

ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΛΙΣΟΥ
ΝΟΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

Ε Κ Θ Ε Σ Η

ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΚΑΡΟΛΟΣ Α. ΜΠΕΖΕΣ
Δρ Υδρογεωλόγος

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 1992

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΛΙΣΟΥ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ	1
1.1. Αντικείμενο της μελέτης.	1
1.2. Συνοπτική περιγραφή της περιοχής.	1
1.3. Τα κύρια υδρογεωλογικά θέματα της μελέτης.	3
2. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΕΣ	5
2.1. Έκθεση BURDON - ΠΑΠΑΚΗ (1961).	5
2.2. Προκαταρκτική Υδρογεωλογική Μελέτη F.A.O. (1968)	6
2.3. Έρευνα του Ι.Γ.Ε.Υ. (1969)	9
2.4. Έκθεση F.A.O. - Αποτελέσματα ερευν. γεωτρήσεων (1971)	12
2.5. Οριστική Υδρογεωλογική Μελέτη F.A.O.	15
2.6. Έρευνα ΓΕΜΕΕ για την υδροδότηση της βιομ. περιοχής Ηρακλείου (1973)	17
2.7. Έκθεση F.A.O. μετά την κατασκευή του φράγματος του Αλμυρού (1977)	19
2.8. Μελέτη BREZNIK περί του μηχανισμού υπαλμύρυνσης της πηγής Αλμυρού Ηρακλείου (1978)	20
2.9. Εισήγηση του ΙΓΜΕ στην Εκδήλωση για το Υδάτινο Δυναμικό Κρήτης (1981)	21
2.10. Κατασκευή γεωτρήσεων περιόδου 1979 - 1986.	21
2.11. Μελέτη του ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ για τον Αλμυρό Ηρακλείου και τον μηχανισμό υπαλμύρυνσης (1983)	25
2.12. Μελέτη του ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ για τον Αλμυρό Ηρακλείου και τις πηγές του Μπαλίου (1985).	25
2.13. Γεωηλεκτρική έρευνα ΔΕΥΑΗ περιοχής Τυλίσου (1986).	26
2.14. Γεωηλεκτρική έρευνα ΔΕΥΑΗ περιοχής Τυλίσου (1987).	26
2.15. Γεωηλεκτρική έρευνα ΙΓΜΕ στην περιοχή Τυλίσου (1987)	26
2.16. Γεωηλεκτρική έρευνα ΙΓΜΕ στην περιοχή Λουτράκι - Κορφές και Κιθαρίδα - Σάρχος (1987)	26
2.17. Πείραμα ανύψωσης της στάθμης της πηγής του Αλμυρού (1987).	27
2.18. Κατασκευή γεωτρήσεων περιόδου 1987-88	28
2.19. Μελέτη ΙΓΜΕ για τον Αλμυρό Ηρακλείου (1988)	32
2.20. Μελέτη ΙΓΜΕ για το βόρειο τμήμα του Νομού Ηρακλείου (1988)	33
2.21. Μελέτη Υπ. Γεωργίας για την Υπερύψωση Φράγματος Αλμυρού (1989)	34
2.22. Κατασκευή γεωτρήσεων κατά το 1989.	35
2.23. Κατασκευή γεωτρήσεων κατά το 1990.	37
2.24. Πρόταση του ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ για την κατασκευή στοάς υδροσυλλογής	40
2.25. Κατασκευή γεωτρήσεων κατά το 1991 - 1992	42
3. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	45
4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	48
4.1. Η γεωλογία της Κρήτης στα πλαίσια της γενικής γεωλογικής δομής της Ελλάδας.	48
4.2. Στρωματογραφία	49
4.2.1. Προνεογενείς σχηματισμοί	49
4.2.2. Νεογενείς σχηματισμοί	51
4.3. Τεκτονική	53
4.4. Γεωφυσική έρευνα	55

5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ	59
5.1. Υπολογισμός του όγκου των βροχοπτώσεων στον Ψηλορείτη	60
5.1.1. Γενικά	60
5.1.1.1. Το μοντέλο TRENDMHN για την κατανομή της βροχόπτωσης στον χώρο	61
5.1.3. Δημιουργία δευτερογενών βροχομετρικών πληροφοριών	62
5.1.4. Προσδιορισμός της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης	62
5.1.5. Εφαρμογή του μοντέλου TRENDMHN στον Ψηλορείτη	63
5.1.5.1. Βροχομετρικά στοιχεία	63
5.1.5.2. Αποτύπωση της μορφολογίας της επιφανείας του εδάφους	63
5.1.5.3. Συσχέτιση βροχόπτωσης - θέσης σταθμού	63
5.1.5.4. Εκτίμηση της βροχόπτωσης στα σημεία της μορφολογίας	64
5.1.5.5. Υπολογισμός της μέσης βροχόπτωσης σε δεδομένη λεκάνη	65
5.1.5.6. Μέση βροχόπτωση στην υδρολογική λεκάνη του Ψηλορείτη	66
5.2. Υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου των κυριότερων υδρογεωλογικών συστημάτων	68
5.2.1. Το γενικό λειτουργικό μοντέλο μίας υδρολογικής λεκάνης	68
5.2.2. Γενική δομή ενός ντετερμινιστικού μοντέλου βροχής - παροχής	71
5.2.3. Περιγραφή και λειτουργία του μοντέλου BEMERMHN	73
5.2.4. Εφαρμογή του μοντέλου BEMERMHN στην λεκάνη του Ψηλορείτη	76
6. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ	84
6.1. Γενικά - Υδροφόροι σχηματισμοί - Υδρογεωλογικά συστήματα	84
6.2. Το υδρογεωλογικό σύστημα του Ψηλορείτη	85
6.3. Το υδρογεωλογικό υποσύστημα της Τυλίσου	88
6.3.1. Οριακές συνθήκες	88
6.3.2. Στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα στο υποσύστημα της Τυλίσου	88
6.3.2.1. Αλληλεπίδραση στάθμης γεωτρήσεων Τυλίσου και στάθμης εξόδου (λίμνης Αλμυρού) του συστήματος	89
6.3.2.2. Σχέση μεταξύ στάθμης υδροφόρου ορίζοντα Τυλίσου και παροχής της πηγής του Αλμυρού	90
6.3.2.3. Σχέση μεταξύ στάθμης υδροφόρου ορίζοντα Τυλίσου, βροχοπτώσεων και αντλήσεων	92
6.3.2.4. Μορφή της επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα πριν από την έναρξη των αντλήσεων	94
6.3.2.5. Επίδραση των αντλήσεων επί της μορφής της επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα	94
6.3.2.6. Ανωμαλίες στον πιεζομετρικό χάρτη της περιοχής Τυλίσου	96
6.3.3. Μετρήσεις της θερμοκρασίας των νερών των γεωτρήσεων Τυλίσου	98

6.3.4. Μετρήσεις της αλατότητας των νερών των γεωτρήσεων Τυλίσου	99
6.3.4.1. Η αλατότητα στην περίοδο 1988–90	99
6.3.4.2. Η αλατότητα στην περίοδο 1991–92	101
6.3.5. Αναπλήρωση των αποθεμάτων του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου	101
6.4. Το υδρογεωλογικό υποσύστημα της Κέρης	103
6.5. Η πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου	105
6.5.1. Περιγραφή της πηγής	105
6.5.2. Λεκάνη τροφοδοσίας της πηγής του Αλμυρού	105
6.5.3. Μέγιστες τιμές αλατότητας κατά το τέλος της περιόδου στείρευσης	106
6.5.4. Ημερήσιες διακυμάνσεις των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του νερού στην πηγή του Αλμυρού	110
6.5.5. Κρίσιμη παροχή έναρξης της υπαλμύρυνσης	114
6.5.6. Ο μηχανισμός τροφοδοσίας και υπαλμύρυνσης της πηγής του Αλμυρού	115
6.6. Υδρογεωλογικές συνθήκες στο Γωνιανό Φαράγγι	117
6.7. Υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή Κρουσώνα	118
6.7.1. Λεκάνη των Κορφών	118
6.6.2. Υποσύστημα του Κρουσώνα	119
6.6.3. Λεκάνη της Πυργούς	120
<u>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</u>	121
7.1. Δυνατότητες υδροληψίας από τον υδροφόρο ορίζοντα της Τυλίσου	121
7.2. Δυνατότητες αξιοποίησης της πηγής του Αλμυρού	121
7.3. Δυνατότητες διάνοιξης νέων γεωτρήσεων	122
7.4. Προτάσεις για την προστασία της ποιότητας	122
<u>ΕΠΙΛΟΓΟΣ</u>	122
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	123
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</u>	
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΤΥΛΙΣΟΥ</u>	
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3. ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΚΕΡΗΣ</u>	
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4. ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΤΥΛΙΣΟΥ – ΚΕΡΗΣ</u>	
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5. ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</u>	
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6. ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</u>	

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΛΙΣΟΥ

ΧΑΡΤΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑ

1. Περιοχή της μελέτης - Βροχομετρικοί σταθμοί.
Κλίμακα 1:250000.
2. Γεωλογικός χάρτης κλίμακας 1:5000 No 1.
3. " " " " No 2.
4. " " " " No 3.
5. " " " " No 4.
6. " " " " No 5.
7. " " " " No 6.
8. Γεωλογική τομή κλίμακας 1:5000 A1.
9. " " " " A2.
10. " " " " A3.
11. " " " " A4.
12. " " " " A5.
13. Γεωλογική τομή κλίμακας 1:5000 B1α.
14. " " " " B1β.
15. " " " " B2α.
16. " " " " B2β.
17. " " " " B3α.
18. Υδρογεωλογικός χάρτης κλίμακας 1:5000 No 1.
19. " " " " No 2.
20. " " " " No 3.
21. " " " " No 4.
22. " " " " No 5.
23. " " " " No 6.
24. Πιεζομετρία Τυλλίσου - Κέρης Μάρτιος 1991.
25. Διάγραμμα στάθμης γεωτρήσεων Τυλλίσου.
26. Διάγραμμα στάθμης γεωτρήσεων Κέρης.
27. Διάγραμμα χλωριόντων γεωτρήσεων Τυλλίσου.
28. Πηγή Αλμυρού Ηρακλείου - Εφαρμογή του μηνιαίου μοντέλου BEMER.

Π Ρ Ο Λ Ο Γ Ο Σ

Το τεύχος αυτό περιέχει τα αποτελέσματα της Υδρογεωλογικής Έρευνας, που έγινε στην ευρύτερη περιοχή της Κοινότητας Τυλίσου, από τον Ιανουάριο 1989 μέχρι τον Ιανουάριο 1993. Η έρευνα της περιοχής αυτής ανατέθηκε στο γραφείο μου από την Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Ηρακλείου (ΔΕΥΑΗ), με την Σύμβαση της 30-01-89.

Η έρευνα αυτή ήταν η τρίτη συνεργασία μου με την ΔΕΥΑΗ. Είχαν προηγηθεί δύο γεωηλεκτρικές έρευνες, το 1986 και 1987, από τις οποίες είχε δειχθεί η δυνατότητα αξιοποίησης των υπογείων νερών της περιοχής Τυλίσου. Η ΔΕΥΑΗ άρχισε να κατασκευάζει παραγωγικές γεωτρήσεις στην περιοχή Τυλίσου το 1987. Η εκμετάλλευση των γεωτρήσεων άρχισε το φθινόπωρο 1988, συνέπεσε δηλαδή χρονικά με την έναρξη εκπόνησης της παρούσας Υδρογεωλογικής Μελέτης.

Στην διάρκεια της εκπόνησης της μελέτης, υπέβαλα στην ΔΕΥΑΗ δύο ενδιάμεσες υδρογεωλογικές εκθέσεις με προτάσεις για την διάνοιξη νέων ερευνητικών γεωτρήσεων. Το γεωτρητικό πρόγραμμα της ΔΕΥΑΗ επεκτάθηκε προοδευτικά στην περιοχή Γωνιανού Φαραγγιού και του υψώματος της Κέρης.

Μετά την έναρξη της λειτουργίας των γεωτρήσεων της περιοχής Τυλίσου, παρουσιάστηκε το φαινόμενο της προοδευτικής υπαλμύρυνσης του υδροφόρου ορίζοντα, που πήρε σοβαρές διαστάσεις το φθινόπωρο 1990. Η έρευνα του φαινομένου απαιτούσε μακροχρόνιες μετρήσεις και για τον λόγο αυτό ζήτησα την παράταση της μελέτης μετά το 1991. Επίσης πρότεινα στην ΔΕΥΑΗ την επέκταση του αντικείμενου της μελέτης, ώστε να συμπεριληφθεί σ' αυτήν η υδρογεωλογική μελέτη ενός υδρομαστευτικού έργου που να βασίζεται στην κατασκευή ενός κατακορύφου φρέατος και μιας υπογείου στοάς υδροσυλλογής στην περιοχή Κέρης, ανάντη της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου. Η πρότασή μου δεν έτυχε απάντησης. Πιστεύω ότι ήταν μία καλή ευκαιρία για να μελετηθεί λεπτομερώς ο μηχανισμός υπαλμύρυνσης της πηγής του Αλμυρού.

Η περιοχή Τυλίσου και ιδιαίτερα η περιοχή του υψώματος της Κέρης γειτονεύουν με την μεγάλη υπάλημρη πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου. Η πηγή αυτή αποτελεί το αντικείμενο μακροχρόνιων ερευνών που διεξάγονται από κρατικούς οργανισμούς (Υπ. Γεωργίας, ΙΓΜΕ) και των οποίων τα συμπεράσματα δεν έχουν ακόμη οδηγήσει σ' ένα γενικώς αποδεκτό σχέδιο εκμετάλλευσης. Το πρόβλημα του μηχανισμού υπαλμύρυνσης της πηγής με απασχόλησε και προσωπικά, επί δέκα πέντε χρόνια. Τα πρώτα αποτελέσματα των ερευνών μου παρουσίασα στα συνέδρια της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης το 1983 και 1985. Η έρευνα από διάφορους φορείς ευρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη και ελάχιστες πρόσφατες ανακαλύψεις έχουν γίνει γνωστές. Παρ' όλα αυτά, φρόντισα και συνέλλεξα και περιέλαβα στην μελέτη όσα στοιχεία από παλαιότερες μελέτες μπόρεσα. Νομίζω ότι τα στοιχεία αυτά συμβάλλουν στην κατανόηση του μηχανισμού υπαλμύρυνσης των γεωτρήσεων της ευρύτερης περιοχής.

Στην εκπόνηση της μελέτης συνεργάστηκαν μαζί μου οι γεωλόγοι Βασ. Περγλέρος και Παρ. Συγγελάκη (γεωλογική χαρτογράφηση - γεωφυσική έρευνα) και ο Τεχνολόγος Ηλεκτρολόγος Ζαχ. Ζαμπετάκης (μετρ. υπαίθρου - χημ. αναλύσεις - σχέδια).

Τέλος, αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω τον Δ/ντή της ΔΕΥΑΗ κ. Αλεξ. Μακατούνη και τους γεωλόγους της ίδιας υπηρεσίας κκ. Παν. Σοφίου και Μιχ. Καδιανάκη, για την βοήθειά τους και την συνεργασία τους, που μου προσέφεραν κατά την πορεία της εκτέλεσης της παρούσης μελέτης. Επίσης ευχαριστώ τον γεωλόγο του Υπ. Γεωργίας κ. Δ. Παπαμιαστοράκη, που μου παραχώρησε τα βροχομετρικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΛΙΣΟΥ

1. ΓΕΝΙΚΑ

1.1. Αντικείμενο της μελέτης.

Η υδρογεωλογική μελέτη είχε τους εξής στόχους:

- α. Την διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών μίας περιοχής έκτασης 90 τετ.χλμ., που περικλείεται από την νοητή γραμμή που συνδέει τα σημεία: Πηγή Αλμυρού, Πυργού, Άνω Ασίτες, Κρουσώνας, Γωνιές Μαλεβυζίου, Αστυράκι, Γάζι.
- β. Την εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της παραπάνω περιοχής, τον εντοπισμό των διαφόρων υδροφόρων οριζόντων και τον υπολογισμό του υδραυλικού ισοζυγίου των.
- δ. Τον προσδιορισμό των απολήψεων παροχών από τις γεωτρήσεις της περιοχής Τυλίσου, που θα χρησιμοποιηθούν για την ύδρευση της πόλης του Ηρακλείου.
- ε. Την μελέτη μέτρων για την προστασία των νερών από την υπαλμύρυνση ή άλλες μολύνσεις.

1.2. Συνοπτική περιγραφή της περιοχής.

Η περιοχή της μελέτης εκτείνεται μεταξύ της ορεινής μάζας του Ψηλορείτη και της πεδινής ή λοφώδους λεκάνης του Ηρακλείου. Λόγω της θέσεώς της αυτής, παρουσιάζει γεωλογικά χαρακτηριστικά τα οποία συνδέονται στενά, τόσο με την γεωλογική εξέλιξη του Ψηλορείτη, όσο και με την εξέλιξη της λεκάνης του Ηρακλείου.

Στα δυτικά της περιοχής Τυλίσου, ευρίσκεται η μάζα του Ψηλορείτη, που συγκροτείται από ασβεστολιθικούς σχηματισμούς κυρίως. Τα βαθύτερα στρώματα περιλαμβάνουν τους πλακώδεις μεταμορφωμένους ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης, ενώ στα ανώτερα στρώματα συναντούμε τους ασβεστόλιθους και δολομίτες της ζώνης της Τρίπολης. Μεταξύ των δύο ασβεστολιθικών σειρών παρεμβάλλεται η σχιστολιθική σειρά των Φυλλιτών, η οποία είναι παχύτερη στον βόρειο τομέα του Ψηλορείτη και λεπτότερη (ή λείπει τελείως) στον νότιο τομέα.

Ανατολικά της περιοχής Τυλίσου, αναπτύσσεται η λεκάνη του Ηρακλείου, που αποτελείται από νεογενείς σχηματισμούς: γκρί μάργες και κροκαλοπαγή του Τορτονίου, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και γύψους του Μεσσηνίου και κίτρινες μάργες του Πλειοκαίνου. Στην επιφάνεια της λεκάνης σπανίως εμφανίζεται το προνεογενές υπόβαθρό της. Σε ορισμένα σημεία, όπου αυτό έχει εντοπισθεί, πρόκειται συνήθως για ασβεστόλιθους ή φλύσχη της σειράς της Τρίπολης.

Από τεκτονικής πλευράς παρατηρείται, ότι η περιοχή που σήμερα αντιστοιχεί στην λεκάνη του Ηρακλείου, βυθίσθηκε μετά το Νεογενές, ενώ συγχρόνως η περιοχή του Ψηλορείτη ανυψώθηκε σημαντικά. Η σχετική κατακόρυφη μετακίνηση ξεπερνά τα 1000μ. και συντελέσθηκε κατά μήκος σημαντικών ρηγμάτων, που δημιουργήθηκαν κατά μήκος της νοητής γραμμής Άνω Ασίων - Τυλίσου.

Στην περιοχή αυτή τα ρήγματα έχουν διεύθυνση Β-Ν και έχουν προκαλέσει την κλιμακωτή και προοδευτική βύθιση των ασβεστολίθων του Ψηλορείτη προς τα ανατολικά, όπου και καλύπτονται από το Νεογενές της Λεκάνης του Ηρακλείου.

Από υδρογεωλογικής απόψεως σημειώνεται, ότι στην ασβεστολιθική μάζα του Ψηλορείτη αναπτύσσεται υδροφόρο σύστημα του Αλμυρού Ηρακλείου. Το σύστημα αυτό πήρε την ονομασία του από την ομώνυμη πηγή, που εμφανίζεται στην βάση του

υψώματος της Κέρης, σε απόσταση 1 χλμ. περίπου από την παραλία. Η παροχή της πηγής κυμαίνεται από 3,5 έως 50 κ.μ./δλπ., με μέση ετήσια παροχή 4 - 5 κ.μ./δλπ. Η περιεκτικότητα του νερού σε χλωρίοντα μεταβάλλεται ετησίως από 6000 έως 20 ppm και είναι αντιστρόφως ανάλογη της παροχής της πηγής, όταν η τελευταία είναι κατώτερη από 12 κ.μ./δλπ. Όταν η παροχή ξεπερνά τα 12 κ.μ./δλπ. τότε το νερό είναι εντελώς γλυκό. Από την παρούσα μελέτη υπολογίστηκε ότι η επιφανειακή λεκάνη απορροής, που αναλογεί στην τροφοδοσία της πηγής του Αλμυρού, έχει έκταση 200 τετ.χλμ.

Εκτός από το σύστημα του Αλμυρού, θα πρέπει να αναφερθεί, ότι στην νεογενή λεκάνη αναπτύσσεται καρστικός υδροφόρος ορίζοντας μέσα σε μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και γύψους του Μεσσηνίου. Όμως λόγω του μικρού σχετικά πάχους των στρωμάτων αυτών και των πολυάριθμων μικρορηγμάτων που διασχίζουν την λεκάνη του Ηρακλείου, ο υδροφόρος ορίζοντας του Μεσσηνίου δεν είναι ενιαίος. Η τροφοδοσία του από τα νερά των βροχών φαίνεται ότι είναι περιορισμένη, διότι το Μεσσηνίο καλύπτεται συνήθως από πλειοκαινικές μάργες. Από υδροχημικής πλευράς σημειώνεται, ότι το νερό του υδροφόρου ορίζοντα του Μεσσηνίου είναι γενικά ακατάλληλο για πόση, επειδή περιέχει μεγάλη ποσότητα αλάτων, θειικών και ασβεστίου, προερχομένων από την διάλυση της γύψου.

Στην στενή περιοχή της Τυλίσου συναντούμε το Νεογενές να καλύπτει με ένα στρώμα πάχους 50 - 100 μ. τον φλύσχη και τους ασβεστοδολομίτες της ζώνης της Τρίπολης, καθώς και τους φυλλίτες και τους υποκείμενους πλακώδεις ασβεστόλιθους. Με γεωτρήσεις είναι δυνατόν να συναντηθεί τόσο ο υδροφόρος ορίζοντας του Μεσσηνίου (στα ανώτερα στρώματα), όσο και ο βαθύτερος υδροφόρος ορίζοντας των ασβεστολίθων της Τρίπολης (στα κατώτερα στρώματα). Το κύριο βάρος της έρευνας συγκεντρώνεται στον υδροφόρο ορίζοντα της Τρίπολης. Καμμία γεώτρηση μέχρι σήμερα δεν συνάντησε τους φυλλίτες ή τους πλακώδεις ασβεστόλιθους.

Όπως αποδείχθηκε από την παρούσα έρευνα, ο ορίζοντας της Τρίπολης στην περιοχή της Τυλίσου αποτελεί ένα υποσύστημα του ευρύτερου καρστικού συστήματος του Ψηλορείτη, το οποίο ονομάστηκε **Λεκάνη Τυλίσου**. Προς βορρά τα όρια της λεκάνης φθάνουν μέχρι το ύψωμα της Κέρης. Προς τις άλλες όμως διευθύνσεις τα όρια της λεκάνης είναι ασαφή, διότι υπάρχει επικοινωνία με τα γειτονικά υποσυστήματα του Ψηλορείτη (Αστυρακίου, Κρουσώνα, Ασιτών).

1.3. Τα κύρια υδρογεωλογικά θέματα της μελέτης.

Το κύριο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον συγκεντρώνεται στο βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης της Τυλίσου, επειδή εκεί τα υψόμετρα του εδάφους είναι μικρά και επιτρέπουν την κατασκευή υδρογεωτρήσεων. Το παραπάνω τμήμα παρουσιάζει ορισμένες δυσκολίες στην εκμετάλλευση.

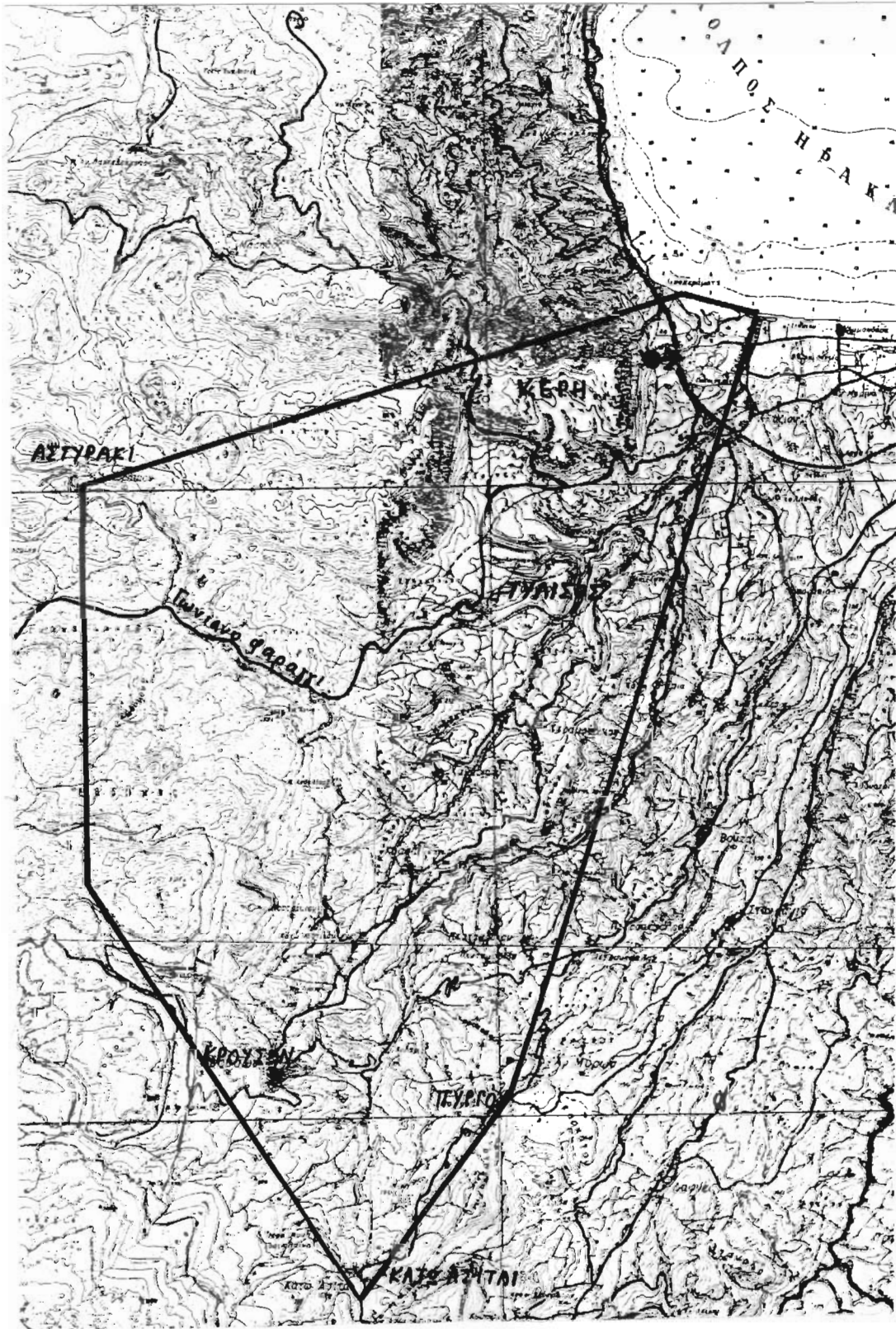
Η πρώτη δυσκολία προέρχεται από το γεγονός ότι οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης καλύπτονται από νεογενείς σχηματισμούς, δηλαδή χρειάζεται να προηγηθεί γεωφυσική έρευνα για να εντοπισθούν σε μεγάλο βάθος οι ζητούμενοι καρστικοί σχηματισμοί.

Η δεύτερη δυσκολία προέρχεται από το γεγονός ότι η περιοχή βρίσκεται πολύ κοντά στην ζώνη υπαλμύρυνσης της πηγής του Αλμυρού, με αποτέλεσμα να κινδυνεύουν και οι γεωτρήσεις από υπαλμύρυνση, όταν σημειώνεται υπεράνληση.

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω, κατά την αρχική φάση της μελέτης καταρτίσθηκε το εξής πρόγραμμα εργασιών:

α. Γεωλογική και υδρογεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5.000, συνολικής έκτασης 90 τ.χλμ. Η χαρτογραφηθείσα περιοχή περιέλαβε κυρίως τα κατώτερα υψομετρικώς σημεία της περιοχής Κρουσώνα - Τυλίσου - Αλμυρού.

- β. Γεωφυσική έρευνα με γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις, για να προσδιορισθεί το είδος του υποβάθρου των νεογενών σχηματισμών, που είναι είτε φλύσχης, είτε ασβεστόλιθοι της ζώνης της Τρίπολης.
- γ. Επεξεργασία των στοιχείων παλαιών γεωτρήσεων που έχουν εκτελεσθεί από διάφορες Υπηρεσίες ή Κοινότητες, καθώς και των γεωτρήσεων της ΔΕΥΑΗ.
- δ. Προσδιορισμός θέσεων για την διάνοιξη των νέων ερευνητικών γεωτρήσεων, με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν από τις παραπάνω έρευνες.
- ε. Επεξεργασία βροχομετρικών στοιχείων από σταθμούς παρατηρήσεων της περιοχής μας με στόχο να δημιουργηθεί χρονοσειρά τιμών της μέσης βροχόπτωσης στην λεκάνη της Τυλίσου για μία περίοδο 10 ετών.
- στ. Εξέταση της πιεζομετρίας στην περιοχή της Τυλίσου, και συσχέτιση των υδροχημικών χαρακτηριστικών των γεωτρήσεων με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδροφόρου ορίζοντα, τις ετήσιες διακυμάνσεις της στάθμης, την αντλούμενη ποσότητα κλπ.



Εικόνα 1. Περιοχή της Υδρογεωλογικής Μελέτης Τυλίσου.

2. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΕΣ.

2.1. Έκθεση BURDON – ΠΑΠΑΚΗ (1961)

Το 1961 και πió συγκεκριμένα μεταξύ 5 και 17 Ιουνίου οι D.J. BURDON και N.I. ΠΑΠΑΚΗΣ (Δ/ντής Υδρογεωλογίας του ΙΓΕΥ) πραγματοποίησαν υδρογεωλογική αναγνώριση στον Αλμυρό Ηρακλείου, στα πλαίσια της συνεργασίας UNDP-FAO και ΙΓΕΥ. Το 1964 το ΙΓΕΥ εξέδωσε μικρό τεύχος [1] στο οποίο αναφέρονται οι παρατηρήσεις τους. Οι πλέον ενδιαφέρουσες είναι οι εξής:

- Η θερμνή στάθμη ευρίσκεται σε ύψος 1,96 μ. ενώ η χειμερινή σε 2,50 μ. Η κατώτατη παροχή είναι 3,5 κ.μ./δ, ενώ η αιχμή της χειμερινής είναι 20 κ.μ./δ. Την 12-6-61 το νερό της πηγής είχε: pH=7,5, θερμοκρασία 16,5°C και χλωριόντα 1595,6 ppm.
- Οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης είναι επωθημένοι, βορείως της χαράδρας της Κέρης, επί των σχιστολιθών. Οι τελευταίοι είναι δυνατόν να επεκτείνονται προς νότον μέχρι της πηγής του Αλμυρού, της οποίας να σχηματίζουν το στεγανό υπόβαθρο. Ο Αλμυρός αντιπροσωπεύει ένα κύριον σημείο εκφορτίσεως του μεγαλύτερου όγκου των ασβεστολιθικών νερών του όρους 'Ιδη.
- Η ανάμιξη θαλασσίου και πηγαίου νερού είναι δεδομένη, δύσκολο όμως να εξηγηθεί, διότι η πηγή ευρίσκεται σε απόσταση 1.100 μ. από την θάλασσα και οι υδροφόροι ασβεστόλιθοί της δεν επικοινωνούν με αυτήν.
- Τον χειμώνα η παροχή είναι της τάξεως των 20 κ.μ./δ και τα χλωριόντα 39 ppm, ενώ το καλοκαίρι η παροχή 4 κ.μ./δ και τα χλωριόντα 5.400 ppm. Όταν το υψόμετρο της πηγής ανήλθε δια φράγματος ανασχέσεως (κατά πρότασιν του Πετρόχειλου του ΙΓΕΥ) ευρέθη ότι η περιεκτικότητα σε χλωριόντα ηλαττώθη κατά 10%.
- Οι παραπάνω σχέσεις παροχής - χημικής σύστασης και υψόμετρου - χημικής σύστασης φανερώνουν σχέση με την θάλασσα αλλά δεν εξηγούν τον μηχανισμό μόλυνσης. Αλλά άπαξ και αποδείχθη ότι υφίσταται μόλυνσις, πρέπει οπωσδήποτε να υφίσταται ένας μηχανισμός, δια του οποίου εισέρχεται θαλάσσιον ύδωρ εις την πηγήν του Αλμυρού.

Σαν δυνατότητες αξιοποιήσεως οι BURDON και ΠΑΠΑΚΗΣ αναφέρουν ότι: "Είναι δυνατόν να μειωθεί ή να εμποδισθεί τελείως η ανάμιξη θαλασσίου - πηγαίου νερού δι' ανυψώσεως του επιπέδου εκφορτίσεως της πηγής. Τούτο είναι δυνατόν με την κατασκευής φράγματος εις υψόμετρο 10 μ. Εφ' όσον κατασκευασθεί το φράγμα και ανυψωθεί η στάθμη στα 10 μ. πάνω από την θάλασσα, πιθανώς τα ύδατα της πηγής να εύρουν διεξοδον από άλλο σημείο του όρους και ιδίως από την χαράδρα Κέρη".

2.2. Προκαταρκτική Υδρογεωλογική Μελέτη F.A.O. (1968)

Στην περίοδο 1967-1968 στα πλαίσια της συνεργασίας UNDP-FAO και Υπ. Γεωργίας αρχίζουν συστηματικές έρευνες στον Αλμυρό, τα αποτελέσματα των οποίων δημοσιεύονται τον Σεπτέμβριο 1968 από τους R. RE και M. BREZNIK [2]. Η μελέτη αναφέρει τα εξής στοιχεία για την πηγή:

Πρίν την έναρξη της μελέτης υπήρχαν εκτιμήσεις της παροχής της πηγής που έγιναν από την ΥΕΒ από 20-3-67. Οι εκτιμήσεις έγιναν ημερήσιες από 1-3-68. Πραγματική μέτρηση της παροχής έγινε μόνο μία φορά στις 12-6-68, κατάντη του υδατοφράκτη. Οι υπόλοιπες παροχές εκτιμήθηκαν από τις στάθμες της λίμνης. Έτσι η μελέτη βασίσθηκε στο υδρογράφημα της περιόδου 20-3-67 μέχρι 10-8-68, το οποίο παρουσιάζει σημαντικά κενά τον χειμώνα. Υπολογίσθηκε ότι κατά το υδρολογικό έτος 1967-68 το σύνολο της εκροής ήταν 265 εκατ. κ.μ., το γλυκό νερό 248 εκατ. κ.μ. και το νερό της θάλασσας 17 εκατ. κ.μ. περίπου.

Στο διάγραμμα παροχής - αλατότητας φάνηκε ότι το νερό γίνεται γλυκό περίπου μόλις η παροχή υπερβεί τα 13 κ.μ./δλπ, όμως υπάρχει μεγάλη διασπορά των σημείων γύρω από αυτή την τιμή, δηλαδή για να μηδενισθεί η αλατότητα μπορεί να απαιτηθεί παροχή υψηλότερη και από 18 κ.μ./δλπ. Από την αναλογία των χλωριόντων στο νερό υπολογίσθηκε ότι η παροχή του θαλασσίου νερού που περιέχεται στο νερό της πηγής είναι 0,8 κ.μ./δλπ. Στο τέλος του καλοκαιριού 1967, ποσοστό 23,3% του νερού της πηγής προερχόταν από την θάλασσα.

Από υδρογεωλογικής απόψεως θεωρήθηκε, ότι η λεκάνη απορροής χωρίζεται στην κύρια (που εκτείνεται προς νότο περιλαμβάνει τον Ψηλορείτη) και την δευτερεύουσα (προς βορρά, που περιλαμβάνει το όρος Στρούμπουλας).

Η κύρια λεκάνη έχει το εξής χαρακτηριστικό: Στην βόρεια πλευρά της ο φλύσχος της περιοχής Ανωγείων - Γωνιών εκτείνεται σε μεγάλο βάθος και παρεμποδίζει την επικοινωνία του Ψηλορείτη με τον Κουλούκωνα. Με τον τρόπο αυτό εμποδίζεται η εκφόρτιση του νερού προς το Μπαλί. Επιφανειακή απορροή δεν παρατηρείται. Επίσης δεν υπάρχουν μεγάλα ροοορσ και κατ'ευθείαν διηθήσεις μεγάλης κλίμακας (καταβόθρες). Συνεπώς οι υπόγειοι αγωγοί πρέπει να είναι λεπτοί και η ροή αργή προς τα βορειοανατολικά του Ψηλορείτη. Αυτό το γεγονός εξηγεί την μεγάλη χωρητικότητα και εναποθηκευτικότητα της λεκάνης, καθώς και την διατήρηση της υψηλής παροχής της πηγής του Αλμυρού κατά την διάρκεια μακρών ξηρών περιόδων.

Η δευτερεύουσα υδρολογική λεκάνη συμπίπτει με τα όρη Στρούμπουλας και Κέρη. Αναφέρεται ότι κοντά στο χωριό Δαμάστα οι ασβεστόλιθοι του όρους Στρούμπουλας έρχονται σε επαφή με τους ασβεστόλιθους του όρους Κουλούκωνας, οι οποίοι εκφορτίζουν τα νερά τους προς τις πηγές της ακτής του Μπαλίου και της κοιλάδας του Φόδελε. Ο τρόπος διαχωρισμού των νερών δεν φαίνεται καθαρά σ'αυτό το τμήμα και για σε μία ασβεστολιθική ζώνη, μικρής έκτασης, η κατεύθυνση της υπόγειας ροής δεν είναι γνωστή. Η υπόγεια ροή στην περιοχή αυτή είναι πιο ταχεία απ'ότι στον όγκο του Ψηλορείτη, πράγμα που προκαλεί απότομη αύξηση της παροχής της πηγής του Αλμυρού, όταν βρέχει έντονα στην βόρεια λεκάνη.

Γιά την ασβεστολιθική λεκάνη που εκτείνεται βορείως της Τυλλίου και νοτιοδυτικά του λόφου Κουμπέδες, αναφέρεται (λανθασμένα, όπως αποδείχθηκε αργότερα), ότι είναι μία υδρογεωλογική μονάδα ανεξάρτητη, αποχωρισμένη από τον κύριο ασβεστολιθικό όγκο και από την κύρια υπόγεια ροή. Αυτό οφείλεται στον μαργαϊκό ασβεστόλιθο του Νεογενούς που έχει εισχωρήσει μέσα στην μάζα του κρητιδικού ασβεστόλιθου, κατά μήκος του κυρίως ρήγματος, νοτίως του Αγ. Γεωργίου. Αυτή η ενότητα είναι επίσης αποχωρισμένη από τον φλύσχη μέσω του ρήγματος των Κουμπέδων. Η γεώτρηση του προγράμματος AGRIDEV-1, που κατασκευάσθηκε το 1967 και έφθασε σε βάθος 300 μ. διέτρησε 178 μ. κάτω από την στατική στάθμη δολομιτικούς ασβεστόλιθους, αλλά δεν βρήκε παρά ελάχιστο νερό.

Στην περιοχή γύρω από την πηγή του Αλμυρού υπήρχαν ήδη οι εξής γεωτρήσεις, που είχαν κατασκευασθεί στα πλαίσια παλαιότερων μελετών ή από την εκτελούμενη την ίδια εποχή μελέτη του ΙΓΕΥ (οι γεωτρήσεις αναφέρονται εδώ με την σειρά, από βορρά προς νότο):

Γεώτρηση ΙΓΕΥ 3/68.

Κατασκευάστηκε μέσα στο φαράγγι της Κέρης, σε απόσταση 500 μ. δυτικά της Εξόδου του, κοντά στα Λινοπεράματα, και σε υψόμετρο 52,60 μ.

Γεωλ. τομή: 0 - 19 μ. Αποθέσεις ποταμού
19 - 52 μ. Ασβεστόλιθος γκρί Τρίπολης
52 - 73 μ. Λατυποπαγές (μυλωνίτης;)
73 - 83 μ. Φυλλίτες

Στατική στάθμη 10-8-68 = 49,32 μ.
Απόλυτη " " 3,28 μ.
Παροχή μηδαμινή.

Γεώτρηση ΙΓΕΥ 4/68.

Κατασκευάστηκε επίσης μέσα στο φαράγγι της Κέρης, σε απόσταση 200 μ. δυτικά της Εξόδου του και σε υψόμετρο 38,35 μ.

Γεωλ. τομή: 0 - 27,0 μ. Αποθέσεις ποταμού
27 - 45,7 μ. Ασβεστόλιθος Τρίπολης

Στατική στάθμη 10-8-68 = 36,91 μ.
Απόλυτη " " 1,58 μ.
Χλωριόντα: 2130 ppm.

Γεώτρηση Καβροχωρίου (Γαζίου).

Κατασκευάστηκε σε απόσταση 200 μ. νοτίως της πηγής του Αλμυρού και σε απόσταση 50 μ. περίπου ανατολικά του μεγάλου ρήγματος, σε υψόμετρο 40,34 μ.

Γεωλ. τομή: 0 - 32 μ. Άργιλος, χάλικες, κροκαλοπαγή
32 - 64 μ. Ασβεστόλιθος και ασβεστολιθικό λατυποπαγές ή μυλονίτης

Υδροφόρο στρώμα σε βάθος 59 - 64 μ.
Στατική στάθμη 40,0 μ. περίπου.
Χλωριόντα στις 3-11-65 = 230,7 ppm
27-11-68 = 497,0 ppm
Θερμοκρασία νερού: 20,2 °C

Γεώτρηση AGRIDEV-2/66.

Κατασκευάστηκε σε απόσταση 800 μ. νοτίως του Αλμυρού, σε υψόμετρο 46,18 μ.

Γεωλ. τομή: 0 - 16 μ. Προσχώσεις, άμμος και άργιλος
16 - 65 μ. Ασβεστόλιθος γκρί σκούρος

Στατική στάθμη στις 10-8-68 = 36,59 μ.
Απόλυτη " " = 9,59 μ.
Παροχή άντλησης: 125 κ.μ./ώρα

Χλωριόντα κατά την άντληση: 674 - 692 ppm.
Θερμοκρασία νερού: 20,0 °C.

Γεωτρήσεις ΙΓΕΥ 1/68 και 2/68.

Κατασκευάσθηκαν στην περιοχή των λατομείων Κουμπέδων, στην ίδια περίπου θέση και οι δύο, σε υψόμετρο 65,8 μ. Η δεύτερη ήταν μεγάλης διαμέτρου και επέτρεψε την εκτέλεση αντλήσεων από βάθη 66, 77 και 84 μ.

Γεωλ. τομή: 0 - 84 μ. Ασβεστόλιθος Τρίπολης καρστικός
σε βάθη 54,5 - 69,5 - 74,5 μ.

Στατική στάθμη στις 10-8-68 = 56,49 μ.

Απόλυτη " " = 9,31 μ.

Παροχές αντλήσεων: 10 - 67 κ.μ./ώρα

Χλωριόντα κατά τις αντλήσεις: 265 - 460 ppm.

Γεώτρηση AGRIDEV-1/66.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε στην λεκάνη Καμίνας, που σχηματίζεται μεταξύ του υψώματος Κουμπέδες και Τυλίσου. Το υψόμετρο στην θέση αυτή είναι 141,5 μ.

Γεωλ. τομή: 0 - 26 μ. Ασβεστόλιθος Μεσσηνίου
26 - 300 μ. Ασβεστόλιθος Τρίπολης

Στατική στάθμη στις 26-6-68 = 105,91 (μέτρηση ΙΓΕΥ).

Παροχή άντλησης: 10 κ.μ./ώρα περίπου.

Χλωριόντα: 53 - 77 ppm.

Στην μελέτη του FAO δίνονται τα στοιχεία των χημικών αναλύσεων των νερών των σημαντικότερων πηγών και γεωτρήσεων, που ήταν τα εξής:

(συγκεντρώσεις σε ppm)	Ca	Mg	Na	HCO ₃	Cl	SO ₄
AGRIDEV-1 (7-6-68)	96.0	24.0	43.7	378.2	71.0	24.0
Πηγή Κουμπέδων (7-6-68)	48.0	14.4	23.0	207.4	35.5	9.6
Πηγή Αγ. Μάμμας Τυλίσου	60.0	21.6	23.0	280.6	39.0	4.8
Πηγή Αλμυρού (30-3-67)	42.0	13.2	27.6	158.6	42.6	28.6
" (1-4-67)	44.0	13.2	25.3	158.6	39.0	33.6
" (9-5-67)	104.0	196.8	1610.0	158.6	2676.6	633.6
" (1-9-67)	200.0	300.0	2875.0	183.0	4686.0	1200.0
" (8-11-67)	136.0	235.2	2231.0	164.7	3692.0	801.6
Πηγή Κεραμουτσίου	178.0	38.4	43.7	366.0	71.0	283.2
AGRIDEV-2 (8-2-67)	108.0	62.4	473.8	244.0	692.2	369.6
ΙΓΕΥ 1/68 (27-6-68)	76.0	15.6	119.6	134.2	195.2	124.8
ΙΓΕΥ 2/68 (27-6-68)	68.0	36.0	193.2	280.6	108.8	72.0
Πηγή Καβροχωρίου	60.0	20.4	46.0	219.6	88.7	28.8
Γεώτρ. Καβροχωρίου	88.0	52.8	289.8	219.6	497.0	182.4
Πηγή Μετόχι Καπετανάκη	60.0	14.4	36.8	213.5	60.3	28.8
Νερό Θάλασσας	480	1430	12900	174	21900	2200

Συμπεράσματα της μελέτης FAO.

Τα κυριότερα συμπεράσματα της μελέτης του FAO ήταν τα εξής: Το νερό της θάλασσας εισέρχεται στην ζώνη που ευρίσκεται μεταξύ πηγής και χειμάρρου Κέρης, αλλά δεν είναι ακριβώς γνωστό σε ποιό σημείο προς το εσωτερικό της περιοχής αυτής. Είναι γνωστό όμως ότι οι αντλήσεις στην γεώτρηση AGRIDEV-2 προκαλούν αύξηση των χλωριόντων σε 692 ppm. Αυτό σημαίνει ότι η διείσδυση του θαλασσινού νερού θα πρέπει να εκτείνεται προς το εσωτερικό σε μία απόσταση τουλάχιστον 2 χλμ. ανάντη της πηγής του Αλμυρού.

Προτείνονται τρεις μέθοδοι για να εμποδισθεί η διείσδυση του θαλασσινού νερού:

- α. **Ανύψωση του επιπέδου των πηγών** πράγμα που υποχρεώνει την διαχωριστική επιφάνεια γλυκού - αλμυρού νερού να μετατοπισθεί βαθύτερα και να βρεθεί σε βάθος μεγαλύτερο από εκείνο στο οποίο ευρίσκονται τα στόμια από τα οποία διεισδύει η θάλασσα.
- β. **Παραμπόδιση της διείσδυσης του θαλασσινού νερού με την κατασκευή υπογείου διαφράγματος.** Η ζώνη ενδιαφέροντος έχει πλάτος 500 - 600 μ. θα πρέπει να συνεχισθεί η έρευνα με γεωφυσικές μετρήσεις και γεωτρήσεις. Με την μέθοδο αυτή παρεμποδίζεται και η διαφυγή γλυκού νερού προς την θάλασσα. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι το μεγάλο κόστος.
- γ. **Σύλληψη του γλυκού νερού πριν υποστεί μόλυνση.** Η σύλληψη του γλυκού νερού μπορεί να γίνει με γεωτρήσεις, όπως ήδη συνέβη με τις γεωτρήσεις AGRIDEV-1, ΙΓΕΥ 2/68 και ΙΓΕΥ 4/68.

2.3. Έρευνα του Ι.Γ.Ε.Υ. (1969)

Από τον Απρίλιο 1968 και μέχρι τον Μάιο 1969 το ΙΓΕΥ (Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους) σε συνεργασία με την εταιρία Litton και υπό την διεύθυνση των Δ. Γ. ΜΟΝΟΠΩΛΗ και ΚΥΡ. Ι. ΜΑΣΤΟΡΗ πραγματοποίησε διάφορες ερευνητικές εργασίες, μεταξύ των οποίων και τέσσερις ερευνητικές γεωτρήσεις στην περιοχή του Αλμυρού. Τα σχετικά αποτελέσματα αναφέρονται σε έκθεση που δημοσιεύθηκε από το ΙΓΕΥ το 1969 [3]. Η έκθεση περιείχε τα εξής:

Ανάλυση της στρωματογραφίας και της τεκτονικής του ορεινού όγκου του Ψηλορείτη και του βυθίσματος Ηρακλείου. Αναφέρεται η τεταρτογενής τεκτονική, στην οποία αποδίδεται ο σχηματισμός των μεγάλων ρηγμάτων της πηγής του Αλμυρού και της Λαγκάδας Αγ. Γεωργίου, που ορίζουν από ανατολικά και δυτικά το υψίπεδο της Κέρης. Αναφέρονται επίσης οι μετακινήσεις της στάθμης της θάλασσας κατά το τεταρτογενές και η σταθεροποίησή της στα εξής υψόμετρα (πάνω από την σημερινή στάθμη), όπου και σχηματίσθηκαν οι αντίστοιχες θαλάσσιες αναβαθμίδες:

- | | |
|----------------|-------------|
| α) Σικέλιον | 90 - 100 μ. |
| β) Μιλάζιον | 55 - 60 μ. |
| γ) Τυρρήνιον | 28 - 32 μ. |
| δ) Μοναστήριον | 18 - 20 μ. |

Οι αναβαθμίδες αυτές αντιστοιχούν στις μεσοπαγετώδεις εποχές. Κατά τις παγετώδεις εποχές η στάθμη της θάλασσας ήταν πολύ χαμηλότερα, με αποτέλεσμα να σχηματισθεί καρστ και σε επίπεδα χαμηλότερα από τα παραπάνω. Η διαφορά στάθμης μεταξύ μεσοπαγετωδών και παγετωδών εποχών ανέρχεται σε 180 μ. περίπου, δηλαδή το καρστ θα πρέπει να έχει αναπτυχθεί και σε βάθη τουλάχιστον 150 μ. κάτω από την σημερινή στάθμη της θάλασσας. Με βάση τις παρατηρήσεις των θαλασσίων αναβαθμίδων πέριξ της πηγής του Αλμυρού, διατυπώνεται η άποψη ότι το ρήγμα της πηγής είναι Τυρρηνίου ηλικίας. Το ρήγμα αυτό διαχώρισε την μάζα της Κέρης από την νεογενή λεκάνη του Ηρακλείου. Περιγράφονται επίσης λεπτομερώς οι επιφάνειες διαβρώσεως και ιδιαίτερα αυτή των 400 - 600 μ. του Μαραθόλακκου

(δυτικά Τυλλίσου). Σημειώνεται ότι επειδή το κάρστ στην περιοχή αυτή είναι καλά αναπτυγμένο, η βροχή κατείδυει ταχέως, και στους μεγάλους αγωγούς αυτού του κάρστ αποδίδονται οι υψηλές διακυμάνσεις της παροχής της πηγής του Αλμυρού.

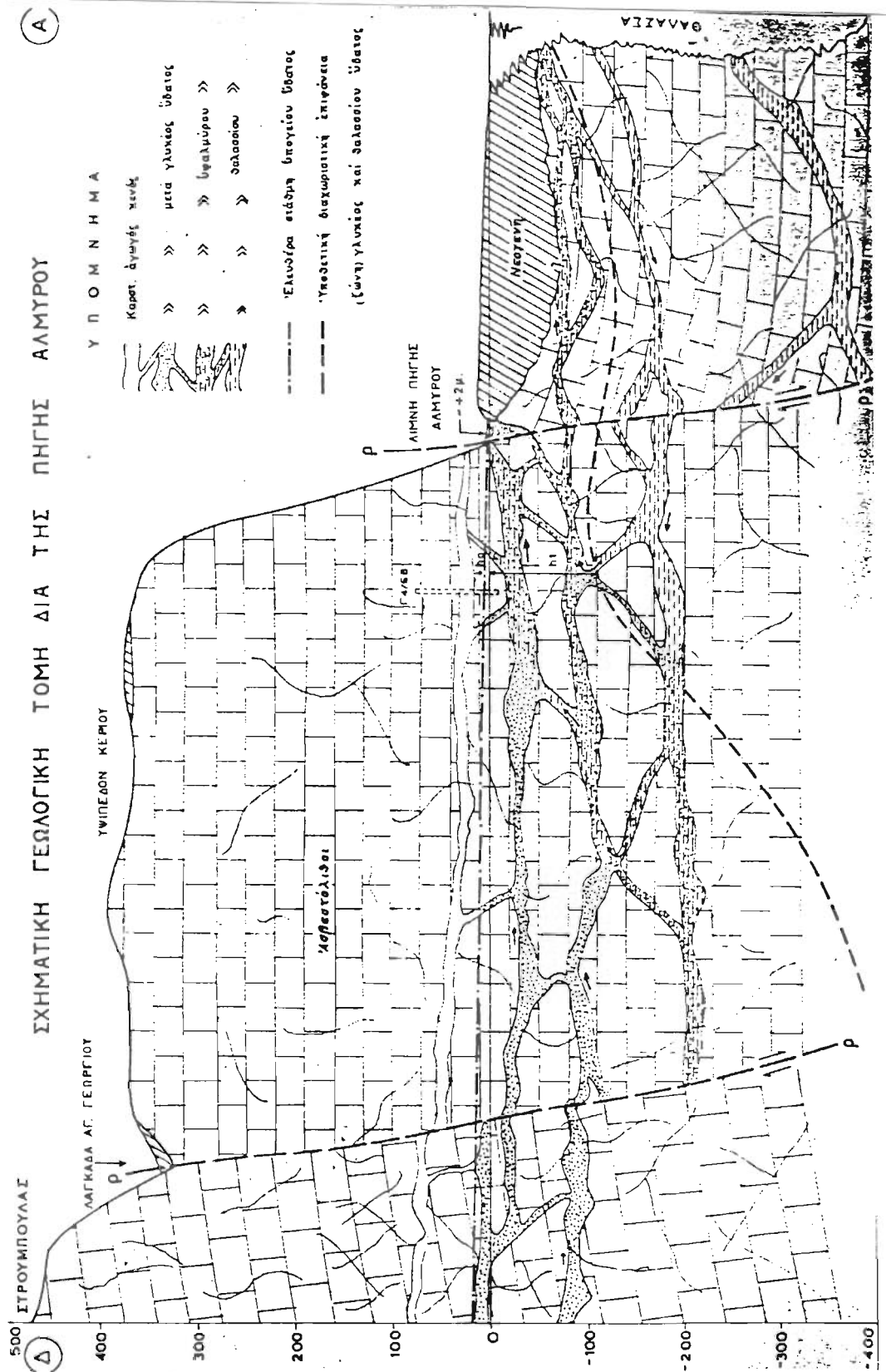
Ανάλυση των βροχομετρικών παρατηρήσεων, όπου υπολογίζεται η σχέση βροχοπτώσεων - υψομέτρου, προσδιορίζεται η επιφάνεια τροφοδοσίας σε 467 τετ. χλμ., υπολογίζεται η μέση βροχόπτωση με την μέθοδο των ισούετων καμπυλών και λαμβάνεται σαν συντελεστής κατείδυσης η τιμή 0,56. Τέλος υπολογίζεται ότι ετησίως οι βροχοπτώσεις ανέρχονται σε 1255 χλστ., η κατείδυση σε 703 χλστ. ή 317 εκατ. κ. μ. Από την ποσότητα αυτή εκτιμάται ότι 248 εκατ. κ. μ. βγαίνουν από την πηγή του Αλμυρού και τα υπόλοιπα από περιφερειακές πηγές (Γέργερης, Ζαρού κλπ.) ή διοχετεύονται κατ'ευθείαν στην θάλασσα μέσω των υπογείων αγωγών που δημιουργούν κατά την θερμική περίοδο την υπαλμύρωση.

Υδρογεωλογία της περιοχής, όπου αναφέρονται παρακάτω οι υδροπερατοί σχηματισμοί και ιδιαίτερα οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης και οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι του υποβάθρου. Σημειώνεται ότι μεταξύ των δύο ασβεστολιθικών σειρών παρεμβάλλεται το φυλλιτικό στρώμα, το οποίο για μεγάλους τομείς της λεκάνης τροφοδοσίας αναμένεται να αποβαίνει βασικός ρυθμιστής της κυκλοφορίας και κατανομής των υπογείων υδάτων. "Στην περιοχή Στρούμπουλα και Κέρης τα συγκεντρούμενα ύδατα εκ της ορεινής περιοχής του Ψηλορείτη, κινούμενα με γενική κατεύθυνση ΒΑ/κώς, συναντούν την τεκτονική επαφή των ανθρακικών ιζημάτων της υποζώνης Τριπόλεως με τα σχιστολίθια του υποβάθρου, οι τελευταίοι των οποίων εμποδίζουν την υπόγειο ροή των υδάτων προς τις βορείους ακτές και τρέπουν ταύτα προς ανατολάς". Επίσης αναφέρεται ότι "βορείως και βορειοανατολικά της πηγής οι αναδυόμενοι ασβεστόλιθοι φαίνεται να φθάνουν μέχρι θάλασσης χωρίς τα υπερκείμενα τούτων Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα να λαμβάνουν αξιόλογα πάχη. Εκ του τεμάχους τούτου αναμένεται η κύρια διείσδυση του θαλασσίου ύδατος προς τον καρστικό υδροφόρο ορίζοντα της πηγής, ως και η εκφόρτιση γλυκέος ύδατος προς την θάλασσαν (εποχιακώς), ενώ δεν αποκλείεται επίσης να λαμβάνουν χώραν ανάλογοι, μικροτέρας εκτάσεως, διεισδύσεις και εκ νοτιωτέρων τεμαχών".

Όσον αφορά την σχέση μεταξύ στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και μεταβολής της ποιότητας του νερού της πηγής αναφέρονται στην έκθεση του ΙΓΕΥ τα εξής: "Όταν η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα ανυψούται, τότε η περιεκτικότητα εις ιόντα χλωρίου του ύδατος ελαττούται και αντιστρόφως. Όμως η στάθμη της γεώτρησης AGRIDEV-1 δεν παρακολουθεί τις διακυμάνσεις της ποιότητας του ύδατος της πηγής. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται εις το γεγονός ότι η γεώτρηση αυτή, καθώς και η ΙΓΕΥ 3/68, ευρίσκονται εις περιοχάς εκτός του κυρίου καρστικού υδροφόρου ορίζοντος. Η φυσική διακύμανση της αλατότητας στον Αλμυρό είναι (σε χλωριόντα) 18 - 5600 ppm, στην γεώτρηση ΙΓΕΥ 2/68 53 - 372 ppm και στην γεώτρηση AGRIDEV-2 είναι 18 - 229 ppm. Από τις δειγματοληψίες και αναλύσεις του νερού της πηγής του Αλμυρού, της περιόδου 1965 - 1968 που έκανε το ΙΓΕΥ, φαίνεται ότι παρατηρείται άμεσος επίδρασις των βροχοπτώσεων επί της ποιότητας του νερού, ως επίσης και ότι τούτο καθίσταται πόσιμον μόνον δια μικρά χρονικά διαστήματα κατά την διάρκεια του χειμῶνος".

Ακολούθως αναφέρεται ο νόμος Ghyben - Herzberg και η βασική σχέση που συνδέει το βάθος της διαχωριστικής επιφάνειας με το ύψος της στάθμης του γλυκού νερού πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και δίνεται το σχήμα της Εικόνας 2 όπου εμφανίζεται ο υποτιθέμενος μηχανισμός διείσδυσης του θαλασσινού νερού. Η ανάμιξη γλυκού και θαλασσινού νερού γίνεται κάτω από την μάζα της Κέρης. Το θαλασσινό νερό διεισδύει μέσω των ασβεστολίθων που ευρίσκονται κάτω από το Νεογενές της λεκάνης του Ηρακλείου, μεταξύ πηγής και θάλασσας.

Τέλος στην έκθεση του ΙΓΕΥ διατυπώνονται και πάλι οι προτάσεις των BURDON - ΠΑΠΑΚΗ, καθώς και των RE - BREZNIK, για την κατασκευή φράγματος. Όσον αφορά την λύση της σύλληψης νερού δια γεωτρήσεων, αναφέρεται ότι αυτή παρουσιάζει τις μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας, παρά το υψηλό κόστος των αντλήσεων.



Εικόνα 2. Σχηματική γεωλογική τομή της πηγής του Αλμυρού (ΙΓΕΥ, 1969).

2.4. Έκθεση F.A.O. - Αποτελέσματα ερευνητικών γεωτρήσεων (1971)

Οι έρευνες στην πηγή του Αλμυρού συνεχίσθηκαν κατά την περίοδο 1969 - 70 με την κατασκευή από το Υπ. Γεωργίας 15 ερευνητικών γεωτρήσεων, με γεωφυσικές έρευνες, δειγματοληψίες, αναλύσεις κλπ. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών περιλαμβάνονται σε έκθεση του Σεπτεμβρίου 1971 από τον Μ. BREZNIK [4].

Στην έκθεση σημειώνεται αρχικά η επαφή των ασβεστολίθων της Τρίπολης της μάζας της Κέρης με τους φυλλίτες της περιοχής της Ροδιάς, η οποία αποδίδεται σε επιφάνεια επωθήσεως, που παρουσιάζει μεγάλη κλίση προς νότο. Επίσης αναφέρεται το ρήγμα του Αλμυρού που χωρίζει την ασβεστολιθική μάζα της Κέρης από το βύθισμα Ηρακλείου - Φαιστού. Η κατακόρυφη μετακίνηση του ρήγματος αυτού προσδιορίζεται σε 500 μ. περίπου. Ένα ακόμη ρήγμα φαίνεται ότι υπάρχει μέσα στην νεογενή λεκάνη, το οποίο ακολουθεί την διεύθυνση του ποταμού του Αλμυρού, από την πηγή προς ΑΒΑ. Ο υπόγειος ποταμός του Αλμυρού πιθανώς να ακολουθεί την διεύθυνση αυτού του ρήγματος.

Ακολούθως περιγράφονται οι υδρογεωλογικές συνθήκες. Στον ασβεστόλιθο της Τρίπολης, που συναντήθηκε στις διάφορες γεωτρήσεις, μετρήθηκε εξαιρετικά υψηλή περατότητα (απροσδιόριστη), που υποδηλώνει την ύπαρξη μιά ζώνης με υψηλή καρστοποίηση. Τα δάπεδο αυτής της ζώνης ευρίσκεται στις γεωτρήσεις FAO-2, 3, 6, 7 και 10 σε βάθη 78, 80, 110, 82 και 48 μ. κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Ανοικτά έγκοιλα παρατηρήθηκαν στις γεωτρήσεις FAO-2, 3, 6, 7, 8, 9 και 10. Οι θέσεις των γεωτρήσεων δίνονται στο σχήμα της Εικόνας 3. Οι μέγιστες τιμές αλατότητας σε χλωριόντα στις γεωτρήσεις FAO-2, 3, 6, 7 και 10 ήταν 1930, 2530, 5500, 3250 και 1860 ppm, την 12 και 13 Σεπτεμβρίου 1970. Νοτίως της πηγής του Αλμυρού οι γεωτρήσεις συνάντησαν τον ασβεστόλιθο της Τρίπολης βαθύτερα. Υψηλή περατότητα μετρήθηκε στην FAO-5 σε βάθος 253 - 298 μ., στην FAO-8 σε βάθη 79 - 95 και 115 - 200 μ. και στην FAO-16 σε βάθος 185 - 192 μ. Η αλατότητα στις γεωτρήσεις FAO-5, 8, 9 και 16 ήταν αντίστοιχα 2600, 1450, 830 και 1760 ppm χλωριόντων. Την ίδια ημερομηνία ο Αλμυρός είχε 5460 ppm. Εξαιρετικά υψηλή περατότητα μετρήθηκε επίσης και στον οργανογενή ασβεστόλιθο του Νεογενούς, στην γεώτρηση FAO-4 σε βάθος 205 - 210 μ. Υψηλή περατότητα στον ίδιο ασβεστόλιθο παρατηρήθηκε στις γεωτρήσεις FAO-1, 4, 5, 9, 12, 16 και 17. Οι μέγιστες τιμές χλωριόντων στον οργανογενή ασβεστόλιθο, στις γεωτρήσεις FAO-1, 4, 5, 9, 16 και 17 ήταν αντίστοιχα 1660, 1360, 1880, 850, 1760 και 2180 ppm. Η θερμοκρασία του νερού στις γεωτρήσεις FAO-4, 5, 16 και 17 ήταν 19 - 20°C, ενώ του Αλμυρού 15,5 - 16,0°C.

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις ο BREZNIK βγάζει το συμπέρασμα ότι υπάρχει ελάχιστη επικοινωνία του ανερχόμενου αγωγού της πηγής του Αλμυρού με τα διάκενα και τις ρωγμές του περιβάλλοντος πετρώματος, που αποτελείται από ασβεστόλιθους της Τρίπολης, παρά την υψηλή καρστικότητα των τελευταίων. Φαίνεται επίσης ότι ο υδροφόρος ορίζοντας του οργανογενούς ασβεστόλιθου του Νεογενούς διαχωρίζεται από τον ορίζοντα του Αλμυρού.

Όσον αφορά την διείσδυση της θάλασσας, ο BREZNIK σημειώνει ότι σε καμία γεώτρηση δεν εντοπίσθηκε θαλασσινό νερό ή νερό αλμυρότερο από αυτό της πηγής. Συνεπώς παραμένει το ερώτημα εάν ευρίσκεται ή όχι η είσοδος θαλασσινού νερού στην περιοχή των πηγών του Αλμυρού. Αναφέρεται η πιθανότητα η μόλυνση να γίνεται από το στρώμα των πλακωδών ασβεστολίθων, που ευρίσκονται κάτω από τους φυλλίτες, σε άγνωστο όμως βάθος. Επίσης υποθέτει ότι η διείσδυση του θαλασσινού νερού μπορεί να γίνεται από το ασβεστολιθικό υπόβαθρο της νεογενούς λεκάνης του Ηρακλείου και ειδικότερα από την περιοχή του Κακού Όρους που ευρίσκεται σε απόσταση 15 χλμ. ανατολικά του Ηρακλείου. Τέλος δεν αποκλείει την περίπτωση η διείσδυση της θάλασσας να γίνεται από το όρος Κουλούκωνας (Τάλαια όρη), των οποίων οι ασβεστόλιθοι σχηματίζουν την βόρεια ακτή της Κρήτης, σε μία απόσταση 20 - 25 χλμ. δυτικά του Αλμυρού.

Στην έκθεση BREZNIK αναφέρονται και δύο γεωτρήσεις που έγιναν εκτός περιοχής πηγής Αλμυρού:

Γεώτρηση ΑΛ-D1.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε στην περιοχή "Βουλισμένο Αλώνι", ανατολικά της Κέρης, σε υψόμετρο 288,1 μ.

Διέτρησε σε βάθος 0 - 315 μ. ασβεστόλιθο της Τρίπολης.

Σωληνώθηκε με σωλήνες 4" που διαθέτουν φίλτρα μεταξύ 230 και 280 μ.

Η θερμική στάθμη είναι σε βάθος 251 μ. και το νερό καλής ποιότητας.

Έγινε άντληση με παροχή 7,2 κ.μ./ώρα.

Γεώτρηση ΑΛ-D3.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε στο Γωνιανό Φαράγγι, περίπου στο μέσον του και επί του δημοσίου δρόμου. Το υψόμετρο είναι 367,3 μ.

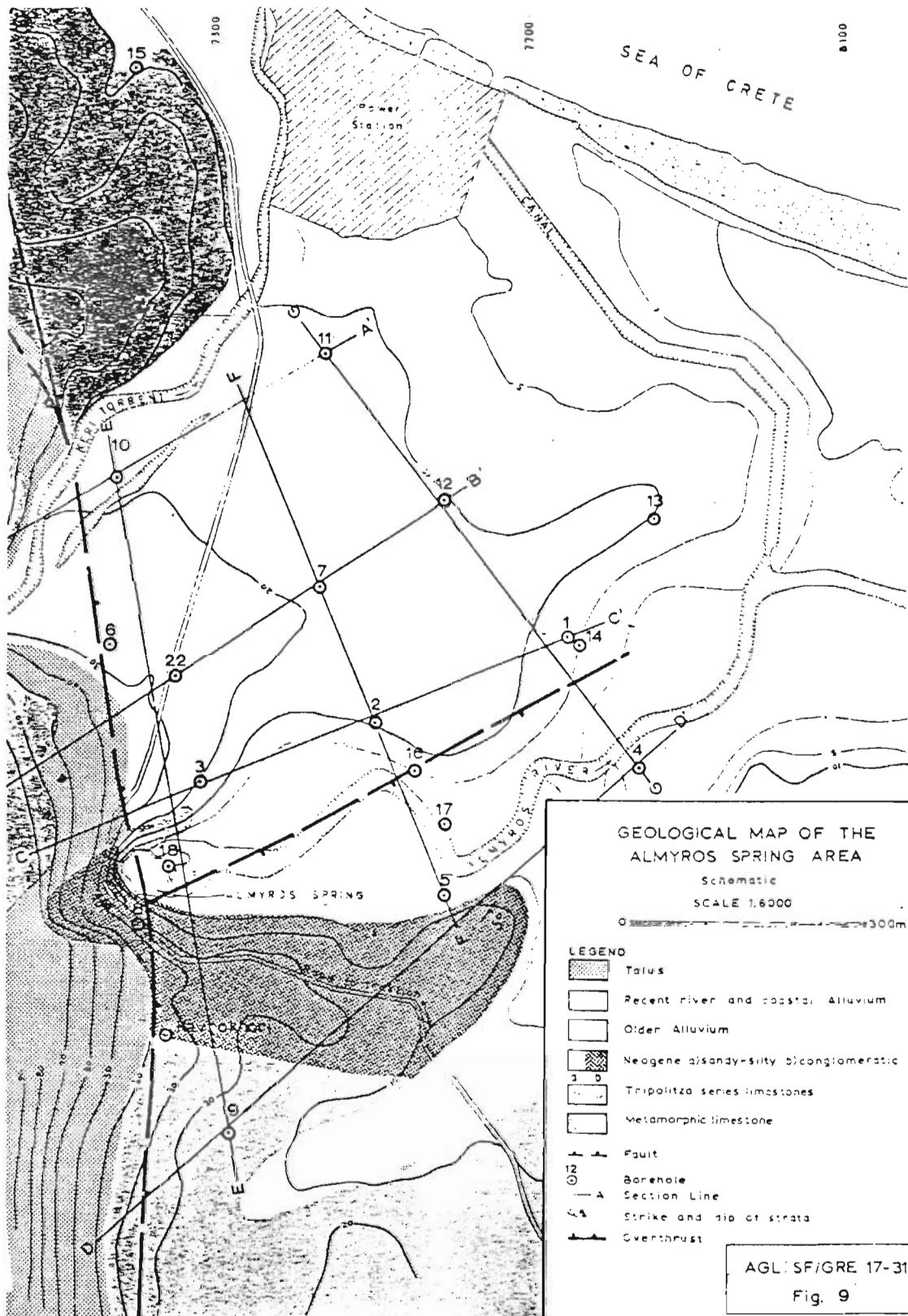
Διέτρησε:

Σε βάθος 0 - 218 μ. ασβεστόλιθο της Τρίπολης.

" 218 - 230 μ. φυλλίτη και ασβεστόλιθο με φυλλιτικές παρεμβολές.

" 230 - 382 μ. ασβεστόλιθο της Τρίπολης καρστικό.

Η γεώτρηση σωληνώθηκε με πιεζόμετρο που διαθέτει φίλτρα μεταξύ 240 και 375 μ.



Εικόνα 3. Θέσεις γεωτρήσεων FAO περιοχής πηγής Αλμυρού.

2.5. Οριστική Υδρογεωλογική Μελέτη F.A.O.

Το 1972 τελείωσε το πρόγραμμα ερευνών UNDP-FAO για τον Αλμυρό και όλα τα διαθέσιμα στοιχεία επεξεργάστηκαν από τους G. DIETRICH και R.E. RE και δημοσιεύθηκαν στο σχετικό τεύχος [5]. Στην έκθεση αυτή αξιολογούνται τα αποτελέσματα των ερευνών που πραγματοποιήθηκαν στο διάστημα 9-9-67 έως 30-6-72. Παρακάτω παραθέτουμε τα καινούργια στοιχεία που προέκυψαν.

Η λεκάνη τροφοδοσίας της πηγής του Αλμυρού σχηματίζεται από την ασβεστολιθική μάζα του ανατολικού τμήματος της Ίδης και περιλαμβάνει και το όρος Στρούμπουλας. Από την επεξεργασία των βροχοπτώσεων της περιόδου 1967-71, επτά βροχομετρικών σταθμών, και λαμβάνοντας υπόψη την εξατμισοδιαπνοή που μετρήθηκε σε άλλους σταθμούς, καθώς και τις παροχές του Αλμυρού, υπολογίστηκε ότι η έκταση της λεκάνης τροφοδοσίας είναι 220 τ.χλμ. Ο υδροφόρος ορίζοντας, χωρίζεται σε δύο τμήματα από τα αδιαπέρατα πετρώματα του συμπλέγματος των Ανωγείων, που πιστεύεται ότι φθάνουν σε μεγάλο βάθος. Το νότιο τμήμα έχει έκταση 170 τ.χλμ. και αντιστοιχεί στο ανατολικό τμήμα της Ίδης (που συνολικά έχει έκταση 400 τ.χλμ.), ενώ το βόρειο τμήμα έχει έκταση 50 τ.χλμ. και αντιστοιχεί στο όρος Στρούμπουλας. Τα δύο αυτά τμήματα συνδέονται με μία ασβεστολιθική λωρίδα πλάτους μόλις 3 χλμ., στην περιοχή του φαραγγιού των Γωνιών.

Το αδιαπέρατο υπόβαθρο του υδροφόρου ορίζοντα σχηματίζεται στο βόρειο τμήμα από τους φυλλίτες, ενώ στο νότιο τμήμα καθορίζεται πιθανώς από το βάθος της καρστικοποίησης. Το νερό στο νότιο τμήμα του υδροφόρου ρέει προς βορρά, προς το φαράγγι των Γωνιών, ενώ στο όρος Στρούμπουλας το νερό ρέει προς την ανατολή. Οι δύο ροές συγκλίνουν και συναντώνται στην κοιλάδα που χωρίζει τον Στρούμπουλα από την Κέρη (κοιλάδα Αγ. Γεωργίου). Η συνολική ροή περιορίζεται εδώ σε ένα πλάτος μόλις 2,5 χλμ. Η αποθήκευση του νερού γίνεται σε ένα σύστημα που περιλαμβάνει λεπτές σχισμές (ρωγμές) και μεγάλους καρστικούς αγωγούς. Οι συνθήκες ροής μέσα στις λεπτές σχισμές μοιάζουν με αυτές ενός ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα σε πορώδες μέσον. Το σύστημα αυτό έχει σχετικά μικρή περατότητα και δίνει χαμηλές παροχές. Αντίθετα, το σύστημα των καρστικών αγωγών έχει μικρή έκταση και εναποθήκευση, όμως η περατότητά του είναι πολύ υψηλή. Συχνά στο σύστημα αυτό η ροή γίνεται υπό πίεσιν.

Η τροφοδοσία του συστήματος γίνεται άμεσα από τις βροχοπτώσεις και έμμεσα από την επιφανειακή απορροή. Το πλείστον της επιφ. απορροής συγκεντρώνεται σε μικρές κλειστές λεκάνες (δολίνες), που οδηγούν τα νερά κατ'ευθείαν στους μεγάλους καρστικούς αγωγούς. Συνεπώς το δίκτυο των λεπτών σχισμών τροφοδοτείται τόσο από τις βροχοπτώσεις, όσο και από την μεταφορά νερού από το δίκτυο των μεγάλων αγωγών, όταν οι τελευταίοι βρίσκονται υπό μεγάλη πίεση, μετά από ισχυρή βροχή. Αργότερα, όταν πέσει η πίεση στους μεγάλους αγωγούς, επειδή αυτοί εκφορτίζονται ταχέως προς την πηγή του Αλμυρού, η ροή στο σύστημα των λεπτών σχισμών αντιστρέφεται και οι σχισμές εκφορτίζονται προς τους μεγάλους καρστικούς αγωγούς. Το σύστημα των λεπτών σχισμών μπορεί να παρομοιασθεί συνεπώς προς τα βασικά αποθέματα (υδροφόρο ορίζοντα) ενός ποταμού που εμφανίζει, κατα την κλασική αντίληψη, υψηλές παροχές τον χειμώνα οφειλόμενες στις βροχές και χαμηλές παροχές το καλοκαίρι οφειλόμενες στην αργή εκφόρτιση του υδροφόρου ορίζοντα.

Από τις παρατηρήσεις της στάθμης των γεωτρήσεων περιοχής Τυλίσου κατά την περίοδο 1971-72 προκύπτει ότι αυτές κατα τον χειμώνα υστερούν σε άνοδο σε σχέση με την άνοδο της παροχής του Αλμυρού, κατα ένα χρονικό διάστημα της τάξεως του μηνός. Αυτό συμβαίνει διότι ένα μεγάλο ποσοστό της παροχής της πηγής προέρχεται από την κατ'ευθείαν διολέτευση του νερού της βροχής μέσα από τους μεγάλους αγωγούς, ενώ αντίθετα οι στάθμες των γεωτρήσεων δείχνουν κυρίως τον βαθμό κορεσμού του συστήματος των λεπτών σχισμών.

Οι υδρογεωλογικές παρατηρήσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν δύο ξεχωριστές υδρογεωλογικές λεκάνες. Η πρώτη ευρίσκεται κοντά στην πηγή του Αλμυρού και έχει διαστάσεις 50 τ.χλμ., ενώ η δεύτερη ευρίσκεται μακρύτερα και έχει διαστάσεις 170 τ.χλμ. Η παροχή βάσεως προέρχεται από την μακρυνή λεκάνη ενώ η ενδιάμεση παροχή από την κοντινή.

Η επεξεργασία των χημικών αναλύσεων των γεωτρήσεων AL-D1, ΙΠΕΥ 2/68, ΙΠΕΥ 3/68, AGRIDEV-1/66, και AGRIDEV-2/66 έδειξε ότι οι γεωτρήσεις που ευρίσκονται δυτικά του όρους Κέρη και στο φαράγγι της Κέρης, παρουσιάζουν χαμηλή περιεκτικότητα αλάτων. Αντίθετα οι γεωτρήσεις που ευρίσκονται επί του ρήγματος του Αλμυρού περιέχουν πάνω από 800 - 1200 ppm σύνολο διαλυμένων στερεών αλάτων. Οι συγκεντρώσεις παρουσιάζουν εποχική διακύμανση. Τα ελάχιστα χλωριόντα παρατηρούνται στις βροχερές περιόδους.

Δεδομένου ότι δεν εντοπίστηκε κοντά στην πηγή διαχωριστική επιφάνεια θαλασσινού - γλυκού νερού, γίνεται δεκτό στην έκθεση FAO ότι η είσοδος της θάλασσας γίνεται μέσω ενός ή περισσοτέρων αγωγών που φθάνουν στον υδροφόρο ορίζοντα, λίγο ανάντη της πηγής.

Στην έκθεση FAO αναφέρεται ότι θεωρητικά υπάρχουν πολλές μέθοδοι, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την σύλληψη γλυκού νερού από την πηγή του Αλμυρού. Οι μέθοδοι αυτές είναι:

- Η ανύψωση της στάθμης εξόδου της πηγής, ώστε να εμποδίζεται η διείσδυση της θάλασσας, από τις αυξημένες πιέσεις του γλυκού νερού.
- Το κλείσιμο με την βοήθεια σιμεντενέσεων των αγωγών μέσω των οποίων ρέει το θαλασσινό νερό.
- Οι αντλήσεις μέσω γεωτρήσεων, στην ασβεστολιθική μάζα.
- Η εξαγωγή του γλυκού νερού μέσω στοών, που λειτουργούν σαν συλλεκτήρες, πάνω από το ύψος της πηγής, και συγκεντρώνουν το γλυκό νερό που επιπλέει στο επάνω μέρος του υπογείου νερού.
- Η ξεχωριστή και ταυτόχρονη άντληση θαλασσινού και γλυκού νερού, από μεγάλο βάθος, στον ανερχόμενο αγωγό της πηγής.
- Η άντληση του θαλασσινού νερού, από τον αγωγό διείσδυσης, μεταξύ πηγής και θάλασσας.
- Η εξαγωγή του νερού της πηγής κατά τις περιόδους που αυτό είναι γλυκό.

