

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
Σ.Τ.Ε.
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΣΤΟ Ν. ΛΕΣΒΟΥ»



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΜΑΡΙΑ ΤΖΑΓΚΛΕΛΛΗ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΣΧΟΣ

ΠΑΤΡΑ – ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	V
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	VI
A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	7
1.ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	7
1.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	8
1.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	8
1.2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	9
1.2.2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	9
1.2.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	9
1.2.4 ΒΙΟΜΑΖΑ	9
1.2.5 ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ	9
1.2.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΚΥΜΑΤΑ – ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ – ΩΚΕΑΝΟΥΣ- ΡΕΥΜΑΤΑ	10
1.2.7 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	10
1.2.7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	10
ΟΡΙΣΜΟΣ – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	10
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	11
ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	13
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΠΟΛΗΨΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	14
1.2.7.2 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	15
1.2.7.2.1 ΣΤΑΔΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	17
1.2.7.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	18
1.2.7.2.1 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	20
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	20
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	24
ΞΗΡΑΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	27
ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΟΙΚΙΣΜΩΝ	29
ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ Ή ΥΦΑΛΜΥΡΟΥ ΝΕΡΟΥ	32
ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΩΝ	32
ΙΑΜΑΤΙΚΕΣ-ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	33
ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	33
ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΑΒΑΘΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	33
1.2.7.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	34

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ	34
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ	35
1.2.7.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ	36
1.2.7.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	37
1.2.7.6 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	38
Β. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΤΟ Ν. ΛΕΣΒΟΥ	40
2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ Ν. ΛΕΣΒΟΥ	40
2.1 ΛΕΣΒΟΣ	40
2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	40
2.1.2 ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	40
2.1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	41
2.1.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ	46
2.1.4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΟΛΥΧΝΙΤΟΥ	46
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	46
ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	46
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	47
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	50
ΠΗΓΗ ΛΙΣΒΟΡΙΟΥ	52
ΛΟΥΤΡΑ ΧΡΙΣΤΙΑΝΟΥ	53
2.1.4.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΤΡΑΣ – ΑΡΓΕΝΟΥ	53
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	53
ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	54
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	54
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	57
2.1.4.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΤΥΨΗΣ – ΚΑΛΛΟΝΗΣ	58
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	58
ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	59
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	60
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	63
2.1.4.4 ΠΕΡΙΟΧΗ ΓΕΡΑΣ	64
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	64
ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	64
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	66
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	67

2.1.4.5 ΠΕΡΙΟΧΗ ΘΕΡΜΗΣ	68
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	68
ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	69
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	69
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	73
2.1.4.6 ΑΛΛΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ	75
ΠΑΝΑΓΙΑ Η ΚΡΥΦΤΗ	75
ΘΕΡΜΕΣ ΚΟΥΡΤΖΗ	76
2.2 ΛΗΜΝΟΣ	77
2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	77
2.2.2 ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	77
2.2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	78
2.2.4 ΘΕΡΜΗ ΠΗΓΗ "ΘΕΡΜΑ ΗΦΑΙΣΤΟΥ"	78
Γ. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	102

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος έχει αρχίσει να γίνεται όλο και μεγαλύτερο και η ανάγκη να στραφούμε σε μεθόδους φιλικότερες προς το περιβάλλον κρίνεται επιτακτική. Από τα πιο βασικά προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα το περιβάλλον είναι και αυτό της ενέργειας. Τα αποθέματα πετρελαίου εξαντλούνται και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έρχονται να δώσουν λύση στο πρόβλημα αυτό. Είναι φιλικές προς το περιβάλλον, ανεξάντλητες και κάποιες από αυτές έχουν μεγάλα περιθώρια αξιοποίησης. Η γεωθερμία είναι μία από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον και στην Ελλάδα υπάρχουν αρκετά γεωθερμικά πεδία με πολλές δυνατότητες εκμετάλλευσης. Κάποια από αυτά βρίσκονται και στην περιοχή του Νομού Λέσβου, με αυτό του Πολυχνίτου να έχει τις υψηλότερες θερμοκρασίες στην Ευρώπη. Το γεωθερμικό δυναμικό των πεδίων χρησιμοποιείται σήμερα κυρίως για ιαματικούς σκοπούς και σε κάποιες περιπτώσεις για τη θέρμανση θερμοκηπίων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια των υποχρεώσεων μου στο Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής του Α.Τ.Ε.Ι. της Πάτρας ήταν και η εκπόνηση της παρούσας εργασίας, η οποία κρίνεται απαραίτητη για την απόκτηση πτυχίου και είχε σαν θέμα "Το φαινόμενο της Γεωθερμίας στο Νομό Λέσβου".

Τα κριτήρια επιλογής του θέματος είχαν να κάνουν με την καταγωγή μου από τη Λέσβο, την αγάπη για τον τόπο μου αλλά και την επιθυμία μου να συνεχίσω τις σπουδές μου πάνω στις περιβαλλοντικές επιστήμες.

Σ' αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν στην προσπάθειά μου αυτή.

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Έργων Υποδομής κύριο Κωνσταντίνο Πάσχο που μου έδωσε την ευκαιρία να μελετήσω ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, όπως είναι αυτό της Γεωθερμίας, αλλά και για την πολύτιμη καθοδήγησή του και τη βοήθεια του όλο αυτό το διάστημα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Νίκο Σταυρίδη, Διευθυντή του τομέα εναλλακτικών μορφών ενέργειας της ΔΕΗ, τον κύριο Κώστα Μίσσιο, τον κύριο Στρατή Γιαννέλλη και την ΤΕΔΚ¹ Λέσβου για τα πολύτιμα στοιχεία που μου έδωσαν.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κύριο Βασίλη Κοντάρη, Διευθυντή του Πανεπιστημιακού Πειραματικού Γυμνασίου Μυτιλήνης "Γιάννης και Αριστείδης Δελής" και καθηγητή μου κατά την φοίτησή μου στο Γυμνάσιο, για το πολύτιμο υλικό που μου έδωσε από το αρχείο του σχολείου και για την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε. Πάνω απ' όλα όμως θα ήθελα να τον ευχαριστήσω που μου έμαθε να πιστεύω στον εαυτό μου, να προσπαθώ να γίνομαι καλύτερη και πως η πραγματική εκπαίδευση δεν είναι μια τυπική διαδικασία που περιορίζεται μέσα σε μια αίθουσα σχολείου.

¹ Τοπική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων

A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Το σύμπαν περιέχει ενέργεια σε διάφορες μορφές, όπως είναι η βαρύτητα, η θερμότητα, το φως και η πυρηνική ενέργεια. Η χημική ενέργεια που παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στις καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες, έχει πολύ μικρή σημασία μέσα στο σύμπαν, όπου η κυρίαρχη μορφή ενέργειας είναι η βαρυτική. Κάθε μάζα διαθέτει βαρυτική ενέργεια που μπορεί να εκλυθεί ή να μετατραπεί σε φως και θερμότητα.

Οι νόμοι της θερμοδυναμικής δηλώνουν ότι κάθε ποσότητα ενέργειας έχει μια χαρακτηριστική ποιότητα που αναφέρεται σε αυτήν, την εντροπία. Η εντροπία εκφράζει τον βαθμό αταξίας που σχετίζεται με την ενέργεια αυτή. Η ενέργεια ρέει πάντοτε προς εκείνη την διεύθυνση έτσι ώστε να αυξάνεται η εντροπία. Είναι επομένως δυνατόν οι διαφορετικές μορφές ενέργειας να ταξινομηθούν ανάλογα με την στάθμη τους, όπου σε υψηλότερη στάθμη βρίσκεται εκείνη η μορφή ενέργειας που έχει την μικρότερη εντροπία. Μια ενέργεια υψηλότερης στάθμης μπορεί να υποβαθμιστεί σε ενέργεια χαμηλότερης στάθμης, αλλά μια χαμηλότερη μορφή ενέργειας δεν μπορεί ποτέ να μετατραπεί καθ' ολοκληρίαν πίσω στην υψηλότερη μορφή.

Η διεύθυνση της ροής ενέργειας στο σύμπαν καθορίζεται από το εξής βασικό: η βαρυτική ενέργεια δεν είναι μόνο η κυρίαρχη μορφή ενέργειας αλλά είναι επίσης και η πλέον υψηλή ποιοτικά. Η βαρυτική ενέργεια δεν έχει εντροπία και βρίσκεται υψηλότερα από κάθε άλλη μορφή ενέργειας. Αυτός είναι και ο λόγος που ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο, που μετατρέπει την βαρυτική ενέργεια του νερού σε ηλεκτρισμό, μπορεί να έχει βαθμό απόδοσης κοντά στο 100%. Αυτό τον βαθμό απόδοσης δεν μπορεί ποτέ να φτάσει ένας θερμοηλεκτρικός σταθμός άνθρακα ή ένα πυρηνικό εργοστάσιο.

Στο σύμπαν το κύριο σενάριο ροής ενέργειας που παρακολουθούμε είναι η βαρυτική συστολή σωμάτων με μεγάλη μάζα, όπου η βαρυτική ενέργεια που απελευθερώνεται μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια, σε φως και σε θερμότητα.

Στο επίπεδο της Γης διακρίνουμε διάφορες μορφές ενέργειας: κινητική, δυναμική, θερμική, χημική, πυρηνική, ηλιακή, μηχανική, ηλεκτρική.

Η ενέργεια είναι από τα βασικότερα στοιχεία της μοντέρνας κοινωνίας. Απαιτείται για την παραγωγή προϊόντων από πρώτες ύλες, αλλά υποστηρίζει επίσης υπηρεσίες που τις θεωρούμε δεδομένες για την καθημερινή μας ζωή. Η οικονομική ανάπτυξη

και το επίπεδο ζωής απαιτούν μια συνεχή αλλά και ικανοποιητική παροχή ενέργειας. Η ενέργεια υπεισέρχεται λοιπόν σε όλους τους τομείς της ζωής μας.

Η ενέργεια προσδιορίζεται καλύτερα με βάση τί μπορεί να κάνει. Δεν μπορούμε να δούμε την ενέργεια, παρά μόνο τα αποτελέσματά της. Δεν μπορούμε να την παράγουμε, μόνο να την χρησιμοποιήσουμε, δεν μπορούμε να την κατατρέψουμε, μόνο να την σπαταλήσουμε.

Η ενέργεια μετράται σε Joules (Τζάουλς). Άλλες μονάδες μέτρησής της είναι:

- Η αγγλική θερμική μονάδα (BTU): $1 \text{ BTU} = 1060 \text{ J}$
- Το θερμικό ισοδύναμο ενός βαρελιού πετρελαίου (boe): $1 \text{ boe} = 6,1 \cdot 10^9 \text{ J}$
- Το ισοδύναμο ενός τόνου πετρελαίου (TIP): $1 \text{ TIP} = 42,2 \cdot 10^9 \text{ J}$

Οι σύγχρονες πηγές από τις οποίες ο άνθρωπος αντλεί ενέργεια χωρίζονται σε 2 είδη, τις συμβατικές και τις ανανεώσιμες.

1.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα ορυκτά καύσιμα από απολιθώματα, δηλαδή το κάρβουνο, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, χρειάστηκε εκατομμύρια χρόνια για να γίνουν. Σήμερα χρησιμοποιούμε τα καύσιμα που έχουν γίνει πριν από περισσότερα από 65 εκατομμύρια χρόνια. Όταν τελειώσουν τα κοιτάσματά τους όλη η ανθρωπότητα θα βρεθεί σε δύσκολη θέση γιατί το μεγαλύτερο μέρος της σημερινής κατανάλωσης ενέργειας προέρχεται από αυτά, και συνεπώς θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί με τη χρήση τους.

Εκτός από τους γαιάνθρακες (κάρβουνο), το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο που είναι συμβατικές πηγές ενέργειας υπάρχει και η πυρηνική ενέργεια που συγκαταλέγεται σ' αυτές.

1.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο όρος ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζει τις επαναλαμβανόμενες, φυσικές ενεργειακές ροές οι οποίες είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν προς όφελος της κοινωνίας. Οι πρωτογενείς πηγές αυτών είναι ο ήλιος, η βαρύτητα και η περιστροφή της γης.

Αξιοποιήσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή θεωρούνται τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια, τα αιολικά πάρκα, τα ηλιακά-φωτοβολταϊκά συστήματα, η βιομάζα και τα αστικά απορίμματα (για ηλεκτροπαραγωγή και συμπαραγωγή), καθώς και η γεωθερμική ενέργεια. Τέλος για την χρησιμοποίηση του

ενεργειακού περιεχομένου των κυμάτων η τεχνολογία δεν έχει φτάσει ακόμα στα επιθυμητά ανταγωνιστικά επίπεδα ενώ η χρήση της ενέργειας των παλιρροιακών κυμάτων περιορίζεται γεωγραφικά σε περιοχές εμφάνισης των φαινομένων αυτών.

1.2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διακρίνονται σε:

- **Ενεργητικά ηλιακά συστήματα:** μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.
- **Παθητικά ηλιακά και υβριδικά συστήματα:** αφορούν κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση των κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, δροσισμό ή φωτισμό.
- **Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα:** μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.

1.2.2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Είναι η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή και σε ηλεκτρική ενέργεια.

1.2.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η υδραυλική ενέργεια αξιοποιεί τις υδατοπτώσεις με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική.

1.2.4 ΒΙΟΜΑΖΑ

Η βιομάζα είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης.

1.2.5 ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ

Αξιοποιείται το ενεργειακό τους περιεχόμενο.

1.2.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΚΥΜΑΤΑ – ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ – ΩΚΕΑΝΟΥΣ – ΡΕΥΜΑΤΑ

Οι ωκεανοί καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη και μπορεί να αποτελέσουν μια τεράστια αποθήκη ενέργειας. Η ενέργεια αυτή έχει τη μορφή κινητικής ενέργειας που λαμβάνεται από τα κύματα, τις παλίρροιες, τα θαλάσσια ρεύματα, καθώς και τη μορφή θερμικής ενέργειας, που λαμβάνεται από τη μετατροπή της θερμικής ενέργειας των ωκεανών.

1.2.7 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.2.7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΟΡΙΣΜΟΣ – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια, που προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Η γεωθερμική ενέργεια αποδίδεται, είτε από τα γεωθερμικά ρευστά, είτε από τους ατμούς των γεωθερμικών ρευστών.

Ο όρος γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται συνήθως για να δηλώσει το τμήμα εκείνο της γήινης θερμικής ενέργειας, το οποίο είναι δυνατό να ανακτηθεί και να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο.

Το μέσο με το οποίο η θερμότητα της γης φτάνει στην επιφάνεια είναι κάποιο ρευστό, νερό ή ατμός ή μίγμα αυτών. Περιέχεται επίσης σε θερμά και ξηρά πετρώματα (hot-dry rock).

Η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως ανανεώσιμη λόγω του ρυθμού επαναφόρτισης του «ρεζερβουάρ». Καθώς τα γεωθερμικά ρευστά είναι μετεωρικής προέλευσης η επαναφόρτιση συμβαίνει στην ίδια κλίμακα χρόνου με την εξόρυξη της ενέργειας από αυτό. Εντούτοις στα θερμά ξηρά πετρώματα η ενέργεια που έχει εξορυχτεί αποκαθίσταται λόγω θερμικής αγωγιμότητας των πετρωμάτων. Εξαιτίας του αργού ρυθμού της παραπάνω διαδικασίας αυτά δεν θα έπρεπε να θεωρούνται ως αναξάντλητοι ενεργειακοί πόροι.

Ο White υπολόγισε ότι η ολική ποσότητα θερμότητας στα ανώτερα 10km του γήινου φλοιού είναι $3 \cdot 10^{26}$ cal (2000 φορές μεγαλύτερη από την ποσότητα θερμότητας που θα μπορούσαν να δώσουν όλα τα αποθέματα καυσίμων της γης). Δεν είναι όμως όλη εκμεταλλεύσιμη. Πρέπει αυτή να είναι συγκεντρωμένη σε στερεά πετρώματα σε μικρά βάθη ή μέσα στο νερό και στον ατμό που γεμίζουν τους πόρους

και τις ρωγμές των πετρωμάτων. Το εκμεταλλεύσιμο μέρος της γήινης θερμικής ενέργειας έχει ισχύ της τάξης των $3 \cdot 10^{10}$ KW.

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η γη και οι άλλοι πλανήτες, όπως και όλα τα αστρικά σώματα, δημιουργήθηκαν, σύμφωνα με μια θεωρία, από θερμά αέρια που ψύχθηκαν και συμπυκνώθηκαν με την πάροδο του χρόνου. Η διάπυρη σφαίρα, που κάποτε ήταν η γη μας, δεν έχει ψυχθεί ακόμη στο εσωτερικό της. Επιπλέον, η θερμότητα που παράγεται από τη φυσική ραδιενέργεια των πετρωμάτων της συντηρεί εν μέρει αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες.

Έτσι, η γη αποτελείται από ανομοιογενή στρώματα που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες και μπορεί να εμφανίζονται σε στερεή, πλαστική ή ρευστή μορφή, αναλόγως των θερμοκρασιών και των πιέσεων που επικρατούν σ' αυτά. Τα στρώματα στα οποία χωρίζεται η γη είναι (Σχ.1):

- **Η Λιθόσφαιρα**, η οποία είναι το εξωτερικό στρώμα της, έχει βάθος 100km και, συνήθως, σ' αυτήν περιλαμβάνεται και το άνω μέρος του Μανδύα.
- **Ο Μανδύας**, που βρίσκεται κάτω από τη Λιθόσφαιρα και προχωρεί μέχρι βάθους 2900km.
- **Ο Πυρήνας**, που βρίσκεται κάτω από το Μανδύα και έχει ακτίνα 3500km.

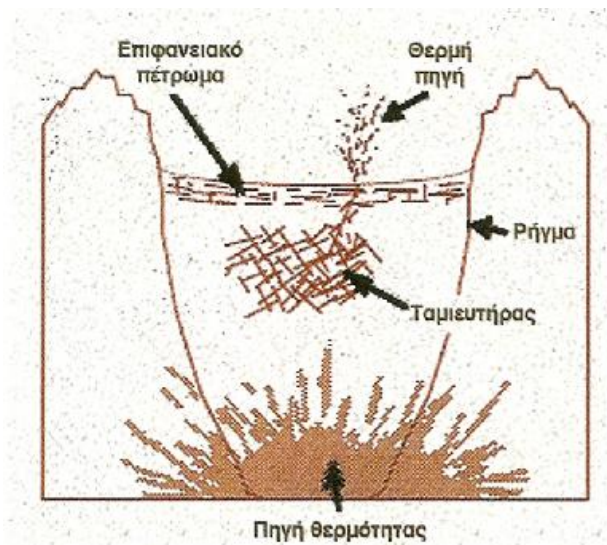


Σχήμα 1. Τομή της γης

Με δεδομένο ότι τα στρώματα της γης είναι τόσο θερμότερα όσο πιο κοντά βρίσκονται στον πυρήνα της, η ροή της θερμότητας γίνεται από το εσωτερικό προς το εξωτερικό της. Ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας της γης με την απόσταση από την επιφάνειά της ονομάζεται «γεωθερμική βαθμίδα» και, στο στρώμα της Λιθόσφαιρας, έχει κανονική τιμή περίπου 30°C ανά χιλιόμετρο. Το φαινόμενο κατά το οποίο σε μια περιοχή η θερμοκρασία αυτή αυξάνει με ταχύτερο ρυθμό ονομάζεται

γεωθερμική ανωμαλία. Αυτό είναι γνώρισμα περιοχής όπου συντρέχουν ειδικές γεωλογικές συνθήκες και όπου είναι πιθανό να υπάρχει εκμεταλλεύσιμη γεωθερμική ενέργεια.

Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή, πρέπει να υπάρχει κάποιος ταμιευτήρας αποθήκευσης του (Σχ 2). Ο ταμιευτήρας σχηματίζεται όταν ένας αδιαπέρατος από το νερό ορίζοντας βρίσκεται κάτω από έναν περατό. Η γεωμορφολογία της περιοχής πρέπει να είναι κατάλληλη ώστε το βρόχινο νερό να μπορεί να διεισδύσει σε αυτούς τους βαθύτερους ορίζοντες, οι οποίοι, με τη σειρά τους, πρέπει να βρίσκονται κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια, ενώ το ψυχρότερο νερό κατεβαίνει βαθύτερα, όπου στη συνέχεια θερμαίνεται.



Σχήμα 2. Δημιουργία ταμιευτήρα θερμού νερού

Αν η θερμοκρασία των ρευστών είναι μεγαλύτερη των 25°C, τότε αυτά, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά. Επιπροσθέτως, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως:

- **Υψηλής ενθαλπίας²**, όταν η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού είναι από 150°C και πάνω.
- **Μέσης ενθαλπίας**, όταν η θερμοκρασία αυτή κυμαίνεται μεταξύ 100 και 150°C.

² Με τον όρο Ενθαλπία χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προσφέρεται κατά την θέρμανση ουσιών και που εγκλωβίζεται στα μόριά τους ιδίως σ' εκείνα των υδρατμών τους. Συνέπεια αυτού είναι ότι τα μόρια αυτά έχουν μεγαλύτερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα αρχικά μόρια.

Η ενέργεια αυτή οφείλεται στις δυνάμεις των χημικών δεσμών που συγκρατούν τα άτομα μέσα στο μόριο, αλλά και στη κίνηση των ατόμων, των ηλεκτρονίων καθώς και του ίδιου του μορίου. Έτσι η χημική αυτή ενέργεια παραμένει εγκλωβισμένη μέσα στο μόριο που μπορεί ν' αποδοθεί άλλοτε εύκολα π.χ. με σπινθήρα στη βενζίνη, και άλλοτε δύσκολα π.χ. στα πυρηνικά καύσιμα.

- **Χαμηλής ενθαλπίας**, όταν η θερμοκρασία των ρευστών κυμαίνεται μεταξύ 25 και 100°C.

Εδώ πρέπει να προσθέσουμε ότι με βάση τον νόμο 3175/2003³ τα γεωθερμικά πεδία διακρίνονται πλέον στις εξής κατηγορίες:

- **Χαμηλής θερμοκρασίας**, όταν η θερμοκρασία του προϊόντος κυμαίνεται μεταξύ 25 και 90°C.
- **Υψηλής θερμοκρασίας**, όταν η θερμοκρασία του προϊόντος υπερβαίνει τους 90°C.

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε παραγωγικές διαδικασίες το 1827 στην Τοσκάνη της Ιταλίας. Ο γεωθερμικός ατμός αντικατέστησε την κάυση των ξύλων για τη θέρμανση διαλυμάτων βορικού οξέος, που χρησιμοποιούνταν στην κατασκευή διακοσμητικών σμάλτων. Αργότερα, πάλι στην ίδια περιοχή, ο ατμός αυτός χρησιμοποιήθηκε, για τη θέρμανση σπιτιών. Μερικά από αυτά θερμαίνονται μέχρι σήμερα με τον ίδιο τρόπο.

Η πρώτη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος έγινε το 1913 στο Λαρντερέλλο της Ιταλίας, με ένα στροβιλοφόρο κινητήρα ισχύος 250KW. Ακολούθησε, το 1923, η εγκατάσταση ενός στροβιλοφόρου κινητήρα ίδιας ισχύος στα Γκέυζερς της Καλιφόρνιας. Στις δεκαετίες του '50 και του '60, κατασκευάστηκαν πολλά εργοστάσια εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στην Γαλλία, την Ισλανδία, την Ιαπωνία, το Μεξικό, τη Νέα Ζηλανδία και το Ζαΐρ.

Στη χώρα μας, η γεωθερμική έρευνα ξεκίνησε ουσιαστικά το 1970, με βασικό φορέα το Ι.Γ.Μ.Ε.⁴ κατά την εξέλιξη των εργασιών, η ΔΕΗ, ως ο αποκλειστικός φορέας για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, ανέλαβε τις παραγωγικές γεωτρήσεις υψηλής ενθαλπίας και την ανάπτυξη των ανάλογων πεδίων, χρηματοδοτώντας επί πλέον τις έρευνες στις πιθανές για τέτοια ρευστά γεωθερμικές περιοχές.

Το πρώτο ερευνητικό πρόγραμμα άρχισε το 1971 και περιελάμβανε τις παρακάτω περιοχές: Μήλος, Νίσυρος, Λέσβος, Μέθανα, Σουσάκι Κορινθίας, Καμένα Βούρλα-Θερμοπύλες-Υπάτη και Αιδηψός. Στη συνέχεια, ερευνήθηκαν και άλλες περιοχές,

³ Νόμος 3175/2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις».

⁴ Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών.

όπως οι Κίμωλος, Πολύαιγος⁵, Σαντορίνη, Κως, Σαμοθράκη, Νότιος Θεσσαλία, Αλμωπία, περιοχή του Στρυμόνα, της Ξάνθης, Θεσσαλονίκης κ.ά.

Ξεκινώντας από τις αρχές του 1980, και πολλοί άλλοι φορείς, οργανισμοί, πανεπιστημιακές σχολές, ερευνητικά ινστιτούτα αλλά και εταιρείες συμβούλων, άρχισαν να ασχολούνται με θέματα σχετικά με τη γεωθερμία.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΠΟΛΗΨΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα γεωθερμικά ρευστά εμφανίζονται κάποιες φορές επιφανειακά, με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού, ενώ άλλες φορές πρέπει να γίνει γεώτρηση. Η γεώτρηση γίνεται με ειδικά μηχανήματα, τα γεωτρύπανα, και μπορεί να έχει βάθος από λίγες δεκάδες μέτρα μέχρι μερικά χιλιόμετρα. Το κόστος της γεώτρησης αυξάνει δυσανάλογα με την αύξηση του βάθους.

Η απόληψη του γεωθερμικού ρευστού πρέπει να γίνεται με ρυθμό τέτοιο ώστε η φυσική ανανέωση του ταμειυτήρα να μπορεί να καλύπτει τις ποσότητες που αντλούνται. Η διείσδυση νερού προερχόμενου από τη βροχή ή από άλλους υδάτινους πόρους, όπως ένα ποτάμι ή μία λίμνη, συντελεί στη συντήρηση του παραπάνω αποθέματος. Εάν, όμως, ο ρυθμός άντλησης του γεωθερμικού ρευστού είναι μεγάλος, είναι ενδεχόμενο το νερό που διεισδύει να μην επαρκεί για την κάλυψη των αντλούμενων ποσοτήτων.

Για το λόγο αυτό, είναι πολύ συνηθισμένη πρακτική η διάνοιξη και δεύτερης γεώτρησης, από την οποία δεν γίνεται άντληση, αλλά επανέγχυση του ρευστού που απολύφθηκε. Με αυτήν την τεχνική, ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμειυτήρα κατά δύο τρόπους: αφ' ενός, η ποσότητα του αποθηκευμένου νερού διατηρείται ή/και αυξάνεται, χωρίς να εξαρτάται από τη φυσική του διείσδυση, μειώνοντας ταυτόχρονα τον κίνδυνο εξάντλησής του, αφ' ετέρου η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού που επανεγχύεται είναι αυξημένη σε σχέση με αυτήν του νερού του περιβάλλοντος. Έτσι, είναι ευκολότερη και γρηγορότερη η θέρμανσή του από τη θερμότητα του υπεδάφους. Πάντως πριν την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας γίνονται δοκιμαστικές γεωτρήσεις με τις οποίες εκτιμάται το δυναμικό και τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου και στη συνέχεια ακολουθούν οι παραγωγικές γεωτρήσεις.

⁵ Η Πολύαιγος είναι ένα μικρό νησάκι που βρίσκεται ανατολικά της Κιμώλου και της Μήλου, μόλις ένα ναυτικό μίλι, και 12 ναυτικά μίλια από την Σίφνο. Εξαιτίας της σπάνιας ποικιλίας οικοτόπων και ειδών που διαθέτει (η μεσογειακή φώκια *monachus*, γεννά τα μικρά της στο νησί) έχει επισημανθεί ως ένας από τους σημαντικούς βιότοπους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Ελλάδα μέσω του προγράμματος NATURA 2000, έχει αναλάβει την προστασία του.

Η άντληση των γεωθερμικών ρευστών πραγματοποιείται με κατάλληλες αντλίες, οι οποίες μπορεί να είναι κατακόρυφες (κατακόρυφου άξονα με την κεφαλή εγκατεστημένη στην επιφάνεια) ή υποβρύχιες (εγκατεστημένες στο βάθος της παραγωγικής γεώτρησης), που αποτελούν και την πλέον σύγχρονη εκδοχή γεωθερμικών αντλιών.

Η εκμετάλλευση της ενέργειας που περιέχουν τα γεωθερμικά ρευστά προϋποθέτει συνήθως την ανάκτησή της μέσω εναλλακτών θερμότητας. Εναλλαγή θερμότητας είναι η μεταβίβαση θερμότητας από ένα θερμό μέσο (εν προκειμένω το γεωθερμικό ρευστό) προς ένα ψυχρότερο, όπως π.χ. νερό ή αέρας που θέλουμε να θερμάνουμε.

Επίσης απαραίτητες είναι και οι αντλίες θερμότητας, που χρησιμοποιούνται, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο, για την ανύψωση της θερμοκρασίας των γεωθερμικών ρευστών. Αυτό γίνεται με μικρό σχετικά ενεργειακό κόστος.

Η διάθεση των γεωθερμικών ρευστών μετά τη χρήση τους μπορεί να λάβει χώρα με δύο τρόπους: με την απόρριψη τους σε κάποιο επιφανειακό αποδέκτη (ποτάμι, λίμνη, θάλασσα, έδαφος), με ή χωρίς προηγούμενη επεξεργασία τους ή με την επανεισαγωγή τους στον ταμιευτήρα.

1.2.7.2 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο σημαντικότερος παράγοντας για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας κάποιας περιοχής είναι η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών που εντοπίζονται σ' αυτήν. Εξάλλου, αυτή είναι που καθορίζει και το είδος της εφαρμογής που μπορεί να πραγματοποιηθεί. Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας του Lindal) αναφέρονται ενδεικτικά οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με τη θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού.

Πίνακας 1. Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με τη θερμοκρασία του ρευστού.

