

ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ
Η περίπτωση των τεχνητών πηγών νερού των αρχαίων Αβδήρων

Από
ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ ΒΑΒΛΙΑΚΗ
Τομέας Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας
του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Zusammenfassung: *In dieser Arbeit werden physisch-geographische und historische Elementen korreliert. Diese Korrelation erlaubt uns die folgende begründete Hypothesen zu führen.*

a. Dass, «die Brunnen ohne Wasser» die die alten Avderiten bauten, künstliche Wasserguellen waren.

b. Dass, das Funktionsprinzip der künstliche Wasserguellen auf dem Phänomen der Kondensation des Atmosphärenwasserdampfes beruht.

c. Dass, diese Quellen von Mai bis September jedes Jahr funktionierten.

d. Dass, die alten Avderiten gezwungen waren solche Quellen zu bauen, weil die Hydrographie, das Klima und die Geologie des Gebietes von Avdira das ausreichende Trinkwasser während des Sommers nicht liefern konnte.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τους ιστορικούς οι αρχαίοι χαρακτηρίζαν τους Αβδηρίτες ανόητους (Εγκ. Υδρία, Εγκ. Ελευθερουδάκη). Οι ίδιοι όμως ιστορικοί δεν μπορούσαν και δεν μπορούν να συσχετίσουν τον παραπάνω χαρακτηρισμό για τους Αβδηρίτες με τις δυνατότητες και τη φήμη των συγχρόνων φιλοσόφων τους, όπως του Λεύκιππου, του Δημόκριτου, του Πρωταγόρα, του Ανάξαρχου κ.α. Μεταξύ των άλλων που αναφέρονται για την απόδειξη της μωρίας τους, αναφέρεται και το γεγονός ότι οι Αβδηρίτες έκτιζαν «βρύσες χωρίς νερό» (Εγκυκλ. Ελευθερουδάκης, Τομ.1, σελ. 23).

Με την εργασία αυτή επιχειρείται ένας συσχετισμός φυσικογεωγραφι-

κών και ιστορικών δεδομένων, που μας επιτρέπει να κάνουμε βάσιμες υποθέσεις ότι οι βρύσες χωρίς νερό των Αβδηριτών ήταν απόδειξη της σοφίας τους, την οποία δεν μπορούσαν να αντιληφθούν ή δεν ήθελαν να παραδεχθούν οι σύγχρονοί τους.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΑΒΔΗΡΩΝ

Τα Άβδηρα, αρχαία ελληνική πόλη της Θράκης, βρίσκονται μεταξύ των εκβολών του Νέστου και της λιμνοθάλασσας της Βιστωνίδας. Εξετάζοντας κανείς την υδρογραφία της περιοχής των αρχαίων Αβδήρων, διαπιστώνει την έλλειψη φυσικών πηγών νερού. Οι πλησιέστερες βρίσκονται σε απόσταση 3,5 Km, όπως αυτές κοντά στο χωριό Βελόνη. Επίσης στη γύρω περιοχή δεν υπάρχουν ρέματα με παροχή νερού όλο το χρόνο, τα οποία θα μπορούσαν να καλύψουν μερικώς τις ανάγκες των κατοίκων σε νερό, ιδιαίτερα κατά την ξηρή θερινή περίοδο. Ούτε και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν και επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή ήταν ευνοϊκές, ώστε το νερό της βροχής να κάλυπτε ένα μέρος των αυξημένων αναγκών των κατοίκων κατά τη θερινή περίοδο. Με βάση τα στοιχεία που αναφέρονται από τον Μπαλαφούτη (1977, σελ. 87), για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Καβάλας και Αλεξανδρούπολης, μπορούμε να πούμε ότι το ύψος βροχής τους 3 μήνες του θέρους, στην περιοχή των αρχαίων Αβδήρων δεν ξεπερνά τα 80 mm.

Συνεπώς τα υδρολογικά και κλιματικά στοιχεία της περιοχής δεν φαίνεται να επηρέασαν τους Αβδηρίτες στην επιλογή της θέσης ίδρυσης της πόλης. Πιθανόν η στρατηγική σημασία της θέσης να ήταν το μοναδικό στοιχείο που ενδιέφερε τους Αβδηρίτες, προκειμένου να κτίσουν την πόλη τους. Πρέπει να αναφερθεί ότι η θάλασσα πριν από 2.500 χρόνια, προχωρούσε 1,5 μέχρι 2 Km βορειότερα από τη σημερινή ακτή και σχημάτιζε δυτικά από τα αρχαία Άβδηρα φυσικό λιμάνι (Ψιλοβίκος 1984, Ψιλοβίκος κ.α. 1986).

