

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Τμήμα Γεωλογίας / Τομέας Γεωλογίας  
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

**Διπλωματική Εργασία**  
**“Υδρογεωλογικές συνθήκες και συνθήκες**  
**ύδρευσης του Δήμου Τρίπολης”**

Φοιτήτρια: Αρέστη Νεκταρία

ΑΕΜ: 4235

Επιβλέπων Καθηγητής: Βουδούρης Κωνσταντίνος

Νοέμβριος 2011

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ευχαριστίες.....                                                                 | 4  |
| 1. Εισαγωγή.....                                                                 | 5  |
| 2. Μορφολογία.....                                                               | 8  |
| 2.1 Γενικά.....                                                                  | 8  |
| 2.2 Υδρογραφικό δίκτυο.....                                                      | 11 |
| 2.3 Υδρολογικές λεκάνες.....                                                     | 12 |
| 2.3.1 Λεκάνη Κανδήλας – Χωτούσας - Λεβιδίου.....                                 | 13 |
| 2.3.2 Λεκάνη Λάδωνα.....                                                         | 14 |
| 2.3.3 Λεκάνη Λουσίου.....                                                        | 15 |
| 2.3.4 Λεκάνη Μεγαλόπολης.....                                                    | 15 |
| 3. Πληθυσμός.....                                                                | 17 |
| 3.1 Πληθυσμιακά στοιχεία.....                                                    | 17 |
| 3.2 Πρόβλεψη πληθυσμού.....                                                      | 18 |
| 3.3 Αναγκαία παροχή νερού.....                                                   | 20 |
| 3.4 Πηγές υδροδότησης του Δήμου Τρίπολης.....                                    | 21 |
| 3.5 Μέθοδος υδροδότησης.....                                                     | 22 |
| 3.6 Λοιπές ενέργειες της ΔΕΥΑΤ για εξοικονόμηση νερού.....                       | 22 |
| 4. Γεωλογία.....                                                                 | 23 |
| 4.1 Γενικά.....                                                                  | 23 |
| 4.2 Φυλλιτική – Χαλαζιτική σειρά.....                                            | 23 |
| 4.3 Ζώνη Τρίπολης.....                                                           | 24 |
| 4.3.1 Στρώματα Τυρού (Κλαστική Ηφαιστειοζηματογενής σειρά).....                  | 25 |
| 4.3.2 Ανθρακική σειρά της Ζώνης Τρίπολης.....                                    | 25 |
| 4.3.3 Φλύσχης της ζώνης Τρίπολης.....                                            | 26 |
| 4.4 Ζώνη Πίνδου.....                                                             | 27 |
| 4.4.1 Ασβεστόλιθοι Δρυμού.....                                                   | 28 |
| 4.4.2 Σχιστοκερατολιθική διάπλαση, Αργιλίτες - Ασβεστόλιθοι, Πρώτος Φλύσχης..... | 28 |
| 4.4.3 Πλακώδεις ασβεστόλιθοι.....                                                | 29 |
| 4.4.4 Μεταβατικά στρώματα.....                                                   | 29 |
| 4.4.5 Φλύσχης.....                                                               | 29 |
| 4.5 Μεταλπικοί σχηματισμοί.....                                                  | 30 |

|       |                                                             |    |
|-------|-------------------------------------------------------------|----|
| 4.5.1 | Νεογενές.....                                               | 30 |
| 4.5.2 | Τεταρτογενές.....                                           | 30 |
| 5.    | Τεκτονική.....                                              | 33 |
| 5.1   | Φυλλιτική – χαλαζιτική σειρά.....                           | 33 |
| 5.2   | Ζώνη Τρίπολης.....                                          | 33 |
| 5.3   | Ζώνη Πίνδου.....                                            | 34 |
| 6.    | Υδρολογία.....                                              | 36 |
| 6.1   | Κλιματολογικά ομβροθερμικά δεδομένα.....                    | 36 |
| 6.2   | Υδρολογικό ισοζύγιο.....                                    | 39 |
| 6.2.1 | Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα P.....                         | 39 |
| 6.2.2 | Επιφανειακή απορροή R.....                                  | 44 |
| 6.2.3 | Εξατμισιδιαπνοή E.....                                      | 48 |
| 6.2.4 | Κατείσδυση I.....                                           | 49 |
| 7.    | Υδρογεωλογία.....                                           | 51 |
| 7.1   | Γενικά.....                                                 | 51 |
| 7.2   | Υδρολιθολογική κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών.....         | 51 |
| 7.2.1 | Κοκκώδη υδροσυστήματα.....                                  | 54 |
| 7.2.2 | Καρστικά υδροσυστήματα.....                                 | 56 |
| 7.2.3 | Ρωγμώδης υδροφορία της φυλλιτικής – χαλαζιτικής σειράς..... | 60 |
| 7.3   | Πηγές.....                                                  | 61 |
| 7.4   | Οι υδρευτικές συνθήκες των δήμων του οροπεδίου.....         | 63 |
| 7.5   | Αρδεύσεις.....                                              | 70 |
| 7.6   | Αποθέματα σε υπόγειο νερό.....                              | 70 |
| 8.    | Υδροχημεία.....                                             | 73 |
| 9.    | Συμπεράσματα.....                                           | 76 |
|       | Βιβλιογραφία.....                                           | 78 |

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου κ. Βουδούρη Κωνσταντίνο όσον αφορά στην ανάθεση αυτής της Διπλωματικής Εργασίας καθώς και στη βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκειά της.

Επίσης οφείλω να ευχαριστήσω τη Δ.Ε.Υ.Α. Τρίπολης και κυρίως τον κ. Μανδρόνη για την παροχή δεδομένων και πληροφοριών που ήταν απαραίτητα για την ολοκλήρωση της Εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Παναγιώταρο Χ., Γεωλόγο, για την παραχώρηση εξίσου σημαντικών στοιχείων.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Δήμος Τρίπολης είναι δήμος της Περιφέρειας Πελοποννήσου που συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης από την συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων της κεντρικής Αρκαδίας: Βαλτετσίου, Κορυθίου, Λεβιδίου, Μαντινείας, Σκυρίτιδας, Τεγέας, Τριπόλεως και Φαλάνθου. Τα όρια του δήμου σχεδόν ταυτίζονται με αυτά της παλαιάς Επαρχίας Μαντινείας.



**Σχήμα 1: Δήμοι Νομού Αρκαδίας**

Η Αρκαδία βρίσκεται στο κέντρο της Πελοποννήσου, έχει έκταση 4.419 Km<sup>2</sup> και το υψόμετρό της είναι 600 m – 700 m . Συνορεύει στα βόρεια με το Νομό Αχαΐας, στα βορειοανατολικά με το νομό Κορινθίας, στα ανατολικά με το νομό Αργολίδας, στα νότια με το νομό Λακωνίας, στα νοτιοδυτικά με το νομό Μεσσηνίας και στα δυτικά με το νομό Ηλείας.

Ο Νομός Αρκαδίας είναι πλούσιος σε τρεχούμενα νερά. Χείμαρροι, ρυάκια καθώς και μεγάλα ποτάμια ρέουν από τις πλαγιές των βουνών της. Το μεγαλύτερο ποτάμι είναι ο Αλφειός που έχει μήκος 88 Km, το οποίο πηγάζει από το οροπέδιο της Τρίπολης. Ο Λάδωνας (ή Λάδων ή Ρουφιάς) σχηματίζει σε μικρή έκταση όριο ανάμεσα στους νομούς Αρκαδίας και Αχαΐας, όπου πηγάζει από το Χελμό και τον Σαϊτά, δημιουργώντας υδατοπτώσεις. Λόγω αυτού του φαινομένου κατασκευάστηκε έργο για παροχή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Τα βουνά που περιλαμβάνονται στο νομό είναι τα παρακάτω:

- Μαίναλο: Θεωρείται μεγάλο ορεινό συγκρότημα και λέγεται ότι αποτελεί την “Ακρόπολη της Πελοποννήσου”. Οι υψηλότερες κορυφές του είναι η Οστρακίνα (1980 m), η Τζελάτη (1867 m), η Αϊντίνη (1849 m), η Μαύρη Κορυφή (1818 m) και η Μουρτζιά (1761 m)
- Ταΰγετος: Το βόρειο τμήμα του βρίσκεται στο Νομό και οι κορυφές του είναι η Ελληνίτσα (1926 m) και ο Άγιος Γεώργιος (1297m).
- Πάρνωνας: Οι κορυφές του είναι η Άνω Κορομηλιά (1232 m), η Καρακούλα (1318 m), η Ζαβίτσα (976 m) και ο Μεγάλος Κόζακας (1069 m).

Ακόμα περιέχονται και τα βουνά: Αρτεμίσιο (1772 m), Λύρκειο (ή Πούπατο, 1756 m), Σαιτάς (ή Όρυξις, 1812 m), Ερύμανθος (ή Ωλονός, 2224 m).

Ο Νομός Αρκαδίας επειδή είναι ορεινός, έχει περιορισμένες πεδιάδες. Δύο χαμηλές πεδινές εκτάσεις σχηματίζονται δίπλα στον Αργολικό κόλπο: Η πεδιάδα του Άστρους (ή Θυρεατική) και νοτιότερα η πεδιάδα του Λεωνιδίου. Οι άλλες πεδινές περιοχές του νομού είναι λεκάνες που περικλείουν υψηλότερα βουνά.

Το οροπέδιο της Τρίπολης χωρίζεται με χαμηλά εγκάρσια υψώματα στις μικρές λεκάνες της Τρίπολης, της Τεγέας, της Μαντινείας και του Ορχομενού. Είναι καρστικής προέλευσης και οι λεκάνες του έχουν γεμίσει με νεότερες προσχώσεις. Τα νερά των λεκανών αυτών αποχετεύονται υπογείως με καταβόθρες (τα ζέρεθρα των αρχαίων Αρκάδων) που σχηματίζουν λίμνες, έλη και κεφαλάρια, έξω από τα σύνορα του νομού, ή εκβάλλουν στον Αλφειό και τον Αργολικό κόλπο. Στα νότια του οροπεδίου της Τρίπολης σχηματίζεται το οροπέδιο της Ασέας, που κατεβαίνει προς τη λεκάνη της Μεγαλόπολης, τεκτονικό βύθισμα, λίμνη κατά το τριτογενές και τέλμα κατά το τεταρτογενές.

Τέλος, αναφέρονται οι λίμνες του νομού:

- Τάκα: Βρίσκεται σε υψόμετρο 657 m. Παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις, δηλαδή μεγαλώνει το χειμώνα και μικραίνει το καλοκαίρι. Μελετάται το θέμα συστηματικής χρησιμοποίησης των νερών της λίμνης για αρδευτικούς σκοπούς.
- Η τεχνητή λίμνη του Λάδωνα: Βρίσκεται σε υψόμετρο 420 m, έχει μήκος 15 Km και έκταση 16 Km<sup>2</sup>. Πίσω από το φράγμα ύψους 40 m σχηματίστηκε η τεχνητή λίμνη.

## 2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η ευρύτερη περιοχή έρευνας είναι η ορεινή κεντρική Πελοπόννησος, η οποία διαχωρίζεται στις επιμέρους υδρολεκάνες: το οροπέδιο Τρίπολης, τη λεκάνη Κανδήλας, τη λεκάνη του Λάδωνα, τη λεκάνη του Λούσιου και τη λεκάνη της Μεγαλόπολης.

Η περιοχή μελέτης είναι το οροπέδιο Τρίπολης το οποίο γεωμορφολογικά χαρακτηρίζεται ως μια μεγάλη ορεινή πόλγη που οφείλεται σε τεκτονικά αίτια. Τα υψόμετρα στο πεδινό της τμήμα κυμαίνονται από 600 m έως 800 m, ενώ τα περιθώριά της είναι σε υψόμετρο 1000 m με 1600 m.

Η περιοχή καλύπτει 676.5 Km<sup>2</sup> και οριοθετείται δυτικά από τον ορεινό όγκο του Μαινάλου, ανατολικά από τους ορεινούς όγκους Αρτεμισίου, Κτενιά και Παρθενίου, νότια από τις βόρειες απολήξεις του Πάρνωνα και βόρεια από τις απολήξεις του Αρτεμισίου.

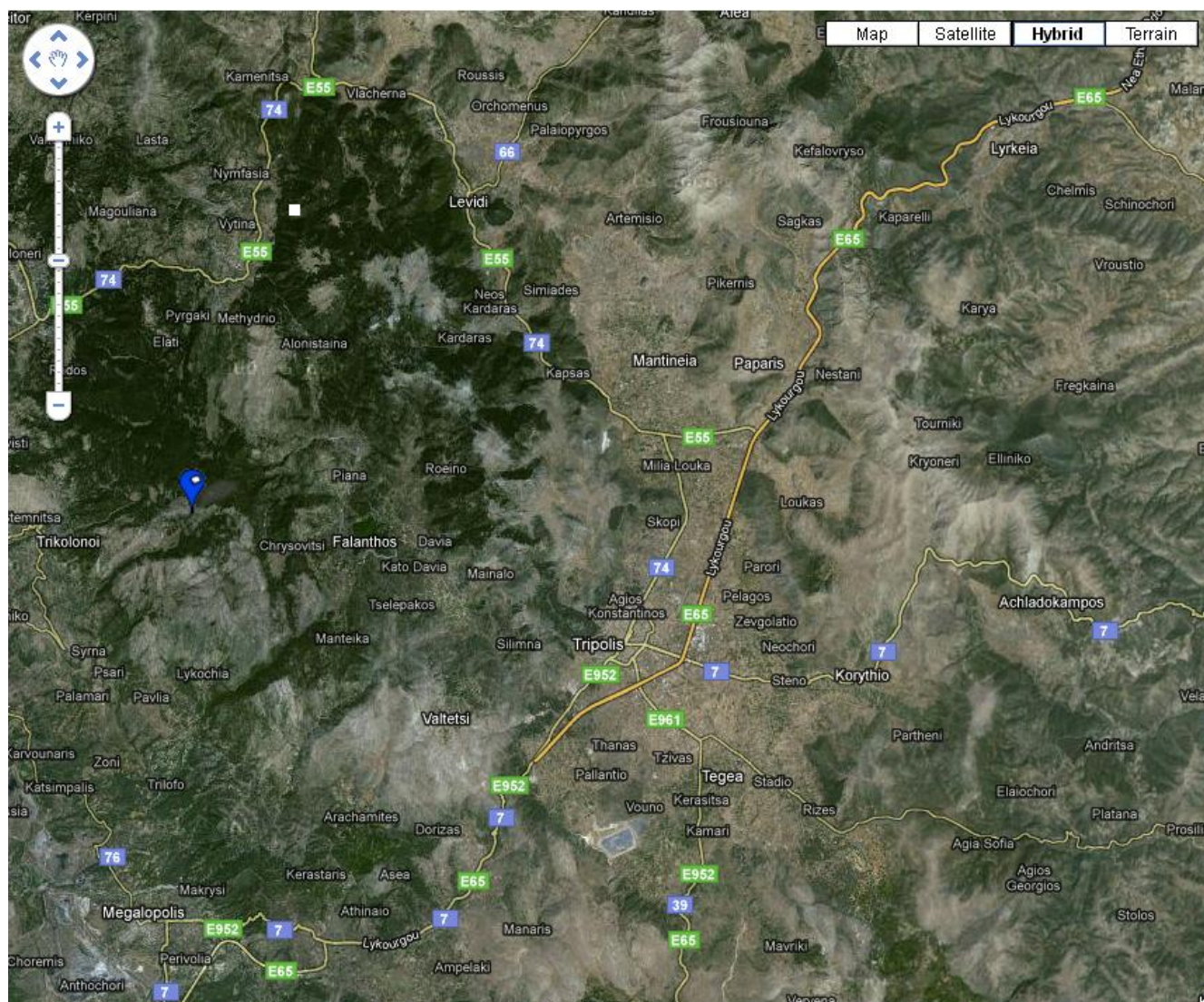
Το υδρογραφικό δίκτυο στο κεντρικό πεδινό τμήμα είναι αραιό, με το σύνολο της απορροής να αποστραγγίζεται μέσω καταβοθρών στις δυτικές ακτές του Αργολικού Κόλπου, ενώ στο δυτικό τμήμα οι απορροές σχηματίζουν τη λίμνη Τάκα, ή απορρέουν μέσω των χειμάρων Σαρανταποτάμου (Γαρεάτη) και Δολιανίτη σε καταβόθρες στην περιοχή Παρθενίου.





**Σχήμα 2: Γεωμορφολογικός χάρτης της Τρίπολης και της ευρύτερης περιοχής.**





**Σχήμα 3: Απεικόνιση της τοπογραφίας της Τρίπολης.**

## 2.2 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η επιφανειακή αποστράγγιση της περιοχής χαρακτηρίζεται σε γενικές γραμμές από ένα απλό υδρογραφικό δίκτυο, εκτός από τη περιοχή Νοτιοανατολικά του οροπεδίου της Τρίπολης όπου το υδρογραφικό δίκτυο είναι λίγο πιο περίπλοκο με κλάδους 5<sup>ης</sup> τάξης. Αυτό οφείλεται στη γεωλογική δομή της περιοχής, δηλαδή λόγω των ανθρακικών πετρωμάτων που κυριαρχούν.

Αναλυτικά το υδρογραφικό δίκτυο έχει ως εξής:

- Νοτιοανατολική περιοχή: Η περιοχή αυτή διαρρέεται από δύο υδρορέματα, τον Σαρανταπόταμο και τον Δολιανίτη, οι οποίοι ενώνονται και σχηματίζουν το υδρόρεμμα του Γαρέατη (Ξηριά). Ο Σαρανταπόταμος ξεκινά από τα Βούρβουρα με κλάδους 5<sup>ης</sup> τάξης, η ροή του είναι προς τα δυτικά και στην περιοχή Κουτουζαίικα η κοίτη του αλλάζει διεύθυνση προς τα βόρεια περνώντας κοντά από τα Πηγαδάκια. Έπειτα εισέρχεται στο πεδινό τμήμα της Τεγέας (Ανατολικά του Καμαρίου) και συμβάλλει στην περιοχή της Μαγούλας με τον Δολιανίτη. Αυτοί οι δύο ποταμοί συνθέτουν το υδρόρεμμα Γαρέατη ή Ξηριά που διαρρέει την περιοχή του Στενού και Αγιωργίτικων και εκβάλλει στην καταβόθρα της περιοχής Παρθενίου. Το μήκος της κοίτης του Σαρανταποτάμου εκτιμάται στα 17 Km, η ροή του δεν είναι συνεχής ούτε τη χειμερινή περίοδο και συνήθως με ήπιες βροχοπτώσεις δεν διατηρείται μέχρι τη συμβολή του με τον Δολιανίτη, αλλά παροχετεύεται σταδιακά στους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς στην περιοχή δυτικά των Βουρβούρων και στη ασβεστολιθική κοιλάδα μεταξύ της Μανθυρέας και του Μαυρικού. Με συνεχείς βροχοπτώσεις τη χειμερινή περίοδο η τελική απορροή στην περιοχή της συμβολής του με τον Δολιανίτη παρουσιάζει σημαντικές αποκλίσεις με μέγιστα μετά από συνεχείς βροχοπτώσεις μέχρι και 20.000 m<sup>3</sup>/h. Ο Δολιανίτης ξεκινά από την περιοχή των Άνω Δολιανών και ρέει βόρεια, διαρρέοντας το πεδινό τμήμα μεταξύ Ριζών και Γαρέας. Επίσης δέχεται και τις απορροές υδροχειμάρων της Ψηλής βρύσης και συμβάλλει στην περιοχή της Μαγούλας με τον

Σαρανταπόταμο. Ο Δολιανίτης έχει μεταλύτερη παροχή από τον Σαρανταπόταμο τη χειμερινή περίοδο, ενώ την ξηρά η κοίτη του είναι στεγνή. Μετά από συνεχή βροχόπτωση την υγρά περίοδο παρατηρούνται και παροχές της τάξης των 15-25.000 m<sup>3</sup>/h, αν και η κοίτη του έχει μήκος 5 Km, επειδή διαρρέει κυρίως αδιαπέρατα πετρώματα.

- Στην υπόλοιπη πεδινή περιοχή του οροπεδίου παρατηρούνται απορροές με κλάδους μέχρι και 2<sup>ης</sup> τάξης με αποχέτευση στις υπάρχουσες καταβόθρες. Οι καταβόθρες της περιοχής είναι διεσπαρμένες περιμετρικά του οροπεδίου στη βάση του αναγλύφου των ανθρακικών, που περιβάλλουν την πεδινή περιοχή, αλλά υπάρχουν και σε κεντρικά σημεία του πεδινού τμήματος. Έχουν δημιουργηθεί σταδιακά από τις πλημμυρίδες του οροπεδίου μέσω της διάβρωσης και της δημιουργίας κάρστ στους περιφερειακούς ανθρακικούς σχηματισμούς. Από τα φαινόμενα διάβρωσης των ανθρακικών στις καταβόθρες διαφαίνεται η παλαιότερη πλημμυρίδα του οροπεδίου και μέχρι 25 m. Περιμετρικά υπάρχουν 32 καταβόθρες και 2 στο κέντρο της πεδινής περιοχής, με εκφόρτιση των απορροών προς τα χαμηλότερα επίπεδα του Αργολικού κόλπου. Από τα υπάρχοντα στοιχεία υδρομετρήσεων στις καταβόθρες εκτιμάται απορροή της τάξης των 50 – 60\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος την υγρά περίοδο, για τα τελευταία δέκα χρόνια.

## 2.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ

Αν εξαιρέσουμε το οροπέδιο Τρίπολης, την ορεινή κεντρική Πελοπόννησο την συνθέτουν και οι εξής υδρολεκάνες: λεκάνη Κανδήλας-Χωτούσας-Λεβιδίου, λεκάνη Λάδωνα, λεκάνη Λούσιου, λεκάνη Μεγαλόπολης.

Μια μικρή περιγραφή των οποίων είναι η ακόλουθη:

### 2.3.1 ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΝΔΗΛΑΣ – ΧΩΤΟΥΣΑΣ – ΛΕΒΙΔΙΟΥ

Η λεκάνη Κανδήλας – Χωτούσας – Λεβιδίου αποτελεί μία ασβεστολιθική πόλγη, η οποία βρίσκεται βόρεια του οροπεδίου της Τρίπολης. Αυτή η λεκάνη μπορεί να χαρακτηριστεί ως υπολεκάνη του οροπεδίου της Τρίπολης. Τα όριά της είναι τα εξής: βόρεια της λεκάνης βρίσκεται ο ορεινός όγκος του Ολίγυρτου, δυτικά και νοτιοδυτικά βρίσκεται ο ορεινός όγκος του Μαινάλου και ανατολικά και νοτιοανατολικά η οροσειρά του Λυρκειίου όρους.

