

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

*«Η συμβολή της Τηλεθέρμανσης (District Heating) στην
βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»*



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΠΑΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ:
ΚΑΛΗΜΕΡΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΑΤΣΑΓΟΥΝΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ 2007

<p>1. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ</p>	<p>2. ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ "ΤΕΧΝΟ- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</p>
<p>3. Υπέυθυνος Καθηγητής: ΠΑΠΑΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ</p>	
<p>4. Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας: Η συμβολή της τηλεθέρμανσης (District Heating) στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων.</p>	
<p>KAT</p>	<p>5. Συγγραφική Ομάδα : ΚΑΛΗΜΕΡΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ 1257 ΚΑΤΣΑΓΟΥΝΟΣ ΗΛΙΑΣ 1507</p>
<p>6 Περίληψη:</p> <p>Κεντρικός πυρήνας της μελέτης αυτής υπήρξε το μεγαλύτερο σύστημα τηλεθέρμανσης που λειτουργεί στην Ελλάδα, αυτό της πόλης της Κοζάνης. Έγινε μια προσπάθεια περιληπτικής αλλά ουσιώδους παρουσίασης της μελέτης προηγήθηκε της κατασκευής του έργου και στη συνέχεια επιχειρήθηκε η αποδόμησή της για την απομάστευση όλων εκείνων των απαραίτητων εργαλείων, τα οποία παρουσιάστηκαν ξεχωριστά και είναι δε απαραίτητα για την εκπόνηση μελέτης ενός οποιουδήποτε συστήματος τηλεθέρμανσης με μερικές παραλλαγές βέβαια, για την προσαρμογή του στις κατά τόπους απαιτήσεις.</p>	<p>7. Στοιχεία Εργασίας:</p> <p>6 Κεφάλαια 284 Σελίδες</p> <p>8. Λέξεις κλειδιά:</p> <p>District Heating, Cogeneration, Τηλεθέρμανση, Γεωθερμία, Βιομάζα, Solar energy, Συμπαγωγή, Δίκτυο, Κοζάνη</p>
<p>10. Συμπληρωματικές Παρατηρήσεις:</p>	<p>11. Βαθμός:</p>

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τη μεταπτυχιακή μας διατριβή και ταυτόχρονα ένα σημαντικό κύκλο στην εκπαίδευσή μας, αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε τους ανθρώπους που συνεισέφεραν σε αυτή την προσπάθεια.

Οφείλουμε καταρχήν, ένα μεγάλο ευχαριστώ προς τους επιβλέποντες την εργασία, τον Καθηγητή κ. Πρωτονοτάριο Ν. Εμμανουήλ και τον Καθηγητή κ. Παπακυριακόπουλο Ιωάννη, όχι μόνο για την υποστήριξή τους στην επιλογή και διεκπεραίωση ενός θέματος που πραγματικά μας ενδιέφερε, αλλά και για την υποδειγματική διδασκαλία τους, που είχαμε την τύχη να παρακολουθήσουμε.

Οφείλουμε επίσης να ευχαριστήσουμε τον κ. Χάρη Κεχαγιά, Επιβλέπων μηχανικό ΔΕΥΑ Τηλεθέρμανσης Κοζάνης, για την εξαιρετική βοήθεια, παροχή πληροφοριών, στοιχείων, φωτογραφικού υλικού και για τον πολύτιμο χρόνο που δέχθηκε για εμάς!

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στο ελληνικό γραφείο της Greenpeace και κυρίως στον κ. Δημήτριο Ιμπραήμ, υπεύθυνο εκστρατείας κατά των κλιματικών αλλαγών, για την συμπαράσταση και την παροχή συμβουλών και βιβλιογραφίας.

Σημαντική ήταν η συμβολή του κ. Κοζιάκη Νικόλαου Περιβατολόγου- ερευνητή του Παν. Δυτικής Μακεδονίας, με την παροχή υλικού, μετρήσεων και βοήθειας στην οργάνωση του μοντέλου περιβαλλοντικών επιπτώσεων της τηλεθέρμανσης Κοζάνης.

Σημαντική ήταν επίσης η βοήθεια του κ. Σταμκόπουλου Νίκου, Μηχανικού Περιβάλλοντος & του κ. Ευθυμίου Γεώργιου, Υποψήφιου Διδάκτωρ Παν. Δυτικής Μακεδονίας, για την παροχή πολύτιμου υλικού, βιβλιογραφίας και συμβουλών.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στις Κες Διδασκάλου Βασιλική και Χριστοφορίδου Ηρώ για την υπομονή και τη συμπαράστασή τους.

Αθήνα, 15 Μαρτίου 2007

Παναγιώτης Καλημέρης

Ηλίας Κατσαγούνος

«...Στο ειδικό πεδίο της οικονομίας, εάν το υπερβάλλον ιδωθεί στενά, τότε η υπερβότορη ρύπανση και η μεγαλύτερη μόλυνση θα αυτοτελέσουν ελπιδοφόρες προνοδοτές για μεγαλύτερα κέρδη της «επιτήρας» αντιρρυπαντικής βιομηχανίας, που θα αυτοτελεί ίσως την ίδια κερδοφόρα δεξατερική των ομίλων των ρυπαννοουσών βιομηχανιών...»

Erich Fromm "To have or to Be?", 1976

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	Κεφάλαιο 1^ο	2
1.1	Ενέργεια	2
1.2	Το πολυσύνθετο ενεργειακό πρόβλημα	3
1.2.1	Ιστορική αναδρομή στην κατανάλωση ενέργειας	3
1.2.2	Ορισμός του ενεργειακού προβλήματος	4
1.2.3	Η βιώσιμη ανάπτυξη	5
1.2.4	Μια διαφορετική οικονομική προσέγγιση	6
1.2.5	Η λύση του ενεργειακού προβλήματος: η ελληνική προοπτική	8
1.2.6	Η συμβολή της θέρμανσης στην κατανάλωση ενέργειας	11
1.3	Θέρμανση	13
1.3.1	Θέρμανση χώρων	13
1.3.2	Θέρμανση περιοχής (τηλεθέρμανση)	15
1.3.2.1	Ορισμός	15
1.3.2.2	Ιστορικά στοιχεία	15
1.3.2.3	Γενικά τεχνικά στοιχεία	15
1.3.3	Η έννοια της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας	18
1.3.3.1	Ορισμός συμπαραγωγής	18
1.3.3.2	Οφέλη που προκύπτουν από τη συμπαραγωγή	18
1.3.3.3	Παράμετροι που επηρεάζουν την οικονομική βιωσιμότητα μιας επένδυσης συμπαραγωγής	19
1.3.3.4	Η συμπαραγωγή στην Ελλάδα	19
1.3.3.5	Συμπεράσματα	20
1.4	Προλεγόμενα	21
	Βιβλιογραφία κεφαλαίου	22

2	Κεφάλαιο 2^ο : Συστήματα τηλεθέρμανσης πόλεως: από τη μελέτη στην υλοποίηση. Το έργο τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης	23
2.1	Εισαγωγικό σημείωμα – Δομή κεφαλαίου	23
2.2	Ιστορικό του έργου τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης	25
2.2.1	Γεωγραφική – χωροθετική προσέγγιση επιλογής	25
2.2.2	Ιστορική ανασκόπηση του έργου και μελλοντική πρόβλεψη	26
2.2.3	Περιγραφή των εγκαταστάσεων	29
2.2.4	Συμπεράσματα προμελέτης τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης	31
2.2.4.1	Κοινωνική – οικονομική διάρθρωση της πόλης της Κοζάνης	32
2.2.4.2	Μελέτη εμβαδού συνόλου κτιρίων και μελλοντικές εκτιμήσεις	35
2.2.4.3	Εκτίμηση ζήτησης θερμικών φορτίων	37
2.2.4.4	Παραγωγή θερμικής ενέργειας	39
2.2.4.5	Εκτίμηση συστήματος μεταφοράς θερμικής ενέργειας	41
2.2.4.6	Διανομή θερμικής ενέργειας	43
2.2.4.7	Επιλογή τρόπου σύνδεσης καταναλωτών	43
2.2.5	Ανακεφαλαίωση: Τα στάδια προμελέτης για το σχεδιασμό ενός	45

	συστήματος τηλεθέρμανσης	
2.2.5.1	Εισαγωγή	45
2.2.5.2	Βασικά στάδια σχεδιασμού ενός οποιουδήποτε συστήματος τηλεθέρμανσης	45
2.2.5.2.1	Ζήτηση θερμικών φορτίων	45
2.2.5.2.2	Παραγωγή θερμικής ενέργειας	48
2.2.5.2.3	Συστήματα μεταφοράς θερμικής ενέργειας - Διανομή και σύνδεση με καταναλωτές	51
2.2.5.2.4	Οικονομικότητα μεταφοράς θερμικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις και βελτιστοποίηση του κόστους μεταφοράς (συνάρτηση κόστους μεταφοράς)	57
2.2.6	Οικονομικές επιπτώσεις του έργου της τηλεθέρμανσης της Κοζάνης στην τοπική κοινωνία	60
2.2.6.1	Τιμολογιακή πολιτική	61
2.2.6.2	Εξέλιξη συνδρομητών τηλεθέρμανσης	63
2.2.6.3	Γενικά οικονομικά στοιχεία – οφέλη τηλεθέρμανσης	65
2.2.7	Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων της λειτουργίας τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης	67
2.2.7.1	Εισαγωγή	67
2.2.7.2	Μετρήσεις ατμοσφαιρικών ρύπων πριν τη λειτουργία της τηλεθέρμανσης σε Κοζάνη και Πτολεμαίδα	68
2.2.7.3	Εισαγωγή στην εκτίμηση – απογραφή ρύπων	72
2.2.7.4	Συμπεράσματα εκτιμήσεων. Σύγκριση με το παρελθόν	83
2.3	Συμπεράσματα – Σύνοψη – Προτάσεις	88
	Βιβλιογραφία κεφαλαίου	97
	Παράρτημα I – Ερωτηματολόγια εργασίας	100
	Παράρτημα II – Φωτογραφικό υλικό	105
	Παράρτημα III – Η χρήση του Η/Υ στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των συστημάτων τηλεθέρμανσης	109
	Παράρτημα IV	114

3	Κεφάλαιο 3^ο : Γεωθερμία - Τηλεθέρμανση	120
3.1	Ιστορική αναδρομή	121
3.2	Εισαγωγή στη γεωθερμία	122
3.2.1	Ορισμός και ταξινόμηση των γεωθερμικών πηγών	124
3.2.2	Έρευνα – εξερεύνηση γεωθερμικών πηγών	127
3.2.2.1	Στόχοι της εξερεύνησης	127
3.2.2.2	Μέθοδοι εξερεύνησης γεωθερμικών πεδίων	127
3.2.2.3	Υπολογισμός δυναμικότητας ενός γεωθερμικού πεδίου	128
3.2.3	Χρήσεις γεωθερμίας	128
3.2.3.1	Άμεσες χρήσεις γεωθερμίας (τηλεθέρμανση)	130
3.2.3.2	Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	132
3.2.3.3	Αβαθής γεωθερμία	135
3.2.4	Επιπτώσεις της χρήσης της γεωθερμίας	136
3.2.4.1	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις: πηγές ρύπανσης – προβλήματα	136

3.2.5	Ρίσκα και περιορισμοί της ανάπτυξης της γεωθερμικής ενέργειας	139
3.2.6	Ομαδικές θερμάνσεις από γεωθερμική ενέργεια	140
3.2.6.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά	140
3.2.6.2	Η μέθοδος της θέρμανσης	141
3.2.6.3	Μοντέλο για τις ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες	142
3.2.6.4	Φθορές των γεωθερμικών εγκαταστάσεων	143
3.2.7	Το γεωθερμικό δυναμικό της Ελλάδας	144
3.2.8	Αξιοποίηση της γεωθερμίας στην Ελλάδα για ανάπτυξη συστημάτων τηλεθέρμανσης	147
3.2.8.1	Εισαγωγικό σημείωμα	147
3.2.8.2	Γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα	148
3.2.8.2.1	Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	148
3.2.8.2.2	Κεντρική – Δυτική Μακεδονία - Ήπειρος – Θεσσαλία	152
3.2.8.2.3	Νότια Ελλάδα – Νησιά Αιγαίου	155
3.2.9	Παρουσίαση case study: Τηλεκλιματισμός νέου αερολιμένα Θεσσαλονίκης από γεωθερμία	156
3.2.9.1	Εισαγωγή	
3.2.9.2	Γεωλογικό υπόβαθρο	157
3.2.9.3	Το προτεινόμενο μοντέλο θέρμανσης – ψύξης	157
3.2.9.4	Ενεργειακή ισορροπία του project	158
3.2.9.5	Συμπεράσματα της οικονομικής ανάλυσης του έργου	159
3.2.10	Η αβαθής γεωθερμία στην Ελλάδα	162
3.2.10.1	Μια σύντομη ματιά στον υπόλοιπο κόσμο	162
3.2.10.2	Γεωθερμικές αντλίες vs κλιματισμού με αέρα	162
3.2.10.3	Προτάσεις – εφαρμογές της αβαθούς γεωθερμίας στην Ελλάδα	163
3.2.11	Οικονομική εξέταση	166
3.2.12	Σύνοψη - Συμπεράσματα	167
	Βιβλιογραφία κεφαλαίου	170
	Παράρτημα I	172
	Παράρτημα II – Χάρτης	174

4	Κεφάλαιο 4^ο :Βιομάζα – Τηλεθέρμανση	177
4.1	Εισαγωγή – Ορισμός	177
4.2	Ιστορική αναδρομή	179
4.3	Κατηγορίες βιομάζας	180
4.3.1	Αγροτικές φυτείες	180
4.3.2	Αγροτικά υπολείμματα	181
4.3.3	Ζωικά απόβλητα	181
4.3.4	Μαύρο ρευστό (black liquor)	182
4.3.5	Απόβλητα βιομηχανίας ζάχαρης	182
4.3.6	Δασικές φυτείες	182
4.3.7	Δασικά υπολείμματα	183
4.3.8	Βιομηχανικά απόβλητα	184
4.3.9	Αστικά στερεά απόβλητα	184
4.3.10	Υγρά απόβλητα	185

4.4	Τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας	185
4.4.1	Αναεροβική χώνευση	186
4.4.2	Παραγωγή μπρικεττών και σφαιριδίων	186
4.4.3	Άμεση καύση και συμπαραγωγή	187
4.4.4	Πυρόλυση	188
4.4.5	Αεριοποίηση	188
4.4.6	Παραγωγή ξυλοκάρβουνου	189
4.4.7	Παράλληλη καύση	189
4.4.8	Παραγωγή αιθανόλης	
4.5	Η βιομάζα στην ανάπτυξη τηλεθέρμανσης πόλεων	191
4.5.1	Συστήματα θέρμανσης χώρων από βιομάζα	191
4.5.2	Περιγραφή συστήματος τηλεθέρμανσης από βιομάζα	191
4.5.3	Κόστος εγκατάστασης	193
4.5.4	Βασικά κριτήρια μελέτης εγκατάστασης συστήματος	194
4.6	Προοπτικές ανάπτυξης τηλεθέρμανσης από βιομάζα στην Ελλάδα	196
4.6.1	Δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα	196
4.6.1.1	Δασική βιομάζα στην Ελλάδα	197
4.6.1.2	Γεωργικά παραπροϊόντα στην Ελλάδα	199
4.6.2	Κοινότητα Νυμφασίας: Η ελληνική εφαρμογή τηλεθέρμανσης από βιομάζα	202
4.6.2.1	Εισαγωγή	202
4.6.2.2	Περιγραφή συστήματος	202
4.6.2.3	Ιδιότητες του καυσίμου	203
4.6.2.4	Περιγραφή λεβητοστασίου και δικτύου σωληνώσεων	203
4.6.3	Η περίπτωση της τηλεθέρμανσης των Γρεβενών	204
4.6.3.1	Εισαγωγή	204
4.6.3.2	Στοιχεία βιομάζας νομού Γρεβενών	204
4.6.4	Συμπαραγωγή με βιομάζα στον οικισμό Εύλαλον Ξάνθης	205
4.6.4.1	Εισαγωγή	205
4.6.4.2	Σύνθεση οικισμού	205
4.6.4.3	Διαθέσιμα καύσιμα συμπαραγωγής	205
4.6.5	Τηλεθέρμανση κτιρίων Καρπενησίου με βιομάζα	206
4.6.5.1	Είδος βιομάζας προς χρήση και πόροι χρηματοδότησης	206
4.6.5.2	Γενικά στοιχεία έργου	206
4.6.5.3	Παρατηρήσεις	207
4.7	Συμπεράσματα – Προτάσεις	208
4.7.1	Πλεονεκτήματα χρήσης βιομάζας	208
4.7.2	Μειονεκτήματα χρήσης βιομάζας	209
4.7.3	Προτάσεις για την αξιοποίηση της βιομάζας σε συστήματα T/Θ	210
4.7.3.1	Βασικός άξονας κύριων δραστηριοτήτων	210
4.7.3.2	Δευτερεύον άξονας δράσης (βασικά σημεία μελέτης εγκατάστασης ενός συστήματος)	211
4.7.4	Παραδείγματα με ενδιαφέρον από τον υπόλοιπο κόσμο	211
4.7.4.1	Λιθουανία – πόλη Ingalina	212
4.7.4.2	Molins de Rei – Catalonia, Ισπανία	213

4.7.4.3	Το παράδειγμα της Αυστρίας	213
4.7.4.4	Στουτγκάρδη, Γερμανία	214
4.7.4.5	Ναχιο, Σουηδία	215
4.7.5	Επίλογος	216
	Βιβλιογραφία κεφαλαίου	217
	Παράρτημα I – Case study	
	Παράρτημα II – Καύση αστικών απορριμμάτων για παραγωγή θερμότητας	221
	Παράρτημα III	228

5	Κεφάλαιο 5^ο: Ηλιακή ενέργεια και τηλεθέρμανση	230
5.1	Εισαγωγή	230
5.2	Παθητική μέθοδος αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας	231
5.3	Φωτοθερμικές μέθοδοι μετατροπής	232
5.4	Ηλιακοί συλλέκτες	232
5.4.1	Επίπεδοι συλλέκτες	232
5.4.2	Συγκεντρωτικοί συλλέκτες	232
5.4.3	Σωλήνες κενού	232
5.5	Αποθήκευση θερμικής ενέργειας	233
5.6	Μελέτη περιπτώσεων ηλιακής τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη και στον Καναδά	236
5.6.1	Case study: Kungulv, Sweden	236
5.6.2	Case study: Friedrichshafen, Germany	238
5.6.3	Case study: Ballerup, Denmark	241
5.6.4	Case study: Alberta, Canada	244
5.7	Παθητικά ηλιακά συστήματα στην Ελλάδα	246
5.7.1	Case study: Ηλιακή τηλεθέρμανση μεγάλων χώρων. Το παράδειγμα του αθλητικού κέντρου Ευόσμου Θεσσαλονίκης	247
5.8	Σύνοψη – Συμπεράσματα – Προτάσεις	249
	Βιβλιογραφία κεφαλαίου	251
	Παράρτημα I	252

6	Κεφάλαιο 6^ο:	253
6.1	Γενικά	253
6.2	Σύνοψη Τηλεθέρμανσης	253
6.2.1	Πλεονεκτήματα	254
6.2.2	Μειονεκτήματα	254
6.3	Τηλεθέρμανση και ΑΠΕ	255
6.3.1	Τηλεθέρμανση και Γεωθερμία	256
6.3.2	Τηλεθέρμανση και Βιομάζα	256
6.3.3	Τηλεθέρμανση και Ηλιακή Ενέργεια	257
6.4	Ένας Καυστικός Επίλογος	258

	Παραρτήματα:	260
Παρ. I	Φαινόμενο θερμοκηπίου	260

Παρ. II	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)	266
Παρ. III	Πίνακας Μονάδων	275
	Γλωσσάριο	277
	Ευρετήριο Διαγραμμάτων	279
	Ευρετήριο Φωτογραφιών	280
	Ευρετήριο Πινάκων	281
	Ευρετήριο Σχεδιαγραμμάτων	284

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ...



"... Ας ιδάρουμε τις έξι μέρες της Γένεσης σαν εικόνα για την αναπαράσταση εκείνου ιδου, στην ιδραγματικότητα ιδραματοιδουήθηκε σε τέσσερα δεκατομμύρια χρόνια. Μια μέρα της Γένεσης ουκιδούς αντιστοιχεί σε εξακόσια εξήντα εκατομμύρια χρόνια. Ο ιδανήτης μας γεννήθηκε την Δευτέρα, την ώρα μηδέν. Τη Δευτέρα, την Τρίτη και την Τετάρτη μέχρι το μεσημέρι, η Γη εκημαίεται. Η ζωή αρχίζει την Τετάρτη το μεσημέρι κι αναιδύσσεται σ' όλη την οργανική της ομαρφιά στην διάρκεια των ειδόμενων τριών ημερών. Το Σάββατο στις τέσσερις το αυόγευμα μόλις, εμφανίζονται τα μεγάλα εριδετά. Πέντε ώρες αργότερα στις εννιά το βράδυ, όταν τα δέντρα Σευγκόια βγαίνουν από την Γη, τα μεγάλα εριδετά εξαφανίζονται. Ο ανδρικός δεν εμφανίζεται ιδάρά το Σάββατο το βράδυ, τα μεσάνυχτα ιδάρά τρία λεπτά. Ένα τέταρτο του δευτερολέπτου πριν από τα μεσάνυχτα γεννιέται ο Χριστός. Ένα τεσσαρακοστό του δευτερολέπτου πριν από τα μεσάνυχτα αρχίζει η βιομηχανική ειδανάσταση. Τώρα είναι μεσάνυχτα, Σάββατο βράδυ και ιδεριτριμηριμόραστε από ανδρικούς ιδου ιδαστείουν ότι αυτό ιδου κάνουμ εδώ κι ένα μόλις τεσσαρακοστό του δευτερολέπτου μπορεί να διαρκέσει εις' άφρονου..."

David Brower



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

«... Ο πλανήτης αναπτύσσεται στο χρόνο χωρίς να αυξάνει. Η οικονομία θα πρέπει τελικά να προσαρμοστεί σε ένα παρόμοιο μοντέλο ανάπτυξης. Αυτό αποτελεί ουσιαστικά την απόδειξη ότι ο πλανήτης, όντας υπερσύνολο, περικλείει την οικονομία, που είναι υποσύνολο, και όχι αντίστροφα...»

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ενέργεια

Η ενέργεια είναι η κύρια ιδιότητα της ύλης που γίνεται αντιληπτή με διάφορες μορφές (θερμότητα, φώς, κίνηση, ηλεκτρισμός). Κυριότερη πηγή ενέργειας που δέχεται η επιφάνεια της γης είναι η ακτινοβολία του ηλίου. Η ενέργεια αυτή με όλους τους τρόπους μεταφοράς της και μετατροπής της, δημιουργεί τον λεγόμενο **Φυσικό ενεργειακό κύκλο**. Ο άνθρωπος παρεμβαίνει στον κύκλο αυτό με την τεχνολογία που διαθέτει και χρησιμοποιώντας κατάλληλες πρώτες ύλες, προκαλεί την μεταφορά και μετατροπή της έτσι ώστε να πετύχει τους δικούς του σκοπούς. Δημιουργεί λοιπόν ένα **τεχνητό ενεργειακό σύστημα**, απαραίτητο για να βελτιώσει τις συνθήκες επιβίωσης και διαβίωσης του¹.

Με την χρήση ενέργειας ο άνθρωπος είναι σε θέση να μαγειρεύει, να ταξιδεύει σε όλα τα μήκη και τα πλάτη του πλανήτη, να κινεί μηχανές, να φωτίζει τα σπίτια του, να ταξιδεύει στο διάστημα, να προστατεύει τον εαυτό του από το κρύο παράγοντας θερμότητα. Μπορούμε γενικά να κατατάξουμε την ενέργεια, ανάλογα με την μορφή που παίρνει κάθε φορά σε διάφορες κατηγορίες όπως:

- Μηχανική ενέργεια (κινητική-περιστροφική κτλ)
- Ηλεκτρική ενέργεια
- Χημική ενέργεια (στέρεα και υγρά καύσιμα)
- Πυρηνική ενέργεια
- Θερμότητα

Η θερμότητα που ως επί το πλείστον θα αποτελέσει το επίκεντρο της παρούσας διατριβής, αποτελεί αναμφίβολα πολύ σπουδαία μορφή ενέργειας για το μαγείρεμα, το πλύσιμο και την θέρμανση του ανθρώπου.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι σύμφωνα με τα αξιώματα της θερμοδυναμικής, η ενέργεια δεν παράγεται ούτε καταστρέφεται. Αυτό σημαίνει ότι η ενέργεια του σύμπαντος παραμένει σταθερή. Όταν μια μορφή ενέργειας εξαφανίζεται, την θέση της καταλαμβάνει το ίδιο ποσό μιας άλλης μορφής ενέργειας. Αυτό αποτελεί το πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα. Μόνο για την θερμότητα ισχύει το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα που διατυπώνεται ως εξής: θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας δεν μπορεί αυθόρμητα να μετασχηματιστεί σε θερμότητα υψηλότερης θερμοκρασίας. Η θερμότητα τείνει αυθόρμητα κατά κάποιον τρόπο να πάρει την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

¹ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, 2001 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης

1.2 Το πολυσύνθετο ενεργειακό πρόβλημα

1.2.1 Ιστορική αναδρομή στην κατανάλωση ενέργειας

Πριν εκθειάσουμε εκτενώς την έννοια της τηλεθέρμανσης πόλεων θεωρήσαμε απαραίτητο να ρίξουμε μια σύντομη ματιά στο ιστορικό της ενέργειας. Η ιστορία απόδειξε ότι η εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας ανά κάτοικο. Δεν θα αποτελούσε υπερβολή να πούμε ότι ο βαθμός προόδου και εξέλιξης κάθε κοινωνίας εξαρτάται από την καταναλισκόμενη ενέργεια. Παρακάτω εκθέτουμε έναν προσεγγιστικό πίνακα που απεικονίζει τη μέση κατανάλωση ενέργειας ανά άτομο ημερησίως σε Kcal και σε Kg αναλογία καύσιμης ύλης.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΦΑΣΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ	Kcal Ημερησίως	Kg Αναλογία Καύσιμης Ύλης
Περίπου 1 εκ χρόνια π.Χ.	Πρωτόγονος άνθρωπος πριν την αξιοποίηση της φωτιάς	2000	100
Περίπου 100000 χρόνια π.Χ.	Αρχή χρήσης της φωτιάς	5000	260
Περίπου 5 Χιλ χρόνια π.Χ.	Πρωτόγονα γεωργικά μέσα, αξιοποίηση ζώων στη γεωργία	12000	620
15ος 16ος Αιώνας	Ανάπτυξη γεωργίας, κτηνοτροφίας, αξιοποίηση υδάτινης και αιολικής ενέργειας	26000	1360
18ος - 19ος αιώνας	Βιομηχανική επανάσταση: Άνθρακας, ατμός	50000	2500
Μέσα 20ου αιώνα	Βιομηχανική εποχή :πετρέλαιο	77000	4020
Τέλη 20ου αιώνα	Περίοδος ανάπτυξης Τεχνολογίας	230000	11600

Πίνακας 1.1 Φάσης ιστορικής εξέλιξης της κατανάλωσης ενέργειας από τον άνθρωπο²

Ο πρωτόγονος άνθρωπος, πριν από 1 εκατομμύριο χρόνια, αξιοποιούσε ολόκληρη την διαθέσιμη ενέργεια για την διατροφή του. Η παντός είδους αυτή ενέργεια (από ζώα, ξύλα, γεωθερμία, υδραυλική, αιολική) ανανεώνονταν συνεχώς. Η εξέλιξη οδήγησε σιγά σιγά το ανθρώπινο γένος στην αξιοποίηση του φυσικού πλούτου της γης: το πετρέλαιο, τον γαιάνθρακα, το φυσικό αέριο. Από την θέρμανση με ξύλα σε ανοικτούς χώρους, στα τζάκια και την κεντρική θέρμανση με το γύρισμα ενός διακόπτη. Το ίδιο συνέβη και στη Βιομηχανία. Από την ατμομηχανή του 1812 φθάσαμε στις μεγάλες μηχανές ντίζελ και την

² Πλανάκης Οδυσσέας, εισήγηση στο 1^ο ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, 2 – 4 Μαΐου 1990, Κοζάνη. Σελ 1.

πυρηνική ενέργεια. Και όλα αυτά με την χρήση πηγών που όμως δεν ανανεώνονται και κάποτε, δυστυχώς, θα τελειώσουν.

1.2.2 Ορισμός του ενεργειακού προβλήματος

Το μόνο σίγουρο όσον αφορά το ενεργειακό μέλλον του πλανήτη είναι πως η ζήτηση ενέργειας διαρκώς θα αυξάνει. Ατυχώς σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό της προέρχεται από μη ανανεώσιμους πόρους: άνθρακα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ουράνιο. Μη ανανεώσιμος καλείται ένας πόρος ο οποίος καταναλώνεται με ρυθμούς μεγαλύτερους από αυτούς με τους οποίους αναπληρώνεται από την φύση. Η κατανάλωση αυτή συνεπάγεται συνεπώς συνεχή μείωση του αποθέματος του μη ανανεώσιμου πόρου, μέχρι την οριστική εξάλειψη του³. Αναλογιζόμενοι την ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού που είναι ο λόγος της συνεχούς αύξησης της ζήτησης για ενέργεια, σε συνδυασμό με την μη ανανεωσιμότητα των ενεργειακών πόρων που χρησιμοποιούμε, οδηγούμαστε στο αναπόφευκτο συμπέρασμα ότι πολύ σύντομα η ανθρωπότητα θα κληθεί να αντιμετωπίσει τις συνέπειες της ενεργειακής πολιτικής που ακολουθείται παγκοσμίως.

Στις αρχές της δεκαετίας του '50 έκανε δειλά την εμφάνισή του, με μορφή φιλοσοφικού στοχασμού, το ενεργειακό πρόβλημα. Παρά το γεγονός ότι το 1950 τα εκτιμώμενα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα είχαν επάρκεια 20 χρόνων, επικρατούσε κάποια νηφαλιότητα σε σχέση με την ενεργειακή τροφοδότηση. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης του 1973 άρχισε και η συνειδητοποίηση του ενεργειακού προβλήματος. Από τότε, έχει αναπτυχθεί μια πλούσια φιλολογία αναφορικά με τα αίτια δημιουργίας, τις επιπτώσεις και τις πιθανές λύσεις του. Το ενεργειακό πρόβλημα, ανεξάρτητα από τη χρονική και την τοπική ιδιαιτερότητα που εμφανίζει, προσδιορίζεται κυρίως από τις εξής συνιστώσες⁴:

- Την ανοδική τάση των τιμών της ενέργειας, η οποία δημιουργεί αύξηση του κόστους στο σύνολο των προϊόντων και των υπηρεσιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την ενεργειακή κρίση μέχρι σήμερα οι τιμές του αργού πετρελαίου έχουν τετραπλασιασθεί, γεγονός που πιστοποιεί τη μονιμότητα του ενεργειακού προβλήματος ως προς την άνοδο των τιμών.
- Την αβεβαιότητα επάρκειας και σταθερότητας της ενεργειακής τροφοδοσίας. Το φαινόμενο της αβεβαιότητας συντηρείται από τοπικές και περιφερειακές συρράξεις, οι οποίες στις περισσότερες των περιπτώσεων δημιουργούνται από παρέμβαση τρίτων προκειμένου να αυξήσουν την επιρροή τους στο διεθνές κύκλωμα του πετρελαίου.
- Την εξάντληση των ενεργειακών πόρων, έστω και αν αυτή τοποθετείται σε μακρινούς χρονικούς ορίζοντες.

³ Ως εξάλειψη ορίζουμε την από ένα σημείο και μετά, μη οικονομική εκμετάλλευση του πόρου αφού πλήρη εξάλειψη δεν νοείται.

⁴ Δημήτρης Μαρίνος - Κουρής καθηγητής ΕΜΠ, άρθρο: « Το ενεργειακό πρόβλημα αναζητά λύση» Πηγή: Διαδίκτυο.

- Τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και των υδάτινων αποδεκτών. Συγκεκριμένα η ενέργεια επιδρά δυσμενώς στο περιβάλλον σε κάθε φάση της ενεργειακής ροής, δηλαδή από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι την τελική χρήση τους. Με συνέπεια να συμβάλλει τα μέγιστα στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου (από τις εκπομπές των αερίων καύσης) και ταυτόχρονα να μειώνει τη διαθεσιμότητα του υδάτινου δυναμικού (από την ποιοτική υποβάθμιση των αποδεκτών). Έτσι το ενεργειακό σύστημα είναι κυρίως υπεύθυνο για την κλιματική αλλαγή και για την παγκόσμια κρίση του νερού.
- Το κύκλωμα διαχείρισης της ενεργειακής ροής χαρακτηρίζεται από μεγάλες απώλειες, που ανέρχονται στο 85% της πρωτογενούς ενέργειας. Διαπιστώνεται ως εκ τούτου ότι σημαντική συνιστώσα του ενεργειακού συστήματος είναι η μη ορθολογική διαχείρισή του ή διαφορετικά, η χαμηλή αποδοτικότητά του.

Η σωστή και ορθολογική διαχείριση των υπαρχόντων αποθεμάτων ενεργειακών πόρων, σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βαθμιαία υποκατάσταση των μη ανανεώσιμων πόρων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), φαντάζει σαν η μόνη ουσιαστική λύση στον εφιάλτη της έλλειψης ενέργειας και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης του πλανήτη.

1.2.3 Η βιώσιμη (αειφορική / αυτοσυντηρούμενη) ανάπτυξη

Πριν προχωρήσουμε παραπέρα, είναι απαραίτητο πρώτα να τεκμηριώσουμε κάποιους ορισμούς εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν κατά κόρον στην υπόλοιπη εργασία. Η επιτροπή του Ο.Η.Ε. για το περιβάλλον και την ανάπτυξη ([WCED 1987](#)), συμπέρανε πως απαιτείται να βρεθεί «ένα νέο αναπτυξιακό μοντέλο το οποίο να εγγυάται όχι μόνο την πρόοδο κάποιων ανθρώπων που κατοικούν σε ορισμένα μέρη του κόσμου αυτού, αλλά την πρόοδο των ανθρώπων όλου του πλανήτη στο διηνεκές». Η επιτροπή αυτή όρισε λοιπόν πώς:

“Βιώσιμη ή αυτοσυντηρούμενη ή αειφορική (Sustainable) ανάπτυξη, είναι αυτή που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να μειώνει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών ανθρώπων να ικανοποιήσουν τις δικές τους.”

Από οικονομική άποψη, ο όρος αειφόρος ανάπτυξη, για τις πλούσιες χώρες σημαίνει μείωση των ποσών ενέργειας και φυσικών πόρων που καταναλώνουν. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από δύο δρόμους: είτε μέσω των τεχνολογικά αποτελεσματικότερων τρόπων, είτε μέσω γενικότερης αλλαγής του τρόπου ζωής των κοινωνιών αυτών. Σίγουρα οι ανεπτυγμένες βιομηχανικές χώρες έχουν και ηθική υπευθυνότητα για την υλοποίηση της αναπτυξιακής αειφορικής επιλογής. Είναι αυτές που κυρίως ρύπαναν τον πλανήτη μέχρι σήμερα και επιπλέον, έχουν τα οικονομικά και τεχνολογικά μέσα και το κατάλληλα εκπαιδευμένο ανθρώπινο δυναμικό για να ξεκινήσουν το μετασχηματισμό αυτόν όχι μόνο στο εσωτερικό των κοινωνιών του βορρά αλλά και να τον προωθήσουν στις χώρες του νότου. Αντίθετα για τις χώρες του τρίτου κόσμου, βιώσιμη ανάπτυξη σημαίνει αύξηση του βιοτικού επιπέδου τους. Για τους ανθρώπους που δεν μπορούν να ικανοποιήσουν τις

βασικές τους ανάγκες και δεν έχουν καμία βεβαιότητα για το αύριο, σίγουρα δεν έχει κανένα νόημα η αειφορικότητα. Προκειμένου να ξεφύγουν από τη φτώχεια, θα μετέλθουν οποιοδήποτε μέσο, όσο περιβαλλοντικά επιζήμιο και αν είναι, ενώ η ανασφάλεια τους θα τους σπρώχνει προς αυξημένη τεκνογονία. Στο Βορρά από την άλλη αειφόρος ανάπτυξη σημαίνει επίσης μεταφορά φυσικών πόρων, κεφαλαίων και εργασίας προς τομείς όπως η παιδεία, η υγεία, ο πολιτισμός.

Όσον αφορά τον ανθρώπινο πληθυσμό του πλανήτη, αειφορική ανάπτυξη σημαίνει σταθεροποίηση των ανθρωπίνων αριθμών, δεδομένου πως οι σημερινοί αριθμοί αύξησης αντιμάχονται οποιοδήποτε είδους οικονομική ανάπτυξη και στερούν φυσικούς πόρους από τους ήδη ζώντες ανθρώπους προς χάριν των νεοφερμένων σε αυτή την ζωή.

Σε σύνοψη, η ανάπτυξη αυτού του είδους απαιτεί ταυτόχρονα προστασία των φυσικών πόρων αλλά και αύξηση της παραγωγής τροφής έτσι ώστε αυτή να επαρκέσει για ένα διαρκώς αυξανόμενο πληθυσμό, στόχοι που μερικές φορές βρίσκονται σε σύγκρουση. Σημαίνει επίσης μείωση όλων των ειδών ρύπανσης του αέρα και του νερού, καθώς και την προστασία των οικοσυστημάτων εκείνων που εγγυώνται την μακροήμερευση της βιοποικιλότητας, όπως τα τροπικά δάση, οι υγρότοποι αλλά και των ιδιαίτερα ευαίσθητων οικοσυστημάτων όπως της Ανταρκτικής, ώστε η πρωτοφανής στα χρονικά του πλανήτη ταχύτατη εξάλειψη ειδών να καμφθεί ή και να τερματιστεί. Σημαίνει προστασία του παγκόσμιου περιβάλλοντος από μείζονες αλλαγές στην σύσταση της ατμόσφαιρας, οι οποίες θα είχαν σαν αποτέλεσμα αλλαγές στο κλίμα του πλανήτη, τροποποιώντας έτσι ριζικά και προς το χειρότερο τη γη που θα κληροδοτηθεί στις επόμενες γενεές.

1.2.4 Μια διαφορετική οικονομική προσέγγιση

Η οικονομική ανάπτυξη και η προστασία του περιβάλλοντος μπορεί τελικά να μην είναι τόσο αντικρουόμενες και αλληλοαποκλειόμενες έννοιες, όπως πολύ λανθασμένα πιστεύεται σήμερα. Το ενεργειακό μοντέλο που ακολουθείται σήμερα σχετίζεται άμεσα με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτά τα περιβαλλοντικά προβλήματα με την σειρά τους λειτουργούν αρνητικά για την οικονομική ανάπτυξη. Επομένως είναι αναγκαίος ένας διαφορετικός τρόπος θεώρησης των πραγμάτων, πράγμα το οποίο η παλαιά οικονομική θεωρία αδυνατεί να αντεπεξέλθει αν δεν πραγματοποιήσει ριζοσπαστικές τομές και αλλαγές. Ούτε η οικονομία είναι μόνο παραγωγής πλούτου, ούτε αναμφίβολα η οικολογία μόνο εργαλείο προστασίας της φύσης. Αμφότεροι τομείς είναι αναγκαίοι για την ανάπτυξη. Βέβαια το πρόβλημα της συγχώνευσης και της κοινής πλέον διαδρομής αυτών των δύο γνωστικών πεδίων είναι πολύ μακριά ακόμα.⁵

Είναι πολύ σημαντικό σε αυτό το σημείο να αναφερθούμε σε μια κοινότυπη αλλά πολύ ουσιαστική διαπίστωση. Αυτοί που προωθούν τις παγκόσμιες

⁵ Αλέξανδρος Γεωργόπουλος «Γη – Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης» Εκδόσεις Gutenberg , Αθήνα, 2000

αναπτυξιακές διαδικασίες δεν πληρώνουν μια σειρά από εξωτερικές επιβαρύνσεις που προκαλούν στο κοινωνικό σύνολο και τη φύση. Η παραγόμενη ρύπανση, οι προκαλούμενες ασθένειες, η αισθητική ρύπανση, η εξάντληση του νερού και ιδιαίτερα των μη ανανεώσιμων πόρων, είναι ατυχή γεγονότα για τα οποία κανείς δεν αισθάνεται υποχρεωμένος να πληρώσει. Και μπορεί άραγε να αποτιμηθούν τα παραπάνω σε οικονομικούς όρους χρήματος; Για αρκετά χρόνια υπήρχε η αντίληψη ότι αρκούσε μια καταγραφή των οικονομικών ζημιών που προέκυπταν από μια περιβαλλοντικά λανθασμένη κίνηση, ώστε να αποζημιωθούν οι πληγέντες. Αυτό βέβαια στην οικονομική θεωρία στηριζόταν στο γεγονός ότι η παραγωγή όλων σχεδόν των καταναλωτικών αγαθών παράγει ταυτόχρονα και παραπροϊόντα με σοβαρότατες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το κόστος αυτών των επιπτώσεων σχεδιαζόταν να συμπεριληφθεί στην τελική τιμή των παραγόμενων προϊόντων την οποία καλείται να πληρώσει ο καταναλωτής. Αυτό το κόστος αν δεν πληρωθεί δε, τελικά από τον καταναλωτή καταλήγει να αποτελεί κοινωνικό κόστος, το οποίο επωμίζεται όλη η κοινωνία και το πληρώνει μέσω της φορολογίας. Κάθε τέτοιου είδους κόστος καλείται εξωτερικότητα διότι είναι «εξωτερικό» της διαδικασίας της αγοράς που, κατά τα άλλα, καθορίζουν την τιμή των καταναλωτικών αγαθών. Αυτές οι εξωτερικότητες παρέμειναν όμως, διότι κάθε ενσωμάτωσή τους στην τιμή ενός προϊόντος θα δημιουργούσε αποσταθεροποίηση στο οικονομικό σύστημα. Παρ' όλα αυτά δε θα έπρεπε να υποθέσει ότι απορρίπτονται συλλήβδην όλα τα οικονομικά εργαλεία που πιθανώς θα βοηθούσαν στον περιορισμό των περιβαλλοντικών δεινών. Για παράδειγμα ο φόρος τον οποίο επιβάλλει η Ε.Ε. για να περιστείλει τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και που προσπαθεί να ενσωματώσει το περιβαλλοντικό κόστος στο κόστος της ενέργειας, μπορεί αποτελέσει «πειστικό» εργαλείο για την αποθάρρυνση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων. Παρόλα αυτά η καθημερινή εμπειρία και οι θεωρητικές αναζητήσεις, φαίνεται να εδραιώνουν την πεποίθηση πως η εμμονή στο δόγμα «ο ρυπαίνων πληρώνει» σαν οδηγητική και γενικά ισχύουσα αρχή, είναι λανθασμένη. Πώς μπορεί αλήθεια να αποτιμηθεί ο ανθρώπινος θάνατος; Πώς θα μπορούσε να αποτιμηθεί η ανθρώπινη ζωή; Πώς θα αποτιμηθεί η αξία της καταστροφής του Παρθενώνα από την ρύπανση και την όξινη βροχή και ποιος θα πρέπει να πληρώσει; Πόση αξία έχει η επιφάνεια του πλανήτη που θα καλυφθεί από θαλασσινό νερό εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου; Ερωτήματα με πολύ λεπτή και δύσκολη απάντηση (Αν υπάρχει!).

Το Ζενίθ αυτής της λογικής που θέλει να αποτιμήσει τα πάντα σε οικονομικές μονάδες, οδηγεί πασιφανώς σε παράλογα συμπεράσματα αλλά και τρόπους σκέψης.

Ο πιο γνωστός διανοητικός ακροβατισμός που συναντάται συχνότατα στην οικονομική επιστήμη, αφορά τον συσχετισμό του ΑΕΠ και της ποιότητας ζωής της αντίστοιχης κοινωνίας. Με λίγα λόγια, η ποσοτικοποίηση της ποιότητας είναι εξ ορισμού πολλές φορές μέγα απόπτημα.

Στο σημείο αυτό θα ήταν σκόπιμο να αποσαφηνίσουμε τους όρους *ανάπτυξη* και *αύξηση*. **Αύξηση** σημαίνει μεγαλύτερο μέγεθος μέσω αφομοίωσης ή ενσωμάτωσης υλικών. **Ανάπτυξη** σημαίνει επέκταση ή πραγματοποίηση των

δυνατοτήτων αυτού που αναπτύσσεται. Η ποσοτική αύξηση και η ποιοτική βελτίωση ακολουθούν διαφορετικούς νόμους. Ο πλανήτης αναπτύσσεται στο χρόνο χωρίς να αυξάνει. Η οικονομία θα πρέπει τελικά να προσαρμοστεί σε ένα παρόμοιο μοντέλο ανάπτυξης. Αυτό αποτελεί ουσιαστικά την απόδειξη ότι ο πλανήτης, όντας υπερσύνολο, περικλείει την οικονομία που είναι υποσύνολο, και όχι αντίστροφα⁶.

1.2.5 Η λύση του ενεργειακού προβλήματος: η ελληνική προοπτική

Τα προηγούμενα περιγράφουν το ενεργειακό πρόβλημα το οποίο οφείλεται στην αποκλειστική εξάρτηση του ενεργειακού συστήματος από τα ορυκτά καύσιμα. **Σήμερα το 80% της ενέργειας προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, το 14% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - ΑΠΕ, και το 6% από πυρηνικούς σταθμούς⁷. Είναι φανερό ότι για την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος είναι απαραίτητο να ελαχιστοποιηθεί η χρήση ορυκτών καυσίμων.**

Οποιαδήποτε όμως λύση θα πρέπει να εξασφαλίζει τις αξίες, τις παραδόσεις, την ευημερία και τις ελευθερίες του κοινωνικού συνόλου. Προς την κατεύθυνση αυτή, έχει γίνει ευρύτερα αποδεκτή η ανάγκη υλοποίησης τριών στρατηγικών με διαδοχικές (και μερικώς καλυπτόμενες) χρονικές περιόδους. Συγκεκριμένα:

- Η στρατηγική ορθολογικής διαχείρισης γνωστή και ως στρατηγική εξοικονόμησης ενέργειας.
- Η στρατηγική υποκατάστασης των συμβατικών ενεργειακών πηγών με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).
- Η στρατηγική έλευσης στο ενεργειακό σύστημα του υδρογόνου ως ενεργειακού φορέα.

Η στρατηγική ορθολογικής διαχείρισης ή στρατηγική εξοικονόμησης ενέργειας που διασφαλίζει χαμηλή κατανάλωση ενεργειακών πόρων, παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματά της δεν έχει εφαρμοστεί στον αναμενόμενο βαθμό. Μια τέτοια στρατηγική δεν δημιουργεί συνθήκες ενεργειακής στέρησης στην κοινωνία, αφού βασίζεται απλά στην αποδοτικότερη χρήση της. Η αύξηση της αποδοτικότητας σε όλες τις φάσεις της ενεργειακής ροής έχει ως συνέπεια την περιστολή της αλόγιστης σπατάλης ενεργειακών πόρων. Είναι φανερό ότι η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί τη φιλικότερη μορφή ενέργειας για το περιβάλλον, αφού είναι το απόλυτα καθαρό καύσιμο με την έννοια ότι η εξοικονομούμενη ποσότητα καυσίμου δεν χρησιμοποιείται. Η ιδιότητα αυτή την καθιστά ταυτόχρονα ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.

⁶ Όπου και πριν

⁷ Δημήτρης Μαρίνος - Κουρής καθηγητής ΕΜΠ, άρθρο: « Το ενεργειακό πρόβλημα αναζητά λύση» Πηγή: Διαδίκτυο.

Η στρατηγική μιας κοινωνίας με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση θα πρέπει να προγραμματίσει και να υλοποιήσει τις κατάλληλες πολιτικές, έτσι ώστε να:

- Δημιουργήσει ενεργειακές αλυσίδες. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η χρησιμοποίηση της απορριπτόμενης θερμικής ενέργειας (από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς) για τη λειτουργία κεντρικών δικτύων θέρμανσης χώρων και νερού σε γειτνιάζοντα αστικά κέντρα, όπως στην περίπτωση της Κοζάνης που εξετάζουμε στον πυρήνα της εργασίας μας παρακάτω.
- Αποκεντρώσει το ενεργειακό σύστημα με την εισαγωγή συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, όπου είναι εφικτό (π.χ. βιομηχανίες, νοσοκομεία, οργανωμένα κτιριακά συγκροτήματα).
- Υποκαταστήσει την ηλεκτρική ενέργεια, σε κάθε προσφερόμενη τεχνολογικά περίπτωση, με φυσικό αέριο (π.χ. θέρμανση, ψύξη, μαγείρεμα).
- Κατευθύνει τις αγορές του κοινωνικού συνόλου σε προϊόντα χαμηλού ενεργειακού περιεχομένου. Ως παράδειγμα προς αποφυγήν αναφέρονται τα ευρύτατα κυκλοφορούντα προϊόντα μιας χρήσης.
- Αυξήσει το αίσθημα ευθύνης ως προς το ενεργειακό πρόβλημα των πολιτών με κατάλληλες διαφημιστικές εκστρατείες.
- Εντάξει ως ουσιαστικό παράγοντα οικονομικής ανάπτυξης τις επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Είναι βέβαιο ότι τέτοιες επενδύσεις θα συμβάλουν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος με ταυτόχρονη δημιουργία θέσεων εργασίας.

Η στρατηγική για τη δεύτερη περίοδο, της υποκατάστασης των συμβατικών καυσίμων με ΑΠΕ είναι άμεσα συνδεδεμένη με εκείνη της εξοικονόμησης ενέργειας. Μόνο στην περίπτωση που για την πρώτη περίοδο αποκατασταθούν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης και γεωπολιτικής σταθερότητας είναι δυνατόν να εξασφαλιστούν οι προϋποθέσεις μιας μακροχρόνιας στρατηγικής επιτυχούς εκμετάλλευσης των ΑΠΕ.

Παρά τη βεβαιότητα που επικρατεί, οι ΑΠΕ δεν είναι «αθώες» ως προς τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Για το λόγο αυτό στο μελλοντικό ενεργειακό σύστημα ΑΠΕ, είναι σκόπιμο για την αριστοποίηση της λειτουργίας του να λαμβάνονται υπόψη και περιβαλλοντικά κριτήρια.

Η αποτελεσματικότητα της στρατηγικής έλευσης του υδρογόνου εξαρτάται, εκτός των παραγόντων που προσδιορίζουν την κοινωνική και οικονομική αποδοχή του και από δύο βασικές τεχνολογικές προϋποθέσεις:

- Για την παραγωγή του θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη το νερό και όχι άλλες ενώσεις που περιέχουν υδρογόνο (π.χ. προϊόντα ορυκτών καυσίμων).
- Η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή του υδρογόνου επιβάλλεται να προέρχεται από ΑΠΕ.

Μόνο με τις προϋποθέσεις αυτές το ενεργειακό σύστημα του υδρογόνου θα αναδείξει την υπεροχή του ως προς τη βιωσιμότητά του και τη φιλικότητά του προς το περιβάλλον.

...και η ελληνική πραγματικότητα

“...Η φύση της Ελλάδος είναι ανεκτίμητης αξίας...” : Η φράση αυτή έχει λεχθεί τόσες φορές από τόσους πολλούς, σε όλους τους τόνους, που έχει αποκτήσει τις διαστάσεις θεωρήματος. Αποτελεί απορία αν γίνονται αντιληπτές οι συνέπειες του θεωρήματος για την περιβαλλοντική πολιτική της κοινωνίας μας, σε όλα τα επίπεδα και όχι μόνο στην παραγωγή θερμικής ενέργειας που πραγματεύεται αυτή η εργασία. Η πραγματικότητα δυστυχώς είναι θλιβερή. Η μεταπολεμική ελληνική κοινωνία, δέσμια της μονοσήμαντης κουλτούρας της ανάπτυξης, ουδέποτε παρήγαγε περιβαλλοντική πολιτική ή ουσιαστική και ανοιχτόμυαλη ενεργειακή πολιτική. Τα τελευταία χρόνια εισάγει περιβαλλοντική πολιτική από την Ε.Ε. με την μορφή θεσμικών υποχρεώσεων ή με τις Διεθνείς Συμβάσεις όπως της Βέρνης, του Ρίο ή πρόσφατα του Κιότο.

Η κλασική αιτιολόγηση των δυσχερειών στη σύλληψη, χάραξη και εφαρμογή περιβαλλοντικής και σωστή ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα είναι η πολυπλοκότητα του πεδίου της, αλλά και η επικάλυψη των αρμοδιοτήτων των επιμέρους φορέων, που οδηγεί σε αντιπαλότητες μεταξύ τους. Βέβαια θα ήταν ατελής η ερμηνεία που δίνουμε αν μέναμε μόνο στο πρόβλημα της γραφειοκρατίας. Πολύ σοβαρό ποσοστό συμμετοχής έχει και η θεώρηση του ιδιοκτησιακού καθεστώτος στο γεωτεχνικό κλάδο γενικά, καθώς και την κυριαρχία του υπουργείου εθνικής οικονομίας που ασκεί και ελέγχει την χρήση πόρων και χώρων με αριθμητική ουσιαστικά (Κέρδος) παρά ποιοτική προσέγγιση (Περιβάλλον)⁸.

Η Ελλάδα, χώρος έντονων φυσιογραφικών αντιθέσεων, περικλείει αναμφίβολα ένα από τα πλέον ποικίλα – και κατά συνέπεια βιολογικά και οικολογικά πλούσια – τμήματα του φυσικού περιβάλλοντος της ευρωπαϊκής ηπείρου. Το γεγονός αυτό χαρακτηρίζει και τη δυσκολία, αλλά και την ανάγκη για μια πιο ευαίσθητη προσέγγιση, εκ μέρους της κοινωνίας, της χωροθέτησης των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Η Ελλάδα, χώρα και κοινωνία των αντιφάσεων, δρα σα να μη γνωρίζει τι να κάνει με το φυσικό πλούτο και χώρο της. Σε μια χώρα με περιορισμένες δομές παραγωγής χρηματικού πλούτου, (πέραν ασφαλώς της παρά-οικονομίας και της διαφθοράς που οργιάζουν), η χρηματική αύξηση προκύπτει από την εκποίηση φυσικών πόρων και χώρων. Η παραγωγή χρήματος έχει κόστος. Όταν αυτό δεν μπορεί να πληρωθεί από την κοινωνική παραγωγή είναι λογικό να πληρωθεί από τη φύση. Το αναπτυξιακό πρότυπο της χώρας έχει επιλεγεί χωρίς ποτέ ουσιαστικά να διεξαχθεί ουσιαστική ή έστω και επιπόλαια συζήτηση για το ιδανικό μοντέλο των σχέσεων κοινωνίας, παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας με το Περιβάλλον. Ανήθικα διλήμματα τύπου *ανάπτυξη ή προστασία του περιβάλλοντος* πρέπει να υπερκεραστούν. Δεν μπορεί τη μια στιγμή στην Ελλάδα να μην μπορεί να χωροθετηθεί πουθενά η εγκατάσταση μίας π.χ.

⁸ Ανδρέας Τρούμπης, «Λόγια Οικολογία». Αθήνα, 1999 *Εκδόσεις Τυπωθήτω*

βιομηχανικής μονάδας, ενός αεροδρομίου, για δήθεν λόγους προστασίας του περιβάλλοντος και από την άλλη ο φυσικός χώρος να λεηλατείται και να κατακερματίζεται από χιλιάδες αυθαίρετες αναπτυξιακές απόψεις χωρίς καμία ουσιαστική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το περιβάλλον λοιπόν μετατρέπεται σε έξοχο πεδίο μικρο-πολιτικής, όπου οι πάντες μπορούν να πλειοδοτούν προς όλες τις κατευθύνσεις, χωρίς κανένα οικονομικό κόστος.

Μια ερώτηση στην οποία πρέπει να δοθεί απάντηση είναι: Τί συμβαίνει ή τί πρόκειται να συμβεί στην Ελλάδα αναφορικά με το ενεργειακό πρόβλημα; Αναπόφευκτα και στη χώρα μας ακολουθούνται οι πολιτικές της Ε.Ε. με καθυστέρηση και χωρίς προσαρμογή στα δεδομένα της χώρας. Έτσι, μέχρι τώρα έχουν υλοποιηθεί προγράμματα: εξοικονόμησης ενέργειας, εισαγωγής ΑΠΕ, παραγωγής βιοκαυσίμων κ.ά., τα οποία δεν είχαν το απαιτούμενο μέγεθος παρέμβασης, αλλά ταυτόχρονα δεν συνοδεύονταν από ευκρινείς και ποσοτικοποιημένους στόχους, με συνέπεια τα αποτελέσματα να επιφέρουν ασήμαντες μεταβολές στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Είναι κοινότοπη αναφορά το γεγονός ότι η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό δυναμικό ΑΠΕ (ηλιακό, αιολικό) το οποίο άμεσα είναι απαραίτητο να αξιοποιηθεί σε συνδυασμό με πολλαπλές δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ώστε να προετοιμασθεί το έδαφος για την έλευση του υδρογόνου.

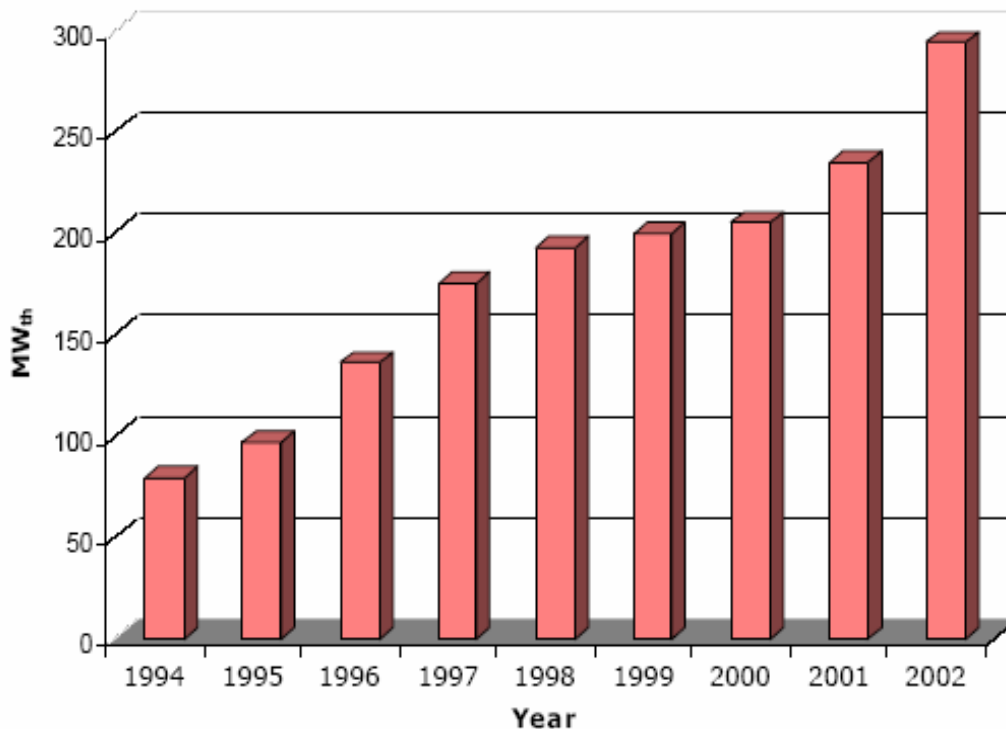
Η σταδιακή αλλαγή του ενεργειακού συστήματος από την εξοικονόμηση, τις ΑΠΕ μέχρι το υδρογόνο, δεν είναι μόνο αποτελεσματική αλλά και αναγκαία για τη συνολική αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος. Έτσι, τα φαινομενικά ετερόκλητα και ασύνδετα μεταξύ τους προβλήματα όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος, η ανεπάρκεια του νερού, οι πληθωριστικές πιέσεις, οι χαμηλοί ρυθμοί ανάπτυξης η σπατάλη φυσικών πόρων κ.ά., θα υποχωρούν ανάλογα με το βαθμό αλλαγής του ενεργειακού συστήματος.

Η εργασία μας πραγματεύεται την τεχνολογία της Τηλεθέρμανσης, τόσο όσον αφορά τις θετικές περιβαλλοντικές συνέπειες της, όσο και τη συμβολή της στην ορθή διαχείριση των ενεργειακών πόρων, έννοιες που στην πορεία θα αναλυθούν διεξοδικά. Στην πορεία ο αναγνώστης θα διαπιστώσει τη σημαντική συμβολή των συστημάτων τηλεθέρμανσης στην εξοικονόμηση πολύτιμης ενέργειας και στην ορθή διαχείριση των ενεργειακών πόρων.

1.2.6 Η συμβολή της θέρμανσης στην κατανάλωση ενέργειας

Οι απαιτήσεις θέρμανσης στην Ελλάδα καλύπτονται κυρίως με τη χρήση του πετρελαίου diesel. Μόνο πρόσφατα έχει γίνει χρήση φυσικού αερίου που αρχίζει να προάγεται στις μεγάλες πόλεις που χωροθετούνται κοντά στην κύρια γραμμή σωλήνων διανομής (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Κομοτηνή, Λάρισα) με σκοπό τη σχετική μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης και των διοικητικών εξόδων. Η μέση αξία της ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση και την παραγωγή καυτού νερού στα παλαιότερα κτίρια, λόγω της ανεπαρκούς μόνωσής τους, αυξάνεται σημαντικά έναντι της απαίτησης ενέργειας των νέων κτιρίων, τα οποία κατασκευάζονται σύμφωνα με τους νέους κανονισμούς. Στην Ελλάδα, Τηλεθέρμανση χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για τη θέρμανση των ιδιωτικών και δημόσιων κτηρίων στις

αστικές περιοχές με σχετικά υψηλή πυκνότητα πληθυσμών. Από το 1994 ως το 2002 η συνολική ικανότητα θερμότητας που καλύπτεται με τηλεθέρμανση έχει αυξηθεί σημαντικά και πάνω από 65% τα τελευταία 5 χρόνια. Το φορτίο θέρμανσης που καλύπτεται από τα συστήματα τηλεθέρμανσης παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1.1 .



Διάγραμμα 1.1 Θερμικό φορτίο που καλύπτεται από τηλεθέρμανση στην Ελλάδα.⁹

Ακόμα κι αν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για την ετήσια κατανάλωση βαριού πετρελαίου για τη θέρμανση, δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα επειδή τα μεγάλα ποσοστά του βαριού πετρελαίου, λόγω της χαμηλής τιμής τους, χρησιμοποιούνται και για άλλες εφαρμογές εκτός από τη θέρμανση.

Εντούτοις, τα στοιχεία για τη θέρμανση των πωλήσεων diesel είναι αξιόπιστα. Κατά τη διάρκεια του 1999 ένα σύνολο από **3.173.401** τόνους χρησιμοποιήθηκε καλύπτοντας περίπου 51,5% των ενεργειακών αναγκών θέρμανσης. Το υπόλοιπο ποσοστό καλύπτεται με ηλεκτρική ενέργεια κυρίως και άλλες πηγές (ξυλεία, σόμπες κα). Υπολογίζεται ότι περίπου το **1/3** της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακή χρήση, προορίζεται για χρήσεις θέρμανσης χώρων και νερού χρήσης.¹⁰

⁹E. Karlopoulos, D. Pekopoulos, E. Kakaras «DISTRICT HEATING SYSTEMS FROM LIGNITE FIRED POWER PLANTS TEN YEARS EXPERIENCE IN GREECE» 2003

¹⁰Όπου και πριν

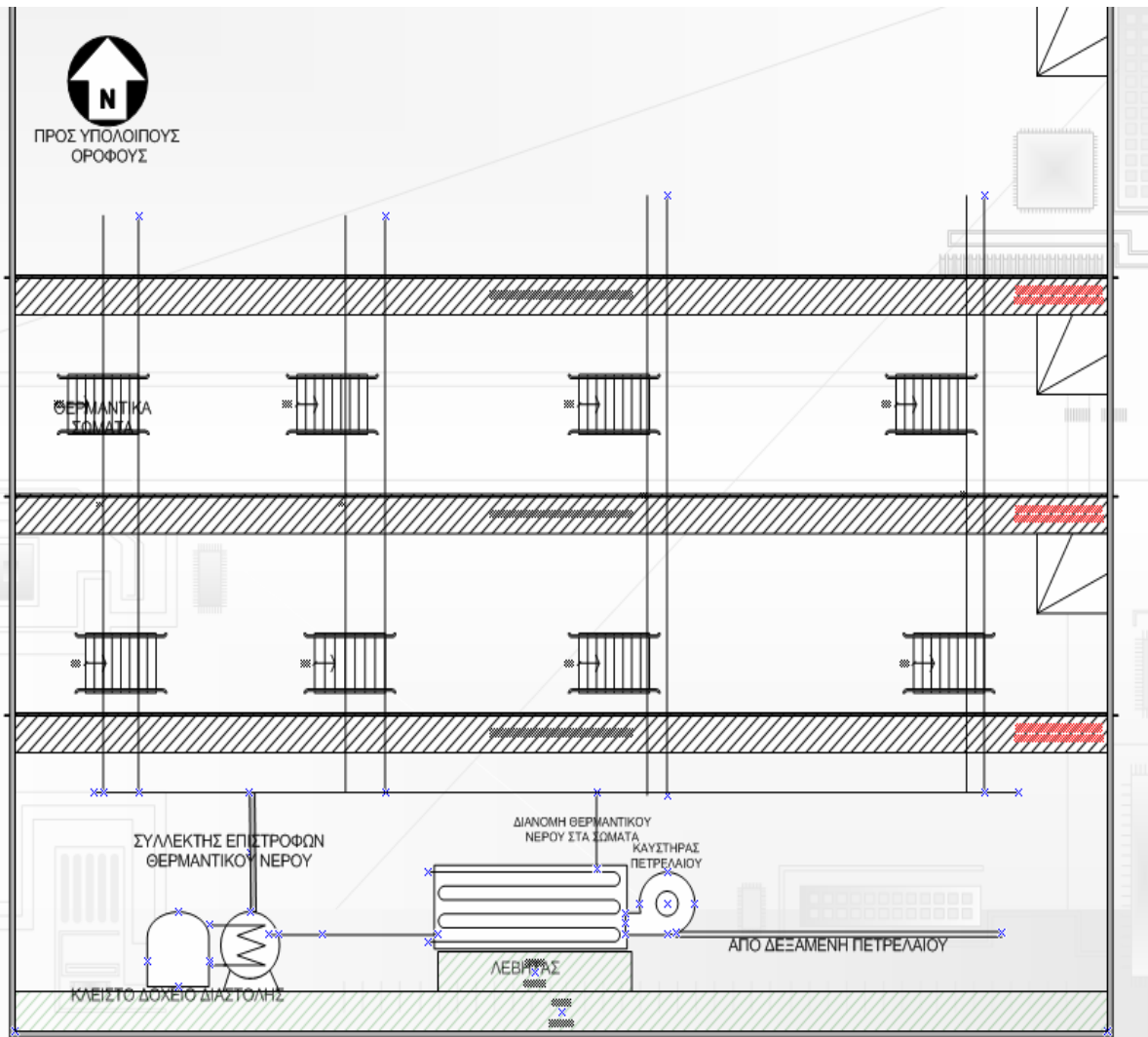
1.3 Θέρμανση

1.3.1 Θέρμανση χώρων

Ως θέρμανση χώρων ορίζεται η αύξηση της θερμοκρασίας κλειστών χώρων με τη χρήση ειδικών συσκευών. Οι λοιπές συνθήκες άνεσης (υγρασία, κίνηση και καθαρότητα, φιλτράρισμα αέρα) επιτυγχάνονται με τον κλιματισμό.

Η θέρμανση επιτυγχάνεται με **τοπικά** ή **κεντρικά** συστήματα. Στην πρώτη κατηγορία γίνεται χρήση ανοικτής εστίας πυράς (τζάκι) η οποία αποτελεί στην ουσία την αρχαιότερη μορφή τοπικής θέρμανσης από τότε που ο άνθρωπος ανακάλυψε τη φωτιά. Από τον 14^ο αιώνα εμφανίζονται οι θερμάστρες (σόμπες) με κλειστή εστία φωτιάς, οι οποίες εξελίχθηκαν σε πετρελαίου, αερίου, θερμοσυσσωρευτές νυκτερινού ρεύματος και στις ηλεκτρικές θερμάστρες και αερόθερμα που χρησιμοποιούνται πλέον σήμερα.

Η κεντρική θέρμανση χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη κεντρικού σταθμού, όπου προσδίδεται θερμότητα σε θερμαντικό μέσο, το οποίο στη συνέχεια δια-



Σχήμα 1.1 Απλουστευμένη διάταξη κεντρικής θέρμανσης δύο σωλήνων.

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

-νέμεται στους χώρους του κτιρίου και αποδίδει θερμότητα. Το θερμαντικό μέσο μπορεί να είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό, ατμός ή αέρας. Για την παραγωγή της θερμικής ενέργειας γίνεται χρήση πετρελαίου, μαζούτ, στερεών καυσίμων, αερίου ή ακόμα και ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (*βλέπε παρακάτω γεωθερμία*). Η πιο διαδεδομένη είναι αυτή με τη χρήση ζεστού νερού. Ο φορέας θερμότητας (νερό) θερμαίνεται στον **λέβητα**, διανέμεται με **δίκτυο σωληνώσεων** στα **θερμαντικά σώματα** (καλοριφέρ), όπου αποδίδει θερμότητα και επιστρέφει με τον **κυκλοφορητή** στον λέβητα για εκ νέου επαναθέρμανση (σχηματική αναπαράσταση στην εικόνα 1.1). Οι συνήθεις θερμοκρασίες προσαγωγής και επιστροφής του νερού είναι 90° και 70°C (βαθμοί της κλίμακας Κελσίου), αντίστοιχα. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις, η θερμοκρασία προσαγωγής μπορεί να φτάνει τους 110°C με επιστροφή όμως πάλι στους 70°C. Παλαιότερα η διανομή και διακίνηση του νερού γινόταν με φυσική ροή. Σήμερα το νερό διακινείται με τη βοήθεια **κυκλοφορητή** (εξαναγκασμένη κυκλοφορία), με πλεονεκτήματα τη μείωση των διαμέτρων, των θερμικών απωλειών καθώς και τον καλύτερο έλεγχο της εγκατάστασης. Η διαστολή του νερού κατά τη θέρμανσή του παραλαμβάνεται από το δοχείο διαστολής, το οποίο στις ανοικτές εγκαταστάσεις είναι ανοιχτό και επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα αποτρέποντας έτσι την επικίνδυνη αύξηση πίεσης στο δίκτυο. Στις κλειστές εγκαταστάσεις το δοχείο διαστολής είναι κλειστό. Το δίκτυο σωληνώσεων της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης είναι **μονοσωλήνιο** ή **δύο σωληνών**. Στο **μονοσωλήνιο** σύστημα, το οποίο είναι λιγότερο δαπανηρό, τα θερμαντικά σώματα συνδέονται σε σειρά, οπότε το θερμό νερό ξεκινάει διαπερνώντας το πρώτο σώμα, το δεύτερο και ούτω καθεξής, έως το τελευταίο σώμα και επιστρέφει πάλι στο δοχείο διαστολής και από εκεί πάλι στο λέβητα για επαναθέρμανση. Το σύστημα αυτό είναι κατάλληλο για μονοκατοικίες κυρίως. Στο σύστημα των δύο σωληνών, κάθε σωλήνας έχει ξεχωριστή λειτουργία. Ο ένας αυτή του προσαγωγέα και ο άλλος αυτή του επιστροφέα. Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει θερμαίνοντας δομικά (δάπεδο, οροφή, τοίχους) με τη βοήθεια των θερμαντικών σωμάτων. Υπάρχει και η δυνατότητα τοποθέτησης σωληνώσεων στο πάτωμα θερμαίνοντας στην ουσία όλη την πλάκα του ορόφου, χωρίς τη χρήση εμφανών θερμαντικών σωμάτων. Στην κεντρική λοιπόν θέρμανση, ο λέβητας αποτελεί την καρδιά του συστήματος.¹¹ Στο σχήμα 1.1 παρουσιάζεται ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης δύο σωληνών.

Η κεντρική θέρμανση με τη χρήση ατμού είναι ανάλογη της προαναφερθείσας. Η φιλοσοφία είναι παρόμοια με τη χρήση είτε μονοσωλήνιου, είτε δυο σωληνών και η διανομή του γίνεται μέσω κυκλοφορητή σε εγκαταστάσεις υψηλής, χαμηλής πίεσης και συνθήκες κενού. Η θέρμανση με ατμό εφαρμόζεται κυρίως σε κτίρια καταστημάτων ή γραφείων. Βέβαια η χρήση της περιορίζεται κυρίως σε περιπτώσεις κτιρίων όπου υπάρχει παραγωγή ατμού για άλλους λόγους κυρίως βιομηχανικούς.(εργοστάσια).¹²

Στην κεντρική θέρμανση με αέρα, ο φορέας της θερμότητας (αέρας) θερμαίνεται σε αεριολέβητα και διανέμεται μέσω δικτύου αεραγωγών στους

¹¹ Χ.Α. Φραγκόπουλος, ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ «Τεχνολογία & Πληροφορική» Τόμος 19, Εκδοτική Αθηνών, 1999

¹² Όπου και πρίν

χώρους, για να επιστρέψει πάλι στον αεριολέβητα για εκ νέου επαναθέρμανση, αλλά και το φιλτράρισμα του μέσα από φίλτρα, τον έλεγχο της υγρασίας του και άλλες πολλές εφαρμογές που προσφέρουν πλέον τα σύγχρονα κλιματιστικά συστήματα.

1.3.2 Θέρμανση περιοχής (Τηλεθέρμανση)

1.3.2.1 Ορισμός

Θέρμανση περιοχής γνωστή κυρίως με τον όρο **Τηλεθέρμανση (district heating)** (ο όρος αυτός στη Γερμανική αποδίδεται «*Fernwarme*»), είναι η παραγωγή θερμότητας σε μορφή ατμού ή ζεστού νερού σε μια κεντρική μονάδα και η διανομή της σε οικιακούς, εμπορικούς, αγροτικούς και βιομηχανικούς καταναλωτές μιας περιοχής. Κύριος στόχος είναι η θέρμανση χώρων, θέρμανση νερού χρήσης (πχ λουτρά, κολυμβητήρια) και άλλες θερμικές διεργασίες.¹³ Ο όρος προέρχεται από τις λέξεις τήλε (=Μακρυά) και θέρμανση. Δηλαδή ετυμολογικά θα μπορούσαμε να την ορίσουμε ως θέρμανση προερχόμενη από μακρυά. Ενδεικτικά αναφέρουμε, χωρίς περαιτέρω ανάλυση, ότι υπάρχει και εφαρμόζεται η διανομή ψυχρού νερού για δροσισμό κτιρίων, γνωστή ως **τηλεδροσισμός**¹⁴, θέμα όμως που δε θα μας απασχολήσει στην παρούσα μελέτη που αφορά μόνο την τηλεθέρμανση. Σε μικρότερη κλίμακα, ένα σύστημα τηλεθέρμανσης μπορεί να εφαρμοστεί σε πανεπιστημιούπολεις, συγκροτήματα κυβερνητικών κτιρίων κ.α.

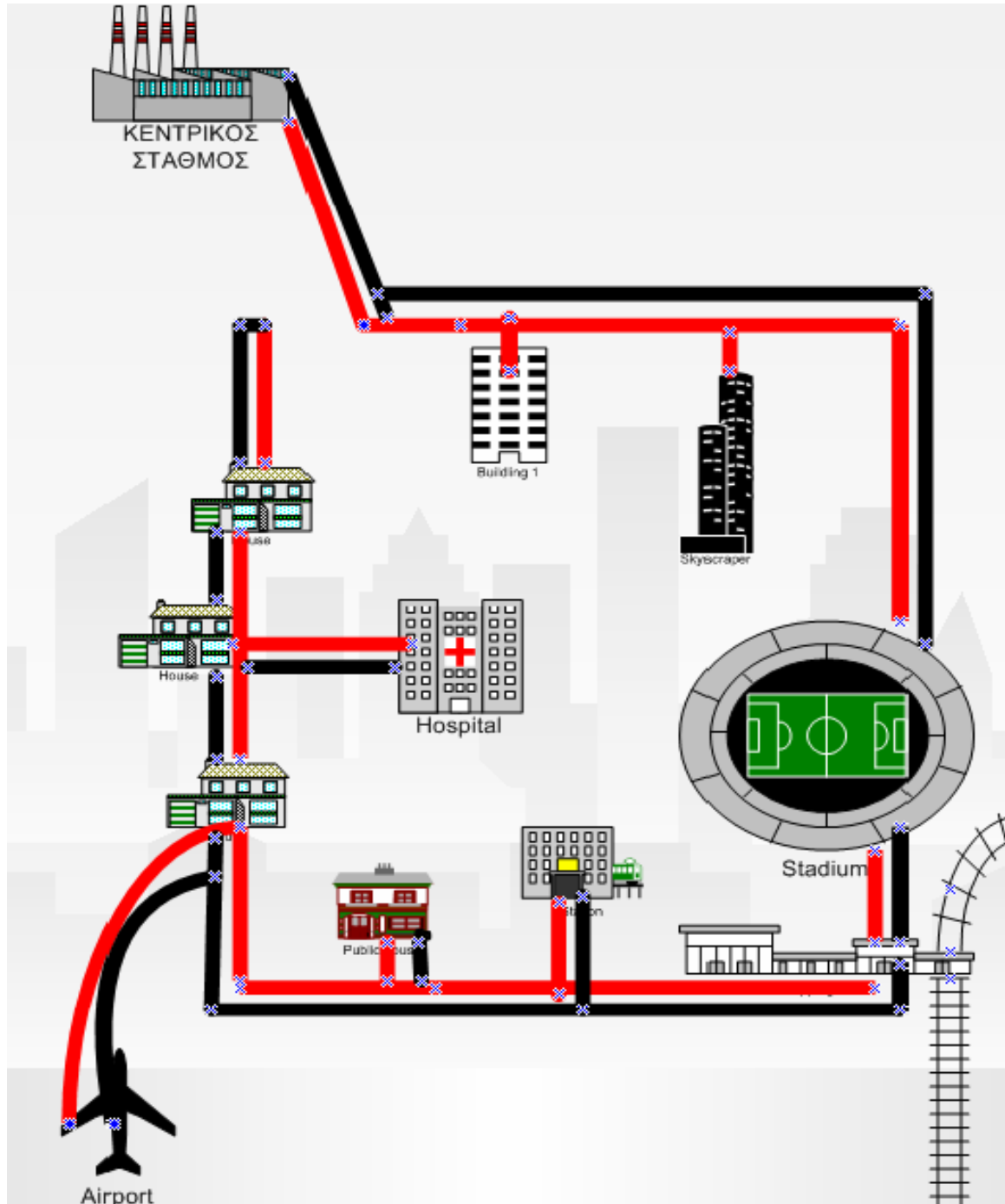
1.3.2.2 Ιστορικά στοιχεία

Το πρώτο εμπορικά εκμεταλλεύσιμο σύστημα τηλεθέρμανσης κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ το 1877 και λειτουργούσε με ατμό που παραγόταν σε κεντρικό λέβητα. Το 1909 λειτουργούσαν περίπου 150 συστήματα τηλεθέρμανσης στις ΗΠΑ. Όμως από το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο και μετά παρατηρείται μια στασιμότητα στα συστήματα αυτά στις ΗΠΑ, ενώ αντίθετα βρίσκουν σημαντική διάδοση στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης και στην πρώην Σοβιετική Ένωση. Εντυπωσιακά είναι τα νούμερα που διαπιστώνει κανείς στα πρώην κομμουνιστικά καθεστώτα: περισσότερο από το 50% των θερμικών αναγκών του οικιακού τομέα στην πρώην ΕΣΣΔ καλύπτεται από συστήματα τηλεθέρμανσης. Στην Δυτική Γερμανία λειτουργούσαν ήδη (πριν την ενοποίηση της Γερμανίας) περισσότερα από 470 δίκτυα. Η κατάσταση στην Ευρώπη είναι το ίδιο εντυπωσιακή. Ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση της κατάστασης στην Ευρώπη και τον υπόλοιπο πλανήτη σε επόμενο κεφάλαιο. Στην Ελλάδα η πρώτη, μικρού μεγέθους, εγκατάσταση τηλεθέρμανσης λειτουργεί από το 1960 θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας, από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Σήμερα το συνδεδεμένο θερμικό φορτίο ξεπερνά κατά πολύ τα 300Gcal/h στις πόλεις της Κοζάνης, της

¹³ Χ.Α. Φραγκόπουλος, ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ «Τεχνολογία & Πληροφορική» Τόμος 19, Εκδοτική Αθηνών, 1999

¹⁴ Ίδια πηγή όπου και πρίν

Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου – Φιλώτα καθώς και την τηλεθέρμανση Μεγαλόπολης που είναι υπό κατασκευή ακόμα. Ταυτόχρονα έχουν εκπονηθεί μελέτες για την κατασκευή τηλεθέρμανσης στην πόλη της Φλώρινας με εφοδιασμό θερμικού φορτίου από τον ΑΗΣ Μελίτης. Ουσιαστικά το πρώτο σύστημα σε μεγάλη κλίμακα (πόλης) ήταν της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας το 1993-94 το οποίο θα αποτελέσει άλλωστε και το επίκεντρο της εκπόνησης της παρούσας εργασίας, ως πρότυπο για τον υπόλοιπο ελλαδικό χώρο.



Εικόνα 1.1 Σχηματική απεικόνιση συστήματος τηλεθέρμανσης. Η κόκκινη γραμμή συμβολίζει τον αγωγό προσαγωγής και η μαύρη, της επιστροφής.

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

1.3.2.3 Γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά

Τρία βασικά τμήματα αποτελούν το σύστημα: τον κεντρικό σταθμό παραγωγής, το δίκτυο μεταφοράς (διανομής & επιστροφής) και τους σταθμούς των καταναλωτών. (Εικόνα 1.2)

Κεντρικός σταθμός παραγωγής. Παράγει ατμό ή θερμό νερό για θέρμανση, ή η θέρμανση αποτελεί κατάλοιπο της παραγωγικής διαδικασίας ηλεκτρισμού μέσω τουρμπινών. Μπορεί βέβαια να προέρχεται από σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (αναλύεται παρακάτω η έννοια της συμπαραγωγής). Εκτός από τα συμβατικά καύσιμα, η θερμότητα μπορεί να προέλθει από άλλες πηγές που παρουσιάζονται αναλυτικά σε ξεχωριστό κεφάλαιο της παρούσας μελέτης, όπως καύση σκουπιδιών, γεωθερμία, ηλιακά συστήματα κτλ.

Δίκτυο μεταφοράς και διανομής. Αποτελείται από μονωμένους σωλήνες, αποφρακτικές βαλβίδες, κρούνους αποστράγγισης - εξαέρωσης, στοιχεία αντιστάθμισης των διαστολών-συστολών των σωληνώσεων κ.α. Είναι συνήθως **υπόγειο** αλλά μπορεί τμήματα του να είναι επιφανειακά και υπέργεια. Σε συστήματα ατμού, η θερμοκρασία βρίσκεται στους 120 - 250°C, με μια μέση τιμή της τάξεως των 180 °C. Τα συστήματα νερού διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Στα συστήματα με θερμοκρασία προσαγωγής 80 - 90 °C (Κοζάνη – Πτολεμαΐδα) και επιστροφής 50 - 60 °C.
- Στα συστήματα με θερμοκρασία προσαγωγής 110 - 170 °C και επιστροφής στους 60 - 70 °C.

Στην δεύτερη κατηγορία πρέπει να τονίσουμε το γεγονός ότι για να αποφευχθεί η ατμοποίηση του νερού, η πίεση στο δίκτυο είναι πολύ μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής (3 – 10 bar), αυξάνοντας έτσι τις απαιτήσεις αντοχής αλλά και τους κινδύνους διαρροών¹⁵. Το θερμό νερό είναι το πλέον διαδεδομένο μέσο μεταφοράς θερμότητας απ' ό,τι ο ατμός.

Σταθμοί καταναλωτών. Υπάρχουν δύο τρόποι σύνδεσης των καταναλωτών στο δίκτυο διανομής: η **άμεση** και η **έμμεση**. Στην άμεση σύνδεση, το ρευστό του δικτύου διανομής κυκλοφορεί και στα δίκτυα κεντρικής θέρμανσης αυτό καθ'αυτό, εξού και η αμεσότητα. Στην δεύτερη περίπτωση, το ρευστό του δικτύου διανομής θερμαίνει το ρευστό του εσωτερικού δικτύου του καταναλωτή έμμεσα, δηλαδή χωρίς να εισέρχεται στο καταναλωτικό δίκτυο. Η θέρμανση επιτυγχάνεται μέσω εναλλακτών θερμότητας που είναι εγκατεστημένοι στον χώρο του καταναλωτή. Η έμμεση σύνδεση προτιμάται περισσότερο διότι προσφέρει περισσότερη ευελιξία και καλύτερο έλεγχο της ποιότητας του νερού στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής (περιορισμό των επικαθήσεων αλάτων και ακαθαρσιών στην εσωτερική επιφάνεια των σωληνών).

¹⁵ Όπου και πρίν

1.3.3 Η έννοια της Συμπααραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας

1.3.3.1 Ορισμός Συμπααραγωγής

Με τον όρο συμπααραγωγή (cogeneration) καλείται η διαδικασία εκείνη της οποίας αποτέλεσμα (προϊόν) είναι ταυτόχρονα ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας δεν αποτελεί προβληματισμό της παρούσας μελέτης, επειδή όμως στην πορεία ο όρος συμπααραγωγή θα αναφέρεται συχνά, κρίθηκε αναγκαία η αποσαφήνισή της καθότι σχεδόν σε κάθε σύστημα τηλεθέρμανσης που θα εκθέσουμε παρακάτω, η θερμότητα στην ουσία είναι κατάλοιπο άλλης παραγωγικής διαδικασίας. Έτσι, συμπααραγωγή έχουμε ουσιαστικά και στην περίπτωση της τηλεθέρμανσης της Κοζάνης από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και στην προκειμένη περίπτωση μάλιστα, η θερμότητα είναι το κατάλοιπο της ψύξης του ατμοηλεκτρικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αλλά και στη Γεωθερμική ενέργεια όπως και στη βιομάζα που εξετάζουμε παρακάτω, η συμπααραγωγή κατέχει πρωταγωνιστικό ρόλο και ουσιαστικά οι περισσότερες εφαρμογές παγκοσμίως σχεδιάζονται σύμφωνα με την διττή αυτή σημασία που εμπεριέχει ο όρος αυτός.

1.3.3.2 Οφέλη που προκύπτουν από τη Συμπααραγωγή

- Αυξανόμενη αποδοτικότητα της ενεργειακών μετατροπής και της χρήσης
- Περισσότερη αποκεντρωμένη μορφή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Βελτιωμένη τοπική και γενική ασφάλεια του ανεφοδιασμού
- Μεγαλύτερη προσφορά απασχόλησης (μείωση ανεργίας)
- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Αντίστοιχα περιβαλλοντικά οφέλη
- Ευρύτατο πεδίο εφαρμογής σε βιομηχανία και οικιακές χρήσεις
- Μείωση απωλειών μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας
- Ενίσχυση του ρόλου της τοπικής αυτοδιοίκησης

Σήμερα η Ευρωπαϊκή Ένωση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εξωτερικό ενεργειακό εφοδιασμό, που αντιπροσωπεύει το 50% των απαιτήσεων και αναμένεται να ανέλθει σε 70% έως το 2030, εάν δεν ληφθούν διορθωτικά

μέτρα¹⁶. Η ασφάλεια του εφοδιασμού έχει ζωτική σημασία για την αιφόρο ανάπτυξη της Ευρώπης και απαιτεί την άμεση λήψη πρωτοβουλιών προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας, τη διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας, την εισαγωγή νέων τεχνολογιών και τη βελτίωση των διεθνών σχέσεων. Επίσης έχει γίνει αντιληπτό σε πολλά κράτη ότι οι συμβατικές υποχρεώσεις που απορρέουν από το πρωτόκολλο του Κιότο, σχετικά με τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου¹⁷ δεν μπορούν να επιτευχθούν με βάση τις παρούσες στρατηγικές και απαιτείται μια νέα πολιτική. Προς την κατεύθυνση αυτή η Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) θα μπορούσε να παίξει καταλυτικό ρόλο. Η ΣΗΘ παρουσιάζει σαφή πλεονεκτήματα σε σχέση με το συμβατικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, αφού προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας και αντίστοιχα περιβαλλοντικά οφέλη, λόγω του σημαντικά υψηλότερου συνολικού βαθμού απόδοσης. Τα διαθέσιμα συστήματα Συμπαράγωγής έχουν ένα ευρύτατο πεδίο εφαρμογής από τη βιομηχανία έως τον τριτογενή και τον οικιακό τομέα. Όμως οι δυνατότητες χρήσης της Συμπαράγωγής δεν αξιοποιούνται σήμερα πλήρως στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), συμπεριλαμβανομένων και των πρόσφατα ενταχθέντων κρατών-μελών.

1.3.3.3 Παράμετροι που επηρεάζουν την οικονομική βιωσιμότητα μιας επένδυσης συμπαράγωγής¹⁸

- Το κόστος του καυσίμου
- Το κόστος της επένδυσης και η περίοδος αποπληρωμής
- Η τιμή της πώλησης της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας στον ΔΕΣΜΗΕ
- Το υποκαθιστώμενο ενεργειακό κόστος

1.3.3.4 Η Συμπαράγωγή στην Ελλάδα

Σε ότι αφορά τη χώρα μας, η διείσδυση της Συμπαράγωγής είναι μικρή, αποσπώντας ένα από τα **χαμηλότερα** ποσοστά στην Ευρώπη. Παρά τα υπάρχοντα προγράμματα χρηματοδότησης επενδύσεων συμπαράγωγής, σειρά υφισταμένων εμποδίων οικονομικής και διοικητικής φύσεως καθώς και

¹⁶Κ. Γρ. Θεοφύλακτος – Πρόεδρος ΕΣΣΗΘ, Σ. Λουιζίδης – Senior Consultant, LDK CONSULTANTS

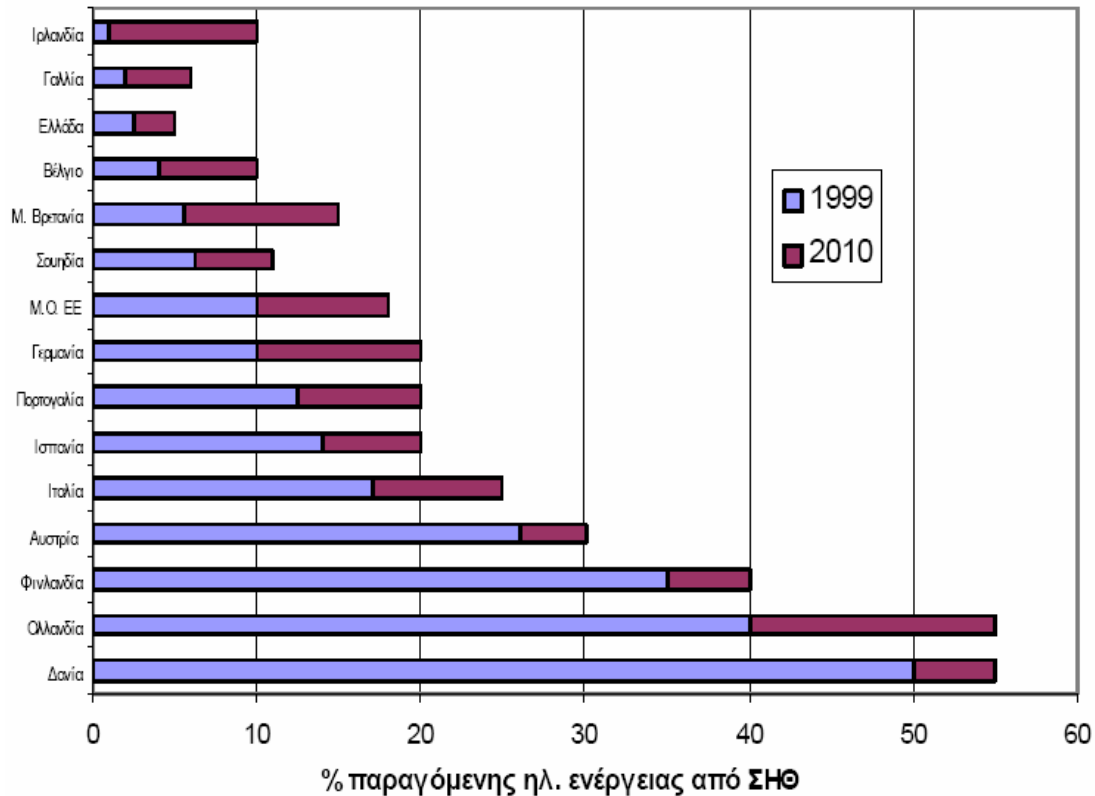
ΑΡΘΡΟ: Σύντομη παρουσίαση της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ για την Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, Ιούλιος 2004

¹⁷ Βλέπε Παράρτημα στο τέλος της Εργασίας.

¹⁸ Χρηστίδης – Δραγούμης – Μαλτέζος ΚΔΕΠ/ΔΕΗ

η έλλειψη εθνικής στρατηγικής, έχουν συντελέσει στο χαμηλό επενδυτικό ενδιαφέρον.

Συμμετοχή της ΣΗΘ στην παραγωγή ηλ. ενέργειας στην ΕΕ



Πηγή: COGEN Europe (2003)

Διάγραμμα 1.2 Συμπαράγωγή στην Ευρώπη των 15

1.3.3.5 Συμπεράσματα

Γενικά η συμπαράγωγή δεν παρουσίασε στην Ευρώπη την αναμενόμενη ανάπτυξη. Για το σκοπό αυτό, τον Ιούλιο του 2002 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε σχέδιο οδηγίας στο Συμβούλιο Υπουργών και το Ευρωκοινοβούλιο. Μετά από διαπραγματεύσεις ενός και πλέον έτους, τα τρία σώματα κατέληξαν στην «ΟΔΗΓΙΑ 2004/8/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 11^{ης} Φεβρουαρίου 2004 για την προώθηση της Συμπαράγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ» Γενικός σκοπός της Οδηγίας είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της ασφάλειας στον ενεργειακό εφοδιασμό της ΕΕ, μέσω της δημιουργίας πλαισίου για την προώθηση υψηλής απόδοσης ΣΗΘ¹⁹.

¹⁹ Κ. Γρ. Θεοφύλακτος – Πρόεδρος ΕΣΣΗΘ, Σ. Λοιζίδης – Senior Consultant, LDK CONSULTANTS
ΑΡΘΡΟ: Σύντομη παρουσίαση της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ για την Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, Ιούλιος 2004

1.4 Προλεγόμενα

Στην ανάλυση που ακολουθεί θα επιχειρηθεί μια συνοπτική παρουσίαση της εφαρμογής της τεχνολογίας της τηλεθέρμανσης στις Ευρωπαϊκές χώρες, αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο, με παρουσίαση ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών στα συστήματα που απαντώνται και συγκρίσεις μεταξύ των.

Αναγκαία κρίθηκε μια έρευνα πάνω στις πηγές που μπορούν να τροφοδοτήσουν με το αναγκαίο θερμικό φορτίο ένα σύστημα τηλεθέρμανσης. Εξετάζεται η περίπτωση της Γεωθερμίας, της Βιομάζας, καθώς και η Ηλιακή ενέργεια με παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο μπορεί να λειτουργήσει ένα τέτοιο σύστημα. Προτείνουμε λύσεις εφαρμογής των παραπάνω μεθόδων στον ελλαδικό χώρο, με βάση τα στοιχεία και τα χαρακτηριστικά που προκύπτουν από τη βιβλιογραφία.

Περιγράφεται αναλυτικά ο τρόπος με τον οποίο έγινε η μελέτη, κατασκευή και λειτουργία του πρώτου συστήματος τηλεθέρμανσης στο λεκανοπέδιο της Κοζάνης – Πτολεμαΐδας. Εξετάζονται πέραν του μελετητικού & κατασκευαστικού κομματιού και οι κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις στις τοπικές κοινωνίες και επιχειρείται μια μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην ήδη επιβαρυσμένη από την λειτουργία της ΔΕΗ, περιοχή.

Ανακεφαλαιώνοντας, παρουσιάζονται συνολικά τα οφέλη αλλά και όλα τα μειονεκτήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της μελέτης και επιχειρούνται να δοθούν λύσεις και προτάσεις για την εφαρμογή της τηλεθέρμανσης και σε άλλες περιοχές της Ελλάδος.

Τέλος, ακολουθεί ένα παράρτημα ,ξέχωριστό από την παρούσα εργασία, όπου γίνεται μια προσπάθεια αποσαφήνισης εννοιών που χρησιμοποιούνται, αλλά και μια ευρύτερη οπτική του ενεργειακού προβλήματος που σήμερα είναι περισσότερο επίκαιρο από ποτέ, στα πλαίσια της ορθής διαχείρισης των (περιορισμένων) ενεργειακών πόρων. Άλλωστε η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην εξοικονόμηση ενέργειας, είναι κάτι που γίνεται απολύτως σαφές και ξεκάθαρο στην εργασία που ακολουθεί.



Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

- Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, «ΑΠΕ, σημειώσεις» 2001 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης
- Χ.Α. Φραγκόπουλος, ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ «Τεχνολογία & Πληροφορική» Τόμος 19, Εκδοτική Αθηνών, 1999
- Κ. Γρ. Θεοφύλακτος – Πρόεδρος ΕΣΣΗΘ, Σ. Λουιζίδης – Senior Consultant, LDK CONSULTANTS **ΑΡΘΡΟ**: Σύντομη παρουσίαση της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ για την Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, Ιούλιος 2004
- Χ. Χρηστίδης, Σ. Δραγούμης, Χ. Μαλτέζος «Η συμπαραγωγή στην Ελλάδα σήμερα – Δυνατότητες χρήσης της Βιομάζας» **Ημερίδα**: Οι εφαρμογές τηλεθέρμανσης και συμπαραγωγής στην Ελλάδα και η βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων.
- Πλανάκης Οδυσσέας, εισήγηση στο 1^ο ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, 2 – 4 Μαΐου 1990, Κοζάνη. Σελ 1.
- Γεώργιος Αναγνωστόπουλος «Η φύση της φύσεως και το αφύσικο της φυσικότητας» Εταιρία αξιοποίησης και διαχείρισης περιουσίας Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, Ξάνθη 1999
- Ανδρέας Τρούμπης, «Λόγια Οικολογία». Αθήνα, 1999 Εκδόσεις Τυπωθήτω
- Αλέξανδρος Γεωργόπουλος, «Γη – ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης» Αθήνα, 2000. Εκδόσεις Gutenberg
- E. Karlopoulos, D. Pekopoulos, E. Kakaras «DISTRICT HEATING SYSTEMS FROM LIGNITE FIRED POWER PLANTS TEN YEARS EXPERIENCE IN GREECE» 2003
- Δημήτρης Μαρίνος - Κουρής καθηγητής ΕΜΠ, άρθρο: « Το ενεργειακό πρόβλημα αναζητά λύση» Πηγή: Διαδίκτυο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Συστήματα Τηλεθέρμανσης Πόλεων

Απο την μελέτη
στην υλοποίηση

Το Παράδειγμα
Τηλεθέρμανσης
της πόλεως Κοζάνης



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΠΟΛΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟ ΕΡΓΟ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΕΩΣ ΚΟΖΑΝΗΣ:

2.1 Εισαγωγικό σημείωμα – δομή κεφαλαίου

Φιλοδοξία του παρόντος κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει αφενώς το έργο της τηλεθέρμανσης της Κοζάνης¹, αφετέρου δε να επιχειρηθεί μια αποτίμηση του όλου έργου σε μια πολυεπίπεδη προσέγγιση. Πρέπει να τονίσουμε ότι τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν, αποτελούν πολύτιμη γενίκευση κανόνων για τα κεφάλαια που ακολουθούν και που προσεγγίζουν το θέμα τηλεθέρμανση από διαφορετική θεώρηση πρωτογενούς πηγής θερμότητας.

Μια πρώτη συνοπτική ματιά μας δίνει μια σύντομη ιστορική αναδρομή και περιγραφή του έργου έως και σήμερα, από τα σχέδια στην πράξη.

Στην επόμενη παράγραφο παραθέτουμε την προμελέτη που προηγήθηκε στα πλαίσια της εξακρίβωσης σημαντικών παραμέτρων της βιωσιμότητας του έργου. Γίνεται περιγραφή των μεθόδων που ακολουθήθηκαν για την πρόβλεψη της θερμικής ζήτησης, τον τρόπο που συντάχθηκαν τα ερωτηματολόγια, και ακολουθεί η τεχνοοικονομική μελέτη με τα οικονομικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν. Θεωρούμε πολύ σημαντική αυτή την παράγραφο διότι αποτελεί απαραίτητο εργαλείο – υπόδειγμα για τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν για τη σωστή μελέτη εγκατάστασης ενός συστήματος τηλεθέρμανσης και αποτελεί κοινή τομή για όλα τα συστήματα που εξετάζουμε στα υπόλοιπα κεφάλαια (ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ – ΒΙΟΜΑΖΑ – ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ). Εξάλλου στα κεφάλαια που ακολουθούν θεωρούμε δεδομένη ως ήδη αναφερθείσα την παραπάνω προμελέτη και ασχολούμαστε περισσότερο με τις ιδιαιτερότητες κάθε συστήματος χωριστά.

Στη συνέχεια εξετάζονται οι οικονομικές - κοινωνικές επιπτώσεις του έργου στην τοπική κοινωνία (θέσεις εργασίας, ενίσχυση του εισοδήματος των δημοτών κ.α), η πέρα από κάθε προσδοκία, θετική εξέλιξη των συνδρομητών της Τηλεθέρμανσης, αλλά και μια πιο μακροοικονομική προσέγγιση στο σύνολο της ελληνικής οικονομίας.

Τέλος, θεωρήσαμε πολύ σημαντική, τη διεξαγωγή μιας μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία του δικτύου, σε μια τόσο επιβαρυσμένη περιβαλλοντικά περιοχή από τη δραστηριότητα της ΔΕΗ. Να τονίσουμε ότι οι τοπικές αρχές ήταν απόλυτα συνεργάσιμες, παραχωρώντας μας ό,τι δεδομένα τους ζητήθηκαν είτε μέσω προσωπικών επαφών, είτε με την απάντηση ερωτηματολογίων, τα οποία και παραθέτουμε σε παράρτημα στο τέλος του κεφαλαίου. Τα αποτελέσματα είναι αν μη τι άλλο πολύ αισιόδοξα.

¹ Επιλέχθηκε σκόπιμα να αποτελέσει πυρήνα της εργασίας, η τηλεθέρμανση της Κοζάνης γιατί αποτελεί το μεγαλύτερο σύστημα τηλεθέρμανσης της χώρας και το πρώτο που τέθει σε λειτουργία μαζί με το αντίστοιχο δίκτυο της Πτολεμαΐδας.

Πριν κλείσουμε το κεφάλαιο, επιχειρούμε μια σύνοψη όλων των συμπερασμάτων που προέκυψαν στην πορεία του κεφαλαίου και προτείνουμε συγκεκριμένες εφαρμογές βάση της εμπειρίας της Κοζάνης, αλλά και προβλέψεις που πρέπει ούτως ή άλλως να γίνουν από τη ΔΕΗ, στα πλαίσια του σχεδιασμού της για λειτουργία νέων μονάδων σε άλλες περιοχές της χώρας πλὴν του λεκανοπεδίου Πτολεμαΐδας – Κοζάνης.

Ακολουθούν παραρτήματα με τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία, φωτογραφικό υλικό, προβλέψεις και παρουσίαση συστήματος ηλεκτρονικής παρακολούθησης ενός δικτύου τηλεθέρμανσης με Η/Υ μέσω κατάλληλου λογισμικού.