Λαμβάνοντας υπόψη τα υδρολογικά και κλιματικά στοιχεία της περιοχής που αναφέραμε παραπάνω, θα πρέπει να υποθέσουμε ότι οι Αβδηρίτες γνώριζαν έναν τεχνικό τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να εξασφαλίσουν το απαιτούμενο νερό για την ύδρευση της πόλης. Από πληροφορίες της Εφόρου Αρχαιοτήτων Καβάλας (προσωπική επικοινωνία), οι ανάγκες της πόλης σε νερό θα πρέπει να καλύπτονταν από πηγάδια, πολλά από τα οποία έχουν εντοπιστεί με τις ανασκαφές που γίνονται στο χώρο των αρχαίων Αβδήρων.

Τα πηγάδια όμως παρουσιάζουν τις εξής πρακτικές αδυναμίες: α) Δεν μπορούν να κατασκευαστούν πάντοτε εκεί που χρειάζεται κανείς το νερό. β) Συχνά κατά τη διάρκεια του θέρους στερεοούν και γ) όταν κατασκευά-

ζονται σε μικρό υψόμετρο και κοντά στη θάλασσα μετά από υπεράντληση επηρεάζονται συχνά από θαλασσινό νερό.

Πολλά από τα πηγάδια των Αβδηριτών κατά τη διάρκεια του θέρους θα πρέπει να στέρευαν ή να ήταν ακατάλληλα για πόσιμο νερό. Αυτό μπορεί να το υποθέσει κανείς από τη γεωλογία της περιοχής. Τα πηγάδια που κατασκευάζονταν σχετικά ψηλά, σε μικρό βάθος συναντούσαν το υπόβαθρο (γνεύσιοι) και κατά τη διάρκεια του θέρους στέρευαν εξαιτίας του μικρού πάχους των υπερκειμένων ιζημάτων. Αυτά που κατασκευάζονταν χαμηλά μετά από υπεράντληση κατακλύζονταν από θαλασσινό νερό.

Συνεπώς σε κάποιο στάδιο εξέλιξης της πόλης τα πηγάδια που λειτουργούσαν δεν θα μπορούσαν να καλύψουν τις ανάγκες των κατοίκων σε πόσιμο νερό, ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο του έτους. Άλλωστε εξαιτίας των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στον ευρύτερο χώρο της Ελλάδας και σήμερα ακόμη η ύδρευση μιας εξελισσόμενης πόλης είναι δύσκολη και πολλές φορές προβληματική.

Τα στοιχεία που αναφέραμε μέχρι τώρα μας επιτρέπουν να κάνουμε τη σκέψη ότι σε κάποια φάση εξέλιξης της πόλης έγινε επιτακτική η ανάγκη της εξεύρεσης πόσιμου νερού που θα εξασφάλιζε την επιβίωση των κατοίκων και το μέλλον της πόλης.

Από πού όμως θα μπορούσαν να προμηθευτούν οι κάτοικοι μιας πόλης πόσιμο νερό το καλοκαίρι, όταν ούτε η υδρογραφία, ούτε το κλίμα, ούτε και η γεωλογία της περιοχής δεν ευνοούσαν; Στην περίπτωση αυτή μόνον αν πετύχαιναν να δεσμεύσουν το νερό της ατμόσφαιρας θα μπορούσαν να ανακουφιστούν από τη λειψυδρία της θερινής περιόδου. Κάτι τέτοιο προϋπόθετε την εφεύρεση μιας μεθόδου με την οποία θα προκαλούσαν τεχνητή συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας. Επειδή η λειτουργία των τεχνητών πηγών νερού που περιγράφονται στη συνέχεια βασίζεται στη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια του θέρους, επιβάλλεται να αναφερθούμε προηγουμένως στις προϋποθέσεις με τις οποίες μπορεί να παρατηρήσει κανείς το φαινόμενο αυτό στη φύση.

3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ ΝΕΡΟΥ

Παίρνοντας υπόψη αυτά που αναφέραμε παραπάνω, οι σοφοί της τότε εποχής έπρεπε να βρουν μία μέθοδο με την οποία θα μπορούσαν να δεσμεύσουν το νερό της ατμόσφαιρας.