Η συνολική έκταση της λεκάνης είναι  $186 \text{ Km}^2$  με το πεδινό της τμήμα να βρίσκεται σε υψόμετρο 700 m έως 750 m και τα περιθώρια της στα ανατολικά, βόρεια και νοτιοδυτικά αντερίσματα να βρίσκονται σε υψόμετρο 1600 m και στα δυτικά σε υψόμετρο 1000 m.

Στη λεκάνη αυτή το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζεται αραιό και σχηματίζεται κύρια στο πεδινό τμήμα με ικανές απορροές, που προέρχονται από τις αναβλύσεις καρστικών πηγών. Πιο παλιά σχηματιζόταν μια λίμνη λόγω των νερών που συσσωρεύονταν στη περιοχή κατά την υγρή περίοδο, η οποία αποστραγγιζόταν στην υπάρχουσα καταβόθρα της περιοχής της Χωτούσας. Έτσι κατά τη θερινή περίοδο το νερό σχημάτιζε το “έλος της Κανδήλας”. Αυτή ήταν η μοναδική αποστράγγιση, αλλά τα τελευταία χρόνια δημιουργήθηκε αποστραγγιστική σήραγγα στις δυτικές παρυφές της λεκάνης με αποστράγγιση προς τον Τράγο ποταμό (λεκάνη Λάδωνα).

Η περιοχή αυτή διοικητικά περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του Δήμου Λεβιδίου. Στο δήμο αυτό ανήκουν οι κωμοπόλεις Λεβίδι, Κανδήλα και γνωστοί είναι οι αρχαιολογικοί χώροι του Ορχομενού και των Κατιών. Οι κάτοικοι της περιοχής ασχολούνται με την γεωργία, την κτηνοτροφία, την πρωτογενή επεξεργασία ξύλου. Αυξημένη είναι και η τουριστική δραστηριότητα κυρίως κατά τη χειμερινή περίοδο. Ο μόνιμος πληθυσμός των διαμερισμάτων που περιλαμβάνει η λεκάνη της Κανδήλας – Χωτούσας – Λεβιδίου φθάνει τους 3.500 κατοίκους και αυξάνεται τη θερινή περίοδο σε ποσοστό 20%. Ενδιαφέρον

παρουσιάζουν τα οικοσυστήματα χλωρίδας και πανίδας σε αυτό το περιβάλλον.

### 2.3.2 ΛΕΚΑΝΗ ΛΑΔΩΝΑ

Η λεκάνη του Λάδωνα χαρακτηρίζεται από ποικιλόμορφες ορεινές κοιλάδες μικρού εύρους και μεγάλου μήκους που σε μια από αυτές λόγω κατασκευής φράγματος βαρύτητας, δημιουργείται η γνωστή λίμνη του Λάδωνα (περιοχή Πουρναριάς – Μουριάς). Το πεδινό τμήμα καλύπτει μικρό τμήμα στα δυτικά περιθώρια της λεκάνης.

Η λεκάνη αυτή καταλαμβάνει έκταση 1130 Km<sup>2</sup> και αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες υδρολεκάνες της κεντρικής Πελοποννήσου. Τα όριά της είναι τα εξής: ανατολικά βρίσκονται οι ορεινοί όγκοι του Μαινάλου και τα Αροάνεια όρη που καλύπτουν και μεγάλο ποσοστό των βόρειων παρυφών της. Στα δυτικά βρίσκεται ο ορεινός όγκος του Ερυμάνθου και της Φολόης, στα βορειοδυτικά βρίσκεται ο ορεινός όγκος του Ερυμάνθου και η ορεινή περιοχή του οροπεδίου των Καλαβρύτων και στα νότια βρίσκονται ο ορεινός όγκος του Σερβαϊίκου βουνού και τα Λαγκάδια όρη.

Η υδρολεκάνη του Λάδωνα διαρρέεται από τον ποταμό Λάδωνα, ο οποίος είναι μονίμου ροής και από πολλούς παραποτάμους που αξίζει να αναφερθούν οι παρακάτω: ο Αοράνιος, ο Μυλάων ή Τράγος και το υδρόρεμμα των Λαγκαδίων.

Το υδρογραφικό δίκτυο εδώ χαρακτηρίζεται πυκνό με απότομες και βαθιές χαράδρες, αν και η περιοχή είναι βραχώδης κυρίως. Λόγω του πυκνού υδρογραφικού δικτύου είναι έντονη και εμφανής η τεκτονική δράση στη περιοχή. Σχετικά με το γεωπεριβάλλον η περιοχή καλύπτεται από μεγάλες εκτάσεις με δάση ελάτης, δρυών και πεύκων. Περιέχει ορεινούς οικισμούς, πολλοί εκ των οποίων, έχουν διατηρήσει την πολιτιστική τους κληρονομιά. Γνωστές κωμοπόλεις της είναι η Δημητσάνα, Βυτίνα, Κλειτορία, Λαγκάδια, Βαλτεσινίκο, Τρόπαια, Μαγούλιανα και Λουτρά Ηραίας.

Το μεγαλύτερο μέρος της υδρολεκάνης βρίσκεται στο νομό Αρκαδίας, εκτός από το βόρειο τμήμα της το οποίο ανήκει στο νομό Αχαΐας. Στη περιοχή αυτή ανήκουν τα διαμερίσματα των Δήμων: Βυτίνας, Κλείτορος, Λαγκαδίων, Ηραίας, Τροπαίων, Κοντοβάζαινας, μέρος του Δήμου Δημητσάνας, Παΐων και Λευκασίου με συνολικό μόνιμο πληθυσμό 21.500 άτομα. Οι κάτοικοι απασχολούνται στον πρωτογενή και τουριστικό τομέα.

### **2.3.3 ΛΕΚΑΝΗ ΛΟΥΣΙΟΥ**

Η υδρολεκάνη του Λούσιου είναι κυρίως ορεινή με υψόμετρα στο μεγαλύτερο μέρος της 1000 m έως 1200 m και η έκταση την οποία καλύπτει κυμαίνεται στα 165,5 Km<sup>2</sup>. Αποτελείται από μια στενή κοιλάδα με απότομες χαράδρες μέσα στην οποία ρέει ο ποταμός Λούσιος, ο οποίος χαρακτηρίζεται από μόνιμη ροή. Ο Λούσιος ποταμός στο μεγαλύτερο μέρος της κοίτης του, διαρρέει μέσα από φυσικά φαράγγια. Βάσει του επιφανειακού υδροκρίτη οριοθετείται βόρεια από τα όρη Λαγκαδίων, δυτικά από τους ορεινούς όγκους του Σερβαϊίκου, Βεργαϊίκου και Προφήτη Ηλία, νότια από τους ορεινούς όγκους Καλογριά και Ρόζενα και ανατολικά από τους ορεινούς όγκους Λίμνες, Ροδιάς και Περοβούνι.

Η περιοχή ανήκει στο νομό Αρκαδίας και περιέχει τα διαμερίσματα του Δήμου Δημητσάνας, Δήμου Τρικολώνων και μέρος του Δήμου Γόρτυνος με γνωστές κωμοπόλεις, τη Δημητσάνα, τη Στεμνίτσα και την Καρύταινα.

### **2.3.4 ΛΕΚΑΝΗ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ**

Η υδρολεκάνη της Μεγαλόπολης μπορεί και να χαρακτηριστεί ως ο Άνω Ρους του ποταμού Αλφειού. Η έκτασή της εκτιμάται στα 835.5

Km<sup>2</sup>. Η περιοχή αυτή οριοθετείται βόρεια και βορειοανατολικά από τον ορεινό όγκο του Μαινάλου, νοτιοανατολικά και νότια από τις βόρειες απολήξεις του Ταϋγέτου, νοτιοδυτικά και δυτικά από τους ορεινούς όγκους της οροσειράς του Ταϋγέτου και του Λυκαίου όρους και βορειοδυτικά από τους ορεινούς όγκους των νοτιοδυτικών απολήξεων του Μαινάλου όρους.

Η περιοχή καταλαμβάνει μεγάλο πεδινό τμήμα σε αντίθεση με τις υδρολεκάνες του Λάδωνα και του Λούσιου. Εδώ λαμβάνει χώρα εκμετάλλευση λιγνιτικών κοιτασμάτων. Τα μέσα υψόμετρα του πεδινού τμήματος είναι 400 m έως 600 m, ενώ οι ανατολικές και βόρειες παρυφές του βρίσκονται στα 1400 m έως 1600 m.

Η περιοχή ανήκει στο νομό Αρκαδίας και αποτελείται από τα διαμερίσματα των Δήμων Μεγαλόπολης, Βαλτετσίου, Φαλαισίας, μέρος του Δήμου Φαλάνθου και μέρος του Δήμου Γόρτυνος. Γνωστές κομωπόλεις που αξίζει να αναφερθούν είναι οι παρακάτω: η Μεγαλόπολη, η Φαλαισία, το Διρράχιο, η Ασέα, η Λυκόσουρα, με τα ευρήματα πλειστοκαινικής ηλικίας και νεολιθικής εποχής, και η Αρχαία Γόρτυς, ενώ από τη νεώτερη ιστορία το Βαλτέτσι. Ο μόνιμος πληθυσμός εντός της υδρολεκάνης ανέρχεται στις 13.000 περίπου άτομα, ο οποίος αυξάνεται κατά 20% τους θερινούς μήνες, αλλά υπάρχουν και οι εργαζόμενοι από άλλες περιοχές στα εργοστάσια, της ΔΕΗ, που αριθμούν περίπου τους 1000. Η απασχόληση των κατοίκων είναι η εργασία τους στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος της ΔΕΗ και στα ορυχεία του λιγνίτη, καθώς και ο πρωτογενής τομέας.

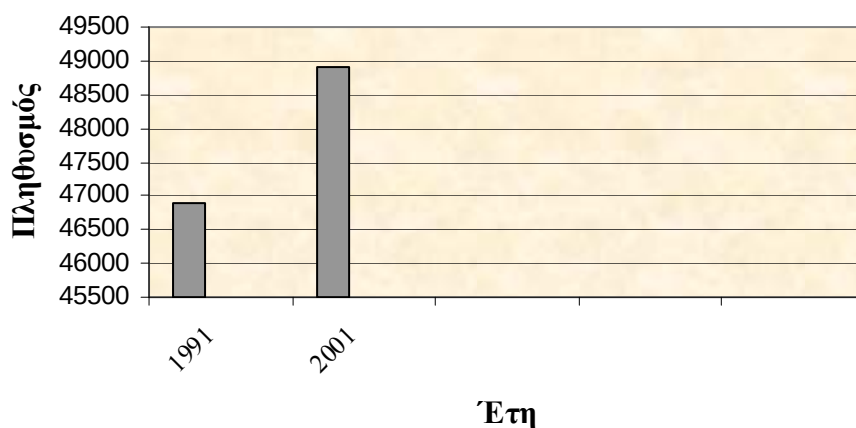


### 3. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

#### 3.1 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Επιφανειακές έρευνες σε διάφορες αρχαιολογικές θέσεις, βεβαιώνουν ότι η Αρκαδία είχε πυκνότερη κατοίκηση κατά τη Νεολιθική Περίοδο (6000 - 3000 π.Χ.). Κατά την περίοδο αυτή, ως γνωστόν, ο άνθρωπος σταματά τις περιπλανήσεις και το τροφосуλλεκτικό στάδιο διαβίωσης και εγκαθίσταται μόνιμα σε οικισμούς, τους οποίους περιβάλλει με τείχη για να προφυλάσσεται από τους εχθρούς του και τ' άγρια θηρία.

Ο Δήμος της Τρίπολης κατά την απογραφή του έτους 1991 είχε πληθυσμό 46879, ενώ το έτος 2001 είχε πληθυσμό 48896.



**Σχήμα 4: Πληθυσμός του Δήμου Τρίπολης, 1991-2001**

### 3.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Για την εκτίμηση της αναμενόμενης πληθυσμιακής εξέλιξης χρησιμοποιούνται μαθηματικές σχέσεις, οι οποίες αποτυπώνουν την αύξηση του πληθυσμού αριθμητικά και γεωμετρικά, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία των δύο τελευταίων απογραφών. Η πληθυσμιακή αύξηση που είχαμε μετά την απογραφή του 2001 καθώς και η προβλεπόμενη από στατιστικά μοντέλα αύξηση για τα επόμενα χρόνια, η οποία σύμφωνα με συντηρητικούς υπολογισμούς που παρατίθενται στη συνέχεια θα ανέλθει στα 50913 άτομα μετά από 10 έτη, στα 52930 άτομα μετά από 20 έτη και στα 54947 μετά από 30 έτη.

Υπάρχουν δύο τρόποι υπολογισμού για την πρόβλεψη του πληθυσμού, ως εξής:

1.Αριθμητική μέθοδος:  $\Pi_m = [(t_m - t_2) * (\Pi_2 - \Pi_1)] / (t_2 - t_1) + \Pi_2$

2.Γεωμετρική μέθοδος:  $\log \Pi_m = [(t_m - t_2) * \log(\Pi_2 / \Pi_1)] / (t_2 - t_1) + \log \Pi_2$ .

- Αριθμητική Πρόβλεψη για το 2011:

$$\begin{aligned}\Pi_{2011} &= [(t_{2011} - t_{2001}) * (\Pi_{2001} - \Pi_{1991})] / (t_{2001} - t_{1991}) + \Pi_{2001} = \\ &= [(2011 - 2001) * (48896 - 46879)] / (2001 - 1991) + 48896 = \\ &= (10 * 2017) / 10 + 48896 = 2017 + 48896 = 50913\end{aligned}$$

- Γεωμετρική Πρόβλεψη για το 2011:

$$\begin{aligned}\log \Pi_{2011} &= [(t_{2011} - t_{1991}) * \log(\Pi_{2001} / \Pi_{1991})] / (t_{2001} - t_{1991}) + \log \Pi_{2001} = \\ &= (2011 - 2001) * \log(48896 / 46879) / (2001 - 1991) + \log 48896 = \\ &= (10 * \log 1.043) / 10 + 4.6893 = \log 1.043 + 4.6893 = \\ &= 0.01828 + 4.6893 = 4.7076\end{aligned}$$

$$\text{Άρα: } \Pi_{2011} = 51004$$

- Αριθμητική Πρόβλεψη για το 2021:

$$\begin{aligned}\Pi_{2021} &= [(2021 - 2011) * (50913 - 48896)] / 10 + 50913 = \\ &= 10 * 2017 / 10 + 50913 = 2017 + 50913 = 52930\end{aligned}$$

- Γεωμετρική Πρόβλεψη για το 2021:

$$\log \Pi_{2021} = [(2021-2011) * \log(51004/48896)] / 10 + \log 51004 =$$

$$10 * \log 1.043 / 10 + 4.7076 = \log 1.043 + 4.7076 = 4.7259$$

$$\text{Άρα: } \Pi_{2021} = 53199$$

- Αριθμητική Πρόβλεψη για το 2031:

$$\Pi_{2031} = [(2031-2021) * (52930-50913) / 10 + 52930 =$$

$$10 * 2017 / 10 + 52930 = 54947$$

- Γεωμετρική Πρόβλεψη για το 2031:

$$\log \Pi_{2031} = [(2031-2021) * \log(53199/51004)] / 10 + \log 53199 =$$

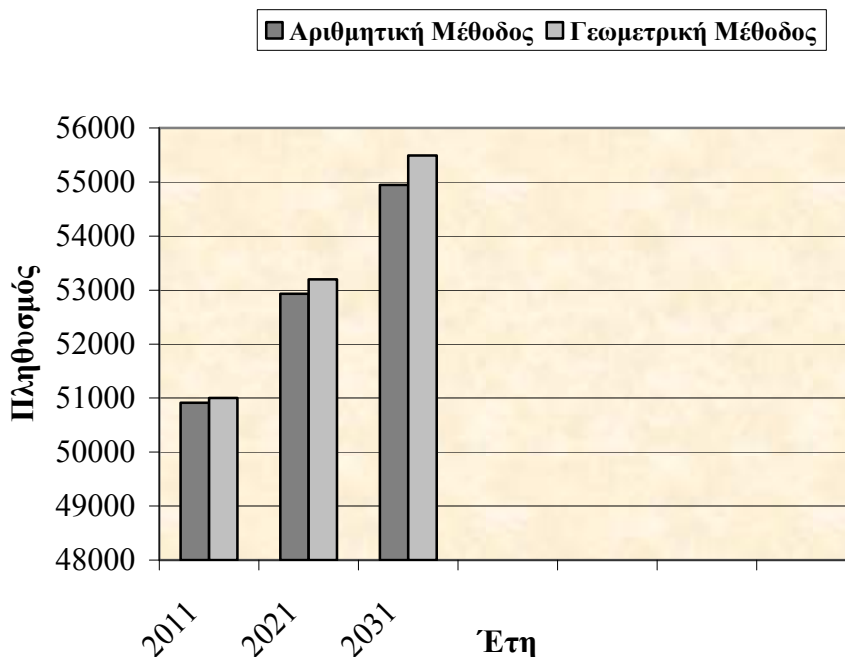
$$10 * \log 1.043 / 10 + 4.7259 = \log 1.043 + 4.7259 =$$

$$0.01828 + 4.7259 = 4.7442$$

$$\text{Άρα: } \Pi_{2031} = 55488$$

**Πίνακας 1: Πρόβλεψη πληθυσμού του Δήμου Τρίπολης με την αριθμητική και την γεωμετρική μέθοδο.**

| Έτος        | Πληθυσμός με την<br>Αριθμητική Μέθοδο | Πληθυσμός με την<br>Γεωμετρική Μέθοδο |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>2011</b> | 50913                                 | 51004                                 |
| <b>2021</b> | 52930                                 | 53199                                 |
| <b>2031</b> | 54947                                 | 55488                                 |



**Σχήμα 5: Πρόβλεψη Πληθυσμού του Δήμου Τρίπολης, 2011-2031**

### 3.3 ΑΝΑΓΚΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ

Με βάση τα βιβλιογραφικά δεδομένα η ημερήσια κατ' άτομο κατανάλωση νερού είναι τουλάχιστον 200 λίτρα. Επομένως στις σημερινές συνθήκες απαιτείται κατά μέσο όρο παροχή νερού ίση με :

$$50913 \text{ άτομα} * 200 \text{ lt/άτομο και την ημέρα} = 10182.6 \text{ m}^3 \text{ νερού/ημέρα.}$$

Οι παραπάνω ποσότητες θα πρέπει να αυξηθούν τουλάχιστον κατά 15% για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών διαφόρων επαγγελματικών δραστηριοτήτων (βιοτεχνίες, καταστήματα κλπ) καθώς και για την αντιμετώπιση απωλειών από βλάβες του δικτύου. Σημειώνουμε ότι στις επαγγελματικές δραστηριότητες δεν συμπεριλαμβάνεται η ΒΙ.ΠΕ. Τρίπολης που διαθέτει ανεξάρτητο δίκτυο υδροδότησης. Επομένως η μέση απαιτούμενη παροχή νερού είναι :

$$10182.6 \text{ m}^3 \text{ νερού/ημέρα} * 1.15 = 11710 \text{ m}^3 \text{ νερού/ημέρα, δηλαδή οι συνολικές ετήσιες ανάγκες για ύδρευση ανέρχονται σε } 4.27 * 10^6 \text{ m}^3.$$

Επίσης στον παραπάνω υπολογισμό δεν έχει συμπεριληφθεί η απαιτούμενη παροχή για τις ανάγκες πυρόσβεσης. Για πόλεις μεγαλύτερες των 25.000 κατοίκων η απαιτούμενη παροχή πυρόσβεσης είναι 10 λίτρα ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή  $864 \text{ m}^3$  νερού/ημέρα.

### 3.4 ΠΗΓΕΣ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΡΙΠΟΛΗΣ

Ο Δήμος Τρίπολης υδροδοτείται από :

- τις πηγές Μεθυδρίου – Πυργακίου
- την πηγή Πιάνας
- από 9 γεωτρήσεις στις περιοχές Μηλιάς, Στενού και Σάγκα

Λόγω της μεγάλης εξάρτησης της υδροδότησης από τις πηγές, η παροχή των οποίων παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους, εμφανίζονται προβλήματα κυρίως κατά την θερινή και φθινοπωρινή περίοδο. Κατά την χειμερινή περίοδο οι παροχές των πηγών σε συνδυασμό με την λειτουργία 3 ως 5 γεωτρήσεων, είναι σε θέση να καλύψουν την μέση απαιτούμενη παροχή των  $11710 \text{ m}^3$  νερού/ημέρα.

Μετά την χειμερινή περίοδο και μέχρι τον Νοέμβριο όπου και αρχίζουν οι βροχές, έχουμε σταδιακή μείωση της συνολικής παροχής που εισέρχεται στο δίκτυο, παρ' ότι γίνεται εκμετάλλευση του συνόλου των γεωτρήσεων. Κατά μέσο όρο η εισερχόμενη παροχή για τους μήνες από Απρίλιο ως Ιούλιο είναι της τάξης των  $8.500 \text{ m}^3$  νερού/ημέρα ενώ τους μήνες από Αύγουστο ως Νοέμβριο  $6.500 \text{ m}^3$  νερού/ημέρα. Ιδίως κατά την φθινοπωρινή περίοδο η ημερήσια παροχή κατέρχεται κάτω και από  $5.000 \text{ m}^3$  νερού/ημέρα.

Επομένως σε ετήσια βάση παρουσιάζεται έλλειψη ίση με :

$$120 \text{ ημέρες} * 1.500 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 120 \text{ ημέρες} * 3.500 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} = 600.000 \text{ m}^3 \text{ νερού}$$

### **3.5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ**

Ο Δήμος Τρίπολης κατά το παρελθόν δεν διέθετε επαρκείς ποσότητες νερού ώστε να είναι σε θέση να παρέχει νερό ολόκληρο το 24ωρο, έτσι όλοι οι καταναλωτές διαθέτουν μικρές δεξαμενές στις οποίες αποθηκεύουν νερό ώστε να το χρησιμοποιούν καθ' όλες τις ώρες της ημέρας.