2.2 Ιστορικό του έργου τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης

2.2.1 Γεωγραφική – χωροθετική προσέγγιση επιλογής

Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 35 και 42 αντιστοίχως. Γενικά, το κλίμα που παρουσιάζει είναι ήπιο μεσογειακό, αν και αυτό ποικίλλει σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος, την εγγύτητα στη θάλασσα και τη γεωμορφολογία κάθε περιοχής (υψόμετρο, υγρασία, ανάγλυφο). Ο διαχωρισμός της χώρας σε τρεις γεωγραφικές ζώνες, που εξετάζει τους κλιματολογικούς όρους τους και σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς για τη μόνωση θερμότητας, όπως καθορίζεται από το Προεδρικό Διάταγμα, της 362/4.7.79², είναι απεικονισμένος στο σχήμα 2.1



Σχήμα 2.1: Οι τρεις γεωγραφικές ζώνες της Ελλάδας σύμφωνα με τους κλιματολογικούς όρους τους

² E. Karlopoulos, D. Pekopoulos, E. Kakaras «DISTRICT HEATING SYSTEMS FROM LIGNITE FIRED POWER PLANTS TEN YEARS EXPERIENCE IN GREECE»

Για να κατανοήσουμε το παραπάνω σχήμα, θα θεωρήσουμε ως μέση θερμοκρασία τους 18 ° C. Ο αριθμός βαθμοημερών θέρμανσης στη ζώνη Α, η οποία είναι και η θερμότερη ζώνη, είναι κάτω από 900, στη ζώνη Β κυμαίνεται μεταξύ 900 και 1300 και στη ζώνη Γ είναι επάνω από 1300 βαθμοημέρες θέρμανσης. Στη ζώνη αυτή ανήκει και η πόλη της Κοζάνης, γεγονός που εξηγεί άλλωστε και τη μεγάλη κατανάλωση πετρελαίου και μαζούτ για θέρμανση για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (περίπου 7 μήνες), στην προ τηλεθέρμανσης περίοδο. *Η Κοζάνη είναι χτισμένη σε υψόμετρο 713 μέτρων. Η περίοδος θέρμανσης ανέρχεται σε 4.800 h/year, από τις οποίες οι 450 ώρες είναι με αρνητικές θερμοκρασίες (κάτω του μηδενός, σύμφωνα με την κλίμακα βαθμών Κέλσιου).* Οι βαθμοημέρες θέρμανσης είναι περίπου 2.700.³ Γίνεται εύκολα λοιπόν αντιληπτό το τεράστιο όφελος που αποκομίζεται από τη λειτουργία στην ευρύτερη περιοχή, συστημάτων τηλεθέρμανσης και η επακόλουθη εξοικονόμηση εθνικού εισοδήματος από τη μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου.

2.2.2 Ιστορική ανασκόπηση του έργου και μελλοντική πρόβλεψη ⁴

Οι σκέψεις για την καλύτερη κατά το δυνατόν εκμετάλλευση των τεράστιων ποσοτήτων του στέρεου «μαύρου χρυσού» που υπάρχουν στην περιοχή αυτή της χώρας μας, την ενεργειακή καρδιά της Ελλάδας, προϋπήρχαν από τη δημιουργία των πρώτων ΑΗΣ στην περιοχή από τη ΔΕΗ το 1958. Ταυτόχρονα σχεδόν για τις πόλεις της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας, δόθηκε το πράσινο φώς, μόλις το 1988, στα πλαίσια του προγράμματος VALOREN σε συνεργασία με την ΕΤΒΑ και τους Δήμους των δύο πόλεων. Παρακάτω θα μελετήσουμε την περίπτωση της Κοζάνης, αφού ουσιαστικά και στην Πολεμαΐδα ακολουθήθηκαν οι ίδιες συνοπτικές διαδικασίες.

Η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Κοζάνης (ΔΕΥΑΚ), φορέας λειτουργίας της Τηλεθέρμανσης, ιδρύθηκε το 1985 και άρχισε να λειτουργεί το 1988 με αντικείμενο την εκμετάλλευση, λειτουργία, συντήρηση, κατασκευή και διοίκηση των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης της πόλης της Κοζάνης. Αυτές οι υπηρεσίες αποτελούσαν νωρίτερα αρμοδιότητα του Δήμου Κοζάνης. Το 1995 στις υπηρεσίες αυτές προστέθηκαν περισσότερες αρμοδιότητες, όπως η μελέτη, κατασκευή, επίβλεψη, συντήρηση, διοίκηση, λειτουργία και επέκταση του δικτύου Τηλεθέρμανσης, με κύριο στόχο την καλύτερη και αρτιότερη εξυπηρέτηση των δημοτών.

Όταν τον Οκτώβριο του 1991 υπεγράφη η σύμβαση ανάθεσης του έργου «Τηλεθέρμανση Κοζάνης» μεταξύ του Δήμου Κοζάνης και της ΔΕΥΑΚ στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος VALOREN, οι στόχοι που τότε είχαν τεθεί ήταν φιλόδοξοι και το χρονικό διάστημα σύντομο. Ο αρχικός προγραμματισμός του έργου προέβλεπε έναρξη το 1996 και ολοκλήρωση, το

³ Δ. Πεκόπουλος, Μ. Μηχανικός ΑΠΘ « Τηλεθέρμανση Κοζάνης. Ένας χρόνος Λειτουργίας» Έκδοση συλλόγου Η. Μ. Βορείου Ελλάδος, περιοδικό ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ τεύχος 1^ο

⁴ Γ Βλατής, Ε. Κυπριτίδης : « 9 Χρόνια Λειτουργία Τηλεθέρμανσης» Παγκόσμιο Συνέδριο ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2002. Προσυνέδριο Κοζάνης. 21-22-23/3/2002.

2013. Το έργο χωρίστηκε σε τέσσερις ζώνες (Α', Β', Γ' και επεκτάσεις του σχεδίου πόλεως). Το αυτοτελές δίκτυο διανομής Α' Ζώνης ολοκληρώθηκε το Δεκέμβριο του 1993. Η διασύνδεση του δικτύου με τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου τελείωσε περί τα μέσα του 1994 και η επέκταση του δικτύου Τηλεθέρμανσης στις υπόλοιπες ζώνες της πόλης (Β' & Γ') ολοκληρώθηκε το Φεβρουάριο του 1998. Οι λοιπές επεκτάσεις του δικτύου, ακολουθούν την αντίστοιχη επέκταση του σχεδίου πόλεως και γίνονται σε ετήσια βάση κατά τους θερινούς μήνες όπου και το δίκτυο παραμένει ανενεργό. Σύμφωνα με τα λεγόμενα των υπευθύνων της ΔΕΥΑΚ και της ΤΕΚ⁵, αυτή τη στιγμή (Δεκέμβριος 2006) έχει καλυφθεί περίπου το 75% της πόλεως της Κοζάνης και υπολογίζεται ότι το 2010 θα γειτνιαστεί το 100%⁶ περίπου, οπότε και η επέκταση του δικτύου θα ακολουθεί τον ρυθμό επέκτασης του σχεδίου πόλεως της Κοζάνης.

Ας μελετήσουμε το χρονοδιάγραμμα των εργασιών που συντελέστηκαν για τη μελέτη και κατασκευή του δικτύου, με χρονολογική σειρά:

Το 1989 ανατέθηκε στην ΑΝ.ΚΟ Α.Ε. (Αναπτυξιακή Κοζάνης) με προγραμματική σύμβαση στα πλαίσια του προγράμματος VALOREN, η εκπόνηση της προμελέτης και της τελικής (οριστικής) μελέτης του έργου της τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης, η οποία και παραδόθηκε σε δύο φάσεις:

- **Α' Φάση :** Τον Οκτώβριο του 1990 όπου παρουσιάζονται και προσδιορίζονται οι βασικές παραμέτροι της μελέτης (πρόβλεψη κόστους, θερμικής ζήτησης, επέκτασης της πόλεως, θερμίδες)
- **Β' Φάση :** Το Νοέμβριο του 1991 που περιλαμβάνει την οριστική μελέτη εφαρμογής του έργου με τα εξής τμήματα:
 - Μελέτη του έργου μεταφοράς της θερμικής ενέργειας
 - Μελέτη των αντλιοστασίων μεταφοράς και διανομής
 - Μελέτη του δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας
 - Μελέτη του λεβητοστασίου αιχμής

Τον Οκτώβριο του 1991 ο Δήμος Κοζάνης αναθέτει επίσημα πλέον την υλοποίηση του έργου στη ΔΕΥΑ Κοζάνης στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος Valoren. Το Μάρτιο του 1992 δημοπρατείται το έργο «Τηλεθέρμανση Κοζάνης, Φάση Α'» που ουσιαστικά περιελάμβανε:

- Το δίκτυο διανομής και τους θερμικούς υποσταθμούς στο ευρύτερο κέντρο της πόλης (Ζώνη Α')

⁵ Τεχνική – Κατασκευαστική εταιρία Θεσσαλονίκης, ανάδοχος των επεκτάσεων της περιόδου 2005-2006 . Κατασκευάστρια του 2^{ου} αγωγού ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ – ΚΟΖΑΝΗΣ (2005).

⁶ Η προσέγγιση του ποσοστού αυτού εξαρτάται και από τα προγράμματα χρηματοδότησης από την ευρωπαϊκή ένωση. Έτσι το έτος 2010 διατυπώνεται προσεγγιστικά.

- Το λεβητοστάσιο αιχμής
- Το αντλιοστάσιο διανομής και μεταφοράς A1 και A2.

Το Φεβρουάριο του 1993 δημοπρατείται το έργο «Τηλεθέρμανση Κοζάνης, Φάση Β΄», που περιελάμβανε:

- Τον αγωγό μεταφοράς από τον ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου
- Το αντλιοστάσιο μεταφοράς A3

Ταυτόχρονα την ίδια περίοδο που εξετάζουμε, η ΔΕΗ αναλαμβάνει τις απαραίτητες μετασκευές στις μονάδες III και IV του ΑΗΣ, για την απόδοση στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης των απαραίτητων θερμικών φορτίων.

Το Δεκέμβριο του 1995 υπογράφεται σύμβαση του έργου «Τηλεθέρμανση Κοζάνης – Δίκτυο διανομής Ζωνών Β΄ και Γ΄» που περιλαμβάνει την επέκταση του δικτύου σε όλες σχεδόν τις περιοχές της πόλης.

Το Δεκέμβριο του 1997 υπογράφεται συμπληρωματική σύμβαση με τη ΔΕΗ για την παροχή 70 MWth από τη μονάδα V του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου.

Τον Ιανουάριο του 1999 ολοκληρώνεται η επέκταση των εγκαταστάσεων Τηλεθέρμανσης στο αντλιοστάσιο A1 και στο λεβητοστάσιο αιχμής με την προσθήκη 4^{ου} λέβητα ισχύος 27,5 MWth το 2002.

Το Δεκέμβριο του 1999 ολοκληρώνεται η κατασκευή του νοτίου περιμετρικού αγωγού μεταφοράς (Φ 450mm).

Το 2005 ολοκληρώθηκε η κατασκευή του 2^{ου} αγωγού μεταφοράς Φ 600 από την 5^η μονάδα του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, ο οποίος ανέβασε τη συνολική ικανότητα μεταφοράς του συστήματος στα 140 MWth ⁷.

Το Δεκέμβριο του 2006 η πληρότητα του δικτύου έφτασε στο 75% περίπου επί του συνόλου των κτιρίων της πόλης ⁸.

⁷ ΔΕΥΑ Κοζάνης

⁸ Σύμφωνα και με εκτιμήσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

2.2.3 Περιγραφή των Εγκαταστάσεων

Το θερμικό φορτίο αιχμής εκτιμήθηκε σε 100 MWth με ετήσια θερμική ζήτηση περίπου 160.000 MWth. Από το 2002 και μετά έχει ξεπερασθεί και έχει φτάσει τις 130 MWth περίπου με ετήσια θερμική ζήτηση περίπου 240.000 MWth. Χάρη στο νέο αγωγό μεταφοράς από την 5^η μονάδα η δυναμική του συστήματος ανήλθε στα 140 MWth.

Το 60% του θερμικού φορτίου παράγεται στη μονάδα βάσης δηλαδή στις μονάδες 3, 4 και 5 του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου. Το υπόλοιπο 40 % όταν αυτό απαιτείται, παράγεται σε λεβητοστάσιο αιχμής τεσσάρων λέβητων, που κατασκευάστηκε για αυτόν το λόγο στη νοτιοανατολική είσοδο της πόλης. Σε ετήσια βάση όμως, η παραγωγή θερμότητας κατανέμεται κατά 90% στη μονάδα βάσης και 10% στη μονάδα αιχμής. Παρακάτω συνοψίζουμε τις παρατηρήσεις μας στον πίνακα 2.1.

Για τη μεταφορά του υπέρθερμου νερού μέσα στο κλειστό δισωλήνιο σύστημα του μέσου μεταφοράς θερμότητας υπάρχουν εγκατεστημένα τρία αντλιοστάσια: τα Α1, Α2 και Α3.

Το αντλιοστάσιο Α1 αποτελείται από 6 (5 + 1 εφεδρικό) αντλητικά συγκροτήματα παράλληλα μεταξύ τους. Τα δύο είναι παροχής 400 m³/h και τα υπόλοιπα 4 είναι 630 m³/h. Τα αντλιοστάσια Α2 και Α3 είναι όμοια και το καθένα αποτελείται από 4 αντλητικά συγκροτήματα (3 + 1 εφεδρικό) παράλληλα μεταξύ τους. Το κάθε αντλητικό συγκρότημα είναι παροχής 380 m³/h. Όλα τα αντλητικά συγκροτήματα είναι μεταβλητών στροφών με συστήματα μετατροπής συχνότητας (Inverter).

ΜΟΝΑΔΑ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΑΙΧΜΗΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	60%	90%
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ ΑΙΧΜΗΣ	40%	10%

Πίνακας 2.1 Κατανομή θερμικού φορτίου μεταξύ Μονάδος βάσης και λεβητοστασίου αιχμής

Το Α1 καταθλίβει το νερό προσαγωγής προς το δίκτυο διανομής, το Α2 παραλαμβάνει το νερό επιστροφής και το καταθλίβει προς τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, απ' όπου το Α3 το επιστρέφει πίσω στην πόλη, αφού έχει αποκτήσει την κατάλληλη θερμοκρασία. Ο πίνακας 2.2 περιγράφει συνοπτικά τη διαδικασία.

Αντλιοστάσιο	Αντλητικά συστήματα	Διεργασία
A1	5 Αντλητικά συστήματα	Καταθλίβει το νερό που παραλαμβάνει από το A3, στο δίκτυο της πόλης
	1 εφεδρικό	
A2	3 Αντλητικά συστήματα	Καταθλίβει το νερό πίσω στον ΑΗΣ για επαναθέρμανση
	1 εφεδρικό	
A3	3 Αντλητικά συστήματα	Καταθλίβει το υπέρθερμο νερό από τον ΑΗΣ στο A1 για επανείσοδο στην πόλη
	1 εφεδρικό	

Πίνακας 2.2 Περιγραφή αντλιοστασίων δικτύου τηλεθέρμανσης Κοζάνης

Το λεβητοστάσιο αιχμής αποτελείται από 4 λέβητες. Οι τρεις είναι ισχύος 10 MWh και ο νεότερος που προστέθηκε το 2002, έχει συνολική απόδοση 27,5 MWh. Οι λέβητες είναι φλοαυτοβόλοι τριπλής διαδρομής και ο καθένας φέρει δύο καυστήρες πετρελαίου και υγραερίου (L.P.G.).

ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ ΑΙΧΜΗΣ ΚΟΖΑΝΗΣ			
ΛΕΒΗΤΕΣ	ΙΣΧΥ MWh	Περιγραφή	Εφεδρεία
1	10	Φλοαυλωτός τριπλής διαδρομής με 2 καυστήρες πετρελαίου	Μετατρέψιμος σε LPG
2	10	Φλοαυλωτός τριπλής διαδρομής με 2 καυστήρες πετρελαίου	Μετατρέψιμος σε LPG
3	10	Φλοαυλωτός τριπλής διαδρομής με 2 καυστήρες πετρελαίου	Μετατρέψιμος σε LPG
4	27.5	Φλοαυλωτός τριπλής διαδρομής με 2 καυστήρες πετρελαίου	Μετατρέψιμος σε LPG

Πίνακας 2.3 Περιγραφή λεβητοστασίου αιχμής Τηλεθέρμανσης Κοζάνης

Οι εγκαταστάσεις στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου αποτελούνται από δύο εναλλάκτες θερμότητας κατακόρυφους και υδραυλωτούς η συνολική απόδοση των οποίων είναι 67 MWh. Επίσης υπάρχει και ένα ζεύγος εναλλακτών στη μονάδα V, συνολικής απόδοσης 70 MWh. Το σύστημα των εναλλακτών είναι συνδεδεμένο με δύο μονάδες του ΑΗΣ (III & IV) έτσι ώστε το σύστημα τηλεθέρμανσης να μπορεί να λειτουργήσει εναλλακτικά από τη μια ή την άλλη μονάδα. Το δεύτερο σύστημα εναλλακτών είναι συνδεδεμένο με την V μονάδα και λειτουργεί αυτόνομα. Ο λόγος είναι προφανής. Οι μονάδες των ΑΗΣ απαιτούν συντηρήσεις κατά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, οπότε μια εξάρτηση του συστήματος τηλεθέρμανσης της πόλεως από μια μόνο μονάδα

για την προμήθεια υπέρθερμου νερού, θα δημιουργούσε πρόβλημα στη συντήρηση και δε θα υπήρχε η εναλλακτική μιας δεύτερης πηγής σε περίπτωση ανάγκης, με αποτέλεσμα η πόλη να κινδύνευε να μείνει χωρίς θέρμανση σε περιόδους πολιικού ψύχους!

Το σύστημα της Τηλεθέρμανσης της πόλης της Κοζάνης είναι σχεδιασμένο να εξυπηρετεί το δίκτυο με θερμοκρασίες προσαγωγής από 90 – 120 °C. Η διακύμανση είναι εποχιακή ανάλογα πάντα με τις θερμοκρασίες που επικρατούν εξωτερικά. Οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις των κτιρίων επιτρέπουν θερμοκρασίες επιστροφής, εποχιακά κυμαινόμενων μεταξύ 55 – 70 °C. Η μορφολογία του εδάφους και οι υδραυλικές συνθήκες του δικτύου οδήγησαν στο σχεδιασμό ενός δικτύου ονομαστικής πίεσης 25bar. Αξίζει να σημειώσουμε το γεγονός ότι λόγω των πιέσεων του δικτύου, πολλά οικοδομικά συγκροτήματα στην πόλη, κυρίως τα παλαιότερα, υποχρεώθηκαν να αλλάξουν το υπάρχον δίκτυο σωληνώσεων θέρμανσής τους, με υλικά που ανταπεξέρχονται στις απαιτήσεις που έθετε πλέον το νέο σύστημα, για την αποφυγή δυσάρεστων καταστάσεων με τις νέες προδιαγραφές πίεσης.

Το δίκτυο διανομής αποτελείται από αγωγούς προμωνομένους και εγκατεστημένους με εκσκαφή, απ' ευθείας στο έδαφος. Οι αγωγοί φέρουν μόνωση από πολυουρεθάνη και προστατευτικό περίβλημα από πολυαιθυλένιο.⁹

2.2.4 Συμπεράσματα προμελέτης Τηλεθέρμανσης της πόλης Κοζάνης

Η Κοζάνη είναι πρωτεύουσα του Νομού Κοζάνης και διοικητική πρωτεύουσα της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας. Ο πληθυσμός της υπερβαίνει σήμερα τους 55.000 κατοίκους. Η Κοζάνη πάντοτε υπήρξε κόμβος μεγάλης συγκοινωνίας της βόρειας Ελλάδας, ήταν και εξακολουθεί να είναι μεγάλη βιοτεχνική και εμπορική πόλη και εδώ και πενήντα περίπου χρόνια περιβάλλεται από τα μεγαλύτερα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας, ατμοηλεκτρικά και υδροηλεκτρικά. Όλα τα παραπάνω αποτελούν πολύτιμα στοιχεία που αφορούν την πληθυσμιακή εξέλιξη της πόλης.

Η Κοζάνη, καθώς και όλη η Δυτική Μακεδονία, αποτελούν μια από τις ψυχρότερες περιοχές της Ελλάδας όπως είδαμε και προηγουμένως και για αυτό τον λόγο οι κατοικίες της απαιτούν αρκετούς μήνες το χρόνο συνεχή θέρμανση, η οποία πραγματοποιούνταν ως επί το πλείστον με λέβητες κεντρικής θέρμανσης πετρελαίου ή χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στην προ τηλεθέρμανση περίοδο.

Για την πληρέστερη εικόνα που παρουσιάζει τόσο ο πολεοδομικός ιστός της Κοζάνης, όσο και για την ανάλυση εκείνων των μεγεθών που επηρεάζουν την ανάπτυξη της πόλης (πληθυσμιακά μεγέθη, οικονομικοί δείκτες) συλλέχθηκαν πρωτογενή στοιχεία με επιτόπια έρευνα και χρησιμοποιήθηκαν πηγές

⁹ Στο τέλος του κεφαλαίου ακολουθεί παράρτημα με φωτογραφικό υλικό απο την διάρκεια κατασκευής του έργου και διακρίνονται καθαρά και τα συστήματα σωληνώσεων που χρησιμοποιούνται.

δημοσιευμένων στοιχείων. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την προμελέτη που διενέργησε η ΑΝ.ΚΟ το 1990, διασταυρώθηκαν και επεξεργάστηκαν τα εξής στοιχεία¹⁰ :

- ◆ Μελέτη του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου πόλεως Κοζάνης
- ◆ Μελέτες προβλεπόμενων επεκτάσεων σχεδίου πόλεως
- ◆ Η απογραφή του Πληθυσμού (ΕΣΥΕ 1981)
- ◆ Τα αρχεία γεννήσεων και θανάτων του Δήμου Κοζάνης το διάστημα 1981 – 1988
- ◆ Το αρχείο οικιακών καταναλωτών της ΔΕΗ (1990)
- ◆ Αρχείο οικοδομικών αδειών που εκδόθηκαν την περίοδο 1970 – 1990 (Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Κοζάνης)
- ◆ Το επιχειρησιακό πρόγραμμα (Π.Ε.Π.) της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας (1990 – 1993)
- ◆ Το πρόγραμμα ανάπτυξης της ΔΕΗ της περιόδου 1990 - 1999

2.2.4.1 Κοινωνική – Οικονομική διάρθρωση της πόλεως Κοζάνης

Απαραίτητη αρχική προϋπόθεση η πληθυσμιακή εξέλιξη της πόλης. Μετά τη ραγδαία εκβιομηχάνιση στον άξονα Κοζάνης – Πτολεμαΐδας, παρατηρείται μια αντίστοιχη εξέλιξη και στον πληθυσμό της περιοχής. Στη δεκαετία 1971 – 1981 η Κοζάνη χαρακτηρίζεται σαν η ταχύτερη αναπτυσσόμενη πληθυσμιακά πόλη στη χώρα μετά τη Λάρισα και την Πτολεμαΐδα. Η αυξητική αυτή τάση συνεχίζεται με χαμηλότερους ρυθμούς στη συνέχεια. Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ και τα αποτελέσματα καταγραφής των οικιακών καταναλωτών της ΔΕΗ γίνεται μια εκτίμηση πληθυσμού της πόλης σε 38.300 άτομα με μέσο μέγεθος νοικοκυριού τα 3,3 άτομα.

Με βάση τα παραπάνω η μελέτη της ΑΝΚΟ καταλήγει σε μέσο ετήσιο ρυθμό πληθυσμιακής μεταβολής 2,47% στο διάστημα '81 – '90. Ως ένα βαθμό και η εξέλιξη του μαθητικού πληθυσμού της πόλης με άυξηση 13% περίπου επιβεβαιώνει την παραπάνω εκτίμηση.

¹⁰ Όλες οι πληροφορίες αντλούνται από τον *Α' Τόμο της Οριστικής Μελέτης της Τηλεθέρμανσης της Πόλεως Κοζάνης που συντάχθηκε από την ΑΝΚΟ τον Οκτώβριο του 1990*. Σκοπός της παρουσίασης της προμελέτης που έγινε για την πόλη της Κοζάνης, είναι να συγκεντρωθούν όλα εκείνα τα απαραίτητα βήματα και εργαλεία που απαιτούνται προκειμένου να διενεργηθεί μια προμελέτη εγκατάστασης συστήματος τηλεθέρμανσης. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν σε ξεχωριστή παράγραφο όλα τα συμπεράσματα που προκύπτουν, έτσι ώστε να αποτελέσουν εργαλείο χρήσιμο και κοινό πεδίο για όλα τα συστήματα τηλεθέρμανσης που εξετάζουμε στην συνέχεια. Αυτό που θα γίνει αντιληπτό στον αναγνώστη είναι ότι μπορεί η πηγή παροχής θερμότητας για το κάθε εξεταζόμενο σύστημα να αλλάζει (Γεωθερμία, Βιομάζα, Ηλιακή ενέργεια, Απορρίματα) όμως η μεθοδολογία εκτίμησης της θερμικής ζήτησης που απαιτείται είναι η ίδια για κάθε σύστημα.

ΦΥΣΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ					
ΕΤΟΣ	1 ΕΣΥΕ	2 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	3 ΓΕΝΝΗΣΕΙΣ	4 ΘΑΝΑΤΟΙ	5 ΡΥΘΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 5= 3 - 4 / 2
1981	31333	34166	607	165	8,10%
1982			624	175	
1983			548	167	
1984			661	188	
1985			663	179	
1986			559	173	
1987	37000		505	177	

Πίνακας 2.4 Υπολογισμός Φυσικής Κίνησης Πληθυσμού πόλεως Κοζάνης

ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΑ ΠΟΛΕΩΣ ΚΟΖΑΝΗΣ			
ΕΤΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ	ΑΤΟΜΑ/ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΟ
1981	31333	9495	3.3
1987	37000	11212	3.3
1990	38300	11660	3.3

Πίνακας 2.5 Υπολογισμός νοικοκυριών πόλεως Κοζάνης

Τα συμπεράσματα της προμελέτης συνοψίζονται στους πίνακες 2.4 και 2.5. Γενικά ο προσδιορισμός της πληθυσμιακής εξέλιξης μιας περιοχής είναι αποτέλεσμα της αλληλοεπίδρασης πολλών παραγόντων. Για την αποφασιστική μείωση του σφάλματος λόγω της πολυπλοκότητας των κοινωνικών φαινομένων που επιδρούν στα μεγέθη του πληθυσμού, η ΑΝΚΟ επέλεξε και συμπεριέλαβε στη μελέτη της ορισμένους οικονομικούς και πληθυσμιακούς δείκτες. Μπορούμε να συνοψίσουμε τα κύρια σημεία που επιλέχθηκαν και προδιαγράφουν τις διαγραφόμενες πληθυσμιακές τάσεις στην ευρύτερη περιοχή στα παρακάτω σημεία:

- ◆ Τis προβλεπόμενες επεκτατικές δραστηριότητες της ΔΕΗ. Το ενεργειακό πρόγραμμα της ΔΕΗ προέβλεπε επεκτάσεις σε ορυχεία και υποδομές.
- ◆ Την αυξανόμενη κεντροβαρική θέση του δήμου Κοζάνης στην περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας (παροχή υπηρεσιών σε μια περιφέρεια με 360.985 κατοίκους).
- ◆ Την προσέλκυση σε μεγάλο βαθμό μεταναστών του εξωτερικού που επιστρέφουν στην Κοζάνη (κυρίως συνταξιούχοι) και σε μικρότερο

βαθμό, ενεργού πληθυσμού από την ενδοχώρα της Δυτικής Μακεδονίας.

- ◆ Την μετεγκατάσταση οικισμών λόγω επεκτάσεων της εξορμηκτικής δραστηριότητας της ΔΕΗ, γύρω από την ευρύτερη περιοχή της πόλεως Κοζάνης. (Κλείτος – Ακρινή , 2000 κάτοικοι περίπου)¹¹.
- ◆ Τα στοιχεία της γεννητικότητας των τελευταίων χρόνων. Ο ακαθάριστος συντελεστής γεννητικότητας ενώ το 1981 ήταν 19,37 παιδιά ανά 1000 κατοίκους, το 1987 έπεσε στα 14,27 παιδιά.

Επειδή οι προηγούμενοι παράγοντες ως ένα βαθμό είναι αντιφατικοί μεταξύ τους, δημιουργούν αντίρροπες τάσεις. Η μελέτη βασίστηκε σε δύο σενάρια πληθυσμιακής ανάπτυξης:

- ◆ Μέσος ετήσιος ρυθμός πληθυσμιακής μεταβολής ίσος με 3,04% (ρυθμός μεταβολής δεκαετίας '71 – '81), θεωρώντας ότι οι επεκτατικές δραστηριότητες της ΔΕΗ θα προσελκύσουν πληθυσμό από την ενδοχώρα του νομού αλλά και της περιφέρειας.
- ◆ Μέσος ετήσιος ρυθμός πληθυσμιακής μεταβολής ίσος με 2,97% δηλαδή η εκτίμηση που υπήρχε για το διάστημα 1981 – 1991.

Τα αποτελέσματα της μελέτης φαίνονται στον πίνακα 2.6 που ακολουθεί. Το δεύτερο σενάριο προσεγγίζει με περισσότερη ακρίβεια την πληθυσμιακή πρόβλεψη. Η αρχική μελέτη προέβλεπε μετά το 2000 ετήσιο ρυθμό αύξησης 1,2% και κατέληγε σε πρόβλεψη πληθυσμού το 2010 ίσο με 53.000 άτομα.

<i>Ετήσιος Ρυθμός Ανάπτυξης Πληθυσμού</i>	1991	1995	2000	2010
r =3.04	42200	47600	55300	
r =2.47	39200	43100	47400	
r =1.2				53000
P= Po - e εις την r*t				
P= ο πληθυσμός μετά απο t έτη				
t= το εύρος της πρόβλεψης				
Po= Ο πληθυσμός στην αρχή της πρόβλεψης				
r= Ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης πληθυσμού				

Πίνακας 2.6 Πρόβλεψη Πληθυσμού Πόλεως Κοζάνης

¹¹ Η μετεγκατάσταση του Κλείτους έχει ήδη ξεκινήσει και πολλοί κάτοικοι έχουν μετακινηθεί περιφερειακά του πολεοδομικού συγκροτήματος Κοζάνης και στην ΖΕΠ (Ζώνη Ενεργού Πολεοδομίας) η οποία στο τέλος της κατασκευής της προβλέπεται να φιλοξενήσει 5000 – 10000 κατοίκους και να θερμανθεί με τηλεθέρμανση. Το δίκτυο τηλεθέρμανσης της ΖΕΠ είναι έτοιμο. Όμως η σύνδεση με το κεντρικό δίκτυο της Κοζάνης δεν προβλέπεται άμεσα σύμφωνα με τα λεγόμενα των μηχανικών της ΔΕΥΑΚ. Η ANKO όμως είχε προβλέψει τις μετακινήσεις αυτές και την σύνδεση της ΖΕΠ με τηλεθέρμανση και προέκυψε βιώσιμο το σενάριο ήδη απο την προμελέτη του 1990.

Κρίνοντας σήμερα εκ του ασφαλούς την προμελέτη του 1990 σήμερα, ύστερα από 17 χρόνια διαπιστώνουμε ότι το μοντέλο που ακολουθήθηκε κρίνεται σωστό μιας και σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ, ο πληθυσμός της Κοζάνης το 2001 ήταν 49.812 άτομα. Με ρυθμό αύξησης 1,2 έχουμε $1,2\% * 597,7 = 597$ κάτοικοι * 9 χρόνια = 54.191 κάτοικοι, πολύ κοντά στην αρχική προσέγγιση των 53000 κατοίκων και στο δεύτερο σενάριο πρόβλεψης.

2.2.4.2 Μελέτη εμβαδού συνόλου κτιρίων και μελλοντικές εκτιμήσεις

Το επόμενο σημαντικό βήμα της προμελέτης, αποτελείται από τη λεπτομερή απογραφή και καταγραφή του πλήθους και της θερμαινόμενης επιφάνειας των κτιρίων της περιοχής, καθώς και τη μελλοντική εκτίμηση ανοικοδόμησης της περιοχής. Η μελέτη της ANKO χωρίστηκε σε δύο τομείς:

1. Αναλυτική απογραφή υπαρχόντων κτιρίων καθώς και τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους. Διαχωρισμός κτιρίων σε κατοικίες και λοιπές εμπορικές δραστηριότητες.
2. Κατάρτιση στοιχείων που αφορούν τους παράγοντες εκτίμησης του αναμενόμενου όγκου.

Ύστερα από τη συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων της απογραφής προέκυψαν τα παρακάτω δεδομένα:

Ο συνολικά υπάρχων δομημένος όγκος υπολογίσθηκε σε 5,3 εκατομμύρια m³ από όπου το 77,8% του όγκου έχουν ως κύρια χρήση την κατοικία. Οι οικοδομές με 4 – 6 ορόφους αποτελούσαν το 20% περίπου των κτισμάτων. Οι οικοδομές με 2 – 3 ορόφους αποτελούν το 63% περίπου, των κτισμάτων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής των νοικοκυριών της Κοζάνης, ο μέσος όρος των δωματίων ανα διαμέρισμα υπολογίστηκε σε 3,2 δωμάτια.

Υπερισχύουν κατά 88% τα κτίρια σε καλή κατάσταση από σκοπιά ποιοτική κατασκευής.

Η εξέλιξη του παραγόμενου οικοδομικού όγκου αποτελεί συνισταμένη αρκετών παραγόντων. Ο μέσος όγκος που παρήχθηκε την εικοσαετία '70 – '90, ήταν 204.000 κ.μ. με σαφή υποχώρηση στη δεκαετία του '80 και μετά. Αναλύοντας τα στοιχεία της οικοδομικής εξέλιξης παρατηρείται σταδιακή υποχώρηση της οικοδομικής δραστηριότητας (ποσοστιαία) στις κεντρικές περιοχές της πόλης και αύξηση του περιφερειακού ιστού της πόλης που χρησιμοποιείται κύρια για κατοικίες. Για τις εκτιμήσεις αυτές η πόλη χωρίστηκε σε οκτώ ζώνες και ανάλογα με την ανοικοδόμηση της κάθε ζώνης, τις εκτιμήσεις του πληθυσμιακού ρυθμού αύξησης που προαναφέραμε, αλλά και τα χωροταξικά σχέδια επέκτασης της πόλεως, αναπτύχθηκε το μοντέλο πρόβλεψης για τη

μελλοντική ανοικοδόμηση της Κοζάνης¹². Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις της μελέτης, ανά περιοχή.

Καθοριστικό ρόλο στη μελέτη έπαιξε και η μελέτη της κατασκευής της ΖΕΠ. Η ΖΕΠ αποτελεί σήμερα για την Κοζάνη πραγματικότητα, αλλά κατά την περίοδο που έγινε η μελέτη που εξετάζουμε, αποτελούσε ένα σχέδιο στα χαρτιά. Συνεπώς έπρεπε η μελέτη να χωριστεί σε δύο σενάρια, με και χωρίς τη ΖΕΠ, για να καθοριστεί η ικανότητα του δικτύου να εξυπηρετήσει με θερμικό φορτίο και τη ΖΕΠ. Τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων ήταν θετικά και έτσι σήμερα είναι περισσότερο θέμα χρόνου και κονδυλίων, η ένωση της ΖΕΠ, που απέχει 2 χιλιόμετρα από την Κοζάνη, με το δίκτυο τηλεθέρμανσης της πόλης, παρά πρόβλημα έλλειψης ικανού θερμικού φορτίου για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσής της. Επίσημα έχει εγκριθεί η χρηματοδότηση για την τηλεθέρμανση της ΖΕΠ. Η χρηματοδότηση του έργου της ΔΕΠΕΠΟΚ που αφορά την κατασκευή του υπολειπόμενου εσωτερικού δικτύου τηλεθέρμανσης στη ΖΕΠ Κοζάνης και την κατασκευή του εξωτερικού αγωγού σύνδεσης με το δίκτυο τηλεθέρμανσης της πόλης, εγκρίθηκε πριν από λίγες ημέρες από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας¹³. Πάντως οφείλουμε να ομολογήσουμε ότι η σημερινή τοποθεσία στην οποία είναι εγκατεστημένη η ΖΕΠ είναι μάλλον η πλέον άστοχη τόσο χωροταξικά (υψόμετρο, εκτεθειμένη στο βορρά) όσο και με βάση την επέκταση του σχεδίου πόλεως που καμία σχέση δεν έχει με τη συγκεκριμένη περιοχή, γεγονός που αφήνει αιχμές και υπόνοιες πολιτικών κερδοσκοπικών παιχνιδιών σε βάρος της ουσιαστικής ανάπτυξης της περιοχής.

Χαρακτηρισμός	ΠΕΡΙΟΧΗ	1990 - 1994	1995 - 1999	2000 - 2004
Κέντρο Πόλης	A1	20%	18,50%	16%
	A2	23	22,5	19,5
Περιοχές περιφερειακά κέντρου	B1	8	8	8
	B2	10,5	10	10,5
	B3	5,5	5	4,5
	B4	12	13	13,5
	B5	10	8	7,5
Νέες επεκτάσεις πόλεως	Γ	11	15	20,5

Πίνακας 2.7 Ποσοστιαία Συμμετοχή (%) Ανά Περιοχή στον Παραγόμενο Όγκο

¹² Πρέπει να επισημανθεί ότι στην πρόβλεψη της προμελέτης που έκανε η ANKO δεν μπορούσε φυσικά να προβλεφθεί ο καταστροφικός σεισμός των 7,2 Ρίχτερ, τον Μαΐο του 1995 που έπληξε την περιοχή. Το ευτύχημα ήταν ότι δεν υπήρξε ούτε ένα θύμα (!) αλλά οι υλικές ζημιές τεράστιες. Έτσι ο οργανισμός οικοδομικής δραστηριότητας που ακολούθησε ήταν έξω από κάθε πρόβλεψη. Πολλοί επωφελήθηκαν από τα ευνοϊκά σεισμοδάνεια που χορηγήθηκαν στις πληγούσες περιοχές, πολλά παλαιά κτίσματα αντικαταστήθηκαν με νέα και πολλοί άνθρωποι αποφάσισαν να μετοικήσουν στην Κοζάνη. Παρόλ'αυτα, το μοντέλο που ανέπτυξε η ANKO δεν έπεσε έξω τόσο για τις πληθυσμιακές όσο και για τις Κτιριακές εκτιμήσεις, με αποτέλεσμα σήμερα (2007) το σύστημα της τηλεθέρμανσης της Πόλεως να λειτουργεί χωρίς προβλήματα στην ζήτηση θερμικού φορτίου.

¹³ ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ/ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ, Δελτίο Ημερήσιου Τύπου και Ραδιοφώνου, Αθήνα 15/11/2006 Αρ. Δελτίου : 96

2.2.4.3 Εκτίμηση Ζήτησης Θερμικών Φορτίων

Η εκτίμηση του θερμικού φορτίου της πόλης της Κοζάνης βασίστηκε στη συλλογή στοιχείων, στη σύνταξη και επεξεργασία ενός πολύ εκτεταμένου αρχείου κλιματικών – μετεωρολογικών, δημογραφικών, πολεοδομικών, στατιστικών και άλλων πληροφοριών. Παράλληλα με την ολική απογραφή της πόλης της Κοζάνης που παρουσιάσαμε στην προηγούμενη παράγραφο, έγινε εμβαδομέτρηση και μέτρηση περιμέτρου σε όλα τα κτίρια της πόλης σε χάρτες 1:500 με τη βοήθεια Η/Υ. Το πολεοδομικό – δημογραφικό κομμάτι της μελέτης εξετάστηκε εκτενώς. Εδώ θα εξετάσουμε τις κλιματολογικές – μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και αποτελούν εξίσου σημαντικό παράγοντα για την εκτίμηση του θερμικού φορτίου της πόλης.

Τα μετεωρολογικά στοιχεία που λήφθηκαν για την τηλεθέρμανση της Κοζάνης προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) και από τον καπνικό σταθμό Κοζάνης της ΔΕΗ. Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που παρουσιάστηκαν την τριανταετία '55 – '87 από τις δύο αυτές πηγές, παρουσιάζονται παρακάτω.

Στοιχεία ΕΜΥ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1955 - 1986	
ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ° C
Ιανουάριος	2,1
Φεβρουάριος	3,6
Μάρτιος	6,8
Απρίλιος	11,6
Μάιος	16,8
Ιούνιος	21,2
Ιούλιος	23
Αύγουστος	23,5
Σεπτέμβριος	19,1
Οκτώβριος	13,4
Νοέμβριος	8,9
Δεκέμβριος	3,5

Στοιχεία Καπνικού σταθμού

ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1978 - 1987	
ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ° C
Ιανουάριος	2,2
Φεβρουάριος	2,77
Μάρτιος	6,4
Απρίλιος	11,11
Μάιος	15,98
Ιούνιος	20,94
Ιούλιος	23,46
Αύγουστος	22,98
Σεπτέμβριος	19,47
Οκτώβριος	13,28
Νοέμβριος	7,18
Δεκέμβριος	4,4

Πίνακας 2.8 Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος περιοχής Κοζάνης

Όπως φαίνεται στους πίνακες αυτούς, οι χαμηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες καλύπτουν τουλάχιστον τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο.

Μπορεί η παρούσα θερμική ζήτηση να ήταν πλέον εύκολο να υπολογισθεί με τα παραπάνω στοιχεία, οι μελλοντικές εκτιμήσεις για την εξέλιξη της ζήτησης όμως ήταν το ουσιαστικό πρόβλημα. Συνοψίζοντας τα συμπεράσματα από την ανάλυση της μελλοντικής δόμησης της πόλης, διαπιστώθηκε ότι η μελλοντική δόμηση της πόλης της Κοζάνης θα επηρεαζόταν από την οικοδόμηση της ΖΕΠ στη θέση Παϊάμπορο. Βέβαια η αρχική μελέτη προέβλεπε την αρχή των εργασιών γύρω στο 1997, ενώ τελικά ξεκίνησαν γύρω στο 2000. Αυτή η καθυστέρηση, σε συνδυασμό με το σεισμό του 1995, έδωσε διαφορετικούς ρυθμούς ανοικοδόμησης στην πόλη απ' ό,τι αρχικά είχαν προβλεφθεί. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μέγιστη παρούσα ζήτηση (1990) και κατόπιν ο τύπος που υπολογίζει το επιπλέον θερμικό φορτίο που εκτιμάται ότι θα ζητηθεί με τη μεγέθυνση της πόλεως Κοζάνης.

ΖΩΝΗ	Μέγιστη Παρούσα Θερμική Ζήτηση (Gcal/h)
A1	16,48
A2	14,22
B1	4,89
B2	4,12
B3	3,32
B4	4,56
B5	5,43
Γ	1,96
ΣΥΝΟΛΟ	55

Ο υπολογισμός του πρόσθετου θερμικού φορτίου υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$Q = \Delta V * q * k$$

- Όπου ΔV = Αύξηση δομημένου όγκου σε m^3
- Όπου q = μέση ειδική θερμική ζήτηση = $20 \text{ Kcal}/m^3/h$
- Όπου k = ποσοστό κτιρίων με κεντρική θέρμανση = $0,9$

Πίνακας 2.9 Μέγιστη ζήτηση ανά ζώνη (1990)

Σημειώνεται ότι σε όλους τους υπολογισμούς οι συντελεστές ειδικής θερμικής ζήτησης αναφέρονται σε μέση εξωτερική θερμοκρασία ίση με $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ και εσωτερική θερμοκρασία χώρων ίση με $+20 \text{ }^\circ\text{C}$. Η παραδοχή που έγινε είναι ότι 12 ώρες το εικοσιτετράωρο τα κτίρια θα θερμαίνονται στην εσωτερική θερμοκρασία που αναφέραμε και τις υπόλοιπες ώρες θα υπάρχει μειωμένη θέρμανση. Με ονομαστικό φορτίο $82 \text{ Gcal}/h$ και τις εκτιμήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπολογίστηκε ετήσια ενέργεια ίση με $151.019 \text{ Gcal}/h$. Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο, η ετήσια ζήτηση θερμικής ενέργειας από την πόλη της Κοζάνης για κάθε έτος λειτουργίας του συστήματος δίνεται από τον παρακάτω πίνακα 2.10.

ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΟΖΑΝΗΣ (Τ.Ο.Ε.)												
ΦΑΣΕΙΣ ΕΡΓΟΥ	ΕΤΟΣ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Α΄ ΦΑΣΗ	1996								2300	4971	6443	6812
Β΄ ΦΑΣΗ	2002											
Γ΄ ΦΑΣΗ	2008											
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ									2300	4971	6443	6812

ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΟΖΑΝΗΣ (Τ.Ο.Ε.)												
ΦΑΣΕΙΣ ΕΡΓΟΥ	ΕΤΟΣ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Α΄ ΦΑΣΗ	1996	7088	7272	7456	7493	7548	7585	7622	7640	7695	7732	7787
Β΄ ΦΑΣΗ	2002			2577	4050	4418	4787	5155	5523	5615	5707	5799
Γ΄ ΦΑΣΗ	2008								460	534	571	608
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ				10033	11543	11966	12372	12777	13623	13844	14010	14194

Πίνακας 2.10 Ετήσια θερμική ζήτηση Κοζάνης (εκτίμηση με βάση το έτος 1990)

Συμπερασματικά λοιπόν η εκτίμηση της μελέτης προβλέπει προοδευτική αύξηση από 25 Gcal/h το 1997, μέχρι την τιμή κορεσμού της τάξεως των 82,0525 Gcal/h, που σύμφωνα με το μοντέλο πρόβλεψης που αναπτύχθηκε παραπάνω, θα γειτνιαστεί περίπου το έτος 2018. Αντίστοιχα η ετήσια ζήτηση ενέργειας μεταβάλλεται από 2300 ΤΟΕ αρχικά σε 15105 ΤΟΕ στην τελική φάση.

Είναι προφανές βέβαια ότι η πρόβλεψη εξέλιξης του θερμικού φορτίου για 22 χρόνια μετά το αρχικό έτος 1990 είναι ιδιαίτερα επισφαλής.

2.2.4.4 Παραγωγή θερμικής ενέργειας

Η κάλυψη της παραπάνω θερμικής ζήτησης έγινε σύμφωνα με την υπογραφή της Σύμβασης Πλαίσιο 2/9/1989 μεταξύ της ΔΕΗ και του Δήμου Κοζάνης και την υπ' αριθμόν ΓΓΔ/5424/186/18-6-90 επιστολή της ΔΕΗ που αφορούσε τον προγραμματισμό κατασκευής της V μονάδας του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, που σήμερα λειτουργεί και πλέον τροφοδοτεί μαζί με τις άλλες δύο μονάδες του σταθμού, την τηλεθέρμανση της Κοζάνης.

Τα σενάρια που εξετάστηκαν για τον προσδιορισμό του βέλτιστου συνδυασμού της παραγωγής στον ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου με την παραγωγή του λεβητοστασίου αιχμής, είναι τα εξής:

- 1. Βασική παραγωγή από τη μονάδα V του ΑΗΣ Α. Δ. με δυνατότητα κάλυψης εφεδρικής ζήτησης από τις άλλες δύο (III & IV) για την κάλυψη ισχύς μέχρι και 60 Gcal/h. Συμπληρωματική παραγωγή κάλυψης της ζήτησης που υπερβαίνει τα 60 Gcal/h (70 MWh), που αναμένονταν να εμφανιστεί μετά το έτος 2002, με το λεβητοστάσιο αιχμής.**
- 2. Βασική παραγωγή από τη μονάδα V του ΑΗΣ Αγ. Δ. με δυνατότητα κάλυψης εφεδρικής ζήτησης από τις προαναφερθείσες μονάδες του ιδίου ΑΗΣ για κάλυψη ζήτησης με ισχύ μέχρι 43 Gcal/h (50 MWh). Συμπληρωματική παραγωγή για τη ζήτηση που υπερβαίνει το παραπάνω ποσό, με τη χρήση του λεβητοστασίου αιχμής.**

Η κατανομή της ενέργειας που παράγεται κάθε έτος, από το πρώτο έτος λειτουργίας μέχρι την επίτευξη κορεσμού (έτος 2018), ανάμεσα στο λεβητοστάσιο αιχμής και το λέβητα αιχμής, βασίστηκε στις εξής αρχές:

- ◆ Το σύνολο της ζήτησης με ισχύ ίση ή μικρότερη από την ικανότητα παραγωγής του ΑΗΣ, παράγεται αποκλειστικά στον ΑΗΣ.
- ◆ Η ζήτηση με ισχύ που υπερβαίνει την ικανότητα παραγωγής του ΑΗΣ, παράγεται κατά ένα τμήμα από άλλες μονάδες του ΑΗΣ και το υπόλοιπο τμήμα καλύπτεται από το λεβητοστάσιο αιχμής.

Μια συνοπτική ματιά όσον αφορά την πρόβλεψη του κόστους που προκύπτει από την προμελέτη της ΑΝΚΟ, είναι η παρακάτω:

- 470 εκ. Δρχ για τις απαραίτητες μετατροπές στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου. (Σύμφωνα με το 1^ο σενάριο)
- 410 εκ. Δρχ (Σύμφωνα με το 2^ο σενάριο)

Το **κόστος των αγωγών μεταφοράς θερμικής ενέργειας** ανέρχεται σε:

- 1.877.494.000 δρχ (Σύμφωνα με το 1^ο σενάριο)
- 1.638.877.000 δρχ (Σύμφωνα με το 2^ο σενάριο)

Το **κόστος του λεβητοστασίου αιχμής** ανέρχεται σε :

- 190.000.000 (Σύμφωνα με το 1^ο σενάριο)
- 360.000.000 (Σύμφωνα με το 2^ο σενάριο)

Το **κόστος επένδυσης για τα αντλιοστάσια μεταφοράς και διανομής** ανέρχεται σε :

- 370.000.000 (Σύμφωνα με το 1^ο σενάριο)
- 340.000.000 (Σύμφωνα με το 2^ο σενάριο)

Η προμελέτη της ANKO θεωρεί εν τέλει, ως προσφορότερη και συμφερότερη λύση το πρώτο σενάριο που αναπτύχθηκε. Ο λόγος είναι:

- Ενώ ανάμεσα στα δύο σενάρια υπάρχει μια διαφορά 160 εκατομμυρίων, η διαφορά στο κόστος της θερμικής ενέργειας για τα πρώτα 22 έτη λειτουργίας, υπερβαίνει τα 250 εκ. Δραχμές.
- Έχει λιγότερο συναλλαγματικό κόστος λόγω μειωμένης καύσης πετρελαίου και άρα λιγότερη εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα.

Με βάση λοιπόν τις παραπάνω διαπιστώσεις και το συμπληρωματικό γεγονός ότι η εγκατάσταση ατμοληψίας με ικανότητα 60 Gcal/h δίνει πολύ μεγαλύτερη ευχέρεια για να αντιμετωπιστούν οικονομικά και χωρίς πρόσθετες επενδύσεις, πιθανή ζήτηση για βιοτεχνικά, βιομηχανικά ή και αγροτικά φορτία (θερμοκήπια, βλέπε παράρτημα στο τέλος του κεφαλαίου.), για τα οποία δεν υπήρχαν στοιχεία το 1990 για να συνεκτιμηθούν, οδήγησε στην επιλογή της πρότασης του πρώτου σεναρίου.

2.2.4.5 Εκτίμηση συστήματος μεταφοράς θερμικής ενέργειας

Στο πρώτο κεφάλαιο διαπιστώσαμε ότι ο φορέας μεταφοράς θερμικής ενέργειας είναι υπέρθερμο νερό ή ατμός. Η μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας δίνει ξεκάθαρα μια σαφή τάση για στροφή των συστημάτων τηλεθέρμανσης στο υπέρθερμο νερό αντί του ατμού. Στην περίπτωση της Κοζάνης επιλέχθηκε ως μέσο μεταφοράς το υπέρθερμο νερό κυρίως για τους εξής λόγους:

- Το δίκτυο έχει μεγαλύτερη αξιοπιστία
- Καλύτερη δυνατότητα για κεντρική ρύθμιση του φορτίου
- Δυνατότητα εκταμιεύσεως του θερμού νερού στο δίκτυο για αντιμετώπιση αιχμών
- Η μεγάλη απόσταση της Κοζάνης από τον ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου. (18 Χιλιόμετρα)

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 οι θερμοκρασίες προσαγωγής του θερμού νερού στα δίκτυα διανομής μεταφοράς να είναι μεγαλύτερη αυτών των τιμών. Από τη μελέτη καθορίστηκε σαν ονομαστική θερμοκρασία διανομής, η θερμοκρασία των 115 °C με δυνατότητα λειτουργίας μέχρι και 120 – 130 °C για κάλυψη των πιθανών αιχμών. Έτσι επιτυγχάνεται το μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιακής πτώσης προσαγωγής – επιστροφής, με ταυτόχρονη εγκατάσταση προμονωμένων αγωγών απ' ευθείας στο έδαφος που είναι και η οικονομικότερη λύση. Τελικά, αυτό το σύστημα εφαρμόστηκε στην Κοζάνη.

Το θερμικό φορτίο που εξυπηρετεί τις ανάγκες θέρμανσης της πόλης της Κοζάνης κυμαίνεται μεταξύ της μέγιστης τιμής (περιόδοι αιχμής) μέχρι το 20% του ονομαστικού θερμικού φορτίου, για τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος 14°C (που είναι και το όριο κάτω από το οποίο απαιτείται θέρμανση).

Το θερμικό φορτίο δίνεται από τη σχέση:

$$Q = m * C_p * (T_s - T_r)$$

*Q= Θερμικό φορτίο
m= μάζα υπέρθερμου νερού
Cp= ειδική θερμότητα νερού
Ts= θερμοκρασία προσαγωγής
Tr= θερμοκρασία επιστροφής*

Από την παραπάνω σχέση συμπεραίνεται ότι το θερμικό φορτίο Q που μεταβάλλεται εποχιακά και ημερήσια, μπορεί να ικανοποιηθεί θεωρητικά. Ως οικονομικότερη ονομαστική θερμοκρασία αποστολής προσδιορίζεται από τον τύπο αυτό ως οι 120 βαθμοί κελσίου.

Όλο το δίκτυο μεταφοράς και διανομής έχει κατασκευαστεί υπογείως στο έδαφος. Η διαδρομή του αγωγού μεταφοράς από τον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου ακολούθησε τις σιδηροδρομικές γραμμές που καταλήγουν στον κεντρικό σιδηροδρομικό σταθμό Κοζάνης, γιατί αποτελούσε την πιο πρόσφορη οικονομικά λύση, αφού τα εμπόδια που συναντώνταν έτσι, ήταν τα λιγότερα δυνατά. Ο δεύτερος αγωγός κατασκευάστηκε (2005) κατά μήκος της Εγνατίας Οδού αρχικά, όπου είχαν προβλεφθεί στην κατασκευή της αναμονές για να περάσει απέναντι ο αγωγός, και κατόπιν κινείται παράλληλα με το οδικό άξονα της παλαιάς εθνικής οδού Κοζάνης – Βέροιας. Στην είσοδο της πόλης ακολουθεί τον παλαιό αγωγό όπου και καταλήγουν και οι δύο αρχικά στο λεβητοστάσιο αιχμής.

2.2.4.6 Διανομή θερμικής ενέργειας

Η μορφή, η σχεδίαση και το κόστος εγκατάστασης του δικτύου διανομής εξαρτώνται κυρίως από το ρευστό (ή ατμός) μεταφοράς της θερμικής ενέργειας, από την έκταση, την τοποθεσία και τη συγκέντρωση των καταναλωτικών φορτίων.

Συνήθως σε πόλεις με εκτεταμένη επιφάνεια, χρησιμοποιούνται δίκτυα με ακτινωτή μορφή. Τα ακτινωτά δίκτυα υπερέχουν κυρίως στο ότι μπορούν να τροφοδοτήσουν και απομακρυσμένες περιοχές της πόλης αποδοτικά, καλύπτοντας έτσι τα βασικά κριτήρια του δικτύου διανομής 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 ελάχιστη πίεση) σε τιμή που αποφεύγεται ο βρασμός του νερού*
- ▶ *Η εξασφάλιση της ελάχιστης διαφορικής πίεσης μεταξύ των αγωγών θερμού και ψυχρού νερού που απαιτείται για την ικανοποιητική τροφοδότηση των καταναλωτών*

Η έκταση της πόλης της Κοζάνης είναι εκτεταμένη και βάση των παραπάνω παραδοχών, η μελέτη κατέληξε στην επιλογή του ακτινωτού δικτύου διανομής. Σημειώνεται ότι λόγω της μεγάλης υψομετρικής διαφοράς της πόλης μέχρι και 100 μέτρων (από 680 έως και 780 μέτρα) έγινε προσεκτική μελέτη των πιέσεων που αναπτύσσονται στο δίκτυο διανομής για την εξάλειψη πιθανών προβλημάτων κατά τη λειτουργία του, κάτι όμως το οποίο ξεφεύγει από τα όρια αυτής της μελέτης και δε θα ασχοληθούμε περαιτέρω.

Το σύστημα τροφοδοσίας επιλέχθηκε να είναι το **κλειστό δισωλήνιο σύστημα**. Αποτελεί το πλέον διαδεδομένο σύστημα τροφοδοσίας υπέρθερμου νερού σε τηλεθέρμανσεις. Πρόκειται για κλειστό κύκλωμα τροφοδοσίας νερού. Η πρόσδοση θερμότητας γίνεται μέσω εναλλακτών και όχι άμεσης σύνδεσης στο δίκτυο (βλέπε κεφάλαιο 1^ο). Σε επόμενη παράγραφο εκθέτουμε αναλυτικά όλα τα συστήματα διανομής τηλεθέρμανσης εξετάζοντας τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.

2.2.4.7 Επιλογή τρόπου σύνδεσης καταναλωτών

Όπως προαναφέραμε στο πρώτο κεφάλαιο, για τη διανομή της θερμικής ενέργειας στους καταναλωτές, υπάρχουν δύο διαφορετικά συστήματα σύνδεσης στο δίκτυο: **το άμεσο και το έμμεσο**¹⁴.

¹⁴ Βλέπε και 1^ο Κεφάλαιο επι τούτου, παράγραφος 1.3.2.3

Στο άμεσο σύστημα σύνδεσης οι επιμέρους καταναλωτές συνδέονται απ' ευθείας στο δίκτυο διανομής.

Στο έμμεσο σύστημα σύνδεσης ο κάθε καταναλωτής συνδέεται στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης μέσω εναλλάκτη. Οι εναλλάκτες σύνδεσης των επί μέρους καταναλωτών για θέρμανση και παραγωγή θερμού νερού χρήσης (boiler) πολλές φορές συνδέονται με τα απαραίτητα όργανα και εξαρτήματα σε μια ενιαία μονάδα που ονομάζεται υποσταθμός ζεύξης.

Οι υποσταθμοί ζεύξης (με το κυρίως δίκτυο) κατασκευάζονται για διάφορα μεγέθη καταναλωτών με ελάχιστο μέγεθος την μονοκατοικία.

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

- ▶ Είναι πιο εύκολη η ρύθμιση της παροχής θερμού νερού του κλειστού κυκλώματος στο εργοστάσιο παραγωγής της τηλεθέρμανσης και στους λέβητες αιχμής, καθότι στο σύστημα αυτό οι εναλλάκτες θερμότητας διαχωρίζουν τα κυκλώματα εγκατάστασης της τηλεθέρμανσης και των καταναλωτών μεταξύ των.
- ▶ Είναι δυνατόν να προστεθούν αντιδιαβρωτικά ή άλλα χημικά πρόσθετα στο νερό της τηλεθέρμανσης.
- ▶ Επιτυγχάνεται ο περιορισμός της παρουσίας του οξυγόνου στο νερό του δικτύου, πράγμα που σημαίνει ότι η προσδόκιμη διάρκεια ζωής του δικτύου της τηλεθέρμανσης μεγαλώνει.

Είναι ευνόητο ότι όταν ένας καταναλωτής συνδέεται με το δίκτυο της τηλεθέρμανσης ο υποσταθμός ζεύξης υποκαθιστά τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου.

Με βάση τα παραπάνω προτερήματα επιλέγχεται για το δίκτυο τηλεθέρμανσης της Κοζάνης, το έμμεσο σύστημα σύνδεσης. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η εκλογή του έμμεσου συστήματος δεν αποκλείει την δυνατότητα χρήσης του άμεσου συστήματος ζεύξης με κεντρικό υποσταθμό διανομής, σε ειδικές περιπτώσεις που είναι δυνατόν να συμπεριλαμβάνουν συγκροτήματα μονοκατοικιών ή μικρών κτισμάτων.

2.2.5 Ανακεφαλαίωση: Τα στάδια προμελέτης για το σχεδιασμό ενός συστήματος Τηλεθέρμανσης

2.2.5.1 Εισαγωγή

Η συνοπτική παρουσίαση του συστήματος Τηλεθέρμανσης της Κοζάνης, γεννάει μια σειρά πλεονεκτημάτων αλλά και ορισμένων μειονεκτημάτων του συστήματος, που θα παρουσιάσουμε στο κλείσιμο αυτού του κεφαλαίου. Στην παρούσα παράγραφο θα επιχειρηθεί μια αναλυτική παρουσίαση όλων εκείνων των παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη για το σωστό σχεδιασμό ενός συστήματος τηλεθέρμανσης. Αποτελεί δηλαδή την προσπάθεια μεθόδευσης όλης της εμπειρίας που αποκομίσθηκε από το σύστημα τηλεθέρμανσης της Πόλης της Κοζάνης σε ένα κοινό πεδίο προβληματισμού για κάθε σύστημα τηλεθέρμανσης, είτε αυτό τροφοδοτείται με Γεωθερμία, είτε με Βιομάζα, τρόποι που παρουσιάζονται εκτενώς σε χωριστά κεφάλαια στη συνέχεια της εργασίας μας.

2.2.5.2 Βασικά στάδια σχεδιασμού ενός οποιουδήποτε συστήματος Τηλεθέρμανσης.

Για το σχεδιασμό ενός συστήματος Τηλεθέρμανσης απαιτείται να διερευνηθούν και να μελετηθούν, με τη σειρά που αναγράφονται, τα παρακάτω στοιχεία:

- Ζήτηση Θερμικής Ενέργειας**
- Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας**
- Σύστημα μεταφοράς Θερμικής Ενέργειας**
- Σύστημα διανομής και σύνδεσης Καταναλωτών**

Αναλύουμε χωριστά την κάθε περίπτωση

2.2.5.2.1 Ζήτηση Θερμικών Φορτίων

Κατά το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων Τηλεθέρμανσης πόλεων και οικισμών πριν από οποιαδήποτε άλλη ενέργεια θα πρέπει να προσδιοριστεί το συνολικά απαιτούμενο ποσό θερμότητας των καταναλώσεων.

Η ζήτηση θερμικής ενέργειας για καθαρά οικιακή χρήση (θέρμανση και νερό χρήσης) είναι αυξημένη κυρίως, λόγω θέρμανσης, τη χειμερινή περίοδο και περιορίζεται πολύ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Αντίθετα οι βιομηχανικές απαιτήσεις είναι συνήθως μεγάλα θερμικά φορτία που διατηρούνται σταθερά κατά την διάρκεια του έτους (δεν υπάρχει εποχικότητα).

Αποτελεί βασική προϋπόθεση για μια ορθή προμελέτη, να υπάρχει μια πλήρης εικόνα των αναγκών σε θερμότητα της πόλης ή του οικισμού, **χωροταξικά, συνολικά και διαχρονικά.**

Έτσι θα πρέπει να είναι γνωστά ή να προσεγγιστούν:

- Το συνολικό μέγιστο θερμικό φορτίο (αιχμή) που θα πρέπει να καλύπτεται από τις μονάδες παραγωγής.
- Η κατανομή στο χώρο του συνολικού αυτού θερμικού φορτίου.
- Η κατανομή στο χρόνο του φορτίου αυτού (εποχιακή ζήτηση).

Η ακριβής εκτίμηση των θερμικών φορτίων ζήτησης μιας εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης απαιτεί συνδυαστική ανάλυση κλιματικών και μετεωρολογικών στοιχείων της πόλης που θα τηλεθερμανθεί, καθώς πολεοδομικών και κατασκευαστικών δεδομένων σχετικά με τα προς σύνδεση κτίρια, το είδος των συνδεόμενων φορτίων και τις συνθήκες λειτουργίας τους.

Βέβαια ο ακριβής υπολογισμός του απαιτούμενου θερμικού φορτίου για θέρμανση χώρων, στο σύνολο της πόλης ή του οικισμού που πρόκειται να τηλεθερμανθεί, απαιτεί χρονοβόρους υπολογισμούς. Γι' αυτό οι μελετητές χρησιμοποιούν προσεγγιστικές μεθόδους για την εκτίμηση της θερμικής ζήτησης. Οι μέθοδοι αυτοί βασίζονται στην χρησιμοποίηση μέσω εκτιμώμενων ειδικών συντελεστών θερμικών απωλειών, ανάλογα με το είδος και το μέγεθος των κτιρίων καθώς και το σύστημα και την πυκνότητα δόμησης.

Εκτίμηση γίνεται επίσης και για πιθανά μελλοντικά θερμικά φορτία που πρόκειται να προσκτηθούν και που προέρχονται από νέες οικοδομές. Η εκτίμηση αυτή στηρίζεται στους ρυθμούς ανάπτυξης της πόλης για τα τελευταία έτη, συνολικά και χωροταξικά (βλέπε το παράδειγμα της Κοζάνης).

Σημαντική είναι η εκτίμηση του ρυθμού πρόσκτησης των θερμικών φορτίων της εγκατάστασης διαχρονικά (δηλαδή η εξέλιξη των συνδρομητών διαχρονικά) κάτι που βοηθά τις οικονομικές εκτιμήσεις για την ανάλυση βιωσιμότητας του έργου, όπως και το χρονικό του προγραμματισμό.

Σημαντική είναι επίσης η εκτίμηση των δυναμικά συνδέσιμων θερμικών φορτίων. Σαν τέτοια θερμικά φορτία χαρακτηρίζονται αυτά των οικοδομών που ήδη διαθέτουν κεντρικό σύστημα θέρμανσης και υπάρχει έτσι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης με το δίκτυο, με μόνη ουσιαστικά αλλαγή, την κατάργηση του καυστήρα πετρελαίου με τον εναλλάκτη της Τηλεθέρμανσης, που τοποθετείται στο προϋπάρχον λεβητοστάσιο.

Για την εκτίμηση του θερμικού φορτίου της πόλης ή του οικισμού, διακρίνονται δύο μέθοδοι:

Σύμφωνα με την **πρώτη μέθοδο**, για την εκτίμηση αυτή θα πρέπει να είναι γνωστός ο συνολικός όγκος των κτιρίων, στα οποία πρόκειται να δωθεί

θερμότητα. Για την εκτίμηση του θερμικού φορτίου χρησιμοποιούνται οι συντελεστές ειδικής θερμικής ζήτησης, που παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 2.11, οι οποίοι κάθε φορά ανάγονται στη θερμοκρασία υπολογισμού.

ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	Συντελεστές ειδικής θερμικής ζήτησης (Kcal/m ³)	
	Μονά παράθυρα	Διπλά παράθυρα
<i>Μονοκατοικία 3,5m ύψος εκτεθειμένη - 420 m³</i>	1,59 - 1,81	1,25 - 1,43
<i>Κατοικία 4 οικογενειών 6m ύψος - εκτεθειμένη 720m³</i>	1,34 - 1,65	1,03 - 1,18
<i>Πολυκατοικία 12 m ύψος = 2000 m³</i>	0,96 - 1,34	0,71 - 0,84
<i>Πολυκατοικία όγκου άνω από 2000 m³</i>	0,78	//////////
<i>Αίθουσες</i>	0,43 - 0,56	
<i>Άλλες χρήσεις</i>	0,55 - 0,58	

Πίνακας 2.11 Συντελεστές ειδικής θερμικής ζήτησης, ανάλογα με το είδος του κτιρίου

Σα θερμοκρασία υπολογισμού λαμβάνεται η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία. Για να κατανοήσουμε πως ακριβώς μεταφράζονται οι παραπάνω δείκτες του πίνακα 2.11, ανάγονται στην θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της επιθυμητής θερμοκρασίας χώρου, που έχει την τιμή των 20 °C και της ελάχιστης εξωτερικής θερμοκρασίας υπολογισμού.

Πολλοί μελετητές θεωρούν σαν θερμοκρασία υπολογισμού τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία των πέντε συνεχόμενων ψυχρότερων ημερών του έτους.

Γνωρίζοντας έτσι, τον συνολικό όγκο για κάθε κατηγορία κτιρίων, είναι δυνατόν να υπολογιστεί η συνολική μέγιστη ζήτηση θερμότητας για θέρμανση χώρων.

Σύμφωνα με τη **δεύτερη μέθοδο** υπολογισμού, γίνεται εκτίμηση εκείνων των επιφανειών των κτιρίων, που προκαλούν θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον. Για την προσέγγιση με τη μέθοδο αυτή λαμβάνονται υπόψη συντελεστές θερμοπερατότητας από τοίχους, παράθυρα και οροφές, ανάλογα με την θερμομόνωση και το είδος των παραθύρων (μονά – διπλά τζάμια), όπως και το ποσοστό κάλυψης των εξωτερικών επιφανειών των κτιρίων από πόρτες και παράθυρα, ανάλογα με το είδος τους.

Στο παραπάνω υπολογισμένο θερμικό φορτίου θα πρέπει να συνυπολογιστεί και το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για θερμό νερό χρήσης. Η θερμική απαίτηση για θερμό νερό χρήσης υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη επιθυμητή

θερμοκρασία νερού χρήσης 40 – 50 °C και μέση θερμοκρασία θερμού νερού ύδρευσης 10 °C, θεωρώντας μια μέση ημερήσια κατανάλωση για το τυπικό διαμέρισμα.

Για την εκτίμηση της ημερήσιας διακύμανσης του συνολικού θερμικού φορτίου, εκτός από την καμπύλη της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι γνωστές και οι συνήθειες των κατοίκων, σχετικά με το ύψος κατανάλωσης θερμού νερού χρήσης στην διάρκεια του εικοσιτετράωρου.

Υπ' όψη ότι στα πιο πάνω φορτία, τόσο η μέγιστη ζήτηση όσο και η ετήσια κατανάλωση δεν είναι σταθερά. Συνήθως αυξάνονται από την ημέρα της εγκατάστασης του συστήματος τηλεθέρμανσης μέχρι το σημείο όπου η ζήτηση λαμβάνει την τιμή κορεσμού.

Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού της πόλης και ο ρυθμός της σύνδεσης των νέων καταναλωτών μέχρι η εγκατάσταση να φτάσει στον κορεσμό, επηρεάζουν την ετήσια ζήτηση. Ο ρυθμός ζήτησης επηρεάζεται πάρα πολύ από το οικονομικό σύστημα της περιοχής, τη μονοπωλιακή ή ανταγωνιστική εκμετάλλευση και την ανταγωνιστικότητα της τιμής της θέρμανσης με τηλεθέρμανση σε σύγκριση με το προηγούμενα χρησιμοποιούμενο σύστημα θέρμανσης.

2.2.5.2.2 Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας

Η θερμική ενέργεια για τις εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης πόλεων και οικισμών παράγεται συνήθως σε κεντρικά λεβητοστάσια ή σε σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – θερμότητας (Σ.Η.Θ).

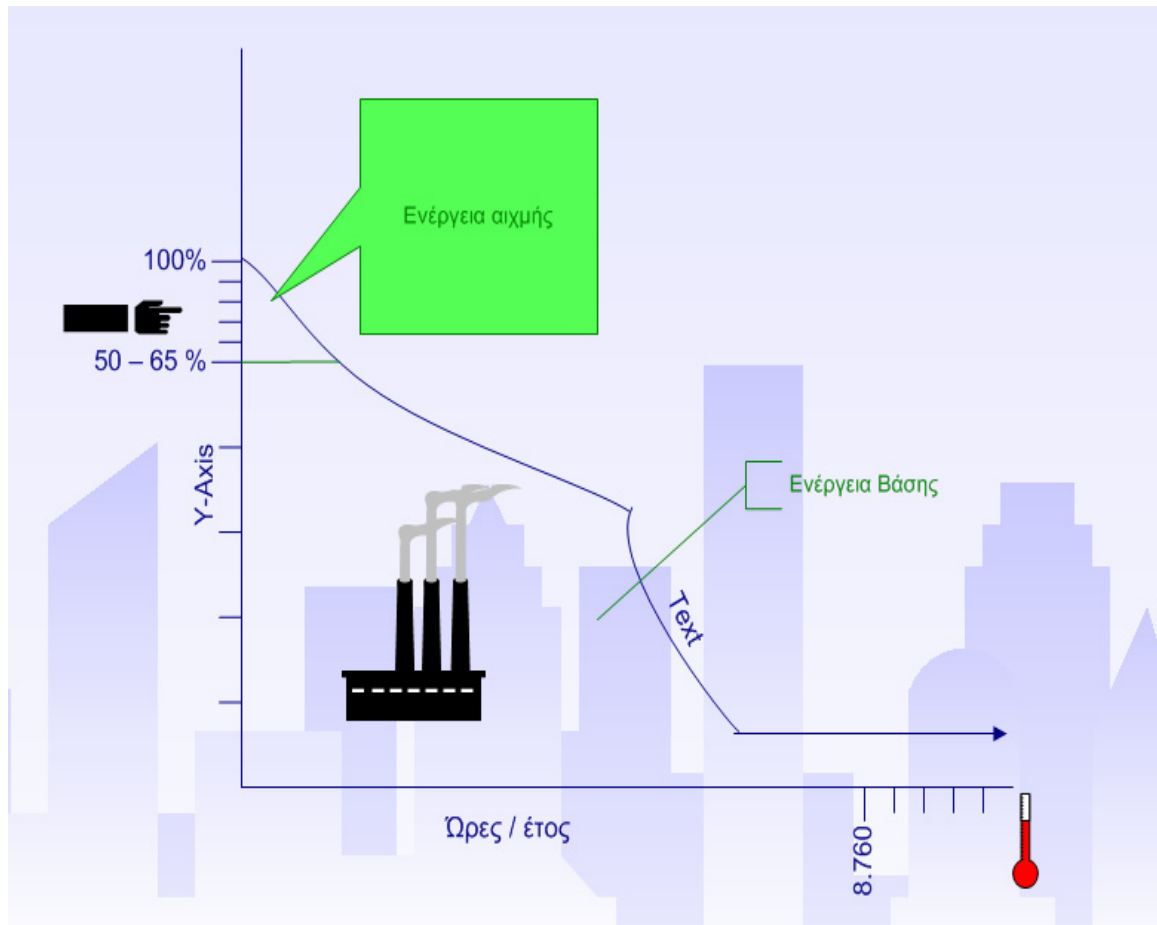
Επειδή η διακύμανση του θερμικού φορτίου είναι μεγάλη στη διάρκεια του έτους, πολλές φορές συνηθίζεται να παράγεται το θερμικό φορτίο σε μονάδες βάσης, οι οποίες καλύπτουν ένα ποσοστό θερμικής ισχύος, συνδυασμένες με μονάδες αιχμής, οι οποίες λειτουργούν για το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται ισχύς μεγαλύτερη από αυτήν των μονάδων βάσης (ΑΗΣ στην περίπτωση του νομού Κοζάνης).

Αυτό συμβαίνει κυρίως επειδή χρησιμοποιούνται σε μονάδες βάσης σταθμοί συμπαραγωγής, που παράγουν ως κατάλοιπο της παραγωγικής τους διαδικασίας, θερμότητα χαμηλού κόστους και βρίσκονται μακριά από τις καταναλώσεις και άρα πρέπει να αναπληρωθούν οι θερμικές απώλειες.

Συνήθως οι μονάδες βάσης σχεδιάζονται έτσι ώστε να ικανοποιούν το 50 – 65% του θερμικού φορτίου αιχμής. Το επιπλέον φορτίο καλύπτεται από τις μονάδες (λεβητοστάσια) αιχμής που συνήθως είναι και εναποθηκευτές θερμότητας (ημερήσιοι ή εποχιακοί).

Έτσι η παραγόμενη θερμική ενέργεια κατανέμεται στη μονάδα βάσης και στη μονάδα αιχμής σύμφωνα με την καμπύλη που παρουσιάζεται παρακάτω.

Βέβαια η ακριβής κατανομή του θερμικού φορτίου σε μονάδες βάσης και μονάδες αιχμής προκύπτει έπειτα από οικονομοτεχνική αξιολόγηση.



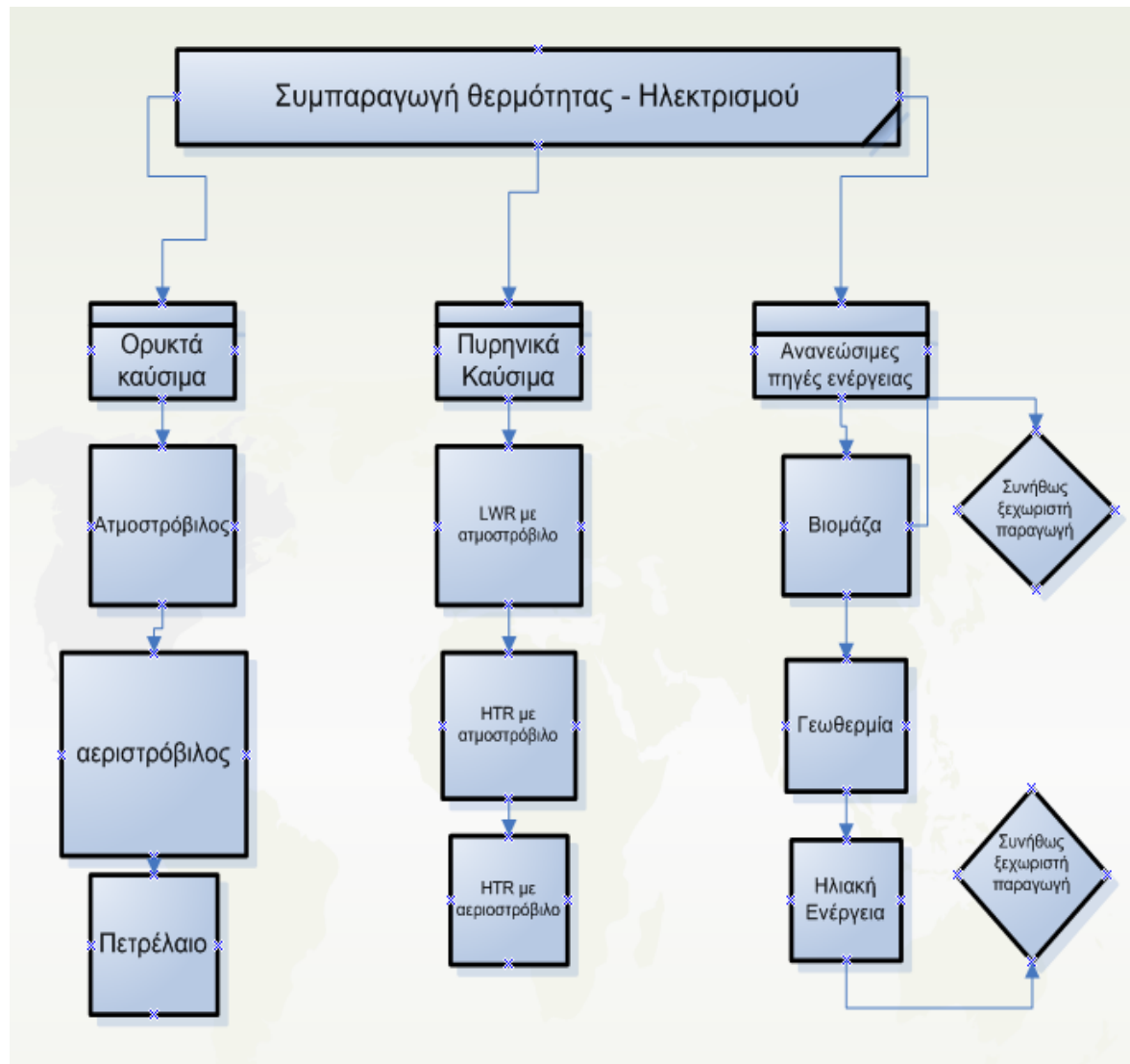
Διάγραμμα 2.1 Κατανομή της ετήσιας απαιτούμενης ενέργειας στη μονάδα βάσης και στη μονάδα αιχμής

Η έννοια της συμπαραγωγής έχει ορισθεί στο 1^ο κεφάλαιο. Είναι γνωστό λοιπόν ότι κατά την μετατροπή της θερμικής ενέργειας σε μηχανική, στις θερμικές μηχανές, σύμφωνα και με το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα (παράγοντας Carnot), ένα μεγάλο μέρος της θερμικής ενέργειας αποβάλλεται στο περιβάλλον με πολύ χαμηλή θερμοκρασία.

Έτσι στους σύγχρονους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς ο βαθμός απόδοσης της μετατροπής δεν είναι μεγαλύτερος από 40%¹⁵.

Μια σύνοψη των τεχνολογιών συμπαραγωγής, καθώς και πως αυτές μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη συστημάτων τηλεθέρμανσης παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα¹⁶.

¹⁵ Βιβλιοθήκη ΤΕΕ Δυτικής Μακεδονίας, παράρτημα Κοζάνης, αρχείο Τηλεθέρμανσης Κοζάνης – Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου.



Σχήμα 2.2 Τεχνολογίες Συμπαράγωγής¹⁷

¹⁶ Για την έννοια της συμπαράγωγής, ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο 1^ο κεφάλαιο, όπου και γίνεται εκτενής αναφορά για την έννοια της συμπαράγωγής και της ελληνικής & ευρωπαϊκής νομοθεσίας επί του θέματος.

¹⁷ Βιβλιοθήκη ΤΕΕ (όπου και πριν)

2.2.5.2.3 Σύστημα μεταφοράς Θερμικής Ενέργειας / διανομή και σύνδεση με τους καταναλωτές

Το δίκτυο μεταφοράς έχει απώτερη αποστολή να μεταφέρει τη θερμική ενέργεια από τον τόπο παραγωγής στους καταναλωτές. Η θερμική ενέργεια μεταφέρεται μέσω ατμού ή υπέρθερμου νερού. Όπως όμως διαπιστώσαμε και στην Κοζάνη, έχει παγκοσμίως αρχίσει να υπάρχει μια τάση στροφής των συστημάτων Τηλεθέρμανσης στην μεταφορά της θερμικής ενέργειας με θερμό και υπέρθερμο νερό.

Οι αγωγοί μεταφοράς είναι σχεδόν στο σύνολο των περιπτώσεων χαλύβδινοι και κατάλληλα μονωμένοι με θερμομονωτικό υλικό.

Η συνολική εγκατάσταση μεταφοράς και διανομής της θερμικής ενέργειας περιλαμβάνει επίσης και κατάλληλες διατάξεις απορρόφησης των θερμικών διαστολών, όπως και αντλητικά συγκροτήματα για την κυκλοφορία του θερμού νερού¹⁸.

Στη συνέχεια γίνεται μια λεπτομερής αναφορά στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής θερμότητας, όπως και η διάκριση τους με διαφορετικά κριτήρια, καθώς και τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά.

Πέραν του φορέα της θερμικής ενέργειας, όπως είδαμε στην αρχή της παραγράφου, που συνηθίζεται πλέον να είναι υπέρθερμο νερό αντί ατμού, τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής της θερμικής ενέργειας διακρίνονται με τα εξής κριτήρια:

- Σύστημα τροφοδοσίας
- Σύστημα κατασκευής
- Σύστημα σύνδεσης καταναλωτών στο δίκτυο

Ας εξετάσουμε την κάθε περίπτωση χωριστά, με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της επιλογής του.

Σύστημα τροφοδότησης

Τα συστήματα τροφοδότησης διακρίνονται σε:

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

¹⁸ Βλέπε μελέτη Τηλεθέρμανσης της Κοζάνης στην αρχή του κεφαλαίου.

1) Μονοσωλήνιο σύστημα

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

Χρησιμοποιείται επίσης και σε τηλεθερμάνσεις υπέρθερμου νερού στις οποίες το υπέρθερμο νερό, κατά την έξοδό του από τον εναλλάκτη κεντρικής θέρμανσης.

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 την αποφυγή απόρριψης στο περιβάλλον ποσοτήτων νερού.
- Συνεχής παραγωγή κατεργασμένου νερού.
- Τακτικοί υγειονομικοί έλεγχοι του νερού.
- Ρύθμιση θερμικού φορτίου μόνο με θερμοκρασία, επειδή πρέπει να τηρείται η εξίσωση των παροχών των απαιτήσεων για θερμό νερό χρήσης με αυτές που αποστέλλονται για την κάλυψη του φορτίου θέρμανσης χώρων.
- Δυσκολία διατήρησης της εξίσωσης των παροχών ζήτησης με αποτέλεσμα την ανάγκη εγκατάστασης συστημάτων αποθήκευσης ή την απόρριψη ποσοτήτων νερού στο περιβάλλον και κίνδυνο δημιουργίας περιβαλλοντικών προβλημάτων, καθώς και αντιοικονομικής λειτουργίας της εγκατάστασης.

2) Δισωλήνιο σύστημα

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

➤ Ανοικτό δισωλήνιο σύστημα

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

Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι ανάλογα με αυτά του μονοσωλήνιου.

Τα μειονεκτήματα είναι επίσης 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.

➤ Κλειστό δισωλήνιο σύστημα

Είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα τροφοδοσίας θερμού ή υπέρθερμου νερού σε τηλεθερμάνσεις (μεταφορά και διανομή).

Πρόκειται για κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας νερού.

Πλεονεκτήματα:

- Δεν απαιτείται τόσο δαπανηρή εγκατάσταση επεξεργασίας νερού, όπως και υγειονομικοί έλεγχοι.
- Δεν απαιτείται υποχρεωτική εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης στις κατοικίες και μπορεί να χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις αποκλειστικά για την θέρμανση χώρων.
- Διαθέτει πλήρη λειτουργική ευελιξία.

Μειονεκτήματα:

- Δαπανηρότερη εγκατάσταση.

3) Τρισωλήνιο ή τετρασωλήνιο σύστημα

Το τρισωλήνιο σύστημα αποτελείται από 2 αγωγούς τροφοδότησης και 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 παρασκευή θερμού νερού χρήσης.

Τα τετρασωλήνια συστήματα χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές περιοχές. Ο τρίτος και ο τέταρτος αγωγός χρησιμοποιούνται για μεταφορά βιομηχανικών φορτίων υψηλότερης θερμοκρασίας από αυτήν που απαιτείται για θέρμανση χώρων.

Επειδή τα συστήματα αυτά είναι δαπανηρά αποφεύγεται συνήθως η εγκατάστασή τους.

Από τα συστήματα τροφοδότησης που αναφέρθηκαν, οι περισσότερες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν το κλειστό δισωλήνιο σύστημα θερμού ή υπέρθερμου νερού σαν το καλύτερο λειτουργικά σύστημα. Αυτό εξάλλου έχει επιλεγεί και σε όλες τις εγκαταστάσεις Τηλεθέρμανσης που υπάρχουν στη χώρα.

■ Σύστημα κατασκευής

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

- Υπαίθρια συστήματα
- Υπόγεια συστήματα

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

Παρακάτω αναλύουμε την κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Να τονίσουμε ότι στην Τηλεθέρμανση της πόλης Κοζάνης, έχει επιλεγεί το υπόγειο δίκτυο τόσο μεταφοράς από τη μονάδα βάσεως, όσο και εντός της πόλης, για τη σύνδεση των καταναλωτών με το δίκτυο.

➤ **Υπαίθρια (υπέργεια) συστήματα**

1) Εναέριοι αγωγοί σε πυλώνες

Στο σύστημα αυτό οι αγωγοί εγκαθίστανται σε ψηλούς στύλους που επιτρέπουν τη διέλευση οχημάτων και πεζών από κάτω. Επειδή αυτό το σύστημα κατασκευής είναι πολύ δαπανηρό και δημιουργεί αρχιτεκτονικά (αισθητικά και χωροταξικά προβλήματα), χρησιμοποιείται μόνο για την αντιμετώπιση τοπικών εμποδίων, όπως και σε βιομηχανικές περιοχές.

2) Αγωγοί σε υπερυψωμένες βάσεις πάνω στο έδαφος.

Είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα υπαίθριας όδευσης και το οικονομικότερο από όλα τα συστήματα κατασκευής (υπαίθρια και υπόγεια).

Δημιουργούνται όμως και πάλι αρχιτεκτονικά προβλήματα, τα οποία συνήθως αντιμετωπίζονται με φύτευση θαμνώδων φυτών κατά μήκος του αγωγού. Είναι σαφή τα προβλήματα που παρουσιάζει ένα τέτοιο σύστημα για τη διανομή θερμικής ενέργειας μέσα σε ένα χωριό ή μια πόλη. Ακόμη όμως και σε δίκτυα μεταφοράς δημιουργείται το πρόβλημα της διασταύρωσης των αγωγών με αγροτικούς δρόμους.

Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται είτε με τοπική υπόγεια όδευση των αγωγών είτε με δημιουργία διαστολικού μορφής όρθιου U (καμάρα).

Η απαλλοτρίωση εδαφών όμως που είναι απαραίτητο να γίνει, αποτελεί πρόσθετο πρόβλημα και σαφώς ανεβάζει το κόστος κατά πολύ.

➤ **Υπόγεια συστήματα**

1) Σύστημα κατασκευής σε κανάλι από μπετόν

Οι αγωγοί τοποθετούνται μέσα στο κανάλι με την κατάλληλη μόνωση. Το κανάλι μπορεί να αποτελείται και από προκατασκευασμένα τμήματα.

Το κόστος κατασκευής είναι αρκετά υψηλό. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιούνταν για δίκτυα διανομής παλαιότερα αλλά σήμερα τείνει να εγκαταλειφθεί λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής και των κατασκευαστικών προβλημάτων, που είναι η μεγαλύτερη κατασκευαστική χρονική διάρκεια και οι κατάλληλες κλίσεις που πρέπει να έχει το κανάλι για την αποστράγγιση του.

2) Επισκέψιμη σήραγγα

Το σύστημα αυτό, επειδή είναι εξαιρετικά δαπανηρό, χρησιμοποιείται μόνο όταν οι ανωμαλίες του εδάφους σε συνδυασμό με την ποιότητά του το καθιστούν το 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.

3) Υπόγειοι αγωγοί εγκατεστημένοι απ' ευθείας 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 του είναι χαμηλό.

■ Σύστημα σύνδεσης καταναλωτών στο δίκτυο¹⁹

- Άμεση σύνδεση στο δίκτυο.
- Έμμεση σύνδεση στο δίκτυο.

¹⁹ Βλέπε παρουσίαση προμελέτης συστήματος Τηλεθέρμανσης της πόλεως της Κοζάνης και πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

2.2.5.2.4 Οικονομικότητα μεταφοράς θερμικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις και βελτιστοποίηση του κόστους μεταφοράς (Συνάρτηση κόστους μεταφοράς)

Συχνά απασχολεί τους μελετητές το πρόβλημα προσδιορισμού της οικονομικότερης, ανάμεσα σ' ένα σύνολο επιλογών, παροχής θερμικής ενέργειας σε εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης πόλεων.

Για την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς της θερμικής ενέργειας πρέπει να ληφθούν υπόψη όλοι οι παράγοντες κόστους που επηρεάζονται από τις άγνωστες μεταβλητές παραμέτρους της μεταφοράς της θερμικής ενέργειας, οι οποίες είναι²⁰:

- Ονομαστική θερμοκρασία προσαγωγής
- Θερμοκρασία προσαγωγής για το ελάχιστο Q_{min} .
- Διάμετρος του αγωγού μεταφοράς, που είναι κοινή για προσαγωγή και επιστροφή.
- Πάχος μόνωσης, που θεωρείται ίδιο για τους αγωγούς προσαγωγής και επιστροφής (για την απλοποίηση των υπολογισμών).

Οι παράγοντες κόστους μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες:

1) Λειτουργικό Κόστος

- Αποτελείται από το κόστος παραγωγής της θερμικής ενέργειας σε σταθμούς συμπαραγωγής, που εξαρτάται από τη θερμοκρασία αποστολής T_s ²¹.

²⁰ Όπου και πριν (παράγραφος 2.2.4.3 – 2.2.4.5)

²¹ Δεδομένα του προβλήματος βελτιστοποίησης του κόστους, είναι το ονομαστικό θερμικό φορτίο Q_{ov} , οι αναμενόμενες θερμοκρασίες επιστροφής, η καμπύλη διάρκειας θερμοκρασίας περιβάλλοντος και η απόσταση μεταφοράς L της θερμικής ενέργειας.

Επειδή το θερμικό φορτίο που απαιτείται για θέρμανση χώρων πρέπει να είναι θερμοκρασίας τουλάχιστον $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ για τις περιόδους αιχμής, κατά την εξαγωγή του ατμού από τον στρόβιλο, δεχόμαστε μια μείωση της ηλεκτροπαραγωγής. Αυτό σημαίνει ότι η θερμική ενέργεια που παράγεται δεν είναι χωρίς κόστος, αλλά αντιθέτως θεωρείται ότι η παραγόμενη θερμική ενέργεια κοστίζει όσο είναι το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που θα παραγόταν εάν ο ατμός συνέχιζε την πορεία του στον στρόβιλο. Ορίζουμε τον συντελεστή ανακτήσεως θερμότητας:

$$(H.R.R.) = \frac{\text{Συνολική θερμική ζήτηση πόλης} / 0,860}{\text{Μείωση της ηλεκτρικής ισχύος από την παραγωγή της θερμικής ενέργειας.}}$$

Όπως προκύπτει από την διεθνή βιβλιογραφία, η εφαρμογή του τύπου αυτού *αποδεικνύει ότι η χρήση θερμότητας με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία είναι πάρα πολύ συμφέρουσα.*

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

- Από το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται από τα αντλητικά συγκροτήματα και εξαρτάται από την ισχύ τους N . Το κόστος αυτό προσδιορίζεται από την ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για άντληση X , την τιμή μονάδος της ηλεκτρικής ενέργειας που είναι σταθερή.

2) Κόστος εγκατάστασης (λαμβάνεται υπόψη σαν ετήσια επιβάρυνση, για απόσβεση των εγκαταστάσεων μεταφοράς της θερμικής ενέργειας, για n έτη με επιτόκιο i %)

- Κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των αντλητικών συγκροτημάτων (**K1**), που είναι συνάρτηση της ονομαστικής τους ισχύος, που αντιστοιχεί στο ονομαστικό θερμικό φορτίο. Το κόστος αυτό εξαρτάται από την ονομαστική ισχύ άντλησης $N_{ον}$ για το ονομαστικό θερμικό φορτίο $Q_{ον}$. Το $N_{ον}$ εξαρτάται επίσης και από τη διάμετρο d του αγωγού που θα χρησιμοποιηθεί.
- Κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των αγωγών (**K2**), που εξαρτάται από τη διάμετρό τους d .
- Κόστος προμήθειας και εγκατάστασης της θερμικής μόνωσης των αγωγών (**K3**), που εξαρτάται από τη διάμετρό τους d και το πάχος της μόνωσης e .

Για τη δημιουργία της συνάρτησης κόστους θα πρέπει οι παράγοντες κόστους οι οποίοι αναφέρονται σε δαπάνες εγκατάστασης να πολλαπλασιαστούν με το συντελεστή i (αποπληθωρισμένο επιτόκιο) για να ληφθεί υπόψη η ετήσια επιβάρυνση της επένδυσης. Έτσι προκύπτει η ετήσια επιβάρυνση:

$$K3 * i + K2 * i + K1 * i$$

= **Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας και ετήσιας επιβάρυνσης για αποσβέσεις**

Τελικά η συνάρτηση κόστους είναι μια συνάρτηση τεσσάρων μεταβλητών ($T_{ον}$, T_{min} , d , e), η οποία πρέπει να ελαχιστοποιηθεί, θέτοντας τους απαραίτητους περιορισμούς στις μεταβλητές αυτές που είναι:

- ✓ $T_{ον} > T_{min}$ (θερμοκρασία αποστολής υπέρθερμου νερού στην αιχμή της ζήτησης πρέπει $>$ ελάχιστη θερμοκρασία αποστολής)

- ✓ Τον γ T_r (Θερμοκρασία αποστολής γ θερμοκρασία επιστροφής)
- ✓ $d > 0$ (Διάμετρο αγωγού γ 0)
- ✓ $e > 0$ (Πάχος μόνωσης γ 0)
- ✓ Η ταχύτητα ροής θα πρέπει να είναι μικρότερη από την $U_{max} = 3/4$ m/s για την αποφυγή θορύβων εξαιτίας της τυρβώδους ροής.

Η ελαχιστοποίηση είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθεί με μαθηματική μέθοδο ελαχιστοποίησης συναρτήσεως πολλών μεταβλητών, επειδή η λύση του συστήματος των πρώτων μερικών παραγώγων με περιορισμούς (π.χ. με τη μέθοδο Lagrange, Simplex) είναι πολύ δύσκολο να γίνει χωρίς τη χρήση Η/Υ. Έτσι, με τη χρήση υπολογιστή και κατάλληλα πεδία ορισμού για τις μεταβλητές που αναφέραμε, το ελάχιστο κόστος προκύπτει εύκολα.

Το παραπάνω μαθηματικό μοντέλο που περιγράψαμε αναφέρεται σε παραγωγή θερμότητας από ΣΗΘ με ατμοστρόβιλο και μεταφορά αυτής σε κέντρο κατανάλωσης (πόλη, αστικό κέντρο). Με κατάλληλες προσαρμογές όμως είναι δυνατόν να υποστηρίξει και άλλες μεθόδους παραγωγής θερμικής ενέργειας, μιας και η φιλοσοφία είναι κοινή για κάθε σύστημα.

Στη συνέχεια, για κάθε σύστημα που θα εξετάζουμε (Γεωθερμία, Βιομάζα κ.α.), κάνουμε ιδιαίτερη μνεία για τις διαφορές αλλά και τα επιπλέον κόστη που προκύπτουν από την κάθε εφαρμογή.

2.2.6 Οικονομικές επιπτώσεις του έργου της Τηλεθέρμανσης Κοζάνης στην τοπική κοινωνία

Από την πρώτη στιγμή που ξεκίνησαν οι εργασίες κατασκευής του έργου της τηλεθέρμανσης έγινε εμφανές ότι παρόλο το χάος που δημιουργήθηκε στις συγκοινωνίες και τις οδικές αρτηρίες της πόλης, τη σκόνη, την ηχορρύπανση και την τλαιπωρία που υπέστησαν οι κάτοικοι, τα οφέλη που θα καρπώνονταν περιβαλλοντικά και οικονομικά ήταν υπεράνω κάθε μειονεκτικής κατάστασης. Στις επόμενες παραγράφους θα προσπαθήσουμε να ποσοτικοποιήσουμε τα οφέλη που προέκυψαν από το έργο. Επειδή στάθηκε αδύνατη η συλλογή των ακριβών στοιχείων απασχόλησης προσωπικού κατά τα πρώτα χρόνια του έργου, θα εκτιμήσουμε κατά προσέγγιση με βάση τα λεγόμενα εργαζομένων και λοιπόν παραγόντων της ΔΕΥΑΚ.

Από το 1991 που υπογράφηκε η σύμβαση ανάθεσης του έργου μέχρι και το 1998 όπου ολοκληρώθηκαν οι τρεις πρώτες φάσεις του έργου, απασχολήθηκαν εκατοντάδες άτομα από την τοπική κοινωνία διαφόρων ειδικοτήτων και επαγγελμάτων. Πολύτιμη εμπειρία αποκτήθηκε από τους μηχανικούς και τις τοπικές εταιρίες που κυρίως εκτέλεσαν το έργο, εμπειρία και τεχνογνωσία που τώρα εφαρμόζεται με σιγουριά και στο σύστημα τηλεθέρμανσης της Μεγαλόπολης, από Κοζανίτες μηχανικούς. Έτσι σε μια περιοχή με υψηλούς δείκτες ανεργίας, η επταετία αυτή έδωσε μια ζωτική «ανάσα» σε πολλούς άνεργους, τονώνοντας το τοπικό εισόδημα αλλά και δημιουργώντας και μόνιμες θέσεις όπως θα δούμε παρακάτω. Από το 2000 και μετά, οι επεκτάσεις του δικτύου που λαμβάναν χώρα για ευνόητους λόγους από την άνοιξη έως και τον Οκτώβριο, απασχολούσαν εποχιακά συνεργεία τουλάχιστον 30 ατόμων καθώς και τοπικά συνεργεία χωματοουργικών – εκσκαπτικών μηχανημάτων, φορτηγών και λοιπού προσωπικού. Να σημειώσουμε ότι το 2006 απασχολούνταν σε διάφορες θέσεις στις επεκτάσεις του δικτύου πάνω από 50 άτομα. **Υπολογίζεται από τη ΔΕΥΑΚ ότι στην κατασκευή του έργου απασχολήθηκαν από το 1993 μέχρι σήμερα (2006) 100 άτομα ισοδύναμα πλήρους απασχόλησης ανά έτος.**²²

ΕΞΕΛΙΞΗ ΜΟΝΙΜΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	
ΕΤΟΣ	ΑΤΟΜΑ
93	13
94	26
95	25
96	25
97	25
1998 - 2006	30

Από μια μελέτη στη βιβλιοθήκη του ΤΕΙ Κοζάνης για την εξέλιξη του μόνιμου προσωπικού που απασχολεί η ΔΕΥΑΚ για την εποπτεία του συστήματος της τηλεθέρμανσης Κοζάνης, εξάγονται τα συμπεράσματα του διπλανού πίνακα. Αυτή τη στιγμή εργάζονται ως μόνιμο προσωπικό στην Κοζάνη 30 άτομα και δεν αναμένεται να γίνουν νέες προσλήψεις για την ώρα. Βέβαια επειδή όπως προείπαμε έχουν εγκριθεί τα κονδύλια για τη χρηματοδότηση της σύνδεσης της ΖΕΠ με το μητροπολιτικό δίκτυο της Κοζάνης, ενδέχεται να δημιουργηθούν νέες θέσεις πλήρους απασχόλησης.

Πίνακας 2.12 Εξέλιξη μόνιμου προσωπικού τηλεθέρμανσης Κοζάνης

²² Γ Βλατής , Ε. Κυπριτίδης : « 9 Χρόνια Λειτουργία Τηλεθέρμανσης» Παγκόσμιο Συνέδριο ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2002. Προσυνέδριο Κοζάνης. 21-22-23/3/2002.

2.2.6.1 Τιμολογιακή πολιτική

Δύο από τα βασικότερα προβλήματα που αντιμετώπισε η ΔΕΥΑΚ στη λειτουργία του έργου, ήταν ο καθορισμός της τιμής σύνδεσης των καταναλωτών στο δίκτυο διανομής της Τηλεθέρμανσης καθώς και η τιμή πώλησης της θερμικής ενέργειας. Ο καθορισμός της τιμολογιακής πολιτικής έπρεπε να λαμβάνει υπόψη αφενός μεν τον κοινωνικό χαρακτήρα του έργου, αφετέρου δε να στοχεύει στη βιωσιμότητα του έργου. Έπρεπε λοιπόν να υλοποιηθούν οι παρακάτω στόχοι:

- Προσέλκυση καταναλωτών για σύνδεση στο δίκτυο της τηλεθέρμανση με γρήγορο ρυθμό.
- Κάλυψη των χρηματοοικονομικών και λειτουργικών αναγκών της επιχείρησης.

Η χρέωση σύνδεσης των καταναλωτών μέχρι σήμερα αποτελείται από το άθροισμα της τιμής χρέωσης του θερμικού υποσταθμού και του γινομένου των μεικτών τετραγωνικών της οικοδομής επί της σημερινής τιμής 40 € / MWh.

ΜΕΣΟ ΕΜΒΑΔΟ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ m ²	ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ Mcal	ΧΡΕΩΣΗ (ΜΕ Φ.Π.Α) ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ € 1	ΧΡΕΩΣΗ (ΜΕ Φ.Π.Α) Μ2 ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ € 2	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΕΩΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ € 3 = 1 + 2	ΧΡΕΩΣΗ ΤΥΠΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ €/m ²
150	20	2.524	396	2.920	19
250	40	2.641	660	3.302	13
500	60	3.375	1.321	4.696	9
1.000	80	4.402	2.641	7.043	7
1.300	100	4.989	3.434	8.423	6
2.000	150	5.576	5.282	10.858	5
2.700	200	5.869	7.131	13.001	5
3.600	250	6.456	9.508	15.965	4
4.500	300	7.043	11.886	18.929	4
5.500	360	7.630	14.527	22.157	4

Πίνακας 2.13 Υπολογισμός τιμής σύνδεσης σε τιμές 2002

Η τιμή σύνδεσης διαμορφώνεται σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα και ανάλογα με το μέγεθος του θερμικού υποσταθμού και του συνολικού εμβαδού της οικοδομής και πρέπει να τονίσουμε ότι **είναι σε κάθε περίπτωση μικρότερη από τη δαπάνη εγκατάστασης συστήματος κεντρικής θέρμανσης με πετρέλαιο (λέβητας, καυστήρας, δεξαμενή πετρελαίου, καπνοδόχος, συντηρήσεις).**²³

²³ Γ Βλατής , Ε. Κυπριτίδης : « 9 Χρόνια Λειτουργία Τηλεθέρμανσης» Παγκόσμιο Συνέδριο ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2002. Προσυνέδριο Κοζάνης. 21-22-23/3/2002.