°C	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
180	Εξάτμιση συμπυκνωμένων διαλυμάτων, ψύξη με απορρόφηση, κατεργασία χαρτομάζας.
170	Παραγωγή βαρέως ύδατος, ξήρανση διατομών.
160	Ξήρανση ιχθυάλευρων ή ξυλείας.
150	Παραγωγή αλουμίνας με τη μέθοδο Bayer. ⁶
140	Ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κονσερβοποίηση.
130	Εξάτμιση του νερού στην επεξεργασία της ζάχαρης, παραγωγή άλατος με εξάτμιση και κρυσταλλοποίηση.
120	Παραγωγή πόσιμου νερού με απόσταξη.
110	Ξήρανση και επεξεργασία λεπτόκοκκου τσιμέντου.
100	Ξήρανση οργανικών ουσιών, φυκιών, οσπρίων, κ.λ.π. Πλύσιμο και ξήρανση μαλλιού.
90	Ξήρανση ιχθύων.
80	Θέρμανση οικισμών.
70	Ψύξη (κατώτερο όριο).
60	Θέρμανση θερμοκηπίων, εκτροφή ζώων.
50	Θέρμανση υπαίθριων καλλιέργειών, ιαματικά λουτρά.
40	Θέρμανση εδάφους, θέρμανση οικισμών (κατώτερο όριο).
30	Πισίνες, αποπαραγωγή, ζύμωση, θέρμανση θερμοκηπίων με ακτινωτό δίκτυο αγωγών.
20	Ιχθυοκαλλιέργειες.

Πέραν της δυνατότητας παράλληλης χρήσης ενός γεωθερμικού ρευστού σε διάφορες εφαρμογές, είναι δυνατή και η εν σειρά σύνδεση των χρήσεων. Δηλαδή ως πηγή ενέργειας μιας χρήσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ρευστό που απορρίπτεται από την προηγούμενη. Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για συνδυασμένη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας, με την οποία επιτυγχάνεται αποδοτικότερη εκμετάλλευση της θερμότητας που περιέχεται στα ρευστά.

Για τον προσδιορισμό των κατάλληλων χρήσεων στις οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν τα ρευστά ενός γεωθερμικού πεδίου, πρέπει να ληφθεί υπόψη ένα σύνολο παραγόντων όπως:

- Τα χαρακτηριστικά του πεδίου (θερμοκρασία και σύσταση των ρευστών, παροχές γεωτρήσεων, ενεργειακό δυναμικό).

⁶ Η μέθοδος Bayer χρησιμοποιείται διεθνώς για την παραγωγή αλουμίνας και κατ' επέκταση του αλουμινίου από το βωξίτη. Στη μέθοδο αυτή, μετά τη χώνευση του βωξίτη με διάλυμα καυστικού νατρίου παράγονται λεπτόκοκκα κατάλοιπα βωξίτη που αποτελούνται κυρίως από οξείδια του πυριτίου, αλουμινίου, σιδήρου, ασβεστίου και τιτανίου. Ο όγκος των καταλοίπων βωξίτη που παράγονται εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα του βωξίτη. Σε γενικές γραμμές, κάθε τόνος αλουμίνας που παράγεται έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή περίπου 0,5-2 ton (ξηρό βάρος) καταλοίπων βωξίτη.

- Τα χαρακτηριστικά της περιοχής (φυσικοί πόροι, κλίμα, υποδομές, παραγωγική δομή, ανθρώπινο δυναμικό).
- Οι δυνατότητες διάθεσης των προϊόντων τα οποία παράγονται από τις τροφοδοτούμενες με γεωθερμική ενέργεια μονάδες.

Μια ολοκληρωμένη ανάπτυξη των γεωθερμικών πεδίων προϋποθέτει την ανάπτυξη ενός συστήματος εκμετάλλευσης, που θα χαρακτηρίζεται από ταυτόχρονη ανάπτυξη δερμάτων κ.λ.π. Η εκμετάλλευση των γεωθερμικών πεδίων πρέπει να πραγματοποιηθεί μόνο μετά από λεπτομερή μελέτη των ίδιων των πεδίων, των συνδυαζόμενων εφαρμογών για βελτιστοποιημένη εκμετάλλευση αυτών, των διαθέσιμων εκτάσεων και υδάτινων πόρων, των τρόπων απόληψης της θερμότητας και διαθέσεων των γεωθερμικών αποβλήτων κατά τρόπο που να μην επιβαρύνεται το περιβάλλον κ.λ.π.

Οι κυριότεροι περιοριστικοί παράγοντες για την αξιοποίηση των γεωθερμικών πεδίων είναι η εξής:

1. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γεωθερμικής ενέργειας.
2. Ο επιχειρηματικός κίνδυνος.
3. Η στάση των κατοίκων της περιοχής.
4. Τεχνικά προβλήματα.

Ειδικότερα όσον αφορά τα προβλήματα διείσδυσης της γεωθερμικής ενέργειας στην αγορά ενέργειας αναφέρεται:

1. Αδυναμία των υποψήφιων χρηστών να συγκρίνουν τα γεωθερμικά ρευστά και τα συμβατικά καύσιμα σε κοινή οικονομική και ενεργειακή βάση.
2. Φοβία των υποψήφιων χρηστών σχετικά με την ασφάλεια τροφοδοσίας.
3. Καθυστέρηση στη συγκρότηση του φορέα εκμετάλλευσης του πεδίου, η οποία λειτουργεί αποθαρρυντικά για τους υποψήφιους επενδυτές.
4. Έλλειψη απλών, εύχρηστων και φθηνών συστημάτων αξιοποίησης.

1.2.7.2.1 ΣΤΑΔΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πριν από την εκμετάλλευση των γεωθερμικών πεδίων προτείνονται τα παρακάτω βήματα:

- Διαπίστωση των δυνατών χρήσεων σύμφωνα με το διάγραμμα του Lindal.
- Καταγραφή των δυνατών και αναγκαίων χρήσεων στην εξεταζόμενη περιοχή.

- Οικονομική αξιολόγηση των προτεινόμενων εφαρμογών.
- Ανάλυση περιβαλλοντικού κόστους ή ωφέλειας από τις εφαρμογές.
- Συνεκτίμηση κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων πέραν των οικονομικών και εφαρμογή πολυκριτηριακής⁷ μεθόδου για την επιλογή του βέλτιστου σεναρίου αξιοποίησης των ρευστών.

1.2.7.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιούνται, συνήθως, γεωθερμικά ρευστά υψηλής ενθαλπίας, χωρίς όμως να αποκλείονται και τα ρευστά μέσης ενθαλπίας. Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος είναι αρκετά διαδεδομένη, χάρη σε μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει.

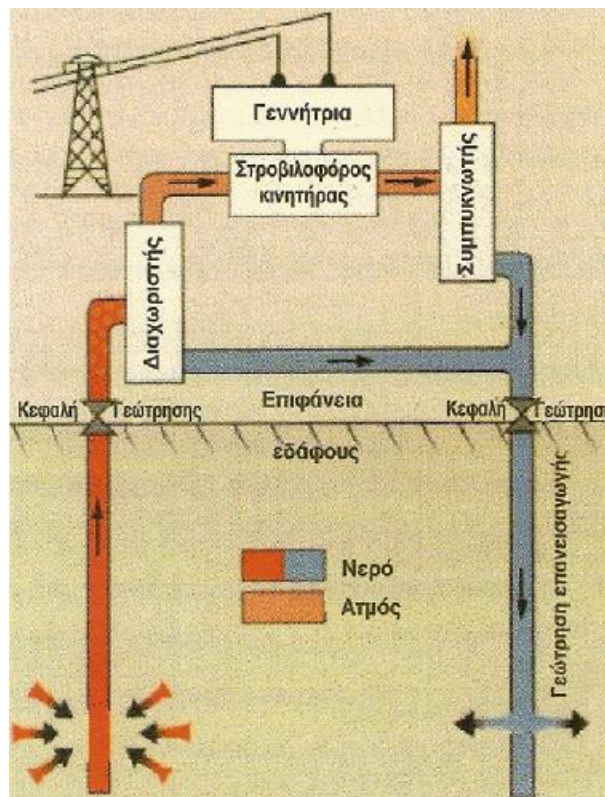
Οι χώρες που διαθέτουν αξιόλογα γεωθερμικά πεδία προτιμούν να αναπτύσσουν και να εκμεταλλεύονται τις δικές τους πηγές από το να εισάγουν καύσιμα για παραγωγή ενέργειας. Στις χώρες όπου υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις για το σκοπό αυτό, ανάμεσα στις οποίες και η γεωθερμία, αυτή εν γένει προτιμάται, διότι αφ' ενός παρουσιάζει ανταγωνιστικό οικονομικό κόστος και αφ' ετέρου δίνεται η ευκαιρία να χρησιμοποιείται το πετρέλαιο σε άλλες εφαρμογές για τις οποίες η γεωθερμία δεν είναι κατάλληλη, καθώς δεν είναι εύκολη και συμφέρουσα η μεταφορά της.

Επιπλέον, η εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών, πέρα από τα περιβαλλοντικά οφέλη, δίνει τη δυνατότητα να κατασκευασθούν τοπικά μικρές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής (συνήθως μικρότερες των 100 MW). Ως συνέπεια αυτού του γεγονότος, οι γεωθερμικές μονάδες μπορούν να εγκατασταθούν σε πολύ μικρότερο χρόνο από τις μονάδες που χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα, οι οποίες επιπροσθέτως, για λόγους οικονομίας κλίμακος, έχουν πολύ μεγάλο μέγεθος. Πέραν τούτου, η παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος καθίσταται περισσότερο αξιόπιστη όταν οι μονάδες παραγωγής του είναι διεσπαρμένες και δεν παρουσιάζεται συγκέντρωση λίγων μεγάλων μονάδων σε μια μικρή περιοχή.

Η μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος με τη βοήθεια γεωθερμικού ρευστού εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του, δηλαδή τη θερμοκρασία του, τα διαλελυμένα

⁷ Η πολυκριτηριακή ανάλυση αποτελεί ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων με την αξιολόγηση κοινωνικο-οικονομικών παραμέτρων. Έτσι μπορούμε με αυτή τη μέθοδο να επιλέξουμε το κατάλληλο σενάριο ανάλογα με τις παραμέτρους που λαμβάνουμε υπόψη.

και αιωρούμενα στερεά και το επίπεδο των αερίων που εμπεριέχονται σ' αυτό. Η συνηθέστερα εφαρμοζόμενη μεθοδολογία είναι η εκτόνωση ατμού (Σχ. 3), η οποία χρησιμοποιείται όταν το γεωθερμικό ρευστό εξέρχεται από τη γεώτρηση με πίεση και χωρίς τη βοήθεια άντλησης. Κατ' αυτήν, το γεωθερμικό ρευστό διέρχεται από ένα διαχωριστήρα ατμού, ο οποίος, στη συνέχεια, διοχετεύει τον ατμό προς εκτόνωση σε ένα στροβιλοφόρο κινητήρα συνδεδεμένο με μία ηλεκτρογεννήτρια. Προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση της διαδικασίας αυτής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στροβιλοφόρος κινητήρας διπλής εισόδου.

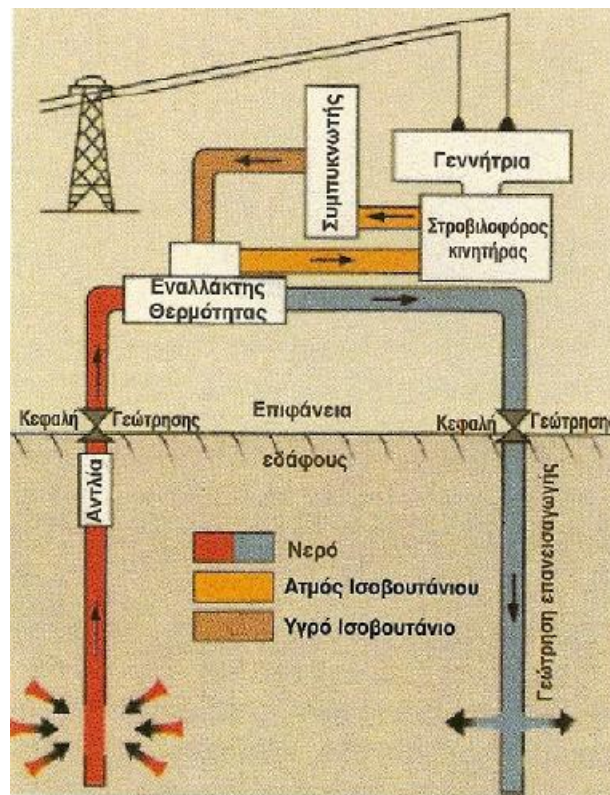


Σχήμα 3. Σχηματική απεικόνιση της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος με εκτόνωση ατμού

Μια άλλη συνηθής μεθοδολογία είναι του δυαδικού κύκλου (παριστάνεται γραφικά στο Σχ. 4) που χρησιμοποιείται όταν η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών είναι μικρότερη των 180°C , καθώς και στις περιπτώσεις όπου το γεωθερμικό ρευστό περιέχει διαβρωτικά στοιχεία και ενώσεις που μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα αντοχής στο στρόβιλο. Το γεωθερμικό ρευστό αποδίδει την ενέργειά του σε ένα δεύτερο ρευστό μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας και, στη συνέχεια, επανεισάγεται στον ταμιευτήρα. Το δεύτερο αυτό ρευστό έχει χαμηλότερο σημείο βρασμού από το γεωθερμικό και ατμοποιείται στην έξοδο του εναλλάκτη.

Το ατμοποιημένο ρευστό οδηγείται σε ένα στροβιλοφόρο κινητήρα, συνδεδεμένο και σε αυτήν την περίπτωση με μια ηλεκτρογεννήτρια και μετά την εκτόνωσή του

συμπυκνώνεται για να οδηγηθεί και πάλι στον εναλλάκτη θερμότητας. Η διαδικασία αυτή δεν επιβαρύνει καθόλου το περιβάλλον, διότι τόσο το γεωθερμικό όσο και το δευτερεύον ρευστό είναι απομονωμένα από την ατμόσφαιρα. Ως δευτερεύοντα ρευστά συνήθως χρησιμοποιούνται υδρογονάνθρακες, όπως είναι το ισοβουτάνιο και το προπάνιο.



Σχήμα 4. Σχηματική απεικόνιση της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος με δυαδικό κύκλο

1.2.7.2.1 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

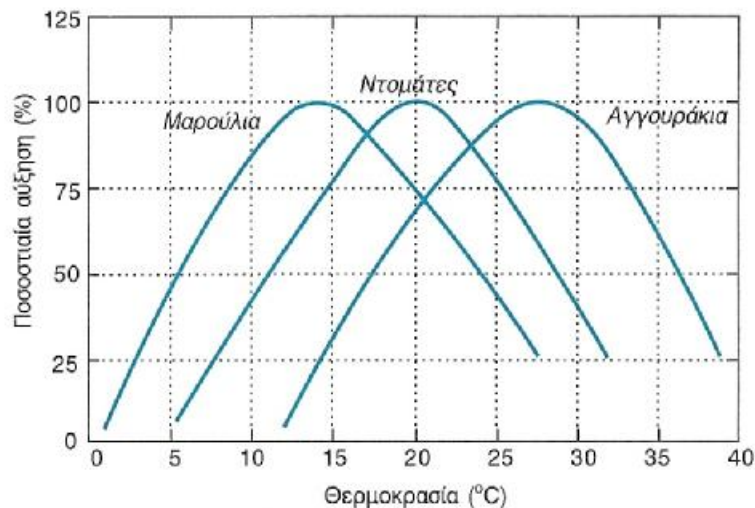
Οι δυνατότητες χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας είναι πολύ μεγάλες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια πληθώρα εφαρμογών. Παρακάτω θα αναφερθούν οι κυριότερες θερμικές εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας με τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως, αφορά τη θέρμανση θερμοκηπίων. Είναι γεγονός ότι οι δαπάνες θέρμανσης αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού κόστους λειτουργίας των θερμοκηπίων, το οποίο φυσικά αυξάνει όσο προχωρούμε προς

ψυχρότερα κλίματα. Τα υφιστάμενα γεωθερμικά πεδία προσφέρουν θερμική ενέργεια πολύ φθηνότερη απ' ό,τι τα συμβατικά καύσιμα.

Τα θερμοκήπια είναι κατασκευές με τις οποίες επιτυγχάνεται η δημιουργία κατάλληλων τεχνητών περιβαλλοντικών συνθηκών για την ανάπτυξη διαφόρων φυτών. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας στις καλλιέργειες συμβάλλει στην αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών, ενώ επιτρέπει την καλλιέργεια φυτών και την παραγωγή αγροτικών προϊόντων «εκτός εποχής», καθώς και τον ορθολογικό προγραμματισμό της παραγωγής. Επίσης, η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι απαραίτητη και για την προστασία των φυτών από τον παγετό. Στο Σχ. 5 παρουσιάζεται η επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη ορισμένων κηπευτικών, όπου καταδεικνύεται ότι για κάθε φυτό υπάρχει μια μικρή σχετικά περιοχή θερμοκρασιών για τη βέλτιστη ανάπτυξή του. Βεβαίως, η ρύθμιση της θερμοκρασίας δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα απόδοσης μιας καλλιέργειας, αφού απαιτείται ρύθμιση και άλλων παραγόντων, όπως είναι η φωτεινότητα, η ύπαρξη διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), η υγρασία κ.ά.



Σχήμα 5. Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη ορισμένων κηπευτικών (Beall & Samuels, 1971)

Τα βασικά στοιχεία εξοπλισμού ενός θερμοκηπίου, που χρησιμοποιεί γεωθερμική ενέργεια και καθορίζουν το κόστος της επένδυσης είναι: ο σκελετός (μεταλλικός επιψευδαργυρωμένος, αλουμινένιος ή ακόμη και ξύλινος), το υλικό κάλυψης (γυαλί, πλαστικό-PE, fiberglass, διπλό πλαστικό με χώρο αέρα ανάμεσα κτλ.), το σύστημα δροσισμού, η κουρτίνα σκίασης, το σύστημα άρδευσης, το αποστραγγιστικό δίκτυο, ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, το σύστημα αυτοματισμών, ο βοηθητικός εξοπλισμός, τα μεταφορικά μέσα και, αυτό που ενδιαφέρει τη γεωθερμία, το σύστημα θέρμανσης.

Στο κόστος λειτουργίας περιλαμβάνονται οι δάπανες για λίπανση και φυτοπροστασία, τα υλικά συσκευασίας, η ηλεκτρική ενέργεια, τα καύσιμα, τα μεταφορικά, η συντήρηση, οι αμοιβές προσωπικού, τα ασφάλιστρα, το μίσθωμα γης, οι αποσβέσεις παγίων και τα έξοδα marketing. Για $T > 50^{\circ}\text{C}$ επιλέγονται αερόθερμα, καθώς κάτι τέτοιο κρίνεται περισσότερο οικονομικό.

Οι κυριότερες θερμικές απώλειες από ένα θερμοκήπιο οφείλονται στις απώλειες θερμότητας λόγω αγωγής στα τοιχώματα του θερμοκηπίου (πλαϊνά τοιχώματα και οροφή) και στις απώλειες από την μετακίνηση του αέρα από και προς το θερμοκήπιο, είτε ηθελημένα (αλλαγή του αέρα του θερμοκηπίου), είτε λόγω κατασκευαστικών ατελειών. Άλλες απώλειες συμβαίνουν λόγω της αγωγής θερμότητας στο έδαφος, λόγω της ενέργειας που χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση και λόγω της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος από το έδαφος και τα φυτά.

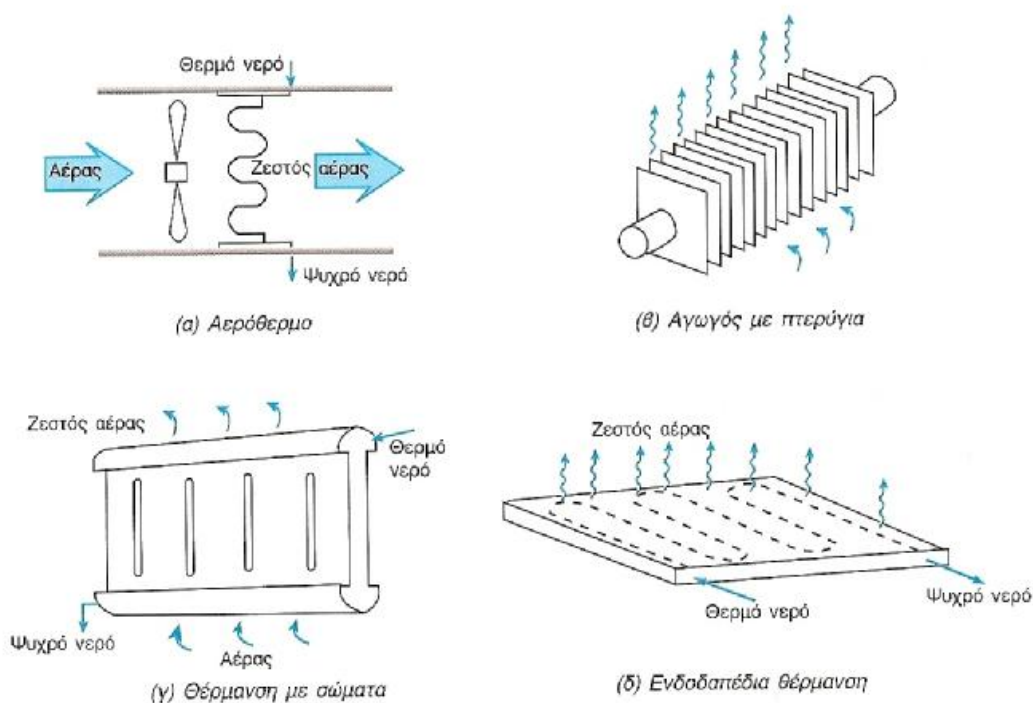
Οι ανάγκες θέρμανσης ενός θερμοκηπίου εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι, εκτός από τις κλιματικές συνθήκες και την επιθυμητή θερμοκρασία, είναι:

- Η επιφάνεια και ο όγκος του θερμοκηπίου
- Το υλικό κάλυψης (π.χ. γυαλί, πολυαιθυλένιο, πολυκαρβονικά φύλλα)
- Εάν τα τοιχώματα είναι διπλά ή μονά
- Η συχνότητα εναλλαγής του αέρα

Ο χώρος ενός θερμοκηπίου μπορεί να θερμανθεί με τους παρακάτω τρόπους:

- Με θέρμανση του χώρου, του εδάφους ή/και των ριζών των φυτών με εναέριους, επιδαπέδιους σωλήνες ή με σωλήνες που είναι τοποθετημένοι μέσα στο χώμα (σε βάθος 5-20cm). Από τους σωλήνες αυτούς διέρχεται είτε απευθείας το γεωθερμικό ρευστό (εάν το επιτρέπει ο χημισμός του) είτε το νερό λειτουργίας, το οποίο θερμαίνεται από γεωθερμικά ρευστά. Οι εναέριοι σωλήνες είναι συνήθως από χαλκό, άλλο μέταλλο ή κράμα με πτερύγια (Σχ. 6β), ενώ οι υπεδάφιοι και επιδαπέδιοι σωλήνες είναι συνήθως πλαστικοί. Στην Ελλάδα έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης «πλαστικές σακούλες» με διάμετρο περίπου 200 mm, και, κυρίως, οι αγωγοί πολυπροπυλενίου με πτυχώσεις διαμέτρου 28 mm. Με τους τελευταίους αγωγούς γίνεται και η υπεδάφια θέρμανση του χώματος για τις καλλιέργειες πρωϊμησης σπαραγγιών ή άλλων ειδών.

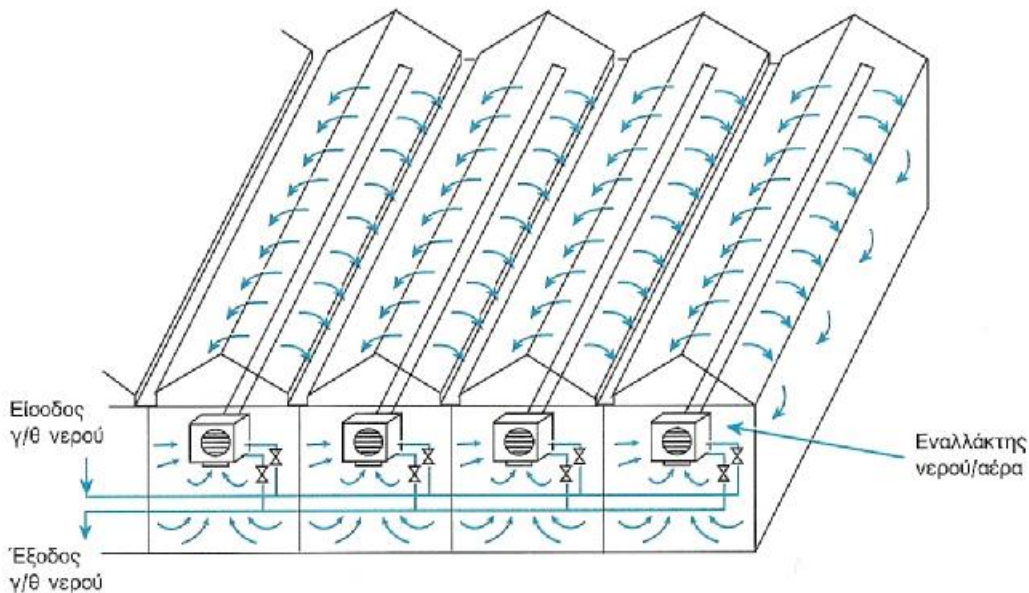
- Με τη θέρμανση του αέρα του θερμοκηπίου με εναλλάκτη αέρα-γεωθερμικού νερού ή νερού λειτουργίας (αερόθερμο, Σχ. 6α). Ο θερμός αέρας διοχετεύεται σε όλο το θερμοκήπιο, συνήθως με διάτρητο πλαστικό αγωγό, όπως παρουσιάζεται στο Σχ. 7. Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο, με τη θερμοκρασία να είναι υψηλότερη στο ανώτερο μέρος του, δηλαδή μακριά από τα φυτά.
- Με τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων (Σχ. 6β) στα πλευρικά τοιχώματα του θερμοκηπίου.
- Με ψεκασμό της οροφής του θερμοκηπίου με γεωθερμικό υγρό ή διέλευση υγρού στα διπλά τοιχώματα της οροφής (κυρίως για αντιπαγετική προστασία). Χρησιμοποιούνται σπάνια και μόνο με γεωθερμικά νερά με πολύ χαμηλή αλατότητα.
- Με συνδυασμό των προηγούμενων τρόπων.



Σχήμα 6. Εναλλάκτες αέρα – υγρού: (α) με εξαναγκασμένη ροή, (β) και (γ) με φυσική συναγωγή και (δ) με ακτινοβολία

Η τελική επιλογή του συστήματος θέρμανσης, η ύπαρξη εφεδρικής μονάδας με συμβατικά καύσιμα ή/και δεξαμενής αποθήκευσης θερμού νερού για την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών σε περιόδους αιχμής εξαρτώνται από το είδος των καλλιεργούμενων φυτών και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.

Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για τη θέρμανση θερμοκηπίων μπορεί να μειώσει σημαντικά (περίπου κατά 30-35%) το λειτουργικό τους κόστος.



Σχήμα 7. Γεωθερμικό θερμοκήπιο με θέρμανση αέρα

Για μια επιτυχημένη ανάπτυξη θερμοκηπιακών εκμεταλλεύσεων πρέπει να συντρέχουν οι εξής προϋποθέσεις:

1. Κατάλληλο κλίμα και γόνιμο έδαφος.
2. Επάρκεια νερού καλής ή ανεκτής ποιότητας.
3. Επάρκεια ηλεκτρικού ρεύματος.
4. Επάρκεια εργατικού δυναμικού.
5. Επαρκής κατάρτιση των παραγωγών.
6. Εξασφαλισμένη διακίνηση και διάθεση των προϊόντων.
7. Διάθεση φθηνών και επαρκών κεφαλαίων.
8. Φθηνή ενέργεια, κατά πρώτο λόγο θέρμανσης.

ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Με τον όρο υδατοκαλλιέργεια εννοείται ο περιορισμός και η ελεγχόμενη διατροφή διάφορων υδρόβιων οργανισμών, με στόχο την ευρεία αναπαραγωγή τους και την εύκολη απόληψή τους. Πράγματι, πολλά είδη υδρόβιων οργανισμών, όπως τα χέλια, οι γαρίδες ή τα φύκια, αναπτύσσονται γρηγορότερα σε αυξημένες θερμοκρασίες, της τάξεως των 25 έως 30°C, έναντι αυτών που υπό κανονικές συνθήκες έχει το νερό. Είναι, λοιπόν, σκόπιμη η θέρμανση του νερού εκτροφής, προκειμένου να επιτευχθεί ταχύτερη και μεγαλύτερη παραγωγή.

Τα εκτρεφόμενα είδη σε μονάδες υδατοκαλλιέργειας είναι:

- Ψάρια (τσιπούρα, λαβράκι, κυπρίνος κ.λ.π.)
- Χέλια
- Οστρακοειδή και οστρακόδερμα (π.χ. γαρίδα)

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι βέλτιστες θερμοκρασίες εκτροφής ορισμένων υδρόβιων οργανισμών.

Πίνακας 2 Βέλτιστες θερμοκρασίες εκτροφής ειδών σε μονάδες υδατοκαλλιέργειας.

ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΟ ΕΙΔΟΣ	ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)
Τσιπούρα	23-28
Λαυράκι	21-24
Κυπρίνος	20-25
Γαρίδα	28-30
Χέλι	23-25

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μία από τις πλέον κατάλληλες πηγές για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των μονάδων υδατοκαλλιέργειας. Έτσι, τα γεωθερμικά ρευστά χρησιμοποιούνται για την διατήρηση βέλτιστης θερμοκρασίας στις μονάδες υδατοκαλλιέργειας. Στις περιπτώσεις όπου η χημική σύσταση των ρευστών είναι κατάλληλη τότε τα ρευστά εισέρχονται απευθείας στις μονάδες. Στην αντίθετη περίπτωση είτε γίνεται επεξεργασία των γεωθερμικών ρευστών, είτε χρησιμοποιείται στις μονάδες θαλασσινό ή γλυκό νερό, το οποίο θερμαίνεται μέσω εναλλακτών θερμότητας.

Η γεωθερμική ενέργεια στον τομέα των υδατοκαλλιεργειών είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί:

- Σε ιχθυογεννητικούς σταθμούς.
- Σε μονάδες υπερεντατικής εκτροφής, (π.χ. χελιού) με συστήματα καθαρισμού και ανακύκλωσης του νερού.
- Σε μονάδες εντατικής εκτροφής, (π.χ. τσιπούρας) σε δεξαμενές με ελεγχόμενες συνθήκες.
- Σε μονάδες ημιεντατικής εκτροφής, (π.χ. γαρίδας) σε χωμάτινες δεξαμενές.