Τέλος στην έκθεση του FAO διατυπώνονται οι εξής τελικές προτάσεις:

- Η κατασκευή του φράγματος ύψους 10 μ. (το φράγμα κατασκευάστηκε πέντε χρόνια αργότερα, το 1977).
- Η κατασκευή γεωτρήσεων στην περιοχή δυτικά του όρους Κέρης, με την ελπίδα ότι θα συναντηθούν ανοικτοί καρστικοί αγωγοί, παρά το γεγονός ότι μέχρι την εποχή της μελέτης οι υπάρχουσες γεωτρήσεις AL-D1 και AGRIDEV-1 είχαν δώσει πολύ μικρές παροχές.

2.6. Έρευνα ΓΕΜΕΕ για την υδροδότηση της βιομ. περιοχής Ηρακλείου (1973)

Το 1972 η Ελληνική Τράπεζα Βιομηχανικής Αναπτύξεως (ΕΤΒΑ) προκειμένου να επιλύσει το πρόβλημα υδροδότησης της Βιομηχανικής Περιοχής του Ηρακλείου, ανέθεσε στην Γενική Εταιρεία Μελετών, Ερευνών και Εκμεταλλεύσεων Α.Ε. (ΓΕΜΕΕ) την εκτέλεση 3 ερευνητικών γεωτρήσεων στην περιοχή Τυλίσου. Η σχετική έκθεση των γεωλόγων ΕΥΑΓ. ΠΕΤΡΟΓΓΟΝΑ, ΧΡΗΣΤ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ και Σ. ΒΕΛΕΓΚΑ συντάχθηκε τον Ιανουάριο 1973 [6].

Οι τρεις γεωτρήσεις τοποθετήθηκαν κατά μήκος του μεγάλου ρήγματος Τυλίσου - Γέργερης, που διαχωρίζει τον κυρίως ασβεστολιθικό όγκο του Ψηλορείτη από την νεογενή λεκάνη του Ηρακλείου. Κατεβλήθη επίσης προσπάθεια οι γεωτρήσεις να τοποθετηθούν δυτικά του ρήγματος, με την ελπίδα ότι στα σημεία αυτά θα εντοπιζέτο ο κυρίως υδροφόρος ορίζοντας που τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού. Οι διατρητικές εργασίες έγιναν στο διάστημα 20-7-72 έως 20-12-72. Οι γεωτρήσεις έγιναν με δειγματοληπτικό γεωτρήπανο, συνεχή δειγματοληψία και δοκιμές περατότητας Lugeon. Παρακάτω δίνουμε τις γεωλογικές τομές των τριών γεωτρήσεων.

Γεώτρηση Η1 (Κτήμα Σαλούστρου).

Υψόμετρο 168 μ. περίπου, ολικό βάθος 217,5 μ.

- 0 - 152 μ. Ασβεστόλιθος ποικίλλου βαθμού διαρρήξεως και καρστικοποιήσεως. Συχνά τα καρστικά έγκοιλα περιέχουν ερυθρά ή κίτρινη άργιλο.
- 152 - 165 μ. Ασβεστόλιθος συμπαγής. Μετά την διάτρησή του η στάθμη έπεσε από το βάθος των 93,5 μ. σε βάθος 156 μ.
- 165 - 217 μ. Ασβεστόλιθος διαρρηγμένος και καρστικο-ποιημένος με μικρό ποσοστό άργιλου πλήρωσης των καρστικών έγκοιλων. Ζώνη ενεργού κάρστ.

Η έρευνα συνεχίστηκε με πείραμα ιχνηθέτησης, που είχε σαν στόχο να διαπιστώσει εάν υπήρχε επικοινωνία του υδροφόρου ορίζοντα, που συναντήθηκε στην γεώτρηση, με την πηγή του Αλμυρού. Μετά το τέλος της διάτρησης ρίχθηκαν στην γεώτρηση 25 χλγρ. χρωστικής RHODAMINE-B, που ανιχνεύθηκε στις εξής θέσεις: Μετά 9 ώρες στην γεώτρηση Η2 της ΓΕΜΕΕ, που ευρίσκετο στο στάδιο διατρήσεως σε βάθος 186 μ. Μετά 50 ώρες στις γεωτρήσεις του FAO, ανάντη του Αλμυρού. Μετά 51 ώρες στην πηγή του Αλμυρού, καθώς και στις γεωτρήσεις του FAO κατάντη της πηγής.

Γεώτρηση Η2 (Κτήμα Καλλέργη).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε σε απόσταση 550 μ. βορείως της Η2. Υψόμετρο 200,5 μ., ολικό βάθος 215,5 μ.

- 0 - 160 μ. Ασβεστόλιθος ποικίλης καρστικότητας. Σε βάθος 116 μ. εντοπισθηκε έγκοιλο ύψους 1 μ.
- 160 - 165 μ. Συμπαγής ασβεστόλιθος.
- 165 - 215 μ. Ασβεστόλιθος πολύ διαρρηγμένος και καρστικοποιημένος, με μικρό ποσοστό κίτρινης ή ερυθράς άργιλου.

Η στάθμη του νερού σταθεροποιήθηκε σε βάθος 189 μ.

Γεώτρηση Η3 (Λατομείο Μοσχονά).

Η γεώτρηση αυτή ευρίσκεται 6,5 χλμ. ΝΔ του Αλμυρού. Υψόμετρο 318 μ., ολικό βάθος 319 μ.

- 0 - 208 μ. Ασβεστόλιθος πολύ συμπαγής.
- 208 - 230 μ. Εναλλαγές δολομιτών και ασβεστολίθων με μικρές διαρρήξεις πληρωμένες με άργιλο.
- 230 - 295 μ. Ασβεστόλιθοι με περισσότερες διαρρήξεις.
- 295 - 319 μ. Ασβεστόλιθοι πολύ διερρηγμένοι και αποκαρστωμένοι, χωρίς άργιλο.

Η υδροστατική στάθμη σταθεροποιήθηκε σε βάθος 255 μ.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η γεώτρηση H3 εμφάνισε απόλυτη υδροστατική στάθμη +63 μ., ενώ οι γεωτρήσεις H1 και H2 πολύ χαμηλότερη, +12 και +11,5 μ. αντίστοιχα. Η ΓΕΜΕΕ προτείνει την κατασκευή τριών γεωτρήσεων εκμετάλλευσης, οι οποίες θα ήταν δυνατόν να παρέχουν 400 κ.μ./ώρα πόσιμου νερού. Καταλληλότερη περιοχή θεωρείται αυτή των ερευνητικών γεωτρήσεων H1 και H2.

Κατά τα επόμενα έτη 1973 - 1975 η έρευνα της ΓΕΜΕΕ συνεχίσθηκε με την λήψη μετρήσεων στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Το 1975 αποφασίσθηκε η κατασκευή δύο ακόμη ερευνητικών δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, στην περιοχή "Γωνιανό Φαράγγι", των οποίων τα αποτελέσματα αναφέρονται σε έκθεση των γεωλόγων ΕΥΑΓ. ΠΕΤΡΟΓΓΟΝΑ και ΧΡ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ [7], του Οκτωβρίου 1976. Οι σχετικές εργασίες έγιναν στο διάστημα 16-11-75 έως 23-8-76. Παρακάτω δίνονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των δύο αυτών γεωτρήσεων.

Γεώτρηση Α1 (Κοινότητα Μονής - Μνημείο).

Υψόμετρο 340 μ., ολικό βάθος 343 μ.

- 0 - 153 μ. Εναλλαγές συμπαγών και καρστικοποιημένων ασβεστολίθων.
- 153 - 316 μ. Ασβεστόλιθοι σχετικώς συμπαγείς.
- 316 - 339 μ. Ασβεστόλιθοι διερρηγμένοι και καρστικοποιημένοι. Μετά τα 326 μ. διατήρησης η στάθμη σταθεροποιήθηκε σε βάθος 277 μ.
- 339 - 343 μ. Σχιστόλιθος (Φυλλίτες;).

Γεώτρηση Α2 (Κοινότητα Κορφών - Γωνιανό Φαράγγι)

Υψόμετρο 230 μ., ολικό βάθος 237 μ.

- 0 - 138 μ. Συμπαγής ασβεστόλιθος.
- 138 - 169 μ. Αργιλικός σχιστόλιθος συμπαγής.
- 169 - 182 μ. Ολίγον διερρηγμένος ασβεστόλιθος.
- 182 - 185 μ. Σχιστόλιθος.
- 185 - 210 μ. Ασβεστόλιθος ολίγον διερρηγμένος.
- 210 - 237 μ. Ασβεστόλιθος ισχυρώς διερρηγμένος και καρστικοποιημένος. Από το βάθος διατήρησης 216 μ. επήλθε σταθεροποίηση της στάθμης σε βάθος 204 μ.

Ακολουθώς η ΓΕΜΕΕ επισημαίνει τις διαφορές που παρατηρούνται, όσον αφορά την απόλυτη στάθμη των γεωτρήσεων, η οποία είναι της τάξεως των 11 - 15 μ. στις H1 και H2, ενώ είναι 54 - 60 μ. στις Α1 και H3, και 26 μ. στην Α2. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στο σχιστολιθικό στρώμα, το οποίο εμποδίζει την κατακόρυφη κυκλοφορία του νερού και δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για τον σχηματισμό δευτερεύοντος υδροφόρου ορίζοντα, υπεράνω των φυλλιτών. Αντίθετα, ο κύριος υδροφόρος ορίζοντας, που τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού, θεωρείται ότι είναι ο αναπτυσσόμενος στους πλακώδεις ασβεστόλιθους που υπόκεινται των φυλλιτών.

Τέλος, προτείνεται η κατασκευή υδρογεωτρήσεως παρά την θέση της Α2, διαμέτρου διατήρησης 16" και σωλήνων 12", και βάθους 240 μ.

2.7. Έκθεση F.A.O. μετά την κατασκευή του φράγματος του Αλμυρού (1977)

Στην έκθεση αυτή, που συντάχθηκε τον Οκτώβριο 1977 από τους RE και THOMAS [8], περιγράφονται οι εργασίες κατασκευής του φράγματος και τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος ανύψωσης της στάθμης της λίμνης.

Το φράγμα περιλαμβάνει ένα τοίχο από μπετόν, μεταξύ 3,5 και 10,8 μ. απολύτου υψομέτρου και πάχους 1 μ. Έχει από κάτω μία στεγανή κουρτίνα, που φθάνει μέχρι βάθους -10,7 μ. Ανάντη και κατάντη υπάρχουν αναχώματα για την στήριξη του τοίχου. Στην αριστερή πλευρά διαθέτει 3 βάννες, σε υψόμετρο 0,9 μ., που οδηγούν τα νερά σε ένα κανάλι, το οποίο τροφοδοτεί ένα υπερχειλιστή μετρήσεων παροχής. Επίσης διαθέτει ένα υπερχειλιστή εκκένωσης των πλημμυρών, στο υψόμετρο των 5,7 μ. Στον υπερχειλιστή αυτόν μπορούν να τοποθετηθούν δοκάρια, ώστε το κατώφλι του να ανέλθι πάνω από τα 6 μ. υψομέτρου.

Οι εργασίες κατασκευής διήρκεσαν από τον Ιούλιο 1975 μέχρι τον Ιούλιο 1977.

Το 1977 έγινε το πρώτο πείραμα ανύψωσης της στάθμης. Η ανύψωση έγινε προοδευτικά από την στάθμη των 2 μ. (12 Ιουλίου) στην στάθμη των 9,9 μ. (4 Αυγούστου). Ακολούθως η στάθμη επαναφέρθηκε στα 8 μ. (23 Αυγούστου), στα 5,9 μ. (29 Αυγούστου) και στα 3,9 μ. (8 Σεπτεμβρίου).

Κατά την διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκαν τα εξής: Η αλατότητα έπεσε κατά 8% περίπου (από 4900 σε 4500 ppm), με αρκετή καθυστέρηση της τάξεως των 2 ημερών τουλάχιστον. Σε περίπτωση βροχής και αύξησης της παροχής (11 Σεπτεμβρίου), μεταξύ αρχής αύξησης της παροχής και αρχής πτώσης των χλωριόντων μεσολαβούν 15 ώρες. Μεταξύ αρχής πτώσεως της παροχής (μέγιστη παροχή) και αρχής αυξήσεως χλωριόντων (ελάχιστη αλατότητα) μεσολαβούν 60 ώρες περίπου.

Η επίδραση της ανόδου της στάθμης της λίμνης επί της παροχής ήταν δύσκολο να προσδιορισθεί, λόγω κυρίως της έλλειψης ακριβείας στην μέτρηση των παροχών. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, η άνοδος της στάθμης μέχρι τα 10 μ. (μετά από κάθε κλείσιμο των βαννών της βάσης του φράγματος) γίνεται χωρίς καθυστέρηση. Αυτό σημαίνει ότι μέχρι του ύψους αυτού οι διαστάσεις του καρστικού ρεζερβουάρ ανάντη της πηγής δεν είναι μεγάλες.

Η επίδραση της ανύψωσης της στάθμης της λίμνης επάνω στην στάθμη των γεωτρήσεων ήταν η εξής: Η στάθμη στην γεώτρηση AL-D1, στο Βουλιασμένο Αλώνι δεν επηρεάστηκε, αλλά αντίθετα συνέχισε την φυσιολογική καλοκαιρινή πτώση της. Από αυτό βγαίνει το συμπέρασμα, ότι η γεώτρηση AL-D1 δεν ευρίσκεται σε άμεση σχέση με τον υδροφόρο ορίζοντα που τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού. Οι γεωτρήσεις FAO-2 και FAO-6 επηρεάστηκαν, αλλά η διακύμανση της στάθμης των ήταν πολύ μικρότερη από αυτήν της λίμνης (1,5 - 2,5 μ. έναντι των 8 μ.). Η γεώτρηση ΙΓΕΥ 3/68 στο φαράγγι Κέρης επηρεάστηκε εντονότερα, κατά 4 μ. περίπου.

Η μείωση της αλατότητας, μετά από την ανύψωση της στάθμης της λίμνης, ήταν αισθητή, αλλά πολύ μικρότερη από την αναμενόμενη. Το λογικό συμπέρασμα ήταν λοιπόν, ότι θα μπορούσε να ανυψωθεί ακόμη περισσότερο η στάθμη, ώστε να παρεμποδισθεί εντελώς η διείσδυση του θαλασσινού νερού.

Τέλος, στην έκθεση του FAO προτείνεται να επαναληφθεί το πείραμα και οι μετρήσεις για μία περίοδο ενός τουλάχιστον υδρολογικού έτους. Επίσης ένας από τους σημαντικότερους άγνωστους παράγοντες είναι η ολοκληρωτική άγνοια του τι συμβαίνει μέσα στην καρστική μάζα και πως συσσωρεύεται το νερό κατά την φάση της ανύψωσης της στάθμης της λίμνης. Προτείνεται λοιπόν να κατασκευασθεί ένα πιεζόμετρο ανάντη της πηγής, που να παρέχει μία αντιπροσωπευτική τιμή της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα.

2.8. Μελέτη BREZNIK περί του μηχανισμού υπαλμύρυνσης της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου (1978).

Το 1978 ο BREZNIK δημοσίευσε άρθρο [9], στο οποίο διατυπώνει τις απόψεις του για τον μηχανισμό μόλυνσης του Αλμυρού Ηρακλείου.

Το άρθρο αυτό φαίνεται ότι γράφτηκε σε δύο διαφορετικές εποχές, πριν και μετά την εκτέλεση του πρώτου πειράματος ανύψωσης της στάθμης της πηγής του Αλμυρού.

Το πρώτο μέρος του άρθρου περιλαμβάνει τις απόψεις του, όπως είχαν διαμορφωθεί στο διάστημα 1971 - 1977. Σύμφωνα με αυτές, η στάθμη της λίμνης θα έπρεπε να ανέλθει στο ύψος των 7 - 10 μ., πάνω από το επίπεδο της θάλασσας, το δε πείραμα να εκτελεσθεί κατά την περίοδο του φθινοπώρου, όταν επικρατούν οι δυσμενέστερες συνθήκες από απόψεως μόλυνσης.

Το δεύτερο μέρος του άρθρου γράφτηκε στις αρχές 1978, δηλαδή μετά την κατασκευή του φράγματος και την εκτέλεση του πρώτου πειράματος ανύψωσης της στάθμης, το οποίο παρακολούθησε και ο ίδιος. Μετά την αποτυχία του πειράματος, ως προς την βελτίωση της ποιότητας του νερού, ο BREZNIK επιχειρεί να εξηγήσει τα αίτια της αποτυχίας και ανασκευάζει τις απόψεις, που είχε διατυπώσει στο πρώτο μέρος του άρθρου, όσον αφορά τον μηχανισμό μόλυνσης του Αλμυρού Ηρακλείου.

Ο BREZNIK πιστεύει ότι η φλέβα εισόδου του θαλασσινού νερού ευρίσκεται μέσα στους ασβεστόλιθους της ζώνης της Τρίπολης, κάτω από τις νεογενείς αποθέσεις της λεκάνης του Ηρακλείου και ότι αυτή η φλέβα προεκτείνεται σε μεγάλη απόσταση προς τ'ανατολικά. Το στόμιο της φλέβας ευρίσκεται στον πυθμένα της θάλασσας και σχηματίζει μία καταβόθρα θαλασσινού νερού κατά την θερινή περίοδο. Πιθανώς το στόμιο να ευρίσκεται βόρεια ή βορειοανατολικά του Ηρακλείου (στην περιοχή του Κακού Όρους). Κατά την βροχερή περίοδο το γλυκό νερό πιθανώς δεν εξέρχεται προς την θάλασσα, μέσω της φλέβας. Τούτο συμπεραίνεται από το γεγονός ότι δεν εμφανίζονται μεγάλες υποθαλάσσιες πηγές βόρεια και βορειοανατολικά του Ηρακλείου.

Ο BREZNIK επισκέφθηκε τον Αλμυρό το 1977, μετά από απουσία 6 ετών. Το καλοκαίρι 1977 έγινε το πρώτο πείραμα και ανυψώθηκε η στάθμη από 2 μ. σε 10 μ. Το νερό παρέμεινε υπάλμυρο και σύμφωνα με τις ενδείξεις σημειώθηκε πτώση κατά 10% της αλατότητας και της παροχής.

Με βάση την νέα εκτίμηση (;) ότι η υπαλμύρυνση αρχίζει όταν η παροχή είναι 17 κ.μ./δλπ. και ότι η ελάχιστη παροχή είναι το καλοκαίρι 3,33 κ.μ./δλπ., υπολογίζει, ότι για να εμποδισθεί η υπαλμύρυνση, θα χρειασθεί περαιτέρω ανύψωση που φθάνει τα 17,74 μ., για βάθος κόμβου ανάμιξης 716 μ.

Ακολούθως προτείνει να χρησιμοποιηθεί το φράγμα για την διεξαγωγή "χειμερινών" πειραμάτων, κατά τα οποία να διατηρείται η στάθμη στα 9 μ. και να σημειώνεται για ποιά παροχή αρχίζει η μόλυνση, όταν η παροχή πέφτει. Το ίδιο πείραμα να επαναληφθεί ενώ η στάθμη θα είναι σταθεροποιημένη σε 8,25 και 7,5 μ.

2.9. Εισήγηση του ΙΓΜΕ στην Εκδήλωση για το Υδάτινο Δυναμικό Κρήτης (1981)

Τον Δεκέμβριο 1981 το ΤΕΕ (τμήματα ανατολικής και δυτικής Κρήτης) και ο Σύνδεσμος Γεωπόνων ανατολικής Κρήτης οργάνωσαν εκδήλωση για το Υδάτινο Δυναμικό της Κρήτης, όπου οι γεωλόγοι του ΙΓΜΕ Εμμ. Κνιθάκης και Κάρολος Μπεζές παρουσίασαν εισηγήσεις για την δραστηριότητα των υδρογεωλογικών ερευνών του ΙΓΜΕ στην Κρήτη.

Στην εισήγηση αναφέρεται ότι το ΙΓΜΕ εγκατέστησε σύστημα συνεχούς καταγραφής της στάθμης, θερμοκρασίας και αγωγιμότητας του νερού στην πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου. Όσον αφορά την ελλάττωση των χλωριόντων, μετά την κατασκευή του φράγματος, αναφέρεται (σελ. 344), ότι μία ανύψωση κατά 5 μ. της στάθμης, προκαλεί μία μείωση των χλωριόντων κατά 18 - 20%.

Αναφέρεται επίσης η περίπτωση των πηγών του Μπαλίου, που ερευνήθηκαν υποβρυχίως από το ΙΓΜΕ στις 28 Οκτωβρίου 1981. Πρόκειται για δέκα περίπου πηγές που βρίσκονται μέσα στον κόλπο του Μπαλίου, σε βάθος 15 μ. περίπου. Το καλοκαίρι η παροχή των πηγών αυτών μηδενίζεται και αργότερα παρατηρείται μία αντιστροφή της ροής και είσοδος της θάλασσας. Η παροχή εισόδου της θάλασσας είναι αρκετά υψηλή, της τάξεως του 0,5 - 1,0 κ.μ./δλπ.

2.10. Κατασκευή γεωτρήσεων περιόδου 1979 - 1986.

Μεταξύ 1979 και 1982 η Υ.Ε.Β κατασκεύασε για λογαριασμό του Συνδέσμου Κοινοτήτων Μαλεβυζίου τρεις γεωτρήσεις: Σ1 στην Τύλισο, Σ2 στο Γωνιανό Φαράγγι και Σ3 στο χωριό Λουτράκι. Παρακάτω αναφέρονται τα στοιχεία των γεωτρήσεων αυτών.

Γεώτρηση Σ1 Συνδέσμου (Κτήμα Καλλέργη).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε δίπλα στην Η2 της ΓΕΜΕΕ πιθανώς το 1981. Υψόμετρο 200,56 μ., ολικό βάθος 225 μ. Από τον Αύγουστο 1991 αντλείται για λογαριασμό της ΔΕΥΑΗ.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 225 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Στατική στάθμη σε βάθος 188,55 μ.

Παροχή άντλησης 72 κ.μ./ώρα.

Στάθμη άντλησης 199,88 μ.

Παροχή εκμετάλλευσης 45 κ.μ./ώρα.

Γεώτρηση Σ2 Συνδέσμου (Γωνιανό Φαράγγι - Μνημείο).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε δίπλα στην γεώτρηση Α1 της ΓΕΜΕΕ από 27-6-79 έως 1-7-80. Υψόμετρο 328,79 μ., ολικό βάθος 350 μ.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 350 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Σωλήνωση 0 - 214,5 μ. διαμέτρου 12".

Στατική στάθμη 277,2 μ.

Δεν έγινε μέχρι σήμερα δοκιμαστική άντληση.

Γεώτρηση Σ3 Συνδέσμου (Κοιν. Λουτρακίου).

Υψόμετρο 328 μ.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 248 μ. Ασβεστόλιθοι της Τρίπολης.
248 - 360 μ. Φυλλίτες.

Δεν συνάντησε στάθμη νερού.

Κατά το 1983 κατασκευάσθηκαν οι παρακάτω γεωτρήσεις:

Γεώτρηση Καβροχωρίου (Κοιν. Γαζίου).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε από την Κοινότητα Γαζίου, σε απόσταση 2800 μ. νοτίως της πηγής του Αλμυρού, στην θέση Περιβόλια Καβροχωρίου. Περίοδος κατασκευής 27-11-83 έως 2-12-83. Αριθμός απογραφής ΙΓΜΕ Γ322.

Υψόμετρο 34 μ. περίπου.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 65 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.
Στατική στάθμη σε βάθος 26,0 μ.
Παροχή άντλησης 50 κ.μ./ώρα.
Στάθμη άντλησης 35,0 μ.

Γεώτρηση ΙΗ-01 ΙΓΜΕ (Γωνιανό Φαραγγι).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε στη δυτική είσοδο του Γωνιανού Φαραγγιού, στην θέση Καμάρα Γωνιών. Περίοδος κατασκευής 22-8-83 έως 7-2-84.

Υψόμετρο 387,53 μ. Διάμετρος 15".

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 350 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.
350 - 450 μ. Ασβεστόλιθοι Ιονίου (Plattenkalk).

Σωλήνωση 0 - 450 μ. διαμέτρου 10".
Στατική στάθμη 362 - 364 μ.
Δεν έγινε δοκιμαστική άντληση.

Η γεωτρητική δραστηριότητα στην περιοχή της Τυλλίσου συνεχίσθηκε κατά την περίοδο 1984 - 1986 με τις εξής γεωτρήσεις:

Γεώτρηση Συνδέσμου 1985.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε από την ΥΕΒ, στην θέση Πυθαράκια, σε απόσταση 250 μ. βόρεια από την γεώτρηση Καλλέργη.

Υψόμετρο 199 μ., ολικό βάθος 280 μ. Περίοδος εργασιών 17-12-84 έως 6-5-85.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 280 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης με κάρσι πληρωμένο με terra rossa.

Ασωλήνωση - αποτυχούσα.

Γεώτρηση Κοινότητας Τυλλίσου 1/1985.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε από την ΥΕΒ σε απόσταση 100 μ. ανατολικά της γεώτρησης Η1-ΓΕΜΕΕ, στην θέση Γούβα.

Υψόμετρο 163 μ., ολικό βάθος 250 μ. Περίοδος εργασιών 7-5-85 έως 10-7-85.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 250 μ. Ασβεστόλιθος Τρίπολης.

Στατική στάθμη σε βάθος 148 μ.

Έγινε άντληση με air-lift και παροχή 5 κ.μ./ώρα.

Τοποθετήθηκε πιεζόμετρο 1" σε βάθος 180 μ., το οποίο λειτουργεί σήμερα μέχρι βάθους 150 μ. περίπου.

Γεώτρηση Κοινότητας Τυλλίσου 2/1985.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε από την ΥΕΒ βορειοδυτικά από το χωριό της Τυλλίσου, σε απόσταση 1000 μ. από αυτό, στην τοποθεσία Παπά Μιτάτο. Η θέση της γεώτρησης ευρίσκεται επί του ρήγματος της Τυλλίσου.

Υψόμετρο 208 μ., ολικό βάθος 250 μ. Περίοδος εργασιών 11-7-85 έως 20-5-86.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 10 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος.
10 - 30 μ. Ασβεστόλιθος κατακερματισμένος.
30 - 160 μ. Ασβεστόλιθος Τρίπολης.
160 - 220 μ. Ασβεστόλιθος καρστικοποιημένος.
220 - 250 μ. Γεώτρηση μπαζωμένη (έλλειψη στοιχείων).

Σωληνώθηκε με σωλήνες διαμέτρου 8" σε βάθος 0 - 220 μ.

Τοποθετήθηκε πιεζόμετρο 1" μέχρι βάθους 210 μ.

Στατική στάθμη σε βάθος 190,35 μ.

Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 50 κ.μ./ώρα.

Στάθμη άντλησης 198,65 μ.

Γεώτρηση Συνδέσμου 1/1986.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε από την ΥΕΒ, δυτικά του λόφου Κουμπέδες, επί του δημοσίου δρόμου, στην θέση Ανεμοσπήλιο.

Υψόμετρο 220 μ., ολικό βάθος 50 μ. περίπου.

Οι εργασίες διακόπηκαν, διότι συνάντησε τον φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης.

Γεώτρηση Συνδέσμου 2/1986.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε από την ΥΕΒ σε απόσταση 350 μ. δυτικά της προηγούμενης.

Υψόμετρο 230 μ., ολικό βάθος 298 μ. Περίοδος εργασιών 31-7-86 έως 1-10-86.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 298 μ. Ασβεστόλιθος Τρίπολης.

Ασωλήνωτη - αποτυχούσα.

Γεώτρηση ΔΕΥΑΗ 1/1985.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε από την ΔΕΥΑΗ, στο Α' Στάδιο κατασκευής γεωτρήσεων, σε απόσταση 1500 μ. δυτικά του χωριού της Τυλίσου, επί του ρήγματος της Τυλίσου.

Υψόμετρο 290 μ., ολικό βάθος 400 μ. Περίοδος εργασιών 28-8-85 έως 16-9-85.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 400 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Δεν παρουσιάστηκε υδροφορία. Δεν υπάρχουν στοιχεία στάθμης.

Γεώτρηση ΙΗ-02 ΙΓΜΕ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε σε απόσταση 1300 μ. ΒΒΔ του χωριού της Τυλίσου, επί του ρήγματος της Τυλίσου.

Υψόμετρο 236,52 μ., ολικό βάθος 301 μ. Περίοδος κατασκευής 13-11-85 έως 14-2-86.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 301 μ. Δολομιτικός ασβεστόλιθος της ζώνης της Τρίπολης, τοπικά κατακερματισμένος.

Σωληνώθηκε με πιεζόμετρο διαμέτρου 5". Στατική στάθμη 219,4 μ. Ασθενής υδροφορία.

2.11. Μελέτη του ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ για τον Αλμυρό Ηρακλείου και τον μηχανισμό υπαλμύρυνσης (1983)

Στην μελέτη αυτή [10] περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα των ερευνών του ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ σχετικά με την υδροδυναμική συμπεριφορά της πηγής του Αλμυρού. Στο άρθρο επισημαίνεται αρχικά, ότι η υδροδυναμική συμπεριφορά του Αλμυρού, όπως συνάγεται από την μελέτη του υδρογραφήματος, είναι σύνθετη. Το καλοκαίρι το υδρογράφημα χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλό συντελεστή στείρευσης, που συναντάται μόνο σε εκτεταμένους καρστικούς υδροφόρους ορίζοντες. Τον χειμώνα οι μεγάλες διακυμάνσεις της παροχής υποδηλώνουν σύστημα πολύ μικρών διαστάσεων ή οφείλονται απλώς σε διηθήσεις νερών, που προέρχονται από επιφανειακές λεκάνες.

Ακολούθως ο ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕΣ εκφράζει την άποψη ότι η πηγή παρουσιάζει διαφορετική υδροχημική συμπεριφορά τον χειμώνα, απ'ότι το καλοκαίρι. Η αλατότητα αυξάνει συνεχώς το καλοκαίρι και φθάνει τον Οκτώβριο - Νοέμβριο τα 4000 - 5000 ppm χλωριόντων. Από την συσχέτιση παροχών και αλατότητας, για τις θερινές περιόδους πριν το 1972, προκύπτει ότι η αλατότητα μηδενίζεται σχεδόν, όταν η παροχή υπερβαίνει τα 10 κ.μ./δλπ. Τον χειμώνα η υδροχημική συμπεριφορά της πηγής περιπλέκεται, διότι στην πηγή φθάνουν νερά δύο διαφορετικών προελεύσεων: τα νερά του υδροφόρου ορίζοντα του Ψηλορείτη, που είναι μολυσμένα από την θάλασσα, και τα νερά της επιφανειακής λεκάνης της Ροδιάς, που είναι γλυκά.

Οι βροχοπτώσεις προκαλούν μεταβολές στην παροχή και στην αλατότητα του νερού της πηγής, όμως οι μεταβολές αυτές δεν είναι σταθερής μορφής στην διάρκεια του χειμώνα. Πιθανότατα η είσοδος της θάλασσας γίνεται από σημεία που ευρίσκονται ανάντη του φαραγγιού των Λινοπεραμάτων. Ακολούθως ο ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕΣ προσδιορίζει τις σχέσεις, που συνδέουν την στάθμη, την παροχή και την αλατότητα στην πηγή του Αλμυρού και υπολογίζει, ότι για να γίνει γλυκό το νερό της πηγής του Αλμυρού απαιτείται ανύψωση της στάθμης στο επίπεδο των 27 μ.

2.12. Μελέτη του ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ για τον Αλμυρό Ηρακλείου και τις πηγές του Μπαλλίου (1985)

Στην μελέτη αυτή [11] ο ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕΣ αναφέρει τα αποτελέσματα της εφαρμογής του μοντέλου BEMER στην πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου. Επίσης αναφέρεται στην υδρογεωλογική σχέση που υπάρχει μεταξύ των υποθαλασσίων πηγών του Μπαλλίου και της πηγής του Αλμυρού.

Τα κύρια σημεία εκφόρτισης του υδροφόρου ορίζοντα είναι δύο: Η πηγή του Αλμυρού και οι υποθαλάσσιες πηγές του Μπαλλίου, που αναβλύζουν σε απόσταση 50 - 200 μ. από την ακτή, σε βάθος 15 μ. και σε απόσταση 25 χλμ. δυτικά από την πηγή του Αλμυρού. Όπως είχε ανακαλύψει ο ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕΣ το 1981 οι πηγές του Μπαλλίου λειτουργούν το καλοκαίρι σαν εσταβέλλες και αναρροφούν μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού. Από την συσχέτιση βροχοπτώσεων, παροχής και αλατότητας στην πηγή του Αλμυρού, φαίνεται ότι η ανάμιξη γλυκού και θαλασσινού νερού γίνεται σε μεγάλη απόσταση ανάντη της πηγής, και ότι πιθανότατα η υπαλμύρυνση του νερού της πηγής του Αλμυρού προκαλείται από το θαλασσινό νερό, που εισχωρεί το καλοκαίρι στις υποθαλάσσιες πηγές του Μπαλλίου και μεταφέρεται υπογείως μέχρι την περιοχή της πηγής του Αλμυρού.

Ακολούθως στο άρθρο αναφέρεται ότι στον Αλμυρό η παροχή των χλωριόντων μηδενίζεται, όταν η παροχή του υδροφόρου ορίζοντα υπερβαίνει τα 8,7 κ.μ./δλπ, πράγμα που σημαίνει ότι υπό τις συνθήκες αυτές εμποδίζεται το υπάλμυρο νερό (που πιθανώς έρχεται από το Μπαλί) να προσεγγίσει στην πηγή του Αλμυρού.

Το μοντέλο BEMER υπολόγισε επίσης το ισοζύγιο της λεκάνης τροφοδοσίας του Αλμυρού Ηρακλείου. Σύμφωνα με αυτό, η έκταση της λεκάνης τροφοδοσίας ανέρχεται

σε 360 τετ. χλμ. Η έκταση αυτή θα πρέπει να μειωθεί κατά 20%, εάν αφαιρεθεί το θαλασσινό νερό, που συμμετέχει στην παροχή της πηγής. Επίσης η έκταση θα πρέπει να μειωθεί ακόμη κατά 30%, εάν ληφθεί υπόψη, ότι η βροχόπτωση στον σταθμό των Ανωγείων είναι μικρότερη από την μέση βροχόπτωση στην λεκάνη τροφοδοσίας. Έτσι η πραγματική λεκάνη τροφοδοσίας του Αλμυρού ανέρχεται σε 200 τετ. χλμ. περίπου.

2.13. Γεωηλεκτρική έρευνα ΔΕΥΑΗ περιοχής Τυλλίσου (1986)

Τον Δεκέμβριο 1986, η ΔΕΥΑΗ ανέθεσε στον ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ την γεωφυσική μελέτη διαφόρων περιοχών του Νομού Ηρακλείου [12]. Στα πλαίσια αυτής της μελέτης πραγματοποιήθηκαν και οι διασκοπήσεις Η-8, Η-9 και Η-10 στην περιοχή που εκτείνεται 1 χλμ. βόρεια του χωριού της Τυλλίσου. Οι τρεις διασκοπήσεις δείχνουν ότι κάτω από ένα λεπτό στρώμα τεταρτογενών ή νεογενών μαργαϊκών σχηματισμών, εντοπίζονται οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης. Οι τελευταίοι έχουν αρκετά μεγάλο πάχος και φθάνουν σε βάθος τουλάχιστον 100 μ. κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Ο ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕΣ προτείνει να κατασκευασθούν τέσσερις ερευνητικές γεωτρήσεις μέσου βάθους 250 μ., οι οποίες θα χρησιμεύσουν για τον ακριβή προσδιορισμό της γεωλογικής δομής της περιοχής.

2.14. Γεωηλεκτρική έρευνα ΔΕΥΑΗ περιοχής Τυλλίσου (1987)

Τον Φεβρουάριο 1987, ανατέθηκε από την ΔΕΥΑΗ στον ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ η δεύτερη γεωφυσική έρευνα [13]. Πραγματοποιήθηκαν επτά ηλεκτρικές διασκοπήσεις στην περιοχή γύρω από το χωριό της Τυλλίσου. Συγκεκριμένα, βόρεια και δυτικά της Τυλλίσου έγιναν οι διασκοπήσεις Η-21, Η-23, Η-24, Η-25, Η-26, ενώ ανατολικά του χωριού έγιναν οι διασκοπήσεις Η-20 και Η-22. Τα νέα στοιχεία επιβεβαίωσαν τα συμπεράσματα της προηγούμενης γεωηλεκτρικής έρευνας.

2.15. Γεωηλεκτρική έρευνα ΙΓΜΕ στην περιοχή Τυλλίσου (1987)

Κατά το 1987 το ΙΓΜΕ με την επίβλεψη του γεωφυσικού Φίλιππου ΣΟΦΟΥ πραγματοποίησε 15 γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις, στην περιοχή που εκτείνεται μεταξύ Τυλλίσου και Γαζανού ποταμού [14]. Στόχος της έρευνας ήταν να εντοπισθεί το υπόβαθρο των ασβεστολίθων της Τρίπολης. Από τα αποτελέσματα της έρευνας, συμπεραίνεται ότι ο ασβεστόλιθος της Τρίπολης ευρίσκεται σε βάθος 200 - 300 μ. Προτείνεται να κατασκευασθούν 3 γεωτρήσεις, στην περιοχή της οδού που συνδέει την Τύλισο με το Κεραμούτσι.

2.16. Γεωηλεκτρική έρευνα ΙΓΜΕ στην περιοχή Λουτράκι - Κορφές και Κυθαρίδα - Σάρχος (1987)

Η έρευνα αυτή [15] έγινε το 1987 από τον γεωφυσικό του ΙΓΜΕ Φίλιππο ΣΟΦΟ. Συνολικά έγιναν 20 διασκοπήσεις. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, στην περιοχή Λουτρακίου - Κορφών πιστεύεται ότι ο ασβεστόλιθος ευρίσκεται σε βάθος 100 μέχρι 400 μ. Στην περιοχή Κυθαρίδας - Σάρχου υπάρχει αμφιβολία σχετικά με τον εντοπισμό του ασβεστόλιθου. Η πιθανή ύπαρξή του αναμένεται σε βάθος 180 μέχρι 540 μ. Προτείνεται η κατασκευή τεσσάρων γεωτρήσεων.

2.17. Πείραμα ανύψωσης της στάθμης της πηγής του Αλμυρού (1987)

Τον Φεβρουάριο 1987 το Υπ. Γεωργίας πραγματοποίησε μακροχρόνιο πείραμα ανύψωσης της στάθμης της λίμνης στον Αλμυρό. Τα σχετικά αποτελέσματα αναφέρονται σε έκθεση με ημερομηνία 7-7-87 των γεωλόγων της Υ.Ε.Β. Δ. Παπαμαστοράκη και Θ. Μαραμαδά.

Το πείραμα άρχισε την 10-2-87 με μικρή ανύψωση στα 6 μ. περίπου, ενώ η παροχή ήταν 12 κ.μ./δλπ. και τα χλωριόντα 692 ppm. Την 23-3-87 έγινε ανύψωση στα 9,15 μ. με παροχή 16,1 κ.μ./δλπ. και χλωριόντα 327 ppm. Στο διάστημα 31-3-87 μέχρι τον Ιούλιο 1987 η στάθμη διατηρήθηκε στα 10 μ., εκτός από ένα πολύ μικρό διάστημα κατά το οποίο σημειώθηκε πλημμύρα και για λόγους ασφαλείας η στάθμη διατηρήθηκε στα 8 μ. Από την επεξεργασία των στοιχείων βγήκαν τα εξής συμπεράσματα:

Οι στάθμες των ανάντη γεωτρήσεων δεν ακολουθούν πλήρως τις διακυμάνσεις της παροχής της πηγής. Πιθανώς οι γεωτρήσεις δεν έχουν συναντήσει κύριο αγωγό τροφοδοσίας ή έχουν διατρήσει επικρεμάμενους ορίζοντες.

Η υδρογεώτρηση FAO-22 (βόρεια της πηγής) παρουσιάζει στα χλωριόντα σημαντική διαφορά από την πηγή. Πιθανώς ο σβεστόλιθος έχει μικρή περατότητα στο σημείο αυτό.

Η ποιότητα του νερού μέσα στην λίμνη είναι παντού η ίδια.

Η παροχή μεταβάλλεται αισθητά στην διάρκεια του 24ώρου, λόγω τήξεως του χιονιού. Συγχρόνως μεταβάλλονται και τα χλωριόντα. Η μείωση των χλωριόντων καθυστερεί και δεν γίνεται συγχρόνως με την αύξηση της παροχής. Αυτό αποδίδεται στον χρόνο εκροής του υπάλμυρου νερού που ευρίσκεται μεταξύ ζωνών ανάμιξης και κατάντη αυτών.

Συγκρίνοντας το υδρογράφημα του 1987 με αυτά των προηγούμενων ετών διαπιστώνεται μία βελτίωση της ποιότητας που φθάνει το 50% σε μερικά σημεία. Όμως όσο προχωρεί η θερινή περίοδος, τόσο η βελτίωση γίνεται συγκριτικά μικρότερη.

Το ακριβές ύψος στο οποίο πρέπει να ανυψωθεί η πηγή για να έχουμε γλυκό νερό είναι πολύ δύσκολο να προσδιορισθεί. Σημειώνεται ότι η υπαλμύρυνση άρχισε ενώ οι υποθαλάσσιες πηγές Μπαλί έβγαζαν νερό.

Προτείνεται να ανατεθεί άμεσα από το Υπ. Γεωργίας η μελέτη παραπέρα ανύψωσης του φράγματος στο μέγιστο δυνατόν ύψος.

Πράγματι το Υπ. Γεωργίας την 8-7-87 προκήρυξε την Μελέτη Υπερύψωσης του Φράγματος και Ανάπτυξης των Πηγών Αλμυρού Ηρακλείου Κρήτης.

2.18. Κατασκευή γεωτρήσεων περιόδου 1987-88.

Από 1987 άρχισε στην περιοχή Τυλλίσου σημαντική γεωτρητική δραστηριότητα, η οποία είχε σαν στόχο την έρευνα και την εκμετάλλευση του υδροφόρου ορίζοντα των ασβεστόλιθων της ζώνης της Τρίπολης, που είχαν ανακαλυφθεί κάτω από το Νεογενές, χάρη στην γεωηλεκτρική έρευνα του ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ (1986-1987). Η κατασκευή των γεωτρήσεων έγινε κυρίως από την ΔΕΥΑΗ.

Γεώτρηση T-12 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε 1100 μ. ΒΒΔ της Τυλλίσου.

Υψόμετρο 191,31 μ., ολικό βάθος 237 μ.

Περίοδος εργασιών 18-3-87 έως 25-7-87 και 12-8-87 έως 22-9-87.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 110 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος κατακερματισμένος.
110 - 237 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης μυλονιτωμένος.

Σωλήνωση διαμέτρου 10" και βάθους 230 μ.

Φίλτρα σε βάθη: 163,65 - 199,7 μ.

205,77 - 230,0 μ.

Πιεζόμετρο 1" και βάθους 211 μ.

Στατική στάθμη 173,61 μ.

Παροχή δοκιμ. άντλησης 95 κ.μ./ώρα.

Δυναμική στάθμη 176,16 μ. Πτώση στάθμης 2,55 μ.

Γεώτρηση T-13 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση T-13 κατασκευάστηκε σε απόσταση 800 μ. ΒΒΔ της Τυλλίσου.

Υψόμετρο 162,21 μ., ολικό βάθος 256,7 μ.

Περίοδος εργασιών 25-7-87 έως 12-8-87.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 63,0 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος.

63 - 256,7 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης μυλονιτωμένος
με έγκοιλα γεμάτα με άργιλικό υλικό.

Σωλήνωση διαμέτρου 10" και βάθους 239,89 μ.

Φίλτρα σε βάθη: 145,11 - 194,54 μ.

200,36 - 206,11 μ.

211,91 - 239,89 μ.

Στατική στάθμη 144,63 μ.

Παροχή δοκιμ. άντλησης 95 κ.μ./ώρα.

Δυναμική στάθμη 179 μ. Πτώση στάθμης 34,37 μ.

Γεώτρηση T-11 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση T-11 κατασκευάστηκε βόρεια από το χωριό της Τυλίσου, σε απόσταση 1000 μ. από αυτό.

Υψόμετρο 123,5 μ., ολικό βάθος 193 μ.
Περίοδος εργασιών 24-9-87 έως 28-11-87.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 193 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης μυλονιτιωμένος.

Σωλήνωση διαμέτρου 10" και βάθους 190,7 μ.
Φίλτρα σε βάθη: 122,75 - 153,35 μ.
159,55 - 190,70 μ.
Πιεζόμετρο 1" και βάθους 177,2 μ.

Στατική στάθμη 108,2 μ.
Παροχή δοκιμ. άντλησης 135 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 118,10 μ. Πτώση στάθμης 9,9 μ.

Γεώτρηση T-10 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε 2 χλμ. ΒΒΑ της Τυλίσου.

Υψόμετρο 148 μ., ολικό βάθος 334 μ.
Περίοδος εργασιών: 7-12-87 έως 7-1-88.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 68 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος.
68 - 334 μ. Ασβεστόλιθος Τρίπολης κατακερματισμένος.

Η γεώτρηση δεν διευρύνθηκε, διότι δεν παρουσιάστηκε σοβαρή υδροφορία για εκμετάλλευση, αλλά τοποθετήθηκε πιεζόμετρο. Στατική στάθμη: 130 μ.

Γεώτρηση T-14 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε 1700 μ. ΒΔ της Τυλίσου.

Υψόμετρο 203,67 μ., ολικό βάθος 367,0 μ.
Περίοδος εργασιών: 8-1-88 έως 10-10-88.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 18 μ. Πλευρικά κορήματα ασβεστολιθικά.
18 - 367 μ. Δολομιτικός ασβεστόλιθος Τρίπολης
κατακερματισμένος και τοπικά
μυλονιτιωμένος.

Σωλήνωση διαμέτρου 10" και βάθους 345,8 μ.
Φίλτρα σε βάθη: 178,43 - 184,73 μ., 190,89 - 197,07 μ.
203,19 - 215,70 μ., 221,84 - 234,34 μ.
240,44 - 252,89 μ., 258,89 - 271,33 μ.
277,38 - 296,15 μ., 302,35 - 221,05 μ.
327,20 - 345,80 μ.

Πιεζόμετρο 1" και βάθους 257,9 μ.

Στατική στάθμη 184,9 μ.
Παροχή δοκιμ. άντλησης 30 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη >258 μ. Πτώση στάθμης >75 μ.

Γεώτρηση T-15 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε 1000 μ. Β της Τυλίσου.

Υψόμετρο 162,8 μ., ολικό βάθος 218 μ.
Περίοδος εργασιών: 8-3-88 έως 5-4-88.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 38 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος.
38 - 218 μ. Δολομιτικός ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Σωλήνωση διαμέτρου 12" και βάθους 214 μ.
Φίλτρα σε βάθη: 136,46 - 159,02 μ., 165,02 - 183,44 μ., 189,44 - 214,00 μ.
Πιεζόμετρο 1" και βάθους 199,72 μ.

Στατική στάθμη 147,88 μ.
Παροχή δοκιμ. άντλησης 80 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 190 μ. Πτώση στάθμης 42 μ.

Γεώτρηση T-16 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατάσκευάσθηκε 1300 μ. Β της Τυλίσου.

Υψόμετρο 173,92 μ., ολικό βάθος 269 μ.
Έναρξη εργασιών 6-4-88.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 61 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος.
61 - 269 μ. Δολομιτικός ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Σωλήνωση διαμέτρου 10" και βάθους 268,35 μ.
Φίλτρα σε βάθη: 152,00 - 158,15 μ., 161,20 - 182,65 μ.
188,70 - 201,00 μ., 207,05 - 219,35 μ.
225,40 - 243,85 μ., 249,90 - 268,35 μ.
Πιεζόμετρο 1" και βάθους 253 μ.

Στατική στάθμη 158,87 μ.
Παροχή δοκιμ. άντλησης 15 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη >253 μ. Πτώση στάθμης >94 μ.

Γεώτρηση T-17 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε σε απόσταση 1100 μ. ΒΒΑ της Τυλίσου.

Υψόμετρο 127,15 μ., ολικό βάθος 230 μ. Περίοδος εργασιών: 29-8-88 έως 22-9-88.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 18 μ. Μαργαϊκός Ασβεστόλιθος.
18 - 230 μ. Δολομιτικός ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Σωλήνωση διαμέτρου 10" και βάθους 229,5 μ.
Φίλτρα σε βάθη: 120,90 - 127,10 μ., 145,40 - 151,55 μ.
156,55 - 162,75 μ., 168,85 - 200,20 μ.
206,35 - 225,50 μ.
Πιεζόμετρο 1" και βάθους 192,80 μ.

Στατική στάθμη 112,60 μ.
Παροχή δοκιμ. άντλησης 105 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 131,35 μ. Πτώση στάθμης 18,75 μ.

Γεώτρηση ΙΗ-05 ΙΓΜΕ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε σε απόσταση 800 μ. ΝΑ της Τυλίσου, με δειγματοληπτικό γεωτρήπανο.

Υψόμετρο 178 μ., ολικό βάθος 319,5 μ.
Περίοδος κατασκευής 5-5-88 έως 15-7-88.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 280,0 μ. Εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών.
280 - 319,5 μ. Συνεκτικός ψαμμίτης (Νεογενές).

Τοποθετήθηκε πιεζόμετρο βάθους 316 μ. και διαμέτρου 1 1/4".

Στατική στάθμη σε βάθος 53 μ.
Εντοπίσθηκε ασθενές υδροφόρο στρώμα σε βάθος 54 - 79 μ.

Γεώτρηση Κοινότητας Μονής (Νταμάρι Μοσχονά).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε από την ΤΥΔΚ Νομαρχίας Ηρακλείου δίπλα στην γεώτρηση Η3 της ΓΕΜΕΕ.

Υψόμετρο 304 μ.
Περίοδος κατασκευής 17-10-87 έως 29-10-87.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 320 μ. Ασβεστόλιθοι Τρίπολης
320 - 350 μ. Φυλλίτες
350 - 371 μ. Πλακώδεις ασβεστόλιθοι Ιονίου ζώνης.

Στατική στάθμη σε βάθος 287 μ.
Δεν παρατηρήθηκε αξιόλογη υδροφορία. Αποτυχούσα.

2.19. Μελέτη ΙΓΜΕ για τον Αλμυρό Ηρακλείου (1988).

Η έκθεση αυτή συντάχθηκε από τους γεωλόγους του ΙΓΜΕ ΕΜΜ. ΚΝΙΘΑΚΗ και ΚΩΝ. ΚΑΛΟΥΜΕΝΟ [16] και βασίσθηκε στην επεξεργασία όλων των δεδομένων, που υπήρχαν στο ΙΓΜΕ την εποχή εκείνη.

Σύμφωνα με την έκθεση, στην περίοδο 1980 - 1987 οι μέγιστες παροχές της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου κυμάνθηκαν από 17,44 έως 39,9 κ.μ./δλπ., ενώ συγγρόνως η περιεκτικότητα σε χλωριόντα ήταν μικρότερη από 140 ppm. Οι ελάχιστες παροχές κυμάνθηκαν μεταξύ 3,60 και 4,37 κ.μ./δλπ. με αντίστοιχη περιεκτικότητα σε χλωριόντα 5000 και 3500 ppm. Η περιεκτικότητα της πηγής σε θαλασσινό νερό κυμάνθηκε μεταξύ 0,51 και 23,15%.

Κατά την περίοδο 1982 - 1987 το νερό της πηγής ήταν γλυκό (περιείχε χλωριόντα σε ποσότητα μικρότερη από 140 ppm) κατά τις εξής περιόδους:

15-02-82	έως	07-04-82
07-03-83		28-03-83
07-02-84		20-02-84
27-12-84		14-01-85
18-01-85		11-02-85
29-12-86		16-01-87
05-03-87		13-03-87
01-04-87		03-04-87
30-04-87		14-05-87

Η μείωση των χλωριόντων στην πηγή παρουσιάζει μία χρονική υστέρηση σε σχέση με την αύξηση της παροχής της. Επίσης η ίδια υστέρηση, αλλά σε μικρότερο βαθμό, παρουσιάζεται στην αύξηση των χλωριόντων, στην περίπτωση μείωσης της παροχής της πηγής.

Με βάση τα στοιχεία των γεωτρήσεων της ευρύτερης περιοχής, ο χώρος ανάντη της πηγής του Αλμυρού διαχωρίζεται σε πέντε ζώνες, οι οποίες αναλύονται στην έκθεση.

Ζώνη Α'. Διαμορφώνεται νοτίως του Αλμυρού, στην περιοχή της γεώτρησης Γ4 (πρόκειται για την γεώτρηση FAO-9). Η περιοχή αποτελείται από νεογενείς σχηματισμούς στους οποίους έχει εισχωρήσει υφάλμυρο νερό, περιεκτικότητας 650 ppm χλωριόντων.

Ζώνη Β'. Διαμορφώνεται λίγα μέτρα βορείως της πηγής του Αλμυρού, στην είσοδο του φαραγγιού της Κέρης. Στην περιοχή αυτή η γεώτρηση Γ2 (πρόκειται για την FAO-6) παρουσιάζει μεγάλες αυξομειώσεις των χλωριόντων, που είναι χρονικά ανάλογες με τις αυξομειώσεις των χλωριόντων της πηγής του Αλμυρού. Ο υδροφόρος ορίζοντας της περιοχής αυτής ταυτίζεται με τον κύριο καρστικό υδροφόρο ορίζοντα που τροφοδοτεί τον Αλμυρό.

Ζώνη Γ'. Διαμορφώνεται εντός του φαραγγιού της Κέρης, σε απόσταση 1000 μ. δυτικά της πηγής. Στην περιοχή αυτή η γεώτρηση Γ3 (πρόκειται για την γεώτρηση ΙΓΕΥ 3/68) παρουσιάζει μικρή περιεκτικότητα χλωριόντων, ποσ. κυμαίνεται μεταξύ 65 και 90 ppm. Σε βάθος 72 μ. συναντήθηκε το φυλλιτικό υπόβαθρο των ασβεστολιθών της Τρίπολης.

Ζώνη Δ'. Διαμορφώνεται ΒΑ της Τυλλίσου, μέχρι το Βουλιασμένο Αλώνι. Στην περιοχή αυτή υπήρχαν οι γεωτρήσεις: Γ5 (πρόκειται για την AL-D1), Τ2 (πρόκειται για την Σ1 Συνδέσμου), ΙΗ-02 και Γ6 (πρόκειται για την AGRIDEV-1/66). Το νερό των γεωτρήσεων αυτών είχε μικρή περιεκτικότητα χλωριόντων, 30-70 ppm. Η στάθμη των γεωτρήσεων ΙΗ-02 και Τ2 κυμαινόταν από +10 έως +25 μ. Αντίθετα η στάθμη της γεώτρησης Γ5 ήταν πολύ υψηλότερες (+40 έως +50 μ.), πράγμα που δηλώνει την ύπαρξη κάποιας (πιθανότατα τεκτονικής ανωμαλίας). Η γεώτρηση Γ6, αντίθετα με

τις προηγούμενες, παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις στάθμης, που κυμαίνονται μεταξύ +20 και + 50 μ., που οφείλεται πιθανώς στην μικρή υδροπερατότητα των ασβεστολίθων, ή στο ότι η γεώτρηση δεν συνάντησε την κύρια υδροφορία, που αναπτύσσεται σε μεγαλύτερο βάθος (κάτω από τα 193,60 μ. του πιεζομέτρου).

Ζώνη Ε'. Διαμορφώνεται στο Γωνιανό Φαράγγι, όπου είχαν κατασκευασθεί οι γεωτρήσεις ΙΗ-01, Τ1 (πρόκειται για την Σ2 Συνδέσμου) και Γ7 (πρόκειται για την Α2 ΓΕΜΕΕ). Η στάθμη των δύο πρώτων γεωτρήσεων παρουσιάζει μεγάλες διαφορές. Στην ΙΗ-01 κυμαίνεται γύρω στο +25, ενώ της Τ1 κυμαίνεται γύρω στο +50 μ. Η στάθμη στην γεώτρηση Γ7 μοιάζει με αυτήν της ΙΗ-01. Από τα παραπάνω στοιχεία συμπεραίνεται ότι η περιοχή αυτή παρουσιάζει μεγάλη ανομοιογένεια όσον αφορά την υδροπερατότητα των ασβεστολίθων.

Τέλος, στην έκθεση προτείνεται, για το 1988, η κατασκευή ορισμένων ερευνητικών γεωτρήσεων στις περιοχές Βουλισμένο Αλώνι, Γωνιανό Φαράγγι, Μάραθος, Αλμυρος και Αστुरάκι, ώστε να μελετηθεί καλύτερα η περιοχή του Αλμυρού Ηρακλείου.

2.20. Μελέτη ΙΓΜΕ για το βόρειο τμήμα του Νομού Ηρακλείου (1988).

Η μελέτη αυτή συντάχθηκε από την γεωλόγο του ΙΓΜΕ Ανδριανή Πολυχρονάκη, με τίτλο "Πρόδρομος Έκθεση του έργου Υδρογεωλογική Έρευνα Κεντρικής και Ανατολικής Κρήτης, Τμήμα Βορείου Νομού Ηρακλείου". Στην έκθεση περιλαμβάνεται λεπτομερής απογραφή των πηγών, φρεάτων και γεωτρήσεων της περιοχής, καθώς και χημικές αναλύσεις των νερών τους.

2.21. Μελέτη Υπ. Γεωργίας για την Υπερύψωση Φράγματος Αλμυρού (1989).

Η μελέτη αυτή εκπονήθηκε από την "ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕ" για λογαριασμό του Υπ. Γεωργίας. Είχε προηγηθεί, τον Ιούλιο 1988, Υδρογεωλογική Έκθεση, στην οποία αντί της υπερύψωσης του φράγματος, είχε προταθεί η εναλλακτική λύση της θέσεως υπό πίεσιν της πηγής του Αλμυρού, με κατάλληλη έμφραξη του στομίου της. Πρίν από την εκτέλεση του πειράματος της έμφραξης, οι μελετητές προέβησαν (τον Οκτώβριο 1989) σε λεπτομερή εξερεύνηση και τοπογραφική αποτύπωση του καρστικών αγωγών που οδηγούν στην πηγή, με την βοήθεια πεπειραμένων δυτών.

Από την εξερεύνηση αυτή προέκυψε ότι το δίκτυο των υπογείων καρστικών αγωγών είναι εξαιρετικά ανεπτυγμένο και περίπλοκο, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατη η κατασκευή ενός πώματος και η θέση υπό πίεσιν των αγωγών που τροφοδοτούν την πηγή.

Όσον αφορά την λύση της υπερύψωσης του φράγματος στα 30 μ., οι μελετητές εκφράζουν την άποψη, ότι αυτή παρουσιάζει κινδύνους, ιδιαίτερα στην δεξιά πλευρά, όπου παρατηρούνται ήδη υποσκαφές των κροκαλοπαγών και απώλεια μερικών lt/sec νερού μέσω του υπάρχοντος φράγματος.

Για την συνέχιση της έρευνας οι μελετητές επρότειναν να ερευνηθεί σε μεγαλύτερο βάθος η πηγή του Αλμυρού, ώστε να βρεθεί κατάλληλο σημείο έμφραξης στην πρωτεύουσα στοά, εάν βεβαίως αυτή δεν παρουσιάζει παρακάμψεις. Επίσης επρότειναν να γίνει σπηλαιολογική έρευνα ανάντη του Αλμυρού, με στόχο να εντοπισθούν σπήλαια τα οποία κατέρχονται μέχρι την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, όπου ελπίζεται ότι υπάρχει γλυκό νερό σε στάθμη πιά υψηλή από την έξοδο του Αλμυρού. Στην τελευταία περίπτωση θα ήταν δυνατόν να γίνει εγκατάσταση ενός αντλιοστασίου, σε μεγάλο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους.

Τον Δεκέμβριο 1990 εκπονήθηκε από τους μελετητές ειδική υδρογεωλογική αναγνώριση της ευρύτερης περιοχής, όπου αναφέρονται τα ήδη γνωστά από παλαιότερες μελέτες στοιχεία. Επίσης προτάθηκε να ερευνηθεί το σπήλαιο στην έξοδο του Γωνιανού Φαραγγιού, η πηγή υπερχείλισης του Φόδελε, το σπήλαιο Σάρχου, το σπήλαιο Αστυρακίου, η καταβόθρα του Χώνου, οι καταβόθρες της Κέρης, οι καταβόθρες της Λαμάστας και οι πόλγες Λαμάστας - Μαράθου.

Στις 16 Απριλίου 1991 οι μελετητές εκτέλεσαν πείραμα ανύψωσης της στάθμης του Αλμυρού κατά 2,93 μ. και παρατήρησαν απότομη αύξηση της στάθμης στην γεώτρηση T-19 της ΔΕΥΑΗ στην έξοδο του Γωνιανού Φαραγγιού (απόσταση 8 χλμ.). Άν και παραδέχονται ότι η μεταβολή της στάθμης της γεώτρησης μπορεί να οφείλεται σε τήξη του χιονιού στον Ψηλορείτη, καταλήγουν τελικά στο συμπέρασμα ότι μεταξύ Αλμυρού και T-19 υπάρχει καρστικό δίκτυο με πολύ μικρή χωρητικότητα, πράγμα που αποδεικνύεται από ακαριαία αντίδραση της στάθμης της γεώτρησης στην μεταβολή της στάθμης του Αλμυρού. Αποδεικνύεται επίσης ότι μεταξύ T-19 και Αλμυρού υπάρχει άμεση σύνδεση (υπόγειος αγωγός), που αποστραγγίζει την ζώνη μεταξύ Αλμυρού και Γωνιανού Φαραγγιού. Τέλος, πρότειναν την επανάληψη παρομοίων πειραμάτων στο μέλλον, με την εκτέλεση ακριβεστέρων μετρήσεων σε περισσότερες γεωτρήσεις.

Τον Ιανουάριο 1992 οι μελετητές σε έκθεσή τους αναφέρονται σε εξερευνητικές αποστολές που έγιναν στην πηγή του Αλμυρού μέχρι βάθους -90 μ., στο σπήλαιο του Σάρχου μέχρι βάθους 225 μ. (απόλυτο υψόμετρο +70 μ.) και στις καταβόθρες Κέρης, Χώνου, Λαμάστας, χωρίς όμως αξιόλογα αποτελέσματα. Για την περιοχή Σάρχου προτείνουν την κατασκευή μιάς ερευνητικής γεώτρησης.

Στα τελικά συμπεράσματα παραδέχονται, ότι στο καρστικό σύστημα του Αλμυρού το δίκτυο των αγωγών είναι πυκνό και εκτεταμένο και όχι περιορισμένο σε μερικούς μεγάλους αγωγούς. Αυτό είχε ήδη αποδειχθεί από την γεωτρητική έρευνα της ΔΕΥΑΗ, που είχε κατασκευάσει την εποχή εκείνη 9 επιτυχείς γεωτρήσεις στην περιοχή της Κέρης.

2.22. Κατασκευή γεωτρήσεων κατά το 1989.

Οι γεωτρήσεις που κατασκευάστηκαν από το 1989 και έπειτα συνέπεσαν με την περίοδο εκπόνησης της παρούσης μελέτης και συνεπώς ο μελετητής είχε προσωπική αντίληψη των αποτελεσμάτων τους. Η επίβλεψη των γεωτρητικών εργασιών έγινε από τους γεωλόγους της ΔΕΥΑΗ Παν. Σοφίου και Μιχ. Καδιανάκη.

Γεώτρηση T-19 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε στην έξοδο του Γωνιανού Φαραγγιού, σε απόσταση 30 μ. από την ερευνητική γεώτρηση A2 της ΓΕΜΕΕ.

Υψόμετρο 230 μ., ολικό βάθος 380 μ.
Περίοδος εργασιών 15-6-89 έως 15-7-89.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 141 μ. Ασβεστόλιθοι Τρίπολης.
141 - 171 μ. Φυλλίτες.
171 - 192 μ. Ασβεστοφυλλίτες.
192 - 380 μ. Πλακώδεις ασβεστόλιθοι Ιονίου ζώνης.

Σωλήνωση διαμέτρου 10 3/4" και βάθους 363,76 μ.
Φίλτρα σε βάθη: 210,26 - 228,68 μ., 234,82 - 253,24 μ.
259,38 - 296,22 μ., 302,36 - 320,78 μ.
326,92 - 363,76 μ.

Στατική στάθμη 210,35 μ.
Παροχή δοκιμ. άντλησης 87 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 228,50 μ. Πτώση στάθμης 18,15 μ.

Γεώτρηση T-20 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε σε απόσταση 800 μ. βορείως της Τυλίσου.

Υψόμετρο 159 μ., ολικό βάθος 260 μ.
Περίοδος εργασιών 15-8-89 έως 30-8-89.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 130 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος Μεσσηνίου.
130 - 175 μ. Εναλλαγές μαργαϊκού και οργανογενούς ασβεστόλιθου.
175 - 218 μ. Δολομιτικός ασβεστόλιθος της Τρίπολης.
218 - 233 μ. Κερματισμένος δολομιτικός ασβεστόλιθος με αρκετή δολομιτική άμμο.
233 - 260 μ. Δολομιτικός ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Η γεώτρηση εγκαταλήφθηκε λόγω προβλημάτων κατά τον καθαρισμό της, που οφείλονταν σε έγκοιλα πληρωμένα με δολομιτική άμμο σε βάθος 218 - 233 μ. Πιθανή μεγάλη υδροφορία σε βάθος 220 μ.

Γεώτρηση Κοινότητας Κρουσώνα 1/1989.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε 800 μ. ΒΑ του Κρουσώνα, δίπλα στην εκκλησία των Αγίων Πάντων και σε απόσταση 160 μ. νοτίως της διασκόπησης Η-099.

Υψόμετρο 343 μ., ολικό βάθος 270 μ.
Χρόνος κατασκευής: Ιούλιος 1989.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 270 μ. Φλύσχης.

Αποτυχούσα.

Γεώτρηση Κοινότητας Κρουσώνα 2/1989.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε 700 μ. ΝΝΔ της Κοινότητας Λουτρακίου και σε απόσταση 400 μ. δυτικά της διασκόπησης Η-101.

Υψόμετρο 356 μ., ολικό βάθος 161 μ.
Χρόνος κατασκευής: Ιούλιος 1989.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 8 μ. Άργιλος.
8 - 99 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος του Μεσσηνίου.
99 - 107 μ. Μάργα γκρί - ψαμμίτης.
107 - 118 μ. Ψαμμίτης.
118 - 126 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος.
126 - 140 μ. Ψαμμίτης γκρί.
140 - 145 μ. Χαλαρά κροκαλοπαγή.
145 - 161 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Στατική στάθμη: 70 μ.
Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 18 κ.μ./ώρα.

Γεώτρηση Κοινότητας Κρουσώνα 3/1989.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε σε απόσταση 900 μ. βορείως του Κρουσώνα και σε απόσταση 380 μ. ΔΝΔ της διασκόπησης Η-100.

Υψόμετρο 380 μ., ολικό βάθος 220 μ.
Χρόνος κατασκευής: Ιούλιος 1989.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 98 μ. Μάργα.
98 - 220 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος και μάργα.

Αποτυχούσα.

Γεώτρηση Κοινότητας Κρουσώνα 4/1989.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάσθηκε σε απόσταση 1600 μ. ΒΑ του Κρουσώνα, περί τα 50 μ. δυτικά του Αγ. Γεωργίου Κοκκινιάκου.

Υψόμετρο 373 μ.

Διατρηθέντα πετρώματα: Η γεώτρηση συνάντησε ασβεστόλιθο της ζώνης της Τρίπολης σε άγνωστο βάθος.

Στατική στάθμη: 19,75 μ. την 5-3-90.

2.23. Κατασκευή γεωτρήσεων κατά το 1990.

Γεώτρηση T-21 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση κατασκευάστηκε σε απόσταση 1400 μ. ΒΒΔ της Τυλίσου και 140 μ. ΒΔ της γεώτρησης T-12.

Υψόμετρο 211 μ., ολικό βάθος 272,6 μ.
Περίοδος εργασιών 15-12-89 έως 8-3-90.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 55 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος Μεσσηνίου.
55 - 272,6 μ. Δολομιτικός ασβεστόλιθος της Τρίπολης με
μεγάλη υδροφορία από 208 μ.

Σωλήνωση διαμέτρου 12 3/4" και βάθους 265 μ.
Φίλτρα σε βάθη 196,9 - 227,9 μ., 234 - 258,9 μ.

Στατική στάθμη 195,25 μ.
Παροχή δοκιμ. άντλησης 150,7 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 201,97 μ.

Γεώτρηση ΓΦ-1 ΔΕΥΑΗ (Γωνιανό Φαράγγι).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε στο Γωνιανό Φαράγγι, σε απόσταση 120 μ. ΝΝΑ της γεώτρησης ΑL-D3 του FAO.

Υψόμετρο 312 μ., ολικό βάθος 370 μ.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 86 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης γκρί.
86 - 126 μ. " " " λευκός.
126 - 139 μ. Φυλλίτης.
139 - 158 μ. Ασβεστόλιθος μυλονιτιωμένος.
158 - 370 μ. Πλακώδεις ασβεστόλιθοι Ιονίου ζώνης.

Αποτυχούσα.

Γεώτρηση ΓΦ-4 ΔΕΥΑΗ (Γωνιανό Φαράγγι).

Η γεώτρηση κατασκευάστηκε στο Γωνιανό Φαράγγι, σε απόσταση 130 μ. ΝΔ της γεώτρησης Α1 της ΓΕΜΕΕ (Μνημείο).

Υψόμετρο 284 μ., ολικό βάθος 452 μ.
Περίοδος εργασιών: 28-3-90 έως 19-4-90.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 102 μ. Ασβεστόλιθος Τρίπολης γκρί ανοικτόχρωμος.
102 - 247 μ. Ασβεστόλιθος σκούρος γκρί.
247 - 283 μ. Ασβεστόλιθος λευκός - ανοικτός γκρί.
283 - 452 μ. Άνευ δειγματοληψίας, ολικές απώλειες.

Στατική στάθμη: 240,5 μ.
Αποτυχούσα, λόγω μικρής περατότητας των ασβεστολίθων.

Γεώτρηση T-22 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε στην έξοδο του Γωνιανού Φαραγγιού, σε απόσταση 80 μ. ανατολικά της T-19.

Υψόμετρο 230 μ., ολικό βάθος 360 μ.
Χρόνος κατασκευής: Ιούλιος 1990.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 94 μ. Φλύσχης
94 - 160 μ. Ασβεστόλιθοι της ζώνης της Τρίπολης.
160 - 169 μ. Φυλλίτες
169 - 185 μ. Ασβεστοφυλλίτες
185 - 360 μ. Πλακώδεις ασβεστόλιθοι

Σωλήνωση διαμέτρου 10 3/4".

Φίλτρα σε βάθη: 208,0 - 220,35 μ., 226,5 - 232,6 μ., 238,75 - 257,15 μ.
263,3 - 187,85 μ., 306,0 - 324,6 μ., 330,75 - 349,16 μ.

Στατική στάθμη 205,70 μ.

Παροχή δοκιμ. άντλησης 52 κ.μ./ώρα. Δυναμική στάθμη 275,90 μ.

Γεώτρηση T-23 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε δίπλα στην διακλάδωση του δημοσίου δρόμου από Ηράκλειο προς Τύλισο και προς Μάραθο (κτήμα Σκουλά).

Υψόμετρο 163,85., ολικό βάθος 330 μ.
Περίοδος εργασιών 7-8-90 έως 20-10-90.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 330 μ. Ασβεστόλιθοι της Τρίπολης.

Σωλήνωση διαμέτρου 8". Πιεζόμετρο διαμέτρου 1".

Στατική στάθμη 156,6 μ. Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 15 κ.μ./ώρα.

Γεώτρηση Κοινότητας Τυλίσου 3/1990.

Η γεώτρηση κατασκευάστηκε σε απόσταση 100 μ. ΝΔ από την γεώτρηση της Κοινότητας Τυλίσου 2/1985.

Υψόμετρο 210,1 μ.

Σωλήνωση διαμέτρου 10". Πιεζόμετρο διαμέτρου 1".

Στατική στάθμη 200,76 την 24-1-1991. Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 70 κ.μ./ώρα.

Γεώτρηση ΙΗ-12 ΙΓΜΕ (Βουλισμένο Αλώνι).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε σε απόσταση 100 μ. ΒΔ της θέσης Βουλισμένο Αλώνι, σε απόσταση 2700 μ. δυτικά της πηγής του Αλμυρού.

Υψόμετρο 324,38 μ., ολικό βάθος 394,5 μ.
Περίοδος εργασιών: Φεβρουάριος 1990.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 394,5 μ. Ασβεστόλιθοι της Τρίπολης.

Πιεζόμετρο 1 1/2", βάθους 384 μ. Στατική στάθμη 314 μ.

Γεώτρηση Κ-01 ΔΕΥΑΗ (Κέρη).

Η γεώτρηση κατασκευάσθηκε στο ύψωμα της Κέρης, σε απόσταση 300 μ. ΑΝΑ της γεώτρησης ΙΗ-12 του ΙΓΜΕ και σε απόσταση 2500 μ. δυτικά της πηγής του Αλμυρού.

Υψόμετρο 340,56 (μέτρηση ΔΕΥΑΗ), ολικό βάθος 386 μ.
Περίοδος εργασιών: Αύγουστος 1990.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 386 μ. Ασβεστόλιθοι της Τρίπολης.

Διάμετρος διάτρησης 17 1/2".
Σωλήνωση διαμέτρου 12" και βάθους 382,55 μ.
Φίλτρα σε βάθη 227,20 - 382,55 μ.

Στατική στάθμη 333,90 (Σεπτέμβριος 1990). Απόλυτη στάθμη 6,66 μ.
Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 42 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 334,76 μ. Πτώση στάθμης 0,86 μ.

Γεώτρηση Κ-02 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση κατασκευάσθηκε στο ύψωμα της Κέρης, σε απόσταση 150 μ. ΝΑ της γεώτρησης Κ-01 και σε απόσταση 2400 μ. δυτικά της πηγής του Αλμυρού.

Υψόμετρο 336,93 μ. (μέτρηση ΔΕΥΑΗ), ολικό βάθος 390 μ.
Περίοδος εργασιών: Οκτώβριος - Νοέμβριος 1990.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 390 μ. Ασβεστόλιθοι της Τρίπολης.

Διάμετρος διάτρησης 17 1/2".
Σωλήνωση διαμέτρου 12" και ολικού βάθους 389,40 μ.
Φίλτρα σε βάθη 328,20 - 346,56 μ. και 352,68 - 389,40 μ.

Στατική στάθμη 330,62 μ. (Δεκέμβριος 1990). Απόλυτη στάθμη 6,31 μ.
Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 42 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 332,82 μ. Πτώση στάθμης 2,20 μ.

Γεώτρηση Κ-03 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση κατασκευάσθηκε στο ύψωμα της Κέρης, σε απόσταση 760 μ. ΝΑ της γεώτρησης Κ-01 και σε απόσταση 1950 μ. δυτικά της πηγής του Αλμυρού.

Υψόμετρο 297,52 μ. (μέτρηση ΔΕΥΑΗ), ολικό βάθος 362 μ.
Περίοδος εργασιών: Δεκέμβριος 1990.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 362 μ. Ασβεστόλιθοι της Τρίπολης.

Διάμετρος διάτρησης 17 1/2".
Σωλήνωση διαμέτρου 12" και ολικού βάθους 360 μ.
Φίλτρα σε βάθη 286,20 - 329,25 μ. και 335,40 - 360 μ.

Στατική στάθμη 287,75 μ. (Ιούνιος 1991). Απόλυτη στάθμη 9,77 μ.
Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 52 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 294,45 μ. Πτώση στάθμης 6,70 μ.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι γεωτρήσεις Τ-23, Κ-01 και Κ-02 κατασκευάσθηκαν αρχικά σαν ερευνητικές, έπειτα από πρόταση του Κ. ΜΠΕΖΕ, που υποβλήθηκε στην ΔΕΥΑΗ το Μάιο 1990, στα πλαίσια της παρούσης Υδρογεωλογικής Έρευνας.

2.24. Πρόταση του ΚΑΡ. ΜΠΕΖΕ για την κατασκευή στοάς υδροσυλλογής.

Τον Δεκέμβριο 1990, μετά τα αποτελέσματα των ερευνητικών γεωτρήσεων T-23, K-01 και K-02 υποβλήθηκε από τον μελετητή Κ. Μπεζέ στην ΔΕΥΑΗ έκθεση με ανάλυση όλων των υδρογεωλογικών στοιχείων, που είχαν συλλεχθεί μέχρι την εποχή εκείνη, για την περιοχή της Τυλίσου. Στην έκθεση επισημάνθηκε η ύπαρξη δύο υδροφόρων οριζόντων στην περιοχή (ορίζων της Τυλίσου με θερμό και γλυκό νερό και ορίζων της Ίδης με ψυχρό και πιθανώς υφάλμυρο νερό). Επίσης περιλήφθηκε και μία νέα πρόταση για την κατασκευή στοάς υδροσυλλογής, στο ύψωμα της Κέρης, ανάντη της πηγής του Αλμουρού. Το σχετικό κείμενο παρατίθεται πιο κάτω.

Η παροχή της πηγής του Αλμουρού, κατά το καλοκαίρι, διαμορφώνεται από το άθροισμα των εκφορτίσεων του ορίζοντα της Τυλίσου και του ορίζοντα της Ίδης. Το άθροισμα αυτό είναι γνωστό, όμως το ποσοστό συμμετοχής του κάθε ορίζοντα στην παροχή δεν είναι γνωστό. Αυτό το οποίο ενδιαφέρει την εκμετάλλευση είναι η παροχή του ορίζοντα της Τυλίσου, διότι αυτός ο ορίζοντας έχει σίγουρα νερό καλής ποιότητας για ύδρευση.

Σύμφωνα με πρόχειρες εκτιμήσεις μας, οι οποίες είναι βασισμένες στην ανάλυση του υδρογραφήματος της πηγής και στην μελέτη της θερμοκρασίας του νερού, θα πρέπει ο ορίζοντας της Τυλίσου να συμμετέχει με ποσοστό 25% περίπου στην παροχή της πηγής. Αυτό σημαίνει, ότι το καλοκαίρι διακινείται προς την πηγή, κάτω από το ύψωμα της Κέρης, μία παροχή γλυκού νερού της τάξης του 0,8 κ.μ./δλπ. ή 2900 κ.μ./ώρα.

Η ακριβής αναλογία των νερών που εμφανίζονται στην πηγή είναι δυνατόν να υπολογισθεί με την εφαρμογή του ημερήσιου μοντέλου BEMER, το οποίο μπορεί να διαχωρίσει το υδρογράφημα της πηγής, σε τρία υδρογραφήματα: επιφανειακών διηθήσεων, ορίζοντα Τυλίσου και ορίζοντα Ίδης. Για την εφαρμογή του μοντέλου χρειάζεται να υπάρχουν ορισμένες μετρήσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να συγκεντρωθούν μελλοντικά.

Οι προσπάθειες για την εκμετάλλευση των νερών της περιοχής του υψώματος Κέρης, έχουν ήδη αρχίσει με την κατασκευή των γεωτρήσεων K-1 και K-2. Η μέση παροχή κάθε γεώτρησης θα είναι 70 κ.μ./ώρα περίπου, με στάθμη άντλησης (μανομετρικό ύψος) 350 μ. περίπου. Επειδή το μεγάλο μανομετρικό ύψος των γεωτρήσεων αυτών καθιστά δαπανηρή την εκμετάλλευσή τους, θα πρέπει να αναζητηθούν μελλοντικά θέσεις κατασκευής νέων γεωτρήσεων σε χαμηλότερα υψόμετρα.

Από την άποψη αυτή, η καλύτερη λύση είναι να διανοιχθούν οι νέες γεωτρήσεις μέσα στο φαράγγι της Κέρης, όπου τα υψόμετρα είναι σχετικώς χαμηλά. Το φαράγγι είναι προσπελάσιμο σήμερα από την κοίτη του χειμάρου μέχρι υψόμετρο 110 μ. περίπου, και σε απόσταση 1500 μ. δυτικά της γεώτρησης ΙΓΕΥ 3/68.

Στην περιοχή του φαραγγιού της Κέρης, οι ασβεστόλιθοι της ζώνης της Τρίπολης, καθώς και το φυλλιτικό υπόβαθρό τους, εμφανίζουν κλίση 40° προς νότο. Το φυλλιτικό υπόβαθρο έχει εντοπισθεί ήδη στην γεώτρηση ΙΓΕΥ 3/68 σε απόλυτο υψόμετρο -21 μ., δηλαδή σε σχετικά μικρό βάθος κάτω από την στάθμη του νερού, η οποία το καλοκαίρι ευρίσκεται σε υψόμετρο +4 μ. περίπου. Επειδή η γεώτρηση διέτρησε μυλονιτιωμένο ασβεστόλιθο της ζώνης επωδήσεως, το πέτρωμα περιείχε πολύ άργιλο και συνεπώς είχε μικρή περατότητα. Η ποιότητα του νερού ήταν πολύ καλή.

