



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Διαχείριση του υδατικού δυναμικού της Β.Α. Όσσας



ΑΓΓΕΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΒΟΛΟΣ 2007

Διαχείριση του υδατικού δυναμικού της Β.Α. Όσσας

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. **Μάριος Σαπουντζής**, Λέκτορας, Υδρολογίας Επιφανειακών Υδάτων,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)
2. **Νικόλαος Δαλέζιος**, Καθηγητής, Αγρομετεωρολογία – Δορυφορική
Μετεωρολογία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)
3. **Γεώργιος Δήμος**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Ανωτέρων Μαθηματικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Αφιερώνεται :

**Στους γονείς μου
που μου πρόσφεραν το “ζην”
και στους δασκάλους μου
που μου πρόσφεραν το “ευ ζην”**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των Μεταπτυχιακών μου Σπουδών στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, με τίτλο «Αειφορική Διαχείριση Υδατικού Περιβάλλοντος» του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο Καθηγητή μου, Λέκτορα κ. Μάριο Σαπουντζή, ο οποίος έθεσε τις κατευθυντήριες γραμμές, για την υλοποίηση της Μεταπτυχιακής μου Διατριβής. Με τις εξειδικευμένες γνώσεις, την βοήθεια και την υποστήριξη που μου προσέφερε, καθώς επίσης και το ενδιαφέρον που μου έδειξε σε ολόκληρη την εκπαιδευτική περίοδο, δημιουργήθηκε το κατάλληλο υπόβαθρο, για την ολοκλήρωση της Μεταπτυχιακής μου Διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαλέζιο, για την συμμετοχή του στην συμβουλευτική-εξεταστική επιτροπή και για την εκπαιδευτική του συμβουλή στη διεκπεραίωση αυτής της ερευνητικής προσπάθειας.

Θεωρώ τον εαυτό μου ευγνώμων απέναντι στον Αναπληρωτή Καθηγητή, κ. Γεώργιο Δήμο, ο οποίος χωρίς κανένα δισταγμό, μέσα από τις γνώσεις και την εμπειρία του, βοήθησε καταλυτικά στην πραγματοποίηση της μεταπτυχιακής μου Διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Δασολόγο του Τμήματος Υδρολογίας του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. κ. Γεώργιο Μπαλούτσο Ερευνητή Β΄, για την αμέριστη βοήθεια που μου προσέφερε. Η συμβολή του στην επίτευξη του

στόχου που έθεσα, ήταν καταλυτική αφού ότι του ζήτησα σχετικά με την διατριβή μου άμεσα πραγματοποιούταν .

Είμαι ευγνώμων σε όλους τους προαναφερθείς, γεγονός που μου δίνεται η ευκαιρία από αυτό το φύλλο ευχαριστιών, να τους εκμυστηρευτώ την σκέψη μου ότι δε θα ξεχάσω ποτέ τη βοήθεια που μου προσέφεραν!

ΙΩΑΝΝΗΣ Ρ. ΑΓΓΕΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην περιοχή της ΒΑ Όσσας εκδηλώνονται έντονες βροχοπτώσεις και με μεγάλη διάρκεια. Τα ύψη βροχής είναι παρόμοια με εκείνα των τροπικών περιοχών . Κάτω από τέτοιες συνθήκες, εξαντλείται η ευεργετική επίδραση της βλάστησης της περιοχής - αν και “οργιώδης” – στην εξομάλυνση των πλημμύρων. Τα αντιπλημμυρικά έργα έχουν πολύ μεγάλη σημασία γιατί οι παραλιακές περιοχές της Όσσας και κυρίως από το Στόμιο μέχρι το Αγιόκαμπο, περιοχές οι οποίες αναπτύσσονται ταχύτατα τουριστικά . Κατά συνέπεια, η αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής και η μελλοντική αύξηση της ζήτησης νερού είναι πρωταρχικής σημασίας.

Σκοπός της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής αποτελεί η υδρολογική περιγραφή και έρευνα των λεκανών απορροής της περιοχής της ΒΑ Όσσας, με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα αυτών και ο προσδιορισμός του υδατικού ισοζυγίου. Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού ενδείκνυται να ερευνηθεί το χειμαρρικό περιβάλλον της περιοχής έρευνας, να παρουσιαστούν οι εκατοστιαίες υπογραφικές καμπύλες των χειμαρρικών ρευμάτων «Λυκόρεμα», «Μπελμά» και «Κακοσκάλι» που μελετάμε με σκοπό τον καθορισμό του σταδίου μορφολογικής εξέλιξης των κοιτών. Επίσης, καθορίζεται η μορφομετρική και υδρογραφική συγκρότηση των χειμάρρων της περιοχής αναφοράς, ερευνάται και υπολογίζεται η σχέση βροχής-απορροής. Παράλληλα, υπολογίστηκε το μέσο ετήσιο ύψος βροχής, συντελεστής απορροής και η μέγιστη παροχή με τη χρήση εμπειρικών και αναλυτικών τύπων , όπως και με την ορθολογική μέθοδο σε κάθε λεκάνη απορροής της

περιοχής έρευνας. Στη συνέχεια προσδιορίστηκε η δυνητική εξαμυσοδιαπνοή και το ύψος βροχής με τον απορροϊκό συντελεστή CN. Επίσης, μελετήθηκαν οι μέγιστες πλημμυρικές βροχοπτώσεις και υδατοπαροχές όπως επίσης κατασκευάστηκαν και οι όμβριες καμπύλες της περιοχής έρευνας. ο προσδιορισμός της μέσης ετήσιας υποβάθμισης ήταν ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο που έπρεπε να μελετηθεί..

Τέλος στη συγκεκριμένη Μεταπτυχιακή Διατριβή προτάθηκαν κάποια διαχειριστικά μέτρα έτσι ώστε στο μέλλον να αποφευχθούν πλημμυρικές καταστροφές και να χρησιμοποιηθούν σε μεγαλύτερη έκταση τα επιφανειακά νερά.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ : πλημμύρα, εξαμυσοδιαπνοή, όμβριες καμπύλες, απορροϊκός συντελεστής, μέση ετήσια υποβάθμιση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 10 |
| 2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | |
| 2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ | 15 |
| 2.1.1 Όρια – Οριογραμμή – Έκταση | 18 |
| 2.1.2 Συνθήκες ιδιοκτησίας | 20 |
| 2.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ, ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ. | 22 |
| 2.2.1 Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά | 24 |
| 2.2.2 Τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά | 26 |
| 2.2.3 Προσδιορισμός του χειμαρρικού περιβάλλοντος της περιοχής | 28 |
| 2.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ | 29 |
| 2.3.1 Κλίμα | 30 |
| 2.3.2 Βροχόπτωση | 32 |
| 2.3.3 Θερμοκρασία | 33 |
| 2.3.4 Εξατμισοδιαπνοή | 33 |
| 2.3.5 Κατείσδυση | 38 |
| 2.4 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΠΑΡΟΧΕΣ | |
| 2.4.1 Πιθανή μέγιστη κατακρήμνιση | 39 |
| 2.4.2 Όμβριες καμπύλες | 43 |
| 2.5 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ | 46 |
| A. ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | |
| A.1 Μετεωρολογικός κλωβός | 47 |
| A.2 Απλό βροχόμετρο | 50 |
| A.3 Δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο | 50 |
| A.4 Δεκαπλασιαστικός βροχογράφος HELLMAN - FUESS | 52 |

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

| | |
|--|-----|
| 3.1 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ | 55 |
| 3.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΤΗΤΑΣ | |
| 3.2.1 Ανάγλυφο | 56 |
| 3.2.2 Βλάστηση | 58 |
| 3.2.2.1 Βλάστηση των λεκανών απορροής | 60 |
| 3.2.3 Το γεωλογικό υπόβαθρο | 66 |
| 3.2.3.1 Έδαφος – Εδαφικοί τύποι | 66 |
| 3.2.4 Κλιματικές συνθήκες | 68 |
| 3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗΣ | 83 |
| 3.4 ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ | 97 |
| 3.5. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ | 105 |
| 3.6. ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ | |
| 3.6.1 Εμπειρικοί τύποι | 108 |
| 3.6.2 Αναλυτικοί τύποι | 113 |
| 3.6.3 Ορθολογική μέθοδος | 115 |
| 3.7 ΑΠΟΡΡΟΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ CN | 118 |
| 3.8. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΥΨΩΝ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗΣ | 121 |
| 3.8.1 Εκτίμηση πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης | 130 |
| 3.8.2 Κατάρτιση όμβριων καμπύλων | 136 |
| 3.9. ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ | 139 |
| 4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ | |
| 4.1 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ | 144 |
| 4.2 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ | 147 |
| 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 149 |
| 6. ABSTRACT | 154 |

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ύπαρξη ζωής στον πλανήτη είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ποιότητα και τη διαθέσιμη ποσότητα του πόσιμου ή γλυκού νερού. Οι σημαντικότερες δραστηριότητες που καταναλώνουν νερό στην Ελλάδα είναι η γεωργία, η ύδρευση, η βιομηχανία και η παραγωγή ενέργειας. Η επιδίωξη ικανοποίησης όλων αυτών των χρήσεων αναδεικνύει, σε κυρίαρχο θέμα τη διαχείριση των υδάτινων πόρων

Η σύγχρονη κοινωνία έχει μεγαλύτερη εξάρτηση από το νερό, από ότι στο παρελθόν. Ο άνθρωπος ικανοποιεί τις ανάγκες του χρησιμοποιώντας, σχεδόν, αποκλειστικά τα αποθέματα γλυκού νερού με υγρή μορφή. Κατά συνέπεια, αυτά θα είχαν εξαντληθεί από καιρό αν δεν υπήρχε μια συνεχής ανανέωση τους με τη βοήθεια του γνωστού υδρολογικού κύκλου, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο το νερό κυκλοφορεί και κινείται μέσα στην ατμόσφαιρα και τη βιόσφαιρα.. Το περιβάλλον στο οποίο ζει ο άνθρωπος και γενικότερα όλος ο έμβιος κόσμος, επηρεάζεται σημαντικά από το κλίμα, με αποτέλεσμα οι διάφορες κλιματικές καταστάσεις που επικρατούν στη γη να διαμορφώνουν ανάλογα την πανίδα και τη χλωρίδα.

Κάτω από την επίδραση των καιρικών συνθηκών που επικράτησαν στο παρελθόν και όπως αυτές είναι σήμερα, έχει διαμορφωθεί η επιφάνεια του πλανήτη.

Η μορφολογική εξέλιξη του γήινου ανάγλυφου γίνεται κάτω από τη συνεχή επίδραση του κλίματος και ειδικότερα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, προϊόν των οποίων είναι η υδαταπορροή που

εκδηλώνεται με τη δημιουργία των χειμαρρικών φαινομένων παραγωγής φερτών υλικών που είναι οι διαβρώσεις, οι αποσαθρώσεις, οι γεωκατακρημνίσεις και οι γεωλισθήσεις (Μαργαρόπουλος 1963, Μουλόπουλος 1968, Κωτούλας 1997).

Το χειμαρρικό περιβάλλον μιας λεκάνης απορροής καθορίζεται από τους παρακάτω τέσσερις φυσικούς παράγοντες, οι οποίοι θεωρούνται βασικοί ή κύριοι παράγοντες (Κωτούλας 1997). Αυτοί είναι :

- A . το κλίμα
- B. το ανάγλυφο
- Γ. το γεωλογικό υπόθεμα και
- Δ. η βλάστηση.

Το κλίμα με τη συνεχή δράση του αποτελεί βασικό χειμαρρικό παράγοντα μιας περιοχής καθώς τα αρχικά αίτια της χειμαρρικής δράσης είναι κυρίως κλιματικά. Αυτό αποτελεί τον παράγοντα που καθορίζει την ένταση των χειμαρρικών φαινομένων παραγωγής και μεταφοράς των φερτών υλικών, καθώς και τον παράγοντα επίθεσης πάνω στο γεωλογικό υπόθεμα. Το κλίμα καθορίζεται από τη συχνότητα, τη διάρκεια και την ένταση των βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων, καθώς και από την πορεία και το μέγεθος των θερμοκρασιών που επικρατούν στο χώρο του κάθε χειμαρρικού ρεύματος. Οι παράγοντες αυτοί διαμορφώνουν τη γενική μορφή της δίκαιας των χειμαρρικών ρευμάτων.

Το γεωλογικό υπόθεμα είναι το αδρανές υπόβαθρο πάνω στο οποίο εκδηλώνεται η επίδραση του φορέα ενέργειας και το οποίο υφίσταται τις συνέπειες της επίθεσης του.

Ο ρόλος του ανάγλυφου είναι ρυθμιστικός επειδή καθορίζει την ένταση με την οποία εκδηλώνονται τα χειμαρρικά φαινόμενα.

Τέλος, η παρουσία και η σύνθεση της βλάστησης καθορίζουν το βαθμό της προστατευτικής επίδρασης.

Το νερό δεν αποτελεί μόνο βασικό παράγοντα επιβίωσης του ανθρώπου. Συχνά γίνεται και επικίνδυνος εχθρός της ανθρώπινης κοινωνίας όταν και όπου εμφανίζεται σε περίσσεια ή και σε διαρκή έλλειψη. Οι πλημμύρες των υδάτινων ρευμάτων προκαλούν κατά κανόνα, μεγάλες καταστροφές και ανθρώπινα θύματα, η δε ξηρασία αποδεικνύεται συχνά ακόμη πιο επιζήμια.

Παρά τις προσπάθειες που καταβάλλει ο άνθρωπος προκειμένου να αποτρέψει με διάφορα μέσα τις πλημμυρικές καταστροφές και να δημιουργήσει υδάτινα αποθέματα για την αντιμετώπιση ξηρών περιόδων, οι πλημμύρες και η ξηρασία εξακολουθούν ακόμη και σήμερα να αποτελούν δύο σοβαρούς κινδύνους για την ανθρώπινη κοινωνία.

Το γεγονός ότι το κλίμα είναι ένας από τους βασικότερους παράγοντες που επιδρούν στο περιβάλλον και στις δραστηριότητες των οργανισμών, αυτό υπήρξε πάντοτε για τον άνθρωπο αντικείμενο ιδιαίτερης προσοχής και μελέτης.

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής είναι η υδρολογική περιγραφή και έρευνα των λεκανών απορροής της περιοχής της ΒΑ Όσσας, με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα αυτών. Ειδικότερα, ερευνώνται οι μετεωρολογικοί παράγοντες οι οποίοι διαμορφώνουν το υδατικό ισοζύγιο μιας περιοχής, καθώς και εκείνοι οι οποίοι συντελούν στην παραγωγή, στη μεταφορά φερτών υλικών και στην

πλημμυρογένεση. Επίσης, θα προσδιορισθούν οι βασικές αρχές και οι τρόποι χειρισμού έτσι ώστε να επιτευχθεί η όσο το δυνατόν καλύτερη διαχείριση του υδατικού ισοζυγίου στην περιοχή.

Όπως προαναφέρεται στην παρούσα διατριβή μελετώνται οι μετεωρολογικοί παράγοντες που διαμορφώνουν την υδρολογική και στερεοπαραγωγική συμπεριφορά των λεκανών απορροής της ΒΑ Όσσας. Η υδρολογική συμπεριφορά μιας περιοχής εκφράζεται από το υδατικό ισοζύγιο της, η δε στερεοπαραγωγική από την παραγωγή και διακίνηση των φερτών υλικών και την πλημμυρογένεση. Το υδατικό ισοζύγιο των λεκανών απορροής καθορίζεται από τα κατακρημνίσματα, προϊόν των οποίων αποτελεί η δημιουργούμενη απορροή. Η δε θερμοκρασία καθορίζει την εξάτμιση, δηλαδή τις απώλειες απορροής.

Για το λόγο αυτό, από το σύνολο των μετεωρολογικών παραγόντων, γίνεται μελέτη, κυρίως των κατακρημνισμάτων της θερμοκρασίας και του συνδυασμού των δύο αυτών μετεωρολογικών παραμέτρων.

Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας επιδιώχθηκαν οι παρακάτω σκοποί:

- Η συλλογή, η επεξεργασία καθώς και ο έλεγχος ομοιογένειας όλων των μετεωρολογικών στοιχείων των σταθμών που έχουν λειτουργήσει στην περιοχή έρευνας.
- Η μελέτη της γεωγραφικής και της καθ' ύψος μεταβολής των μετεωρολογικών χαρακτηριστικών στο χώρο της περιοχής, καθώς και η χρονική μεταβολή τους.
- Η αναζήτηση ομοιογενών περιοχών με βάση τη διακύμανση των μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης.

- Ο προσδιορισμός της βροχόπτωσης στις λεκάνες απορροής της περιοχής της ΒΑ Όσσας.

Η έρευνα αυτή εντάσσεται στα πλαίσια της πραγματοποίησης του μεταπτυχιακού προγράμματος με θέμα **«Αειφορική διαχείριση υδάτινων πόρων»** που διοργανώνει το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και το τμήμα Ζωικής Παραγωγής και Υδάτινου Περιβάλλοντος και τα αποτελέσματά της θα συμβάλλουν στην ορθολογικότερη διαχείριση των υδάτινων πόρων της περιοχής, καθώς και στην αντιμετώπιση του χειμαρρικού φαινομένου με την εκλογή του καταλληλότερου συστήματος διευθέτησης του.

Δεδομένα κατακρημνίσεων απαιτούνται για πολλές υδρολογικές αναλύσεις. Οι τιμές των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων είναι απαραίτητες τόσο για υπολογισμούς υδατικού ισοζυγίου, όσο και για τον καθορισμό των κλιματικών συνθηκών.

Για την έρευνα, μελέτη και εφαρμογή έργων για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της λειψυδρίας και των πλημμύρων είναι απαραίτητη η γνώση των μετεωρολογικών συνθηκών για κάθε περιοχή.

Για την αποτροπή πλημμυρικών καταστροφών και την αντιμετώπιση των μελλοντικών αναγκών του ανθρώπου σε νερό χρειάζεται ένας ευρύτερος σχεδιασμός και μια κατάλληλη υδατική πολιτική. Πρώτο βήμα για το στόχο αυτό είναι η κατάρτιση υδατικών ισοζυγίων για το μέλλον. Για το σκοπό αυτό απαιτούνται υδρολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα από μακροχρόνιες παρατηρήσεις συστηματικές έρευνες των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων καθώς και των διακυμάνσεών τους.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η ορεινή πτύχωση της Όσσας όπως και οι υπόλοιποι ορεινοί όγκοι του Θεσσαλικού χώρου, θεωρείτε ότι αποτελούν προέκταση των Αλπικών πτυχώσεων της Μεσευρώπης που σχηματίστηκαν κατά την Αλγώγκειο περίοδο του ηωζωικού αιώνα.

Η έντονη διάβρωση που σχηματίσθηκε στον ενδιάμεσο χώρο μεταξύ Όσσας και Ολύμπου είχε σαν συνέπεια να δημιουργηθεί η υδάτινη διέξοδος του Πηνειού προς το Αιγαίο Πέλαγος, που αποτελεί το γενικό αποδέκτη της συλλεκτήριας Θεσσαλικής λεκάνης.

Κατ' αυτό τον τρόπο ξεχώρισε η Όσσα από τον Όλυμπο. Η Όσσα γενικά εμφανίζει κωνική μορφή με έντονες πτυχώσεις που κατέρχονται προς όλες τις κατευθύνσεις. Έτσι εμφανίζονται ποικίλα αντερείσματα και ρέματα με αποτέλεσμα οι προσανατολισμοί των διαφόρων συστάδων να διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή.

Ο ορεινός όγκος ΟΣΣΑΣ περιλαμβάνεται μεταξύ του γεωγραφικού μήκους $-0^{\circ}.72'.00''$ έως $-1^{\circ}.06'.00''$ από το μεσημβρινό που διέρχεται από την Αθήνα και μεταξύ των παραλλήλων $39^{\circ}.41'.0''$ έως $39^{\circ}.53'.00''$ του βόρειου γεωγραφικού πλάτους.

Το σύμπλεγμα καλύπτει έκταση 20.516,31 ha του ανατολικού τμήματος της Θεσσαλίας. Η υπ' όψιν έκταση δεν είναι η ίδια με εκείνη που εμφανίζεται στην προηγούμενη Δασοπονική μελέτη της περιόδου 1970 – 79, διότι στην

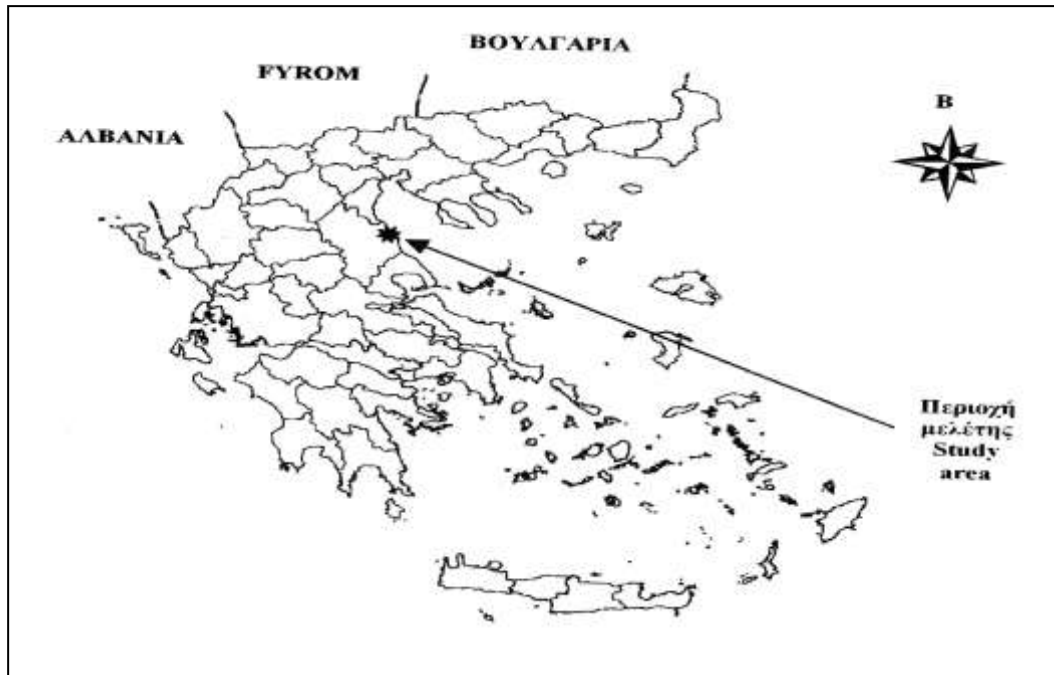
τωρινή μελέτη έχει συμπεριληφθεί και το δημόσιο δάσος Σπηλιάς, το οποίο στην προηγούμενη 10ετία ήταν σε αυτοτελή διαχείριση.

Έτσι, στη έκταση των 14.849,57 ha που εμβαδομετρήθηκε για το σύμπλεγμα Όσσας έχουν προστεθεί και άλλα και άλλα 5.666,74 ha του Δημόσιου Δάσους Σπηλιάς, με αποτέλεσμα σήμερα το σύμπλεγμα να καλύπτει την έκταση των 20.516,31 ha.

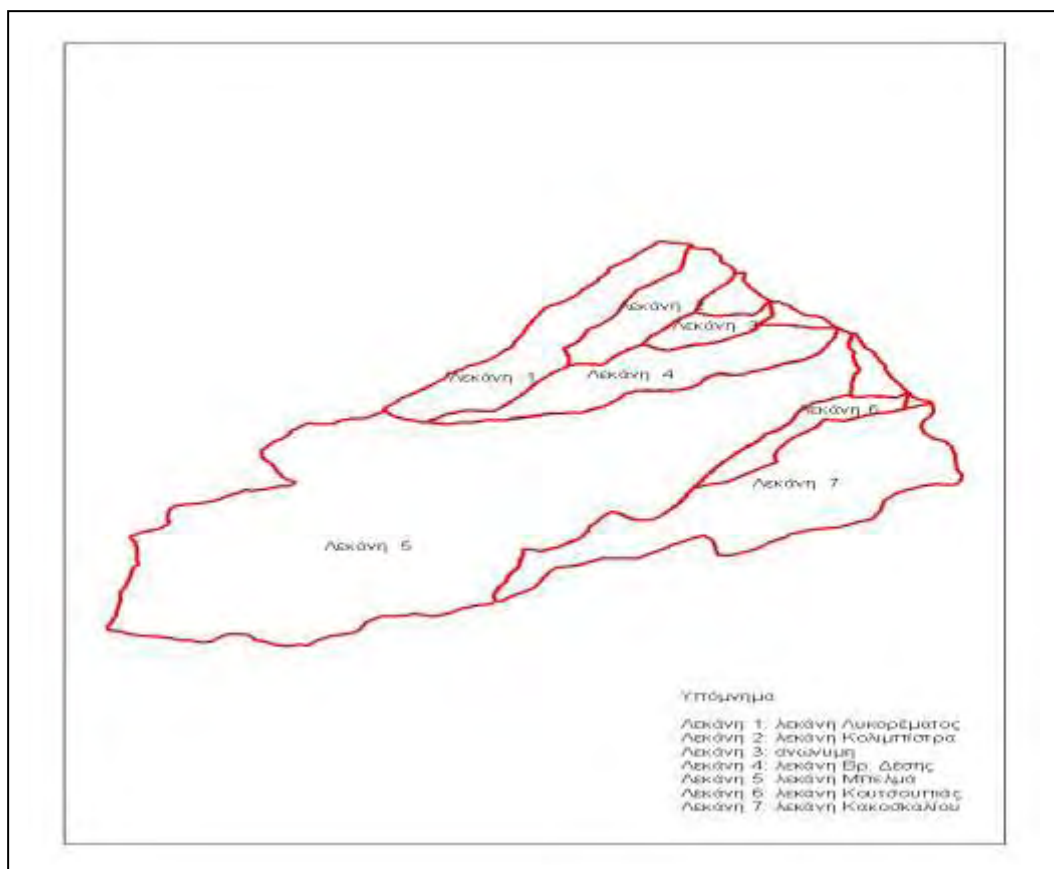
Η εξάπλωση του αρχίζει από τις ακτές του Αιγαίου Πελάγους μέχρι την υψηλότερη κορυφή του Κισσάβου (1976 m) και στην συνέχεια κατέρχεται από την αντίθετη πλευρά μέχρι το υψόμετρο των 120 m.

Το σύμπλεγμα Δημοσίων Δασών Όσσας υπάγεται στις επαρχίες Λαρίσης και Αγίας του Ν. Λαρίσης και εμπίπτει στις περιοχές των κοινοτήτων Στομίου, Καρίτσας, Μελιβοίας, Μεγαλόβρυσου, Ανατολής και Σπηλιάς. Δασικώς υπάγεται στο Δασαρχείο Λαρίσης, Διεύθυνση Δασών, Επιθεώρηση Δασών Κεντρικής Ελλάδος και Δικαστικώς στα Ειρηνοδικεία Ραψάνης (Δημόσια δάση Στομίου και Καρίτσας), Αγίας (Δημόσια δάση Μελιβοίας, Μεγαλόβρυσου και Ανατολής) και Συκουρίου (Δημόσιο δάσος Σπηλιάς).