Με την μέθοδο αυτή κατά τις περιόδους ελλείψεων συμπιέζεται υποχρεωτικά η κατανάλωση νερού και μάλιστα σε επίπεδα που δημιουργούν οξυμένα προβλήματα στη διαβίωση των κατοίκων. Είναι προφανές ότι όταν η μέση ανά άτομο κατανάλωση νερού συμπιέζεται στα 100 λίτρα ανά ημέρα κατά τη δυσμενή περίοδο, αυτό έχει ιδιαίτερα σημαντικές επιπτώσεις και στο βιοτικό επίπεδο.

### **3.6 ΛΟΙΠΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΔΕΥΑΤ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ**

Η ΔΕΥΑΤ προκειμένου να εξοικονομήσει νερό έχει προβεί στις ακόλουθες ενέργειες :

- Αντικατέστησε μεγάλο μέρος του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης που παρουσίαζε σημαντικές διαρροές λόγω των υλικών κατασκευής του (σωλήνες αμιαντοτσιμέντου) με σωλήνες πολυαιθυλενίου οι οποίοι λόγω της δομής τους αλλά και της μεθόδου σύνδεσής τους (θερμική κόλληση) παρουσιάζουν ελάχιστες βλάβες.
- Έχει αξιοποιήσει πηγές υδροδότησης με μικρές παροχές προκειμένου να καλυφθούν τοπικές ανάγκες, όπως η άρδευση του χλοοτάπητα του Σταδίου της Τρίπολης και του κολυμβητηρίου.

## **4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ**

### **4.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Η γεωλογική δομή του οροπεδίου της Τρίπολης περιλαμβάνει τις γεωτεκτονικές ζώνες της Τρίπολης, της Πίνδου καθώς επίσης και της φυλλιτικής – χαλαζιτικής σειράς της Πελοποννήσου. Οι τεκτονικές αυτές ενότητες επωθούνται η μια πάνω στην άλλη με στρωματογραφική ανάπτυξη που έχει ως εξής: η ζώνη της Πίνδου έχει επωθηθεί πάνω στη ζώνη της Τρίπολης και η ζώνη της Τρίπολης έχει επωθηθεί πάνω στη φυλλιτική – χαλαζιτική ενότητα. Επιπλέον συμπεριλαμβάνονται μεταλπικά ιζήματα νεογενών και τεταρτογενών αποθέσεων.

Ακολουθεί αναλυτικότερη περιγραφή των γεωτεκτονικών ζωνών:

### **4.2 ΦΥΛΛΙΤΙΚΗ – ΧΑΛΑΖΙΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ**

Η φυλλιτική-χαλαζιτική σειρά εμφανίζεται στο νότιο τμήμα του οροπεδίου της Τρίπολης και σε τεκτονικό παράθυρο στη κεντρική περιοχή της λεκάνης Μεγαλόπολης. Η ηλικία της είναι Πέρμιο έως Κ.Τριαδικό. Η ενότητα αυτή αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα με χαρακτηριστικές απότομες μεταβολές λιθολογικών φάσεων τόσο πλευρικά όσο και κατακόρυφα. Εμφανίζονται κυρίως σχιστόλιθοι με εναλλασσόμενα στρώματα χαλαζιτών, μεταπηλιτών και φυλλιτών όπου μέσα σ'αυτά συμμετέχουν φακοειδείς ενστρώσεις μαρμάρων με μεγάλη έκταση. Πρόκειται για μάρμαρα δολομιτικά με ταινιές, υπόλευκα έως τεφρά με έντονη οσμή και σακχαρώδη υφή, τα οποία βρίσκονται στη περιοχή των Άνω Δολιανών. Η σειρά αυτή περιλαμβάνει τα παλιότερα πετρώματα της περιοχής που εξετάζουμε.

Τα κυριότερα πετρώματα της σειράς στην περιοχή είναι: πρασινοσχιστόλιθοι με γλαυκοφανή και παραγονίτη, σχιστόλιθοι με

χλωριτοειδή και γλαυκοφανή, σχιστόλιθοι χλωριτικοί – παραγονικοί – μοσχοβιτικοί με γρανάτη, μαρμαρυγιακοί χαλαζίτες, με αιματίτη, ιλμενίτη και τουρμαλίνη, φυλλίτες μαρμαρυγιακοί, φυλλίτες μοσχοβιτικοί – χαλαζιακοί με χλωριτοειδή. Οι παραγενέσεις μπορούν να διαχωριστούν σε παραγενέσεις με Na-αμφίβολο και παραγενέσεις χωρίς Na-αμφίβολο. Το πάχος της σειράς κυμαίνεται από 700 m έως 1000 m.

#### **4.3 ΖΩΝΗ ΤΡΙΠΟΛΗΣ**

Η ζώνη Τρίπολης εμφανίζεται στη περιοχή εξέτασης και κυρίως στη περιοχή του Μαινάλου.

Η στρωματογραφία της ζώνης αντιπροσωπεύεται κυρίως από ανθρακική ιζηματογένεση με χαρακτήρα αβαθούς πλατφόρμας, όπου βρίσκεται ανάμεσα στα κλαστικά ιζήματα της βάσης (Στρώματα Τυρού) και στα ιζήματα της οροφής (Φλύσχης).

Η στρωματογραφική στήλη έχει την εξής διάρθρωση:

- **Στρώματα Τυρού:**

Κλαστική ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία Ανωπαλαιοζωϊκής – Τριαδικής ηλικίας.

- **Ανθρακική νηριτική ακολουθία:**

Ασβεστόλιθοι – Δολομίτες από το Μ. Τριαδικό μέχρι το Α. Ηώκαινο

- **Φλύσχης Α. Ηώκαινικής – Ολιγοκαινικής ηλικίας:**

Η ονομασία της ενότητας οφείλεται στον Philippon, ο οποίος και ονομάζει τους ασβεστολίθους και δολομίτες της ως “Tripolitrakalk”

Αναλυτικά έχουμε:



#### **4.3.1 Στρώματα Τυρού (Κλαστική Ηφαιστειοζηματογενής σειρά)**

Τα στρώματα Τυρού εμφανίζονται στη λεκάνη της Μεγαλόπολης και βρίσκονται σε τεκτονική επαφή με τη σειρά των φυλλιτών – χαλαζιτών στην ίδια στενή περιοχή. Η ηλικία της είναι Πέρμιο έως Κ.Τριαδικό και έχει τοπικό πάχος 80 m έως 100 m. Η βάση της ζώνης οφείλει την ονομασία της στην περιοχή του Τυρού Αρκαδίας.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται είναι σκοτεινόχρωμοι, βιτουμενιούχοι, λεπτοπλακώδεις, παχυστρωματώδεις και συμπαγείς αδροκρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι με λεπτές ενστρώσεις γύψου, παρεμβολές δολομιτών και εναλλαγές ανθρακικών σχιστολίθων.

#### **4.3.2 Ανθρακική σειρά της Ζώνης Τρίπολης**

Η ανθρακική σειρά της ζώνης Τρίπολης αποτελείται από ιζήματα νηριτικής φάσης με σταθερό βάθος του πυθμένα της πλατφόρμας σε όλη τη διάρκεια της ανθρακικής ιζηματογένεσης. Η ηλικία της είναι από το Τριαδικό έως το Α. Ηώκαινο.

Η στρωματογραφική εξέλιξη της ανθρακικής σειράς είναι η παρακάτω:

- **Α. Τριαδικό - Μ.Ιουρασικό:**

Μεγάλου πάχους τεφροί στρωματολιθικοί δολομίτες και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, πλούσιοι σε απολιθώματα (Megalodon, Gyroporella) με πάχος 400 m - 450 m.

- **Α.Ιουρασικό - Κρητιδικό:**

Δολομίτες, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι με παρεμβολές δολομιτών και ασβεστολίθων. Είναι τεφροί ως μαύροι λεπτοκρυσταλλικοί και βιτουμενιούχοι με πάχος 600 m και απολιθώματα (Cladocoropsis, τρηματοφόρα, οστρακώδη).

- **Α. Κρητιδικό - Παλαιόκαινο:**

Τεφροί, παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι και δολομίτες, με τις κατώτερες σειρές να περιέχουν ρουδιστές, γαστερόποδα, εχίνους και κοράλλια, ενώ οι ανώτερες τρηματοφόρα, με πάχος 250 m – 750 m.

- **Ηώκαινο :**

Ασβεστόλιθοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι παχυστρωματώδεις, τεφροί και συχνά βιτουμενιούχοι, με έντονα φαινόμενα καρστικοποίησης και πλούσιοι σε απολιθώματα(Numulites, Globigerina). Κατά τη διάρκεια του Ηωκαίνου (Λουτήσιο) η ασβεστολιθική ιζηματογένεση παρουσίασε μια τουλάχιστον διακοπή, η οποία συνοδεύτηκε από τη δημιουργία βωξιτοφόρων οριζόντων (ασήμαντων οικονομικά).

- **Στρώματα μετάβασης προς φλύσχη:**

Η προηγούμενη ακολουθία της σειράς των ασβεστολίθων τελείωσε με τα στρώματα μετάβασης από την ανθρακική προς τη φλύσχη ιζηματογένεση. Μια ακόμη προσωρινή ανάδυση της ζώνης πιθανολογείται πριν την έναρξη της απόθεσης του φλύσχη με αποτέλεσμα την ασυμφωνία του φλύσχη πάνω στους Ηωκαινικούς ασβεστολίθους, σε ορισμένες περιοχές της ζώνης. Τα στρώματα αποτελούνται από ασβεστολίθους με βενθονική μικροπανίδα, ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή και εναλλαγές ασβεστομαργαϊκών στρωμάτων με ασβεστολίθους

#### **4.3.3 Φλύσχης της ζώνης Τρίπολης**

Ο φλύσχη είναι θαλάσσιο κλαστικό ίζημα που αποθέτεται κυρίως σε τάφρους που βρίσκονται μπροστά από το μέτωπο της ορογένεσης και επομένως δέχονται την εξελισσόμενη πτύχωση. Ο τυπικός φλύσχη αποτελείται από εναλλαγές λεπτόκοκκων τεφρών ψαμμιτών με λεπτές παρεμβολές πηλιτών και ενστρώσεις ή φακούς ασβεστολίθων. Ο φλύσχη της Τρίπολης αποτελείται από μεγάλου

πάχους ενστρώσεις κροκαλοπαγών, μεγάλα τεμάχια ασβεστολίθων, αλλά και σώματα ηφαιστειακής προέλευσης (ανδεσίτες – τραχειανδεσίτες και ανδεσιτικοί τόφοι). Η έναρξη της απόθεσης του φλύσχη άρχισε το Α. Ηώκαινο (Πριαμπόνιο) και η περαίωση στο βόρειο τμήμα της περιοχής φθάνει στο Α. Ολιγόκαινο (Δάφνη, Κανδήλα) με πάχος από 50 m έως 100 m.

Ο σχηματισμός αυτός είναι τα τελευταία στρώματα, που αποτέθηκαν μέσα στις θαλάσσιες λεκάνες ιζηματογένεσης του φλύσχη, λίγο πριν καλυφθούν από το Πινδικό κάλυμμα. Ο φλύσχος σε άλλες περιοχές είναι σε συμφωνία με τα ανώτερα στρώματα των ασβεστολίθων και σε άλλες περιοχές σε ασυμφωνία επάνω σε Κρητιδικούς ή Ιουρασικούς ασβεστολίθους.

#### **4.4 ΖΩΝΗ ΠΙΝΔΟΥ**

Η ζώνη της Πίνδου αποτελεί ένα τεράστιο τεκτονικό κάλυμμα, που έχει επωθηθεί προς τα δυτικά πάνω στη ζώνη της Τρίπολης. Έχει διαιρεθεί σε τρεις υποζώνες :

- α) Υπερπινδική υποζώνη (ανατολική πλευρά της αύλακας),
- β) Αξονική υποζώνη και
- γ) Εξωτερική Πίνδος (δυτική πλευρά) (Μουντράκης, 2010).

Αυτή η ζώνη χαρακτηρίζεται από συνεχή ιζηματογένεση με πελαγικό χαρακτήρα, όπου εμφανείς είναι οι κατακόρυφες μεταβολές των λιθολογικών φάσεων. Η ηλικία της είναι Μεσοζωικό έως Τριαδικό.

Αναλυτικά οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συνέρχονται και συνθέτουν την περιοχή μελέτης, από το παλαιότερο προς το νεότερο στρωματογραφικά, είναι οι παρακάτω:

#### **4.4.1 Ασβεστόλιθοι Δρυμού**

Διακρίνεται σε ασβεστόλιθους του Κάτω Δρυμού με πηλιτικές ενστρώσεις με Fillaments, Hallobiidae και Κωνόδοντα, σε ερυθρούς ορίζοντες από ιάσπιδες και ασβεστολίθους του Ανω Δρυμού με πυριτικούς κονδύλους. Γενικά περιλαμβάνει λεπτοπλακώδεις, πτυχωμένους ασβεστολίθους με κονδύλους με εναλλαγές κερατολίθων και πυριτιολίθων. Η ηλικία είναι Α. Τριαδικό – Α. Λιάσιο και το πάχος 100 m έως 200 m. Αυτοί οι σχηματισμοί συναντώνται στα βορειοδυτικά περιθώρια της λεκάνης του Λάδωνα και της Μεγαλόπολης.

#### **4.4.2 Σχιστοκερατολιθική διάπλαση, Αργιλίτες - Ασβεστόλιθοι, Πρώτος Φλύσχης**

Πρόκειται για έναν σχηματισμό ο οποίος συναντάται κυρίως στη λεκάνη του Λάδωνα και στα δυτικά περιθώρια της λεκάνης Μεγαλόπολης με πάχος 150 m έως 250 m.

Αποτελείται από τις παρακάτω ενότητες:

- **Σχιστοκερατόλιθοι:**

Οι κερατόλιθοι είναι ερυθρόχρωμοι, λεπτοστρωματώδεις μερικές φορές πολύχρωμοι με εναλλασσόμενα στρώματα από αργιλικούς σχιστολίθους και τόφφους με πάχος 30 m έως 70 m. Στο κατώτερο μέρος της σειράς αναπτύσσονται πολύχρωμοι αργιλικοί, πηλιτικοί σχιστόλιθοι. Η ηλικία τους είναι Μάλμιο έως Κ.Βερριάσιο.

- **Αργιλίτες – Ασβεστόλιθοι με Calpionelles:**

Οι αργιλίτες είναι ερυθρόχρωμοι, βυσσινόχρωμοι και κατά θέσεις πολύχρωμοι, που σε περιπτώσεις παρατηρούνται σε διάφορους ορίζοντες ανδεσιτικά - διαβασικά τεμάχη και πυροκλαστικά υλικά. Οι ασβεστόλιθοι με Calpionelles είναι πολύχρωμοι, στιφροί, μαργαϊκοί και λεπτοστρωματώδεις και συχνά εναλλάσσονται ρυθμικά με αργιλικούς σχιστολίθους. Το πάχος της σειράς αυτής είναι 10 m έως 50 m και η ηλικία είναι Βερριάσιο έως Κ. Βαλανζίνιο.

- **Πρώτος φλύσξης Πίνδου:**

Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση προς τα πάνω εξελίσσεται σε μια σειρά με εναλλαγές από πηλίτες, ψαμμίτες, ασβεστόλιθους με ενστρώσεις από σπηλίτες, διαβάσεις και κερατοφύρες. Ο πρώτος φλύσξης μπορεί να διαχωριστεί σε φλυσχοειδή φάση, πηλιτομαργαϊκή φάση και στα στρώματα ροής (αδιαβάθμητα ηφαιστειοιζηματογενή υλικά). Η ηλικία του είναι Βερριάσιο έως Κενομάνιο.

#### **4.4.3 Πλακώδεις ασβεστόλιθοι**

Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε στο Α.Κρητιδικό με απόθεση πελαγικών πλακωδών ασβεστολίθων με ενστρώσεις πυριτικές ή κονδύλους κερατολίθων με πάχος 200 m έως 250 m. Εμφανίζονται σε μεγάλη έκταση στη περιοχή μελέτης.

#### **4.4.4 Μεταβατικά στρώματα**

Από το τέλος του Κρητιδικού η απόθεση γίνεται περισσότερο ασβεστομαργαϊκή, μεταβατική προς το φλύσχη με εναλλαγές πηλιτών, μαργαϊκών ασβεστολίθων, μαργών και αργιλικών σχιστολίθων. Η ηλικία τους είναι Α.Παλαιόκαινο. Στην περιοχή της μελέτης έχουν μικρή εμφάνιση κατά τόπους.

#### **4.4.5 Φλύσξης**

Ο φλύσξης της ζώνης Πίνδου έχει μικρές εμφανίσεις στην περιοχή της μελέτης και μικρό πάχος. Αποτελείται από ρυθμικές και τοπικά άρρυθμες εναλλαγές τεφρών, κιτρινωπών, καστανόχρωμων ψαμμιτών με πηλίτες. Η ηλικία του είναι Παλαιόκαινο έως Α.Ηώκαινο.

## **4.5 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ**

### **4.5.1 ΝΕΟΓΕΝΕΣ**

Τα ιζήματα του Νεογενούς στη περιοχή της λεκάνης της Μεγαλόπολης αποτελούνται από τα στρώματα Τριλόφου και Μακρυσίου, τα οποία περιλαμβάνουν αργίλους, μάργες λιμναίας φάσης με παρεμβολές ελαφρά συνεκτικών και συνεκτικών κροκαλοπαγών και παρεμβολές λιγνιτικών στρωμάτων (Στρώματα Μακρυσίου) με απολιθώματα (γαστερόποδα και οστρακώδη). Το πάχος των ιζημάτων κυμαίνεται από 60 m έως 120 m.

Στην περιοχή του κάτω ρού του Λάδωνα τα ιζήματα του Νεογενούς αντιπροσωπεύονται από ημισυνεκτικά κροκαλοπαγή με κατά θέσεις διασταυρώσεις πηλών αρκετού πάχους 30 m έως 300 m και ηπειρωτικούς πηλούς, οι οποίοι εξελίσσονται σε τεφρές, τεφρόλευκες στρωματώδεις μάργες, λιμναίας φάσης, με παρεμβολές λιγνιτών. Στη περιοχή αυτή συναντώνται απολιθώματα χλωρίδας και πανίδας. Το πάχος εκτιμάται στα 250 m.

### **4.5.2 ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ**

Οι Πλειστοκαινικές και Ολοκαινικές αποθέσεις καλύπτουν μεγάλο μέρος των υδρολεκανών της κεντρικής Πελοποννήσου με ιζήματα, που βρίσκονται σε ασυμφωνία με τα ιζήματα του Νεογενούς.

Τα Πλειστοκαινικά ιζήματα αποτελούνται κυρίως από μάργες και αργίλους καστανόχροες, ημισυνεκτικά κροκαλοπαγή ποτάμιας φάσης και στα βαθύτερα στρώματα από κιτρινωπούς ή καστανόχρους ψαμμίτες και μάργες.

Το Πλειστόκαινο συναντάται κύρια στις λεκάνες της Μεγαλόπολης, Λάδωνα και στο οροπέδιο Τρίπολης.

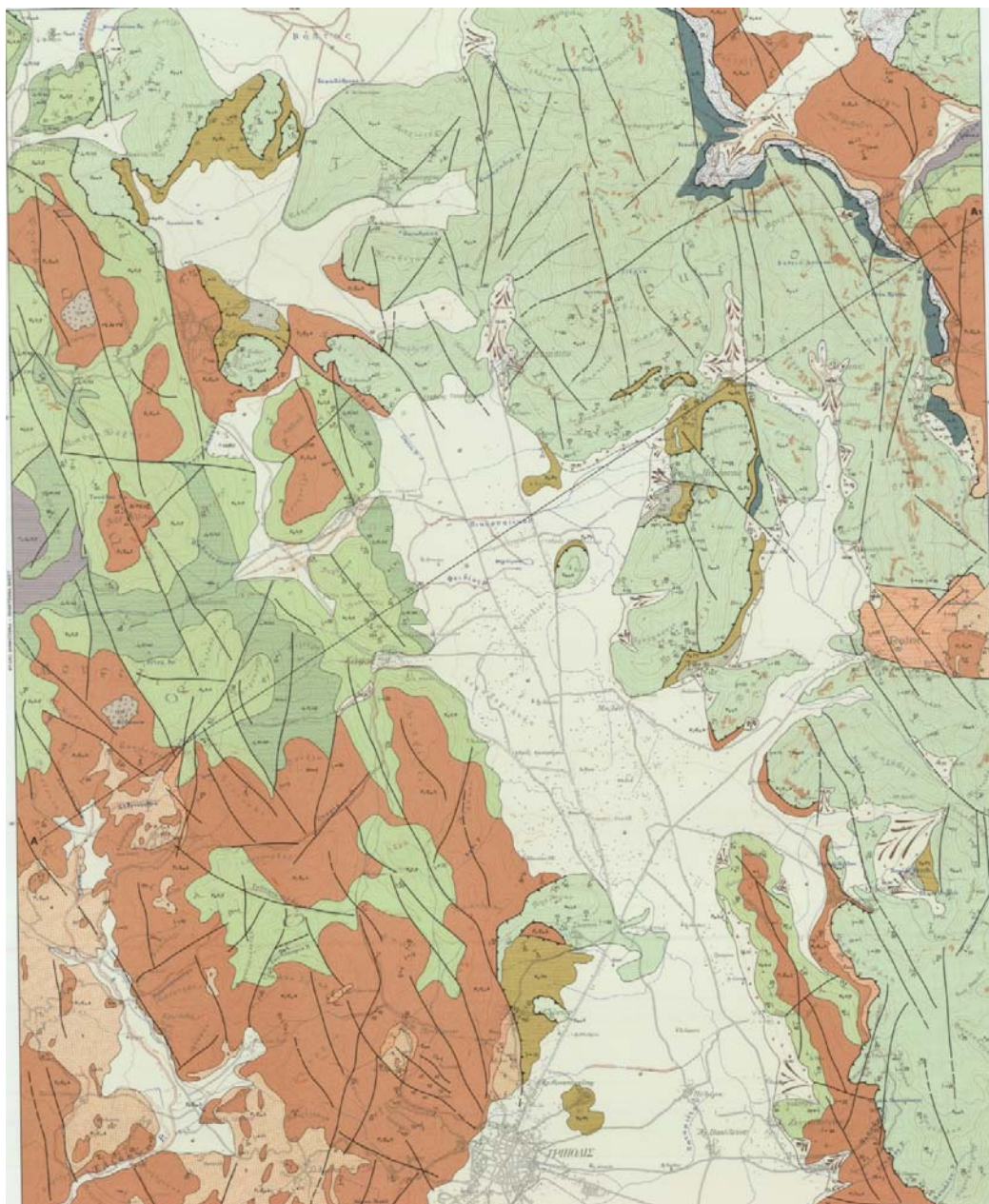
Στη λεκάνη της Μεγαλόπολης διακρίνεται στους σχηματισμούς:  
α) Χωρέμη (Στρώματα Απιδίτσας, Μεγαλόπολης, Μαραθούσας) και β) Θωκνίας – Ποταμιάς που είναι νεώτεροι. Στα στρώματα Μαραθούσας

γίνεται εξόρυξη λιγνιτών, που απαντώνται στις εναλλαγές μαργών, αργίλων και χουμωδών αργίλων.