Η τιμή πώλησης της θερμικής ενέργειας καθορίστηκε αρχικά στις 8.500 δρχ/MWh ενώ σήμερα είναι 40 €/MWh και αποτελεί το 65% της αντίστοιχης τιμής με πετρέλαιο κόστους 0,50 € /lit και βαθμό απόδοσης 80% του λέβητα, δηλαδή θεωρητική έκπτωση 35% σε σχέση με το πετρέλαιο. Η εμπειρία βέβαια έχει δείξει ότι οι ανατιμήσεις του μαύρου χρυσού, εξαιτίας της έκκρυθμης κατάστασης που προκάλεσε ο πόλεμος στο Ιράκ και της εξωφρενικής ανόδου των τιμών παγκοσμίως σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι θερμοκοί υποσταθμοί της τηλεθέρμανσης αντικατέστησαν στις περισσότερες των περιπτώσεων, παλιούς λέβητες με αρρύθμιστους και κακοσυντηρημένους (άρα ενεργοβόρους) καυστήρες, **δίνουν στην πράξη έκπτωση που υπερβαίνει το 40% και πολλές φορές αγγίζει και το 50%!**

Επομένως, υπολογισμένων και των πιο πάνω συλλογισμών, η απόσβεση της εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης από τη διαφορά λειτουργικού κόστους με το πετρέλαιο γίνεται ανάλογα πάντα και με το μέγεθος της οικοδομής **από 2 χρόνια για μεγάλες οικοδομές, έως και 4 χρόνια** για τις μονοκατοικίες. Η τιμή πώλησης παρέμεινε σταθερή εδώ και επτά χρόνια, περίπου μέχρι το 2002 όπου και άρχισε να προσαρμόζεται στις ανατιμήσεις που προκάλεσε η είσοδος του Ευρώ στη χώρα. Παρόλα αυτά παραμένει εξαιρετικά χαμηλή. Το 2006 η άνοδος των τιμών του πετρελαίου επηρέασε ελαφρά και την τιμή της Τηλεθέρμανσης ανεβάζοντάς την σε 41,5 €, αλλά το 2007 ξεκίνησε με σταθεροποίηση της τιμής στα 40 € /MWh πάλι.

Με την προαναφερόμενη τιμολογιακή πολιτική της Επιχείρησης έγινε δυνατή η κρίσιμη για τη βιωσιμότητα του έργου διείσδυση της Τηλεθέρμανσης στα πρώτα δύο χρόνια λειτουργίας σε 360 και 850 οικοδομές αντίστοιχα ή αλλιώς σε 2450 και 6500 αντίστοιχα διαμερίσματα (καταναλωτές). Βέβαια από τον τρίτο χρόνο και μετά ενισχυτικός παράγοντας της οικονομικής ωφέλειας από τη χρήση τηλεθέρμανσης για τους καταναλωτές ήταν η αξιοπιστία του έργου και των υπηρεσιών που προσφέρθηκαν από τη ΔΕΥΑΚ, αλλά και οι καταναλωτές της Α΄ και Β΄ περιόδου λειτουργία, που στο σύνολό τους αισθάνθηκαν τα ωφέλη της τηλεθέρμανσης, με αποτέλεσμα να γίνουν οι καλύτεροι διαφημιστές της στους συμπολίτες τους.

Θα παρουσιάσουμε τα παραπάνω με ένα παράδειγμα. Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια οικοδομή με 5 διαμερίσματα των 90 m². Τότε το κόστος εγκατάστασης ανέρχεται σε 5 διαμερίσματα X 90 Τετραγωνικά = 450 m² . Σύμφωνα με τον πίνακα 2.12 πρέπει να τοποθετηθεί εναλλάκτης αξίας 3.375 € με απόδοση 60 Mcal. Προσθέτοντας και τα λοιπά έξοδα σύνδεσης, τοποθέτησης και εγκατάστασης έχουμε: 3.375 + 1321 = 4.696 / 450 m² = 10,5 € το τετραγωνικό, άρα για κάθε διαμέρισμα τα συνολικά έξοδα είναι : 10,5 X 90 = 939 € το διαμέρισμα, λεφτά που θα αποσβεστούν σε 2 – 3 χρόνια από την οικονομικότερη λειτουργία της τηλεθέρμανσης έναντι του πετρελαίου.

Να σημειώσουμε τέλος, ότι η πληρωμή των καταναλωτών είναι τετραμηνιαία με έναν έναντι κατά προσέγγιση και δύο εκκαθαριστικούς, ένα στο πρώτο δίμηνο και ένα στο τέλος της περιόδου θέρμανσης.

2.2.6.2 Εξέλιξη συνδρομητών Τηλεθέρμανσης

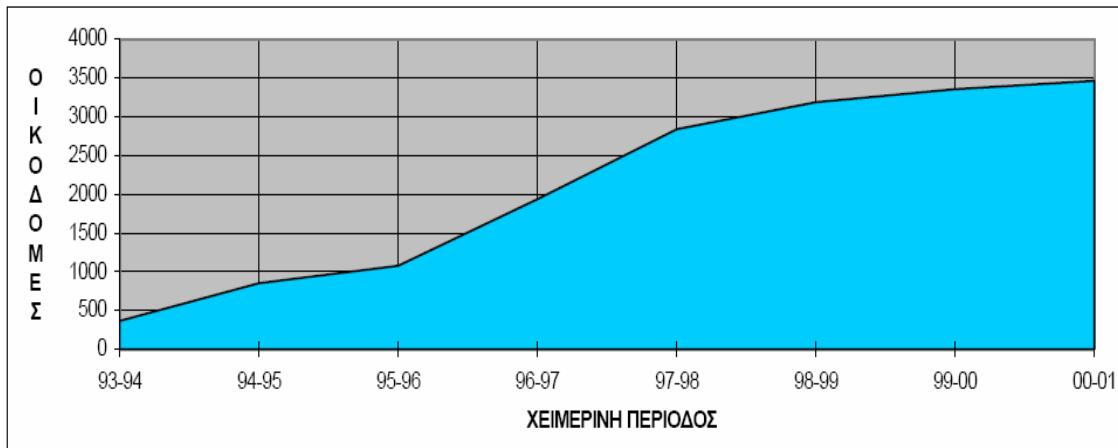
Η Α΄ φάση της τηλεθέρμανσης ολοκληρώθηκε το Δεκέμβριο του 1993 και λειτούργησε μέχρι το Μάϊο του 1994 με τους πρώτους 360 συνδρομητές (οικοδομές) που αντιστοιχούν σε 2450 διαμερίσματα (καταναλωτές), να λαμβάνουν θέρμανση αποκλειστικά από το λεβητοστάσιο αιχμής με καύσιμο μαζούτ. Συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια 220.000 m² και 27 χιλιόμετρα διπλού σωλήνα (που τότε είχε προκαλέσει προβλήματα... Βλέπε παρακάτω παράγραφο με προβλήματα – μειονεκτήματα). Η συνέχεια αποτυπώνεται στον πίνακα 2.13:

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01
ΟΙΚΟΔΟΜΕΣ	360	850	1.080	1.934	2.834	3.186	3.355	3.460
ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ~90m ²	2.450	6.550	8.000	11.860	14.714	16.021	16.974	17.492
ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΗ, ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(m ²)	220.000	590.000	723.000	1.067.000	1.324.266	1.441.284	1.527.700	1.574.250

Πίνακας 2.14 Εξέλιξη συνδρομητών τηλεθέρμανσης έως το 2002

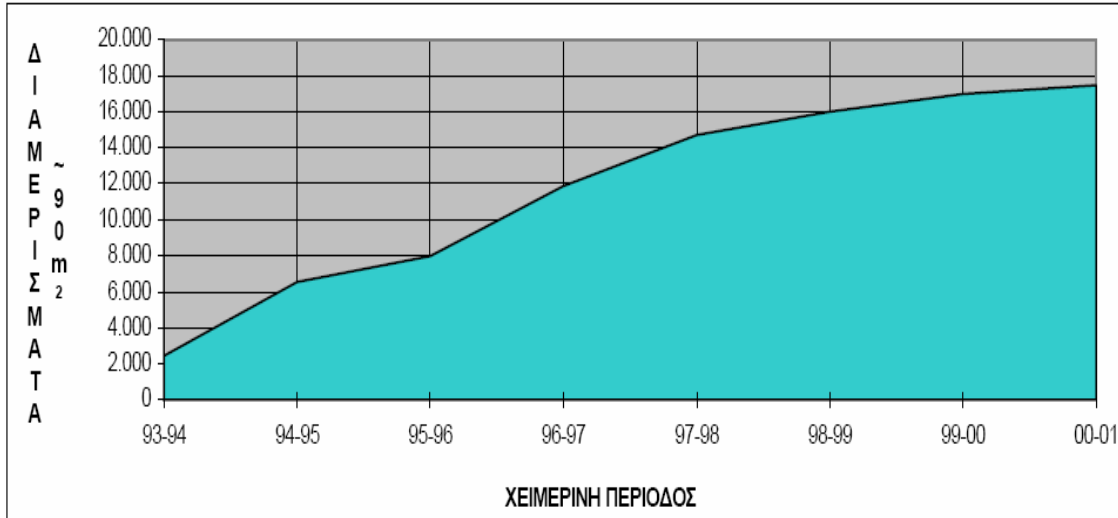
Η Β΄ φάση ολοκληρώθηκε το Σεπτέμβριο του 1993 (16 χλμ διπλού σωλήνα αγωγού μεταφοράς) όπως επίσης η διασύνδεση με τη ΔΕΗ (μονάδες III & IV του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου) και λειτούργησε τη δεύτερη περίοδο λειτουργίας με συνδεδεμένους 850 συνδρομητές που αντιστοιχούν σε 6550 περίπου διαμερίσματα και συνολικά θερμαινόμενη επιφάνεια ίση με 590.000 m² .

Το Δεκέμβριο του 2006 η συνολική κάλυψη του δομημένου όγκου της πόλης με τηλεθέρμανση κάλυψε περίπου το 80% επί του συνόλου. Σύμφωνα με την απογραφή κτιρίων της ΕΣΥΕ την 1^η Δεκεμβρίου του 2000 η πόλη της Κοζάνης αριθμούσε 6.259 κτίρια. Στην αρχική μας παραδοχή υποθέσαμε ως ποσοστό ανοικοδόμησης για την περίοδο μετά το 2000 σε 1,2%. Άρα υπολογίζουμε το 2006 σε περίπου 6600 κτίρια από τα οποία, περίπου τα 5280 είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο Τηλεθέρμανσης.

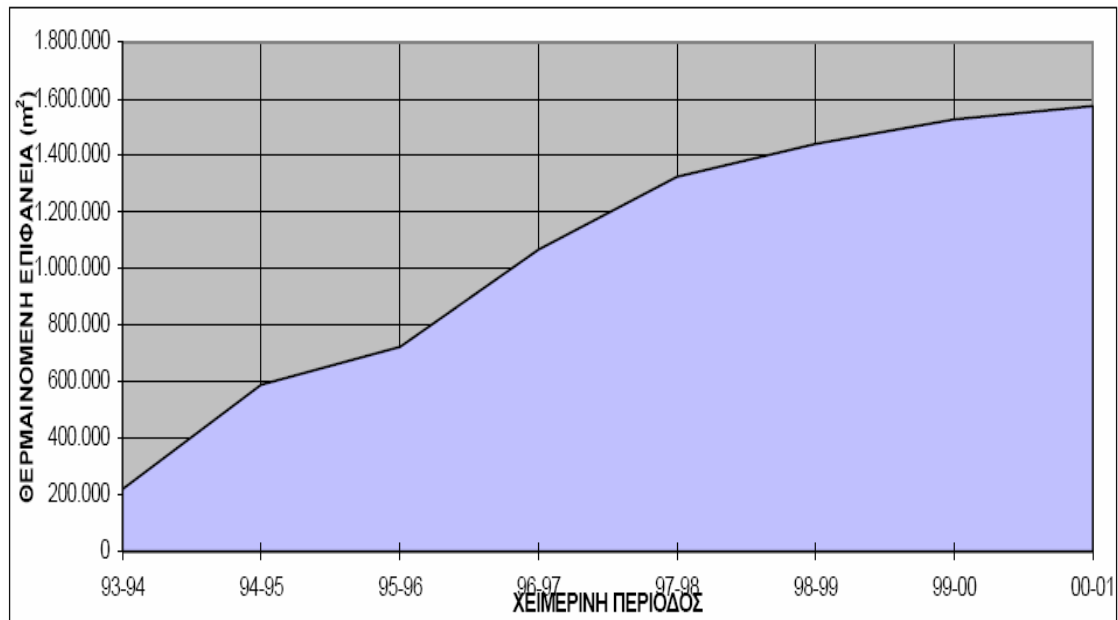


Διάγραμμα 2.2 Εξέλιξη συνδεδεμένων οικοδομών έως το 2002

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

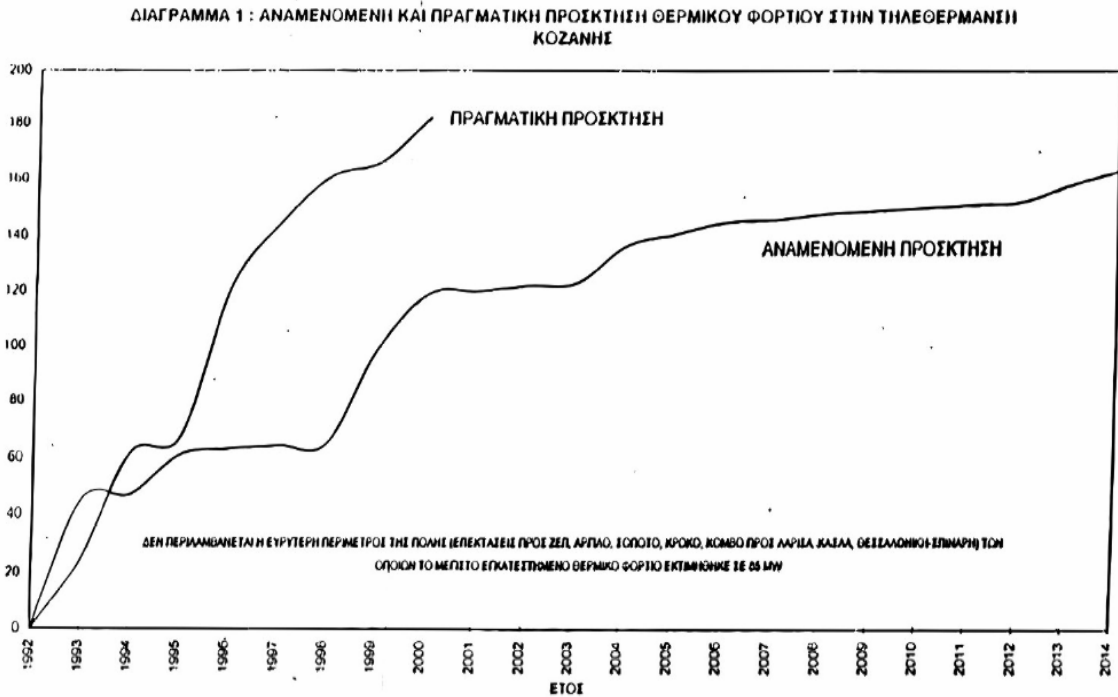


Διάγραμμα 2.3 Εξέλιξη συνδεδεμένων διαμερισμάτων έως το 2002



Διάγραμμα 2.4 Εξέλιξη θερμαινόμενης επιφάνειας έως το 2002

Οι στόχοι που είχαν μπει στη φάση της προμελέτης του έργου για τα πρώτα οκτώ χρόνια έχουν υλοποιηθεί πλήρως. Για την ακρίβεια έχουν ξεπεραστεί. Ο αριθμός συνδεδεμένων πελατών της Τηλεθέρμανσης έχει υπερβεί κάθε αισιόδοξη προσδοκία με αποτέλεσμα η πραγματική πρόσκτηση θερμικού φορτίου στην Τηλεθέρμανση Κοζάνης να είναι διπλάσια της αναμενόμενης. Για του λόγου το αληθές, παρατείνεται το παρακάτω διάγραμμα το οποίο περιγράφει πολύ ξεκάθαρα την παραπάνω θέση και αποτελεί ένα ευχάριστο σφάλμα απόκλισης από την αρχική θεώρηση της μελέτης για λιγότερη ζήτηση συνδέσεων από τους καταναλωτές.



Διάγραμμα 2.5 Αναμενόμενη και πραγματική πρόσκτηση θερμικού φορτίου στην Τηλεθέρμανση Κοζάνης

2.2.6.3 Γενικά οικονομικά στοιχεία – ωφέλη Τηλεθέρμανσης

Από τη λειτουργία της Τηλεθέρμανσης μέχρι σήμερα προέκυψαν πολύ σημαντικά ωφέλη για την πόλη της Κοζάνης και τους κατοίκους της άλλα εν κατακλείδι και της Εθνικής Οικονομίας της χώρας. Τα παρακάτω στοιχεία αποτελούν πολύ σοβαρό πλεονέκτημα και ειδωμένα από μια πιο μακροοικονομική θεώρηση στο σύνολο της χώρας και στην εξέλιξη της παρούσας μελέτης, αποτελούν σοβαρό κριτήριο για την εθνική ενεργειακή ανεξαρτησία αλλά και αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος.

Έχει συνολικά εξοικονομηθεί συνάλλαγμα λόγω μη κατανάλωσης 80.000 ΤΟΕ²⁴ πετρελαίου θέρμανσης μέχρι το 2002 και κάθε χρόνο πλέον θα εξοικονομούνται 20.000 ΤΟΕ περίπου²⁵. Ήδη απ'ο τα πρώτα δύο χρόνια λειτουργίας της τηλεθέρμανσης, τα νούμερα είναι ενθαρρυντικά: Υπολογίζοντας τη συνολική θερμική ενέργεια που χρειαζόταν η Κοζάνη σε $80.000 \text{ MWh} \div 0,8 * 89 = 8.900 \text{ ΤΟΕ}$ τουτέστιν 890.000.000 εκ δρχ (2.611.885,5 €) ή περίπου 1.900.000 \$ σε τιμές του 1995.

Έτσι συνολικά οι κάτοικοι δαπάνησαν μέχρι το 2002 για τη θέρμανση τους, πάνω από 10.271.460 € λιγότερα χρήματα με αποτέλεσμα να αυξήσουν

²⁴ ΤΟΕ: Τόνων Ισοδύναμου Πετρελαίου

²⁵ Γ Βλατής , Ε. Κυπριτίδης : « 9 Χρόνια Λειτουργία Τηλεθέρμανσης» Παγκόσμιο Συνέδριο ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2002. Προσυνέδριο Κοζάνης. 21-22-23/3/2002.

ανάλογα το διαθέσιμο εισόδημά τους. Το 2006 εκτιμάται ότι η εξοικονόμηση πετρελαίου θέρμανσης ήταν περίπου 2.934.702 € και αναμένεται ότι με την ολοκλήρωση του δικτύου στο 100% της απορρόφησης των κτιρίων, η ετήσια εξοικονόμηση, δεδομένου των συνεχώς αυξανόμενων τιμών πετρελαίου, θα φθάνει περίπου τα 5.500.000 \$²⁶.

Υπάρχει και όφελος στους κατοίκους της Κοζάνης από τη διαφορά κόστους στην τιμή της MWh μεταξύ τηλεθέρμανσης και πετρελαίου θέρμανσης. Το 1994 ήταν 18.500 δραχμές ανά διαμέρισμα που υπολογίζεται ως: 14.000 MWh X 8.600 δρχ/MWh X 35/65 (Διαφορά Κόστους) = 65.000.000 δρχ ή 18.500 αν διαιρέσουμε με τα 360 διαμερίσματα.

Αντίστοιχα το δεύτερο χρόνο (1995) είναι 80.000 MWh X 8.600 X 35/65 = 370.000.000 ή αλλιώς 50.000 ανά διαμέρισμα. Η αναλογία αυτή παρουσιάζει αύξουσα αναλογία μέχρι σήμερα αλλά δε βρεθήκαν ικανοποιητικά στοιχεία για να υπολογιστεί κατ' εκτίμηση. Παρόλα αυτά η διαφορά στο διαθέσιμο εισόδημα έχει γίνει εμφανείς σε όλους, σύμφωνα με τις μαρτυρίες των καταναλωτών.

Πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι υπάρχει μια σημαντική βελτίωση της ενεργειακής αξιοποίησης του λιγνίτη. Συγκεκριμένα έχουμε αύξηση του βαθμού απόδοσης των μονάδων της ΔΕΗ οι οποίες είναι διασυνδεδεμένες με την Τηλεθέρμανση και παρέχουν το υπέρθερμο νερό²⁷.

Αξίζει να εξάρουμε το γεγονός ότι η μελέτη έγινε εξ' ολοκλήρου από την ANKO, τοπική συνεταιριστική αναπτυξιακή εταιρία, υλοποιήθηκε από ελληνικές εταιρίες με την επίβλεψη της ΔΕΥΑΚ, η οποία λειτουργεί και διαχειρίζεται το έργο, γεγονός που περίτρανα αποδεικνύει ότι η τοπική αυτοδιοίκηση μπορεί και πρέπει να εκτελεί με αποτελεσματικότητα μεγάλης κλίμακας και εθνικής σημασίας, έργα.

²⁶ Λ. Κιτιρίδης Μηχ. Μηχανικός, «Εμπειρίες από την εφαρμογή της Τηλεθέρμανσης Κοζάνης 2 χρόνια μετά», ΤΕΕ τμήμα Δυτικής Μακεδονίας, ΔΕΥΑΚ, Απρίλιος 1995

²⁷ Όπου και προηγουμένως

2.2.7 Εκτίμηση Περιβαλλοντικών επιπτώσεων της λειτουργίας Τηλεθέρμανσης στην πόλη της Κοζάνης

2.2.7.1 Εισαγωγή

Όπως είναι γνωστό η χρήση του πετρελαίου για καύση σε μεμονωμένους λέβητες των κτιρίων επιβαρύνει σημαντικά κατά τους χειμερινούς μήνες το περιβάλλον των πόλεων. Η κύρια επιβάρυνση οφείλεται στο εκπεμπόμενο SO₂ και της αιθάλης. Το πρόβλημα γίνεται ακόμα μεγαλύτερο αν δεν υπάρχει σωστή συντήρηση των καυστήρων των λεβητοστασίων. Όταν δε τα φυσιογραφικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής ευνοούν την ανάπτυξη χαμηλών αναστροφών θερμοκρασίας (πόλεις που βρίσκονται μέσα σε κοιλάδες ή κοντά στη θάλασσα) τότε παρατηρούνται συχνά επεισόδια ρύπανσης (Αθήνα, Πτολεμαΐδα, Κοζάνη και αλλού) που φυσικά δεν οφείλονται μόνο στις κεντρικές θερμάνσεις.

Οι πόλεις Κοζάνη, Πτολεμαΐδα, Αμύνταιο βρίσκονται μέσα σε μια στενή κοιλάδα που περιβάλλεται από μεγάλους ορεινούς όγκους (Όλυμπος, Πιέρια, Βέρμιο, Βόρρας, Σινιάτσικο, Μπούρινος). Μέσα σε αυτήν την κοιλάδα βρίσκονται οι μεγάλες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής (5 στο σύνολο) της ΔΕΗ, όπου παράγεται περίπου το 70% της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Σε μια τέτοια περιοχή, με έντονο ανάγλυφο, τοπικά συστήματα ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας αναπτύσσονται όλο το 24ωρο και είναι αυτά που στις περισσότερες περιπτώσεις καθορίζουν τη διασπορά και την διάχυση των αέριων ρύπων στην ευρύτερη περιοχή²⁸. Έτσι την ημέρα αναπτύσσονται αναβατικά ρεύματα κατά μήκος των πλαγιών των βουνών ενώ τη νύχτα αναπτύσσονται καταβατικά ρεύματα που ευνοούν την περαιτέρω ενίσχυση των θερμοκρασιακών αναστροφών μέσα στην κοιλάδα. Από τις μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα κυρίως SO₂ και ιπτάμενη τέφρα. Παρόλο που η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει ηλεκτροστατικά φίλτρα που συγκρατούν τα αιωρούμενα σωματίδια, τα επεισόδια ρύπανσης στην κοιλάδα έχουν ξεπεράσει κάθε όριο που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή ένωση. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το ημερήσιο όριο εκπομπών είναι 50 mm με όριο παραβιάσεων τα 35mm ανά έτος, την ίδια στιγμή που η ΔΕΗ ξεπερνάει το όριο σχεδόν καθημερινά και τα επεισόδια ρύπανσης φτάνουν και τα 200 mm αιωρούμενων μικροσωματιδίων στην ατμόσφαιρα της περιοχής²⁹.

Από τις πρώτες προσεγγίσεις που έγιναν στο 1^ο Διεθνές Συνέδριο Τηλεθέρμανσης που έγινε το 1990 στο ΤΕΙ Κοζάνης, τονίσθηκαν οι ευεργετικές συνέπειες που θα είχε η εγκατάσταση συστημάτων Τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη, την Πτολεμαΐδα και το Αμύνταιο, όσον αφορά την βελτίωση ποιότητας του αέρα της περιοχής.

²⁸ Γεώργιος Κάλλος, «Κεντρικές θερμάνσεις σε κτίρια πόλεων ή τηλεθέρμανση? Μέθοδοι σύγκρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων» Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Φυσικών Εφαρμογών, Αθήνα 1990

²⁹ GREENPEACE – Οικολογική κίνηση Κοζάνης – Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Σκοπός αυτής της παραγράφου είναι η δημιουργία ενός μοντέλου εκτίμησης της μείωσης βασικών κατηγοριών εκπομπών ρύπων στην περιοχή της πόλης της Κοζάνης, η σύγκριση με τα αποτελέσματα που παρουσιάζει η επί του θέματος βιβλιογραφία και μια συνοπτική παρουσίαση στοιχείων που προκύπτουν απ'ο εκτιμήσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Στο τέλος του κεφαλαίου υπάρχει παράρτημα με τα ερωτηματολόγια που σταλθηκαν στο δήμο Κοζάνης και Πτολεμαΐδας σε συνεργασία με το Π.Δ.Μ. προκειμένου να υπολογιστούν οι εκπομπές ρύπων των αντίστοιχων λεβητοστασίων αιχμής της κάθε πόλης.

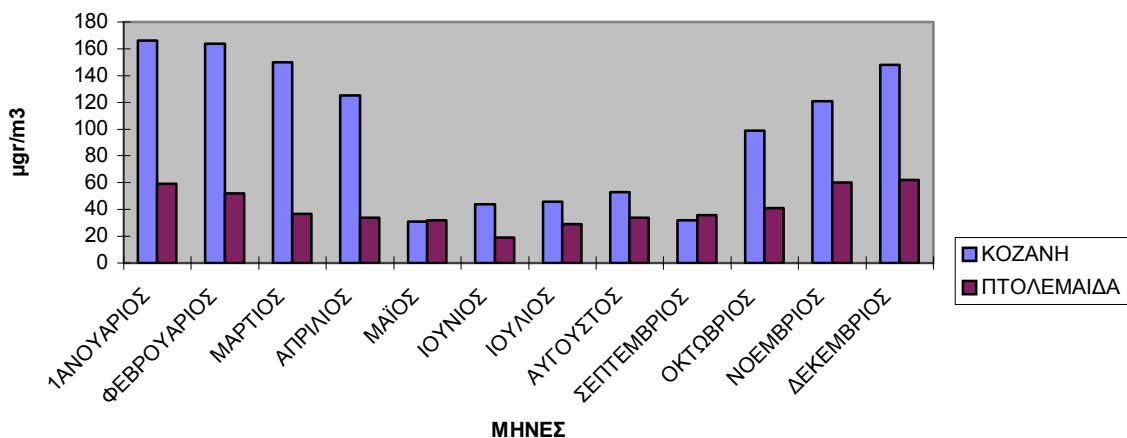
2.2.7.2 Μετρήσεις Ατμοσφαιρικών ρύπων πριν την λειτουργία της Τηλεθέρμανσης σε Κοζάνη και Πτολεμαΐδα

Στο σημείο αυτό θα προσπαθήσουμε να εξετάσουμε συνοπτικά τα χαρακτηριστικά της πόλης της Κοζάνης όσον αφορά τα επίπεδα ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Για τις μετρήσεις επιλέχτηκε η Κοζάνη, γιατί είναι πιο πυκνοδομημένη και οι μετρήσεις προέρχονται από κεντρικά σημεία της πόλης σε αντίθεση με την Πτολεμαΐδα, που οι μετρήσεις έγιναν σε περιφερειακά σημεία της πόλης.

Οι παρακάτω μετρήσεις αφορούν το **1988** και έγιναν από το Τ.Π.&77Π.Ε. Νομ. Κοζάνης.

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

Τα επίπεδα διοξειδίου του θείου που μετρώνται στην πόλη της Κοζάνης χαρακτηρίζονται από μία έντονη εποχικότητα, όπως δείχνει το διάγραμμα.

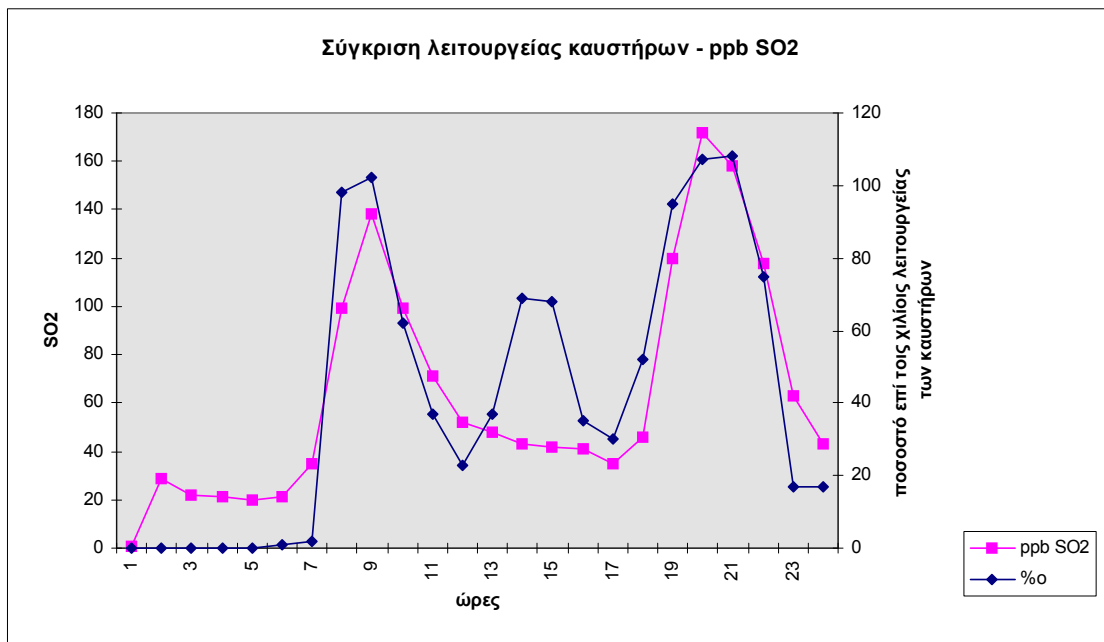


Διάγραμμα 2.6 Μεταβολή μέσων μηνιαίων συγκεντρώσεων SO₂ στο λεκανοπέδιο της Κοζάνης

Φαίνεται καθαρά ότι τη χειμερινή περίοδο οι συγκεντρώσεις είναι της τάξης των 140 έως 160 $\mu\text{G}/\text{M}^3$.

Χαρακτηριστικό είναι επίσης πως το επτάμηνο από τον Οκτώβριο ως τον Απρίλιο, μετριέται στην ατμόσφαιρα της Κοζάνης περίπου το 80% του SO_2 ενώ το υπόλοιπο πεντάμηνο το άλλο 20%.

Στο επόμενο διάγραμμα, παρουσιάζεται η μέση 24ωρη μεταβολή των τιμών του SO_2 , κατά τον Ιανουάριο '88. Φαίνεται ότι οι υψηλότερες τιμές SO_2 παρατηρούνται τα τετράωρα 7-11 το πρωί και 6-10 το βράδυ. Ώρες που όπως είναι γνωστό δουλεύουν συνήθως οι εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης.



Διάγραμμα 2.7 Μέση 24ωρη μεταβολή των τιμών του SO_2 , κατά τον Ιανουάριο '88

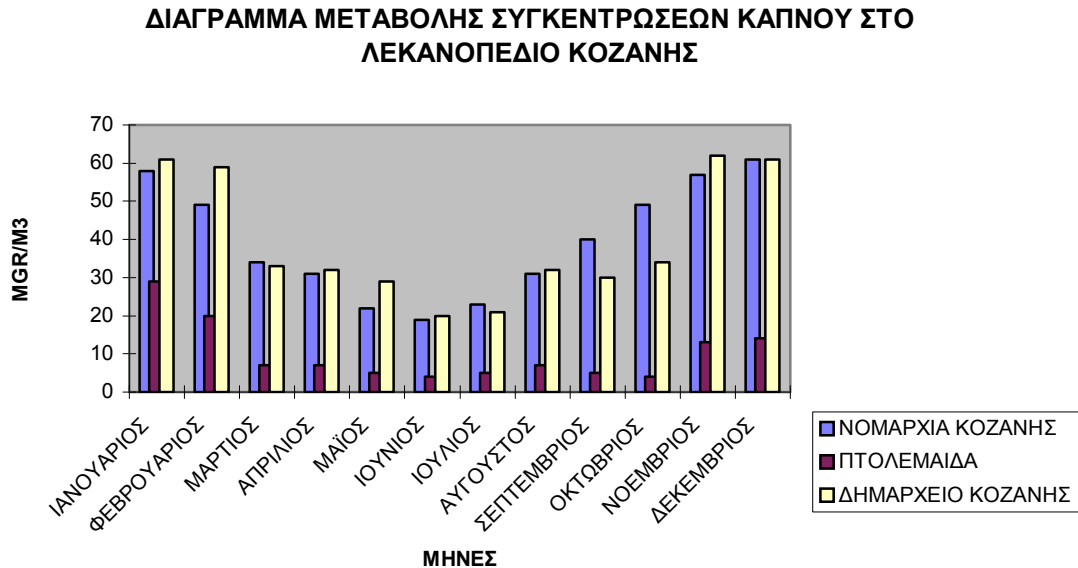
Επίσης το διάγραμμα δείχνει το ωράριο λειτουργίας, των καυστήρων κεντρικής θέρμανσης της Θεσσαλονίκης, που πιστεύεται ότι είναι παρόμοιο με αυτό της Κοζάνης και το οποίο χρησιμοποιείται γιατί δεν έχει γίνει παρόμοια μελέτη στην Κοζάνη.

Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα συμπεραίνουμε ότι υπάρχει μια ομοιότητα του τρόπου μεταβολής των επιπέδων ρύπανσης από SO_2 και της κατανάλωσης καυσίμου μέσα στο 24ωρο. Η μικρή ασυνέπεια που ίσως φαίνεται στο μέσον περίπου της ημέρας μπορεί να εξηγηθεί με τη μεγαλύτερη κινητικότητα των αερίων μαζών και επομένως την καλύτερη διασπορά του SO_2 ³⁰.

³⁰ Νίκος Σταμκόπουλος, Μηχ. Περιβάλλοντος « Η Συμβολή του συστήματος της Τηλεθέρμανσης στο περιβάλλον» Εργασία Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, Ξάνθη, 1998

ΚΑΠΝΟΣ

Σύμφωνα με το επόμενο διάγραμμα, τα επίπεδα ρύπανσης του καπνού είναι επίσης εποχιακά και συμπεριφέρονται όπως του SO₂. Υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των δύο ρύπων σε βαθμό εμπιστοσύνης 95%.



Διάγραμμα 2.8 Μεταβολή συγκεντρώσεων καπνού στο λεκανοπέδιο της Κοζάνης το 1988

Θα πρέπει όμως να γίνει μία διευκρίνιση. Τα αιωρούμενα σωματίδια του λεκανοπεδίου είναι βιομηχανικής προέλευσης και παρουσιάζουν αύξηση τους θερινούς και μείωση του χειμερινούς μήνες. Η συμπεριφορά τους είναι διαφορετική από αυτή των ρύπων που προέρχονται από τη λειτουργία κεντρικών θερμάνσεων SO₂-καπνού.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το SO₂ και ο καπνός που μετρώνται σε Κοζάνη και Πτολεμαΐδα, οφείλονται ως επί των πλείστων στη λειτουργία καυστήρων κεντρικής θέρμανσης. Μια πρόχειρη εκτίμηση δείχνει ότι με την ολοκλήρωση της τηλεθέρμανσης οι ρύποι θα μειωθούν κατά 60-70% μέσα στις πόλεις, ενώ ήδη παρατηρούνται μηνιαίες μειώσεις. Θα πρέπει όμως να τονιστεί ότι τα ποσοστά των μειώσεων των ρύπων και τα επακόλουθα οφέλη, έχουν μόνο τοπικό χαρακτήρα, αφού αν συγκρίνει κανείς τις εκπομπές σε τόνους SO₂ κατά την ψυχρή περίοδο, που από τις πόλεις Κοζάνη και Πτολεμαΐδα είναι 350 και 260 τόνοι αντίστοιχα, ενώ από τη Δ.Ε.Η. είναι 50.000³¹. Παρ' όλα αυτά, η λειτουργία των καυστήρων ευθύνεται για το πρόβλημα του αστικού περιβάλλοντος.

³¹ Α. Τριανταφύλλου, Εργ. Περιβαλλοντικής Φυσικής Τει Κοζάνης, Λ. Μαλούτας, Νομαρχιακή Αυτοδ. Κοζάνης. «Τηλεθέρμανση και συμπαράγωγή απο την σκοπιά του περιβάλλοντος: Η εμπειρία Πτολεμαΐδας Κοζάνης» Ημερίδα: 'Οι εφαρμογές τηλεθέρμανσης και συμπαράγωγής στην Ελλάδα και η βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων' ΚΤΕΣΚ σελ 103 - 112

Έτσι οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η τηλεθέρμανση είναι μια λύση για το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσα στις πόλεις.

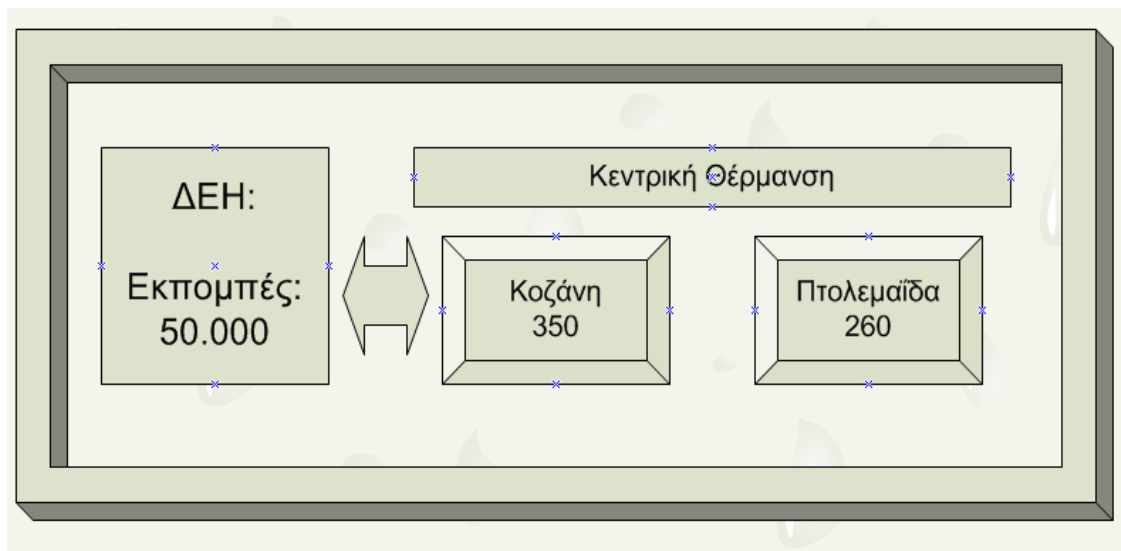
Αντίστοιχα μελετώντας παλιότερες μετρήσεις στην περιοχή, που έγιναν από τη ΔΕΗ μέσα στην πόλη της Κοζάνης, από τον Οκτώβριο του 1977 μέχρι τον Απρίλιο του 1980, διαπιστώνουμε τα εξής:

Μέσα στην πόλη της Κοζάνης οι μέγιστες τιμές περιεκτικότητας σε SO₂ στα τρίωρα δείγματα αέρα για τους μήνες Νοέμβριο μέχρι Απρίλιο, κυμαίνονται από 81 μg/m³ μέχρι 612 μg/m³, με ιδιαίτερα υψηλές τιμές στο δίμηνο Δεκεμβρίου – Ιανουαρίου (230 – 612 μg/m³)³².

Οι αντίστοιχες τιμές για τους θερινούς μήνες από τον Ιούνιο μέχρι και τον Οκτώβριο βρίσκονται ανάμεσα στα 28 μg/m³ και στα 70 μg/m³ μέγιστη τιμή³³.

Είναι φανερό λοιπόν από τα παραπάνω στοιχεία ότι οι χειμερινές φορτίσεις του αέρα της Κοζάνης με SO₂ προέρχονται από τη λειτουργία των λεβήτων κεντρικής θέρμανσης και αποτελούν την κύρια πηγή ρύπανσης του αστικού περιβάλλοντος.

Ανακεφαλαιώνοντας τα προλεγόμενα στον παρακάτω πίνακα, θα πρέπει να τονίσουμε το γεγονός ότι οι συνολικές εκπομπές SO₂ από τους 5 ΑΗΣ που λειτουργούν στην περιοχή, παρουσιάζουν ενδιαφέρον σε σχέση με τις επιπτώσεις τους στο οικοσύστημα γενικότερα (όξινη βροχή, ασθένειες ελάτων κ.α.), ενώ η συμβολή τους ειδικότερα σε προβλήματα ρύπανσης τοπικής κλίμακας σχετίζεται άμεσα με τις συνθήκες εκπομπών και διασποράς, στοιχείο που όμως δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης.



Πίνακας 2. 15 Εκπομπή στην ατμόσφαιρα SO₂ σε τόνους την ψυχρή περίοδο, πριν την λειτουργία του συστήματος τηλεθέρμανσης

³² ΤΕΕ Δυτ. Μακεδονίας Γενική εισήγηση: « 1^ο ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ», 4-5-6 Μαΐου 1990, ΤΕΙ Κοζάνης, σελ 70

³³ Όπου και πρίν, σελ 71

2.2.7.3 Εισαγωγή στην εκτίμηση - απογραφή ρύπων

Είναι γνωστό ότι οποιοδήποτε σύστημα τηλεθέρμανσης βελτιώνει τις περιβαλλοντικές συνθήκες σε σύγκριση με το αποκεντρωμένο σύστημα παραγωγής θερμότητας στις επί μέρους οικιακές κεντρικές θερμάνσεις. Η εκπομπή σε χαμηλό σχετικά ύψος, από τις κατάσπαρτες μέσα στην πόλη καπνοδόχους των λεβήτων κεντρικής θέρμανσης δε διαχέεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και εμφανίζεται σα διάχυτη ρύπανση που επιβαρύνει ιδιαίτερα το περιβάλλον στο οποίο ζει ο άνθρωπος.

Τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση μας είναι ευγενική παραχώρηση του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Για την εκτίμησή μας θα χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο πρόβλεψης του Baldasano (1998)³⁴. Σύμφωνα με τον Baldasano, στην κατηγορία αυτή σημειακών πηγών συμπεριλαμβάνονται οι οικιακές και οι υπόλοιπες κτιριακές μονάδες, όπου έχουμε εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης, κλιματισμού και βραστήρα (boiler) – για την παροχή ζεστού νερού. Οι εκπομπές από τις κουζίνες μαγειρέματος είναι γενικά μικρής σημασίας και δε θα μας απασχολήσουν εδώ. Γενικότερα αυτές οι μικρές σημειακές πηγές αντιμετωπίζονται ως διάχυτη ή επιφανειακή πηγή λόγω του ότι είναι ανέφικτο να μελετηθεί η κάθε μία χωριστά.

Ένας είναι ο βασικός όρος που πρέπει να κατανοήσουμε για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε ευκολότερα τις εκπομπές που οφείλονται στη θέρμανση και δίνεται στον παρακάτω πίνακα 2.15:

Όρος	Ερμηνεία
Τύπος Τομέα	Οικιακός ή υπηρεσιών (λοιπών κτιρίων)

Πίνακας 2.16 Η ανάλυση όρου για τον υπολογισμό των αέριων εκπομπών από την θέρμανση

Οι εκπομπές, λόγω της θέρμανσης, ανά μονάδα χώρου, χρόνου και ρύπο i είναι:

$$E_{i,s} = P_{ku} / P_{kmu} * f_s (K_{mu}) * \sum C_{sc} * (k_{mu,t}) * F_{i,c}$$

Πίνακας 2.17 Τύπος Baldasano (1998)

³⁴ Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, , Εργαστήριο Τεχνολογίας Περιβάλλοντος: Παραχώριση τεχνολογίας και λοιπών συντελεστών αέριων ρύπων που θα χρησιμοποιήσουμε.

Οι παράμετροι και οι μεταβλητές που εμφανίζονται στους όρους της παραπάνω συνάρτησης δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Παράμετροι	Ερμηνεία
S	Τύπος τομέα
I	Ρυπαντής: Μεθάνιο, άλλα αλκάνια, αλκένια, αδρεΐδες.
C	Καύσιμο
Μεταβλητές	Ερμηνεία
Kmu	Διοικητική μονάδα όπου ανήκει η περιοχή στην οποία εργαζόμαστε.
T	Χρόνος, tu χρονική μονάδα (ετήσιος μέσος όρος)
Στοιχεία εισόδου	Ερμηνεία
F i,c	Συντελεστής εκπομπής για τον ρύπο i του καυσίμου c
Pku	Αριθμός κατοικιών στη περιοχή μελέτης Ku
Pkmu	Αριθμός κατοικιών του δήμου όπου τοποθετείται η υπό μελέτη – χωρική μονάδα, Ku.
Fs (Kmu)	% κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο δήμο Km.
Csc (Kmu)	Κατανάλωση καυσίμου c στον τομέα s του δήμου km ανά μονάδα χρόνου,

Πίνακας 2.18 Οι παράμετροι, οι μεταβλητές, τα στοιχεία εισόδου που χαρακτηρίζουν τη συνάρτηση υπολογισμού των εκπομπών από τη θέρμανση κτιρίων

Ο όρος $E_{i,s}(k,t)$ στη συνάρτηση υπολογισμού των εκπομπών αυτής της κατηγορίας εκφράζει την εκπομπή στη μονάδα του χρόνου και του χώρου από το ρύπο i.

Ο υπολογισμός της χρονικής κατανομής της εκπομπής για την καθορισμένη περιοχή λόγω των εκπομπών που οφείλονται στη θέρμανση και του ρύπου i, είναι:

- **Ετήσια:** $E(k, \text{Ετήσια}) = E_{i,s}(k,t)$
- **Μηνιαία:** $E(k, \text{Μηνιαία}) = C_{sm} * E_{i,s}(k,t)$
- **Ημερήσια:** $E(k, \text{Ημερήσια}) = C_{sm} * C_{sd} * E_{i,s}(k,t)$
- **Ωριαία:** $E(k, \text{Ωριαία}) = C_{sm} * C_{sd} * C_{sh} * E_{i,s}(k,t)$

Στοιχεία Εισόδου	Ερμηνεία
Csm	Μηνιαίος συντελεστής διόρθωσης του ετήσιου μέσου όρου κατανάλωσης καυσίμου στον τομέα δράσης s του δήμου Κτμ
Csd	Ημερήσιος συντελεστής διόρθωσης του ετήσιου μέσου όρου κατανάλωσης καυσίμου στον τομέα δράσης s του δήμου Κτμ
Csh	Ωριαίος συντελεστής διόρθωσης του ετήσιου μέσου όρου κατανάλωσης καυσίμου στον τομέα δράσης s του δήμου Κτμ

Πίνακας 2.19 Ανάλυση των στοιχείων εισόδου στις συναρτήσεις που δίνουν τις τιμές εκπεμπόμενων ρύπων, στο χρονικό διάστημα: μήνα, ημέρας και ώρας από την καύση που πραγματοποιείται για θέρμανση

Βήμα Πρώτο

Πρώτο βήμα για την εφαρμογή του τύπου, αποτέλεσε η αναζήτηση του πραγματικού πληθυσμού των δύο πόλεων.

Με βάση τα στοιχεία που προκύπτουν από την απογραφή της ΕΣΥΕ το 2001 και την εκτίμηση για τον πραγματικό πληθυσμό των δύο πόλεων, καταρτίζεται ο παρακάτω πίνακας:

ΝΟΜΟΣ ΚΟΖΑΝΗΣ	153.939
ΔΗΜΟΣ ΚΟΖΑΝΗΣ	49.812
Δ.Δ.Κοζάνης	38.591
ΔΗΜΟΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ	36.393
Δ.Δ.Πτολεμαΐδος	30.017

Πίνακας 2.20 Πραγματικός πληθυσμός Κοζάνης – Πτολεμαΐδας (Πηγή ΕΣΥΕ)

Απαραίτητο στοιχείο που δεν έχουμε διευκρινήσει ακόμα, αποτελεί και η απογραφή κτιρίων στην περιοχή, προκειμένου να εντοπίσουμε ακριβώς το ποσοστό των κτιρίων που χρησιμοποιούν ακόμα κεντρική θέρμανση στις υπό εξέταση περιοχές σε συνάρτηση πάντα με τον πραγματικό πληθυσμό³⁵.

³⁵ Πηγή ΕΣΥΕ (2001)

Σύμφωνα με τα λεγόμενα των υπευθύνων της ΔΕΥΚ και της εταιρείας που έχει αναλάβει τις επεκτάσεις του δικτύου, αλλά και τους υπευθύνους της ΔΕΥΑ Πτολεμαΐδος, διαπιστώνουμε ως ποσοστό απορρόφησης της Τηλεθέρμανσης, όπως έχουμε ξαναεπισημάνει άλλωστε, 75% για την Κοζάνη και 65% για την Πτολεμαΐδα (για το έτος 2006). Έτσι καταρτίζουμε τον παρακάτω πίνακα με βάση τα παραπάνω στοιχεία και την υπόθεση ότι το υπόλοιπο ποσοστό και στις δύο πόλεις χρησιμοποιεί ακόμα κεντρικές θερμάνσεις, που είναι και το ζητούμενό μας άλλωστε.

Δήμος	Σύνολο Κατοικιών - Απογραφή 2001	Μόνιμος Πληθυσμός - Απογραφή 2001	Πληθυσμός Κατανάλωσης Πετρελαίου (B)	Κατανάλωση ανά Νομό [tn/year]	n=κατανάλωση / πληθ B	Ποσοστό Τηλεθέρμανσης	Ποσοστό Κεντρικών Θερμάνσεων
<i>Δήμος Κοζάνης</i>	13481	49.812					
Δ.Δ.Κοζάνης	6259	38.591				0,75	0,25
<i>Δήμος Πτολεμαΐδας</i>	10397	36.393					
Δ.Δ.Πτολεμαΐδος	5904	30.017				0,65	0,35

Πίνακας 2.21 Ποσοστό τηλεθέρμανσης και Κεντρικών θερμάνσεων σε Πτολεμαΐδα και Κοζάνη (2006)

Βήμα Δεύτερο

Σύμφωνα με στοιχεία που προκύπτουν για την κατανάλωση βενζίνης και πετρελαίου για την ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας που παρουσιάζουμε παρακάτω, θα προσπαθήσουμε να αποδεσμεύσουμε εκείνα τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό των εκπομπών μόνο από τις εναπομείναντες θερμάνσεις. Τα στοιχεία που παραθέτουμε αφορούν την περίοδο του 1998³⁶.

³⁶ Ευγενική παραχώριση πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, Εργαστήριο Τεχνολογίας Περιβάλλοντος. Δυστυχώς δεν βρέθηκαν πιο πρόσφατες μετρήσεις οπότε είμαστε αναγκασμένοι να κάνουμε την παραδοχή ότι τουλάχιστον όσον αφορά την θέρμανση στις υπο μελέτη περιοχές δεν έχουμε αύξηση, αλλά μάλλον μείωση λόγω της συνεχούς επέκτασης του δικτύου τηλεθέρμανσης και στις δύο πόλεις, απο το 1998 έως και σήμερα.

1998	χιλιόλιτρα	χιλιόλιτρα	χιλιόλιτρα	χιλιόλιτρα	μετρικούς τόνους	μετρικούς τόνους
ΝΟΜΟΣ	Βενζίνη Α' ποιότητας	Βενζίνη κοινή	Βενζίνη αμόλυβδη	Ακάθαρτο πετρέλαιο	Μαζούτ 1500"	Μαζούτ 3500"
	super	regular	unleaded	diesel		
Γρεβενά	4.377	64	2.221	22.383	715	1.374
Καστοριά	7.077	89	5.198	31.220	1.316	
Κοζάνη	17.170	209	13.382	78.741	2.127	3.462
Φλώρινα	2.641	54	2.100	17.614	1.223	

Πίνακας 2.22 Καταναλώσεις Καυσίμων στην περιοχή της Δ. Μακεδονίας (1998)

Συνολική ποσότητα πετρελαίου θέρμανσης & κίνησης

το 90% για θέρμανση και το υπόλοιπο για τη κίνηση οχημάτων

ΝΟΜΟΣ	Ακάθαρτο πετρέλαιο		Ακάθαρτο πετρέλαιο		Ακάθαρτο πετρέλαιο	
	diesel		diesel		diesel	
Γρεβενά	22.383	χιλιόλιτρα/έτος	18714426,3	kg/year	16842,9837	tn/year
Καστοριά	31.220	χιλιόλιτρα/έτος	26103042	kg/year	23492,7378	tn/year
Κοζάνη	78.741	χιλιόλιτρα/έτος	65835350,1	kg/year	59251,8151	tn/year
Φλώρινα	17.614	χιλιόλιτρα/έτος	14727065,4	kg/year	13254,3589	tn/year

Πίνακας 2.23 Κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης και κίνησης στην Δ. Μακεδονία (1998)

Η προτελευταία στήλη μας δίνει την ετήσια κατανάλωση πετρελαίου για θέρμανση ανά περιοχή.

Βήμα τρίτο

Ο πληθυσμός κατανάλωσης υπολογίζεται ως εξής: Πραγματικός Πληθυσμός:
 $153.939 - (0,75 \cdot 38.591) - (0,65 \cdot 30.017) = 105.485$

Υπολογίζουμε την παράμετρο $n = \frac{\text{Κατανάλωση ανά νομό}}{\text{πληθυσμός Κατανάλωσης}}$. Επειδή η Κοζάνη και η Πτολεμαΐδα βρίσκονται στον ίδιο νομό, θεωρούμε το $n = 0,56$ κοινό και για τις δύο πόλεις. Επίσης κοινή θεωρούμε τη στήλη με την κατανάλωση ανά νομό, που προκύπτει από τον πίνακα 2.22. Έτσι ολοκληρώνουμε τα δεδομένα του πίνακα 2.20 και παρουσιάζουμε ολοκληρωμένα τα αποτελέσματα στον πίνακα 2.23 που ακολουθεί.

Δήμος -Νομός	Σύνολο Κατοικιών - Απογραφή 2001	Μόνιμος Πληθυσμός - Απογραφή 2001	Πληθυσμός Κατανάλωσης Πετρελαίου (B)	Κατανάλωση ανά Νομό [tn/year]	n=κατανάλωση / πληθ B	Ποσοστό Τηλεθέρμανσης	Ποσοστό Κεντρικών Θερμάνσεων
Νομός Κοζάνης		153.939	105.485	59.252	0,56171		
Δήμος Κοζάνης	13481	49.812			0,56171		
Δ.Δ.Κοζάνης	6259	38.591			0,56171	0,75	0,25
Δήμος Πτολεμαΐδας	10397	36.393			0,56171		
Δ.Δ.Πτολεμαΐδος	5904	30.017			0,56171	0,65	0,35

Πίνακας 2.24 Ολοκληρωμένη παρουσίαση πίνακα 2.20. Προσθήκη συντελεστή n

Βήμα τέταρτο

Με βάση τα στοιχεία που έχουμε παρουσιάσει μέχρι τώρα και με τη χρήση συγκεκριμένων συντελεστών για κάθε ρύπο, ο τύπος υπολογισμού εκπομπών θέρμανσης του Baldasano (2.16) σε πιο απλοποιημένη μορφή μπορεί να αποδοθεί ως:

$$\text{Εκπομπή (Ei)} = \text{Μόνιμος Πληθυσμός Δ.Δ.} \cdot n \cdot \text{Π.Κ.Θ.} \cdot \text{ei}$$

Έτσι για παράδειγμα, για το Δ.Δ. Κοζάνης έχουμε: $38.591 \cdot 0,56 \cdot 25\% \cdot \text{ei}$, όπου ei ο συντελεστής του κάθε ρύπου που εξετάζουμε. Για το SO₂ με συντελεστή $\text{ei} = 1$ η παραπάνω σχέση ισούται με 5.402,74. Εφαρμόζοντας τον

παραπάνω τύπο σε όλα τα δεδομένα που έχουμε, δημιουργούμε με τη βοήθεια ενός φύλλου excel, τον πίνακα 2.24:

	Ρόποι	SO ₂ (kg/ year)	CO(kg/ year)	CO ₂ (kg/ year)
Δήμοι	Συντελεστής Εκπομπής (kg/ tn fuel/ year)	1	0,71	3177,22
<i>Δήμος Κοζάνης</i>		27894,72	19805,2512	88627662,28
Δ.Δ.Κοζάνης		5402,74	3835,9454	17165693,58
<i>Δήμος Πτολεμαΐδας</i>		20380,08	14469,8568	64751997,78
Δ.Δ.Πτολεμαΐδος		5883,332	4177,16572	18692640,1

Πίνακας 2.25 Εκτίμηση εκπομπών Διοξειδίου του άνθρακα, του θείου και μονοξειδίου του άνθρακα σε ετήσια βάση, μετά τη λειτουργία τηλεθέρμανσης σε Κοζάνη και Πτολεμαΐδα

Βήμα Πέμπτο

Όπως διαπιστώσαμε στην περιγραφή του συστήματος Τηλεθέρμανσης της Κοζάνης (πανομοιότυπα και στην Πτολεμαΐδα) υπάρχει και λειτουργεί στην είσοδο της πόλης το λεβητοστάσιο αιχμής, που καλύπτει σε ένα ποσοστό τα θερμικά φορτία αιχμής της Κοζάνης. Οι λέβητες καίνε πετρέλαιο θέρμανσης και συνεπώς αποτελούν μια ακόμα πηγή εκπομπής ρύπων που πρέπει να εξετασθεί. Για την ακριβή εκτίμηση των εκπομπών ρύπων των δύο λεβητοστασίων, αποστάλθηκαν ερωτηματολόγια στις αρμόδιες υπηρεσίες των δύο πόλεων τα οποία παρατείθενται στο τέλος του κεφαλαίου σε παράρτημα.

Σταθμός Αιχμής - Τηλεθέρμανσης Κοζάνης		
Περίοδος – Έτος 2006	Κατανάλωση (lt)	Κατανάλωση ρ=836,1kg/m ³ (ISO3675/98)
Νοέμβριος	347715	290,7245115
Δεκέμβριος	687637	574,9332957
Ιανουάριος	1240833	1037,460471
Φεβρουάριος	835316	698,4077076

Μάρτιος	210295	175,8276495
TOTAL		2777,353636 tn/year

Πίνακας 2. 26 Υπολογισμοί εκπομπών Σταθμού αιχμής Κοζάνης

Έχει υπολογιστεί ότι στην Κοζάνη(1998), οπότε και στην Πτολεμαΐδα, η θερμοκρασία πέφτει κάτω του μηδενός 450ώρες το χρόνο. Υπολογίζοντας και κάποιο ποσοστό ασφαλείας 10% λόγω της μεταβολής των καιρικών συνθηκών θα έχουμε 495ώρες λειτουργίας του σταθμού

Σταθμός Αιχμής - Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας				
Περίοδος - Έτος 2006	Κατανάλωση (kg)	Ωρες Λειτουργίας	Κατανάλωση	
Ημερήσια	29000			
Ωριαία	2163	495	1070685	kg/year
TOTAL			1070,685	tn/year

Πίνακας 2.27 Υπολογισμοί εκπομπών σταθμού αιχμής Πτολεμαΐδας

Κατόπιν εφαρμόζουμε την ίδια διαδικασία που χρησιμοποιήσαμε στον υπολογισμό των εκπομπών ρύπων από τις κεντρικές θερμάνσεις, με τη διαφορά ότι τώρα ως καταναλισκόμενη ποσότητα πετρελαίου, έχουμε τα σύνολα (TOTAL) των πινάκων 2.25 & 2.26. Τα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Δημοτικό Διαμέρισμα	Μόνιμος Πληθυσμός - Απογραφή 2001	Πληθυσμός Κατανάλωσης Πετρελαίου (B)	Κατανάλωση ανά Δ.Δ [tn/year]	n=κατανάλωση / πληθ B	Ποσοστό Τηλεθέρμανσης	Ποσοστό Κεντρικών Θερμάνσεων
Δ.Δ.Κοζάνης	38.591	28.943	2.777	0,095946	0,75	0,25

Δ.Δ.Πτολεμαΐδος	30.017	19.511	1.071	0,054892	0,65	0,35
-----------------	--------	--------	-------	----------	------	------

Πίνακας 2.28 Υπολογισμός Εκπομπών λεβητοστάσιων αιχμής (Σύνολο)

Υπολογίζουμε λοιπόν βάση του τύπου του Baldasano στην απλοποιημένη του εκδοχή, μόνο που τώρα αντί για ποσοστό κεντρικών θερμάνσεων, έχουμε ποσοστό τηλεθέρμανσης των δύο πόλεων.

$$Εκπομπή (Ei) = Μόνιμος Πληθυσμός Δ.Δ. * n * Π.Τηλεθέρμανσης. * ei$$

Έτσι για το Δημοτικό Διαμέρισμα της Κοζάνης έχουμε:

Εκπομπές ρύπων SO₂ = 38.591 (πραγμ. Πληθυσμός) * n * 0,75 (ποσοστό τηλεθέρμανσης της Κοζάνης) * 1 (συντελεστής ρύπου SO₂) = 2.777 kg/year SO₂. Όπου n = 2777 / 38.591 δηλαδή εκπομπές αιχμής / πρ. Πληθυσμό Κοζάνης.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 2.28:

Ρύποι (kg/year)	SO ₂	CO	CO ₂
Συντελεστής Εκπομπής (kg/ tn fuel/ year)	1	0,71	3177,22
ΔΔ Κοζάνης	2777	1971,67	8823140
ΔΔ Πτολεμαΐδας	1071	760,41	3402803

Πίνακας 2.29 Εκπομπές ρύπων λεβητοστασιών αιχμής Κοζάνης – Πτολεμαΐδας (τελικός πίνακας)

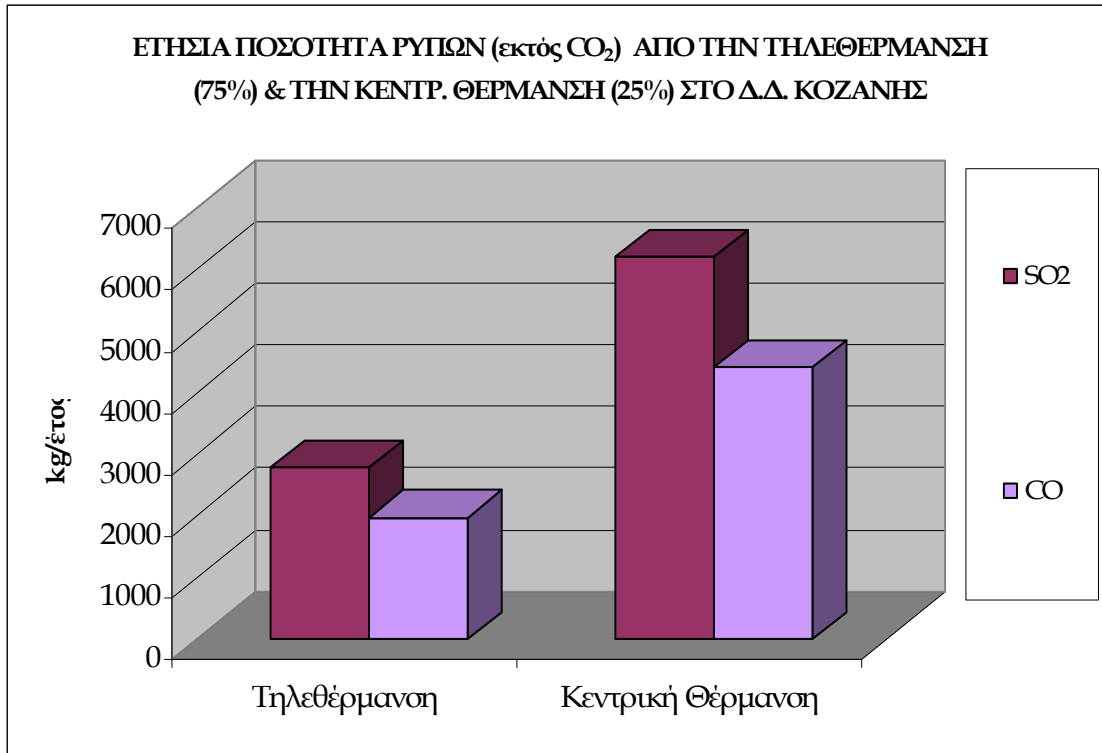
Βήμα έκτο:

Αφού έχουμε υπολογίσει τις εκπομπές ρύπων για θέρμανση και από τα δύο πεδία που μας απασχολούν, ενοποιούμε τα αποτελέσματά μας σε έναν τελικό ενιαίο πίνακα που εκθέτει τη συνολική εκτίμηση της εργασίας μας για τα επίπεδα εκπεμπόμενων ρύπων από κεντρικές θερμάνσεις και τα λεβητοστάσια αιχμής των δύο πόλεων.

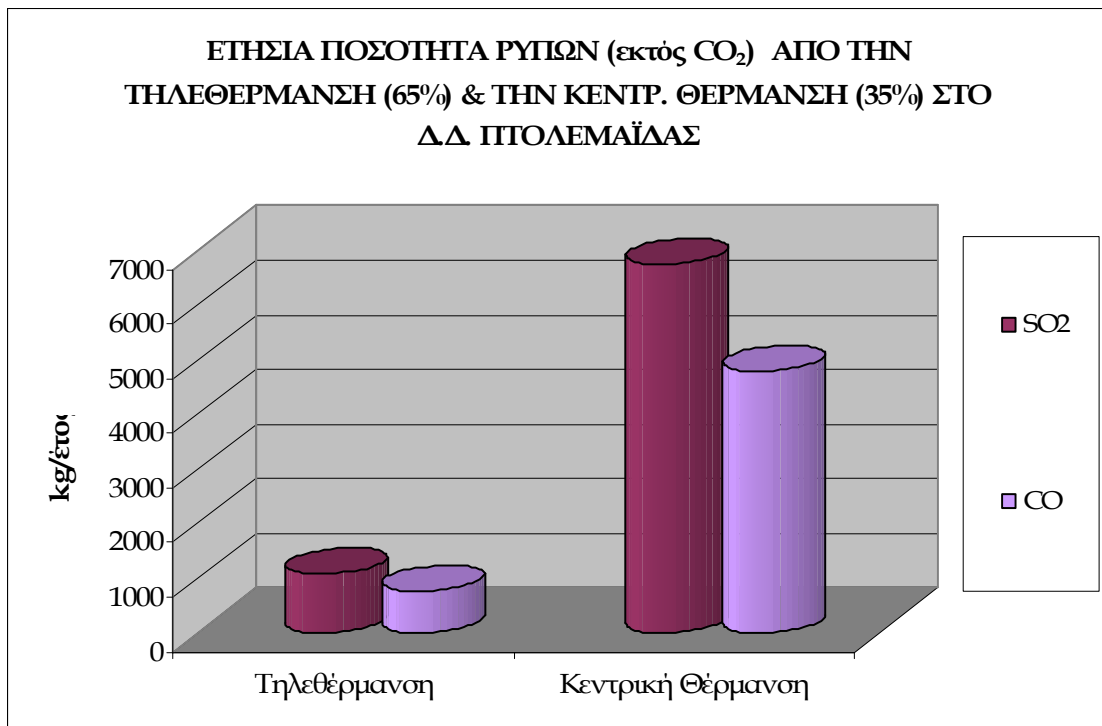
Δήμοι	Πηγή εκπομπών (kg/year)	SO ₂	CO	CO ₂
Δ.Δ.Κοζάνης	Τηλεθέρμανση	2777	1971,9	8823140
	Κεντρική Θέρμανση	5402,74	3835,9454	17165693,6
Δ.Δ.Πτολεμαΐδος	Τηλεθέρμανση	1071	760,18635	3402803
	Κεντρική Θέρμανση	5883,332	4177,1657	18692640,1
Σύνολο		15.134,07	10745,19	48084276,7

Πίνακας 2.30 Συνολική εκτίμηση εκπεμπόμενων ρύπων κεντρικών θερμάνσεων και λεβητοστασίων αιχμής για την Κοζάνη και την Πτολεμαΐδα

Ενοποιώντας τα αποτελέσματά μας, προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα, που παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων με παραστατικό τρόπο.

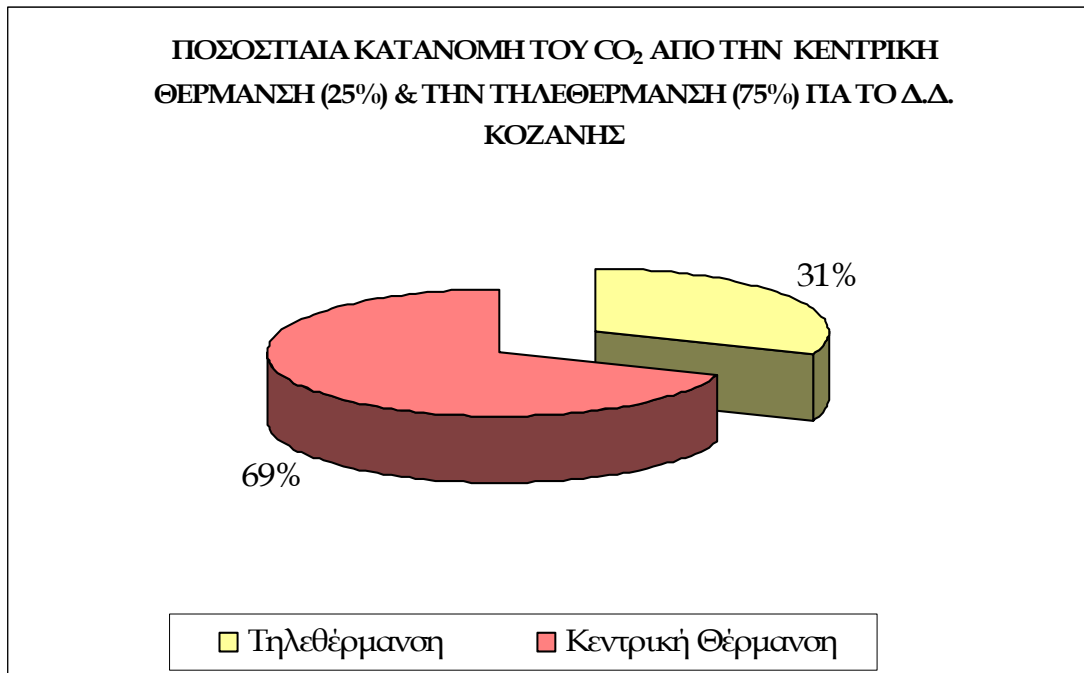


Διάγραμμα 2.9 Ετήσια ποσότητα ρύπων (εκτός CO₂) από την Τηλεθέρμανση (75%) & την Κ. Θέρμανση (25%) στο Δ.Δ. Κοζάνης

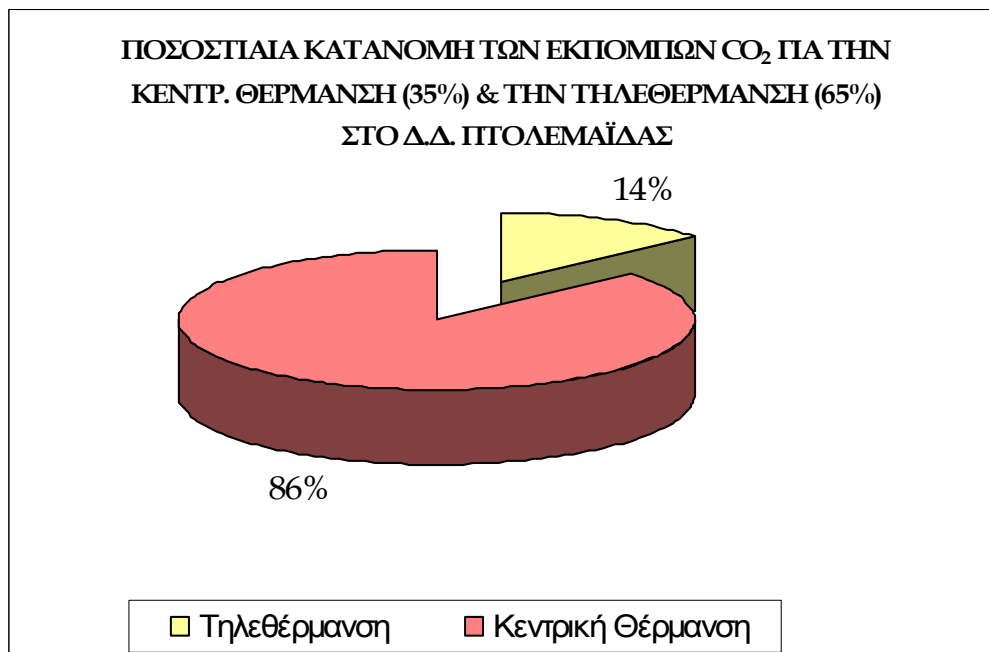


Διάγραμμα 2.10 Ετήσια ποσότητα ρύπων (εκτός CO₂) από την Τηλεθέρμανση (65%) & την Κ. Θέρμανση (35%) στο Δ.Δ. Πτολεμαΐδας.

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»



Διάγραμμα 2.11 Ποσοστιαία κατανομή CO₂ από την κεντρική θέρμανση και την Τηλεθέρμανση στο ΔΔ Κοζάνης



Διάγραμμα 2.12 Ποσοστιαία κατανομή CO₂ από την κεντρική θέρμανση και την Τηλεθέρμανση στο ΔΔ Πτολεμαΐδας

2.2.7.4 Συμπεράσματα εκτιμήσεων. Σύγκριση με το παρελθόν

Ξεκινήσαμε την παράγραφο αυτή παραθέτοντας διαθέσιμα στοιχεία από παρελθούσες μετρήσεις αέριας ρύπανσης του λεκανοπεδίου Κοζάνης – Πτολεμαΐδας που αφορούσαν περιόδους πριν από τη λειτουργία των συστημάτων τηλεθέρμανσης, από διάφορους φορείς (ΔΕΗ, Νομαρχία Κοζάνης κ.α.).

Για την εκτίμηση των εκπομπών ρύπων στη μετά – τηλεθέρμανση περίοδο, επειδή δεν υπάρχουν ουσιαστικές μακροχρόνιες μετρήσεις στην περιοχή, έπρεπε αφενώς μεν να εκτιμήσουμε τις εκπομπές των εναπομείναντων στην κάθε πόλη κεντρικών θερμάνσεων, αφετέρου δε να εκτιμήσουμε και να συμπεριλάβουμε στο τελικό μας πόρισμα και τις εκπομπές των αντιστοιχών λεβητοστασίων αιχμής. Τα αποτελέσματα του μοντέλου του Baldasano εμφανίζονται στον πίνακα 2.29.

Συγκρίνοντας λοιπόν τις αρχικές μετρήσεις που παρουσιάσαμε με τον πίνακα 2.29, τα αποτελέσματα είναι αν μη τι άλλο πολύ αισιόδοξα: Συγκρίνοντας τον πίνακα 2.12 βλέπουμε ότι έχουν επιτευχθεί μειώσεις: ως και 21 φορές λιγότερες από τις αρχικές εκπομπές SO₂ στην ατμόσφαιρα! Αν κρίνουμε τις εκτιμήσεις που δίνει το TEE³⁷, πρέπει να υπάρχουν μειώσεις SO₂ στην ατμόσφαιρα της Κοζάνης της τάξεως του 60 – 70% που θα αυξάνονται συνεχώς με κάθε επέκταση του δικτύου τηλεθέρμανσης. Ανάλογα συμπεραίνουμε ότι έχουν μειωθεί και οι εκπομπές CO₂ & CO στην ατμόσφαιρα, αν και δεν έχουμε διαθέσιμα στοιχεία από μετρήσεις μέσα στις δύο πόλεις για να συγκρίνουμε επ' ακριβώς. Έτσι παρόλο το σφάλμα πρόβλεψης που υπάρχει, η διαφορά είναι εμφανής στη μείωση των ρύπων.

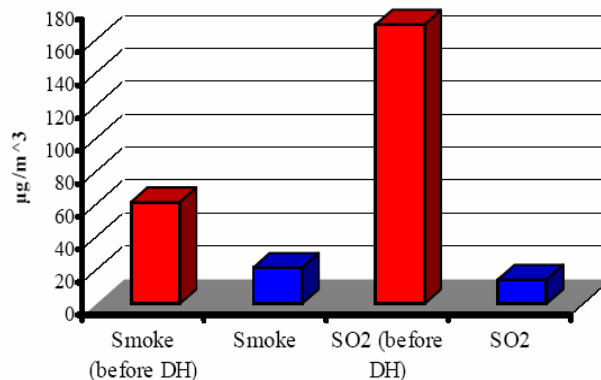
Προκειμένου να ελέγξουμε την ποιότητα των εκτιμήσεών μας, παρακάτω θα παραθέσουμε στοιχεία και από άλλες μελέτες και εκτιμήσεις που έχουν προβληθεί διεθνώς.

Έχει αποδειχθεί ότι τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης έχουν τη σημαντικότερη συμβολή στις μειώσεις του αερίου στις εκπομπές στις πόλεις της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Με βάση τα στοιχεία που παραθέσαμε, η μέση συγκέντρωση καπνού στον αέρα κατά τη διάρκεια τον Ιανουαρίου του 1988 (πριν από DH) ήταν 58 μg/m³, ενώ τον Ιανουάριο του 1995 (μετά από DH) ήταν 13 μg/m³. Οι σχετικές τιμές για το SO₂ ήταν 55 μg/m³ και 19 μg/m³, αντίστοιχα. Όσον αφορά στην Κοζάνη η μέση συγκέντρωση καπνού στον αέρα κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου του 1988 ήταν 62 μg/m³, **ενώ τον Ιανουάριο του 1995** ήταν 22 μg/m³. Οι σχετικές τιμές για SO₂ ήταν 170 μg/m³ και 15 μg/m³ ³⁸.

³⁷ Παράρτημα Ν. Κοζάνης, Τμήμα Δυτικής Μακεδονίας, 1995

³⁸ E. Karlopoulos, D. Pekaropoulos, E. Kakaras «DISTRICT HEATING SYSTEMS FROM LIGNITE FIRED POWER PLANTS TEN YEARS EXPERIENCE IN GREECE», 2003

District Heating System of Kozani - Environmental Aspects



Average smoke and sulphur oxides air concentration, before and after the operation of the DH system in the city of Kozani

Διάγραμμα 2.13 Μέσες εκπομπές Καπνού και διοξειδίου του θείου πριν και μετά την λειτουργία της τηλεθέρμανσης, στην ατμόσφαιρα της πόλης της Κοζάνης³⁹

Από την παραπάνω πηγή προκύπτει για το 1995 μεταβολή στις εκπομπές ρύπων της τάξεως του 88% μείωσης έκλυσης του SO₂ στην ατμόσφαιρα. Αναλογικά η εκτίμηση της δικής μας μεταβολής είναι της τάξεως του 91,5% το 2006, σε σχέση με τους 350 τόνους έκλυσης το 1988.

Μια άλλη μελέτη επί του θέματος που έχει δοθεί στην δημοσιότητα, προέρχεται από τον Α. Τριανταφύλλου, καθηγητή του εργαστηρίου Περιβαλλοντικής Φυσικής ΤΕΙ Κοζάνης και τον Λ. Μαλούτα, από τη Νομαρχιακή αυτοδιοίκηση Κοζάνης.

Η μελέτη τους παρουσιάζει τη συμβολή του λεβητοστασίου αιχμής της Κοζάνης στην ποιότητα του αέρα. Γενικά το λεβητοστάσιο αιχμής βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από την πόλη (2 χιλιόμετρα) Οι συνεισφορές στις μετρούμενες συγκεντρώσεις SO₂ είναι ιδιαίτερα χαμηλές, ωστόσο σύμφωνα με τους δύο μελετητές, επειδή δεν μπορούμε να μετρούμε σε άπειρες θέσεις, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι σε κάποιες θέσεις και κάτω από ιδιαίτερες μετεωρολογικές συνθήκες, υπάρχει περίπτωση μέγιστης επιβάρυνσης. Το πρόβλημα αυτό εξετάστηκε για την περίπτωση της Κοζάνης με τη χρήση μοντέλου διασποράς⁴⁰. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε, διερευνά για τη συγκεκριμένη

³⁹ Όπου και πρίν

⁴⁰ Α. Τριανταφύλλου, Εργ. Περιβαλλοντικής Φυσικής Τει Κοζάνης, Λ. Μαλούτας, Νομαρχιακή Αυτοδ. Κοζάνης. «Τηλεθέρμανση και συμπαραγωγή απο την σκοπιά του περιβάλλοντος: Η εμπειρία Πτολεμαΐδας Κοζάνης» Ημερίδα: 'Οι εφαρμογές τηλεθέρμανσης και συμπαραγωγής στην Ελλάδα και η βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων' ΚΤΕΣΚ σελ 103 - 112

διεύθυνση που ενδιαφέρει, όλες τις ταχύτητες του ανέμου για να επιλέξει εκείνη που δημιουργεί τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Τα αποτελέσματα εκτίθενται στον πίνακα 2.30:

Απόσταση απο την Πηγή σε m	Ταχύτητα (m/s)	Διεύθυνση	Μέγιστη συγκέντρωση ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
500	2,5	ABA	31

Πίνακας 2.31 Μέγιστη 24ωρη συγκέντρωση SO₂ με αναστροφή στο ενεργό ύψος της καμινάδας που προκύπτει από το μοντέλο⁴¹

Τα συμπεράσματα των μελετητών συνοψίζονται στα εξής:

- Η υπολογισθείσα από το μοντέλο συγκέντρωση των 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, που είναι η μέγιστη κάτω από ειδικές ατμοσφαιρικές καταστάσεις, που οδηγούν σε επεισόδια ρύπανσης, είναι μικρότερη από το 50% της τιμής – στόχου που θέτει η Π.Ο.Υ. και άρα με ασφάλεια ουδέποτε θα γίνει υπέρβαση.
- Η μέγιστη τιμή αναμένεται σύμφωνα με το μοντέλο σε απόσταση 500 μέτρων από την πηγή, ήτοι έξω από την πόλη της Κοζάνης.
- Οι ανεμολογικές συνθήκες για τις οποίες αναμένεται η παράπανω συγκέντρωση, παρουσιάζουν πολύ μικρή συχνότητα εμφάνισης.

Συνεπώς καταλήγουμε σε κοινά αποτελέσματα με τη μόνη διαφορά ότι εμείς θεωρήσαμε απαραίτητο να συνυπολογίσουμε και τις εκπομπές του λεβητοστασίου αιχμής, στις συνολικές εκπομπές SO₂ της πόλης. Παρόλ' αυτά διαπιστώνεται από όλους τους μελετητές ουσιαστικότερη μείωση των συγκεντρώσεων SO₂ και καπνού μετά τη λειτουργία του δικτύου τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη και την Πτολεμαΐδα. Εξίσου αισιόδοξα είναι και τα αποτελέσματα εκτιμήσεων του Παν. Δυτικής Μακεδονίας και για την περιοχή του Αμυνταίου, όπου επίσης λειτουργεί σύστημα τηλεθέρμανσης τα τελευταία χρόνια.

Αποτελεί επίσης κοινό πεδίο όλων των μελετητών επί του θέματος, το γεγονός ότι η μείωση αυτή που εξετάσαμε, δικαιολογεί από την σκοπιά του περιβάλλοντος, ακόμα και στην περίπτωση που δεν υπάρχουν σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, η λύση της τηλεθέρμανσης με τη λειτουργία κεντρικού σταθμού παραγωγής θερμού νερού (με καύση πετρελαίου ή φυσικού αερίου) παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις κεντρικές θερμάνσεις. Το θείο που περιλαμβάνεται στο πετρέλαιο θέρμανσης

⁴¹ Όπου και πριν

και επίσης οι ανεπαρκείς όροι καύσης στη μικρή κεντρική θέρμανση και στους λέβητες στις πόλεις είναι σε μεγάλο βαθμό οι παράγοντες που είναι αρμόδιοι για τη συγκέντρωση των οξειδίων θείου, οξειδία αζώτου στην ατμόσφαιρα της πόλης, που έχουν τα δυσμενή αποτελέσματα στην υγεία του κοινού και επίσης στο περιβάλλον. Η εκπομπή σε σχετικά χαμηλό ύψος, από τις καπνοδόχους των λεβήτων κεντρικής θέρμανσης που βρίσκονται κατάσπαρτες μέσα στην πόλη, δε διαχέεται στα ανώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα, και επιβαρύνει το περιβάλλον στο οποίο ζει ο άνθρωπος.

Αντίθετα αν η συγκεντρωμένη εκπομπή γίνει από υψηλές καπνοδόχους τις περισσότερες φορές φτάνει και υπερβαίνει τη στάθμη αναστροφής, οπότε οι ρύποι διαχέονται στα ανώτερα στρώματα. Αυτό σημαίνει ότι η ποιότητα του αέρα μέσα στις πόλεις είναι καλύτερη όταν οι ρύποι εκπέμπονται από ψηλά, από ό,τι χαμηλά, ακόμα και όταν στην πρώτη περίπτωση η ποσότητα των ρύπων είναι λίγο μεγαλύτερη.

Αυτό επιβιβιώνεται και από τη διεθνή εμπειρία.

Ένα παράδειγμα είναι το Ελσίνκι, όπου πάνω από το 80% των κτισμάτων του θερμαίνεται με τηλεθέρμανση από το 1960. Η ολική ετήσια εκπομπή SO₂ στο Ελσίνκι ήταν 41.915 τόνοι το έτος 1960 ενώ το 1980 ήταν 96.458. Αντίστοιχα η μέγιστη μέση ημερήσια τιμή της συγκέντρωσης το 1960 ήταν 680 μg/m³ ενώ το 1980 ήταν 190 μg/m³.⁴²

Τέλος θα πρέπει να επισημάνουμε μια κρίσιμη παράμετρο. Ακόμα και η ελάχιστη εκπομπή που αντιστοιχεί στην καύση σε λέβητες των ΑΗΣ της ΔΕΗ, της πρόσθετης ποσότητας λιγνίτη, που απαιτείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ίσης με την ποσότητα κατά την οποία μειώνεται η παραγωγή της μονάδας από την οποία γίνεται ατμοληψία, εκπέμπεται από τις απομακρυσμένες από την πόλη και πολύ υψηλές καπνοδόχους των ΑΗΣ.

Έξαλλου η πρόσθετη κατανάλωση καυσίμου, είναι αντελώς αμελητέα και μόλις φτάνει το **0,08%** της ποσότητας λιγνίτη που σήμερα καταναλώνεται στους ΑΗΣ της περιοχής και γιαυτό δεν ελήφθει καθόλου υπ'όψιν σε καμία μελέτη από τις παραπάνω, μηδέ της δικής μας εξαιρουμένης.

Θα κλείσουμε το κεφάλαιο με πολύ σημαντικά νέα όσον αφορά τις περιβαλλοντικές εκτιμήσεις. Έχει ήδη ξεκινήσει (Μάρτιος 2007) η κατασκευή 2 αποθηκευτήρων (δεξαμενών)⁴³ στην περιοχή του λεβητοστασίου αιχμής, συνολικής χωρητικότητας 1000 m³. Η λειτουργία του συστήματος θα είναι η εξής: Κατά τη διάρκεια της νύχτας, όπου η κατανάλωση είναι μηδενική, θα αποθηκεύεται υπέρθερμο νερό στις δύο δεξαμενές 120 C °, οι οποίες θα έχουν κατάλληλη μόνωση για ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών. Έτσι η τροφοδότηση της αιχμής στις κρίσιμες ώρες (πρωί – μεσημέρι – βράδυ) θα γίνεται από τις δεξαμενές και όχι από το λεβητοστάσιο αιχμής. Έτσι ο ρόλος

⁴² ΤΕΕ Δυτ. Μακεδονίας Γενική εισήγηση: « 1^ο ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ», 4-5-6 Μαΐου 1990, ΤΕΙ Κοζάνης, σελ 71

⁴³ Περισσότερες πληροφορίες περί αποθήκευσης της θερμικής ενέργειας παραθέτουμε στο 5^ο κεφάλαιο. Ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει προκειμένου να κατανοήσει πλήρως την έννοια της αποθήκευσης.

του λεβητοστασίου αιχμής θα περιοριστεί σε καθαρά συμπληρωματική χρήση σε έκτακτες περιόδους (υπερβολικού ψύχους).

Οι μηχανικοί της τηλεθέρμανσης μάλιστα αισιοδοξούν ότι οι ρύποι (που συνυπολογίσαμε στο μοντέλο εκτίμησης) από το λεβητοστάσιο αιχμής θα μηδενιστούν από το 2008. Προσθέτοντας δε και τις πολύ αισιόδοξες συναντήσεις⁴⁴ που είχαμε λίγο πριν την παράδοση της παρούσης διπλωματικής, υπολογίζουν πλέον σε 100% κάλυψη της πόλης στα τέλη του 2008⁴⁵. Η ολική κάλυψη της πόλης σε συνδυασμό με την αποθήκευση ενέργειας για τις αιχμές, θα οδηγήσει τελικά σε μηδενικές εκπομπές ρύπων για θέρμανση, ουσιαστικά μηδενισμό του SO₂. Κάτι τέτοιο βέβαια δίνει στο μοντέλο εκτίμησης που αναπτύξαμε, μόνο παρούσα αξία (2007) διότι μελλοντικά απαξιώνεται χάρη στην προνοητικότητα και την πρόληψη των υπευθύνων της τηλεθέρμανσης της Κοζάνης.

2.3 Συμπεράσματα – Σύνοψη – Προτάσεις

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό, θα επιχειρήσουμε μια ανακεφαλαίωση όλων των συμπερασμάτων που προέκυψαν από το μελετητικό μας έργο. Κεντρικός πυρήνας του κεφαλαίου υπήρξε το μεγαλύτερο σύστημα τηλεθέρμανσης που λειτουργεί στην Ελλάδα, αυτό της πόλης της Κοζάνης. Έγινε μια προσπάθεια περιληπτικής αλλά ουσιώδους παρουσίασης της προμελέτης που προηγήθηκε της κατασκευής του έργου και στη συνέχεια επιχειρήθηκε η αποδόμηση της για την απομάστευση όλων εκείνων των απαραίτητων εργαλείων που παρουσιάζονται ξεχωριστά και είναι απαραίτητα για την εκπόνηση μελέτης ενός οποιουδήποτε συστήματος τηλεθέρμανσης, με μικρές παραλλαγές.

Τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών αλλά και οικονομικό – κοινωνικών επιπτώσεων είναι ιδιαίτερα αισιόδοξα. Προκύπτουν ιδιαίτερα πλεονεκτήματα αλλά και ορισμένα μειονεκτήματα της τηλεθέρμανσης τα οποία εκθέτουμε στην συνέχεια.

2.3.1 Πλεονεκτήματα – οφέλη Τηλεθέρμανσης

Από τη λειτουργία της Τηλεθέρμανσης μέχρι σήμερα προέκυψαν τα παρακάτω οφέλη για την πόλη της Κοζάνης, τους κατοίκους της, αλλά και την εθνική οικονομία :

⁴⁴ Υψηλόβαθμο κλιμάκιο Δανών μηχανικών βρισκόταν στην Κοζάνη στις 1-5 Μαρτίου για την συλλογή στοιχείων, προκειμένου να εκπονηθεί μελέτη εφικτότητας της μετατροπής της τηλεθέρμανσης Κοζάνης σε τηλεψύξη τους θερινούς μήνες! Οι υπεύθυνοι της ΔΕΥΑΚ τόνισαν ότι κάτι τέτοιο θα εφαρμοστεί πιλοτικά πρώτα σε δημόσια κτίρια (Δημαρχείο) και , ανάλογα , με τα αποτελέσματα της μελέτης θα γίνει προσπάθεια για επέκταση του τηλεδροσισμού σ' όλη την πόλη σταδιακά. Η προοπτική εξοικονόμησης ενέργειας είναι τεράστια, αν αναλογιστεί κανείς ότι ένα κλιματιστικό έχει 8% απόδοση αναλογικά πάντα με την ενέργεια που καταναλώνει (δηλαδή τον λιγνίτη που έμμεσα «καίει» για να ψύξει...)

⁴⁵ Κατάφεραν να εισαχθούν οι επεκτάσεις της πόλης σε διάφορα χρηματοδοτικά προγράμματα, με αποτέλεσμα να εξασφαλιστούν όλοι οι απαραίτητοι πόροι χρηματοδότησης της ολοκλήρωσης του έργου στο 100% επί του συνόλου των κτιρίων της πόλης.

- ✓ Έχει εξοικονομηθεί συνάλλαγμα λόγω της μη κατανάλωσης πάνω από 80.000 ΤΟΕ (τόνων ισοδύναμων πετρελαίου) πετρελαίου θέρμανσης και κάθε χρόνο πλέον θα εξοικονομούνται 20.000 ΤΟΕ (11.000 ΤΟΕ για την Πτολεμαΐδα) περίπου, πετρελαίου θέρμανσης, ποσό που θα αυξάνει μέχρι και την ολική κάλυψη της πόλης με Τηλεθέρμανση (μέχρι το 2006 έχει καλυφθεί περίπου το 75 – 80%)
- ✓ Οι κάτοικοι της πόλης εξοικονόμησαν πάνω από 10 εκατομμύρια € μέχρι το 2002 και υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο εξοικονομούνται πάνω από 3 εκ. €. Στο 100% της κάλυψης της πόλης υπολογίζεται εξοικονόμηση ύψους 5.500.000 \$. Αν αναλογιστούμε και τα αντίστοιχα συστήματα της Πτολεμαΐδας, του Φιλώτα και του Αμυνταίου, τότε το ποσό εξοικονόμησης αυξάνει θεαματικά.
- ✓ Η εκτέλεση του έργου της Τηλεθέρμανσης δημιούργησε νέες θέσεις εργασίας είτε έμμεσα, είτε άμεσα και έδωσε ώθηση στην εμπορική και βιοτεχνική δραστηριότητα της πόλης, σε μια περιοχή με ιδιαίτερα οξυμμένο το πρόβλημα της ανεργίας.
- ✓ Η λειτουργία της Τηλεθέρμανσης συνεισέφερε στην ποιότητα ζωής, με καθαρότερο αστικό περιβάλλον, αφού σταμάτησε η πλειοψηφία των καμινάδων κεντρικής θέρμανσης με μαζούτ και πετρέλαιο, να ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα της πόλης, που είναι ήδη επιβαρυνμένη από την δραστηριότητα των ατμοηλεκτρικών σταθμών και των εξορύξεων της ΔΕΗ στην ευρύτερη περιοχή του νομού. Το μοντέλο εκτίμησης της μείωσης των ρύπων SO₂, CO & CO₂ δίνει ελάττωση των ρύπων αυτών σε τιμές που αγγίζουν και το 90% μέσα στην πόλη!
- ✓ Παρατηρείται σημαντική βελτίωση της ενεργειακής αξιοποίησης του λιγνίτη. Συγκεκριμένα έχουμε αύξηση του βαθμού απόδοσης των μονάδων της ΔΕΗ οι οποίες είναι διασυνδεδεμένες με την Τηλεθέρμανση και παρέχουν το υπέρθερμο νερό.
- ✓ Υπάρχει πιο ορθολογική εκμετάλλευση της απορριπτόμενης θερμικής ενέργειας που προέρχεται από την καύση του λιγνίτη. Είναι γνωστό ότι από το σύνολο της καύσης του λιγνίτη, μόνο το 1/3 μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, ενώ τα υπόλοιπα 2/3 περίπου απορρίπτονται στην ατμόσφαιρα είτε μέσω της καμινάδας (θερμά καυσαέρια) είτε από τους πύργους ψύξης, στην ατμόσφαιρα. Η απορριπτόμενη ενέργεια μειώνεται και υπολογίζεται έτσι, εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 22 – 26%.
- ✓ Τηλεθέρμανση και Ανάπτυξη Παράλληλων Δραστηριοτήτων:

- Θερμοκήπια⁴⁶
 - Ξηραντήρια
 - Ιχθυοκαλλιέργειες
 - Βιοτεχνίες με πρώτη ύλη τη θερμότητα
 - Εισαγωγή νέας τεχνογνωσίας
-
- ✓ Η τοπική αυτοδιοίκηση απέδειξε ότι μπορεί να εκτελέσει μεγάλα έργα με επιτυχία, συντελώντας σε ουσιαστική αποκέντρωση με πράξεις.
 - ✓ Η τεχνογνωσία που αποκτήθηκε είναι ανυπολόγιστης αξίας δεδομένου ότι η μελέτη, η κατασκευή και η λειτουργία του έργου έγινε από «ελληνικά χέρια».
 - ✓ Τέλος ανοίγεται για την ελληνική – κατασκευαστική βιομηχανία – βιοτεχνία, η δυνατότητα ανάπτυξης μονάδων παραγωγής εξαρτημάτων – ανταλλακτικών τηλεθέρμανσης, γεγονός που θα απαιτήσει νέες ανάγκες για εργατικά χέρια, εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό, αλλά και δυνατότητες ανταγωνισμού στην πανευρωπαϊκή αγορά.
 - ✓ Η ηχορύπανση, είναι και αυτή ένα είδος μόλυνσης. Δεν είναι σωστό να παραλείψουμε τη συμβολή της τηλεθέρμανσης στη μείωση των θορύβων της πόλης, περιορίζοντας τη χρήση καυστήρων.

⁴⁶ Στο νομό **Κοζάνης** θα ανοίξει πολύ σύντομα το πρώτο πιλοτικό-εκπαιδευτικό θερμοκήπιο στην Ελλάδα, που θα λειτουργεί με τηλεθέρμανση, προϋπολογισμού **350.000 ευρώ**. Το θερμοκήπιο δημιουργείται από τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Κοζάνης, σε συνεργασία με το **τμήμα Γεωπονικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης** και αποτελεί μια πρότυπη μονάδα παραγωγής.

"Με την παρότρυνση και την ενθάρρυνση της ίδιας της νομαρχιακής αυτοδιοίκησης Κοζάνης, μπορούν να δημιουργηθούν στο άμεσο μέλλον ανάλογες μονάδες από ιδιώτες", υπογραμμίζεται σε ανακοίνωση της Νομαρχίας. Στις εγκαταστάσεις του θα τοποθετηθεί ο πλέον σύγχρονος εξοπλισμός που υπάρχει για τα θερμοκήπια. Παράλληλα, το θερμοκήπιο θα είναι εκπαιδευτικό, διότι μέσω αυτού θα υλοποιηθούν εκπαιδευτικά προγράμματα, με τη συνδρομή ειδικών επιστημόνων, προς τους αγρότες της περιοχής, για τον τρόπο καλλιέργειας κάθε είδους προϊόντων της γης. Επίσης, θα παρουσιάζονται νέες, καινοτόμες, αλλά και "άγνωστες" καλλιέργειες.



Μ Καλογεράκη 28/3/2006 πηγή: www.contra.gr

2.3.2 Μειονεκτήματα – προβλήματα που προέκυψαν από την λειτουργία της Τηλεθέρμανσης.

- ✓ Ο περιορισμός άσκησης του επαγγέλματος σε ορισμένους κλάδους τεχνικών που ασχολούνται σήμερα με την κατασκευή και εγκατάσταση συμβατικών εγκαταστάσεων καλοριφέρ.
- ✓ Η εκπαίδευση των τεχνικών εγκαταστάσεων και συντήρησης πάνω στα νέα συστήματα που εισήγαγε η τηλεθέρμανση (εναλλάκτες). Παρ' όλα αυτά δεν παρατηρήθηκε ιδιαίτερο πρόβλημα στην περιοχή και οι τεχνίτες προσαρμόστηκαν στις αλλαγές, χωρίς ιδιαίτερες δυσκολίες.
- ✓ Η αναστάτωση και το χάος που επήλθε στην πόλη κατά την διάρκεια εσκαφής των δρόμων και την καταστροφή αγωγών αποχέτευσης, νερού, ρεύματος, καλώδια ΟΤΕ, κυκλοφοριακό, που σε καθημερινή βάση για χρόνια έφτασε στα όρια της δυσφορίας τους πολίτες (χώρια τις συχνές πτώσεις πεζών και αυτοκινήτων στα χαντάκια!).
- ✓ Θα μπορούσε όμως η τοποθέτηση των αγωγών τηλεθέρμανσης να συνδυαστεί με την τοποθέτηση άλλων αγωγών, κάτι που δυστυχώς δεν έγινε. Σύμφωνα με τα λεγόμενα των υπεύθυνων της ΔΕΥΑΚ, είχε γίνει πρόταση της παράλληλης τοποθέτησης οπτικής ίνας, η οποία τελικά απορρίφθηκε, στερώντας έτσι από την Κοζάνη την πρωτιά της πρώτης πόλης Πανελλαδικά, όπου θα υπήρχε πλήρες δίκτυο οπτικής ίνας...
- ✓ Σίγουρα το γεγονός ότι η θέρμανση της πόλης ελέγχεται από ένα σημείο, λύνει αρκετά προβλήματα ρύπανσης, αφού ελέγχονται συγκεντρωτικά οι ρύποι. Παρ' όλα αυτά ένα πρόβλημα σε κάποιο κεντρικό σημείο, μπορεί να παραλύσει ολόκληρο το σύστημα για αρκετό χρονικό διάστημα. Κάτι τέτοιο είχε συμβεί το Νοέμβριο του 1998, όταν κάποιο πρόβλημα στους κεντρικούς αγωγούς, άφησε τις πόλεις χωρίς θέρμανση για μέρες⁴⁷.
- ✓ Προβλήματα επίσης υπήρξαν και με το λεβητοστάσιο αιχμής. Από μετρήσεις που έγιναν από το ΤΕΙ Κοζάνης και τη Νομαρχία, διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευόμενοι ρύποι από το λεβητοστάσιο αιχμής για τις ανάγκες της τηλεθέρμανσης της Κοζάνης δεν επηρεάζουν πρακτικά την πόλη. Παρ' όλα αυτά σύμφωνα με την

⁴⁷ Εφημερίδα «ΚΟΖΑΝΗ» Δεκέμβριος 1998, σελ 2

Οικολογική Κίνηση Κοζάνης⁴⁸, το γεγονός ότι τον πρώτο χρόνο της λειτουργίας της, η απαιτούμενη θερμική ενέργεια για την τηλεθέρμανση Κοζάνης δεν παρεχόταν από τον Α.Η.Σ, αλλά μόνο από το λεβητοστάσιο, το οποίο χρησιμοποιούσε για καύσιμο μαζούτ, που είναι ιδιαίτερα ρυπογόνο. Με βάση τις προδιαγραφές το μαζούτ που καίει ο λέβητας, έχει 3,5' θειάφι. Αυτό σημαίνει ότι εκπομπές SO₂ 1200 έως 1750 kgg την ημέρα ή 6000 mg/Nm³ τη στιγμή που το επιτρεπτό όριο είναι 1700 mg/Nm³.

- ✓ Εκτός όμως από τα προβλήματα στην ατμόσφαιρα, το λεβητοστάσιο αιχμής προκάλεσε και προβλήματα στο αεροδρόμιο της πόλης που βρίσκεται σε σχετικά κοντινή απόσταση. Η καύση μαζούτ προϋποθέτει ψηλές καπνοδόχους, οι οποίες διαπιστώθηκαν επικίνδυνες για τα αεροσκάφη.
- ✓ Προβλήματα κατά την λειτουργία των θερμικών υποσταθμών εντοπίστηκαν περισσότερο σε κτίρια με παλαιά δίκτυα κεντρικής θέρμανσης, που προκαλούσαν φραξίματα στον εναλλάκτη. Σε αρκετές επίσης περιπτώσεις η αυξημένη στον εναλλάκτη πίεσης δημιούργησε κακή κυκλοφορία σε κακοσχεδιασμένα υδραυλικά δίκτυα κεντρικής θέρμανσης. Πρέπει βέβαια να τονιστεί ότι οι θερμικοί υποσταθμοί που παρουσίασαν κάποιο από τα παραπάνω προβλήματα, δεν ξεπεράσανε το 10% του συνόλου των εγκατεστημένων⁴⁹.
- ✓ Οι εχθροί των συστημάτων τηλεθέρμανσης είναι οι επικαθίσεις αλάτων και λάσπης, που εμποδίζουν την μετάδοση της θερμότητας στις επιφάνειες εναλλαγής. Ένα στρώμα επικαθίσεων, πάχους ενός χιλιοστού, προκαλεί αύξηση στην κατανάλωση καυσίμου (λιγνίτη στην προκειμένη) 10%.
- ✓ Σε κάθε σύστημα τηλεθέρμανσης οι απώλειες είναι σημαντικές και εντοπίζονται σε δύο κατηγορίες: Λόγω απότομης αλλαγής του καιρού και άλλων αστάθμητων παραγόντων και κυρίως λόγω λαθών στην μελέτη, στην κατασκευή και τη λειτουργία του συστήματος.

⁴⁸ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΚΟΖΑΝΗΣ Άρθρο : « Η χρήση μαζούτ στην Τηλεθέρμανση, επιβαρύνει το περιβάλλον», Κοζάνη 20/09/1993

⁴⁹ Δ. Πεκόπουλος, Μ. Μηχ. ΑΠΘ «Τηλεθέρμανση Κοζάνης: ένας χρόνος λειτουργίας» Έκδοση συλλόγου Η. Μηχ. Βορείου Ελλάδος ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, τεύχος 1^ο, 1995

2.3.3 Προτάσεις για μελλοντικά συστήματα Τηλεθέρμανσης από συμπαραγωγή με την ΔΕΗ.