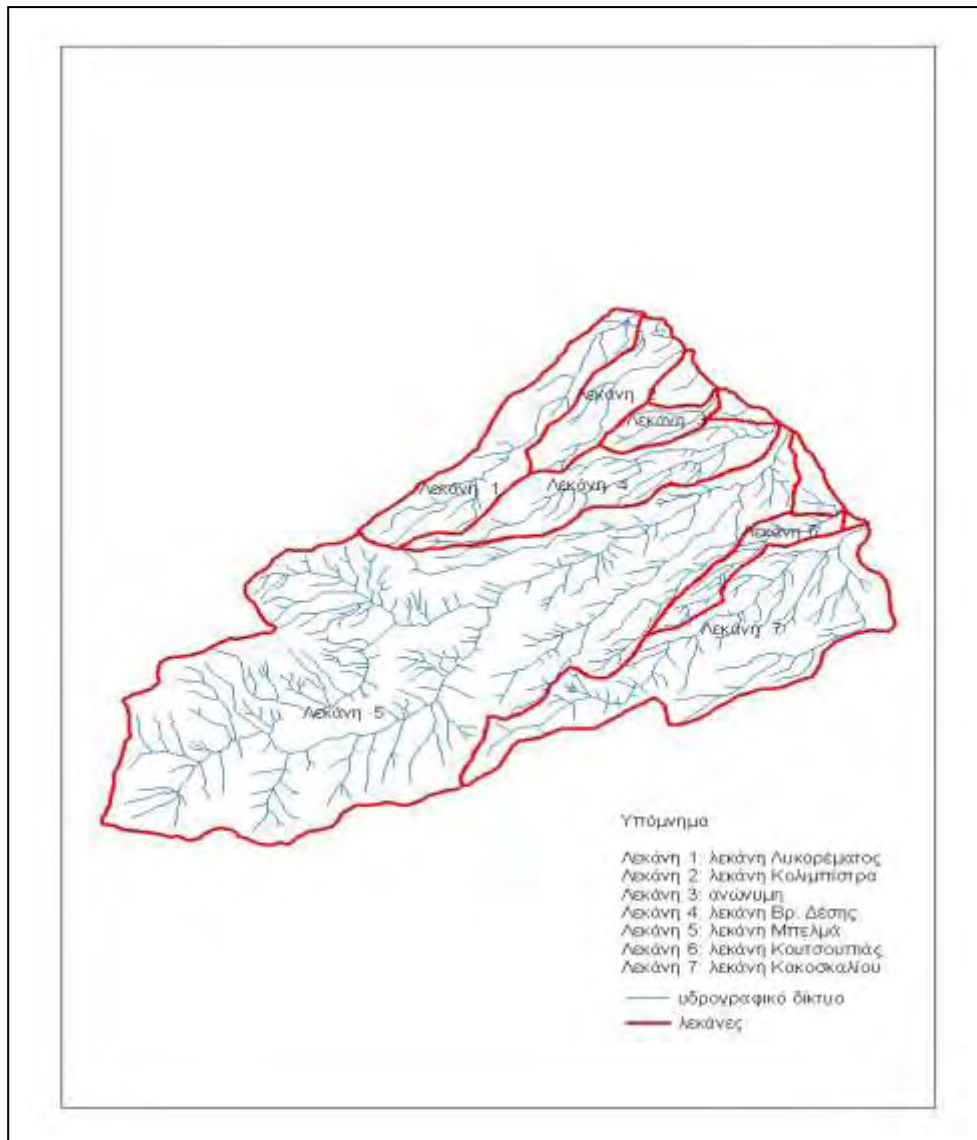
Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετώνται οι σημαντικότερες λεκάνες απορροής της Β.Α. Όσσας. Η λεκάνη απορροής του Λυκορέματος (1), του Μπελμά (5) και του Κακοσκαλίου (7) (Εικόνα 2). Τα υπόλοιπα ρεύματα που διασχίζουν την εν λόγω περιοχή είναι τα: Κολιμπίστρα, Βρ. Δέσης, και Κουτσουπιάς (Εικόνα 2).



Εικόνα 1 : Περιοχή μελέτης



Εικόνα 2 : Λεκάνες απορροής περιοχής μελέτης



Εικόνα 3 : Υδρογραφικό δίκτυο περιοχής μελέτης

2.1.1. ΟΡΙΑ – ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ – ΕΚΤΑΣΗ

Προς Βορρά : α) Η διακατεχόμενη ζώνη από τους κατοίκους Καρίτσας, η οποία αναγνωρίστηκε ως διακατεχόμενη με την 108300 / 14.9.1924 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας.

β) Με το Κοινοτικό Δάσος Καρίτσας εκτάσεως 5.000 στρ. περίπου, που παραχωρήθηκε στην Κοινότητα Καρίτσας, βάσει του νόμου 5263 / 1933 και

με την 112657 / 1934 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας. Για το υπ' όψη Κοινοτικό δάσος έχει συνταχθεί το από 23.7.1937 πρωτόκολλο οριοθέτησης και παράδοσης στην Κοινότητα. Επίσης για την αποσαφήνιση του Νότιου ορίου του Κοινοτικού Δάσους, μετά του Δημοσίου, συντάχθηκε το από 20.3.1960 πρωτόκολλο αποσαφήνισης ορίων.

γ) Με το Κοινοτικό Δάσος Στομίου το οποίο παραχωρήθηκε στην Κοινότητα ύστερα από το νόμο 5263 / 1931 και τη 144464 / 1934 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας. Για το δάσος αυτό συντάχθηκε το από 1-8-1934 πρωτόκολλο οριοθέτησης και παράδοσης, το από 8-4-1969 πρωτόκολλο προσωρινής οριοθέτησης και τέλος το από 18-8-1970 πρωτόκολλο οριστικού αποτελεσματισμού του Κοινοτικού αυτού δάσους με το Δημόσιο δασικό Σύμπλεγμα Όσσας.

δ) Με αγροκτήματα της περιοχής Κοινότητας Στομίου.

Προς Δυσμάς : α) Με το συνδιόκτητο δάσος Ομολίου εκτάσεως 14.860 στρ.

β) Με δημόσιες δασικές εκτάσεις Αμπελακίων.

γ) Με δημόσιες δασικές εκτάσεις Πουρναρίου.

δ) Με δημόσιες δασικές εκτάσεις Συκουρίου.

ε) Με δημόσιες δασικές εκτάσεις Όσσας.

στ) Με δημόσιες δασικές εκτάσεις Μαρμαρίνης.

Προς Νότο : α) Με δημόσιες δασικές εκτάσεις και γεωργικές καλλιέργειες των περιοχών Δήμητρας, Γερακαρίου, Νερομύλων, Μεταξοχωρίου και Μεγαλοβρύσου.

β) Ορίζεται επίσης προς Νότο και με ιδιωτική δασική έκταση και αναγνωρίστηκε υπέρ κληρονόμων Τσακνάκη με την 184609 / 2837 / 6-9-1980 απόφαση του Υπουργείου Γεωργίας.

Προς Ανατολάς : α) Με το Κοινοτικό δάσος Μεγαλόβρυσου εκτάσεως 6.500 στρ. περίπου που παραχωρήθηκε βάσει του Νόμου 5263 / 1931 και με την 120906 / 23-6-1934 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας. Για το δάσος αυτό συντάχθηκε το από 15-10-1934 πρωτόκολλο οριοθέτησης και παράδοσης, το από 1-9-1969 πρωτόκολλο οριστικού αποτερματισμού καθώς και το από 25-8-1975 πρωτόκολλο οριστικής οριοθέτησης.

β) Με το Κοινοτικό δάσος Μελιβοίας, εκτάσεως 15.000 στρ. που παραχωρήθηκε βάσει του Νόμου 5263 / 1931 και με την 8775 / 24-2-1933 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας, για το δάσος αυτό συντάχθηκε και το από 30-10-1968 πρωτόκολλο προσωρινής οριοθέτησης μετά του Δημόσιου Συμπλέγματος Όσσας καθώς και το από 1-9-1969 πρωτόκολλο οριστικού αποτερματισμού.

γ) Με το Αιγαίο Πέλαγος.

2.1.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ

α) Ιστορικό κτήσεως

Το σύμπλεγμα των Δημοσίων δασών Όσσας ανήκε επί Τουρκοκρατίας στο Τουρκικό Δημόσιο. Ύστερα από τη προσάρτηση της Θεσσαλίας και με βάση την Συνθήκη του Βερολίνου του 1881 περιήλθε στο Ελληνικό Δημόσιο και από τότε διαχειρίζεται σαν Δημόσιο χωρίς διεκδικήσεις. Αναφορικά με τη β ζώνη της περιοχής κοινότητας Στομίου που βρίσκεται Νότια της επαρχιακής

οδού Στομίου – Ομολίου, έχει συμπεριληφθεί στο υπ' όψη Σύμπλεγμα γιατί σύμφωνα με την 103340 / 14 – 9 – 1924 Διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας η ζώνη αυτή θεωρείται σαν Δημόσια.

β) Ασφάλεια ιδιοκτησίας - Αποτερματισμοί και Οριοθετήσεις.

Η οριογραμμή που διαχωρίζει το υπ' όψη Δασικό Σύμπλεγμα με τα γειτονικά Δημόσια δάση ή δασικές εκτάσεις και τα διάφορα Κοινοτικά δάση, που παραχωρήθηκαν, προπολεμικώς από το Δημόσιο, ακολούθησε κατά κανόνα σταθερές και σαφείς φυσικές γραμμές.

Στις θέσεις εκείνες, όπου τα όρια εξαρτώνται από νοητές γραμμές, με αποτέλεσμα να είναι ασαφή και επιδεικτικά αμφισβητήσεων μετά από τη 15361 / 900, 1968 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας, ενεργήθηκε αρμοδίως αποτερματισμός και οριοθέτηση ή αποσαφήνιση ορίων, οπότε διευθετήθηκαν και τελικά εξασφαλίστηκαν με μόνιμα κτιστά ορόσημα.

Ωστόσο εκεί που δόθηκε μεγάλη σημασία στον καθορισμό των ορίων, και την τοποθέτηση τους στο Δασοπονικό χάρτη, είναι στις περιπτώσεις των Κοινοτικών δασών, Καρίτσας και Στομίου, Ανατολής, Μεγαλοβρύσου και Μελιβοίας, σε σχέση με τα Δημόσια δάση του Συμπλέγματος. Τα όρια αυτά καθορίζονται είτε με επαρχιακούς και δασικούς οδούς, είτε με αριθμημένα κτιστά μαρμάρια ορόσημα και τέλος ακολουθώντας σταθερές φυσικές γραμμές.

2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ, ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΗ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τόσο στην ύπαιθρο όσο και στο Εργαστήριο Αγρομετεωρολογίας του Π. Θ. που διέθεσε για το σκοπό αυτό τα αναγκαία μέσα.

Σ' ο, τι αφορά την έρευνα που διενεργήθηκε στην ύπαιθρο, έγιναν επιτόπιες έρευνες σε όλους τους μετεωρολογικούς και βροχομετρικούς σταθμούς της περιοχής έρευνας. Σκοπός τους ήταν η αξιολόγηση της θέσης των σταθμών και κατά συνέπεια των μετρήσεων που προέρχονται από αυτούς. Επίσης, με τις επιτόπιες έρευνες εξετάστηκε και η γενική μορφολογία του χώρου.

Οι εργασίες γραφείου και οι εργασίες στο Εργαστήριο της Αγρομετεωρολογίας πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια :

α) των μετεωρολογικών στοιχείων που μας παραχωρήθηκαν από το ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

β) των τοπογραφικών χαρτών των περιοχών Καρίτσας και Ραψάνης, κλίμακας

1 : 50000 της Γ.Υ.Σ.

γ) των γεωλογικών χαρτών των περιοχών Καρίτσας και Ραψάνης, κλίμακας

1 : 50000 του Ι.Γ.Μ.Ε.

δ) του χάρτη βλάστησης του Νομού Λάρισας της Γενικής διεύθυνσης Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος κλίμακας 1 : 50000.

Κατά την έρευνα ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία :

- Συγκεντρώθηκαν, αξιολογήθηκαν και επεξεργάστηκαν τα μετεωρολογικά στοιχεία των σταθμών που λειτουργούν στη περιοχή.
- Προσδιορίστηκαν τα στοιχεία της μορφολογίας του ανάγλυφου με την βοήθεια χαρτών, που συντάχθηκαν από τους χάρτες της Γ.Υ.Σ. 1 : 50000.
- Έγινε προσδιορισμός των χειμαρρικών πετρολογικών σχηματισμών της περιοχής μελέτης.
- Προσδιορίστηκαν τα είδη, οι εκτάσεις δασοκάλυψης και οι μορφές χρήσης γης.

Μετά από τη συγκέντρωση των τοπογραφικών χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας στρατού κλίμακας 1 : 50.000, οριοθετήθηκαν οι λεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας με την χάραξη του υδροκρίτη, υπολογίσθηκαν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των ρευμάτων. Από τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά προσδιορίστηκαν : το εμβαδόν, η περίμετρος, ο βαθμός στρογγυλομορφίας, το ελάχιστο, το μέσο και το μέγιστο υψόμετρο, το μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο και η μέση κλίση της λεκάνης απορροής. Από τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά υπολογίσθηκαν: το μήκος της κεντρικής κοίτης, η πυκνότητα, η μέση κλίση της και το μήκος της πεδινής διαδρομής ως το μεγαλύτερο αποδέκτη.

2.2.1 ΤΑ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης απορροής είναι τα εξής:

α) Εμβαδόν ορεινής λεκάνης απορροής (area drainage basin), E (km^2): καθορίζεται από την επιφάνεια σε οριζόντια προβολή που περιβάλλει ο υδροκρίτης μέχρι την κοίτη εκκένωσης του ρεύματος.

β) Σχήμα λεκάνης απορροής (basin form) : εκτιμάται εμπειρικά από το σχήμα που προσδίδει σ' αυτήν ο υδροκρίτης της. Το σχήμα της λεκάνης επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ταχύτητα συγκέντρωσής της απορροής, επομένως καθορίζει τη μορφή του υδρογραφήματος και έτσι το μέγεθος της μέγιστης υδατοπαροχής.

γ) Περίμετρος (perimeter), U (km) : είναι το μήκος του υδροκρίτη της ορεινής λεκάνης. Από το πολυγωνικό επίπεδο που δημιουργήθηκε έπειτα από την ψηφιοποίηση του υδροκρίτη των λεκανών παίρνουμε την τιμή του μήκους της περιμέτρου.

δ) Βαθμός στρογγυλομορφίας, B : υπολογίσθηκε από τον τύπο $B = E/U$ όπου E το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2) και U η περίμετρος της λεκάνης απορροής (km). Στρογγυλόμορφες λεκάνες οδηγούν σε γρήγορη συγκέντρωση του νερού και επομένως σε μεγαλύτερες υδατοπαροχές. Αντίθετα, επιμήκεις λεκάνες απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης του νερού και γι' αυτό, με τις ίδιες συνθήκες εμφανίζουν μικρότερες παροχές.

ε) Ελάχιστο υψόμετρο (altitude minimum), H_{\min} (m) : είναι το υψόμετρο στο στόμιο της λεκάνης (λαιμός ή κοίτη εκκένωσης) δηλ. στην έξοδο του χειμαρρικού ρεύματος στην πεδινή περιοχή.

ζ) Μέγιστο υψόμετρο (altitude maximum), H_{\max} (m) : είναι το μεγαλύτερο υψόμετρο της περιοχής της λεκάνης απορροής όπως αυτή καθορίζεται από τον υδροκρίτη της.

η) Μέσο υψόμετρο (altitude mean), H_{\min} (m) : υπολογίζεται από τον τύπο : $H_m = L_i / H_i$ όπου L_i το μήκος της χωροσταθμικής καμπύλης (km), H_i το υψόμετρο της αντίστοιχης χωροσταθμικής καμπύλης (km).

θ) Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο (altitude torrential), H_x (m) : είναι το υψόμετρο εκείνης της χωροσταθμικής καμπύλης, πάνω από την οποία η έκταση της λεκάνης είναι το 3 – 5 % του συνολικού εμβαδού της. Γνωρίζοντας το συνολικό εμβαδόν της λεκάνης ξεκινάμε από τα υψηλότερα σημεία της λεκάνης απορροής επιλέγοντας την πρώτη ζώνη από το όριο του υδροκρίτη έως την πρώτη προς τα κατόντη ισούψη της λεκάνης και υπολογίζουμε το εμβαδόν που επιλέξαμε αν είναι το 3 – 5 % του συνολικού εμβαδού. Εάν δεν είναι, επιλέγουμε την δεύτερη, την τρίτη ζώνη έτσι ώστε το εμβαδόν των επιλεγμένων ζωνών να μας δίνει το 3 – 5 % του συνολικού.

ι) Μέγιστο ανάγλυφο ή υψομετρική διαφορά (relief), H_r (m) : εκφράζει την υψομετρική διαφορά μεταξύ του μέγιστου και του ελάχιστου υψόμετρου.

κ) Μέση κλίση της λεκάνης (basin mean slope), J_i (%) υπολογίζεται από τον τύπο όπου ΔH η ισοδιάσταση των χωροσταθμικών καμπυλών (km) Σl το άθροισμα των μηκών όλων των χωροσταθμικών της λεκάνης (km), και F το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km²).

2.2.2 ΤΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης απορροής είναι τα εξής :

α) Μορφή υδρογραφικού δικτύου (network form) : Αυτή προσδιορίστηκε από τους ψηφιοποιημένους τοπογραφικούς χάρτες.

β) Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (drainage density), D (km/km^2) εκφράζει το μήκος των ρευμάτων στη μονάδα της επιφάνειας. Υπολογίζεται από τον τύπο, όπου ΣL το συνολικό μήκος των ρευμάτων της λεκάνης (km), E το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2).

γ) Μήκος κεντρικής κοίτης (mainstream length), L (km) : κεντρική κοίτη ενός χειμαρρικού ρεύματος είναι η κοίτη, που αρχίζει από τα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης απορροής και φθάνει σχεδόν μέχρι τον υδροκρίτη στις υψηλότερες περιοχές. Έχει το μεγαλύτερο μήκος ή αποστραγγίζει την μεγαλύτερη επιφάνεια στον χώρο της λεκάνης.

δ) Μέση κλίση κεντρικής κοίτης (mainstream mean slope) J_k (%) : υπολογίσθηκε από τον τύπο, όπου L η οριζόντια απόσταση της κοίτης με ορισμένη σταθερή κλίση (m), J_s η κλίση του παραπάνω τμήματος (%).

Από τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν όλα σχεδόν είναι ποσοτικά, εκτός της μορφής των λεκανών απορροής και της μορφής των υδρογραφικών δικτύων, τα οποία έχουν ποιοτικό χαρακτήρα και αποδίδονται περιγραφικά.

Πίνακας 1 : Μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.

| A/A | Μορφομετρικά χαρακτηριστικά | Σύμβολα |
|-----|-----------------------------------|-----------|
| 1 | Εμβαδόν λεκάνης απορροής | E |
| 2 | Μορφή λεκάνης απορροής | - |
| 3 | Περίμετρος | U |
| 4 | Βαθμός στρογγυλομορφίας | B |
| 5 | Ελάχιστο υψόμετρο | H_{min} |
| 6 | Μέγιστο υψόμετρο | H_{max} |
| 7 | Μέσο υψόμετρο | H_{med} |
| 8 | Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο | H_x |
| 9 | Μέγιστο ανάγλυφο | H_r |
| 10 | Μέση κλίση λεκάνης | J_i |
| | Υδρογραφικά χαρακτηριστικά | |
| 11 | Μορφή υδρογραφικού δικτύου | - |
| 12 | Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου | D |
| 13 | Μήκος κεντρικής κοίτης | L |
| 14 | Μέση κλίση κεντρικής κοίτης | J_k |

2.2.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Οι βασικοί φυσικοί παράγοντες που καθορίζουν το χειμαρρικό περιβάλλον σε μία λεκάνη απορροής είναι : το κλίμα, το ανάγλυφο, η βλάστηση και το γεωλογικό υπόθεμα. Το κλίμα αποτελεί τον παράγοντα επίθεσης πάνω στο αδρανές υπόβαθρο, το γεωλογικό υπόθεμα. Το ανάγλυφο αποτελεί τον ρυθμιστικό παράγοντα που καθορίζει, την κατεύθυνση και την ταχύτητα κίνησης της απορροής, ενώ η παρουσία της βλάστησης, η οποία παρεμβάλλεται μεταξύ των κατακρημνισμάτων και του γεωλογικού υποθέματος δρα ως ασπίδα προστασίας κατά της διάβρωσης. Ο προσδιορισμός των παραπάνω παραγόντων επιτρέπει την κατάταξη των χειμαρρικών ρευμάτων της περιοχής έρευνας σε χειμαρρικό τύπο, ο οποίος τύπος καθορίζει το είδος και την ένταση των χειμαρρικών φαινομένων (διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις και γεωλισθήσεις) που αναπτύσσονται στην κάθε λεκάνη απορροής.



Εικόνα 4: Άποψη της βλάστησης του χειμαρρικού ρεύματος του Κακοσκαλίου

2.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ

Τα υδρολογικά μεγέθη (υδατικό δυναμικό, υδατικό ισοζύγιο, υδατικά διαθέσιμα) διαχωρίζονται σε εκείνα που αφορούν το υδατικό δυναμικό (προσαγωγή νερού) και σε εκείνα που σχετίζονται με τις καταναλώσεις του χώρου (απαιτήσεις νερού για κάλυψη ιδίων αναγκών). Η διαφοροποιημένη χωροχρονικά εξέλιξη των παραπάνω μεγεθών διαμορφώνει σε διάφορες χρονικές στιγμές διαφοροποιημένα θετικά ή αρνητικά ισοζύγια. Σημειώνεται ότι το υδατικό δυναμικό της κάθε περιοχής βασίστηκε αποκλειστικά στις προσαγωγές των βροχών.



Εικόνα 5 : Άποψη του χειμαρρικού ρεύματος Μπελμά

Οι προσαγωγές χιονιού θεωρήθηκαν αμελητέες και δεν λήφθηκαν στη συνέχεια υπόψη στο υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου. Έτσι, συνειδητά επιδιώκουμε να υπάρχουν πρόσθετες υδατοπροσαγωγές πέραν της

βροχόπτωσης ως απόθεμα ασφαλείας. Υπενθυμίζεται ότι προσαγωγή νερού βροχής 1 mm αντιστοιχεί σε απορροϊκό υδατοφορτίο $1000 \text{ m}^3/\text{km}^2$.

2.3.1 ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα και ιδιαίτερα τα κατακρημνίσματα αποτελούν τον παράγοντα εκείνον που καθορίζει την εμφάνιση, την ένταση και την έκταση των χειμαρρικών φαινομένων παραγωγής και μεταφοράς των φερτών υλικών. Αποτελεί τον εχθρικό παράγοντα του γεωλογικού υποθέματος. Για την έρευνα, μελέτη και εκτέλεση των έργων για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργούνται από τα πλημμυρικά φαινόμενα, είναι απαραίτητη η γνώση των μετεωρολογικών συνθηκών της περιοχής έρευνας.

Για την έρευνα και μελέτη του κλίματος ελήφθησαν υπόψη μετεωρολογικοί σταθμοί που λειτούργησαν ή λειτουργούν στη συγκεκριμένη περιοχή, από τους οποίους σταθμούς συγκεντρώθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα και έγινε η περαιτέρω επεξεργασία και ανάλυση τους. Τα μετεωρολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν :

- Το μέσο μηνιαίο και μέσο ετήσιο ύψος βροχής, καθώς και η ραγδαιότητα τους.
- Η μέση μηνιαία και μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα.

Το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ) σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση εγκατέστησε Μετεωρολογικούς Σταθμούς στη περιοχή της ΒΑ Όσσας (1971 – έως σήμερα) με σκοπό να μελετήσουν τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα δασικά οικοσυστήματα της χώρας μας. Στον Πίνακα 2 παραθέτονται οι Μετεωρολογικοί Σταθμοί της ΒΑ Όσσας.

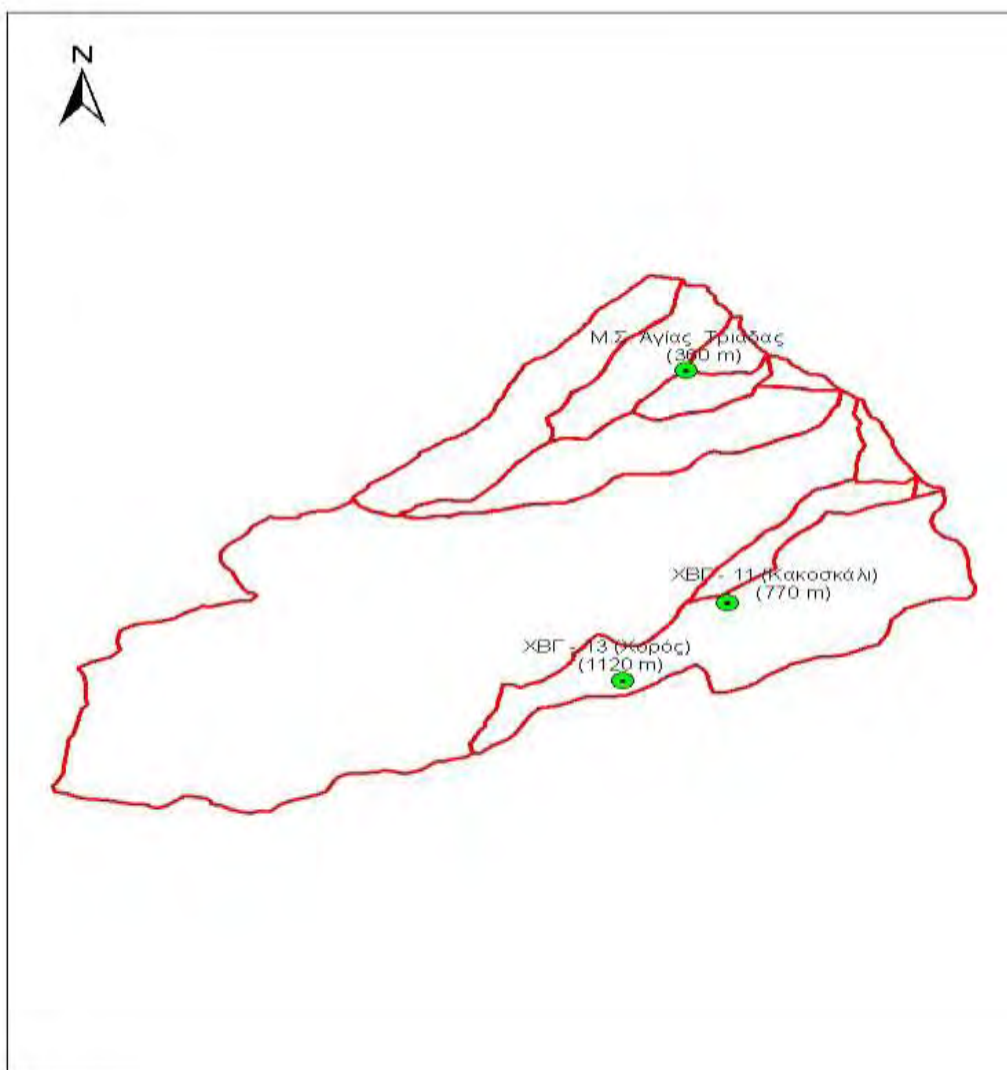
Πίνακας 2 : Οι Μετεωρολογικοί Σταθμοί της ΒΑ Όσσας

| Α/Α | Μετεωρολογικός Σταθμός | Στοιχεία Μετρήσεις | Συντεταγμένες | | Υψόμετρο (m) | Γενική έκθεση | Άλλα χαρακτηριστικά |
|-----|-------------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------------|
| | | | Γεωγ. Πλάτος | Γεωγ. Μήκος | | | |
| 1 | Αγία Τριάδα (Καρίτσα) | Β, Θ, Χ | 39° 50' 23'' | 22° 46' 13'' | 360 | ΒΑ | Διάκενο δάσους |
| 2 | Κακοσκάλι | Β, Θ, Χ | 39° 48' 05'' | 22° 46' 45'' | 770 | ΒΑ | Διάκενο δάσους |
| 3 | Χορός | Β, Θ, Χ | 39° 47' 22'' | 22° 45' 46'' | 1120 | ΒΑ | Διάκενο δάσους |

Όπου Β = Βροχή

Θ = Θερμοκρασία

Χ = Χιόνι



Εικόνα 6 : Οι μετεωρολογικοί σταθμοί στη ΒΑ Όσσα.