Στη λεκάνη του Λάδωνα αντιπροσωπεύονται από τα ανώτερα στρώματα των σχηματισμών Χώρας και Τρυπητής με πηλούς και μάργες, που περιέχουν και λιγνιτοφόρους ορίζοντες.

Στη λεκάνη του οροπεδίου της Τρίπολης καταλαμβάνουν σημαντικό πάχος κάτω από τις αλλουβιακές αποθέσεις του πεδίου και αποτελούνται από κοκκινοχώματα, χαλαρά κροκαλοπαγή, άμμους, αργίλους με πάχος στις Ράχες Τρίπολης 250 m και στη στενή περιοχή της λίμνης Τάκας 300 m.

Το Ολόκαινο αντιπροσωπεύεται από κώνους κορημάτων και πλευρικά κορήματα, που προέρχονται από το υπάρχον ανάγλυφο των υδρολεκανών, από ποτάμιες αναβαθμίδες στις παλαιοκοίτες χειμάρρων και ποταμών και από αποθέσεις υλικών στις εσωτερικές μικρολεκάνες των χειμάρρων. Επίσης συναντώνται κιτρινωπά αργιλώδη υλικά, ερυθροχώματα και πηλοί, καθώς και σύγχρονες αποθέσεις με ασύνδετα υλικά (χάλικες, κροκάλες, άμμοι και πηλοί).



**Σχήμα 6: Γεωλογικός χάρτης της Τρίπολης και της ευρύτερης περιοχής (ΙΓΜΕ, φύλλο ΤΡΙΠΟΛΙΣ)**



## 5. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

### 5.1 ΦΥΛΛΙΤΙΚΗ-ΧΑΛΑΖΙΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ

Πάνω στην ενότητα Φυλλιτών – Χαλαζιτών τοποθετείται με τεκτονική επαφή η ζώνη της Τρίπολης και έτσι εμφανίζονται και οι φυλλίτες – χαλαζίτες κατά θέσεις ως τεκτονικά παράθυρα. Οι διευθύνσεις των νεοτεκτονικών ρηγμάτων είναι ΒΔ-ΝΑ και ΒΒΑ-ΝΝΔ. Τα ρήγματα αυτά συνεχίζονται και στους επωθημένους γεωλογικούς σχηματισμούς της ζώνης της Τρίπολης. Στη σειρά αυτή διακρίνονται δύο κύριες παραμορφωτικές φάσεις που είναι οι παρακάτω:

- Μια παλαιότερη φάση, που χαρακτηρίζεται από ισοκλινείς πτυχές με σχιστότητα κατά αξονικό επίπεδο και γράμμωση γενικής διεύθυνσης ΑΝΑ-ΔΒΔ.
- Μια νεότερη φάση, που χαρακτηρίζεται από κλειστές έως ισοκλινείς πτυχές, οι οποίες συνοδεύονται από ανάπτυξη δευτερογενούς σχισμού και γράμμωσης με γενική διεύθυνση Β-Ν έως ΒΒΔ-ΝΝΑ.

Οι συνθήκες μεταμόρφωσης της σειράς αυτής χαρακτηρίζονται από θερμοκρασία  $T=280^{\circ}\text{C} - 480^{\circ}\text{C}$  και πίεση  $P= 2\text{Kb} - 10 \text{ Kb}$ .

### 5.2 ΖΩΝΗ ΤΡΙΠΟΛΗΣ

Τα στρώματα της ζώνης Τρίπολης εμφανίζονται πτυχωμένα σε ανοιχτές πτυχές με μεγάλες ακτίνες καμπυλότητας με άξονες γενικής διεύθυνσης Β – Ν. Πρόκειται κυρίως για συγκλινικές και αντικλινικές μορφές μεγάλης κλίμακας που προκλήθηκαν κατά τη τελική φάση πτυχώσεων ως αποτέλεσμα μιας συμπιεστικής τεκτονικής που έλαβε χώρα στο Α.Ολιγόκαινο έως Κ.Μειόκαινο. Κατά το Μειόκαινο-Πλειόκαινο άρχισε η περίοδος εφελκυσμού με αποτέλεσμα την

κατάρρευση και αποκάλυψη των τεκτονικών παραθύρων και στη συνέχεια τον τεμαχισμό των στρωμάτων της ζώνης Τρίπολης από κανονικά ρήγματα που ακολούθησαν κυρίως τη διεύθυνση Β – Ν των αξόνων των πτυχών με μεγάλα άλματα με εξαίρεση τον φλύσχη, που λόγω πλαστικότητας είναι εντονότερα πτυχωμένος (Μουντράκης, 2010)

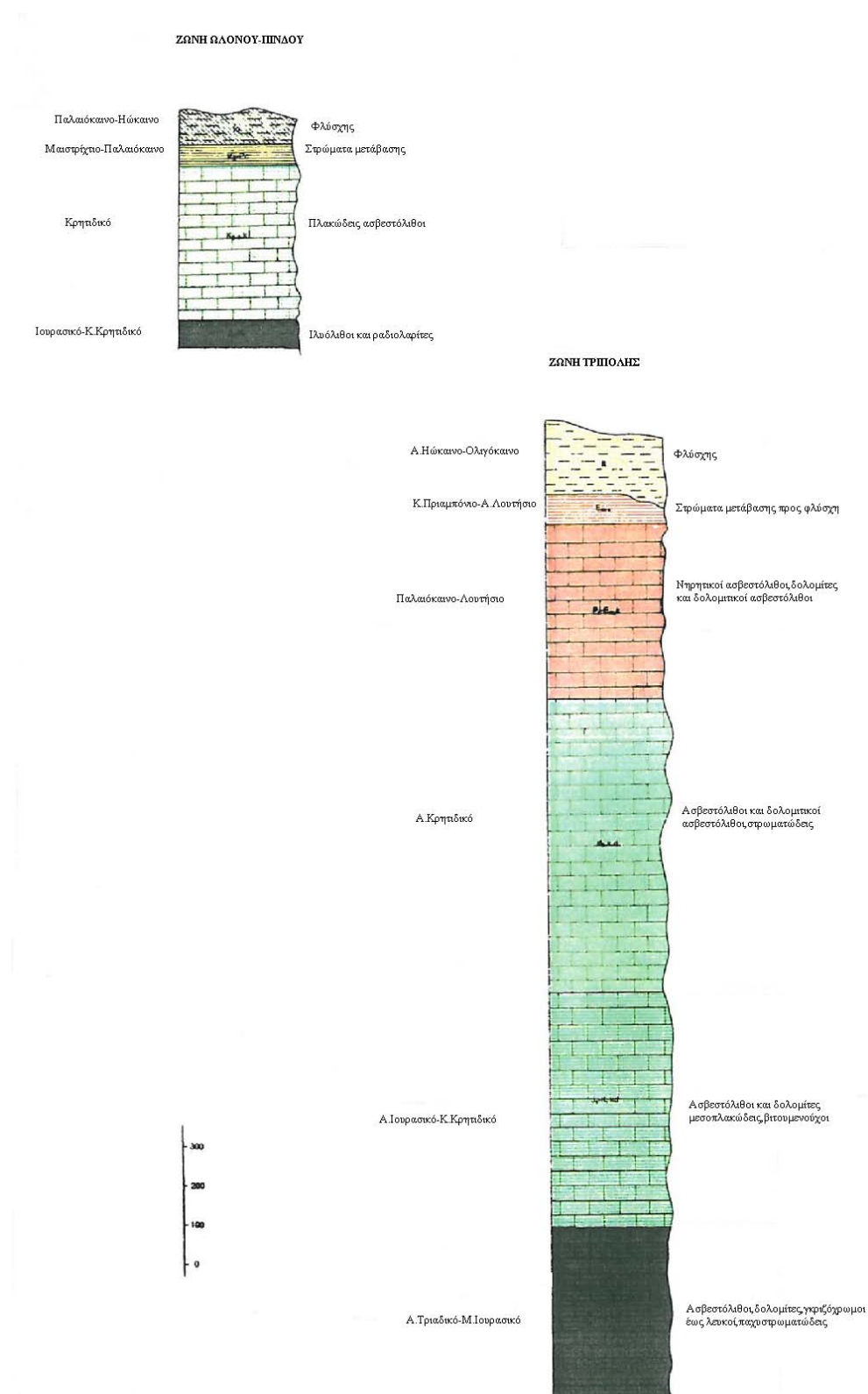
### 5.3 ΖΩΝΗ ΠΙΝΔΟΥ

Η ζώνη της Πίνδου είναι επωθημένη υπό μορφή τεκτονικού καλύμματος από τα ανατολικά προς τα δυτικά πάνω στη ζώνη της Τρίπολης, που στη συνέχεια αποκαλύφθηκε ενδιάμεσα υπό μορφή πολλών τεκτονικών παραθύρων μικρής ή μεγάλης έκτασης, το σπουδαιότερο των οποίων είναι στη περιοχή της Τρίπολης.

Η επώθηση της ζώνης Πίνδου έλαβε χώρα μετά την απόθεση και του φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης στο Κ.Ολιγόκαινο και ακολούθησε η εφελκυστική τεκτονική που προκάλεσε την κατάρρευση με κανονικά ρήγματα αποκόλλησης που αποκάλυψαν τα τεκτονικά παράθυρα της ζώνης της Τρίπολης.

Η τεκτονική δομή του Πινδικού καλύμματος στην Πελοπόννησο χαρακτηρίζεται από έντονες πτυχώσεις και λεπιώσεις. Τα τεκτονικά λείπια της Πίνδου εμφανίζονται επωθημένα το ένα πάνω στο άλλο, με κατεύθυνση από τα ανατολικά προς τα δυτικά και δημιουργούν συνεχείς επαναλήψεις των στρωμάτων της ζώνης, συσσώρευση των καλυμμάτων και διόγκωση του φλοιού..

Η διεύθυνση της παραμόρφωσης είναι ΒΒΔ-ΝΝΑ και οφείλεται στον εφαιπτομενικό τεκτονισμό της προέλασης της ζώνης προς Νοτιοδυτικά, ενώ παρατηρείται και δευτερογενής τεκτονισμός με διευθύνσεις Α – Δ (Μουντράκης, 2010).



**Σχήμα 7: Στρωματογραφική στήλη περιοχής Τρίπολης**

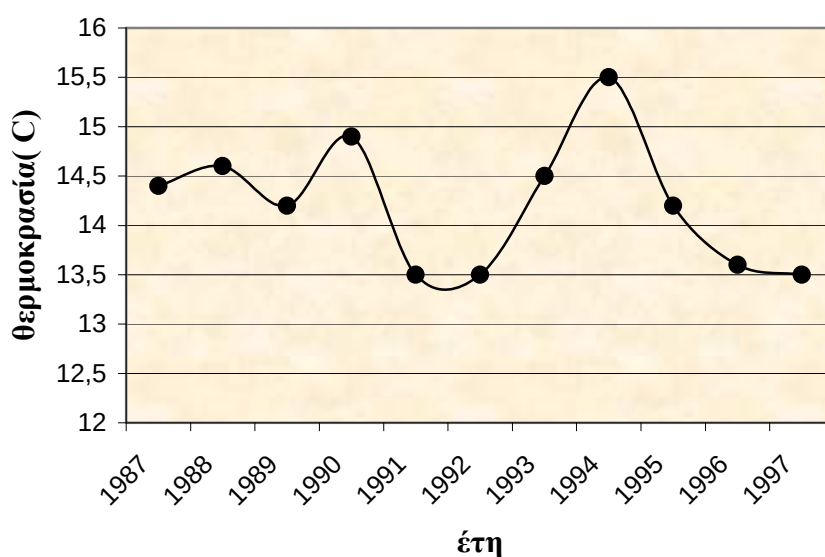
## 6. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

### 6.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ – ΟΜΒΡΟΘΕΡΜΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η περιοχή της Τρίπολης χαρακτηρίζεται από ηπειρωτικό κλίμα. Κατά τους μήνες Μάιο έως Σεπτέμβρη είναι ξηρό, ενώ κατά τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο είναι υπέρυγρο.

- **Θερμοκρασία:**

Η μέση θερμοκρασία της Τρίπολης ετησίως είναι 14.2 °C με μέγιστη τιμή 15.5 °C και ελάχιστη 13.5 °C, η οποία μάλιστα παρουσιάζεται ήδη τρεις φορές κατά τη διάρκεια αυτής της δεκαετίας, τα έτη 1991, 1992, και 1997. Επίσης, παρατηρείται ότι τους χειμερινούς μήνες η μέση θερμοκρασία της πόλης είναι περίπου 5.8°C ενώ τους θερινούς είναι 24°C με αποτέλεσμα να προκύπτει ότι το κλίμα της είναι Μεσογειακό με ξηρά θερμά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες.



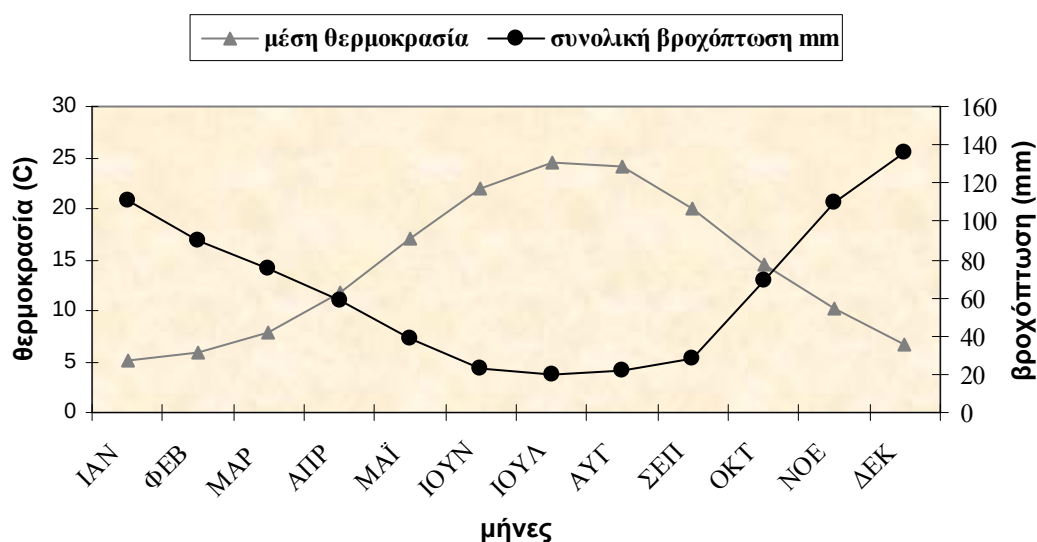
Σχήμα 8: Σταθμός Τρίπολης

- **Χιόνι – Ομίχλη:**

Το χιόνι κάνει την εμφάνισή του, κατά μέσο όρο, 10 μέρες τον χρόνο. Η πάχνη είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο κατά τους χειμερινούς μήνες. Καταιγίδες συμβαίνουν κατά μέσο όρο 36 μέρες τον χρόνο. Ο παγετός είναι ένα πολύ σημαντικό φαινόμενο για την βλάστηση και λαμβάνει χώρα κατά τους χειμερινούς μήνες. Η ομίχλη είναι επίσης χειμερινό φαινόμενο και συμβαίνει 33 μέρες τον χρόνο.

- **Θερμοκρασίες – βροχοπτώσεις:**

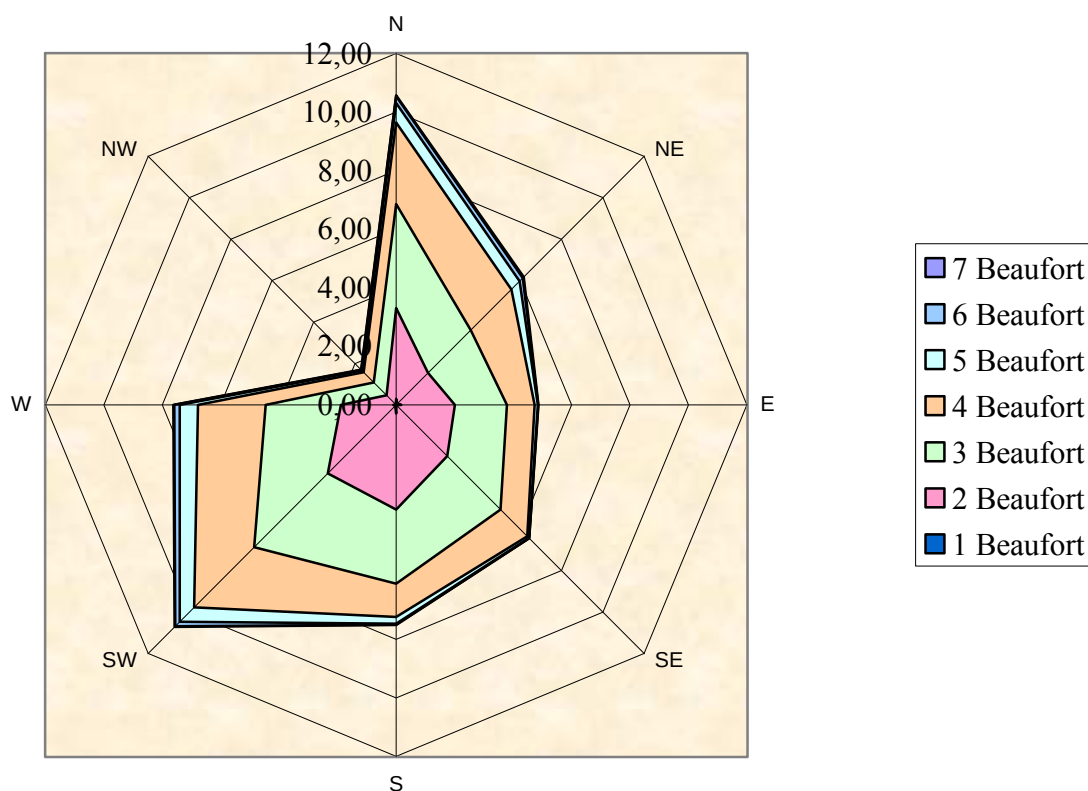
Σύμφωνα με τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Τρίπολης, η μέση θερμοκρασία αέρος είναι 14.1 °C, η απόλυτη μέγιστη 42.2 °C και η απόλυτη ελάχιστη -17.0 °C. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής το χρονικό διάστημα 1957 – 1992 ήταν 782.8 mm, η μέση σχετική υγρασία 63.1%, ο μέσος αριθμός ημερών βροχής 111.8 και ο μέσος αριθμός ημερών με χιονόπτωση 8.8. Το χρονικό διάστημα 1957 – 2007 το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 780.6 mm (αμελητέα μεταβολή 2.2 mm), η μέση σχετική υγρασία 62.9%, ο μέσος αριθμός ημερών βροχής 111.8 και ο μέσος αριθμός ημερών με χιονόπτωση 8.8.



**Σχήμα 9: Ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής της Τρίπολης κατά τη περίοδο 1957-2007**

- **Άνεμος:**

Σύμφωνα με το διάγραμμα που ακολουθεί είναι εμφανές ότι οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή της Τρίπολης έχουν κυρίως βόρειες και νοτιοδυτικές διευθύνσεις με εντάσεις που κυμαίνονται μεταξύ 1 έως και 4 beaufort στο μεγαλύτερο ποσοστό τους. Το ποσοστό νηνεμίας είναι μεγάλο και φθάνει το 44.4%.



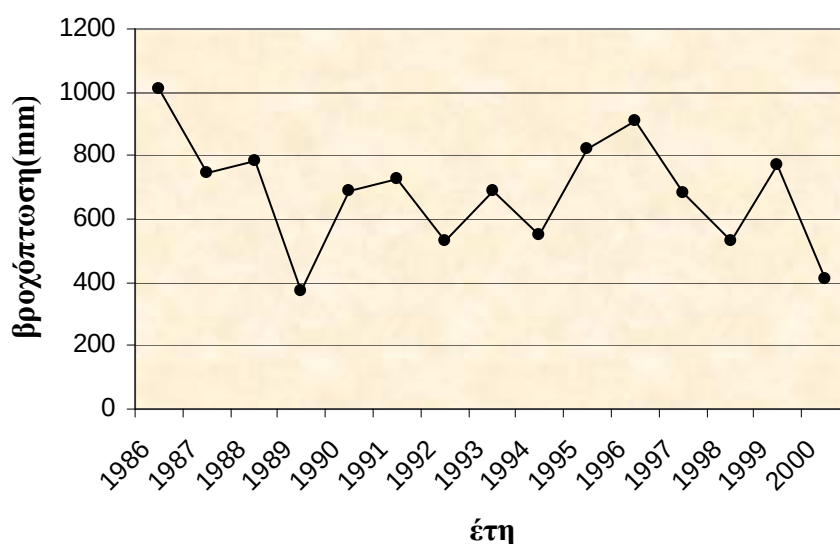
**Σχήμα 10: Ανεμολογικά στοιχεία από το σταθμό Τρίπολης κατά την περίοδο 1957-1996**

## 6.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

### 6.2.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ P

Στην Τρίπολη υπάρχουν ένας Μετεωρολογικός σταθμός και οι βροχομετρικοί σταθμοί του υπουργείου Γεωργίας στο Λεβίδι, στη Σιλίμνα, στα Βούρβουρα και στις Κολλίνες, από τους οποίους ελήφθησαν βροχομετρικά στοιχεία

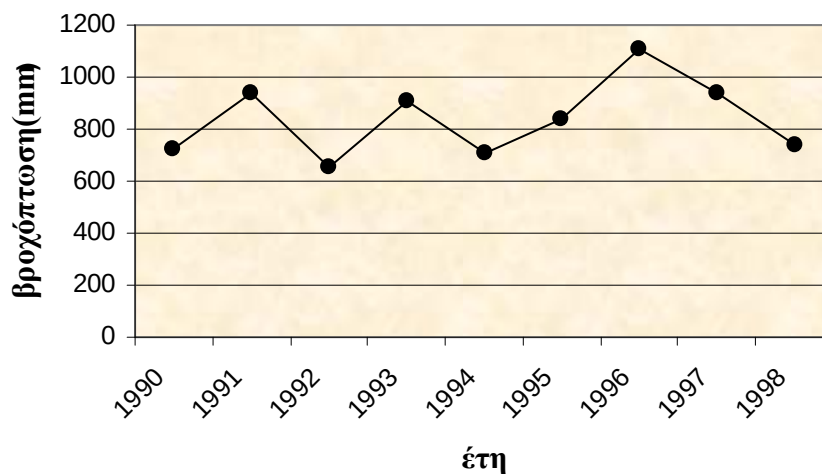
Παρακάτω παρουσιάζονται τα βροχομετρικά στοιχεία της περιοχής με βάση τους μετεωρολογικούς σταθμούς.



