

Γεωμορφολογία, υδρογεωλογία και δυνατότητες αξιοποίησης των ιαματικών πηγών Θερμής Λέσβου

*Κ. Παυλόπουλος, Χ. Μορουκίον, Α. Ζαμάνη και Γ. Παπαγεωργάκης
Τομέας Γεωγραφίας - Κλιματολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 157 04 Αθήνα*

Περίληψη

Οι ιαματικές πηγές Θερμής βρίσκονται στον παραλιακό οικισμό Λουτρό Θερμής περίπου 11 km Β.Α. της Μυτιλήνης, πρωτεύουσας της νήσου Λέσβου. Οι θερμές ιαματικές πηγές της Θερμής ήταν γνωστές από την αρχαιότητα. Η λειτουργία των ιαματικών λουτρών συνεχίστηκε μέχρι την Τουρκοκρατία και στις αρχές του αιώνα μας κατασκευάζεται το ξενοδοχείο Σόρλιτζα που σήμερα είναι ιδιοκτησία του ΤΣΑΥ.

Η διαμόρφωση του τοπίου της στενότερης περιοχής Θερμής, οφείλεται κυρίως στο ρέμα Λουτρών, με τη δημιουργία ενός αλλουβιακού ριπιδίου. Το αλλουβιακό αυτό ριπίδιο που αποτελείται από αδρομερέστερο υλικό, μεταβαίνει πλευρικό προς τις ποταμοχειμώριες αποθέσεις του ρέματος Ποταμόκι μετατοπίζοντας προς βορρόν την κεντρική του κοίτη.

Το υπόβαθρο της νήσου Λέσβου αποτελείται από μια κρυσταλλική επιμεταμορφική σειρά, που περιλαμβάνει κυρίως αδιαπέρατους φυλλίτες και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με ενδιαστρώσεις φακών μαρμόρου. Ένα μεγάλο ρήγμα με διεύθυνση ΔΒΔ - ΑΝΑ είναι εμφανές στην περιοχή των Λουτρών Θερμής, που συνεχίζεται προς ΒΔ κατεύθυνση χωρίζοντας τα ανθρακικό πετρώματα από τα φυλλιτικό - σχιστολιθικά. Ένα άλλο μικρότερο ρήγμα είναι πιθανόν να διέρχεται από τα Λουτρά Θερμής με ΒΒΔ - ΝΝΑ κατεύθυνση. Η τομή των δύο ρηγμάτων φαίνεται ότι παίζει καθοριστικό ρόλο στην εμφάνιση της θερμομεταλλικής πηγής.

Μέρος του ιαματικού νερού διαχέεται στις γύρω Πλειστοκαινικές αποθέσεις, ιδιαίτερα προς τα βόρεια του κήματος όπου αναμιγνύεται με τον τοπικό φρεάτιο ορίζοντα. Οι χημικές αναλύσεις του ιαματικού νερού δείχνουν ότι αυτό προέρχεται από ζεστές σιδηρούχες αλιπηγές και ότι η συμμετοχή θαλασσινού νερού σε αυτή είναι πολύ σημαντική. Επίσης οι δοκιμαστικές αντλήσεις που έγιναν έδειξαν ότι η ανάμειξη του θαλασσινού νερού γίνεται σε μικρό βάθος.

Με βάση τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την μελέτη αυτή προτείνονται έργα υδρομάστευσης μεταξύ της γεώτρησης G1, Π2 και φρεατίου Α6 του αποστραγγιστικού αγωγού, αποθήκευση και εκμετάλλευση του θερμού ιαματικού νερού για την παραγωγή ζεστού νερού σε καλύτερα εξοπλισμένες λουτρικές εγκαταστάσεις.

Abstract

The Thermi spa is located near the coastal village of Loutra Thermis, about 11 km NE of the capital of Lesbos, Mytilini. They were known since ancient times. Their use continued even when the island was under Turkish rule till the beginning of this century when the present Sarlitz hotel was constructed.

The morphology of Thermi is owed mainly on the action of loutron stream and its alluvial fan which is composed of coarse fluvio-torrential sediments and intercalates with those of the smaller Potamaki stream pushing it to flow farther north.

The basement of the island of Lesbos is composed of crystalline epimetamorphic series, containing mainly impermeable and mica schists with intercalations of marble lenses. A WNW-ESE trending long fault is clearly visible in the vicinity of Loutra Thermis and continues to the NW thus separating the carbonate rocks from the phyllites-schists. A smaller one appears to be running through Loutra Thermis with a NNW-SSE direction. The intersection of the two faults seems to be playing a decisive role in the emergence of the hot springs.

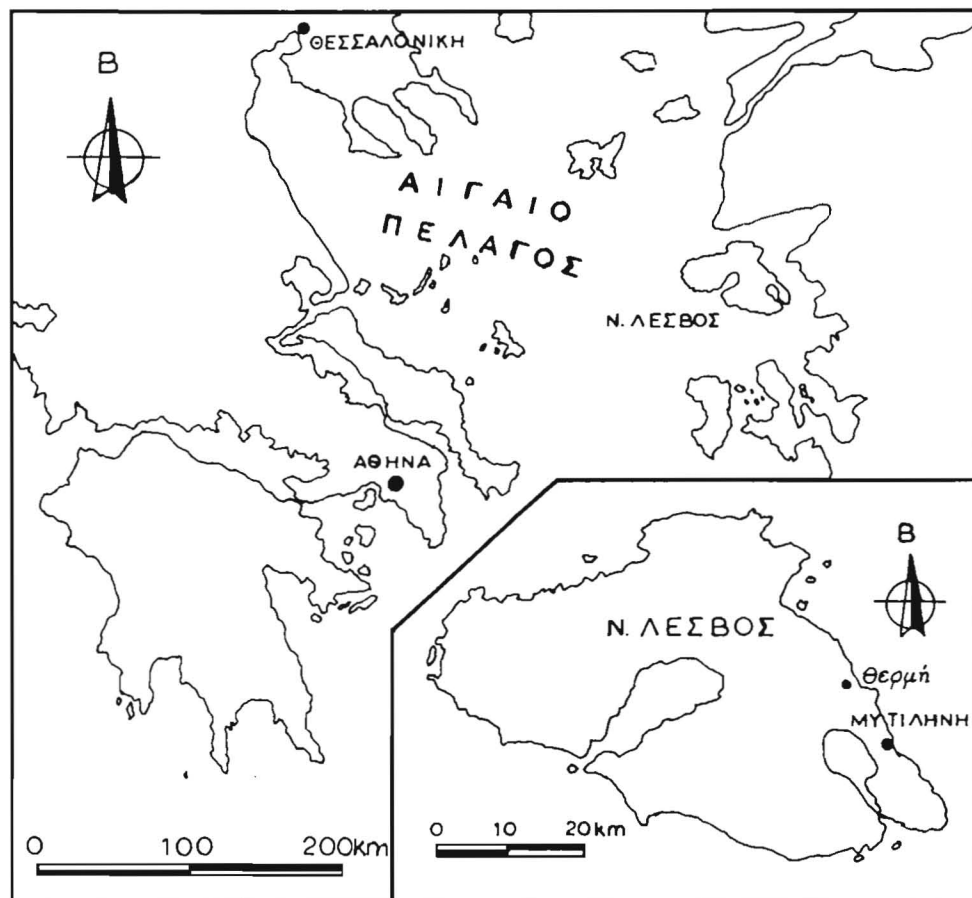
Part of the therapeutic water is diffused in the pleistocene sediments particularly towards the north where it mixes with the local water table. The chemical analyses of this water indicate that it originates from ferruginous saline springs where the contribution of seawater is very important. Several test pumpings showed that the mixing of the two waters takes place in shallow depths.

Based on the conclusions reached in this study, it is proposed to collect the hot waters through a drainage conduit and store them for exploitation in better equipped spa installations.