Το πλούσιο λιγνιτοφόρο στρώμα του λεκανοπεδίου της Κοζάνης – Πτολεμαΐδας συμβάλλει καθοριστικά στην παραγωγή του 70% της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδος. Οι πέντε ατμοηλεκτρικοί σταθμοί που λειτουργούν στην περιοχή, σε συνδυασμό με το υδροηλεκτρικό φράγμα της λίμνης του Πολυφύτου και άλλα που βρίσκονται υπό κατασκευή, καθιστούν την περιοχή το πιο ισχυρό ενεργειακό κέντρο της χώρας. Επειδή όμως όπως τονίσαμε στο πρώτο κεφάλαιο, η ανάπτυξη τις περασμένες δεκαετίες ήταν άρρηκτα συνδεδεμένη με την αλόγιστη εκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος, η περιβαλλοντική υποβάθμιση της περιοχής είναι τεράστια.

Είναι πολύ λυπηρό το γεγονός ότι ενώ τα εργοστάσια λειτουργούσαν στην περιοχή από τις αρχές της δεκαετίας του '50, δεν έγινε καμία ουσιαστική προσπάθεια για την αξιοποίηση της απορριπτόμενης στο περιβάλλον, θερμικής ενέργειας, παρά μόνο το 1988⁵⁰, ενώ στην υπόλοιπη Ευρώπη αλλά και τις χώρες του πρώην υπαρκτού σοσιαλισμού, υπήρχαν συστήματα τηλεθέρμανσης από το 1960.

Μετά κόπων και βασάνων, τελικά η τηλεθέρμανση κατάφερε να περάσει από τη θεωρία στην ουσιαστικότερη πράξη τη δεκαετία του 1990.

Έκτοτε τα αποτελέσματα είναι αν μη τι άλλο πολύ ικανοποιητικά. Το παράδειγμα της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας, ακολουθήθηκε και στο Φιλώτα, τη Λεβαΐα και το Αμύνταιο, κωμοπόλεις με συνολικό πληθυσμό πάνω από 6.000 κατοίκους.

Οφείλουμε να επισημάνουμε ορισμένα πλεονεκτήματα που έχει το σύστημα τηλεθέρμανσης του Φιλώτα – Λεβαΐας – Αμυνταίου, σε σχέση με τα αντίστοιχα της Κοζάνης – Πτολεμαΐδας, που αποτελούν έμπρακτη απόδειξη, ότι η εμπειρία που αποκτήθηκε βελτίωσε κάθε μελλοντική εφαρμογή.

- ✓ *Η παροχή θερμότητας από τον ΑΗΣ Αμυνταίου δεν προκαλεί μείωση της ηλεκτροπαραγωγής του σταθμού, δηλαδή παράγονται ταυτόχρονα 300 MWe & 40 MWh.*
- ✓ *Είχε προβλεφθεί χώρος στον ΑΗΣ για την εγκατάσταση πρόσθετου εξοπλισμού, ώστε να λειτουργήσει ως συμπαραγωγικός.*
- ✓ *Έτσι επετεύχθη αποφυγή σημαντικής δαπάνης (που στην Κοζάνη και Πτολεμαΐδα δεν είχε προβλεφθεί στους παλαιότερους σταθμούς και έτσι η μετατροπή κόστισε 1 δις δραχμές το 1993) λόγω του ότι ο*

⁵⁰ Στην ουσία το πρώτο σύστημα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα, λειτούργησε στην Πτολεμαΐδα το 1959 σε έναν μικρό οικισμό της ΔΕΗ, κοντά στην πόλη, τροφοδοτούμενο με θερμική ενέργεια από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Παρόλο που λειτούργησε με επιτυχία, χρειάστηκε να περάσουν τριάντα χρόνια περίπου, για να μελετηθεί ένα ουσιαστικό σύστημα τηλεθέρμανσης για την πόλη της Πτολεμαΐδας.

ΑΗΣ Αμυνταίου, αλλά και της Μελίτης στην Φλώρινα, όπως θα δούμε στην συνέχεια, μπορεί να παρέχει θερμότητα χωρίς προσθήκες και μετατροπές.

Πολύ κοντά στην υλοποίηση του συστήματος τηλεθέρμανσης της **Φλώρινας** και της κωμόπολης της **Μελίτης**, είναι η ΔΕΗ, σύμφωνα με δελτίο τύπου που παραθέτουμε στο 4^ο παράρτημα του παρόντος κεφαλαίου. Από πληροφορίες που αντλήσαμε από την ΑΝ.ΚΟ., η απογραφή του δομικού όγκου της περιοχής έχει πραγματοποιηθεί και η προμελέτη του έργου βρίσκεται στο τελικό στάδιο και κρίνεται βιώσιμη. Η χρηματοδότηση θα ενταχθεί στο 4^ο κοινοτικό πλαίσιο στήριξης και το πιθανότερο είναι το 2008 να ξεκινήσει η δημοπράτηση και κατασκευή του έργου.

Η κατασκευή της τηλεθέρμανσης της **Μεγαλόπολης** έχει ξεκινήσει και μάλιστα φέτος λειτούργησε θερμαίνοντας τα πρώτα σπίτια που έχουν συνδεθεί. Προβλέπεται μάλιστα η σύνδεση και ενός καυστήρα βιομάζας για τις ανάγκες αιχμής της πόλης, καθιστώντας έτσι την Μεγαλόπολη ως την πρώτη πόλη μερικώς θερμαινόμενη από βιομάζα.

Στις **Σέρρες** σε συνδυασμό με την έλευση του αγωγού φυσικού αερίου, έχει αρχίσει η κατασκευή και δικτύου τηλεθέρμανσης. Πέρα από την ηλεκτρική ενέργεια, που θα παράγεται με τη χρήση του φυσικού αερίου, η υλοποίηση της επένδυσης από ιδιωτική εταιρεία με τη σύμπραξη και Γερμανικής πολυεθνικής θα προσφέρει τη δυνατότητα της διοχέτευσης στην πόλη των Σερρών ζεστού νερού για θέρμανση, σε τιμή χαμηλότερη κατά 10-15% από το πετρέλαιο.

Η πρώτη φάση της επένδυσης προβλέπει τη δημιουργία δικτύου που θα καλύψει το 1/3 του αστικού ιστού της πόλης των Σερρών και πιο συγκεκριμένα 1.000 οικοδομές, που υπολογίζονται σε 10.000 νοικοκυριά⁵¹.

Στον πίνακα 2.32 που ακολουθεί, δίνουμε μια συγκεντρωτική παρουσίαση όλων των συστημάτων με συμπαραγωγή που αυτή τη στιγμή (2006) λειτουργούν ή υλοποιούνται στην Ελλάδα.

⁵¹ «Ο κ. Μουσιάδης διασαφήνισε ότι ο Δήμος Σερρών δεν έχει καμία νομική δυνατότητα να παρέμβει στην υλοποίηση της επένδυσης, καθώς πρόκειται για δίκτυο κοινής ωφελείας και δίνεται η δυνατότητα στον επενδυτή να δημιουργήσει δίκτυο σε οποιοδήποτε σημείο του αστικού ιστού. Πρώιμη έκρινε την οποιαδήποτε εξαγωγή συμπερασμάτων για τη χρέωση από τη χρήση της τηλεθέρμανσης, σημειώνοντας πως θα πρέπει πρώτα να γνωρίζουμε το κόστος της επένδυσης και τον ορίζοντα απόσβεσής της, ενώ ως σημαντικό παράγοντα πρόκρινε τον αριθμό των καταναλωτών που θα ενταχθούν στο νέο σύστημα. Εως ένα βαθμό ο δήμαρχος Σερρών συμμερίζεται τις ανησυχίες για το ενδεχόμενο η υλοποίηση της επένδυσης της τηλεθέρμανσης να λειτουργήσει ανασταλτικά για την έλευση του φυσικού αερίου στην πόλη των Σερρών.

Παρατήρησε, όμως, ότι ο αγωγός του φυσικού αερίου θα διέλθει από την πόλη προκειμένου να κατευθυνθεί προς το νοσοκομείο Σερρών και θα δοθεί έτσι η δυνατότητα σε όσους επιθυμούν να συνδεθούν με αυτό.»

Άρθρο: «Ενδεχομένως η τηλεθέρμανση να λειτουργήσει ανασταλτικά» Ημερομηνία: 29/11/ 2006 πηγή: Διαδίκτυο.

Συστήματα Τηλεθέρμανσης με ΣΗΘ από σταθμούς της ΔΕΗ στην Ελλάδα.		
ΠΟΛΗ	ΙΣΧΥΣ	Πληροφορίες κατάστασης συστημάτων
Κοζάνη	130 MWth	13 χρόνια λειτουργίας
Πτολεμαΐδα	70 MWth	14 χρόνια λειτουργίας
Αμύνταιο	40 MWth	6 χρόνια λειτουργίας
Φιλώτας - Λεβαΐα	///	6 χρόνια λειτουργίας
Μεγαλόπολη	20 MWth	Υπό κατασκευή και χρήση καυστήρα βιομάζας παράλληλα με τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης
Φλώρινα - Μελίτη	///	Υπό μελέτη (ΑΝΚΟ). Τροφοδοσία από ΑΗΣ Μελίτης
Σέρρες	///	Υπό κατασκευή. (ΣΗΘ με φυσικό αέριο)

Πίνακας 2.32 Τα συστήματα τηλεθέρμανσης με ΣΗΘ από την ΔΕΗ που υπάρχουν ή σχεδιάζονται στην ελληνική επικράτεια

Στο παράρτημα IV, στο τέλος του κεφαλαίου, παραθέτουμε πίνακες με την απογραφή όλων των γνωστών κοιτασμάτων λιγνίτη στη χώρα, εκμεταλλεύσιμων και μη. Ο πλούτος της ελληνικής γης όσον αφορά τα κοιτάσματα αυτού του ενεργειακού πόρου, είναι τεράστιος. Ο λιγνίτης αποτελεί στρατηγικό εθνικό πόρο εξασφάλισης ενεργειακής αυτονομίας της χώρας μας. Δυστυχώς όμως η εκμετάλλευσή του αποτελεί τεράστια εστία ρύπανσης και συνεπώς πρέπει πάντα να συνυπολογίζουμε και το περιβαλλοντικό – κοινωνικό κόστος εξόρυξης και χρήσης του.

Τα άμεσα σχέδια της ΔΕΗ αφορούν εκμετάλλευση των λιγνιτικών κοιτασμάτων των εξής περιοχών:

- ➔ Κέλλης – Βεύης στη Φλώρινα και την κατασκευή νέου ΑΗΣ στην περιοχή.

- *Ευρύτερη περιοχή Ελλάσοντας (Κατασκευή ΑΗΣ.)*
- *Νομός Δράμας (με δυναμική κινητοποίηση των κατοίκων, ματαιώθηκε).*

Θέση αυτής της εργασίας είναι να αποδείξει τη χρησιμότητα της τηλεθέρμανσης και όχι την εγκατάσταση ή μη, νέων ΑΗΣ από τη ΔΕΗ. Είναι όμως υποχρέωση της ΔΕΗ αλλά και της εθνικής ενεργειακής πολιτικής, να λαμβάνεται πάντοτε υπ' όψη και το περιβαλλοντικό κόστος αλλά και η πρόβλεψη ανάπτυξης συστημάτων τηλεθέρμανσης για οικιστικά σύνολα κοντά σε υπό κατασκευή ΑΗΣ, από τα πρώτα στάδια της κατασκευής τους.

Εξετάζοντας το θέμα από μια άλλη οπτική γωνία, η ΔΕΗ παράγει σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς (έκτος λιγνίτη) χρησιμοποιώντας σαν καύσιμο μαζούτ σε όλη σχεδόν την νησιωτική χώρα αλλά και την Αττική, 3.778 GWh με ειδική κατανάλωση 0,24 Kg/kwh. Δηλαδή καταναλώνει 3.778×10 εις την $6^{\text{η}}$ $\times 0,24 = 907.000$ t/a μαζούτ. Στην περίπτωση τηλεθέρμανσης με συμπαραγωγή έχουμε ειδική κατανάλωση 0,10 Kg/kwh και έτσι έχουμε: 3.778×10 εις την $6^{\text{η}}$ $\times 0,10 = 377.810$ t/a⁵².

Δηλαδή εάν χρησιμοποιούσαμε το μαζούτ που καταναλώνει η ΔΕΗ, σε τηλεθερμάνσεις με συμπαραγωγή, τότε παίρνοντας την ίδια ηλεκτρική ενέργεια, θα μείνουν 529.000 t/a μαζούτ για θερμική ενέργεια. Αν δε, σκεφτεί κανείς ότι ένα μεγάλο τμήμα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ, χρησιμοποιείται το χειμώνα για θέρμανση, διαπράττουμε σα χώρα το τέλειο έγκλημα της πρωτογενούς ενέργειας!

Φαντάζει πλέον επιτακτική η ανάγκη να αποκτήσει η Ελλάδα ένα σωστό ενεργειακό σχεδιασμό μέσα στα πλαίσια μιας ορθής διαχείρισης των ενεργειακών της πόρων. Βασικά θεμέλια του σωστού σχεδιασμού αποτελούν:

- ***Καταγραφή και ιεράρχηση των καταναλωτών ενέργειας (θερμικής και ηλεκτρικής), χωρίζοντας τη χώρα σε ανάλογες ζώνες και αντιμετωπίζοντας σοβαρά το θέμα της τηλεθέρμανσης με συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενσωματώνοντας στην αντιμετώπιση αυτή και βιομηχανίες που χρειάζονται ή/και παράγουν θερμική ενέργεια⁵³.***

⁵² Αλέξανδρος Καλατζής Μ. Μηχανικός, Άρθρο: «Τηλεθέρμανση – τηλεψύξη – συμπαραγωγή στην πανεπιστημιούπολη Πατρών» Διεθνές συνέδριο Τηλεθέρμανσης πόλεων, Κοζάνη, Μάιος 1990.

⁵³ Το ζεστό νερό που χρησιμοποιεί η ΕΛΑΙΣ για την ψύξη ελαίων ανακυκλοφορεί με σωληνώσεις κάτω από την οδό Πειραιώς, στην Αθήνα, στο λεβητοστάσιο του σχολικού συγκροτήματος του 1^{ου} ΤΕΛ Πειραιά. (2000 μαθητές). Εξοικονόμηση: πάνω από 1 τόνο πετρέλαιο την εβδομάδα. (πηγή www.elais/teletherm)

- **Χωροταξικός σχεδιασμός της χώρας για τη χωροθέτηση των ΑΠΕ και δημιουργία μεγάλης χάρτας καταγραφής δυνατοτήτων ΑΠΕ ανά περιοχή της χώρας.**
- **Σταδιακή στροφή προς τις Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας για την ήπια μετάβαση στη μεταλιγνιτική περίοδο της χώρας και την αναβάθμιση του εθνικού περιβάλλοντος. Εξάλλου στροφή στις ΑΠΕ σημαίνει στροφή σε έναν καθ' όλα εγχώριο εθνικό πόρο, πλούσιο και ελεύθερο στη φύση.**
- **Εξέταση δυνατοτήτων για τηλεθέρμανση και ηλεκτροπαραγωγή από τις ΑΠΕ (Βιομάζα, Γεωθερμία, αστικά απορρίμματα, Ηλιακή ενέργεια).**
- **Εξοικονόμηση ενέργειας (με τιμολογιακή πολιτική, με κίνητρα, με περιβαλλοντική παιδεία και εμφύσηση νέας νοοτροπίας σεβασμού προς την πολυτιμότητα της ενέργειας).**
- **Βιώσιμη – αιεφόρος ανάπτυξη (σεβασμός στις επόμενες γενεές).**

‘Τηλεθέρμανση και ορθή διαχείριση της πολύτιμης ενέργειας, είναι δύο έννοιες ταυτόσημες και αλληλένδετες, μέσα σε ένα κρίσιμο παγκόσμιο ενεργειακό τοπίο.’

Βιβλιογραφία 2^{ου} Κεφαλαίου

- **Α΄ Τόμος της Οριστικής Μελέτης της Τηλεθερμάνσεως της Πόλεως Κοζάνης.** Συντάχθηκε από την ANKO τον Οκτώβριο του 1990.
- **Λ. Κιπιρτίδης Μηχ. Μηχανικός,** «Εμπειρίες από την εφαρμογή της Τηλεθέρμανσης Κοζάνης 2 χρόνια μετά» ,ΤΕΕ τμήμα Δυτικής Μακεδονίας, ΔΕΥΑΚ, Απρίλιος 1995.
- **Γ Βλατής , Ε. Κυπιρτίδης :** « 9 Χρόνια Λειτουργία Τηλεθέρμανσης» Παγκόσμιο Συνέδριο ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2002. Προσυνέδριο Κοζάνης. 21-22-23/3/2002.

- **Βιβλιοθήκη ΤΕΕ Δυτικής Μακεδονίας**, παράρτημα Κοζάνης, *αρχείο Τηλεθέρμανσης Κοζάνης – Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου*.
- **ΤΕΕ Δυτ. Μακεδονίας Γενική εισήγηση:** « 1^ο ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ», 4-5-6 Μαΐου 1990 , ΤΕΙ Κοζάνης
- **Α. Τριανταφύλλου**, Εργ. Περιβαλλοντικής Φυσικής Τει Κοζάνης, **Λ. Μαλούτας**, Νομαρχιακή Αυτοδ. Κοζάνης. «*Τηλεθέρμανση και συμπαραγωγή απο την σκοπιά του περιβάλλοντος: Η εμπειρία Πτολεμαΐδας Κοζάνης*» Ημερίδα: 'Οι εφαρμογές τηλεθέρμανσης και συμπαραγωγής στην Ελλάδα και η βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων' ΚΤΕΣΚ σελ 103 – 112
- **E. Karloroulos, D. Pekopoulos, E. Kakaras** «*DISTRICT HEATING SYSTEMS FROM LIGNITE FIRED POWER PLANTS TEN YEARS EXPERIENCE IN GREECE*»
- **Δ. Πεκόπουλος**, Μ. Μηχ. ΑΠΘ «*Τηλεθέρμανση Κοζάνης: ένας χρόνος λειτουργίας*» Έκδοση συλλόγου Η. Μηχ. Βορείου Ελλάδος ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, τεύχος 1^ο, 1995
- **Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας**, , **Εργαστήριο Τεχνολογίας Περιβάλλοντος:** Παραχώριση τεχνογνωσίας και λοιπών συντελεστών αέριων ρύπων που χρησιμοποιήσαμε.
- **Γεώργιος Κάλλος**, «*Κεντρικές θερμάνσεις σε κτίρια πόλεων ή τηλεθέρμανση? Μέθοδοι σύγκρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων*» Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Φυσικών Εφαρμογών, Αθήνα 1990
- **Αλέξανδρος Καλατζής Μ. Μηχανικός** , Άρθρο: «*Τηλεθέρμανση – τηλεψύξη – συμπαραγωγή στην πανεπιστημιούπολη Πατρών*» Διεθνές συνέδριο Τηλεθέρμανσης πόλεων, Κοζάνη, Μάιος 1990.
- **Δημόσια Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Κοζάνης. (ΔΕΥΑΚ).** Επιβλέπων Μηχανικός Τηλεθέρμανσης: **Κεχαγιάς Χάρης.** Παραχώρηση συναντήσεων – συνομιλιών, έντυπου υλικού και φωτογραφιών.

- **Τεχνική – Κατασκευαστική εταιρία Θεσσαλονίκης (ΤΕΚ)**, ανάδοχος των επεκτάσεων της περιόδου 2005-2006 . Κατασκευάστρια του 2^{ου} αγωγού ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ – ΚΟΖΑΝΗΣ (2005). Παραχώρηση πληροφοριών – στοιχείων.
- **Νίκος Σταμκόπουλος** , Μηχ. Περιβάλλοντος « *Η Συμβολή του συστήματος της Τηλεθέρμανσης στο περιβάλλον*» Εργασία Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, Ξάνθη , 1998
- Ελληνικό Γραφείο **GREENPEACE**, Κλεισόβης 9, Αθήνα
- **Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (ΕΣΥΕ)**. Χρήση αριθμητικών δεδομένων απογραφής πληθυσμών.
- «*Ο Ορυκτός Πλούτος της Ελλάδας*» **ΙΓΜΕ**, Αθήνα 1994.
- **Henrik Teglgard Lynd** « *Use of computers in district heating planning, design and operation* » Energy Conference in Kozani, Greece, May 1990.
- **ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ/ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ**, Δελτίο Ημερήσιου Τύπου και Ραδιοφώνου, Αθήνα 15/11/2006 Αρ. Δελτίου : 96
- **ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΚΟΖΑΝΗΣ** Άρθρο : « Η χρήση μαζούτ στην Τηλεθέρμανση, επιβαρύνει το περιβάλλον» , Κοζάνη 20/09/1993
- Εφημερίδα «**ΚΟΖΑΝΗ**» Δεκέμβριος 1998, σελ. 2
- **Τηλεθέρμανση Σερρών Άρθρο:** «Ενδεχομένως η τηλεθέρμανση να λειτουργήσει ανασταλτικά» Ημερομηνία: 29/11/ 2006 πηγή: Διαδίκτυο.
- **Μ Καλογεράκη 28/3/2006 πηγή: www.contra.gr**
- **πηγή www.elais/teletherm**
- **www.logstor.com**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

2ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Ερωτηματολόγια εργασίας

**ΠΡΟΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

1. Τι καύσιμο χρησιμοποιείται;

Πετρέλαιο θέρμανσης με δυνατότητα μετατροπής σε υγραέριο (L.P.G.)

2. Ποιά είναι η ημερήσια και η ωριαία κατανάλωση καυσίμου;

A. Ημερήσια: 24^η λειτουργία με εξωτερική θερμοκρασία -1C° έως - 5 C° περίπου 29.000 kg

B. Ωριαία κατανάλωση: 2.163 kg/h

3. Ποιός είναι ο τύπος της μονάδας (λέβητας) και ποιά τα χαρακτηριστικά του από πλευράς απόδοσης (απόδοση / τόνο καυσίμου)

Λέβητας ζεστού νερού (Loos UT-HZ 16600X16) με παραγωγή ζεστού νερού 120 C° σε πίεση 8 – 11 bar (πίεση λειτουργίας 8 bar) με δύο θαλάμους.

2 καυστήρες ELCO Kloenkner

Ο λέβητας είναι εφοδιασμένος με οικονομητήρα

Βαθμός απόδοσης 0,918 – 0,922 και με την χρήση οικονομητήρα 0,931 – 0,938. Ωφέλιμη ισχύς: 22.596 KWth και με οικονομητήρα 24.085 KWth. Ονομαστική ισχύς 24,7 MWth.

4. Ποιες είναι οι ώρες λειτουργίας ανά ημέρα κατά την διάρκεια ενεργοποίησης της Τηλεθέρμανσης ;

Ο λέβητας είναι εφεδρείας & αιχμής. Όταν ο ΑΗΣ ΛΚΜΔ και ο ΑΗΣ Πτολεμαΐδας λειτουργούν κανονικά και η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι κάτω από τους 0 C ° τότε ο λέβητας λειτουργεί περίπου 8 – 10 ώρες την ημέρα.

5. Υπάρχουν μετρήσεις εκπομπών προς την ατμόσφαιρα ;

Μέτρηση στις 3/3/2006:

ΜΕΤΡΗΣΗ 3/3/2006		
Θερμοκρασία καυσαερίων	112,5	° C
Θερμοκρασία χώρου	16,4	
O2	3,2	vol%
CO2	13,1	vol%
qA	4,3	%
Eta	95,7	%
ΛΑΜΔΑ (λ)	1,18	
CO Μέτρηση	1	ppm
CO Αδιάλυτο	1	ppm
NO Μέτρηση	114	ppm
NO Αδιάλυτο	135	ppm
Αιθάλη	Δείκτης στο 1	

6. Ποιά είναι η διαδικασία λειτουργίας του σταθμού (περιληπτικά)

Για θερμικά φορτία μεγαλύτερα των 75 MW (ΑΗΣ Πτολεμαΐδας 50 MW και ΑΗΣ ΛΚΔΜ 25 MW), τίθεται σε λειτουργία ο λέβητας.

Η ονομαστική του παροχή είναι 600 m³/h. Το νερό εισέρχεται με θερμοκρασία 65 C° στον οικομομητήρα και από κει με θερμοκρασία 80 C° εισέρχεται στον λέβητα όπου και θερμαίνεται. Με την έξοδο από τον λέβητα το νερό έχει αποκτήσει θερμοκρασία 120 C° με δυνατότητα ρύθμισης του σε πιο χαμηλά επίπεδα. Ο λέβητας λειτουργεί αυτόματα με ρυθμιστή θερμοκρασίας. (controller)

Ο Προϊστάμενος του ΤΛΣ,

**Λάζογλου Κων/νος
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός**

**ΠΡΟΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
(ΔΕΥΑ) ΚΟΖΑΝΗΣ**

1) Τι καύσιμο χρησιμοποιείτε;

Πετρέλαιο θέρμανσης (μετατρεψιμότητα σε LPG)

2) Ποιά είναι η ημερήσια και η ωριαία κατανάλωση καυσίμου;

Μάρτιος: 210.295 Lit
Φεβρουάριος: 835.316 Lit
Ιανουάριος: 240.833 Lit
Δεκέμβριος: 687.637 Lit
Νοέμβριος: 347.715 Lit

3) Ποιος είναι ο τύπος λέβητα; Ποιά τα χαρακτηριστικά του από πλευράς απόδοσης

ΕΙΔΟΣ ΛΕΒΗΤΑ	ΑΠΟΔΟΣΗ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΠΙΕΣΗ (bar)	ΣΧΟΛΙΟ
IVARXV/AS2860	85%	10		Δε χρησιμοποιείται
IVARXV/AS2860	85%	10		Δε χρησιμοποιείται
IVARXV/AS2860	85%	10		Δε χρησιμοποιείται
LOOS UT - HZ 26600	95%	27,5	16	
LOOS UT - HZ 26600	95%	27,5	16	

4) Ποιά είναι η ισχύς του λεβητοστασίου;

(Βλέπε πίνακα προηγούμενου ερωτήματος)

5) Ποιες είναι οι ώρες λειτουργίας ανα ημέρα κατά την διάρκεια ενεργοποίησης της Τηλεθέρμανσης;

Πρωί: 08:00 – 11:00 ή 13:00

Απόγευμα: 16:00 – 20:00 ή 22:00

6) Υπάρχουν μετρήσεις εκπομπών προς την ατμόσφαιρα;

Όχι

**Ο Δ/ντης Υπηρεσίας
Τηλεθέρμανσης**

Λ. Κυπριτίδης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι Ι

2ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Φωτογραφικό υλικό

Τηλεθέρμανση Κοζάνης





«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»



«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»



«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι Ι Ι

2ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Η χρήση των Η/Υ στο σχεδιασμό, τη σχεδίαση και τη λειτουργία των συστημάτων Τηλεθέρμανσης.

1. Εισαγωγή

Στη Δανία που αποτελεί άλλωστε και το λίκνο της τηλεθέρμανσης σε θέματα τεχνογνωσίας, ο προσωπικός υπολογιστής αποτελεί απαραίτητο εργαλείο που συμβάλλει στην καθοριστική μείωση του κόστους σχεδιασμού των συστημάτων, την ελαχιστοποίηση των λαθών και στον καλύτερο έλεγχο παρακολούθησης και λειτουργίας του συστήματος.

Την δεκαετία του '50 και του '60, κατά το σχεδιασμό των πρώτων συστημάτων τηλεθέρμανσης πολλές από τις πράξεις διεξάγονταν με τη χρήση τύπων από τη θεωρία της μηχανικής ρευστών, με χειρόγραφους υπολογισμούς, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα λάθους αλλά και το χρόνο εκτέλεσης της μελέτης.

Στα τέλη της δεκαετίας του '70 και κατά τη δεκαετία του '80, η εξέλιξη στους μικρουπολογιστές ήταν ραγδαία. Τα προγράμματα υπολογισμού ήταν πλέον πραγματικότητα. Το κόστος μειώθηκε θεαματικά και η ικανότητα συστηματικής καταγραφής δεδομένων από τα δίκτυα, για την παρακολούθησή τους, αυξήθηκε αντίστοιχα. Ο εντοπισμός διαρροών, προβλημάτων στην πίεση και τη θερμοκρασία, αποτελούσε πλέον διαδικασία ρουτίνας.

2. Χρημάτο – οικονομικός σχεδιασμός

Στις μελέτες εφικτότητας μιάς επένδυσης, η χρήση κατάλληλου λογισμικού είναι πολύ κοινή στη σύνδεση της βιωσιμότητας μιας επένδυσης με το σχεδιασμό ενός συστήματος τηλεθέρμανσης ή επεκτάσεων ενός ήδη υπάρχοντος. Τα μοντέλα χρηματοοικονομικής ανάλυσης είναι επίσης χρήσιμα για την εταιρία που διαχειρίζεται την τηλεθέρμανση, στην κατάρτιση των λογαριασμών, των τιμών αλλά και του προϋπολογισμού της.

Το πιο συνηθισμένο πρόγραμμα για χρηματο - οικονομική ανάλυση στη Δανία είναι το IFPS. Τα τυπικά κριτήρια που πρέπει να πληρεί ένα πρόγραμμα για να ανταποκρίνεται σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης είναι:

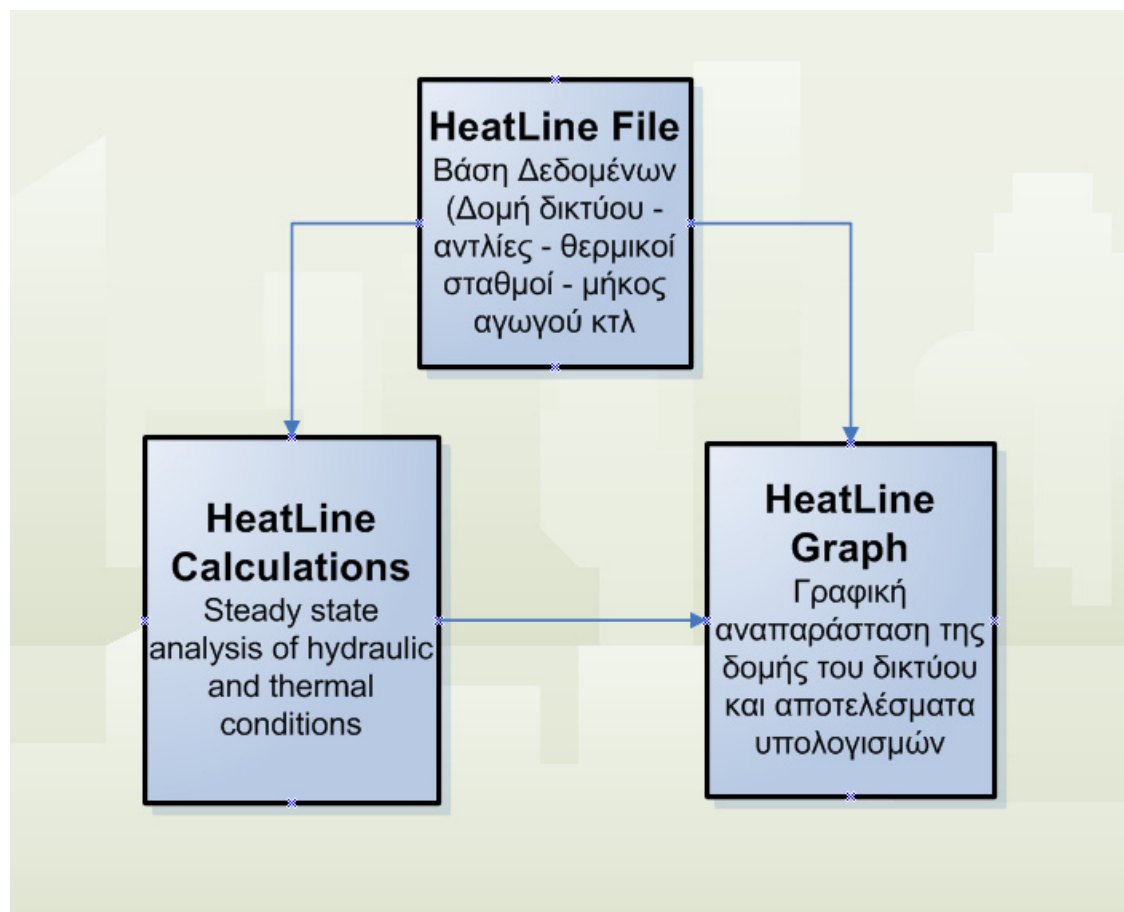
- ✓ Ανάλυση της επένδυσης (αποφάσεις μεταξύ εναλλακτικών σεναρίων)
- ✓ Ανάλυση ευαισθησίας

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

- ✓ Interface λογισμικού με προγράμματα τεχνικών υπολογισμών (π.χ. Steady state hydraulic analysis programme)
- ✓ Μακροχρόνιος σχεδιασμός προϋπολογισμού
- ✓ Βραχυχρόνιος προϋπολογισμός
- ✓ Interface με σύστημα λογιστικής διαχείρισης

3. Ανάλυση σταθερότητας υδραυλικής κατάστασης συστήματος

Θα περιγράψουμε το πρόγραμμα που ανέπτυξε η COWIconult και ονομάζεται HeatLine. Το πρόγραμμα αυτό λειτουργεί σε τρία, ουσιαστικά, επίπεδα: Είσοδος δεδομένων – επεξεργασία – παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Τα επίπεδα λειτουργίας εμφανίζονται στο σχήμα 1 παρακάτω:



Σχήμα 1 Τρόπος λειτουργίας λογισμικού HeatLine

Το πρόγραμμα αυτό ουσιαστικά χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των πληροφοριών σχετικά με τη γεωμετρία του δικτύου, τις εγκαταστάσεις παραγωγής θερμικής ενέργειας, δεδομένα δηλαδή χρήσιμα για το υπάρχον δίκτυο αλλά και μελλοντικές επεκτάσεις του.

Τα αρχεία περιέχουν πληροφορίες σχετικά με την πίεση, τη θερμοκρασία προσαγωγής και επιστροφής, την κατανάλωση θερμικής ενέργειας. Δίνει έτσι τυποποιημένες απαντήσεις σχετικά με:

- ✓ Την επιλογή των διαστάσεων των σωληνώσεων
- ✓ Ανάλυση της απαιτούμενης ισχύος σε αντλίες
- ✓ Ανάλυση του απαραίτητου θερμικού φορτίου αιχμής
- ✓ Ανάλυση της ικανότητας του δικτύου, στην περίπτωση νέων συνδέσεων- επεκτάσεων.
- ✓ Ανίχνευση λάθους με τη σύγκριση των υπολογισμένων και μετρημένων στοιχείων.

4. Υδραυλική ανάλυση δικτύου

Τα προγράμματα αυτά αποτελούν στην ουσία έναν προσομοιωτή των πιέσεων και των θερμοκρασιών που θα επικρατούν στο δίκτυο σε συνάρτηση με τη λειτουργία στο χρόνο, βασισμένη στο δεδομένο χρόνο - λειτουργία μέσα στα όρια λειτουργίας του συστήματος. Οι λειτουργίες αυτών των λογισμικών υπολογίζουν κυρίως:

- ✓ Ανάλυση της μέγιστης πίεσης που μπορεί να υπάρχει στις σωληνώσεις.
- ✓ Ανάλυση της λειτουργίας των αντλιοστασίων.
- ✓ Ανάλυση των συστημάτων ελέγχου.
- ✓ Ανάλυση των θερμοκρασιακών συνθηκών ως λειτουργία στο χρόνο.

5. Σχεδιασμός του δικτύου (παρουσίαση σε μηχανολογικά σχέδια)

Το Computer Aided Design (CAD) είναι πολύ χρήσιμο στο σχεδιασμό «επί χάρτου» των δικτύων τηλεθέρμανσης, των θερμικών σταθμών παραγωγής, των αντλιοστασίων και των συνδέσεων των καταναλωτών. Η απλοποίηση στο σχεδιασμό που κάποτε γινόταν εξ' ολοκλήρου στο χέρι είναι ευνόητη. Ένα

σχεδιαστικό πρόγραμμα 3 – D είναι απαραίτητο να επιλεγεί για αυτόν το σκοπό. Στην αγορά υπάρχουν εξειδικευμένα προγράμματα για το σχεδιασμό δικτύων τηλεθέρμανσης.

6. Παρακολούθηση και έλεγχος λειτουργίας του συστήματος

Τα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου λειτουργίας είναι πολύ σημαντικά για την απρόσκοπτη λειτουργία ενός συστήματος τηλεθέρμανσης και χρησιμοποιούνται και στα συστήματα τηλεθέρμανσης που λειτουργούν στην Ελλάδα. Θα ήταν ουσιαστικά αδύνατο να χειριστεί κανείς τον εφοδιασμό θερμότητας του δικτύου χωρίς το σύστημα αυτό. Βασικές του λειτουργίες είναι:

- ✦ *Παρακολούθηση των διαφορών πίεσης και θερμοκρασίας στους πιο απομωνομένους καταναλωτές.*
- ✦ *Παρακολούθηση της λειτουργίας – απόδοσης των αντλιοστασίων και των σταθμών παραγωγής της θερμικής ενέργειας.*
- ✦ *Έλεγχος της ταχύτητας της ροής των ρευστών.*
- ✦ *Interface λογισμικού που απεικονίζει την θερμοκρασία και την κατάσταση που επικρατεί σε κάθε θερμικό υποσταθμό.*
- ✦ *Καταγραφή στοιχείων κατανάλωσης σε βάση δεδομένων, σε αληθινό χρόνο.*
- ✦ *Ειδοποίηση για ύπαρξη ανωμαλιών στην μόνωση – διαρροή από τις σωληνώσεις (το σύστημα στέλνει SMS στο κινητό του επιβλέποντα μηχανικού με συντεταγμένες του ακριβούς σημείου που παρουσιάζεται το πρόβλημα).⁵⁴*

⁵⁴ Σύμφωνα με τα λεγόμενα των μηχανικών της Τηλεθέρμανσης Κοζάνης, ο υπολογισμός των θερμίδων γίνεται με ηλεκτρονικό τρόπο για την κοστολόγηση των πελατών. Το σύστημα εντοπισμού βλαβών παίρνει δεδομένα από δύο συρματάκια που υπάρχουν μέσα στην μόνωση των σωληνώσεων και διαχέονται από ρεύμα χαμηλής τάσης ανά τακτά διαστήματα. Σε περίπτωση διαρροής ή βλάβης στην μόνωση, δημιουργείται μια ανωμαλία στην τάση του ρεύματος και με βάση την απόσταση που θα διανύσει το ρεύμα για να την μεταδώσει στην πηγή που επιστρέφει το ρεύμα, υπολογίζεται το ακριβές σημείο της βλάβης. Το κόστος της αποκατάστασης και εντοπισμού έτσι μειώνεται θεαματικά. Η ειδοποίηση από το σύστημα παρακολούθησης γίνεται με την αποστολή SMS στο κινητό του επιβλέποντα μηχανικού, με τα δεδομένα του προβλήματος.

7. Μελλοντικές Τάσεις στα συστήματα Τηλεθέρμανσης

Είναι ήδη εμφανές από τα διεθνή τεκταινόμενα, ότι τα επόμενα χρόνια θα οδηγήσουν στην ανάπτυξη μικρών αποκεντρωμένων σταθμών συμπαραγωγής σε επίπεδο πόλεων ή ακόμα και μεγάλων βιομηχανιών.

Η χρήση υπολογιστών στα συστήματα τηλεθέρμανσης, δημιουργεί την ανάγκη για ύπαρξη εξειδικευμένου προσωπικού. Η γενική τάση είναι πάντως, να μη γίνεται ο χειρισμός πλήρως αυτοματοποιημένος, αλλά να επιτευχθεί μία αρμονική και αλληλοσυμπληρωμένη σχέση μεταξύ του ανθρώπινου παράγοντα (μηχανικού κτλ) με το λογισμικό και τον υπολογιστή που ελέγχει το σύστημα.

Ο ανθρώπινος παράγοντας ήταν και παραμένει καθοριστικής σημασίας και κανένα σύστημα τεχνητό δεν μπορεί να τον υποκαταστήσει πλήρως. Μπορεί όμως να διευκολύνει το έργο του.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

2ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Πηγή: ΙΓΜΕ

ΘΡΑΚΗ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
<i>Ορεσιτιάδα</i>	καλή	2000	115	όχι
<i>Αλεξανδρούπολη</i>	πολύ καλή	5200	40	όχι
<i>Κομοτηνή</i>	καλή	3600	50	όχι
<i>Κοτύλη</i>	πολύ καλή	7200	0,4	όχι
<i>Παρανέστι</i>	καλή	4200	20	διακοπή-παρουσία ουρανού.

Περιοχή Θράκης.

ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
<i>Παρανέστι</i>	Καλή	4200	20	Διακοπή
<i>Μικροκλεισούρες</i>	Χαμηλή	1400	άγνωστο	όχι
<i>Σέρρες</i>	Καλή	3000	100	Διακοπή
<i>Δράμα</i>	Χαμηλή	1000	1550	όχι
<i>Πάγγαιο</i>	Καλή	3200	6	Διακοπή
<i>Λευκογεία</i>	Χαμηλή	1400	άγνωστο	όχι

Περιοχή Ανατολικής Μακεδονίας.

ΚΕΝΤΡ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
<i>Μοσχοπόταμος</i>	Καλή	4000	0,5	δημοτική δραστηριότητα

Περιοχή Κεντρικής Μακεδονίας.

ΔΥΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
Φλώρινα	Μέτρια	2500	480	ναι
Πτολεμαΐδα	Χαμηλή	1400	3300	ναι (Μεγαλύτερο της χώρας)
Κοζάνη	Χαμηλή	1100	509	όχι
Λάβα/Προσήλιο	Μέτρια	2300	14,2	ναι
Καστοριά	Χαμηλή	1400	Άγνωστο	ναι
Γρεβενά	Χαμηλή	1400	46,6	όχι

Περιοχή Δυτικής Μακεδονίας.



ΗΠΕΙΡΟΣ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
Φλύσχη	Πολύ καλή	4500	Άγνωστα	όχι
Δελβινάκι	Χαμηλή	1200	Άγνωστα	όχι
Άνω Κάλαμα	Χαμηλή	1200	Ασήμαντα	όχι
Ιωάννινα	Χαμηλή	800-1800	84	όχι
Αχερουσία	Χαμηλή	1200	Ασήμαντα	όχι
Πρέβεζα	Χαμηλή	1400	0,5	όχι
Πέτρα	Χαμηλή	1200	Ασήμαντα	όχι
Κοχλία	Χαμηλή	1200	Ασήμαντα	όχι

Περιοχή Ηπείρου

ΘΕΣΣΑΛΙΑ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
<i>Ελασσόνα</i>	Μέτρια	2300	115	όχι
<i>Λάρισα</i>	Χαμηλή	1200	Άγνωστα	όχι
<i>Αγιά</i>	Χαμηλή	1200	Άγνωστα	όχι
<i>Αλμυρός</i>	Χαμηλή	1500	10	όχι

Περιοχή Θεσσαλίας



ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
<i>Κατούλα</i>	Μέτρια	2500	30	όχι
<i>Μύλοι πελασχίας</i>	Καλή	3250	Άγνωστο	όχι
<i>Μαλακάσα</i>	Καλή	3500	0,5	ναι
<i>Μέγαρα</i>	Χαμηλή	1800	0,7	όχι
<i>Γιάλτρα</i>	Μέτρια	2500	2	όχι
<i>Ιστιαία</i>	Καλή	3700	20	όχι
<i>Παλιούρια</i>	Καλή	3000	2,5	όχι
<i>Κύμη</i>	Καλή	3200	15,4	ναι
<i>Αλιβέρι</i>	Καλή	2700	1,9	Διακοπή
<i>Λοκρίδα</i>	Μέτρια	2500	16,6	ναι
<i>Κωπαΐδα</i>	Χαμηλή	1500	60	όχι
<i>Τανάγρα</i>	Μέτρια	2000	Άγνωστο	όχι
<i>Αττική</i>	Πολύ Καλή	4500	60	όχι
<i>Ραφήνα</i>	Μέτρια	2300	2	όχι

Περιοχή στερεάς Ελλάδας.

ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΣ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
<i>Κόρινθος</i>	Χαμηλή	1500	10	όχι
<i>Καλάβρυτα</i>	Μέτρια	2700	30,4	όχι
<i>Πύργος</i>	Χαμηλή	1800	13,4	όχι
<i>Βουνάργο</i>	Χαμηλή	900	20	όχι
<i>Μεγαλόπολη</i>	Χαμηλή	950	200	ναι
<i>Αμαλιάδα</i>	Χαμηλή	1800	40	όχι
<i>Ζαχάρω</i>	Χαμηλή	1500-2800	6,6	ναι
<i>Κορώνη</i>	Καλή	3000	16	ναι
<i>Κυπαρισσία</i>	Πολύ καλή	3800	1,5	ναι
<i>Βελίκα</i>	Καλή	2900	30	όχι
<i>Ασπρόκαμπος</i>	Μέτρια	2200	5	όχι
<i>Πελλάνα</i>	Μέτρια	2500	10	όχι
<i>Κλημέντι</i>	Χαμηλή	1000	2,7	όχι
<i>Άφισσος</i>	Καλή	3200	Άγνωστο	όχι
<i>Κύθηρα</i>	Άγνωστο	Άγνωστο	Άγνωστο	όχι

Περιοχή Πελοποννήσου

ΑΙΓΑΙΟ/ΚΡΗΤΗ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (Kcal/Kgr)	ΒΕΒΑΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ (εκ τόνοι)	ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ?
<i>Λέσβος/Άντισσα</i>	Πολύ καλή	5000	Άγνωστο	όχι
<i>Χίος</i>	Καλή	3200	Άγνωστο	όχι
<i>Κώς</i>	Άγνωστο	Άγνωστο	Άγνωστο	όχι
<i>Ρόδος</i>	Μέτρια	2000	5	όχι
<i>Κάνδανο</i>	Χαμηλή	1300	5	όχι
<i>Πλακιά Ρεθύμνου</i>	Μέτρια	2500	2,3	όχι
<i>Χανιά</i>	Καλή	3000	0,1	όχι
<i>Αλμυρή/Ηρακλείου</i>	Μέτρια	2500	0,4	όχι

Νησιά Αιγαίου/ Κρήτη.

**ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ Α.Ε.
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ**

ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ

ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΦΛΩΡΙΝΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΗ

Τη σύναψη σύμβασης - πλαισίου για την παροχή θερμικής ενέργειας από τον ΑΗΣ Μελίτης στο Δήμο Φλώρινας ενέκρινε το Διοικητικό Συμβούλιο της ΔΕΗ κατά την τελευταία συνεδρίασή του, η υλοποίηση της οποίας θα εξασφαλίσει σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη για την περιοχή.

Ο Δήμος Φλώρινας και η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Φλώρινας (ΔΕΥΑΦ) ζήτησαν την έναρξη διαπραγματεύσεων με τη ΔΕΗ για την τηλεθέρμανση της περιοχής. Η αναγκαία θερμική ενέργεια (Θ/Ε) θα προέρχεται από τον ΑΗΣ Μελίτης, ο οποίος έχει τη δυνατότητα παροχής Θ/Ε με ισχύ έως 70 MWth σε πλήρες φορτίο.

Το σχετικό έργο κρίθηκε βιώσιμο σύμφωνα με την προκαταρκτική μελέτη και τη μελέτη βιωσιμότητας για να εγκρίνουν στη συνέχεια οι συμβαλλόμενες πλευρές τη συμφωνία - πλαίσιο για την τηλεθέρμανση της περιοχής. Ο Δήμος Φλώρινας και η ΔΕΥΑΦ θα αναλάβουν την υποχρέωση κάλυψης του συνόλου των δαπανών για τις αναγκαίες μετασκευές της Μονάδας Ι του ΑΗΣ Μελίτης, ενώ η ΔΕΗ ΑΕ θα πωλεί τη θερμική ενέργεια σε τιμές τέτοιες που θα καλύπτουν το κόστος παραγωγής. Ο προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται σε 52,7 εκατ. ευρώ και περιλαμβάνει τις αναγκαίες εγκαταστάσεις παραγωγής, μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας με μέσο θερμό νερό για το σύνολο του οικισμού Φλώρινας προκειμένου να εξασφαλισθεί η τροφοδότηση 2.500 θερμικών καταναλωτών (κτιρίων) με ορίζοντα δεκαετίας. Οι σχετικές συμβάσεις για τη μετασκευή της Μονάδας Ι του ΑΗΣ Μελίτης και τη μακροχρόνια τιμολόγηση της θερμικής ενέργειας από τη ΔΕΗ θα ακολουθήσουν σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Η ΔΕΗ ΑΕ ήδη παρέχει ενέργεια μέσω τηλεθέρμανσης στις δημοτικές επιχειρήσεις Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Μεγαλόπολης και Αμυνταίου ύστερα από παρόμοια έργα μετασκευής λιγνιτικών μονάδων, για τη συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Η τηλεθέρμανση της πόλης της Φλώρινας πέρα από τα οικονομικά οφέλη που θα παρέχει στους καταναλωτές, αναμένεται να έχει και ευεργετική επίδραση στο Περιβάλλον, όπως άλλωστε συνέβη και στις υπόλοιπες πόλεις, από τη διακοπή της λειτουργίας καυστήρων πετρελαίου για τη θέρμανση κατοικιών και κτιρίων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Γεωθερμία και Τηλεθέρμανση

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

3.1 Ιστορική αναδρομή

Τα ηφαιστεια και τα θερμά νερά ήταν γνωστά από τους προϊστορικούς χρόνους, στα οποία η ελληνική μυθολογία αφιέρωσε ένα θεό, τον Ήφαιστο που συνδέθηκε με το υπόγειο εργαστήριο του στη Λήμνο και κυρίως με την Αίτνα που ήταν (αλλά και συνεχίζει να είναι) ένα από τα πιο ενεργά ηφαιστεια στον κόσμο και συχνά δημιουργεί εκρήξεις. Ο ημίθεος Ηρακλής συνδέθηκε με τα θερμά λουτρά, που επισκέπτονταν για να παίρνει την εντυπωσιακή του δύναμη. Οι θερμές πηγές γενικά από την αρχαιότητα θεωρούνταν ότι είχαν θεραπευτικές και υπερφυσικές ιδιότητες, γι' αυτό τα Ασκληπιεία αλλά και άλλοι ιεροί χώροι ήταν κοντά σε θερμές πηγές.

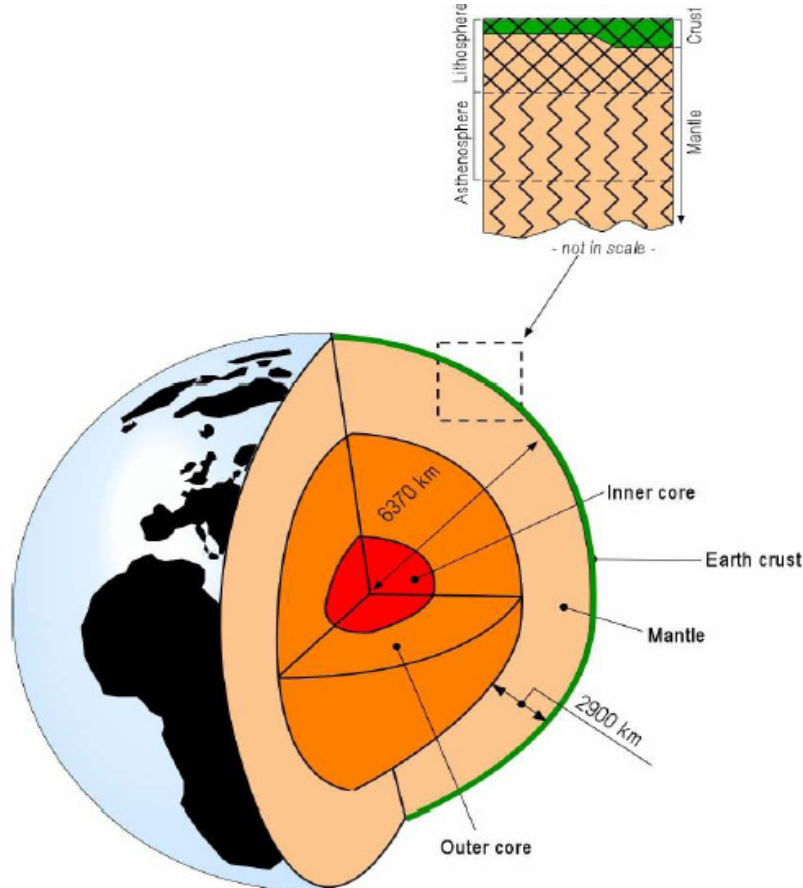
Η χρήση των φυσικών θερμών ρευστών ήταν γνωστή και στους αρχαίους ανατολικούς λαούς (Κίνα, Ιαπωνία) με πληθώρα μαρτυριών στην ιστορία και στη μυθολογία τους. Οι Ετρούσκοι και οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν επίσης θερμά νερά, όχι μόνο για ιαματικούς σκοπούς αλλά και για τη θέρμανση οικοδομών. Ο Γαληνός προσέφερε φρούτα εποχής στους καλεσμένους του, που παρήγαγε προφανώς σε κάποιο «γεωθερμικό θερμοκήπιο» της εποχής.¹

Τα φυσικά θερμά ρευστά χρησιμοποιήθηκαν από πολύ παλιά από τον άνθρωπο, κυρίως για τις θεραπευτικές τους ιδιότητες και σπάνια για τις ενεργειακές τους δυνατότητες. Όμως ο άνθρωπος έπρεπε να φτάσει στον 16^ο με 17^ο αιώνα για να μπορέσει να διανοίξει υπόγεια ορυχεία βάθους εκατοντάδων μέτρων, ώστε να εξάγει το συμπέρασμα με την αίσθησή του ότι η θερμοκρασία της γης αυξάνει με το βάθος. Οι σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές επέτρεψαν από τον εικοστό αιώνα και μετά, την απόληψη της θερμικής ενέργειας. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της γεωθερμίας είναι για **θέρμανση**. Από υπάρχοντα στοιχεία φαίνεται πως οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν τα νερά για θέρμανση σε μια περιοχή κοντά στη Νάπολη, την Campi Flegrei. Το πρώτο αξιόλογο πρόγραμμα θέρμανσης με γεωθερμικά ρευστά άρχισε το 1920 στην Ισλανδία, όπου σήμερα πλέον, σχεδόν ολόκληρος ο πληθυσμός της χώρας θερμαίνεται μέσω **τηλεθέρμανσης** από γεωθερμία (βλέπε προηγούμενο κεφάλαιο). Το παράδειγμα της Ισλανδίας ακολούθησαν και η πρώην ΕΣΣΔ και η Ουγγαρία. Τα τελευταία χρόνια στη Γαλλία και σε άλλες χώρες της ΕΕ, αναπτύχθηκαν σημαντικά προγράμματα θέρμανσης με γεωθερμία. Η πρώτη βιομηχανική εκμετάλλευση της γεωθερμίας έγινε στο Larderello της Ιταλίας, όπου από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός ατμός για να εξατμίσει τα νερά που περιείχαν βορικό οξύ. Το 1904 στο ίδιο μέρος, έγινε η πρώτη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από γεωθερμία.

¹ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, ΑΠΘ Θεσσαλονίκη 2001

3.2 Εισαγωγή στη γεωθερμία

Η γη είναι θερμή στο εσωτερικό της και η αύξηση της θερμοκρασίας της συναρτήσει του βάθους σε κανονικές συνθήκες είναι περίπου σταθερή και ονομάζεται γεωθερμική βαθμίδα (thermal gradient). Η φυσιολογική τιμή της γεωθερμικής βαθμίδας στα πρώτα χιλιόμετρα της λιθόσφαιρας κυμαίνεται από 20 έως 50° C/km, ενώ η μέση τιμή της θεωρείται 33° C/km.

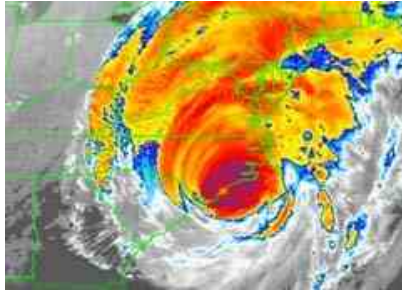


Εικόνα 3.1 Ο Φλοιός, ο Μανδύας και ο Πυρήνας της γης. Πάνω δεξιά: τομή του φλοιού και του ανώτερου μανδύα

Η φυσική θερμική ενέργεια της γης, η οποία (σύμφωνα με το φυσικό νόμο μετάδοσης της θερμότητας από το θερμότερο στο ψυχρότερο σώμα) μεταδίδεται από το θερμότερο εσωτερικό του πλανήτη μας, προς την επιφάνεια, είτε με τη θερμική αγωγιμότητα των πετρωμάτων, είτε με την κατακόρυφη κίνηση ρευστών, που ονομάζεται γεωθερμία. Το μεγαλύτερο μέρος της γεωθερμίας μεταδίδεται με θερμική αγωγή και με ρυθμό ροής 0,04 – 0,06 W/Τετραγωνικό μέτρο.² Τα ηφαιστειακά και υδροθερμικά φαινόμενα από την άλλη, μεταδίδουν θερμότητα σε ρεύματα μεταφοράς, αλλά περιορίζονται στις ζώνες κοντά στα σύνορα των λιθосφαιρικών πλακών. Στην περίπτωση αυτή έχουμε ροή θερμότητας με τιμές πολλαπλάσιες της γήινης, κάτι που αποτελεί γεωθερμική ανωμαλία και καλείται «γεωθερμικό πεδίο».

² Όπου και πρίν

Η θερμότητα του εσωτερικού της γης οφείλεται στην αστρική προέλευσή της και ο πυρήνας της υπολογίζεται ότι έχει θερμοκρασία 4000 οC και ο μανδύας 1200 – 1500°C. **Οι ηφαιστειακές εκρήξεις είναι το εντυπωσιακότερο φυσικό φαινόμενο της γήινης θερμότητας και οι σεισμοί το καταστρεπτικότερο.** Τα γεωθερμικά ρευστά είναι μίγματα νερού, ατμού και φυσικών αερίων. Πρακτικά μόνον αυτά που βρίσκονται σε βάθος έως και 3000 μέτρα μπορούν να αξιοποιηθούν οικονομικά. Οι περιοχές της γης όπου υπάρχουν γεωθερμικά ρευστά σε ικανοποιητική ποσότητα, θερμοκρασία και βάθος λέγονται «**γεωθερμικά πεδία**».



Αποφεύγεται ο όρος κοίτασμα, γιατί απλούστατα χρησιμοποιείται για εξαντλήσιμα μεταλλευτικά ορυκτά και ρευστά (άνθρακας, πετρέλαιο, λιγνίτης) ενώ τα γεωθερμικά ρευστά είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό ανανεώσιμα.

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι γεωθερμικών πεδίων που είναι υπό εκμετάλλευση ευρύτατα σήμερα στον κόσμο. Πρόκειται για:

- ✚ Τα υπέρθερμα πεδία υψηλής ενθαλπίας (180 – 400°C)
- ✚ Τα πεδία μέσης ενθαλπίας (100 – 180°C)
- ✚ Τα πεδία χαμηλής ενθαλπίας (μέχρι 100°C)

Στα πεδία «θερμών – ξηρών πετρωμάτων» (όπου δεν κυκλοφορούν εύκολα τα ρευστά) η τεχνολογία μέχρι σήμερα είναι αντιοικονομική και βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο. Σε ό,τι αφορά την ενέργεια από μάγμα (λάβα, λιωμένο πέτρωμα) βρισκόμαστε ακόμα μακριά από την αποδεκτή οικονομοτεχνικά, λύση.³

Η γεωθερμική ενέργεια είναι υπό ορισμένες συνθήκες εντελώς ανανεώσιμη, δημιουργεί λίγα έως μηδαμινά τεχνικά και περιβαλλοντικά προβλήματα και αποτελεί γενικά μια **ήπια και αειφορική μορφή ενέργειας**.

Με τον ατμό παράγουμε συνήθως ηλεκτρική ενέργεια, ενώ το ζεστό νερό και το συμπύκνωμα του ατμού μετά το στρόβιλο μπορεί να τύχει πολλαπλών χρήσεων (**Τηλεθέρμανση**).

Μετά το 1980 αποδείχθηκε ότι δεν υπάρχει ισορροπία μεταξύ της παραγόμενης θερμότητας στο εσωτερικό της γης και της θερμότητας που διαχέεται από τη γη στο διάστημα. Δηλαδή, με λίγα λόγια ο πλανήτης μας κρυώνει σταδιακά. Βέβαια όμως θα πρέπει να τονίσουμε ότι η διαδικασία ψύξης είναι πολύ αργή. Σύμφωνα με υπολογισμούς, η θερμοκρασία του μανδύα δεν έχει μειωθεί πάνω από 300 – 350 °C στα τελευταία τρία δισεκατομμύρια χρόνια και παραμένει 4000 °C στη βάση του. Υπολογισμοί προ εικοσαετίας έδωσαν συνολικό θερμικό φορτίο της γης (με δεδομένη

³ Όπου και πρίν

επιφανειακή θερμοκρασία 15°) της τάξεως του $12,6 * 10$ εις την $24^{\text{η}}$ MJ ($12,6 \times 10^{24}$).⁴ Η θερμική ενέργεια της γης είναι τεράστια, όμως ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτής είναι εκμεταλλεύσιμη από τον άνθρωπο. Από αυτό το ποσοστό, ένα πολύ μικρότερο χρησιμοποιείται σήμερα από τον άνθρωπο.

3.2.1 Ορισμός και ταξινόμηση των γεωθερμικών πηγών

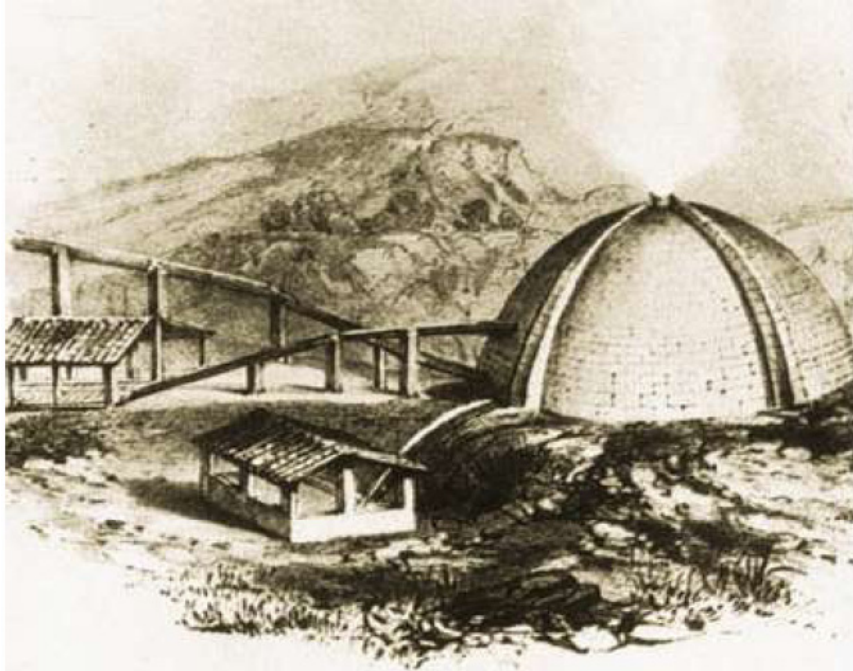
Το πιο συνηθισμένο κριτήριο ταξινόμησης των γεωθερμικών πηγών είναι η **ενθαλπία** του γεωθερμικού ρευστού που μεταφέρει τη θερμότητα. Η ενθαλπία, η θερμική ενέργεια που μεταφέρει το ρευστό, μπορούμε να πούμε ότι αντικατοπτρίζει τη θερμοκρασία του ρευστού. Με βάση τα παραπάνω λοιπόν μπορούμε να διακρίνουμε τα γεωθερμικά πεδία σε τρεις κατηγορίες:

1. **Γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας** με $\Theta > 150^{\circ}\text{C}$. Χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
2. **Γεωθερμία μέσης ενθαλπίας**. Έτσι χαρακτηρίζονται τα ρευστά θερμοκρασίας μεταξύ $80 - 150^{\circ}\text{C}$. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρισμού, αλλά με τη χρήση ενδιάμεσου κλειστού κυκλώματος με πρόσθετες ουσίες, π.χ. ισοβουτάνιο.
3. **Γεωθερμία χαμηλής ενθαλπίας**. $\Theta = 25 - 80^{\circ}\text{C}$. Είναι άφθονα σε πολλές περιοχές της γης και σε οικονομικώς εκμεταλλεύσιμα βάθη, αρκεί να υπάρχει ικανοποιητικός υδροφορέας σε κατάλληλο βάθος.

Μερικές φορές η ταξινόμηση γίνεται μεταξύ γεωθερμικών συστημάτων που κυριαρχεί η υγρή φάση ή ο ατμός. Στις γεωθερμικές πηγές υγρής φάσης οι θερμοκρασίες κυμαίνονται από $125 - 225^{\circ}\text{C}$ και είναι τα πλέον συνηθισμένα στη γη. Στα συστήματα ατμού αντίθετα, ο ατμός είναι η συνεχής φάση που ελέγχει την πίεση του ταμειυτήρα. Τα συστήματα αυτά είναι σπάνια (Landerello Ιταλίας & The Geysers, California)⁵ και συνήθως παράγουν ξηρό ή υπέρθερμο ατμό.

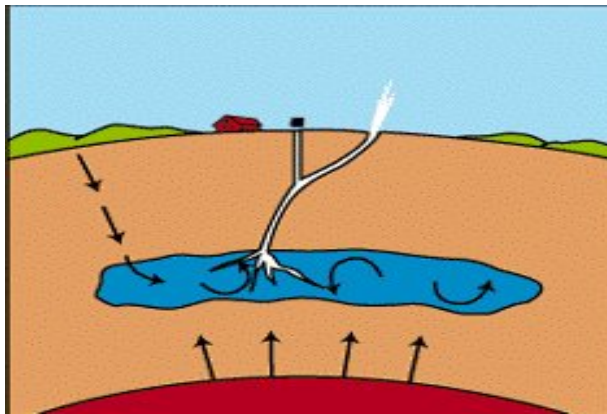
⁴ Ιωάννης Π. Νικολαΐδης, ΑΠΕ σημειώσεις διαλέξεων 4^{ου} εξαμήνου ΜΔΕΠ Κοζάνη, 2002.

⁵ Όπου και πρὶν



Εικόνα 3.2 Η καλυμμένη «λιμνούλα» (covered lagoon), που χρησιμοποιούνταν κατά το πρώτο μισό του 19ου αιώνα στην περιοχή του Larderello, για τη συλλογή των βοριούχων υδάτων και την παραγωγή βορικού οξέος.

Ο συνηθέστερος χαρακτηρισμός των γεωθερμικών πηγών (Geothermal Resources) έχει να κάνει με το υπέδαφος και τον ταμιευτήρα. Ο ταμιευτήρας είναι ένας όγκος από θερμό διαπερατό πέτρωμα από όπου το ανακυκλοφορούν ρευστό παραλαμβάνει ενέργεια. Ο ταμιευτήρας συνήθως

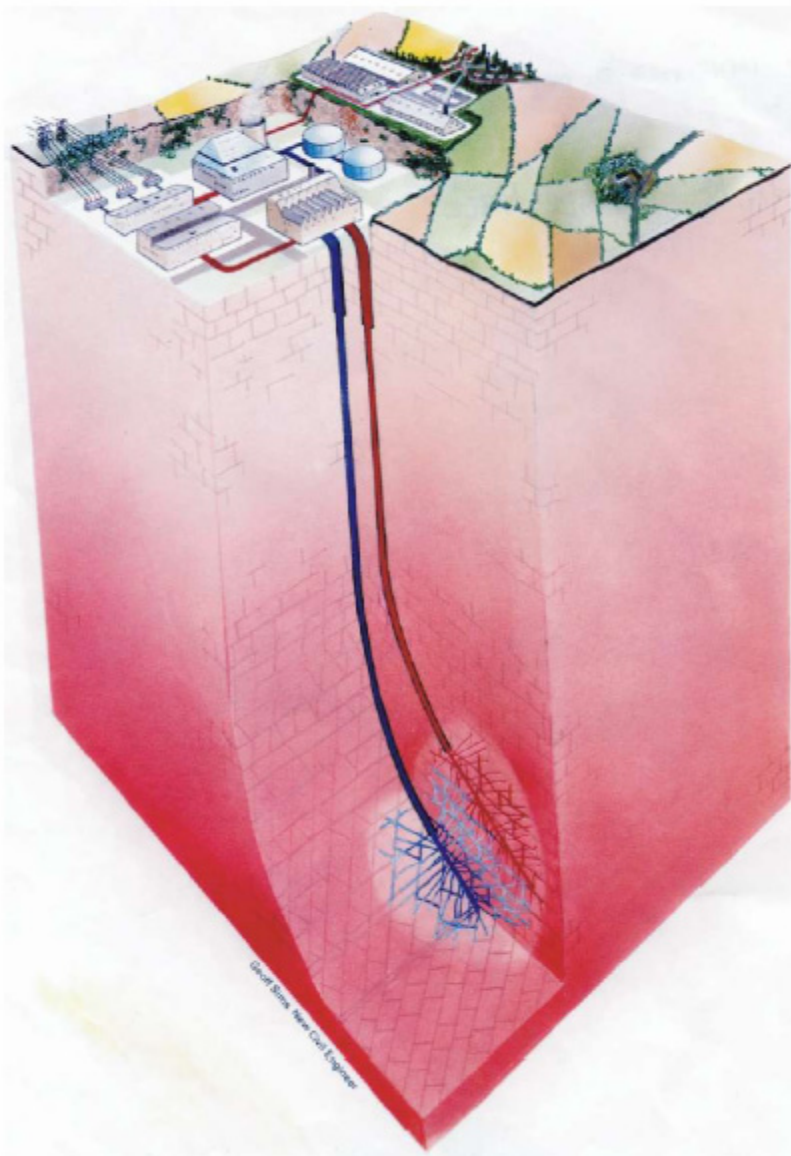


καλύπτεται από αδιαπέραστα πετρώματα και συνδεδεμένος με περιοχές υπόγειας επανεισαγωγής, μέσω της οποίας μετεωρικά νερά αντικαθιστούν πλήρως ή μερικώς τα ρευστά που φεύγουν από τον ταμιευτήρα με φυσικό τρόπο ή αναρροφούνται με γεωτρήσεις (βλέπε διπλανό σχήμα ταμιευτήρα). Παρακάτω

παραθέτουμε τις κατηγορίες ταμιευτήρων που συναντώνται:

- **Υδροθερμικά πεδία** (Hydrothermal resources), είναι ταμιευτήρες ατμού ή νερού που απορροφάται από το έδαφος και συλλεγόμενο, θερμαίνεται από πορώδη πετρώματα. Στους ταμιευτήρες αυτούς γίνονται γεωτρήσεις (πηγάδια) και τα θερμά ρευστά χρησιμοποιούνται για ηλεκτροπαραγωγή ή άμεση χρήση (θέρμανση). Οι υπάρχουσες τεχνολογίες έχουν αποδειχθεί οικονομικά βιώσιμες.
- **Γεωσυμπιεσμένα πεδία** (Geo-pressured resources) είναι ταμιευτήρες παγιδευμένου νερού σε μεγάλα βάθη που περιέχουν διαλελυμένο μεθάνιο. Σήμερα δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα η εκμετάλλευσή τους λόγω του μεγάλου βάθους.

- **Ξηρά θερμά πετρώματα** (Hot dry rock resources). Υπάρχουν σε βάθη 8 – 16 km και μπορούν να γίνουν εκμεταλλεύσιμα με τροφοδότηση νερού υπό πίεση και κυκλοφορία του μέσα στα πετρώματα και αναρρόφηση του νερού από άλλο πηγάδι. Τεχνικά είναι δυνατή η εφαρμογή αλλά οικονομικά αποτελεί μη βιώσιμη λύση (Εικόνα 3.3).
- **Μάγμα** (Magma) Παρέχει δυνατότητες πολύ υψηλής θερμοκρασίας, αλλά ακόμα δεν υπάρχει διαθέσιμη τεχνολογία εκμετάλλευσης.
- **Ενέργεια του εδάφους** (Earth energy) είναι η θερμότητα που περιέχεται σε χώμα και πετρώματα σε χαμηλά βάθη. Κυριότερη εφαρμογή, όπως θα δούμε στη συνέχεια είναι οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.



Εικόνα 3.3 Σχηματική αναπαράσταση ενός συστήματος Θερμών Ξηρών Πετρωμάτων σε οικονομική κλίμακα

3.2.2 Έρευνα – εξερεύνηση γεωθερμικών πηγών

3.2.2.1 Στόχοι της εξερεύνησης

Οι στόχοι της εξερεύνησης ενός γεωθερμικού πεδίου είναι οι εξής:⁶

- 1) Χαρακτηρισμός των γεωθερμικών φαινομένων
- 2) Διαβεβαίωση ύπαρξης αξιόλογου γεωθερμικού πεδίου προς εκμετάλλευση
- 3) Εκτίμηση του μεγέθους του γεωθερμικού πεδίου
- 4) Εύρεση του τύπου του γεωθερμικού πεδίου
- 5) Προσδιορισμός των παραγωγικών ζωνών
- 6) Εύρεση του ενεργειακού περιεχομένου των ρευστών που θα εξαχθούν
- 7) Σύνταξη του συνόλου των βασικών δεδομένων που θα πρέπει να συγκριθούν με τη μελλοντική παρακολούθηση του συστήματος
- 8) Υπολογισμός των τιμών των παραμέτρων που είναι κρίσιμοι για το περιβάλλον.
- 9) Απόκτηση γνώσης για χαρακτηριστικά που ίσως δημιουργήσουν προβλήματα κατά την ανάπτυξη του πεδίου.

3.2.2.2 Μέθοδοι εξερεύνησης γεωθερμικών πεδίων

Γεωλογικές και Υδρογεωλογικές μελέτες (Geological and hydrological studies) είναι το σημείο εκκίνησης κάθε προγράμματος εξερεύνησης. Η βασική λειτουργία τους είναι ο χαρακτηρισμός της θέσης και του μεγέθους της περιοχής που πρέπει να διερευνηθεί με μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Οι μελέτες αυτές είναι χρήσιμες σε όλες τις φάσεις της εξερεύνησης μέχρι την επιλογή της θέσης της παραγωγικής γεώτρησης.

Γεωχημικές αναζητήσεις (Geochemical surveys) συμπεριλαμβανομένης και της **γεωχημείας ισοτόπων** (isotope geochemistry) είναι χρήσιμα εργαλεία στην εύρεση εάν το σύστημα κυριαρχείται από νερό ή ατμό, στην εύρεση της ελάχιστης θερμοκρασίας στα διάφορα βάθη, στην εύρεση της ομοιογένειας του νερού και στα χημικά χαρακτηριστικά του. Μπορούν να ληφθούν πολύτιμες πληροφορίες για τα πιθανά προβλήματα που ίσως παρουσιαστούν (*διάβρωση και επικαθίσεις σε σωλήνες, περιβαλλοντικές επιπτώσεις*) και πως να καταπολεμηθούν. Η γεωχημική έρευνα συνίσταται στη δειγματοληψία και

⁶ Ιωάννης Π. Νικολαΐδης, ΑΠΕ σημειώσεις διαλέξεων 4^{ου} εξαμήνου ΜΔΕΠ Κοζάνη, 2002.

ανάλυση χημικών στοιχείων και ισοτόπων του νερού και αερίων από τις φυσικές διεξόδους των στην επιφάνεια ή στα πηγάδια. Επειδή οι γεωχημικές έρευνες δεν κοστίζουν ιδιαίτερα, θα πρέπει να εξαντληθούν πλήρως, πριν προχωρήσουμε στις υπόλοιπες μεθόδους οι οποίες κοστίζουν ακριβά και μια λάθος εκτίμηση μπορεί να αποβεί καταστροφική από οικονομικής απόψεως.

Γεωφυσικές συλλογές στοιχείων (Geophysical surveys) έχουν σκοπό να αναζητούν έμμεσα, από την επιφάνεια ή σε διαφορετικά βάθη, τις φυσικές παραμέτρους των βαθιών γεωλογικών σχηματισμών (θερμοκρασία, αγωγιμότητα, εξάπλωση ταχύτητας ελαστικών κυμάτων, κ.α.). Οι ηλεκτρομαγνητικές και μαγνητικές μέθοδοι είναι οι πλέον ευρέως διαδεδομένες, λόγω της ευαισθησίας τους και εφαρμόζονται σήμερα με καλά αποτελέσματα.

Γεώτρηση εξερευνητικών πηγαδιών (drilling of exploratory wells) είναι η τελική φάση και ο μόνος τρόπος να δούμε τα γεωθερμικά χαρακτηριστικά και το δυναμικό του πεδίου. Το πρόγραμμα εξερεύνησης θα πρέπει να αναθεωρείται σε περιοδικά διαστήματα και αναλόγως της προόδου της έρευνας, να αφαιρούνται ή να προστίθενται ενέργειες. Βέβαια η μείωση του ρίσκου συνεπάγεται και αυξημένο κόστος, γενικά όμως θα πρέπει να τηρείται μια ισορροπία ανάμεσα στους δύο αυτούς παράγοντες.

3.2.2.3 Υπολογισμός δυναμικότητας ενός γεωθερμικού πεδίου

Η γνώση της ενεργειακής δυναμικότητας ενός γεωθερμικού πεδίου όπως είδαμε, αποτελεί ένα πολύ σοβαρό στοιχείο για τον παραπέρα προγραμματισμό των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης και την αξιολόγηση των κεφαλαίων που απαιτούνται για την επένδυση. Δυστυχώς θα πρέπει να υπογραμμίσουμε το γεγονός ότι δεν έχει καταστεί ακόμα δυνατός ο ακριβής υπολογισμός παρά μόνο με προσεγγίσεις και υποθέσεις, σε αντίθεση με τους τρόπους υπολογισμού των πετρελαϊκών κοιτασμάτων. Από τη γνώση της έκτασης του πεδίου, τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το βάθος του πεδίου μπορεί να εκτιμηθεί κατά προσέγγιση η αποθηκευμένη στο πεδίο θερμότητα. Επίσης, το ενεργειακό δυναμικό ενός πεδίου μπορεί να εκτιμηθεί με τη χρήση οικογένειας καμπυλών, που έδωσε ο Banwell (1964), σαν συνάρτηση του εμβαδού της οριζόντιας επιφάνειας, που παρατηρείται η γεωθερμική ανωμαλία και της θερμοκρασίας του ταμιευτήρα. Το ενεργειακό δυναμικό του γεωθερμικού πεδίου εκτιμάται σε MW / χρόνια. Η ενθαλπία του ρευστού στο βάθος εκτιμάται από το λόγο της ροής θερμότητας και μάζας.⁷

3.2.3 Χρήσεις της γεωθερμίας

Προκειμένου να αναπτύξουμε μια συνοπτική ματιά για τις χρήσεις και τις εφαρμογές της γεωθερμίας, παραθέτουμε παρακάτω το διάγραμμα **Lindal** (πίνακας 3.1), το οποίο καταγράφει ορισμένες υφιστάμενες ή δυνατές χρήσεις της γεωθερμίας. Βέβαια πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι το διάγραμμα αυτό

⁷ Θέματα προγραμματισμού. «Δυνατότητες & προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα» Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα 1988.

δεν περιορίζει αυστηρά το είδος των δυνατών χρήσεων, ούτε πρέπει να ληφθούν σοβαρά και απόλυτα υπόψη τα όρια των θερμοκρασιών που θέτει. Δίνει όμως για ακαδημαϊκούς κυρίως λόγους μια κατατοπιστική κατάταξη των χρήσεων.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ° C	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
250	
200	
180	<i>Εξάτμιση πυκνών διαλυμάτων. Χρήση στην βιομηχανία χαρτιού</i>
170	<i>Παραγωγή βαρέως ύδατος</i>
160	<i>Ξήρανση ξυλείας</i>
150	<i>Παραγωγή αλουμίνιας με την μέθοδο Bayer</i>
140	<i>Ξήρανση γεωργικών προϊόντων - Κονσερβοποιία</i>
130	<i>Βιομηχανία ζάχαρης- Απόληψη αλάτων- απεσταγμένο νερό</i>
120	<i>Εξάτμιση - συμπύκνωση διαλυμάτων</i>
110	<i>Ξήρανση τσιμεντένιων στοιχείων</i>
100	<i>Ξήρανση οργανικών υλικών</i>
90	<i>Ξήρανση ψαριών</i>
80	<i>θέρμανση χώρων (τηλεθέρμανση)</i>
70	<i>ψύξη (χαμηλότερο όριο)</i>
60	<i>θέρμανση θερμοκηπίων (τηλεθέρμανση)</i>
50	<i>Λουτροθεραπεία</i>
40	<i>Θέρμανση χώματος για καλλιέργειες</i>
30	<i>Βιοαποικοδόμηση- κολυμβητήρια- χρήση σε μεταλλεία</i>
20	<i>Ιχθυοκαλλιέργειες</i>



Παραγωγή ηλεκτρισμού

Πίνακας 3.1 Το διάγραμμα χρήσεων των γεωθερμικών πεδίων Lindal⁸

Η παραγωγή ηλεκτρισμού αποτελεί την πιο σπουδαία χρήση για τις γεωθερμικές πηγές υψηλής θερμοκρασίας, όπως συμπεραίνεται και από το διάγραμμα Lindal. Επειδή όμως τα στενά πλαίσια της παρούσας μελέτης αφορούν μόνο τη θέρμανση χώρων και πόλεων, θα μας απασχολήσει μόνο το κομμάτι που αφορά την παραγωγή θερμότητας από τη γεωθερμική ενέργεια. Υπάρχει βέβαια και το θέμα της Συμπααραγωγής ρεύματος και θερμότητας, το οποίο θα αναλυθεί παρακάτω. Προς το παρόν θα επικεντρωθούμε αποκλειστικά στη θερμότητα και πως αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να μετουσιωθεί σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης, όπως αυτό περιγράφεται στο πρώτο κεφάλαιο.

⁸ Μ. Φυτίκας, « Γεωθερμία: Ιστορία, εφαρμογές και προοπτικές μια ήπιας μορφής ενέργειας» Πρακτικά 6^{ου} Εθνικού συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Τόμος Γ' Ινστιτούτου Ηλιακής Τεχνικής, Βόλος 2000.

3.2.3.1 Άμεσες χρήσεις Γεωθερμίας (Τηλεθέρμανση)

Η άμεση χρήση της θερμότητας είναι η παλιότερη και πιο ευέλικτη μορφή αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας, γεγονός που επισημάνθηκε και στην αρχική ιστορική αναδρομή που έγινε. Η θέρμανση οικιών και πόλεων (**space and district heating**), οι γεωργικές εφαρμογές, η ιχθυοκαλλιέργεια και οι βιομηχανικές χρήσεις είναι οι πιο γνωστές και διαδεδομένες μορφές, αλλά και άλλες μορφές χρησιμοποιούνται αλλά και τελειοποιούνται σήμερα. Η θέρμανση οικιών ή πόλεων έχει αναπτυχθεί πάρα πολύ στην Ισλανδία, όπου η ολική ισχύς έχει φτάσει τα 1200 MWth, αλλά χρησιμοποιείται ευρέως και σε χώρες της ανατολικής Ευρώπης, την Κίνα, την Ιαπωνία, τις ΗΠΑ κτλ. Συμπεράσματα που άλλωστε βγάλαμε και στο δεύτερο κεφάλαιο της ανασκόπησής μας για την απορρόφηση γενικά της τεχνολογίας της τηλεθέρμανσης σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με το Geo heat center παρουσιάζουμε παρακάτω τον πίνακα με τις χρήσεις της γεωθερμίας στην Ευρώπη αλλά και στην Τουρκία και τη Σιβηρία της Ρωσίας, καθώς και την εκμεταλλευσόμενη εγκατεστημένη ισχύ (πίνακας 3.2). Σύμφωνα με τις δημοσιεύσεις του περιοδικού (Lund και Freeston, 2001 Huttner, 2001) η παρούσα θέση της γεωθερμικής χρήσης στην Ευρώπη είναι όπως ακολουθεί. Σημείωση: Η Τουρκία και η περιοχή της Σιβηρίας της Ρωσίας συμπεριλαμβάνονται σε αυτή.

Όπως τεκμηριώνεται στον πίνακα κατωτέρω, γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται σε 28 χώρες στην Ευρώπη. Κατάλληλη για την ηλεκτρική παραγωγή είναι μόνο στην Ιταλία και την Ισλανδία. Το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης χρησιμοποιεί γεωθερμικούς πόρους χαμηλής θερμοκρασίας και κατά συνέπεια προκύπτουν άμεσες χρήσεις όπως: θέρμανση χώρου, θέρμανση περιοχής (τηλεθέρμανση), θερμοκήπια, λουτρά και οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας κυριαρχούν. Η άμεση χρήση ανέρχεται σε 41,5% του συνολικού εγκατεστημένου δυναμικού σε όλον τον κόσμο και 40,5% της ετήσιας ενεργειακής χρήσης, με θερμικό φορτίο 0,39.⁹ Μόνο τέσσερις χώρες: η Τουρκία, η Πορτογαλία (Αζόρες), η Ιταλία και η Ισλανδία έχουν ουσιαστική ηλεκτρική δύναμη από τη γεωθερμική ενέργεια. Η Ρουμανία έχει πειραματική δυαδική μονάδα στο πανεπιστήμιο Oradea ,η Αυστρία έχει εγκαταστήσει 240kW δυαδική μονάδα στο Altheim (λειτουργικό το 2000), και η Ελλάδα είχε συγχρόνως μια μικρή γεννήτρια στη Μήλο (2 We). Θα δούμε κατόπιν ποια λάθη έκανε τότε η ΔΕΗ και απέτυχε η εφαρμογή παραγωγής ηλεκτρισμού από Γεωθερμία στη χώρα μας. Η Γαλλία και η Ρωσία έχουν τις εγκαταστάσεις έξω από την Ευρώπη (Γουαδελούπη και Kamchatka αντίστοιχα), αλλά συμπεριλαμβάνεται και αυτό στον παρακάτω πίνακα. Η ηλεκτρική εγκατεστημένη ενέργεια είναι μόνο 13% στο παγκόσμιο σύνολο, και η παραχθείσα ενέργεια είναι μόνο 12%¹⁰... γεγονός που δείχνει τη χαμηλή διαθεσιμότητα πόρων υψηλής θερμοκρασίας στην Ευρώπη. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι τα περισσότερα πεδία είναι χαμηλής ενθαλπίας και άρα κατάλληλα κυρίως για **θέρμανση και τηλεθέρμανση**.

⁹ Lund, J. W. and D. H. Freeston , 2001. „World -wide Direct Uses of Geothermal Energy 2000, “Geothermics, 30/1, Elsevier Science, Ltd., Oxford, UK, pp. 29-68.

¹⁰ Huttner, G. W., 2001. „The Status of World Geothermal Power Generation 1995-2000,“Geothermics, 30/1, Elsevier Science, Ltd., Oxford, UK, pp. 1-28.

Country	Direct Heat		Electric		Remarks (main uses)
	MWt	GWh/yr	MWe	GWhe/yr	
Austria	255	447			Space/heat pumps
Belgium	4	30			Greenhouse/heat pumps
Bulgaria	107	455			Space/greenhouse heating
Croatia	114	154			Space/bathing
Czech Republic	12	36			Bathing/heat pumps
Denmark	7	21			District/heat pumps
Finland	80	134			Heat pumps
France	326	1,360	4	25	District/heat pumps
Germany	397	436			District/heat pumps
Greece	57	107			Greenhouse/bathing
Hungary	473	1,135			Greenhouses/district/bathing
Iceland	1,469	5,603	170	1,138	District/greenhouse/industry
Italy	326	1,048	785	4,403	District/greenhouse/industry
Lithuania	21	166			Heat pumps
Macedonia	81	142			Greenhouses
Netherlands	11	16			Heat pumps
Norway	6	9			Heat pumps
Poland	68	76			District/heat pumps
Portugal	6	10	16	94	Greenhouse/bathing
Romania	152	797	<2	8?	District/greenhouse/bathing
Russia	308	1,707	23	85	Space/greenhouse/industry
Serbia	80	660			Space/greenhouse/bathing
Slovak Republic	132	588			Space/greenhouse/bathing
Slovenia	42	196			Space/greenhouse/bathing
Sweden	377	1,147			Heat pumps
Switzerland	547	663			Heat pumps/bathing
Turkey	820	4,377	20	120	District/aqua/bathing
United Kingdom	3	6			District/heat pumps
TOTAL	6,281	21,526	1,020	5,873	

Πίνακας 3.2 Χρήσεις Γεωθερμικής ενέργειας σε Ευρώπη, Τουρκία και Ρωσία ¹¹

Η Γεωθερμική θέρμανση πόλεων είναι πολύ υψηλή επένδυση. **Είναι εντάσεως κεφαλαίου.** Τα σπουδαιότερα έξοδα είναι τα αρχικά κονδύλια για επενδύσεις όπως τα πηγάδια παραγωγής θερμού ρευστού και επανέγχυσής του, αντλίες βαθέων φρεάτων και μεταφοράς του θερμού νερού, μονωμένες σωληνώσεις και δίκτυα διανομής, συστήματα ελέγχου και μετρήσεων, σταθμοί αιχμής και δοχεία αποθήκευσης. Αντίθετα τα λειτουργικά έξοδα ενός τέτοιου συστήματος είναι σαφώς μικρότερα και χαμηλότερα συγκρινόμενα με τα συμβατικά συστήματα και συνίστανται σε ηλεκτρική ενέργεια για τις αντλίες, συντήρηση και έλεγχο δικτύου για βλάβες και τυχόν διαρροές, διοικητικά έξοδα, κ.α. Η σημαντικότερη παράμετρος για τον καθορισμό του αρχικού κόστους της επένδυσης είναι η πυκνότητα του θερμικού φορτίου. Η θερμική πυκνότητα καθορίζει τη βιωσιμότητα του έργου διότι το πιο σημαντικό κομμάτι της επένδυσης είναι το σύστημα διανομής. Αξίζει να αναφέρουμε ότι υπάρχει και η δυνατότητα ψύξης χώρων γνωστή σαν **τηλεδροσισμός**, εξού και η

¹¹ Geo Heat Center BULLETIN, JUNE 2001 (Lund and Freeston, 2001 Huttner, 2001)

γέννηση του όρου **Γεωθερμικός Κλιματισμός** (*Heating & Cooling*). Δε θα ασχοληθούμε όμως με την πλευρά αυτή της γεωθερμίας όπως προείπαμε άλλωστε, διότι κάτι τέτοιο θα μας οδηγούσε εκτός από τα στενά όρια της μελέτης μας που αφορά μόνο τη θέρμανση.

3.2.3.2 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Τα διάφορα συστήματα **αντλιών θερμότητας** μας επιτρέπουν να απομαστεύσουμε και να αξιοποιήσουμε το θερμικό περιεχόμενο σωμάτων σε χαμηλές θερμοκρασίες όπως το έδαφος, μια λίμνη κτλ. Πολλές αντλίες θερμότητας έχουν διττή λειτουργία: μπορούν να παράγουν θέρμανση αλλά και ψύξη. Οι αντλίες θερμότητας απαιτούν ηλεκτρικό ρεύμα για να λειτουργήσουν, άλλα σε ένα κατάλληλο κλιματικά περιβάλλον με καλό σχεδιασμό, το ενεργειακό ισοζύγιο είναι θετικό.¹² Να σημειώσουμε ότι οι αντλίες αυτές δεν παρουσιάζουν προβλήματα ακόμα και σε χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες. Ας εξετάσουμε τα κύρια σχήματα με τα οποία λειτουργούν οι αντλίες θερμότητας:

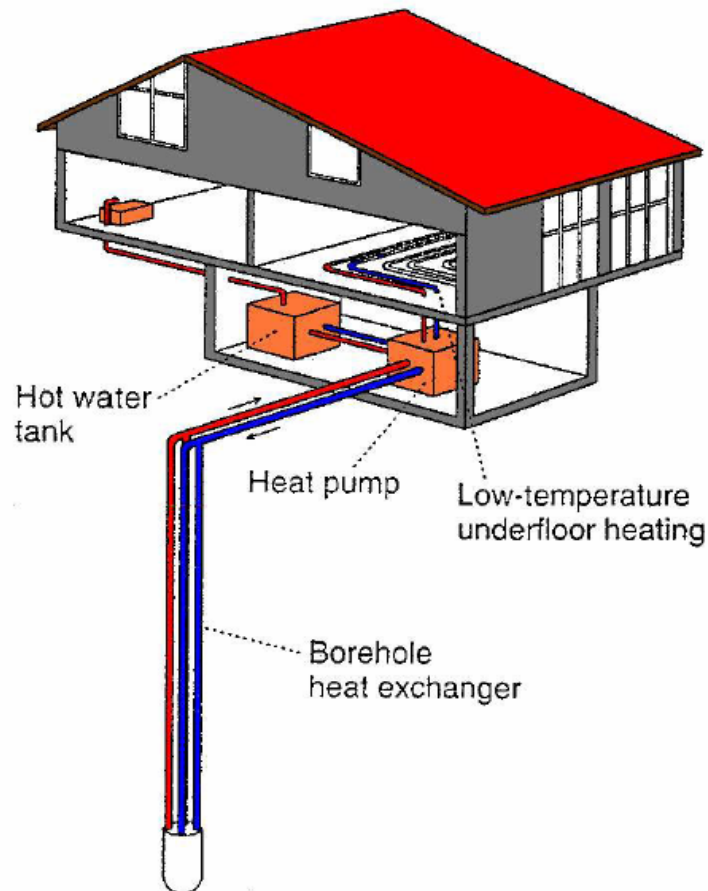
- ◆ Οι αντλίες που λειτουργούν με **υπόγεια νερά (ground water)**
- ◆ Αντλίες συνδεδεμένες με το **υπέδαφος (ground coupled)**
- ◆ Αντλίες που είναι συνδεδεμένες με **Λίμνη**

Στις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας με υπόγεια νερά, η συλλογή της θερμότητας επιτυγχάνεται με τη διέλευση του υπογείου νερού μέσω εναλλάκτη. Το κόστος σχετίζεται με τις γεωτρήσεις του νερού και είναι ευθέως ανάλογο με το βάθος της γεώτρησης. Πρέπει να τονίσουμε όμως ότι η ικανότητα της γεώτρησης έχει να κάνει με την παροχή και τη θερμοκρασία (απώλειες) και όχι με το βάθος αυτό καθαυτό. Σε μικρές και απομωνομένες οικίες τα συστήματα αυτά πλεονεκτούν.

Στις Γεωθερμικές αντλίες συνδεδεμένες με το υπέδαφος, η εγκατάσταση αποτελείται από σειρά γεωτρήσεων και την τοποθέτηση κλειστού κυκλώματος σωληνώσεων. Έτσι για μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα με μεγάλες ανάγκες θέρμανσης, ένα υπόγειο δίκτυο τις καλύπτει πλήρως. Γενικά οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση μιας εγκατάστασης είναι το κλίμα, οι θερμικές ιδιότητες του υπεδάφους, το κόστος της ενέργειας, το κόστος της ανόρυξης της γεώτρησης, τυχόν επιδοτήσεις και κίνητρα. Οι κατακόρυφες γεωτρήσεις καταλαμβάνουν λίγο χώρο και είναι πιο αποδοτικές γιατί η θερμοκρασία βαθύτερα είναι σταθερότερη. Σωλήνας σχήματος U εγκαθίσταται σε βάθος 30 – 50 μέτρων και στη συνέχεια οι γεωτρήσεις γεμίζονται. Η παροχή θερμότητας στον εναλλάκτη προέρχεται από διάφορες πηγές, από γεωθερμική ροή θερμότητας, από ανοδική πορεία του υπόγειου θερμού

¹² Ιωάννης Π. Νικολαΐδης, ΑΠΕ σημειώσεις διαλέξεων 4^{ου} εξαμήνου ΜΔΕΠ Κοζάνη, 2002.

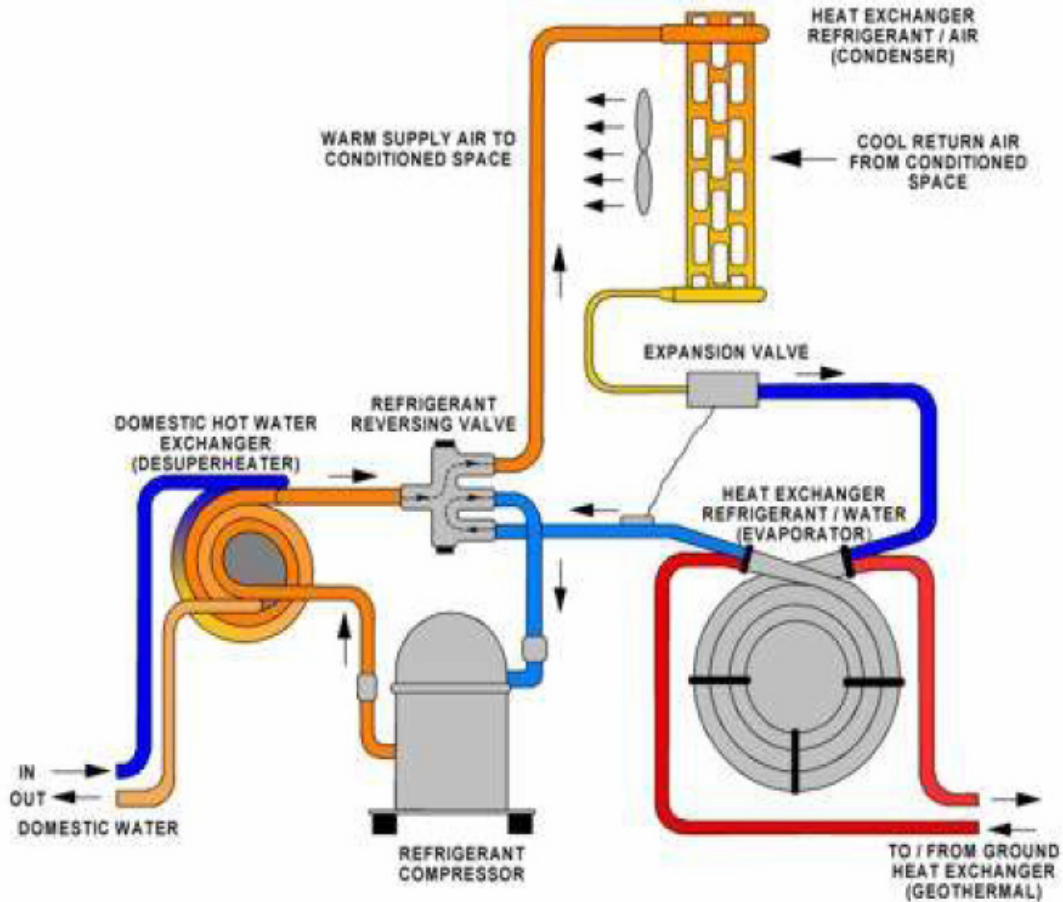
νερού. Εάν υπάρχει διαθέσιμος χώρος, οι σωληνώσεις τοποθετούνται οριζόντια.



Εικόνα 3.4 Σχηματική παράσταση αντλίας θερμότητας που είναι συνδεδεμένη με το υπέδαφος.

Ας εξετάσουμε πως δουλεύει μια αντλία θερμότητας. Το νερό που κυκλοφορεί στις σωληνώσεις του κυκλώματος είναι πιο κρύο από το έδαφος που το περιβάλλει. Αυτό κάνει το νερό να απορροφήσει ενέργεια υπό μορφή θερμότητας από τη γη (βλέπε αρχή πρώτου κεφαλαίου, νόμοι θερμοδυναμικής). Το νερό μεταφέρει την ενέργεια αυτή στον εναλλάκτη μέσα στην αντλία θερμότητας. Στον εναλλάκτη, το ψυκτικό υγρό απορροφά τη θερμότητα από το νερό. Το νερό φεύγει έτσι από τον εναλλάκτη σε πιο χαμηλή θερμοκρασία και επιστρέφει πάλι μέσα στη γη μέσα από τις σωληνώσεις, για να ξαναπάρει θερμοκρασία και να επαναλάβει τον παραπάνω κύκλο. Το ψυκτικό αέριο, που περιέχει την ενέργεια που παρέλαβε από το θερμό νερό του υπεδάφους, πηγαίνει από τον εναλλάκτη στο συμπιεστή. Στο συμπιεστή το ψυκτικό αέριο ανεβάζει την θερμοκρασία του στους 70 ° C. Από το συμπιεστή το υπέρθερμο πλέον αέριο διέρχεται από εναλλάκτη αέρα. Εδώ ο ανεμιστήρας αέρα της αντλίας θερμότητας, κυκλοφορεί αέρα μέσα από τους αεραγωγούς και διαχέει την αποκτηθείσα θερμότητα στους χώρους του σπιτιού, θερμαίνοντας έτσι τους χώρους του σπιτιού. Αφού και το ψυκτικό αέριο αποδώσει με τη σειρά του τη θερμότητά του στον αέρα, οδεύει στον εναλλάκτη θερμότητας για να παραλάβει και πάλι

θερμότητα από το νερό που έρχεται από το υπέδαφος, για να ξαναρχίσει ο κύκλος.



Εικόνα 3.5 Σχηματικό διάγραμμα μιας αντλίας θερμότητας που χρησιμοποιείται για θέρμανση

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος	ΧΕΙΜΩΝΑΣ			ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
	-5 °C	0 °C	7 °C	35 °C	45 °C
Αντλία θερμότητας με πηγή αέρα	60%	80%	100%	100%	90%
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	100%	100%	100%	100%	100%

Πίνακας 3.3 Μεταβολή απόδοσης των αντλιών θερμότητας¹³

¹³ Ι. Παπαγεωργακάκης, « Θέρμανση – ψύξη κτιρίων με αβαθή γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα» Πρακτικά 4^{ου} συνεδρίου για τις ήπιες μορφές ενέργειας, ΔΠΘ 6-8 οκτ Ξάνθη, 1992.

3.2.3.3 Αβαθής Γεωθερμία

Ο λόγος για τον οποίο αποφασίσαμε να παρουσιάσουμε αυτήν την κατηγορία γεωθερμίας ξεχωριστά από τις άλλες, έχει να κάνει με μια πολύ σημαντική διαφορά: ένα μέρος της θερμότητας της κατηγορίας αυτής προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία. Αποτελεί στην ουσία την τέταρτη κατά σειρά (βρίσκεται κάτω από τις πηγές της χαμηλής ενθαλπίας) και χαρακτηρίζεται ως **ομαλής ενθαλπίας** με θερμοκρασίες χαμηλότερες των 25 °C.

Σε βάθη 0 – 150 μέτρων έχουμε αποθηκευμένη θερμική ενέργεια που προέρχεται και ανανεώνεται συνεχώς από δύο πηγές: τη **γεωθερμική**, που προέρχεται από το θερμό εσωτερικό της γης και την **ηλιακή**, που με την ακτινοβολία της διοχετεύει θερμική ενέργεια μέσω της εδαφικής επιφάνειας στο υπέδαφος. Γίνεται λοιπόν φανερό ότι στα βάθη αυτά, τα υπεδαφικά στρώματα πετρωμάτων και τα υπόγεια νερά μετεωρικής προέλευσης αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες ηλιακής θερμικής ενέργειας, οι οποίες σε συνδυασμό με την από τα βαθύτερα στρώματα του φλοιού της γης ανερχόμενη γεωθερμική ενέργεια, δημιουργούν ένα ενεργειακό απόθεμα, την αβαθή γεωθερμία, που αποτελεί απόλυτα καθαρή περιβαλλοντικά πηγή¹⁴. Το θερμικό περιεχόμενο αυτών των νερών μπορούμε να το εκμεταλλευτούμε για διάφορους σκοπούς με άμεση χρήση. Επειδή όμως επισημάναμε ότι για θέρμανση χώρων απαιτούνται ρευστά χαμηλής ενθαλπίας (δηλαδή πάνω από 25 °C), παρεμβάλουμε μια αντλία θερμότητας, που περιγράψαμε παραπάνω, ώστε το νερό να αποκτήσει την απαιτούμενη θερμοκρασιακή στάθμη. Με τη χρήση αντλίας θερμότητας νερού – νερού είναι δυνατόν να εκμεταλλευτούμε με οικονομικό όφελος ακόμα και θερμοκρασίες του υπεδάφους 8-10 °C. Στις χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης και στον Καναδά, αυτές είναι οι θερμοκρασίες στις οποίες βασίζεται η λειτουργία των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας.

Η γεωθερμική ενέργεια ομαλής θερμοκρασίας παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, που καλό είναι να τα επισημάνουμε, διότι στην πορεία θα εξετάσουμε και την περίπτωση της στην Ελλάδα.

Πλεονεκτήματα

- Είναι διαθέσιμη με σταθερές παροχές όλη τη διάρκεια του χρόνου και υπό οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες σχεδόν παντού.
- Οι απαιτήσεις σε χώρο μιας εγκατάστασης εκμετάλλευσης είναι ασήμαντες και δε δημιουργούν αρχιτεκτονικά ή αισθητικά και περιβαλλοντικά προβλήματα.
- Οι χαμηλές υπεδαφικές θερμοκρασίες (κάτω των 25 °C) σε συνδυασμό με γεωθερμικές αντλίες προσφέρονται για την παραγωγή τόσο θέρμανσης, όσο και ψύξης χώρων (Γεωθερμικός κλιματισμός).