**Σχήμα 11: Σταθμός Τρίπολης (Μαραβέγιας, 2003)**

Σύμφωνα με το μετεωρολογικό σταθμό της Τρίπολης, το ύψος της βροχόπτωσης από το έτος 1986 μέχρι το έτος 2000 παρουσιάζει φανερές και ακραίες μεταβολές. Ενώ οι ελάχιστες τιμές της βροχής είναι μεταξύ 373 mm και 411 mm οι μέγιστες είναι μεταξύ 909 mm και

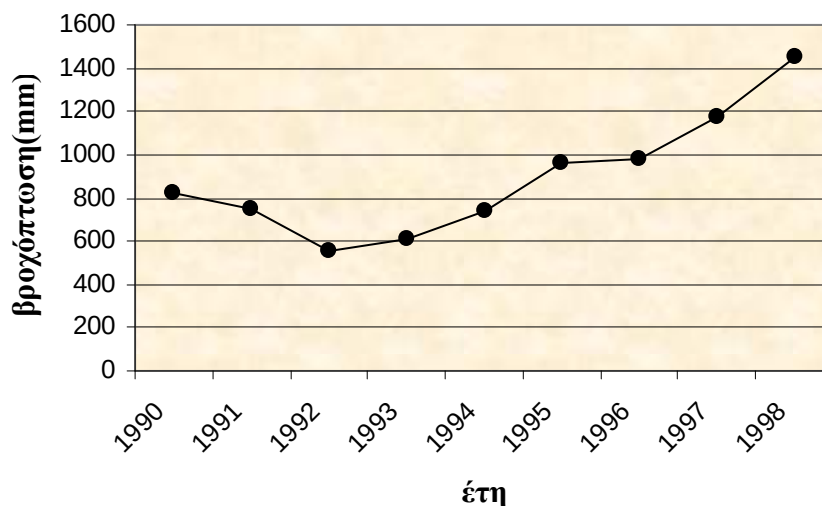
1010 mm. Γενικά παρατηρείται ότι από το 1986 που παρουσιάζεται η μέγιστη τιμή της βροχής, η οποία ανέρχεται στα 1010 mm, το ύψος της βροχής μειώνεται αισθητά με το πέρασμα των χρόνων και μόνο το έτος 1996, μετά από 10 χρόνια, φτάνει περίπου στην μέγιστη αυτή τιμή. Καθ'όλη την διάρκεια των ετών υπάρχουν συνεχείς αυξομειώσεις και είναι εμφανές ότι ανά χρόνο, με ελάχιστες εξαιρέσεις, οι αυξομειώσεις αυτές γίνονται εναλλάξ. Επίσης προκύπτει ότι η μέση τιμή του ύψους της βροχής είναι 681 mm η οποία απέχει αρκετά και από την ελάχιστη και από τη μέγιστη τιμή της βροχής αντίστοιχα.



**Σχήμα 12:Σταθμός Βούρβουρα (Μαραβέγιας, 2003)**

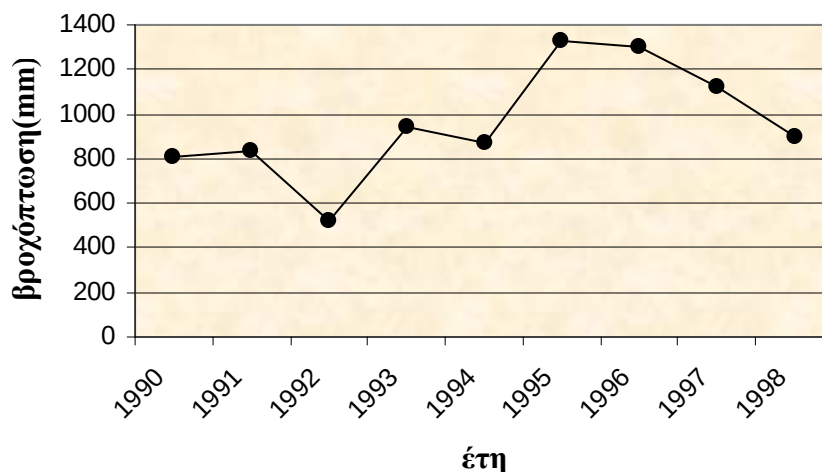
Από το διάγραμμα παρατηρείται ότι η ποσότητα της βροχής δεν παρουσιάζει μια σταθερή άνοδο ή κάθοδο. Από το 1990 μέχρι το 1994 υπάρχει μια συνεχής αυξομείωση, από το 1994 μέχρι το 1996 παρατηρείται ότι η βροχή έχει μια ανοδική πορεία ενώ από το 1996 μέχρι το 1998 η πορεία αυτή αλλάζει σε καθοδική. Γενικά, οι τιμές της βροχής κυμαίνονται από 657 mm μέχρι 1110.2 mm στη διάρκεια αυτών των ετών, με την ελάχιστη τιμή να παρουσιάζεται το 1992 και τη μέγιστη το 1996 αντίστοιχα.





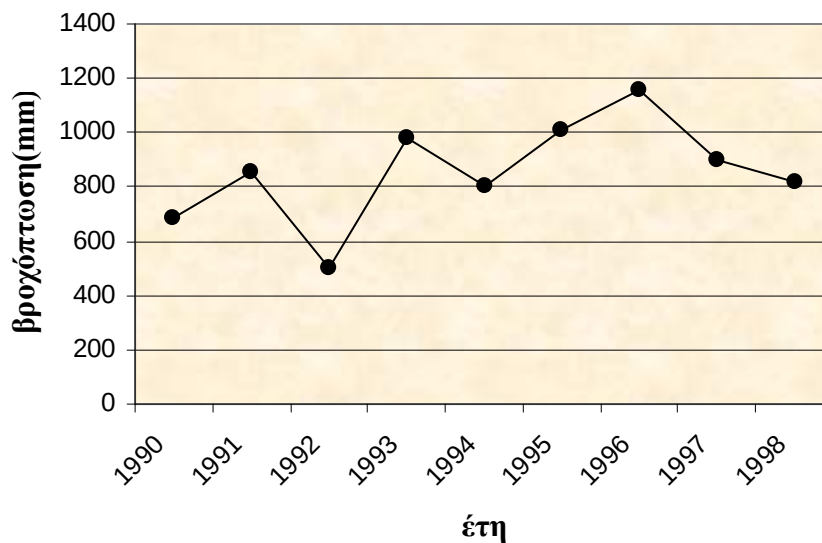
**Σχήμα 13: Σταθμός Λεβίδι (Μαραβέγιας, 2003)**

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρατηρείται αναμφίβολα ότι από το 1990 μέχρι το 1992 οι τιμές της βροχής μειώνονται αλλά χωρίς ιδιαίτερες διαφορές από τα 821.9 mm στα 555.4 mm αντιστοίχως. Είναι άξιο απορίας πώς από το 1993 και έπειτα μέχρι το 1998 οι τιμές της βροχής παρουσιάζουν μια σημαντική άνοδο έτσι ώστε η ποσότητα της βροχής που πέφτει ετησίως να αυξάνεται από τα 615mm και να αγγίζει την τιμή των 1455.5 mm. Τέλος παρατηρείται πως μόνο τα συνεχόμενα έτη 1995 και 1996 η τιμή της βροχής είναι σχεδόν σταθερή ενώ τα υπόλοιπα έτη η μεταβολή των τιμών της βροχής ανέρχεται σε τιμές άνω των 100 mm.



**Σχήμα 14:Σταθμός Σιλίμνα (Μαραβέγιας, 2003)**

Με βάση τον παραπάνω μετεωρολογικό σταθμό είναι εμφανές ότι κάθε χρόνο παρατηρείται μια συνεχόμενη εναλλαγή όσον αφορά στην ποσότητα της βροχής, δηλαδή ενώ τον ένα χρόνο η ποσότητα αυξάνεται τον επόμενο μειώνεται και αντίθετα. Αυτό το φαινόμενο παρουσιάζεται κατά τη χρονική περίοδο από το 1990 ως το 1995 σε αντίθεση με τη χρονική περίοδο από το 1995 μέχρι το 1998 που υπάρχει συνεχής πτώση των τιμών της βροχής. Σε γενικές γραμμές οι τιμές της βροχής κυμαίνονται από 520 μέχρι 1330 mm περίπου με ελάχιστη τιμή 521.5 mm, μέγιστη τιμή 1328.5 mm και μέση τιμή 957.7 mm.



**Σχήμα 15:Σταθμός Κολλίνες (Μαραβέγιας, 2003)**

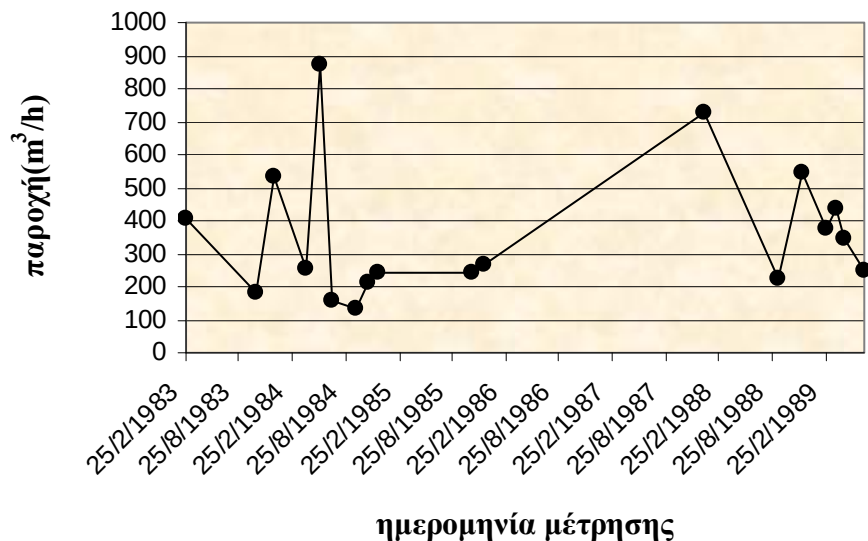
Την ίδια χρονική περίοδο από το 1990 έως το 1998 στο σταθμό των Κολλινών προκύπτει μια ανάλογη συμπεριφορά, του ύψους της βροχής, με τον σταθμό της Σιλίμνας. Από το 1990 μέχρι το 1996 παρατηρείται συνεχής αυξομείωση στις τιμές της βροχόπτωσης ενώ από το 1996 και μετά διαπιστώνεται συνεχής μείωση. Επίσης ενώ οι τιμές της βροχής συνήθως ανέρχονται σε τιμές μεγαλύτερες των 800 mm μόνο το 1990 και το 1992 παρουσιάζονται τιμές μικρότερες των 685 mm με μικρότερη αυτή των 503 mm.

Από όσα αναφέρθηκαν διαπιστώνεται ότι παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές του συνολικού ετήσιου όγκου βροχής μεταξύ της πεδινής και ορεινής ζώνης της περιοχής, με τιμές  $182.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  και  $457.9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  αντίστοιχα.

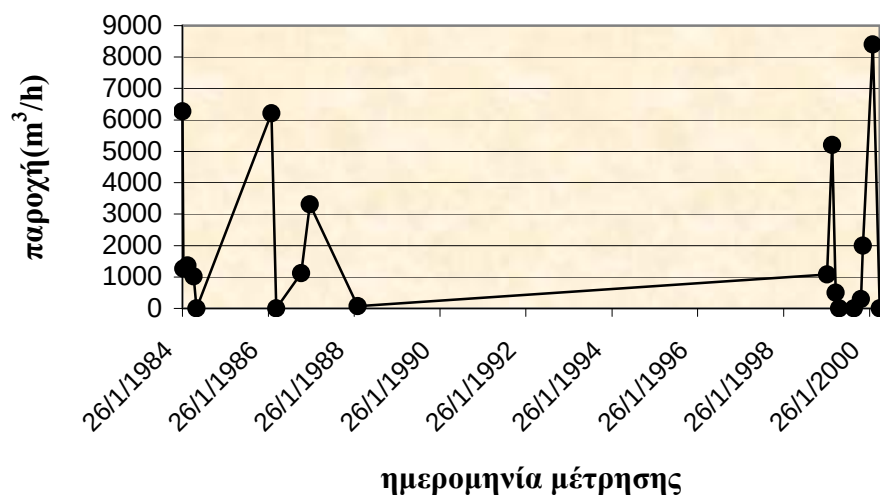
### 6.2.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ R

Η επιφανειακή απορροή παρουσιάζεται κυρίως στο πεδινό τμήμα της περιοχής κατά τους χειμερινούς μήνες, η οποία αποχετεύεται μέσω των καταβοθρών στο μεγαλύτερο ποσοστό της.

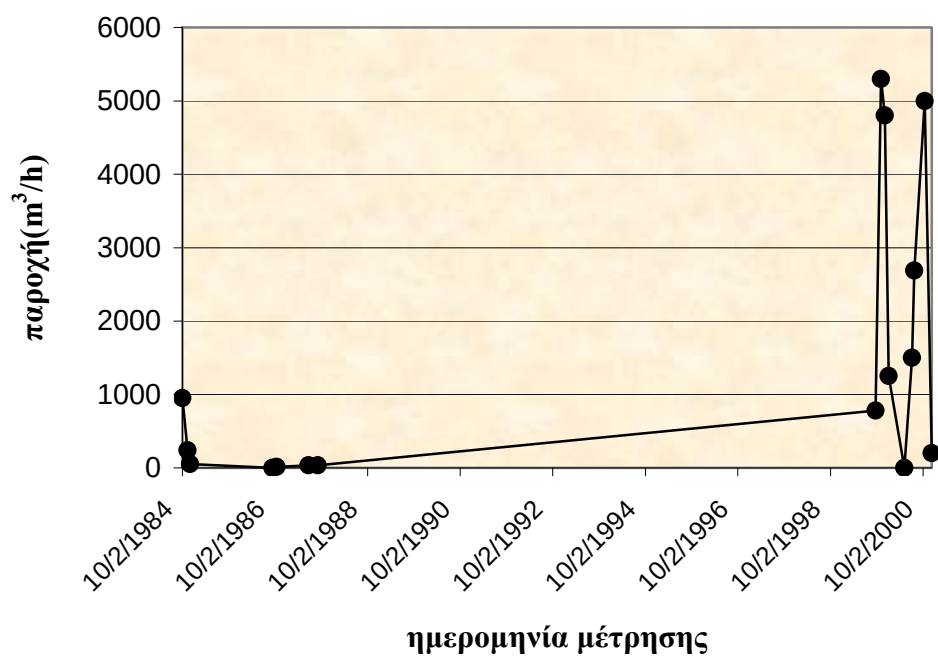
Στις πεδινές περιοχές Σάγκα, Μηλιάς, Παρθενίου παρατηρείται απορροή και πλημμυρίδα κατά την υγρά περίοδο με διαμόρφωση λιμνών στις περιοχές Τάκα και Νεστάνη από αποφράξεις των τοπικών καταβοθρών. Αντίθετα, στα ορεινά τμήματα δεν εμφανίζονται απορροές λόγω της μεγάλης περατότητας των γεωλογικών σχηματισμών, παρά μόνο στη νοτιοανατολική περιοχή με κύρια απορροή μέσω των υδρορεμάτων Δολιανίτη και Σαρανταποτάμου. Η ετήσια απορροή που εκτιμάται στην πεδινή και ορεινή ζώνη είναι  $50$  έως  $70 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  και  $23.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  αντίστοιχα.



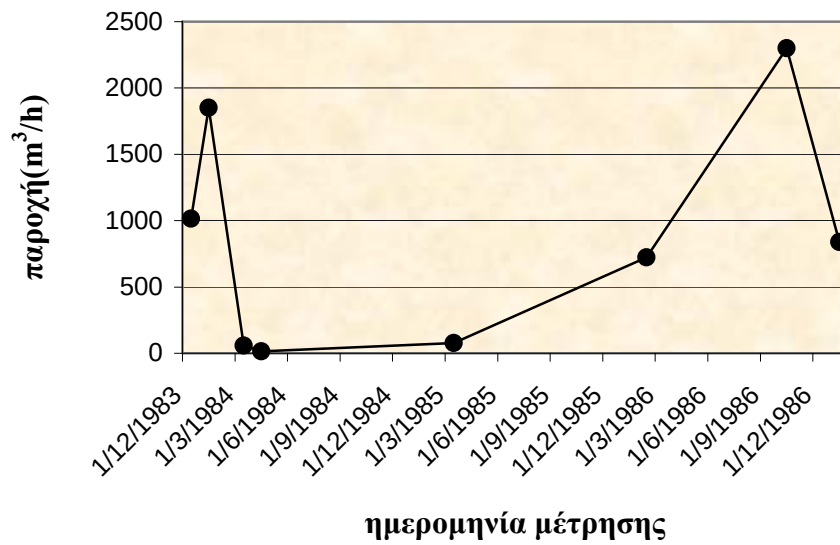
Σχήμα 16: Καταβόθρα Κανατά (Μαραβέγιας, 2003)



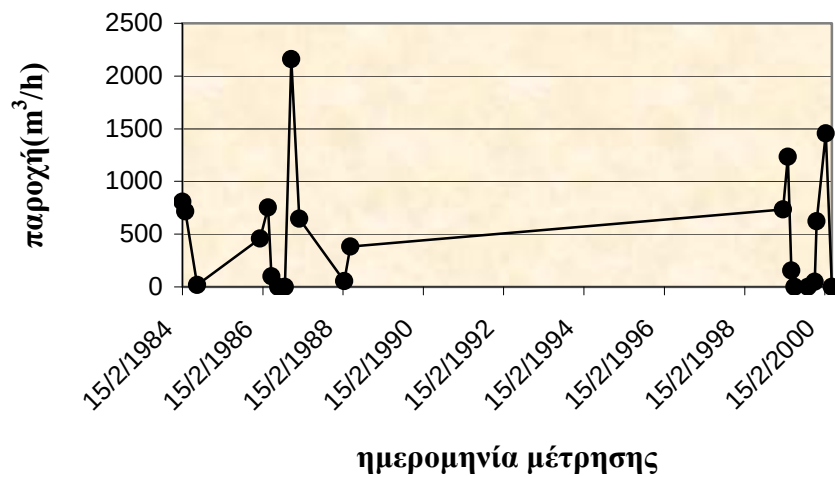
**Σχήμα 17: Καταβόθρα Κάψια (Μαραβέγιας, 2003)**



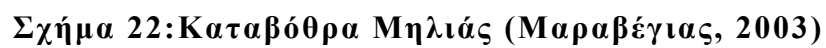
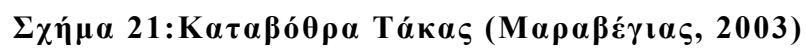
**Σχήμα 18: Καταβόθρα Νεστάνης (Μαραβέγιας, 2003)**



**Σχήμα 19: Καταβόθρα Παρθενίου (Μαραβέγιας, 2003)**



**Σχήμα 20: Καταβόθρα Σιμιιάδων (Μαραβέγιας, 2003)**



**Πίνακας 2: Επιφανειακή απορροή R**

|                 | Ελάχιστη Τιμή<br>(Ωριαία) (m <sup>3</sup> /h) | Μέγιστη Τιμή<br>(Ωριαία) (m <sup>3</sup> /h) | Τάξη Ετήσιας<br>Απορροής<br>(m <sup>3</sup> /έτος) |
|-----------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Κανατά</b>   | 132                                           | 875                                          | 1.5*10 <sup>6</sup>                                |
| <b>Κάψια</b>    | 0                                             | 8400                                         | 8.7*10 <sup>6</sup>                                |
| <b>Νεσπάνη</b>  | 0                                             | 5300                                         | 6.2*10 <sup>6</sup>                                |
| <b>Παρθένι</b>  | 15                                            | 2300                                         | 3.7*10 <sup>6</sup>                                |
| <b>Σιμιάδες</b> | 0                                             | 2160                                         | 2.1*10 <sup>6</sup>                                |
| <b>Τάκα</b>     | 0                                             | 2870                                         | 6.7*10 <sup>6</sup>                                |
| <b>Μηλιά</b>    | 83                                            | 4802                                         |                                                    |

### 6.2.3 ΕΞΑΤΜΙΣΙΔΙΑΠΝΟΗ Ε

Το ετήσιο ποσοστό εξατμισιδιαπνοής Ε σε συνάρτηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας της υδρολεκάνης και του μέσου ετήσιου ύψους βροχής υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο του Turc που είναι ο ακόλουθος(Σούλιος,2010) :

$$E = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Όπου:

E = η ετήσια εξατμισιδιαπνοή σε mm

P = το ύψος των ετήσιων κατακρημνισμάτων σε mm

L = 300+25T+0.05T<sup>3</sup>

T = η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα σε βαθμούς Κελσίου



Για την πεδινή περιοχή:

$$E = \frac{700^2}{0.9 + \frac{[300 + 25 * 14.2 + 0.05 * 14.2^3]^2}{1100}} = 542 \text{ mm}$$

Για την ορεινή περιοχή:

$$E = \frac{1100^2}{0.9 + \frac{[300 + 25 * 12 + 0.05 * 12^3]^2}{1100}} = 591 \text{ mm}$$

#### 6.2.4 ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ Ι

Με δεδομένη την εκτίμηση της απορροής και της εξατμισιδιαπνοής έπεται ότι ο συνολικός όγκος του νερού της κατείσδυσης θα πρέπει να είναι 10-15% για την πεδινή ζώνη και 35-45% για την ορεινή. Δηλαδή ο όγκος του νερού της κατείσδυσης για την πεδινή ζώνη είναι  $22.8 * 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  και για την ορεινή  $212.1 * 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ .

**Πίνακας 3: Κατείσδυση I (Μαραβέγιας, 2003)**

|                                                              | <b>Όγκος νερού κατείσδυσης<br/>(10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος)</b> |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Κοκκώδεις σχηματισμοί</b>                                 | 22.8                                                                   |
| <b>Φλυσχικές αποθέσεις<br/>Σχιστοκερατόλιθοι- Μεταβατικά</b> | 3.2                                                                    |
| <b>Ασβεστόλιθοι Πίνδου</b>                                   | 84.4                                                                   |
| <b>Ασβεστόλιθοι Τρίπολης</b>                                 | 114.4                                                                  |
| <b>Φυλλίτες Χαλαζίτες</b>                                    | 10.1                                                                   |

## **7. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ**

### **7.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες μιας περιοχής προσδιορίζονται εκτός από τα υδρομετεωρολογικά στοιχεία και από τα επί μέρους υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών που καθορίζουν τη δομή τους. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η περατότητα και το πορώδες των σχηματισμών.

Περατότητα είναι η ιδιότητα των πετρωμάτων και σχηματισμών να επιτρέπουν τη ροή των υγρών (π.χ. νερό) διά μέσου αυτών. Το νερό μπορεί να ρέει διά μέσου του συστήματος αγωγών που δημιουργούν οι μικροί ή οι μεγάλοι πόροι και τα μικρά ή μεγάλα ενδιάκενα που σχηματίστηκαν πρωτογενώς (κοκκώδεις ή πορώδεις σχηματισμοί). Το νερό μπορεί ακόμα να διαρρέεται διά μέσου συστήματος ρωγμών ή σειράς εγκοίλων που σχηματίστηκαν δευτερογενώς (ρωγμώδεις σχηματισμοί).

Το πορώδες που είναι σημαντικό είναι το ενεργό πορώδες, το οποίο είναι το τμήμα του ολικού πορώδους που αντιστοιχεί στο ελεύθερο νερό.

Διακρίνονται τρεις κατηγορίες πετρωμάτων με βάση τον συντελεστή περατότητας. Οι διαπερατοί σχηματισμοί παρουσιάζουν συντελεστή περατότητας  $k > 10^{-5}$  m/sec. Οι ημιπερατοί παρουσιάζουν συντελεστή περατότητας  $10^{-7} < k < 10^{-5}$  m/sec. Οι αδιαπέρατοι σχηματισμοί παρουσιάζουν συντελεστή περατότητας  $k < 10^{-7}$  m/sec (Σούλιος, 2010).

### **7.2 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ**

Το οροπέδιο Τρίπολης θεωρείται ως μια μεγάλη ασβεστολιθική πόλγη, που το κεντρικό της τμήμα έχει πληρωθεί με τεταρτογενείς γεωλογικούς σχηματισμούς. Στη περιοχή αναπτύσσονται ποικίλα

υδροτεκτονικά συστήματα και καρστικά φαινόμενα που οφείλονται στον τεκτονισμό της περιοχής και στην ανθρακική κατά κύριο λόγο σύσταση των πετρωμάτων των ζωνών Τρίπολης και Πίνδου, που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μετάγγιση νερών από τα υψηλότερα επίπεδα της πόλγης προς τα χαμηλότερα με κύριο αποδέκτη τις καρστικές πηγές των δυτικών ακτών του Αργολικού κόλπου. Έτσι στο οροπέδιο την υγρά περίοδο είναι εμφανείς οι τοπικές πλημμυρίδες με έμφαση το σχηματισμό της λίμνης Τάκας και του “Αργού Πεδίου” στην περιοχή Σάγκα – Νεστάνης, ενώ την ξηρά περίοδο μετά τη μετάγγιση των νερών μέσω των καταβοθρών παραμένει μόνο τμήμα της λίμνης Τάκας.

Συσχετίζοντας τις δύο ζώνες παρατηρούνται στα ανώτερα μέλη των στρωματογραφικών οριζόντων και των δύο ζωνών μεταβατικά πετρώματα και φλύσχης, ενώ στα κατώτερα μέλη τους τα στρώματα Τυρού και η φυλλιτική – χαλαζιτική σειρά, στην οποία επικάθεται η ζώνη της Τρίπολης. Η ζώνη Πίνδου περιλαμβάνει τον Πρώτο Φλύσχη και τους σχιστοκερατολίθους. Η ενδιάμεση στρωματογραφική στήλη και των δύο ζωνών αποτελείται από ανθρακικά ιζήματα, που για τη ζώνη της Τρίπολης τα πάχη είναι μεγάλα, ενώ για τη ζώνη της Πίνδου μικρότερα.

Με βάση τα λιθολογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών που περιλαμβάνουν οι δύο ζώνες, γίνεται αντιληπτή και η αντίστοιχη υδρογεωλογική τους συμπεριφορά.

Οι ασβεστόλιθοι και οι δολομίτες σε μικρότερο βαθμό, χαρακτηρίζονται ως υδροπερατοί σχηματισμοί, οι οποίοι δημιουργούν καρστικούς σχηματισμούς όταν τα συστατικά τους διαλύονται με τη βοήθεια του  $\text{CO}_2$ .

Τα μεταβατικά πετρώματα χαρακτηρίζονται σαν ημιπερατοί έως αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Οι φλυσχικές αποθέσεις και η σχιστοκερατολιθική φάση χαρακτηρίζονται ως αδιαπέρατοι στο νερό σχηματισμοί. Οι φυλλίτες και χαλαζίτες συντηρούν ρωγμώδη επιλεκτική υδροφορία μέσω του πορώδους των διακλάσεων τους. Οι εμφανίσεις των μαρμάρων της σειράς των φυλλιτών και χαλαζιτών χαρακτηρίζονται ως περατοί σχηματισμοί. Τέλος οι νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί των πεδίων, ανάλογα της σύστασης σε

αδρομερή υλικά, χαρακτηρίζονται σε ημιπερατούς και περατούς γεωλογικούς σχηματισμούς.

Λόγω του υδρολιθολογικού χαρακτήρα των πετρωμάτων των ζωνών της Τρίπολης και της Πίνδου και λόγω της επώθησης της ζώνης Πίνδου πάνω στη ζώνη της Τρίπολης δημιουργήθηκαν “απλά” και “σύνθετα” υδροτεκτονικά συστήματα σχετικά με τους μηχανισμούς λειτουργίας αυτών.

Τα καρστικοποιημένα ασβεστολιθικά τεμάχια της ζώνης Πίνδου, που επικάθονται σε διαφορετικής περατότητας σχηματισμούς (φλύσχη ή μεταβατικά πετρώματα) της ζώνης της Τρίπολης ή σε περιπτώσεις λόγω αναστροφής σε μεταβατικά της ίδιας ζώνης, με αποτέλεσμα να λειτουργούν σαν υδρομαστευτικά σώματα και αποστραγγίζονται υπό μορφή πηγών υπερπλήρωσης ή επαφής προσδιορίζονται ως “απλά” υδροτεκτονικά συστήματα. Ανάλογα με τον όγκο του τεμάχους έχουμε και διαφορετικής δυναμικότητας υδροφορίες, που είναι τοπικά εκμεταλλεύσιμες.

Οι καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι, που το νερό τους μεταγγίζεται από τη μια ζώνη στην άλλη και μεταφέρεται έτσι από υψηλότερα επίπεδα σε χαμηλότερα μέσω καρστικών αγωγών, προσδιορίζουν τα “σύνθετα” υδροτεκτονικά συστήματα.

Βέβαια τα τελευταία υδροσυστήματα λειτουργούν και σαν ενιαία καρστικά υδροσυστήματα με μεγάλου πάχους ακόρεστες ζώνες λόγω μεγάλου πάχους του συνόλου της σειράς των ανθρακικών με τελικά επίπεδα εκφόρτισης τα επίπεδα της θάλασσας στον Αργολικό κόλπο, αλλά και σε άλλες περιπτώσεις η εκφόρτιση γίνεται στους ποταμούς Λάδωνα και Λούσιο. Στην όλη υδρογεωλογική δομή αυτών των συστημάτων υποβοήθησε και η τεκτονική των καταβυθίσεων, ώστε να έχουμε την τελική σημερινή μορφή των οροπεδίων της Κεντρικής Πελοποννήσου, που μπορούν να χαρακτηρισθούν και σαν επί μέρους υδρολογικά συστήματα. Αυτά είναι του Φενεού, της Στυμφαλίας, της Σκοτεινής, της Κανδήλας, της Τρίπολης, της Μεγαλόπολης, του Λάδωνα και Λούσιου. Τα παραπάνω υδροσυστήματα είναι και υψομετρικά διαβαθμισμένα.

Με βάση τα παραπάνω η υδρολιθολογική κατάταξη των γεωλογικών σχηματισμών στην περιοχή μελέτης διακρίνεται στα παρακάτω: κοκκώδη υδροσυστήματα, καρστικά υδροσυστήματα και συστήματα με ρωγμώδη υδροφορία των φυλλιτών – χαλαζιτών.

### 7.2.1 ΚΟΚΚΩΔΗ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στην περιοχή Νεοχωρίου – Στενού – Πελάγους – Ραχών Τρίπολης – Αγ. Σώστη – Άκρας – Λιθοβουνίων – Αγιωργίτικων αναπτύσσεται ένα από τα κυριότερα κοκκώδη υδροσυστήματα, όπου έχουν εκτελεστεί 60 υδρογεωτρήσεις. Το μέσο βάθος των υδρογεωτρήσεων κυμαίνεται στα 150 m, όπου και έχουν διατηρηθεί τεταρτογενείς σχηματισμοί. Οι υδροφόροι ορίζοντες βρίσκονται στις εναλλαγές αδρομερών υλικών με αργίλους ή χαλαρών κροκαλοπαγών με αργίλους.

Στην περιοχή που αναφέρθηκε παραπάνω εκτελέστηκε ακόμα μια υδρογεώτρηση και συγκεκριμένα η ΓΠ1/99 με τα παρακάτω στοιχεία που προέκυψαν από τις γεωτρητικές και αντλητικές εργασίες. Το βάθος της είναι 252 m, η υδροδυναμικότητα των υδροφόρων της χαρακτηρίζεται ως μέση με παροχές 15 έως 30 m<sup>3</sup>/h με μείωση της απόδοσης τους προς το τέλος της ξηράς περιόδου, περίπου στο ήμισυ λόγω αρδευτικής χρήσης. Επίσης προέκυψε η υδαταγωγιμότητα (T): 10<sup>-3</sup> έως 10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup>/sec, ενώ η απόδοση των γεωτρήσεων εξαρτάται από το ποσοστό της πρόσμειξης των αργίλων στο αδρομερές υλικό. Η συνολική πτώση του υδροφορέα υγράς, ξηράς περιόδου είναι 40 m και το μέγεθος της απώλησης είναι της τάξης των 3\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος. Σε δύο περιπτώσεις έχει διατηρηθεί το ανθρακικό υπόβαθρο των τεταρτογενών με υδροφορία των ανθρακικών της Ζώνης Πίνδου, αλλά και της Ζώνης Τρίπολης γεγονός, που αποτελεί γενικότερα εξαίρεση για το σύνολο της περιοχής, γιατί πρόκειται για συνάντηση τεμαχών ασβεστολίθων με καλυμματική τεκτονική.

Ένα άλλο κοκκώδες υδροσύστημα αναπτύσσεται στη στενή περιοχή ανατολικά της Σκοπής, παράλληλα του δρόμου Τρίπολης –

Πύργου και σε απόσταση 500 m από αυτόν, το οποίο είναι μικρότερης έκτασης και μικρότερου πάχους από το προηγούμενο. Ο υδροφορέας έχει διατρηθεί μέχρι το βάθος των 100 m και αξιοποιείται από μικρού αριθμού αρδευτικών γεωτρήσεων για τοπική χρήση. Η υδροδυναμικότητα είναι μέτρια με παροχές 25 έως 30 m<sup>3</sup>/h και πλευρική τροφοδοσία από τις δυτικά ευρισκόμενες ανθρακικές μάζες των καλυμμάτων της Ζώνης Πίνδου.

Βορειότερα της Σκοπής στο πεδινό τμήμα Σιμιάδων - Μηλιάς συναντάται φρεάτιος ορίζοντας 10 έως 12 m, όπου και υπάρχει η αρδευτική του εκμετάλλευση μέχρι και στείρευσης από 450 περίπου πηγάδια. Με μέση παροχή 5 έως 10 m<sup>3</sup>/h και με άντληση μερικών ωρών ημερησίως τη θερινή περίοδο εκτιμάται μια απόληψη της τάξης των 0.4\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος. Από το γεωτρητικό έργο που έχει γίνει κατά καιρούς στην περιοχή συναντάται το ανθρακικό υπόβαθρο της ζώνης Τρίπολης σε μικρά βάθη με ολικές απώλειες των επιστρεφόμενων του γεωτρυπάνου, πράγμα που καταδεικνύει την υψηλή καρστικοποίηση του υποβάθρου και τη βέβαιη μετάγγιση του νερού σε χαμηλότερα επίπεδα, τα οποία είναι μη εκμεταλλεύσιμα.

Στο πεδινό τμήμα της περιοχής Τεγέας και στην Τάκα παρουσιάζεται όμοια υδραυλική συμπεριφορά και εκμετάλλευση του φρεάτιου ορίζοντα με το πεδινό τμήμα Σιμιάδων – Μηλιάς, όπου έχουν ανορρυχθεί 1200 πηγάδια και σε λειτουργία είναι τα 700. Το βάθος τους κυμαίνεται από 12 έως 20 m. Από τη λειτουργία των πηγαδιών για τις τοπικές ανάγκες άρδευσης εκτιμάται μια απόληψη της τάξης των 3.8\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος, ενώ συμπληρωματικά γίνεται και άρδευση με χρησιμοποίηση του νερού της λίμνης Τάκας.

Στην περιοχή νοτιοανατολικά των Πηγαδακίων, πλησίον της κοίτης του Σαρανταποτάμου υπάρχουν κοκκώδεις υδροφόροι πάχους 20 m, που βρίσκονται υπό εκμετάλλευση για τοπικές αρδευτικές χρήσεις. Το ίδιο συμβαίνει και στη περιοχή δυτικά των Βουρβούρων. Η συνολική αποτίμηση της απόληψης αυτής είναι 0.2\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος.

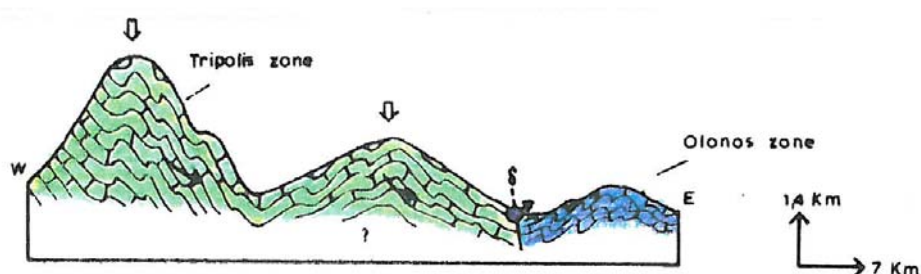
### 7.2.2 ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Γενικά το οροπέδιο της Τρίπολης μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκει στα σύνθετα καρστικά υδροσυστήματα στο σύνολό του.

Δύο υποσυστήματα αναπτύσσονται στο βόρειο τμήμα του οροπεδίου, η ενότητα των Σιμιάδων και η ενότητα Σάγκα, οι οποίες έχουν επίπεδο αναφοράς το επίπεδο της πόλης. Το νότιο τμήμα έχει επίπεδο αναφοράς τη θάλασσα.

- Το σύστημα Σιμιάδων αναπτύσσεται σε πετρώματα της ζώνης Τρίπολης. Στο σύστημα αυτό η υδροδυναμικότητα είναι ικανοποιητική και οφείλεται στη μεταβολή της περατότητας του ασβεστολίθου που είναι αποτέλεσμα της τοπικής μείωσης του βαθμού της κατακόρυφης καρστικοποίησης. Η αποστράγγιση γίνεται στην πηγή Σάρτζι, εκεί όπου είναι η επαφή της ζώνης Τρίπολης με την ζώνη Πίνδου. Εδώ έχει εκτελεστεί γεώτρηση με βάθος 181 m, όπου και διατρήθηκε ασβεστόλιθος της ζώνης Τρίπολης.

Ένα μεγάλο μέρος του φορτίου παροχετεύεται στο ακόρεστο τμήμα των ασβεστολίθων του υδροφορέα με την πάροδο του υδρολογικού έτους. Αυτό διαπιστώνεται από την παρακολούθηση της πιεζομετρικής στάθμης του συστήματος, όπου λαμβάνει χώρα μια σταδιακή πτώση στάθμης της τάξης των 60 έως 70 m κατά περίοδο. Θα πρέπει όμως γίνει επιπλέον έρευνα για την απόδοση του συστήματος με άντληση την ξηρά περίοδο. Το υδροδυναμικό του συστήματος αυτού είναι  $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ .



**Σχήμα 23 :Γεωλογική τομή υδροτεκτονικού συστήματος περιοχής Σιμιάδων (ΙΓΜΕ)**



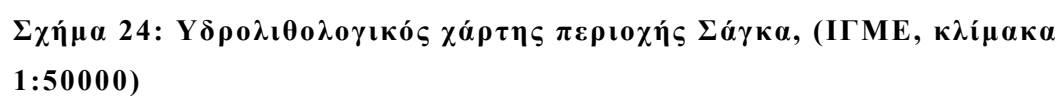
- Το σύστημα Σάγκα χαρακτηρίζεται ως απλό υδροτεκτονικό σύστημα και η έκτασή του υπολογίζεται στα 30 Km<sup>2</sup>. Το σύστημα αυτό αποτελείται από ασβεστολίθους της ζώνης Πίνδου, που επικάθονται ανατολικά και βόρεια στη σχιστοκερατολιθική φάση της ζώνης, ενώ δυτικά και νότια στα μεταβατικά στρώματα της ίδιας ζώνης. Το σύστημα Σάγκα διαμορφώνεται σε ασβεστολίθους της ζώνης Πίνδου και έχει επίπεδο αναφοράς το επίπεδο της πόλγης. Το νερό που κατεισδύει στο σύστημα εκφράζεται από δύο πηγές: Λετσένι και Πλάτανος με απορροή στις καταβόθρες της Νεστάνης όπου και μεταγγίζεται στον Αργολικό κόλπο (πηγές Κιβερίου).

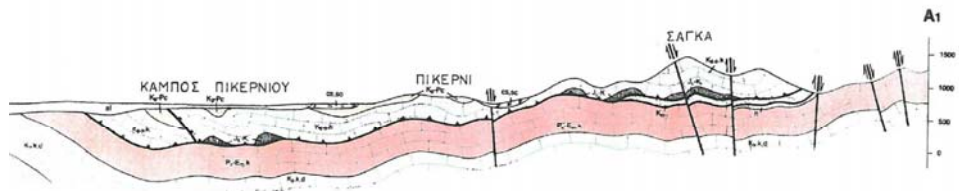
Η μετρούμενη απορροή στην καταβόθρα της Νεστάνης εξαρτάται από το ύψος της ετήσιας βροχόπτωσης και η μέση τάξη παροχής της είναι 5\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος, είναι δηλαδή το ρυθμιστικό αποθεματικό των ασβεστολιθικών μαζών του υδροσυστήματος. Βέβαια σε υψηλές βροχοπτώσεις η παροχή της απορροής του συστήματος αυξάνεται κατά πολύ και η εκτόνωση του νερού γίνεται πλέον σε μέτωπο πηγών 2 έως 3 χιλιόμετρα.

Στην περιοχή έχουν εκτελεστεί 9 ερευνητικές γεωτρήσεις από το ΙΓΜΕ, οι οποίες έχουν τελική διάμετρο 12 ¼, τρίμηνες αντλήσεις την περίοδο 1981 και πρόσφατη επικαιροποίηση των αντλητικών εργασιών. Από τις γεωτρήσεις διαπιστώνεται ότι το σχετικό πάχος του υδροφορέα είναι 120 m, ο συντελεστής S είναι 0.01776 και η μεταβιβαστικότητα T είναι 3.9\*10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/min.

Παρακολουθώντας τη πιεζομετρική στάθμη του υδροφορέα παρατηρείται ταπείνωση των επιπέδων νερού του συστήματος στην ξηρά περίοδο κατά 10 έως 14 m λόγω υπόγειων διαφυγών νερού προς χαμηλότερα επίπεδα.

Με μέση βροχόπτωση για την περιοχή 800 mm και συντελεστές κατείσδυσης του τοπικού υδροφορέα 30 – 35%, η συνολική κατείσδυση στο σύστημα είναι 8.4\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος και το ρυθμιστικό αποθεματικό είναι 5 έως 6\*10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος. Η τελική πτώση στάθμης που θα προκύψει από την ολική έξοδο του ρυθμιστικού αποθεματικού με αναρρύθμιση είναι 35 m και με επιπλέον την πτώση της στάθμης λόγω διαφυγής, φθάνει σε σύνολο τα 45 m.

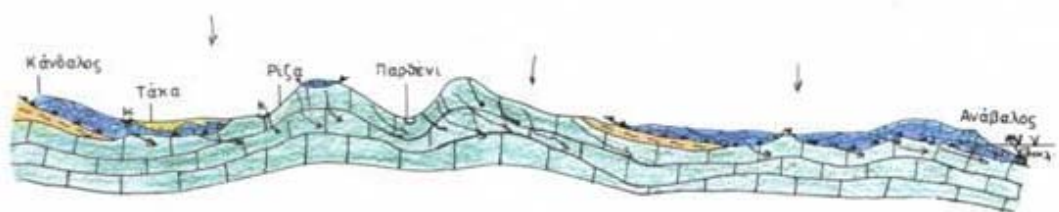




**Σχήμα 25:Γεωλογική τομή Πικερνίου – Σάγκα Μαντινείας (ΙΓΜΕ)**

- Στο υπόλοιπο τμήμα του οροπεδίου συμμετέχουν ανθρακικά πετρώματα και των δύο ζωνών με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μεταγγίσεις νερών από τη μία ζώνη στην άλλη με τελικό αποδέκτη τις πηγές του Αργολικού κόλπου.