Εισαγωγή

Η Λέσβος βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του βορείου Αιγαίου. Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα νησιά του Αιγαϊακού χώρου και έχει

κατοικηθεί από αρχαιότατων χρόνων. Οι ιαματικές πηγές Θερμής βρίσκονται 11 km ΒΑ της πόλης Μυτιλήνης, πρωτεύουσας της νήσου Λέσβου και ο οικισμός των Λουτρών Θερμής ανήκει στο Δήμο Θερμής, του οποίου το ομώνυμο χωριό βρίσκεται περίπου 1,5 km δυτικά των ιαματικών πηγών (Σχ. 1).



Σχ. 1. Περιοχή μελέτης.

Ένας από τους αρχαιότερους οικισμούς της νήσου βρίσκεται περίπου 500 m νότια των Λουτρών της Θερμής. Η προϊστορική Θερμή ήκμασε από το 3000 π.Χ. έως το 1000 π.Χ. Ήταν ένας σημαντικός οικισμός και είχε στενές επαφές με τις απέναντι Μικρασιατικές ακτές (Τροία) και άλλους νησιωτικούς οικισμούς. Ένα τμήμα του έχει διαβρωθεί σήμερα από τη θάλασσα.

Οι θερμές ιαματικές πηγές της Θερμής ήταν γνωστές από την αρχαιότητα. Η αρχαιολογική σκαπάνη έχει φέρει στο φως αρχαίες λουτρικές κατασκευές κοντά στην παραλαρία της Λαυτρόπολης. Από τον 5ο π.Χ. αιώνα στην περιοχή αυτή υπήρχαν εγκαταστάσεις ενός θεραπευτηρίου αφιερωμένου στη Θερμία Άρτεμη. Σε ανασκαφές που πραγματοποιήθηκαν δυτικά των λουτρών αποκαλύφθηκαν τα θεμέλια οκταγωνικού κτιρίου στο κέντρο του οποίου υπήρχε λουτήρας. Ο χρόνος κατασκευής του τοποθετείται στον 1ο μ.Χ. αιώνα.

Στις αρχές του αιώνα μας κατασκευάζεται το Ξενοδοχείο Σάρλιτζα (κίτρινα νερά), το οποίο βρίσκεται ερειπωμένο σήμερα μέσα στην ιδιοκτησία του ΤΣΑΥ. Οι λουτρικές εγκαταστάσεις των λουτρών Θερμής, οι οποίες κατασκευάστηκαν στις αρχές του αιώνα, αποτελούνται από δυο συγκροτήματα λουτήρων. Το ένα εξ αυτών απαρτιζόταν από 8 ατομικούς λουτήρες βρίσκεται πίσω από το Ξενοδοχείο και σήμερα είναι ερειπωμένο. Το δεύτερο αποτελείται από 11 ατομικούς λουτήρες και βρίσκεται δυτικά της εισόδου του οικοπέδου ιδιοκτησίας ΤΣΑΥ. Πιο από το συγκρότημα αυτό υπάρχουν τέσσερις αναικτές δεξαμενές ψύξης του ιαματικού ύδατος χωρητικότητας 62 m^3 . Δυτικότερα αυτών υπάρχουν οι παλαιές εγκαταστάσεις δύο κοινών λουτήρων (χαμάμ) ανδρών και γυναικών, οι οποίες χρησιμοποιούντο πριν την κατασκευή των λουτήρων. Σήμερα χρησιμεύουν για δεξαμενισμό του ιαματικού ύδατος απ' όπου τροφοδοτούνται οι δεξαμενές ψύξης και κατόπιν οι λουτήρες και έχουν χωρητικότητα 115 m^3 .

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η εκτέλεση γεωλογικών, γεωμορφολογικών και υδρογεωλογικών ερευνών, για τον προσδιορισμό των στοιχείων εκείνων που είναι απαραίτητα για τη μελέτη κατασκευής έργων αξιοποίησης των ιαματικών πηγών της Θερμής.

Οι εργασίες που εκτελέστηκαν στα πλαίσια της έρευνας αυτής είναι οι εξής:

1. Αξιολόγηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και στοιχείων παλαιότερων ερευνών.
2. Γεωλογική - γεωμορφολογική - υδρογεωλογική χαρτογράφηση κλίμακας 1:5000.
3. Εκτέλεση επτά γεωτρήσεων στις θέσεις G1, G3, G4, G5, G6, G7 και G8 με αντίστοιχα βάθη 15, 6.2, 6, 6, 9.2, 9, και 10.4 μέτρων. Στις γεωτρήσεις G1 και G3 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία (καροτορία) μονού σωλήνα. Στη μεν γεώτρηση G1 δειγματοληψία έγινε από τα 6 μέχρι τα 11,60 μέτρα, στη δε G3 από τα 3 μέχρι τα 6 μέτρα.
4. Λήψη και χημική ανάλυση δειγμάτων νερού από το φρέαρ της ιαματικής πηγής της Θερμής ανδρών (χαμάμ), από την υπάρχουσα γε-

ώτρηση Π2 καθώς και από τις εκτελεσθείσες γεωτρήσεις G1, G4, G6, G7, G8. Έγινε επίσης και ανάλυση ενός δείγματος ιλύος από τις αποθέσεις των πηγών.

5. Έγιναν τρεις δοκιμαστικές αντλήσεις στις γεωτρήσεις G1, G7 και στο φρέαρ ανάβλυσης των πηγών και μετρήθηκαν οι χρόνοι πτώσης και επαναφοράς της στάθμης τους.
6. Στις γεωτρήσεις και στο φρέαρ έγιναν μετρήσεις πιεζομετρικής στάθμης και μετρήσεις θερμοκρασιών των υπογείων νερών.
7. Επεξεργασία αποτελεσμάτων της έρευνας και προτάσεις προγράμματος εργασιών.