¹⁴ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ΑΠΘ Θεσσαλονίκη 2001

Μειονεκτήματα

- Το σχετικά υψηλό κόστος της εγκατάστασης που μπορεί να απαιτήσει σημαντικές δαπάνες για γεωτρήσεις και εναλλάκτες θερμότητας. Τα συστήματα αυτά είναι εντάσεως κεφαλαίου, όπως προείπαμε.
- Η χαμηλή ισχύς της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας.

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τις εφαρμογές της αβαθούς γεωθερμίας στην Ελλάδα.

3.2.4 Επιπτώσεις της χρήσης της Γεωθερμίας

Πριν προχωρήσουμε την έρευνα μας για τις εφαρμογές της γεωθερμίας στον ελλαδικό χώρο, θα κάνουμε μια επιτακτική στάση στις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις που μπορεί να ενέχει η χρήση της. Η Γεωθερμική ενέργεια πριν από μερικές δεκαετίες εθεωρείτο καθαρή μορφή ενέργειας. Βέβαια τότε δε μας απασχολούσαν θέματα, επίκαιρα πλέον σήμερα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασίας του πλανήτη... Έτσι αυτό είναι κάτι το οποίο δεν συμεριζόμαστε απόλυτα σήμερα. Γενικά οποιαδήποτε παραγωγή ή μετατροπή ενέργειας δεν μπορεί παρά να έχει άμεσες ή έμμεσες, μικρές ή μεγάλες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η Γεωθερμία πάντως είναι μια μορφή ενέργειας από τις λιγότερο δυσάρεστες και επιβλαβείς για το περιβάλλον.

3.2.4.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις: Πηγές ρύπανσης – προβλήματα

Στις περισσότερες των περιπτώσεων, ο βαθμός που η γεωθερμία επηρεάζει το περιβάλλον σχετίζεται με την έκταση της εκμετάλλευσης. Παρακάτω παραθέτουμε τον πίνακα 3.3 στον οποίο παρουσιάζεται περιληπτικά η πιθανότητα και η σχετική σοβαρότητα της επίδρασης της Γεωθερμίας στο περιβάλλον για διάφορες χρήσεις.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ	Πιθανότητα παρουσίασης	Σοβαρότητα των συνεπειών
<i>Ρύπανση αέρα</i>	L	M
<i>Επιφανειακή μόλυνση υδάτων</i>	M	M
<i>Υπόγεια μόλυνση</i>	L	M
<i>Καθίζηση</i>	L	L-M
<i>Υψηλά επίπεδα θορύβου</i>	H	L-M
<i>Εκρήξεις πηγαδιών</i>	L	L-M
<i>Συγκρούσεις με πολιτιστικά & αρχαιολογικά στοιχεία</i>	L-M	M-H
<i>Κοινωνικό-οικονομικά προβλήματα</i>	L	L
<i>Χημική ή θερμική μόλυνση</i>	L	M-H
<i>Στερεά απόβλητα</i>	M	M-H

L, M, H : Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή.

Πίνακας 3.4 Πιθανότητα & σοβαρότητα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της Γεωθερμίας

Η πρώτη επίδραση που γίνεται αντιληπτή στο περιβάλλον είναι η **γεώτρηση** ακόμα και αν είναι αβαθής για μέτρηση της γεωθερμικής βαθμίδας, πόσο μάλλον διερευνητική ή παραγωγική. Η έλευση μηχανημάτων θα ισοπεδώσει μια περιοχή. Για παράδειγμα μια γεώτρηση 300 – 700 μέτρων απαιτεί χρήση γης 300 – 500 m², ενώ γεώτρηση 2000 μέτρων απαιτεί περίπου 1200 – 1500 m². Εκρήξεις μπορεί να συμβούν και τα ρευστά μπορεί να επηρεάσουν την περιοχή και αέρια μπορεί να αποδεσμευτούν. Όμως η επίδραση τελειώνει με το τέλος της γεώτρησης.

Το επόμενο στάδιο είναι η **τοποθέτηση σωληνώσεων** και η **κατασκευή εγκαταστάσεων χρήσης της Γεωθερμίας**. Όλα αυτά θα αλλάξουν το τοπίο και ίσως να επηρεάσουν τη ζωή φυτών και ζώων. Η εγκατάσταση του δικτύου μεταφοράς των γεωθερμικών ρευστών και η κατασκευή των *εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης*, επηρεάζει επίσης την πανίδα, τη χλωρίδα και την επιφανειακή μορφολογία της περιοχής. Το τοπίο της περιοχής μπορεί να αλλάξει ελαφρώς, όπως είπαμε, παρόλο που σε κάποιες περιπτώσεις όπως στο Larderello, το δίκτυο των σωληνώσεων που διαπερνά την περιοχή και οι πύργοι ψύξης των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν γίνει αναπόσπαστα τμήματα του τοπίου και αποτελούν πια ένα διάσημο τουριστικό αξιοθέατο της περιοχής.

Περιβαλλοντικά προβλήματα παρουσιάζονται και κατά τη λειτουργία του συστήματος. Τα γεωθερμικά ρευστά συνήθως περιέχουν αέρια όπως **διοξείδιο του άνθρακα, υδροθείο, αμμωνία, μεθάνιο και ίχνη άλλων αερίων** όπως επίσης διαλυμένες ουσίες που οι συγκεντρώσεις τους αυξάνουν με τη θερμοκρασία.¹⁵ Τέτοιες διαλυμένες ουσίες όπως **χλωριούχο νάτριο, βόριο, αρσενικό και υδράργυρος** αποτελούν πολύ μεγάλες εστίες μόλυνσης για το περιβάλλον¹⁶. Τα θερμά νερά της Ισλανδίας είναι εντελώς καθαρά, μια εξαίρεση του κανόνα. Όμως και τα απόβλητα των χρήσεων παραμένουν ζεστά και αποτελούν μια θερμική μόλυνση. Η ρύπανση του αέρα είναι πρόβλημα κυρίως στην παραγωγή ηλεκτρισμού από συμβατικές μονάδες.

Η εκροή αποβλήτων αποτελεί επίσης μια σημαντική χημική μόλυνση. Τα χρησιμοποιημένα ρευστά με υψηλές συγκεντρώσεις βορίου, φθορίου ή αρσενικού πρέπει να επεξεργαστούν ή να επανεγχυθούν στον ταμιευτήρα. **Τα χαμηλής ενθαλπίας ρευστά σπάνια έχουν τέτοια χημικά στοιχεία**. Όμως θα πρέπει να κρυώσουν αρκετά σε ειδικές δεξαμενές, πριν διοχετευθούν σε λίμνες και ποτάμια (αποτέλεσμα της θερμικής μόλυνσης σε ποτάμια της Γαλλίας από απόβλητο νερό ψύξης αντιδραστήρων πυρηνικής ενέργειας, οδήγησε σε αφανισμό και μεταλλάξεις σε είδη ψαριών!)¹⁷.

Η απόληψη μεγάλων ποσοτήτων ρευστών μπορεί να δημιουργήσει βύθιση της επιφάνειας του εδάφους. Αυτή είναι μια μη αναστρέψιμη μεταβολή αλλά

¹⁵ Ιωάννης Π. Νικολαΐδης, ΑΠΕ σημειώσεις διαλέξεων 4^{ου} εξαμήνου ΜΔΕΠ Κοζάνη, 2002.

¹⁶ Αλέξανδρος Γεωργόπουλος «Γή, ένας μικρός & εύθραυστος πλανήτης» ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 2000.

¹⁷ Πηγή : Greenpeace

όχι καταστροφική, γιατί συμβαίνει πολύ αργά σε μεγάλες εδαφικές επιφάνειες. Όμως μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε σπίτια και εγκαταστάσεις και θα πρέπει να μετριέται συστηματικά. Συνήθως αποφεύγεται αυτή η βύθιση με επιστροφή των ρευστών στον ταμιευτήρα. Η λήψη ή επανέγχυση γεωθερμικών ρευστών στον/από τον ταμιευτήρα μπορεί να πυροδοτήσει ή να αυξήσει τη συχνότητα σεισμών σε κάποια περιοχή. Τα μικροσεισμικά όμως γεγονότα μπορούν να ανιχνευτούν μόνο με τα κατάλληλα όργανα. Πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι σύμφωνα με την παγκόσμια βιβλιογραφία επι τούτου, μεγάλες σεισμικές δραστηριότητες λόγω γεωθερμικών επεμβάσεων είναι εντελώς σπάνιο να συμβούν και εξάλλου δεν έχει αποδειχθεί ακόμα επιστημονικά κάτι τέτοιο. *Οι εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης οικισμών μπορούν πιθανώς να δημιουργήσουν κάποια μικρότερα προβλήματα, τα οποία όμως μπορούν να ξεπεραστούν με απλό τρόπο, χρησιμοποιώντας κλειστά συστήματα που προλαμβάνουν οποιαδήποτε εκπομπή αερίων*¹⁸.

Τέλος, ο **θόρυβος**, η λεγόμενη ηχορύπανση, που σχετίζεται με γεωθερμικές εγκαταστάσεις μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αντίθετα ο θόρυβος σε άμεσες χρήσεις (τηλεθέρμανση) είναι αμελητέος.

3.2.4.2 Κοινωνιολογικές συνέπειες

Τεχνολογία	Αριθμός θέσεων ανά καταναλωμένη τεραβατώρα το χρόνο
Πυρηνική	112
Γεωθερμική	112
Ανθρακική	116
Ηλιακή	248
Αιολική	542

Πίνακας 3.5 Θέσεις εργασίας που δημιουργούν οι ΑΠΕ σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας¹⁹.

Η ενσωμάτωση των κοινωνικών ανησυχιών στη λήψη αποφάσεων, στο σχεδιασμό και τη διαχείριση των γεωθερμικών προγραμμάτων είναι δεδομένη από διεθνείς οργανισμούς, πρωτόκολλα, ανεξάρτητους νόμους κρατών και από τις πολιτικές διεθνών οικονομικών οργανισμών. Μεγαλύτερο όφελος έχουν οι χώρες στις οποίες οι ιδιοκτήτες γης έχουν από το νόμο, τον έλεγχο

¹⁸ Mary H . Dickson και Mario Fanelli Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italy

¹⁹ Αλέξανδρος Γεωργόπουλος «Γή, ένας μικρός & εύθραυστος πλανήτης» ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 2000.

της γεωθερμικής πηγής. Το χαμηλό οριακό κόστος της πηγής καυσίμου σημαίνει πέραν της φθηνής παροχής ενέργειας, χρήση του και για τοπικά αναπτυξιακά προγράμματα όπως άρδευση αγρών, θέρμανση οικισμών και δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Οι μικρές απαιτήσεις σε γη σημαίνει ότι η γεωθερμία δε θα πλήξει άλλες δραστηριότητες (καλλιεργήσιμη γη). Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται καθαρά η υπεροχή της τεχνολογίας των ΑΠΕ σε σχέση με τη δημιουργία θέσεων εργασίας. Πολύ θετικό πλεονέκτημα εάν αναλογιστεί κανείς την ανεργία που μαστίζει τη χώρα μας. Βέβαια η διαφορά της γεωθερμίας είναι αμελητέα, γεγονός όμως που σημαίνει ότι δε θα πλήξει την προσφορά εργασίας και αντίθετα σε συνδυασμό με μια στροφή στις ΑΠΕ, θα οδηγήσει και στην ουσιαστική καταπολέμηση της ανεργίας.

3.2.5 Ρίσκα και περιορισμοί της ανάπτυξης της Γεωθερμικής Ενέργειας




Κρίναμε απαραίτητο πριν προχωρήσουμε την έρευνά μας στο ελλαδικό γεωθερμικό δυναμικό και τις πιθανές αυτού εφαρμογές, να ρίξουμε μια ματιά και στο ρίσκο που ενέχει η εξερεύνηση ενός γεωθερμικού πεδίου. Βέβαια στην πορεία θα κάνουμε και μια προσπάθεια οικονομικής αποτίμησης.

Υπάρχουν ρίσκα από τη μη εύρεση αξιόλογης γεωθερμικής πηγής, ύστερα από χρονοβόρες αναγνωριστικές εργασίες και επιφανειακή αναζήτηση. Έπισης υπάρχει πάντα και το ρίσκο της ανάληψης δαπανών γεωτρήσεων που μπορεί να μη δώσουν χρήσιμη παραγωγή.

Ένα άλλο ρίσκο αποτελεί και η συμπεριφορά του ταμιευτήρα. Το πως θα συμπεριφερθεί ένας ταμιευτήρας σε μια περίοδο δεκαετιών είναι κάτι που δεν μπορεί να προβλεφθεί αποτελεσματικά, παρά μόνο μέσα από τη μακροχρόνια παρατήρηση και μελέτη της ανάληψης του ρευστού του. Στα αρχικά στάδια απόληψης, το ρίσκο είναι σαφώς μεγαλύτερο, όπως και με κάθε αρχή οποιασδήποτε επένδυσης άλλωστε.

Τέλος υπάρχουν και πολιτικά ρίσκα σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες που αφορούν την αλλαγή πολιτικού σκηνικού και καλύτερευση/χειροτέρευση της οικονομίας. Παράδειγμα επί αυτού αποτελεί η Ασία στα τέλη της δεκαετίας του 90, όταν αλλαγές στην πολιτική χωρών, οδήγησε στην ακύρωση κινήτρων για την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Συνοψίζοντας λοιπόν έχουμε:

-  Ρίσκο εξερεύνησης – αρχικής λειτουργίας
-  Το μέγεθος της ανάπτυξης και εξάντλησης του ταμιευτήρα
-  Οικονομικά και πολιτικά ρίσκα

3.2.6 Ομαδικές θερμάνσεις από Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια όπως έχουμε ξαναεπισημάνει έχει χρησιμοποιηθεί για μεγάλης κλίμακας θερμάνσεις σπιτιών εδώ και πολλά χρόνια σε πολλές χώρες όπως η Ισλανδία, η Ουγγαρία, η Ιαπωνία, η Νέα Ζηλανδία, η Ρωσία κτλ. (βλέπε προηγούμενα κεφάλαια). Παρακάτω θα εκθέσουμε βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά και παραμέτρους που θα πρέπει να εξακριβωθούν πριν προχωρήσουμε στη δημιουργία ενός συστήματος θέρμανσης από τη Γεωθερμία. Θα αποτελέσουν προαπαιτήσεις άλλωστε και της μελέτης που θα ακολουθήσει.

3.2.6.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Προκειμένου να αποφασιστεί η χρησιμοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για θέρμανση και να σχεδιαστεί μια ομαδική θέρμανση (**τηλεθέρμανση**), πρέπει να ληφθούν υπόψη οι χαρακτηριστικές ιδιότητες της γεωθερμικής ενέργειας. Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν έχουμε:

1. Το γεωθερμικό ρευστό έχει σταθερή θερμοκρασία σε κάθε γεωθερμική περιοχή.
2. Κάθε πηγάδι έχει κατά κανόνα σταθερή παροχή.
3. Το κόστος της μονάδας της γεωθερμικής ενέργειας που παράγεται και παραδίδεται στον τελικό καταναλωτή είναι το κόστος του αρχικού κεφαλαίου που διατέθει για την κατασκευή, δεν υπάρχει δηλαδή τρέχον κόστος παραγωγής (θεωρητικά).
4. Η χημική σύνθεση του ρευστού και οι επιδράσεις της στις σωληνώσεις μεταφοράς (ακολουθεί ξεχωριστή παράγραφος για τις φθορές στις εγκαταστάσεις).
5. Η δυνατότητα μεταφοράς του θερμικού ρευστού είναι περιορισμένη. Άρα πρέπει να μην απέχει πολύ ο οικισμός που θα θερμανθεί από την πηγή της γεωθερμίας, λόγω των θερμικών απωλειών.
6. Το ανά μονάδα θερμότητας κόστος εξαρτάται και από το μέγεθος του συστήματος.

Η σχετική σπουδαιότητα καθενός από τα παραπάνω εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι περισσότεροι από τους οποίους συνδέονται με αυτό καθαυτό τον ενεργειακό πόρο και περιλαμβάνουν το είδος της αναμενόμενης εκμετάλλευσης, τη διαθέσιμη τεχνολογία, τα οικονομικά μεγέθη, όπως επίσης την κατάσταση, τη γεωγραφική θέση και τη χρονική περίοδο. Όλα τα παραπάνω επηρεάζουν άμεσα τον προγραμματισμό και την έκβαση μιας γεωθερμικής έρευνας. Για παράδειγμα, οι προκαταρκτικές αναγνωριστικές έρευνες των γεωθερμικών εκδηλώσεων επιφάνειας αποκτούν ιδιαίτερη σημασία και χρησιμότητα όταν αφορούν μια απομακρυσμένη και μη

μελετημένη περιοχή, σε σχέση με μια γνωστή και εκτενώς μελετημένη. Εξάλλου, η εκτίμηση του ακριβούς μεγέθους του γεωθερμικού πόρου αποκτά ίσως μικρότερη σημασία εφόσον πρόκειται για μια μικρής κλίμακας εφαρμογή, αφού η τελευταία προφανώς απαιτεί πολύ λιγότερη θερμική ενέργεια απ' ό,τι ήδη παράγεται με φυσικό τρόπο. **Επίσης, εάν η γεωθερμική ενέργεια πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τηλεθέρμανση μιας περιοχής ή σε εφαρμογές που απαιτούν χαμηλού βαθμού θερμότητα, τότε η εύρεση ρευστών υψηλής θερμοκρασίας δεν αποτελεί απαραίτητα τον αντικειμενικό σκοπό της γεωθερμικής έρευνας²⁰**, κάτι που άλλωστε έχουμε επισημάνει.

3.2.6.2 Η μέθοδος της θέρμανσης

Βασικό χαρακτηριστικό της γεωθερμικής ενέργειας όπως είδαμε, αποτελεί η σταθερότητα της θερμοκρασίας και της παροχής του γεωθερμικού ρευστού. Αντιθέτα όμως, είδαμε στο πρώτο κεφάλαιο, το χαρακτηριστικό της κεντρικής θέρμανσης είναι η μεταβολή της απαιτούμενης παροχής θερμότητας ημερησίως, μηνιαίως και ετησίως. Έτσι, η μη προσαρμογή της παραγωγής και κατανάλωσης θερμότητας αποτελεί μείζον πρόβλημα. Μια οικονομική λύση του προβλήματος είναι παραπλήσια με εκείνη της παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή το βασικό φορτίο της θέρμανσης θα καλυφθεί από τη γεωθερμική πηγή, ενώ το κυμαινόμενο φορτίο και το φορτίο αιχμής από συμπληρωματική πηγή, όπως πετρέλαιο, ηλεκτρισμός ή αποθηκευμένη ενέργεια.

Θεωρούμε ότι t_v είναι η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου, έστω $t_v = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ και Δt μια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της εισροής ή παραγωγής θερμότητας στο χώρο από διάφορες αιτίες, π.χ. ηλιακή ακτινοβολία, ηλεκτρική κατανάλωση. Τότε η θερμοκρασία υπολογισμού θα είναι:

$$t_d = t_v - \Delta t$$

Αν θεωρήσουμε ότι η εξωτερική θερμοκρασία του χώρου είναι $t \text{ }^\circ\text{C}$, τότε οι θερμικές απώλειες του χώρου είναι:

$$Q = K * (t_d - t) \text{ kcal/hour}$$

Όπου K , η σταθερά αναλογίας. Βέβαια η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μεταβάλλεται τόσο στη διάρκεια της ημέρας όσο και εποχιακά.

Αν θεωρήσουμε σαν θερμοκρασία του περιβάλλοντος την ελάχιστη εμφανιζόμενη: t_{\min} , τότε η απαιτούμενη θερμική ισχύς θα είναι:

$$Q = K * (t_d - t_{\min}) \text{ kcal/h}$$

²⁰ LUMB, J. T., 1981. Prospecting for geothermal resources. In: Rybach, L. and Muffler, L.J.P., eds., *Geothermal Systems, Principles and Case Histories*, J. Wiley & Sons, New York, pp. 77—108.

Αν εισάγουμε την έννοια των βαθμοημερών, που απαιτείται θέρμανση χώρου για να διατηρηθεί η επιθυμούμενη θερμοκρασία, τότε ο συντελεστής του ετήσιου φορτίου θα είναι:

$$N_{min} = \frac{Gh}{365 * (td - t_{min})}$$

Όπου:

- **Gh**: οι βαθμοημέρες για θέρμανση άνω του t_{min}
- **td**: η θερμοκρασία υπολογισμού
- **t_{min}**: η μέση θερμοκρασία της πιο ψυχρής ημέρας
- **365**: οι μέρες του χρόνου

Ο συντελεστής αυτός είναι πολύ μεγάλος, γιατί η θέρμανση σχεδιάζεται να δουλεύει για την κάλυψη του μέγιστου δυνατού φορτίου ως βασικού φορτίου, σταθερά για όλο το χρόνο, ανεξάρτητα από τις πραγματικές διακυμάνσεις της εκάστοτε απαιτούμενης θερμότητας²¹. Μια τέτοια σχεδίαση ασφαλώς θα ήταν αντιοικονομική, για αυτό σαν εξωτερική θερμοκρασία παίρνουμε μια θερμοκρασία t_0 , που είναι η μέση θερμοκρασία της ημέρας, που θέλουμε το γεωθερμικό σύστημα θέρμανσης να μας δίνει την επιθυμούμενη θερμοκρασία δωματίου td . Έτσι ο αντίστοιχος συντελεστής φορτίου θα είναι:

$$N_0 = \frac{Gh}{365 * (td - t_0)}$$

Και η αντίστοιχη ισχύς του γεωθερμικού συστήματος:

$$H_0 = K * (td - t_0) \text{ kcal/h}$$

Το κόστος τότε της μονάδας της γεωθερμικής ενέργειας μειώνεται.²²

3.2.6.3 Μοντέλο για τις ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες

Για τις ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες η χρονική περίοδος θέρμανσης πρέπει να υπολογίζεται γύρω στις 150 ημέρες (βέβαια κινούμενοι προς τον βορρά η περίοδος αλλάζει, αφού το χειμερινό ψύχος διαρκεί περισσότερο, θα θεωρήσουμε όμως την παραπάνω τιμή ως μέση για την Ελλάδα). Για τη χρονική περίοδο των 150 ημερών λοιπόν πρέπει να υπολογιστεί ο

²¹ Θέματα προγραμματισμού. «Δυνατότητες & προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα» Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα 1988.

²² Θέματα προγραμματισμού. «Δυνατότητες & προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα» Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα 1988. σελ 564 – 565.

συντελεστής φορτίου. Για τις υπόλοιπες μέρες του χρόνου θα πρέπει να βρεθεί άλλος τρόπος διάθεσης της γεωθερμικής ενέργειας, διότι είναι μεγάλο το κόστος των δαπανών για θέρμανση μόνον. Η πιο πρόσφορη λύση είναι να διατεθεί τις υπόλοιπες μέρες για ψύξη με αντιστροφή του συστήματος λειτουργίας των αντλιών θερμότητας, όπως είδαμε παραπάνω. Στην περίπτωση αυτή ο συντελεστής του ετήσιου φορτίου θα είναι²³:

$$No = \frac{Gh + x \cdot Gc}{365 \cdot (td - to)}$$

Όπου:

- Gh : ο αριθμός των βαθμομερών θέρμανσης άνω της θερμοκρασίας βάσης to.
- Gc: ο αριθμός των βαθμομερών ψύξης άνω της θερμοκρασίας υπολογισμού tc.
- X: ο λόγος των ενεργειακών απαιτήσεων για κάθε βαθμομέρα ψύξης και θέρμανσης αντίστοιχα.

Ο συντελεστής αυτός ετήσιου φόρτου είναι βελτιωμένος από τους αρχικούς που παραθέσαμε, αν και παραμένει ακόμα χαμηλή η εκμετάλλευση κατά το φθινόπωρο και την άνοιξη, όπου δεν υπάρχουν σοβαρές απαιτήσεις για θέρμανση ή ψύξη. Η εκτενής αυτή παρουσίαση της τεχνολογίας που περιβάλλει την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών κρίθηκε απαραίτητη προκειμένου να γίνει κατανοητή η παρακάτω διερεύνηση του ελληνικού γεωθερμικού φορτίου, τα case studies και οι συγκεκριμένες προτάσεις που θα επιχειρηθούν πάνω στο θέμα βέβαια της τηλεθέρμανσης, που αποτελεί το επίκεντρό μας άλλωστε.

3.2.6.4 Φθορές των Γεωθερμικών εγκαταστάσεων

Τα γεωθερμικά ρευστά περιέχουν διάφορες «μολύνσεις» που είναι επιβλαβείς και καταστρεπτικές για τα υλικά των γεωθερμικών εγκαταστάσεων. Οι σημαντικότερες είναι τα διάφορα μικρά συντρίμμια πετρωμάτων που αιωρούνται στο νερό, διάφορα άλατα καλίου, χλωρίου, νατρίου, διάφορα αέρια όπως H₂S, CH₄, κτλ. Οι μολύνσεις αυτές προκαλούν διαβρώσεις και ρωγμές στα υλικά των γεωθερμικών εγκαταστάσεων. Επίσης λόγω της ύπαρξης συνήθως μεγάλης ποσότητας αλάτων στα ρευστά, υπάρχει και η ηλεκτρολυτική διάβρωση διαφόρων υλικών²⁴. Με τις σημερινές συνθήκες κατασκευαστικής τεχνολογίας, η ονομαστική διάρκεια ζωής των γεωθερμικών εγκαταστάσεων είναι πάνω από 25 χρόνια και τα εξαρτήματα των πηγαδιών

²³ Θέματα προγραμματισμού. «Αυνατότητες & προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα» Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα 1988. σελ 566

²⁴ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ΑΠΘ Θεσσαλονίκη 2001

περίπου την δεκαπενταετία²⁵. Βέβαια η πρόοδος των νέων υλικών είναι ταχεία και μέσα στα επόμενα χρόνια αναμένεται σημαντική αύξηση των ορίων αντοχής.

3.2.7 Το γεωθερμικό δυναμικό της Ελλάδας

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ								
ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ								
ΠΕΡΙΟΧΗ	Γεωτρήσεις				Δυναμικό			
	πλήθος	βάθος(m)	θερμοκρασία	παροχή (t/h)	Διαθέσιμο (Mwe)	εκμ/σιμο (Mwe)		
Μήλος	5	1000-1400	200-220	350	120	20-25		
Νίσυρος	2	1400-1500	317- 349	23	50	5		
ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ								
Περιοχή	Πεδίο		Θερμοκρασία		Δυναμικό			
	Έκταση (km ²)	Βάθος(m)	Εύρος	μέση	Διαθέσιμο m ³ /h	ΤΙΠ/α	Πιθανό m ³ /h ΤΙΠ/α	
Λέσβος								
Πολίχνιτος	10	50-150	70-95	85	300	13245	1000	44150
Καλλονή		70						
Αργενός		40-100	80-86	85	600	26490	1500	66225
Μακεδονία								
Δέλτα Νέστου	40	700-1400	80-125	100	100	5470	2000	109320
Νιγρίτα	15	120-450	40-60	50	400	785	1000	1960
Ηράκλεια	25	200-400	40-62	50	50	980	500	9810
Σιδηρόκαστρο	6	50-350	40-57	50	150	2940	1000	19620
Λαγκαδάς	6	100-250	35-40	37,5	400	4345	1000	10860
Νυμφόπετρα	2	100-150	37-44	40	200	2520	500	6310
Ν. Απολλωνία	2	50-100	44-52	47,5	350	6255	600	10720
Ελαιοχώρια		60-100	33-42	38	800	8970	1500	16820
Θράκη								
Ν. Κεσσάνη	15	120-350	40-80	70	250	8410	1000	33640
Μάγγανα		300-400	50-52					
Λοιπές								
Σαντορίνη				70				
Μήλος		20-200	40-100					
Θερμοπύλες				42	400	5610		
Αιδηψός				78	250	9810		
Σουσάκι		60-150	50-75					
Σύνολο	121	40-1400	33-125	37,5-90	3650	95830	11600	329435

Πίνακας 3.5 Περιοχές της Ελλάδας αυξημένης γεωθερμικής ενέργειας²⁶

²⁵ Θέματα προγραμματισμού. «Δυνατότητες & προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα» Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα 1988. σελ 559

Η χώρα μας έχει την τύχη να βρίσκεται σε περιοχή αυξημένης γεωθερμικής ροής και το διαθέσιμο γεωθερμικό δυναμικό είναι προφανώς πολύ μεγαλύτερο. Στην Ελλάδα υπάρχει ένα από τα ισχυρότερα γεωθερμικά πεδία του κόσμου, ισχύος 750 MW²⁷. Ο ελλαδικός χώρος διαθέτει γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών που προαναφέραμε. Η έρευνα για αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας, ουσιαστικά ξεκίνησε το 1971 με βασικό φορέα το **ΙΓΜΕ**. Κατά την εξέλιξη των εργασιών, η ΔΕΗ σαν άμεσα ενδιαφερόμενη για την ηλεκτροπαραγωγή, ανέλαβε τις γεωτρήσεις και την ανάπτυξη των πεδίων και τη χρηματοδότηση της έρευνας. Παραπάνω παρουσιάζουμε έναν πίνακα με τις περιοχές της Ελλάδας με αυξημένη γεωθερμική ενέργεια, σύμφωνα με το διαθέσιμο δυναμικό.

Από τον πίνακα 3.5 παρατηρούμε ότι τα πεδία υψηλής ενθαλπίας βρίσκονται στη Μήλο και τη Νίσυρο, νησιά απομακρυσμένα από την ηπειρωτική Ελλάδα, γεγονός που σαφώς θέτει περιορισμούς στην εκμετάλλευση των πεδίων αυτών. Παρατηρούμε επίσης ότι οι πιο ενδιαφέρουσες περιοχές χαμηλής ενθαλπίας βρίσκονται στη βόρεια Ελλάδα. Εκτός των προαναφερθέντων νησιών, προέκυψαν ικανοποιητικά στοιχεία για πιθανά πεδία υψηλής ή μέσης ενθαλπίας στην Κίμωλο, Σαντορίνη, Κω, Λέσβο, Σαμοθράκη και Σουσάκι Κορινθίας. Είναι φανερό ότι η οποιαδήποτε προσπάθεια εκμετάλλευσης αυτής της ενέργειας θα συμβάλλει στην οικονομική ανάπτυξη μειονεκτικών περιοχών καθώς και στη δημιουργία πυρήνων οικονομικής δραστηριότητας σε αποκεντρωμένους και ευαίσθητα εθνικά χώρους.

Στη βόρεια Ελλάδα η γεωθερμία προσφέρεται για **θέρμανση**, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες.

Στη λεκάνη του Στρυμώνα έχουν εντοπισθεί τα πολύ σημαντικά πεδία Θερμών – Νιγρίτας, Λιθότοπου – Ηράκλειας, Θερμοπηγής – Σιδηροκάστρου και Αγγίστρου. Αρκετές πιθανότητες ανεύρεσης νέων πεδίων στην ίδια λεκάνη υπάρχουν και στην περιοχή της Κερκίνης, στη Σκουτάρη και αλλού.

Στην πεδινή περιοχή του Νέστου έχουν εντοπισθεί δύο πολύ σημαντικά πεδία: στο Ερατεινό – Χρυσούπολης Καβάλας και στο Ν. Εράσμιο – Μαγγανών Ξάνθης. Στην περιοχή Αριστήνου – Άνθειας του Έβρου εντοπίστηκαν με 6 γεωτρήσεις, ρευστά **μέχρι 92° C**. Το πεδίο αυτό φαίνεται πολύ σημαντικό και μόνο ένα μικρό του τμήμα έχει ερευνηθεί.

Στη λεκάνη των λιμνών Βόλβης και Λαγκαδά έχουν εντοπιστεί τρία πολύ «ρηχά» πεδία. Το ίδιο ισχύει και για την περιοχή του αεροδρομίου Θεσσαλονίκης, γεγονός που δίνει το έναυσμα για εφαρμογές και αξιοποίηση της ενέργειας αυτής σε μεγάλα συγκροτήματα (νέο αεροδρόμιο, ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, αθλητικά κέντρα, εγκαταστάσεις ΑΠΘ, κτλ). Παρακάτω θα εξετάσουμε ένα case study για την περιοχή.

²⁶ Ι. Παπαγεωργάκης, «Ομαλή γεωθερμική ενέργεια για Θέρμανση – Ψύξη κτιρίων στην Ελλάδα», ΤΕΧΝΙΚΑ τεύχος 71 / Απρίλιος 1992.

²⁷ Αλέξανδρος Γεωργόπουλος «Γή, ένας μικρός & εύθραυστος πλανήτης» ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 2000.

Η περιοχή της Ν. Τρίγλιας Χαλκιδικής και γενικά η χερσόνησος της Κασσάνδρας παρουσιάζει πολύ ενδιαφέροντα στοιχεία.

Στις περιοχές Αριδαίας – Φλώρινας – Αμυνταίου υπάρχουν ενδιαφέρουσες προοπτικές, δεδομένου ότι υπάρχουν κοντά συγκεντρωμένα τα μεγαλύτερα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια της χώρας και θα μπορούσαν κάτω από ορισμένες συνθήκες και μετατροπές, να εκμεταλλευτούν την ενέργεια αυτή για παραγωγή ηλεκτρισμού και για δημιουργία δικτύου τηλεθέρμανσης.

Επίσης, στη νότια Θεσσαλία, στην κοιλάδα του Σπερχειού και απέναντι στην Εύβοια, στην περιοχή της Αττικής, κοντά ή και μέσα στην Αθήνα, έχουν βρεθεί ενδιαφέρουσες ενδείξεις.

Η δυτική Ελλάδα έχει λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες αλλά δε λείπει το ενδιαφέρον για ορισμένες περιοχές όπως η πεδινή περιοχή της Άρτας.

3.2.8 Αξιοποίηση της Γεωθερμίας στην Ελλάδα για ανάπτυξη συστημάτων τηλεθέρμανσης

3.2.8.1 Εισαγωγικό σημείωμα

Η κυριότερη χρήση της Γεωθερμίας στην Ελλάδα είναι η αξιοποίηση των ρευστών μέσης και κυρίως χαμηλής ενθαλπίας στη θέρμανση θερμοκηπίων και για λουτροθεραπευτικούς σκοπούς. Η θέρμανση χώρων και οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι η πιο πρόσφατη εξέλιξη στη χρήση της γεωθερμίας μας στη χώρα μας. Η εγκατεστημένη ισχύς στην Ελλάδα το 1999 ανήλθε στα 23 MWth²⁸ (το 3% της συνολικά καταγεγραμμένης δυναμικότητας δηλαδή!) εκ των οποίων τα 22 αφορούν θερμοκήπια. Πέραν μεμωνομένων οικιών, κανένα ουσιαστικό σύστημα τηλεθέρμανσης περιοχών δε λειτουργεί στη χώρα μας, παρόλο που όπως θα διαπιστώσουμε στη συνέχεια υπάρχει η δυνατότητα αυτή. Όσον αφορά την ηλεκτροπαραγωγή, αυτή εστιάστηκε στα πεδία υψηλής ενθαλπίας των νήσων Μήλου και Νίσυρου, αλλά και εκεί απέτυχε και μάλιστα τα λάθη της ΔΕΗ οδήγησαν και στη δημιουργία πολύ αρνητικού κλίματος για τη γεωθερμία, στους κατοίκους των νησιών²⁹, με αποτέλεσμα σήμερα ένα από τα πιο ισχυρά γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας του κόσμου, να παραμένει ανεκμετάλλευτο. Το κομμάτι αυτό όμως είναι εκτός των ορίων που έχουμε θέσει και θα περιοριστούμε μόνο στην παραπάνω αναφορά του.

Με βάση τα κριτήρια που θέσαμε στην αρχή της ανάλυσης μας και τη μέχρι τώρα καταγραφή του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας, μπορούμε να έχουμε μια εικόνα για τις περιοχές στις οποίες θα μπορούσε να εφαρμοστεί σύστημα ομαδικής θέρμανσης. Τέτοιες περιοχές είναι η Μήλος, η περιοχή της Νιγρίτας, η πόλη των Σερρών, της Ξάνθης και του Λαγκαδά Θεσσαλονίκης, καθώς και το αεροδρόμιο της Θεσσαλονίκης με τα εργαστήρια του ΑΠΘ στην ίδια περιοχή. Παρόμοιες προοπτικές θα δούμε ότι υπάρχουν και για το διεθνή αερολιμένα Ελ. Βενιζέλος της Αθήνας αλλά και σε πολλές μεμονωμένες περιπτώσεις δημοσίων κτιρίων μέσα στην Αθήνα.

Έχουμε προαναφέρει τις πολλές εφαρμογές της γεωθερμίας σε θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες, λουτροπόλεις και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ξανατονίζουμε όμως ότι παρακάτω θα επιχειρηθεί μια προσέγγιση μόνο των περιπτώσεων που αφορούν τη θέρμανση χώρων και τη λειτουργία συστημάτων τηλεθέρμανσης ευρύτερα και δε θα επιχειρηθεί μια εξάντληση της ολότητας του θέματος της γεωθερμίας. Οι παρακάτω υποθέσεις ανταποκρίνονται στα μέχρι σήμερα διαθέσιμα στοιχεία που υπάρχουν για τα γνωστά και καταγεγραμμένα γεωθερμικά πεδία της χώρας.

²⁸ Ιωάννης Π. Νικολαΐδης, ΑΠΕ σημειώσεις διαλέξεων 4^{ου} εξαμήνου ΜΔΕΠ Κοζάνη, 2002.

²⁹ Αλέξανδρος Γεωργόπουλος «Γή, ένας μικρός & εύθραυστος πλανήτης» ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 2000.

3.2.8.2 Γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα

Η Γεωθερμική ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας αποτελεί εγχώριο εθνικό πλούτο που αξιοποιείται τοπικά, γεγονός ύψιστης σημασίας για την περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας μας, η οποία γενικά χωλαίνει. Η Ελλάδα είναι αρκετά ευνοημένη στις περιοχές των νησιών του Αιγαίου και στη Μακεδονία – Θράκη. Με βάση τις πληροφορίες που απορρέουν από το Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) και τη σχετική επί του θέματος βιβλιογραφία, παρουσιάζουμε παρακάτω τα σημαντικότερα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας της Ελλάδας.

3.2.8.2.1 Ανατολική Μακεδονία – Θράκη

Στην περιφέρεια της ΑΜΘ εντοπίζονται τα σημαντικότερα γεωθερμικά κοιτάσματα χαμηλής ενθαλπίας της χώρας, που παράγουν γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασίες που φθάνουν τους 95 °C. Τα σημαντικά αυτά γεωθερμικά πεδία αναπτύσσονται κατά μήκος της παραλιακής πεδινής ζώνης, από το Δέλτα του Νέστου, έως πέρα από το Δέλτα του Έβρου στην περιοχή Φυλακτού της επαρχίας Σουφλίου. Στο χώρο αυτό το Ι.Γ.Μ.Ε. δραστηριοποιείται ερευνητικά από το 1980, είτε μέσω προγραμμάτων δημοσίων επενδύσεων, είτε μέσω των κοινοτικών προγραμμάτων VALOREN (βλέπε και τηλεθέρμανση Κοζάνης – Πτολεμαΐδας που χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα αυτό), 2^ο ΚΠΣ, φθάνοντας στο σημείο της αρκετά ικανοποιητικής γνώσης των γεωθερμικών συνθηκών του χώρου. Τα ερευνητικά δεδομένα μάλιστα είναι τόσο σημαντικά που κατατάσσουν την περιοχή της Θράκης **στην πρώτη γεωθερμική δύναμη χαμηλής ενθαλπίας της Ευρώπης** με θερμοκρασιακό εύρος 25 – 95 °C και ποιότητες γεωθερμικών ρευστών που ξεκινούν από πόσιμο έως υφάλμυρο νερό και με μια ευρεία δυνατότητα χρήσεων³⁰. Τα βάθη δεν ξεπερνούν τα 700 μ. - αρκετά προσιτά για τις διατηρητικές δυνατότητες των Ελληνικών εταιριών με οικονομικό κόστος διάτρησης, ταχείας απόσβεσης.

1) Περιοχή Ερατεινού Χρυσούπολης Καβάλας

Έχει εντοπιστεί ένα μεγάλο γεωθερμικό κοιτάσμα κατά μήκος του οδικού άξονα προς το Αεροδρόμιο με κέντρο το χωριό Ερατεινό όπου έχουμε και τις μέγιστες θερμοκρασίες (70 °C). Η όλη έκταση θερμικής ανωμαλίας ξεπερνά τα 40 τετραγωνικά χιλιόμετρα και εκτείνεται ως τη Χρυσούπολη και το Μοναστηράκι, με μικρότερες αλλά και αξιοποιήσιμες θερμοκρασίες. Μετά τις γεωτρήσεις έρευνας παραγωγής σε βάθος 650 μέτρων γνωρίζουμε και τις συνθήκες άντλησης του γεωθερμικού ρευστού καθώς και την ποιότητά του. Σύμφωνα με την εισήγηση του κ. Κολιού που χρησιμοποιούμε εδώ ως πηγή άντλησης των στοιχείων μας, **πρέπει να συσταθεί ειδικός φορέας για την αξιοποίηση και εκμετάλλευση του δυναμικού της περιοχής (δίκτυα μεταφοράς και διανομής)**. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η ποιότητα των ρευστών μπορούν

³⁰ ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998, Εισήγηση: Dr Νικόλαος Κολιός Γεωλόγος – Γεωθερμικός ΙΓΜΕ σελ 567-570

να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα χρήσεων. Στις αγροτικές δραστηριότητες που αναφέρουν οι βιβλιογραφικές μας πηγές, ερχόμαστε να προσθέσουμε και τον παράγοντα τηλεθέρμανση. Τα χαρακτηριστικά που θέσαμε ευθύς εξ αρχής είναι μέσα στα όρια των τιμών της περιοχής, γεγονός που αποτελεί επιτακτική ανάγκη διερεύνησης της εγκατάστασης ενός συστήματος τηλεθέρμανσης (και τηλεδροσισμού αντίστοιχα) για τα **αεροδρόμια της Χρυσούπολης και της Αλεξανδρούπολης**, καθώς και σε σχολεία, δημόσια κτίρια και ξενοδοχειακές μονάδες στο Ερατεινό της Χρυσούπολης και πιθανόν **και σε ολόκληρη την κοινότητα του Ερατεινού**³¹. Στα πλαίσια της Αβαθούς Γεωθερμίας που παρουσιάσαμε προηγουμένως θα έπρεπε να διερευνηθεί και η δυνατότητα ενός συστήματος τηλεθέρμανσης με αντλίες θερμότητας για τη **Χρυσούπολη** και το **Μοναστηράκι**, αφού το γεωθερμικό πεδίο εκτείνεται ως εκεί με χαμηλότερες θερμοκρασίες, αξιοποιήσιμες όμως, με τις γεωθερμικές αντλίες. Οι αντίστοιχες ενεργειακές δαπάνες για ένα σύστημα **τηλεθέρμανσης 10 MWt για περισσότερο από 1.000 κατοικίες στην Τραϊανούπολη** κοντά στην Αλεξανδρούπολη, που θα χρησιμοποιεί τα γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασίες 53 – 92 °C, έχει υπολογιστεί σε 0,024 $\text{US}\$/\text{kWh}$, γεγονός που το καθιστά **ανταγωνιστικό οικονομικά, με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο**³².

2) Περιοχή Ν. Ερασμίου, Μαγγάνων, Μυρωδάτου νομού Ξάνθης

Στις ανατολικές εκβολές του ποταμού Νέστου, στην επαφή των δύο ιζηματογενών λεκανών Ξάνθης Κομοτηνής και Δέλτα του Νέστου αναπτύσσεται ένα σημαντικό γεωθερμικό κοίτασμα έκτασης άνω των 15 Km². Έχουμε πολύ καλή ποιότητα ρευστών σε βάθη 200 – 500 μέτρων (εφικτά) με θερμοκρασίες που φθάνουν τους 65 °C και πολύ καλή ποιότητα γεωθερμικών ρευστών. Στην περιοχή αυτή έχουν κατασκευαστεί 5 παραγωγικές γεωτρήσεις που παρέχουν γεωθερμικά ρευστά με παροχές πάνω από 80 m³/h ανά γεώτρηση. Η ενέργεια αυτή πέραν των ιχθυοτροφίων της περιοχής, είναι ικανή να απορροφηθεί και σε **θέρμανση χώρων στον οικισμό των Παλινοστούντων ομογενών στο Άβατο με σύστημα τηλεθέρμανσης**³³. Η θερμική ανωμαλία εκτείνεται ανατολικά στην περιοχή των Μαγγάνων και του Μυρωδάτου, στη λοφώδη έκταση, όπου πρέπει όμως να προχωρήσει η ερευνητική φάση με στόχο την ουσιαστική αξιοποίησή τους. Επίσης πρέπει να επισημάνουμε ότι προς τις όχθες του Νέστου και σε βάθη 500 – 600 μέτρων αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες που μπορούν να αξιοποιηθούν με κατάλληλα δίκτυα διανομής για αγροτικούς σκοπούς αλλά και θέρμανση χώρων.

³¹ Όπου και πρίν

³² Karytsas, C.; Mendrinou, D. and J. Goldbrunner, 2003. "Low-Enthalpy Geothermal Energy Utilization Schemes for Greenhouse and District Heating at Traianoupolis Evros, Greece." *Geothermics*, 32, 69- 78.

³³ Όπου και πρίν

3) Περιοχή Νήσου Κεσσάνης Ν. Ξάνθης

Αυτό αποτελεί και το πρώτο μελετημένο γεωθερμικό κοίτασμα, με παραγωγικές γεωτρήσεις εξοπλισμένες και υψηλές θερμοκρασίες έως 85 ° C. Τα γεωθερμικά αποθέματα είναι σημαντικά διότι οι υδροφόροι ορίζοντες εκτείνονται σε βάθη 1000 μέτρων. Δυστυχώς όμως εδώ ερχόμαστε αντιμέτωποι με τη δυσάρεστη ελληνική πραγματικότητα που εμφανίζεται πολλάκις, όπως θα διαπιστώσουμε στην πορεία, καθώς, ενώ δρομολογήθηκε, σχεδιάστηκε και έγιναν τα έργα υποδομής με την ΕΤΒΑ και ΓΕΜΕΕ, για μεγάλο χρονικό διάστημα η όλη υποδομή βρίσκεται σε αδράνεια με σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στον αχρησιμοποίητο πλέον εξοπλισμό και το σπουδαιότερο ίσως γεωθερμικό κοίτασμα χαμηλής ενθαλπίας της χώρας να μένει αναξιοποίητο³⁴. Ένα βήμα εμπρός, δύο πίσω δηλαδή... Μόλις φέτος βρίσκεται σε εξέλιξη ένα μεγάλο πρόγραμμα ανάπτυξης του πεδίου που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα VALOREN της ΕΕ³⁵ (βλέπε και τηλεθέρμανση Κοζάνης).

Επί του ίδιου θέματος, δηλαδή του γεωθερμικού πεδίου του Νομού Ξάνθης γενικότερα, αίσθηση προκαλεί η άνληση πλέον πληροφοριών από την ίδια πηγή επί του θέματος, αλλά από την εισήγηση τώρα της ΤΙΦΙΝ ΑΕ στο ίδιο συνέδριο του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Σύμφωνα λοιπόν με την παρουσίαση του κ. Μέγουλη Ιωάννη, εκπροσώπου της εταιρείας στο συνέδριο, έχει γίνει προσφυγή στα διοικητικά δικαστήρια της εν λόγω εταιρείας για την αποζημίωση για κάθε χρόνο που περνάει και μένει ανεκμετάλλευτο το πεδίο, της τάξεως των 3 εκατομμυρίων ευρώ! Τελικά η πρόταση εγκρίθηκε από την ευρωπαϊκή ένωση και αφορά την αξιοποίηση του ρευστού πέραν άλλων χρήσεων και για την τηλεθέρμανση των κοινοτήτων Κουτσού και Συδίνης. Σύμφωνα πάντα με αυτή την πηγή, το ίδιο γεωθερμικό πεδίο των 25 γεωτρήσεων και δύο πηγών, εκτάσεως 15 τετραγωνικών χιλιομέτρων έχει τη δυνατότητα *παροχής ζεστού νερού* στις πόλεις **Ξάνθη** και **Κομοτηνή**, την τροφοδότηση της **τηλεθέρμανσης – δροσισμού της πόλεως της Ξάνθης** και παράνομα εκχωρήθηκε για κατασκευή Γεωθερμικού Θερμοκηπίου 10 στρεμμάτων καλλιέργειας σπαραγγιών³⁶!

4) Περιοχή Λ. Μητρικού Αγίων Θεοδώρων

Οι γεωθερμικές συνθήκες σε μεγάλη έκταση στο Νομό Ροδόπης είναι αξιόλογες και η γεωλογική δομή του χώρου δε διαφέρει από εκείνη της Ν. Κεσσάνης, αν και εδώ αναμένονται χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στην παραπάνω περιοχή η έρευνα του ΙΓΜΕ ξεκίνησε τελευταία και μέχρι το 1998 (όπου και η ημερομηνία συγγραφής της πηγής) τα αποτελέσματα συνηγορούν

³⁴ ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998, Εισήγηση: Dr Νικόλαος Κολιός Γεωλόγος – Γεωθερμικός ΙΓΜΕ σελ 568

³⁵ www.physics4u.gr/energy/geotherme.htm

³⁶ ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998, Εισήγηση: Ιωάννης Μέγκουλης ΤΙΦΙΝ ΑΕ σελ 137

για την ύπαρξη θερμικών ρευστών με θερμοκρασίες 40 – 50 ° C σε βάθη 500 – 600 μέτρα.

5) Περιοχή Σαππών, Συκοράχης, Κρωβύλης

Σε μεγάλη έκταση έκταση στα ανατολικά του τεκτονικού βυθίσματος εντοπίστηκαν θερμοί υδροφόροι ορίζοντες με θερμοκρασία 40 °C, μεγάλες παροχές και πολύ καλή ποιότητα ρευστών για απ' ευθείας χρήση. Έχουν κατασκευαστεί 3 γεωτρήσεις έρευνας παραγωγής στο Χάμηλο, Κρωβύλη και στην πόλη των Σαππών. Θα πρέπει να μελετηθεί η δυνατότητα τηλεθερμάνσεως της πόλης των Σαππών από το γεωθερμικό πεδίο αυτό.

6) Περιοχή Αριστηνού, Αγνάντιας Ν. Έβρου

Στις παρυφές της ιζηματογενούς λεκάνης στο Δέλτα του Έβρου, εντοπίστηκε ένας σημαντικός γεωθερμικός χώρος με μέγιστες θερμοκρασίες να φθάνουν τους 95 °C και οι υδροφόροι ορίζοντες αναπτύσσονται σε βάθη 250 – 300 μέτρα.

7) Περιοχή Φυλακτού, Τυχερού Ν. Έβρου

Στο ίδιο γεωλογικό περιβάλλον και σε βάθη των 200 μέτρων εντοπίστηκαν σημαντικοί γεωθερμικοί ταμειυτήρες με θερμοκρασίες 37 °C, πολύ υψηλές παροχές και άριστη ποιότητα γεωθερμικού ρευστού. Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής επιτρέπουν την αξιοποίησή τους στον αγροτικό κυρίως τομέα.

8) Νομός Σερρών

Το ΙΓΜΕ έχει 20ετή ερευνητική δραστηριότητα στην περιοχή βυθίσματος Στρυμόνα με εντοπισμό 5 γεωθερμικών πεδίων (Αγκίστρου, Σιδηρόκαστρου, Ηράκλειας, Θερμών Νιγρίτας και Ιβήρων – Αχίνου). Εντοπίστηκαν αξιόλογοι γεωθερμικοί ορίζοντες με θερμοκρασίες 40 – 75 °C, ενώ οι εκτελεσθείσες παραγωγικές γεωτρήσεις του ΙΓΜΕ αποδίδουν πάνω από 800 m³/h. Η έκταση των γεωθερμικών πεδίων υπερβαίνει τα 60 Km² και με την ολοκλήρωση των ερευνών αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά. Συγκεκριμένα έχουμε:

- Γεωθερμική περιοχή **Θερμών Νιγρίτας**
- Γεωθερμική περιοχή **Θερμοπηγής Σιδηροκάστρου**
- Γεωθερμική περιοχή **Αγκίστρου**
- Γεωθερμική περιοχή **Ηράκλειας**

- Η περιοχή **Ιβήρων Αχινού** που βρίσκεται σε προκαταρτικό στάδιο
- Αρκετές πιθανότητες ανεύρεσης νέων πεδίων στην ίδια λεκάνη υπάρχουν και στις περιοχές Σκουτάρης και Κερκίνης.

Η ύπαρξη αυτών των γεωτρήσεων είχε ως αποτέλεσμα την έντονη αναθέρμανση του επενδυτικού ενδιαφέροντος των τοπικών φορέων, που ζητούν την άμεση αξιοποίησή τους. Υπάρχει και μελετάται και η προοπτική της **κατασκευής δικτύου Τηλεθέρμανσης** για την πόλη των **Σερρών**.

3.2.8.2.2 Κεντρική – Δυτική Μακεδονία, Ήπειρος, Θεσσαλία

1) Βόλβη – Λαγκαδάς Θεσσαλονίκης, περιοχή Αεροδρομίου

Στη λεκάνη των λιμνών της Βόλβης και Λαγκαδά, στο νομό Θεσσαλονίκης, έχουν εντοπιστεί 3 πολύ ρηχά πεδία με θερμοκρασίες μέχρι 56 °C. Στη λεκάνη του αεροδρομίου Θεσσαλονίκης, υπάρχουν ενδείξεις για ύπαρξη γεωθερμικών πεδίων με ρευστά 50 – 70 °C στο νότιο τμήμα της λεκάνης και 30 - 40 °C στο βόρειο τμήμα της. Το ενδιαφέρον πολλαπλασιάζεται με τη δυνατότητα εφαρμογής σε υπάρχοντα και σχεδιαζόμενα μεγάλα συγκροτήματα όπως:

- Το νέο Αεροδρόμιο
- Τις εγκαταστάσεις των εργαστηρίων του ΑΠΘ
- Κλειστό Αθλητικό Κέντρο Θέρμης
- Ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις

Παρακάτω θα εξετάσουμε ένα case study για το νέο Terminal του αεροδρομίου «Μακεδονία» που σχεδιάζεται να καλύπτει τις ανάγκες του με σύστημα Τηλεθέρμανσης και Τηλεδροσισμού από Γεωθερμία. *Επιπλέον, υπό κατασκευή βρίσκεται το σύστημα Τηλεθέρμανσης – Τηλεδροσισμού των σχολείων, του Επαρχείου, του κέντρου υγείας και του ξενοδοχείου 'Μέγας Αλέξανδρος' του δήμου Λαγκαδά, με ρευστά θερμοκρασίας 20 – 40 °C από απόσταση 2 χλμ. από τα Λουτρά Λαγκαδά³⁷.*

2) Χαλκιδική – Κασσάνδρα

Στην περιοχή Ελαιοχωρίων – Νέας Τρίγλιας Χαλκιδικής υπάρχουν ήδη πολλές ρηχές γεωτρήσεις παραγωγής με ρευστά μέχρι 42 °C. Το δυναμικό τους ξεπερνά τα 1000 m³/h. Η χερσόνησος της Κασσάνδρας παρουσιάζει πολύ ενδιαφέροντα στοιχεία που προσελκύουν πολλούς ερευνητές σε συνδυασμό με τις μεγάλες προοπτικές εφαρμογών σε τουριστικές εγκαταστάσεις. Ήδη έχουν εντοπιστεί γεωθερμικά ρευστά στη Σάνη και την Άφυτο.

³⁷ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ΚΑΠΕ «Εγχειρίδιο ΑΠΕ, Γεωθερμία»

3) Αριδαία Πέλλας – Αμύνταιο Φλώρινας

Στις περιοχές Αριδαίας Πέλλας (πολύ κοντά στην πόλη της Έδεσσας) και στο Αμύνταιο, όπου ήδη εφαρμόζεται σύστημα τηλεθέρμανσης τροφοδοτούμενο από τον ΑΗΣ Αμυνταίου και κοντά στην πόλη της Φλώρινας, υπάρχουν ενδιαφέρουσες γεωθερμικές προοπτικές και έχουν γίνει ήδη αρκετές πετυχημένες γεωτρήσεις³⁸. Παράγοντας που θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό της τηλεθέρμανσης της πόλης της Φλώρινας με τροφοδοσία από τον ΑΗΣ Μελίτης. Το έργο βρίσκεται στο στάδιο της μελέτης.

4) Ήπειρος

Δεν υπάρχει αυτή τη στιγμή ενεργειακή εκμετάλλευση γεωθερμικών ρευστών στην περιοχή. Όμως υπάρχει γεωθερμικό δυναμικό στην περιοχή της Κόνιτσας. Ειδικότερα υπάρχουν δύο πηγές ρευστού χαμηλής ενθαλπίας στην Κόνιτσα. Μέχρι σήμερα έχουν βρεθεί τα παρακάτω γεωθερμικά πεδία:

A. Πηγές Καβασίλων:

Οι πηγές Καβασίλων κοντά στον ποταμό Σαραντάπορο αναλύθηκαν από το ΙΓΜΕ και τα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:



Θερμοκρασία Αέρα	28,1 °C
Θερμοκρασία Νερού	28,1 °C

B. Πηγές Αμάραντου:

Στα βόρεια της Κόνιτσας κοντά στο χωριό Αμάραντος υπάρχουν θερμές πηγές. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στην οροσειρά της Πίνδου. Η θερμοκρασία του ατμού στην έξοδο του μετρήθηκε στους 32 °C ενώ η θερμοκρασία στο σημείο εξόδου είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος.

³⁸ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ΑΠΘ Θεσσαλονίκη 2001



Γ. Περιοχή Συκιών:

Στην υπό έρευνα ευρύτερη περιοχή Συκιών Άρτας (200 μέτρα νότια του χωριού Συκιές και περίπου 15 Km νότια της Άρτας), πραγματοποιήθηκαν τέσσερις ερευνητικές και μία παραγωγική γεώτρηση βάθους 320 μέτρων. Τέστ παραγωγής που έλαβε χώρα την 20^η και 21^η Οκτωβρίου 1998, έδειξε δυνατότητα άντλησης νερού, έως και 100 κυβικών μέτρων ανά ώρα, θερμοκρασίας 55°C περίπου. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κανονική γεωθερμική βαθμίδα είναι 3,3 °C/100 m, ενώ στην περιοχή ενδιαφέροντος η τιμή της υπολογίζεται στους 17 °C/100 m περίπου. Το γεωθερμικό αυτό πεδίο έχει έκταση 1 Km², ενώ η έρευνα θα συνεχιστεί με στόχο τον εντοπισμό της ευρύτερης έκτασής του, **που πιθανά να φτάνει κοντά στο πολεοδομικό συγκρότημα της Άρτας**³⁹.



Εικόνα 3.5 Παραγωγική Γεώτρηση στις Συκιές Άρτας

³⁹ www.physics4u.gr/energy/geotherme.html

5) Θεσσαλία – Στερεά Ελλάδα

Στη νότια Θεσσαλία εντοπίσθηκαν ενδιαφέρουσες συνθήκες ταμιευτήρων με θερμοκρασίες 65 °C σε βάθος 700 μέτρων. Η κοιλάδα του Σπερχειού και η απέναντι Εύβοια διαθέτουν ένα πολύ μεγάλο γεωθερμικό δυναμικό, με θερμοκρασίες μέχρι και 80 ° C⁴⁰ (βλέπε και Χάρτη στο τέλος του Κεφαλαίου). Η λεκάνη των Θερμοπηλών έχει 320 πηγές και μόνον η πηγή του Λεωνίδα μας κάνει απόρριψη στη θάλασσα 90 θερμικά MW. Επειδή όμως είναι πηγές υπάρχει νομοθετικό κενό για την εκμετάλλευσή τους.

3.2.8.2.3 Νότια Ελλάδα – Νησιά Αιγαίου

1) Γεωθερμικό πεδίο Σουσακίου

Το γεωθερμικό πεδίου Σουσακίου βρίσκεται δυτικά των Αγίων Θεοδώρων Κορινθίας. Η έκταση του πεδίου είναι 12.600 στρέμματα. Οι γεωλογικές έρευνες ξεκίνησαν το 1971 με αποτέλεσμα την εξακρίβωση δύο γεωθερμικών ταμιευτήρων που ο ένας βρίσκεται πάνω στον άλλο. Ο ανώτερος ταμιευτήρας βρίσκεται σε βάθος 80 – 150 μέτρων με θερμοκρασίες ρευστών με διακύμανση 50 - 75 °C. Το μέσο πάχος του υδροφόρου είναι 40 μέτρα και έχουν γίνει τέσσερις παραγωγικές γεωτρήσεις. Ο κατώτερος ταμιευτήρας συναντάται σε βάθος 590 – 900 μέτρων με θερμοκρασίες 58 – 62 °C. Στον ταμιευτήρα αυτόν έχουν γίνει 2 παραγωγικές γεωτρήσεις⁴¹.

Το γεωθερμικό πεδίο του Σουσακίου βρίσκεται στο βορειοδυτικό άκρο του ενεργού ηφαιστειακού τόξου του νότιου Αιγαίου. Το τόξο αυτό ξεκινάει από το Λουτράκι, συνεχίζει μέσω Αίγινας, Μεθάνων, Μήλου, Σαντορίνης και καταλήγει στη Νίσυρο και την Κω, με υδροθερμική δραστηριότητα έντονη σε όλη τη διαδρομή κατά μήκος του τόξου (βλέπε χάρτη στο τέλος του κεφαλαίου). Το 1993 δόθηκαν για υποδομές στο Σουσάκι 8,3 ECU (νομισματική μονάδα πριν την καθιέρωση του ευρώ) από διάφορα ευρωπαϊκά προγράμματα. Η υποδομή τελείωσε, όμως οι γεωτρήσεις δε δούλεψαν καθόλου μέχρι τώρα⁴².

2) Μήλος – Νίσηρος

Πρόκειται για γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας (βλέπε πίνακα 3.5) που όμως είναι απομακρυσμένα από την ηπειρωτική χώρα, γεγονός που βάζει

⁴⁰ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, ΑΠΘ Θεσσαλονίκη 2001

⁴¹ ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998, Εισήγηση: Ιωάννης Μέγκουλης ΤΙΦΙΝ ΑΕ σελ 137

⁴² Όπου και πρίν

περιορισμούς στην εκμετάλλευσή τους. Έχουν γίνει 5 γεωτρήσεις στη Μήλο και μετρήθηκαν θερμοκρασίες μέχρι και 325 °C, σε βάθος 1000 μέτρων και 2 στη Νίσυρο με θερμοκρασίες έως και 350 °C, σε βάθος 1500 μέτρων. Οι γεωτρήσεις αυτές θα μπορούσαν να υποστηρίξουν μονάδες ηλεκτροπαραγωγής 20 και 5 MWe αντίστοιχα, ενώ υπολογίζεται το πιθανό δυναμικό να είναι της τάξεως των 200 και 50 MW αντίστοιχα, για τα δύο νησιά, καλύπτοντας ουσιαστικά τη ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια και θα μπορούσε μέσω υποθαλάσσιων καλωδίων, να «εξάγει» ρεύμα και σε γειτονικές περιοχές⁴³. *Παράλληλα θα μπορούσε να συμβάλλει και στη θέρμανση των κοινοτήτων των δύο νησιών* συμβάλλοντας έτσι στην ουσιαστική περιφερειακή ανάπτυξη, δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας και βελτιώνοντας το εισόδημα των κατοίκων.

3) Άλλα νησιά Αιγαίου

Παρατηρώντας κανείς το χάρτη στο τέλος αυτού του κεφαλαίου, διαπιστώνει ότι πέραν της Μήλου και της Νισύρου, πολύ σημαντικά στοιχεία προκύπτουν και σε άλλα νησιά της χώρας όπως η Κίμωλος, η Σαντορίνη, η Κως, η Λέσβος σε πολλές περιοχές της, η Λήμνος, η Χίος και η Σαμοθράκη, για ύπαρξη πεδίων χαμηλής και ίσως μέσης ενθαλπίας, που περιμένουν την αξιοποίησή τους. Η έρευνα δεν έχει ολοκληρωθεί πλήρως, όμως τα αποτελέσματα αναμένονται ιδιαίτερα θεαματικά.

3.2.9 Παρουσίαση Case Study: Τηλεκλιματισμός νέου Αερολιμένα Θεσσαλονίκης από Γεωθερμία

Στα πλαίσια της κατανόησης των χρήσεων και δυνατοτήτων που παρέχει η εκμετάλλευση της Γεωθερμικής ενέργειας, κρίθηκε αναγκαίο να παρουσιάσουμε ένα case study με εφαρμόσιμες μελλοντικές προεκτάσεις.

3.2.9.1 Εισαγωγή

Μετά από τα πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα της πρόσφατου εξερεύνησης του γεωθερμικού πεδίου στην περιοχή δίπλα του αερολιμένα "Μακεδονία" στη Θεσσαλονίκη, η υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας (ΥΠΑ) της Ελλάδας, η οποία είναι αρμόδια για τη διαχείριση του αερολιμένα, θα προβεί στην πραγματοποίηση μιας (μέχρι 800μ) γεωθερμικής γεώτρησης μέσα στις εγκαταστάσεις του αερολιμένα, προκειμένου να ερευνηθεί και να χρησιμοποιηθεί η τοπική γεωθερμική δυνατότητα *για τη θέρμανση και την ψύξη του νέου σταθμού*. Οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου έχουν υπολογιστεί σε 8 MWt και 16,800 MWh για τη θέρμανση⁴⁴. Οι ανάγκες ψύξης του κτιρίου μπορούν να είναι ακόμα υψηλότερες.

⁴³ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ΑΠΘ Θεσσαλονίκη 2001*

⁴⁴ Mendrinou, D., Karagiorgas, M. and C. Karytsas, 2002 a. Use of Geothermal Heat Pumps for Heating of Buildings in Greece." Presented during the LowExx workshop "Low Temperature Systems in Existing/Historical Buildings", 7 March 2002, Maastricht, Netherlands.

3.2.9.2 Γεωλογικό υπόβαθρο

Σύμφωνα με γεωλογικό υπόβαθρο και τα γεωφυσικά στοιχεία της υπό εξέταση περιοχής, οι θερμοί διαπερατοί ορίζοντες επεκτείνονται μεταξύ των βαθών 550 - 1000 μ⁴⁵. Κατά συνέπεια, καταλήγουμε στο ότι μια βαθύτερη γεώτρηση μπορεί άνετα να παραγάγει μια βιώσιμη ροή από 75m³/h με τη θερμοκρασία τουλάχιστον 42 ° C.⁴⁶



Εικόνα 3.6 Απεικόνιση της υπο εξέταση περιοχής

3.2.9.3 Το προτεινόμενο μοντέλο θέρμανσης και ψύξης

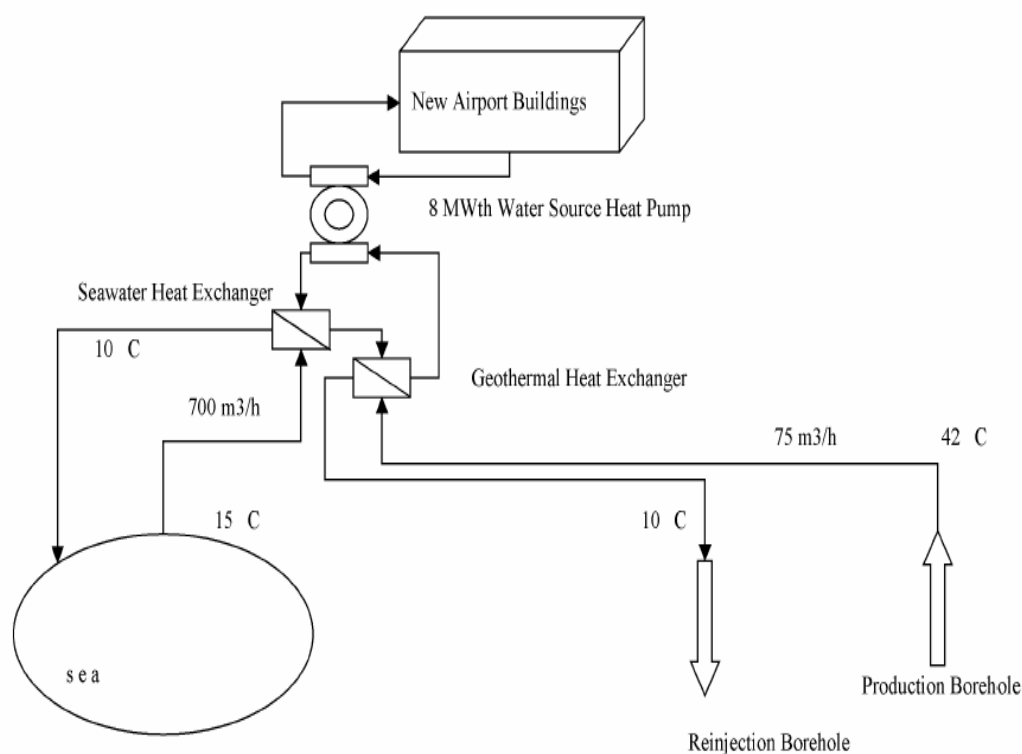
Λόγω της ανάγκης για την ψύξη και τη θέρμανση του νέου Terminal, η ομάδα μελέτης της πηγής μας προτείνει τη δημιουργία ενός υβριδικού συστήματος που χρησιμοποιεί και το νερό της θάλασσας και τα γεωθερμικά ρευστά. Αυτό παρουσιάζεται παρακάτω, στο σχήμα 3.1. Προτείνεται δηλαδή το γεωθερμικό ρευστό να τροφοδοτήσει μια αντλία θερμότητας πηγής - ύδατος. Εξάλλου παρόμοια θέρμανση ή/και συστήματα ψύξης που χρησιμοποιούν τα υπόγεια νερά ή/και το νερό της θάλασσας που συνδέεται με τις αντλίες θερμότητας πηγής ύδατος χρησιμοποιούνται με επιτυχία σε διάφορες θέσεις στην Ελλάδα. Παράδειγμα, η τηλεθέρμανση του Λαγκαδά (βλέπε παράγραφο για Θεσσαλονίκη προηγουμένως) που χρησιμοποιεί απευθείας τα θερμά ρευστά της γεωθερμική πηγής, η θέρμανση και η ψύξη του κτιρίου Μεταλλειολόγων Ηλεκτρολόγων εφαρμοσμένης μηχανικής της πανεπιστημιούπολης του ΕΜΠ του Ζωγράφου κ.α.

⁴⁵ Fytikas, M. and M. Papachristou, 2003. "Preliminary Geological Study of the Region of the "Thessaloniki" Airport." Contract between the Aristotle University of Thessalonica and Civil Aviation Authority of Greece.

⁴⁶ Μενδρινός, Καραγιώργας (παραπομπή 43)

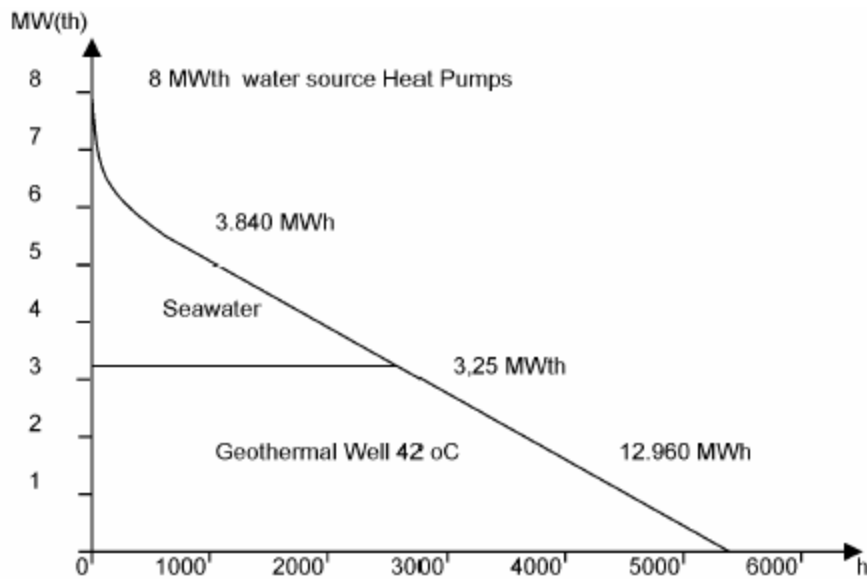
3.2.9.4 Ενεργειακή ισορροπία του project

Μια γεωθερμική γεώτρηση παραγωγής που παράγει 75 m³/h και 42°C αντιστοιχεί στην παραγωγή 3,25 MW αντλιών θερμότητας και μπορεί να καλύψει 12.960 MWh της θέρμανσης, ή αλλιώς 77% από τις συνολικές ανάγκες σε θέρμανση. Το υπόλοιπο 3.840 MWh, ή 23%, θα παρασχεθούν στις αντλίες θερμότητας από το νερό της θάλασσας, το οποίο θα καλύψει τα μέγιστα φορτία⁴⁷. Η ενεργειακή παραγωγή από τις αντλίες θερμότητας στον τρόπο θέρμανσης, που αντιστοιχεί στο γεωθερμικό ρευστό και το νερό της θάλασσας παρουσιάζονται στο σχήμα 3.2. Οι κύριες πηγές ενέργειας για τη θέρμανση του νέου Σταθμού θα είναι: α) ενέργεια που παραλαμβάνεται από γεωθερμικά υπόγεια νερά 42 °C, β) θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται από το νερό της θάλασσας ρίχνοντας τη θερμοκρασία του από 15 σε 10 °C, και γ) ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται στις αντλίες θερμότητας πηγής ύδατος. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το νερό της θάλασσας χρησιμεύει ως ο «νεροχύτης» θερμότητας της θερμικής ενέργειας που αντλείται από τα κτίρια.



Σχήμα 3.1 Γεωθερμία και σύστημα νερού της θάλασσας που συνδέεται με τις αντλίες θερμότητας πηγής- νερού για τη θέρμανση και την ψύξη του νέου σταθμού του αερολιμένα Θεσσαλονίκης "Μακεδονία". Αυτό το σύστημα μπορεί να παρέχει στα κτίρια 8 MWt της θέρμανσης και 7 MWt της ψύξης.

⁴⁷ Όπου και πρίν



Σχήμα 3.2 Ενεργειακή παραγωγή της θερμότητας ύδωρ-πηγής - αντλίες για τη θέρμανση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σύμφωνα με την πηγή θερμότητας (γεωθερμική ή νερό της θάλασσας) που τροφοδοτεί τις αντλίες θερμότητας.

3.2.9.5 Συμπεράσματα της Οικονομικής Ανάλυσης του έργου

Δε θα ωφελούσε σε τίποτα η πλήρης οικονομική ανάλυση του έργου. Ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να ανατρέξει στην αντίστοιχη βιβλιογραφία που παραθέτουμε. Θα παρουσιάσουμε όμως τα αποτελέσματα και τις ωφέλειες που προκύπτουν και τροφοδοτούν γόνιμο προβληματισμό για τις πολλές εφαρμογές που προκύπτουν από τη χρήση της τηλεθέρμανσης μέσω Γεωθερμίας και του πόσο οικονομικά ανταγωνιστικές είναι σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας, όπως το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο.

Η ανάλυση του κόστους της επένδυσης, χωρίστηκε σε τρεις επιμέρους αναλύσεις:

- ♦ (0,0323 – 0,0337 \$/kWh) - Αντιστοιχεί στις συνολικές δαπάνες εγκατάστασης του συστήματος, συν την χρεωλυσία της κατώτερης θερμοκρασίας ψύξης και θέρμανσης του ίδιου του κτιριακού συγκροτήματος.
- ♦ (0,0264 – 0,0279 \$/kWh) - Περιέχει μόνο την χρεωλυσία του όλου εξωτερικού συστήματος παροχής θερμότητας και ψύξης στα κτίρια του αεροδρομίου γεωθερμικά ρευστά, ενέργεια για τις αντλίες θερμότητας

κτλ). **Αυτές οι τιμές είναι ανταγωνιστικές στην πώληση φυσικού αερίου και diesel τιμές που επικρατούν στην Ελλάδα⁴⁸.**

- ♦ Η τρίτη αξία 0.0150 \$/kwh, η οποία αντιστοιχεί στις τρέχουσες δαπάνες του συστήματος που περιλαμβάνουν κυρίως την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των αντλιών θερμότητας, **είναι περίπου 40% χαμηλότερες από την τιμή πώλησης του φυσικού αερίου και του πετρελαίου diesel στην Ελλάδα.** Αναλογιζόμενοι το γεγονός ότι η μελέτη αναφέρεται σε τιμές του 2003 και τη συνεχή αυξητική τάση που έχει το πετρέλαιο σήμερα, το ποσοστό αυτό αυξάνει υπέρ της Γεωθερμίας, καθιστώντας την οικονομικώς προσφορότερη.

Έτσι οδηγούμαστε σε μια ετήσια εξοικονόμηση πολύτιμης ενέργειας από την εφαρμογή του γεωθερμικού συστήματος σε συνδυασμό με θαλασσινό νερό, της τάξεως των 13.150 MWh για θέρμανση (1.400 Τόνοι πετρελαίου), συν 7.500 MWh για την ψύξη (800 Τ.π.), συμπληρώνοντας συνολικά 2.200 Τ.π. για κάθε έτος. Για το αντίστοιχο ποσό CO₂, οι μειώσεις εκπομπών έχουν υπολογιστεί ως 7.040 τόνοι ετησίως. Ποσά καθόλου αμελητέα για το περιβάλλον και την οικονομία.

3.2.9.6 Συμπεράσματα – προτάσεις

Το σύστημα που εξετάσαμε χαρακτηρίζεται από υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα και ανταγωνιστικές δαπάνες. Σπουδαία είναι και η εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, πράγμα που μεταφράζεται ως λιγότερες εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα. Στην ευρύτερη περιοχή του αεροδρομίου, εξετάζονται και οι περιπτώσεις, όπως αναφέραμε, τηλεθερμάνσεως των εργαστηρίων του ΑΠΘ, του κλειστού αθλητικού κέντρου Θέρμης και ξενοδοχειακών συγκροτημάτων από τις γεωθερμικές πηγές της περιοχής. Μια σωστή διερεύνηση του γεωθερμικού δυναμικού και ο ορθός σχεδιασμός των συστημάτων, θα μπορούσε να προσφέρει στις παραπάνω εγκαταστάσεις μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενες πηγές (πετρέλαιο – φυσικό αέριο).

Στην πορεία θα παρουσιάσουμε τις προοπτικές που αναδύονται για την αξιοποίηση της Αβαθούς Γεωθερμίας στην Ελλάδα.

⁴⁸ Mendrinou, D.; Karytsas, C.; Kolios N.; Arvanitidis N. and M. Fytikas, 2003. "Use of Geothermal Energy at the New Building Installations of the Airport Makedonia." To be presented at the 1st International conference "airports: planning and operation", 11-12 June, Thessaloniki, Greece.

Πίνακας 3.5 Γεωθερμική & νερού της θάλασσας, σύστημα θέρμανσης και ψύξης, του νέου σταθμού: Κύριες δαπάνες⁴⁹

	Amount	Cost Euros
Geothermal Energy Network		
Production Well	800 m depth, 8 in.	296,000
Piping and Fittings	2,000 m	180,000
Pumps and Inverters	1 submersible 70 hp	17,500
Miscellaneous *	10%	49,350
Total Without Reinjection		542,850
Reinjection Well	800 m depth, 8 in.	296,000
Piping and Fittings	1,000 m	90,000
Heat Exchangers	Ti Plate 100 m ²	45,000
Miscellaneous *	10%	43,100
Total With Reinjection		1,016,950
Seawater Network		
Seawater Wells	10 - 20 m each, 1,200 m depth total	162,000
Piping and Fittings	2,000 m	540,000
Pumps and Inverters	1 per well, 100 hp total	115,000
Heat Exchangers	Ti Plate 400 m ²	180,000
Miscellaneous *	10%	99,700
Total		1,096,700
Heat Pumps		
Heat Pump Units	8,000 kW	1,600,000
Pumps, Inverters, Etc.	Centrifugal 150 hp	37,500
Power Supply	2,600 kW net	65,000
Civil Engineering	Engine house 400 m ²	240,000
Miscellaneous *	10%	194,250
Total		2,136,750
Low-Temperature Heating & Cooling System of the Building		
Fan Coils, AHUs	8,000 kW	840,000
Piping and Fittings	40 km	800,000
Pumps, Inverters, Etc.	Centrifugal 170 hp	42,500
BEMS	100 units	80,000
Miscellaneous *	10%	176,250
Total		1,938,750

* Design study, works supervision and administration expenses

⁴⁹ Mendrinou, D.; Karytsas, C.; Kolios N.; Arvanitidis N. and M. Fytikas, 2003. "Use of Geothermal Energy at the New Building Installations of the Airport Makedonia." To be presented at the 1st International conference "airports: planning and operation", 11-12 June, Thessaloniki, Greece

3.2.10 Η Αβαθής Γεωθερμία στην Ελλάδα

Μέχρι σήμερα στην Ελλάδα ερευνούμε μόνο τα ανώμαλα γεωθερμικά πεδία και μάλιστα αυτά που έχουν αισθητά αυξημένη γεωθερμική βαθμίδα. Η αξιοποίηση επιτυγχάνεται με αβαθείς γεωτρήσεις, βάθους 50 – 100 μέτρων, στις οποίες εκμεταλλευόμαστε την υπάρχουσα θερμική ενέργεια με αντλίες θερμότητας. Με αυτές επίσης μπορούμε να εκμεταλλευτούμε και το θερμικό περιεχόμενο των αβαθών υπογείων υδάτων σε γεωτρήσεις ή φρεάτια. Όπως έχουμε ξανατονίσει στις αρχές αυτού του κεφαλαίου, με τη χρήση των αντλιών θερμότητας είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε επωφελώς ακόμα και θερμοκρασίες του υπεδάφους των 8 – 10 ° C.

Λόγω του κλίματος και της γεωγραφικής θέσης που κατέχει η χώρα μας στη Μεσόγεια λεκάνη, η ποσότητα ηλιακής θερμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στο υπέδαφος είναι τεράστια (και κατά πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των βορειοευρωπαϊκών χωρών, που όμως την εκμεταλλεύονται κατά αντίστοιχα ανώτερο βαθμό από ό,τι εμείς...). Έτσι, σε βάθη 0 – 150 μέτρων οι θερμοκρασίες στην Ελλάδα είναι 15 – 20 ° C, που είναι πολύ ευνοϊκές για την απόδοση των γεωθερμικών αντλιών και δίνουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης πολύ μεγαλύτερων ποσοτήτων θερμικής ενέργειας⁵⁰.

3.2.10.1 Μια σύντομη ματιά στον υπόλοιπο κόσμο...

Μετά τη δεύτερη πετρελαϊκή κρίση και την άνοδο των τιμών των υγρών καυσίμων που ακολούθησε, οι τεχνολογικά προηγμένες χώρες όπως ο Καναδάς, οι ΗΠΑ, η Σουηδία, η Γαλλία και η Γερμανία, λίγο μετά το 1980, άρχισαν να στρέφονται στην εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας ομαλής ενθαλπίας. Το ψυχρό κλίμα τους απαιτούσε μεγάλες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων. Από τότε και με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς, η εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών σε συνδυασμό με τα κίνητρα που δίνουν οι κρατικοί φορείς και οι ηλεκτρικές εταιρίες κοινής ωφέλειας στους πελάτες τους προς αυτή την κατεύθυνση, οδηγεί στην επίτευξη:

- *Εξοικονόμησης πολύτιμης ενέργειας*
- *Μείωση των αιχμών ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος*
- *Περιορισμός χρήσης ρυπογόνων καυσίμων, άρα καλύτερες περιβαλλοντικές συνθήκες*

⁵⁰ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*, ΑΠΘ Θεσσαλονίκη 2001

3.2.10.2 Γεωθερμικές αντλίες VS Κλιματισμού με αέρα

Αντίθετα στην Ελλάδα υπερέχει το αρνητικό ρεκόρ της χρήσης των ενεργοβόρων κλιματιστικών. Ποιές όμως είναι στην ουσία οι ωφέλειες που προκύπτουν για τη χώρα μας από τη χρήση γεωθερμικών αντλιών; Με μια ματιά στον πίνακα 3.3 παρατηρούμε ότι:

- ✚ Η ποσότητα θερμικής ενέργειας που παράγει η γεωθερμική αντλία σε σχέση με την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει είναι 1 έως 3,5, ενώ στην αντλία θερμότητας με πηγή τον αέρα είναι κατώτερη από 2,3 και είναι άμεσα εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
- ✚ Η γεωθερμική αντλία λειτουργεί χωρίς προβλήματα κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες.
- ✚ Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος γεωκλιματισμού είναι πολύ χαμηλότερο.
- ✚ Εξοικονομεί ενέργεια, αφού έχουμε μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.
- ✚ Συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος, διότι αντικαθιστά το πετρέλαιο και μειώνει την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος που μην ξεχνάμε, προέρχεται στη χώρα μας κυρίως από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς με καύσιμο το ρυπογόνο λιγνίτη.

3.2.10.3 Προτάσεις - εφαρμογές της Αβαθούς Γεωθερμίας στην Ελλάδα

Οι προσπάθειες για εφαρμογή συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας στην Ελλάδα είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο. Παρακάτω θα εκθέσουμε συστήματα που δουλεύουν με επιτυχία στη χώρα μας, καθώς και εν δυνάμει συστήματα που θα μπορούσαν να κατασκευαστούν.

Αυτή τη στιγμή λειτουργούν συστήματα αβαθούς γεωθερμίας:

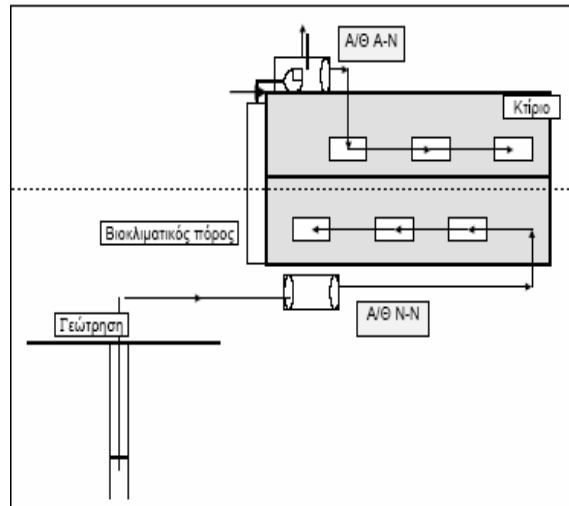
- **Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τμήμα ηλεκτρολόγων-μεταλλειολόγων** στην Πολυτεχνειούπολη του Ζωγράφου. Χωρίς να χρειάζεται να εκπέμπουν το ιδιαίτερα βλαβερό για την ατμόσφαιρα, διοξείδιο του άνθρακα, ζεσταίνονται το χειμώνα και δροσίζονται το καλοκαίρι οι καθηγητές και οι φοιτητές του κτιρίου ηλεκτρολόγων-μεταλλειολόγων (έκτασης 6.000 τ.μ.) στην Πολυτεχνειούπολη του Ζωγράφου. Αυτό συμβαίνει από το **2000** οπότε και ολοκληρώθηκε και λειτουργεί κανονικά ένα πρωτοποριακό για την εποχή του υβριδικό σύστημα ανοικτού-κλειστού κυκλώματος για θέρμανση-ψύξη μεγάλου κτιρίου. Υπολογίζεται ότι η εξοικονόμηση από αυτό το κτίριο και μόνο είναι γύρω στους 60-70 τόνους ισοδυνάμου πετρελαίου ανά έτος για τη θέρμανση και περίπου 10 τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου για την ψύξη. Άρα γίνεται μία εξοικονόμηση γύρω στους 70 τόνους πετρέλαιο το

χρόνο που αντιστοιχούν σε μη εκπομπή 220 τόνων διοξειδίου του άνθρακα⁵¹. Διαβάζοντας κάποιος την υποσημείωση 51 ίσως εκπλαγεί από τα λεγόμενα ενός καθηγητή του ΕΜΠ. Τα ερωτήματα παραμένουν αναπάντητα προκαλώντας έντονο προβληματισμό...

- Το κτιριακό συγκρότημα του ευρωπαϊκού κέντρου δημοσίου δικαίου στα Λεγραινά
- Κτίριο Δήμου Πεταλούδων στην Ρόδο
- Το νέο κτίριο του ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) στο Πικέρμι. Ολοκληρώθηκε το 2001. Το κτίριο είναι δυόροφο 220m². Η θερμοκρασία του ρευστού της γεώτρησης είναι 18°C, παροχή 1,2 m³/h.



⁵¹ Τα εμπόδια που αντιμετώπισαν πριν την κατασκευή του, αλλά και τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας του έργου περιγράφει στο διαδίκτυο ο Δρ. Κ. Καρύτσας. «Το έργο πέρασε διάφορες φάσεις μέχρι να ολοκληρωθεί η κατασκευή του. Για παράδειγμα, χρειάστηκαν περίπου 30 μήνες προκειμένου να εγκρίνει το ποσοστό χρηματοδότησης του Πολυτεχνείου για το έργο, η Πρυτανεία. Παρ' όλα αυτά παλέψαμε και καταφέραμε περίπου στα μέσα του 2000 να ολοκληρωθεί το έργο και να λειτουργεί κανονικά τόσο για θέρμανση, όσο και για ψύξη εξοικονομώντας αρκετούς τόνους πετρέλαιο για τη θέρμανση και αρκετές χιλιάδες KWh για την ψύξη». Ο Δρ. Κ. Καρύτσας εξέφρασε επίσης τη δυσφορία του για τη συνολική στάση του Πολυτεχνείου απέναντι στο έργο λέγοντας: «*Το 1997 είχαμε κάνει μια προσπάθεια να γίνει ένα παρεμφερές έργο στην βιβλιοθήκη του Πολυτεχνείου αλλά δεν πέτυχε. Κι αυτό γιατί το Πολυτεχνείο δεν ασπάστηκε ποτέ αυτή την τεχνολογία, ούτε αποδέχτηκε την αποτελεσματικότητά της. Απόδειξη γι' αυτό είναι ότι πέντε χρόνια μετά την ολοκλήρωση του έργου κι ακόμη μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει η επίσημη παράδοσή του από την σχολή μεταλλειολόγων στο Πολυτεχνείο*».



- Το Δημαρχιακό μέγαρο του Δήμου Πυλαίας στην Θεσσαλονίκη.

Θεωρήσαμε σημαντικό να συμπεριλάβουμε τις προτάσεις που έκανε η ΤΙΦΙΝ ΑΕ, στο διεθνές συνέδριο για τις ΑΠΕ που διεξείχθη στο ΕΜΠ. Συγκεκριμένα προτείνεται:

- **Κτίριο Δήμου Αθηναίων**, στην οδό Αθηνάς. Με τη σταθερή θερμοκρασία των υπονόμων της Αθήνας και της ανοικτής «δεξαμενής» δηλαδή το συντριβάνι της πλατείας Κοτζιά και 2 γεωθερμικές αντλίες, μπορούν να καλυφθούν όλα τα θερμικά και ψυκτικά φορτία του δημαρχείου⁵².
- **Υπουργείο Ανάπτυξης** στην οδό Μιχαλακοπούλου. Έχει μελετηθεί από την εταιρεία και προκύπτει ότι υπάρχει νερό στο υπέδαφος που φτάνει μέχρι το υπόγειο του κτιρίου. Χρειάζεται η προσθήκη δύο κλειστών δεξαμενών στην ταράτσα και μια ανοικτή, που θα είναι το συντριβάνι στο απέναντι πάρκο⁵³.
- **Υπουργείο Εσωτερικών & Δημόσιας Διοίκησης**
- Η ευρύτερη περιοχή της **Κερατέας** και του **Λαυρίου** έχει 60 χιλιόμετρα μεταλλευτικές στοές. Αυτές σε συνδυασμό με την βοήθεια ηλιακών συλλεκτών μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στη θέρμανση – ψύξη του τεχνολογικού πάρκου και ακόμα και του διεθνούς αερολιμένα «**Ελευθέριος Βενιζέλος**» στα Σπάτα⁵⁴.

⁵² ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998, Εισήγηση: Ιωάννης Μέγκουλης ΤΙΦΙΝ ΑΕ σελ. 137

⁵³ Όπου και πριν

⁵⁴ Όπου και πριν

- **Σε ιδιωτικό επίπεδο** μπορεί κανείς να προχωρήσει σε αυτή την επένδυση και σήμερα υπάρχουν αρκετές οικίες στην Ελλάδα που έχουν εφαρμόσει τη χρήση της Αβαθούς Γεωθερμίας με τη βοήθεια αντλιών θερμότητας.

3.2.11 Οικονομική Εξέταση

Η μεγάλη ποικιλία γεωθερμικών πεδίων που εξετάσαμε, δημιουργεί ένα μεγάλο πρόβλημα στη συγκεκριμενοποίηση της οικονομικής μεθόδου που μπορεί να ακολουθήσει κάποιος προκειμένου να καταστρώσει ένα επενδυτικό σχέδιο. Επειδή το κομμάτι που μας ενδιαφέρει είναι στην ουσία αυτό της εκμετάλλευσης ενός γεωθερμικού πεδίου για την παραγωγή θερμικής ενέργειας για θέρμανση χώρων μέσω συστήματος τηλεθέρμανσης, το υπόδειγμα που θα αναπτυχθεί παρακάτω, αφορά μόνο τη θέρμανση και όχι την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα συστήματα αυτά είναι εντάσεως κεφαλαίου και ενώ το κόστος επένδυσης είναι μεγάλο, τα λειτουργικά και έξοδα συντήρησης είναι πολύ χαμηλότερα, γεγονός που τα καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικά σε μακροχρόνια περίοδο. Διακρίνουμε λοιπόν δύο κατηγορίες:

■ Κόστος Επένδυσης

1. **Έρευνες** (εξερεύνηση για εξεύρεση πεδίου, γεωλογικές, γεωφυσικές και γεωχημικές έρευνες) (βλέπε παράρτημα 1^ο).
2. **Κόστος Γεώτρησης** (εξαρτάται από το βάθος, τα πετρώματα, την περιοχή, κ.α.).
3. **Εξαρτήματα κεφαλής του πηγαδιού**
4. **Κόστος Αντλιών** που θα χρειαστούν.
5. **Κόστος δικτύου μεταφοράς** (Εκσκαφές, σωλήνες, κολλήσεις, μπαζώματα, συνδέσεις διανομής, κ.α.).
6. **Εναλλάκτες θερμότητας**

■ Κόστος Λειτουργίας

1. **Κόστος ηλεκτρικού ρεύματος** που θα καταναλώνουν οι αντλίες (είδαμε ότι είναι πολύ αποδοτικές και χαμηλής κατανάλωσης).
2. **Συντήρηση – Επίβλεψη** λειτουργίας του συστήματος
3. **Αντικαταστάσεις** λόγω φυσιολογικών φθορών (σε μακροχρόνια κλίμακα) ή λόγω βλαβών, ζημιών.

Γενικά, διαπιστώσαμε για την Ελλάδα ότι οι ευνοϊκές γεωθερμικές συνθήκες (κυρίως μικρού βάθους ταμιευτήρες και γενικά καλή έως και άριστη ποιότητα ρευστών) κατεβάζουν πολύ το κόστος της αρχικής επένδυσης.

Μια πυκνότητα φορτίου της τάξεως 10 – 17 Gcal/h/Km² γενικά δικαιολογεί την οικονομική εκμετάλλευση για εγκατάσταση τηλεθέρμανσης από γεωθερμία⁵⁵. Η οικονομική μεταφορά των ρευστών εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ρευστού. Έτσι για νερά θερμοκρασίας μέχρι 100 °C μπορεί να μεταφερθεί σε απόσταση 10 – 20 χιλιομέτρων. Είναι φανερό ότι όσο πέφτει η θερμοκρασία του ρευστού, τόσο μειώνεται και η απόσταση μεταφοράς του λόγω θερμικών απωλειών. Βέβαια με τις αντλίες θερμότητας μετριάζεται η απώλεια.

Στο τέλος του κεφαλαίου ακολουθεί ένα παράρτημα με σχήματα αποτίμησης κόστους ενός γεωθερμικού έργου χαμηλής ενθαλπίας, όπως παρουσιάστηκαν στο διεθνές συνέδριο Τηλεθέρμανσης που έλαβε χώρα στην Κοζάνη τον Μάιο του 1990.

3.2.12 Σύνοψη – Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη των κρατών εξαρτάται από την ενεργειακή τους τροφοδοσία (και εν γένη ανεξαρτησία). Στην Ελλάδα το ποσοστό εισαγωγής της ενέργειας προς κατανάλωση υπερβαίνει το 70%. Το ποσοστό αυτό κρούει τον κώδωνα του «ενεργειακού» κινδύνου για τη χώρα διότι μια εξάρτηση τέτοιου βαθμού την αφήνει έρμαιο των παγκόσμιων οικονομικών διακυμάνσεων, επηρεάζοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό τον εγχώριο, από εισαγόμενο, πληθωρισμό και το εθνικό εισόδημα εν κατακλείδι. Είναι λοιπόν κρατική υποχρέωση η διεύρυνση των εγχώριων πηγών ενέργειας.

Η Γεωθερμία όπως είδαμε, ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές και μπορεί να διαδραματίζει δευτερεύοντα ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, όμως σε τοπική κλίμακα μπορεί και οφείλει να παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο.

Στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του ΙΓΜΕ εντάσσεται και η έρευνα του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας που ξεκίνησε κατά την τελευταία εικοσαετία και η σκαπάνη του διαρκώς φέρνει στο φως πολύτιμα στοιχεία, καθιστώντας το μέλλον της ελληνικής γεωθερμίας ιδιαίτερα ευσίωνο.

Στα πλαίσια της έρευνάς μας, μας απασχόλησαν κυρίως οι άμεσες χρήσεις της Γεωθερμίας χαμηλής και ομαλής ενθαλπίας και οι πρακτικές εφαρμογές της για την Τηλεθέρμανση οικισμών και πόλεων. Δυστυχώς διαπιστώσαμε ότι η γεωθερμία έχει ιδιαίτερα ταλαιπωρηθεί στη χώρα μας, αλλά οφείλουμε να αναγνωρίσουμε ότι τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να γίνονται σημαντικά βήματα επί αυτού. Παρολαυτά ο δρόμος είναι ακόμα μακρύς και απαιτεί συντονισμό κινήσεων.


⁵⁵ Θέματα προγραμματισμού. «Δυνατότητες & προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα» Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα 1988.


Συνοπτικά, τα προβλήματα που συναντήσαμε αφορούν:

- Την έλλειψη γεωθερμικής τεχνογνωσίας και ενημέρωσης τόσο των κατασκευαστών, όσο των χρηστών και των δημοσίων φορέων.
- Τη σωστή εκμετάλλευση της θερμότητας που μπορούν να αποδώσουν τα γεωθερμικά ρευστά στον προς θέρμανση χώρο.
- Στροφή προς τις μαζικές θερμάσεις οικισμών γιατί με τη μέχρι τώρα πρακτική της χρήσης της γεωθερμίας σε θερμοκήπια, όχι μόνο δεν προσφέρει τα μέγιστα που θα μπορούσε στο ισοζύγιο εξωτερικών συναλλαγών, αλλά αντιθέτως αν λάβουμε υπόψη την πρακτική της Ε.Ε. για περιορισμό της αγροτικής μας παραγωγής, είναι τουλάχιστον σπατάλη εθνικού πόρου...
- Σοβαρή έλλειψη χωροταξικού σχεδίου της χώρας που θέτει σοβαρά εμπόδια στην ανάπτυξη του συνόλου των ΑΠΕ στην χώρα μας.
- Έλλειψη επιδοτήσεων μέσω του αναπτυξιακού νόμου και ενίσχυση των κινήτρων για εγκατάσταση γεωθερμικής θέρμανσης σε μεμονωμένες οικίες (ιδιωτική πρωτοβουλία) και οικιστικά σύνολα.

Επίσης τα **πλεονεκτήματα τηλεθέρμανσης** οργανωμένων οικισμών με γεωθερμία, που ήδη επισημάνθηκαν, είναι πολλά:

- Εξοικονόμηση ενέργειας με υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, μαζούτ, φυσικό αέριο, ξύλα) που θα καταναλώνωνταν για οικιακή θέρμανση.
- Εξοικονόμηση συναλλάγματος και βελτίωση του ισοζυγίου εξωτερικών συναλλαγών.
- Χαμηλό κόστος ενέργειας που προκύπτει αφ' ενός από το γενικότερο πλεονέκτημα της συμβατικής τηλεθέρμανσης, αφ' ετέρου δε από τη φθηνότερη γεωθερμική ενέργεια και τη δυνατότητα επιδότησης του έργου (λόγω εξοικονόμησης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος).
- Προστασία περιβάλλοντος με ουσιαστική εκμηδένιση των εκπομπών ρύπων για θέρμανση.

 Δημιουργία θέσεων εργασίας και ουσιαστική συμβολή στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη με περαιτέρω χρήσεις κατανεμημένες στο χρόνο.

 Χαμηλό λειτουργικό κόστος των εγκαταστάσεων.

Οι **προτάσεις** μας μπορούν να συγχωνευτούν σε τρεις βασικούς πυλώνες:

- Η ανάπτυξη της εκμετάλλευσης της γεωθερμίας της χώρας επιβάλλεται, γιατί το γεωθερμικό δυναμικό είναι πολύ αξιόλογο και με πολύ καλής ποιότητας ρευστά.
- Απαραίτητη η αρχική σύνταξη της μελέτης από έναν κεντρικό φορέα, με τη μορφή ***pilot plan*** για την πολλαπλή και ορθή εκμετάλλευση του γεωθερμικού πεδίου, προσαρμοσμένη στους περιορισμούς που προκύπτουν από τη θέση και την κατηγορία του γεωθερμικού πεδίου. **Απαραίτητο το εθνικό χωροταξικό σχέδιο.**
- *Στροφή προς τη θέρμανση οικιών και περιοχών.* Τα γεωθερμικά πεδία της βόρειας Ελλάδας και των νησιών του Βορείου Αιγαίου παρουσιάζουν ξεχωριστό ενδιαφέρον, εξαιτίας της μεγαλύτερης ανάγκης για θέρμανση, λόγω κλίματος και υψομέτρου και της επείγουσας ανάγκης για ανάπτυξη και δημιουργία κινήτρων παραμονής των τοπικών πληθυσμών, μέσα στα πλαίσια μιας ορθής περιφερειακής ανάπτυξης η οποία χωλαίνει στην Ελλάδα.

