

ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ / ΥΔΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΩΣ ΒΑΣΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Α.Π.Θ.,
ΕΠΙΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ SALZBURG ΑΥΣΤΡΙΑΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη προϊστορικών και ιστορικών πολιτισμών σε οποιοδήποτε τμήμα της γήινης επιφάνειας κατά την εξέλιξη της ανθρωπότητας, προϋποθέτει την ύπαρξη σ' αυτό φυσικής ή ανθρωπογενούς υποδομής.

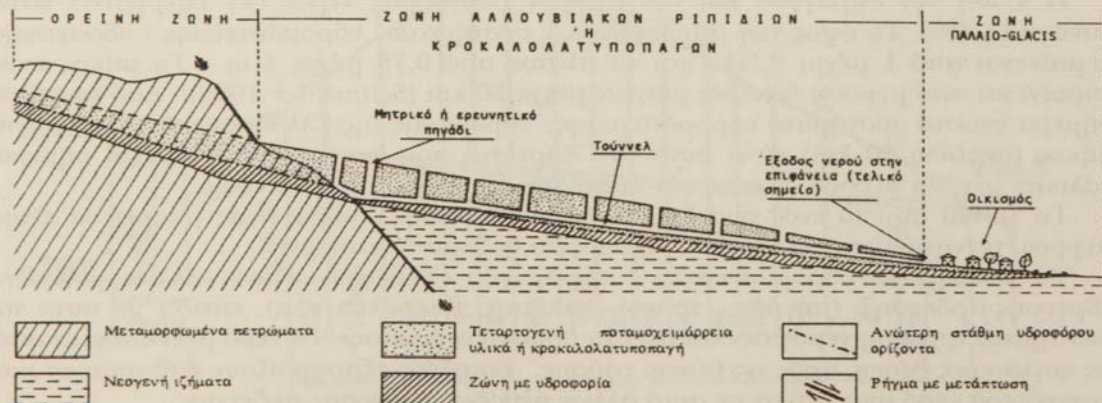
Η σημασία του καρστ ως άμεση ή έμμεση φυσική υποδομή για τη μόνιμη εγκατάσταση προϊστορικών ή ιστορικών κοινωνιών στο χώρο της Ελλάδος εξετάστηκε από το Βαβλιάκη (1987, 1995).

Στην εργασία αυτή εξετάζονται τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής(*) ως βασική ανθρωπογενής υποδομή για την ανάπτυξη προϊστορικών και ιστορικών πολιτισμών του Ελλαδικού χώρου.

2. ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ / ΥΔΡΑΓΩΓΗΣ

Σύμφωνα με τον Bobek (1962) ως συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής θεωρούνται συστήματα υπόγειων αγωγών (σήραγγα) με τη βοήθεια των οποίων υδρομαστεύεται ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας και το νερό με τη βοήθεια της φυσικής κλίσης εξέρχεται στην επιφάνεια.

Η κατασκευή ενός συστήματος υδρομάστευσης / υδραγωγής απαιτεί αφενός μεν την χρησιμοποίηση απλών μέσων, αφετέρου μεγάλη τεχνικογεωλογική εμπειρία. Έχει την αρχή του σ' έναν υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, που για τον εντοπισμό του κατασκευάζεται στο ανώτερο τμήμα μιας κλιτύς το καλούμενο μητρικό ή ερευνητικό πηγάδι.

