγκαταστάσεις που παράγουν μόνο ηλεκτρική ενέργεια λειτουργούν με απόδοση της τάξεως των 30 έως 35 τοις εκατό (RDA 1981). Οι ευρωπαϊκές εγκαταστάσεις συμπαραγωγής σύμφωνα με τις υπάρχουσες πληροφορίες έχουν απόδοση μέχρι 90 τοις εκατό (Lars Astrand, 1983). Αυτή η αύξηση στην αποδοτικότητα ωφέλησε και τους θερμικούς και τους ηλεκτρικούς καταναλωτές.

1.6 Καταναλωτές κόστους συστημάτων ψύξης

Τα κτίρια τελικής χρήσης απαιτούν είτε εναλλάκτες ή αντλίες θερμότητας για να μετατρέψουν τον ατμό ή το καυτό ή ψυχρό νερό σε θέρμανση ή ψύξη για τους οικιακούς, εμπορικούς, ιατρικούς και βιομηχανικούς χρήστες. Κατά τον σχεδιασμό του συστήματος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο αριθμός των ενεργειακών χρηστών που θα απαιτήσουν, όταν το χρειαστούν καθώς και η θερμοκρασία στην οποία θα το χρησιμοποιήσουν. Το σύστημα πρέπει να παρέχει θερμική ενέργεια σε ποσοστό που να είναι οικονομικά ελκυστικό και σταθερό.

Παράγοντες κόστους

Για να είναι ανταγωνιστικά τα συστήματα αυτά, οι χειριστές πρέπει να αναγνωρίσουν ότι οι πελάτες αναμένουν τις ενεργειακές δαπάνες τους να αντιπροσωπεύουν ένα σχετικά σταθερό μερίδιο των συνολικών προϋπολογισμών τους. Καθοριστικός παράγοντας, εντούτοις, είναι οι δαπάνες της τηλεθέρμανσης και της ψύξης σε σχέση με τα ανταγωνιστικά καύσιμα. Η ανάπτυξη των συστημάτων αυτών εξαρτάται από τις δαπάνες των τελικών χρηστών για τον εξοπλισμό και την εγκατάστασή τους, καθώς επίσης και το κόστος της παρεχόμενης ενέργειας. Το κόστος σε ένα κτίριο για τηλεθέρμανση και ψύξη είχε κυμανθεί λιγότερο από \$7,50 ανά τετραγωνικό μέτρο (\$7.50/m²) και περισσότερο από \$2,70 ανά τετραγωνικό μέτρο (\$2,70/m²), ανάλογα με τον τύπο οικοδόμησής του και του μηχανικού συστήματός του (Santini και Bernow, 1979)

1.7 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τηλεθέρμανσης και των συστημάτων ψύξης

Η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης έχουν διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που τα καθιστούν συμφέρουσα στους τελικούς χρήστες. Όλοι υπόκεινται στις μεταβλητές όπως οι δαπάνες χρηματοδότησης, δαπάνες των ανταγωνιστικών καυσίμων, και στον τύπο χρήσης. Αυτές οι ιδιότητες κάνουν την τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης πιο ελκυστικά.

Χαμηλότερο κόστος. Η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης μπορούν να σχεδιαστούν και να χρησιμοποιηθούν ανταγωνιστικά. Επειδή μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον άνθρακα, τα δημοτικά στερεά απόβλητα και τη θερμική ενέργεια οι δαπάνες των καυσίμων τους είναι χαρακτηριστικά χαμηλότερες από τα ανταγωνιστικά συστήματα που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Μειωμένες κύριες δαπάνες. Αυτά τα συστήματα μειώνουν την κύρια επένδυση των χρηστών με την εξάλειψη της ανάγκης να αγοράσουν και να εγκαταστήσουν κλίβανους, λέβητες και συστήματα κλιματισμού. Τέτοιες δαπάνες, στην πραγματικότητα ολισθαίνουν σε άλλους επενδυτές.

Αύξηση του χώρου οικοδόμησης. Τέτοια συστήματα επιτρέπουν την πιο κερδοφόρα και αποδοτική χρήση του χώρου οικοδόμησης και στέγασης. Η περιοχή που απαιτούν είναι ουσιαστικά λιγότερη από αυτή που απαιτείται για το συμβατικό θερμαντικό εξοπλισμό καθώς και για τον εξοπλισμό δροσισμού. Μια κεντρική εγκατάσταση μπορεί να αντικαταστήσει τους μεμονωμένους λέβητες σε κάθε κτήριο. Ο ελεύθερος χώρος που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλους λόγους, παραδείγματος χάριν, περισσότερες μονάδες ενοικίου, χώροι γραφείων ή δωμάτια νοσοκομείων.

Μειωμένες δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης. Με την εξάλειψη της ανάγκης για λέβητες, η τηλεθέρμανση και η ψύξη μειώνουν επίσης τη λειτουργία, τη συντήρηση, και τις ασφαλιστικές δαπάνες, δεδομένου ότι μεταβιβάζει μερικώς ή όλες αυτές τις δαπάνες και ευθύνες από τον ιδιοκτήτη ή τον χειριστή στην τηλεθέρμανση και στο σύστημα ψύξης.

Βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. Υπάρχουν στοιχεία ότι η αντικατάσταση πολλών μεμονωμένων μη επεξεργασμένων λεβήτων με τη χρήση μιας κεντρικής εγκατάστασης που μειώνει γενικά τις εκπομπές των ρύπων που συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος.

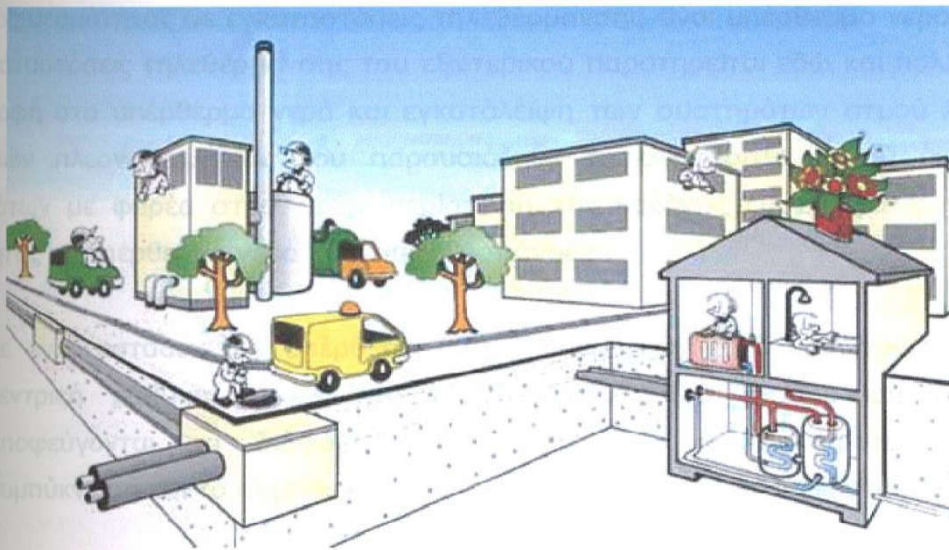
Αυξανόμενα κέρδη. Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και μερικές βιομηχανίες μπορούν να πωλήσουν την θερμότητα που παράγουν από τις βιομηχανικές διαδικασίες τους ως θερμική ενέργεια σε άλλους χρήστες και με αυτόν τον τρόπο κερδίζουν μια νέα πηγή εισοδήματος.

Αναζωογόνηση της εμπορικής ανάπτυξης. Η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης μπορούν επίσης να βοηθήσουν και να υποκινήσουν την οικονομική ανάπτυξη και ανανέωση των κέντρων παλαιότερων πόλεων. (Latimer, 1984). Τα αξιόπιστα, οικονομικώς αποδοτικά συστήματα προσελκύουν τη βιομηχανία και τις επιχειρήσεις. Τα σταθερά, προσιτά αποθέματα ενέργειας μπορούν να βοηθήσουν αναζωογονώντας τα κέντρα των πόλεων και τα περίχωρα, ιδιαίτερα για τους πολίτες μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος, εξοικονομώντας χρήματα στις τοπικές οικονομίες.

Η τηλεθέρμανση και τα συστήματα ψύξης, καθώς και τα συστήματα διανομής αντιπροσωπεύουν μια επένδυση της υποδομής μιας πόλης που χρησιμοποιεί εξαιρετικά αυτήν την επένδυση για να επιτύχει μια μακροπρόθεσμη μείωση του κόστους από μια μείωση του ποσού ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε (Hanselman, 1984). Η ικανότητα να χρησιμοποιούν διάφορα καύσιμα δίνουν τη δυνατότητα να σχεδιαστούν συστήματα που εκμεταλλεύονται τις τοπικές ενεργειακές πηγές, ενώ, σε εθνικό επίπεδο μειώνει την

ανάγκη εισαγωγής πετρελαίου που με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιεί την εμπιστοσύνη στις ασταθείς προμήθειες.

2.1 Επιλογή φορέα



Σχήμα1-2 .Απεικόνιση της τηλεθέρμανσης (www.energia.fi, 2002)

2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Επιλογή φορέα μεταφοράς – διανομής θερμότητας

Ο φορέας θερμότητας σε εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης είναι υπέρθερμο νερό ή ατμός. Στις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης του εξωτερικού παρατηρείται εδώ και πολλά χρόνια μια στροφή στο υπέρθερμο νερό και εγκατάλειψη των συστημάτων ατμού λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν τα συστήματα νερού έναντι των συστημάτων με φορέα ατμό. Στην περίπτωση της Κοζάνης επιλέχθηκε σαν φορέας θερμότητας το υπέρθερμο νερό για τους εξής λόγους :

- Σε εγκαταστάσεις με υπέρθερμο νερό υπάρχει η καλύτερη δυνατότητα για κεντρική ρύθμιση του φορτίου. Το δίκτυο έχει μεγαλύτερη αξιοπιστία. Αποφεύγονται τα διάφορα προβλήματα που παρουσιάζονται από την συμπύκνωση και το συμπύκνωμα του ατμού στις εγκαταστάσεις ατμού.
- Επίσης, στις εγκαταστάσεις με υπέρθερμο νερό υπάρχει η δυνατότητα ταμιεύσεως στο δίκτυο ποσοτήτων θερμού νερού για αντιμετώπιση αιχμών.
- Ένας επιπλέον λόγος που επιβάλλει την επιλογή του θερμού νερού σαν φορέα μεταφοράς ήταν και η μεγάλη απόσταση του σταθμού παραγωγής από την πόλη της Κοζάνης.

2.2 Επιλογή της ονομαστικής θερμοκρασίας προσαγωγής του υπέρθερμου νερού

Για την επιλογή της ονομαστικής θερμοκρασίας προσαγωγής T_s του υπέρθερμου νερού διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις :

- α) Ονομαστική θερμοκρασία προσαγωγής του δικτύου διανομής.

β) Ονομαστική θερμοκρασία προσαγωγής του δικτύου μεταφοράς.

Για τις δύο αναφερόμενες περιπτώσεις πρέπει να καθορίζεται το κατώτερο όριο της θερμοκρασίας προσαγωγής T_{θ} .

Επειδή η εγκατάσταση τηλεθέρμανσης σχεδιάζεται έτσι ώστε να συνεργάζεται αρμονικά με τις ήδη υπάρχουσες εσωτερικές εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης των οικοδομών, οι οποίες διαστασιολογούνται για ονομαστικές θερμοκρασίες 80-90°C, θα πρέπει η θερμοκρασία προσαγωγής των δικτύων διανομής και μεταφοράς να είναι μεγαλύτερη αυτών των τιμών. Έτσι σαν ονομαστική θερμοκρασία διανομής ορίζεται η θερμοκρασία των 115°C με δυνατότητα λειτουργίας μέχρι και 120-130°C για πιθανή κάλυψη αιχμών.

Έτσι επιτυγχάνεται το μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιακής πτώσης προσαγωγής-επιστροφής με ταυτόχρονη εγκατάσταση δικτύου διανομής αποτελούμενου από προμονωμένους αγωγούς που εγκαθίστανται με προένταση απ' ευθείας στο έδαφος που είναι οι οικονομικότεροι.

Για την ονομαστική θερμοκρασία προσαγωγής του δικτύου μεταφοράς της θερμικής ενέργειας έγινε οικονομοτεχνική διερεύνηση για την εύρεση της οικονομικότερης ονομαστικής θερμοκρασίας προσαγωγής T_{θ} .

Για τη διερεύνηση αυτή χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα Η/Υ για την εύρεση της οικονομικής διαμέτρου των αγωγών μεταφοράς.

Λήφθηκε επίσης υπόψη ότι το κόστος παραγωγής της θερμικής ενέργειας σε ατμοηλεκτρικούς σταθμούς συμπαραγωγής, που είναι αντίστροφα ανάλογο του συντελεστή ανάκτησης θερμότητας (H.R.R.), αποτελεί συνάρτηση της θερμοκρασίας προσαγωγής T_{θ} . Το κόστος αυτό προσδιορίζεται από το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Επιπλέον θεωρήθηκαν οι εξής παραδοχές :

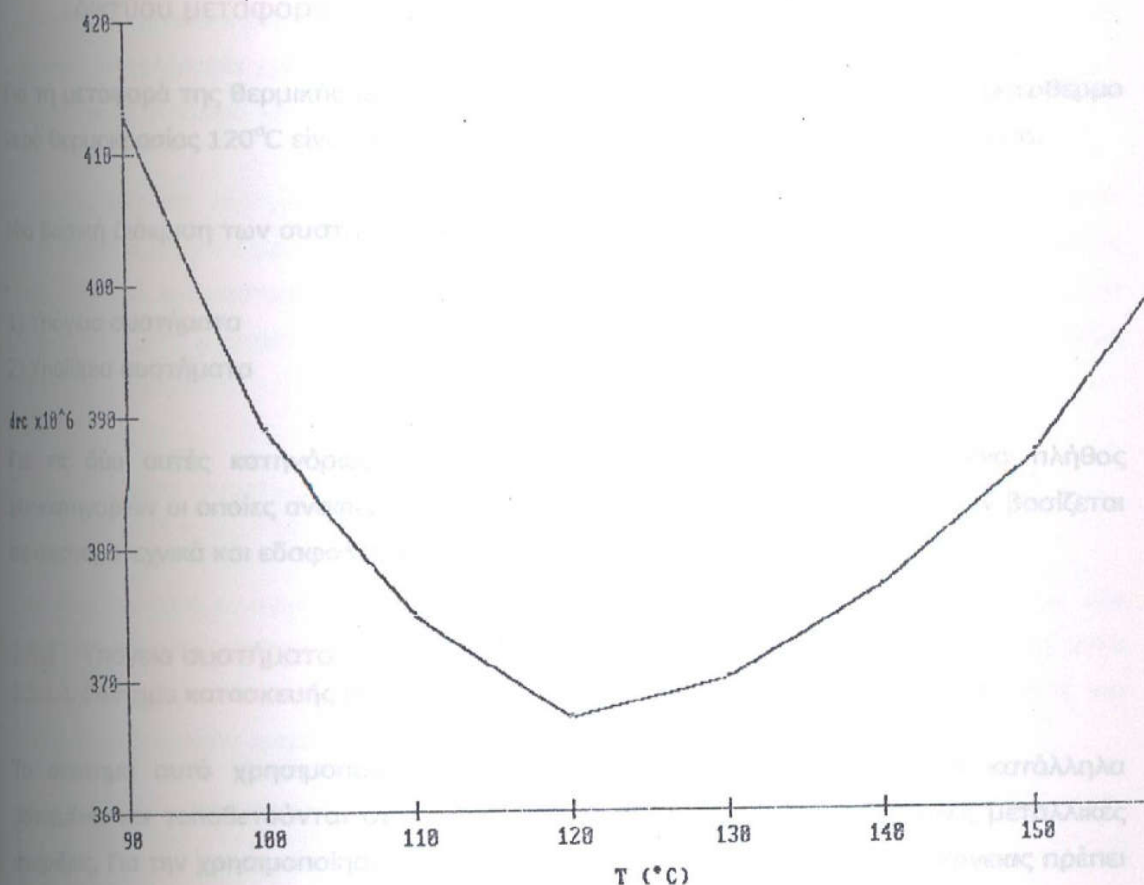
α) Η εποχιακή ρύθμιση του θερμικού φορτίου επιτυγχάνεται με ρύθμιση θερμοκρασίας μέχρι την τιμή των 70°C , επειδή όπως αναλυτικά αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο αποτελεί την οικονομικότερη ρύθμιση.

β) Για θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 120°C προσαυξήθηκαν η ετήσια επιβάρυνση για απόσβεση και τα λειτουργικά έξοδα της εγκατάστασης μεταφοράς κατά 4% για κάθε 10°C για να ληφθούν υπόψη οι επιπλέον δαπάνες που οφείλονται στις υψηλότερες πιέσεις, στην απαίτηση για καλύτερη κατεργασία του νερού, στην καλύτερη μόνωση και τις αυξημένες θερμικές απώλειες, όπως επίσης και στην εγκατάλειψη σ' αυτές τις θερμοκρασίες της ταχύτερης και λιγότερο δαπανηρής μεθόδου εγκατάστασης των υπόγειων τμημάτων με προένταση.

γ) Η ελάχιστη αποδεκτή θερμοκρασία ορίζεται στους 115°C , έτσι ώστε να συνεργάζεται με το δίκτυο διανομής.

δ) Η διερεύνηση έγινε για ονομαστικό θερμικό Φορτίο μεταφοράς 70 MWth. από τον Α.Η.Σ. Άγιου Δημήτριου στην πόλη της Κοζάνης.

Τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής διερεύνησης που προέκυψαν με τις παραπάνω παραδοχές φαίνονται στο διάγραμμα του (Σχήμα 2.1) (τηλεθέρμανση Κοζάνης)



Σύμφωνα και με την καμπύλη του (σχήμα 2.1) τυποποιούμε την ονομαστική θερμοκρασία προσαγωγής του δικτύου μεταφοράς στους 120°C.



2.3 Συγκριτική ανάλυση των διάφορων συστημάτων κατασκευής του δικτύου μεταφοράς

Για τη μεταφορά της θερμικής ενέργειας σε μια πόλη με μέσο μεταφοράς το υπέρθερμο νερό θερμοκρασίας 120°C είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν διάφορα συστήματα.

Μια βασική διάκριση των συστημάτων αυτών είναι:

- 1) Υπόγεια συστήματα
- 2) Υπαίθρια συστήματα

Για τις δύο αυτές κατηγορίες των συστημάτων κατασκευής υπάρχει ένα πλήθος υποκατηγοριών οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια και η επιλογή των οποίων βασίζεται σε οικονομοτεχνικά και εδαφολογικά κριτήρια.

2.3.1 Υπόγεια συστήματα

2.3.1.1 Σύστημα κατασκευής σε κανάλι από μπετόν (μη επισκέψιμη σήραγγα)

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί χαλύβδινους αγωγούς οι οποίοι είναι κατάλληλα μονωμένοι και τοποθετούνται σε κανάλι από μπετόν πάνω σε κατάλληλες μεταλλικές στηρίξεις. Για την χρησιμοποίησή του σε γραμμές μεταφοράς θερμικής ενέργειας πρέπει να συγκρίνεται οικονομοτεχνικά με τα άλλα συστήματα κατασκευής.

2.3.1.2 Μέσω επισκέψιμης σήραγγας

Το σύστημα αυτό επειδή είναι πολύ δαπανηρό χρησιμοποιείται μόνο όταν οι μεγάλες ανωμαλίες του εδάφους σε συνδυασμό με την ποιότητα του το καθιστούν πιο οικονομικό. Συνήθως χρησιμοποιείται για ξεπέρασμα τοπικών εμποδίων στα δίκτυα μεταφοράς όπως και σε δίκτυα πυκνοκατοικημένων περιοχών των μεγαλουπόλεων για όδευση αγωγών ύδρευσης, φωταερίου και τηλεθέρμανσης ταυτόχρονα.



2.3.1.3 Υπόγειοι αγωγοί εγκατεστημένοι απευθείας στο έδαφος

Το σύστημα χρησιμοποιεί αγωγούς με προκατασκευασμένη μόνωση και εφαρμόζεται ευρύτατα τα τελευταία χρόνια σε δίκτυα μεταφοράς και διανομής επειδή η εγκατάσταση του γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα και το κόστος κατασκευής είναι χαμηλό.

Οι προμονωμένοι αγωγοί για μεταφορά και διανομή θερμικής ενέργειας έχουν τυποποιηθεί σύμφωνα με την προδιαγραφή CENPrEN 253 της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Προτύπων για ονομαστικές πιέσεις λειτουργίας PN 16 atm και μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 130°C ενώ μετά από ειδική παραγγελιά διατίθενται και για ονομαστική πίεση λειτουργίας PN25 atm.

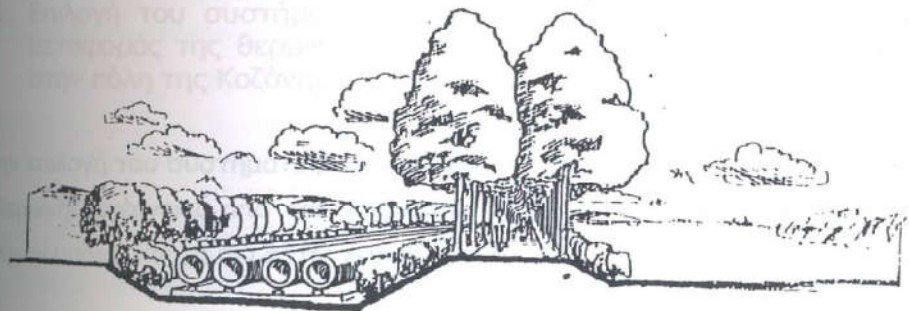
2.3.2 Υπαίθρια συστήματα

2.3.2.1 Εναέριοι αγωγοί σε πυλώνες

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

2.3.2.2 Αγωγοί σε υπερυψωμένες βάσεις στο έδαφος

Είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα υπαίθριας όδευσης επειδή είναι φθηνότερο από τα εναέρια δίκτυα. Δημιουργούνται όμως και πάλι αρχιτεκτονικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα προβλήματα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με φύτευση θαμνωδών φυτών κατά μήκος του αγωγού βλέπε (Σχήμα 2.2) (τηλεθέρμανση Κοζάνης)



Υπάρχει επίσης το πρόβλημα της απαλλοτρίωσης των εδαφών από τα οποία περνά ο αγωγός. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με όδευση του αγωγού κατά το δυνατόν από δημόσιες και μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

Το πρόβλημα των εμποδίων που δημιουργεί ο αγωγός στη διέλευση του από οχήματα, ανθρώπους και ζώα μπορεί να αντιμετωπιστεί εύκολα με κάθετη τοποθέτηση διαστολικών (καμάρες). Σε σύστημα κατασκευής με υπερυψωμένες βάσεις ο αγωγός βρίσκεται περίπου 50-60cm πάνω από το έδαφος.

Μετά από εξέταση του κόστους αγοράς και εγκατάστασης φαίνεται ότι το σύστημα κατασκευής σε υπερυψωμένες βάσεις στο έδαφος είναι το πιο οικονομικό, ενώ ακολουθεί το σύστημα κατασκευής υπόγειων προμονωμένων αγωγών και το πλέον δαπανηρό είναι το σύστημα κατασκευής σε υπόγειο κανάλι από μπετόν.

2.3.3 Επιλογή του συστήματος μεταφοράς και της διαδρομής των αγωγών μεταφοράς της θερμικής ενέργειας από τον ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου στην πόλη της Κοζάνης

Για την επιλογή του συστήματος μεταφοράς και της διαδρομής των αγωγών μεταφοράς της θερμικής ενέργειας από τον ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγίου Δημητρίου στην πόλη της Κοζάνης λήφθηκαν υπόψη και τα πιο κάτω γενικά κριτήρια :

- ▶ Το σύστημα κατασκευής των αγωγών θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν υπαίθριο σε υπερυψωμένες βάσεις επειδή είναι το πιο οικονομικό σύστημα.
- ▶ Όπου αντιμετωπίζονται μεγάλα προβλήματα απαλλοτριώσεων ιδιόκτητων εδαφών οι αγωγοί πρέπει να κατασκευάζονται υπόγειοι για να αποφευχθούν οι χρονοβόρες διαδικασίες απαλλοτριώσεων που πιθανά να καθυστερήσουν τις εργασίες κατασκευής του έργου της τηλεθέρμανσης.
- ▶ Οι αγωγοί θα πρέπει να συναντούν κατά την όδευση τους το δυνατόν λιγότερα εμπόδια τα οποία απαιτούν κατασκευή ειδικών τεχνικών έργων (π.χ. γέφυρες ή κανάλια σε διασταυρώσεις με δρόμους).
- ▶ Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μορφολογία του εδάφους για ευχερή προσπέλαση των οχημάτων κατά την κατασκευή και συντήρηση των αγωγών.
- ▶ Οι αγωγοί θα πρέπει να ακολουθούν τη συντομότερη κατά το δυνατόν διαδρομή για λόγους μικρού κατασκευαστικού και λειτουργικού κόστους.