Η ποσότητα του νερού που περιέχεται στην ατμόσφαιρα είναι συνάρτηση της υγρασίας και θερμοκρασίας του αέρα. Σύμφωνα με τον Bögli (1978, σελ. 77) με θερμοκρασία 30°C και υγρασία 70%, 1m³ ατμοσφαιρικού αέρα περιέχει 21 gr. νερού. Αν ψυχθεί στους 10°C τότε θα σχηματισθούν από τη συμπύκνωση 11.6 gr. νερού. Το φαινόμενο της συμπύκνωσης το μελέτησε

και ο Αριστοτέλης στα Θρακικά Όρη, όπως αναφέρει ο Bögli (1978, σελ. 77). Στα όρη ως γνωστόν, εξαιτίας της πτώσης της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα το φαινόμενο αυτό έχει ορατά αποτελέσματα. Ορατή είναι επίσης η συμπύκνωση των υδρατμών στα σπήλαια και ειδικά σ' αυτά με δύο ή περισσότερες οπές επικοινωνίας με τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Σύμφωνα με τους Trimmel (1968) και Bögli (1978), σε σπήλαια, όπως του σχήματος 1, κατά τη διάρκεια του θέρους, εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ του αέρα των σπηλαίων και του ατμοσφαιρικού, δημιουργούνται ρεύματα αέρος με διάφορες τιμές εντάσεων. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται και στο σχ. 1, κατά τη διάρκεια του θέρους εισέρχεται ζεστός αέρας στο σπήλαιο από τις ψηλότερες οπές 2, 3, 4, όπου ψύχεται και αποβάλλει ένα μέρος των υδρατμών υπό μορφή ύδατος. Στη συνέχεια βγαίνει από τη χαμηλότερη οπή 1, επειδή με την πτώση της θερμοκρασίας του στο χώρο του σπηλαίου γίνεται βαρύτερος.

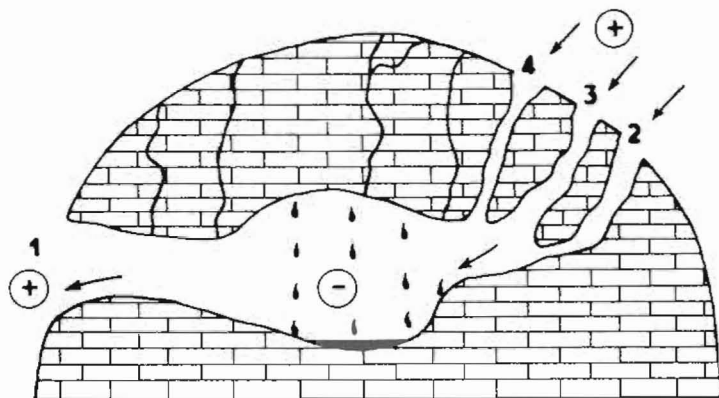
Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα των σπηλαίων κατά τη διάρκεια του έτους είναι ασημαντες, Σωτηριάδης (1976) και σύμφωνα με τους Trimmel (1968, σελ. 87) και Bögli (1978, σελ. 225) η θερμοκρασία του αέρα των σπηλαίων αντιστοιχεί στη μέση ετήσια του ατμοσφαιρικού αέρα.

Η πρώτη ιστορικά διαπιστωμένη τεχνητή συμπύκνωση υδρατμών είναι αυτή που αναφέρεται από τον Trombe (1952, σελ. 40 από Bögli 1978). Συγκεκριμένα αναφέρει ότι η ρωμαϊκή πόλη Θεοδοσία στη Κριμαία εξασφάλιζε το απαιτούμενο νερό από 13 μεγάλους σωρούς ασβεστολιθικών λίθων, οι οποίοι τις ζεστές ημέρες του έτους είχαν συνολική παροχή πάνω από 720 m³.






Επίσης ο Chaptal (1932 από Bögli 1978) έχει αποδείξει πειραματικά ότι στο Montpellier ένας σωρός λίθων με όγκο 4m³ μπορεί να αποδώσει πάνω από 2 λίτρα νερό την ημέρα.

