

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ - ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ολοκληρωμένη διαχείριση του υδάτινου δυναμικού  
της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου»

Αυγουστίνος Χαραλάμπος Αυγουστή

ΕΘΛΟΣ 2006



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5765/3 σ.3  
Ημερ. Εισ.: 12/07/2012  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
551.482  
ΑΥΓ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ - ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Ολοκληρωμένη διαχείριση του υδάτινου δυναμικού της  
τεχνητής λίμνης Σμοκόβου»**

**ΑΥΓΟΥΣΤΙΝΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ ΑΥΓΟΥΣΤΗ**

**ΒΟΛΟΣ 2006**

«Ολοκληρωμένη διαχείριση του υδάτινου δυναμικού  
της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου»



**Τριμελής εξεταστική επιτροπή:**

1) Μάριος Σαπουντζής, Λέκτορας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων,**

2) Γεώργιος Δήμος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος,**

3. Άρης Ψιλοβίκος, Λέκτορας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος.**

Στην γυναίκα μου  
και στα τρία μου παιδιά  
που μου συμπαραστάθηκαν.  
Την Μαρούλλα,  
τον Χαράλαμπο, τον Ιωάννη  
και την Καλλισθένη.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της παρούσας διατριβής. Ιδιαίτερω ευχαριστώ τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον Λέκτορα κ. Μάριο Σαπουντζή, τον Αναπληρωτή Καθηγητή, κ. Γεώργιο Δήμου και τον Λέκτορα κ. Άρη Ψιλοβίκο, για τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις τους.

Ευχαριστώ ακόμα τον τοπογράφο -μηχανικό κ. Ιωάννη Σπυριδώνη, τον Διευθυντή της Ειδικής Υπηρεσίας Διαχείρισης Έργων (Ε.Υ.Δ.Ε.) Σμοκόβου, κ. Κωνσταντίνο Παράσχη, τα στελέχη της Υπηρεσίας Εγγείων Βελτιώσεων (Υ.Ε.Β.) Καρδίτσας, κ.κ. Ιωάννη Καρακώστα και Απόστολο Γατζαποστόλη, τον ερευνητή του Ινστιτούτου Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (ΙΧΤΕΛ) του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικών Ερευνών (ΕΘΙΑΓΕ) κ. Δημήτριο Καλφούντζο, τον Δήμαρχο Ταμασίου κ. Βασίλειο Μόσχο, τον μεταπτυχιακό φοιτητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Άρη Τέγο, την κυρία Άννα Μπλάντα, και τους κ.κ. Κατέρη Δημήτριο και Γεωργιάδη Αναστάσιο.

Αυγουστίνος Χαραλάμπους Αυγουστή

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατασκευή της τεχνητής Λίμνης Σμοκόβου, εντάσσεται μέσα στα πλαίσια της επίλυσης του υδατικού προβλήματος της Θεσσαλίας. Σκοπός της είναι η συλλογή νερού για την άρδευση δεσπόζουσας έκτασης 252.600 στρεμμάτων, σε πεδινές περιοχές των Νομών Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας, με αναλογία 15:8:1, περίπου.

Η αρχική ελεγχόμενη πλήρωση του ταμιευτήρα πραγματοποιήθηκε τον Μάιο του 2003, οπότε ξεκίνησε μια ελεγχόμενη περίοδος λειτουργίας της σήραγγας και των συναφών έργων. Στις αρχές Ιουνίου 2005 ολοκληρώθηκε η κατασκευή μέρους του αρδευτικού δικτύου και ακολούθησε δοκιμαστικά η υδροδότηση του, μέσω της σήραγγας Λεονταρίου. Σήμερα το έργο εξυπηρετεί αρδευόμενες εκτάσεις 46.000, περίπου στρεμμάτων, εκ των οποίων τα 6.000 στρέμματα, αρδεύονται από μόνιμο σωληνωτό δίκτυο.

Το φυσικό περιβάλλον της τεχνητής λίμνης ευνοεί τις ανθρώπινες δραστηριότητες και μπορεί να συμβάλλει στην τουριστική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής με την δημιουργία εκτάσεων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αναψυχής, αθλητικών εγκαταστάσεων και πιθανώς στην ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας.

Για την ορθολογική διαχείριση του ταμιευτήρα, το ενδιαφέρον εστιάζεται αφενός στις υδρολογικές εισροές και αφετέρου στις χρήσεις νερού και τις υδατικές ανάγκες, καθώς και στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις για την διατήρηση μόνιμης ροής στην κοίτη του Σοφαδίτη ποταμού. Η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου, μαζί με τα αλλά συναφή έργα είναι βέβαιο πως θα δώσουν νέα πνοή στη Θεσσαλία, ανατρέποντας το παλιό σπάταλο και αλόγιστο τρόπο διαχείρισης των υδάτινων πόρων της, επιβάλλοντας, έτσι, τους όρους και τις προϋποθέσεις



για μια Ολοκληρωμένη και Ορθολογική Διαχείριση των υδάτινων πόρων και αποθεμάτων της. Αυτά τα έργα, τα οποία αποτελούσαν όνειρο και αίτημα γενεών και γενεών, σε όλους τους Νομούς της Θεσσαλίας, γίνονται σήμερα, έστω και με πολύ αργούς ρυθμούς, πραγματικότητα.

Με σωστή διαχείριση μπορεί να εξυπηρετήσει τις αρδευτικές, υδρευτικές και περιβαλλοντικές ανάγκες της Θεσσαλίας, συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό, στην διασφάλιση, την ανάπτυξη, την ανασυγκρότηση και την ανάδειξη κρίσιμων οικοσυστημάτων της. Μια ορθολογική ανάπτυξη, απάντηση στην μέχρι τώρα αλόγιστη διαχείριση των υδάτινων πόρων και των αποθεμάτων του υδροφόρου ορίζοντα, η οποία εγκλώβιζε και καταδίκαζε τη Θεσσαλία στον αργόσυρτο θάνατο της ερήμωσης, της υπανάπτυξης, της φτώχειας και της πληθυσμιακής συρρίκνωσης.

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν αρκετές επισκέψεις στην περιοχή μελέτης. Με τον τρόπο αυτό έγινε η απαραίτητη γνωριμία με τον χώρο και κατανοήθηκε ο τρόπος λειτουργίας του έργου. Ακολούθησε η συλλογή των απαραίτητων μετεωρολογικών, τοπογραφικών, κατασκευαστικών, υδρολογικών, εδαφολογικών, κ.α. στοιχείων και η επιλογή και επεξεργασία των δεδομένων για τον προσδιορισμό της εξατμισοδιαπνοής, των όμβριων καμπύλων, του απολήψιμου υδατικού δυναμικού, των λεκανών απορροής κ.α. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά στοιχεία, τοπογραφικοί και γεωλογικοί χάρτες, χάρτες χρήσεως γης, κ.α. Τέλος έγινε ο προσδιορισμός των κυρίων μερών του έργου και των τεχνικών του χαρακτηριστικών.

**Λέξεις κλειδιά:** υδάτινοι πόροι, ορθολογική διαχείριση, περιβάλλον, ανάπτυξη.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|           |   |    |
|-----------|---|----|
|           | <b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....   | 5  |
|           | <b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....  | 7  |
|           | <b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....  | 10 |
|           | <b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....  | 12 |
| <b>1.</b> | <b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....   | 17 |
| 1.1.      | Γενικά.....   | 17 |
| 1.2.      | Περιοχή μελέτης.....  | 20 |
| 1.3.      | Η τεχνητή λίμνη.....  | 21 |
| 1.4.      | Η κατασκευή του έργου .....   | 24 |
| 1.5.      | Ιστορικό λειτουργίας ταμιευτήρα.....  | 25 |
| <b>2.</b> | <b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....  | 34 |
| 2.1.      | Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου.....  | 34 |
| 2.2.      | Κύρια μέρη του έργου.....   | 36 |
| 2.2.1.    | Σήραγγα αποστράγγισης στο ανατολικό αντέρεισμα.....                             | 38 |
| 2.2.1.1.  | Σήραγγα ανατολικού αντερείσματος.....   | 38 |
| 2.2.1.2   | Σήραγγα δυτικού αντερείσματος.....  | 39 |
| 2.2.2.    | Εκχειλιστής.....  | 39 |
| 2.2.3.    | Εκκενωτής πυθμένα.....  | 41 |
| 2.2.4.    | Οδικό ανάχωμα προσπέλασης Κτιμένης.....   | 41 |
| 2.2.5.    | Οδός Καϊτσας προς Καρδίτσα.....   | 42 |
| 2.2.6.    | Σήραγγα Λεονταρίου.....   | 43 |
| 2.2.6.1.  | Έργα εισόδου.....   | 43 |
| 2.2.6.2.  | Κυρίωςήραγγα.....   | 44 |
| 4.2.6.3.  | Έργα εξόδου.....  | 44 |
| 2.2.7.    | Ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός (ΥΗΣ).....   | 46 |
| 2.2.8.    | Αποκατάσταση τμήματος εξωτερικού δικτύου ύδρευσης<br>κοινότητας .Γαβρακίων..... | 47 |
| 2.3.      | Καμπύλες στάθμης-επιφάνειας- όγκου.....   | 49 |
| 2.4.      | Το υδάτινο ισοζύγιο της λίμνης Σμοκόβου.....                                    | 52 |
| <b>3.</b> | <b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....  | 55 |
| 3.1.      | Προσδιορισμός των Λεκανών απορροής.....   | 55 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 3.1.2.   | Η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη.....                                | 57  |
| 3.1.3    | Η συνολική υπολεκάνη τροφοδοσίας του φράγματος.....                | 60  |
| 3.1.4.   | Η υπολεκάνη του Σμοκοβίτη (ανάτη υδρομετρικού σταθμού Κέδρου)..... | 62  |
| 3.2.     | Μορφομετρικά χαρακτηριστικά.....                                   | 63  |
| 3.2.1.   | Λεκάνη απορροής Σμοκοβίτη.....                                     | 63  |
| 3.2.2.   | Λεκάνη απορροής Ρεντινιώτη.....                                    | 66  |
| 3.2.3    | Λεκάνη απορροής Ονόχωνου.....                                      | 68  |
| 3.2.4.   | Λεκάνη απορροής Ονόχωνου - Ρεντινιώτη.....                         | 69  |
| 3.2.5.   | Λεκάνη απορροής Σοφαδίτη.....                                      | 71  |
| 3.3.     | Η Μορφολογία τους εδάφους.....                                     | 72  |
| 3.3.1.   | Γενικά.....  | 72  |
| 3.3.2.   | Πετρώματα και εδάφη - γεωλογική έκθεση μελέτης.....                | 73  |
| 3.3.2.1. | Γενική γεωλογική κατάσταση.....                                    | 73  |
| 3.3.3.   | Στρωματογραφία.....  | 73  |
| 3.4.     | Βασικές κατηγορίες πετρωμάτων και εδαφών.....                      | 77  |
| 3.5.     | Τεκτονική περιοχής Φράγματος.....                                  | 79  |
| 3.6.     | Κλίμα - κλιματολογικές συνθήκες περιοχής.....                      | 81  |
| 3.6.1.   | Γενικά.....  | 81  |
| 3.6.2.   | Κλιματολογία.....  | 82  |
| 3.6.3.   | Βροχομετρικά δεδομένα.....   | 83  |
| 3.6.4.   | Μετεωρολογικά και υγρομετρικά δεδομένα.....                        | 86  |
| 3.7.     | Εξατμισοδιαπνοή.....   | 89  |
| 3.7.1.   | Γενικά.....  | 89  |
| 3.8.     | Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....                                      | 91  |
| 3.8.1.   | Μέθοδος THORNTWAITE.....   | 102 |
| 3.9.     | Όμβριες καμπύλες.....  | 116 |
| 3.10.    | Πλημμύρες στη θέση Σμόκοβο.....                                    | 129 |
| 3.11.    | Φερτές ύλες.....   | 130 |
| 3.12.    | Μελέτη λειτουργίας του ταμιευτήρα.....                             | 132 |
| 3.12.1   | Γενικά.....  | 132 |
| 3.12.2.  | Εκτιμήσεις απολήψιμου υδατικού δυναμικού.....                      | 135 |
| 3.12.3.  | Αρδευτικό Δίκτυο.....  | 137 |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| 3.12.4.     | Γενική διάταξη έργων .....                                 | 138        |
| 3.12.4.1.   | Έργα Πρώτης Φάσεως.....                                    | 141        |
| 3.12.4.1.1. | Ζώνες Σ2,Σ3 και Σ4 (περιοχή 1 και τμήμα της ζώνης Σ5)..... | 141        |
| 3.12.4.1.2. | Ζώνες Σ5,Σ6,Σ7 και Σ8 (περιοχή 2).....                     | 143        |
| 3.12.4.2.   | Έργα Β' Φάσεως.....  | 144        |
| 3.12.4.2.1. | Ζώνες Σ2,Σ3 και Σ4 (περιοχή 1).....                        | 144        |
| 3.12.4.2.2. | Ζώνες Σ5,Σ6,Σ7 και Σ8 (περιοχή 2).....                     | 144        |
| 3.12.4.2.3. | Έργα Γ' φάσεως.....  | 145        |
| 3.13.       | Άρδευση.....   | 145        |
| 3.13.1.     | Αρχές σχεδιασμού αρδευτικού δικτύου.....                   | 145        |
| 3.13.2.     | Εκτίμηση αρδευτικών αναγκών.....                           | 146        |
| 3.13.3.     | Παροχές σχεδιασμού Α' φάσης.....                           | 147        |
| 3.14.       | Ύδρευση.....   | 148        |
| 3.15.       | Υδροηλεκτρική ενέργεια.....                                | 151        |
| 3.16.       | Τουρισμός-Αναψυχή.....                                     | 151        |
| 3.17.       | Ιαματικά νερά.....   | 152        |
| 3.18.       | Ποιοτικά και περιβαλλοντικά δεδομένα.....                  | 153        |
| 3.18.1.     | Ποιότητα νερού και Ρυπαντικά φορτία.....                   | 153        |
| 3.18.2.     | Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών.....                   | 154        |
| 3.18.3.     | Διερεύνηση της ποιοτικής κατάστασης της λίμνης.....        | 155        |
| 3.18.4.     | Η ποιότητα του νερού στον Σοφαδίτη ποταμό.....             | 156        |
| 3.18.4.1.   | Χημικός έλεγχος της ποιότητας του νερού.....               | 156        |
| 3.19.       | Περιβάλλον .....   | 157        |
| 3.19.1.     | Τοπία ιδιαίτερης οικολογικής αξίας.....                    | 157        |
| 3.20.       | Περιβαλλοντικοί όροι λειτουργίας ταμιευτήρα.....           | 158        |
| <b>4.</b>   | <b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>                                   | <b>160</b> |
| <b>5.</b>   | <b>ABSTRACT.....</b>                                       | <b>163</b> |
| <b>6.</b>   | <b>BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>                                   | <b>165</b> |
| <b>7.</b>   | <b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>                                      | <b>169</b> |



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Πίνακας 1  | Οι λεκάνες απορροής στην Θεσσαλία   | 19  |
| Πίνακας 2  | Ο αριθμός των γεωτρήσεων στη Θεσσαλία   | 19  |
| Πίνακας 3  | Οι αρδευόμενες εκτάσεις στη Θεσσαλία τα έτη 1977 και 1983                                       | 19  |
| Πίνακας 4  | Οι αρδευόμενες εκτάσεις στη Θεσσαλία τα έτη 1991 και 1994                                       | 19  |
| Πίνακας 5  | Καμπύλη στάθμης- αποθέματος   | 51  |
| Πίνακας 6  | Το Μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Σμοκοβίτη   | 65  |
| Πίνακας 7  | Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ρεντινιώτη  | 67  |
| Πίνακας 8  | Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ονόχωνου  | 68  |
| Πίνακας 9  | Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ρεντινιώτη-Ονόχωνου                                   | 70  |
| Πίνακας 10 | Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Σοφαδίτη  | 71  |
| Πίνακας 11 | Το είδος των χειμαρρικών φαινομένων κατά πετρολογικό σχηματισμό                                 | 77  |
| Πίνακας 12 | Τα χαρακτηριστικά των βροχομετρικών σταθμών της ευρύτερης περιοχής έρευνας                      | 87  |
| Πίνακας 13 | Η εξαμισοδιαπνοή στην περιοχή του Δομοκού   | 103 |
| Πίνακας 14 | Η εξαμισοδιαπνοή στην περιοχή των Φουρνών   | 103 |
| Πίνακας 15 | Η Μέση απορροή στις λεκάνες απορροής του Σμοκοβίτη και του Ρεντινιώτη–Ονόχωνου                  | 115 |
| Πίνακας 16 | Η μέση βροχόπτωση στις λεκάνες απορροής του Σμοκοβίτη και του Ρεντινιώτη –Ονόχωνου              | 115 |
| Πίνακας 17 | Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση στο σταθμό Ανάβρας  | 116 |
| Πίνακας 18 | Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση στο σταθμό Ρεντίνας   | 116 |
| Πίνακας 19 | Τιμές των «x» και «y» για τον σταθμό της Ρεντίνας.  | 117 |
| Πίνακας 20 | Τιμές των «x» και «y» για τον σταθμό της Ρεντίνας.  | 117 |
| Πίνακας 21 | της έντασης(i),log(i),log(t+h) για κάθε περίοδο επαναφοράς για τον σταθμό της Ανάβρας           | 124 |
| Πίνακας 22 | Οι τιμές των σταθερών “m” και “At” για κάθε περίοδο επαναφοράς για τον σταθμό της Ανάβρας       | 124 |
| Πίνακας 23 | Οι τιμές της έντασης(i),log(i),log(t+h) για κάθε περίοδο επαναφοράς για τον σταθμό της Ρεντίνας | 125 |
| Πίνακας 24 | Οι τιμές των σταθερών “m” και “At” για κάθε περίοδο επαναφοράς για τον σταθμό της Ρεντίνας      | 125 |
| Πίνακας 25 | Τιμή του “i” για κάθε περίοδο επαναφοράς και διάρκεια   | 127 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
|            | (Σταθμός Ανάβρας)  |     |
| Πίνακας 26 | Τιμή του "i" για κάθε περίοδο επαναφοράς και διάρκεια<br>(Σταθμός Ρεντίνας)        | 127 |
| Πίνακας 27 | Τα χαρακτηριστικά της μέγιστης πιθανής πλημμύρας στη θέση<br>του Φράγματος         | 130 |
| Πίνακας 28 | Μηνιαίες αρδευτικές ανάγκες  | 134 |
| Πίνακας 29 | Τα χαρακτηριστικά των αρδευόμενων εκτάσεων   | 137 |
| Πίνακας 30 | Η κατανομή του πληθυσμού στην περιοχή μελέτης                                      | 150 |
| Πίνακας 31 | Υδρευτικές ανάγκες της περιοχής  | 150 |
| Πίνακας 32 | Μηνιαία κατανομή ολικής ζήτησης  | 151 |
| Πίνακας 33 | Εκτιμήσεις ρυπαντικών φορτίων που εισέρχονται στον<br>ταμιευτήρα (kg/έτος)         | 154 |
| Πίνακας 34 | Τα ανώτατα όρια συγκέντρωσης ιόντων στο πόσιμο νερό                                | 157 |
| Πίνακας 35 | Προτεινόμενη μηνιαία κατανομή της περιβαλλοντικής<br>εκροής κατάντη του ταμιευτήρα | 158 |
| Πίνακας 36 | Μετεωρολογικά δεδομένα στον σταθμό Γιαννιτσού                                      | 170 |
| Πίνακας 37 | Μετεωρολογικά δεδομένα στον σταθμό Ξυνιάδας  | 171 |
| Πίνακας 38 | Μετεωρολογικά δεδομένα στον σταθμό Αμάραντο  | 172 |
| Πίνακας 39 | Μετεωρολογικά δεδομένα (σταθμός Βαθύλακα)  | 173 |
| Πίνακας 40 | Μηνιαία μετεωρολογικά δεδομένα (σταθμός Δομοκού)                                   | 174 |
| Πίνακας 41 | Μετεωρολογικά δεδομένα από τον Σταθμό Φουρνών                                      | 175 |
| Πίνακας 42 | Τριμηνιαίες και ετήσιες συρροές στη θέση του φράγματος                             | 176 |
| Πίνακας 43 | Μηνιαίες απορροές στον Κέδρο   | 177 |
| Πίνακας 44 | Μετεωρολογικά δεδομένα από τον σταθμό της Ρεντίνας                                 | 178 |
| Πίνακας 45 | Μετεωρολογικά δεδομένα από τον σταθμό της Ανάβρας                                  | 179 |
| Πίνακας 46 | Μετεωρολογικά δεδομένα από τον σταθμό του Δομοκού                                  | 180 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Εικόνα 1  | Τα όρια περιοχής έρευνας   | 18 |
| Εικόνα 2  | Η Θεσσαλία με τους γειτονικούς της Νομούς                                    | 20 |
| Εικόνα 3  | Ο Νομός της Καρδίτσας στον οποίο ανήκει η τεχνητή Λίμνη Σμοκόβου             | 23 |
| Εικόνα 4  | Το φράγμα και μέρος του ταμιευτήρα μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής τους   | 27 |
| Εικόνα 5  | Διακύμανση της στάθμης του ταμιευτήρα στο διάστημα 30/06/2002 έως 13/12/2005 | 28 |
| Εικόνα 6  | Οι μηνιαίες καθαρές εισροές στον ταμιευτήρα Σμοκόβου                         | 28 |
| Εικόνα 7  | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 29 |
| Εικόνα 8  | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 29 |
| Εικόνα 9  | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 29 |
| Εικόνα 10 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 30 |
| Εικόνα 11 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 30 |
| Εικόνα 12 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 30 |
| Εικόνα 13 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 31 |
| Εικόνα 14 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 31 |
| Εικόνα 15 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 31 |
| Εικόνα 16 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 31 |
| Εικόνα 17 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 31 |
| Εικόνα 18 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 32 |
| Εικόνα 19 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 32 |
| Εικόνα 20 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 32 |
| Εικόνα 21 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 32 |
| Εικόνα 22 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 33 |
| Εικόνα 23 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 33 |
| Εικόνα 24 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 33 |
| Εικόνα 25 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 33 |
| Εικόνα 26 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 33 |
| Εικόνα 27 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 33 |
| Εικόνα 28 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 33 |
| Εικόνα 29 | Η δημιουργία του ταμιευτήρα  | 33 |
| Εικόνα 30 | Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ενός ταμιευτήρα                             | 34 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Εικόνα 31 | Η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου   | 35  |
| Εικόνα 32 | Η έξοδος της σήραγγας Λεονταρίου   | 37  |
| Εικόνα 33 | Η γέφυρα Κτιμένης  | 39  |
| Εικόνα 34 | Η τομή του φράγματος   | 40  |
| Εικόνα 35 | Ο δρόμος προσπέλασης προς τις κοινότητες της Πάνω και της Κάτω Κτιμένης                | 42  |
| Εικόνα 36 | Τα θυροφράγματα πριν και μετά την έμφραξη  | 43  |
| Εικόνα 37 | Η έξοδος της σήραγγας Λεονταρίου   | 47  |
| Εικόνα 38 | Είσοδος και έξοδος σήραγγας Λεονταρίου   | 46  |
| Εικόνα 39 | Είσοδος και έξοδος σήραγγας Λεονταρίου   | 46  |
| Εικόνα 40 | Από την κατασκευή του Έργου Καταστροφής Ενέργειας                                      | 47  |
| Εικόνα 41 | Άποψη του ταμιευτήρα.  | 48  |
| Εικόνα 42 | Άποψη του ταμιευτήρα.  | 48  |
| Εικόνα 43 | Φωτογραφίες του ταμιευτήρα, Ιούλιος 2005.  | 48  |
| Εικόνα 44 | Φωτογραφίες του ταμιευτήρα, Ιούλιος 2005.  | 48  |
| Εικόνα 45 | Φωτογραφίες του ταμιευτήρα, Ιούλιος 2005.  | 49  |
| Εικόνα 46 | Καμπύλες στάθμης-αποθέματος και στάθμης-επιφάνειας ταμιευτήρα Σμοκόβου                 | 52  |
| Εικόνα 47 | Καμπύλες στάθμης όγκου και στάθμης επιφάνειας του ταμιευτήρα Σμοκόβου                  | 54  |
| Εικόνα 48 | Η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη και οι υποδιαιρέσεις της σε υπολεκάνες                  | 56  |
| Εικόνα 49 | Η περιοχή έρευνας με τις λεκάνες απορροής  | 59  |
| Εικόνα 50 | Τα όρια των λεκανών απορροής ανάντη και κατόντη του φράγματος                          | 63  |
| Εικόνα 51 | Ο ποταμός Σμοκοβίτης   | 64  |
| Εικόνα 52 | Η περιοχή έρευνας με τον χάρτη των ισοϋψών και το ψηφιακό μοντέλου εδάφους της λεκάνης | 65  |
| Εικόνα 53 | Τα πετρώματα στην περιοχή έρευνας  | 80  |
| Εικόνα 54 | Οι βροχομετρικοί σταθμοί της περιοχής έρευνας  | 85  |
| Εικόνα 55 | Κατακρημνίσματα (P) σε mm στην περιοχή του Δομοκού                                     | 104 |
| Εικόνα 56 | Et σε mm στην περιοχή του Δομοκού.   | 104 |
| Εικόνα 57 | Κατακρημνίσματα και Et στην περιοχή του Δομοκού  | 105 |
| Εικόνα 58 | Κατακρημνίσματα και Et στην περιοχή του Δομοκού  | 105 |
| Εικόνα 59 | Απορροή (Q) σε mm  | 105 |



|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Εικόνα 60 | Κατακρημνίσματα και θερμοκρασία στην περιοχή του Δομοκού                            | 106 |
| Εικόνα 61 | Κατακρημνίσματα (P) σε mm στην περιοχή των Φουρνών                                  | 106 |
| Εικόνα 62 | Εt σε mm στην περιοχή των Φουρνών   | 106 |
| Εικόνα 63 | Κατακρημνίσματα και Εt στην περιοχή των Φουρνών                                     | 107 |
| Εικόνα 64 | Κατακρημνίσματα και Εt στην περιοχή των Φουρνών                                     | 107 |
| Εικόνα 65 | Απορροή (Q) σε mm   | 107 |
| Εικόνα 66 | Κατακρημνίσματα και θερμοκρασία στην περιοχή των Φουρνών                            | 108 |
| Εικόνα 67 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Ιανουάριο  | 108 |
| Εικόνα 68 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Φεβρουάριο | 108 |
| Εικόνα 69 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Μάρτιο     | 109 |
| Εικόνα 70 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Απρίλιο    | 109 |
| Εικόνα 71 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Μάιο       | 109 |
| Εικόνα 72 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Ιούνιο     | 110 |
| Εικόνα 73 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Ιούλιο     | 110 |
| Εικόνα 74 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Αύγουστο   | 110 |
| Εικόνα 75 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Σεπτέμβριο | 111 |
| Εικόνα 76 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Οκτώβριο   | 111 |
| Εικόνα 77 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Νοέμβριο   | 111 |
| Εικόνα 78 | Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Δεκέμβριο  | 112 |
| Εικόνα 79 | Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Ιανουάριο     | 112 |
| Εικόνα 80 | Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Φεβρουάριο    | 112 |
| Εικόνα 81 | Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το                                 | 113 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
|           | υψόμετρο τον μήνα Μάρτιο  |     |
| Εικόνα 82 | Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Απρίλιο   | 113 |
| Εικόνα 83 | Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Μάιο      | 113 |
| Εικόνα 84 | Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Οτώβριο   | 114 |
| Εικόνα 85 | Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Νοέμβριο  | 114 |
| Εικόνα 86 | Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Δεκέμβριο | 114 |
| Εικόνα 87 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ανάβρας)        | 118 |
| Εικόνα 88 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ανάβρας)        | 119 |
| Εικόνα 89 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ανάβρας)        | 119 |
| Εικόνα 90 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ανάβρας)        | 119 |
| Εικόνα 91 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ανάβρας)        | 120 |
| Εικόνα 92 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ανάβρας)        | 120 |
| Εικόνα 93 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ανάβρας)        | 120 |
| Εικόνα 94 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ανάβρας)        | 121 |
| Εικόνα 95 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ρεντίνας)       | 121 |
| Εικόνα 96 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ρεντίνας)       | 121 |
| Εικόνα 97 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ρεντίνας)       | 122 |
| Εικόνα 98 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς (Σταθμός Ρεντίνας)       | 122 |
| Εικόνα 99 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς                          | 122 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
|            | (Σταθμός Ρεντίνας)   |     |
| Εικόνα 100 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς<br>(Σταθμός Ρεντίνας)                   | 123 |
| Εικόνα 101 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς<br>(Σταθμός Ρεντίνας)                   | 123 |
| Εικόνα 102 | Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς<br>(Σταθμός Ρεντίνας)                   | 123 |
| Εικόνα 103 | Οι τιμές των «α» και «Κ» στον Σταθμό Ανάβρας   | 125 |
| Εικόνα 104 | Οι τιμές των «α» και «Κ» στον Σταθμό Ρεντίνας  | 126 |
| Εικόνα 105 | Καμπύλες διάρκειας-έντασης βροχοπτώσεων, για διάφορες<br>περιόδους επαναφορά (Σταθμός Ανάβρας) | 127 |
| Εικόνα 106 | Καμπύλες διάρκειας-έντασης βροχοπτώσεων ,για διάφορες<br>περιόδους επαναφορά(Σταθμός Ανάβρας)  | 128 |
| Εικόνα 107 | Καμπύλες διάρκειας-έντασης βροχοπτώσεων, για διάφορες<br>περιόδους επαναφορά(Σταθμός Ρεντίνας) | 128 |
| Εικόνα 108 | Καμπύλες διάρκειας-έντασης βροχοπτώσεων, για διάφορες<br>περιόδους επαναφορά(Σταθμός Ρεντίνας) | 129 |
| Εικόνα 109 | Μέρος της ορεινής περιοχής Σσμοκόβου   | 131 |
| Εικόνα 110 | Τα όρια των αρδευόμενων περιοχών   | 138 |
| Εικόνα 111 | Οι εκτάσεις που αρδεύονται με μόνιμο σωληνωτό δίκτυο   | 139 |
| Εικόνα 112 | Τροφοδοτικός αγωγός Φ800   | 141 |
| Εικόνα 113 | Τροφοδοτικός αγωγός Φ 600  | 142 |
| Εικόνα 114 | Από την τοποθέτηση Αγωγού Φ 1800   | 143 |
| Εικόνα 115 | Από την κατασκευή της σήραγγας Λεονταρίου  | 145 |
| Εικόνα 116 | Ετήσιες συρροές στη θέση του φράγματος   | 181 |
| Εικόνα 117 | Ετήσιες συρροές στη θέση του Κέδρου  | 181 |
| Εικόνα 118 | Ετήσιες απορροές στη θέση του Κέδρου   | 181 |

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Γενικά

Η παρούσα διατριβή με θέμα: «**Αειφορική Διαχείριση Υδατικού Περιβάλλοντος**», αναπτύχθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος στο Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θέμα της εργασίας είναι: «**Ολοκληρωμένη Διαχείριση του Υδάτινου Δυναμικού της Τεχνητής Λίμνης Σμοκόβου**», με επιβλέποντα τον Λέκτορα κ. Μάριο Σαπουντζή.

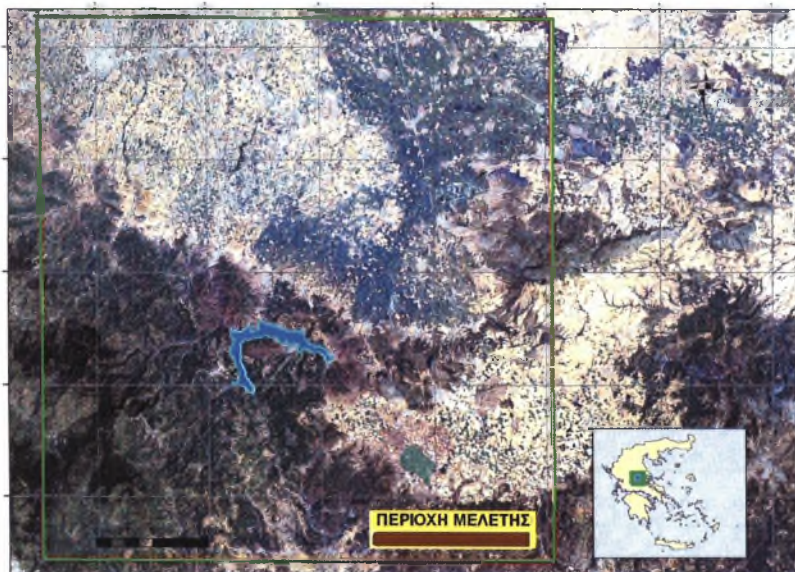
Αντικείμενο της, η υδρολογική περιγραφή των στοιχείων που συνθέτουν και διαμορφώνουν το υδατικό ισοζύγιο των λεκανών απορροής της Τεχνητής Λίμνης Σμοκόβου, η τεχνική περιγραφή του φράγματος, του ταμιευτήρα και των δεδομένων χρήσεως νερού, καθώς και ο προσδιορισμός και η καταγραφή των ποιοτικών και περιβαλλοντικών δεδομένων της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

**Κατά τη διεξαγωγή της μελέτης επιδιώχθηκαν οι παρακάτω σκοποί:**

1. Ο προσδιορισμός της λεκάνης τροφοδοσίας του ταμιευτήρα.
2. Η έρευνα του κλίματος της περιοχής και ιδιαιτέρως των βροχοπτώσεων.
3. Καταγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών του φράγματος και του ταμιευτήρα.
4. Προσδιορισμός του υδάτινου ισοζυγίου της περιοχής και του διαθέσιμου υδατικού φορτίου.
5. Η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων ζήτησης νερού και η καταγραφή τα ποιοτικών και περιβαλλοντικών δεδομένων.

Στην περιοχή μελέτης, έχουν ήδη πραγματοποιηθεί ή προγραμματίζονται τα εξής:

1. Ολοκλήρωση του φράγματος Σμοκόβου (που θα εξυπηρετεί κατά κύριο λόγο αρδευτικές ανάγκες), από το οποίο θα αρδεύεται δεσπόζουσα έκταση 252.600 στρεμμάτων, περίπου. Προβλέπεται να λαμβάνεται κάθε χρόνο ποσότητα της τάξης των  $114 \times 10^6 \text{ m}^3$  νερού, με την οποία θα είναι δυνατή η άρδευση έκτασης περί των 232.000 στρεμμάτων, καθαρής γεωργικής γης. Σημειώνεται ακόμη, ότι, εξετάζεται από το ΥΠΕΧΩΔΕ και η περίπτωση επέκτασης των αρδεύσεων σε τμήμα της δυτικής πλευράς του έργου συνολικής έκτασης 50.000 στρεμμάτων, περίπου.
2. Έχει ενταχθεί στο δεύτερο Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης, η επαναδημιουργία μέρους της λίμνης Κάρλας, απ' όπου θα υπάρξει η δυνατότητα άρδευσης περίπου 185.000 στρεμμάτων στους Νομούς



Εικόνα 1: Τα όρια περιοχής έρευνας (Ε.Μ.Π., 2006)

Βόλου - Λάρισας, και

3. Προωθείται η κατασκευή του φράγματος στο Παλιοδερλί στην περιοχή Φαρσάλων Λάρισας που θα αρδεύει άλλες 70.000 στρέμματα. Επίσης



προβλέπεται να γίνει και μια σειρά μικρότερων φραγμάτων, όπως, τα φράγματα Γυρτώνης - Αμυδαλιάς - Τερψιθέας στον Νομό Λάρισας, χωρίς εκτροπή Αχελώου, που θα εξυπηρετήσουν 125.000 στρέμματα, του Τιάνου στο όρος Τίτανος του Νομού Τρικάλων, που θα εξυπηρετήσει άλλα 20.000 στρέμματα. κ.α.

Σύμφωνα με την Μελέτη Morgan - Grenfell, 1988, η ολική ετήσια επιφανειακή απορροή, για τις πέντε λεκάνες απορροής της Θεσσαλίας, συμπεριλαμβανομένης και της συμμετοχής των πηγών υπογείων υδάτων, εκτιμάται σε  $3.253 \times 10^6 \text{ m}^3$  και κατανέμεται όπως φαίνεται στους πίνακες 1,2,3 και 4.

**Πίνακας 1:** Οι λεκάνες απορροής στην Θεσσαλία

| ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ | Εκατομ. $\text{m}^3/\text{έτος}$ |
|------------------|----------------------------------|
| ΠΗΝΕΙΟΣ          | 3.056                            |
| ΚΑΡΛΑ            | 69                               |
| ΑΛΜΥΡΟΣ          | 47                               |
| ΔΥΤ. ΠΗΛΙΟ       | 14                               |
| ΑΝΑΤ. ΠΗΛΙΟ      | 67                               |
| Σύνολο           | 3.253                            |

**Πίνακας 2:** Ο αριθμός των γεωτρήσεων στη Θεσσαλία

| ΕΤΟΣ | ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ | ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΥΞΗΣΗ |
|------|------------|-------------------|
| 1974 | 30         | -                 |
| 1978 | 575        | 1816%             |
| 1985 | 1065       | 85%               |

**Πίνακας 3:** Οι αρδευόμενες εκτάσεις στη Θεσσαλία τα έτη 1977 και 1983

|   | Στοιχεία 1977 | Στοιχεία 1983 | Ποσοστό αύξησης |
|---|---------------|---------------|-----------------|
| Αρδευόμενη έκταση Θεσσαλίας (στρέμματα) | 1.050.000     | 1.500.000     | 42,85%          |

**Πίνακας 4:** Οι αρδευόμενες εκτάσεις στη Θεσσαλία τα έτη 1991 και 1994

|   | Στοιχεία 1991 | Στοιχεία 1994 | Ποσοστό αύξησης |
|---|---------------|---------------|-----------------|
| Γεωργική γη (στρέμματα)                 | 3.152.000     | 3.441.300     | 9,2%            |
| Αρδευόμενη έκταση Θεσσαλίας (στρέμματα) | 1.672.000     | 2.424.475     | 45,0%           |



## 1.2. Περιοχή μελέτης

Η περιοχή έρευνας περιλαμβάνει τη λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα Σμοκόβου και την περιοχή ανάπτυξης των σχετικών αρδευτικών έργων. Έχει έκταση 750 Km<sup>2</sup> και εκτείνεται στους Νομούς Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας (Εικ. 2 και 3).

Για την ορθολογική διαχείριση του ταμιευτήρα, το ενδιαφέρον εστιάζεται αφενός στις υδρολογικές εισροές (προσφορά νερού) και αφετέρου στις χρήσεις νερού και τις υδατικές ανάγκες (ζήτηση νερού). Η προσφορά προέρχεται ανάντη του φράγματος, από την απορροή των υπολεκανών (Ρεντινιώτη και Ονόχωνου), ενώ η ζήτηση καθορίζεται από το επίπεδο ανάπτυξης των κατάντη αρδευτικών



Εικόνα 2: Η Θεσσαλία με τους γειτονικούς της Νομούς.

έργων, καθώς και από τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις για την διατήρηση μόνιμης ροής στην κοίτη του Σοφαδίτη και στα όρια της λίμνης. Κατά συνέπεια, η περιοχή μελέτης μπορεί να χωρισθεί σε δύο τμήματα. Στο πρώτο τμήμα το

οποίο ενδιαφέρει από υδρολογική σκοπιά για την εκτίμηση των εισροών στον ταμιευτήρα και στο δεύτερο, το οποίο ενδιαφέρει από διαχειριστική σκοπιά για την μελέτη, δηλαδή των χρήσεων που εξυπηρετούνται από τους υδατικούς πόρους του ταμιευτήρα.

Η περιοχή υδρολογικού ενδιαφέροντος ορίζεται από την λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη, ανάντη του υδρομετρικού σταθμού Κέδρου, η οποία ουσιαστικά είναι και η μόνη θέση συστηματικού ελέγχου των επιφανειακών υδατικών πόρων της περιοχής. Ο υδρομετρικός αυτός σταθμός βρίσκεται κατάντη του φράγματος και κατά συνέπεια ελέγχει ένα ευρύτερο τμήμα σε σχέση πάντα με αυτό το οποίο συνεισφέρει μέσω της επιφανειακής απορροής, στην τροφοδοσία του ταμιευτήρα. Ο τελευταίος, δέχεται τις εισροές δύο κύριων υδατορευμάτων, του Ονόχωνου και του Ρεντινιώτη, λίγο μετά την συμβολή των οποίων έχει κατασκευασθεί το φράγμα.

Οι λεκάνες απορροής των δύο υδατορευμάτων διαφοροποιούνται ως προς τα υδρολογικά χαρακτηριστικά τους και η διερεύνηση της επιμέρους διαίτάς τους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Ειδικότερα, η υπολεκάνη του Ονόχωνου, η οποία ενισχύεται από τις εκροές του οροπεδίου της Ξυνιάδας, αποτελεί ένα διαταραγμένο σύστημα, όχι μόνο επειδή κατά την αρδευτική περίοδο η έξοδος της αποστραγγιστικής τάφρου φράσσεται, αλλά και λόγω των επιβαρυσμένων ρυπαντικών φορτίων, τα οποία προέρχονται από την έκπλυση των αρδευτικών εκτάσεων, υποβαθμίζοντας με τον τρόπο αυτό την ποιοτική κατάσταση των νερών του ταμιευτήρα.

### **1.3. Η τεχνητή λίμνη**

Η Τεχνητή Λίμνη Σμοκόβου, βρίσκεται σε απόσταση 30 Km Νοτίως- ΝΑ της Καρδίτσας και 25 Km Νοτίως των Σοφάδων, στην θέση «Παλιοσταλός»,

στην περιοχή των κοινοτήτων Λουτροπηγής και Κτιμένης του Νομού Καρδίτσας, λίγο μετά στη συμβολή των παραποτάμων του Ονόχωνου, γνωστού και ως Πενδάμη, Κτιμενιώτη, Κουμαρορέματος ή Πεναταμύλη και του Ρεντινιώτη, γνωστού και ως Πατιώτη, που ενισχύεται από τα υδατορεύματα της Παπούσας και του Τασορέματος. Σκοπός της δημιουργίας του είναι η συλλογή των νερών από τις λεκάνες απορροής των παραποτάμων αυτών για την άρδευση δεσπόζουσας έκτασης 252.600 στρεμμάτων, περίπου, σε πεδινές περιοχές των Νομών Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας, με αναλογία 15:8:1, περίπου. Ακόμη, προβλέφθηκε διάταξη συνεχούς παροχής νερού  $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$  προς την κοίτη του ποταμού Σοφαδίτη για περιβαλλοντικούς λόγους (εμπλουτισμός κατάντη υδροφορίας).

Ο ταμιευτήρας βρίσκεται σε υψόμετρο 380 m, σε περιοχή μέσης βλάστησης, με ανθρώπινες δραστηριότητες, που δεν προκαλούν σημαντική ρύπανση των νερών. Έτσι, μπορεί να συμβάλλει στην τουριστική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, στη δημιουργία εκτάσεων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αναψυχής, αθλητικών εγκαταστάσεων και πιθανώς στην ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας.

Είναι γνωστό ότι για την εξυπηρέτηση των αρδευτικών, υδρευτικών και περιβαλλοντικών αναγκών της Θεσσαλίας, από το 1994 επανασχεδιάσθηκε συνολικώς και ολοκληρωμένα, η ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων της Θεσσαλίας, η οποία διασφαλίζει την Ανάπτυξη, την Ανασυγκρότηση και Ανάδειξη κρίσιμων οικοσυστημάτων της.

Αυτή η Ορθολογική Διαχείριση είναι η απάντηση στην μέχρι τώρα αλόγιστη και σπάταλη διαχείριση των υδάτινων πόρων και των αποθεμάτων του υδροφόρου ορίζοντα, η οποία σπατάλη, εγκλώβιζε και καταδίκαζε τη Θεσσαλία

στον αργόσυρτο θάνατο της ερήμωσης, της υπανάπτυξης, της φτώχειας και της πληθυσμιακής συρρίκνωσης. Συνδέεται ακόμη άρρηκτα με το μοντέλο αγροτικής παραγωγής και με την αναγκαιότητα της αναδιάρθρωσης των αγροτικών καλλιεργειών.

Τα έργα του Σμοκόβου είναι κατ' εξοχήν αναπτυξιακά. Ενισχύουν τη συγκεκριμένη περιοχή και συμβάλλουν σημαντικά στην επίλυση των προβλημάτων άρδευσης και ύδρευσης. Ταυτοχρόνως, εμπλουτίζουν τον Πηνειό ποταμό, στοχεύοντας στην επαναφορά της οικολογικής ισορροπίας στη Θεσσαλία, στην ανάκαμψη του υπόγειου υδροφορέα και στην αντιμετώπιση του κινδύνου ερήμωσης που ξεπροβάλλει. Επιπλέον, η τεχνητή λίμνη (ανάλογη της γειτονικής λίμνης Πλαστήρα), εφαπτόμενη των ιστορικών Λουτρών Σμοκόβου και των ιαματικών πηγών Καΐτσα, εκτιμάται ότι θα συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη και της ορεινής περιοχής.



**Εικόνα 3:** Ο Νομός της Καρδίτσας στον οποίο ανήκει η τεχνητή Λίμνη.

#### 1.4. Η κατασκευή του έργου

Ο ταμιευτήρας Σμοκόβου καταλαμβάνει την ευρύτερη περιοχή των πηγών του ποταμού Σοφαδίτη. Συγκεκριμένα, βρίσκεται λίγο μετά την συμβολή των δύο από τα τρία κύρια υδατορεύματα που τον τροφοδοτούν. Ο προϋπολογισμός για την κατασκευή του έργου, αρχικώς ήταν 3.300.000.000 δρχ. (9.694.477 ΕΥΡΩ) και η δημοπράτηση του έγινε στις 10-12-1984. Από την αξιολόγηση των προσφορών, μειοδότης αναδείχθηκε η Κοινοπραξία "ΤΕΓΚ Α.Ε. - ΠΑΝΤΕΧΝΙΚΗ ΑΕ - Κ.Ι. ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΕ.

Το εργολαβικό συμφωνητικό υπογράφηκε στις 5 Απριλίου 1985, για ποσό 2.075.963.261 δρχ. (6.098.600 ΕΥΡΩ) και η εγκατάσταση των συνεργείων κατασκευής άρχισε στις 24 Απριλίου 1985, με ημερομηνία περάτωσης των εργασιών την 1<sup>η</sup> Απριλίου 1988. Οι προς εκτέλεση εργασίες, στα πλαίσια της παραπάνω σύμβασης, ήταν σε γενικές γραμμές οι εξής:

1. Εργασίες αποψίλωσης και εκχέρσωσης της περιοχής για τα διάφορα τμήματα του έργου.
2. Εκτροπή, έλεγχος και απομάκρυνση των υδάτων στη διάρκεια της κατασκευής, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής κύριων και βοηθητικών προφραγμάτων, προχωμάτων και προστατευτικών έργων.
3. Κατασκευή του κυρίως λιθόρριπτου Φράγματος, συμπεριλαμβανομένης της προμήθειας και τοποθέτησης οργάνων μετρήσεων.
4. Εμφράξεις (εισόδου σήραγγας εκτροπής, εκκενωτή πυθμένα), με τις συναφείς εργασίες.
5. Κατασκευή σηράγγων αποστράγγισης και τσιμεντενέσεων.
6. Κατασκευή εκχειλιστή.
7. Κατασκευή έργων οδοποιίας.



### 1.5. Ιστορικό λειτουργίας ταμιευτήρα

Η πλήρωση του ταμιευτήρα ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2002. Στο Μητρώο για την μελέτη και κατασκευή του έργου, καταγράφεται η ημερησία διακύμανση της στάθμης και πληροφορίες σχετικά με την ρύθμιση των εκροών, δηλαδή την περιβαλλοντική παροχή κατάντη του φράγματος (Εικ, 4) και την αρδευτική απόληψη, μέσω της σήραγγας Λεονταρίου. Επισημαίνεται, ότι τα στοιχεία της περιόδου 2002 - 2004, προέρχονται από τον εργολάβο και είναι ελλιπή σε ότι αφορά στις εκροές (περιβαλλοντική παροχή).



**Εικόνα 4:** Το φράγμα και μέρος του ταμιευτήρα της τεχνητής λίμνης Σμοκόβο μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής τους ([www.empedos.gr](http://www.empedos.gr)).

Η αρχική πλήρωση του ταμιευτήρα ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2003, οπότε, η στάθμη ανέβηκε από τα 292,50 στα 364,00 m, περίπου, κάτι που αντιστοιχεί σε μικτό απόθεμα  $158 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Στη συνέχεια ξεκίνησε μια περίοδος ελέγχου της λειτουργίας της σήραγγας εκτροπής, η οποία κράτησε μέχρι τα τέλη του 2003, διάστημα στο οποίο επιτρεπόταν παροχή 2,0 - 2,5  $\text{m}^3/\text{s}$ , κατάντη. Εξάριση αποτελεί το διάστημα από τις 16 Σεπτεμβρίου 2003 έως και τις 13 Οκτωβρίου 2003, στο οποίο έγινε δοκιμή της λειτουργίας των θυροφραγμάτων



του εκκενωτή πυθμένα, με παροχή εκροής  $23 \text{ m}^3/\text{s}$ . Στο χρονικό αυτό διάστημα, η στάθμη του ταμιευτήρα μειώθηκε από τα 360,15 στα 328,58 m.

Για το έτος 2004, δεν υπάρχουν στοιχεία σχετικώς με την ρύθμιση της περιβαλλοντικής παροχής. Η Ε.Υ.Δ.Ε. Σμοκόβου, όμως, εκτιμά ότι αφέθηκε σταθερή εκροή, της τάξης των  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , από τις αρχές του καλοκαιριού (Ιούνιος), μέχρι τα τέλη Δεκεμβρίου, ενώ στην αιχμή της αρδευτικής περιόδου (Ιούλιος, Αύγουστος), η παροχή αυτή αυξήθηκε στα  $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , εξυπηρετώντας του καλλιεργητές κατά μήκος του Σοφαδίτη.

Από το 2005, τα δεδομένα λειτουργίας του ταμιευτήρα συλλέγονται από την Ε.Υ.Δ.Ε. Σμοκόβου, και είναι πιο αναλυτικά. Η περιβαλλοντική παροχή στο διάστημα από τις 4 Μαΐου 2005 έως τις 28 Νοεμβρίου 2005, κυμάνθηκε από 1,0 έως  $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Στις αρχές Ιουνίου, οπότε και ολοκληρώθηκε η κατασκευή μέρους του αρδευτικού δικτύου, ξεκίνησε δοκιμαστικώς η υδροδότηση του, μέσω της σήραγγας Λεονταρίου. (Παράσχης Κ., Ιούλιος 2005, προσωπική συνέντευξη).

Ειδικότερα, στο διάστημα από τις 13 Ιουνίου 2005 έως τις 20 Σεπτεμβρίου 2005, δόθηκαν στο δίκτυο παροχές έως και  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  και στο σύνολο  $17,1 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Με γνωστά, την ημερήσια καταγραφή της στάθμης και τα δεδομένα απολήψεων, δημιουργήθηκαν το ημερήσιο και μηνιαίο ισοζύγιο εισροών - παροχών του ταμιευτήρα, το οποίο βασίζεται στην σχέση:

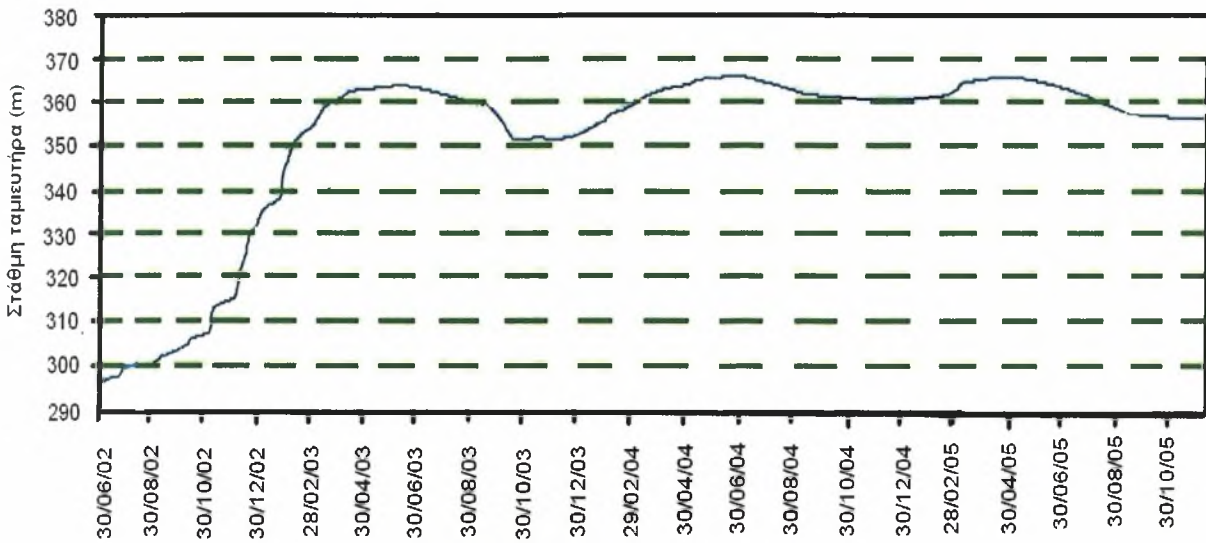
$$S_{t+1} = S_t + I_t - R_t - W_t$$

όπου  $S_t$  και  $S_{t+1}$  το απόθεμα του ταμιευτήρα στην αρχή και το πέρας του χρονικού βήματος (ημέρα ή μήνας),  $I_t$  οι καθαρές υδρολογικές εισροές στον ταμιευτήρα,  $R_t$  η εκροή κατάντη του φράγματος και  $W_t$  η απόληψη μέσω της σήραγγας Λεονταρίου. Όλα τα μεγέθη δίνονται σε μονάδες όγκου ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

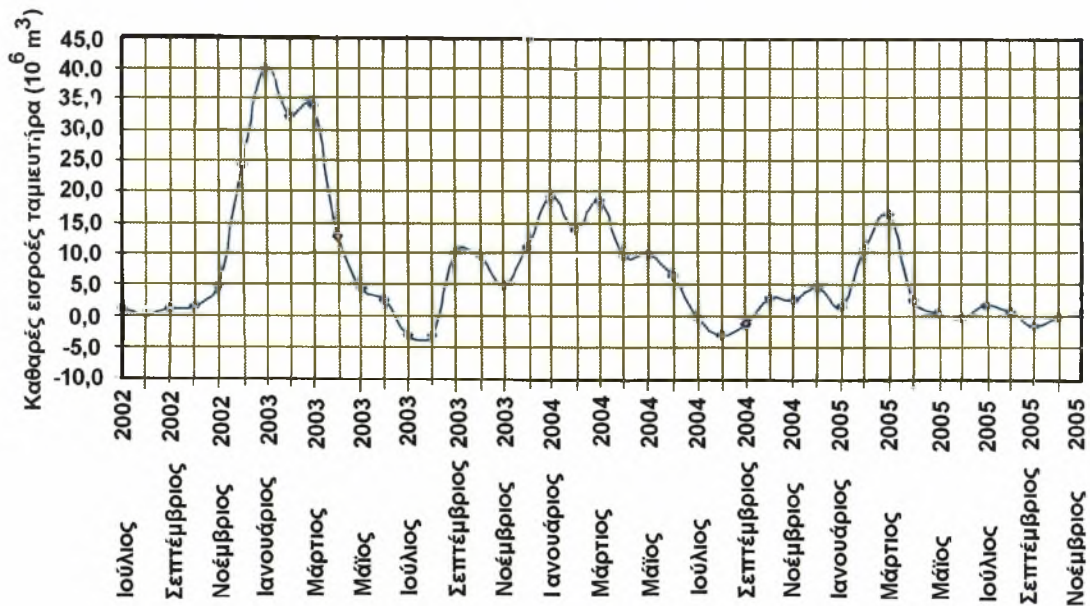
Το εκάστοτε απόθεμα υπολογίζεται μέσω της γνωστής στάθμης, με την χρήση λογαριθμικής παρεμβολής μεταξύ των γνωστών τιμών του πίνακα 5. Μοναδικός άγνωστος της εξίσωσης ισοζυγίου είναι οι καθαρές υδρολογικές εισροές, οι οποίες αναφέρονται στην φυσική προσφορά νερού, λόγω της απορροής των ανάντη λεκανών (Ονόχωνου, περιλαμβανομένων των απορροών της Ξυνιάδας και του Ρεντινιώτη) και της βροχόπτωσης στην επιφάνεια του ταμιευτήρα, αφαιρουμένων φυσικά των απωλειών λόγω εξάτμισης.

Την θερινή περίοδο που η απορροή και η βροχόπτωση είναι πολύ μικρές ή μηδενικές, ενώ, αντιθέτως, έχουμε την μέγιστη εξάτμιση, οι καθαρές εισροές στον ταμιευτήρα προκύπτουν αρνητικές (οι εισροές είναι μικρότερες των απολήψεων). Κάτι τέτοιο, ενδεχομένως να οφείλεται σε υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση των απολήψεων, ιδιαίτερος την περίοδο για την οποία δεν υπάρχουν στοιχεία. Υπάρχει, ωστόσο, το ενδεχόμενο να οφείλεται και σε υπόγειες διαφυγές νερού, («EW», 1970).

Η μελέτη αυτή (Ε.Μ.Π., 2006), δέχεται συνολικές απώλειες αρδευτικού νερού, της τάξης των  $5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/έτος, λόγω διαφυγών από το φράγμα, από την σήραγγα εκτροπής και από τα τοιχώματα της δεξαμενής. Με την επεξεργασία των πρωτογενών υδρολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων, είναι δυνατός ο αναλυτικός υπολογισμός της προσπίπτουσας βροχόπτωσης στον ταμιευτήρα και των απωλειών λόγω εξάτμισης, οπότε δίνονται και ακριβέστερες εκτιμήσεις σχετικά με τις εισροές λόγω απορροής, αλλά και των ενδεχόμενων απωλειών λόγω διαφυγών από τον ταμιευτήρα. Επειδή, το έτος 2002-2003, ήταν πολύ πλούσιο σε κατακρημνίσματα είχε ως αποτέλεσμα την γρήγορη πλήρωση του ταμιευτήρα (Εικ. 5 και 6).



Εικόνα 5: Διακύμανση της στάθμης του ταμιευτήρα στο διάστημα 30/06/2002 έως 13/12/2005 ( Ε.Μ.Π., 2006).



Εικόνα 6 : Οι μηνιαίες καθαρές εισροές στον ταμιευτήρα Σμοκόβου (Ε.Μ.Π., Ιανουάριος 2006).

Ειδικότερα, τον Ιανουάριο του 2003, οι εισροές έφθασαν τα  $40 \times 10^6$   $m^3$ , ενώ το επόμενο υδρολογικό έτος, ήταν πολύ λιγότερες. Το έτος 2004-2005, καθώς και οι πρώτοι μήνες του υδρολογικού έτους 2005-2006, χαρακτηρίζονται ιδιαίτερως ξηροί, κάτι που συνεπάγεται πτώση της στάθμης κάτω από τα επίπεδα των 360 m.

**Η δημιουργία του ταμιευτήρα**  
(Εικ. 7 - 29, Αρχείο Ιωάννη Σπυριδώνη, τοπογράφου – μηχανικού).



**Εικόνα 7 :** Άποψη της περιοχής πριν την έμφραξη. Φαίνονται το πρόφραγμα που δημιουργήθηκε για να συγκρατεί τα νερά των δύο ποταμών, ώστε να είναι δυνατή η κατασκευή του φράγματος (26/04/2002).

**Εικόνα 8 :** Τοποθέτηση θυροφραγμάτων στη σήραγγα εκτροπής που δημιουργήθηκε για να οδηγεί τα νερά των ποταμών Ρενινιώτη και Ονόχωνου στον ποταμό Σοφαδίτη, παρακάμπτοντας την περιοχή όπου γινόντουσαν οι εργασίες κατασκευής του φράγματος (20/6/2002).



**Εικόνα 9 :** Η έμφραξη της σήραγγας εκτροπής με το κατέβασμα των χαλύβδινων θυρών (υψόμετρο 294 m). Τα νερά των ποταμών έχουν ήδη αρχίσει να συγκεντρώνονται σχηματίζοντας την λίμνη (1/7/2002).





**Εικόνες 10, 11 και 12 :** Τρεις φωτογραφίες που λήφθηκαν από το ίδιο σημείο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (29/06/02, 02/10/02 και 22/11/02), που δείχνουν σταδιακά τη διαδικασία εμπλουτισμού του ταμιευτήρα.



**Εικόνες 13 και 14 :** Τρεις μέρες αργότερα αρχίζει να σχηματίζεται ο ταμιευτήρας. Στην δεξιά φωτογραφία, διακρίνεται η στήλη μέτρησης της στάθμης του νερού (4/7/2002).



**Εικόνα 15 :** Η θέα από τη γέφυρα Κτιμένης, όπου το νερό δεν έχει φθάσει ακόμη. Στο βάθος διακρίνεται ο ταμιευτήρας(14/01/2003).



**Εικόνα 16 :** Περιοχή Κτιμένης, έξι μήνες μετά. Διακρίνονται, ο όγκος του νερού που συσσωρεύθηκε. Στο βάθος η κοινότητα Κτιμένη (22/12/2002).

**Εικόνα 17 :** Περιοχή φράγματος, ένα χρόνο αργότερα. Ο ταμιευτήρας σχηματίσθηκε μετά τις πολλές βροχές του προηγούμενου χειμώνα. Αριστερά, στην άκρη του φράγματος φαίνεται η υπερχειλίση. Προβλέπεται μόνιμη παροχή 2 m<sup>3</sup>/s νερού το καλοκαίρι, για οικολογικούς σκοπούς (28/06/2003).







**Εικόνα 18** : Περιοχή φράγματος. Το νερό έχει φθάσει στα 367 m. Η υπερχείλιση του φράγματος που διακρίνεται αριστερά βρίσκεται στα 375 m (25/05/2004).

**Εικόνα 19** : Περιοχή Σμοκόβου (Λουτροπηγή). Ο ταμιευτήρας σε πλήρη σχηματισμό. Το νερό, έχει φθάσει κάτω από το χωριό (25/05/2004).



**Εικόνα 20** : Η περιοχή της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου, εξελίσσεται πλέον σε απείρου κάλλους και περιβαλλοντικής αξίας τόπο (25/05/2004).



**Εικόνα 21** : Η περιοχή της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου, εξελίσσεται πλέον σε απείρου κάλλους και περιβαλλοντικής αξίας τόπο (25/05/2004).



**Εικόνες 22,23,24,25,26,27,28, και 29** : Η ανατολική πλευρά του ταμιευτήρα (Περιοχή Κτιμένης- Λουτροπηγής, (προσωπικό αρχείο, 25 Ιουνίου 2005).

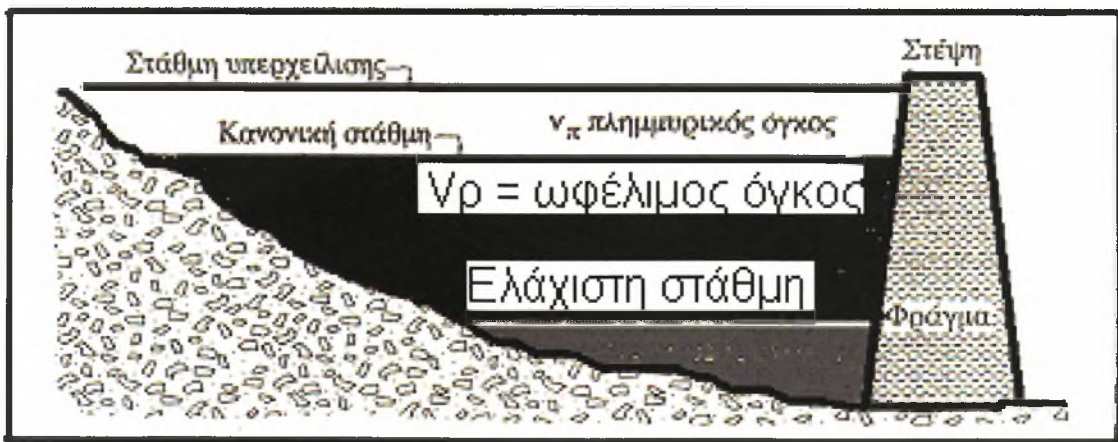


## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου

Το Φράγμα Σμοκόβου κατασκευάστηκε στο χρονικό διάστημα 1985–2003, εξολοκλήρου από ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες, εκτός από την προμήθεια των Θυροφραγμάτων υψηλής πίεσης, που κατασκευάστηκαν από τη γερμανική εταιρεία «MAN».

Με την ολοκλήρωση των εμφράξεων σχηματίστηκε ο ταμιευτήρας, αφού προηγουμένως ολοκληρώθηκε η κατασκευή της σήραγγας Λεονταρίου και πραγματοποιήθηκαν και οι άλλες εμφράξεις του ταμιευτήρα. Η στέψη του φράγματος, βρίσκεται σε υψόμετρο 382 m, έχει πλάτος 11 m και το ύψος της από την θεμελίωση είναι 104 m. Το μήκος στέψης είναι 456 m, με συνολικό όγκο, μαζί με το πρόφραγμα,  $3,6 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Εικ. 30).



Εικόνα 30: Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ενός ταμιευτήρα.

Ο Ταμιευτήρας, στην ανώτατη στάθμη του, έχει έκταση 8,4 Km<sup>2</sup>. Ανώτατη στάθμη υδροληψίας είναι τα 375 m και κατώτατη τα 331 m. Το μέγιστο απόθεμα του ανέρχεται στα  $237,6 \times 10^6 \text{ m}^3$  και ο νεκρός όγκος του (ελάχιστη στάθμη), είναι  $28,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ , επομένως ο καθαρός ωφέλιμος όγκος ανέρχεται σε  $209,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ , από τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν  $137 \times 10^6 \text{ m}^3$  ετησίως, για άρδευση.





Εικόνα 31: Η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου.



Αποτελείται από αργιλικό πυρήνα, δύο ζώνες ηθμών (φίλτρων) ανάντη και λιθόρριπτα εκατέρωθεν σώματα στήριξης. Τα μεγέθη αυτά υπολογίζονται με βάση την επίκαιρη καμπύλη στάθμης-αποθέματος, η κατασκευή της οποίας περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.3. Η προσαγωγός σήραγγα Λεονταρίου έχει μήκος 4.120 m, διάμετρο 3 m και μέγιστη παροχή λειτουργίας 25 m<sup>3</sup>/s. Στην έξοδό της μελετάται η δημιουργία Υδροηλεκτρικού Σταθμού (ΥΗΣ) της ΔΕΗ της τάξης των 9 έως 11 MW.