Για τη διαδρομή του αγωγού μεταφοράς δίπλα από την σιδηροδρομική Γραμμή του ΟΣΕ και μέσα στο περιφραγμένο δάσος "ΚΟΥΡΙ" χρησιμοποιήθηκε το σύστημα κατασκευής με υπαίθριους αγωγούς σε υψωμένες βάσεις. Στο υπόλοιπο τμήμα της διαδρομής

κατασκευάστηκε με υπόγειους προμονωμένους αγωγούς και εγκατεστημένους απευθείας στο έδαφος με τη μέθοδο της προέντασης.

2.4 Υπολογισμός οικονομικής διαμέτρου αγωγού μεταφοράς

Ο υπολογισμός της οικονομικής διαμέτρου συνιστάται στην ελαχιστοποίηση της δημιουργούμενης συνάρτησης του ετήσιου κόστους μεταφοράς και στον προσδιορισμό.

Η δημιουργούμενη συνάρτηση κόστους αποτελείται από εκείνες τις ετήσιες επιβαρύνσεις των επενδύσεων και τις λειτουργικές δαπάνες που μεταβάλλονται με διαφοροποίηση της διαμέτρου του αγωγού μεταφοράς.

Έτσι λήφθηκαν υπόψη οι ετήσιες επιβαρύνσεις, για απόσβεση, των εξής επενδύσεων :

- 1) Εγκατάσταση του αγωγού μεταφοράς
- 2) Εγκατάσταση των αντλιοστασίων μεταφοράς.

Για τον προσδιορισμό της ετήσιας επιβάρυνσης των επενδύσεων θεωρήθηκε αποπληρωσιμμένο επιτόκιο 7% για απόσβεση σε 20 έτη.

Τα λειτουργικά έξοδα που λήφθηκαν υπόψη είναι αυτά για την ενέργεια άντλησης του θερμού νερού σε ετήσια βάση.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ελάχιστη διαφοροποίηση των θερμικών απωλειών σε διαφορετικές διαμέτρους σε συνδυασμό με τη χαμηλή τιμή αγοράς της θερμικής ενέργειας από τη ΔΕΗ οδηγούν σε ασήμαντη διαφοροποίηση των λειτουργικών δαπανών της μεταφοράς και για το λόγο αυτό δεν λαμβάνονται υπόψη.

Συγκεκριμένα θεωρήθηκε ότι το θερμικό φορτίο εποχιακά ρυθμίζεται με τη θερμοκρασία μέχρι την ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας προσαγωγής των 70°C ενώ χαμηλότερα θερμικά φορτία επιτυγχάνονται με μεταβολή της παροχής. Η ημερήσια διακύμανση της ζήτησης του θερμικού φορτίου θεωρήθηκε ότι ικανοποιείται με μεταβολή της παροχής, ενώ η θερμοκρασία προσαγωγής παραμένει σταθερή στη διάρκεια του 24ωρου. Για τον προσδιορισμό της ημερήσιας διακύμανσης στη ζήτηση του θερμικού φορτίου έγινε η ίδια παραδοχή με εκείνη για τον προσδιορισμό της ετήσιας απαιτούμενης από τους καταναλωτές θερμικής ενέργειας.

Το κόστος των εγκατεστημένων αγωγών υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη ότι από τη συνολική διαδρομή των 15.5 Km από τον Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου μέχρι και την πόλη της Κοζάνης (αντλιοστάσιο διανομής) τα 7250m είναι υπαίθρια αποτελούμενα από αγωγούς εγκατεστημένους σε βάσεις και κατάλληλα μονωμένους, ενώ το υπόλοιπο τμήμα είναι υπόγειο με προμονωμένους αγωγούς εγκατεστημένους απευθείας στο έδαφος.

Το κόστος εγκατάστασης των αντλητικών συγκροτημάτων υπολογίστηκε λαμβάνοντας υπόψη ότι η κυκλοφορία του θερμού νερού επιτυγχάνεται με δύο παράλληλες αντλίες για την προσαγωγή και δύο παράλληλες αντλίες για την επιστροφή θεωρώντας 50% εφεδρεία (τρίτη αντλία εφεδρική) και αντλίες ρυθμιζόμενου αριθμού στροφών.

Για τον υπολογισμό του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας για την κυκλοφορία του θερμού νερού στους αγωγούς μεταφοράς λήφθηκε τιμή μονάδας ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 16 δρχ/KWh (τιμή χρέωσης της κιλοβατώρας, από τη ΔΕΗ" σε Βιομηχανικούς καταναλωτές).

Για τον προσδιορισμό της οικονομικής διαμέτρου του αγωγού μεταφοράς, σύμφωνα με τις θεωρήσεις και τις παραδοχές που αναφέρθηκαν προηγούμενα, συντάχθηκε κατάλληλο πρόγραμμα σε Η/Υ.

Η διερεύνηση έγινε για τα δύο διαφορετικά, προς εξέταση, σενάρια κατανομής του ονομαστικού θερμικού φορτίου σε μονάδα βάσης που είναι ο Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου και οι μονάδες αιχμής.

Τα σενάρια αυτά αναφέρονται σε ονομαστικό θερμικό φορτίο μεταφοράς αντίστοιχα των 50 MW και 70 MW.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα επιλέγονται οι εξής διάμετροι για τα αντίστοιχα σενάρια :

α) Θερμικό φορτίο μεταφοράς, Ονομαστική διάμετρος αγωγού και Ονομαστική ταχύτητα ροής

70 MW DN450mm 2.01 m/s

β) Θερμικό φορτίο μεταφοράς, Ονομαστική διάμετρος αγωγού και Ονομαστική ταχύτητα ροής

50 MW DN400mm 1.81 m/s

3 ΔΙΑΝΟΜΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Προσδιορισμός της μορφολογίας του δικτύου διανομής

Η μορφή, η σχεδίαση και το κόστος του δικτύου διανομής εξαρτώνται κυρίως από τα χαρακτηριστικά του ρευστού μεταφοράς θερμικής ενέργειας, από την έκταση, την τοποθεσία και τη συγκέντρωσή των καταναλωτικών φορτίων.

Το δίκτυο διανομής είναι δυνατόν να κατασκευαστεί σε βρόγχους ή σε ακτινωτή μορφή. Το δίκτυο διανομής σε βρόγχους έχει το πλεονέκτημα να εξασφαλίζει μια εφεδρική δυνατότητα παροχής της θερμικής ζήτησης. Ενώ έχει το μειονέκτημα να ανεβάζει το κόστος κατασκευής του δικτύου διανομής επειδή απαιτεί αγωγούς με μεγαλύτερη διάμετρο και επιπρόσθετα δημιουργεί προβλήματα στην ισόρροπη κατανομή των θερμοκρασιών και των θερμικών φορτίων. Έτσι στη συμβατική σχεδίαση δικτύων και ειδικά σε υπάρχοντες οικισμούς σπανίως δικαιολογείται βρογχοειδής μορφή.

Συνήθως σε πόλεις με εκτεταμένη επιφάνεια χρησιμοποιούνται δίκτυα με ακτινωτή μορφή. Υπόψη ότι το ακτινωτό δίκτυο διανομής είναι σε θέση να τροφοδοτήσει και απομακρυσμένες περιοχές της πόλης και μπορεί να υπερκαλύψει τα βασικά κριτήρια σχεδιασμού του δικτύου που είναι:

- Η εξασφάλιση της θερμικής ζήτησης για όλες τις συνθήκες λειτουργίας σε κάθε περιοχή, οικοδομικό τετράγωνο και καταναλωτή.
- Η τήρηση της πίεσης στο πιο δυσμενές σημείο του αγωγού του θερμού νερού (σημείο με την ελάχιστη πίεση) σε τιμή που να αποφεύγεται ο βρασμός του νερού.

- Η εξασφάλιση της ελάχιστης τιμής στην διαφορική πίεση μεταξύ αγωγών θερμού και ψυχρού νερού που απαιτείται για την ικανοποιητική τροφοδότηση των καταναλωτών

Μετά από τα πιο πάνω και λαμβάνοντας υπόψη ότι η πόλη της Κοζάνης είναι εκτεταμένη, αναπτύχθηκε το σύστημα διανομής με ακτινωτά δίκτυα. Στα ακτινωτά αυτά δίκτυα δεν αποκλείστηκε το κλείσιμο κατά περίπτωση μικροβρόγχων μέσω διατάξεων διακοπής οι οποίες μόνο σε περίπτωση βλάβης για απομόνωση τμήματος δικτύου θα χρησιμοποιούνται για εφεδρική τροφοδότηση.

Σημειώνεται ότι λόγω της υψομετρικής διαφοράς της πόλης μέχρι και 100 μέτρα (από το υψόμετρο 680μ. μέχρι το 780μ.) εξετάστηκαν προσεκτικά τα μεγέθη των αναπτυσσόμενων πιέσεων στα δίκτυα της διανομής θερμικής ενέργειας.

3.2 Επιλογή του συστήματος τροφοδότησης

Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις, που χαρακτηρίζουν τη μορφή του συστήματος :

- 1) Μονοσωλήνιο σύστημα
- 2) Δισωλήνιο σύστημα
- 3) Τρισωλήνιο ή τετρασωλήνιο σύστημα

Αναλυτικότερα για την κάθε περίπτωση αναγράφονται τα εξής:

3.2.1 Μονοσωλήνιο σύστημα

Χρησιμοποιείται συνήθως σε τηλεθερμάνσεις ατμού σε απομακρυσμένα δίκτυα όπου η επιστροφή του συμπυκνώματος του ατμού είναι ασύμφορη.

Χρησιμοποιείται επίσης και σε τηλεθερμάνσεις υπέρθερμου νερού, στις οποίες το υπέρθερμο νερό κατά την έξοδο του από τον εναλλάκτη κεντρικής θέρμανσης, με θερμοκρασία 60-70°C περίπου, οδηγείται στους καταναλωτές για χρήση.

Πλεονεκτήματα:

- 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.

Μειονεκτήματα:

- 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 πόσιμου 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.

3.2.2 Δισωλήνιο σύστημα

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

Το ανοικτό δισωλήνιο σύστημα

Πρόκειται για σύστημα τροφοδότησης με αγωγό επιστροφής μικρότερης διαμέτρου από τον αγωγό προσαγωγής. Εδώ ποσότητες θερμού νερού τροφοδοτούνται άμεσα στον καταναλωτή για χρήση όπως και με το μονοσωλήνιο σύστημα, έτσι ώστε να απαιτείται αγωγός επιστροφής με μικρότερη διάμετρο.

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 πια πρόβλημα ρύθμισης του φορτίου και εξίσωσης της παροχής του δικτύου με την κατανάλωση θερμού νερού χρήσης.

Το κλειστό δισωλήνιο σύστημα

Είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα τροφοδοσίας υπέρθερμου νερού σε τηλεθερμάνσεις. Πρόκειται για κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας νερού. Η πρόσδοση θερμότητας για το θερμό νερό χρήσης γίνεται μέσω εναλλακτών.

Πλεονεκτήματα

- Δεν απαιτείται τόσο δαπανηρή εγκατάσταση επεξεργασίας του νερού, όπως και υγειονομικοί έλεγχοι
- Δεν απαιτείται υποχρεωτική εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης στις κατοικίες, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί έτσι σε εγκαταστάσεις αποκλειστικά για θέρμανση χώρων

Μειονεκτήματα

- Δαπανηρότερη εγκατάσταση

3.2.3 Τρισωλήνιο ή τεταρτοσωλήνιο 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 κυμαίνεται στη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης. Ο δεύτερος αγωγός τροφοδοτεί νερό σταθερής θερμοκρασίας όλο το έτος για θερμό νερό χρήσης.

Στο τεταρτοσωλήνιο σύστημα ο τρίτος και ο τέταρτος αγωγός χρησιμοποιούνται για την προσαγωγή και επιστροφή νερού βιομηχανικής χρήσης.

Επειδή τα συστήματα αυτά είναι πολύ δαπανηρά, αποφεύγεται συνήθως η εγκατάσταση τους.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των διαφόρων συστημάτων τροφοδότησης, όπως και το γεγονός ότι στην πόλη της Κοζάνης υπήρχαν ελάχιστες εγκαταστάσεις με κεντρική τροφοδοσία θερμού νερού χρήσης, προτάθηκε να χρησιμοποιηθεί το κλειστό δισωλήνιο σύστημα για την τροφοδοσία του υπέρθερμου νερού στην τηλεθέρμανση της Κοζάνης από το οποίο, μέσω κατάλληλων εναλλακτών μπορεί κατά περίπτωση, να θερμανθεί και το νερό χρήσης.

3.3 Επιλογή τιμών χαρακτηριστικών μεγεθών λειτουργίας συστήματος διανομής

Τα μεγέθη που επηρεάζουν τη λειτουργία του συστήματος διανομής είναι οι τιμές πίεσης, θερμοκρασίας και διαφορικής πίεσης στους αγωγούς προσαγωγής και επιστροφής. Οι πιο πάνω τιμές επιλέγονται στις εξής τιμές :

Πίεση : 2-4 bars ελάχιστη τιμή για την αποφυγή βρασμού του νερού στους αγωγούς.

Χαρακτηριστικά μεγέθη του νερού του συστήματος:

- > Οξυγόνο : <0,02 mgO₂/KgH₂O
- > Σκληρότητα : < 0,1^o Γερμανικής κλίμακας
- > Αγωγιμότητα : < 10 μS/cm
- > PH : 9,5 - 10

Θερμοκρασία: Μέση τιμή στον αγωγό προσαγωγής 115°C (130°C σε ειδικές περιπτώσεις σιμής).

Η θερμοκρασία στον αγωγό προσαγωγής μεταβάλλεται εποχιακά για τη ρύθμιση φορτίου από 120°C σε 70°C. Η θερμοκρασία στον αγωγό επιστροφής κυμαίνεται εποχιακά από 65°C μέχρι και 35-40°C.

Η διαφορική πίεση στις τροφοδοτήσεις των καταναλωτών (εγκαταστάσεις υποσταθμών ζεύξης - εναλλάκτες) εξαρτάται κυρίως από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εναλλακτών και των εξαρτημάτων (βάνα ρύθμισης, μετρητής θερμότητας κλπ.) που έχουν οι υποσταθμοί ζεύξης. Οι υποσταθμοί ζεύξης συνίσταται να έχουν πτώση πίεσης περίπου ίση ή μικρότερη από 0.6 bars στο πρωτεύον κύκλωμα. Κατά τον υπολογισμό της διαφορικής πίεσης λαμβάνεται οπωσδήποτε υπόψη ο υδραυλικά πιο απομακρυσμένος υποσταθμός ζεύξης από το αντλιοστάσιο παροχής.

3.4 Συγκριτική ανάλυση των διάφορων συστημάτων του δικτύου διανομής

Για τη διανομή της θερμικής ενέργειας με μέσο μεταφοράς θερμό νερό (θερμοκρασίας περίπου 120°C και πίεσης μέχρι 16 bars) στην πόλη της Κοζάνης μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν διάφορα συστήματα κατασκευής του δικτύου διανομής. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

α) Το σύστημα στο οποίο οι χαλύβδινοι αγωγοί του δικτύου της διανομής της θερμικής ενέργειας με μόνωση από υαλοβάμβακα και κάλυψη από ασφαλτόπανο τοποθετούνται μέσα σε τσιμεντένιο κανάλι. (Σχήμα 3.1 και Σχήμα 3.2).

β) Το σύστημα στο οποίο οι χαλύβδινοι αγωγοί του δικτύου διανομής της θερμικής ενέργειας έχουν προκατασκευασμένη μόνωση από πολυουρεθάνη και εξωτερικά προστατεύονται με αγωγούς από πολυαιθυλένιο. Οι αγωγοί αυτοί τοποθετούνται απ' ευθείας στο έδαφος (Σχήμα 3.3). Υπόψη ότι οι χαλύβδινοι αυτοί αγωγοί, η μόνωση και οι εξωτερικοί αγωγοί (οι οποίοι περιβάλλουν την μόνωση) είναι συνδεδεμένοι μεταξύ των ως ένα σώμα.

Μέσα στη μόνωση και κατά μήκος των αγωγών είναι τοποθετημένα ηλεκτρικά καλώδια τα οποία μαζί με μια ειδική ηλεκτρονική συσκευή, χρησιμοποιούνται για την εντόπιση και σήμανση υγρασίας από τυχόν διαρροή των χαλύβδινων αγωγών.

γ) Το σύστημα αγωγών μεταφοράς θερμικής ενέργειας με χαλύβδινους αγωγούς 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 πληρούται με κατάλληλο μονωτικό. Τα πιο συνηθισμένα μονωτικά που χρησιμοποιούνται είναι υαλοβάμβακες, περλίτης σε κόκκους ή κενό αέρος.

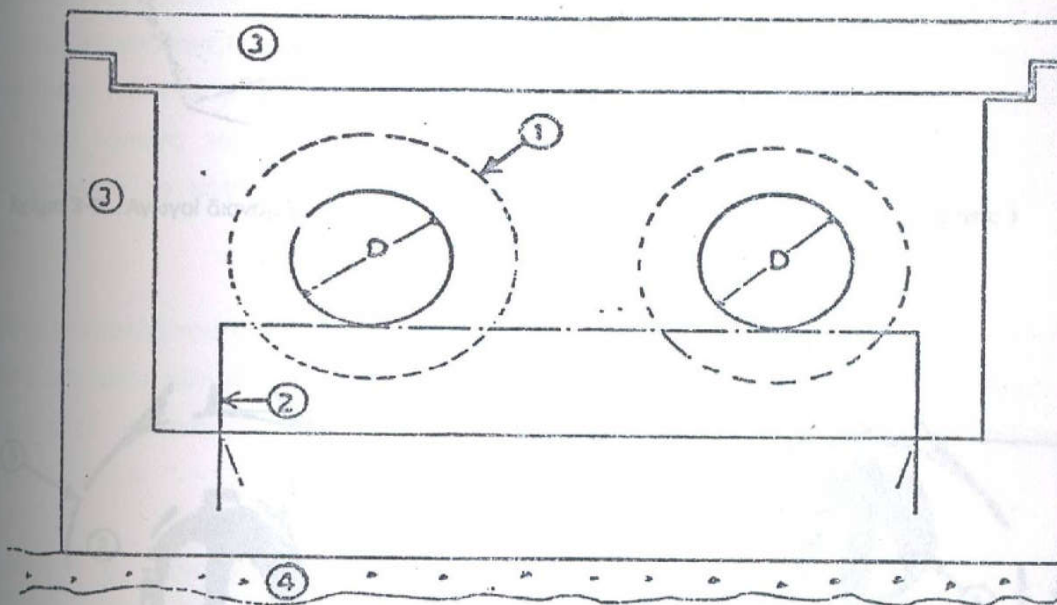
Στο σύστημα αυτό, που είναι σχετικά καινούργιο, είναι απαραίτητο να προβλεφθεί εξοπλισμός ολίσθησης του εσωτερικού αγωγού και ο εξωτερικός χαλύβδινος μανδύας πρέπει να προστατεύεται από τη διάβρωση με ασφαλτόπανο και καθοδική προστασία.

δ) Το σύστημα με εύκαμπτους αγωγούς οι οποίοι έχουν την κατάλληλη μόνωση και τοποθετούνται απευθείας στο έδαφος. Οι αγωγοί αυτοί είναι κατασκευασμένοι από πλαστικό υλικό ή χαλκό.

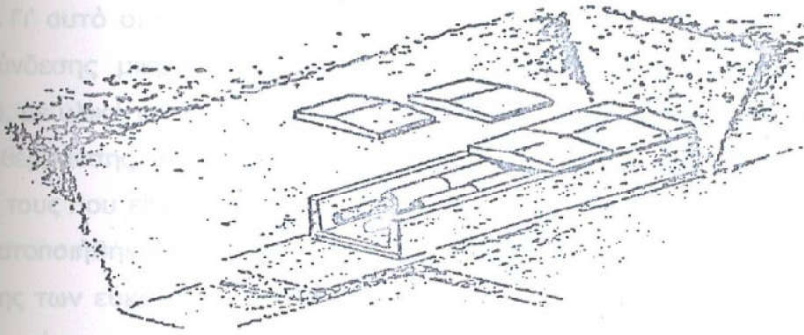
Εικόνα 3-1 (D : ονομαστική διάμετρος αγωγού)

Εικόνα 3-2 (D : ονομαστική διάμετρος αγωγού)

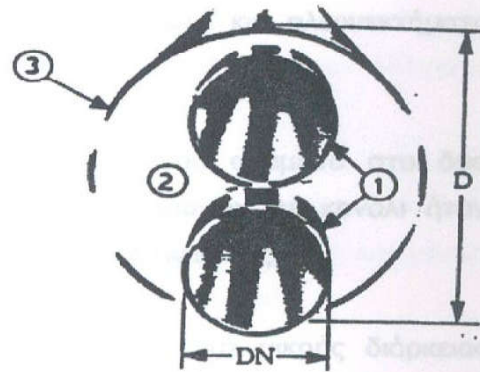
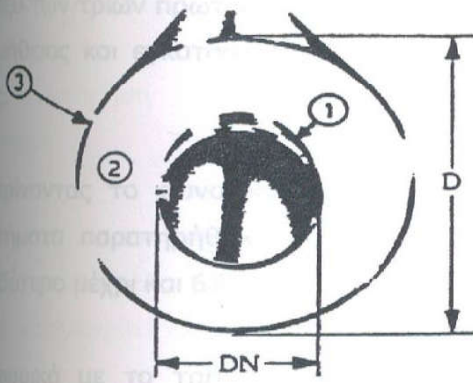
ΦΥΣΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ ἢ ΤΑΠΗΤΑΣ ΑΣΦΑΛΤΟΥ



Σχήμα 3-1 . (D : ονομαστική διάμετρος αγωγού 200mm, 1) μόνωση αγωγών με υαλοβάμβακα και επικάλυψη από ασφαλτόπανο, 2) μεταλλική στήριξη αγωγών, 3) οπλισμένο σκυρόδεμα, 4) σκυρόδεμα)
(τηλεθέρμανση Κοζάνης)



Σχήμα 3-2 . Αγωγοί διανομής θερμικής ενέργειας μέσα σε κανάλι (τηλεθέρμανση Κοζάνης)



Σχήμα 3-3 . Για DN από 20 μέχρι 800mm

Για DN από 20 μέχρι 125mm

DN Διάμετρος χαλύβδινου αγωγού

D Διάμετρος εξωτερικού αγωγού από πολυαιθυλένιο

1 Χαλύβδινος αγωγός

2 Μόνωση από πολυουρεθάνη

3 Αγωγός προστασίας επένδυσης από πολυαιθυλένιο

(τηλεθέρμανση Κοζάνης)

Οι πλαστικοί εύκαμπτοι αγωγοί αντέχουν σε θερμοκρασία νερού μέχρι 90°C και πίεση 5 έως 6 bars. Γι' αυτό οι εν λόγω αγωγοί είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στο άμεσο σύστημα σύνδεσης μικροσυγκροτημάτων - κατοικιών. Οι εύκαμπτοι αγωγοί τύπου AQUAWARM, με υλικό κατασκευής του αγωγού τον χαλκό, είναι η πιο κατάλληλοι για τα δίκτυα τηλεθέρμανσης. Η χρήση τους περιορίζεται, όμως, μέχρι την μέγιστη διάμετρο κατασκευής τους που είναι 80 mm. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την οικονομική σύγκριση που πραγματοποιήθηκε από την International Energy το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των εύκαμπτων αγωγών τύπου AQUAWARM είναι πολύ μεγαλύτερο από όλους τους τύπους των εύκαμπτων αγωγών. Είναι επίσης περίπου κατά 50% ακριβότεροι από το κόστος της προμήθειας και εγκατάστασης των προμονωμένων αγωγών.

Η επιλογή επομένως του συστήματος κατασκευής του δικτύου διανομής έπρεπε να γίνει μεταξύ των τριών πρώτων συστημάτων κατασκευής λαμβάνοντας υπόψη το κόστος της προμήθειας και εγκατάστασης τους καθώς και τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τους.

Συγκρίνοντας το συνολικό κόστος για κάθε διάμετρο αγωγού ανάμεσα στα δυο συστήματα παρατηρήθηκε ότι το σύστημα των υπόγειων αγωγών σε κανάλι ήταν ακριβότερο μέχρι και 67% από το σύστημα με προμονωμένους αγωγούς.