Δυτικά της γεώτρησης ΙΓΕΥ 3/68 μπορούν να διανοιχθούν δύο τουλάχιστον ερευνητικές υδρογεωτρήσεις, στα νοτιώτερα σημεία του χειμάρου, ώστε να συναντηθεί το φυλλιτικό υπόβαθρο σε απόλυτα υψόμετρα της τάξης των -100 μ. περίπου. Ελπίζεται έτσι ότι το πάχος του ασβεστόλιθου, που θα ευρίσκεται μέσα στον υδροφόρο ορίζοντα, θα είναι αρκετό και θα έχει ικανοποιητική περατότητα, ώστε να λάβουμε υψηλές παροχές άντλησης.

Λόγω των δυσκολιών προσπέλασης, είναι δυνατόν να γίνουν οι δύο παραπάνω ερευνητικές γεωτρήσεις από δειγματοληπτικά γεωτρήματα με πλήρη δειγματοληψία καρτών και δοκιμές περατότητας του πετρώματος ή δοκιμαστικές αντλήσεις με παροχή 10 - 15 κ.μ./ώρα., εάν το επιτρέπει η διάμετρος των γεωτρήσεων. Μετά το τέλος των δοκιμών, οι γεωτρήσεις θα πρέπει να εξοπλισθούν με πιεζόμετρα.

Οποσδήποτε από τις γεωτρήσεις μέσα στο φαράγγι της Κέρης δεν θα είναι δυνατόν να αντληθούν μεγάλες ποσότητες νερού, διότι θα υποβαθμισθεί η ποιότητα του νερού από τα υπόλυμα νερά της πηγής του Αλμυρού, όταν οι αντλήσεις προκαλέσουν σημαντική πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα.

Συνεπώς θα πρέπει να εξευρεθεί μία άλλη λύση, η οποία όχι μόνο να δίνει υψηλές παροχές, αλλά να μη προκαλεί και αξιόλογη πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Η λύση αυτή αφορά την κατασκευή μιας στοάς υδροσυλλογής, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της οποίας περιγράφονται πιο κάτω:

Το κύριο υδροληπτικό έργο είναι μία στοά υδροσυλλογής, η οποία θα διανοιχθεί σε απόλυτο υψόμετρο 6 μ. περίπου, κάτω από το κεντρικό τμήμα του υψώματος της Κέρης, με διεύθυνση περίπου Β-Ν. Το βόρειο άκρο της στοάς θα επικοινωνεί με την επιφάνεια του εδάφους με ένα κατακόρυφο φρέαρ, διαμέτρου 9 μ. περίπου, που θα διανοιχθεί στο φαράγγι της Κέρης σε υψόμετρο 90 μ. Οι αντλήσεις νερού θα γίνονται με υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα τα οποία θα εγκατασταθούν στον πυθμένα του φρέατος.

Αναλυτικά η κατασκευή και λειτουργία του έργου θα έχει ως εξής:

Θα κατασκευασθεί το φρέαρ και θα επενδυθεί με οπλισμένο σκυρόδεμα, ώστε να προστατευθεί από ενδεχόμενες κατακρημνίσεις των τοιχωμάτων και διηθήσεις επιφανειακών νερών του χειμάρρου. Ο πυθμένας του φρέατος θα φθάσει στο επίπεδο του απολύτου μηδενός ή λίγο χαμηλότερα από αυτό. Μέσα από το φρέαρ, πλευρικά, σε υψόμετρο 3 μ. και με διεύθυνση προς νότο ή νοτιοδυτικά, θα ανοιχθεί η στοά, πλάτους 2,0 και ύψους 2,20 μ. Το μήκος της στοάς θα είναι 1000 μ. περίπου.

Μετά την κατασκευή της, η στοά υδροσυλλογής θα βυθισθεί μέσα στον υδροφόρο ορίζοντα. Τούτο θα επιτευχθεί με ανύψωση της στάθμης της πηγής του Αλμυρού από τα +2,5 μ. (όπου θα ευρίσκεται κατά την διάρκεια της κατασκευής) στα +6,5 μ., δηλαδή κατά 4 μ. περίπου. Μετά την βύθιση της στοάς υδροσυλλογής μέσα στον υδροφόρο ορίζοντα, θα γίνεται άντληση του νερού από το κατακόρυφο φρέαρ. Η προκαλούμενη πτώση της στάθμης θα είναι της τάξης των 4 μ. περίπου, δηλαδή θα αφαιρείται εντελώς το νερό από την στοά υδροσυλλογής. Κάτω από αυτές της συνθήκες η στοά θα λειτουργεί όπως μία αποστραγγιστική τάφρος. Οι αντλούμενες ποσότητες από το κατακόρυφο φρέαρ θα μεταφέρονται με φυσική ροή μέχρι το Ηράκλειο, δεδομένου ότι το υψόμετρο των 90 μ., στο οποίο θα ευρίσκεται το άνω μέρος του φρέατος, επαρκεί για την μεταφορά του νερού.

Η επιτυχία του έργου εξαρτάται κυρίως από την περατότητα των ασβεστολίθων. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, στην γειτονική προς την στοά περιοχή, τόσο πιο εύκολα και με λιγότερες απώλειες φορτίου θα εισέρχεται το νερό του υδροφόρου ορίζοντα μέσα στην στοά. Είναι γνωστό ήδη, από τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων Κ-01 και Κ-02, ότι η περατότητα των ασβεστολίθων της ζώνης της Τρίπολης στην περιοχή της Κέρης είναι ικανοποιητική και μάλιστα ιδιαίτερα υψηλή στην ζώνη της ετήσιας διακύμανσης της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα.

Η παραπάνω πρόταση δεν έγινε δεκτή από την ΔΕΥΑΗ. Αντίθετα συνεχίστηκε η κατασκευή γεωτρήσεων εκμετάλλευσης στην περιοχή της Κέρης. Τα στοιχεία των γεωτρήσεων αυτών δεν χορηγήθηκαν στον μελετητή. Συνεπώς τα στοιχεία που αναφέρονται πιο κάτω είναι ενδεχόμενο να περιέχουν μερικές ανακρίβειες.

2.25. Κατασκευή γεωτρήσεων κατά το 1991 - 1992

Το 1991 κατασκευάστηκαν οι εξής γεωτρήσεις:

Γεώτρηση Κ-04 ΔΕΥΑΗ (Κέρη).

Η γεώτρηση κατασκευάστηκε σε απόσταση 100 μ. ανατολικά της γεώτρησης ΙΗ-12, στο Βουλισμένο Αλώνι.

Υψόμετρο 334,10 (μέτρηση ΔΕΥΑΗ), ολικό βάθος 402 μ.
Περίοδος εργασιών: Μάιος 1991.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 402 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Διάμετρος διάτρησης 17 1/2".
Σωλήνωση διαμέτρου 12" και ολικού βάθους 388,40 μ.

Στατική στάθμη 324,88 μ. (Ιούνιος 1991). Απόλυτη στάθμη 9,22 μ.
Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 32 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 342,7 μ. Πτώση στάθμης 17,82 μ.

Γεώτρηση Κ-05 ΔΕΥΑΗ (Κέρη).

Η γεώτρηση κατασκευάστηκε σε απόσταση 950 μ. ανατολικά της γεώτρησης Κ-01 και 1700 μ. δυτικά της πηγής του Αλμυρού.

Υψόμετρο 289,21 μ. (μέτρηση ΔΕΥΑΗ), ολικό βάθος 325 μ.
Περίοδος εργασιών: Μάρτιος 1991.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 325 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Διάμετρος διάτρησης 17 1/2".
Σωλήνωση διαμέτρου 12" και ολικού βάθους 304,30 μ.
Φίλτρα σε βάθος 267,45 - 304,30 μ.

Στατική στάθμη 279,81 μ. (Ιούνιος 1991). Απόλυτη στάθμη 9,40 μ.
Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 52 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 280,71 μ. Πτώση στάθμης 0,90 μ.

Γεώτρηση Κ-06 ΔΕΥΑΗ (Κέρη).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε 1250 μ. ανατολικά της Κ-01 και 1600 μ. δυτικά της πηγής του Αλμυρού.

Υψόμετρο 277,31 μ. (μέτρηση ΔΕΥΑΗ), ολικό βάθος 322 μ.
Περίοδος εργασιών: Αύγουστος 1991.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 322 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Διάμετρος διάτρησης 17 1/2".
Σωλήνωση διαμέτρου 13,4" και ολικού βάθους 318,24 μ.
Φίλτρα σε βάθος 269,28 - 292,76 μ. και 299,88 - 318,24 μ.

Στατική στάθμη 269,95 μ. (Σεπτέμβριος 1991). Απόλυτη στάθμη 7,36 μ.
Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 55 κ.μ./ώρα.
Δυναμική στάθμη 281,65 μ. Πτώση στάθμης 11,70 μ.

Η γεώτρηση αντικαταστάθηκε το 1992 από άλλη παρόμοια που έγινε παραπλεύρως.

Γεώτρηση Κ-07 ΔΕΥΑΗ (Κέρη).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε σε απόσταση 1600 μ. ανατολικά της Κ-01 και 1250 μ. δυτικά της πηγής του Αλμυρού.

Υψόμετρο 288 μ. περίπου, ολικό βάθος 322 μ.
Περίοδος εργασιών: Οκτώβριος 1991.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 322 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Διάμετρος διάτρησης 17 1/2".
Σωλήνωση διαμέτρου 14,4" και ολικού βάθους 318,24 μ.
Φίλτρα σε βάθη 275,40 - 293,76 μ. και 299,88 - 318,24 μ.

Στατική στάθμη 281,0 μ. (Σεπτέμβριος 1991). Απόλυτη στάθμη 7,0 μ.
Παροχή εκμετάλλευσης 60 κ.μ./ώρα (Ιούλιος 1992).

Γεώτρηση Κ-08 ΔΕΥΑΗ (Κέρη).

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε σε απόσταση 420 μ. ΒΒΔ της γεώτρησης Κ-07 και σε απόσταση 1200 μ. δυτικά της πηγής του Αλμυρού.

Υψόμετρο 300,65 μ. (μέτρηση ΔΕΥΑΗ), ολικό βάθος 360 μ.
Περίοδος εργασιών: Σεπτέμβριος 1991.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 360 μ. Ασβεστόλιθος της Τρίπολης.

Διάμετρος διάτρησης 10".
Η γεώτρηση χρησιμοποιείται σαν πιεζόμετρο.

Στατική στάθμη 293,80 μ. την 12-9-91. Απόλυτη στάθμη 6,85 μ.

Γεώτρηση Κ-09 ΔΕΥΑΗ (Κέρη).

Η γεώτρηση κατασκευάστηκε σε απόσταση 350 μ. νοτίως της γεώτρησης Κ-01.

Υψόμετρο 338 μ. περίπου.
Περίοδος εργασιών: Δεκέμβριος 1991.

Στατική στάθμη 323,40μ. την 23-1-92. Απόλυτη στάθμη 14,6 μ.
Παροχή εκμετάλλευσης 45 κ.μ./ώρα (Ιανουάριος 1993).

Γεώτρηση ΓΦ-5 ΔΕΥΑΗ (Γωνιανό Φαράγγι).

Η γεώτρηση κατασκευάστηκε στο Γωνιανό Φαράγγι σε απόσταση 350 μ. δυτικά της γεώτρησης ΑΛ-D3.

Υψόμετρο 333 μ. περίπου.
Περίοδος εργασιών: Οκτώβριος 1991.

Τοποθετήθηκε πιεζόμετρο διαμέτρου 3".

Στατική στάθμη 304,80 μ. την 9-10-91. Απόλυτη στάθμη 28,20 μ. περίπου.

Γεώτρηση T-24 ΔΕΥΑΗ.

Η γεώτρηση αυτή κατασκευάστηκε στον χείμαρρο των Γωνιών, σε απόσταση 450 μ. νοτιοανατολικά από την έξοδο του χείμαρρου από το Γωνιανό Φαράγγι.

Υψόμετρο 215 μ. περίπου.

Περίοδος εργασιών: Ιανουάριος 1992.

Από τον Φεβρουάριο 1992 το γεωτρητικό πρόγραμμα της ΔΕΥΑΗ επικεντρώθηκε στην περιοχή του Κρουσώνα, όπου κατασκευάστηκαν οι ερευνητικές γεωτρήσεις ΚΡ-01 έως ΚΡ-07. Οι γεωτρήσεις αυτές έγιναν στις περιοχές της γεωηλεκτρικής έρευνας, που έγινε τον Αύγουστο 1989 στα πλαίσια της παρούσης μελέτης. Τα στοιχεία των γεωτρήσεων αυτών δεν χορηγήθηκαν στον μελετητή και δεν αξιοποιήθηκαν, ούτε συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας.

3. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής της μελέτης, από βορρά προς νότο.

Τα βόρεια όρια της περιοχής βρίσκονται πολύ κοντά στην θάλασσα και συγκεκριμένα σε απόσταση 1000 μ. περίπου από την αμώδη ακτή του δυτικού τμήματος του κόλπου του Ηρακλείου. Στην θέση αυτή, που ονομάζεται **Λινοπεράματα** υπάρχει ο θερμικός σταθμός της ΔΕΗ. Η πεδιάδα που εκτείνεται νοτίως των Λινοπεραμάτων και μέχρι το χωριό Γάζι ονομάζεται **Σκαφιδαράς**.

Δυτικά του Σκαφιδαρά η πεδιάδα τερματίζεται απότομα από την απόκρημνη ασβεστολιθική πλαγιά του υψώματος της **Κέρης**. Η πλαγιά αυτή αντιστοιχεί στο γεωλογικό ρήγμα του Αλμυρού. Στην βάση της πλαγιάς και σε απόσταση 1100 μ. από την θάλασσα αναβλύζει η πηγή του Αλμυρού.

Το ύψωμα της Κέρης έχει τετράγωνο σχεδόν σχήμα και διαστάσεις 2,5 X 2,5 περίπου χλμ. Το μέγιστο υψόμετρο του είναι 432 μ., στην κορυφή **Αρκαλοκέφαλο** που βρίσκεται στο βορειο τμήμα, όμως στο μεγαλύτερο τμήμα της έκτασής του έχει υψόμετρο 300 - 320 μ., σχηματίζοντας μία σχεδόν οριζόντια επίπεδη επιφάνεια. Είναι προφανές ότι η επιφάνεια αυτή δημιουργήθηκε από την θαλάσσια διάβρωση (θαλάσσια αναβαθμίδα), σε παλαιότερους γεωλογικούς χρόνους (πιθανώς κατά την αρχή του Πλειοκαίνου).

Το ύψωμα της Κέρης μοιάζει να είναι αποκομμένο από τον κύριο ασβεστολιθικό όγκο του Ψηλορείτη. Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη του γεωλογικού ρήγματος της Τυλλίσου - Γέργερης, που νοτιότερα σχηματίζει εμφανώς το ανατολικό κράσπεδο του Ψηλορείτη. Μεταξύ Κέρης και της μάζας του Ψηλορείτη, σχηματίζεται αβαθής ασβεστολιθική κοιλάδα, που ονομάζεται **Λαγκάδα Αγ. Γεωργίου**. Η κοιλάδα έχει σχηματισθεί κατά μήκος του ρήγματος της Τυλλίσου, από επιφανειακή διάβρωση των χαλαρών υλικών (μυλωνιτών) της ζώνης διαρρήξεως.

Η βόρεια πλαγιά της Κέρης σχηματίζεται σε όλο το μήκος της των 2.5 χλμ. από το **Φαράγγι των Λινοπεραμάτων ή Κέρης** μέσα από το οποίο περνά και ο ομώνυμος χείμαρρος. Η κοίτη του χείμαρρου βρίσκεται σε υψόμετρο 20 μ. στην έξοδο του φαραγγιού και σε υψόμετρο 160 μ. περίπου στην δυτική είσοδό του.

Η νότια πλαγιά της Κέρης είναι σχετικά ομαλή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι νοτίως της Κέρης υπάρχει ο μικρός λόφος **Κουμπέδες** ή **Σκουροκεφάλια** με υψόμετρο 309 μ. Μεταξύ των δύο υψωμάτων υπάρχει η μικρή κοιλάδα των Κουμπέδων μέσα από την οποία και με διεύθυνση Α-Δ περνά το ρήγμα των Κουμπέδων, το οποίο σχηματίζει το νότιο κράσπεδο του ασβεστολιθικού όγκου της Κέρης.

Νοτίως της Κέρης και των Κουμπέδων διαμορφώνεται μία λοφώδης χαμηλή περιοχή, που ονομάζεται **Λεκάνη της Τυλλίσου**. Τα όρια της λεκάνης αυτής προς τα ανατολικά αντιστοιχούν στον χείμαρρο **Γαζανό**, ενώ προς τα δυτικά αντιστοιχούν στα κράσπεδα του ασβεστολιθικού όγκου του Ψηλορείτη. Προς νότο τα όρια σχηματίζονται αφ' ενός από τον **Γαζανό** και αφ' ετέρου από τον χείμαρρο του **Φαραγγιού των Γωνιών**. Ο χείμαρρος αυτός μετά την έξοδό του από το ασβεστολιθικό φαράγγι των Γωνιών ακολουθεί ΝΑ πορεία και περνά μεταξύ των χωριών Κορφές και Καμάρι. Μετά από διαδρομή 2 χλμ. μέσα στην νεογενή λεκάνη, ο χείμαρρος στρίβει απότομα προς βορρά και ακολουθεί πορεία σχεδόν παράλληλη με αυτήν του ρήγματος του Αλμυρού. Έτσι διέρχεται ανάμεσα στην Τύλισσο και το Κεραμούτσι, και αφού περάσει 200 μ. βορείως του Καβροχωρίου, συμβάλλει με τον **Γαζανό**.

Τό μέσο υψόμετρο της λεκάνης της Τυλλίσου, στην περιοχή του χωριού Τύλισσος είναι 160 μ. περίπου. Δυτικά του χωριού, στην θέση Κληρονόμος το υψόμετρο φθάνει τα 300 μ., ενώ βορείως της Τυλλίσου, στην θέση Καμίνες το υψόμετρο είναι περίπου 200 μ.

Νοτίως του χειμάρρου του Φαραγγιού των Γωνιών, και μεταξύ των χωριών Λουτράκι και Κορφές, σχηματίζεται η **Λεκάνη των Κορφών**. Το δυτικό τμήμα της περιοχής αυτής είναι ημιορεινό και στην θέση **Μονή Καβαλλάρ** έχει υψόμετρο 400 - 500 μ. Αντίθετα το κέντρο της λεκάνης, 500 μ. δυτικά των Κορφών έχει χαμηλό υψόμετρο, 200 μ. και ονομάζεται **Αμμουδάρα**.

Συνεχίζοντας προς νότο παρατηρείται, ότι μεταξύ των χωριών Κορφές, Πυργού και Κρουσώνας, ο χειμάρρος Γαζανός έχει διαμορφώσει μία ανοικτή κοιλάδα, στο κέντρο της οποίας βρίσκονται τὰ χωριά Κιθαρίς και Σάρχος. Η περιοχή αυτή ονομάζεται **Λεκάνη του Σάρχου**.

Το ανατολικό όριο της λεκάνης του Σάρχου σχηματίζεται από την λοφοσειρά **Πρινόσκαλα**, που αναπτύσσεται νοτίως των χωριών Αγ. Μύρων και Πυργού. Η δυτική πλαγιά της κοιλάδας, δηλαδή αυτή που εκτείνεται μεταξύ Κρουσώνας και Σάρχου, παρουσιάζει έντονο ανάγλυφο. Εδώ υπάρχουν πολλοί χειμάρροι προερχόμενοι από την ορεινή πλευρά του Ψηλορείτη, που έχουν διαβρώσει σε βάθος τα ασβεστολιθικά πετρώματα της περιοχής. Προς τα δυτικά, τα όρια της λεκάνης ταυτίζονται ουσιαστικά με τα μεγάλα ρήγματα της περιοχής της Μονής Αγ. Ειρήνης, που διαμορφώνουν τα ανατολικά κράσπεδα του Ψηλορείτη.

Προχωρώντας ακόμη νοτιώτερα, στην περιοχή 'Ανω και Κάτω Ασιτών, η περιοχή γίνεται ημιορεινή με υψόμετρα πάνω από 500 μ. Η περιοχή αυτή ονομάζεται **Λεκάνη 'Ανω Ασιτών**. Τα όρια της λεκάνης προς τα ανατολικά σχηματίζονται από την κορυφογραμμή **Γαργαλοκέφαλο**, ενώ προς τα δυτικά από το απότομο ανάγλυφο του Ψηλορείτη. Προς νότο η λεκάνη συνεχίζεται μέχρι και την κοιλάδα **Βαθιάς**, σε απόσταση 2,5 χλμ. από το χωριό 'Ανω Ασίτες.

Η λεκάνη των 'Ανω Ασιτών διατρέχεται από ένα μικρό χειμάρρο, ο οποίος αφού περάσει μέσα σχεδόν από το χωριό 'Ανω Ασίτες, στρίβει προς τα ανατολικά σχηματίζοντας ένα πολύ βαθύ φαράγγι, το **Αγιοφάραγγο**, που τέμνει κάθετα το βουνό Γαργαλοκέφαλο. Η έξοδος του φαραγγιού βρίσκεται μεταξύ των χωριών Σίβα και Κεράσια σε υψόμετρο 300 μ. περίπου.

Όπως εύκολα παρατηρείται, οι παραπάνω γεωγραφικές ενότητες ή λεκάνες, έχουν το κοινό χαρακτηριστικό ότι εφάπτονται προς τα δυτικά, με τα ανατολικά κράσπεδα του Ψηλορείτη. Αυτό δεν είναι τυχαίο, αλλά δείχνει την σημασία που έχει για την διαμόρφωση του αναγλύφου της περιοχής το μεγάλο ρήγμα Τυλλίσου - Γέργερης.

Παρακάτω περιγράφεται η μορφολογία της περιοχής που εκτείνεται δυτικά από το ρήγμα Τυλλίσου - Γέργερης, που είναι κυρίως ορεινή.

Δυτικά της Κέρης και της Λαγκάδας του Αγ. Γεωργίου υψώνεται ο ορεινός όγκος του **Στρούμπουλα** με υψόμετρο στις κορυφές Τίμιος Σταυρός, Ψηλή Λούπα και Τρουλιά, 798, 755 και 640 μ. αντίστοιχα. Σχηματίζεται έτσι μία οροσειρά με διεύθυνση Α-Δ, σε απόσταση 1 χλμ. περίπου νοτίως του χωριού Μάραθος. Νότια από την οροσειρά αυτή έχει διαμορφωθεί μία επίπεδη και οριζόντια επιφάνεια με υψόμετρο 450 μ. περίπου, που αντιστοιχεί σε παλαιά θαλάσσια αναβαθμίδα. Η περιοχή αυτή ονομάζεται **Μαραθόλακκος**.

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η παραπάνω διαβρωσιγενής επιφάνεια συνεχίζεται και δυτικότερα, δηλαδή προς το χωριό Αστυράκι, με υψόμετρο 500 μ., και ενδεχομένως μέχρι το Αηδονοχώρι και τον Καμαριώτη, με υψόμετρο, 600 μ. Στην τελευταία περίπτωση αντιστοιχεί πιθανώς στην επιφάνεια επίκλυσης του Νεογενούς κατά το Μέσο ή Ανώτερο Μειόκαινο.

Στην ασβεστολιθική και επίπεδη περιοχή του Μαραθόλακκου και προς τὰ νότια, το υψόμετρό αυξάνει ελαφρώς και φθάνει τα 600 μ., ενώ ακόμη νοτιώτερα, πλησιάζοντας το Φαράγγι των Γωνιών το υψόμετρο μειώνεται ξανά σε 420 μ.

περίπου. Νοτίως του φαραγγιού η επιφάνεια της αναβαθμίδας διακρίνεται ελάχιστα στην περιοχή της Αγ. Άννας.

Το ανατολικό όριο του Μαραθόλακκου συμπίπτει με το ρήγμα Τυλίσου - Γέργερης. Το δυτικό όριο σχηματίζεται από την επαφή των ασβεστολίθων του Μαραθόλακκου με τον φλύσχη ή τα οφιολιθικά πετρώματα της Λεκάνης του Σκλαβόκαμπου. Η λεκάνη του Σκλαβόκαμπου σχηματίζεται μεταξύ των χωριών Γωνιές και Αστυράκι και έχει υψόμετρο 450 - 500 μ. Από την περιοχή αυτή ξεκινά ο χείμαρρος του Φαραγγιού των Γωνιών.

Μεταξύ Σκλαβόκαμπου και ρήγματος Τυλίσου - Γέργερης (δυτικά των Κορφών) σχηματίζεται μέσα στους ασβεστολίθους το **Φαράγγι των Γωνιών**. Το μήκος του είναι 3 χλμ. Το υψόμετρο της κοίτης του χείμαρρου στην δυτική είσοδο είναι 400 μ. ενώ στην ανατολική έξοδο του είναι 220 μ. Σε όλο το μήκος του το φαράγγι είναι φαρδύ σχετικώς και ευθύγραμμο. Πλησιάζοντας όμως προς την έξοδο, στο σημείο όπου υπάρχει το Μνημείο στον δημόσιο δρόμο προς Γωνιές, το φαράγγι στρίβει απότομα προς τα νότια και πριν βγει από την ασβεστολιθική μάζα ακολουθεί ακανόνιστη και απότομη πορεία. Το τελευταίο οφείλεται προφανώς σε πρόσφατες κατακόρυφες κινήσεις, που έγιναν στην ζώνη του ρήγματος Τυλίσου - Γέργερης. Φαίνεται όμως ότι και το ίδιο το φαράγγι οφείλει την γένεσή του σε ένα σημαντικό ρήγμα, που βαίνει παράλληλα με αυτό.

Η περιοχή που εκτείνεται νότια από τον Σκλαβόκαμπο και το Φαράγγι των Γωνιών είναι ορεινή, με μεγάλο υψόμετρο που φθάνει τα 1100 μ. και ονομάζεται **Έβδομος**. Προς νότο συνεχίζεται μέχρι την περιοχή που εκτείνεται δυτικά του Κρουσώνα, όπου διακόπτεται από το **Φαράγγι του Κρουσώνα**. Το τελευταίο βρίσκεται σε σχετικά μεγάλο υψόμετρο, 700 μ. περίπου.

Νοτίως του Κρουσώνα και δυτικά της Λεκάνης των Άνω Ασιτών, ο ορεινός όγκος του Ψηλορείτη συνεχίζεται, διασχιζόμενος από τον χείμαρρο **Βρωμονερό**. Ο χείμαρρος αυτός σχηματίζει το **Φαράγγι του Σάρχου**, που καταλήγει στην περιοχή του χωριού Σάρχος. Το υψόμετρο της κοίτης του φαραγγιού είναι 300 μ. περίπου στην έξοδό του προς την Λεκάνη του Σάρχου.

Δυτικά των Άνω Ασιτών το υψόμετρο του Ψηλορείτη αυξάνει σημαντικά και φθάνει στις κορυφές Καλή Μαδάρα, Κουδούνι και Γυριστή τα 1437, 1857 και 1714 μ. αντίστοιχα. Οι κορυφές αυτές αποτελούν και τα υψηλότερα σημεία του ΝΑ Ψηλορείτη. Από την περιοχή αυτή πηγάζουν ορισμένοι χείμαρροι, οι οποίοι καταλήγουν στην Λεκάνη των Ασιτών.

4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

4.1. Η γεωλογία της Κρήτης στα πλαίσια της γενικής γεωλογικής δομής της Ελλάδας.

Ο ελληνικός χώρος χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι οι γεωλογικοί σχηματισμοί έχουν διαταχθεί σε παράλληλες ζώνες, οι οποίες διασχίζουν την Ελλάδα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Κάθε τεκτονική ζώνη παρουσιάζει ιδιαίτερα στρωματογραφικά γνωρίσματα, διότι τα πετρώματά της, που είναι κατά κανόνα ιζηματογενή, σχηματίστηκαν σε διαφορετικό παλαιογεωγραφικό περιβάλλον.

Μετά την απόθεση των ιζημάτων των διαφόρων ζωνών, ακολούθησαν οι συμπιεστικές κινήσεις της Αλπικής ορογένεσης και οι ζώνες μετακινήθηκαν πλευρικά κατά δεκάδες χιλιόμετρα, με αποτέλεσμα οι λεγόμενες εσωτερικές ζώνες, που βρίσκονται προς την πλευρά της Ροδόπης, να επωθηθούν επάνω στις εξωτερικές ζώνες, που βρίσκονται προς την πλευρά του Ιονίου και του Λυβικού πελάγους.

Στην Ελλάδα, από ΝΔ προς ΒΑ διακρίνουμε τις εξής κύριες ζώνες:

Προαπούλιος Ζώνη. Εμφανίζεται στις Ιονίους Νήσους και εφιππεύεται από την Ιόνιο Ζώνη.

Ιόνιος Ζώνη. Εμφανίζεται στην Ήπειρο, Δυτική Στερεά, Δυτ. Πελοπόννησο, Κρήτη και Ρόδο.

Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης. Έχει επωθηθεί επάνω στην Ιόνιο Ζώνη και φαίνεται ότι η επώθηση αυτή ήταν πιο έντονη στο νότιο τμήμα της Ελλάδας. Ιδιαίτερα στην Κρήτη και Νότιο Πελοπόννησο, η βάση της ζώνης της Τρίπολης πειλαμβάνει το Φυλλιτικό Σύστημα, το οποίο αποτελείται από ελαφρά μεταμορφωμένους σχιστόλιθους.

Ζώνη της Πίνδου. Εμφανίζεται στην Ήπειρο και κυρίως στην Κεντρική Ελλάδα, δυτικά του Παρνασσού, στην δυτική και βορειοανατολική Πελοπόννησο και στην Κρήτη. Έχει έντονο αλλόχθονο χαρακτήρα, δηλαδή έχει μετακινηθεί οριζοντίως σε μεγάλες αποστάσεις και έχει επωθηθεί επάνω στις προηγούμενες ζώνες.

Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας. Εμφανίζεται στην Κεντρική Στερεά Ελλάδα με παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους και δολομίτες.

Πελαγονική Ζώνη. Εμφανίζεται σ'όλο το μήκος της Ελλάδας, από τα αλβανικά σύνορα μέχρι την Αττική, με κύριο χαρακτηριστικό της τα οφιολιθικά πετρώματα. Εμφανίζεται επίσης με μεταμορφωμένα πετρώματα στην δυτική Μακεδονία, Θεσσαλία και Εύβοια.

Ζώνη του Αξιού. Εμφανίζεται στην κεντρική Μακεδονία.

Ζώνη Ροδόπης ή Σερβομακεδονική Μάζα. Εμφανίζεται στην Χαλκιδική, Ανατολική Μακεδονία και Θράκη. Αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα και αντιστοιχεί στην πιο εσωτερική ζώνη.

Στην κεντρική Κρήτη οι βαθύτεροι σχηματισμοί, που έχουν διαπιστωθεί, ανήκουν στην Ιόνιο Ζώνη και αποτελούνται από ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα (σχιστόλιθους και μάρμαρα). Η Προαπούλιος ζώνη (ζώνη Παξών) δεν έχει διαπιστωθεί και συνεπώς η Ιόνιος Ζώνη παίζει τον ρόλο του αυτόχθονου υποβάθρου, όλων των άλλων σειρών.

Επάνω από την Ιόνιο Ζώνη έχουν επωθηθεί διαδοχικά: το Φυλλιτικό Σύστημα, η ασβεστοδολομιτική σειρά της Τρίπολης, η ζώνη Πίνδου (ή Εθιάς), οι ορίζοντες Μιαμού και Βάτου και ο ορίζοντας της Άρβης και των Αστερουσίων με κρυσταλλοσχιστώδη και οφιολιθικά πετρώματα της Πελαγονικής Ζώνης.

Τα ανώτερα (τελευταία) στρώματα της Ιονίου Ζώνης αντιπροσωπεύονται από Φλύσχη ολιγοκαινικής ηλικίας. Αυτό σημαίνει ότι η επώθηση όλων των εσωτερικών ζώνων επάνω στην Ιόνιο ζώνη έγινε μετά το Κάτω Ολιγόκαινο, δηλαδή πριν 35 εκατομ. χρόνια.

Από την εποχή αυτή και μέχρι το Σεραβάλλιο, δηλαδή πριν από 13 εκατομ. χρόνια, η κεντρική Κρήτη εχέρσευσε, με αποτέλεσμα να μην έχουν αποτεθεί ιζήματα αυτής της περιόδου.

Από το Σεραβάλλιο και αργότερα η Κρήτη αρχίζει περιοδικώς να βυθίζεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, με αποτέλεσμα όλοι οι παλαιότεροι σχηματισμοί των διαφόρων τεκτονικών ζωνών να καλυπτονται από μαλάσσες νεογενούς ηλικίας.

Λόγω των σημαντικών κατακορύφων κινήσεων, που συνέβησαν κατά μήκος των μεγάλων ρηγμάτων, η ιζηματογένεση του Νεογενούς δεν ήταν συνεχής, αλλά έγινε μέσα σε βυθίσματα και λεκάνες που επικοινωνούσαν με την θάλασσα, σε συνάρτηση με την προσφορά υλικού, το οποίο προερχόταν από την διάβρωση του γειτονικού έντονου αναγλύφου.

Γενικότερα, το Νεογενές στην Κρήτη διακρίνεται σε 6 μεγάλες στρωματογραφικές ενότητες (στρώματα με τα ίδια λιθολογικά και παλαιοντολογικά χαρακτηριστικά): Πρίνας - Τεφελίου - Βρυσών - Ελληνικού - Φοινικιάς - Αγ. Γαλήνης.

4.2. Στρωματογραφία

4.2.1. Προνεογενείς σχηματισμοί.

α. Ιόνιος Ζώνη ή αυτόχθονη μεταμορφωμένη σειρά.

Η ζώνη αυτή αντιπροσωπεύεται στο κατώτερο τμήμα της από δολομίτες και σχιστόλιθους ηλικίας Μέσου Περμίου, που συναντώνται στα Τάλαια Όρη (Κεντρική Κρήτη), σχιστόλιθους ανωτέρου Περμίου (σχιστόλιθοι Φόδελε), Τριαδικούς και Λιάσιους δολομίτες, και ακολουθεί η παχειά σειρά των Πλακωδών Ασβεστολίθων, οι οποίοι είναι πιθανώς Ιουρασικής ηλικίας, στην βάση τους. Η σειρά αυτή σχηματίζεται από μεταμορφωμένους ασβεστόλιθους σκούρου γκρι χρώματος, που βρίσκονται σε στρώματα πάχους 0,5 - 2 μ. περίπου, με συχνές ενδιστρώσεις πυριτικού υλικού, ανοικτού κίτρινου χρώματος. Το πάχος τους υπερβαίνει τα 1000 μ. Τα ανώτερα στρώματα είναι ηλικίας Άνω Ηωκαίνου - Κάτω Ολιγοκαίνου και η σειρά κλείνει με ένα φλύσχη αρκετά αργιλικό, μικρού σχετικώς πάχους.

Στην περιοχή της μελέτης, οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι σχηματίζουν εκτεταμένες εμφανίσεις. Η οροσειρά του Ψηλορείτη αποτελείται στην βάση της από πλακώδεις ασβεστόλιθους. Αντίθετα, στην οροσειρά των Ταλαίων Ορέων (Κουλούκωνας), που εκτείνεται βορείως του Ψηλορείτη, εμφανίζονται τα υποκείμενα των πλακωδών ασβεστολίθων στρώματα, που αντιπροσωπεύονται από λευκά μάρμαρα και δολομίτες.

Στις ανατολικές παρυφές του Ψηλορείτη (περιοχή Κρουσώνα), οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι έρχονται σε πλευρική επαφή, μέσω του ρήγματος Τυλλίσου - Γέργερης, με το Νεογενές της λεκάνης του Ηρακλείου. Βορειότερα όμως (περιοχή Γωνιών, Αστυρακίου, Τυλλίσου) βυθίζονται κάτω από τους Φυλλίτες και την ζώνη της Τρίπολης. Όπως αποδείχθηκε από την γεωτρητική έρευνα, η οροφή των πλακωδών ασβεστολίθων βρίσκεται στην περιοχή αυτή περίπου στο επίπεδο της θάλασσας ή λίγο πιο κάτω από αυτό.

β. Φυλλιτικό Σύστημα.

Η σειρά αυτή είναι επωθημένη επάνω στην Ιόνιο Ζώνη και αποτελείται από σχιστόλιθους και χαλαζίτες με παρεμβολές μαρμάρων, μεταβασαλών και μετατόφων. Έχει σημαντική εξάπλωση σ' όλη την Κρήτη. Η ηλικία των φυλλιτών είναι αμφίβολη. Πιθανώς είναι Τριαδική ή και παλαιότερη, σύμφωνα με τις τελευταίες έρευνες του SEIDEL στην Παλαιοχώρα και του ΚΑΡΑΚΙΤΣΙΟΥ στην περιοχή Σέλλινων (ΝΔ Ρέθυμνου).

Στην περιοχή της μελέτης οι φυλλίτες έχουν μικρό σχετικά πάχος (50 - 100 μ.). Στον νότιο Ψηλορείτη το πάχος σε πολλά σημεία σχεδόν μηδενίζεται και η ζώνη της Τρίπολης έχει επωθηθεί κατ' ευθείαν επάνω στους πλακώδεις ασβεστόλιθους. Αυτό παρατηρείται δυτικά του Κρουσώνα. Αντίθετα στον βόρειο Ψηλορείτη, στην περιοχή Αστυρακίου, το πάχος των Φυλλιτών εμφανίζεται αυξημένο και ξεπερνά τα 100 - 200 μ.

γ. Ζώνη της Τρίπολης.

Η ζώνη αυτή εμφανίζεται σχεδόν σ' όλη την Κρήτη και παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, διότι αναπτύσσονται μέσα σ' αυτήν σημαντικά υδροφόρα στρώματα.

Τα κατώτερα στρώματα της Ζώνης της Τρίπολης αποτελούνται από ερυθρούς σχιστόλιθους Άνω Τριαδικού (σχηματισμούς Ραβδούχων), που έχουν μεταβατικά χαρακτηριστικά ανάμεσα στους φυλλίτες και τους υπερκείμενους, επωθημένους, ασβεστόλιθους και δολομίτες της Τρίπολης. Η ασβεστολιθική σειρά αρχίζει από το Άνω Τριαδικό και συνεχίζεται μέχρι το Μέσο και Ανώτερο Ηώκαινο, με συνολικό πάχος που ξεπερνά τα 500 μ. Στα ανώτερα στρώματα της ζώνης της Τρίπολης εμφανίζεται φλύσχης Πριαμπόνιου (Άνω Ηώκαινου) ηλικίας, που περιέχει συχνά ολισθόλιθους από βασικά πετρώματα, ασβεστόλιθους κλπ.

Στην περιοχή της μελέτης οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης εμφανίζονται σε δύο ζώνες. Η πρώτη αντιστοιχεί στην ορεινή μάζα του Ψηλορείτη και η δεύτερη αντιστοιχεί στην πεδινή περιοχή της Τυλλίσου και γενικότερα της Λεκάνης του Ηρακλείου, της οποίας αποτελεί τοπικά το υπόβαθρο.

δ. Ζώνη της Πίνδου - Εθιάς.

Η ζώνη αυτή εμφανίζεται με τέσσερις ορίζοντες, που έχουν τα εξής χαρακτηριστικά, από κάτω προς τα επάνω:

- Εναλλαγές ερυθρών ασβεστολίθων με ραδιολαρίτες και κερατόλιθους.
- Λευκοπράσινοι και ερυθροί κερατολιθικοί ασβεστόλιθοι.
- Πρώτος Φλύσχης με πρασινοκίτρινους ψαμμίτες, βασικά εκρηξιγενή και ερυθρούς μαργαϊκούς ασβεστόλιθους.
- Ασβεστόλιθοι λατυποπαγείς λευκοκίτρινοι.
- Φλύσχης.

Στην περιοχή της μελέτης η ζώνη της Πίνδου εμφανίζεται ελάχιστα και μόνο στην ορεινή μάζα του Ψηλορείτη, νοτίως των Γωνιών.

ε. Καλύμματα Εσωτερικών Ζωνών.

Πρόκειται για τους γνεύσιους του Καλύμματος των Αστερουσίων και για το Οφιολιθικό Κάλυμμα, που περιέχει περιδοτίτες συχνά σερπεντινιωμένους. Οι παραπάνω σχηματισμοί εμφανίζονται στην περιοχή του Σκλαβόκαμπου.

4.2.2. Νεογενείς σχηματισμοί

Το Νεογενές της Κρήτης διαιρείται σε 6 ενότητες, οι οποίες παρουσιάζουν διαφορές, όσον αφορά την λιθολογία και την ηλικία τους. Οι ενότητες αυτές είναι:

α. Ενότητα της Πρίνας.

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει λατυποπαγή και κροκαλολατυποπαγή αποτελούμενα από τεμάχια σκούρου γκρι ασβεστόλιθου της ζώνης της Τρίπολης ή και της Ιονίου σειράς. Συχνά διακρίνεται η στρώση, ιδίως σε σημεία αλλαγής της κοκκομετρίας των υλικών. Το σύνολο του σχηματισμού είναι καλά στερεοποιημένο και σιμεντώμενο, από ασβεστολιθικό συνδετικό υλικό.

Τα συνεκτικά λατυποπαγή της Πρίνας έχουν αποτεθεί συνήθως κατ'ευθείαν επάνω σε ασβεστόλιθους της σειράς της Τρίπολης ή άλλους προνεογενείς σχηματισμούς. Η ηλικία των λατυποπαγών της Πρίνας είναι Μέσου Μειοκαίνου ('Ανω Σερραβαλλίου συχνά) και η απόθεση τους συνδέεται άμεσα με τις ορογενετικές κινήσεις, που έγιναν αυτή την εποχή, το υψηλό ανάγλυφο που δημιουργήθηκε και την αποσάθρωσή του, που επακολούθησε.

Στην περιοχή της μελέτης τα λατυποπαγή της Πρίνας εμφανίζονται στο ύψωμα Κουμπέδες, μεταξύ Καβροχωρίου και Κεραμουτσίου και στην περιοχή του Σκλαβόκαμπου. Σχεδόν πάντοτε καλύπτουν επικλυσίγενώς τον φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης. Όμως η ηλικία τους είναι αμφίβολη και μπορεί να εναλλάσσονται με χαλαρά κροκαλοπαγή της ενότητας του Τεφελίου. Το πάχος τους είναι 20 - 50 μ.

β. Ενότητα του Τεφελίου.

Η ενότητα περιλαμβάνει κροκαλοπαγή, άμμους και αργίλους με μεγάλο πάχος. Είναι ασύνδετοι συνήθως σχηματισμοί, χρώματος γκρι σκούρου, γκρι-μπλε, καφέ ή πράσινου. Γενικώς τα υλικά είναι καλά διαβαθμισμένα και δείχνουν μεγάλη απόσταση μεταφοράς και απόθεση σε λεκάνες με συνεχή καταβύθιση. Το πάχος τους ξεπερνά τα 300 μ. Η ηλικία τους είναι Μέσου Μειοκαίνου ('Ανω Σερραβάλλιο) και προχωρεί μέχρι το Κάτω Ανώτερο Μειόκαινο (Τορτόνιο), δηλαδή μεταξύ 11 και 6,5 εκατ. ετών.

Στην περιοχή της μελέτης, τα κροκαλοπαγή του Τεφελίου εμφανίζονται στο ύψωμα Κουμπέδες, καθώς και στον Σκλαβόκαμπο. Γενικά στον βόρειο τομέα (Τύλισος - Αστυράκι) το πάχος τους είναι πολύ μικρό ή μηδαμινό και καλύπτουν τον φλύσχη της Τρίπολης. Στον νότιο όμως τομέα το πάχος τους αυξάνει σημαντικά (Λεκάνες Κορφών και Σάρχου) και ξεπερνά τα 200 μ.

γ. Ενότητα των Βρυσών.

Η ενότητα περιέχει βιοκλαστικούς, κροκαλοπαγείς ή λατυποπαγείς ασβεστόλιθους με εναλλαγές λεπτοστρωμένων μαργαϊκών ασβεστολίθων. Σε μερικά σημεία οι μάργες περιέχουν γύψο, η οποία δεν έχει σχέση με την γύψο που περιέχεται μέσα στο φυλλιτικό σύστημα. Η ηλικία των ασβεστολίθων των Βρυσών είναι Τέλους Ανωτέρου Μειοκαίνου (Μεσσηνίου) και μάλιστα του Κατωτέρου Μεσσηνίου, δηλαδή μεταξύ 6,5 και 5,5 εκατ. ετών.

Στην περιοχή της μελέτης, η ενότητα των Βρυσών εμφανίζεται σε πολλά σημεία και αναφέρεται στην βιβλιογραφία σαν "μαργαϊκός ασβεστόλιθος", χωρίς αυτό να σημαίνει ότι περιέχει πάντοτε μαργαϊκό υλικό. Εκτεταμένες εμφανίσεις υπάρχουν στις Λεκάνες Τυλίσου, Κορφών, Σάρχου και 'Ανω Ασιτών. Το πάχος τους κυμαίνεται

από 50 - 120 μ. συνήθως. Εμφάνιση μικρού πάχους παρατηρείται επίσης στην Κέρη, να καλύπτει επικλυσιογενώς ασβεστολίθους της Τρίπολης. Στην περιοχή Αστυρακίου και Σκλαβόκαμπου διακρίνονται μερικές μεμονωμένες εμφανίσεις.

δ. Ενότητα του Ελληνικού.

Πρόκειται για ερυθρά ποταμοχειμαρρώδη κροκαλοπαγή, που εμφανίζονται μόνο στην δυτική Κρήτη. Η ηλικία τους είναι Ανωτέρου Μεσσηνίου (Τέλος Μειοκαίνου).

ε. Ενότητα της Φοινικιάς.

Πρόκειται για κίτρινες λεπτοστρωματώδεις μάργες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, ηλικίας Κάτω Πλειοκαίνου. Γενικώς είναι ιζήματα βαθείας θάλασσας. Στην βάση παρατηρείται συχνά μαργαϊκό λατυποπαγές - κροκαλοπαγές, που δημιουργήθηκε από τοπικές αναδύσεις της Ξηράς, διάβρωση παλαιότερων πλειοκαινικών, μειοκαινικών ή προνεογενών πετρωμάτων και μεταφορά και απόθεσή των υλικών τους σε γειτονικές λεκάνες, που συνέχιζαν να θαλασσεύουν.

Στην περιοχή της μελέτης εμφανίζονται στις λεκάνες Τυλίσου, Κορφών, Σάρχου και Άνω Ασιτών, όπου κατα κανόνα έχουν περιορισμένο πάχος. Ανατολικότερα, στην Λεκάνη του Ηρακλείου, αποκτούν πάχος 200 - 300 μ., ελαττούμενο γενικώς από βορρά προς νότο.

ζ. Ενότητα της Αγ. Γαλήνης.

Η ενότητα αυτή αποτελείται από ερυθρωπά ποταμοχειμαρρώδη κροκαλοπαγή, που σχηματίσθηκαν στο νότιο τμήμα της κεντρικής Κρήτης κατά το τέλος του Πλειοκαίνου (1,8 εκατ. έτη).

Μετά το τέλος του Πλειοκαίνου η περιοχή της Κρήτης αναδύθηκε και πήρε την σημερινή μορφή της κατά το Πλειστόκαινο, όταν συνέβη έντονος κατατεμαχισμός της Ξηράς κατά μήκος των μεγάλων ρηγμάτων. Οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας είχαν σαν αποτέλεσμα την διάβρωση της Ξηράς σε διάφορα επίπεδα (εκεί όπου υπήρχε σταθεροποίηση για μεγάλο χρονικό διάστημα) και την δημιουργία θαλασσίων αναβαθμίδων. Από τις αναβαθμίδες αυτές φαίνονται σήμερα (έξω από την θάλασσα) αυτές που δημιουργήθηκαν έπειτα από πολύ μεγάλες ανυψώσεις της στάθμης της θάλασσας, καθώς και εκείνες που αναδύθηκαν αργότερα, λόγω κατακόρυφων τεκτονικών κινήσεων.

4.3. Τεκτονική.

Η σημερινή γεωλογική δομή της περιοχής της μελέτης είναι αποτέλεσμα των τριών μεγάλων φάσεων της Αλπικής Ορογένεσης, που επέδρασαν στο παρελθόν, επάνω σε ολόκληρο τον ελλαδικό χώρο.

Κατά την πρώτη φάση της **ιζηματογένεσης**, η οποία ήταν μακροχρόνια και ξεπέρασε σε διάρκεια τα 100 εκατ. χρόνια, απετέθησαν τα ιζήματα των διαφόρων ζωνών (Ιονίου, Τρίπολης, Πίνδου κλπ.). Κατά κανόνα τα ιζήματα αυτά είναι παχύτερα προς τις λεγόμενες "εξωτερικές ζώνες", δηλαδή προς την Ιόνιο ζώνη. Η ιζηματογένεση αντιστοιχεί σε μία περίοδο αποσυμπίεσης του φλοιού της Γης (απομάκρυνση της Ευρωπαϊκής από την Αφρικανική ήπειρο ή λιθοσφαιρική πλάκα) και την δημιουργία μιάς εκτεταμένης λεκάνης ιζηματογένεσης ή συγκλίνου, που γενικά ονομάζεται "γεωσύγκλινο".

Κατά την δεύτερη φάση της **συμπίεσης**, δημιουργήθηκαν διαδοχικές πτυχώσεις των διαφόρων τμημάτων του γεωσυγκλίνου. Οι πτυχώσεις έγιναν απότομα, σε διάφορες εποχές και είχαν διάρκεια μικρότερη από 10 εκατ. χρόνια. Είναι δυνατόν μία πτύχωση να επέδρασε σε ένα τμήμα μόνο του γεωσυγκλίνου, ενώ στα υπόλοιπα τμήματα συνεχιζόταν η ιζηματογένεση. Οι φάσεις των πτυχώσεων προκάλεσαν τον σχηματισμό υψηλού αναγλύφου, μεταμόρφωση πετρωμάτων, καθώς και ηφαιστειακή δράση. Λόγω της πλευρικής συμπίεσης το γεωσύγκλινο συμπύχθηκε κατά αποστάσεις εκατοντάδων χιλιομέτρων, πράγμα που προκάλεσε την προσέγγιση της Ευρωπαϊκής με την Αφρικανική ήπειρο. Συνέπεια της μείωσης του χώρου, όπου παλαιότερα υπήρχε το γεωσύγκλινο, ήταν να σημειώνονται επωθήσεις πετρωμάτων των εσωτερικών ζωνών επάνω στις εξωτερικές, δημιουργία οροσειρών, αλλά συγχρόνως βύθιση και εξαφάνιση μεγάλης ποσότητας ιζημάτων προς το εσωτερικό της Γης.

Η φάση της συμπίεσης και της ανάδυσης μιάς περιοχής συνοδεύθηκε αμέσως από διάβρωση του αναγλύφου και μεταφορά των υλικών προς τις γειτονικές ζώνες (που δεν έχουν αναδυθεί ακόμη) και την απόθεση σ'αυτές του Φλύσχη. Γενικά στην Ελλάδα η απόθεση του Φλύσχη άρχισε από το ανατολικό τμήμα και κινήθηκε προς τα δυτικά, πράγμα που δηλώνει ότι και η ορογένεση ακολούθησε την ίδια πορεία.

Όσον αφορά τις εξωτερικές ζώνες, η ζώνη της Πίνδου αναδύθηκε στο Μέσο Ολιγόκαινο και επωθήθηκε επάνω στον ολιγοκαινικό φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης. Η ζώνη της Τρίπολης αναδύθηκε στο Τέλος Ολιγοκαινού - Αρχή Μειοκαινού. Η ορογένεση προσέβαλε την Ιόνιο ζώνη κατά το Μέσο Μειόκαινο (Βουρδιγάλιο), ενώ την ζώνη των Παξών κατά το Τέλος Μειοκαινού.

Κατά την τρίτη φάση της **αποσυμπίεσης** η οροσειρά που δημιουργήθηκε υπέστη την λεγόμενη "ισοστατική ανακατάταξη", διότι λόγω της μεγάλης ποσότητας των ελαφρών υλικών των ιζημάτων, που είχαν εισχωρήσει μέσα στα πυκνότερα πετρώματα του μανδύα της Γης, η οροσειρά υπέστη άνωση και έτεινε να ανυψωθεί. Αποτέλεσμα της αποσυμπίεσης ήταν ο τεμαχισμός της οροσειράς και η κατακόρυφη μετακίνηση των διαφόρων τεμαχίων. Η ιζηματογένεση συνεχίσθηκε σε παραθαλάσσιες χαμηλές περιοχές και αντιστοιχούσε αυτή την φορά στις νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις.

Στην περιοχή της μελέτης η τεκτονική των μεγάλων πτυχώσεων και των επωθήσεων παρατηρείται σε μεγάλη έκταση στην ορεινή ζώνη του Ψηλορείτη. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω τα βαθύτερα στρώματα του Ψηλορείτη αντιστοιχούν σε πλακώδεις ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης. Στην περιοχή του Έβδουμου, δυτικά του Κρουσώνα, εμφανίζονται οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης επωθημένοι επάνω στους πλακώδεις ασβεστόλιθους. Μεταξύ των δύο ζωνών παρεμβάλλεται φυλλιτικό στρώμα πολύ μικρού πάχους, το οποίο δύσκολα διακρίνεται από την μυλονιτιωμένη ζώνη της επωθήσεως. Η επιφάνεια της επωθήσεως της ζώνης της Τρίπολης βρίσκεται σε υψόμετρο 900 μ. και το σύνολο των πετρωμάτων παρουσιάζει κλίση προς βορρά.

Λόγω της κλίσης αυτής, βορειότερα στην περιοχή των Γωνιών, εμφανίζονται οι ζώνες που έχουν επωθηθεί επάνω από την ζώνη της Τρίπολης, δηλαδή οι ασβεστόλιθοι της Πίνδου και οι οφιόλιθοι.

Στην περιοχή του Σκλαβόκαμπου τα στρώματα τείνουν να οριζοντιωθούν, ενώ βορειότερα του Αστυρακίου αποκτούν κλίση προς νότο. Μπορεί έτσι να θεωρηθεί, ότι η περιοχή αυτή αποτελεί ένα μεγάλο σύγκλινο. Στην περιοχή Λαμάστας, Μάραθου και της Κέρης παρατηρούνται ασβεστόλιθοι της Τρίπολης, και κάτω από αυτούς το στρώμα των Φυλλιτών. Το τελευταίο έχει μεγάλο σχετικά πάχος.

Εκείνο όμως, που χαρακτηρίζει έντονα την περιοχή της μελέτης, είναι τα ρήγματα και οι κατακόρυφες μετακινήσεις, που έπαιξαν και τον σημαντικότερο ρόλο στην γεωλογική διαμόρφωση της περιοχής.

Το σημαντικότερο ρήγμα είναι το ρήγμα Τυλίσου - Γέργερης, το οποίο προκάλεσε την ανύψωση του δυτικού τεμάχους και τον σχηματισμό του Ψηλορείτη. Το ρήγμα αυτό δημιουργήθηκε μετά από το Μεσσήνιο (πιθανώς κατά την διάρκεια του Πλειοκαίνου), δεδομένου ότι το Μεσσήνιο έχει αποτεθεί με τις ίδιες λιθολογικές φάσεις τόσο στο ύψωμα Κουμπέδες, όσο και στην περιοχή Αστυρακίου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η επίκλυση του Νεογενούς επάνω στον φλύσχη βρίσκεται σε υψόμετρο 120 - 150 μ. στους Κουμπέδες και σε υψόμετρο 550 μ. στην περιοχή Αστυρακίου.

Νοτιώτερα, στην λεκάνη της Τυλίσου, τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων έδειξαν ότι η βάση του Νεογενούς βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 80 - 120 μ. Αυτό σημαίνει ότι μεταξύ Κουμπέδων και λεκάνης Τυλίσου είναι πιθανόν να υπάρχει ένα μικρό ρήγμα. Επίσης συμπεραίνουμε ότι η σχετική κατακόρυφη μετατόπιση των τεμαχών εκατέρωθεν του ρήγματος Τυλίσου - Γέργερης είναι τουλάχιστον 450 μ., δυτικά του χωριού της Τυλίσου.

4.4. Γεωφυσική Έρευνα

Στην περιοχή της Τυλλίσου είχαν γίνει στο παρελθόν από τον Κ. Μπεζέ δύο γεωφυσικές μελέτες, κατά το 1986 και 1987. Στο αρχικό στάδιο της παρούσης υδρογεωλογικής μελέτης, το 1989, η γεωφυσική έρευνα επεκτάθηκε και στην περιοχή του Κρουσώνα - Σάρχου.

Το 1986 πραγματοποιήθηκαν οι τρεις διασκοπήσεις Η-8, Η-9 και Η-10. Στην σχετική έκθεση αναφέρονται τα εξής συμπεράσματα:

Οι τρεις διασκοπήσεις, που έγιναν μεταξύ των ρηγμάτων Αλμυρού και Τυλλίσου, βορειοανατολικά της Τυλλίσου, δείχνουν ότι κάτω από ένα λεπτό στρώμα τεταρτογενών ή νεογενών μαργαϊκών σχηματισμών, εντοπίζονται οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης. Οι τελευταίοι έχουν αρκετά μεγάλο πάχος και φθάνουν σε βάθος τουλάχιστον 100 μ. κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Πιθανότατα η περιοχή αυτή αποτελούσε κατά το Πλειόκαινο μία αβαθή θάλασσα, στις δυτικές παρυφές της λεκάνης του Ηρακλείου.

Σ'όλη την προαναφερθείσα περιοχή, δηλαδή μεταξύ των ρηγμάτων Αλμυρού και Τυλλίσου, είναι πιθανόν οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης να βρίσκονται σε μικρό βάθος. Εάν αυτό αληθεύει, τότε είναι δυνατόν μέσα στα πετρώματα αυτά να αναπτύσσονται υδροφόροι ορίζοντες, οι οποίοι μπορούν να τύχουν εκμεταλλεύσεως με την βοήθεια γεωτρήσεων.

Για να ερευνηθεί ολόκληρη η περιοχή πρέπει να γίνουν 15 γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις στον χώρο μεταξύ Τυλλίσου και Γαζανού ποταμού, που εκτείνεται μέχρι το χωριό Κορφές. Με τον τρόπο αυτό θα προσδιορισθεί το είδος του προνεογενούς υποβάθρου.

Η συνέχιση της έρευνας θα πρέπει να συμπεριλάβει την κατασκευή τεσσάρων ερευνητικών - δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, διαμέτρου 76 χλστ. και συνολικού βάθους 1000 μ., οι οποίες θα χρησιμεύσουν για τον ακριβή προσδιορισμό της γεωλογικής δομής της περιοχής, τον εντοπισμό και την μέτρηση των υδραυλικών παραμέτρων του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα της Τρίπολης, καθώς και την έρευνα του χημισμού των υπογείων νερών, που βρίσκονται σε αλληλοεπίδραση με το νερό του υδροφόρου ορίζοντα του Αλμυρού Ηρακλείου.

Το 1987 πραγματοποιήθηκαν οι επτά διακοπήσεις Η-20, Η-21, Η-22, Η-23, Η-24, Η-25 και Η-26 κοντά στο χωριό Τύλιος. Στα συμπεράσματα της γεωφυσικής αυτής έρευνας αναφέρονται τα εξής:

Από την αξιολόγηση των διασκοπήσεων προκύπτει το συμπέρασμα ότι στην ζώνη που εκτείνεται δυτικά και βόρεια της Τυλλίσου, ο ασβεστόλιθος της ζώνης της Τρίπολης βρίσκεται καλυμμένος από νεογενείς σχηματισμούς πάχους 100 έως 200 μ. Το ασβεστολιθικό αυτό υπόβαθρο κλίνει προς ανατολάς με αποτέλεσμα ανατολικά της Τυλλίσου να βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο από 300 μ.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω γεωηλεκτρικών ερευνών επιβεβαιώθηκαν από τα στοιχεία των γεωτρήσεων της ΔΕΥΑΗ, που άρχισαν να κατασκευάζονται το 1987 στην περιοχή της Τυλλίσου.

Το 1989 πραγματοποιήθηκαν οι δέκα διασκοπήσεις Η-90, Η-91 και Η-92 στην περιοχή της Τυλλίσου, Η-93 και Η-94 στην έξοδο του φαραγγιού των Γωνιών, Η-99, Η-100 και Η-101 στην περιοχή Κρουσώνα, Η-102 στην Πυργού και Η-14 στην Κιθαρίδα. Τα αποτελέσματα των παραπάνω διασκοπήσεων περιλαμβάνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6. της παρούσης μελέτης. Τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν επαναλαμβάνονται παρακάτω:

Νοτίως της γεωτρήσεως T-13 εντοπίζεται πιθανό ρήγμα με διεύθυνση περίπου Α-Δ. Λόγω του ρήγματος έχει βυθισθεί το νότιο τέμαχος κατά 100 μ. περίπου, με αποτέλεσμα ο ασβεστόλιθος της ζώνης της Τρίπολης να εντοπίζεται σε βάθος 180 μ. περίπου. Το παραπάνω ρήγμα φαίνεται ότι συνεχίζεται προς τα ανατολικά και περνά από την παλαιά διασκόπηση Η-20 και την γεώτρηση T-20. Στην τελευταία σημειώνουμε ότι συναντήθηκαν μεγάλες ποσότητες μυλονιτωμένων πετρωμάτων και αργιλικού υλικού. Το ρήγμα αυτό ονομάζουμε **ρήγμα του Σταδίου**.

Στην ζώνη βορείως του ρήγματος του Σταδίου οι γεωτρήσεις συνάντησαν ένα επιφανειακό στρώμα μαργαϊκού ασβεστόλιθου πάχους 50 - 80 μ. και αμέσως βαθύτερα τον ασβεστόλιθο της ζώνης της Τρίπολης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα της γεωηλεκτρικής έρευνας.

Στην ζώνη νοτίως του ρήγματος του Σταδίου φαίνεται ότι μεταξύ μαργαϊκού ασβεστόλιθου και ασβεστόλιθου της Τρίπολης παρεμβάλλεται ένα στρώμα πάχους 100 μ. περίπου, το οποίο αποτελείται από μάργες του Τορτονίου ή φλύσχη. Μεχρι στιγμής καμμία γεώτρηση δεν έχει κατασκευασθεί για την έρευνα αυτής της περιοχής.

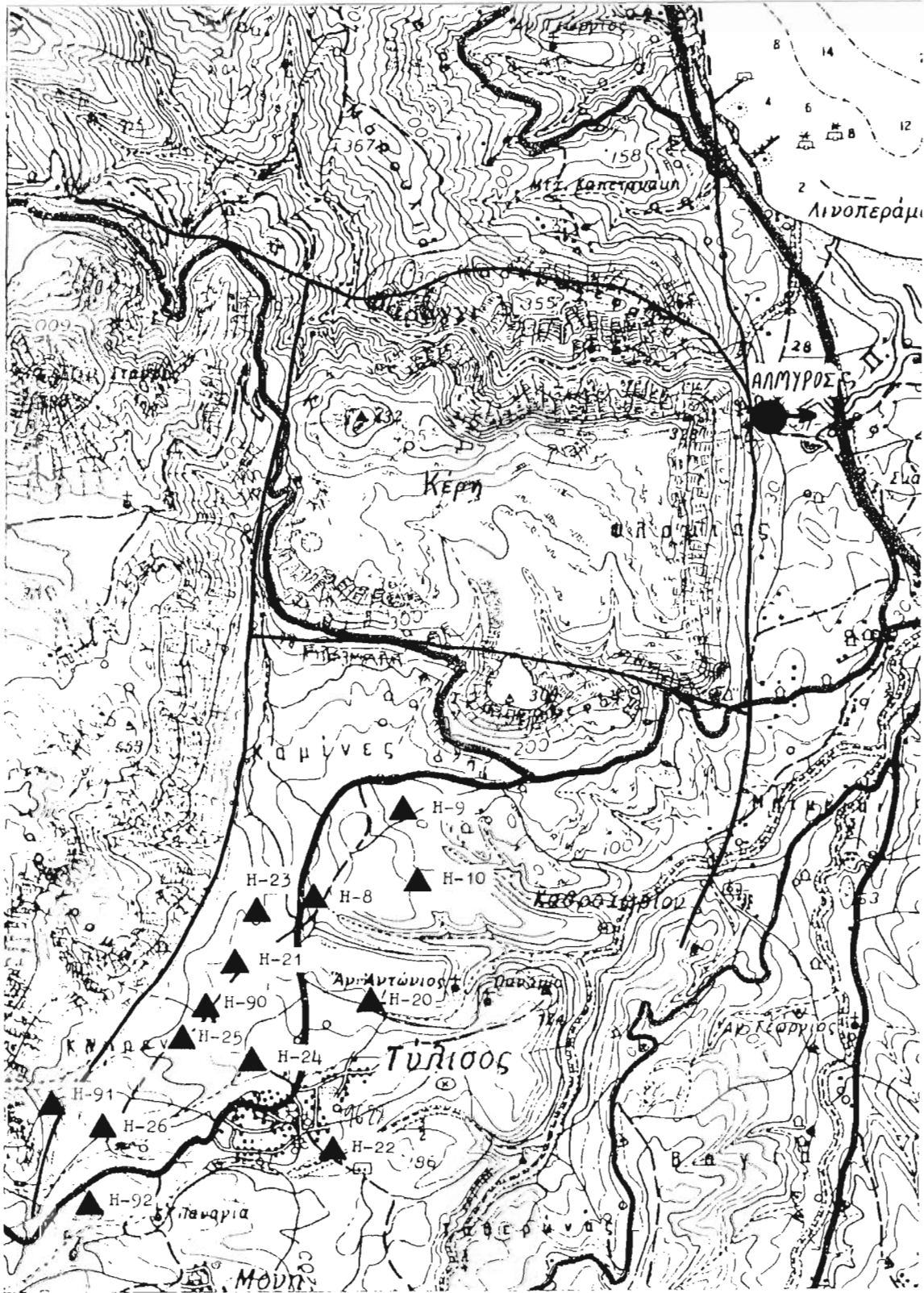
Προτείνουμε να κατασκευασθεί μία ερευνητική γεώτρηση στην θέση Η-25 για να ερευνηθεί ο χώρος νοτίως του ρήγματος του Σταδίου.

Οι διασκοπήσεις Η-93 και Η-94, που έγιναν στην έξοδο του παραγγιού των Γωνιών, δεν εντόπισαν ασβεστόλιθους κάτω από τον φλύσχη. Το ρήγμα Τυλίσου - Γέργερης έχει καθρέπτη με κλίση 100% προς τα ανατολικά στο σημείο αυτό. Με βάση αυτό το στοιχείο μπορούμε να πούμε ότι θεωρητικά εάν μία γεώτρηση κατασκευασθεί σε απόσταση έως 200 μ. περίπου από το ρήγμα, έχει αρκετές πιθανότητες να συναντήσει τον καρστικό ασβεστόλιθο. Προτείνουμε η γεώτρηση να κατασκευασθεί σε απόσταση 100 μ. ανατολικά από την ήδη υπάρχουσα T-19.

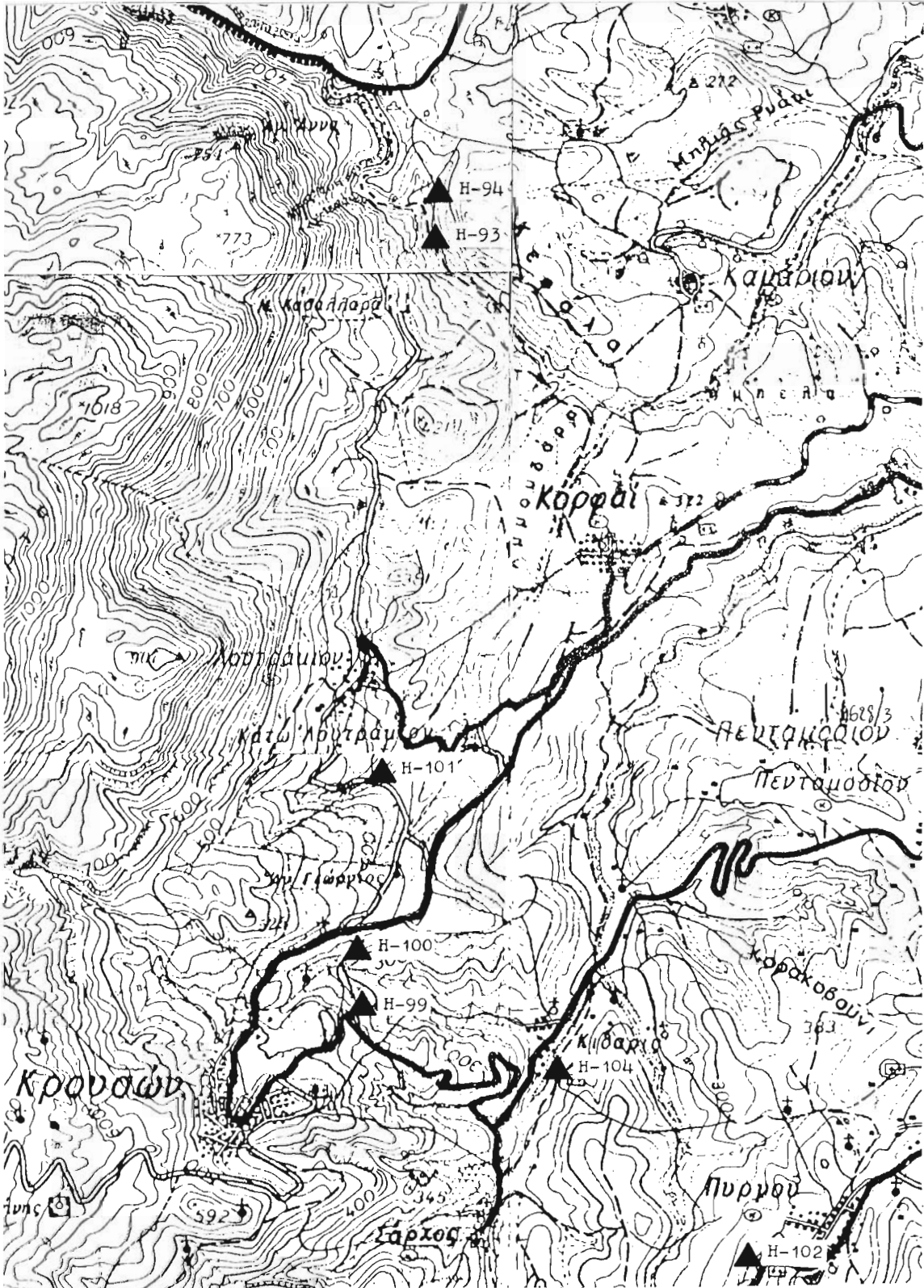
Στην περιοχή του Κρουσώνα οι διασκοπήσεις Η-100 και Η-101 συναντούν πιθανότατα σε μεγάλο βάθος ασβεστόλιθους της Τρίπολης. Το υψόμετρο όμως των σημείων αυτών (350 μ. περίπου) δεν επιτρέπει την κατασκευή γεωτρήσεων, διότι η στάθμη του νερού μέσα στους ασβεστόλιθους αναμένεται να είναι χαμηλή.

Στην περιοχή Κιθαρίδας στην διασκόπηση Η-104 αναμένεται υδροφορία από στρώματα μαργαϊκού ασβεστόλιθου ή γύψων. Το ίδιο ισχύει και για την διασκόπηση Η-102 στην Πυργού.

Μεταξύ 1989 και 1992 επιτεύχθηκε μεγάλη πρόοδος στην τεχνική διάνοιξης των υδρογεωτρήσεων, με αποτέλεσμα να κατασκευάζονται πλέον γεωτρήσεις βάθους 450 μ. και άνω. Αυτό επέτρεψε στην ΔΕΥΑΗ, το 1992, να συνεχίσει την γεωτρητική έρευνα στην περιοχή του Κρουσώνα, με την κατασκευή επτά γεωτρήσεων. Τα στοιχεία που προέκυψαν από αυτές δεν χορηγήθηκαν στον μελετητή. Σύμφωνα όμως με τις πληροφορίες που υπάρχουν, φαίνεται ότι τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας επαληθεύθηκαν, δεδομένου ότι όλες σχεδόν οι γεωτρήσεις συνάντησαν κάτω από τα νεογενή στρώματα του ασβεστόλιθους της ζώνης της Τρίπολης.



Εικόνα 4. Γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις περιοχής Τυλίσου.



Εικόνα 5. Γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις περιοχής Κρουσώνα.

5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Η υδρολογική ανάλυση που ακολουθεί είχε σαν στόχο τον προσδιορισμό των παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου (βροχόπτωση, εξατμισοδιαπνοή, επιφανειακή απορροή και κατείδυση), που επηρεάζουν τα διάφορα υδρογεωλογικά συστήματα της περιοχής της μελέτης και ιδιαίτερα το ασβεστολιθικό σύστημα του Ψηλορείτη με τις υπολεκάνες Τυλίσου, Κέρης, Αλμυρού Ηρακλείου κλπ.

Από πρακτικής απόψεως το σημαντικότερο υδρολογικό πρόβλημα στην περιοχή του Ψηλορείτη συνδέεται με την έλλειψη λεπτομερών βροχομετρικών παρατηρήσεων σε μεγάλα υψόμετρα (άνω των 700 μ.). Δεδομένου ότι το μέσο υψόμετρο του Ψηλορείτη είναι 1100 μ. περίπου, ενώ το μέγιστο υψόμετρο φθάνει περίπου τα 2500 μ., γίνεται αντιληπτό ότι για τον υπολογισμό του **όγκου του νερού των βροχοπτώσεων** (και των χιονοπτώσεων) στον Ψηλορείτη απαιτείται ο ακριβής προσδιορισμός της μεταβολής των βροχοπτώσεων συναρτήσει του υψόμετρου.

Το δεύτερο σημαντικό υδρολογικό πρόβλημα είχε σχέση με τον υπολογισμό του **υδατικού ισοζυγίου του καρστικού συστήματος του Ψηλορείτη**. Οι περιοχές της Τυλίσου, της Κέρης και του Κρουσώνα, που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη, αποτελούν υποσυστήματα του Ψηλορείτη. Για να εκτιμηθεί το υδατικό ισοζύγιο των υποσυστημάτων αυτών έπρεπε να υπολογισθεί πρώτα το υδατικό ισοζύγιο ολοκλήρου του συστήματος του Ψηλορείτη και έπειτα να κατανεμηθεί αυτό στα διάφορα υποσυστήματα.

Στην παρούσα μελέτη, η υδρολογική ανάλυση στηρίχθηκε στην εφαρμογή ειδικών μοντέλων, που έχουν αναπτυχθεί από τον μελετητή για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου των μεγάλων υδρολογικών λεκανών της Ελλάδας.

Το μοντέλο TRENDMHN υπολογίζει τον όγκο των μηνιαίων βροχοπτώσεων σε μία λεκάνη, ενώ το μοντέλο BEMERMHN υπολογίζει την τροφοδοσία των υδροφόρων οριζόντων, τα υπόγεια αποθέματα και την εκφόρτισή τους, σε μηνιαία βήματα.

Παρακάτω περιγράφονται λεπτομερώς οι λειτουργίες των μοντέλων και οι εφαρμογές τους στα πλαίσια της παρούσης μελέτης.

5.1. Υπολογισμός του όγκου των βροχοπτώσεων στον Ψηλορείτη.

5.1.1. Γενικά

Οι βροχοπτώσεις οφείλονται σε μετεωρολογικά φαινόμενα, τα οποία συνδέονται με την κυκλοφορία των αερίων μαζών στην ατμόσφαιρα. Τα φαινόμενα αυτά έχουν συνήθως ευρύτερο χαρακτήρα και επηρεάζουν περιοχές των οποίων η έκταση είναι πολύ μεγαλύτερη από την έκταση μιας υδρολογικής λεκάνης ή ενός υδατικού διαμερίσματος. Συνήθως αυτά τα μετεωρολογικά φαινόμενα επαναλαμβάνονται στην διάρκεια του έτους, με αποτέλεσμα να δίνουν την εντύπωση ότι σαρώνουν μία περιοχή σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα. Ειδικά για τις βροχοπτώσεις είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι αυτές σαρώνουν μία περιοχή αρκετές φορές στην διάρκεια ενός μήνα της χειμερινής περιόδου.

Εάν υποθεθεί ότι μία επίπεδη και οριζόντια επιφάνεια του εδάφους, διαστάσεων μερικών τετ. χλμ., δέχεται βροχές καθώς σαρώνεται από ένα επεισόδιο βροχοπτώσεων που διαρκεί μερικές ημέρες, τότε η παρατήρηση του ύψους της βροχής που έπεσε σε διάφορα σημεία του εδάφους, δίνει την **κατανομή της βροχόπτωσης στον χώρο** για το εν λόγω επεισόδιο. Η κατανομή αυτή μπορεί να είναι ομοιόμορφη, δηλαδή όλα τα σημεία να δέχθηκαν το ίδιο ύψος βροχής, μπορεί όμως να είναι ανομοιόμορφη και να εμφανίζει τάση αύξησης ή μείωσης προς ορισμένες κατευθύνσεις. Και στις δύο περιπτώσεις η **κατανομή της βροχόπτωσης θεωρείται ότι είναι κανονική και συνεχής**.

Το φαινόμενο της κανονικής και συνεχούς κατανομής της βροχόπτωσης είναι εμφανές κατά τους χειμερινούς μήνες στην Ελλάδα. Την άνοιξη και το φθινόπωρο, οι βροχοπτώσεις είναι πιά ακανόνιστες και συχνά παράγονται από καταιγίδες που έχουν εντελώς τοπικό χαρακτήρα. Επειδή όμως οι βροχοπτώσεις αυτές συνήθως δεν παράγουν μεγάλο ποσοστό **ενεργού βροχόπτωσης**, που ενδιαφέρει ιδιαίτερα την Υδρολογία και την παρούσα μελέτη, θεωρούνται σαν αμελητέα ποσότητα. Έτσι είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι τουλάχιστον για υδρολογικούς σκοπούς το φαινόμενο της βροχόπτωσης εξελίσσεται κανονικά και συνεχώς μέσα στον χώρο, στην χρονική κλίμακα ενός βροχερού επεισοδίου.

Εάν η χρονική κλίμακα εξέτασης των βροχοπτώσεων είναι μεγάλη, τότε είναι δυνατόν να περιλαμβάνει αθροιστικά τα αποτελέσματα περισσοτέρων του ενός επεισοδίων βροχόπτωσης. Επειδή η χρονική περίοδος είναι μεγάλη, δεν δημιουργείται μεγάλο σφάλμα στο άθροισμα από το γεγονός ότι η έναρξη και το τέλος κάθε επεισοδίου δεν γίνονται την ίδια χρονική στιγμή για όλα τα σημεία της περιοχής. Εάν η κατανομή της βροχόπτωσης του κάθε επεισοδίου είναι κανονική, τότε αποδεικνύεται ότι και το άθροισμά τους θα έχει κανονική κατανομή στον χώρο. Το χρονικό διάστημα του ενός μηνός κρίνεται ότι είναι αρκετά μεγάλο, ώστε στο διάστημα αυτό να εκφράζεται με ικανοποιητική ακρίβεια η γενική τάση κατανομής της βροχόπτωσης μίας δεδομένης περιοχής. Η γενική τάση της κατανομής της μηνιαίας βροχόπτωσης επάνω σε μία οριζόντια επιφάνεια ονομάζεται **Βασική Κατανομή της βροχόπτωσης**.

Βέβαια, η επιφάνεια του εδάφους σπανίως είναι ομαλή και οριζόντια. Η ύπαρξη του αναγλύφου δημιουργεί τοπικές ανωμαλίες στην κυκλοφορία των αερίων μαζών, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις στο ύψος των βροχοπτώσεων από σημείο σε σημείο μίας δεδομένης περιοχής. Συνεπώς μπορεί να θεωρηθεί, ότι το ανάγλυφο και ενδεχομένως άλλοι τοπικοί παράγοντες επιδρούν επάνω στην Βασική Κατανομή της βροχόπτωσης μίας περιοχής και την διαμορφώνουν έτσι ώστε τελικά να δημιουργείται η πραγματική βροχόπτωση. Η επίδραση των μορφολογικών κλπ. παραγόντων ονομάζεται **Ειδική Κατανομή της βροχόπτωσης**.

5.1.2. Το μοντέλο TRENDMHN για την κατανομή της βροχόπτωσης στον χώρο.

Ο διαχωρισμός της πραγματικής βροχόπτωσης μίας περιοχής στις δύο συνιστώσες Γενικής και Ειδικής κατανομής είναι στην πράξη δύσκολος, διότι το ανάγλυφο του εδάφους επηρεάζει όχι μόνο την κατακόρυφη μεταβολή της βροχόπτωσης, αλλά σε κάποιο βαθμό, και την οριζόντια κατανομή της.