- Κατά τη διαχείριση λιμνοθαλασσών με τη δημιουργία χώρων διαχείμανσης των νεαρών ιχθύων προκειμένου να προστατευθούν από τις χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

Οι απώλειες θερμότητας μιας δεξαμενής υδατοκαλλιέργειας (ή γενικά ενός σώματος νερού) που δεν είναι καλλυμμένη και βρίσκεται εκτεθειμένη στο περιβάλλον οφείλονται στους παρακάτω μηχανισμούς:

- Εξάτμιση από την ανοικτή επιφάνεια
- Συναγωγή
- Ακτινοβολία και
- Αγωγή

Η διεργασία της εξάτμισης αποτελεί την κύρια αιτία των θερμικών απωλειών και συμβαίνει ακόμη και όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του νερού. Ο ρυθμός απωλειών με τη διεργασία της εξάτμισης εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου και από τη διαφορά της τάσης ατμών του νερού της δεξαμενής και της υγρασίας στην ατμόσφαιρα. Οι απώλειες λόγω συναγωγής, εκτός από την ταχύτητα του ανέμου, εξαρτάται και από τη διαφορά της θερμοκρασίας του αέρα από τη θερμοκρασία στην επιφάνεια του νερού. Η θερμοκρασιακή διαφορά επηρεάζει και την τρίτη κατά σειρά σπουδαιότητας διεργασία θερμικών απωλειών, την ακτινοβολία. Τέλος, οι απώλειες λόγω αγωγής αφορούν στις απώλειες μέσω των τοιχωμάτων της δεξαμενής ή μέσω του εδάφους. Πρακτικά, η συνεισφορά της αγωγής στις συνολικές απώλειες είναι πολύ μικρή.

Οι μόνες λύσεις για τη μείωση των θερμικών απωλειών είναι ο εγκλεισμός της δεξαμενής με κατασκευή παρόμοια με την κατασκευή του θερμοκηπίου ή η κάλυψη της επιφάνειας με πλαστικό φύλλο. Βέβαια, για τις περισσότερες των περιπτώσεων, οι λύσεις αυτές δεν είναι πρακτικές.

Για κάθε μορφή μονάδας υδατοκαλλιέργειας απαιτούνται διαφορετικές εγκαταστάσεις και εξοπλισμός. Όσο πιο εντατική είναι μια μονάδα τόσο περισσότερο αυξάνεται και το κόστος επένδυσης. Έτσι, σε μια μονάδα υπερεντατικής εκτροφής απαιτούνται: κτίρια, βασικός εξοπλισμός, βοηθητικός εξοπλισμός, ηλεκτρολογικά, μεταφορικά μέσα, γεώτρηση νερού εκτροφής, μελέτες, διοίκηση, marketing. Το κόστος λειτουργίας της μονάδας αφορά την παρεχόμενη τροφή, τις αμοιβές προσωπικού, τις αποσβέσεις παγίων και τη θέρμανση του νερού εκτροφής.

Κατά τη μελέτη χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας σε μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας, προκύπτουν τα εξής βασικά ζητήματα:

- Καταλληλότητα των γεωθερμικών ρευστών να χρησιμοποιηθούν άμεσα.
- Ρυθμός απαιτούμενης ανανέωσης υδάτων και διαθεσιμότητα αυτών.
- Δυνατότητα συνδυασμού με άλλες χρήσεις.
- Οικονομικότητα μεταφοράς των γεωθερμικών ρευστών στις μονάδες.
- Απαιτούμενο θερμικό φορτίο και επάρκεια της γεωθερμικής ενέργειας για κάλυψη των αναγκών μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας.

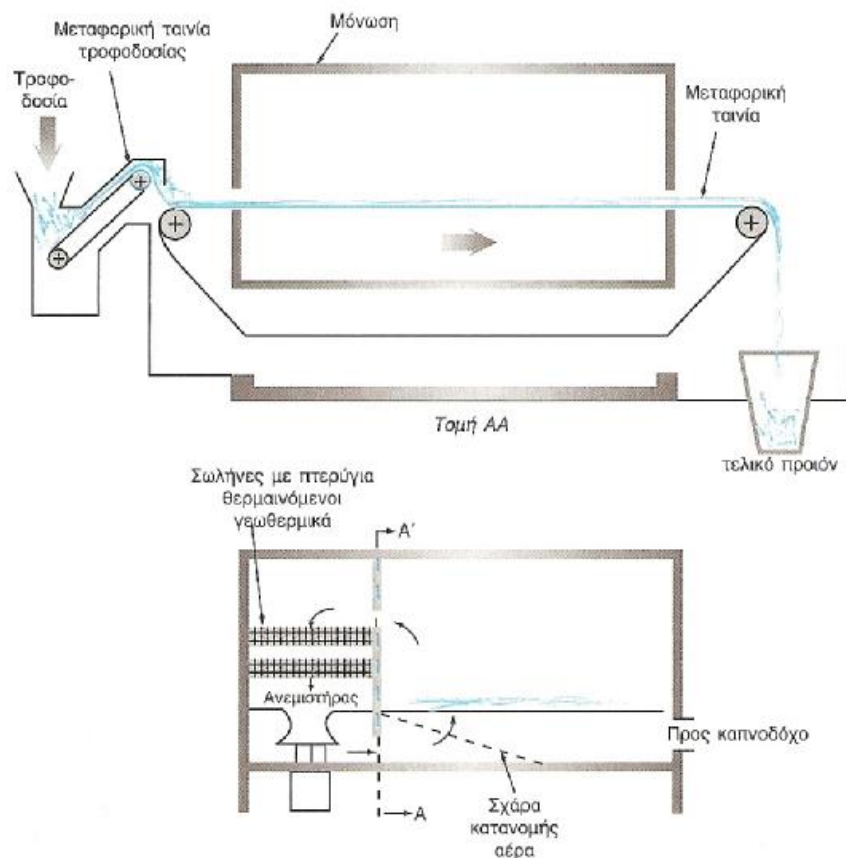
Οι παραπάνω θερμικές εφαρμογές μπορούν να εγκατασταθούν έτσι, ώστε το γεωθερμικό ρευστό που προέρχεται από μία γεώτρηση να χρησιμοποιείται σε περισσότερες από μία εφαρμογές. Μπορεί, δηλαδή, για παράδειγμα, να αξιοποιείται η γεωθερμική ενέργεια για τη θέρμανση ενός θερμοκηπίου, εν συνεχεία μιας υπαίθριας καλλιέργειας και, τέλος, μιας υδατοκαλλιέργειας. Μ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί η απόληψη του συνόλου της χρησιμοποιήσιμης θερμικής ενέργειας των γεωθερμικών ρευστών, πριν αυτά απορριφθούν. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται εν σειρά χρήση της γεωθερμικής ενέργειας.

ΞΗΡΑΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

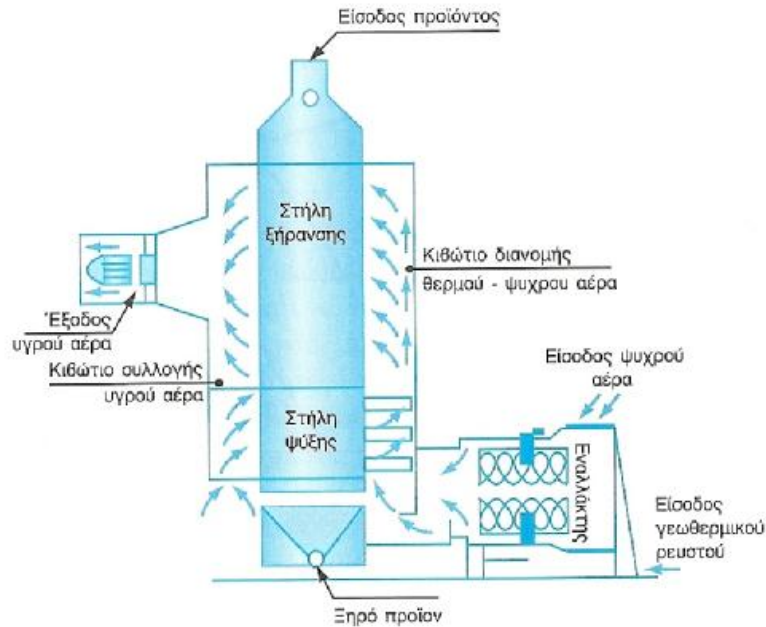
Η ξήρανση σιτηρών (κυρίως καλαμποκιού και ρυζιού), λαχανικών, φρούτων ή άλλων αγροτικών προϊόντων (π.χ. μηδικής, καπνού, βαμβακιού) είναι από τις αγροτικές διεργασίες οι οποίες καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες ενέργειας. Τα περισσότερα ξηραντήρια λειτουργούν σήμερα με συμβατικά καύσιμα, αλλά εκεί όπου υπάρχει η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να υποκαταστήσει με επιτυχία τα καύσιμα αυτά. Πρέπει να προστεθεί ότι, λόγω των θερμοκρασιακών περιορισμών, τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προξήρανση ορισμένων προϊόντων ή για την προθέρμανση του αέρα, και την τελική του θέρμανση με πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της χρήσης των γεωθερμικών ρευστών στην ξήρανση των αγροτικών προϊόντων αποτελεί το γεγονός ότι τα ξηραντήρια λειτουργούν συνήθως τους θερμούς μήνες, όταν δεν απαιτείται θέρμανση των θερμοκηπίων ή όταν οι ανάγκες τους για θέρμανση είναι μικρές, με αποτέλεσμα την αύξηση του συντελεστή λειτουργίας ενός γεωθερμικού συστήματος.

Η ξήρανση ή αφυδάτωση των προϊόντων επιτυγχάνεται είτε σε θαλάμους με κυλιόμενες ταινίες (Σχ. 8), είτε σε πύργους ξήρανσης (Σχ. 9). Και με τους δύο παραπάνω τρόπους η ξήρανση επιτελείται σε συνεχή βάση, ενώ έχουν λειτουργήσει και θάλαμοι ξήρανσης προϊόντων σε «παρτίδες». Ανεμιστήρες ή φυσητήρες οδηγούν τον αέρα (φρέσκο ή από το θερμοκήπιο) να διέλθει μέσα από εναλλάκτη και να θερμανθεί με γεωθερμικό νερό. Η θερμοκρασία του αέρα εξόδου εξαρτάται βασικά από τη θερμοκρασία του γεωθερμικού νερού και κυμαίνεται συνήθως από 40 μέχρι 100°C. Ο θερμός αέρας ρέει μέσα από τις ταινίες με τα λαχανικά-φρούτα ή συμπαρασύρει τα προϊόντα (σιτηρά, βαμβάκι) μέσα στους πύργους ξήρανσης, με αποτέλεσμα να εξατμίζεται σημαντικό ποσοστό της υγρασίας των προϊόντων. Πρέπει να σημειωθεί ότι επιβάλλεται αυστηρός έλεγχος της ροής του αέρα, της θερμοκρασίας και της πίεσης σε όλα τα τμήματα ενός ξηραντηρίου, για να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη ξήρανση του προϊόντος. Εκτός από τη θέρμανση του αέρα σε μια γεωθερμική μονάδα ξήρανσης απαιτείται και χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τους ανεμιστήρες, τις αντλίες, τη μεταφορά των προϊόντων κτλ.



Σχήμα 8. Σχηματικό διάγραμμα μονάδας συνεχούς ξήρανσης με κυλιόμενη ταινία



Σχήμα 9. Σχηματικό διάγραμμα πύργου ξήρανσης

Η ξήρανση αγροτικών προϊόντων συμμετέχει κατά 0,6% διεθνώς στις συνολικές άμεσες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας.

Από στοιχεία έρευνας της αγοράς, ένα σύγχρονο ξηραντήριο καλαμποκιού δυναμικότητας 30 τόνων/ώρα καταναλώνει θερμική ενέργεια που παράγεται από 400 λίτρα πετρελαίου. Η ποσότητα αυτή των καυσίμων κοστίζει περίπου 180.000 € το χρόνο. Θα μπορούσαν να αντικατασταθούν όλα αυτά τα καύσιμα με χρήση γεωθερμικών ρευστών 70-100°C, με μικρή τροποποίηση των υπάρχοντων ξηραντηρίων ή με κατάλληλο σχεδιασμό νέων μονάδων.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΟΙΚΙΣΜΩΝ

Η περιφερειακή θέρμανση οικισμών και πόλεων (τηλεθέρμανση) βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε πολλές χώρες. Ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες τηλεθέρμανσης δημιουργούνται όταν η παραγωγή θερμικής ενέργειας, με την εκμετάλλευση γεωθερμικών ρευστών, μπορεί να εξασφαλιστεί από εγκαταστάσεις παραγωγής χαμηλού κόστους. Οι θερμικές απαιτήσεις εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες, ενώ οι θερμοκρασίες σχεδιασμού από τη χρήση. Για να γίνει ταυτόχρονα με τη θέρμανση των χώρων και κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό θα πρέπει η θερμοκρασία του ρευστού να είναι τουλάχιστον 70°C, ενώ με την εισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στο σύστημα κρύου νερού επιτυγχάνεται η ψύξη των κατοικιών.

Η κατανάλωση ενέργειας και κατ' επέκταση η ετήσια δαπάνη θέρμανσης ενός χώρου επηρεάζεται από τη θερμική μόνωσή του και από τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής που βρίσκεται. Τα κλιματολογικά δεδομένα που επηρεάζουν ιδιαίτερα τον προσδιορισμό των θερμικών απωλειών είναι:

- Οι εξωτερικές θερμοκρασίες
- Η ένταση και η διεύθυνση των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή τους ψυχρούς μήνες
- Το υψόμετρο
- Η ηλιοφάνεια

Στην τηλεθέρμανση υπάρχει μόνο μια κεντρική εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας για ένα σύνολο κτιρίων. Η μεταφορά της θερμότητας προς τα επιμέρους θερμαινόμενα κτίρια γίνεται με σωληνώσεις. Σε μια εφαρμογή τηλεθέρμανσης μπορούμε να διακρίνουμε τα παρακάτω βασικά κυκλώματα:

- Το κύκλωμα παραγωγής ζεστού νερού, το οποίο περιλαμβάνει την παραγωγική γεώτρηση με την αντλία, τον εναλλάκτη θερμότητας, όπου λόγω της χημικής σύστασης του γεωθερμικού ρευστού κρίνεται απαραίτητος, τις σωληνώσεις μέχρι τον εναλλάκτη, όργανα μέτρησης (πιεσόμετρα, θερμομέτρα, κλπ).
- Το κύκλωμα μεταφοράς της θερμότητας, το οποίο περιλαμβάνει το δίκτυο σωληνώσεων από τον εναλλάκτη μέχρι τους υποσταθμούς παράδοσης.
- Τους υποσταθμούς παράδοσης, όπου η θερμότητα μεταβιβάζεται από το κεντρικό δίκτυο στα επιμέρους κτίρια.
- Το κύκλωμα διανομής της θερμότητας, το οποίο περιλαμβάνει τις σωληνώσεις των κτιρίων στα θερμαντικά σώματα και τους λοιπούς καταναλωτές.
- Το κύκλωμα επιστροφής του γεωθερμικού ρευστού, όπου το ρευστό από το πρωτεύον κύκλωμα του εναλλάκτη επιστρέφει μέσα στον ταμιευτήρα μέσω της γεώτρησης ψεκασμού.

Η σύνδεση των καταναλωτών με το σύστημα τηλεθέρμανσης γίνεται με:

1. Παράλληλη σύνδεση (ίδιες θερμοκρασιακές απαιτήσεις)
2. Σύνδεση σε σειρά (διαφορετικές απαιτήσεις)
3. Σύνθετη διάταξη

Στον παρακάτω πίνακα (πιν. 3) δίνονται οι απαραίτητες εσωτερικές θερμοκρασίες για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε χώρους κατοικίας. Για να διατηρηθεί

σταθερή η εσωτερική θερμοκρασία θα πρέπει κάθε χρονική στιγμή ο ρυθμός της προμηθευόμενης θερμότητας να είναι ίσος με τον ρυθμό της θερμότητας η οποία χάνεται από το κτίριο.

Πίνακας 3 Απαιτούμενη θερμοκρασία εσωτερικών χώρων.

ΧΩΡΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)
Υπνοδωμάτια, κουζίνες	20
Προθάλαμοι, διάδρομοι, WC	15
Λουτρά	22
Καταστήματα, γραφεία, ξενοδοχεία	20
Σχολεία, δημόσια κτίρια	20
Εκκλησίες	12
Νοσοκομεία (δωμάτια ασθενών)	22

Η απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης των κατοικιών εξαρτάται από το σύνολο και την χρονική κατανομή των βαθμωρών θέρμανσης κατά τη διάρκεια του έτους.

Οι απώλειες θερμότητας των κτιρίων διακρίνονται σε απώλειες θερμότητας με αγωγή και σε απώλειες θερμότητας αερισμού. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης θερμικής ισχύος θα πρέπει εκτός από τις θερμικές απώλειες των κτιρίων να προσδιοριστούν και οι θερμικές απώλειες του δικτύου μεταφοράς του ζεστού νερού.

Η ανάπτυξη συστήματος γεωθερμικής τηλεθέρμανσης σε περιοχή που εξυπηρετείται κυρίως από ατομικές θερμάνσεις, εκτός της σημαντικής αναβάθμισης που αποφέρει στην ποιότητα θέρμανσης, προσφέρει τη δυνατότητα βέλτιστης σχεδίασης του συστήματος δίχως περιορισμούς από ήδη εγκατεστημένες κεντρικές θερμάνσεις, επιτυγχάνοντας τη μέγιστη οικονομικότητα. Η γεωθερμική τηλεθέρμανση επιτρέπει την υποκατάσταση σημαντικών ποσοτήτων, ήδη χρησιμοποιούμενων καυσίμων, με αποτέλεσμα την ουσιαστική εξοικονόμηση ενέργειας και τον περιορισμό της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Αποφέρει επίσης οικονομικά οφέλη στους κατοίκους και τον φορέα διαχείρισης, ενώ, όπως όλα τα συστήματα τηλεθέρμανσης, προσφέρει ποιοτική και αξιόπιστη θέρμανση.

Οι παράμετροι που προσδιορίζουν το μέγεθος μιας τέτοιας επένδυσης είναι:

- Τα χαρακτηριστικά της γεωθερμικής πηγής
- Η απόσταση του πεδίου από τον οικισμό

- Το μέγεθος της εφαρμογής
- Η πυκνότητα δόμησης και
- Τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής.

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ Ή ΥΦΑΛΜΥΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

Σημαντικό πεδίο εφαρμογής της γεωθερμίας στη χώρα μας, ιδιαίτερα στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, αποτελεί η θερμική αφαλάτωση θαλασσινού νερού με στόχο την απόληψη πόσιμου. Η σπουδαιότητα τέτοιων εφαρμογών στα νησιά του Αιγαίου, ειδικά σε αυτά που αναπτύσσονται τουριστικά, είναι μεγάλη δεδομένου ότι, σε πολλά από αυτά, το νερό μεταφέρεται με υδροφόρα πλοία, με αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του κόστους του.

Η αφαλάτωση γίνεται κυρίως με απόσταξη (πολυβάθμια εκρηκτική εξάτμιση, κατακόρυφοι εξατμιστήρες μακρών σωλήνων, συμπύεση ατμών), με μεμβράνες (ηλεκτροδιάλυση, αντίστροφη ώσμωση) και με ιοντοανταλλαγή. Στις μεθόδους απόσταξης η περιεκτικότητα σε άλατα είναι ανεξάρτητη από την κατανάλωση ενέργειας, στην αντίστροφη ώσμωση η σχέση είναι μικρή, ενώ στην ηλεκτροδιάλυση η κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την περιεκτικότητα του νερού σε άλατα. Συνήθως εφαρμόζεται η μέθοδος της πολυβάθμιας εκρηκτικής εξάτμισης. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού πρέπει να είναι τουλάχιστον 65°C. Πρακτικά μπορεί να γίνει και με 61°C αλλά είναι οικονομικά ασύμφορο. Η θερμοκρασία απόρριψης είναι 40-50°C και εξαρτάται από τη διαθέσιμη ποσότητα του γεωθερμικού ρευστού, τη θερμοκρασία του και την ποσότητα του αφαλατωμένου νερού που θέλουμε να παίρνουμε.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΩΝ

Μια επιπλέον εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας είναι η θέρμανση του νερού των πισίνων κολυμβητηρίων. Η θέρμανση γίνεται είτε με απευθείας εισαγωγή του ρευστού, εφόσον το επιτρέπει η χημική του σύσταση, είτε έμμεσα, με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας. Στις ανοιχτές δεξαμενές η θερμοκρασία του νερού πρέπει να είναι περίπου 24°C, ενώ στις κλειστές δεξαμενές απαιτείται επιπλέον και η θέρμανση των κτιριακών εγκαταστάσεων. Στις κλειστές δεξαμενές η θερμοκρασία του νερού πρέπει να φτάνει τους 33°C, ενώ απαιτείται και τακτικός αερισμός, ώστε να επιτυγχάνεται αφύγρανση του χώρου.

ΙΑΜΑΤΙΚΕΣ – ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Τα γεωθερμικά ρευστά βρίσκουν εφαρμογή και σε ιαματικά λουτρά. Εφόσον το επιτρέπει η χημική τους σύσταση, τα ρευστά εισέρχονται απευθείας στις ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις (πισίνες). Έτσι, με τη χρήση των γεωθερμικών ρευστών, είναι δυνατόν να επιτευχθεί η ανάπτυξη, σε μια περιοχή, ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων που εκμεταλλεύονται την γεωθερμική ενέργεια. Δηλαδή με τη βοήθεια της γεωθερμίας μπορεί να προωθηθούν εναλλακτικές μορφές τουρισμού. Αυτή η εφαρμογή βρίσκει ανταπόκριση σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας, εδώ και αρκετές δεκαετίες, με υποδομές όμως που παρουσιάζουν σοβαρές ελλείψεις.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Τα γεωθερμικά ρευστά, εφόσον το επιτρέπει η χημική τους σύσταση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άμεση άρδευση ή/και θέρμανση υπαίθριων καλλιεργειών. Σ' αυτές τις εφαρμογές απαιτούνται μόνο οι εγκαταστάσεις μεταφοράς του ρευστού από το πεδίο στις καλλιέργειες.

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας στις υπαίθριες καλλιέργειες παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Προλαμβάνονται ζημιές στα φυτά, που προκαλούνται από χαμηλές θερμοκρασίες.
- Παρατείνεται η αυξητική περίοδος των φυτών.
- Αποστειρώνεται το έδαφος.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΑΒΑΘΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι θερμικές και ψυκτικές ανάγκες των κτιρίων μπορούν και να καλυφθούν με την θερμική ενέργεια την περιεχόμενη στα υπόγεια νερά και στα πετρώματα βάθους 20-150 μέτρα κάτω από το κτίριο ή κοντά σ' αυτό. Για το σκοπό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντίστοιχα υποβρύχιες αντλίες ή γεωθερμικοί συλλέκτες σε γεωτρήσεις, που συνδέονται με αντλίες θερμότητας. Κάτι τέτοιο επιτρέπει τη μεταφορά της θερμικής ενέργειας χαμηλής θερμοκρασίας του υπεδάφους και τη μετατροπή της σε θερμική και ψυκτική ενέργεια κατάλληλη για τις ανάγκες του κτιρίου. Η αβαθής υπεδαφική θερμότητα, που είναι αποθηκευμένη στα πετρώματα και υπόγεια νερά των ανωτέρων 0-200 μέτρων του φλοιού της γης, δηλαδή σε γεωλογικά υλικά, μπορεί να καλείται για πρακτικούς λόγους και αβαθής γεωθερμική ενέργεια, παρ' όλο ότι μέρος αυτής είναι ηλιακής προέλευσης.

Τα τμήματα της γεωθερμικής εγκατάστασης αυτού του είδους είναι τα εξής:

- Τμήμα γεωθερμικού εναλλάκτη, που είναι ένα κλειστό κύκλωμα νερού τοποθετημένο σε γεώτρηση και τροφοδοτεί την αντλία θερμότητας με νερό σταθερής θερμοκρασίας 18°C περίπου.
- Τμήμα αντλίας θερμότητας νερού-νερού, που παράγει ζεστό νερό 50°C για τη θέρμανση, κρύο νερό 10°C για την ψύξη και ζεστό νερό 50°C για το Boiler.
- Τμήμα θέρμανσης-ψύξης των δωματίων με κλιματιστικά σώματα, που λειτουργούν με κυκλοφορία ζεστού ή κρύου νερού.
- Τμήμα Boiler, στο οποίο αποθηκεύεται ζεστό νερό για τις ανάγκες της κατοικίας.

1.2.7.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται καθαρή μορφή ενέργειας, ιδιαίτερα όταν συγκρίνεται με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, χωρίς βεβαία οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της να είναι πάντα εντελώς αμελητέες. Τα γεωθερμικά ρευστά είναι συνήθως πλούσια σε διαλελυμένα άλατα, άλλες χημικές ενώσεις και στοιχεία, τα οποία τους προσδίδουν ιδιαίτερες ιδιότητες. Αυτά, όμως, μπορεί μερικές φορές να δημιουργήσουν περιβαλλοντικά προβλήματα, κατά την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον. Άλλες πάλι φορές, υπάρχουν στους ταμειυτήρες δύσσομα αέρια, όπως το υδρόθειο, τα οποία, όταν διαχυθούν στην ατμόσφαιρα, μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα υποβάθμισης του περιβάλλοντος.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ

Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας είναι ηπιότερη σε σχέση με την επιβάρυνση από τα ρευστά υψηλής ενθαλπίας.

Το κύριο περιβαλλοντικό πρόβλημα από τα ρευστά χαμηλής ενθαλπίας εντοπίζεται στη διάθεση των νερών μετά την απόληψη της θερμότητάς τους. Η επιφανειακή διάθεση (τεχνητές ή φυσικές λίμνες, χείμαρροι, ποταμοί, θάλασσα) αποτελεί τη φθηνότερη λύση και τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε από τις αρχές της αξιοποίησης της γεωθερμίας. Τρία προβλήματα σχετίζονται με τη λύση αυτή:

- Αυξημένη θερμοκρασία των νερών (θερμική ρύπανση)

- Σχετικά υψηλή περιεκτικότητα των νερών σε διάφορα συστατικά (μερικά από τα οποία μπορεί να είναι επιβλαβή)
- «εξάντληση» του πεδίου με το χρόνο

Η δεύτερη και καλύτερη μέθοδος διάθεσης των νερών είναι η επανεισαγωγή τους στον ταμιευτήρα. Πλεονεκτήματα της μεθόδου αποτελούν η αποφυγή οποιασδήποτε θερμικής και χημικής ρύπανσης των αποδεκτών και η επαναφόρτιση του ταμιευτήρα, που διατηρείται έτσι πάντα υπό πίεση. Κύρια μειονεκτήματα της μεθόδου είναι το κόστος κατασκευής της γεώτρησης επανεισαγωγής και το κόστος λειτουργίας (αντλία επανεισαγωγής), καθώς και η πιθανότητα απόφραξης των πετρωμάτων γύρω από τα φίλτρα της γεώτρησης με άλατα, οπότε πρέπει να γίνει επέμβαση με χημικά μέσα ή αντικατάσταση της γεώτρησης με άλλη.

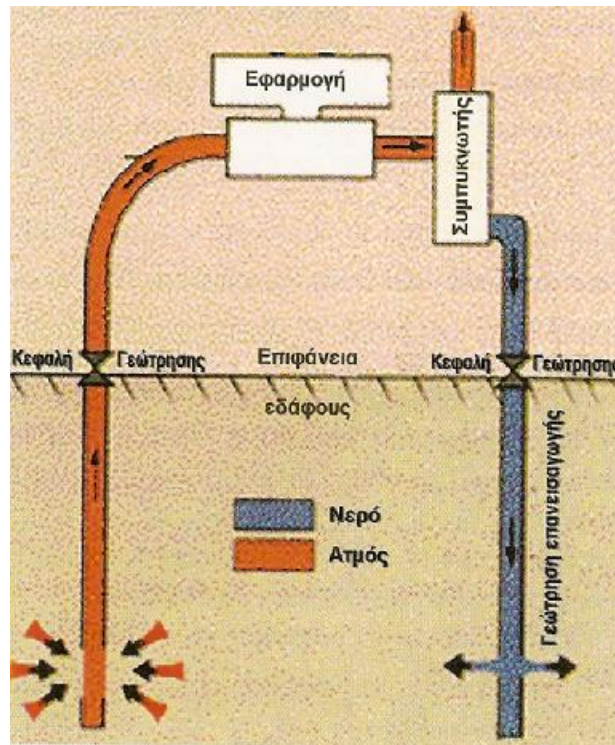
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΟΝΑΔΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευση γεωθερμικών πεδίων υψηλής ενθαλπίας, που εκδηλώνονται στο φυσικό και βιοτικό περιβάλλον από τη λειτουργία των ανάλογων εγκαταστάσεων αναφέρονται σε:

- Χρήση γης και απόθεση στερεών αποβλήτων
- Εκπομπές αερίων
- Υδάτινη και θερμική ρύπανση
- Θόρυβος
- Δημιουργία μικροσεισμικότητας
- Πρόκληση καθιζήσεων

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών με την υπάρχουσα σήμερα τεχνολογία είναι εύκολη και μπορεί να επιτευχθεί, αφ' ενός με την επανέγχυση των ρευστών στον ταμιευτήρα, όπως φαίνεται παρακάτω στο Σχήμα 10, μέσω γεώτρησης επανεισαγωγής, αφ' ετέρου με το διαχωρισμό και τη δέσμευση των αερίων, χρησιμοποιώντας ειδικές συσκευές για το σκοπό αυτό. Η επανέγχυση των ρευστών στον ταμιευτήρα συνηθίζεται ακόμα και στις περιπτώσεις εκείνες όπου τα ρευστά δεν δημιουργούν περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς, κατ' αυτόν τον τρόπο, ικανοποιείται παράλληλα ο στόχος του εμπλουτισμού του ταμιευτήρα. Τέλος, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εξαιτίας των προαναφερθέντων προσμίξεων, είναι πιθανό να εμφανιστούν προβλήματα διάβρωσης και καθαλατώσεων στις σωληνώσεις μεταφοράς των ρευστών, τα οποία μπορούν εύκολα να προληφθούν με

τη χρήση ανθεκτικών σωληνώσεων και την προσθήκη ειδικών χημικών στα γεωθερμικά ρευστά.