Τα νερά που αποθηκεύονται στον ταμιευτήρα, θα χρησιμοποιηθούν και για την ύδρευση 50, περίπου, χωριών της Καρδίτσας, ενώ κατευθυνόμενα προς τον κάμπο θα εμπλουτίζουν τον υπόγειο υδροφορέα.

## 2.2. Κύρια μέρη του έργου

Για τη δημιουργία του ταμιευτήρα της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου, κατασκευάστηκε λιθόρριπτο Φράγμα συνολικού όγκου 3,5X10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, περιλαμβανομένων του κυρίως προφράγματος και των συναφή έργων, (σήραγγα εκτροπής, σήραγγες προσπέλασης και αποστράγγισης, εκχειλιστής και εκκενωτής πυθμένα). Έχει ύψος από τη θεμελίωση 100 m και μήκος στέψης 460 m.

Η σήραγγα εκτροπής έχει μήκος 617 m, είναι πεταλοειδούς διατομής διαμέτρου 5 m, με υψόμετρο εισόδου 292,5 m και εξόδου 279 m, πλημμύρα σχεδιασμού 1080 m<sup>3</sup>/s και μέγιστη παροχή 335 m<sup>3</sup>/s.

Μετά την έμφραξη της, η σήραγγα εκτροπής χρησιμοποιείται και ως εκκενωτής πυθμένα. Το στόμιο της υδροληψίας του εκκενωτή βρίσκεται σε υψόμετρο 322 m και συνδέεται με τη σήραγγα εκτροπής μέσω κεκλιμένης κυκλικής σήραγγας διαμέτρου 4 m και μήκους 40 m. Στην περιοχή των θυροφραγμάτων της σήραγγας εκτροπής, βρίσκεται ο θάλαμος χειρισμού

θυροφραγμάτων στον οποίο καταλήγει σήραγγα προσπέλασης μήκους 200 m, με κατά μήκος κλίση, 8%. Ο χρόνος εκκένωσης του φράγματος υπολογίζεται σε 20 έως 30 ημέρες. Έχουν προβλεφθεί ακόμη, θάλαμος θυροφραγμάτων και κεκλιμένη σήραγγα προσπέλασης στο θάλαμο θυροφραγμάτων, που ξεκινά από την στέψη του φράγματος (Ε.Ε.Δ.Υ.Π.,1995).



**Εικόνα 32 :** Η έξοδος της σήραγγας Λεονταρίου (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος- μηχανικός).

Επειδή από το πρόγραμμα γεωερευνητικών εργασιών, προέκυψε, ότι, ο βράχος σε βάθος κάτω από τα 40 m είναι αρκετά αδιαπέρατος, κατασκευάσθηκε κουρτίνα τσιμεντενέσεων, μέχρι βάθος 40 m.

Στο ανατολικό αντέρεισμα τοποθετήθηκε ανοικτός υπερχειλιστής πλάτους 8 m, κλίσης 52% και μήκους 250 m. Το υψόμετρο στην στέψη του εκχειλιστή είναι 375 m και στην έξοδο του 279 m. Σχεδιάσθηκε για πλημμύρα με περίοδο επαναφοράς 1:5000, όγκο πλημμύρας  $55,7 \times 10^6 \text{ m}^3$  και παροχή αιχμής  $2.071 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Στον υπερχειλιστή δεν κατασκευάσθηκαν θυροφράγματα. Ακόμη, λόγω της μικρής παροχής και της καλής ποιότητας πετρωμάτων, δεν απαιτήθηκε



λεκάνη καταστροφής ενέργειας. Για την καλύτερη μελέτη του, κατασκευάσθηκε και μελετήθηκε από το Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.), η συμπεριφορά σχετικού υδραυλικού ομοιώματος. Για την παρακολούθηση οριζοντίων και κατακόρυφων μετακινήσεων, την πίεση πόρων της αργίλου, του υδροφόρου ορίζοντα και των σεισμικών δονήσεων, τοποθετήθηκαν στο σώμα του φράγματος, αλλά και σε χαρακτηριστικά σημεία της περιοχής, 50 περίπου όργανα σχετικών μετρήσεων.

Όλων των παραπάνω κατασκευών προηγήθηκε (το χρονικό διάστημα 1983 -1985), η κατασκευή του δρόμου προσπέλασης από την επαρχιακή οδό 22, μέχρι τον τόπο του έργου, μήκους 7 Km.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής του κυρίως Φράγματος, προέκυψε η ανάγκη κατασκευής συμπληρωματικών εργασιών, μη προβλεπομένων στο αρχικό σχεδιασμό, αλλά απαραίτητων για την αρτιότητα του κυρίως έργου (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

## **2.2.1. Σήραγγα αποστράγγισης στο ανατολικό αντέρεισμα**

### **2.2.1.1 Σήραγγα ανατολικού αντερείσματος**

Έχει μήκος 370.5 m, επενδεδυμένη διατομή δυο τμημάτων, ενός ορθογωνικού 1,55Χ2,50 m και ενός ημικυκλικού ακτίνας 1,25 m, κατά μήκος κλίση 5% και στο αριστερό μέρος του πυθμένα έχει τάφρο ορθογωνικής διατομής, η οποία χρησιμεύει για τη συλλογή και απαγωγή των νερών από την αποστράγγιση. Το πάχος της επένδυσης είναι 25 cm. Στο "τυφλό" πέρας της, έχει κατακόρυφο μεταλλικό σωλήνα εξαερισμού μήκους 66 m και διαμέτρου 127 mm (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

### 2.2.1.2 Σήραγγα δυτικού αντερείσματος

Έχει μήκος 221,12 m, επενδεδυμένη διατομή δυο τμημάτων, ενός ορθογωνικού 4X2 m και ενός ημικυκλικού ακτίνας 2 m και κατά μήκος κλίση 7,2%. Το πάχος της επένδυσης είναι 25 cm. Στη συμβολή της με τη σήραγγα εκτροπής, σχηματίζει το Θάλαμο Χειρισμού Θυροφραγμάτων.

Λόγω ύπαρξης γεωλογικού ρήγματος στο ανατολικό αντέρεισμα του Φράγματος, κρίθηκε απαραίτητη η κατασκευή αποστραγγιστικής σήραγγας για την ανακούφιση του αντερείσματος από τις υδροστατικές πιέσεις των υπογείων υδάτων. Συγχρόνως, η σήραγγα αυτή αποτελεί και πρόσβαση στην κουρτίνα τσιμεντενέσεων για τυχόν μελλοντική ενίσχυσή της και γενικά για την αντιμετώπιση οποιουδήποτε προβλήματος διαρροής κατά την πλήρωση του ταμιευτήρα, αλλά και κατά τη γενικότερη λειτουργία της τεχνητής λίμνης.

### 2.2.2. Εκχειλιστής

Ο υπερχειλιστής βρίσκεται στο ανατολικό αντέρεισμα και αποτελείται από ανοιχτή διώρυγα, χωρίς θυροφράγματα εισόδου, με κλίση 51,75%, συνολικού μήκους 252,79 m, εκ των οποίων τα 97,34 m, είναι το έργο εισόδου, τα 121,37 m, αποτελούν την κυρίως διώρυγα και τα 34,08 m, το έργο αναπήδησης και την λεκάνη καταστροφής ενέργειας. Η κυρίως διώρυγα έχει ορθογωνική διατομή πλάτους 8 m και ύψους 3 m. Αρχίζει από το υψόμετρο των 375 m και καταλήγει



**Εικόνα 33 :** Η γέφυρα Κτιμένης πριν την κατασκευή του αναχώματος προσπέλασης (φωτ. Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός).



στο υψόμετρο των 279 m. Από έρευνα που έγινε από το Ε.Μ.Π., σε υδραυλικό ομοίωμα του υπερχειλιστή, δεν προέκυψε ανάγκη τροποποίησης των παραπάνω χαρακτηριστικών.

Πριν από την έναρξη των εργασιών κατασκευής του υπερχειλιστή έγιναν στον άξονά του, ερευνητικές γεωτρήσεις για να εντοπιστεί ο «υγιής βράχος» θεμελίωσης. Οι εργασίες κατασκευής του υπερχειλιστή άρχισαν ουσιαστικά τον Ιούνιο του 1991 και περατώθηκαν τον Ιανουάριο του 1995 ( Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

### **2.2.3. Εκκενωτής πυθμένα**

Ο εκκενωτής πυθμένα βρίσκεται στο δυτικό αντέρεισμα του Φράγματος. Η είσοδός του είναι πάνω από την είσοδο της σήραγγας εκτροπής, σε υψόμετρο 322 m. Συμβάλλει στη σήραγγα εκτροπής με γωνία 45°, στο υψόμετρο 293,93 m, (τομή αξόνων), έχει κεκλιμένο μήκος 49 m και διατομή κυκλικής διαμέτρου 4 m (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

### **2.2.4. Οδικό ανάχωμα προσπέλασης Κτιμένης**

Από το σχηματισμό του ταμειυτήρα κατακλύζεται μέρος του υπάρχοντος επαρχιακού και κοινοτικού οδικού δικτύου της περιοχής, που έχει ως αποτέλεσμα την απομόνωση των κοινοτήτων της Πάνω και Κάτω Κτιμένης από το υπόλοιπο οδικό δίκτυο του Νομού. Κατόπιν τούτου, και υπό το κράτος των απειλών της θιγομένης κοινότητας για σειρά καταλήψεων και καθυστερήσεων του έργου, η Ε.Υ.Δ.Ε. φράγματος Σμοκόβου, εισηγήθηκε την κατασκευή δρόμου προσπέλασης των δύο αυτών κοινοτήτων (Εικ. 34).

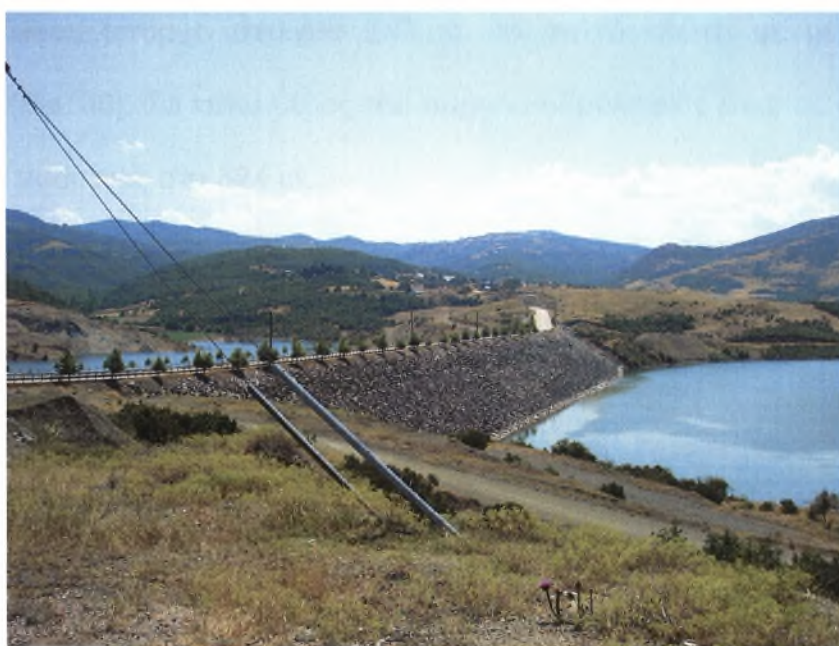
Έτσι, για επικοινωνία των δυο τμημάτων της τεχνητής λίμνης ανάντη και κατόπιν του αναχώματος, κατασκευάσθηκε ανάχωμα λιθόρριπτο, υδροπερατό, όγκου 826.000 m<sup>3</sup>, ύψους από τη θεμελίωση 38,50 m, πλάτους στέψης 11 m, μήκους στέψης 617 m, υψομέτρου στέψης 386 m, το οποίο φέρει ένα δίδυμο

εγκάρσιο αγωγό από σκυρόδεμα, διατομής 2Χ2,5Χ3 m στο επίπεδο θεμελίωσης του και δυο ίδιους αγωγούς στο επίπεδο 361 m του σώματός του.

Το λιρόρριπο διαπερατό ανάχωμα έχει μέγιστο ύψος 40 m, μέγιστο πλάτος στη στάθμη θεμελίωσης 180 m και μήκος στέψης 500 m. Στη βάση του αναχώματος, έχουν κατασκευασθεί τρεις ορθογωνικοί οχετοί επικοινωνίας και εξισορρόπησης της στάθμης, διαστάσεων 2Χ2,5Χ3 m, (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

### 2.2.5. Οδός Καΐτσας προς Καρδίτσα

Από το σχηματισμό της τεχνητής λίμνης κατακλύζεται μέρος της υπάρχουσας επαρχιακής οδού αριθμός 21, η οποία αποτελεί διέξοδο της ΝΑ περιοχής του Νομού Καρδίτσας προς το Νομό Φθιώτιδας. Έτσι, προέκυψε η ανάγκη αποκατάστασης του, με την κατασκευή νέου τμήματος δρόμου.



**Εικόνα 35 :** Ο δρόμος προσπέλασης προς τις κοινότητες της Πάνω και της Κάτω Κτιμένη (προσωπικό αρχείο, Ιούλιος 2006).

Το κατασκευασθέν τμήμα του δρόμου έχει μήκος 9,5 Km. Επίσης κατασκευάσθηκε και ένα τμήμα μήκους 1,5 Km, το οποίο σε συνδυασμό με το παραπάνω αναφερόμενο οδικό ανάχωμα, εξασφαλίζει την απρόσκοπτη



σύνδεση των κοινοτήτων της Πάνω και Κάτω Κτιμένης με το υπόλοιπο οδικό δίκτυο του Νομού Καρδίτσας, (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

### 2.2.6. Σήραγγα Λεονταρίου

Η σήραγγα Λεονταρίου (Εικ. 38 και 30) αποτελεί μέρος του Αρδευτικού Έργου Σμοκόβου, μέσω της οποίας τα νερά του ταμιευτήρα διοχετεύονται στα αρδευτικά δίκτυα διανομής της ανατολικής και δυτικής περιοχής. Τα έργα της σήραγγας αποτελούνται από 4 κυρίως τμήματα (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

#### 2.2.6.1. Έργα εισόδου:

##### α. Πύργος υδροληψίας

Έχει ύψος 12 m και εσωτερική διάμετρο 7,3 m. Η εισροή του νερού γίνεται περιμετρικώς και μέσα από σχάρα προκασκευασμένων δοκίδων. Στη βάση του πύργου υπάρχει άνοιγμα 2Χ3 m, το οποίο κλείνει με μεταλλικό θυρόφραγμα (Εικ. 36). Το κάτω μέρος του πύργου υδροληψίας είναι σε στάθμη 330 m, ενώ ο πυθμένας στα 324 m.



**Εικόνα 36:** Τα θυροφράγματα πριν και μετά την έμφραξη (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός).

##### β. Κλειστός αγωγός υδροληψίας

Αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα εσωτερικής διατομής 3Χ3 m και συνδέει τη βάση του πύργου υδροληψίας, με το ανάντη στόμιο της σήραγγας. Ο

πύργος υδροληψίας και ο κλειστός αγωγός, τοποθετούνται στο πυθμένα ανοικτού ορύγματος προσαρμογής νερού από τον ταμιευτήρα.

#### **γ. Φρέαρ θυροφραγμάτων**

Βρίσκεται σε απόσταση 345 m από την ανάντη είσοδο της σήραγγας και έχει εξωτερική διάμετρο 6 m, ύψος 63 m, κατάλληλη διαμόρφωση στο εσωτερικό του, για την τοποθέτηση και στήριξη των θυροφραγμάτων και των μηχανισμών λειτουργίας για προσπέλαση. Τα θυροφράγματα είναι δύο και έχουν διαστάσεις 2Χ3 m το κάθε ένα. Το πρώτο προορίζεται για την διακοπή της ροής και το δεύτερο αποτελεί διάταξη ασφαλείας (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

#### **2.2.6.2. Κυρίως σήραγγα**

Έχει μήκος 4.120 m και φέρει επένδυση από σκυρόδεμα. Περιλαμβάνει δύο τμήματα, ανάντη και κατάντη του φρέατος ανάπαλσης, που βρίσκεται σε απόσταση 207 m ανάντη του μετώπου εξόδου της σήραγγας. Το ανάντη τμήμα μήκους 3.913 m, είναι πεταλοειδούς διατομής 3 m, ενώ το κατάντη είναι κυκλικής διατομής, διαμέτρου 3 m. Το φρέαρ αναπάλσεως έχει διάμετρο 11 m και ύψος 88 m, περίπου. Το κέντρο του φρέατος βρίσκεται σε απόσταση 9,5 m από τον άξονα της σήραγγας, με την οποία συνδέεται μέσω μικρού συνδετήριου κλάδου διαμέτρου 3,5 m. Η μέγιστη παροχή λειτουργίας της σήραγγας και των συναφών έργων φθάνει τα 25 m<sup>3</sup>/s (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

#### **2.2.6.3. Έργα εξόδου**

##### **α. Φρεάτιο εξόδου**

Βρίσκεται σε απόσταση 207 m ανάντη του μετώπου εξόδου της σήραγγας (Εικ. 37). Έχει εσωτερική διάμετρο 11 m και ύψος 88 m. Το κέντρο του φρεατίου αυτού τοποθετείται σε απόσταση 9,5 m από την χάραξη του άξονα της σήραγγας, με την οποία συνδέεται με μικρό συνδετήριο κλάδο Φ 3.5

μ. Η επένδυση από οπλισμένο σκυρόδεμα έχει πάχος 60–120 cm (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

### β. Μεταλλικοί αγωγοί, βαλβίδες κ.α.

Από την έξοδο σήραγγας ξεκινά μεταλλικός αγωγός πίεσης  $\Phi$  2,5 m και μήκους 54 m, εγκιβωτισμένος με σκυρόδεμα, που καταλήγει στον Υδροηλεκτρικό Σταθμό και το Έργο Καταστροφής Ενέργειας (Ε.Κ.Ε.). Εκεί, ο αγωγός διακλαδίζεται σε τρεις επί μέρους αγωγούς που εκβάλλουν στην λεκάνη ηρεμίας και είναι εφοδιασμένοι με ρυθμιστικές βαλβίδες κοίλης φλέβας και θυροφράγματα. Κάθε διάταξη περιλαμβάνει μια ενδιάμεση βαλβίδα ασφαλείας τύπου πεταλούδας και μία βαλβίδα κοίλης φλέβας στο κατάντη άκρο. Οι αντίστοιχες διαμέτροι είναι  $\Phi$ 1600,  $\Phi$ 1200, και  $\Phi$ 500 mm. Μελλοντικώς και εφόσον το αρδευτικό δίκτυο επεκταθεί σημαντικά, προβλέπονται η προσθήκη τριών ακόμη ρυθμιστικών βαλβίδων (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).



**Εικόνα.37:** Η έξοδος της σήραγγας Λεονταρίο (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός).

### γ. Λεκάνη ηρεμίας – υπερχειλιστές

Η λεκάνη ηρεμίας έχει διαστάσεις 12,8X38X6 m και πλεονάζοντος νερού με υπερχειλιστή μετρήσεων παροχής, με δοκίδες έμφραξης στο κατάντη πέρας

της, απ' όπου η παροχή άρδευσης οδηγείται στα σωληνωτά κλειστά αρδευτικά δίκτυα, με άλλες διατάξεις υδροληψίας, υπερχείλισης και ρύθμισης της παροχής.

### 2.2.7. Ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός (ΥΗΣ)

Η σήραγγα Λεονταρίου έχει υπολογισθεί με μέγιστη παροχή 25 m<sup>3</sup>/s, ώστε να μπορεί να καλύψει τις αρδευτικές ανάγκες, αφού το έργο είναι κυρίως γεωργικού χαρακτήρα και κατά δεύτερο λόγο ενεργειακό. Η καθαρή υψομετρική διαφορά (αφαιρουμένων των απωλειών) μεταξύ της στάθμης του ταμιευτήρα και της στάθμης εξόδου της σήραγγας Λεονταρίου κυμαίνεται από 88 έως 28 m. Με την διοχέτευση του νερού στους στροβίλους του ΥΗΣ θα πραγματοποιείται η εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας.

Η περίσσεια υδραυλικού φορτίου θα καταστρέφεται στο Ε. Κ. Ε., μέσω των τριών βαλβίδων κοίλης φλέβας, Φ 600 και Φ 500 αντιστοίχως, οι οποίες θα λειτουργούν μόνο σε περίπτωση βλάβης του ΥΗΣ, ή, όταν χρειάζεται να



**Εικόνες 38 και 39:** Είσοδος και έξοδος σήραγγας Λεονταρίου (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός).

παροχετευθούν συμπληρωματικές ποσότητες νερού στα αρδευτικά δίκτυα. Ο ΥΗΣ Λεονταρίου, ο οποίος θα λειτουργεί υπό την εποπτεία της ΔΕΗ, βρίσκεται στην έξοδο της σήραγγας και σε απόσταση 1,5 Km, περίπου, από τον ομώνυμο οικισμό. Ο σταθμός αυτός περιλαμβάνει τρεις στροβίλους τύπου Francis, με



παροχές λειτουργίας από 2 έως 5 m<sup>3</sup>/s, 5 έως 10 m<sup>3</sup>/s και 5 έως 10 m<sup>3</sup>/s, αντιστοίχως.

Η γραμμή μεταφοράς ενέργειας από τον ΥΗΣ θα είναι μέσης τάσης 15 Κ.Υ. και θα συνδεθεί με τον υποσταθμό Λεονταρίου. Η ετήσια παραγωγή ενέργειας προβλέπεται να φθάσει τα 11 MW (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).

### **2.2.8. Αποκατάσταση τμήματος εξωτερικού δικτύου ύδρευσης κοινότητας Γαβρακίων**

Ο παραπάνω αναφερόμενος δρόμος Καϊτσας προς Καρδίτσα, διερχόταν από τη θέση όπου υπήρχε η υδρομάστευση του συστήματος ύδρευσης της κοινότητας Γαβρακίων. Δεδομένου του περιορισμού της ζώνης απαλλοτρίωσης δεν κατέστη δυνατή η παράκαμψη της υδρομάστευσης. Από τη γενόμενη τομή εκσκαφής του δρόμου, ταπεινώθηκε η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, με αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά η συλλεγόμενη από την υδρομάστευση, ποσότητα νερού.



**Εικόνα 40** : Από την κατασκευή του Έργου Καταστροφής Ενέργειας (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός).



Έτσι, κατασκευάστηκε νέα υδρομάστευση σε θέση χαμηλότερη της παλαιάς, αντικαταστάθηκε τμήμα του παλαιού αγωγού μεταφοράς νερού μήκους 557 m, με σύγχρονη ταπείνωσή του σε μήκος 462 m. Η δαπάνη των εργασιών αυτών εντάχθηκε με Συγκριτικό Πίνακα, στην υπάρχουσα εργολαβία του Φράγματος (Ε.Ε.Δ.Υ.Π., 1995).



**Εικόνες 41 και 42:** Άποψη του ταμιευτήρα. Οι φωτογραφίες λήφθηκαν από το ανάχωμα του φράγματος. Δεξιά διακρίνεται το μικρό πλοιάριο με την βοήθεια του οποίου πραγματοποιούνται οι υδροληψίες για σκοπούς έρευνας (προσωπικό αρχείο, Ιούλιος 2005).





**Εικόνες 43, 44 και 45 :** Ιούλιος 2005. Φωτογραφίες του ταμιευτήρα Σμοκόβου από τρεις διαφορετικές θέσεις (προσωπικό αρχείο, Ιούλιος 2005).

### 2.3. Καμπύλες στάθμης – επιφάνειας - όγκου (Εικ. 46 και 47)

Από τα κυριότερα χαρακτηριστικά μεγέθη ενός ταμιευτήρα είναι οι σχέσεις στάθμη-αποθηκευμένου όγκου, ( $S = f_1(Z)$ ), και στάθμης-επιφάνειας  $A = f_2(Z)$ .

Οι συναρτήσεις  $f_1$  και  $f_2$  κατασκευάζονται με παρεμβολή μεταξύ ζευγών τιμών  $(Z_i, S_i)$  και  $(Z_i, A_i)$ , (Δήμος Γ., 2005), με τον ακόλουθο τρόπο:

Έστω γνωστή σημειοσειρά στάθμης-επιφάνειας, δηλαδή ζεύγη τιμών  $(Z_i, A_i)$ , τα οποία προκύπτουν με εμβαδομέτρηση των επιφανειών πάνω σε τοπογραφικό χάρτη, με τις κλασσικές μεθόδους εμβαδομέτρησης. Συχνά, θεωρείται γραμμική η μεταβολή της επιφάνειας συναρτήσει της στάθμης, οπότε με την εφαρμογή απλών σχέσεων χωρικής ολοκλήρωσης, υπολογίζεται ο αντίστοιχος όγκος του ταμιευτήρα. Στην περίπτωση αυτή, ο όγκος που περικλείεται μεταξύ των δύο διαδοχικών σταθμών  $Z_1$  και  $Z_2$ , με γνωστές επιφάνειες  $A_1$  και  $A_2$  αντιστοίχως, δίνεται από την σχέση:

$$\Delta S = \frac{(A_2 + A_1)(Z_2 - Z_1)}{2} \quad (1.1)$$

Μια ακριβέστερη προσέγγιση είναι η υπόθεση μιας σχέσης δύναμης μεταξύ επιφάνειας και στάθμης, δηλαδή:

$$A(Z) = A_i \left( \frac{Z - Z_0}{Z_1 - Z_0} \right)^\lambda \quad (1.2)$$

όπου  $A_i$  η επιφάνεια του ταμιευτήρα σε μια δεδομένη στάθμη  $Z_1$  και  $Z_0$  η κατώτερη στάθμη του ταμιευτήρα, στην οποία μηδενίζεται η επιφάνεια. Η παράμετρος « $\lambda$ » της σχέσης (1.2), δεν θεωρείται ότι είναι αναγκαστικά σταθερή για όλες τις στάθμες, αλλά μπορεί να παίρνει διαφορετικές τιμές ανά ζώνες. Στη ζώνη μεταξύ των τιμών  $Z_1$  και  $Z_2$ , για τις οποίες η επιφάνεια του ταμιευτήρα έχει αντιστοίχως τις τιμές  $A_1$  και  $A_2$ , η τιμή του εκθέτη “ $\lambda$ ” προσδιορίζεται εύκολα από την εξίσωση:

$$\lambda = \frac{\ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right)}{\ln\left(\frac{Z_2 - Z_0}{Z_1 - Z_0}\right)} \quad (1.3)$$

που προκύπτει μετά την λογαριθμοποίηση της (1.2). Ο όγκος  $\Delta S$ , που περικλείεται ανάμεσα στις στάθμες  $Z_1$ , και  $Z_2$  είναι:

$$\Delta S = \int_{Z_1}^{Z_2} A(Z) dZ \quad (1.4)$$

Μετά από πράξεις προκύπτει:

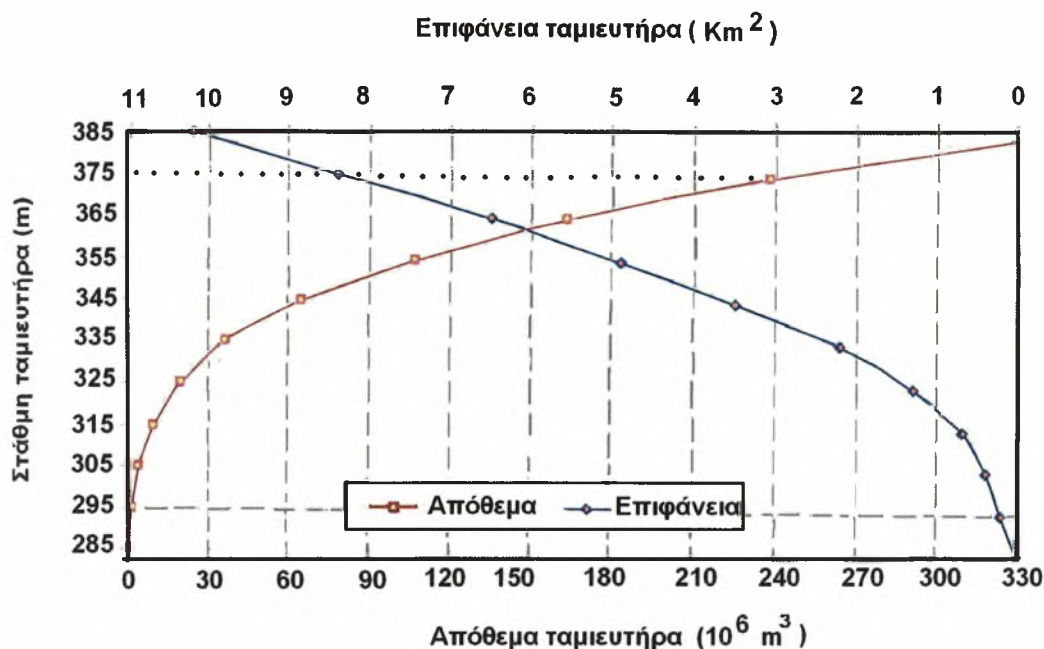
$$\Delta S = \frac{(Z_2 - Z_1)A_2 - (Z_1 - Z_0)A_1}{\lambda + 1} \quad (1.5)$$

Με γνωστό πλέον τον όγκο που περικλείεται μεταξύ των δύο διαδοχικών σταθμών και με επανάληψη της παραπάνω μεθόδου για την διαδοχική στάθμη, είναι δυνατή η κατασκευή της καμπύλης στάθμης - αποθέματος. Στον πίνακα 5, περιγράφεται η πορεία των υπολογισμών, με βάση την παραπάνω μεθοδολογία. Για λόγους σύγκρισης, παρατίθενται οι όγκοι που προκύπτουν με την θεώρηση γραμμικής σχέσης στάθμης - αποθέματος, που παρουσιάζουν αμελητέα διαφορά, σε σχέση με την λογαριθμική προσέγγιση. Τα γνωστά ζεύγη στάθμης - επιφάνειας ( $z_i, F_i$ ), έχουν ληφθεί από την υδρολογική μελέτη των ΥΔΡΟΜΕΤ κ.ά. (1982). Τα ζεύγη αυτά είναι ίδια (όπως τεκμηριώνεται από την οπτική, τουλάχιστον, σύγκριση των γραφημάτων), με την καμπύλη που δίνεται στην μελέτη της E.W. (1970) και η οποία χρησιμοποιείται από την Ε.Υ.Δ.Ε. Σμοκόβου στους υπολογισμούς του ισοζυγίου του ταμιευτήρα.

**Πίνακας 5:** Καμπύλη στάθμης- αποθέματος ( Ε.Μ.Π., 2006).

| Στάθμη (m) | Επιφάνεια (Km <sup>2</sup> ) | Συντελεστής λ | ΔV (εκ. m <sup>3</sup> ) | Απόθεμα(εκ. m <sup>3</sup> ) -Σχέση δύναμης | Απόθεμα (εκ. m <sup>3</sup> ) -Γραμμική σχέση |
|------------|------------------------------|---------------|--------------------------|---|---|
| 285.0      | 0.0                          |               |                          | 0.0   | 0.0   |
| 295.0      | 0.2                          | 1.000         | 1.0                      | 1.0   | 1.0   |
| 305.0      | 0.4                          | 1.000         | 3.0                      | 4.0   | 4.0   |
| 315.0      | 0.7                          | 1.380         | 3.3                      | 9.5   | 9.5   |
| 325.0      | 1.3                          | 2.152         | 9.8                      | 19.3  | 19.5  |
| 335.0      | 2.2                          | 2.358         | 17.3                     | 36.6  | 37.0  |
| 345.0      | 3.5                          | 2.547         | 28.2                     | 64.8  | 65.5  |
| 355.0      | 4.9                          | 2.183         | 41.8                     | 106.6                                       | 107.5   |
| 365.0      | 6.5                          | 2.116         | 56.8                     | 163.4                                       | 164.5   |
| 375.0      | 8.4                          | 2.177         | 74.3                     | 237.6                                       | 239.0   |
| 385.0      | 10.2                         | 1.843         | 92.9                     | 330.5                                       | 332.0   |





Εικόνα 46: Καμπύλες στάθμης-αποθέματος και στάθμης-επιφάνειας ταμειυτήρα Σμοκόβου, (Ε.Μ.Π., 2006).

#### 2.4. Το υδάτινο ισοζύγιο της λίμνης Σμοκόβου

Για την επίτευξη των σκοπών της μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν και οριοθετήθηκαν οι ορεινές λεκάνες απορροής των χειμάρρων της περιοχής μελέτης. Ακολούθησε ο προσδιορισμός του υδάτινου ισοζυγίου του ταμειυτήρα, με σκοπό την δυνατότητα διαχείρισης του πλεονάζοντος αποθέματος.

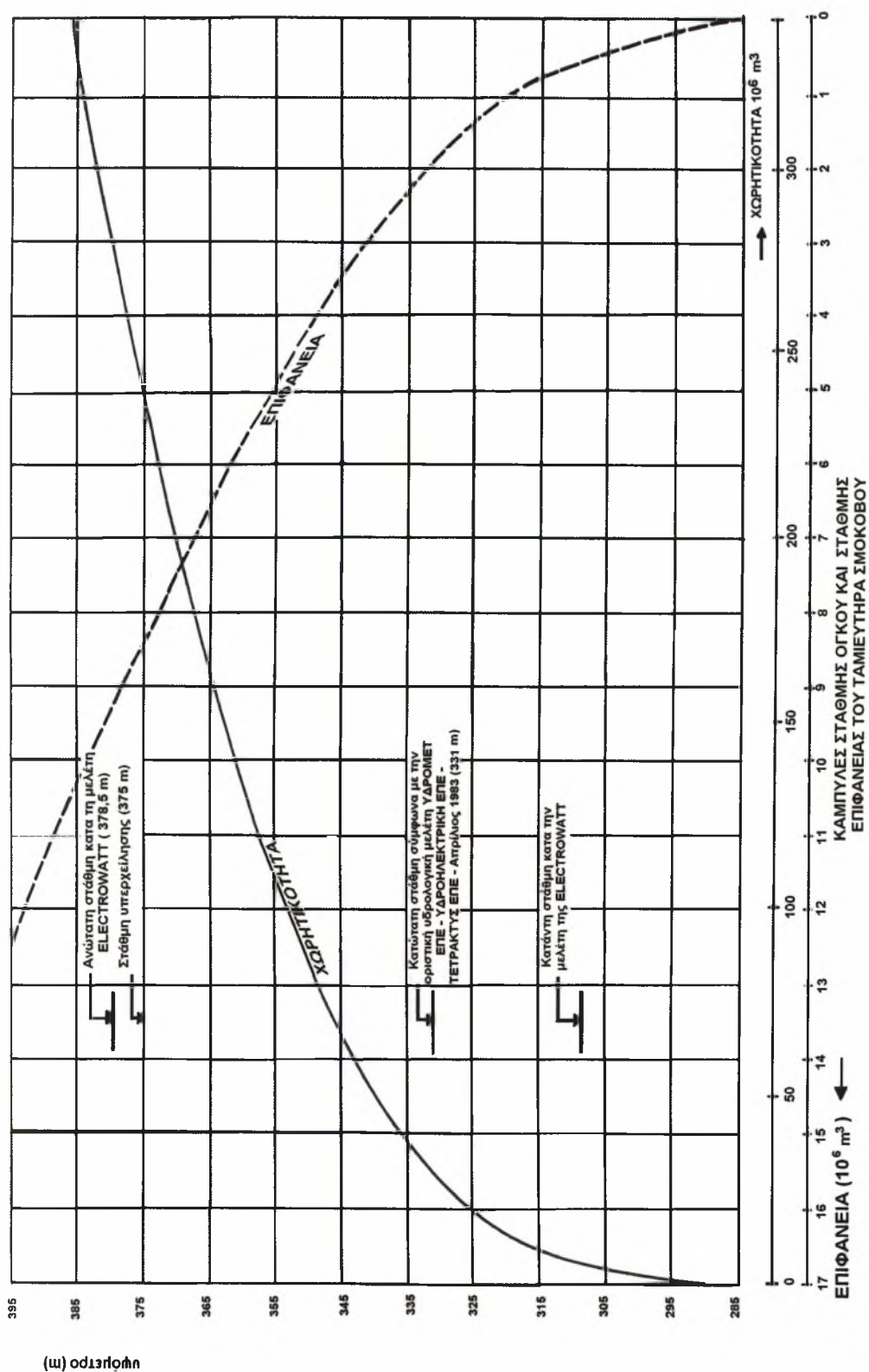
Μετά την χάραξη του υδροκρίτη έγινε η χάραξη (από χάρτες 1:50.000) των ορίων των λεκανών απορροής καθώς επίσης και των ισοϋψών (ισοδιάστασης 100m). Ακολούθησε ο προσδιορισμός των κεντρικών ρευμάτων και προσδιορίστηκαν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής, όπως, το εμβαδόν, η περίμετρος, ο βαθμός στρογγυλομορφίας, κ.α.

Από τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά υπολογίστηκαν: ο βαθμός στρογγυλομορφίας, η έκταση, το σχήμα, η υψομετρία, η μέση κλίση και το μέσο

υψόμετρο των λεκανών απορροής, καθώς ακόμη, το μήκος και η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης. Στην συνέχεια έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν για το μέσο υψόμετρο, το μήκος της κεντρικής κοίτης και την κλίση της λεκάνης απορροής με αντίστοιχα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν από παρόμοιες εργασίες στο παρελθόν.

Μετά τον διαχωρισμό των ορεινών λεκανών απορροής και τον υπολογισμό των μορφομετρικών και υδρογραφικών χαρακτηριστικών των υδατορευμάτων, μελετήθηκαν οι βασικοί φυσικοί παράγοντες χειμαρρικότητας, το κλίμα, η βλάστηση, το ανάγλυφο του εδάφους, το γεωλογικό υπόθεμα κ.α. Με βάση τα παραπάνω προσδιορίστηκαν, η εξατμισοδιαπνοή, η μέση βροχόπτωση η συνολική απορροή, οι όμβριες καμπύλες, κ.α., τόσο για το σύνολο της περιοχής, όσο και για κάθε υπολεκάνη ξεχωριστά.

Τέλος, έγινε προσπάθεια για την μελέτη λειτουργίας του ταμιευτήρα, από πλευράς εκτίμησης των αρδευτικών και υδρευτικών απολήψεων, λαμβανομένων υπόψη και των αναγκαίων εκροών για τον εμπλουτισμό των υδροφόρων στρωμάτων της περιοχής και της εν γένει προστασίας του περιβάλλοντος.



Εικόνα 47: Καμπύλες στάθμης όγκου και στάθμης επιφάνειας του ταμειυτήρα Σιμοκόβου, (ΠΑΝΤΕΧΝΙΚΗ κ.α., 1983).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1. Προσδιορισμός των λεκανών απορροής

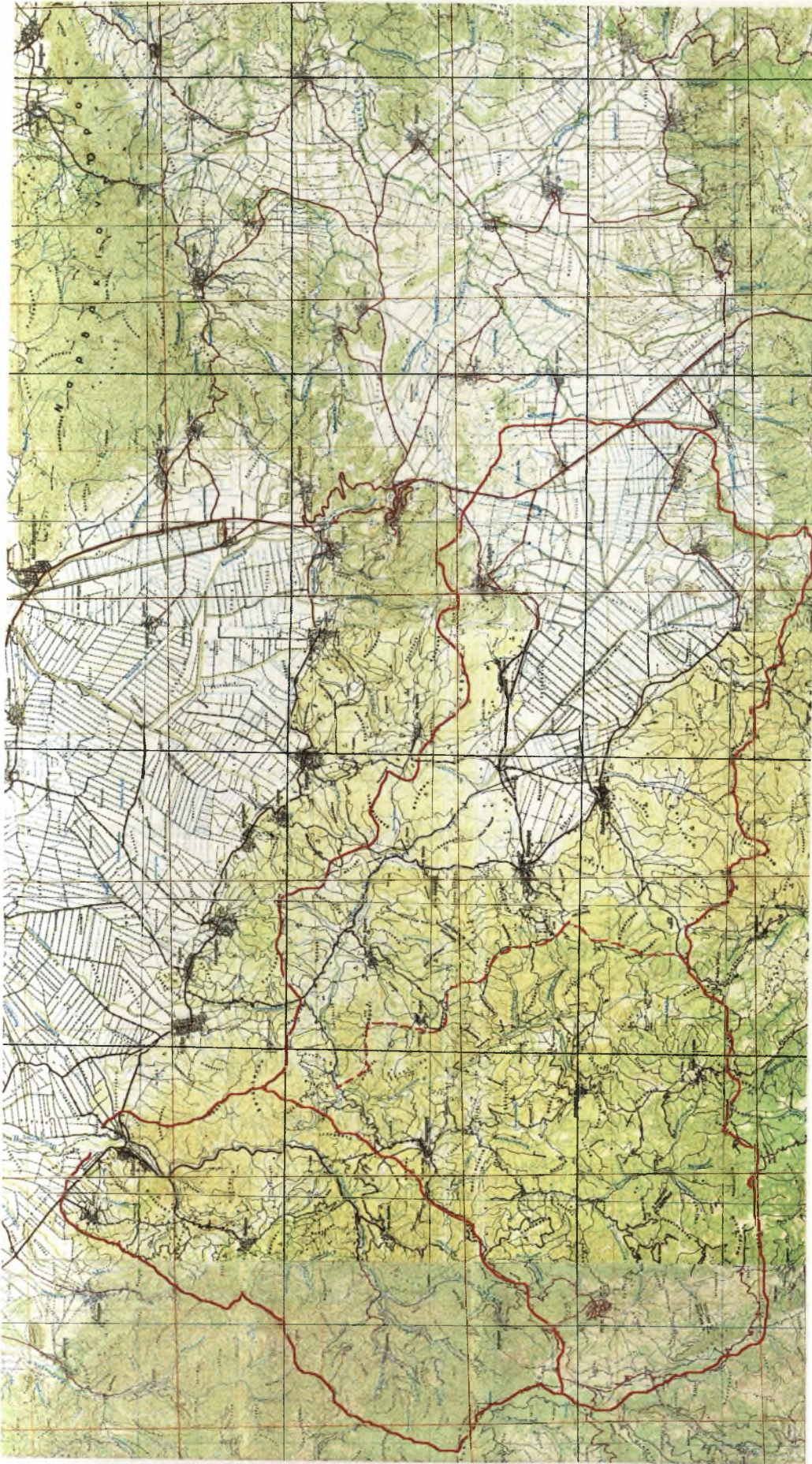
Ο ποταμός Σοφαδίτης, επί του οποίου κατασκευάσθηκε το Φράγμα, είναι ένας από τους πολλούς παραποτάμους του Πηνειού, ο οποίος ουσιαστικά αποστραγγίζει τα νερά της Θεσσαλίας. Δημιουργείται από τρία βασικά υδατορεύματα. Του Ρεντινιώτη, του Ονόχωνου και του Σοφαδίτη. Η λεκάνη απορροής του έχει σχήμα περίπου παραλληλόγραμμο, με έκταση 500 Km<sup>2</sup> και μέσο υψόμετρο 675 m (Εικ. 48 και 49).

Η λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα Σμοκόβου (δεν συμπεριλαμβάνεται σε αυτή η λεκάνη απορροής του Σμοκοβίτη εκτάσεως 118 Km<sup>2</sup>), έχει έκταση 382 Km<sup>2</sup>. Μορφολογικώς, μπορεί να διαχωρισθεί σε δυο τμήματα. Στο ανατολικό τμήμα, όπου βρίσκεται η πεδιάδα της Ξυνιάδας, με συνολική έκταση που καλύπτει επιφάνεια 80 Km<sup>2</sup>, περίπου, και την ορεινή περιοχή του δυτικού τμήματος. Τα ψηλότερα βουνά, με υψόμετρο 1300 m, περίπου, βρίσκονται στο δυτικό τμήμα της λεκάνης.

Η θέση του Φράγματος, βρίσκεται λίγο μετά την συμβολή των παραποτάμων Ονόχωνου που αποστραγγίζει το ανατολικό τμήμα της λεκάνης, (περιοχή Ξυνιάδας, Κτιμένης) και Ρεντινιώτη που αποστραγγίζει το ορεινό τμήμα της δυτικής περιοχής της λεκάνης, (Ρεντίνα, Λουτροπηγή). Και τα δύο αυτά υδατορεύματα μαζί, σχηματίζουν τον Σοφαδίτη ποταμό, στο ρου του οποίου σχηματίζεται ο ταμιευτήρας Σμοκόβου.

Ο Σοφαδίτης κατευθύνεται προς βορά και μετά το φράγμα του Σμοκόβου συναντά τον Σμοκοβίτη ποταμό. Διατηρεί τη γενική αυτή κατεύθυνση κατά τα 50 Km, που τον χωρίζουν από τον Πηνειό και συμβάλλει στον Ενιπέα, ο οποίος τελικώς, εκβάλλει στον Πηνειό. Η περιοχή έρευνας μπορεί να διαχωρισθεί στο ορεινό και στο πεδινό τμήμα.





**Εικόνα 48:** Η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη και οι υποδιαίρεσείς της σε υπολεκάνες.



Ως ορεινό τμήμα νοείται η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη ανάντη του υδρομετρικού σταθμού Κέδρου, η οποία υπήρξε και η μοναδική θέση συστηματικού ελέγχου των επιφανειακών υδατικών πόρων της περιοχής (Υπουργείο Δημοσίων Έργων, 1983).

Η λεκάνη αυτή, συνολικού εμβαδού 500 Km<sup>2</sup>, περιλαμβάνει την υπολεκάνη ανάντη του φράγματος, καθώς και ένα τμήμα στα δυτικά, το οποίο συνεισφέρει στην μετρούμενη παροχή στον Κέδρο (βλέπε σχετικό πίνακα στο παράρτημα), το οποίο παρά το γεγονός ότι δεν σχετίζεται με την διαχείριση του ταμιευτήρα και του αρδευτικού δικτύου, ενδιαφέρει από υδρολογική σκοπιά, δεδομένου, ότι, ένας από τους στόχους της παρούσας εργασίας είναι η αποτίμηση του ασφαλούς απολήψιμου δυναμικού του ταμιευτήρα, κάτι που προϋποθέτει μια ακριβέστερη εκτίμηση των εισροών του.

### 3.1.2. Η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη

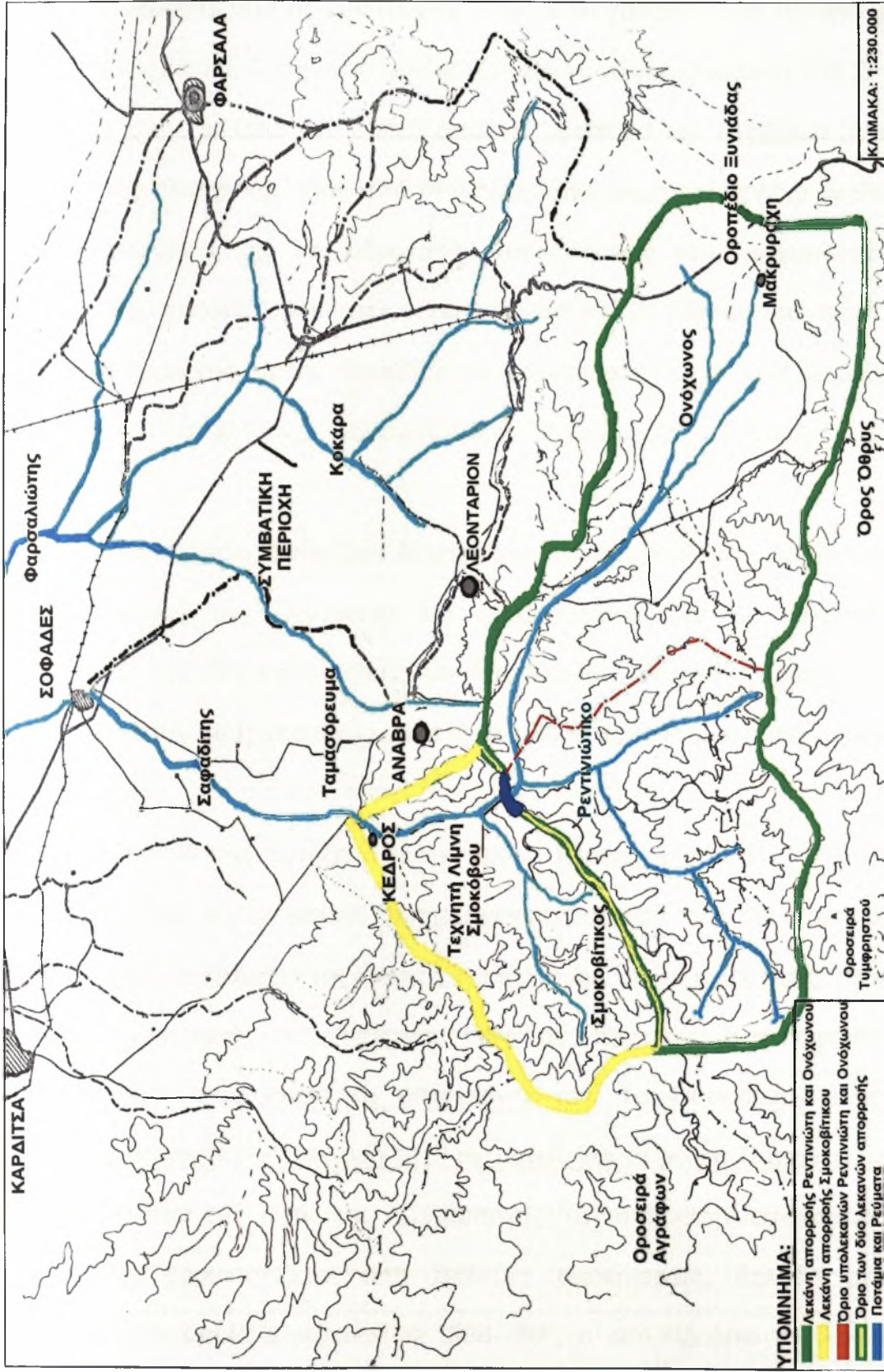
Την υδρολογική μελέτη ενδιαφέρουν:

1. Η συνολική υπολεκάνη τροφοδοσίας του ταμιευτήρα, εμβαδού 382 Km<sup>2</sup>, με μέσο υψόμετρο 663 m.
2. Η υπολεκάνη μεταξύ της θέσης του φράγματος και του Κέδρου, εμβαδού 118 Km<sup>2</sup>, με μέσο υψόμετρο 696 m.
3. Η υπολεκάνη του Ρεντινιώτη (Ρεντίνας) που αποτελεί τμήμα της υπολεκάνης του φράγματος, εμβαδού 150 Km<sup>2</sup>, με μέσο υψόμετρο 741 m.
4. Η υπολεκάνη του Ονόχωνου, που αποτελεί τμήμα της υπολεκάνης του φράγματος, εμβαδού 232 Km<sup>2</sup>, με μέσο υψόμετρο 550 m.
5. Η λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη, εμβαδού 500 Km<sup>2</sup>, με μέσο υψόμετρο 675 m.

Από γεωλογική άποψη ενδιαφέρει να σημειωθεί, ότι, τόσο η υπολεκάνη του Σμοκοβίτη, όσο και το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης τροφοδοσίας του φράγματος βρίσκονται σε περιοχή αδιαπέρατων πετρωμάτων. Μόνο κοντά στο ανάντη άκρο της λεκάνης του Ονόχωνου και κυρίως, προς την νότια πλευρά, δηλαδή, προς την ορεινή πλευρά και όχι προς την πεδιάδα εμφανίζονται κρητιδικοί ασβεστόλιθοι, χωρίς, όμως, να δημιουργούν κανένα πρόβλημα στεγανότητας στη δεξαμενή, ούτε να επηρεάζουν σημαντικά τα χαρακτηριστικά της απορροής.

Η υπολεκάνη του Σμοκοβίτη, καθώς και το μεγαλύτερο μέρος της υπολεκάνης του Ρεντινιώτικου, έχουν μια μάλλον πυκνή θαμνοβλάστηση. Η κάλυψη γίνεται αραιότερη προς τα ανατολικά και έχει την τάση να εξαφανισθεί τελείως στη ζώνη των ασβεστόλιθων. Οι εδαφικές κλίσεις στην υπολεκάνη του Σμοκοβίτη και της Ρεντίνας είναι πολύ εντονότερες, απ' ότι στην υπολεκάνη του Ονόχωνου, στην οποία μετέχει και η πεδινή έκταση της πρώην αποξηρανήσας Λίμνης της Ξυνιάδας.

Ολόκληρη η λεκάνη του φράγματος παρουσιάζει μια γρήγορη ανταπόκριση της απορροής σε σχέση με τις βροχοπτώσεις. Λόγω του ότι τα υψόμετρα είναι μάλλον χαμηλά και μόνο πολύ μικρά τμήματα της λεκάνης του ταμιευτήρα (περιοχή Ρεντίνας), αλλά και της υπολεκάνης του Σμοκοβίτη ξεπερνούν τα 1000 m, οι χιονοπτώσεις δεν επηρεάζουν σημαντικά τη δίαιτα των απορροών. Για τον λόγο αυτό εμφανίζονται σημαντικές πλημμύρες και κατά τους χειμερινούς και κατά τους εαρινούς μήνες. Από μελέτη του Ε.Μ.Π. προκύπτει ότι ο χρόνος συγκέντρωσης των πλημμυρικών κυμάτων στον Κέδρο και στη Θέση του ταμιευτήρα κυμαίνεται από 3 έως 5 ώρες.



Εικόνα 49: Η περιοχή έρευνας με τις λεκάνες απορροής.



### 3.1.3. Η συνολική υπολεκάνη τροφοδοσίας του φράγματος

Αποτελείται από τις υπολεκάνες 3 και 4 (κεφάλαιο 4.6.1), δηλαδή αυτές της Ρεντίνας και του Ονόχωνου που καλύπτουν συνολική επιφάνεια 382 Km<sup>2</sup>. Ο υδροκρίτης της ορίζεται στα δυτικά από την οροσειρά των Αγράφων (όπου η χάραξη της επαρχιακής οδού από τη Λουτροπηγή μέχρι την Ρεντίνα ακολουθεί σε μεγάλο μήκος της τον υδροκρίτη), την οροσειρά του Τυμφρηστού στα νοτιοδυτικά, το όρος Όθρυς στα νότια, τους χαμηλούς λόφους του οροπεδίου της αποξηραμένης λίμνης Ξυνιάδας στα ανατολικά και τα όρη Ξεροβούνι, Κούμαρος, Πλατειά Ράχη, Παλιομονάστηρο, Κρανόρραχη και Κατάχλωμο στα βόρεια.

Ο ταμιευτήρας Σμοκόβου δέχεται στα νότια τα νερά του Ρεντινιώτη και στα ανατολικά του Ονόχωνου και τροφοδοτείται από τις επιφανειακές απορροές, των δύο αυτών διακριτών υπολεκανών, οι οποίες διαφέρουν ως προς τα φυσικά τους χαρακτηριστικά, η δε μελέτη τους παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον.

Ο Ρεντινιώτης πηγάζει από την ορεινή περιοχή της Ρεντίνας, εμφανίζει την μεγαλύτερη υδροφορία και διατηρεί μόνιμη ροή καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου έχει πολύ μικρότερες παροχές σε σχέση με αυτές της χειμερινής περιόδου. Εμφανίζει δυο σημαντικούς συμβάλλοντες στον χώρο της υπολεκάνης του. Το Τατσόρεμα, το οποίο πηγάζει από την παλιά περιοχή της Γαννισσούς και το ρεύμα Παπούσα, με το οποίο ενώνεται στο ύψος της Λουτροπηγής, το τοπίο στην υπολεκάνη του Ρεντινιώτη, χαρακτηρίζεται από απόλυτη ομοιομορφία, δηλαδή μεγάλα υψόμετρα (τα οποία ξεπερνούν τα 1200-1300 m, στο ΝΔ όριο της λεκάνης), έντονες κλίσεις, αρκετά πυκνή δασώδη βλάστηση και κυριαρχία των

αδιαπέρατων γεωλογικών σχηματισμών (κυρίως φλύσχης, αλλά και μάργες, οφιόλιθοι, περιδοτίτες). Στην λεκάνη, δεν φαίνεται να αναπτύσσονται αξιόλογες πηγές και η τροφοδοσία του ποταμού οφείλεται σχεδόν αποκλειστικώς στην επιφανειακή απορροή, η οποία κατά την εαρινή περίοδο ενισχύεται από την τήξη του χιονιού.

Ο Ονόχωνος, τροφοδοτείται από τα νερά της τοπικής του λεκάνης, καθώς και από την αποστράγγιση του οροπεδίου Ξυνιάδας. Τα επιφανειακά νερά της Ξυνιάδας συγκεντρώνονται σε μία κύρια αποστραγγιστική τάφρο και μέσω μιας τεχνητής χωμάτινης διώρυγας διοχετεύονται στον Ονόχωνο, στο ύψος του χωριού Μακρυράχη. Με τον τρόπο αυτό, η συνολική απορρέουσα επιφάνεια φθάνει τα 232 Km<sup>2</sup>, ενώ το μέσο υψόμετρο ανέρχεται στα 550 m. Επισημαίνεται, ότι, κατά την αρδευτική περίοδο η τάφρος της Ξυνιάδας φράσσεται με πρόχειρα υλικά, με συνέπεια οι εκροές του οροπεδίου να μην τροφοδοτούν τον ταμιευτήρα Σμοκόβου.

Η ημιορεινή λεκάνη του Ονόχωνου χαρακτηρίζεται από μέτριες κλίσεις και καλύπτεται από πυκνή θαμνώδη βλάστηση. Όπως και στην γειτονική λεκάνη του Ρεντινιώτη, παρατηρείται κυριαρχία των αδιαπέραστων γεωλογικών σχηματισμών, με εξαίρεση το νότιο ορεινό τμήμα της, το τμήμα δηλαδή της λεκάνης κατάκλισης, στο οποίο αναπτύσσονται κρητιδικοί ασβεστόλιθοι μέτριας περατότητας.

Αντιθέτως με την ημιορεινή περιοχή της Ξυνιάδας, στην πεδινή, όπως επίσης και στα γύρω βουνά και ειδικότερα στο βόρειο τμήμα, αναπτύσσεται χαμηλή βλάστηση και είναι εμφανής η κυριαρχία των ασβεστολιθικών σχηματισμών. Η περιοχή είναι φτωχή σε υδατικούς πόρους, τόσο επιφανειακούς, όσο και υπόγειους. Το πιο αξιόλογο φυσικό υδατόρευμα είναι ο

Δερλιώτης, ο οποίος πηγάζει πάνω από το χωριό Περιβόλι. Σε όλη την πεδινή έκταση παρατηρείται σταθερή ταπείνωση του υδροφόρου ορίζοντα, η οποία τεκμηριώνεται από το γεγονός ότι σ' ένα διάστημα τριάντα περίπου ετών, τα βάθη των γεωτρήσεων αυξήθηκαν από τα ελάχιστα μέτρα στα 100-200 m, ενώ η απόδοση τους κρίνεται επισφαλής. Εξαίρεση αποτελούν οι γεωτρήσεις του Αγίου Στεφάνου, στις παρυφές του όρους Μέγα Ίσιωμα. Πρόκειται για μια μοναδική περιοχή, η οποία χαρακτηρίζεται από αξιόλογη υπόγεια υδροφορία. Σύμφωνα με μαρτυρίες, στην θέση Πεντεβρύσες αναπτύσσονταν πηγές μόνιμου ροής, οι οποίες έχουν στερέψει από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, περίοδο κατά την οποία ανοίχθηκαν και οι γεωτρήσεις του Αγίου Στεφάνου.

#### **3.1.4. Η υπολεκάνη του Σμοκοβίτη (ανάτη υδρομετρικού σταθμού Κέδρου).**

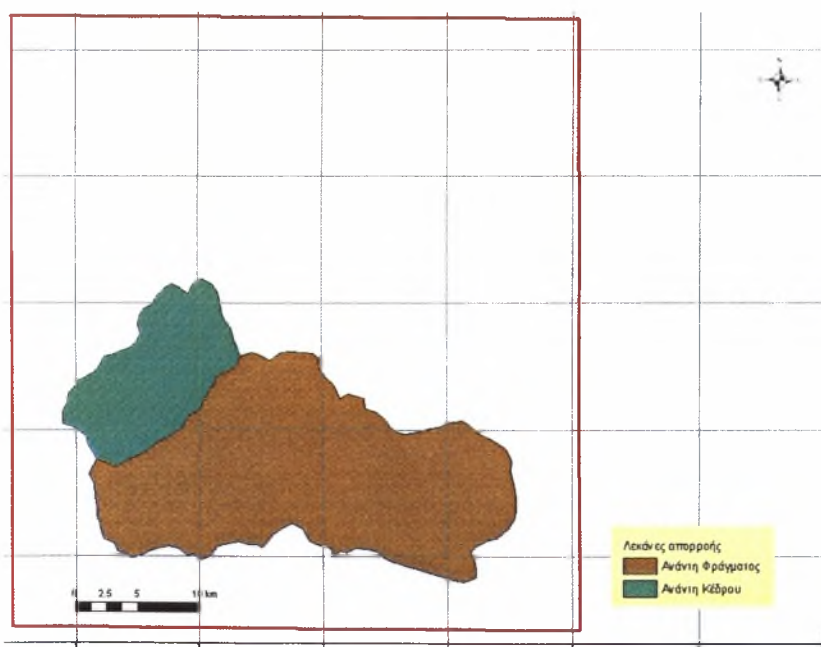
Η υπολεκάνη αυτή βρίσκεται μεταξύ της θέσης του φράγματος και του Κέδρου και περιλαμβάνει, εκτός από την υπολεκάνη ανάτη του φράγματος, μια ορεινή υπολεκάνη, έκτασης 118 Km<sup>2</sup> και μέσου υψομέτρου 696 m. Το κύριο υδατόρευμα που την τροφοδοτεί είναι ο ποταμός Σμοκοβίτης, ο οποίος ενώνεται με τον Σοφαδίτη, 6 Km, περίπου, ανάτη του υδρομετρικού σταθμού Κέδρου.

Χαρακτηριστικό της υπολεκάνης του Σμοκοβίτη, είναι η ανάπτυξη σημαντικών πηγών, με συνέπεια τη διατήρηση μόνιμης ροής όλες τις εποχές του έτους. Από αυτές, γνωστότερες είναι οι θειούχες πηγές των Λουτρών Σμοκόβου, οι οποίες είναι ιαματικές και από τον 17<sup>0v</sup> αιώνα αποτελούν πόλο έλξης επισκεπτών. Αξιόλογες πηγές αναπτύσσονται και κοντά στο χωριό. Μικρές αναβλύσεις εμφανίζονται ακόμη και μετά την συμβολή του Σμοκοβίτη με τον Σοφαδίτη, οι οποίες είναι ορατές από το ύψος του δρόμου.

Ως προς τα υπόλοιπα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά, η υπολεκάνη του Σμοκοβίτη μοιάζει με αυτή του Ρεντινιώτη, χαρακτηρίζεται δηλαδή από έντονες

κλίσεις, πυκνή βλάστηση και πετρώματα χαμηλής περατότητας.

**Παρατήρηση:** Σύμφωνα με την Υδρολογική μελέτη του έργου του Σοφαδίτη του Υπουργείου Δημοσίων Έργων τον Απρίλιο του 1983. το εμβαδόν της Λεκάνη απορροής είναι 382 Km<sup>2</sup>, με μέσο υψόμετρο τα 622 m. Μια άλλη μελέτη από το Ε.Μ.Π. προσδιορίζει την έκταση της στα 375,5 Km<sup>2</sup>, με μέσο υψόμετρο τα 619 m. Σύμφωνα με του υπολογισμούς στην μελέτη αυτή η λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα καταλαμβάνει έκταση 382 Km<sup>2</sup>, περίπου, (συμπεριλαμβανομένης και της επιφάνειας του ταμιευτήρα), με μέσο υψόμετρο 663 m.



Εικόνα 50: Τα όρια των λεκανών απορροής ανάντη και κατόντη του φράγματος.

## 3.2. Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

### 3.2.1. Λεκάνη απορροής Σμοκοβίτη

#### A. Έκταση της λεκάνης

$$F = 118 \text{ Km}^2$$

#### B. Σχήμα της λεκάνης



Καλός δείκτης του σχήματος της λεκάνης είναι ο βαθμός στρογγυλομορφίας που βρίσκεται από τον εξής τύπο :  $F / U$   
 όπου  $F$ : Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής ( $\text{Km}^2$ )



**Εικόνα 51:** Ο ποταμός Σμοκοβίτης (προσωπικό αρχείο, Ιούνιος 2006).

$U$ : Το μήκος περιμέτρου της λεκάνης απορροής είναι 44.39 Km.

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι :

$$F / U = 2.66 \text{ Km}^2 / \text{Km}$$

### **Γ. Υψομετρία της λεκάνης**

$$H_{\min} = 220 \text{ m}$$

$$H_{\max} = 1260 \text{ m}$$

Για να υπολογίσουμε το μέσο υψόμετρο χρησιμοποιούμε τον εξής τύπο:

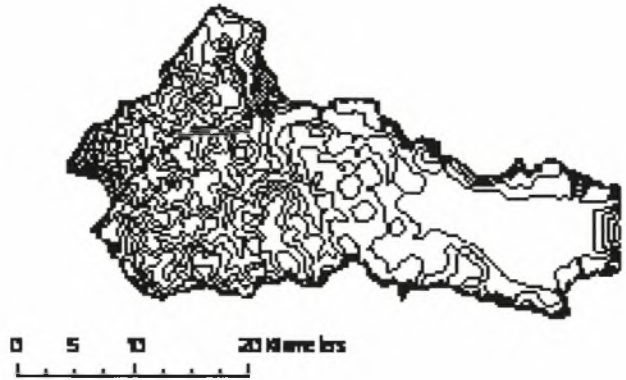
$$H_m = \Sigma ( I * H ) / \Sigma I$$

όπου:

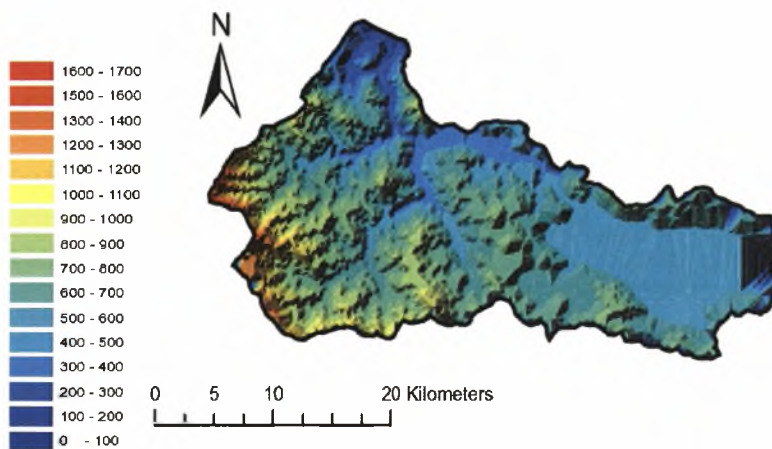
$H_m$ : Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (Km).