Γεωλογία - Τεκτονική

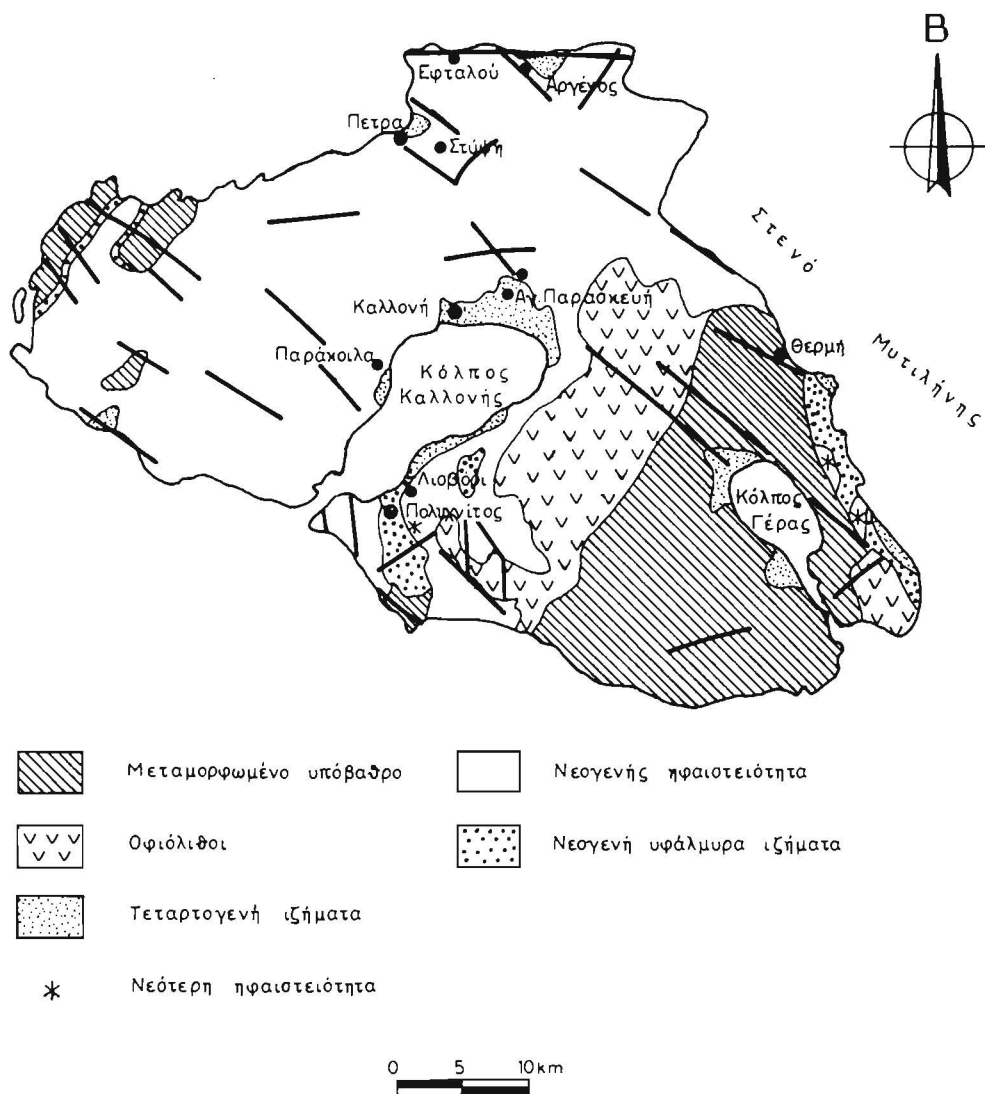
Το υπόβαθρο της νήσου Λέσβου αποτελείται από μια κρυσταλλική επιμεταμορφική σειρά (Σχ. 2), που περιλαμβάνει κυρίως αδιαπέρατους **φυλλίτες και μορμουργιακούς σχιστόλιθους** με ενδιαστρώσεις φακών μαρμάρου. Η ηλικία των σχηματισμών αυτών θεωρείται Ανωπαλαιοζωϊκή έως Τριαδική (Παπάκης 1966, Χριστόπουλος 1991). Τοπικά η σειρά αυτή περιέχει τεκτονικά εγκλείσματα αψιολιθικών σωμάτων εν μέρει σερπεντινωμένα. Διακρίνονται επίσης και δύο ηφαιστειακές σειρές.

Η **παλιότερη ηφαιστειακή σειρά** που παρουσιάζει μια ασβεστο-αλκαλική συγγένεια ηλικίας 19 έως 15 εκατομ. ετών και συνιστά την κύρια μάζα των ηφαιστειακών πετρωμάτων του νησιού. Ακολουθείται από ιγκνιμπρίτες με μέγιστα πάχη 100 m περίπου. Η ηφαιστειακή δραστηριότητα στη συνέχεια χαρακτηρίζεται από άξινα πυροκλαστικά και ανδραιοτικές έως βασαλτικές - ανδραιοτικές λάβες.

Η **νεότερη ηφαιστειακή σειρά** που αποτελείται από αλκαλικές βασαλτικές εκχύσεις που παρουσιάστηκαν στη διάρκεια ή και μετά το Κατώτερο Πλειόκαινο.

Τα **Νεογενή ιζήματα** που αποτελούνται από μάργες και ηφαιστειο-ιζηματογενείς αποθέσεις με τοπικές ασβεστολιθικές και αρενιτικές ενδιαστρώσεις.

Τρία κύρια συστήματα ρηγμάτων έχουν διαπιστωθεί στη νήσο Λέσβο με διευθύνσεις ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και Α-Δ. Το τελευταίο θεωρείται ακόμη ενεργό και προσβάλλει τη ζώνη του κόλπου Εντρεμίτ στην απέναντι πλευρά και την περιοχή Εφταλού Αργένου στη Βόρεια Λέσβο. Το ρήγμα αυτό δημιουργεί ευνοϊκές συθήκες ανάδου θερμών ρευστών.



Σχ. 2. Γεωλογικός χάρτης της νήσου Λέσβου κατά Φυτίκα κ.ά. (1989).

Λιθολογία της περιοχής Θερμής

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στην περιοχή των λουτρών Θερμής από τους παλαιότερους προς τους νεώτερους είναι οι εξής:

1. **Εμφανίσεις μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, φυλλιτών και ανθρακικών πετρωμάτων** (μαρμάρων και δολομιτών). Τα μάρμαρα παρουσιάζονται μέσο παχυστρωματώδη έως άστρωτα και καταλαμβάνουν τον κύριο ορεινό όγκο της περιοχής. Το ορατό τους πάχος υπερβαίνει τα 300 m. Η συμμετοχή των σχιστολίθων στο βόρειο και νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής της Θερμής είναι μεγαλύτερη από εκείνη των ανθρακικών πετρωμάτων. Οι σχηματισμοί αυτοί πιστεύεται ότι αποτελούν την αυτόχθονη ενότητα και είναι νεοπαλαιοζωϊκής ηλικίας.
2. **Πράσινοι σχιστόλιθοι**, εν μέρει μετακεροστιλβικοί και κυρίως μεταβασαλτικοί, τόφοι και μετατοφίτες. Στα ανώτερα μέλη του σχηματισμού επικρατούν μεταβασίτες και μεταμορφωμένα πετρώματα μαρμάρων, μοσχοβιτικών και σερικιτικών σχιστολίθων. Οι σχηματισμοί αυτοί θεωρούνται επωθημένοι στην προηγούμενη αυτόχθονη ενότητα ηλικίας νεοπαλαιοζωϊκής - Τριαδικής. Συναντώνται κυρίως νότια της προσχωσιγενούς πεδιάδας της Θερμής.
3. **Πυριγενή πετρώματα** που κυρίως αποτελούνται από: α) Ιγκνιμπρίτες, ρυολιθικού έως ρυοδακτιτικού χαρακτήρα Μειοκαινικής - Πλειοκαινικής ηλικίας, που εμφανίζονται βορειότερα της περιοχής της Θερμής. β) Βασάλτες και ενδιάμεσες λάβες Πλειοκαινικής ηλικίας με κύριες εμφανίσεις στους Πύργους Θερμής και Παμφύλλων.
4. **Νεογενή ιζήματα λιμναίας φύσης**, μαργών, μαργαϊκών ασβεστολίθων Πλειοκαινικής ηλικίας. Εμφανίζονται στην παράκτια περιοχή νοτιοανατολικά των Λουτρών Θερμής στην περιοχή Βίγλα - Ακρ. Μαχαίρα.
5. **Τεταρτογενείς σχηματισμοί**: Τα υλικά της προσχωσιγενούς πεδιάδας αποτελούνται από χαλαρές ποταμοχειμάρριες αποθέσεις με εναλλαγές κροκαλών, άμμων και αργίλων. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κροκαλών είναι ασβεστολιθικής σύστασης ενώ σε μικρότερο ποσοστό συμμετέχουν και οι σχιστολιθικές κροκάλες που είναι και μικρότερου μεγέθους. Το υλικό των κώνων αποτελείται από αδρομερέστερο υλικό από αυτό των ποταμοχειμάρριων αποθέσεων με την ίδια λιθολογική σύσταση. Στους Τεταρτογενείς σχηματισμούς περιλαμβάνονται και οι κολούβιες αποθέσεις στα περιθώρια της προσχωσιγενούς πεδιάδας της Θερμής που μεταβαίνουν πλευρικά στις αποθέσεις των κώνων και στις ποταμοχειμάρριες αποθέσεις.

Ένα μεγάλο ρήγμα με διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ είναι εμφανές στην περιοχή των Λουτρών Θερμής, που σχετίζεται προς ΒΔ κατεύθυνση χωρίζοντας τα ανθρακικά πετρώματα από τα φυλλιτικό-σχιστολιθικά. Ένα άλλο μικρότερο ρήγμα είναι πιθανόν να διέρχεται από τα Λουτρά Θερμής ΒΒΔ-ΝΝΑ κατεύθυνση. Η τομή των δύο ρηγιμάτων φαίνεται ότι παίζει καθοριστικό ρόλο στην εμφάνιση της θερμομεταλλικής πηγής.