Οι σωροί λίθων της πόλης Θεοδοσία κατά τη γνώμη μας, αντιστοιχούσαν σε τεχνητές πηγές, των οποίων το νερό προέρχονταν από τη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας. Με τη συγκέντρωση λίθων με τη μορφή σωρών επεδίωκαν οι Ρωμαίοι να δημιουργήσουν ένα χώρο ανάλογο μ' αυτό του σπηλαίου του σχ. 1, όπου η θερμοκρασία του αέρα σ' αυτό να μην επηρεάζεται σημαντικά από την αντίστοιχη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας. Σε ορισμένες θέσεις και σε διαφορετικά υψόμετρα θα πρέπει να υπήρχαν στους σωρούς δύο ή περισσότερες οπές, οι οποίες επέτρεπαν την επικοινωνία του αέρα των διακένων μεταξύ των λίθων των σωρών και του ατμοσφαιρικού αέρα. Δηλαδή έκαναν μια κατασκευή ανάλογη με αυτή του σχ. 1. Ζεστός αέρας έμπαινε μέσα στα διάκενα των λίθων των σωρών, όπου ψύχονταν, απέβαλε ένα μέρος των υδρατμών υπό μορφή ύδατος και έφευγε από τη χαμηλότερη οπή, επειδή μετά την ψύξη ο αέρας γίνονταν βαρύτερος.

Σχ. 1. Σχηματική τομή υπόγειου έγκοιλου (σπηλαιού) όπου παρατηρείται το φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών κατά τη διάρκεια του θέρους.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ↙ Διεύθυνση ρεύματος αέρα μέσα στο έγκοιλο.
-  Μάρμαρα
-  Χώρος υπόγειου έγκοιλου.
- 1...4 Οπές επικοινωνίας του χώρου του έγκοιλου με την ατμόσφαιρα.
-  Σταγόνες ύδατος από τη συμπύκνωση των υδρατμών.
-  Σχετικά θερμότερος αέρας.
-  Σχετικά ψυχρότερος αέρας.

4. ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΠΗΓΩΝ

Όπως αναφέραμε παραπάνω η θερμοκρασία του αέρα των σπηλαίων είναι σχεδόν σταθερή και αντιστοιχεί στη μέση ετήσια θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα. Συνεπώς για να λειτουργήσουν τέτοιες πηγές σε μια συγκεκριμένη θέση, θα πρέπει η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα που μπαίνει στα κενά των λίθων των σωρών, να είναι μεγαλύτερη από τη

μέση ετήσια θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα της περιοχής.

Για την περιοχή των Αβδήρων π.χ. αν λάβουμε υπόψη μας τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των παράκτιων μετεωρολογικών σταθμών Καβάλας και Αλεξανδρούπολης, η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι περίπου 15°C (Μπαλαφούτης 1977). Αν ο όγκος των σωρών των τεχνητών πηγών στην περιοχή αυτή είναι τέτοιος, ώστε ο χώρος μεταξύ των λίθων να μην επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα, τότε η θερμοκρασία μέσα σ' αυτό το χώρο θα είναι περίπου 15°C .

Αν τώρα παρατηρήσουμε τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των παραπάνω μετεωρολογικών σταθμών που δίνονται από τον πίνακα 1 διαπιστώνουμε ότι οι πηγές αυτές δεν μπορούν να έχουν παροχή από το μήνα Οκτώβριο μέχρι και τον Απρίλιο. Γιατί, όπως αναφέραμε παραπάνω, ο ατμοσφαιρικός αέρας που θα μπει στους σωρούς των λίθων θα πρέπει να έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη μέση ετήσια της περιοχής που έχουν κατασκευαστεί οι πηγές.

Πρέπει να αναφερθεί επίσης, ότι για μια συγκεκριμένη υγρασία αέρος η συμπύκνωση των υδρατμών είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ατμοσφαιρικού αέρα και του αέρα στον εσωτερικό χώρο των τεχνητών πηγών. Δηλαδή η παροχή τους γίνεται τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα, δεδομένου ότι η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου των πηγών είναι περίπου σταθερή.

Δυστυχώς δεν υπάρχουν ιστορικά στοιχεία μέχρι τώρα που να μας πληροφορούν για τις διαστάσεις, τις παροχές και ιδιαίτερα για τον ακριβή τρόπο κατασκευής των τεχνητών πηγών. Όπως αναφέρει όμως ο Trombe (1952), οι 13 μεγάλοι σωροί λίθων τις ζεστές ημέρες είχαν συνολική παροχή 720 m^3 . Συνεπώς τέτοιες πηγές με ορισμένες προϋποθέσεις είναι δυνατόν να έχουν μεγάλες παροχές.