2.3.2.ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Από τις μετρήσεις βροχής που διαθέτουμε παρατηρήσαμε ποιοι μήνες και ποια έτη έχουν καταγραφεί οι λιγότερες και περισσότερες βροχοπτώσεις. Επίσης, υπολογίστηκε **το μέσο ετήσιο ύψος βροχής** με βάση το τύπο του MATHIAS.

Η κίνηση του νερού το οποίο προέρχεται από την πτώση μιας ή περισσότερων βροχών προς τα χαμηλά, μετά την αφαίρεση από αυτό διαφόρων απωλειών (διήθηση, εξάτμιση) σχηματίζει την απορροή.

Το μέγεθος της δίνεται τόσο σε όγκο νερού, όσο και σε χιλιοστά βροχής. **Ο συντελεστής απορροής** εκφράζει τη σχέση μεταξύ της βροχής και της αντίστοιχης απορροής. Είναι δηλαδή το εκατοστιαίο ποσοστό του ύψους βροχής, το οποίο απορρέει επάνω στη γήινη επιφάνεια μετά την αφαίρεση των απωλειών από εξάτμιση και διήθηση. Υπολογίστηκε με το τύπο **του HARTEL**.

Στην περίπτωση που δεν έχουμε κατάλληλα δεδομένα προσπαθούμε να υπολογίζουμε την **μέγιστη παροχή** με βάση τύπους οι οποίοι χρησιμοποιούν δεδομένα από τις λεκάνες απορροής τα οποία είναι άμεσα μετρητά όπως η έκταση της, το ετήσιο ύψος βροχής κ.λ.π. Τέτοιοι είναι οι **εμπειρικοί και αναλυτικοί τύποι** των οποίων η χρήση τους στη χώρα μας πρέπει να γίνεται με επιφύλαξη γιατί η διατύπωσή τους έγινε σε χώρες της αλλοδαπής κάτω από διαφορετικές συνθήκες κλίματος, ανάγλυφου, γεωλογικού υποθέματος και βλάστησης. τους διατύπωσαν. Τα αποτελέσματα τους αρχικά δίνουν την ειδική παροχή q ($\text{cm}^3/\text{sec} \cdot \text{Km}$), δηλαδή την παροχή

που αντιστοιχεί στην μονάδα επιφανείας της λεκάνης. Την μέγιστη παροχή θα την υπολογίσουμε και με την **ορθολογική μέθοδο**.

2.3.3. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Από τα στοιχεία θερμοκρασίας των μετεωρολογικών σταθμών Αγίας Τριάδας και χορού σχηματίσαμε τα θερμογραφήματα για τις περιόδους από το 1978–1996. Επίσης, παρατηρήσαμε ποιοι μήνες και ποια έτη είχαμε τις υψηλότερες και χαμηλότερες θερμοκρασίες στη περιοχή έρευνας. Παράλληλα, υπολογίσαμε την μέση μηνιαία θερμοκρασία στα διάφορα υψόμετρα της περιοχής που μελετάμε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας.

2.3.4. ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

Η εξατμισοδιαπνοή του νερού στο φυσικό περιβάλλον, είτε από ελεύθερες υδάτινες επιφάνειες, είτε από γυμνές ή φυτοκαλυμμένες επιφάνειες της γης είναι από τις σημαντικότερες συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου. Ο υδρολογικός κύκλος, ξεκινά με τη διαρκή προσφορά νερού από την ατμόσφαιρα στην επιφάνεια της γης, υπό τη μορφή υδρομετεώρων που καταλήγουν στους ποταμούς, στις λίμνες και στις θάλασσες, είτε μέσω της κίνησης των υπογείων νερών είτε μέσω επιφανειακής απορροής. Ο κύκλος κλείνει με την επιστροφή του νερού στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης και της εξατμισοδιαπνοής.

Η γνώση της εξατμισοδιαπνοή ή διαπνεόμενης ποσότητας νερού είναι βασικής σημασίας για την μελέτη και λειτουργία πολλών υδραυλικών έργων. Για παράδειγμα, η εξάτμιση από μια τεχνητή λίμνη ελαττώνει την ωφέλιμη χωρητικότητα της, ενώ η διαπνεόμενη ποσότητα νερού από τα

καλλιεργούμενα φυτά, αποτελεί παράγοντα καθορισμού των απαιτήσεων σε νερό ενός αρδευτικού δικτύου.

Η εξατμισοδιαπνοή από φυτοκαλυμμένες περιοχές και η εξάτμιση από ελεύθερες επιφάνειες νερού είναι από τις λιγότερο κατανοητές συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου και η εκτίμηση τους παραμένει δύσκολη ακόμα και σήμερα. Για το λόγο αυτό, συχνά η εκτίμηση αυτών των μεγεθών γίνεται με τη βοήθεια του υδατικού ισοζυγίου, αφού έχουν πρώτα εκτιμηθεί όλες οι άλλες συνιστώσες που υπεισέρχονται σε αυτό.

Για κάθε σύστημα στη γη, η εξάτμιση είναι ο συνδυαστικός κρίκος ανάμεσα στο υδατικό και το ενεργειακό ισοζύγιο. Το μεγαλύτερο ποσοστό της εισερχόμενης ολικής ακτινοβολίας απορροφάται από την επιφάνεια της γης και μετατρέπεται σε εσωτερική ενέργεια. Το συνεπαγόμενο μοίρασμα αυτής της εσωτερικής ενέργειας σε ακτινοβολία μεγάλου κύματος που επανεκπέμπεται προς την ατμόσφαιρα, σε αισθητή θερμότητα που μεταφέρεται προς (ή από) την ατμόσφαιρα, σε εξάτμιση του νερού και σε μεταφορά θερμότητας προς την επιφάνεια, είναι από τις κύριες διεργασίες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία, την υγρασία και τις άλλες μεταβλητές που ρυθμίζουν την κατάσταση της ατμόσφαιρας.

Εξαιτίας της μεγάλης λανθάνουσας θερμότητας εξάτμισης του νερού, η εξάτμιση συνεπάγεται τη μεταφορά και ανακατανομή μεγάλων ποσών ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι η εξάτμιση, ως ροή λανθάνουσας θερμότητας, διαδραματίζει έναν κρίσιμο ρόλο στη διαμόρφωση του καιρού και του κλίματος. Επίσης, η ύπαρξη ή η έλλειψη νερού αποτελεί ένα χρήσιμο στοιχείο στο χαρακτηρισμό του κλίματος.

Η εξατμισοδιαπνοή υπόκειται στην επίδραση διαφόρων παραγόντων μεταξύ των οποίων κυριότεροι είναι οι κατωτέρω (Σακκάς, 2004) :

α) Ο τύπος της εξατμίζουσας επιφάνειας. Η εξατμίζουσα επιφάνεια μπορεί κατ' αρχήν να είναι η ελεύθερη επιφάνεια μιας μάζας νερού σε κίνηση ή στάση (επιφάνεια νερού ενός ρεύματος, μιας φυσικής ή τεχνητής λίμνης, μιας μάζας νερού σε μια φυσική κοιλότητα του εδάφους, των σταγόνων της βροχής κατά την διάρκεια της βροχοπτώσεως ή του νερού της βροχής το οποίο έχει συγκρατηθεί στην επιφάνεια της βλαστήσεως). Ακόμη εξατμίζουσα επιφάνεια αποτελεί η επιφάνεια και το εσωτερικό του εδάφους το οποίο μπορεί να είναι γυμνό ή να καλύπτεται από βλάστηση και τέλος η φυλλώδης επιφάνεια της βλαστήσεως αυτή καθ' αυτήν με την διαδικασία της διαπνοής.

β) Η διαθεσιμότητα του νερού, η οποία μπορεί να κυμαίνεται από απεριόριστη (π. χ. ελεύθερη υδάτινη επιφάνεια) μέχρι πολύ περιορισμένη (π. χ. έδαφος, λόγω της απορροφητικής δύναμης με την οποία τα συσσωματώματα των εδαφικών κόκκων συγκρατούν την εδαφική υγρασία).

γ) Η διαθέσιμη ενέργεια. Η διαδικασία μετατροπής της υγρής ή στερεάς φάσεως του νερού σε υδρατμούς απαιτεί την κατανάλωση σημαντικής ποσότητας ενέργειας υπό μορφή θερμότητας (λανθάνουσα θερμότητα εξατίσεως η οποία για θερμοκρασία νερού 13⁰C ανέρχεται σε 590 cal/g νερού). Η ενέργεια αυτή, για μια ορισμένη περιοχή, προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία βραχέως μήκους κύματος, την ατμοσφαιρική ή γήινη ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, την κατακόρυφη ανταλλαγή (μεταφορά) θερμότητας μεταξύ εδάφους – ατμόσφαιρας, την οριζόντια ανταλλαγή θερμότητας μέσω της εισροής – εκροής νερού στην θεωρούμενη

περιοχή ή της οριζόντιας μεταφοράς θερμότητας υπό του ανέμου και τέλος, από την αποθηκευμένη στην περιοχή ενέργεια.

δ) Η κατά την κατακόρυφο κατανομή της τάσεως της ατμοσφαιρικής υγρασίας. Στην άμεση περιοχή της εξατμίζουσας επιφάνειας η συγκέντρωση των υδρατμών είναι η μέγιστη δυνατή, ήτοι ο αέρας είναι κορεσμένος και η τάση των υδρατμών είναι ίση με την μέγιστη τάση $e_s(T)$ στη θερμοκρασία T_s της εξατμίζουσας επιφάνειας. Εάν ο χώρος υπεράνω της εξατμίζουσας επιφάνειας είναι περιορισμένος (π. χ. εξάτμιση εντός κλειστού δοχείου ή χώρου) τότε μετά την πάροδο κάποιου χρόνου ο χώρος αυτός καθίσταται κορεσμένος υδρατμών και ο καθαρός ρυθμός εξατμίσεως μηδενίζεται. Εάν όμως, όπως συμβαίνει στην ατμόσφαιρα, ο χώρος υπεράνω της εξατμίζουσας επιφάνειας είναι ελεύθερος, τότε οι υδρατμοί διαχέονται κατακόρυφος και η συγκέντρωση των υδρατμών, συνεπώς και η τάση αυτών, μειώνεται με το ύψος.

ε) Η κατά την κατακόρυφο κατανομή της ταχύτητας του ανέμου. Ο άνεμος, δηλαδή η οριζόντια κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα, στην άμεση περιοχή της εξατμίζουσας επιφάνειας επιβραδύνεται λόγω της αντιστάσεως την οποία προβάλλει η εξατμίζουσα επιφάνεια (υδάτινη επιφάνεια, επιφάνεια γυμνού εδάφους ή βλάστησης). Η κίνηση αυτή του ατμοσφαιρικού αέρα είναι σχεδόν πάντοτε τυρβώδης. Είναι δε γνωστό ότι στην τυρβώδη κίνηση ενός ρευστού παρουσιάζονται δίνες της μάζας του κινούμενου ρευστού οι οποίες μετακινούνται κατά τυχαίο τρόπο κατά το περιορισμένο χρονικό διάστημα το οποίο μεσολαβεί από την στιγμή της δημιουργίας των μέχρι την στιγμή της εξαφανίσεως των.

Μπορούμε να διακρίνουμε δύο ειδών Εξατμισοδιαπνοές :

1. Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή : Η απευθείας εξάτμιση από το έδαφος και η διαπνοή γίνονται ταυτόχρονα στη φύση και είναι δύσκολο να διαχωριστούν οι υδρατμοί που παράγονται με τις δύο διεργασίες. Ως εκ τούτου, ο όρος εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration – ET ή AT) χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη συνολική διεργασία μεταφοράς νερού στην ατμόσφαιρα από φυτοκαλυμμένες επιφάνειες.

2. Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή : Η έννοια της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (potential evapotranspiration – EPT ή PET ή ET) χρησιμοποιείται ευρύτατα στη μελέτη της εξάτμισης και της εξατμισοδιαπνοής. Με τον όρο αυτό περιγράφεται η ποσότητα εξατμισοδιαπνοής που πραγματοποιείται σε πλήρως και ομοιόμορφα καλυμμένες με χλωρίδα επιφανείας, κάτω από συνθήκες απεριόριστης διαθεσιμότητας νερού. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι πάντα μικρότερη (συνήθως πολύ μικρότερη τους θερινούς μήνες) ή το πολύ ίση με την δυνητική εξατμισοδιαπνοή.

Ο όρος εισήχθη για πρώτη φορά από τον Thornthwaite (1948) για να εκφράσει τις απώλειες νερού από έδαφος με βλάστηση, όταν υπάρχει επάρκεια νερού. Την ίδια εποχή ο Penman (1948) ανέπτυξε την πρώτη εξίσωση που βασίζεται σε κλιματικά δεδομένα και περιέγραψε τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή. Στην πραγματικότητα η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από το έδαφος, την καλλιέργεια και τους κλιματικούς παράγοντες, χωρίς να είναι εύκολο να προσδιοριστούν επακριβώς αυτές οι επιδράσεις.

Με βάση τα στοιχεία θερμοκρασίας και κατακρημνισμάτων που έχουμε θα υπολογίσουμε την Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή στις λεκάνες απορροής που μελετάμε. Η Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή θα υπολογιστεί για κάθε ζώνη

βλάστησης που έχουμε σε κάθε λεκάνη απορροής. Θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο του Thornthwaite.

. Οι μέσες μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων που χρησιμοποιούμε για να βρούμε την δυνητική εξατμισοδιαπνοή για την πρώτη ζώνη βλάστησης, τις παίρνουμε από τον μετεωρολογικό σταθμό της Αγίας Τριάδας (360 m). Για την τρίτη ζώνη βλάστησης παίρνουμε τις μέσες μηνιαίες τιμές κατακρημνισμάτων από τον μετεωρολογικό σταθμό του Χορού (1120 m). Για την δεύτερη ζώνη βλάστησης χρησιμοποιούμε τις τιμές και από τους 2 σταθμούς και με την βοήθεια αλγεβρικής πράξεως βρίσκουμε τις τιμές και γι' αυτήν τη ζώνη. Το ίδιο κάνουμε και για την τέταρτη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Μπελμά.

2.3.5.ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ

Στις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν ταυτόχρονες παρατηρήσεις βροχής και απορροής για τον υπολογισμό των δεικτών διηθητικότητας, η εκτίμησης απορροϊκής βροχής γίνεται με τη μέθοδο του **απορροϊκού συντελεστή CN (Curve Number) της Soil Conservation Service**. Εμείς θα βρούμε τον απορροϊκό συντελεστή CN σε κάθε υδρολογική λεκάνη της περιοχής που μελετάμε.

2.4. ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΠΑΡΟΧΕΣ

2.4.1. ΠΙΘΑΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ

Είναι φανερό πως οι υδατικοί μίας χώρας είναι απαραίτητοι για την ανάπτυξη κάθε είδους δραστηριότητας σε αυτή καθώς και για τη διατήρηση της οικολογικής της ισορροπίας. Για να μπορούν όμως οι πόροι αυτοί να εκπληρώνουν το σκοπό που αναφέρθηκε, είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός και η εκτέλεση και έργων ανάπτυξης αυτών των ίδιων. Τέτοια έργα είναι τα μεγάλα φράγματα και οι ταμιευτήρες, οι αγωγοί μεταφοράς νερού, οι γέφυρες και οι οχετοί σε υδατορεύματα, οι κατασκευές άρδευσης σε γεωργικές περιοχές κ.λπ.

Τα παρακάτω στοιχεία προέρχονται από ένα άρθρο του κυρίου Μπαλούτσου που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Δασική έρευνα το 2005.

Πολλά από τα παραπάνω έργα όμως και κυρίως τα μεγάλα φράγματα ταμίευσης νερού, πρέπει να κατασκευάζονται με ασφάλεια ακόμα και στην Πιθανή Μέγιστη Πλημμύρα –ΠΜΠ– (Probable Maximum Flood –PMF-) που θα προκύψει από την Πιθανή Μέγιστη Κατακρήμνιση –ΠΜΚ– (Probable Maximum Precipitation – PMP -) που ενδέχεται να εκδηλωθεί στο χώρο που επεκτείνονται. Η έννοια της πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης –ΠΜΚ- διατυπώθηκε για πρώτη φορά στην Αμερική στα μέσα της δεκαετίας του 1930 (Miller 1973). Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός στην τελευταία έκδοση του σχετικού εγχειριδίου (WMO 1986) δίνει τον ακόλουθο ορισμό γι' αυτή την παράμετρο : ΠΜΚ είναι το μέγιστο πιθανό ύψος κατακρημνισμάτων δεδομένης διάρκειας το οποίο είναι μετεωρολογικά δυνατό να πέσει επάνω σε

μία περιοχή δεδομένης έκτασης, σε δεδομένη γεωγραφική θέση και εποχή του έτους, χωρίς να λαμβάνονται καθόλου υπόψη οι μακροχρόνιες τάσεις κλιματικής αλλαγής.

Τα δύο παραπάνω ακραία υδρομετεωρολογικά φαινόμενα δεν αναφέρονται σε καμία περίοδο επαναφοράς αφού το μέγεθος τους θεωρητικά ποτέ δεν μπορεί να ξεπεραστεί (Hershfield 1965, Shaw 1983, Jothityangkoon and Sivapalan 2003). Αλλά ακόμα και αν καθοριστεί μία περίοδος επαναφοράς γι' αυτά, αυτή θα είναι της τάξης των δεκάδων χιλιάδων ετών, ή και παραπάνω και επομένως αυτό δεν μπορεί να επαληθευτεί στην πράξη (Φούφουλα – Γεωργίου 1989, Klimes 1993, Jothityangkoon and Sivapalan 2003). Η εκτίμηση της ΠΜΠ είναι ιδιαίτερα χρήσιμη αφού, σύμφωνα με τον Lempriere (Rakhecha and Klark 1999), σήμερα εκτιμάται πως το 40 % περίπου των μεγάλων φραγμάτων που καταστρέφονται ή υφίστανται σοβαρές ζημιές, οφείλεται στην κάλυψη του υπερχειλιστή τους από πλημμυρικά νερά. Κατά συνέπεια, για την ποσοτικοποίηση της ΠΜΠ είναι απαραίτητη πρώτα η εκτίμηση της ΠΜΚ που μπορεί να δεχθεί η ευρύτερη περιοχή κατασκευής των έργων. Η ΠΜΚ είναι ακόμα απαραίτητη για την εκτίμηση του κινδύνου εκδήλωσης φαινομένων ισχυρών γεωλισθήσεων, κατολισθήσεων, έντονης διάβρωσης του εδάφους, καταστροφής έργων διευθέτησης χειμάρρων και οδοποιίας, καθώς και για την εκτίμηση της έκτασης των γεωργικών και αστικών περιοχών που κατακλύζονται από πλημμυρικά νερά.

Η χρήση της ΠΜΚ για την εκτίμηση της ΠΜΠ και στη συνέχεια η εφαρμογή αυτής στον υπολογισμό των διαστάσεων μεγάλων υδραυλικών έργων των λεκανών απορροής έγινε στην Κολομβία (Mejia and Villegas 1979), στην Αμερική (Wang 1984), στη Βρετανία (Collier and Hardaker 1996),

στην Ινδία (Rakhecha et al. 1992, Rakhecha and Klark 1999), στη Πορτογαλία (Brandao and Rodrigues 1999), στη Μαλαισία (Desa et al. 2001) και αλλού.

Στην Ελλάδα η ΠΜΚ εκτιμήθηκε για τη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού (ΥΠΕΧΩΔΕ 1995), τη λεκάνη του Αχελώου ποταμού βορειότερα από τη θέση Συκιά, του υδατορεύματος Μαυρομμάτι στο νομό Μαγνησίας (Κουβόπουλος Ι., ΔΕΗ) και πιθανόν και για άλλες λεκάνες απορροής.

Στην περιοχή της ΒΑ Όσσας η εκτίμηση της ΠΜΚ παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, διότι οι πλαγιές της οι οποίες σε χρονικό διάστημα 24 και 48 ωρών, δέχονται κατά μέσο όρο κάθε 105 και 125 έτη, 500 και 700 mm βροχής, αντίστοιχα. Μικρότερα ύψη βροχής από αυτά αλλά οπωσδήποτε ακόμα υψηλά, δέχεται η ίδια περιοχή ανά συχνότερα χρονικά διαστήματα. Ειδικότερα στις ίδιες διάρκειες (24 και 48 ώρες) δέχεται 400 και 500 mm ανά 35 και 25 έτη, 300 και 400 mm ανά 8 έτη και 200 και 300 mm ανά 1,5 – 2 έτη (Μπαλούτσος 2005). Οι βροχές αυτές είναι κυρίως ορογραφικού τύπου και οφείλονται στη γεωμορφολογία, στη τοπογραφία και στο κλίμα της περιοχής.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, σκοπός μας είναι η εκτίμηση της πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης στη συγκεκριμένη περιοχή της Όσσας για διάρκεια 24 και 48 ωρών. Στη συνέχεια η ΠΜΚ θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της ΠΜΠ και αυτή με τη σειρά της για τον υπολογισμό των διαστάσεων των υδραυλικών έργων και κυρίως των αντιπλημμυρικών στη περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, τα αντιπλημμυρικά έργα έχουν πολύ μεγάλη σημασία αφού οι παραλιακές περιοχές της Όσσας και κυρίως από το Στόμιο μέχρι το Αγιόκαμπο αναπτύσσονται ταχύτατα τουριστικά και επομένως οικοδομούνται. Κατά συνέπεια, η αντιπλημμυρική τους προστασία είναι

πρωταρχικής σημασίας αφού οι Β και ΒΑ πλαγιές του βουνού δέχονται, όπως αναφέρθηκε, ύψη βροχής παρόμοια με εκείνα των τροπικών περιοχών. Κάτω από τέτοιες συνθήκες, εξαντλείται η ευεργετική επίδραση της βλάστησης της περιοχής - αν και οργιώδης – στην εξομάλυνση των πλημμύρων. Μετά το όριο αυτό, όλο και μεγαλύτερο ύψος κατακρημνισμάτων μετατρέπεται σε πλημμυρική απορροή στην παραλιακή ζώνη και το πρόβλημα θα μπορούσε να αντιμετωπισθεί μόνο με αντιπλημμυρικά έργα και τη διατήρηση του φυσικού μεγέθους της κοίτης των υδατορευμάτων της.

Για την εκτίμηση της πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και η επιλογή αυτών εξαρτάται από τα διαθέσιμα στοιχεία, τα χαρακτηριστικά της τοποθεσίας κατασκευής του έργου κ. λπ. Γενικά υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες μεθόδων. Η πρώτη από αυτές λαμβάνει υπόψη τις φυσικές διεργασίες δημιουργίας των μεγάλων επεισοδίων κατακρήμνισης (μετεωρολογική ή παραδοσιακή μέθοδος -WMO-, 1986) και η δεύτερη τη στατιστική ανάλυση των μέγιστων υψών κατακρημνισμάτων παρελθόντων ετών (Rakhecha et al. 1992).

Αναλυτικότερα, οι μέθοδοι εκτίμησης της ΠΜΚ είναι (Collier and Hardaker 1996) :

- Η κατασκευή μοντέλου καταιγίδας.
- Η μεγιστοποίηση και μετατόπιση πραγματικών καταιγίδων.
- Η χρήση γενικευμένων στοιχείων ή στοιχείων μεγιστοποιημένου ύψους, διάρκειας και επιφάνειας μεγάλων καταιγίδων.
- Η χρήση εμπειρικών σχέσεων μεταξύ μέγιστου ύψους κατακρήμνισης, διάρκειας και επιφάνειας.

- Η χρήση εμπειρικών σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων ορισμένων περιοχών και
- Οι στατιστικές αναλύσεις μέγιστου ύψους κατακρημνισμάτων παρελθόντων ετών.

Η μέθοδος που διατυπώθηκε από τον Hershfield στην Αμερική, θα χρησιμοποιήσουμε στην εργασία αφού είναι δυνατόν να υπολογιστούν για την περιοχή μελέτης τα μέγιστα ετήσια ύψη κατακρημνισμάτων παρελθόντων ετών διάρκειας 24 και 48 ωρών.

2.4.2 ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

Από την ανάλυση των σχέσεων έντασης, διάρκειας και περιόδου επαναφοράς των μέγιστων ετήσιων βροχοπτώσεων μιας περιοχής καταρτίζονται οι αποκαλούμενες όμβριες καμπύλες. Οι καμπύλες αυτές αποτελούν σημαντικότατο υδρολογικό εργαλείο για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία έργων ανάπτυξης των υδατικών πόρων και κυρίως αντιπλημμυρικών (Κουτσογιάννης 1998, Willems 2000, Yu et al. 2004). Στις κατηγορίες των έργων αυτών υπάγονται τα κάθετα φράγματα στη ροή υδατορευμάτων, οι γέφυρες, οι οχετοί, α αρδευτικά και αποστραγγιστικά δίκτυα, τα έργα ποιότητας του νερού κλπ. Στην Ελλάδα, οι ορεινές περιοχές για τις οποίες έχουν καταρτιστεί όμβριες καμπύλες είναι πολύ περιορισμένες σε σχέση με τις πεδινές (Μπαλούτσος 2005).