Γεωμορφολογία

Η προσχωσιγενής πεδιάδα Θερμής ορίζεται από δυο ουστήματα ρηγμάτων διευθύνσεων Β.Α.-Ν.Δ. και Α.ΝΑ.-Δ.ΒΔ. (Σχ. 3), είναι έκτασης δυο περίπου τετραγωνικών χιλιομέτρων και διαρέεται από ένα μεγάλο χείμαρρο, το Ποταμάκι και από δυο μικρούς, το ρέμα Θερμής και το ρέμα Λουτρών.

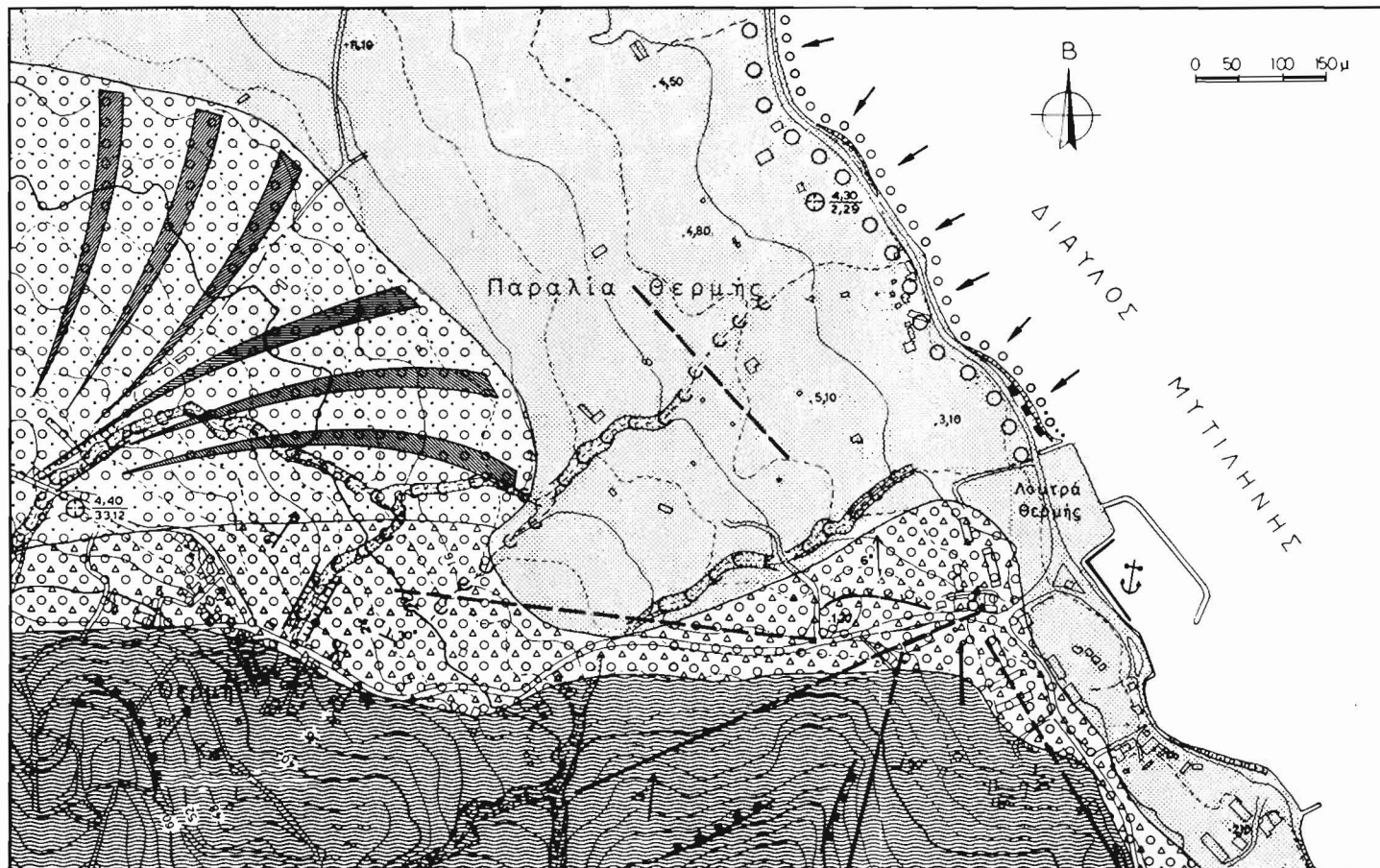
Στο νοτιοανατολικό τμήμα της βρίσκεται η περιοχή των Λουτρών Θερμής, στην οποία ανήκει και το τμήμα ιδιοκτησίας ΤΣΑΥ. Η λεκάνη απορροής των τριών χείμαρρων έχει εμβαδόν 36 km² περίπου και ο κύριος όγκος των επιφανειακών απορρεόντων υδάτων, χύνεται στη θάλασσα μέσω του χείμαρρου Ποταμάκι. Η διαδρομή της κοίτης του χείμαρρου αυτού (μακριά από το κτήμα ΤΣΑΥ) και ο πολύ χαμηλός συντελεστής της επιφανειακής απορροής δημιουργούν συνθήκες ανυπαρξίας κινδύνων από πλημμύρες στο κτήμα. Αν και είναι ο βορειότερος όλων και βρίσκεται εκτός του ορίου του τοπογραφικού χάρτη 1:5000, ο χείμαρρος αυτός είναι ο κύριος υπεύθυνος για τον σχηματισμό της προσχωσιγενούς πεδιάδας και εκβάλλει στο βορειοανατολικό της άκρο. Έχει μήκος 10 km περίπου και παρουσιάζει δενδριτικό υδρογραφικό δίκτυο που εκτείνεται επί των μαρμάρων και σχιστολίθων Περμο-Τριαδικής ηλικίας, ενώ ένα μικρό τμήμα του βρίσκεται επί των περιδοιτιτικών εμφανίσεων.

Το χαμηλό τμήμα της πεδιάδας αποτελείται κυρίως από χαλαρές ποταμοχειμάρριες αποθέσεις με εναλλαγές άμμων, αργίλων και κροκαλών. Τα υλικά αυτά είναι προϊόντα διάβρωσης και αποσάθρωσης των Περμο-Τριαδικής ηλικίας μαρμάρων και σχιστολίθων και προέρχονται από τους ορεινούς όγκους του Παλαμά και της Πλάτης.

Το ρέμα Θερμής έχει διεύθυνση ροής αρχικά προς βορράν, η οποία στη συνέχεια μεταβάλλεται σε βορειοανατολική κατόπιν σε ανατολική και τελικά σε βορειοανατολική. Οι εκβολές του βρίσκονται 250 m. περίπου βόρεια του κτήματος ιδιοκτησίας ΤΣΑΥ.





















Η διαμόρφωση του τοπίου της στενότερης περιοχής Θερμής, οφείλεται κυρίως στο ρέμα αυτό με την δημιουργία ενός αλλουβιακού ριπιδίου. Το αλλουβιακό αυτό ριπίδιο που αποτελείται από αδρομερέστερο υλικό, μεταβαίνει πλευρικά προς τις ποταμοχειμάρριες αποθέσεις του ρέματος Ποταμάκι μετατοπίζοντας προς βορράν την κεντρική του κοίτη (Σχ. 3).