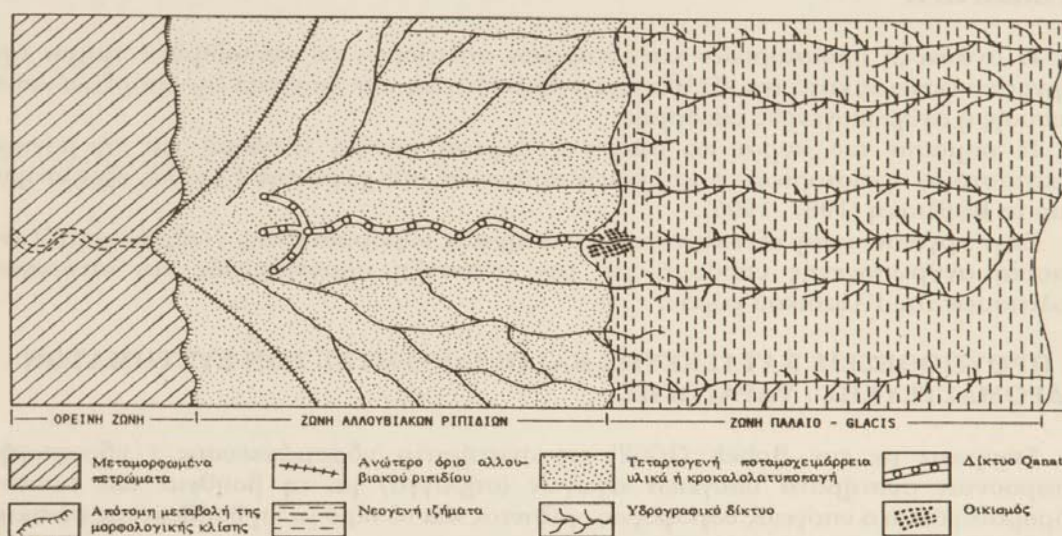


ΕΙΚ. 1 Απεικόνιση ενός συστήματος υδρομάστευσης/υδραγωγής στην Επαρχία Φυλλίδας Σερρών σε σχηματική τομή με γεωλογικά και γεωμορφολογικά δεδομένα. Τα χαρακτηριστικά του συμπίπτουν σχεδόν με αυτά του ιρανικού τύπου συστήματος υδρομάστευσης / υδραγωγής κατά Bobek (1962).

Longitudinal cross-section of a Qanat at the region of Phillida, Serres. They have identical features with the Iranian type Qanat according to Bobek (1962).

πηγάδι (Σχ. 1). Το βάθος αυτού του πηγαδιού σύμφωνα με το Βαβλιάκη (1989) για τα μέχρι σήμερα γνωστά συστήματα στην Ελλάδα κυμαίνεται από 5 μέχρι 25 m, ενώ σύμφωνα με τον Troll (1963) στο Condabad φτάνει τα 300 m.

Το ψηλότερο τμήμα ενός συστήματος υδρομάστευσης / υδραγωγής αποτελεί τη ζώνη υδρομάστευσης και αποτελείται από περισσότερους του ενός αγωγούς (σήραγγα) (Σχ. 2). Κατά τη διεύθυνση της μέγιστης κλίσης σε ορισμένες αποστάσεις (10 μέχρι 30 m) κατασκευάζονται πηγάδια τα οποία χρησιμεύουν για την εκχωμάτωση και τον εξαερισμό κατά τη διάρκεια κατασκευής του συστήματος και για τη συντήρηση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του.



ΕΙΚ. 2 Σχηματική κάτοψη ενός συστήματος υδρομάστευσης / υδραγωγής της Επαρχίας Φυλίδας Σερρών με γεωλογικά και γεωμορφολογικά δεδομένα.
Scetch map of a Qanat region in Fylida Serres area with geological and geomorphological data.

Η κλίση των σηράγγων και των αγωγών μεταφοράς νερού δεν υπερβαίνει κατά κανόνα το 4%. Το ύψος των σηράγγων των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής κυμαίνεται από 1 μέχρι 2,5 m και το πλάτος από 0,75 μέχρι 1 m. Το μήκος τους κυμαίνεται από μερικές δεκάδες μέτρων μέχρι 50 km (Schmieder 1965). Από τα μέχρι σήμερα γνωστά συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής της Ελλάδος το μεγαλύτερο σε μήκος (περίπου 20 km) είναι αυτό του Χορτιάτη που για δυο αιώνες μέχρι σήμερα κάλυπτε μεγάλο μέρος των αναγκών ύδρευσης της πόλης της Θεσ/νίκης.

Το τελικό σημείο ενός συστήματος υδρομάστευσης / υδραγωγής μπορεί να είναι τάφρος, τεχνητή λίμνη, συντριβάνι, ή υπόγεια δεξαμενή (κιστέρνα).

Τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής υπερέρχουν έναντι άλλων μεθόδων ύδρευσης-άρδευσης, (πηγάδια, τροχοί άντλησης, βαρούλκα κλπ), επειδή με αυτά τα συστήματα η χρήση νερού δεν απαιτεί τη δαπάνη ενέργειας. Το νερό ρέει υπόγεια από τις ψηλότερες θέσεις προς τις θέσεις χρήσης. Επιπλέον εξασφαλίζουν καθαρότερο και υγιεινότερο νερό συγκριτικά με αυτό άλλων μεθόδων ύδρευσης-άρδευσης.

Η παροχή τους κυμαίνεται από 1 m³/h μέχρι και 80 m³/h.

Από μορφολογική άποψη ιδανικές περιοχές κατασκευής των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής θεωρούνται τα περιθώρια λεκανών, όπου στα βαθύτερα στρώματα απαντούν αδιαπέρατα πετρώματα, ενώ πάνω απ' αυτά έχουν αποθεθεί νεώτερα πετρώματα που τα συστατικά υλικά τους είναι υδροπερατά.