$I$ : Το μήκος των χωροσταθμικών καμπυλών (Km)

$H$ : υψόμετρο χωροσταθμικών καμπυλών (Km).



A.



B.

**Εικόνα 52 :** Η περιοχή έρευνας με τον χάρτη των ισοϋψών και το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της λεκάνης.

**Πίνακας 6 :** Το Μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Σμοκοβίτη.

| ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ | ΜΗΚΟΣ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ (Km) | ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ Η (Km) | $I * H$ (Km <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 2                     | -                        | 0,2                           | -                          |
| 4                     | 33,35                    | 0,4                           | 13,34                      |
| 6                     | 47,15                    | 0,6                           | 28,29                      |
| 8                     | 37,95                    | 0,8                           | 30,36                      |
| 10                    | 13,80                    | 1                             | 13,80                      |
| 12                    | 12,65                    | 1,2                           | 15,18                      |
|                       | $\Sigma(I) = 144,90$     |                               | $\Sigma(I*H) = 100,97$     |

Άρα, Hm = 696 m

#### Δ. Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο:

$$J = \Delta H * \Sigma I / F$$

όπου:

J: μέση κλίση λεκάνης (%)

ΔH: Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (Km)

ΣI: Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km).

F: Εμβαδό λεκάνης (Km<sup>2</sup>)

**J= 0,245 ή 24,5%**

#### Ε. Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο :

$$S = \Sigma ( I * J ) / \Sigma$$

όπου :

S: Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: Το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)

J: Η κλίση του παραπάνω τμήματος  $J = \Delta H * 100 / I$  (%)

**S = 5,1%**

### 3.2.2. Λεκάνη απορροής Ρεντινιώτη

#### A. Έκταση της λεκάνης

$$F = 150 \text{ Km}^2$$

#### B. Σχήμα της λεκάνης

$$U = 57,97 \text{ Km}$$

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι :

$$F / U = 2,59 \text{ Km}^2 / \text{Km}$$

**Γ. Υψομετρία της λεκάνης**

$H_{min} = 330 \text{ m}$

$H_{max} = 1250 \text{ m}$

**Πίνακας 7:** Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ρεντινιώτη

| ΑΡΙΘΜΟΣ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ | ΜΗΚΟΣ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ Ι<br>(Km) | ΥΨΟΜΕΤΡΟ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ Η<br>(Km) | I * H (Km <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2                        | -                                | -                                   | -                        |
| 4                        | 6,90                             | 0,4                                 | 2,76                     |
| 6                        | 69,0                             | 0,6                                 | 41,40                    |
| 8                        | 64,4                             | 0,8                                 | 51,52                    |
| 10                       | 13,8                             | 1                                   | 13,80                    |
| 12                       | 10,35                            | 1,2                                 | 12,42                    |
|                          | $\Sigma(I) = 164,45$             |                                     | $\Sigma(I*H) = 121,9$    |

$H_m = 741 \text{ m}$

**Δ. Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)**

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο:

$$J = \Delta H * \Sigma I / F$$

όπου:

J: μέση κλίση λεκάνης (%)

$\Delta H$ : Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (Km)

$\Sigma I$ : Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km).

F: Εμβαδό λεκάνης (Km<sup>2</sup>)

**J= 0,219 ή 21,9%**

**Ε. Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)**

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο :

$$S = \Sigma(I*J) / \Sigma I$$

όπου :

S: Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: Το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)



J: Η κλίση του παραπάνω τμήματος  $J = \Delta H \cdot 100 / l$  (%)

$$S = 0,0548 \text{ ή } 5,48\%$$

### 3.2.3. Λεκάνη απορροής Ονόχωνου

#### A. Έκταση της λεκάνης

$$F = 232 \text{ Km}^2$$

#### B. Σχήμα της λεκάνης

$$U = 79,35 \text{ Km}$$

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι :

$$F / U = 2,92 \text{ Km}^2 / \text{Km}$$

#### Γ. Υψόμετρα της λεκάνης

$$H_{\min} = 350 \text{ m}$$

$$H_{\max} = 800 \text{ m}$$

**Πίνακας 8:** Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ονόχωνου.

| ΑΡΙΘΜΟΣ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ | ΜΗΚΟΣ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ<br>l (Km) | ΥΨΟΜΕΤΡΟ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ<br>H (Km) | l * H (Km <sup>2</sup> )    |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 2                        | -                                | -                                   | -                           |
| 4                        | 38,20                            | 0,4                                 | 15,28                       |
| 6                        | 64,40                            | 0,6                                 | 38,64                       |
| 8                        | 9,90                             | 0,8                                 | 7,92                        |
| 10                       | -                                | 1                                   | -                           |
| 12                       | -                                | 1,2                                 | -                           |
|                          | $\Sigma(l) = 112,5$              |                                     | $\Sigma(l \cdot H) = 61,84$ |

$$H_m = 550 \text{ m}$$

#### Δ. Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο :

$$J = \Delta H \cdot \Sigma l / F$$

όπου:

J: μέση κλίση λεκάνης (%)

$\Delta H$ : Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (Km)

$\Sigma l$ : Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km).

F: Εμβαδό λεκάνης (Km<sup>2</sup>)

**J = 0,096 ή 9,6 %**

#### **Ε. Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)**

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο :

$$S = \Sigma ( l * J ) / \Sigma l$$

όπου :

S: Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

l: Το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)

J: Η κλίση του παραπάνω τμήματος  $J = \Delta H * 100 / l$  (%)

**S = 0,0178 ή 1,78**

### **3.2.4. Λεκάνη απορροής Ονόχωνου - Ρεντινιώτη**

#### **A. Έκταση της λεκάνης απορροής**

$$F = 382 \text{ Km}^2$$

#### **B. Σχήμα της λεκάνης**

$$U = 120,52$$

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι :

$$F / U = 3,17 \text{ Km}^2 / \text{Km}$$

#### **Γ. Υψόμετρα της λεκάνης**

$$H_{\min} = 330 \text{ m}$$

$$H_{\max} = 1250 \text{ m}$$

Για να υπολογίσουμε το μέσο υψόμετρο χρησιμοποιούμε τον εξής τύπο:

$$H_m = \Sigma ( l * H ) / \Sigma l$$

όπου:

$H_m$  : μέσο υψόμετρο λεκάνης (Km).

I: μήκος χωροσταθμικών καμπυλών (Km)

H: υψόμετρο χωροσταθμικών καμπυλών (Km).

**Πίνακας 9 :** Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Ρεντινιώτη - Ονόχωνου.

| ΑΡΙΘΜΟΣ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ | ΜΗΚΟΣ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ I<br>(Km) | ΥΨΟΜΕΤΡΟ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ H<br>(Km) | I * H (Km <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2                        | -                                | 0,2                                 | -                        |
| 4                        | 45,10                            | 0,4                                 | 18,04                    |
| 6                        | 133,40                           | 0,6                                 | 80,04                    |
| 8                        | 74,30                            | 0,8                                 | 59,44                    |
| 10                       | 13,80                            | 1                                   | 13,8                     |
| 12                       | 10,35                            | 1,2                                 | 12,42                    |
|                          | Σ(I) =276,95                     |                                     | Σ( I*H)=<br>183,74       |

Άρα: Hm = 663 m

#### **Δ. Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)**

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο:

$$J = \Delta H * \Sigma I / F$$

όπου:

J: μέση κλίση λεκάνης (%)

ΔH: Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (Km)

ΣI: Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km).

F: Εμβαδό λεκάνης (Km<sup>2</sup>)

**J= 0,145 ή 14,5%**

#### **Ε. Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)**

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο :

$$S = \Sigma ( I * J ) / \Sigma$$

όπου:

S: μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)

J: κλίση του παραπάνω τμήματος  $J = \Delta H * 100 / l$  (%)

$$S = 4.34 \%$$

### 3.2.5. Λεκάνη απορροής Σοφαδίτη

#### A. Έκταση τη λεκάνης

$$F = 500 \text{ Km}^2$$

#### B. Σχήμα της λεκάνης

$$U: 151.11 \text{ Km}$$

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας είναι :

$$F / U = 3,30 \text{ Km}^2 / \text{Km}$$

#### Γ. Υψόμετρα της λεκάνης

Από τον χάρτη βρίσκουμε το ελάχιστο και το μέγιστο υψόμετρο.

$$H_{\min} = 220\text{m}$$

$$H_{\max} = 1260\text{m}$$

Για να υπολογίσουμε το μέσο υψόμετρο χρησιμοποιούμε τον εξής τύπο:

$$H_m = \Sigma ( l * H ) / \Sigma l$$

όπου:

$H_m$  : Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (Km).

$l$ : Το μήκος των χωροσταθμικών καμπυλών (Km)

$H$ : υψόμετρο χωροσταθμικών καμπυλών (Km).

**Πίνακας 10** : Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης του απορροής του Σοφαδίτη.

| ΑΡΙΘΜΟΣ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ | ΜΗΚΟΣ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ<br>$l$ (Km) | ΥΨΟΜΕΤΡΟ<br>ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΙΚΩΝ $H$<br>(Km) | $l * H$ (Km <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 2                        | -                                  | 0,2                                   | -                          |
| 4                        | 78,45                              | 0,4                                   | 31,38                      |
| 6                        | 180,55                             | 0,6                                   | 108,33                     |
| 8                        | 112,25                             | 0,8                                   | 89,8                       |
| 10                       | 27,60                              | 1                                     | 27,60                      |
| 12                       | 23,00                              | 1,2                                   | 27,60                      |
|                          | $\Sigma(l) = 421,85$               |                                       | $\Sigma(l * H) = 284,71$   |



$$H_m = 675 \text{ m}$$

#### **Δ. Μέση κλίση της λεκάνης απορροής (%)**

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής βρίσκεται από τον τύπο :

$$J = \Delta H * \Sigma I / F$$

όπου:

J : μέση κλίση λεκάνης (%)

$\Delta H$ : Ισοδιάσταση χωροσταθμικών (Km)

$\Sigma I$ : Συνολικό μήκος χωροσταθμικών (Km).

F: Εμβαδό λεκάνης (Km<sup>2</sup>)

$$J = 0,168 \text{ ή } 6,8\%.$$

#### **Ε. Μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)**

Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης βρίσκεται από τον τύπο :

$$S = \Sigma ( I * J ) / \Sigma$$

όπου :

S: Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

I: Το μήκος του τμήματος μεταξύ χωροσταθμικών (Km)

J: Η κλίση του παραπάνω τμήματος  $J = \Delta H * 100 / I$  (%)

$$S = 0,011 \text{ ή } 1,1\%$$

### **3.3. Η Μορφολογία τους εδάφους**

#### **3.3.1. Γενικά**

Το έδαφος της περιοχής είναι κατά 50% ορεινό και κατά 50% πεδινό. Πεδινό είναι το βόρειο και ανατολικό τμήμα της, που αποτελεί την πεδιάδα της Καρδίτσας. Το ορεινό τμήμα διαμορφώνεται από τις οροσειρές της Πίνδου και των Αγράφων. Κοντά στις πηγές του Ταυρωπού έχει αναγερθεί φράγμα με το

οποίο σχηματίσθηκε η τεχνητή Λίμνη Ταυρωπού ή Λίμνη Πλαστήρα (Σχ. 2 και 3).

Παρατήρηση: Όλα τα στοιχεία που αφορούν την μορφολογία του εδάφους της περιοχής έχουν ληφθεί από την Ε.Υ.Δ.Ε. φράγματος Σμοκόβου «φράγμα Σμοκόβου - Β' φάση - κατασκευή κυρίως φράγματος - μητρώο έργου για μελέτη & κατασκευή του έργου (κοινοπραξία κατασκευής "ΤΕΓΚ Α.Ε.- ΠΑΝΤΕΧΝΙΚΗ Α.Ε - Κ. Ι. ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Α.Ε.).

### **3.3.2. Πετρώματα και εδάφη - γεωλογική έκθεση μελέτης**

#### **3.3.2.1. Γενική γεωλογική κατάσταση**

Η περιοχή του ταμιευτήρα (μορφολογικώς και γεωλογικώς) χωρίζεται σε δυο μέρη: Στον κλάδο του Ονόχωνου, με διεύθυνση από τα ανατολικά προς τα δυτικά και στον κλάδο του Ρεντινιώτη με κύρια διεύθυνση από Νότο προς Βορρά.

Γεωλογικώς, ο κλάδος του Ονόχωνου αποτελείται κυρίως από περιδοίτη, ηφαιστειακά πετρώματα και μεσοζωϊκά ιζήματα. Ο κλάδος του Ρεντινιώτη εκτείνεται σε τριαδικό φλύσχη και στα ανάντη του παρουσιάζονται μερικές εμφανίσεις κρητιδικού ασβεστόλιθου.

Κατά το σύστημα ζωνών του «Aubouin», η περιοχή του έργου θα μπορούσε να ταξινομηθεί στην υπερπινδική ζώνη, διότι τόσο τεκτονικώς, όσο και στρωματογραφικώς, συνδυάζονται εδώ τα χαρακτηριστικά των ζωνών Πίνδου και Υπερπελαγονικής. Ακόμη, η περιοχή έχει επηρεασθεί από τις τεκτονικές δραστηριότητες που συνόδευσαν το σχηματισμό της "Μεσσοελληνικής αύλακος" και στη συνέχεια την καθίζηση της θεσσαλικής πεδιάδας προς βορρά.

#### **3.3.3. Στρωματογραφία**

Στην περιοχή αυτή είναι μάλλον δύσκολο να καθορισθεί μια κανονική στρωματογραφική σειρά, διότι:

- A. Λόγω των επαναλαμβανόμενων και έντονων τεκτονικών παραμορφώσεων, δεν έχει μείνει καμία σχεδόν γεωλογική επαφή αδιατάρακτη.
- B. Εσωτερική παραμόρφωση, συνδυασμένη με αποκρυστάλλωση, κατέστρεψε τα απολιθώματα.
- Γ. Στρωματογραφικώς, καλά καθορισμένοι ορίζοντες δείχνουν ευκρινείς μεταβολές φάσης.

Η περιοχή μπορεί να σκιαγραφηθεί όπως παρακάτω:

1. **Σειρά οφειολίθων:** ένχυτα πετρώματα, ηφαιστειογενή πετρώματα με παρεμβολές ιζηματογενών πετρωμάτων. Ηλικία Τριαδική, ίσως Ιουρασική.
2. **Σχηματισμός Σχιστόλιθου-Κερατόλιθου:** Σχιστόλιθοι και Κερατόλιθοι με προεκβολές ασβεστόλιθου. Ηλικία Ιουρασική έως ίσως Μεσοκρητιδική.
3. **Κατώτερος φλύσχης:** Λιθολογικά έχει μεγάλη ομοιότητα με τον προηγθέντα ορίζοντα. Ηλικία Μεσοκρητιδική.
4. **Κρητιδικός ασβεστόλιθος:** εμφανίζεται ως ασβεστολιθικός ύφαλος στην υποπελαγονική φάση και κερματισμένος έως κροκαλοπαγής ασβεστόλιθος στην υπερπινδική φάση. Ηλικία άνω κρητιδική.
5. **Ζώνη μετάβασης:** ερυθρόχρωμος φλύσχης. Ηλικία άνω κρητιδική έως παλαιοκαινική.
6. **Φλύσχης:** Ηλικία παλαιοκαινική, ίσως Ηωκαινική,

## **7. Μολάσσεις:** Κλαστικά ιζήματα ολίγον στερεοποιημένα. Ηλικία πιθανώς ολιγοκαινική.

Οι παραπάνω οριζόμενοι στρωματογραφικοί ορίζοντες, περιγράφονται συνοπτικώς παρακάτω.

### **1. Σειρά οφειολίθων.**

Περιλαμβάνει κρυσταλλικά πετρώματα ένχυτου και ηφαιστειογενούς τύπου, πυροκλαστικά πετρώματα και μερικές παρεμβολές ιζημάτων. Ο πλέον διαδεδομένος τύπος πετρώματος στη σειρά των οφειολίθων είναι ο περιδοτίτης, ένα γενικά σκουρόχρωμο γκρίζο προς πράσινο πέτρωμα σύνθεσης χαρτζβουργίτου. Είναι σε όλη την έκτασή του, περισσότερο ή λιγότερο σερπεντινιωμένο.

### **2. Σχιστοκερατολιθικός σχηματισμός.**

Ο σχηματισμός αυτός περιέχει, εκτός των σχιστοκερατολίθων, μερικές ενστρώσεις ασβεστόλιθων ποικίλων φάσεων, κείται δε υπεράνω της σειράς των οφειολίθων. Οι σχιστόλιθοι είναι κυρίως ερυθρόχρωμοι, σπανίως δε σκοτεινόχρωμοι γκρίζοι ή πράσινοι. Εμφανίζονται τελικώς σε στρωματοποιημένο μαλακό υλικό και ως αργιλόλιθοι. Οι ψαμμίτες είναι πολύ σπάνιοι.

### **3. Κατώτερος φλύσχης.**

Ο σχηματισμός συνίσταται από μια εναλλαγή σχιστόλιθων, κερατολίθων (ραδιολαριτών) ψαμμιτών, λεπτών στρωμάτων ασβεστόλιθων και μαργών.

Το χρώμα που επικρατεί είναι το ερυθρό και αν εξαιρέσουμε τους πλέον συχνά εμφανιζόμενους ψαμμίτες, ο ορίζοντας αυτός μοιάζει με



τον σχιστοκερατολιθικό σχηματισμό. Καλά προσδιοριζόμενες εμφανίσεις βρίσκονται κοντά στα χωριά Κτιμένη και Λουτροπηγή.

#### **4. Κρητιδικός ασβεστόλιθος.**

Εμφανίζεται κοντά στο χωριό Λουτροπηγή στρωματώδης λατυποπαγής προς κροκαλοπαγή με τεμάχια ραδιολαριτών και οφειολίθων. Οι ιππουρίτες είναι σπάνιοι. Κατά τις γεωτρήσεις παρατηρήθηκε πάχος μικρότερο των 50 m. Στη δεξιά πλευρά της κοιλάδας της Παπούσας, ο ασβεστόλιθος είναι συμπαγής, με συχνούς ιππουρίτες και φαινομενικώς κείται αμέσως υπεράνω της σειράς του οφειολίθου, με πάχος μικρότερο των 50 m.

#### **5. Ζώνη μετάβασης.**

Αυτός ο σχηματισμός παρατηρήθηκε κοντά στο χωριό Λουτροπηγή. Συνίσταται από ερυθρόχρωμο φλύσχη που επικρατεί του σχιστόλιθου. Η έλλειψη των κερατολίθων τον διακρίνει από τον κατώτερο φλύσχη.

#### **6. Φλύσχης.**

Ο φλύσχης απαντάται κατά μήκος της κοιλάδας της Παπούσας και είναι πινδικού και υπερπινδικού τύπου, δηλαδή, εναλλασσόμενα λεπτά στρώματα σχιστόλιθου και ψαμμίτη. Στο νότιο μέρος του ταμιευτήρα οι ψαμμίτες γίνονται πιο συχνοί. Εμφανίζονται επίσης μερικοί κροκαλοπαγείς ορίζοντες. Σε απόσταση περίπου 1,5 Km, ανάντη του Φράγματος, προς την κοιλάδα της Παπούσας, υπάρχει ορίζοντας από γκριζοπράσινους σχιστόλιθους, ψαμμίτες και τυχαία κροκαλοπαγή πετρώματα στο φλύσχη. Τέλος μια εμφάνιση φλύσχης, καλυμμένη με κορήματα, εντοπίζεται 1,5 Km, ΒΔ του Φράγματος.

## 7. Μολάσσεις.

Αυτός είναι ένας σχηματισμός από επικρατούντα χονδρόκοκκα κλαστικά ιζήματα, ασυμφώνως κείμενα υπεράνω του υποβάθρου. Τα πυκνά βασικά κροκαλοπαγή πετρώματα έχουν κοκκινωπό χρώμα. Οι Μολάσσεις φθάνουν από τη θεσσαλική πεδιάδα, νοτίως του έργου, και διασχίζουν την περιοχή του ταμιευτήρα.

## 8. Τεταρτογενείς αποθέσεις.

Είναι αλλουβιακού και ελουβιακού τύπου. Υπάρχουν διάφοροι οριζόντες αναβαθμίδων. Στο κατάντη μέρος της κοιλάδας, ο βυθός της Παπούσας περιέχει ένα ευρύ επίχωμα από χάλικες, ενώ οι ανάντη αναβαθμίδες είναι λιγότερο ή περισσότερο ιλυώδεις. Ο φλύσχος, εκτός μερικών ενεργών ορυγμάτων διάβρωσης, καλύπτεται από κορήματα πάχους μέχρι 10 m.

### 3.4. Βασικές κατηγορίες πετρωμάτων και εδαφών

Σύμφωνα με τον ΚΟΤΟΥΛΑ D., 1972, έχουμε τα παρακάτω χειμαρικά φαινόμενα σύμφωνα με τον πετρολογικό σχηματισμό (Πιν 11).

**Πίνακας 11 :** Το Είδος των χειμαρρικών φαινομένων κατά πετρολογικό σχηματισμό.

|    | Πετρολογικός σχηματισμός | Ένδειξη | Χειμαρρικά φαινόμενα  |
|----|--------------------------|---------|---|
| 1. | Προσχωσιγενής            | A       | Αυλακωτή, μικρή χαραδρωτική πραινική και περιορισμένη επιφανειακή διάβρωση  |
| 2. | Φλυσχικός                | F       | Χαρακτηριστικό του γνώρισμα οι ολισθήσεις και κάθε είδους διαβρώσεις (λιγότερο της φαραγγωτής), απουσία αποσαθρώσεων                      |
| 3. | Σχιστολιθικός            | G       | Ολισθήσεις, διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις   |
| 4. | Νεογενής                 | S       | Έντονη, χαραδρωτική, φαραγγωτή και πραινική διάβρωση καθώς και γεωκαταρεύσεις από υποσκαφές των πραινών                                   |
| 5. | Ασβεστολιθικός           | K       | Εμφανίζει κυρίως έντονες αποσαθρώσεις και κατακρημνίσεις των αποσαθρωμάτων, επιφανειακή διάβρωση  |
| 6. | Κρυσταλλοπυριγενής       | M       | Παρουσιάζει την εμφάνιση όλων σχεδόν των χειμαρρικών φαινομένων (διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις) εκτός από τις γεωλισθήσεις. |

**Από την παραπάνω κατάταξη των πετρωμάτων προκύπτουν τα εξής:**

1. Προσχωσιγενής σχηματισμός περιλαμβάνει τα καλλιεργούμενα εδάφη, προσχωσιγενών, πεδινών ή ημιπεδινών περιοχών.
2. Ο φλυσικός σχηματισμός περιλαμβάνει το σχηματισμό του φλύσχη.
3. Ο σχιστολιθικός σχηματισμός περιλαμβάνει τους σχιστόλιθους. Συνεπώς οι παραπάνω πετρολογικοί σχηματισμοί συγκροτούνται από ομοιογενή από γενετική άποψη πετρώματα (εδάφη ο πρώτος).
4. Ο νεογενής σχηματισμός (S), περιλαμβάνει τα εξής: άμμοι, άργιλοι, μάργες, κροκαλώδη, κροκαλοπαγή, λατυπώση, λατυποπαγή, ψαμμίτες, ψαμμόλιθους, μαλασσικά ιζήματα. Κατά συνέπεια, μπορούμε να τον διακρίνουμε σε δύο γενετικές κατηγορίες ως εξής:

-S<sub>A</sub>: Λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις: άμμοι, άργιλοι, μάργες, κροκαλοπαγή

κ.α.

-S<sub>B</sub>: Ψαμμίτες, μολασσικά ιζήματα.

5. Ο ασβεστολιθικός σχηματισμός, ο οποίος παίρνει το όνομα του από τα κυριαρχούντα πετρώματα στο χώρο του, τους ασβεστόλιθους. Αποτελείται κυρίως από δολομίτες, μάρμαρα και κερατόλιθους, Κατά συνέπεια, τον διακρίνουμε σε δύο γενετικές υποκατηγορίες:

-K<sub>A</sub>: ασβεστόλιθοι, δολομίτες, κερατόλιθοι.

-K<sub>M</sub>: μάρμαρα ή κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι.

6. Ο κρυσταλλοπυριγενής σχηματισμός περιλαμβάνει τους γνεύσιους, τους γρανίτες, σερπεντινίτες, αμφιβολίτες, πρασινίτες, βασάλτες, διορίτες. Συνεπώς αυτόν τον διακρίνουμε σε γενετικές υποκατηγορίες.

M<sub>0</sub>: όξινα πυριγενή (γρανίτης, γρανοδιορίτης, μουζονίτης κ.α.)

M<sub>B</sub>: βασικά πυριγενή (οφειόλιθοι: διαβάσες, δοκίτες, περιδοτίτες, σερπεντινίτες, κ.α.)

M<sub>Γ</sub>: γνεύσιοι-αμφιβολίτες.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στην περιοχή έρευνας διακρίνουμε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες πετρωμάτων:

1. Προσχωσιγενής πετρολογικός σχηματισμός
2. Κρυσταλλοπυριγενής πετρολογικός σχηματισμός (οφειόλιθοι).
3. Φλυσχικός
4. Νεογενής πετρολογικός σχηματισμός.

Τα ποσοστά για τις πιο πάνω κατηγορίες πετρωμάτων στην περιοχή έρευνας είναι 10-25%, 4-8%, 3-8% και 14-25% αντιστοίχως (Κωτούλας, 1996).

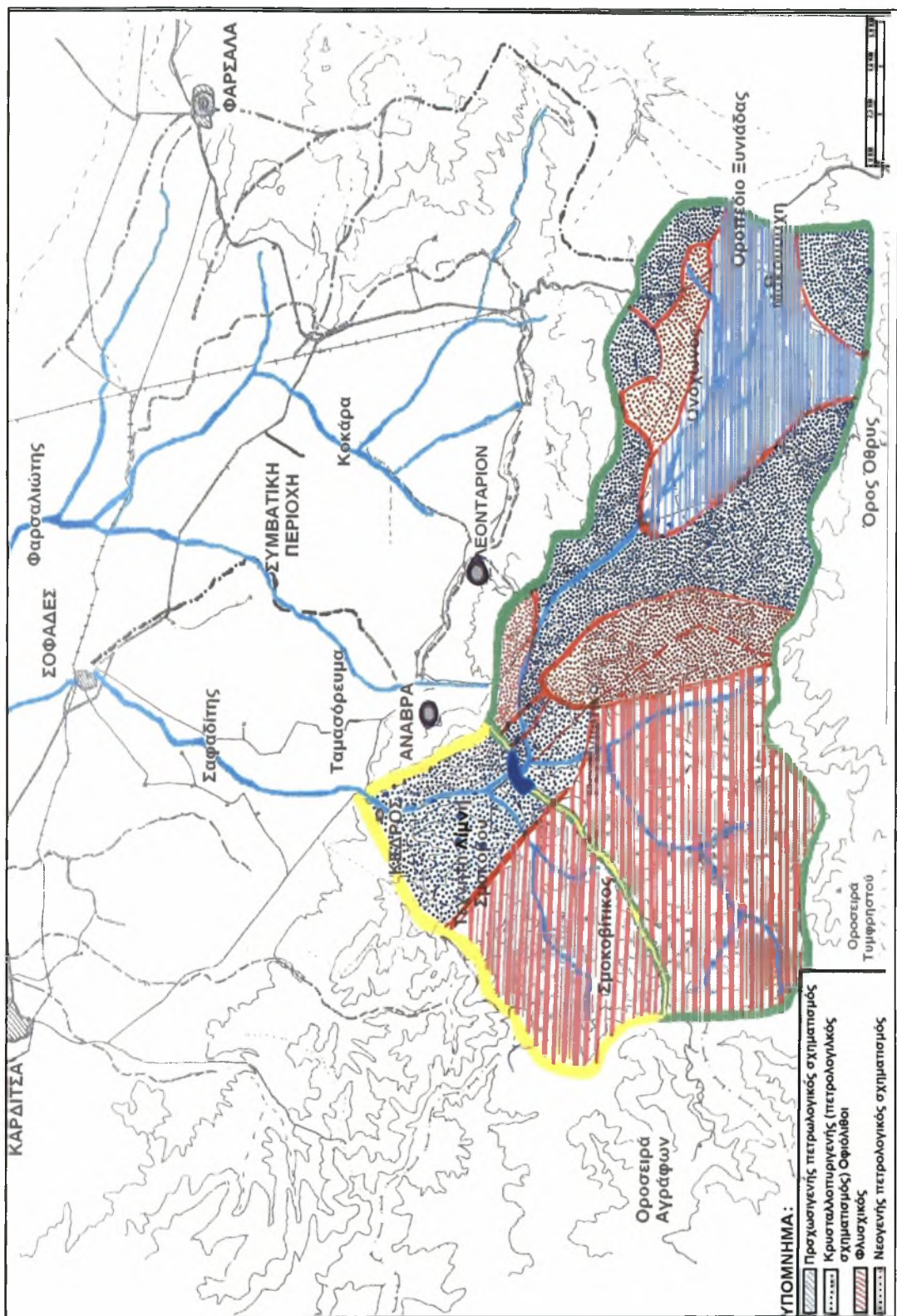
### **3.5. Τεκτονική περιοχής Φράγματος**

Ο περιδοτήτης στην περιοχή αυτή παρουσιάζει κατά τόπους μια παράλληλη δομή. Στο δυτικό αντέρεισμα προσανατολίζεται ΒΒΔ - ΝΝΑ με απότομη κλίση προς τα Ανατολικά. Στο αριστερό αντέρεισμα η διεύθυνση είναι ΒΒΔ - ΝΝΑ με απότομη κλίση προς Βορρά.

Ο περιδοτήτης είναι πλήρως διακλαδισμένος, το δε διάστημα μεταξύ των διακλαδώσεων είναι γενικά μικρότερο των 50 cm. Σε ορισμένα σημεία, το πέτρωμα είναι εντελώς ραγισμένο και σπασμένο. Οι περισσότερες των διακλαδώσεων επικαλύπτονται με σερπεντινίτη.

Δεν υπάρχει υπόδειγμα διακλάδωσης, το οποίο να παρατηρείται σε ολόκληρη την περιοχή του Φράγματος. Το μόνο κοινό σημείο είναι η έλλειψη διακλαδώσεων μικρής κλίσης. Οι ομοιογενείς περιοχές δομής είναι μικρές, μερικές φορές μικρότερες από 50X50 m.





Εικόνα 53: Τα πετρώματα στην περιοχή έρευνας.

Στο κατάντη τμήμα του αριστερού αντερείσματος, τα κύρια συστήματα των διακλαδώσεων είναι:

- Διακλαδώσεις με μέτρια προς απότομη ΝΑ κλίση.
- Διακλαδώσεις με απότομη προς μέτρια ΒΑ κλίση.
- Διακλαδώσεις με μέτρια Βόρεια προς ΒΔ κλίση.

Στο κεντρικό μέρος του δεξιού αντερείσματος οι μέγιστες διακλαδώσεις διευθετούνται επί μιας ζώνης με άξονα κλίσης ΒΔ.

Ανάντη και των δυο αντερείσμάτων, κύρια συστήματα διακλαδώσεων είναι:

- Διακλαδώσεις με μεγάλη Βόρεια-Νότια κλίση.
- Διακλαδώσεις με μεγάλη ΝΔ - ΒΑ κλίση.
- Διακλαδώσεις με μέτρια Βόρεια κλίση.

Οι κυριότερες ζώνες μεταπτώσεων είναι παρακάτω:

- Μια ζώνη με φορά Ανατολικά-Δυτικά, κοντά στο έργο εισόδου.
- Μια ζώνη με κατεύθυνση Νότια-Βόρεια στο αριστερό αντέρεισμα και σε υψόμετρο 330 - 340 m.
- Μια ζώνη στον πυθμένα της κοιλάδας, η οποία συνδυάζει συστήματα μεταπτώσεων διαφόρων κατευθύνσεων.

### **3.6. Κλίμα - κλιματολογικές συνθήκες περιοχής**

#### **3.6.1. Γενικά**

Τα υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχή εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κλίμα της. Οι κλιματικοί παράγοντες έχουν μεγάλη σπουδαιότητα όχι μόνο για τα επιφανειακά χαρακτηριστικά ενός τόπου, αλλά συμβάλλουν, επίσης, στη διαμόρφωση του υπόγειου υδάτινου δυναμικού του. Η ποσότητα και η κατανομή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχή, χαλάζι, χιόνι), η

θερμοκρασία, η υγρασία, η οι εξάτμιση και άνεμοι, είναι τα κυριότερα από τα μετεωρολογικά στοιχεία τα οποία προσδιορίζουν το κλίμα ενός τόπου.

Το κλίμα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη γεωγραφική θέση κάθε περιοχής. Από τους γεωγραφικούς παράγοντες, καθοριστικούς για την διαμόρφωση του κλίματος, είναι ο ρόλος του ανάγλυφου και της βλάστησης που φύεται σε αυτό (Κωτούλας, 1996).

Οι μεσογειακές χώρες έχουν ως γνωστό ιδιαίτερο γενικό τύπο κλίματος. Κατά συνέπεια, η πατρίδα μας, ως μεσογειακή χώρα, σε γενικές γραμμές ανήκει στον τύπο αυτό κλίματος. Θερμό και ξηρό καλοκαίρι, υγρός και ψυχρός χειμώνας είναι τα κύρια χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος.

Η μακρά περίοδος της ανομβρίας του θέρους επιβάλλει την αναζήτηση, την ανάπτυξη και την αξιοποίηση του συνολικού υδάτινου δυναμικού της χώρας, γεγονός απαραίτητο για την γεωργία και τις λοιπές χρήσεις την εποχή αυτή.

Τα κύρια κλιματολογικά χαρακτηριστικά (μικροκλίμα) της περιοχής του έργου, είναι βροχεροί χειμερινοί μήνες με μικρές χιονοπτώσεις και ήπιοι ξηροί καλοκαιρινοί μήνες, με μικρές μόνο αποκλίσεις.

### **3.6.2. Κλιματολογία**

Η περιοχή της Θεσσαλίας, παρά το ότι βρίσκεται σχετικώς κοντά στη θάλασσα, χωρίζεται από αυτή με οροσειρά, με αποτέλεσμα η θαλάσσια επίδραση να μην είναι τόσο αισθητή.

Έτσι, το κλίμα είναι ηπειρωτικό με βροχερούς χειμώνες και ζεστά καλοκαίρια. Έχει μια σχετική ομοιομορφία και χαρακτηρίζεται από μια εναλλαγή υγρής και ψυχρής εποχής από τον Οκτώβριο μέχρι το Απρίλιο και μιας εποχής ξηρής και θερμής από το Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο. Σε αρκετές περιπτώσεις τα

τελευταία χρόνια (ειδικότερα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο), η θερμοκρασία ξεπερνά τους 43 °C. Η κατανομή της διεύθυνσης των ανέμων είναι πολύ κανονική και δεν υπάρχει επικρατέστερη διεύθυνση. Η έντασή τους είναι μέτρια, της τάξης των 2-3 m/s.

Στο βροχομετρικό σταθμό της Ρεντίνας (βρίσκεται μέσα στην λεκάνη απορροής), υψόμετρο 900 m, για μια σειρά μετρήσεων 30 ετών, καταγράφηκε μέση ετήσια βροχόπτωση 1400 mm, με ελάχιστη (ξηρό ημερολόγιο) 464 mm και μέγιστη (υγρό ημερολόγιο), 2462 mm.

Από τις καταγραφείσες θερμοκρασίες του σταθμού Φουρνά (του πλησιέστερου προς τη λεκάνη Σμοκόβου), προκύπτει μέση ετήσια θερμοκρασία 10,7 °C, με μέγιστη 13,7 °C και ελάχιστη 10,2 °C (Πιν. 41 του παραρτήματος).

Η μέση μηνιαία σχετική υγρασία έχει μέγιστη τιμή 90% το Νοέμβριο και ελάχιστη 50%, κατά τον Ιούλιο και τον Αύγουστο.

Η μέση ετήσια εξάτμιση στο υψόμετρο του ταμιευτήρα, είναι της τάξης των 900 mm, με μέγιστο μηνιαίο όριο τα 180 mm και παρατηρείται κατά το μήνα Ιούλιο. Οι απώλειες εξάτμισης σε σχέση με λοιπούς διακινούμενους όγκους, είναι μικρές. Για τον λόγο αυτό, οι απώλειες από τον ταμιευτήρα δεν μπορούν σε καμιά περίπτωση να ξεπεράσουν τα  $4 \times 10^6 \text{ m}^3$  (ΥΔΡΟΜΕΤ κ.α., 1983).

Στην περιοχή έρευνας υπάρχουν πολλές ιαματικές πηγές, από τις οποίες αναγνωρισμένη είναι η πηγή Σμοκόβου στην κοινότητα Λουτροπηγής, που είναι η πέμπτη σημαντικότερη Ελληνική λουτρόπολη. Τα νερά της πηγής συνιστώνται για χρόνιους ρευματισμούς, μετατραυματικές παθήσεις, χρόνιες παθήσεις των αναπνευστικών οργάνων.

### **3.6.3. Βροχομετρικά δεδομένα**

Για την υδρολογική μελέτη της λεκάνης απορροής του Σοφαδίτη, είναι



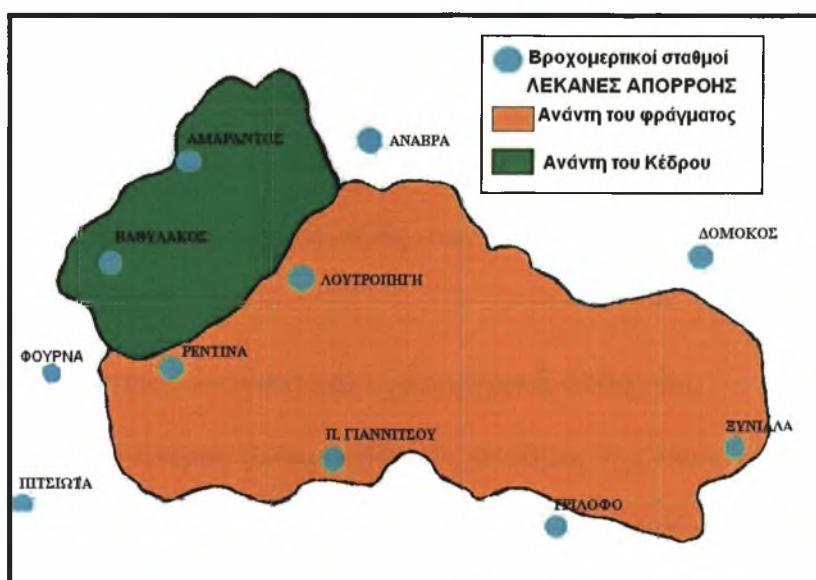
διαθέσιμες δυο κυρίως κατηγορίες μετρήσεων Οι μετρήσεις παροχής που έγιναν απ' ευθείας στο ίδιο το ποτάμι και στους άλλους παραποτάμους του Πηνειού, καθώς και τα αποτελέσματα μετρήσεων βροχοπτώσεων από σταθμούς κατανεμημένους σε όλη τη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Στα πλαίσια της πρώτης φάσης του έργου, αναζητήθηκαν πρωτογενή δείγματα σημειακών βροχοπτώσεων, από τους σταθμούς της ευρύτερης περιοχής (Πιν. 12). Τελικώς, ελήφθησαν τα δείγματα από ένδεκα βροχομετρικούς σταθμούς, με βάση στοιχεία που καταγράφονται σε παλαιότερες μελέτες, τα οποία επικαιροποιήθηκαν για όσο διάστημα ήταν δυνατόν (για τους σταθμούς του ΥΠΕΧΩΔΕ και του Υπουργείου Γεωργίας). Οι πηγές στις οποίες βασίσθηκε η αναζήτηση των βροχομετρικών δεδομένων είναι:

1. Υδρολογική μελέτη στα πλαίσια της Οριστικής μελέτης του αρδευτικού έργου Σοφαδίτη (Σμοκόβου), η οποία εκπονήθηκε από τις ΥΔΡΟΜΕΤ, ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ και ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ τον Απρίλιο του 1983.
2. Η ερευνητική μελέτη Υδρολογική διερεύνηση υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας, το οποίο εκπονήθηκε από τον Τομέα Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π την περίοδο 1986-1988.
3. Η ερευνητική μελέτη Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας της Θεσσαλίας, η οποία εκπονήθηκε από τον Τομέα Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π. την περίοδο 1996-1997.

Τα περισσότερα δείγματα βροχής παρουσιάζουν αρκετές ελλείψεις και καλύπτουν διαφορετικές χρονικές περιόδους. Ακόμη, για ορισμένους σταθμούς δεν υπήρχε συμβατότητα μεταξύ των δειγμάτων τα οποία προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Για παράδειγμα, στον Αμάραντο (Πιν. 38 του

παραρτήματος) ήταν διαθέσιμα δύο δείγματα από τα ερευνητικά έργα του Ε.Μ.Π. Στο τεύχος Κουτσογιάννη κ.α., (1988), δίνονται πίνακες μηνιαίων πρωτογενών τιμών, οι οποίες ταυτίζονται με αυτές οι οποίες προσφάτως ελήφθησαν από την αρμόδια Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας (ΥΠΓΕ), ενώ στο τεύχος Ξανθόπουλου κ.α. (1997), δίνονται μηνιαίες τιμές (Πιν. 40 του παραρτήματος) οι οποίες έχουν προκύψει από το άθροισμα των ημερησίων υψών βροχής. Μεταξύ των δύο δειγμάτων παρατηρούνται από μικρές έως και εξαιρετικώς μεγάλες διαφορές, στο 20% περίπου των παρατηρήσεων.



**Εικόνα 54 :** Οι βροχομετρικοί σταθμοί της περιοχής έρευνας.

Εντύπωση προκαλεί ακόμη το γεγονός ότι σε ορισμένες περιπτώσεις στο μηνιαίο αρχείο του ΥΠΓΕ, δεν αναγράφεται καμία τιμή, ενώ, αντιθέτως, αναγράφεται στο δείγμα των Ξανθόπουλου κ.α., (1997), το οποίο θεωρείται πιο αξιόπιστο, επειδή το δεύτερο έχει προκύψει με συνάθροιση ημερησίων τιμών, η εγκυρότητα των οποίων επαληθεύθηκε με πρόχειρη σύγκριση των αντίστοιχου ημερησίου δείγματος στο Μουζάκι. Άρα, ως τελικό δείγμα μηνιαίων βροχοπτώσεων παρουσιάζεται των Ξανθόπουλου κ.α. (1997), με τη προσθήκη

των στοιχείων του ΥΠΓΕ, για τα πρόσφατα έτη, καθώς και για παλαιότερους μήνες στους οποίους υπήρχαν κενά.

Σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται, επίσης, μεταξύ των δειγμάτων τα οποία παρατίθενται στη μελέτη των ΥΔΡΟΜΕΤ κ.ά. (1982) και των αντίστοιχων δειγμάτων τα οποία δίνονται στα τεύχη του Ε.Μ.Π. Στην περίπτωση του βροχομετρικού σταθμού Ρεντίνας (Πιν. 38 του παραρτήματος) προτιμήθηκε η παράθεση του δείγματος των Κουτσογιάννη κ.ά. (1988) (Πιν. 39 του παραρτήματος), το οποίο καλύπτει λίγο μεγαλύτερο διάστημα (μέχρι το 1984, αντί το 1981). Στην περίπτωση του βροχομετρικού σταθμού Δομοκού (Πιν. 46 του παραρτήματος), διαμορφώθηκε ένα ενοποιημένο δείγμα, το οποίο προέρχεται από τις τιμές τις οποίες δίνουν οι ΥΔΡΟΜΕΤ κ.ά., (1982), μέχρι τον Φεβρουάριο του 1970, και τις τιμές των Ξανθόπουλου κ.ά., (1997), για το υπόλοιπο διάστημα.

#### **3.6.4. Μετεωρολογικά και υγρομετρικά δεδομένα**

Ο σημαντικότερος μετεωρολογικός σταθμός της περιοχής είναι αυτός του Δομοκού, ο οποίος υπάγεται στην Ε.Μ.Υ. και λειτουργεί από το 1950. Για τον σταθμό αυτό είναι διαθέσιμα σε μηνιαία κλίμακα τα δείγματα μέσης θερμοκρασίας από το 1979 έως το 1996, σχετικής υγρασίας από το 1970 έως το 1996 και νέφωσης από το 1991 έως το 1996. Τα παραπάνω στοιχεία (Πιν. 46 του παραρτήματος), λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της δυνητικής εξατμοδιαπνοής, του ύψους των κατακρημνισμάτων και της απορροής στην περιοχή μελέτης.

Δεδομένου, ό,τι, όταν πραγματοποιήθηκαν οι μελέτες για την κατασκευή του φράγματος δεν υπήρχε μεγάλος αριθμός μετρήσεων παροχών και βροχοπτώσεων, για τον προσδιορισμό των απορροών στη θέση του

Φράγματος (ΥΔΡΟΜΕΤ κ.α., 1983), κρίθηκε σκόπιμο, αυτό να γίνει με υπολογιστική μέθοδο με τη χρήση του εμπειρικού τύπου του «Turc», ο οποίος έδωσε καλά αποτελέσματα για τη λεκάνη του Σοφαδίτη (Ρεντινιώτη, Ονόχωνου και Σμοκόβου) επειδή δεν παρουσιάζει ακραίες υδρολογικές συνθήκες.

**Πίνακας 12 :** Τα χαρακτηριστικά των βροχομετρικών σταθμών της ευρύτερης περιοχής έρευνας (Ε.Μ.Π. 2005).

| Όνομασία    | Υπηρεσία | Νομός     | Υψόμετρο (m) | Λεκάνη απορροής | Διαθέσιμο δείγμα        | Μέση ετήσια τιμή (mm) |
|-------------|----------|-----------|--------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| Αμάραντος   | ΥΠΓΕ     | Καρδίτσας | 800          | Καλέντζη        | 9/72-10/94, 10/03-10/05 | 1163.9                |
| Ανάβρα      | ΥΠΕΧΩΔΕ  | Καρδίτσας | 208          | Σοφαδίτη        | 8/50-3/05               | 743.7                 |
| Βαθύλακος   | ΔΕΗ      | Καρδίτσας | 800          | Σμοκοβίτικου    | 10/60-9/85              | 1075.1                |
| Δομοκός     | ΕΜΥ      | Φθιώτιδας | 615          | Ενιπέα          | 11/54-12/93             | 615.0                 |
| Λουτροπηγή  | ΥΠΕΧΩΔΕ  | Καρδίτσας | 730          | Ρεντινιώτη      | 1/71-8/05               | 854.4                 |
| Ξυνιάδα     | ΥΠΓΕ     | Φθιώτιδας | 456          | Ονόχωνου        | 1/64-10 05              | 458.5                 |
| Π.Γιαννισού | ΥΠΓΕ     | Φθιώτιδας | 960          | Ρεντινιώτη      | 3/73-9,94               | 648.4                 |
| Πισώτα      | ΔΕΗ      | Φθιώτιδας | 800          | Σπερχειού       | 2/60-9/92               | 1264.7                |
| Ρεντίνα     | ΥΠΕΧΩΔΕ  | Καρδίτσας | 903          | Ρεντινιώτη      | 7/50-9/85               | 1588.6                |
| Σκοπιά      | ΥΠΕΧΩΔΕ  | Λάρισας   | 450          | Ενιπέα          | 2/71-12/04              | 596.7                 |
| Τρίλοφο     | ΥΠΕΧΩΔΕ  | Φθιώτιδας | 580          | Σπερχειού       | 6/51-12/04              | 612.1                 |
| Φουρνά      | ΕΘΙΑΓΕ.  | Φθιώτιδας | 1100         | Σπερχειού       | 1971-2000               | 1629.0                |

Δυο κυρίως κατηγορίες μετρήσεων ήταν διαθέσιμες για την υδρολογική μελέτη της λεκάνης απορροής του Σοφαδίτη. Οι μετρήσεις παροχής που έγιναν απ' ευθείας στο ίδιο το ποτάμι και στους άλλους παραποτάμους του Πηνειού, καθώς και τα αποτελέσματα μετρήσεων βροχοπτώσεων από σταθμούς κατανεμημένους σε όλη τη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Οι μετρήσεις βροχοπτώσεων ολόκληρης της λεκάνης απορροής του Σοφαδίτη, έγιναν από τους βροχομετρικούς σταθμούς της Ρεντίνας (Πιν. 44 του παραρτήματος) και της Ξυνιάδας (Πιν. 37 του παραρτήματος). Πολύτιμες πληροφορίες για τη σπουδαιότητα και την κατανομή των βροχοπτώσεων έδωσαν και οι παρατηρήσεις των γειτονικών σταθμών Δομοκού (Πιν. 46 του παραρτήματος), Ανάβρας (Πιν. 45 του παραρτήματος) και Θραψιμίου.



Ο σημαντικότερος υδρομετρικός σταθμός είναι του Κέδρου (Πιν. 43 του παραρτήματος), ο οποίος λειτούργησε από το 1960 μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980 υπό την εποπτεία του τότε Υπουργείου Δημοσίων Έργων (ΥΠΔΕ), οπότε άρχισαν οι εργασίες κατασκευής του υδάτινου ταμιευτήρα. Ο υδρομετρικός αυτός σταθμός άμεσης μέτρησης της λεκάνης απορροής του Σοφαδίτη, βρίσκεται 8 Km κατάντη της θέσης του Φράγματος, κοντά στο χωριό Κέδρος και είναι εξοπλισμένος με σταθμημετρική κλίμακα πακτωμένη σε βράχο, στην αριστερή όχθη του ποταμού. Στον σταθμό λαμβάνονταν καθημερινές παρατηρήσεις στάθμης από συμβατικό σταθμήμετρο και μόνο σε λίγες περιπτώσεις υπάρχουν πυκνότερες παρατηρήσεις. Ακόμη, πραγματοποιούνταν τακτικές υδρομετρήσεις, με εξαίρεση την περίοδο από τον Δεκέμβριο του 1974 έως τον Μάρτιο του 1978. Η μέτρηση της στάθμης του νερού, για το χρονικό διάστημα 1960-1970, γινόταν μια φορά την ημέρα και έγινε η παραδοχή ότι η μέτρηση αυτή αντιστοιχεί στη μέση ημερήσια παροχή. Για τον καθορισμό του ανωτάτου σημείου των καμπυλών στάθμης παροχής οι σχετικοί υπολογισμοί έγιναν με τον τύπο του Manning Strickler.

Από το 2002, στον Ταμιευτήρα Σμοκόβου λειτουργεί αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός ο οποίος μετράει την βροχόπτωση, την θερμοκρασία, την σχετική υγρασία, την διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου και την ηλιακή ακτινοβολία. Οι μετρήσεις καταγράφονται σε μονάδα καταχώρησης δεδομένων και αποθηκεύονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Προς το παρόν δεν είναι δυνατός ο εντοπισμός του πλήρους αρχείου του σταθμού. Με την διάθεση των στοιχείων αυτών θα καταστεί δυνατό να υπολογισθούν οι απώλειες λόγω εξάτμισης από την τεχνητή λίμνη.

Εκτός από τις μετρήσεις του Κέδρου, διατίθενται στοιχεία υδρομετρήσεων σε δύο ακόμη σημεία ενδιαφέροντος. Το πρώτο βρίσκεται στην τωρινή θέση του ταμιευτήρα, γνωστή ως θέση Λουτροπηγής και το δεύτερο στη θέση Πεντομύτη, λίγο πριν την έξοδο της Ξυνιάδας, κοντά στον σιδηροδρομικό σταθμό Αγγειών. Ο υδρομετρικός σταθμός Λουτροπηγής λειτούργησε από το 1972 έως το 1982, και ήταν εξοπλισμένος με αυτόματο καταγραφικό όργανο (σταθμήμετρο). Σύμφωνα με την μελέτη των ΥΔΡΟΜΕΤ κ.ά., (1982), οι ενδείξεις του σταθμηγράφου δεν ήταν αξιοποιήσιμες, δεδομένου ότι η κίνηση της στάθμης του ποταμού που καταγραφόταν, ήταν εμφανώς λανθασμένη, λόγω προβλήματος επικοινωνίας του νερού του ποταμού με το νερό του πλωτήρα.

Κατά συνέπεια, μόνο αξιόπιστο στοιχείο είναι οι μετρήσεις παροχής, οι οποίες πραγματοποιούνται με συχνότητα μία φορά τον μήνα, και προφανώς δεν μπορούν να δώσουν αξιόπιστες μετρήσεις σχετικώς με την υδρολογική δίαιτα της λεκάνης. Ομοίως, στην έξοδο της Ξυνιάδας, δεν διατίθενται τακτικές παρατηρήσεις στάθμης, παρά μόνο σποραδικές μετρήσεις παροχής, για την περίοδο 1972-1982.

### **3.7. Εξατμισοδιαπνοή**

#### **3.7.1. Γενικά**

Ως εξάτμιση χαρακτηρίζεται το φαινόμενο μέσω του οποίου ένα υλικό (στην περίπτωση μας το νερό) μεταπίπτει από την υγρή ή στερεή κατάσταση, στην αέρια. Στις φυτοκαλυμμένες περιοχές, ένα σημαντικό μέρος του εξατμιζόμενου νερού, προέρχεται από τη διαπνοή των φυτών. Η απ' ευθείας εξάτμιση και η διαπνοή πραγματοποιούνται ταυτοχρόνως στη φύση και είναι δύσκολο να διαχωρισθούν. Ως εκ τούτου, ο όρος εξατμισοδιαπνοή (ET) χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη συνολική διεργασία μεταφοράς ύδατος από φυτοκαλυμμένη επιφάνεια, στην ατμόσφαιρα.

Μια άλλη ευρύτατα χρησιμοποιούμενη έννοια, είναι αυτή της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής ( $ET_p$ ), όρος με τον οποίο περιγράφεται ο μέγιστος ρυθμός εξατμισοδιαπνοής από φυτοκαλυμμένη επιφάνεια που κάτω από ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες, έχει επάρκεια νερού. Κατά τον Penman ( Penman et al. 1956), ως πραγματική εξατμισοδιαπνοή ( $ET_p$ ), ορίζεται η εξάτμιση μιας εκτεταμένης επιφάνειας μικρού ύψους πράσινης βλάστησης που σκιάζει απολύτως το έδαφος, ενιαίου ύψους και με πλήρη επάρκεια νερού. Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι αυτή παριστάνει το μέγιστο της δυνατής απώλειας νερού λόγω εξάτμισης από μια φυτοκαλυμμένη επιφάνεια. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την δυνητική εξατμισοδιαπνοή είναι κυρίως μετεωρολογικοί, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική υγρασία και ο άνεμος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ή απλά εξατμισοδιαπνοή, πέραν των παραγόντων που επηρεάζουν την δυνητική, επηρεάζεται και από πρόσθετους παράγοντες. Ο σημαντικότερος είναι η επάρκεια εδαφικής υγρασίας και ακολουθούν η πυκνότητα της φυτικής βλάστησης η οποία μπορεί να εκφρασθεί και ως ποσοστό της φυλλικής επιφάνειας σε σχέση με την αντίστοιχη εδαφική επιφάνεια, ή, το φαινολογικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

Η μέτρηση της φυσικής εξατμισοδιαπνοής είναι μια δύσκολη και δαπανηρή διαδικασία. Για το λόγο αυτό έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες ανάπτυξης εμπειρικών ή ημιεμπειρικών μοντέλων για τον υπολογισμό της. Στα περισσότερα μοντέλα εκτίμησης της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής από φυτοκαλυμμένες επιφάνειες, είναι απαραίτητη η εκτίμηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής ( $ET_p$ ). Αυτό γίνεται, είτε με θεώρηση των διεργασιών οι οποίες σχετίζονται με τη ροή του νερού μέσα από το σύστημα έδαφος - φυτό - ατμόσφαιρα, είτε εμπειρικά με συσχετίσεις.

Τα εμπειρικά μοντέλα τα οποία βασίζονται σε συσχετίσεις, έχουν μικρές απαιτήσεις σε μετεωρολογικά δεδομένα και εφαρμόζονται με αρκετή επιτυχία σε τοπική κλίμακα. Η ακρίβεια τους ελαττώνεται αισθητά όταν εφαρμόζονται έξω από την περιοχή βαθμονόμησης τους.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του «Thorntwaite». Μια μέθοδος που βασίζεται στη θερμοκρασία του αέρα και η οποία παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα λόγω υποεκτίμησης της υπολογιζόμενης εξατμισοδιαπνοής, όταν η προσλαμβανόμενη από την γη ακτινοβολία λαμβάνει την μέγιστη τιμή της (καλοκαιρινοί μήνες), με συνέπεια να τίθεται εκτός φάσης το φθινόπωρο. Ως εξήγηση γι' αυτό θεωρείται η υστέρηση της ετήσιας πορείας της θερμοκρασίας ως προς την ακτινοβολία (Van Wijk and D.A. Devries, 1954 Elton et al., 1960). Η υποεκτίμηση αυτή της εξατμισοδιαπνοής μεγιστοποιείται στα ξηρά και ημίξηρα κλίματα. Η χρήση της μεθόδου σε μικρά χρονικά διαστήματα, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά λάθη. Η μέθοδος είναι επιτυχής για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα (μηνός και άνω) λόγω αυτοσυσχέτισης των όμοιων συναρτήσεων θερμοκρασίας και ακτινοβολίας σε μεγάλες χρονικές περιόδους.

Η μέθοδος «Thorntwaite» προτιμήθηκε κυρίως λόγω του γεγονότος ότι το μόνο δεδομένο εισόδου το οποίο απαιτείται είναι οι τιμές θερμοκρασίας.

### **3.8. Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

Από το 1948, όταν ο Thorntwaite ανέπτυξε το πρώτο μοντέλο υδατικού ισοζυγίου, μέχρι σήμερα, η διεθνής επιστημονική κοινότητα καταβάλλει προσπάθειες να προσομοιώσει μαθηματικά όλες τις διεργασίες που συμμετέχουν στον κύκλο υετόπτωση - απορροή. Από τότε έως και σήμερα, έχουν αναπτυχθεί πληθώρα μοντέλων όλων των χρονικών κλιμάκων -ωριαία,



ημερήσια, μηνιαία, ετήσια ή και εποχική- και κάθε βαθμού πολυπλοκότητας. Τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τον τρόπο που προσεγγίζουν τα υδρολογικά γεγονότα στο χρόνο και το χώρο. Έτσι, ως προς το χρόνο αναπτύχθηκαν μοντέλα που περιλαμβάνουν ένα μεμονωμένο γεγονός βροχόπτωσης και την εξ αυτής προκαλούμενη απορροή και μοντέλα που εξετάζουν πλήρεις χρονοσειρές παρατηρήσεων ενός ή περισσότερων μεταβλητών και την χρονική εξέλιξη της απορροής. Ως προς το χώρο αναπτύχθηκαν μοντέλα που θεωρούν το χώρο ομοιογενή, ήτοι οι μεταβλητές εισόδου ή και εξόδου δεν μεταβάλλονται σε δεδομένο χώρο, συνήθως λεκάνη απορροής και μοντέλα που θεωρούν ότι οι μεταβλητές εισόδου ή και εξόδου κατανέμονται στο χώρο της λεκάνης σε ομοιόμορφα τμήματα με κοινά τοπογραφικά, μορφολογικά ή απλά γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Τα πρώτα αποκαλούνται αδρομερή (limped) και τα δεύτερα κατανεμημένα (distributed) μοντέλα (Παπαζαφειρίου Ζ.1999)..

Τα απλά αδρομερή υδρολογικά, παραμετρικά ή εμπειρικά, τα οποία ενοποιούν τα ετερογενή χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής και προσομοιώνουν την μετατροπή της βροχόπτωσης σε απορροή, είναι γενικά εύκολα στην εφαρμογή τους και απαιτούν περιορισμένα δεδομένα εισόδου. Αν και μια τέτοια προσέγγιση οδηγεί πολλές φορές σε γενίκευση των χαρακτηριστικών μιας λεκάνης απορροής, τέτοια μοντέλα είναι απλά στη χρήση τους, αποδοτικά στην εφαρμογή τους και είναι χρήσιμα εργαλεία για μηχανικούς και επιστήμονες που ασχολούνται με τη διαχείριση υδατικών πόρων (Perrin et al, 2001).

Το μηνιαίο μοντέλο του Thornthwaite (1948), αναθεωρήθηκε αργότερα από τους Thornthwaite and Mather (1955, 1957). Έκτοτε, αδρομερή μοντέλα

προσαρμόσθηκαν, αναθεωρήθηκαν και εφαρμόσθηκαν σε ένα ευρύ φάσμα υδρολογικών προβλημάτων (Gabos and Gasparri, 1983, Alley, 1984, 1985, Vandewiele et al, 1992), (Vandewiele and NilarWin, 1992). Προσφάτως, παρόμοια μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν στη διερεύνηση των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών (Arnall, 1992, Panagoulia and Dimou, 1997, Yates and Srzpek 1998, Guo et al. 2002). Επίσης χρησιμοποιήθηκαν στην μακροχρόνια πρόγνωση απορροής (Alley, 1985, Xu and Vandewiele, 1995). Παρ' όλο που σε παρόμοιες εφαρμογές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ωριαία ή ημερήσια υδρολογικά μοντέλα, επειδή ο όγκος τόσο των απαιτούμενων δεδομένων, όσο και των παραμέτρων αυτών, είναι μεγάλος, προτιμούνται τα αντίστοιχα μηνιαία μοντέλα. (Παπαζαφειρίου Ζ.1999).

Στην προσπάθεια αντιμετώπισης μεγάλου εύρους υδρολογικών προβλημάτων, καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια εξέλιξης τόσο των μοντέλων αυτών καθ' εαυτών όσο και των τεχνικών εκτίμησης των εμπλεκόμενων σ' αυτά παραμέτρων. Σήμερα, υπάρχει μια ποικιλία μοντέλων και αλγορίθμων εκτίμησης παραμέτρων που περιλαμβάνει σχετικώς πολύπλοκα στη σύλληψη μοντέλα με 10 έως 15 παραμέτρους για άνυδρες περιοχές της Αφρικής (π.χ. *Pitman, 1973*), μέχρι πολύ απλά μοντέλα με 2 έως 5 παραμέτρους για υγρές περιοχές της εύκρατης ζώνης (*Vandewiele et al, 1992*). Αν και η εμπειρία που συσσωρεύθηκε από τον μεγάλο αριθμό μοντέλων είναι σημαντική, εντούτοις υπάρχει μια συνεχής ανάγκη αναβάθμισης και ελέγχου τους στην πράξη. Επιπροσθέτως, θα πρέπει να δοθεί η ευκαιρία στους χρήστες των μοντέλων να εξοικειωθούν με αυτά και να αναπτυχθεί μια καλή γνώση της ευαισθησίας τους, των αδυναμιών τους και των ισχυρών τους σημείων, στην πράξη.

Πέρα από την συνεχή και πολύτιμη αυτή συσσώρευση γνώσεων στο στενό χώρο της υδρολογίας, τεχνικές και δυνατότητες άλλων περισσότερο ή λιγότερο συγγενικών επιστημονικών πεδίων έρχονται να προσφέρουν τις ανεκτίμητες υπηρεσίες τους. Έτσι, θεωρείται δεδομένη πλέον και εκ των ουκ άνευ η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των λογισμικών στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων που παρέχουν την δυνατότητα ταχύτατης και αξιόπιστης επεξεργασίας τεράστιου όγκου δεδομένων. Τελευταίως, για την εκτίμηση μεταβλητών που υπεισέρχονται στη μελέτη υδατικού ισοζυγίου, χρησιμοποιούνται πληροφορίες που αποκτήθηκαν με δορυφορική τηλεπισκόπηση. Μια τέτοια εξέλιξη θα μπορούσε να βοηθήσει στην κατεύθυνση της αποτελεσματικότητας των μοντέλων, αφού θα μείωνε τον αριθμό των παραμέτρων. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι ίσως τα μοναδικά εργαλεία στην ανάπτυξη διακριτοποιημένων μοντέλων. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών δίνουν επίσης την δυνατότητα επιφανειακής ολοκλήρωσης σημειακών μετρήσεων, αφού ενσωματώνουν εργαλεία χωρικής στατιστικής ανάλυσης.

Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη διαδικασία υετόπτωσης - απορροής στα γεωγραφικά όρια μιας γενικά θεωρημένης λεκάνης ή μιας υπολεκάνης απορροής είναι πολλές και καταγεγραμμένες από την επιστήμη της υδρολογίας. Αυτά που εν πολλοίς διαφοροποιούνται είναι η σημαντικότητα κάθε παράγοντα που εμπλέκεται σ' αυτές τις διεργασίες για κάθε συγκεκριμένη λεκάνη και το είδος και η ένταση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των παραγόντων που υπεισέρχονται στη διαδικασία, από τη στιγμή της εμφάνισης του γεγονότος της υετόπτωσης, μέχρι την δημιουργία και καταγραφή της απορροής στην έξοδο της λεκάνης. Όποια και αν ήταν η αιτία ανάπτυξης των

Μηνιαίων Μοντέλων Υδατικού Ισοζυγίου, αυτή που επικράτησε στην πορεία εξέλιξης τους είναι η διερεύνηση της σημαντικότητας των υδρολογικών μεταβλητών σε διαφορετικές λεκάνες απορροής. Έχουν αναπτυχθεί πολλά Μηνιαία Μοντέλα Υδατικού Ισοζυγίου που έχουν είτε αποκλειστικώς, είτε σε συνδυασμό αυτόν τον σκοπό.

Η βροχόπτωση αποτελεί την κυριότερη παράμετρο στην εξίσωση υδατικού ισοζυγίου. Ένα από τα θεμελιώδη υδρολογικά προβλήματα είναι η εύρεση μιας σχέσης μεταξύ της βροχόπτωσης πάνω από ένα σημείο και την εξ αυτής προκαλούμενης ροής σ' ένα υδατόρευμα. Στις περισσότερες χώρες, υπάρχουν συνήθως αρκετές καταγραφές βροχόπτωσης, αλλά τα δεδομένα παροχών είναι συχνά, είτε ελλιπή, είτε αναξιόπιστα, ενώ σε πολλές των περιπτώσεων είναι παντελώς ανύπαρκτα. Η ανάγκη εκτίμησης των ποτάμιων παροχών έχει σταθεί αφορμή για την εκπόνηση πολλών ερευνών. Ένας σημαντικό αριθμός Μηνιαίων Μοντέλων Υδατικού Ισοζυγίου αναπτύχθηκε με μοναδικό δεδομένο εισόδου τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και κυρίως την βροχόπτωση.