Οι όμβριες καμπύλες μπορούν χρησιμοποιηθούν τόσο σε μικρές όσο και σε μεγάλες υδρολογικές λεκάνες των ομοιογενών κλιματικά περιοχών στις

οποίες η κάθε μία ανήκει και περικλείει το βροχομετρικό σταθμό λήψης και ανάλυσης των στοιχείων. Από τις αναλυτικές σχέσεις που προκύπτουν μπορεί επίσης να εκτιμηθεί και η περίοδος επαναφοράς των βροχών για τις οποίες είναι γνωστή η ένταση και η διάρκεια. Οι σχέσεις αυτές αποτελούν τη βασική είσοδο σε όλα τα μοντέλα μετασχηματισμού της βροχής σε πλημμυρική απορροή (Κουτσογιάννης 1997). Οι παραπάνω σχέσεις είναι απλές αναλυτικές ή γραφικές εκφράσεις της μέγιστης έντασης i της βροχής σε συνάρτηση με τη διάρκεια d και την περίοδο επαναφοράς T . Οι καμπύλες που προκύπτουν από την ανάλυση είναι οι προαναφερόμενες όμβριες καμπύλες.

Σχέσεις μεταξύ των παραπάνω τριών παραμέτρων σύμφωνα με τον Bernard (Κουτσογιάννης 1998) καταρτίστηκαν για πρώτη φορά στην Αμερική το 1932 και από τότε η κατάρτιση τους επεκτάθηκε και σε διάφορες άλλες χώρες. Ειδικότερα, μετά το 1960 σχεδιάσθηκαν και χάρτες με ισουέτιες καμπύλες ισχυρών εντάσεων για διάφορες διάρκειες και περιόδους επαναφοράς για τις αναπτυγμένες χώρες. Στην Αμερική π.χ. τέτοιοι χάρτες σχεδιάσθηκαν μετά το 1961, από το Weather Bureau (Hershfield 1961) και αργότερα από την NOAA - National Weather Service (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία) για τις δυτικές πολιτείες (Miller et al. 1973) καθώς και τις ανατολικές και ηπειρωτικές πολιτείες (Frederic et al. 1977). Παρόμοιοι χάρτες σχεδιάσθηκαν επίσης για τη Βρετανία και την Ιρλανδία, από το Ινστιτούτο Υδρολογίας (NERC 1975) και για πολλές άλλες χώρες (Μπαλούτσος, 2005).

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον Κουτσογιάννη (1997), έγινε μία πιλοτική προσπάθεια σχεδίασης χαρτών με ισουετίες καμπύλες μέγιστων υψών και για διάφορες διάρκειες βροχής και περιόδους επαναφοράς για εφαρμογή στη Στερεά Ελλάδα, από τον Κοζώνη το 1995. Αργότερα πάλι (Λουκάς 2001) και

αφού η χώρα μας διαιρέθηκε σε πέντε κλιματικά ομοιογενείς περιοχές, σχεδιάστηκαν παρόμοιοι χάρτες γι' αυτές με τη χρήση των στοιχείων από 24 πεδινούς βροχομετρικούς σταθμούς. Η χρησιμότητα των χαρτών αυτών ενώ είναι προφανής για τις πεδινές περιοχές, φαίνεται επισφαλής για τις ορεινές, λόγω μη χρήσης των στοιχείων από τους αντίστοιχους σταθμούς. Το μειονέκτημα αυτό τονίσθηκε βέβαια και από τους ίδιους τους ερευνητές της μελέτης.

Η χώρα μας είναι κατά 60% ορεινή και το τμήμα αυτό δέχεται το μεγαλύτερο ύψος κατακρημνισμάτων, το οποίο επηρεάζει τη σχεδίαση και κατασκευή υδραυλικών έργων ανάπτυξης αυτής (αποστραγγιστικά δίκτυα δρόμων, φράγματα υδατορευμάτων, γέφυρες, οχετοί κ.λπ.). Επομένως οι όμβριες καμπύλες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες και για τις ορεινές περιοχές.

Για την κατάρτιση των όμβριων καμπυλών χρησιμοποιήθηκαν οι μέγιστες ετήσιες βροχοπτώσεις διάρκειας 1, 2, 4, 6, 12, 24, 36 και 48 ωρών. Οι μέγιστες ετήσιες βροχοπτώσεις με τις συγκεκριμένες διάρκειες κάλυπταν 25 έτη για την περιοχή έρευνας. Έτσι, για κάθε έτος προέκυψαν οκτώ μέγιστα ύψη βροχής ανταποκρινόμενα στις παραπάνω διάρκειες. Τα ύψη αυτά ελήφθησαν από τις καταγραφές των χιονοβροχογράφων του σταθμού στη ΒΑ Όσσα και χρησιμοποιήθηκαν ημερήσιες, εβδομαδιαίες και μηνιαίες ταινίες καταγραφής. Επισημαίνεται όμως πως οι ημερήσιες ταινίες μόνο για ένα μικρό αριθμό ετών και οι εβδομαδιαίες ήταν εκείνες που αποτέλεσαν τη βάση για την εξαγωγή υδρολογικής πληροφορίας. Οπωσδήποτε όμως χρησιμοποιήθηκαν πολύ και οι μηνιαίες ταινίες 750 mm για διάρκειες βροχής μεγαλύτερες από έξι ώρες και ήταν ιδιαίτερα χρήσιμες όταν οι χιονοβροχογράφοι των 300 mm είχαν υπερχειλίσει. Όλα τα παραπάνω ύψη

βροχής χρησιμοποιήθηκαν για την κατάρτιση των όμβριων καμπυλών με τις διαδικασίες που αναλύονται παρακάτω.

2.5. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Μεγάλο ενδιαφέρον, από πρακτική άποψη έχει ο προσδιορισμός της **μέσης ετήσιας υποβάθμισης** που γίνεται με βάση το μέσο ετήσιο φορτίο φερτών υλών των ρευμάτων.

Στα μικρότερα χειμαρρικά ρεύματα το στερεοφορτίο αποτελεί το σύνολο σχεδόν του φορτίου των υλικών που αυτά μεταφέρουν, το δε στερεοφορτίο ενός ιδιαίτερα έντονου πλημμυρικού γεγονότος είναι συχνά μεγαλύτερο του μέσου ετήσιου στερεοφορτίου τους. Για το λόγο αυτό τα στερεοφορτία των εξαιρετικών πλημμυρικών γεγονότων έχουν επίσης ιδιαίτερη σημασία από άποψη διευθέτησης των μικρών χειμαρρικών ρευμάτων και ιδίως του κώνου προσχωσής τους.

Για την εκτίμηση της γενικής διάβρωσης και της υποβάθμισης στις λεκάνες απορροής που μελετάμε χρησιμοποιούμε την στοχαστική μέθοδο του Gavrilovic (Κωτούλας, 2001).

A ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

A.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΛΩΒΟΣ

Είναι μικρός ξύλινος θάλαμος (συνήθως σχήματος κύβου) με λευκά τοιχώματα, ο οποίος τοποθετείται στους μετεωρολογικούς σταθμούς στην ύπαιθρο. Περιέχει συνήθως όργανα μέτρησης της θερμοκρασίας (θερμόμετρα, θερμογράφος), υγρασίας (ψυχρόμετρο, υγραγράφος), εξάτμισης (εξατμισίμετρα) και πίεσης (βαρογράφος, βαρόμετρα).

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ο κιγκλιδωτός κλωβός (εικόνα 7), ο οποίος είναι ξύλινος κύβος πλευράς 0,6 – 1 m. Τα πλευρικά του τοιχώματα αποτελούνται από κιγκλίδες αντίθετης φοράς που σχηματίζουν γωνία 90⁰ μεταξύ τους και 45⁰ με τον ορίζοντα. Ο τρόπος αυτός κατασκευής επιτρέπει να αερίζεται ο θάλαμος και να προστατεύονται τα όργανα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, τη βροχή και το χιόνι. Η πλευρά του κλωβού βρίσκεται προς βορά και χρησιμεύει σαν πόρτα, για να μην εισέρχεται η άμεση ηλιακή ακτινοβολία στο κλωβό οποιαδήποτε ώρα και αν αυτός ανοιχτεί.

Το ύψος της βάσης του κλωβού είναι 1,5 m από το έδαφος και στηρίζεται σταθερά πάνω σε τέσσερα ξύλινα ή μεταλλικά πόδια. Χλόη πρέπει να καλύπτει το έδαφος γύρω από το κλωβό. Δίπλα στο κλωβό και σε μικρή απόσταση τοποθετούνται τα θερμόμετρα εδάφους. Στο άκρο της θέσης της μιας πλευράς ο βροχογράφος και το βροχόμετρο και στην άλλη ο ανεμογράφος.



Εικόνα 7 : Μετεωρολογικός κλωβός στο Μ.Σ. Αγίας Τριάδας

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

Όλες οι μορφές κατακρημνισμάτων (βροχή, χιόνι, χαλάζι) μετρούνται με βάση το κατακόρυφο στρώμα νερού, δηλαδή το ύψος της μάζας του, το οποίο θα συσσωρευόταν σε μία οριζόντια επιφάνεια, αν ολόκληρη η ποσότητα του κατακρημνίσματος παρέμενε στο σημείο της πτώσης της χωρίς απώλειες εξάτμισης, διήθησης ή απορροής. Η μέτρηση εκφράζεται σε mm του ύψους του παραπάνω στρώματος και αντιστοιχεί σε ορισμένο χρονικό διάστημα (ημέρα, μήνας, έτος).



Εικόνα 8 : Μετεωρολογικός σταθμός Κακοσκαλίου

Η ακριβής μέτρηση του ύψους αυτού δεν είναι πάντοτε εφικτή, επειδή στο χώρο γύρω από το όργανο μέτρησης σημειώνονται αεροδυναμικές μεταβολές, το δείγμα που παίρνουμε για τη μέτρηση είναι εξαιρετικά μικρό, ως προς το σύνολο της βροχής. Πάντως μακρές σειρές παρατηρήσεων εξουδετερώνονται αυτά, η δε χρήση στατιστικών μεθόδων στην επεξεργασία των μετρήσεων αποτρέπει σημαντικά τη δημιουργία συστηματικών σφαλμάτων. Η βροχή θεωρείται το πρώτο μετεωρολογικό φαινόμενο που μετρήθηκε από τον άνθρωπο. Για τη μέτρηση του ύψους της βροχής χρησιμοποιούνται τα βροχόμετρα και οι βροχογράφοι.

A.2 ΑΠΛΟ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΟ

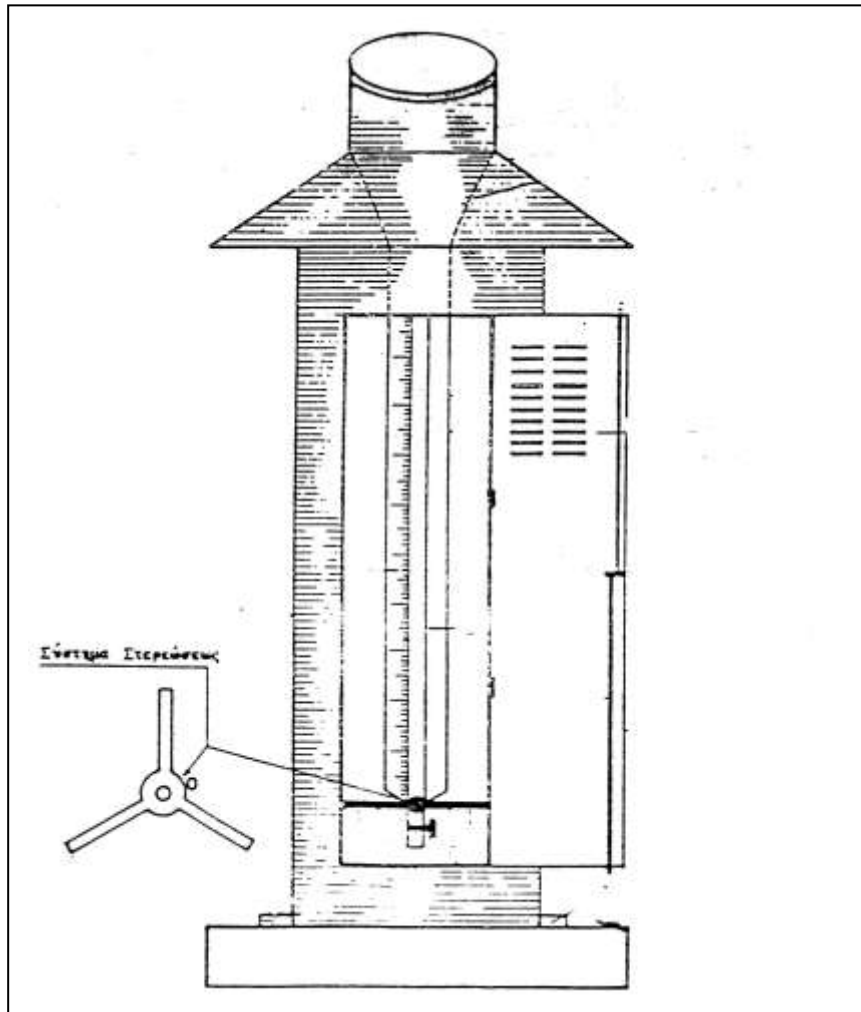
Το όργανο αυτό αποτελείται από ένα μεταλλικό ανοξείδωτο κυλινδρικό δοχείο, ύψους 40 cm περίπου και διαμέτρου 20 – 30 cm, το οποίο προς τα πάνω καταλήγει σε αιχμηρά χείλη και προς τα κάτω σε μια κολουροκωνική επιφάνεια, που συνδέεται μ' ένα σωλήνα μικρής διαμέτρου. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται σαν πώμα σ' ένα κυλινδρικό δοχείο, μέσα στο οποίο συλλέγεται το νερό της βροχής. Το συλλεγόμενο νερό μαζεύεται στον ογκομετρικό κύλινδρο και μας δίνει απ' ευθείας το βροχομετρικό ύψος σε χιλιοστά και δέκατα του χιλιοστού. Αν το βροχόμετρο δεν συνοδεύεται από ογκομετρικό κύλινδρο, τότε το βροχομετρικό ύψος βρίσκεται αν ο όγκος του νερού της βροχής διαιρεθεί με την επιφάνεια του δοχείου συλλογής.

A.3 ΔΕΚΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΟ

Το όργανο (εικόνα 6) αυτό αποτελείται από ένα μεταλλικό κυλινδρικό δοχείο το οποίο προς τα πάνω καταλήγει σε κυλινδρικό δακτύλιο, με χείλη κυκλικά και οξέα και προς τα κάτω σε κολουρωνικό δοχείο, που συγκοινωνεί με μεταλλικό σωλήνα μήκος ενός περίπου μέτρου. Παράλληλα προς το σωλήνα αυτόν υπάρχει γυάλινος σωλήνας, με τον οποίο συγκοινωνεί με τη βοήθεια ελαστικών σωληνίσκων. Πίσω από τον γυάλινο σωλήνα βρίσκεται μεταλλική ταινία, στην οποία είναι χαραγμένη η κλίμακα σε εκατοστά και χιλιοστά του μέτρου. Το βροχόμετρο αυτό λέγεται δεκαπλασιαστικό, γιατί η επιφάνεια που ορίζεται από τα χείλη του δοχείου συλλογής είναι δεκαπλάσια από το άθροισμα των επιφανειών του γυάλινου και μεταλλικού σωλήνα.

Συνεπώς το ύψος του νερού μέσα στον μεταλλικό και τον γυάλινο σωλήνα είναι δεκαπλάσιο από το ύψος της βροχής στο δοχείο του βροχομέτρου. Γι' αυτό η κλίμακα είναι διαιρεμένη σε εκατοστά και χιλιοστά του μέτρου, τα οποία όμως παριστάνουν, αντίστοιχα, χιλιοστά και δέκατα του χιλιοστού πραγματικού ύψους βροχής.

Ο παρατηρητής, εφόσον έχει βρέξει, βλέπει σε ποια υποδιαίρεση της κλίμακας έφθασε το νερό και στη συνέχεια, εφ' όσον η βροχή σταματήσει ανοίγει η στρόφιγγα του βροχομέτρου για να φύγει το νερό, έως ότου φθάσει στην υποδιαίρεση μηδέν της κλίμακας. Αν κατά τη στιγμή της παρατήρησης πέφτει βροχή, ο παρατηρητής θα πάρει μόνο την ένδειξη του ύψους βροχής, χωρίς να αδειάζει το βροχόμετρο. Το βροχόμετρο θα αδειάσει μόνο μετά την ένδειξη της βροχής. Η διαφορά των ενδείξεων δύο διαδοχικών παρατηρήσεων δίνει το ύψος της βροχής, που έπεσε στο χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο παρατηρήσεων.



Εικόνα 9 : Δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο

A.4 ΔΕΚΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΣ ΒΡΟΧΟΓΡΑΦΟΣ HELLMAN – FUESS

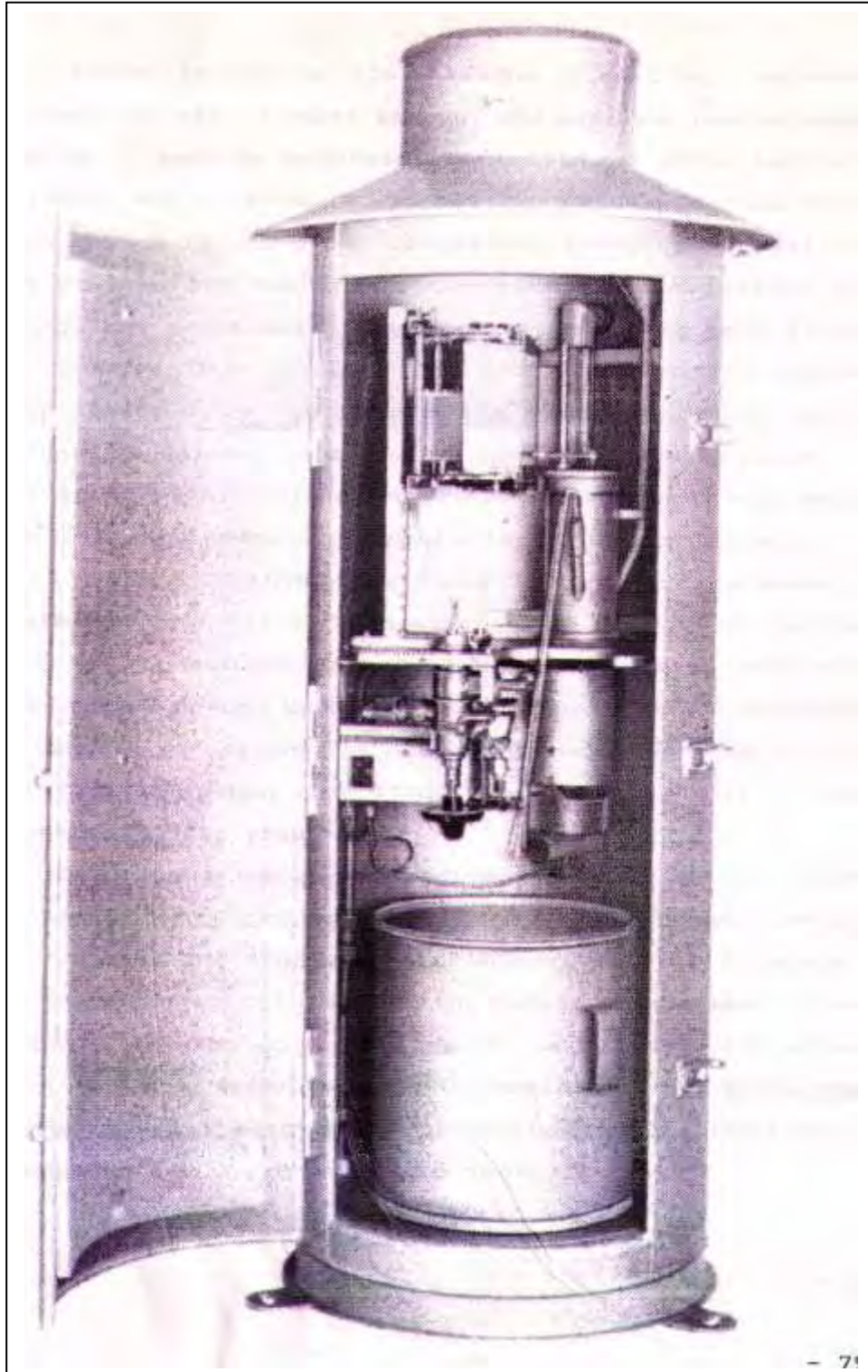
Εκτός από τα βροχόμετρα συνηθίζεται να τοποθετούνται στους κλιματολογικούς σταθμούς και βροχογράφοι. Τέτοια όργανα κυκλοφορούν σε διάφορους τύπους, οι οποίοι όμως δεν παρουσιάζουν ουσιώδεις διαφορές.

Ο δεκαπλασιαστικός βροχογράφος Hellman – Fuess λέγεται και σιφωνοειδής βροχογράφος αποτελείται από το δοχείο συλλογής, το οποίο

μέσω σωλήνα συγκοινωνεί με άλλο κυλινδρικό δοχείο μικρότερης διαμέτρου, μέσα στο οποίο υπάρχει πλωτήρας. Στην επάνω επιφάνεια του πλωτήρα στηρίζεται κατακόρυφο στέλεχος που κάθετα φέρει έλασμα, στο άκρο του οποίου υπάρχει γραφίδα. Η γραφίδα εφάπτεται σε ταινία, η οποία περιβάλλει κύλινδρο, που κινείται με ωρολογιακό μηχανισμό γύρω από τον άξονα του. Η ταινία φέρει οριζόντιες γραμμές, που αντιστοιχούν σε χιλιοστά και δέκατα του χιλιοστού του μέτρου ύψους βροχής, και κατακόρυφες που αντιστοιχούν στις υποδιαιρέσεις του χρόνου. Όταν βρέχει, το νερό του δοχείου συλλογής διοχετεύεται μέσω του σωλήνα στο δεύτερο δοχείο, οπότε ο πλωτήρας θα αρχίσει να ανεβαίνει και η γραφίδα να γράφει στην ταινία, καμπύλη, που θα παριστάνει την πορεία της βροχής. Όταν η γραφίδα φθάσει στην υποδιαίρεση 10 της κλίμακας, τότε, με τη βοήθεια σωλήνα, δημιουργείται αυτόματα σίφωνας, το δοχείο αδειάζει και ο πλωτήρας κατεβαίνει και μαζί του και η γραφίδα, η οποία γράφει κατακόρυφη γραμμή και φθάνει στην υποδιαίρεση μηδέν της κλίμακας. Εφόσον η βροχή εξακολουθεί, ο πλωτήρας με την γραφίδα θα αρχίσουν να ανεβαίνουν και η γραφίδα να γράφει πάλι καμπύλη γραμμή όταν σταματήσει η βροχή, τότε η γραφίδα γράφει οριζόντια γραμμή.

Επομένως οι βροχογράφοι δίνουν το ύψος και τη διάρκεια της βροχής, τις ώρες έναρξης και λήξης της βροχής καθώς και τις εντάσεις της βροχής σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα.

Παρατηρούμε ότι η ένταση της βροχής μεταβάλλεται συνεχώς κατά τη διάρκεια της καταιγίδας. Οι μεταβολές αυτές καταγράφονται από τους βροχογράφους και αποδίδονται στο βροχογράφημα ή ομβρογράφημα ή υετογράφημα, το οποίο αποτελεί την αθροιστική καμπύλη της βροχόπτωσης στο χρόνο.



Εικόνα 10 : Δεκαπλασιαστικός βροχογράφος Hellman - Fuess

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Εφαρμόζοντας την παραπάνω μεθοδολογία προέκυψαν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά του Πίνακα 3.

Πίνακας 3 : Τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των χειμαρρικών ρευμάτων της περιοχής έρευνας

| A/A | Ονομασία Χειμαρρικού Ρεύματος | Εμβαδόν Λεκάνης Απορροής | Μήκος υδροκρίτη | Βαθμός στρογγυλομορφίας | Ελάχιστο Υψόμετρο | Μέγιστο υψόμετρο | Μέσο υψόμετρο | Μέση Κλίση Λεκάνης | Μήκος κεντρικής κοίτης | Μέση κλίση κοίτης | Πυκνότητα Υδρογραφικού Δικτύου |
|-----|-------------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | | E | U | B | H_{min} | H_{max} | H_{med} | J_i | L | J_k | D |
| | | km ² | km | km | m | m | m | % | km | % | km |
| 1 | Λυκόρεμα | 4,3 | 13,8 | 0,31 | 0 | 1520 | 764 | 41,4 | 6,05 | 25,3 | 4,05 |
| 5 | Μπελμά | 33,49 | 29,9 | 1,12 | 0 | 1978 | 1173 | 37,6 | 14,1 | 17,8 | 3,48 |
| 7 | Κακοσκάλι | 10,18 | 20,4 | 0,5 | 0 | 1452 | 631 | 36,7 | 7,9 | 19,8 | 4,07 |

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η μεγαλύτερη λεκάνη απορροής είναι του χειμαρρικού ρεύματος «Μπελμά» με εμβαδόν 33,49 km², ο βαθμός στρογγυλομορφίας κυμαίνεται από 0,31 για το χειμαρρικό ρεύμα «Λυκόρεμα» έως 1,12 για το χειμαρρικό ρεύμα «Μπελμά». Όλες οι λεκάνες της περιοχής έρευνας ξεκινάνε από 8m ελάχιστο υψόμετρο για να καταλήγουν από τα 1452 (χειμαρρικό ρεύμα Κακοσκάλι) έως τα 1978m (χειμαρρικό ρεύμα Μπελμά). Οι λεκάνες απορροής παρουσιάζουν ομοιόμορφες κλίσεις οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 36,7% και 41,4% ενώ και η κλίση της κεντρικής κοίτης παρουσιάζουν ομοιομορφία η οποία κυμαίνεται από 18% έως 25%. Το μήκος της κεντρικής κοίτης παρουσιάζει τιμές από τα 6,05 km για το χειμαρρικό ρεύμα «Λυκόρεμα» έως τα 14,1 για το χειμαρρικό ρεύμα «Μπελμά».

3.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΤΗΤΑΣ

3.2.1. ΑΝΑΓΛΥΦΟ

Επειδή οι κλίσεις που επικρατούν στις επιφάνειες των λεκανών απορροής παρουσιάζουν συνήθως έντονες εναλλαγές, αναζητούμε κατά τη σπουδή της μορφολογίας του χειμαρρικού χώρου, μια αντιπροσωπευτική κλίση.