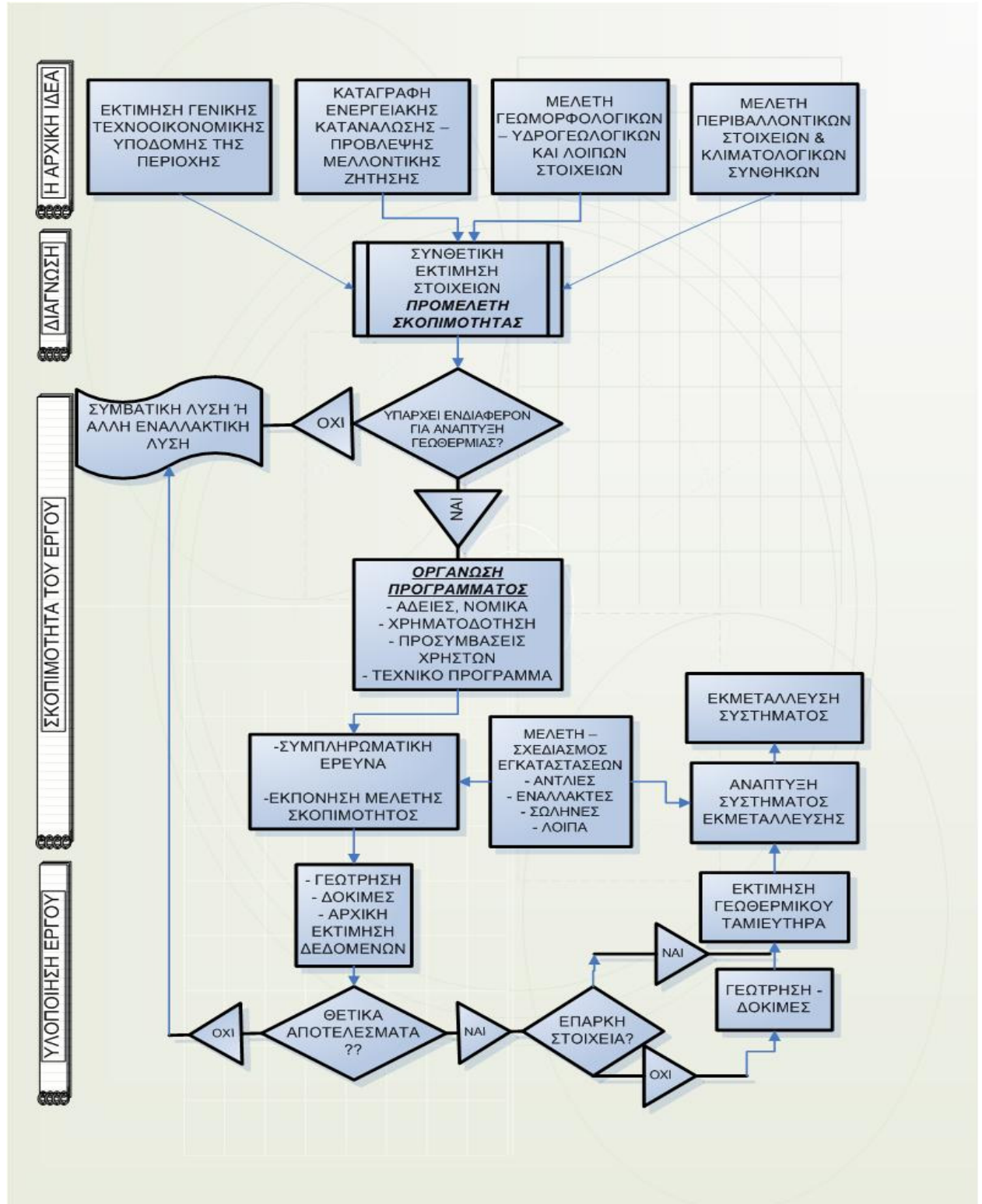
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

- Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», ΑΠΘ Θεσσαλονίκη, 2001
- Ιωάννης Π. Νικολαΐδης, ΑΠΕ σημειώσεις διαλέξεων 4^{ου} εξαμήνου ΜΔΕΠ Κοζάνη, 2002.
- Θέματα προγραμματισμού. «Δυνατότητες & προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα» Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα 1988.
- Μ. Φυτίκας, « Γεωθερμία: Ιστορία, εφαρμογές και προοπτικές μια ήπιας μορφής ενέργειας» Πρακτικά 6^{ου} Εθνικού συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Τόμος Γ' Ινστιτούτου Ηλιακής Τεχνικής, Βόλος 2000.
- Lund, J. W. and D. H. Freeston , 2001. „World -wide Direct Uses of Geothermal Energy 2000, “Geothermics, 30/1, Elsevier Science, Ltd., Oxford, UK.
- Huttner, G. W., 2001. „The Status of World Geothermal Power generation 1995-2000,“Geothermics, 30/1, Elsevier Science, Ltd., Oxford, UK.
- Geo Heat Center BULLETIN, JUNE 2001 (Lund and Freeston, 2001 Huttner, 2001)
- Ι. Παπαγεωργακάκης, « Θέρμανση – ψύξη κτιρίων με αβαθή γεωθερμική ενέργεια στην Ελλάδα» Πρακτικά 4^{ου} συνεδρίου για τις ήπιες μορφές ενέργειας, ΔΠΘ 6-8 οκτ Ξάνθη, 1992.
- Ελληνικό γραφείο της Greenpeace
- Αλέξανδρος Γεωργόπουλος «Γή, ένας μικρός & εύθραυστος πλανήτης» ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 2000.
- Mary H . Dickson και Mario Fanelli Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italy
- LUMB, J. T., 1981. Prospecting for geothermal resources. In: Rybach, L. and Muffler, L.J.P., eds., *Geothermal Systems, Principles and Case Histories*, J. Wiley & Sons, New York
- Ι. Παπαγεωργακάκης, «Ομαλή γεωθερμική ενέργεια για Θέρμανση – Ψύξη κτιρίων στην Ελλάδα», ΤΕΧΝΙΚΑ τεύχος 71 / Απρίλιος 1992.

- Karytsas, C.; Mendrinou, D. and J. Goldbrunner, 2003. "Low-Enthalpy Geothermal Energy Utilization Schemes for Greenhouse and District Heating at Traianoupolis Evros, Greece." Geothermics,
- ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998, Εισήγηση: Dr Νικόλαος Κολιός Γεωλόγος – Γεωθερμικός ΙΓΜΕ
- ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998, Εισήγηση: Ιωάννης Μέγκουλης ΤΙΦΙΝ ΑΕ
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ΚΑΠΕ «Εγχειρίδιο ΑΠΕ, Γεωθερμία»
- Mendrinou, D.; Karagiorgas, M. and C. Karytsas, 2002 "a. Use of Geothermal Heat Pumps for Heating of Buildings in Greece." Presented during the LowExx workshop "Low Temperature Systems in Existing/Historical Buildings", 7 March 2002, Maastricht, Netherlands.
- Fytikas, M. and M. Papachristou, 2003. "Preliminary Geological Study of the Region of the "Thessaloniki" Airport." Contract between the Aristotle University of Thessalonica and Civil Aviation Authority of Greece.
- Mendrinou, D.; Karytsas, C.; Kolios N.; Arvanitidis N. and M. Fytikas, 2003. "Use of Geothermal Energy at the New Building Installations of the Airport Makedonia." To be presented at the 1st International conference "airports: planning and operation", 11-12 June, Thessaloniki, Greece.
- Γ. Κουτίνας Μ. Μηχανικός ΕΜΠ «Τηλεθέρμανση με αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας» Διεθνές Συνέδριο Τηλεθέρμανσης, ΤΕΙ Κοζάνης 4 – 6 Μαΐου 1990, Πρακτικά συνεδρίου

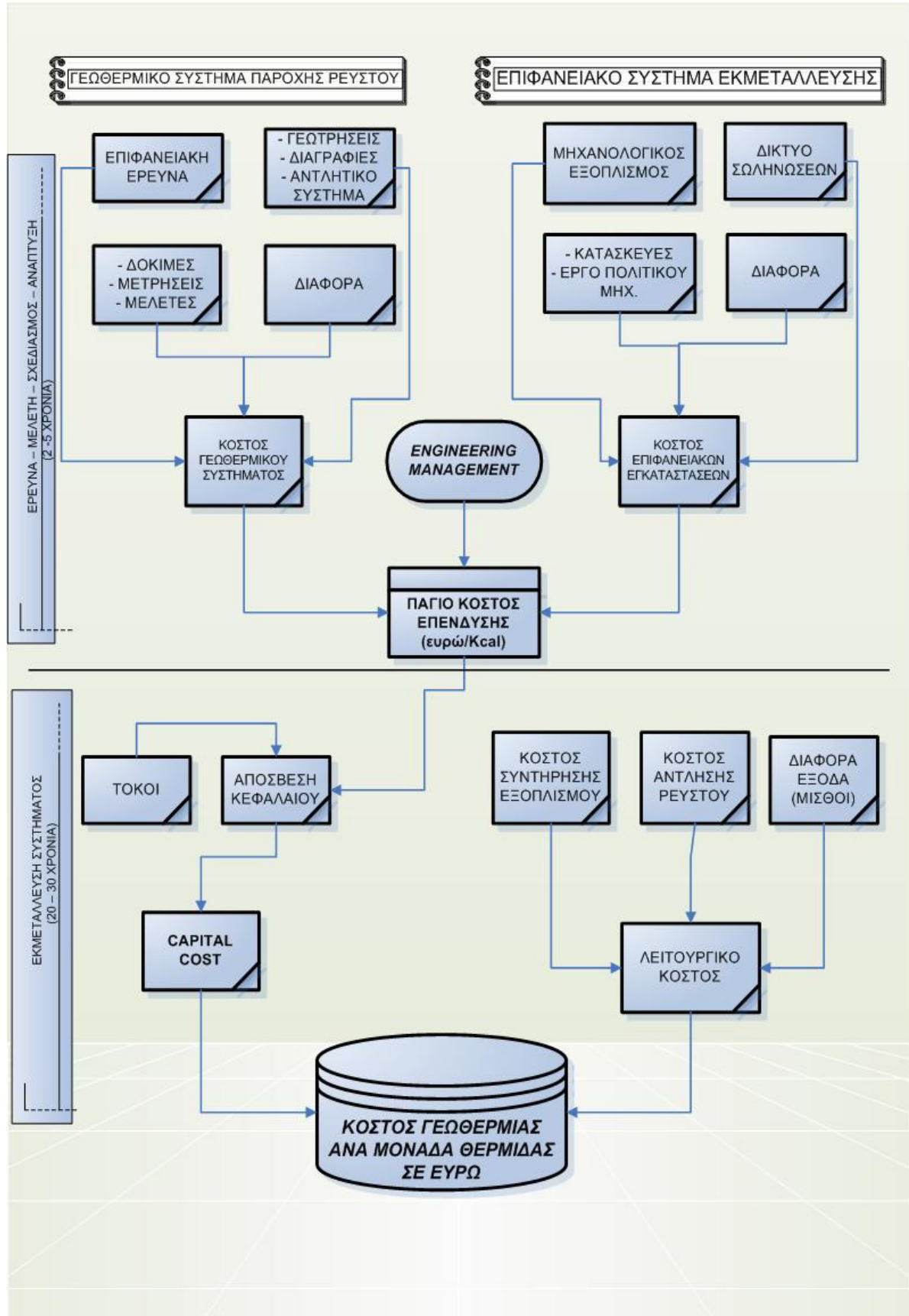
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Σχήμα 3.3: Πρόγραμμα έρευνας – αξιοποίησης Γεωθερμικού πεδίου Χαμηλής Ενθαλπίας⁵⁶



⁵⁶ Γ. Κουτίνας Μ. Μηχανικός ΕΜΠ «Τηλεθέρμανση με αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας» Διεθνές Συνέδριο Τηλεθέρμανσης, ΤΕΙ Κοζάνης 4 – 6 Μαΐου 1990, *Πρακτικά συνεδρίου*

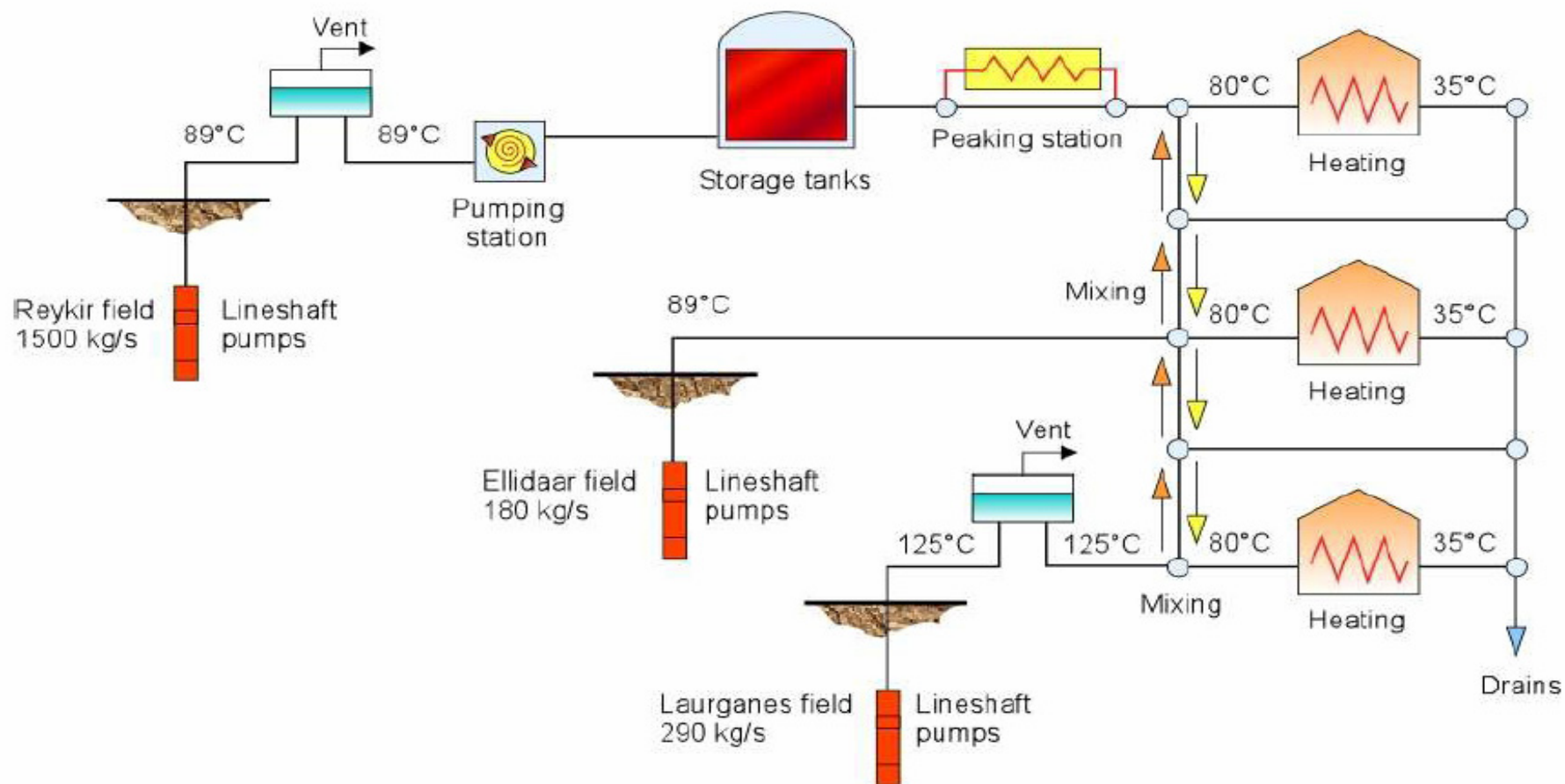
Σχήμα 3.4 Παράμετροι Κόστους Γεωθερμικού έργου Χαμηλής Ενθαλπίας



«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ 3^{ου} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ : ΧΑΡΤΕΣ

Διάγραμμα 3.1 Απλοποιημένο διάγραμμα ροής του συστήματος τηλεθέρμανσης του Reykjavik





ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Γεωθερμικές Περιοχές
- Γεωθερμικές Περιοχές Πιθανής Εφαρμογής Συστημάτων Τ/Θ
- Γεωθερμική Περιοχή με Εφαρμοσμένο Σύστημα Τ/Θ
- ▲ Γεωθερμική Περιοχή Υψ. Ενθαλπίας (Δυνατότητα Συμπαραγωγής)

— Ηφαιστειακό Τόξο Αιγαίου



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
Βιομάζα &
Τηλεθέρμανση

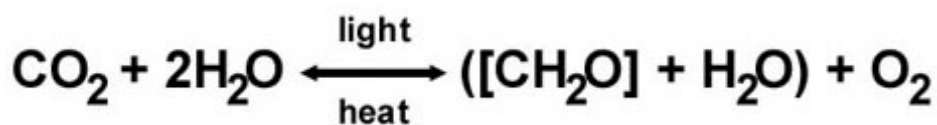
*« Εί γαρ φερομένης της
γεωργίας αίρονται αι λοιπαί τέχναι
και επιστήμαι...»*

ΒΙΟΜΑΖΑ & ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ

4.1 Εισαγωγή – ορισμός

Ο όρος Βιομάζα, δεν είναι ακριβής χημικός όρος. Οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και τα άλλα προϊόντα της φωτοσυνθετικής διεργασίας, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, κ.λ.π) ή παραπροϊόντα που προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία αυτών (απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας καλείται Βιομάζα. Η ενεργειακή αξία της βιομάζας προέρχεται αρχικά από την ηλιακή ενέργεια η οποία δεσμεύεται μέσω της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια αυτή μετατρέπεται στη συνέχεια σε χημική. Κατά τη διάρκεια ενεργειακών μετατροπών όπως η καύση, η βιομάζα απελευθερώνει την ενέργειά της, συχνά με τη μορφή της θερμότητας (ο άνθρακας οξειδώνεται προς διοξείδιο του άνθρακα αντικαθιστώντας ουσιαστικά εκείνον που είχε απορροφηθεί κατά την ανάπτυξη του φυτού). Στην πραγματικότητα η χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι η αντίστροφη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Η ηλιακή ενέργεια δεσμεύεται στα πράσινα φυτά και σε ειδικά βακτήρια μέσω μίας αντίδρασης μεταφοράς ηλεκτρονίων στο εσωτερικό του κέντρου της φωτοσυνθετικής αντίδρασης πρωτεϊνών. Η ενέργεια από τα ηλιακά φωτόνια χρησιμοποιείται για τη διεργασία αποχώρησης φορτίου η οποία παράγει ένα ηλεκτρικό δυναμικό εγκάρσια της κυτταρικής μεμβράνης. Στη φύση η απόδοση του κέντρου αντίδρασης φθάνει στα 95%. Το κλειδί για ένα τόσο υψηλό βαθμό κβαντικής απόδοσης φαίνεται να συνδέεται με την απόδοση του ρυθμού μεταφοράς της Αναερόβιας χώνευση της βιομάζας.



Εικόνα 4.1 Η χημική αντίδραση της φωτοσύνθεσης

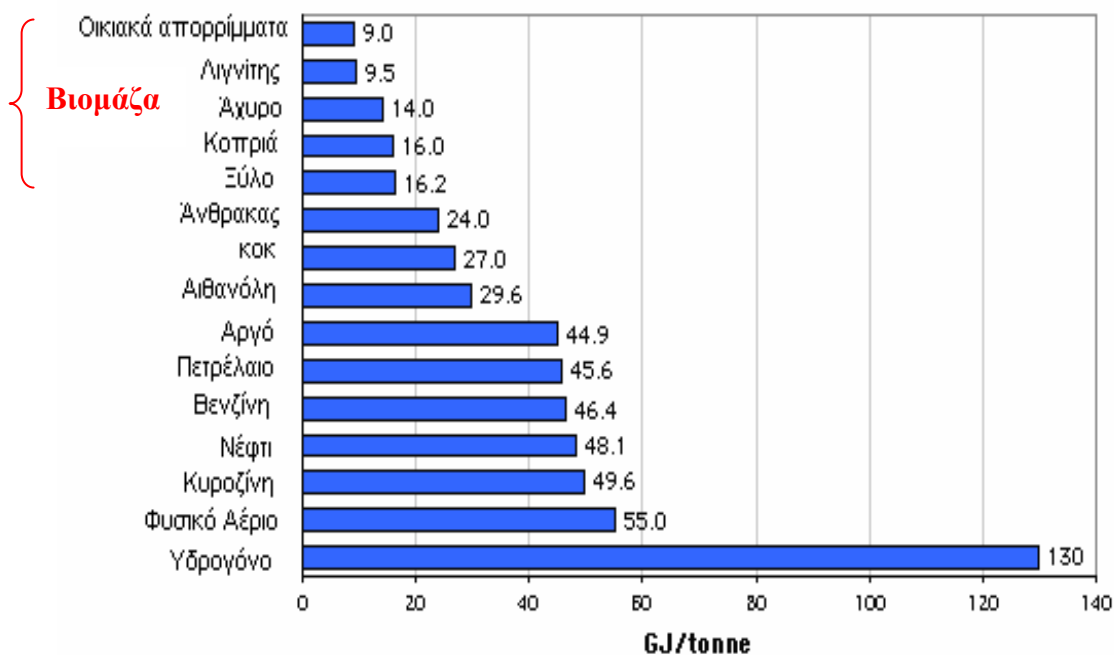
Με λίγα λόγια, η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και/ ή αέριων καυσίμων.

Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας:

- Πρώτον, οι υπολειμματικές μορφές (τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα, ζωϊκά απόβλητα και τα απορρίμματα).
- Δεύτερον η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες.

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα γίνεται επίσης με δύο τρόπους: είτε καύση του στερεού καυσίμου (με ή χωρίς μηχανική τροποποίηση) είτε με παραγωγή άλλου βιοκαυσίμου (συνήθως υγρού ή αέριου) και συνεπακόλουθη καύση.

Στη φύση η βιομάζα αποσυντίθεται τελικά στα στοιχειώδη μόριά της με την απελευθέρωση θερμότητας. Συνεπώς η έκλυση ενέργειας από τη μετατροπή της βιομάζας σε χρήσιμη ενέργεια προσομοιώνει τις φυσικές διεργασίες σε έναν ταχύτερο ρυθμό. Με τη χρήση αυτής της ενέργειας ανακυκλώνεται ο άνθρακας και δεν έχουμε προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, σε αντίθεση με αυτό που συμβαίνει με τα άλλα ορυκτά καύσιμα¹. Από όλες τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η βιομάζα είναι η μοναδική που ουσιαστικά αντιπροσωπεύει αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια. Επιπροσθέτως είναι η μόνη που συγκροτείται από άνθρακα και είναι σε θέση να παράγει, μετά από επεξεργασία, στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα.



Διάγραμμα 4.1 Το ενεργειακό περιεχόμενο πηγών ενέργειας

¹ Ιωάννα Παπαμιχαήλ, Χημικός Μηχανικός του τμήματος βιομάζας του Κέντρου Ανανεωσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε άμεσα με καύση ξύλων για θέρμανση και μαγείρεμα, είτε έμμεσα με μετατροπή σε κάποιο άλλο υγρό ή αέριο καύσιμο, όπως π.χ. αιθανόλη από ζαχαροκάλαμο ή βιοαέριο από ζωικά απόβλητα. Το καθαρό ενεργειακό προϊόν που είναι διαθέσιμο στη βιομάζα όταν καίγεται ποικίλλει από περίπου 8 MJ/kg για ξύλο, μέχρι 20 MJ/kg για ξηρή φυτική ύλη, μέχρι 55 MJ/kg για το μεθάνιο (το κάρβουνο ποικίλλει: 23-30MJ/kg). Ο συντελεστής απόδοσης της ενεργειακής διεργασίας καθορίζει πόση ενέργεια θα είναι πρακτικά διαθέσιμη.

Είναι άξιο προσοχής το γεγονός ότι η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο παγκοσμίως υπολογίζεται σε $1,72 \times 10^{11}$ τόνους ξηρής ύλης με ενεργειακό περιεχόμενο $1,4 \times 10^{11}$ ΤΙΠ.² Αυτό ερμηνεύεται σε ενέργεια δεκαπλάσια από την ενέργεια που καταναλώνεται σε ολόκληρο τον κόσμο και είναι σχεδόν ίση με τα γνωστά αποθέματα ορυκτών καυσίμων!³ Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο.

Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη βιομάζα πηγάζει από το γεγονός ότι υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής καυσίμων σε μορφές αξιοποιήσιμες από τη σημερινή τεχνολογία, χωρίς ανάγκη για σοβαρές τροποποιήσεις. Η βιομάζα καλείται να παίξει το ρόλο της «γέφυρας» για τη μετάβαση από το σημερινό «πετρελαϊκό» κόσμο, στον πιθανά «ηλιακό» του αύριο.

Στην πορεία αυτό που θα μας απασχολήσει, είναι η δυνατότητα τηλεθέρμανσης από βιομάζα. Αρχικά θα γίνει μια συνοπτική παρουσίαση των ειδών και κατηγοριών βιομάζας, θα συνοψίσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης της και κατόπιν, θα ασχοληθούμε με το εγχώριο δυναμικό και τις πιθανές χρήσεις αυτού για θέρμανση.

4.2 Μια ιστορική αναδρομή...

Ο πρωτόγονος άνθρωπος για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια (θερμότητα) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, το δημοφιλέστερο είδος βιομάζας. Από τότε μέχρι ακόμη και σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί της Αφρικής, της Ινδίας, της Λατινικής Αμερικής όσο και της Ασίας, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτίσουν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια...) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, κτλ). Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι η βιομάζα δεν είναι νέα πηγή ενέργειας. Μέχρι το 1880, το ξύλο αποτελούσε κυρίαρχη μορφή ενέργειας στην παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς μορφής. Σήμερα το 20% της κατανάλωσης ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες καλύπτεται από προϊόντα ξύλου. Αλλά και για μια σειρά από βιομηχανικές χώρες, η βιομάζα αποτελεί σημαντικό ενεργειακό πόρο, με τη μορφή αγροτικών, κτηνοτροφικών και δασικών παραπροϊόντων. Στη χώρα μας, η βιομάζα έως το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, κάλυπτε πάνω από το 50% των ενεργειακών αναγκών. Σήμερα η βιομάζα

² ΤΙΠ: Τόπος ισοδύναμου Πετρελαίου

³ Γιώργος Τσαλικίδης, 2001 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης

καταναλώνεται στον οικιακό και εμπορικό τομέα με τη μορφή κυρίως καυσόξυλων, ξυλάνθρακα και γεωργικών παραπροϊόντων, καλύπτοντας περί το 3,5% των συνολικών αναγκών της χώρας σε ενέργεια τελικής χρήσης. Από αυτό το ποσοστό το μεγαλύτερο μέρος αφορά τη θέρμανση.

4.3 Κατηγορίες Βιομάζας

4.3.1 Αγροτικές Φυτείες

Υπάρχουν πολλές αγροτικές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενεργειακοί πόροι, όπως το ζαχαροκάλαμο, το καλαμπόκι, ο ηλίανθος, η σόγια, ο μίσχανθος, η αγριοαγκινάρα, το καλάμι, κλπ. Η πλειονότητα αυτών καλλιεργούνται ως υγρά καύσιμα, δηλαδή παράγουν τελικά αιθανόλη ή βιοπετρέλαιο. Το πλέον γνωστό είναι το ζαχαροκάλαμο και το καλαμπόκι. Τυπικό παράδειγμα είναι η Βραζιλία όπου τουλάχιστον 4 εκατομμύρια αυτοκίνητα χρησιμοποιούν αιθανόλη για την κίνησή τους. Μεγάλης κλίμακας χρήση αυτών των καλλιεργειών γίνεται και στην Ευρώπη, ΗΠΑ και Αυστραλία, όπου η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων ενισχύεται οικονομικά. Υπάρχουν επίσης καρποί (σπόροι, κουκούτσια, κλπ.), που περιέχουν μεγάλο ποσοστό ελαίου το οποίο με τη σύνθλιψη μπορεί να εξαχθεί άμεσα και να χρησιμοποιηθεί ως βιοκαύσιμο ή ως θερμαντικό καύσιμο. Τέτοιοι καρποί είναι ο ελαιόκαρπος, ο ηλιόσπορος, κλπ. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το ενεργειακό περιεχόμενο μερικών εξ αυτών.

Σοδειές Καρπών	Ενεργειακό περιεχόμενο
Ελαιόκαρπος	40.4 GJ/t
Ηλιόσπορος	39.7 GJ/t
Κάρδαμο	39.7 GJ/t
Πετρέλαιο	38.5 GJ/t

Πίνακας 4.1 Το ενεργειακό περιεχόμενο μερικών ενεργειακών καρπών και πετρελαίου



Εικόνα 4.2 Καλλιέργεια ηλίανθου

Η χρήση του βιοκαυσίμου έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως η μείωση των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (περίπου 3.2 kg ισοδυνάμου διοξειδίου του άνθρακα ανά κιλό βιοκαυσίμου), η κατά 99% μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου, η κατά 39% μείωση των αιωρούμενων σωματιδίων, η υψηλή τους βιο-αποικοδομησιμότητα και η ασφάλεια της ενεργειακής προσφοράς, καθώς υπάρχει τοπική παραγωγή⁴.

4.3.2 Αγροτικά Υπολείμματα

Ετησίως παράγονται μεγάλες ποσότητες υπολειμμάτων από σπαρτά και καλλιέργειες οι οποίες δε γίνονται αντικείμενο εκμετάλλευσης. Τέτοιου είδους υπολείμματα είναι ο φλοιός του ρυζιού, που αποτελεί το 25% του ρυζιού κατά μάζα. Άλλα υπολείμματα είναι τα ζαχαροκάλαμα (γνωστά ως bagasses), φλοιοί καρυδών, ξηρών καρπών και δημητριακών (βλέπε εικόνες). Στην Ελλάδα συναντούμε σε μεγάλες ποσότητες το πυρηνόξυλο, το οποίο παράγεται στις ελαιοπαραγωγούς περιοχές (Λέσβος, Πελοπόννησος, κλπ.). **Μελέτες έχουν δείξει ότι συμφέρει να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας όπως η θερμική και ηλεκτρική** παρά βιοκαυσίμων, λόγω μικρότερου κόστους.



Εικόνα 4.3 Υπολείμματα φλοιών (τσόφλια) και δημητριακών

4.3.3 Ζωικά Απόβλητα

Υπάρχει μία ευρεία γκάμα ζωικών αποβλήτων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές βιομάζας. Οι πλέον συνήθεις είναι κοπριά από γουρούνια, κοτόπουλα και βοοειδή, καθώς αυτά τα ζώα μεγαλώνουν σε περιορισμένους χώρους και παράγουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων σε μικρή επιφάνεια. Στο παρελθόν πωλούνταν ως λιπάσματα ή απλώς

⁴ Werner Korbitz - *Biodiesel Presentation Outline* (Vienna, Austria, 1993).

απλώνονταν σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Η εισαγωγή όμως αυστηρότερων περιβαλλοντικών ελέγχων, όσον αφορά τις οσμές και τη ρύπανση των νερών, επέβαλε ότι θα πρέπει πλέον να γίνεται κάποια μορφή διαχείρισης αυτών των αποβλήτων, η οποία να ανοίγει το δρόμο για πιθανή εκμετάλλευση της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα. Η συνηθέστερη διαδικασία μετατροπής αυτών των αποβλήτων είναι μέσω της αναεροβικής χώνευσης που θα περιγραφεί στα επόμενα κεφάλαια. Το προϊόν από την αναεροβική χώνευση είναι ένα «βιοαέριο» που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης και παραγωγή ηλεκτρισμού, ή για άμεση καύση και θέρμανση νερού και χώρων. Απόβλητα από τη βιομηχανία τροφίμων και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού είναι επίσης μία πιθανή πρώτη ύλη για αναερόβια χώνευση.

4.3.4 Μαύρο ρευστό (black liquor)

Το μαύρο ρευστό είναι ένα προϊόν αποβλήτων που παράγεται από τη βιομηχανία χαρτιού. Το ρευστό αυτό μπορεί να πυρολυθεί ή αεριοποιηθεί και χρησιμοποιηθεί ως βιομάζα. Ερευνητικές προσπάθειες έχουν αναπτύξει μια διεργασία ρευστοποιημένης κλίσης με ταχεία πυρόλυση που μπορεί να μετατρέψει το μαύρο υγρό σε βιοκαύσιμο. Στη συνέχεια μπορεί να μετατραπεί σε καύσιμο κατάλληλο για τις μηχανές των αυτοκινήτων αλλά και για θέρμανση.

4.3.5 Απόβλητα της βιομηχανίας ζάχαρης

Η βιομηχανία ζάχαρης από ζαχαροκάλαμο παράγει μεγάλους όγκους μπαγκάσσας (bagasse: το υπόλειμμα του ζαχαροκάλαμου) που είναι εν δυνάμει μια μεγάλη ενεργειακή πηγή βιομάζας καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για παραγωγή ατμού, θερμότητας και ηλεκτρισμού (συμπαραγωγή). Οι περισσότεροι μύλοι ζάχαρης στην Αυστραλία και στις ΗΠΑ παράγουν ηλεκτρισμό με τον τρόπο αυτό, αλλά έχουν και τη δυνατότητα να εξάγουν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρισμού από αυτή την ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

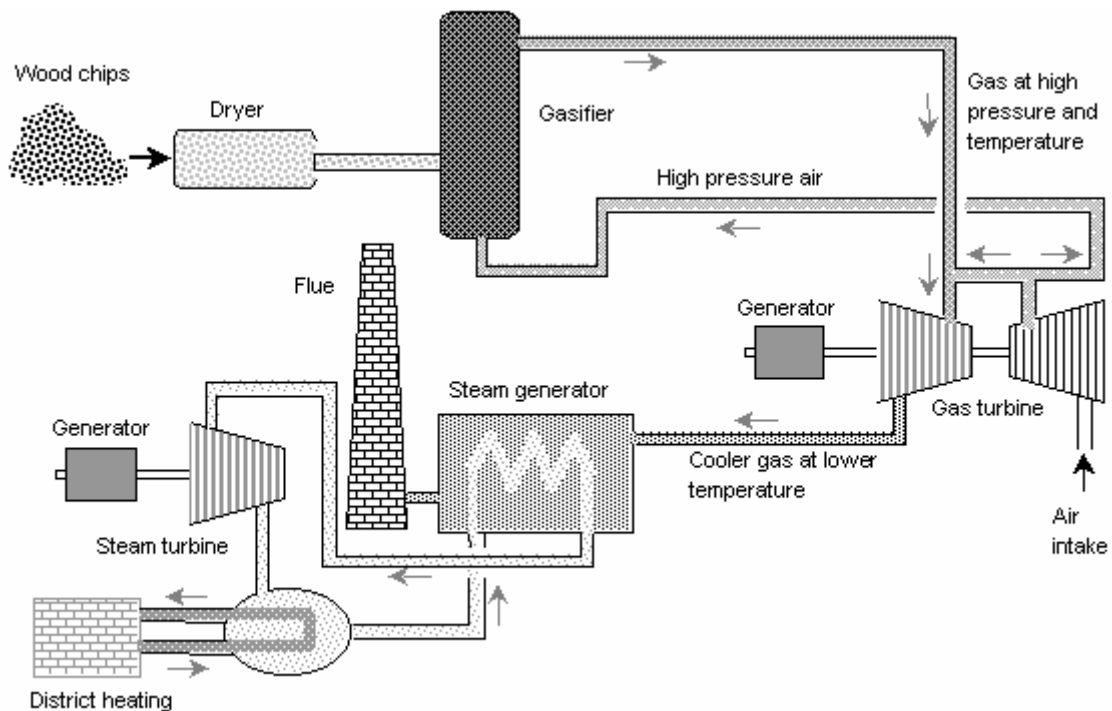


Εικόνα 4.4 Καλλιέργια ζαχαροκάλαμων στην Χαβάη για θερμική επεξεργασία

4.3.6 Δασικές Φυτείες

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

Το ξύλο είναι μια σημαντική ενεργειακή πηγή σε πολλές χώρες του κόσμου, ιδίως στην Ασία, την Αφρική και τη Νότια Αμερική και υπάρχει το δυναμικό για να γίνει μια σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και σε άλλα μέρη του κόσμου. Τα πλέον κατάλληλα δένδρα για αυτές τις δασικές φυτείες είναι εκείνα που αναπτύσσονται με γρήγορους ρυθμούς και που μετά την κοπή τους ξαναμεγαλώνουν με εκβλαστήματα από τη ρίζα. Το ξύλο μπορεί να καεί για παραγωγή ατμού και ηλεκτρισμού, για θέρμανση νερού και χώρων ή να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ξυλοκάρβουνο.



Σχήμα 4.1 Παραγωγή Ρεύματος και θερμότητας από πριονίδια δασικών φυτειών

4.3.7 Δασικά Υπολείμματα

Τα δασικά υπολείμματα παράγονται από εργασίες όπως αραίωμα των δένδρων, ξεχέρσωση για διάνοιξη δρόμων, απογύμνωση κορμών, καθώς και φυσική φθορά. Η επεξεργασία του ξύλου επίσης παράγει σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων συνήθως με τη μορφή απορριμμάτων ξύλου και φλοιούς. Αυτά τα απόβλητα τις περισσότερες φορές δε χρησιμοποιούνται, ενώ είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμη ύλη.



Εικόνα 4.5 Συγκέντρωση προς επεξεργασία Δασικών Υπολειμμάτων

4.3.8 Βιομηχανικά Απόβλητα

Η βιομηχανία τροφίμων παράγει ένα μεγάλο όγκο αποβλήτων και παραπροϊόντων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιομάζα. Αυτά τα απόβλητα παράγονται από όλους τους τομείς της βιομηχανίας τροφίμων (παραγωγή κρέατος, παραγωγή γλυκών, κτλ) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενεργειακή πηγή. Στα στερεά απόβλητα περιλαμβάνονται φλοιοί και κομμάτια από φρούτα και λαχανικά, τρόφιμα τα οποία κρίνονται ακατάλληλα για βρώση και δεν περνούν τους ποιοτικούς ελέγχους, ιζήματα από φίλτρα, κλπ. Συνήθως καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής και επιβαρύνουν τόσο τον προϋπολογισμό της βιομηχανίας τροφίμων όσο και το περιβάλλον. Κατά τη διάρκεια του πλυσίματος του κρέατος, των φρούτων και των λαχανικών, της αποφλοίωσης των καρπών, την προπαρασκευή του μαγειρέματος (κρέατος, ψαριών, κτλ) καθώς και κατά τη διάρκεια της οινοπαραγωγής παράγονται μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων. Αυτά περιέχουν σάκχαρα, άμυλο και άλλες διαλυμένες στερεές οργανικές ύλες σε αρκετά αραιή μορφή. Αυτά τα βιομηχανικά απόβλητα δύναται να χωνευτούν αναερόβια προς παραγωγή βιοαερίου ή να ζυμωθούν για παραγωγή αιθανόλης.

4.3.9 Αστικά Στερεά Απόβλητα

Κάθε χρόνο συλλέγονται και οδηγούνται στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) εκατομμύρια τόνοι αστικών αποβλήτων (όπως ο ΧΥΤΑ στα Άνω Λιόσια Αττικής). Η σύστασή τους ποικίλλει ανάλογα με τον τόπο, την εποχή καθώς και με τον τρόπο και επιλογή της συλλογής τους. Τα αστικά απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια με καύση ή με φυσική αναεροβική χώνευση στις ΧΥΤΑ. Ήδη σε βιομηχανικές χώρες υπάρχουν αρκετοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού με καύση του βιοαερίου (μεθάνιο κυρίως) που εκλύεται ως αποτέλεσμα της φυσικής αποσύνθεσης. Αυτό πριν οδηγηθεί προς καύση σε μηχανές εσωτερικής καύσης ή αεροστρόβιλους για παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού, καθαρίζεται και απομακρύνεται το διοξείδιο του θείου που πιθανώς να περιέχει.



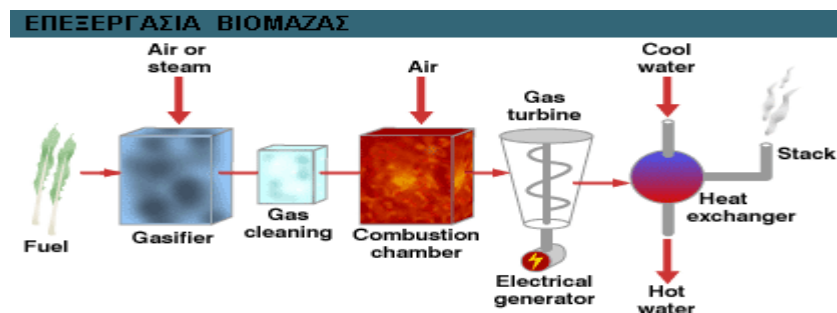
Εικόνα 4.6 Σύστημα κάυσης αστικών στερεών αποβλήτων που τροφοδοτεί το σύστημα τηλεθέρμανσης της Βιέννης

4.3.10 Υγρά Απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα είναι πηγή βιομάζας παρόμοια με αυτή που προέρχεται από τα ζωικά απόβλητα και έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές χώρες. Συνήθως εξάγεται από τα απόβλητα με αναεροβική χώνευση προς παραγωγή βιοαερίου. Στην Ελλάδα τέτοια μονάδα λειτουργεί στην Ψυτάλλεια και εκμεταλλεύομενη τα απόβλητα του λεκανοπεδίου της Αθήνας παράγει ηλεκτρισμό που παρέχεται στο κεντρικό δίκτυο της ΔΕΗ. Η λάσπη που παραμένει μπορεί στη συνέχεια να καεί ή να πυρολυθεί για περαιτέρω παραγωγή βιοαερίου ή βιοπετρελαίου.

4.4 Τεχνολογίες Μετατροπής της Βιομάζας⁵

Οι τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας σε εκμεταλλεύσιμη ενέργεια αποτελούν πεδίο έρευνας και ανάπτυξης. Τα πεδία έρευνας είναι πολλά εξαιτίας των πολλών πηγών προέλευσης της Βιομάζας. Καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται βελτιστοποιείται και ο βαθμός απόδοσης των τεχνικών εκμετάλλευσης και επεξεργασίας της βιομάζας. Οι σημαντικότερες από τις οποίες περιγράφονται στις παραγράφους που ακολουθούν.



Εικόνα 4.7 Μια τυπική διάταξη μονάδας επεξεργασίας Βιομάζας

⁵ Peter Quaak, Hubert E. Stassen, Harrie Knoef, Hubert Stassen - *Energy from Biomass: A Review of Combustion and Gasification Technologies*, World Bank (March 1999)

4.4.1 Αναεροβική Χώνευση

Η αναεροβική χώνευση είναι η αποσύνθεση της υγρής και πράσινης βιομάζας με τη βοήθεια βακτηριακής δράσης και απουσία οξυγόνου προς παραγωγή ενός αερίου μείγματος που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και είναι γνωστό ως βιοαέριο. Είναι ουσιαστικά η βακτηριακή αποικοδόμηση σύνθετων οργανικών μορίων σε πιο απλά μόρια - μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, η οποία γίνεται σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας διαρκεί από δύο έως τρεις εβδομάδες και γίνεται σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες που κυμαίνονται μεταξύ των 20 και 55 βαθμών Κελσίου. Συνήθως αποφεύγεται η αποθήκευση του παραγόμενου βιοαερίου, γιατί απαιτεί μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους και κοστίζει αρκετά. Αντίθετα, συνήθως χρησιμοποιείται αμέσως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αναεροβική χώνευση των αστικών στερεών αποβλήτων που αποθέτονται στις ΧΥΤΑ παράγει το αέριο που είναι γνωστό ως "αέριο των ΧΥΤΑ" μέσω της φυσικής διαδικασίας της βακτηριακής αποσύνθεσης της οργανικής ύλης που εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου. ***Το μεθάνιο εκλύεται στην ατμόσφαιρα και συνεισφέρει τελικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι δυνατόν όμως να συλλεχθεί με τη χρησιμοποίηση διάτρητων σωλήνων που έχουν εισαχθεί μέσα στον όγκο των αποβλήτων και με αυτό τον τρόπο να οδηγηθεί, μέσω της φυσικής διαφοράς πίεσης, για ενεργειακή εκμετάλλευση.***

Το βιοαέριο παράγεται συνήθως από τα ζωικά απόβλητα, με ανάμειξη νερού (θερμαίνονται και αναμιγνύονται μέσα σε αεροστεγείς αντιδραστήρες). Οι αντιδραστήρες αυτοί μπορεί να έχουν μεγέθη, από 1 m³ σε μικρές οικιακές μονάδες έως 2000 m³ σε μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Το βιοαέριο μπορεί στη συνέχεια να καεί για θέρμανση ή να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης ή για παραγωγή ηλεκτρισμού.

Εναλλακτικά είναι δυνατόν οι νέες ΧΥΤΑ να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο που να ενθαρρύνεται η αναεροβική χώνευση. Σε αυτές το σύστημα των σωληνώσεων για τη συλλογή του βιοαερίου τοποθετείται στην αρχή, βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο και επιτυγχάνοντας αποδόσεις που μπορεί να φθάσουν και 1000 m³/hr για μια περίοδο ζωής της τάξεως των 20 ετών. Μια τέτοια μεγάλη εγκατάσταση βρίσκεται στην Καλιφόρνια με ισχύ 46MWe. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η έμφαση δίνεται πλέον στην ανακύκλωση που σημαίνει ότι αναμένεται μείωση του όγκου των αποβλήτων και συνεπώς μείωση αυτού του ενεργειακού πόρου⁶.

4.4.2 Παραγωγή Μπρικεττών και Σφαιριδίων

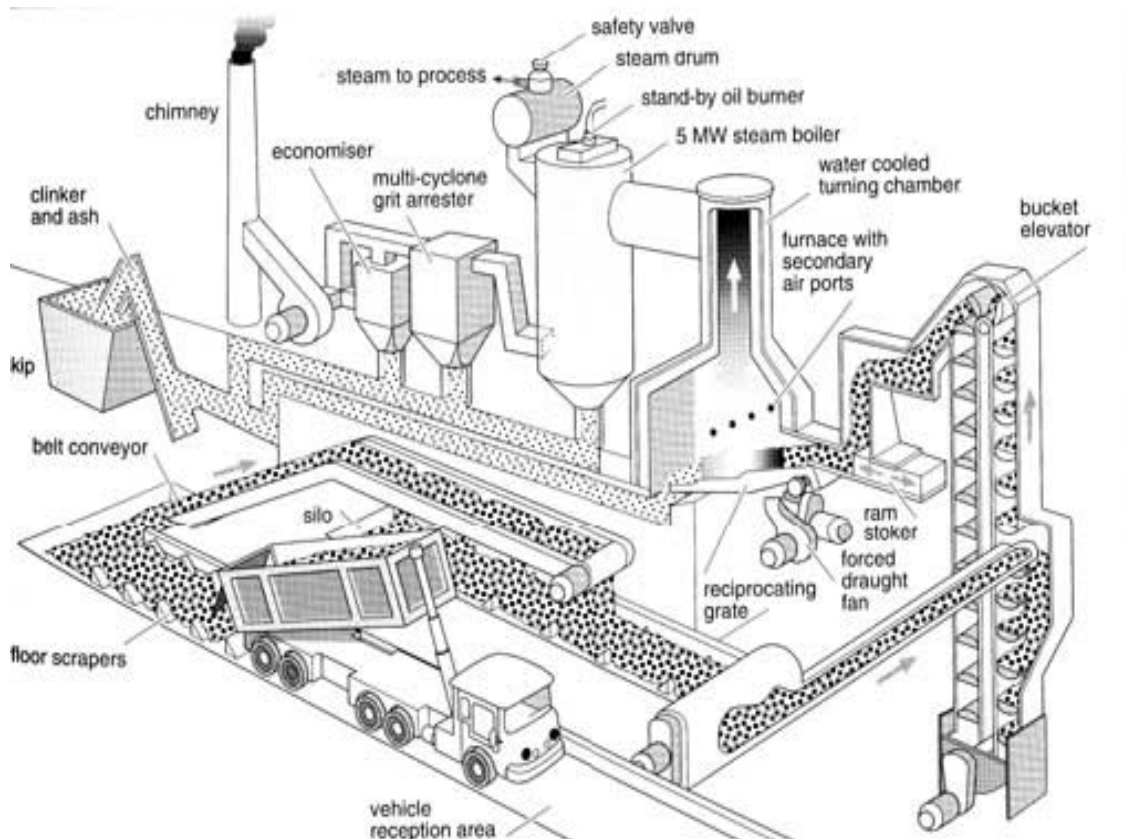
Οι μπρικέττες και τα σφαιρίδια (Briquettes and pellets) παράγονται από τη συμπίεση βιομάζας σε πολύ μεγάλες πιέσεις. Αυτή η συμπίεση γίνεται σε ειδικά καλούπια, τα προϊόντα έχουν πολύ μικρότερο όγκο από τον αρχικό και

⁶ Sayed Z. El-Sayed - Southern Ocean Ecology: The Biomass Perspective Biomass Colloquium (1991 Bremerhaven Germany) Hardcover, Cambridge University Press (January 1994)

συνεπώς μεγαλύτερη σχέση ενεργειακού περιεχομένου προς όγκο. Είναι συνεπώς ευκολότερα στην αποθήκευση, στη μεταφορά και στην οδήγηση προς την καύση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα ως καύσιμη ύλη ή σε μικρή κλίμακα για την τροφοδοσία θερμαντικών σωμάτων (π.χ. λεβήτων, σομπών, κτλ). Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ξυλανθράκων.

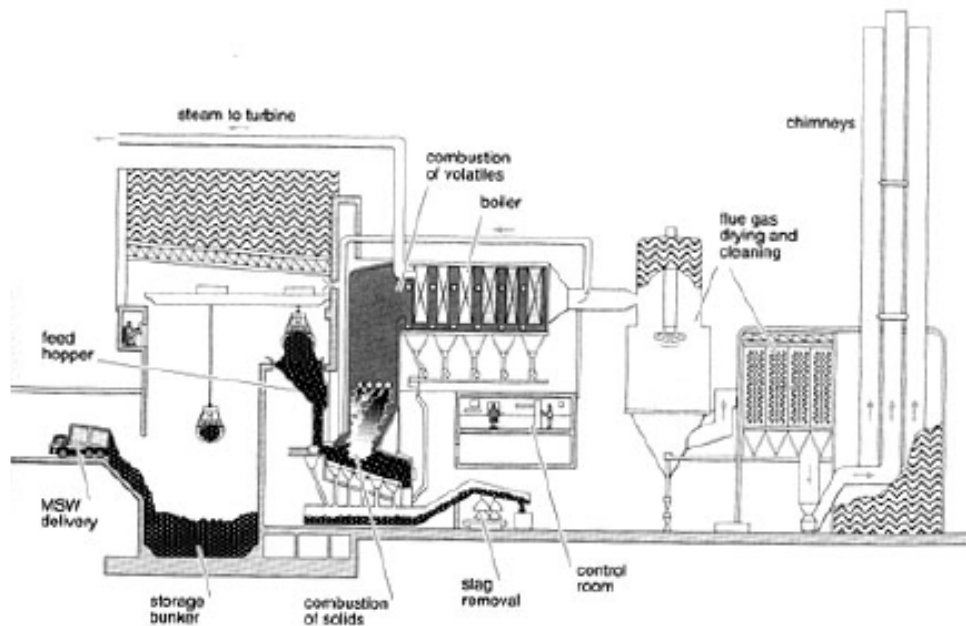
4.4.3 Άμεση Καύση και Συμπαγωγή

Η άμεση καύση είναι η κύρια διεργασία για την εκμετάλλευση της βιομάζας. Η ενέργεια που απελευθερώνεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή ηλεκτρισμό, για μαγείρεμα, για θέρμανση χώρων και σε πολλές εφαρμογές στη βιομηχανία. Εφαρμογές μικρής κλίμακας, όπως το μαγείρεμα και η θέρμανση χώρων, είναι συνήθως μικρής απόδοσης με απώλειες στη μεταφορά θερμότητας της τάξης του 30-90% από την αρχική ενέργεια. Μικρές βελτιώσεις μπορεί να έχουμε με τη χρήση αποδοτικών συσκευών, καλά μονωμένων. Σε μεγαλύτερη κλίμακα η βιομάζα από τα υπολείμματα των δασών και των αστικών στερεών αποβλήτων μπορεί να καεί σε φούρνους για παραγωγή θερμότητας και για παραγωγή ατμού για ατμοστρόβιλους - γεννήτριες. Το κομμάτι αυτό μας ενδιαφέρει ιδιαίτερω.



Εικόνα 4.8 Σταθμός μεγάλης κλίμακας για παραγωγή θερμότητας από υπολείμματα ξύλου

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»



Εικόνα 4.9 Εγκατάσταση καύσης αστικών απορριμμάτων

Οι μεγάλοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού με βιομάζα έχουν παραπλήσιο βαθμό απόδοσης με εκείνον των συμβατικών σταθμών με υδρογονάνθρακες, όμως το κόστος κατασκευής τους είναι υψηλότερο διότι θα πρέπει ο καυστήρας να σχεδιάζεται για το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας της βιομάζας. Η τεchnοοικονομική απόδοση του συστήματος βελτιώνεται στην περίπτωση συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.

4.4.4 Πυρόλυση

Η πυρόλυση είναι βασική θερμοχημική διεργασία για τη μετατροπή στερεάς βιομάζας σε ένα πιο εκμεταλλεύσιμο υλικό όπως το υγρό καύσιμο. Η βιομάζα θερμαίνεται σε απουσία οξυγόνου ή καίγεται μερικώς με περιορισμένη παροχή οξυγόνου. Παράγεται τότε ένα αέριο μείγμα πλούσιο σε υδρογονάνθρακες, ένα υγρό με παρόμοιες του πετρελαίου χημικές ιδιότητες και ένα στερεό υπόλειμμα πλούσιο σε άνθρακα, το ξυλοκάρβουνο. Παραδοσιακά η παραγωγή του ξυλοκάρβουνου γίνεται σε σωρούς στην ύπαιθρο καλυμμένους με χώμα. Η διεργασία είναι πολύ αργή και με μικρό βαθμό απόδοσης. Νέες τεχνικές αναπτύσσονται, που θα επιτρέπουν την αύξηση της παραγωγής και την αποδοτικότερη εκμετάλλευση του υγρού προϊόντος.

4.4.5 Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση είναι μια μορφή πυρόλυσης που απαιτεί μεγαλύτερη παροχή αέρα και υψηλότερες θερμοκρασίες για τη βελτίωση της παραγωγής του βιοαερίου. Αυτό αποτελείται από μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μεθάνιο, μαζί με άζωτο και διοξείδιο του άνθρακα. Το αέριο είναι πιο ελκυστικό από την αρχική στερεά βιομάζα (συνήθως ξύλο ή ξυλοκάρβουνο) γιατί μπορεί

να καεί για παραγωγή θερμότητας και ατμού ή να τροφοδοτήσει αεροστρόβιλους για παραγωγή ηλεκτρισμού. Η αεριοποίηση της βιομάζας είναι η πλέον σύγχρονη μέθοδος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα και έχουν σχεδιαστεί σταθμοί ισχύος μέχρι 50 MWe. Οι σταθμοί αυτοί έχουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης, μέχρι 50%, καθώς χρησιμοποιούν το συνδυασμένο κύκλο των αεροστροβίλων. Πρόβλημα εξακολουθεί να αποτελεί ο καθαρισμός του αερίου ώστε να μην υπάρχει περιβαλλοντικό πρόβλημα.

4.4.6 Παραγωγή Ξυλοκάρβουνο

Η παραγωγή ξυλοκάρβουνο επιτυγχάνεται με σύγχρονους κλίβανους ξυλοκάρβουνο που λειτουργούν σε θερμοκρασίες 600 °C και παράγουν ξυλοκάρβουνο με βαθμό απόδοσης 25-35% της αρχικής ποσότητας βιομάζας, καθώς θερμά αέρια χρησιμοποιούνται για την ξήρανση της πρώτης ύλης. Το παραγόμενο ξυλοκάρβουνο έχει περιεκτικότητα σε άνθρακα της τάξεως του 75-85% και είναι χρήσιμο για θέρμανση.

4.4.7 Παράλληλη Καύση

Πολλές φορές η βιομάζα χρησιμοποιείται σε κάποιο ποσοστό ως τροφοδοτικό καύσιμο μαζί με το κάρβουνο μέσα στον κλίβανο. Η όλη διεργασία είναι αντικείμενο γενικότερης ερευνητικής προσπάθειας, οικονομοτεχνικής, τεχνολογικής και περιβαλλοντικής, καθώς υπάρχει ελπίδα να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον η βιομάζα για μερική τροφοδοσία συμβατικών σταθμών κάρβουνο (λιγνίτη, ανθρακίτη, κλπ.). Στη Μεγαλόπολη σχεδιάζεται αντίστοιχο σύστημα.

4.4.8 Παραγωγή Αιθανόλης

Η αιθανόλη παράγεται από βιομάζα που περιέχει σάκχαρα, άμυλο και κυτταρίνη (Πίνακας 3). Το πλέον γνωστό υλικό για την παραγωγή αιθανόλης είναι τα ζαχαροκάλαμα, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν το άμυλο και άλλα δημητριακά, καθώς και το ξύλο. Η επιλογή της βιομάζας είναι κρίσιμο στοιχείο διότι από αυτήν προέρχεται ένα 55-80% του κόστους της αιθανόλης. Η αιθανόλη παράγεται από μία διεργασία που είναι γνωστή ως ζύμωση. Το σάκχαρο εξάγεται από τη βιομάζα με σύνθλιψη, ανάμειξη με νερό και μαγιά και παραμονή σε μεγάλους, θερμαινόμενους αντιδραστήρες. Η μαγιά διασπά το σάκχαρο και το μετατρέπει σε αιθανόλη. Στην συνέχεια απαιτείται απόσταξη για την απομάκρυνση του νερού και άλλων ακαθαρσιών από το αραιωμένο αλκοολούχο προϊόν (10-15% αιθανόλη). Η συμπυκνωμένη αιθανόλη (95% κ.ό.) αφαιρείται και υγροποιείται για χρήση σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Η Βραζιλία είναι η πλέον χαρακτηριστική περίπτωση επιτυχημένου προγράμματος αιθανόλης σε βιομηχανική κλίμακα παράγοντας αιθανόλη από ζαχαροκάλαμο. Το υπόλοιπο του φυτού μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως εξωτερική θερμότητα για την όλη διεργασία. Το στάδιο της απόσταξης διακρίνεται από μεγάλη ενεργειακή απώλεια, ιδιαίτερα το σύνθετο δευτερογενές στάδιο της απόσταξης που απαιτείται για την επίτευξη

αιθανόλης με συμπύκνωση 99% ή μεγαλύτερη. Αυτό όμως αντισταθμίζεται με το γεγονός ότι το υγρό καύσιμο είναι εύκολο στη χρήση και η απαιτούμενη τεχνολογία σχετικά φθηνή και ώριμη. Το κόστος παραγωγής αιθανόλης είναι σήμερα της τάξεως του 1€ το λίτρο.

Εξαγωγή Αιθανόλης από φυτά πλούσια σε Υδρογονάνθρακες				
Φυτά	Υδρογονάνθρακες		Αιθανόλη	
	(l/ha)	%	(l/f)	%
Παντζάρι	40-50	16	90-100	38-48
Ζαχαροκάλαμο	50-100	13	60-80	35-70
Καλαμπόκι	4-8	60	360-400	15-30
Σιτάρι	25	62	370-420	8-20
Κριθάρι	2-4	52	310-350	7-13
Κόκκοι Ζαχαρόχορτου	2-5	70	330-370	7-18
Πατάτες	20-30	18	100-120	22-33
Γλυκές Πατάτες	10-20	26	140-170	16-31
Cassava	12-15	27	175-190	22-23
Ηλίανθος	30-60	17	80-100	27-54
Υδρολυτικός παράγοντας	(l/ha)		(l/f)	%
Μαλακό Ξύλο (αραιά οξέα)	9-15		190-220	18-31
Μαλακό Ξύλο (συμπυκνωμένα οξέα)	9-15		220-270	22-38
Σκληρό Ξύλο (αραιά οξέα)	9-15		160-180	15-25
Σκληρό Ξύλο (συμπυκνωμένα οξέα)	9-15		190-220	18-30
Άχυρο (αραιά οξέα)	1.5-3.5		140-160	2-5
Άχυρο (συμπυκνωμένα οξέα)	1.5-3.5		160-180	3-6

Πίνακας 4.2 Εξαγωγή αιθανόλης από πλούσια σε υδρογονάνθρακες φυτά

4.5 Η Βιομάζα στην Ανάπτυξη Τηλεθέρμανσης πόλεων

4.5.1 Συστήματα Θέρμανσης χώρων από Βιομάζα

Η βιομάζα μπορεί να καεί ως έχει (π.χ. καυσόξυλα, κλαδέματα, πυρηνόξυλο κ.ά.) ή μετά από μηχανική τροποποίηση. Η μηχανική τροποποίηση που μπορεί να γίνει στη βιομάζα αφορά είτε μόνο το θρυμματισμό της είτε την παραγωγή συσσωματωμάτων (pellets) όπως προείπαμε. Γίνεται για λόγους διαχείρισης και μετατροπής της βιομάζας σε καύσιμο με τυποποιημένα χαρακτηριστικά έτσι ώστε να μεταφέρεται και να τροφοδοτείται εύκολα και να έχει μικρότερη φαινόμενη πυκνότητα (μεγαλύτερο βάρος ανά μονάδα όγκου) και μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα. Η παραγωγή ενέργειας από στερεή βιομάζα ποικίλει σε μέγεθος.

Υπάρχουν:

- Μικροί λέβητες αυτόματης ή μη τροφοδοσίας για τη θέρμανση κατοικιών
- Αυτόματης τροφοδοσίας λέβητες για τη θέρμανση μεγαλύτερων κτιρίων (σχολεία, νοσοκομεία, κ.ά.)
- Μεγάλοι λέβητες και αεριοποιητές για τη συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας (πχ. πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο της ΔΕΗ και **χρήση της θερμικής ενέργειας σε σχήμα τηλεθέρμανσης** ή σε βιομηχανία με θερμικές ανάγκες).

4.5.2 Περιγραφή συστήματος Τηλεθέρμανσης από Βιομάζα

Η φιλοσοφία είναι κοινή για όλα τα συστήματα τηλεθέρμανσης. Ισχύουν οι ίδιες προδιαγραφές που αναλύσαμε διεξοδικά στο 2^ο κεφάλαιο στην τηλεθέρμανση της Κοζάνης. Έτσι μια περιληπτική παρουσίαση των εγκαταστάσεων θα μπορούσε να είναι η εξής⁷:

Εγκαταστάσεις θέρμανσης

- ◆ Σύστημα αποκατάστασης θερμότητας των αποβλήτων
- ◆ Σύστημα καύσης βιομαζών για φορτίο βάσεων
- ◆ Μέγιστο σύστημα θέρμανσης φορτίων
- ◆ Προαιρετικό εφεδρικό σύστημα(για ώρες Αιχμής όπως και στην Κοζάνη)

⁷ Biomass Heating Project Analysis: www.retscreen.net

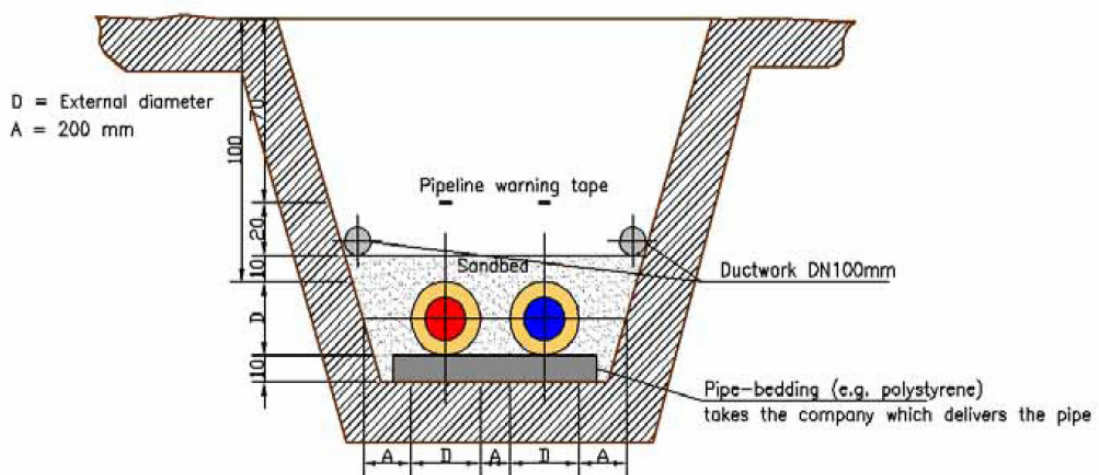
Σύστημα διανομής θερμότητας

- ◆ Καυτή παροχή νερού, επιστροφή κρύου νερού (δύο σωληνώσεις) (βλέπε εικόνα 4.10)
- ◆ Για μεμονωμένο κτίριο ή για Τηλεθέρμανση Περιοχής

Λειτουργία ανεφοδιασμού καυσίμων

- ◆ Λήψη καυσίμων, αποθήκευση και εγκαταστάσεις μεταφορών
- ◆ Χαρακτηριστικά αυτοματοποιημένη μεταφορά καυσίμων από την αποθήκη στην καύση για καλύτερη εξυπηρέτηση της ζήτησης χωρίς καθυστερήσεις.

Για το δίκτυο θέρμανσης περιοχής υπάρχουν κυρίως έτοιμα μονωμένα συστήματα σωληνώσεων που εγκαθίστανται άμεσα στο έδαφος. Αυτό το σύστημα σωληνώσεων αποτελείται από ένα μέσο σωλήνα, ένα σωλήνα περιβλημάτων και μια μόνωση που είναι ενδιάμεσα. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων υπάρχει ενσωματωμένο ένα σύστημα προειδοποίησης διαρροών για να είναι σε θέση να βρουν τις πιθανές διαρροές, όπως ήδη έχουμε εντοπίσει και στο σύστημα Τηλεθερμάνσεως της Κοζάνης.



Εικόνα 4.10 Τομή σκάμματος σωληνώσεων τηλεθέρμανσης

4.5.3 Κόστος Εγκατάστασης

Εδώ ισχύει ο γενικός κανόνας που αναπτύξαμε και στην εξέταση της Γεωθερμίας, τουτέστιν αποτελεί επένδυση εντάσεως κεφαλαίου με υψηλό αρχικό κόστος κατασκευής. Συνοψίζοντας διαπιστώνουμε τα εξής⁸:

- Για ένα σύστημα 150 kW για να θερμάνει ένα 800 κτίριο m²:

	Oil	Wood chips
Initial Costs	\$21,000	\$80,000
Annual O&M	\$1,000	\$8,000
Annual fuel	\$18,000	\$1,700

- Υψηλές αρχικές δαπάνες, ενδεχομένως χαμηλές δαπάνες καυσίμων:

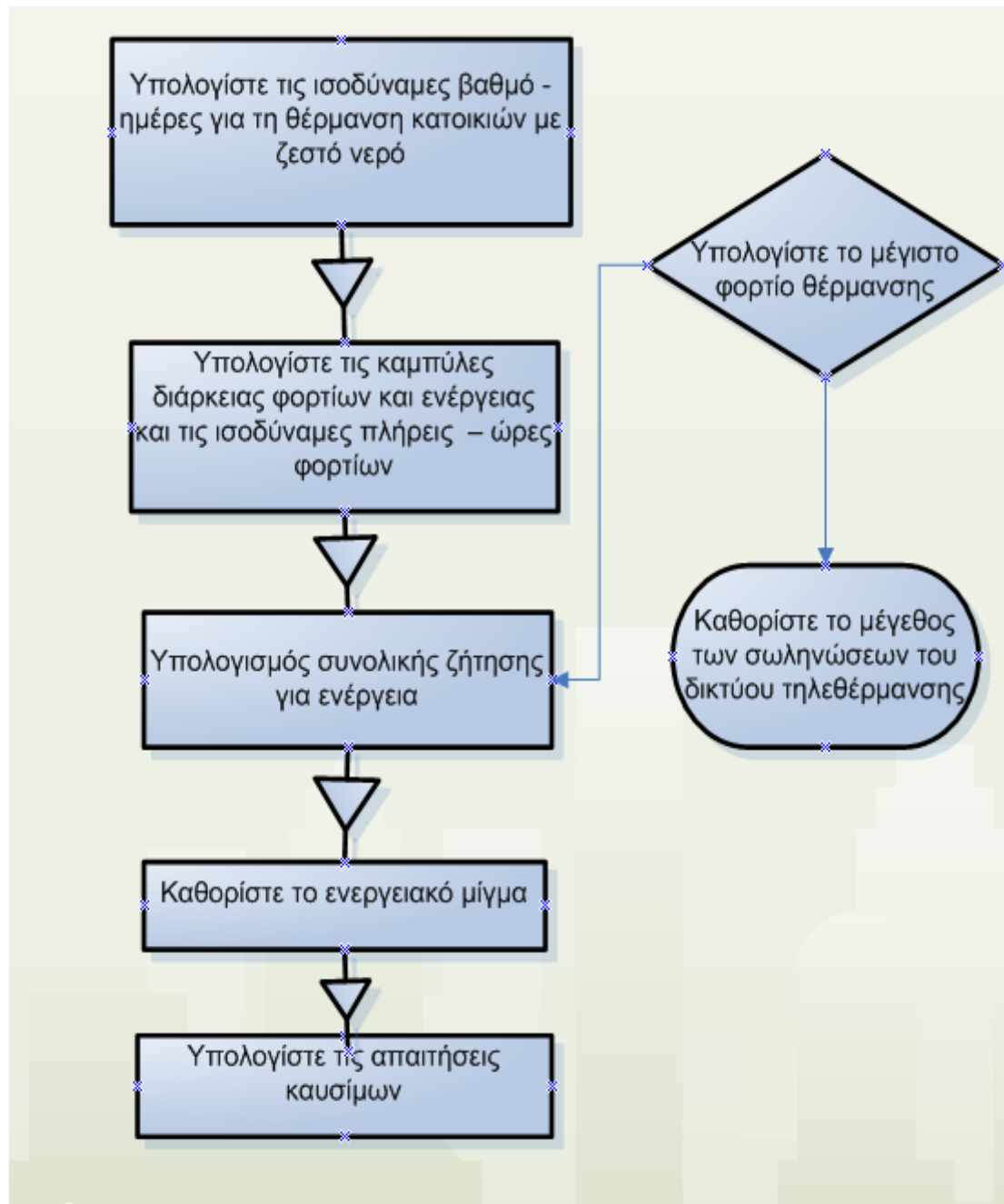
	Price	Cost of heat (\$/GJ)
Electricity	\$0.08/kWh	22.50
Propane	\$0.40/L	15.60
Fuel Oil	\$0.30/L	8.50
Gas	\$0.20/m ³	5.80
Mill residue	\$10/tonne	1.70
Tree chips	\$40/tonne	6.70

Πίνακας 4.3 Αρχικό κόστος επένδυσης βιομάζας & σύγκριση κόστους με συμβατικές μορφές ενέργειας

Πρέπει όμως να τονίσουμε ότι το συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη άρθρων και βιβλιογραφίας από την παγκόσμια εμπειρία, που χρησιμοποιούμε σε αυτό το κεφάλαιο, είναι ότι οι ενεργειακές δαπάνες θέρμανσης από συστήματα βιομάζας, μπορούν να είναι πολύ χαμηλότερες από τις συμβατικές δαπάνες θέρμανσης, ακόμα και εξεταζομένων των υψηλότερων δαπανών αρχικού κεφαλαίου των συστημάτων βιομαζών. Η διαφορά αυτή στην τιμή θέρμανσης από τις άλλες συμβατικές μορφές, δίνει ένα πολύ σημαντικό προβάδισμα στη Βιομάζα και συρρικνώνει την χρονική περίοδο αποπληρωμής/απόσβεσης του υψηλού αρχικού κεφαλαίου που επενδύθηκε.

⁸ Biomass Heating Project Analysis: www.retscreen.net

4.5.4 Βασικά Κριτήρια Μελέτης Εγκατάστασης του συστήματος



Σχήμα 4. 2 Διαγραμματική απεικόνιση βασικών σταδίων μελέτης για την εγκατάσταση ενός συστήματος τηλεθέρμανσης από Βιομάζα⁹

Το κόστος εγκατάστασης και ο χρόνος απόσβεσης του έργου είναι ασφαλώς ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν σοβαρά, όπως είδαμε στην ανάλυση κόστους που προηγήθηκε. Ένα συμβατικό μέγεθος που μπορεί να ορισθεί για την αξιολόγηση του κόστους – απόσβεσης, είναι το λεγόμενο Ειδικό Όφελος Εγκατάστασης (ΕΟΕ) που μπορεί να ορισθεί με τη μορφή ενός αριθμοδείκτη ως :

⁹ Πηγή: Biomass Heating Project Analysis: www.retscreen.net

ΕΟΕ = Ετήσιο όφελος / Συνολικό κόστος εγκατάστασης

Όπου το **ετήσιο όφελος** περιλαμβάνει όλα τα κέρδη και ζημιές που σχετίζονται με την αγορά και πώληση ενέργειας, τη συντήρηση, το κόστος χρήσης, κτλ σε σημερινές τιμές δηλαδή σε *παρούσα αξία*¹⁰. Με τη χρήση αυτού του αριθμοδείκτη έχει υπολογιστεί ότι για **ΕΟΕ >0,15** μια επένδυση για συμπαραγωγή ενέργειας και θερμότητας με θερμοκρασιακή στάθμη 180 °C, είναι συμφέρουσα και θα πρέπει να εξεταστεί, ενώ για **ΕΟΕ <0,15**, θα πρέπει να εξεταστεί η βιωσιμότητα της κάλυψης **μόνο θερμικών αναγκών** με τη διαθέσιμη βιομάζα¹¹. Τα παραπάνω ισχύουν μόνο για μια υφιστάμενη σε λειτουργία βιομηχανική μονάδα. Σε περίπτωση νέας υπό κατασκευή μονάδας, θα πρέπει να γίνει ανάλογη ανάλυση και να προσδιορισθεί εκ νέου ο ΕΟΕ. Πρέπει να τονίσουμε ότι η παραπάνω εφαρμογή αφορά θέρμανση για βιομηχανική χρήση, χωρίς αυτό όμως να μειώνει την αξία του παραπάνω δείκτη για χρήση στη μελέτη ενός συστήματος συμπαραγωγής για θέρμανση κατοικιών.

¹⁰ Κατσανεβάκης Α. , Βασιλάτος Β. , Κατσανεβάκης Ι. , Αμπελιώτης Κ. « *ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΕ ΜΙΚΡΟΜΕΣΑΙΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ* », ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998.

¹¹ Όπου και προηγουμένως

4.6 Προοπτικές ανάπτυξης Τηλεθέρμανσης απο Βιομάζα στην Ελλάδα

4.6.1 Δυναμικό Βιομάζας στην Ελλάδα

Ένα μη αμελητέο ποσό γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων παράγεται κάθε έτος στην Ελλάδα - κατά εκτίμηση **4 εκατομμύρια ΤΟΕ¹²**. Τα κύρια γεωργικά υπολείμματα είναι μίσχοι βαμβακιού, μίσχοι καλαμποκιού και άχυρο δημητριακών. Αυτά τα υπολείμματα καίγονται συνήθως ή θάβονται στην περιοχή, δεδομένου ότι το να τα τεμαχίσουν συνεπάγεται σχετικά υψηλό κόστος. Αυτή η πρακτική πολύ συχνά οδηγεί σε ξεσπάσματα πυρκαγιών στις κοντινές γεωργικές ή δασικές φυτείες, κατά τη διάρκεια κυρίως καλοκαιρινών μηνών με υψηλές θερμοκρασίες.

Τα περισσότερα από τα δασικά υπολείμματα παράγονται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας υλοτόμησης, εξαιτίας του γεγονότος ότι το μεγαλύτερο μέρος των κλάδων αφήνεται στο δάσος, κάτι που αυξάνει τους κινδύνους πυρκαγιάς. Ένα σημαντικό ποσό αυτής της βιομάζας μπορεί βεβαίως να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση περιοχής και την παραγωγή δύναμης στις αποκεντρωμένες μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις θερμότητας ή CHP, που εκμεταλλεύονται το γεγονός ότι οι πηγές αυτών των υπολειμμάτων βρίσκονται συνήθως κοντά στα χωριά και τις μικρές πόλεις.

Παρακάτω θα επιχειρήσουμε να εξετάσουμε χωριστά τις κατηγορίες Βιομάζας και η μελέτη θα περιοριστεί μόνο στις κατηγορίες εκείνες που ευνοούν την ανάπτυξη συστημάτων τηλεθέρμανσης. Από την αρχική εκτενή παρουσίαση της βιομάζας προκύπτει το συμπέρασμα ότι θα μας απασχολήσουν οι κατηγορίες: **Γεωργικά υπολείμματα και Δασική Βιομάζα**.

Δε θα επεκταθούμε περαιτέρω από την αρχική παρουσίαση, στα βιοκαύσιμα, τις μεθόδους παραγωγής τους και τη χρήση τους, γιατί μπορεί μεν να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε λέβητες και για την παραγωγή θερμότητας, αλλά η εξέταση ενός συστήματος τηλεθέρμανσης με τέτοιο καύσιμο, θα ήταν ατόπημα. Πληροφοριακά αναφέρουμε ότι στην Ελλάδα σήμερα **υπάρχουν περίπου 33.000 αγελαδοτροφικές μονάδες με 723.000 ζωικό πληθυσμό, 36.000 χοιροτροφικές μονάδες με 970.000 ζωικό πληθυσμό, 100 σφαγεία, 2700 ελαιοτριβεία, 25 πυρηνελαιουργεία και ένας σημαντικός αριθμός βιομηχανιών τροφίμων. Παρά το υψηλό αυτό δυναμικό, δεν υπάρχει καμία μονάδα διαχείρισης αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου** ¹³.

¹² Vassilios Alexandrou CRES: «*DISTRICT HEATING CHP PLANTS USING BIOMASS IN GREECE*» March, 12 1999

¹³ Ιωάννα Παπαμιχαήλ Χημικός Μηχανικός του τμήματος βιομάζας του Κέντρου Ανανεωσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ). Άρθρο: «*Το Πάζλ της Βιομάζας*»

Τα βιοκάυσιμα (βιοντίζελ, αιθανόλη, κα) αποτελούν πολύ ενδιαφέρον προς ανάλυση εγχείρημα με πολλά πλεονεκτήματα, όχι όμως επί της παρούσης.

4.6.1.1 Δασική Βιομάζα στην Ελλάδα

Η έκταση των δασών μας κατά δασοπονικό είδος δίνεται στον πίνακα 4.4 που ακολουθεί:

Δασοπονικό είδος	Έκταση [km²]	(%)
<i>Ελάτη - Ερυθρελάτη</i>	5.509	8,5
<i>Χαλέπιος - Τραχεία Πεύκη</i>	8.788	13,5
Σύνολο Κωνοφόρων	14.297	22
<i>Δρύς</i>	14.718	22,6
<i>Οξιά</i>	3.366	5,2
<i>Λοιπά φυλλοβόλα</i>	1.113	1,8
<i>Αείφυλλα</i>	31.539	48,4
Σύνολο Πλατύφυλλων	50.736	78
Γενικό Σύνολο	65.033	100

Πίνακας 4.4 Κατανομή δασών ανάλογα με το δασοπονικό είδος¹⁴

Με βάση τα προαναφερθέντα στοιχεία του πίνακα 4.4 υπολογίζεται το ισοδύναμο ενεργειακό δυναμικό των υπαρχόντων δασών, το οποίο ανέρχεται σε 120,5 εκατομμύρια ΤΙΠ (Τόνος Ισοδύναμου Πετρελαίου) και είναι κατά 5 φορές μεγαλύτερο από τη συνολική διάθεση της ενέργειας στην Ελλάδα κατά το 1995¹⁵. Το μεγάλο δυναμικό των δασών οφείλεται στο γεγονός ότι η βιομάζα είναι έτοιμη για εκμετάλλευση, σαν μέγεθος όμως, το διαθέσιμο δυναμικό δεν έχει πρακτική σημασία, παρά μόνον ενδεικτική. Τα μεγέθη που μας ενδιαφέρουν είναι ασφαλώς τα τεχνικώς και οικονομικώς εκμεταλλεύσιμα.

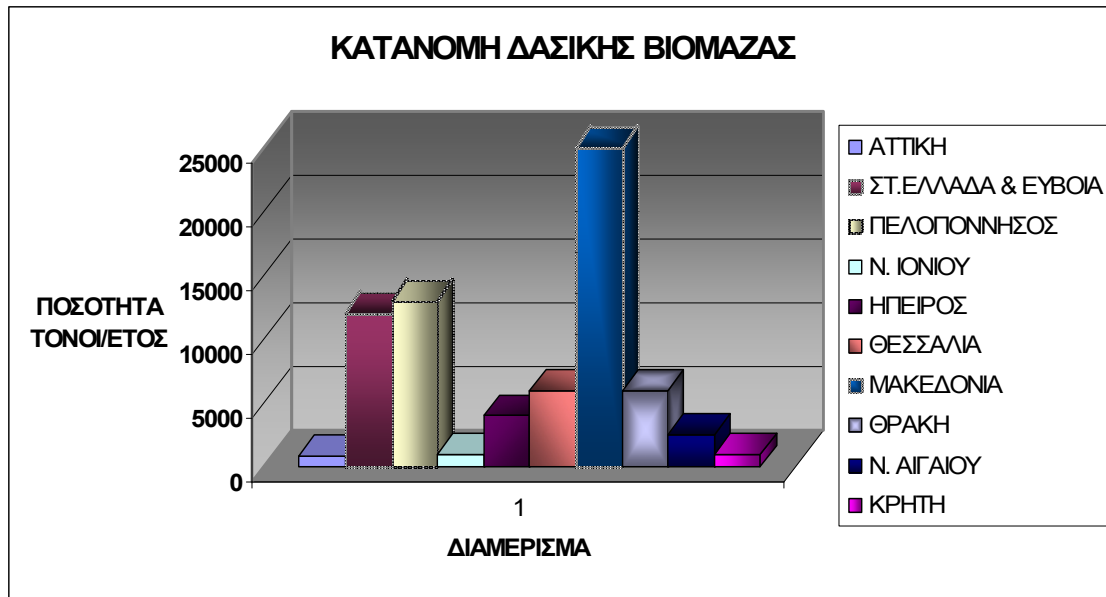
Τη δασική βιομάζα μπορούμε να την εκμεταλλεύουμε είτε από τα υπάρχοντα δάση, είτε από αναδασώσεις εκτάσεων, το τελευταίο όμως ανεβάζει το κόστος εκμετάλλευσης λόγω των απαραίτητων εργασιών που απαιτεί.

Στο παρακάτω διάγραμμα εκθέτουμε την κατανομή της δασικής βιομάζας, κατά γεωγραφικό διαμέρισμα στη χώρα μας. Παρατηρούμε ότι το διαμέρισμα της Μακεδονίας υπερέχει ξεκάθαρα από τα υπόλοιπα, με κύριο παραγωγό το νομό Γρεβενών. Παρακάτω θα εκθέσουμε τη μελέτη της ANKO για την κατασκευή τηλεθέρμανσης της πόλης των Γρεβενών, με βιομάζα ως καύσιμο. Δεν είναι τυχαία λοιπόν η επιλογή αυτή βάσει αυτών των στοιχείων. Ακολουθεί με διαφορά η Πελοπόννησος, όπου σε έναν οικισμό (Νυμφασία) που θα εξετάσουμε παρακάτω, υπάρχει ήδη και λειτουργεί επιτυχώς σύστημα

¹⁴ Υπουργίο Γεωργίας, Γενική Γραμματεία Δασών και Περιβάλλοντος, «Αποτελέσματα 1^{ης} εθνικής απογραφής Δασών» Αθήνα, 1992.

¹⁵ Γιώργος Τσιλιγκρίδης «Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας, διδακτικές σημειώσεις» ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2001

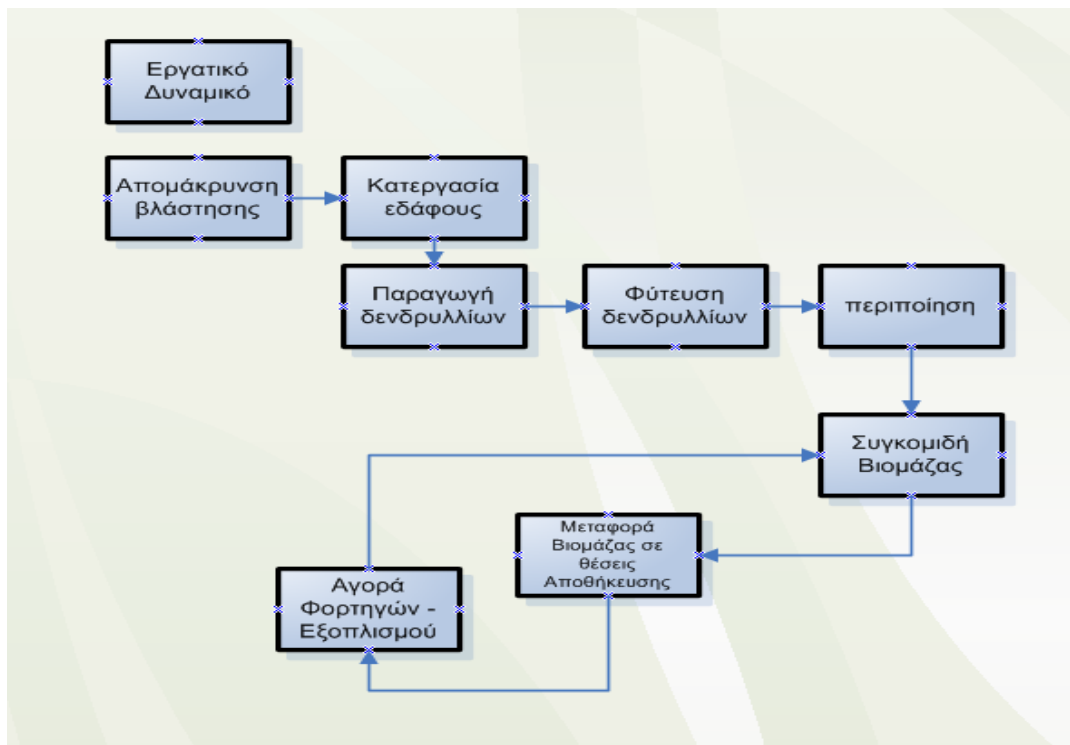
τηλεθέρμανσης από δασική βιομάζα, η Στερεά Ελλάδα και η Εύβοια. Η Θεσσαλία μπορεί να μην υπερέχει σε δασική βιομάζα, σίγουρα όμως έχει τα ηνία στην παραγωγή βιομάζας από γεωργικά και αγροτικά κατάλοιπα.



Διάγραμμα 4.2 Κατανομή της δασικής βιομάζας κατά γεωγραφικό διαμέρισμα

Οικονομική Εξέταση

Οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα στην παραγωγή της δασικής βιομάζας και διαμορφώνουν το κόστος είναι:



Σχήμα 4.3 Οικονομικές παράμετροι εκμετάλλευσης Βιομάζας

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

Η εκμετάλλευση της δασικής βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα συναντά ορισμένα εμπόδια που ανάλογα με τη συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να αποδειχθούν καθοριστικά και απαιτούν καλό σχεδιασμό του συστήματος. Τα βασικότερα εμπόδια είναι:

- Οι διαθέσιμες εκτάσεις γης
- Το αναγκαίο εργατικό δυναμικό
- Το κόστος της επένδυσης
- Το κόστος της παραγόμενης ενέργειας

Οι βασικές ενεργειακές εφαρμογές της δασικής βιομάζας είναι η παραγωγή **θερμικής ενέργειας και ηλεκτρικής ενέργειας**.

Υπάρχουν δύο βασικά **μειονεκτήματα** στη χρήση της δασικής βιομάζας:

- Οι βαθμοί απόδοσης της καύσης μόνο σε βιομηχανικούς καυστήρες προσεγγίζουν τους βαθμούς απόδοσης του πετρελαίου
- Τα έξοδα αυξάνουν από την ανάγκη μεγαλύτερων αποθηκευτικών χώρων και προστασία της βιομάζας από την υγρασία.

Βέβαια το πρώτο μειονέκτημα, αποτελεί στην ουσία πλεονέκτημα για την ανάπτυξη συστημάτων τηλεθέρμανσης, γιατί με 80% βαθμό απόδοσης το κόστος της οφέλιμης ενέργειας παραμένει χαμηλότερο από αυτό του πετρελαίου, του οποίου η τιμή θα αυξάνει συνεχώς στο μέλλον.

4.6.1.2 Γεωργικά παραπροϊόντα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η χρήση βιομάζας στον αγροτικό/αγροτοβιομηχανικό τομέα δεν είναι άγνωστη. Εφαρμογές που ήδη υπάρχουν αφορούν σε:

- **Ξυλοβιομηχανίες:** καίνε φλοιούς, θρυμματισμένο ξύλο ή/και πούδρα ξύλου για να παράγουν ατμό διεργασίας για ίδιες ανάγκες.
- **Επιπλοποιεία:** καίνε θρυμματισμένο ξύλο για θέρμανση χώρων.
- **Πυρηνελαιουργεία:** καίνε περίπου το μισό από το πυρηνόξυλο που παράγουν για να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες της διεργασίας.
- **Εκκοκκιστήρια:** καίνε το υπόλειμμα που παράγουν για να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες της διεργασίας.
- **Βιομηχανίες κομπόστας:** καίνε τα κουκούτσια που παράγουν για να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες της διεργασίας.
- **Ορυζόμυλοι:** καίνε το υπόλειμμα που παράγουν για να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες της διεργασίας.

- **Θερμοκήπια:** θερμαίνουν τον καλυμμένο χώρο με καύση βιομάζας.

Σαν γεωργικά παραπροϊόντα είδαμε ότι μπορούμε να χαρακτηρίσουμε, κάθε ποσότητα γεωργικών παραπροϊόντων που δε χρησιμοποιείται εμπορικά. Συνοψίζοντας, οι τρεις κατηγορίες που μπορούμε να τα κατατάξουμε, είναι:

- *Παραπροϊόντα συγκομιδής* (άχυρα, κοτσάνια, κορυφές, κτλ)
- *Παραπροϊόντα ποιοτικής επιλογής* (χαλασμένα, ακατάλληλα για επεξεργασία, κατεστραμμένες σοδειές από φυσικά φαινόμενα, κτλ)
- *Παραπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών* (φλοιοί, τσόφλια, πυρήνες, πολτοί, κτλ)

Τα γεωργικά παραπροϊόντα μέχρι σήμερα αξιοποιούνται ελάχιστα στη χώρα μας, αν και θεωρούνται σημαντικά όσον αφορά την ενεργειακή τους μετατροπή. Για ενεργειακούς σκοπούς επισημάνθηκε ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα σιτηρά: το άχυρο, από το καλαμπόκι: τα κότσαλα και τα στελέχη, τα στελέχη και τα φύλλα του βαμβακιού και του ηλίανθου, τα άχρηστα φύλλα, κλαδοδέματα δέντρων, οι κλιματίδες, το ελαιοπυρηνόξυλο και πυρήνες άλλων καρπών.

Στην Ελλάδα το άχυρο χρησιμοποιείται σε ποσοστό 70% περίπου, με το 25% να χάνεται και το 5% να καίγεται επιτόπου¹⁶. Η ενεργειακή χρησιμοποίηση του 30% αποτελεί θέμα εξέτασης, γιατί αφενός η καύση του άχυρου συμβάλλει στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, αφετέρου δε αυτό το 25% αντιστοιχεί σε μια αρκετά μεγάλη ποσότητα, όπως διαπιστώνεται και από τον πίνακα που ακολουθεί και θα μπορούσε κάλλιστα να συλλεχθεί για διάφορες χρήσεις, ανάμεσα στις οποίες και η τηλεθέρμανση οικισμών και χωριών κοντά στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

Το δυναμικό των γεωργικών παραπροϊόντων της Ελλάδας παρουσιάζεται παρακάτω, στον πίνακα 4.5. Διακρίνεται το, ανά είδος, καλλιεργήσιμο έδαφος σε στρέμματα, η στρεμματική απόδοση σε παραπροϊόν, η κατώτερη θερμογόνος δύναμη ανά kg ξερής ύλης και το ποσοστό ξερής ύλης. Πρέπει να τονίσουμε ότι το ενδιαφέρον μονοπωλεί η καύση των γεωργικών παραπροϊόντων, καθότι η πυρόλυση και η αναερόβια χώνευσή τους (σε αντίθεση με τα κτηνοτροφικά απόβλητα), είναι σχετικά δύσκολες διεργασίες με αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης των τελικών προϊόντων της διαδικασίας και χρήζουν περαιτέρω ανάπτυξης και έρευνας¹⁷.

¹⁶ Γιώργος Τσιλιγκρίδης «Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας, διδακτικές σημειώσεις» ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2001

¹⁷ Όπου και πρίν

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ					Παραγωγή υπολείμματος
	ΈΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	Απόδοση υπολείμματος κιλό/στρέμμα	Υγρασία	kcal/kg	t/a όπου a = ποσοστό ξερής ύλης
Σιτάρι μαλακό	3.269.180	297	0,15	3.846	776.757
Σιτάρι σκληρό	6.756.414	282	0,15	3.846	1.524.247
Κριθάρι	1.793.809	212	0,15	3.762	304.230
Βρώμη	429.990	126	0,15	3.744	43.343
Σικάλη	194.679	126	0,15	3.744	19.624
Ρύζι	164.517	452	0,25	3.601	59.489
Αραβόσιτος	2.018.452	717	0,55	3.960	1.157.784
Καπνός	851.959	143	0,85	3.456	97.464
Βαμβάκι	2.584.640	502	0,15	3.906	1.037.991
Ηλίανθος	272.963	302	0,4	3.060	65.948
Ζαχαρότευτλα	456.154	2.303	0,75	3.129	840.418
Πορτοκαλιές	375.770	741	0,4	3.798	222.756
Λεμονιές	130.918	622	0,4	3.780	65.948
Μανταρινιές	56.073	945	0,4	3.780	42.391
Μηλιές	163.349	477	0,4	3.826	62.334
Αχλαδιές	50.390	1.692	0,4	3.869	68.208
Ροδακινιές	457.218	561	0,4	4.178	205.199
Βερικοκιές	55.218	623	0,4	4.144	27.521
Κερασιές	68.882	511	0,4	3.780	28.159
Αμυγδαλιές	293.557	621	0,4	3.960	145.839
Ελιές (Κλαδιά)	6.906.890	282	0,35	3.896	1.558.194
Ελαιοπυρήνες		64	0,6	3.367	353.633
Αμπέλια	1.578.204	497	0,45	4.071	627.494
ΣΥΝΟΛΟ	28.929.226				9.344.971,00

Πίνακας 4.5 Το Συνολικό δυναμικό γεωργικών παραπροϊόντων ανά είδος καλλιέργειας, στην Ελλάδα¹⁸

¹⁸ Μ Αποστολάκη, Σ. Κυρίτση, Χ. Σούτερ, : «Το ενεργειακό δυναμικό της Βιομάζας γεωργικών & δασικών υποπροϊόντων.» ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ. Αθήνα, 1987.

4.6.2 Κοινότητα Νυμφασίας: Η ελληνική εφαρμογή Τ/Θ από Βιομάζα

4.6.2.1 Εισαγωγή

Από το 1994 λειτουργεί με επιτυχία μια πρότυπη εγκατάσταση τηλεθέρμανσης στην κοινότητα Νυμφασίας, στην κεντρική Πελοπόννησο, η οποία χρησιμοποιεί βιομάζα με καύση υποπροϊόντων και υπολειμμάτων υλοτομίας. Υλοποιήθηκε χάρη στη συνεργασία του ΚΑΠΕ και της κοινότητας Νυμφασίας, στο πλαίσιο του προγράμματος VALOREN (βλέπε και τ/θ Κοζάνης), από όπου και εξασφαλίστηκε το 50% του προϋπολογισμού του¹⁹.

Η Νυμφασία είναι μια κοινότητα 250 κατοίκων και βρίσκεται στο 41^ο χιλιόμετρο της οδού Τριπόλεως – Βυτίνας, κτισμένη σε υψόμετρο 960 μέτρων. Οι κάτοικοι ασχολούνται κυρίως με την υλοτομία, εξασφαλίζοντας έτσι, παράλληλα με το εισόδημα τους και την απαραίτητη καύσιμη ύλη για το βαρύ χειμώνα, που λόγω υψομέτρου ασφαλώς αντιμετωπίζουν.

Λόγω του ψύχους και της μη ικανοποιητικής θέρμανσης χώρων, η βασική ιδέα ήταν να βρεθεί τρόπος από κοινού αντιμετώπισης, έτσι ώστε και το εισόδημα των κατοίκων αν μη τι άλλο να μείνει ανέπαφο (και να αυξηθεί, προσθέτουμε, λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας) και το δάσος να καθαρίζεται και να παραμένει ανέπαφο από φωτιές, όπως προαναφέραμε, αλλά και η θέρμανση να είναι η απαιτούμενη.

4.6.2.2 Περιγραφή του Συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από το λεβητοστάσιο, τοποθετημένο σε κεντρική θέση για τη διευκόλυνση της διανομής του θερμού νερού, το οποίο διανέμεται μέσω υπόγειου δικτύου Τηλεθέρμανσης, δύο σωληνών. Έτσι το θερμό νερό κυκλοφορεί σε θερμαντικά σώματα για θέρμανση των ίδιων των κτιρίων αλλά και θέρμανση νερού χρήσης. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιούνται τρίμματα ξύλου (*wood chips*), προερχόμενα από τεμαχισμό υποπροϊόντων και υπολειμμάτων δασικής βιομάζας, με ειδικό μηχάνημα. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η αυτόματη τροφοδοσία, η μεταφορά, η αποθήκευση και γενικότερα ο χειρισμός της βιομάζας. Πριν από κάθε χειμερινή περίοδο, οδηγείται ένας αυτοκινούμενος μικροτεμαχιστής ξύλου στο δάσος, όπου και τεμαχίζει επί τόπου κλαδιά, φλούδες και μη εμπορεύσιμη ξυλεία μέχρι διάμετρο 23 εκατοστών. Τα τρίμματα αυτά μήκους 0,5 – 5 cm, φορτώνονται ταυτόχρονα με την παραγωγή τους σε μια πλατφόρμα, ειδικής κατασκευής για να οδηγείται με ευχέρεια στους δυσπρόσιτους αγροτικούς δρόμους. Η βιομάζα μεταφέρεται σε αποθήκη χωρητικότητας 500 m², που βρίσκεται έξω από το χωριό. Με την έναρξη της θερμαντικής περιόδου, κάθε 2 ημέρες μεταφέρεται στο σιλό τροφοδοσίας του καυστήρα, η απαραίτητη ποσότητα²⁰.

¹⁹ ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) ενημερωτικό βιβλίο, Τομέας Βιομάζας σελ 14-17

²⁰ Ηλιακό Γράμμα, περιοδικό *Η ΝΕΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ*, άρθρο: «Ολοκληρωμένη μονάδα αξιοποίησης της Βιομάζας» αρ. Τ. 37, Μάρτιος 1994.

4.6.2.3 Ιδιότητες του καυσίμου

Ενδεικτικά αναφέρονται μερικές από τις ιδιότητες του καυσίμου²¹:

- Πυκνότητα καυσίμου: 250 kg/m³
- Υγρασία 15 – 20%
- Περιεκτικότητα καυσίμου σε τέφρα: 3%/ m³
- Θερμογόνος δύναμη (σε ξηρά βάση) 4000 Kcal/kg

4.6.2.4 Περιγραφή λεβητοστασίου και δικτύου σωληνώσεων

Η εστία είναι θερμαντικής απόδοσης 1.200.000 Kcal/h. Η τροφοδοσία πραγματοποιείται από τα σιλό τροφοδοσίας, ενώ μέσα στο σύστημα υπάρχει ειδικό σύστημα προώθησης του καυσίμου, που οδηγεί την τέφρα σε έναν κοχλία απομάκρυνσης. Η ψύξη της εστίας γίνεται με νερό από το λέβητα, αυξάνοντας έτσι και το συνολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος.

Ο λέβητας είναι χαλύβδινος με δυνατότητα λειτουργίας στις 6,55 atm και η τροφοδοσία των βρόγχων εξασφαλίζεται ακόμα και στην περίπτωση βλάβης κάποιας από τις αντλίες, καθώς για κάθε κύκλωμα υπάρχει και μια εφεδρική αντλία.

Το μήκος του δικτύου είναι 2.300 μέτρα με πίεση λειτουργίας που φτάνει τα 3,2bar και είναι εξ ολοκλήρου κατασκευασμένο με σύστημα δύο σωληνώσεων (εισόδου και επιστροφής), καλά μονωμένων με μικρές θερμικές απώλειες και υψηλή αντοχή στη διάβρωση. Οι θερμοκρασίες προσαγωγής – απαγωγής είναι 90 – 50 °C αντίστοιχα, ενώ οι συνολικές θερμικές απώλειες του δικτύου περιορίζονται στους 4 °C.

Η κοινότητα Νυμφασίας αποτελεί ένα καλό παράδειγμα συντονισμένων ενεργειών μεταξύ των κατοίκων, δημοσίων φορέων και προγραμμάτων επιδότησης από ευρωπαϊκά κονδύλια και θα πρέπει να αποτελέσει εφελτήριο αλλά και έμπρακτη απόδειξη, ότι μπορεί ένα σύστημα τηλεθέρμανσης από βιομάζα να εφαρμοστεί σε κοινότητες και μικρές πόλεις που βρίσκονται κοντά σε πυρήνες δασικής ή αγροτικής βιομάζας, ενισχύοντας έτσι το εισόδημα των κατοίκων, δημιουργώντας καλύτερες περιβαλλοντικές συνθήκες το χειμώνα, αλλά και αποτρέποντας κατά ένα μέρος τον κίνδυνο των καλοκαιρινών πυρκαγιών.

²¹ Ηλιακό Γράμμα, περιοδικό *Η ΝΕΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ* άρθρο: « Ολοκληρωμένη μονάδα αξιοποίησης της Βιομάζας» αρ. Τ. 37, Μάρτιος 1994.

4.6.3 Η περίπτωση της Τηλεθέρμανσης των Γρεβενών

4.6.3.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια της ημερίδας που πραγματοποίησε το ΚΑΠΕ – ΟΤΕΠ με θέμα τις εφαρμογές τηλεθέρμανσης και συμπαραγωγής στην Ελλάδα, έγινε μια εισήγηση από την ΑΝ.ΚΟ. (Αναπτυξιακή Κοζάνης), που επικεντρώνεται στη μελέτη ανάπτυξης ενός συστήματος Τηλεθέρμανσης για την πόλη των Γρεβενών, με την παράλληλη αναφορά στη χρήση GIS (Geographical Information Systems), στο σχεδιασμό και την αξιολόγηση συστημάτων Τηλεθέρμανσης.

Είναι ήδη γνωστό, ύστερα από αρκετές επιστημονικές επί της παρούσης εργασίας, ότι στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, λόγω των κλιματολογικών συνθηκών κατά τη χειμερινή περίοδο που είναι ιδιαίτερα χαμηλές, επιβάλλεται μακρά περίοδος θέρμανσης και αυξημένες ενεργειακές, περιβαλλοντικές και οικονομικές επιβαρύνσεις (για του λόγου το αληθές βλέπε Κεφάλαιο 2^ο).

Η θετική λοιπόν εμπειρία της λειτουργίας των συστημάτων τηλεθέρμανσης που αποκομίσθηκε από την Πτολεμαΐδα και την Κοζάνη, οδήγησε στην ανάγκη διερεύνησης της δυνατότητας εγκατάστασης αναλόγου συστήματος και στην πόλη των Γρεβενών.

Όπως διαπιστώσαμε, η Μακεδονία και ειδικά ο νομός Γρεβενών, αποτελεί μια από τις πλέον δασομένες περιοχές της Ελλάδας. Προσφέρεται έτσι ιδιαίτερα για την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής θερμικής ενέργειας με καύσιμο βιομάζα. Τα παραπάνω εξετάστηκαν σε σχετική μελέτη σκοπιμότητας και βιωσιμότητας που εκπονήθηκε από την ΑΝ.ΚΟ. Α.Ε. για λογαριασμό της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας και τα αποτελέσματα είναι αν μη τι άλλο θετικά²². Παρόλα αυτά μέχρι σήμερα το σύστημα δεν έχει ακόμα προχωρήσει από το στάδιο της μελέτης, στο στάδιο υλοποίησης στερώντας σε 12,000 κατοίκους τα πολλά πλεονεκτήματα που έπονται μιας τέτοιας εφαρμογής.

4.6.3.2 Στοιχεία Βιομάζας Νομού Γρεβενών

- ◆ Υποπροϊόντα/κατάλοιπα φυτικής, ζωϊκής, δασικής & αλιευτικής παραγωγής
- ◆ Υποπροϊόντα βιομηχανικής επεξεργασίας των παραπάνω
- ◆ Αστικά λύματα και σκουπίδια
- ◆ Φυσικές ύλες από δάση και τεχνητές φυτείες

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία ο νομός Γρεβενών καλύπτεται κατά 57% από δάση, θετικότατος παράγοντας για την ανάπτυξη ενός συστήματος τηλεθέρμανσης από βιομάζα δασών και όχι μόνο.

²² Λ Βασιλείου, Ι Καραγιάννης, Δ Πετκόπουλος (ΑΝΚΟ ΑΕ) Μ Γκούμας (SPEED επε), Γ Μάντακας (NERCO επε) ΕΙΣΗΓΗΣΗ: «Η βιομάζα στην ανάπτυξη τηλεθέρμανσης πόλεων, εφαρμογή συστημάτων GIS-Η περίπτωση της Τηλεθέρμανσης Γρεβενών» Ημερίδα ΚΑΠΕ-ΟΤΕΠ ΚΤΕΣΚ σελ 57

4.6.4 Συμπαράγωγή με Βιομάζα στον οικισμό Εύλαλον Ξάνθης

4.6.4.1 Εισαγωγή

Έχει μελετηθεί η δημιουργία νέου οικισμού στο Εύλαλο Ξάνθης που θα προσφέρει όχι μόνο στέγη, αλλά και απασχόληση με εκτεταμένη ανάπτυξη θερμοκηπίων σε γειτονικά εδάφη. Για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του οικισμού αλλά και των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων, εκπονήθηκε από το ΚΑΠΕ μελέτη με τον τίτλο «Τεχνική & Αισθητική Ένταξη ΑΠΕ σε νέο Οικισμό». Το μέρος της μελέτης που μας ενδιαφέρει επί της παρούσης, είναι η διερεύνηση δυνατοτήτων εφαρμογής συμπαράγωγής με καύση Βιομάζας που είναι άφθονη στην υπό εξέταση περιοχή. Η μελέτη χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα JOULE και τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ο οικισμός αποτελείται από 300 κατοικίες και δημόσια κτίρια για τη στέγαση παλιννοστούντων Ποντίων.

4.6.4.2 Σύνθεση Οικισμού

Ο οικισμός περιλαμβάνει 300 κατοικίες (Α΄ φάση ανάπτυξης), δημόσια κτίρια (σχολείο, παιδικό σταθμό, ιατρείο, ξενώνα, εμπορικό κέντρο, εκκλησία) και 83 θερμοκήπια.

Υποδείχθηκε από το ΚΑΠΕ ότι εάν κατασκευαστεί εν τέλει δίκτυο τηλεθέρμανσης του οικισμού, είναι σκόπιμο να συμπεριληφθεί σε αυτό και παρακείμενος οικισμός που αποτελείται από 80 κατοικίες.