Ο Snyder (1963), ανέπτυξε το μοντέλο Tennessee Valley Authority (TVA) για την πρόβλεψη των μηνιαία διαθέσιμων ποσοτήτων νερού στη λεκάνη του Tennessee. Το μοντέλο διαχωρίζει την απορροή σε τρεις συνιστώσες: α) την άμεση απορροή η οποία υπολογίζεται σαν κλάσμα της βροχόπτωσης συγκεκριμένου μήνα β) την με χρονική υστέρηση ή δευτερεύουσα απορροή, η οποία υπολογίζεται ως γραμμική συνάρτηση της επιφανειακής αποθήκευσης και γ) μια συνάρτηση του χρόνου για την οποία έγινε η παραδοχή ότι δεν αλληλεπιδρά με τις άλλες συνιστώσες.

Ο Kuczera (1982) χρησιμοποίησε μια προσαρμοσμένη έκδοση του μοντέλου του Fiering (1967) για την περιγραφή μιας υδρολογίας λεκάνης στην Florida των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Η μηνιαία βροχόπτωση  $p_t$  χρησιμοποιήθηκε ως μοναδικό δεδομένο εισόδου και χωρίστηκε σε τρία μέρη με τη χρήση δύο παραμέτρων «a» και «b». Τα τρία αυτά μέρη είναι: η αναμενόμενη εξατμισοδιαπνοή  $b p_t$ , η αναμενόμενη φόρτιση του υδροφορέα  $a p_t$  (με υστέρηση ενός χρονικού διαστήματος) και η αναμενόμενη άμεση απορροή  $(1-a-b)p_t$ . Μια τρίτη παράμετρος «c» χρησιμοποιήθηκε για να προσομοιώσει την βασική απορροή η οποία είναι κλάσμα «a» του αποθηκευμένου νερού  $m_{t-1}$ , στην αρχή του μήνα:  $cm_{t-1}$ .

Ένα χρονικώς μεταβαλλόμενο μοντέλο εξελίχθηκε από τους Gabos and Gaspari (1983). Είναι ένα απλό γραμμικό αποθηκευτικό μοντέλο. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί δύο παραμέτρους για να διαχωρίσει την απορροή σε τρία μέρη, ήτοι την άμεση απορροή, την διήθηση και την εξατμισοδιαπνοή με παρόμοιο τρόπο, όπως και στο προηγούμενο μοντέλο. Άλλες δυο παράμετροι χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της υπεδάφιας αποθήκευσης. Οι πρώτες δύο παράμετροι είναι χρονικώς μεταβαλλόμενες.

Οι Tuffuor and Labadie (1973), χρησιμοποίησαν μη γραμμικά χρονικώς μεταβαλλόμενο μοντέλο για την προσομοίωση μηνιαίων δεδομένων στην Ghana. Το μοντέλο έχει 3Χν παραμέτρους που πρέπει να προσδιορισθούν, όπου ν (από 1 έως 12) ο αριθμός των εποχών που πρέπει να ορισθούν για κάθε έτος.

Το κοινό στα παραπάνω μοντέλα είναι ότι η εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται ως κλάσμα της βροχόπτωσης και το τμήμα που απομένει διαχωρίζεται εμπειρικώς σε διήθηση ή και άμεση απορροή. Οι διαφορές τους



βρίσκονται στο αν το κλάσμα είναι χρονικά μεταβαλλόμενο ή μη και στο αν οι εξισώσεις είναι γραμμικές ή μη γραμμικές. Η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής ως κλάσμα της βροχόπτωσης να είναι μεγαλύτερη της βροχόπτωσης, ειδικά κατά τους μήνες που ακολουθούν την εποχή των βροχών και δεδομένου ότι η βροχόπτωση είναι άκρως μεταβαλλόμενο φαινόμενο στα περισσότερα μέρη του κόσμου. Παρ' όλα αυτά τα συγκεκριμένα μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αδρά εργαλεία στον σχεδιασμό των υδατικών πόρων σε αυτές τις περιοχές, όπου άλλα μετεωρολογικά δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα.

Η εμπλοκή δεδομένων θερμοκρασίας σε Μηνιαία Μοντέλα Υδατικού Ισοζυγίου, επιτρέπει τον υπολογισμό της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής, όχι ως κλάσμα δεδομένης βροχόπτωσης, αλλά και ως συνάρτηση της θερμοκρασίας. Τέσσερα τέτοια Μηνιαία Μοντέλα Υδατικού Ισοζυγίου εξετάσθηκαν σε συγκριτική μελέτη των από τον Alley (1984) και τους Vandewiele et al (1992). Το πρώτο μοντέλο είναι το T-μοντέλο των Thornthwaite and Mather's (1955). Πρόκειται για μοντέλο το οποίο χρησιμοποιεί δύο δυνατές «αποθήκες» ύδατος: τον «δείκτη εδαφικής υγρασίας» «m<sub>i</sub>» και το «περίσσευμα ύδατος» «n<sub>i</sub>». Το μοντέλο χρησιμοποιεί δύο παραμέτρους: την υδατοϊκανότητα του εδάφους m<sub>t</sub> και τη σταθερά αποθήκευσης «a<sub>2</sub>» για «n<sub>i</sub>». Το δεύτερο είναι το Τα-μοντέλο του Alley (1984). Ουσιαστικά, πρόκειται για προσαρμογή του προηγούμενου μοντέλου με την διαφορά ότι ένα κλάσμα «a<sub>3</sub>» της βροχόπτωσης, μετατρέπεται αυτόματα σε άμεση απορροή. Το υπόλοιπο της βροχόπτωσης ακολουθεί την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω. Το τρίτο είναι το «abcd» μοντέλο του Thoma's (1981). Υπάρχουν δύο δεξαμενές αποθήκευσης και σ' αυτό το μοντέλο: η αποθήκευση στον υπόγειο υδροφόρα και στην εδαφική υγρασία. Το τέταρτο είναι το P-μοντέλο των Palmer (1965) και Alley (1984) που

χρησιμοποιεί ένα μοντέλο υδατικού ισοζυγίου για να αναπτύξει έναν δείκτη μετεωρολογικής ξηρασίας.

Το κοινό στα παραπάνω μοντέλα είναι ότι η θερμοκρασία χρησιμοποιείται στην εκτίμηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής με την μέθοδο που εισηγήθηκε ο Thornthwaite. Μαζί με την βροχόπτωση αποτελούν τα δεδομένα εισόδου των μοντέλων. Διαφέρουν ως προς τον τρόπο εκτίμησης της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής και τον υπολογισμό της εδαφικής υγρασίας και της φόρτισης του υπόγειου υδροφωρέα.

Ο Alley (1984), ανέφερε ότι και τα τέσσερα μοντέλα ανταποκρίθηκαν ικανοποιητικά στην προσομοίωση της ετήσιας απορροής, αλλά λιγότερο καλά στην μηνιαία. Οι κύριες αδυναμίες τους είναι: α) η μη πραγματική προσομοίωση της εδαφικής υγρασίας. β) οι παράμετροι έχουν πολύ μεγάλο βαθμό συσχέτισης και γ) σε αρκετές περιπτώσεις κατά τη διαδικασία της βαθμονόμησης, μερικές παράμετροι έχουν την τάση να ξεπερνούν τα φυσικά όρια διακύμανσης των. Μια συγκριτική μελέτη, εκπονημένη από τους Vandewiele et al (1992), επιβεβαίωσε πλήρως τα συμπεράσματα του Alley (1984).

Η μηνιαία επιφανειακή βροχόπτωση και η δυνητική εξατμισοδιαπνοή έχουν χρησιμοποιηθεί ως δεδομένα εισόδου στα περισσότερα μηνιαία μοντέλα βροχόπτωσης-απορροής. Αυτά τα μοντέλα έχουν αναπτυχθεί σε ποικιλία κλιματικών περιοχών και σε εκτεταμένο εύρος εφαρμογών με σημαντικές διαφορές τόσο στην πολυπλοκότητα τους, όσο και στην σπουδαιότητα τους.

Ένα παράδειγμα μοντέλου για την παραγωγή μηνιαίων τιμών απορροής για περιοχές της Νότιας Αφρικής είναι το μοντέλο του Pitman (1973, 1978). Το συγκεκριμένο μοντέλο, είναι δημοφιλές στις περισσότερες χώρες της Αφρικής. Χρησιμοποιεί δώδεκα παραμέτρους για τον υπολογισμό της πραγματικής

εξατμισοδιαπνοής, της συγκράτησης, της επιφανειακής απορροής, της εδαφικής υγρασίας και της απορροής από το επιφανειακό και τα βαθύτερα εδαφικά στρώματα.

Ο Roberts (1979), ανέπτυξε ένα ημερήσιο μοντέλο βασισμένο στο ωριαίο μοντέλο των Krzysztofowicz and Diskin (1978). Αυτό έχει δύο αποθηκεύσεις: την συγκράτηση και την εδαφική υγρασία και χρησιμοποιεί οκτώ παραμέτρους. Το ασυνήθιστο στο συγκεκριμένο μοντέλο είναι ότι η βασική απορροή δεν θεωρείται συνάρτηση της εδαφικής υγρασίας, αλλά της συνολικής απορροής, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση των αποτελεσμάτων του μοντέλου από τα επίπεδα της εδαφικής υγρασίας, τα οποία σχεδόν ποτέ δεν αναπαράγονται με ακρίβεια (Roberts, 1979). Ο Hughes (1982), αναθεώρησε το ημερήσιο μοντέλο του Roberts και το μετέτρεψε σε μηνιαίο. Το μοντέλο διατηρεί μια παρόμοια δομή, όπως και το προαναφερθέν, αλλά το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του είναι ότι η αποθήκευση της εδαφικής υγρασίας μπορεί να γίνει σε δοχείο διαφόρων σχημάτων. Οι Salas et al (1986), ανέπτυξε ένα μηνιαίο μοντέλο με σκοπό να προσομοιάσει τις ποικίλες υδρολογικές διαδικασίες που λαμβάνουν μέρος σε μια λεκάνη απορροής, σε μηνιαία ή εποχική χρονική κλίμακα. Το μοντέλο είναι χωρικά κατανεμημένο σε μηνιαία χρονική κλίμακα και υποθέτει ότι η λεκάνη μπορεί να διαιρεθεί σε κάποιο αριθμό υπολεκανών. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ένδεκα συνολικώς παραμέτρους, μερικές από τις οποίες καθορίζονται κατά την βελτιστοποίηση του μοντέλου και άλλες εκτιμώνται κατά την κρίση του χρήστη ή με την μέθοδο της δοκιμής και απόρριψης.

Τα τέσσερα παραπάνω μοντέλα είναι ντετερμινιστικά και έχουν σχετικώς πολύπλοκη δομή σε ότι αφορά την μηνιαία προσομοίωση. Αρκετά απλούστερα μοντέλα έχουν καταγραφεί τελευταίως. Οι Abulohom (2001), πρότειναν ένα

Μηνιαίο Μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου το οποίο διακρίνει την απορροή σε δύο συνιστώσες: την άμεση και τη βασική απορροή. Το μοντέλο χρησιμοποιεί πέντε παραμέτρους, εκ των οποίων οι τρεις προσδιορίζονται με βελτιστοποίηση και άλλες δύο παίρνουν διακριτές τιμές. Το μοντέλο κρίνεται αρκετά αποτελεσματικό παρά τον πολύ υψηλό βαθμό συσχέτισης μεταξύ των παραμέτρων τις οποίες χρησιμοποιεί. Οι Giakoumakis et al (1991), πρότειναν ένα μοντέλο που θεωρεί ότι όλες οι διεργασίες του υδατικού ισοζυγίου, λαμβάνουν χώρα στην ανώτερη επιφανειακή ζώνη του εδάφους. Με τη θεώρηση αυτής της ζώνης, ως δεξαμενή αποθήκευσης, υπολογίζονται η ποσότητα της βαθιάς διήθησης, της εδαφικής υγρασίας και της απορροής. Το μοντέλο χρησιμοποιεί δύο παραμέτρους: τον συντελεστή βαθιάς διήθησης και τη μέγιστη εδαφική υγρασία.

Οι Loukas et al. (2004), χρησιμοποίησαν το μοντέλο που προτάθηκε από τον Abulohom και τους συνεργάτες του, με την προσθήκη μιας υπορουτίνας που συνυπολογίζει στο υδατικό ισοζύγιο την χιονόπτωση και την τήξη του χιονιού. Επιπροσθέτως, έγινε προσπάθεια μείωσης του αριθμού των παραμέτρων, υπολογίζοντας την πραγματική εξατμισοδιαπνοή, έμμεσα, με τη χρήση του κανονικοποιημένου διαφορικού δείκτη βλάστησης (NDVI) από δορυφορικά δεδομένα.

Οι Vandewiele et al. (1992) και Xu (1992), πρότειναν μια σειρά μοντέλων τα οποία αποτελούν διαφορετικές προσεγγίσεις του Μηνιαίου Μοντέλου Υδατικού Ισοζυγίου, που προτάθηκε από τους Van der Beken and Byloos (1977). Ο αριθμός των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή των υδρολογικών φαινομένων είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων τρεις και σπανίως τέσσερις. Το μοντέλο εφαρμόστηκε με επιτυχία σε πολλές και

αρκετά διαφοροποιημένες ως προς τις κλιματικές συνθήκες λεκάνες. Οι Makhlouf and Michel (1994), ανέφεραν ένα διπαραμετρικό Μηνιαίο Μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου για λεκάνες της Γαλλίας, το GR2M, το οποίο προέκυψε από το ημερήσιο μοντέλο απορροής των Edijatno and Michel (1989).

Ο Haan (1972), ανέπτυξε ένα μοντέλο για την προσομοίωση μηνιαίων παροχών το οποίο χρησιμοποιεί ημερήσια δεδομένα. Η εκτιμημένη μέση δυνητική εξατμισοδιαπνοή και η ημερήσια βροχόπτωση χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου. Το μοντέλο έχει δύο αποθήκες και χρησιμοποιεί τέσσερις παραμέτρους: τον μέγιστο δυνατό ρυθμό διήθησης, το μέγιστο δυνατό ρυθμό κατείσδυσης, τη μέγιστη χωρητικότητα του τμήματος της εδαφικής υγρασίας η οποία είναι λιγότερο διαθέσιμη για εξάτμιση και μια σταθερά που καθορίζει το κλάσμα του κατεισδύοντος ύδατος που τελικώς απορρέει. Το μοντέλο αναπτύχθηκε για μικρές λεκάνες απορροής, αφού δεν λαμβάνεται υπόψη η χρονική υστέρηση από την βροχόπτωση μέχρι την εμφάνιση απορροής.

Ο Kuczera (1983), ανέπτυξε ένα Μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου από αυτό που χρησιμοποιήθηκε από τους Langford et al. (1978) για τη λεκάνη του Slip Creek, το οποίο υπολογίζει την μηνιαία απορροή από ημερήσια δεδομένα. Το μοντέλο χρησιμοποιεί δύο αποθήκες: μια ταχείας απόκρισης η οποία συνεισφέρει στην άμεση απορροή και την εδαφική που συνεισφέρει στην βασική απορροή. Οι απώλειες κατείσδυσης υπεισέλθαν στο μοντέλο επειδή μελέτες ετήσιου υδατικού ισοζυγίου κατέδειξαν ότι δεν παρατηρείται η συνολική απορροή η οποία παράγεται σε μια λεκάνη. Το μοντέλο περιέχει εννιά παραμέτρους. Οι McMahon and Mein, αναθεώρησαν το μοντέλο του Boughton (1973), συμπεριλαμβάνοντας μια ρουτίνα βασικής απορροής με χαρακτηριστικά διπλής υποχώρησης και το χρησιμοποίησαν στην εκτίμηση μηνιαίων παροχών



του Thomson. Ως δεδομένα εισόδου, χρησιμοποιήθηκαν ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης και μηνιαία εξατμισοδιαπνοή. Το μοντέλο έχει τρεις δεξαμενές αποθήκευσης και χρησιμοποιεί δέκα παραμέτρους. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στην προσομοίωση ημερήσιας απορροής, όταν υπάρχουν δεδομένα ημερήσιων παροχών αρκετών ετών, ώστε να καθίσταται δυνατή η βαθμονόμηση του μοντέλου.

### 3.8.1. Μέθοδος THORNTWAITE

Ο Langford et al. (1978), δημιούργησαν μια εξίσωση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού. Η εξίσωση εκτιμά τη μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή με βάση τη μέση μηνιαία θερμοκρασία και έχει τη μορφή:

$$E_t = 1,6 * ( 10 * T_a / I )^\alpha$$

Όπου :  $E_t$  = Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή σε cm/μήνα.

$T_a$  = Η μέση μηνιαία θερμοκρασία σε °C .

$I$  = Ο ετήσιος δείκτης θερμοκρασίας =  $\sum (T_{ai} / 5)^{1,5}$

$\alpha = 0,49 + 0,0179 * I - 0,0000771 * I^2 + 0,000000675 * I^3$ .

Οι μέσες μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων που χρησιμοποιούνται για να βρεθεί η δυνητική εξατμισοδιαπνοή για την λεκάνη απορροής του Σμοκοβίτικη, λαμβάνονται από τον μετεωρολογικό σταθμό των Φουρνών (Πιν. 41 του παραρτήματος), υψομέτρου 1100 m. Για την δεύτερη λεκάνη απορροής, δηλαδή αυτή του Ονόχωνου και Ρεντινιώτη χρησιμοποιούνται οι μέσες μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων από τον μετεωρολογικό σταθμό του Δομοκού (Πιν. 46 του παραρτήματος), υψομέτρου 615 m (βλέπε σχετικούς πίνακες παραρτήματος).

Αφού βρεθεί η δυνητική εξατμισοδιαπνοή την πολλαπλασιάζεται με

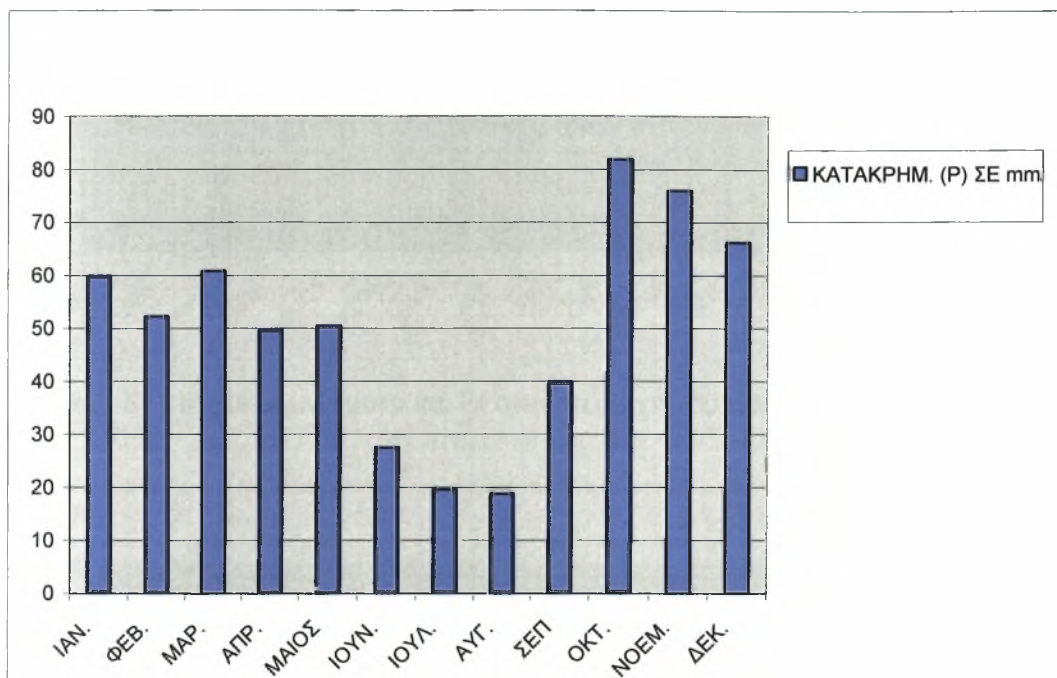
ένα συντελεστή ανά μήνα ο οποίος βγαίνει από πίνακα και έχει σχέση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που μελετάμε (Στάθης Δ., Σαπουντζής Μ., 2002). Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στους πίνακες 13 και 14.

**Πίνακας 13 :** Η εξατμισοδιαπνοή στην περιοχή του Δομοκού.

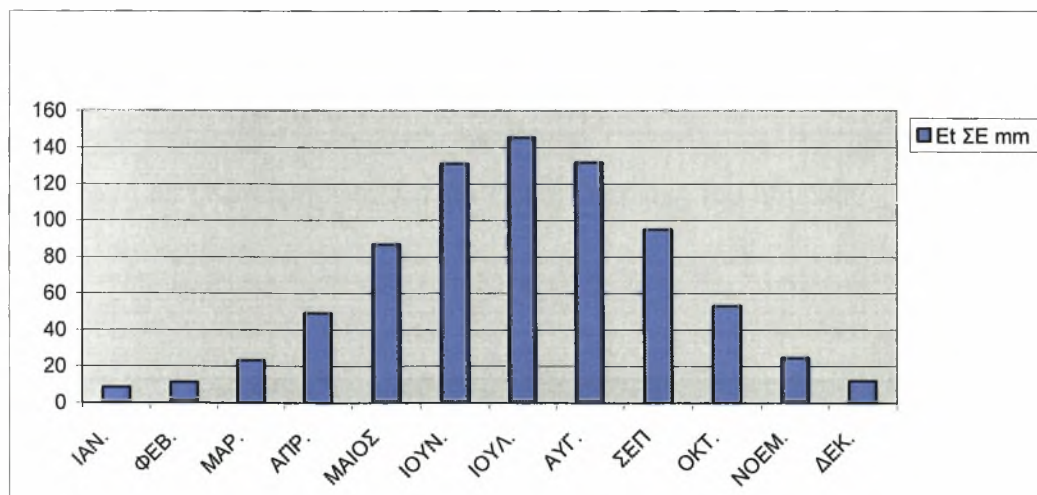
| ΜΗΝΕΣ        | ΚΑΤΑΚΡΗ/ΤΑ<br>(P) σε mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ<br>(Tα) σε °C | $i = (Tα/5)^{1,5}$ | $\alpha$ | ΕΞΑΤΜΙΣ. (Et)<br>σε cm | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ | Et ME ΤΟΝ ΣΥΝ.<br>σε cm | Et σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ<br>(Q) σε mm |
|--------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|----------|------------------------|-------------|-------------------------|----------|----------------------|
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ.  | 59,9                    | 4,7                       | 0,91               | 1,47     | 1,05                   | 0,80        | 0,84                    | 8,44     | 51,46                |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ  | 52,3                    | 5,3                       | 1,09               |          | 1,26                   | 0,89        | 1,12                    | 11,20    | 41,10                |
| ΜΑΡΤΙΟΣ      | 60,8                    | 8,1                       | 2,06               |          | 2,35                   | 0,99        | 2,33                    | 23,25    | 37,55                |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ     | 49,7                    | 12,5                      | 3,95               |          | 4,45                   | 1,10        | 4,89                    | 48,90    | 0,80                 |
| ΜΑΙΟΣ        | 50,5                    | 17,4                      | 6,49               |          | 7,23                   | 1,20        | 8,68                    | 86,77    | 0,00                 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ      | 27,5                    | 22,4                      | 9,48               |          | 10,48                  | 1,25        | 13,10                   | 131,04   | 0,00                 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ      | 19,6                    | 24,3                      | 10,71              |          | 11,82                  | 1,23        | 14,53                   | 145,34   | 0,00                 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ    | 18,8                    | 23,8                      | 10,39              |          | 11,46                  | 1,15        | 13,18                   | 131,80   | 0,00                 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ  | 39,9                    | 20,4                      | 8,24               |          | 9,14                   | 1,04        | 9,50                    | 95,02    | 0,00                 |
| ΟΚΤΟΒΡΙΟΣ    | 81,9                    | 14,8                      | 5,09               |          | 5,70                   | 0,93        | 5,30                    | 53,00    | 28,90                |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ    | 76,0                    | 9,5                       | 2,62               |          | 2,97                   | 0,83        | 2,46                    | 24,65    | 51,35                |
| ΔΕΚΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 66,2                    | 6,1                       | 1,35               |          | 1,55                   | 0,78        | 1,21                    | 12,07    | 54,13                |
|              |                         |                           | $i =$              | 62,39    |                        |             |                         |          |                      |

**Πίνακας 14 :** Η εξατμισοδιαπνοή στην περιοχή των Φουρνών.

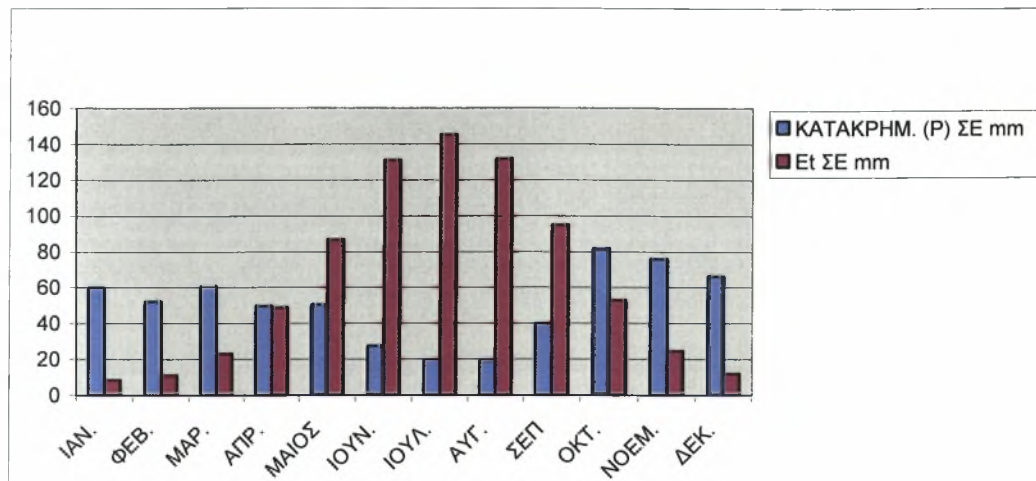
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗ/ΤΑ<br>(P) σε mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ<br>(Tα) σε °C | $i = (Tα/5)^{1,5}$ | $\alpha$ | ΕΞΑΤΜΙΣ. (Et)<br>σε cm | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ | Et ME ΤΟΝ ΣΥΝ.<br>σε cm | Et σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ<br>(Q) σε mm |
|-------|-------------------------|---------------------------|--------------------|----------|------------------------|-------------|-------------------------|----------|----------------------|
| ΙΑΝ.  | 127,1                   | 1,3                       | 0,14               | 1,09     | 0,52                   | 0,8         | 0,41                    | 4,13     | 122,99               |
| ΦΕΒ.  | 143,2                   | 1,8                       | 0,22               |          | 0,72                   | 0,89        | 0,64                    | 6,37     | 136,88               |
| ΜΑΡ.  | 149,6                   | 3,9                       | 0,69               |          | 1,66                   | 0,99        | 1,65                    | 16,47    | 133,14               |
| ΑΠΡ.  | 119,0                   | 7,6                       | 1,88               |          | 3,44                   | 1,1         | 3,78                    | 37,82    | 81,21                |
| ΜΑΙΟΣ | 82,7                    | 12,7                      | 4,06               |          | 6,03                   | 1,2         | 7,24                    | 72,42    | 10,64                |
| ΙΟΥΝ. | 32,7                    | 16,9                      | 6,19               |          | 8,21                   | 1,25        | 10,26                   | 102,57   | 0,00                 |
| ΙΟΥΛ. | 26,0                    | 19,0                      | 7,38               |          | 9,32                   | 1,23        | 11,46                   | 114,64   | 0,00                 |
| ΑΥΓ.  | 18,8                    | 18,2                      | 6,97               |          | 8,94                   | 1,15        | 10,28                   | 102,82   | 0,00                 |
| ΣΕΠ   | 58,1                    | 15,4                      | 5,41               |          | 7,43                   | 1,04        | 7,73                    | 77,29    | 0,00                 |
| ΟΚΤ.  | 123,1                   | 10,6                      | 3,10               |          | 4,96                   | 0,93        | 4,61                    | 46,11    | 76,94                |
| ΝΟΕΜ. | 157,9                   | 6,0                       | 1,33               |          | 2,67                   | 0,83        | 2,22                    | 22,19    | 135,71               |
| ΔΕΚ.  | 183,9                   | 2,6                       | 0,38               |          | 1,07                   | 0,78        | 0,84                    | 8,37     | 175,51               |
|       |                         |                           | $i =$              | 37,74    |                        |             |                         |          |                      |



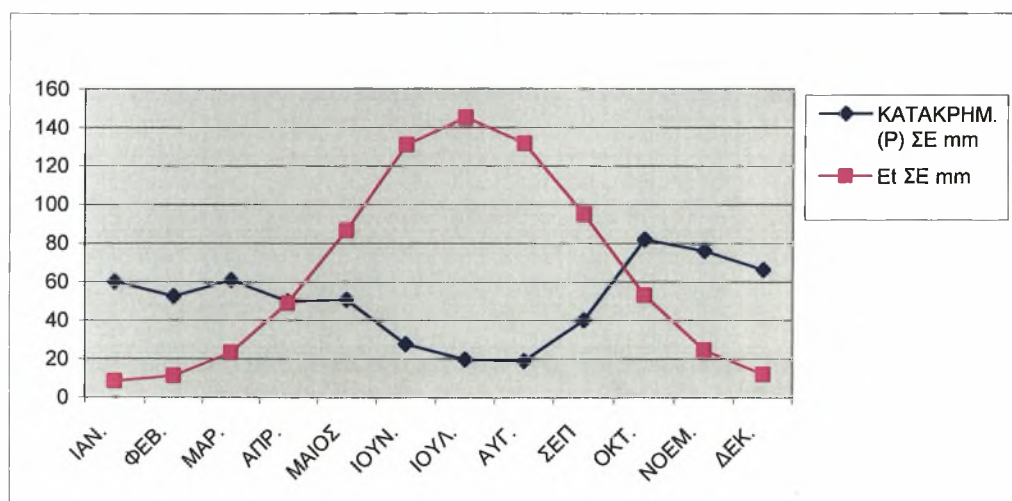
Εικόνα 55 : Κατακρημνίσματα (P) σε mm στην περιοχή του Δομοκού



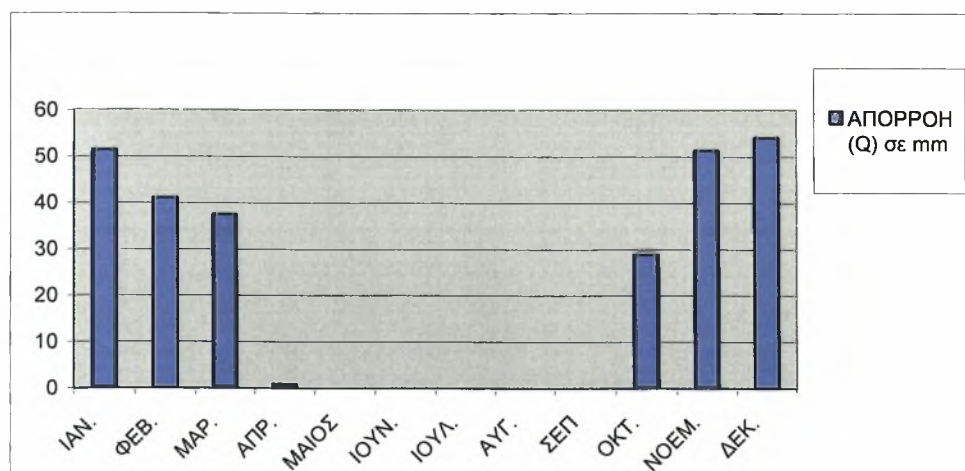
Εικόνα 56 : Et σε mm στην περιοχή του Δομοκού.



Εικόνα 57 : Κατακρημνίσματα και Ετ στην περιοχή του Δομοκού.

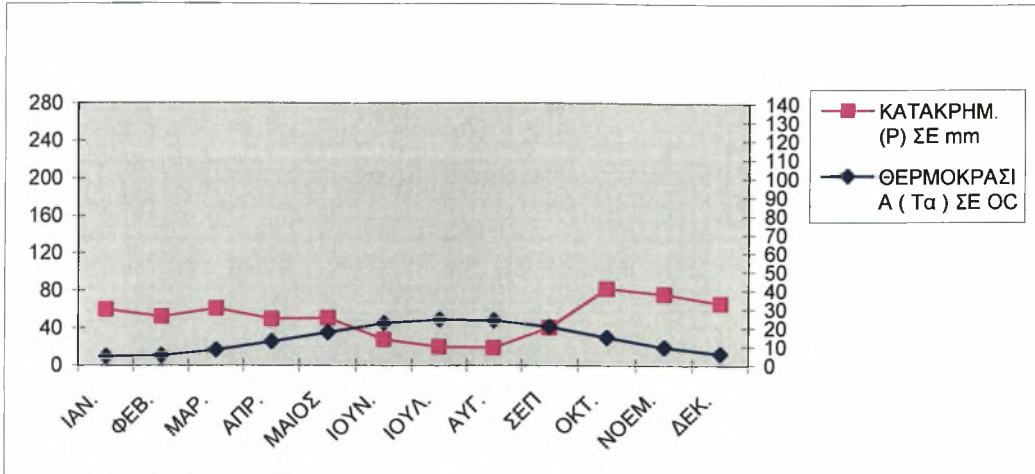


Εικόνα 58 : Κατακρημνίσματα και Ετ στην περιοχή του Δομοκού

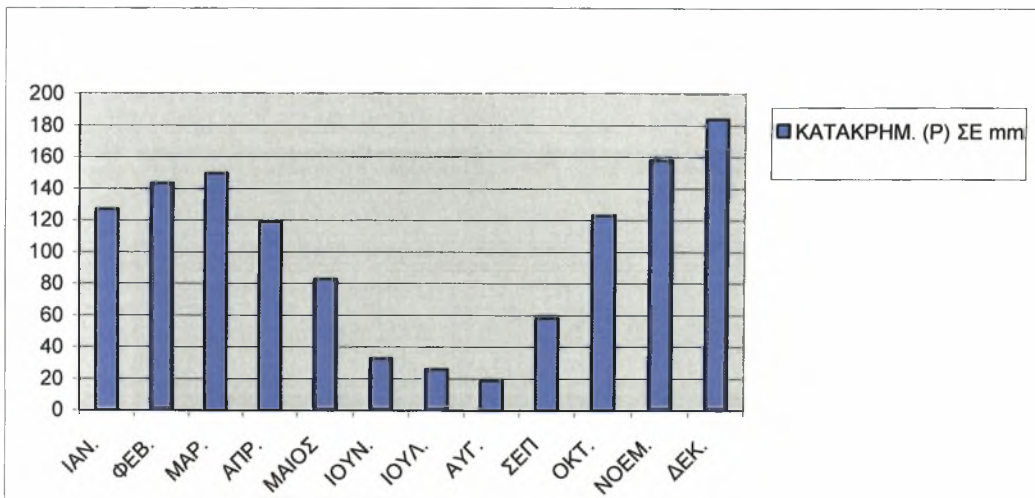


Εικόνα 59 : Απορροή (Q) σε mm.

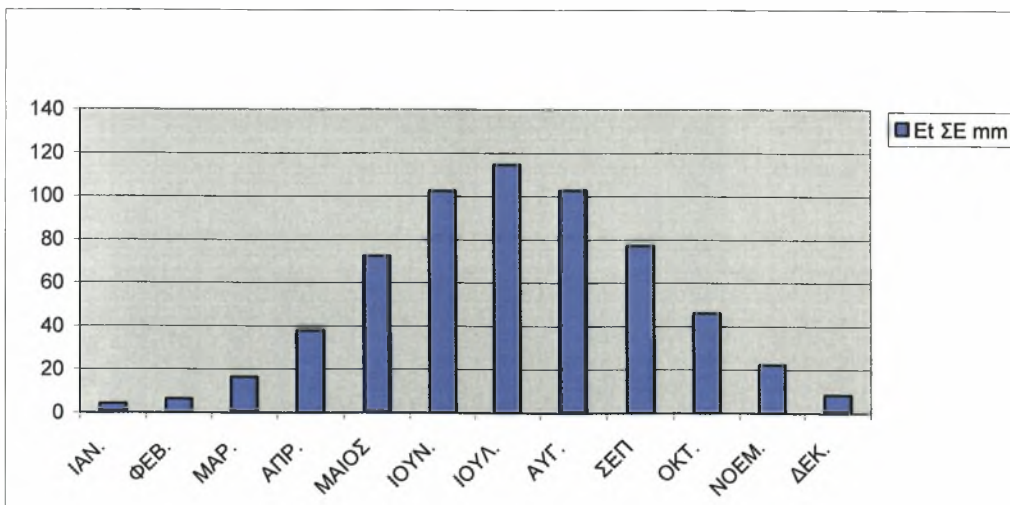




Εικόνα 60 : Κατακρημνίσματα και θερμοκρασία στην περιοχή του Δομοκού.

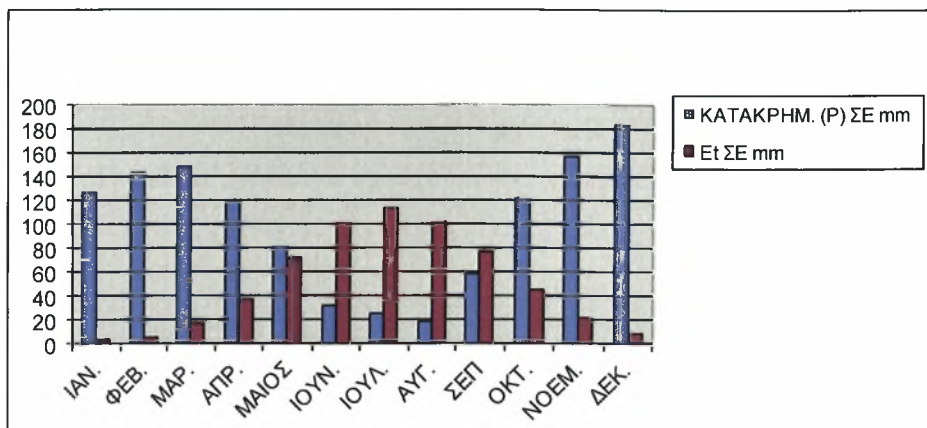


Εικόνα 61: Κατακρημνίσματα (P) σε mm στην περιοχή των Φουρνών

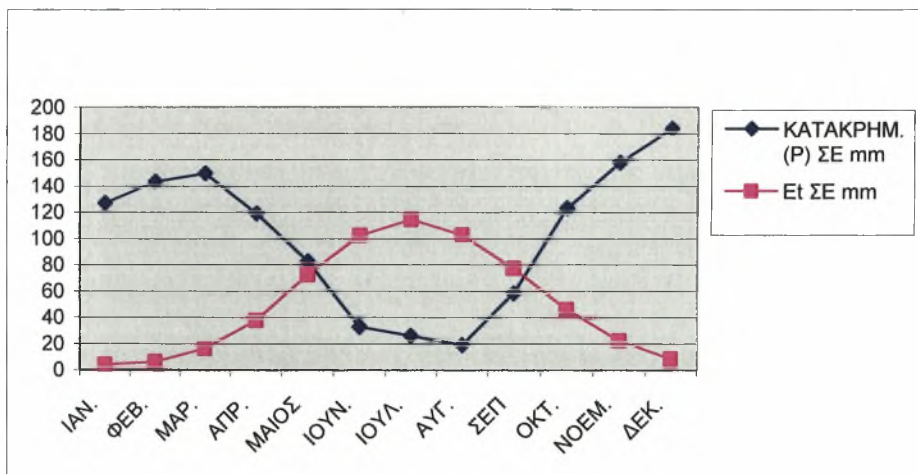


Εικόνα 62 : Et σε mm στην περιοχή των Φουρνών.

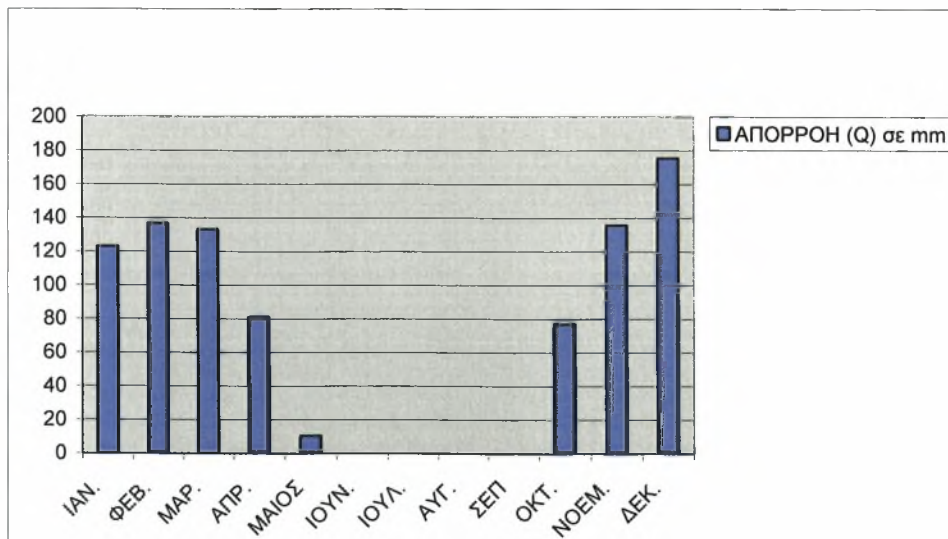




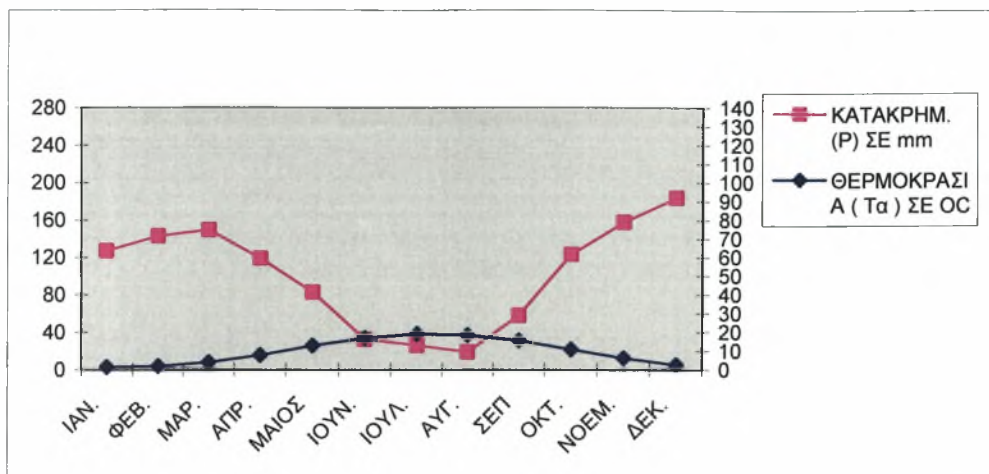
Εικόνα 63 : Κατακρημνίσματα και Et στην περιοχή των Φουρνών.



Εικόνα 64 : Κατακρημνίσματα και Et στην περιοχή των Φουρνών.

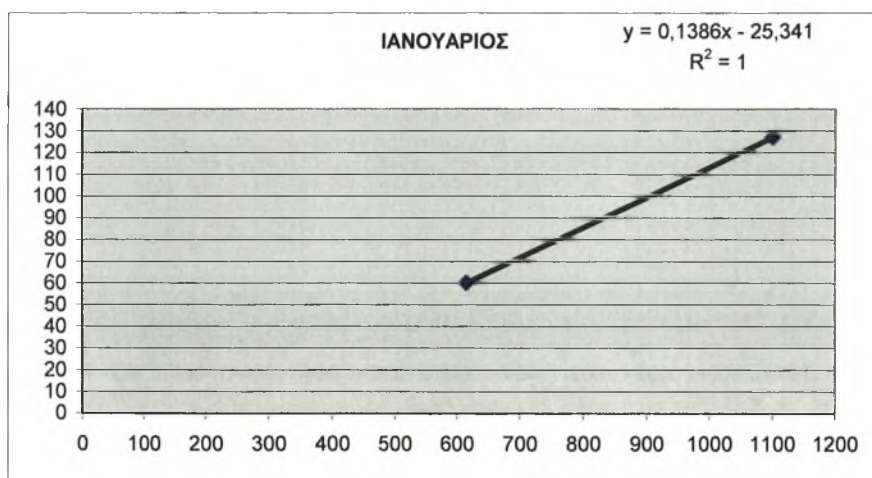


Εικόνα 65 : Απορροή (Q) σε mm.

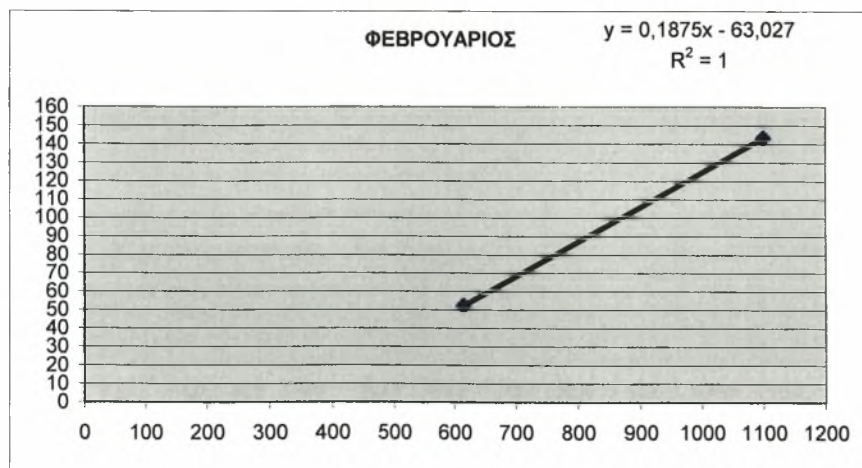


Εικόνα 66 : Κατακρημνίσματα και θερμοκρασία στην περιοχή των Φουρνών.

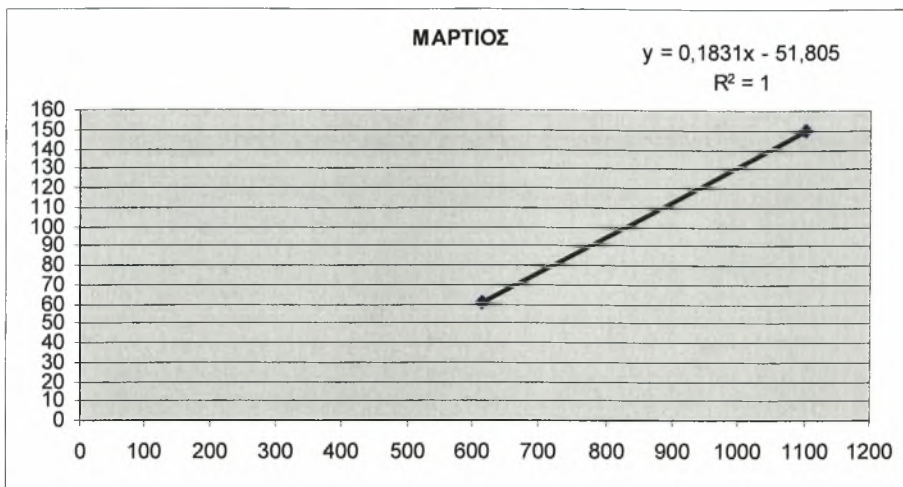
**ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ:** Στις εικόνες 67 έως 78, φαίνεται η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο στην διάρκεια του έτους.



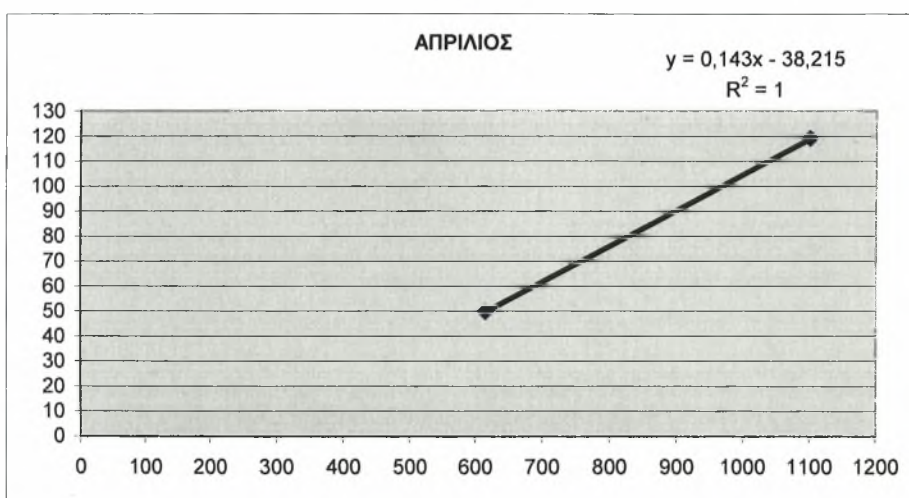
Εικόνα 67 : Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Ιανουάριο.



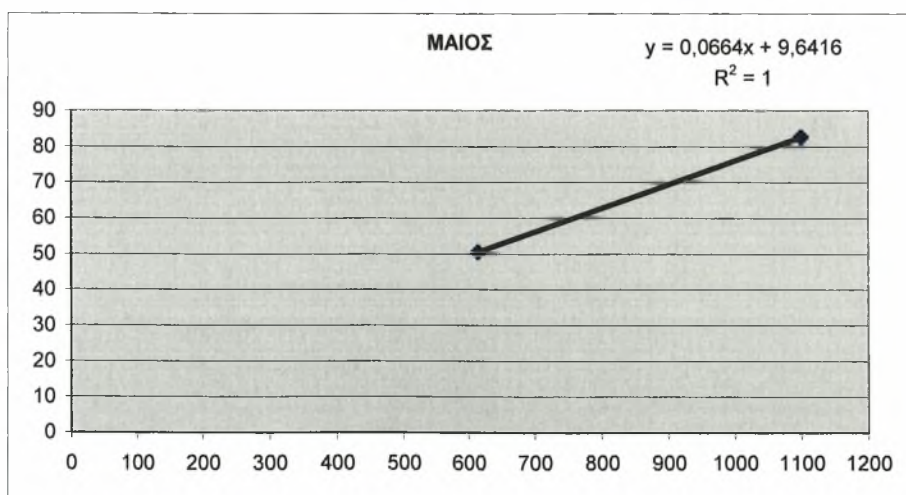
Εικόνα 68 : Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Φεβρουάριο.



**Εικόνα 69 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Μάρτιο.

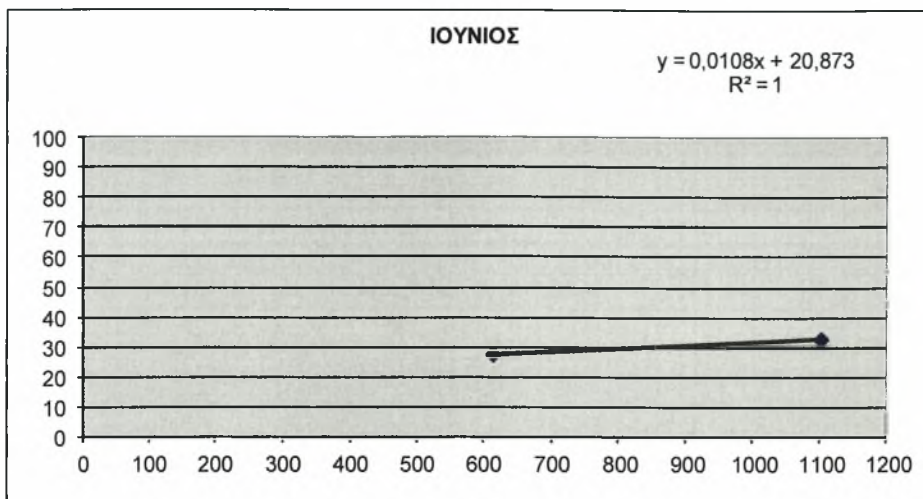


**Εικόνα 70 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Απρίλιο.

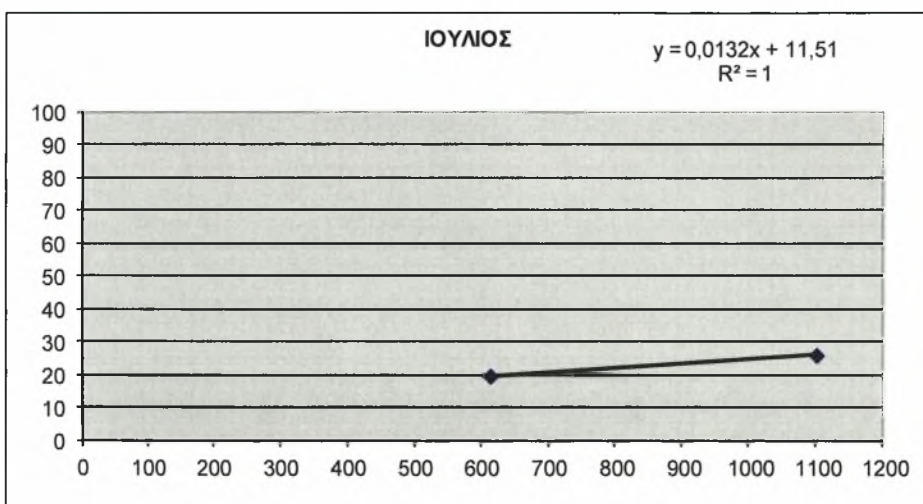


**Εικόνα 71 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Μάιο.

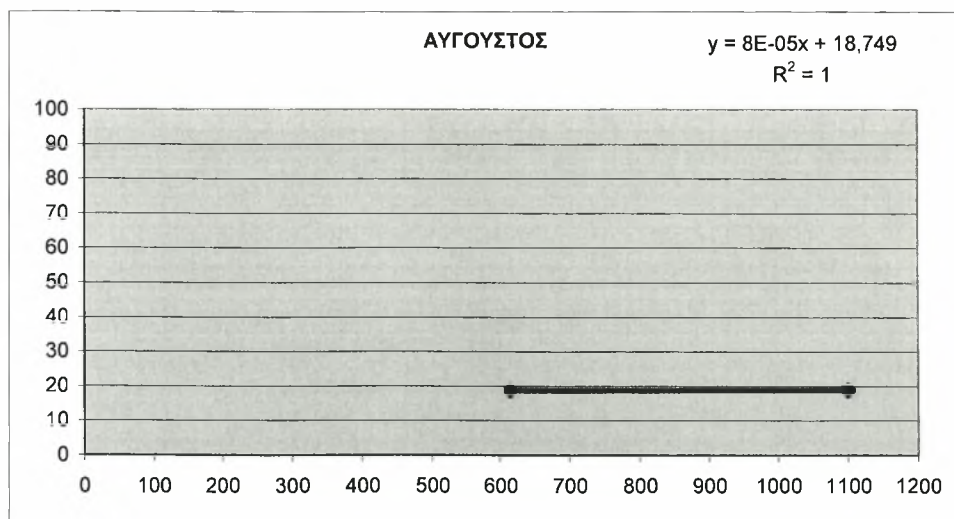




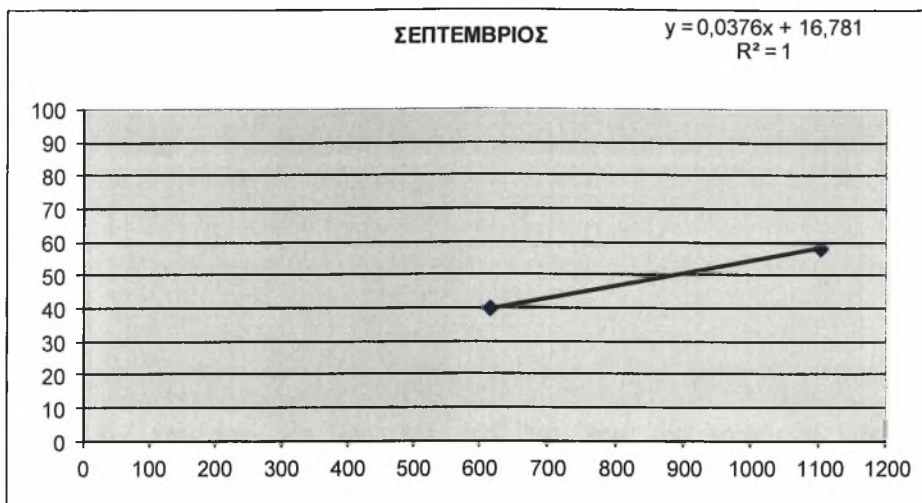
**Εικόνα 72 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Ιούνιο.



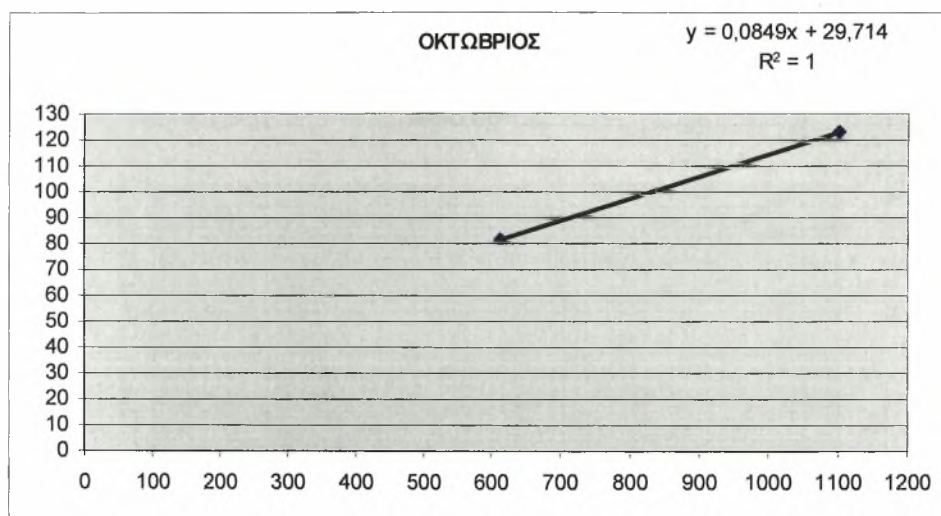
**Εικόνα 73 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Ιούλιο.



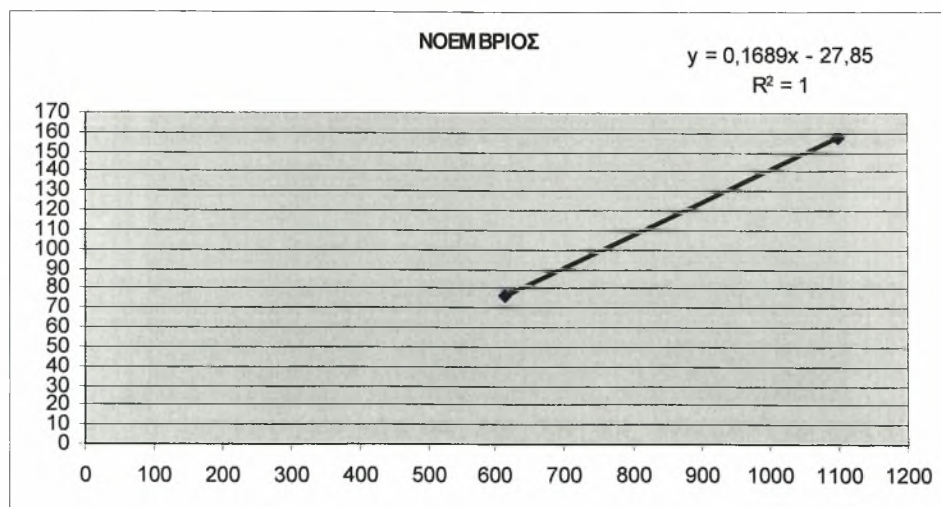
**Εικόνα 74 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Αύγουστο.



**Εικόνα 75 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Σεπτέμβριο.

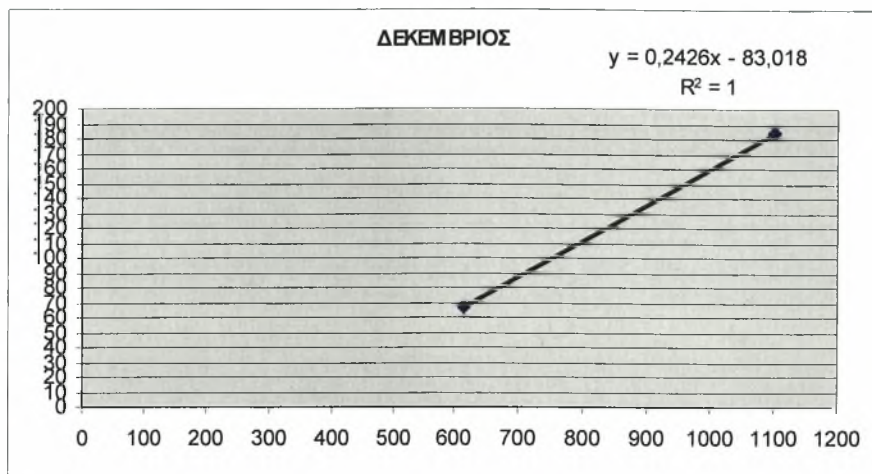


**Εικόνα 76 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Οκτώβριο.



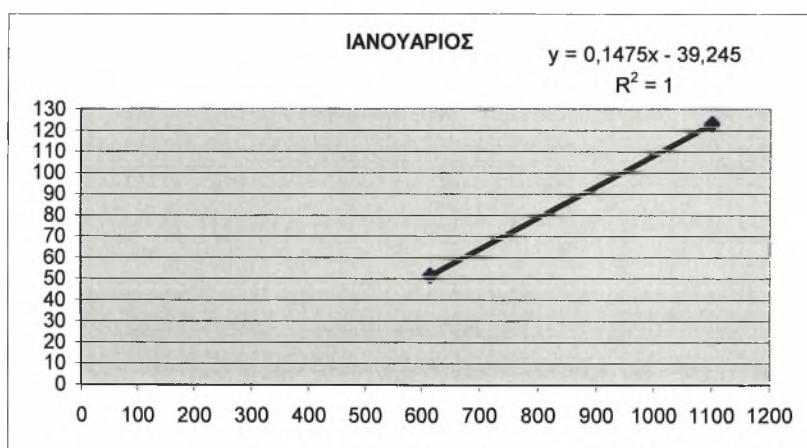
**Εικόνα 77 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Δεκέμβριο.



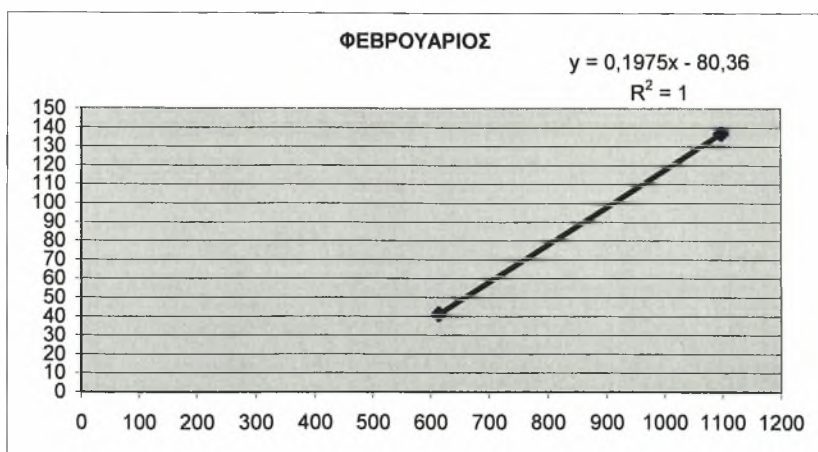


**Εικόνα 78 :** Η γραμμική μεταβολή της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Δεκέμβριο.

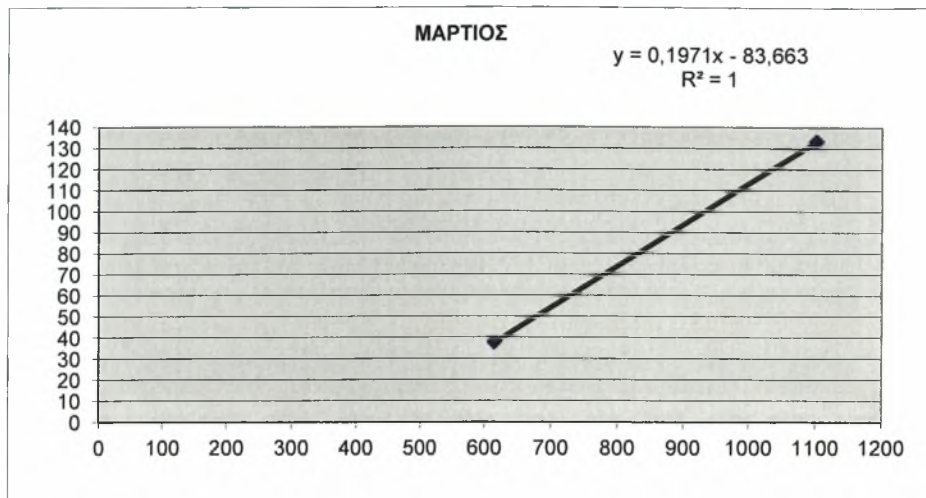
**ΜΕΣΗ ΑΠΟΡΡΟΗ:** Στις εικόνες 79 έως και 85 φαίνεται η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο στην διάρκεια του έτους.



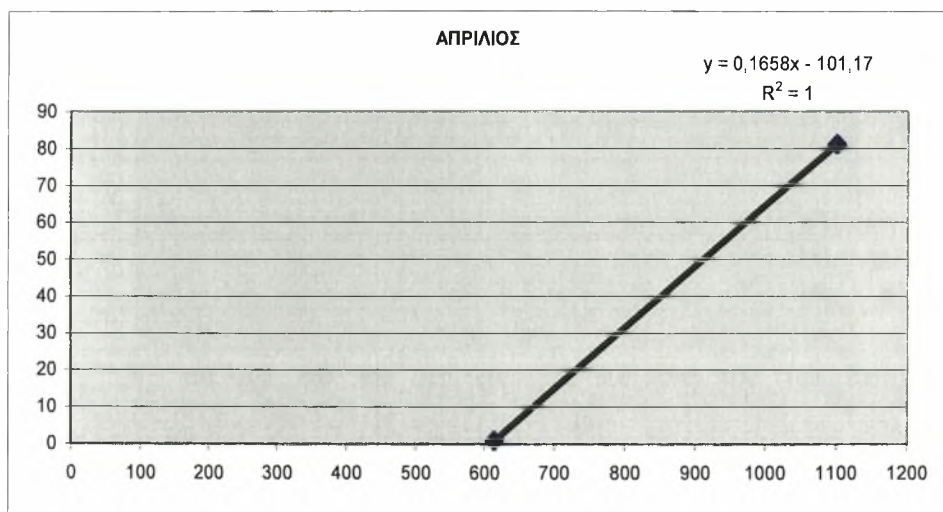
**Εικόνα 79 :** Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Ιανουάριο.