Σχήμα 10. Παραγωγική γεώτρηση και γεώτρηση επανεισαγωγής

1.2.7.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

Η γεωθερμική ενέργεια, σε οποιαδήποτε μορφή, παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, τα οποία βεβαίως δεν είναι ανεξάντλητα. Επίσης, συμβάλλει και στην εξοικονόμησή τους. Η εκμετάλλευση των διαθέσιμων γεωθερμικών πεδίων, επιτρέπει την αξιοποίηση των συμβατικών καυσίμων, ειδικά του πετρελαίου, σε άλλες εφαρμογές όπου αυτά είναι καταλληλότερα ή/και η χρήση τους οικονομικά πιο συμφέρουσα.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμίας μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Συνεχής παροχή ενέργειας. Η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα, 365 ημέρες το χρόνο, σε σχέση με άλλες ΑΠΕ οι οποίες δεν μπορούν να παρέχουν συνεχώς ενέργεια και η χρήση τους προϋποθέτει αξιόπιστες τεχνολογίες αποθήκευσης της ενέργειας.
- Μικρό λειτουργικό κόστος. Αν και το κόστος παγίων είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση και με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, το λειτουργικό κόστος των γεωθερμικών μονάδων είναι σχεδόν μηδαμινό, ή αρκετά μικρότερο από τις

άλλες μορφές ενέργειας, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των αντλιών θερμότητας.

- Εκπομπές στο περιβάλλον. Οι εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα είναι σημαντικά μικρότερες από τις επομπές που προκύπτουν από την καύση των συμβατικών καυσίμων, ενώ τονίζεται ιδιαίτερα ότι δεν εκπέμπονται καθόλου σωματίδια.
- Απαιτήσεις γης. Οι γεωθερμικές μονάδες καταλαμβάνουν σχετικά μικρή έκταση γης. Κύριος λόγος γι' αυτό είναι ότι δεν απαιτούν αποθηκευτικούς χώρους, όπως συμβαίνει με ορισμένες ΑΠΕ και με τα συμβατικά καύσιμα.
- Μικρές ανάγκες για μεταφορά υλικών. Από τη στιγμή της αποπεράτωσης της κατασκευής της μονάδας δεν απαιτείται μεταφορά υλικών ή καυσίμων, σε αντίθεση με τις μονάδες με συμβατικά καύσιμα, στις οποίες υπάρχει πάντοτε ο κίνδυνος ατυχημάτων (ανάφλεξη καυσίμων, διαρροές, πετρελαιοκηλίδες κτλ.) και επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από την κίνηση των μεταφορικών μέσων.
- Αξιόπιστη και ασφαλής ενεργειακή πηγή. Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται 24 ώρες την ημέρα, με γνωστή και καθιερωμένη τεχνολογία.
- Συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε και του Πρωτοκόλλου του Κιότο, με τον περιορισμό των εκπομπών CO_2 και άλλων αερίων.
- Τοπική μορφή ενέργειας. Η ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας σε μια περιοχή οδηγεί και στην οικονομική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, αφού παρέχει φθηνή ενέργεια και δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας.
- Συμβολή στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας, με τον περιορισμό των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων.

1.2.7.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Για κάθε γεωθερμική εφαρμογή (όπως γενικά και για οποιαδήποτε εφαρμογή ανανεώσιμης μορφής ενέργειας) είναι σημαντικό να προσδιοριστεί πόση ενέργεια μπορεί να παραχθεί και ποιό θα είναι το κόστος αυτής της ενέργειας. Το κόστος της παραγόμενης ενέργειας είναι τις περισσότερες φορές ο καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή ή όχι μιας τεχνολογίας και για την υλοποίηση ή όχι μιας γεωθερμικής εφαρμογής. Επομένως, η αξιόπιστη κοστολόγηση ενός γεωθερμικού σχεδίου είναι απαραίτητη προϋπόθεση και κρίσιμο σημείο στην απόφαση για τη υλοποίησή του.

Βέβαια, σε κάθε περίπτωση, το κόστος επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, αλλά είναι εμφανές ότι υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες για οικονομικά συμφέρουσα εκμετάλλευση της γεωθερμίας για την παραγωγή θερμότητας. Ο σημαντικότερος παράγοντας επηρεασμού του κόστους παραγωγής με τις συμβατικές μεθόδους είναι η τιμή του καυσίμου, ενώ στην περίπτωση της γεωθερμίας κυρίαρχο ρόλο παίζουν η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού, το κόστος διάνοιξης της γεώτρησης, καθώς και αυτό της άντλησης.

1.2.7.6 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η χώρα μας είναι ιδιαίτερα ευνοημένη, όσον αφορά στην ύπαρξη γεωθερμικής ενέργειας, και τα τελευταία 30 χρόνια έχει γίνει αξιόλογη βασική έρευνα για τον εντοπισμό και χαρακτηρισμό των γεωθερμικών πεδίων. Η Ελλάδα, μαζί με την Ιταλία, την Πορτογαλία (Αζόρες Νήσοι) και τη Γαλλία (νήσος Γουαδελούπη στην Καραϊβική), είναι οι μόνες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στις οποίες υπάρχουν πεδία υψηλής ενθαλπίας (με θερμοκρασία ρευστών μεγαλύτερη των 150°C), και από τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν τα γεωθερμικά ρευστά για παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Επίσης, η χώρα μας διαθέτει πληθώρα περιοχών, κυρίως στην κεντρική και βόρεια Ελλάδα και στα νησιά του Αιγαίου, με θερμοκρασίες ταμιευτήρων που φτάνουν και μερικές φορές ξεπερνούν τους 100°C. Παρά τον αξιόλογο γεωθερμικό πλούτο, η ανάπτυξη της γεωθερμίας στην Ελλάδα δεν κρίνεται ικανοποιητική.

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα το ενδιαφέρον έχει στραφεί στα πεδία χαμηλής ενθαλπίας (θερμοκρασία ρευστών κάτω από 50°C) κυρίως λόγω των ήπιων κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στη χώρα αλλά και γιατί η εκμετάλλευσή τους από τεχνική άποψη παρουσιάζει λιγότερα προβλήματα. Τα περισσότερα γεωθερμικά πεδία που ερευνήθηκαν βρίσκονται σε περιοχές με ευνοϊκές αναπτυξιακές συνθήκες και οι προοπτικές άμεσης εκμετάλλευσης των ρευστών τους είναι ευοίωνες. Η ενεργειακή ισχύς των γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα εκτιμάται ότι υπερβαίνει τα 400 MW. Ωστόσο αυτό αποτελεί μικρό μέρος του συνολικού γεωθερμικού δυναμικού της χώρας.

Τις κυριότερες εφαρμογές στη χώρα μας αποτελούν η λουτροθεραπεία αλλά και οι γεωργικές εφαρμογές (θέρμανση θερμοκηπίων και εδάφους για καλλιέργειες). Έχουν αναφερθεί επίσης και χρήσεις αβαθούς γεωθερμίας (Δημαρχείο Ρόδου), ενώ έχουν εγκριθεί προγράμματα για βιομηχανικές χρήσεις (μονάδα αφαλάτωσης στη Μήλο). Στη Μήλο υπάρχει επίσης το μοναδικό γεωθερμικό εργοστάσιο παραγωγής

ηλεκτρισμού (2MWe) το οποίο παραμένει κλειστό από το 1989 λόγω διαμαρτυρίας των κατοίκων. Το 1998 η ΔΕΗ ξεκίνησε έρευνες για την εγκατάσταση μονάδας παραγωγής ηλεκτρισμού με χρησιμοποίηση του κύκλου Rankine προς εκμετάλλευση του γεωθερμικού πεδίου Αργένου-Στύψης στη Λέσβο, όπου το θερμοκρασιακό εύρος κυμαίνεται από 86-92°C σε βάθος 200m και η παροχή των γεωτρήσεων είναι μεγάλη (400m³/h, γεώτρηση Αργένου). Το 1999 οι έρευνες σταμάτησαν γιατί δεν βρέθηκαν οι κατάλληλες θερμοκρασίες.

Για να διευρυνθεί η χρησιμοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα πρέπει να γίνουν τα παρακάτω βήματα:

- Ενημέρωση των κατοίκων των περιοχών, όπου εντοπίζονται τα γεωθερμικά πεδία, αλλά και του επενδυτικού κοινού.
- Εξασφάλιση χρηματοδοτικών πόρων.
- Τροποποίηση της υπάρχουσας νομοθεσίας.
- Εντοπισμός όλων των υπαρχόντων γεωθερμικών πεδίων.
- Ορθολογική σχεδίαση των εφαρμογών κατά περίπτωση και υιοθέτηση της κατάλληλης τεχνολογίας εκμετάλλευσης.
- Δραστηριοποίηση των τοπικών φορέων.

B. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΤΟ Ν. ΛΕΣΒΟΥ

2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ Ν. ΛΕΣΒΟΥ

Ο Ν. Λέσβου ανήκει στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου και περιλαμβάνει τα νησιά Λέσβο, Λήμνο και Άγιο Ευστράτιο. Βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αποτελεί τμήμα των εξωτερικών της συνόρων. Ειδικότερα η Λήμνος και ο Άγιος Ευστράτιος είναι χωροθετημένα στο κέντρο του Βόρειου Αιγαίου και η Λέσβος στο βορειοανατολικό Αιγαίο σε μικρή απόσταση από τα μικρασιατικά παράλια. Έχει έκταση 2.154 km², ακτογραμμή μήκους 696 km και κατά την απογραφή του 2001 είχε 109.118 κατοίκους. Η πυκνότητα του πληθυσμού είναι 50,7 κάτοικοι/ km². Ο νομός περιλαμβάνει 17 Δήμους και 1 Κοινότητα.

2.1 ΛΕΣΒΟΣ

2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η Λέσβος βρίσκεται στο Βορειοανατολικό Αιγαίο και είναι το τρίτο σε μέγεθος ελληνικό νησί μετά την Κρήτη και την Εύβοια. Έχει έκταση 1.636 km² και ακτογραμμή μήκους 370 km. Το νησί έχει πληθυσμό 90.634 κατοίκους και χωρίζεται σε δεκατρείς Δήμους. Πρωτεύουσα του νησιού είναι η Μυτιλήνη, η οποία είναι χτισμένη στο Νοτιοανατολικό άκρο του νησιού και έχει πληθυσμό 27.247 κατοίκους (απογραφή 2001). Η Μυτιλήνη είναι επίσης έδρα του Νομού και της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου, του Πανεπιστημίου Αιγαίου, καθώς και του Υπουργείου Αιγαίου.

2.1.2 ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο Ν. Λέσβου έχει σχετικά υψηλό ποσοστό πεδινών και ημιορεινών εκτάσεων που ξεπερνούν το 80% του συνολικού εδάφους. Στη Λέσβο, πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν τρεις πεδιάδες, της Γέρας – Ιππείου, της Καλλονής και της Ερεσσού και δύο μεγάλοι ορεινοί όγκοι με μέγιστο υψόμετρο που αγγίζει τα 1000 m.

Ο Ν. Λέσβου, σε σχέση με τον μέσο όρο της Ελλάδας, αλλά και όλων των νησιών του Αιγαίου, παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό χρησιμοποιούμενης γης.

Όσον αφορά τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή χαρακτηρίζονται από ήπιο μεσογειακό κλίμα όπου σπανίζουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Η Λέσβος με 725 mm ετήσιας βροχόπτωσης βρίσκεται σε μεσαία για την Ελλάδα ζώνη. Οι υδατικοί πόροι όμως θεωρούνται ανεπαρκής για να καλύψουν τις ανάγκες της ύδρευσης του νησιού και ιδιαίτερα της άρδευσης, με αποτέλεσμα να έχουν

εμφανιστεί προβλήματα υφαλμύρωσης. Η κατασκευή λιμνοδεξαμενών καλείται να καλύψει τις ανάγκες της άρδευσης που έχει το νησί. Σ' αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι τα πετρώματα είναι τέτοιας μορφής που δεν συγκρατούν υγρασία στο έδαφος με αποτέλεσμα η εξάρτηση από το ύψος και τη συχνότητα των βροχοπτώσεων να είναι άμεση.

Το υπέδαφος είναι πλούσιο σε ματαλλεύματα, γεωθερμική ενέργεια και θερμά νερά, οικονομικοί πόροι που παραμένουν σχεδόν αναξιοποίητοι μέχρι σήμερα, παρα τις προσπάθειες που έχουν γίνει. Μεγαλύτερη αξιοποίηση έχουν γνωρίσει οι αλυκές που υπάρχουν στο νησί, στις περιοχές του Πολιχνίτου και της Καλλονής. Υπάρχουν επίσης πλούσια οικοσυστήματα, χερσαία και θαλάσσια. Οι δύο αβαθής κόλποι του νησιού (Γέρας και Καλλονής) αποτελούν ευνοϊκό παράγοντα για τη δημιουργία θαλάσσιων βιοτόπων και κέντρων αναπαραγωγής ψαριών. Στις βραχώδεις ακτές αναφέρεται η παρουσία της φώκιας *Monachus monachus*. Ιδιαίτερα πολυπληθείς είναι και οι υγροβιότοποι που βρίσκονται γύρω από τους κόλπους και όχι μόνο και συγκεντρώνουν πλούσια ορνιθοπανίδα με μόνιμα μεταναστευτικά πουλιά. Επίσης, τα χερσαία οικοσυστήματα του νησιού δεν είναι λιγότερο πλούσια, με το μοναδικό Απολιθωμένο Δάσος, τον Όλυμπο αλλά και την πλούσια πανίδα και χλωρίδα με πολλά ενδημικά είδη.

2.1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το νησί της Λέσβου είναι αποτέλεσμα των εκτενών και εντατικών παραμορφώσεων και των ηφαιστειακών ενεργειών που έλαβαν χώρα στις πρόωρες γεωλογικές εποχές. Το τοπίο ποικίλλει, με τα βούνα και τις πεδιάδες να εναλλάσσονται μεταξύ των λοφωδών τοπίων. Στο σχήμα του νησιού κυριαρχούν δύο κόλποι: ο κόλπος της Καλλονής και ο κόλπος της Γέρας. Ο σχηματισμός των κόλπων πιθανώς να προέκυψε από την ηφαιστειακή δραστηριότητα, δεδομένου ότι αρχικά το νησί πρέπει να ήταν ενωμένο με την απέναντι ακτή. Η Λέσβος όμως, διαιρείται φανερά από τον κόλπο Καλλονής σε δύο τμήματα, από τα οποία το μεν ανατολικό εμφανίζει κατασκευή από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα, μαζί με εκρηξιγενείς περιδοτίτες και οφείτες, ενώ το δυτικό αποτελείται από εκρηξιγενή τριτογενή πετρώματα κυρίως.

Πιο συγκεκριμένα, το νότιο και ανατολικό τμήμα του νησιού καλύπτεται από μεταμορφωσιγενή πετρώματα, περιδοτίτες και σερπεντινίτες, φυλλίτες και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με ενδιαστρώσεις μαρμάρων ανωπαλαιοζωικής-

τριαδικής ηλικίας. Το βόρειο όμως και δυτικό τμήμα του νησιού δομείται από Τεταρτογενείς-Νεογενείς σχηματισμούς⁸, που αποτελούνται από μάργες και ηφαιστειο-ιζηματογενείς αποθέσεις, που διακρίνονται σε δύο ηφαιστειακές σειρές. Η παλαιότερη, μειοκαινικής ηλικίας που χαρακτηρίζεται από ανδεσιτικές έως βασαλτικές-ανδεσιτικές λάβες και η νεότερη ηφαιστειακή σειρά, που αποτελείται από αλκαλικές βασαλτικές εκχύσεις, ηλικίας Κατώτερου Πλειόκαινου. Στο κατώτερο τμήμα της κατώτερης ενότητας εντοπίζονται όξινα πυροκλαστικά (ιγνιμβρίτες, ρυόλιθοι, κ.λ.π.). Η περιοχή, που δομείται από τα ηφαιστειακά πετρώματα, καταλαμβάνει έκταση 875.949 km² δηλαδή 53,5% της ολικής έκτασης του νησιού.

Στη Λέσβο παρατηρούνται τρία κύρια συστήματα ρηγμάτων: ένα βορειοανατολικής διεύθυνσης, που αποτελεί και την κύρια διεύθυνση διαρρήξεων, ένα βορειοδυτικής, κατά την οποία απαντάται το μεγαλύτερο μήκος ρηγμάτων και τέλος ένα με διεύθυνση Β-Ν. Εκτός από την ύπαρξη των ρηγμάτων, τα πετρώματα είναι έντονα κατακερματισμένα, με αποτέλεσμα να αποχωρίζονται σε μικρά κομμάτια. Η Λέσβος χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μανδύα αποσάθρωσης μεγάλου γενικά πάχους, που βρίσκεται πάνω σε έντονα κατακερματισμένα πετρώματα και ένα πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο⁹. Όλα αυτά μαζί, δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες έντονης διάβρωσης, τα παράγωγα της οποίας παρασύρονται από τα ποτάμια και μεταφέρονται στη θάλασσα.

Αποτέλεσμα των ηφαιστειακών ενεργειών ήταν επίσης και το Απολιθωμένο Δάσος στο Σίγρι. Το ηφαίστειο που υπήρχε στο νησί κατέκαψε με τη λάβα του όλο το δυτικό μέρος του σημερινού νησιού, αφήνοντας ως κληρονομιά αυτό το μοναδικό μνημείο της φύσης. Οι γεωλογικές ανακατατάξεις επίσης προίκισαν τη Λέσβο με πολλές ιαματικές πηγές, οι οποίες αναβλύζουν σήμερα στα παράλια κυρίως.

Το γεωθερμικό δυναμικό της Λέσβου σχετίζεται με την ιδιαίτερη υδρογεωλογική θέση του νησιού. Τα υδροθερμικά ρευστά που προέρχονται από το βάθος μπορεί να δημιουργήσουν, τοπικά, ευκαιρίες εμπορικού ενδιαφέροντος. Η έρευνα εστιάζει στις περιοχές όπου τα ρευστά αυτά ανεβαίνουν πάνω και θερμαίνουν ρηχά ή ενδιάμεσα υδροφόρα στρώματα. Ένα υδροφόρο στρώμα περιλαμβάνει οποιαδήποτε πηγή

⁸ Αποτελούνται από αποθέσεις που βρίσκονται ασύμφωνα πάνω στους αλπικούς (κυρίως) και λιγότερο πάνω στους προαλπικούς και στους μολασσικούς σχηματισμούς και έχουν αποθεθεί σε τεκτονικές τάφρους ή σε διαβρωσιγενείς πεδινές περιοχές και ποταμοκοιλιάδες.

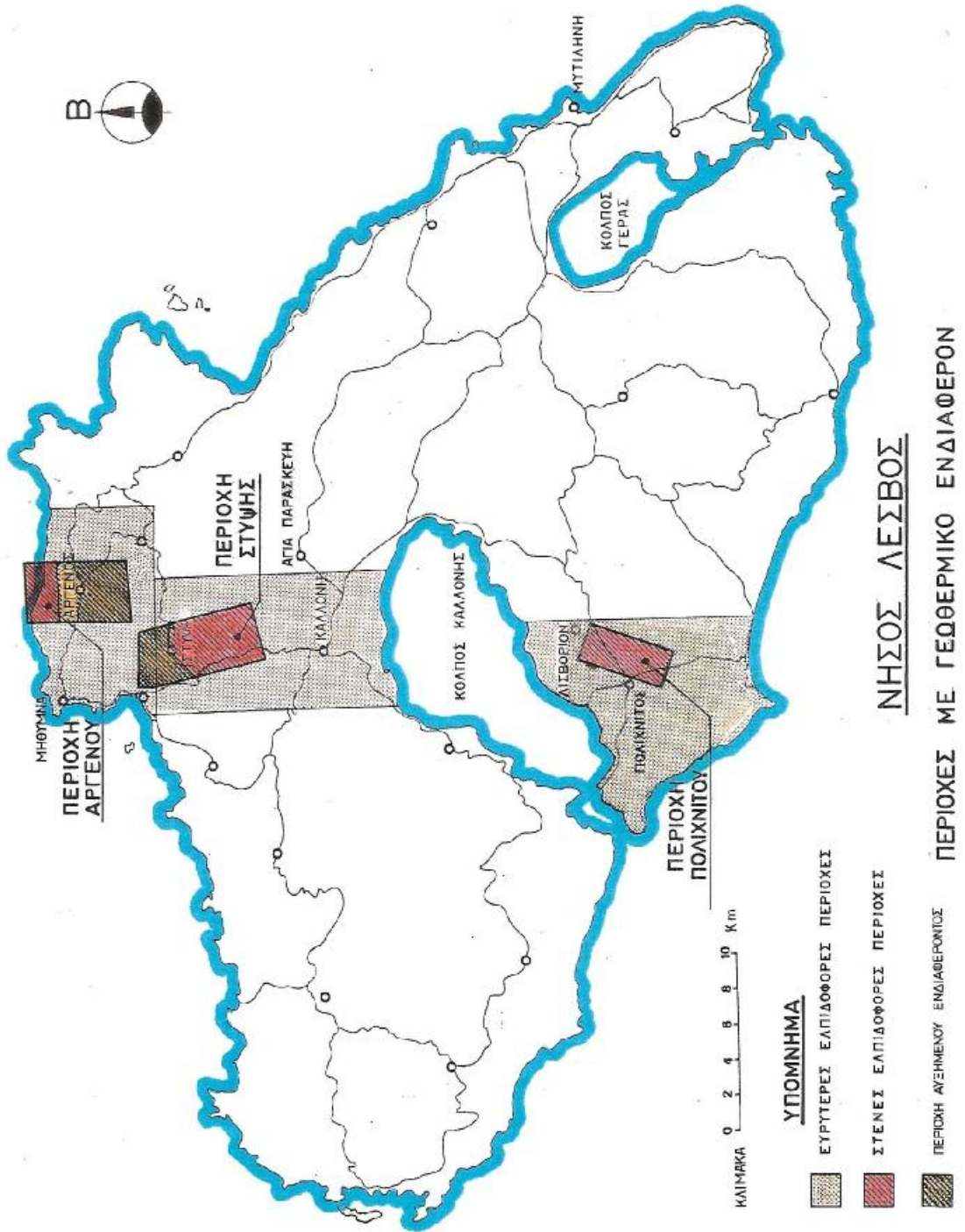
⁹ Είναι ένα σύνολο επιφανειακών ρευμάτων νερού (ποταμών, χειμάρρων, κ.λ.π.), που συνδέονται μεταξύ τους με καθορισμένο τρόπο και δημιουργούν συγκεκριμένους τύπους απορροής

περιέχει υπόγεια νερά, είτε ως ένα βαθύ σύστημα ζεστού ύδατος, είτε ως πεδίο ατμού.

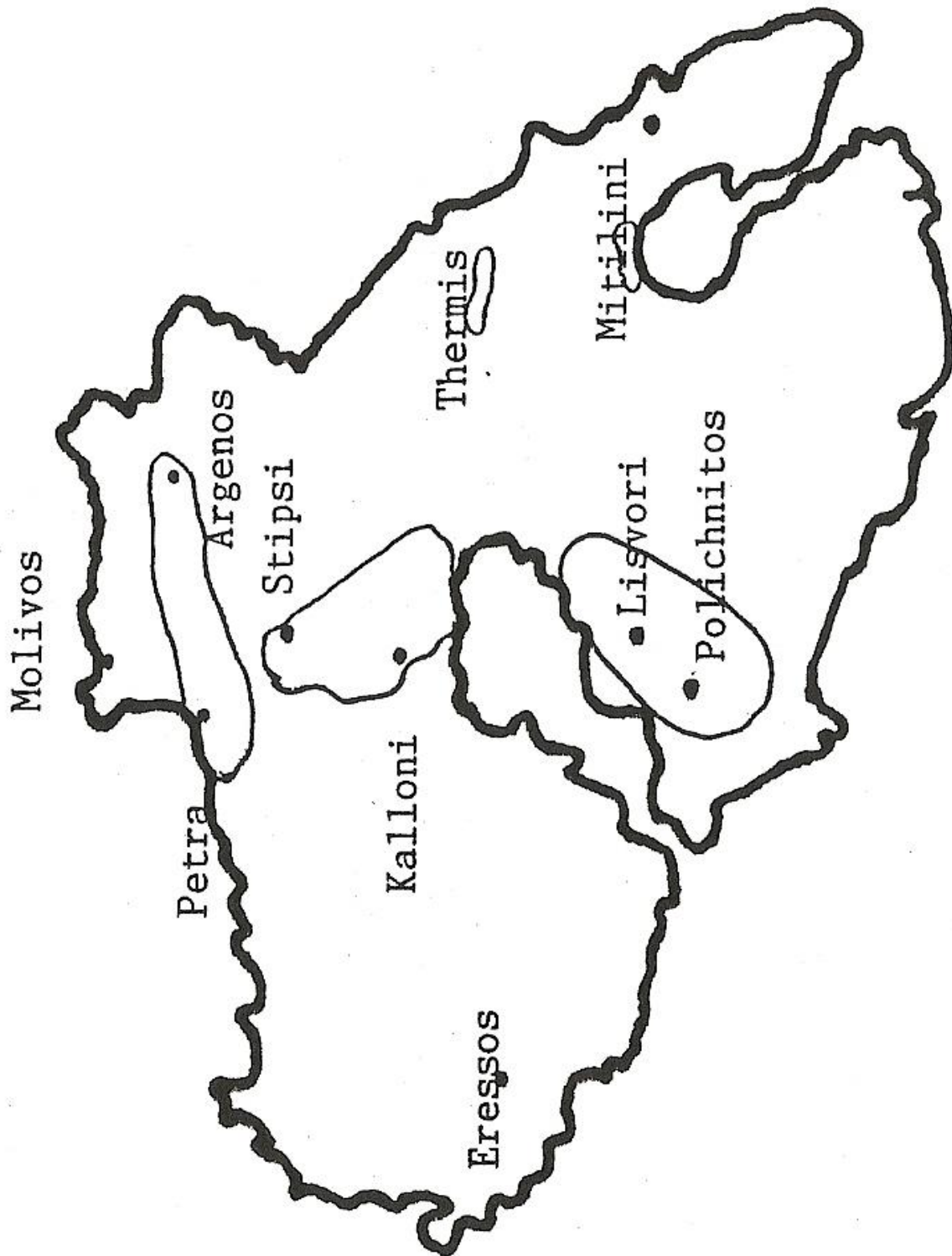
Στο νησί της Λέσβου υπάρχουν πέντε περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος (τις οποίες θα αναλύσουμε εκτενώς παρακάτω):

- Περιοχή Πολυχνίτου
- Περιοχή Πέτρας-Αργένου
- Περιοχή Στύψης-Καλλονής
- Περιοχή Γέρας
- Περιοχή Θερμής

Οι πρώτες τρεις περιοχές παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από άποψη εκμετάλλευσης.



Χάρτης 1. Οι τρεις περιοχές με το μεγαλύτερο γεωθερμικό ενδιαφέρον



Χάρτης 2. Και οι πέντε περιοχές της Λέσβου που παρουσιάζουν γεωθερμικό ενδιαφέρον.

2.1.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

2.1.4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΟΛΥΧΝΙΤΟΥ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η περιοχή του Πολυχνίτου βρίσκεται 42km ΝΔ της πρωτεύουσας του νησιού Μυτιλήνης, και στα ανατολικά του κόλπου της Καλλονής. Στην Εθνική Στατιστική Υπηρεσία έχει καταχωρηθεί σαν πεδινή και ημιαστική περιοχή. Ο Δήμος Πολυχνίτου αποτελείται από τα Δημοτικά Διαμερίσματα Πολιχνίτου, Βασιλικών, Βρισάς, Λισβορίου και Σταυρού. Το Δημοτικό Διαμέρισμα του Πολιχνίτου αποτελείται από τον Πολιχνίτο, το γηροκομείο Δαμανδρίου, τη Νυφίδα και τη σκάλα Πολιχνίτου.

Με βάση την απογραφή του 2001 ο Δήμος πολιχνίτου έχει 5.288 κατοίκους. Το Δημοτικό διαμέρισμα του Πολυχνίτου έχει 2.763 κατοίκους. Παρατηρείται μια μείωση του πληθυσμού στον Δήμο, διότι με βάση την απογραφή του 1991 ο Δήμος είχε 5.729 κατοίκους.

Στην ευρύτερη περιοχή του Πολυχνίτου συναντώνται ενότητες περιοχών που χαρακτηρίζονται από υψηλή οικολογική αξία και αποτελούν τμήματα της περιοχής NATURA 2000.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η περιοχή του Πολυχνίτου αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τους εξής σχηματισμούς:

Κρυσταλλικό υπόβαθρο μεταμορφωμένων πετρωμάτων βάθους 750 m. Η εμφάνιση ενός ρήγματος 500 m ΝΔ – ΒΑ διεύθυνσης έχει ως αποτέλεσμα το βύθισμα της λεκάνης του Πολυχνίτου να φτάνει τα 1250 m. Η γεωφυσική έρευνα έχει δείξει ότι το σύστημα ρηγμάτων και κατατμήσεων του κρυσταλλικού υποβάθρου στην περιοχή είναι ηλεκτρικά πολωμένο γεγονός που σχετίζεται με την ύπαρξη θερμών ρευστών.

Περιδοτίτες οι οποίοι αποτελούν το αδιαπέρατο κάλυμμα των ρευστών. Ωστόσο αυτοί στην επιφάνειά τους λόγω σερπεντινίωσης είναι κατετμημένοι και αποτελούν δρόμους ανόδου των ρευστών στην επιφάνεια.

Ηφαιστειακά πετρώματα (ιγνιμβρίτες), υψηλής περατότητας που διευκολύνουν την κυκλοφορία των ρευστών και φτάνουν έως τα 150 m βάθος.

Ποταμοχειμάρρειες αποθέσεις, πυροκλαστικά υλικά, λάβες και νεώτεροι βασάλτες.

Νεογενή ιζήματα (πλειοκαινικά λιμναία ιζήματα, πλειστοκαινικά κροκαλοπαγή βατερών, αλλουβιακές αποθέσεις). Αυτά αποτελούν το αδιαπέρατο κάλυμμα των ρηχών θερμών υδροφόρων που αναπτύσσονται κυρίως εντός της λάβας.

Η γεωηλεκτρική διασκόπηση¹⁰ της περιοχής έδειξε μειωμένες τιμές ηλεκτρικής αντίστασης¹¹ στους εξαλοιωμένους περιδοτίτες, στα ηφαιστειακά πετρώματα καθώς και στα νεογενή ιζήματα. Η υψηλή αγωγιμότητα των πετρωμάτων οφείλεται στον εμποτισμό τους με μεταλλικά νερά. Η ζώνη των ηφαιστιτών με σημαντικά μειωμένες τιμές ηλεκτρικής αντίστασης (10 Ohm), διακόπτεται λόγω επιμήκης διογκώσεως της ζώνης των εξαλοιωμένων οφειολίθων. Έτσι, το ελάχιστο πάχος των ηφαιστιτών που έχουν υποστεί υδροθερμική αλλοίωση υπολογίζεται με βάση γεωφυσικά δεδομένα ότι υπερβαίνει τα 150 m.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Στην περιοχή του Πολυχνίτου παράλληλα του χειμάρρου Αλμυροπόταμος σε απόσταση 4 km από τη θάλασσα και σε υψόμετρο 50 – 60 m εμφανίζονται περί τις 38 θερμές πηγές κατά την περίοδο των βροχών και 10 κατά την ξηρή περίοδο. Αυτές παρουσιάζουν υψηλές θερμοκρασίες (76,1 – 87,6 °C) και παροχές (έως και 700 m³/day).