Αναφορικά με το τρίτο σύστημα, για το οποίο υπήρχε σχετικά μικρής διάρκειας λειτουργική εμπειρία και το οποίο είναι αρκετά πιο πολύπλοκο από το δεύτερο δεν υπήρχαν διαθέσιμα συγκεκριμένα οικονομικά στοιχεία αλλά εκτιμήθηκε ότι το κόστος τους θα ευρίσκεται ανάμεσα στο κόστος του πρώτου και του δεύτερου συστήματος.

Η συγκριτική επιλογή έγινε ανάμεσα στα δύο πρώτα συστήματα διότι το τρίτο σύστημα θεωρήθηκε ότι δεν είχε ακόμα δοκιμασθεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα και διότι τα διαθέσιμα οικονομικά στοιχεία για το σύστημα αυτό δεν θεωρούνταν επαρκή.

Το σύστημα των προμονωμένων αγωγών έχει τα εξής σημαντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με το σύστημα των αγωγών σε τσιμεντένιο κανάλι:

1. Δεν απαιτεί ειδικές κλίσεις στην εγκατάσταση των αγωγών (έχει σύστημα ελέγχου τυχόν διαρροών του).
2. Δεν απαιτεί επιπρόσθετα φρεάτια για διακλαδώσεις και επιθεωρήσεις για τυχόν διαρροές.
3. Προστατεύονται οι αγωγοί του από τη διάβρωση και έτσι επεκτείνεται η διάρκεια ζωής τους.
4. Γενικά η εγκατάσταση του εν λόγω συστήματος είναι σύντομη και συμβάλλει στην αποφυγή κυκλοφοριακών προβλημάτων και ταλαιπωρίας των πολιτών.
5. Η συντήρηση του συστήματος αυτού είναι πολύ περιορισμένη και ελάχιστα δαπανηρή.
6. Το σύστημα των προμονωμένων αγωγών χρησιμοποιείται ευρέως στις Σκανδιναβικές χώρες και σε πολλές άλλες χώρες της Ευρώπης (Δανία, Γερμανία και Ιταλία) και γενικά έχει εγκαταλειφθεί το σύστημα κατασκευής δικτύου διανομής σε κανάλια.

Λαμβάνοντας υπόψη όσα προηγούμενα αναφέρθηκαν, προτάθηκε το σύστημα των προμονωμένων αγωγών για το δίκτυο της διανομής της θερμικής ενέργειας στην πόλη της Κοζάνης.

4 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΟΥ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

4.1 Περίληψη

Η τηλεθέρμανση έχει αναγνωριστεί ως μία φιλική προς το περιβάλλον λύση για την οικιακή θέρμανση για πολλά έτη. Ωστόσο ακόμη περισσότερη προσοχή έχει εστιαστεί στο περιβαλλοντικό προφίλ της τηλεθέρμανσης κατά τη διάρκεια των πρόσφατων ετών.

Μια ανάλυση κύκλου ζωής της τηλεθέρμανσης έχει πραγματοποιηθεί από την ALSTOM POWER Flow Systems, από τον Jens Ole Fabricius. Το κύριο συμπέρασμα ήταν ότι η σημαντικότερη περιβαλλοντική επίδραση προερχόταν από την λειτουργία του δικτύου τηλεθέρμανσης.

Η χρησιμοποίηση της ίδιας άποψης του κύκλου ζωής στα οικονομικά της τηλεθέρμανσης είναι εμφανές ότι το λειτουργικό κόστος από την απώλεια θερμότητας θα διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο στην αποδοτικότητα της τηλεθέρμανσης.

Ο λόγος για τον οποίο η φάση της λειτουργίας είναι τόσο σημαντική για την τηλεθέρμανση είναι η αξιοπιστία των υπηρεσιών του δικτύου. Ο αναμενόμενος χρόνος λειτουργίας του είναι περισσότερο από 30 έτη. Επομένως η επιλογή του προϊόντος πρέπει να γίνει πολύ προσεκτικά, λαμβάνοντας υπόψη ταυτόχρονα με την κατασκευή, τις δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης.

Η ανάλυση αυτή περιγράφει τις περιβαλλοντικές πτυχές που προκύπτουν μέσω της ανάλυσης του κύκλου ζωής της τηλεθέρμανσης. Επιπλέον περιγράφει δαπάνες σχετικές με τα επιλεγμένα προϊόντα και τις πτυχές που συνδέονται με την τηλεθέρμανση.

Οι διάφοροι τύποι ενώσεων, μονώσεων και κατεργασιών του νερού θα συγκριθούν ποιοτικά όσον αφορά το κόστος της επένδυσης και της λειτουργίας τους.

4.2 Ανάλυση του κύκλου ζωής

Ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) είναι ο προσδιορισμός της περιβαλλοντικής επίδρασης μέσω της ζωής του προϊόντος / της υπηρεσίας που ερευνάται.

Οι φάσεις που συμπεριλαμβάνονται στην LCA, είναι αρχικά η εξαγωγή του πετρελαίου, του άνθρακα και των ορυκτών πόρων για την παραγωγή ενέργειας και πρώτης ύλης.

Η παραγωγή των συστατικών για την κατασκευή των σωλήνων, η λειτουργία του προϊόντος και η διάθεση τους συμπεριλαμβάνονται επίσης στην LCA.

Η LCA της τηλεθέρμανσης έχει πραγματοποιηθεί βασισμένη στις υποθέσεις που απεικονίζουν πολύ την τηλεθέρμανση της Δανίας. Δεδομένου ότι οι εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης είναι πολύ διαφορετικές, το προφίλ των LCA των διαφορετικών εγκαταστάσεων θα είναι σίγουρα διαφορετικό.

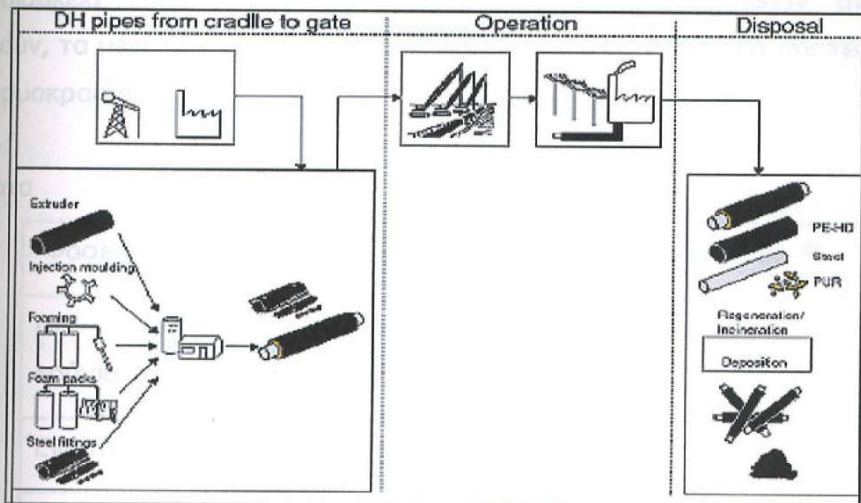
Εντούτοις, όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω το συμπέρασμα για την μέση τηλεθέρμανση είναι αρκετά σαφές και επομένως η κύρια περιβαλλοντική επίδραση θα προέρχεται πάντα από την φάση λειτουργίας της τηλεθέρμανσης, όταν το δίκτυο είναι κατασκευασμένο από σωλήνες εμφύσησης με cyclo-pentane.

4.2.1 Η αποτίμηση της μεθόδου

Προκειμένου να συγκριθούν οι διαφορετικές περιβαλλοντικές επιδράσεις, όπως η μείωση του όζον και η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου, τυποποιημένες μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί. Η LCA που γίνεται για την τηλεθέρμανση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την Δανική μέθοδο αξιολόγησης EDIP.

Ως μονάδα αξιολόγησης EDIP καλείται το ισοδύναμο πρόσωπο (PE)(Person Equivalent). Αυτή η μονάδα είναι ένα μέτρο σύγκρισης για την μέση εκπομπή των ουσιών που ένα άτομο προκαλεί σε ένα έτος για κάθε περιβαλλοντική επίπτωση που έχει ερευνηθεί.

Ένας μεγάλος αριθμός τυποποιημένων διαδικασιών είναι έτοιμες για χρήση, π.χ. η περιβαλλοντική επίδραση που προκύπτει κατά τη μεταφορά 1km από ένα φορτηγό μπορεί εύκολα να περιληφθεί στην LCA.



Σχήμα 4-1 . Οι διάφορες φάσεις της τηλεθέρμανσης (Jens Ole Fabricius)

Η πρώτη φάση είναι "σωλήνες τηλεθέρμανσης στη φάση της κούνιας του μωρού" που καλύπτει την παραγωγή των συστατικών για το δίκτυο των σωλήνων. Στην παραγωγή περιλαμβάνεται η εξαγωγή του πετρελαίου, του άνθρακα και άλλων πόρων για την παραγωγή των πρώτων υλών του πολυουρεθανίου, του χάλυβα και του πολυαιθυλενίου.

Η μεταφορά των πρώτων υλών συμπεριλαμβάνεται επίσης σε αυτήν την φάση καθώς επίσης και η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή και την εσωτερική μεταφορά των συστατικών των σωλήνων στο εργοστάσιο.

Η εγκατάσταση καλύπτει τη μεταφορά των σωλήνων στη θέση των εγκαταστάσεων θέρμανσης, καθώς και την ενέργεια που απαιτείται για ανασκαφή και συγκόλληση.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργικής φάσης συμπεριλαμβάνεται η ενέργεια για τις αντλίες και η απώλεια θερμότητας.

Κατά τη διάρκεια της φάσης της διάθεσης 80% των υλικών αναμένεται να ανακυκλωθούν, τα μέταλλα επαναχρησιμοποιούνται και τα πλαστικά αποτεφρώνονται σε σταθερή θερμοκρασία.

Αποτελέσματα

Φάσεις	Επίδραση [PE]	Επίδραση %
DH σωλήνες στην κούνια του μωρού	10.4	0.5
Εγκατάσταση	1.8	0.1
Λειτουργία	1912.3	99.4
Διάθεση	-1.3	-0.1

Πίνακας 4-1 . Επίδραση των τεσσάρων φάσεων. (Jens Ole Fabricius)

Λειτουργία	Επίδραση [PE]
Απώλεια Θερμότητας	853
Ενέργεια για τις αντλίες	1059

Πίνακας 4-2 . Επίδραση στη φάση της λειτουργίας. (Jens Ole Fabricius)

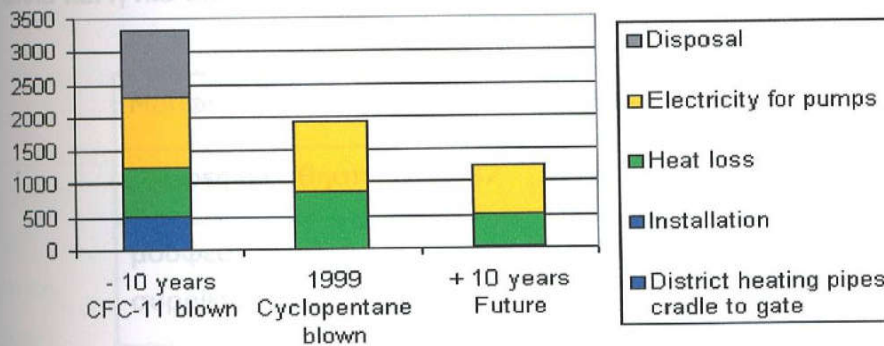
Όπως φαίνεται από τον (πίνακα 4.1) η σημαντικότερη περιβαλλοντική επίδραση της τηλεθέρμανσης προέρχεται κατά τη φάση της λειτουργίας. Στην περίπτωση που πραγματοποιηθούν σημαντικά σφάλματα στις υποθέσεις των χρησιμοποιούμενων ποσών υλικού, μεταφοράς ή άλλων πτυχών που δεν σχετίζονται με τη φάση της λειτουργίας, η λειτουργία παραμένει η σημαντικότερη αιτία περιβαλλοντικής επίδρασης.

Παρόλα αυτά, η συγκεκριμένη LCA δεν δείχνει ότι η τηλεθέρμανση είναι επιβλαβής για το περιβάλλον, αλλά μόνο αποκαλύπτει ότι το περιβαλλοντικό προφίλ της τηλεθέρμανσης μπορεί να βελτιωθεί με τη μείωση της ενεργειακής απώλειας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της.

Η αρνητική επίδραση κατά τη φάση της διάθεσης οφείλεται στην επαναχρησιμοποίηση των μετάλλων και στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας κατά την πλαστική αποτέφρωση.

Διενεργώντας μια LCA για τους σωλήνες εμφύσησης με CFC-11 που χρησιμοποιήθηκαν στη Δανία τα τελευταία 10 χρόνια αποκαλύφθηκε ότι η απαγόρευση των CFC/HCFC ήταν σωστή απόφαση, βλέπε σχήμα 4.2.

Η περιβαλλοντική επίδραση που προερχόταν από τον CFC-11 ήταν στο ίδιο μέγεθος με το αντίκτυπο της λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο η συνολική περιβαλλοντική επίδραση από την τηλεθέρμανση έχει μειωθεί εντυπωσιακά με την αλλαγή των μη CFC/HCFC ουσιών εμφύσησης. Η μελλοντική αξία είναι απλά μια προσδοκία βασισμένη στη διαθέσιμη γνώση σήμερα.



Σχήμα 4-2 . LCA αποτελέσματα για τα παλαιά συστήματα σωλήνων και το αναμενόμενο μέλλον. (Jens Ole Fabricius)

4.2.1.1 Τα υλικά για την τηλεθέρμανση

Στο εξής τμήμα μερικά επιλεγμένα συστατικά του συστήματος σωλήνων περιγράφονται όσον αφορά το κόστος, την επένδυση και τις λειτουργικές δαπάνες.

4.2.1.2 Ενώσεις

Αρκετοί διαφορετικοί τύποι ενώσεων υπάρχουν. Οι πιο συνηθισμένες ενώσεις είναι οι μούφες χάλυβα, μούφες συγκόλλησης, μούφες συρρίκνωσης και μούφες ολίσθησης.

Οι διαφορετικοί τύποι μούφας διαφέρουν και από την άποψη της ποιότητας και του κόστους. Η φυσική τάση είναι ότι το υψηλότερο κόστος οδηγεί σε υψηλότερη

ποιότητα, εντούτοις το κόστος συσχετίζεται όχι μόνο με τα υλικά και την εγκατάσταση αλλά και με τη συντήρηση.

Το να σκάβεις από επάνω τους σωλήνες τηλεθέρμανσης είναι πολύ δαπανηρό, ειδικά στις πόλεις. Επομένως το να αγοράσεις και να εγκαταστήσεις φθηνές μούφες είναι το πιο εύκολο αλλά και η πιο δαπανηρή επιλογή.

Μούφες	Αριθμός	Ποσοστά
μούφες ολίσθησης	487	85%
μούφες συρρίκνωσης	63	11%
Άλλοι τύποι μούφας	23	4%
Συνολικά	573	100%

Πίνακας 4-3 . AGFW στατιστικές βλαβών το 1996 (Jens Ole Fabricius)

Το συνολικό μήκος του ερευνημένου δικτύου ήταν 2,903χλμ, και υποθέτοντας ότι όλοι οι σωλήνες έχουν μήκος 12m που αυτό αντιστοιχεί σε 242.000 μούφες και ένα συνολικό ποσοστό κατεστραμμένων μουφών 0,2% ετησίως.

Από αυτές τις στατιστικές βλαβών τις AGFW είναι αρκετά σαφές ότι ο κίνδυνος βλάβης είναι πολύ υψηλότερος για τη φτηνότερη μούφα ολίσθησης. Επομένως οι μούφες ολίσθησης δεν είναι ίσως η καλύτερη επιλογή για την τοποθέτηση των μουφών στις κρίσιμες περιοχές π.χ. σε περιοχές με υψηλό επίπεδο υπόγειων νερών.

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΩΣΩΝ

	Κόστος επισκευής	Συχνότητα βλαβών	Χρόνος λειτουργίας του συστήματος,	Κόστος συντήρησης κατά την διάρκεια του χρόνου λειτουργίας (Maintenance cost in service life)
Average muff Τυπική μούφα	3.400 €	0.2%	30 έτη	200 €
"Perfect" muff Τέλεια μούφα	3.400 €	0.0%	30 έτη	0 €
Extra service life value for "perfect" muff Οικονομική αξία του επιπλέον χρόνου λειτουργίας της τέλειας μούφας				200 €

Πίνακας 4-4 . Οικονομική αξία του επιπλέον χρόνου λειτουργίας της τέλειας μούφας (Jens Ole Fabricius)

Υποθέτοντας ότι η συχνότητα βλάβης είναι σταθερή πάνω από τα 30 έτη χρόνου λειτουργίας, 6% των ενώσεων αναμένεται να αντικατασταθεί.

Στη Δανία το μέσο κόστος για την αντικατάσταση των ενώσεων είναι 3.400 €. Επομένως το κόστος μιας μούφας που μπορεί να διαρκέσει για 30 έτη χωρίς αντικατάσταση μπορεί

να είναι 200€ υψηλότερο από το κόστος της μούφας με συχνότητα βλάβης 0,2%, διατηρώντας τις ίδιες δαπάνες στον χρόνο λειτουργίας.

4.2.1.3 Μόνωση

Η LCA έδειξε ότι η μόνωση είναι μια από τις σημαντικότερες ιδιότητες όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Η μόνωση είναι επίσης μια πολύ σημαντική χρηματική επένδυση καθώς έχουμε λιγότερες θερμικές απώλειες στο περιβάλλον και προστατεύει την επένδυση.

Από την σταδιακή κατάργηση του CFC και HCFC όπως συμφωνήθηκε στο πρωτόκολλο του Μόντρεαλ έφεραν στο προσκήνιο νέες ουσίες εμφύσησης προς το τέλος της δεκαετίας του 80. Διάφορες νέες ουσίες εμφύσησης εξετάστηκαν αλλά μόνο δύο βρήκαν εκτενή χρήση.

Το CO₂ ως μοναδική ουσία εμφύσησης ήταν η πρώτη εναλλακτική λύση για την αντικατάσταση του CFC/HCFC που χρησιμοποιήθηκε ευρέως εμπορικά. Το CO₂ ως ουσία εμφύσησης είχε το μεγάλο πλεονέκτημα στο ότι ο εξοπλισμός παραγωγής που χρησιμοποιήθηκε για το CFC/HCFC μπορούσε να χρησιμοποιηθεί χωρίς σημαντική τροποποίηση, δηλ. μια φτηνή αλλαγή για την βιομηχανία.

Το Cyclo-pentane ήταν η άλλη εναλλακτική λύση για τους σωλήνες τηλεθέρμανσης. Ο αφρός εμφύσησης από cyclo-pentane είχε καλύτερες ιδιότητες μόνωσης, εντούτοις ο εξοπλισμός παραγωγής έπρεπε να αντικατασταθεί προκειμένου να αποτραπεί ο κίνδυνος έκρηξης κατά τη διάρκεια του αφρίσματος.

Το Cyclo-pentane μπορεί να εξατμιστεί από το υγρό μίγμα πολυουρεθανίου κατά τη διάρκεια του αφρίσματος και εάν η συγκέντρωση cyclo-pentane είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια κατά την έκρηξη, περιορίζει έναν σπινθήρα που μπορεί να προκαλέσει μια έκρηξη του αεριώδους cyclo-pentane και να ξεσπάσει πιθανών μια πυρκαγιά.

approx. year	Ουσίες εμφύσησης	approx. lambda [W/(m K)]
1965	CFC	0.027
1987	Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ	
1990	intermediate solutions, e.g. HCFC	0.027
1990	CO ₂	0.030
1993	Cyclo-pentane	0.027

Πίνακας 4-5 . Η εξέλιξη των ουσιών εμφύσησης για τους σωλήνες τηλεθέρμανσης. (Jens Ole Fabricius)

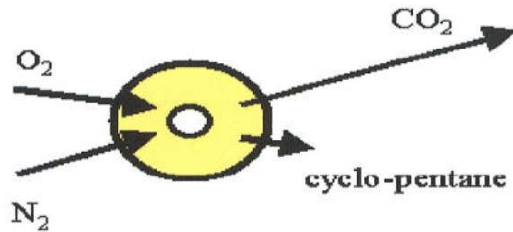
4.3 Θερμική γήρανση (thermal ageing)

Η αλλαγή της σύνθεσης της ουσίας εμφύσησης κατά τη διάρκεια του χρόνου λόγω της διάχυσης ήταν γνωστή, παρόλα αυτά δεν δόθηκε η πρέπουσα προσοχή σε αυτό στο παρελθόν. Με την αλλαγή στις νέες ουσίες εμφύσησης το θέμα αυτό τέθηκε πάλι προς έρευνα.

Οι νέες ουσίες εμφύσησης εξετάστηκαν όσον αφορά ως προς την τιμή διάχυσης προς το περιβάλλον από τους προμονωμένους σωλήνες τηλεθέρμανσης. Το ποσοστό διάχυσης μπορεί εκφραστεί με τον ακόλουθο κανόνα : CO₂ > αέρας > cyclo-pentane >> -CFC-11.

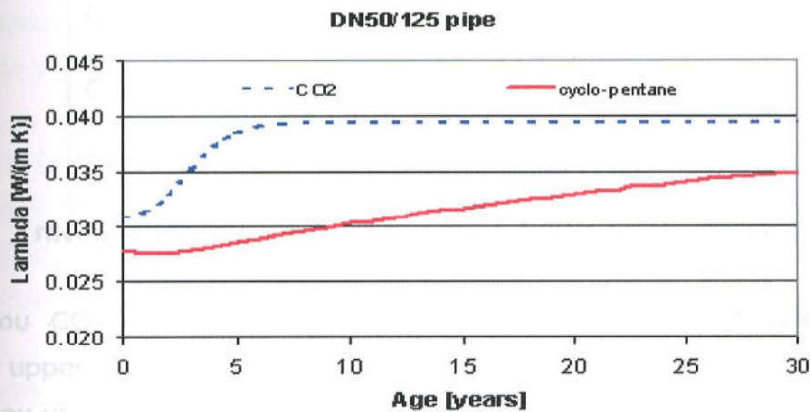
Αυτό σημαίνει ότι οι σωλήνες που εμφυτεύονται μόνο με CO₂ μεταβάλλουν την τιμή του λάμδα γρηγορότερα σε σχέση με τους σωλήνες εμφύσησης από με cyclo-pentane ή CFC-11.

Εκτενή ερευνητικά προγράμματα για τον αφρό ξανάρχισαν σε όλο τον κόσμο. Οι σωλήνες τηλεθέρμανσης ερευνήθηκαν στο DTI in Denmark and Chalmers University of Technology in Sweden.



Σχήμα 4-3 . Σχηματική παρουσίαση της διάχυσης των ουσιών εμφύσησης (Jens Ole Fabricius)

Με τη βοήθεια των προτύπων και των αποκτηθέντων στοιχείων από τα ερευνητικά προγράμματα τα χαρακτηριστικά εμφύσησης μπορούν να υπολογιστούν για τους διαφορετικούς τύπους ουσιών εμφύσησης, βλέπε σχήμα 4.4



Σχήμα 4-4 . Το προφίλ γήρανσης για τον CO_2 κα cyclo-pentane αφρό εμφύσησης, $\lambda = 50$ (Jens Ole Fabricius)

Η μεταβολή της τιμής του λямδα αλλάζει σημαντικά την απώλεια θερμότητας του σωλήνα και επομένως και τις λειτουργικές δαπάνες του δικτύου.

4.4 Λειτουργικό Κόστος

Προετοιμασία για υπολογισμούς :

Flow temperature 90°C

Return temperature 50°C

Energy cost 30 €/MWh

	Απώλεια θερμότητας και κόστος σε 30 έτη για 1μ κανάλι DN50 σωλήνα		
Ουσίες εμφύσησης	MWh	€	kg CO ₂
CO ₂	9.12	274	1806
Cyclo-pentane	7.72	232	1529
Διαφορά	1.40	42	277

Πίνακας 4-6 . Κόστος και εκπομπή του CO₂ (Jens Ole Fabricius)

Η εκπομπή του CO₂ υπολογίζεται με βάση την ανώτερη θερμογόνο δύναμη του μεθανίου (the upper value for heat of combustion of methane) . Αυτή η τιμή είναι η μέγιστη τιμή που μπορεί να ληφθεί και επομένως ο πραγματικός χρόνος λειτουργίας (real life) μείωσης της εκπομπής του CO₂ θα είναι ακόμα μεγαλύτερος. Με την επιλογή του cyclo-pentane αφρού εμφύσησης το περιβάλλον προστατεύεται ενώ ταυτόχρονα εξοικονομούνται χρήματα , ιδανική κατάσταση για όλους.

Το χρηματικό ποσό που κερδίζεται φυσικά εξαρτάται από την τιμή της ενέργειας, κάτι που πρέπει να καθορίζεται ανά περίπτωση.