Πίνακας 1. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες του αέρα των μετεωρολογικών σταθμών Καβάλας και Αλεξανδρούπολης, Β. Ελλάδα (Μπαλαφούτης 1977, σελ. 46).

Μετεωρ. Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Καβάλα	4,27	6,03	8,37	13,40	18,47	22,65	25,25	25,22	20,97	15,12	10,41	6,02
Αλεξαν- δρούπολη	5,02	6,25	7,80	13,81	19,23	23,46	25,80	25,55	20,59	15,00	10,37	5,68

5. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΠΗΓΩΝ

Ασφαλώς θα περίμενε κανείς ότι αφού το νερό των πηγών αυτών προέρχεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, να έχει τις ιδιότητες του νερού της βροχής. Αν όμως λάβουμε υπόψη ότι για την κατασκευή των τεχνητών πηγών της πόλης Θεοδοσία χρησιμοποιήθηκαν κομμάτια από ασβεστόλιθο και το γεγονός ότι ο ασβεστόλιθος είναι διαλυτός στο νερό της βροχής, τότε χωρίς αμφιβολία το νερό των πηγών αυτών έχει μια ορισμένη ποσότητα όξινου ανθρακικού ασβεστίου $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Αλλά και η πληροφορία που δίνουν οι ιστορικοί, ότι οι βρύσες χωρίς νερό ήταν μεγάλες και μαρμάρινες μας επιτρέπει να κάνουμε τη σκέψη ότι και το νερό των τεχνητών πηγών των Αβδηριτών περιείχε μια ποσότητα $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥΝ ΟΤΙ ΟΙ ΑΒΔΗΡΙΤΕΣ ΓΝΩΡΙΖΑΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΝΕΡΟΥ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΡΩΜΑΙΟΥΣ

Εφόσον ιστορικά είναι βεβαιωμένα ότι οι αρχαίοι Αβδηρίτες έκτιζαν «βρύσες χωρίς νερό», τα παρακάτω στοιχεία συνηγορούν με την άποψη ότι αυτές ήταν τεχνητές πηγές νερού.

α) Η κατηγορία που τους απηύθυναν οι σύγχρονοί τους ότι «έκτιζαν βρύσες χωρίς νερό». Η κατηγορία αυτή είναι εν μέρει δίκαιη, γιατί 7 μήνες του έτους οι βρύσες που κατασκευάζονταν στη θέση των τεχνητών πηγών ήταν πρακτικά χωρίς νερό.

β) Ο χρόνος λειτουργίας των τεχνητών πηγών. Ότι οι πηγές αυτές λειτουργούσαν μόνο τη θερινή περίοδο του έτους είναι ένα στοιχείο απόλυτα προσαρμοσμένο στις κλιματικές συνθήκες, την υδρογραφία και γεωλογία της περιοχής των αρχαίων Αβδήρων. Τεχνητές πηγές νερού π.χ. που θα λειτουργούσαν μόνο το χειμώνα θα ήταν χωρίς ιδιαίτερη σημασία για τους κατοίκους των Αβδήρων. Γιατί, όπως προαναφέραμε, το πρόβλημα της λειψυδρίας το αντιμετώπιζαν κυρίως κατά τη διάρκεια του θέρους.

γ) Η αρχή λειτουργίας των τεχνητών πηγών νερού. Όπως αναφέραμε ήδη, η αρχή της λειτουργίας τους βασίζεται στο φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών. Το φαινόμενο αυτό είναι μετεωρολογικό. Όπως αναφέρεται όμως από αρχαίους συγγραφείς, ο Δημόκριτος δεν υστερούσε σε κανένα τομέα από οποιοδήποτε άλλο φιλόσοφο, ξεχώριζε όμως για τις ιδιαίτερες γνώσεις του στα μετεωρολογικά φαινόμενα, Παπαδόπουλος (1974), (Εγκυκλ. «Υδρία», Τ.20, σ. 273). Η παραπάνω πληροφορία μας επιτρέπει να κάνουμε τη σκέψη ότι η σύλληψη της αρχής της λειτουργίας των πηγών αυτών δεν ήταν έξω από τις δυνατότητες του Δημόκριτου, του φιλόσοφου που είχε τη δυνατότητα να διατυπώσει και να θεμελιώσει μια ατομική θεωρία.