Το χειμώνα η τοποθεσία με τις πηγές διακρίνεται από μακριά, καθώς η περιοχή γεμίζει ατμούς.

Τόσο η θερμοκρασία όσο και η χημική σύσταση των νερών των πηγών δεν έχουν αλλάξει τα τελευταία 40 χρόνια. Οι χημικές αναλύσεις έχουν δείξει ότι τα ρευστά είναι χλωριονατριούχα με χαμηλή περιεκτικότητα σε Ca, Mg, SO₄. Στον παρακάτω πίνακα (πίν. 4) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα χημικών αναλύσεων από δείγματα δύο θερμών πηγών.

¹⁰ Σκοπός της γεωηλεκτρικής μεθόδου διασκόπησης είναι να μετρηθεί η διαφορά δυναμικού που προκαλείται από την εισαγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στη γη.

¹¹ Η έννοια της ηλεκτρικής αντίστασης περιγράφει την ιδιότητα του υλικού χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις διαστάσεις του.

Πίνακας 4 Χημικές αναλύσεις ρευστών

Πηγή	Π(14)	Π(15)
T (°C)	37	80
TDS (ppm)	12125	11182
NaCl (%)	77	76,8
SiO ₂ (ppm)	71	66
B (ppm)	2,9	3,2
F(ppm)	1,4	1,3
NH ₄ (ppm)	8,1	8,7
Li (ppm)	11	10
Sr (ppm)	17	16
Ca (ppm)	28,4	26,0
Mg (ppm)	10,3	9,8
HCO ₃ (me/l)	4,82	4,48
SO ₄ (me/l)	6,45	5,95

ΙΓΜΕ, 1979

Στον επόμενο πίνακα (πίν. 5) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης αερίων από τις ίδιες πηγές.

Πίνακας 5 Χημική ανάλυση αερίων (όγκος %) από θερμές πηγές Πολυχνίτου

Περιοχή	CO ₂	N ₂	O ₂ /Ar	CH ₄	H ₂	H ₂ O	He
Πολυχνίτος	2,0*	75	20/	2,0	100 * 10 ⁻⁵	0,5	600 * 10 ⁻⁵
Π(14)	45**	45	4,5/0,5	4,0	<10 * 10 ⁻⁵	0,5	100 * 10 ⁻⁵
Πολυχνίτος	4,5*	73	20,2/	1,2	<10 * 10 ⁻⁵	0,5	1000 * 10 ⁻⁵
Π(15)	46**	45	4,5/0,5	3,0	<10 * 10 ⁻⁵	0,5	800 * 10 ⁻⁵

ΙΓΜΕ, από Papastamataki A., Leonis C.

*αποτελέσματα από το 1979

**αποτελέσματα από το 1980 (πλησιέστερα στην πραγματική σύσταση των πηγών)

Τα υψηλά ποσοστά O_2 και N_2 οφείλονται σε ανάμειξη με τον ατμοσφαιρικό αέρα ενώ τα υψηλά ποσοστά του CO_2 οφείλονται οφείλονται στη θερμική διάσπαση ανθρακικών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι μεταξύ των εκλύσεων αερίων από δείγματα των πηγών του Πολυχνίτου δεν έχει παρατηρηθεί H_2S . Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην προέλευση των θερμών ρευστών από μεγάλο βάθος στο οποίο επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες από αυτές που χαρακτηρίζουν την έκλυση H_2S .

Οι μελέτες φαίνεται να καταλήγουν ότι στην περιοχή του Πολυχνίτου και σε ενδιάμεσο βάθος υπάρχει επαρκές γεωθερμικό δυναμικό (μέσης – χαμηλής ενθαλπίας) που δημιουργείται από τη θέρμανση ρηχών υδροφόρων από θερμά ρευστά των οποίων οι αρχικές θερμοκρασίες εκτιμώνται γύρω στους 130 – 185 °C. Πρόκειται για μετεωρικής προέλευσης ρευστά τα οποία διεισδύουν αργά σε βάθος έως 1,5 km, αποκτώντας ενθαλπία 115 – 125 cal/g και αλατότητα 10 – 12 g/l, και κατόπιν ανεβαίνουν στην επιφάνεια ή πληρούν ρηχούς υδροφορείς διαμέσου ενεργών ρηγμάτων.

Η δημιουργία του πεδίου πιθανόν να οφείλεται σε πρόσφατες και παλιές τεκτονικές δραστηριότητες. Η αρχική πηγή θερμότητας δεν έχει προσδιοριστεί ακόμα με ακρίβεια. Δεν αποκλείεται η ύπαρξη δεύτερου ρεζερβουάρ σε μεγαλύτερο βάθος. Παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου του Πολυχνίτου.

Πίνακας 6 Χαρακτηριστικά πεδίου

Περιοχή	Πολυχνίτος
Έκταση πεδίου (km ²)	10
Βάθος ταμιευτήρα (m)	50 – 150
Εύρος θερμοκρασιών (°C)	70 – 95
Μέση θερμοκρασία πεδίου (°C)	85
Βεβαιωμένο δυναμικό (m ³ /h)	300
Πιθανό δυναμικό (m ³ /h)	1000
Αλατότητα (TDS) (gr/l)	10

(Φυτίκας Μ., 1989)

Πίνακας 7 Χαρακτηριστικά γεωτρήσεων (πρωτογενή στοιχεία)¹²

Γεώτρηση	Παροχή (Q m ³ /h)	Θερμοκρασία (°C)
*ΥΓ ₁₄	65	85
ΥΓ ₇	25	83
**Λοιπές	95	<83
Σύνολο	185	

*: είναι σε χρήση

** : η παροχή τους κυμαίνεται από 30 – 35 m³/h

Οι παροχές που αναγράφονται για κάθε χρήση αντιστοιχούν στο ανώτατο επιτρεπόμενο όριο άντλησης που έχει καθοριστεί από το ΙΓΜΕ. Το ΙΓΜΕ επιτρέπει της άντληση μόνο από τις γεωτρήσεις ΥΓ₁₄ και ΥΓ₇.

Στο Παράρτημα υπάρχουν περισσότεροι πίνακες με στοιχεία για τις πηγές του γεωθερμικού πεδίου του Πολυχνίτου.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Στον Πολυχνίτο, αυτή τη στιγμή, το γεωθερμικό δυναμικό του πεδίου χρησιμοποιείται για τη θέρμανση θερμοκηπίων και για ιαματικούς σκοπούς.

Η συνολική έκταση των θερμοκηπίων που θερμαίνονται από το γεωθερμικό πεδίο είναι 40 στρέμματα και ανήκουν σε ιδιώτες. Το γεωθερμικό πεδίο ανήκει στο Υπουργείο Ενέργειας και Φυσικών Πόρων, το οποίο είχε εκχωρήσει άδεια εκμετάλλευσης του στον Δήμο, από τα μέσα της δεκαετίας του '80, στα πλαίσια πιλοτικού προγράμματος που είχε ως σκοπό την διερεύνηση των ενεργειακών αποθεμάτων του πεδίου και την ανάπτυξη τεχνολογίας σχετικά με την θέρμανση θερμοκηπίων. Για το σκοπό αυτό παραχωρήθηκαν δύο παραγωγικές γεωτρήσεις (ΥΓ₁₄ και ΥΓ₇). Κατά τη διεκπεραίωση όμως του πιλοτικού αυτού προγράμματος προέκυψαν κάποια προβλήματα, όπως δυσκολία στην άντληση του ρευστού, φθορά των σωληνώσεων, κακή διαχείριση των θερμοκηπίων. Τελικά τα δημοτικά θερμοκήπια εγκαταλείφθηκαν.

¹² Τα στοιχεία είναι του Γεωπόνου Κου Πατσατζή που είναι ιδιοκτήτης θερμοκηπίου στον Πολυχνίτο.

Στα θερμοκήπια που υπάρχουν σήμερα καλλιεργούνται κηπευτικά είδη (ντομάτα, αγγούρι). Η μέση ετήσια παραγωγή τους για την ντομάτα είναι της τάξης των 15 tη/στρέμμα και για το αγγούρι 20.000 τεμάχια/στρέμμα. Τα καλλιεργητικά κόστη ανέρχονται σε 2934,70 €/στρέμμα/έτος ενώ η γεωθερμία κοστίζει 586 €/στρέμμα, ετησίως. Το σύστημα θέρμανσης των θερμοκηπίων λειτουργεί περίπου 1755,5 ώρες το χρόνο. Για την φροντίδα 10 στρεμμάτων θερμοκηπίου απαιτούνται 3 άτομα, γενικότερα όμως εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας. Η θέρμανση στα θερμοκήπια γίνεται με εναλλάκτες νερού αέρα και στη συνέχεια το ρευστό διοχετεύεται σε επιδαπέδιο σύστημα αγωγών. Η μεγαλύτερη ποσότητα των απόβλητων ρευστών καταλήγει στο παραπλήσιο ρέμα του Αλμυροπόταμου, ενώ ένα μικρό μέρος αυτών επαναδιοχετεύεται στον ταμιευτήρα από την παραγωγική γεώτρηση ΥΓ₇. Τα θερμοκήπια αντιμετωπίζουν σημαντικό πρόβλημα άρδευσης καθώς η ποιότητα του νερού δεν είναι κατάλληλη ούτε και η ποσότητά του επαρκής. Για την άρδευση χρησιμοποιούνται γεωτρήσεις. Επίσης γίνεται συλλογή βρόχινου νερού για συμπληρωματική χρήση όταν χρειαστεί.

Στα ΝΑ του Πολυχνίτου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις των Ιαματικών Πηγών τα δικαιώματα των οποίων ανήκουν στην ΕΘΥΠΛ Α.Ε.¹³ Το κτήριο των λουτρών βρίσκεται σε πολύ καλή κατάσταση. Η πηγή που τροφοδοτεί τις δύο χαβούζες έχει νερό θερμοκρασίας 60°C. Οι χαβούζες γεμίζουν κάθε βράδυ και αφήνουν τα



Εικόνα 1. Πηγή



Εικόνα 2. Η μπανιέρα των γυναικών



Εικόνα 3. Το κτίριο των λουτρών

παράθυρα ανοιχτά όλη τη νύχτα για να κρυώσει. Αν φυσάει λίγο, η θερμοκρασία του ως το πρωί προλαβαίνει να κατέβει μέχρι τους 40°C. Τα ιζήματα χρωματίζουν τα τοιχώματα κοκκινωπά, ενώ κανονικά το νερό είναι διαυγές και άοσμο. Στα μέσα της δεκαετίας του '80 τα λουτρά έκλεισαν, επειδή η παροχή του νερού είχε μειωθεί εξαιτίας των πολλών γεωτρήσεων για τη θέρμανση των θερμοκηπίων. Στο χώρο των Ιαματικών Πηγών αυτό που ξεχωρίζει είναι το κιτρινοκόκκινο πέτρινο μονοπάτι, δημιούργημα των καυτών νερών που τρέχουν σχεδόν από παντού. Πλησίον των

¹³ Εταιρεία Θερμών Υδάτων Πολυχνίτου Λέσβου Α.Ε.

εγκαταστάσεων διέρχονται τα λύματα του Πολυχνίτου τα οποία διαμέσου του Αλμυροπόταμου καταλήγουν στην παραλία των Βατερών. Ο Δήμος Πολυχνίτου ελπίζει στην μελλοντική αξιοποίηση των θερμών πηγών από την ΕΘΥΠΛ Α.Ε. με τη δημιουργία ολοκληρωμένου Ιαματικού κέντρου. Προϋπόθεση όμως γι' αυτό αποτελεί η εγκατάσταση μονάδας επεξεργασίας των λυμάτων του Δήμου.

ΠΗΓΗ ΛΙΣΒΟΡΙΟΥ

Βορειοανατολικά του Πολυχνίτου και σε μικρή απόσταση βρίσκεται η τοποθεσία Λισβόρι. Το Λισβόρι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι ένα από τα Δημοτικά Διαμερίσματα του Δήμου Πολυχνίτου και απέχει 43 km από την πόλη της Μυτιλήνης. Στη θέση Άγιος Ιωάννης και σε απόσταση 1,5 km από το Λισβόρι βρίσκεται η πηγή του Λισβορίου η οποία αναβλύζει μέσα από ηφαιστειακά (ηφαιστειακοί τάφροι) και κροκαλοπαγή πετρώματα. Η παροχή της πηγής φτάνει τα 1,5 m³/h και οι θερμοκρασίες τους 69°C. Η πηγή αναβλύζει μέσα σε χείμαρρο, που εκβάλλει στον κόλπο της Καλλονής.



Εικόνα 4. Το κτίριο λουτρών



Εικόνα 5. Μία από τις μανιέρες

Στις εγκαταστάσεις των πηγών υπάρχει υδροθεραπευτήριο και ξενώνας. Στο υδροθεραπευτήριο υπάρχουν δύο χαβούζες, η μία χτίστηκε επί τουρκοκρατίας, η άλλη το 1959. Το νερό συγκεντρώνεται σε μια υπαιθρία δεξαμενή στην οποία είναι αδύνατο να βουτήξει κανείς διότι η θερμοκρασία του νερού πλησιάζει τους 70°C. Πρόσφατα ανακαινίσθηκαν τα μικρά δωμάτια του ξενώνα, τα οποία βρίσκονται μόλις 100 m από τις δεξαμενές. Η πηγή Λισβορίου εντάσσεται στο γεωθερμικό δυναμικό του πεδίου του Πολυχνίτου και αποτελεί μια φυσική θερμή εκδήλωση του πεδίου. Στο παράρτημα παραθέτονται πίνακες με περισσότερα στοιχεία που αφορούν την πηγή Λισβορίου.

ΛΟΥΤΡΑ ΧΡΙΣΤΙΑΝΟΥ

Τα Λουτρά Χριστιανού βρίσκονται σχεδόν δίπλα στο υδροθεραπευτήριο του Πολυχνίτου αλλά δεν λειτουργούν. Ο Χριστιανός ήταν ένας Λέσβιος γιατρός που είχε σπουδάσει στη Γερμανία. Το 1893 έχτισε το υδροθεραπευτήριο το οποίο είχε δύο δεξαμενές (ανδρών και γυναικών) και ξενώνα. Τα κτίρια είναι σε άσχημη κατάσταση και κινδυνεύουν να καταρρεύσουν από τις ρίζες των δέντρων που τρώνε τα θεμέλιά τους. Κοντά στις δεξαμενές σώζονται δωματιάκια, μέσα στα οποία οι λουόμενοι κάθονταν σε πάγκους και έβαζαν τα πόδια τους στο αυλάκι με το νερό της υπερχείλισης.



Εικόνα 6. Το κτίριο των λουτρών

2.1.4.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΤΡΑΣ – ΑΡΓΕΝΟΥ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Περίπου 61 km ΒΔ της πόλης της Μυτιλήνης βρίσκεται η περιοχή της Αργένου η οποία είναι χτισμένη στο υψηλότερο βόρειο σημείο του βουνού Λεπέτυμνου. Έχει 240 κατοίκους και είναι ένα από τα Δημοτικά Διαμερίσματα που αποτελούν τον Δήμο Μήθυμνας. Ο Δήμος αποτελείται επίσης από τα Δημοτικά Διαμερίσματα Μήθυμας, που περιλαμβάνει τους οικισμούς Μήθυμα, Βαφειός και Εφταλού, Λεπέτυμνου και Συκαμινιάς, που περιλαμβάνει τη Συκαμινιά και τη Σκάλα Συκαμινιάς. Η Μήθυμα είναι και η έδρα του ομώνυμου Δήμου.

Ο Δήμος Μήθυμνας με βάση την απογραφή του 2001 έχει (πραγματικό) πληθυσμό 2.433 κατοίκους. Συγκρίνοντας τον με την απογραφή του 1991 (2.359

κάτοικοι) παρατηρείται μια αύξηση του πληθυσμού στο Δήμο. Η Μήθυμνα το 1965 χαρακτηρίστηκε διατηρητέος οικισμός και θεωρείται η τουριστική πρωτεύουσα της Λέσβου.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το μορφοανάγλυφο της ευρύτερης περιοχής είναι γενικά χαμηλό και παρουσιάζει ένα κλιμακωτό ρυθμό ταπείνωσης προς τη θάλασσα λόγω των παράλληλων ρηξιγενών γραμμών γενικής ΒΑ – ΝΔ διεύθυνσης. Τα ηφαιστειακά πετρώματα καθώς και προϊόντα διαβρώσεως αυτών καλύπτουν την περιοχή της πηγής της Αργένου.

Η περιοχή διασχίζεται από κανονικό ρήγμα διεύθυνσης Β.Β.Α. – Ν.Ν.Α. που θεωρείται υπεύθυνο για το μηχανισμό ανάβλυσης. Η κυκλοφορία των θερμών ρευστών πραγματοποιείται μέσα σε κατακερματισμένους ανδειςίτες οι οποίοι καθορίζουν κατά ορισμένο βαθμό και το χημισμό της. Στην ουσία πρόκειται για γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας με στοιχεία γεωθερμίας ικανά για ενεργειακή εκμετάλλευση. Ακόμη, πέρα από την κύρια ανάβλυση υπάρχουν και άλλες αναβλύσεις στην ακτή.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Το γεωθερμικό πεδίο της Αργένου βρίσκεται στο βορειότερο κομμάτι της Λέσβου. Τρεις ζεστές πηγές με θερμοκρασίες από 30°C - 86°C εμφανίζονται στην περιοχή. Οι δύο που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες βρίσκονται στην βόρεια παραλιακή ακτή του νησιού μεταξύ Μολύβου και Αργένου, η μία είναι η πηγή της Εφταλούς και η δεύτερη ονομάζεται "Μεγάλα Θέρμα" και βρίσκεται 3,5 km ανατολικά της πηγής της Εφταλούς.

Τα Μεγάλα Θέρμα βρίσκονται πάνω στον παραλιακό χωματόδρομο προς τη Σκάλα Σουκαμινιάς. Το νερό αναβλύζει από ρωγμές των βράχων της ακτής, σε ακτίνα 300 – 400 m. Η θερμοκρασία της πηγής κυμαίνεται από 65°C - 76°C, αλλά στην ανάμειξη του με το θαλασσινό γίνεται χλιαρό. Έρευνες που έχουν γίνει και δείχνουν τα χαρακτηριστικά του πεδίου αναφέρουν βεβαιωμένο δυναμικό 600 m³/h και αλατότητα 12 gr/lit. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της πηγής.

Πίνακας 8 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

Πηγή	Μεγάλα Θέρμα
Θερμοκρασία (°C)	81
pH	6,7
Αγωγ. $\mu\text{s/l}$	18.800
Ραδ. Bq/l	39
Στ. Υπ. g/l	11,56
Na	3.128,1
K	189,70
Ca	896,10
Mg	87,10
Fe	48,50
Zn	0,00
Li	5,50
Mn	1,36
Al	0,00
Sr	21,00
NH_4	0,20
Cl	6.541,30
HCO_3	122,20
Hs	0,00
F	3,30
SO_4	432,50
PO_4	0,26
J	0,90
Br	18,40
NO_3	0,00
NO_2	0,02
CO_2	26
SiO_2	131,4
B	5,7

Οι μετρήσεις έγιναν 6/6/1989 και οι μονάδες είναι σε mg/l.



Εικόνα 7. Μεγάλα Θέρμα

Η πηγή της Εφταλούς απέχει 3,5 km από τη Μήθυμνα. Πρόκειται για μια τυπική ρηξιγενής παράκτια πηγή με μηχανισμό ανάβλυσης που καθορίζεται από το ρηξιγενές σύστημα ΒΑ – ΝΔ διεύθυνσης. Η κυκλοφορία των θερμών νερών πραγματοποιείται μέσα από κατακερματισμένους ανδεδίτες οι οποίοι καθορίζουν και το χημισμό της. Οι ακτές στο χώρο της πηγής είναι απόκρημνες, αποτέλεσμα της λιθολογίας και της ρηξιγενούς τεκτονικής. Παρουσιάζουν κλίση 70° προς τη θάλασσα και μέσο ύψος 6 – 10 m. Το μορφοανάγλυφο παρουσιάζει ένα κλιμακωτό ρυθμό ταπείνωσης προς τη θάλασσα, λόγω των παράλληλων ρηξιγενών τεκτονικών γραμμών. Η περιοχή γύρω από την πηγή καλύπτεται αποκλειστικά από ηφαιστειακά πετρώματα και προϊόντα διαβρώσεως αυτών.

Πρόκειται για μια χλωριονατριούχο, ραδιενεργό πηγή (14,7 Mache). Εδώ να αναφέρουμε ότι η πηγή της Εφταλούς έχει τη μεγαλύτερη ραδιενέργεια στη Λέσβο. Η θερμοκρασία της πηγής είναι 46,5°C ενώ η παροχή φθάνει τα 3 – 4 m³/h. Στο χώρο υπάρχουν και άλλες μικρής παροχής αναβλύσεις. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά της πηγής.

Πίνακας 9 Χημική σύσταση πηγής

Πηγή	Θερμοκρασία (°C)	Σύνολο διαλελυμένων αλάτων (gr κατά kgρ ύδατος)	Χλωριούχο νάτριο (gr κατά kgρ ύδατος)
Εφταλού	46,5	5,81	4,08

Πίνακας 10 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πηγής

Πηγή	Αριθ. πηγών	Θερμ. (°C)	pH	Ραδιενέργεια (mache)	Παροχή (m ³ /h)	Τ.Σ.Π.*	Χαρακτηρισμός νερού
Εφταλού	1	43** 46	-	14,7	-	-0,29°	Υπέρθερμος, υπότονος χλωριονατριούχος ραδιενεργός

Τα μεταλλικά ύδατα της Νήσου Λέσβου, (Μ. Περτέτση, Αθήνα 1932)

* Ταπείνωση σημείου πήξεως σε σχέση προς το απεσταγμένο νερό.

** Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 21/9/1921 και η δεύτερη στις 26/8/1930.

Πίνακας 11 TDS και περιεκτικότητα % σε NaCl

Πηγή	Θερμοκρασία (°C)	TDS* (g/l)	NaCl (%)
Εφταλού	46,5	5,5	74 - 90

* Total Dissolved Solids (Ολικά Διαλυμένα Στερεά)¹⁴

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Από το γεωθερμικό πεδίο της Αργένου μονό η πηγή της Εφταλούς είναι υπό εκμετάλλευση, για ιαματικούς σκοπούς. Τα λουτρά της Εφταλούς βρίσκονται 3,5 km από τη Μήθυμνα. Είναι από τα ελάχιστα στην Ελλάδα στα οποία επιτρέπονται τα κοινά μπάνια ανδρών – γυναικών. Βρίσκονται στην παραλία και αποτελούνται από μια χαβούζα σταγασμένη με τρούλο, χτισμένη επί τουρκοκρατίας, και από ένα μεταγενέστερο διώροφο κτίσμα, με τέσσερις μπανιέρες και μια μικρή αίθουσα υποδοχής, αναμονής και χαλάρωσης. Οι μπανιέρες είναι παλιές, χτιστές, οι τρεις χωράνε ένα ή και δύο άτομα και η τέταρτη από τέσσερα μέχρι έξι άτομα. Τα παράθυρα βλέπουν στη θάλασσα και στην απέναντι μικρασιατική ακτή. Το νερό

¹⁴ Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS) είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να ορίσουμε την ποσότητα όλων των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Ο όρος στερεά προέρχεται από τον τρόπο εργαστηριακού προσδιορισμού του που έγκειται στο φιλτράρισμα του νερού, την εξάτμιση και το ζύγισμα του υπολείμματος.

Τα διαλυμένα στερεά προέρχονται από την διάλυση πετρωμάτων από το νερό. Τα συγκεκριμένα συμπτώματα εξαρτώνται από την ποσότητα και το είδος των αλάτων.

Συγκεκριμένα φαινόμενα γεύσης που σχετίζονται με το είδος των αλάτων.

- Χλωριόντα που προσδίδουν αλμυρή γεύση.
- Θεϊκά που προσδίδουν πικρή γεύση.
- Όξινα ανθρακικά που προσδίδουν γεύση σαπουνιού.

έρχεται στους 43°C και γεμίζει η μπανιέρα. Το μπάνιο διαρκεί δεκαπέντε λεπτά. Στην χαβούζα το νερό είναι ακόμα πιο ζεστό. Πριν από είκοσι χρόνια το νερό που τροφοδοτούσε τη χαβούζα το κρύωναν αναμειγνύοντάς το με θαλασσινό. Σήμερα είναι ανόθευτο, όπως αναβλύζει από την πηγή στους 46,5°C. Για να γεμίσει η χαβούζα, χρειάζονται μιάμιση έως δύο ώρες. Έξω από τη χαβούζα, στην παραλία,



Εικόνα 8. Το κτίριο των λουτρών



Εικόνα 9. Μία από τις μπανιέρες

έχει δημιουργηθεί με πέτρες μια φυσική ατομική μπανιέρα, όπου διοχετεύονται τα νερά της υπερχειλίσης, ανακατεύονται με θαλασσινό νερό και μπορεί όποιος το θελήσει να κάνει το μπάνιο του δωρεάν. Τα νερά βγαίνουν με μικρή σχετικά παροχή αλλά ανανεώνονται διαρκώς καταλήγοντας στη θάλασσα. Τα λουτρά λειτουργούν από αρχές Μαΐου μέχρι τέλη Οκτωβρίου.

2.1.4.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΤΥΨΗΣ – ΚΑΛΛΟΝΗΣ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο ΒΔ τμήμα του νησιού, δίπλα στη Μήθυμνα και σε απόσταση περίπου 55 km από την πόλη της Μυτιλήνης βρίσκεται η Πέτρα, έδρα του ομώνυμου Δήμου, που προήλθε από την συνένωση των κοινοτήτων Πέτρας, Λαφιώνας, Σκουτάρου, Στύψης, Υψηλομέτρωπου και των τουριστικών οικισμών Ανάξου και Πετρί. Χαρακτηριστικό της ο βράχος της ύψους περίπου 40 m, που δεσπόζει στην περιοχή και στην κορυφή του είναι χτισμένη η Παναγία η Γλυκοφιλούσα.

Ο Δήμος Πέτρας με βάση την απογραφή του 2001 έχει (πραγματικό) πληθυσμό 3.749 κατοίκους και έκταση 75.329 στρέμματα. Η έδρα του Δήμου, η Πέτρα, έχει 1.305 κατοίκους. Τρίτο σε πληθυσμό έρχεται το Δημοτικό Διαμέρισμα της Στύψης με 1.024 κατοίκους.

Η Στύψη είναι ορεινό χωριό σε απόσταση 10 km από την Πέτρα, χτισμένο στη νοτιοδυτική πλαγιά του όρους Λεπέτυμνου, σε ύψος περίπου 400 m. Η Στύψη οφείλει το όνομά της στη "στυπτηρία", δηλαδή το διπλό θειϊκό άλας του αργιλίου και του καλίου, που αφθονεί στο υπέδαφός της, χρήσιμο για την επεξεργασία δερμάτων και άριστο πρόστυμμα στη βαφική.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η ευρύτερη περιοχή της Πέτρας δομείται κυρίως από ηφαιστειακά πετρώματα Μειο – Πλειοκαινικής ηλικίας. Τα πετρώματα αυτά, διαχωρίζονται σε δύο σειρές λαβών: την ανώτερη σειρά (νεώτερης ηλικίας) και την κατώτερη σειρά (παλαιότερης ηλικίας).

Η ανώτερη σειρά αποτελείται από ρυοδακίτες, λατίτες, λατιπανδεσίτες καθώς και από χαλαζιακές – ανδεσιτικές λάβες οι οποίες σχηματίζουν εκτεταμένες εκχύσεις, ενώ οι ανδεσιτικές μικρής έκτασης. Στην περιοχή Πετρίου, εκατέρωθεν της οδού που συνδέει την Πέτρα με το Πετρί, παρατηρούνται ζώνες όπου οι λάβες είναι έντονα εξαλλοιωμένες (καολινιτωμένες), εξαλλοίωση που αποδίδεται σε έντονη υδροθερμική δραστηριότητα. Το πάχος της ανώτερης σειράς δεν υπερβαίνει τα 400 m.

Η κατώτερη σειρά λαβών αποτελείται κυρίως από λατιπανδεσιτικής έως ανδεσιτικής σύστασης λάβες, τοπικά πυριτωμένες. Εντός της κύριας μάζας των λαβών και κυρίως στα κατώτερα μέλη της, εντοπίζεται ένα ηφαιστειακό λατυποκροκαλοπαγές. Σε πολλές θέσεις και σε αυτή τη σειρά, παρατηρούνται ζώνες έντονα εξαλλοιωμένες, αποτέλεσμα της υδροθερμικής δραστηριότητας που επηρέασε την περιοχή.

Από τεκτονικής πλευράς, η περιοχή χαρακτηρίζεται από την παρουσία πολυάριθμων ρηγμάτων που επηρεάζουν τόσο τους νεογενείς ηφαιστειακούς σχηματισμούς όσο και τις νεώτερες πλειστοκαινικές αποθέσεις. Οι κύριες τεκτονικές γραμμές οι οποίες προκάλεσαν το τεκτονικό βύθισμα της Πέτρας, έχουν διεύθυνση ANA – ΔΒΔ. Τα ρήγματα αυτά έχουν επαναλαμβανόμενη δραστηριότητα, η οποία συνεχίζεται έως σήμερα.

Η δραστηριότητα αυτή ευνοεί την κυκλοφορία σε βάθος επιφανειακών νερών, τα οποία θερμαινόμενα ανέρχονται προς την επιφάνεια και κυκλοφορούν σε περιοχές που παρουσιάζουν πρωτογενή ή δευτερογενή περατότητα (κροκαλολατυποπαγείς ορίζοντες ή ρήγματα).

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Στα πλαίσια σύμβασης της ΚΕΔΚΕ¹⁵ και του ΙΓΜΕ το 2001 ξεκίνησε μελέτη σχετικά με τις "Δυνατότητες αξιοποίησης γεώτρησης θερμού ύδατος στην περιοχή Δήμου Πέτρας της Νήσου Λέσβου". Τον Μάρτιο του 2002 το ΙΓΜΕ έστειλε δύο γεωλόγους της ΔΙΓΕΘΜΥ¹⁶ (Θ. Καβουρίδη και Π. Βακαλόπουλο) για να γνωματεύσουν πάνω στο θέμα. Από τη μελέτη προέκυψαν κάποια πολύ ενδιαφέροντα στοιχεία σχετικά με τις δυνατότητες εκμετάλλευσης του γεωθερμικού πεδίου της περιοχής.