Ο Ελλαδικός χώρος ανήκει στις ιδανικές περιοχές κατασκευής συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής, διότι αφενός μεν σ' αυτόν απαντούν σε μεγάλη συχνότητα

οι μορφολογικές και υδρογεωλογικές προϋποθέσεις κατασκευής των συστημάτων αυτών, αφετέρου οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες για τη λειτουργία τους.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής θεωρούνται περσική ανακάλυψη κατά το τέλος του 7ου π.Χ. αιώνα.

Αναμφίβολα τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν από τους Πέρσες ευρύτατα και χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα. Η άποψη όμως ότι ανακάλυψαν τη μέθοδο με βάση τα στοιχεία, τα οποία αναφέρονται στη συνέχεια, θα πρέπει να επανεξεταστεί.

3. ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ / ΥΔΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

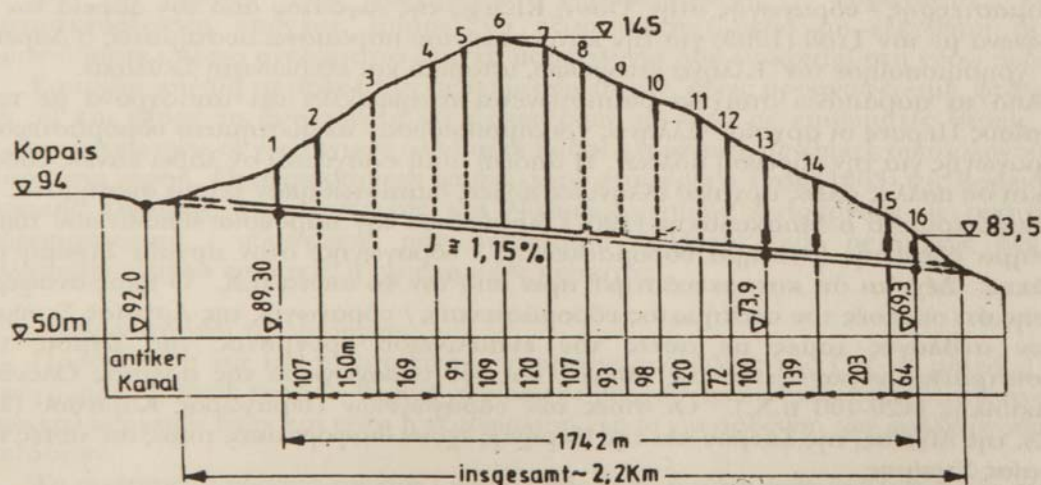
3.1. Κατά την προϊστορική περίοδο

Σύμφωνα με την Μυθολογία ο λαβύρινθος ήταν δαιδαλώδεις υπόγειες στοές. Αλλά και τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής, όπως αναφέραμε ήδη, στη ζώνη υδρομάστευσης τους είναι δαιδαλώδη, δεδομένου ότι σ' αυτή οι σήραγγες κατά κανόνα είναι περισσότερες της μιας.

Σύμφωνα με τον Λάζο (1993), ο Δαίδαλος, συνέχισε την πτήση του μέχρι την Σικελία όπου έγινε γνωστός και για την κατασκευή υδραυλικών έργων.

Η εννοιολογική ομοιότητα του Λαβύρινθου με τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής και η ιδιότητα του Δαίδαλου (υδραυλικού-Μηχανικού), μας επιτρέπει να κάνουμε τη βάσιμη υπόθεση, ότι ο λαβύρινθος που κατασκευάστηκε κατά τη Μινωϊκή Περίοδο πρέπει να ήταν συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής. Η άποψη όμως αυτή για να αποδειχθεί χρειάζεται συνδυασμένη έρευνα από επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων. Από τους Knauss et al. (1984) στην περιοχή της Κωπαίδας ανακαλύφθηκε μεταξύ των άλλων και τεχνητή καταβόθρα (σήραγγα) μήκους 2.500 m, ύψους 1,80 m. και πλάτους 1,5 m, με 16 πηγάδια τα οποία διανοίχθηκαν κατά το χρόνο της κατασκευής της σήραγγας (Σχ. 3). Το έργο αυτό κατασκευάστηκε από τους Μινύες (1450 π.Χ.) στην προσπάθειά τους να αποχετεύσουν τα νερά της Κωπαίδας προς τη θάλασσα (Βλ. Σχ. 3).

Συγκρίνοντας κανείς το Σχ. 1 και Σχ. 3 διαπιστώνει την απόλυτη ομοιότητα κατασκευής των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής και της τεχνητής καταβόθρας των Μινύων. Η μόνη διαφορά εντοπίζεται στο στόχο κατασκευής τους. Τα συστήματα



ΕΙΚ. 3 Τομή της τεχνητής καταβόθρας (σήραγγα) των Μινύων (1450 π.Χ.) συνολικού μήκους 2.200 m, - (Knauss et al. 1984).