4.5 Ποιότητα Νερού

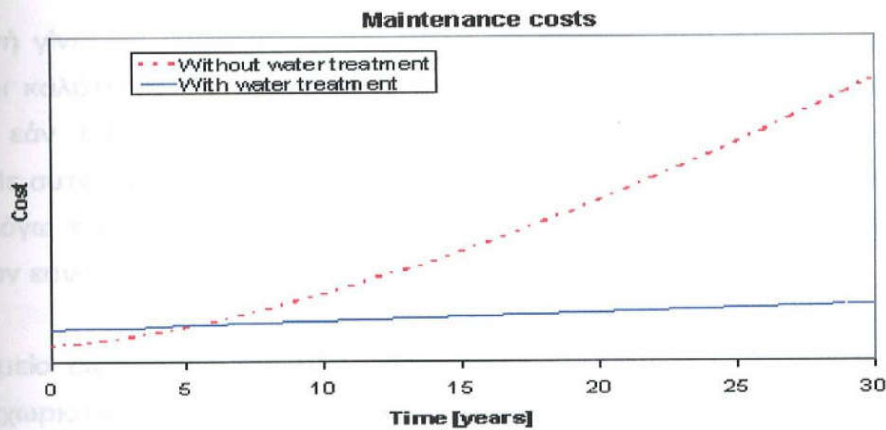
Ο χρόνος λειτουργίας του δικτύου τηλεθέρμανσης μπορεί να μειωθεί σημαντικά από τη διάβρωση των σωλήνων. Η διάβρωση μπορεί να εμφανιστεί είτε εξωτερικά εάν το νερό διαπερνά το περίβλημα ή εσωτερικά εάν το νερό περιέχει οξυγόνο.

Η κατεργασία του νερού όχι μόνο αφαιρεί το οξυγόνο από το σύστημα νερού, αλλά ρυθμίζει και τις παραμέτρους του νερού όπως το ΡΗ και το περιεχόμενο των μεταλλευμάτων στο σωστό επίπεδο. Όλοι αυτοί οι παράγοντες ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο να δημιουργηθούν λέπια σκουριάς (scale) και ακάθαρτες ουσίες που μπορούν να μπλοκάρουν τις βαλβίδες και τους θερμικούς εναλλάκτες, ενώ ταυτόχρονα αποτρέπουν τη διάβρωση.

Δεδομένου ότι η ανασκαφή και η εγκατάσταση αποτελούν συχνά τα 2/3 του συνολικού κόστους των εγκαταστάσεων των δικτύων, ο χρόνος λειτουργίας του δικτύου σωλήνων είναι σημαντικός για την αποδοτικότητα του δικτύου τηλεθέρμανσης.

Εάν το οξυγόνο δεν αφαιρείται από το σύστημα θέρμανσης ο χρόνος λειτουργίας του δικτύου σωλήνων μπορεί να μειωθεί. Επιπλέον όταν ένας σωλήνας βλάπτεται λόγω της εσωτερικής διάβρωσης, χάνεται νερό από το σύστημα και νέο νερό που περιέχει περισσότερο οξυγόνο πρέπει να προστεθεί.

Αυτό θα οδηγήσει σε ένα αυξανόμενο ποσοστό διάβρωσης και ακόμη περισσότερης απώλειας νερού. Αυτό σημαίνει ότι το ποσοστό διάβρωσης θα αυξάνει συνεχώς και τελικά οι σωλήνες δεν θα μπορούν να αντικατασταθούν τόσο γρήγορα όσο θα βλάπτονται από τη διάβρωση και ολόκληρο το σύστημα θα γίνεται ασύμφορο.



Σχήμα 4-5 . Σχηματική παρουσίαση της συντήρησης / κόστος λειτουργίας (Jens Ole Fabricius)

Στον παραπάνω σχήμα, το κόστος για τη συντήρηση σωλήνων και η λειτουργία όσον αφορά την απώλεια νερού / την επεξεργασία του νερού, παρουσιάζονται σχηματικά για ένα δίκτυο σωλήνων με και χωρίς κατεργασία του νερού. Στη Δανία όλες οι εγκαταστάσεις θερμότητας χρησιμοποιούν εγκαταστάσεις κατεργασίας του νερού με αποτέλεσμα η εσωτερική διάβρωση των σωλήνων να είναι εξαιρετικά σπάνιο φαινόμενο. Εντούτοις σε άλλες χώρες η εσωτερική διάβρωση σωλήνων, οδηγεί σε αποτυχία του συστήματος μόνο 18 μήνες μετά από την εγκατάσταση του.

Πολλά ζητήματα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός δικτύου τηλεθέρμανσης. Σε πολλές περιπτώσεις η επιλογή είναι μεταξύ των συστατικών που είναι φτηνά να αποκτηθούν και να εγκατασταθούν και των συστατικών που είναι ακριβότερα αρχικά αλλά φτηνότερα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους.

Η καλύτερη επιλογή εξαρτάται από την στρατηγική των εγκαταστάσεων, το ενεργειακό κόστος, τις προσδοκίες για τις ενεργειακές δαπάνες στο μέλλον και από τον αναμενόμενο χρόνο λειτουργίας και άλλα ζητήματα.

Όποια επιλογή γίνει θα επηρεάσει λίγο πολύ το δίκτυο. Δεν θα έχει κανένα νόημα να επιλεγθούν οι καλύτεροι σωλήνες όσον αφορά τη μόνωση για να μειωθεί η απώλεια θερμότητας, εάν παραλείπεται η κατεργασία του νερού για μείωση του κόστους επένδυσης. Με αυτόν τον τρόπο οι μονωμένοι και ακριβοί σωλήνες θα καταστραφούν σε μερικά έτη λόγω της κακής ποιότητας του νερού. Συνολικά όλο το δίκτυο πρέπει να εξεταστεί όταν επιλέγεται ένα σχέδιο εγκατάστασης.

Το κύριο σημείο είναι ότι η οικονομική βελτιστοποίηση δεν μπορεί να γίνει σε κάθε συστατικό ξεχωριστά χωρίς υποβολή ισχυρών εκτιμήσεων, διότι αυτό θα οδηγήσει σε υποβελτιστοποίηση ολόκληρου του δικτύου.

Για να έχουμε την καλύτερη οικονομική λύση, ολόκληρο το δίκτυο πρέπει να βελτιστοποιηθεί συνολικά. Μόνο από την κατοχή ενός δικτύου όπου όλα τα συστατικά είναι ισορροπημένα μπορούμε να βελτιστοποιήσουμε τα κέρδη μας.

5 ΠΩΣ ΕΞΑΣΦΑΛΙΖΕΤΑΙ Η ΜΑΚΡΟΖΩΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

5.1 Κατεργασία του νερού τηλεθέρμανσης

Ο Kristensen (2002) σε αυτό το άρθρο του προσπάθησε να συνοψίσει περισσότερο από 40 έτη εμπειρίας στην κατεργασία του νερού για τα συστήματα τηλεθέρμανσης. Η σύνοψη του δίνει ιδιαίτερη προσοχή στην σωστή κατεργασία του νερού προκειμένου να ικανοποιηθούν οι διπλές απαιτήσεις της ενεργειακής αποδοτικότητας και της μακροζωίας του συστήματος. Παρακάτω παρουσιάζονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα του άρθρου αυτού.

Κατά την κατασκευή του συστήματος, είναι δυνατό να αποτραπεί μια κατάσταση που μπορεί αργότερα να αναπτυχθεί σε σοβαρό πρόβλημα. Πριν τη διαδικασία της πλήρωσης του συστήματος, πρέπει να απομακρυνθούν προσεκτικά οι ακαθαρσίες και η άμμος που εντοπίζονται στο εσωτερικό των σωλήνων δεδομένου ότι αυτά τα συστατικά μπορούν να εισαγάγουν βακτηρίδια στο σύστημα.

5.1.1 Μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισης λάσπης στο σύστημα

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί κατάλληλα το νερό ενός κλειστού συστήματος τηλεθέρμανσης, το τροφοδοτούμενο νερό πρέπει να επεξεργαστεί εκ των προτέρων χρησιμοποιώντας ένα αποσκληρυντικό νερού, ένα σύστημα απομεταλλοποίησης ή ένα εργοστάσιο αντίστροφης όσμωσης.

Καθεμία από αυτές τις προφυλάξεις αφαιρεί τη σκληρότητα του νερού. Κατά συνέπεια, αποφεύγουμε την πρόσθεση νερού στο σύστημα που οδηγεί αργότερα στον σχηματισμό λάσπης. Το ακατέργαστο νερό μπορεί, εντούτοις, να εισαχθεί στο σύστημα μέσω της

διαρροής των δεξαμενών καυτού νερού. Σφάλματα κατά τη διάρκεια έλεγχου της καταργασίας του νερού μπορούν φυσικά να οδηγήσουν στην πρόσθεση σκληρού νερού στο σύστημα. Αυτά είναι τα κοινά λάθη που προκαλούν την αποφλοιώση στους λέβητες, στους εναλλάκτες θερμότητας και στους σωλήνες (βλέπε σχήμα 5.1). Ο σχηματισμός της λάσπης στο σύστημα προκαλεί άμεσα τη μείωση της αποδοτικότητας του συστήματος. Μόνο 1mm αποφλοιώσης αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας περισσότερο από 10%.

Η ύπαρξη της λάσπης σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης προκαλεί διάφορα ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Ανάλογα με την χημική επεξεργασία που έχει εκτελεσθεί, η λάσπη μπορεί να εμφανιστεί με τη μορφή μεγάλων ή μικρών κρυστάλλων, τα οποία είτε κυκλοφορούν στο σύστημα είτε κατακρημνίζονται. Η κυκλοφορία ενός κρυστάλλου στο σύστημα, αυξάνει την πιθανότητα βλάβης στις αντλίες και έχει επιπτώσεις ενδεχομένως στο κέλυφος των εναλλακτών θερμότητας, ενώ το κατακάθι εμφανίζεται στο κατώτατο σημείο των σωλήνων, στις αντλίες, στο κατώτατο σημείο των εναλλακτών θερμότητας και προκαλεί προβλήματα στις βαλβίδες και στα θερμαντικά σώματα. Τα κατακάθια μπορούν να προκαλέσουν πολλές δυσλειτουργίες (παραδείγματος χάριν στις θερμοστατικές βαλβίδες), αλλά το κύριο πρόβλημα είναι η διάβρωση, διότι καλύπτει τη διάβρωση που εμφανίζεται κάτω από την στρώση της λάσπης. Αυτό το είδος διάβρωσης μπορεί να διαβρώσει το υλικό από μέσα προς τα έξω κατά τη διάρκεια του χρόνου.



Σχήμα 5-1 . Αποφλοιώση του σωλήνα τηλεθέρμανσης λόγω της πλήρωσής του με ακατέργαστο νερό (Kristensen, 2002).

Στα Δανικά συστήματα τηλεθέρμανσης, η μέση εκτίμηση απώλειας νερού είναι κάτω από 0,15% ανά ημέρα του συνολικού όγκου στο σύστημα. Ο κύριος λόγος για τον χαμηλό αυτό αριθμό βασίζεται στο γεγονός ότι τα Δανικά συστήματα τηλεθέρμανσης λειτουργούν 365 ημέρες ετησίως, δηλ. το νερό βρίσκεται σε συνεχή κυκλοφορία. Σε ένα σύστημα όπου η κυκλοφορία του νερού σταματά στο τέλος της εποχής θέρμανσης, η λάσπη κατακρημνίζεται φυσικά στο κατώτατο σημείο των σωλήνων δημιουργώντας μεγαλύτερη απειλή για τους σωλήνες του συστήματος διανομής υπό τη μορφή σοβαρών ανοιγμάτων στο κατώτατο σημείο των σωλήνων.

5.1.2 Η φυσική πρόληψη της διάβρωσης

Όταν προστίθεται νερό σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης και θερμαίνεται, έπειτα, ο σίδηρος και το νερό αντιδρούν και δημιουργούν ένα στρώμα διάβρωσης που προστατεύει τον μαγνητίτη. Αυτό είναι ένα κοινό φαινόμενο, αλλά είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι το στρώμα του μαγνητίτη θα παραμένει στην επιφάνεια του σιδήρου και για αυτόν τον λόγο η τιμή του PH του νερού κυκλοφορίας είναι μεγάλης σπουδαιότητας. Συστήνεται να ρυθμιστεί η τιμή του PH του νερού κυκλοφορίας μεταξύ σε 9,6 και 10,0. Αυτή η σύσταση είναι η προτεινόμενη για να προστατεύσουν την

μεμβράνη του μαγνητίτη. Όταν η τιμή του PH είναι χαμηλή τα μαγνητιπηκά κρύσταλλα αποσυνδέονται από την επιφάνεια του σιδήρου και εισέρχονται στην κυκλοφορία. Αυτά τα μαγνητιπηκά κρύσταλλα σιδήρου έχουν δυσάρεστη επίδραση στο σύστημα, διαβρώνοντας τους εναλλάκτες θερμότητας, τις αντλίες και τους σωλήνες και φυσικά αυτή η "μαύρη λάσπη" έχει τις ανεπιθύμητες ιδιότητες της λάσπης γενικά.

Το σύστημα τηλεθέρμανσης πρέπει πάντα να έχει ένα φίλτρο νερού ως μηχανική προφύλαξη. Πέντε έως οκτώ τοις εκατό του επιστρεφόμενου νερού αντλείται συνεχώς μέσω ενός φίλτρου όπου ένας μαγνήτης αφαιρεί τα λεπτά σωματίδια σιδήρου και το νερό εισέρχεται διαμέσου μιας σακούλας φίλτρου (filter bag) όπου η λάσπη αφαιρείται. Οι σακούλες φίλτρων μπορούν να δεσμεύσουν σωματίδια μεγέθους από 1 έως 100 micro.

Ο μαγνητίτης μπορεί στην καλύτερη περίπτωση να συγκριθεί με το χρώμα. Στις εξωτερικές κατασκευές χάλυβα, κάποιος χρωματίζει τον σίδηρο για να τον προστατεύσει από την διάβρωση. Στα συστήματα τηλεθέρμανσης στρώσεις μαγνητίτη σχηματίζονται σε επιφάνειες όπου κυκλοφορεί νερό. Είναι σαφές ότι πρέπει να διατηρηθεί αυτό το στρώμα μαγνητίτη άθικτο, δεδομένου ότι τα ανοίγματα στα μαγνητιπηκά στρώματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το οξυγόνο έχει άμεση πρόσβαση στον σίδηρο, το οποίο οδηγεί σε διάβρωση. Κατά συνέπεια μια περαιτέρω χημική κατεργασία του νερού είναι πολύ σημαντική, δεδομένου ότι αυτή η εσωτερική επεξεργασία εξασφαλίζει ότι το νερό κυκλοφορίας διατηρεί τους κανόνες που εγγυώνται την μακροζωία του συστήματος.

5.1.3 Σημαντικός ο έλεγχος του PH του νερού κυκλοφορίας

Τα χημικά συστατικά της κατεργασίας του νερού πρέπει να εξασφαλίζουν ότι η τιμή του PH του κατεργασμένου νερού θα αυξάνεται περίπου από το 7,5 σε 9,8 που είναι η τιμή του PH του νερού κυκλοφορίας. Για αυτόν τον λόγο, μια λύση είναι η χρησιμοποίηση του υδροξειδίου του νατρίου. Η προσθήκη του τριφωσφορικού νατρίου είναι μια άλλη επιλογή, αλλά πρέπει να δοθεί η κατάλληλη προσοχή όταν εισάγουμε το ακατέργαστο

νερό στο σύστημα, διότι το ακατέργαστο νερό και το φωσφορικό αλάτι αντιδρούν και σχηματίζουν βαριά κρύσταλλα φωσφορικού άλατος που κυκλοφορούν με δυσκολία, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να αφαιρεθούν με το μερικό σύστημα φιλτραρίσματος. Μια αύξηση στο PH μπορεί επίσης να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας αμμωνία, αλλά πρέπει να γίνει προσεκτικά δεδομένου ότι και η πιο μικροσκοπική παρουσία οξυγόνου θα επιταχύνει τη διάβρωση των τμημάτων χαλκού και ορείχαλκου. Κατά συνέπεια, οι πρόσθετες ουσίες που αναπτύσσουν την αμμωνία και επομένως αυξάνουν την συγκέντρωση αμμωνίας στο νερό πρέπει να αποφεύγονται.

5.1.4 Αποβολή του οξυγόνου

Υπάρχει πάντα ένας κίνδυνος εισαγωγής οξυγόνου στο σύστημα. Το κατεργασμένο εισερχόμενο νερό (feed-water) περιέχει 10 ως 12 mg οξυγόνου ανά λίτρο και η γενική σύσταση είναι ότι το νερό πρέπει να εξαεριστεί πριν προστεθεί στο σύστημα. Επίσης είναι απαραίτητο να δεσμευθεί το οξυγόνο με χημικά μέσα. Υπάρχουν διάφορες χημικές ουσίες δεσμεύσεων οξυγόνου στην αγορά. Για πολλά έτη η υδροζίνη χρησιμοποιήθηκε ως η καλύτερη λύση. Από το 1982 η χρήση αυτού του προϊόντος απαγορεύθηκε στα Δανικά συστήματα τηλεθέρμανσης. Το θειικό νάτριο προτάθηκε αλλά αποδείχθηκε ότι αποτελεί μια θρεπτική ουσία στα βακτηρίδια που ελαττώνουν το θείο. Αντί αυτού, η βιομηχανία στράφηκε σε οργανικούς δεσμευτήρες (binders) οξυγόνου. Το ασκορβικό οξύ και οι τανίνες έχουν προταθεί ως οι καλύτερες και πιο αποδοτικές λύσεις στο πρόβλημα αυτό. Εάν το νερό έχει εξαεριστεί, η προσθήκη ενός οδοκαθαριστή οξυγόνου θα είναι μια προστασία ενάντια σε οποιοδήποτε ποσότητα οξυγόνου που εισάγεται στο σύστημα.

Κάποιος μπορεί να επεκτείνει την χημική επεξεργασία και να προσθέσει ανασταλτικούς παράγοντες αφρού, διαλυτικά λάσπης και προμιγμένα προϊόντα που έχουν το πλεονέκτημα ελέγχου της προσθήκης των χημικών ουσιών χρησιμοποιώντας μια αυτόματη συσκευή ελέγχου PH.

5.1.5 Οι Δανικές συστάσεις για το νερό τηλεθέρμανσης

Το 1999, τα Δανικά πρότυπα για το νερό τηλεθέρμανσης τροποποιήθηκαν και σήμερα συστήνεται η επεξεργασία εκ των προτέρων του εισερχόμενου νερού ώστε η τιμή του pH να είναι 9,8 πριν από την προσθήκη του νερού στην κυκλοφορία. Αυτό συστήνεται προκειμένου να αποφευχθεί η διάβρωση στο σημείο της προσθήκης και η συστολή των σωλήνων που ακολουθεί πριν από την πλήρη ανάμειξη του εισερχόμενου νερού κυκλοφορίας (σχήμα 5.2).



Σχήμα 5-2 . Διάβρωση λόγω της χαμηλής τιμής του pH και υψηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο στο εισερχόμενο νερό (Kristensen, 2002).

Οι εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης αποτελούνται από πολλά διαφορετικά υλικά: χάλυβα, χαλκό, ορείχαλκο, ανοξείδωτο χάλυβα, και πλαστικό. Για αυτό τον λόγο κατά την καταργασία του νερού πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και τα διαφορετικά αυτά υλικά. Το αργίλιο σκόπιμα δεν αναφέρθηκε καθόλου, αν και το υλικό αυτό χρησιμοποιείται σε διάφορα συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ανατολική Ευρώπη. Η επίδραση του αργιλίου σε ένα σύστημα προκαλεί μια αντιφατική επίπτωση μεταξύ της καλύτερης επεξεργασίας για το αργίλιο (ελάχιστη διάβρωση στην τιμή του pH 8,7 και ισχυρή διάβρωση στην τιμή

9,0 ή ανωτέρω) ή για την καλύτερη επεξεργασία του χάλυβα (όπου η τιμή του PH θα πρέπει να είναι πάνω από 9.6).

Κατά συνέπεια, δεν είναι δυνατό να καθιερωθεί ένα πρόγραμμα κατεργασίας νερού που επεξεργάζεται ταυτόχρονα το αργίλιο και τον χάλυβα.

Η τιμή του PH δεν πρέπει ποτέ να υπερβεί το 10,0. Επάνω από αυτήν την τιμή, πραγματοποιείται η έκπλιση (washed-out) του ψευδαργύρου από τον ορείχαλκο (σχήμα 5.3), και έτσι το 10,0 τίθεται ως ανώτερο όριο για την τιμή του PH.



Σχήμα 5-3 . Έκπλιση του μορίου ψευδαργύρου από τον ορείχαλκο λόγω της υψηλής τιμής του PH (Kristensen, 2002).

5.1.6 Οι πιο κοινές μορφές διάβρωσης

Η πιο κοινή μορφή διάβρωσης σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης είναι η κάλυψη επάνω στη διάβρωση, όπου η λάσπη έχει κατακρημνιστεί στην επιφάνεια του σιδήρου και το αποτέλεσμα είναι διάβρωση μέσω του μετάλλου. Το οξυγόνο είναι ένας ζωτικής σημασίας παράγοντας και υπολογίζεται ότι το 70 τοις εκατό των μορφών διάβρωσης μπορούν να αποδοθούν στο οξυγόνο. Μια άλλη κοινή μορφή διάβρωσης εμφανίζεται

παράδειγματος χάριν στην συγκέντρωση χαλκού σε σημεία του συστήματος (copper spot) όπου ο μεταλλικός χαλκός κατακάθεται (precipitated) στον σίδηρο (σχήμα 5.4). Ακόμη και ένα μικρό ποσό οξυγόνου οδηγεί στην έναρξη της διάβρωσης που δημιουργεί ανοίγματα μέσα στο μέταλλο. Είναι σημαντικό να ελεγχθεί η τιμή του ΡΗ. Εάν η τιμή του ΡΗ αυξηθεί, ο ορείχαλκος αλλοιώνεται και έχει ως αποτέλεσμα πολλές βαλβίδες να διαρρέυσουν κατά τη διάρκεια των ετών. Η περιοδική δοκιμή της περιεκτικότητας σε οξυγόνο εξασφαλίζει ότι τα μέρη του χαλκού δεν επιδεινώνονται.



Σχήμα 5-4 . Διάβρωση προκαλούμενη από το κατακάθι χαλκού σε συνδυασμό με το οξυγόνο, την πολύ χαμηλή κυκλοφορία και τη λήψη στον σωλήνα (Kristensen, 2002).

Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι όσο χαμηλότερη συγκέντρωση άλατος έχουμε στο νερό κυκλοφορίας τηλεθέρμανσης, τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος διάβρωσης. Παραπάνω αναφέρθηκαν τρεις τρόποι κατεργασίας του νερού: αποσκληρυντικό νερού, απομεταλλοποίηση και αντίστροφη όσμωση. Τα δύο τελευταία χρησιμοποιούνται όταν το σύστημα αποτελείται από ανοξειδωτο χάλυβα. Είναι πολύ σημαντικό να είναι γνωστό

το περιεχόμενο του χλωριδίου στο νερό, που συνδέεται με την θερμοκρασία του νερού, κατά την απόφαση ποιας ποιότητας του ανοξειδωτού χάλυβα θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημα τηλεθέρμανσης. Παραδείγματος χάριν, όταν χρησιμοποιείται ανοξειδωτός χάλυβας ποιότητας AISI 316, το περιεχόμενο του χλωριδίου δεν πρέπει να υπερβεί τα 7,0 mg/l, εάν η θερμοκρασία είναι επάνω από τους 108 βαθμούς Κελσίου. Εάν αυτές οι τιμές ξεπερνιούνται, η τάση προς διάβρωση θα έχει αμετάβλητο αποτέλεσμα. Ανεπιτυχείς προσπάθειες έχουν γίνει για τη χρήση του ανοξειδωτού χάλυβα στους εναλλάκτες θερμότητας και στους σωλήνες ατμού με θερμοκρασία 400 βαθμών Κελσίου. Η συνέπεια ήταν γρήγορη διάβρωση. Ο ανοξειδωτός χάλυβας είναι απλά ένα ακατάλληλο υλικό για αυτήν την χρήση.

Κατά συνέπεια, η χρήση της απομεταλλοποίησης ή η αντίστροφη όσμωση των συστημάτων εισερχόμενου νερού πρέπει να ελεγχθεί προσεκτικά για τεχνικούς λόγους, καθώς μειώνει την περιεκτικότητα σε χλωρίδιο.