Εάν όμως θεωρηθεί, ότι η περιοχή έχει μικρή έκταση και δεν περιέχει μεγάλες εδαφικές εξάρσεις, που παρεμποδίζουν την κανονική οριζόντια κατανομή της βροχής, τότε μπορεί να γίνει δεκτό, ότι η Γενική κατανομή εκφράζεται από την οριζόντια μεταβολή της βροχόπτωσης, ενώ η Ειδική κατανομή εκφράζεται από την κατακόρυφη μεταβολή της. Συνεπώς, για να προσδιορισθεί η κατανομή της πραγματικής βροχόπτωσης στον χώρο, αρκεί να προσδιορισθεί ο τρόπος της οριζόντιας και κατακόρυφης μεταβολής της.

Συνήθως η οριζόντια κατανομή της βροχόπτωσης εκφράζεται συναρτήσεως των συντεταγμένων x και y των σημείων της περιοχής, ενώ η κατακόρυφη κατανομή εκφράζεται συναρτήσεως του υψομέτρου z των σημείων. Έτσι, σε κάθε σημείο της επιφάνειας του εδάφους, που ορίζεται από τα x , y και z αντιστοιχεί μία ορισμένη τιμή έντασης της βροχόπτωσης.

Το μοντέλο TRENDMHN είναι ουσιαστικά μία μέθοδος, που χρησιμοποιεί τις διαθέσιμες μετρήσεις έντασης της βροχόπτωσης, σε διάφορα βροχόμετρα, με δεδομένο x , y και z , για να προσδιορίσει την οριζόντια και την κατακόρυφη κατανομή της βροχόπτωσης. Η μέθοδος βασίζεται στην παραδοχή, ότι η ένταση της βροχόπτωσης στην περιοχή ακολουθεί μία ορισμένη κατανομή, η οποία είναι δυνατόν να προσομοιωθεί ικανοποιητικά από ένα **μοντέλο στρωμάτωσης των εντάσεων**.

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η ένταση των μηνιαίων βροχοπτώσεων σχηματίζει στον χώρο, επάνω από την επιφάνεια του εδάφους, μία σειρά επαλλήλων επίπεδων στρώματων. Η κατακόρυφη μεταβολή της βροχόπτωσης θεωρείται συνήθως, ότι είναι συνεχής και γραμμική για μία περιοχή. Για τον λόγο αυτό στο μοντέλο, κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, η ένταση της βροχόπτωσης παριστάνεται από άπειρα λεπτά στρώματα (ή επιφάνειες) των οποίων η τιμή της έντασης βαίνει συνήθως αυξανόμενη, γραμμικά, από κάτω προς τα επάνω.

Εάν η οριζόντια κατανομή της βροχόπτωσης είναι ομοιόμορφη, τότε τα στρώματα του μοντέλου θεωρείται ότι είναι **οριζόντια**. Εάν όμως η ένταση της μηνιαίας βροχόπτωσης εμφανίζει τάση αύξησης ή μείωσης προς μία ορισμένη διεύθυνση, τότε θεωρείται ότι τα στρώματα είναι **κεκλιμένα**, προς την διεύθυνση αυτή, η δε τιμή της κλίσης εξαρτάται από τον βαθμό μεταβολής της βροχόπτωσης προς την παραπάνω διεύθυνση.

Πρέπει να διευκρινισθεί, ότι η **στρωμάτωση της βροχής δεν αποτελεί φυσικό φαινόμενο**, δηλαδή η βροχή δεν σχηματίζει στρώματα μέσα στην ατμόσφαιρα. Το μοντέλο απλώς εισάγει την έννοια της στρωμάτωσης, για να περιγράψει την μεταβολή της έντασης της βροχόπτωσης μέσα στον χώρο, ο οποίος εκτείνεται επάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Ο προσδιορισμός της κατανομής της βροχόπτωσης γίνεται με μία τεχνική συσχέτισης των βροχομετρικών παρατηρήσεων στον χώρο. Η θέση στον χώρο των σημείων παρατήρησης ορίζεται με την βοήθεια των συντεταγμένων x , y και z (μήκος, πλάτος και υψόμετρο). Στην προκειμένη περίπτωση τα σημεία παρατηρήσεων αντιστοιχούν στους **βροχομετρικούς σταθμούς**.

Ο συσχετισμός των παρατηρήσεων μεταξύ τους και η περιγραφή της θέσης των στρωμάτων στον χώρο γίνεται με την χρησιμοποίηση της τεχνικής των επιφανειών τάσης ή έντασης (trend surfaces), και βασίζεται στην επεξεργασία του συνόλου των παρατηρήσεων της ευρύτερης περιοχής. Η επεξεργασία γίνεται σε χρονικά

βήματα του ενός μηνός. Το βήμα αυτό είναι αρκετά μεγάλο, ώστε η γενική τάση που εκφράζει την διανομή της μηνιαίας βροχόπτωσης να μην επηρεάζεται αισθητά από τυχόν ετεροχρονισμούς στην πτώση της βροχής.

Για να εξασφαλισθεί ότι η μεταβολή των βροχοπτώσεων είναι ομαλή και γραμμική στον χώρο, η έκταση της ερευνώμενης περιοχής πρέπει να είναι σχετικώς μικρή. Στην πράξη αποδείχθηκε ότι σε περιοχές με έκταση της τάξης των 200 τετ. χλμ. ή μικρότερη, είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι η κατανομή της βροχής είναι ομαλή στον χώρο. Η επεξεργασία των βροχοπτώσεων μεγαλύτερων περιοχών γίνεται αφού καταταμηθούν αυτές σε μικρότερες.

Το μοντέλο της στρωμάτωσης της μηνιαίας βροχόπτωσης, του οποίου οι αρχές αναφέρθηκαν πιο πάνω, εφαρμόζεται ξεχωριστά για κάθε μήνα, μίας δεδομένης χρονικής περιόδου. Δηλαδή σε κάθε μήνα αντιστοιχεί ένα διαφορετικό μοντέλο και προσδιορίζεται μία διαφορετική κατανομή της βροχόπτωσης, που εκφράζεται από τις παραμέτρους του μοντέλου.

Η εφαρμογή του μοντέλου TRENDMHN γίνεται με την χρησιμοποίηση των μηνιαίων μετρήσεων των βροχομετρικών σταθμών της περιοχής. Ο έλεγχος ή και η συμπλήρωση λανθασμένων παρατηρήσεων γίνεται συγχρόνως, διότι μετά τον καθορισμό του γενικού μοντέλου κατανομής της βροχόπτωσης στον χώρο, διαπιστώνεται εάν κάποιος σταθμός έχει παρατηρήσεις που αποκλίνουν υπερβολικά από την γενική κατανομή και διορθώνεται αυτός κατάλληλα.

5.1.3. Δημιουργία δευτερογενών βροχομετρικών πληροφοριών

Το μοντέλο κατανομής της βροχόπτωσης μιας περιοχής, αφού προσδιορισθεί σύμφωνα με την μέθοδο που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί το ύψος της βροχόπτωσης σε οποιοδήποτε σημείο της επιφάνειας του εδάφους. Για να γίνει αυτό, επιλέγονται εκ των προτέρων αρκετά σημεία της επιφάνειας, έτσι ώστε να εκφράζουν όσο το δυνατόν καλύτερα το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής, και υπολογίζεται η μηνιαία βροχόπτωση στα σημεία αυτά. Τα σημεία της τοπογραφικής επιφάνειας μπορεί να έχουν ακανόνιστη κατανομή στο χώρο.

Μέ την μέθοδο αυτή υπολογίσθηκε στην παρούσα μελέτη η βροχόπτωση επάνω σε ένα δίκτυο 60 σημείων, που καλύπτει με πυκνότητα περίπου ενός σημείου ανά 25 τετ. χλμ. ολόκληρη την επιφάνεια της κεντρικής Κρήτης (περιοχή Ψηλορείτη). Η βροχόπτωση υπολογίσθηκε στα σημεία αυτά, για κάθε μήνα και για ολόκληρη την περίοδο 1970 - 1991.

Οι βροχοπτώσεις στο δίκτυο των τοπογραφικών σημείων αποτελούν τα **δευτερογενή βροχομετρικά στοιχεία** και χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της μέσης βροχόπτωσης.

5.1.4. Προσδιορισμός της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης

Ο υπολογισμός της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης επάνω σε οποιαδήποτε υδρολογική λεκάνη, γίνεται αφού πρώτα καθορισθεί το περίγραμμα της λεκάνης επάνω σε χάρτη κατάλληλης κλιμακας. Ακολούθως, από τα δευτερογενή βροχομετρικά στοιχεία και για τον δεδομένο μήνα λαμβάνονται οι τιμές βροχόπτωσης των σημείων, που περιλαμβάνονται μέσα στο περίγραμμα της λεκάνης.

Έπειτα, από τα παραπάνω σημεία κατασκευάζεται ένα **πυκνό τετραγωνικό πλέγμα κόμβων βροχόπτωσης**, που περιλαμβάνεται μέσα στο περίγραμμα της λεκάνης. Η μέση βροχόπτωση υπολογίζεται τελικά από τον μέσον όρο των τιμών βροχόπτωσης στους κόμβους αυτούς.

5.1.5. Εφαρμογή του μοντέλου TRENDMHN στον Ψηλορείτη.

5.1.5.1. Βροχομετρικά στοιχεία.

Στην περιοχή της μελέτης λειτουργούν πολλοί βροχομετρικοί σταθμοί, οι οποίοι όμως παρουσιάζουν το μειονέκτημα να είναι εγκατεστημένοι σε χαμηλά υψόμετρα, σε σχέση με το μέσο υψόμετρο του Ψηλορείτη, που είναι 1080 μ.

Οι βροχομετρικοί σταθμοί, που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της μέσης βροχόπτωσης αναφέρονται στον επόμενο πίνακα. Η θέση τους εμφανίζεται στο Σχέδιο 1. της μελέτης και τα δεδομένα του στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

α/α	Σταθμός	x	y	z
1.	Φοινικιά	327.8	3906.1	40
2.	Γέργερη	313.3	3890.0	450
3.	Προφ. Ηλίας	327.1	3897.7	380
4.	Ηράκλειο	333.4	3912.7	30
5.	Κρουσών	316.5	3900.7	500
6.	Λαγολιό	298.8	3887.5	170
7.	Αγ.Βαρβάρα	318.0	3890.4	570
8.	Βορίζια	304.0	3892.1	520
9.	Ζαρός	309.0	3889.0	343
10.	Ανώγεια	307.6	3907.7	740
11.	Αγ. Γαλήνη	289.1	3886.7	20
12.	Γερακάρι	282.4	3900.0	660
13.	Καβούσι	282.5	3910.6	580
14.	Μουρί	253.4	3914.1	50
15.	Σπήλι	276.0	3900.7	490
16.	Βυζάρι	290.9	3899.2	310
17.	Βολεώνες	280.5	3906.3	260

5.1.5.2. Αποτύπωση της μορφολογίας της επιφάνειας του εδάφους.

Η θέση των σημείων που καθορίζουν την μορφολογία του εδάφους (τοπογραφικής επιφάνειας) ορίσθηκε με την βοήθεια του δικτύου των συντεταγμένων της προβολής UTM. Η περιοχή της μελέτης περιλαμβάνεται μεταξύ των τετμημένων 280 - 325 (km) και των τεταγμένων 3915 - 3890 (km). Στην περιοχή αυτή επελέγησαν 60 σημεία των οποίων προσδιορίσθηκαν οι συντεταγμένες x, y και το υψόμετρο z. Τα περισσότερα σημεία ευρίσκονται στους κόμβους ενός κανονικού τετραγωνικού δικτύου, πλευράς 5 km. Για την καλύτερη απόδοση της τοπογραφικής επιφάνειας χρησιμοποιήθηκαν και αρκετά τυχαία σημεία, στις θέσεις ελαχίστων ή μεγίστων υψόμετρων.

5.1.5.3. Συσχέτιση βροχόπτωσης - θέσης σταθμού.

Για κάθε μήνα της περιόδου 1970 - 1991 υπολογίσθηκε η κατανομή της βροχόπτωσης στο χώρο, προσδιορίζοντας την εξίσωση που συνδέει το ύψος βροχής των σταθμών με τις συντεταγμένες και το υψόμετρό τους. Τό πρόβλημα, από μαθηματικής πλευράς είναι ένα πρόβλημα **τριπλής γραμμικής συσχέτισης** του ύψους βροχής p (εξαρτημένη μεταβλητή) με τις παραμέτρους x , y και z (ανεξάρτητες μεταβλητές) των βροχομετρικών σταθμών. Το ίδιο πρόβλημα μπορεί να χαρακτηριστεί σαν **αναζήτηση της εξισώσεων των ισοϋετών επιπέδων** (πρόβλημα **trend surfaces α' βαθμού**) σε ένα τρισδιάστατο σύστημα αξόνων.

5.1.5.5. Υπολογισμός της μέσης βροχόπτωσης σε δεδομένη λεκάνη.

Έχοντας 60 σημεία με βροχοπτώσεις για την περίοδο 1981 - 1991 στην κεντρική Κρήτη, ο υπολογισμός της μέσης βροχόπτωσης σε μία δεδομένη επιφάνεια (συνήθως επιφάνεια υδρολογικής λεκάνης) γίνεται με το ειδικό πρόγραμμα BROXPLOT.EXE. Το πρόγραμμα αυτό είναι ένα γενικό πρόγραμμα χάραξης ισοδυναμικών καμπυλών σε χάρτη οποιασδήποτε κλίμακας (contouring), που τροποποιήθηκε κατάλληλα ώστε να χαράσσει ισοϋετείς καμπύλες.

Πρίν από την εφαρμογή καθορίζεται επί του χάρτου το περίγραμμα της υδρολογικής λεκάνης, που έχει την μορφή ενός πολυγώνου, του οποίου οι κορυφές ορίζονται με την βοήθεια των συντεταγμένων x και y . Στην παρούσα περίπτωση ορίσθηκε το περίγραμμα της ασβεστολιθικής μάζας του Ψηλορείτη, με την βοήθεια του ειδικού αρχείου PSILORIT.ORI. Ο χάρτης που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και οι υπολογισμοί έγιναν σε κλίμακα 1:100.000.

Το πρόγραμμα BROXPLOT κατασκευάζει αρχικά ένα πυκνό τετραγωνικό δίκτυο κόμβων, μεγέθους βρόγχων 1 χλμ. περίπου, βασιζόμενο στα δεδομένα των βροχοπτώσεων επί των μορφολογικών σημείων. Κατά την εργασία αυτή γίνεται και μία εξομάλυνση των παραπάνω δεδομένων, έτσι ώστε να μην υπάρχουν υπερβολικά υψηλές βροχοπτώσεις στις κορυφές των βουνών. Η μεγάλη πυκνότητα των κόμβων επιτρέπει, στην φάση αυτή, την εκτίμηση της μέσης βροχόπτωσης στην λεκάνη, εάν υπολογισθεί ο μέσος όρος των τιμών βροχόπτωσης στους κόμβους, που περιέχονται μέσα στο περίγραμμα της λεκάνης.

Στο πρόγραμμα BROXPLOT όμως υπάρχει η δυνατότητα να παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και με την μορφή ισοϋετών καμπυλών σε ένα πρακτικό μέσον, όπως είναι ο εκτυπωτής του υπολογιστή, ενώ συγχρόνως υπολογίζεται η βροχόπτωση σε πολύ μικρά στοιχειώδη τμήματα του χάρτη.

Όπως είναι γνωστό ο εκτυπωτής λειτουργεί συνήθως τυπώνοντας 10 x 6 χαρακτήρες ανά τετραγωνική ίντσα. Στην κλίμακα 1:100.000 αυτό σημαίνει ότι κάθε χαρακτήρας έχει διαστάσεις 254 x 423 μέτρα ή επιφάνεια 1,074 τετ.χλμ. Στο πρόγραμμα BROXPLOT προσαρμόζονται τα δεδομένα στην διακριτική ικανότητα του εκτυπωτή, κάνοντας πύκνωση των δεδομένων του δικτύου των κόμβων, με την βοήθεια μίας τεχνικής απλής παρεμβολής. Έτσι σε κάθε χαρακτήρα του εκτυπωτή αντιστοιχεί ένα ύψος βροχόπτωσης.

Επειδή κάθε χαρακτήρας του εκτυπωτή αντιστοιχεί σε ένα στοιχειώδες τμήμα του χάρτη, με γνωστή βροχόπτωση και γνωστή επιφάνεια, το γινόμενο του εμβαδού του στοιχειώδους τμήματος (σε τετ. χλμ.) επί το ύψος της βροχής του κάθε τμήματος (σε χλστ.), δίνει τον όγκο του νερού (σε χιλιάδες κυβικά μέτρα) για κάθε στοιχειώδες τμήμα.

Ο **συνολικός όγκος του νερού** που πέφτει κάθε μήνα στην λεκάνη υπολογίζεται αθροίζοντας τους όγκους όλων των στοιχειωδών τμημάτων, που περιλαμβάνονται μέσα στο περίγραμμα της λεκάνης.

Η **επιφάνεια της λεκάνης** υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το αριθμό των στοιχειωδών τμημάτων (που ευρίσκονται εντός του περιγράμματος) επί το εμβαδόν του στοιχειώδους τμήματος.

Η **μέση μηνιαία βροχόπτωση** στην επιφάνεια της λεκάνης τροφοδοσίας, είναι το ηθλικόν του όγκου του νερού προς την επιφάνεια της λεκάνης.

5.1.5.6. Μέση βροχόπτωση στην υδρολογική λεκάνη του Ψηλορείτη.

Η καρστική λεκάνη του Ψηλορείτη έχει έκταση 445 τετ. χλμ. Όπως είναι γνωστό, οι υδροφόροι ορίζοντες, που σχηματίζονται μέσα στον Ψηλορείτη, τροφοδοτούνται από τις βροχοπτώσεις, που πέφτουν επάνω στην λεκάνη τροφοδοσίας, και εκφορτίζονται από τις δύο μεγάλες καρστικές πηγές του Αλμυρού Ηρακλείου και του Μπαλίου, καθώς και από άλλες μικρότερης σημασίας.

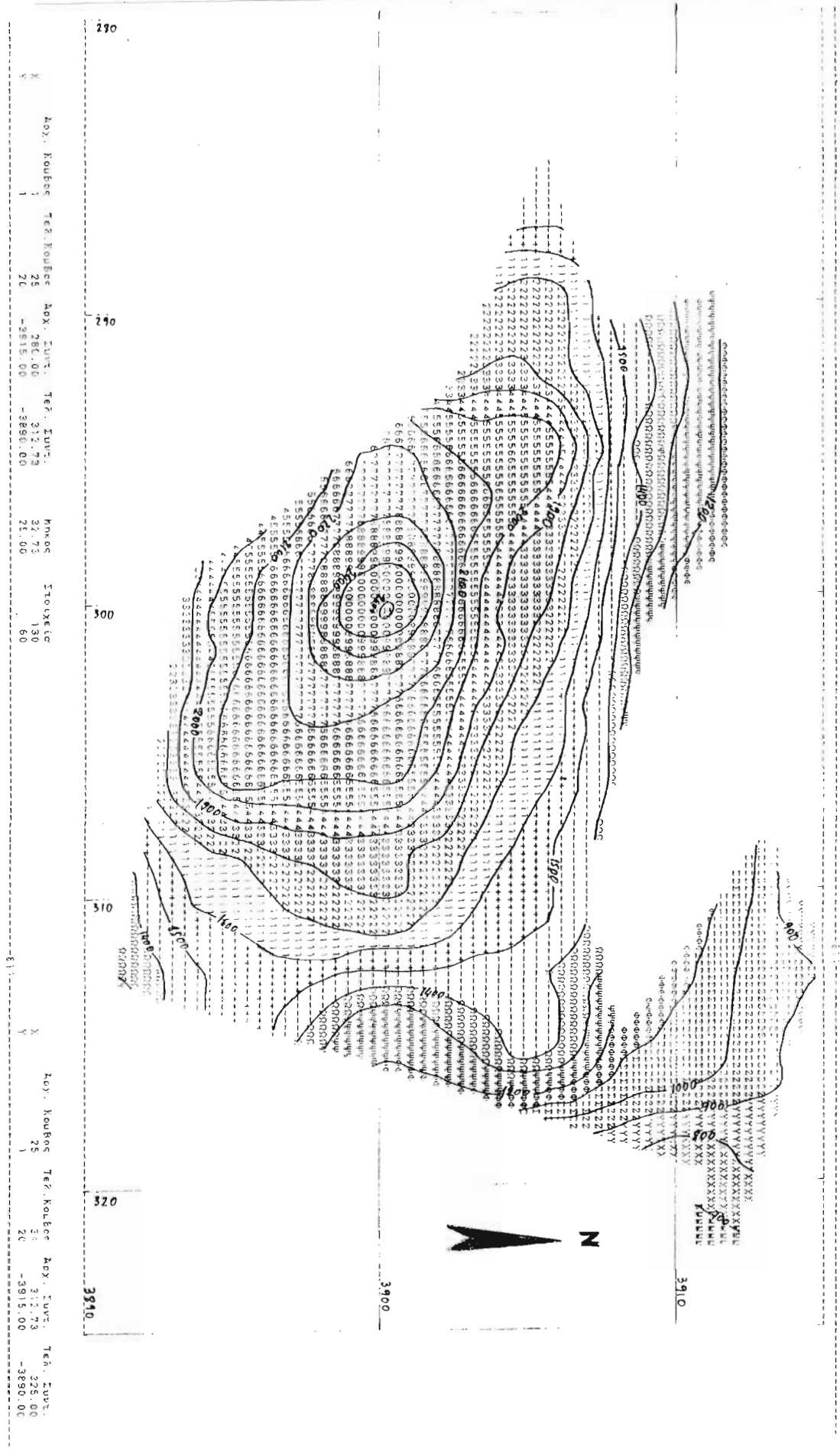
Ο διαχωρισμός της λεκάνης του Ψηλορείτη σε δύο λεκάνες, Αλμυρού και Μπαλίου, δεν είναι δυνατόν να γίνει με γεωλογικά κριτήρια, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν γεωλογικά όρια μεταξύ των δύο υποσυστημάτων. Θεωρήθηκε λοιπόν, στην παρούσα μελέτη, ότι ο Ψηλορείτης χωρίζεται σε ένα ανατολικό τμήμα, που τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού, και σε ένα δυτικό τμήμα, που τροφοδοτεί τις πηγές του Μπαλίου.

Όπως αποδείχθηκε, από την εφαρμογή του μοντέλου ΒΕΜΕΡΜΗΝ και τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου, η έκταση της λεκάνης τροφοδοσίας που αντιστοιχεί στον Αλμυρό είναι περίπου 200 τετ. χλμ., δηλαδή το 1/2 της συνολικής έκτασης της επιφάνειας του Ψηλορείτη.

Για να υπολογισθούν οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις στον Ψηλορείτη, για την περίοδο 1970 - 1991, έγινε με την βοήθεια του προγράμματος ΒΡΟΧΠΛΟΤ επεξεργασία των δευτερογενών βροχομετρικών στοιχείων των 60 μορφολογικών σημείων της λεκάνης του Ψηλορείτη, που υπολογίσθηκαν στην παράγραφο 5.1.5.4. Τα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Στην επόμενη σελίδα δίνεται και παράδειγμα χάρτου ισοϋετών καμπυλών για το έτος 1981.

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	102.4	91.2	232.0	70.4	23.5	.	.	.	29.4	184.6	238.7	163.4	1135.6
1971	293.9	353.9	107.5	95.0	1.0	8.3	0.4	5.5	30.6	53.2	124.2	148.9	1222.4
1972	199.5	175.5	215.4	147.6	144.1	.	13.7	5.4	6.0	275.2	91.6	230.0	1504.0
1973	307.2	227.3	59.4	95.1	7.7	.	5.2	.	13.9	129.6	147.6	122.1	1115.1
1974	347.9	183.5	120.5	10.0	.	.	.	.	38.5	44.4	155.9	206.4	1107.1
1975	460.8	274.7	50.6	93.3	48.6	3.6	.	.	13.5	40.4	201.4	353.6	1540.5
1976	295.7	327.9	288.7	70.7	11.4	7.7	.	.	.	261.9	234.6	167.8	1666.4
1977	90.3	121.9	190.4	79.5	6.0	.	6.4	.	184.7	70.9	75.9	461.0	1287.0
1978	732.7	190.8	260.1	38.8	.	.	.	.	51.1	217.3	147.9	288.8	1927.5
1979	158.4	215.5	141.8	67.4	28.4	98.3	6.3	1.8	2.7	68.5	270.5	386.5	1446.1
1980	148.5	385.6	122.9	81.3	17.6	0.6	.	.	13.6	142.6	55.7	296.9	1265.3
1981	784.7	243.1	23.8	31.7	12.8	.	.	.	.	1.2	217.6	330.7	1645.6
1982	125.2	474.3	255.8	67.9	109.2	13.6	.	4.8	.	11.3	138.7	192.2	1393.0
1983	210.8	278.5	262.2	14.9	2.3	87.5	23.7	13.1	14.8	42.7	280.8	250.1	1481.4
1984	184.6	289.5	128.5	133.4	0.4	.	73.2	3.5	.	25.6	458.6	293.6	1590.9
1985	485.2	139.7	133.5	112.6	8.7	.	.	.	.	178.8	75.1	218.7	1352.3
1986	161.9	165.8	74.6	1.5	110.6	.	.	.	265.1	65.9	96.8	253.2	1195.4
1987	224.1	202.6	276.9	318.0	26.2	.	.	.	.	17.2	221.9	257.6	1544.5
1988	218.9	465.2	186.0	18.9	35.0	.	.	.	14.3	259.9	207.7	229.8	1635.7
1989	150.9	30.6	185.8	.	16.2	.	.	.	.	158.7	226.2	27.0	795.4
1990	71.2	235.7	9.1	32.4	3.2	23.2	.	19.8	16.2	32.8	116.8	246.4	806.8
1991	288.4	183.1	42.0	85.2	21.5	0.7	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	620.9
Μέση	274.7	238.9	153.1	75.7	28.8	11.1	6.1	2.6	33.1	108.7	180.2	244.0	1330.9

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις στην λεκάνη του Ψηλορείτη.



X	1	25	20	25	20	25	20	25	20
Αογ. Κουβες	Τετ. Κουβες	Αογ. Συτ.	Τετ. Συτ.	Μη-οσ	Στοιχειc	Αογ. Κουβες	Τετ. Κουβες	Αογ. Συτ.	Τετ. Συτ.
1	25	286.00	312.73	27.73	130	1	25	286.00	312.73
		-3915.00	-3890.00	21.00	60			-3915.00	-3890.00

Εικόνα 6. Χάρτης ισοϋετών καμπυλών λεκάνης Ψηλορείτη, έτους 1981.

5.2. Υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου των κυριότερων υδρογεωλογικών συστημάτων

5.2.1. Το γενικό λειτουργικό μοντέλο μιάς υδρολογικής λεκάνης.

Οι ασβεστόλιθοι του όγκου του Ψηλορείτη δέχονται τα νερά της βροχής, τα οποία, αφού διηθηθούν μέσα στο έδαφος, τροφοδοτούν τους καρστικούς υδροφόρους ορίζοντες. Οι υδροφόροι ορίζοντες εκφορτίζονται στην συνέχεια από διάφορες πηγές, όπως οι πηγές Αλμυρού, Φόδελε, Μπαλίου, Ζαρού κλπ. Επομένως, η υπόγεια κυκλοφορία διακρίνεται σε περισσότερα από ένα υποσυστήματα ή υπόγειες λεκάνες.

Τα υποσυστήματα αυτά, άν και είναι ανεξάρτητα σχεδόν μεταξύ τους, τροφοδοτούνται όλα με τον ίδιο σχεδόν τρόπο, δηλαδή από την διήθηση της βροχής και του χιονιού στο κάρστ. Συνεπώς, σε πρώτη προσέγγιση, τα υδατικά ισοζύγια των διαφόρων υποσυστημάτων (λαμβάνόμενα σαν ποσοστιαίες αναλογίες έναντι των βροχοπτώσεων), δεν πρέπει να διαφέρουν πολύ μεταξύ τους, ούτε και με το βασικό ισοζύγιο ολοκληρώου του συστήματος του Ψηλορείτη.

Στην πράξη όμως, για να είναι ακριβής ο υπολογισμός του ισοζυγίου ενός συστήματος, πρέπει να είναι γνωστές τόσο η είσοδος, όσο και η έξοδος. Στην περίπτωση των συστημάτων του Ψηλορείτη, μόνο η πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου διαθέτει μακροχρόνιες μετρήσεις της παροχής της. Έτσι το υποσύστημα του Αλμυρού Ηρακλείου θεωρήθηκε σαν αντιπροσωπευτικό για τον υπολογισμό των ισοζυγίων και των άλλων υποσυστημάτων του Ψηλορείτη. Η επιλογή αυτή δικαιολογείται άλλωστε από το γεγονός ότι το υποσύστημα του Αλμυρού καταλαμβάνει το 1/2 περίπου της συνολικής έκτασης του Ψηλορείτη.

Το υδατικό ισοζύγιο ενός καρστικού συστήματος είναι δυνατόν να εκφρασθεί από την σχέση:

$$B = E + A + K$$

όπου B είναι το ύψος της βροχής στην μονάδα του χρόνου, E η εξατμισοδιαπνοή, A η επιφανειακή απορροή και K η κατείσδυση (εκφραζόμενα σε ύψος νερού στην ίδια μονάδα του χρόνου, ή σαν ποσοστό των βροχοπτώσεων).

Από τα παραπάνω μεγέθη το σημαντικότερο από υδρογεωλογικής απόψεως είναι η κατείσδυση. **Μακροχρόνια η κατείσδυση ισούται με την παροχή στην έξοδο (πηγή) του καρστικού συστήματος.** Η κατείσδυση είναι η ποσότητα του νερού που λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης ενός καρστικού υδροφόρου ορίζοντα, αφού βέβαια ληφθούν υπόψη οι αποθηκευτικές δυνατότητες των υδροφόρων στρωμάτων της περιοχής. Για να προσδιορισθεί η κατείσδυση K χρειάζεται να μετρηθούν ή να υπολογισθούν οι βροχοπτώσεις, η επιφανειακή απορροή και η εξατμισοδιαπνοή.

Εάν σ'ένα σύστημα είναι γνωστή η παροχή εξόδου, που μακροχρόνια ισούται με την κατείσδυση, τότε είναι δυνατόν το σύστημα αυτό να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής, που είναι συνήθως αδύνατον να μετρηθεί απ'ευθείας. Όμως, μεταξύ κατείσδυσης και εξόδου μεσολαβεί η αποθηκευμένη στο υδροφόρο στρώμα ποσότητα νερού, η οποία τροφοδοτεί την πηγή εξόδου, ακόμη και όταν δεν υπάρχει βροχοπτώση και κατείσδυση. Το στοιχείο αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό του ισοζυγίου, όταν ο τελευταίος γίνεται σε μικρά χρονικά βήματα της τάξης του μηνός ή της ημέρας.

Για να υπολογισθεί το ισοζύγιο σε μηνιαία κλίμακα χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο BEMERMHN, το οποίο αφ'ενός να υπολογίζει την πραγματική εξατμισοδιαπνοή και αφ'ετέρου μετατρέπει την κατείσδυση σε παροχή εξόδου, λαμβάνοντας υπόψη την αποθηκευτική ικανότητα του υδροφόρου στρώματος.

Το μοντέλο **BEMERMIN** είναι ένα μοντέλο προσομοίωσης των φυσικών φαινομένων που μετατρέπουν την **βροχή**, η οποία πέφτει σε μία υδρολογική λεκάνη, σε **παροχή**, η οποία φεύγει από την λεκάνη αυτή. Για συντομία τα μοντέλα αυτού του τύπου ονομάζονται μοντέλα **βροχής-παροχής**. Το μοντέλο είναι ένας υπολογιστικός μηχανισμός, που μετατρέπει το υετογράφημα σε υδρογράφημα. Στην πράξη γίνεται προσπάθεια να αναπαρασταθούν με μαθηματικούς υπολογισμούς οι διάφορες διεργασίες από τις οποίες περνά μία ποσότητα νερού, από την στιγμή που θα πέσει στην επιφάνεια του εδάφους, μέχρι να βγει από την έξοδο της υδρολογικής λεκάνης.

Η υδρολογική λεκάνη μπορεί να είναι επιφανειακή, υπόγεια ή συνδυασμός των δύο προηγούμενων.

Στην **επιφανειακή λεκάνη** το νερό της βροχής, που πέφτει στην επιφάνειά της, συγκεντρώνεται στους ποταμούς, αποθηκεύεται προσωρινά και κυκλοφορεί μέσα σ'αυτούς και τέλος φθάνει στην έξοδό της.

Στην **υπόγεια λεκάνη** το νερό της βροχής αφού πέσει στην επιφάνειά της, διηθείται στο υπέδαφος, συγκεντρώνεται στον υδροφόρο ορίζοντα, ρέει αργά μέσα σ'αυτόν, και τέλος φθάνει στην έξοδό του, που συνήθως αντιστοιχεί σε κάποιες πηγές.

Η βασική διαφορά ανάμεσα σε μία επιφανειακή και μία υπόγεια λεκάνη είναι στην **αποθηκευτική ικανότητά τους**. Μετά από μία βροχή, η ποσότητα του νερού που αποθηκεύεται στους ποταμούς παραμένει μέσα σ'αυτούς μόνο για μερικές ώρες ή ημέρες, ενώ αντίθετα η ποσότητα που αποθηκεύεται μέσα στα υδροφόρα στρώματα παραμένει εκεί για πολλούς μήνες ή και χρόνια. Η διαφορά οφείλεται στις πολύ μικρές ταχύτητες κυκλοφορίας του νερού που παρατηρείται στα υδροφόρα στρώματα.

Βεβαίως υπάρχουν ενδιάμεσες καταστάσεις κυκλοφορίας, όπως η περίπτωση των **υπογείων ποταμών σε ασβεστολιθικές περιοχές**, ή η περίπτωση **ποταμών που τροφοδοτούνται το καλοκαίρι από υδροφόρους ορίζοντες**.

Γενικά, τόσο στην επιφανειακή όσο και στην υπόγεια λεκάνη, το νερό της βροχής από την στιγμή που θα πέσει στην επιφάνεια του εδάφους, υπόκειται σε ορισμένες διεργασίες, που διαχωρίζονται στα εξής στάδια:

Στάδιο Α.

Η βροχή που πέφτει συλλαμβάνεται από την βλάστηση, απορροφάται από τα επιφανειακά ξερά στρώματα του εδάφους, συγκεντρώνεται σε κοιλότητες του εδάφους, ή εξατμίζεται αμέσως. Τα παραπάνω φαινόμενα συμβαίνουν μετά από κάθε βροχόπτωση (ή και κατά την διάρκειά της), όμως η ένταση και η διάρκεια κάθε φαινομένου εξαρτάται από την φυσική κατάσταση του εδάφους (θερμοκρασία, υγρασία, κλίση κλπ.).

Τόσο στις επιφανειακές όσο και στις υπόγειες λεκάνες, τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους συμμετέχουν ενεργά στον καθορισμό του ποσοστού της βροχόπτωσης, που θα καταναλωθεί σαν εξάτμιση, διαπνοή, προσωρινή αποθήκευση κλπ. Οι νόμοι που διέπουν τα παραπάνω φαινόμενα είναι οι ίδιοι περίπου και για τους δύο τύπους λεκανών.

Στάδιο Β.

Το νερό της βροχής, που πλεονάζει και δεν καταναλώνεται στο Στάδιο Α., αρχίζει να κυλά στην επιφάνεια του εδάφους (**επιφανειακή απορροή**), ή αρχίζει να διηθείται μέσα στους πόρους του (**κατελσδυση**). Η επιφανειακή απορροή γίνεται στην επιφάνεια του εδάφους. Είναι όμως δυνατόν, όταν τα επιφανειακά εδάφη

είναι εξαλλοιωμένα και αποσαθρωμένα, να γίνεται και σε μικρό βάθος κάτω από την επιφάνεια και ονομάζεται τότε **υποδερμική απορροή**. Το κύριο χαρακτηριστικό της επιφανειακής απορροής είναι το ότι αυτή γίνεται **παράλληλα και κοντά στην επιφάνεια του εδάφους**.

Η κατείδυση γίνεται σε μεγάλο βάθος στο εσωτερικό του εδάφους και χαρακτηρίζεται από μία **κατακόρυφη σχεδόν ροή** του νερού μέσα στους πόρους και τα διάκενα του πετρώματος.

Είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί, ότι για να συντελεσθεί η διαδικασία της επιφανειακής απορροής και της κατείδυσης, απαιτείται κάποιο **χρονικό διάστημα**. Στο χρονικό αυτό διάστημα το νερό της βροχής μετατρέπεται σε νερό επιφ. απορροής ή κατείδυσης, και παραμένει προσωρινά αποθηκευμένο στην επιφάνεια ή στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους.

Στάδιο Γ.

Το νερό της επιφανειακής απορροής φθάνει στα ποτάμια και συγκεντρώνεται σ'αυτά, ενώ το νερό της κατείδυσης φθάνει στον υδροφόρο ορίζοντα. Η ροή συνεχίζεται κατά την οριζόντια διεύθυνση πλέον και στις δύο περιπτώσεις, αλλά σύμφωνα με διαφορετικούς υδραυλικούς νόμους. Η άφιξη του νερού στα ποτάμια και στον υδροφόρο ορίζοντα προκαλεί αμέσως αύξηση της στάθμης του νερού και αντίστοιχη αύξηση της παροχής στην έξοδο της λεκάνης. Μετά την παρέλευση κάποιου χρόνου, η στάθμη του νερού και η παροχή εξόδου φθάνουν στις μέγιστες τιμές τους. Συνήθως τα μέγιστα σημειώνονται μερικές ώρες ή ημέρες μετά από το μέγιστο της βροχόπτωσης και το διάστημα που μεσολαβεί αποτελεί χαρακτηριστικό παράμετρο της υδρολογικής λεκάνης (lag time). Την στιγμή που σημειώνεται το **μέγιστο της παροχής**, θεωρείται ότι στο εσωτερικό της λεκάνης ευρίσκεται αποθηκευμένη η **μέγιστη ποσότητα νερού**, που προήλθε από την προηγούμενη βροχόπτωση.

Στάδιο Δ.

Το νερό που έχει αποθηκευθεί μέσα στους ποταμούς και στο υδροφόρο στρώμα ρέει προς την έξοδο του συστήματος και δίνει την παροχή εξόδου. Η τελευταία συναρτήσει του χρόνου δίνει το **υδρογράφημα της εξόδου**. Όταν στην λεκάνη δεν σημειώνονται βροχοπτώσεις, τότε η παροχή μειώνεται διαρκώς και αντίστοιχα στο υδρογράφημα σχηματίζεται η **καμπύλη στείρευσης της παροχής**. Η ταχύτητα μείωσης της παροχής αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό της λεκάνης και συνήθως είναι υψηλότερη στις επιφανειακές λεκάνες και χαμηλότερη στις υπόγειες.

Συχνά συγχέονται οι έννοιες επιφανειακή και υπόγεια λεκάνη. Στην περίπτωση κατά την οποία ένας ποταμός διέρχεται μέσα από υδροπερατά πετρώματα, στα οποία η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα ευρίσκεται κάτω από την στάθμη του νερού του ποταμού, **το νερό του ποταμού διοχετεύεται προς τον υδροφόρο ορίζοντα**, με αποτέλεσμα να μειώνεται η παροχή του. Στην αντίθετη περίπτωση, είναι δυνατόν μετά από έντονες βροχοπτώσεις, η στάθμη του νερού του υδροφόρου ορίζοντα να ανέλθει και να φθάσει την τοπογραφική επιφάνεια, με αποτέλεσμα **νερά του υδροφόρου στρώματος να βγαίνουν στην επιφάνεια και να τροφοδοτούν τους ποταμούς**, οι οποίοι παρουσιάζουν τότε (διερχόμενοι μέσα από υδροπερατά πετρώματα) αύξηση της παροχής τους.

Στις παραπάνω περιπτώσεις θεωρείται ότι τα αποθέματα της υδρολογικής λεκάνης είναι μικτά και δεν διαχωρίζονται σε επιφανειακά και υπόγεια. Το υδρογράφημα μιας μικτής υδρολογικής λεκάνης έχει χαρακτηριστικά τόσο επιφανειακής όσο και υπόγειας λεκάνης. Υδρογράφημα, στα οποία ο λόγος μέγιστης προς ελάχιστη παροχή είναι μεγαλύτερος του 10, ανήκουν σε επιφανειακές λεκάνες, ενώ χαμηλές ταχύτητες στείρευσης χαρακτηρίζουν τις υπόγειες λεκάνες. Το υδρογράφημα μίας

μικτής λεκάνης έχει και τα δύο αυτά χαρακτηριστικά. Παράδειγμα τέτοιου μικτού υδρογραφήματος παρέχει η πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου.

Σε μερικές υπόγειες λεκάνες και ιδίως στις καρστικές είναι δυνατόν στο εσωτερικό του πετρώματος να συνυπάρχουν λεπτοί και χονδροί αγωγοί, με αποτέλεσμα μέσα στον υδροφόρο ορίζοντα να συνυπάρχουν περιοχές μεγάλων και περιοχές μικρών ταχυτήτων κυκλοφορίας. Στην περίπτωση αυτή το υδρογράφημα της καρστικής πηγής, που εκφορτίζει τον υδροφόρο ορίζοντα, παρουσιάζει επίσης χαρακτηριστικά μικτής λεκάνης.

5.2.2. Γενική δομή ενός ντετερμινιστικού μοντέλου βροχής - παροχής

Το μοντέλο μίας υδρολογικής λεκάνης είναι μία σειρά από λογικές συσχετίσεις ή μαθηματικές συναρτήσεις, οι οποίες μας επιτρέπουν τον υπολογισμό της παροχής στην έξοδο της υδρολογικής λεκάνης, με βάση τα δεδομένα εισόδου, από τα οποία το πλέον σημαντικό είναι οι βροχοπτώσεις. Παρακάτω αναφέρονται μερικές από τις βασικές λειτουργίες της υδρολογικής λεκάνης, που σαν έννοιες περιλαμβάνονται σ' ένα μοντέλο.

α. Υπολογισμός της μέσης βροχόπτωσης στην υδρολογική λεκάνη. Πρόκειται για την βροχή που πέφτει στην επιφάνεια της λεκάνης τροφοδοσίας στην μονάδα του χρόνου, που είναι ίση με το χρονικό βήμα του μοντέλου. Συνήθως το χρονικό βήμα είναι ημερήσιο, εβδομαδιαίο ή μηνιαίο και εξαρτάται από την επιδιωκόμενη ακρίβεια.

β. Υπολογισμός της ποσότητας του νερού που εξατμίζεται από τα φυτά και το έδαφος ή κατακρατείται σε κοιλάτητες του εδάφους. Η ποσότητα αυτή συνήθως υπολογίζεται με βάση την δυνητική εξατμισιδιαπνοή και με βάση την μέγιστη ποσότητα του νερού, που κατακρατείται από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους και την βλάστηση. Η **δυνητική εξατμισιδιαπνοή** υπολογίζεται με κάποια εμπειρική μέθοδο (Turc, Thornthwaite, Penman κλπ.), ή προέρχεται από απ' ευθείας μετρήσεις που εκτελούνται σε εξατμισίμετρα, λυσίμετρα κλπ. Η ποσότητα που εξατμίζεται αντιστοιχεί στην **πραγματική εξάτμιση** και αφαιρούμενη από την βροχόπτωση δίνει την **ενεργό βροχόπτωση ή πραγματική είσοδο** της υδρολογικής λεκάνης.

Η ποσότητα του νερού που εξατμίζεται προέρχεται από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους. Τα τελευταία έχουν την δυνατότητα να κατακρατούν μία ποσότητα νερού (υγρασίας), που φθάνει στο μέγιστό της όταν το έδαφος κορεσθεί σε νερό. Η υγρασία του εδάφους αποδίδεται στην ατμόσφαιρα σαν εξάτμιση με αργό ρυθμό, θεωρητικά μέχρι να ξηρανθεί εντελώς το έδαφος. Το ξηρό έδαφος όμως έχει την ικανότητα να κατακρατεί ένα μεγάλο ποσοστό της βροχής στην περίπτωση που σημειωθεί νέα βροχόπτωση, σε αντίθεση με το κορεσμένο έδαφος. Έτσι είναι ευνόητο, ότι η ποσότητα της βροχόπτωσης που κατακρατείται από το έδαφος σε ένα χρονικό βήμα, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ιστορικό των βροχοπτώσεων. Το μοντέλο πρέπει να περιέχει ένα μηχανισμό, ο οποίος να είναι σε θέση να "απομνημονεύει" το ιστορικό αυτό, δηλαδή την κατάσταση κορεσμού του επιφανειακού εδάφους.

γ. Διαχωρισμός της ενεργού βροχής σε επιφανειακή απορροή και σε κατείσδυση. Εάν τα επιφανειακά πετρώματα είναι αδιαπέρατα, τότε η ενεργός βροχή μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε **επιφανειακή απορροή**. Εάν τα πετρώματα είναι πολύ περατά, όπως συμβαίνει σε καρστικούς ασβεστόλιθους, τότε η ενεργός βροχή μετατρέπεται ολόκληρη σε **κατείσδυση**. Εάν τα πετρώματα είναι ημιπερατά, όπως συμβαίνει σε προσχλωσιγενείς λεκάνες, τότε ο διαχωρισμός είναι πολύπλοκος και εξαρτάται από την ένταση της ενεργού βροχής και από την ικανότητα διήθησης του εδάφους. Όταν η ένταση είναι μικρότερη της ικανότητας διήθησης, τότε όλη η ενεργός βροχή μετατρέπεται σε κατείσδυση. Όταν η ένταση υπερβαίνει την ικανότητα διήθησης, τότε αφ' ενός δημιουργείται κατείσδυση και αφ' ετέρου

παράγεται επιφανειακή απορροή. Παρόμοια διαδικασία ακολουθείται και όταν τα επιφανειακά πετρώματα της λεκάνης είναι αλλού περατά και αλλού αδιαπέρατα.

δ. Αποθήκευση της επιφ. απορροής και της κατείσδυσης. Η επιφανειακή απορροή θεωρείται ότι προστίθεται στα ήδη υπάρχοντα αποθέματα των ποταμών, ενώ η κατείσδυση προστίθεται στα αποθέματα του υδροφόρου στρώματος. Τα αποθέματα κινούνται προς την έξοδο της υδρολογικής λεκάνης. Η κίνηση αυτή γίνεται ταχύτερα στα ποτάμια και βραδύτερα στα υδροφόρα στρώματα. Ακόμη όμως και στην περίπτωση αμιγώς επιφανειακών ή υπογείων λεκανών, παρατηρείται το φαινόμενο διάφοροι κλάδοι της επιφανειακής ή υπόγειας κυκλοφορίας να έχουν μεταξύ τους διαφορετική ταχύτητα κυκλοφορίας. Το φαινόμενο αυτό επιβάλλει να γίνεται και στο μοντέλο **διαχωρισμός των αποθεμάτων σε αποθέματα υψηλής, μέσης και χαμηλής ταχύτητας κυκλοφορίας.**

ε. Εκφόρτιση των αποθεμάτων και δημιουργία της παροχής εξόδου. Τα αποθέματα των ποταμών και των υδροφόρων στρωμάτων κινούνται και σε κάθε χρονικό βήμα ένα ποσοστό τους φθάνει στην έξοδο και δίνει την παροχή. Εάν το χρονικό βήμα είναι μικρό, τότε στην διάρκειά του εξέρχεται πολύ μικρό ποσοστό των αποθεμάτων, και αντιστρόφως. Πρακτικά, στο μοντέλο επιλέγονται χρονικά βήματα τέτοια ώστε κατά την διάρκειά τους να εκρέει ποσοστό των αποθεμάτων μικρότερο από από 20 - 30%.

Ο λόγος του ποσοστού εκροής των αποθεμάτων προς το χρονικό βήμα ονομάζεται **ταχύτητα στείρευσης ή εκφόρτισης.** Εάν η γενική κυκλοφορία έχει διαχωρισθεί σε κλάδους διαφορετικών ταχυτήτων, τότε κάθε κλάδος χαρακτηρίζεται από μία διαφορετική ταχύτητα εκφόρτισης.

Για την προσομοίωση των παραπάνω λειτουργιών της υδρολογικής λεκάνης υπάρχουν διάφορες μέθοδοι. Ο συνδυασμός των μεθόδων αυτών οδηγεί στην κατασκευή ενός **μοντέλου μετατροπής της βροχής σε παροχή,** που είναι ικανό να μετατρέπει μία δεδομένη χρονοσειρά βροχοπτώσεων σε μία λεκάνη σε υδρογράφημα.

Όσο περισσότερο λαμβάνονται υπόψη στο μοντέλο οι φυσικές διαδικασίες, τόσο ακριβέστερο είναι αυτό. Στην πράξη όμως, η ενσωμάτωση στο μοντέλο πολυπλόκων διαδικασιών έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των χρησιμοποιούμενων παραμέτρων, πράγμα που κάνει το μοντέλο δύσχρηστο. **Ένα μοντέλο είναι αποτελεσματικό, όταν με όσο το δυνατόν λιγότερες παραμέτρους, επιτυγχάνει ικανοποιητική προσομοίωση.** Σαν προσομοίωση νοείται η ικανότητα του μοντέλου να παράγει από μία χρονοσειρά βροχοπτώσεων, ένα υδρογράφημα, το οποίο ταιριάζει με το υδρογράφημα που παρήγαγε η φυσική υδρολογική λεκάνη, όταν έπεσε επάνω της η ίδια χρονοσειρά βροχών.

Η επιλογή των τιμών των διαφόρων παραμέτρων επιτυγχάνεται κατά την διαδικασία **ρύθμισης του μοντέλου.** Κατά την διαδικασία αυτή, η τιμή των παραμέτρων τροποποιείται, μέχρι να επιτευχθεί σύμπτωση του υπολογιζομένου υδρογραφήματος με το πραγματικό υδρογράφημα, που παρατηρήθηκε κατά την ίδια περίοδο στην λεκάνη. Οι παράμετροι ενός μοντέλου πρέπει να είναι **ευαίσθητες,** δηλαδή να τροποποιούν εύκολα την μορφή του υδρογραφήματος, και συγχρόνως **ανεξάρτητες,** δηλαδή να επηρεάζονται ελάχιστα από την ρύθμιση των άλλων παραμέτρων.

Συνεπώς, για την ρύθμιση του μοντέλου, χρειάζεται να υπάρχει το πραγματικό υδρογράφημα της λεκάνης, τουλάχιστον για μία περίοδο 2 - 3 ετών.

5.2.3. Περιγραφή και λειτουργία του μοντέλου BEMERMHN

Το μοντέλο BEMERMHN είναι ένα ντετερμινιστικό μοντέλο, που κατασκευάστηκε με στόχο να προσομοιώσει την λειτουργία μίας υδρολογικής λεκάνης, όσον αφορά τον μετασχηματισμό της βροχόπτωσης σε παροχή. Το μοντέλο χρησιμοποιείται κυρίως για καρστικές υδρολογικές λεκάνες, όμως με ορισμένες προϋποθέσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε επιφανειακές ή μικτές λεκάνες.

Η λειτουργία του μοντέλου βασίζεται στην μετακίνηση ποσοτήτων νερού μεταξύ πέντε δεξαμενών. Οι πέντε δεξαμενές αντιστοιχούν σε περιοχές του υδρολογικού συστήματος στις οποίες αποθηκεύεται το νερό, που προέρχεται από τις βροχοπτώσεις. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται να υπάρχει **αντιστοιχία ανάμεσα στην δομή και λειτουργία του μοντέλου και την δομή και λειτουργία της υδρολογικής λεκάνης**, ιδιότητα που είναι βασική για ένα ντετερμινιστικό μοντέλο.

Οι πέντε δεξαμενές ή ρεζερβουάρ του μοντέλου διατάσσονται σε τρεις ζώνες (επίπεδα), από πάνω προς τα κάτω (Εικόνα 7.).

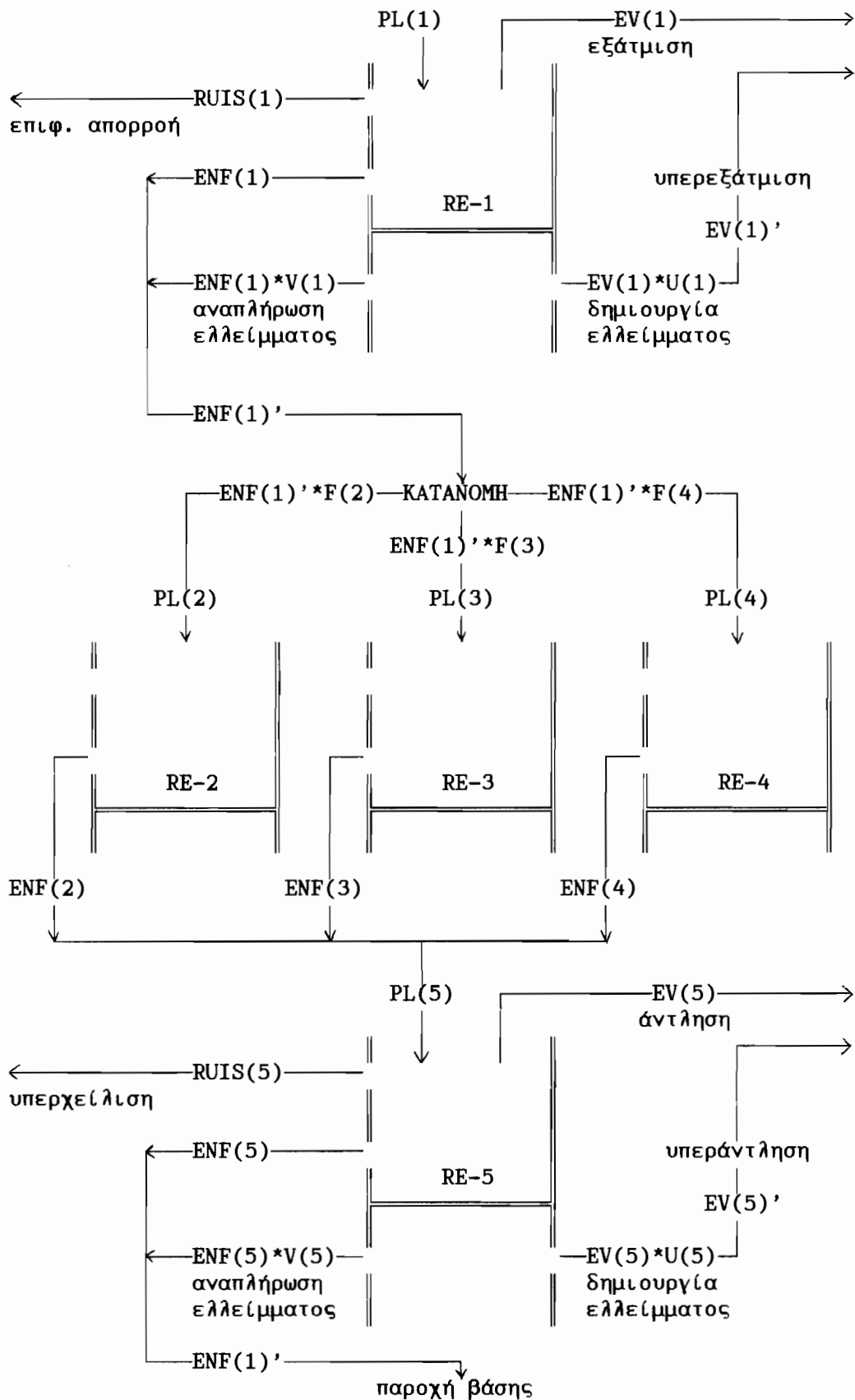
Στό ανώτερο επίπεδο βρίσκεται το πρώτο ρεζερβουάρ RE-1, το οποίο έχει σαν στόχο να προσομοιάζει την λειτουργία των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους, τα οποία δέχονται την βροχή και το χιόνι, αποβάλλουν την εξατμισιδιαπνοή, δημιουργούν μία επιφανειακή απορροή και διηθούν μέσα στο υπέδαφος μία ποσότητα νερού. Όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, τότε το χιόνι διατηρείται για ένα χρονικό διάστημα στην επιφάνεια του εδάφους, μέχρι να λιώσει και να μεταβληθεί σε νερό, που ακολουθεί αργότερα μία πορεία παρόμοια με αυτήν της επιφανειακής απορροής ή της διήθησης.

Στο μεσαίο επίπεδο του μοντέλου ευρίσκονται τα τρία ρεζερβουάρ RE-2, RE-3 και RE-4, τα οποία αντιστοιχούν στην μη κορεσμένη και στην κορεσμένη ζώνη του καρστικού συστήματος, όπου αποθηκεύεται η μεγαλύτερη ποσότητα από το νερό που συγκρατείται μέσα σε μία υδρολογική λεκάνη. Εάν η έννοια της λεκάνης επεκταθεί και στις επιφανειακές ή μικτές λεκάνες, τότε το τμήμα αυτό του μοντέλου αντιστοιχεί στο σύνολο των αποθηκευμένων ποσοτήτων νερού της υδρολογικής λεκάνης (ποτάμια και υδροφόροι ορίζοντες).

Τα τρία ρεζερβουάρ του μεσαίου επιπέδου, τροφοδοτούνται από τις ποσότητες νερού που τους παρέχει το ρεζερβουάρ RE-1. Οι ποσότητες αυτές αποθηκεύονται στα ρεζερβουάρ RE-2, RE-3 και RE-4, ενώ συγχρόνως τα ίδια αυτά ρεζερβουάρ εκφορτίζονται αργά και παρέχουν μία ποσότητα νερού στο ρεζερβουάρ RE-5 της κατώτερης βαθμίδας. Η ταχύτητα εκφόρτισης των ρεζερβουάρ RE-2, RE-3 και RE-4 είναι ρυθμιζόμενη. Ρυθμιζόμενη είναι επίσης και η κατανομή της τροφοδοσίας στα τρία ρεζερβουάρ. Με κατάλληλη ρύθμιση της ταχύτητας εκφόρτισης και της κατανομής της τροφοδοσίας των τριών ρεζερβουάρ είναι δυνατόν να επιτύχουμε, ώστε το σύνολο της εξερχόμενης από τα ρεζερβουάρ παροχής, να πλησιάζει την παροχή του πραγματικού υδρολογικού συστήματος.

Το πέμπτο ρεζερβουάρ RE-5, του κατώτερου επιπέδου, συλλέγει το νερό που προέρχεται από τα τρία ρεζερβουάρ του μεσαίου επιπέδου και τα οδηγεί στην έξοδο, η οποία μπορεί να αντιστοιχεί σε μία καρστική πηγή, στο σημείο υδρομέτρησης κάποιου ποταμού κλπ.

Από την παραπάνω περιγραφή φαίνεται ότι το ρεζερβουάρ RE-1 χρησιμεύει κυρίως στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου. Τα ρεζερβουάρ RE-2, RE-3 και RE-4 ασχολούνται με την διαμόρφωση του υδρογραφήματος. Τέλος το ρεζερβουάρ RE-5 ασχολείται με την διαμόρφωση του τελικού υδρογραφήματος, όταν επιδρούν ειδικό παράγοντες στην υδρολογική λεκάνη, όπως μεγάλη κατά πλάτος έκταση, πηγές υπερχειλίσης και βασικής ροής, εφαρμογή αντλήσεων κλπ.



Εικόνα 7. Εσωτερική δομή του μοντέλου BEMERMHN

Ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής και της ενεργού βροχόπτωσης γίνεται στο ρεζερβουάρ RE-1. Στην αρχή κάθε μήνα προστίθεται στο προϋπάρχον περιεχόμενο η μέση βροχόπτωση, που έχει υπολογισθεί με την χρησιμοποίηση του μοντέλου TRENDMHN. Έπειτα αφαιρείται η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, που έχει υπολογισθεί από την μέση μηνιαία θερμοκρασία της λεκάνης, με την μέθοδο Thornthwaite.

Ανάλογα με το ύψος του περιεχομένου, που απομένει μέσα στο ρεζερβουάρ, λαμβάνεται μία ποσότητα που υπερχειλίζει (και φεύγει οριστικά από το μοντέλο), και μία ποσότητα που παραμένει και διοχετεύεται έπειτα στα ρεζερβουάρ RE-2, RE-3 και RE-4. Η πορεία του νερού προς τα ρεζερβουάρ αυτά εξαρτάται και από δύο άλλους παράγοντες:

α. Κατά το καλοκαίρι, στο ρεζερβουάρ RE-1 δημιουργείται ένα έλλειμμα (κάτω από το επίπεδο της βάσης του) οφειλόμενο στην εξάτμιση. Το έλλειμμα αυτό αναπληρώνεται εις βάρος των φθινοπωρινών βροχοπτώσεων που θα επακολουθήσουν, μέχρι να μηδενισθεί.

β. Εάν οι θερμοκρασίες του χειμώνα είναι πολύ χαμηλές, ορισμένες ποσότητες βροχής αποθηκεύονται (εκτός του ρεζερβουάρ) σαν χιόνι και απελευθερώνονται προοδευτικά τους επόμενους μήνες, όταν αυξηθούν και πάλι οι θερμοκρασίες.

Στο μοντέλο, ειδικές παράμετροι ρυθμίζουν την μέγιστη συγκρατούμενη ποσότητα νερού, την μέγιστη διηθούμενη στο υπέδαφος ποσότητα, την ταχύτητα δημιουργίας του ελλείμματος κατά το θέρος, την ταχύτητα αναπλήρωσης του ελλείμματος, την θερμοκρασία κάτω από την οποία αρχίζει η συσσώρευση χιονιού ή αντίστροφα πάνω από την οποία αρχίζει η τήξη του κλπ. Αποτέλεσμα των υπολογισμών που γίνονται στο ρεζερβουάρ RE-1 είναι να αναπαραχθεί με ακρίβεια η ενεργός βροχόπτωση, που στα καρστικά συστήματα ισοδυναμεί με την κατείσδυση. Η κατείσδυση κατανέμεται έπειτα στα ρεζερβουάρ RE-2, RE-3 και RE-4. Η κατανομή αυτή ελέγχεται κατά την ρύθμιση από την ειδική παράμετρο EKT.

Τα ρεζερβουάρ RE-2, RE-3 και RE-4 έχουν στην βάση τους μία έξοδο, από την οποία σε κάθε βήμα χρόνου εκρέει μία ποσότητα νερού ENF, που είναι ανάλογή του περιεχομένου Η και ανάλογη του συντελεστού εκφόρτισης Κ του κάθε ρεζερβουάρ. Δηλαδή:

$$ENF = H \cdot K$$

Συνήθως το ρεζερβουάρ RE-2 έχει τον μεγαλύτερο συντελεστή Κ (και συνεπώς αδειάζει ταχύτερα), ενώ το ρεζερβουάρ RE-4 έχει τον μικρότερο συντελεστή Κ. Εάν τα ρεζερβουάρ δεν τροφοδοτούνται, τότε σε διαδοχικά χρονικά βήματα, δίνουν μία παροχή, η οποία φθίνει προοδευτικά και τείνει ασυμπτωτικά προς το μηδέν. Το άθροισμα των παροχών των τριών ρεζερβουάρ ισοδυναμεί με την συνολική παροχή εκφόρτισης της υδρολογικής λεκάνης. Με τον τρόπο αυτό σε διαδοχικά χρονικά βήματα σχηματίζεται το υπολογιζόμενο από το μοντέλο υδρογράφημα.

Κατά την ρύθμιση, το υπολογιζόμενο υδρογράφημα συγκρίνεται με το πραγματικό (μετρημένο) υδρογράφημα και εάν χρειασθεί τροποποιούνται η παράμετρος EKT και οι τρεις συντελεστές εκφόρτισης Κ(2), Κ(3) και Κ(4), ώστε να υπάρξει όσο το δυνατόν καλύτερη σύμπτωση των δύο υδρογραφημάτων.

Το ρεζερβουάρ RE-5 αποθηκεύει προσωρινά (εάν χρειασθεί) την ποσότητα του νερού που εκφορτίζεται από τα τρία προηγούμενα ρεζερβουάρ, και αφαιρεί τις αντλήσεις (εάν υπάρχουν) ή διαχωρίζει το υδρογράφημα σε δύο υδρογραφήματα, που αντιστοιχούν σε πηγές βάσης και υπερχειλίσης ενός καρστικού συστήματος.

5.2.4. Εφαρμογή του μοντέλου BEMERMHN στην λεκάνη του Ψηλορείτη.

Ο υδροφόρος ορίζοντας της Τυλίσου ευρίσκεται σε επικοινωνία με τον ευρύτερο υδροφόρο ορίζοντα του Ψηλορείτη, ο οποίος εκφορτίζεται από τις πηγές του Αλμυρού και του Μπαλίου. Αυτό σημαίνει ότι μεταξύ της παροχής της πηγής του Αλμυρού και της στάθμης υδροφόρου ορίζοντα Τυλίσου (ή γενικότερα του υδροφόρου ορίζοντα του Ψηλορείτη) υπάρχει κάποια σχέση.

Όμως, το γεγονός ότι το νερό του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου έχει διαφορετική θερμοκρασία από το νερό της πηγής του Αλμυρού δείχνει ότι η προέλευση του νερού του Αλμυρού είναι σύνθετη και σχηματίζεται από την εκφόρτιση ενός υδροφόρου ορίζοντα με νερό θερμοκρασίας 19° C (Τυλίσου) και ενός ορίζοντα με θερμοκρασία 13 - 14 °C (Ίδης). Επίσης φαίνεται ότι υπάρχουν δύο υδροφόρα στρώματα, ένα με ταχεία κυκλοφορία και ένα με βραδεία. Επειδή στον υδροφόρο ορίζοντα της Τυλίσου η στάθμη των γεωτρήσεων παρουσιάζει βραδείες μεταβολές, έναντι των βροχοπτώσεων, θεωρήθηκε ότι ο ορίζοντας αυτός ταυτίζεται με τον ορίζοντα της βραδείας κυκλοφορίας, ενώ ο ορίζοντας ταχείας κυκλοφορίας αντιστοιχεί στον ορίζοντα της Ίδης, χωρίς να αποκλείεται να συμμετέχουν στην παροχή της πηγής και επιφανειακά νερά ταχείας κυκλοφορίας επίσης. Τα παραπάνω στοιχεία της υδρογεωλογικής έρευνας αναπτύσσονται λεπτομερέστερα στο κεφάλαιο της Υδρογεωλογίας.

Το μοντέλο BEMERMHN εφαρμόσθηκε στην πηγή του Αλμυρού, για να προσδιορισθεί με ακρίβεια το ποσοστό της λεκάνης του Ψηλορείτη, που συμμετέχει στην τροφοδοσία αυτής της πηγής.

Η εφαρμογή έγινε για την περίοδο 1970 - 1991 και τα αποτελέσματά της δίνονται στις επόμενες σελίδες και στο Σχέδιο 28. της μελέτης.

Το υδατικό ισοζύγιο για την παραπάνω περίοδο διαμορφώθηκε ως εξής:

	mm	%
ΒΡΟΧΗ	29.279	100,00
ΕΞΑΤΜΙΣΙΔΙΑΠΝΟΗ	9.189	31,38
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ	0.000	0,00
ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ	20.288	69,29
ΑΥΞΟΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	- 198	-0,68

Η έκταση της λεκάνης τροφοδοσίας του Αλμυρού Ηρακλείου προσδιορίσθηκε σε 220 τετ. χλμ. Η έκταση αυτή πρέπει να μειωθεί κατά 10% περίπου, που είναι η συμμετοχή του θαλασσινού νερού στην παροχή της πηγής, οπότε η πραγματική έκταση της λεκάνης τροφοδοσίας είναι 200 τετ. χλμ.

ΜΟΝΤΕΛΟ ΒΕΜΕΡΜΗΝ

Υδρολογική Λεκάνη: ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
 Γεωγραφικό πλάτος: 35.25
 Χρονική περίοδος: 1970 - 1991
 Σταθμός Θερμοκρασιών: ΑΝΩΓΕΙΑ
 διορθωμένος κατά: -1 °C
 Σταθμός Βροχοπτώσεων: ΨΗΛΟΡΕΙΤΗΣ ΛΕΚ. 445.2 km²

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ (ΩΦΕΛΙΜΗΣ ΒΡΟΧΗΣ Ή ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗΣ)

Όριο συγκράτησης για την Επιφ. Απορροή: 1000 mm/μήνα
 Όριο συγκράτησης για την Κατείδυση: 50 mm/μήνα
 Συντελεστής περιορισμού θερινής εξάτμισης: .3
 Συντελεστής ρυθμού αναπλήρωσης αποθεμάτων: .7
 Αρχικό περιεχόμενο RES-1: 50
 Προϋπάρχον έλλειμμα κάτω από το RES-1: 0
 Συντελεστής μετατροπής βροχής σε χιόνι: 2
 Συντελεστής μετατροπής χιονιού σε νερό: .02
 Αρχική ποσότητα χιονιού: 0

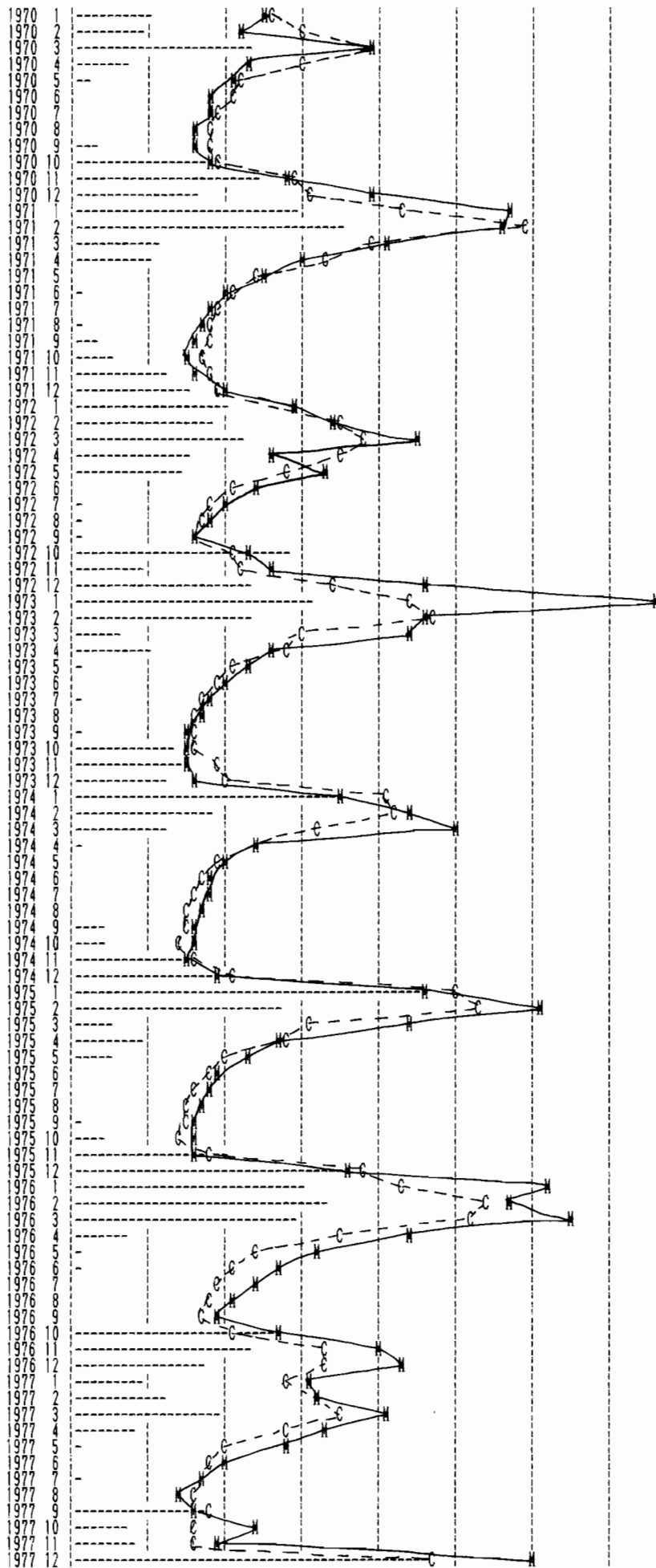
	mm	ποσοστό
Βροχή	29278.89	100.00
Εξατμισοδιαπνοή	9188.96	31.38
Επιφανειακή απορροή ..	0.00	0.00
Κατείδυση	20288.19	69.29
Αυξομείωση αποθεμάτων	-198.25	-0.68

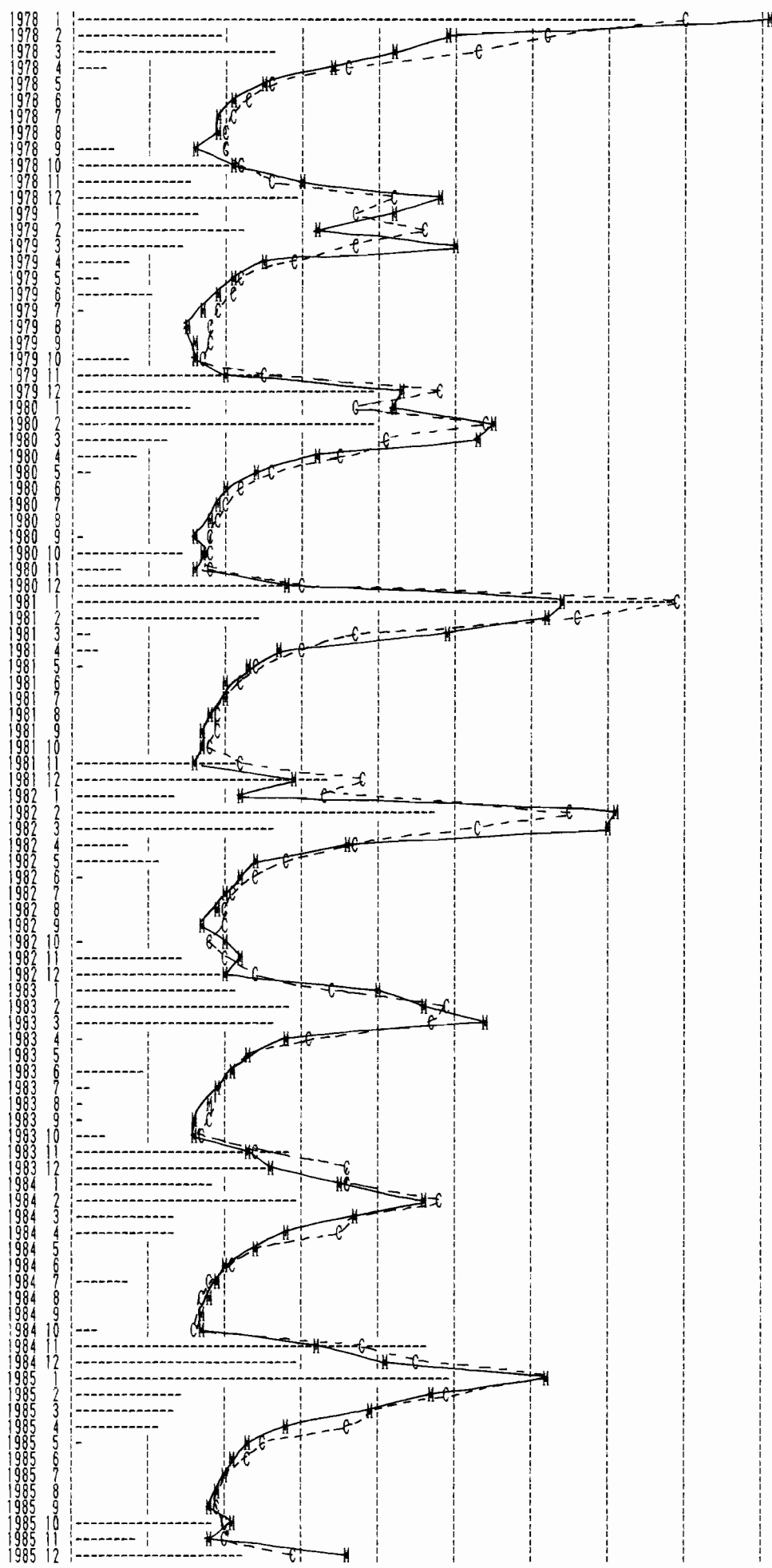
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Δεξαμενή:	RES-2	RES-3	RES-4	RES-5
Συντελεστές εκφόρτισης:	0.7000	0.0500	0.0250	1.0000
Αρχικό περιεχόμενο:	0.0000	600.0000	1200.0000	0.0000
Κατανομή κατείδυσης:	0.3333	0.3333	0.3333	
Συντελεστής κατανομής:	0			
Καθυστέρηση εξόδου:	0			
Έκταση της λεκάνης km ² :	220			

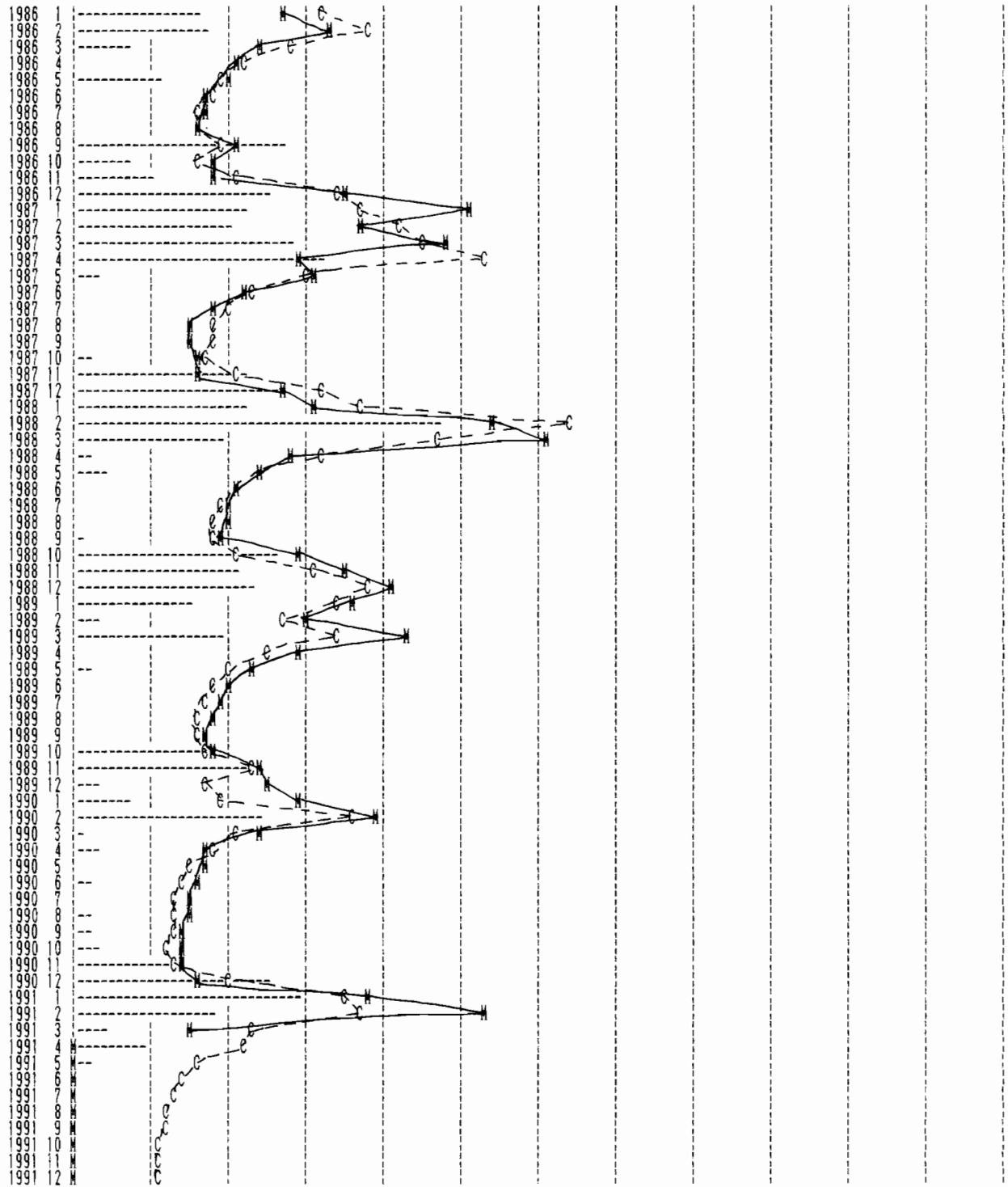
1 mm/μήνα βροχής αντιστοιχεί σε παροχή	0.0849 m ³ /s
Μέση μηνιαία μετρημένη παροχή	6.8691 m ³ /s
Μέση μηνιαία υπολογισμένη παροχή	6.7151 m ³ /s
Μέσος ετήσιος μετρημένος όγκος	216.6232 εκατ.κ.μ.
Μέσος ετήσιος υπολογισμένος όγκος	211.7673 εκατ.κ.μ.
ΛΟΓΟΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗ/ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ	1.0229
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	0.8962

ΕΤΟΣ ΜΗ .000 2.500 5.000 7.500 10.000 12.500 15.000 17.500 20.000 22.500 25.000 27.500 30.000





ΕΤΟΣ ΜΗ .000 2.500 5.000 7.500 10.000 12.500 15.000 17.500 20.000 22.500 25.000 27.500 30.000



ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΒΡΟΧΗ

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	102.4	91.2	232.0	70.4	23.5	.	.	.	29.4	184.6	238.7	163.4	1135.6
1971	293.9	353.9	107.5	95.0	1.0	8.3	0.4	5.5	30.6	53.2	124.2	148.9	1222.4
1972	199.5	175.5	215.4	147.6	144.1	.	13.7	5.4	6.0	275.2	91.6	230.0	1504.0
1973	307.2	227.3	59.4	95.1	7.7	.	5.2	.	13.9	129.6	147.6	122.1	1115.1
1974	347.9	183.5	120.5	10.0	.	.	.	.	38.5	44.4	155.9	206.4	1107.1
1975	460.8	274.7	50.6	93.3	48.6	3.6	.	.	13.5	40.4	201.4	353.6	1540.5
1976	295.7	327.9	288.7	70.7	11.4	7.7	.	.	.	261.9	234.6	167.8	1666.4
1977	90.3	121.9	190.4	79.5	6.0	.	6.4	.	184.7	70.9	75.9	461.0	1287.0
1978	732.7	190.8	260.1	38.8	.	.	.	.	51.1	217.3	147.9	288.8	1927.5
1979	158.4	215.5	141.8	67.4	28.4	98.3	6.3	1.8	2.7	68.5	270.5	386.5	1446.1
1980	148.5	385.6	122.9	81.3	17.6	0.6	.	.	13.6	142.6	55.7	296.9	1265.3
1981	784.7	243.1	23.8	31.7	12.8	.	.	.	.	1.2	217.6	330.7	1645.6
1982	125.2	474.3	255.8	67.9	109.2	13.6	.	4.8	.	11.3	138.7	192.2	1393.0
1983	210.8	278.5	262.2	14.9	2.3	87.5	23.7	13.1	14.8	42.7	280.8	250.1	1481.4
1984	184.6	289.5	128.5	133.4	0.4	.	73.2	3.5	.	25.6	458.6	293.6	1590.9
1985	485.2	139.7	133.5	112.6	8.7	.	.	.	.	178.8	75.1	218.7	1352.3
1986	161.9	165.8	74.6	1.5	110.6	.	.	.	265.1	65.9	96.8	253.2	1195.4
1987	224.1	202.6	276.9	318.0	26.2	.	.	.	.	17.2	221.9	257.6	1544.5
1988	218.9	465.2	186.0	18.9	35.0	.	.	.	14.3	259.9	207.7	229.8	1635.7
1989	150.9	30.6	185.8	.	16.2	.	.	.	.	158.7	226.2	27.0	795.4
1990	71.2	235.7	9.1	32.4	3.2	23.2	.	19.8	16.2	32.8	116.8	246.4	806.8
1991	288.4	183.1	42.0	85.2	21.5	0.7	.	.	.	.	.	.	620.9
MEAN	274.7	238.9	153.1	75.7	28.8	11.1	5.9	2.4	31.6	103.8	172.0	232.9	1330.9
VAR.	36415	12539	7699	4647	1608	738	260	25	4269	8337	9687	11418	101166
S.D.	190.8	112.0	87.7	68.2	40.1	27.2	16.1	5.0	65.3	91.3	98.4	106.9	318.1

ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΠΑΡΟΧΗ ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΜΕΣΗ
1970	6.142	5.526	9.871	5.789	5.138	4.567	4.410	4.105	3.923	4.618	7.114	9.770	5.914
1971	14.204	14.040	10.138	7.459	6.203	5.022	4.600	4.256	3.877	3.816	3.885	4.927	6.869
1972	7.255	8.385	11.335	6.418	8.174	6.020	5.093	4.471	3.922	5.773	6.490	11.403	7.062
1973	19.042	11.428	11.107	6.518	5.758	4.985	4.601	4.253	3.872	3.855	3.864	4.074	6.946
1974	8.856	10.881	12.470	5.908	5.116	4.549	4.410	4.200	3.935	3.930	3.721	4.796	6.064
1975	11.431	15.260	10.954	6.626	5.675	4.860	4.606	4.308	3.948	3.966	3.937	9.028	7.050
1976	15.566	14.356	16.259	11.115	7.970	6.739	5.990	5.337	4.743	6.640	9.970	10.660	9.612
1977	7.734	7.918	10.222	8.338	7.120	4.947	4.262	3.580	4.093	6.064	4.634	14.965	6.990
1978	22.683	12.208	10.595	8.531	6.194	5.288	4.861	4.699	3.955	5.285	7.433	12.071	8.650
1979	10.617	8.014	12.538	6.230	5.274	4.694	4.155	3.685	3.941	3.954	4.976	10.646	6.560
1980	10.578	13.810	13.329	7.882	5.987	5.025	4.773	4.479	4.114	4.146	3.882	7.066	7.089
1981	15.990	15.588	12.301	6.697	5.758	5.101	4.976	4.545	4.180	4.166	4.043	7.292	7.553
1982	5.587	17.710	17.472	8.914	6.048	5.412	4.975	4.636	4.283	5.108	5.470	5.019	7.553
1983	9.930	11.502	13.529	6.991	5.845	5.142	4.770	4.506	4.124	4.088	5.855	6.580	6.905
1984	8.749	11.443	9.157	6.905	5.904	4.983	4.797	4.484	4.173	4.138	7.921	10.372	6.919
1985	15.393	11.763	9.664	6.990	5.856	5.156	5.034	4.848	4.523	5.175	4.381	8.912	7.308
1986	6.772	8.301	5.945	5.242	4.935	4.325	4.219	4.037	5.167	4.407	4.515	8.718	5.549
1987	12.833	9.288	12.072	7.136	7.681	5.449	4.454	3.811	3.830	3.988	4.055	6.662	6.772
1988	7.844	13.396	15.158	7.004	5.964	5.179	5.074	4.909	4.673	7.247	8.803	10.352	7.967
1989	8.930	7.409	10.627	7.156	5.794	5.020	4.796	4.485	4.178	4.544	5.933	6.322	6.266
1990	7.210	9.730	5.923	4.328	4.185	3.902	3.858	3.646	3.376	3.538	3.438	3.991	4.760
1991	9.552	13.209	3.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.204
MEAN	11.041	11.417	11.107	6.735	5.754	4.835	4.487	4.149	3.947	4.475	5.196	7.892	6.753
VAR.	20	10	10	4	3	1	1	1	1	2	5	11	2
S.D.	4.458	3.102	3.228	2.041	1.607	1.218	1.092	1.022	0.958	1.404	2.158	3.375	1.429

ΑΛΜΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙΣΑ

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΜΕΣΗ
1970	6.580	7.576	9.726	7.444	5.624	5.139	4.656	4.443	4.426	4.702	7.272	7.834	6.285
1971	10.641	14.654	9.655	8.190	5.905	5.274	4.737	4.509	4.486	4.205	4.499	4.865	6.802
1972	7.337	8.797	9.508	8.699	6.997	5.314	4.478	4.168	4.105	5.189	5.598	8.408	6.550
1973	10.887	11.863	7.550	7.102	5.248	4.736	4.273	4.071	4.046	3.974	4.659	5.105	6.126
1974	10.330	10.456	8.103	5.985	4.651	4.290	3.900	3.727	3.722	3.488	4.014	5.315	5.665
1975	12.376	13.221	7.701	7.021	5.076	4.502	4.035	3.837	3.811	3.573	4.421	9.403	6.581
1976	10.848	13.416	12.897	8.734	5.991	5.209	4.630	4.390	4.345	5.165	8.291	8.259	7.681
1977	6.933	7.961	8.696	6.945	5.106	4.610	4.161	3.964	4.375	3.942	4.098	11.676	6.039
1978	20.028	15.486	13.311	9.025	6.454	5.809	5.231	4.980	4.964	5.483	6.569	10.441	8.982
1979	9.317	11.383	9.203	7.192	5.579	5.200	4.712	4.495	4.460	4.201	6.256	11.893	6.991
1980	9.343	13.580	10.365	8.831	6.421	5.540	4.914	4.655	4.616	4.520	4.475	7.450	7.059
1981	19.842	16.407	9.298	7.530	5.996	5.550	5.048	4.822	4.785	4.456	5.430	9.536	8.225
1982	8.174	16.360	13.320	9.174	7.075	5.956	5.229	4.939	4.881	4.547	4.961	6.067	7.557
1983	8.510	12.131	11.840	7.797	5.726	5.190	4.668	4.442	4.408	4.129	5.998	9.114	6.996
1984	8.964	12.071	9.198	8.644	5.914	5.156	4.615	4.367	4.321	4.039	9.452	11.206	7.329
1985	15.522	12.354	9.790	8.877	6.341	5.629	5.046	4.798	4.754	4.974	4.934	7.133	7.513
1986	7.935	9.401	6.935	5.617	4.703	4.427	4.053	3.882	4.862	4.064	5.195	8.614	5.807
1987	9.274	10.492	11.335	13.269	7.441	5.774	4.905	4.579	4.511	4.203	5.200	8.099	7.424
1988	9.256	15.888	11.840	8.002	5.924	5.329	4.800	4.571	4.540	5.330	7.875	9.459	7.735
1989	8.608	6.844	8.391	6.172	4.919	4.596	4.196	4.014	3.987	4.127	5.757	4.316	5.494
1990	4.816	9.088	5.358	4.509	3.790	3.624	3.329	3.201	3.188	2.991	3.254	5.102	4.354
1991	8.771	9.336	5.669	5.446	3.997	3.582	3.225	3.072	3.049	2.841	2.829	2.640	4.538
MEAN	10.195	11.762	9.531	7.737	5.676	5.020	4.493	4.269	4.302	4.279	5.502	7.815	6.715
VAR.	15	8	5	3	1	0	0	0	0	0	3	6	1
S.D.	3.818	2.909	2.240	1.793	0.942	0.653	0.548	0.511	0.507	0.697	1.623	2.520	1.127

6. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

6.1. Γενικά - Υδροφόροι σχηματισμοί - Υδρογεωλογικά συστήματα.