Longitudinal cross section of the tunnel built by Minyans (1450 B.C.) of total length 2200 m (after Knauss et al. 1984)

υδρομάστευσης / υδραγωγής έχουν στόχο την υπόγεια υδρομάστευση ενώ το έργο των Μινύων την υπόγεια αποστράγγιση. Η τεχνική όμως της κατασκευής παραμένει η ίδια. Συνεπώς κατά την προϊστορική περίοδο στον ελλαδικό χώρο χρησιμοποιήθηκε η τεχνική των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής. Δεν μπορούμε όμως να ισχυρισθούμε ότι είναι και ο χώρος ανακάλυψής τους αν προηγουμένως δεν αποκλεισθεί το ενδεχόμενο ύπαρξης τέτοιων συστημάτων σε άλλες περιοχές της Γης όπου έχουν αναπτυχθεί παλαιότεροι πολιτισμοί συγκριτικά με αυτούς του ελλαδικού χώρου που προαναφέραμε.

3.2. Κατά την ιστορική περίοδο

Ο Bobek (1962), ο Troll (1963) και άλλοι ερευνητές που ασχολήθηκαν κατά το παρελθόν με τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής, τα θεωρούν ως ανακάλυψη των αρχαίων Περσών κατά το τέλος του 7ου π.Χ. αιώνα.

Ο Goblot (1963) αναφέρει ότι η αρχαία περσική πόλη Echbatana, το σημερινό Hamadan, υποχρεώθηκε σε παράδοση περί τα τέλη του 7ου αιώνα π.Χ., όταν οι πολιορκητές κατέστρεψαν τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής που υδροδοτούσαν την πόλη. Ο Merlick (1941) σύμφωνα με τον Troll (1963) μας πληροφορεί ότι η από τον Δαρείο τον Γ' (522-485 π.Χ.) ιδρυθείσα νέα πρωτεύουσα των Αχαιμενιδών Περσέπολις, υδροδοτούνταν από την ίδρυσή της με συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής.

Σχεδόν ταυτόχρονα με τους Αρχαίους Πέρσες χρησιμοποιήθηκαν τα συστήματα αυτά και από τους Αρχαίους Έλληνες.

Σύμφωνα με τον Sauerwein (1988) ο τύραννος των Αθηνών Πεισίστρατος το 528 π.Χ. κατασκεύασε υπόγειο αγωγό νερού που ξεκινούσε από την κοίτη του Κηφισού στο Χαλάνδρι μέχρι την περιοχή του νέου βασιλικού κήπου. Ο παραπάνω ερευνητής βασιζόμενος στην περιγραφή του Curtius (1894a) θεωρεί το υδραγωγείο του Πεισίστρατου σύστημα υδρομάστευσης / υδραγωγής.

Το ευπαλίνειο όρυγμα της Σάμου (520 π.Χ.), που κατασκεύασε ο Μεγαρέας μηχανικός Ευπαλίνος προκειμένου να προμηθεύσει την αρχαία Σάμο με νερό και που χρηματοδότησε ο Τύραννος των Μεγάλων Πολυκράτης πιστεύουμε ότι λειτουργούσε και ως σύστημα υδρομάστευσης / υδραγωγής.

Σχεδόν ταυτόχρονα με το ευπαλίνειο όρυγμα της Σάμου κατασκευάστηκε σύστημα υδρομάστευσης / υδραγωγής στην Όαση Kharga της Αιγύπτου από τον Δαρείο τον Γ'. Σύμφωνα με τον Troll (1963) για την κατασκευή του παραπάνω συστήματος ο Δαρείος ο Γ' χρησιμοποίησε τον Έλληνα γεωγράφο, ιστορικό και εξερευνητή Σκύλακα.

Από τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώνεται αναμφίβολα ότι ταυτόχρονα με τους αρχαίους Πέρσες οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής για την ύδρευση πόλεων. Η άποψη αυτή ενισχύεται αν λάβει κανείς υπόψη ότι και σε πολλές άλλες αρχαίες ελληνικές πόλεις διαπιστώθηκαν τέτοια συστήματα.

Συγκεκριμένα ο Μπακαλάκης (1967) διαπίστωσε την παρουσία ευπαλινείου τύπου σύστημα ύδρευσης (σύστημα υδρομάστευσης / υδραγωγής) στην αρχαία Στρώμη της Θράκης. Δέχεται ότι κατασκευάστηκε πριν από τον 4ο αιώνα π.Χ. Ο ίδιος αναφέρει επίσης ότι οι στοές του συστήματος υδρομάστευσης / υδραγωγής της Αρχαίας Στρώμης έχουν ανάλογες τομές με αυτές του ευπαλινείου ορύγματος της Σάμου, του Πεισιστρατίου υδραγωγείου της Αθήνας και του υδραγωγείου της αρχαίας Ολύνθου Χαλκιδικής (420-400 π.Χ.). Οι στοές των υδραγωγείων Περαιχώρας Κορίνθου (300 π.Χ.), της Αίγινας, της Σκύρου και της Κυρήνης έχουν διαφορετικές τομές απ' αυτές της αρχαίας Στρώμης.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι μέχρι σήμερα σε 10 περίπου αρχαίες ελληνικές πόλεις διαπιστώθηκαν συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής με τα οποία εξασφαλιζόνταν η ύδρευσή τους που ήκμασαν από τον 6ο μέχρι και τον 4ο π.Χ. αιώνα.

Συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής που κατασκευάστηκαν κατά τη ρωμαϊκή και βυζαντινή περίοδο από τα μέχρι σήμερα δεδομένα, δεν είναι με βεβαιότητα γνωστά στο χώρο της Ελλάδος.

Αντίθετα κατά την οθωμανική περίοδο συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής χρησιμοποιούνται ευρύτατα στο χώρο Ελλάδος για την ύδρευση πόλεων και οικισμών και για την άρδευση σημαντικών εκτάσεων.

Τα πλέον αντιπροσωπευτικά συστήματα αυτής της περιόδου είναι τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής του Χορτιάτη Θεσ/νίκης (Βαβλιάκης κ.ά. 1996), και τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής της Επαρχίας Φυλλίδας Σερρών (Βαβλιάκης, 1989).

4. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ / ΥΔΡΑΓΩΓΗΣ

4.1. Ύδρευση πόλεων ή οικισμών

Προϋπόθεση για την ίδρυση και λειτουργία πόλεων ή οικισμών σ' οποιοδήποτε τμήμα της Γης είναι η εξασφάλιση επαρκούς πόσιμου και υγιεινού νερού.

Την προϋπόθεση αυτή για πρώτη φορά την εξασφάλισαν τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής για τους εξής λόγους:

α. Επειδή υδρομαστεύουν υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες οι κατασκευαστές εξασφαλίζουν τις επιθυμητές ποσότητες είτε αυξάνοντας το βάθος υδρομάστευσης, είτε κατασκευάζοντας ταυτόχρονα ή σταδιακά κατά την εξέλιξη της πόλης περισσότερα του ενός συστήματα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής της Παλαιάς Ζίχνης Σερρών και αυτά της Θεσ/νίκης.

β. Επειδή η ζώνη υδρομάστευσης του συστήματος υδρομάστευσης / υδραγωγής κατά κανόνα βρίσκεται ψηλότερα από τις πόλεις και τους οικισμούς που υδροδοτούν και το νερό ρέει ελεύθερα στους υπόγειους αγωγούς ή στις σήραγγες η ποιότητα του νερού που προμηθεύουν είναι ανάλογη με αυτή των φυσικών πηγών και πλεονεκτούν έναντι όλων των άλλων μεθόδων ύδρευσης που χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς.

4.2. Στην ίδρυση πόλεων ή οικισμών σε επιθυμητές θέσεις

Η ύπαρξη φυσικών πηγών σε οποιοδήποτε τμήμα της Γης καθορίζεται από τυχαίες υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν σ' αυτό και επιπλέον από τις αντίστοιχες κλίμακες. Συνεπώς η θέση μιας φυσικής πηγής σπάνια μπορεί να είναι η επιθυμητή για την ίδρυση μιας πόλης από στρατηγική, γεωγραφική και οικονομική άποψη.

Με τη μέθοδο των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής, επειδή κατασκευάζονται υπόγεια, μπορεί να εξασφαλιστεί νερό με ελεύθερη ροή σ' οποιοδήποτε σημείο ανεξάρτητα από τη μορφολογία που επικρατεί στη γύρω περιοχή.

Επιπλέον επειδή το μήκος των συστημάτων αυτών, όπως προαναφέραμε, φτάνει και τα 50 km έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν το νερό σε επιθυμητές θέσεις όπου ενδεχομένως ούτε οι γεωλογικές αλλά ούτε και οι κλιματικές συνθήκες δικαιολογούν την παρουσία νερού. Οι περισσότερες οάσεις όπως αναφέρει ο Troll (1963) της Βόρειας και Δυτικής Σαχάρας, της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής λειτουργούν με συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής που μεταφέρουν υπόγειο νερό σε μήκος δεκάδων χιλιομέτρων μέσα ερημικές ή ημιορημικές περιοχές.