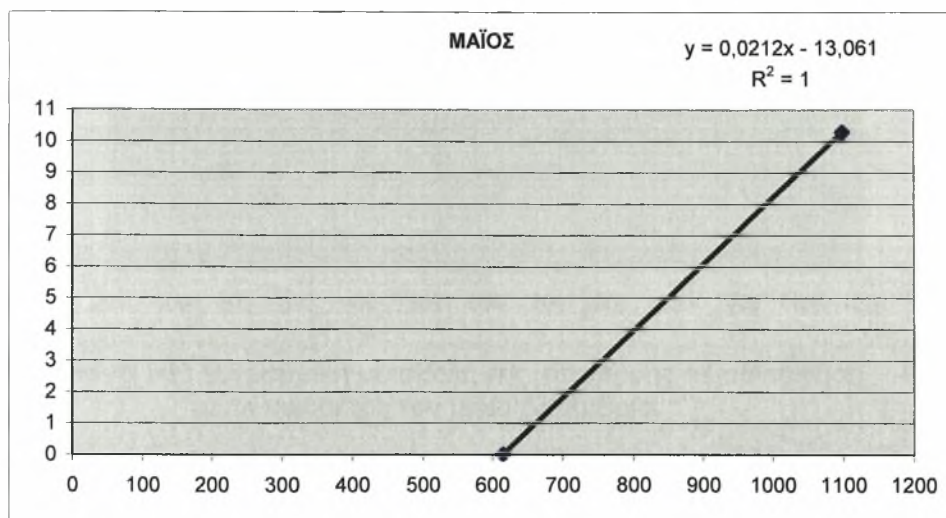
**Εικόνα 80 :** Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Φεβρουάριο.



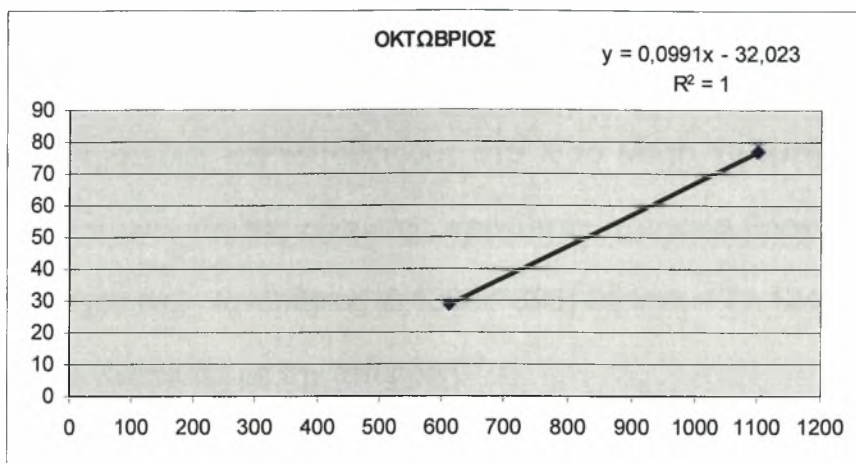
**Εικόνα 81 :** Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Μάρτιο.



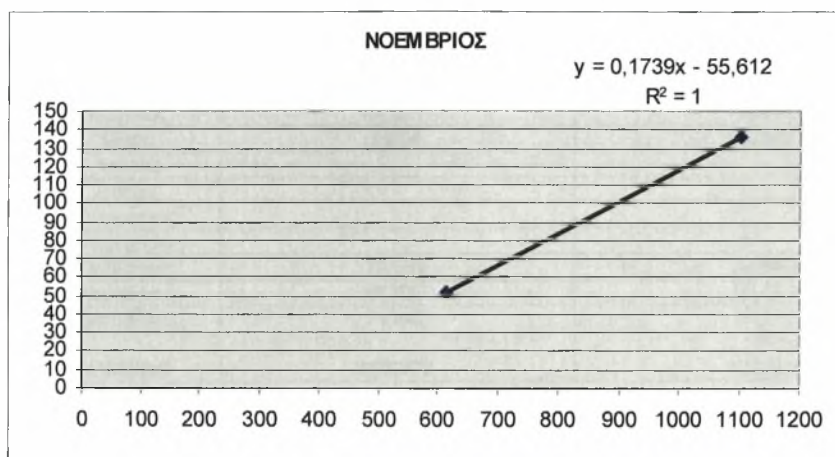
**Εικόνα 82 :** Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Απρίλιο.



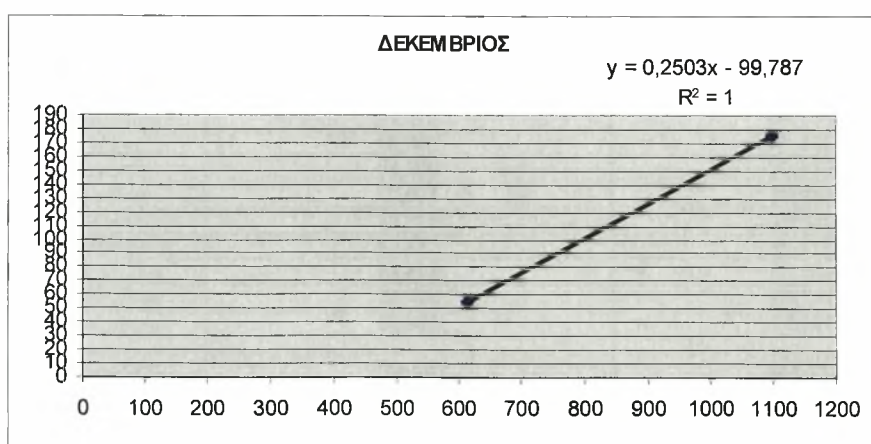
**Εικόνα 83 :** Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Μάιο.



**Εικόνα 84 :** Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Οκτώβριο.



**Εικόνα 85 :** Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Νοέμβριο.



**Εικόνα 86 :** Η γραμμική μεταβολή της απορροής σε συνάρτηση με το υψόμετρο τον μήνα Δεκέμβριο.

Στην συνέχεια γίνεται ειδική επεξεργασία των στοιχείων σε συνάρτηση με το υψόμετρο, την μηνιαία βροχόπτωση και την μηνιαία απορροή για τους δύο

μετεωρολογικούς σταθμούς για τους οποίους είχαμε πλήρη στοιχεία για να προκύψουν οι πίνακες 15 και 16. Για κάθε μήνα, παίρνουμε την αντίστοιχη εξίσωση που προέκυψε και τοποθετούμε στο X το Μέσο Υψόμετρο της κάθε λεκάνης. Με την επίλυση της εξίσωσης προκύπτει η μηνιαία βροχόπτωση του Μέσου υψόμετρου (π.χ. Ιανουάριος  $(0,13868 \cdot 696) - 25,341 = 71,1246$  ή  $71,125$ ). Κάτι αντίστοιχο γίνεται και με την απορροή.

**Πίνακας 15 :** Η μέση απορροή στις λεκάνες απορροής του Σμοκοβίτη και του Ρεντινιώτη–Ονόχωνου.

|    | ΜΗΝΕΣ         | ΑΠΟΡΡΟΗ (mm) ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΜΟΚΟΒΙΤΙΚΟΥ ΕΚΤΑΣΗ 118 Km <sup>2</sup> | ΑΠΟΡΡΟΗ (mm) ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΝΤΙΝΙΩΤΗ - ΟΝΟΧΩΝΟΥ ΕΚΤΑΣΗ 382 Km <sup>2</sup> |
|----|---------------|---|--|
| 1  | Ιανουάριος    | 63,415  | 58,548   |
| 2  | Φεβρουάριος   | 57,100  | 50,580   |
| 3  | Μάρτιος       | 53,519  | 47,014   |
| 4  | Απρίλιος      | 14,227  | 8,755  |
| 5  | Μάιος         | 1,694   | 0,995  |
| 6  | Ιούνιος       | -   | -  |
| 7  | Ιούλιος       | -   | -  |
| 8  | Αύγουστος     | -   | -  |
| 9  | Σεπτέμβριος   | -   | -  |
| 10 | Οκτώβριος     | 36,951  | 33,680   |
| 11 | Νοέμβριος     | 65,422  | 59,684   |
| 12 | Δεκέμβριος    | 74,442  | 66,162   |
|    | <b>ΣΥΝΟΛΟ</b> | <b>366,770</b>  | <b>325,428</b>   |

**Πίνακας 16 :** Η μέση βροχόπτωση στις λεκάνες απορροής του Σμοκοβίτη και του Ρεντινιώτη –Ονόχωνου.

|    | ΜΗΝΕΣ         | ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ (mm) ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΜΟΚΟΒΙΤΙΚΟΥ ΕΚΤΑΣΗ 118 Km <sup>2</sup> | ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ (mm) ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΝΤΙΝΙΩΤΗ - ΟΝΟΧΩΝΟΥ ΕΚΤΑΣΗ 382 Km <sup>2</sup> |
|----|---------------|---|--|
| 1  | Ιανουάριος    | 71,125  | 66,551   |
| 2  | Φεβρουάριος   | 67,473  | 51,286   |
| 3  | Μάρτιος       | 75,633  | 69,590   |
| 4  | Απρίλιος      | 61,313  | 56,594   |
| 5  | Μάιος         | 55,856  | 53,665   |
| 6  | Ιούνιος       | 28,390  | 28,033   |
| 7  | Ιούλιος       | 20,697  | 20,262   |
| 8  | Αύγουστος     | 18,810  | 18,820   |
| 9  | Σεπτέμβριος   | 42,950  | 41,710   |
| 10 | Οκτώβριος     | 88,804  | 86,002   |
| 11 | Νοέμβριος     | 89,704  | 84,131   |
| 12 | Δεκέμβριος    | 85,832  | 77,826   |
|    | <b>ΣΥΝΟΛΟ</b> | <b>706,587</b>  | <b>654,477</b>   |

Η συνολική ετήσια βροχόπτωση στις λεκάνες απορροής του Σμοκοβίτικου ισούται με  $83.377.255$  ή  $83,377 \times 10^6 \text{ m}^3$  ( $0.706587 \times 118 \text{ Km}^2 \times 10^6 \text{ m}^3$ ).



Η συνολική ετήσια βροχόπτωση στην λεκάνη απορροής του Ονόχωνου-Ρεντινιώτη η οποία τροφοδοτεί τον ταμιευτήρα ισούται με 249.998.754 ή  $259 \times 10^6 \text{ m}^3$  ( $0,654477 \times 382 \times 10^6$ ).

Η συνολική ετήσια απορροή στην λεκάνη απορροής του Σμοκοβίτικου ισούται με 43.278.860 ή  $43.279 \times 10^6 \text{ m}^3$  ( $0,366770118 \text{ Km}^2 \times 10^6$ ).

Η συνολική απορροή στην λεκάνη απορροής του Ονόχωνου-Ρεντινιώτη η οποία τροφοδοτεί τον ταμιευτήρα ισούται με 124.313.496 ή  $124,313 \times 10^6 \text{ m}^3$  ( $0,325428 \times 382 \text{ Km}^2 \times 10^6$ ).

### 3.9. Όμβριες καμπύλες

Προκειμένου να σχηματισθούν οι όμβριες καμπύλες θα πρέπει τα δεδομένα της βροχόπτωσης για τους δύο βροχομετρικούς σταθμούς της Ανάβρας και της Ρεντίνας να μετατραπούν σε εντάσεις βροχής και να υπολογισθεί η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση και οι συντελεστές «α» και «u», όλων των ετών για κάθε διάρκεια βροχής. Οι συντελεστές «α» και «u», με:  $\alpha = \frac{1,282}{S_x}$  και  $u = \bar{x} - 0,45S_x$ , όπου  $\bar{x}$  και  $S_x$  η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση αντιστοίχως. Τα αποτελέσματα παραθέτονται στους πίνακες 17 και 18.

**Πίνακας 17 :** Σταθμός Ανάβρας.

| Διάρκεια Βροχής | 1       | 2       | 6       | 12      | 24      |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Μέσος όρος      | 743,7   | 645,3   | 397,2   | 311,7   | 244,5   |
| Τυπική απόκλιση | 202,0   | 168,5   | 107,9   | 84,7    | 66,4    |
| α               | 0,006   | 0,008   | 0,012   | 0,015   | 0,019   |
| u               | 652,800 | 569,475 | 348,675 | 273,585 | 214,620 |

**Πίνακας 18 :** Σταθμός Ρεντίνας.

| Διάρκεια Βροχής | 1       | 2       | 6       | 12      | 24      |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Μέσος όρος      | 1588,6  | 1246,4  | 848,5   | 665,7   | 522,3   |
| Τυπική απόκλιση | 456,8   | 358,4   | 244,0   | 191,4   | 150,2   |
| α               | 0,003   | 0,004   | 0,005   | 0,007   | 0,009   |
| u               | 1383,04 | 1085,12 | 738,700 | 579,570 | 454,710 |

Η ανοιγμένη μεταβλητή  $y$  της κατανομής Gumbel δίνεται από τη σχέση:



$$y = -\ln(-\ln(F)) \quad (1)$$

όπου F είναι η πιθανότητα της μη υπέρβασης και δίνεται από τη σχέση

$$F = 1 - \frac{1}{T} \quad (2)$$

όπου «T», η περίοδος επαναφοράς.

Η μεταβλητή «X» (ύψος βροχής) της ίδιας κατανομής δίνεται από τη σχέση:

$$x = \frac{y}{\alpha} + u \quad (3)$$

όπου η τιμή του «y» υπολογίζεται από της σχέση 3 και οι παράμετροι «α» και «u» υπολογίσθηκαν στους πίνακες 17 και 18 για τους δύο βροχομετρικούς σταθμούς. Για διάφορες περιόδους επαναφοράς, T=10, 20, 50, 100, 500, 1000, 10000 και 100000 χρόνια, προσδιορίζεται η εξίσωση των όμβριων καμπυλών.

Οι τιμές του «x» και «y», παραθέτονται στους πίνακες 19 και 20.

**Πίνακας 19 :** Σταθμός Ρεντίνας.

| T      | (y)    | 1        | 2        | 6        | 12       | 24      |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 10     | 2,250  | 1007,382 | 865,253  | 538,078  | 422,264  | 331,176 |
| 20     | 2,970  | 1120,803 | 959,863  | 598,663  | 469,822  | 368,459 |
| 50     | 3,902  | 1267,614 | 1082,327 | 677,083  | 531,381  | 416,717 |
| 100    | 4,600  | 1377,629 | 1174,097 | 735,848  | 577,511  | 452,880 |
| 500    | 6,214  | 1631,855 | 1386,162 | 871,646  | 684,110  | 536,448 |
| 1000   | 6,907  | 1741,151 | 1477,332 | 930,027  | 729,938  | 572,375 |
| 10000  | 9,210  | 2104,031 | 1780,032 | 1123,862 | 882,096  | 691,658 |
| 100000 | 11,513 | 2466,848 | 2082,679 | 1317,664 | 1034,228 | 810,921 |

**Πίνακας 20 :** Τιμές των “x” και “y” για τον σταθμό της Ρεντίνας.

| T      | (y)           | 1               | 2               | 6               | 12              | 24              |
|--------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 10     | <b>2,250</b>  | <b>2184,887</b> | <b>1714,240</b> | <b>1167,007</b> | <b>915,545</b>  | <b>718,365</b>  |
| 20     | <b>2,970</b>  | <b>2441,375</b> | <b>1915,477</b> | <b>1304,010</b> | <b>1023,014</b> | <b>802,700</b>  |
| 50     | <b>3,902</b>  | <b>2773,372</b> | <b>2175,958</b> | <b>1481,347</b> | <b>1162,122</b> | <b>911,864</b>  |
| 100    | <b>4,600</b>  | <b>3022,157</b> | <b>2371,152</b> | <b>1614,235</b> | <b>1266,363</b> | <b>993,667</b>  |
| 500    | <b>6,214</b>  | <b>3597,062</b> | <b>2822,216</b> | <b>1921,321</b> | <b>1507,249</b> | <b>1182,700</b> |
| 1000   | <b>6,907</b>  | <b>3844,221</b> | <b>3016,134</b> | <b>2053,341</b> | <b>1610,809</b> | <b>1263,969</b> |
| 10000  | <b>9,210</b>  | <b>4664,835</b> | <b>3659,978</b> | <b>2491,673</b> | <b>1954,648</b> | <b>1533,794</b> |
| 100000 | <b>11,513</b> | <b>5485,304</b> | <b>4303,709</b> | <b>2929,927</b> | <b>2298,426</b> | <b>1803,572</b> |

Η σχέση η οποία περιγράφει τις όμβριες καμπύλες είναι :

$$i = \frac{KT^\alpha}{(t+b)^m} \quad (4)$$

με λογαρίθμηση αυτής προκύπτει:

$$\log i = \log(KT^\alpha) - m \log(t+b), \quad (5)$$

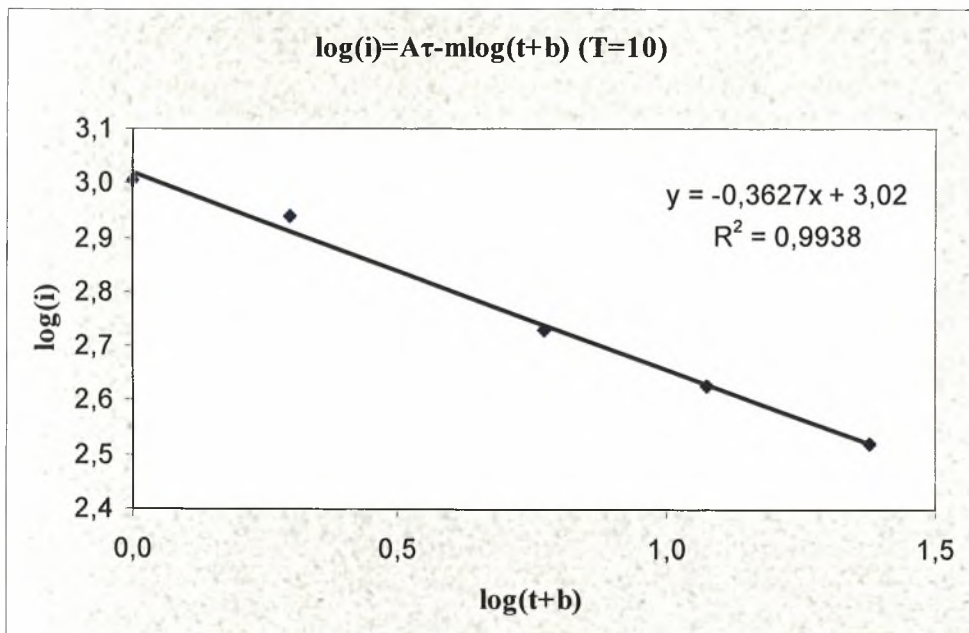
$$A\tau = \log(KT^\alpha), \quad (6)$$

οπότε η εξίσωσης (5) γίνεται:

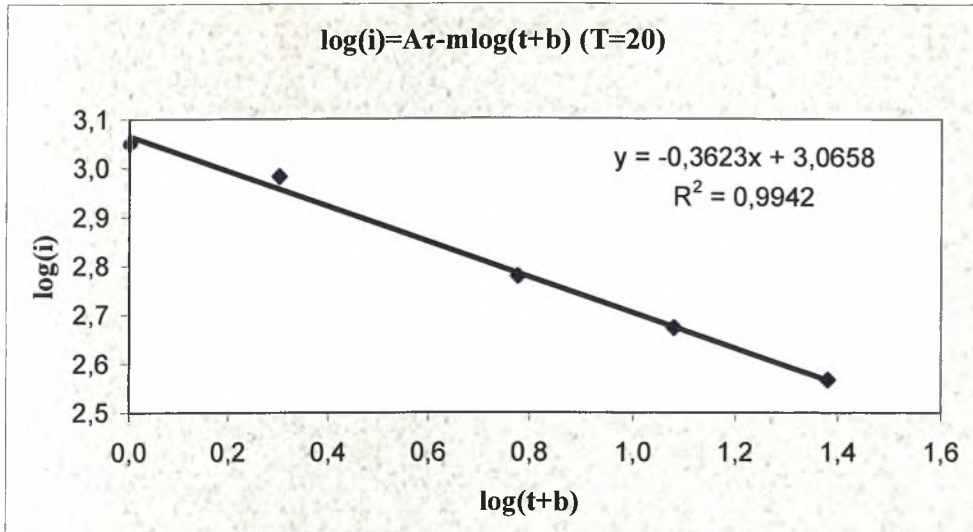
$$\log i = A\tau - m \log(t+b), \quad (7)$$

και με γραμμική παλινδρόμηση υπολογίζονται οι τιμές για το «m» και το «Aτ» για κάθε περίοδο επαναφοράς:

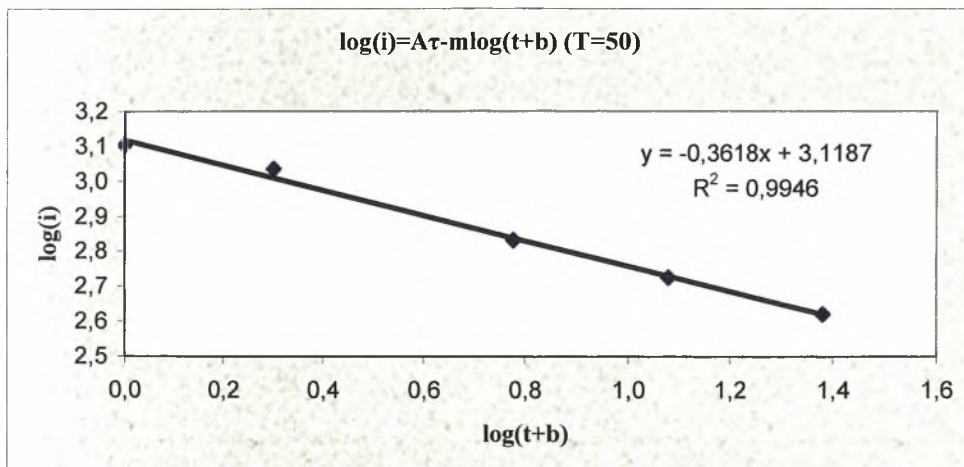
### Σταθμός Ανάβρας



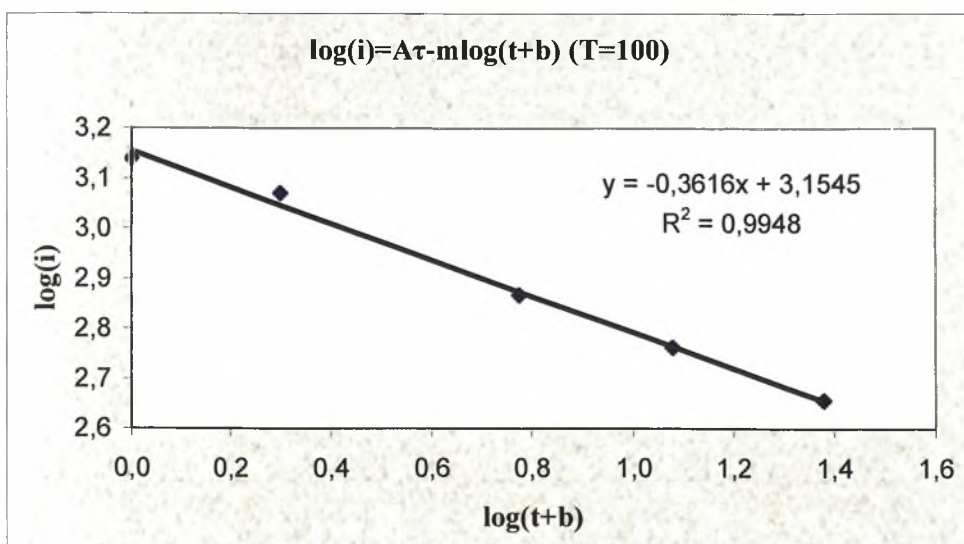
Εικόνα 87: Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



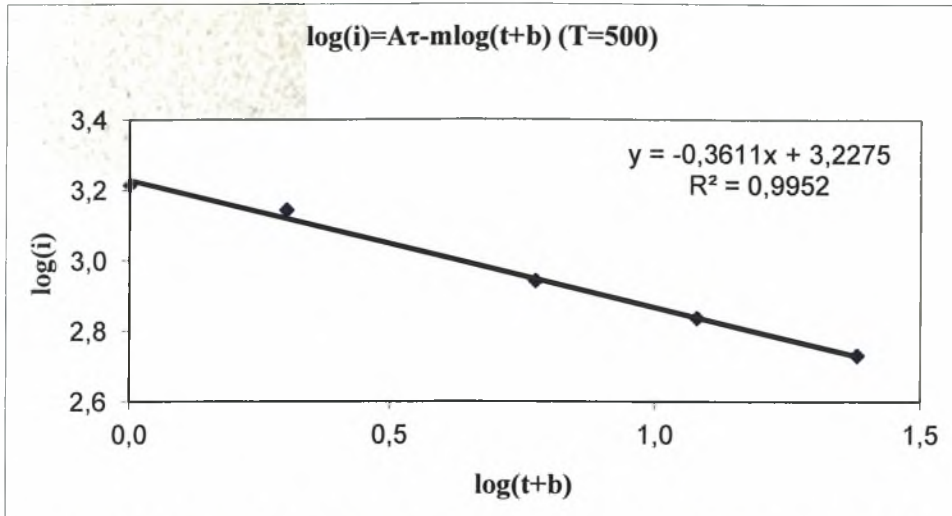
**Εικόνα 88** : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



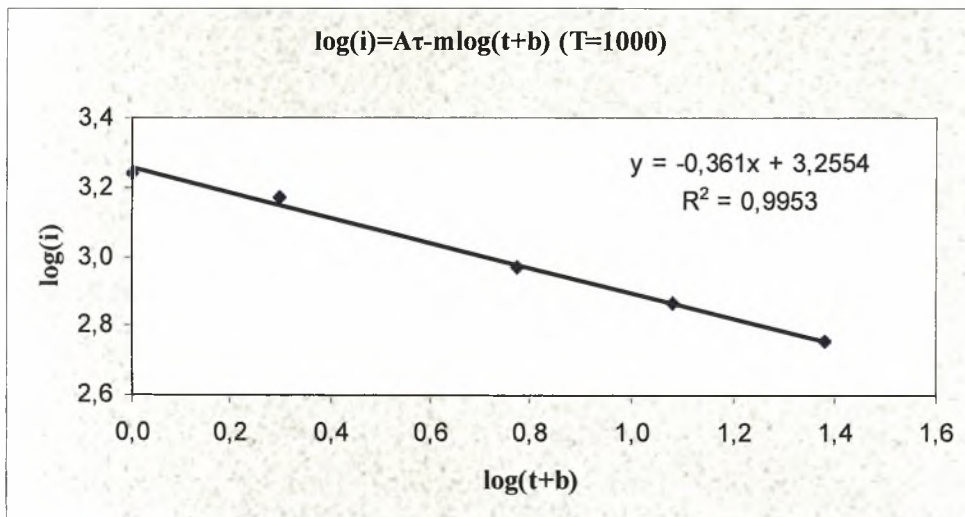
**Εικόνα 89** : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



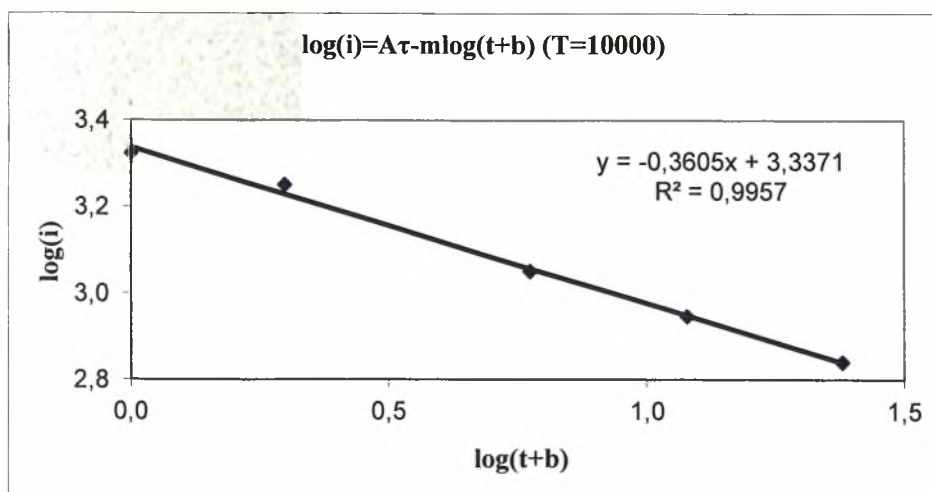
**Εικόνα 90** : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



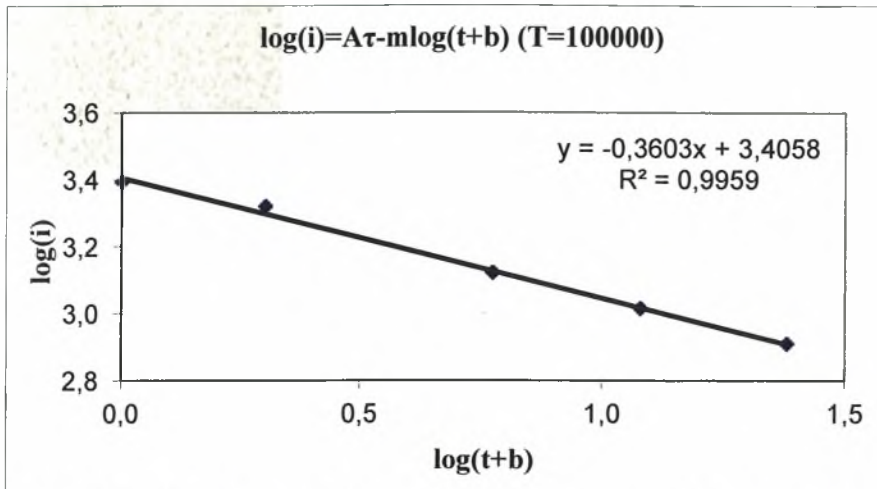
Εικόνα 91: Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



Εικόνα 92 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.

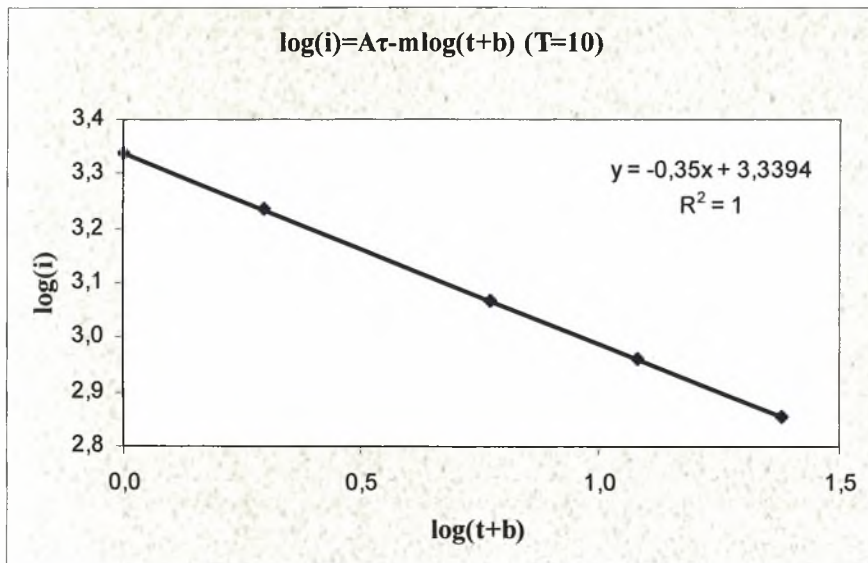


Εικόνα 93 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.

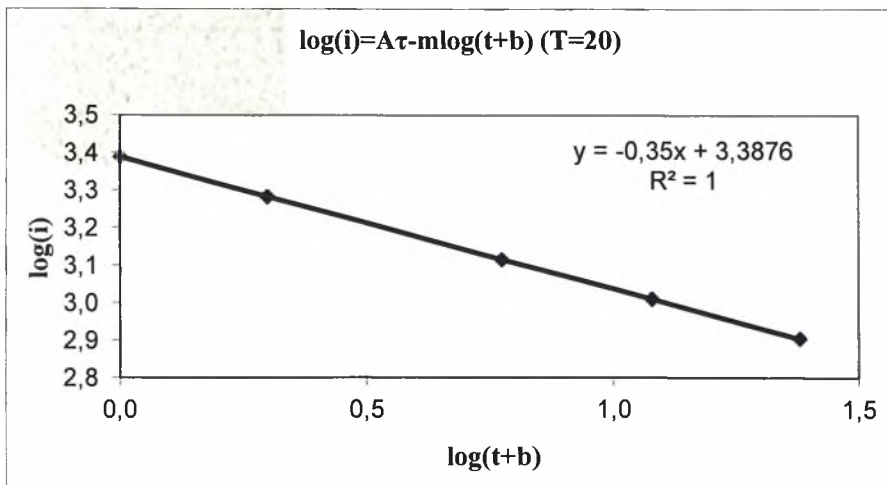


Εικόνα 94 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.

### Σταθμός Ρεντίνας

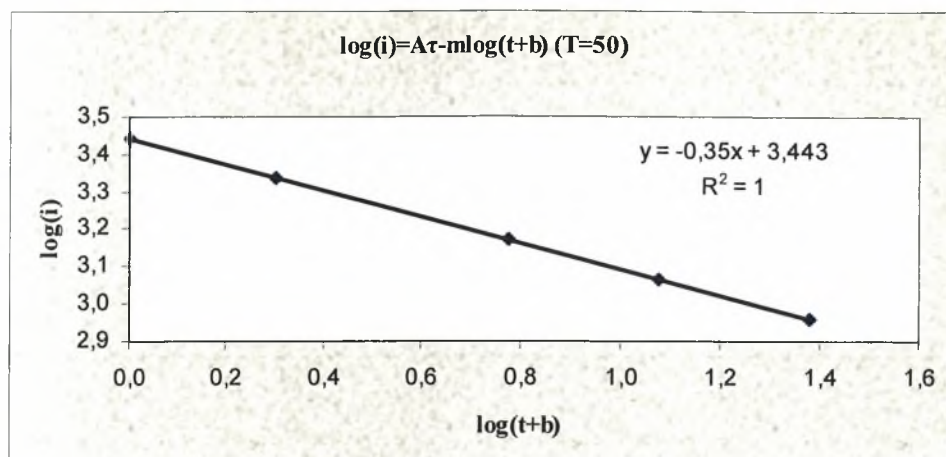


Εικόνα 95 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.

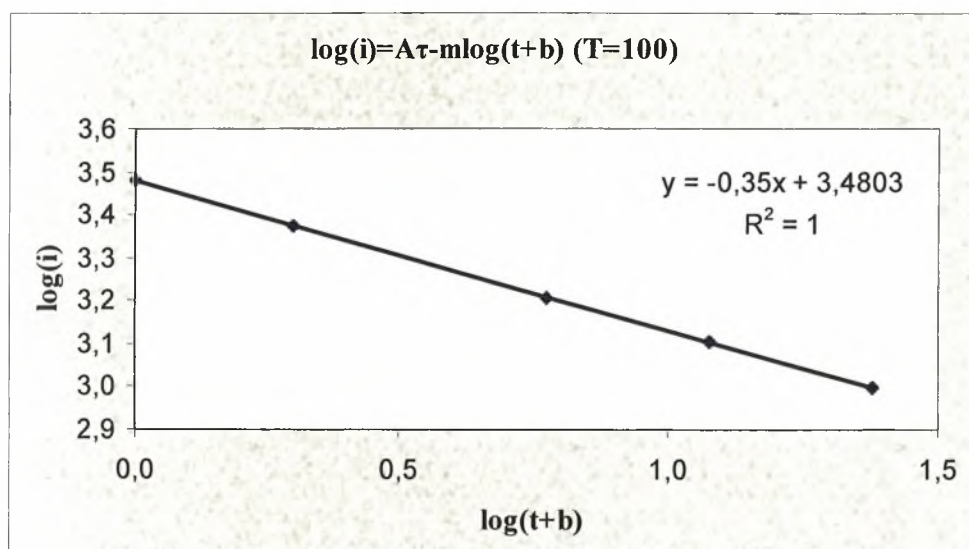


Εικόνα 96 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.

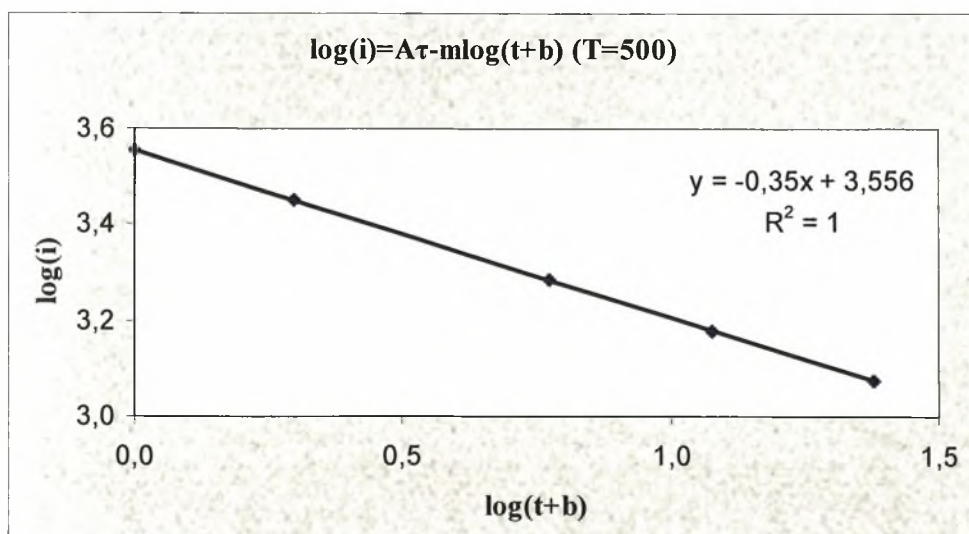




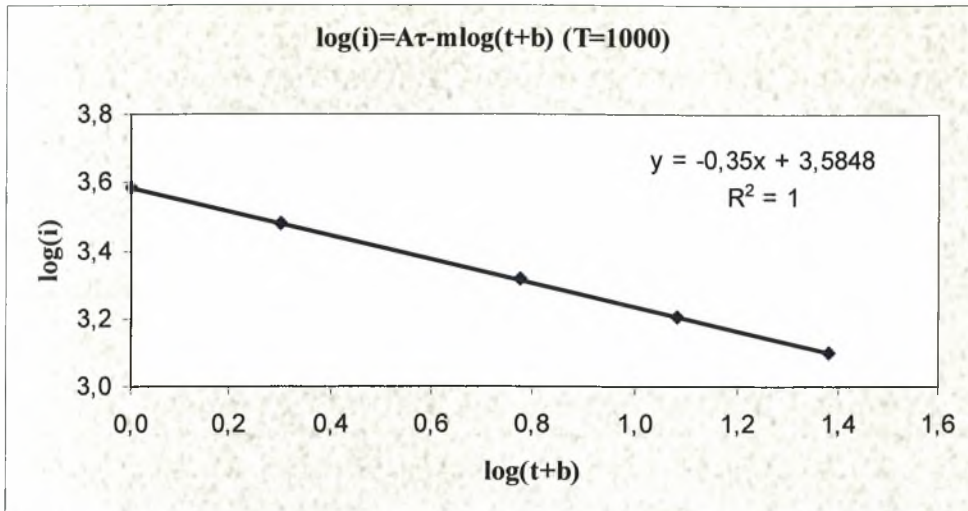
Εικόνα 97 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



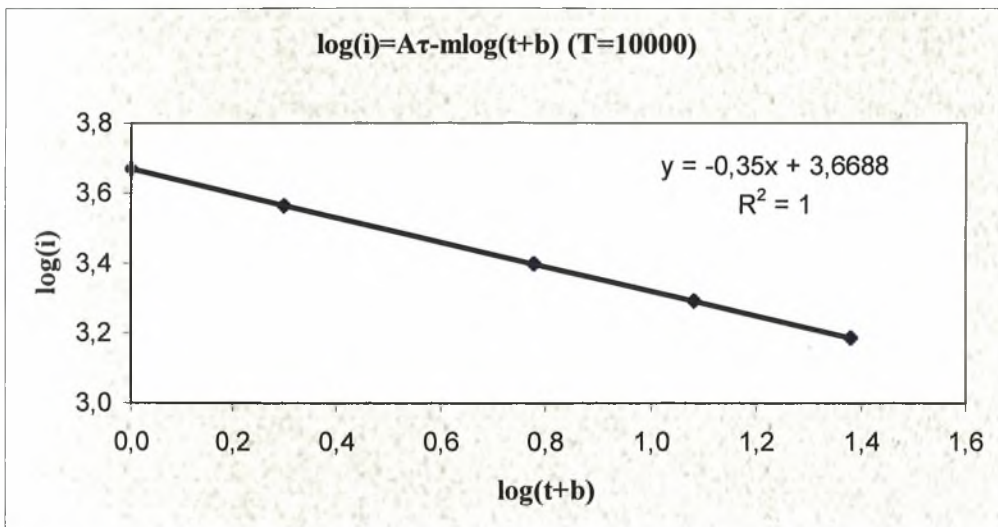
Εικόνα 98 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



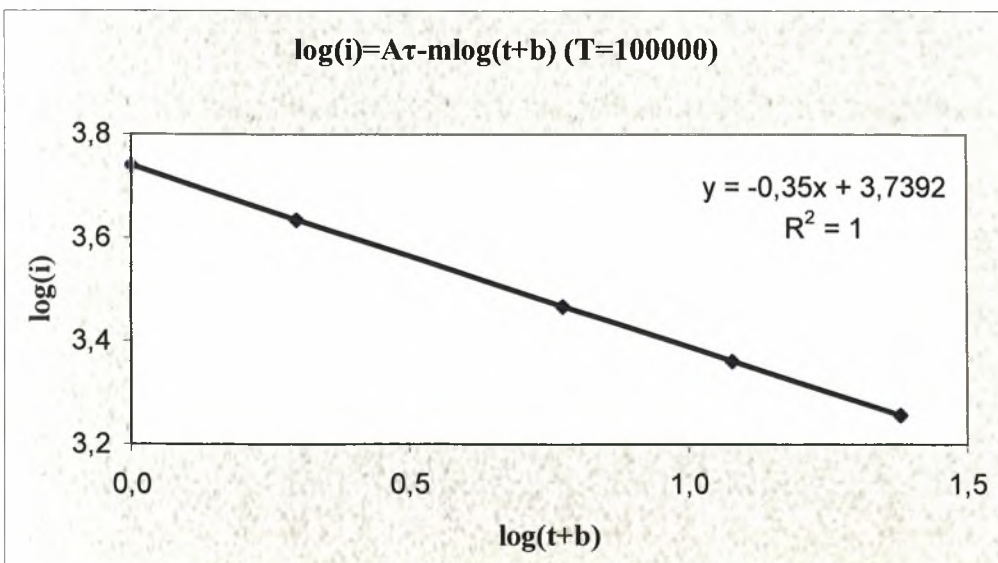
Εικόνα 99 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



Εικόνα 100 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



Εικόνα 101: Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.



Εικόνα 102 : Σχεδιάγραμμα έντασης-διάρκειας και περιόδου επαναφοράς.

**Πίνακας 21:** Οι τιμές της έντασης( $i$ ), $\log(i)$ , $\log(t+h)$  για κάθε περίοδο επαναφοράς για τον σταθμό της Ανάβρας.

| t  | T=10     |         |          | T=20    |         |          | T=50     |         |          |
|----|----------|---------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|
|    | i        | log(i)  | log(t+b) | i       | log(i)  | log(t+b) | i        | log(i)  | log(t+b) |
| 1  | 1007,382 | 3,00319 | 0,00000  | 1120,80 | 3,04953 | 0,00000  | 1267,614 | 3,10299 | 0,00000  |
| 2  | 865,253  | 2,93714 | 0,30103  | 959,863 | 2,98221 | 0,30103  | 1082,327 | 3,03436 | 0,30103  |
| 6  | 538,078  | 2,73085 | 0,77815  | 598,663 | 2,77718 | 0,77815  | 677,083  | 2,83064 | 0,77815  |
| 12 | 422,264  | 2,62558 | 1,07918  | 469,822 | 2,67193 | 1,07918  | 531,381  | 2,72541 | 1,07918  |
| 24 | 331,176  | 2,52006 | 1,38021  | 368,459 | 2,56639 | 1,38021  | 416,717  | 2,61984 | 1,38021  |

| t  | T=100    |         |          | T=500    |         |          | T=1000   |         |          |
|----|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
|    | i        | log(i)  | log(t+b) | i        | log(i)  | log(t+b) | i        | log(i)  | log(t+b) |
| 1  | 1377,629 | 3,13913 | 0,00000  | 1631,855 | 3,21268 | 0,00000  | 1741,151 | 3,24084 | 0,00000  |
| 2  | 1174,097 | 3,06970 | 0,30103  | 1386,162 | 3,14181 | 0,30103  | 1477,332 | 3,16948 | 0,30103  |
| 6  | 735,848  | 2,86679 | 0,77815  | 871,646  | 2,94034 | 0,77815  | 930,027  | 2,96850 | 0,77815  |
| 12 | 577,511  | 2,76156 | 1,07918  | 684,110  | 2,83513 | 1,07918  | 729,938  | 2,86329 | 1,07918  |
| 24 | 452,880  | 2,65598 | 1,38021  | 536,448  | 2,72953 | 1,38021  | 572,375  | 2,75768 | 1,38021  |

| t  | T=10000  |         |          | T=100000 |         |          |
|----|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
|    | i        | log(i)  | log(t+b) | i        | log(i)  | log(t+b) |
| 1  | 2104,031 | 3,32305 | 0,00000  | 2466,848 | 3,39214 | 0,00000  |
| 2  | 1780,032 | 3,25043 | 0,30103  | 2082,679 | 3,31862 | 0,30103  |
| 6  | 1123,862 | 3,05071 | 0,77815  | 1317,664 | 3,11980 | 0,77815  |
| 12 | 882,096  | 2,94552 | 1,07918  | 1034,228 | 3,01462 | 1,07918  |
| 24 | 691,658  | 2,83989 | 1,38021  | 810,921  | 2,90898 | 1,38021  |

**Πίνακας 22 :** Οι τιμές των σταθερών "m" και "Ατ" για κάθε περίοδο επαναφοράς για τον σταθμό της Ανάβρας.

|    | T=10   | T=20   | T=50   | T=100  | T=500  | T=1000 | Tα=10000 | T=100000 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| M  | 0,3627 | 0,3623 | 0,3618 | 0,3616 | 0,3611 | 0,361  | 0,3605   | 0,3603   |
| Ατ | 3,02   | 3,0658 | 3,1187 | 3,1545 | 3,2275 | 3,2554 | 3,3371   | 3,4058   |

**Πίνακας 23 :** Οι τιμές της έντασης( $i$ ), $\log(i)$ , $\log(t+h)$  για κάθε περίοδο επαναφοράς για τον σταθμό της Ρεντίνας.

| T  | T=10     |         |          | T=20     |         |          | T=50     |         |          |
|----|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
|    | i        | log(i)  | log(t+b) | i        | log(i)  | log(t+b) | i        | log(i)  | log(t+b) |
| 1  | 2184,887 | 3,33943 | 0,00000  | 2441,375 | 3,38763 | 0,00000  | 2773,372 | 3,44301 | 0,00000  |
| 2  | 1714,240 | 3,23407 | 0,30103  | 1915,477 | 3,28228 | 0,30103  | 2175,958 | 3,33765 | 0,30103  |
| 6  | 1167,007 | 3,06707 | 0,77815  | 1304,010 | 3,11528 | 0,77815  | 1481,347 | 3,17066 | 0,77815  |
| 12 | 915,545  | 2,96168 | 1,07918  | 1023,014 | 3,00988 | 1,07918  | 1162,122 | 3,06525 | 1,07918  |
| 24 | 718,365  | 2,85634 | 1,38021  | 802,700  | 2,90455 | 1,38021  | 911,864  | 2,95993 | 1,38021  |

| T  | T=100    |         |          | T=500    |         |          | T=1000   |         |          |
|----|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
|    | i        | log(i)  | log(t+b) | i        | log(i)  | log(t+b) | i        | log(i)  | log(t+b) |
| 1  | 3022,157 | 3,48032 | 0,00000  | 3597,062 | 3,55595 | 0,00000  | 3844,221 | 3,58481 | 0,00000  |
| 2  | 2371,152 | 3,37496 | 0,30103  | 2822,216 | 3,45059 | 0,30103  | 3016,134 | 3,47945 | 0,30103  |
| 6  | 1614,235 | 3,20797 | 0,77815  | 1921,321 | 3,28360 | 0,77815  | 2053,341 | 3,31246 | 0,77815  |
| 12 | 1266,363 | 3,10256 | 1,07918  | 1507,249 | 3,17818 | 1,07918  | 1610,809 | 3,20704 | 1,07918  |
| 24 | 993,667  | 2,99724 | 1,38021  | 1182,700 | 3,07287 | 1,38021  | 1263,969 | 3,10174 | 1,38021  |

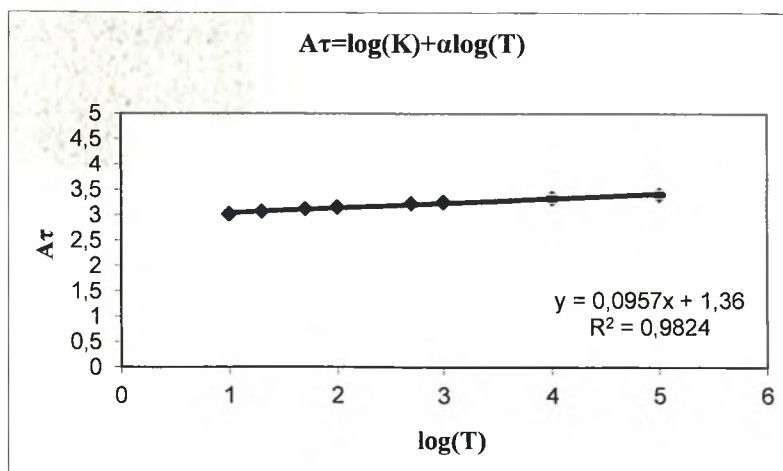
**Πίνακας 24 :** Οι τιμές των σταθερών  $m$  και  $A\tau$  για κάθε περίοδο επαναφοράς για τον σταθμό της Ρεντίνας.

|         | T=10   | T=20   | T=50  | T=100  | T=500 | T=1000 | T=10000 | T=100000 |
|---------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|----------|
| M       | 0,35   | 0,35   | 0,35  | 0,35   | 0,35  | 0,35   | 0,35    | 0,35     |
| $A\tau$ | 3,3394 | 3,3876 | 3,443 | 3,4803 | 3,556 | 3,5848 | 3,6688  | 3,7392   |

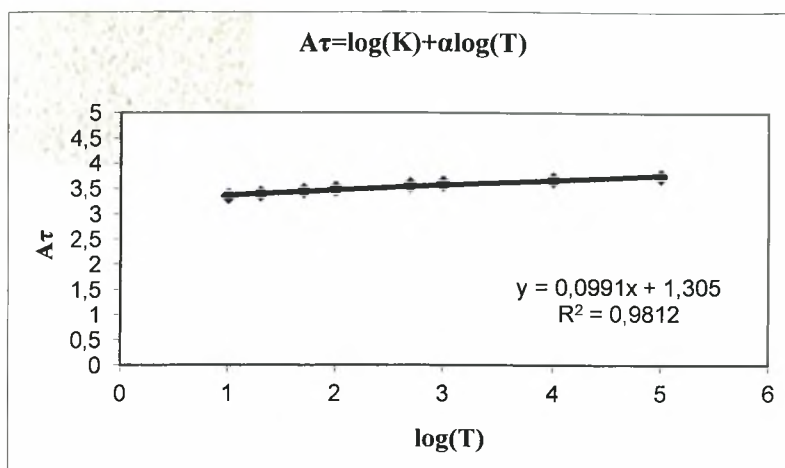
Στη συνέχεια λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες των λογαρίθμων η σχέση (6)

μετατρέπεται ως εξής:  $A\tau = \log(K) + \alpha \log(T)$ , (8)

Με την βοήθεια της οποίας υπολογίζονται με γραμμική παλινδρόμηση οι τιμές των « $\alpha$ » και « $K$ », όπως φαίνεται στις εικόνες 103 και 104.



**Εικόνα 103 :** Οι τιμές των « $\alpha$ » και « $K$ » στον Σταθμό Ανάβρας.



Εικόνα 104: Οι τιμές των «α» και «Κ» στον Σταθμό Ρεντίνας.

Οι τιμές που προκύπτουν είναι για τον σταθμό της Ανάβρας  $\alpha = 0,0957$  και  $K = 23,067$  ενώ για τον σταθμό της Ρεντίνας  $\alpha = 0,0991$  και  $K = 20,184$ . Επομένως οι σχέσεις που περιγράφουν τις όμβριες καμπύλες για τους δύο σταθμούς είναι:

$$\text{Ανάβρα} \quad i = \frac{23,067 \cdot T^{0,0957}}{(t + b)^m} \quad (9)$$

$$\text{Ρεντίνα} \quad i = \frac{20,184 \cdot T^{0,0991}}{(t + b)^m} \quad (10)$$

Όπου  $m$  η εκάστοτε τιμή για κάθε περίοδο επαναφοράς που δίνονται από τους πίνακες 26 και 28.

Στους πίνακες 25 και 26 που ακολουθούν παραθέτονται οι εντάσεις βροχής για κάθε περίοδο επαναφοράς και για κάθε διάρκεια, οι οποίες προκύπτουν από τις σχέσεις 9 και 10 για τον σταθμό της Ανάβρας και της Ρεντίνας αντιστοίχως.



**Πίνακας 25 :** Τιμή του "i" για κάθε περίοδο επαναφοράς και διάρκεια (Σταθμός Ανάβρας).

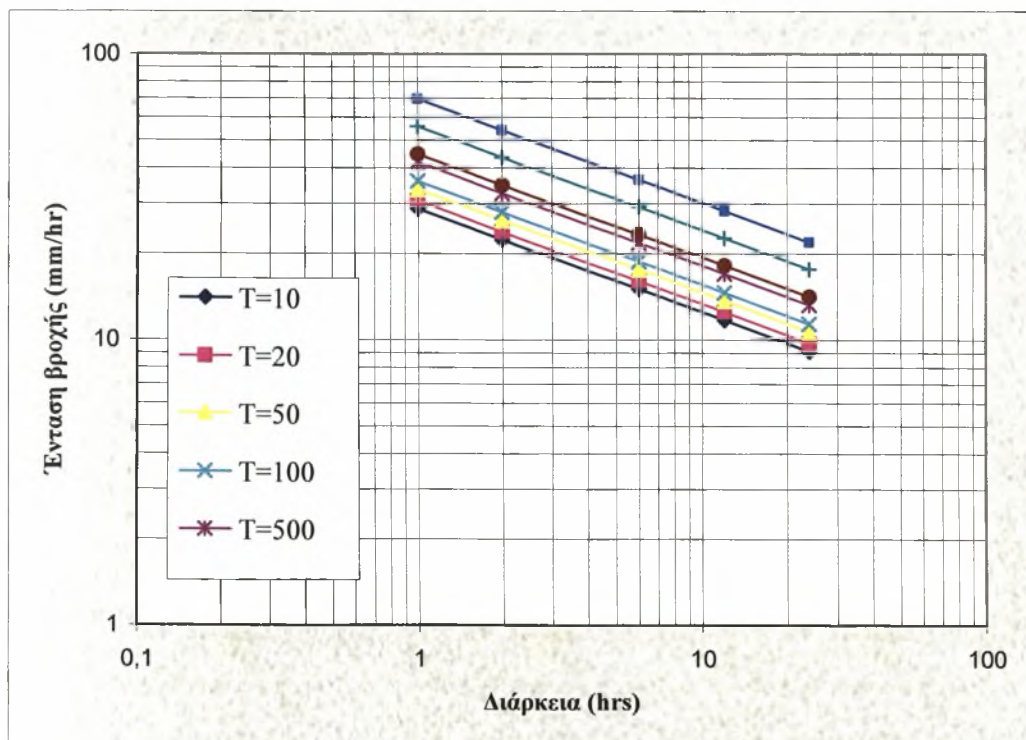
|    | T=10    | T=20    | T=50    | T=100   | T=500   | T=1000  | T=10000 | T=100000 |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| t  | l       | l       | i       | i       | i       | i       |         | i        |
| 1  | 28,7535 | 30,7256 | 33,5415 | 35,8419 | 41,8102 | 44,6777 | 55,6918 | 69,4210  |
| 2  | 22,3818 | 23,9168 | 26,1088 | 27,8994 | 32,5452 | 34,7772 | 43,3506 | 54,0375  |
| 6  | 15,0473 | 16,0792 | 17,5529 | 18,7567 | 21,8801 | 23,3807 | 29,1445 | 36,3293  |
| 12 | 11,7128 | 12,5161 | 13,6632 | 14,6003 | 17,0315 | 18,1996 | 22,6862 | 28,2788  |
| 24 | 9,1173  | 9,7426  | 10,6355 | 11,3649 | 13,2573 | 14,1666 | 17,6589 | 22,0123  |

**Πίνακας 26 :** Τιμή του "i" για κάθε περίοδο επαναφοράς και διάρκεια (Σταθμός Ρεντίνας)

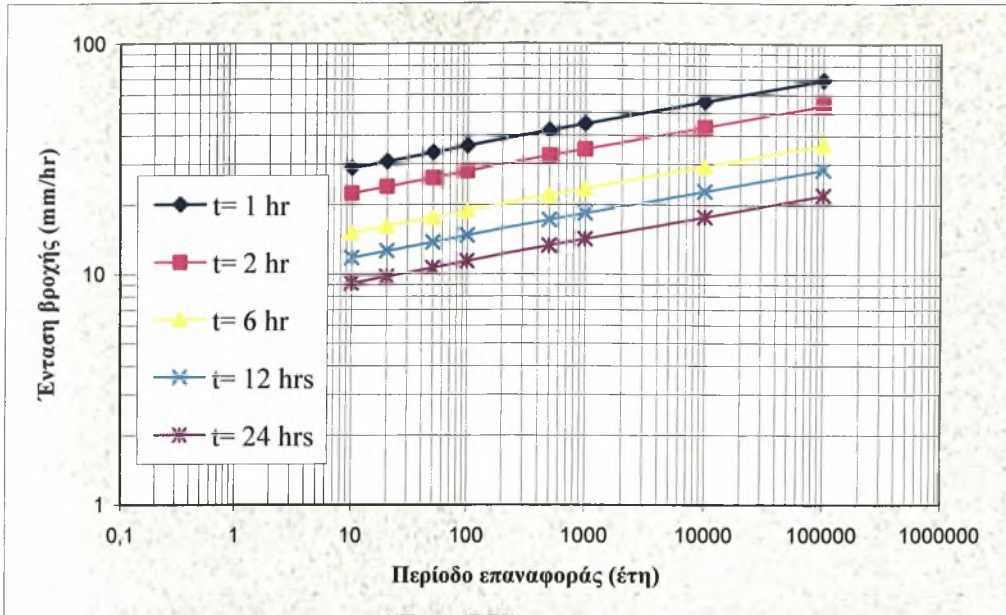
|    | T=10    | T=20    | T=50    | T=100   | T=500   | T=1000  | T=10000 | T=100000 |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| t  | i       | l       | i       | l       | i       | i       |         | i        |
| 1  | 25,3575 | 27,1606 | 29,7423 | 31,8572 | 37,3659 | 40,0228 | 50,2814 | 63,1695  |
| 2  | 19,8951 | 21,3098 | 23,3354 | 24,9946 | 29,3167 | 31,4012 | 39,4500 | 49,5618  |
| 6  | 13,5442 | 14,5073 | 15,8863 | 17,0159 | 19,9582 | 21,3774 | 26,8568 | 33,7407  |
| 12 | 10,6266 | 11,3822 | 12,4641 | 13,3504 | 15,6589 | 16,7723 | 21,0714 | 26,4724  |
| 24 | 8,3375  | 8,9303  | 9,7792  | 10,4745 | 12,2857 | 13,1593 | 16,5323 | 20,7698  |

Στην συνέχεια παραθέτονται οι γραφικές παραστάσεις των όμβριων καμπυλών για τις διάφορες περιόδους επαναφοράς και διάρκειες βροχής.

### Σταθμός Ανάβρας

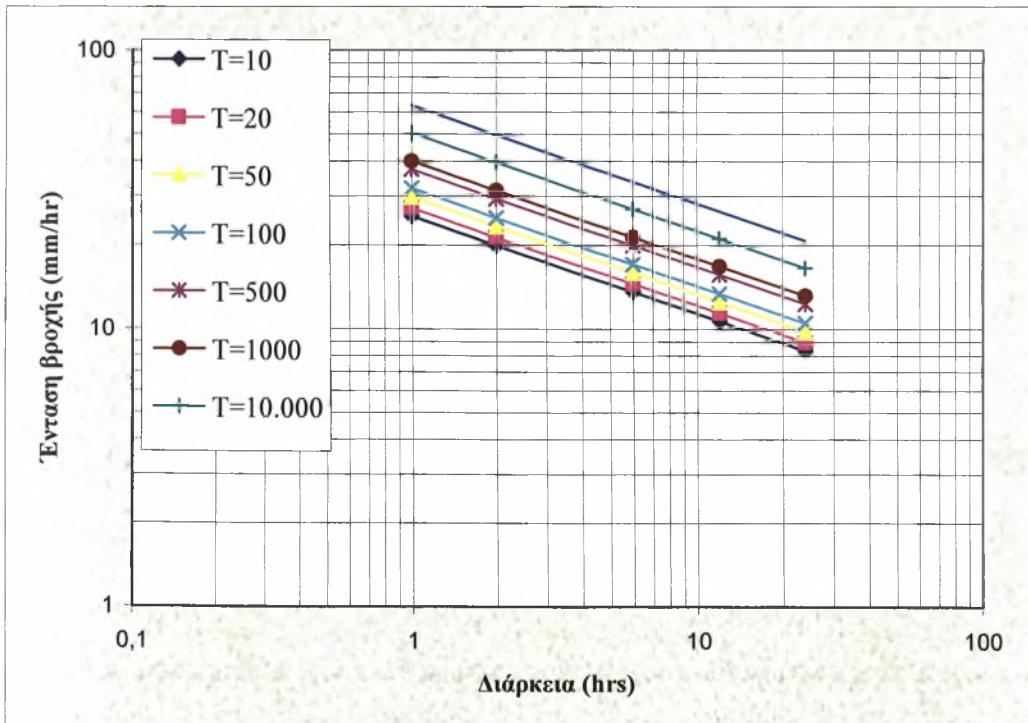


**Εικόνα 105 :** Καμπύλες διάρκειας-έντασης βροχοπτώσεων, για διάφορες περιόδους επαναφοράς.

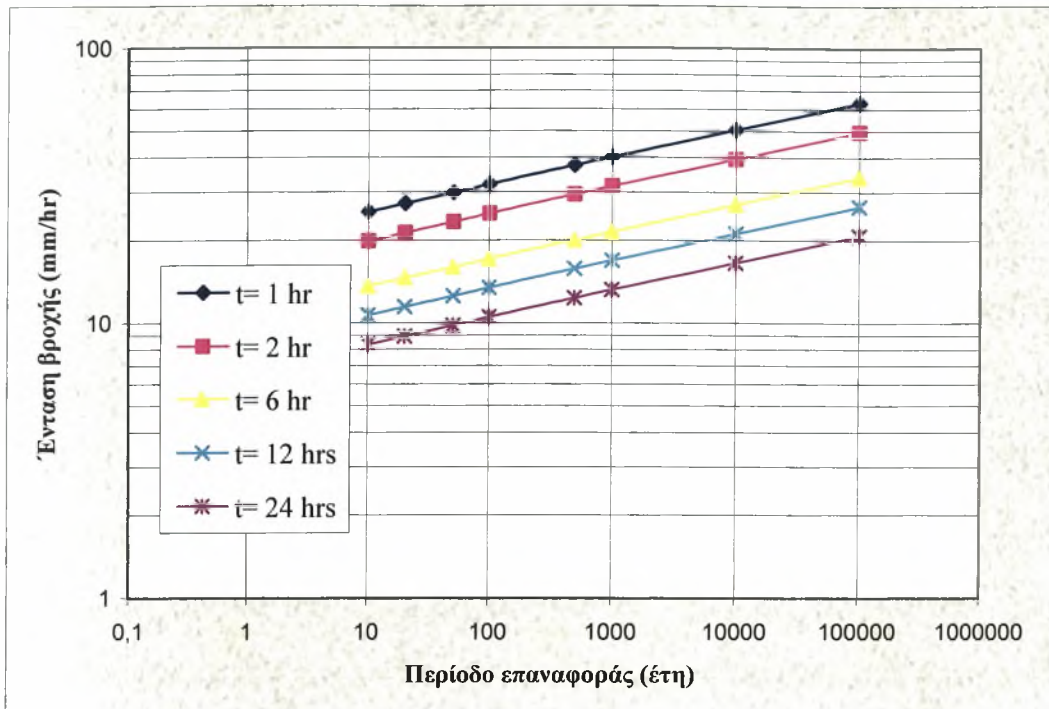


Εικόνα 106 : Καμπύλες περιόδου επαναφοράς-έντασης βροχοπτώσεων, για διάφορες διάρκειες.

### Σταθμός Ρεντίνας



Εικόνα 107: Καμπύλες διάρκειας-έντασης βροχοπτώσεων, για διάφορες περιόδους επαναφοράς.



**Εικόνα 108 :** Καμπύλες περιόδου επαναφοράς-έντασης βροχοπτώσεων, για διάφορες διάρκειες.

### 3.10. Πλημμύρες στη θέση Σμοκόβου.

Ως μέγιστη πιθανή πλημμύρα ορίζεται το υδρογράφημα απορροής που προκύπτει από την πιθανή μέγιστη βροχόπτωση σε συνδυασμό με το αποτέλεσμα της τήξης του χιονιού και τη ροή των υπογείων υδάτων (Σαπουντζής Μ, και Μυρωνίδης Δ., 2005).

Ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των πλημμυρών με βάση τη στατιστική ανάλυση των καταγραφέντων παροχών, δεν είναι δυνατός λόγω του μικρού αριθμού των λειτουργούντων σταθμών και της μικρής περιόδου των διαθέσιμων μετρήσεων. Έτσι, η μελέτη των πλημμυρών βασίσθηκε κυρίως στις βροχοπτώσεις (για τις οποίες υπάρχουν μετρήσεις σχετικά μεγάλης περιόδου) και στα χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής. Ο υπολογισμός της μέγιστης πιθανής πλημμύρας σε δεδομένη κλιματική περιοχή χρησίμευσε για τον καθορισμό των διαστάσεων του εκχειλιστή του έργου.

Από τα υπάρχοντα δεδομένα, για διάρκεια 24 και 48 ωρών, υπολογίσθηκε ύψος βροχόπτωσης 111 και 133 mm, αντιστοίχως, κατανεμημένα ομοιόμορφα σε όλη τη λεκάνη απορροής Σμοκόβου. Η διάρκεια βροχόπτωσης πέραν των 48 ωρών θεωρήθηκε εξαιρετικά μεγάλη.

Βάσει των γενομένων παρατηρήσεων, η βασική απορροή από την τήξη του χιονιού, υπολογίσθηκε, από τύπο που χρησιμοποιεί το Σώμα Μηχανικού του Στρατού των Η.Π.Α, (U.S. Army Corps of Engineers), σε  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ο τύπος αυτός λαμβάνει υπόψη τη φυτοκάλυψη, την ταχύτητα του ανέμου, τη μέση θερμοκρασία και το ύψος της βροχόπτωσης κατά την τήξη. Έγινε ακόμη αποδεκτό, ό,τι, μόνον η άνω των 1000 m ζώνη της λεκάνης, καλύπτεται από χιόνι για αρκετό χρονικό διάστημα. Δεδομένου, ό,τι, η τήξη του χιονιού είναι ομοιόμορφη, προσδιορίζουμε σταθερή παροχή  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , σε όλη τη διάρκεια της πλημμύρας.

Έγινε επίσης αποδεκτό, ό,τι, η πλημμύρα της υπόγειας ροής προκαλεί σταθερή παροχή αμέσως μετά τη διέλευση της αιχμής της πλημμύρας, τέτοια, ώστε μετά από 24 ώρες να δίνεται το 20% του όγκου της βροχόπτωσης.

Ύστερα από αυτά, τα χαρακτηριστικά της μέγιστης πιθανής πλημμύρας στη θέση του Φράγματος, ορίσθηκαν όπως παρακάτω:

**Πίνακας 27 :** Τα χαρακτηριστικά της μέγιστης πιθανής πλημμύρας στη θέση του Φράγματος (ΥΔΡΟΜΕΤ κ.α., 1983).

|                      | Στιγμαία μέγιστη παροχή      | Ολικός όγκος                 |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| Βροχοπτώσεις 24 ωρών | $2.600 \text{ m}^3/\text{s}$ | $33 \times 10^6 \text{ m}^3$ |
| Βροχοπτώσεις 48 ωρών | $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$ | $54 \times 10^6 \text{ m}^3$ |

### 3.11. Φερτές ύλες

Από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες αρμόδιες Υπηρεσίες



δεν εξακριβώθηκε εάν πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή της Θεσσαλίας μετρήσεις στερεοπαροχών. Δεν βρέθηκαν ακόμη σημαντικά στοιχεία σχετικά με τη σπουδαιότητα της διάβρωσης. Έτσι, για τον προσδιορισμό της τάξης μεγέθους των φερτών υλών έγινε σύγκριση με άλλες λεκάνες απορροής, με παραπλήσια γεωλογικά, μορφολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά (Στάθης Δ., Σαπουντζής Μ. (2002).

Το δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής Σμοκόβου αποτελείται από λόφους με ισχνή βλάστηση, τέτοια, που σε καμιά περίπτωση δεν μπορεί να εμποδίσει τη διάβρωση των απότομων πλαγιών. Μια ετήσια διάβρωση της τάξεως των 2 mm, φαίνεται ως πολύ λογική.



**Εικόνα 109 :** Μέρος της ορεινής περιοχής Σμοκόβου. Διακρίνονται οι λόφοι με την ισχνή βλάστηση (προσωπικό αρχείο, Ιούνιος 2006).

Αντιθέτως, για το ανατολικό τμήμα της λεκάνης-δεδομένου ότι η πεδιάδα της Ξυνιάδας χρησιμεύει σαν λεκάνη κατακάθισης των νερών των γύρω λόφων-οι στερεοπαροχές θεωρούνται αμελητέες.

Με τις συνθήκες αυτές η μέση ετήσια στερεοπαροχή προς τον ταμιευτήρα Σμοκόβου από τη λεκάνη απορροής, εκτιμήθηκε στο ύψος των



380.000 m<sup>3</sup>/έτος. Η στερεοπαροχή αυτή αναγόμενη σε υγρή παροχή αντιπροσωπεύει 3.2 gr/l, τιμή η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως μέγιστο όριο το οποίο κατά πάσα πιθανότητα δεν θα ξεπερασθεί.

Από το σύνολο της στερεοπαροχής, το 75% περίπου αποτίθεται στον ταμιευτήρα, κυρίως στο ανάντη τμήμα του, πράγμα που αντιστοιχεί σε ετήσια πρόσχωση αυτού κατά 285.000 m<sup>3</sup>. Για τον λόγο αυτό δεν αναμένεται ταχεία πρόσχωση της πλησίον του Φράγματος ζώνης, στην περιοχή δηλαδή, όπου βρίσκονται τα έργα υδροληψίας και εκκενωτή πυθμένα. Εξάλλου και αναλόγως πάντα με τις παρατηρούμενες αποθέσεις, θα είναι πάντα δυνατός ο καθαρισμός της ζώνης αυτής από τον εκκενωτή πυθμένα.

### **3.12. Μελέτη λειτουργίας του ταμιευτήρα**

#### **3.12.1. Γενικά**

Τελικός στόχος της υδρολογίας των απορροών στον ταμιευτήρα είναι η εκτίμηση του ύψους των αρδευτικών απολήψεων, οι οποίες σε συνδυασμό και με τις άλλες χρήσεις μπορούν να εξασφαλισθούν στην τεχνητή λίμνη Σμοκόβου. Οι δυνατότητες απόληψης είναι για την ίδια σειρά απορροών, συνάρτηση των χαρακτηριστικών του ταμιευτήρα και ειδικότερα του διαθέσιμου αποθηκευτικού όγκου, μεταξύ κατώτατης στάθμης λειτουργίας και στάθμης υπερχειλίσης. Μόνο αν ο αποθηκευτικός αυτός όγκος είναι αρκετά μεγάλος, ώστε να εξασφαλισθεί πλήρης ρύθμιση (μέση τιμή απολήψεων ίση με τιμή απορροών μείον απώλειες), τα χαρακτηριστικά του ταμιευτήρα παύουν να επηρεάζουν τις δυνατές απολήψεις. Ένας τέτοιος όγκος, όμως, θα ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον προβλεπόμενο για πλήρη ρύθμιση, κάτι που στην περίπτωση του ταμιευτήρα Σμοκόβου, δεν μπορούσε να εξασφαλισθεί με εύλογο ύψος φράγματος στην προβλεπόμενη θέση. Για τον λόγο αυτό το πρόβλημα της

διαθεσιμότητας αρδευτικού νερού είναι ένα σύνθετο πρόβλημα που αφορά τις απορροές και τον ταμιευτήρα.

Με μεταβολές στα χαρακτηριστικά του ταμιευτήρα μπορεί να επηρεασθεί ουσιωδώς η καμπύλη των απολήψεων. Έτσι, κρίθηκε απαραίτητο να πραγματοποιηθεί, σύμφωνα πάντα με τις δεδομένες απορροές, λεπτομερής μελέτη της λειτουργίας του ταμιευτήρα. Για τον σκοπό αυτό καταρτίσθηκε πρόγραμμα στο οποίο εισάγονται οι μηνιαίες συρροές για την επιθυμητή περίοδο, καθώς και οι στόχοι μηνιαίων αρδευτικών και άλλων απολήψεων, οι μηνιαίες απώλειες εξατμίσεων, καθώς και οι συναρτήσεις οι οποίες συνδέουν τη στάθμη νερού στη λεκάνη με τον αποθηκευτικό όγκο και την επιφάνεια του καθρέφτη του ταμιευτήρα. Στο πρόγραμμα καταγράφονται ακόμη, η κατώτατη και ανωτάτη αποδεκτή στάθμη νερού της τεχνητής λίμνης και ο αποθηκευτικός όγκος κατά την αφετηρία του υπολογισμού.

Στόχος του προγράμματος είναι να υπολογισθεί αν για την κάθε αρδευτική περίοδο μπορεί να εξασφαλισθεί ο στόχος απόληψης, και αν όχι, ποιος είναι ο ολικός όγκος ο οποίος μπορεί να ληφθεί, αναλόγως πάντα με το μέγεθος των απορροών, χωρίς να πέσει η στάθμη κάτω από το δεδομένο ελάχιστο υψόμετρο το οποίο ορίζει το πάνω όριο του νεκρού όγκου. Γίνεται αποδεκτό ό,τι η στάθμη του νερού δεν μπορεί να ανέβει πάνω από τη στάθμη της υπερχειλίσης, γιατί οποιασδήποτε συμπληρωματικός όγκος συρροής απομακρύνεται μέσω του υπερχειλιστή σε αρκετά σύντομο χρονικό διάστημα, ώστε να μην επηρεάζεται αισθητά η δυνατότητα μηνιαίας απόληψης. Η παραδοχή αυτή είναι ικανοποιητική γιατί οι υπερχειλίσεις γίνονται κατά τους μήνες που οι απολήψεις ή είναι μηδενικές ή πάντως δεν είναι κρίσιμες.

Οι καμπύλες στάθμης - όγκου και στάθμης – επιφάνειας οι οποίες

χρησιμοποιήθηκαν, είναι αυτές οι οποίες σημειώνονται στα σχέδια της οριστικής μελέτης της «EW». Σχετικώς με τις ελάχιστες και τις μέγιστες στάθμες έγινε μια διερεύνηση για την οποία γίνεται λόγος παρακάτω. Για τις απολήψεις έγινε δεκτή ποσοστιαία κατανομή αρδευτικών αναγκών κατά τους 6 μήνες της αρδευτικής περιόδου, σύμφωνα με τα στοιχεία τα οποία υπάρχουν στην έκθεση Οικονομικής Σκοπιμότητας 1981 (ΜΟΣ) και είναι η εξής:

**Πίνακας 28 :** Οι μηνιαίες αρδευτικές ανάγκες.

|             |       |
|-------------|-------|
| Απρίλιος    | 3,6%  |
| Μάιος       | 17,3% |
| Ιούνιος     | 24,3% |
| Ιούλιος     | 29,3% |
| Αύγουστος   | 18%   |
| Σεπτέμβριος | 7,1%  |

Στόχος της ετήσιας αρδευτικής απόληψης έγινε αποδεκτός αυτός που προβλέπεται από την Οριστική Μελέτη της «EW» και ο οποίος διατηρήθηκε και στη Έκθεση Οικονομικής Σκοπιμότητας, δηλαδή  $130 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Επιπλέον, θεωρήθηκε ότι με τον ίδιο ποσοστιαίο ρυθμό που θα γίνεται η αρδευτική απόληψη, θα ελευθερώνεται νερό μέσω του εκκενωτή του πυθμένα του ταμιευτήρα, ώστε να πραγματοποιείται κάθε χρόνο συνολική εκροή  $10 \times 10^6 \text{ m}^3$ , για τον εμπλουτισμό των υδροφορέων του κώνου πρόσχωσης του Σοφαδίτη.

Τονίζεται ακόμη πως σύμφωνα με τις παραδοχές της Οριστικής Μελέτης της «EW», έγινε δεκτό ότι από τον ταμιευτήρα θα χάνονται (τοιχώματα δεξαμενής, φράγμα και σήραγγα παροχέτευσης) περίπου,  $5 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Η τελευταία αυτή παραδοχή είναι δυσμενής, αλλά ελάχιστα επηρεάζει τα πορίσματα της μελέτης λειτουργίας.

Για κάθε σειρά συνθετικών στοιχείων, πραγματοποιήθηκαν δύο χωριστές μελέτες λειτουργίας του ταμιευτήρα. Επιπλέον, για λόγους συγκρίσεως πραγματοποιήθηκε μελέτη λειτουργίας με τα δεδομένα του ιστορικού δείγματος

των 30 υδρολογικών ετών (120 τριμήνων) και του ιστορικού δείγματος των 21 ετών.

#### **Μελετήθηκαν οι ακόλουθες περιπτώσεις:**

1. Κατώτατη στάθμη στα 308 m και υπερχείλιση στα 375 m, σύμφωνα με την πρόβλεψη της «EW», αρχικός όγκος  $120 \times 10^6 \text{ m}^3$  (δηλαδή ο ταμιευτήρας είναι κατά το ήμισυ περίπου γεμάτος).
2. Κατώτατη στάθμη στα 331 m, αναγκαία για την προτεινόμενη διάταξη των έργων προσαγωγής. Υπερχείλιση στα 375 m. Αρχικός όγκος  $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
3. Κατώτατη στάθμη στα 331 m, αλλά στάθμη υπερχείλισης στα 380 m για τον έλεγχο της επιρροής μιας μικρής ανύψωσης του φράγματος στην κάλυψη του στόχου αρδευτικής απόληψης. Αρχικός όγκος  $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

Η μελέτη του ταμιευτήρα επαναλήφθηκε, αφού προηγουμένως καθορίστηκε ο αρδευτικός στόχος και το ζήτημα της αναγκαίας εκροής για τον εμπλουτισμό των υδροφορέων του κώνου, καθώς και οι αναμενόμενες απώλειες (ΥΔΡΟΜΕΤ κ.α., 1983).

#### **3.12.2. Εκτιμήσεις απολήψιμου υδατικού δυναμικού**

Στην πλέον επίκαιρη ανάλυση η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της «Συμπληρωματικής μελέτης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της εκτροπής του Αχελώου προς την Θεσσαλία», (Κουτσογιάννης κ.ά., 2001), εκτιμήθηκε μια μέση ετήσια εισροή στον ταμιευτήρα Σμοκόβου ίση με  $174,4 \times 10^6$  και  $160,2 \times 10^6 \text{ m}^3$  για τη κανονική και την πιο δυσμενή περίπτωση αντιστοίχως. Από τους υπολογισμούς προέκυψε ότι η ονομαστική ετήσια απόληψη για επίπεδο αξιοπιστίας 90% ανέρχεται σε  $156,8 \times 10^6$  και  $147,4 \times 10^6 \text{ m}^3$  για τη

κανονική και την πιο δυσμενή περίπτωση αντιστοίχως. Για το παραπάνω επίπεδο αξιοπιστίας, η πραγματική μέση ετήσια απόληψη εκτιμάται σε  $151,7 \times 10^6$  και  $143,1 \times 10^6 \text{ m}^3$  για τη κανονική και την πιο δυσμενή περίπτωση αντιστοίχως. Ωστόσο, από τις παραπάνω απολήψιμες ποσότητες θα πρέπει να αφαιρεθούν  $15-20 \times 10^6 \text{ m}^3$ , για τον εμπλουτισμό των κατάντη του Κέδρου προσχωματικών υδροφορέων, ενώ αν συνυπολογισθούν και οι απώλειες εξάτμισης από τον ταμιευτήρα και οι απώλειες κατά την προσαγωγή, αναμένεται μια συνολική μείωση της απολήψιμης ποσότητας κατά  $20-25 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

**Από παλαιότερες μελέτες υπάρχουν οι ακόλουθες εκτιμήσεις:**

1. ΥΔΡΟΤΕΚ (1992): Μέση ετήσια εισροή  $171,06 \times 10^6 \text{ m}^3$  (για την περίοδο 1951–1990), ονομαστική μέση ετήσια απόληψη (για άρδευση και ενίσχυση υδροφορέων)  $150 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
2. ΥΔΡΟΜΕΤ κ.ά. (1982): Μέση ετήσια εισροή  $175,3 \times 10^6 \text{ m}^3$  (για την περίοδο 1951-1982). Μέση ετήσια απόληψη  $130-150 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
3. ELECROWATT (1970): Μέση ετήσια εισροή  $178 \times 10^6 \text{ m}^3$ , απόληψη για άρδευση  $130 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
4. ELECROWATT (1968): Μέση ετήσια εισροή  $129,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
5. ΕΥΠΑΛΙΝΟΣ (1965): Μέση ετήσια εισροή  $160,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
6. Ε.Υ.Δ.Ε. Αχελώου και ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ (1995): Μέση ετήσια εισροή  $165,2 \times 10^6$  και  $115,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ , ονομαστική απόληψη  $150,0 \times 10^6$  και  $115,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ , για την κανονική και την πιο δυσμενή περίπτωση αντιστοίχως.
7. Με βάση τους υπολογισμούς στην παρούσα μελέτη, η συνολική επιφανειακή απορροή στην λεκάνη απορροής του Ονόχωνου-Ρεντινιώτη η οποία τροφοδοτεί τον ταμιευτήρα είναι  $123.853.568 \text{ m}^3$  ή  $123,853 \times 10^6 \text{ m}^3$  ( $0,324224 \times 382 \text{ Km}^2 \times 10^6$ ).



### 3.12.3. Αρδευτικό Δίκτυο

Κύριες αρδευόμενες και μη καλλιέργειες στην περιοχή είναι το βαμβάκι, σε ποσοστό 70%, περίπου, και ακολουθούν ο αραβόσιτος σε ποσοστό 15%, περίπου, τα σιτηρά σε ποσοστό 10%, περίπου, και διαφορές άλλες καλλιέργειες, όπως η μηδική, ο καπνός, τα οπωροκηπευτικά κ.α., σε ποσοστό 5% περίπου (Υ.Ε.Β. Καρδίτσας).

Η περιοχή η οποία πρόκειται να αρδευθεί από την Τεχνητή Λίμνη Σμοκόβου ήδη ποτίζεται, σε ποσοστό 40% της συνολικής έκτασης της, από πλήθος κρατικών και ιδιωτικών γεωτρήσεων. Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται στην περιοχή πτώση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

Τα έργα της ανατολικής περιοχής Σμοκόβου, θα καλύπτουν δεσπόζουσα έκταση 252.600 στρεμμάτων, η οποία ανήκει σε 23 Δήμους και Κοινότητες των Νομών Καρδίτσας (11), Φθιώτιδας (9) και Λάρισας (3).

Τα χαρακτηριστικά των αρδευόμενων εκτάσεων της ανατολικής περιοχής Σμοκόβου, στις οποίες έχουν ολοκληρωθεί οι μελέτες εμφανίζονται στον πίνακα 29.

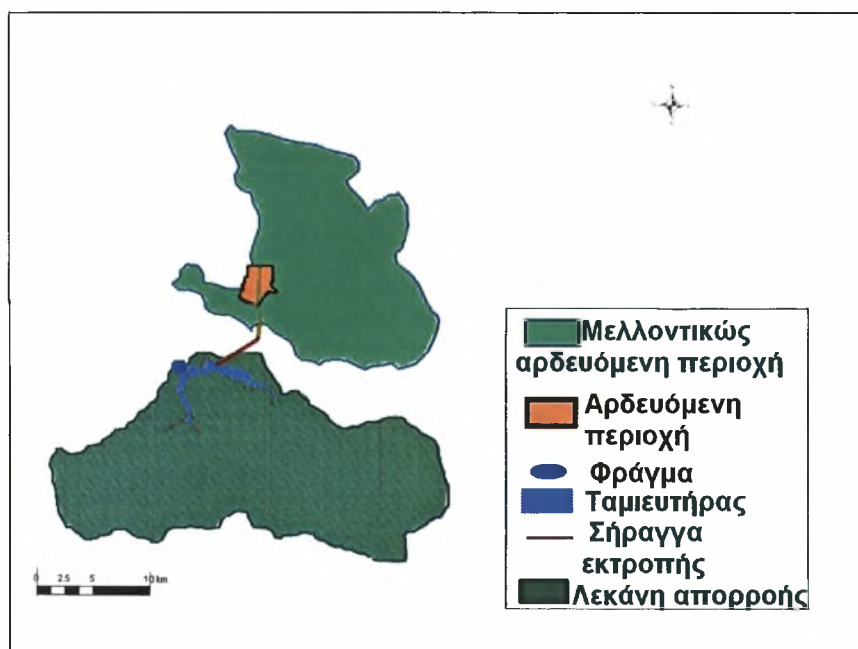
**Πίνακα 29 :** Τα χαρακτηριστικά των αρδευόμενων εκτάσεων.

| ΔΙΚΤΥΟ | ΔΕΣΠΟΖΟΥΣΑ<br>ΕΚΤΑΣΗ | ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ<br>ΕΚΤΑΣΗ | ΓΕΩΡΓΙΚΗ<br>ΓΗ | ΥΔΡΟΛΗΨΙΕΣ<br>15 L/S | ΥΔΡΟΛΗΨΙΕΣ<br>9 L/S |
|--------|----------------------|----------------------|----------------|----------------------|---------------------|
| Σ1     | 18.900               | 18.900               | 17.000         | 93                   | 98                  |
| Σ2     | 35.400               | 34.500               | 31.050         | 197                  | 104                 |
| Σ3     | 39.500               | 39.300               | 34.350         | 233                  | 100                 |
| Σ4     | 38.900               | 38.100               | 34.300         | 215                  | 119                 |
| Σ5     | 49.800               | 48.700               | 44.400         | 283                  | 154                 |
| Σ6     | 19.900               | 19.900               | 18.200         | 106                  | 72                  |
| Σ7     | 24.600               | 22.700               | 21.100         | 137                  | 79                  |
| Σ8     | 25.600               | 24.800               | 22.800         | 123                  | 130                 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 252.600              | 246.900              | 234.300        | 1.387                | 856                 |

Η διάταξη των έργων ακολουθεί κατά το δυνατόν την διάταξη των ήδη υφιστάμενων έργων, ώστε να αποφεύγονται οι αποζημιώσεις ιδιοκτησιών και οι μεγάλες απαλλοτριώσεις.

#### 3.12.4. Γενική διάταξη έργων

Από την παροχή της σήραγγας Λεονταρίου, ένα μέρος τροφοδοτεί απ' ευθείας το σύστημα των κυρίων σωληνώσεων (Ζώνες Σ1,Σ2,Σ3,Σ4), οι οποίες



Εικόνα 110 : Τα όρια των αρδευόμενων περιοχών.

προορίζονται για τα δίκτυα μεταξύ Λεονταρίου και Κέδρου και ένα άλλο μέρος διοχετεύεται στον ανατολικό αγωγό προκειμένου να τροφοδοτήσει τις υπόλοιπες κύριες σωληνώσεις, οι οποίες έχουν αφετηρία στη διώρυγα (Ζώνες Σ5,Σ6,Σ7,Σ8). Σύμφωνα με τις μελέτες των ΥΔΡΟΜΕΤ κ.α., (1983), ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗΣ και ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΜΑΧΑΙΡΑ, (1991) και ΥΔΡΟΤΕΚ κ.α., (1992), το αρδευτικό δίκτυο χωρίζεται σε οκτώ ζώνες (Εικ. 111), οι οποίες αντιστοιχούν σε πέντε υποπεριοχές.

Έτσι, έχουμε: **Ζώνες Σ1,Σ2,Σ3,Σ4** που ανήκουν στον Νομό Καρδίτσας και βρίσκονται νότια του Σοφαδίτη και κεντρικά του μετώπου εξόδου της σήραγγας







Λεονταρίου, με δεσπόζουσα έκταση 132.700 στρέμματα και καθαρή γεωργική έκταση 117.700 στρέμματα.

**Ζώνη Σ5:** Εκτείνεται στο μέσον της ευρύτερης πεδιάδας η οποία αρδεύεται από τα νερά του ταμιευτήρα Σμοκόβου και βρίσκεται ανατολικά των ζωνών Σ1 και Σ4, με δεσπόζουσα έκταση 49.800 στρέμματα και καθαρή γεωργική έκταση 44.400 στρέμματα.

**Ζώνη Σ6:** Υπάγεται διοικητικώς στο Νομό Φθιώτιδας και βρίσκεται ανατολικά της Σ5, με δεσπόζουσα έκταση 19.900 στρέμματα και καθαρή γεωργική γη 18.200 στρέμματα.

**Ζώνη Σ7:** Υπάγεται διοικητικώς στους Νομούς Φθιώτιδας και Λάρισας και βρίσκεται ανατολικά της Σ5, με δεσπόζουσα έκταση 24.600 στρέμματα και καθαρή γεωργική γη περίπου 21.100 στρέμματα.

**Ζώνη Σ8:** Βρίσκεται στο ανατολικό άκρο της όλης περιοχής και ανατολικά της ζώνης Σ7, με δεσπόζουσα έκταση 25.600 στρέμματα και καθαρή γεωργική γη 24.800 στρέμματα, περίπου.

Η συνολική δεσπόζουσα έκταση όλων των ζωνών Σ1 έως Σ8 ανέρχεται περίπου σε 252.600 στρέμματα, ενώ η καθαρή γεωργική γη σε 224.700 στρέμματα περίπου (πίνακας 29).

Τα απαιτούμενα έργα για τη μεταφορά και διανομή του νερού από τον ταμιευτήρα στα υδατορεύματα και τις υφιστάμενες αποχετευτικές και αποστραγγιστικές τάφρους των αρδευτικών ζωνών Σ1 και Σ8, με σκοπό την άρδευση των περιοχών αυτών, μέχρι την κατασκευή των έργων τα οποία προέβλεπε η οριστική μελέτη του 1991, εξετάσθηκαν στην Μελέτη Προσωρινής υδροδοτήσεως αρδευτικών δικτύων από το φράγμα Σμοκόβου (ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ, 2001).

Τα έργα αυτά περιλαμβάνουν σωληνωτούς αγωγούς μεταφοράς νερού από το έργο υπερχειλίσης του Υδροηλεκτρικού Σταθμού και από κατάλληλα φράγματα τα οποία θα κατασκευασθούν σε υδατορεύματα, τάφρους, συλλεκτήρες και ποτάμια, τα οποία υπάρχουν μέσα στην περίμετρο των έργων του Σμοκόβου ή εκτός αυτής. Τα φράγματα θα εξασφαλίσουν την άρδευση των περιοχών οι οποίες γειτνιάζουν με την τάφρο ή το υδατόρευμα στο οποίο κατασκευάζονται.

Στη συνέχεια περιγράφεται συνοπτικώς η κλιμάκωση των έργων βάσει της μελέτης προσωρινών έργων, καθώς επίσης και οι εργασίες των επομένων φάσεων.

### 3.12.4.1. Έργα Πρώτης Φάσης

#### 3.12.4.1.1. Ζώνες Σ2,Σ3 και Σ4 (περιοχή 1 και τμήμα της ζώνης Σ5)



**Εικόνα 112** : Τροφοδοτικός αγωγός Φ800. Στο βάθος μεγάλο τμήμα του θεσσαλικού κάμπου (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός)

Η συνολική δεσπόζουσα έκταση ανέρχεται σε 113.800 στρέμματα, ενώ η καθαρή φθάνει τα 105.000 στρέμματα. Αναλύεται σε 100.710 στρέμματα των ζωνών Σ2,Σ3, και Σ4 και σε 4.290 στρέμματα της ζώνης Σ5.

Τα μόνιμα σωληνωτά δίκτυα προβλέπεται ότι θα καλύπτουν μια δεσπόζουσα έκταση 20.000 στρεμμάτων, η οποία αντιστοιχεί σε καθαρή



έκταση 18.000 στρεμμάτων. Περιλαμβάνει αγωγούς διαμέτρων από Φ1600 έως Φ100, συνολικού μήκους 17,5 Km, περίπου. Οι μόνιμοι αγωγοί προσαγωγής νερού σε προσωρινές υδροληψίες, μέσω υδατορευμάτων και τάφρων, είναι χαλυβδοσωλήνες, διαμέτρων από Φ1200 έως Φ800, συνολικού μήκους 13,5 Km.



**Εικόνα 113** : Τροφοδοτικός αγωγός Φ 600 (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός).

Από τα 36 συνολικώς φράγματα (αρδευτικά αναχώματα) των φάσεων Α' και Β' τα οποία έχουν τοποθετηθεί σε κατάλληλες θέσεις τάφρων και υδατορευμάτων, για την Α' φάση προτείνονται 12 φράγματα και ένα επιπλέον στην τάφρο Τ8 (Κακάρα). Η συνολική δεσπόζουσα έκταση η οποία θα αρδεύεται από τα φράγματα, ανέρχεται σε 41.000 στρέμματα, ενώ η καθαρή έκταση φθάνει τα 37.000 στρέμματα.

Κατά συνέπεια, η συνολική αρδευόμενη έκταση της Α' φάσης φθάνει τα 61.000 στρέμματα (20.000 + 41.000 στρέμματα), ενώ η καθαρή τα 55.000 στρέμματα (18.000 + 37.000 στρέμματα).

Όσον αφορά στα αποχετευτικά έργα αγροτικής οδοποιίας, αυτά είναι πολύ περιορισμένης κλίμακας.

### 3.12.4.1.2. Ζώνες Σ5,Σ6,Σ7 και Σ8 (περιοχή 2)

Η συνολική δεσπόζουσα έκταση φθάνει στα 119.000 στρέμματα, ενώ η καθαρή έκταση ανέρχεται στα 107.000 στρέμματα.

Δεν προβλέπεται η κατασκευή μόνιμων σωληνωτών δικτύων. Οι μόνιμοι αγωγοί προσαγωγής νερού σε προσωρινές υδροληψίες, μέσω υδατορευμάτων και τάφρων, είναι χαλυβδοσωλήνες, διαμέτρων από Φ1200 έως Φ700, συνολικού μήκους 15,27 Km.



**Εικόνα 114:** Από Τοποθέτηση Αγωγού Φ 180 (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός).

Από τα 34 συνολικώς φράγματα των φάσεων Α' και Β' τα οποία έχουν τοποθετηθεί σε κατάλληλες θέσεις τάφρων και υδατορευμάτων, για την Α' φάση προτείνονται 8 (οκτώ) φράγματα. Η συνολική δεσπόζουσα έκταση η οποία θα αρδεύεται από τα φράγματα ανέρχεται σε 36.000 στρέμματα, ενώ η καθαρή έκταση φθάνει τα 32.000 στρέμματα.

Συνοψίζοντας, μετά το τέλος της Α' φάσης, η συνολική αρδευόμενη έκταση για τις ζώνες από Σ2 έως Σ8, θα ανέρχεται στα 97.000 στρέμματα, ενώ η καθαρή θα φθάνει τα 87.000 στρέμματα, περίπου. Η συνολική δεσπόζουσα έκταση των μόνιμων δικτύων θα είναι 20.000 στρέμματα, με καθαρή έκταση

18.000 στρέμματα. Τα αποχετευτικά έργα αγροτικής οδοποιίας θα είναι πολύ περιορισμένης κλίμακας.

### **3.12.4.2. Έργα Β' Φάσης**

#### **3.12.4.2.1. Ζώνες Σ2,Σ3 και Σ4 (περιοχή 1)**

Στα πλαίσια της Β' φάσης, θα συμπληρωθούν τα τριτεύοντα, κυρίως δίκτυα, ώστε η περιοχή ανάπτυξης του μόνιμου δικτύου σωληνωτών αγωγών να αυξηθεί από τα 18.000 σε περίπου 42.000 στρέμματα, τα οποία αντιστοιχούν σε συνολική δεσπόζουσα έκταση 47.000 στρεμμάτων.

Ακόμη, προβλέπεται να κατασκευασθούν τα υπόλοιπα 24 φράγματα, ώστε να συμπληρωθεί ο αριθμός των 36, μαζί με τα 12 φράγματα Α' φάσης. Με τον τρόπο αυτό η συνολική δεσπόζουσα έκταση η οποία θα αρδεύεται από τα φράγματα θα ανέρχεται σε 66.000 στρέμματα, ενώ η καθαρή έκταση θα φθάνει τα 59.000 στρέμματα. Κατά συνέπεια, η συνολική αρδευόμενη έκταση θα ανέρχεται στα 113.000 στρέμματα (47.000 + 66.000), ενώ η καθαρή στα 101.000 στρέμματα (42.000 + 59.000).

#### **3.12.4.2.2. Ζώνες Σ5,Σ6,Σ7 και Σ8 (περιοχή 2)**

Στα πλαίσια της Β' Φάσης θα κατασκευασθούν τα υπόλοιπα 20 φράγματα, ώστε να συμπληρωθεί ο αριθμός των 34, μαζί με τα 14 της Α' φάσης. Με τον τρόπο αυτό η συνολική δεσπόζουσα έκταση η οποία θα αρδεύεται από τα φράγματα θα ανέρχεται σε 40.000 στρέμματα, ενώ η καθαρή έκταση θα φθάνει τα 35.000 στρέμματα.

Μετά το τέλος των έργων της Β' φάσης, η συνολική αρδευόμενη έκταση για τις ζώνες από Σ2 έως Σ8 θα ανέρχεται στα 153.000 στρέμματα, ενώ η καθαρή στα 136.000 στρέμματα, περίπου. Η συνολική δεσπόζουσα έκταση των μόνιμων δικτύων θα ανέρχεται στα 47.000 στρέμματα και η καθαρή στα 42.000 στρέμματα, περίπου.

### 3.12.4.2.3. Έργα Γ' φάσης

Στην φάση αυτή θα συμπληρωθούν τα μόνιμα σωληνωτά δίκτυα, το αποχετευτικό και αντιπλημμυρικό δίκτυο, καθώς και τα έργα αγροτικής οδοποιίας. Επισημαίνεται ότι στην περιοχή 1 (Ζώνες Σ2,Σ3,Σ4) και στη Ζώνη Σ1, θα απομένουν για κατασκευή μόνιμα δίκτυα τα οποία θα καλύπτουν έκταση 75.000 στεμμάτων καθαρής γεωργικής γης.

Όσον αφορά στην περιοχή 2 (Ζώνες Σ5,Σ6,Σ7,Σ8), η κατασκευή μονίμων αρδευτικών δικτύων των αποχετευτικών και αντιπλημμυρικών έργων αγροτικής οδοποιίας θα καλύψει το σύνολο της έκτασης, εφόσον βεβαίως υπάρξουν οι δυνατότητες χρηματοδότησης.



**Εικόνα 115 :** Από την κατασκευή της σήραγγας Λεονταρίου (Σπυριδώνης Ι., τοπογράφος-μηχανικός).

## 3.13. Άρδευση

### 3.13.1. Αρχές σχεδιασμού αρδευτικού δικτύου

Για όλες τις ζώνες Σ1 έως και Σ8 εφαρμόστηκαν οι εξής γενικές αρχές σχεδιασμού σε ότι αφορά τα αρδευτικά δίκτυα:

- Άρδευτική μονάδα μέχρι 90 στέμματα, με υδροληψίες (Modules) των 9,0 L/s.



- Αρδευτική μονάδα 90 έως 150 στρέμματα με υδροληψίες 15,0 L/s 2X75 L/s).
- Μέση ειδική παροχή άρδευσης 24ωρου κρίσιμου μήνα 0,059 L/s/στρέμμα.
- Ειδική παροχή άρδευσης 24ωρου της πλέον απαιτητικής καλλιέργειας μηδική) στον κρίσιμο μήνα 0,082 L/s/στρέμμα.
- Διατιθέμενο πιεζομετρικό φορτίο κατάντη της υδροληψίας άρδευσης 70 m (με κατάλληλο ρυθμιστή πίεσης είναι δυνατός ο περιορισμός της πίεσης μέχρι 45 m, αναλόγως με τις καλλιεργητικές απαιτήσεις).
- Περιορισμοί παροχής στον κύριο αγωγό ή και στους βασικούς αγωγούς του δικτύου με βάση την ανωτέρω παροχή της μηδικής τον κρίσιμο μήνα για 20 ώρες λειτουργία και συντελεστή προσαύξησης 10%, η οποία αντιστοιχεί τελικώς σε ειδική παροχή του κρίσιμου μήνα ίση με 0.10824 L/s/στρέμμα (στις ζώνες Σ1 έως Σ4 τέθηκαν και πρόσθετοι περιορισμοί οι οποίοι αναφέρονται στον κύριο αγωγό προσαγωγής).

### 3.13.2. Εκτίμηση αρδευτικών αναγκών

Για το σύνολο της έκτασης των 224.700 στρεμμάτων καθαρής γεωργικής γης, η ετήσια αρδευτική ζήτηση νερού εκτιμάται ως εξής:

- Από μόνιμα σωληνωτά δίκτυα: 252.700 στρέμματα X 450 m<sup>3</sup>/στρέμμα/έτος = 113.715.000 m<sup>3</sup> ή περίπου 114 εκατ. m<sup>3</sup>/έτος.
- Από προσωρινά έργα και φράγματα: 224.700 στρέμματα X 700 m<sup>3</sup>/στρέμμα/έτος = 157.290.000 ή περίπου 157.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος.

Η παραπάνω ζήτηση, μετά το πέρας των δύο πρώτων φάσεων ανάπτυξης των έργων, αναλύεται ως εξής:

#### Φάση Α:



- Από μόνιμα σωληνωτά δίκτυα: 18.000 στρέμματα X 450 m<sup>3</sup>/στρέμμα/έτος = 8.100.000 m<sup>3</sup>/έτος.
- Από προσωρινά έργα και φράγματα: 69.000 στρέμματα X 700 m<sup>3</sup>/στρέμμα/έτος = 48.300.000 m<sup>3</sup>/έτος.
- Σύνολο: 57.400.000 m<sup>3</sup>/έτος.

#### **Φάση Β:**

- Από μόνιμα σωληνωτά δίκτυα: 42.000 στρέμματα X 450 m<sup>3</sup>/στρέμμα/έτος = 18.900.000 m<sup>3</sup>/έτος.
- Από προσωρινά έργα και φράγματα: 94.000 στρέμματα X 700 m<sup>3</sup>/στρέμμα/έτος = 65.800.000 m<sup>3</sup>/έτος.
- Σύνολο: 84.700.00 ή 84,7.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/έτος.

#### **3.13.3. Παροχές σχεδιασμού Α΄ Φάσης**

Οι παροχές σχεδιασμού του μόνιμου σωληνωτού δικτύου άρδευσης και των κατάντη παροχετεύσεων σε τάφρους αναλύονται ως εξής:

- Για τις ζώνες Σ2 και Σ3: 4554 L/s.
- Για την ζώνη Σ4: 2363 L/s
- Για τις ζώνες Σ5,Σ6,Σ7 και Σ8: 2590. L/s

Η συνολική παροχή σχεδιασμού όλων των ζωνών ανέρχεται σε 9807 L/s.

Για την τάφρο Τ8.12, τα υδατορεύματα Κακκάρα και Φαρσαλίτης, τις λοιπές μικρότερες τάφρους και λαμβάνοντας υπόψη πιθανές αυξήσεις, εκτιμάται παροχή σχεδιασμού 2593 L/s. Κατά συνέπεια, η συνολική παροχή σχεδιασμού των έργων της Α΄ φάσης ανέρχεται στ 1200 L/s.

Για την περίπτωση που ζητηθούν μεγαλύτερες παροχές και την πρόβλεψη οικολογικών παροχών για τα μεγάλα ρεύματα και τάφρους, έχει προστεθεί μια επιπλέον παροχή 2193 L/s (Ε.Μ.Π., 2006).

### 3.14. Ύδρευση

Ο ταμιευτήρας Σμοκόβου προβλέπεται να εξυπηρετεί, εκτός από τις αρδευτικές και τις υδρευτικές ανάγκες των πεδινών οικισμών της περιοχής μελέτης. Για τον σκοπό αυτό εκπονήθηκε από την εταιρεία ΡΟΙΚΟΣ η προμελέτη η οποία αφορά στην ύδρευση της ανατολικής πλευράς του Νομού Καρδίτσας (Μπολούγαρης και Τσίτσης, 2002), τα κύρια συμπεράσματα της οποίας δίνονται παρακάτω:

Ο ταμιευτήρας ο οποίος εξετάζεται καλύπτει την ανατολική πλευρά του Νομού και με βάση τα υψόμετρα της περιοχής μπορεί να καλύψει την υδρευτική ζήτηση 55 οικισμών των Δήμων Ταμασίου, Μενελαίδας, Σοφάδων, Άρνης, Παλαμά και Φύλλου. Στη παρούσα κατάσταση οι οικισμοί αυτοί υδρεύονται είτε από τοπικές γεωτρήσεις, είτε από τοπικές πηγές. Το Βασικότερο πρόβλημα είναι η κακή ποιότητα των υδάτων, λόγω κυρίως της ρύπανσης του υπόγειου υδροφορέα, εξαιτίας κυρίως των γεωργικών δραστηριοτήτων. Από σχετικές μετρήσεις του ΙΓΜΕ κατά την χρονική περίοδο 1999-2000, προκύπτει ότι η περιοχή μελέτης παρουσιάζει αυξημένες τιμές νιτρικών και φυτοφαρμάκων.

Η περίοδος μελέτης των έργων ύδρευσης είναι η 40ετία, 2002 - 2042. Θεμελιώδες υπολογιστικό μέγεθος είναι ο πληθυσμός σχεδιασμού των εξυπηρετούμενων περιοχών, με βάση τον οποίο προκύπτουν οι αντίστοιχες παροχές σχεδιασμού. Η μελέτη βασίσθηκε στις ακόλουθες πηγές:

- Χωροταξικό σχέδιο περιφέρειας Θεσσαλίας - Γ' Φάση (ΥΠΕΧΩΔΕ., 1999)
- Απόψεις σχετικά με την ανάπτυξη και την πληθυσμιακή εξέλιξη του Νομού Καρδίτσας (Αναπτυξιακή Καρδίτσας, 2000).
- Στοιχεία απογραφών πληθυσμού ετών 1981, 1991, 2001 (ΕΣΥΕ)
- Απόψεις των δήμων της περιοχής σχετικά με την εξέλιξη του πληθυσμού.

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία έγιναν εκτιμήσεις πληθυσμού ανά οικισμό, σε ό,τι αφορά την πληθυσμιακή εξέλιξη της περιοχής μελέτης, με βάση δύο εκδοχές. Η πρώτη, μη αισιόδοξη εκδοχή, προβλέπει χαμηλούς ρυθμούς ανάπτυξης, ενώ η δεύτερη, αισιόδοξη εκδοχή, προβλέπει εντονότερους ρυθμούς ανάπτυξης, και ουσιαστικά επαληθεύει την χωροταξική μελέτη του ΥΠΕΧΩΔΕ. Με βάση τις δύο αυτές εκδοχές, εκτιμήθηκε η εξέλιξη του πληθυσμού όλου του Νομού Καρδίτσας και ακολούθως έγινε αναγωγή των προβλέψεων για την περιοχή μελέτης, με τη χρήση σταθερού συντελεστή. Λόγω της σπουδαιότητας του έργου, κρίθηκε πιο ασφαλής η αισιόδοξη πρόβλεψη εξέλιξης του πληθυσμού, λαμβάνοντας υπόψη το αρνητικό παράδειγμα της υδροδότησης από τη λίμνη Πλαστήρα, όπου εμφανίζονται προβλήματα επάρκειας των έργων μεταφοράς νερού (Χουλιάρας Ι. κ.α., 2003). Στον Πίνακα 30, δίνεται η κατανομή του συνολικού πληθυσμού ανά Δήμο.

Ο υπολογισμός των υδρευτικών αναγκών έγινε για τις ακόλουθες κατηγορίες χρήσεων: οικιακή, πότισμα ιδιωτικών κήπων, δημοτική (σχολεία, νηπιαγωγεία, κ.ά), κτηνοτροφική, βιομηχανική-βιοτεχνική και πυροσβεστική. Στις εκτιμήσεις θεωρήθηκε ένας επιπρόσθετος όγκος νερού που αναφέρεται στις απώλειες των δικτύων μεταφοράς και διανομής. Οι μελετητές κατέληξαν στα ακόλουθα μεγέθη σχεδιασμού:

1. Πληθυσμός μελέτης (έτος 2042) 55000 κάτοικοι.
2. Μέση ετήσια ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 250 L.
3. Μέση χειμερινή ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 200 L.
4. Μέση Θερινή ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 310 L.
5. Μεγίστη θερινή ημερήσια κατά κεφαλή κατανάλωση 375 L.

Στον Πίνακα 31 δίνονται οι μέσες ετήσιες και μέγιστες θερινές ζητήσεις, ανά Δήμο, ενώ στον Πίνακα 32 δίνονται οι μηνιαίες υδρευτικές ανάγκες, για όλη την περιοχή μελέτης.

**Πίνακας 30 :** Η κατανομή του πληθυσμού στην περιοχής μελέτης.

| Δήμος       | Ποσοστό (%) | 2001   | 2021   | 2041   |
|-------------|-------------|--------|--------|--------|
| Ταμασίου    | 9.5         | 4 072  | 4 275  | 5 225  |
| Μενελαΐδας  | 6.0         | 2 711  | 2700   | 3 300  |
| Καλλιφωνίου | 8.0         | 3 246  | 3 600  | 4 400  |
| Σοφάδων     | 32.0        | 12215  | 14 400 | 17 600 |
| Άρνης       | 7.5         | 3 299  | 3 375  | 4 125  |
| Παλαμά      | 27.0        | 10 050 | 12 150 | 14 850 |
| Φύλλου      | 10.0        | 4 043  | 4 500  | 5 500  |
| Σύνολο      | 100         | 39 626 | 45 000 | 55 000 |

Στο επίπεδο της προμελέτης για την κατασκευή του υδρευτικού δικτύου, προτάθηκαν τρεις εναλλακτικές λύσεις. Από οικονομικής άποψης, προτιμητέα θεωρείται η λύση κατά την οποία το κεντρικό υδραγωγείο ξεκινά δίπλα από τη σήραγγα Λεονταρίου. Στην περίπτωση αυτή προβλέπεται η λειτουργία δύο μόνο συλλογικών δεξαμενών, ενώ η χάραξη των αγωγών ακολουθεί την μέγιστη δυνατή ευθυγραμμία.

**Πίνακας 31 :** Υδρευτικές ανάγκες περιοχής (έτος 2042).

| Δήμος       | Μέση ετήσια (m <sup>3</sup> ) | Μέγιστη θερινή (m <sup>3</sup> ) |
|-------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Ταμασίου    | 1 182                         | 1 773                            |
| Μενελαΐδας  | 404                           | 606                              |
| Καλλιφωνίου | 869                           | 1 304                            |
| Σοφάδων     | 4 400                         | 6 600                            |
| Άρνης       | 1 031                         | 1 547                            |
| Παλαμά      | 3 713                         | 5 569                            |
| Φύλλου      | 1 375                         | 2 063                            |
| Σύνολο      | 12 974                        | 19 462                           |

Προβλέπονται τρεις κεντρικοί κλάδοι. Ο ανατολικός κλάδος θα εξυπηρετεί τους οικισμούς Γραμματικό, Νέο Ικόνιο, Πασχαλίτσα, Γεφύρια,

Λεύκη, Ορφανά, Φύλλο, Άμπελο, Ιτέα, Συκεώνα, Πέτρινο και Άγιο Δημήτριο. Ο κεντρικός κλάδος θα τροφοδοτεί τους οικισμούς Καππαδοκικό, Άγιο Βησσάριο, Κυψέλη, Ματαράγκα, Ερμήτσι, Μάρκο, Γοργοβίτες, Καλυβάκια, Κοσκινά, Ψαθοχώρι, Μεταμόρφωση, Παλαμά, Μοσχολούρι και Σοφάδες. Τέλος, ο δυτικός κλάδος τροφοδοτεί τα χωριά Ασημοχώρι, Λεοντάρι. Ανάβρα, Κέδρος, Λουτρό, Παλιούρι, Δαφνοσπηλιά, Ζαίμι, Φίλια, Μαυραχάδες, Ανώγειο, Άμπελο, Αγία Παρασκευή και Καρποχώρι.

**Πίνακας 32 :** Μηνιαία κατανομή ολικής ζήτησης.

| Μήνας       | Τιμή (m <sup>3</sup> ) |
|-------------|------------------------|
| Οκτώβριος   | 330 000                |
| Νοέμβριος   | 330 000                |
| Δεκέμβριος  | 330 000                |
| Ιανουάριος  | 330 000                |
| Φεβρουάριος | 330 000                |
| Απρίλιος    | 512 000                |
| Μάιος       | 512 000                |
| Ιούνιος     | 512 000                |
| Ιούλιος     | 619 000                |
| Αύγουστος   | 512 000                |
| Σεπτέμβριος | 512 000                |

### 3.15. Υδροηλεκτρική ενέργεια

Στην έξοδο της σήραγγας Λεονταρίου θα λειτουργήσει μικρό υδροηλεκτρικό έργο, η εκμετάλλευση του οποίου θα γίνεται από την ΔΕΗ. Η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας εκτιμάται σε 28.6 GWh.

Επισημαίνεται, ότι, η παραγωγή ενέργειας είναι πλήρως εξαρτώμενη από την εξυπηρέτηση των κατόντη αρδευτικών απολήψεων, συνεπώς δεν υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας από τον σταθμό.

### 3.16. Τουρισμός-Αναψυχή

Ο ταμιευτήρας βρίσκεται σε περιοχή μέσης βλάστησης, με ανθρώπινες δραστηριότητες που δεν αναμένεται να προκαλέσουν ρύπανση των νερών.



Κατά συνέπεια αναμένεται να συμβάλλει στην τουριστική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, πιθανώς στην ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας και στη δημιουργία αθλητικών εγκαταστάσεων.

Μετά την ολοκλήρωση των έργων στην περιοχή και την κατασκευή του οδικού δικτύου γύρω από τη τεχνητή λίμνη Σμοκόβου, η τουριστική κίνηση αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά, καθώς τα τελευταία χρόνια, όπως αποδεικνύει η περίπτωση του γειτονικού ταμιευτήρα Πλαστήρα, οι εναλλακτικές μορφές τουρισμού παρουσιάζουν έντονη ανάπτυξη.

### **3.17. Ιαματικά νερά**

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης υπάρχουν σημαντικές ιαματικές πηγές, ορισμένες από τις οποίες αξιοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς.

Η πλέον γνωστή βρίσκεται στα Λουτρά Σμοκόβου, όπου έχουν αναπτυχθεί υποδομές από το 1662. Σε εξαιρετική θέση και φυσικό κάλλος τα θειούχα ιαματικά νερά των πηγών κατατάσσουν τα λουτρά στις πρώτες θέσεις των ελληνικών λουτροπόλεων. Οι συνεχείς βελτιώσεις στις εγκαταστάσεις των λουτρών, των ξενοδοχείων αλλά και των υπόλοιπων χώρων προσελκύουν το ενδιαφέρον των επισκεπτών απ' όλη την Ελλάδα. Οι πηγές με την θειούχα αλκαλική σύνθεση των ιαματικών νερών τους, με θερμοκρασία που κυμαίνεται από 29 - 40°C, θεωρούνται ιδανικές για παθήσεις του αναπνευστικού και πεπτικού συστήματος, τις δερματοπάθειες και χρόνιες ρευματοπάθειες, για ενδοκρινείς ανεπάρκειες και για γυναικολογικές παθήσεις. Τα λουτρά λειτουργούν από την πρώτη Ιουνίου έως τις 15 Οκτωβρίου ([www.e-karditsa.gr](http://www.e-karditsa.gr)).

Πολυάριθμες επισκέψεις φθάνουν κάθε χρόνο και στα λουτρά Καΐτσας, ανατολικά της Κτιμένης, μέσα σε μια καταπράσινη, μαγευτική, τοποθεσία.

Τα θειούχα νερά με φυσική θερμοκρασία 21°C είναι κατάλληλα για νευρικές, γυναικολογικές παθήσεις και ρευματοπάθειες. Τα έργα αναβάθμισης της υποδομής των λουτρών που είναι σε εξέλιξη θα συμβάλουν ακόμη περισσότερο στην παροχή των καλύτερων υπηρεσιών προς τους επισκέπτες.

Ακόμη, υπάρχουν οι ιαματικές πηγές Σουλαντά, που δεν διαθέτουν προς το παρόν κατάλληλη υποδομή. Οι υπόλοιπες ιαματικές πηγές της ευρύτερης περιοχής (Δαφνοσπηλιάς, Αμάραντων, Ραχούλας, Απιδιάς, Θραψιμίου, Αηδονοχορῆου, Ρεντίνας, κ.λ.π.), δεν είναι για την ώρα αξιοποιημένες.

### **3.18. Ποιοτικά και περιβαλλοντικά δεδομένα**

#### **3.18.1. Ποιότητα νερού και Ρυπαντικά φορτία**

Στη λεκάνη απορροής της τεχνητής Λίμνης Σμοκόβου, οι βασικότερες πηγές ρύπων είναι τα φορτία που παράγονται από τους μόνιμους κατοίκους και τις ασχολίες τους, οι οποίες είναι κυρίως γεωργικές και κτηνοτροφικές. Το μεγαλύτερο μέρος των μη σημειακών φορτίσεων προέρχεται από την πεδιάδα της Ξυνιάδας, οι επιφανειακές απορροές της οποίας καταλήγουν στον ταμειυτήρα μέσω του ποταμού Ονόχωνου. Τα απόβλητα της περιοχής περιέχουν σημαντικά φορτία αζώτου (είτε στην αμμωνιακή, είτε στην οξειδωμένη του μορφή) και φωσφόρου.

Σε πρόσφατα πτυχιακή δημοσιευμένη εργασία, (Ε.Μ.Π., πτυχιακή εργασία *Ρόπης* 2005), εκτιμήθηκαν τα φορτία αζώτου και φωσφόρου τα οποία εισέρχονται κάθε χρόνο στον ταμειυτήρα από μη σημειακές πηγές, που οφείλονται στις διάφορες δραστηριότητες που αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής του. Η προσέγγιση των ποσοτήτων των θρεπτικών

που εισέρχονται στην λίμνη πραγματοποιήθηκε με βάση, κυρίως, τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας από την απογραφή του 2001. Με βάση τα στοιχεία αυτά, εκτιμήθηκαν οι χρήσεις γης καθώς και ο πληθυσμός των μόνιμων κατοίκων στη λεκάνη απορροής. Στην συνέχεια, υπολογίσθηκαν οι ποσότητες αζώτου και φωσφόρου οι οποίες εισέρχονται σε ετήσια βάση στον ταμιευτήρα. Στις εκτιμήσεις ελήφθη υπόψη η εφαρμογή πρότυπων μεθόδων για τον περιορισμό της νιτρορύπανσης από τις καλλιέργειες, με βάση αντίστοιχη Κοινοτική Οδηγία. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 33.

**Πίνακας 33 :** Εκτιμήσεις ρυπαντικών φορτίων που εισέρχονται στον ταμιευτήρα (kg/έτος).

|                  | Αζωτο (N)      | Φώσφορος (P)  |
|------------------|----------------|---------------|
| Αστικές περιοχές | 6 100          | 2 440         |
| Καλλιέργειες     | 112 065        | 8 765         |
| Βοσκότοποι       | 11 750         | 1 175         |
| Δάση             | 73 460         | 2 448         |
| Νερά             | 640            | 32            |
| <b>Σύνολο</b>    | <b>354 906</b> | <b>14 860</b> |

### 3.18.2. Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Οι αρμόδιες υπηρεσίες του Νομού Καρδίτσας παρακολουθούν ανά τακτά χρονικά διαστήματα τις βασικές παραμέτρους της ποιότητας των νερών του ταμιευτήρα Σμοκόβου, μεταξύ των οποίων διάφορες χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους. Από τις μετρήσεις που έχουν γίνει έως τώρα προκύπτει ότι, από άποψη ποιότητας, το νερό του ταμιευτήρα μπορεί να καταταγεί στην κατηγορία A1, και συνεπώς μπορεί να διατεθεί ως πόσιμο μετά από κατάλληλη επεξεργασία, διήθηση και απολύμανση (Ρόπης 2005).

### 3.18.3. Διερεύνηση της ποιοτικής κατάστασης της λίμνης

Στα πλαίσια πτυχιακή εργασίας «Διερεύνηση της ποιότητας των υδάτων της λίμνης Σμοκόβου» (Ρόπης, 2005), έγινε διερεύνηση της ποιότητας των υδάτων της Τεχνητής Λίμνης Σμοκόβου, με εφαρμογή μοντέλων προσομοίωσης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο ευτροφισμού «Aquatox». Πρόκειται για ένα μοντέλο γενικού οικολογικού ρίσκου, το οποίο προσομοιώνει την εξέλιξη της συγκέντρωσης και τις επιπτώσεις τόσο από την παρουσία συντηρητικών ρύπων, όπως τα θρεπτικά και τα ιζήματα, όσο και από την επίδραση τοξικών χημικών στο οικοσύστημα. Η χρήση του συστήνεται για ποταμούς, λίμνες λιμνοθάλασσες και ταμιευτήρες.

Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης προέκυψε πως κατά τη λειτουργία του ταμιευτήρα, στη μικρότερη από τις ελάχιστες στάθμες που εξετάσθηκαν, αυξάνεται η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου, των νιτρικών και των φωσφορικών, ενώ οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου και της χλωροφύλλης, παρά την διακύμανση της στάθμης, παραμένουν αμετάβλητες. Τους θερινούς μήνες παρατηρούνται οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης και διαλυμένου οξυγόνου.

Γίνεται φανερό, τόσο από τα αποτελέσματα του μοντέλου, όσο και με βάση τις εργαστηριακές μετρήσεις, ότι η ποιότητα των υδάτων του ταμιευτήρα είναι πολύ καλή, κάτι που αποδεικνύεται από τις χαμηλές ποσότητες θρεπτικών και χλωροφύλλης. Ακόμη και τους θερινούς μήνες κατά τους οποίους εμφανίζονται οι μέγιστες τιμές, αυτές δεν είναι ανησυχητικές. Το ίδιο ισχύει και για την διακύμανση της στάθμης στον ταμιευτήρα. Αν και το σενάριο ελάχιστης στάθμης στα 346 m δείχνει

σημαντικές αποκλίσεις στα διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά, οι τιμές τους παραμένουν αρκετά χαμηλές. Επιπροσθέτως, με βάση τις τιμές της συγκέντρωσης χλωροφύλλης, οι οποίες είναι μικρότερες από 5.0 mg/L, ο ταμιευτήρας μπορεί να χαρακτηριστεί ως πολύ καλής ποιότητας και να καταταγεί στην κατηγορία I (Ψιλοβίκος Άρης, 2005). Αξίζει, όμως, να σημειωθεί ότι ο ταμιευτήρας λειτουργεί μόνο για περίπου τέσσερα χρόνια και βρίσκεται σε περιοχή όπου οι χρήσεις γης δεν επιτρέπουν την μαζική ρύπανση του.

#### **3.18.4. Η ποιότητα του νερού στον Σοφαδίτη ποταμό**

Στο παρελθόν η ποιότητα του νερού σε όλη την λεκάνη απορροής του Σοφαδίτη ποταμού ήταν άριστη. Το νερό προσφερόταν για κάθε χρήση. Για ύδρευση και οικιακή χρήση, για την γεωργία και την κτηνοτροφία. Ακόμη το νερό του Σοφαδίτη, ήταν χρήσιμο και για τους επιχειρηματίες της περιοχής. Οι γνωστοί νερόμυλοι και τα ιδιωτικά σφαγεία ήταν τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα ανάπτυξης επιχειρηματικής δραστηριότητας. Το ποτάμι διέθετε και πλούσια ιχθυοπανίδα.

Τα τελευταία χρόνια η ποιότητα του νερού αργά, αλλά σταθερά υποβαθμίζεται. Τα απορρίμματα συνεχώς αυξάνονται. Έτσι, τα πλαστικά, τα γυαλιά, τα μέταλλα, το χαρτί και διάφορα άλλα αντικείμενα δημιουργούν μια πολύ επιβαρυντική κατάσταση στα νερά του ποταμού. Στο ποτάμι συναντάμε υπολείμματα τροφών, ξύλα, ακόμη και κουφάρια ζώων. Παρ' όλα αυτά η ποιότητα του νερού παραμένει ακόμη υψηλή.

##### **3.18.4.1. Χημικός έλεγχος της ποιότητας του νερού**

Από εργασία παιδιών του Γυμνασίου Κέδρου, σε ότι αφορά τις χημικές παραμέτρους της ποιότητας του νερού, που πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος



2005-2006 προκύπτει ότι η ποιότητα του νερού του ποταμού Σοφαδίτη είναι πολύ καλή. Δείγματα νερού από το ποτάμι αναλύθηκαν στο εργαστήριο φυσικών επιστημών του Σχολείου. Από τις μετρήσεις προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

1. pH: 7,2
2. Σκληρότητα: 10 Γερμανικοί βαθμοί
3. Θερμοκρασία νερού: 11 °C.
4. Συγκέντρωση αμμωνιακών ιόντων (mg/L) : 0,1
5. Συγκέντρωση φωσφορικών ιόντων (mg/L) : 0
6. Συγκέντρωση νιτρωδών ιόντων (mg/L) : 0,02
7. Συγκέντρωση νιτρικών ιόντων (mg/L) : 0

**Πίνακας 34:** Τα ανώτατα όρια συγκέντρωσης ιόντων στο πόσιμο νερό

| Είδος ιόντων | Ανώτατο όριο συγκέντρωσης (mg/L) |
|--------------|----------------------------------|
| Αμμωνιακά    | 0,5                              |
| Φωσφορικά    | 0,4                              |
| Νιτρώδη      | 0,03                             |
| Νιτρικά      | 20                               |

### 3.19. Περιβάλλον

#### 3.19.1. Τοπία ιδιαίτερης οικολογικής αξίας

Σύμφωνα με την Τράπεζα Στοιχείων για την Ελληνική Φύση «ΦΙΛΟΤΗΣ», τα τοπία ιδιαίτερης οικολογικής και αισθητικής αξίας της περιοχής μελέτης είναι η Ιερά Μονή Ρεντίνας, τα Λουτρά Σμοκόβου και η περιοχή μεταξύ Κέδρου και Λουτροπηγής. Η Μονή Ρεντίνας παρουσιάζει ιδιαίτερο θρησκευτικό, ιστορικό και πολιτιστικό ενδιαφέρον, ενώ στην περιοχή αναπτύσσονται σημαντικοί τύποι βλάστησης (δάσος φυλλοβόλων πλατύφυλλων). Στην περιοχή των Λουτρών Σμοκόβου το τοπίο διαμορφώνεται από λόφους με βελανιδιές και μικρά ποτάμια, όπου κατοικούν και ορισμένα είδη σπάνιων πουλιών. Τέλος, στην περιοχή μεταξύ

Κέδρου και Λουτροπηγής, τμήμα της οποίας έχει πλέον κατακλυσθεί από τον ταμιευτήρα. αναπτύσσονται ορισμένα τρωτά είδη χλωρίδας. (<http://www.itia.ntua.gr/filotis/>).

### 3.20. Περιβαλλοντικοί όροι λειτουργίας ταμιευτήρα

Στα πλαίσια της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) της Τεχνητής Λίμνης Σμοκόβου και των συναφών έργων (Βαβίζος κ.ά., 1995), προτείνεται μια δέσμη διατάξεων και μέτρων που αφορούν στο καθεστώς λειτουργίας των έργων και το πλαίσιο διαχείρισης των υδατικών πόρων.

**Πίνακας 35** : Προτεινόμενη μηνιαία κατανομή της περιβαλλοντικής εκροής κατάντη της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου (Βαβίζος κ.ά., 1995).

| Μήνας       | Όγκος εκροής ( $10^6 \text{ m}^3$ ) |
|-------------|-------------------------------------|
| Απρίλιος    | 0,26                                |
| Μάιος       | 1,76                                |
| Ιούνιος     | 2,43                                |
| Ιούλιος     | 2,93                                |
| Αύγουστος   | 1,84                                |
| Σεπτέμβριος | 0,71                                |
| Σύνολο      | 10,00                               |

Όσον αφορά στην λειτουργία του ταμιευτήρα, το σημαντικότερο μέτρο αναφέρεται στην διατήρηση μιας ελάχιστης ροής κατάντη του φράγματος, η οποία θα διοχετεύεται μέσω της σήραγγας του εκκενωτή κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου. Η ρυθμιζόμενη αυτή εκροή, που σε ετήσια κλίμακα φτάνει τα  $10 \times 10^6 \text{ m}^3$ , προβλέπεται να ακολουθεί την κατανομή του πίνακα 35. Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλίζεται θερινή παροχή διήθησης προς τον κώνο του Σοφαδίτη που θα κυμαίνεται από 0.7 έως  $1.1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Η παροχή αυτή, που είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την υφιστάμενη θερινή παροχή του ποταμού, θα εξυπηρετεί τόσο την προστασία των

παρόχθιων οικοσυστημάτων, όσο και την εξασφάλιση φερτών υλών στην κοίτη του ποταμού κατόντη του φράγματος. Επιπλέον, η Μ.Π.Ε. προτείνει κατά τα υγρά έτη να γίνεται περιοδική (ανά 5ετία ή 10ετία) πρόκληση πλημμυρικών συνθηκών στην κοίτη, μέσω του εκκενωτή πυθμένα.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας, έγινε προσπάθεια, ώστε να αναζητηθούν, επεξεργασθούν και παρουσιασθούν, τα πλείστα στοιχεία που αφορούν την ολοκληρωμένη διαχείριση του Υδάτινου δυναμικού της τεχνητής λίμνης Σμοκόβου. Υπολείπονται βεβαίως πολλά ακόμη, μιας που η γέννηση μιας νέας τεχνητής λίμνης, έχει δημιουργήσει συνθήκες για πολλές και ποικίλες δραστηριότητες.

Ξέχωρα από την απλή παράθεση επιστημονικών στοιχείων, τις διαφορές μετρήσεις και υπολογισμούς είναι σημαντικό να επισημανθεί και η οικονομική διάσταση στην κατασκευή της Λίμνης. Ο αρχικός προϋπολογισμός για τη κατασκευή του έργου ήταν 7,676.δισ. δρχ. ή 22.550.000 ΕΥΡΩ για το φράγμα και 3,4 δισ. ή 9.998250 ΕΥΡΩ για τη Σήραγγα εκτροπής και τα συναφή έργα (Μ.Ο.Π.). Η χρηματοδότηση του έργου και οι απορροφήσεις ξεκίνησαν το έτος 1983 και μέχρι το 1994 απορροφήθηκαν 15,3 δισ. δρχ., ή 44.947.121 ΕΥΡΩ, συμπεριλαμβανομένων και των απαλλοτριώσεων εκτάσεων και οικισμών στην ζώνη κατάκλισης, καθώς και η επιβολή προστίμων από την καθυστέρηση του έργου λόγω των καταλήψεων.