Υδροφόροι χαρακτηρίζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί, οι οποίοι παρουσιάζουν μέτρια έως υψηλή περατότητα, και συγχρόνως περιέχουν νερό που κυκλοφορεί ελεύθερα ή και αποθηκεύεται μέσα στους σχηματισμούς αυτούς. Το τμήμα του πετρώματος που είναι κορεσμένο σε νερό ονομάζεται υδροφόρο στρώμα, η δε επιφάνεια της κορεσμένης ζώνης ονομάζεται υδροφόρος ορίζοντας. Συχνά στην βιβλιογραφία, ο όρος υδροφόρος ορίζοντας χρησιμοποιείται και αντί της κορεσμένης ζώνης.

Τα υδροφόρα στρώματα της περιοχής της μελέτης αναπτύσσονται μέσα στις εξής κατηγορίες πετρωμάτων, ανάλογα με την λιθολογία και την θέση τους στον χώρο:

- α. Πλακώδεις ασβεστόλιθοι της Ιονίου ζώνης. Σχηματίζουν τον πυρήνα (υπόβαθρο) της Ήδης (Ψηλορείτη).
- β. Ασβεστόλιθοι και δολομίτες της ζώνης της Τρίπολης. Καλύπτουν τις βορειοανατολικές πλαγιές της Ήδης και υπόκεινται των νεογενών σχηματισμών της περιοχής Τυλίσου.
- γ. Συνεκτικά ασβεστολιθικά λατυποπαγή του Μειοκαίνου (ενότητα της Πρίνας). Παρουσιάζουν περιορισμένο ενδιαφέρον, διότι έχουν μικρή εξάπλωση.
- δ. Μειοκαινικά κροκαλοπαγή και ψαμμίτες. Συναντώνται στην λεκάνη Τυλίσου - Κορφών - Πυργούς. Το πάχος τους είναι μεταβλητό.
- ε. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος, υφαλογενής ασβεστόλιθος και γύψος του Μεσσηνίου. Στην βάση τους υπάρχει συχνά κροκαλοπαγές επικλύσεως. Συναντώνται στην περιοχή Τυλίσου - Κρουσώνα - Ασιτών.
- στ. Τεταρτογενείς αδρομερείς προσχώσεις (κροκάλες, χάλικες, άμμοι) και πλευρικά κορήματα στις παρυφές της ασβεστολιθικής μάζας της Ήδης. Παρουσιάζουν τοπικό μόνο ενδιαφέρον, ιδίως στις περιοχές των χειμάρρων.

Μέσα στα παραπάνω πετρώματα αναπτύσσονται υδροφόρα στρώματα, τα οποία λίγο ή πολύ είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, δηλαδή σχηματίζουν ιδιαίτερες υπόγειες υδρολογικές λεκάνες, όπου συσσωρεύεται κάποια ποσότητα νερού. **Υδρογεωλογικό σύστημα** ονομάζεται μία κλειστή υπόγεια υδρολογική λεκάνη, η οποία χαρακτηρίζεται από μία ζώνη τροφοδοσίας (βροχή, ποτάμια, καταβόθρες κλπ.), μία ζώνη κυκλοφορίας και αποθήκευσης (κυρίως υδροφόρο στρώμα) και μία ζώνη εξόδου (πηγές, θάλασσα, λίμνες και ποτάμια, γειτονικοί υδροφόροι ορίζοντες κλπ.). Κάθε υδρογεωλογικό σύστημα έχει καθορισμένη θέση και διαστάσεις στον χώρο. Η κυκλοφορία του νερού στο εσωτερικό του, από την είσοδο μέχρι την έξοδό του, εξαρτάται από την εσωτερική γεωλογική δομή και υδραυλική συμπεριφορά του συστήματος.

Η ανάλυση και η περιγραφή της εσωτερικής δομής ενός υδρογεωλογικού συστήματος, καθώς και ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των διαφόρων παραμέτρων του, μέσα στον χώρο και τον χρόνο (στάθμες, παροχές, χημισμός κλπ.) αποτελούν το αντικείμενο της υδρογεωλογικής έρευνας.

Κύριο αντικείμενο της παρούσης μελέτης είναι η υδρογεωλογική έρευνα των βορειοανατολικών κρασπέδων της ασβεστολιθικής μάζας του Ψηλορείτη. Δευτερευόντως η έρευνα επεκτείνεται και στα υδροφόρα στρώματα των μαργαϊκών ασβεστολίθων και γύψων της νεογενούς λεκάνης του Ηρακλείου.

6.2. Το υδρογεωλογικό σύστημα του Ψηλορείτη.

Μέσα στην ασβεστολιθική μάζα του Ψηλορείτη, που έχει έκταση 450 τετ.χλμ. περίπου, αναπτύσσεται ένα από τα σημαντικότερα καρστικά υδρογεωλογικά συστήματα της Ελλάδας. Το σύστημα αυτό παρουσιάζει την ιδιαιτερότητα ότι εκφορτίζεται, σχεδόν στο σύνολό του, από δύο μόνον σημεία: **την πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου και τις υποθαλάσσιες πηγές του Μπαλίου.** Τα δύο σημεία απέχουν μεταξύ τους περί τα 20 χλμ. και η μεν πηγή του Αλμυρού εκφορτίζει το ανατολικό τμήμα του Ψηλορείτη, ενώ οι πηγές του Μπαλίου δέχονται τα νερά του δυτικού τμήματος. Και οι δύο πηγές είναι έντονα υφάλμυρες και παρουσιάζουν αρκετές ιδιομορφίες.

Το θέρος, η παροχή της πηγής του Αλμυρού είναι της τάξης των 4 κ.μ./δλπ. και η αλατότητα φθάνει τα 5000 ppm χλωριόντων, ενώ τον χειμώνα η παροχή αυξάνει σημαντικά και η αλατότητα πέφτει στο μηδέν. Οι υποθαλάσσιες πηγές του Μπαλίου λειτουργούν σαν εσταβέλλες, δηλαδή κατά τον χειμώνα εκρέει από αυτές υφάλμυρο νερό, σε ποσότητες ανάλογες με αυτές του Αλμυρού, ενώ κατά το θέρος αναρροφάται από αυτές θαλασσινό νερό σε μεγάλες ποσότητες.

Ο Κάρ. Μπεζές έχει διατυπώσει την υπόθεση, ότι μεταξύ πηγών του Μπαλίου και της πηγής του Αλμυρού υπάρχει κάποια μορφή επικοινωνίας, δηλαδή το θαλασσινό νερό, που αναρροφάται από τις εσταβέλλες του Μπαλίου, αναμιγνύεται με το νερό του ευρύτερου υδροφόρου ορίζοντα του Ψηλορείτη και ένα μέρος του επανεμφανίζεται στην πηγή του Αλμυρού (ΜΠΕΖΕΣ 1983). Θα πρέπει όμως να σημειωθεί, ότι η επικοινωνία αυτή, πρέπει να είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο, διότι οι διακυμάνσεις της αλατότητας στον Αλμυρό δεν συνδυάζονται χρονικά με την λειτουργία των εσταβέλλων του Μπαλίου. Δηλαδή η έναρξη εισροής θαλασσινού νερού στις εσταβέλλες του Μπαλίου δεν προκαλεί καμμία αξιοσημείωτη αύξηση της αλατότητας του νερού στην πηγή του Αλμυρού. Αυτό εξηγείται βέβαια από το γεγονός ότι μεταξύ Μπαλίου και Αλμυρού παρεμβάλλεται ένα στρώμα υπογείου νερού μεγάλων διαστάσεων, μέσα στο οποίο διαχέεται το θαλασσινό νερό, που κινείται με πολύ μικρή ταχύτητα από το Μπαλί προς τον Αλμυρό.

Η θερμοκρασία του νερού της πηγής του Αλμυρού είναι περίπου 15°C. Η θερμοκρασία του νερού στον υδροφόρο ορίζοντα εγγύς της πηγής, δηλαδή στο ύψωμα της Κέρης, είναι 19 °C, όπως έχει αποδειχθεί από γεωτρήσεις που έχουν κατασκευασθεί εκεί. Αυτό σημαίνει ότι η πηγή του Αλμυρού τροφοδοτείται και από δεύτερο υδροφόρο ορίζοντα με ψυχρότερο νερό, θερμοκρασίας 13-14°C, ο οποίος . πρέπει να αναπτύσσεται σε μεγαλύτερα βάθη, και για τον λόγο αυτό δεν έχει εντοπισθεί ακόμη με γεωτρήσεις.

Η γεωλογική δομή της περιοχής δεν αποκλείει το ενδεχόμενο να υπάρχουν δύο ξεχωριστά υδροφόρα στρώματα, με διαφορετική θερμοκρασία. Και όχι μόνον αυτό, αλλά επιτρέπει να διατυπωθεί η υπόθεση, ότι τα δύο υδροφόρα στρώματα αναπτύσσονται μέσα σε πετρώματα, που ανήκουν σε δύο διαφορετικές γεωτεκτονικές ζώνες, όπως εξηγείται παρακάτω:

Υπενθυμίζεται ότι η ασβεστολιθική μάζα του Ψηλορείτη σχηματίζεται από μάρμαρα της Ιονίου ζώνης και ασβεστοδολομίτες της ζώνης της Τρίπολης, που υπέρκεινται των μαρμάρων. Μεταξύ των δύο ζωνών έχουν παρεμβληθεί οι φυλλίτες, που αποτελούνται κυρίως από μεταμορφωμένους σχιστόλιθους. Το πάχος των φυλλιτών είναι μεταβλητό και συχνά στον κεντρικό τομέα του Ψηλορείτη είναι μηδαμινό. Στην περιοχή όμως βορείως του υψώματος της Κέρης, οι φυλλίτες εμφανίζονται με πολύ μεγάλο πάχος και με τους ασβεστόλιθους της Κέρης επωθημένους επάνω σ'αυτούς. Η όλη δομή παρουσιάζει έντονη κλίση 40° προς Νότο, πράγμα που δημιουργεί την υπόνοια, ότι οι φυλλίτες προεκτείνονται κάτω από τους ασβεστόλιθους της Κέρης, έχοντας μάλιστα αρκετό πάχος, που πιθανότατα υπερβαίνει τα 100 μ.

Η καρστική κυκλοφορία είναι έντονη τόσο μέσα στα μάρμαρα της Ιονίου ζώνης, όσο και μέσα στους ασβεστοδολομίτες της ζώνης της Τρίπολης. Όπως είναι φυσικό μέσα στους δύο παραπάνω σχηματισμούς αναπτύσσονται υδροφόρα στρώματα, των οποίων η έκταση και η δομή εξαρτάται σε μέγιστο βαθμό από την τεκτονική διαμόρφωση της περιοχής. Στις περιοχές όπου το πάχος των φυλλιτών είναι μικρό, θα υπάρχει υδραυλική επικοινωνία ανάμεσα στα υδροφόρα στρώματα των μαρμάρων της Ίδης και των ασβεστοδολομιτών της Τρίπολης, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα κοινό υδροφόρο στρώμα. Αντίθετα, στις περιοχές όπου οι φυλλίτες έχουν αρκετό πάχος, όπως στον βόρειο τομέα του Ψηλορείτη όπου ευρίσκεται και η πηγή του Αλμυρού, οι δύο ασβεστολιθικές σειρές μπορεί να είναι υδραυλικώς απομονωμένες, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται μέσα σ'αυτές ανεξάρτητα υδροφόρα στρώματα, των οποίων τα νερά να παρουσιάζουν μεταξύ τους αξιολημειώτες φυσικοχημικές διαφορές.

Η έρευνα των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των νερών των διαφόρων υδροφόρων στρωμάτων, μπορεί να δώσει πληροφορίες ή να βοηθήσει στην διατύπωση υποθέσεων, σχετικά με τον τρόπο τροφοδοσίας τους, τις διαστάσεις τους, την αλληλοεξάρτησή τους κλπ. Κατ'αρχήν μπορεί να υποτεθεί, ότι ο βαθύς ορίζοντας, που τροφοδοτεί με ψυχρό νερό την πηγή του Αλμυρού, βρίσκεται κάτω από τους φυλλίτες, δηλαδή μέσα στα μάρμαρα της Ιονίου ζώνης. Το ψυχρό νερό προέρχεται από υψόμετρα άνω των 1000 μ., στον κεντρικό Ψηλορείτη, όπου τα μάρμαρα παρουσιάζουν εκτεταμένες επιφανειακές εμφανίσεις και οι χιονοπτώσεις είναι άφθονες. Από την άλλη πλευρά, μπορεί να υποτεθεί ότι ο αβαθύς ορίζοντας, που τροφοδοτεί με θερμότερο νερό την πηγή, αναπτύσσεται μέσα στους ασβεστοδολομίτες της Τρίπολης. Το θερμότερο αυτό νερό προέρχεται από περιοχές μέσου υψόμετρου 500 μ. περίπου, όπως το ύψωμα της Κέρης, που αναφέρθηκε πλιό πάνω. Εκτός όμως από αυτό, και στην περιοχή της Τυλίσου, όπου επικρατούν ασβεστόλιθοι της Τρίπολης, το υδροφόρο στρώμα περιέχει νερό θερμοκρασίας 19°C και βρίσκεται σε υδραυλική επικοινωνία με το υδροφόρο στρώμα της Κέρης και συνεπώς με τον Αλμυρό.

Σύμφωνα λοιπόν με την παραπάνω υπόθεση, το ψυχρό υδροφόρο στρώμα αναπτύσσεται μέσα στα μάρμαρα της Ιονίου ζώνης, ενώ το θερμότερο υδροφόρο στρώμα αναπτύσσεται μέσα στους ασβεστοδολομίτες της ζώνης της Τρίπολης. Παρακάτω το ψυχρό στρώμα θα ονομάζεται πλέον **σύστημα της Ίδης**, ενώ το θερμότερο θα ονομάζεται **σύστημα της Τυλίσου**.

Όπως αναφέρθηκε, και τα δύο υδροφόρα στρώματα ή καρστικά συστήματα εκφορτίζονται από την πηγή του Αλμυρού. Φαίνεται δε, ότι σε κάποιο σημείο ανάντη της πηγής, ή και σε μεγάλο σχετικώς βάθος, που δεν ερευνήθηκε από τις γεωτρήσεις, ο θερμός και ο ψυχρός υδροφόρος ορίζοντας συμβάλλουν σε ένα ενιαίο σύστημα, τα νερά τους αναμιγνύονται και αφού λάβουν μία ενδιάμεση θερμοκρασία, εξέρχονται τελικά από την πηγή του Αλμυρού. Αυτό είναι εν συντομία το προτεινόμενο στην παρούσα μελέτη μοντέλο θερμικής συμπεριφοράς της πηγής του Αλμυρού, το οποίο θα συζητηθεί εν εκτάσει σε επόμενη παράγραφο.

Όσον αφορά την υπαλμύρυνση, είναι γεγονός ότι τον χειμώνα, μετά από έντονες βροχοπτώσεις, το νερό της πηγής γίνεται σχεδόν γλυκό, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει ένα υδροφόρο στρώμα γλυκού νερού, που κατ'αποκλειστικότητα τροφοδοτεί την πηγή αυτή την εποχή. Είναι επίσης γεγονός, ότι το καλοκαίρι από την πηγή εκρέουν τεράστιες ποσότητες υπάλμυρου νερού, πράγμα που δείχνει, ότι υπάρχει ένας υδροφόρος ορίζοντας, έστω και περιορισμένων διαστάσεων, μέσα από τον οποίο διοχετεύεται το θαλασσινό νερό προς την πηγή. Φαίνεται πιθανόν, ότι οι δύο υδροφόροι ορίζοντες, ο ένας με γλυκό νερό και ο άλλος με θαλασσινό νερό, αναμιγνύουν τα νερά τους σε κάποιο σημείο, η σε κάποια ζώνη, ανάντη της πηγής του Αλμυρού. Έχοντας σαν δεδομένο ότι η αλατότητα του νερού της πηγής μειώνεται κατά την εποχή των βροχοπτώσεων, μπορεί να διατυπωθεί επίσης η υπόθεση, ότι τον χειμώνα είτε αλλάζει η αναλογία ανάμιξης τω νερών των δύο υδροφόρων στρωμάτων, είτε αλλάζει η ένταση με την οποία γίνεται η εισβολή του θαλασσινού νερού, στο υπάλμυρο από αυτά.

Παρά την σημαντική γεωτρητική έρευνα, που έχει γίνει μέχρι σήμερα στην ευρύτερη περιοχή του Αλμυρού, σε καμία περίπτωση δεν εντοπίσθηκε υδροφόρο στρώμα, που να περιέχει νερό θαλασσινό ή τουλάχιστον αλμυρότερο από αυτό της πηγής. Το γεγονός αυτό δημιουργεί την σκέψη, ότι ίσως το στρώμα αυτό να βρίσκεται σε πολύ μεγάλο βάθος. Αντίθετα, όλες οι γεωτρήσεις της περιοχής Κέρης και Τυλλίσου, που έγιναν μέσα σε ασβεστοδολομίτες της Τρίπολης, εντόπισαν μόνο γλυκά νερά ή ασθενώς υφάλμυρα. Έτσι μπορεί τελικά να διατυπωθεί η υπόθεση, ότι το γλυκό νερό βρίσκεται μέσα στους ασβεστοδολομίτες της Τρίπολης, ενώ το θαλασσινό (ή αλμυρότερο της πηγής) βρίσκεται μέσα στα μάρμαρα της Ιονίου ζώνης. Η υπόθεση αυτή ενισχύεται από το γεγονός, ότι στην περιοχή οι γεωλογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές και δεν αποκλείουν (όπως και στην περίπτωση των διαφορετικών θερμοκρασιών) την υδραυλική απομόνωση των στρωμάτων της Τρίπολης από τα στρώματα της Ιονίου ζώνης και την ανάπτυξη μέσα σ'αυτά δύο διαφορετικής αλατότητας υδροφόρων στρωμάτων.

Συνδυάζοντας τώρα τις παραπάνω υποθέσεις, περί στρωμάτων με διαφορετική θερμοκρασία και αλατότητα, δημιουργείται το ερώτημα: μήπως ο υδροφόρος ορίζοντας της Ίδης είναι συγχρόνως ψυχρός και αλμυρός, ενώ ο υδροφόρος ορίζοντας της Τυλλίσου είναι συγχρόνως θερμός και γλυκός. Μία απάντηση στο ερώτημα αυτό θα επιχειρηθεί να δοθεί σε επόμενη παράγραφο, αφού αναλυθεί λεπτομερώς η υδροχημική συμπεριφορά του Αλμυρού.

Εκτός από τα δύο υποθετικά στρώματα, που αναφέρθηκαν πιο πάνω, υπάρχουν και άλλα, μικρότερης ίσως σημασίας, που τροφοδοτούν με νερό την πηγή του Αλμυρού. Όπως έχει παρατηρηθεί μετά από ισχυρές βροχοπτώσεις σε ορισμένες περιοχές της ευρύτερης ασβεστολιθικής μάζας, που καλύπτονται από αδιαπέρατα πετρώματα (λεκάνες Ροδιάς, Μαράθου, Λαμάστας, Χώνου, Γωνιών), δημιουργείται έντονη επιφανειακή απορροή. Μέρος των επιφανειακών αυτών νερών, διασχίζει αργότερα την ασβεστολιθική μάζα, διηθείται μέσα σ'αυτήν, κυκλοφορεί υπογείως, αναμιγνύεται με τα καρστικά νερά που τροφοδοτούν κανονικά την πηγή και εξέρχεται τελικά, μετά από 9 ώρες περίπου, από την πηγή του Αλμυρού. Φυσικά αυτή η διεργασία προκαλεί έντονες διακυμάνσεις της αλατότητας και της θερμοκρασίας στο νερό της πηγής. Έχει αποδειχθεί (ΜΠΕΖΕΣ 1983) ότι το σημείο ανάμιξης επιφανειακών - υπογείων νερών βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση ανάντη της πηγής του Αλμυρού.

Επομένως, θεωρητικά, από την πηγή του Αλμυρού είναι δυνατόν να εξέρχεται μία μεγάλη ποικιλία νερών: επιφανειακά γλυκά νερά με κυμαινόμενη θερμοκρασία, θερμά και ψυχρά νερά των συστημάτων Τυλλίσου και Ίδης αντίστοιχα, καθώς και γλυκά και αλμυρά νερά, από συστήματα ταυτιζόμενα ή όχι με αυτά της Τυλλίσου και της Ίδης.

Για να ερμηνευθούν τα φαινόμενα της φυσικοχημικής συμπεριφοράς του νερού της πηγής του Αλμυρού είναι αναγκαίο να διερευνηθούν τρία θέματα:

- Η ανάμιξη θερμού και ψυχρού νερού, γίνεται στην ίδια περιοχή, στην οποία γίνεται και η ανάμιξη αλμυρού και γλυκού νερού ή σε διαφορετικές περιοχές;
- Εάν η ανάμιξη γίνεται στην ίδια περιοχή, τα νερά προέρχονται από δύο υδροφόρα στρώματα (αλμυρό-ψυχρό και γλυκό-θερμό) ή από περισσότερα στρώματα με νερό άλλης σύστασης (γλυκό-ψυχρό ή θερμό-αλμυρό);
- Οι παραπάνω υδροφόροι ορίζοντες έχουν σταθερές φυσικοχημικές ιδιότητες και απλώς αλλάζει στην διάρκεια του έτους η αναλογία ανάμιξης των νερών τους, ή έχουν μεταβλητές φυσικοχημικές ιδιότητες εξαρτώμενες από την τροφοδοσία των συστημάτων, την διαφορά φορτίων μεταξύ των υδροφόρων οριζόντων κλπ;

6.3. Το υδρογεωλογικό υποσύστημα της Τυλίσου.

6.3.1. Οριακές συνθήκες.

Το υδρογεωλογικό υποσύστημα της Τυλίσου περιλαμβάνει την περιοχή που εκτείνεται μεταξύ πηγής Αλμυρού και του χωριού της Τυλίσου. Η περιοχή αυτή έχει χαμηλό σχετικώς υψόμετρο (250 μ.), σχηματίζεται κυρίως από ασβεστόλιθους της Τρίπολης και καλύπτεται από λεπτό στρώμα μαργαϊκού ασβεστόλιθου του Μεσσηνίου. Σε πολύ μεγάλα βάθη, της τάξης των 500 μ., αναμένεται ότι υπάρχει λεπτό στρώμα φυλλιτών και βαθύτερα οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι της Ιονίου ζώνης.

Το δυτικό όριο του υποσυστήματος διαμορφώνεται από το ρήγμα Τυλίσου - Γέργερης, που χωρίζει την χαμηλή περιοχή της Τυλίσου από τον κύριο όγκο του Ψηλορείτη, ενώ το ανατολικό όριο σχηματίζεται από το ρήγμα του Αλμυρού, που χωρίζει το υποσύστημα από την νεογενή λεκάνη του Ηρακλείου.

Το βόρειο όριο του υποσυστήματος της Τυλίσου συμπίπτει με το φαράγγι της Κέρης. Βορείως του φαραγγιού αναδύονται οι φυλλίτες, που αποτελούν το υπόβαθρο των ασβεστολιθών της Τρίπολης. Το νότιο όριο της υπολεκάνης σχηματίζεται από ένα σημαντικό ρήγμα, το οποίο εντοπίσθηκε από την γεωφυσική έρευνα και τις γεωτρήσεις και δεν εμφανίζεται στην επιφάνεια, επειδή έχει καλυφθεί από το Νεογενές. Το ρήγμα αυτό διέρχεται 500 μ. περίπου βόρεια από το χωριό της Τυλίσου, με διεύθυνση Α-Δ περίπου. Νότια από το ρήγμα, η γεωφυσική έρευνα έδειξε ότι υπάρχουν αργιλικά πετρώματα (μάργες ή φλύσχης), των οποίων το πάχος ξεπερνά τα 300 μ. Τα πετρώματα αυτά σχηματίζουν το προς νότον αδιαπέρατο όριο της υπολεκάνης της Τυλίσου.

Έτσι η υπολεκάνη της Τυλίσου βρίσκεται περιορισμένη από βορρά, νότο και ανατολή με αδιαπέρατους σχηματισμούς. Από την δυτική πλευρά επικοινωνεί με το κυρίως υδρογεωλογικό σύστημα του Αλμυρού και του Ψηλορείτη μέσω των ασβεστολιθών του Στρούμπουλα, οι οποίοι ανήκουν και αυτοί στην ζώνη της Τρίπολης.

Η υπόγεια ροή, που έρχεται από τον Ψηλορείτη και καταλήγει στον Αλμυρό, διασχίζει σχεδόν κάθετα το ρήγμα Τυλίσου - Γέργερης, που αποτελεί το δυτικό όριο της υπολεκάνης της Τυλίσου. Όμως φαίνεται ότι το όριο αυτό δεν παρουσιάζει σ'όλο το μήκος του την ίδια περατότητα. Επιφανειακές παρατηρήσεις, καθώς και τα αποτελέσματα των ερευνητικών γεωτρήσεων, έδειξαν ότι σε πολλά σημεία ο μυλονίτης του ρήγματος περιέχει άργιλο, που προσδίνει στο πέτρωμα μικρή σχετικά περατότητα.

Στον βόρειο τομέα, στην περιοχή του υψώματος της Κέρης, το κάρστ είναι πιά έντονα ανεπτυγμένο και πιθανολογείται ότι από την περιοχή αυτή γίνεται η διέλευση της κύριας μάζας του υπογείου νερού που τροφοδοτεί τον Αλμυρό. Η υπόθεση αυτή ενισχύεται και από το γεγονός ότι οι στάθμες των γεωτρήσεων της περιοχής της Κέρης εμφανίζουν εντονότερες διακυμάνσεις σε σύγκριση με τις στάθμες των γεωτρήσεων της περιοχής Τυλίσου.

6.3.2. Στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα στο υποσύστημα της Τυλίσου.

Στην περιοχή της Τυλίσου ελάχιστες γεωτρήσεις υπήρχαν πριν το 1987, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να εξαχθούν ικανοποιητικά συμπεράσματα σχετικά με την μορφή της επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα και την ετήσια διακύμανση της στάθμης.

Όπως αναφέρθηκε η κίνηση του νερού γινόταν με διεύθυνση από ΝΔ προς ΒΑ, από την περιοχή Τυλίσου προς την πηγή του Αλμυρού. Η κίνηση αυτή τροποποιήθηκε μετά από την έναρξη της εκμετάλλευσης των γεωτρήσεων, κατά τον χειμώνα 1987 - 1988.

Από το 1987 υπάρχουν συστηματικές μετρήσεις της στάθμης στις γεωτρήσεις της ΔΕΥΑΗ, του ΙΓΜΕ κλπ. Επίσης, συνεργείο του μελετητού προέβη σε λεπτομερείς μετρήσεις της στάθμης, σε όλες σχεδόν τις ελεύθερες γεωτρήσεις, από 2-11-89 μέχρι 14-5-92 σε εβδομαδιαία συχνότητα. Συγχρόνως έγιναν και παρατηρήσεις της στάθμης της λίμνης της πηγής του Αλμυρού και δειγματοληψία νερού από τις αντλούμενες γεωτρήσεις και την πηγή. Τέλος συνελέγησαν, από τις διάφορες Υπηρεσίες, οι μετρήσεις στάθμης της προ του 1987 περιόδου και έγινε η επεξεργασία τους.

Για την αναγωγή των σταθμημετρικών παρατηρήσεων στην επιφάνεια της θάλασσας, έγινε από τον μελετητή ιδιαίτερη χωροστάθμιση όλων των σημείων ύδατος της περιοχής Τυλλίσου - Κέρης, έχοντας σαν αφετηρία την σταθμημετρική κλίμακα του φράγματος της πηγής του Αλμυρού. Επιβεβαιώθηκε ότι η κλίμακα αυτή δείχνει σωστό υψόμετρο, σε σχέση με την στάθμη της θάλασσας στον κόλπο του Ηρακλείου.

Οι απόλυτες στάθμες των γεωτρήσεων της περιόδου 1-9-87 μέχρι 14-5-92 δίνονται στα ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ 2. και 3. Επίσης στα ΣΧΕΔΙΑ 25. και 26. της μελέτης εμφανίζονται τα αντίστοιχα διαγράμματα διακύμανσης της στάθμης.

Από την επεξεργασία των μετρήσεων της στάθμης προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

6.3.2.1. Αλληλεπίδραση στάθμης γεωτρήσεων Τυλλίσου και στάθμης εξόδου (λίμνης Αλμυρού) του συστήματος.

Στον επόμενο πίνακα εμφανίζονται μερικές από τις μετρήσεις της στάθμης των γεωτρήσεων ΙΗ-02 , Σ1 Συνδέσμου (Καλλέργη) και της λίμνης του Αλμυρού, στην περίοδο 1986 - 1988. Από τις μετρήσεις αυτές φαίνεται η κλίση της επιφάνειας του υδροφόρου ορίζοντα από νότο προς βορρά (μεταξύ ΙΗ-02 και Καλλέργη) σε διάφορες εποχές του έτους και στην διάρκεια των πειραμάτων ανύψωσης της στάθμης στην λίμνη του Αλμυρού.

Ημερομηνία	Στάθμη (μ.) λίμνης	Στάθμη (μ.) ΙΗ-02	Στάθμη (μ.) Καλλέργη
21-04-86	3,60	17,86	13,39
18-06-86	3,33	16,49	12,42
4-08-86	3,25	16,12	11,39
10-09-86	3,19	15,31	11,19
4-12-86	3,55	15,70	12,09
8-01-87	6,34	20,93	18,56
26-01-87	4,70	22,46	19,44
7-05-87	10,01	30,15	27,99
31-08-87	10,14	22,00	18,09
26-11-87	3,25	18,47	13,03
30-08-88	3,23	16,45	12,84

Παρατηρείται ότι μεταξύ των γεωτρήσεων ΙΗ-02 και Καλλέργη η διαφορά στάθμης ήταν περίπου 4,0 μ. κατά την ξηρή περίοδο και 2,5 μ. κατά την υγρή περίοδο, με υψηλότερη την στάθμη στη γεώτρηση ΙΗ-02. Αυτό δείχνει ότι η τροφοδοσία γίνεται από νότο προς βορρά (όπως άλλωστε αναμενόταν), όμως η κλίση του υδροφόρου ορίζοντα ήταν μικρότερη στην υγρή περίοδο. Το τελευταίο φαίνεται παράδοξο, δεδομένου ότι θεωρητικώς αυξανομένης της παροχής της υπογείου ροής,

αυξάνεται και η υδραυλική κλίση (νόμος Darcy). Το φαινόμενο εξηγείται πιθανώς εάν υποτεθεί, ότι στην περιοχή της γεώτρησης Καλλέργη η τροφοδοσία του υδροφόρου ορίζοντα είναι πιο έντονη τον χειμώνα, λόγω π.χ. αύξησης της υπόγειας ροής που έρχεται από τα δυτικά (περιοχή Αστυρακίου) προς την πηγή του Αλμυρού.

Η τεχνητή ανύψωση της στάθμης της πηγής του Αλμυρού, το καλοκαίρι 1987, από 5,0 μ. σε 10,0 μ. περίπου, προκάλεσε την ανύψωση της στάθμης των γεωτρήσεων σε ολόκληρη την περιοχή Τυλίσου, χωρίς να μεταβάλλει την γενική κλίση του υδροφόρου ορίζοντα, δηλαδή έγινε παράλληλη σχεδόν ανύψωση της στάθμης όλων των γεωτρήσεων. Σημειώνεται ότι το 1986 ήταν ξηρή χρονιά, ενώ το 1987 και το 1988 ήταν κανονικές χρονιές. Από την εξέταση των μετρήσεων του παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται, ότι ανύψωση της στάθμης της πηγής του Αλμυρού κατά 7,0 μ., προκάλεσε γενική ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα κατά 6,0 μ. Αυτό αποδεικνύει επίσης, ότι μεταξύ πηγής του Αλμυρού και υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου υπάρχει υδραυλική επικοινωνία, δηλαδή ο ορίζοντας της Τυλίσου εκφορτίζεται από την πηγή του Αλμυρού.

6.3.2.2. Σχέση μεταξύ στάθμης υδροφόρου ορίζοντα Τυλίσου και παροχής της πηγής του Αλμυρού.

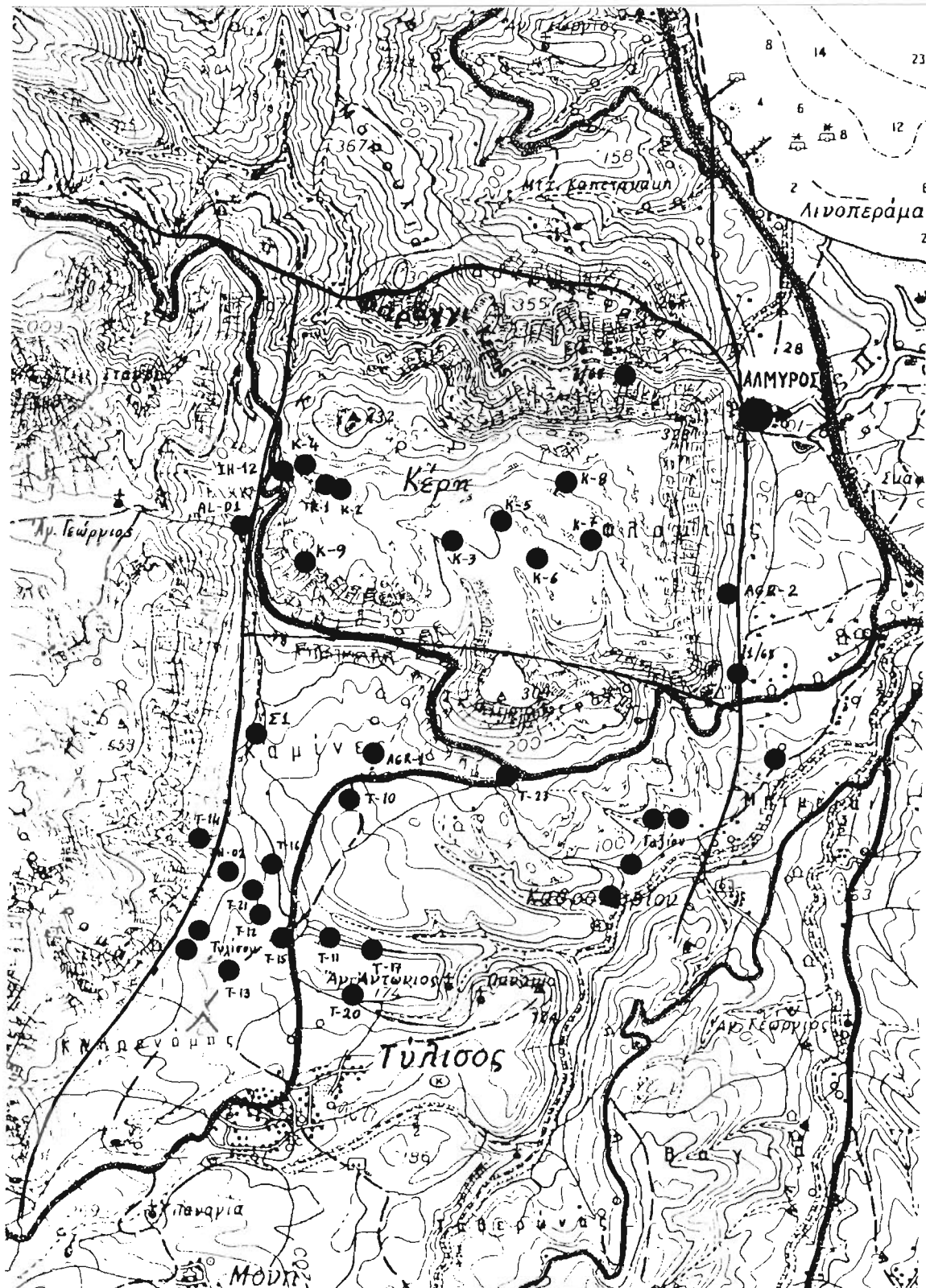
Η γεώτρηση ΙΗ-12 στο Βουλιασμένο Αλώνι είναι η πιο απομακρυσμένη από τον Αλμυρό γεώτρηση, προς τα δυτικά, δηλαδή προς την διεύθυνση από την οποία αναμένεται να γίνεται η κύρια τροφοδοσία της πηγής του Αλμυρού, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Η κλίση του υδροφόρου ορίζοντα μεταξύ γεωτρήσεως ΙΗ-12 και Αλμυρού προκύπτει από τις μετρήσεις στάθμης που αναφέρονται στον επόμενο πίνακα:

Ημερομηνία	Στάθμη (μ.) λίμνης	Στάθμη (μ.) ΙΗ-12	Διαφορά (μ.)
29-12-89	3,48	7,68	4,20
23-01-90	3,94	8,91	4,97
2-02-90	6,11	9,78	3,67
9-03-90	6,15	12,36	6,21
20-04-90	6,00	10,47	4,47

Η γεώτρηση ΙΗ-12 την 29-12-89 είχε στάθμη 7,68 μ., ενώ η λίμνη της πηγής του Αλμυρού 3,48 μ. (διαφορά 4,20 μ.). Επίσης την 23-1-90, μετά από βροχόπτωση 60 - 70 χλστ., οι στάθμες ήταν αντίστοιχα 8,91 και 3,94 μ. (διαφορά 4,97 μ.). Από την 29-1-90 και μετά ανυψώθηκε τεχνητά η στάθμη της λίμνης, στο επίπεδο των 6,10 μ. περίπου. Έτσι οι στάθμες της ΙΗ-12 και της λίμνης μεταβλήθηκαν και έγιναν την 2-2-90 9,78 και 6,11 μ. αντίστοιχα (διαφορά 3,67 μ.).

Κατά τα μέσα Φεβρουαρίου 1990 έπεσε βροχή ύψους 100 - 110 χλστ., που προκάλεσε αύξηση της παροχής της πηγής. Έτσι την 9-3-90 η στάθμη στην ΙΗ-12 ήταν 12,36 μ. και στην λίμνη 6,15 μ. (διαφορά 6,21 μ.), ενώ την 20-4-90 ήταν αντίστοιχα 10,47 και 6,0 μ. (διαφορά 4,47 μ.).

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις προκύπτει, ότι η τεχνητή ανύψωση της στάθμης της λίμνης του Αλμυρού επηρεάζει άμεσα και κατά το ίδιο ύψος σχεδόν, την στάθμη της γεώτρησης ΙΗ-12. Επίσης, η διαφορά στάθμης μεταξύ ΙΗ-12 και λίμνης συσχετίζεται σχεδόν ικανοποιητικά με την παροχή της πηγής του Αλμυρού. Αυτό αποδεικνύει ότι μεταξύ Αλμυρού και γεωτρήσεως ΙΗ-12, δηλαδή κάτω από το ύψωμα της Κέρης, το υδροφόρο στρώμα είναι συνεχές. Αυτό επιβεβαιώθηκε το 1991 από τις γεωτρήσεις Κ-1 έως Κ-9 που κατασκευάστηκαν στην περιοχή Κέρης.



Εικόνα 8. Θέσεις γεωτρήσεων περιοχής Τυλίσου - Κέρης.

Όμως, λεπτομερέστερη παρατήρηση των διαγραμμάτων στάθμης και παροχής δείχνει, ότι όταν συμβαίνει μία απότομη αύξηση της παροχής της πηγής, η στάθμη της γεώτρησης ΙΗ-12 δεν ανέρχεται ταυτοχρόνως, αλλά καθυστερεί κατά 3 ημέρες περίπου. Η ίδια καθυστέρηση παρατηρείται και στις γεωτρήσεις της περιοχής Τυλίσου.

Η ομοιότητα συμπεριφοράς των γεωτρήσεων Τυλίσου και Κέρης δείχνει, ότι ο υδροφόρος ορίζοντας της Κέρης αποτελεί την προς βορρά προέκταση του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου. Μάλιστα οι διακυμάνσεις της στάθμης στις γεωτρήσεις της Κέρης παρουσιάζουν καλύτερο συγχρονισμό προς τις γεωτρήσεις της Τυλίσου, παρά προς τις παροχές της πηγής του Αλμυρού. Το τελευταίο φαίνεται παράδοξο, δεδομένου ότι η απόσταση γεωτρήσεων Κέρης - Αλμυρού είναι πολύ μικρή (1,5 - 3 χλμ.) και η πηγή του Αλμυρού αποτελεί την μοναδική φυσική έξοδο του συστήματος Τυλίσου - Κέρης.

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, οι απότομες αυξήσεις της παροχής του Αλμυρού προηγούνται κατά μερικές ημέρες της ανόδου της στάθμης στις γεωτρήσεις της Τυλίσου. Αυτό δείχνει ότι η τροφοδοσία της πηγής του Αλμυρού γίνεται όχι μόνο από τον ορίζοντα της Τυλίσου, αλλά και από άλλες περιοχές ή υδροφόρους ορίζοντες, με αυξήσεις φορτίων πιο έντονες απ' αυτές του ορίζοντα της Τυλίσου.

Οι περιοχές αυτές δεν πρέπει να βρίσκονται στην ζώνη της Τυλίσου, διότι όλες οι γεωτρήσεις της Τυλίσου (νοτίως της γεώτρησης Καλλέργη) εμφανίζουν ομαλή ετήσια διακύμανση της στάθμης. Οι απότομες αυξήσεις της παροχής του Αλμυρού, που είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα της πηγής, δεν συνοδεύονται ποτέ από ανάλογες διακυμάνσεις της στάθμης των γεωτρήσεων. Η άνοδος της στάθμης στις τελευταίες είναι πάντοτε πολύ βραδεία και δεν υπάρχει άμεση ανταπόκριση στις ραγδαίες βροχοπτώσεις, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με την παροχή του Αλμυρού. Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα, ότι καμία από τις μέχρι σήμερα κατασκευασθείσες γεωτρήσεις δεν έχει συναντήσει τους αγωγούς ταχείας κυκλοφορίας, που τροφοδοτούν την πηγή του Αλμυρού.

Η ίδια συμπεριφορά, όσον αφορά την διακύμανση της στάθμης σε σχέση με την παροχή της πηγής του Αλμυρού, παρατηρείται και στις γεωτρήσεις Τ-23 και Κέρης αν και ευρίσκονται πολύ κοντά στην πηγή. Επομένως, και από την περιοχή αυτή δεν γίνεται η ταχεία κυκλοφορία προς τον Αλμυρό.

Οι απότομες μεταβολές της παροχής της πηγής του Αλμυρού, που προηγούνται της ανόδου της στάθμης των παραπάνω γεωτρήσεων, οφείλονται συνεπώς σε νερά που προέρχονται από άλλη περιοχή.

Στο φαράγγι της Κέρης, έχει παρατηρηθεί ότι η γεώτρηση ΙΓΕΥ 3/68 εμφανίζει τις εντονότερες διακυμάνσεις της στάθμης, σε περίοδο βροχοπτώσεων. Όμως από το φαράγγι διέρχονται και τα νερά που απορρέουν από την επιφανειακή λεκάνη της Ροδιάς και τα οποία διηθούνται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους μέσα στους ασβεστόλιθους του φαραγγιού. Είναι συνεπώς βέβαιο ότι, τουλάχιστον εν μέρει, η τροφοδοσία ταχείας κυκλοφορίας του Αλμυρού προέρχεται από τα επιφανειακά νερά της λεκάνης της Ροδιάς. Δεν αποκλείεται επίσης να συμμετέχουν στην ταχεία κυκλοφορία και νερά επιφανειακών λεκανών που βρίσκονται δυτικότερα της λεκάνης της Ροδιάς, όπως της Δαμάστας, του Χώνου κλπ.

6.3.2.3. Σχέση μεταξύ στάθμης υδροφόρου ορίζοντα Τυλίσου, βροχοπτώσεων και αντλήσεων.

Η στάθμη της γεώτρησης Σ1 Συνδέσμου (Καλλέργη) έχει παρακολουθηθεί από την ΥΕΒ και το ΙΓΜΕ επί πολλά χρόνια. Είναι η μοναδική γεώτρηση που μπορεί να παράσχει μακροχρόνια στοιχεία σχετικά με την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου. Παρακάτω, με βάση τα στοιχεία αυτά, γίνεται ανάλυση της συμπεριφοράς του

υδροφόρου ορίζοντα, πριν και μετά την έναρξη της εκμετάλλευσης των γεωτρήσεων της ΔΕΥΑΗ στην Τύλισο, δηλαδή πριν και μετά τον χειμώνα 1988-89.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η στάθμη του ορίζοντα της Τυλίσου επηρεάζεται τόσο από τις βροχοπτώσεις, όσο και από την στάθμη της λίμνης της πηγής του Αλμυρού. Το επίπεδο ανάβλυσης της πηγής του Αλμυρού αντιστοιχεί στην **βασική στάθμη (επίπεδο βάσεως)** του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου.

Το καλοκαίρι, η στάθμη της λίμνης του Αλμυρού, με ανοικτά τα θυροφράγματα εκκένωσης του φράγματος, κυμαίνεται μεταξύ 2,8 και 3,5 μ. Με κλειστά τα θυροφράγματα, η στάθμη ανέρχεται στα 6,0 μ. περίπου και το νερό ρέει από τον υπερχειλιστή.

Οι χαμηλότερες στάθμες, που παρατηρήθηκαν στην γεώτρηση Καλλέργη, στο τέλος της καλοκαιρινής περιόδου και κατά την περίοδο 1982 - 1991 ήταν οι εξής:

Ημερομ.	Λίμνη	Καλλέργη	Παρατηρήσεις
30-09-82	6,05	14,79	Υγρή χρονιά
30-09-83	3,30	11,27	Κανονική χρονιά
25-09-84	3,28	11,52	Κανονική χρονιά
16-09-85	3,41	12,49	Υγρή χρονιά
10-09-86	3,19	11,19	Ξηρή χρονιά
28-09-88	3,21	12,79	Υγρή χρονιά
20-09-89	3,04	9,31	Ξηρή + αντλήσεις
7-09-90	5,88	10,45	Πολύ Ξηρή + αντλ.
1-08-91	6,13	11,05	Κανονική + αντλ.

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται, ότι η στάθμη στην γεώτρηση Καλλέργη, στο τέλος της θερινής περιόδου, εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- α. Από το ύψος του επιπέδου βάσεως (στάθμη λίμνης Αλμυρού), δεδομένου ότι όπως αναφέρθηκε στην παρ. 6.3.2.1. οι μεταβολές της στάθμης εξόδου, μεταβάλλουν ανάλογα την στάθμη όλων των γεωτρήσεων ανάντη της πηγής του Αλμυρού.
- β. Από τις βροχοπτώσεις, που αυξάνουν τα αποθέματα του υδροφόρου ορίζοντα. Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι το ύψος των αποθεμάτων είναι ανάλογο του ύψους των βροχοπτώσεων της προηγούμενης χειμερινής περιόδου.
- γ. Από το μέγεθος των αντλήσεων που άρχισαν το 1988 και προκαλούν ταπείνωση της στάθμης. Σύγκριση μεταξύ στάθμης 1986 και 1989 στον παραπάνω πίνακα δείχνει, ότι κατά το πρώτο έτος των αντλήσεων (1989) παρατηρήθηκε πτώση της στάθμης κατά 3,0 μ. περίπου, που οφείλεται στις αντλήσεις των γεωτρήσεων ΔΕΥΑΗ, Κοιν. Τυλίσου και Γαζίου κλπ.

Πριν την έναρξη των αντλήσεων η διαφορά στάθμης γεώτρησης Καλλέργη - Αλμυρού ήταν περίπου 8 μ. Το 1991 η διαφορά είχε πέσει σε 5 μ. περίπου. Επισημαίνεται ότι η γεώτρηση Καλλέργη βρίσκεται 800 - 1000 μ. βορείως της ζώνης των γεωτρήσεων της ΔΕΥΑΗ στην Τύλισο και συνεπώς δεν δείχνει την μέγιστη πτώση στάθμης στην ζώνη των γεωτρήσεων, αλλά την μέση περίπου στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα.

Από τον Αύγουστο 1991 η γεώτρηση Καλλέργη άρχισε να αντλείται και από τότε δεν υπάρχουν μετρήσεις της στάθμης της.

6.3.2.4. Μορφή της επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα πριν από την έναρξη των αντλήσεων.

Στο διάστημα 1977 - 1988 κατασκευάσθηκαν στην περιοχή Τυλίσου περί τις δέκα γεωτρήσεις, οι οποίες παρέμειναν ανεκμετάλλευτες μέχρι την ολοκλήρωση των σχετικών έργων, δηλαδή μέχρι το φθινόπωρο 1988. Για την περίοδο αυτή υπάρχουν πυκνές μετρήσεις στάθμης, πράγμα που επιτρέπει την ανάλυση της μορφής της επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα, πριν από την έναρξη των αντλήσεων.

Στο παρακάτω πίνακα, από τις μετρήσεις Μαΐου - Αυγούστου 1988 φαίνεται ότι οι γεωτρήσεις ΙΗ-02, Τ-12, Τ-15, Τ-16, Τ-13 και Τ-11, που ευρίσκοντο σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους, είχαν παραπλήσιες στάθμες.

Ημερομηνία	ΙΗ-02	Τ-12	Τ-15	Τ-16	Τ-13	Τ-11
3-05-88		20,78	20,58	20,79	20,56	20,12
24-05-88	19,10					
25-05-88		19,36	19,16	19,20	19,00	18,68
28-06-88	17,53					
1-07-88		17,81	17,33	17,72	17,55	17,33
20-07-88		17,18	16,93	17,07	16,97	16,75
22-07-88	16,95					
23-08-88		16,23	16,08	16,09	16,07	16,05
25-08-88	16,45					

Λεπτομερέστερα, στον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι όλες οι γεωτρήσεις είχαν περίπου την ίδια στάθμη κατά το θέρος, ενώ κατά την άνοιξη η στάθμη ήταν ελαφρά υψηλότερη στην Τ-12 και ελαφρά χαμηλότερη στην Τ-11.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις δείχνουν, ότι η υπόγεια ροή, πριν από το 1988, είχε γενική διεύθυνση από ΝΔ προς ΒΔ.

6.3.2.5. Επίδραση των αντλήσεων επί της μορφής της επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα.

Το φθινόπωρο 1988 άρχισαν οι αντλήσεις εκμετάλλευσης του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου. Η έναρξη της άντλησης σε κάθε γεώτρηση έγινε με την ακόλουθη σειρά και αντλούμενη παροχή:

Γεωτ.	Ημερομ.	Παροχή
Τ-11	23-09-88	107 κ.μ./ώρα
Τ-15	3-02-89	72 "
Τ-17	12-04-89	103 "
Τ-12	26-05-89	120 "
Τ-13	10-03-90	82 "
Τ-21	10-07-90	140 "

Οι αντλήσεις προκάλεσαν αλλαγή στο σχήμα της επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα και μία γενική πτώση της στάθμης. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι στάθμες των κυριότερων γεωτρήσεων, μετά την έναρξη των αντλήσεων.

Ημερομηνία	Καλλέργη	T-10	T-16	T-12	T-15	T-13	T-17
21-09-88				16,04	15,91	15,89	
3-10-88	13,36		16,46	16,58	16,30	16,30	15,85
17-10-88	13,29		15,77	15,91	15,45	15,65	15,09
8-11-88	15,61		18,34	18,46	18,03	18,15	17,57
14-12-88	14,56		17,27	17,46	17,13	17,27	16,72
3-02-89	13,75		16,22	16,22		16,10	15,62
3-03-89	13,04		15,29	15,24		15,16	14,67
4-04-89	15,13		17,52	17,48		17,36	16,87
25-04-89	13,29		15,35	15,29		15,16	
10-05-89	12,31		14,43	14,41	14,38	14,28	
6-06-89	11,03		12,69		12,31	12,54	
24-07-89	10,20	14,28	10,10				
20-09-89	9,31	12,98	8,47				
20-11-89	9,46	12,69	9,10				
30-01-90	11,55	14,78	11,21				
16-02-90	14,55	18,04	13,76				
4-04-90	12,91		11,92				
18-04-90	12,31		11,27				
30-05-90	11,53		10,16				
7-09-90	10,45		7,21				
23-01-91	12,65		9,10				
9-03-91	19,79	26,85	17,12				
2-04-91	16,09	23,13	13,97				
6-05-91	12,69	19,46	11,29				
10-06-91	12,14		9,72				
6-09-91		13,51	7,07				
5-11-91		11,86	6,32				

Η έναρξη της άντλησης στην T-11, το Σεπτέμβριο 1988, δεν έγινε αισθητή στις κοντινές της γεωτρήσεις, T-17 και T-15, οι οποίες εξακολούθησαν να έχουν τις αναμενόμενες διαφορές στάθμης από τις μακρινές γεωτρήσεις T-16 και Καλλέργη, που λόγω της μεγάλης αποστάσεως, δεν επηρεάστηκαν από τις αντλήσεις και χρησίμευαν σαν δείκτες της ετήσιας διακύμανσης της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Η έναρξη της άντλησης της T-15, τον Φεβρουάριο 1989, επίσης δεν δημιούργησε αισθητή μεταβολή.

Η προσθήκη στις αντλούμενες γεωτρήσεις της T-17, τον Απρίλιο 1989, άρχισε να κάνει αισθητή την πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Στις αρχές Ιουνίου η στάθμη της T-15 έπεσε χαμηλότερα από την στάθμη της T-16, κατά 0,38 μ., ενώ μέχρι τότε η διαφορά ήταν 0,10 μ. περίπου. Αυτό δείχνει ότι γύρω από τις γεωτρήσεις T-11, T-15 και T-17 είχε ήδη υποβιβασθεί η στάθμη, λόγω της σημαντικής παροχής των 280 κ.μ./ώρα, που αντλείτο στην περιοχή αυτή.

Πάντως επισημαίνεται, ότι την ίδια εποχή (Ιούνιος 1989), η στάθμη της T-16 εξακολουθούσε να είναι κατά 1,5 μ. υψηλότερη από αυτήν της γεώτρησης Καλλέργη. Η κατάσταση αυτή παρέμεινε σταθερή, ενώ είχε γίνει την εποχή αυτή έναρξη της άντλησης της γεώτρησης T-12 (26-5-89), η οποία ανέβασε την συνολικώς αντλούμενη παροχή, στην περιοχή της Τυλλίσου, σε 400 κ.μ./ώρα.

Μετά όμως από παρέλευση 2 μηνών, την 24-7-89, οι συνθήκες άλλαξαν. Από την ημερομηνία αυτή και έπειτα η στάθμη της T-16 έπεσε χαμηλότερα από αυτήν της γεώτρησης Καλλέργη. Δηλαδή η επίδραση των αντλήσεων έφθασε στην γεώτρηση T-16

την 24-7-89, ενώ η κατάσταση σταθεροποιήθηκε σχεδόν, μέχρι την 18-4-90, οπότε η στάθμη της T-16 ήταν κατά 1 μ. χαμηλότερη από την στάθμη της γεώτρησης Καλλέργη.

Την εποχή εκείνη άρχισε η άντληση στις γεωτρήσεις T-13 (από 10-3-90) και στην T-21 (από 10-7-90), οπότε η συνολικώς αντλούμενη παροχή έφθασε τα 620 κ.μ./ώρα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να πέσει ακόμη περισσότερο η στάθμη της T-16 σε σχέση με αυτήν της γεώτρησης Καλλέργη. Η διαφορά τους έγινε 1,37 μ. την 30-5-90 και 3,24 μ. την 7-9-90. Η κατάσταση φαίνεται ότι σταθεροποιήθηκε αργότερα, διότι την επόμενη χρονιά η διαφορά παρέμεινε στα ίδια επίπεδα 3,32 μ. την 10-6-91.

Από την εποχή αυτή είναι δύσκολο να προσδιορισθεί η επίδραση των αντλήσεων επί της μορφής της επιφανείας του υδροφόρου ορίζοντα, διότι τα εναπομείναντα πιεζόμετρα ήταν ελάχιστα και μακριά από τις γεωτρήσεις της Τυλλίσου.

6.3.2.6. Ανωμαλίες στον πιεζομετρικό χάρτη της περιοχής Τυλλίσου.

Τον Φεβρουάριο 1991 έγινε από τον μελετητή η ακριβής χωροστάθμιση των σημείων ύδατος των περιοχών Τυλλίσου και Κέρης και σχεδιάστηκε ο πιεζομετρικός χάρτης του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλλίσου, με βάση τις μετρήσεις στάθμης του Μαρτίου 1991, που παρουσιάζεται στο ΣΧΕΔΙΟ 24.

Κατά την επεξεργασία αυτή διαπιστώθηκε ότι τρεις γεωτρήσεις που βρίσκονται ανατολικά της γεώτρησης Καλλέργη, η AGRIDEV-1, η T-10 και η γεώτρηση της Κοινότητας Τυλλίσου 1/1985, εμφάνιζαν αρκετά υψηλότερη στάθμη απ'ότι οι υπόλοιπες γεωτρήσεις της περιοχής Τυλλίσου και Κέρης.

Από τις τρεις γεωτρήσεις η AGRIDEV-1 παρουσιάζει τις εντονότερες διακυμάνσεις στάθμης και μάλιστα κατά τον χειμώνα 1991-92 η στάθμη της έφθασε σε απόλυτο υψόμετρο 44,59 μ., δηλαδή δύο φορές υψηλότερα από την συνηθισμένη στάθμη των γεωτρήσεων της περιοχής Τυλλίσου.

Η στάθμη των γεωτρήσεων T-10 και Τυλλίσου 1/1985 παρουσιάζει χρονική διακύμανση ακριβώς όμοια με αυτήν της AGRIDEV-1, αλλά με μικρότερο εύρος.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις δείχνουν ότι στην περιοχή των τριών αυτών γεωτρήσεων προκαλείται από κάποιο αίτιο μία έντονη υπερύψωση - αναθόλωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλλίσου, που επηρεάζει ομοιόμορφα μία περιοχή έκτασης 1-2 τετ. χλμ., μεταξύ της Τυλλίσου και της Κέρης.

Η προσεκτική ανάλυση του φαινομένου από τον μελετητή οδήγησε στην εξακρίβωση των εξής στοιχείων:

- α. Το φαινόμενο είναι ευρύτερο και όχι σημειακό, διότι στις τρεις γεωτρήσεις παρατηρείται συγχρονισμένη διακύμανση της στάθμης, όπως ακριβώς συμβαίνει με κάθε υδροφόρο ορίζοντα. Επομένως το φαινόμενο δεν μπορεί να αποδοθεί σε εσφαλμένες μετρήσεις, σταθμημετρήσεις κλπ.
- β. Οι διακυμάνσεις της στάθμης στις τρεις γεωτρήσεις συγχρονίζονται απόλυτα με τις βροχοπτώσεις και με τις διακυμάνσεις της στάθμης των υπολοίπων γεωτρήσεων της περιοχής Τυλλίσου και Κέρης. Επομένως η διακύμανση της στάθμης οφείλονται σε τροφοδοσία του υδροφόρου ορίζοντα της στενής περιοχής των τριών γεωτρήσεων, που γίνεται κατά τρόπο εντελώς ανάλογο με αυτόν της τροφοδοσίας του ορίζοντα της Τυλλίσου.
- γ. Το φαινόμενο δεν μπορεί να αποδοθεί στην ύπαρξη ενός τοπικού επικρεμάμενου υδροφόρου ορίζοντα ή στην ύπαρξη μίας ζώνης χαμηλής περατότητας, διότι στις περιπτώσεις αυτές δεν θα υπήρχε συντονισμός των διακυμάνσεων της στάθμης με

τις βροχοπτώσεις, που τροφοδοτούν την καρστική λεκάνη της ευρύτερης περιοχής. Εάν η περατότητα του περιβάλλοντος πετρώματος ήταν χαμηλή, δεν θα ήταν τόσο έντονες οι διακυμάνσεις της στάθμης. Σημειώνεται ότι στην περιοχή των τριών γεωτρήσεων δεν υπάρχουν χείμαρροι ή καταβόθρες, που θα ήταν δυνατόν να προκαλέσουν διήθηση επιφανειακών νερών μέσα στο κάρστ και τοπική ανύψωση της στάθμης.

- δ. Η κατανομή των φορτίων στην περιοχή του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου, όπως εκφράζεται από τον πιεζομετρικό χάρτη, δείχνει ότι το νερό του υδροφόρου ορίζοντα κυκλοφορεί από την περιοχή της αναθόλωσης, τόσο προς τον βορρά, δηλαδή προς την Κέρη και την πηγή του Αλμυρού, όσο και προς νότο, δηλαδή προς τις αντλούμενες γεωτρήσεις της Τυλίσου.

Κατά την γνώμη του μελετητή το φαινόμενο μπορεί να αποδοθεί μόνο σε μία προνομιακή τροφοδοσία του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου, που γίνεται στην περιοχή των τριών γεωτρήσεων. Η τροφοδοσία αυτή γίνεται από τα δυτικά, δηλαδή από τον κύριο καρστικό όγκο του Ψηλορείτη, δεδομένου ότι από τις άλλες διευθύνσεις είναι απίθανη η τροφοδοσία μεγάλων ποσοτήτων νερού, ικανών να δημιουργήσουν την αναθόλωση του υδροφόρου ορίζοντα.

Η διοχέτευση του νερού μπορεί να γίνεται είτε μέσω των ασβεστολίθων της περιοχής Αστυρακίου, είτε μέσω ενός βαθύτερου καρστικού συστήματος.

Οι παρατηρήσεις αυτές, σχετικά με την διεύθυνση της υπόγειας ροής, αποκτούν μεγάλη σημασία, εάν συνδυασθούν με την έρευνα του μηχανισμού της υπαλμύρυνσης των γεωτρήσεων της Τυλίσου που απετέλεσε το επίκεντρο των εργασιών της παρούσης έρευνας κατά την περίοδο 1991-92.

Τα παραπάνω φαινόμενα δεν ήταν δυνατόν να διαπιστωθούν κατά το 1988 και 1989, δηλαδή κατά την διάρκεια των δύο πρώτων ετών της παρούσης έρευνας, διότι οι χρονιές αυτές ήταν πολύ ξηρές και οι τρεις προαναφερθείσες γεωτρήσεις είχαν στάθμες ελάχιστα διαφέρουσες από αυτές των υπολοίπων γεωτρήσεων της Τυλίσου. Όπως αναφέρθηκε, η διαπίστωση των ανωμαλιών της πιεζομετρίας έγινε την άνοιξη 1991 και η σχετική έρευνα παρατάθηκε, για να υπάρξει επιβεβαίωση και κατά το 1992. Πράγματι ο χειμώνας 1991-92 ήταν αρκετά βροχερός και έγιναν οι απαιτούμενες λεπτομερείς παρατηρήσεις. Η ανακάλυψη του παραπάνω φαινομένου και η μελέτη του ήταν ο βασικός λόγος της μεγάλης χρονικής παράτασης της παρούσης έρευνας.

6.3.3. Μετρήσεις της θερμοκρασίας των νερών των γεωτρήσεων Τυλίσου.

Η θερμοκρασία του νερού των αντλούμενων γεωτρήσεων της Τυλίσου είναι περίπου 19 °C. Μέτρηση της θερμοκρασίας, που έγινε την 28-3-90 έδωσε τις εξής τιμές:

Γεώτρηση	θερμοκρασία °C
T-11	19,0
T-12	19,0
T-13	19,2
T-15	19,4
T-17	19,2
T-21	19,0

Οι θερμοκρασίες αυτές είναι αρκετά πιά υψηλές από αυτήν της πηγής του Αλμυρού, που την ίδια ημέρα ήταν 15,4 °C.

Λεπτομερείς παρατηρήσεις στο διάστημα 1991-92 έδειξαν ότι η θερμοκρασία του νερού των γεωτρήσεων της Τυλίσου είναι σταθερή στην διάρκεια του έτους, ενώ η θερμοκρασία του νερού της πηγής του Αλμυρού μειώνεται κατά την χειμερινή περίοδο και όταν λιώνουν τα χιόνια του Ψηλορείτη. Δηλαδή υπάρχει σαφής διαφοροποίηση της θερμοκρασίας του νερού του Αλμυρού, σε σχέση με το νερό του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου.

Η θερμοκρασία των κυριότερων παράκτιων καρστικών πηγών της Κρήτης είναι 13 - 15 °C και ανάλογη είναι και η θερμοκρασία του νερού του υδροφόρου ορίζοντά τους. Θεωρητικά, το νερό του υδροφόρου ορίζοντα, που τροφοδοτεί μία πηγή, θα πρέπει να έχει ελαφρά μικρότερη θερμοκρασία από το νερό της πηγής, διότι ευρίσκεται πλησιέστερα προς τις ορεινές περιοχές, από τις οποίες γίνεται η τροφοδοσία και στις οποίες συνήθως επικρατούν πιά χαμηλές θερμοκρασίες.

Το γεγονός ότι η θερμοκρασία του νερού, στην περιοχή Τυλίσου, είναι σταθερή και υψηλή δείχνει ότι η **κυκλοφορία στο υδροφόρο στρώμα είναι αργή**. Το έδαφος, που συνήθως έχει θερμοκρασία υψηλότερη από την μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα, θερμαίνει το νερό του υδροφόρου ορίζοντα, το οποίο, όπως αναφέρθηκε πιά πάνω, θα έπρεπε να έχει θερμοκρασία 13 - 15 °C.

Η υψηλή θερμοκρασία του νερού του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου οφείλεται επίσης, στο **χαμηλό υψόμετρο της λεκάνης τροφοδοσίας** του ορίζοντα αυτού. Η τροφοδοσία γίνεται από μία επιφανειακή υπολεκάνη του Ψηλορείτη, η οποία ευρίσκεται σε χαμηλότερο υψόμετρο από το μέσο υψόμετρο της λεκάνης, που τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού. Πιθανότατα, η υπολεκάνη αυτή αντιστοιχεί στην περιοχή μεταξύ Στρούμπουλα και Γωνιανού Φαραγγιού.

Το γεγονός ότι οι θερμοκρασία του υπογείου νερού στην περιοχή των γεωτρήσεων της Τυλίσου δεν μεταβάλλεται τον χειμώνα και δεν συνοδεύει τις μεταβολές θερμοκρασίας του νερού της πηγής του Αλμυρού, δείχνει ότι η πηγή του Αλμυρού τροφοδοτείται από νερά τα οποία προέρχονται από ένα υδροφόρο ορίζοντα, που δεν έχει σχέση με αυτόν της Τυλίσου.

6.3.4. Μετρήσεις της αλατότητας των νερών των γεωτρήσεων Τυλλίσου.

6.3.4.1. Η αλατότητα στη περίοδο 1988-90.

Στην διάρκεια της μελέτης έγιναν πολλές δειγματοληψίες νερών των γεωτρήσεων, από την ΔΕΥΑΗ και τον μελετητή. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων χλωριόντων δίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4. της παρούσης έκθεσης και στο διάγραμμα του ΣΧΕΔΙΟΥ 27.

Η γεώτρηση AGRIDEV-1, που ήταν η πρώτη που κατασκευάστηκε στην περιοχή, κατά την περίοδο 11-5-68 έως 1-11-69 είχε παρουσιάσει αγωγιμότητα νερού 510 - 880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και χλωριόντα 60 - 90 ppm, δηλαδή παρουσίαζε ενδείξεις υπαλμύρυνσης. Η παρατήρηση αυτή δεν ήταν δυνατόν να αξιοποιηθεί την εποχή εκείνη, λόγω έλλειψης συγκριτικών στοιχείων από άλλες γεωτρήσεις.

Νοτίως του Αλμυρού, η γεώτρηση ΙΓΕΥ 2/68 στην περίοδο 15-5-68 έως 13-2-71 είχε αγωγιμότητα 460 - 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και χλωριόντα 300 - 350 ppm. Κατά τις δοκιμαστικές αντλήσεις, η αγωγιμότητα ανήλθε σε 3200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και τα χλωριόντα σε 870 ppm. Στην ίδια περιοχή η γεώτρηση AGRIDEV-2 στην περίοδο 1-9-67 έως 12-7-69 είχε αγωγιμότητα 300 - 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και χλωριόντα 30 έως 570 ppm. Επίσης, από πρόσφατες μετρήσεις γνωρίζουμε ότι οι γεωτρήσεις Γαζίου - Καβροχωρίου έχουν νερό περιεκτικότητας 150 - 250 ppm χλωριόντων.

Γενικώς έχει διαπιστωθεί από τις αντλήσεις των γεωτρήσεων, ότι η τιμή των χλωριόντων αυξάνει όταν αυξάνεται η αντλούμενη παροχή και όταν μειώνεται η απόσταση της γεώτρησης από την πηγή του Αλμυρού.

Μέχρι σήμερα, καμία γεώτρηση, είτε ανάντη της πηγής του Αλμυρού, είτε κατάντη αυτής (μεταξύ πηγής και θάλασσας) δεν συνάντησε νερό πιο αλμυρό από αυτό της πηγής, δηλαδή δεν έχει παρατηρηθεί απ'ευθείας διείσδυση του θαλασσινού νερού μέσα στον υδροφόρο ορίζοντα. Απ'αυτό συμπεραίνεται ότι η υπαλμύρυνση των νερών του καρστικού ορίζοντα της Τυλλίσου δεν γίνεται κατ'ευθείαν από την θάλασσα, αλλά έμμεσα από την πηγή του Αλμυρού ή γενικότερα από τον μηχανισμό που προκαλεί την υπαλμύρυνση στην πηγή.

Όπως φαίνεται στο ΣΧΕΔΙΟ 27, τον Οκτώβριο 1988 η περιεκτικότητα σε χλωριόντα των γεωτρήσεων T-11 και T-15 ήταν της τάξης των 35 ppm. Η τιμή αυτή μπορεί να θεωρηθεί ότι ανταποκρίνεται στις αρχικές συνθήκες αλατότητας των νερών της περιοχής Τυλλίσου.

Η γεώτρηση T-11 κατά τους πρώτους πέντε μήνες της λειτουργίας της (Οκτώβριος 1988 - Φεβρουάριος 1989) έδειξε μικρή, αλλά σαφή, άνοδο των χλωριόντων, από 30 ppm σε 40 ppm. Η γεώτρηση T-15 άρχισε να αντλείται τον Φεβρουάριο 1989 και επί επτά μήνες (μέχρι τον Οκτώβριο 1989) παρουσίασε σταθερή ποιότητα νερού με 32 - 35 ppm χλωριόντων. Όμως στην T-11, στο ίδιο χρονικό διάστημα, η αύξηση των χλωριόντων επιταχύνθηκε και έφθασε τα 100 ppm τον Οκτώβριο 1989 (αύξηση με ρυθμό 9 ppm ανά μήνα).

Η γεώτρηση T-17 λειτούργησε τον Απρίλιο 1989 και ευθύς εξ αρχής παρουσίασε 80 ppm χλωριόντων. Η τιμή αυτή αυξήθηκε γρήγορα και τον Οκτώβριο 1989 έφθασε τα 200 ppm (αύξηση με ρυθμό 20 ppm ανά μήνα).

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις προκύπτει ότι κοντά στις γεωτρήσεις T-11, T-15 και T-17 υπήρχε ήδη πριν από την έναρξη των αντλήσεων μία ζώνη με υπάλμυρο νερό, η οποία μετά την έναρξη των αντλήσεων μετακινήθηκε αμέσως προς τις γεωτρήσεις. Η μετακίνηση υπάλμυρου νερού από άλλες περιοχές, όπως π.χ. από την πηγή του Αλμυρού, προς τις γεωτρήσεις φαίνεται απίθανη, διότι απαιτεί πολύ χρόνο, ενώ αντίθετα παρατηρήθηκε ότι η υπαλμύρυνση άρχισε σχεδόν αμέσως με την άντληση στις γεωτρήσεις T-11 και T-17.