δ) *Η ύπαρξη καρστικών σπηλαίων κοντά και στην ευρύτερη περιοχή των αρχαίων Αβδήρων.* Όπως αναφέραμε ήδη, το φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας είναι ορατό στα σπήλαια, κυρίως σ' αυτά που έχουν δύο ή περισσότερες οπές επικοινωνίας με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Σε απόσταση 5 Km ΒΔ από τη θέση των αρχαίων Αβδήρων υπάρχει σπήλαιο μέσα στα μάρμαρα της περιοχής «Γαλάζιος Λόφος». Ένα τμήμα του σπηλαίου αυτού καταστράφηκε εξαιτίας της προσωρινής λειτουργίας λατομείου.

Θα πρέπει να τονιστεί επίσης ότι τα καρστικά σπήλαια με δύο ή περισσότερες οπές, προδίδουν τη θέση τους κατά τις ψυχρές ημέρες του χειμώνα. Συγκεκριμένα κατά τις ημέρες αυτές (θερμοκρασία αέρος περίπου 0°C) ψυχρός αέρας μπαινεί από τη χαμηλότερη οπή 1 στο χώρο του σπηλαίου (σχ. 2), όπου θερμαίνεται, εμπλουτίζεται σε υδρατμούς και ως ελαφρότερος εξέρχεται από τις οπές 2, 3, 4. Κατά την έξοδο του αέρα από το σπήλαιο προκαλείται σχεδόν αυτόματα συμπύκνωση των υδρατμών του. Το φαινόμενο αυτό είναι τόσο χαρακτηριστικό, ώστε και σήμερα ακόμα να δημιουργείται η εντύπωση στους κατοίκους πολλών περιοχών ότι στη θέση τέτοιων σπηλαίων λειτουργούν ηφαίστεια κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Μια τέτοια περίπτωση είναι γνωστή στα Όρη της Λεκάνης κοντά στο χωριό Κεχρόκαμπο Καβάλας.

Συνεπώς η καρστική γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής των αρχαίων Αβδήρων προσέφερε και προσφέρει τις προϋποθέσεις για την παρατήρηση και μελέτη του φαινομένου της συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας.

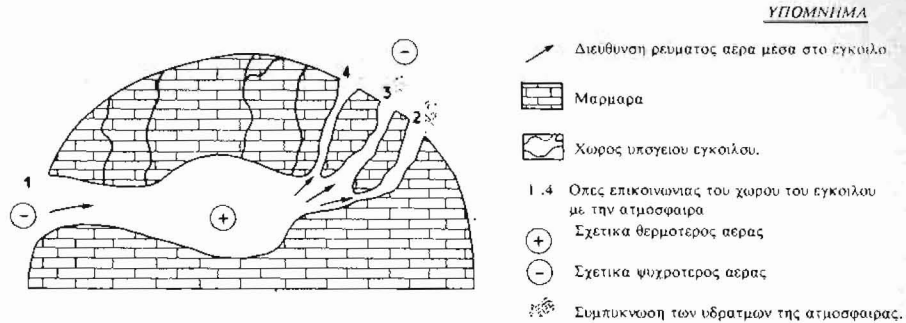
Άλλωστε, μήπως δεν ήταν τυχαίο το γεγονός ότι ο Αριστοτέλης παρατήρησε το φαινόμενο αυτό στα Θρακικά Όρη; Οι ιστορικοί είναι πλέον αρμόδιοι για να απαντήσουν.

ε) *Η δυνατότητα επιλογής της θέσης κατασκευής των τεχνητών πηγών.* Τέτοιες πηγές μπορούν να κατασκευαστούν σε οποιαδήποτε θέση είναι απαραίτητο το νερό. Το πλεονέκτημά τους αυτό κάλυπτε την αδυναμία των Αβδηριτών να μη μπορούν να κατασκευάζουν πηγάδια σε επιθυμητές θέσεις, εξαιτίας της γεωλογίας και της γεωγραφικής θέσης των αρχαίων Αβδήρων.

στ) *Το υλικό κατασκευής των τεχνητών πηγών.* Όπως αναφέραμε παραπάνω, οι τεχνητές πηγές νερού των Ρωμαίων κατασκευάζονταν από ασβεστολιθικούς λίθους, ενώ οι βρύσες χωρίς νερό των Αβδηριτών από μάρμαρο. Τα μάρμαρα και οι ασβεστόλιθοι, ως γνωστό, είναι ανθρακικά πετρώματα.