Το ρέμα Λουτρών της περιοχής, ρέει ανατολικά της Θερμής και εκβάλλει λίγο βορειότερα του λιμενοβραχίονα της μαρίνας, ορίζοντας στο κατώτερο τμήμα το βόρειο σύνορο του κτήματος ιδιοκτησίας ΤΣΑΥ. Η συνεισφορά του ρέματος αυτού για τη δημιουργία της προσχωσιγενούς πεδιάδας είναι σημαντική. Μεταξύ όμως της λοφώδους περιοχής που αποτελείται από σχιστολίθους και της προσχωσιγενούς πεδιάδας,



Σχ. 3. Γεωμορφολογικός χάρτης περιοχής Θερμής Λέσβου.

Υ Π Ο Μ Ν Η Μ Α

	Πράσινοι σχιστόλιθοι, βασαλτικοί, κερροσιλβικοί κυρίως μεταβασαλτικοί τόφφοι. Εναλλάσσονται με τις νεώτερες παλαιοζωϊκές σειρές μαρμάρων-σχιστολίθων.	
	Ποταμοχειμάρεις αποθέσεις	
	Κολλούβιες αποθέσεις	
	Προσχωσιγενής πεδιάδα	
	Κοιλιάδες με αποστρωγγυλωμένο πυθμένα σχήματος U	
	Περιοχές κοιτών με έντονη κατά βάθος διάβρωση	
	Απότομη αλλαγή στην κλίση (> 40°)	
	Κυρτή κλιτύς	
	Μορφολογικές κλίσεις	
	Κλίσεις πετρωμάτων	
	Ρήγμα ορατό	
	Ρήγμα πιθανό	
	Ακτή με ανάμικτο υλικό	
	Ακτή με αδρομερές υλικό	
	Τεχνητά πληρωμένη ακτή	
	Χαλαρά υλικά	 Ιαματική πηγή θερμής
	Ακτή που υποχωρεί	
	Προβλήτα -λιμενοβραχίονας	 Ελιμενισμός σκαφών

αναπτύσσεται ζώνη κολλουβιακών αποθέσεων οι οποίες συνίστανται από γωνιώδη και υπογωνιώδη υλικά μαρμάρων και σχιστολίθων. Οι απαθέσεις αυτές που εκτείνονται και στο χώρο του κτήματος ιδιοκτησίας ΤΣΑΥ καθώς και στην περιοχή των πηγών, μεταβαίνουν πλευρικά και εναλλάσσονται με τις αποθέσεις της προσχωσιγενούς πεδιάδας.

Οι κλίσεις της τοπογραφικής επιφάνειας της προσχωσιγενούς πεδιάδας, του αλλουβιακού ριπιδίου και των κολλουβίων απαθέσεων είναι μικρές και κυμαίνονται από 1° μέχρι 6° . Αντίθετα στις περιοχές όπου εμφανίζεται το υγιές πέτρωμα, κυρίως στο νότιο και δυτικότεμο της περιοχής μελέτης, οι κλίσεις των κλιτύων είναι έντονες και φθάνουν τις 25° περίπου.

Στις γενικά ομαλές σκτογραμμές της περιοχής επικρατούν τα αδρομερή υλικά κυρίως από κροκάλες παρουσιάζονται όμως και μικρές συγκεντρώσεις άμμου βορείως του λιμενοβραχίονα του λιμένος Θερμής. Η ακτογραμμή υποχωρεί υπό την επίδραση των θαλάσσιων διεργασιών. Κατά το Ολόκαινο (τελευταία 10000 έτη), όπως είναι γνωστό (Morner, N. 1971) η θαλάσσια στάθμη ανυψώθηκε σταδιακά μέχρι τα σημερινά επίπεδα και κάλυψε τη χαμηλότερη περιοχή της Θερμής και κατ' επέκταση τμήμα του κτήματος ιδιοκτησίας ΤΣΑΥ.

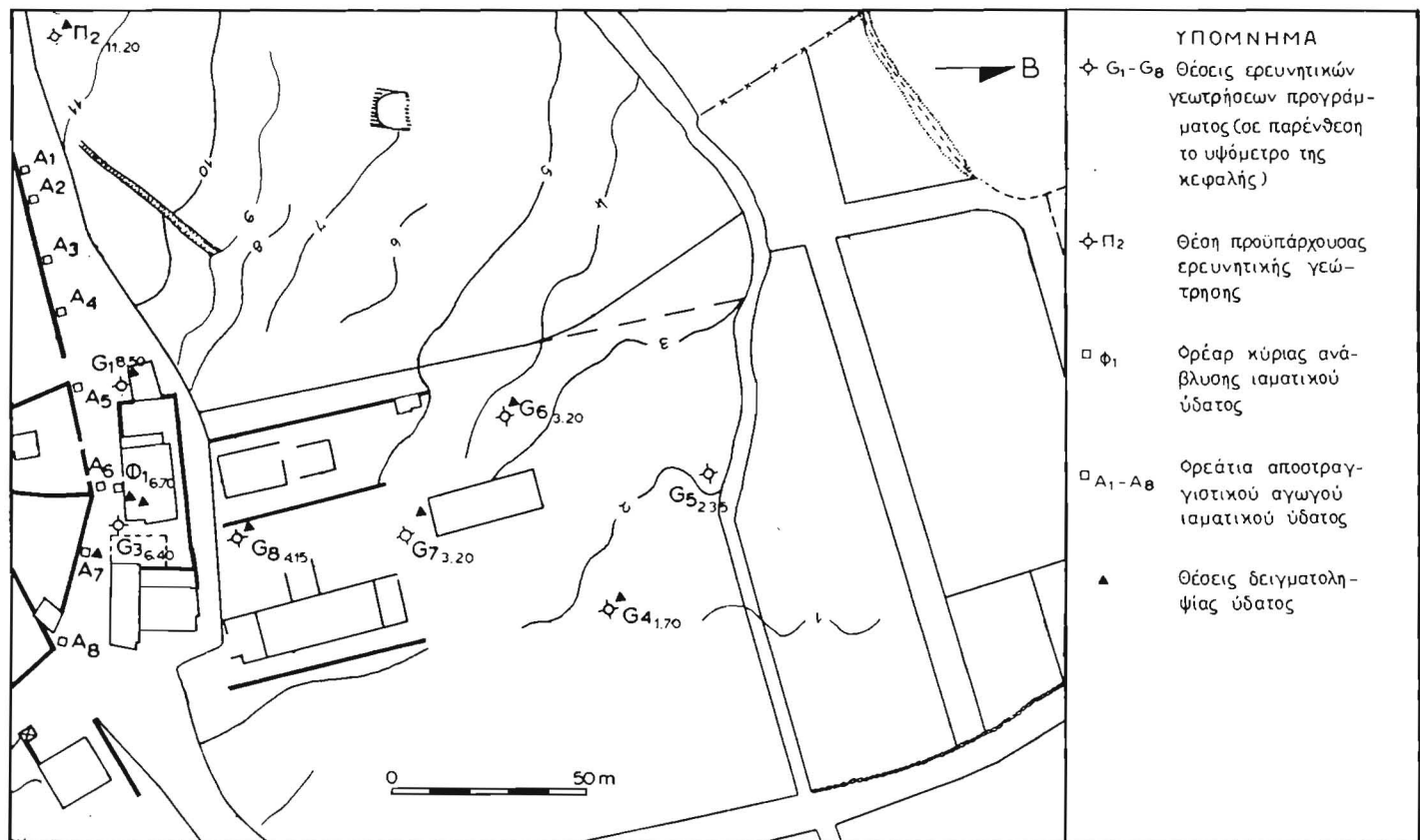
Κατά τη διάρκεια 1600-1850 μ.Χ. η ύπαρξη μιας περιορισμένης σε χρονική διάρκεια μικρής παγετώδους περιόδου με αύξηση των βροχοπτώσεων είχε ως επακόλουθο την προέλαση της χέρσου. Τους τελευταίους αιώνες παρατηρείται μια εκ νέου υποχώρηση των ακτών από τις θαλάσσιες διεργασίες του κυματισμού και των παρακτίων ρευμάτων. Σ' ένα τμήμα της ακτής, βόρεια του λιμενοβραχίονα, έγιναν έργα επιχωμάτωσης για τη διατήρηση και προστασία του παραλιακού δρόμου προς Μανταμάδο από τις διαβρωτικές θαλάσσιες διεργασίες.