Η υπό μελέτη γεώτρηση βρισκόταν στη θέση "Πλακούρα" και είχε βάθος περίπου 210 m. Οι σωλήνες που χρησιμοποιήθηκαν είχαν διάμετρο $8\frac{5}{8}$. Σε βάθος 50 – 210 m είχαν τοποθετηθεί εναλλάξ φίλτρα και τυφλές σωλήνες. Από δοκιμαστική άντληση που πραγματοποιήθηκε εκείνη τη χρονιά, κατά τη χειμερινή περίοδο, μετρήθηκε παροχή $15 \text{ m}^3/\text{h}$ με πτώση στάθμης στα 62 m και θερμοκρασία νερού 48°C .

Η συνέχιση της γεώτρησης πέραν των 150 m δεν ήταν δυνατή, κάτι που διαπιστώθηκε κατά την διάρκεια των θερμομετρήσεων. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε σε μπάζωμα των σωλήνων της γεώτρησης από το βάθος αυτό και κάτω.

Από την επεξεργασία των θερμομετρήσεων προέκυψε ότι υπάρχει μια στάθερη αύξηση της θερμοκρασίας με το βάθος, πράγμα που σημαίνει ότι βρισκόμαστε σε ένα σχηματισμό με τα ίδια πετρολογικά χαρακτηριστικά, χωρίς να εντοπίζονται σημαντικοί υδροφόροι ορίζοντες μέχρι το βάθος των 150 m. Επίσης, προέκυψε ότι η γεωθερμική βαθμίδα στην περιοχή της γεώτρησης είναι $0,14^\circ\text{C}/\text{m}$, δηλαδή τριπλάσια της μέσης γήινης, γεγονός που αποδίδει σημαντικό γεωθερμικό ενδιαφέρον στην περιοχή.

Κατά την μελέτη συλλέχθηκαν δύο δείγματα νερού (δείγμα 1 ξενοδοχείο ALMA, δείγμα 2 γεώτρηση Πλακούρα) για την αξιολόγηση του χημισμού του. Έλαβαν επίσης υπόψη και προηγούμενη χημική ανάλυση η οποία είχε γίνει στην περιοχή Πλακούρα (δείγμα 3). Από την επεξεργασία τους προέκυψε ότι μεγαλύτερο ενδιαφέρον, από γεωθερμικής πλευράς, παρουσιάζει το δείγμα 1, από ότι το δείγμα 2, αν και παρουσιάζει μικρότερη θερμοκρασία. Αυτό όμως μπορεί να οφείλεται σε ανάμιξή του με θαλασσινό νερό.

Στην περιοχή που βρίσκεται νότια του χωριού Στύψη, στις παρυφές του όρους Λεπέτυμνος, δυτικά του χωριού Αγία Παρασκευή και βόρεια του υψώματος Πέτσοφας, πραγματοποιήθηκαν έξι γεωτρήσεις (ΣΤ-1, ΣΤ-2, ΣΤ-3, ΣΤ-4, ΣΤ-5, ΣΤ-6)

¹⁵ Κεντρική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων Ελλάδος

¹⁶ Διεύθυνση Γεωθερμίας και Θερμομεταλλικών Υδάτων

για τη μέτρηση της θερμοβαθμίδας σε θέσεις που υποδείχθηκαν από τη ΔΕΗ. Η περιοχή που έγιναν οι γεωτρήσεις καλύπτει μια έκταση της τάξεως των 15 km².

Από γεωλογικής πλευράς η περιοχή καλύπτεται από λάβες, που ανήκουν στην κατώτερη και παλαιότερη σειρά ηφαιστιτών, που περιλαμβάνει κυρίως ανδεσίτες και λατιπανδεσίτες. Συχνά παρατηρούνται καολινιωμένες ζώνες τοπικά πυριτωμένες, ενώ ανατολικά της περιοχής και μέσα στην κατώτερη σειρά λαβών αναπτύσσονται ηφαιστειακά κροκαλοπαγή.

Στην περιοχή των ερευνών διαπιστώθηκε ότι τα πετρώματα που υπάρχουν παρουσιάζουν μια αυξημένη σκληρότητα. Για τον λόγο αυτό ως μέθοδος διάτρησης επιλέχθηκε αυτή της αερόσφυρας (DTH). Η επιλογή αυτής της μεθόδου είχε αρκετά καλές αποδόσεις. Η μέθοδος που επιλέχθηκε για τον καθαρισμό των γεωτρήσεων ήταν αυτή του καθαρισμού με αέρα, η οποία σε συνδυασμό με την κατάλληλη διάμετρο, είχε ως αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια της διάτρησης να λειτουργήσει και η αντλητική μέθοδος με αέρα (air lift rumping). Έτσι υπήρξε η δυνατότητα να εντοπίζονται επακριβώς οι αξιόλογοι υδροφόροι ορίζοντες, σε συνδυασμό πάντα με την γεωλογική παρακολούθηση των διατρηθέντων γεωλογικών σχηματισμών.

Σύμφωνα με το ερευνητικό πρόγραμμα προβλεπόταν η απομόνωση των αξιόλογων υδροφόρων οριζόντων, που συναντήθηκαν κατά τη διάρκεια των γεωτρήσεων, για την πληρέστερη μέτρηση της γεωθερμικής βαθμίδας. Η απομόνωσή τους έγινε με την τσιμέντωση τους με τσιμεντοπολτό πυκνότητας 1,74 Kgrs/lit (1100 Kgrs τσιμέντο σε 1 m³ πολτού). Στο τέλος της διάτρησης κάθε γεώτρησης έγινε πυρηνοληψία με τη χρήση μονής καρτοταρίας τύπου NWG. Έπειτα οι γεωτρήσεις σωληνώθηκαν με σωλήνες γαλβανιζέ διαμέτρου Φ2". Τέλος, στην κεφαλή κάθε γεώτρησης τοποθετήθηκε μεταλλικό κουτί ασφαλείας με λουκέτο.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά στοιχεία που αφορούν τις έξι γεωτρήσεις.

- **Γεώτρηση ΣΤ-1:** Η διάτρηση έγινε με κοπτικό διαμέτρου Φ3⁷/₈" από την αρχή ως το τέλος. Οι δοκιμές άντλησης έδωσαν παροχή νερού 1,3 m³/h, πράγμα που σημαίνει ότι δεν συναντήθηκαν αξιόλογοι υδροφόροι ορίζοντες και συνεπώς δεν κρίθηκε σκόπιμη η απομόνωσή τους με τσιμέντωση. Η υδροστατική στάθμη της γεώτρησης είναι 8,66 m. Στη γεώτρηση συναντήθηκαν αποκλειστικά ηφαιστειακά πετρώματα που αποτελούνται από ανδεσιτικές λάβες με ελαφρό βαθμό εξαλλοίωσης.

- **Γεώτρηση ΣΤ-2:** Η διάτρηση έγινε με κοπτικό διαμέτρου $\Phi 3\frac{7}{8}$ ", όπως και στην ΣΤ-1. Οι δοκιμές άντλησης έδωσαν παροχή νερού $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, πράγμα που σημαίνει ότι και εδώ δεν συναντήθηκαν αξιόλογοι υδροφόροι ορίζοντες και συνεπώς δεν κρίθηκε σκόπιμη η απομόνωσή τους με τσιμέντωση. Η υδροστατική στάθμη της γεώτρησης ήταν στα 6,5 m. Στη γεώτρηση συναντήθηκαν σχηματισμοί αποτελούμενοι από λάβες ανδεδιστικές, που παρουσιάζονται με μεγαλύτερο βαθμό εξαλλοίωσης σε σχέση με την προηγούμενη γεώτρηση έχοντας όμως κάποιες διαφοροποιήσεις.
- **Γεώτρηση ΣΤ-3:** Η διάτρηση έγινε με κοπτικό διαμέτρου $\Phi 4\frac{7}{8}$ ". Υπάρχει μια αύξηση στη διάμετρο διάτρησης κατά 1", κάτι που έγινε σε όλες τις επόμενες γεωτρήσεις. Οι δοκιμές άντλησης που έγιναν σε βάθος 100 – 120 m έδωσαν παροχή νερού $8,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Αυτή τη φορά κρίθηκε σκόπιμη η απομόνωση με τσιμέντωση του υδροφόρου σχηματισμού. Η υδροστατική στάθμη της γεώτρησης ήταν στα 2,65 m. Και σε αυτή την περίπτωση οι σχηματισμοί που διατρήθηκαν ήταν αποτελούμενοι από ανδεδιστικές λάβες. Χαρακτηριστικό της γεώτρησης ήταν η παρουσία τυπικών υδροθερμικών αποθέσεων όπως χλωρίτη, ασβετίτη, χαλαζία και επιδότου.
- **Γεώτρηση ΣΤ-4:** Η διάτρηση έγινε με κοπτικό διαμέτρου $\Phi 4\frac{7}{8}$ ". Οι δοκιμές άντλησης έδωσαν παροχή νερού $2 \text{ m}^3/\text{h}$. Αυτό σημαίνει ότι δεν κρίθηκε σκόπιμη η απομόνωσή τους με τσιμέντωση διότι δεν συναντήθηκαν σημαντικοί υδροφόροι ορίζοντες. Η υδροστατική στάθμη της γεώτρησης ήταν στα 19,45 m. Η γεώτρηση διέτρησε ηφαιστειακούς σχηματισμούς (ανδεδισίτες) και χαρακτηρίζεται από τις υδροθερμικές εξαλλοιώσεις – αποθέσεις που συναντήθηκαν σε σημαντικό πάχος με αποτέλεσμα να δημιουργούνται στεγανές ζώνες μέσα στους ίδιους ηφαιστειακούς σχηματισμούς. Οι εξαλλοιώσεις αυτές αποτελούνται κυρίως από αργιλικό υλικό με κρυστάλλους ασβεστίτη (ανγκερίτης), χαλαζία και σιδηροπυρίτη.
- **Γεώτρηση ΣΤ-5:** η διάτρηση έγινε με κοπτικό διαμέτρου $\Phi 4\frac{7}{8}$ ". Σε βάθος 102 – 105 m συναντήθηκε αξιόλογος υδροφόρος ορίζοντας. Οι δοκιμές άντλησης σε αυτό το βάθος έδωσαν παροχή νερού $23 \text{ m}^3/\text{h}$. Υπάρχει πιθανότητα ο υδροφόρος αυτός ορίζοντας να έχει και μεγαλύτερες δυνατότητες. Μετά τις μετρήσεις κρίθηκε σκόπιμη η απομόνωση με τσιμέντωση του υδροφόρου αυτού σχηματισμού. Η υδροστατική στάθμη της γεώτρησης, πριν την

τσιμέντωση, ήταν 3,27 m. Η γεώτρηση διέτρησε τους συνήθεις ηφαιστειακούς σχηματισμούς (ανδεδίτες) χωρίς να συναντήσει λάβες με εξαλλοιώσεις που να οφείλονται σε γεωθερμική δραστηριότητα. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι σπασμένοι κατά διαστήματα και οξειδωμένοι από την κυκλοφορία νερών.

- **Γεώτρηση ΣΤ-6:** Η διάτρηση της γεώτρησης έγινε με κοπτικό διαμέτρου $\Phi 4\frac{7}{8}$ ". Κατά τη διάτρηση και μέχρι το βάθος των 30 m συναντήθηκαν μικροί ενδιάμεσοι κρύοι υδροφόροι ορίζοντες και σε βάθος 33 m συναντήθηκε ένας αξιόλογος ζεστός υδροφόρος ορίζοντας. Οι δοκιμές άντλησης για τον υδροφόρο των 33 m έδωσαν παροχή νερού 20 m³/h. Με βάση το αποτέλεσμα της άντλησης κρίθηκε σκόπιμη η απομόνωση με τσιμέντωση όλων των υδροφόρων σχηματισμών σε όλο το βάθος της γεώτρησης. Η υδροστατική στάθμη πριν την τσιμέντωση ήταν 11,47 m. Τα ηφαιστειακά πετρώματα σε αυτή την γεώτρηση χαρακτηρίζονται από το μεγάλο βαθμό εξαλλοίωσης του μητρικού πετρώματος και αποθέσεων, από την κυκλοφορία γεωθερμικών ρευστών, παρόμοιων με εκείνων που συναντήθηκαν στη γεώτρηση ΣΤ-4 και αποτελούνται από αργιλικό υλικό, ανγκερίτη, χαλαζία και σιδηροπυρίτη.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και λάμβάνοντας υπόψη τη θέση της περιοχής όπου έγινε η γεώτρηση προέκυψε πως η θέρμανση του θερμοκηπίου είναι μια σωστή αξιοποίηση της παραγόμενης ενέργειας. Η παραγόμενη ενέργεια που προέκυψε ήταν ίση με 345.000 kcal/h, ενώ για την θέρμανση ενός στρέμματος θερμοκηπίου η ενέργεια που απαιτείται είναι 130.000 – 200.000 kcal/h. Η παραγόμενη ενέργεια που προέκυψε μπορεί να θερμάνει θερμοκήπιο έκτασης 1,5 – 2,5 στρεμμάτων ανάλογα με τον τύπο κατασκευής του.

Η παραγόμενη θερμική ενέργεια ισοδυναμεί με 378 ΤΙΠ¹⁷ το χρόνο. Αν ληφθεί υπόψη ότι ο απαιτούμενος χρόνος θέρμανσης ενός θερμοκηπίου είναι τουλάχιστον πέντε μήνες το χρόνο, η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε 157 ΤΙΠ, που ισοδυναμεί με οικονομικό όφελος 46.000 € το χρόνο.

Με τις απαιτούμενες ενέργειες (καθαρισμός υπάρχουσας γεώτρησης και εκτέλεση πρόσθετων παραγωγικών γεωτρήσεων) από την Δημοτική Αρχή και δεδομένης της θερμικής ανωμαλίας που παρατηρείται στην περιοχή και κατά

¹⁷ Τόνος Ισοδύναμου Πετρελαίου

συνέπεια του αυξημένου γεωθερμικού ενδιαφέροντος, μπορεί να επιτευχθεί αύξηση της παροχής του θερμού νερού ώστε να είναι δυνατή η εκμετάλλευση μεγαλύτερης έκτασης πρώιμων κηπευτικών ή ανθοκομικών καλλιεργειών.

2.1.4.4 ΠΕΡΙΟΧΗ ΓΕΡΑΣ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στη νότια πλευρά του νησιού και σε απόσταση 25 km από την πρωτεύουσα του νησιού Μυτιλήνη, βρίσκεται ο Δήμος Γέρας. Περιλαμβάνει την περιοχή που εκτείνεται επί της δυτικής ακτής του κόλπου Γέρας, από τον οποίο πήρε και την ονομασία του. Η έδρα του αποτελείται από τα χωριά Παππάδος, που είναι και η έδρα του Δήμου, Παλαιόκηπος, Μεσαγρός, Σκόπελος, Πλακάδος και Πέραμα. Τα έξι χωριά βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους, μερικά είναι ουσιαστικά ενωμένα, ενώ το καθένα αποτελεί και έδρα ομώνυμου Δημοτικού Διαμερίσματος. Ο Δήμος κατά την απογραφή του 2001 είχε (πραγματικό) πληθυσμό 6.985 κατοίκους, κάτι που τον φέρνει στην τρίτη θέση ανάμεσα στους Δήμους του νησιού από πλευράς πληθυσμού.

Ο κόλπος της Γέρας είναι ένας από τους πιο γραφικούς κόλπους της υδρογείου όπως έχει χαρακτηριστεί. Το μήκος του είναι 7,5 μίλια και το πλάτος του 2,5 μίλια. Το στόμιο του κόλπου δεν είναι ευδιάκριτο, όπως είναι στον κόλπο της Καλλονής, με αποτέλεσμα κάποιος που θα το παρατηρήσει να δυσκολευτεί να πιστέψει ότι δεν πρόκειται για λίμνη. Ο βυθός του χαρακτηρίζεται από το ψιλό φύκι, τη μεγάλη συγκέντρωση από πλακτόν, αλλά κυρίως για τη συλλογή από οστρακοειδή που διαθέτει. Σ' όλη του την ανατολική πλευρά αναβλύζουν «θερμά ύδατα» με κύρια θέση τις θερμοπηγές των Θέρμων. Τέτοιες έξοδοι θερμών υδάτων υπάρχουν στα «ζεστά» απέναντι από το ψαροχώρι των Πύργων, στο Παλαιόλουτρο απέναντι από το εξωκλήσι του Αγίου Θεράποντα και στην Λάρσο.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στην περιοχή διακρίνονται μεταμορφωμένα παλαιοζωικά – μεσοζωικά πετρώματα, τριτογενή ηφαιστειακά πάνω στα οποία εντοπίζονται κατά θέσεις νεώτερα ιζήματα. Το ρήγμα ΒΔ – ΝΑ διεύθυνσης συνδέεται με τη γενικότερη ρηξιγενή ζώνη της περιοχής στη διασταύρωση, της οποίας αντίστοιχες εγκάρσιες εκδηλώσεις φέρουν το θερμό νερό στην επιφάνεια. Το μορφοανάγλυφο της περιοχής των λουτρών χαρακτηρίζεται από υψηλές κλίσεις ενώ κατά τόπους παρατηρούμε και μικρές επίπεδες επιφάνειες, που ευνοούν την ανάπτυξη εγκαταστάσεων.

Τα πετρώματα που σχηματίζουν τον «τόπο» της Γέρας ανήκουν στην παλαιά σειρά των αυτοχθόνων προαλπικών και προαλπικών σχηματισμών. Δηλαδή ανήκουν στο υπόστρωμα της νήσου χωρίς μεταγενέστερα προϊόντα ηφαιστειακής δράσης, όπως στο υπόλοιπο νησί. Έτσι έχουμε σχιστόλιθους (μοσχοβιτικοί – χαλαζιακοί – και υδρομαρμαρυγιακοί, μαρμαρυγιακοί – χαλαζιακοί, σεριτικοί, ασβεστιτικοί) και μεταψαμμίτες. Ανάμεσά τους παρεμβάλλονται, φακοί ή και μικροενστρώσεις ασβεστολιθικών πετρωμάτων [είναι τα μάρμαρα τα γκρίζα, τα μαύρα, τα μπλε-γκρίζα (τασλίκ) που τα συναντάμε παντού]. Όλα αυτά ανήκουν στους Νεοπαλαιozoϊκούς σχηματισμούς (κοντά στα 300 εκατομμύρια χρόνια).

Μία από τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις κρυσταλλικών ασβεστολίθων και δολομιτών (πάχος 250 m) αποτελεί το Πετροβούνι, ενώ στο Όρος αυτά τα πετρώματα αποκτούν πάχος 300 m (όλο το βουνό). Άλλοι ασβεστολιθικοί όγκοι είναι το μάρμαρο Κοκότσι, το Παλιόκαστρο, τα νησιά Άγιος Βασίλειος, Μυρσίνια και πολλές άλλες γνωστές κορφές ανάμεσα στον ελαιώνα. Μέσα σε αυτούς τους όγκους βρέθηκαν και απολιθώματα αυτής της μακρινής εποχής (τρηματοφόρα, φύκη κ.α.).

Σχιστόλιθοι χαλαζιακοί, σερικιτικοί, και φυλλίτες με μικρές πάλι παρεμβολές ασβεστολίθου, που ανήκουν όμως στους Τριασικούς σχηματισμούς (αρχή του Μεσοζωϊκού αιώνα) εκτείνονται από τα στόμια των κόλπων έως τα Μυρσίνια σαν συνέχεια της Αμαλής, απέναντι. Όλος τώρα ο Κάμπος σκεπάζεται από πολύ πρόσφατους τεταρτογενείς τεφρούς και ερυθρούς αργίλους (το υλικό των κεραμικών κλιβάνων που από τα πανάρχαια χρόνια υπάρχουν στη περιοχή), άμμους και κρόκαλες, έργο των ποταμών.

Εντύπωση προκαλεί η ύπαρξη πυριγενών πετρωμάτων (βασάλτες και ενδιάμεσες λάβες) προϊόντα ηφαιστειογενούς δράσης του Πλειόκαινου στο ακρωτήριο της Καβουρόλιμνης, όπου ευρίσκεται και «κρατήρας» στην άκρη του.

Επίσης δύο περιοχές που αποτελούνται από παλαιότερα ηφαιστειογενή πετρώματα (ιγνιβρίτες του Νεογενούς) βρίσκονται στην περιοχή Πεύκαρα (δίπλα στον δρόμο για Πλωμάρι) και στον Μαύρο Λάκκο (πριν τις Λίμνες).

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Η θερμή πηγή της Γέρας βρίσκεται βόρεια του κόλπου της Γέρας. Το νερό σ' αυτή την περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλή αλατότητα, πράγμα που δίνει τη δυνατότητα να πραγματοποιηθούν γεωθερμικές έρευνες χωρίς να υπάρξουν πολλά τεχνικά προβλήματα (π.χ. προβλήματα διάβρωσης). Η θερμοκρασία του νερού φτάνει τους 41°C και η παροχή τα 40 m³/h. Το νερό της πηγής πηγάζει από βάθος 2.500 m. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των πηγών παραμένουν σταθερά.

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες των πηγών βρίσκονται σε άμεση σχέση με τις τοπικές γεωτεκτονικές συνθήκες. Ο θερμός μεταλλικός υδροφορέας αναπτύσσεται κατά μήκος μιας ρηξιγενούς γραμμής που διέρχεται μέσα από τη βορειοανατολική πλευρά του κόλπου με ΒΔ – ΝΑ διεύθυνση. Οι καμπύλες των ισόθερμων καθώς και αυτές των ίσης αγωγιμότητας και ίσης περιεκτικότητας HCO₃, ενισχύουν την άποψη ότι στην περιοχή αναπτύσσεται ένα βαθύ γεωθερμικό πεδίο κατά μήκος της προαναφερόμενης τεκτονικής γραμμής που εκδηλώνεται στην επιφάνεια στη θερμή πηγή και σε διάφορες γεωτρήσεις γύρω από τις εγκαταστάσεις των λουτρών. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά της πηγής της Γέρας.

Πίνακας 12 Χημική σύσταση πηγής

Πηγή	Θερμοκρασία (°C)	Σύνολο διαλελυμένων αλάτων (gr κατά kgr ύδατος)	Χλωριούχο Νάτριο (gr κατά kgr ύδατος)
Γέρας	39,7	1,68	0,97

Πίνακας 13 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πηγής

Πηγή	Αριθ. πηγών	Θερμ. (°C)	pH	Ραδιενέργεια (mache)	Παροχή (m ³ /h)	Τ.Σ.Π.*	Χαρακτηρισμός νερού
Γέρας	1	39,7	7,16	1,8	12 – 35**	-0,10°	Υπότονος Χλωριονατριούχος θερμή πηγή

Τα μεταλλικά ύδατα της Νήσου Λέσβου, (Μ. Περτέση, Αθήνα 1932)

* Ταπείνωση σημείου πηξέως σε σχέση προς το απεσταγμένο νερό.

** Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 7/10/1921 και η δεύτερη μέτρηση στις 8/8/1930.

Πίνακας 14 TDS και περιεκτικότητα % σε NaCl

Πηγή	Θερμοκρασία (°C)	TDS (g/l)	NaCl (%)
Γέρας	39	1,45	59

Στο Παράρτημα παρουσιάζονται περισσότερα χαρακτηριστικά για την πηγή της Γέρας.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Το γεωθερμικό δυναμικό του πεδίου της Γέρας χρησιμοποιείται, αυτή τη στιγμή, για την θέρμανση θερμοκηπίου και για ιαματικούς σκοπούς.

Στην περιοχή Θέρμα του κόλπου της Γέρας λειτουργεί θερμοκήπιο τεσσάρων στρεμμάτων το οποίο θερμαίνεται με γεωθερμική ενέργεια και ανήκει στην ΑΔΕΜ¹⁸. Η προσπάθεια αυτή ξεκίνησε το 1994 με συγχρηματοδότηση από τα ΜΟΠ¹⁹ και μετά



Εικόνα 10. Θερμοκήπιο Γέρας

από τόσα χρόνια θεωρείται επιτυχημένη. Το θερμοκήπιο χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια κηπευτικών που τροφοδοτούν την αγορά της πόλης. Είναι μισθωμένο από την εταιρεία σε ιδιώτη καλλιεργητή και η λειτουργία του κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητική. Γίνονται προσπάθειες για την εξεύρεση πόρων προκειμένου να γίνει επέκταση της όλης εγκατάστασης κατά ένα με δύο στρέμματα.

Στην περιοχή Θέρμα βρίσκονται επίσης και οι εγκαταστάσεις των λουτρών. Τα λουτρά της Γέρας είναι σήμερα τα πιο δημοφιλή στη Λέσβο και απέχουν 7,5 km από την πόλη της Μυτιλήνης. Ανήκουν και αυτά στην ΑΔΕΜ. Στις εγκαταστάσεις υπάρχουν δύο δεξαμενές, μία για τους άνδρες και μία για τις γυναίκες. Ο Δήμος Μυτιλήνης έχει προχωρήσει στην πλακόστρωση των δύο δεξαμενών. Το θερμό νερό, διοχετεύεται στις δύο δεξαμενές, μέσω ενός υπόγειου σωλήνα από ένα πηγάδι

¹⁸ Αναπτυξιακή Δημοτική Επιχείρηση Μυτιλήνης

¹⁹ Μεσογειακά Ολοκληρωμένα Προγράμματα

διαμέτρου 0,85 μ. και βάθους 5 μέτρων που βρίσκεται περίπου 30 μέτρα από την παραλία. Αν θελήσει κάποιος μπορεί να βουτήξει και στη θάλασσα που βρίσκεται μπροστά από τα κτίρια των λουτρών. Το νερό εκεί είναι πιο ζεστό για ευνόητους λόγους, ο βυθός όμως είναι κάπως λασπώδης. Για πολλά χρόνια και ως το 1984 οι εγκαταστάσεις παρέμειναν κλειστές και εγκαταλειμμένες, ώσπου ενδιαφέρθηκε γι' αυτά ο Δήμος Μυτιλήνης, ο οποίος και τις αξιοποίησε. Είναι ανοιχτά όλο το χρόνο εκτός των εορτών.



Εικόνα 11. Μπανιέρα γυναικών



Εικόνα 12. Μπανιέρα ανδρών

2.1.4.5 ΠΕΡΙΟΧΗ ΘΕΡΜΗΣ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η περιοχή Λουτρόπολης Θερμής βρίσκεται 11 km ΒΑ της πρωτεύουσας του νησιού Μυτιλήνης. Ο Δήμος Λουτρόπολης Θερμής αποτελείται από τα Δημοτικά Διαμερίσματα Λουτρόπολης Θερμής, Κώμης, Μιστεγνών, Νέων Κυδωνιών, Πηγής και Πύργων Θερμής. Το Δημοτικό Διαμέρισμα Λουτρόπολης Θερμής αποτελείται από τη Λουτρόπολη Θερμής, που είναι και η έδρα του Δήμου, τον Άγιο Γεώργιο, την παραλία Θερμής και τη Μονή του Αγίου Ραφαήλ που δεσπόζει στον λόφο των Καρυών.

Το όνομα του Δήμου οφείλεται στις θερμές πηγές που υπάρχουν στην περιοχή, οι εγκαταστάσεις των οποίων βρίσκονται πάνω στον παραλιακό δρόμο Μυτιλήνης – Μανταμάδου.

Με βάση την απογραφή του 2001 ο Δήμος Λουτρόπολης Θερμής έχει (πραγματικό) πληθυσμό 3.809 κατοίκους, ενώ κατά την απογραφή του 1991 είχε 3.341 κατοίκους. Το Δημοτικό Διαμέρισμα της Λουτρόπολης Θερμής έχει 1.113 κατοίκους.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η πηγή της Θερμής βρίσκεται σε περιοχή αλλουβιακών προσχώσεων προερχόμενων από την αποσάθρωση κρυσταλλικών και όξινων ηφαιστειακών πετρωμάτων. Τα υψόμετρα είναι χαμηλά (0 – 10 m) και η μορφολογία ομαλή. Οι προσχώσεις επικάθονται των παλαιοζωικών ημιμεταμορφωμένων σχηματισμών και των μαρμάρων που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του ΝΑ τμήματος του νησιού. Το ημιμεταμορφωμένο σύστημα διαπερνάται από πετρώματα ηφαιστειακής δράσεως. Είναι γεγονός ότι προς το Νότο και Δυτικά των πηγών υπάρχουν μεγάλες εμφανίσεις ανδειςτών.

Τα όμβρια ύδατα διεισδύουν στο έδαφος και ακολουθούν τις ρωγμές των ηφαιστειακών πετρωμάτων και αφού κατέβουν σε σημαντικό βάθος αποκτούν υψηλή θερμοκρασία και διαλύουν ορυκτά και πετρώματα εμπλουτισμένα σε στερεά συστατικά. Από τους ίδιους "πόρους" της ηφαιστειακής δράσης και των ρωγμών των πετρωμάτων ανέρχονται, οπότε αφ' ενός σχηματίζουν χαρακτηριστικές πηγές, αφ' ετέρου διαχέονται μέσα στις προσχώσεις. Κατά την άνοδό τους τα θερμά ύδατα συναντούν στην περιοχή γειτονικά της παραλίας το θαλασσίνο νερό που διεισδύει μέσα στη γη, αναμειγνύονται με αυτό και μ' αυτό τον τρόπο αλλοιώνεται ο χημισμός τους και ελλατώνεται η θερμοκρασία τους.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Πλησίον του παραλιακού δρόμου Μυτιλήνης – Μανταμάδου βρίσκεται το γεωθερμικό πεδίο της Θερμής το οποίο εκτίνεται σε μια ευρεία περιοχή κατά μήκος της θαλάσσης. Η θερμοκρασία των ρευστών φτάνει τους 47,2°C και η παροχή τα 374 m³/day.