Ένα χρόνο μετά, την άνοιξη 1990, άρχισαν να αντλούνται οι γεωτρήσεις T-13, T-12 και T-21.

Στην γεώτρηση T-13 η τιμή των χλωριόντων ήταν 60 ppm κατά την έναρξη (Μάρτιος 1990) και μετά από δύο μήνες ανήλθε σε 75 ppm. Είναι λοιπόν και εδώ σαφής η ύπαρξη της υπάλυμρης ζώνης, νοτιοδυτικά της Τυλίσου, πριν από την έναρξη των αντλήσεων. Η γεώτρηση T-12 άρχισε να αντλείται τον Μάιο 1989 με περιεκτικότητα 35 ppm χλωριόντων. Από τον Οκτώβριο 1990 άρχισε να παρατηρείται μία μικρή αύξηση των χλωριόντων, τα οποία τον Νοέμβριο 1990 έφθασαν τα 45 ppm. Η γεώτρηση T-21 άρχισε να αντλείται τον Ιούλιο 1990. Μέχρι τον Νοέμβριο 1991 δεν παρουσίασε ενδείξεις υπαλμύρυνσης, όμως η υψηλή παροχή της (140 κ.μ./ώρα) είναι πιθανόν να επιτάχυνε την υπαλμύρυνση της γεώτρησης T-12, που βρίσκεται πολύ κοντά της.

Από τον Οκτώβριο 1989 και μέχρι τον Μάιο 1990, η γεώτρηση T-11 παρουσίασε αύξηση χλωριόντων από 100 ppm σε 220 ppm, η γεώτρηση T-15 αύξηση από 35 ppm σε 80 ppm και η γεώτρηση T-17 από 200 ppm σε 270 ppm. Παρατηρούμε δηλαδή, ότι άρχισε η υπαλμύρυνση της γεώτρησης T-15 με ρυθμό 7 ppm χλωριόντων ανά μήνα, ενώ ο ρυθμός αύξησης μειώθηκε αισθητά στην T-17 (έγινε 10 ppm/μήνα) και αυξήθηκε στην T-11 (έγινε 20 ppm/μήνα).

Τον Νοέμβριο 1990 η κατάσταση είχε διαμορφωθεί ως εξής:

Γεώτρηση	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Χλωριόντα (ppm)
T-11	1650	312
T-15	1489	284
T-17	1474	284
T-12	606	40
T-21	575	35

Τα χλωριόντα στην T-13 έφθασαν την 4-9-90 τα 60 ppm. Λόγω βλάβης διακόπηκε η άντληση μέχρι την 14-11-90, οπότε νέα δειγματοληψία έδειξε ότι τα χλωριόντα είχαν πέσει σε 32 ppm, σημειώθηκε δηλαδή αισθητή μείωση της αλατότητας κατά την περίοδο αργίας της γεώτρησης.

Η γεώτρηση T-23 στην περιοχή Κουμπέδες, στην δοκιμαστική άντληση που έγινε την 20-11-90, με χαμηλή παροχή 25 κ.μ./ώρα, παρουσίασε χλωριόντα 120 ppm.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις οδηγούν στα εξής συμπεράσματα, όσον αφορά την εξέλιξη της υπαλμύρυνσης στις γεωτρήσεις της περιοχής Τυλίσου, κατά τα έτη 1988-90:

- α. Η υπαλμύρυνση μιάς γεώτρησης άρχιζε με βραδύ ρυθμό, της τάξης των 7 ppm/μήνα, μέχρι να ανέλθει η τιμή των χλωριόντων σε 100 ppm περίπου.
- β. Σε δεύτερο στάδιο, η υπαλμύρυνση επιταχυνόταν και με ρυθμό 20 ppm/μήνα προκαλούσε αύξηση των χλωριόντων σε 200 ppm.
- γ. Στο τρίτο στάδιο, ο ρυθμός υπαλμύρυνσης φαίνεται ότι μειωνόταν και έπεφτε σε 10 ppm/μήνα.

Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις, διαγραφόταν το 1990 η προοπτική ότι η υπαλμύρυνση των γεωτρήσεων θα σταθεροποιείτο, κατά τα επόμενα χρόνια, γύρω στην τιμή των 300 - 350 ppm χλωριόντων. Αυτό όμως δεν συνέβη, διότι οι αντλήσεις προκάλεσαν την μεταφορά μαζών υπαλμύρου νερού από την περιοχή βορείως της Τυλίσου προς τις γεωτρήσεις (βλέπε παρ. 6.5.2.), με αποτέλεσμα να διπλασιασθεί η αλατότητα των νερών της Τυλίσου κατά την διετία 1991-92.

6.3.4.2. Η αλατότητα στην περίοδο 1991-92.

Τον Ιούλιο 1991 και τον Ιούλιο 1992 η αλατότητα των γεωτρήσεων της περιοχής Τυλλίσου (σε ppm Cl) είχε διαμορφωθεί ως εξής:

Γεώτρηση	Ιούλιος 1991	Ιούλιος 1992
T-11	497	816
T-12	131	316
T-13	248	444
T-15	568	710
T-17	369	533
T-21	35	64

Παρατηρείται ότι η αλατότητα αυξήθηκε σε μιά χρονιά κατά 55% περίπου. Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η αύξηση στην γεώτρηση T-12 (υπερδιπλασιασμός). Σημειώνεται, ότι η παροχή της γεώτρησης αυτής ήταν 120 κ.μ./ώρα.

Έπειτα από αυτήν την δυσμενή εξέλιξη, η ΔΕΥΑΗ μείωσε αισθητά την παροχή άντλησης ορισμένων από τις παραπάνω γεωτρήσεις, με στόχο να σταθεροποιηθεί η αλατότητα. Η μείωση στην τροφοδοσία της πόλης του Ηρακλείου με νερό αντισταθμίσθηκε με την έναρξη λειτουργίας των γεωτρήσεων K-2, K-3, K-5 και K-7 της περιοχής Κέρης.

6.3.5. Αναπλήρωση των αποθεμάτων του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλλίσου.

Τον Δεκέμβριο 1990, οι γεωτρήσεις της ΔΕΥΑΗ και της Κοινότητας Τυλλίσου αντλούσαν συνεχώς 600 κ.μ./ώρα νερού, μέσης περιεκτικότητας 160 ppm χλωριόντων.

Επίθετο λοιπόν το κρίσιμο ερώτημα: Κατά την προσεχή χειμερινή περίοδο (1990-91), οι νέες βροχοπτώσεις θα ήταν επαρκείς για να επανατροφοδοτηθεί ο υδροφόρος ορίζοντας της Τυλλίσου, έτσι ώστε αφ'ενός να ανυψωθεί η στάθμη στα επίπεδα του 1988 και αφ'ετέρου να μειωθεί η υπαλμύρυνση;

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα προκύπτει από την ανάλυση των εξής στοιχείων:

α. Πτώση στάθμης προκαλούμενη από τις άντλήσεις.

Η άντληση των γεωτρήσεων είχε προκαλέσει το φθινόπωρο 1989 μία γενική πτώση στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα κατά 3,0 μ.

Ο όγκος νερού που είχε αντληθεί συνολικά ισοδυναμούσε σε άντληση 7 μηνών με παροχή 400 κ.μ./ώρα.

Από αυτή την παρατήρηση προέκυψε, ότι με τον ίδιο ρυθμό άντλησης (400 κ.μ./ώρα), η συνολική πτώση στάθμης σε ένα έτος (12 μήνες) θα ήταν 5 μ. περίπου. Κατ'επέκταση για ρυθμό άντλησης της τάξης των 600 κ.μ./ώρα, η πτώση στάθμης θα ήταν 7,5 μ. περίπου.

β. Άνοδος στάθμης προκαλούμενη από τις βροχοπτώσεις.

Τον χειμώνα 1989-90, η στάθμη του υδροφορου ορίζοντα ανήλθε κατά 6 μ. Όμως την ίδια περίοδο ανυψώθηκε τεχνητά το επίπεδο εξόδου του Αλμυρού, με αποτέλεσμα να επέλθει κατά 3 μ. τεχνητή ανύψωση της στάθμης των γεωτρήσεων της Τυλίσου. Έτσι η πραγματική ανύψωση της στάθμης, η οφειλόμενη στις βροχοπτώσεις, ήταν 3 μ.

Στην παραπάνω περίοδο είχαν πέσει στον σταθμό των Ανωγείων 570 χλστ. βροχής.

Συνεπώς σε βροχοπτώσεις 190 χλστ. αντιστοιχεί άνοδος της στάθμης κατά 1 μ. περίπου.

γ. Δυνατότητες αναπλήρωσης.

Για να αναπληρωθεί η αντλούμενη ποσότητα στην Τύλισο, που προκαλεί ετήσια πτώση στάθμης 7,5 μ. χρειάζονται ετήσιες βροχοπτώσεις της τάξης των 1400 χλστ. στον σταθμό Ανωγείων. Όμως το ύψος αυτό είναι μεγαλύτερο από την μέση ετήσια βροχόπτωση στον σταθμό Ανωγείων, που ανέρχεται σε 1100 χλστ. περίπου. Δηλαδή **μακροπρόθεσμα θα υπήρχε έλλειμμα στην τροφοδοσία του ορίζοντα της Τυλίσου.**

Το παραπάνω συμπέρασμα, όπως προέκυψε από τα στοιχεία του 1990, δεν ήταν ανησυχητικό, διότι υπήρχε η προοπτική το έλλειμμα να αναπληρωθεί με την φυσική μεταφορά νερού, από περιοχές του υδροφόρου ορίζοντα που δεν είχαν επηρεασθεί ακόμη από τις αντλήσεις. Στον υδροφόρο ορίζοντα της Τυλίσου δεν είχαν διαμορφωθεί ακόμη συνθήκες μόνιμης ροής και όταν η επίδραση των αντλήσεων θα επεκτείνεται προς τα βορειοδυτικά, θα εστρέφοντο προς την περιοχή των γεωτρήσεων υπόγειες ροές, οι οποίες κατευθύνοντο προς την πηγή του Αλμυρού και παρέμεναν ανεκμετάλλευτες.

Πράγματι οι προβλέψεις αυτές επαληθεύθηκαν ως προς την ποσότητα του νερού και αργότερα σημειώθηκε στροφή των ροών από την περιοχή που εκτείνεται βορείως της Τυλίσου προς τις γεωτρήσεις. Όμως τα υπόγεια νερά της περιοχής αυτής φαίνεται ότι είναι υφάλμυρα με αποτέλεσμα κατά τα επόμενα χρόνια (1991-92) να να παρατηρηθεί συνεχής αύξηση της υφαλμύρυνσης στις αντλούμενες γεωτρήσεις.

6.4. Το υδρογεωλογικό υποσύστημα της Κέρης.

Μέχρι το φθινόπωρο 1990, στην περιοχή που εκτείνεται δυτικά της πηγής του Αλμυρού, σε κοντινή απόσταση, της τάξης των 2000 μ., δεν είχε κατασκευασθεί καμμία γεώτρηση, η οποία θα ήταν δυνατόν να δώσει πληροφορίες σχετικά με το τι συμβαίνει μέσα στον καρστικό υδροφόρο ορίζοντα, από απόψεως φορτίων και αλατότητας του νερού.

Στις αρχές 1990 το ΙΓΜΕ κατασκεύασε στο Βουλιασμένο Αλώνι την δειγματοληπτική ερευνητική γεώτρηση ΙΗ-12, βάθους 395 μ. Αρχικά είχε προσδιορισθεί ότι η περιεκτικότητα σε χλωριόντα του νερού ήταν της τάξης των 150 ppm. Αργότερα (Μάιος 1990) αποδείχθηκε από ακριβείς αναλύσεις, ότι το νερό περιείχε 30 ppm χλωριόντων.

Η στάθμη της γεώτρησης ΙΗ-12 παρακολούθηθηκε συστηματικά από τον μελετητή, κατά το 1990. Διαπιστώθηκε ότι κυμαίνεται μεταξύ απολύτων υψομέτρων 11,0 μ. και 9,0 μ. περίπου, κατά την διάρκεια ενός πολύ ξηρού έτους, όπως το 1990. Κατά την ίδια περίοδο η στάθμη εξόδου της πηγής του Αλμυρού ήταν σταθεροποιημένη σε απόλυτο υψόμετρο 6,0 μ. Συνεπώς τα πραγματικά φορτία του υδροφόρου ορίζοντα στην περιοχή της Κέρης ήταν πολύ χαμηλά, μόλις 3 - 5 μ. πάνω από την έξοδο του συστήματος.

Έπειτα από πρόταση του μελετητή, η ΔΕΥΑΗ κατασκεύασε τον Ιούλιο 1990 την γεώτρηση Κ-1, τον Νοέμβριο 1990 την γεώτρηση Κ-2 και τον Φεβρουάριο 1991 την γεώτρηση Κ-3, στο ύψωμα της Κέρης, καθώς επίσης και την γεώτρηση Τ-23, στην περιοχή Κουμπέδες, στην διασταύρωση της παλαιάς εθνικής οδού προς Ρέθυμνο, με την οδό προς Τύλισο, ώστε να ερευνηθεί πλήρως ο υδροφόρος ορίζοντας της Κέρης.

Στις γεωτρήσεις Κ-1 και Τ-23 οι δοκιμαστικές αντλήσεις έδειξαν, ότι η περατότητα του ασβεστολίθου της ζώνης της Τρίπολης είναι πολύ ικανοποιητική, όπως επίσης και η ποιότητα του νερού. Στην Τ-23 μετρήθηκαν περίπου 120 ppm χλωριόντων μετά από 48 ώρες άντλησης. Στην γεώτρηση Κ-1 μετρήθηκαν 50 ppm χλωριόντων.

Η θερμοκρασία του νερού στις παραπάνω γεωτρήσεις ήταν 19 - 20 °C.

Παρά τα ικανοποιητικά αυτά αποτελέσματα, επειδή η πηγή του Αλμυρού είναι υφάλμυρη σ'όλο σχεδόν το έτος, η εκμετάλλευση των γεωτρήσεων στην Κέρη θα είχε τον κίνδυνο να προκαλέσει ροή νερού από την πηγή προς τον υδροφόρο ορίζοντα και την υπαλμύρυνση του τελευταίου, όπως ακριβώς έγινε και στην περιοχή Τυλίσου. Μάλιστα ο κίνδυνος ήταν πλέον εμφανής, διότι η πηγή του Αλμυρού βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση.

Για τον λόγο αυτό ο μελετητής επρότεινε στην ΔΕΥΑΗ την αλλαγή μεθόδου εκμετάλλευσης και την κατασκευή της στοάς υδροσυλλογής, που αναφέρθηκε στην παρ. 2.24. Η πρόταση δεν έγινε δεκτή και συνεχίσθηκε η κατασκευή γεωτρήσεων στην περιοχή Κέρης.

Ο χειμώνας 1990-91 ήταν βροχερότερος από τους αντίστοιχους των δύο προηγούμενων ετών και η τροφοδοσία του ορίζοντα της Κέρης εντονότερη.

Από την μελέτη της πιεζομετρίας, που έγινε τον Μάρτιο 1991, διαπιστώθηκε ότι οι γεωτρήσεις Κ-1, Κ-2 και Κ-3 παρουσίαζαν την ίδια περίπου συμπεριφορά όπως η γεώτρηση ΙΗ-12. Επιβεβαιώθηκε έτσι ότι στην περιοχή αυτή δημιουργείται ένας ενιαίος υδροφόρος ορίζοντας. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα του ΣΧΕΔΙΟΥ 26. η διακύμανση της στάθμης των γεωτρήσεων της Κέρης ακολουθεί παρόμοια πορεία με αυτήν της περιοχής Τυλίσου. Δηλαδή οι διακυμάνσεις είναι μικρές και αργές και δεν συγχρονίζονται με τις μεταβολές της παροχής της πηγής του Αλμυρού, οι οποίες είναι απότομες και πολύ έντονες.

Το καλοκαίρι, η μέση στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται 3 μ. πάνω από το επίπεδο ανάβλυσης του Αλμυρού και οποιαδήποτε μεταβολή στην στάθμη εξόδου του Αλμυρού, έχει ανάλογο αντίκτυπο στην στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα.

Κατά το 1991 κατασκευάστηκαν οι γεωτρήσεις Κ-4, Κ-5, Κ-6, Κ-7, Κ-8 και Κ-9. Στις γεωτρήσεις αυτές έγινε συστηματική παρακολούθηση της στάθμης κατά την περίοδο 1991-92.

Την άνοιξη 1991 η μέγιστη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα έφθασε τα 11 μ. και την άνοιξη 1992 τα 9,5 μ. πάνω από το επίπεδο εξόδου του Αλμυρού.

Η εκμετάλλευση των γεωτρήσεων της περιοχής Κέρης άρχισε τον Ιούλιο - Αύγουστο 1992 με τις εξής παροχές:

Γεώτρηση	Παροχή (κ.μ./ώρα)
Κ-3	17-07-92 72
Κ-5	17-07-92 60
Κ-7	17-07-92 60
Κ-2	7-08-92 53
Κ-6	16-11-92 60
Κ-9	16-11-92 63

Σε όλες τις γεωτρήσεις η περιεκτικότητα του νερού σε χλωριόντα, κατά την έναρξη των αντλήσεων, ήταν της τάξης των 35 - 40 ppm.

Κατά τους επόμενους μήνες σημειώθηκε η εξής εξέλιξη, όσον αφορά την περιεκτικότητα σε χλωριόντα (σε ppm):

Ημερομηνία	Κ-2	Κ-3	Κ-5	Κ-7	Κ-9
20-07-92		37,3	44,4	42,6	
30-07-92		35,5	40,8	49,7	
12-08-92	39,1	35,5	39,1	49,7	
20-08-92	35,5		40,8		
15-09-92	35,5	33,7	42,6	60,4	
14-10-92			44,4	67,5	
12-01-93	35,5	35,5	65,7	88,8	35,5

Η άντληση στην Κ-6 σταμάτησε την 23-11-92 και δεν λειτούργησε μέχρι τον Ιανουάριο 1993.

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι μετά από 6 μήνες συνεχούς άντλησης παρουσιάστηκαν σαφείς ενδείξεις υπαλμύρυνσης στις γεωτρήσεις Κ-7 και Κ-5, που βρίσκονται πιά κοντά στην πηγή του Αλμυρού.

Από τα στοιχεία της στάθμης και θερμοκρασίας, που παρατέθηκαν πιά πάνω, βγαίνει το συμπέρασμα ότι το νερό των γεωτρήσεων της Κέρης μοιάζει πολύ με το νερό του υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου. Φαίνεται ότι ο ορίζοντας αυτός αποτελεί την προς βορρά προέκταση του ορίζοντα της Τυλίσου.

6.5. Η πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου.

6.5.1. Περιγραφή της πηγής.

Η πηγή του Αλμυρού εμφανίζεται στην βάση της απόκρημνης ασβεστολιθικής πλαγιάς του ρήγματος του Αλμυρού, το οποίο διαχωρίζει το ύψωμα της Κέρης από την νεογενή λεκάνη του Ηρακλείου. Η πηγή ευρίσκεται 8 χλμ. ανατολικά του Ηρακλείου και 1 χλμ. περίπου από την παραλία.

Το νερό αναβλύζει μέσα από ένα κατακόρυφο χωανοειδές άνοιγμα, διαμέτρου 50 μ. περίπου. Σε περιόδους υψηλών παροχών εμφανίζεται μία δευτερεύουσα έξοδος νερού, στην πλευρά των βράχων, που ονομάζεται "βενετικό σπήλαιο ή παράθυρο".

Το επίπεδο του νερού βρισκόταν μέχρι το 1977 σε υψόμετρο 2 - 3 μ. και ερυθμίζετο από ένα μικρό φράγμα. Μετά το 1977, το μεγάλο φράγμα επιτρέπει την ρύθμιση της στάθμης σε υψόμετρο μεταξύ 3 και 10 μ. περίπου.

Η παροχή της πηγής σε υφάλμυρο νερό κυμαίνεται μεταξύ 3,5 και 50 κ.μ./δλπ. Το νερό είναι υφάλμυρο κατά την μεγαλύτερη περίοδο του έτους, λόγω ανάμιξης του νερού του υδροφόρου ορίζοντα με νερό της θάλασσας.

6.5.2. Λεκάνη τροφοδοσίας της πηγής του Αλμυρού.

Η έκταση της λεκάνης τροφοδοσίας της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου ανέρχεται σε 200 τετ.χλμ. Μέσα στην έκταση αυτή περιλαμβάνεται φυσικά και το υποσύστημα της Τυλλίσου και της Κέρης.

Όπως αναφέρθηκε στις παρ. 6.3.3. και 6.4. η θερμοκρασία του νερού των υδροφόρων οριζόντων Τυλλίσου και Κέρης είναι σταθερή 19 - 20 °C, ενώ του Αλμυρού είναι μεταβαλλόμενη μεταξύ 14 - 16 °C. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι το νερό των υδροφόρων οριζόντων Τυλλίσου - Κέρης, πριν φθάσει στην πηγή του Αλμυρού, αναμιγνύεται με μεγάλες ποσότητες ψυχρότερου νερού, έτσι ώστε το προκύπτον μίγμα να έχει την παρατηρούμενη στην πηγή θερμοκρασία.

Το ψυχρότερο νερό πρέπει να ανήκει σε ένα υδροφόρο ορίζοντα του Ψηλορείτη, που έχει θερμοκρασία 13,5 έως 14,0 °C και παροχή περίπου 2,5 έως 4,5 φορές μεγαλύτερη από την παροχή του ορίζοντα της Τυλλίσου - Κέρης, ώστε από την ανάμιξη να προκύπτει το νερό της πηγής του Αλμυρού. Ο ευρύτερος αυτός ορίζοντας, ονομάζεται στην παρούσα μελέτη **υδροφόρος ορίζων της 'Ιδης** και περιλαμβάνεται στο **καρστικό υποσύστημα της 'Ιδης**.

Το καρστικό υποσύστημα της 'Ιδης, εκτός του ότι έχει μεγαλύτερη λεκάνη τροφοδοσίας από το σύστημα της Τυλλίσου (περίπου 160 τετ.χλμ. έναντι 40 τετ.χλμ. της Τυλλίσου, όπως προκύπτει από τις παραπάνω αναλογίες), εμφανίζει και ταχύτερη κυκλοφορία. Έτσι, στην διάρκεια του έτους το νερό της 'Ιδης παρουσιάζει διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του, που είναι έκδηλες στην πηγή του Αλμυρού, κατά την εποχή τήξης των χιονιών του Ψηλορείτη.

Ο ορίζοντας της 'Ιδης, με την χαμηλή θερμοκρασία νερού, δεν έχει εντοπισθεί μέχρι σήμερα από τις γεωτρήσεις, που έχουν κατασκευασθεί στην περιοχή Τυλλίσου - Κέρης. Είναι πολύ πιθανό να βρίσκεται σε μεγάλο βάθος και να περιέχεται μέσα στους πλακώδεις ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης, που υπόκεινται των ασβεστολίθων της ζώνης της Τρίπολης και των φυλλιτών.

Όμως εμμέσως η ύπαρξη του ορίζοντα της 'Ιδης επιβεβαιώνεται από την ανωμαλία (υπερύψωση στο διπλάσιο απόλυτο υψόμετρο) της πιεζομετρίας στην περιοχή των γεωτρήσεων AGRIDEV-1, T-23 και Τυλλίσου 1/1985 (βλέπε παρ. 6.3.2.6.).

Κατά την γνώμη του μελετητή της παρούσης μελέτης, στην περιοχή της γεώτρησης AGRIDEV-1, το νερό του υδροφόρου ορίζοντα της Ίδης εισβάλλει στον υδροφόρο ορίζοντα της Τυλίσου, προερχόμενο από μεγάλο βάθος, που δεν έχει ακόμη ερευνηθεί από τις γεωτρήσεις.

Εάν υποθεθεί ότι ο υδροφόρος ορίζοντας της Ίδης αναπτύσσεται μέσα στα μάρμαρα της Ιονίου ζώνης, τότε αυτό σημαίνει ότι στην περιοχή αυτή, το νερό του ορίζοντα της Ίδης, έχοντας μεγάλη πίεση, κατορθώνει να περάσει μέσα από το φυλλιτικό στρώμα, που αποτελεί το υπόβαθρο των ασβεστολίθων της ζώνης της Τρίπολης, και να εισχωρήσει στον ορίζοντα της Τυλίσου. Η δίοδος μέσα από το φυλλιτικό στρώμα είναι πιθανόν να έχει διευκολυνθεί, είτε από το γεγονός ότι οι φυλλίτες έχουν πολύ μικρό πάχος στην περιοχή, είτε από την παρουσία κάποιου ρήγματος (π.χ ρήγμα Τυλίσου ή ρήγμα Κουμπέδων).

Μετά την ανάμιξη του ψυχρού νερού της Ίδης με το θερμό νερό της Τυλίσου, το μίγμα ακολουθεί πορεία βορειοανατολική και μετά από διαδρομή 2,5 χλμ. φθάνει στην πηγή του Αλμυρού. Η διαδρομή αυτή πρέπει να γίνεται σε μεγάλο βάθος, πιθανώς από ένα περιορισμένο αριθμό αγωγών μεγάλης διατομής.

Η περιγραφή των παραπάνω φαινομένων αποκτά ιδιαίτερη σπουδαιότητα εάν συσχετισθεί με τον μηχανισμό υπαλμύρυνσης της πηγής του Αλμυρού, διότι εάν αποδειχθεί ότι το ψυχρό νερό της Ίδης είναι συγχρόνως και το υπάλμυρο, που τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού, τότε εξηγείται πλήρως η συμπεριφορά του Αλμυρού. Όμως γίνεται πλέον σαφής ο κίνδυνος υπαλμύρυνσης, που διατρέχουν οι γεωτρήσεις Τυλίσου και Κέρης, εάν δεν ελεγχθούν κατάλληλα οι αντλήσεις.

6.5.3. Μέγιστες τιμές αλατότητας κατά το τέλος της περιόδου στείρευσης.

Η πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου παρακολουθείται συστηματικά από το Υπ. Γεωργίας (από το 1968) και από το ΙΓΜΕ (από το 1979). Τα στοιχεία αυτά συγκεντρώθηκαν από τον μελετητή Κ. ΜΠΕΖΕ το 1983 και 1985 και χρησιμοποιήθηκαν σε έρευνες εκείνης της εποχής (βλέπε παρ. 2.11. και 2.12.). Μετά το 1981 οι μετρήσεις υπαίθρου έχουν ληφθεί από τον μελετητή.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις αυτές, φαίνεται ότι η αλατότητα του νερού της πηγής είναι μικρή κατά τον χειμώνα και αυξάνει προοδευτικά το καλοκαίρι και φθάνει στην υψηλότερη τιμή της, κατά τον Σεπτέμβριο. Η μέγιστη αυτή τιμή αλατότητας διαφέρει από έτος σε έτος, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Ετος	Cl-	Χρονιά	:	Ετος	Cl-	Χρονιά
1968	4300	Κανονική	:	1981	4200	Κανονική
1969	3800	Βροχερή	:	1982	3600 *	Κανονική
1970	5320	Πολύ Ξηρή	:	1983	4300	Κανονική
1971	5000	Κανονική	:	1984	4400	Κανονική
1972	5000	Ξηρή	:	1985	4150	Υγρή
1973	5000	Κανονική	:	1986	5000	Ξηρή
1974	5780	Πολύ Ξηρή	:	1987	3400 *	Κανονική
1975	5430	Κανονική	:	1988	4400	Κανονική
1976	4470	Κανονική	:	1989	5200	Πολύ Ξηρή
1977	4800 *	Πολύ Ξηρή	:	1990	5400 *	Πολύ Ξηρή
1978	3600 *	Πολύ υγρή	:	1991	5600	Κανονική
1979	4600 *	Κανονική	:	1992	5000 *	Κανονική
1980	4550	Κανονική	:	1993	-	Ξηρή

Στον παραπάνω πίνακα αναφέρεται επίσης το είδος της χρονιάς από απόψεως βροχοπτώσεων και σημειώνονται με αστερίσκο οι χρονιές κατά τις οποίες η στάθμη της λίμνης διατηρήθηκε σε επίπεδο υψηλότερο των 6 μ. Κατά τις υπόλοιπες χρονιές η στάθμη του νερού ήταν στο επίπεδο των 3 μ. περίπου.

Παρατηρείται ότι η αλατότητα του νερού κατά τον Σεπτέμβριο, δεν είναι σταθερή, αλλά είναι συνάρτηση των βροχοπτώσεων του προηγούμενου χειμώνα. Κατά τις υγρές χρονιές, κατά τις οποίες σημειώνονται υψηλότερες θερινές παροχές της πηγής, παρατηρούνται και σχετικώς χαμηλότερες αλατότητες.

Στο ίδιο πίνακα παρατηρείται επίσης ένα ήδη γνωστό φαινόμενο (ΜΠΕΖΕΣ 1983), δηλαδή ότι η ανύψωση της στάθμης της λίμνης προκαλεί μείωση της αλατότητας.

Εάν μία χρονιά είναι υγρή και συγχρόνως είναι ανυψωμένη η στάθμη της λίμνης, τότε η μείωση της αλατότητας οφείλεται και στα δύο αίτια. Δεν είναι όμως δυνατόν να εκτιμηθεί, απ'ευθείας, σε ποιο ποσοστό η πτώση της αλατότητας οφείλεται στις αυξημένες παροχές και σε ποιο ποσοστό οφείλεται στην ανύψωση της στάθμης της λίμνης. Π.χ. το 1978, η μειωμένη αλατότητα των 3650 ppm οφείλεται και στις αυξημένες παροχές αυτής της χρονιάς, όπως συνέβη και το 1969, αλλά και στην ανύψωση της στάθμης της λίμνης. Παρακάτω αναπτύσσεται η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε, ώστε να προσδιορισθεί χωριστά, η επίδραση των βροχοπτώσεων και της στάθμης της λίμνης στην διαμόρφωση της μέγιστης ετήσιας αλατότητας της πηγής του Αλμυρού.

Η μέγιστη αλατότητα εξαρτάται από την ένταση της υπαλμύρυνσης και αυτή με την σειρά της εξαρτάται από την ποσότητα του θαλασσινού νερού στην μονάδα του χρόνου, που εισβάλλει στον υδροφόρο ορίζοντα και αφού αναμιχθεί με το γλυκό νερό του τελευταίου, εξέρχεται αργότερα από την πηγή. Το σημείο του υδροφόρου ορίζοντα όπου γίνεται η ανάμιξη θαλασσινού - γλυκού νερού δεν είναι γνωστό, όμως μπορεί να υποτεθεί ότι απέχει μερικά χιλιόμετρα από την πηγή.

Επειδή η συγκέντρωση των χλωριόντων στην θάλασσα είναι σχεδόν σταθερή, η εισερχόμενη ποσότητα του θαλασσινού νερού μπορεί να υπολογισθεί από την μάζα των χλωριόντων. Εάν δεχθούμε ότι υπάρχει ισοζύγιο μάζας εισερχομένων και εξερχομένων χλωριόντων, τότε κάθε μεταβολή στην μάζα των εξερχομένων χλωριόντων θα οφείλεται σε ανάλογη μεταβολή του ρυθμού εισόδου του θαλασσινού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα. Φυσικά στην μελέτη του φαινομένου θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο χρόνος διαδρομής του αλμυρού νερού μέσα στο υδροφόρο στρώμα, από το σημείο ανάμιξης μέχρι την πηγή.

Σε ορισμένα υπάλυμα καρστικά συστήματα, η ποσότητα του εισερχόμενου στον υδροφόρο ορίζοντα θαλασσινού νερού εξαρτάται από την διαφορά φορτίων που υπάρχει μεταξύ θάλασσας και υδροφόρου ορίζοντα. Επειδή η στάθμη της θάλασσας είναι περίπου σταθερή, η ποσότητα του εισερχόμενου θαλασσινού νερού ρυθμίζεται σχεδόν αποκλειστικά από την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, δηλαδή ανύψωση της στάθμης προκαλεί μείωση της εισόδου της θάλασσας.

Εάν υποτεθεί ότι η πηγή του Αλμυρού ανήκει σ'αυτήν την κατηγορία των καρστικών συστημάτων, τότε πρέπει να αποδειχθεί ότι στο παρελθόν (κατά την περίοδο των υφισταμένων παρατηρήσεων) η είσοδος του θαλασσινού νερού εξαρτάτο από το φορτίο του υδροφόρου ορίζοντα που τροφοδοτεί την πηγή. Αντιθέτως, εάν αποδειχθεί, ότι οι μεταβολές των φορτίων δεν επηρέαζαν τον ρυθμό εισόδου του θαλασσινού νερού, τότε αυτό θα σημαίνει, ότι ο Αλμυρός δεν ανήκει σ'αυτόν τον τύπο των καρστικών συστημάτων.

Συγκρίνοντας μεταξύ τους τα στοιχεία διαφορετικών ετών, κατά τα οποία επικρατούσαν διαφορετικά φορτία στο υδροφόρο ορίζοντα, εξετάζεται εάν υπάρχει διαφορά στην παρατηρηθείσα μάζα των εξερχομένων από την πηγή χλωριόντων. Εάν, δεν υπάρχει σαφής συσχέτιση φορτίων και μάζας εξερχομένων χλωριόντων, τότε

πρέπει να γίνει δεκτό, ότι η ποσότητα του εισερχομένου στον υδροφόρο ορίζοντα θαλασσινού νερού δεν εξαρτάται από τις διακυμάνσεις των φορτίων.

Στο παρελθόν, όπως και σήμερα, τα φορτία του υδροφόρου ορίζοντα διέφεραν από Σεπτέμβριο σε Σεπτέμβριο, απ' ενός λόγω διαφορετικής ετήσιας φυσικής αναπλήρωσης του συστήματος και απ' ετέρου λόγω ρύθμισης του επιπέδου ανάβλυσης της πηγής σε διαφορετικό υπόμετρο. Δύο χρονιές με παρόμοιες βροχοπτώσεις, αλλά διαφορετική στάθμη εξόδου, θα πρέπει να είχαν διαφορετικά φορτία υδροφόρου ορίζοντα. Επίσης διαφορετικά φορτία θα πρέπει να είχαν δύο χρονιές με άνισες βροχοπτώσεις αλλά παρόμοιες στάθμες εξόδου.

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω και παρατηρώντας την μάζα των εξερχομένων χλωριόντων σε συνδυασμό με τις ετήσιες βροχοπτώσεις και την στάθμη της λίμνης, είναι δυνατόν να δειχθεί εάν και κατά πόσον η μεταβολή των φορτίων του υδροφόρου ορίζοντα επηρεάζει την υφαλμύρυνση της πηγής του Αλμυρού.

Στον πίνακα, που παρατίθεται πιο κάτω, αναφέρεται η μάζα των εξερχομένων χλωριόντων, για κάθε Σεπτέμβριο της περιόδου 1968 - 1992. Παρατηρείται ότι η εξερχόμενη μάζα των χλωριόντων δεν είναι σταθερή, αλλά μεταβάλλεται από έτος σε έτος. Αυτό φυσικά σημαίνει ότι από έτος σε έτος υπάρχουν μεταβολές στον ρυθμό εισόδου του θαλασσινού νερού.

Ετος	Cl- ppm	Q κμ/δλπ	M χλγρ/δλπ	Χρονιά	Ετος	Cl- ppm	Q κμ/δλπ	M χλγρ/δλπ	Χρονιά
1968	4300	4.9	21,070	Κανονική	1981	4200	4,3	18,060	Κανονική
1969	3800	4.6	17,480	Βροχερή	*1982	3600	4,4	15,840	Κανονική
1970	5320	4.1	21,812	Πολύ Ξηρή	1983	4300	4,2	18,060	Κανονική
1971	5000	4.0	20,000	Κανονική	1984	4400	4,3	18,920	Κανονική
1972	5000	4.1	20,500	Ξηρή	1985	4150	4,6	19,090	Πολύ υγρή
1973	5000	4.0	20,000	Κανονική	1986	5000	3,8	19,000	Ξηρή
1974	5780	4.1	23,698	Πολύ Ξηρή	*1987	3400	3,5	11,900	Κανονική
1975	5430	4.1	22,263	Κανονική	1988	4400	4,8	21,120	Κανονική
1976	4470	4.9	21,903	Κανονική	1989	5200	4,3	22,360	Πολύ Ξηρή
*1977	4800	4.0	19,200	Πολύ Ξηρή	*1990	5400	3,5	18,900	Πολύ Ξηρή
*1978	3650	4.5	16,425	Πολύ υγρή	1991	5600	3,3	18,480	Κανονική
*1979	4600	4,0	18,400	Κανονική	*1992	5000	3,5	17,500	Κανονική
1980	4550	4,2	19,110	Κανονική	1993	-	-	-	Ξηρή

Για να ελεγχθεί εάν οι μεταβολές φορτίων επιφέρουν μεταβολές στον ρυθμό διείσδυσης του θαλασσινού νερού, επελέγησαν από τον παραπάνω πίνακα χρονιές με παρόμοιες βροχοπτώσεις και διαφορετικές στάθμες εξόδου. Η προσεκτική παρατήρηση του πίνακα δείχνει τα εξής:

Μετά το 1977, χρονιά κατασκευής του φράγματος, ελαττώθηκε γενικώς κατά 5 - 10% η μάζα των χλωριόντων. Αυτό οφείλεται στο ότι ανυψώθηκε μόνιμα, λόγω της κατασκευής του φράγματος, η ελάχιστη στάθμη της λίμνης από τα 2 μ. στα 3 μ. περίπου. Εξαιρέση παρουσιάζεται μόνο μετά το 1987, αυτό όμως μπορεί να οφείλεται στην διατάραξη των υδρογεωλογικών συνθηκών, που προκλήθηκε από το πείραμα ανύψωσης της στάθμης του 1987.

Κατά τα πρώτα πειράματα ανύψωσης της στάθμης της λίμνης, που έγιναν τις χρονιές 1977, 1978 και 1979, παρατηρείται μικρή, αλλά σαφής μείωση της παροχής των χλωριόντων. Η χρονιά 1977 πρέπει να συγκριθεί με το 1989, που ήταν πολύ Ξηρή χρονιά. Η χρονιά 1978 συγκρίνεται με την χρονιά 1985 (πολύ υγρές χρονιές). Τέλος η χρονιά 1979, με κανονικές βροχοπτώσεις, πρέπει να συγκριθεί με τις χρονιές 1980 και 1981.

Κατά το 1982 η στάθμη διατηρήθηκε επί ένα έτος σχεδόν σταθερή, σε ύψος 6 μ. Παρατηρείται σαφής μείωση της παροχής των χλωριόντων, τα οποία από 19 χλγρ./δλπ. γίνονται περίπου 16 χλγρ./δλπ. Δηλαδή από σχετική ανύψωση στάθμης 3 μ. (από τα 3 μ. στα 6 μ.) επήλθε μείωση της παροχής χλωριόντων κατά 3 χλγρ./δλπ.

Κατά το πείραμα του 1987 η σχετική ανύψωση ήταν 7 μ. (από τα 3 μ. στα 10 μ.) και η μείωση της παροχής των χλωριόντων από 19 χλγρ./δλπ. σε 12 χλγρ./δλπ., δηλαδή επήλθε μείωση της παροχής των χλωριόντων κατά 7 χλγρ./δλπ.

Κατά το 1990 η στάθμη διατηρήθηκε στα 6 μ. (σχετική ανύψωση 3 μ.) και η παροχή χλωριόντων, συγκρινόμενη με αυτήν του 1989 (πολύ ξηρές χρονιές) μειώθηκε περίπου από 22 χλγρ./δλπ. σε 19 χλγρ./δλπ. (σχετική μείωση 3 χλγρ./δλπ.).

Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα, ότι όταν η στάθμη εξόδου της πηγής παραμένει σταθεροποιημένη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, τότε ανύψωση κατά 1 μ. της στάθμης της λίμνης μειώνει κατά 1 χλγρ./δλπ. την παροχή χλωριόντων, κατά τον μήνα Σεπτέμβριο.

Η μέγιστη παροχή χλωριόντων παρατηρήθηκε το 1974 (πολύ ξηρή χρονιά) με 24 χλγρ./δλπ. περίπου. Με βάση το παραπάνω συμπέρασμα, θα χρειαζόταν 24 μ. ανύψωση της στάθμης για να γίνει γλυκό το νερό. Εάν την εποχή εκείνη η στάθμη της λίμνης ήταν στο επίπεδο των 3 μ., τότε το απαιτούμενο ύψος θα ήταν 27 μ. Το ίδιο συμπέρασμα ισχύει και σήμερα: εάν η στάθμη της λίμνης ανυψωθεί και παραμείνει σε ύψος 27 μ., τότε η παροχή των χλωριόντων θα μηδενισθεί.

Στο ίδιο συμπέρασμα είχε καταλήξει ο Κ. ΜΠΕΖΕΣ το 1983, αλλά με άλλη μέθοδο, δηλαδή με την επεξεργασία μετρήσεων, που ελήφθησαν πριν και μετά από κάθε πείραμα ανύψωσης (παρ. 2.11.).

Από την παραπάνω ανάλυση, που έγινε με βάση τα δεδομένα μέγιστης αλατότητας, που παρατηρείται κατά το τέλος του καλοκαιριού, είναι δυνατόν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η είσοδος του θαλασσινού νερού επηρεάζεται από τα φορτία του υδροφόρου ορίζοντα, τουλάχιστον για την δεδομένη περίπτωση, δηλαδή όταν τα φορτία εφαρμόζονται για μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. καθ'όλην την διάρκεια του καλοκαιριού).
- Το σημείο εισόδου του θαλασσινού νερού βρίσκεται μέσα στην ζώνη του υδροφόρου ορίζοντα, που επηρεάζεται από τις μεταβολές της στάθμης της λίμνης. Έχει παρατηρηθεί, ότι οι μεταβολές αυτές γίνονται αισθητές σε μεγάλη απόσταση προς το εσωτερικό του συστήματος, τουλάχιστον μέχρι την περιοχή της Τυλίσου. Συνεπώς το σημείο εισόδου του θαλασσινού νερού μπορεί να βρίσκεται μέσα στην ζώνη αυτή ή μακρύτερα.
- Οι μεταβολές των φορτίων έλαβαν χώραν μέσα στον ορίζοντα της Τυλίσου, αλλά είναι δυνατόν να μεταδόθηκαν και σε άλλους υδροφόρους ορίζοντες, που τροφοδοτούν την πηγή του Αλμυρού, εφόσον η διάρκεια εφαρμογής των φορτίων ήταν αρκετά μεγάλη.

Η ύπαρξη των άλλων οριζόντων είναι βέβαια, δεδομένου ότι το νερό της πηγής του Αλμυρού διαφέρει στην θερμοκρασία από τα νερά των υδροφόρων οριζόντων Τυλίσου - Κέρης. Όμως, από την παραπάνω ανάλυση φορτίων - μάζας χλωριόντων δεν είναι δυνατόν να προσδιορισθεί σε ποιόν από τους υδροφόρους ορίζοντες εισβάλλει το θαλασσινό νερό.

6.5.4. Ημερήσιες διακυμάνσεις των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του νερού στην πηγή του Αλμυρού.

Στην μελέτη F.A.O. (1972) υποστηρίζεται για πρώτη φορά, ότι η τροφοδοσία του συστήματος γίνεται με σύνθετο τρόπο, σαν να συνυπάρχουν δύο διαφορετικά δίκτυα κυκλοφορίας μέσα στο κάρστ, ένα υψηλής ταχύτητας κυκλοφορίας και ένα χαμηλής ταχύτητας. Διατυπώνεται η άποψη, ότι οι γεωτρήσεις (ελάχιστες την εποχή εκείνη) στην περιοχή της Τυλίσου συνάντησαν μόνο το δίκτυο αργής κυκλοφορίας, και ότι το δίκτυο αυτό περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό των αποθεμάτων. Από την ανάλυση του υδρογραφήματος διατυπώθηκε επίσης το συμπέρασμα, ότι πρέπει να υπάρχει και τρίτη συνιστώσα τροφοδοσίας της πηγής, η επιφανειακή απορροή, η οποία συνεισφέρει το 25% της παροχής της πηγής.

Οι παρατηρήσεις αυτές στηρίχθηκαν την εποχή εκείνη στην ανάλυση του υδρογραφήματος των μηνιαίων παροχών, το οποίο είναι πράγματι σύνθετο από υδροδυναμικής απόψεως. Όμως το φαινόμενο αυτό ερμηνεύθηκε σαν οφειλόμενο σε δύο διαφορετικά δίκτυα αγωγών, δημιουργημένων μέσα στην ίδια ασβεστολιθική μάζα, δηλαδή την μάζα των ασβεστολίθων της Τρίπολης. Όπως θα δειχθεί παρακάτω, στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν τα δίκτυα αυτά, αλλά το σύνθετο υδρογράφημα προέρχεται από την ταυτόχρονη εκφόρτιση από την πηγή του Αλμυρού δύο ανεξαρτήτων υδροφόρων οριζόντων, της Τυλίσου και της Ίδης.

Οι απόψεις περί συνθέτου υδρογραφήματος ενισχύθηκαν αργότερα από τις ισοτοπικές αναλύσεις του νερού της πηγής, που έδειξαν ότι τον χειμώνα στην πηγή εμφανίζεται μία ποσότητα νερού, της οποίας η ισοτοπική σύσταση είναι παρόμοια με την σύσταση του νερού της βροχής. Αυτό εσήμαινε, ότι νερά της βροχής (ή επιφανειακά νερά) εμφανίζονται ταχύτερα στην πηγή, μετά από κάθε βροχόπτωση. Σαν επιβεβαίωση των παραπάνω αναφέρεται και η παρατήρηση, ότι σε περίοδο πλημμυρών εμφανίζεται στην πηγή μεγάλη ποσότητα αργίλου.

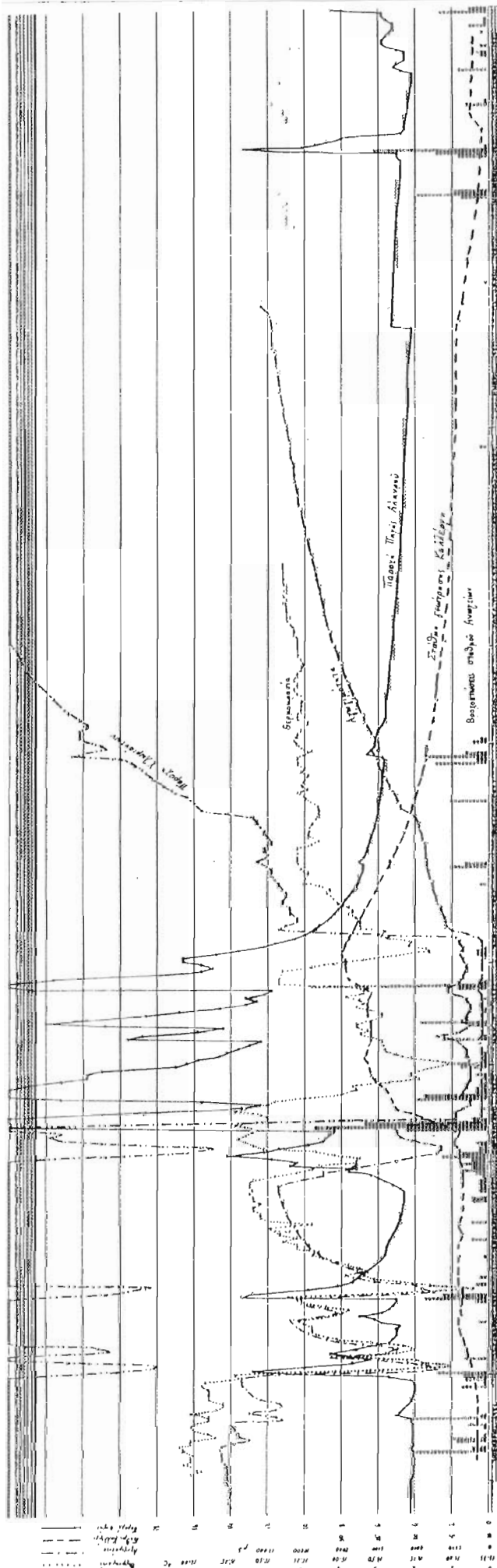
Οποσδήποτε, η λεπτομερής λειτουργία ενός συστήματος, για το οποίο υπήρχαν βάσιμες υποψίες ότι ήταν περισσότερο πολύπλοκο, απ'ότι αρχικά φαινόταν, δεν ήταν δυνατόν να καταγραφεί με τα υπάρχοντα την εποχή εκείνη μέσα. Ακόμη και σήμερα ένα τέτοιο εγχείρημα φαίνεται αρκετά δύσκολο.

Παρ'όλα αυτά, τον Οκτώβριο 1981 το ΙΓΜΕ εγκατέστησε ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής της στάθμης, της αγωγιμότητας και της θερμοκρασίας στην πηγή του Αλμυρού, καθώς και βροχόμετρο. Οι μετρήσεις ελαμβάνοντο ανά μισή ώρα. Από τις προσωπικές παρατηρήσεις του Κ. ΜΠΕΖΕ, ο οποίος επέβλεπε το έργο του ΙΓΜΕ εκείνη την εποχή, έγινε δυνατόν να κατασκευασθεί το διάγραμμα της Εικόνας 9. για την περίοδο Οκτωβρίου 1981 - Οκτωβρίου 1982.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο χειμώνας 1981-82 ήταν πολύ βροχερός και η στιγμιαία παροχή του Αλμυρού ξεπέρασε τα 50 κ.μ./δλπ. Το νερό παρέμεινε γλυκό για μία περίοδο 2 μηνών περίπου. Η στάθμη διατηρήθηκε επί ένα έτος στο επίπεδο των 6 μ. περίπου, πράγμα που σημαίνει ότι η δίοδια της πηγής και των υδροφόρων οριζόντων που την τροφοδοτούν δεν επηρεάστηκε από τις διακυμάνσεις των φορτίων στην έξοδό της.

Στο διάγραμμα της Εικόνας 9. υπάρχουν πέντε καμπύλες. Οι κλίμακες σχεδίασης είναι οι εξής:

Παροχή	0	- 26 κ.μ./δλπ.
Παροχής χλωριόντων	0	- 13 χλγρ./δλπ.
Θερμοκρασία	13,75	- 16,00 °C.
Αγωγιμότητα	0	- 14000 μS/cm.
Στάθμη γεώτρ. Καλλέργη	10,0	- 30,0 μ. (απόλυτο)



Εικόνα 9.

Διάγραμμα παροχής, αγωγιμότητας, θερμοκρασίας και παροχής χλωριόντων της πηγής Αλμυρού και στάθμης γεώτρησης Καλλέρχη, περίοδο 1981-82.

Η προσεκτική εξέταση του διαγράμματος, σε συνδυασμό και με τις βροχοπτώσεις, που σημειώθηκαν στον σταθμό Ανωγείων και δεν σχεδιάσθηκαν στο διάγραμμα αυτό, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συμπεριφορά της πηγής αλλάζει στην διάρκεια του υδρολογικού έτους.

Η περίοδος μεταξύ Οκτωβρίου 1981 και Οκτωβρίου 1982 μπορεί να χωριστεί σε τρεις υποπεριόδους: α. την περίοδο πριν από τον Φεβρουάριο 1982, β. την περίοδο Φεβρουαρίου - Μαρτίου 1982 και γ. την περίοδο μετά τον Απρίλιο 1982. Βασικό χαρακτηριστικό της β. περιόδου είναι το γεγονός ότι η παροχή χλωριόντων παραμένει μονίμως σε τιμές κάτω από 1,0 χλγρ./δλπ.

Οι τρεις περίοδοι μπορούν να ονομαστούν αντίστοιχα: **φθινοπωρινή, χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδος**. Οι ονομασίες αυτές είναι ενδεικτικές και δεν πρέπει να συνδέονται με τις πραγματικές εποχές του έτους.

Όπως αποδεικνύεται σε επόμενη παράγραφο, η εμφάνιση των τριών υποπεριόδων (τόσο χρονικά, όσο και σε ένταση) εξαρτάται από τον τρόπο επαναπλήρωσης των συστημάτων, που τροφοδοτούν την πηγή του Αλμυρού, δηλαδή των **επιφανειακών νερών και των οριζόντων Τυλίσου και Ίδης**. Για τον λόγο αυτό είναι δυνατόν σε ένα υδρολογικό έτος, ορισμένες από τις παραπάνω υποπεριόδους να μη διακρίνονται, ή κάποιες από αυτές να παρατηρούνται περισσότερες από μία φορές.

Κατά καλή σύμπτωση, η χρονιά 1981 - 1982, κατά την οποία τοποθετήθηκαν στον Αλμυρό τα σχετικά όργανα, ήταν εξαιρετικά βροχερή και με χιόνια. Έτσι τα παρατηρηθέντα φαινόμενα ήταν αρκετά έντονα, επισημάνθηκαν και διαχωρίστηκαν. Παρόμοιες συνθήκες επαναλαμβάνονται κάθε δέκα χρόνια, πράγμα που δεν διευκολύνει, φυσικά, την υδρογεωλογική έρευνα.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των τριών περιόδων του διαγράμματος είναι τα εξής:

α. Φθινοπωρινή περίοδος.

Η στάθμη στην γεώτρηση Καλλέργη παραμένει σταθερή, παρά τις βροχοπτώσεις που πέφτουν. Αυτό δείχνει ότι οι βροχές αυτές δεν τροφοδοτούν αισθητά τον υδροφόρο ορίζοντα της Τυλίσου. Οι παρατηρούμενες αυξομειώσεις της παροχής της πηγής δεν οφείλονται σε τροφοδοσία, που σχετίζεται με τον ορίζοντα της Τυλίσου, αλλά σε νερά προερχόμενα από επιφανειακές λεκάνες.

Κάθε φορά που σημειώνεται ισχυρή βροχοπτώση, η παροχή αυξάνει απότομα και έπειτα από 9 ώρες περίπου, μειώνονται συγχρόνως η θερμοκρασία και η αγωγιμότητα του νερού της πηγής. Η μάζα των χλωριόντων μειώνεται από 20 χλγρ./δλπ. σε 8 χλγρ./δλπ. περίπου.

Αφού παρέλθει διάστημα 2 ημερών από την στιγμή που σημειώνεται το μέγιστο της βροχοπτώσης, η παροχή της πηγής μειώνεται απότομα, ενώ συγχρόνως αρχίζουν να αυξάνουν η αγωγιμότητα και η θερμοκρασία, καθώς και η μάζα των χλωριόντων. Δηλαδή τα διάφορα μεγέθη τείνουν να λάβουν τις τιμές που είχαν πριν να πέσει η βροχή.

β. Χειμερινή περίοδος.

Η στάθμη της γεώτρησης Καλλέργη αρχίζει να ανέρχεται. Από την στιγμή αυτή ο ορίζοντας της Τυλίσου τροφοδοτεί με αυξημένες ποσότητες νερού την πηγή του Αλμυρού.

Η παροχή αυξάνει απότομα και παραμένει συνεχώς μεγαλύτερη από 10 κ.μ./δλπ. Παραδόξως η θερμοκρασία του νερού δεν μειώνεται, αλλά αυξάνει κάθε φορά που θα σημειωθεί νέα έντονη βροχόπτωση, ενώ αργότερα, δηλαδή 10 - 20 ημέρες μετά το τέλος της κάθε βροχόπτωσης, μειώνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Η αγωγιμότητα κυμαίνεται γύρω στα 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και η μάζα των χλωριόντων πέφτει κάτω από 1 χλγρ./δλπ. με σαφείς τάσεις να αυξηθεί κάθε φορά που η παροχή της πηγής πέφτει κάτω από 12 κ.μ./δλπ. Οι αυξομειώσεις της μάζας των χλωριόντων δεν συσχετίζονται χρονικά με την στάθμη της γεώτρησης Καλλέργη, αλλά μόνο με τις παροχές. Αυτό σημαίνει ότι η παροχή χλωριόντων συνοδεύει τις μεταβολές της παροχής της πηγής, αλλά όχι και τις μεταβολές των φορτίων στον ορίζοντα της Τυλίσου. Συνεπώς τόσο τα χλωριόντα όσο και οι παροχές εξαρτώνται περισσότερο από τα φορτία σε άλλους υδροφόρους ορίζοντες, εκτός Τυλίσου.

Εάν συμβεί να παρέλθει διάστημα 20 ημερών περίπου, χωρίς να σημειωθεί νέα σημαντική βροχόπτωση, η παροχή της πηγής πέφτει κάτω από 10 κ.μ./δλπ.

γ. Καλοκαιρινή περίοδος.

Μόλις η παροχή πέσει κάτω από 10 κ.μ./δλπ. και ενώ η στάθμη στην γεώτρηση Καλλέργη ευρίσκεται στο ανώτατο σημείο της (+30 μ . περίπου), αυξάνεται απότομα η μάζα των χλωριόντων και γίνεται 5 χλγρ./δλπ, σε διάστημα 2 ημερών. Η μάζα των χλωριόντων σταθεροποιείται σχεδόν στην τιμή αυτή επί ένα μήνα περίπου (κατά τον Απρίλιο) και μετά συνεχίζει να ανέρχεται προοδευτικά, χωρίς να επηρεάζεται από τις εαρινές βροχές.

Η θερμοκρασία του νερού αυξάνει επίσης, αλλά πιο αργά από την μάζα των χλωριόντων, και σταθεροποιείται περίπου στους 15,25 °C, ένα μήνα μετά την έναρξη της καλοκαιρινής περιόδου, με σαφείς τάσεις να αυξηθεί περαιτέρω στην διάρκεια του καλοκαιριού.

Εκτός από τις παραπάνω παρατηρήσεις σημειώθηκε και το εξής φαινόμενο:

Κατά το τέλος του Σεπτεμβρίου 1982 ανοίχθηκαν τα θυροφράγματα του φράγματος του Αλμυρού και η στάθμη της λίμνης έπεσε από τα 6 μ . στα 3 μ . περίπου. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να πέσει προοδευτικά η στάθμη της γεώτρησης Καλλέργη από τα 14,5 μ . στα 11,5 μ . σε χρονικό διάστημα ενός μηνός περίπου. Αποδείχθηκε έτσι η άμεση υδραυλική επικοινωνία, που υπάρχει μεταξύ πηγής Αλμυρού και υδροφόρου ορίζοντα της Τυλίσου, παρά το γεγονός ότι η επικοινωνία αυτή δεν φαίνεται όταν γίνονται απότομες αλλαγές της παροχής της πηγής.

6.5.5. Κρίσιμη παροχή έναρξης της υπαλμύρυνσης.

Στην πηγή του Αλμυρού, μετά από μία περίοδο υψηλών παροχών, στην διάρκεια της οποίας το νερό είναι γλυκό, ακολουθεί μία περίοδος συνεχούς αύξησης των χλωριόντων, με παράλληλη πτώση της παροχής, εάν βεβαίως δεν έχουν σημειωθεί νέες βροχοπτώσεις.

Σε παλαιότερες μελέτες θεωρήθηκε, ότι ο υδροφόρος ορίζοντας που τροφοδοτεί την πηγή είναι ένας και μόνον και έγινε προσπάθεια να συσχετισθεί η στιγμιαία έναρξη της υπαλμύρυνσης στην πηγή, με κάποια κατάσταση εσωτερικών φορτίων του συστήματος. Φυσικά, θεωρήθηκε ότι μεταξύ των ζητούμενων φορτίων και της παροχής της πηγής υπήρχε άμεση σχέση.

Έτσι έγιναν προσπάθειες να συσχετισθεί η παροχή με την αλατότητα του νερού, και μάλιστα για την κρίσιμη στιγμή της έναρξης εμφάνισης του αλμυρού νερού. Παρακάτω αναφέρονται μερικά στοιχεία για το θέμα αυτό.

Η μελέτη του F.A.O. (1972) βασίσθηκε σε ελάχιστες μετρήσεις της περιόδου 1968 - 1969, με αποτέλεσμα να μην έχει διευκρινισθεί εάν και κατά πόσο η έναρξη της υπαλμύρυνσης σχετίζεται με κάποια ορισμένη παροχή. Παρ'όλα αυτά, είχε γίνει τότε δεκτό, ότι η κρίσιμη παροχή είναι 13 κ.μ./δλπ. Στην μελέτη F.A.O. (1968) είχε παρατηρηθεί, ότι υπάρχει μεγάλη ασάφεια γύρω από την τιμή αυτή, και ότι ήταν δυνατόν μία παροχή της τάξης των 18 κ.μ./δλπ. να μη κάνει γλυκό το νερό της πηγής.

Ο BREZNIK δέχθηκε σαν κρίσιμη παροχή την τιμή 14 κ.μ./δλπ. και μετά την αποτυχία του πειράματος του 1977 την αύξησε σε 17 κ.μ./δλπ. θέλοντας να δείξει ότι για να γίνει γλυκό το νερό της πηγής χρειάζεται να εφαρμοσθούν στην πηγή μεγαλύτερα φορτία από 10 μ.

Τα πειράματα ανύψωσης της στάθμης της λίμνης των ετών 1978, 1979 και 1987 συνοδεύθηκαν από λεπτομερέστερες παρατηρήσεις, που έδειξαν ότι η έναρξη της μόλυνσης, σε περίοδο στέρησης του συστήματος, γίνεται για παροχή γύρω στα 11 κ.μ./δλπ.

Σήμερα, καθώς διαφαίνεται, ότι η τροφοδοσία της πηγής είναι σύνθετη και ότι η παροχή της εξαρτάται από την συνεισφορά τόσο επιφανειακών νερών, όσο και νερών προερχομένων από τους υδροφόρους ορίζοντες της Τυλίσου και της Ίδης (χωρίς να αποκλείεται και η ύπαρξη άλλων), το παραπάνω πρόβλημα γίνεται πιο πολύπλοκο.

Είναι σαφές, ότι σε περιόδους, κατά τις οποίες παρατηρούνται ίσες παροχές στην πηγή, αντιστοιχούν διαφορετικές εσωτερικές καταστάσεις επαναπλήρωσης, φορτίων ή αποθεμάτων των παραπάνω συστημάτων. Δηλαδή, για ίσες συνολικές παροχές, το ποσοστό συμμετοχής κάθε συστήματος στην συνολική παροχή της πηγής μπορεί να αλλάζει στην διάρκεια του έτους.

Τό ίδιο θα ισχύει και για τα φορτία: σε δύο χρονικές στιγμές που παρατηρούνται ίσες παροχές στην πηγή, είναι δυνατόν να αντιστοιχεί διαφορετική κατανομή φορτίων μέσα στους υδροφόρους ορίζοντες. Έχει αποδειχθεί όμως, ότι ο ρυθμός της υπαλμύρυνσης εξαρτάται από τα φορτία και συνεπώς αφού η συνολική παροχή δεν εκφράζει με ακρίβεια την κατάσταση των φορτίων, για τον ίδιο λόγο δεν μπορεί να συνδεθεί και με τον ρυθμό υπαλμύρυνσης και ιδιαίτερα με την στιγμιαία έναρξη της υπαλμύρυνσης.

6.5.6. Ο μηχανισμός τροφοδοσίας και υπαλιμύρυνσης της πηγής του Αλμυρού.

Όπως αναφέρθηκε στην παρ. 6.5.2. το νερό της πηγής του Αλμυρού έχει θερμοκρασία 14 - 16 °C, ενώ στον υδροφόρο ορίζοντα της Τυλίσου, που αναπτύσσεται μέσα σε ασβεστόλιθους της ζώνης της Τρίπολης, παρατηρήθηκε σταθερή θερμοκρασία νερού 19 - 20 °C.

Η θερμοκρασία των 14 - 16 °C της πηγής του Αλμυρού είναι ελαφρά υψηλότερη από την συνηθισμένη θερμοκρασία των πηγών της Κρήτης που τροφοδοτούνται από υψηλά όρη με χιονοπτώσεις κατά τον χειμώνα. Ενδεικτικά, στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται μερικές από τις θερμοκρασίες των πηγών (Ν.Ε.ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ - Απογραφή των Καρστικών Πηγών της Ελλάδος - Κρήτη, ΙΓΜΕ, 1979).

Πηγή	Θερμοκρασία °C
Μαλαύρα Λασιθίου	16,5
Ψυχρό Λασιθίου	14,1
Κεφαλόβρυσο Καλαμαύκας	14,2
Αλμυρός Αγ. Νικολάου	14,8
Λουτράκι Βιάννου	13,6
Αλμυρός Ηρακλείου	15,9
Φοντάνα Γέργερης	14,0
Μάτι Ζαρού	13,6
Αλμυρή Πανόρμου	14,2
Κουρταλιώτη	14,0
Αλμυρός Γεωργιούπολης	14,8
Αρμένων	11,8
Στύλου	11,7
Αγιάς Χανίων	13,4

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται, ότι εκτός του υδροφόρου ορίζοντα Τυλίσου - Κέρης, υπάρχει και ο βαθύς και ψυχρός ορίζοντας της Ίδης, που τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού.

Όπως αναφέρθηκε ήδη στην παρ. 6.5.2. το σημείο ανάμιξης των νερών των υδροφόρων οριζόντων Τυλίσου και Ίδης είναι πολύ πιθανό να βρίσκεται στην περιοχή που απέχει 2500 μ. νοτιοδυτικά του Αλμυρού, διότι στην ζώνη αυτή παρατηρείται σημαντική τοπική αύξηση των φορτίων, που δηλώνει είσοδο μεγάλων ποσοτήτων νερού προς τον ορίζοντα της Τυλίσου. Η εισβολή του νερού γίνεται εκ των κάτω και με μεγάλη πίεση.

Η μεγάλη πίεση που επικρατεί στον ορίζοντα της Ίδης και το μεγάλο βάθος στο οποίο βρίσκεται αυτός (αφού δεν έχει εντοπισθεί από γεωτρήσεις βαθούς μεγαλύτερου των 350 μ.), δείχνουν ότι ο ορίζοντας αυτός αναπτύσσεται μέσα στους πλακώδεις ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης. Το φυλλιτικό στρώμα που υπέρκειται των πλακωδών ασβεστολιθών, απομονώνει μεταξύ τους σε μεγάλο βαθμό τους ορίζοντες Ίδης και Τυλίσου και εγκλωβίζει τον υδροφόρο ορίζοντα της Ίδης. Το νερό του τελευταίου δεν μπορεί να διαφύγει προς την θάλασσα (βορείως του Αλμυρού) με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται στο εσωτερικό του ισχυρά σχετικώς φορτία.

Η μόνη διέξοδος που υπάρχει φαίνεται ότι βρίσκεται στην προαναφερθείσα ζώνη, όπου το νερό του ορίζοντα της Ίδης τροφοδοτεί εκ των κάτω τον ορίζοντα της Τυλίσου και κατ'επέκταση την πηγή του Αλμυρού. Η χαμηλή θερμοκρασία του νερού του ορίζοντα της Ίδης οφείλεται στο μεγάλο υψόμετρο της λεκάνης τροφοδοσίας. Υπενθυμίζεται ότι οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι εκτείνονται μέχρι τις κορυφές του Ψηλορείτη.

Επειδή όμως η πηγή του Αλμυρού είναι υπάλυμρη, ενώ ο ορίζοντας της Τυλίσου έχει γλυκό νερό, είναι λογικό να υποθεθεί ότι το νερό του ορίζοντα της Ίδης, εκτός από ψυχρό, είναι και υπάλυμρο, με αποτέλεσμα να προκαλεί την υπαλύμρυνση, τόσο του ορίζοντα της Τυλίσου όσο και της πηγής του Αλμυρού.

Η υπόθεση αυτή ενισχύεται από την μελέτη της εξέλιξης της υπαλύμρυνσης στις γεωτρήσεις της Τυλίσου. Η υπαλύμρυνση υπήρξε ένα καθολικό φαινόμενο, που εξελίχθηκε πολύ γρήγορα, ακόμη και στις γεωτρήσεις που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από την πηγή του Αλμυρού. Η εξέλιξη αυτή δείχνει ότι η πηγή του υπάλυμρου νερού βρισκόταν πολύ κοντά στις γεωτρήσεις, πιθανότατα κάτω από αυτές, πριν ακόμη αρχίσουν οι αντλήσεις. Με την έναρξη των αντλήσεων το υπάλυμρο νερό μετακινήθηκε προς τα επάνω, επηρεάζοντας όλες τις γεωτρήσεις.

Στην πηγή του Αλμυρού οι μεταβολές της αλατότητας και της θερμοκρασίας γίνονται με μεγάλη ταχύτητα, της τάξης μερικών ωρών. Μετά την διατύπωση των παραπάνω υποθέσεων, σχετικά με την ανάμιξη των νερών των υδροφόρων οριζόντων Τυλίσου και Ίδης, πρέπει να διερευνηθεί εάν αυτές επιβεβαιώνονται από τα παρατηρούμενα στην πηγή φαινόμενα και εάν ερμηνεύονται ικανοποιητικά τα φαινόμενα που επισημάνθηκαν στην παρ. 6.5.4., στην διάρκεια της χειμερινής, της φθινοπωρινής και της καλοκαιρινής περιόδου.

Η εργασία αυτή απαιτεί να γίνει η ανάλυση της συμπεριφοράς της πηγής σε ημερήσια κλίμακα, με την χρησιμοποίηση μαθηματικών μοντέλων τροφοδοσίας, κυκλοφορίας και ανάμιξης των νερών των διαφόρων υδροφόρων οριζόντων. Είναι όμως ευνόητο, ότι λόγω των ειδικών τεχνικών που απαιτεί και του όγκου της, η ανάλυση αυτή δεν μπορεί να συμπεριληφθεί στα πλαίσια της παρούσης υδρογεωλογικής μελέτης, αλλά αποτελεί ιδιαίτερη έρευνα σχετιζόμενη με το ειδικό θέμα της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου.

6.6. Υδρογεωλογικές συνθήκες στο Γωνιανό Φαράγγι.

Δυτικά και νότια της λεκάνης της Τυλίσου και πιά συγκεκριμένα δυτικά του ρήγματος Τυλίσου - Γέργερης, που χωρίζει τον Ψηλορείτη από την πεδιάδα του Ηρακλείου, σχηματίζεται μία χαμηλή ορεινή μάζα με μέσο υψόμετρο 450 - 600 μ. Η μάζα αυτή καταλαμβάνει τον χώρο μεταξύ Αστυρακίου και Τυλίσου και ονομάζεται Μαραθόλακκος. Η περιοχή αυτή καλύπτεται εξ ολοκλήρου από ασβεστόλιθους και δολομίτες της ζώνης της Τρίπολης.

Το νότιο τμήμα της ασβεστολιθικής μάζας του Μαραθόλακκου, διασχίζεται από το Γωνιανό Φαράγγι. Ο χείμαρρος που περνά από το φαράγγι δέχεται τα νερά της επιφανειακής λεκάνης των Γωνιών, που καλύπτεται από αδιαπέρατα πετρώματα (οφιόλιθους, νεογενείς μάργες). Το μήκος του Γωνιανού Φαραγγιού είναι 3 χλμ. περίπου. Η κοίτη του βρίσκεται σε υψόμετρο 400 μ. περίπου στην είσοδό του (δυτική άκρη) και 230 μ. στην έξοδό του (ανατολική άκρη).

Στις παλαιότερες μελέτες είχε διατυπωθεί η υπόθεση ότι η κύρια υπόγεια ροή που προέρχεται από την μάζα του Ψηλορείτη και τροφοδοτεί την πηγή του Αλμυρού, διέρχεται από την περιοχή του Γωνιανού Φαραγγιού. Μέχρι σήμερα όμως, οι προσπάθειες που έγιναν με την κατασκευή γεωτρήσεων δεν απέδωσαν θετικά αποτελέσματα, παρά σε ελάχιστες περιπτώσεις.

Η πρώτη ερευνητική γεώτρηση έγινε από τον FAO (βλέπε παρ. 2.4.) με την γεώτρηση AL-D3, που κατασκευάστηκε στην μέση περίπου του φαραγγιού, επί του δημοσίου δρόμου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η γεώτρηση αυτή σε απόλυτο υψόμετρο 140 - 150 μ. συνάντησε το φυλλιτικό στρώμα, μεταξύ της ζώνης της Τρίπολης και της Ιονίου ζώνης. Το στρώμα αυτό είχε πολύ μικρό πάχος, 10-15 μ.

Η έρευνα συνεχίστηκε με τις ερευνητικές γεωτρήσεις που έγιναν από την ΓΕΜΕΕ Η3 (λατομείο Μοσχονά), Α1 (Μνημείο) και Α2 (έξοδος του Γωνιανού Φαραγγιού) (βλέπε παρ. 2.6.). Στις γεωτρήσεις αυτές συναντήθηκε το φυλλιτικό στρώμα σε απόλυτο υψόμετρο 50 - 90 μ. με ελάχιστο πάχος.

Στις παραπάνω γεωτρήσεις παρατηρήθηκε ότι η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρισκόταν σε υψηλά σχετικώς απόλυτα υψόμετρα, 50 - 60 μ., εκτός της Α2, που είχε απόλυτη στάθμη 24 μ. θεωρήθηκε ότι οι υψηλές στάθμες αντιστοιχούν στον υδροφόρο ορίζοντα της ζώνης της Τρίπολης, ενώ η χαμηλή στάθμη αντιστοιχεί στον ορίζοντα των πλακωδών ασβεστόλιθων. Ο κύριος υδροφόρος ορίζων που τροφοδοτεί τον Αλμυρό, θεωρήθηκε ότι είναι ο ορίζων των πλακωδών ασβεστόλιθων.

Υψηλή στάθμη παρατηρήθηκε και στην γεώτρηση Σ2 Συνδέσμου, που κατασκευάστηκε από την ΥΕΒ δίπλα στην γεώτρηση Α1 της ΓΕΜΕΕ. Η απόλυτη στάθμη ήταν 51 μ.

Η γεώτρηση ΙΗ-01 του ΙΓΜΕ έγινε στην αντίθετη άκρη του φαραγγιού (δυτική) και δεν συνάντησε φυλλίτες, αλλά σε απόλυτο υψόμετρο 40 μ. περίπου πέρασε κατ'ευθείαν από την ζώνη της Τρίπολης στην Ιόνιο ζώνη. Η απόλυτη στάθμη ήταν 25 μ. περίπου.

Το 1989 η ΔΕΥΑΗ κατασκεύασε στην έξοδο του φαραγγιού την γεώτρηση Τ-19 και αργότερα, το 1990 την Τ-22. Οι γεωτρήσεις αυτές εντόπισαν ισχυρό υδροφόρο ορίζοντα μόνο μέσα στους πλακώδεις ασβεστόλιθους.

Την περίοδο 1990-91 η ΔΕΥΑΗ, στα πλαίσια της παρούσης μελέτης, κατασκεύασε τρεις ερευνητικές γεωτρήσεις ΓΦ-1, ΓΦ-4 και ΓΦ-5. Τα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά, διότι ούτε στην ζώνη της Τρίπολης, ούτε στην Ιόνιο ζώνη συναντήθηκε ασβεστόλιθος με αξιόλογη περατότητα και υδροφορία.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα των ερευνών, φαίνεται ότι στην περιοχή του Μαραθόλακκου και του Γωνιανού Φαραγγιού το στρώμα των φυλλιτών μεταξύ ζώνης της Τρίπολης και Ιονίου ζώνης είναι πολύ λεπτό και βρίσκεται σε απόλυτο

υψόμετρο 50 - 100 μ. Επάνω από το αδιαπέρατο αυτό στρώμα δημιουργείται ένας υδροφόρος ορίζοντας μέσα στους ασβεστόλιθους της Τρίπολης. Επειδή όμως οι τελευταίοι είναι έντονα μυλονιτιωμένοι στην ζώνη της επωθήσεως, παρουσιάζουν μικρή περατότητα και συνεπώς μικρή υδροφορία.

Αντίθετα, μέσα στους υποκείμενους πλακώδεις ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης δημιουργείται ένας δεύτερος υδροφόρος ορίζοντας, ο οποίος έχει στάθμη σε απόλυτο υψόμετρο 20-25 μ. περίπου. Ο τρόπος με τον οποίο ο ορίζοντας αυτός καταλήγει να εκφορτίζεται από την πηγή του Αλμυρού δεν μπορεί να διευκρινισθεί σήμερα, διότι δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία της πιεζομετρίας του. Είναι πιθανόν να σχηματίζεται ένας υπο πίεσιν υδροφόρος ορίζοντας κάτω από τον ορίζοντα της Τυλίσου, απομονωμένος από αυτόν μέσω του φυλλιτικού στρώματος, είναι όμως δυνατόν να υπάρχει και οριζόντια επικοινωνία του ορίζοντα των πλακωδών ασβεστόλιθων με τον ορίζοντα της Τυλίσου, δια μέσου του ρήγματος της Τυλίσου, δυτικά του χωριού.

6.7. Υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή Κρουσώνα.

Στην περιοχή του Κρουσώνα μπορούμε να διακρίνουμε τρεις υδρογεωλογικές ενότητες: Την νεογενή λεκάνη των Κορφών, το υποσύστημα Κρουσώνα και την νεογενή λεκάνη Κιθαρίδας - Πυργούς - Κάτω Ασιτών. Γεωλογικώς η περιοχή αυτή ορίζεται προς νότον από ένα σημαντικό ρήγμα, το ρήγμα των Κάτω Ασιτών, που με διεύθυνση Α-Δ διέρχεται από τους Κάτω Ασίτες και προεκτείνεται προς τα ανατολικά προς την περιοχή Σίβα - Βενεράτου, περνώντας από το Αγιοφάραγγο. Βόρεια από το ρήγμα η περιοχή έχει βυθισθεί σχηματίζοντας την λεκάνη της Πυργούς.

Ο διαχωρισμός των παραπάνω λεκανών έχει γίνει με γεωλογικά - τεκτονικά κριτήρια. Νοτίως ακριβώς του Κάτω Λουτρακίου παρατηρείται ένα μεγάλο ρήγμα το οποίο με διεύθυνση Β-Ν φθάνει μέχρι τους Κάτω Ασίτες. Το ρήγμα αυτό ονομάζεται **ρήγμα του Σάρχου** και είναι πιθανόν να προεκτείνεται και βορειότερα από το Κάτω Λουτράκι, προς την περιοχή Κορφών και Καμαρίου.

Ανατολικά του ρήγματος του Σάρχου, η περιοχή έχει βυθισθεί (περιοχή Κιθαρίδας, Σάρχου, Πυργούς) κατά 200 - 300 μ. και καλύπτεται από νεογενείς αποθέσεις μεγάλου πάχους. Δυτικά του ρήγματος του Σάρχου, δηλαδή στην στενή περιοχή του Κρουσώνα και βόρεια από το χωριό στο ύψωμα του Αγ. Γεωργίου Κοκκινιάκου (μεταξύ Λουτρακίου και Κρουσώνα), η περιοχή έχει ανυψωθεί, σχηματίζοντας ένα χαμηλό κράσπεδο του Ψηλορείτη, μέσου υψομέτρου 600 μ περίπου. Το κράσπεδο χωρίζεται από την κύρια μάζα του Ψηλορείτη, με το ρήγμα Τυλίσου - Γέργερης, που διέρχεται 1,5 χλμ. δυτικά του Κρουσώνα. Το πλάτος του κρασπέδου είναι 2,5 χλμ. περίπου και αποτελείται από ασβεστόλιθους της ζώνης της Τρίπολης, φλύσχη, μαργαϊκό ασβεστόλιθο του Μεσσηνίου και μάργες. Το σύνολο αυτό είναι έντονα τεκτονισμένο και τεμαχισμένο από εγκάρσια ρήγματα, διεύθυνσης Α-Δ.

Παρακάτω αναλύονται οι υδρογεωλογικές συνθήκες στα τρία υποσυστήματα της περιοχής Κρουσώνα.

6.7.1. Λεκάνη των Κορφών.

Η νεογενής λεκάνη των Κορφών, σχηματίζεται από τις νεογενείς αποθέσεις που εμφανίζονται μεταξύ Κορφών, Κεραμουτσίου, Πενταμοδίου και Λουτρακίου. Τα πετρώματα είναι επιφανειακώς πλειοκαινιές μάργες, πάχους 100 - 150 μ., και ακολουθεί σε μεγαλύτερο βάθος το στρώμα των μαργαϊκών ασβεστόλιθων και των γύψων με πάχος 50 μ. περίπου. Το υπόβαθρο αποτελείται από μειοκαινικές μάργες και ψαμμίτες και ενδεχομένως από φλύσχη. Το σύνολο σχηματίζει ένα ευρύ σύγκλινο, του οποίου ο άξονας κλίνει προς βορρά.

Το μοναδικό υδροφόρο στρώμα είναι το στρώμα του μαργαϊκού ασβεστόλιθου. Φαίνεται ότι στην βάση του στρώματος αυτού υπάρχει αδρομερές κροκαλοπαγές πάχους 5 - 10 μ. στο οποίο οφείλεται κυρίως η υδροφορία. Στο κροκαλοπαγές αυτό οφείλουν την τροφοδοσία τους οι πηγές που εμφανίζονται στον ποταμό μεταξύ Μονής και Κεραμουτσίου.