Το παράκτιο ρεύμα που εντοπίστηκε από την γεωμορφολογική ανάλυση έχει διεύθυνση από βορά προς νότον. Το ρεύμα αυτό μεταφέρει και κυρίως απομακρύνει τα χερσαία υλικά διάβρωσης που προέρχονται από τον κυματισμό.

Υδρογεωλογία

Οι ιαματικές πηγές της Θερμής Λέσβου βρίσκονται σε περιαχτή Πλειστοκαινικών αποθέσεων που αποτελούνται από υλικά αποσάθρωσης κρυσταλλικών σχιστολίθων, μαρμάρων, ηφαιστειακών πετρωμάτων και οφιολίθων.

Τα νερά των βροχών κατεισδύουν στο υπέδαφος μέσω των ρωγμών, των υδροπερατών μαρμάρων και ηφαιστιτών, που συνιστούν μεγάλα τμήματα της ορεινής περιοχής, φθάνουν σε μεγάλα βάθη, θερμαίνονται,



Σχ. 4. Θέσεις γεωτρήσεων και εμφανίσεις ιαματικού ύδατος.

διαλύουν διάφορα ορυκτά και από άλλες παρόμοιες διαδρομές ανέρχονται, αφού κατά την πορεία τους αναμιχθούν και με θαλασσινό νερό (που κατεισδύει και αυτό σε μικρά ή μεγάλο βάθη) (Σχ. 4). Η άνοδος του ζεστού μεταλλικού νερού διευκολύνεται, όπως φαίνεται από δύο βαθιά ρήγματα, που τέμνονται στην περιοχή των πηγών και επιτρέπουν εδώ την ανάβλυσή του με τη βοήθεια της αρτεσιανής πίεσης που αυτό εν τω μεταξύ έχει αποκτήσει.

Λίγο πριν την ανάβλυσή του ένα μικρό μέρος του θερμομεταλλικού νερού διεισδύει και διαχέεται μέσα στις Πλειστοκαινικές αποθέσεις, όπου αναμιγνύεται με τον αβαθή φρεάτιο ορίζοντα της στενής περιοχής βόρεια, δυτικά και νότια της κύριας ανάβλυσης, η οποία εμφανίζεται στο φρεάτιο Φ1.

Τα παραπάνω στοιχεία για τον τρόπο εμφάνισης και ανάβλυσης του θερμομεταλλικού νερού προκύπτουν από την μορφή των ισοπιεζομετρικών (Σχ. 5) και των ισαθερμικών καμπυλών (Σχ. 6).

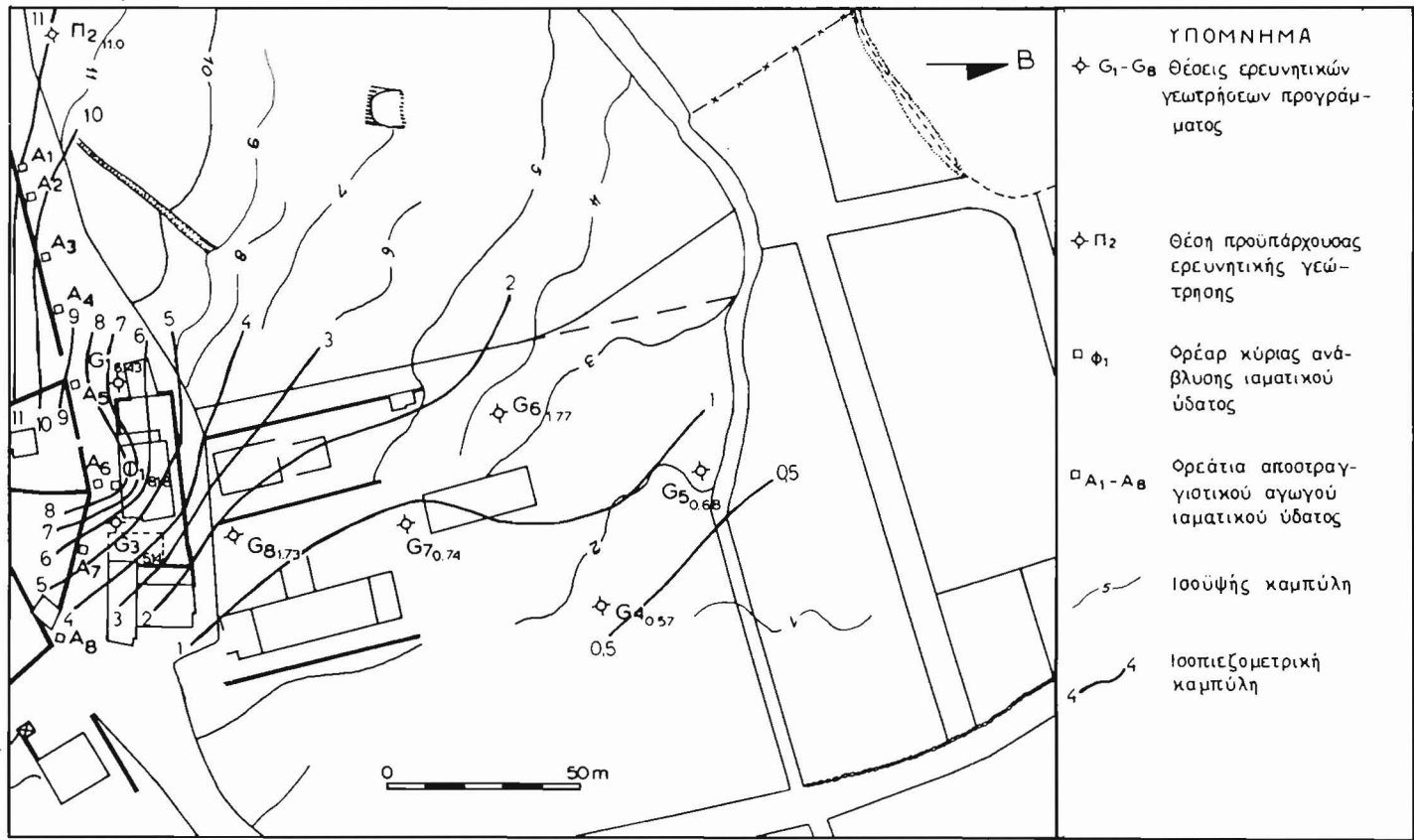
Σε όλες τις γεωτρήσεις που έγιναν δεν συναντήθηκε το υγιές γεωλογικό υπόβαθρο μέχρι τα 15 m βάθος, στα οποία έφθασαν οι γεωτρήσεις. Κατά θέσεις όμως διατρήθηκαν τεχνητές επιχώσεις και αρχαιολογικά στρώματα με τεμάχια κονιαμάτων, μαρμάρου και σκωριών (G1, G3).

Εκτελέστηκαν δοκιμαστικές άντλήσεις στο φρεάτιο Φ1 και στη γεώτρηση G7 καθώς και μετρήσεις πτώσης και επαναφοράς της πιεζομετρικής στάθμης. Στο Φ1 η στάθμη σταθεροποιήθηκε στα 104 cm μετά από 60' άντλησης με εκκίνηση 32 cm (πτώση 72 cm) και επανήλθε στα 34 cm μετά από 45', με παροχή 7 m³/h. Στη G3 γεώτρηση η στάθμη έπεσε από 1.20 m σε 1.72 m και δεν έδειξε η άντληση να επηρεάζει τη στάθμη του φρέατος Φ1. Σε αντίθεση η στάθμη της Γ3 επηρεάστηκε από την δοκιμαστική άντληση του φρέατος Φ1 και η στάθμη της κατέβηκε από 1.26 m σε 1.78 m μετά από 35' άντλησης στο Φ1, όταν δηλαδή σταθεροποιήθηκε αυτό.