Η κλίση αυτή ονομάζεται μέση κλίση (P_m), ο δε τύπος υπολογισμού της δίνεται από την υπό αριθμό 927/18-7-1968 διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας και είναι :

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

Οι μέσες κλίσεις των λεκανών απορροής που μελετάμε υπολογίστηκαν και είναι οι εξής :

Λεκάνη Λυκορέματος $P_m = 41,4\%$

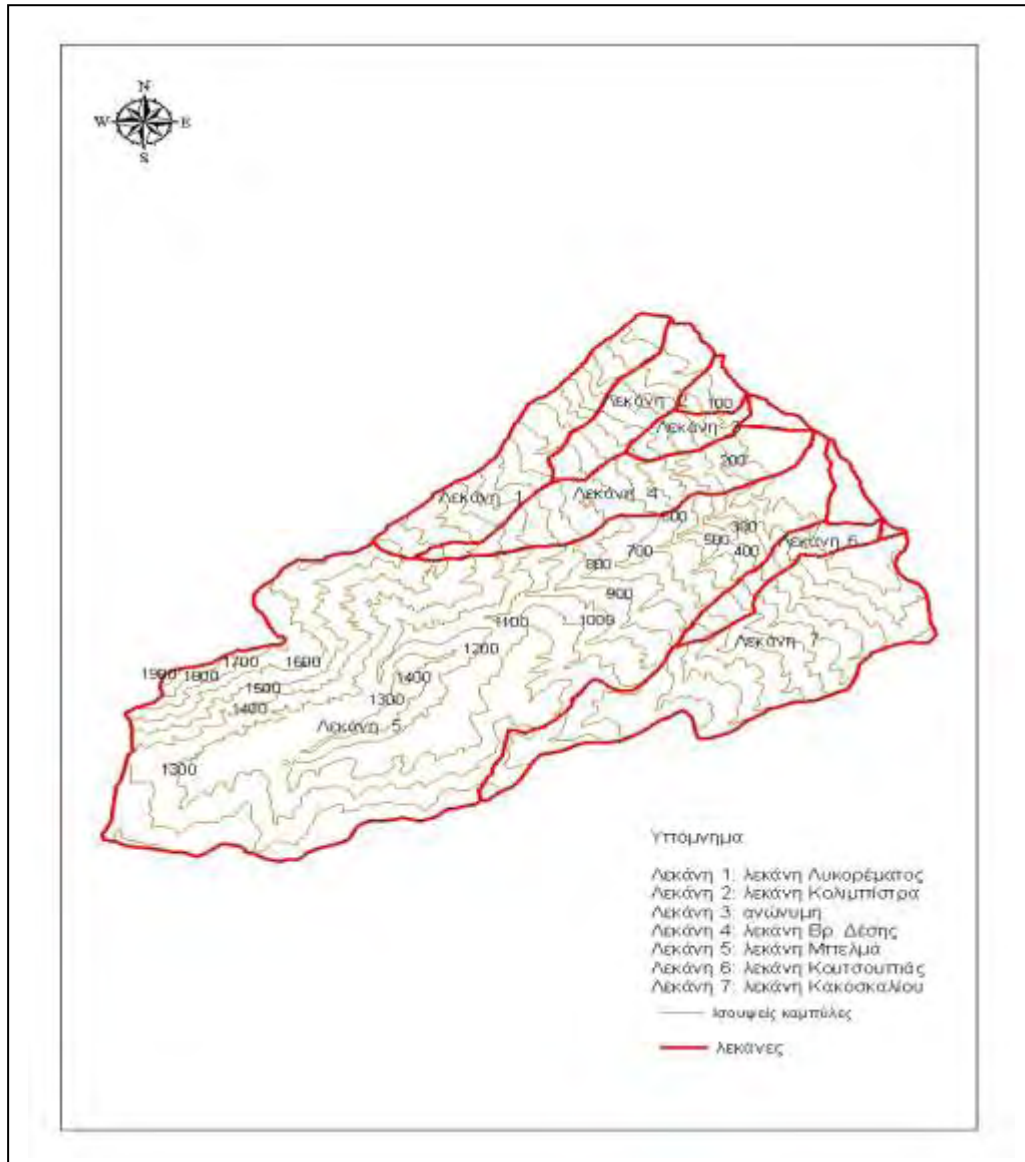
Λεκάνη Μπελμά $P_m = 37,6\%$

Λεκάνη Κακοσκαλίου $P_m = 36,7\%$

Από τον ίδιο κανονισμό εκπονήσεως μελετών χειμαρρικών ρευμάτων δίνεται ο παρακάτω χαρακτηρισμός ζωνών :

- Οριζόντιες ($0\% \leq \text{κλίση} \leq 5\%$)
- Επικλινείς ($5,1\% \leq \text{κλίση} \leq 15\%$)
- Λίαν επικλινείς ($15,1\% \leq \text{κλίση} \leq 35\%$)
- Ισχυρά επικλινείς ($35,1\% \leq \text{κλίση} \leq 66\%$)
- Απόκρημνες ($66,1\% \leq \text{κλίση}$)

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης κατατάσσονται στη κατηγορία των «ισχυρά επικλινών» εδαφών.



Εικόνα 11 : Οι χωροσταθμικές καμπύλες στην περιοχή έρευνας.

3.2.2. ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Η βλάστηση περιλαμβάνεται στους βασικούς παράγοντες χειμαρρικότητας και η επίδραση της στη διαμόρφωση της συμπεριφοράς των χειμάρρων είναι σημαντική. Αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα στην αποτροπή έντονων χειμαρρικών φαινομένων και ρυθμίζει την υδατική δίαιτα των χειμαρρικών ρευμάτων.

Για να προσδιοριστούν τα παραπάνω χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης βλάστησης κλίμακας 1 : 200000 που έχει εκδοθεί από την Δασική Υπηρεσία για τον νομό Λάρισας.

Σε ορισμένες λεκάνες απορροής η κατάσταση της βλάστησης μπορεί να έχει μεταβληθεί δραστικά από παράγοντες όπως οι πυρκαγιές ή βαθμιαία λόγω εγκατάλειψης των ορεινών περιοχών με αποτέλεσμα την μείωση των οικονομικών δραστηριοτήτων που ασκούνται στην περιοχή (κτηνοτροφία) και τη βαθμιαία φυσική αναδάσωση. Άλλη μεταβολή μπορεί να οφείλεται στα προγράμματα ανόρθωσης των δασικών οικοσυστημάτων που εφαρμόζονται από την Δασική Υπηρεσία.

Στον ελλαδικό χώρο υπάρχουν πέντε ζώνες βλάστησης που διακρίνονται χλωριδικά, οικολογικά, φυσιογνωμικά και ιστορικά. Τα όρια των ζωνών αυτών πολλές φορές συμπλέκονται και αλληλοσυγχέονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να γίνονται ασαφή. Για την διάκριση των ζωνών αυτών θα χρησιμοποιήσουμε αυτήν που περιγράφεται από τον Σ. Ντάφη. Αυτός χρησιμοποιεί τις ανώτερες φυτοκοινωνικές ομάδες του συστήματος Braun-Blanquet και ακολουθεί την ταξινόμηση της βλάστησης της ΝΑ Ευρώπης που έγινε από τον Horvat με μικρές μόνο αποκλίσεις. Οι ζώνες που διακρίθηκαν

στη ΒΑ Όσσα είναι τέσσερις αφού η ζώνη των ψυχρόβιων κωνοφόρων (Vacinio-Picetalia) τη συναντάμε μόνο στη περιοχή της Περίας, καθώς εκεί τα υψόμετρα είναι ιδιαίτερα μεγάλα και είναι οι εξής :

A. Ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης (Quercetalia ilicis)

(Παραλιακή, λοφώδης και υποορεινή περιοχή)

Η ζώνη αυτή εμφανίζεται ως μια περισσότερο ή λιγότερο ασυνεχής λωρίδα κατά μήκος των βόρειων και ανατολικών ακτών της Όσας. Υποδιαιρείται σε δύο υποζώνες :

1) Την υποζώνη Oleo–Ceratonion. Το κλίμα της υποζώνης αυτής χαρακτηρίζεται από ανοιξιάτικες και φθινοπωρινές βροχοπτώσεις και μεγάλης διάρκειας (4–6 μήνες) ξηρή περίοδο.

2) Την υποζώνη Quercion ilicis. Εμφανίζεται στην Όσσα πάνω από το Oleo – Ceratonion. Επιπλέον αυτή την υποζώνη την συναντάμε στη ΒΑ Ελλάδα (Όλυμπο και ΒΑ Χαλκιδική) παρουσιάζει ασυνέχεια και εμφανίζεται από την επιφάνεια της θάλασσας μέχρι 200–300 μ.

B. Παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (Quercetalia pubescentis)

(Λοφώδης, υποορεινή)

Η ζώνη αυτή εμφανίζεται συνέχεια της προηγούμενης κατακόρυφα στα όρη και οριζόντια στο εσωτερικό της χώρας. Εμφανίζεται μια η ζώνη που μοιάζει φυσιογνωμικά με την ζώνη της αείφυλλου βλάστησης ή μια ζώνη από ξηρόφιλα φυλλοβόλα πλατύφυλλα και κυρίως δρυοδάση. Στη περιοχή έρευνας διακρίνουμε τις εξής υποζώνες:

1) Ostryo–Carpinion. Πρόκειται για εκτάσεις πρινώνων που οφείλονται σε ανθρωπογενείς επιδράσεις. Αρχικά στη ζώνη αυτή κυριαρχούσε η χνοώδης ή η πλατύφυλλος δρυς. Απόδειξη γι' αυτό είναι το γεγονός ότι μετά

τη απαγόρευση της βοσκής αλλάζει η φυσιογνωμία του *Pseudotsugae* και κυριαρχούν πλατύφυλλα είδη όπως δρυς και γαύρος.

2) *Quercion-confertae*. Είναι η υποζώνη των θερμόφιλων υποηπειρωτικών φυλλοβόλλων δρυών. Καλύπτει εκτάσεις συνήθως υποορεινές και σε μερικές περιπτώσεις λοφώδεις και ορεινές.

Γ. Ζώνη δασών οξιάς – ελάτης και παραμεσογειακών κωνοφόρων (*Fagetalia*) (Ορεινή – υποαλπική)

Εδώ το κλίμα είναι ορεινό μεσογειακό και πλησιάζει προς το κλίμα της Κεντρικής Ευρώπης. Οι χειμώνες είναι δριμύτεροι, τα χιόνια διαρκούν μερικούς μήνες και η ξηρή περίοδος χωρίς να εξαφανίζεται εντελώς περιορίζεται σημαντικά στον ενάμισι μήνα. Διακρίνουμε την υποζώνη *Fagion moesiaca* που εμφανίζεται σε όλες τις περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας. Καλύπτει εκτάσεις με υψόμετρο από 800 – 1700 μέτρα.

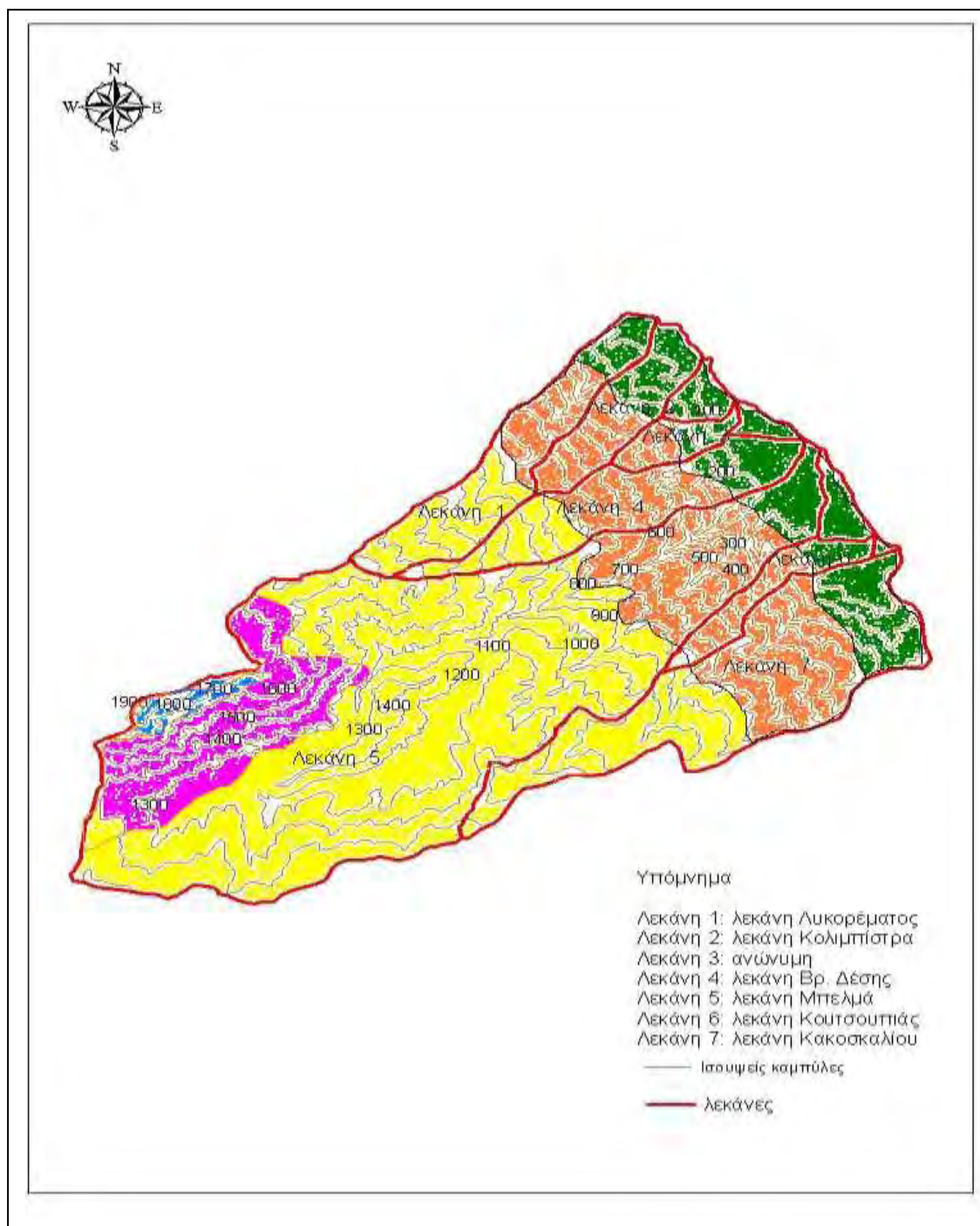
Δ. Εξωδασική ζώνη υψηλών ορέων (*Astragalo – Acantholimonetalia*)

Η ζώνη αυτή εμφανίζεται στα υψηλά όρη της χώρας μας πάνω από τα δασο-δενδροόρια. Συντίθεται από μία θαμνώδη και ποώδη βλάστηση που έχει υποβαθμιστεί εξαιτίας της υπερβόσκησης.

3.2.2.1. ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Οι μορφές βλάστησης που ασκούν την καλύτερη υδρογεωνομική επίδραση είναι κατά σειρά το κανονικό υδρονομικό δάσος, οι κανονικοί θαμνώνες, οι ποοσυστάδες και οι γεωργικές καλλιέργειες. Γι' αυτό επιβάλλεται η ίδρυση δάσους στις γυμνές λεκάνες απορροής ή σε εκείνες με περιορισμένη βλάστηση. Στις λεκάνες απορροής που φέρουν μερικώς ή

ολικώς δάση επιβάλλεται η κατάλληλη καλλιέργεια των δασοσυστάδων με σκοπό τη βελτίωση της υδρολογικής επίδραση τους.



Εικόνα 12 : Η βλάστηση της περιοχής έρευνας.

Τα δασικά είδη που εμφανίζονται στις λεκάνες απορροής που μελετάμε με βάση την έκταση που καταλαμβάνουν είναι τα παρακάτω :

Δρυς : Απαντάται κυρίως η πλατύφυλλος ή πυκανθής δρυς (*Quercus Conferta*), η οποία ανήκει στην οικογένεια FAGACEAE. Είναι είδος ημισκιάφυτο. Αντέχει στη σκιά περισσότερο από τις άλλες δρυς με αποτέλεσμα να είναι ανταγωνιστικότερη και να τις εκτοπίζει, οπότε σχηματίζει αμιγείς συστάδες. Η δρυς έχει μεγάλη πρεμνοβλαστική ικανότητα. Στη συγκεκριμένη περιοχή διακρίνουμε δύο δασοπονικές μορφές την υποκηπευτή και την ομήλικη. Σε όλη την έκταση τα δένδρα είναι ανομήλικα και κυμαίνονται συνήθως από 40–80 ετών.

Για την ποιοτική και υγιεινή κατάσταση του ξυλώδους κεφαλαίου της δρυός παρατηρούμε ότι η ποιότητα των κορμών είναι συνήθως μέτρια ως και καλή. Η μορφή συγκόμωσης της δρυός είναι συνήθως οριζόντια και ο βαθμός συγκόμωσης κυμαίνεται από 0,7 – 1.

Αείφυλλα πλατύφυλλα : Επικρατεί η κουμαριά (*Arbutus Unedo*) η αριά (*Quercus Ilex*), ο πρίνος (*Quercus Coccifera L.*), διάσπαρτα άτομα φράξου όρνου (*Fraxinus Ornus*) και το φιλίκι (*Phillyrea Media L.*).

Στη ζώνη των αείφυλλων πλατύφυλλων συναντάμε και τα παρακάτω είδη : τον κέδρο (*Juniperus Oxycedrus*), που μαζί με την αριά και το φιλίκι καταλαμβάνουν τις πιο υποβαθμισμένες θέσεις. Επίσης, συναντάμε το γαύρο (*Carpinus*), το σχίνο (*Pistacia Lentiscus*) και το χρυσόξυλο (*Phus Cotinus*).

Τα παραπάνω είδη είναι δένδρα ή και θάμνοι, θερμοφιλα με προτίμηση στα βαθιά, νωπά εδάφη, αλλά με αντοχή στα βραχώδη, άγονα, ξηρά εδάφη. Έχουν μεγάλη πρεμνοβλαστική ικανότητα. Η δασοπονική μορφή που τα συναντά είναι η ομήλικη. Οι ηλικίες τους κυμαίνονται ανάλογα από 1 – 5 ετών,

15 – 20 ετών και 30 – 40 ετών. Ο βαθμός συγκόμωσης είναι 0,8 – 0,9 και η μορφή συγκόμωσης οριζόντια.

Οξυά : Συναντούμε συνήθως την ανατολική οξυά (*Fagus Orientalis L.*) με τις ενδιάμεσες μορφές προς τη δασική οξυά (*Gagus Silvatikal*). Ανήκει στην οικογένεια *Fagaceae*. Είναι το περισσότερο ανθεκτικό στη σκιά μεταξύ των πλατυφύλλων. Απαιτεί νωπά, χουμώδη μη ασβεστούχα και πλούσια σε ανόργανες θρεπτικές ουσίες εδάφη. Επίσης θέλει μεγάλη υγρασία αέρος. Η ανατολική απαιτεί μεγαλύτερες θερμοκρασίες από τη δασική. Η μέση θερμοκρασία που συναντάμε την οξυά πρέπει να είναι 6 – 12 °C. Η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από –4 °C. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα πρέπει να είναι 20 °C περίπου. Το ύψος βροχής δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 600 mm. Απαιτεί τουλάχιστον 7 ημέρες βροχής σε κάθε θερινό μήνα που έχει θερμοκρασία 18 – 20 °C και 8 ημέρες βροχής με θερμοκρασία 22 – 23 °C περίπου.

Στην περιοχή που μελετάμε η δασοπονική μορφή της οξυάς είναι υποκηπευτοειδής και άλλοτε κηπευτοειδής. Η ηλικία των δένδρων κυμαίνεται από 60 – 130 ετών. Η ποιότητα των κορμών είναι καλή, με εξαίρεση τα μεγαλύτερα υψόμετρα, στα οποία η ποιότητα παρουσιάζεται μέτρια. Η πρεμνοβλαστική της ικανότητα είναι μικρή. Η αναγέννηση είναι ικανοποιητική κατά θέσεις, γίνεται με σπερμοβλαστήματα και κατά δεύτερο λόγο από πρεμνοβλαστήματα. Ο βαθμός συγκόμωσης κυμαίνεται από 0,7 – 1 και η μορφή είναι κλιμακωτή.

Καστανιά : Δικότυλο φυτό η καστανιά (*Castanea sativa*), ανήκει στην οικογένεια *Fagaceae* με 12 είδη φυλλοβόλων , αιωνόβιων μεγάλων δέντρων ιθαγενή των εύκρατων περιοχών του βορείου ημισφαιρίου. Η

καστανιά είναι πανάρχαιο δέντρο όπως αποδεικνύεται από διάφορα ευρήματα της εποχής του Χαλκού .Ήταν η τροφή των φτωχών το μεσαίωνα.

Οι καρποί τους, τα κάστανα, βρίσκονται μέσα σε ένα ξυλώδες περίβλημα που έχει αγκάθια εξωτερικά και ανοίγει όταν οι καρποί ωριμάσουν. Ανάλογα με το είδος, μέσα στο περίβλημα υπάρχουν 2-3 καρποί και σε άλλα είδη μόνο ένας.Οι καστανιές είναι μεγάλα δέντρα συνήθως και το ύψος τους μπορεί να φτάσει τα 35 μέτρα. Είναι είτε αυτοφυή είτε καλλιεργούνται για τους νόστιμους καρπούς τους και για την καλή σε ποιότητα ξυλεία τους αλλά και σαν καλλωπιστικά σε διάφορα πάρκα.Οι καστανιές πρέπει να βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 250 μέτρα και δεν ευδοκιμούν σε χαμηλότερα υψόμετρα. Πολλαπλασιάζονται με σπόρο , με μοσχεύματα και με εμβολιασμό. Το δέντρο ανθίζει κατά την άνοιξη και τα κάστανα ωριμάζουν από τις αρχές Σεπτεμβρίου μέχρι τέλη Νοεμβρίου ανάλογα με τις συνθήκες και τη ποικιλία. Κάθε δέντρο μπορεί να δώσει από 30-50 κιλά κάστανα. Το μέγιστο της απόδοσης θεωρείται το 50ο-60ο έτος της ηλικίας του. Τα ασβεστολιθικά πετρώματα είναι απαγορευτικά για την ανάπτυξη του φυτού.

Ελάτη : Η υβριδογενής ελάτη (*Abies borisi regis*), ανήκει στην οικογένεια Pinaceae. Το άριστο της κατακόρυφης εξάπλωσης της ελάτης βρίσκεται απο τα 800 - 1600 μέτρα. Η υβριδογενής ελάτη παρουσιάζεται κυρίως στα βουνά της Κεντρικής Ελλάδας μέχρι τη Ροδόπη.

Η ελάτη είναι δέντρο ύψους 15-20 μέτρων, ανάλογα με το είδος, με στενή κόμη, καλό κορμό και λεπτά κλαδιά. Το ριζικό της σύστημα χαρακτηρίζεται ως μέτριο βαθύ και έντονο. Η έναρξη της σπερμοπαραγωγής γίνεται σε ηλικία 20-50 ετών και φτάνει στο μέγιστο της σε ηλικία 60-100 ετών.

Οι σπόροι της έχουν μικρή φυτρωτική ικανότητα και η φύτευση τους γίνεται 2-4 εβδομάδες μετά τη σπορά. Η αύξηση της σε ύψος γίνεται πολύ αργά και φτάνει στο μέγιστο στην ηλικία των 40-60 ετών. Η διάρκεια ζωής της είναι απο 300 ως 500 έτη. Η ελάτη είναι είδος σκιοφύτο και αντέχει σε σκίαση 50 με 100 έτη, ενώ, αν ελευθερωθεί, έχει τη δυνατότητα να αναπτύσσεται γρήγορα. Συναντάται σε εδάφη πλούσια σε οργανική ύλη και θρεπτικά συστατικά. Τα είδη της ελάτης απαντώνται στη ζώνη οξιάς-ελάτης και είναι προσαρμοσμένα στο ορεινό μεσογειακό κλίμα.

Πίνακας 4 : Ποσοστά βλάστησης των λεκανών απορροής

| ΠΟΣΟΣΤΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ | | | | |
|---|--|--|-----------------------|------------------------|
| ΛΕΚΑΝΗ | Ζώνη αιφύλλων πλατυφύλλων (%) | Ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων (%) | Ζώνη Οξυάς (%) | Ζώνη Ελάτης (%) |
| 1 | 17,1 | 31,4 | 51,5 | 0 |
| 2 | 47,5 | 52,5 | 0 | 0 |
| 3 | 56 | 44 | 0 | 0 |
| 4 | 24 | 39 | 37 | 0 |
| 5 | 3 | 10,6 | 69,8 | 16,6 |
| 6 | 53 | 44 | 3 | 0 |
| 7 | 21,8 | 40,1 | 38,1 | 0 |

Η παρεδαφιαία βλάστηση συνίσταται από τα παρακάτω είδη : πτέρη (*Pteris Aquillina*) και ρείκι (*Erica Arborea L.*) τα οποία βρίσκουμε συνήθως κάτω από τη δρυ. Κατά θέσεις συναντάμε την κουμαριά (*Arbutus Unedo*), το βάτο (*Rubus*), την αριά (*Quercus Ilex*) και το φιλίκι (*Phillyrea Media L.*).

3.2.3. ΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Ο ορεινός όγκος της Όσσας αποτελείται κυρίως από ταλκικούς σχιστόλιθους και χλωριτικούς γνευσίους που σχηματίστηκαν ως προέκταση των αλπικών πτυχώσεων της Ευρώπης.

Σε ορισμένες θέσεις εμφανίζονται πυριγενή πετρώματα όπως τα οφειτικά πετρώματα, ο γαύρος, ο γραψίτης κλπ. Επίσης, στα υψηλότερα σημεία της Όσσας, καθώς και σε αντερείσματα προς την περιοχή Σπηλιάς εμφανίζονται οι αβεστόλιθοι. Όλα τα εδάφη είναι αυτόχθονα και σχηματίστηκαν από την αποσάθρωση των μητρικών πετρωμάτων. Εξαιρεση μόνο αποτελούν οι περιοχές εκείνες που στερούνται βλαστήσεως και συνεπώς τα υλικά αποσαθρώσεως αποκομίζονται.