Η παραπάνω ομοιότητα του υλικού κατασκευής των τεχνητών πηγών νερού των Ρωμαίων και των βρυσών χωρίς νερό των Αβδηριτών εκφράζει όχι μόνο κάποια συγγένεια μεταξύ τους, αλλά συνηγορεί και με την άποψη ότι οι αρχαίοι Αβδηρίτες μιμήθηκαν τη φύση στην προσπάθειά τους να ε-

Σχ. 2. Σχηματική τομή υπόγειου εγκοίλου (σπηλαιού) όπου παρατηρείται το φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών κατά τη διάρκεια του χειμώνα.



ξασφαλίσουν πόσιμο νερό. Είναι γνωστό ότι μόνο σε μάρμαρα και ασβεστολιθούς σχηματίζονται καρστικά σπήλαια με μεγάλη διάρκεια ζωής, που εξασφαλίζουν τις προϋποθέσεις συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι οι αρχαίοι Αβδηρίτες στην προσπάθειά τους να λύσουν το πρόβλημα της λειψυδρίας πρέπει να κατασκεύασαν και να εκμεταλλεύτηκαν με επιτυχία τεχνητές πηγές νερού, που από τους συγχρόνους τους χαρακτηρίστηκαν «βρύσες χωρίς νερό».

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BÖGLI, A., 1978: Karsthydrographie und physische Speläologie. *Springer Verlag, Berlin - Heidelberg-New York, 292 s.*
- CHAPTAL, L., 1932: La lutte contre la sécheresse. *La Nature 289, 449-454.*
- ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ, Χ., 1977: Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και της Δυτικής Θράκης. *Διδακτορική Διατριβή, Φ.Μ.Σ. Αρ. Παν/μίου Θεσ/νίκης, 121 σ.*
- ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Α., 1974: Δημόκριτος, ο φιλόσοφος και φυσιοδίφης, ο θεωρητικός της δημοκρατίας. Αθήνα.
- ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ, Λ., 1976: Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας, σελ. 330, Θεσσαλονίκη.
- TRIMMEL, π., 1968: Höhlenkunde. - *Braunschweig, 300 σ.*
- TROMBE, F., 1952: Traité de spéléol. *Payot, Paris.*
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., 1984. Παλαιογεωγραφική εικόνα των Αρχαίων Αβδηρών. *Εφορία Προϊστορ. και Κλασσ. Αρχαιοτήτων Καβάλας, (Report).*
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε., ΛΑΙΓΓΑΛΗΣ, Θ., 1986. Φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες της πρόσφατης εξέλιξης του Δέλτα του Νέστου. *3ο Επισημ. Γεωλ. Συνέδριο, της Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. (υπό εκτύπωση).*

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι εγκυκλοπαιδείες:

- α) ΥΔΡΙΑ, Μεγάλη γενική εγκυκλοπαίδεια, Τομ. 20.
- β) ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΔΑΚΗ, Σύγχρονος εγκυκλοπαίδεια, Τομ. 1.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Η περίπτωση των τεχνητών πηγών νερού των αρχαίων Αβδηρών

Από

ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ ΒΑΒΛΙΑΚΗ

*Τομέας Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας
του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*

Στην εργασία αυτή γίνεται ένας συσχετισμός φυσικο-γεωγραφικών και ιστορικών στοιχείων. Ο συσχετισμός αυτός μας επιτρέπει να κάνουμε τις εξής βάσιμες υποθέσεις:

α) Ότι «οι βρύσες χωρίς νερό» τις οποίες έκτιζαν οι αρχαίοι Αβδηρίτες ήταν τεχνητές πηγές νερού.

β) Ότι η αρχή της λειτουργίας των τεχνητών πηγών βασιζονταν στο φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας.

γ) Ότι οι πηγές αυτές λειτουργούσαν κυρίως από το Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο.

δ) Ότι οι αρχαίοι Αβδηρίτες αναγκάστηκαν να κατασκευάσουν τις τεχνητές πηγές, επειδή η υδρογραφία, οι κλιματικές συνθήκες και η γεωλογία της περιοχής των Αβδηρών, δεν τους εξασφάλιζαν το απαιτούμενο ποσοστό νερό κατά τη διάρκεια του θέρους.

Τα χειρόγραφα κατατέθηκαν στις 2.10.86