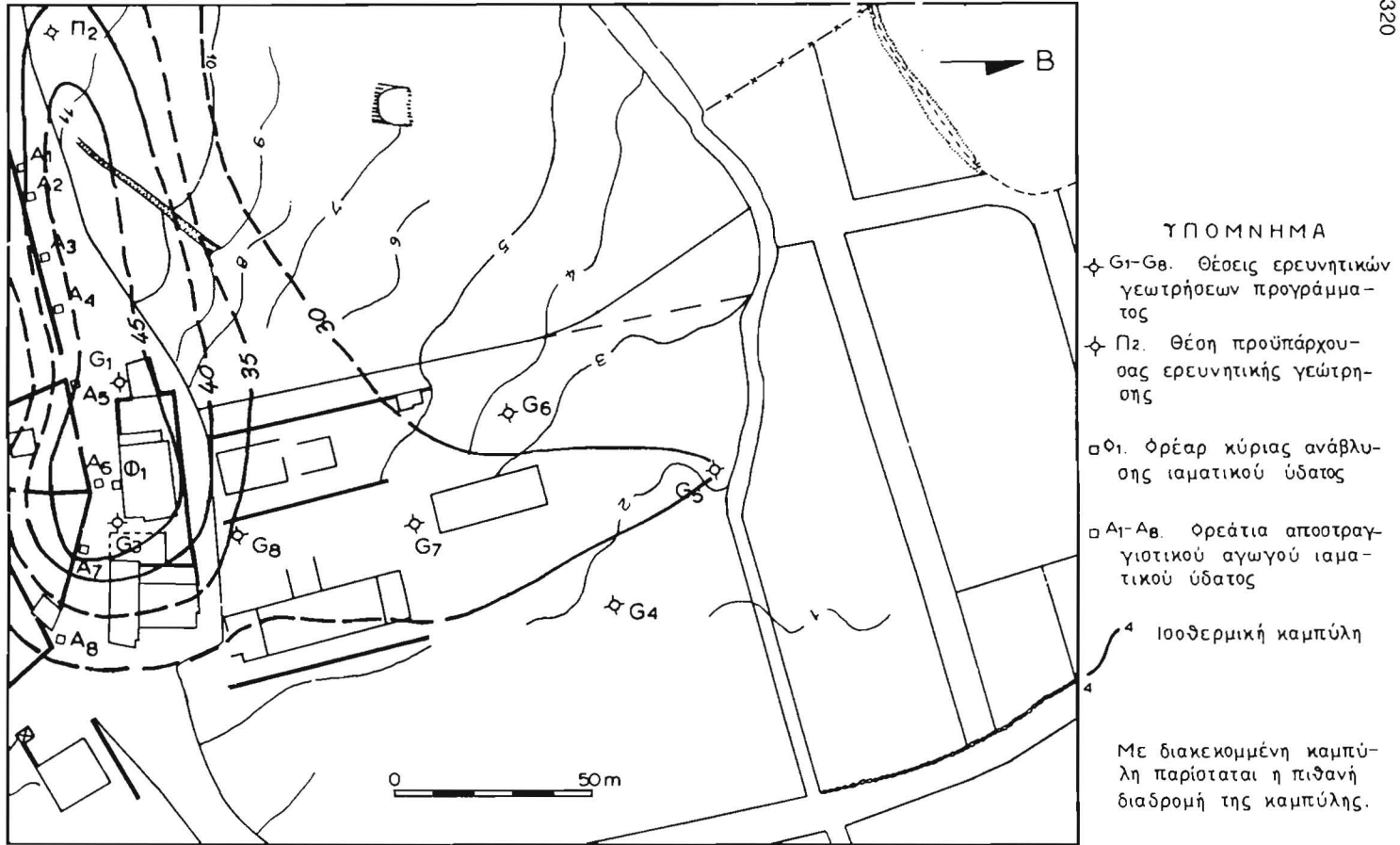
Η θερμοκρασία του νερού στους λουτήρες ήταν 42°C ενώ στις γεωτρήσεις Π2 ήταν 44°C και στα φρεάτια Α1-Α8 από 46°C μέχρι 42°C, στις 13/10/91. Αντίστοιχα στη G7 είχαμε 30-32°C μετά από δοκιμαστική άντληση παροχής 2.5 m³/h. Η στάθμη επαναφοράς ήταν 2.46 m μετά από 120' με αρχική στά 1.26 m.

Το συνολικό δυναμικό των πηγαίων αναβλύσεων υπολογίζεται από το φρέαρ Φ1 = 7 m³/h, από τον παλιό κοινό λουτήρα ανδρών = 20.9 m³/h και από τον αποστραγγιστικό αγωγό στη νότια παρυφή του δρόμου = 6 m³/h, αποδίδοντας συνολικά 32 m³/h.

Σήμερα καταναλώνονται $11 \times 2 \times 15 \times 0.5 = 165 \text{ m}^3/24 \text{ h} = 7 \text{ m}^3/\text{h}$, που υπολείπονται κατά πολύ της συνολικής δυναμικότητας των πηγών.



Σχ. 5. Χάρτης ισοπιεζομετρικών καμπυλών.



Σχ. 6. Λουτρά Θερμής. Χάρτης ισοθέμων καμπυλών από τις θερμοκρασίες των εμφανίσεων ύδατος.

Στην περιοχή της Θερμής παρατηρείται έντονη υφαλμύρυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα ο οποίος άμεσα επηρεάζεται από την υπόγεια διείσδυση του θαλασσίου ύδατος. Η διείσδυση αυτή οφείλεται:

- Στην απουσία αδιαπέρατων και στεγανών σχηματισμών, αργιλικών ενδιστρώσεων μεταξύ των ποταμοχειμάρριων αποθέσεων ή υγειών σχιστολίθων, έτσι ώστε να δημιουργείται φραγμός εισόδου του θαλασσινού νερού.
- Στις διαρρήξεις και στα ρήγματα των λιθολογικών σχηματισμών, που διευκολύνουν την υπόγεια κυκλοφορία και την επικοινωνία με τη θάλασσα.
- Στην υπερεκμετάλλευση των αποθεμάτων γλυκού νερού του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής, γεγονός που επιταχύνει τη διείσδυση του θαλασσινού νερού.

Άμεσο απατέλεσμα αυτών των συνθηκών, που επηρεάζουν τον χημισμό του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής, είναι η ανάμιξη του νερού των πηγαίων υδάτων με το θαλασσινό, τόσο στους επιφανειακούς ορίζοντες όσο και στους βαθύτερους, κυρίως λόγω της διείσδυσής του διαμέσου των ρηγμάτων διεύθυνσης Β.Α. - Ν.Δ. και Δ.ΒΔ - Α.ΝΑ. Αυτό εξάλλου προκύπτει από το γεγονός ότι, μετά από 1 h δοκιμαστική άντληση στη γεώτρηση G7 παρατηρήθηκε αύξηση στην τιμή της περιεκτικότητας σε χλωρίοντα (Cl^-) κατά 1650 mg/l περίπου, επιβεβαιώνοντας την άπαιξη ότι η ανάμιξη των νερών των υπογείων υδάτων και του θαλασσίου γίνεται κυρίως, στον επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα της πεδιάδας.

Υδροχημεία

Οι ιαματικές πηγές της Θερμής Λέσβου είναι θερμομεταλλικές πηγές, σιδηρούχες αλιπηγές, με κύρια συστατικά το χλωριούχο νάτριο και το χλωριούχο κάλιο (Πίν. 1). Με μεγάλη αναλογία υπάρχουν επίσης και το χλωριούχο ασβέστιο και χλωριούχο μαγνήσιο επίσης το θειϊκό ασβέστιο και θειϊκό μαγνήσιο σε περιεκτικότητες μικρότερες του 1/10 των χλωριούχων αλκαλίων, σχετικά μικρές περιεκτικότητες σε οξυανθρακικό ασβέστιο και οξυανθρακικό μαγνήσιο, μικρή περιεκτικότητα σε οξυανθρακικό σίδηρο και ελάχιστη σε χλωριούχο αμμώνιο.