Από τις ιχνηθετήσεις που έχουν γίνει στις υπάρχουσες καταβόθρες διαφαίνεται ότι η αποστράγγιση συντελείται κύρια σε δύο άξονες: της Μαντινείας – Κιβερίου και της Τάκας – Ανάβαλου.



**Σχήμα 26:Γεωλογική τομή Τάκας – Πηγής Ανάβαλου (ΙΓΜΕ)**

Εκτός των προηγούμενων καρστικών υδροσυστημάτων που περιγράψαμε υπάρχουν και μικρής υδροδυναμικότητας απλά καρστικά υδροσυστήματα, που διαμορφώνονται σε ασβεστολίθους της Πίνδου, που είναι επωθημένοι στο φλύσχη της Ζώνης Τρίπολης ή στα μεταβατικά της ίδιας τους ζώνης, λόγω τεκτονικής αναστροφής. Τέτοια υδροσυστήματα είναι του Αγίου Ελευθερίου, της Μηλιάς και του Παλαντίου.

**Πίνακας 4: Στοιχεία αντλητικών δοκιμασιών**

|                             | Αριθμός<br>υδρογεωτρήσεων | Βάθος<br>(m) | Υδροδυναμικότητα<br>(m <sup>3</sup> /έτος) | Απολήψεις<br>(m <sup>3</sup> /έτος) |
|-----------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Άγιος<br/>Ελευθέριος</b> | Τρεις                     | 90           | 0.6*10 <sup>6</sup>                        | 0.4*10 <sup>6</sup>                 |
| <b>Μηλιά</b>                | Τέσσερις                  | 100 -<br>120 | 2.5*10 <sup>6</sup>                        | 1.2*10 <sup>6</sup>                 |
| <b>Παλάντιο</b>             | Μία                       |              | 2.5*10 <sup>6</sup>                        | 0.3*10 <sup>6</sup>                 |

### **7.2.3 ΡΩΓΜΩΔΗΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ ΤΗΣ ΦΥΛΛΙΤΙΚΗΣ-ΧΑΛΑΖΙΤΙΚΗΣ ΣΕΙΡΑΣ**

Η ρωγμώδης υδροφορία της φυλλιτικής χαλαζιτικής σειράς παρουσιάζεται σε θέσεις τεκτονισμού και χωρίς να υπάρχουν αποσαθρωμένοι ορίζοντες. Σε μερικές περιπτώσεις παρουσιάζουν και αρτεσιανισμό. Αυτή η υδροφορία λαμβάνει χώρα στο νοτιοανατολικό μέρος του οροπεδίου.

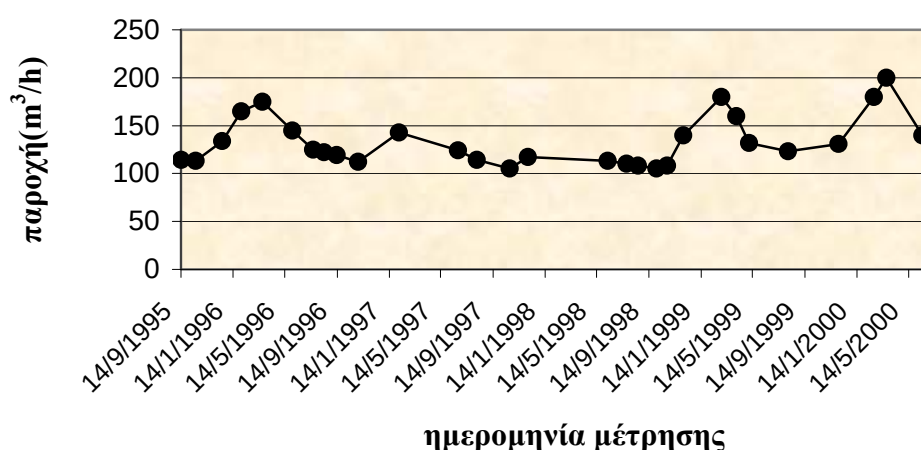
Από τα υπάρχοντα υδροληπτικά έργα στην περιοχή διαφαίνεται η μικρή τοπική υδροδυναμικότητα με απόδοση 7 έως 15 m<sup>3</sup>/h και με δυσκολίες στην ανόρυξη αυτών των έργων. Τη χειμερινή περίοδο η απόδοση αυξάνεται στο διπλάσιο, αλλά τη θερινή σταδιακά μειώνεται περισσότερο από το μισό. Ο συντελεστής υδαταγωγιμότητας (T) είναι της

τάξης  $10^{-4}$  έως  $10^{-5}$ , ενώ κατά τη λειτουργία των υδροληπτικών έργων παρουσιάζεται και μεγάλη πτώση της στάθμης άντλησης. Τα υπάρχοντα υδροληπτικά έργα είναι μικρού αριθμού και το βάθος των γεωτρήσεων δεν υπερβαίνει τα 100 έως 120 m.

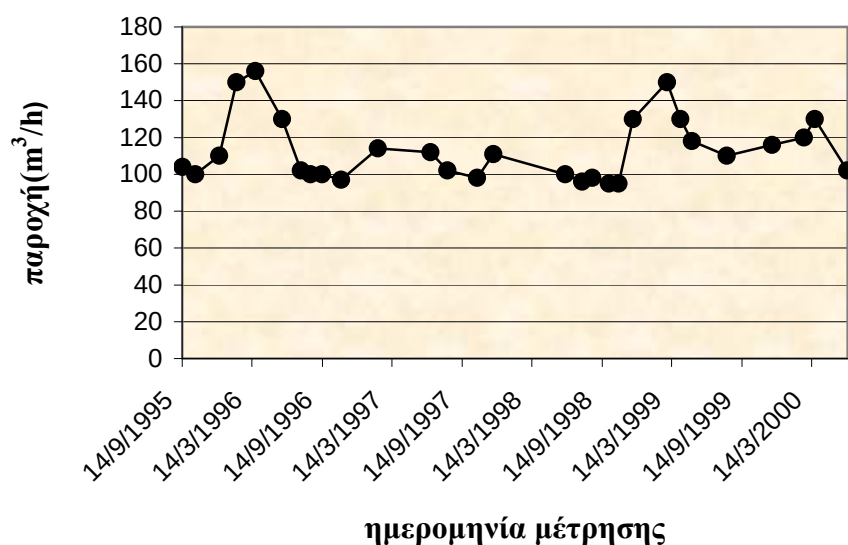
### 7.3 ΠΗΓΕΣ

Ο δήμος Τρίπολης εκτός από τις υδρογεωτρήσεις, περισσότερες από τις οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, υδροδοτείται και από μερικές πηγές. Οι πηγές αυτές είναι οι εξής: η Πηγή Μεθυδρίου, η Πηγή Πυργακίου και η Πηγή της Πιάνας.

Οι καρστικές πηγές του Πυργακίου και του Μεθυδρίου, οι οποίες εντάσσονται στην υδρολογική λεκάνη του Λάδωνα χαρακτηρίζονται ως απλά υδροτεκτονικά συστήματα. Αυτές οι πηγές διαμορφώνονται από τις επωθήσεις των τεμαχών της ζώνης Πίνδου πάνω στο φλύσχη της ζώνης της Τρίπολης και εντοπίζονται στο ανθρακικό μέρος των τεμαχών.



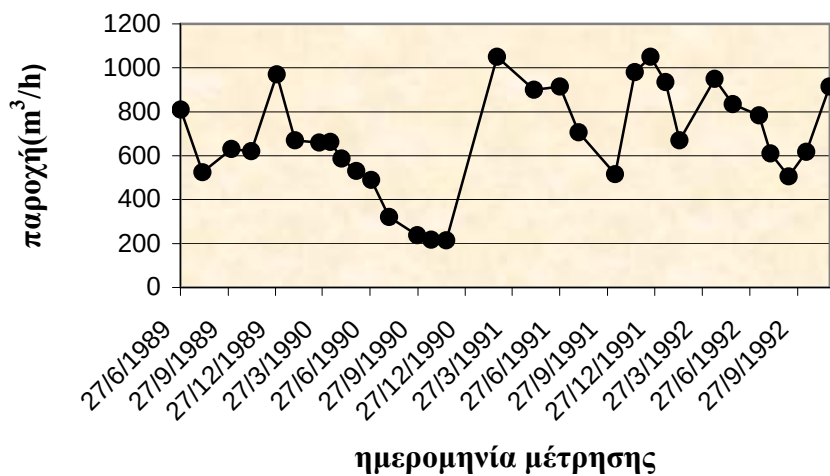
Σχήμα 27: Πηγή Πυργακίου (Μαραβέγιας, 2003)



**Σχήμα 28: Πηγή Μεθυδρίου (Μαραβέγιας, 2003)**

Η πηγή της Πιάνας, η οποία εντάσσεται στην υδρολεκάνη της Μεγαλόπολης - στις βόρειες παρυφές του πεδίου της Μεγαλόπολης - αποτελεί και αυτή ένα απλό υδροτεκτονικό σύστημα. Αυτά τα υδροτεκτονικά καρστικά συστήματα διαμορφώνονται στα επωθημένα τεμάχια των ασβεστολίθων της ζώνης Πίνδου, τα οποία και αποστραγγίζονται κύρια σε καρστικές πηγές στο επίπεδο του πεδινού τμήματος. Η κύρια εκφόρτιση των υδροσυστημάτων γίνεται πλησίον του καρστικού αναγλύφου κατά μήκος του δυτικού ρήγματος της τάφρου της Μεγαλόπολης (Κεφαλάρι Τριποτάμου – Κεφαλάρι Νεοχωρίου – Παναγιά Καρβουνιέρα).

Η εκφόρτιση της πηγής Πιάνας που αποστραγγίζεται το ομώνυμο υδrosύστημα είναι της τάξης των  $8.4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  και χρησιμοποιείται για υδρευτικές ανάγκες του Δήμου Τρίπολης με μέρος παροχής  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  και για αρδευτική χρήση στο πεδίο Δαβιών.



**Σχήμα 29: Πηγή Πιάνας (Μαραβέγιας, 2003)**

Συνοπτικά τα αποτελέσματα από τα παραπάνω διαγράμματα είναι τα εξής:

**Πίνακας 5: Επιφανειακή απορροή R**

|                 | Ελάχιστη Τιμή<br>(Ωριαία)(m <sup>3</sup> /h) | Μέγιστη Τιμή<br>(Ωριαία)(m <sup>3</sup> /h) | Τάξη Ετήσιας<br>Απορροής(m <sup>3</sup> /έτος) |
|-----------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Πυργάκι</b>  | 105                                          | 200                                         | 1.2 * 10 <sup>6</sup>                          |
| <b>Μεθύδριο</b> | 95                                           | 156                                         | 1 * 10 <sup>6</sup>                            |
| <b>Πιάνα</b>    | 214                                          | 1050                                        | 8.2 * 10 <sup>6</sup>                          |

#### 7.4 ΟΙ ΥΔΡΕΥΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΩΝ ΔΗΜΩΝ ΤΟΥ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ

Το οροπέδιο της Τρίπολης διοικητικά περιλαμβάνει τους δήμους Τρίπολης, Μαντινείας, Τεγέας, Κορυθίου, μέρος του δήμου Σκυρίτιδας και μικρό μέρος του δήμου Βόρειας Κυνουρίας. Οι δήμοι αυτοί

αποτελούνται από 47 δημοτικά διαμερίσματα, όμως μόνο σε 12 υπάρχει πλήρης κάλυψη υδρευτικών αναγκών κατά τη διάρκεια όλου του έτους. Στα 8 δημοτικά διαμερίσματα υπάρχει επάρκεια μόνο τον χειμώνα και στα 27 υπάρχει έλλειψη όλο τον χρόνο.

Υπολογίζεται ότι οι ανάγκες ύδρευσης είναι της τάξης των  $15.000 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$  για όλη την περιοχή με τα σημερινά δεδομένα.

Η ύδρευση μέχρι σήμερα εξυπηρετείται κυρίως από το Σύνδεσμο υδατικών πόρων Μεθυδρίου, ο οποίος μέσω κεντρικού δικτύου διανέμει υδρευτικό νερό στο μεγαλύτερο μέρος των Δημοτικών Διαμερισμάτων των 4 Δήμων (Τρίπολης, Μαντινείας, Τεγέας, Κορυθίου), που προέρχεται από υδρομάστευση των καρστικών πηγών Μεθυδρίου και Πυργακίου στην περιοχή της Βυτίνας, ενώ τα Δημοτικά Διαμερίσματα Βλαχοκερασιάς, Κερασιάς, Πηγαδακίων, Αλεποχωρίου, Μαυρικού, Βερβαίνων, Ανω Δολιανών, Βουρβούρων, Νεστάνης, Σάγκα, Πικερνίου, Αγ. Βαρβάρας, Κανδάλου, Μανθουρέας και Λιθοβουνίων υδρεύονται από πηγαία νερά ή με γεωτρήσεις.

Για τις ανάγκες της πόλης της Τρίπολης από παλαιότερα εκτός του δικτύου του Μεθυδρίου υπάρχει και αγωγός μεταφοράς  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  από την πηγή της Πιάνας, του Δήμου Φαλάνθου και γεώτρηση στην περιοχή του Δήμου Κορυθίου  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Ο αγωγός του Μεθυδρίου, ο οποίος και περιοδικά υδρεύει 40 δημοτικά διαμερίσματα την περίοδο αιχμής (Αύγουστος – Σεπτέμβρης) μεταφέρει  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Από την άποψη του μεγέθους της απώλησης υπόγειου κυρίως νερού του οροπεδίου για τις ανάγκες της ύδρευσης, αυτό είναι μικρό της τάξης του  $1.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ .

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι συνθήκες ύδρευσης των δήμων:



**Πίνακας 6: Δήμος Τρίπολης**

|                           | <b>Σημείο ύδρευσης</b>                                                                                                          | <b>Παροχή</b>                                                                                                                             |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Τρίπολη</b>            | Μεθύδριο, Πηγή Πιάνας, 4<br>γεωτρήσεις Μηλιάς, 4<br>γεωτρήσεις Στενού, 2<br>γεωτρήσεις Άγιου<br>Ελευθέριου, Πηγή Μάνας<br>νερού | Χειμώνας: 8000m <sup>3</sup> /24ωρο<br>(333.33m <sup>3</sup> /h), Καλοκαίρι:<br>10000m <sup>3</sup> /24ωρο (416.66<br>m <sup>3</sup> /h ) |
| <b>Μάκρη</b>              | Μεθύδριο, γεωτρήσεις<br>Μηλιάς, γεωτρήσεις Άγιου<br>Ελευθέριου                                                                  |                                                                                                                                           |
| <b>Σκοπή</b>              | Μεθύδριο                                                                                                                        |                                                                                                                                           |
| <b>Παλάντιο</b>           | Πηγή, γεώτρηση<br>Παλαντίου                                                                                                     | Καλύπτονται με συνεχή<br>ροή οι ανάγκες του                                                                                               |
| <b>Μερκοβούνι</b>         | Μεθύδριο                                                                                                                        |                                                                                                                                           |
| <b>Εύανδρος</b>           | Πηγή, γεώτρηση ίδια με<br>του Παλαντίου                                                                                         | Καλύπτονται με συνεχή<br>ροή οι ανάγκες του (μαζί<br>με του Παλαντίου)                                                                    |
| <b>Περθώρι</b>            | Μεθύδριο, γεώτρηση<br>Μηλιάς, γεώτρηση Άγιου<br>Ελευθέριου                                                                      |                                                                                                                                           |
| <b>Θάνα - Περπατάρι</b>   | Μεθύδριο, γεώτρηση<br>Μηλιάς, γεώτρηση Άγιου<br>Ελευθέριου, πηγάδι τους                                                         |                                                                                                                                           |
| <b>Πέλαγος</b>            | Π. Μεθυδρίου, γεώτρηση<br>Δ. Τεγέας                                                                                             |                                                                                                                                           |
| <b>Άγιος Βασίλειος</b>    | Π. Μεθυδρίου, γεώτρηση<br>Δ. Τεγέας                                                                                             |                                                                                                                                           |
| <b>Άγιος Κωνσταντίνος</b> | Π. Μεθυδρίου                                                                                                                    |                                                                                                                                           |

Στο δήμο Τρίπολης το μεγαλύτερο μέρος των δημοτικών διαμερισμάτων δεν υδροδοτούνται επί 24ώρου βάσεως.

**Πίνακας 7:Δήμος Κορυθίου**

|                    | <b>Σημείο ύδρευσης</b> | <b>Παροχή</b>                           |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Αγιοργίτικα</b> | Μεθύδριο, πηγάδι       | 8 m <sup>3</sup> /24ωρο. Ξηρά περίοδος  |
| <b>Στενό</b>       | Μεθύδριο, γεώτρηση     | 60 m <sup>3</sup> /h.                   |
| <b>Παρθένι</b>     | Μεθύδριο, πηγάδι       | 20 m <sup>3</sup> /24ωρο                |
| <b>Ελαιοχώρι</b>   | Μεθύδριο               | 60 m <sup>3</sup> /24ωρο. Ξηρά περίοδος |
| <b>Νεοχώρι</b>     | Μεθύδριο, γεώτρηση     | 20 m <sup>3</sup> /24ωρο. Ξηρά περίοδος |
| <b>Ζευγολατιό</b>  | Μεθύδριο               | 10 m <sup>3</sup> /24ωρο. Ξηρά περίοδος |

Στο δήμο Κορυθίου οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται μόνο στα διαμερίσματα Στενού-Αγιοργίτικων – Ζευγολατειού - Νεοχωρίου. Την ξηρά περίοδο το νερό του Μεθυδρίου δεν φτάνει για να καλύψει τις ανάγκες Παρθενίου και Ελαιοχωρίου. Έγινε γεώτρηση (ΓΠ1/99) με παροχή 30 m<sup>3</sup>/h για διάθεση υδατικών πόρων στο Παρθένι και στο Ελαιοχώρι.

**Πίνακας 8:Δήμος Μαντινείας**

|                  | <b>Σημείο ύδρευσης</b>          | <b>Παροχή</b>                   |
|------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>Νεστάνη</b>   | Πηγές Μαλεβού                   | 150 m <sup>3</sup> /24ωρο       |
| <b>Λουκά</b>     | Σύνδεσμος ύδρευσης<br>Μεθυδρίου | 120 m <sup>3</sup> /24ωρο       |
| <b>Αρτεμίσιο</b> | Σύνδεσμος ύδρευσης<br>Μεθυδρίου | Σύνδεσμος ύδρευσης<br>Μεθυδρίου |
| <b>Κάψια</b>     | Σύνδεσμος ύδρευσης<br>Μεθυδρίου | 100 m <sup>3</sup> /24ωρο       |
| <b>Πικέρνι</b>   | Πηγές Σίτζι                     | 80 m <sup>3</sup> /24ωρο        |
| <b>Σιμιάδες</b>  | Σύνδεσμος ύδρευσης<br>Μεθυδρίου | 80 m <sup>3</sup> /24ωρο        |
| <b>Σάγκα</b>     | Γεώτρηση                        | 50 m <sup>3</sup> /h            |

Στα δημοτικά διαμερίσματα του δήμου Μαντινείας: Νεστάνη, Λουκά (και στον οικισμό Μηλιά), Αρτεμίσιο, Κάψια, Πικέρνι, Σιμιάδες, Σάγκα παρουσιάζεται έλλειψη νερού την ξηρά περίοδο. Προς την κατεύθυνση της βελτίωσης των υδρευτικών συνθηκών του Δήμου παραχωρήθηκε προς αξιοποίηση η γεώτρηση Γ3/81.

**Πίνακας 9:Δήμος Τεγέας**

|               | <b>Σημείο ύδρευσης</b>                                                                                                                     | <b>Παροχή</b>                                        |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Στάδιο</b> | Μεθύδριο, στον οικισμό Αγίου Σώστη υπάρχει εκτός του δικτύου του Μεθυδρίου και ξεχωριστό δίκτυο από πηγάδι το οποίο όμως δεν είναι πόσιμο. | 175 m <sup>3</sup> /24h<br>(7.29 m <sup>3</sup> /h ) |
| <b>Αλέα</b>   | Μεθύδριο                                                                                                                                   | 60 m <sup>3</sup> /24h<br>( 2.5 m <sup>3</sup> /h )  |

|                   |                                                                                                                                                                    |                                                            |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Βουνό</b>      | Μεθύδριο και πηγή παροχής περίπου 50 m <sup>3</sup> /24 h. Υπάρχει και ένα πηγάδι το οποίο όμως είναι πολύ κοντά στη λίμνη Τάκα και έτσι το νερό δεν είναι πόσιμο. | 50 και 50 m <sup>3</sup> /24h<br>(4.17 m <sup>3</sup> /h)  |
| <b>Γαρέα</b>      | Μεθύδριο, κοινοτικές πηγές                                                                                                                                         | 35 m <sup>3</sup> /24h<br>(1.46 m <sup>3</sup> /h)         |
| <b>Επισκοπή</b>   | Μεθύδριο                                                                                                                                                           | 40 m <sup>3</sup> /24 h<br>(1.67 m <sup>3</sup> /h)        |
| <b>Καμάρι</b>     | Μεθύδριο                                                                                                                                                           | 85m <sup>3</sup> / 24h<br>(3.54 m <sup>3</sup> /h)         |
| <b>Κάνδαλος</b>   | Δύο πηγές                                                                                                                                                          | Περίπου 50 m <sup>3</sup> /24h<br>(2.08 m <sup>3</sup> /h) |
| <b>Κερασίτσα</b>  | Μεθύδριο                                                                                                                                                           | 85 m <sup>3</sup> /24h<br>(3.54 m <sup>3</sup> /h )        |
| <b>Λιθοβούνια</b> | Πηγές                                                                                                                                                              | 30 m <sup>3</sup> /24h<br>(1.25 m <sup>3</sup> /h)         |
| <b>Μαγούλα</b>    | Μεθύδριο                                                                                                                                                           | 85 m <sup>3</sup> /24 h<br>(3.54 m <sup>3</sup> /h )       |
| <b>Μανθυρέα</b>   | Γεώτρηση                                                                                                                                                           | 50 m <sup>3</sup> /h                                       |
| <b>Μαυρίκι</b>    | Τέσσερις πηγές                                                                                                                                                     | 30 m <sup>3</sup> /24h<br>(1.25 m <sup>3</sup> /h)         |
| <b>Ρίζες</b>      | Μεθύδριο (υπάρχουν και πηγές που τροφοδοτούν ξεχωριστό κοινοτικό δίκτυο, με παροχές για κοινοτική χρήση).                                                          | 200 m <sup>3</sup> /24h<br>(8.33 m <sup>3</sup> /h)        |
| <b>Στρίγκον</b>   | Μεθύδριο                                                                                                                                                           | 75 m <sup>3</sup> /24h<br>(3.125 m <sup>3</sup> /h)        |
| <b>Τζίβας</b>     | Μεθύδριο                                                                                                                                                           | 65 m <sup>3</sup> /24h<br>(2.71 m <sup>3</sup> /h)         |
| <b>Ψηλή Βρύση</b> | Μεθύδριο                                                                                                                                                           | 50 m <sup>3</sup> /24h                                     |

Στο Δήμο Τεγέας υπάρχει έντονο πρόβλημα στη κάλυψη των υδρευτικών αναγκών τόσο στα Δημοτικά Διαμερίσματα τα οποία υδρεύονται αυτόνομα, όσο και σε αυτά που καλύπτουν τις ανάγκες τους από το Σύνδεσμο Μεθυδρίου. Το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο έντονο τη θερινή περίοδο. Η παροχή νερού στους κατοίκους γίνεται σχεδόν πάντα εκ περιτροπής (κάλυψη υδρευτικών συνθηκών υπάρχει μόνο στο δημοτικό διαμέρισμα της Μανθυρέας).