Από την πλευρά των καταναλωτών το πιο κοινό πρόβλημα είναι διάβρωση των θερμαντικών σωμάτων, ένας τύπος διάβρωσης που εμφανίζεται συνήθως στο κατώτατο σημείο του θερμαντικού σώματος. Μέσα στο θερμαντικό σώμα, η κυκλοφορία είναι συνήθως αργή και συχνά το θερμαντικό σώμα διαιρείται ακόμα και σε καυτό και κρύο τμήμα. Οποιαδήποτε εμφάνιση λάσπης, μαγνητίτη, άμμου ή άλλων υλικών εμφανίζονται στην κυκλοφορία κατακρημνίζονται στο κρύο τμήμα του θερμαντικού σώματος (το κατώτατο σημείο) και κάτω από αυτό το στρώμα δημιουργείται η διάβρωση. Στο κατώτατο σημείο του θερμαντικού σώματος, τα βακτηρίδια έχουν τις βέλτιστες συνθήκες διαβίωσης και εάν αναπτυχθούν στο σημείο αυτό η τιμή του PH στο κατώτατο σημείο του θερμαντικού σώματος μπορεί να μειωθεί σε 3-4. Αυτό θα χαλαρώσει το μαγνητιτικό στρώμα, και ο σίδηρος θα είναι απροστάτευτος (σχήμα 5.5) και συνεπώς θα διαβρωθεί. Κατά συνέπεια, η διάρκεια ζωής ενός θερμαντικού σώματος μπορεί να ποικίλει μεταξύ από 1 ως 50 έτη ανάλογα με τα ιζήματα. Ένα εγκατεστημένο σύστημα φιλτραρίσματος νερού θα ανακουφίσει μερικώς αυτήν την κατάσταση.



Σχήμα 5-5 . Διάβρωση σε σωλήνες κυκλοφορίας ατμού προκαλούμενη από μικροβιολογική επίθεση (Kristensen, 2002).

Τα μικρότερα συστήματα τηλεθέρμανσης και τα συστήματα διανομής χρησιμοποιούν συνήθως αποσκληρυντικό νερού, ενώ τα μεγάλα συστήματα μεταφοράς χρησιμοποιούν το σύστημα απομεταλλοποίησης. Σε συνδυασμό με τη σωστή κατεργασία του νερού και το φιλτράρισμα του νερού, εξασφαλίζεται μια μακροχρόνια ζωή του συστήματος. Περίπου 50 έτη είναι ένας ρεαλιστικός στόχος.

5.1.7 Συστάσεις

Πάντα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι το νερό που προστίθεται στο σύστημα τηλεθέρμανσης θα έχει αποσκληρυνθεί ή θα έχει υποστεί απομεταλλοποίηση, δεδομένου ότι αυτό αποτρέπει τον σχηματισμό λάσπης. Να ρυθμίζεται η τιμή του PH του εισερχόμενου νερού σε 9,8, και να διατηρείται συνεχής έλεγχος της τιμής του PH για να εξασφαλίζεται ότι παραμένει μέσα στα όρια γύρω από την τιμή του PH 9.8 και να αλλάζονται ή να καθαρίζονται οι σακούλες φίλτρου στα συστήματα φιλτραρίσματος όταν η διαφορά πίεσης υπερβαίνει το 1 bar. Να ελέγχεται το περιεχόμενο του οξυγόνου στο σύστημα τακτικά και να διατηρείται η περιεκτικότητα του οξυγόνου κοντά στο μηδέν με την προσθήκη των κατάλληλων χημικών ουσιών. Τακτικά να υπολογίζεται ο κίνδυνος του οξυγόνου που εισάγεται στο σύστημα και να πραγματοποιούνται οι απαραίτητες διορθώσεις.

5.1.8 Καθοδική προστασία

Η καθοδική προστασία αποτελεί αντιδιαβρωτική μέθοδο για τις σωληνώσεις που τοποθετούνται μέσα στο έδαφος. Σε αυτές τις περιπτώσεις η διάβρωση προκαλείται από τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος μεταξύ δύο περιοχών του αγωγού με διαφορετικό ηλεκτρικό δυναμικό (τάση) διαμέσου του εδάφους, το οποίο παίζει το ρόλο του ηλεκτρολύτη. Η περιοχή του αγωγού που διαβρώνεται είναι η περιοχή που λειτουργεί ως άνοδος. Για το λόγο αυτό η καθοδική προστασία συνίσταται στην τοποθέτηση ανόδων εντός του εδάφους και τη μετατροπή ολόκληρης της σωλήνωσης σε κάθοδο. Παρακάτω φαίνονται δύο σχήματα που απεικονίζουν τη διάβρωση του σωλήνα.



Σχήμα 5-6 . Διαβρωμένος σωλήνας ΔΕΥΑΚ (2004)



Σχήμα 5-7 . Διαβρωμένος σωλήνας ΔΕΥΑΚ (2004)

Η ένταση των ρευμάτων διάβρωσης για μια δεδομένη τιμή διαφοράς δυναμικού μεταξύ δύο ηλεκτροδίων εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Την αγωγιμότητα του εδάφους η οποία εξαρτάται με τη σειρά της από τη θερμοκρασία / την υγρασία και τη συγκέντρωση αλάτων.
- Τη χημική σύσταση του εδάφους ή διαφορετικά το είδος των αλάτων που το έδαφος περιέχει.
- Την απόσταση μεταξύ ανόδου και καθόδου η οποία καθ' όσο μικραίνει εντείνει το πρόβλημα της διάβρωσης.
- Την σχετική επιφάνεια της ανόδου και καθόδου, η οποία είναι αντιστρόφως ανάλογη με το βάθος προχώρησης της διάβρωσης.
- Την προστασία της ανόδου και καθόδου με κατάλληλες επικαλύψεις.

Επειδή η απαιτήσις ηλεκτρικής ισχύος για ένα σύστημα καθοδικής προστασίας είναι περιορισμένες, η κατασκευή τέτοιων συστημάτων που χρησιμοποιούν ως ενεργειακή

πηγή των ήλιο είναι πλέον ενδεδειγμένη κυρίως αν ο αγωγός περνά από ερημικές περιοχές που βρίσκονται μακριά από υφιστάμενα δίκτυα διανομής ηλεκτρικού ρεύματος. Ένα τέτοιο σύστημα καθοδικής προστασίας, αποτελούμενο από 150 ανόδους, έχει τοποθετηθεί κατά μήκος του αγωγού Sarir - Tobruk στη Λιβύη ο οποίος έχει μήκος 480 km και διάμετρο 32 ίντσες. Κάθε άνοδος αποτελείται ουσιαστικά από μια συστοιχία ανόδων που διαθέτουν πολλαπλούς δέκτες ηλιακής ακτινοβολίας, τοποθετημένους με κλίση 54° προς το νότο, και μια μπαταρία μολύβδου 200 Ah, η οποία παρέχει αποθέματα ισχύος για λειτουργία 10 ημερών.

5.2 Καθαρισμός των σωλήνων

Κατά την συναρμολόγησή και τη συγκόλληση των σωλήνων εκτός του σκάμματος, αλλά και πριν την τοποθέτησή τους εντός του σκάμματος, πρέπει να καθαρίζονται εσωτερικά με μεγάλη προσοχή. Για την εξασφάλιση της καθαρότητας των σωλήνων εσωτερικά, γίνονται δύο διαδοχικοί καθαρισμοί. Οι καθαρισμοί πρέπει να πραγματοποιούνται πριν την τοποθέτηση των σωλήνων στο όρυγμα. Συγκεκριμένα καθαρίζεται κάθε τεμάχιο σωλήνα που πρόκειται να συγκολληθεί (1^{ος} καθαρισμός).

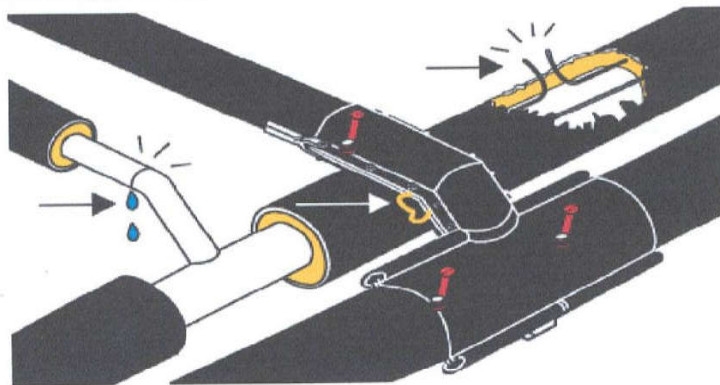
Επίσης καθαρίζονται τα ολοκληρωμένα - εκτός του ορύγματος - μήκη σωλήνων πριν την τοποθέτησή τους στο όρυγμα (2^{ος} καθαρισμός). Οι καθαρισμοί αυτοί γίνονται με τη χρήση ειδικών τεμαχίων καθαρισμού διαμέτρου ίσης με την εσωτερική διάμετρο του σωλήνα (γουρουνάκια - οβίδες - βούρτσες), τα οποία έλκονται με τη χρήση σχοινιού ή συρματόσχοινου και διέρχονται με τον τρόπο αυτό μέσα από τους σωλήνες - πρώτη φορά πριν την συγκόλληση και τη δεύτερη φορά μετά τη συγκόλληση - ενός μεγάλου τμήματος. Τα τεμάχια καθαρισμού θα είναι κατάλληλα για την αφαίρεση όχι μόνο μεγάλων στερεών αντικειμένων αλλά και ψιλής άμμου με διάμετρο ίση ή μεγαλύτερη του 0,5mm. Για το λόγο αυτό πρέπει να εφαρμόζουν ακριβώς στην εσωτερική διάμετρο των σωλήνων.

Κατά την τοποθέτηση τμήματος σωλήνων μέσα στο όρυγμα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην εισέλθουν από τα άκρα του τμήματος χώματα, πέτρες κλπ στο εσωτερικό των σωλήνων. Για το λόγο αυτό οι σωλήνες φέρουν σε όλες τις φάσεις διακίνησής τους τα πλαστικά προστατευτικά πώματα στα άκρα τους, τα οποία αφαιρούνται μόνο κατά την έναρξη της διαδικασίας της εντός του ορύγματος συγκόλλησης. Πριν τη συγκόλληση ελέγχονται οπτικά τα άκρα των σωλήνων και αφαιρούνται με το χέρι τυχόν στερεά αντικείμενα που πιθανά να υπάρχουν στο εσωτερικό των σωλήνων.

Η διαδικασία καθαρισμού των σωλήνων είναι πολύ σημαντική και θα πρέπει να εκτελείται με μεγάλη προσοχή για να αποφευχθούν προβλήματα διάβρωσης λόγω της ύπαρξης ακαθαρσιών όπως αναφέρεται παραπάνω.

5.3 Κατασκευή των ενώσεων

Εμπειρικές έχουν δείξει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό διαρροών εμφανίζεται στα σημεία των ενώσεων (βλέπε σχήμα 5.8)



Σχήμα 5-8 . Αναπαράσταση των πιθανών σημείων βλάβης (κόψιμο καλωδίου, εμφάνιση υγρασίας και το κράκ) (ALSTOM POWER Flow Systems)

5.3.1 Θερμική προένταση

Το κόψιμο του καλωδίου και το κράκ μπορούν να περιοριστούν με τη θερμική προένταση. Σκοπό έχει την επίτευξη εντατικών συνθηκών στους υπόγειους σωλήνες τέτοιων ώστε οι καταπονήσεις των σωλήνων λόγω θερμικών συστολοδιαστολών να είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται με ενέργειες και διαδικασίες που οδηγούν σε ουδέτερη εντατική κατάσταση των σωλήνων όταν η θερμοκρασία αυτών είναι η μέση θερμοκρασία λειτουργίας εδάφους (περίπου 55°C).

Η θερμική προένταση των σωλήνων του δικτύου μπορεί πραγματοποιηθεί με τη χρήση αντισταθμιστών εκκίνησης. Σύμφωνα με τη διαδικασία αυτή πρέπει να θερμανθούν οι σωλήνες του δικτύου, ώστε να διασταλούν αποκτώντας μήκος ίσο με το μήκος που θα αποκτούσαν εάν θερμαινόταν σε ανοικτό όρυγμα μέχρι τη μέση θερμοκρασία λειτουργίας - εδάφους (55°C) και θα διαστέλλονταν ελεύθερα. Τη διαστολή αυτή παραλαμβάνουν οι αντισταθμιστές εκκίνησης, οι οποίοι είναι κατάλληλα προσυμπιεσμένοι εκ των προτέρων, τερματίζουν όταν ολοκληρωθεί η επιθυμητή διαστολή στο δίκτυο και συγκολλούνται στη θέση αυτή, συμπεριφερόμενοι πλέον σαν απλοί σωλήνες. Η συγκεκριμένη μέθοδος θερμικής προέντασης χρησιμοποιείται για τον περιορισμό του χρόνου κατά τον οποίο τα ορύγματα θα παραμείνουν ανοιχτά. Η θέρμανση των σωλήνων του δικτύου γίνεται με κυκλοφορία θερμού νερού στην κατάλληλη θερμοκρασία.

5.3.2 Κατασκευή συγκολλήσεων

Κατά την εκτέλεση των συγκολλήσεων τηρούνται οι απαιτήσεις του προτύπου EN729-3 και να ισχύει το πρότυπο EN288. Οι κανόνες για την εκτέλεση των εργασιών συγκόλλησης είναι σύμφωνα με το πρότυπο EN1011.

Οι συγκολλήσεις εκτελούνται με ξηρές και ήπιες καιρικές συνθήκες. Σε αντίθετη περίπτωση η περιοχή εκτέλεσης της συγκόλλησης καλύπτεται με κατάλληλες τέντες, ώστε να προστατεύεται η συγκόλληση από βροχή, υγρασία, σκόνη και αέρα. Όλα τα τμήματα των αγωγών μεταξύ τους, συνδέονται με ηλεκτροσυγκόλληση. Γίνεται κατάλληλη επιλογή των σωλήνων, πριν τη συγκόλληση, ώστε να ταυτίζονται οι εξωτερικές τους διαμέτροι. Οι μέγιστες επιτρεπόμενες αποκλίσεις είναι 1 mm και όχι μεγαλύτερες από το 30% του πάχους. Οι προς συγκόλληση σωλήνες στερεώνονται και κεντραρίζονται μεταξύ τους, με χρήση κατάλληλων περιλαιμίων. Οι περιοχές της συγκόλλησης καθαρίζονται καλά με χαλύβδινες βούρτσες ή παρόμοιες. Το κεντράρισμα των σωλήνων γίνεται έτσι ώστε να αποφευχθεί η διασταύρωση ραφών, περιστρέφοντας κατάλληλα τους σωλήνες, αλλά και να ταιριαστούν οι εκκεντρότητες μεταξύ τους σύμφωνα με (ISO9330-2 και EN25817-6.5).

Οι σωλήνες είναι απαλλαγμένοι πλήρως από απομεινάρια μόνωσης πολυουρεθάνης, διότι σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 175°C η πολυουρεθάνη διασπάται και εκλύονται επιβλαβή για την υγεία του συγκολλητή αέρια. Οι επιφάνειες επίσης είναι απαλλαγμένες από σκουριές, χρώματα, λιπαντικά, σκόνη κλπ.

Πριν την έναρξη της συγκόλλησης ελέγχονται καλά οι σωλήνες για την ύπαρξη στερεών αντικειμένων (π.χ. χαλίκι) ή άμμου στο εσωτερικό αυτών και καθαρίζονται. Σε κάθε διακοπή των εργασιών ασφαρίζονται όλα τα ανοίγματα των σωλήνων με πλαστικά καλύμματα ή λαμαρίνα (με προσωρινή συγκόλληση).

Οι συγκολλήσεις δεν εκτελούνται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος μικρότερες των 5°C. Όλες οι συγκολλήσεις είναι της μορφής ν (για όλα τα πάχη >3mm), πάχους τουλάχιστον όσο το πάχος του τοιχώματος του αγωγού, με μορφή αρμού (προετοιμασία ραφής) σύμφωνα με το ISO6761.

Εφόσον οι συγκολλήσεις των σωλήνων εκτελεστούν σύμφωνα με τα παραπάνω μειώνονται οι πιθανότητες εμφάνισης υγρασίας στο σημείο της ένωσης και βέβαια όπου κριθεί απαραίτητο λαμβάνει μέρος και η θερμική προέντασή τους.

5.3.3 Κατασκευή των μονωτικών συνδέσμων (μούφες)

5.3.3.1 Απαραίτητες προϋποθέσεις για την μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των μουφών

Η κατασκευή της μούφας εξασφαλίζει τη μονιμότητα της σύνδεσης και τη στεγανότητα, με αποτέλεσμα τη μακροζωία του συστήματος. Το πρότυπο EN489 ισχύει για την κατασκευή της μούφας η οποία πραγματοποιείται μόνο από εξειδικευμένο προσωπικό το οποίο έχει εκπαιδευτεί κατάλληλα από τον προμηθευτή των υλικών των μονωτικών συνδέσμων.

Η κατασκευή των μουφών προγραμματίζεται με τρόπο που την ίδια ημέρα να τοποθετείται το περίβλημα, να γίνεται η δοκιμή στεγανότητας της μούφας και η έγχυση του αφρού της πολυουρεθάνης. Η περιοχή που πρόκειται να μονωθεί είναι καθαρισμένη καλά και έχει αφαιρεθεί κάθε ίχνος υγρασίας. Για την αποφυγή της ρύπανσης των υλικών που απαρτίζουν τη μούφα, παραμένουν αυτά συσκευασμένα μέχρι την στιγμή της χρησιμοποίησής τους. Όλες οι εργασίες εκτελούνται σε εντελώς ξηρό περιβάλλον. Το στέγνωμα της περιοχής γίνεται με χρήση συσκευής υγραερίου. Το περιβάλλον όρυγμα πρέπει να είναι στεγνό.

Εάν το περίβλημα των σωλήνων ή της μούφας είναι υγρά εξαιτίας βροχής κτλ, τότε τα υλικά προθερμαίνονται για την αφαίρεση της υγρασίας. Η προθέρμανση γίνεται μέχρι τους 35°C με τη βοήθεια φλόγας αερίου από (προπάνιο ή βουτάνιο). Αντίστοιχη προθέρμανση της μούφας και των περιβλημάτων των σωλήνων στην περιοχή τοποθέτησης γίνεται και στις περιπτώσεις που η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μικρότερη των 10°C.

Η εκτέλεση των εργασιών τοποθέτησης της μούφας διαιρούμενων κελυφών (shell joints) γίνεται με τρόπο που εξασφαλίζεται η σωστή τοποθέτηση, η σωστή εφαρμογή της στεγανοποιητικής μαστίχας, σωστή σύσφιγξη / προένταση των κοχλιών, ώστε να εξασφαλίζεται η στεγανότητα αλλά και η σταθεροποίηση της μούφας στην αρχική θέση κατά τις μετακινήσεις του σωλήνα στο έδαφος (συστολοδιαστολές).

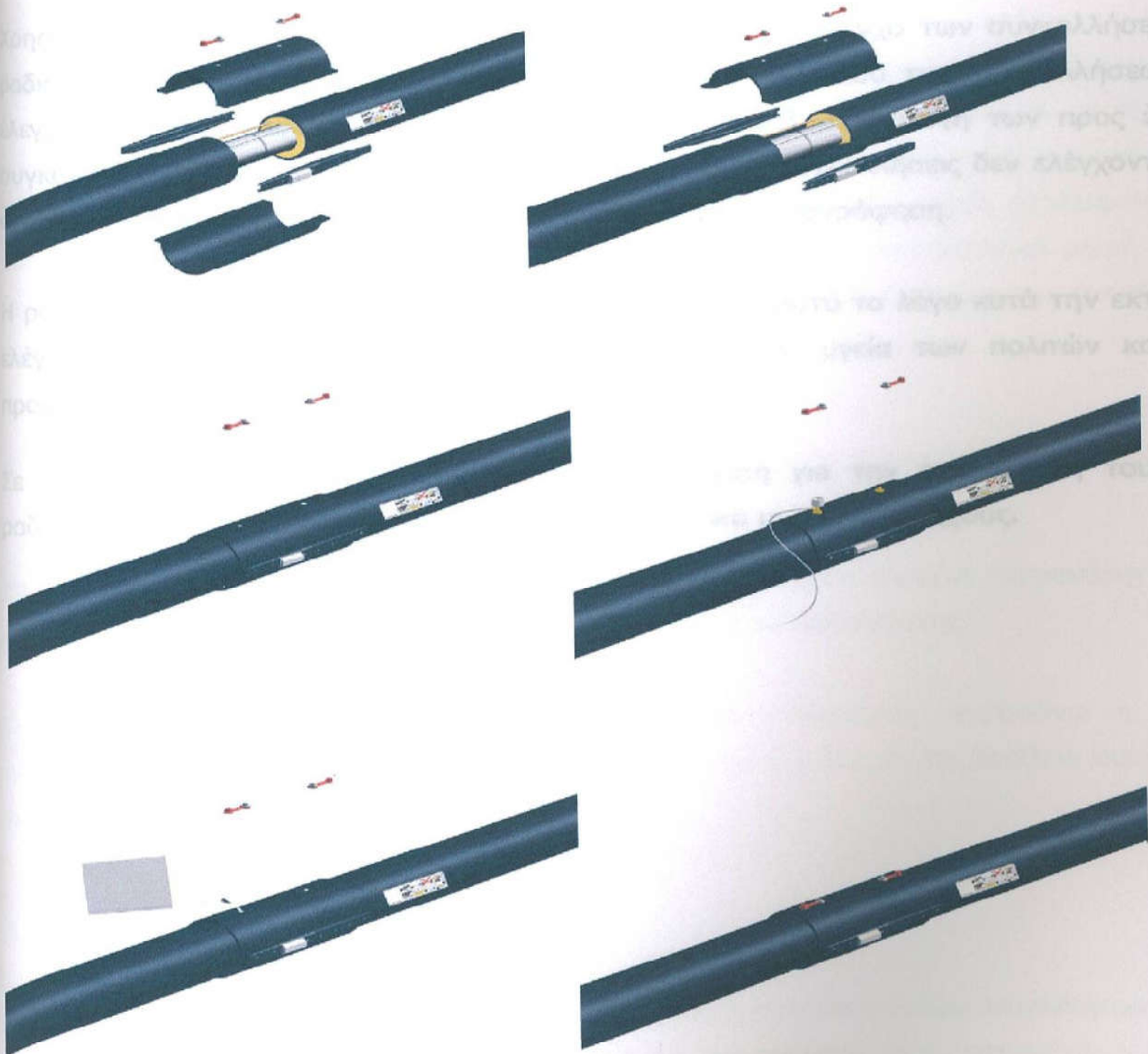
Η εκτέλεση των εργασιών τοποθέτησης της συγκολλούμενης μούφας (welded joints) γίνεται με τρόπο κατά τον οποίο εξασφαλίζεται η καθαρότητα των επιφανειών συγκόλλησης σύμφωνα και με τις οδηγίες του προμηθευτή, ικανή υπερκάλυψη των συγκολλούμενων επιφανειών, η αναγκαία πλαστικότητα των συγκολλούμενων επιφανειών με τη θέρμανση και η απαραίτητη πίεση και διάρκεια εφαρμογής για τη συγκόλληση με χρήση συσκευής ελέγχου, η μη καταπόνηση των συγκολλούμενων μερών πριν την ψύξη στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, η χρήση συσκευών ελέγχου της συγκόλλησης κατάλληλων και εγκεκριμένων από τον προμηθευτή των μονωτικών συνδέσμων.

Η εκτέλεση των εργασιών τοποθέτησης της συρρικνούμενης μούφας (shrunk joints) γίνεται με τρόπο που εξασφαλίζεται η καθαρότητα των επιφανειών συγκόλλησης σύμφωνα και με τις οδηγίες του προμηθευτή. Εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη προθέρμανση της μούφας, κάτι που απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.

Περιγραφή τοποθέτησης μονωτικού συνδέσμου (ALSTOM POWER Flow Systems)



ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΣΩΝ



5.4 Έλεγχος των ενώσεων

5.4.1 Έλεγχος ηλεκτροσυγκολλήσεων

Χρησιμοποιείται μια μη καταστροφική μέθοδος για τον έλεγχο των συγκολλήσεων, η ραδιογράφιση. Καλύπτει τουλάχιστον το 20% του συνόλου των συγκολλήσεων. Οι έλεγχοι αυτοί εκτελούνται σύμφωνα με το ISO1106-3. Η επιλογή των προς έλεγχο συγκολλήσεων γίνεται από τους υπευθύνους. Όποιες συγκολλήσεις δεν ελέγχονται για στεγανότητα και αντοχή ελέγχονται υποχρεωτικά με ραδιογράφιση.

Η ραδιογράφιση είναι μια επιβλαβής μέθοδος και για αυτό το λόγο κατά την εκτέλεση ελέγχων λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα για την υγεία των πολιτών και του προσωπικού.

Σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η πρόσβαση για την τοποθέτηση του φιλμ ραδιογράφισης ο έλεγχος διενεργείται με διεισδυτικά υγρά ή υπερήχους.

5.4.2 Δοκιμή στεγανότητας

Εφόσον ολοκληρωθεί ο έλεγχος των ραφών ηλεκτροσυγκολλήσεων ακολουθεί η δοκιμή στεγανότητας με αέρα τμήματος του δικτύου. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στο ότι η δοκιμή εκτελείται πριν την πρώτη πλήρωση των σωλήνων με νερό. Με κατάλληλες συσκευές απομονώνεται το υπό έλεγχο τμήμα του δικτύου και αυξάνεται η πίεση σε 0,2 bar με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων τύπων αεραντιών. Οι ραφές επαλείφονται με σαπουνόνερο και σε περίπτωση αφρίσματος εντοπίζεται η ελαττωματική ραφή. Μόνο όταν ολοκληρωθεί η δοκιμή στεγανότητας συνεχίζονται οι εργασίες για τοποθέτηση μουφών στα αμόνωτα σημεία.

5.4.3 Δοκιμή στεγανότητας και έλεγχος ποιότητας κατασκευής των μονωτικών συνδέσμων (μουφών)

Με την τοποθέτηση του μονωτικού περιβλήματος ξεκινάει ο έλεγχος στεγανότητας του περιβλήματος πριν βέβαια γίνει η έγχυση του αφρού πολυουρεθάνης.

Ο έλεγχος διενεργείται με τον ίδιο τρόπο που ελέγχθηκαν παραπάνω η ραφές ηλεκτροσυγκόλλησης, δηλαδή αύξηση της πίεσης σε 0,2 bar με τη βοήθεια αεραντίας και επάλειψη του περιβλήματος με σαπουνόνερο.

5.4.4 Υδραυλική δοκιμή

Μετά το πέρας όλων των εργασιών κατασκευής των μονωτικών συνδέσμων στους σωλήνες, την τοποθέτησή τους στο όρυγμα και την επίχωση τους, εκτελείται ο έλεγχος αντοχής των ραφών των συγκολλήσεων με επιβολή εσωτερικής υπερπίεσης, δηλαδή η υδραυλική δοκιμή του δικτύου.

Η υδραυλική δοκιμή, εφόσον εκτελούνται οι ραδιογραφήσεις και η δοκιμή στεγανότητας στο έργο, γίνεται συμπληρωματικά ώστε να εξασφαλιστεί ακόμη περισσότερο η ποιότητα και η αντοχή των κατασκευών. Εφόσον η δοκιμή αυτή εκτελείται μετά την επίχωση των σωλήνων, ο έλεγχος πιθανής διαρροής θα γίνεται μέσω του συστήματος ανίχνευσης διαρροών (Σ.Α.Δ.). Αυτό σημαίνει ότι προηγουμένως έχει δοκιμασθεί και ελεγχθεί η ορθότητα της κατασκευής του ΣΑΔ και δεν έχουν διαπιστωθεί ελλείψεις στο σύστημα. Επίσης όλα τα σημεία στα οποία έχει διαπιστωθεί από το ΣΑΔ μεγάλη ποσότητα υγρασίας υπόκεινται αντικατάσταση.

6 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ

6.1 Ακουστικές μέθοδοι εντοπισμού διαρροών

Κατά την έξοδο του νερού από την πηγή της διαρροής δημιουργείται χαρακτηριστικός ήχος. Η καταγραφή του ήχου αυτού αποτελεί τη βάση των μεθόδων εντοπισμού. Βέβαια στα δίκτυα τηλεθέρμανσης, στην περίπτωση που εμφανίζεται μια διαρροή που φτάνει στο σημείο να παράγει ήχο, ο εντοπισμός της διαρροής μπορεί να γίνει άμεσα σε πολλές περιπτώσεις, διότι εμφανίζεται ατμός πάνω στο οδόστρωμα. (βλέπε σχήμα 6.1 και 6.2)



Σχήμα 6-1 . ΔΕΥΑΚ (2004)



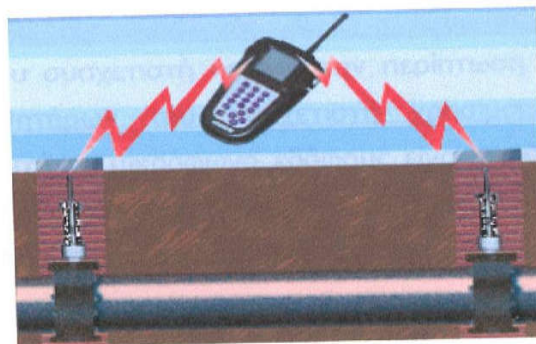
Σχήμα 6-2 . ΔΕΥΑΚ (2004)

6.1.1 Εξοπλισμός εντοπισμού

Ο εξοπλισμός εντοπισμού αποτελείται από μια πλήρη σειρά υπερσύγχρονων ηλεκτρονικών και μηχανικών οργάνων που συλλαμβάνουν, καταγράφουν και επεξεργάζονται τον ήχο.

6.1.1.1 Permalogs

Πρόκειται για τελευταίου τύπου καταγραφείς ήχου. Αποτελούνται από έναν ισχυρό αισθητήρα, μία συσκευή καταγραφής και έναν πομπό, ενσωματωμένα σε έναν μικροσκοπικό συμπαγή μηχανισμό με ανθεκτικό περίβλημα. Ο μηχανισμός διαθέτει ισχυρό μαγνήτη στη βάση του, που επιτρέπει την τοποθέτηση του κυρίως σε ενώσεις. Τα Permalogs παραμένουν διασκορπισμένα επί ημέρες σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις του δικτύου, εντοπίζοντας και καταγράφοντας θορύβους προερχόμενους από πιθανές διαρροές. Στη συνέχεια εκπέμπουν ένα προειδοποιητικό σήμα, ενημερώνοντας για την πιθανότητα ύπαρξης διαρροής στην περιοχή τοποθέτησης.



Σχήμα 6-3 . Permalog (A G Platt and N R Summers)

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται το Patroller, πρόκειται για έναν μικροϋπολογιστή με ενσωματωμένο δέκτη, ο οποίος λαμβάνει και αναλύει τα σήματα που εκπέμπουν τα Permalogs. Τα σήματα μεταφέρονται στη συνέχεια σε έναν υπολογιστή, όπου γίνεται περαιτέρω ανάλυση και επιλογή των θέσεων, όπου θα χρησιμοποιηθεί επί τόπου έλεγχος.

6.1.1.2 Ακουστική ράβδος

Πρόκειται για ένα απλό αλλά ιδιαίτερα σημαντικό μηχανικό ακουστικό προσαρμοσμένο σε μια μεταλλική ράβδο, που χρησιμοποιείται για την καταρχήν εκτίμηση ύπαρξης διαρροής κοντά σε κάποια θέση.

6.1.1.3 Συσχετιστής

Είναι το σημαντικότερο εργαλείο ακριβή εντοπισμού των διαρροών. Αποτελείται από έναν μικροϋπολογιστή εφοδιασμένο με πομποδέκτη και κατάλληλο λογισμικό και από δύο πανίσχυρους αισθητήρες ενσωματωμένους σε δύο πομπούς. Οι δύο αισθητήρες τοποθετούνται σε δικλίδες ή σε ορισμένα σημεία του δικτύου, εκατέρωθεν της πιθανής θέσης της διαρροής. Ο συσχετιστής είναι σε θέση να υπολογίσει την ακριβή θέση της διαρροής. Η ακρίβεια του υπολογισμού εξαρτάται από την ακρίβεια με την οποία είναι γνωστό το δίκτυο.

6.1.1.4 Ηλεκτρονικό μικρόφωνο εδάφους

Για την επιβεβαίωση του συσχετιστή και για την περίπτωση που δεν είναι εύκολη η τοποθέτηση των αισθητήρων του συσχετιστή χρησιμοποιείται το ηλεκτρονικό μικρόφωνο εδάφους. Αυτό το μικρόφωνο εδάφους είναι συνδεδεμένο με έναν ενισχυτή που διαθέτει κατάλληλα φίλτρα ώστε να απομονώνει τους ήχους πιθανών διαρροών. Με σάρωση της υπό έλεγχο περιοχής ο χειριστής είναι σε θέση να εντοπίσει την ακριβή θέση της διαρροής.

6.2 Μέτρηση θερμοκρασίας για τον εντοπισμό διαρροών

Και μόνο η μέτρηση της θερμοκρασίας επιφανειών είναι συχνά αρκετή για να διαπιστώσουμε προβλήματα. Η ασυνήθιστη άνοδος της θερμοκρασίας σε σημεία μιας επιφάνειας, εκτός των προβλεπόμενων ορίων, αποτελεί σαφή ένδειξη δυσλειτουργίας /

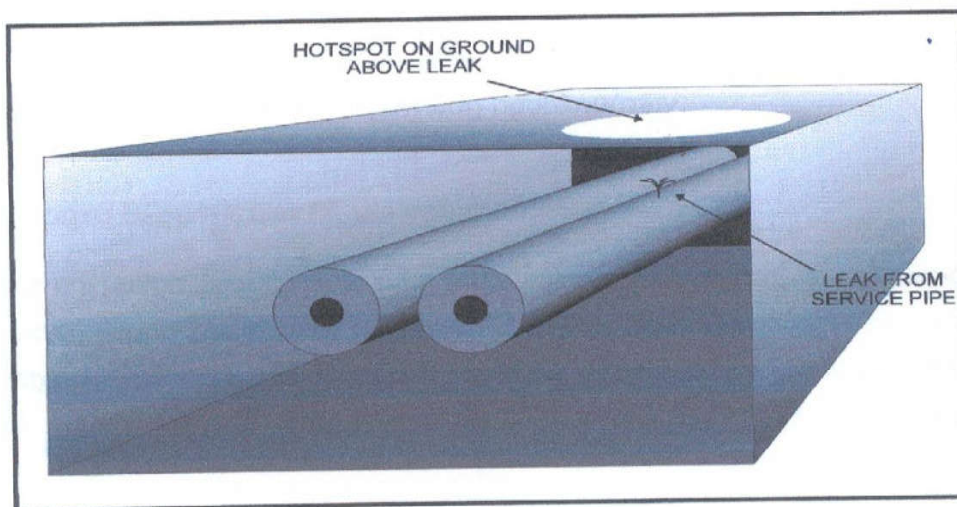
προβλήματος που υφίσταται την παρούσα χρονική στιγμή ή πρόκειται να παρουσιαστεί στο εγγύς μέλλον. Οι προγραμματισμένοι έλεγχοι θερμοκρασίας μας δείχνουν ακριβώς τα πιθανά ή υπάρχοντα προβλήματα και μας επιτρέπουν να διενεργήσουμε γρήγορα τις απαραίτητες επισκευές πριν η κατάσταση οδηγηθεί στο στάδιο καταστροφής του δικτύου.

6.2.1 Μέτρηση με επαφή ή Infrared

Υπάρχουν δύο τεχνολογίες για μέτρηση θερμοκρασίας σε επιφάνειες: Θερμόμετρα επαφής, γνωστά ως θερμοηλεκτρικά ζεύγη (thermocouples), ή υπέρυθρα θερμόμετρα μη-επαφής. Τα μειονεκτήματα των θερμομέτρων επαφής είναι ότι προκαλούν ζημιές στις επιφάνειες, απαιτούν χρόνο προσαρμογής στις θερμοκρασίες για να παρέχουν ακριβή ανάγνωση και έχουν σύντομη διάρκεια ζωής στα σκληρά και οξειδωτικά, υψηλής θερμοκρασίας περιβάλλοντα. Για την πλειοψηφία των βιομηχανικών και εμπορικών εφαρμογών, η χωρίς επαφή υπέρυθρη (IR) θερμομέτρηση είναι η καλύτερη επιλογή, δεδομένου ότι εξασφαλίζει ασφάλεια, ελαχιστοποιεί τα υλικά απόβλητα και οι έλεγχοι γίνονται πιο γρήγορα και πιο αποδοτικά. Αυτή η λύση επιτρέπει την ασφαλή, μη καταστρεπτική μέτρηση της θερμοκρασίας σε σημεία που είναι ευαίσθητα, κινούμενα, υψηλής τάσης, εξαιρετικά καυτά ή απρόσιτα.

Κάθε υλικό με θερμοκρασία μεγαλύτερη από το απόλυτο μηδέν εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία, λόγω της εσωτερικής κίνησης των μορίων του. Η ένταση αυτής της κίνησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του υλικού. Στοχεύοντας στο υλικό, το θερμόμετρο IR συλλέγει την εκπεμπόμενη υπέρυθρη ενέργεια που περνά στην ατμόσφαιρα και μέσω του οπτικού του συστήματος τη μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα που απεικονίζεται ως θερμοκρασιακό μέγεθος, είτε στην οθόνη της συσκευής είτε με μορφή πίνακα ή γραφικής παράστασης σε PC με χρήση λογισμικού. Το ηλεκτρικό αυτό σήμα, με μορφή αναλογικού σήματος (4...20mA, 0I10V κ.λπ.), μπορεί να μεταφερθεί σε οποιοδήποτε καταγραφικό ή μονάδα ελέγχου π.χ. PLC. Υπάρχουν διάφοροι αισθητήρες

IR που μπορούν να επιλεγούν για αξιόπιστες μετρήσεις στην παραγωγή, στο εργαστήριο και σε εμπορικές εφαρμογές. Επίσης, υπάρχουν σταθεροί online αισθητήρες και scanners θερμικών απεικονίσεων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για το συνεχή έλεγχο της θερμοκρασίας στα κρίσιμα σημεία του δικτύου. Από την άλλη, τα φορητά θερμόμετρα χρησιμοποιούνται κυρίως για τακτικούς και γρήγορους προληπτικούς και περιοδικούς ελέγχους σε όλες τις πιθανές εφαρμογές.



Σχήμα 6-4 . Εντοπισμός διαρροής σε υπόγειο κεντρικό αγωγό θέρμανσης με τη χρήση infrared thermography (Infratech)

6.2.2 Online έλεγχος θερμοκρασιών

Οι σταθεροί και σε απευθείας σύνδεση αισθητήρες IR, έχουν ενσωματωμένους μικροεπεξεργαστές, διπλής κατεύθυνσης ψηφιακές επικοινωνίες, αναλογικές και ψηφιακές εξόδους και λογισμικό ανάλυσης και ελέγχου για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση των προβλημάτων που ανακύπτουν στο δίκτυο. Επίσης, οι αισθητήρες μπορούν να συνδεθούν μέσω δικτύου, ελέγχοντας πολλά σημεία ταυτόχρονα, παρέχοντας, επίσης, τη δυνατότητα ενσωμάτωσής τους στα πιο συνήθη βιομηχανικά δίκτυα.

6.2.3 Η θερμική απεικόνιση ελέγχει την ορθή λειτουργία του δικτύου

Online scanners παρέχουν θερμικές απεικονίσεις των σωληνώσεων σε πραγματικό χρόνο και μπορούν να εγκατασταθούν σε στρατηγικά σημεία για στιγμιαία αναγνώριση θερμών ή ψυχρών σημείων. Το scanner συλλέγει την υπέρυθη ακτινοβολία από μια επιφάνεια που περνά κάτω από το οπτικό πεδίο του και παρουσιάζει τα στοιχεία αμέσως υπό μορφή επίπεδου θερμικού χάρτη θερμοκρασιών επιφανείας. Οι οπτικές πληροφορίες μας επιτρέπουν να καθορίσουμε εάν η το δίκτυο λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές και να αντιδράσουμε γρήγορα σε περίπτωση προβλημάτων.

6.2.4 Φορητά θερμόμετρα IR για γρήγορο έλεγχο

Τα φορητά υπέρυθρα θερμόμετρα είναι πολύ εύκολα στη χρήση, φωτογραφίζουμε και διαβάζουμε τη θερμοκρασία στην οθόνη. Ο έλεγχος μιας επιφάνειας με ένα θερμόμετρο IR μας δείχνει εύκολα τα «θερμά» και «ψυχρά» σημεία. Η χρήση λέιζερ βοηθά στον εντοπισμό μικρών στόχων από απόσταση, ακόμη και εκεί όπου ο φωτισμός είναι χαμηλός.

6.2.5 Φωτογράφιση θερμοκρασίας

Για αποτελεσματική τεκμηρίωση και πιστοποίηση, υπάρχουν φωτογραφικές μηχανές π.χ (το PhotoTemp MX6 της Raytek) που επιτρέπουν ταυτόχρονη μέτρηση θερμοκρασίας χωρίς επαφή και ψηφιακή φωτογράφιση. Οι εικόνες δείχνουν το ακριβές σημείο μέτρησης, τη θερμοκρασία, το χώρο, την ημερομηνία και την ώρα και την ένδειξη συναγερμού.

6.2.5.1 Οπτική απόδειξη των προβλημάτων

Μέχρι και 100 εικόνες μπορούν να αποθηκευτούν στο PhotoTemp και να φορτωθούν μέσω μιας απλής σύνδεσης USB σε ένα PC για ανάλυση, δημιουργία report και εισαγωγή σε e-mail. Τοποθετημένο σε τρίποδο, το PhotoTemp μπορεί να παρατηρεί ένα στόχο για

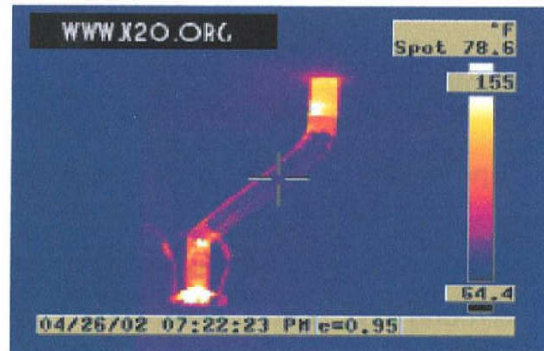
για μια χρονική περίοδο. Υψηλοί και χαμηλοί συναγερμοί μπορούν να τεθούν, ώστε η υπέρβαση των προδιαγραφών να αποτυπωθεί φωτογραφικά και θερμοκρασιακά στον ακριβή χρόνο.

6.2.6 Θερμική απεικόνιση με κάμερα

Ένας άλλος τύπος φορητού υπέρυθρου εργαλείου μέτρησης θερμοκρασίας που χρησιμοποιείται, στην προληπτική συντήρηση και στα ζητήματα ασφάλειας είναι η φωτογραφική μηχανή θερμικής απεικόνισης (θερμοκάμερα).



Σχήμα 6-5 . Θερμοκάμερα



Σχήμα 6-6 . IRcam image of pipe network flow/integrity analysis

Αντί να παρέχουν μια απλή ανάγνωση θερμοκρασίας, αυτά τα όργανα παράγουν μια ζωηρόχρωμη εικόνα της επιφάνειας, η οποία απεικονίζει τις θερμοκρασιακές διαφορές της προς έλεγχο επιφάνειας, παρουσιάζοντας αμέσως τα «θερμά» και «ψυχρά» σημεία. Παρέχουν ταυτόχρονα λεπτομερή θερμική απεικόνιση και ακριβή μέτρηση της θερμοκρασίας σε πραγματικό χρόνο (real-time). Ένας τέτοιος τύπος θερμοκάμερας είναι π.χ (το Thermoview Ti30 της Raytek), που παρέχει:

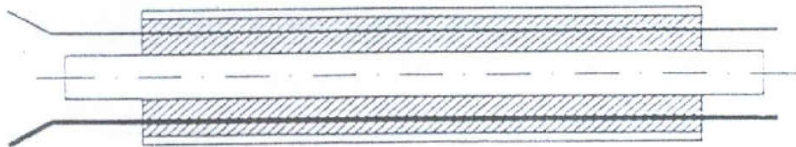
- Εξαιρετική ευκολία στη χρήση
- Δυνατότητα αποθήκευσης 100 εικόνων και δεδομένων στη μνήμη με εύκολη μεταφορά τους σε Η/Υ
- Φιλικό προς τον χρήστη λογισμικό για ανάλυση και αυτόματη έκδοση αναφορών.

Η τεχνολογία της μέτρησης / απεικόνισης θερμοκρασίας επιφανειών από απόσταση (χωρίς επαφή) είναι μια μέθοδος η οποία σταδιακά χρησιμοποιείται από όλο και περισσότερες βιομηχανίες, βιοτεχνίες και παραγωγικές μονάδες. Τα παραδοσιακά όργανα, τα θερμόμετρα επαφής (θερμοζεύγη), σταδιακά αντικαθίστανται από όργανα τεχνολογίας υπερέυθρων. Οι εφαρμογές των οπτικών πυρομέτρων είναι ατελείωτες και καθημερινά «ανακαλύπτονται» και άλλες χρήσεις τους. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι εκτός από προληπτική συντήρηση, διάγνωση προβλημάτων, σήμερα, τα εν λόγω όργανα, βρίσκουν επίσης εφαρμογή στην: Ιατρική, Συντήρηση κτιρίων Αγροτικό τομέα κ.λ.π.

6.3 Μέθοδος εντοπισμού διακοπής του καλωδίου

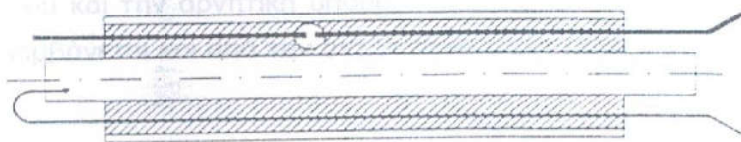
Με τη μέτρηση χωρητικότητας μπορεί να εντοπιστεί η διακοπή του καλωδίου σε σωλήνες μεγάλου μήκους. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στο γεγονός ότι η χωρητικότητα του καλωδίου και του σωλήνα είναι ανάλογη με το μήκος του σωλήνα. Η εμπειρία έχει δείξει ότι η χωρητικότητα του καλωδίου που έχει υποστεί διακοπή ταυτίζεται με τα αποτελέσματα του test χωρητικότητας.

Για τη μέτρηση χρησιμοποιείται ψηφιακό όργανο για μεγαλύτερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Το κατώτερο όριο των μετρήσεων είναι 200pF και το ανώτερο 200nF. Κατά την εκτέλεση της μέτρησης η θέση και το μήκος του σωλήνα στον οποίο εμφανίζεται διακοπή του καλωδίου του πρέπει να είναι γνωστά. Επίσης στα καλώδια και στην μόνωση δεν πρέπει να υπάρχει η παραμικρή εμφάνιση υγρασίας. Οι άκρες των καλωδίων που μετρούνται δεν πρέπει να συνδέονται. (βλέπε σχήμα 6.7)



Σχήμα 6-7 . Τα άκρα των καλωδίων

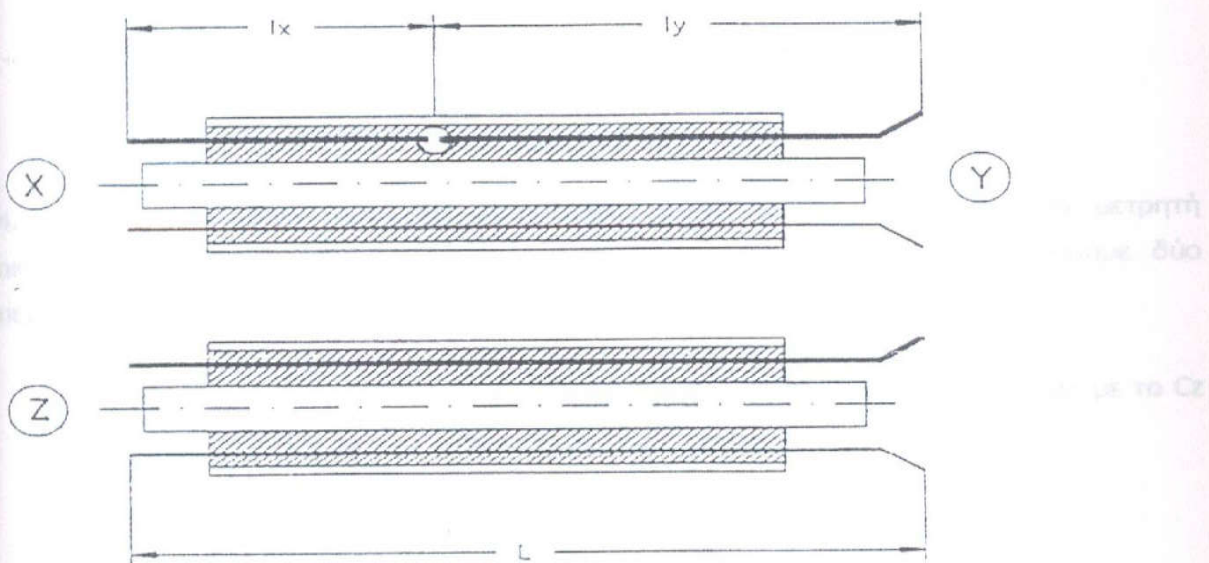
Τα καλώδια που δεν μετρούνται συνδέονται με τον σωλήνα. (βλέπε σχήμα 6.8)



Σχήμα 6-8 . Βραχυκύκλωμα των καλωδίων που δεν υπόκεινται σε μέτρηση της χωρητικότητας.