Στην αρχή του δρόμου που οδηγεί στο χωριό της Θερμής (στρίβωντας αριστερά από τον παραλιακό δρόμο) και συγκεκριμένα στα δεξιά του βρίσκονται οι εγκαταστάσεις των πηγών. Υπάρχουν δύο δεξαμενές (ανδρών και γυναικών) οι οποίες σήμερα χρησιμοποιούνται μόνο για δεξαμενισμό του ύδατος (στις εγκαταστάσεις σήμερα χρησιμοποιούνται ατομικές μπανιέρες). Η συνολική χρήσιμη χωρητικότητα των δεξαμενών είναι περίπου 115 m³. Στο νότιο τοίχο των δεξαμενών υπάρχει ανάβλυση ύδατος από ένα φρεάτιο το οποίο βρίσκεται έξω ακριβώς από αυτό το σημείο και σχεδόν στο σημείο όπου οι δύο δεξαμενές χωρίζονται από ενδιάμεσο τοίχο. Εκεί φαίνεται να βρίσκεται και η κύρια ανάβλυση των πηγών η οποία εκτιμάται σε 5 – 6 lit/sec (16/4/1966). Μερικές δεκάδες μέτρα βορειοδυτικότερα

ανοίχτηκε τότε, εντός κοινοτικού αγρού, μία τάφρος, σε μικρό βάθος, όπου βρέθηκε θερμό νερό. Προς την Ανατολή και απέναντι από το σημείο που βρίσκονται οι δεξαμενές και το φρεάτιο (συγκεκριμένα ακριβώς μπροστά στο κέντρο "Παράδεισος") διαπιστώθηκε ότι υπάρχει επίσης ανάβλυση θερμού ύδατος.

Τον Μάρτιο του 1966 το διοικητικό συμβούλιο του ΤΣΑΥ²⁰, στο οποίο ανήκουν οι πηγές και οι εγκαταστάσεις, ανέθεσε στον Υδρογεωλόγο Νικόλαο Παπάκη την γεωλογική και γεωχημική μελέτη των πηγών. Στα πλαίσια της μελέτης μετρήθηκαν θερμοκρασίες σε πέντε διαφορετικά σημεία της περιοχής. Στον παρακάτω πίνακα (πίν. 8) φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων τα οποία προέρχονται από τις θέσεις που αναφέρονται παραπάνω.

Πίνακας 15 Θερμοκρασίες ύδατος όλων των αναβλύσεων

Θέση	Θερμοκρασία ύδατος (°C)	Θερμοκρασία αέρα την ίδια στιγμή (°C)
Φρεάτιο	47,0	17,0
Δεξαμενή ανδρών	45,0	20,0
Δεξαμενή γυναικών	42,8	20,0
Τάφρος	42,0	16,5
"Παράδεισος"	27,5	16,5

Και από τα αποτελέσματα των θερμοκρασιών των παραπάνω μετρήσεων συμπεραίνουμε ότι στην περιοχή του φρεατίου υπάρχει η κύρια ανάβλυση.

Για τις χημικές αναλύσεις ελήφθησαν τέσσερα δείγματα από τα παρακάτω σημεία:

- Δεξαμενή ανδρών
- Υπερχείλιση φρεατίου
- "Καθαρτικό", κρουνός που βρίσκεται στη γωνία του δρόμου που οδηγεί από τον παραλιακό δρόμο στη Θερμή
- Φρεάτιο με πόσιμο νερό στη θέση "Κυπαρίσσι"

Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων έδειξαν ότι πρόκειται για χλωριονατριούχο και σιδηρούχο πηγή των αλκαλικών γαιών. Κυρίαρχα συστατικά είναι το χλωριούχο νάτριο και το χλωριούχο κάλιο. Σε μεγάλη ποσότητα υπάρχει

²⁰ Ταμείο Συντάξεως και Ασφαλίσεως Υγειονομικών

χλωριούχο ασβέστιο και χλωριούχο μαγνήσιο. Επίσης υπάρχει θειϊκό ασβέστιο και θειϊκό μαγνήσιο σε περιεκτικότητα κάτω του 1/10 των χλωριούχων αλκαλίων. Σε σχετικά μικρή περιεκτικότητα υπάρχει οξυανθρακικό ασβέστιο και οξυανθρακικό μαγνήσιο. Τέλος, υπάρχει μικρή περιεκτικότητα οξυανθρακικού σιδήρου και ελάχιστη χλωριούχου αμμωνίου.

Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι ίδια για τα δύο πρώτα δείγματα. Το τρίτο δείγμα διαφέρει μόνο στο ότι περιέχει μικρότερο ποσοστό αλάτων, λόγω της αραίωσης με πόσιμο νερό. Τέλος, το τέταρτο δείγμα είναι άριστης ποιότητας πόσιμο νερό με πολύ μικρή περιεκτικότητα αλάτων.

Στους παρακάτω πίνακες (πίν. 16, πίν. 17 και πίν. 18) παρουσιάζονται αποτελέσματα από άλλες χημικές αναλύσεις που έχουν γίνει στην περιοχή του πεδίου.

Πίνακας 16 Φυσικοχημικές παράμετροι

Θερμοκρασία νερού (°C)	47,2
Θερμοκρασία αέρα (°C)	17,0
PH	6,9
Αγωγιμότητα (μς/cm)	45.000
Στερεό υπόλειμμα	33,5
Ολική σκληρότητα	714,8 F
Ανθρακική σκληρότητα	19,8 F
Μη ανθρακική σκληρότητα	695,0 F
Αλκαλικότητα P	0,0
Αλκαλικότητα M	3,9

Πίνακας 17 Χημικές παράμετροι

Κατιόντα	mg/L	meg/L	Ανιόντα	mg/L	meg/L
Na ⁺	9523,00	414,226	Cl ⁻	18660,90	525,658
K ⁺	512,80	13,115	HCO ₃ ⁻	241,10	3,953
Ca ⁺⁺	1718,00	85,729	F ⁻	1,06	0,056
Mg ⁺⁺	695,70	57,227	SO ₂ ⁻	2000,00	41,667
Fe ⁺⁺	7,60	0,406	I ⁻	3,70	0,029
Zn ⁺⁺	0,01	0,000	Br	64,30	0,804
Li ⁺	7,50	1,173	NO ₃ ⁻	168,90	2,723
Mn ⁺⁺	1,04	0,038	NO ₂ ⁻	0,13	0,003
Sp ⁺⁺	19,70	0,449			
NH ₄ ⁺	0,20	0,011			
ΣΥΝΟΛΟ		572,374	ΣΥΝΟΛΟ		572,100

Πίνακας 18 Χημικές παράμετροι

Αέρια	mg/L
CO ₂	60
H ₂ S	–
SiO ₂	43,20
B	5,80
KmnO ₄	–

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Το γεωθερμικό πεδίο της περιοχής της Θερμής χρησιμοποιείται μόνο για ιαματικούς σκοπούς. Ο χώρος και οι εγκαταστάσεις ανήκουν στο ΤΣΑΥ. Κατά την περίοδο 1920 – 1950 η Λουτρόπολη υπήρξε ένα από τα σημαντικότερα Ελληνικά Ιαματικά κέντρα. Στο χώρο των λουτρών και εξ' αιτίας αυτών κατά κύριο λόγο δημιουργήθηκε ο νέος οικισμός του Δήμου Θερμής. Παράλληλα ο Δήμος ανακαίνισε τις κτιριακές εγκαταστάσεις "Πασάδικα" με στόχο την τουριστική ανάπτυξη.



Εικόνα 13. Το κτίριο των λουτρών



Εικόνα 14. Δεξαμενή

Τα λουτρά της Θερμής συνδέονται άμεσα με την ιστορικοκοινωνική εξέλιξη του Ιαματικού τουρισμού της Λέσβου. Ξεκινώντας από τη λατρεία της "Θερμίας Αρτέμιδος", φτάνουν δια μέσου των αιώνων στις μέρες μας, κτίσματα, επιγραφές και δοκίμια διατηρώντας ζωντανή την παράδοση και τον πολιτισμό.

Στην Ελληνιστική εποχή λειτουργούσε ήδη στη Θερμή, στη θέση "Χωράφα", η οποία βρίσκεται δίπλα ακριβώς από το σημερινό υδροθεραπευτήριο, ιαματικό κέντρο και υπήρχε ναός της Θερμίας Αρτέμιδος, η λατρεία της οποίας συνδιάστηκε με την χρήση των θεραπευτικών ιδιοτήτων των θερμοπηγών.

Στην Ρωμαϊκή εποχή η Θερμή έφτασε στη μέγιστή της ακμή. Γίνεται ευρύτερα γνωστή μέσα και έξω από τη Λέσβο και το ιαματικό κέντρο παίρνει πολιτική σημασία. Προς τιμήν της Αρτέμιδος τελείτο η γνωστή από τις επιγραφές "Θερμιακή πανάγουρις" και μέρος της λατρείας της πιθανώς να είχε μυστηριακό χαρακτήρα.

Ο Κλαύδιος Γαληνός και ο Αριστείδης Αίλιος θα μιλήσουν επαινετικά για την πηγή της Θερμής. Η συνεχής όμως προσέλευση χιλιάδες χρόνια τώρα, των πασχόντων είναι αδιάψευστος μάρτυρας της θεραπευτικής της αξίας.

Οι παλιοί λουτήρες, στους οποίους αναφερθήκαμε παραπάνω, σήμερα δεν χρησιμοποιούνται πια. Τα υπολείμματά τους, δύο θόλοι χωμένοι σχεδόν ολόκληροι μέσα στη γη, βρίσκονται αμέσως μετά τη στροφή προς Θερμή στα δεξιά. Κατεβαίνοντας τα λίγα σκαλοπάτια που βρίσκονται εκεί βλέπουμε μια μικρή εσοχή που έχει σχηματιστεί εξ ολοκλήρου από αρχαίες επιγραφές, όπως και οι παραστάδες

της ξύλινης πόρτας, η οποία δεν βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Τα θειούχα νερά που ξεχειλίζουν έχουν ποτίσει τα πάντα βάφοντάς τα με κίτρινο χρώμα. Από την πόρτα, φαίνεται η ρωμαϊκή μαρμάρινη πισίνα και ο κίονας με το κιονόκρανο όπου στηρίζεται η χαμηλή οροφή. Λέγεται ότι ο συγκεκριμένος ανήκε στο ναό της Αρτέμιδος. Ο δυτικός λούτηρας, που είναι και ο μεγαλύτερος, ήταν των ανδρών. Ανεβαίνοντας τα σκαλιά και προχωρώντας προς την ανατολική πλευρά βρίσκουμε τον γυναικείο λουτήρα. Στην πλευρά όπου βρίσκεται η ανατολική είσοδος είναι οι δύο δεξαμενές όπου μαζεύεται το νερό για να διοχετευτεί στις σύγχρονες μπανιέρες.



Εικόνα 15. Ο παλιός λουτήρας



Εικόνα 16. Μία μπανιέρα στις σύγχρονες εγκαταστάσεις



Εικόνα 17. Το ξενοδοχείο "Σάρλιτσα" όπως είναι σήμερα

Οι σύγχρονες λουτρικές εγκαταστάσεις βρίσκονται στο πλάι του ξενοδοχείου «Σάρλιτσα», απέναντι από τα Πασάδικα. Πρόκειται για ένα ανακαινισμένο κτίριο με έντεκα ατομικές μπανιέρες. Το νερό έρχεται από το διπλανό ύψωμα του Προφήτη Ηλία, μέσω ενός υπόγειου αγωγού, και διοχετεύεται πρώτα σε τέσσερις στέρνες για να κρυώσει. Πίσω από τις στέρνες βρίσκονται οι δεξαμενές που αναφέραμε παραπάνω. Το υδροθεραπευτήριο είναι ανοιχτό από Ιούνιο μέχρι τέλος Οκτωβρίου και το επισκέπτονται περίπου 8.000 άνθρωποι ετησίως. Στην πλειονότητά τους ανήκουν στην τρίτη ηλικία. Το μπάνιο διαρκεί 15 – 20 λεπτά, ενώ υπάρχει γιατρός που προσέχει για τη σωστή θεραπευτική αγωγή και οποιοδήποτε άλλο πρόβλημα τυχόν υπάρξει. Η εκμετάλλευση των λουτρών γίνεται από ιδιώτες οι οποίοι τα νοικιάζουν από το ΤΣΑΥ.

2.1.4.6 ΑΛΛΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

ΠΑΝΑΓΙΑ Η ΚΡΥΦΤΗ

Η περιοχή βρίσκεται δυτικά του Πλωμαρίου και σε απόσταση 57 km από την πόλη της Μυτιλήνης. Η πρόσβαση στο χώρο της πηγής είναι δυνατή από τη θάλασσα αλλά και από την ξηρά. Η δια ξηράς πρόσβαση γίνεται μέσω χωματόδρομου από το χωριό Μελίντα. Εκεί που σταματάει ο χωματόδρομος αρχίζει το μονοπάτι προς την Παναγιά.

Η πηγή που αναβλύζει μέσα από ανθρακικά πετρώματα χρησιμοποιείται για ιαματική χρήση. Πρόκειται για υπέρθερμο καρστική πηγή. Η θερμοκρασία των νερών φτάνει τους 44°C, στη γούρνα όμως έρχεται στους 36°C, γιατί η ροή του είναι αργή και κρυώνει μέχρι να φτάσει.



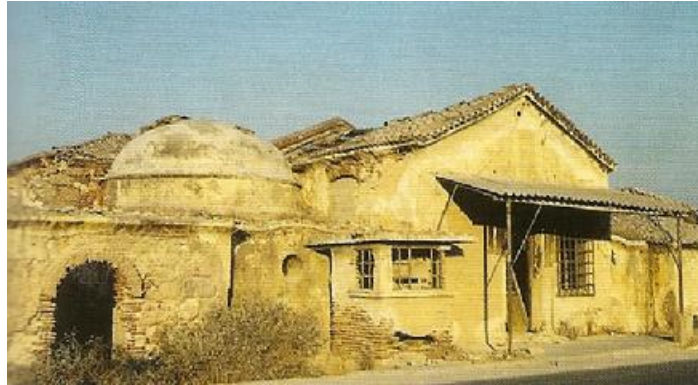
Εικόνα 18. Η τοποθεσία όπου βρίσκεται το εκκλησάκι και η μικρή μανιέρα

Το πρώτο πράγμα που συναντά κανείς κατεβαίνοντας προς το εκκλησάκι της Παναγιάς της Κρυφτής είναι ένα πέτρινο κτίσμα με τρία δωμάτια, το οποίο είναι εγκαταλελημένο. Την ίδια εικόνα παρουσιάζουν και άλλα πέντε μικρά δωματιάκια, που βρίσκονται πιο κάτω, στο επίπεδο της εκκλησίας. Κάποια από αυτά λειτουργούσαν ως αποδυτήρια, σε κάποια υπήρχαν μανιέρες, που τις γέμιζαν μεταφέροντας με δοχεία νερό από την πηγή.

Από τα δωματιάκια αυτά ξεκινάνε σκαλοπάτια λαξεμένα στο βράχο, που κατεβαίνουν ως κάτω, σε μια ακτή όλο κροκάλες. Στην άκρη της ακτής υπάρχει μια ρωγμή στο βράχο όπου βρίσκεται η είσοδος μιας μικρής σπηλιάς. Εκεί σχηματίζεται μια λιμνούλα με ζεστό νερό που αναβλύζει από το βράχο. Το νερό αυτό προωθείται με φυσική ροή, μέσω ενός υπόγειου σωλήνα, έξω, σε μια τσιμεντένια γούρνα. Στη γούρνα χωράει άνετα ένας άνθρωπος.

ΘΕΡΜΕΣ ΚΟΥΡΤΖΗ

Οι πηγές και οι πεπαλαιομένες λουτρικές εγκαταστάσεις που δεν χρησιμοποιούνται πια, βρίσκονται 2 km βόρεια της Μυτιλήνης, στον παραλιακό δρόμο προς Θερμή και Μανταμάδο, απέναντι από το εργοστάσιο της ΔΕΗ. Η εγκατάσταση του εργοστασίου δεν επέτρεψε όμως τη λειτουργία του υδροθεραπευτηρίου, αφού πάνω στο θερμό υδροφόρο χτίστηκαν οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 19. Το κτίριο όπου στεγάζονταν τα λουτρά

Ο Πάνος Μ. Κουρτζής (1850 – 1931) ήταν ο πλουσιότερος άνθρωπος στη Λέσβο και ένας από τους πιο ισχυρούς οικονομικούς παράγοντες της οθωμανικής αυτοκρατορίας. Στην ιδιοκτησία του είχε και τσιφλίκια στη Λέσβο, ένα εκ των οποίων βρισκόταν στη θέση Κιουτσούκ Λίτζα (Μικρό Λουτρό). Εκεί έσκαψε το 1883, σε απόσταση 500 m από την παραλία και έφερε στην επιφάνεια πέντε πηγές. Εκεί έχτισε υδροθεραπευτήριο, οικήμα λουτροθεραπείας και ξενοδοχείο – τα δύο τελευταία καταστράφηκαν αργότερα από πυρκαγιά. Τα νερά ήταν ίδια με αυτά στα Θέρμα του κόλπου Γέρας. Το υδροθεραπευτήριο, με δύο δεξαμενές και εννέα λουτήρες, λειτούργησε ως το 1959.

2.2 ΛΗΜΝΟΣ

2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η Λήμνος είναι το όγδοο νησί της Ελλάδας με έκταση 475 km² και ακτογραμμή 260 km. Η ακτογραμμή είναι πολύ μεγάλη για το μέγεθος του νησιού και οφείλεται στο ότι αυτό χωρίζεται σχεδόν στα δύο παίρνοντας το σχήμα μιας τεράστιας πεταλούδας. Βρίσκεται στο βόρειο Αιγαίο, στο Θρακικό πέλαγος, ανάμεσα στο Άγιον Όρος, τη Σαμοθράκη, την Ίμβρο και τη Λέσβο. Μαζί με τον Άγιο Ευστράτιο αποτελούν την επαρχία Λήμνου του Νομού Λέσβου. Ο πληθυσμός του νησιού, με βάση την απογραφή του 2001, ανέρχεται σε περίπου 17.000 κατοίκους. Πρωτεύουσα και κύριο λιμάνι της Λήμνου είναι η Μύρινα, στην δυτική ακτή, η οποία έχει πληθυσμό περίπου 5.000 κατοίκους. Το νησί χωρίζεται σε τέσσερις Δήμους με τριανταδύο Δημοτικά Διαμερίσματα.

2.2.2 ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα γεωφυσικά χαρακτηριστικά της Λήμνου δεν διαφέρουν και πολύ από αυτά της Λέσβου. Σε επίπεδο νησιού, η Λήμνος είναι το πλέον πεδινό νησί αφού αν εξαιρέσει κανείς το δυτικό τμήμα του νησιού, μόνο μικροί λόφοι, οι οποίοι είναι συγκεντρωμένοι κυρίως στο δυτικό του τμήμα, διακόπτουν τις πεδιάδες.

Κλιματολογικά, όπως η Λέσβος, έτσι και η Λήμνος χαρακτηρίζεται από ήπιο μεσογειακό κλίμα όπου σπανίζουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Με τη διαφορά όμως ότι η Λήμνος δέχεται σημαντικά μικρότερο όγκο βροχών που αντιστοιχεί σε λιγότερα από 500 mm το χρόνο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι υδατικοί πόροι του νησιού να θεωρούνται ανεπαρκής να καλύψουν τις ανάγκες ύδρευσης και κυρίως άρδευσης του νησιού. Το μεγαλύτερο πρόβλημα εμφανίζεται στην περιοχή της Μύρινας. Λύση στο πρόβλημα της άρδευσης έρχεται να δώσει η κατασκευή λιμνοδεξαμενής. Θα ήτανε χρήσιμο να αναφέρουμε ότι τα πετρώματα είναι τέτοιας μορφής που δεν συγκρατούν υγρασία στο έδαφος με αποτέλεσμα η εξάρτηση από το ύψος και τη συχνότητα των βροχοπτώσεων να είναι άμεση.

Το υπέδαφος της Λήμνου, όπως και της Λέσβου, είναι πλούσιο σε μεταλλεύματα, γεωθερμική ενέργεια και θερμά νερά. Σε απόσταση λίγων χιλιομέτρων από την Μύρινα υπάρχει μία θερμή πηγή που ονομάζεται "Θερμά Ηφαίστου ή Κουρνού" και την οποία θα αναλύσουμε στη συνέχεια. Επίσης υπάρχουν πλούσια οικοσυστήματα, χερσαία και θαλάσσια. Ο αβαθής κόλπος του Μούδρου αποτελεί ευνοϊκό παράγοντα για τη δημιουργία θαλάσσιων βιοτόπων και κέντρων αναπαραγωγής ψαριών. Στις

βραχώδεις ακτές αναφέρεται και η παρουσία της φώκιας *Monachus monachus*, όπως και θαλάσσιων χελωνών.

2.2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η Λήμνος είναι ένα ηφαιστειογενές νησί, όπως και η Λέσβος, που έχει επηρεαστεί από την ηφαιστειακή δραστηριότητα των παλαιότερων χρόνων. Ολιγοκαινικής – κάτω μεσαιωνικής ηλικίας ηφαιστειακά πετρώματα καλύπτουν μεγάλο μέρος της Λήμνου, τα οποία μάλιστα συμπλέκονται με μολλασικούς σχηματισμούς.

Την περίοδο του Κάτω-Μέσου Μειοκαίνου, που είχε διάρκεια πριν από 22,5 έως 13 εκατομμύρια χρόνια, η ηφαιστειακή δραστηριότητα εκδηλώθηκε στην περιοχή του βόρειου και κεντρικού Αιγαίου με επέκταση προς τη Μικρά Ασία. Δείγματά της βρίσκουμε και στο νησί της Λήμνου, τα οποία διασώθηκαν από τη μεταγενέστερη καταβύθιση της περιοχής μεταξύ των νησιών, η οποία έλαβε χώρα κατά το Τεταρτογενές. Τα δείγματα αυτά αφορούν το Απολιθωμένο δάσος, μέρος του οποίου υπάρχει και στη Λήμνο.

2.2.4 ΘΕΡΜΗ ΠΗΓΗ "ΘΕΡΜΑ ΗΦΑΙΣΤΟΥ"

Τα Θέρμα Ηφαίστου είναι θερμές ιαματικές πηγές που βρίσκονται στο βάθος μιας χαράδρας, σε απόσταση 4 km από τη Μύρινα και κοντά στο χωριό Κορνός της Λήμνου. Το νερό τους είναι κατάλληλο τόσο για ποσιμοθεραπεία όσο και για λουτροθεραπεία. Το νερό των Θέρμων αναβλύζει από δύο πηγές. Έρχεται από βάθος 1200 m και έχει θερμοκρασία 42°C – 44°C. Είναι άοσμο, χαμηλής σκληρότητας, ασθενώς ραδιενεργό και ελαφρά αλκαλικό με pH = 8,55. Περιέχει ελάχιστη ποσότητα αλάτων και είναι διαυγές.



Εικόνα 20. Το κτίριο των λουτρών

Παρακάτω παρουσιάζονται χημικές αναλύσεις και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της πηγής.

Πίνακας 19 Οργανοληπτικές παράμετροι

Χρώμα (μον. Pt/Co)	0
Θολερότητα NTU	1
pH	8,55
Αγωγιμότητα (μS/cm)	450
Στερεό Υπόλειμμα (g/L)	0,26
Αλκαλικότητα P	0,04
Οσμή	Άοσμο
Γεύση	Καλή
Ολική σκληρότητα	1,60°F
Ανθρακική σκληρότητα	1,60°F
Μη ανθρακική σκληρότητα	0,00°F
Αλκαλικότητα M	1,40
Θερμοκρασία νερού (°C)	42,3

Πίνακας 20 Χημικές παράμετροι

Κατιόντα	mg/L	meg/L	Ανιόντα	mg/L	meg/L
Na ⁺	83,90	3,651	Cl ⁻	75,10	2,118
K ⁺	0,65	0,017	HCO ₃ ⁻	84,60	1,387
Ca ⁺⁺	6,40	0,319	HS ⁻	0,00	0,000
Mg ⁺⁺	0,05	0,004	F ⁻	0,16	0,009
Fe ⁺⁺	0,00	0,000	SO ₄ ²⁻	13,80	0,288
Zn ⁺⁺	0,00	0,000	PO ₄ ³⁻	0,003	0,001
Mn ⁺⁺	0,00	0,000	NO ₃ ⁻	9,30	0,150
Li ⁺	0,00	0,000	NO ₂ ⁻	0,00	0,000
Sr ⁺⁺	0,24	0,005	CO ₃ ²⁻	1,30	0,043
NH ₄ ⁺	0,00	0,000			
Σύνολο		3,996	Σύνολο		3,996

Πίνακας 21 Χημικές παράμετροι

	mg/l
CO ₂	0
SiO ₂	30

Πίνακας 22 Ιχνοστοιχεία

mg/l
Cr 3,24
Sc<0,001
As 2,10

Πίνακας 23 Φυσική Ραδιενέργεια (Bq/l)

Ραδιενεργός σειρά U – Ra εκφρασμένη σε Rn – 222	3,0
Ραδιενεργός σειρά Th εκφρασμένη σε Ra – 224	9,6
K – 40	170,0
Cs – 137	0,0

Γ. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η Γεωθερμία είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία με σωστή εκμετάλλευση μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη στην εκάστοτε περιοχή που θα την εκμεταλλευτεί. Αυτό βέβαια εξαρτάται και από τις δυνατότητες του κάθε γεωθερμικού πεδίου. Η Ελλάδα έχει πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, το οποίο στις περισσότερες περιοχές της έχει μείνει σχεδόν ανεκμετάλλευτο.

Ο Νομός Λέσβου λόγω της γεωλογίας του παρουσιάζει μεγάλο γεωθερμικό ενδιαφέρον. Στην παραπάνω εργασία παρουσιάστηκαν οι περιοχές με γεωθερμικό ενδιαφέρον και με ποιό τρόπο έχουν αξιοποιηθεί μέχρι σήμερα από την πολιτεία. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιοχές Πολυχνίτου, Αργένου και Στύψης, με τον Πολυχνίτο να έχει τις θερμότερες πηγές στην Ευρώπη. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης και οι περιοχές Γέρας και Θερμής.

Σήμερα οι πηγές χρησιμοποιούνται κυρίως για ιαματικούς σκοπούς και σε κάποιες περιπτώσεις για την θέρμανση θερμοκηπίων. Οι δυνατότητες όμως είναι πολύ περισσότερες. Οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις των λουτρών θα μπορούσαν να ανακαινιστούν και να αξιοποιηθούν έτσι ώστε να τραβήξουν περισσότερο κόσμο και να ανέβει το τουριστικό ενδιαφέρον των νησιών.

Όσον αφορά τη θέρμανση θερμοκηπίων, στο παρελθόν είχαν γίνει κάποιες προσπάθειες στις περιοχές του Πολυχνίτου και του Λισβορίου για δημοτικά θερμοκήπια οι οποίες δυστυχώς δεν ήταν επιτυχείς. Τα θερμοκήπια εγκαταλείφθηκαν και σήμερα αυτά που λειτουργούν ανήκουν σε ιδιώτες. Μόνο στην περιοχή της Γέρας λειτουργεί γεωθερμικό θερμοκήπιο το οποίο ανήκει στο Δήμο της Μυτιλήνης. Οι δυνατότητες είναι μεγάλες για αξιοποίηση της γεωθερμίας σε αυτόν τον τομέα και τα οφέλη από την εκμετάλλευση των πεδίων θα ήταν πολλά.

Το γεωθερμικό δυναμικό θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί και στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Το νησί της Λέσβου αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα ηλεκτρισμού μιας και το εργοστάσιο της ΔΕΗ, το οποίο σημειωτέον βρίσκεται δίπλα σε κατοικημένη περιοχή, δεν είναι ικανό να ανταπεξέλθει στις ανάγκες του νησιού για ρεύμα και χρειάζεται άμεση μετεγκατάσταση.

Τα παραπάνω θα είχαν σημαντικά τοπικά οφέλη, όπως αύξηση του τουρισμού η οποία θα είχε ως αποτέλεσμα και αύξηση στην οικονομία της περιοχής. Ένας άλλος πολύ σημαντικός παράγοντας είναι και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας που θα μπορούσε να κρατήσει τους νέους ανθρώπους στον τόπο τους. Είναι γνωστό πως λόγω της ανεργίας οι νέοι αναγκάζονται να εγκαταλείψουν τον τόπο τους με σκοπό

την εύρεση εργασίας στα μεγάλα αστικά κέντρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι περιοχές της επαρχίας να ερημώνονται όσο περνάει ο καιρός.

Από εδώ δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε και τον παράγοντα της γνώσης. Η γνώση είναι ένας καλός σύμμαχος του ανθρώπου που τον βοηθά να εξελίσσεται και να γίνεται καλύτερος σε όλους τους τομείς της ζωής του. Με σωστή, πάνω από όλα, ενημέρωση πάνω στο θέμα της Γεωθερμίας θα ήταν εφικτό να πετύχουμε την ανάπτυξη της τοπικής μας κοινωνίας στο θέμα αυτό.

Μιας και οι νέοι είναι το μέλλον του τόπου κρίνεται επιτακτική η ανάγκη ενημέρωσης τους πάνω σε τέτοια θέματα. Μην ξεχνάμε πως η Γεωθερμία είναι μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και τα τελευταία χρόνια με την άσχημη τροπή που έχει πάρει το θέμα της ρύπανσης του περιβάλλοντος κρίνεται αναγκαίο να στραφούμε σε πιο ήπιες μορφές ενέργειας. Η ενημέρωση των νέων ξεκινάει κυρίως από χώρους εκπαίδευσης, όπως σχολεία και Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, όπου μέσω περιβαλλοντικών προγραμμάτων ενημερώνονται και μαθαίνουν πως να προστατεύουν και να αγαπάνε το περιβάλλον αλλά και τον τόπο τους, τον οποίο θα πρέπει να παραδώσουν στις επόμενες γενιές όσο γίνεται καλύτερο.

Εδώ αξίζει να αναφέρουμε πως στο Νομό Λέσβου υπάρχει μεγάλη ευαισθητοποίηση των νέων πάνω σε τέτοια θέματα. Πολλά σχολεία του νομού συμμετέχουν σε προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και μάλιστα με μεγάλη επιτυχία. Με τις ενέργειες τους και την στάση τους έχουν καταφέρει να ευαισθητοποιήσουν και την τοπική κοινωνία τόσο σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον αλλά και σε άλλα τοπικά ζητήματα. Επίσης, στη Λέσβο, στον Ανώγειο του Δήμου Ευεργέτουλα λειτουργεί εδώ και κάποια χρόνια Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης το οποίο κάθε χρόνο δέχεται σχολεία από την Λέσβο αλλά και από άλλες περιοχές της Ελλάδας μέσα από προγράμματα στα οποία συμμετέχουν και αφορούν το περιβάλλον και όχι μόνο. Μεγάλη είναι φυσικά και η συμβολή του Πανεπιστημίου Αιγαίου, η έδρα του οποίου βρίσκεται στην Μυτιλήνη.