3.2.3.1. ΕΔΑΦΟΣ – ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

Τα αυτόχθονα εδάφη της περιοχής έχουν ως εξής :

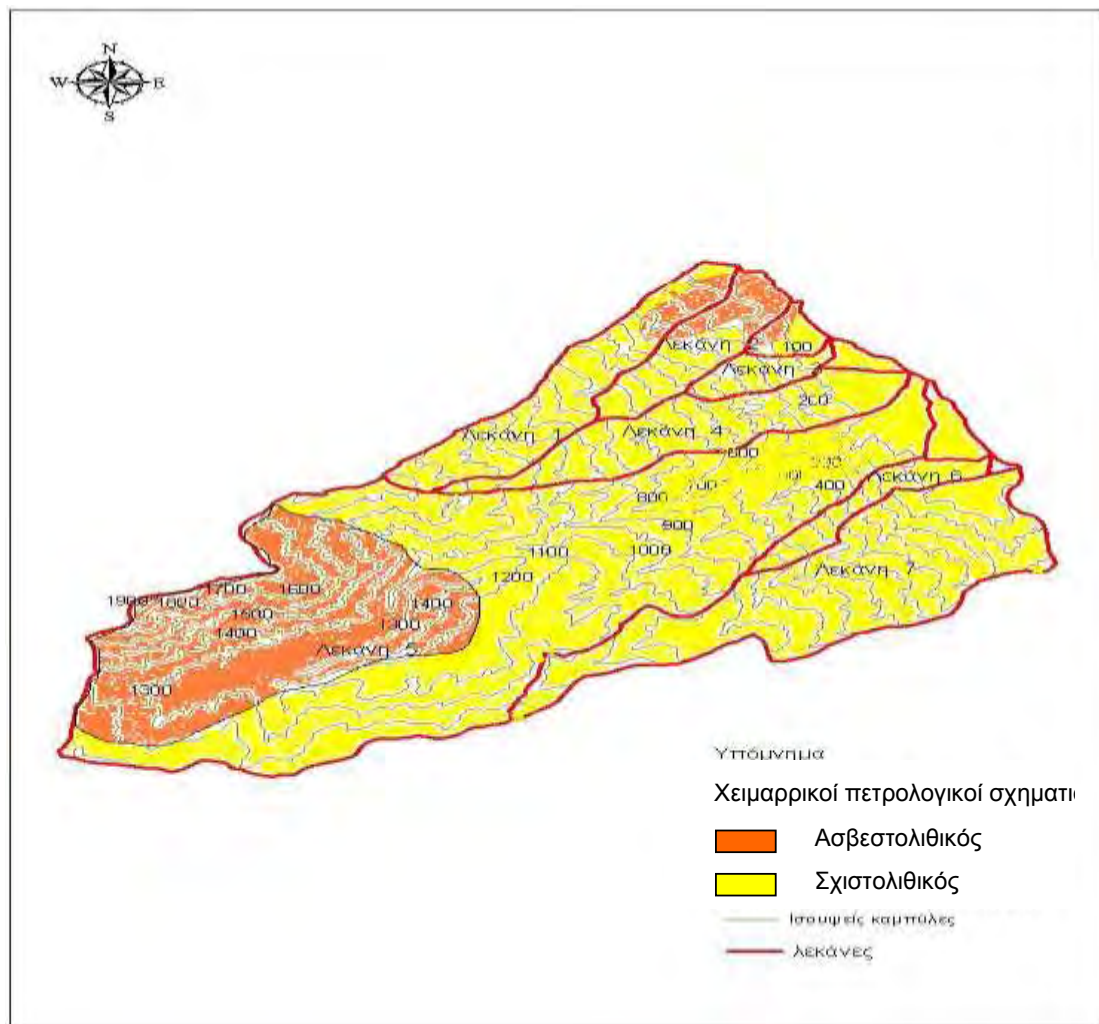
α) Σε πετρώματα που στερούνται του ανθρακικού ασβεστίου και κυρίως στην περιοχή εξαπλώσεως της οξιάς, εμφανίζονται τα ορφνά δασικά εδάφη, διότι δεν υπάρχει η αντίδραση του υδροχλωρικού οξέος.

β) Σε πετρώματα που στερούνται του ανθρακικού ασβεστίου και κυρίως σε συστάδες Δρυός, εμφανίζονται τα ορφνέρυθρα δασικά εδάφη.

γ) Στις περιοχές όπου κυριαρχούν οι ασβεστόλιθοι, η διάβρωση των καρστικών τύπων είναι πολύ ισχυρή με αποτέλεσμα να διαμορφώνονται εδάφη τύπου «TERRA ROSA». Η περιοχή εξαπλώσεως τους είναι η Ν.Δ. πλευρά της Όσσας και καλύπτονται από πενιχρή δασική βλάστηση. Οι ρίζες των δασικών ειδών κατευθύνονται μέσα στις ρωγμές των ασβεστολιθικών

πετρωμάτων, στις περιπτώσεις που αυτές πληρούνται από έδαφος. Τέλος, στη χαμηλή ζώνη των αείφυλλων πλατύφυλλων εμφανίζονται εδάφη κυμαινόμενης παραγωγικής δυνατότητας, εξαιτίας των μέχρι σήμερα ανθρωπογενών επιδράσεων, όπως είναι πυρκαγιές, βοσκές κλπ.

Σε γενικές γραμμές το έδαφος του δάσους είναι πηλώδες κυμαινόμενου βάθους. Το πάχος του ορίζοντος A' κυμαίνεται από 2 έως 8 εκατοστά. Εξάλλου το PH στον ορίζοντα A' κυμαίνεται από 5 έως 7. Οι βασικοί τύποι χούμου που εμφανίζονται είναι, ο χούμος MULL με μέσο PH 5 και ο χούμος MODER με μέσο PH 4.



Εικόνα 13 : Χειμαρρικοί πετρολογικοί σχηματισμοί στη περιοχή έρευνας.

3.2.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Τα υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής καθορίζονται βασικά από τις κλιματικές, γεωγραφικές και γεωλογικές συνθήκες της περιοχής αυτής. Από τα κλιματικά στοιχεία πρωτεύουσα σημασία έχουν : οι βροχοπτώσεις ιδιαίτερος δε η κατά τόπο και χρόνο κατανομή αυτών, οι άνεμοι, η θερμοκρασία και η υγρασία της ατμόσφαιρας λόγω της σημαντικής επίδρασης την οποία ασκούν τόσο στην δημιουργία των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων όσο και στην περαιτέρω διάθεση αυτών μετά την πτώση τους στη επιφάνεια της γης.

Κατά τον Aulitzky, 1976, στην υδρονομική πράξη σαν καταιγίδες θεωρούνται οι βροχές με ύψος με ύψος τουλάχιστον 60 mm την ημέρα. Στην υπό μελέτη περιοχή, με βάση τον πίνακα βροχοπτώσεων στην Αγία Τριάδα Καρίτσας, παρατηρούμε πως οι μήνες με την μεγαλύτερη συνολική ποσότητα βροχοπτώσεων ήταν ο Νοέμβριος του έτους 1985 (με ύψος βροχής 846mm) και ο Δεκέμβριος του έτους 1995 (με ύψος βροχής 857 mm). Με βάση τον πίνακα βροχοπτώσεων στο Χορό, παρατηρούμε πως οι μήνες με την μεγαλύτερη συνολική ποσότητα βροχοπτώσεων ήταν ο Οκτώβριος του έτους 1994 (με ύψος βροχής 832 mm) και ο Δεκέμβριος του έτους 1995 (με ύψος βροχής 823 mm). Αξιοσημείωτο είναι να αναφέρουμε, παρατηρώντας τις μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων στην Αγία Τριάδα, πως κατά τα έτη 1979 και 1996 τον μήνα Ιούνιο δεν υπήρξαν καθόλου βροχοπτώσεις (ύψος βροχής 0 mm). Το ίδιο παρατηρήθηκε τον μήνα Ιούλιο του έτους 1982, τον μήνα Αύγουστο κατά τα έτη 1986 και 1992 και τέλος τον μήνα Σεπτέμβριο του έτους 1994. Το έτος με τις λιγότερες βροχοπτώσεις ήταν το 1990 (ύψος

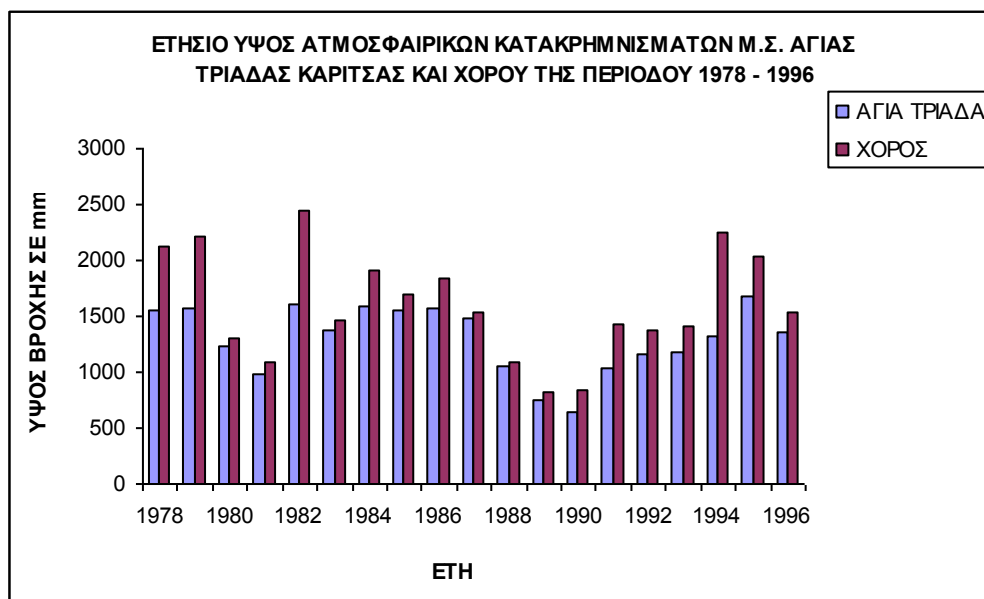
βροχής 651 mm). Παρατηρώντας τις μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων στο Χορό, βλέπουμε πως κατά τα έτη 1993 και 1994 τον μήνα Ιούνιο δεν υπήρξαν καθόλου βροχοπτώσεις (ύψος βροχής 0 mm). Το ίδιο παρατηρήθηκε τον μήνα Αύγουστο κατά τα έτη 1985 και 1992. Τέλος το έτος με τις λιγότερες βροχοπτώσεις ήταν το 1989 (ύψος βροχής 819 mm).

Πίνακας 5 : Οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm) των χρονικών ετών 1978 έως 1996 στην περιοχή «Αγία Τριάδα» με υψόμετρο 360 m.

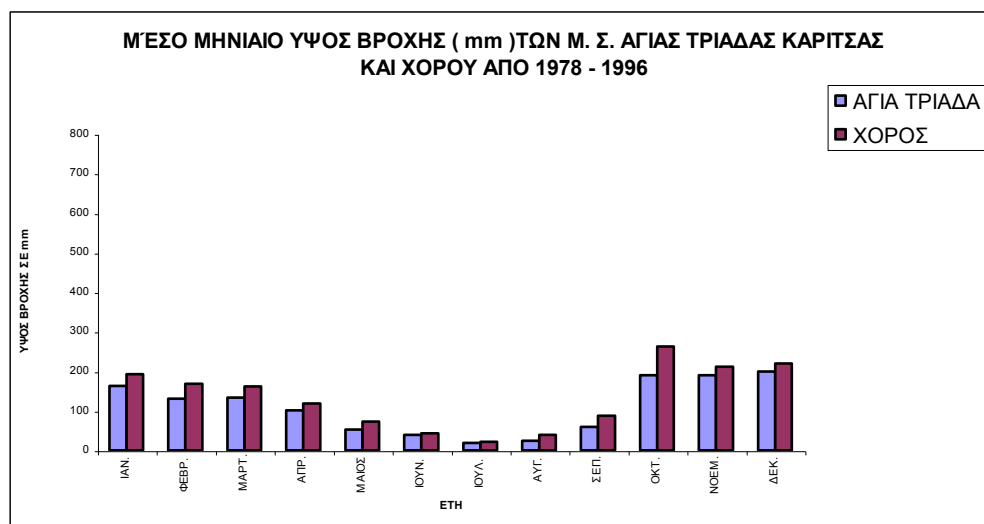
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ (mm) ΣΤΗΝ ΑΓΙΑ ΤΡΙΑΔΑ (ΚΑΡΙΤΣΑΣ) | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ. | ΦΕΒΡ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡ. | ΜΑΙΟΣ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΣΕΠ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚ. | ΣΥΝ. |
| 1978 | 270 | 110 | 75 | 117 | 40 | 13 | 3 | 2 | 372 | 237 | 31 | 277 | 1547 |
| 1979 | 42 | 134 | 22 | 86 | 103 | 0 | 66 | 28 | 22 | 367 | 570 | 124 | 1564 |
| 1980 | 314 | 154 | 136 | 87 | 68 | 54 | 19 | 29 | 48 | 190 | 56 | 78 | 1233 |
| 1981 | 345 | 182 | 4 | 69 | 20 | 30 | 22 | 44 | 46 | 51 | 72 | 99 | 984 |
| 1982 | 81 | 244 | 223 | 258 | 70 | 6 | 0 | 21 | 7 | 374 | 244 | 88 | 1616 |
| 1983 | 43 | 62 | 262 | 5 | 8 | 241 | 31 | 1 | 47 | 42 | 100 | 527 | 1369 |
| 1984 | 53 | 299 | 232 | 328 | 9 | 36 | 3 | 102 | 15 | 61 | 101 | 349 | 1588 |
| 1985 | 186 | 27 | 135 | 86 | 1 | 8 | 9 | 5 | 9 | 165 | 846 | 75 | 1552 |
| 1986 | 162 | 258 | 96 | 6 | 46 | 94 | 1 | 0 | 65 | 584 | 217 | 53 | 1576 |
| 1987 | 116 | 244 | 296 | 234 | 49 | 11 | 12 | 43 | 21 | 197 | 195 | 70 | 1488 |
| 1988 | 204 | 45 | 191 | 32 | 15 | 53 | 2 | 1 | 21 | 50 | 200 | 234 | 1048 |
| 1989 | 10 | 24 | 254 | 7 | 76 | 26 | 30 | 9 | 76 | 65 | 69 | 104 | 750 |
| 1990 | 19 | 30 | 30 | 8 | 62 | 8 | 17 | 42 | 25 | 24 | 171 | 215 | 651 |
| 1991 | 111 | 102 | 104 | 241 | 66 | 8 | 47 | 52 | 58 | 85 | 95 | 74 | 1043 |
| 1992 | 138 | 42 | 36 | 213 | 56 | 113 | 33 | 0 | 1 | 258 | 73 | 205 | 1168 |
| 1993 | 193 | 48 | 119 | 42 | 148 | 2 | 1 | 18 | 10 | 138 | 358 | 100 | 1177 |
| 1994 | 298 | 279 | 28 | 52 | 76 | 1 | 33 | 20 | 0 | 335 | 131 | 72 | 1325 |
| 1995 | 289 | 29 | 116 | 21 | 43 | 40 | 22 | 4 | 116 | 104 | 30 | 857 | 1671 |
| 1996 | 226 | 152 | 185 | 42 | 41 | 0 | 4 | 31 | 155 | 278 | 45 | 200 | 1359 |
| M.O. | 163 | 130 | 134 | 101 | 52 | 39 | 19 | 24 | 59 | 190 | 190 | 200 | 1300 |

Πίνακας 6 : Οι μηνιαίες ποσότητες βροχοπτώσεων (mm) των χρονικών ετών 1978 έως 1986 στην περιοχή «Χορός» με υψόμετρο 1120 m.

| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ (mm) ΣΤΟ ΧΟΡΟ | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ. | ΦΕΒΡ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡ. | ΜΑΙΟΣ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΣΕΠ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚ. | ΣΥΝ. |
| 1978 | 320 | 145 | 75 | 180 | 40 | 5 | 10 | 0 | 700 | 205 | 45 | 405 | 2130 |
| 1979 | 72 | 228 | 22 | 110 | 150 | 20 | 13 | 72 | 39 | 551 | 703 | 235 | 2215 |
| 1980 | 255 | 142 | 180 | 68 | 80 | 42 | 10 | 25 | 50 | 265 | 93 | 97 | 1307 |
| 1981 | 220 | 210 | 15 | 70 | 35 | 5 | 15 | 65 | 146 | 105 | 90 | 105 | 1081 |
| 1982 | 82 | 329 | 393 | 282 | 157 | 35 | 13 | 58 | 14 | 613 | 246 | 223 | 2445 |
| 1983 | 35 | 104 | 303 | 16 | 7 | 260 | 85 | 23 | 57 | 42 | 115 | 415 | 1462 |
| 1984 | 70 | 321 | 238 | 390 | 14 | 43 | 1 | 107 | 30 | 87 | 198 | 405 | 1904 |
| 1985 | 346 | 47 | 128 | 135 | 22 | 15 | 10 | 0 | 30 | 308 | 526 | 124 | 1691 |
| 1986 | 99 | 305 | 120 | 6 | 66 | 67 | 9 | 30 | 72 | 577 | 430 | 60 | 1841 |
| 1987 | 146 | 200 | 345 | 236 | 86 | 5 | 12 | 30 | 17 | 173 | 165 | 112 | 1527 |
| 1988 | 183 | 104 | 138 | 32 | 16 | 39 | 5 | 15 | 7 | 100 | 247 | 195 | 1081 |
| 1989 | 54 | 20 | 237 | 22 | 87 | 15 | 21 | 12 | 74 | 62 | 90 | 125 | 819 |
| 1990 | 30 | 56 | 29 | 27 | 78 | 10 | 25 | 52 | 33 | 83 | 172 | 242 | 837 |
| 1991 | 340 | 115 | 118 | 235 | 95 | 12 | 61 | 84 | 73 | 115 | 103 | 76 | 1427 |
| 1992 | 205 | 72 | 70 | 252 | 75 | 190 | 55 | 0 | 7 | 189 | 80 | 176 | 1371 |
| 1993 | 232 | 85 | 125 | 55 | 165 | 0 | 3 | 4 | 22 | 185 | 488 | 52 | 1416 |
| 1994 | 320 | 545 | 35 | 72 | 135 | 0 | 30 | 25 | 0 | 832 | 127 | 132 | 2253 |
| 1995 | 285 | 28 | 303 | 30 | 46 | 43 | 30 | 20 | 205 | 190 | 40 | 823 | 2043 |
| 1996 | 360 | 141 | 202 | 43 | 40 | 5 | 7 | 111 | 74 | 317 | 69 | 165 | 1534 |
| M.O. | 192 | 168 | 162 | 119 | 73 | 43 | 22 | 39 | 87 | 263 | 212 | 219 | 1599 |



Εικόνα 14 : Το διάγραμμα που δείχνει το μέσο ετήσιο ύψος βροχής των Μ. Σ. Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού της περιόδου 1978–1996



Εικόνα 15 : Το διάγραμμα που δείχνει το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής των Μ. Σ. Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού της περιόδου 1978–1996

Μελετώντας τους πίνακες της μέσης θερμοκρασίας (από το έτος 1974–1986), στις περιοχές Αγία Τριάδα Καρίτσας και στο Χορό, γίνεται φανερό πως το έτος με τη μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία ήταν το 1983 (μέση θερμοκρασία στην Αγία Τριάδα = 15,6 °C και μέση θερμοκρασία στο Χορό = 11,1 °C). Το

έτος με τη μικρότερη μέση θερμοκρασία ήταν το 1991 (μέση θερμοκρασία στην Αγία Τριάδα = $12,1^{\circ}\text{C}$ και μέση θερμοκρασία στο Χορό = $7,6^{\circ}\text{C}$). Ο μήνας με τη μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία ήταν ο Ιούλιος του έτους 1988 (μέση θερμοκρασία στην Αγία Τριάδα = $26,2^{\circ}\text{C}$ και μέση θερμοκρασία στο Χορό = $21,7^{\circ}\text{C}$), ενώ ο μήνας με τη μικρότερη μέση θερμοκρασία ήταν ο Ιανουάριος του έτους 1991 (μέση θερμοκρασία στην Αγία Τριάδα = $1,7^{\circ}\text{C}$ και μέση θερμοκρασία στο Χορό = $-2,8^{\circ}\text{C}$). Ο μέσος όρος της μέγιστης θερμοκρασίας για τα έτη από το 1978 έως το 1996 στη περιοχή της Αγίας Τριάδας ανέρχεται στη τιμή $24,03^{\circ}\text{C}$ ενώ στη περιοχή του Χορού ανέρχεται στη τιμή $19,4^{\circ}\text{C}$. Ο μέσος όρος της ελάχιστης θερμοκρασίας για τα ίδια έτη ανέρχεται στη περιοχή της Αγίας Τριάδας στη τιμή $4,15^{\circ}\text{C}$ και στη περιοχή του Χορού στη τιμή $-0,35^{\circ}\text{C}$.

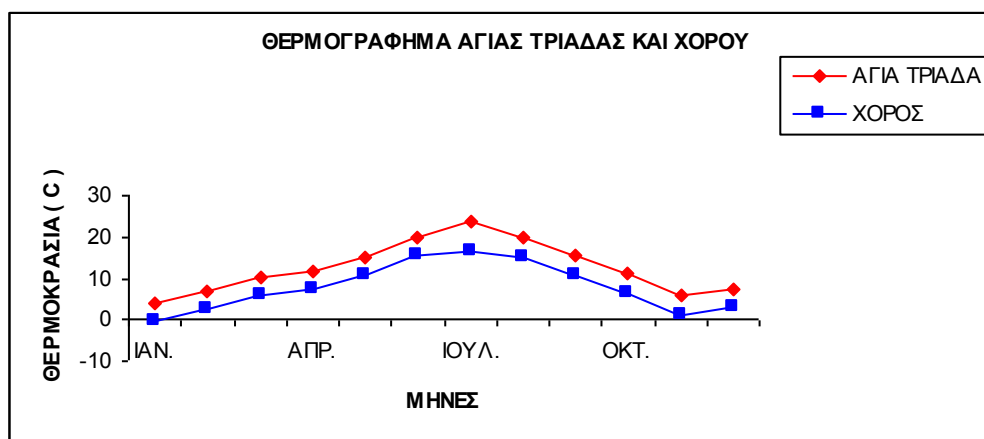
Πίνακας 7 : Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες(°C) των χρονικών ετών 1978 έως 1996 στην περιοχή «Αγία Τριάδα» με υψόμετρο 360 m.

| ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ(°C) ΣΤΗΝ ΑΓΙΑ ΤΡΙΑΔΑ (ΚΑΡΙΤΣΑ) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ. | ΦΕΒΡ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡ. | ΜΑΙΟΣ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΣΕΠ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚ. | ΣΥΝ. |
| 1978 | 4,1 | 7,0 | 10,2 | 11,8 | 15,2 | 20,1 | 23,5 | 19,7 | 15,4 | 11,1 | 5,7 | 7,5 | 12,6 |
| 1979 | 6,1 | 7,6 | 11,0 | 11,8 | 18,5 | 21,5 | 24,3 | 23,5 | 21,2 | 14,7 | 11,8 | 9,6 | 15,1 |
| 1980 | 4,2 | 6,1 | 8,6 | 12,6 | 15,5 | 19,9 | 22,8 | 22,0 | 17,5 | 14,1 | 12,6 | 8,3 | 13,7 |
| 1981 | 2,9 | 5,4 | 11,6 | 13,1 | 16,1 | 23,2 | 23,4 | 22,8 | 20,6 | 18,0 | 9,1 | 8,7 | 14,6 |
| 1982 | 5,3 | 3,9 | 7,6 | 10,4 | 16,8 | 22,2 | 23,1 | 23,5 | 21,6 | 15,4 | 9,7 | 8,0 | 14,0 |
| 1983 | 6,5 | 4,9 | 9,8 | 15,2 | 20,5 | 19,7 | 26,1 | 25,4 | 22,5 | 17,5 | 11,1 | 8,4 | 15,6 |
| 1984 | 9,1 | 7,2 | 9,0 | 9,6 | 16,5 | 20,7 | 22,5 | 20,9 | 20,1 | 16,6 | 10,3 | 5,1 | 14,0 |
| 1985 | 4,4 | 2,4 | 6,5 | 12,7 | 18,4 | 21,1 | 24,0 | 23,8 | 19,9 | 12,6 | 9,7 | 8,0 | 13,6 |
| 1986 | 5,6 | 4,3 | 7,3 | 14,5 | 17,1 | 21,6 | 23,0 | 24,7 | 20,6 | 13,8 | 8,3 | 3,8 | 13,7 |
| 1987 | 4,4 | 5,8 | 2,6 | 11,3 | 14,9 | 21,4 | 25,1 | 22,4 | 22,2 | 13,4 | 9,8 | 7,0 | 13,4 |
| 1988 | 6,3 | 5,8 | 7,3 | 10,8 | 16,6 | 20,9 | 26,2 | 24,5 | 19,9 | 13,7 | 5,3 | 6,0 | 13,6 |
| 1989 | 4,0 | 7,2 | 9,6 | 14,4 | 14,8 | 19,3 | 23,2 | 23,2 | 18,9 | 13,5 | 8,9 | 4,7 | 13,5 |
| 1990 | 3,5 | 8,1 | 11,6 | 13,1 | 16,8 | 21,0 | 24,2 | 22,5 | 19,2 | 14,4 | 11,4 | 5,6 | 14,3 |
| 1991 | 1,7 | 2,1 | 6,5 | 10,0 | 14,6 | 21,3 | 21,9 | 22,4 | 17,1 | 15,3 | 10,0 | 2,1 | 12,1 |
| 1992 | 4,9 | 4,2 | 7,6 | 11,1 | 14,6 | 18,6 | 21,5 | 25,3 | 18,3 | 17,3 | 10,4 | 6,7 | 13,4 |
| 1993 | 6,1 | 3,0 | 6,7 | 11,9 | 16,1 | 20,3 | 22,6 | 23,7 | 19,6 | 17,2 | 6,5 | 8,3 | 13,5 |
| 1994 | 6,4 | 4,2 | 9,1 | 13,3 | 17,0 | 20,5 | 22,4 | 24,8 | 22,1 | 15,7 | 9,4 | 6,6 | 14,3 |
| 1995 | 4,3 | 7,7 | 6,6 | 11,0 | 16,3 | 21,0 | 23,6 | 22,5 | 18,8 | 13,4 | 7,1 | 7,0 | 13,3 |
| 1996 | 4,1 | 3,7 | 3,3 | 10,3 | 19,0 | 22,1 | 23,2 | 22,7 | 17,6 | 11,5 | 10,8 | 7,2 | 13,0 |
| Μ.Ο. | 4,9 | 5,3 | 7,9 | 11,7 | 16,5 | 20,9 | 23,4 | 23,0 | 19,4 | 14,5 | 9,3 | 6,6 | 13,6 |

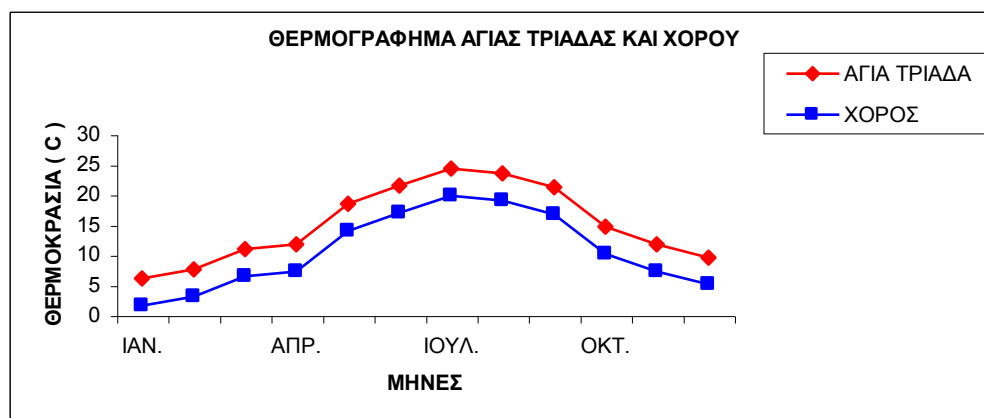
Πίνακας 8 : Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες(°C) των χρονικών ετών 1978 έως 1996 στην περιοχή «Χορός» με υψόμετρο 1120 m.

| ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ(°C) ΣΤΟ ΧΟΡΟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ. | ΦΕΒΡ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡ. | ΜΑΙΟΣ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΣΕΠ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚ. | ΣΥΝ. |
| 1978 | -0,4 | 2,5 | 5,7 | 7,3 | 10,7 | 15,6 | 16,5 | 15,2 | 10,9 | 6,6 | 1,2 | 3,0 | 7,9 |
| 1979 | 1,6 | 3,1 | 6,5 | 7,3 | 14,0 | 17,0 | 19,8 | 19,0 | 16,7 | 10,2 | 7,3 | 5,1 | 10,6 |
| 1980 | -0,3 | 1,6 | 4,1 | 8,1 | 11,0 | 15,4 | 18,3 | 17,5 | 13,0 | 9,6 | 8,1 | 3,8 | 9,2 |
| 1981 | -1,6 | 0,9 | 7,1 | 8,6 | 11,6 | 18,7 | 18,9 | 18,3 | 16,1 | 13,5 | 4,6 | 4,2 | 10,1 |
| 1982 | 0,8 | -0,6 | 3,1 | 5,6 | 12,3 | 17,7 | 18,6 | 19,0 | 17,1 | 10,9 | 5,2 | 3,5 | 9,5 |
| 1983 | 2,0 | 0,4 | 5,3 | 10,7 | 16,0 | 15,2 | 21,6 | 20,9 | 18,0 | 13,0 | 6,6 | 3,9 | 11,1 |
| 1984 | 4,6 | 2,7 | 4,5 | 5,1 | 12,0 | 16,2 | 18,0 | 16,4 | 15,6 | 12,1 | 5,8 | 0,6 | 9,5 |
| 1985 | -0,1 | -2,1 | 2,0 | 8,2 | 13,9 | 16,6 | 19,5 | 19,3 | 15,4 | 8,1 | 5,2 | 3,5 | 9,1 |
| 1986 | 1,1 | -0,2 | 2,8 | 10,0 | 12,6 | 17,1 | 18,5 | 20,2 | 16,1 | 9,3 | 3,8 | -0,7 | 9,2 |
| 1987 | -0,1 | 1,3 | -1,9 | 6,8 | 10,5 | 16,9 | 20,6 | 17,9 | 17,7 | 8,9 | 5,3 | 2,5 | 8,9 |
| 1988 | 1,8 | 1,3 | 2,8 | 6,3 | 12,1 | 16,4 | 21,7 | 19,0 | 15,4 | 9,2 | 0,8 | 1,5 | 9,0 |
| 1989 | -0,5 | 2,7 | 5,1 | 9,9 | 10,3 | 14,8 | 18,8 | 18,7 | 14,4 | 9,0 | 4,4 | 0,2 | 9,0 |
| 1990 | -1,0 | 3,6 | 7,1 | 8,6 | 12,3 | 16,5 | 19,7 | 18,0 | 14,7 | 9,9 | 6,9 | 1,1 | 9,8 |
| 1991 | -2,8 | -2,4 | 2,0 | 5,5 | 10,1 | 16,8 | 17,4 | 17,9 | 12,6 | 10,8 | 5,5 | -2,4 | 7,6 |
| 1992 | 0,4 | -0,3 | 3,1 | 6,6 | 10,1 | 14,1 | 17,0 | 20,8 | 13,8 | 12,8 | 5,9 | 2,2 | 8,9 |
| 1993 | 1,6 | -1,5 | 2,2 | 7,4 | 11,6 | 15,8 | 18,1 | 19,2 | 15,1 | 12,7 | 2,0 | 3,8 | 9,0 |
| 1994 | 1,9 | -0,3 | 4,6 | 8,8 | 12,5 | 16,0 | 17,9 | 20,3 | 17,6 | 11,2 | 4,9 | 1,8 | 9,8 |
| 1995 | -0,2 | 3,2 | 2,1 | 6,5 | 11,8 | 16,5 | 19,1 | 18,0 | 14,3 | 8,9 | 2,6 | 2,5 | 8,8 |
| 1996 | -0,4 | -0,8 | -1,2 | 5,8 | 14,5 | 17,6 | 18,7 | 18,2 | 13,1 | 7,0 | 6,3 | 2,7 | 8,5 |
| M.O. | 0,4 | 0,8 | 3,5 | 7,5 | 12,1 | 16,4 | 18,9 | 18,6 | 15,1 | 10,2 | 4,9 | 2,3 | 9,2 |

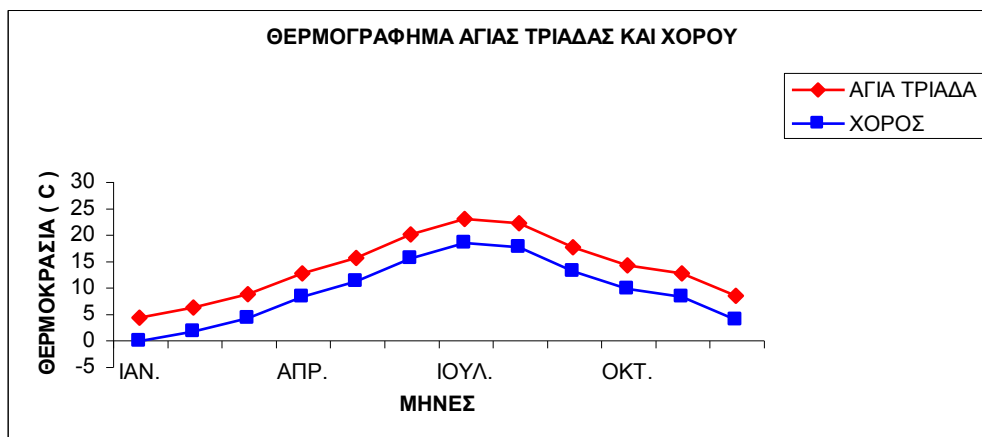
Με βάση τα θερμικά δεδομένα κατασκευάστηκαν τα εξής θερμο-
διαγράμματα από το έτος 1978 έως το έτος 1996 (Εικόνες 16 - 34).



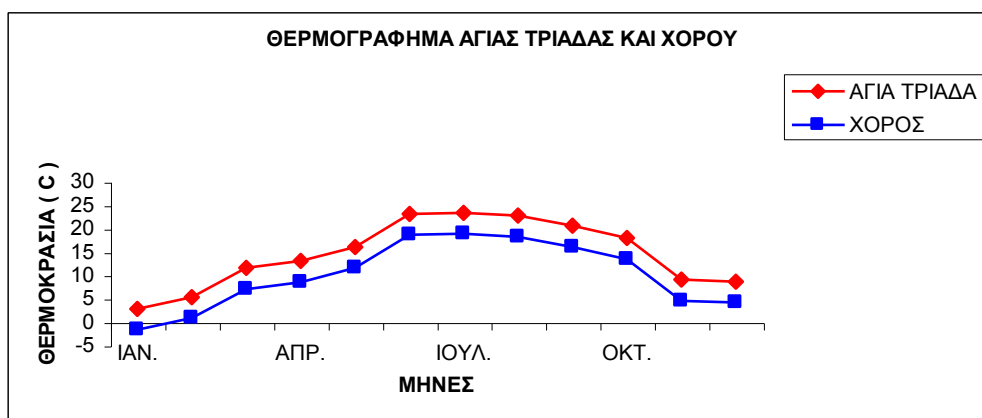
Εικόνα 16 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1978



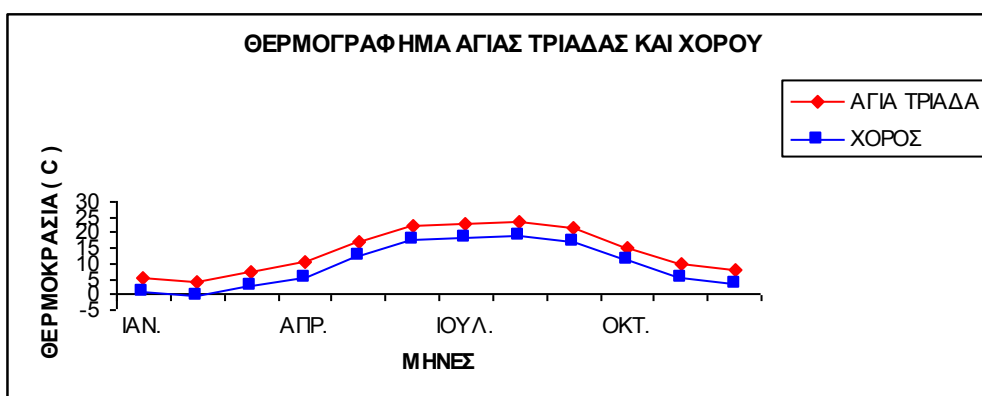
Εικόνα 17 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1979



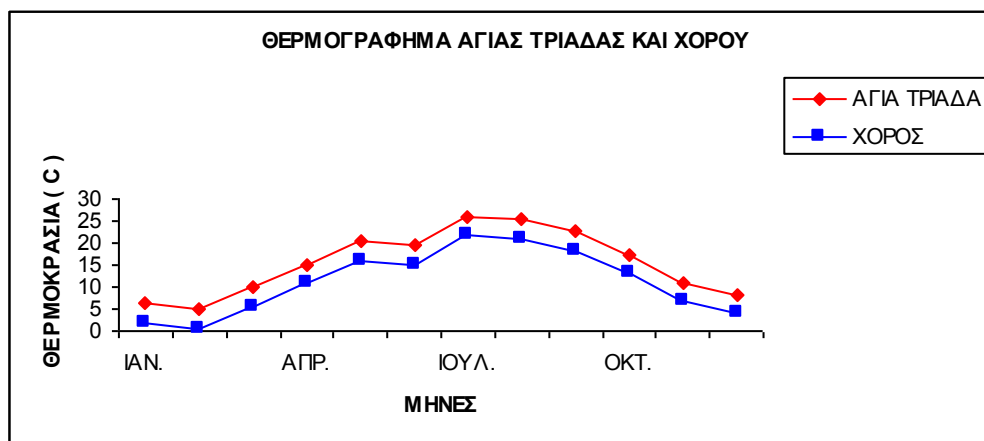
Εικόνα 18 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1980



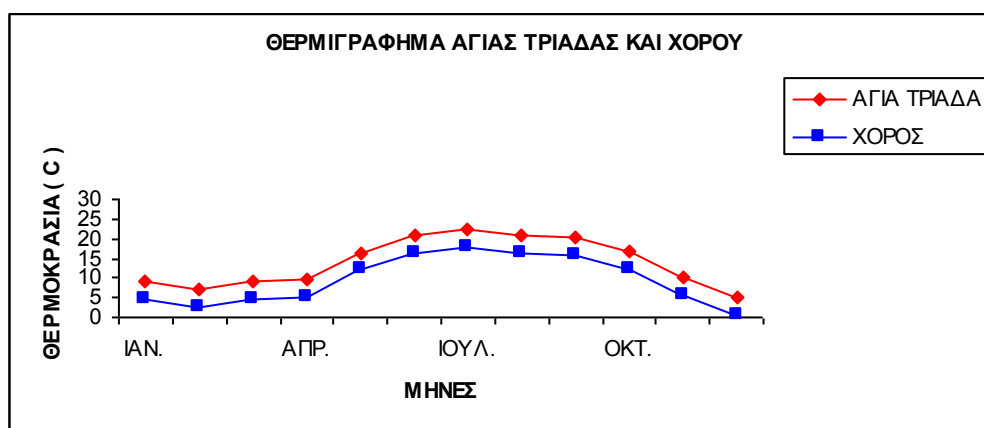
Εικόνα 19 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1981



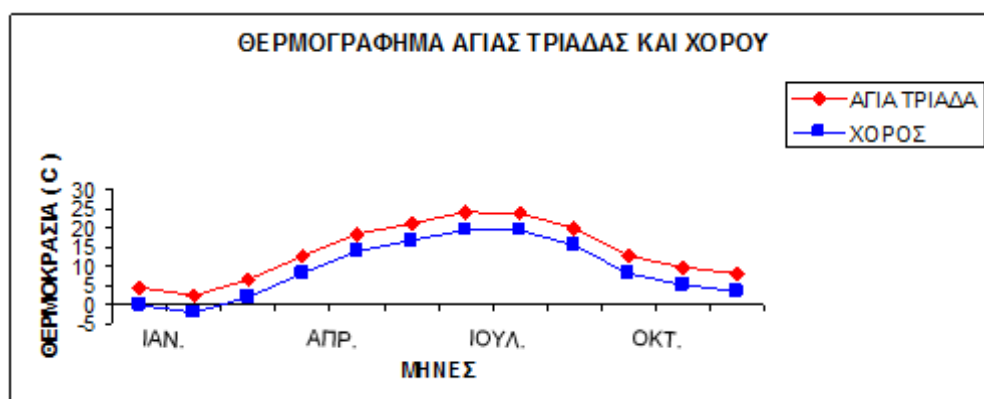
Εικόνα 20 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1982



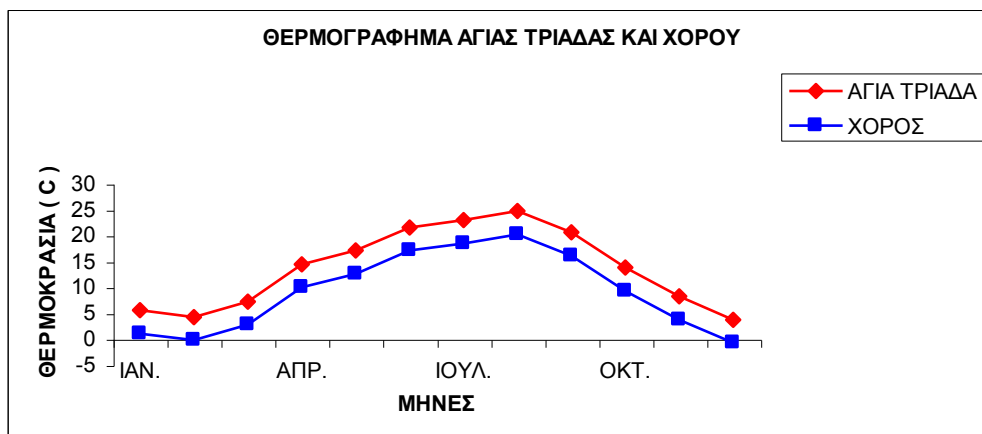
Εικόνα 21 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1983



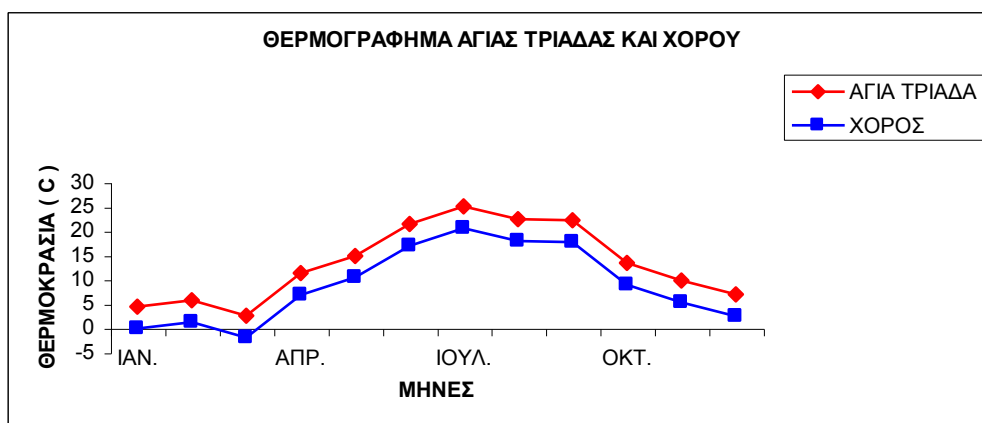
Εικόνα 22 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1984



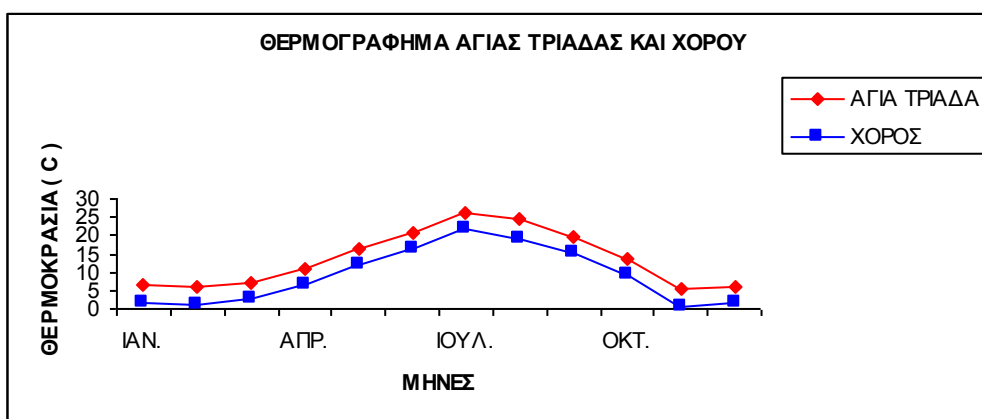
Εικόνα 23 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1985



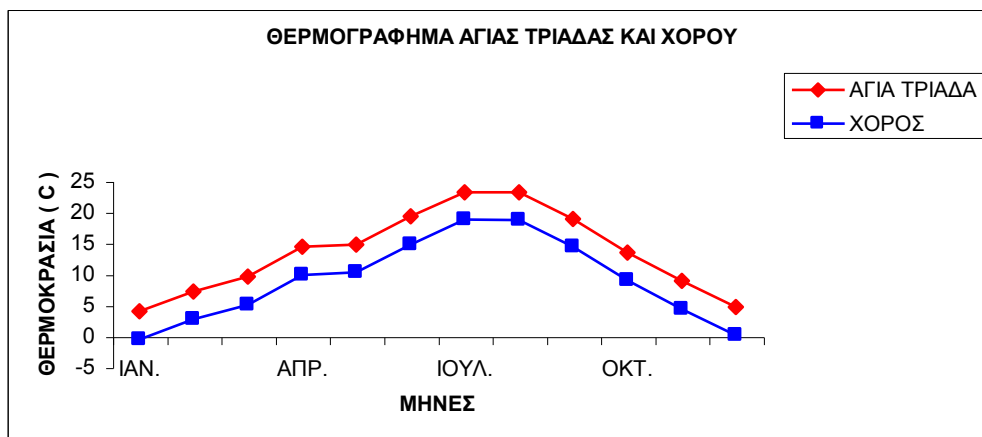
Εικόνα 24 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1986



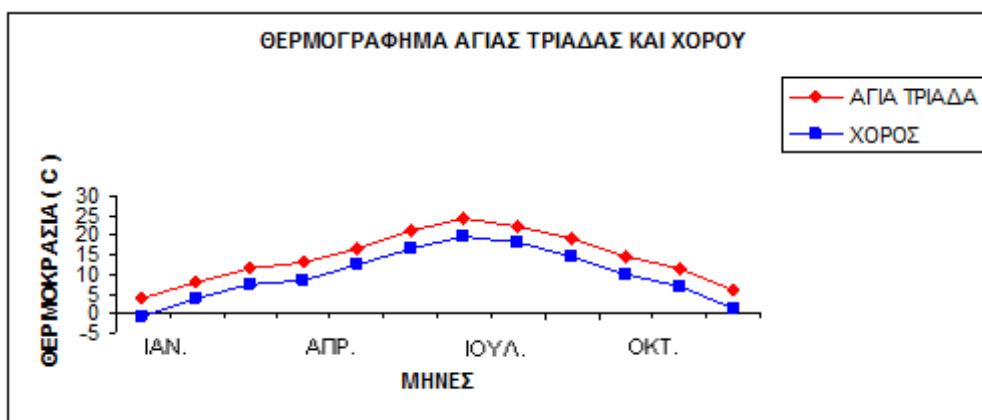
Εικόνα 25 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1987



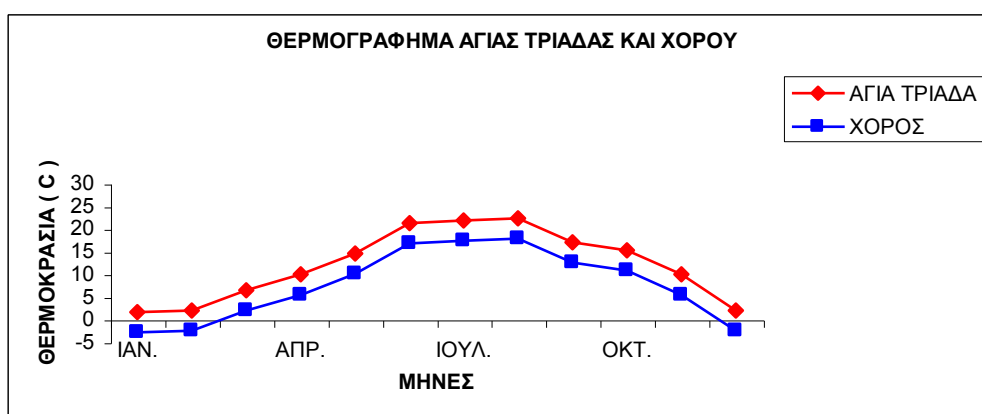
Εικόνα 26 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1988



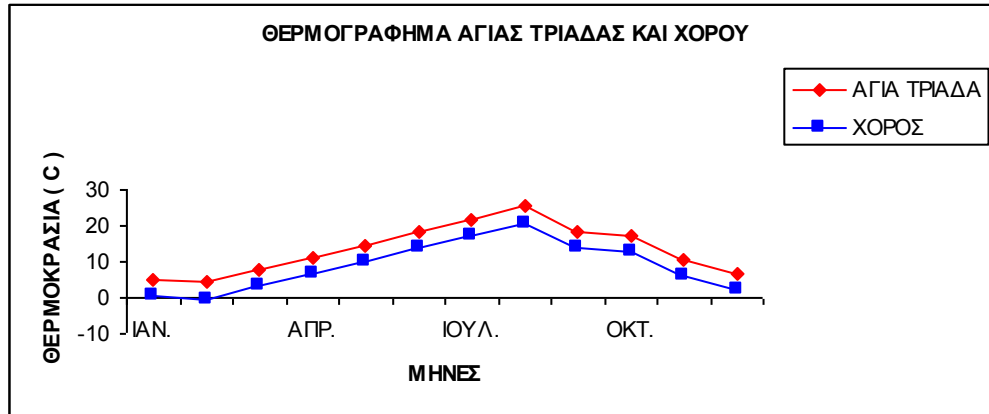
Εικόνα 27 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1989



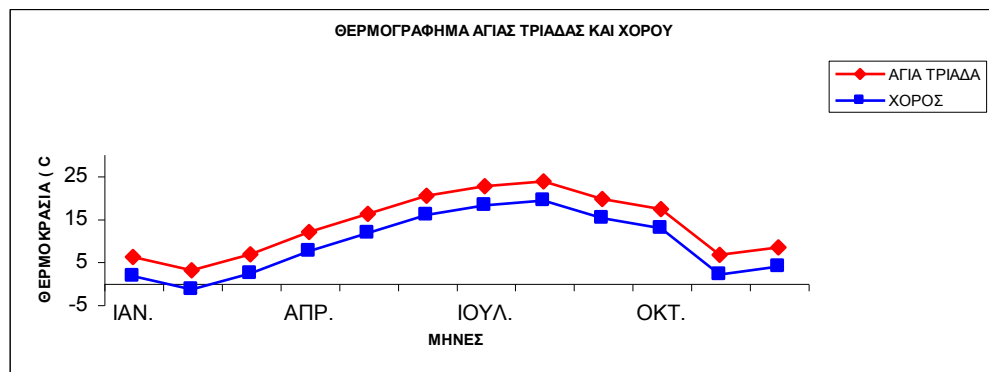
Εικόνα 28 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1990



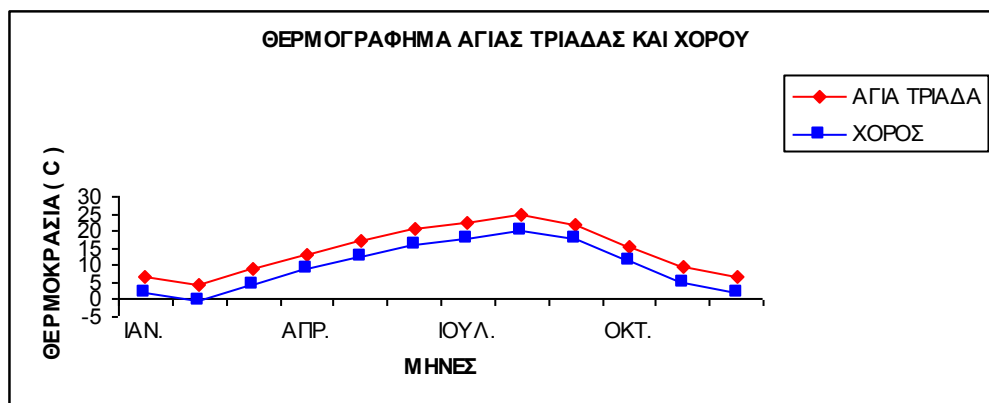
Εικόνα 29 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1991



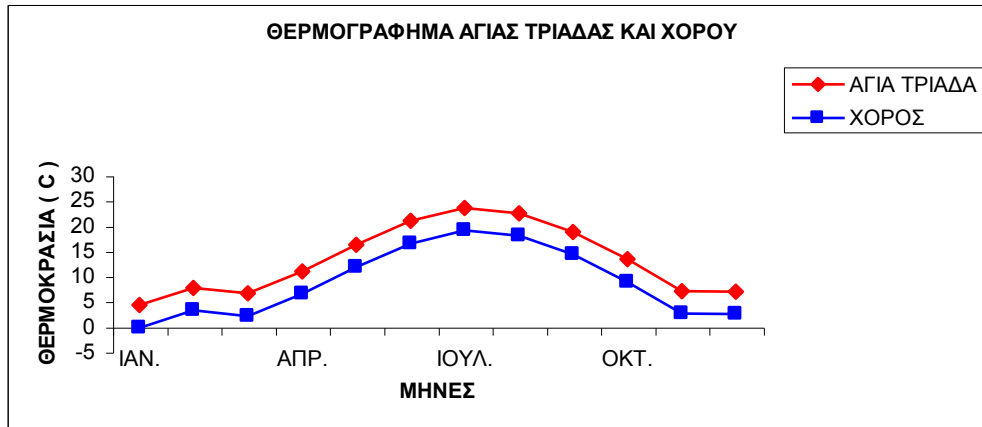
Εικόνα 30 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1992



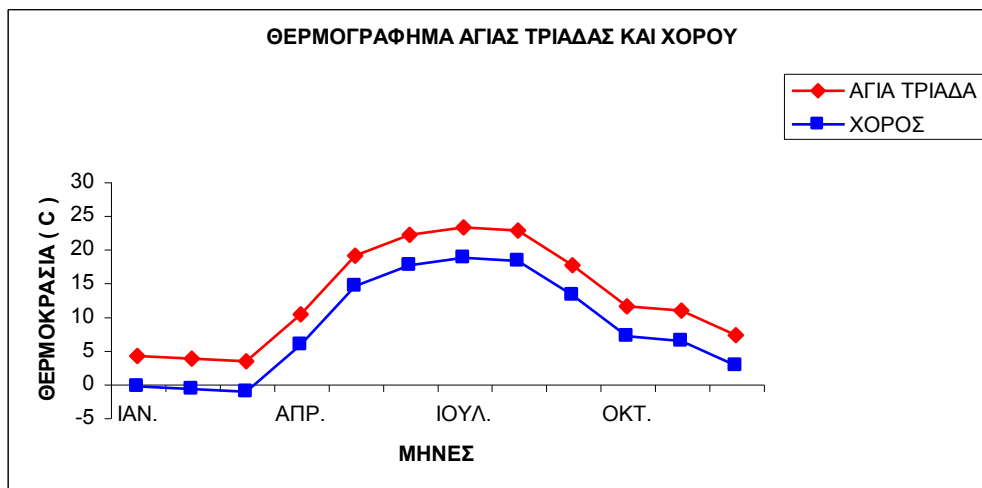
Εικόνα 31 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1993



Εικόνα 32 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1994



Εικόνα 33 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1995

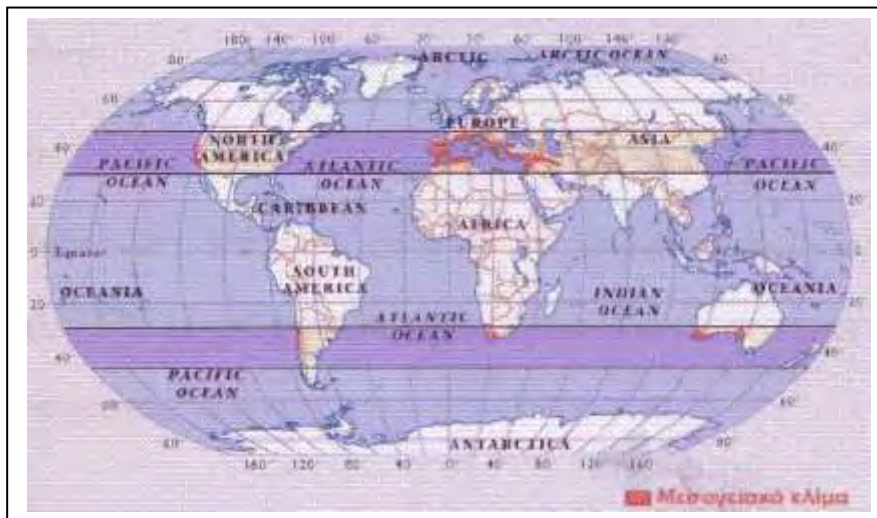


Εικόνα 34 : Το θερμογράφημα στις περιοχές Αγίας Τριάδας Καρίτσας και Χορού για το έτος 1996

Λαμβάνοντας υπόψη το ετήσιο βροχομετρικό ύψος και την μέση ετήσια θερμοκρασιακή διακύμανση του αέρα, μπορούμε να κατατάξουμε, εφαρμόζοντας την κλιματική κατάταξη του Κορρεν (παρέχει μόνο τέσσερις κλιματικούς τύπους), την ευρύτερη περιοχή της ΒΑ Όσας **στον υγρό τύπο κλίματος**, στον οποίον το ετήσιο βροχομετρικό ύψος ανέρχεται κατά μέσο όρο έως τα 2000 mm. Οι περιοχές που ανήκουν στον τύπο αυτό περιέχουν ξηρούς και θερμούς θερινούς μήνες και υγρούς χειμερινούς μήνες. Δεν

επικρατεί μια τάση εξισορρόπησης της κατανομής των βροχών ολόκληρο το έτος και έτσι έρχεται σε αντίθεση με τον μεσογειακό τύπο κλίματος.