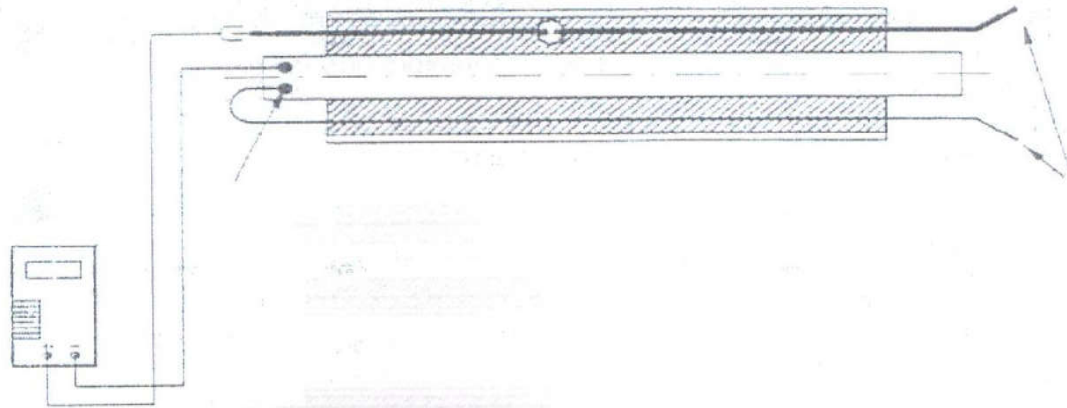
Διαδικασία μέτρησης της χωρητικότητας του καλωδίου

1. Μέτρηση της χωρητικότητας του κομμένου καλωδίου και από τις δύο πλευρές. (βλέπε σχήμα 6.9)
2. Για να έχουμε μια τιμή σύγκρισης υπολογίζουμε την χωρητικότητα ενός σωλήνα του οποίου το καλώδιο δεν έχει υποστεί καμία διακοπή. (βλέπε σχήμα 6.9)



Σχήμα 6-9

3. Συνδέουμε το καλώδιο που πρόκειται να μετρηθεί με την θετική υποδοχή του μετρητικού οργάνου και την αρνητική υποδοχή του με τον σωλήνα. Αυτή η διαδικασία μέτρησης επαναλαμβάνεται και από την αντίθετη πλευρά. (βλέπε σχήμα 6.10)



Σχήμα 6-10

4. Μετά τη λήψη των αποτελεσμάτων με τη χρήση του ψηφιακού μετρητή ακολουθεί ο υπολογισμός του σημείου διακοπής του καλωδίου. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

- Σε περίπτωση που το άθροισμα C_x και C_y είναι κατά προσέγγιση το ίδιο με το C_z (περίπου $\pm 10\%$) έχουμε μόνο μια διακοπή του καλωδίου.

$$\text{και } l_y \text{ αντίστοιχά υπο } \frac{C_x + C_y}{L} = C_{spec}$$

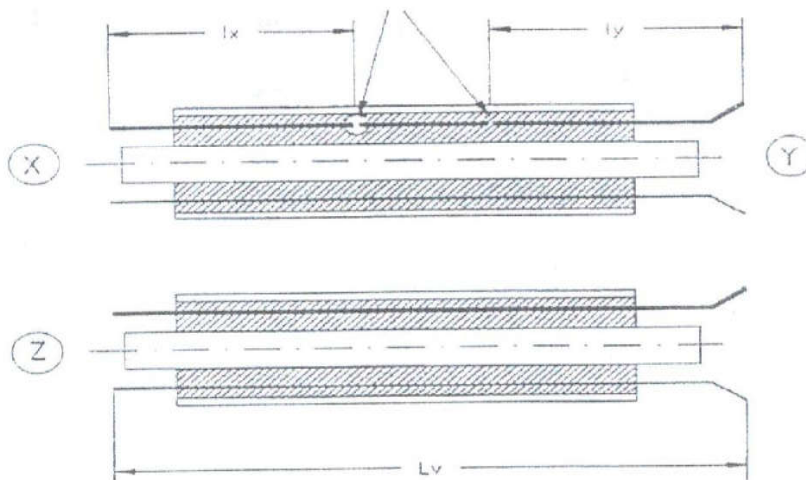
Το σημείο διακοπής που υπολογίζεται από την X πλευρά είναι :

$$l_x = \frac{C_x}{C_{spec}}$$

και από την Y πλευρά αντίστοιχα:

$$l_y = \frac{C_y}{C_{spec}}$$

- Σε περίπτωση που το άθροισμα C_x και C_y είναι μικρότερο κατά πολύ από το C_z έχουμε τουλάχιστον δύο διακοπές. (βλέπε σχήμα 6.11)



Σχήμα 6-11

$$\frac{C_z}{L_v} = C_{spec.v}$$

και τα μήκη l_x και l_y αντίστοιχά υπολογίζονται

$$l_x = \frac{C_x}{C_{spec.v}}$$

και

$$l_y = \frac{C_y}{C_{spec.v}}$$

6.4 Σύστημα ανίχνευσης διαρροών βασιζόμενο στην εκπομπή παλμών υψηλής ταχύτητας

Το υπόγειο δίκτυο διανομής διαθέτει σύστημα ανίχνευσης εντοπισμού διαρροών, με σκοπό τον έγκαιρο εντοπισμό υγρασίας στη μόνωση των σωλήνων (λόγω αστοχίας του χαλυβδοσωλήνα ή εισροής υγρασίας από το περιβάλλον έδαφος). Το Σ.Α.Δ. αποτελείται από ένα σύνολο υλικών, εξαρτημάτων και παρελκόμενων συναρμολογημένων μεταξύ τους έτσι ώστε να είναι ικανό αυτό να λειτουργήσει. Το Σ.Α.Δ. αναπτύσσεται σε όλα τα τμήματα και κλάδους του δικτύου τηλεθέρμανσης.

Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, κάθε σωλήνας του δικτύου περιέχει στη μόνωσή του δύο χάλκινα καλώδια, σε μεταξύ τους γωνία όχι μικρότερη των 70° και απόσταση από το χαλυβδοσωλήνα 1,5 - 4cm. Το ένα χρησιμεύει για τον εντοπισμό του προβλήματος και το άλλο για τη μεταφορά ή επιστροφή σημάτων. Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην εκπομπή παλμών υψηλής ταχύτητας (παρόμοια με τη λειτουργία του ραντάρ) από τη συσκευή εντοπισμού προς τα κανάλια ελέγχου (διαδρομές καλωδίων αγωγών). Εάν δεν υπάρχει σε κανένα σημείο της υπό έλεγχο σωλήνωσης υγρασία ή άλλο πρόβλημα μεταξύ του καλωδίου ελέγχου (εντός της μόνωσης) και του χαλυβδοσωλήνα, τότε οι παλμοί μεταφέρονται και επιστρέφουν σταθερά. Εάν υπάρχει οποιαδήποτε ανωμαλία στο σύστημα, δηλαδή υγρασία (προερχόμενη από διαρροή ή από το περιβάλλον έδαφος) μεταξύ του καλωδίου ελέγχου και του χαλυβδοσωλήνα, η οποία δημιουργεί αγωγήμη οδό ή υπάρχει διακοπή του κυκλώματος ή υπάρχει βραχυκύκλωμα των καλωδίων, τότε ο παλμός ανακλάται στο σημείο που υπάρχει το πρόβλημα και η συσκευή ελέγχου εμφανίζει το είδος του προβλήματος και την ακριβή θέση. Έτσι με τη βοήθεια των AS BUILD σχεδίων του ΣΑΔ, εντοπίζεται το ακριβές σημείο του προβλήματος. Το σφάλμα εντοπισμού υγρασίας από το Σύστημα Ανίχνευσης Διαρροών είναι μικρότερο από 1%.

Η πηγή εκπομπής του κατάλληλου σήματος ανίχνευσης είναι ο εντοπιστής σφαλμάτων (FAULT LOCATOR). Στον εντοπιστή αυτό αναγράφονται σε κατάλληλη οθόνη (π.χ. LCD) τα εξής:

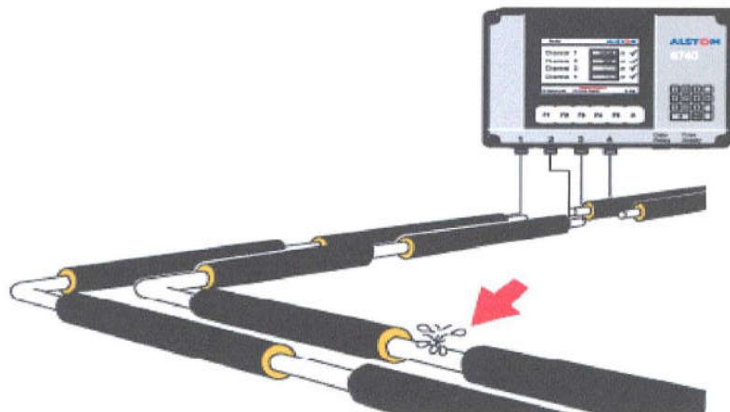
- Ο κωδικός του εντοπιστή (F.L.)
- Η απόσταση του σφάλματος (σε μέτρα)
- Ο αριθμός καναλιού
- Το είδος του σφάλματος και η αξιολόγηση (π.χ. βραχυκύκλωμα, υγρασία ελάχιστη ή επικίνδυνα υψηλή, διακοπή σύνδεσης κλπ).

Οι τοπικοί εντοπιστές διαρροών (FAULT LOCATOR) είναι μεταξύ τους διασυνδεδεμένοι και υπάρχει η εκ κατασκευής και συνδεσμολογίας δυνατότητα επικοινωνίας με κεντρικό υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να εγκατασταθεί στο θάλαμο χειρισμού εγκατάστασης του συνολικού συστήματος τηλεθέρμανσης. Γίνονται όλες οι απαραίτητες καλωδιώσεις και εγκαταστώνται όλα τα εξαρτήματα και συσκευές (π.χ. modems) που απαιτούνται για την μεταφορά των δεδομένων σε κεντρικό υπολογιστή. Η απόσταση εντοπισθείσας διαρροής ή σφάλματος (κοπή αγωγού) υπολογίζεται αυτομάτως από τον εντοπιστή διαρροών (FAULT LOCATOR) από το χρόνο ανάκλασης του παλμικού σήματος στο σφάλμα. Ο εντοπιστής διαθέτει τέσσερα (4) κανάλια ανεξάρτητου εντοπισμού σφαλμάτων, ικανότητας τουλάχιστον 1000m το καθένα. Υπάρχει η δυνατότητα σήματος εξόδου (alarm) από το συνολικό σύστημα.

Το σύστημα είναι συμβατό και ικανό να επικοινωνήσει με τα συνήθη λογισμικά Η/Υ που κυκλοφορούν στην αγορά. Σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτρικής τροφοδότησης, διατηρούνται όλες οι ρυθμίσεις και υπάρχει οπτικό και ηχητικό alarm.

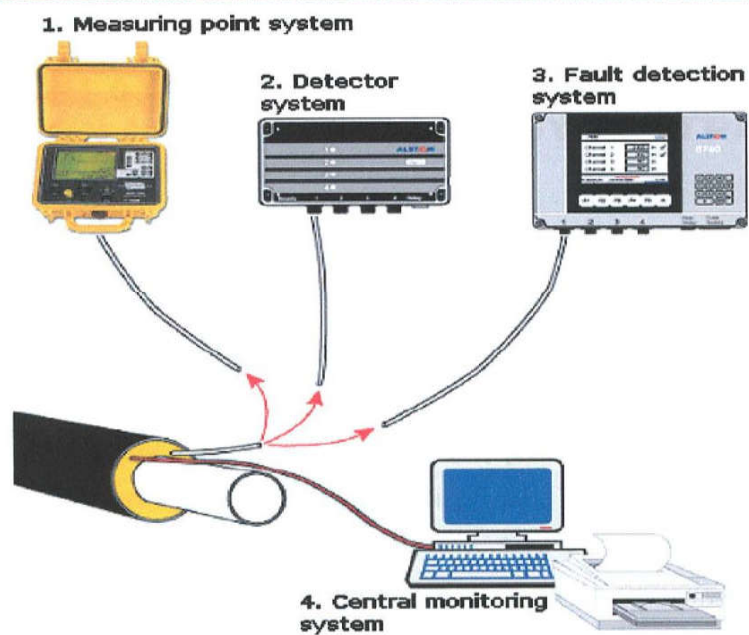
6.4.1 Όργανα μέτρησης

1. Σύστημα μετρητικής μονάδας χωρίς σταθερά όργανα μέτρησης, αλλά με προσπά σημεία όπου οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν χρησιμοποιώντας ένα φορητό όργανο.
2. Σύστημα ανιχνευτών με το σταθερό εξοπλισμό καταγραφής για το συνεχή έλεγχο του σωλήνα 4 X 1000m. Ο συναγερμός τίθεται σε λειτουργία εάν ανιχνεύεται ένα ελάττωμα. Οι μετρήσεις γίνονται με τη βοήθεια ενός φορητού οργάνου που χρησιμοποιείται από έναν τεχνικό της υπηρεσίας. Μπορεί επίσης να συνδεθεί με μια κεντρική μονάδα ελέγχου.
3. Σύστημα ανίχνευσης ελαττωμάτων με άμεσο προσδιορισμό ελαττωμάτων κατά μήκος των σωληνώσεων 4 X 2500m. Τα στοιχεία μπορούν να συλλεχθούν και να μεταφερθούν στο κεντρικό σύστημα ελέγχου για λόγους τεκμηρίωσης και πληροφόρησης. (βλέπε σχήμα 6.12)



Σχήμα 6-12 . Εντοπισμός διαρροής (ALSTOM POWER Flow Systems)

4. Το κεντρικό σύστημα ελέγχου επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ του modem της μονάδας ελέγχου και της κεντρικής μονάδας.

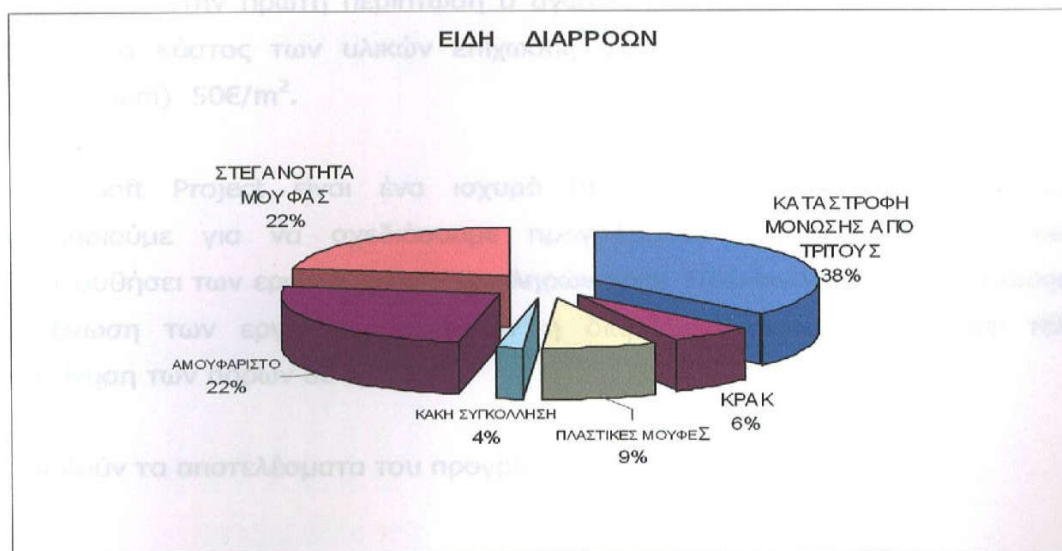


Σχήμα 6-13 . Όργανα μέτρησης (ALSTOM POWER Flow Systems)

7 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ MICROSOFT PROJECT

7.1 Περίληψη

Το παρόν σύστημα τηλεθέρμανσης χρησιμοποιεί το Σ.Α.Δ που αναφέρεται παραπάνω χωρίς σύστημα alarm. Ο υπεύθυνος μηχανικός συντήρησης με τη βοήθεια του Σ.Α.Δ εντοπίζει τα σημεία βλαβών του δικτύου. Βέβαια η μοναδική βλάβη που είναι δύσκολα να εντοπιστεί με το υπάρχον σύστημα είναι η διάβρωση του σωλήνα η οποία οφείλεται είτε στις αιτίες που αναφέρθηκαν στο 5^ο κεφάλαιο, είτε στην καταστροφή της μόνωσης του σωλήνα από τρίτους. Όπως βλέπουμε στο παρακάτω διάγραμμα οι περισσότερες βλάβες που εντοπίστηκαν στο δίκτυο τηλεθέρμανσης της Κοζάνης κατά την περίοδο (2000-2004) οφείλονται σε τρίτους.



7.2 Παραδοχές

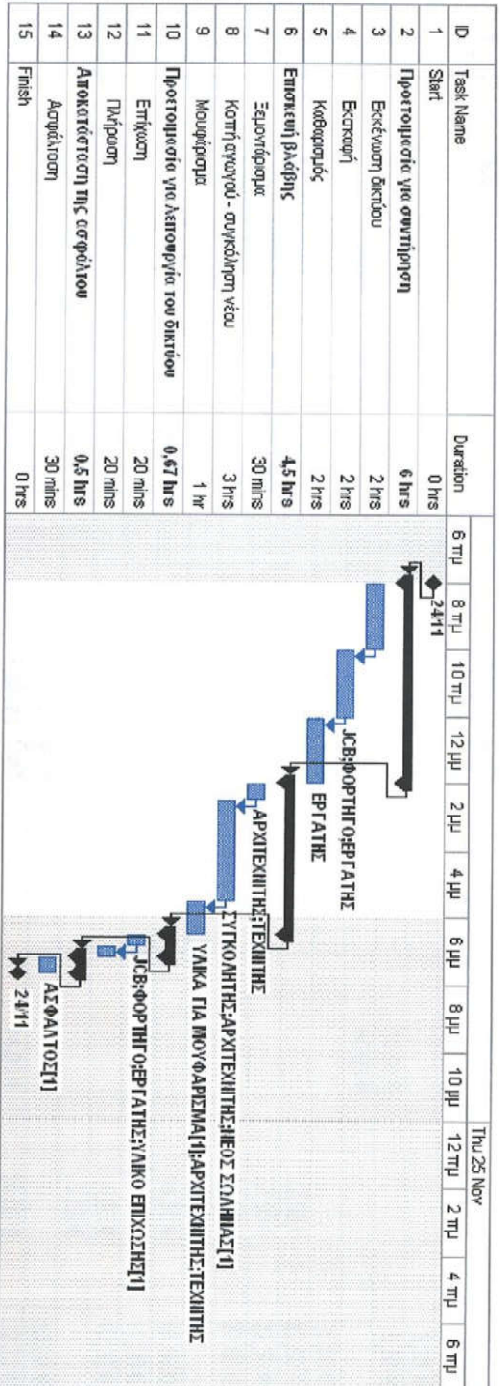
Θεωρήσαμε δύο συστήματα ανίχνευσης διαρροών, το Σ.Α.Δ χωρίς σύστημα alarm και το Σ.Α.Δ με σύστημα alarm. Η επισκευή της βλάβης γίνεται κατά την χρονική περίοδο θέρμανσης. Το σημείο της βλάβης εντοπίστηκε σε τμήμα του δικτύου που εξυπηρετεί περίπου 300 καταναλωτές.

Ο μέσος όρος κατανάλωσης σύμφωνα με τα στοιχεία της τηλεθέρμανσης Κοζάνης είναι 0,0023MWh/καταναλωτή. Η τιμή της MWh είναι αντίστοιχα 34,574€/MWh. Στην πρώτη περίπτωση επιβάλλεται η απομόνωση του τμήματος του δικτύου που εντοπίστηκε η βλάβη διότι ο αγωγός έπρεπε να αντικατασταθεί. Αυτό βέβαια συνεπάγεται μη διαθέσιμη θέρμανση στους 300 καταναλωτές και ζημία 266,47€ για 11,17h που είναι αθροιστικά ο χρόνος προετοιμασίας για συντήρηση, επισκευής βλάβης και προετοιμασίας για τη λειτουργία του δικτύου όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του προγράμματος. Επίσης στην πρώτη περίπτωση έχουμε όρυγμα 5m² ενώ στην δεύτερη περίπτωση όρυγμα 2m². Στην πρώτη περίπτωση ο αγωγός αντικατάστασης είναι 3m με κόστος 11,5€/m. Το κόστος των υλικών επίχωσης είναι 18€/m³ και για άσφαλτο (πάχος ασφάλτου 8cm) 50€/m².

Το Microsoft Project είναι ένα ισχυρό πρόγραμμα διαχείρισης έργων που το χρησιμοποιούμε για να σχεδιάσουμε προγράμματα έργου καθώς και για την παρακολούθηση των εργασιών που ολοκληρώνονται. Πρώτον γίνεται η καταχώρηση και η οργάνωση των εργασιών, δεύτερον η διαμόρφωση των πόρων και τέλος η αντιστοίχιση των πόρων σε εργασίες.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα του προγράμματος:

7.2.1 Σ.Α.Δ Χωρίς σύστημα alarm



Σχήμα 7-1 . Gantt Chart

ID	Resource Name	Type	Material Label	Initials	Max. Units	Std. Rate	Accrue At	Base Calendar
1	JCB	Work		JC	100%	10,00 €/hr	Prorated	24 Hours
2	ΦΟΡΤΗΓΟ	Work		ΦC	100%	15,00 €/hr	Prorated	24 Hours
3	ΣΥΓΚΟΛΗΤΗΣ	Work		ΣΥ	100%	15,00 €/hr	Prorated	24 Hours
4	ΑΡΧΙΤΕΚΝΗΤΗΣ	Work		ΑΡ	100%	11,00 €/hr	Prorated	24 Hours
5	ΤΕΧΝΙΤΗΣ	Work		ΤΕ	100%	10,00 €/hr	Prorated	24 Hours
6	ΕΡΓΑΤΗΣ	Work		ΕΡ	100%	7,00 €/hr	Prorated	24 Hours
7	ΝΕΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ	Material		ΝΣ		34,50 €	Prorated	
8	ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΜΟΥΦΑΡΙΣΜΑ	Material		ΥΜ		70,00 €	Prorated	
9	ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	Material		ΥΕ		90,00 €	Prorated	
10	ΑΣΦΑΛΤΟΣ	Material		ΑΣ		250,00 €	Prorated	

Σχήμα 7-2 . Resource Sheet

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ

ID	Resource Name	Work	Details				
			4	8	12	4	
1	Unassigned JCB Εκκαθάριση Επίχωση	0 hrs 2,33 hrs 2 hrs 0,33 hrs	Cost Cost Cost Cost		20,00 € 20,00 €		3,33 €
2	ΦΟΡΤΗΓΟ Εκκαθάριση Επίχωση	2,33 hrs 2 hrs 0,33 hrs	Cost Cost Cost		30,00 € 30,00 €		5,00 €
3	ΣΥΓΚΟΛΗΤΗΣ Επίχωση Κοπή ανγωγού - συγκόλληση νέου	3 hrs 3 hrs 3 hrs	Cost Cost Cost		22,50 € 22,50 € 22,50 €		22,50 € 22,50 € 27,50 €
4	ΑΡΧΙΤΕΚΝΗΤΗΣ Ξεμοντάχματα Κοπή ανγωγού - συγκόλληση νέου	4,5 hrs 0,5 hrs 3 hrs	Cost Cost Cost		5,50 € 16,50 €		16,50 € 11,00 €
5	ΤΕΧΝΙΤΗΣ Ξεμοντάχματα Μουρτζήματα	1,5 hrs 0,5 hrs 1 hr	Cost Cost Cost		5,00 € 5,00 €		10,00 € 10,00 €
6	ΕΡΓΑΤΗΣ Εκκαθάριση Καθαρσιμός Επίχωση	4,33 hrs 2 hrs 2 hrs 0,33 hrs	Cost Cost Cost Cost		14,00 € 14,00 € 14,00 €		2,33 € 2,33 € 13,80 €
7	NEOS ΣΤΑΘΜΙΑΣ Κοπή ανγωγού - συγκόλληση νέου	1 1	Cost Cost		20,70 € 20,70 €		13,80 € 70,00 €
8	ΥΛΙΚΑ ΠΑ ΜΟΥΡΤΖΗΜΑΤΑ Μουρτζήματα	1 1	Cost Cost				70,00 € 90,00 €
9	ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ Επίχωση	1 1	Cost Cost				90,00 € 250,00 €
10	ΑΣΦΑΛΤΟΣ Ασφάλτωση	1 1	Cost Cost				250,00 €