Το κόστος κατασκευής αυξήθηκε υπέρμετρα, αφού ξεπέρασε τα 40 δισ. δρχ. ή 117.508.813 ΕΥΡΩ, κυρίως λόγω της ασυνέπειας των κρατικών υπηρεσιών και πολλών από τους εμπλεκόμενους φορείς. Αποτέλεσμα, οι σοβαρές υπερβάσεις όλων των αρχικών κονδυλίων, σε όλους τους τομείς και επίπεδα κατασκευής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το γεγονός, ότι, ενώ αρχικώς προβλεπόταν καταληκτική ημερομηνία περάτωσης των εργασιών κατασκευής η 1<sup>η</sup> Απριλίου του 1988, με δεύτερη απόφαση αυτή μετατέθηκε για το έτος 1997. Τελικώς τα έργα ολοκληρώθηκαν το 2003.

Η αρχική πλήρωση του Ταμιευτήρα πραγματοποιήθηκε τον Μάιο του 2003. Από το σημείο αυτό και μετά ξεκίνησε μια ελεγχόμενη περίοδος λειτουργίας της σήραγγας και των συναφών έργων με σκοπό τον έλεγχο της καλής λειτουργίας τους. Στις αρχές Ιουνίου 2005 ολοκληρώθηκε η κατασκευή μέρους του αρδευτικού δικτύου, οπότε ξεκίνησε δοκιμαστικά η υδροδότηση του, μέσω της σήραγγας Λεονταρίου. Σήμερα το έργο εξυπηρετεί αρδευόμενες εκτάσεις 46.000, περίπου στρεμμάτων, εκ των οποίων μόνο τα 6.000 στρέμματα, περίπου, αρδεύονται από μόνιμους σωληνωτούς αγωγούς.

Το έργο προβλέπεται να αποτελέσει σημείο αναφοράς και πόλο ανάπτυξης της περιοχής. Ως κύριες ευεργετικές επιπτώσεις από την λειτουργία του μπορούν να αναφερθούν, η αντιπλημμυρική προστασία, ο εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα, η εξυπηρέτηση των υδρευτικών αναγκών των πεδινών οικισμών, η λειτουργία μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η γενικότερη οικονομική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής. Ανάπτυξη που προβλέπεται ραγδαία και λόγω του φυσικού κάλλους, αλλά και λόγω των πολλών ιαματικών πηγών. Τα παραπάνω αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που δικαιολογούν τις αισιόδοξες προβλέψεις για την τουριστική ανάπτυξη του ορεινού κυρίως όγκου της περιοχής. Αναμένεται ακόμη η δημιουργία ιχθυοκαλλιεργειών και αθλητικών εγκαταστάσεων.

Και ενώ το έργο, έστω και με σοβαρές οικονομικές, χρονικές και άλλες υπερβάσεις έχει ολοκληρωθεί, απομένουν ακόμη πολλά να γίνουν προκειμένου να αξιοποιηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι σήμερα αρδεύονται μόνο 6.000 στρεμμάτων με μόνιμο σωληνωτό δίκτυο, κάτι που εκτός των άλλων, προκαλεί μεγάλες απώλειες νερού, λόγω κυρίως της



χρήσεως χωμάτινων διαύλων άρδευσης, κάτι που προκαλεί τεράστιες απώλειες πολύτιμου αρδευτικού νερού.

Εκτός βεβαίως από την μεγάλη χρησιμότητα του έργου και τις μεγάλες χρηματικές υπερβάσεις, συμπερασματικά να επισημαίνονται και τα εξής:

1. Η μεγάλη καθυστέρηση στην ολοκλήρωση του συνόλου του έργου.
2. Η μεγάλη καθυστέρηση στην ολοκλήρωση των έργων υποδομής.
3. Η μεγάλη καθυστέρηση στην αξιοποίηση του από κάθε άποψη.

Τέλος είναι πολύ σημαντικό να επισημανθεί η ανάγκη για συνεργασίες με όλους τους αρμόδιους φορείς και κυρίως με την Πανεπιστημιακή Κοινότητα όχι απλώς για θεωρητική προσέγγιση, αλλά κυρίως για την σωστή αξιοποίηση και ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής στα πλαίσια πάντα μιας Αειφορικής Διαχείρισης του υδάτινου δυναμικού και του όλου οικοσυστήματος της.

## 5. ABSTRACT

Knowing the quantity of the water available and where it is consumed is necessary for administration of the water resources at local level. Saving water and creating new resources without damaging the environment is also needed.

The construction of Smokovos reservoir, the area of which includes the drainage basin of the Smokovos reservoir and the area of the irrigation works, is part of the strategy for solving the water shortage problem of the area of Thessalia. It is 750 Km<sup>2</sup> long reaches the district of Karditsa, Fthiotida and Larissa.

In order to administrate the reservoir rationally, the water inflow, the use of water and the water needs should be considered as well as what is environmentally necessary for the maintenance of the constant water flow in the Sophatides riverbed.

The reason for building the reservoir is to collect water for the irrigation of a 252.600 acre area, in down countries of the karditsa, Fthiotida and Larissa districts with an analogy of about 15:8:1.

The first controlled fill-up of the reservoir is took place in May of 2003, which was the time the period of the controlled operation of the tunnel and other related works began. At the bgiinning of June 2005, part of the irrigation system was completed and the worked on probation though the Leontarios tunnel. Today, the works sends water to areas of about 46.000 acres, 6000 of which take water by a permanent pipe system.

The environment around the reservoir is suitable for human activities and my help tourism development of the district by creating areas of environmental education, entertainment, sports facilities and even fish farming.

The work may also help the irrigation, water supply and environmental needs of Thessalia, contributing the safeguard, development, reconstruction and making of crucial ecosystems is rationally administrated. This administration contrasts the up to today irrational administration of water resources which was driving Thessalia to depopulation and poverty.

The Smokovos reservoir, as well as other relevant works that we have mentioned, will definitely give a new hopeful perspective to Thessalia by stopping the old wasteful and irrational way of managing the water resources and by applying a complete and rational administration instead. These projects, which have been a dream and request of generations of the people of Thessalia, are in a slow pace materializing,

Key words: water resources, rational administration, environment, development.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική βιβλιογραφία

- Αναπτυξιακή Καρδίτσας (2000), Απόψεις σχετικά με την ανάπτυξη και την πληθυσμιακή εξέλιξη του Νομού Καρδίτσας.
- Δήμος Γ. (2005), Βιοστατιστική-Πιθανότητες, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις.
- Γυμνάσιο Κέδρου (2006), Η ρύπανση στον ποταμό Ονόχωνο. Αυτοτελής έκδοση.
- Ε.Ε.Δ.Υ.Π (1995), Μελέτη Επιστημονικής Επιτροπής Διαχείρισης υδατικών Πόρων.
- Ε.Ε.Δ.Υ.Π. (1995), Το «Φράγμα Σμοκόβου».
- Ε.Μ.Π. (2006), Διεύρυνση Σεναρίων Διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου, έκθεση δεδομένων.
- ΕΣΥΕ (2001), Στοιχεία απογραφών πληθυσμού ετών 1981, 1991. Απόψεις των Δήμων της περιοχής σχετικά με την εξέλιξη του πληθυσμού.
- Ε.Υ.Δ.Ε. Αχελώου και ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ (1995), Οριστική Μελέτη Αρδευτικού Έργου Σοφαδίτη (Σμοκόβο)
- ΕΥΠΑΛΙΝΟΣ (1965), Οριστική Μελέτη Αρδευτικού Έργου Σοφαδίτη (Σμοκόβο).
- ELECROWATT (1968), Οριστική Μελέτη Αρδευτικού Έργου Σοφαδίτη (Σμοκόβο).
- Παπαζαφειρίου Ζ. (1999), Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών.
- Παπαμιχαήλ Δ. (2001), Τεχνική Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων

- Κοινοπραξία κατασκευής "ΤΕΓΚ Α.Ε.-ΠΑΝΤΕΧΝΙΚΗ Α.Ε.-Κ. Ι. ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Α.Ε.» (1983). «Φράγμα Σμοκόβου-Β' φάση-κατασκευή κυρίως φράγματος-μητρώο έργου για μελέτη & κατασκευή του έργου.
- Κωτούλας Δ. (1996), Υδρολογία-Υδραυλική,.
- Ρόπης Κ. (2005), Διερεύνηση της ποιότητας των υδάτων της λίμνης Σμοκόβου Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πτυχιακή εργασία.
- Σαπουντζής Μ. (2000), Η χειμαρρικότητα των περιοχών Σιδηροκάστρου και Σερρών και η αποτελεσματικότητα της λειτουργίας των εφαρμοσθέντων συστημάτων διευθέτησης. Διδακτορική διατριβή. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ.
- Σαπουντζής Μ. και Μυρωνίδης Δ. (2005), Στερεομεταφορική Δράση των υδατορευμάτων και συνθήκες Πλημμυρογένεσης (Πάμισος και Πορταϊκός). Παρουσιάσθηκε στην Ημερίδα με τίτλο «Ρύπανση υπόγειων και επιφανειακών υδάτων και ποιότητα νερού» που διοργανώθηκε από την Νομαρχία Τρικάλων τον Δεκέμβριο του 2005 στα Τρίκαλα.
- Στάθης Δ., Σαπουντζής Μ. (2002), Εκτίμηση του στερεοφορτίου λεκάνης απορροής στη θέση κατασκευής του φράγματος ταμίευσης νερού. Η ενέργεια αυτή παρουσιάσθηκε μετά από κρίση, στο 10<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Δασολογικό συνέδριο, τον Μάιο του 2002.
- 29. Στάθης Δ., Σαπουντζής Μ. (2003), Διεύρυνση της σχέσης βροχής-απορροής της λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος Πετράνια Γοματίου Ν. Χαλκιδικής στην καταιγίδα της 7-9 Οκτωβρίου 2000. Επιστημονικά Γεωτεχνικά Θέματα. Τόμος 13, σειρά II, τεύχος 1/2003.



- Τομέας Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π. (1986-1988), Υδρολογική διερεύνηση υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας.
- Τομέας Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π. (περίοδος 1996-1997), Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας της Θεσσαλίας.
- ΥΔΡΟΤΕΚ, ELECROWATT, κ.α. (1992), Οριστική Μελέτη Αρδευτικού Έργου Σοφαδίτη (Σμοκόβου).
- ΥΔΡΟΜΕΤ, ΥΔΡΟΗΛΕΚΡΤΙΚΗ και ΤΕΤΡΑΚΥΣ ΕΠΕ (1983), Υδρολογική μελέτη στα πλαίσια της Οριστικής μελέτης του αρδευτικού έργου Σοφαδίτη (Σμοκόβου).
- ΥΔΡΟΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ (2001), Το φράγμα Σμοκόβου.
- ΥΔΡΟΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗΣ και ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΜΑΧΑΙΡΑ, (1993), μελέτη του φράγματος Σμοκόβου.
- ΥΠΕΧΩΔΕ (1999), Χωροταξικό σχέδιο περιφέρειας Θεσσαλίας - Γ' Φάση.
- Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων (Υ.Ε.Β.) Καρδίτσας, Ενημερωτικά Δελτία.
- Υπουργείο Δημοσίων Έργων, Αθήνα (1983), Υδρολογική μελέτη του Σοφαδίτη.
- Χουλιάρης Ι., Σαπουντζής Μ., και Σούτσας Κ. (2003), Μελέτες έρευνας της υποβάθμισης και της διάβρωσης των λεκανών τροφοδοσίας των λιμνών Πλαστήρα και Σμοκόβου. Η εργασία αυτή παρουσιάσθηκε, στο 3<sup>ο</sup> συνέδριο ανάπτυξης της Θεσσαλίας τον Δεκέμβριο του 2003 στη Λάρισα Πρακτικά συνεδρίου σελ. 83-93.
- Ψιλοβίκος Άρης (2005), Πανεπιστημιακές Παραδόσεις του μαθήματος Αειφορική Διαχείριση Υδατικών Πόρων.
- Ψιλοβίκος Άρης, Πένης Π., Μαργώνης Σ., Σπυρίδης Α. (2005), Η (ΜΗ) ορθολογική ποσοστική και ποιοτική Διαχείριση των Υδατικών Πόρων

στα μεγάλα αρδευτικά έργα της πεδιάδας Σερρών. Πρακτικό 1<sup>ου</sup> Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, «Σύγχρονα Περιβαλλοντικά Θέματα», σελ. 498-508.

### **Ξένη βιβλιογραφία**

- Alley, W.M., (1985), Water balance models in one-month-ahead stream flow forecasting, *Water Resources Research*, 21(4), pp. 597-606.
- Burroughs, P.A., (1986), Principles of geographical information systems for land resources assessment, Clarendon Press, Oxford.
- Gabos, A., Gasparri, L., 1983. Monthly runoff model for regional planning, *Water International*, 8, pp. 42-45.
- FAO (1999), Fao irrigation and drainage, parer 56.
- KOTOULAS D. (1972), (Die Wiidbache Suddeutschlands und Griechenlands. Teil 1. Baricht nr. 25. Munchen
- Thornthwaite, C.W., (1948). An approach toward a radiation classification of climate, *Geographical Reviews*, 38(1), pp.55-94.
- Thornthwaite, C.W., Mather, J.R., (1955), The water balance, Publication in Climatology, Laboratory of Climatology, Dresel Institute of Technology, 8(8), pp. 1-104.
- Vandewiele, G.L., Win, N.L., 1998. Monthly water balance for 55 basins in 10 Countries, *Hydrological Science Journal*, 43(5), pp. 687-699.

### **Ηλεκτρονική βιβλιογραφία**

- <http://www.e-karditsa.gr>
- <http://www.itia.ntua.gr/filotis/>.
- <http://www.empedos.gr>

## 7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Πίνακας 36 :** Μετεωρολογικά δεδομένα στον σταθμό Γιαννιτσού (Ξανθοπούλου κ.ά., 1997).

ΣΤΑΘΜΟΣ: Π. ΓΙΑΝΝΙΤΣΟΥ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ: ΥΠΓΕ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: 960 m

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ: ΡΕΝΤΙΝΙΩΤΙΚΟΥ

ΝΟΜΟΣ: ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ

| Υδρ. έτος  | ΟΚΤ.  | Νοέ.  | Δεκ.  | Ιαν.  | Φεβ.  | Μάρ.  | Απρ.  | Μάι.  | Ιούν. | Ιούλ. | Αυγ. | Σεπ. | Έτος   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| 1972-73    |       |       |       |       |       | 1.2   | 46.1  | 37.6  | 24.4  | 9.7   | 19.0 | 16.0 |        |
| 1973-74    | 195.0 | 75.0  | 32.0  | 75.0  | 87.0  | 88.0  | 116.0 | 42.5  | 23.0  | 0.0   | 7.0  | 25.0 | 765.5  |
| 1974-75    | 42.0  | 88.0  | 26.0  | 26.0  | 133.0 | 47.0  | 75.5  | 67.1  | 0.0   | 16.0  | 35.0 | 3.5  | 559.1  |
| 1975-76    | 33.5  | 101.5 | 67.7  | 54.0  | 74.0  | 64.0  | 34.6  | 30.5  | 24.6  | 18.3  | 0.0  | 6.5  | 509.2  |
| 1976-77    | 52.7  | 52.7  | 38.6  | 28.2  | 22.8  | 24.5  | 18.5  | 10.8  | 21.5  | 7.0   | 3.0  | 46.0 | 326.3  |
| 1977-78    | 61.0  | 18.0  | 56.4  | 36.0  | 26.0  | 33.0  | 48.3  | 15.8  | 11.0  | 5.0   | 2.0  | 55.0 | 367.5  |
| 1978-79    | 36.0  | 33.0  | 33.7  | 63.9  | 63.4  | 24.5  | 40.9  | 62.6  | 18.6  | 35.0  | 18.2 | 13.6 | 443.4  |
| 1979-80    | 97.6  | 64.9  | 31.0  | 10.5  |       |       |       |       | 60.0  | 5.5   | 5.5  | 15.0 |        |
| 1980-81    | 212.0 |       |       | 27.0  | 23.5  | 14.0  | 59.5  | 11.0  | 14.5  | 5.0   | 9.0  | 14.0 |        |
| 1981-82    | 37.5  | 45.0  | 43.5  | 39.9  | 62.0  | 29.5  | 40.0  | 127.0 | 10.0  | 5.0   | 10.5 | 30.0 | 479.9  |
| 1982-83    | 75.0  | 60.5  | 72.0  | 15.0  | 29.0  | 36.5  | 10.5  | 11.0  | 134.0 | 25.9  | 20.5 | 19.7 | 509.6  |
| 1983-84    | 116.7 | 53.0  | 95.5  | 24.5  | 51.0  | 56.5  | 148.0 | 70.0  | 14.5  | 21.5  | 82.5 | 9.5  | 743.2  |
| 1984-85    | 5.5   | 99.9  | 95.0  | 120.7 | 26.8  | 97.0  | 97.0  | 26.5  | 7.0   |       |      | 2.5  |        |
| 1985-86    | 145.0 | 213.0 | 57.5  | 60.5  | 109.0 | 112.5 | 40.5  | 86.0  | 39.5  | 31.0  | 12.0 | 55.0 | 961.5  |
| 1986-87    | 186.5 | 70.0  | 36.5  | 22.0  | 19.0  | 157.0 | 109.0 | 56.0  | 20.0  | 1.0   | 46.0 | 7.0  | 730.0  |
| 1987-88    | 163.0 | 138.0 | 79.0  | 99.0  | 71.0  | 69.0  | 74.0  | 38.0  | 20.0  | 2.0   | 0.0  | 19.0 | 772.0  |
| 1988-89    | 67.0  | 182.0 | 44.0  | 22.0  | 0.0   | 10.0  | 0.0   | 76.0  | 10.0  | 81.0  | 0.0  | 0.0  | 622.0  |
| 1989-90    | 0.0   | 97.0  | 110.0 | 5.0   | 21.0  | 30.0  | 56.0  | 82.0  | 9.0   | 0.0   | 41.0 | 25.0 | 476.0  |
| 1990-91    | 48.0  | 161.0 | 214.0 | 58.0  | 75.0  | 140.0 | 132.0 | 89.0  | 18.0  | 61.0  | 43.0 | 6.0  | 1045.0 |
| 1991-92    | 87.0  | 92.0  | 21.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 65.0  | 122.0 | 83.0  | 91.0  | 0.0  | 11.0 | 572.0  |
| 1992-93    | 81.0  | 86.0  | 81.0  | 70.0  | 52.0  | 75.0  | 62.0  | 155.0 | 71.0  | 0.0   | 0.0  | 15.0 | 748.0  |
| 1993-94    | 29.0  | 294.0 | 95.0  | 146.0 | 201.0 | 51.0  | 95.0  | 97.0  | 33.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 1041.0 |
| Μέση τιμή  | 84.3  | 101.2 | 66.5  | 47.8  | 57.3  | 63.3  | 65.2  | 62.5  | 30.3  | 20.0  | 16.9 | 17.9 | 648.4  |
| Τυπ. απόκ. | 62.7  | 67.2  | 43.9  | 38.3  | 48.8  | 4.3   | 39.3  | 40.9  | 31.2  | 26.7  | 21.5 | 16.1 | 216.9  |

Πίνακας 37 : Μετεωρολογικά δεδομένα στον σταθμό Ξυνιάδας (Υπουργείο Γεωργίας).

ΣΤΑΘΜΟΣ: ΞΥΝΙΑΔΑ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ: ΥΠΓΕ

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ: ΟΝΟΧΩΝΟΥ

ΝΟΜΟΣ: ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: 456 m

| Υδρ. έτος  | Οκτ.  | Νοέ.  | Δεκ.  | Ιαν.  | Φεβ.  | Μάρ.  | Απρ.  | Μάι.  | Ιούν. | Ιούλ. | Αυγ.  | Σεπ.  | Έτος  |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1963-64    |       |       |       | 59.0  | 45.5  | 68.0  | 24.0  | 84.5  | 62.5  | 24.5  | 4.0   | 5.0   |       |
| 1964-65    | 38.6  | 53.0  | 42.0  | 44.0  | 7.5   | 60.5  | 40.5  | 27.0  | 18.5  | 13.0  | 1.5   | 0.0   | 346.1 |
| 1965-66    | 17.5  | 73.5  | 29.0  | 93.0  | 17.5  | 46.0  | 50.0  | 30.5  | 33.5  | 0.0   | 0.0   | 34.0  | 424.5 |
| 1966-67    | 17.5  | 73.5  | 51.5  | 34.3  | 27.0  | 28.0  | 41.0  | 34.5  | 5.0   | 87.5  | 6.5   | 42.5  | 448.8 |
| 1967-68    | 37.0  | 63.2  | 83.4  | 45.0  | 48.5  | 50.3  | 18.0  | 40.0  | 23.0  | 0.0   | 13.0  | 20.5  | 441.9 |
| 1968-69    | 112.0 | 131.0 | 183.2 | 39.0  | 93.2  | 112.0 | 8.0   | 6.5   | 6.3   |       |       | 35.4  |       |
| 1969-70    | 3.0   | 24.3  | 53.8  | 34.0  | 18.4  | 65.8  | 2.8   | 29.2  | 40.2  |       |       | 23.0  |       |
| 1970-71    | 86.0  | 20.1  | 19.1  | 27.6  | 107.6 | 88.0  | 40.1  | 6.9   | 32.4  |       |       | 28.7  |       |
| 1971-72    | 62.7  | 34.7  | 42.8  | 72.2  | 89.6  | 42.4  | 78.8  | 24.1  | 34.7  |       |       | 27.6  |       |
| 1972-73    | 143.3 | 5.1   | 12.7  | 63.3  | 30.5  | 91.0  | 4.2   | 25.0  | 7.4   |       |       | 0.9   |       |
| 1973-74    | 8.2   | 68.0  | 106.0 | 75.0  | 93.0  | 73.0  | 64.0  | 38.0  | 37.0  | 0.5   | 0.5   | 27.0  | 590.2 |
| 1974-75    | 41.6  | 41.0  | 27.0  | 17.0  | 32.0  | 32.0  | 18.0  | 57.0  | 151.0 | 4.0   | 66.0  | 5.0   | 491.6 |
| 1975-76    | 38.0  | 64.0  | 112.4 | 22.0  | 64.8  | 30.2  | 51.0  | 57.0  | 7.0   | 14.5  | 15.0  | 0.2   | 476.1 |
| 1976-77    | 14.3  | 35.4  | 25.6  | 11.9  | 8.0   | 14.3  | 33.5  | 0.4   | 18.3  | 0.0   | 0.0   | 34.0  | 195.7 |
| 1977-78    | 34.0  | 2.6   | 26.8  | 18.0  |       |       |       | 1.1   | 0.0   | 0.0   |       |       |       |
| 1978-79    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1979-80    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1980-81    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1981-82    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1982-83    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1983-84    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1984-85    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1985-86    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1986-87    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1987-88    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1988-89    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1989-90    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1990-91    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1991-92    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1992-93    | 27.9  | 20.0  | 19.0  | 9.2   | 18.7  | 11.0  | 19.7  | 7.8   | 4.0   | 4.5   | 2.2   | 2.3   | 146.3 |
| 1993-94    | 3.2   | 169.8 | 13.4  | 72.3  | 52.4  | 26.4  | 52.3  | 76.9  | 8.8   | 19.0  | 20.5  | 0.0   | 515.0 |
| 1994-95    | 75.6  | 110.5 | 55.3  | 69.3  | 6.5   | 47.8  | 49.8  | 29.2  |       |       |       |       |       |
| 1995-96    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 4.5   |       |
| 1996-97    |       | 23.0  | 60.0  | 130.0 | 57.3  | 80.3  | 71.0  | 17.0  | 17.0  | 12.0  | 13.0  | 7.6   |       |
| 1997-98    | 71.8  | 17.0  | 126.0 | 5.0   | 81.3  | 36.0  | 10.7  | 158.8 | 22.6  | 0.2   | 21.8  | 34.9  | 586.1 |
| 1998-99    | 17.9  | 285.9 | 91.0  |       |       |       |       |       |       |       | 3.1   | 46.0  |       |
| 1999-00    | 45.8  | 77.4  | 51.0  | 18.1  | 72.5  | 22.0  | 21.5  | 18.2  | 1.4   | 5.8   | 0.0   | 30.2  | 363.9 |
| 2000-01    | 75.9  | 44.0  | 30.4  | 56.2  | 59.6  | 17.6  | 124.7 | 17.4  | 3.5   | 53.8  | 68.7  | 3.0   | 564.8 |
| 2001-02    | 6.4   | 98.0  | 77.2  | 9.5   | 16.8  | 190.9 | 154.7 | 20.6  | 2.5   | 114.5 | 26.0  | 111.1 | 828.2 |
| 2002-03    | 50.3  | 105.7 | 117.4 | 137.6 |       |       | 76.8  |       | 14.5  | 0.0   | 51.3  | 7.6   |       |
| 2003-04    | 50.8  | 40.5  | 56.2  | 116.0 | 10.0  | 30.5  | 33.6  | 91.7  |       |       |       |       |       |
| 2004-05    |       |       | 54.3  | 40.7  | 81.6  | 52.8  | 13.3  | 45.8  | 4.9   | 3.2   | 108.0 | 58.0  |       |
| 2005-06    | 8.4   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Μέση τιμή  | 43.5  | 67.2  | 60.3  | 50.7  | 47.5  | 54.9  | 44.1  | 38.2  | 23.2  | 18.8  | 22.2  | 23.6  | 458.5 |
| Τυπ. απόκ. | 35.5  | 61.2  | 41.6  | 37.2  | 32.1  | 39.3  | 36.6  | 35.1  | 31.4  | 32.1  | 30.0  | 24.9  | 207.4 |



**Πίνακας 38: Μετεωρολογικά δεδομένα στον σταθμό Αμάραντο.**

ΣΤΑΘΜΟΣ: ΑΜΑΡΑΝΤΟΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ: ΥΠΓΕ

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ: ΚΑΛΕΝΤΖΗ

ΝΟΜΟΣ: ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: 800 m

| Υδρ. έτος  | Οκτ.  | Νοέ.  | Δεκ.  | Ιαν.  | Φεβ.  | Μάρ.  | Απρ.  | Μάι.  | Ιούν. | Ιούλ. | Αυγ.  | Σεπ.  | Έτος   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1971-72    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 24.0  |        |
| 1972-73    | 535.0 | 63.2  | 7.0   | 151.0 | 139.6 | 201.0 | 48.6  | 23.0  | 10.2  | 45.0  | 13.0  | 15.9  | 1252.5 |
| 1973-74    | 188.3 | 63.2  | 33.4  | 99.2  | 283.2 | 88.9  | 276.6 | 55.0  | 95.4  | 0.3   | 2.2   | 46.0  | 1231.7 |
| 1974-75    | 173.1 | 143.6 | 90.0  | 20.5  | 139.5 | 91.7  | 82.1  | 41.5  | 130.5 | 0.0   | 36.0  | 7.0   | 955.5  |
| 1975-76    | 86.0  | 149.9 | 45.4  | 93.6  | 193.0 | 117.5 | 134.0 | 61.0  | 20.0  | 26.5  | 26.5  | 6.0   | 959.4  |
| 1976-77    | 170.5 | 146.5 | 249.0 | 26.5  | 97.5  | 21.8  | 85.0  | 27.0  | 20.5  | 0.0   | 7.0   | 69.0  | 920.3  |
| 1977-78    | 40.5  | 143.0 | 226.0 | 138.0 | 113.5 | 79.0  | 88.5  | 42.0  | 11.0  | 0.0   | 14.0  | 187.0 | 1082.5 |
| 1978-79    | 70.0  | 152.0 | 171.2 | 191.0 | 215.2 | 42.0  | 141.5 | 114.5 | 7.0   | 31.4  | 16.5  | 27.0  | 1179.3 |
| 1979-80    | 509.0 | 203.0 | 275.0 | 129.0 | 111.0 | 174.0 | 63.4  | 75.0  | 29.0  | 0.0   | 22.0  | 17.0  | 1607.4 |
| 1980-81    | 308.8 | 167.2 | 162.2 | 141.0 | 144.0 | 43.0  | 80.5  | 77.0  | 23.0  | 4.0   | 29.0  | 87.0  | 1266.7 |
| 1981-82    | 147.0 | 119.0 | 271.2 | 74.0  | 220.0 | 267.5 | 220.5 | 136.5 | 6.0   | 11.0  | 11.0  | 70.0  | 1553.7 |
| 1982-83    | 115.5 | 133.0 | 139.0 | 32.7  | 122.0 | 111.0 | 21.5  | 21.5  | 151.0 | 53.0  | 23.0  | 30.5  | 953.7  |
| 1983-84    | 178.4 | 200.5 | 273.0 | 163.0 | 162.0 | 200.8 | 247.0 | 93.0  | 20.0  | 13.0  | 94.0  | 59.0  | 1703.7 |
| 1984-85    | 14.0  | 136.5 | 237.5 | 397.0 | 81.0  | 191.0 | 135.0 | 77.5  | 3.0   | 32.0  | 0.0   | 0.0   | 1304.5 |
| 1985-86    | 0.0   | 0.0   | 139.0 | 186.0 | 229.4 | 168.0 | 67.0  | 110.0 | 86.0  | 46.0  | 42.2  | 74.9  | 1148.5 |
| 1986-87    | 359.0 | 51.0  |       | 0.0   | 100.0 | 159.0 | 159.0 | 77.0  | 20.0  | 2.0   | 18.0  | 0.0   |        |
| 1987-88    | 211.0 | 194.0 | 101.8 | 158.0 | 178.0 | 109.5 | 88.0  | 18.0  | 36.0  | 0.0   | 0.0   | 9.0   | 1103.3 |
| 1988-89    | 122.0 | 173.0 | 132.0 | 12.0  | 117.0 | 207.0 | 81.0  | 50.0  | 31.0  | 76.0  | 37.3  | 21.0  | 1059.3 |
| 1989-90    | 117.0 | 86.0  | 103.0 | 8.0   | 57.0  | 29.0  | 101.0 | 168.0 | 5.0   | 3.0   | 124.0 | 33.0  | 834.0  |
| 1990-91    | 57.0  | 227.0 | 312.0 | 143.0 | 123.0 | 125.0 | 158.0 | 103.0 | 2.0   | 12.5  | 56.0  | 6.0   | 1324.5 |
| 1991-92    | 0.0   | 143.0 | 24.0  | 32.0  | 77.0  | 93.0  | 190.0 | 114.8 | 71.7  | 39.0  | 0.0   | 15.0  | 799.5  |
| 1992-93    | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 11.5  | 11.5   |
| 1993-94    | 19.5  | 249.9 | 133.3 | 254.9 | 305.8 | 57.6  | 167.1 | 102.7 | 13.0  | 31.5  | 24.0  | 6.0   | 1365.3 |
| 1994-95    | 568.1 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1995-96    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1996-97    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1997-98    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1998-99    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1999-00    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 2000-01    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 2001-02    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 2002-03    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 21.4  |        |
| 2003-04    | 302.3 | 123.0 | 189.9 | 288.8 | 122.7 | 199.9 | 157.2 | 138.6 | 25.8  | 80.2  | 21.7  | 43.4  | 1693.5 |
| 2004-05    |       |       |       |       |       |       | 92.8  | 83.6  | 17.0  | 3.8   | 3.2   | 42.5  | 1459.4 |
| 2005-06    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Μέση τιμή  | 176.4 | 132.4 | 150.5 | 124.6 | 151.5 | 123.7 | 120.2 | 75.4  | 34.8  | 21.3  | 25.9  | 36.2  | 1163.9 |
| Τυπ. απόκ. | 164.7 | 64.1  | 92.8  | 103.3 | 77.3  | 71.6  | 68.3  | 43.2  | 41.3  | 24.7  | 29.9  | 40.4  | 362.9  |

Παρατήρηση: Με πλάγια γράμματα αναγράφονται οι τιμές που συμπληρώθηκαν στα πλαίσια του έργου, και ελήφθησαν από το μηνιαίο δελτίο παρατηρήσεων του Υπουργείου Γεωργίας, που ταυτίζεται με το δείγμα των Κουτσογιάννη κ.ά (1988) για τα έτη μέχρι το 1985. Το υπόλοιπο δείγμα προέρχεται από τους Ξανθοπούλου κ.ά. (1997), και έχει κατασκευαστεί με συνάθροιση των ημερήσιων υψών βροχής. Εφόσον υπάρχουν επικαλύψεις στοιχείων, θεωρείται πιο αξιόπιστες οι τιμές που λαμβάνονται από συνάθροιση.

**Πίνακας 39: Μετεωρολογικά δεδομένα (Κουτσογιάννη κ.α., 1988).**

ΣΤΑΘΜΟΣ: ΒΑΘΥΛΑΚΟΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ: ΔΕΗ

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ: ΣΜΟΚΟΒΙΤΙΚΟΥ

ΝΟΜΟΣ: ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: 800 m

| Υδρ. έτος  | Οκτ.  | Νοέ.  | Δεκ.  | Ιαν.  | Φεβ.  | Μάρ.  | Απρ.  | Μάι.  | Ιούν. | Ιούλ. | Αυγ.  | Σεπ.  | Έτος   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1959-60    |       |       |       |       | 59.6  | 92.5  | 103.0 | 139.5 | 64.0  | 0.0   | 6.4   | 153.3 |        |
| 1960-61    | 50.9  | 46.4  | 225.3 | 119.6 | 79.3  | 164.0 | 62.6  | 34.8  | 94.6  | 25.3  | 1.2   | 1.6   | 905.6  |
| 1961-62    | 83.3  | 124.0 | 148.2 | 41.1  | 165.2 | 188.7 | 74.0  | 39.4  | 40.5  | 8.3   | 0.0   | 179.0 | 1091.7 |
| 1962-63    | 182.7 | 292.1 | 386.3 | 207.5 |       | 141.8 | 80.9  | 88.8  | 49.6  | 10.5  | 61.5  | 21.0  |        |
| 1963-64    | 287.3 | 66.9  | 202.5 | 119.6 | 43.5  | 58.0  | 22.6  |       |       | 11.3  | 16.5  | 28.0  |        |
| 1964-65    | 71.0  | 121.1 | 193.1 | 150.2 | 187.7 | 103.2 | 74.2  | 91.5  | 59.5  | 44.0  | 2.0   | 0.2   | 1097.7 |
| 1965-66    | 46.7  | 217.0 | 179.1 | 313.3 | 53.2  | 52.0  | 74.6  | 52.5  | 69.2  | 3.0   | 25.0  | 54.5  | 1140.1 |
| 1966-67    | 68.2  |       | 144.1 |       | 50.8  | 68.1  | 92.6  | 66.5  | 13.4  | 90.8  | 23.0  | 59.5  |        |
| 1967-68    | 54.2  | 72.6  | 231.9 |       | 65.8  | 104.3 | 15.6  | 47.8  | 47.2  | 0.0   | 20.0  | 39.4  |        |
| 1968-69    | 184.4 | 108.0 | 224.9 | 148.9 | 148.8 | 143.4 | 21.8  | 12.8  | 24.8  | 11.8  | 10.6  | 83.8  | 1124.0 |
| 1969-70    | 9.2   | 154.4 | 368.1 | 111.4 | 95.6  | 169.6 | 30.0  | 91.0  | 20.8  | 37.8  | 8.4   | 29.8  | 1126.1 |
| 1970-71    | 145.2 | 76.8  | 178.8 | 143.2 | 172.4 | 178.8 | 66.8  | 16.8  | 5.0   | 23.8  | 37.0  | 54.4  | 1099.0 |
| 1971-72    | 88.0  | 138.4 | 64.9  | 156.0 | 107.4 | 56.9  | 159.8 | 70.4  | 7.8   |       |       |       |        |
| 1972-73    | 230.8 | 107.4 | 41.9  | 149.9 | 164.9 | 143.1 | 68.4  | 29.4  | 27.0  | 11.4  | 44.6  | 37.8  | 1056.6 |
| 1973-74    | 144.6 | 111.8 | 188.9 | 74.4  | 225.6 | 108.2 | 179.8 | 79.2  | 53.0  | 0.0   | 4.2   | 47.6  | 1217.3 |
| 1974-75    | 154.2 | 144.4 | 77.8  | 29.7  | 123.5 | 78.4  | 65.4  | 31.0  | 137.4 | 7.0   | 25.2  | 4.7   | 878.7  |
| 1975-76    | 57.0  | 137.5 | 154.7 | 117.2 | 105.3 | 80.9  | 90.0  | 55.2  | 24.7  | 14.6  | 12.3  | 6.4   | 855.8  |
| 1976-77    | 95.9  | 141.8 | 151.0 | 52.3  | 63.7  | 26.1  | 88.3  | 27.7  | 33.9  | 8.2   | 8.7   | 71.7  | 769.3  |
| 1977-78    | 31.3  | 142.6 | 190.2 | 196.2 | 104.5 | 111.3 | 114.0 | 43.5  | 15.4  | 16.2  | 8.8   | 169.4 | 1143.4 |
| 1978-79    | 77.0  | 116.7 | 154.3 | 164.5 | 120.4 | 39.9  | 96.6  | 63.7  | 19.2  | 29.3  | 29.9  | 16.0  | 927.5  |
| 1979-80    | 175.9 | 223.7 | 165.0 | 129.8 | 100.3 | 148.6 | 50.4  | 54.3  | 65.7  | 7.8   | 14.9  | 24.4  | 1160.8 |
| 1980-81    | 326.2 | 207.8 | 144.7 | 227.1 | 79.5  | 20.8  | 38.5  | 39.1  | 13.8  | 7.6   | 15.3  | 44.8  | 1165.2 |
| 1981-82    | 116.9 | 101.7 | 272.2 | 72.6  | 194.1 | 267.1 | 145.6 | 137.6 | 11.8  | 7.5   | 39.4  | 52.1  | 1418.6 |
| 1982-83    | 91.4  | 184.5 | 150.3 | 27.3  | 128.1 | 85.1  | 25.9  | 14.8  | 122.4 | 75.4  | 6.0   | 30.7  | 941.9  |
| 1983-84    | 106.8 | 190.3 | 226.0 | 117.3 | 154.2 | 132.2 | 210.4 | 76.3  | 28.1  | 12.7  | 130.6 | 38.0  | 1422.9 |
| 1984-85    | 3.7   | 160.7 | 140.9 | 301.9 | 69.7  | 133.8 | 92.4  | 28.5  | 5.3   | 18.4  | 0.0   | 4.3   | 959.6  |
| Μέση τιμή  | 115.3 | 141.2 | 184.2 | 137.9 | 114.5 | 111.4 | 82.5  | 57.3  | 42.2  | 19.3  | 22.1  | 50.1  | 1075.1 |
| Τυπ. απόκ. | 81.4  | 56.7  | 78.2  | 75.8  | 50.7  | 57.0  | 48.9  | 34.0  | 35.2  | 22.3  | 27.4  | 49.4  | 170.4  |

Πίνακας 40: Μηνιαία μετεωρολογικά δεδομένα (Ε.Μ.Υ., Ξανθοπούλου κ.α.1997).

| Μέση μηνιαία θερμοκρασία στον σταθμό Δομοκού (C°) |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| Υδρ. έτος   | Οκτ. | Νοέ. | Δεκ. | Ιαν. | Φεβ. | Μάρ. | Απρ. | Μάι. | Ιούν. | Ιουλ. | Αυγ. | Σεπ. | Έτος |
| 1969-70   |      |      |      |      |      | 9.1  | 14.8 |      | 22.0  | 23.9  | 24.7 | 20.3 |      |
| 1970-71   | 14.5 | 11.6 | 6.4  | 6.1  | 4.3  | 6.6  | 11.8 | 19.1 | 23.2  | 22.6  |      | 18.3 |      |
| 1971-72   |      | 10.5 | 6.8  | 4.0  | 4.4  | 8.9  | 13.5 |      |       | 23.5  | 23.0 | 18.8 |      |
| 1972-73   | 11.3 | 11.1 | 3.6  | 2.9  | 5.9  | 4.8  | 11.7 | 19.7 | 21.8  | 25.1  | 22.2 | 20.5 | 13.4 |
| 1973-74   | 14.8 | 9.0  | 6.3  | 3.6  | 6.3  | 7.6  | 10.0 | 16.4 | 21.8  | 24.5  | 23.7 | 20.3 | 13.7 |
| 1974-75   | 16.1 | 9.5  | 5.9  | 4.8  | 3.3  | 10.3 | 13.6 | 18.2 | 21.1  | 23.8  | 22.3 | 21.7 | 14.2 |
| 1975-76   | 14.7 | 8.4  | 4.9  | 6.2  | 3.7  | 6.7  | 12.8 | 15.8 | 20.4  | 23.1  | 20.9 | 19.4 | 13.1 |
| 1976-77   | 15.2 | 9.7  | 5.8  | 5.4  | 11.0 | 10.3 | 12.9 | 19.4 | 23.1  | 26.2  | 24.8 | 18.3 | 15.2 |
| 1977-78   | 14.0 | 12.4 | 4.0  | 2.7  | 7.2  | 9.2  | 11.6 | 17.0 | 23.0  | 24.9  | 24.0 | 18.1 | 14.0 |
| 1978-79   | 12.6 | 7.4  | 8.1  | 4.8  | 6.4  | 10.8 | 10.8 | 17.4 | 23.3  | 23.6  | 23.3 | 20.6 | 14.1 |
| 1979-80   | 13.5 | 10.1 | 7.6  | 2.7  | 4.1  | 7.9  | 10.7 | 15.2 | 21.9  | 25.4  | 23.9 | 20.1 | 13.6 |
| 1980-81   | 16.0 | 12.5 | 6.5  | 1.9  | 4.7  | 11.3 | 13.1 | 16.1 | 24.3  | 23.6  | 23.3 | 20.7 | 14.5 |
| 1981-82   | 17.7 | 7.9  | 8.3  | 5.4  | 2.5  | 6.9  | 10.8 | 16.2 | 23.5  | 23.9  | 24.3 | 21.3 | 14.1 |
| 1982-83   | 14.8 | 8.3  | 7.0  | 5.2  | 2.9  | 8.2  | 14.8 | 18.7 | 19.2  | 23.5  | 22.2 | 19.2 | 13.7 |
| 1983-84   | 12.9 | 7.4  | 5.1  | 5.8  | 3.9  | 6.0  | 9.1  | 17.5 | 20.8  | 23.5  | 21.5 | 20.9 | 12.9 |
| 1984-85   | 17.9 | 9.6  | 4.2  | 4.5  | 3.0  | 6.3  | 14.0 | 18.9 | 22.5  | 24.2  | 24.5 | 20.1 | 14.1 |
| 1985-86   | 12.6 | 11.2 | 7.9  | 5.9  | 5.4  | 6.9  | 14.4 | 16.7 | 21.5  | 23.6  | 24.7 | 20.6 | 14.3 |
| 1986-87   | 14.4 | 7.5  | 4.0  | 5.7  | 5.7  | 3.8  | 11.2 | 15.2 | 21.9  | 25.7  | 23.5 | 23.2 | 13.5 |
| 1987-88   | 12.7 | 9.6  | 6.2  | 6.4  | 5.3  | 7.7  | 11.3 | 17.8 | 23.2  | 26.3  | 25.3 | 20.8 | 14.4 |
| 1988-89   | 13.9 | 5.5  | 4.2  | 3.6  | 6.4  | 10.1 | 15.3 | 16.0 | 20.7  | 21.5  | 23.9 | 20.4 | 13.5 |
| 1989-90   | 13.6 | 9.3  | 6.1  | 3.8  | 7.3  | 11.5 | 13.7 | 17.0 | 22.5  | 25.2  | 23.1 | 20.0 | 14.4 |
| 1990-91   | 15.7 | 11.3 | 5.0  | 7.3  | 8.5  | 11.3 | 13.5 | 17.4 | 24.8  | 26.6  | 26.1 | 22.0 | 15.8 |
| 1991-92   | 18.3 | 13.0 | 6.1  | 4.6  | 4.5  | 7.4  | 13.1 | 15   | 21.3  | 22.4  | 25.0 | 19.5 | 14.2 |
| 1992-93   | 18.6 | 11.1 | 3.9  | 4.7  | 2.1  | 7.7  | 12.9 | 16.9 | 22.9  | 24.9  | 25.1 | 20.9 | 14.3 |
| 1993-94   | 17.8 | 6.4  | 8.3  | 6.9  | 4.8  | 10.8 | 13.6 | 18.8 | 22.9  | 24.7  | 26.2 | 24.4 | 15.5 |
| 1994-95   | 15.8 | 8.5  | 5.8  |      | 8.9  | 8.2  | 12.2 | 17.9 | 24.6  | 24.4  | 23.0 | 20.5 |      |
| 1995-96   | 13.3 | 6.9  | 7.4  | 3.3  |      | 3.7  | 11.1 | 20.4 | 24.3  | 25.4  | 24.7 | 19.3 |      |
| 1996-97   | 12.7 | 11.5 | 8.0  |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |
| Μέση τιμή   | 14.8 | 9.5  | 6.1  | 4.7  | 5.3  | 8.1  | 12.5 | 17.4 | 22.4  | 24.3  | 23.8 | 20.4 | 14.1 |
| Τυπ. απόκ.  | 2.0  | 2.0  | 1.5  | 1.4  | 2.1  | 2.2  | 1.6  | 1.5  | 1.4   | 1.2   | 1.3  | 1.4  | 0.7  |

**Πίνακας 41 : Μετεωρολογικά δεδομένα από τον Σταθμό Φουρνών.**

ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε.  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ  
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ & Τ.Δ.Π.

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ  
ΦΟΥΡΝΩΝ

Γεωγραφικό μήκος 21° 53' 18"  
Γεωγραφικό πλάτος 39° 03' 22"  
Υψόμετρο 1100 μέτρα

ΤΟΜΕΑΣ: ΔΑΣΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ dionysos.telilar.gr.bxt

| Μήνας | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ °C |                |                           |                        | ΜΕΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗ Η ΥΓΡΑΣΙΑ Α % | Εξάτμισ η mm | ΑΝΕΜΟΣ            |                      |                            | Ηλιακή ακτινοβολία w/m <sup>2</sup> | ΥΕΤΟΣ        |              | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΛΑΦΟΥΣ °C |       |         |  |
|-------|---------------------|----------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|--------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|-------|---------|--|
|       | Μέση Ελάχιστη η     | Μέση Μέγιστη η | Μέση Απολύτως ν Ελάχιστων | Μέση Απολύτως Μέγιστων |                            |              | Επικρατούσα Δ/νση | Μέση Ταχύτητα α km/h | Μέση Μέγιστη Ταχύτητα km/h |                                     | Μέσο Ύψος mm | Διάρκεια min | 2 cm                        | 50 cm | 100. cm |  |
| Ιαν   | 1,3                 | -1,9           | 5,2                       | 11,5                   | 89,3                       | 17,9         |                   | 4,7                  | 18,8                       | 27,216                              | 1,975,0      | 4,0          | 3,1                         | 3,6   | 4,8     |  |
| Φεβ   | 1,8                 | -1,7           | 6,1                       | 13,9                   | 87,6                       | 20,4         |                   | 4,0                  | 17,0                       | 69,761                              | 1,853,0      | 4,0          | 3,2                         | 3,6   | 4,5     |  |
| Μαρ   | 3,9                 | 0,1            | 8,3                       | 16,6                   | 84,7                       | 34,5         |                   | 4,2                  | 16,4                       | 91,888                              | 2,236,2      | 3,8          | 4,6                         | 4,8   | 5,2     |  |
| Απρ   | 7,6                 | 3,3            | 12,2                      | 20,3                   | 78,3                       | 51,2         |                   | 5,2                  | 18,2                       | 127,892                             | 1,529,5      | 7,9          | 7,9                         | 7,8   | 7,2     |  |
| Μαϊ   | 12,7                | 7,6            | 17,9                      | 24,9                   | 73,1                       | 70,5         |                   | 4,4                  | 16,4                       | 133,777                             | 1,667,3      | 14,0         | 12,3                        | 11,6  | 10,0    |  |
| Ιουν  | 16,9                | 10,9           | 22,9                      | 28,6                   | 69,3                       | 92,3         |                   | 4,1                  | 11,9                       | 78,577                              | 264,4        | 18,8         | 16,1                        | 15,4  | 13,1    |  |
| Ιουλ  | 19,0                | 12,4           | 25,3                      | 31,7                   | 66,1                       | 100,3        |                   | 3,7                  | 11,4                       | 142,940                             | 277,2        | 22,4         | 19,0                        | 17,6  | 15,6    |  |
| Αυγ   | 18,2                | 12,0           | 25,1                      | 30,5                   | 69,1                       | 95,0         |                   | 3,4                  | 11,6                       | 95,101                              | 360,7        | 20,0         | 18,3                        | 17,9  | 16,1    |  |
| Σεπ   | 15,4                | 8,2            | 21,5                      | 27,6                   | 72,3                       | 68,5         |                   | 4,0                  | 12,9                       | 60,774                              | 1,025,8      | 16,6         | 15,7                        | 15,8  | 15,1    |  |
| Οκτ   | 10,6                | 6,8            | 15,7                      | 24,0                   | 80,7                       | 48,7         |                   | 3,6                  | 11,4                       | 53,113                              | 1,612,2      | 10,2         | 11,3                        | 11,9  | 12,4    |  |
| Νοε   | 6,0                 | 2,8            | 10,3                      | 17,6                   | 85,5                       | 35,8         |                   | 4,3                  | 17,2                       | 40,922                              | 3,102,8      | 7,3          | 7,3                         | 8,1   | 9,3     |  |
| Δεκ   | 2,6                 | -0,4           | 6,3                       | 13,9                   | 88,9                       | 25,9         |                   | 4,2                  | 19,5                       | 29,229                              | 3,642,7      | 3,9          | 4,2                         | 4,9   | 6,3     |  |
| Μ.Ο.  | 9,7                 | 5,0            | 14,7                      | 21,8                   | 78,7                       | 55,1         |                   | 4,1                  | 15,2                       | 79,265,6                            | 1,629        | 11,1         | 10,3                        | 10,3  | 10,0    |  |
| Άθρ.  |                     |                |                           |                        |                            |              |                   |                      |                            |                                     | 19,547       |              |                             |       |         |  |

Πίνακας 42 : Τριμηνιαίες και ετήσιες συρροές στη θέση του φράγματος.

| ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ<br>ΕΤΗ | ΟΓΚΟΣ ΣΥΡΡΟΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ |       |      |      | ΕΤΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ | ΕΤΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ |
|-------------------|-------------------------|-------|------|------|---------------|---------------|
|                   | ΑΝΑ ΤΡΙΜΗΝΟ (έκ. μ.κ)   |       |      |      | ΣΥΡΡΟΗΣ       | ΣΥΡΡΟΗΣ       |
|                   | 1                       | 2     | 3    | 4    | ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ     | ΚΕΔΡΟΥ*       |
|                   |                         |       |      |      | (έκ. μ.κ)     | (έκ. μ.κ)     |
| 1951-52           | 103,2                   | 44,5  | 8,5  | 4,2  | 160,3         | 213,3         |
| 1952-53           | 81,8                    | 29,7  | 26,4 | 4,1  | 142,0         | 188,3         |
| 1953-54           | 100,0                   | 90,8  | 15,4 | 0,2  | 206,4         | 279,4         |
| 1954-55           | 93,3                    | 79,5  | 33,8 | 40,7 | 247,3         | 333,5         |
| 1955-56           | 105,0                   | 97,5  | 10,5 | 1,0  | 213,9         | 284,3         |
| 1956-57           | 35,4                    | 62,4  | 42,7 | 10,5 | 150,9         | 209,3         |
| 1957-58           | 92,7                    | 34,3  | 30,2 | 34,7 | 191,9         | 254,9         |
| 1958 -59          | 66,3                    | 74,6  | 43,5 | 30,1 | 214,5         | 269,4         |
| 1959-60           | 73,1                    | 80,0  | 51,5 | 14,8 | 219,5         | 287,9         |
| 1960-61           | 44,2                    | 41,2  | 23,5 | 1,6  | 110,4         | 148,7         |
| 1961-62           | 57, 1                   | 32,0  | 4,1  | 13,9 | 107,1         | 141,2         |
| 1962-63           | 254,6                   | 172,7 | 39,8 | 4,7  | 471,8         | 610,9         |
| 1963-64           | 73,0                    | 64,3  | 27,1 | 4,1  | 168,4         | 213,3         |
| 1964-65           | 61,9                    | 58,1  | 31,9 | 2,3  | 154,2         | 209,8         |
| 1965-66           | 49,0                    | 63,4  | 23,2 | 12,7 | 148,3         | 196, 8        |
| 1966-67           | 54,0                    | 14,5  | 17,7 | 12,9 | 99,1          | 128,7         |
| 1967-68           | 62,7                    | 42,1  | 28,1 | 6,7  | 139,6         | 186,3         |
| 1968-69           | 128,1                   | 94,6  | 23,4 | 14,0 | 260,2         | 331, 5        |
| 1969-70           | 68, 1                   | 64,6  | 7,1  | 8,4  | 148,2         | 195,2         |
| 1970-71           | 46,4                    | 113,5 | 18,2 | 22,4 | 200,4         | 265,9         |
| 1971-72           | 47,2                    | 81,2  | 51,0 | 30,7 | 210,2         | 272,4         |
| 1972-73           | 52,9                    | 82,2  | 13,3 | 10,2 | 158,7         | 203,3         |
| 1973-74           | 52, 2                   | 50,0  | 30,3 | 2,0  | 134,4         | 175,7         |
| 1974-75           | 26,5                    | 17, 0 | 60,1 | 4,2  | 107,8         | 141,7         |
| 1975-76           | 53,4                    | 67,8  | 17,9 | 4,8  | 144,0         | 186,3         |
| 1976-77           | 32,6                    | 6,6   | 9,9  | 3,7  | 52,7          | 73,6          |
| 1977-78           | 30,7                    | 48,7  | 12,3 | 14,4 | 106,0         | 145,2         |
| 1978-79           | 40,3                    | 37,5  | 45,9 | 5,4  | 129,1         | 168, 2        |
| 1979-80           | 139,1                   | 78,1  | 28,4 | 1,1  | 246,7         | 332,5         |
| 1980-81           | 151,6                   | 36,3  | 17,1 | 11,1 | 216,1         | 294,9         |



**Πίνακας 43 :** Μηνιαίες απορροές στον Κέδρο. Τα στοιχεία 1951-52 ως 1960-61, καθώς και 1974-75 έως 1976-77 προέρχονται, από συσχετίσεις).

| ΕΤΗ     | ΜΗΝΕΣ |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      | ΕΤΗΣΙΑ |        |                                |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|--------|--------------------------------|
|         | Ο     | Ν     | Δ     | Ι     | Φ     | Μ     | Α     | Μ     | Ι     | Ι    | Α    | Σ      | mm     | 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> |
| 1951-52 | 73    | 26    | 11    | 91    | 96    | 64    | 20    | 18    | 12    | 10   | 3    | 2      | 426,00 | 213,3                          |
| 1952-53 | 2     | 48    | 103   | 46    | 45    | 51    | 36    | 27    | 4     | 10   | 1    | 3      | 376,00 | 188,3                          |
| 1933-54 | 26    | 95    | 6     | 113   | 115   | 127   | 48    | 21    | 3     | 0    | 1    | 3      | 553,00 | 279,4                          |
| 1954-55 | 1     | 53    | 89    | 71    | 93    | 231   | 79    | 10    | 17    | 0    | 42   | 0      | 666,00 | 333,5                          |
| 1955-56 | 38    | 45    | 6     | 105   | 33    | 293   | 27    | 16    | 3     | 0    | 1    | 1      | 568,00 | 254,4                          |
| 1936-57 | 2     | 0     | 4     | 95    | 55    | 186   | 22    | 22    | 23    | 2    | 2    | 5      | 418,00 | 209,3                          |
| 1957-58 | 35    | 45    | 61    | 14    | 60    | 163   | 39    | 26    | 18    | 43   | 1    | 4      | 509,00 | 254,9                          |
| 1958-59 | 7     | 90    | 12    | 71    | 36    | 161   | 111   | 27    | 15    | 1    | 3    | 4      | 538,00 | 269,4                          |
| 1959-60 | 5     | 56    | 54    | 135   | 36    | 126   | 59    | 49    | 46    | 0    | 2    | 7      | 575,00 | 287,9                          |
| 1960-61 | 4     | 4     | 49    | 43    | 64    | 99    | 14    | 6     | 10    | 2    | 1    | 1      | 297,00 | 148,7                          |
| 1961-62 | 32    | 9     | 57    | 14    | 57    | 88    | 21    | 6     | 3     | 1    | 1    | 3      | 282,00 | 141,2                          |
| 1962-63 | 51    | 192   | 296   | 179   | 219   | 158   | 73    | 33    | 9     | 2    | 7    | 1      | 1.220  | 610,9                          |
| 1963-64 | 30    | 6     | 64    | 49    | 51    | 125   | 28    | 22    | 43    | 4    | 3    | 1      | 426,00 | 213,3                          |
| 1964-65 | 4     | 15    | 34    | 64    | 97    | 94    | 60    | 35    | 6     | 5    | 7    | 3      | 419,00 | 209,8                          |
| 1965-66 | 3     | 6     | 42    | 132   | 70    | 81    | 21    | 28    | 4     | 2    | 2    | 2      | 393,00 | 196,8                          |
| 1966-67 | 3     | 56    | 39    | 60    | 22    | 35    | 15    | 13    | 3     | 3    | 2    | 6      | 257,00 | 128,7                          |
| 1967-68 | 3     | 3     | 30    | 113   | 92    | 88    | 20    | 10    | 7     | 3    | 1    | 2      | 372,00 | 186,3                          |
| 1968-69 | 6     | 13    | 141   | 109   | 91    | 237   | 41    | 10    | 3     | 3    | 2    | 4      | 662,00 | 331,5                          |
| 1969-70 | 4     | 10    | 100   | 60    | 24    | 150   | 15    | 7     | 4     | 11   | 2    | 3      | 390,00 | 195,2                          |
| 1970-71 | 9     | 3     | 24    | 20    | 80    | 266   | 69    | 11    | 2     | 1    | 32   | 14     | 531,00 | 265,0                          |
| 1971-72 | 12    | 12    | 13    | 45    | 119   | 129   | 86    | 74    | 1     | 39   | 8    | 6      | 544,00 | 272,4                          |
| 1972-73 | 69    | 24    | 6     | 67    | 90    | 91    | 50    | 5     | 1     | 1    | 1    | 1      | 406,00 | 203,3                          |
| 1973-74 | 19    | 2     | 33    | 30    | 83    | 106   | 61    | 13    | 1     | 1    | 1    | 1      | 351,00 | 175,7                          |
| 1974-75 | 2     | 6     | 7     | 14    | 50    | 63    | 39    | 9     | 81    | 1    | 10   | 1      | 233,00 | 141,7                          |
| 1975-76 | 5     | 28    | 104   | 40    | 21    | 74    | 57    | 20    | 6     | 0    | 14   | 3      | 372,00 | 186,5                          |
| 1976-77 | 11    | 2     | 6     | 14    | 29    | 14    | 47    | 6     | 8     | 1    | 2    | 7      | 147,00 | 73,6                           |
| 1977-78 | 7     | 11    | 54    | 67    | 66    | 32    | 36    | 13    | 2     | 1    | 1    | 5      | 290,00 | 145,2                          |
| 1978-79 | 7     | 21    | 55    | 88    | 59    | 33    | 31    | 21    | 18    | 1    | 1    | 1      | 336,00 | 168,2                          |
| 1979-80 | 27    | 74    | 91    | 118   | 83    | 140   | 60    | 39    | 21    | 3    | 1    | 7      | 664,00 | 332,5                          |
| 1980-81 | 38    | 75    | 103   | 89    | 129   | 57    | 48    | 10    | 8     | 3    | 1    | 8      | 539,00 | 294,9                          |
| 1981-82 | 16    | 20    | 55    | 28    | 100   | 121   | 96    | 61    | 34    | 4    | 1    | 2      | 538,00 | 269,4                          |
| 1982-83 | 6     | 26    |       |       |       |       |       |       |       |      |      |        |        |                                |
| M. O.   | 47,88 | 33,00 | 56,10 | 70,45 | 73,06 | 18,81 | 46,16 | 21,55 | 13,42 | 5,10 | 4,90 | 3,58   | 464,61 | 232,64                         |

Πίνακας 44 : Μετεωρολογικά δεδομένα από τον σταθμό της Ρεντίνας.