4.3. Στην ανάπτυξη της γεωργίας

Προϋπόθεση για την ανάπτυξη της γεωργίας στις ζώνες της Γης με μικρό ή μέσο γεωγρ. πλάτος όπου κατά τη θερινή περίοδο οι βροχές είναι ανεπαρκείς για τις ανάγκες των καλλιεργειών ήταν και είναι η εξασφάλιση νερού για άρδευση των καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής είναι η μόνη μέθοδος μέχρι και σήμερα που μπορεί να προμηθεύσει νερό σε ικανοποιητική ποσότητα για άρδευση χωρίς τη δαπάνη ενέργειας, δεδομένου ότι υδρομαστεύουν λοφώδεις ή ημιορεινές ζώνες στα περιθώρια των λεκανών και οδηγούν το νερό σε χαμηλότερες και γονιμότερες ζώνες των παραπάνω λεκανών. Η ταυτόχρονη χρήση του νερού των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής για ύδρευση και άρδευση κατά την οθωμανική περίοδο σ' όλη την έκταση της Ελλάδος ήταν σχεδόν κανόνας.

Δεν έχουμε στοιχεία για τη χρησιμοποίηση νερού των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής για άρδευση εκτάσεων κατά την προϊστορική και την ιστορική περίοδο στο χώρο της Ελλάδος, όμως πιστεύουμε ότι η χρήση του νερού ήταν ανάλογη με αυτή της οθωμανικής περιόδου.

Συνεπώς τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής με τη μοναδική επίδρασή τους στην εξέλιξη της γεωργίας ακόμα και σε περιοχές που οι φυσικοί παράγοντες δεν το επιτρέπουν συνέβαλαν και συμβάλλουν στην ανάπτυξη της οικονομίας αυτοκρατοριών ή κρατών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Περσία που η οικονομία της τόσο κατά την αρχαιότητα όσο και σήμερα βασίστηκε στην ευρύτατη χρησιμοποίηση των συστημάτων αυτών. Ο Bobek (1962) αναφέρει ότι το 1960 περίπου λειτουργούσαν στην Περσία 40.000 συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής των οποίων η συνολική τους παροχή (500-700 m³/sec) αντιστοιχούσε στη μέση παροχή του Νείλου στο Κάιρο (Goblot, 1963).

4.4. Στην αξιοποίηση του οδικού ή σιδηροδρομικού δικτύου

Αν ληφθεί υπόψη ότι τόσο κατά την αρχαιότητα όσο και μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα η διακίνηση προϊόντων και προσωπικού γίνονταν με ζώμαξες θα ήταν αδύνατη η λειτουργία συγκεκριμένου οδικού δικτύου κατά τη θερινή περίοδο σε ζώνες με μικρό ή μέσο γεωγραφικό πλάτος. Και αυτό διότι σε τακτές αποστάσεις θα έπρεπε να γίνεται ανεφοδιασμός σε νερό. Τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής έδωσαν την ιδανική λύση και σ' αυτό το πρόβλημα χιλιετιών.

Μέρος της παροχής των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής ανά 5 μέχρι 10 km διατίθεται για τη λειτουργία βρυσών κατά μήκος των κυρίων οδικών αρτηριών.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί και πάλι η επαρχία Φυλλίδας όπου κατά μήκος του κεντρικού δρόμου που συνέδεε την πόλη των Σερρών με τις πόλεις της Δράμας και Καβάλας, εντοπίστηκαν ανά 3 μέχρι 6 km βρύσες των οποίων η λειτουργία τους οφείλεται σε υπερκείμενα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής.

Με την ανακάλυψη της ατμομηχανής και τη χρησιμοποίησή της ως μεταφορικό μέσο προέκυψε το πρόβλημα του ανεφοδιασμού της σε νερό ανά 60 μέχρι 80 km περίπου. Η ύπαρξη φυσικών πηγών ή ποταμών σε τακτές αποστάσεις και σε συγκεκριμένα υψόμετρα ήταν πρακτικά αδύνατη. Επίσης και σ' αυτή την περίπτωση η συμβολή των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής για την κατασκευή του σιδηροδρομικού δικτύου στο χώρο της Ελλάδος ήταν αποφασιστική. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το σύστημα υδρομάστευσης / υδραγωγής του Σ.Σ. Σταθμού Αγγίστας. Το συγκεκριμένο σύστημα υδρομάστευσης / υδραγωγής κάλυπτε τις ανάγκες των ατμομηχανών σε νερό από το χρόνο κατασκευής της σιδηροδρομικής γραμμής (1894 μ.Χ.) μέχρι το 1935.

5. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ / ΥΔΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥΣ

Η διακοπή της λειτουργίας των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής οφείλεται στις εξής αιτίες. Στην εκδήλωση μεγάλων σεισμών, μεγάλων πλημμυρών και στην ανθρώπινη επέμβαση.