Τα νερά των πηγών επηρεάζονται από την διείσδυση του θαλασσινού νερού σε ποσοστό 85%. Η ανυπαρξία τριτίου στο δείγμα αποδεικνύει ότι η ανάμειξη του θαλασσινού νερού γίνεται σε μικρό βάθος και απόσταση από τις πηγές, καθώς επίσης και ότι το νερό αναβλύζει μετά από μία μάλλον μακριά βαθειά κυκλοφορία που οδηγεί σε χημικές μετατροπές σε σύγκριση προς την αρχική σύσταση του θαλασσινού νερού. Η

υπόθεση αυτή επιβεβαιώνεται και από την μεγάλη αύξηση του Ca συνοδευόμενη από ελάττωση του Mg και των θειικών και μια αξιόλογη ποσότητα ιχνοστοιχείων.

Δείγμα	G7	G1	G6	G4	Πηγή Θερμ. Φρ.	Χαμάμ	Γεώτρηση Π2
Cl ⁻	14843	18906	10000	16562	18281	21406	21718
SO ₄ ²⁻	1625	2125	5500	2000	2500	2250	2375
PO ₄ ³⁻	83	113	89	212	721	180	191
Na	5940	7420	4305	6940	7720	7710	7720
Ca	1750	2150	960	1890	1710	1740	1670
K	315	365	230	345	365	375	365
Mg	535	710	310	850	740	740	725
Si	18	15	28	19	17	20	21
Fe	15.3	0.8	59.0	1.1	11.5	6.6	9.6
Mn	6.6	15	4.6	1.7	0.9	0.9	1.7
Zn	44	5.2	2.02	11.6	0.06	0.07	0.10
Cu	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻: χρωματομετρική ανάλυση

Na, Ca, K, Mg, Si, Fe, Mn, Zn: ανάλυση με αταμική απορρόφηση (AAS)

Όλες οι τιμές είναι σε mg/lit.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Χημικές αναλύσεις δειγμάτων νερού από τις γεωτρήσεις, την Πηγή και τον παλιό κοινό λουτήρα ανδρών (χαμάμ).

Στα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης του δείγματος ιζήματος από τον πυθμένα του παλαιού κοινού λουτήρα των ανδρών (Πίν. 2), είναι χαρακτηριστική η συμμετοχή των οξειδίων σιδήρου (Fe₂O₃ + FeO σε ποσοστό 42,56% και ακολουθούν τα οξείδια SiO₂ (12,4%), Na₂O (9%), και CaO (6,7%).

Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε % σε ξηρά ουσία.

SiO ₂ = 12,4	MgO = 1,1
TiO ₂ = 0,03	CaO = 6,7
Al ₂ O ₃ = 0,4	K ₂ O = 0,45
Fe ₂ O ₃ = 39,4	Na ₂ O = 9,0
FeO = 3,16	Cr < 0,01
MnO = 0,2	L.O.I. = 26,0

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Χημική ανάλυση ιζημάτων από τον πυθμένα του παλαιού κοινού λουτήρα ανδρών.

υμπεράσματα - Προτάσεις

Η διαμόρφωση του τοπίου της στενότερης περιοχής Θερμής, οφείλεται κυρίως στο ρέμα Λουτρών με τη δημιουργία ενός αλλουβιακού ριπιδίου. Το αλλουβιακό αυτό ριπίδιο που αποτελείται από αδρομερέςτερο υλικό, μεταβαίνει πλευρικά προς τις ποταμοχειμάρριες αποθέσεις του ρέματος Ποταμάκι μετατοπίζοντας προς βορράν την κεντρική του κλίτη.

Το παράκτιο ρεύμα που εντοπίστηκε από τη γεωμορφολογική ανάλυση έχει διεύθυνση από βορά προς νότον. Το ρεύμα αυτό μεταφέρει και κυρίως απομακρύνει τα χερσαία υλικά διάβρωσης που προέρχονται από τον κυματισμό.

Ο πολύ χαμηλός συντελεστής επιφανειακής απορροής, δημιουργεί συνθήκες ανυπαρξίας κινδύνων από πλημμύρες.

Οι ιαματικές πηγές των λουτρών Θερμής έχουν ως κύρια ανάβλυση το φρεάτιο Φ1 και τους δύο παλαιούς κοινούς λουτήρες. Επίσης παρατηρείται σημαντική ανάβλυση ιαματικού νερού δυτικότερα, κατά μήκος του δρόμου προς Θερμή και συγκεκριμένα μεταξύ των φρεατίων Α1 και Α6.

Οι χημικές αναλύσεις του ιαματικού νερού δείχνουν ότι αυτό προέρχεται από ζεστές σιδηρούχες αλιπηγές και ότι η συμμετοχή θαλασσινού νερού σε αυτή είναι πολύ σημαντική, πιθανώς της τάξης του 85%. Επίσης οι δοκιμαστικές αντλήσεις που έγιναν έδειξαν ότι η ανάμειξη του θαλασσινού νερού γίνεται σε μικρό βαθμό.

- Μέρος του ιαματικού νερού διαχέεται στις γύρω Πλειστοκαινικές αποθέσεις, ιδιαίτερα προς τα βόρεια του κτήματος όπου αναμειγνύεται με τον τοπικό φρεάτιο ορίζοντα.
- Η συνολική παροχή των διαφόρων αναβλύσεων ιαματικού νερού, δηλαδή 'στο φρεάτιο Φ1, στους κοινούς λουτήρες και στον αποστραγγιστικό αγωγό του δρόμου υπολογίστηκε σε 770 m³/ημέρα περίπου, που υπολείπεται κατά πολύ της σημερινής κατανάλωσης. Τα 670 m³/ημέρα προέρχονται από το φρεάτιο Φ1 και τους παλαιούς κοινούς λουτήρες.

Με βάση τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη αυτή προτείνονται τα παρακάτω για πιθανή αξιοποίηση των ιαματικών πηγών Θερμής Λέσβου.

- Έργα υδρομάστευσης μεταξύ της γεώτρησης G1, P2 και φρεατίου A6 του αποστραγγιστικού αγωγού, με παράλληλη υδρογεωλογική μελέτη και επίβλεψη.
- Απαθήκευση και εκμετάλλευση του θερμού ιαματικού νερού που σήμερα παραμένει ανεκμετάλλευτο για την παραγωγή ζεστού νεραού.
- Έργα ανάπτυξης τουριστικών και λουτρικών εγκαταστάσεων, μετά από ανάλογη χωροταξική-αρχιτεκτονική μελέτη.

Βιβλιογραφία

- Κατσικάτσος, Γ., Σφέτας, Κ. (1978). Έκθεσις υδρογεωλογικής αναγνώρισεως θερμομεταλλικών πηγών νήσου Λέσβου. ΙΓΜΕ.
- Morner, N. (1971). Eustatic changes in the last 30000 years. *Paleogeography Paleoclimatology Paleoecology*, 13, 1-14.
- Παπάκης, Ν. (1966). Γεωλογική και γεωχημική μελέτη μεταλλικών πηγών Θερμής Μυτιλήνης. ΙΓΜΕ.
- Παπασταματάκης, Α., Λεώνης Κ. (1982). Γεωχημική έρευνα για τη γεωθερμία 1. Περιοχή Λέσβου. ΙΓΜΕ.
- Χριστάπουλος, Π. (1991). Υδρογεωλογική αναγνώριση ιαματικών πηγών Θερμής. Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου, Διεύθυνση ΥΠΕΧΩΔΕ.