Με συνδυασμό λοιπόν της γνώσης, της θέλησης και όλων όσων έχει να μας προσφέρει ο τόπος μας, τόσο στο θέμα της Γεωθερμίας όσο και σε άλλους παράγοντες, μπορούμε να βοηθήσουμε ώστε να γίνει καλύτερος και συνεπώς να καλυτερεύσει η ζωή των κατοίκων και να ανέβει το βιοτικό τους επίπεδο. Έτσι μόνο θα καταφέρουμε να ανταπεξέλθουμε στις σύγχρονες απαιτήσεις της κοινωνίας μας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Περιοχή	Όνομασία πηγής	Θερμ/σία (°C)	Ραδιεν. (mache)	Χαρακτηρισμός	Χρήση	Παροχή (m ³ /day)	Αριθ. πηγών
Λισβορίου	Αγ. Ιωάννη	69	-	Θερμή Χλωριονατριούχος	Λούσεις	475	-
Μήθυμνας	Εφταλού	46,5	14,7	Χλωριονατριούχος	Λούσεις	120	-
Μυτιλήνης	Θ. Κουτζή	35,5	0,3	Ασθενώς Χλωριονατριούχος	Λούσεις	160	5
Πολυχνίτου	Θέρ. Πολυχνίτου	70 87,6	1,6 6	Χλωριονατριούχοι Ι.Π.	Λούσεις	700	5
Θερμής	Θερμή	47	0,8	Σιδηρούχος Αλιπηγή	Λούσεις	374	-
Γέρας	Κόλπου Γέρας	39,5	1,8	Χλωριονατριούχος	Λούσεις	300	-
Πλωμαρίου	Παναγιάς Κρυφτής	43,3		Χλωριονατριούχος	Λούσεις	-	-
Μήθυμνας	Μεγάλα Θέρμα	-	-	-	Λούσεις	-	-
Κορνού	Ηφαίστου	44	-	Πόσιμο υπότονο αλκαλικό	Πόσιμο Λούσεις	60	2

Τα στοιχεία προέρχονται από τη δημοσίευση "Αι επτακόσιαι πενήντα Μεταλλικαί Πηγαί της Ελλάδας" που έγινε από την Διεύθυνση Ιαματικών πηγών και εκθέσεων (Ν. Λέκκα, Αθήνα 1938).

Πηγή	Αριθ. Πηγών	Θερμ. (°C)	pH	Ραδιενέργεια (mache)	Παροχή (m ³ /h)	Τ.Σ.Π.	Χαρακτηρισμός νερού πηγής
Θερμή	1	46,9	6,84	0,8	16	-2,0	Θερμή Σιδηρούχος Αλιπηγή
Πολυχνίτου α) αναβλύζει εντός χειμάρου β) χύνεται εντός χειμάρου	5*	81,4** 76,1	6,55	6,0 1,6	29 29	-0,09°	Υπέρθερμος Χλωριονατριούχος Υπέρθερμος Χλωριονατριούχος
Κουρτζή	5	35-38	7,38	0,3	6,5	-0,09°	Υπότονος Χλωριονατριούχος
Χριστιανού	1*	69,5					
Αγ. Ιωάννη Λισβορίου	1	69		2,5	20		
Παναγιά Κρυφή	1	43,3					

*Πολλές εμφανίσεις πηγών στην περιοχή. Πέντε με θερμοκρασίες από 67,5°C – 87,6°C αναφέρονται ως κύριως.

**Οι μετρήσεις έγιναν Σεπτέμβριο 1921 και Αύγουστο 1930.

Τα στοιχεία είναι από τη δημοσίευση "Τα μεταλλικά ύδατα της Νήσου Λέσβου" της Γεωλογικής υπηρεσίας της Ελλάδας (Μ. Περέτση, Αθήνα 1932).

Όνομασία πηγής	Χαρακτηρισμός	Παρατηρήσεις
Εφταλούς	Χλωριονατριούχος	
Θέρμες Κουρτζή	Ασθ. Χλωριονατριούχος	
Θερμές Πολυχνίτου	Χλωριονατριούχος	
Κόλπου Γέρας	Χλωριονατριούχος	
Παναγιάς Κρυφτής	Χλωριονατριούχος	
Θερμής	Σιδηρούχος Αλιπηγή	Θεραπευτικές ενδείξεις: χρόνιες ρευματοπάθειες, μητρίτιδες, κοιλίτιδες, ισχιαλγίες.

Από το εγχειρίδιο Ιαματικά πηγές της Ελλάδας "οδηγός λουομένου", (Ν. Λέκκα, Αθήνα 1940)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΚΗΡΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΧΩΡΗΣΗΣ ΙΑΜΑΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ Ν. ΛΕΣΒΟΥ

Ιαματική πηγή	Π.Δ. Ανακηρύξεως	Π.Δ. Παραχωρήσεως	Δήμος ή Κοινότητα
Αγ. Ιωάννη	13-3-53 (ΦΕΚ 86/Α/53)	Ιδιωτική	Λισβορίου
Εφταλού	4-2-54 (ΦΕΚ 32/Α/54)	Ιδιωτική	Μήθυμνας
Θερμή	17-1-57	Ιδιωτική	ΤΣΑΥ
Κόλπου Γέρας	8-1-51 (ΦΕΚ 28/Α/51)	Ιδιωτική	Μυτιλήνης
Πολυχνίτου	22-7-32 (ΦΕΚ 339/Α/32)	Ιδιωτική	Πολυχνίτου
Πολυχνίτου (Χριστιανού)	13-3-53 (ΦΕΚ 86/Α/53)	ιδιωτική	Κληρ. Χριστιανού

ΠΙΝΑΚΑΣ TDS ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ % ΣΕ NaCl

Πηγές	Θεμοκρασία (°C)	TDS (g/l)	% NaCl
Πολυχνίτου	30 – 86	9,33 – 15,11	76 – 77
Θερμής	46,5	35,5	75
Λισβορίου	69	11	76
Κουρτζή	36	1,79	54
Κρυφτή Παναγιά	44 - 50	19,05	77

ΠΟΛΥΧΝΙΤΟΣ (ΘΕΣΗ ΛΟΥΤΡΩΝ)

	1979 (18-10)	1989 (10-10)
Θερμοκρασία (°C)	81,5	81
pH	6,3	6,4
Αγωγ. μS/cm	17.400	17.250
ΣΤ. ΥΠ.	11,44	10,13
	mg/l	mg/l
Na	3450	3031
K	219	174
Ca	537	515
Mg	122	111
Fe	0,39	1,68
Zn		0,17
Li	10,0	7,10
Mn		0,07
Al	0,03	0,00
Sr	17,0	13,60
NH₄	8,4	0,00
Cl	6.453	5.721,10
HCO₃	285	275,60
Hs		0,00
F	1,4	0,92
SO₄	294	270
PO₄		0,00
Br		5,90
NO₃	0,00	0,00
NO₂		0,02
CO₂		97
SiO₂	64	76,9
B	3,3	4,2

ΠΟΛΥΧΝΙΤΟΣ (2-10-71)

Πηγή	Παρ. m ³ /h	Θερμοκρασία (°C)	
Π 10 _α		86.50	
Π 10		85	
Π 9β		80	
Π 15		81.5	
Π 11		76	
Π 19	0.32	62.5	
Π 19 _α	0.15	53.5	
Π 20, Π 21		64	
Π 22	0.16	65	
Π 23, Π 24, Π 25		65 – 73	
Π 26	0.25	74.5	
Π 27	0.12	65	
	CO₂	O₂	N₂
Π 11	84.3%	0.3%	15.4%
Π 15	73.7%	0.2%	26.1%

ΠΟΛΥΧΝΙΤΟΣ (ΘΕΡΜΕΣ ΠΗΓΕΣ)

Πηγή	Παροχή (m ³ /h)	Ημερομηνία
Π15	29,55	10-9-68
Π15	29,55	1932
Π11	14,65	
Π16	3,57	
Π8	1,58	
Π14	1,17	
Π10	1	

ΘΕΡΜΗ ΛΕΣΒΟΥ

	1932	1966	1978	1979 (18.10)	1980 (27.8)	1989	1995	1995
Θερμοκ. (°C)	46.9	47	-	47	42	46.5	46.6	47.2
pH	6.84	7	6.8	7.0	6.7	6.9	6.7	6.9
Αγωγ. μs/cm	-	52.640	47.000	56.000	47.190	45.000	45.500	45.000
Ραδ.	0,8 M							
ΣΤ. ΥΠ. g/l	35.100	36.167	34.560	36.170	35.440	33.500	34.700	33.554
Na⁺	10.325		10.350	10.580	10.463	9.523	9.988	9.523
K⁺	476		234.6	469	586	512.8	493.2	512.80
Ca²⁺	1.696	1.704	1627.2	1.624	1.555	1.718	1.730	1.718
Mg²⁺	714.8	705.3	685.8	690.70	700	695.7	708.3	695.70
Fe²⁺	6.3	6.27		0.88	0.28	7.60	6.70	7.60
Zn²⁺						0.01	0.08	0.01
Li²⁺	6.5			10.4	10.0	7.5	8.20	7.50
Mn²⁺	0.64					1.04	1.10	1.04
Al³⁺	001.2			0.31		0.00	0.00	0.00
Sr²⁺				24.5	27.5	19.70	19.60	19.70
NH₄⁺	3.8	1.00		3.7	0.15	0.20	0.40	0.20
Cl⁻	19.782	20.387	19.432	19.928	19.751	18.600	19.613	18.660
HCO₃⁻	513		247.6	250	260	241.1	256.2	241.10
HS⁻						0.00	0.00	0.00
F⁻				1.9	0.65	1.06	1.24	1.06
SO₄²⁻	2010	2099	1954.8	2085	2054	2000	1945	2000
PO₄²⁻		0.10				0.00	0.06	0.00
Br	75.8					64.30		64.30
NO₃		0.00	0.00	0.00	0.00	;		0.00
NO₂		0.00				0.13	0.03	0.13
CO₂	1.568				233	60		60
SiO₂			33	39	33	43.20	41.3	43.20
B				5.1	5	5.80	5.7	5.80
Οι μονάδες είναι σε mg/l								

	Κουρτζή	Κρυφή Παναγιά
(οι μονάδες είναι σε mg/l)	1979	1979
Θερμοκρασία (°C)	36	44
pH	6,5	7,10
Αγωγ. µs/l	3.300	27.000
Ραδ. Bg/l	-	-
Στ. Υπ. g/l	1,79	190
Na	373	5.750
K	14	254
Ca	151	609,2
Mg	15	462,08
Fe	0,00	
Zn		
Li	0,22	
Mn		
Al	0,00	
Sr	0,7	
NH₄		
Cl	674	10.460,70
HCO₃	420	142,7
Hs		
F	0,00	
SO₄	96	1.338,60
PO₄		
J		
Br		
NO₃	0,00	
NO₂		
CO₂		
SiO₂	14	26,5
B	0,1	

ΕΦΤΑΛΟΥ

	1932	1979 (18-10)	1980 (27-8)	1989
Θερμοκρασία (°C)	46,5	43	47	46,5
pH		7,0 υπ.	6,6 υπ.	7,4
Αγωγ. µs/l		9.000	10.200	9.600
Ραδ. Bg/l	14,7 M			37
ΣΤ. ΥΠ. g/l	5,8	4,18	5,68	5,55
Na		1.501	1.656	1.571
K		68	94	90,30
Ca		325	372	380,0
Mg		29	24,8	26,80
Fe		0,05	0,05	0,13
Zn				0,00
Li		5,0	4,8	3,80
Mn				0,34
Al		0,30		0,00
Sr		12,2	16,2	10,90
NH₄		0,5	0,01	0,00
Cl		2.624	2.943	2.823,40
HCO₃		152	161	156,60
Hs				0,00
F		3,8	2,25	2,70
SO₄		435	480	474
PO₄				0,11
J				0,35
Br				3,10
NO₃			0,00	0,00
NO₂				0,05
CO₂	143	0,0	4,0	14
SiO₂		43	42	55,4

B		0,6	3,4	3,4
----------	--	-----	-----	-----

Οι μονάδες είναι σε mg/l.

ΠΗΓΗ ΚΟΛΠΟΥ ΓΕΡΑΣ

	1932	1979	1980	1988	1995
Θερμοκρασία (°C)	39,7	39	37	39,7	39,7
pH	7,16	6,7	7,5	7,35	7,30
Αγωγ. µs/l		3.100	3.000	2.800	2.750
Ραδ. Bq/l	24			24	24
Στ. Υπ. g/l	1,5	1,6	1,6	1,45	1,40
Na	383,5	368	391	328	333
K		27	33	25	28
Ca		108	99	125	122
Mg		50	43	45	47
Fe		0,05	0,06	0,10	0,10
Zn	1,1			0,00	0,00
Li		3	0,93	1,68	1,70
Mn				0,00	0,00
Al		0,31		0,00	0,00
Sr		2,9	2,9	3,90	3,50
NH₄	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00
Cl		718	737	714	720
HCO₃		296	306	300	305
Hs				0,00	0,00
F		0,2	0,00	0,15	0,15
SO₄		45	47	38,5	38
J				0,01	0,01
NO₃		0,00	0,00	0,80	0,80
CO₂		257		44	45
SiO₂		14	12	16	14
B		1,8	1,5	1,8	1,7

Οι μονάδες είναι σε mg/l.

ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ – ΛΙΣΒΟΡΙ (ΠΗΓΗ ΛΟΥΤΡΩΝ)

	1932	1979 (19.10)	1980 (27.8)	1989 (8/7)	1995 (8/7)
Θερμοκ. (°C)		67	67	69	68
pH		5.9	5.9	6.5	6.4
Αγωγ. μs/cm		18.500	18.500	17.900	18.000
Ραδ. Bq/l				36	36
Στ. Υπ. g/l		11.13	11.21	10.68	11.00
Na		3381	3381	3192.40	3.200
K		188	235	184,60	185,10
Ca		521	509	542,50	540
Mg		120	117	113,80	115
Fe		0,78	0,17	2,54	2,50
Zn				0,00	0,00
Li		9,9	9,0	7,30	7,80
Mn				0,31	0,40
Al		0,05	0,00	0,00	0,00
Sr		16,8	19,4	14,30	15,00
NH₄		8,1	0,20	0,00	0,10
Cl		6.276	6.312	6.043	6.100
HCO₃		283	290	285	285
HS				0,00	0,00
F		1,2	0,75	0,88	0,90
SO₄		274	263	269	269
PO₄				0,00	0,00
J				0,80	0,85
Br				5,50	5,60
NO₃		0,00		0,10	0,00
NO₂				0,00	0,00
CO₂			260	70	75
SiO₂		79	77	95,7	96
B		3,2	4,8	3,9	3,8

Οι μονάδες είναι σε mg/l.

ΛΗΜΝΟΣ (ΘΕΡΜΗ ΠΗΓΗ ΜΥΡΙΝΑΣ – ΚΟΡΝΟΥ)

	1989	1995
Θερμοκρασία (°C)	42	42
pH	8,5	8,65
Αγωγ. µs/cm	470	460
Ραδ. Bg/l	29	
Στ. Υπ. g/l	0,27	0,27
Na	81,20	87,50
K	0,62	0,71
Ca	6,50	6,70
Mg	0,08	0,05
Fe	0,00	0,00
Zn	0,00	0,00
Li	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00
Al	0,00	0,00
Sr	0,38	0,26
NH₄	0,21	0,00
Cl	67,20	78,00
HCO₃	79,90	88,40
HS	0,00	0,00
F	0,09	0,16
SO₄	13,40	14,50
PO₄	0,00	0,03
J	0,10	0,00
Br	0,68	0,73
NO₃	21,60	9,90
NO₂	0,00	0,00
CO₂	0,00	0,00
SiO₂	34,7	30,6
B		0,00

Οι μονάδες είναι σε mg/l.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Οι παρακάτω φωτογραφίες είναι από γεώτρηση που έγινε στην περιοχή Μαναστηρέλια Στύψης. Η εγκατεστημένη ισχύς ήταν περίπου 8 MWe και η αποδιδόμενη ισχύς 7 MWe²¹.

Ευρύτερη περιοχή των έργων γεωθερμίας



²¹ Τα στοιχεία και οι φωτογραφίες είναι από τον κύριο Νίκο Σταυρίδη, Διευθυντή του τομέα εναλλακτικών μορφών ενέργειας της ΔΕΗ.

Η Περιοχή της γεώτρησης (Μοναστηρέλια)



Άποψη θέσης εργοταξίου



Έναρξη εγκατάστασης στο χώρο του εργοταξίου



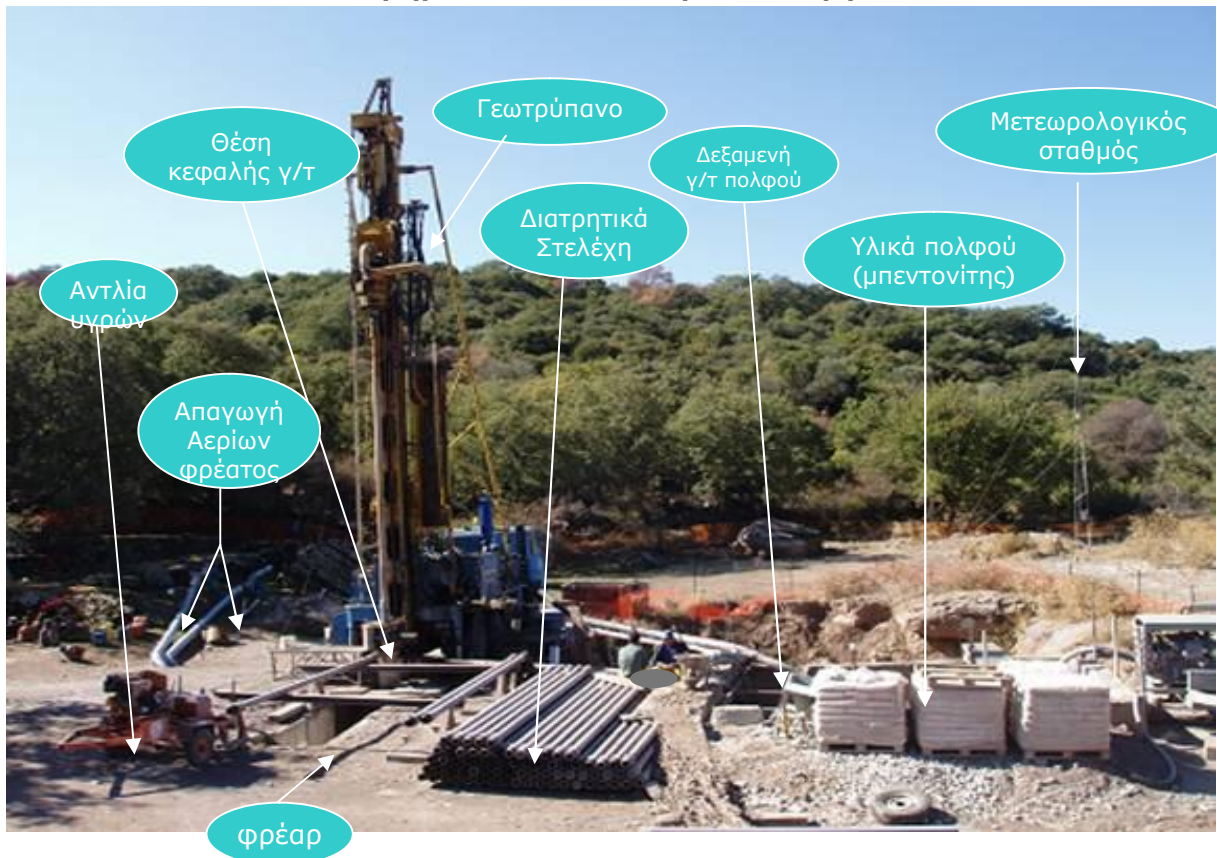
Γεωτρύπανο και διατρητικά στελέχη



Το γεωτρύπανο ιδιοκτησίας ΔΕΗ



Βασικά τμήματα και εξοπλισμός του εργοταξίου



Ανιχνευτές αερίων



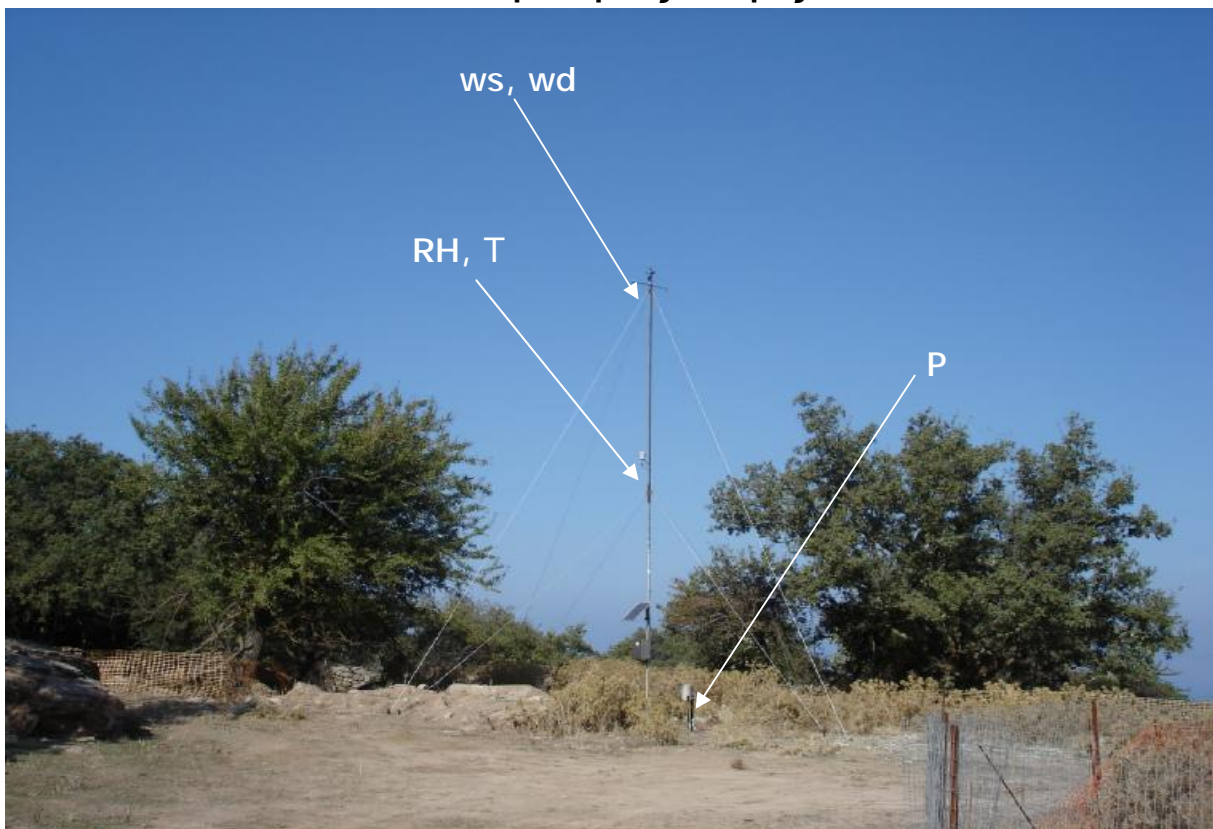
Σύστημα ανίχνευσης και καταγραφής αερίων



Φρεάτιο γεώτρησης



Μετεωρολογικός Σταθμός



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τα επιδεικτικά ενεργειακά έργα στην Ελλάδα: Thermie (1990 – 1998), ΚΑΠΕ, Ιούλιος 2000.
2. Η ενέργεια και οι πηγές της: Τί, Πώς, Γιατί (βιβλίο II για το δάσκαλο). Ένα βιβλίο για την ενέργεια και τις πηγές της, ανανεώσιμες και μη, Γεώργιος Θεοφ. Καλκάνης, ΚΑΠΕ, Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Γραμματεία έρευνας και τεχνολογίας "Ανοιχτές θύρες", Πικέρμι 1997.
3. Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία. Το ενεργειακό ζήτημα, προσεγγίσεις και διαστάσεις. Εκπαιδευτικό υλικό για το Γυμνάσιο και το Λύκειο. Επιμέλεια: Ευγενία Φλωγαΐτη, Παρασκευή Βασάλα. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα 1999.
4. Οδηγός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Δυνατότητες αξιοποίησης στην τοπική αυτοδιοίκηση, ΚΑΠΕ, Altener, Ιούνιος 1996.
5. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και περιβάλλον, ΚΑΠΕ, Altener, Αθήνα, Μάρτιος 1997.
6. Εγχειρίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Γεωθερμική ενέργεια, ΚΑΠΕ, Altener, Αθήνα, Σεπτέμβριος 1998.
7. Αναξερεύνητη Λέσβος, Τζέλη Χατζηδημητρίου, Εκδόσεις ROAD, πρώτη έκδοση Ιούλιος 2006.
8. Το άγιο νερό. Ιαματικές πηγές της Λέσβου, Φωτογραφίες της Τζέλης Χατζηδημητρίου, Αθήνα 2003.
9. Αειφόρος χρήση ενέργειας. Συμβολή στον τουρισμό και την ανάπτυξη του Β. Αιγαίου. ΥΠΕΠΘ, Β' Κοινοτικό πλαίσιο στήριξης, ΕΠΕΑΕΚ. Πειραματικό Γυμνάσιο Μυτιλήνης "Γιάννης και Αριστείδης Δελής", Γυμνάσιο Αγίου Ευστρατίου, Γυμνάσιο Καρλοβάσου Σάμου, Γυμνάσιο Βροντάδου Χίου, Γυμνάσιο Colaiste an Craoibhin Co Cork Ireland, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ενεργειακό Κέντρο Β. Αιγαίου, Μυτιλήνη 2001.
10. Σπήλαια και άλλα καρστικά φαινόμενα της Λέσβου, Γεωργίου Μ. Χουτζαίου, Θεόδωρου Μ. Χουτζαίου, Β' έκδοση, Μυτιλήνη 1992.
11. Σημειώσεις για την ενέργεια, Δίας Χαραλαμπόπουλος, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
12. Αειφορία και ενέργεια. Μαθητική εργασία, Μαλή Γεωργία, Χατζηλάμπρου Καλλιόπη, Τζαγκλέλλη Μαρία, Μαρούδα Αγγελική, Κατερίνης Γιάννης, Απρίλιος 2000.

13. Geothermal energy. A case study of Geothermal greenhouses on Lesbos, Sandra Blok, Augustus 1994.
14. Γεωθερμία, Μ. Φυτίκας, Ν. Ανδρίτσος, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2004.
15. Το θερμαλιστικό – τουριστικό μοντέλο της Λέσβου. Πρόταση για την ανάπτυξη του ιαματικού τουρισμού της Λέσβου. Ελληνική θερμαιστική εταιρία, Θεσσαλονίκη, Μάϊος 1997.
16. Τα λουτρά της Ελλάδας, περιηγητικός οδηγός, εκδόσεις Καστανιώτη, 2001.
17. Πρόγραμμα: «Θράκη – Αιγαίο – Κύπρος». Η περιβαλλοντική εκπαίδευση ως παράγων βιώσιμης ανάπτυξης των τοπικών κοινωνιών. Πειραματικό Γυμνάσιο Μυτιλήνης, 1^ο Γυμνάσιο Κομοτηνής, Γυμνάσιο Μακεδονίτισσας Λευκωσίας Κύπρου. Υπουργείο Αιγαίου, Υπουργείο Μακεδονίας Θράκης, Γραφείο προγραμματισμού Κυπριακής Δημοκρατίας. Κομοτηνή, Λευκωσία, Κύπρος, 2006.
18. Μελέτη για την αξιολόγηση, ανάπτυξη και αξιοποίηση των γεωθερμικών πεδίων της χώρας. Π. Καραγιάννης, Λ. Πενταράκης, Χ. Πίππος, Μ. Φυτίκας, ΥΒΕΤ. ΥΒΕΤ, Αθήνα 1990.
19. Γεωφυσική μελέτη του γεωθερμικού πεδίου Αργένου στη Βόρεια Λέσβο. Κ. Θανασούλας, Π. Καρμής, Ν. Ξανθόπουλο, ΙΓΜΕ. ΙΓΜΕ, Αθήνα 1988.
20. Προγραμματική έκθεση για την έρευνα αξιοποίησης γεωθερμικού πεδίου Αργένου νήσου Λέσβου. Θ. Καβουρίδης, ΙΓΜΕ. ΙΓΜΕ, Αθήνα 1988.
21. Δυνατότητες αξιοποίησης γεώτρησης θερμού ύδατος στην περιοχή δήμου Πέτρας της νήσου Λέσβου: προγραμματική σύμβαση ΚΕΔΚΕ – ΥΠΕΣΔΔΑ – ΙΓΜΕ, Θ. Καβουρίδης, Π. Βακαλόπουλος. Θ. Καβουρίδης, Π. Βακαλόπουλος. ΙΓΜΕ, Αθήνα 2002.
22. Μεταλλικών πηγών Θερμής Μυτιλήνης: γεωλογική και γεωχημική μελέτη/Νικόλαου Ι. Παπάκη. Ν. Παπάκης, Αθήναι 1966.
23. Η γεωθερμική ενέργεια και η Λέσβος. ΙΓΜΕ, Σ. Τακτικός. ΙΓΜΕ, Αθήνα 1995.
24. Εκτέλεση ερευνητικών εργασιών για τη μέτρηση της γεωθερμικής βαθμίδας στην περιοχή Στύψης της νήσου Λέσβου (υπερ ΔΕΗ). ΙΓΜΕ, Θ. Καβουρίδης, Γ. Καρυδάκης. ΙΓΜΕ, Αθήνα 1996.
25. Πολυκριτηριακές μέθοδοι αξιολόγησης ενεργειακών επενδύσεων. Η περίπτωση της γεωθερμίας. Κυριακή Χαραλαμπίδου. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, τμήμα Περιβάλλοντος, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στην Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση. Μυτιλήνη, Σεπτέμβριος 2000.

26. Energy. Its use and the environment. Roge A. Hinrichs, Saunders College Publishing, second edition.
27. Δυνατότητες εκμετάλλευσης του γεωθερμικού πεδίου της Χίου: η περίπτωση του γεωθερμικού πεδίου των Νενητών. Πτυχιακή εργασία. Μαρκαντώνης Βασίλης. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Περιβάλλοντος, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη 2000.
28. Η ανάπτυξη της γεωθερμίας: μια πολυκριτηριακή προσέγγιση: η περίπτωση του Πολυχνίτου. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Περιβάλλοντος, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών στην Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση, Μυτιλήνη 2002.

Διευθύνσεις στο διαδίκτυο:

1. www.lesvosonline.gr
2. www.visitlesvos.gr
3. www.hotsprings.gr
4. www.wikipedia.gr
5. www.petra.gr
6. www.northaegean.gr
7. www.mithymna.gr
8. www.ademlesv.gr