Στην περιοχή μεταξύ Τυλίσου και Κεραμουτσίου το ΙΓΜΕ κατασκεύασε την ερευνητική γεώτρηση ΙΗ-06 της οποίας τα στοιχεία δίνονται παρακάτω.

Γεώτρηση ΙΗ-05 (Τύλισος).

Η γεώτρηση κατασκευάστηκε στον δρόμο Τυλίσου - Κεραμουτσίου σε απόσταση 850 μ. ΝΑ της Τυλίσου.

Υψόμετρο 178 μ., ολικό βάθος 320 μ.
Περίοδος εργασιών: 5-5-88 έως 15-7-88.

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 44 μ. Μάργες απολιθωματοφόρες.
44 - 125 μ. Ασβεστολιθικές κροκάλες, άμμος, ψαμμίτης.
125 - 280 μ. Γκρί αμμόμαργα.
280 - 320 μ. Σκληρός ψαμμίτης.

Στατική στάθμη σε βάθος 53 μ.
Παροχή 15 κ.μ./ώρα κατά την διάτρηση.

Η γεώτρηση ΙΗ-05 κατασκευάστηκε εκ νέου, σαν υδρογεώτρηση πλέον, το 1990, και σύμφωνα με τις πληροφορίες που υπάρχουν αντλήθηκε με παροχή 80 κ.μ./ώρα.

Νοτιότερα, στον Γαζανό ποταμό, μεταξύ Κορφών και Πενταμοδίου, το υδροφόρο στρώμα αποτελείται περισσότερο από γύψους. Αντίθετα, πιά δυτικά, μεταξύ Κορφών και Λουτρακίου, το υδροφόρο στρώμα είναι ασβεστολιθικό και περιέχει καλής ποιότητας νερό, όπως αποδεικνύεται από την γεώτρηση ύδρευσης των Κορφών.

Γενικά, οι δυνατότητες αξιοποίησης του υδροφόρου στρώματος είναι περιορισμένες λόγω της μικρής παροχής. Το υδροφόρο καλύπτεται από αδιαπέρατο στρώμα μαργών και δεν μπορεί να τροφοδοτηθεί από τις βροχοπτώσεις, παρά ελάχιστα. Επίσης στην ανατολική ζώνη, ανατολικά του Γαζανού, τα υπόγεια νερά είναι κακής ποιότητας, λόγω εμπλουτισμού τους σε γύψο.

6.7.2. Υποσύστημα του Κρουσώνα.

Όπως αναφέρθηκε, το υποσύστημα του Κρουσώνα αποτελείται βασικά από ασβεστόλιθους της Τρίπολης, έντονα τεκτονισμένους, που καλύπτονται από νεώτερα πετρώματα.

Κατά την έναρξη της παρούσης μελέτης, στην περιοχή αυτή δεν υπήρχε καμμία άξια λόγου γεώτρηση και συνεπώς καμμία πληροφορία σχετικά με την ύπαρξη υδροφόρων οριζόντων.

Στο αρχικό στάδιο της μελέτης έγινε γεωηλεκτρική έρευνα, για να μελετηθεί το υπόβαθρο της περιοχής. Οι δύο διασκοπήσεις Η-100 και Η-101 έγιναν στην ζώνη που εκτείνεται μεταξύ Κρουσώνα και Λουτρακίου, δηλαδή στην περιοχή Αγ. Γεωργίου Κοκκινιάκου και διαπιστώθηκε ότι κάτω από νεογενείς αποθέσεις πάχους 200 μ. περίπου υπάρχει ο ασβεστόλιθος της Τρίπολης. Αυτό επιβεβαιώθηκε από τις γεωτρήσεις που άρχισε να κατασκευάζει η ΔΕΥΑΗ κατά την περίοδο το 1992-93, των οποίων όμως τα λεπτομερή στοιχεία δεν κοινοποιήθηκαν εγκαίρως στον μελετητή και δεν περιλαμβάνονται στην παρούσα μελέτη.

Στο υδρογεωλογικό σύστημα του Κρουσώνα η έρευνα συνεχίζεται και είναι νωρίς για να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή αυτή.

6.7.3. Λεκάνη Πυργούς.

Η λεκάνη της Πυργούς αντιστοιχεί στην λεκάνη του Γαζανού ποταμού, που εκτείνεται μεταξύ Κιθαρίδας, Πενταμοδίου, Αγ. Μύρωνα, Πυργούς και Κάτω Ασιτών. Ουσιαστικά αποτελεί την προς νότο προέκταση της λεκάνης των Κορφών.

Τα πετρώματα αντιστοιχούν σε μαργαϊκό ασβεστόλιθο και γύψους, που καλύπτουν μειοκαινικές μάργες ή φλύσχη. Το πάχος του ασβεστόλιθου είναι 20 - 50 μ. Το σύνολο των στρωμάτων σχηματίζει ένα σύγκλινο, του οποίου ο άξονας συμπίπτει με τον Γαζανό ποταμό.

Στην περιοχή έγιναν και δύο διασκοπήσεις, οι Η-102 και Η-104, που εντόπισαν σε μικρό βάθος τον μαργαϊκό ασβεστόλιθο.

Το ΙΓΜΕ έχει κατασκευάσει στην περιοχή τις γεωτρήσεις ΙΗΦ-13 στην Πυργού και ΙΗΔ-14 στην Κιθαρίδα.

Γεώτρηση ΙΗΦ-13 ΙΓΜΕ (Πυργού).

Η γεώτρηση κατασκευάσθηκε σε απόσταση 600 μ. ΝΔ του χωριού Πυργού.

Υψόμετρο 344 μ., ολικό βάθος 138 μ.

Περίοδος εργασιών: 10-11-89 έως 22-12-89

Διατρηθέντα πετρώματα: 0 - 34 μ. Μαργαϊκός ασβεστόλιθος.
34 - 113 μ. Μάργα.
113 - 138 μ. Κροκαλοπαγές (υδροφόρο).

Σωλήνωση: Διαμέτρου 10" τυφλές σε βάθος 0 - 72 μ.

Διαμέτρου 8" φίλτρα " " 72 - 138 μ.

Αρτεσιανισμός με παροχή 130 κ.μ./ώρα τον Ιούνιο 1990.

Παροχή δοκιμαστικής άντλησης 400 κ.μ./ώρα με στάθμη σε βάθος 16,52 μ.

Γεώτρηση ΙΗΔ-14 ΙΓΜΕ (Κιθαρίδα).

Η γεώτρηση κατασκευάσθηκε 1100 μ. ΒΑ του χωριού Κιθαρίς, σε υψόμετρο 196 μ. Διέτρησε εναλλαγές μαργών και γύψων.

Μερικές ερευνητικές γεωτρήσεις κατασκευάσθηκαν στην περίοδο 1990-91, στην περιοχή Πυργού - Κάτω Ασίτες, με στόχο να εντοπίσουν τον υδροφόρο ορίζοντα που τροφοδοτεί την γεώτρηση ΙΗΦ-13, χωρίς όμως καμμία επιτυχία. Έτσι παραμένει αδιευκρίνιστη η έκταση του υδροφόρου ορίζοντα της Πυργούς.

Από χημικής απόψεως, το νερό της γεώτρησης ΙΗΦ-13 ήταν παρόμοιο με τα νερά των γυψούχων πετρωμάτων, βεβαρυμένο σε θειικά άλατα. Αυτό δείχνει ότι το υδροφόρο στρώμα βρίσκεται μέσα στο Νεογενές. Πιθανότατα η λεκάνη τροφοδοσίας εκτείνεται στην λοφώδη περιοχή ΝΑ της Πυργούς.

Είναι επίσης πιθανόν το υδροφόρο στρώμα να αντιστοιχεί στο κροκαλοπαγές επικλύσεως του Νεογενούς επάνω στον φλύσχη. Το θέμα όμως αυτό δεν διευκρινίσθηκε από την γεώτρηση του ΙΓΜΕ, διότι η γεώτρηση δεν κατόρθωσε να διαπεράσει το κροκαλοπαγές.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

7.1. Δυνατότητες υδροληψίας από τον υδροφόρο ορίζοντα της Τυλίσου.

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, η παροχή της πηγής του Αλμυρού, κατά το καλοκαίρι, διαμορφώνεται από το άθροισμα των εκφορτίσεων του ορίζοντα της Τυλίσου και του ορίζοντα της Ίδης. Το άθροισμα αυτό είναι γνωστό, όμως το ποσοστό συμμετοχής του κάθε ορίζοντα στην παροχή δεν είναι γνωστό. Αυτό το οποίο ενδιαφέρει την εκμετάλλευση είναι η παροχή του ορίζοντα της Τυλίσου, διότι αυτός ο ορίζοντας έχει σίγουρα νερό καλής ποιότητας για ύδρευση, έστω και εάν ο ορίζοντας αυτός υφίσταται υπαλμύριση λόγω εισβολής σ' αυτόν υπαλμύριου νερού από την περιοχή του Αλμυρού.

Σύμφωνα με πρόχειρες εκτιμήσεις μας, οι οποίες είναι βασισμένες στην ανάλυση του υδρογραφήματος της πηγής και στην μελέτη της θερμοκρασίας του νερού, θα πρέπει ο ορίζοντας της Τυλίσου να συμμετέχει με ποσοστό 25% περίπου στην παροχή της πηγής. Αυτό σημαίνει, ότι το καλοκαίρι διακινείται προς την πηγή, κάτω από το ύψωμα της Κέρης, μία παροχή γλυκού νερού της τάξης του 0,8 κ.μ./δλπ. ή 2900 κ.μ./ώρα.

Η ακριβής αναλογία των νερών που εμφανίζονται στην πηγή είναι δυνατόν να υπολογισθεί μελλοντικά με την εφαρμογή μοντέλων σε ημερήσια κλίμακα και άλλων κατάλληλων μαθηματικών τεχνικών. Πάντως η παραπάνω ποσότητα δεν είναι δυνατόν να συλληφθεί εξ ολοκλήρου με μία αποδεκτή ποιότητα, εφ' όσον το υπάλυμο νερό που καταλήγει στον Αλμυρό, διέρχεται κάτω και μέσα από τον υδροφόρο ορίζοντα της Τυλίσου και αναμιγνύεται με το γλυκό νερό του τελευταίου.

Οι προσπάθειες για την εκμετάλλευση των νερών της περιοχής Τυλίσου και του υψώματος Κέρης, έδειξαν ότι η ζώνη αυτή είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην υπαλμύριση και η παροχή άντλησης θα πρέπει να ελέγχεται μελλοντικά, ώστε να επιτευχθεί κάποια σταθεροποίηση. Φαίνεται ότι οι συνθήκες τροφοδοσίας του ορίζοντα της Τυλίσου είναι δυσμενείς, δηλαδή δεν παρατηρούνται ταχείες κυκλοφορίες, που θα μπορούσαν να εκτοπίσουν τον χειμώνα το υπάλυμο νερό.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες η πρόταση του μελετητή για την κατασκευή υπόγειας στοάς υδροσυλλογής (βλέπε παρ. 2.24.) εξακολουθεί να παραμένει επίκαιρη, όμως θα πρέπει να επανεξετασθεί κάτω από το πρίσμα του ενδεχομένου να προέρχεται η υπαλμύριση από την περιοχή μεταξύ Τυλίσου και Κέρης (βλέπε παρ. 6.5.6.). Στην τελευταία περίπτωση απαιτείται πλήρης υδρογεωλογική μελέτη του προβλήματος με ειδικές τεχνικές και ερευνητικά έργα.

7.2. Δυνατότητες αξιοποίησης της πηγής του Αλμυρού.

Θεωρητικά, μία ανύψωση των φορτίων στην πηγή του Αλμυρού στα 27 μ. θα μπορούσε να βελτιώσει ικανοποιητικά την ποιότητα τού νερού. Αυτό όμως αποτελεί το συμπέρασμα μίας επεξεργασίας βασισμένης σε υπάρχουσες, μικρής ακριβείας μετρήσεις (βλέπε παρ. 2.11. και 6.5.3.). Το πρόβλημα της απαιτούμενης ανύψωσης μπορεί να επιλυθεί ακριβέστερα και ασφαλέστερα, μελλοντικά, εάν ληφθούν οι κατάλληλες μετρήσεις, τόσο στον Αλμυρό, όσο και στους υδροφόρους ορίζοντες που τον τροφοδοτούν.

Φυσικά το πρόβλημα εκτός από την υδρογεωλογική του διάσταση έχει και την γεωτεχνική του διάσταση και απαιτεί ειδικευμένη ομάδα επιστημόνων, που θα το επιλύσουν.

7.3. Δυνατότητες διάνοιξης νέων γεωτρήσεων.

Στην περιοχή Τυλίσου και Κέρης δεν φαίνεται να υπάρχει δυνατότητα διάνοιξης νέων γεωτρήσεων λόγω της αναμενόμενης υπαλμύρυνσης.

Στην περιοχή του Γωνιανού Φαραγγιού θα πρέπει να συνεχισθεί η έρευνα, προς την δυτική άκρη του φαραγγιού, με την κατασκευή 3-4 γεωτρήσεων, βάθους 400 μ.

Παρόμοια προσπάθεια πρέπει να γίνει και στην περιοχή του Λουτρακίου, στην βάση του ρήγματος Τυλίσου - Γέργερης (περιοχή Μονής Καβαλαρά και νοτιότερα).

Στην περιοχή Κρουσώνα - Κάτω Ασιτών με γεωτρήσεις πρέπει να ερευνηθεί το υπόβαθρο, όπου αυτό αποτελείται από ασβεστόλιθους της Τρίπολης. Πρέπει να διευκρινισθεί εάν η ασβεστολιθική μάζα, που έχει εντοπισθεί από την γεωηλεκτρική έρευνα, περιέχει υδροφόρα στρώματα, που επικοινωνούν με το κύριο υδρογεωλογικό σύστημα του Ψηλορείτη. Ήδη η ΔΕΥΑΗ έχει αρχίσει τις πρώτες γεωτρήσεις στην περιοχή αυτή.

7.4. Προτάσεις για την προστασία της ποιότητας.

Το σημείο σταθεροποίησης της υπαλμύρυνσης στις γεωτρήσεις της Τυλίσου εξαρτάται από τις αντλούμενες παροχές, συνεπώς μελλοντικά θα πρέπει αυτές να ρυθμισθούν ανάλογα. Αυτό μόνο εμπειρικά μπορεί να επιτευχθεί, στην παρούσα φάση, διότι ο μηχανισμός της υπαλμύρυνσης δεν είναι απολύτως γνωστός.

Οι γεωτρήσεις που θα διανοιχθούν νοτίως της Τυλίσου, δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα, διότι απομακρύνονται αρκετά από την πηγή της υπαλμύρυνσης.

Όλοι οι εξετασθέντες υδροφόροι ορίζοντες, στις κατοικημένες περιοχές, καλύπτονται από μαργαϊκούς αδιαπέρατους σχηματισμούς. Αυτό αποτελεί μειονέκτημα για την τροφοδοσία από τις βροχοπτώσεις, όμως αποτελεί πλεονέκτημα εναντίον των μολύνσεων από οικιακά ή βιομηχανικά (ελαιουργεία) απόβλητα. Έτσι μελλοντικά δεν διαφαίνονται κίνδυνοι μόλυνσης των υδροφόρων οριζόντων.

Ε Π Ι Λ Ο Γ Ο Σ

Στο τέλος αυτής της προσπάθειας, που κράτησε τέσσερα χρόνια σχεδόν, αισθάνομαι χαρά, διότι μου δόθηκε η ευκαιρία να μελετήσω μερικά από τα σημαντικότερα υδρογεωλογικά προβλήματα της κεντρικής Κρήτης.

Εάν, μελλοντικά, η μελέτη αυτή αποβεί χρήσιμη στους ασχολούμενους με τα υπόγεια νερά της περιοχής, αυτό θα είναι για τους συνεργάτες μου και για μένα μία ιδιαίτερη ικανοποίηση.

Ηράκλειο 25 Απριλίου 1993

Ο Μελετητής

Κάρολος Α. Μπεζές
Δρ Υδρογεωλόγος

Β Ι Β Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

- [1] BURDON D.J., ΠΑΠΑΚΗΣ Ν.Ι. (1964) - Υδρογεωλογική αναγνώρισις πηγής Αλμυρού Ηρακλείου - Κρήτης. Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους, Γεωλογικά και Γεωφυσικά Μελέται, Τόμος ΙΧ, Νο 3.
- [2] RE R., BREZNIK M. (1968) - Les problèmes des sources d'Almyros - Technical Note No 1, UNDP-FAO Project No 166, Iraklion.
- [3] ΜΟΝΟΠΟΛΗΣ Δ., ΜΑΣΤΟΡΗΣ Κ. (1969) - Υδρογεωλογική μελέτη της καρστικής υπαλμύρου πηγής Αλμυρού (Ηράκλειον Κρήτης). ΙΓΕΥ, Υδρολογικά και Υδρογεωλογικά Έρευναι Νο 1, Αθήνα.
- [4] BREZNIK M. (1971) - Geology and hydrogeology of the Almyros spring area. Technical Note No 103, UNDP-FAO.
- [5] DIETRICH G., RE R. (1972) - Study of the Almyros spring of Iraklion. Technical Report No 3, UNDP-FAO.
- [6] ΠΕΤΡΟΓΓΟΝΑ Ε., ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Χ., ΒΕΛΕΓΚΑ Σ. (1973) - Έκθεσις επί των αποτελεσμάτων της εκτελεσθείσης ερεύνης δια την υδροδότησιν της Β. Π. Ηρακλείου Κρήτης, ΓΕΜΕΕ 1973.
- [7] ΠΕΤΡΟΓΓΟΝΑ Ε., ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Χ. (1976) - Έκθεσις επί των αποτελεσμάτων της εκτελεσθείσης ερεύνης εις την περιοχὴν "Γωνιανό Φαράγγι" δια την υδροδότησιν της Β. Π. Ηρακλείου Κρήτης. ΓΕΜΕΕ 1976.
- [8] RE R., THOMAS R. (1977) - Captage des eaux douces de la source Almyros d'Iraklion Grece, Conclusions et recommandations du project. UNDP-FAO 1977.
- [9] BREZNIK M. (1978) - Mechanism and Development of the Brackish Karstic Spring Almyros Iraklion. Ann. Geol. des Pays Helleniques, 29, 1977, p.29-46.
- [10] ΜΠΕΖΕΣ Κ. (1983) - Η καρστική πηγή του Αλμυρού Ηρακλείου Κρήτης. Έρευνα του μηχανισμού ανάμιξης γλυκού και θαλασσινού νερού. ΥΔΡΟΤΕΧΝΙΚΑ, τόμος 1, 1ο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, σελ. ΙΙ.101-ΙΙ.112, Θεσ/νίκη 1983.
- [11] ΜΠΕΖΕΣ Κ. (1985) - Έρευνα της καρστικής πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου - Εφαρμογή του ντετερμινιστικού μοντέλου BEMER. ΥΔΡΟΤΕΧΝΙΚΑ, τόμος 2, 2ο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, σελ. 399-409, Πλαίσιο, Αθήνα 1985.
- [12] ΜΠΕΖΕΣ Κ. (1986) - Εκτέλεση Γεωηλεκτρικών Διασκοπήσεων στην περιοχή Ηρακλείου Κρήτης, ΔΕΥΑΗ, 1986.
- [13] ΜΠΕΖΕΣ Κ. (1987) - Εκτέλεση Γεωηλεκτρικών Διασκοπήσεων στην ευρύτερη περιοχή Ηρακλείου, ΔΕΥΑΗ, 1987.
- [14] ΣΟΦΟΣ Φ. (1987) - Γεωηλεκτρική έρευνα Τυλίσου Ν. Ηρακλείου, ΙΓΜΕ.
- [15] ΣΟΦΟΣ Φ. (1987) - Γεωηλεκτρική έρευνα στην Κρήτη. Περιοχές Λουτράκι - Κορφές, Κιθαρίδα - Σάρχος Ν. Ηρακλείου, ΙΓΜΕ.

- [16] ΚΝΙΘΑΚΗΣ Ε., ΚΑΛΟΥΜΕΝΟΣ Κ. (1988) - Περιγραφή των υδρογεωλογικών συνθηκών στην κοντινή και ευρύτερη περιοχή της πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου (Προτάσεις γεωτρητικών εργασιών), ΙΓΜΕ 1988.
- [17] ΠΟΛΥΧΡΟΝΑΚΗ Α. (1988) - Πρόδρομος έκθεση του έργου Υδρογεωλογική Έρευνα Κεντρικής και Ανατολικής Κρήτης - Τμήμα βόρειου Ν. Ηρακλείου. ΙΓΜΕ 1988.
- [18] ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕ (1988-1992) - Μελέτη Υπερύψωσης Φράγματος και Ανάπτυξης Πηγής Αλμυρού Ηρακλείου Κρήτης, Έρευνα και μελέτη έργων θέσεως υπό πίεση της πηγής Αλμυρού Ηρακλείου Κρήτης, Υπ. Γεωργίας, Αθήνα.
- [19] ΚΝΙΘΑΚΗΣ Ε. (1981) - Δραστηριότητα του ΙΓΜΕ στην Κρήτη. Διήμερη εκδήλωση για το υδάτινο δυναμικό της Κρήτης, ΤΕΕ, Πρακτικά σ.294-301, Ηράκλειο.
- [20] ΜΠΕΖΕΣ Κ. (1981) - Πρόσφατα αποτελέσματα της έρευνας του ΙΓΜΕ στην Κρήτη. Διήμερη εκδήλωση για το υδάτινο δυναμικό της Κρήτης, ΤΕΕ, Πρακτικά σ.302-303, Ηράκλειο.

Π Α Ρ Α Ρ Τ Η Μ Α 1.

ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ΦΟΙΝΙΚΙΑ

327.800 3906.100 40.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	66.9	31.0	46.0	34.5	1.5	.	.	.	20.5	85.0	116.0	74.0	475.4
1971	196.5	114.0	45.0	12.0	.	4.5	.	.	19.0	41.0	33.0	51.5	516.5
1972	126.5	75.0	102.5	41.0	24.0	.	5.0	.	2.0	219.0	32.5	146.0	773.5
1973	157.0	104.0	32.0	44.0	.	.	.	.	.	64.0	138.5	24.0	563.5
1974	130.5	80.0	47.0	.	.	.	.	.	35.5	4.0	32.0	124.0	453.0
1975	241.0	145.0	13.0	25.0	35.0	3.5	.	.	.	30.0	76.0	201.0	769.5
1976	239.0	140.0	213.0	63.0	15.0	3.0	.	.	.	134.0	101.0	64.0	972.0
1977	56.0	46.0	122.0	47.0	.	.	.	.	120.0	67.0	22.0	204.0	684.0
1978	237.0	46.0	79.0	.	.	.	.	.	6.0	104.0	41.0	158.0	671.0
1979	77.0	90.0	87.0	40.0	34.0	17.0	.	2.0	2.0	28.0	158.0	83.5	618.5
1980	65.0	202.0	36.0	37.0	8.5	.	.	.	4.5	61.0	10.0	131.0	555.0
1981	279.0	130.5	.	29.0	4.0	.	.	.	.	.	130.5	75.0	648.0
1982	43.0	294.0	136.0	44.0	32.0	7.0	.	21.0	.	5.0	84.0	111.5	777.5
1983	148.0	183.0	112.0	.	.	35.0	.	1.0	.	46.0	144.5	113.0	782.5
1984	45.0	132.0	90.0	48.0	.	.	62.0	.	.	.	252.0	180.5	809.5
1985	157.0	118.0	59.0	45.0	5.0	.	.	.	.	63.0	20.0	117.0	584.0
1986	71.0	92.0	62.0	.	65.0	.	.	.	55.0	42.0	59.0	240.0	686.0
1987	90.0	122.0	145.0	190.0	4.0	.	.	.	.	8.0	105.0	107.0	771.0
1988	52.0	123.0	40.0	15.0	12.0	.	.	.	.	135.5	71.0	104.0	552.5
1989	55.0	.	94.0	.	16.0	.	.	.	.	83.0	183.0	17.0	448.0
1990	93.5	85.0	.	3.0	.	8.0	.	2.0	30.0	52.0	133.5	99.0	506.0
1991	208.0	114.0	11.0	34.5	5.0	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	372.5
Μέση	128.8	112.1	71.4	34.2	11.9	3.7	3.2	1.2	14.0	60.5	92.5	115.5	635.9
Μτβλ	5692	3859	2819	1602	281	66	175	20	785	2955	4154	3826	22031
ΤυΑπ	75.4	62.1	53.1	40.0	16.7	8.1	13.2	4.5	28.0	54.4	64.4	61.9	148.4

ΓΕΡΓΕΡΗ

313.300 3890.000 450.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	40.5	90.5	97.5	14.0	4.0	.	.	.	10.0	133.5	55.5	106.5	552.0
1971	192.0	192.0	76.0	74.5	.	1.5	.	.	30.0	9.0	66.0	139.0	780.0
1972	124.5	123.5	105.5	40.4	27.7	.	.	.	5.0	91.8	79.0	92.0	689.4
1973	126.5	158.5	21.8	71.5	.	.	.	.	9.0	47.0	133.0	113.5	680.8
1974	230.2	100.5	69.0	.	.	.	.	2.0	28.0	36.0	128.5	127.5	721.7
1975	284.0	110.0	50.5	28.0	56.5	3.0	.	.	.	10.0	222.5	188.5	953.0
1976	217.5	203.0	151.5	37.5	5.0	.	.	.	.	68.0	174.0	116.5	973.0
1977	69.0	29.0	79.5	28.5	6.0	.	.	.	116.0	27.0	66.5	276.5	698.0
1978	330.5	261.0	119.5	33.0	.	.	.	.	15.0	117.0	16.0	193.5	1085.5
1979	124.5	134.0	66.0	49.5	35.0	21.5	.	.	.	13.0	231.0	212.0	886.5
1980	80.0	96.5	61.0	25.5	19.5	1.0	.	.	6.0	49.0	39.0	337.5	715.0
1981	467.5	172.0	16.5	23.5	9.0	.	.	.	.	4.5	111.5	294.5	1099.0
1982	73.5	255.5	125.5	27.5	44.0	3.0	.	.	28.0	23.0	58.5	176.5	815.0
1983	116.0	145.0	76.5	.	1.0	10.0	25.0	2.0	16.0	35.5	169.5	288.0	884.5
1984	129.0	141.5	57.5	111.5	0.5	.	13.5	.	.	5.5	290.5	146.0	895.5
1985	306.5	95.0	97.5	79.5	6.0	.	.	.	.	94.5	69.0	105.0	853.0
1986	206.0	103.5	20.0	0.5	55.0	.	.	.	71.2	68.7	93.2	179.0	797.1
1987	213.5	106.0	154.8	139.5	7.5	.	.	.	.	19.0	170.5	160.5	971.3
1988	171.0	227.5	182.5	15.5	15.0	.	.	.	2.5	70.5	310.5	134.5	1129.5
1989	65.0	9.0	90.0	.	10.0	.	.	.	.	85.0	150.5	20.0	429.5
1990	22.0	115.0	16.0	48.0	.	.	.	8.5	5.0	10.0	92.0	188.5	505.0
1991	79.5	115.5	32.5	51.0	14.5	2.0	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	295.0
Μέση	166.8	135.6	80.3	40.9	14.4	1.9	1.8	0.6	16.3	48.5	129.8	171.2	791.3
Μτβλ	11969	4077	2174	1315	322	24	35	3	783	1554	7061	7023	46606
ΤυΑπ	109.4	63.9	46.6	36.3	18.0	4.9	5.9	1.9	28.0	39.4	84.0	83.8	215.9

ΠΡΟΦ. ΗΛΙΑΣ

327.100 3897.700 380.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	88.1	42.2	74.8	51.0	8.5	.	.	.	7.6	94.4	134.2	100.9	601.7
1971	209.3	157.9	63.8	37.1	0.2	3.3	0.5	.	.	48.0	50.0	82.8	652.9
1972	142.8	95.7	128.8	51.4	47.7	.	5.5	1.0	3.5	163.2	37.4	225.0	902.0
1973	189.4	99.4	46.5	21.8	4.0	.	.	.	.	96.3	161.5	22.3	641.2
1974	177.0	102.8	74.0	5.5	.	.	.	.	8.0	13.8	48.3	126.5	555.9
1975	208.6	207.7	45.5	23.0	51.0	1.5	.	.	.	21.0	112.5	226.2	897.0
1976	207.6	183.8	186.9	60.5	8.0	2.5	.	.	.	126.0	150.0	88.2	1013.5
1977	54.0	51.5	84.0	58.5	2.0	.	.	.	255.0	57.0	29.0	250.3	841.3
1978	258.5	80.7	98.3	8.0	.	.	.	.	16.0	86.7	56.5	159.0	763.7
1979	77.0	96.5	88.5	38.0	30.0	77.5	5.0	2.0	3.5	18.1	232.7	148.2	817.0
1980	77.5	170.5	62.5	33.5	4.5	2.5	.	.	2.8	73.6	18.2	201.2	646.8
1981	342.5	136.7	11.0	21.2	10.0	.	.	.	1.0	.	176.6	119.8	818.8
1982	77.5	295.7	119.0	59.7	58.0	6.0	.	20.0	.	13.5	56.0	82.0	787.4
1983	153.5	146.2	140.0	3.0	.	18.0	24.5	1.0	.	20.5	136.5	179.0	822.2
1984	64.0	142.5	75.2	77.2	1.0	.	72.0	.	.	8.5	294.2	161.2	895.8
1985	219.0	91.2	95.5	71.5	7.5	.	.	.	.	95.0	15.5	120.5	715.7
1986	60.9	103.5	48.0	1.0	62.0	.	.	.	108.7	30.8	60.0	152.0	626.9
1987	131.5	126.5	148.5	209.0	22.0	1.0	.	.	.	14.0	123.0	144.5	920.0
1988	82.0	154.5	78.5	9.0	40.5	.	.	.	2.0	121.0	94.0	101.0	682.5
1989	67.0	5.5	85.0	.	17.2	.	.	.	.	107.5	176.5	16.0	474.7
1990	84.0	99.0	5.0	10.5	.	8.0	.	11.8	7.2	24.3	124.0	107.5	481.3
1991	227.0	121.5	22.0	39.5	8.5	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	418.5
Μέση	145.4	123.2	81.0	40.5	17.4	5.5	5.1	1.7	19.8	58.7	108.9	134.0	726.2
Μτβλ	6291	3709	2002	1995	436	276	253	23	3308	2317	5723	4435	26027
ΤυΑπ	79.3	60.9	44.7	44.7	20.9	16.6	15.9	4.8	57.5	48.1	75.6	66.6	161.3

ΗΡΑΚΛΕΙΟΝ

333.400 3912.700 30.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	54.0	23.6	50.9	20.6	8.4	.	.	.	25.5	32.4	90.0	50.0	355.4
1971	118.3	89.3	29.4	11.8	0.8	3.4	3.6	.	42.5	56.4	67.1	35.5	458.1
1972	61.6	50.0	70.9	15.4	40.4	.	10.0	0.7	3.6	107.2	13.2	120.0	493.0
1973	200.0	87.3	41.4	39.9	.	.	.	.	0.1	48.5	110.0	36.1	563.3
1974	97.8	41.3	31.8	11.3	.	.	.	.	1.8	11.8	34.4	59.2	289.4
1975	155.5	150.0	6.6	14.9	33.7	8.0	.	.	.	35.9	55.1	114.2	573.9
1976	142.9	62.8	151.5	59.0	16.9	2.3	.	.	.	115.8	123.1	40.3	714.6
1977	30.5	31.1	55.2	61.3	0.6	.	.	.	152.3	56.7	13.2	161.3	562.2
1978	91.3	49.4	67.0	5.3	.	.	.	.	19.8	89.1	25.2	86.9	434.0
1979	62.8	54.2	52.4	29.2	27.9	16.7	.	1.2	1.0	23.7	145.7	85.0	499.8
1980	54.4	120.0	34.7	53.7	4.6	.	.	.	3.5	91.8	8.7	104.3	475.7
1981	187.7	96.7	20.0	26.0	1.7	.	.	.	.	.	137.3	39.2	508.6
1982	27.6	192.8	118.7	38.9	32.2	5.5	.	19.0	.	.	29.1	83.3	547.1
1983	81.8	98.0	52.5	.	.	43.0	9.3	.	.	78.7	120.0	130.2	613.5
1984	25.2	71.7	77.2	53.1	.	.	.	7.7	.	7.5	134.6	125.9	502.9
1985	112.4	58.4	30.7	27.4	2.5	.	.	.	.	53.8	14.4	67.0	366.6
1986	59.5	56.9	55.1	.	65.0	.	.	.	63.7	31.7	49.4	145.5	526.8
1987	65.3	34.0	120.0	103.6	7.0	.	.	.	.	.	83.3	103.6	516.8
1988	30.7	75.6	38.9	18.0	42.0	.	.	.	1.5	129.4	46.2	69.0	451.3
1989	31.6	5.1	169.6	.	10.6	.	.	.	.	44.7	147.4	11.9	420.9
1990	38.0	63.7	.	10.7	.	.	.	.	28.0	34.1	82.3	80.0	336.8
1991	160.0	75.0	7.0	20.0	3.0	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	265.0
Μέση	85.9	72.1	58.3	28.2	13.5	3.6	1.1	1.4	16.3	50.0	72.8	83.3	476.2
Μτβλ	2933	1789	2045	648	339	93	8	18	1217	1575	2497	1873	11589
ΤυΑπ	54.2	42.3	45.2	25.4	18.4	9.7	2.9	4.3	34.9	39.7	50.0	43.3	107.7

ΚΡΟΥΣΩΝ

316.500 3900.700 500.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	87.0	59.2	123.2	44.5	6.6	.	.	.	14.3	161.1	188.4	88.9	773.2
1971	268.5	254.0	102.1	52.8	1.7	4.6	1.0	.	10.3	30.7	74.1	117.8	917.6
1972	112.1	109.9	171.9	60.3	102.0	.	16.3	.	9.7	234.2	57.2	201.6	1075.2
1973	260.7	213.5	64.7	51.2	6.0	.	.	.	2.6	61.9	99.3	60.0	819.9
1974	304.1	157.3	110.1	11.2	.	.	.	.	3.1	18.3	60.7	126.7	791.5
1975	357.9	265.7	26.2	25.5	66.8	.	.	.	.	37.9	86.1	362.2	1228.3
1976	308.0	261.6	260.8	49.8	7.0	2.0	.	.	.	178.6	239.2	162.9	1469.9
1977	80.9	106.1	170.7	77.0	1.9	0.8	1.0	.	147.7	46.4	45.0	305.0	982.5
1978	433.2	104.1	201.8	11.0	.	.	.	.	20.0	163.4	54.3	196.6	1184.4
1979	163.2	114.0	110.0	68.3	30.0	50.5	8.5	2.1	.	38.6	243.9	252.2	1081.3
1980	146.9	274.2	122.7	57.4	10.5	0.7	.	.	6.8	75.1	22.5	297.7	1014.5
1981	560.6	236.0	27.8	29.3	5.8	.	.	.	.	.	152.0	199.2	1210.7
1982	103.3	323.8	226.4	60.1	65.0	5.0	.	12.0	.	5.0	143.0	136.0	1079.6
1983	198.4	241.5	198.2	9.6	2.0	63.0	23.7	3.3	.	35.0	188.0	217.7	1180.4
1984	170.0	154.5	101.7	83.6	1.5	.	63.5	.	.	26.0	375.4	211.5	1187.7
1985	337.6	156.6	102.6	60.5	4.6	.	.	.	.	143.2	68.0	244.1	1117.2
1986	80.0	158.1	43.7	1.5	55.4	.	.	.	217.2	85.7	81.8	188.6	912.0
1987	122.2	158.6	247.4	210.6	31.5	1.4	.	.	.	7.0	199.0	187.8	1165.5
1988	140.2	301.9	172.6	18.8	22.5	.	.	.	4.7	253.8	90.8	184.9	1190.2
1989	94.6	12.6	108.1	.	21.2	11.3	.	.	.	144.0	215.0	11.8	618.6
1990	88.7	176.5	8.8	19.1	0.7	18.6	.	6.1	10.8	24.2	111.1	122.8	587.4
1991	320.7	169.8	35.1	49.6	15.5	0.5	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	591.2
Μέση	215.4	182.3	124.4	47.8	20.8	7.2	5.4	1.1	21.3	84.3	133.1	184.6	1008.1
Μτβλ	17388	6557	5469	1941	762	281	207	8	2900	6113	8091	8141	54227
ΤυΑπ	131.9	81.0	74.0	44.1	27.6	16.8	14.4	2.9	53.9	78.2	89.9	90.2	232.9

ΛΑΓΟΛΑΙΟ

298.800 3887.5 170.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	29.2	68.7	44.6	20.0	4.3	.	.	.	23.0	79.9	50.0	60.6	380.3
1971	149.6	194.2	57.2	26.0	1.4	3.2	.	8.4	5.1	11.8	60.7	92.7	610.3
1972	126.9	51.4	61.6	33.1	6.7	.	.	.	5.4	112.1	49.2	70.2	516.6
1973	78.2	159.5	9.6	35.1	.	.	.	.	27.2	68.6	83.0	48.0	509.2
1974	93.4	71.0	53.2	.	.	.	.	.	10.1	20.8	83.5	102.8	434.8
1975	158.8	60.0	27.6	19.5	50.5	.	.	.	.	12.4	225.7	102.0	656.5
1976	109.6	125.9	70.4	27.8	2.2	.	.	.	.	41.0	122.3	94.6	593.8
1977	57.2	12.9	70.0	28.0	3.2	.	.	.	93.2	16.6	95.6	208.0	584.7
1978	193.4	199.6	92.8	17.2	.	.	.	.	25.5	86.9	25.7	135.1	776.2
1979	103.8	104.2	36.2	19.1	25.2	3.2	.	.	.	9.0	208.4	139.5	648.6
1980	58.1	62.0	33.1	36.4	9.4	.	.	.	4.2	93.2	34.5	221.4	552.3
1981	323.1	72.1	10.2	21.2	6.7	.	.	.	.	.	191.1	120.6	745.0
1982	80.0	140.7	93.5	31.2	23.6	.	.	.	.	14.3	54.2	136.9	574.4
1983	48.9	121.7	33.5	0.7	2.9	4.6	.	.	2.8	3.2	136.0	174.5	528.8
1984	89.2	116.8	29.7	91.3	.	.	0.8	.	1.7	3.7	109.3	117.1	559.6
1985	220.9	78.5	120.2	26.3	5.7	.	.	.	.	31.6	54.3	53.9	591.4
1986	110.7	77.9	20.6	0.6	16.2	.	.	.	34.8	138.4	57.3	99.6	556.1
1987	69.6	81.4	82.4	64.2	4.9	.	.	.	.	12.5	147.9	56.8	519.7
1988	151.2	124.6	126.8	6.7	4.3	.	.	.	.	29.1	184.3	105.8	732.8
1989	38.4	6.6	64.9	.	.	.	.	.	.	46.4	147.0	7.3	310.6
1990	38.1	68.0	6.2	31.0	.	.	.	0.8	.	9.0	54.6	191.5	399.2
1991	59.0	85.6	23.3	20.6	22.3	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	210.8
Μέση	108.5	94.7	53.1	25.3	8.6	0.5	0.0	0.4	11.1	40.0	103.6	111.4	545.1
Μτβλ	4928	2489	1192	442	151	2	0	3	454	1627	4019	3437	18746
ΤυΑπ	70.2	49.9	34.5	21.0	12.3	1.3	0.2	1.8	21.3	40.3	63.4	58.6	136.9

ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑ

318.000 3890.400 570.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	77.3	96.2	89.0	17.3	7.0	.	.	.	14.0	121.7	104.5	126.3	653.3
1971	214.5	231.7	89.2	45.1	0.7	25.5	.	2.7	12.1	16.4	64.0	94.3	796.2
1972	151.0	142.9	113.5	57.9	50.5	.	0.3	2.2	6.7	126.1	96.0	118.3	865.4
1973	156.7	172.7	34.2	58.2	3.2	.	.	.	8.1	73.4	158.8	116.7	782.0
1974	215.6	84.7	83.3	5.7	.	.	.	.	40.0	32.2	129.9	138.3	729.7
1975	307.0	127.7	50.3	150.7	58.4	3.0	.	.	2.5	30.0	229.3	186.6	1145.5
1976	193.6	251.4	177.9	48.8	14.0	.	.	.	.	82.4	141.3	139.5	1048.9
1977	73.5	38.5	96.4	35.0	20.1	2.0	.	.	129.0	32.5	69.5	346.0	842.5
1978	337.0	226.5	128.0	32.5	.	.	.	.	23.0	134.0	32.0	239.0	1152.0
1979	136.8	155.5	75.5	56.5	53.7	26.0	5.0	.	2.0	31.0	244.8	256.0	1042.8
1980	119.3	117.2	62.6	56.0	23.0	.	.	.	1.0	81.5	49.5	381.0	891.1
1981	540.0	165.5	32.5	23.2	8.5	1.0	.	.	.	3.8	200.2	321.6	1296.3
1982	99.0	303.8	112.4	34.4	39.0	2.5	.	.	37.0	14.5	61.3	186.6	890.5
1983	153.0	223.0	150.5	10.0	2.0	24.5	.	15.0	17.5	16.2	272.1	344.3	1228.1
1984	168.5	198.2	79.7	113.4	.	.	16.0	.	.	7.0	298.7	212.2	1093.7
1985	381.2	150.5	119.0	74.5	13.5	.	.	.	.	85.3	65.0	149.5	1038.5
1986	180.0	139.7	45.1	1.5	67.5	2.0	.	.	122.0	48.8	83.6	172.7	862.9
1987	216.6	130.3	168.5	182.1	17.0	.	.	.	.	21.0	189.0	195.0	1119.5
1988	180.6	331.1	208.1	24.3	30.0	.	.	.	2.0	102.6	342.2	155.3	1376.2
1989	66.4	9.4	119.5	1.4	9.2	2.0	.	.	.	96.7	194.9	22.6	522.1
1990	48.6	126.2	17.6	41.4	.	.	.	1.5	1.0	7.6	114.3	197.8	556.0
1991	122.6	168.0	28.3	44.3	18.3	1.7	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	383.2
Μέση	188.1	163.2	94.6	50.6	19.8	4.1	1.0	1.0	19.9	55.5	149.6	195.2	923.5
Μτβλ	13481	6011	2641	2097	445	76	12	10	1327	1934	8613	9773	66639
ΤυΑΠ	116.1	77.5	51.4	45.8	21.1	8.7	3.5	3.2	36.4	44.0	92.8	98.9	258.1

ΒΟΡΕΙΑ

304.000 3892.100 520.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	59.1	119.0	98.0	26.5	8.0	.	.	.	19.5	153.4	157.9	134.0	775.4
1971	193.0	281.0	95.5	45.6	1.4	2.9	.	2.2	4.5	12.2	93.4	173.8	905.5
1972	183.8	183.8	140.3	124.5	41.1	.	.	1.5	6.4	135.5	77.4	76.9	971.2
1973	162.0	281.6	19.9	60.8	0.6	.	0.8	.	42.0	55.8	135.6	126.7	885.8
1974	237.4	125.4	62.2	3.2	0.4	.	.	.	71.3	57.8	128.3	156.2	842.2
1975	339.1	140.8	43.8	50.0	57.0	7.8	.	.	.	15.0	208.9	248.5	1110.9
1976	222.4	253.4	120.4	51.6	15.0	.	.	.	.	120.0	204.5	203.5	1190.8
1977	89.0	46.5	141.2	38.8	8.5	.	.	.	160.1	21.9	91.6	364.9	962.5
1978	507.6	364.2	192.2	48.5	.	.	.	.	46.0	146.7	13.0	288.7	1606.9
1979	194.5	172.9	83.8	50.2	51.2	10.8	0.6	.	5.0	10.3	277.0	367.0	1223.3
1980	119.1	173.5	75.8	34.5	14.3	.	.	.	9.6	88.6	91.2	389.9	996.5
1981	622.1	176.7	19.3	23.0	10.5	.	.	.	.	1.9	176.3	391.5	1421.3
1982	116.2	374.8	191.4	32.8	29.5	.	.	.	.	24.0	81.4	213.8	1063.9
1983	188.6	294.0	167.3	8.0	4.3	25.4	6.2	22.7	.	36.8	193.1	285.7	1232.1
1984	195.2	180.5	67.7	152.9	.	.	10.5	.	.	0.2	365.2	154.5	1126.7
1985	438.0	140.0	116.8	68.3	.	.	.	.	.	138.4	58.2	90.9	1050.6
1986	198.9	124.8	11.2	.	43.1	.	.	.	103.4	130.2	89.3	179.7	880.6
1987	258.7	162.4	194.3	226.9	5.2	.	.	.	.	8.4	213.6	221.4	1290.9
1988	256.8	448.4	257.9	17.3	25.0	.	.	.	.	162.8	407.1	253.7	1829.0
1989	108.0	13.5	150.5	.	3.8	.	.	.	.	94.2	200.0	15.3	585.3
1990	36.8	170.2	19.8	44.2	.	.	.	7.6	37.0	9.0	111.1	257.7	693.4
1991	126.3	149.3	30.4	43.5	29.4	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	378.9
Μέση	220.6	198.9	104.5	52.3	15.8	2.1	0.9	1.6	24.0	67.8	160.7	218.8	1046.5
Μτβλ	20774	11182	4758	2849	333	35	6	25	1697	3552	10453	12692	105274
ΤυΑπ	144.1	105.7	69.0	53.4	18.3	5.9	2.5	5.0	41.2	59.6	102.2	112.7	324.5

ΖΑΡΟΣ

309.000 3889.000 343.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	49.0	94.0	91.0	12.0	8.0	.	.	.	14.0	141.0	60.0	95.5	564.5
1971	213.0	211.6	99.0	59.0	1.0	4.0	.	3.0	10.5	10.5	74.0	129.5	815.1
1972	135.0	93.0	94.0	45.0	27.5	.	.	.	6.0	85.5	78.5	73.0	637.5
1973	137.0	170.0	16.0	79.0	.	.	.	.	10.0	52.0	105.0	98.0	667.0
1974	185.0	112.0	66.0	.	.	.	.	.	17.0	45.0	127.0	141.0	693.0
1975	237.0	118.0	46.0	45.0	57.0	5.0	.	.	.	12.0	209.0	164.0	893.0
1976	185.0	178.0	113.0	35.0	6.0	.	.	.	.	62.0	171.0	120.0	870.0
1977	75.0	27.0	92.0	43.0	3.0	.	.	.	142.0	30.0	74.0	252.0	738.0
1978	368.0	267.0	137.0	31.0	.	.	.	.	14.0	114.0	29.0	222.0	1182.0
1979	134.0	145.0	54.0	38.0	30.0	15.0	.	.	.	10.0	212.0	210.0	848.0
1980	76.0	79.0	55.0	16.0	15.0	.	.	.	8.0	82.0	44.0	306.0	681.0
1981	482.0	137.0	17.0	23.0	10.0	.	.	.	.	.	197.0	264.0	1130.0
1982	92.0	235.0	118.0	30.0	28.0	.	.	.	.	22.0	62.0	179.0	766.0
1983	143.0	183.0	52.0	11.0	.	15.0	9.0	12.0	.	17.0	182.0	250.0	874.0
1984	148.0	117.0	46.0	110.0	.	.	8.0	.	.	10.0	183.0	141.0	763.0
1985	346.0	110.0	112.0	55.0	.	.	.	.	.	92.0	36.0	93.0	844.0
1986	151.0	60.0	23.0	.	44.0	.	.	.	45.0	100.0	57.0	126.0	606.0
1987	118.0	103.0	127.0	176.0	.	.	.	.	.	.	197.0	119.0	840.0
1988	193.0	229.0	172.0	15.0	8.0	.	.	.	.	69.0	288.0	148.0	1122.0
1989	72.0	7.0	91.0	.	.	.	.	.	.	69.0	148.0	30.0	417.0
1990	12.0	90.0	10.0	59.0	2.5	.	.	3.0	5.0	7.0	93.0	217.2	498.7
1991	74.0	117.0	18.0	40.5	16.0	4.5	---	---	---	---	---	---	270.0
Μέση	164.8	131.0	75.0	41.9	11.6	2.0	0.8	0.9	12.9	49.0	125.1	160.9	760.0
Μτβλ	12595	4412	2024	1617	258	20	6	7	945	1782	5765	6027	49330
ΤυΑπ	112.2	66.4	45.0	40.2	16.0	4.5	2.5	2.6	30.7	42.2	75.9	77.6	222.1

ΑΝΩΓΕΙΑ

307.600 3907.700 740.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	112.9	49.8	173.4	47.1	17.5	6.6	.	.	30.8	123.5	176.5	95.6	833.7
1971	281.5	235.7	63.5	74.7	1.1	3.2	1.1	.	75.2	76.9	112.5	123.2	1048.6
1972	138.7	107.7	178.8	85.3	158.3	2.0	25.4	5.8	3.8	285.7	66.3	245.6	1303.4
1973	384.5	121.0	46.1	50.2	6.4	.	10.2	2.4	2.5	195.2	154.2	70.0	1042.7
1974	241.8	166.3	122.1	12.7	.	0.4	.	2.0	33.6	14.5	92.7	147.8	833.9
1975	337.8	340.7	15.2	51.6	31.6	0.3	.	0.2	15.6	70.5	107.2	273.7	1244.4
1976	299.6	284.0	335.9	83.0	10.4	8.4	.	1.4	.	252.4	183.0	130.2	1588.3
1977	69.6	98.2	164.3	103.3	.	.	.	.	215.0	97.3	35.4	395.1	1178.2
1978	469.7	89.8	196.7	26.8	0.4	.	0.8	.	28.0	180.5	189.9	230.9	1413.5
1979	113.8	173.1	81.7	64.3	19.8	65.2	12.8	6.0	5.1	58.7	242.2	204.6	1047.3
1980	112.3	385.5	85.3	78.5	18.7	0.6	.	.	25.0	149.9	16.6	147.8	1020.2
1981	435.7	188.2	15.3	36.2	10.6	.	.	.	.	0.2	187.7	116.3	990.2
1982	95.6	387.6	227.8	56.0	99.7	13.0	.	4.0	.	2.4	177.2	98.6	1161.9
1983	145.1	179.3	188.3	15.8	0.2	90.0	29.4	5.4	2.4	34.1	206.3	164.1	1060.4
1984	109.5	173.8	106.7	80.4	0.8	0.2	91.4	1.0	.	33.2	315.4	236.5	1148.9
1985	310.8	95.4	87.8	13.4	6.1	.	.	.	0.8	159.0	38.1	245.1	956.5
1986	63.7	129.4	79.6	5.0	59.9	0.7	.	.	403.0	48.6	95.4	213.4	1098.7
1987	130.1	131.3	171.9	264.8	8.8	.	.	.	.	2.6	148.0	155.3	1012.8
1988	97.3	287.0	84.2	24.5	8.5	.	.	.	24.4	236.2	100.3	143.9	1006.3
1989	118.7	29.3	151.9	20.4	.	.	.	.	.	138.5	173.0	23.4	655.2
1990	90.5	136.8	6.5	7.4	1.4	30.2	.	10.0	30.0	50.0	100.0	200.0	662.8
1991	200.0	150.0	40.0	70.0	15.0	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	475.0
Μέση	198.1	179.1	119.2	57.8	21.6	10.0	8.1	1.8	42.6	105.2	138.9	174.3	1035.6
Μτβλ	15715	10233	6545	2999	1478	540	419	8	8721	7769	5996	7819	62239
ΤυΑπ	125.4	101.2	80.9	54.8	38.5	23.2	20.5	2.8	93.4	88.1	77.4	88.4	249.5

ΑΓΙΑ ΓΑΛΗΝΗ

289.100 3886.700 20.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	40.2	64.0	45.3	9.8	5.0	.	.	.	25.0	84.7	30.0	44.7	348.7
1971	129.0	166.0	61.0	10.0	.	.	.	.	2.5	5.0	53.0	70.5	497.0
1972	113.5	50.0	66.0	38.0	9.5	.	.	.	5.0	132.0	50.0	73.2	537.2
1973	110.5	153.0	5.0	47.0	.	.	.	.	20.0	55.0	68.0	47.0	505.5
1974	105.0	76.0	71.0	.	.	.	.	.	39.0	9.9	104.8	103.3	509.0
1975	209.0	36.4	34.0	21.5	38.3	.	.	.	.	8.4	215.4	115.2	678.2
1976	128.5	147.8	71.2	27.9	1.0	.	3.1	.	.	54.6	150.1	157.4	741.6
1977	79.1	20.2	57.0	29.1	.	.	.	.	85.6	8.8	45.3	188.5	513.6
1978	184.5	217.8	113.8	15.0	.	.	.	.	26.3	75.1	.	179.2	811.7
1979	85.6	91.6	49.5	11.7	33.1	2.3	.	.	.	7.5	232.4	147.7	661.4
1980	116.5	92.0	41.4	24.1	15.0	.	.	.	.	50.4	22.3	332.8	694.5
1981	348.5	90.7	15.3	25.0	6.0	.	.	.	.	.	271.8	169.0	926.3
1982	90.2	135.0	116.2	34.2	20.5	.	.	.	.	15.5	93.9	149.0	654.5
1983	67.2	121.4	45.3	.	.	.	.	.	.	.	128.3	139.8	502.0
1984	115.6	92.4	22.9	80.7	.	.	3.2	.	.	.	113.0	92.4	520.2
1985	232.8	68.1	91.0	49.5	.	.	.	.	.	22.2	59.3	59.0	581.9
1986	100.4	59.4	10.5	6.2	25.2	.	.	.	26.5	120.0	51.5	96.9	496.6
1987	89.6	95.1	76.8	59.8	29.7	.	.	.	.	.	156.3	96.7	604.0
1988	155.0	128.2	145.2	5.0	5.0	.	.	.	.	44.1	211.7	130.8	825.0
1989	38.8	2.1	59.8	.	4.0	.	.	.	.	50.2	149.4	5.6	309.9
1990	50.5	69.3	12.1	28.2	.	.	.	.	.	.	50.2	209.1	419.4
1991	75.3	100.1	23.1	2.0	18.2	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	218.7
Μέση	121.2	94.4	56.1	23.9	9.6	0.1	0.3	0.0	10.9	35.4	107.5	124.2	570.8
Μτβλ	5066	2543	1361	455	154	0	1	0	424	1599	6095	5537	29357
ΤυΑπ	71.2	50.4	36.9	21.3	12.4	0.5	0.9	0.0	20.6	40.0	78.1	74.4	171.3

ΓΕΡΑΚΑΡΙ

282.400 3900.000 660.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	101.5	141.4	225.7	76.0	30.1	.	.	.	44.5	144.2	208.5	161.9	1133.8
1971	272.0	415.0	92.0	69.0	.	4.5	.	16.5	15.0	24.0	134.5	72.0	1114.5
1972	221.5	172.5	152.0	174.0	87.0	.	.	.	12.0	290.0	59.0	198.5	1366.5
1973	243.0	289.5	59.0	119.5	12.5	.	.	.	23.5	90.5	116.5	112.5	1066.5
1974	286.5	183.0	106.0	.	.	.	.	.	47.0	40.0	147.5	271.0	1081.0
1975	447.0	186.0	78.5	63.0	40.0	.	.	.	13.0	21.5	238.5	315.5	1403.0
1976	237.0	281.5	200.5	48.0	10.0	2.0	7.0	.	.	224.0	204.0	158.5	1372.5
1977	112.5	112.0	151.5	68.5	.	.	11.5	.	171.0	47.0	128.0	432.5	1234.5
1978	761.5	205.0	256.0	34.0	.	.	.	.	79.5	200.5	96.5	257.0	1890.0
1979	139.0	199.0	151.5	28.0	31.0	52.5	.	.	.	84.0	329.0	413.5	1427.5
1980	169.0	322.5	124.5	75.5	12.0	.	.	.	6.5	133.5	48.5	350.5	1242.5
1981	909.5	211.5	13.0	41.0	10.0	.	.	.	.	.	277.0	320.5	1782.5
1982	145.0	459.0	249.0	74.5	69.0	16.5	.	.	.	20.5	142.5	275.5	1451.5
1983	175.5	290.0	209.0	10.0	7.5	35.0	.	8.0	14.5	36.0	231.0	264.5	1281.0
1984	201.0	288.0	106.0	120.0	.	.	54.0	.	.	10.0	356.5	221.0	1356.5
1985	461.0	126.5	141.5	152.0	3.5	.	.	.	.	110.5	77.5	138.0	1210.5
1986	180.5	138.0	62.0	1.4	123.5	0.1	.	0.3	122.1	115.0	77.0	223.5	1043.4
1987	182.0	218.5	336.0	265.5	42.0	.	2.0	.	.	23.0	248.0	211.5	1528.5
1988	244.5	460.0	187.0	10.0	68.0	.	.	.	2.0	231.0	211.0	263.5	1677.0
1989	138.5	25.0	181.5	.	15.5	.	.	.	.	122.0	280.0	28.0	790.5
1990	51.0	284.0	.	35.0	.	13.0	.	31.0	13.5	34.5	84.5	305.0	851.5
1991	293.5	206.5	40.0	66.0	22.5	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	628.5
Μέση	271.5	237.0	141.9	69.6	26.5	5.6	3.5	2.7	26.9	95.3	176.0	237.8	1269.7
Μτβλ	43563	12198	7181	4199	1107	179	136	55	1987	7061	9304	12813	94083
ΤυΑπ	208.7	110.4	84.7	64.8	33.3	13.4	11.6	7.4	44.6	84.0	96.5	113.2	306.7

ΚΑΒΟΥΣΙ

282.500 3910.600 580.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	90.3	61.9	216.5	44.9	19.3	.	.	.	82.0	112.7	173.3	127.8	928.7
1971	190.8	199.4	60.5	56.8	.	.	.	3.5	2.3	77.9	92.1	87.4	770.7
1972	196.7	117.7	159.3	111.0	57.2	.	.	11.4	.	260.5	58.2	148.0	1120.0
1973	282.2	141.9	26.1	66.7	.	.	6.4	.	27.3	103.7	122.3	51.3	827.9
1974	205.4	114.9	102.0	5.9	.	.	.	2.1	28.2	18.4	174.9	168.0	819.8
1975	268.4	163.5	15.7	55.5	19.5	9.4	.	.	10.7	38.4	180.5	183.3	944.9
1976	154.8	137.4	250.6	74.2	8.0	13.6	.	.	.	238.7	144.1	116.5	1137.9
1977	53.6	61.7	150.0	50.2	.	.	11.0	.	160.7	99.8	44.8	198.0	829.8
1978	400.0	100.0	168.3	25.5	.	.	.	.	38.5	142.1	116.7	165.4	1156.5
1979	87.8	155.4	150.2	38.6	16.7	150.2	.	.	.	97.5	155.4	229.1	1080.9
1980	111.0	318.9	71.4	62.5	5.8	.	.	.	4.5	91.8	29.3	135.7	830.9
1981	480.3	127.4	22.0	40.7	8.2	.	.	.	.	.	219.0	174.3	1071.9
1982	67.3	294.6	167.1	76.7	103.3	8.4	.	15.2	.	3.2	98.9	123.9	958.6
1983	125.4	161.2	120.2	3.5	.	102.8	7.6	.	29.0	104.3	260.7	.	914.7
1984	103.3	298.9	104.1	109.8	.	.	12.5	16.5	.	37.8	288.1	248.1	1219.1
1985	297.4	73.3	103.2	141.2	5.2	.	.	.	.	75.6	72.5	109.3	877.7
1986	110.7	115.5	89.2	.	126.6	.	.	.	70.4	74.3	60.3	270.4	917.4
1987	132.5	157.8	152.3	164.2	21.9	.	.	.	.	3.2	186.4	172.4	990.7
1988	162.6	181.6	73.4	11.5	.	.	.	.	.	99.2	58.3	169.1	755.7
1989	113.8	19.6	192.9	.	29.7	.	.	.	.	60.3	194.2	32.3	642.8
1990	79.1	74.6	.	19.5	9.2	22.5	.	6.0	16.2	33.5	86.8	132.0	479.4
1991	173.6	94.5	22.8	88.0	13.4	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	392.3
Μέση	176.7	144.2	109.9	56.7	20.2	13.9	1.8	2.6	22.4	84.4	134.1	144.9	894.0
Μτβλ	12042	6124	4829	2062	1136	1414	15	26	1511	4741	5798	5228	43300
ΤυΑπ	109.7	78.3	69.5	45.4	33.7	37.6	3.9	5.1	38.9	68.9	76.1	72.3	208.1

ΜΟΥΡΙ

253.400 3914.100 50.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΒ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	211.0	176.0	100.0	29.0	13.0	.	.	.	104.0	96.0	142.0	132.0	1003.0
1971	323.0	206.0	55.0	28.0	.	.	.	.	40.0	75.0	114.0	54.0	895.0
1972	221.7	177.6	146.7	80.0	22.0	.	4.4	12.5	11.9	366.5	52.1	174.0	1269.4
1973	462.0	132.7	31.9	19.1	4.6	.	4.6	.	18.7	151.6	183.3	44.0	1052.5
1974	158.1	190.7	138.6	5.6	.	.	.	.	15.5	9.1	87.3	166.5	771.4
1975	204.9	399.4	23.0	18.8	6.5	.	.	.	.	112.0	104.4	242.4	1111.4
1976	196.1	203.1	385.3	65.1	14.1	.	.	.	37.7	236.7	102.4	131.7	1372.2
1977	71.4	24.2	155.6	89.9	.	35.0	.	.	387.9	123.5	116.1	230.2	1233.8
1978	286.5	73.4	127.5	13.9	.	.	.	.	47.2	102.9	95.4	144.6	891.4
1979	77.2	155.1	134.9	44.6	38.2	88.9	13.6	5.0	3.0	163.2	329.4	150.0	1203.1
1980	159.3	237.9	93.9	47.3	2.9	.	.	16.4	18.8	50.0	6.4	163.6	796.5
1981	519.4	157.6	25.6	41.3	8.4	.	.	.	.	6.0	144.7	112.4	1015.4
1982	111.8	370.5	138.0	75.4	52.0	3.6	.	42.5	.	5.9	201.7	153.5	1154.9
1983	183.1	156.9	96.0	4.9	6.6	21.0	9.4	.	19.0	128.2	171.1	198.3	994.5
1984	156.8	196.4	92.6	70.3	1.5	.	20.6	3.5	.	60.5	237.1	175.9	1015.2
1985	249.1	88.9	82.0	93.5	.	.	.	.	.	100.4	40.5	231.6	886.0
1986	93.4	177.3	84.6	.	108.0	.	.	.	303.6	87.8	143.6	266.2	1264.5
1987	160.7	171.2	265.5	248.8	19.6	.	.	.	.	12.0	194.6	103.8	1176.2
1988	122.8	246.7	97.7	32.0	41.6	.	.	.	.	174.1	183.6	211.2	1109.7
1989	139.1	20.9	215.3	.	17.3	.	.	.	.	62.4	311.0	62.4	828.4
1990	118.3	79.2	.	24.3	.	25.6	.	12.1	50.0	70.0	74.8	149.1	603.4
1991	158.7	236.0	51.9	124.1	11.7	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	582.4
Μέση	199.3	176.3	115.5	52.5	16.7	7.9	2.5	4.4	50.3	104.5	144.5	157.0	1010.5
Μτβλ	12963	8574	7527	3086	632	422	29	97	10088	7344	7335	4657	45140
ΤυΑπ	113.9	92.6	86.8	55.5	25.1	20.5	5.4	9.8	100.4	85.7	85.6	68.2	212.5

ΣΠΗΛΙ

276.000 3900.700 490.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΒ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	103.0	115.2	84.0	84.0	19.0	.	.	.	37.0	194.0	176.5	133.0	945.7
1971	268.5	338.0	121.5	44.0	1.0	2.0	.	2.0	13.0	30.0	118.0	126.0	1064.0
1972	231.0	122.0	203.0	122.0	69.0	2.0	13.0	10.0	6.0	319.0	101.0	147.0	1345.0
1973	206.0	182.0	32.0	101.0	.	.	.	.	17.0	82.0	79.0	101.0	800.0
1974	223.0	175.0	85.0	4.0	.	.	.	.	9.0	52.0	130.0	129.0	807.0
1975	409.0	208.0	49.0	59.0	23.0	.	.	.	.	50.0	301.0	309.0	1408.0
1976	169.0	258.0	200.0	28.0	9.0	.	.	.	.	232.0	210.5	153.0	1259.5
1977	93.0	76.0	168.4	57.0	.	.	.	.	178.3	33.0	123.0	392.0	1120.7
1978	691.5	207.0	215.0	6.0	.	.	.	.	71.0	155.0	88.0	264.0	1697.5
1979	70.0	203.0	140.0	28.0	25.0	68.0	.	.	.	93.0	293.0	278.0	1198.0
1980	151.0	246.0	98.0	57.5	11.0	.	.	.	7.0	119.0	59.0	270.0	1018.5
1981	786.0	179.3	18.5	.	13.0	.	.	.	.	4.0	283.0	271.0	1554.8
1982	128.0	358.0	191.0	55.0	76.0	7.0	.	.	.	5.5	114.0	210.0	1144.5
1983	198.0	190.0	218.0	.	.	18.0	13.0	9.0	.	35.0	188.0	251.0	1120.0
1984	130.0	213.5	101.0	114.0	.	.	31.0	.	.	14.0	274.0	281.0	1158.5
1985	406.6	91.9	122.7	108.8	5.2	.	.	.	0.2	129.4	69.6	152.3	1086.7
1986	158.1	141.1	60.0	1.4	119.7	.	.	.	153.0	106.7	127.3	226.9	1094.2
1987	169.1	183.2	266.9	327.7	36.7	.	2.0	.	.	24.2	168.4	184.8	1363.0
1988	235.2	380.7	168.2	7.8	55.0	.	.	.	14.0	237.1	245.6	207.3	1550.9
1989	143.5	26.0	195.1	.	14.0	.	.	.	.	124.4	251.3	29.6	783.9
1990	82.5	229.1	4.2	53.7	.	11.5	.	19.7	13.5	41.6	61.5	307.9	825.2
1991	298.3	195.5	43.5	69.2	22.4	0.3	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	629.2
Μέση	243.2	196.3	126.6	60.4	22.7	4.9	2.8	1.9	24.7	99.1	164.8	210.7	1135.2
Μτβλ	34206	7564	5601	5169	978	219	55	24	2399	7655	7667	9138	76672
ΤυΑπ	184.9	87.0	74.8	71.9	31.3	14.8	7.4	4.9	49.0	87.5	87.6	95.6	276.9

ΒΥΖΑΡΙ

290.900 3899.200 310.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	62.8	94.1	116.6	62.1	13.9	.	.	.	34.5	173.2	93.0	141.3	791.5
1971	150.1	193.3	80.5	27.6	.	2.8	1.1	.	.	18.6	90.4	88.2	652.6
1972	135.4	123.1	120.0	102.3	46.2	.	3.3	.	3.5	205.3	49.0	95.9	884.0
1973	133.3	157.0	20.0	62.6	.	.	.	.	16.5	48.5	89.2	45.1	572.2
1974	168.4	92.4	80.0	60.2	4.6	0.9	.	.	46.7	25.4	144.2	90.7	713.5
1975	284.0	123.6	29.1	33.3	28.6	1.9	.	1.3	2.0	14.1	199.8	215.7	933.4
1976	125.5	203.2	117.1	20.2	3.6	0.8	.	.	.	124.3	181.7	63.4	839.8
1977	63.4	57.4	144.8	50.0	.	.	.	.	141.5	26.5	158.8	232.4	874.8
1978	488.5	201.1	171.1	15.7	.	.	.	.	33.2	118.1	29.7	180.9	1238.3
1979	106.9	146.5	66.9	19.6	7.5	63.9	.	.	.	31.7	274.7	227.9	945.6
1980	122.5	157.9	67.4	34.7	4.0	.	.	.	10.1	71.9	29.8	285.2	783.5
1981	531.9	126.3	13.5	29.0	10.2	.	.	.	.	.	230.7	180.5	1122.1
1982	89.5	222.5	184.6	41.6	82.6	12.0	.	1.0	.	15.5	100.9	143.4	893.6
1983	119.6	226.2	117.4	5.8	4.8	11.5	.	1.0	8.0	14.9	144.1	198.6	851.9
1984	134.4	151.3	38.0	77.0	0.5	.	18.2	.	.	.	310.0	103.9	833.3
1985	245.9	91.5	78.4	69.5	7.4	.	.	.	.	81.1	51.5	62.3	687.6
1986	124.1	89.4	21.8	1.0	50.2	.	.	1.2	46.9	100.0	37.0	106.3	577.9
1987	67.8	101.0	154.1	156.3	11.5	.	.	.	.	16.3	153.6	131.1	791.7
1988	185.1	231.2	125.2	2.9	30.0	.	.	.	4.8	174.5	151.8	121.4	1026.9
1989	58.4	3.9	79.2	.	14.9	.	.	.	.	105.2	186.3	11.6	459.5
1990	30.9	122.4	3.3	27.8	.	1.4	.	11.2	4.4	3.0	71.9	190.8	467.1
1991	105.1	86.3	21.8	38.9	24.9	0.4	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	277.4
Μέση	160.6	136.4	84.1	42.6	15.7	4.3	1.1	0.7	16.8	65.1	132.3	138.9	782.6
Μτβλ	16301	3510	2937	1360	439	189	15	6	1027	4082	6826	5625	49993
ΤυΑπ	127.7	59.2	54.2	36.9	21.0	13.7	3.9	2.4	32.0	63.9	82.6	75.0	223.6

ΒΟΛΕΩΝΕΣ

280.500 3906.300 260.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	93.6	99.6	185.4	42.2	29.3	.	.	.	70.3	149.8	221.4	127.6	1019.2
1971	212.2	261.3	86.7	61.5	0.5	3.4	.	3.5	4.7	31.4	122.3	117.3	904.8
1972	219.7	113.2	159.6	98.9	94.5	0.8	.	16.5	2.5	260.0	71.4	172.2	1209.3
1973	264.4	176.0	40.0	77.5	1.5	.	13.0	.	31.0	84.0	148.5	49.0	884.9
1974	284.3	150.2	84.6	9.5	4.6	.	.	.	88.5	23.8	155.8	149.7	951.0
1975	377.3	225.2	48.3	73.7	26.0	1.4	.	.	13.7	43.0	197.5	315.8	1321.9
1976	276.9	230.3	216.2	36.1	12.0	5.5	.	.	.	239.0	178.6	153.2	1347.8
1977	69.0	81.9	159.1	71.4	.	.	11.7	.	189.5	98.5	100.0	454.4	1235.5
1978	718.5	136.7	217.4	30.2	1.0	.	.	0.5	47.0	177.0	91.9	199.1	1619.3
1979	117.0	183.3	151.9	40.9	11.0	127.0	.	3.0	3.0	136.4	272.5	344.5	1390.5
1980	144.7	289.8	83.5	50.3	9.5	.	.	.	2.0	130.3	77.0	234.3	1021.4
1981	673.8	151.1	19.0	50.0	8.0	.	.	.	.	.	283.5	205.1	1390.5
1982	95.3	446.4	236.4	69.0	92.9	12.0	.	16.0	.	16.0	127.0	195.7	1306.7
1983	186.7	199.0	139.7	6.2	4.2	60.5	.	3.0	3.5	62.0	186.1	218.1	1069.0
1984	124.9	210.5	106.7	108.2	2.0	.	18.2	3.0	.	17.8	250.5	214.7	1056.5
1985	355.9	90.0	108.3	119.8	4.8	.	.	.	.	106.0	63.3	143.5	991.6
1986	141.6	133.0	47.0	.	110.0	.	.	.	183.0	92.0	78.0	210.0	994.6
1987	138.0	165.0	255.0	281.0	28.0	.	.	.	.	19.0	241.0	141.0	1268.0
1988	173.0	313.0	154.0	10.0	59.0	.	.	.	.	181.0	189.0	220.0	1299.0
1989	161.0	24.0	214.0	.	45.0	.	2.0	.	.	109.0	239.0	33.0	827.0
1990	69.0	180.0	15.0	32.0	.	16.0	.	22.0	37.0	53.0	113.0	257.0	794.0
1991	224.0	147.0	45.0	65.0	17.0	.	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	498.0
Μέση	232.8	182.1	126.0	60.6	25.5	10.3	2.1	3.2	32.2	96.6	162.3	197.9	1109.1
Μτβλ	29791	8249	5534	3583	1141	852	26	40	3152	5668	5947	10321	64937
ΤυΑπ	172.6	90.8	74.4	59.9	33.8	29.2	5.1	6.3	56.1	75.3	77.1	101.6	254.8

ΨΗΛΟΡΕΙΤΗΣ ΛΕΚ. 445.2 km2

0.000

0.000

0.000

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΑ
1970	102.4	91.2	232.0	70.4	23.5	.	.	.	29.4	184.6	238.7	163.4	1135.6
1971	293.9	353.9	107.5	95.0	1.0	8.3	0.4	5.5	30.6	53.2	124.2	148.9	1222.4
1972	199.5	175.5	215.4	147.6	144.1	.	13.7	5.4	6.0	275.2	91.6	230.0	1504.0
1973	307.2	227.3	59.4	95.1	7.7	.	5.2	.	13.9	129.6	147.6	122.1	1115.1
1974	347.9	183.5	120.5	10.0	.	.	.	.	38.5	44.4	155.9	206.4	1107.1
1975	460.8	274.7	50.6	93.3	48.6	3.6	.	.	13.5	40.4	201.4	353.6	1540.5
1976	295.7	327.9	288.7	70.7	11.4	7.7	.	.	.	261.9	234.6	167.8	1666.4
1977	90.3	121.9	190.4	79.5	6.0	.	6.4	.	184.7	70.9	75.9	461.0	1287.0
1978	732.7	190.8	260.1	38.8	.	.	.	.	51.1	217.3	147.9	288.8	1927.5
1979	158.4	215.5	141.8	67.4	28.4	98.3	6.3	1.8	2.7	68.5	270.5	386.5	1446.1
1980	148.5	385.6	122.9	81.3	17.6	0.6	.	.	13.6	142.6	55.7	296.9	1265.3
1981	784.7	243.1	23.8	31.7	12.8	.	.	.	.	1.2	217.6	330.7	1645.6
1982	125.2	474.3	255.8	67.9	109.2	13.6	.	4.8	.	11.3	138.7	192.2	1393.0
1983	210.8	278.5	262.2	14.9	2.3	87.5	23.7	13.1	14.8	42.7	280.8	250.1	1481.4
1984	184.6	289.5	128.5	133.4	0.4	.	73.2	3.5	.	25.6	458.6	293.6	1590.9
1985	485.2	139.7	133.5	112.6	8.7	.	.	.	.	178.8	75.1	218.7	1352.3
1986	161.9	165.8	74.6	1.5	110.6	.	.	.	265.1	65.9	96.8	253.2	1195.4
1987	224.1	202.6	276.9	318.0	26.2	.	.	.	.	17.2	221.9	257.6	1544.5
1988	218.9	465.2	186.0	18.9	35.0	.	.	.	14.3	259.9	207.7	229.8	1635.7
1989	150.9	30.6	185.8	.	16.2	.	.	.	.	158.7	226.2	27.0	795.4
1990	71.2	235.7	9.1	32.4	3.2	23.2	.	19.8	16.2	32.8	116.8	246.4	806.8
1991	288.4	183.1	42.0	85.2	21.5	0.7	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	---?--	620.9
Μέση	274.7	238.9	153.1	75.7	28.8	11.1	6.1	2.6	33.1	108.7	180.2	244.0	1330.9
Μτβλ	36415	12539	7699	4647	1608	738	260	25	4269	8337	9687	11418	101166
ΤυΑπ	190.8	112.0	87.7	68.2	40.1	27.2	16.1	5.0	65.3	91.3	98.4	106.9	318.1

Π Α Ρ Α Ρ Τ Η Μ Α 2.

ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΤΥΛΙΣΟΥ

HMBPO- MHNIA	AGRI DEV1	KALL ERGH	TYL- 01	TYL- 10	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 14	TYL- 15	TYL- 16	TYL- 17	TYL- 19	TYL- 21	TYL- 22	IGME IH-02
870901	-	18.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
870903	-	-	-	-	-	-	20.33	-	-	-	-	-	-	-	-
870911	-	18.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
870916	34.15	17.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
870917	-	17.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
870921	33.43	16.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
870924	33.05	16.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
870928	-	-	-	-	-	19.06	18.85	-	-	-	-	-	-	-	-
870929	-	-	-	-	-	-	18.72	-	-	-	-	-	-	-	-
870930	-	-	-	-	-	-	18.46	-	-	-	-	-	-	-	-
871001	31.98	15.77	-	-	-	18.49	18.43	-	-	-	-	-	-	-	-
871009	-	15.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871020	-	15.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871030	28.77	14.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.60
871118	-	13.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871126	27.04	13.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.47
871212	-	-	-	-	15.15	16.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871214	-	-	-	-	15.48	16.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871215	-	-	-	-	-	16.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871216	-	-	-	-	-	16.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871217	-	-	-	-	14.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871223	-	-	-	-	-	17.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871229	-	-	-	-	17.43	17.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871230	28.23	14.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
871231	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00
880105	-	-	-	-	-	18.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
880113	25.72	15.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.85
880120	-	-	-	-	-	18.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
880122	-	15.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
880128	-	-	-	-	-	-	17.88	-	-	-	-	-	-	-	-
880219	25.91	17.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.70
880223	-	-	-	-	22.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
880311	-	23.14	-	-	26.73	27.29	27.27	-	-	-	-	-	-	-	-
880315	-	-	-	-	26.88	27.53	27.30	-	-	-	-	-	-	-	-
880317	-	-	-	-	26.25	26.74	26.61	-	27.41	-	-	-	-	-	-
880329	-	20.79	-	-	24.43	25.06	24.90	-	-	-	-	-	-	-	-
880331	35.70	20.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.26
880419	-	-	-	-	21.09	21.64	21.50	-	21.47	-	-	-	-	-	-
880420	-	17.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
880427	31.23	17.29	-	-	20.73	21.41	21.15	-	21.23	-	-	-	-	-	21.26
880428	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.27	-	-	-	-	-
880503	-	16.71	-	-	20.12	20.78	20.56	-	20.58	20.79	-	-	-	-	-
880506	-	16.59	-	-	19.95	20.61	20.36	-	20.45	20.56	-	-	-	-	-
880511	-	16.42	-	-	19.58	20.22	19.97	-	18.05	20.09	-	-	-	-	-
880518	-	15.74	-	-	19.04	19.72	19.46	-	19.57	19.67	-	-	-	-	-
880524	28.14	14.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.10
880525	-	15.34	-	-	18.68	19.36	19.00	-	19.16	19.20	-	-	-	-	-
880601	-	15.09	-	-	18.33	18.91	18.69	-	18.84	18.86	-	-	-	-	-
880602	-	15.09	-	-	18.33	18.91	18.69	-	18.83	18.83	-	-	-	-	-
880613	-	14.69	-	-	17.91	18.46	18.22	-	18.38	18.39	-	-	-	-	-
880621	-	13.73	-	-	17.34	16.91	17.33	-	17.51	17.32	-	-	-	-	-

HMBPOM	AGRI DEV1	KALL BRGH	TYL- 01	TYL- 10	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 14	TYL- 15	TYL- 16	TYL- 17	TYL- 19	TYL- 21	TYL- 22	IGME IH-02
880624	-	14.37	-	-	17.51	18.10	17.80	-	17.99	17.95	-	-	-	-	-
880628	25.67	13.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.53
880701	-	14.17	-	-	17.33	17.81	17.55	-	17.33	17.72	-	-	-	-	-
880705	-	14.04	-	-	17.20	17.66	17.35	-	17.42	17.55	-	-	-	-	-
880711	-	13.84	-	-	17.00	17.45	17.20	-	17.18	17.34	-	-	-	-	-
880715	-	13.79	-	-	16.92	17.39	17.16	-	17.12	17.24	-	-	-	-	-
880720	-	13.65	-	-	16.75	17.18	16.97	-	16.93	17.07	-	-	-	-	-
880722	24.30	13.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.95
880726	-	13.57	-	-	16.60	17.11	16.76	-	16.86	16.92	-	-	-	-	-
880818	-	12.61	-	-	15.92	16.16	15.98	-	16.01	16.05	-	-	-	-	-
880823	-	12.76	-	-	16.05	16.23	16.07	-	16.08	16.09	-	-	-	-	-
880825	23.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.45
880826	-	12.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
880830	22.85	12.84	-	-	16.22	16.19	16.02	-	16.11	-	-	-	-	-	16.45
880905	-	-	-	-	15.95	15.90	15.76	-	-	-	-	-	-	-	-
880906	22.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.25
880913	-	-	-	-	16.16	16.12	15.94	-	-	-	-	-	-	-	-
880919	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.46	-	-	-	-
880921	-	-	-	-	15.91	16.04	15.89	-	15.91	-	-	-	-	-	-
880928	22.38	12.79	-	-	15.91	-	-	-	16.18	-	15.72	-	-	-	16.23
881003	-	13.36	-	-	16.08	16.58	16.30	-	16.30	16.46	15.85	-	-	-	-
881010	-	-	-	-	8.53	16.12	15.82	-	15.56	15.92	15.14	-	-	-	-
881017	-	13.29	-	-	-	15.91	15.65	-	15.45	15.77	15.09	-	-	-	-
881021	-	-	-	-	8.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
881024	-	13.04	-	-	-	15.36	15.18	-	-	15.25	14.67	-	-	-	-
881101	-	15.96	-	-	12.31	18.56	18.40	-	18.45	18.32	18.20	-	-	-	-
881103	23.06	17.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.19
881108	-	15.61	-	-	11.55	18.46	18.15	-	18.03	18.34	17.57	-	-	-	-
881114	-	15.00	-	-	-	17.71	17.45	-	17.25	17.71	16.80	-	-	-	-
881124	-	14.81	-	-	10.75	17.45	17.21	17.73	-	17.37	16.57	-	-	-	-
881128	22.90	13.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.07
881202	-	14.24	-	-	16.86	17.41	16.97	-	16.61	17.23	16.56	-	-	-	-
881214	-	14.56	-	-	-	17.46	17.27	17.73	17.13	17.27	16.72	-	-	-	-
881227	-	14.67	-	-	-	17.86	17.20	17.95	-	17.77	16.92	-	-	-	-
881230	23.20	14.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.56
890131	24.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.86
890203	-	13.75	-	-	9.38	16.22	16.10	15.63	-	16.22	15.62	-	-	-	-
890214	-	13.45	-	-	8.64	15.82	15.72	16.05	-	15.87	15.15	-	-	-	-
890221	-	13.09	-	-	7.90	15.38	15.28	15.61	-	15.44	14.82	-	-	-	-
890228	23.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.83
890303	-	13.04	-	-	7.35	15.24	15.16	15.55	-	15.29	14.67	-	-	-	-
890314	-	13.74	-	-	7.63	15.80	15.98	16.03	-	15.67	15.57	-	-	-	-
890328	26.36	15.29	-	-	8.72	17.58	17.60	17.80	-	17.53	17.14	-	-	-	18.05
890404	-	15.13	-	-	8.20	17.48	17.36	17.78	-	17.52	16.87	-	-	-	-
890412	-	14.49	-	-	7.30	17.00	16.54	17.13	-	16.75	-	-	-	-	-
890420	25.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.55
890425	-	13.29	-	-	5.68	15.29	15.16	15.85	-	15.35	-	-	-	-	-
890503	-	12.74	-	-	4.94	14.68	14.60	15.27	14.41	14.73	-	-	-	-	-
890510	-	12.31	-	-	13.76	14.41	14.28	14.78	14.38	14.43	-	-	-	-	-
890512	-	-	-	-	14.35	-	-	-	14.38	-	13.97	-	-	-	-
890522	-	11.84	-	-	-	13.86	13.65	14.27	-	13.82	-	-	-	-	-

HMEPOM	AGRI DEV1	KALL ERGH	TYL- 01	TYL- 10	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 14	TYL- 15	TYL- 16	TYL- 17	TYL- 19	TYL- 21	TYL- 22	IGME IH-02
890529	-	11.58	-	-	-	-	13.06	13.79	-	13.22	-	-	-	-	-
890606	-	11.03	-	-	-	-	12.54	13.32	12.31	12.69	-	-	-	-	-
890621	-	10.87	-	-	-	-	11.74	12.53	11.51	11.64	-	-	-	-	-
890629	-	10.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
890630	20.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
890706	-	10.44	-	14.98	-	-	10.90	11.81	-	10.89	-	-	-	-	-
890713	-	10.17	-	14.69	-	-	-	11.53	-	10.57	-	-	-	-	-
890717	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.22	-	-	-	-
890724	-	10.20	-	14.28	-	-	-	11.16	-	10.10	-	-	-	-	-
890807	-	9.89	-	14.04	-	-	-	-	-	9.80	-	-	-	-	-
890809	23.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.34
890829	-	9.52	-	13.39	-	-	-	-	-	9.23	-	-	-	-	-
890920	-	9.31	-	12.98	-	-	-	-	-	8.47	-	-	-	-	-
890921	18.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.60
891004	-	9.17	-	12.76	-	-	-	-	-	7.79	-13.30	-	-	-	-
891010	-	-	-	12.74	-	-	-	-	-	8.85	-	-	-	-	-
891016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-14.04	-	-	-	-
891018	-	-	-	13.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
891020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.47	-	-	-	-
891025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-15.73	-	-	-	-
891026	-	-	-	13.10	-	-	-	-	-	-	-15.85	-	-	-	-
891029	-	9.82	-	13.03	-	-	-	-	-	9.53	-	-	-	-	-
891031	18.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.86
891102	-	-	-	12.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
891103	-	9.47	-	-	-	-	-	-	-	9.13	-	-	-	-	-
891106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.37	-	-	-
891109	-	-	-	12.73	-	-	-	-	-	9.00	-	-	-	-	-
891113	-	9.38	-	12.65	-	-	-	-	-	8.93	-	-	-	-	-
891114	-	9.36	-	12.66	-	-	-	-	-	8.94	-	-	-	-	-
891115	-	-	-	12.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
891116	-	9.41	-	12.65	-	-	-	-	-	9.03	8.92	-	-	-	-
891117	-	-	-	12.67	-	-	-	-	-	9.14	-	-	-	-	-
891118	-	-	-	12.63	-	-	-	-	-	9.10	-	-	-	-	-
891120	-	9.46	-	12.69	-	-	-	-	-	9.10	-	-	-	-	-
891121	-	9.42	-	12.67	-	-	-	-	-	9.09	-	-	-	-	-
891123	-	9.37	-	12.66	-	-	-	-	-	9.07	-	-	-	-	-
891124	-	9.39	-	12.65	-	-	-	-	-	9.06	-	-	-	-	-
891125	-	9.34	-	12.61	-	-	-	-	-	9.02	-	-	-	-	-
891128	-	9.33	-	12.62	-	-	-	-	-	9.06	-	-	-	-	-
891129	-	9.98	-	12.84	-	-	-	-	-	9.35	-	-	-	-	-
891130	-	10.64	-	13.29	-	-	-	-	-	10.01	-17.68	-	-	-	-
891201	-	11.03	-	13.67	-	-	-	-	-	10.51	-	-	-	-	-
891202	-	11.13	-	13.89	-	-	-	-	-	10.81	-	-	-	-	-
891204	-	11.30	-	14.19	-	-	-	-	-	11.07	-	-	-	-	-
891205	-	11.31	-	14.29	-	-	-	-	-	11.12	-	-	-	-	-
891206	-	11.25	-	14.31	-	-	-	-	-	11.10	-	-	-	-	-
891207	-	11.21	-	14.31	-	-	-	-	-	11.05	-	-	-	-	-
891208	-	11.17	-	14.34	-	-	-	-	-	11.01	-	-	-	-	-
891211	-	10.96	-	14.25	-	-	-	-	-	10.90	-	-	-	-	-
891212	-	10.94	-	14.25	-	-	-	-	-	10.84	-	-	-	-	-
891214	-	10.83	-	14.20	-	-	-	-	-	10.76	-18.79	-	-	-	-

HMEPOM	AGRI DEVI	KALL ERGH	TYL- 01	TYL- 10	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 14	TYL- 15	TYL- 16	TYL- 17	TYL- 19	TYL- 21	TYL- 22	IGME IH-02
891215	-	10.76	-	14.16	-	-	-	-	-	10.70	-	-	-	-	-
891216	-	10.71	-	14.15	-	-	-	-	-	10.66	-	-	-	-	-
891218	18.63	10.61	-	14.03	-	-	-	-	-	10.56	-	-	-	-	-
891219	-	10.56	-	13.98	-	-	-	-	-	10.52	-	-	-	-	-
891222	-	10.42	-	13.90	-	-	-	-	-	10.38	-	-	-	-	-
891227	-	10.23	-	13.71	-	-	-	-	-	10.20	-	-	-	-	-
891228	-	10.17	-	13.60	-	-	-	-	-	10.16	-19.41	-	-	-	-
891229	-	10.18	-	13.61	-	-	-	-	-	10.17	-	-	-	-	-
900102	-	10.05	-	13.46	-	-	-	-	-	10.00	-18.48	-	-	-	-
900103	-	10.24	-	13.52	-	-	-	-	-	10.08	-	-	-	-	-
900104	-	10.44	-	13.62	-	-	-	-	-	10.26	-	-	-	-	-
900105	-	10.54	-	13.71	-	-	-	-	-	10.38	-	-	-	-	-
900108	-	10.75	-	14.05	-	-	-	-	-	10.63	-18.08	-	-	-	-
900110	-	10.84	-	14.19	-	-	-	-	-	10.67	-	-	-	-	-
900112	-	10.95	-	14.34	-	-	-	-	-	10.75	-	-	-	-	-
900115	-	10.93	-	14.43	-	-	-	-	-	10.74	-	-	-	-	-
900116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-16.18	-	-	-	-
900117	-	10.94	-	14.48	-	-	-	-	-	10.76	-	-	-	-	-
900118	-	10.98	-	14.52	-	-	-	-	-	10.79	-	-	-	-	-
900119	-	11.07	-	14.56	-	-	-	-	-	10.89	-	-	-	-	-
900122	-	11.06	-	14.55	-	-	-	-	-	10.90	-	-	-	-	-
900123	-	11.10	-	14.58	-	-	-	-	-	11.02	-	-	-	-	-
900124	-	11.16	-	14.61	-	-	-	-	-	11.05	-	-	-	-	-
900125	-	11.25	-	14.65	-	-	-	-	-	11.08	-	-	-	-	-
900126	-	11.29	-	14.65	-	-	-	-	-	11.02	-	-	-	-	-
900129	18.70	11.43	-	14.68	-	-	-	-	-	11.13	-	-	-	-	-
900130	18.78	11.55	-	14.78	-	-	-	-	-	11.21	-	-	-	-	-
900131	18.79	11.57	-	14.79	-	-	-	-	-	11.21	-	-	-	-	-
900201	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-17.58	-	-	-	-
900202	18.74	11.61	-	14.76	-	-	-	-	-	11.21	-	-	-	-	-
900205	18.72	11.70	-	14.79	-	-	-	-	-	11.19	-	-	-	-	-
900206	18.77	11.78	-	14.85	-	-	-	-	-	11.21	-	-	-	-	-
900207	18.80	11.80	-	14.87	-	-	-	-	-	11.25	-	-	-	-	-
900208	18.81	11.88	-	14.91	-	-	-	-	-	11.27	-	-	10.32	-	-
900209	18.95	12.38	-	15.21	-	-	-	-	-	11.55	-	-	-	-	-
900212	19.72	12.97	-	16.26	-	-	-	-	-	12.24	-	-	-	-	-
900213	20.14	13.30	-	16.76	-	-	-	-	-	12.59	-	-	-	-	-
900214	20.28	13.63	-	17.11	-	-	-	-	-	12.85	-	-	-	-	-
900215	-	-	-	17.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900216	20.98	14.55	-	18.04	-	-	-	-	-	13.76	-	-	-	-	-
900219	21.95	15.14	-	19.04	-	-	-	-	-	14.68	-	-	13.94	-	-
900220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00
900221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-16.68	-	13.90	-	-
900224	23.31	15.23	-	19.75	-	-	-	-	-	14.82	-	-	-	-	-
900228	24.05	15.23	-	19.98	-	-	-	-	-	14.69	-	-	-	-	-
900303	23.98	14.93	-	19.69	-	-	-	-	-	14.49	-	-	-	-	-
900309	23.87	14.54	-	19.23	-	-	-	-	-	14.10	-	-	-	-	-
900312	23.71	14.35	-	19.04	-	-	-	-	-	14.22	-	-	-	-	-
900314	-	-	-	18.81	-	-	-	-	-	13.77	-	-	-	-	-
900316	-	14.00	-	18.48	-	-	-	-	-	13.61	-	-	-	-	-
900319	23.19	13.90	-	18.39	-	-	-	-	-	13.42	-	-	-	-	-

HMEPOM	AGRI DEVI	KALL BRGH	TYL- 01	TYL- 10	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 14	TYL- 15	TYL- 16	TYL- 17	TYL- 19	TYL- 21	TYL- 22	IGME IH-02
900320	22.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.42	-	-
900321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.18	-	-	-	-	-
900323	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.32
900326	22.57	13.48	-	-	-	-	-	-	-	12.62	-	-	-	-	-
900328	-	13.32	-	-	-	-	-	-	-	12.21	-	-	-	-	-
900330	22.15	-	-	-	-	-	-	-	-	12.08	-	-	-	-	-
900404	21.80	12.91	-	-	-	-	-	-	-	11.92	-	-	-	-	-
900405	21.70	12.84	-	-	-	-	-	-	-	11.82	-	-	-	-	-
900406	21.61	12.80	-	-	-	-	-	-	-	11.71	-	-	-	-	-
900409	21.44	12.67	-	-	-	-	-	-	-	11.50	-	-	-	-	-
900410	21.45	12.65	-	-	-	-	-	-	-	11.42	-	-	-	-	-
900411	21.37	12.58	-	-	-	-	-	-	-	11.37	-	-	-	-	-
900412	21.24	12.51	-	-	-	-	-	-	-	11.28	-	-	-	-	-
900417	20.97	12.39	-	-	-	-	-	-	-	11.28	-	-	-	-	-
900418	20.89	12.31	-	-	-	-	-	-	-	11.27	-17.12	-	-	-	-
900419	20.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900420	20.80	-	-	-	-	-	-	-	-	11.19	-	-	-	-	-
900427	20.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900430	20.26	-	-	-	-	-	-	-	-	11.15	-	-	-	-	-
900515	19.57	-	-	-	-	-	-	-	-	10.36	-18.38	-	-	-	-
900521	19.32	-	-	-	-	-	-	-	-	10.31	-	-	-	-	-
900530	19.06	11.53	-	-	-	-	-	-	-	10.16	-	-	-	-	-
900619	-	-	-	-	-2.15	-	-	-	-	-	-14.98	-	-0.78	-	-
900626	18.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900705	-	-	-	-	-2.96	-	-	-	-35.79	-	-16.48	-	-1.32	-	-
900803	17.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900807	17.01	10.70	-	-	-	-	-	-	-	7.56	-	-	-	-	-
900905	16.41	10.39	-	-	-	-	-	-	-	7.26	-	-	-	-	-
900907	16.37	10.45	-	-	-	-	-	-	-	7.21	-	-	-	-	-
901004	-	-	-	-	-3.47	-	-	-	-36.37	-	-14.58	-	-0.93	-	-
901005	16.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
901020	16.12	-	-	-	-	-	-	-	-	7.54	-	-	-	-	-
901025	-	-	-	-	-3.84	-	-	-	-35.87	-	-	-	-1.08	-	-
901105	15.86	-	-	-	-	-	-	-	-	7.12	-	-	-	-	-
901107	15.77	-	-	-	-	-	-	-	-	7.09	-	-	-	-	-
901112	15.67	-	-	-	-	-	-	-	-	7.15	-	-	-	-	-
901114	15.68	-	-	-	-	-	-	-	-	7.15	-	-	-	-	-
901119	15.63	-	-	-	-3.67	-	-	-	-34.82	7.04	-17.73	-	-0.58	-	-
901120	15.59	-	-	-	-	-	-	-	-	7.06	-	-	-	-	-
901122	15.51	-	-	-	-	-	-	-	-	7.04	-	-	-	-	-
901123	15.54	-	-	-	-	-	-	-	-	7.07	-	-	-	-	-
901126	15.51	-	-	-	-	-	-	-	-	7.07	-	-	-	-	-
901129	-	-	-	-	-4.62	-	-	-	-35.62	6.47	-19.43	15.94	-1.78	20.18	-
901204	15.30	-	-	-	-4.80	-	-	-	-35.77	7.32	-19.33	15.92	-1.83	-	-
901210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.29	-	-	-	-	-
901211	15.13	-	-	-	-	-	-	-	-	6.83	-	-	-	-	-
901228	15.15	-	-	-	-	-	-	-	-	7.24	-	-	-	-	-
901231	15.14	-	-	-	-	-	-	-	-	7.13	-	-	-	-	-
910103	-	-	-	-	-	-	-	-	-35.49	7.17	-18.68	-	-1.18	-	-
910104	15.58	-	-	-	-	-	-	-	-	7.14	-	-	-	-	-
910107	-	-	-	-	-	-	-	-	-35.51	-	-	18.59	-1.18	17.83	-

HMEPOM	AGRI DEV1	KALL ERGH	TYL- 01	TYL- 10	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 14	TYL- 15	TYL- 16	TYL- 17	TYL- 19	TYL- 21	TYL- 22	IGME IH-02
910111	15.98	-	-	-	-	-	-	-	-	7.24	-	-	-	-	-
910114	16.10	-	-	-	-	-	-	-	-35.53	7.23	-18.48	17.54	-1.18	16.68	-
910121	16.26	-	-	-	-	-	-	-	-	7.46	-	-	-	-	-
910122	-	-	-	-	-3.10	-	-	-	-35.17	-	-17.86	-	-0.78	-	-
910123	17.68	12.65	-	-	-	-	-	-	-	9.10	-	-	-	-	-
910124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.72	-	-	-	-	9.14
910128	-	-	-	-	-	-	-	-	-35.10	10.17	-	31.34	1.19	29.18	-
910129	-	13.99	-	-	-	-	-	-	-	10.60	-	-	-	-	9.35
910131	-	14.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910201	22.56	15.54	-	-	-	-	-	-	-	11.74	-	-	-	-	11.17
910204	24.87	16.70	-	-	-	-	-	-	-	12.97	-	-	-	-	12.34
910205	-	16.69	-	-	0.78	-	-	-	-35.47	13.24	-9.08	-	4.42	-	-
910206	26.50	17.14	-	-	-	-	-	-	-	13.44	-	-	-	-	-
910207	27.35	17.29	-	-	-	-	-	-	-	13.59	-	-	-	-	12.98
910208	28.14	17.42	-	-	-	-	-	-	-	13.75	-	-	-	-	-
910211	30.32	17.50	-	-	-	-	-	-	-	13.91	-	-	-	-	13.31
910212	30.95	17.57	-	-	1.11	-	-	-	-35.42	14.01	-6.58	-	5.22	-	-
910213	31.40	17.59	-	-	-	-	-	-	-	14.01	-	-	-	-	-
910214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.96	-	33.03	-
910219	33.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.75	-	-	-	-	-
910301	-	19.09	-	-	4.14	-	-	-	-	16.53	16.62	-1.18	-	-	-
910305	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.22	-	-
910306	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.96	-	36.68	-
910307	34.31	-	-	-	-	-	-	19.47	-	-	-	-	-	-	16.98
910309	-	19.79	21.98	26.85	-	-	-	-	-	17.12	-	-	-	-	-
910311	-	18.69	-	-	4.43	-	-	-	-34.97	16.57	-4.78	-	8.62	-	-
910314	-	-	-	26.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910318	-	18.09	-	25.83	3.77	-	-	-	-35.01	15.12	-	-	-	-	-
910319	31.37	-	-	-	-	-	-	17.33	-	-	-	27.49	-	25.18	-
910326	-	16.96	-	24.23	2.95	-	-	-	-35.42	-	-8.41	-	-	-	-
910327	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.72	-	-	-	-	-
910402	-	16.09	-	23.13	2.25	-	-	16.13	-35.02	13.97	-9.97	-	-	-	-
910409	-	15.24	-	-	1.85	-	-	-	12.93	13.27	-10.92	23.35	-	-	-
910411	-	-	17.71	-	-	-	-	-	-	12.95	-	-	-	-	-
910415	-	14.39	-	-	1.35	-	-	-	12.73	12.72	-12.18	-	-	-	-
910418	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.04	-	-	-
910419	-	14.19	-	-	1.25	-	-	-	-24.97	12.52	-12.52	-	1.47	-	-
910422	-	-	-	-	-	-	-	-	-25.57	-	-	-	-	-	-
910424	27.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910503	26.11	-	-	-	-	-	-	-	-	11.29	-	-	-	-	-
910506	-	12.69	-	19.46	-0.12	-	-	13.08	-25.52	11.29	-16.43	-	10.87	-	-
910510	-	12.24	-	-	-0.75	-	-	-	-25.77	10.32	-17.31	-	-0.53	-	-
910511	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.92	-	-	-	-	-
910515	-	12.39	-	-	-1.05	-	-	-	-26.27	-	-18.33	-	-1.53	-	-
910522	-	12.29	-	17.38	-0.92	-	-	-	-26.27	9.72	-15.83	-	-1.93	-	-
910524	-	12.29	-	17.06	-1.20	-	-	-	-26.62	-	-	-	-	-	-
910528	-	12.24	-	-	-1.32	-	-	-	-26.67	9.67	-15.41	-	-1.98	-	-
910529	23.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910603	-	12.24	-	-	-1.02	-	-	-	-	9.67	-14.48	-	-2.48	-	-
910606	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.49	-	18.03	-

HMEPOM	AGRI DEV1	KALL ERGH	TYL- 01	TYL- 10	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 14	TYL- 15	TYL- 16	TYL- 17	TYL- 19	TYL- 21	TYL- 22	IGME IH-02
920407	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.37	-	-	-	-	-
920408	44.15	-	-	-	-	-	-	-	-	20.64	-	-	-	-	-
920409	44.00	-	-	33.15	-	-	-	-	-	20.59	-	-	-	-	-
920410	43.93	-	-	33.27	-	-	-	-	-	20.75	-	-	-	-	-
920413	43.48	-	-	32.88	-	-	-	-	-	20.67	-	-	-	-	-
920414	43.26	-	-	32.68	-	-	-	-	-	20.55	-	-	-	-	-
920415	43.07	-	24.87	32.49	-	-	-	-	-	20.45	-	-	-	-	-
920416	42.92	-	24.63	32.30	-	-	-	-	-	20.30	-	-	-	-	-
920420	42.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920421	41.86	-	23.93	31.24	-	-	-	-	-	19.61	-	-	-	-	-
920422	41.62	-	23.80	31.15	-	-	-	-	-	19.48	-	-	-	-	-
920423	41.46	-	23.67	30.92	-	-	-	-	-	19.35	-	-	-	-	-
920428	40.38	-	22.93	29.93	-	-	-	-	-	18.67	-	-	-	-	-
920429	40.19	-	22.77	29.75	-	-	-	-	-	18.51	-	-	-	-	-
920430	39.93	-	22.61	29.51	-	-	-	-	-	18.35	-	-	-	-	-
920504	39.06	-	21.99	28.74	-	-	-	-	-	17.77	-	-	-	-	-
920507	38.41	-	21.53	28.17	-	-	-	-	-	17.34	-	-	-	-	-
920511	37.53	-	-	27.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920514	36.89	-	20.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΕΑΑΧ.	15.13	9.17	17.71	11.86	-4.80	13.86	10.90	9.03	-36.37	4.29	-19.43	15.34	-7.18	16.03	9.14
ΜΕΓΙΣ.	60.30	27.99	24.87	33.27	26.88	27.53	27.30	26.53	27.41	22.27	18.20	38.96	13.94	36.68	30.15

Π Α Ρ Α Ρ Τ Η Μ Α 3.

ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΚΕΡΗΣ

HMBPOM	ALMY -ROS	IGME IH12	TYL- 23	KER- 01	KER- 02	KER- 03	KER- 04	KER- 05	KER- 06	KER- 07	KER- 08	KER- 09	AGRI DEV2	IGEY 3/68
910606	6.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910607	6.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910610	6.17	-	11.25	11.72	12.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910611	6.17	-	-	-	-	12.47	11.42	11.76	-	-	-	-	-	-
910613	6.17	-	-	11.14	11.45	11.15	8.86	11.20	-	-	-	-	-	-
910614	6.17	-	-	-	11.06	-	-	11.10	-	-	-	-	-	-
910615	6.17	-	-	-	-	-	-	11.04	-	-	-	-	-	-
910617	6.17	-	-	-	-	-	-	11.04	-	-	-	-	-	-
910619	6.17	-	-	11.23	11.19	11.06	10.81	11.04	-	-	-	-	-	-
910624	6.17	-	-	11.30	11.23	10.98	10.72	10.89	-	-	-	-	-	-
910625	6.17	-	-	-	-	10.89	-	-	-	-	-	-	-	-
910626	6.17	-	-	11.28	11.19	10.91	10.70	-	-	-	-	-	-	-
910628	6.17	-	-	-	-	10.66	-	-	-	-	-	-	-	-
910701	6.17	-	-	10.70	11.09	10.71	10.52	-	-	-	-	-	-	-
910709	6.16	-	-	10.56	11.00	10.67	10.44	-	-	-	-	-	-	-
910716	6.15	-	10.06	10.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910722	6.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910725	6.13	-	-	10.51	10.92	10.52	10.33	-	-	-	-	-	-	-
910729	6.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910807	6.12	-	-	10.46	10.84	10.46	10.23	-	-	-	-	-	-	-
910814	6.11	-	-	-	-	10.31	10.20	-	-	-	-	-	-	-
910823	6.10	-	8.35	-	-	-	-	-	4.10	-	-	-	-	-
910828	6.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910906	6.09	-	9.49	9.86	9.99	9.45	9.80	-	8.85	-	-	-	-	-
910920	6.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910927	6.08	-	9.35	9.45	9.64	9.41	9.10	-	8.70	8.50	-	-	-	-
911008	2.95	-	8.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
911010	2.95	-	-	8.65	8.64	8.71	8.30	-	8.00	8.35	-	-	-	-
911022	3.05	-	8.70	8.45	8.44	8.65	8.00	-	7.80	8.15	-	-	-	-
911029	2.93	-	8.55	8.35	8.54	8.26	7.90	-	7.67	8.10	-	-	-	-
911105	3.10	-	8.50	8.30	8.44	8.31	-	8.30	-	8.10	17.75	-	-	-
911126	2.98	-	8.40	7.70	7.89	7.76	7.60	-	7.20	7.60	7.23	-	-	-
911130	3.50	-	8.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
911203	4.74	-	8.45	7.85	-	8.01	7.70	8.00	7.30	7.90	7.35	-	-	-
911210	6.59	-	9.70	10.10	9.44	9.31	8.85	9.30	8.25	8.95	8.30	-	-	-
911213	6.75	-	11.35	11.50	-	-	-	-	-	10.60	-	-	-	-
920109	5.51	-	-	18.55	18.24	18.36	-	-	17.20	18.20	-	18.30	-	-
920114	5.20	-	18.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920119	4.78	-	19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920123	4.60	-	-	-	-	17.01	-	-	16.90	-	-	16.10	-	-
920204	5.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.45	15.20	-	-
920207	5.70	-	-	15.20	15.24	15.51	-	15.50	-	-	14.35	-	-	-
920210	5.00	-	-	15.00	14.24	-	-	14.80	14.80	-	-	-	-	-
920212	4.96	-	-	14.80	-	-	-	15.00	-	-	14.15	-	-	-
920218	6.29	-	-	15.10	-	15.51	15.10	15.00	-	-	14.25	-	-	-
920227	6.36	-	-	15.75	-	15.76	-	-	-	-	14.75	-	-	-
920229	5.69	-	17.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920304	5.25	-	-	15.70	-	15.71	-	-	-	-	14.60	-	-	-
920319	6.70	-	-	16.90	-	-	-	15.70	-	15.90	-	-	-	-
920327	6.79	-	18.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.56
920331	6.75	19.43	-	20.11	19.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920401	6.61	-	-	19.00	-	18.71	-	18.00	-	18.70	-	-	14.89	-

HMБPOM	ALMY -ROS	IGME IH12	TYL- 23	KER- 01	KER- 02	KER- 03	KER- 04	KER- 05	KER- 06	KER- 07	KER- 08	KER- 09	AGRI DEV2	IGBY 3/68
920407	6.50	-	-	18.60	-	-	-	18.30	-	-	17.45	-	-	-
920408	6.63	-	19.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920409	6.64	-	19.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920410	6.53	-	19.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920413	6.36	-	19.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920414	5.75	-	19.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920415	5.32	-	18.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920416	5.39	-	18.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920420	5.76	-	18.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920421	5.74	-	18.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920422	5.78	-	17.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920423	5.66	-	17.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920428	5.72	-	17.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920429	5.68	-	17.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920430	5.55	-	16.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920504	5.28	-	16.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920507	6.11	-	15.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920511	5.81	-	15.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920514	5.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EAAX.	2.90	7.12	8.35	7.70	7.89	7.76	7.60	8.00	4.10	7.60	7.23	15.20	14.50	7.60
MBTIS.	10.14	19.43	19.29	20.11	19.89	18.76	15.10	18.30	17.20	18.70	17.75	18.30	14.89	9.56

Π Α Ρ Α Ρ Τ Η Μ Α 4.

ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΤΥΛΙΣΟΥ - ΚΕΡΗΣ

(σε gr/lt)

HMEPO- MHNIA	KALL ERGH	TYL- 02	TYL- 03	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 15	TYL- 17	TYL- 21	KER- 03	KER- 05	KER- 07
900314	-	-	-	0.191	-	-	-	0.230	-	-	-	-
900316	-	-	-	0.192	0.036	0.039	0.071	0.241	-	-	-	-
900319	-	-	-	0.199	-	-	0.070	0.256	-	-	-	-
900321	-	-	-	0.191	-	-	-	-	-	-	-	-
900326	-	-	-	0.206	0.032	-	-	0.249	0.036	-	-	-
900328	-	-	-	0.206	0.036	0.039	0.075	0.256	0.036	-	-	-
900330	-	-	-	0.199	-	-	0.078	0.256	-	-	-	-
900403	-	-	-	-	-	0.039	0.078	-	-	-	-	-
900404	-	-	-	0.206	-	0.039	0.082	0.263	-	-	-	-
900405	-	-	-	0.205	-	-	0.078	0.263	-	-	-	-
900406	-	-	-	0.206	-	0.039	0.082	0.263	-	-	-	-
900409	-	-	-	0.206	-	0.039	0.082	0.270	-	-	-	-
900410	-	-	-	0.213	-	0.043	0.086	0.270	-	-	-	-
900417	-	-	-	0.220	-	-	0.085	0.270	-	-	-	-
900418	-	-	-	0.213	-	-	0.081	0.266	-	-	-	-
900419	-	-	-	0.213	-	0.043	0.086	0.277	-	-	-	-
900427	-	-	-	0.220	0.036	0.039	-	0.284	-	-	-	-
900430	-	-	-	0.220	-	0.043	-	0.291	-	-	-	-
900515	-	-	-	0.234	-	-	0.089	0.284	-	-	-	-
900521	-	-	-	0.256	-	-	0.100	0.291	-	-	-	-
900530	-	-	-	0.249	-	0.050	0.103	0.284	-	-	-	-
900619	-	-	-	0.252	0.035	-	-	0.277	-	-	-	-
900621	-	-	-	0.263	0.036	0.046	0.121	0.284	-	-	-	-
900626	-	-	-	0.263	0.036	0.053	0.128	0.284	-	-	-	-
900705	-	-	-	0.270	0.035	-	0.137	0.270	0.039	-	-	-
900717	-	-	-	0.274	0.037	-	0.153	0.274	0.032	-	-	-
900807	-	-	-	0.284	0.036	0.060	0.185	0.277	0.036	-	-	-
900904	-	-	-	0.291	0.039	0.075	0.228	0.277	0.036	-	-	-
901004	-	-	-	0.312	0.040	-	0.262	0.284	0.035	-	-	-
901020	-	-	-	-	0.039	-	0.284	0.284	0.032	-	-	-
901025	-	-	-	0.323	0.043	-	0.288	0.259	0.036	-	-	-
901105	-	-	-	0.348	0.043	-	0.309	0.284	-	-	-	-
901107	-	-	-	0.348	0.043	-	0.312	0.277	0.032	-	-	-
901114	-	-	-	0.355	0.046	0.032	0.320	0.284	0.036	-	-	-
901115	-	-	-	0.344	0.050	-	0.312	0.273	0.036	-	-	-
901123	-	-	-	0.355	0.046	0.032	0.327	0.291	0.036	-	-	-
901204	-	-	-	0.350	0.053	-	0.333	0.291	0.035	-	-	-
910103	-	-	-	0.380	0.057	-	0.369	0.298	0.032	-	-	-
910114	-	-	-	0.387	0.053	-	0.380	0.298	0.036	-	-	-
910122	-	-	-	0.398	0.064	-	0.387	0.298	0.036	-	-	-
910128	-	-	-	0.405	0.064	-	0.398	0.298	0.039	-	-	-
910204	-	-	-	-	-	-	-	-	0.032	-	-	-
910205	-	-	-	0.433	0.064	-	0.433	0.284	-	-	-	-
910212	-	-	-	0.426	0.067	-	0.447	0.284	0.032	-	-	-
910220	-	-	-	0.459	-	-	0.490	-	-	-	-	-
910222	-	-	-	0.447	-	-	0.483	-	-	-	-	-
910225	-	-	-	0.443	-	-	0.475	-	-	-	-	-
910227	-	-	-	0.468	-	-	0.490	-	-	-	-	-
910228	-	-	-	0.461	-	-	0.483	-	-	-	-	-
910302	-	-	-	0.465	-	-	-	-	-	-	-	-
910304	-	-	-	-	0.071	-	0.469	0.270	0.036	-	-	-

HMEPO- MHNIA	KALL ERGH	TYL- 02	TYL- 03	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 15	TYL- 17	TYL- 21	KER- 03	KER- 05	KER- 07
910306	-	-	-	0.483	-	-	0.497	-	-	-	-	-
910311	-	-	-	0.444	0.078	-	0.465	0.291	0.036	-	-	-
910314	-	-	-	0.433	-	-	0.482	-	-	-	-	-
910318	-	-	-	0.454	0.078	0.124	0.497	-	0.032	-	-	-
910326	-	-	-	0.419	0.099	0.142	0.490	0.312	0.036	-	-	-
910402	-	-	-	0.426	0.099	0.157	0.483	0.334	0.036	-	-	-
910409	-	-	-	0.408	0.094	0.156	-	0.330	0.035	-	-	-
910415	-	-	-	0.412	0.092	0.153	-	0.341	0.039	-	-	-
910419	-	-	-	0.408	0.099	0.156	0.443	0.351	0.035	-	-	-
910422	-	-	-	0.415	0.103	-	0.457	0.350	0.035	-	-	-
910503	-	-	-	-	-	-	0.508	-	-	-	-	-
910506	-	-	-	0.426	0.103	-	0.500	0.372	-	-	-	-
910510	-	0.035	-	0.436	0.103	0.170	0.500	0.380	-	-	-	-
910515	-	-	-	0.447	0.113	0.163	0.518	0.383	-	-	-	-
910520	-	-	-	0.454	0.110	0.181	-	-	-	-	-	-
910522	-	-	-	0.450	0.117	0.185	0.493	0.355	0.036	-	-	-
910524	-	0.032	-	0.454	0.110	0.195	0.482	0.344	0.036	-	-	-
910528	-	-	-	0.461	0.113	0.205	0.476	0.344	0.035	-	-	-
910603	-	-	-	0.475	0.117	-	-	0.321	0.035	-	-	-
910607	-	-	-	0.490	0.124	0.209	0.483	0.333	0.032	-	-	-
910610	-	-	-	0.489	0.120	0.220	0.475	0.333	0.036	-	-	-
910611	-	0.036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910614	-	-	-	0.497	0.120	0.227	0.497	0.333	0.036	-	-	-
910617	-	-	-	0.490	0.124	0.241	0.497	0.326	0.036	-	-	-
910620	-	0.039	-	0.497	0.128	0.238	0.511	0.355	0.035	-	-	-
910624	-	-	-	0.486	0.134	0.237	0.532	0.351	0.039	-	-	-
910628	-	-	-	0.497	0.127	0.245	0.546	0.362	0.036	-	-	-
910701	-	0.039	-	0.497	0.131	0.248	0.568	0.369	0.035	-	-	-
910708	-	-	-	0.511	0.139	0.284	0.596	0.383	0.036	-	-	-
910712	-	0.036	-	0.497	0.156	0.284	0.568	0.383	0.032	-	-	-
910716	-	-	-	0.497	0.142	0.284	0.583	0.369	0.036	-	-	-
910722	-	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910724	-	-	-	0.533	0.146	0.320	0.639	0.390	-	-	-	-
910729	-	0.036	-	-	0.156	0.305	0.657	0.412	0.034	-	-	-
910801	-	-	-	0.533	0.170	0.312	0.675	0.398	0.032	-	-	-
910805	-	-	-	0.539	0.184	0.312	0.639	0.355	0.032	-	-	-
910808	-	-	-	0.545	0.185	0.315	0.619	0.390	0.032	-	-	-
910812	-	-	-	0.525	0.170	-	0.653	0.369	0.036	-	-	-
910819	-	0.036	0.035	0.514	0.195	0.341	0.674	0.355	0.036	-	-	-
910820	-	-	-	-	-	0.355	-	-	-	-	-	-
910822	-	-	0.039	0.511	0.163	0.369	0.667	0.369	0.036	-	-	-
910825	-	-	-	0.526	-	-	0.682	-	-	-	-	-
910826	-	-	0.046	-	-	-	-	-	-	-	-	-
910830	-	0.036	-	-	-	0.372	-	0.340	0.039	-	-	-
910905	0.035	-	-	0.530	0.195	-	0.670	0.330	-	-	-	-
910906	-	-	-	-	-	-	-	-	0.035	-	-	-
910917	0.042	0.046	0.074	0.539	0.213	0.335	0.653	0.326	0.036	-	-	-
910924	0.039	-	0.078	0.525	0.227	0.369	0.639	0.355	0.036	-	-	-
911001	0.037	-	0.078	0.501	0.206	0.375	0.660	0.327	0.036	-	-	-
911007	-	0.050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
911008	0.039	-	0.078	0.550	0.205	0.205	0.656	0.348	0.036	-	-	-

HMЕPO- MHNIA	KALL ERGH	TYL- 02	TYL- 03	TYL- 11	TYL- 12	TYL- 13	TYL- 15	TYL- 17	TYL- 21	KER- 03	KER- 05	KER- 07
911014	0.039	0.050	0.085	0.533	0.213	0.142	0.680	0.355	0.036	-	-	-
911021	0.039	0.049	0.088	0.530	0.220	0.384	0.655	-	0.039	-	-	-
911029	0.039	0.053	0.092	0.568	0.227	-	0.710	0.284	0.039	-	-	-
911104	0.039	0.057	0.099	0.568	0.223	0.064	0.674	0.340	0.039	-	-	-
911108	0.039	0.057	0.100	0.560	0.230	0.060	0.675	0.335	0.039	-	-	-
911118	0.039	-	0.102	0.568	0.255	-	0.692	-	0.039	-	-	-
911125	0.039	-	0.100	0.570	0.260	0.067	0.690	0.330	0.039	-	-	-
911202	0.035	0.064	-	0.550	0.268	0.049	0.690	-	0.039	-	-	-
911210	0.039	-	-	0.568	0.266	0.050	0.675	0.355	0.039	-	-	-
911216	0.036	-	-	0.568	0.298	-	-	0.355	0.039	-	-	-
920108	0.036	-	-	0.610	0.316	-	0.631	0.306	0.039	-	-	-
920113	-	-	-	0.621	0.337	-	-	-	-	-	-	-
920119	-	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
920120	-	-	-	-	0.334	-	0.671	0.351	0.046	-	-	-
920124	-	-	-	-	-	-	-	-	0.046	-	-	-
920127	-	-	-	0.625	0.334	-	0.653	0.369	0.050	-	-	-
920130	-	-	-	0.652	0.352	-	0.680	0.384	0.053	-	-	-
920207	-	-	-	0.695	-	-	0.710	0.340	0.049	-	-	-
920210	-	-	-	0.675	-	-	0.596	0.334	0.053	-	-	-
920212	-	-	0.085	0.667	0.326	-	0.710	0.320	0.053	-	-	-
920214	-	-	0.080	-	0.312	-	0.696	0.312	0.053	-	-	-
920217	-	-	0.078	0.710	-	-	0.582	0.320	0.052	-	-	-
920219	-	-	0.080	0.667	0.326	-	0.710	0.320	0.053	-	-	-
920224	-	-	0.096	0.682	-	-	0.696	-	0.053	-	-	-
920227	-	-	0.092	0.653	0.340	-	0.710	0.355	0.053	-	-	-
920304	-	-	0.099	0.635	0.326	-	0.678	0.333	0.057	-	-	-
920310	-	-	-	0.632	0.335	-	0.681	0.348	0.060	-	-	-
920317	-	-	0.090	0.639	0.333	-	0.710	0.355	0.056	-	-	-
920319	-	-	-	-	-	-	-	0.355	-	-	-	-
920323	-	-	0.103	0.656	0.340	-	0.727	-	0.053	-	-	-
920327	-	-	-	0.660	-	-	0.718	0.355	-	-	-	-
920330	-	-	0.127	0.695	-	-	0.710	0.362	0.060	-	-	-
920401	-	-	0.127	0.681	0.340	-	0.724	0.355	0.060	-	-	-
920409	-	-	-	0.690	-	-	-	0.362	-	-	-	-
920410	-	-	-	-	-	-	0.732	-	-	-	-	-
920430	-	-	-	0.682	-	-	0.728	0.426	-	-	-	-
920720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.037	0.044	0.043
920730	-	-	-	0.816	0.341	-	0.710	0.533	-	0.036	0.041	0.050
920812	-	-	-	0.799	0.355	0.444	0.710	0.568	0.064	0.036	0.039	0.050
920820	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.041	-
920915	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.034	0.043	0.060
920924	-	-	0.110	0.799	0.337	0.373	0.710	0.603	0.067	-	-	-
921009	-	-	-	0.816	-	-	0.781	-	-	-	-	-
921014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.044	0.067
EAAX.	0.035	0.032	0.035	0.029	0.032	0.032	0.025	0.039	0.032	0.034	0.039	0.043
MEPIE.	0.042	0.064	0.127	0.816	0.355	0.444	0.781	0.603	0.067	0.037	0.044	0.067

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Κωδικός	Όνομα γεώτρησης	Κοινότητα	Τοποθεσία	Ιδιοκτήτης	X	Y	Υψόμετρο
ANG001	H3-ΓΕΜΕΕ	Μονής	Λατομείο Μοσχονά	ΕΤΒΑ	2.590	4.440	318.000
ANG002	A1-ΓΕΜΕΕ	Μονής	Μνημείο	ΕΤΒΑ	2.240	3.512	340.000
ANG003	A2-ΓΕΜΕΕ	Κορφών	Γωνιανό Φαράγγι	ΕΤΒΑ	2.230	2.940	230.000
ANG004	Σ2-Συνδέσμου	Μονής	Μνημείο	Υ.Β.Β.	2.210	3.470	328.790
ANG005	Σ3-Συνδέσμου	Λουτρακίου	Μονή Καβαλλορά	Υ.Β.Β.	2.070	1.250	328.000
ANG006	T-19	Κορφών	Γωνιανό Φαράγγι	Δ.Ε.Υ.Α.Η.	2.250	2.950	230.000
ANG007	Μονής 1989	Μονής	Μπαμάρι Μοσχονά	Κοιν. Μονής	2.630	4.390	304.000
ANG008	AL-D3	Γωνιών	Γωνιανό Φαράγγι	Υ.Β.Β.	1.610	3.840	367.300
ANG009	ΓΓΜΕ Ι.Η1/1984	Γωνιών	Γωνιανή Καμάρα	Ι.Γ.Μ.Ε.	-0.070	4.710	387.530
ANG010	Κορφών υδρ/κή (Γ330)	Λουτρακίου	Αμμουδάρα	Κοιν. Κορφών	2.450	0.380	260.000
ANG011	Λουτράκι 1/1988	Λουτρακίου	Γήπεδο Μπάσκετ	Κοιν. Λουτρακίου	2.005	0.085	372.000
ANG012	Λουτράκι 2/1988	Λουτρακίου	350μ. ΒΒΔ Λουτρακίου	Κοιν. Λουτρακίου	1.860	0.430	400.000
ANG013	Λουτράκι 3/1988	Λουτρακίου	300 μ. ΝΑ Λουτρακίου	Κοιν. Λουτρακίου	2.270	-0.085	308.000
ANG014	T-22	Κορφών	Γωνιανό Φαράγγι	ΔΕΥΑΗ	2.300	2.960	230.000
ANG015	ΓΦ-1	Μονής	Γωνιανό Φαράγγι	ΔΕΥΑΗ	1.645	3.740	312.000
ANG016	ΓΦ-4	Μονής	Γωνιανό Φαράγγι	ΔΕΥΑΗ	2.140	3.465	280.200
ANG017	ΓΦ-5	Μονής	Γωνιανό Φαράγγι	ΔΕΥΑΗ	1.285	3.880	333.000
ΑΡΧ012	Πυργού 1/1989	Πυργού		Κοιν. Πυργού	4.030	-3.260	344.000
ΑΡΧ016	Πυργού (Γ306)	Πυργού			3.815	-3.655	334.000
ΑΡΧ029	Κρουσώνα 6	Κρουσώνα	Πλατύ Πέραμα		3.235	-0.595	180.000
ΑΡΧ030	ΓΓΜΕ Κυθαρίδα 1990	Πενταμοδίου	Κορακοβούνι		3.820	-1.205	196.000
ΑΡΧ031	ΓΓΜΕ Πυργού 1989	Πυργού			4.020	-3.275	344.000
ΑΡΧ034	Αγ. Μύρωνα 1	Αγ. Μύρωνα	Διασταύρωση		5.145	-2.685	418.000
ΑΡΧ035	Πενταμόδι 1	Πενταμοδίου	400 μ. Α Πενταμοδίου	Κοιν. Πενταμοδίου	5.805	-0.150	264.000
ΑΡΧ037	Αγ. Μύρωνα	Αγ. Μύρωνα	600 μ. Α Αγ. Μύρωνα		6.160	-2.240	310.000
ΑΡΧ038	Πετροκέφαλο 2 (1989)	Πετροκέφαλου	Βουτιανός ποταμός	Κοιν. Πετροκέφαλου	7.175	-0.465	154.000
ΑΡΧ039	Πυργού 1980	Κάτω Ασίων	Άνω Νίση	Κοιν. Πυργού	3.385	-3.845	325.000
ΑΡΧ040	Κάτω Ασίτες 8 (1990)	Κάτω Ασίων	Κάτω Νίση		3.760	-4.200	376.000
ΗΡΑ001	T-10	Τυλίσου		Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.820	7.000	150.000
ΗΡΑ002	T-11	Τυλίσου	Βατόρεμα	Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.770	6.260	123.250
ΗΡΑ003	T-12	Τυλίσου	Καμίνες	Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.290	6.370	191.310
ΗΡΑ004	T-13	Τυλίσου	Ρουσσά	Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.240	5.970	162.210
ΗΡΑ005	T-14	Τυλίσου		Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.145	6.805	203.670
ΗΡΑ006	T-15	Τυλίσου		Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.495	6.190	162.800
ΗΡΑ007	H1-ΓΕΜΕΕ	Τυλίσου	Κτήμα Σαλούστρου	ΕΤΒΑ	4.310	7.010	164.000
ΗΡΑ008	H2-ΓΕΜΕΕ	Τυλίσου	Κτήμα Καλλέργη	ΕΤΒΑ	4.320	7.560	200.560
ΗΡΑ009	Συνδέσμου 1985	Τυλίσου	Πυθαράκια Ασβ/κάμινο	Υ.Β.Β.	4.370	7.790	199.000
ΗΡΑ010	ΓΓΜΕ υδρογεώτρηση	Τυλίσου	Ταβερώνας	Ι.Γ.Μ.Ε.	5.065	4.370	178.000
ΗΡΑ011	ΓΓΜΕ πιεζόμετρο	Τυλίσου	Ταβερώνας	Ι.Γ.Μ.Ε.	5.080	4.380	178.000
ΗΡΑ012	Σ1-Συνδέσμου 1982	Τυλίσου	Κτήμα Καλλέργη	Υ.Β.Β.	4.325	7.545	200.560
ΗΡΑ013	Τυλίσου 1/90	Τυλίσου	Κληρονόμος	Κοιν. Τυλίσου	4.085	5.730	174.000
ΗΡΑ014	Τυλίσου 2/90	Τυλίσου	Κληρονόμος	Κοιν. Τυλίσου	4.070	6.000	178.000
ΗΡΑ015	Τυλίσου-1 1985	Τυλίσου	Γούβα	Υ.Β.Β.	4.405	6.980	163.000
ΗΡΑ016	Τυλίσου-2 1986	Τυλίσου	Παπά Μιτάτο	Κοιν. Τυλίσου	4.030	6.170	208.000
ΗΡΑ017	ΔΕΥΑΗ 1/85	Τυλίσου	Κληρονόμος	Δ.Ε.Υ.Α.Η.	3.015	5.290	290.000
ΗΡΑ018	ΓΓΜΕ Ι.Η2/1986	Τυλίσου	Καμίνες	Ι.Γ.Μ.Ε.	4.130	6.490	236.510
ΗΡΑ019	T-16	Τυλίσου		Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.410	6.570	173.920
ΗΡΑ020	T-17	Τυλίσου		Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.975	6.165	127.150
ΗΡΑ025	T-21	Τυλίσου		Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.225	6.440	197.000
ΗΡΑ026	T-20	Τυλίσου	Γήπεδο Τυλίσου	Δ.Ε.Υ.Α.Η.	4.930	5.896	158.000
ΗΡΑ027	ΑΓΡΙΔΕΥ-1/1966	Τυλίσου	Καμίνες	Υ.Β.Β.	5.010	7.220	143.290
ΗΡΑ028	Ιδιωτική	Γαζίου	800 μ. νοτ. Αλμυρού	Υ.Β.Β.	7.235	7.875	46.180

Κωδικός	Όνομα γεώτρησης	Κοινότητα	Τοποθεσία	Ιδιοκτήτης	Χ	Υ	Υψόμετρο
ΗΡΑ029	ΙΓΕΥ 1/68	Γαζλου	Νταμάρι Κουμπέδων	ΙΓΕΥ	7.110	7.520	65.650
ΗΡΑ030	ΙΓΕΥ 2/68	Γαζλου	Νταμάρι Κουμπέδων	ΙΓΕΥ	7.110	7.520	65.810
ΗΡΑ031	ΙΓΕΥ 3/68	Γαζλου	Χειμαρρος Κεριού	ΙΓΕΥ	6.390	9.425	51.700
ΗΡΑ032	ΙΓΕΥ 4/68	Γαζλου	Χειμαρρος Κεριού	ΙΓΕΥ	6.680	9.400	38.350
ΗΡΑ033	Καβροχωρίου 1965	Γαζλου	250μ. νοτιως Αλμυρού	Κοιν. Γαζλου	7.210	8.892	40.340
ΗΡΑ034	ΑΙ-01	Τυλίσου	Βουλισμένο Αλώνι	Υ.Ε.Β.	4.340	8.510	289.800
ΗΡΑ035	Κεραμουτσίου	Κεραμουτσίου	Ποταμός		4.730	2.925	144.000
ΗΡΑ036	FA0-01	Γαζλου	700 μ. ΑΒΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.742	9.395	5.480
ΗΡΑ037	FA0-02	Γαζλου	300 μ. ΑΒΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.500	9.285	11.930
ΗΡΑ038	FA0-03	Γαζλου	120 μ. ΒΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.287	9.203	13.350
ΗΡΑ039	FA0-04	Γαζλου	620 μ. Α Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.841	9.231	1.080
ΗΡΑ040	FA0-05	Γαζλου	370 μ. Α Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.593	9.700	2.790
ΗΡΑ041	FA0-06	Γαζλου	300 μ. Β Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.165	9.390	27.440
ΗΡΑ042	FA0-07	Γαζλου	450 μ. ΒΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.434	9.448	17.710
ΗΡΑ043	FA0-08	Γαζλου	50 μ. Ν Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.207	9.027	20.500
ΗΡΑ044	FA0-09	Γαζλου	350 μ. ΝΝΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.320	8.765	13.080
ΗΡΑ045	FA0-10	Γαζλου	500 μ. Β Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.174	9.588	19.810
ΗΡΑ046	FA0-11	Γαζλου	700 μ. ΒΒΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.437	9.742	12.890
ΗΡΑ047	FA0-12	Γαζλου	600 μ. ΒΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.591	9.565	10.690
ΗΡΑ048	FA0-13	Γαζλου	800 μ. ΒΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.844	9.605	10.100
ΗΡΑ049	FA0-14	Γαζλου	Δίπλα στην FA0-1	Υ.Ε.Β.	7.755	9.382	4.100
ΗΡΑ050	FA0-15	Γαζλου	1000 μ. Β Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.207	10.122	7.140
ΗΡΑ051	FA0-16	Γαζλου	370 μ. ΑΒΑ Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.584	9.156	5.278
ΗΡΑ052	FA0-17	Γαζλου	400 μ. Α Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.584	9.156	1.370
ΗΡΑ053	FA0-18	Γαζλου	Φράγμα Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.228	9.100	2.500
ΗΡΑ054	FA0-19	Γαζλου	Φράγμα Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.248	9.044	4.300
ΗΡΑ055	FA0-20	Γαζλου	Δίπλα στην FA0-7	Υ.Ε.Β.	7.434	9.451	17.900
ΗΡΑ056	FA0-21	Γαζλου	Δίπλα στην FA0-2	Υ.Ε.Β.	7.516	9.279	11.900
ΗΡΑ057	FA0-22	Γαζλου	250 μ. Β Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.240	9.325	27.500
ΗΡΑ058	FA0-23	Γαζλου	Φράγμα Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.245	9.054	3.700
ΗΡΑ059	FA0-24	Γαζλου	Φράγμα Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.238	9.075	2.500
ΗΡΑ060	FA0-25	Γαζλου	Φράγμα Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.230	9.120	3.100
ΗΡΑ061	FA0-26	Γαζλου	Φράγμα Αλμυρού	Υ.Ε.Β.	7.236	9.147	5.200
ΗΡΑ062	Καβροχωρίου (Γ321)	Γαζλου	Τσομπανάκη Μετόχι	Κοιν. Γαζλου	7.310	7.090	27.500
ΗΡΑ063	ΙΓΜΕ ΙΗ-12	Τυλίσου	Βουλισμένο Αλώνι	Ι.Γ.Μ.Ε.	4.470	8.885	324.380
ΗΡΑ064	Καβροχωρίου (Γ320)	Γαζλου	Καβροχώρι	Κοιν. Γαζλου	6.715	6.810	44.000
ΗΡΑ065	Καβροχωρίου (Γ322)	Γαζλου	Περιβόλια Καβροχώρι	Κοιν. Γαζλου	7.335	7.260	34.000
ΗΡΑ066	Καβροχωρίου 1989	Γαζλου	Καβροχώρι	Κοιν. Γαζλου	6.620	6.810	65.000
ΗΡΑ067	Κεφαλογιάννη 1989	Γαζλου	Κουμπέδες	Κεφαλογιάννης	6.915	7.185	66.000
ΗΡΑ068	Αρόλιθου	Γαζλου	Κουμπέδες	Εργοστάσιο Beton	6.915	7.185	66.000
ΗΡΑ069	Σμπόκος (Γ326)	Γαζλου	Σκαφιδάρς	Σμπόκος	8.180	8.670	0.000
ΗΡΑ070	Ξεν/χελου ΑΡΟΛΛΩΝΙΑ	Γαζλου	Σκαφιδάρς		7.955	8.750	0.000
ΗΡΑ071	Μεταξά	Γαζλου	Σκαφιδάρς		7.730	8.595	18.000
ΗΡΑ072	Ξενοδ. ΑΓΑΡΙ ΒΕΑΧ	Γαζλου	Σκαφιδάρς		8.005	8.465	0.000
ΗΡΑ073	Ιδιωτική	Γαζλου	250 μ. Ν χωματερής		7.405	8.175	0.000
ΗΡΑ074	Ιδιωτική	Γαζλου	300 μ. ΝΑ χωματερής		7.205	8.140	0.000
ΗΡΑ078	Κορφές 3/1989	Κορφών	Χερέζη Μύλος		3.945	0.480	148.000
ΗΡΑ081	Καμάρι 1/1989	Καμαρίου	400 μ. ΒΒΑ Καμαρίου	Κοιν. Καμαρίου	3.730	2.835	222.000
ΗΡΑ082	Καμάρι 2/1989	Καμαρίου	Ποτάμι	Κοιν. Καμαρίου	4.260	2.210	157.000
ΗΡΑ083	Κορφές 1/1989	Κορφών	Νότια άκρη χωριού	Κοιν. Κορφών	3.460	0.630	280.000
ΗΡΑ084	Κορφές 4/1989	Κορφών	Χερέζη Μύλος	Κοιν. Κορφών	4.135	0.595	149.000
ΗΡΑ085	Κορφές 5/1989	Κορφών	Χερέζη Μύλος	Κοιν. Κορφών	3.595	0.000	158.000

Κωδικός	Όνομα γεώτρησης	Κοινότης	Τοποθεσία	Ιδιοκτήτης	X	Y	Υψόμετρο
HRA086	Πενταμόδι 2	Πενταμοδίου	700 μ. Α Πενταμοδίου	Κοιν. Πενταμοδίου	4.645	-0.325	259.000
HRA088	Κεραμούτσι 1	Κεραμουτσίου			5.540	2.870	212.000
HRA089	Κεραμούτσι 3	Κεραμουτσίου			4.825	2.955	152.000
HRA090	Κεραμούτσι 4	Κεραμουτσίου			5.425	2.855	192.000
HRA091	Συνδέσμον 2/1986	Τυλίσου	Ανεμοσπήλιο		5.185	7.780	230.000
HRA092	Συνδέσμον 1/1986	Τυλίσου	Ανεμοσπήλιο Στροφή	Υ.Β.Β.	5.520	7.695	222.000
HRA093	Πηγής Τυλίσου	Τυλίσου	Πηγή	Κοιν. Τυλίσου	5.070	5.680	136.000
HRA094	Καραμπίνη - 1/1990	Γαζίου	Καβροχώρι (Σπίτι)	Ομάδα Καραμπίνη	6.345	6.315	44.000
HRA095	Καραμπίνη - 2/1990	Γαζίου	Καβροχώρι	Ομάδα Καραμπίνη	5.930	6.090	88.000
HRA098	Τυλίσου-3 1990	Τυλίσου		Κοιν. Τυλίσου	3.960	6.125	210.140
HRA099	Καβροχωρίου 1990	Γαζίου	Καβροχώρι	Κοιν. Γαζίου	6.505	6.580	53.970
HRA100	T-23	Τυλίσου	Σκουλά Διασταύρωση	ΔΕΥΑΗ	5.850	7.065	163.850
HRA101	K-1	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	4.750	8.710	342.100
HRA102	K-2	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	4.870	8.670	338.530
HRA103	K-3	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	5.410	8.390	298.810
HRA104	K-4	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	4.560	8.855	335.600
HRA105	K-5	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	5.655	8.505	290.710
HRA106	K-6	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	5.880	8.240	278.810
HRA107	K-7	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	6.270	8.300	289.500
HRA108	K-8	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	6.070	8.670	302.150
HRA109	K-9	Τυλίσου	Κέρη	ΔΕΥΑΗ	4.560	8.310	339.500
HRA110	AGRIDEV-2/1966	Γαζίου	700 μ. νοτ. Αλμυρού		0.000	0.000	0.000
TYB001	Λουτρακίου	Λουτρακίου			2.550	-0.310	290.000
TYB002	Κρουσώνα (Γ351)	Κρουσώνα	1850 μ. Β Κρουσώνα	Κοιν. Κρουσώνα	1.640	-0.450	380.000
TYB003	Κρουσώνα 1/1989	Κρουσώνα	Αγ. Πάντες		2.040	-1.965	340.000
TYB004	Κρουσώνα 2/1989	Κρουσώνα		Κοιν. Κρουσώνα	1.295	-0.465	356.000
TYB005	Κρουσώνα 3/1989	Κρουσώνα	Στον δημόσιο δρόμο		1.530	-1.460	380.000
TYB006	Σάρχου 1989	Σάρχου	500 μ. Α Σάρχου		2.220	-3.020	256.000
TYB008	Κρουσώνα Κοκκινιάκος	Κρουσώνα	Αγ. Γεώργιος	Κοιν. Κρουσώνα	2.140	-0.905	373.000
TYB009	Κάτω Ασίτες 1	Κάτω Ασιστών	300 μ. Α χωριού	Κοιν. Κάτω Ασιστών	2.255	-5.605	478.000
TYB010	Κάτω Ασίτες 2	Κάτω Ασιστών	250 μ. Α χωριού	Κοιν. Κάτω Ασιστών	2.305	-5.630	472.000
TYB011	Κάτω Ασίτες 3	Κάτω Ασιστών	Νότια άκρη χωριού	Κοιν. Κάτω Ασιστών	2.720	-5.820	477.000
TYB012	Κάτω Ασίτες 4	Κάτω Ασιστών	600 μ. ΝΑ χωριού	Κοιν. Κάτω Ασιστών	2.365	-5.930	482.000
TYB014	Κάτω Ασίτες 5	Κάτω Ασιστών			2.060	-5.120	516.000
TYB015	Κάτω Ασίτες 6	Κάτω Ασιστών			2.250	-5.015	458.000
TYB016	Κάτω Ασίτες 7	Κάτω Ασιστών			2.125	-6.270	526.000

Π Α Ρ Α Ρ Τ Η Μ Α 6.

ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΛΙΣΟΥ

ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα έκθεση περιέχει τα αποτελέσματα της γεωηλεκτρικής έρευνας που έγινε στα πλαίσια της ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΛΙΣΟΥ. Συνολικά έγιναν δέκα γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις, που συσχετίζονται με τις δέκα διασκοπήσεις που εκτελέστηκαν το 1986 και 1987 στην περιοχή Τυλίσου για λογαριασμό της ΔΕΥΑΗ. Η γενικότερη γεωλογική διαμόρφωση της περιοχής περιγράφεται στα σχετικά κεφάλαια της κυρίως μελέτης και για τον λόγο αυτό δεν επαναλαμβάνεται εδώ.

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΩΝ

2.1. Διασκόπηση Η-090

Η διασκόπηση Η-090 έγινε σε απόσταση 720 μ. ΒΔ της Τυλίσου, μεταξύ της γεώτρησης Τ-13 και της διακόπησης Η-25 Το υψόμετρο στη θέση αυτή είναι 177 μ.

Από τα αποτελέσματα της διασκόπησης φαίνεται ότι επιφανειακά και μέχρι 7 μ. βάθους υπάρχει ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 71 Ω.m, το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Σε βάθος έως 184 μ. υπάρχουν δύο στρώματα με ειδ. αντιστάσεις 100, 140 Ω.m, τα οποία αντιστοιχούν σε μαργαϊκό ασβεστόλιθο. Από τα 184 μ. και κάτω εμφανίζεται ένα τελευταίο στρώμα με ειδ. αντίσταση 1010 Ω.m, το οποίο αντιστοιχεί σε ασβεστόλιθους της ζώνης Τριπόλεως.

Σημειώνουμε ότι η γεώτρηση Τ-13 διέτρησε από 0 έως 63 μ. μαργαϊκό ασβεστόλιθο και από 63 έως 256,7 μ. ασβεστοδολομίτες της Τρίπολης. Η διασκόπηση Η-25 εντόπισε παρόμοια στρώματα με αυτά της Η-090, δηλαδή από 0 έως 23 μ. στρώμα ειδ. αντίστασης 75 Ω.m, από 23 έως 67 μ. στρώμα ειδ. αντίστασης 115 Ω.m, από 67 έως 157 μ. στρώμα ειδ. αντίστασης 65 Ω.m και τέλος από τα 157 μ. και κάτω στρώμα ειδ. αντίστασης 1000 Ω.m. Οι μορφές των καμπυλών των διακοπήσεων Η-25 και Η-090 μοιάζουν πολύ, πράγμα που σημαίνει ότι στο μεταξύ τους διάστημα δεν υπάρχει σημαντική τεκτονική διαταραχή.

Στην θέση της γεώτρησης Τ-13 είχε γίνει παλαιότερα η διασκόπηση Η-21. Η διασκόπηση αυτή έδωσε τα εξής αποτελέσματα: από 0 έως 26 μ. στρώμα ειδ. αντίστασης 69 Ω.m, από 26 έως 130 μ. στρώμα ειδ. αντίστασης 150 Ω.m και τέλος από τα 130 μ. και κάτω στρώμα ειδ. αντίστασης 2000 Ω.m. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώθηκαν από την γεώτρηση Τ-13 εκτός ίσως από το πάχος του μαργαϊκού ασβεστόλιθου, που θεωρήθηκε ότι αντιστοιχούσε στο δεύτερο ηλεκτρικό στρώμα. Πάντως η μορφή της καμπύλης της διασκόπησης Η-21 διαφέρει σημαντικά από την μορφή των Η-25 και Η-090. Το γεγονός αυτό πιθανώς οφείλεται σε σημαντικό ρήγμα που περνά μεταξύ Τ-13 και Η-090 και έχει βυθίσει το νότιο τέμαχος.

2.2. Διασκόπηση Η-091

Η διασκόπηση Η-091 έγινε σε απόσταση 900 μ. βορειοδυτικά της Τυλίσου και 240 μ. ανατολικά της γεώτρησης ΗΡΑ017 (γεώτρηση 1/85 ΔΕΥΑΗ). Το υψόμετρο στην θέση αυτή είναι 252 μ.

Τα αποτελέσματα της διασκόπησης έδειξαν ότι επιφανειακά και μέχρι τα 3 μ. βάθους υπάρχει ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 99 Ω.m, το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Σε βάθος μέχρι 39 μ. υπάρχουν δύο στρώματα με ειδ. αντιστάσεις 108 και 139 Ω.m, τα οποία αντιστοιχούν στον μαργαϊκό ασβεστόλιθο. Από τα 39 μ. έως τα 126 μ. εμφανίζεται ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 56 Ω.m, το οποίο αντιστοιχεί σε φλύσχη της ζώνης Τριπόλεως. Τέλος από τα 126 μ. και κάτω διαπιστώνεται ένα τελευταίο στρώμα με ειδ. αντίσταση 980 Ω.m το οποίο αντιστοιχεί στους ασβεστόλιθους της παραπάνω ζώνης.

Η μορφή της καμπύλης της διασκόπησης Η-091 μοιάζει αρκετά με την μορφή των Η-25 και Η-090, εκτός από το στρώμα που θεωρούμε ότι αντιστοιχεί στον φλύσχη. Συνεπώς δεν αναμένουμε ουσιώδη τεκτονική διαταραχή μεταξύ Η-091 και Η-25. Επίσης η Η-091 μοιάζει με την παλαιότερη διασκόπηση Η-26, η οποία εντοπίζει τον ασβεστόλιθο της Τρίπολης σε βάθος 156 μ.

2.3. Διασκόπηση Η-092

Η διασκόπηση Η-092 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 780 μ. νοτιοδυτικά της Τυλίσου και 650 μ. βορειοδυτικά της Μονής. Το υψόμετρο στην θέση αυτή είναι 260 μ.

Από τα αποτελέσματα της διασκόπησης διαπιστώθηκε μέχρι τα 10 μ. βάθος ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 62 Ω.m, το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Σε βάθος 10 μέχρι 34 μ. υπάρχει ένα δεύτερο στρώμα με ειδ. αντίσταση 33 Ω.m, το οποίο αντιστοιχεί σε μάργες. Τέλος από τα 34 μ. και κάτω διαπιστώνεται ένα τελευταίο στρώμα με ειδ. αντίσταση 68 Ω.m, το οποίο αντιστοιχεί στον φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης.

Βορείως της Η-092 και σε απόσταση 370 μ. βρίσκεται η παλαιά διασκόπηση Η-26, ενώ νοτίως βρίσκονται οι διασκοπήσεις Η-74 και Η-75, που είχαμε πραγματοποιήσει για την Κοινότητα Μονής παλαιότερα. Η σύγκριση των παραπάνω διασκοπήσεων δίνει τα εξής στοιχεία:

Οι Η-74 και Η-75 παρουσιάζουν ακόμα και σε μεγάλο βάθος 200 - 250 μ. στρώματα χαμηλής ειδ. αντίστασης, της τάξης των 25-40 Ω.m. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζει και η Η-092, με ελαφρά μεγαλύτερη ειδ. αντίσταση, 68 Ω.m. Αντίθετα η Η-26 εμφανίζει μέχρι τα 156 μ. στρώματα χαμηλής ειδ. αντίστασης και στην συνέχεια το στρώμα υψηλής ειδ. αντίστασης, που αντιστοιχεί στον ασβεστόλιθο της Τρίπολης. Συμπεραίνουμε από τα παραπάνω ότι στην θέση Η-092 το ασβεστολιθικό υπόβαθρο πρέπει να βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο από 250 μ. και να καλύπτεται από φλύσχη.

2.4. Διασκόπηση Η-093

Η διασκόπηση Η-093 έγινε στο φαράγγι των Γωνιών, βορειοδυτικά των Κορφών, και σε απόσταση 250 μ. νοτιοανατολικά της γεώτρησης ΗΡΑ011 (γεώτρηση Α2-ΓΕΜΕΕ). Το υψόμετρο στην θέση αυτή είναι 218 μ.

Από τα αποτελέσματα της διασκόπησης διαπιστώθηκε αρχικά μέχρι 1 μ. βάθος ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 192 Ω.μ, το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Σε βάθος μέχρι 4 μ. υπάρχει δεύτερο στρώμα με ειδ. αντίσταση 372 Ω.μ, το οποίο αντιστοιχεί σε κροκαλοπαγή. Από τα 4 μ. και κάτω υπάρχουν τρία στρώματα με ειδ. αντιστάσεις 41, 55, 27 Ω.μ, τα οποία αντιστοιχούν σε σχηματισμούς του φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης.

2.5. Διασκόπηση Η-094

Η διασκόπηση Η-094 έγινε σε απόσταση 180 μ. βόρεια της διασκόπησης Η-093 και 220 μ. ανατολικά της γεώτρησης ΗΡΑ011 (γεώτρηση Α2-ΓΕΜΕΕ). Το υψόμετρο στην θέση αυτή είναι 240 μ.

Τα αποτελέσματα της διασκόπησης έδειξαν ότι σε βάθος μέχρι 1 μ. υπάρχει ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 226 μ. το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Σε βάθος 1 μέχρι 96 μ. εμφανίζονται δύο στρώματα με ειδ. αντιστάσεις 20, 53 Ω.μ, τα οποία αντιστοιχούν σε σχηματισμούς του φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης. Τέλος από τα 96 μ. και κάτω διαπιστώνεται μια αύξηση της ειδ. αντίστασης σε 120 Ω.μ., η οποία οφείλεται ίσως σε κάποια διαφοροποίηση του στρώματος του φλύσχη.

2.6. Διασκόπηση Η-099

Η διασκόπηση Η-099 έγινε σε απόσταση 160 μ. βόρεια της εκκλησίας των Αγίων Πάντων, η οποία βρίσκεται ανατολικά του χωριού Κρουσώνας. Το υψόμετρο στη θέση αυτή είναι 332 μ.

Από τα αποτελέσματα της διασκόπησης διαπιστώθηκαν πέντε στρώματα. Σε βάθος 0 μέχρι 3 μ. υπάρχει ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 63 Ω.μ. Από τα 3 έως τα 6 μ. εμφανίζεται δεύτερο στρώμα με ειδ. αντίσταση 46 Ω.μ. Σε βάθος από 6 έως 20 μ. διαπιστώνεται τρίτο στρώμα με ειδ. αντίσταση 78 Ω.μ. Από τα 20 έως τα 80 μ. παρατηρείται αύξηση της ειδ. αντίστασης σε 170 Ω.μ. Τέλος από τα 80 μ. και κάτω υπάρχει ένα τελευταίο στρώμα με ειδ. αντίσταση 66 Ω.μ. Όλα τα παραπάνω στρώματα αντιστοιχούν σε σχηματισμούς του φλύσχη της ζώνης Τριπόλεως.

Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με τα στοιχεία που έδωσε μία γεώτρηση βάθους 270 μ. που διανοίχθηκε παρά την εκκλησία των Αγ. Πάντων και συνάντησε μόνο αργιλικά πετρώματα.

2.7. Διασκόπηση Η-100

Η διασκόπηση Η-100 έγινε στον δρόμο Ηρακλείου - Κρουσώνα, σε απόσταση 620 μ. βορειοανατολικά του Κρουσώνα. Το υψόμετρο στη θέση αυτή είναι 352 μ.

Τα αποτελέσματα της διασκόπησης έδειξαν ότι σε βάθος 0 μέχρι 2 μ. υπάρχει ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 123 Ω.m το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Από τα 2 έως τα 204 μ. υπάρχουν δύο στρώματα με ειδ. αντιστάσεις 33 και 17 Ω.m, τα οποία αντιστοιχούν σε μάργες του Νεογενούς ή σε φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης. Από τα 204 μ. και κάτω διαπιστώνεται ένα τελευταίο στρώμα με ειδ. αντίσταση 990 Ω.m το οποίο αντιστοιχεί πιθανώς σε ασβεστόλιθους της ζώνης Τριπόλεως.

Σημειώνουμε ότι σε απόσταση 400 μ. περίπου δυτικά από την διασκόπηση αυτή ανοίχθηκε ερευνητική γεώτρηση, η οποία έφθασε σε βάθος 220 μ. Η γεώτρηση συνάντησε από 0 έως 98 μ. μάργες και από τα 98 μ. και κάτω μαργαϊκό ασβεστόλιθο, του οποίου το πάχος δεν είναι γνωστό. Είναι λοιπόν δυνατόν το τελευταίο στρώμα ειδ. αντίστασης 990 Ω.m της διασκόπησης Η-100 να μην αντιστοιχεί σε ασβεστόλιθο της Τρίπολης αλλά σε μαργαϊκό ασβεστόλιθο του Μεσσηνίου.

2.8. Διασκόπηση Η-101

Η διασκόπηση Η-101 πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 430 μ. βόρεια της εκκλησίας του Αγ. Γεωργίου, μεταξύ Λουτρακίου και Κρουσώνα. Το υψόμετρο στη θέση αυτή είναι 352 μ.

Από τα αποτελέσματα της διασκόπησης διαπιστώθηκε αρχικά μέχρι 2 μ. βάθος ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 103 Ω.m το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Σε βάθος 2 μέχρι 8 μ. υπάρχει δεύτερο στρώμα με ειδ. αντίσταση 19 Ω.m το οποίο αντιστοιχεί σε μάργες. Από τα 8 μ. και κάτω υπάρχουν δύο στρώματα με ειδ. αντιστάσεις 80 και 90 Ω.m, τα οποία αντιστοιχούν πιθανώς σε φλύσχη της ζώνης Τριπόλεως. Το τελευταίο στρώμα είναι επίσης πιθανό να σταματά σε βάθος 250 μ. περίπου, διότι στο σημείο αυτό σημειώνεται απότομη άνοδος της ειδ. αντίστασης, χωρίς να μπορούμε να προσδιορίσουμε την ειδ. αντίσταση του υποκείμενου στρώματος.

Σημειώνουμε ότι σε απόσταση 400 μ. δυτικά της Η-101 ανοίχθηκε γεώτρηση, η οποία μέχρι τα 126 μ. διέτρησε μαργαϊκό ασβεστόλιθο του Μεσσηνίου, από 126 έως 145 μ. ψαμμίτες και κροκαλοπαγή πιθανώς του Τορτονίου, και από τα 145 μέχρι 161 μ. ασβεστόλιθο της ζώνης της Τρίπολης.

Παρόμοια αποτελέσματα με την Η-101 έχει δώσει και η διασκόπηση Η-27, που έγινε στο παρελθόν και βρίσκεται βορειοδυτικά της σε απόσταση 350 μ., δηλαδή και εκεί σημειώνεται αύξηση της ειδ. αντίστασης σε μεγάλα βάθη.

2.9. Διασκόπηση Η-102

Η διασκόπηση Η-102 έγινε σε απόσταση 310 μ. νότια της γεώτρησης του χωριού Πυργού, που διανοίχθηκε πρόσφατα (1989), και επί του δημοσίου δρόμου προς Κάτω Ασίδες. Το υψόμετρο στην θέση αυτή είναι 382 μ.

Τα αποτελέσματα της διασκόπησης έδειξαν ότι μέχρι 2 μ. βάθος υπάρχει ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 88 Ω.μ το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Από 2 μέχρι 7 μ. διαπιστώνεται δεύτερο στρώμα με ειδ. αντίσταση 23 Ω.μ το οποίο αντιστοιχεί σε μάργες. Από τα 7 έως τα 22 μ. υπάρχει ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 77 Ω.μ το οποίο αντιστοιχεί πιθανώς σε μαργαϊκό ασβεστόλιθο. Σε βάθος 22 έως 74 μ. διαπιστώνεται ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 30 Ω.μ το οποίο αντιστοιχεί σε μάργες. Τέλος από τα 74 μ. και κάτω εμφανίζεται ένα τελευταίο στρώμα με ειδ. αντίσταση 59 Ω.μ το οποίο αντιστοιχεί πιθανώς και πάλι σε μαργαϊκό ασβεστόλιθο ή κροκαλοπαγή της βάσης του Νεογενούς.

Είναι πολύ πιθανόν το υδροφόρο στρώμα της γεώτρησης Πυργούς να αντιστοιχεί στο τελευταίο στρώμα της διασκόπησης Η-102.

2.10. Διασκόπηση Η-104

Η διασκόπηση Η-104 έγινε σε απόσταση 100 μ. νοτιοανατολικά του χωριού Κιθαρίς και σε υψόμετρο 202 μ.

Από τα αποτελέσματα της διασκόπησης διαπιστώθηκε αρχικά μέχρι 2 μ. βάθος ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 60 Ω.μ το οποίο αντιστοιχεί σε επιφανειακές προσχώσεις. Σε βάθος 2 έως 70 μ. υπάρχουν δύο στρώματα με ειδ. αντιστάσεις 27 και 45 Ω.μ, τα οποία αντιστοιχούν σε μάργες. Τέλος από τα 70 μ. και κάτω διαπιστώνεται ένα στρώμα με ειδ. αντίσταση 140 Ω.μ το οποίο αντιστοιχεί πιθανώς σε μαργαϊκό ασβεστόλιθο ή γύψους.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω διασκοπήσεων μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

- α. Νοτίως της γεωτρήσεως T-13 εντοπίζεται πιθανό ρήγμα με διεύθυνση περίπου Α-Δ. Λόγω του ρήγματος έχει βυθισθεί το νότιο τέμαχος κατά 100 μ. περίπου, με αποτέλεσμα ο ασβεστόλιθος της ζώνης της Τρίπολης να εντοπίζεται σε βάθος 180 μ. περίπου. Το παραπάνω ρήγμα φαίνεται ότι συνεχίζεται προς τα ανατολικά και περνά από την παλαιά διασκόπηση Η-20 και την γεώτρηση T-20. Στην τελευταία σημειώνουμε ότι συναντήθηκαν μεγάλες ποσότητες μυλονιτωμένων πετρωμάτων και αργιλικού υλικού. Το ρήγμα αυτό ονομάζουμε ρήγμα του Σταδίου.
- β. Στην ζώνη βορείως του ρήγματος του Σταδίου οι γεωτρήσεις συνάντησαν ένα επιφανειακό στρώμα μαργαϊκού ασβεστόλιθου πάχους 50 - 80 μ. και αμέσως βαθύτερα τον ασβεστόλιθο της ζώνης της Τρίπολης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα της γεωηλεκτρικής έρευνας.

- γ. Στην ζώνη νοτίως του ρήγματος του Σταδίου φαίνεται ότι μεταξύ μαργαϊκού ασβεστόλιθου και ασβεστόλιθου της Τρίπολης παρεμβάλλεται ένα στρώμα πάχους 100 μ. περίπου, το οποίο αποτελείται από μάργες του Τορτονίου ή φλύσχη. Μεχρι στιγμής καμία γεώτρηση δεν έχει κατασκευασθεί για την έρευνα αυτής της περιοχής.
- δ. Προτείνουμε να κατασκευασθεί μία ερευνητική γεώτρηση στην θέση Η-25 για να ερευνηθεί ο χώρος νοτίως του ρήγματος του Σταδίου.
- ε. Οι διασκοπήσεις Η-093 και Η-094, που έγιναν στην έξοδο του φαραγγιού των Γωνιών, δεν εντόπισαν ασβεστόλιθους κάτω από τον φλύσχη. Το ρήγμα της Τυλλίσου - Γέργερης έχει καθρέπτη με κλίση 100% προς τα ανατολικά στο σημείο αυτό. Με βάση αυτό το στοιχείο μπορούμε να πούμε ότι θεωρητικά εάν μία γεώτρηση κατασκευασθεί σε απόσταση έως 200 μ. περίπου από το ρήγμα, έχει αρκετές πιθανότητες να συναντήσει τον καρστικό ασβεστόλιθο. Προτείνουμε η γεώτρηση να κατασκευασθεί σε απόσταση 100 μ. από την ήδη υπάρχουσα Τ-19.
- στ. Στην περιοχή του Κρουσώνα Η-100 και Η-101 συναντούν πιθανότατα σε μεγάλο βάθος ασβεστόλιθους της Τρίπολης. Το υψόμετρο όμως των σημείων αυτών (350 μ. περίπου) δεν επιτρέπει την κατασκευή γεωτρήσεων, διότι η στάθμη του νερού μέσα στους ασβεστόλιθους αναμένεται να είναι χαμηλή.
- ζ. Στην περιοχή Κιθαρίδας στην Η-104 αναμένεται υδροφορία από στρώματα μαργαϊκού ασβεστόλιθου ή γύψων. Το ίδιο ισχύει και για την θέση Η-102 στην Πυργού.

Ηράκλειο 5-9-89

Κάρολος Α. Μπεζές
Δρ Υδρογεωλόγος