4.6.4.3 Διαθέσιμα καύσιμα συμπαράγωγής

Σε αντιθεση με το μαζούτ και τα λοιπά ακριβά και εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, που άλλωστε δεν είναι και το κατάλληλο κίνητρο για τη λειτουργία μιας μονάδας συμπαράγωγής, η βιομάζα της περιοχής αλλά και το φυσικό αέριο, δίνουν την αναγκαία πρώτη ύλη.

Η βιομάζα στην περιοχή αποτελείται από τα ακόλουθα είδη και ποσότητες:

- **Αγροτικά υπολείμματα: 24600 ton/a**
- **Υπολείμματα καλαμποκιού: 54000 ton/a**
- **Δασικά υπολείμματα: 35000 ton/a**

Έχουμε δηλαδή ένα σύνολο **113600 ton/a**. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της μελέτης, η Βιομάζα έχει ανώτερη θερμογόνο δύναμη **$H_o = 4000 \text{ Kcal/kg}$** . Προκύπτει λοιπόν από το πόρισμα της μελέτης ότι η συμπαράγωγή με βιομάζα είναι τεχνοοικονομικά βιώσιμη λύση²³.

²³ ΚΤΕΣΚ – ΚΑΠΕ – ΟΠΕΤ: «Ημερίδα: ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Τ/Θ ΚΑΙ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ Η ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

Χρίστος Φραγκόπουλος ΕΜΠ, εισήγηση: Συμπαράγωγή με Βιομάζα στον Οικισμό Εύλαλον Ξάνθης» σελ 111- 112

4.6.5 Τηλεθέρμανση κτιρίων Καρπενησίου με Βιομάζα

Όπως έχουμε διαπιστώσει στην πορεία της εργασίας μας, το ΚΑΠΕ έπαιξε και παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στη διάδοση των ΑΠΕ. Σύμφωνα με έρευνες σε συνεργασία με το ΕΛΚΕΠΑ, η βιομάζα ως εθνικός ανανεώσιμος πόρος, μπορεί και οφείλει να συμβάλλει αποφασιστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και αν μη τι άλλο, τα αποτελέσματα εξάρουν την αφθονία της στον ελλαδικό χώρο. Έτσι μέσα στο χαρτογραφημένο χώρο και τις περιοχές που μπορούν να στηρίξουν οικονομικά ένα τέτοιο εγχείρημα, το ΚΑΠΕ επέλεξε στη ζώνη Γ' θερμομόνωσης, την πόλη του Καρπενησίου, πρωτεύουσα του νομού Ευρυτανίας. Η επιλογή στηρίχθηκε ασφαλώς στο δασικό πλούτο της περιοχής, αφετέρου δε στην ύπαρξη εκδηλωμένου ενδιαφέροντος από το δήμο Καρπενησίου να αναλάβει την εταιρία διαχείρισης της τηλεθέρμανσης.

4.6.5.1 Είδος Βιομάζας προς χρήση και πόροι χρηματοδότησης

Το είδος της Βιομάζας που επιλέχθηκε σαν κατάλληλο για τις τοπικές συνήθειες, είναι υποπροϊόντα, που προέρχονται από τοπική βιομηχανική επεξεργασία του δασικού πλούτου της Ευρυτανίας (βλέπε ομοιότητες και με τη μελέτη της τηλεθέρμανσης των Γρεβενών).

Αποφασίστηκε το έργο να :

- *Κατασκευαστεί με πόρους από την ΕΤΒΑ και το VALOREN*
- *Να αναλάβει το ΚΑΠΕ ολόκληρο το βάρος της υλοποίησης*

4.6.5.2 Γενικά στοιχεία του έργου

Το έργο θα αποτελείται βασικά από το μηχανοστάσιο καύσης Βιομάζας, το δίκτυο μεταφοράς που θα είναι περιορισμένης έκτασης σε πρώτη φάση, τους 8 σταθμούς εναλλαγής και τις συνδέσεις εισόδου στο λειτουργικό δίκτυο κάθε κτιρίου.

Γενικά στοιχεία έργου	
Εγκατεστημένη ισχύς	5000000 Kcal/h
Συνολικό μήκος Δικτύου	1000 m
Δαπάνη εγκατάστασης	470.000 €
Θερμογόνα δύναμη καυσίμου	3200 Kcal/kg
Τιμή καυσίμου	0,02 €/kg
Ετήσια διαθέσιμη θερμική ενέργεια	7* 10 στην 9η
Μόνιμο Προσωπικό	2 -3 άτομα

Πίνακας 4.6 Στοιχεία έργου τηλεθέρμανσης κτιρίων Καρπενησίου

Το λεβητοστάσιο στη μελέτη, περιλαμβάνει το σύστημα αποθήκευσης βιομάζας, το σύστημα τροφοδοσίας του λέβητα με βιομάζα, την υδραυλική σκάρα καύσης, το σύστημα υπολειμμάτων καύσης και τον πίνακα ελέγχου της λειτουργίας. Οι σωλήνες του δικτύου θα είναι προμονωμένοι όπως και στα υπόλοιπα δίκτυα τηλεθέρμανσης που λειτουργούν στη χώρα ²⁴.

α/α	Κτίριο	Επιφάνεια	Όγκος	Ισχύς Εγκατ. Λέβητα	Θερμικές ανάγκες Kcal/h
1	Γυμνάσιο - Λύκειο	3060	12500	170000	500000
2	Τεχνικό Λύκειο	5250	23630	500000	1000000
3	Κλειστό Γυμναστήριο			50000	100000
4	Δημοτική Βιβλιοθήκη	800	2750	200000	200000
5	Μαθητική Εστία	5530	17700	750000	750000
6	Παιδικός σταθμός	620	2100	130000	130000
7	Γηροκομείο	3390	11000	800000	800000
8	Νομαρχιακό Νοσοκομείο	4720	15100	920000	920000
Συνολική θερμική ζήτηση Κτιρίων					4.400.000 kcal/h

Πίνακας 4.7 Στοιχεία κτιρίων που θα συνδεθούν στο δίκτυο τηλεθέρμανσης από βιομάζα και συνολική θερμική ζήτηση

4.6.5.3 Παρατηρήσεις

Η μελέτη σκοπιμότητας προβλέπει ένα περιθώριο 600.000 Kcal/h, που προκύπτει εάν αφαιρέσουμε τις θερμικές ανάγκες των κτιρίων, από την προβλεπόμενη θερμική ισχύς της εγκατάστασης, πλεόνασμα που όχι μόνο υπερκαλύπτει τυχόν θερμικές απώλειες, αλλά επιπλέον δίνει και κίνητρο για σύνδεση στο δίκτυο και άλλων κτιρίων μελλοντικά. Η τιμή κρίνεται ανταγωνιστική, με θετικότερη μελλοντική εξέλιξη λόγω της βαθμιαίας αύξησης των τιμών των ορυκτών καυσίμων. Παρόλα αυτά το έργο δεν έχει υλοποιηθεί ακόμα, παρόλο που παρουσιάστηκε το 1990 ως ολοκληρωμένη βιώσιμη μελέτη, στο Διεθνές Συνέδριο Τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη, πριν κατασκευαστούν τα μεγάλα δίκτυα της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας!

²⁴ 1^ο Διεθνές Συνέδριο Τηλεθέρμανσης ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΚΑΠΕ: « ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ ΜΕ ΒΙΟΜΑΖΑ» 2-4 Μαΐου 1990, ΤΕΙ Κοζάνης.

4.7 Συμπεράσματα – Προτάσεις

4.7.1 Πλεονεκτήματα χρήσεως Βιομάζας

Θα επιχειρήσουμε να δώσουμε μια συνοπτική παρουσίαση των πλεονεκτημάτων που προκύπτουν από τη χρήση Βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς και ιδιαίτερα για την παραγωγή θερμότητας.

- Πρέπει να τονίσουμε ότι η Βιομάζα μπορεί γενικά να επιδράσει θετικά στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, αφού η χρήση της που αποτελεί άλλωστε εγχώριο ενεργειακό πόρο, οδηγεί σε λιγότερη εξάρτηση από το εισαγόμενο πετρέλαιο, ασφάλεια ανεφοδιασμού και άρα εξοικονόμηση συναλλάγματος και προστασία από τις διακυμάνσεις στις τιμές των ορυκτών καυσίμων.
- Μια άλλη σημαντική ιδιομορφία της βιομάζας είναι ότι οι περισσότερες μορφές της είναι κατάλοιπα – παραπροϊόντα – απόβλητα της εν γένη δραστηριότητας του ανθρώπου και η αντιμετώπισή τους σαν ενεργειακό πόρο εντάσσεται σε ένα ευρύτερο και από πολλές πλευρές σημαντικότερο πεδίο: αυτό της προστασίας του περιβάλλοντος.
- Με τη χρήση βιομάζας στη χώρα μας σε συστήματα συμπαραγωγής, προκύπτει από τη σχετική βιβλιογραφία μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 3x10⁶ μετρικών τόνων ανά έτος, τούτο δε συντελεί μείωση των συνολικών εθνικών εκπομπών κατά 2,8% περίπου.²⁵
- Στα πλαίσια του άνωθεν προβληματισμού συμπληρώνουμε ότι η χρήση της βιομάζας χαρακτηρίζεται από μηδενική περιεκτικότητα σε θείο, οι εκπομπές CO₂ είναι επίσης πολύ μικρές και συνεπώς συμβάλλει στη μείωση των εκ της καύσεως ορυκτών καυσίμων προκαλούμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων (βλέπε στο τέλος παράρτημα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου).
- Επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης. Η συνήθως πλημμελής συντήρηση του καυστήρα των κεντρικών θερμάσεων, οδηγεί σε πτώση της θερμαντικής απόδοσης, ενώ σε ένα κεντρικό σύστημα τηλεθέρμανσης λόγω της συνεπούς συντήρησης, η απόδοση στο σύνολο μεγιστοποιείται.
- Βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, καθ' ό,τι επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα θέρμανσης και ο καταναλωτής δε χρειάζεται πλέον να φροντίσει για την προμήθεια της απαραίτητης καύσιμης ύλης (πετρέλαιο, μαζούτ, καυσόξυλα).

²⁵ Ταφαλάς Γ. , ΕΜΠ Τμήμα Μ. Μηχανικών, Εισήγηση: « Αεριοποίηση βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς» ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998 σελ 476 – 478.

- Στα πλαίσια της ανόδου του βιοτικού επιπέδου μπορούμε να εντάξουμε και το γεγονός της μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή λόγω του περιορισμού της χρήσης κεντρικής θέρμανσης σε κάθε κτίριο μεμονωμένα.
- Η τεχνολογία είναι πλέον ώριμη, με πολύτιμη τεχνογνωσία αποκτημένη ύστερα από 25 και πλέον χρόνια εφαρμογής συστημάτων τηλεθέρμανσης από Βιομάζα στην Ευρώπη (Αυστρία, Δανία, Φινλανδία κα αλλού).
- Η εξασφάλιση κοινοτικών πόρων για τη χρηματοδότηση επενδύσεων και εφαρμογών νέων τεχνολογιών αξιοποίησης στέρεων καυσίμων. Προγράμματα όπως το VALOREN που στο παρελθόν έχουν καλύψει τα έξοδα επένδυσης έως και το ποσοστό του 50% (Κοινότητα Νυμφασίας) αποτελούν ιδιαίτερο κίνητρο για την ανάληψη κατασκευής τέτοιων συστημάτων που το βασικότερο πρόβλημα είναι το μεγάλο αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται.
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και συγκράτηση αγροτικών πληθυσμών στα μέρη τους. Ουσιαστική περιφερειακή ανάπτυξη και αποκέντρωση της προσφοράς εργασίας.

4.7.2 Μειονεκτήματα χρήσης Βιομάζας





Σε διεθνή κλίμακα, η αξιοποίηση της βιομάζας ως καύσιμη ύλη παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα που είναι αναγκαίο να επισημανθούν, γιατί αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή συστημάτων που τη χρησιμοποιούν.

- ✘ Ο ειδικός όγκος της (χαμηλή πυκνότητα).
- ✘ Η περιεκτικότητα σε υγρασία (>50% πολλές φορές).
- ✘ Η εποχιακή παραγωγή της (αν και όσον αφορά τη χρήση δασικής βιομάζας για θέρμανση, αυτό δεν αποτελεί μείον αφού συλλέγεται πριν τη χειμερινή περίοδο).
- ✘ Η διασπορά της με τις δυσχέρειες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση (για αυτό κρίνεται καλύτερη η μελέτη για επιτόπια χρήση της και όχι σε μακρινούς προορισμούς).
- ✘ Αποτελεί όπως και η Γεωθερμία που εξετάσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, επένδυση εντάσεως κεφαλαίου, μια και το αρχικό κατασκευαστικό κόστος της επένδυσης είναι μεγάλο (κάτι όμως που μετριάζεται με τις επιδοτήσεις που αναφέραμε).

4.7.3 Προτάσεις για την αξιοποίηση της Βιομάζας σε συστήματα Τ/Θ

Η Ελλάδα έχει σημαντικό ενεργειακό δυναμικό βιομάζας, το οποίο πρακτικά θα μπορούσε να καλύψει μεγάλο μέρος της ενεργειακής της κατανάλωσης. Για να φθάσουμε στο σημείο αυτό, θα πρέπει πρώτα να γίνουν συντονισμένες στρατηγικές κινήσεις για την ορθή αξιοποίηση αυτού του δυναμικού. Διαπιστώθηκε ύστερα από μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας και εμπειρίας επί του θέματος, ότι είναι αναγκαίο, πριν από κάθε άλλη κίνηση, να δομηθεί ένας βασικός άξονας δραστηριοτήτων που θα στηριχθούν στους πυλώνες που επισημαίνονται στην επόμενη παράγραφο. Να τονίσουμε βέβαια ότι οι παρακάτω προτάσεις δεν αποτελούν ένα κλειστό σύστημα, αλλά μια ανοικτή διαδικασία που στην πορεία θα μπορεί ασφαλώς να εμπλουτίζεται. Οι παρακάτω προτάσεις όμως αποτελούν τις αναγκαίες αρχικές, τουλάχιστον, παραδοχές για να συντονιστεί ορθά ένα τόσο πολυδιάστατο έργο.

4.7.3.1 Βασικός άξονας κύριων δραστηριοτήτων

-  Στα πλαίσια του χωροταξικού σχεδιασμού για τη διερεύνηση και αξιολόγηση του ενεργειακού δυναμικού των ΑΠΕ στην Ελλάδα, θα πρέπει ασφαλώς να προστεθεί και μια ακριβής και συντριπτική καταγραφή του δυναμικού της Βιομάζας ανά ποιότητα, ποσότητα, γεωγραφική κατανομή και ορθολογικότερη χρήση της. Στην περίπτωση που εμείς εξετάζουμε, μας ενδιαφέρει το δυναμικό των δασικών και γεωργικών υπολλειμάτων, αλλά και των αστικών λυμμάτων (όπως θα δούμε σε παράρτημα που ακολουθεί στο τέλος).
-  Απογραφή και διερεύνηση τεχνολογιών καύσης, συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης βιομάζας. Προτείνουμε ιδιαίτερα την εισαγωγή τεχνογνωσίας από την Αυστρία και τη Σουηδία, χώρες με 25ετή πείρα πάνω στα συστήματα τηλεθέρμανσης από βιομάζα, που αποτελεί άλλωστε και εμπρακτική απόδειξη για τη δυναμικότητα των συστημάτων αυτών και των πολλαπλών ωφελειών που έπονται αυτών.
-  Γενναία μέτρα ενίσχυσης – φοροαπαλλαγής για προώθηση των τεχνολογιών αυτών ακόμα και σε ιδιωτικό επίπεδο, για τη δημιουργία κινήτρων παραμονής πληθυσμών, ουσιαστικής περιφερειακής ανάπτυξης, συνθήματος άλλωστε που ακολουθεί τη χρήση της βιομάζας αλλά και της εφαρμογής των υπόλοιπων ΑΠΕ.
-  Με προαπαιτούμενους τους παραπάνω πυλώνες δράσεις, μπορούμε πλέον να προχωρήσουμε σε: εκπόνηση μελετών στα πλαίσια επιδοτήσεων ευρωπαϊκών προγραμμάτων, ενεργειακού σχεδιασμού διαφόρων περιοχών της χώρας και τηλεθέρμανσης οικισμών αλλά και πόλεων και συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου αυτό θα είναι εφικτό.

4.7.3.2 Δευτερεύον άξονας δράσεων (Βασικά σημεία μελέτης εγκατάστασης ενός συστήματος)

Τα βασικά σημεία μελέτης έχουν ήδη δοθεί σε προηγούμενη παράγραφο (4.5). Εδώ επιχειρείται μια παρουσίαση παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν, ή και στα πρώτα στάδια της μελέτης εφαρμογής.

- Βασικό σημείο διερεύνησης πριν την εφαρμογή ενός συστήματος τηλεθέρμανσης από Βιομάζα είναι η εξασφάλιση της πρώτης ύλης και μάλιστα σε προκαθορισμένες τιμές. Αυτό μπορεί να εξασφαλιστεί με σύναψη μακροχρονίων συμβολαίων με αγροτικούς και δασικούς συνεταιρισμούς, τα δασαρχεία, που θα εξασφαλίσουν την απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος.
- Δυνατότητα χρησιμοποίησης εναλλακτικού καυσίμου, έστω για μικρό χρονικό διάστημα, σε έκτακτες περιπτώσεις, για την ομαλή λειτουργία του συστήματος ακόμα και στην ακραία περίπτωση μη σωστής τροφοδοσίας με βιομάζα (το λεβητοστάσιο αιχμής στην ΤΘ της Κοζάνης επιτελεί έναν τέτοιο ρόλο, όπως είδαμε στο δεύτερο κεφάλαιο).
- Η υιοθέτηση ιδιαίτερα ανταγωνιστικής τιμολογιακής πολιτικής για τη δημιουργία κινήτρων σύνδεσης στο σύστημα από τους καταναλωτές και αποστροφή τους από τις άλλες μορφές (κεντρική θέρμανση). Πολύ σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού για την ανταγωνιστικότητα του συστήματος. Βέβαια η διεθνής πείρα και η συνεχής άνοδος των τιμών των ορυκτών καυσίμων, αυξάνουν την ψαλίδα στον ανταγωνισμό τιμών, υπέρ της βιομάζας.
- Τέλος, κρίνεται αναγκαία η λεπτομερής και σφαιρική ενημέρωση των κατοίκων της περιοχής στην οποία θα εφαρμοστεί ένα τέτοιο σύστημα, για τις ωφέλειες που θα προκύψουν στη ζωή τους και που εκθέσαμε εκτενώς (περιβάλλον, οικονομία, εισόδημα) αλλά και για τα πιθανά μειονεκτικά στοιχεία του έργου (εκσκαφές κατά τη διάρκεια κατασκευής, ανέγερση λεβητοστασίου, κ.α). Απαραίτητη η ενημέρωση πριν το τελικό στάδιο της υλοποίησης.

4.7.4 Παραδείγματα με ενδιαφέρον από τον υπόλοιπο κόσμο

Σκοπός αυτής της παραγράφου δεν είναι η αναλυτική παρουσίαση συστημάτων τηλεθέρμανσης σε άλλες χώρες, αλλά αντίθετα μια προσέγγιση στα πλαίσια της αντιπαράθεσης μιας εικόνας, που θα μπορούσε κάλλιστα να αποτελεί πραγματικότητα για τα ελληνικά δεδομένα, αλλά δυστυχώς, τουλάχιστον όχι ακόμη, δεν υφίσταται. Οι αναφορές που θα γίνουν, δείχνουν αφενώς μεν την ωριμότητα που χαρακτηρίζει την τεχνολογία αυτή, αφετέρου δε αποδεικνύει ότι δεν αποτελεί κάτι εκτός των δυνατοτήτων της χώρας όσον αφορά το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας, αλλά και κατασκευαστικά.

4.7.4.1 Λιθουανία – πόλη Ingalina ²⁶

Στο βορειοανατολικό άκρο της Λιθουανίας βρίσκεται η πόλη Ingalina με 7.500 κατοίκους, μέγεθος συγκρίσιμο με μια μικρή ελληνική επαρχιακή κωμόπολη. Μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής: 5,5 °C. Το 1998 στο ήδη υπάρχον σύστημα τηλεθέρμανσης από λέβητα πετρελαίου και μαζούτ, έγινε μια επέκταση 300 μέτρων και προστέθηκε ένας λέβητας με καύσιμη ύλη δασικά υπολλείματα και βιοκαύσιμο.

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας, ανέρχονταν στο μέγεθος των 36.000 MWh το οποίο παραγόταν κατά 40% από πετρέλαιο θέρμανσης και κατά 60% από μαζούτ (βαρέα πετρέλαια). Οι εξελίξεις στα περιβαλλοντικά θέματα απαιτούσαν δυναμικές αλλαγές και έτσι ύστερα από τη συγχρηματοδότηση σουηδικών προγραμμάτων, έγινε η εγκατάσταση καυστήρα δασικής βιομάζας και βιοκαυσίμου. Τα αποτελέσματα, που παρουσιάζονται παρακάτω, είναι αν μη τι άλλο εκπληκτικά.

Before		After	
Energy (MWh/year)	36,000	Energy (MWh/year)	35,000
Produced from light oil	14,000	Produced from light oil	0
Produced from heavy oil	22,000	Produced from heavy oil	10,000
Produced from biofuel	0	Produced from biofuel	25,000
		Savings	1,000

Πίνακας 4.8 Τα οφέλη από το σύστημα τηλεθέρμανσης από βιομάζα, στην πόλη Ingalina της Λιθουανίας

Μια ματιά στα οικονομικά οφέλη αποτελεί ιδιαίτερο κίνητρο για την ανάληψη μιας τόσο κοστοβόρας αρχικής επένδυσης. Οι οικονομικοί υπολογισμοί έδειξαν ότι το κόστος της παραγώμενης θερμικής ενέργειας μειώθηκε ετησίως από τα 1.1 εκατομμύρια €, στα 0,8 εκ €²⁷, ποσοστό μείωσης της τάξεως των 26,5% μεταξύ 1998 και 2000. Στο μεταξύ το κόστος της συνδυασμένης χρήσης των καυσίμων έπεσε από το 47,6 % το 1998, στα 21,4 % το 2000. Η τιμή κατανάλωσης ορίστηκε σε 27,2 €/MWh κατά την περίοδο 1998 – 2000. 477.000 € εξοικονομήθηκαν από τη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου για τις ανάγκες της πόλης, πόρος μη εθνικός, σε αντίθεση με τη βιομάζα.

Total costs in million €	2.27
Loan (STEM) in million €	1.60
Grace period (years)	2
Maturity period (years)	10

Πίνακας 4.9 χρηματοδότηση του έργου στην Ingalina

²⁶ Romualdas Skema OPET Lithuania, Lithuanian energy institute www.lei.it/opet/index.htm

²⁷ Συναλλαγματικές ισοτιμίες του ευρώ κατα την 27-08-2002

Μια ματιά στις επιπτώσεις στις εκπομπές ρύπων, ενισχύει εξίσου τα πλεονεκτήματα χρήσης της βιομάζας, που έχουμε επισημάνει.

Saved CO ₂ emissions	8,112	tons/year
Saved SO ₂ emissions	123	tons/year
Saved NO _x emissions	3	tons/year

Πίνακας 4.10 Μειώσεις εκπομπών ρύπων στην Ingalina

4.7.4.2 Molins de Rei – Catalonia, Ισπανία ²⁸

Η κατασκευή της τηλεθέρμανσης από βιομάζα της κωμόπολης Molins de Rei στην Καταλονία της Ισπανίας, ξεκίνησε το 1997 και η λειτουργία της άρχισε επίσημα το 2001. Στο δίκτυο συνδέονται 695 δημόσια και ιδιωτικά κτίρια. Κατά την πρώτη περίοδο λειτουργίας του δικτύου, είχαν διασυνδεθεί περίπου 250 και το Νοέμβριο του 2001 υπολογίστηκε ότι εξοικονομήθηκαν 165 τόνοι πετρελαίου και 380 τόνοι CO₂ δεν εκλείθησαν στην ατμόσφαιρα.

Από το 2003 που συνδέθηκαν 695 κτίρια παρατηρήθηκε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, με 730 τόνους πετρελαίου και 1700 τόνους CO₂ λιγότερους στην ατμόσφαιρα. Η κατανάλωση της Βιομάζας ήταν 2200 τόνοι.

Το συνολικό κόστος του έργου ανήλθε στα 1.622.733 €, με επιδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο ποσό των 477.000 €, σε ποσοστό 29,4 % δηλαδή.

4.7.4.3 Το παράδειγμα της Αυστρίας ²⁹

Αυτήν την περίοδο η Αυστρία έχει περίπου 300 εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης βιομαζών (συνολικά περίπου 450 MW), που παράγουν συνεταιριστικές ενώσεις ή ιδιωτικές επιχειρήσεις καθώς επίσης και από τους δήμους ή τις επιχειρήσεις παροχής ηλεκτρικού ρεύματος (συμπαραγωγή).

Το γεγονός ότι τα καύσιμα παράγονται τοπικά και επομένως θα είναι διαθέσιμα ακόμη και σε περιόδους κρίσης είναι μια σκέψη ανακούφισης για τους πελάτες των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης βιομαζών.

Στην Αυστρία, μια χώρα όπου 47% της συνολικής περιοχής είναι δάση, η θέρμανση των ζωτικών χώρων με τη βιομάζα (ξύλο) έχει μια πολύ μακροχρόνια παράδοση. Κάθε δευτερόλεπτο το αυστριακό δασικό έδαφος αυξάνεται από 1 cu μ. Η ετήσια αύξηση ανέρχεται σε 31,4 εκατομμύρια κυβικά μέτρα του ξύλου. Δεδομένου ότι το ετήσιο ποσοστό είναι μόνο 19,8

²⁸ <http://www.penelope-save.org/page.php>

²⁹ <http://www.biomatnet.org>

εκατομμύρια κυβικά μέτρα το απόθεμα ανάπτυξης, το οποίο είναι 980 εκατομμύρια κυβικά μέτρα, αυξάνεται ακόμα.

Στην Αυστρία υπάρχουν περίπου 3 εκατομμύρια κατοικίες των οποίων, το ένα πέμπτο θερμαίνεται με το ξύλο. Οι αυστριακές εγκαταστάσεις θέρμανσης περιοχής με βιομάζα, τροφοδοτούνται με καύσιμα από πελεκημένα ξύλα και τα υποπροϊόντα της ξύλινης επεξεργασίας.

Το άχυρο χρησιμοποιείται ως καύσιμο στις καλλιεργήσιμες περιοχές του. Κανονικά το άχυρο πιέζεται και αποθηκεύεται σε μεγάλα δέματα. Σύμφωνα με την τεχνολογία των εγκαταστάσεων το άχυρο είτε κόβεται είτε μεταφέρεται στο λέβητα. Σε άλλα συστήματα ολόκληρα τα δέματα χρησιμοποιούνται στην καύση.

Στην Αυστρία υπάρχουν 12 εργοστάσια τηλεθέρμανσης βιομαζών που δουλεύουν σε συνδυασμό με ένα σύστημα ηλιακών κυττάρων. Μέρος της ενέργειας που απαιτείται για την προετοιμασία του θερμού νερού μπορεί να παραχθεί με τη βοήθεια του ηλιακού συστήματος. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το **90%** μπορεί να καλυφθεί από την ηλιακή ενέργεια. Στο επόμενο κεφάλαιο θα εξετάσουμε τα λεγόμενα παθητικά συστήματα, που ειδικά για την περίπτωση της Ελλάδας με την υπερδιπλάσια ηλιοφάνεια από την Αυστρία, αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέρουσας μελέτης.

Η τελική επιτυχία του προγράμματος εξαρτάται από κάθε ενιαίο συμμετέχοντα, τους προμηθευτές των καυσίμων και της θερμότητας, τους καταναλωτές, τις τοπικές αρχές, τους χορηγούς, τους αρμόδιους για το σχεδιασμό και τις συμμετέχοντες επιχειρήσεις.

4.7.4.4 Στουτγκάρδη, Γερμανία ³⁰

Το 1999 η πόλη της Στουτγκάρδης (Γερμανία) βρήκε έναν τρόπο να εκμεταλλεύεται τη ξυλεία που παράγεται στην πόλη, για κτιριακή θέρμανση. Κάθε χρόνο 60.000 m³ κομμένων ξύλων και θάμνων συλλέγεται από τα πάρκα της πόλης, των 590.000 κατοίκων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα δημοτικά πάρκα ή να πάει στον κάδο απορριμμάτων. Το 30% από αυτή την ξυλεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει ένα σύστημα τηλεθέρμανσης, όπως και γίνεται τελικά. Έτσι το ξύλο χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας και ταυτόχρονα μειώνεται το κόστος μεταφοράς και ο όγκος των απορριμμάτων.

³⁰ Οδηγός ΟΤΑ για την εξοικονόμηση ενέργειας και χρήματος, σελ 13 , ΚΕΔΚΕ, 2006

4.7.4.5 Vaxjo, Σουηδία³¹

Η Σουηδία είναι αναμφίβολα ο παγκόσμιος ηγέτης στην βιοενέργεια. Η πόλη που εξετάζουμε εδώ είναι μια από τις πρώτες εγκαταστάσεις παγκοσμίως, τέτοιας κλίμακας και μεγέθους. Το Vaxjo είναι μια πόλη της βόρειας Σουηδίας με πληθυσμό 70.000 κατοίκους. Αποτελεί μια από τις 100 κοινότητες της Ευρώπης που επιδιώκουν να πετύχουν πλήρη εξάρτηση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2010.

Το υπόγειο δίκτυο τηλεθέρμανσης της πόλεως, κατασκευάστηκε το 1974 και αντικατέστησε πολύ μεγάλο αριθμό ιδιωτικών κεντρικών θερμάνσεων, με ένα κεντρικό λεβητοστάσιο που είχε ως καύσιμο το πετρέλαιο. Το 1980 όμως, οι οικονομικές συνέπειες που ακολούθησαν του πολέμου Ιράν – Ιράκ και η αύξηση των τιμών του μαύρου χρυσού, οδήγησε σε μια γενναία χρηματοδότηση με 5,5 εκ. \$ για τη μετατροπή του συστήματος σε παραγωγή θερμότητας από βιομάζα. Τότε είχε εκτιμηθεί από πολλούς αναλυτές ως μη εφικτή λύση...

Το σύστημα, σε πείσμα των «Κασσάνδρων» της εποχής, λειτούργησε άριστα και μάλιστα το 1997 προστέθηκε και μια νέα εγκατάσταση συμπαραγωγής και ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι παράγονται 38 MWe που καλύπτουν το 30 – 40% των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας της πόλης, ταυτόχρονα με τα 66 MWth για τηλεθέρμανση. Η στάχτη μάλιστα, η οποία είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά για το έδαφος, επιστρέφεται στο δάσος.

Το σύστημα σήμερα χρησιμοποιεί πάνω από 95% ως καύσιμη ύλη βιομάζα και σε αυτό συνέβαλε η γενναία ενίσχυση της βιομάζας από τη φορολογική πολιτική του 1997 και μετά.

Η θερμοκρασίες προσαγωγής – επιστροφής είναι ίδιες με αυτές της τηλεθέρμανσης της Κοζάνης (80 – 45 ° C) . Το κίνητρο που ώθησε τους καταναλωτές να συνδεθούν στο δίκτυο ήταν το χαμηλό κόστος σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη διαθέσιμη μορφή θέρμανσης. Και εδώ (όπως είδαμε και στην Κοζάνη) η ποιότητα του αέρα βελτιώθηκε ικανοποιητικά σαν αποτέλεσμα της τηλεθέρμανσης.

³¹ Ralph E H Sims “*The brilliance of Bioenergy in business and practice*” James & James , 2002



4.7.5 Επίλογος

Το ενεργειακό δυναμικό βιομάζας της Ελλάδας είναι ιδιαίτερα αξιόλογο, χρήζει όμως η ουσιαστική καταγραφή και κατάλληλη αξιοποίησή του, με όλα τα οφέλη που έπονται αυτού.

Αποτελεί διαπίστωση της μελέτης που προηγήθηκε ότι οι κύριες κατηγορίες βιομάζας που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την ανάπτυξη συστημάτων Τηλεθέρμανσης, είναι κυρίως τα δασικά και γεωργικά υπολείμματα. Στο παράρτημα του κεφαλαίου αυτού που ακολουθεί στη συνέχεια, παρουσιάζεται και το ενδεχόμενο χρήσης αστικών αποβλήτων (λυμμάτων) για την κάλυψη αναγκών συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, κάτι όμως που όπως θα δούμε, απαιτεί έναν πολύ καλό σχεδιασμό διαχείρισης απορριμάτων (Διαχωρισμός – Ανακύκλωση – Κομποστοποίηση).

Η συγκέντρωση του μεγαλύτερου δασικού πλούτου της χώρας, στο διαμέρισμα της Μακεδονίας, μια περιοχή με ιδιαίτερα αυξημένες ανάγκες θέρμανσης λόγω του έντονου ψύχους το χειμώνα και των μεγάλων υψομέτρων, αφήνει αιχμές για την υιοθέτηση του παραδείγματος της κοινότητας Νυμφασίας, στην κεντρική Πελοπόννησο, σε οικισμούς, χωριά αλλά και πόλεις της περιοχής, κοντά στην πηγή της πρωτογενούς συλλογής της Βιομάζας. Εξάλλου διαπιστώσαμε ότι υπάρχει ήδη εκτενής μελέτη για την τηλεθέρμανση της πόλης των Γρεβενών με δασική βιομάζα, πρόταση που όμως ακόμα δεν έχει υποβληθεί σε κανένα ευρωπαϊκό πρόγραμμα επιδότησης, παρόλο που το έργο κρίνεται βιώσιμο.

Από τα δάση της Ροδόπης και της Μακεδονίας μέχρι τον κάμπο της Λάρισας και της Βέροιας, τα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου, την Κρήτη, η Βιομάζα, ο πολύτιμος αυτός εγχώριος ενεργειακός πόρος, περιμένει την κατάλληλη αξιοποίηση για τη συμβολή του στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και τη δημιουργία συνθηκών κατάλληλων για τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, περιφερειακής ανάπτυξης και αναβάθμισης της ποιότητας ζωής.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

- **Ιωάννα Παπαμιχαήλ** Χημικός Μηχανικός του τμήματος βιομάζας του Κέντρου Ανανεωσιμων Πηγών Ενέργειας (**ΚΑΠΕ**). Άρθρο: «*Το Πάζλ της Βιομάζας*»
- **Γιώργος Τσιλιγκιρίδης** «*Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας, διδακτικές σημειώσεις*» ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2001
- **Vassilios Alexandrou CRES:** «*DISTRICT HEATING CHP PLANTS USING BIOMASS IN GREECE*» March, 12 1999
- **ΚΑΠΕ** (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) ενημερωτικό βιβλίο, Τομέας Βιομάζας σελ 14-17
- **Ταραλάς Γ.**, ΕΜΠ Τμήμα Μ. Μηχανικών, Εισήγηση: «*Αεριοποίηση βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς*» ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «*Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική*» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998 σελ 476 – 478.
- **Λ Βασιλείου, Ι Καραγιάννης, Δ Πετκόπουλος** (ΑΝΚΟ ΑΕ) **Μ Γκούμας** (SPEED επε), **Γ Μάντακας** (NERCO επε) ΕΙΣΗΓΗΣΗ: «*Η βιομάζα στην ανάπτυξη τηλεθέρμανσης πόλεων, εφαρμογή συστημάτων GIS-Η περίπτωση της Τηλεθέρμανσης Γρεβενών*» Ημερίδα ΚΑΠΕ-ΟΤΕΠ ΚΤΕΣΚ σελ 57
- Ηλιακό Γράμμα, περιοδικό **Η ΝΕΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ** άρθρο: «*Ολοκληρωμένη μονάδα αξιοποίησης της Βιομάζας*» αρ. Τ. 37, Μάρτιος 1994.
- **Μ Αποστολάκη, Σ. Κυρίτση, Χ. Σούτερ**, : «*Το ενεργειακό δυναμικό της Βιομάζας γεωργικών & δασικών υποπροϊόντων.*» ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ. Αθήνα, 1987.
- **Υπουργίο Γεωργίας**, Γενική Γραμματεία Δασών και Περιβάλλοντος, «*Αποτελέσματα 1^{ης} εθνικής απογραφής Δασών*» Αθήνα, 1992.
- **Οδηγός ΟΤΑ** για την εξοικονόμηση ενέργειας και χρήματος, σελ 13 , ΚΕΔΚΕ, 2006
- **Κατσανεβάκης Α.** , **Βασιλάτος Β.** , **Κατσανεβάκης Ι.** , **Αμπελιώτης Κ.** «*ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΕ ΜΙΚΡΟΜΕΣΑΙΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ*» ,ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο «*Η εφαρμογή των ΑΠΕ, εθνικές προτεραιότητες & ευρωπαϊκή στρατηγική*» Αθήνα 30 Νοε- 2Δεκ 1998.

- **Ο.Ο.Σ.Α.**, μελέτη για : « Παραγωγή ενέργειας απο Βιομάζα. Οικονομική και Πολιτική προσέγγιση» ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα 1989
- **Κουσούρης Α. Σταμόπουλος Π.** : «Ποσοτικά και οικονομικά στοιχεία σε πανελλαδική κλίμακα για την διαχείριση των απορριμμάτων» Τριημερίδα, Αθήνα, 18 – 20/ 10 / 1984
- **ΚΤΕΣΚ – ΚΑΠΕ –ΟΠΕΤ**: «Ημερίδα: ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Τ/Θ ΚΑΙ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ Η ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ» **Χρίστος Φραγκόπουλος** ΕΜΠ, εισήγηση: Συμπαράγωγή με Βιομάζα στον Οικισμό Εύλαλον Ξάνθης» σελ 111- 112
- **1^ο Διεθνές Συνέδριο Τηλεθέρμανσης ΕΙΣΗΓΗΣΗ ΚΑΠΕ**: « ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΥ ΜΕ ΒΙΟΜΑΖΑ» 2 - 4 Μαΐου 1990, ΤΕΙ Κοζάνης.
- **Sayed Z. El-Sayed** - Southern Ocean Ecology: The Biomass Perspective Biomass Colloquium (1991 Bremerhaven Germany) Hardcover, Cambridge University Press (January 1994)
- **Peter Quaak, Hubert E. Stassen, Harrie Knoef, Hubert Stassen** - Energy from Biomass: A Review of Combustion and Gasification Technologies , World Bank (March 1999)
- **Werner Korbitz** - Biodiesel Presentation Outline (Vienna, Austria, 1993).
- **Biomass Farmer & User** (1996) 'Six megawatt power station', Issue No. 3, p.2
- **Tscheuschler U** (1997) 'Biogas and landfill gas, a new fuel for future motor-vehicles or just a niche product?', The Sustainable Energy Industry Journal, Issue 5/6, Vol. 2, pp. 76,77
- **Ralph E H Sims** “The brilliance of Bioenergy in business and practice” James & James , 2002

Διαδίκτυο

- Πηγή: Biomass Heating Project Analysis: www.retscreen.net
- <http://rise.org.au/reslab/resfiles/biomass/text.html>
- <http://www1.oecd.org/publications/e-book/5104011E.PDF>
- <http://eeru.open.ac.uk/t265/update/biomass.htm>

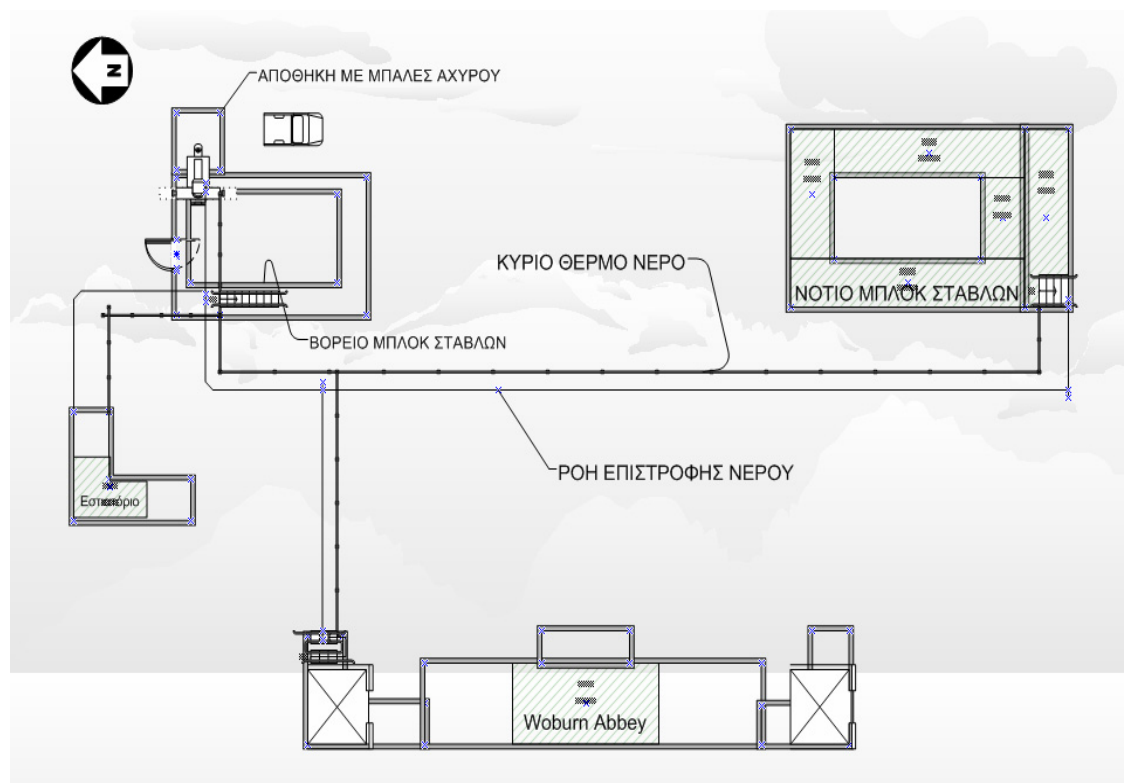
- <http://www.mna.hkr.se/~ene02p11/biomass.htm>
 - <http://www.penelope-save.org/page.php>
 - <http://www.biomatnet.org>
 - Romualdas Skema OPET Lithuania, Lithuanian energy institute:
www.lei.it/opet/index.htm
 - <http://www.fernwaermewien.at>
-
-

I ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Case Study

Μικρό σύστημα Τηλεθέρμανσης με άχυρο, Woburn Abbey, UK

Η κατοικία του Δούκα του Bedford και τα περιφερειακά κτίρια που την πλαισιώνουν (εστιατόρια, διαμερίσματα υπηρετικού προσωπικού, στάβλοι), έχει στραφεί από τη θέρμανση με καυστήρα πετρελαίου, στη θέρμανση από άχυρο, το 1987, **δίνοντας περίοδο αποπληρωμής – απόσβεσης του κεφαλαίου σε μια περίοδο μικρότερη των τριών χρόνων**³².



Σχήμα 4.4 Το σχέδιο του μικρού δικτύου Τηλεθέρμανσης στο Woburn Abbey

Περίπου 20 στρόγγυλες μπάλες άχυρου καταναλώνονται ημερησίως το χειμώνα για να εξασφαλιστεί θέρμανση όχι μόνο για τη μεγάλη οικία (πάνω από 2000 m²) αλλά για τις περιμετρικές εγκαταστάσεις – κτίρια των εστιατορίων, άλλων κατοικιών προσωπικού και των δύο τεράστιων στάβλων του αγροκτήματος. Αυτό το μικρό σύστημα τηλεθέρμανσης, σχεδιάστηκε με υπόγειο δίκτυο των δύο σωληνώσεων που μεταφέρει την θερμότητα που παράγεται από την καύση των άχυρων στον καυστήρα, μέσω αντλιών.

Οι μπάλες τοποθετούνται σε έναν αυτόματα κυλιόμενο διάδρομο που τις τεμαχίζει πριν εισαχθούν στον καυστήρα. Η διαδικασία γίνεται αυτόματα.

³² Ralph E H Sims “The brilliance of Bioenergy in business and practice” James & James, 2002

II ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Καύση αστικών απορριμμάτων για την παραγωγή θερμότητας

■ Εισαγωγή

Εξ ορισμού, απόρριμμα είναι ένα «εμπόρευμα» με οικονομική αξία μηδενική ή ακόμα και αρνητική. Ο χειρισμός του και μόνο με στόχο τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου για το περιβάλλον, στοιχίζει ακριβά. Στη συνέχεια με τον όρο αυτό θα αναφερόμαστε στα στέρεα απορρίμματα των πόλεων, κυρίως οικιακής προέλευσης, αλλά και απορρίμματα από την καθαριότητα δρόμων, πάρκων και βιοτεχνικών και εμπορικών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα σε ένα πολεοδομικό συγκρότημα.

Σήμερα, οι κυριότερες μέθοδοι διάθεσης των απορριμμάτων είναι η υγειονομική ταφή, η καύση και η λιπασματοποίηση. Σε πολλές χώρες (Ελβετία-Γερμανία-Αυστρία-Σουηδία) αξιοποιούνται για τηλεθέρμανση ή/και διανομή ζεστού νερού χρήσης. Υπο ορισμένες προϋποθέσεις, είναι δυνατή και η συμπαραγωγή. Στο παράρτημα αυτό θα ασχοληθούμε με την καύση, που αποτελεί άλλωστε και το ζητούμενο για την τροφοδότηση με θερμότητα, ενός δικτύου τηλεθέρμανσης.

■ Φυσική σύνθεση των αστικών απορριμμάτων

Τα απορρίμματα χωρίζονται σε ομογενείς κατηγορίες των υλικών που περιέχουν. Έτσι προκειμένου να αποτιμηθούν χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Χαρτί – χαρτόνι
- Μέταλλα
- Γυαλί
- Πλαστικό
- Υφάσματα-ξύλα-δέρμα-λάστιχα
- Αδρανή (μπάζα)
- Υπολείμματα τροφών
- Υπόλοιπα

Η φυσική σύνθεση των αστικών απορριμμάτων στη χώρα μας διερευνήθηκε μόλις τα τελευταία χρόνια. Στη σχετική βιβλιογραφία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία μόνο για τις ευρύτερες περιοχές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης

και για τους δήμους Ηρακλείου, Ρόδου, Ξάνθης και Κομοτηνής. Παρακάτω εκθέτουμε συγκεντρωτικά τη μέση ετήσια % φυσική σύνθεση των απορριμμάτων καθώς και την καθαρή θερμική δύναμη που προκύπτει από την πιθανή καύση τους.

Κατηγορίες	Ευρύτερη περιοχή Αθηνών	Ευρύτερη περιοχή Θεσ/νίκης	Δήμος Ηρακλείου	Δ. Ρόδου
Ζυμώσιμα	59,8	51,7	53,8	41,6
Χαρτί	19,5	17,7	17	13,6
Δ-Ξ-Λ-Υ	3,5	9,4	11	4,2
Πλαστικά	7	7,2	10	11,7
Αδρανή	0,7	4	0,7	2,6
Μέταλλα	3,8	5,9	3,1	10,5
Γυαλί	2	4,1	1,5	12,6
Υπόλοιπα	4		3,8	3,2
Υγρασία		45,5		30,2
Τέφρα	33,8	21,6		35,3
Καύσιμα		32,9		34,5
ΘΔ Kcal/kg)	1.765	1.049		1.159

Πίνακας 4.11 Μέση ετήσια ανά κατηγορία σύνθεση και καθαρή θερμική δύναμη απορριμμάτων για Αθήνα, Θεσ/νίκη, Ηράκλειο, Ρόδο

Παρατηρούμε ότι τα υλικά που μπορούν να καούν έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό στο Ηράκλειο της Κρήτης (38%), στην Αθήνα και στη Θεσσαλονίκη έχουν περίπου το ίδιο ποσοστό, γύρω στο 34%, ενώ στη Ρόδο έχουν το μικρότερο (29,5%). Το βιοτικό επίπεδο, η οικονομική δραστηριότητα, τα δημογραφικά μεγέθη και η εξέλιξη της τεχνολογίας είναι παράγοντες που συντελούν στην ποιοτική εξέλιξη των απορριμμάτων. Το συνεχώς αυξανόμενο βιοτικό επίπεδο στην χώρα μας τείνει να γεινιάσει αυτό των χωρών της Ε.Ε. και συνεπώς περιμένουμε αύξηση του ποσοστού των καύσιμων υλικών με ταυτόχρονη αύξηση της θερμογόνου δύναμης αυτών³³.

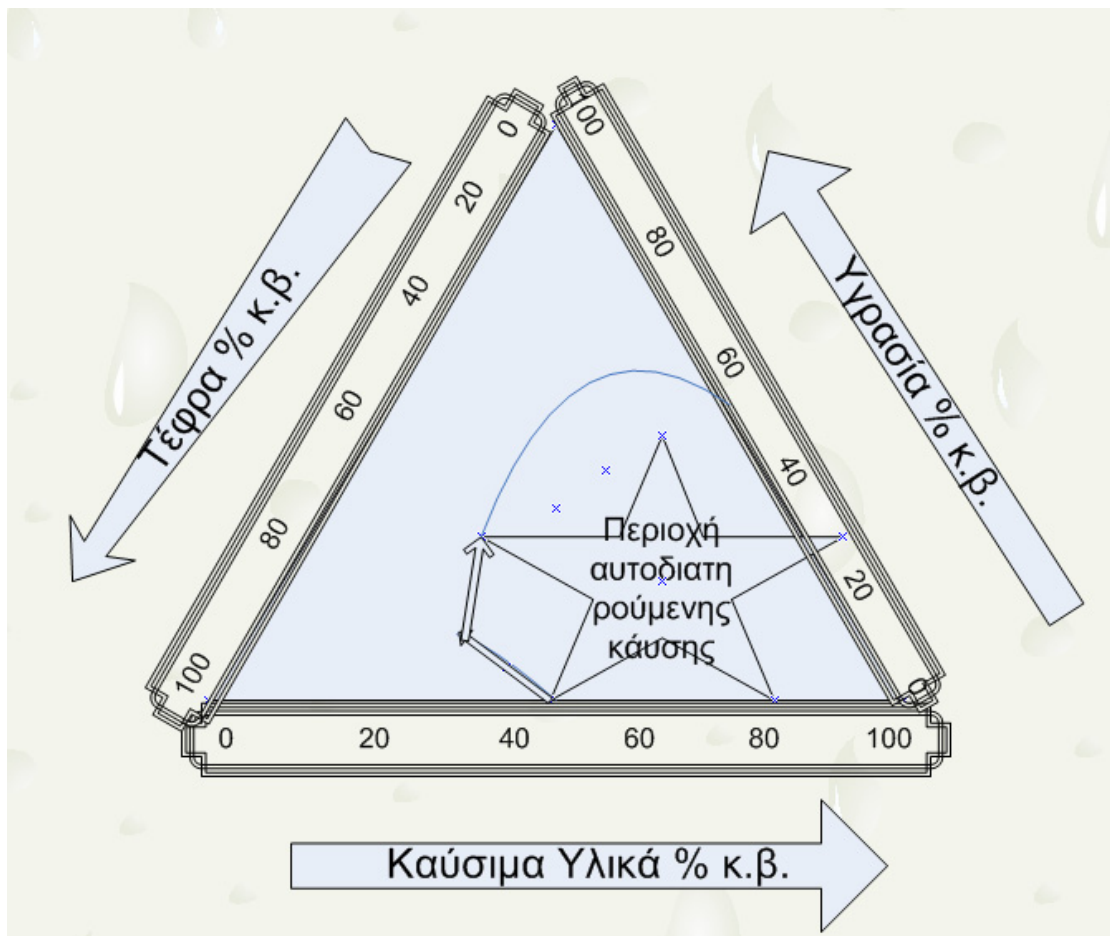
Θερμογόνος δύναμη απορριμμάτων

Για την ενεργειακή αξιοποίηση των αστικών απορριμμάτων είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τη θερμογόνο δύναμή τους, που είναι συνάρτηση των καύσιμων υλικών που περιέχουν (χαρτί, ξύλα, πλαστικά, υφάσματα), της υγρασίας αλλά και της τέφρας. Σε πολλές εργασίες αναφέρεται ως μέση ΘΔ της Ελλάδος ότι είναι 1.500 kcal/kg. Όμως η διαφοροποίηση της σύστασης τους από περιοχή σε περιοχή, απαιτεί ξεχωριστή και αναλυτική καταμέτρηση

³³ Κουσούρης Α. Σταμόπουλος Π. : «Ποσοτικά και οικονομικά στοιχεία σε πανελλαδική κλίμακα για την διαχείριση των απορριμμάτων» Τριμερίδα, Αθήνα, 18 – 20/ 10 / 1984

και όχι υποθέσεις. Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι η $\Theta\Delta$ των απορριμμάτων είναι μεγαλύτερη το χειμώνα, παρά το καλοκαίρι, γεγονός που δίνει πλεονεκτήματα για την καύση τους τη χειμερινή περίοδο που και οι ανάγκες για θέρμανση είναι μεγάλες άλλωστε.

Η μέση ετήσια καθαρή $\Theta\Delta$ των απορριμμάτων της Αθήνας υπολογίστηκε σε 1.765 Kcal/kg. Η μέση αντίστοιχη της Θεσσαλονίκης υπολογίστηκε σε 1.049 Kcal/kg, τιμή η οποία είναι οριακή για να είναι αυτοδιατηρούμενη η καύση. Το όριο σύμφωνα με το διάγραμμα Tappier που παρουσιάζουμε παρακάτω, **είναι 1100 Kcal/kg.**³⁴ **Σύμφωνα λοιπόν με το παρακάτω διάγραμμα, για την αυτοδιατήρηση της καύσης απαιτείται καύσιμη ύλη πάνω από 40%, υγρασία μικρότερη από 50% και στάχτη κάτω από 25%.**



Διάγραμμα 4.3 Το διάγραμμα Tappier που θέτει τα όρια αυτοσυντηρούμενης (δηλαδή χωρίς την βοήθεια πετρελαίου η άλλου έφλεκτου καυσίμου) καύσης των απορριμμάτων.

³⁴ Γιώργος Τσιλιγκρίδης «Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας, διδακτικές σημειώσεις» ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2001

Καύση Απορριμμάτων

Η καύση είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος διάθεσης των απορριμμάτων, Στα πλεονεκτήματα της καύσης συγκαταλέγεται η μείωση του όγκου των απορριμμάτων κατά 75 – 90%, η αποστείρωση, η δυνατότητα ανάκτησης σιδηρούχων μετάλλων από την τέφρα και φυσικά η αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας που εκλύεται και μας ενδιαφέρει επί τις παρούσης. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που προκύπτουν, αφορούν τη μεγάλη μεταβλητότητα της σύνθεσης του «καυσίμου», την πρόσθετη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας, παρά τη συγκράτηση της τέφρας και των αιωρούμενων σωματιδίων, το υψηλό κόστος αρχικού κεφαλαίου επένδυσης και λειτουργίας και η ανάγκη χώρου για διάθεση της τέφρας.

Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να αξιοποιηθεί είτε με την παραγωγή ατμού, θερμού νερού ή ηλεκτρικής ενέργειας για βιομηχανική και οικιακή χρήση. Βέβαια πρέπει να τονιστεί ότι σε πολλές περιπτώσεις δεν υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες εκμετάλλευσης της παραγόμενης ενέργειας και έτσι επιτελείται μόνο η καύση των απορριμμάτων για τη μείωση του όγκου τους. Επίσης η τηλεθέρμανση υπερέχει της ηλεκτροπαραγωγής, **καθότι ο λέβητας καύσης των απορριμμάτων έχει, για παραγωγή θερμότητας, βαθμούς απόδοσης 60 – 75%, ενώ για ηλεκτροπαραγωγή ο β.α. είναι 27 – 30%**. Από τη διεθνή εμπειρία προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι μικρές μονάδες καύσης είναι περισσότερο αποτελεσματικές για την παραγωγή ενέργειας. Η διάδοσή τους σε μικρές πόλεις και προάστια μειώνει το κόστος μεταφοράς και είναι ευκολότερη η απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας. Οι μονάδες δυναμικότητας 50 – 100 ton/day εκτιμάται ότι είναι εφαρμόσιμες με οικονομικά αποδεκτούς όρους.³⁵

Παραγωγή RDF (Refuse Derived Fuel)

Τα απορρίμματα αλέθονται για να γίνουν μια μάζα σχετικά ομοιογενής και να μειωθεί ο συνολικός όγκος. Κατόπιν με μαγνητικό διαχωρισμό αφαιρείται το μέρος του σιδήρου και ακολουθεί κοσκίνισμα για την αφαίρεση μεγάλων αντικειμένων. Το υλικό που μένει είναι το 33 – 40% του αρχικού όγκου και αποτελείται κατά 70% από χαρτί και κατά 10 – 15% από πλαστικό. Μετά από ξήρανση, για να απολέσει την υγρασία, και συμπίεση, έχουμε έτοιμο ένα καύσιμο υλικό (RDF) με την μορφή σφαιριδίων ή τούβλων. **Το RDF μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κύριο καύσιμο σε μονάδες τηλεθέρμανσης.**³⁶

Ολοκληρωμένα συστήματα (το μέλλον)

Από τα τέλη της δεκαετίας του '70 κυρίως στις ΗΠΑ και τη Σουηδία, άρχισαν να κατασκευάζονται σύνθετα συστήματα ολοκληρωμένης αξιοποίησης των απορριμμάτων, που συνδυάζουν ανακύκλωση, παραγωγή RDF και αξιοποίησή του σε συστήματα τηλεθέρμανσης ή/και παραγωγής ηλεκτρικής

³⁵ Όπου και πριν

³⁶ - « -

ενέργειας. Έπισης μπορούν να παράγουν εδαφοβελτιωτικά (Compost) και πρώτη ύλη για την παραγωγή σιδήρου.

Case Study

Τηλεθέρμανση της Βιέννης από καύση απορριμμάτων ³⁷

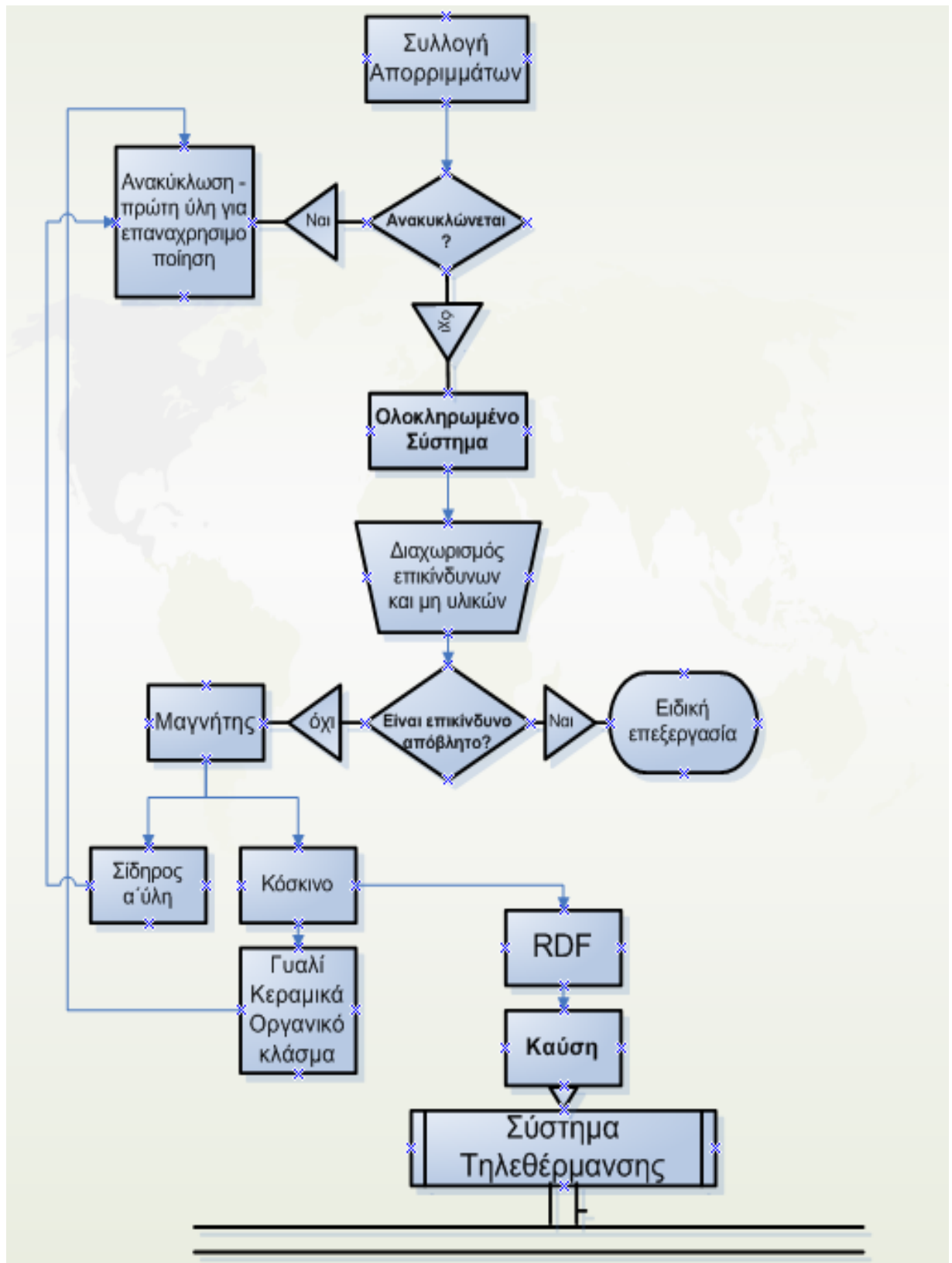
Το δίκτυο τηλεθέρμανσης της Βιέννης εφοδιάζει περίπου 240.000 κατοικίες και 5000 βιομηχανικούς πελάτες. Τα απόβλητα και η συμπαραγωγή δίνουν το 97% της παραγόμενης θερμότητας.

Εκτός από μια αποτελεσματική επεξεργασία των αποβλήτων με έναν ελεγχόμενο τρόπο και των συνημμένων ωφελειών της, η αποτέφρωση αποβλήτων επιτρέπει να αυξηθεί η ικανότητα υποστήριξης των ενεργειακών συστημάτων μέσω της αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων. Το δίκτυο τηλεθέρμανσης στη Βιέννη συνδέεται με τέσσερις εγκαταστάσεις: τρεις μονάδες διαχείρισης των δημοτικών αποβλήτων και μιας που διαχειρίζεται τα επιβλαβή απόβλητα. Περίπου 60% της παραγωγής αποβλήτων του πληθυσμού της Βιέννης επεξεργάζεται στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης. Αυτό αντιπροσωπεύει 475.000 τόνοι ετησίως που χρησιμοποιούνται για να παραγάγουν την ενέργεια. Η παραγωγή θερμότητας από την αποτέφρωση αποβλήτων αποτελεί το 22% από τη συνολική παραγωγή θερμότητας της περιοχής. Το βιοδιασπάσιμο μέρος των αποβλήτων αντιπροσωπεύει περίπου 65% των δημοτικών αποβλήτων της Βιέννης.

Στη Βιέννη, το φορτίο βάσεων για τη θερμότητα περιοχής εξασφαλίζεται με τα απορρίμματα. Κατά τη διάρκεια του πιο κρύου χρόνου του έτους, οι εγκαταστάσεις CHP εργάζονται κονονικά. Μόνο για τη μέγιστη ζήτηση θερμότητας, λέβητες πετρελαίου χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν το δίκτυο. Το 97% των αναγκών θερμότητας είναι βασισμένες στη θερμότητα από την αποτέφρωση αποβλήτων. Υπολογίζεται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας έναντι της χρήσης εσωτερικού μεμονωμένου λέβητα πετρελαίου από κάθε χρήστη είναι περίπου 68%. Μια πρόσφατη μελέτη της Αυστριακής ομοσπονδιακής περιβαλλοντικής επιτροπής, δηλώνει ότι οι εκπομπές του CO₂ ανά MWh χρησιμοποιημένη ενέργεια είναι περίπου **132 kg του CO₂/MWh**. Σύγκριση αυτού του αριθμού με τα **256 CO₂/MWh** κατά τη λειτουργία ενός μέσου λέβητα φυσικού αερίου επιδεικνύουν τα υψηλά περιβαλλοντικά οφέλη της τηλεθέρμανσης από απορρίμματα για την πόλη της Βιέννης.



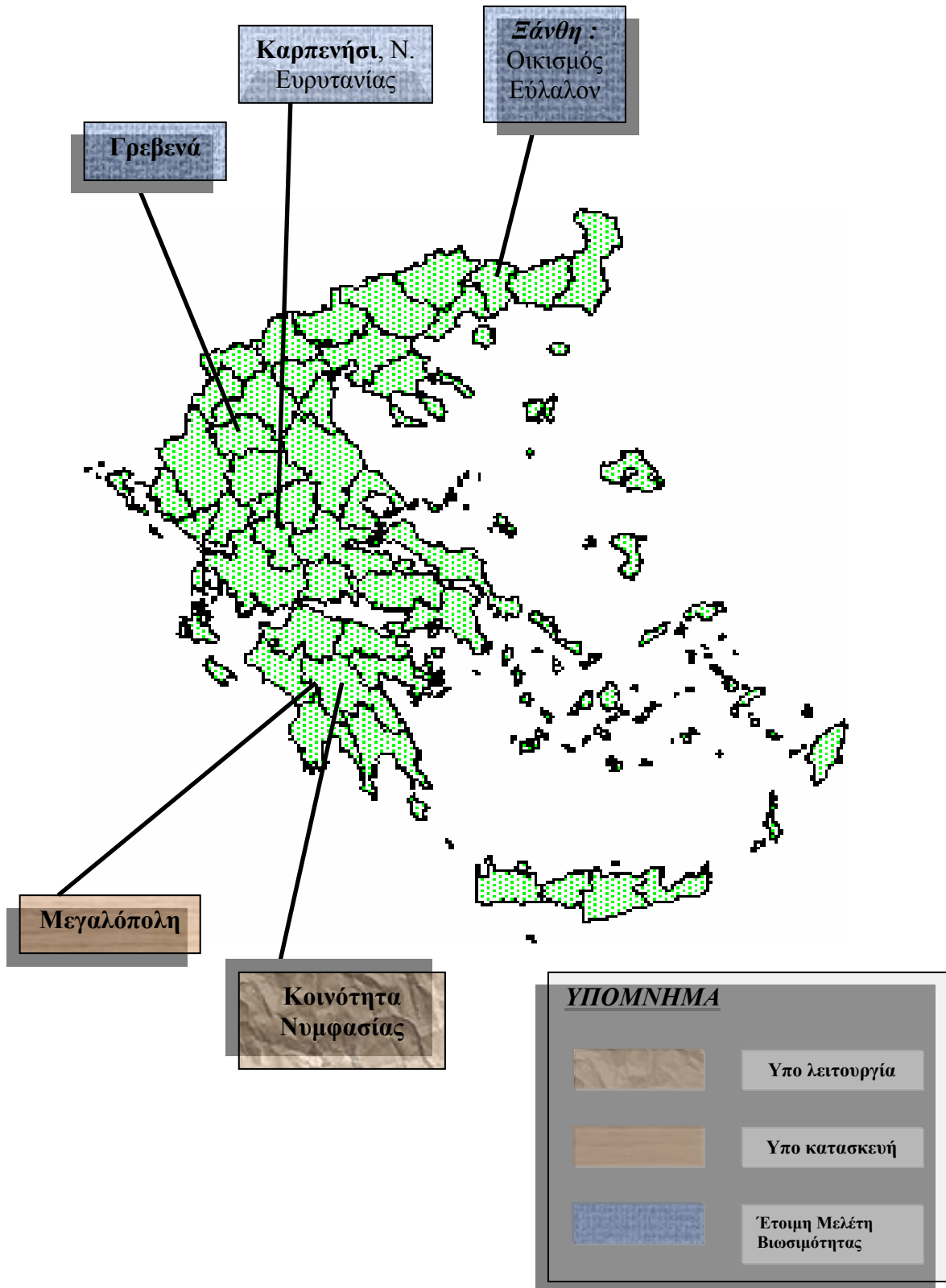
³⁷ <http://www.fernwaermewien.at>



Σχήμα 4.5 Συνοπτική αναπαράσταση συμπερασμάτων παραρτήματος II

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι Ι Ι ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Χάρτης 4.1 Συστήματα Τηλεθέρμανσης από Βιομάζα στην Ελλάδα



«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Ηλιακή ενέργεια & Τηλεθέρμανση



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ & ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ: ΜΙΑ ΝΕΑ ΤΑΣΗ

5.1 Εισαγωγή

Οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις που γίνονται στον ήλιο ελκύουν ενέργεια με τη μορφή ισχυρότατης ακτινοβολίας. Η ακτινοβολούμενη ενέργεια του ήλιου προέρχεται από τη μετατροπή 654 δισεκατομμυρίων τόνων υδρογόνου, σε 650 εκατομμύρια τόνους ήλιου ανά δευτερόλεπτο στο εσωτερικό της ηλιακής σφαίρας. Η επιφάνεια του ήλιου βρίσκεται σε θερμοκρασία περίπου 6.000 °C. Σε αντίθεση, η επιφάνεια της γης έχει μέση θερμοκρασία μόλις 7 °C. Το μέρος εκείνο της γης που βλέπει τον ήλιο δέχεται μια συνολική ακτινοβολία ίση με 173.000 TW. Η συνολική ενέργεια που φτάνει στην επιφάνεια της γης είναι περίπου 121.000 TW. Για την κάλυψη όλων των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας αρκεί η εκμετάλλευση του 0,000001 της ενέργειας αυτής με βαθμό απόδοσης 10%!¹ Δεν είναι υπερβολή να πει κανείς ότι η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί τελικά να είναι η πρώτη ενεργειακή πηγή και ιδεατά η μόνη πηγή για θέρμανση, ηλεκτρισμό και άλλες μορφές εκμετάλλευσης.

Το προφανέστερο χαρακτηριστικό της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ότι η ενέργειά της παρουσιάζει μια μεγάλη χρονική διακύμανση μεταξύ μιας μέγιστης τιμής κατά τη διάρκεια των ευνοϊκότερων συνθηκών της ημέρας και της μηδενικής τιμής που αποκτά τη νύχτα. Επιπλέον υπάρχει μια σημαντική διακύμανση ανάλογα με την εποχή του χρόνου, όπως ανάλογα και με τη γεωγραφική θέση.

Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό είναι ότι η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη γη, αποτελεί μια αραιή μορφή ενέργειας. Για παράδειγμα, η θερμική ισχύς που μεταδίδεται μέσω 1 m² θερμαινόμενης επιφάνειας ενός ατμολέβητα είναι περίπου 35 φορές μεγαλύτερη από τη μέγιστη τιμή ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας στο ίδιο εμβαδόν στην επιφάνεια της γης.

Το αν όμως ο ήλιος μπορεί να δώσει όλη την ενέργεια που χρειάζεται για έναν κόσμο που θα αναπτύσσεται διαρκώς, εξαρτάται από τους τρόπους που θα βρεθούν για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται είτε με παθητικές μεθόδους είτε με διάφορες μεθόδους μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας. Οι μέθοδοι αυτοί ομαδοποιούνται σε 3 κατηγορίες: τις φωτοχημικές, τις φωτοθερμικές και τις φωτοηλεκτρικές μεθόδους. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με τις φωτοθερμικές μεθόδους.

¹ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, 2001 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης

Η ηλιακή θέρμανση και ιδιαίτερα η παραγωγή θερμού νερού με τη χρήση ηλιακής ενέργειας γνωρίζει σημαντική ανάπτυξη και η ανάλογη τεχνολογία έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία στην Ελλάδα, όχι μόνο λόγω της συναλλαγματικής ελάφρυνσης που προκύπτει από τη μείωση των εισαγόμενων συμβατικών καυσίμων, αλλά κυρίως εξαιτίας της περιβαλλοντικά αποδεκτής λύσης που προσφέρεται για τη θέρμανση νερού αλλά και χώρων (solar district heating).

5.2 Παθητική μέθοδος αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας

Με τα παθητικά συστήματα θέρμανσης (σωστός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, προσανατολισμός, θερμική μόνωση, κατάλληλα δομικά υλικά) ένα σπίτι μπορεί να καλύπτει ένα μεγάλο μέρος (80 – 100%) των αναγκών του. Τα πιο βασικά στοιχεία στη δομή του παθητικού ηλιακού συστήματος είναι: α) Νότια προσανατολισμένο ηλιοστάσιο για συλλογή και παγίδευση της ηλιακής ακτινοβολίας και β) Συμπαγείς όγκοι υλικών με σχετικά μεγάλη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση της θερμότητας που παγιδεύεται.²

Στα παθητικά συστήματα θέρμανσης, τη μεγαλύτερη σημασία έχει το τζάμι. Γενικά τα παράθυρα τα οποία καλύπτονται με μονά ή διπλά τζάμια δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία, ένα 10% της οποίας αντανακλάται στο περιβάλλον, ένα 20% συγκρατείται από το διπλό τζάμι. Το υπόλοιπο 70% μπαίνει μέσα στο χώρο. Η ενέργεια αυτή δε βγαίνει πια από τον εσωτερικό χώρο, παρά μόνο με συναγωγή και αγωγιμότητα μέσα από τα τοιχώματα της κατοικίας, όπου με κατάλληλη μόνωση παγιδεύεται στον εσωτερικό χώρο για πολύ περισσότερο χρόνο.

Την καλή αυτή ιδιότητα των τζαμιών την εκμεταλλευόμαστε όχι μόνο στην κατασκευή παραθύρων, αλλά και ολόκληρων υαλοστασίων τα οποία τα τοποθετούμε στο νότιο τμήμα του σπιτιού, διότι ο ήλιος ρίχνει στο εσωτερικό του σπιτιού έτσι, τη μεγαλύτερη ποσότητα ακτινοβολίας, κατά τη διάρκεια του έτους.

Το καλοκαίρι αντίστροφα, εκμεταλλευόμενοι διάφορες αρχιτεκτονικές σχεδιαστικές λύσεις, μπορούμε να εξασφαλίσουμε το δροσισμό του κτιρίου (σκιάστρα, νότιες μαρκίζες, κ.α.).

Τέλος, μια πολύ σημαντική ιδιότητα στην αποθήκευση κατά τη διάρκεια της ημέρας και τη χρησιμοποίηση κατά τη διάρκεια της νύχτας, μπορεί να έχει ένας τοίχος σχετικά μεγάλου όγκου που χρησιμοποιείται πίσω από ένα κατακόρυφο υαλοστάσιο. Η αποταμίευση ενέργειας στον τοίχο την ημέρα και τη χρησιμοποίησή της τη νύχτα, γίνεται με δύο κλαπέ. Την ημέρα είναι ανοικτά οπότε επιτρέπουν τη φόρτιση και τη νύχτα κλείνουν, οπότε ο τοίχος εκφορτίζεται στο εσωτερικό του χώρου.

² Ε. Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, «Βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Παθητικά ηλιακά συστήματα» Θεσσαλονίκη, 1985

5.3 Φωτοθερμικές μέθοδοι μετατροπής

Η ακτινοβολούμενη από τον ήλιο ενέργεια, όταν πέφτει πάνω σε μια μαύρη επιφάνεια, απορροφάται κατά το μεγαλύτερο μέρος της από την επιφάνεια αυτή. Ένα μέρος της θερμότητας μεταφέρεται με αγωγή από την επιφάνεια που απορροφά την ενέργεια, μέσω ενός εργαζόμενου σώματος που μπορεί να είναι το νερό ή ο αέρας που θερμαίνεται, ενώ το υπόλοιπο μεταδίδεται στο περιβάλλον. Αν η επιφάνεια του απορροφητήρα σκεπαστεί με ένα τζάμι ή με περισσότερα, οι θερμικές απώλειες μειώνονται σημαντικά, χωρίς σπουδαία μείωση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας από τον ήλιο. Με τους συλλέκτες πραγματοποιείται η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμική ενέργεια για να ζεστανουμε νερό χρήσης ή χώρους.

5.4 Ηλιακοί συλλέκτες

5.4.1 Επίπεδοι συλλέκτες

Χωρίζονται ανάλογα με το εργαζόμενο μέσο σε συλλέκτες αέρα και υγρού. Η συντριπτική πλειοψηφία των σημερινών διαθέσιμων συλλεκτών είναι υγρού, ενώ οι συλλέκτες αέρα είναι ακόμη στο στάδιο ανάπτυξης. Οι διατάξεις συλλεκτών που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων με κυκλοφορία θερμαινόμενου νερού έχουν την ίδια περίπου απόδοση με τους αντίστοιχους ηλιακούς θερμοσίφωνες και όμοιο τρόπο κατασκευής.

5.4.2 Συγκεντρωτικοί συλλέκτες

Διακρίνονται σε γραμμικής και σημειακής εστίας και αξιοποιούν μόνο την άμεση ακτινοβολία, γεγονός που τους καθιστά ακατάλληλους για τα βόρεια κλίματα. Γενικά οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες πρέπει να παρακολουθούν την κίνηση του ήλιου, ώστε ο οπτικός τους άξονας να στοχεύει στον ήλιο. Λειτουργούν με πολύ καλό βαθμό απόδοσης παρέχοντας ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας (> 300 ° C).

5.4.3 Σωλήνες κενού

Αποτελούνται από κυλινδρικό μαύρο γυαλί, τοποθετημένο στο εσωτερικό άλλου προστατευτικού γυαλιού. Μεταξύ τους δημιουργείται κενό, ενώ με κατάλληλο εξωτερικό κάλυμμα περιορίζονται οι απώλειες ακτινοβολίας. Οι συλλέκτες αυτοί αξιοποιούν την ολική ακτινοβολία.

5.5 Αποθήκευση θερμικής ενέργειας³

Υπάρχουν ποικίλα είδη συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, από τα οποία μερικά περιέχουν τεράστια ποσά ενέργειας και άλλα πολύ μικρά. Οι παράμετροι κλειδιά που πρέπει να εξετάζονται στα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας είναι:

- ✓ Το ποσό της ενέργειας που πρέπει να αποθηκευτεί (πυκνότητα ενέργειας)
- ✓ Η χρονική διάρκεια αποθήκευσης

Έτσι, σε μια μονωμένη δεξαμενή ζεστού νερού ηλιακής θέρμανσης το ενεργειακό περιεχόμενο είναι μεγάλο και η διάρκεια αποθήκευσης μπορεί να είναι αρκετοί μήνες. Στον πίνακα που ακολουθεί κάνουμε ένα διαχωρισμό μεταξύ φυσικής και τεχνητής αποθήκευσης ενέργειας.

A. ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΦΥΣΙΚΗ)	
Ορυκτά καύσιμα (κάρβουνο, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) Βιομάζα	
B. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ (ΤΕΧΝΗΤΗ)	
ΜΕΘΟΔΟΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ
<i>Αποθήκευση θερμότητας</i>	<i>Θερμό νερό - θερμά στερεά</i>
<i>Αποθήκευση χημικής ενέργειας</i>	<i>Καυσόξυλα, συνθετικά καύσιμα, υδρογόνο, συσσωρευτές, κύτταρα καυσίμου</i>
<i>Αποθήκευση μηχανικής ενέργειας</i>	<i>Νερό σε φράγμα</i>
<i>Αποθήκευση ηλεκτρικής & μαγνητικής ενέργειας</i>	<i>Ηλεκτρικό πεδίο - μαγνητικό πεδίο</i>

Πίνακας 5.1 Τεχνητή και φυσική αποθήκευση ενέργειας

Τα ορυκτά καύσιμα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και κάρβουνο, εκτός του ότι είναι οι κύριες πηγές πρωτογενούς ενέργειας, αποτελούν και την καλύτερη μορφή αποθηκευμένης ενέργειας. Η αποθήκευση τους είναι εύκολη, ιδίως των πετρελαιοειδών και ο χρόνος αποθήκευσης εξαρτάται από το πότε θα χρειαστεί να καταναλωθούν. Από την άλλη πλευρά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν έχουν μια σταθερή παροχή ενέργειας και ούτε μπορούν να αποθηκευτούν άμεσα. Έτσι απαιτούν τεχνητή ουσιαστικά αποθήκευση.

³ Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, 2001 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης

Η θερμική ενέργεια που μας ενδιαφέρει επί της παρούσης, μπορεί να αποθηκευτεί σαν:

- Αισθητή θερμότητα (αλλαγή θερμοκρασίας)
- Λανθάνουσα θερμότητα (ισόθερμη αλλαγή φάσης)
- Με συνδυασμό και των δύο

Τα συστήματα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας συνήθως περιλαμβάνουν:

- Μέσο αποθήκευσης (νερό συνήθως)
- Δοχείο / δεξαμενή αποθήκευσης
- Μόνωση
- Εναλλάκτες θερμότητας
- Ρευστό για τη μεταφορά της θερμότητας (νερό στα συστήματα Τ/Θ)
- Αντλίες
- Συστήματα ελέγχου

Ο βαθμός απόδοσης υπολογίζεται ως:

$$\text{Βαθμοί απόδοσης: } \frac{Q_{\text{input}} - Q_{\text{waste}}}{Q_{\text{input}}}$$

1) Αποθήκευση αισθητής θερμότητας

Αισθητή θερμότητα αποθηκεύεται όταν η θερμοκρασία του μέσου αποθήκευσης αυξάνει. Σαν μέσο αποθήκευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε στερεό ή υγρό:

- Που είναι σταθερό χημικά και δομικά

- Με μεγάλη πυκνότητα
- Με μεγάλη θερμοχωρητικότητα⁴
- Με αποδεκτό κόστος

Για θερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας, τα πιο κοινά μέσα αποθήκευσης είναι το νερό και τα βότσαλα / χαλίκια, λόγω του χαμηλού κόστους και της μεγάλης διαθεσιμότητας. Για θερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας έχουν προταθεί σαν καταλληλότερα υλικά οι πέτρες και τα ορυκτέλαια.

Από μετρήσεις έχει αποδειχθεί ότι για την αποθήκευση ίσης ποσότητας αισθητής θερμότητας, χρειαζόμαστε αποθήκη με πέτρες τριπλάσιου όγκου από τον όγκο δεξαμενής νερού.

2) Αποθήκευση λανθάνουσας θερμότητας

«Λανθάνουσα» θερμότητα μπορεί να αποθηκευτεί μέσω αλλαγής φάσης διαφόρων υλικών. Λόγω προβλημάτων όγκου, έχει ενδιαφέρον η λανθάνουσα θερμότητα τήξης. Έτσι με την τήξη ενός στέρεου, π.χ. κερι, αποθηκεύεται θερμότητα και στη συνέχεια παραλαμβάνεται μέσω της στερεοποίησης του υγρού. Στα συστήματα αποθήκευσης λανθάνουσας θερμότητας μια πολύ μικρή διαφορά θερμοκρασίας (παραμένει σχεδόν σταθερή) είναι αρκετή για την αλλαγή της φάσης από στερεό σε υγρό, γεγονός που είναι θετικό για τα θερμικά φορτία (και στην περίπτωση ηλιακών συστημάτων και για τον συλλέκτη). Το κυριότερο όμως πλεονέκτημα είναι ότι μπορούν να αποθηκευτούν και να ελευθερωθούν ανά μονάδα μάζας του υλικού, μεγάλες ποσότητες ενέργειας με αποτέλεσμα την ανάγκη μικρότερου όγκου αποθήκης.

Μειονέκτημα της αποθήκευσης λανθάνουσας θερμότητας είναι ότι πολλά γνωστά υλικά έχουν διάρκεια ζωής μόνο λίγα χρόνια και στη συνέχεια απαιτείται αντικατάστασή τους με αποτέλεσμα την οικονομική επιβάρυνση του συστήματος αποθήκευσης επειδή σε σύγκριση με το νερό ή τα χαλίκια, το κόστος τους είναι αρκετά υψηλό.

Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι για τα συστήματα θέρμανσης, καλύτερο αποθηκευτικό μέσο της θερμικής ενέργειας, είναι το νερό⁵.

⁴ Το ποσό της ενέργειας που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας της μονάδας όγκου ή μάζας ενός υλικού κατά ένα βαθμό.

⁵ Στο 2^ο κεφάλαιο διαπιστώσαμε ότι το αποθηκευτικό μέσο στους αποθηκευτήρες που ετοιμάζονται για τις αιχμές της τηλεθέρμανσης της πόλεως Κοζάνης, είναι το νερό.

5.6 Μελέτη περιπτώσεων ηλιακής τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη και στον Καναδά

Παρά την πολύ βελτιωμένη ποιότητα εξοπλισμού και τις υψηλότερες προδιαγραφές αποτελεσματικότητας των συστημάτων ηλιακής θέρμανσης, οι ενεργειακές εφαρμογές δεν έχουν πετύχει ακόμα να συλλάβουν τις αξιόλογες μετοχές αγοράς μέσα στην Ευρώπη. Εντούτοις, αποτελεί ευχάριστο γεγονός, ειδικότερα στην ενέργεια τοπικών αρχών και τη δράση προστασίας κλίματος, η ύπαρξη σχεδίων και η εφαρμογή τους. Υπάρχουν καλά παραδείγματα στο τοπικό επίπεδο, που αξίζει να δούμε μερικά.

5.6.1 Case study: Kungälv, Sweden⁶

Το Kungälv (15.000 κάτοικοι) βρίσκεται στη δυτική ακτή της Σουηδίας στα βόρεια του Goteborg,. Το Kungälv έχει μια ιστορία χιλίων ετών .Η βιομηχανική περιοχή της πόλης έχει προσελκύσει βιομηχανίες αυτοκίνητων, επεξεργασία καπνών και χημικές βιομηχανίες.

Κλιματολογικά στοιχεία:

Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία: 1200 kWh/m²

Ετήσια μέση θερμοκρασία: 8°C

Το Kungälv είναι μέλος της ένωσης Ecocities στην οποία ανήκουν περίπου 60 σουηδικοί δήμοι. Ο κύριος σκοπός αυτής της ένωσης είναι να εντείνει τη συνεργασία μεταξύ των τοπικών αρχών στα περιβαλλοντικά και ενεργειακά ζητήματα. Πολλοί δήμοι στη Σκανδιναβία ήδη λειτουργούν με βάση την περιβαλλοντικά προσανατολισμένη ενεργειακή πολιτική από τη δεκαετία του '80. Ένα νέο ενεργειακό σχέδιο αναπτύχθηκε στους θετούμενους στόχους του 1998 για το έτος 2005. Οι στόχοι περιλαμβάνουν μια γενική μείωση της ενεργειακής απαίτησης και μια ενταγμένη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και επίσης μια ισορροπημένη ηλεκτρική απαίτηση: **καμία χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για λόγους θέρμανσης** και μείωση των περιβαλλοντικά επικίνδυνων ουσιών. Το Kungälv προγραμμάτισε ένα ηλιακό θερμικό πρόγραμμα για πρώτη φορά το 1980. Σε εκείνο το σχέδιο, η θερμότητα θα αποθηκευόταν στα βουνά. Εντούτοις, το πρόγραμμα απέτυχε λόγω έλλειψης οικονομικής υποστήριξης. Στα μέσα της δεκαετίας του '80, μια ανανεωμένη προσπάθεια καταβλήθηκε προκειμένου να αναλύσει τις ευκαιρίες για εντατική ηλιακή θερμική χρήση, αυτή τη φορά σε συνδυασμό με βιομάζα. Η αρχική εργασία προγραμματισμού αφορούσε την ηλιακή δυνατότητα 10.000m², που πραγματοποιήθηκε το 2006 από το 1993. Το 1996, η διοίκηση της πόλης αποφασίζει και κατασκευάζει αρχικά τις εγκαταστάσεις θέρμανσης από βιομάζα, συγχρόνως καθιερώνοντας το τοπικό σύστημα ανεφοδιασμού θερμότητας, το οποίο τελικά έλαβε λειτουργία το φθινόπωρο του 1997, που αντικατέστησε 38 κεντρικές θερμάνσεις πετρελαίου. Αυτή η προσπάθεια δημιουργήθηκε χωρίς κυβερνητική υποστήριξη. Περιλαμβάνει έναν 13 MW λέβητα (συμπεριλαμβανομένης της διατήρησης σταθερής θερμοκρασίας

⁶ <http://www.kungalv.se>

εξάτμισης), δύο πετρελαιοκίνητους λέβητες 12 MW και μια αποθήκη για τη βιομάζα χωρητικότητας 1.000 m³. Το χειμώνα, τα ξύλινα τσιπ που παράγονται από τα υπολείμματα δασονομίας παρέχονται καθημερινά σε μια αποθήκη κοντά στις εγκαταστάσεις θέρμανσης από αποστάσεις 50 ή 60 χλμ. Οι ενός έτους συμβάσεις είναι παραχωρημένες στους προμηθευτές βάσει μιας ετήσιας προκήρυξης αναδοχής έργου. Η τέφρα που προκύπτει από την καύση της βιομάζας σκορπίζεται στα περιβάλλοντα δάση.



Εικόνα 5.1 Το σύστημα ηλιακής τηλεθέρμανσης της πόλης Kungälv στη Σουηδία

Οι εγκαταστάσεις ήταν το μεγαλύτερο σύστημα ηλιακής τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2001. Προκειμένου να βελτιωθεί η καταγραφή των ενεργειακών ροών από τους συλλέκτες και τους λέβητες θέρμανσης στη δεξαμενή αποθήκευσης και από εκεί στους καταναλωτές, ένα σύστημα ενεργειακής μέτρησης ιδρύθηκε για τη μέτρηση της τηλεθέρμανσης. Όλες οι ροές θερμότητας είναι έτσι μετρημένες συνεχώς από τη μονάδα ελέγχου των εγκαταστάσεων. Οι δαπάνες επένδυσης της ηλιακής εγκατάστασης 10.000m² κόστισαν 2.218 εκατομμύρια €, στα οποία η Σουηδική κυβέρνηση και η Ευρωπαϊκή Ένωση παρείχαν συνολικά 0,79 εκατομμύρια € σαν επιχορήγηση.

Το τοπικό σύστημα τηλεθέρμανσης αυτήν την περίοδο παρέχει περίπου το 50% της ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση χώρου και θερμού νερού χρήσης. Περίπου 200 σπίτια και 200 περαιτέρω κτίρια συμπεριλαμβανομένων σχολείων, βιομηχανικά κτίρια και κατοικημένα διαμερίσματα. Η θερμότητα που παρέχεται με την τοπική τηλεθέρμανση υπολογίζεται σε 84.4 GWh κατά το έτος 2000, του οποίου 67 GWh (περίπου 80%) προήλθαν από ξύλινα τσιπ (βιομάζα), 17,2 GWh από το πετρέλαιο και 0,2 GWh από την ηλιακή ενέργεια. Το 2001 είναι το πρώτο έτος στο οποίο οι εγκαταστάσεις είναι πλήρως ολοκληρωμένες και σε λειτουργία για ένα πλήρες έτος. Έτσι σήμερα 4 GWh παράγονται από ηλιακή ενέργεια.

5.6.2 Case study: FRIEDRICHSHAFEN Germany

Το Friedrichshafen βρίσκεται στις ακτές της λίμνης Constance (Bodensee), στη νοτιοδυτική Γερμανία. Έχει 53.000 κατοίκους και είναι γνωστό και ως τουριστικό αξιοθέατο και ως πόλη όπου τα zeppelins κατασκευάστηκαν κατά τον β' παγκόσμιο πόλεμο. Σήμερα, το Friedrichshafen αποτελεί έδρα για επιχειρήσεις υψηλής τεχνολογίας.

Κλιματολογικά στοιχεία:

Ημέρες βαθμού (βάση 17 °C): 3.717

Ετήσια μέση θερμοκρασία: 9.7 °C

Μαζί με τους πολίτες, η πόλη και το διοικητικό συμβούλιο λαμβάνουν σημαντικές αποφάσεις και τις ωθούν για τη βέλτιστη ενεργειακή χρήση στις εσωτερικές ή εμπορικές δραστηριότητες της πόλης. Μεταξύ των θεμάτων, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και κυρίως η ηλιακή θερμική ενέργεια, λαμβάνουν ειδικά την υψηλή προτεραιότητα. Η πρακτική λειτουργούσα εμπειρία αρκετών ετών έχει αποδείξει τους περιορισμούς και τις προοπτικές αυτής της τεχνολογίας της ηλιακής τηλεθέρμανσης.

Σε μια θεμελιώδη απόφαση από το διοικητικό συμβούλιο της πόλης, τον Αύγουστο του 1994, αποφασίστηκε να ενσωματωθεί ένα ηλιακώς -τροφοδοτούμενο σύστημα τηλεθέρμανσης με τη μακροπρόθεσμη αποθήκευση της θερμικής ενέργειας σε δεξαμενές, ως σημαντικό συστατικό και την παροχή οδηγιών και κανόνων στις ομάδες των κτιρίων που θα συμμετείχαν στο σύστημα, έτσι ώστε να πληρούν κατασκευαστικά κριτήρια περιβαλλοντικής αρχιτεκτονικής. Το γενικό πρόγραμμα νότιου Wiggenghausen διαιρείται σε τρία τμήματα. Τα πρώτα δύο τμήματα είναι μέρος του solar -energy προγράμματος, ενώ το τρίτο τμήμα θα είναι συνδεδεμένο με το ήδη υπάρχον σύστημα τηλεθέρμανσης και δεν θα τροφοδοτείται από τον ήλιο. 250 οικοδομήματα που στεγάζουν νοικοκυριά προγραμματίστηκαν για τα τέσσερα τέταρτα του πρώτου τμήματος. Αλλά με την ολοκλήρωση του πρώτου τμήματος το 1996, συνολικά 280 μονάδες παραδόθηκαν στους πελάτες. Τα επίπεδα θερμικής μόνωσης των κτιρίων που δημιουργούνται πηγαίνουν αρκετά πέρα από τις απαιτήσεις του 1995, της διάταξης περί θερμικής μόνωσης έτσι ώστε οι τιμές είναι περίπου 20% χαμηλότερες από τα καθορισμένα πρότυπα.

1st section	Building 1 StWB	Building 2 LEG	Building 3 KGB	Building 4 SW	Building 5 KiGa	Total for Buildings 1- 4
Number of housing units	72	63	83	62	-	280
Floor space	5,372 m ²	4,761 m ²	5,600 m ²	5,652 m ²	1,552 m ²	21,385 m ²
Space heat requirement	193 kW	200 kW	239 kW	290 kW	50 kW	922 kW
Hot water production	110 kW	135 kW	157 kW	115 kW	20 kW	517 kW
Average heat consumption 1997-2001	490 MWh	470 MWh	580 MWh	470 MWh	60 MWh	2,010 MWh

Πίνακας 5.2 Πληροφορίες για τα κτίρια του πρώτου τομέα της τηλεθέρμανσης της πόλης

Η χρηματοδότηση του προγράμματος

Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση (ερευνητικό πρόγραμμα "Solar thermie 2000") επιχορήγησε την κατασκευή της δεξαμενής της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης και το σύστημα ηλιακής τηλεθέρμανσης με συνολικά 53% επί τις συνολικές δαπάνες. Άλλοι σημαντικοί υποστηρικτές είναι οι πελάτες, με τις επιχορηγήσεις κατασκευή-κόστους επί του 24% των συνολικών δαπανών. Οι ηλιακοί συσσωρευτές του πρώτου τμήματος επιχορηγήθηκαν από το κράτος με 9% επί των συνολικών δαπανών. Το Technische Werke Friedrichshafen είναι οι ιδιοκτήτες και οι διαχειριστές του συστήματος ηλιακής τηλεθέρμανσης και της δυνατότητας αποθήκευσης θερμικής ενέργειας και έχει συμπεριληφθεί επίσης και ο κίνδυνος του κατασκευαστή και του διαχειριστή με αποζημίωση σε περίπτωση υπερβάσεων του κόστους.

Η περιγραφή του ανεφοδιασμού θερμότητας του ηλιακού συστήματος τηλεθέρμανσης

Στις στέγες των κτιρίων του πρώτου και δεύτερου τμήματος, περίπου 4.300 m² ηλιακοί συσσωρευτές έχουν εγκατασταθεί. Η ηλιακή θερμότητα που παράγεται το καλοκαίρι τροφοδοτεί την αποθήκευση που επαναφορτίζει το βρόχο της μονάδας μακροπρόθεσμης αποθήκευσης. Στις εγκαταστάσεις θέρμανσης, μέσω ενός χωριστού δικτύου διανομής ηλιακής θερμότητας και τη βοήθεια εναλλακτών, αποφορτίζεται η αποθηκευμένη ενέργεια τροφοδοτώντας έτσι το δίκτυο τηλεθέρμανσης. Η μακροπρόθεσμη αποθήκευση θερμότητας γίνεται σε θερμοκρασίες από 40°C έως και 90°C όταν ο ήλιος λάμπει.

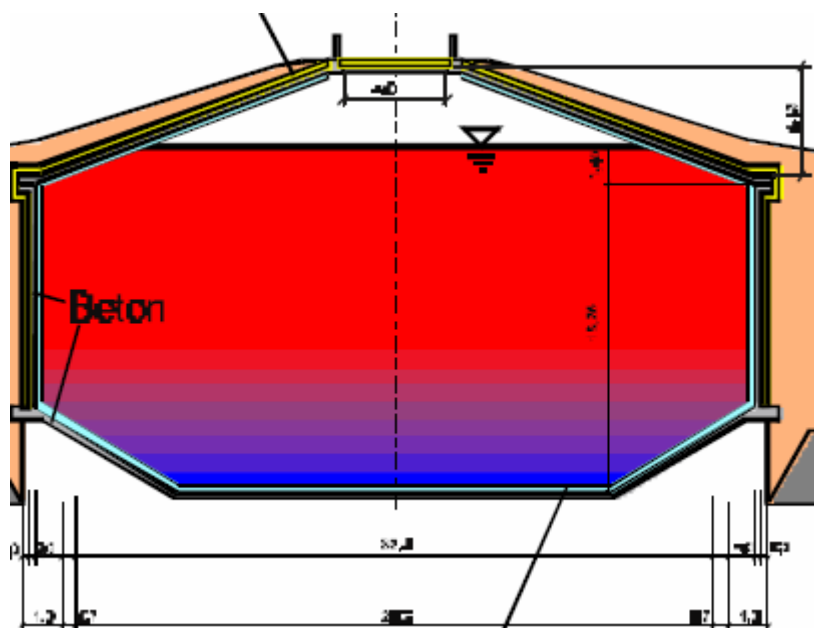
Ο στόχος του πιλοτικού έργου του νότιου Wiggenshausen είναι να καλυφθεί σχεδόν η μισή συνολική θερμική απαίτηση για τη θέρμανση χώρου και παροχή θερμού νερού χρήσης, 570 μονάδων κατοικίας με την ηλιακή ενέργεια. Το άλλο μισό θα καλυφθεί με γκάζι (φυσικό αέριο) που τροφοδοτεί άλλωστε το υπόλοιπο της πόλης με τηλεθέρμανση.

Οι ηλιακοί συσσωρευτές

Το κύριο συστατικό είναι οι επίπεδοι ηλιακοί συσσωρευτές, με μια περιοχή επιφάνειας 2.700 m². Το άνοιγμα των μεμονωμένων σειρών κυμαίνεται από 7,5 m² σε 12,5 m², ανάλογα με τον κατασκευαστή. Μερικοί από τους συλλέκτες είναι τοποθετημένοι σε ανυψωμένα μονταρίσματα στη στέγη, ενώ άλλοι είναι ενσωματωμένοι πάνω στη στέγη. Οι δαπάνες, συμπεριλαμβανομένης της υπολειμματικής αξίας των συλλεκτών, κυμαίνονται από περίπου 175€ με 235€ ανά τετραγωνικό μέτρο, ανάλογα με το πρότυπο του συλλέκτη.

Η μονάδα μακροπρόθεσμης αποθήκευσης θερμότητας

Η μονάδα μακροπρόθεσμης αποθήκευσης θερμότητας σχεδιάστηκε ως μια κυλινδρική δεξαμενή με μια κορυφή και κατώτατο σημείο που έχει τη μορφή από τους περικομμένους κώνους. Αυτή η μορφή, με τη βέλτιστη αναλογία του όγκου στην επιφάνεια της περιοχής, επέτρεψε αρκετή μείωση του κόστους για τις δαπάνες κατασκευής. Η δεξαμενή είναι κατασκευασμένη με stainless-steel (ανοξείδωτο ατσάλι) κάλυψη (1,25 χιλ.) ως προστασία ενάντια στη διάχυση ατμού. Η μονάδα μακροπρόθεσμης αποθήκευσης θερμότητας είναι εξ ολοκλήρου θαμμένη στο χώμα.



Εικόνα 5.2 Τομή της δεξαμενής αποθήκευσης θερμικής ενέργειας

Κύριες δαπάνες & εμπορική βιωσιμότητα της επένδυσης

Οι κύριες δαπάνες για το πρώτο τμήμα του συστήματος ηλιακής τηλεθέρμανσης, ανήλθαν σε περίπου 3 εκατομμύρια €. Για 280 ολοκληρωμένες μονάδες κατοικίας, αυτό σημαίνει μια δαπάνη της τάξεως των 8.600 € ανά μονάδα. Συνολικές ετήσιες δαπάνες 90.000 € και μιας ετήσιας παραγωγής θερμότητας του μεγέθους 1.980 MWh σε μια τιμή περίπου 45 € ανά MWh (η αντίστοιχη τιμή της τηλεθέρμανσης Κοζάνης είναι της τάξεως των 40 € όπως είδαμε στο 2^ο κεφάλαιο). Στο πρώτο τμήμα υπολογίζεται ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά m² 94 kWh/m, κατά μέσο όρο.

Σύνοψη

Το ηλιακό σύστημα τηλεθέρμανσης της πόλης έχει γίνει γνωστό σαν η μεγαλύτερη ηλιακή εγκατάσταση της Γερμανίας. Αυτό αποδεικνύεται εύγλωττα από τους μεγάλους αριθμούς των ομάδων επισκεπτών που έρχονται να

μάθουν για τα συστήματα ανεφοδιασμού ηλιακής (και συμβατικής) θερμότητας. Το πρώτο τμήμα εφαρμόστηκε στην έκταση που προγραμματίστηκε. Η λειτουργική εμπειρία που αποκτιέται τώρα κατά τη διάρκεια αρκετών ετών έχει θέσει αρκετά όρια των θεωρητικών αναλύσεων και των προβλέψεων για μερικά από τα τμήματα αυτού του είδους συστημάτων τηλεθέρμανσης. Η εποχιακή τεχνολογία αποθήκευσης θερμότητας πρέπει να αξιοποιηθεί περαιτέρω προκειμένου να μειώσει τις προς το παρόν υψηλές δαπάνες συστημάτων. Τα προβλεφθέντα ποσά ηλιακής θερμότητας και της δυνατότητας αποθήκευσης δεν πραγματοποιήθηκαν πλήρως. Ούτε οι προγραμματισμένες θερμοκρασίες επιστροφής του νερού στο δίκτυο, 25°C έως 30°C επιτεύχθηκαν. Υψηλές απώλειες αποθήκευσης και επιστροφή θερμοκρασιών υψηλότερων, καθώς και μείωση της ικανότητας αποθήκευσης του μακροπρόθεσμου συστήματος αποθήκευσης θερμότητας και της ηλιακής παραγωγής, δίχασαν τους μελετητές.

Η ενεργειακή ισορροπία μετά από πέντε έτη λειτουργίας δείχνει ότι ειδικότερα, το αναμενόμενο 100% της κάλυψης του ανεφοδιασμού θερμότητας από την ηλιακή εγκατάσταση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του πρώιμου φθινοπώρου, δεν έχει επιτευχθεί. Η εμπειρία που συσσωρεύεται, συμβάλλει ήδη στην οικοδόμηση του δεύτερου τμήματος, με περισσότερη επιτυχία και ήδη περισσότερο ευοίωνες προβλέψεις για την απόδοση του συνολικού συστήματος, συμπεριλαμβανομένου και του πρώτου μέρους.

5.6.3 Case study: Ballerup, Denmark⁷

Στην πρωτεύουσα της Δανίας, την Κοπεγχάγη, η ηλιακή θέρμανση περιοχής καλύπτει μέρος της απαίτησης θερμότητας σε μια περιοχή με 100 διαμερίσματα. Αυτό έχει προκαλέσει μια αξιοπρόσεκτη μείωση στο λογαριασμό θερμότητας που πληρώνουν οι καταναλωτές και συνδυάζεται και με άλλες πρωτοβουλίες. Το πρόγραμμα ενέπνευσε ένα μεγάλο αριθμό παρόμοιων προγραμμάτων με σφαιρική προσέγγιση, χαμηλή ενέργεια, σχέδια οικοδόμησης και στη Δανία και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

Το Ballerup βρίσκεται 15 χιλιόμετρα από την πρωτεύουσα της Δανίας, την Κοπεγχάγη. Ο δήμος Ballerup είναι το σπίτι για περίπου 45.000 κάτοικους.