**Πίνακας 10:Δήμος Σκυρίτιδας**

|                                  | <b>Σημείο ύδρευσης</b>                     | <b>Παροχή</b>                                                           |
|----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Βλαχοκερασιά</b>              | Τρεις γεωτρήσεις και ένα φράγμα            | 32000 m <sup>3</sup> /ετησίως<br>(3.65m <sup>3</sup> / h )<br>Ανεπαρκής |
| <b>Αγίας Βαρβάρας - Κολλίνες</b> | Μία γεώτρηση και μία πηγή (Παπαδιάς Βρύση) | 8 m <sup>3</sup> /h                                                     |
| <b>Πηγαδάκια</b>                 | Πηγή Καβρόβρυση                            | 4000 m <sup>3</sup> /ετησίως<br>(0.46m <sup>3</sup> /h)<br>Ανεπαρκής    |
| <b>Κερασέα</b>                   | Τρεις γεωτρήσεις και ένα φράγμα            | 10000 m <sup>3</sup> /ετησίως<br>(1.14 m <sup>3</sup> /h )<br>Ανεπαρκής |
| <b>Βούρβουρα</b>                 | Μία γεώτρηση και μία πηγή                  | 10 m <sup>3</sup> /h,<br>1.5 m <sup>3</sup> /h                          |
| <b>Αλεποχώρι</b>                 | Πηγή                                       | 5500 m <sup>3</sup> /ετησίως<br>(0.63 m <sup>3</sup> /h)<br>Ανεπαρκής   |

Στο δήμο Σκυρίτιδας παρατηρούνται μεγάλες συγκεντρώσεις σιδήρου και μαγγανίου στα υπόγεια νερά. Για την τελική επίλυση των υδρευτικών προβλημάτων προτείνεται η αξιοποίηση της γεώτρησης στη θέση “Αχούρια” σε καρστικό υδροφόρο.

## 7.5 ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ

Κυριότερα στην περιοχή των Δήμων Τεγέας – Κορυθίου και Μηλιάς – Κάψια του Δήμου Μαντινείας και τμηματικά στην περιοχή Πελάγους, Αγίου Βασιλείου και Αγίου Κωνσταντίνου του Δήμου Τρίπολης και Βουρβούρων – Πηγαδακίου του Δήμου Σκυρίτιδας, η άρδευση γίνεται από γεωτρήσεις και από πηγάδια

Οι αρδευόμενες εκτάσεις είναι 43117 στρέμματα και οι αρδευθείσες 26767 στρέμματα.

Όσον αφορά τις αρδευθείσες καλλιέργειες με  $450 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$ , το σύνολο της απόληψης για άρδευση είναι της τάξης των  $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  σε υπόγεια νερά. Για την κάλυψη της άρδευσης 37267 στρεμμάτων, θα πρέπει να αναζητηθούν πρόσθετα  $7.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ . Βέβαια αν απαιτηθεί άρδευση όλης της πεδινής ζώνης του οροπεδίου αυτή καλύπτει έκταση 150000 στρέμματα και θα χρειασθούν  $65 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ .

## 7.6 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΣΕ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ

Η υδρογεωλογική δομή του ασβεστολιθικού αναγλύφου χαρακτηρίζεται ως δυσμενής για τις τοπικές χρήσεις υπόγειων νερών την ξηρά περίοδο, ενώ την υγρά παρατηρούνται και τοπικές πλημμυρίδες. Αυτό οφείλεται στις καταβόθρες που υπάρχουν στη πεδινή ζώνη και περιμετρικά στη βάση του ασβεστολιθικού αναγλύφου και λόγω της μετάγγισης των νερών σε χαμηλότερα επίπεδα, μέσω της παχιάς σειράς των ανθρακικών, που κύρια αποτελούν το γεωλογικό του υπόβαθρο.

Το ίδιο φαινόμενο συμβαίνει και στο μεγαλύτερο μέρος των ασβεστολιθικών παρυφών του, με το νερό της κατείσδυσης του καρστικού υδροφορέα να μεταγγίζεται σε χαμηλότερα επίπεδα, που αποδεικνύεται από τη μη ύπαρξη καρστικών πηγών στην περιοχή εκτός

της περίπτωσης των πηγών στο υδροτεκτονικό καρστικό σύστημα του Σάγκα και μερικώς στο καρστικό σύστημα Σιμιάδων.

Η αποτίμηση λοιπόν του αποθεματικού θα γίνει κατά περιοχές των τεταρτογενών υδροφόρων και των καρστικών, εκεί όπου υπάρχουν και τα υδροληπτικά έργα.

Στους υδροφόρους των φυλλιτών – χαλαζιτών δεν είναι δυνατή η εκτίμηση αποθεματικού λόγω της επιλεκτικής υδροφορίας, αλλά είναι δυνατή η εκμετάλλευση της απορροής του συστήματος για εμπλουτισμούς ή απευθείας κατασκευής ταμιευτήρων αρδευτικής κυρίως χρήσης.

Υδατικό ισοζύγιο για την πεδινή περιοχή του οροπεδίου της Τρίπολης με έκταση  $260.15 \text{ Km}^2$ .

- Συνολικός ετήσιος όγκος βροχής πεδινής περιοχής:  
 $P\pi = 182.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$
- Συνολικός όγκος νερού εξατμισιδιαπνοής πεδινής περιοχής ή 60% του όγκου της βροχόπτωσης:  
 $E\pi = 109.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$
- Συνολικός όγκος νερού κατείσδυσης πεδινής περιοχής:  
 $I\pi = 22.8 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$
- Συνολικός όγκος νερού απορροής πεδινής περιοχής:  
 $R\pi = 50 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$
- Απολήψεις:  $W\pi = 12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$
- Δυνητικές απολήψεις υπόγειου νερού με τα υπάρχοντα μέχρι στιγμής στοιχεία:  $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$
- Δυνητικές απολήψεις απορροής – με φράγματα εμπλουτισμού – λιμνοδεξαμενές – ανακυκλώσεις:  $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

Υδατικό ισοζύγιο για την ορεινή περιοχή του οροπεδίου της Τρίπολης με έκταση  $416.35 \text{ Km}^2$ .

- Συνολικός ετήσιος όγκος βροχής ορεινής περιοχής

$$P_o = 457.9 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Συνολικός όγκος νερού εξατμισιδιαπνοής ορεινής περιοχής ή 54% του όγκου της βροχόπτωσης:

$$E_o = 245.8 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Συνολικός όγκος νερού κατείσδυσης ορεινής περιοχής:

$$I_o = 212.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Συνολικός όγκος νερού απορροής ορεινής περιοχής:

$$R_o = 23.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Απολήψεις:  $W_o = 2.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

- Δυνητικές απολήψεις απορροής με φράγματα (εμπλουτισμού – ταμιευτήρες):  $8 - 10 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

- Δυνητικές απολήψεις υπόγειου νερού:  $9.6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

Καθολικό ισοζύγιο των νερών του οροπεδίου της Τρίπολης με έκταση λεκάνης  $676.5 \text{ Km}^2$  .

- Συνολικός ετήσιος όγκος βροχής:

$$P = 640 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Συνολικός όγκος νερού εξατμισιδιαπνοής :

$$E = 355.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Συνολικός όγκος κατείσδυσης:

$$I = 234.9 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Συνολικός όγκος απορροής:

$$R = 73.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Απολήψεις:  $W = 14.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

- Δυνητικές απολήψεις υπόγειου νερού:

$$W_v = 24.6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Δυνητικές απολήψεις απορροής με φράγματα – λιμνοδεξαμενές – ανακυκλώσεις :

$$W_e = 30 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

- Υπόγειες μεταγίσεις νερών προς τις πηγές του Αργολικού κόλπου:  $\sim 280 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$



## 8. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ

Με βάση τις εργαστηριακές χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις υδρογεωτρήσεις του ΙΓΜΕ που έχουν γίνει στη περιοχή, συμπεραίνουμε ότι τα υπόγεια νερά του οροπεδίου δεν παρουσιάζουν σοβαρές επιβαρύνσεις από ανθρωπογενείς αιτίες. Τα νερά αυτά χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους ως καλά νερά για όλες τις χρήσεις εκτός από τις παρακάτω περιπτώσεις.

- Στη περιοχή του Στενού άρχισαν να εμφανίζονται στους κοκκώδεις υδροφορείς νιτρικά, η οποία συγκέντρωσή τους έφθανε τα 62 mg/lit σε  $\text{NO}_3$ . Αυτή η επιβάρυνση των νιτρικών προέρχεται από τις λιπάνσεις των αρδευομένων καλλιεργειών.
- Αυξημένες συγκεντρώσεις σε Fe και Mn παρουσιάζονται στους υδροφόρους της φυλλιτικής – χαλαζιτικής σειράς, που σε κάποιες περιπτώσεις υπερβαίνουν τα όρια ποσιμότητας και έτσι το νερό δεν είναι κατάλληλο.

Όσον αφορά τις αυξημένες συγκεντρώσεις Fe και Mn στα νερά μπορούν να προέρχονται από τα ορυκτά: τιτανίτη, μαγνητίτη, αιματίτη και από χαλαζιακά, αλβιτικά, αιματιτικά πετρώματα. Διαφορετικά μπορούν να συνδέονται με τις μεταλλοφόρες εμφανίσεις θειούχων ορυκτών, που απαντούν στη σειρά φυλλιτών - χαλαζιτών και θα πρέπει να αποτελούν κατά περίπτωση τις κύριες αιτίες ρύπανσης των υπόγειων νερών. Η έκθεση στο οξυγόνο και στο νερό αυτών των μεταλλοφόρων θειούχων ορυκτών έχει σαν αποτέλεσμα να εκτείνονται και να επιταχύνονται οι φυσικοχημικές και βιολογικές διεργασίες αποσάθρωσης, διάβρωσης και οξειδώσής τους, με συνέπεια να παρατηρείται ελευθέρωση και μετακίνηση στοιχείων. Έτσι τα υπόγεια νερά εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις σε ιόντα σιδήρου και μαγγανίου, που σε περιπτώσεις μόνο από τη γένεσή τους είναι ακατάλληλα για πόση, ενώ τμηματικά στις απορροές των υδρορεμμάτων της σειράς εμφανίζονται ως κόκκινα νερά με κολλοειδή του σιδήρου.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει αποτελέσματα χημικών αναλύσεων από υδρογεωτρήσεις της περιοχής αλλά και από γεωτρήσεις στη φυλλιτική – χαλαζιτική σειρά ως προς τις συγκεντρώσεις Fe και Mn.

**Πίνακας 11: Εργαστηριακές χημικές αναλύσεις**

|                                                            | Γεώτρηση<br>Γ1 | Γεώτρηση<br>Γ3 | Γεώτρηση<br>Γ-Ράγες | Γεώτρηση<br>ΓΠΠ<br>Κορυθίου | Γεώτρηση<br>Γ-Τεγέα | Γεώτρηση<br>Γ-<br>Βούρβουρα | Γεώτρηση<br>Γ-Αγία<br>Βαρβάρα |
|------------------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| pH                                                         | 7.8            | 7.9            | 7.7                 | 7.9                         | 7.9                 | 6.74                        | 7.98                          |
| Αγωγιμότητα<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}25^\circ\text{C}$ ) | 400            | 350            | 485                 | 480                         | 470                 | 112                         | 429                           |
| Ca (mg/l)                                                  | 72.1           | 75.4           | 95                  | 91.4                        | 70.5                | 12.2                        | 59.11                         |
| Ma (mg/l)                                                  | 6.8            | 2.9            | 3.18                | 6.3                         | 19.9                | 5.34                        | 13.37                         |
| Na (mg/l)                                                  | 3.4            | 3.4            | 5.06                | 9.2                         | 10.3                | 4.59                        | 16                            |
| K (mg/l)                                                   | 0.8            | 0.8            | 0.39                | 0.8                         | 1.6                 | 0.39                        | 1.17                          |
| CO <sub>3</sub> (mg/l)                                     | -              | -              | -                   | -                           | -                   | -                           | -                             |
| HCO <sub>3</sub> (mg/l)                                    | 231.8          | 216            | 288.7               | 256.3                       | 302.7               | 46.14                       | 237.95                        |
| Cl (mg/l)                                                  | 8.9            | 9.2            | 10.99               | 12.4                        | 12.4                | 6.73                        | 18.7                          |
| SO <sub>4</sub> (mg/l)                                     | 5.8            | 10.6           | 2                   | 1                           | 20.7                | 10.58                       | 17.77                         |
| NO <sub>3</sub> (mg/l)                                     | 9.3            | 9.3            | 10                  | -                           | 0                   | 3.72                        | 1.24                          |
| Ολική<br>σκληρότητα<br>ωςCaCO <sub>3</sub><br>(ppm)        | 208            | 200            | 250                 | 243                         | 257                 | 83                          | 172                           |
| Παροδική<br>σκληρότητα<br>ωςCaCO <sub>3</sub><br>(ppm)     | 190            | 177            | 236                 | 205                         | 247                 | 81                          | 172                           |
| Μόνιμη<br>σκληρότητα<br>ωςCaCO <sub>3</sub><br>(ppm)       | 18             | 23             | 13                  | 39                          | 10                  | 2                           | 0                             |
| NO <sub>2</sub>                                            | -              | -              | -                   | -                           | -                   | 0.5                         | -                             |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                               | -              | -              | -                   | -                           | 0.07                | -                           | -                             |

Από τα στοιχεία που περιέχει ο πίνακας, διαφαίνεται ότι τα νερά των κοκκωδών και καρστικών υδροφορέων του οροπεδίου παρουσιάζουν διαφορές ως προς την αγωγιμότητα, τη σκληρότητα, τα κατιόντα, εκτός του Καλίου αλλά και ως προς τα ανιόντα με μεγαλύτερες τιμές στους κοκκώδεις υδροφόρους λόγω της ύπαρξης των αργίλων.

Συμπερασματικά τα νερά στη περιοχή χαρακτηρίζονται ως καλά νερά, ελαφρώς βασικά ασβεστομαγνησιούχα με υψηλή σκληρότητα (Σκληρά νερά) και κατάλληλα για κάθε χρήση.

Στο παρακάτω πίνακα χρησιμοποιήθηκε το διάγραμμα ποσιμότητας κατά C. Waterlot για την καταλληλότητα του νερού. Όσον αφορά την άρδευση χρησιμοποιήθηκε η τιμή SAR και η συγκέντρωση των ιόντων Na επί τις % και τέλος για την βιομηχανική χρήση χρησιμοποιήθηκε το όριο του συνόλου των διαλελυμένων αλάτων σε 1000 ppm.

**Πίνακας12: Πίνακας καταλληλότητας υπόγειου νερού για τις διάφορες χρήσεις**

|                             | Γεώτρηση Γ1 | Γεώτρηση Γ3 | Γεώτρηση Γ-Ράχες | Γεώτρηση ΓΠ1 Κορυθίου | Γεώτρηση Γ-Τεγέα | Γεώτρηση Γ-Βούρβουρα | Γεώτρηση Γ-Αγία Βαρβάρα |
|-----------------------------|-------------|-------------|------------------|-----------------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>Ποσιμότητα (Υδρευση)</b> | Καλή        | Καλή        | Καλή             | Καλή                  | Καλή             | Καλή                 | Καλή                    |
| <b>SAR</b>                  | 0,15        | 0,1         | 0,14             | 0,25                  | 0,28             | 0,28                 | 0,49                    |
| <b>Ποιότητα</b>             | Εξαιρετική  | Εξαιρετική  | Εξαιρετική       | Εξαιρετική            | Εξαιρετική       | Εξαιρετική           | Εξαιρετική              |
| <b>Na %</b>                 | Εξαιρετική  | Εξαιρετική  | Εξαιρετική       | Εξαιρετική            | Εξαιρετική       | Εξαιρετική           | Εξαιρετική              |
| <b>Βιομηχανική χρήση</b>    | Κατάλληλη   | Κατάλληλη   | Κατάλληλη        | Κατάλληλη             | Κατάλληλη        | Κατάλληλη            | Κατάλληλη               |

## 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τη διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών ύδρευσης του Δήμου Τρίπολης προέκυψαν τα παρακάτω κύρια συμπεράσματα:

- Το οροπέδιο Τρίπολης χαρακτηρίζεται ως μια μεγάλη πόλγη με δυσμενή υδρογεωλογική δομή που οφείλεται στο μεγάλο πάχος των ανθρακικών πετρωμάτων του. Έτσι καθίσταται δύσκολη η εκμετάλλευση υπόγειων καρστικών υδροφόρων, αλλά και κοκκωδών στο μέγεθος, που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών του σε νερό.
- Το κλίμα της περιοχής είναι ηπειρωτικό με μέση ετήσια θερμοκρασία 14.2 °C, με μέγιστη 15.5 °C και με ελάχιστη 13.5 °C. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 780.6 mm, η μέση σχετική υγρασία 62.9%, ο μέσος αριθμός ημερών βροχής 111.8 και ο μέσος αριθμός ημερών με χιονόπτωση 8.8.
- Ο τελικός όγκος του νερού που μεταγγίζεται προς τις δυτικές ακτές του Αργολικού κόλπου είναι της τάξης των  $280 - 300 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ , ο οποίος προκύπτει από το συνυπολογισμό των χειμερινών απορροών ( $73.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ ) και από το νερό της κατείσδυσης των ανθρακικών στο οροπέδιο.
- Ο συνολικός όγκος νερού που απαιτείται για την ύδρευση του Δήμου Τρίπολης ανέρχεται σε  $4.27 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , που αντιστοιχεί σε 11710  $\text{m}^3$  ανά ημέρα.
- Ο δήμος Τρίπολης υδροδοτείται από τις πηγές Μεθυδρίου, Πυργακίου, Πιάνας και από γεωτρήσεις που είναι ανορυγμένες στις περιοχές Μηλιάς, Σάγκα και Στενό. Με την εκμετάλλευση αυτών των αντλητικών πεδίων και των πηγών είναι δυνατή η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών με νερό καλής ποιότητας.
- Σχετικά με την άρδευση στο πεδινό τμήμα της περιοχής χρειάζονται αναγκαία έργα ταμιευτήρων, λιμνοδεξαμενών και φραγμάτων εμπλουτισμού για την κάλυψή της. Ο επιπρόσθετος όγκος νερού ( $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ ) μπορεί να προκύψει από υπόγεια και επιφανειακά νερά και με την παραδοχή της χρήσης 450  $\text{m}^3/\text{στρέμμα}$ .

- Συγκεκριμένα ήδη για την κάλυψη αρδευτικών αναγκών της περιοχής Τεγέας κατασκευάζεται ταμιευτήρας στην περιοχή της Λίμνης Τάκας συνολικής απόδοσης  $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ . Θα πρέπει επίσης να κατασκευασθούν ταμιευτήρες σε επιλεγμένες περιοχές της φυλλιτικής χαλαζιτικής σειράς, μικροφράγματα εμπλουτισμού στις απορροές Σαρανταποτάμου και Δολιανίτη, εμπλουτισμοί κοκκωδών υδροφόρων των περιοχών Σκοπής και Ραχών Τρίπολης καθώς και εκμεταλλεύσεις ανακυκλώσεων νερών που θα προκύψουν από το εργοστάσιο βιολογικού καθαρισμού της Τρίπολης, εφ' όσον βέβαια αφαιρεθούν οι συγκεντρώσεις νιτρικών με δευτερογενές υπόγειο φιλτράρισμα.
- Με βάση τις χημικές αναλύσεις η ποιότητα του υπόγειου νερού της περιοχής είναι γενικά καλή με μικρή επιβάρυνση νιτρικών στις περιοχές, όπου η άρδευση είναι εντατική και με υψηλή συγκέντρωση σιδήρου και μαγγανίου στους ρωγμώδεις υδροφορείς των φυλλιτών-χαλαζιτών.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

ΜΑΡΑΒΕΓΙΑΣ Δ. , ΙΓΜΕ (2003): Υδρογεωλογική έρευνα των υδροσυστημάτων των οροπεδίων της Κεντρικής Πελοποννήσου

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ (2010): “Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της περιοχής”, Εκδόσεις University studio press, Θεσσαλονίκη

ΣΟΥΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2010): “Γενική υδρογεωλογία, Πρώτος Τόμος”, Εκδόσεις University studio press, Θεσσαλονίκη

ΙΓΜΕ (2007) : Γεωλογική - Υδρογεωλογική μελέτη του υπόγειου υδροφορέα της περιοχής του Αργού Πεδίου (Δ. Δ Σάγκα)