Η εκδήλωση σεισμών μεγάλης έντασης στο χώρο λειτουργίας των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής ή και στην ευρύτερη περιοχή έχει συχνά σαν αποτέλεσμα την υποχώρηση των σηράγγων ή των τοιχωμάτων των πηγαδιών που οδηγεί στην ολική ή μερική αδρανοποίηση των συστημάτων αυτών. Τέτοιες περιπτώσεις έχουν διαπιστωθεί στην επαρχία Φυλλίδας. Συγκεκριμένα ένας σεισμός το 1829 με μέγεθος 7,3 Richter (Comninakis et al., 1986) και επίκεντρο τη Δράμα προκάλεσε την αδρανοποίηση πολλών συστημάτων της παραπάνω επαρχίας. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν οι οικισμοί που υδροδοτούσαν τα αδρανοποιηθέντα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής σε άλλες θέσεις. Η μεταφορά των οικισμών σε περίπτωση αδρανοποίησης των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής είναι υποχρεωτική διότι η επισκευή ή η κατασκευή νέων

συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής στις παλαιές θέσεις πρακτικά είναι αδύνατη. Γι' αυτό κατασκευάζονται νέα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής σε νέες θέσεις.

Το 1957 έπληξαν την επαρχία Φυλλίδα μεγάλες πλημμύρες με αποτέλεσμα, εξαιτίας των εντόνων φαινομένων διάβρωσης ή πρόσχωσης, να αδρανοποιηθούν πολλά συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής και να διακοπεί προσωρινά ή οριστικά η ύδρευση οικισμών.

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση ενός συστήματος υδρομάστευσης / υδραγωγής του Σιδ. Σταθμού Αγγίστας που τροφοδοτούσε βρύση με εννέα κρουνοί μέχρι το 1957. Μετά τις πλημμύρες και μέχρι σήμερα παραμένει η βρύση χωρίς νερό ως μάρτυρας του μειονεκτήματος των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής (φωτ. 4)



*ΕΙΚ.4 Βρύση χωρίς νερό του Σ.Σ. Αγγίστας Σερρών. Η αδρανοποίησή της οφείλεται στην πρόσχωση από τις πλημμύρες του 1957 του συστήματος υδρομάστευσης/ υδραγωγής που την τροφοδοτούσε με νερό. Τρεις από τους εννέα κρουνοί της βρύσης διακρίνονται στην φωτογραφία.
Pipeline network without water of Rail Station of Agista Serres. The inactivation of the pipeline network caused by deposition of mud into the Qanat after 1957 floods. Three out of nine pipelines are shown in the foto.*

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω διαπιστώνεται ότι η τεχνική των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής χρησιμοποιήθηκε κατά την προϊστορική περίοδο με βεβαιότητα για την κατασκευή της τεχνητής καταβόθρας της Κωπαΐδας και πιθανόν από τους Μινωίτες η μέθοδος των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής για την ύδρευση της πόλης της Κνωσού.

Η δυνατότητα κατασκευής τέτοιων συστημάτων σε μεγάλα μήκη και βάθη παρείχε την ευχέρεια ίδρυσης πόλεων σε επιθυμητές από γεωγραφική, στρατηγική και οικονομική άποψη θέσεις, ανεξάρτητα από τη μορφολογία, τη γεωλογία και τις κλιματικές συνθήκες των θέσεων ίδρυσης.

Οι μεγάλες σχετικά παροχές νερού των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής και μάλιστα με ελεύθερη ροή, επέτρεψαν την ασφαλή (από την άποψη καταλληλότητας του νερού) ύδρευση μεγάλων ιστορικών και πιθανόν προϊστορικών πόλεων. Δηλαδή την εξέλιξη του ανθρώπου από γεωργό σε αστό σχεδόν σε οποιοδήποτε τμήμα της γης.

Η ταυτόχρονη ή η ανεξάρτητη από την ύδρευση δυνατότητα άρδευσης σημαντικών εκτάσεων με τη μέθοδο των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής επέτρεψε όχι μόνον την ανάπτυξη της γεωργίας αλλά και την αξιοποίηση ακόμα ερημικών ή ημιερημικών περιοχών της Γης. Συνεπώς τα συστήματα υδρομάστευσης / υδραγωγής προσέφεραν τη βασική υποδομή για την ανάπτυξη της οικονομίας μιας περιοχής, που ήταν και είναι η προϋπόθεση για τη δημιουργία πολιτισμών ή αυτοκρατοριών.

Το μειονέκτημα της αιφνίδιας διακοπής της λειτουργίας των συστημάτων υδρομάστευσης / υδραγωγής εξαιτίας της εκδήλωσης μεγάλων σεισμών και πλημμυρών ή ανθρωπογενών επεμβάσεων είναι κατά την άποψή μας συνυπεύθυνο για την παρακμή πόλεων, αυτοκρατοριών ή πολιτισμών και για την ύπαρξη προϊστορικών-ιστορικών κενών ή παραδόξων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

(*) Με τον διττό όρο «υδρομάστευση / υδραγωγή» αποδίδουμε τον όρο «Qanat».