Κλιματολογικά στοιχεία:

Ημέρες βαθμού (βάση 17 °C): 3.400

Ώρες του ήλιου ετησίως: 1.750

Ετήσια μέση θερμοκρασία: 7.8 °C

Από την αρχή της δεκαετίας του '80, ο δήμος του Ballerup ήταν στην πρώτη γραμμή σχετικά με τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Στο "πρόγραμμα δράσης Ατζέντα" από τον Αύγουστο του 1999, ο δήμος τονίζει ότι η χρήση του συλλογικού ανεφοδιασμού θερμότητας και οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας

⁷ www.cenergie.dk

πρέπει να εφαρμοστούν. Η ηλιακή θέρμανση αποτελεί ένα μεγάλο μέρος αυτού του εγχειρήματος. Ο δήμος είναι οικοδεσπότης για μια μεγάλη περιοχή διαβίωσης αποκαλούμενη Egebjerggerd, το οποίο περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών προγραμμάτων που κυμαίνονται από την εστίαση στην περιβαλλοντική αρχιτεκτονική, μέχρι την αποταμίευση της ενέργειας. Το Skotterparken είναι μια περιοχή διαβίωσης που περιέχει περίπου 100 διαμερίσματα στα οποία παρέχονται εν μέρει συνδυασμένη, μέσω ηλιακής θέρμανσης και από γκάζι, θερμότητας. Επιπλέον, ο δήμος Ballerup εμπλέκεται σε άλλα προγράμματα σχετικά με εξοικονόμηση ενέργειας και εφαρμογή της ανανεώσιμης ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει τις μελέτες στο πώς να προωθηθεί η ηλιακή ενέργεια, μελέτες σκοπιμότητας στην εφαρμογή της ανανεώσιμης ενέργειας γενικά, προγράμματα για τη συγκεκριμένη εξοικονόμηση ενέργειας στα σχολεία, κ.α. Όλα αυτά τα προγράμματα έχουν χρηματοδοτηθεί εν μέρει από την Ευρωπαϊκή Ένωση.



Εικόνα 5.3 Πανοραμική άποψη του Skotterparken στην Δανία

Τα διαμερίσματα στο Skotterparken χτίστηκαν ήδη το 1992, στεγάζοντας 100 οικογένειες. Το Skotterparken περιλαμβάνει την εν μέρει ηλιακή θερμότητα που βασίζεται, σε τηλεθέρμανση με ένα ειδικό "πρόγραμμα διαχείρισης" που ελέγχει το σύστημα και μειώνει την απώλεια θερμότητας στους σωλήνες εντυπωσιακά.

Η πιο καινοτόμος πτυχή του συστήματος είναι τα έξι, ηλιακά συστήματα θέρμανσης με τα περίπου 100 m² ηλιακών συσσωρευτών το κάθε ένα. Αυτό είναι ίσο με 6 m² ηλιακούς συλλέκτες ανά διαμέρισμα. Το σύστημα διαχείρισης (EMS) χρησιμοποιείται στον έλεγχο της λειτουργίας του δικτύου τηλεθέρμανσης. Έτσι κάθε φορά, ανάλογα με τη ζήτηση θερμότητας, κάποιες δεξαμενές παρέχουν ζεστό νερό στο δίκτυο, ενώ οι υπόλοιπες γεμίζουν με το κρύο νερό (30 - 35 °C) επιστροφής, για να το ξανακυκλοφορήσουν στους ηλιακούς συλλέκτες για αναθέρμανση. Αυτό σημαίνει ότι οι σωλήνες υπόκεινται μόνο στις απώλειες θερμότητας όταν συνεχίζεται ένας σφυγμός.

Αυτό σώζει πολλή ενέργεια – ειδικά το καλοκαίρι. Η μέθοδος είναι γνωστή ως «σφυγμός λειτουργίας». Το πλεονέκτημά του είναι λιγότερη απώλεια θερμότητας από τους σωλήνες διανομής από ό,τι θα εμφανιζόταν εάν το υπέρθερμο νερό ήταν σε σταθερή κυκλοφορία όπως στα συμβατικά συστήματα τηλεθέρμανσης. Σε ηλιόλουστη περίοδοι οι στάσεις συστημάτων διανομής είναι καθολικές, αποτρέποντας κατά συνέπεια τις ιδιαίτερες απώλειες θερμότητας.

Τα κύρια αποτελέσματα από το πρόγραμμα στο Skotterparken μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- ✓ Το κανονικό ποσό ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση και το καυτό νερό 180 kWh/ m² (κανονικών κατοικιών) έχει μειωθεί από 92 kWh/ m² το 1993, σε 82 kWh/ m² το 1994 με επίτευξη 77 kWh/ m² το 1995.
- ✓ Η αποταμίευση 65% των απωλειών δικτύων θέρμανσης περιοχής λήφθηκε από τη χαμηλή θερμοκρασία, χάρη στη λειτουργία του σφυγμού.
- ✓ Το ηλιακό σύστημα παράγει 274 kWh/ m² (που αντιστοιχεί σε 382 kWh/ m² αν συμπεριλάβουμε και την ελάττωση των απωλειών.
- ✓ Η θέρμανση τιμολογεί μόνο 4,42 ευρώ που είναι ίσο με περίπου 40% μιας "κανονικής" τιμολόγησης θέρμανσης.
- ✓ Μια καλή οικονομική αποταμίευση για τους καταναλωτές βασίστηκε σε μια πρόσθετη επένδυση περίπου 8% έναντι της κανονικής κατοικίας και επιχορηγήσεις από εξωτερικές πηγές.

Εκτός από το ηλιακά υποστηριζόμενο δίκτυο θέρμανσης, υπάρχει ένα ευρύ φάσμα άλλων ενεργειών για την αποταμίευση ενέργειας που εφαρμόζονται στο Skotterparken. Αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα είναι τα ακόλουθα:

- Πρόσθετη μόνωση, η οποία προστίθεται συνήθως στα ανώτατα όρια με ένα συνολικό πάχος 375 χιλ.
- Τα διαμερίσματα είναι σχεδιασμένα αεροστεγώς κάνοντας τη φυσική εναλλαγή αέρα τόσο χαμηλή όπως 0,1 φορές ανά ώρα.
- Η τοποθέτηση υαλοπινάκων χρησιμοποιείται παντού με παράθυρα δύο στρωμάτων με ένα κενό αέρα 15 χιλιοστών.
- Το σύστημα εξαερισμού με counter-flow, διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας χρησιμοποιείται σε κοινά συστήματα για 4 - 5 διαμερίσματα. Το σύστημα ανακτεί περίπου 80% της ενέργειας στην εξωτερική ροή του αέρα. Οι ειδικοί εξαεριστήρες εργάζονται με μια χρήση ηλεκτρικής ενέργειας μόνο 35 -50 W.
- Αποταμίευση ηλεκτρικής ενέργειας με υπαίθριο φωτισμό.

Σύνοψη

Η Κοπεγχάγη έχει αναπτυχθεί προκειμένου να αλλαχτούν οι κανόνες για τη βιώσιμη πρακτική οικοδόμησης. Τα ενδιαφέροντα αποτελέσματα με το σύστημα του Skotterparken, το 1992, οδήγησαν σε μια πρωτοβουλία μαζί με τη Δανική ένωση κατοικίας για να διαμορφώσει μια συνεργασία δικτύων κατοικίας μέσα στην Ευρώπη. Έτσι μέσω του προγράμματος E.E. - Thermie και αυτό το δίκτυο, χρηματοδοτήθηκαν αργότερα 11 ηλιακά συστήματα, χαμηλής ενέργειας σε 7 διαφορετικές χώρες της Ευρώπης.

Το 1994, το Skotterparken έλαβε τη διεθνή διάκριση κατοικίας "το βραβείο παγκόσμιων βιότοπων". Αυτό επειδή το Skotterparken θεωρήθηκε ως ένα από τα πρώτα παραδείγματα μιας λεπτομερούς συναρμολόγησης «αστικής οικολογίας» στον τομέα του κτιρίου όσον αφορά στη συνδυασμένη κατανάλωση ενέργειας και ύδρευσης.

Το Skotterparken μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα πρότυπο για άλλα παρόμοια προγράμματα κτιρίου – όχι μόνο στο βιομηχανοποιημένο κόσμο αλλά και στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες.

5.6.4 Case study: Alberta - Canada⁸

Οι ενεργειακοί εμπειρογνώμονες στο κέντρο ενεργειακής τεχνολογίας φυσικών πόρων, CANMET του Καναδά (NRCan's) (CETC) ενσωματώνουν τις ανανεώσιμες και προηγμένες ενεργειακές τεχνολογίες σε ένα πρόγραμμα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας της Βόρειας Αμερικής στο πρώτο μεγάλης κλίμακας έργο ηλιακής τηλεθέρμανσης για να καταδειχθεί ότι η ηλιακή τεχνολογία είναι μια βιώσιμη πηγή ενέργειας στα κρύα κλίματα.

Ένα από μακρού υφιστάμενο εμπόδιο στην ηλιακή θέρμανση, στα κρύα κλίματα είναι η αξιοπρόσεκτη απουσία του ήλιου κατά τη διάρκεια τριών από τις τέσσερις εποχές. Οι σύντομες ημέρες, οι νεφελώδεις ουρανοί και οι χιονισμένοι ηλιακοί συλλέκτες είναι σημαντικά εμπόδια που πρέπει να υπερκεραστούν.

Για να εξετάσουν αυτό το εμπόδιο, η ομάδα CETC και οι συνεργάτες της ανέπτυξαν ένα σύστημα εφαρμοσμένης μηχανικής, που θα συλλάβει τη θερμική ενέργεια του ήλιου, θα αποθηκεύσει αυτήν την ενέργεια υπόγεια και θα την ανακτήσει αργότερα για να παρέχει την απαραίτητη θέρμανση χώρου. Ανερχόμενη σε μια θερμοκρασία 80°C, η υπόγεια αποθήκευση θα διατηρήσει αρκετή ενέργεια για να θερμάνει τα 52 σπίτια της κοινότητας.

Αρχικά προβλεπόταν σχέδιο για την ολοκλήρωση το φθινόπωρο του 2005 (που δεν έχει επιτευχθεί ακόμα), βάση του οποίου θα αποτελείται από 800

⁸ Doug McClenahan, Project Leader Sustainable Buildings and Communities - Renewables CANMET Energy Technology Centre, Natural Resources Canada, www.nrcan.gc.ca

συλλέκτες που ενσωματώνονται στο κοινοτικό σχέδιο για να συλλάβουν την ηλιακή ενέργεια. Οι συλλέκτες θα παραγάγουν 1,5 MW της θερμικής δύναμης μια χαρακτηριστική θερινή ημέρα.



Εικόνα 5.4 Παραγόμενη από υπολογιστή εναέρια άποψη της κοινότητας

Η θερμότητα θα μεταφέρεται υπόγεια χρησιμοποιώντας την τεχνολογία θερμικής-ενεργειακής αποθήκευσης. Αυτό το σύστημα αποτελείται από 144 τρύπες που τεντώνουν 37 μέτρα κάτω από το έδαφος και καλύπτουν μια περιοχή επιφάνειας με διάμετρο 35 μέτρων.

Ένα προηγμένο σύστημα θέρμανσης περιοχής θα ανακτήσει τη θερμότητα και θα τη διανείμει μετά από τη ζήτηση σε όλη την κοινότητα. Τα καινοτόμα ενσωματωμένα μηχανικά συστήματα, που αναπτύσσονται επίσης σε συνεργασία με τη CETC, θα διανείμουν τη θερμότητα σε όλα τα σπίτια.

Τα σπίτια θα χτιστούν σύμφωνα με τα πρότυπα «Green™ Αλμπέρτα» σύμφωνα με τα οποία, το κάθε ένα εγκαθίσταται με ένα ηλιακό εσωτερικό σύστημα καυτού ύδατος. Κάθε σπίτι θα καταναλώσει 30% λιγότερη ενέργεια και θα παραγάγει πέντε τόνους λιγότερες εκπομπές αερίου θερμοκηπίου (GHG) από τα συμβατικά χτισμένα σπίτια⁹.

Για να επιτύχει τα μέγιστα κέρδη από αυτό το σύστημα, η ομάδα CETC σύρει από το ευρύ οπλοστάσιο της εμπειρίας της την ενεργειακή τεχνολογία. Οι εμπειρογνώμονες στην ανανεώσιμη ενέργεια, τον κοινοτικό προγραμματισμό, τη θέρμανση περιοχής, τα προηγμένα ενσωματωμένα μηχανικά μέσα θέρμανσης, τον εξαερισμό και τον κλιματισμό, την αποδοτικότητα της

⁹ Αυτό το σύστημα μειώνει σημαντικά τις εκπομπές αερίου θερμοκηπίου και καταδεικνύει τη σημασία τις καθαρές, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας," είπε ο γεροϋσιαστής Tommy Banks στην τελετή ανακοίνωσης προγράμματος στο Κάλγκαρι, στην Αλμπέρτα, στις 30 Μαρτίου, το 2005. "Είναι συναρπαστικό για να δει ένα πρόγραμμα του συνειδητοποίησης αυτού του μεγέθους που θα έχει τα περιβαλλοντικά οφέλη για την κοινότητα Okotoks και θα θέσει επίσης ένα παράδειγμα πέρα από τη Βόρεια Αμερική."

κατοικίας και το απαραίτητο λογισμικό, συνεργάζονται με συνεργάτες του ιδιωτικού τομέα.

Τα οφέλη αυτού του προγράμματος θα είναι εκτεταμένα. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες κατασκευαστές, οι οικοδόμοι και οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη θα αποκτήσουν την πολύτιμη γνώση. Και με την εξάλειψη του σημαντικότερου εποχιακού εμποδίου, αυτή η πρωτοβουλία ενθαρρύνει τις μελλοντικές επενδύσεις στην παραγωγή των ανανεώσιμων τεχνολογιών.

Σαν πανκοινοτικό πρόγραμμα, θα δώσει το έρεισμα στους ανώτερους υπαλλήλους πόλεων και στους αστικούς αρμόδιους, για το σχεδιασμό σε άλλους δήμους ένα καινοτόμο πρότυπο για την ηλιακή θέρμανση.

5.7 Παθητικά ηλιακά συστήματα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα υπάρχουν σήμερα τουλάχιστον 180 εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού, εκ των οποίων οι δύο αφορούν οικιστικά σύνολα στην Πεύκη και τη Λυκόβρυση (Αττική) και ένας οικισμός στην Καλαμάτα. Περίπου το 75% επί του συνόλου, αφορά κατοικίες, ενώ το υπόλοιπο αφορά γραφεία, εμπορικά και εκπαιδευτικά κτίρια, ξενοδοχειακές και νοσοκομειακές εγκαταστάσεις¹⁰.



Εικόνα 5.5 Ηλιακό χωριό στην Πεύκη Αττικής: Το πρώτο σύστημα ηλιακής τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα

Τα οικιστικά σύνολα που λειτουργούν στη χώρα μας είναι ελάχιστα όπως διαπιστώνουμε και ακόμα βρίσκονται σε χαμηλό στάδιο ανάπτυξης. Ο τρόπος με τον οποίο εργάζονται είναι όμοιος με αυτόν που περιγράψαμε στα αντίστοιχα ευρωπαϊκά συστήματα. Στη συνέχεια θα μας απασχολήσει η μελέτη της περίπτωσης θέρμανσης μεγάλων χώρων, που αποτελεί άλλωστε και το μεγαλύτερο ποσοστό παθητικής θέρμανσης χώρων στην Ελλάδα.

¹⁰ « Ενεργειακή απόδοση παθητικών συστημάτων σε βιοκλιματικά κτίρια στην Ελλάδα» Τεύχος 4^ο, ΚΑΠΕ, Αθήνα 2001

Συγκεκριμένα θα εξετάσουμε την ηλιακή θέρμανση του κλειστού αθλητικού κέντρου στον Εύοσμο της Θεσσαλονίκης.

5.7.1 Case study: Ηλιακή τηλεθέρμανση μεγάλων χώρων, το παράδειγμα του αθλητικού κέντρου Εύοσμου Θεσσαλονίκης¹¹

Το δημοτικό αθλητικό κέντρο (ΔΑΚ από εδώ και στο εξής) στον Εύοσμο Θεσσαλονίκης, αποτελεί ένα παράδειγμα επιτυχούς ενσωμάτωσης ηλιακών συστημάτων, ενεργητικών και παθητικών, σε δημόσιο νεοαναγειρόμενο κτίριο, αφού καλύπτει πλήρως τις ανάγκες σε θέρμανση χωρίς υποβοήθηση από κάποια συμβατική μονάδα. Παράλληλα καλύπτει πλήρως τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης, τους εννιά από τους δώδεκα μήνες του χρόνου.

Το ΔΑΚ κατασκευάστηκε την περίοδο 1987 – 1991 και λειτουργεί από το 1992. Βρίσκεται σε απόσταση 6 χιλιάμετρα από το κέντρο της Θεσσαλονίκης. Το κτιριακό συγκρότημα του ΔΑΚ περιλαμβάνει την κεντρική αίθουσα του γυμναστηρίου, χώρους προπόνησης και γυμναστικής, αποδυτήρια, γραφεία της διοίκησης, κυλικείο και συναφείς χώρους εξυπηρέτησης, αποθήκες και το μηχανοστάσιο. Η κεντρική αίθουσα έχει χωρητικότητα θέσεων 1.380 με δυνατότητα να φτάσει τους 3.000 με την τοποθέτηση καθισμάτων, στον χώρο της πλατείας.

Περιγραφή ηλιακής τηλεθέρμανσης

Γενικός στόχος της μελέτης του ΔΑΚ ήταν η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση του συγκροτήματος, με πλήρη υποκατάσταση της απαιτούμενης για θέρμανση συμβατικής ενέργειας (ορυκτά καύσιμα).

Η εφαρμογή των ενεργητικών συστημάτων συνίσταται στη χρησιμοποίηση 294 ηλιακών συλλεκτών συνολικής επιφάνειας 588 m², τοποθετημένων στην οροφή του κτιρίου για τη φόρτιση δεξαμενής (αποθήκη θερμότητας) χωρητικότητας 250m³. Η αποθηκευμένη ενέργεια στη συνέχεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των διαφόρων χώρων του αθλητικού κέντρου μέσω ενδοδαπέδιων συστημάτων και συστημάτων προσαγωγής θερμού αέρα, καθώς και για τη θέρμανση νερού χρήσης για τις τρέχουσες καθημερινές ανάγκες των αθλούμενων.

Λόγω της διάβρωσης μέρους των απορροφητικών επιφανειών, το ενεργητικό ηλιακό σύστημα λειτουργεί από το 1996 με μειωμένη ισχύ. Από το 1998 λειτουργεί το 60% της ηλιακής συλλεκτικής επιφάνειας του συστήματος.

Στον παθητικό σχεδιασμό περιλαμβάνονται η εξοικονόμηση ενέργειας με αυξημένη θερμομόνωση, το ηλιακό κέρδος με τα μεγάλα ανοίγματα στο νότο και τα μικρά στο βορρά, η αξιοποίηση των εσωτερικών φορτίων (άνθρωποι, φωτισμός) με πρόβλεψη υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας. Η εξασφάλιση

¹¹ Γ. Τσιλιγκιρίδης, Π. Πιστικόπουλος, Κ. Πάττας : «Η Θέρμανση μεγάλων χώρων: Το παράδειγμα του αθλητικού κέντρου Εύοσμου Θεσσαλονίκης» ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο για τις ΑΠΕ, Αθήνα 30/11 – 2/12 1998.

προστασίας από τον ήλιο το καλοκαίρι καθώς και φυσικός φωτισμός – αερισμός.

Για την ενεργειακή αξιολόγηση των ενεργητικών και παθητικών συστημάτων, εγκαταστάθηκε σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας των συστημάτων και καταγραφή των κλιματικών μεγεθών.

Αποτελέσματα μετρήσεων

Τα επεξεργασμένα στοιχεία που θα παρουσιάσουμε περιλαμβάνουν μέσες μηνιαίες και μέσες ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας του αέρα της κύριας αίθουσας (t_{air}) και του αέρα περιβάλλοντος (t_a), καθώς και ημερήσια διακύμανση ωριαίων τιμών για επιλεγμένες περιόδους.

Από τον Οκτώβριο του 1996 – Απρίλιο του 1998, η t_{air} κυμάνθηκε από 12 – 29,5 ° C. Κατά τους χειμερινούς μήνες Νοέμβριο έως Μάρτιο κυμάνθηκε από 12 – 17 ° C, με ψυχρότερο το μήνα Ιανουάριο. Οι θερμοκρασίες της κύριας αίθουσας που παρουσιάζονται, είναι ικανοποιητικές αν αναλογιστεί κανείς τη μειωμένη απόδοση του συστήματος.

Η t_a τον Ιανουάριο σημείωσε τις χαμηλότερες θερμοκρασίες του έτους, μάλιστα κατά τις νυκτερινές και πρωινές ώρες, έπεσε κάτω του μηδενός. Παρόλα αυτά, ακόμα και κατά τις πρωινές ώρες με εξωτερική θερμοκρασία που έφτασε και τους - 2 ° C, η θερμοκρασία στην αίθουσα ήταν πάνω από 10 ° C, ενώ κατά τις ώρες χρήσης της αίθουσας, κυμαινόταν από 13 – 17 ° C, θερμοκρασία ικανοποιητική για χώρους άθλησης.

Συμπεράσματα

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πιστοποιεί την εξασφάλιση της θέρμανσης κατά τη χειμερινή περίοδο και αποδεικνύει ότι είναι δυνατή η αποκλειστική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια χωρίς υποβοήθηση συμβατικών πηγών.

Σε μια εποχή όπου η εξοικονόμηση ενέργειας και οι ήπιες μορφές της αποτελούν κύριο μέλημα των αρμόδιων και των μηχανικών, το αθλητικό κέντρο στο δήμο Εύοσμου δείχνει ότι ανταποκρίνεται σε τέτοιου είδους σκεπτικό που δεν είναι ούτε απόμακρο, ούτε κατασκευαστικά «άπιαστο».

5.8 Σύνοψη – συμπεράσματα – προτάσεις

Λόγω των ευνοϊκών γεωγραφικών και κλιματολογικών συνθηκών υπάρχουν ευνοϊκές προοπτικές για την ευρεία ανάπτυξη και αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στη χώρα μας. Η μεγάλη ηλιοφάνεια της Ελλάδας αποτελεί κίνητρο ανάπτυξης κάθε μορφής εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.



Εικόνα 5.6 Ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας

Από το 1995 η χώρα μας διαθέτει το μεγαλύτερο αριθμό εγκατεστημένων ηλιακών συλλεκτών στην Ευρώπη, που ανέρχεται περίπου σε 2,5 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα (1998)¹².

Να σημειώσουμε ότι η Ελλάδα είναι ο μεγαλύτερος εξαγωγέας ηλιακών συστημάτων στην Ευρώπη, όπου οι εγκατεστημένοι ηλιακοί συλλέκτες ξεπερνούν τα 7 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα.

Στα συστήματα ηλιακής τηλεθέρμανσης που εξετάσαμε, διαπιστώσαμε ορισμένα σημεία που χρήζουν προσοχής για την εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων. Συνοπτικά:

- Η τεχνολογία αυτή βρίσκεται στο στάδιο της ανάπτυξης. Παρ' όλα αυτά έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία στο εξωτερικό, αλλά και στην Ελλάδα και μπορούμε να πούμε ότι το ρίσκο επένδυσης έχει μειωθεί δραστικά καθιστώντας τη μια ελκυστική λύση.

¹² «Ηλιακοί θερμοσίφωνες: το παρόν και το μέλλον», ενέργεια σελ 41 – 67, Σεπτέμβριος 1998

- Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας είναι απαραίτητη σε συστήματα ηλιακής τηλεθέρμανσης, αυξάνοντας έτσι το κατασκευαστικό κόστος και τις θερμικές απώλειες. Το λογισμικό παρακολούθησης του συστήματος που αναπτύχθηκε στη Δανία, είδαμε ότι μειώνει κατά πολύ τις απώλειες του δικτύου.
- Υπάρχουν πολλά επιδοτούμενα προγράμματα από την ευρωπαϊκή ένωση (ακόμα και στο 50% της αρχικής επένδυσης) στα οποία η Ελλάδα, λόγω κλιματικών συνθηκών θα μπορούσε να είναι πρωτοπόρος, καλύπτοντας τις ανάγκες θέρμανσης με τον τρόπο αυτό, πολλών νησιωτικών κυρίως περιοχών.
- Από τα προηγούμενα συνάγεται εύκολα η μεγάλη σημασία του χρόνου απόσβεσης του εξοπλισμού, αφού αποτελεί και το μεγαλύτερο κόστος σε μια τέτοια επένδυση. Αντίθετα, το χαμηλό λειτουργικό κόστος οδηγεί σε μικρές απαιτήσεις κεφαλαίου κίνησης και άρα υψηλότερα περιθώρια κέρδους για τον επενδυτή μιας τέτοιας τεχνολογίας.
- Γενικά η ευρωπαϊκή εμπειρία, αποδεικνύει ότι τα συστήματα ηλιακής τηλεθέρμανσης καλό θα είναι να συνδυάζονται και με άλλες πηγές θερμότητας, κυρίως Βιομάζας ή να ενισχύουν τις αιχμές σε ήδη υπάρχον σύστημα τηλεθέρμανσης.
- Κύρια παράμετρος διαμόρφωσης της συμπεριφοράς των συστημάτων που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια, είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Μια από τις σημαντικότερες πηγές σφάλματος των σχεδιαστικών εργαλείων των θερμικών ηλιακών συστημάτων, είναι η έλλειψη έγκυρων μετεωρολογικών δεδομένων.
- Η τεχνολογία αυτή μπορεί να συμβάλλει στην τροφοδότηση βιομηχανιών με την απαραίτητη θερμική ενέργεια, αλλά βρίσκει και πολλές εφαρμογές και στη γεωργία.

Η εμπειρία και στην Ελλάδα είναι θετική και παραδείγματα σαν αυτό του κλειστού αθλητικού κέντρου Εύοσμου, του ηλιακού χωριού στην Πεύκη και άλλων εφαρμογών, πρέπει να αποτελέσουν το κίνητρο για περαιτέρω ανάπτυξη της ηλιακής θερμικής τεχνολογίας, στα δημόσια κτίρια, που αποτελούν άλλωστε και τα πλέον ενεργοβόρα, αλλά και σε μικρούς οικισμούς και χωριά σε όλη τη χώρα.

Βιβλιογραφία κεφαλαίου

- Γιώργος Τσιλιγκιρίδης, 2001 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης
- Ε. Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, «Βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Παθητικά ηλιακά συστήματα» Θεσσαλονίκη, 1985
- Doug McClenahan, Project Leader Sustainable Buildings and Communities- Renewables CANMET Energy Technology Centre, Natural Resources Canada.
- « Ενεργειακή απόδοση παθητικών συστημάτων σε βιοκλιματικά κτίρια στην Ελλάδα» Τεύχος 4^ο , ΚΑΠΕ, Αθήνα 2001
- Γ. Τσιλιγκιρίδης, Π. Πιστικόπουλος, Κ. Πάππας : «Η Θέρμανση μεγάλων χώρων: Το παράδειγμα του αθλητικού κέντρου Εύοσμου Θεσσαλονίκης» ΕΜΠ Εθνικό Συνέδριο για τις ΑΠΕ, Αθήνα 30/11 – 2/12 1998.
- «Ηλιακοί θερμοσίφωνες: το παρόν και το μέλλον», **ενέργεια** σελ 41 – 67, Σεπτέμβριος 1998

Διαδίκτυο

- <http://www.kungalv.se>
- www.cenergie.dk
- www.nrcan.gc.ca

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
5ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ**

Φωτογραφικό υλικό





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συμπεράσματα

6.1 Γενικά

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι η ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων αποτελεί πρωταρχική έγνοια για την προστασία του περιβάλλοντος καθώς και για την περιστολή της εκροής συναλλάγματος για την εισαγωγή καυσίμων που απαιτούνται στις σύγχρονες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Καταρρακτώδεις βροχές, παρατεταμένοι καύσωνες και πυρκαγιές είναι μερικά από τα φαινόμενα που προκύπτουν από τη μεγαλύτερη συγκέντρωση των φυσικών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μολονότι δεν υπάρχει καμία βεβαιότητα για την έκταση των καιρικών ακολουθιών στο μέλλον, οι εκτιμήσεις προβλέπουν ότι αν δε ληφθούν μέτρα η μέση επίγεια θερμοκρασία μπορεί να αυξηθεί κατά 1 με 3.5°C μέχρι το 2100.

Στην Ελλάδα οι συνολικές ετήσιες εκπομπές CO₂ ανέρχονται σε 101Μton από τους οποίους η παραγωγή ενέργειας και ο οικιακός- εμπορικός τομέας συμμετείχαν με 51% και 12% αντίστοιχα.

Τα τελευταία χρόνια η πολιτεία με την ουσιαστική υποστήριξη του ΚΑΠΕ και άλλων ενεργειακών φορέων και ομάδων εμπειρογνομόνων δραστηριοποιήθηκε έντονα για την εδραίωση ενός σύγχρονου θεσμικού πλαισίου για την εξοικονόμηση ενέργειας και την αξιοποίηση των Α.Π.Ε. αναγνωρίζοντας την υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση.

Οι μακροπρόθεσμοι ευρύτεροι στόχοι που θεωρούνται απαραίτητοι και αναμένεται να συμβάλλουν στην επίτευξη της ενεργειακής ανάπτυξης της χώρας μέσα από ένα μοντέλο αειφόρου ανάπτυξης, παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας εναπόκεινται στην ανάπτυξη του πλήρους φάσματος των τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας (π.χ. D-H) και των ανανεώσιμων πηγών.

Φιλοδοξία της παρούσας μελέτης είναι μέσα από την παράθεση και ανάλυση όλων των απαραίτητων προϋποθέσεων, ενεργειών και δραστηριοτήτων οι οποίες σχετίζονται με τις τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, να αποτελέσει ένα άριστο εργαλείο για την εφαρμογή αυτής της τεχνογνωσίας – τεχνολογίας σε όλες αυτές τις περιοχές της Ελλάδας οι οποίες πληρούν τις προϋποθέσεις ανάπτυξής της.

6.2 Σύνοψη τηλεθέρμανσης

Κεντρικός πυρήνας της μελέτης αυτής υπήρξε το μεγαλύτερο σύστημα τηλεθέρμανσης που λειτουργεί στην Ελλάδα, αυτό της πόλης της Κοζάνης. Έγινε μια προσπάθεια περιληπτικής αλλά ουσιώδους παρουσίασης της μελέτης προηγήθηκε της κατασκευής του έργου και στη συνέχεια επιχειρήθηκε η αποδόμησή της για την απομάστευση όλων εκείνων των απαραίτητων εργαλείων, τα οποία παρουσιάστηκαν ξεχωριστά και είναι δε απαραίτητα για την εκπόνηση μελέτης ενός οποιουδήποτε συστήματος τηλεθέρμανσης με μερικές παραλλαγές βέβαια, για την προσαρμογή του στις κατά τόπους απαιτήσεις.

Τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών αλλά και οικονομικό-κοινωνικών επιπτώσεων είναι ιδιαίτερα αισιόδοξα. Εμφανίζονται πάρα πολλά πλεονεκτήματα αλλά και ορισμένα μειονεκτήματα της τηλεθέρμανσης τα οποία οφείλουμε να αναφέρουμε εκ νέου.

6.2.1 Πλεονεκτήματα

1. Σε εθνικό επίπεδο, εξοικονόμηση συναλλάγματος λόγω της μη κατάλυσης πετρελαίου θέρμανσης.

2. Σε κοινωνικό επίπεδο, εξοικονόμηση πόρων για τους ίδιους τους κατοίκους της περιοχής λόγω του μικρού κόστους συμμετοχής στο παραπάνω πρόγραμμα.

3. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας είτε άμεσα (π.χ. εργαζόμενο προσωπικό στις κατά τόπους ΔΕΥΑ) είτε έμμεσα (π.χ. τεχνίτες, έμποροι που σχετίζονται ή εμπορεύονται προϊόντα σχετικά με το δίκτυο της τηλεθέρμανσης).

4. Βελτίωση της ποιότητας ζωής με καθαρότερο αστικό περιβάλλον λόγω της απομάκρυνσης των συστημάτων κεντρικής θέρμανσης.

5. Στην περίπτωση της συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας έχουμε ουσιαστική βελτίωση της ενεργειακής αξιοποίησης του λιγνίτη όπως επίσης και μείωση της απορριπτόμενης θερμικής ενέργειας η οποία προέρχεται από την καύση του λιγνίτη λόγω της διάθεσής της στο δίκτυο τηλεθέρμανσης.

6. Μαζί με την τηλεθέρμανση αναπτύσσονται παράλληλα και άλλες δραστηριότητες λόγω του πρόσφορου εδάφους που εμφανίζεται εξαιτίας του μειωμένου κόστους ανάπτυξης, π.χ. θερμοκήπια, ξηραντήρια, ιχθυοκαλλιέργειες, βιοτεχνίες με 1^η ύλη τη θερμότητα, κλπ.

7. Μείωση των θορύβων της πόλης οι οποίοι είναι προϊόν της εκτεταμένης χρήσης καυστήρων.

8. Τέλος δίνεται η δυνατότητα στις εγχώριες κατασκευαστικές βιομηχανίες ή βιοτεχνίες να αναπτύξουν μονάδες παραγωγής εξαρτημάτων και ανταλλακτικών τηλεθέρμανσης, γεγονός που θα δημιουργήσει νέες ανάγκες για εργατικά χέρια, εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό αλλά και δυνατότητες ανταγωνισμού στην πανευρωπαϊκή αγορά.

6.2.2 Μειονεκτήματα

1. Ο περιορισμός άσκησης του επαγγέλματος σε ορισμένους κλάδους τεχνικών που ασχολούνται σήμερα με την κατασκευή και εγκατάσταση συμβατικών καλοριφέρ.

2. Η εκπαίδευση των τεχνικών εγκαταστάσεων και συντήρησης πάνω στα νέα συστήματα που εισήγαγε η τηλεθέρμανση.

3. Το χάος το οποίο επικρατεί μέχρι την οριστική εγκατάσταση των απαραίτητων σωληνώσεων για τη λειτουργία του συστήματος της τηλεθέρμανσης (π.χ. η Κοζάνη έγινε ένα μεγάλο εργοτάξιο – με την ανάλογη εικόνα – μέχρι την ολοκλήρωση των εργασιών).

4. Ένεκα του γεγονότος ότι η τηλεθέρμανση αποτελεί ένα κεντροβαρικό λειτουργικό σύστημα, ένα πρόβλημα σε κάποιο κεντρικό σημείο μπορεί να παραλύσει ολόκληρο το σύστημα για σημαντικό χρονικό διάστημα.

5. Η λειτουργία των λεβητοστασιών αιχμής τα οποία χρησιμοποιούνται περιστασιακά για την κάλυψη των κατά περιόδους υψηλών απαιτήσεων σε φορτία θερμότητας, αυξάνει κατακόρυφα τους εκπεμπόμενους ρύπους στην ατμόσφαιρα.

6. Η δημιουργία βλαβών στους εναλλάκτες λόγω των παλαιών δικτύων κεντρικής θέρμανσης τα οποία είναι εγκατεστημένα σε ορισμένα κτίρια.

7. Η αυξημένη τρωτότητα του συστήματος τηλεθέρμανσης η οποία οφείλεται στα άλατα ή στο χώμα που επικάθονται στις επιφάνειες εναλλαγής, εμποδίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο τη μετάδοση της θερμότητας.

6.3 Τηλεθέρμανση και Α.Π.Ε

Σύμφωνα με τον ορισμό της τηλεθέρμανσης τον οποίο έχουμε αναφέρει και αναλύσει στο 2^ο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης, η τηλεθέρμανση δεν αφορά μόνο το κομμάτι παραγωγής ατμού ή ζεστού νερού αλλά επίσης τη διανομή αυτού σε οικισμούς, εμπορικούς, αγροτικούς και βιομηχανικούς καταναλωτές μιας περιοχής.

Δυστυχώς στην Ελλάδα έχουμε ταυτίσει τον ορισμό της τηλεθέρμανσης με αυτόν της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας από τους ΑΗΣ με χρήση λιγνίτη, κι αυτό γιατί η δραστηριότητα η οποία έχει αναπτυχθεί στους τομείς της τηλεθέρμανσης με βιομάζα ή γεωθερμία ή ηλιακή ενέργεια, θεωρείται αμελητέα.

Είναι γεγονός ότι την τελευταία δεκαετία η χρήση και ανάπτυξη τεχνολογιών που αξιοποιούν ανανεώσιμους πόρους για τη θέρμανση περιοχών και παράλληλη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας ή πετρελαίου, παρουσιάζει έντονη ανοδική τάση διεθνώς. Σε αυτό συνέβαλε κυρίως η διαπίστωση ότι από τη δεκαετία του 70 η ατμοσφαιρική σύνθεση έχει διαταραχθεί σημαντικά από την ανθρωπογενή δραστηριότητα (με τις αντίστοιχες γνωστές πλέον επιπτώσεις σε περιβάλλον και κλίμα).

Κατά συνέπεια έχοντας σα γνώμονα την αναστροφή της κλιματικής αλλαγής αλλά και την ενεργειακή αυτονομία – εξασφάλιση με τη δημιουργία μιας ορ-

γανωμένης και αυτόνομης εσωτερικής αγοράς ενέργειας οφείλουμε να κάνουμε άμεσα χρήση των Α.Π.Ε.

6.3.1 Τηλεθέρμανση και γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια είναι υπό ορισμένες συνθήκες εντελώς ανανεώσιμη και δημιουργεί λίγα έως μηδαμινά τεχνικά και περιβαλλοντικά προβλήματα, αποτελώντας γενικά μια ήπια αειφόρος μορφή ενέργειας. Το ζεστό νερό και το συμπύκνωμα του ατμού από πεδία μεσαίας ή χαμηλής ενθαλπίας μπορούν να αποτελέσουν προϊόν για χρήση σε τηλεθέρμανση.

Η χώρα έχει την τύχη να βρίσκεται σε περιοχές αυξημένης γεωθερμικής ροής κατέχοντας ένα από τα ισχυρότερα γεωθερμικά πεδία του κόσμου. Στην §3.2.7 αναφέρουμε αναλυτικά τις ανά την Ελλάδα περιοχές όπου είναι δυνατή η εκμετάλλευση του υπάρχοντος γεωθερμικού δυναμικού. Δυστυχώς όμως αξιοποιείται μόνο το 3% περίπου της συνολικά καταγεγραμμένης δυναμικότητας της χώρας και αυτό κυρίως για θέρμανση θερμοκηπίων και λουτροθεραπευτικούς σκοπούς.

Δεδομένων των προαναφερθέντων η εκμετάλλευση της γεωθερμίας στη χώρα μας κρίνεται επιτακτική. Ουσιαστικό ωστόσο πρόβλημα κατά την άποψή μας, αποτελεί τόσο η έλλειψη τεχνογνωσίας (ο συγκεκριμένος τομέας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί επιεικώς υποανάπτυκτος στην Ελλάδα), όσο και το κόστος αρχικής εγκατάστασης που αποτελεί επένδυση εντάσεως κεφαλαίου. Οι δυο αυτοί παράγοντες σε συνδυασμό και με τη μέχρι τώρα έλλειψη παρεχόμενων κινήτρων από την πολιτεία απέτρεψαν και την παραμικρή αναπτυξιακή δραστηριότητα στον τομέα αυτό.

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε ότι είναι απαραίτητη η σύνταξη μελέτης από ένα κεντρικό φορέα για την πολλαπλή και ορθή εκμετάλλευση του γεωθερμικού πεδίου, προσαρμοσμένη στους περιορισμούς που προκύπτουν από τη θέση και την κατηγορία του κάθε γεωθερμικού πεδίου ξεχωριστά.

Προτεραιότητα δε, πρέπει να δοθεί στην εκμετάλλευση του πεδίου της Β. Ελλάδας και των νησιών του Β. Αιγαίου με τη χρήση της τηλεθέρμανσης, εξαιτίας της μεγαλύτερης ανάγκης που παρουσιάζουν για θέρμανση λόγω κλίματος και υψομέτρου.

6.3.2 Τηλεθέρμανση και βιομάζα

Είναι άξιο προσοχής το γεγονός ότι η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο παγκοσμίως περιέχει ενέργεια (αποδιδόμενη με την εκμετάλλευση) δεκαπλάσια από την ενέργεια που καταναλώνεται σε ολόκληρο τον κόσμο και είναι σχεδόν ίση με τα γνωστά αποθέματα ορυκτών καυσίμων.

Στην Ελλάδα συγκεκριμένα μόνο τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ανέρχονται κατά εκτίμηση σε 4×10^6 T.O.E. Οι κατηγορίες δε αυτές ευνοούν επίσης την ανάπτυξη συστημάτων τηλεθέρμανσης.

Αν εξαιρέσουμε την κοινότητα της Νυμφασίας όπου από το 1994 λειτουργεί με επιτυχία μια πρότυπη εγκατάσταση τηλεθέρμανσης με βάση τη βιομάζα (υποπροϊόντα και υπολείμματα υλοτομίας) σε όλη την υπόλοιπη Ελλάδα παρατηρούμε μια σχετική αδράνεια. Αποκορύφωμα αυτής της αδράνειας αποτελεί η περίπτωση του Ν. Γρεβενών όπου παρά τη σχετική μελέτη σκοπιμότητας και βιωσιμότητας που εκπονήθηκε από την ΑΝΚΟ για λογαριασμό της Περιφέρειας Δ. Μακεδονίας προκειμένου να υλοποιηθεί ένα σύστημα τηλεθέρμανσης από βιομάζα, το όλο πρόγραμμα έχει παραμείνει στα χαρτιά στερώντας στους κατοίκους τα πολλά πλεονεκτήματα που έπονται μιας τέτοιας εφαρμογής.

Είναι γεγονός ότι η τεχνογνωσία υπάρχει. Αυτό που απομένει είναι η πολιτική βούληση για παροχή κινήτρων προκειμένου να ευνοηθούν και να αναπτυχθούν τεχνολογίες όπως αυτή της τηλεθέρμανσης από τον ατελείωτο πλούτο της βιομάζας.

6.3.3 Τηλεθέρμανση και ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια και ιδιαίτερα η παραγωγή θερμού νερού με τη χρήση αυτής έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία για την Ελλάδα όχι μόνο λόγω της συναλλαγματικής ελάφρυνσης που προκύπτει από τη μείωση των εισαγόμενων καυσίμων, αλλά κυρίως επειδή αποτελεί μια περιβαλλοντικά αποδεκτή λύση που προσφέρεται για τη θέρμανση νερού αλλά και χώρου (solar district heating).

Στην Ελλάδα υπάρχουν σήμερα μόνο 180 εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού, το 75% περίπου των οποίων αφορά κατοικίες, ενώ το υπόλοιπο αφορά γραφεία, εμπορικά και εκπαιδευτικά κτίρια, ξενοδοχειακές και νοσοκομειακές εγκαταστάσεις. Είναι φανερό ότι δε γίνεται ουσιαστική αξιοποίηση των ευνοϊκών γεωγραφικών και κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στη χώρα μας.

Είναι γεγονός ότι η Ελλάδα διαθέτει το μεγαλύτερο αριθμό εγκατεστημένων ηλιακών συλλεκτών στην Ευρώπη αποτελώντας παράλληλα το μεγαλύτερο εξαγωγέα ηλιακών συστημάτων στην Ευρώπη. Η συλλεγόμενη ηλιακή ενέργεια όμως χρησιμοποιείται κυρίως για παροχή θερμού νερού σε μεμονωμένες κατοικίες.

Το παράδειγμα του Friedrichshafen στη Γερμανία πρέπει να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη παρόμοιων συστημάτων και στην Ελλάδα, ξεκινώντας κατά προτεραιότητα από τα νησιά τα οποία ασφυκτιούν για καθαρή ενέργεια δεδομένου ότι οι ανάγκες τους ικανοποιούνται από τους κατά τόπους σταθμούς παραγωγής με βάση το μαζούτ και κατ' επέκταση σε μεγάλες ενεργοβόρες εγκαταστάσεις όπως εργοστάσια, βιοτεχνίες και δημόσια κτίρια.



Σύστημα τηλεθέρμανσης με χρήση ηλιακής ενέργειας εγκατεστημένο στην Ελλάδα.

Σύστημα τηλεθέρμανσης με χρήση ηλιακής ενέργειας εγκατεστημένο στη Γερμανία.



6.4 Ένας καυστικός επίλογος

Παρατηρείται μια απουσία κατανόησης του ενεργειακού προβλήματος, τόσο στην κατανόηση των ενεργειακών αναγκών και στην εξέλιξή τους όσο και στην κατανόηση των επιπτώσεων από τις ρυπογόνες μορφές παραγωγής και κατανάλωσης. Δεν έχουν αναδειχθεί οι δυνατότητες από την ανάδειξη των ανανεώσιμων πηγών περιβαλλοντικά και οικονομικά, ιδιαίτερα την ανάδειξη της υπερτοπικής σημασίας των ΑΠΕ. Ιδίως στη χώρα μας όπου δεν υπάρχουν χωροταξικές ρυθμίσεις, οι προτάσεις έργων είναι αποσπασματικές. Το πρόβλημα περιπλέκεται από την αδυναμία μας να αναπτύξουμε προσωπική πολιτική παραγωγική και καταναλωτική ευθύνη απέναντι σε ένα τόσο σύνθετο πρόβλημα όπως το ενεργειακό. Το πρόβλημα απαιτεί προσεκτική, ειδική και άμεση αντιμετώπιση.

Τα πράγματα είναι απλά.

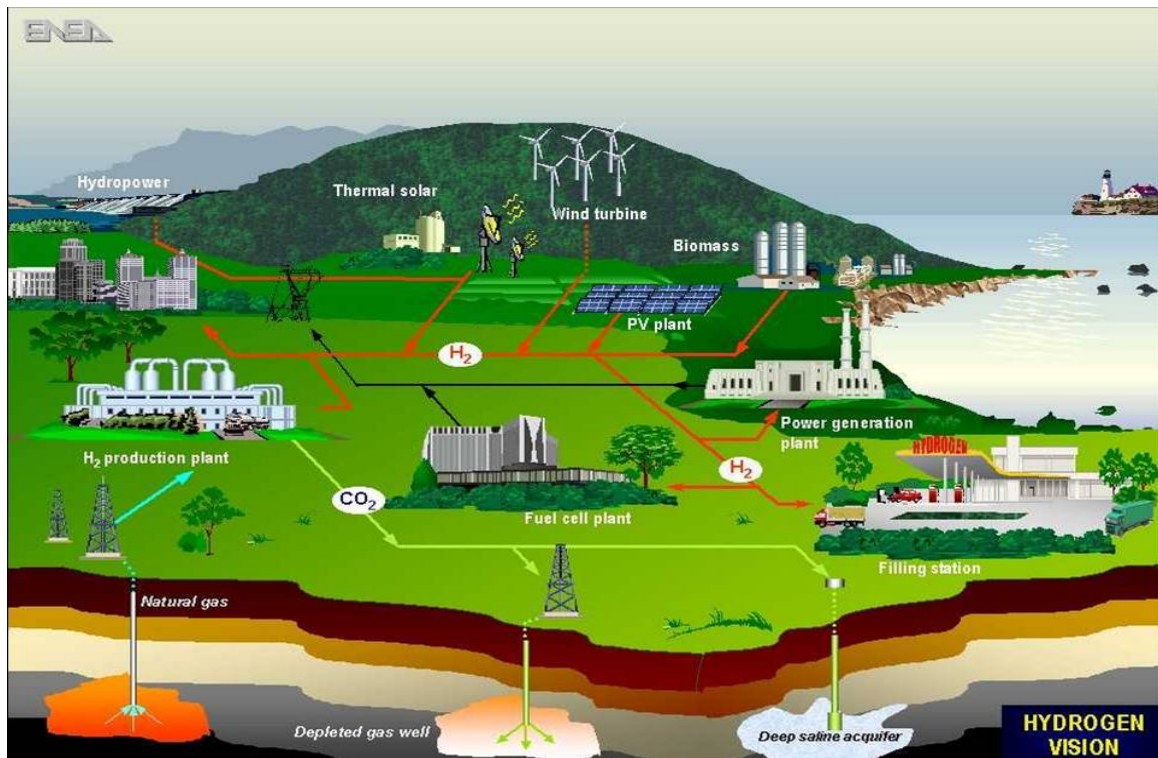
Ο πλανήτης υπερθερμαίνεται και οι συνέπειες θα είναι καταστροφικές και θα έλθουν γρηγορότερα από ό,τι τις περιμένουν αυτοί που ξέρουν, αλλά σφυρίζουν αδιάφορα.

Το πως πρέπει να αντιδράσουμε είναι θέμα απλής λογικής!
Τι μας εμποδίζει;

Ότι οι έχοντες και κατέχοντες έχουν διαφορετικούς στρατηγικούς σχεδιασμούς και business plans τα οποία δεν λαμβάνουν υπόψη τους τις ΑΠΕ, τουλάχιστον όχι ακόμα.

Μας εμποδίζει επίσης και ότι κάποιοι «φυσιολάτρες» κοιτώντας το δάκτυλο, που δείχνει τον θάμνο, θυσιάζουν το δάσος.

Μας εμποδίζει τέλος που πολιτικοί και γραφειοκράτες δεν μπορούν να αρθούν στο ύψος των περιστάσεων από τα βάθη των σκοτεινών βασιλείων τους τα οποία επιμελώς συντηρούν για να δικαιολογούν την ύπαρξη τους.



«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ '1'

**Το φαινόμενο
του θερμοκηπίου**

1. Εισαγωγή

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Το χρειαζόμαστε για να διατηρούμε τη Γη μας ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Δίχως αυτό, η Γη θα ήταν κρύα περίπου -20°C , και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή. Αντιθέτως, η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο επίπεδο των 15°C , χάρις στο φαινόμενο αυτό.

Τα αέρια του θερμοκηπίου (που περιλαμβάνουν κυρίως το CO_2 και τους υδρατμούς) σχηματίζουν ένα 'στρώμα' πάνω από το έδαφος της Γης σε ένα ορισμένο ύψος, ώστε αφού επιτρέψουν να εισέλθει η υπέρυθη ακτινοβολία του ήλιου, αυτή απορροφάται κατά ένα μέρος από τη Γη και την ατμόσφαιρα.

Η Γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1366 Watt/m^2 , στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα Γης-ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα.

Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της Γης.

Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 16% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς.

Ένα μέρος λοιπόν της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την είσοδο της, περνά αναλλοίωτη στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται προς τα πάνω με μεγαλύτερο μήκος κύματος.

Ένα μέρος αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το στρώμα των αερίων λοιπόν, επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Περίπου το 86% της κατακρατούμενης από την ατμόσφαιρα γήινης ακτινοβολίας, οφείλεται στην παρουσία υδρατμών (H_2O), διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και νεφών. Οι υδρατμοί αποτελούν το πλέον ενεργό συστατικό, κατά ποσοστό 60%, ενώ μικρότερη συνεισφορά έχουν και τα αέρια μεθανίου (CH_4), οξειδίου του νατρίου (N_2O) και όζοντος (O_3) (περίπου 8%).

Αποτελεί λοιπόν μια φυσική διεργασία που εξασφαλίζει στη Γη μια σταθερή θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους γύρω στους 15°C .

Όμως τα τελευταία χρόνια λέγοντας φαινόμενο Θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Οι τελευταίες, συμβάλλουν στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή ήταν 31% την περίοδο 1998. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης.

ΑΦΘ	Συγκέντρωση το 1760	Συγκέντρωση το 2006	% αλλαγή	Έτη παραμονής στην ατμόσφαιρα	Ικανότητα θέρμανσης (GWP)	Πηγές
Διοξείδιο του άνθρακα	278 ppm	358 ppm (379 το 2004)	29 %	200 - 450	1	Καύση ορυκτών καυσίμων, Πυρκαγιές σε Δάση, Ηφαίστεια, Οργανική σήψη, Αποψύλωση δασών, Αλλαγές χρήσης γης
Μεθάνιο	0.70 ppm	1.70 ppm	143 %	12 - 15	22	Ορυζώνες, Έλη, Οργανική σήψη, Τερμίτες, Άντληση πετρελαίου και φυσικού αερίου, Μηρυκαστικά, ΧΥΤΑ
Οξείδιο του Αζώτου	275 ppb	311 ppb	11 %	120	310	Ωκεανοί, Αλλαγές χρήσης γης, Καύση ορυκτών καυσίμων, Καύση βιομάζας, Χρήση λιπασμάτων
CFC12 (Χλωροφθοράνθρακες)	0	0.503 ppnb	-	102	6200 - 7100	Σπρέι, Διαλύτες, Ψυκτικά, Αφροί
HCFC22 (Υδροχλωροφθοράνθρακες)	0	0.105 ppnb		12.1	1300 - 1400	Ψυκτικά υγρά
Υπερφθορομεθάνιο	0	0.070 ppnb		50.000	6500	Παραγωγή Αλουμινίου
Εξαφθοριούχο Θείο	0	0.032 ppnb		3.200	23900	Διηλεκτρικό υγρό
Όζον	άγνωστη	Κυμαίνεται ανάλογα με το Γεωγραφ. Πλάτος και το ύψος της ατμόσφαιρας	Γενικά τα επίπεδα μειώθηκαν στην στρατόσφαιρα και αυξήθηκαν στην επιφάνεια της γης			Δημιουργείται φυσικά από την δράση του ήλιου στο μοριακό οξυγόνο και τεχνητά μέσω του φωτοχημικού νέφους

2. Χρονολογικά γεγονότα του φαινομένου θερμοκηπίου

1824 - Ο Ζοζέφ Φουριέ θέτει το θέμα του ρόλου που παίζει η ατμόσφαιρα της Γης στη θερμοκρασία του πλανήτη, καθώς και της επιπτώσεις της βιομηχανίας στη κλίμα.

1896 - Ο Σουηδός Σβάντε Αρρένιους υποστηρίζει ότι η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται από τα αέρια που συγκρατούν τη θερμότητα.

1941 - Ο Σέρβος Μιλουτίν Μιλάνκοβιτς υποστηρίζει ότι η μεταβολή της τροχιάς της Γης, μας φέρνει κάθε 40.000 χρόνια την εποχή των παγετώνων.

1957 - Ο Τσαρλς Ντέιβιντ Κίλινγκ μετράει την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, από ένα παρατηρητήριο στη Χαβάη. Σε περίοδο έξι ετών, φαίνεται καθαρά η αύξηση της συγκέντρωσης του ποσοστού του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

1980 - Ο Σουηδός Μπερτ Μπολίν διαπιστώνει πως η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται εδώ και ένα αιώνα.

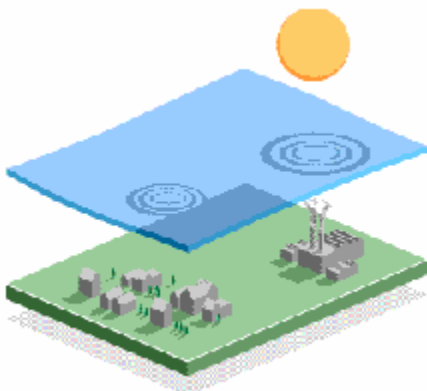
1988 - Ο ΟΗΕ και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας συστήνουν την Διακυβερνητική Ομάδα Ειδικών για την εξέλιξη του κλίματος (IPCC).

1992 - Στη σύνοδο του Ρίο 167 κράτη υπογράφουν τη μη δεσμευτική συνθήκη-πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές.

1997 - Στο Κιότο της Ιαπωνίας 38 βιομηχανικές χώρες δεσμεύονται να μειώσουν ως το 2010 τις εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 5.2% (μέσος όρος) σε σχέση με το 1990. Το πρωτόκολλο αυτό δεν έχει επικυρωθεί.

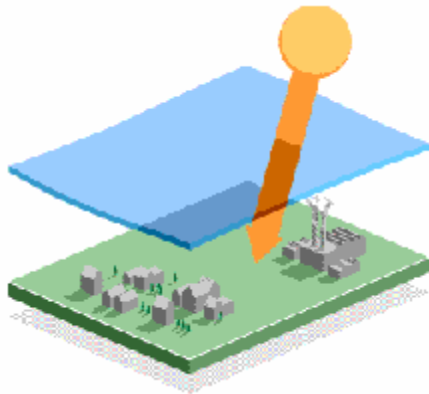
2001 - Στη Βόννη της Γερμανίας, γίνεται το πρώτο βήμα για την επικύρωση του πρωτοκόλλου του Κιότου, χωρίς τη συμμετοχή των ΗΠΑ, αλλά με την συμμετοχή της Ιαπωνίας, Ρωσίας, των χωρών της ΕΕ, συνολικά 178 χώρες.

3. Πως δημιουργείται το πρόβλημα με εικόνες

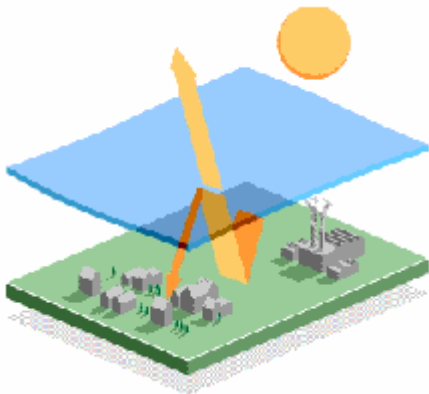


Οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο σχηματίζουν ένα φυσικό διαχωριστικό γύρω από τη Γη. Πάντως η καύση ορυκτών καυσίμων έχει οδηγήσει στην αύξηση του ποσού του CO₂ αλλά και άλλων αερίων όπως το μεθάνιο και οξείδια του αζώτου, που εκλύονται στην ατμόσφαιρα.

στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

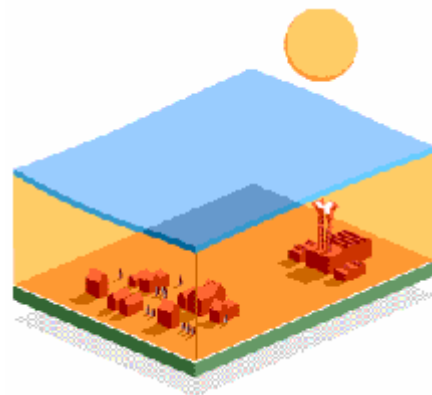


Η επιφάνεια της Γης θερμαίνεται από τον ήλιο. Καθώς θερμαίνεται, ανακλά πίσω προς την ατμόσφαιρα θερμότητα.



Περίπου το 70% της ενέργειας του ήλιου, ακτινοβολείται προς τα πίσω, στο διάστημα. Αλλά κάποιο ποσό της υπέρυθρης ακτινοβολίας παγιδεύεται από τα αέρια του θερμοκηπίου, που θερμαίνουν ακόμη περισσότερο την ατμόσφαιρα.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η Γη να διατηρείται θερμή και να εμφανίζεται το φαινόμενο της ζωής. Αλλά οι αυξημένες ποσότητες των εκπομπών των αερίων, αλλάζουν την ισορροπία του σύνθετου αυτού συστήματος, προξενώντας την παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας.



4. Πληροφοριακά στοιχεία

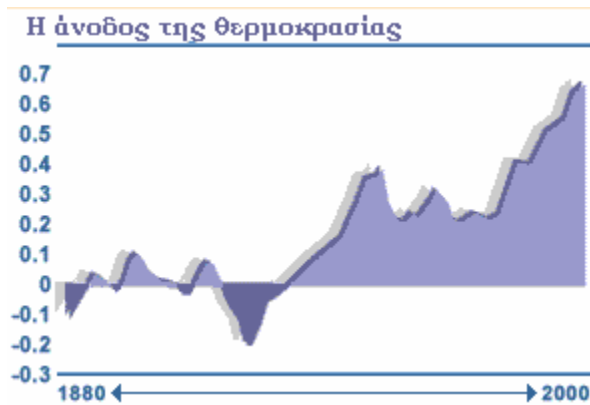
Τα τελευταία χρόνια οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.) έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (αέρια θερμοκηπίου) με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,5 με 0,6°C από το 1880, λόγω της έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το έτος 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 1,5 έως 4,5°C.

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι περίπου 20 και έχουν όγκο μικρότερο από 1% του συνολικού όγκου της ατμόσφαιρας. Τα σημαντικότερα είναι οι υδρατμοί (H₂O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και το τροποσφαιρικό όζον (O₃).

Κάθε μεταβολή στις συγκεντρώσεις αυτών των αερίων, διαταράσσει το ενεργειακό ισοζύγιο, προκαλεί μεταβολή της θερμοκρασίας και ως εκ τούτου κλιματικές αλλαγές. Οι υδρατμοί, αν και απορροφούν το 65% της υπέρυθρης ακτινοβολίας, δεν φαίνεται να έχουν επηρεαστεί άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις των υπόλοιπων αερίων έχουν μεταβληθεί σημαντικά με σημαντικότερη τη μεταβολή του CO₂, καθώς αποτελεί αέριο που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα με την καύση του πετρελαίου, του κάρβουνου και άλλων ορυκτών καυσίμων.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όχι μόνο εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλά βλάπτουν και την ικανότητα της γης να απορροφά το CO₂ και να το ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης, με την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτού των ωκεανών. Το πλαγκτόν αποτελεί τον κύριο «απορροφητή» CO₂ του πλανήτη, καθώς πρόκειται για φυτικού οργανισμούς που χρησιμοποιούν το CO₂ κατά τη φωτοσύνθεση.

5. Οι αλλαγές στο γήινο περιβάλλον βάσει μοντέλων



Πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα, γνωστά ως GCM (General Circulation Models), τα οποία επεξεργάζονται όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για να προβλεφθούν οι μελλοντικές κλιματικές αλλαγές, δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασία της Γης θα αυξάνεται κατά μέσο όρο περίπου 0,3°C ανά δεκαετία για τα επόμενα 100 χρόνια. Αν συμβεί όμως μια τέτοια αύξηση, που φαινομενικά είναι

μικρή, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές κλιματικές αλλαγές με απρόβλεπτες συνέπειες.

Οι προβλέψεις των μοντέλων -βασισμένων στους υπολογιστές- λένε επίσης πως μέχρι το τέλος του αιώνα θα ανυψωθεί η θερμοκρασία μέχρι 5.8°C.

Ένα σημαντικό θέμα είναι η επίδραση που θα έχει η αύξηση της θερμοκρασίας στο επίπεδο της θάλασσας. Αναμένεται άνοδος της επιφάνειας που θα οφείλεται στη θερμική διαστολή των ωκεανών και στο λιώσιμο των πάγων των οροσειρών και σε μικρότερο ποσοστό σε λιώσιμο των πάγων της Γροιλανδίας. Παράλληλα η κατανομή και η συχνότητα των βροχοπτώσεων θα μεταβληθούν. Θα αυξηθούν οι πλημμύρες, οι καταιγίδες και γενικά οι ακραίες καιρικές συνθήκες θα είναι συχνότερες και εντονότερες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ '2'

Ανανεώσιμες

Πηγές

Ενέργειας

1. Εισαγωγή

Στις πόλεις καθημερινά καλύπτουμε τις ενεργειακές μας ανάγκες, σχεδόν αποκλειστικά, από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, δηλαδή το πετρέλαιο, τη βενζίνη και τον άνθρακα. Ο ηλεκτρισμός που χρησιμοποιούμε προέρχεται από τις πηγές αυτές, οι οποίες, παρόλη τη σπουδαία συνεισφορά τους στο σύγχρονο πολιτισμό, ρυπαίνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον και εξαντλούνται με γοργούς ρυθμούς.

1.1 Το Περιβαλλοντικό Πρόβλημα

Την τελευταία δεκαετία η χρήση και ανάπτυξη τεχνολογιών που αξιοποιούν ανανεώσιμους πόρους για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παρουσιάζει έντονα ανοδική τάση διεθνώς. Ο βασικός λόγος που συνετέλεσε σε αυτή τη ραγδαία στροφή προς τις ΑΠΕ και, γενικότερα στη χρήση φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών, είναι η διαπίστωση από τη δεκαετία του '70 ότι η ατμοσφαιρική σύνθεση έχει διαταραχθεί σημαντικά από την ανθρωπογενή δραστηριότητα.

1.2 Η αιτία του προβλήματος

Η είσοδος της ανθρωπότητας στη βιομηχανική εποχή, στα μέσα του 19ου αιώνα, συνοδεύτηκε από δραματικές αλλαγές στην ισορροπία μεταξύ ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος. Η ταχύτατη ανάπτυξη στο τεχνολογικό και βιοτικό επίπεδο που σημειώθηκε, κυρίως στο δυτικό κόσμο, δημιούργησε την ανάγκη για κατανάλωση ενέργειας και πρώτων υλών σε διαρκώς αυξανόμενες ποσότητες. Η απαίτηση για εξεύρεση επαρκών διαθέσιμων ενέργειας ικανοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα με την εκμετάλλευση των, φαινομενικά ανεξάντλητων στην αρχή κοιτασμάτων ορυκτών καυσίμων, κατά κύριο λόγο του πετρελαίου και του λιγνίτη.

Η διαδικασία καύσης των παραγώγων άνθρακα απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα ως αέριο παραπροϊόν διοξείδιο του άνθρακα, που είναι ένα από τα λεγόμενα «αέρια του θερμοκηπίου»¹. Τα αέρια αυτά βέβαια υπάρχουν ήδη ως συστατικά στη σύνθεση της ατμόσφαιρας σε αναλογίες που έχουν διαμορφωθεί στη διάρκεια δισεκατομμυρίων χρόνων. Το πρόβλημα είναι ότι οι ποσότητες εκπομπής ρύπων έχουν πλέον ανέλθει σε μεγέθη ικανά να ανατρέψουν αυτές τις αναλογίες.

Παράλληλα, η αλόγιστη εκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος για εξεύρεση πρώτων υλών συνοδεύτηκε από μία άνευ προηγουμένου καταστροφή δασικών εκτάσεων. Τα φυτά κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης καταναλώνουν διοξείδιο του άνθρακα, εκτελώντας ουσιαστικά μια λειτουργία αντίστροφη της καύσης.

¹ Άλλα «αέρια θερμοκηπίου», όπως το μεθάνιο και οξείδια του αζώτου εκλύονται λόγω νέων τεχνολογιών καλλιέργειας και άλλων ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Η εκτεταμένη αποδάσωση που πραγματοποιήθηκε στερήσε από την ατμόσφαιρα ένα σημαντικό μηχανισμό ανανέωσης του οξυγόνου, συντελώντας στην περαιτέρω διαταραχή της φυσικής ισορροπίας

Το αποτέλεσμα της έντονης ανθρωπογενούς πίεσης ήταν να αλλοιωθεί η ατμοσφαιρική σύνθεση, προς όφελος των αερίων θερμοκηπίου. Εκτιμάται ότι στη διάρκεια του 21ου αιώνα τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα θα διπλασιαστούν, ίσως και τριπλασιαστούν, σε σχέση με την προ-βιομηχανική περίοδο.

1.3 Η κλιματική αλλαγή

Τα «αέρια θερμοκηπίου» είναι στην πραγματικότητα απαραίτητα για τη διατήρηση της ζωής όπως τη γνωρίζουμε στον πλανήτη, καθώς συγκρατούν την υπέρυθρη ακτινοβολία που ανακλάται από την επιφάνεια της γης, διατηρώντας τη θερμοκρασία περίπου 30°C υψηλότερα από αυτή που θα ήταν αν δεν υπήρχαν. Η υπερβολική αύξησή τους ωστόσο, είχε ως αποτέλεσμα η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης να αυξηθεί κατά 0,6°C στη διάρκεια του 20ου αιώνα.

Αν και η θερμοκρασιακή μεταβολή αυτής της τάξης μεγέθους δεν αντικατοπτρίζει τη βαρύτητα, του προβλήματος, η επίδρασή της στο κλίμα είναι ήδη ορατή. Εκτιμάται ότι η στάθμη της θάλασσας έχει ανέβει κατά 10~20 cm τον 20ο αιώνα, η ατμοσφαιρική θερμοκρασία στην αρκτική έχει αυξηθεί κατά περίπου 5°C, η χιονοκάλυψη έχει ελαττωθεί κατά 10% στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και σχεδόν όλοι οι ορεινοί παγετώνες έχουν υποχωρήσει, ενώ παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές σε πολλά φυσικά οικοσυστήματα. Ταυτόχρονα, παρατηρείται τα τελευταία χρόνια ασυνήθιστα συχνή εμφάνιση «ακραίων καιρικών φαινομένων» όπως πλημμυρών², ξηρασιών³, ερημοποίησης και κυκλώνων.

Είναι σαφές ότι το κλίμα διαμορφώνεται από στοχαστικά φαινόμενα και υπόκειται σε διαρκείς μεταβολές. Αυτό που είναι όμως ιδιαίτερα ανησυχητικό είναι ο βαθμός στον οποίο έχει αυξηθεί η μεταβλητότητα των καιρικών φαινομένων και η άνευ προηγούμενου ταχύτητα με την οποία συμβαίνει. Παράλληλα, οι προβλέψεις μετεωρολογικών-κλιματικών μοντέλων πρόγνωσης δείχνουν περαιτέρω επιδείνωση της κατάστασης, με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,4~5,8°C στη διάρκεια του 21ου αιώνα. Παρόλο που η θεωρία της κλιματικής αλλαγής δε συγκεντρώνει την ομοφωνία της επιστημονικής κοινότητας, οι ενδείξεις είναι πολύ ισχυρές για να δικαιολογηθεί η απάθεια και η αδράνεια απέναντι στην πιθανότητα να επαληθευτεί.

² Στο Ρήνο (1996, 1997), στην Κίνα (1998), στην κεντρική Ευρώπη και τη Μοζαμβίκη (2000), στην ανατολική Ευρώπη (1998, 2002), στο Μπαγκλαντές (2004)

³ Σε μεγάλες λεκάνες απορροής όπως του Νίγηρα τα υδατικά διαθέσιμα έχουν μειωθεί κατά 40~60%

1.4 Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής

Ακόμα και στην αισιόδοξη εκδοχή των κλιματολογικών προβλέψεων, οι συνέπειες της επαλήθευσής τους μπορεί να είναι εφιαλτικές για τα φυσικά οικοσυστήματα, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου. Η αύξηση της θερμοκρασίας θα πυροδοτήσει σειρά αλυσιδωτών φαινομένων που θα μεταβάλουν δραστικά τις συνθήκες διαβίωσης στον πλανήτη.

Ο όγκος των αρκτικών πάγων και των παγετώνων θα μειωθεί με αποτέλεσμα, εκτός από την τοπική μεταβολή των κλιματικών συνθηκών, να αυξηθεί η στάθμη της θάλασσας κατά 9~88 cm επιπλέον. Εκτός του ότι μεγάλες περιοχές θα καταποντιστούν, αυτό θα έχει σαν συνέπεια τη διείσδυση του θαλάσσιου νερού στους παράκτιους υπόγειους υδροφορείς, δηλαδή τη μόλυνση σημαντικών διαθεσίμων φρέσκου νερού. Η αυξημένη θερμοκρασία θα επιφέρει μεγαλύτερους ρυθμούς εξάτμισης και μεγαλύτερα ποσοστά συγκράτησης υγρασίας από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα επέκταση των φαινομένων ερημοποίησης στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη και τη μείωση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων.

Παράλληλα, η ατμοσφαιρική ισορροπία θα γίνει πιο ασταθής, με συχνότερα και εντονότερα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως τυφώνες, πλημμύρες και ξηρασία. Τα φυσικά οικοσυστήματα θα διαταραχθούν με αποτέλεσμα πολλά είδη ζωής να εκλείψουν⁴, η παγκόσμια οικονομία θα κλονιστεί λόγω καταστροφών στις υποδομές και μεγάλο μέρος του πληθυσμού, κυρίως στον αναπτυσσόμενο κόσμο, θα αντιμετωπίσει ακόμα εντονότερο πρόβλημα σίτισης, λόγω έλλειψης καλλιεργήσιμων εκτάσεων και γλυκού νερού.

2. Η διεθνής κινητοποίηση – Πρωτόκολλο Κιότο

Ακόμα και αν η κλιματική αλλαγή δεν έχει γίνει ακόμα πλήρως αποδεκτή, ήδη από τη δεκαετία του '60 έχει επισημανθεί η ραγδαία αύξηση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, που εκτιμάται ότι ευθύνεται κατά 60% για την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το 1988 ιδρύθηκε η «Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή» (IPCC), η οποία εξέδωσε το 1990 την πρώτη έκθεση που περιείχε τις απόψεις 400 επιστημόνων και στην οποία κατεδείκνυαν την κλιματική αλλαγή ως απτή πραγματικότητα και παρότρυναν τη διεθνή κοινότητα να κινητοποιηθεί.

Τα ευρήματα της IPCC οδήγησαν στην υπογραφή της «Συνθήκης-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή» στο Ρίο ντε Τζάνερο το 1992 και εν συνεχεία του «Πρωτοκόλλου Κιότο», που υπεγράφη στο Κιότο της Ιαπωνίας το 1997, ομόφωνα από τις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες. Οι όροι του Πρωτοκόλλου, που έχουν δεσμευτικό χαρακτήρα για τις χώρες που συμμετέχουν, τέθη-

⁴ Σύμφωνα με εκτιμήσεις βιολόγων 25% των θηλαστικών και 12% των πτηνών θα εξαφανιστούν

καν σε ισχύ από την 16/2/2005 με τις ΗΠΑ και την Αυστραλία να έχουν αποχωρήσει παρά την αρχική τους συμφωνία.

Η διαφορά του «Πρωτοκόλλου του Κιότο» από τη «Συνθήκη – Πλαίσιο» του 1992 είναι ότι έθεσε συγκεκριμένους στόχους και χρονοδιαγράμματα και έχει νομικά δεσμευτικό χαρακτήρα για τις υπόχρεα κράτη. Ο κεντρικός στόχος που τέθηκε ήταν η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου παγκοσμίως κατά 5% εντός της περιόδου 2008-2012 σε σχέση με το έτος – βάση 1990. Στον Πίνακα 2.1 φαίνεται η κατανομή των δεσμεύσεων των χωρών που υπέγραψαν για έλεγχο των εκπομπών.

Country	Target (1990 - 2008/2012)
EU-15 ¹⁰ , Bulgaria, Czech Republic, Estonia, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Monaco, Romania, Slovakia, Slovenia, Switzerland	-8%
US ¹¹	-7%
Canada, Hungary, Japan, Poland	-6%
Croatia	-5%
New Zealand, Russian Federation, Ukraine	0
Norway	+1%
Australia	+8%
Iceland	+10%

Πίνακας 2.1 Κατανομή υποχρεώσεων για μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο (πηγή : World Energy Council)

Τα αέρια που συμπεριελήφθησαν στο Πρωτόκολλο είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το μονοξείδιο του αζώτου (N₂O), τα αέρια HFCs, τα αέρια PFCs και το εξαφθορίδιο του θείου (SF₆). Η υποχρέωση της Ελλάδας για συγκράτηση της αύξησης εκπομπής αυτών των ρύπων είναι +25%.

Το Πρωτόκολλο προτείνει μηχανισμούς για την επίτευξη των στόχων και αφήνει στα υπόχρεα κράτη την ευχέρεια να επιλέξουν ποιους θα χρησιμοποιήσουν. Ανάμεσα στις προτεινόμενες μεθόδους είναι η προώθηση των ΑΠΕ, η ΕΞΕ, η βελ-

τίωση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας, η εμπορία δικαιωμάτων εκπομπής ρύπων και η ενίσχυση των ΑΠΕ στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Εφόσον κάποια χώρα δεν επιτύχει το στόχο που της έχει ανατεθεί θα πρέπει να αναπληρώσει κατά τη δεύτερη προγραμματική περίοδο, με επιβάρυνση 30% επί του αρχικού στόχου, ενώ στερείται της εναλλακτικής της αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής.

Ο κανονισμός εφαρμογής του Πρωτοκόλλου προβλέπει λεπτομερείς διαδικασίες για ενδεχόμενες περιπτώσεις μη προσαρμογής στις ανειλημμένες υποχρεώσεις.

3. Η Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ

Η πολιτική της ΕΕ για την προώθηση των ΑΠΕ διαμορφώθηκε σε μεγάλο βαθμό σύμφωνα με τις υποχρεώσεις μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που ανέλαβε στα πλαίσια της υπογραφής του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση ωστόσο, δεν υπήρξε ο μόνος παράγοντας που συνετέλεσε στη στροφή προς τις ΑΠΕ, ΕΞΕ και ΟΧΕ.

Η συνειδητοποίηση της ανάγκης για οικονομικά, όσο και περιβαλλοντικά, βιώσιμης ανάπτυξης έπαιξε καθοριστικό ρόλο στο να επαναπροσδιοριστεί η ενεργειακή πολιτική, με έμφαση στην αξιοποίηση των εγχώριων φυσικών πόρων. Η διαπίστωση που διατυπώθηκε στην «Πράσινη Βίβλο» (Νοέμβριος 2000) ότι το 50% της ΑΚΕ των κρατών – μελών καλύπτεται από εισαγωγές, σε συνδυασμό με την πρόβλεψη ότι το ποσοστό θα ανέλθει σε 70% τη δεκαετία 2020-2030 έκρουσαν τον κώδωνα του κινδύνου για την ενεργειακή εξάρτηση της ενωμένης Ευρώπης. Παράλληλα, η διαρκώς αυξανόμενη τιμή των πετρελαιοειδών και η συνεπαγόμενη πολιτική αστάθεια επέτειναν την αναγκαιότητα για εξεύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

Με γνώμονα την αναστροφή της κλιματικής αλλαγής, αλλά και την ενεργειακή αυτονομία – εξασφάλιση με τη δημιουργία μιας οργανωμένης και αυτόνομης εσωτερικής αγοράς ενέργειας, τα όργανα της ΕΕ προέβησαν κατά την τελευταία δεκαετία σε μία σειρά δράσεων για την προώθηση των ΑΠΕ. Τα βασικά νομοθετήματα – οδηγίες που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια αυτών των δράσεων και αφορούν γενικά τις ΑΠΕ παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1 και αναλύονται στη συνέχεια της παραγράφου.

Έγγραφο	Ημ/νία Έκδοσης	Περιγραφή
Οδηγία 96/92 ΕΚ	19/12/1996	Θεσπίζει κοινούς κανόνες που αφορούν την παραγωγή, μεταφορά και διανομή Η/Ε. Θέτει το κανονιστικό πλαίσιο για την απελευθέρωση και οργάνωση της εσωτερικής αγοράς Η/Ε.
Απόφαση 646/2000 ΕΚ	28/2/2000	Θέτει σε εφαρμογή το πρόγραμμα δράσεων “Altener” για την προώθηση των ΑΠΕ, με χρηματοδοτική υποστήριξη 77 εκ. € την περίοδο 1998-2002.
Οδηγία 2000/60 ΕΚ	22/12/2000	Ορίζει την πολιτική της ΕΕ για τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Θέτει συγκεκριμένους στόχους για την ποιοτική και ποσοτική διαχείριση των επιφανειακών και υπογείων υδάτων, χρονοδιάγραμμα και διαδικασίες για την υλοποίησή τους.
Οδηγία 2001/77 ΕΚ	27/9/2001	Θέτει ως προτεραιότητα την αύξηση της συμβολής των ΑΠΕ στην παραγωγή Η/Ε, κατανέμει τις υποχρεώσεις που προκύπτουν από το Πρωτόκολλο του Κυότο στα κράτη – μέλη και ορίζει το κοινοτικό πλαίσιο δράσης.
Απόφαση 1230/2003 ΕΚ	26/6/2003	Θέτει σε εφαρμογή το πρόγραμμα δράσεων «Ευφυής Ενέργεια – Ευρώπη», με χρηματοδοτική υποστήριξη 200 εκ. €, την περίοδο 2003-2006.

Πίνακας 3.1 Βασικά νομοθετήματα- οδηγίες της ΕΕ για τις ΑΠΕ

4. Νομικό πλαίσιο για ΑΠΕ στην Ελλάδα

Στην παράγραφο που ακολουθεί αναλύεται η βασική ισχύουσα εθνική νομοθεσία που διαμόρφωσε το τρέχον θεσμικό – κανονιστικό πλαίσιο για τη διεύθυνση των ΑΠΕ στο ενεργειακό σύστημα της χώρας. Η νομοθετικές αυτές πράξεις ουσιαστικά αποτελούν προϊόν την κοινοτικής καθοδήγησης και έχουν δύο βασικούς άξονες: από τη μία πλευρά την απελευθέρωση και οργάνωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας στο πνεύμα της Οδηγίας 96/92 ΕΚ και παράλληλα, τη θεσμοθέτηση και την επιτάχυνση της ένταξης των ΑΠΕ σύμφωνα με τις επιταγές της Οδηγίας 2001/77 ΕΚ και τις διεθνείς ανειλημμένες υποχρεώσεις.

Απαρχή της εισόδου των ΑΠΕ στη χώρα αποτέλεσε ο Ν 1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», στα πλαίσια του οποίου η ΔΕΗ εγκατέστησε 24 MW ενώ οι ΟΤΑ περιορίστηκαν στο ελάχιστο επίπεδο των 3 MW και ο ιδιωτικός τομέας παρέμεινε εκτός σκηνής. Παρά το μικρό αποτέλεσμα, η προσπάθεια έδειξε τις δυνατότητες του τομέα και τις αδυναμίες του συστήματος και προετοίμασε το δρόμο για μεταγενέστερες βελτιώσεις.

Νομοθέτημα	ΦΕΚ	Περιγραφή
N 1559/1985	A 135	«Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»
N 2244/1994	A 168	«Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»
N 2773/1999	A 286	«Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις»
N 2941/2001	A 201	«Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιριών, αδειοδότηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση των θεμάτων της Α.Ε. “Ελληνικά Ναυπηγεία” και άλλες διατάξεις»
ΥΑ 8989/2001	B 654	«Έγκριση του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος»
ΥΑ Δ5/ΗΛ/Φ1/2001		«Έγκριση του Κώδικα Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας»
ΥΑ 2000/2002	B 158	«Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας»
N 3017/2002	A 117	«Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κυότο στη Σύμβαση – πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος»
KYA 1726/2003	B 552	«Διαδικασία προκαταρκτικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στα πλαίσια της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας»
N 3175/2003	A 207	«Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις»
N 3468/2006	A 129	«Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις»
KYA 104247/2006	B 663	«Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.), σύμφωνα με το άρθρο 4 του ν. 1650/1986, όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του ν. 3010/2002»

Πίνακας 4.1 Ελληνική νομοθεσία γενικά για τις ΑΠΕ

5. Θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ στην Ελλάδα.

Ο καθ' ύλην αρμόδιος φορέας της ελληνικού κράτους για το σχεδιασμό και άσκηση της ενεργειακής πολιτικής και την τήρηση των εθνικών δεσμεύσεων είναι το Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ). Η αρμόδια υπηρεσία του Υπουργείου για τις ΑΠΕ είναι η Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, που υπάγεται στη Γενική Διεύθυνση Ενέργειας του Τομέα Ενέργειας και Φυσικών Πόρων.

«Η συμβολή της τηλεθέρμανσης στην βελτίωση της διαχείρισης των ενεργειακών πόρων»

Στη συνέχεια παρουσιάζεται οι σημαντικότεροι φορείς που εμπλέκονται στην πορεία ανάπτυξης, υλοποίησης και λειτουργίας ενός ΜΥΗΕ και των ΑΠΕ γενικότερα

6. Ο ρόλος του ΚΑΠΕ

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ιδρύθηκε με το ΠΔ 375/87 ως Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου, υπό την εποπτεία του ΥΠΑΝ – Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, με διοικητική και οικονομική αυτοτέλεια. Με το Ν 2244/94 και το Ν 2702/99 το ΚΑΠΕ ορίστηκε ως το Εθνικό Συντονιστικό Κέντρο στους τομείς των ΑΠΕ, ΕΞΕ και ΟΧΕ.

Ο ρόλος του ΚΑΠΕ είναι διπλός : ως Ερευνητικό και Τεχνολογικό Κέντρο αναπτύσσει την εφαρμοσμένη έρευνα και υποστηρίζει τεχνικά την αγορά για τη διείσδυση και εφαρμογή νέων τεχνολογιών ΑΠΕ και ΕΞΕ και, ως Εθνικό Κέντρο Ενέργειας μελετά θέματα ενεργειακού σχεδιασμού και αναπτύσσει την απαραίτητη υποδομή για την υποστήριξη της υλοποίησης επενδυτικών προγραμμάτων ΑΠΕ και ΕΞΕ. Στα πλαίσια της αποστολής του το ΚΑΠΕ έχει επωμιστεί τις ακόλουθες αρμοδιότητες:

- Είναι ο επίσημος σύμβουλος της πολιτείας σε θέματα εθνικής πολιτικής και προγραμματισμού των ΑΠΕ, ΕΞΕ και ΟΧΕ
- Εκτελεί εφαρμοσμένη έρευνα και αναπτύσσει νέες, περιβαλλοντικά φιλικές τεχνολογίες
- Οργανώνει και εκτελεί επιδεικτικά και πιλοτικά προγράμματα □ Υλοποιεί εφαρμογές ΑΠΕ, ΕΞΕ και ΟΧΕ σε έργα του ιδιωτικού τομέα, ΟΤΑ κλπ
- Παρέχει υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου με τη μορφή εξειδικευμένης τεχνογνωσίας και πληροφόρησης.
- Προβαίνει σε δράσεις διάδοσης της τεχνολογίας, οργανώνει/συμμετέχει σε τεχνικά και εκπαιδευτικά σεμινάρια.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ '3'

Πίνακας

Μονάδων

ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ – ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΜΟΝΑΔΩΝ
για διάφορα μεγέθη στη ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ/ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ			ΑΓΓΛΟΣΑΞΟΝΙΚΟΣ (Βιβλίο SCHAUM)		
ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ / ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑ-ΔΑ	ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ / ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑ-ΔΑ
l	Μήκος	m	L	Μήκος	m
F	Εμβαδόν	m ²	A	εμβαδόν	m ²
δ ή d ή s	Πάχος	m	L ή t	Πάχος	m
θ	Θερμοκρασία	°C	T	Θερμοκρασία	°C
T	Απόλυτη Θερμοκρασία	K	T	Απόλυτη Θερμοκρασία	K
θ _τ	Θερμοκρασία επιφάνειας	°C	T _s	Θερμοκρασία επιφάνειας	°C ή K
θ _ρ	Θερμοκρασία ρευστού	°C	T _r	Θερμοκρασία ρευστού	°C ή K
Q	Θερμική ισχύς ή θερμορροή	W	q	Θερμική ισχύς ή ρυθμός μεταφοράς θερμότητας	W
q _l	Q ανά μονάδα μήκους	W/m	q/L	q ανά μονάδα μήκους	W/m
q _F	Πυκνότητα θερμορροής	W/m ²	q/A	q ανά μονάδα επιφάνειας	W/m ²
Φ	Ειδική θερμοϊσχύς (ανά μονάδα όγκου)	W/m ³	q'''	Παραγωγή θερμότητας ανά μονάδα όγκου	W/m ³
λ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	W/mK	k	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	W/mK
K	Συντελεστής θερμοπερατότητας	W/m ² K	U	Ολικός συντελ. μεταφοράς θερμότητας	W/m ² K
a	Συντελεστής συναγωγής (ή μεταβίβασης θερμότητας, αν περιέχει και ακτινοβολία)	W/m ² K	h	Συντελ. μεταφοράς θερμότητας με συναγωγή (ή μεταβίβασης θερμότητας)	W/m ² K
α	Συντελεστής απορρόφησης (ακτινοβολίας)	-	α	Απορροφητικότητα (ως προς ακτινοβολία)	-
r	Συντελεστής ανάκλασης (ακτινοβολίας)	-	ρ	Ανακλαστικότητα (ως προς ακτινοβολία)	-
d	Συντελ. διαπερατότητας (ακτινοβολίας)	-	τ	Περατότητα (ως προς ακτινοβολία)	-
q	Ολική ακτινοβολία	W/m ²	E	Ολική εκπεμπόμενη ισχύς	W/m ²
Q _{ε#}	Δρώσα ακτινοβολία	W/m ²	J	Ολική ακτινοβολός ισχύς (radiosity)	W/m ²
ε	Συντελ. ολικής εκπομπής	-	ε	Ολική ικανότητα εκπομπής	-
E _i	Ακτινοβολούμενη ισχύς που προσπίπτει σε μια επιφάνεια	W/m ²	G _i	Ολική προσπίπτουσα ακτινοβολία - ισχύς (irradiation)	W/m ²
φ _{ij}	Συντελεστής θέας ή γεωμετρικός συντελεστής	-	F _{i-j}	Παράγοντας διαμόρφωσης ή μορφολογικός παράγοντας ή παράγοντας όψεως	-
ε _{ij}	Συντελ. αλληλεκπομπής	-	F _{i-j}	Παράγοντας διαμόρφωσης γκριζου σώματος	-

ΓΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ					
ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ/ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ			ΑΓΓΛΟΣΑΞΟΝΙΚΟΣ (Βιβλίο SCHAUM)		
ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ / ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑ-ΔΑ	ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ / ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑ-ΔΑ
K_o	Συνολικός συντελεστής μεταδόσης θερμότητας εναλλάκτη	W/m^2K	U (ή U_o ή U_i)	Ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας εναλλάκτη	W/m^2K
1	(ως δείκτης) Θερμό ρευστό		h	(ως δείκτης) Θερμό ρευστό	
2	(ως δείκτης) Ψυχρό ρευστό		c	(ως δείκτης) Ψυχρό ρευστό	
'	Θερμοκρασίες εισόδου		i	Θερμοκρασίες εισόδου	
''	Θερμοκρασίες εξόδου		o	Θερμοκρασίες εξόδου	
$\Delta\theta_m$	(Κατάλληλη) Μέση Θερμοκρασιακή Διαφορά	$^{\circ}C$ ή K	$\overline{\Delta T}$	Μέση Ωφέλιμη Θερμοκρασιακή Διαφορά	$^{\circ}C$ ή K
ΜΛΘΔ	Μέση Λογαριθμική Θερμοκρασιακή Διαφορά	$^{\circ}C$ ή K	ΔT_{lm}	Μέση Λογαριθμική Θερμοκρασιακή Διαφορά	$^{\circ}C$ ή K
η	Αποδοτικότητα εναλλάκτη	-	ϵ	Αποτελεσματικότητα εναλλάκτη	-

ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΙΣΧΥΟΣ			
ΙΣΧΥΣ		ΕΝΕΡΓΕΙΑ	
Watt	W	Joule	J
Ίππος	Hp	Calorie	Cal
Ίππος (μετρικός)	Hp,m	Κιλοβατώρα	kWh

ΠΡΟΘΕΜΑΤΑ		
Kilo	K	10^3
Mega	M	10^6
Giga	G	10^9
Tera	T	10^{12}
Peta	P	10^{15}
Exa	E	10^{18}

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

ΑΗΣ	<i>Ατμοηλεκτρικός Σταθμός</i>
ΑΝΚΟ	<i>Αναπτυξιακή Κοζάνης</i>
ΑΠΕ	<i>Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας</i>
ΑΠΘ	<i>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης</i>
ΑΚΕ	<i>Ακαθάριστη Κατανάλωση Ενέργειας</i>
ΔΕΗ	<i>Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού</i>
ΔΕΣΜΗΕ	<i>Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Η/Ε</i>
ΔΕΥΑΚ	<i>Δημόσια Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Κοζάνης</i>
ΕΛΚΕΠΑ	<i>Ελληνικό Κέντρο Παραγωγής</i>
ΕΜΠ	<i>Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο</i>
ΕΟΕ	<i>Ειδικό όφελος εγκατάστασης</i>
ΕΣΥΕ	<i>Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος</i>
ΖΕΠ	<i>Ζώνη Ενεργού Πολεοδομίας</i>
Η/Ε	<i>Ηλεκτρική Ενέργεια</i>
ΙΓΜΕ	<i>Ινστιτούτο Γεωλογικών Μελετών Ελλάδος</i>
ΚΑΠΕ	<i>Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας</i>
ΟΧΕ	<i>Ορθολογική Χρήση Ενέργειας</i>

ΣΗΘ	<i>Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας</i>
ΤΕΙ	<i>Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα</i>
ΤΘ	<i>Τηλεθέρμανση</i>
ΤΙΠ	<i>Τόνοι Ισοδύναμοι Πετρελαίου</i>
ΤΕΕ	<i>Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας</i>
ΤΟΕ	<i>Tones of oil equivalent</i>
ΧΥΤΑ	<i>Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων</i>
RDF	<i>Refuse Derived Fuel</i>
HRR	<i>Heat Restore Rate</i> <i>Συντελεστής Ανάκτησης Θερμότητας</i>

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ
1.1	Θερμικό φορτίο που καλύπτεται από τηλεθέρμανση στην Ελλάδα.	12
1.2	Συμπαραγωγή στην Ευρώπη των 15.	20
2.1	Κατανομή της ετήσιας απαιτούμενης ενέργειας στη μονάδα βάσης και στη μονάδα αιχμής.	49
2.2	Εξέλιξη συνδεδεμένων οικοδομών έως το 2002.	63
2.3	Εξέλιξη συνδεδεμένων διαμερισμάτων έως το 2002.	64
2.4	Εξέλιξη θερμαινόμενης επιφάνειας έως το 2002.	64
2.5	Αναμενόμενη και πραγματική πρόσκτηση θερμικού φορτίου στην τηλεθέρμανση Κοζάνης.	65
2.6	Μεταβολή μέσων μηνιαίων συγκεντρώσεων SO ₂ στο λεκανοπέδιο της Κοζάνης.	68
2.7	Μέση 24ωρη μεταβολή των τιμών του SO ₂ κατά τον Ιανουάριο 1988.	69
2.8	Μεταβολή συγκεντρώσεων καπνού στο λεκανοπέδιο της Κοζάνης το 1988.	70
2.9	Ετήσια ποσότητα ρύπων (εκτός CO ₂) από την τηλεθέρμανση (75%) και την κεντρική θέρμανση (25%) στο Δ.Δ. Κοζάνης.	81
2.10	Ετήσια ποσότητα ρύπων (εκτός CO ₂) από την τηλεθέρμανση (75%) και την κεντρική θέρμανση (25%) στο Δ.Δ. Πτολεμαΐδας.	82
2.11	Ποσοστιαία κατανομή CO ₂ από την κεντρική θέρμανση και την τηλεθέρμανση στο Δ.Δ. Κοζάνης.	82
2.12	Ποσοστιαία κατανομή CO ₂ από την κεντρική θέρμανση και την τηλεθέρμανση στο Δ.Δ. Πτολεμαΐδας.	83
2.13	Μέση εκπομπές καπνού και SO ₂ πριν και μετά τη λειτουργία DH στην ατμόσφαιρα της πόλης της Κοζάνης.	84
3.1	Απλοποιημένο διάγραμμα ροής του συστήματος τηλεθέρμανσης του Reykjavik.	174
4.1	Το ενεργειακό περιεχόμενο πηγών ενέργειας.	178
4.2	Κατανομή της δασικής βιομάζας κατά γεωγραφικό διαμέρισμα.	198
4.3	Το διάγραμμα Tanner που θέτει τα όρια αυτοσυντηρούμενης καύσης των απορριμμάτων.	223

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ
1.1	Σχηματική απεικόνιση συστήματος τηλεθέρμανσης.	16
3.1	Ο φλοιός, ο μανδύας και ο πυρήνας της Γης.	122
3.2	Η καλυμμένη λίμνη που χρησιμοποιούνταν κατά το 1 ^ο μισό του 11 ^{ου} αιώνα στην περιοχή Larderello για τη συλλογή των βοριούχων υδάτων και την παραγωγή βορικού οξέος.	125
3.3	Σχηματική αναπαράσταση ενός συστήματος θερμών ξηρών πετρωμάτων σε οικονομική κλίμακα.	126
3.4	Σχηματική παράσταση αντλίας θερμότητας που είναι συνδεδεμένη με το υπέδαφος.	133
3.5	Σχηματικό διάγραμμα μιας αντλίας θερμότητας που χρησιμοποιείται για θέρμανση.	134
3.6	Απεικόνιση της υπό εξέταση περιοχής (Αερολιμένας Θεσσαλονίκης).	157
4.2	Καλλιέργεια ηλιανθού.	180
4.3	Υπολείμματα φλοιών (τσόφλια) και δημητριακών.	181
4.4	Καλλιέργεια ζαχαροκάλαμου στη Χαβάη για θερμική επεξεργασία.	182
4.5	Συγκέντρωση προς επεξεργασία δασικών υπολειμμάτων.	184
4.6	Σύστημα καύσης αστικών στερεών αποβλήτων που τροφοδοτεί το σύστημα τηλεθέρμανσης της Βιέννης.	185
4.7	Μια τοπική διάταξη μονάδας επεξεργασίας βιομάζας.	185
4.8	Σταθμός μεγάλης κλίμακας για παραγωγή θερμότητας από υπολείμματα ξύλου.	187
4.9	Εγκατάσταση καύσης αστικών απορριμμάτων.	188
4.10	Τομή σκάμματος σωληνώσεων τηλεθέρμανσης.	192
5.1	Το σύστημα τηλεθέρμανσης της πόλης Kunguln της Σουηδίας.	237
5.2	Τομή της δεξαμενής αποθήκευσης θερμικής ενέργειας	240
5.3	Πανοραμική άποψη του Skotterparken στη Δανία.	242
5.4	Παραγόμενη από υπολογιστή εναέρια άποψη της Alberta στον Καναδά.	245
5.5	Το ηλιακό χωριό στην Πεύκη Αττικής	246
5.6	Το ηλιακό δυναμικό της Ελλάδος	249

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ
1.1	Φάσεις ιστορικής εξέλιξης της κατανάλωσης ενέργειας από τον άνθρωπο.	3
2.1	Κατανομή θερμικού φορτίου μεταξύ μονάδας βάσης και λεβητοστασίου αιχμής.	29
2.3	Περιγραφή λεβητοστασίου αιχμής τηλεθέρμανσης Κοζάνης.	30
2.4	Υπολογισμός φυσικής κίνησης πληθυσμού πόλεως Κοζάνης.	33
2.5	Υπολογισμός νοικοκυριών πόλεως Κοζάνης.	33
2.6	Πρόβλεψη πληθυσμού πόλεως Κοζάνης.	34
2.7	Ποσοστιαία συμμετοχή (%) ανά περιοχή στον παραγόμενο όγκο.	36
2.8	Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος περιοχής Κοζάνης.	37
2.9	Μέγιστη ζήτηση ανά ζώνη (1990)	38
2.10	Ετήσια θερμική ζήτηση Κοζάνης (εκτίμηση με βάση το έτος 1990)	38
2.11	Συντελεστές ειδικής θερμικής ζήτησης ανάλογα με το είδος του κτιρίου.	42
2.12	Εξέλιξη μόνιμου προσωπικού τηλεθέρμανσης Κοζάνης.	60
2.13	Υπολογισμός τιμής σύνδεσης σε τιμές 2002	61
2.14	Εξέλιξη συνδρομητών τηλεθέρμανσης έως το 2002	63
2.15	Εκπομπή στην ατμόσφαιρα SO ₂ (σε τόνους) την ψυχρή περίοδο, πριν τη λειτουργία του συστήματος τηλεθέρμανσης.	71
2.16	Η ανάλυση όρου για τον υπολογισμό των αέριων εκπομπών από την θέρμανση.	72
2.17	Τύπος Baldasano (1998).	72
2.18	Οι παράμετροι, οι μεταβλητές και τα στοιχεία εισόδου που χαρακτηρίζουν τη συνάρτηση υπολογισμού των εκπομπών από τη θέρμανση κτιρίων.	73
2.19	Ανάλυση των στοιχείων εισόδου στις συναρτήσεις που δίνουν τις τιμές εκπεμπόμενων ρύπων στο χρονικό διάστημα μήνα, ημέρας και ώρας από την καύση που πραγματοποιείται για τη θέρμανση.	74
2.20	Πραγματικός πληθυσμός Κοζάνης – Πτολεμαΐδας.	74
2.21	Ποσοστό τηλεθέρμανσης ως κεντρικών θερμάνσεων σε Πτολεμαΐδα και Κοζάνη (2006).	75
2.22	Καταναλώσεις καυσίμων στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας (1998).	76

2.23	Κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης και κίνησης στη Δυτική Μακεδονία (1998).	76
2.24	Ολοκληρωμένη παρουσίαση πίνακα 2.20. Προσθήκη συντελεστή «n».	77
2.25	Εκτίμηση εκπομπών CO ₂ , SO ₂ και CO σε ετήσια βάση μετά τη λειτουργία τηλεθέρμανσης σε Κοζάνη και Πτολεμαΐδα.	78
2.26	Υπολογισμοί εκπομπών σταθμού αιχμής Κοζάνης.	78
2.27	Υπολογισμοί εκπομπών σταθμού αιχμής Πτολεμαΐδας.	79
2.28	Υπολογισμοί εκπομπών λεβητοστασίων αιχμής (σύνολο)	79
2.29	Υπολογισμοί ρύπων λεβητοστασίων αιχμής Κοζάνης και Πτολεμαΐδας (τελικός πίνακας).	80
2.30	Συνολική εκτίμηση εκπεμπόμενων ρύπων κεντρικών θερμάνσεων και λεβητοστασίων αιχμής για Κοζάνη και Πτολεμαΐδα.	81
2.31	Μέγιστη 24ωρη συγκέντρωση SO ₂ με αναστροφή στο ενεργό ύψος της καμινάδας που προκύπτει από το μοντέλο.	85
2.32	Τα συστήματα τηλεθέρμανσης με ΖΗΘ από τη ΔΕΗ όπου υπάρχουν ή σχεδιάζονται στην ελληνική επικράτεια.	94
3.1	Διάγραμμα χρήσεων των γεωθερμικών πεδίων Lindal.	129
3.2	Χρήσεις γεωθερμικής ενέργειας σε Ευρώπη – Τουρκία και Ρωσία.	131
3.3	Μεταβολή απόδοσης των αντλιών θερμότητας.	134
3.4	Πιθανότητα και σοβαρότητα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της γεωθερμίας.	136
3.5	Θέσεις εργασίας που δημιουργούν οι ΑΠΕ σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας.	138
3.6	Περιοχές της Ελλάδος αυξημένης γεωθερμικής ενέργειας	144
3.7	Γεωθερμική του νερού της θάλασσας, σύστημα θέρμανσης και ψύξης του νέου σταθμού: Κύριες δαπάνες	161
4.1	Το ενεργειακό περιεχόμενο μερικών καρπών και του πετρελαίου.	180
4.2	Εξαγωγή αιθανόλης από πλούσια σε υδρογονάνθρακα φυτά.	190
4.3	Αρχικό κόστος επένδυσης βιομάζας και σύγκριση κόστους για συμβατικές μορφές ενέργειας.	193
4.4	Κατανομή δασών σύμφωνα με το δασοπονικό είδος.	197
4.5	Το συνολικό δυναμικό γεωργικών παραπροϊόντων ανά είδος καλλιέργειας στην Ελλάδα.	201
4.6	Στοιχεία έργου τηλεθέρμανσης κτιρίων Καρπενησίου.	206
4.7	Στοιχεία κτιρίων που θα συνδεθούν στο δίκτυο τηλεθέρμανσης από βιομάζα και συνολική θερμική ζήτηση.	207
4.8	Τα οφέλη από το σύστημα τηλεθέρμανσης από βιομάζα	212

	στην πόλη Ingalina της Λιθουανίας.	
4.9	Χρηματοδότηση του έργου στην Ingalina.	212
4.10	Μειώσεις εκπομπών ρύπων στην Ingalina.	213
4.11	Μέση ετήσια ανά κατηγορία σύνθεση και καθαρή θερμική δύναμη απορριμμάτων για Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Ηράκλειο και Ρόδο.	222
5.1	Τεχνητή και φυσική αποθήκευση ενέργειας.	233
5.2	Πληροφορίες για τα κτίρια του πρώτου τομέα της τηλεθέρμανσης της πόλης Friedrichshafer.	239

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

A/A	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ
1.1	Απλουστευμένη διάταξη κεντρικής θέρμανσης δυο σωλήνων.	13
2.1	Οι τρεις γεωγραφικές ζώνες της Ελλάδος σύμφωνα με τους κλιματολογικούς όρους τους.	25
2.2	Τεχνολογίες Συμπαγωγής.	50
3.1	Γεωθερμία και σύστημα νερού της θάλασσας που συνδέεται με τις αντλίες θερμότητας πηγής-νερού για θέρμανση-ψύξη στο νέο Αερολιμένα Θεσσαλονίκης.	158
3.2	Ενεργειακή παραγωγή της θερμότητας ύδωρ-πηγής αντλίες για τη θέρμανση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σύμφωνα με την πηγή θερμότητας που τροφοδοτεί τις αντλίες θερμότητας.	159
3.3	Πρόγραμμα έρευνας – αξιοποίησης γεωθερμικού πεδίου χαμηλής ενθαλπίας.	172
3.4	Παράμετροι κόστους γεωθερμικού έργου χαμηλής ενθαλπίας.	173
4.1	Παραγωγή ρεύματος και θερμότητας από πριονίδια δασικών φυτειών.	183
4.2	Διαγραμματική απεικόνιση βασικών σταδίων μελέτης για την εγκατάσταση ενός συστήματος τηλεθέρμανσης από βιομάζα.	194
4.3	Οικονομικές παράμετροι εκμετάλλευσης βιομάζας.	198
4.4	Το σχέδιο του μικρού δικτύου T/Θ στο Wobury Abbey.	220
4.5	Συνοπτική αναπαράσταση συμπερασμάτων παραρτήματος II.	227
4.6	Συστήματα τηλεθέρμανσης από βιομάζα στην Ελλάδα.	228