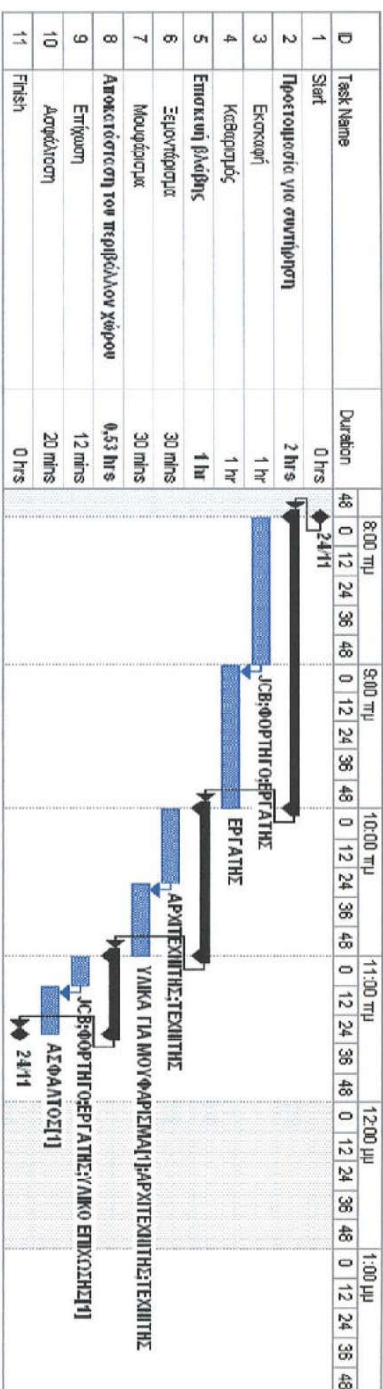
Σχήμα 7-3 . Resource Usage

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΚΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ

ID	Task Name	Work	Duration	Details					
				8	12	4	8		
1	Start	0 hrs	0 hrs	Work Cost					
2	Προετοιμασία για συντήρηση	8 hrs	6 hrs	Work Cost	8h	2h			
6	Επισκευή βλάβης	9 hrs	4,5 hrs	Work Cost	64,00 €	14,00 €			
10	Προετοιμασία για λειτουργία του δικτύου	1 hr	0,67 hrs	Work Cost		4h	143,80 €	5h	
13	Αποκατάσταση της ασφάλδου	0 hrs	0,5 hrs	Work Cost			100,67 €	1h	
15	Finish	0 hrs	0 hrs	Work Cost			250,00 €		

Σχήμα 7-4 . Task Usage

7.2.2 Σ.Α.Δ με σύστημα alarm



Σχήμα 7-5 . Gantt Chart

ID	Resource Name	Type	Material Label	Initials	Max. Units	Std. Rate	Accrue At	Base Calendar
1	JCB	Work		J	100%	10,00 €/hr	Prorated	24 Hours
2	ΦΟΡΤΗΓΟ	Work		Φ	100%	15,00 €/hr	Prorated	24 Hours
3	ΑΡΧΙΤΕΚΝΙΤΗΣ	Work		A	100%	11,00 €/hr	Prorated	24 Hours
4	ΤΕΧΝΙΤΗΣ	Work		T	100%	10,00 €/hr	Prorated	24 Hours
5	ΕΡΓΑΤΗΣ	Work		E	100%	7,00 €/hr	Prorated	24 Hours
6	ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΜΟΥΦΑΡΙΣΜΑ	Material		Y		5,00 €	Prorated	
7	ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	Material		Y		36,00 €	Prorated	
8	ΑΣΦΑΛΤΟΣ	Material		A		100,00 €	Prorated	

Σχήμα 7-6 . Resource Sheet

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΔΙΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ

ID	Resource Name	Work	Details	Resource Usage					
				6 πμ	8 πμ	10 πμ	12 μμ	2 μμ	
	Unassigned	0 hrs	Cost						
	Start	0 hrs	Cost						
	Finish	0 hrs	Cost						
1	JCB	1,2 hrs	Cost		10,00 €	2,00 €			
	Εκκαυφή	1 hr	Cost		10,00 €				
	Επίχωση	0,2 hrs	Cost			2,00 €			
2	ΦΟΡΤΗΓΟ	1,2 hrs	Cost		15,00 €	3,00 €			
	Εκκαυφή	1 hr	Cost		15,00 €				
	Επίχωση	0,2 hrs	Cost			3,00 €			
3	ΑΡΧΙΤΕΧΝΙΤΗΣ	1 hr	Cost			11,00 €			
	Ξεμοντάρισμα	0,5 hrs	Cost			5,50 €			
	Μουφώρισμα	0,5 hrs	Cost			5,50 €			
4	ΤΕΧΝΙΤΗΣ	1 hr	Cost			10,00 €			
	Ξεμοντάρισμα	0,5 hrs	Cost			5,00 €			
	Μουφώρισμα	0,5 hrs	Cost			5,00 €			
5	ΕΡΓΑΤΗΣ	2,2 hrs	Cost		14,00 €	1,40 €			
	Εκκαυφή	1 hr	Cost		7,00 €				
	Καθαρισμός	1 hr	Cost		7,00 €				
	Επίχωση	0,2 hrs	Cost			1,40 €			
6	ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΜΟΥΦΑΡΙΣΜΑ	1	Cost			5,00 €			
	Μουφώρισμα	1	Cost			5,00 €			
7	ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	1	Cost			36,00 €			
	Επίχωση	1	Cost			36,00 €			
8	ΑΣΦΑΛΤΟΣ	1	Cost			100,00 €			
	Ασφάλτωση	1	Cost			100,00 €			

Σχήμα 7-7 . Resource Usage

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΔΡΕΙΝΣΗΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ

ID	Task Name	Work	Duration	Details	Cost			
					6 ημ	8 ημ	10 ημ	12 ημ
1	Start	0 hrs	0 hrs	Cost				
2	Προετοιμασία για συντήρηση	4 hrs	2 hrs	Cost	39,00 €			
3	Εκκαθάριση	3 hrs	1 hr	Cost	32,00 €			
	JCB	1 hr		Cost	10,00 €			
	ΦΟΡΤΗΓΟ	1 hr		Cost	15,00 €			
	ΕΡΓΑΤΗΣ	1 hr		Cost	7,00 €			
4	Καθαρισμός ΕΡΓΑΤΗΣ	1 hr	1 hr	Cost	7,00 €			
5	Επισκευή βλάβης Σελονόβερμα	2 hrs	1 hr	Cost	7,00 €			
6	ΑΡΧΙΤΕΚΝΙΤΗΣ	0,5 hrs	30 mins	Cost		26,00 €		
	ΤΕΧΝΙΤΗΣ	0,5 hrs		Cost		10,50 €		
7	Μουσαμάριμα ΑΡΧΙΤΕΚΝΙΤΗΣ	1 hr	30 mins	Cost		5,50 €		
	ΤΕΧΝΙΤΗΣ	0,5 hrs		Cost		5,00 €		
	ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΜΟΥΣΑΜΑΡΙΣΜΑ	1		Cost		5,00 €		
8	Αποκατάσταση του περιβάλλοντος χώρου	0,6 hrs	0,53 hrs	Cost		142,40 €		
9	Επίλυση JCB	0,6 hrs	12 mins	Cost		42,40 €		
	ΦΟΡΤΗΓΟ	0,2 hrs		Cost		2,00 €		
	ΕΡΓΑΤΗΣ	0,2 hrs		Cost		3,00 €		
	ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	1		Cost		1,40 €		
10	Ασφάλιση ΑΣΦΑΛΙΣΤΟΣ	0 hrs	20 mins	Cost		36,00 €		
		1		Cost		100,00 €		
11	Finish	0 hrs	0 hrs	Cost				

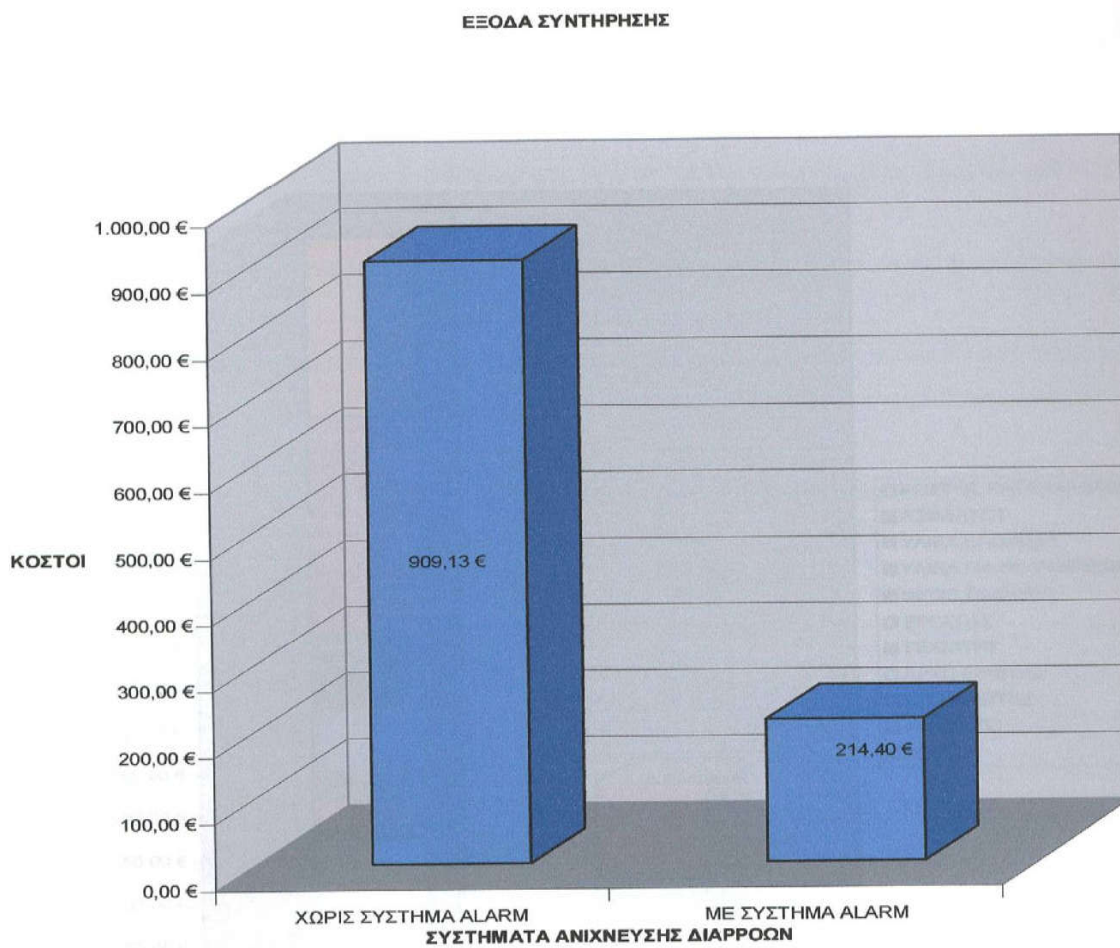
Σχήμα 7-8. Task Usage

7.3 Συμπεράσματα

Όπως προκύπτουν από τα αποτελέσματα του προγράμματος στην πρώτη περίπτωση η διάρκεια επισκευής της βλάβης είναι 11,67h και για την δεύτερη περίπτωση 3,53h. Τα κόστη συντήρησης παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 7.1 και στα σχήματα 7.9 και 7.10.

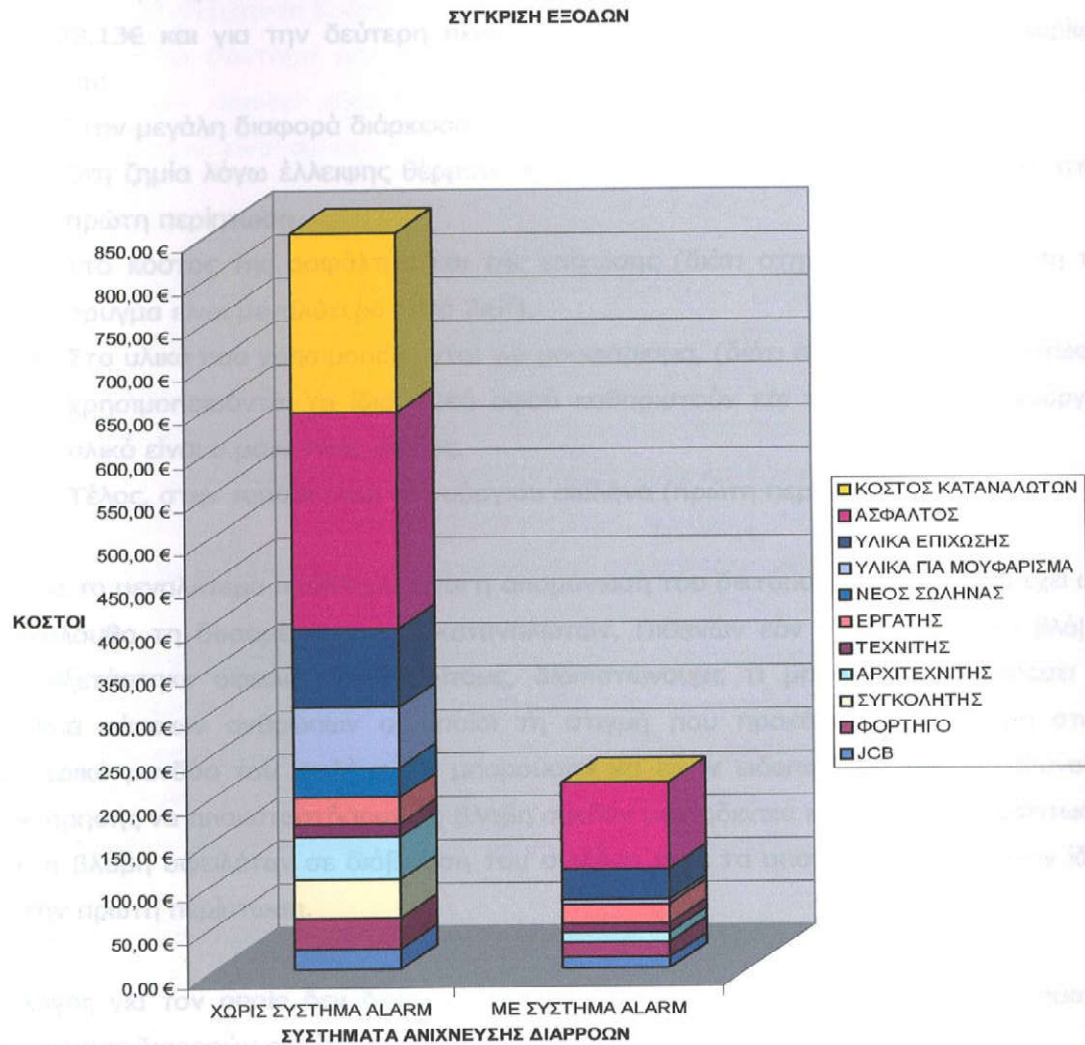
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΔΩΝ		
ΕΡΓΑΣΙΕΣ & ΥΛΙΚΑ	ΧΩΡΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ALARM	ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ALARM
JCB	23,33 €	12,00 €
ΦΟΡΤΗΓΟ	35,00 €	18,00 €
ΣΥΓΚΟΛΗΤΗΣ	45,00 €	0,00 €
ΑΡΧΙΤΕΧΝΙΤΗΣ	49,50 €	11,00 €
ΤΕΧΝΙΤΗΣ	15,00 €	10,00 €
ΕΡΓΑΤΗΣ	30,33 €	22,40 €
ΝΕΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ	34,50 €	0,00 €
ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΜΟΥΦΑΡΙΣΜΑ	70,00 €	5,00 €
ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΧΩΣΗΣ	90,00 €	36,00 €
ΑΣΦΑΛΤΟΣ	250,00 €	100,00 €
ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ	266,47 €	0,00 €
ΣΥΝΟΛΟ ΕΞΟΔΩΝ	909,13 €	214,40 €

Πίνακας 7-1 . Έξοδα συντήρησης



Σχήμα 7-9 . Συνολικά έξοδα συντήρησης

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΩΝ



Σχήμα 7-10 . Σύγκριση εξόδων

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΔΙΑΡΡΩΝ

Όπως είναι φανερό το συνολικό κόστος επισκευής για την πρώτη περίπτωση ανέρχεται στα 909,13€ και για την δεύτερη περίπτωση στα 214,40€. Η διαφορά αυτή κυρίως οφείλεται:

- Στην μεγάλη διαφορά διάρκειας του χρόνου επισκευής.
- Στη ζημία λόγω έλλειψης θέρμανσης στους καταναλωτές που έχουμε μόνο στην πρώτη περίπτωση.
- Στο κόστος της ασφάλτου και της επίχωσης (διότι στην πρώτη περίπτωση το όρυγμα είναι μεγαλύτερο κατά 2m²).
- Στα υλικά που χρησιμοποιούνται για μουφάρισμα, (διότι στην δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούνται τα ίδια υλικά αφού καθαριστούν και το μοναδικό καινούργιο υλικό είναι ο μονωτικός αφρός.
- Τέλος, στην τοποθέτηση καινούργιου σωλήνα (πρώτη περίπτωση).

Βέβαια το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η απομόνωση του δικτύου για 11,17h που έχει ως επακόλουθο τη δυσαρέσκεια των καταναλωτών. Πιθανών εάν η συγκεκριμένη βλάβη που εξετάστηκε οφειλόταν σε τρίτους, διαπιστώνουμε τι μπορεί να προκαλέσει η αφέλεια κάποιων ανθρώπων οι οποίοι τη στιγμή που προκάλεσαν τη βλάβη στον εξωτερικό μανδύα του σωλήνα θα μπορούσαν να είχαν ειδοποιήσει τους υπεύθυνους συντήρησης να αποκαταστήσουν τη βλάβη σχεδόν με μηδενικό κόστος. Στην περίπτωση που η βλάβη οφειλόταν σε διάβρωση του σωλήνα τότε τα αποτελέσματα θα ήταν ίδια με την πρώτη περίπτωση.

Ο λόγος για τον οποίο δεν διενεργήθηκε σύγκριση για τα υπόλοιπα τρία συστήματα ανίχνευσης διαρροών οφείλεται στο ότι:

- το σύστημα που βασίζεται σε ακουστικές μεθόδους συστήνεται κυρίως για δίκτυα μεταφοράς ύδρευσης διότι όπως αναφέρεται παραπάνω όταν τα δίκτυα μεταφοράς θερμικής ενέργειας παράγουν ήχο ο εντοπισμός της διαρροής γίνεται άμεσα από την εμφάνιση ατμού στο οδόστρωμα.

- το σύστημα μέτρησης της χωρητικότητας του καλωδίου έχει χρησιμοποιηθεί από την τηλεθέρμανση Κοζάνης χωρίς επιτυχία.
- Τέλος το σύστημα που βασίζεται σε οπτική μέτρηση της θερμοκρασίας των σωλήνων απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και το κόστος απόκτησης του εξοπλισμού είναι αρκετά μεγάλο.

7.4 Προτάσεις

Για την αντιμετώπιση του μεγάλου ποσοστού βλαβών που οφείλονται σε τρίτους καθώς και για τις λοιπές αίτιες βλαβών η εγκατάσταση Σ.Α.Δ με σύστημα alarm θα διευκολύνει τον τομέα συντήρησης τόσο ως προς τον εντοπισμό βλαβών όσο και ως προς τη μείωση του κόστους επισκευής. Το κόστος εγκατάστασης του συστήματος alarm στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης είναι σχετικά μικρό γιατί υπάρχει η εκ κατασκευής και συνδεσμολογίας δυνατότητα επικοινωνίας με κεντρικό υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να τοποθετηθεί στο θάλαμο χειρισμού εγκατάστασης του συνολικού συστήματος τηλεθέρμανσης.

Επίσης για να αντιμετωπιστεί η μείωση του χρόνου λειτουργίας του δικτύου μεταφοράς θερμικής ενέργειας εξαιτίας της διάβρωσης των σωλήνων, η εγκατάσταση ενός συστήματος κατεργασίας του νερού που θα αφαιρεί το οξυγόνο από το σύστημα νερού και επιπλέον θα ρυθμίζει τις παραμέτρους του νερού όπως το ΡΗ και το περιεχόμενο των μεταλλευμάτων στο επιτρεπόμενο επίπεδο είναι επιθυμητή.

Τέλος, η χρησιμοποίηση ασύρματης επικοινωνίας μετρητών που συνδυάζεται με την ανίχνευση διαρροών θα μπορούσε να βοηθήσει στη μείωση των άμεσων δαπανών όσον αφορά την απόκτηση στοιχείων. Επίσης ελέγχει τα ελαττώματα των μετρητών που πιθανών να παρουσιάζονται και εξασφαλίζει, ότι η ανίχνευση των διαρροών λειτουργεί στο βέλτιστο βαθμό. Η χρησιμότητα του συγκεκριμένου συστήματος έχει επιπλέον συμβουλευτικό χαρακτήρα για την κατανάλωση ενέργειας των πελατών π.χ στην περίπτωση που ο βαθμός θέρμανσης είναι αντιοικονομικός. Το συγκεκριμένο σύστημα τοποθετήθηκε σε ένα χωρίο στη Δανία το Tranbjerga. Αυτό το ραδιοσύστημα ανάγνωσης ελέγχει περίπου 3.000 μετρητές θερμότητας.

8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- 1) Τηλεθέρμανση Κοζάνης Ά Φάση Οριστικής Μελέτης ANKO (Οκτώβρης 1990)
- 2) Τηλεθέρμανση Κοζάνης Τεχνικές Προδιαγραφές Προμονωμένου Εξοπλισμού ANKO (ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2004)
- 3) Περιορισμός Απωλειών Νερού (Υδροανάλυσης)

Ξένα

- 4) Kristensen, Ole (2002), "How to ensure the longevity of the district heating system", News from Danish Board of District Heating (DBDH), Journal Number 4/2002, Taastrup, DK, 2002.
- 5) "Controlling bio-corrosion in CHP plants" News from Danish Board of District Heating (DBDH) Journal Number 3/2001, Taastrup, DK, 2001.
- 6) Jung-Gu Kim and Yong-Wook Kim (November 2001) "Cathodic protection criteria of thermally insulated pipeline buried in soil"
- 7) John Nelson John Amosdavid Hutchinson Malcolm Denman " Prospects for city-scale combined heat and power in the U.K" (1996)
- 8) Euroheat & Power " District Heating in Helsinki: 50 years and going strong" English Edition 1/2003

Ιστότοποι

- 9) www.flowsystems.alstom.com
 - "Life Cycle Assessment of District Heating" By Lars V. Nielsen, M.Sc.Chem.Eng.Ph.D.R&D
 - "Life Cycle Assessment of District Heating" Prepared by Lars Valentin Nielsen and Knud Villadsen 2 March 1999

- "Cost and environmental impact during the whole life cycle for district heating networks" Jens Ole Fabricius, Director, Research & Development
 - "Focusing on the ALSTOM surveillance concept" By Poul Erik Brandt, head of ALSTOM product documentation department (1997)
 - "30 years' development of Steel Fittings" By Svend Stigaard, Sales Denmark and Kurt Antonsen, Technical Dept.
 - "The muff - the weakest link in the pipe system" Kurt Antonsen Tech. dept. & Per Svendsen Sales Denmark
 - "Great Price Fluctuations on Muff Repairs Depend on the Type" Mr. Kurt Antonsen Technical Department
- 10) www.ndt.net/article/wcndt00/papers/idn183/idn183.htm
- "Acoustic Emission Technique the optimum solution for leakage detection and location on water pipelines" Marco Fantozzi ASM Brescia S.p.A.
- 11) www.corrpro.com
- 12) www.ita.doc.gov/td/energy/rustm-1.htm
- "District Heating: US Technologies on the Russian Market"
- 13) www.maths.lth.se/matstat/education/exjobb/energy.html
- 14) www.infratech.ltd.uk/dheat.pdf
- 15) www.palmer.co.uk/permcas1.htm
- "A step change in leak detection – permanent monitoring of the distribution network" A G Platt and N R Summers
- 16) www.plant-management.gr
- "RED ή INFRARED;" Νεκτάριος Βλάχος.
- 17) www.euroheat.org
- 18) www.x20.org
- 19) www.opet-chp.net/default.asp
- 20) www.energy.rochester.edu/dh/
- 21) www.worldbank.org/

- Latvia - Jelgava District Heating Rehabilitation Project (1995/04/25)

22) www.nap.edu/

- "District Heating and Cooling in the United States: Prospects and Issues" (1985)

23) www.energy.rochester.edu/dk/dea/dh/ren.htm

- "Renovation and Maintenance of District Heating Networks" Christian Gregersen.

24) www.eomonline.com