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βαβλιάκης, Ε., «Prähistorische Besiedlung und Karsthydrographie in Griechenland», *Die Höhle* 32, 2, S., Wien 1987, 40-44.
- Βαβλιάκης, Ε., *Τα συστήματα Qanat στην Ελλάδα. Μελέτη των συστημάτων Qanat στην Επαρχία Φυλλίδας Σερρών, από μορφολογική, υδρογραφική και κοινωνικο-οικονομική άποψη, Επιστ. Επετ. Τμ. Γεωλ. Α.Π.Θ., παρ. 9, (Μονογραφία), Θεσσαλονίκη 1989, σ. 93.*
- Βαβλιάκης, Ε., «Το καρστ ως έμμεσος παράγοντας εξάπλωσης της Ελιάς (*Olea europaea* L.) και εξέλιξης προϊστορικών και ιστορικών πολιτισμών στο χώρο της Ελλάδος», *4ο Συν. Ελλην. Γεωγρ. Εταιρ.*, (Υπό εκτύπωση), Αθήνα 1995.
- Βαβλιάκης, Ε., «Μελέτη του υδρομαστευτικού συστήματος τύπου υδρομάστευσης / υδραγωγής (KANAT) Αγ. Παρασκευής Χορτιάτη Θεσ/νίκης, (Β. Ελλάδα)», *4ο Συν. Ελλην. Γεωγρ. Εταιρ.*, (Υπό εκτύπωση), Αθήνα 1995.
- Bobek, H., *Iran. Themen zur Geographie und Gemeinschaftskunde*, hrg. V. WW. Puls, Frankfurt 1962.
- Comninacis, P. - Papazachos, B., *A catalogue of historic earthquakes in Greece and surrounding area*, Publ. of the University of Thessaloniki, Geophysical Laboratory, 5, 1986, 167 pp.
- Goblot, H., «Berlin. Benn. Dans L' ancien Iran. Les techniques de l' eau et la grande histoire», *Annales*, E.S.C. Mai-Juin 1963.
- Knauss, J. - Heinrich, B. - Kalcyk, H., *Die Wasserbauten der Minyer in der Kopais. Die älteste Flüssregulierung Europas*, Technische Universität München, 1984.
- Λάζος, Χ., *Μηχανική και Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα*, Σ. 175, Εκδ. Αίολος, Αθήνα 1993.
- Μπακαλάκης, Γ., *Ανασκαφή Σιρύμης*, Θεσσαλονίκη 1967.
- Sauerwein, F., «Zur Trinkwasserversorgung der Stadt Athen», *Witzb. Georg. Arb.* 70, 1988, 161-174.
- Schmieder, O., *Die Alte Welt, I, Der Orient*, 5085, Wiesbaden 1965.

SUMMARY

THE QANAT SYSTEMS AS BASIC FACTORS OF DEVELOPMENT OF PREHISTORIC AND HISTORIC CIVILIZATIONS AT THE HELLENIC AREA

E. VAVLIAKIS

Fieldwork results linked with information from different publications, allowed the following comments to be made:

The Qanat techniques (tunnel and well constructions) have been applied at the Hellenic area during the prehistoric period (1450 B.C.) such as in Kopais lake by the Mynies.

The terms Qanat and Labyrinth mean the same hydraulic work. The constructor of the Labyrinth was Dedalus, a skillful hydraulic engineer of Minoan times. Therefore, there are reasons to consider the Labyrinth as a Qanat system.

The above indicate that the wide known Qanat systems as technological achievement of the ancient Persians might require reconsideration and further study.

• The Qanat systems were also used by several ancient Hellenic cities of the 6th century B.C. - the same period with the Persians- for drainage. Such cities were Athens (528 B.C.), Samos (520 B.C.), Strymi, Olynthos, Avdira (before 400 B.C.), Perachora of Korinth etc.

• So far there are no evidence for the use of the Qanat systems during the Roman and the Byzantine period in Greece.

• During the Ottoman period the Qanat systems were widely used all over Greece to drain cities, like Athens and Thessaloniki, or to irrigate considerable areas of cultivation.

• The Qanat systems were used also for the long distance transport of the water. This allowed their users to build and drain cities, or to irrigate fields far away from the water source, even in places characterized by hostile geological or climatic conditions.

Therefore, the Qanat systems contributed considerably to the basis of economic growth of city-states, or Empires. Also, they contributed to the solution of environmental problems since the prehistoric times.

• Damages in the Qanat systems due to natural disasters, such as earthquakes, floods etc, created shortage of water, which led to the gradual decline of civilizations both in cities and states.