ΣΤΑΘΜΟΣ: ΡΕΝΤΙΝΑ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ: ΥΠΔΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ: ΡΕΝΤΙΝΙΩΤΙΚΟΥ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: 903

ΝΟΜΟΣ: ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

| Υδρ. έτος  | Οκτ.  | Νοέ.  | Δεκ.  | Ιαν.  | Φεβ.  | Μάρ.  | Απρ.  | Μάι.  | Ιούν. | Ιούλ. | Αυγ.  | Σεπ.  | Έτος   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1949-50    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 13.0  | 30.0  |        |
| 1950-51    | 41.0  | 201.0 | 221.0 | 243.0 | 43.0  | 97.0  | 38.0  | 64.0  | 75.0  | 62.0  | 34.0  | 119.0 | 1238.0 |
| 1951-52    | 592.0 | 169.0 | 96.0  | 205.0 | 280.0 | 102.0 | 24.0  | 59.0  | 18.0  | 54.0  | 41.0  | 34.0  | 1674.0 |
| 1952-53    | 8.0   | 278.0 | 167.0 | 93.0  | 46.0  | 53.0  | 62.0  | 129.0 | 18.0  | 34.0  | 8.0   | 10.0  | 886.0  |
| 1953-54    | 95.0  | 409.0 | 79.0  | 184.0 | 322.0 | 318.0 | 125.0 | 131.0 | 37.0  | 0.0   | 1.0   | 0.0   | 1701.0 |
| 1954-55    | 56.0  | 213.0 | 336.0 | 236.0 | 206.0 | 196.0 | 245.0 | 14.0  | 21.0  | 25.0  | 122.0 | 121.0 | 1791.0 |
| 1955-56    | 244.0 | 212.0 | 35.0  |       |       |       |       |       |       |       |       | 21.0  |        |
| 1956-57    | 91.0  | 119.4 | 78.0  | 192.0 | 44.3  | 147.0 | 8.6   | 90.5  | 159.0 | 0.0   | 10.7  | 81.4  | 1021.9 |
| 1957-58    | 446.3 | 302.0 | 150.0 | 40.0  | 63.5  | 166.0 | 155.0 | 32.2  | 24.2  | 40.7  | 0.0   | 232.0 | 1651.9 |
| 1958-59    | 50.4  | 271.8 | 107.0 | 198.0 | 83.0  | 197.1 | 233.0 | 125.2 | 62.4  | 102.4 | 83.1  | 112.0 | 1625.4 |
| 1959-60    | 151.5 | 287.0 | 149.4 | 316.0 | 186.0 | 150.0 | 183.0 | 212.0 | 43.2  | 0.0   | 0.0   | 288.8 | 1966.9 |
| 1960-61    | 110.0 | 161.8 | 205.8 | 157.0 | 79.0  | 87.0  | 138.0 | 128.7 | 71.6  | 18.7  | 15.8  | 1.8   | 1175.2 |
| 1961-62    | 216.8 | 143.0 | 250.0 | 118.0 | 223.0 | 191.0 | 71.0  | 62.7  | 58.7  | 18.5  | 0.0   | 185.5 | 1538.2 |
| 1962-63    | 380.3 | 611.2 | 372.0 | 252.0 | 402.0 | 440.0 | 282.0 | 172.4 | 68.9  | 12.0  | 32.3  | 44.9  | 3070.0 |
| 1963-64    | 401.6 | 168.3 | 186.0 | 165.0 | 197.0 | 252.0 | 57.9  | 141.2 | 99.0  | 54.2  | 38.8  | 69.5  | 1830.5 |
| 1964-65    | 149.2 | 155.2 | 253.8 | 143.0 | 178.0 | 123.0 | 143.7 | 92.7  | 97.0  | 18.3  | 15.3  | 8.2   | 1377.4 |
| 1965-66    | 152.2 | 321.7 | 184.9 | 325.0 | 95.5  | 214.0 | 73.9  | 129.0 | 123.6 | 12.5  | 62.0  | 61.2  | 1755.0 |
| 1966-67    | 106.5 | 459.1 | 167.1 | 139.4 | 100.4 | 83.3  | 192.3 | 189.4 | 75.9  | 185.5 | 55.2  | 95.4  | 1849.5 |
| 1967-68    | 216.2 | 244.1 | 193.1 | 100.4 | 108.9 | 116.3 | 143.7 | 142.6 | 132.3 | 0.0   | 75.0  | 67.3  | 1539.9 |
| 1968-69    | 261.5 | 169.7 | 377.0 | 258.5 | 228.9 | 384.5 | 251.3 | 12.2  | 137.2 | 35.0  | 25.3  | 195.2 | 2336.3 |
| 1969-70    | 132.2 | 180.4 | 398.9 | 254.1 | 197.7 | 199.1 | 33.8  | 153.4 | 96.7  | 132.6 | 40.6  | 44.8  | 1864.3 |
| 1970-71    | 160.8 | 77.2  | 205.0 | 147.8 | 132.2 | 163.1 | 253.3 | 21.5  | 23.3  | 42.7  | 63.2  | 149.7 | 1439.1 |
| 1971-72    | 146.8 | 145.9 | 85.8  | 144.8 | 343.1 | 147.3 | 345.7 | 91.7  | 123.5 | 88.2  | 139.7 | 104.5 | 1907.0 |
| 1972-73    | 299.3 | 119.5 | 177.7 | 181.8 | 144.6 | 340.1 | 286.2 | 44.4  | 30.6  | 62.9  | 58.1  | 82.2  | 1827.4 |
| 1973-74    | 229.1 | 274.8 | 226.7 | 160.9 | 275.6 |       | 316.5 | 133.8 | 71.5  | 0.0   | 22.4  | 114.8 |        |
| 1974-75    | 72.6  | 156.4 | 111.9 | 44.5  | 87.2  | 88.1  | 162.0 | 192.7 | 181.4 | 30.5  | 81.5  | 0.0   | 1208.8 |
| 1975-76    | 147.1 | 147.0 | 88.1  | 52.5  | 6.5   | 224.9 | 108.7 | 89.2  | 88.3  | 66.0  | 28.5  | 0.0   | 1046.8 |
| 1976-77    | 114.9 | 133.7 | 169.7 | 81.0  | 17.0  | 35.2  | 62.7  | 47.7  | 40.4  | 0.0   | 18.0  | 61.3  | 781.6  |
| 1977-78    | 25.5  | 147.0 | 168.3 | 99.7  | 208.2 | 165.3 | 191.4 | 85.5  | 12.2  | 0.0   | 30.5  | 140.8 | 1274.4 |
| 1978-79    | 200.1 | 124.5 | 139.0 | 332.6 | 248.3 | 111.2 | 329.9 | 207.5 | 76.1  | 72.0  | 0.0   | 38.4  | 1879.6 |
| 1979-80    | 261.0 | 278.7 | 274.9 | 305.3 | 304.5 | 217.5 | 120.9 | 231.4 | 116.0 | 0.0   | 40.5  | 63.5  | 2214.2 |
| 1980-81    | 254.7 | 177.7 | 165.8 | 307.1 | 235.2 | 33.4  | 65.9  | 76.0  | 28.4  | 0.0   | 66.0  | 12.2  | 1422.4 |
| 1981-82    | 108.2 | 132.4 | 100.4 | 138.9 | 266.2 | 2.0   | 150.4 | 127.5 | 159.4 | 0.0   | 26.6  | 58.4  | 1270.4 |
| 1982-83    | 276.3 | 220.7 | 160.0 |       |       | 17.4  | 39.3  | 36.6  | 146.6 | 92.1  | 17.7  | 21.1  |        |
| 1983-84    | 154.3 | 194.4 | 118.9 | 112.7 | 167.5 | 137.1 | 297.9 | 52.2  | 31.8  | 24.3  | 95.2  | 37.8  | 1424.1 |
| 1984-85    | 17.2  | 172.2 | 162.8 | 358.5 | 94.8  | 215.5 | 109.8 | 87.5  | 15.5  | 12.2  | 0.0   | 0.0   | 1246.0 |
| Μέση τιμή  | 182.0 | 216.5 | 181.8 | 184.5 | 170.2 | 163.5 | 155.9 | 106.1 | 75.4  | 38.1  | 38.9  | 75.2  | 1588.0 |
| Τυπ. απόκ. | 129.2 | 107.5 | 88.0  | 88.7  | 101.9 | 102.5 | 98.3  | 59.8  | 48.7  | 43.3  | 35.2  | 69.8  | 456.8  |

## Πίνακας 45 : Μετεωρολογικά δεδομένα από τον σταθμό της Ανάβρας.

ΣΤΑΘΜΟΣ: ΑΝΑΒΡΑ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ: ΥΠΔΕΛ'ΗΕΧΩΔΕ ΔΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ: ΣΟΦΑΔΙΤΗ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: 208 ΝΟΜΟΣ: ΚΑΡΛΙΤΣΑΣ

| Υδρ. έτος; | Οκτ.  | Νοέ.  | Δεκ.  | Ιαν.  | Φεβ.  | Μάρ.  | Απρ.  | Μάι.  | Ιούν. | Ιουλ. | Αυγ.  | Σεπ.  | Έκκ    |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1949-50    |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 60.5  | 0.0   | 28.0  |        |
| 1950-51    | 55.3  | 107.9 | 99.0  | 97.9  | 70.1  | 115.1 | 15.3  | 39.0  | 50.0  | 81.3  | 10.4  | 31.4  | 772.7  |
| 1951-52    | 264.1 | 118.6 | 75.8  | 138.5 | 70.1  | 48.8  | 26.2  | 43.1  | 61.3  | 5.9   | 0.9   | 25.6  | 878.9  |
| 1952-53    | 31.5  | 89.6  | 260.8 | 82.6  | 41.6  | 41.9  | 61.7  | 85.9  | 61.6  | 36.2  | 0.0   | 0.0   | 793.4  |
| 1953-54    | 178.8 | 453.3 | 23.5  | 201.7 | 139.4 | 68.9  | 28.1  | 41.7  | 39.4  | 0.0   | 20.1  | 0.0   | 1194.9 |
| 1954-55    | 34.3  | 66.4  | 43.3  | 50.3  | 51.3  | 213.0 | 82.8  | 0.0   | 66.4  | 20.6  | 53.5  | 159.0 | 840.9  |
| 1955-56    | 81.7  | 170.4 | 27.2  | 154.4 | 322.4 | 78.9  | 23.9  | 26.4  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 12.0  | 897.3  |
| 1956-57    | 21.4  | 71.0  | 30.1  | 153.4 | 6.5   | 105.6 | 17.4  | 72.0  | 75.9  | 29.3  | 31.9  | 60.2  | 674.7  |
| 1957-58    | 243.9 | 140.4 | 81.3  | 34.7  | 23.4  | 116.9 | 113.2 | 72.1  | 31.9  | 29.4  | 2.9   | 189.0 | 1079.1 |
| 1958-59    | 49.1  | 170.9 | 35.5  | 91.6  | 33.1  | 105.7 | 97.1  | 102.9 | 45.0  | 23.3  | 42.6  | 120.3 | 917.1  |
| 1959-60    | 91.6  | 126.0 | 75.5  | 147.8 | 34.2  | 102.0 | 32.5  | 126.8 | 30.0  | 0.0   | 3.7   | 118.0 | 888.1  |
| 1960-61    | 22.1  | 22.6  | 181.7 | 95.0  | 20.3  | 112.2 | 60.3  | 31.3  | 41.2  | 20.6  | 5.5   | 13.1  | 625.9  |
| 1961-62    | 146.5 | 37.6  | 115.7 | 12.8  | 74.0  | 61.5  | 7.5   | 24.4  | 30.8  | 8.7   | 4.9   | 152.7 | 677.1  |
| 1962-63    | 117.7 | 160.1 | 144.0 | 62.1  | 110.6 | 57.0  | 61.3  | 59.9  | 13.5  | 38.9  | 17.4  | 15.1  | 857.6  |
| 1963-64    | 216.9 | 42.9  | 62.3  | 47.9  | 22.2  | 112.7 | 16.8  | 81.9  | 24.5  | 16.6  | 1.5   | 0.0   | 646.2  |
| 1964-65    | 50.4  | 85.1  | 75.6  | 59.2  | 83.2  | 89.1  | 36.8  | 56.0  | 10.7  | 43.8  | 3.3   | 0.0   | 593.2  |
| 1965-66    | 29.0  | 101.0 | 46.6  | 188.8 | 27.2  | 85.8  | 29.4  | 41.4  | 54.1  | 0.9   | 26.6  | 22.8  | 653.6  |
| 1966-67    | 18.7  | 216.3 | 36.5  | 71.6  | 37.5  | 38.1  | 27.2  | 83.4  | 2.0   | 31.2  | 5.9   | 45.1  | 613.5  |
| 1967-68    | 18.2  | 38.4  | 127.7 | 132.4 | 76.0  | 69.7  | 10.2  | 70.7  | 15.7  | 0.0   | 23.7  | 13.7  | 596.4  |
| 1968-69    | 141.0 | 86.6  | 242.2 | 86.7  | 106.9 | 138.1 | 6.1   | 6.4   | 1.3   | 0.0   | 0.0   | 47.1  | 862.4  |
| 1969-70    | 6.2   | 39.8  | 170.3 | 51.1  | 49.4  | 85.1  | 2.6   | 31.4  | 13.6  | 38.3  | 34.3  | 20.4  | 542.5  |
| 1970-71    | 45.4  | 47.7  | 59.7  | 80.7  | 102.8 | 161.5 | 38.0  | 0.4   | 15.9  | 14.6  | 7.3   | 29.9  | 603.9  |
| 1971-72    | 69.3  | 54.0  | 47.0  | 126.0 | 113.7 | 49.2  | 106.0 | 17.5  | 44.4  | 35.1  | 41.8  | 43.5  | 747.5  |
| 1972-73    | 108.9 | 19.9  | 0.0   | 113.9 | 73.3  | 150.2 | 39.8  | 0.0   | 2.2   | 13.5  | 46.0  | 26.0  | 593.7  |
| 1973-74    | 123.8 | 40.3  | 110.7 | 105.5 | 135.6 | 86.1  | 91.7  | 42.4  | 37.8  | 0.0   | 4.6   | 0.0   | 778.5  |
| 1974-75    | 44.4  | 56.1  | 14.9  | 24.2  | 120.4 | 44.4  | 30.4  | 66.9  | 133.3 | 0.0   | 41.2  | 12.7  | 588.9  |
| 1975-76    | 25.8  | 102.7 | 139.9 | 56.4  | 212.1 | 76.1  | 91.7  | 19.9  | 1.2   | 31.5  | 58.3  | 0.0   | 815.6  |
| 1976-77    | 54.5  | 68.4  | 31.0  | 21.4  | 46.6  | 12.8  | 58.3  | 12.9  | 17.0  | 0.0   | 0.0   | 49.8  | 372.7  |
| 1977-78    | 21.0  | 78.1  | 191.4 | 189.3 | 55.3  | 94.4  | 79.2  | 55.9  | 11.7  | 1.2   | 8.7   | 74.6  | 860.8  |
| 1978-79    | 125.1 | 25.7  | 77.3  | 55.1  | 105.0 | 29.5  | 68.0  | 118.0 | 1.4   | 56.2  | 14.0  | 11.8  | 687.1  |
| 1979-80    | 188.5 | 161.4 | 153.2 | 131.4 | 164.1 | 170.4 | 85.0  | 49.3  | 36.3  | 0.0   | 4.4   | 11.7  | 1155.7 |
| 1980-81    | 228.1 | 101.8 | 104.6 | 227.0 | 84.1  | 12.1  | 85.1  | 35.8  | 13.4  | 1.9   | 35.2  | 61.6  | 990.7  |
| 1981-82    | 38.8  | 124.8 | 151.0 | 31.8  | 174.1 | 278.8 | 144.9 | 123.9 | 15.1  | 10.0  | 8.2   | 21.9  | 1123.3 |
| 1982-83    | 132.3 | 116.1 | 0.0   | 11.0  | 75.6  | 84.9  | 2.3   | 5.7   | 77.1  | 28.4  | 4.2   | 27.0  | 564.6  |
| 1983-84    | 90.8  | 73.4  | 181.2 | 52.8  | 100.8 | 65.9  | 179.5 | 33.4  | 12.0  | 12.0  | 135.6 | 16.1  | 953.5  |
| 1984-85    | 9.7   | 49.3  | 84.6  | 103.5 | 42.0  | 80.9  | 39.1  | 31.1  | 0.0   | 5.1   | 0.0   | 0.5   | 445.8  |
| 1985-86    | 108.5 | 174.9 | 27.9  | 48.7  | 141.1 | 43.2  | 13.0  | 116.9 | 96.2  | 34.5  | 14.2  | 23.1  | 842.2  |
| 1986-87    | 248.2 | 105.4 | 48.4  | 131.1 | 49.0  | 259.0 | 86.0  | 46.1  | 17.0  | 0.0   | 12.0  | 39.0  | 1041.2 |
| 1987-88    | 84.0  | 109.0 | 60.8  | 25.7  | 46.6  | 49.2  | 59.0  | 0.0   | 7.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 441.3  |
| 1988-89    | 49.1  | 197.4 | 92.5  | 0.0   | 13.1  | 123.5 | 26.7  | 54.0  | 36.3  | 43.0  | 0.0   | 22.0  | 657.6  |
| 1989-90    | 58.0  | 49.0  | 53.8  | 0.0   | 77.8  | 20.0  | 3.2   | 86.0  | 27.0  | 0.0   | 62.0  | 23.2  | 460.0  |
| 1990-91    | 42.0  | 199.0 | 192.0 | 165.0 | 90.0  | 94.0  | 163.3 | 82.0  | 3.0   | 78.0  | 4.0   | 8.3   | 1120.6 |
| 1991-92    | 63.4  | 28.0  | 44.0  | 36.0  | 45.5  | 41.0  | 114.0 | 54.0  | 33.5  | 21.0  | 0.0   | 8.5   | 488.9  |
| 1992-93    | 46.5  | 49.5  | 52.0  | 44.0  | 128.0 | 64.5  | 35.5  | 83.2  | 90.0  | 9.0   | 0.0   | 4.0   | 606.2  |
| 1993-94    | 8.0   | 310.2 | 41.6  | 104.5 | 176.0 | 48.5  | 97.5  | 74.0  | 24.0  | 9.0   | 12.0  | 1.0   | 906.3  |
| 1994-95    | 331.1 | 81.6  | 96.7  | 92.4  | 24.0  | 112.6 | 40.1  | 38.5  | 0.0   | 37.0  | 2.0   | 78.7  | 934.7  |
| 1995-96    | 29.0  | 34.0  | 131.7 | 107.1 | 87.5  | 55.9  | 29.5  | 43.0  | 0.0   | 19.0  | 30.0  | 30.0  | 596.7  |
| 1996-97    | 139.9 | 35.5  | 73.5  | 98.5  | 50.0  | 40.9  | 105.0 | 32.0  | 9.0   | 7.0   | 22.0  | 11.5  | 624.8  |
| 1997-98    | 88.0  | 180.8 | 100.0 | 12.0  | 83.5  | 29.5  | 11.0  | 106.0 | 45.0  | 0.0   | 1.0   | 66.5  | 723.3  |
| 1998-99    | 8.5   | 226.5 | 64.5  | 34.0  | 44.0  | 40.0  | 35.0  | 12.0  | 8.0   | 10.0  | 20.0  | 63.0  | 565.5  |
| 1999-00    | 27.5  | 101.5 | 15.0  | 25.0  | 58.0  | 32.5  | 31.5  | 9.0   | 13.0  | 22.0  | 0.0   | 57.0  | 392.0  |
| 2000-01    | 73.0  | 24.0  | 42.3  | 113.0 | 44.0  | 51.5  | 32.0  | 59.0  | 76.0  | 51.0  | 10.0  | 0.0   | 575.8  |
| 2001-02    | 11.1  | 49.8  | 106.0 | 12.0  | 13.0  | 174.0 | 95.0  | 33.5  | 0.0   | 105.0 | 13.0  | 74.0  | 686.4  |
| 2002-03    | 38.0  | 101.0 | 118.0 | 257.0 | 45.0  | 42.0  | 68.0  | 38.0  | 50.5  | 11.0  | 10.0  | 25.0  | 863.5  |
| 2003-04    | 126.0 | 46.5  | 127.0 | 148.0 | 55.0  | 85.5  | 35.5  | 109.5 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 10.5  | 743.5  |
| 2004-05    | 65.0  | 2.0   | 58.0  | 39.0  | 66.0  | 69.0  |       |       |       |       |       |       |        |

Πίνακας 46 : Μετεωρολογικά δεδομένα από τον σταθμό του Δομοκού.

ΣΤΑΘΜΟΣ: ΔΟΜΟΚΟΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΑ: ΕΜΥ

ΥΨΟΜΕΤΡΟ: 615

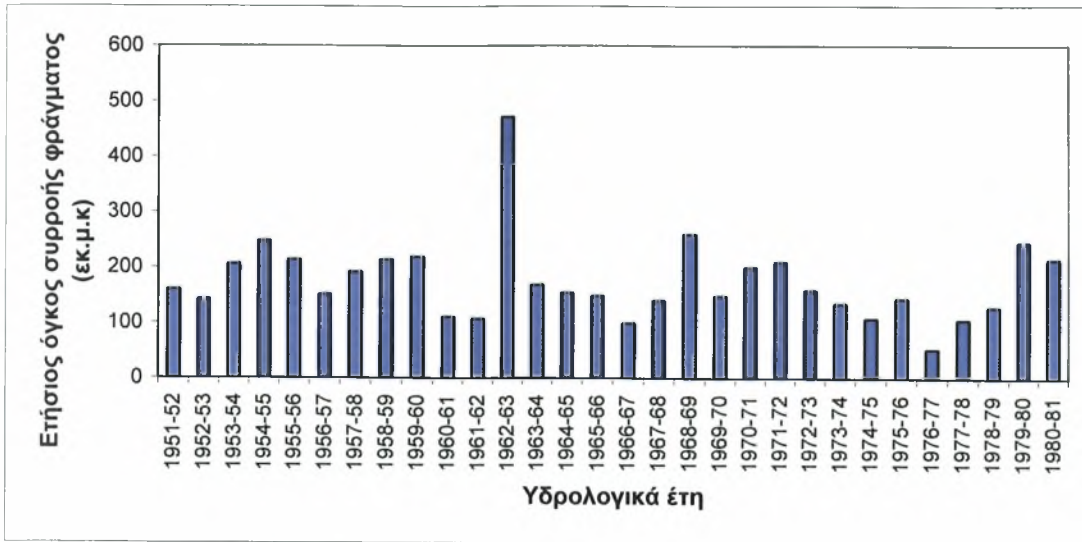
ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ: ΕΝΙΠΕΑ

ΝΟΜΟΣ: ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ

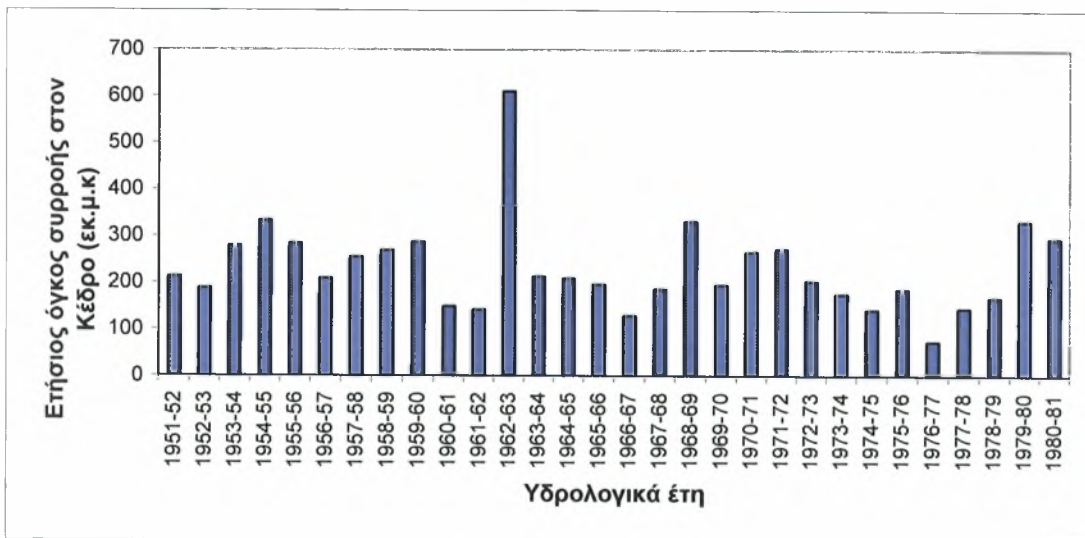
| Υδρ. έτος  | Οκτ.  | Νοέ.  | Δεκ.  | Ιαν.  | Φεβ.  | Μάρ.  | Απρ.  | Μάι.  | Ιουν. | Ιουλ. | Αυγ.  | Σεπ.  | Έτος   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1954-55    |       | 61.5  | 39.0  | 56.0  | 14.0  | 120.0 | 116.0 | 0.0   | 11.0  | 22.0  | 178.0 | 115.0 |        |
| 1955-56    | 451.0 | 114.0 | 0.0   | 97.0  | 222.0 | 197.0 | 20.0  | 30.0  | 35.0  | 4.0   | 1.0   | 0.0   | 1171.0 |
| 1956-57    | 69.0  | 57.0  | 17.0  | 45.0  | 0.0   | 111.0 | 10.0  | 56.0  | 110.0 | 10.0  | 9.0   | 74.0  | 568.0  |
| 1957-58    | 210.0 | 108.0 | 80.0  | 20.0  | 6.0   | 93.0  | 39.0  | 26.0  | 53.0  | 36.0  | 3.0   | 162.0 | 836.0  |
| 1958-59    | 44.0  | 106.0 | 25.0  | 106.0 | 50.0  | 94.0  | 65.0  | 47.0  | 12.0  | 16.0  | 13.0  | 122.0 | 700.0  |
| 1959-60    | 82.0  | 110.0 | 72.0  | 95.0  | 59.0  | 76.0  | 39.0  | 91.0  | 8.0   | 0.0   | 5.0   | 91.0  | 728.0  |
| 1960-61    | 33.0  | 32.0  | 138.0 | 71.0  | 31.0  | 37.0  | 30.0  | 33.0  | 35.0  | 27.0  | 4.0   | 12.0  | 483.0  |
| 1961-62    | 91.0  | 36.0  | 109.0 | 16.0  | 109.0 | 45.0  | 7.0   | 33.0  | 4.0   | 16.0  | 0.0   | 146.0 | 612.0  |
| 1962-63    | 102.0 | 139.0 | 262.0 | 188.0 | 69.0  | 91.0  | 36.0  | 66.0  | 0.0   | 4.0   | 24.0  | 21.0  | 1002.0 |
| 1963-64    | 191.0 | 55.0  | 51.0  | 110.0 | 20.0  | 106.0 | 13.0  | 184.0 | 50.0  | 12.0  | 7.0   | 15.0  | 814.0  |
| 1964-65    | 20.0  | 61.0  | 73.0  | 43.0  | 82.0  | 76.0  | 38.0  | 44.0  | 7.0   | 32.0  | 4.0   | 50.6  | 530.6  |
| 1965-66    | 28.0  | 70.0  | 28.0  | 148.0 | 20.0  | 72.0  | 52.0  | 56.0  | 37.0  | 0.0   | 16.0  | 0.0   | 527.0  |
| 1966-67    |       |       |       | 33.8  | 56.1  | 48.1  | 33.2  | 26.0  | 2.5   | 55.8  | 4.5   | 41.0  |        |
| 1967-68    | 24.6  | 39.1  | 54.0  | 58.4  | 40.6  | 50.2  | 11.6  | 41.3  | 23.8  | 0.0   | 8.0   | 23.9  | 375.5  |
| 1968-69    | 132.7 | 108.3 | 151.5 | 46.6  | 39.6  | 119.1 | 24.3  | 13.4  | 25.1  | 3.0   | 0.0   | 31.7  | 695.3  |
| 1969-70    | 1.6   | 30.7  | 149.0 | 35.8  | 25.6* | 64.2  | 1.0   | 50.1  | 22.5  | 18.5  | 4.6   | 23.0  | 426.6  |
| 1970-71    | 108.9 | 14.6  | 53.5  | 55.8  | 110.3 | 146.8 | 33.8  | 30.7  | 6.6   | 68.3  | 0.0   | 42.4  | 671.7  |
| 1971-72    | 0.0   | 0.0   | 27.9  | 0.0   | 45.2  | 33.9  | 84.8  | 18.5  | 28.5  | 31.7  | 62.4  | 39.6  | 372.5  |
| 1972-73    | 164.2 | 6.2   | 20.5  | 57.3  | 48.1  | 81.1  | 29.2  | 6.0   | 21.8  | 34.8  | 29.5  | 20.8  | 519.5  |
| 1973-74    | 118.1 | 67.4  | 107.2 | 31.0  | 126.6 | 27.3  | 82.7  | 43.0  | 63.6  | 0.0   | 5.0   | 14.6  | 686.5  |
| 1974-75    | 38.7  | 74.3  | 29.3  | 28.8  | 103.6 | 43.6  | 47.7  | 51.2  | 128.5 | 5.2   | 41.1  | 0.0   | 592.0  |
| 1975-76    | 37.0  | 68.7  | 95.6  | 76.3  | 100.9 | 42.1  | 85.4  | 79.8  | 4.8   | 8.1   | 62.3  | 21.0  | 682.0  |
| 1976-77    | 49.8  | 72.8  | 33.0  | 18.7  | 41.9  | 14.5  | 42.5  | 10.3  | 17.6  | 0.0   | 3.5   | 67.5  | 372.1  |
| 1977-78    | 9.2   | 42.0  | 108.6 | 143.2 | 60.2  | 42.9  | 52.9  | 58.0  | 0.0   | 0.0   | 13.8  | 160.7 | 691.5  |
| 1978-79    | 75.5  | 59.1  | 68.5  | 55.2  | 45.7  | 8.5   | 46.6  | 83.5  | 6.5   | 62.6  | 18.6  | 11.3  | 541.6  |
| 1979-80    | 152.3 | 172.9 | 80.8  | 74.8  | 29.5  | 48.0  | 49.0  | 27.0  | 22.8  | 0.0   | 13.5  | 10.0  | 680.6  |
| 1980-81    | 240.0 | 77.0  | 69.9  | 229.0 | 30.2  | 18.0  | 48.9  | 10.0  | 11.5  | 2.0   | 13.0  | 63.5  | 813.0  |
| 1981-82    | 77.0  | 85.8  | 31.5  | 20.0  | 81.8  | 74.0  | 157.6 | 142.0 | 4.5   | 0.0   | 0.0   | 46.5  | 720.7  |
| 1982-83    | 60.5  | 120.5 | 48.5  | 8.0   | 17.3  | 23.5  | 13.5  | 25.0  | 155.2 | 40.5  | 22.0  | 0.0   | 534.5  |
| 1983-84    | 29.0  | 88.8  | 107.8 | 46.0  | 66.5  | 48.9  | 100.2 | 28.5  | 25.5  | 15.0  | 82.0  | 0.0   | 638.2  |
| 1984-85    | 4.5   | 55.5  | 74.0  | 55.5  | 12.5  | 63.5  | 25.5  | 14.0  | 23.0  | 7.0   | 0.0   | 0.0   | 335.0  |
| 1985-86    | 77.8  | 162.0 | 22.0  | 15.4  | 59.1  | 51.5  | 9.5   | 79.0  | 43.5  | 21.0  | 18.0  | 0.0   | 558.8  |
| 1986-87    | 118.5 | 18.5  | 22.5  | 72.0  | 38.0  | 0.0   | 124.0 | 48.0  | 15.0  | 53.0  | 2.5   | 0.0   | 512.0  |
| 1987-88    | 105.5 | 93.5  | 18.5  | 71.0  | 59.0  | 72.0  | 59.0  | 7.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 16.5  | 475.2  |
| 1988-89    | 14.2  | 144.5 | 0.0   | 0.0   | 29.0  | 93.0  | 32.0  | 40.4  | 25.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 378.1  |
| 1989-90    | 57.0  | 66.0  | 50.5  | 16.5  | 32.0  | 35.0  | 37.5  | 110.5 | 0.0   | 27.0  | 59.0  | 7.0   | 498.0  |
| 1990-91    | 42.5  | 131.0 | 154.5 | 65.0  | 69.0  | 71.5  | 126.0 | 82.5  | 0.0   | 20.0  | 10.0  | 0.0   | 772.0  |
| 1991-92    | 43.5  | 59.0  | 0.0   | 14.5  | 15.0  | 37.0  | 77.0  | 93.0  | 75.0  | 24.0  | 0.0   | 10.0  | 448.0  |
| 1992-93    | 27.0  | 56.5  | 35.0  | 33.0  | 63.0  | 0.0   | 44.0  | 118.0 | 8.0   | 24.0  | 0.0   | 0.0   | 408.5  |
| 1993-94    | 0.0   | 135.0 | 108.0 | 72.0  | 39.0  | 51.0  | 65.0  | 90.4  | 9.0   | 9.3   | 18.0  | 0.0   | 596.7  |
| 1994-95    | 159.0 | 131.0 | 12.5  |       | 0.0   | 25.0  | 39.0  | 29.0  | 19.0  | 76.0  | 33.0  | 57.0  |        |
| 1995-96    | 0.0   | 40.0  | 87.0  | 26.0  | 54.5  | 2.0   | 40.0  | 0.0   | 4.5   | 37.0  | 0.0   | 157.5 | 448.5  |
| 1996-97    | 68.0  | 20.0  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Μέση τιμή  | 81.9  | 76.0  | 66.2  | 59.9  | 52.3  | 60.8  | 49.7  | 50.5  | 27.5  | 19.6  | 18.8  | 39.9  | 600.4  |
| Τυπ. απόκ. | 84.5  | 43.1  | 53.4  | 49.1  | 40.9  | 41.0  | 35.3  | 39.7  | 34.4  | 20.5  | 32.0  | 49.3  | 178.5  |

Με πλάγια γράμματα αναγράφονται οι τιμές που συμπληρώθηκαν στα πλαίσια του έργου, και ελήφθησαν από το δελτίο παρατηρήσεων της ΕΜΥ. Το δείγμα μέχρι τον Φεβρουάριο του 1970 (επισημαίνεται με αστερίσκο) ελήφθη από τη μελέτη των ΥΔΡΟΜΕΤ κ.ά. (1982), ενώ το υπόλοιπο δείγμα, από τον Μάρτιο του 1970 έως τον Σεπτέμβριο του 1994, προέρχεται από τους Ξανθοπούλου κ.ά. (1997).

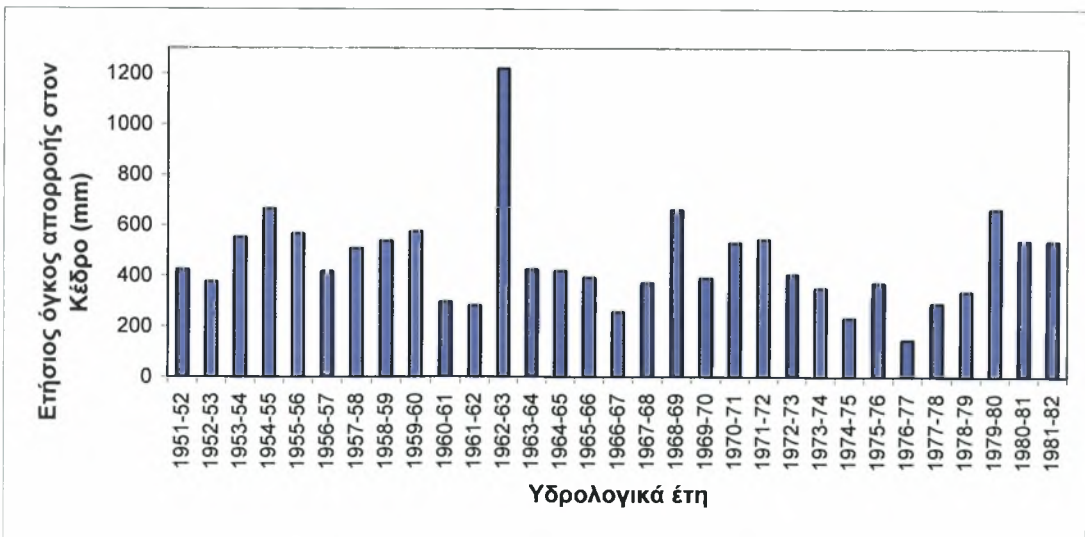




Εικόνα 116: Ετήσιες συρροές στη θέση του φράγματος.



Εικόνα 117 : Ετήσιες συρροές στη θέση του Κέδρου.



Εικόνα 118: Ετήσιες απορροές στη θέση του Κέδρου.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ  
ΚΟΡΥΦΩΝ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ

| Κορυφές | X        | Y        |
|---------|----------|----------|
| A       | 14781,0  | -8744,56 |
| B       | 14850,29 | -8728,63 |
| Γ       | 14907,45 | -8731,24 |
| Δ       | 14934,74 | -8789,66 |
| E       | 14933,87 | -8798,26 |
| Z       | 14912,75 | -8797,52 |
| H       | 14912,60 | -8803,63 |
| Θ       | 14877,54 | -8802,35 |
| I       | 14877,56 | -8802,89 |
| K       | 14807,97 | -8799,45 |
| Λ       | 14818,57 | -8795,52 |
| M       | 14836,23 | -8785,63 |
| N       | 14843,71 | -8777,70 |
| Ξ       | 14846,20 | -8764,35 |
| O       | 14838,53 | -8752,47 |
| Π       | 14826,87 | -8748,61 |
| P       | 14814,40 | -8751,89 |
| Σ       | 14800,00 | -8752,99 |
| T       | 14787,35 | -8748,87 |

ΕΜΒΑΔΟΝ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ

Εμβαδόν οικοπέδου για το διάγραμμα  
κάλυψης (ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛΜΝΞΙΟΠΡΣΤΑ)  
= 6855,81 τ.μ.

ΤΙΤΛΟΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ

Παραχώρηση Δημόσιας Εκτάσης  
και Άδεια Επέμβασης για Α.Π.Ε.

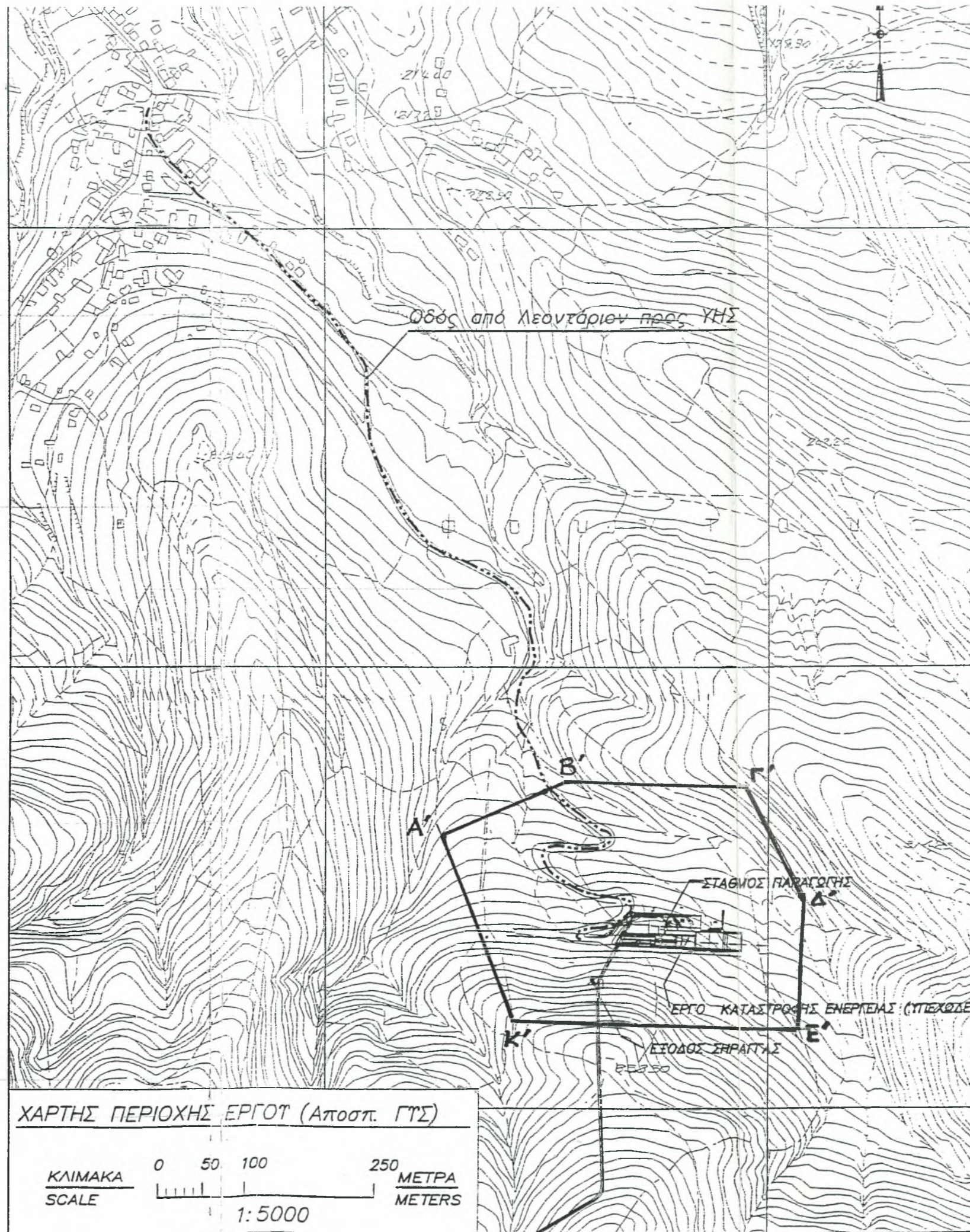
ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ:

Π.Δ. 24/31.5.85 (ΦΕΚ 270 Δ')

ΚΤΙΡΙΑ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly

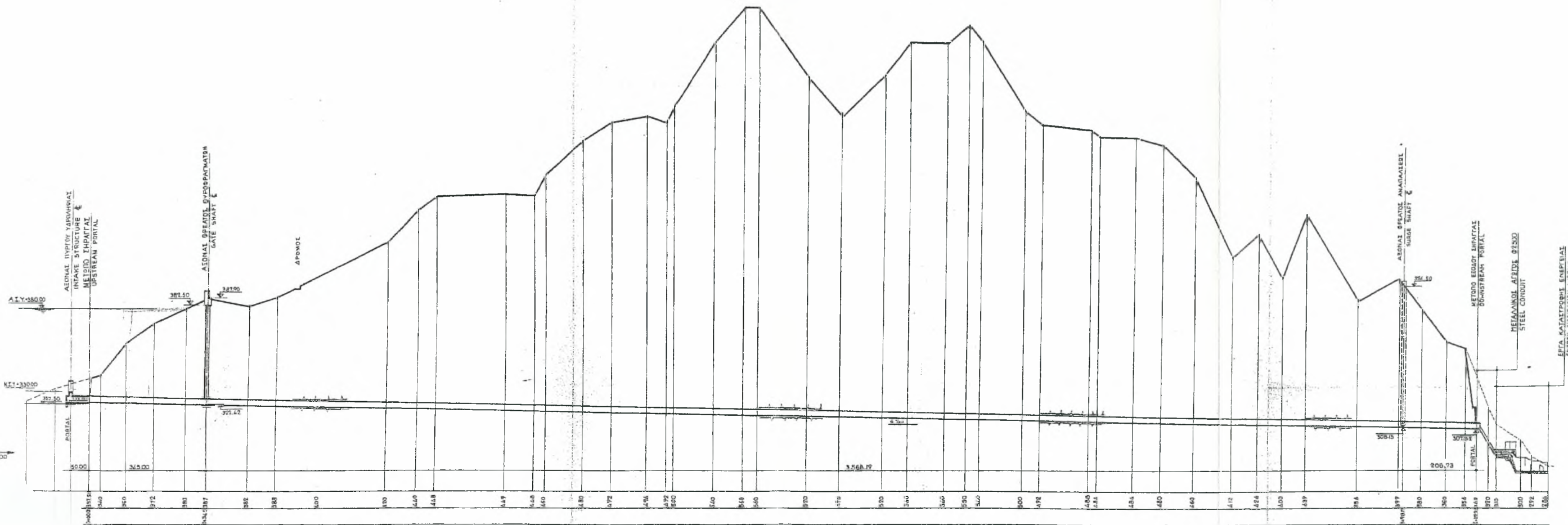
ΚΑΛΩΣΗΝ 50% EEST - 18.117.106.58











ΤΟΜΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΣΗΡΑΓΓΙΑΣ  
TUNNEL LONGITUDINAL SECTION

| ΥΠΕΡΚΑΙ - ΓΕΝ. ΠΡΑΚ. ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ | Ναυπηγία | Τοπομετ.          | Στατική      |
|---------------------------------|----------|-------------------|--------------|
| Κατασκευή - Εργασίες            | 12.25    | 12.85             | Β. ΤΣΙΜΕΝΟΣ  |
| ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ                       | 11.83    | 11.83             | Η. ΓΑΛΑΡΑΚΗΣ |
|                                 | 11.475   | 11.475            | Η. ΓΑΛΑΡΑΚΗΣ |
|                                 | 11.421   | 11.421            | Κ. ΑΠΑΛΑΚΗΣ  |
| Ο Τελεφεύκτος                   | 11.420   |                   | Κ. ΑΠΑΛΑΚΗΣ  |
| ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ                       | 25.435   | Από Πρωτ. 34      |              |
| ΒΕΡΒΗΘΗΚΕ                       | 17.31    | Από Πρωτ. ΒΜ32556 |              |
| Ο Διευθυντής ΕΜΟ                | 16.56    |                   | ΗΡ. ΜΟΥΤΟΣ   |

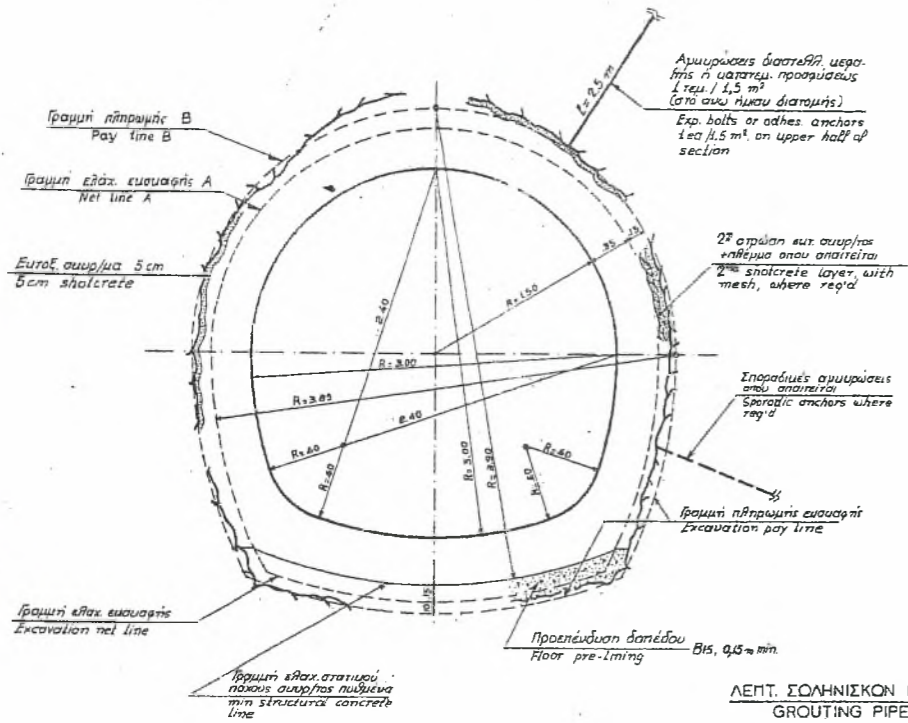


ΑΝΤΙΓΡΑΦΟΝ Νο 5

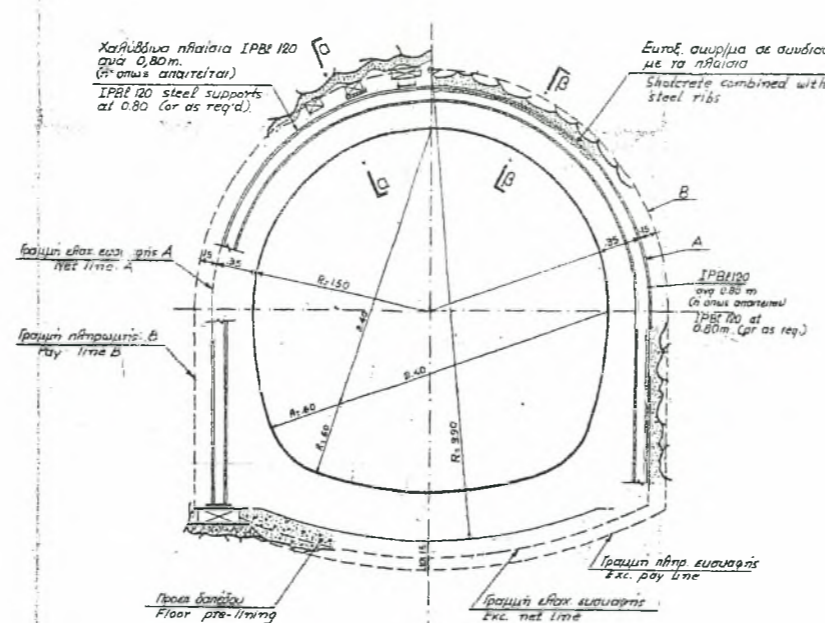
|  |   |
|--|---|
| ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ<br>ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ (ΔΜΥ)   | MINISTRY OF PUBLIC WORKS<br>DIRECTION OF STUDIES OF HYDRAULIC WORKS (DSH) |
| ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΜΟΚΟΒΟΥ<br>ΠΡΩΤΟ ΤΜΗΜΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΣ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΥ<br>FINAL DESIGN OF IRRIGATION WORKS OF SMOKOVO<br>1st PART OF IRRIGATION AREA |   |
| ΥΠΟΜΕΤΡΕΣ ΕΡΓ.<br>HYDROMET LTD   | ΥΠΟΧΡΕΩΣΤΙΚΟΙ ΕΡΓ.<br>HYDROELECTRICAL LTD                                 |
| ΚΥΡΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ<br>ΣΗΡΑΓΓΙΑ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟΥ  | CONSULTANTS<br>TETRAKTYLIS EAE<br>TETRAKTYLIS LTD                         |
| ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ<br>LONGITUDINAL SECTION  |   |
| ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΕΛΕΤΗΤΗ   | ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗ   |
| PROJECT NO: 8072703  | SCALE: 1:1000   |
| DATE: July 1965  | DATE: July 1965   |
|  | SCALE: 1:1000   |
|  | DATE: July 1965   |



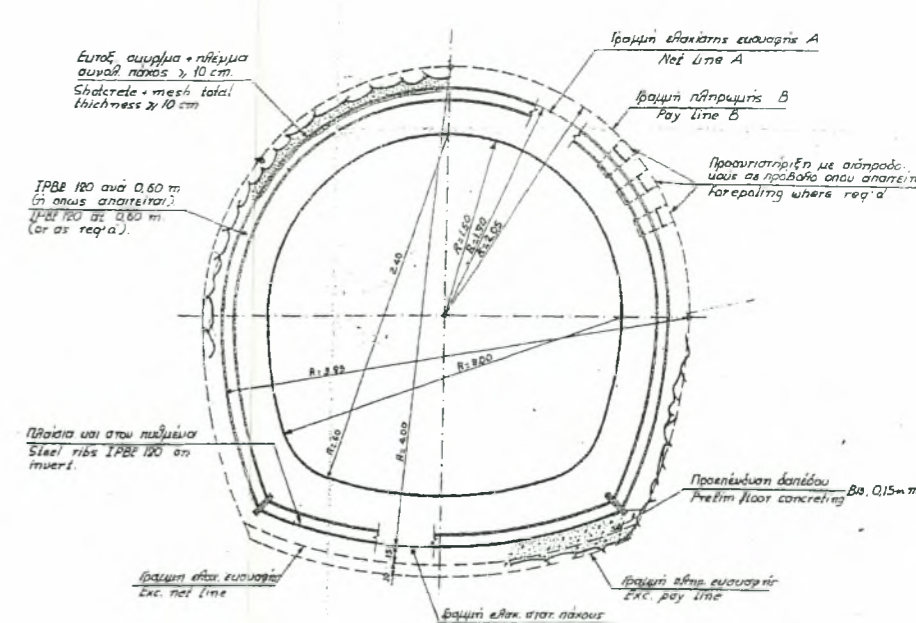
ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ I  
TYPICAL SECTION I



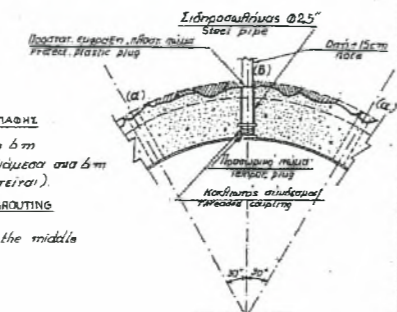
ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ II  
TYPICAL SECTION II



ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ III  
TYPICAL SECTION III

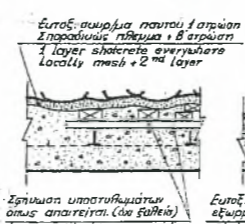


ΛΕΠΤ. ΣΩΛΗΝΙΣΚΟΝ ΕΝΕΣΕΩΝ  
GROUTING PIPES DET.

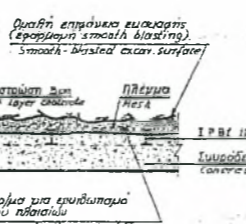


**ΤΙΜΕΝΟΤΗΤΕΙΣ ΒΛΑΨΤΗΣ**  
(α) Σε διαστήματα 6m  
(β) Σε διαστήματα ενδιάμεσα 6m (ή όπως απαιτείται).  
**CONTACT GROUTING**  
(α) Every 6m  
(β) Every 6m at the middle bet'n (α)

ΤΟΜΗ α-α  
SECTION α-α



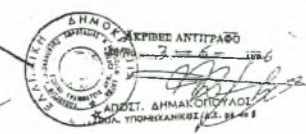
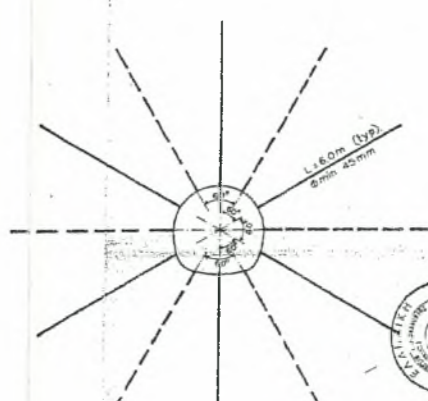
ΤΟΜΗ β-β  
SECTION β-β



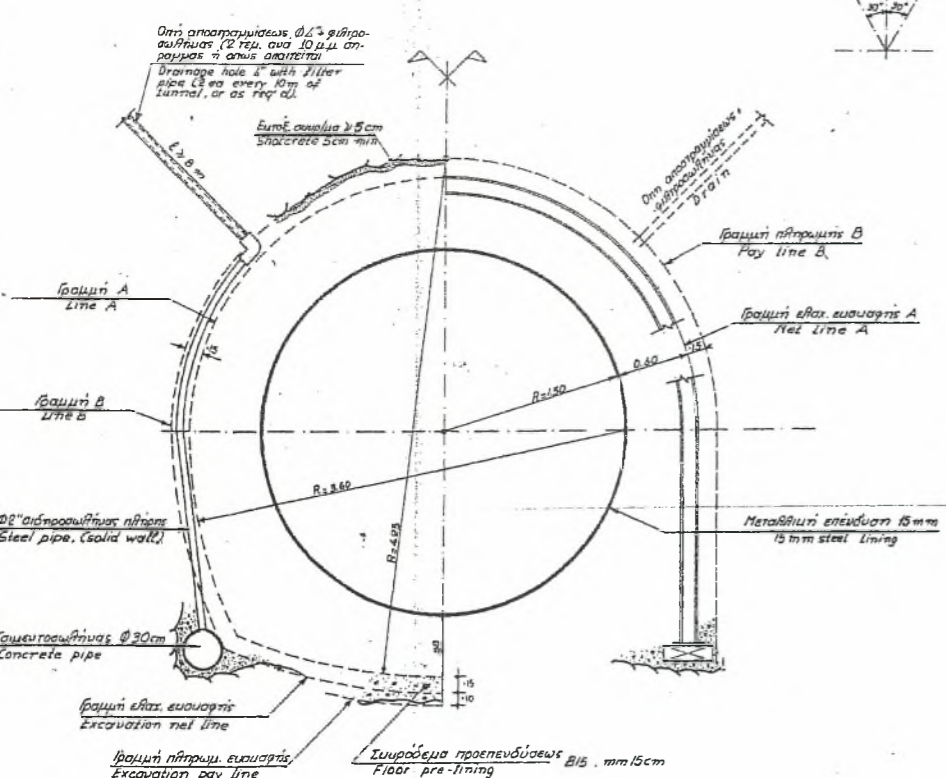
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - NOTES

Όπου σε διαστήματα περιττού αριθμού  
Holes of odd-number rings  
Όπου σε διαστήματα άρτιου αριθμού  
Holes of even-no rings.  
Απόσταση μεταξύ διαδοχικών διατρήσεων  
4 m ή όπως απαιτείται.  
Successive rings 4 m or as req'd.  
Επιπλέον διατρήσεις + ενέσεις μέσα  
από άλλα διαστήματα 2,5 m στα διαστήματα  
και σύμφωνα με τις Τ.Π.  
Drilling + grouting through embedded pipes  
φ 2,5", in stages, according to Specs.  
Η διάταξη των οπών είναι ενδεικτική  
Η παρούσα διάταξη των οπών θα χρησιμοποιηθεί  
ανάλογα με την κατάσταση στο πεδίο.  
(Βάσει διαπραγματεύσεων με το Γ.Π.Ε.Π.)  
Grouting holes pattern, as shown, is illustrative.  
Areas to be grouted will be designated by the  
Engineer. (Based on permeability etc. of rock).

ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΙΜΕΝΟΤΗΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ & ΣΤΕΓΑΝΟΣΕΩΣ  
TYPICAL LAYOUT OF CONSOLIDATION & WATERTIGHTENING GROUTING

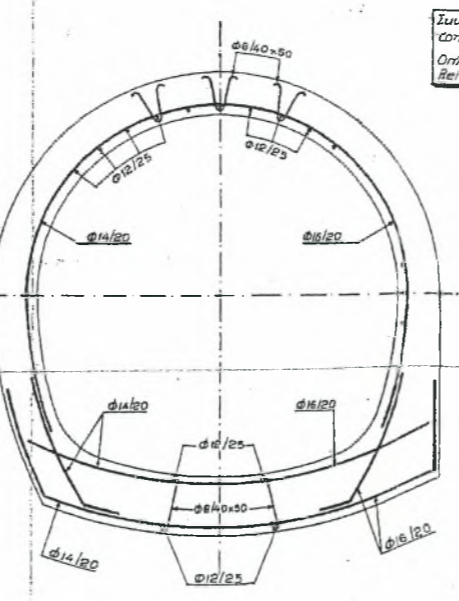


| ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ - GEN. PRAC. ENG. OFFICE | ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΠΡΟΣΤΑΣΗ | ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΗ |
|--------------------------------------|-----------|----------|------------|
| ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ                            | 2.186     |          | 6.700.000  |
| ΠΡΟΣΤΑΣΗ                             | 1.143     |          | 3.350.000  |
| ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΗ                           | 1.143     |          | 3.350.000  |
| ΣΥΝΟΛΟ                               | 4.472     |          | 13.400.000 |

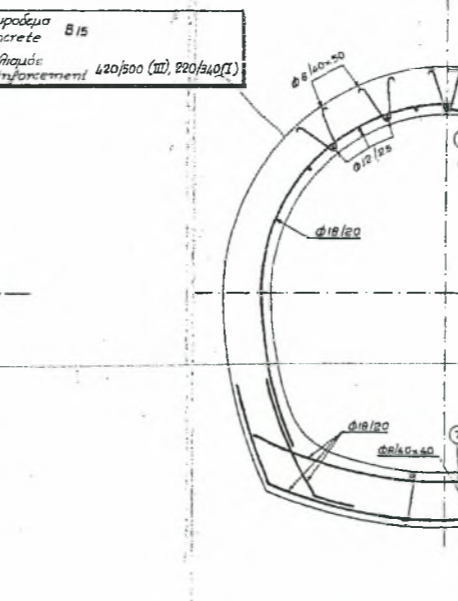


ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ IV  
TYPICAL SECTION IV

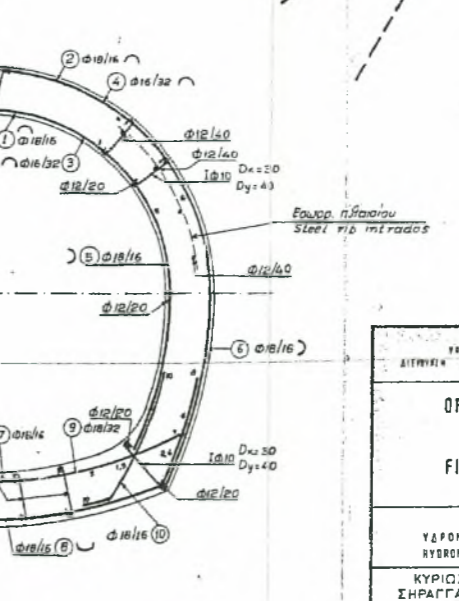
ΗΜΙΔΙΑΤΟΜΗ I  
HALF SECTION I



ΗΜΙΔΙΑΤΟΜΗ II  
HALF SECTION II



ΗΜΙΔΙΑΤΟΜΗ III  
HALF SECTION III



ΗΜΙΔΙΑΤΟΜΗ IIIA  
HALF SECTION IIIA

ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΗΡΑΓΓΑΣ  
STEEL REINFORCEMENT

ΠΡΟΣΟΧΗ: Οπλισμός IIIA σε εκθέσεις βάσης. Λαμβάνει είσοδο, στην είσοδο, στη βάση φράκτος διαρροορρομμάτων, στη μεταβατική περιοχή κ.λπ.  
Note: Rebars IIIA at special zones (entrance, exit, gate shaft base openings, contact etc.)













ΥΦΟΡΜΗΜΑ - LEGEND

- Ενδεικτικοί χώροι αποθέσεως  
Probable dump areas
- Ενδεικτική θέση λατομείου  
Probable quarry

Ενδεικτικοί χώροι αποθέσεως  
Probable dump areas

Ενδεικτική θέση λατομείου  
Probable quarry

ΘΡΑΓΜΑ ΣΜΟΚΟΒΟΥ  
SMOKOVO DAM

| ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ - GEN. PRAS. ΔΙΕΥ. ΕΡΓΩΝ | Ημερομηνία | Υπογραφή              | Σφραγίδα     |
|------------------------------------|------------|-----------------------|--------------|
| Ναυαράκης Ν. Π.                    | 11.7.86    |                       | Β. ΤΣΙΝΕΡΗΣ  |
| ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ                          | 11.8.86    |                       | Ν. ΓΑΛΑΝΟΣ   |
| Ο Διευθυντής                       | 11.8.86    |                       | Α. ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ |
| Ο Υποδιευθυντής                    | 11.8.86    |                       | Ε. ΤΣΙΝΕΡΗΣ  |
| ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ                          | 26.8.86    | Αρχ. Τμήμα 34         |              |
| Ο Διευθυντής                       | 16.8.86    | Γραφ. Πρωτ. 0143/2006 |              |
| Ο Διευθυντής                       | 16.8.86    |                       | ΗΡ. ΜΕΤΣΟΣ   |

ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ Νο 5

Δ. Π. Μ. Ο. ΑΚΡΩΣΤΕΣ ΑΝΤΙΤΡΑΧΩ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΗΣΗΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΗΣΗΣ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΗΣΗΣ (Υ.Ε.Υ.)

MINISTRY OF PUBLIC WORKS

DIRECTION OF STUDIES OF HYDRAULIC WORKS (D.S.H.W.)

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΡΑΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΣΜΟΚΟΒΟΥ

ΠΡΩΤΟ ΤΜΗΜΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΣ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΥ

FINAL DESIGN OF IRRIGATION WORKS OF SMOKOVO

1<sup>ST</sup> PART OF IRRIGATION AREA

ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ: ΥΔΡΟΜΕΤ ΕΡΕ, ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΡΕ, ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ ΕΛΕ

HYDROMET LTD, HYDROELECTRICA LTD, TETRAKTYS LTD

ΚΥΡΙΟΣ ΜΕΛΕΤΗ ΣΦΡΑΓΓΑ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟΥ

MAIN DESIGN LEONTARI TUNNEL

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ

PROJECT N°: 8072703

ΕΛΕΓΧΤΗΣ

Α. Η.

ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΘΕΣΕΩΣ - ΛΑΤΟΜΕΙΑ

DUMP AREAS - QUARRIES

ΚΑΛΩΣΗ

1:20.000

ΑΘΗΝΑ

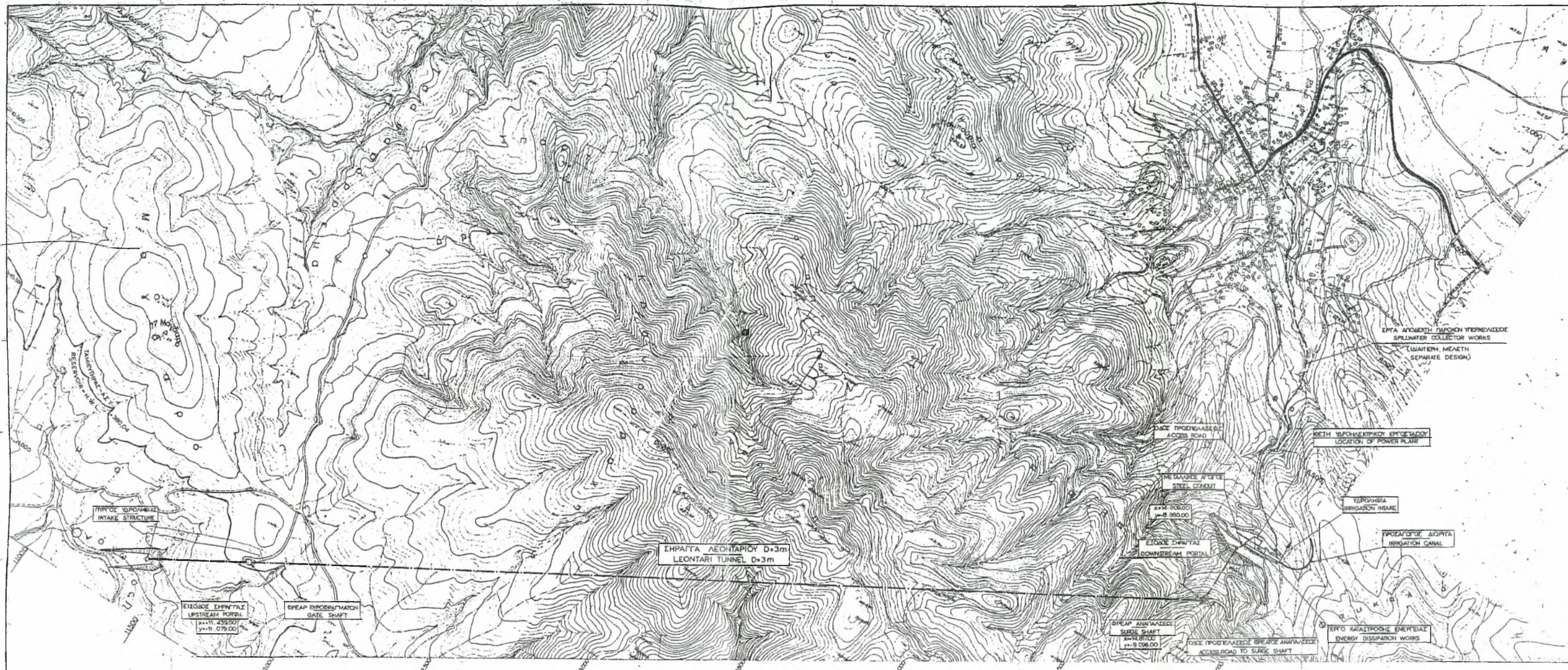
ΙΟΥΛΙΟΣ 1986 - JULY 1986

ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗΝ

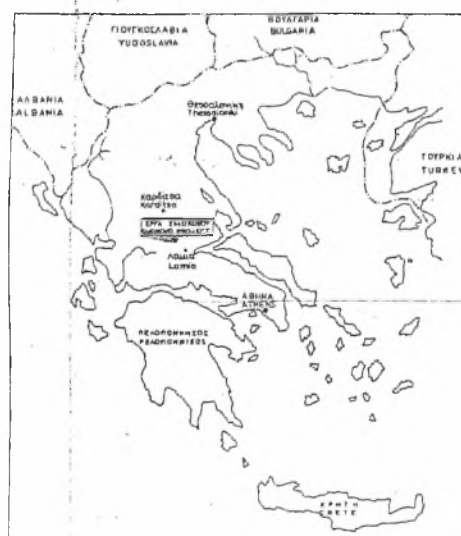
FOR THE DESIGNER

ΑΡΧ. ΣΤΕΦ. Γ. Ο. 6

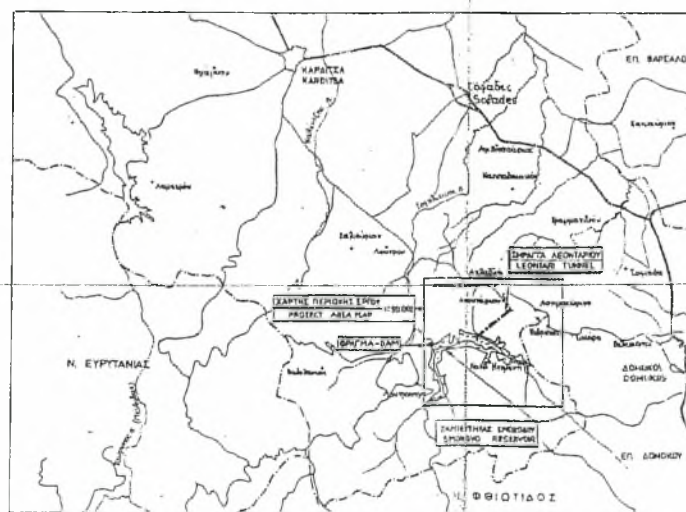




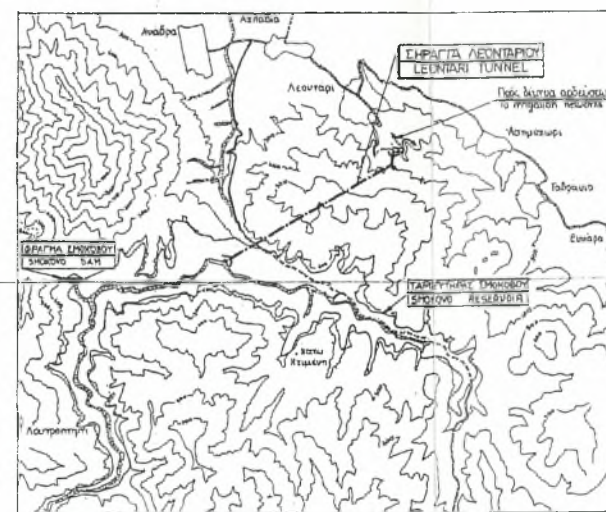
ΓΕΝΙΚΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΣΗΡΑΓΓΑΣ — GENERAL LAYOUT OF TUNNEL  
1: 5.000



ΓΕΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
GENERAL MAP



ΧΑΡΤΗΣ ΘΕΣΕΩΣ ΕΡΓΟΥ  
PROJECT LOCATION MAP  
1: 200.000



ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΓΟΥ — ΟΔΟΙ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΕΩΣ  
PROJECT AREA MAP — ACCESS ROADS  
1: 50.000

| Κατηγορία | Περιγραφή | Μήκος  | Πλάτος | Σημείωση     |
|-----------|-----------|--------|--------|--------------|
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |
| ΕΓΚΛΗΜΑΤΑ | Επιπέδωση | 11.181 | 1.50   | Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ |

ΑΝΤΙΓΡΑΦΟΝ ΝΟ 5

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΎΜΩΚΟΥ  
 ΟΡΘΟ ΕΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
 FINAL DESIGN OF IRRIGATION WORKS OF SMOKOVO  
 PART OF IRRIGATION AREA

ΚΥΡΙΟΣ ΜΕΛΕΤΗ: ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ ΕΠΕ  
 ΣΗΡΑΓΓΑ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟΥ  
 ΓΕΝΙΚΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ  
 ΟΕΣΗ ΕΡΓΩΝ  
 GENERAL LAYOUT  
 LOCATION MAPS

8077203  
 1:5.000  
 July 1988 - 1988

ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ: Γ. Ο. Α.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000101222