Επίσης, με βάση την κλιματική κατάταξη των ελληνικών περιοχών από τον Ακαδημαϊκό καθηγητή Μαριολόπουλο Η., 1938, η οποία παρουσιάζεται μέσα από το έργο του « Το κλίμα της Ελλάδος », μπορούμε να κατατάξουμε την ευρύτερη περιοχή της ΒΑ Όσσας στην χερσαία μεσογειακή περιοχή. Η συγκεκριμένη κλιματική περιοχή παρουσιάζει ομοιότητες με την θαλάσσια μεσογειακή περιοχή. Εξαιτίας όμως της ελεύθερης και απρόσκοπτης παρουσίας των βορείων ανέμων στο Αιγαίο, η περιοχή αυτή παρουσιάζεται ψυχρότερη. Έτσι, λοιπόν τους χειμερινούς μήνες επικρατεί πολύ κρύο, με πολλές πιθανότητες βροχοπτώσεων, αλλά και χιονοπτώσεων, ενώ αντίθετα οι θερινοί μήνες διακρίνονται για την θερμή και ξηρή κατάσταση τους.



Εικόνα 35 : Η παγκόσμια μεσογειακή κλιματική ζώνη.

3.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Ο Thornwaite (1948) δημιούργησε 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:

$$E_t = 1,6 * \left(\frac{10 * T_a}{I} \right)^\alpha$$

Όπου :

E_t = η δυνητική εξατμισοδιαπνοή σε cm / μήνα.

T_a = η μέση μηνιαία θερμοκρασία σε °C .

I = ο ετήσιος δείκτης θερμοκρασίας = $\sum_{i=1}^{12} (T_{ai} / 5)^{1.5}$

$\alpha = 0.49 + 0.0179 * I - 0.0000771 * I^2 + 0.000000675 * I^3$.

Την μέση μηνιαία θερμοκρασία στα διάφορα υψόμετρα της περιοχής που μελετάμε την βρήκαμε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας και φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 9 : Μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα σε διάφορα υψόμετρα της Όσσας.

| Όνομασία | Υψόμετρο (m) | Μέση μηνιαία θερμοκρασία | | | | | | | | | | | | Μέση ετήσια |
|---------------------|--------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| | | Ι | Φ | Μ | Α | Μ | Ι | Ι | Α | Σ | Ο | Ν | Δ | |
| Αείφυλλα-πλατύφυλλα | 150 | 6,1 | 6,5 | 9,2 | 13,2 | 17,8 | 22,1 | 24,7 | 24,4 | 20,8 | 15,9 | 10,6 | 8 | 15 |
| Δρύς | 550 | 3,7 | 4,1 | 6,8 | 10,8 | 15,4 | 19,7 | 22,3 | 22 | 18,4 | 13,5 | 8,2 | 5,6 | 12,6 |
| Οξυά | 1000 | 1 | 1,4 | 4,1 | 8,1 | 12,7 | 17 | 19,6 | 19,3 | 15,7 | 10,8 | 5,5 | 2,9 | 9,9 |
| Οξυά | 1300 | -0,8 | -0,4 | 2,3 | 6,3 | 10,9 | 15,2 | 17,8 | 17,5 | 13,9 | 9 | 3,7 | 1,1 | 8,1 |
| Πωώδης βλάστηση | 1500 | -2 | -1,6 | 1,1 | 5,1 | 9,7 | 14 | 16,6 | 16,3 | 12,7 | 7,8 | 2,5 | -0,1 | 6,9 |
| Υπαλπική ζώνη | 1800 | -3,8 | -3,4 | -0,7 | 3,3 | 7,9 | 12,2 | 14,8 | 14,5 | 10,9 | 6 | 0,7 | -1,9 | 5,1 |

Οι θερμοκρασίες είναι μετρημένες μόνο στο σταθμό “Αγίας Τριάδας”.

Στα άλλα υψόμετρα υπολογίσθηκαν από τις τιμές της Αγίας Τριάδας,

προσθέτοντας ή αφαιρώντας 0,6 °C για κάθε εκατό (100) μέτρα υψομετρική διαφορά.

Πίνακας 10 : Οι μέσες μηνιαίες τιμές κατακρημισμάτων σε κάθε ζώνη βλάστησης.

| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΖΩΝΗΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΖΩΝΗΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΤΡΙΤΗΣ ΖΩΝΗΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΤΕΤΑΡΤΗΣ ΖΩΝΗΣ |
|--------------|--|--|--|--|
| ΙΑΝ. | 163 | 177,65 | 192,3 | 206,95 |
| ΦΕΒ. | 130 | 149,15 | 168,3 | 187,45 |
| ΜΑΡ. | 134 | 147,95 | 161,9 | 175,85 |
| ΑΠΡ. | 101 | 110 | 119 | 128 |
| ΜΑΙΟΣ | 52 | 62,7 | 73,4 | 84,1 |
| ΙΟΥΝ. | 39 | 40,85 | 42,7 | 44,55 |
| ΙΟΥΛ. | 19 | 20,4 | 21,8 | 23,2 |
| ΑΥΓ. | 24 | 31,3 | 38,6 | 45,9 |
| ΣΕΠ | 59 | 72,9 | 86,8 | 100,7 |
| ΟΚΤ. | 190 | 226,55 | 263,1 | 299,65 |
| ΝΟΕΜ. | 190 | 200,95 | 211,9 | 222,85 |
| ΔΕΚ. | 200 | 209,65 | 219,3 | 228,95 |

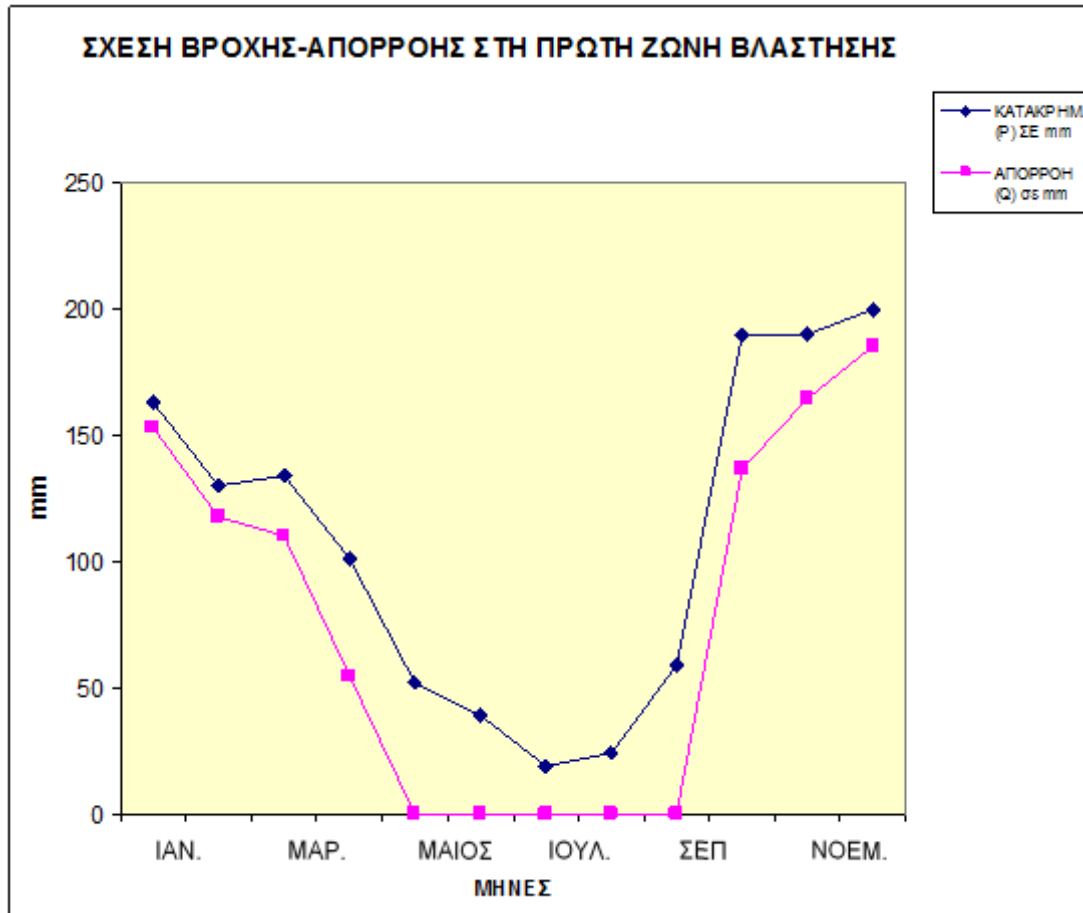
Αφού βρούμε την δυνητική εξατμισοδιαπνοή την πολλαπλασιάζουμε με έναν συντελεστή ανά μήνα ο οποίος βρίσκεται από ένα πίνακα στον οποίο πρέπει να ξέρουμε το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που μελετάμε. Στους παρακάτω πίνακες παραθέτουμε την εξατμισοδιαπνοή και την απορροή σε κάθε ζώνη βλάστησης.

Πίνακας 11 : Ποσοστά βλάστησης των λεκανών απορροής

| ΠΟΣΟΣΤΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ | | | | |
|---|---|--|-----------------------|------------------------|
| ΛΕΚΑΝΗ | Ζώνη αειφύλλων πλατυφύλλων (%) | Ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων (%) | Ζώνη Οξυάς (%) | Ζώνη Ελάτης (%) |
| 1 | 17,1 | 31,4 | 51,5 | 0 |
| 2 | 47,5 | 52,5 | 0 | 0 |
| 3 | 56 | 44 | 0 | 0 |
| 4 | 24 | 39 | 37 | 0 |
| 5 | 3 | 10,6 | 69,8 | 16,6 |
| 6 | 53 | 44 | 3 | 0 |
| 7 | 21,8 | 40,1 | 38,1 | 0 |

ΛΕΚΑΝΗ ΛΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ (1)**Πίνακας 12** : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη πρώτη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Λυκορέματος.

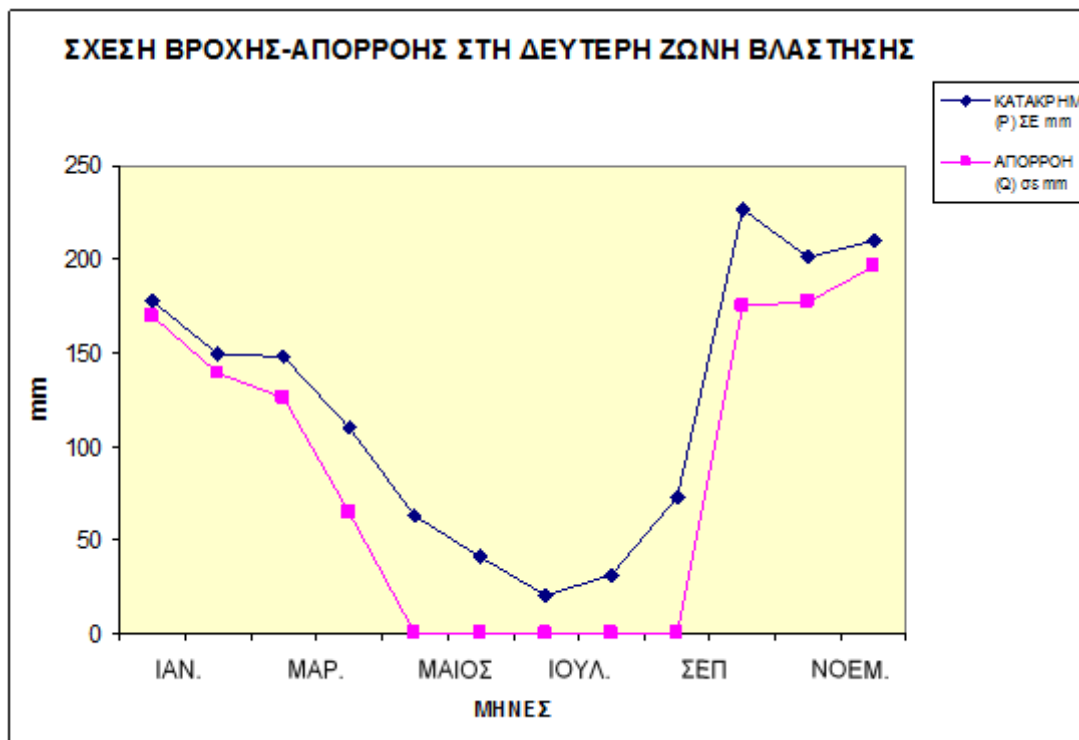
| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΠΡΩΤΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m³ |
| ΙΑΝ. | 163 | 4,9 | 9,9 | 153,1 | 128604 |
| ΦΕΒ. | 130 | 5,3 | 12,3 | 117,7 | 98868 |
| ΜΑΡ. | 134 | 7,9 | 24 | 110 | 92400 |
| ΑΠΡ. | 101 | 11,7 | 46,5 | 54,5 | 45780 |
| ΜΑΙΟΣ | 52 | 16,5 | 82,5 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΝ. | 39 | 20,9 | 120,1 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 19 | 23,4 | 138,6 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 24 | 23 | 126,5 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ | 59 | 19,4 | 89,9 | 0 | 0 |
| ΟΚΤ. | 190 | 14,5 | 53,3 | 136,7 | 114828 |
| ΝΟΕΜ. | 190 | 9,3 | 25,4 | 164,6 | 138264 |
| ΔΕΚ. | 200 | 6,6 | 14,7 | 185,3 | 155652 |
| | | | | Σύνολο | 774.396 |



Εικόνα 36 : Σχέση βροχής απορροής στη πρώτη ζώνη βλάστησης.

Πίνακας 13 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη δεύτερη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Λυκορέματος.

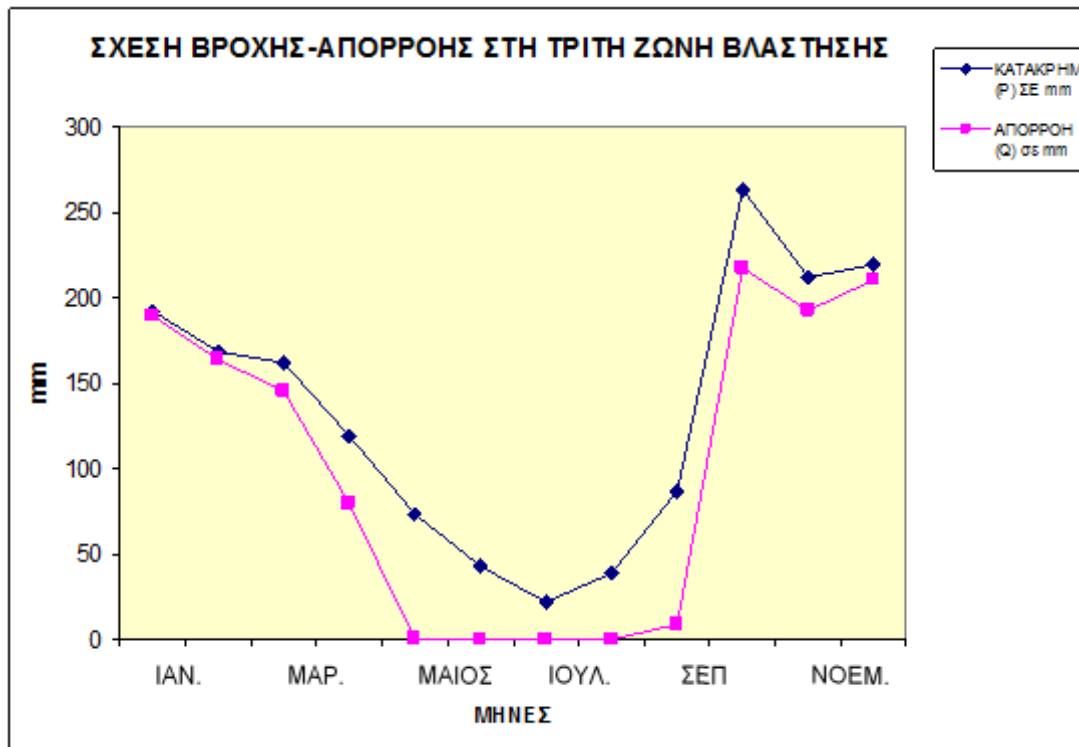
| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ | | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m³ |
| ΙΑΝ. | 177,65 | 3,7 | 8,1 | 169,59 | 261172,212 |
| ΦΕΒ. | 149,15 | 4,1 | 10,3 | 138,89 | 213888,967 |
| ΜΑΡ. | 147,95 | 6,8 | 22,2 | 125,73 | 193630,6554 |
| ΑΠΡ. | 110 | 10,8 | 45,4 | 64,62 | 99511,60306 |
| ΜΑΙΟΣ | 62,7 | 15 | 76,3 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΝ. | 40,85 | 19,7 | 113,8 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 20,4 | 22,3 | 131,8 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 31,3 | 22 | 121,0 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ | 72,9 | 18,4 | 86,5 | 0 | 0 |
| ΟΚΤ. | 226,55 | 13,5 | 51,5 | 175,08 | 269626,236 |
| ΝΟΕΜ. | 200,95 | 8,2 | 23,8 | 177,12 | 272764,5563 |
| ΔΕΚ. | 209,65 | 5,6 | 13,6 | 196,09 | 301984,8487 |
| | | | | Σύνολο | 1.612.579,07 |



Εικόνα 37 : Σχέση βροχής απορροής στη δεύτερη ζώνη βλάστησης.

Πίνακας 14 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη δεύτερη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Λυκορέματος.

| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΤΡΙΤΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m³ |
| ΙΑΝ. | 192,3 | 1 | 2,8 | 189,50 | 477545,9111 |
| ΦΕΒ. | 168,3 | 1,4 | 4,5 | 163,77 | 412707,7847 |
| ΜΑΡ. | 161,9 | 4,1 | 16,7 | 145,24 | 366001,0253 |
| ΑΠΡ. | 119 | 8,1 | 39,5 | 79,49 | 200304,0173 |
| ΜΑΙΟΣ | 73,4 | 13 | 73,0 | 0,40 | 1003,334873 |
| ΙΟΥΝ. | 42,7 | 17 | 102,5 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 21,8 | 19,6 | 118,2 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 38,6 | 19,3 | 108,6 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ | 86,8 | 15,7 | 78,1 | 8,74 | 22015,24069 |
| ΟΚΤ. | 263,1 | 10,8 | 46,0 | 217,08 | 547034,8867 |
| ΝΟΕΜ. | 211,9 | 5,5 | 19,4 | 192,53 | 485164,9585 |
| ΔΕΚ. | 219,3 | 2,9 | 8,9 | 210,37 | 530139,781 |
| | | | | Σύνολο | 3.041.916,94 |



Εικόνα 38 : Σχέση βροχής απορροής στη τρίτη ζώνη βλάστησης.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η συνολική απορροή στη λεκάνη του Λυκορέματος είναι :

$$V_Q = 774.396 + 1.612.579,07 + 3.041.916,94 = 5.428.892,01 \text{ m}^3$$

ΛΕΚΑΝΗ ΜΠΕΛΜΑ (5)

Πίνακας 15 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη πρώτη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Μπελμά.

| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΠΡΩΤΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΜΠΕΛΜΑ | | | | | |
|--|------------------------|---------------------------|----------|----------------------|----------------------------------|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m ³ |
| ΙΑΝ. | 163 | 4,9 | 9,9 | 153,1 | 153100 |
| ΦΕΒ. | 130 | 5,3 | 12,3 | 117,7 | 117700 |
| ΜΑΡ. | 134 | 7,9 | 24 | 110 | 110000 |
| ΑΠΡ. | 101 | 11,7 | 46,5 | 54,5 | 54500 |
| ΜΑΙΟΣ | 52 | 16,5 | 82,5 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΝ. | 39 | 20,9 | 120,1 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 19 | 23,4 | 138,6 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 24 | 23 | 126,5 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ | 59 | 19,4 | 89,9 | 0 | 0 |
| ΟΚΤ. | 190 | 14,5 | 53,3 | 136,7 | 136700 |
| ΝΟΕΜ. | 190 | 9,3 | 25,4 | 164,6 | 164600 |
| ΔΕΚ. | 200 | 6,6 | 14,7 | 185,3 | 185300 |
| | | | | Σύνολο | 921.900 |

Πίνακας 16 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη δεύτερη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Μπελμά.

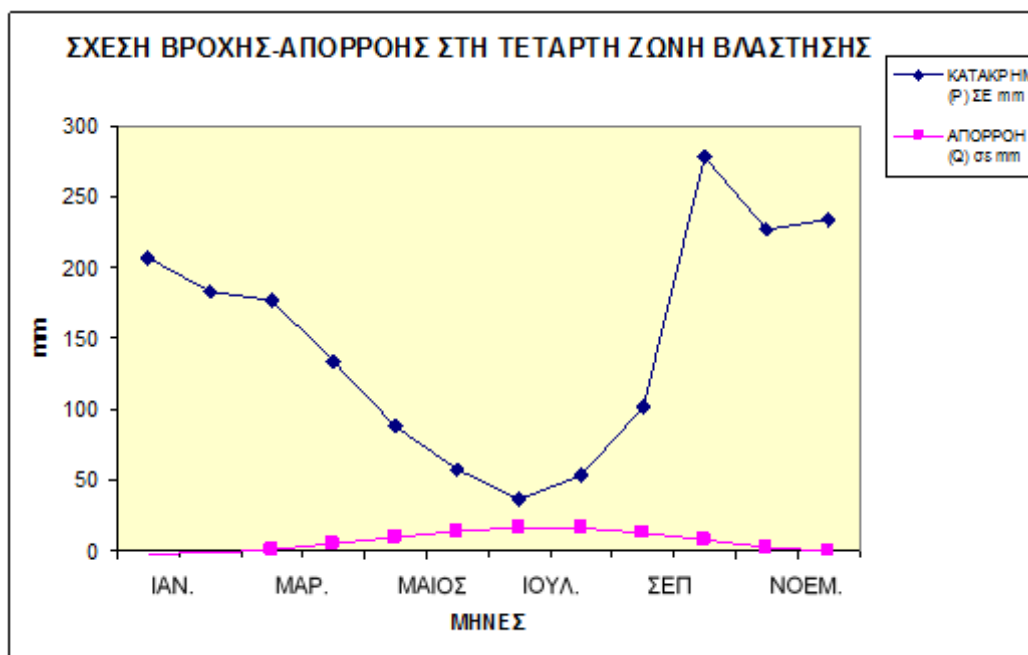
| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΜΠΕΛΜΑ | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m³ |
| ΙΑΝ. | 177,65 | 3,7 | 8,1 | 169,59 | 602052,8265 |
| ΦΕΒ. | 149,15 | 4,1 | 10,3 | 138,89 | 493055,7356 |
| ΜΑΡ. | 147,95 | 6,8 | 22,2 | 125,73 | 446356,3809 |
| ΑΠΡ. | 110 | 10,8 | 45,4 | 64,62 | 229393,6304 |
| ΜΑΙΟΣ | 62,7 | 15 | 76,3 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΝ. | 40,85 | 19,7 | 113,8 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 20,4 | 22,3 | 131,8 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 31,3 | 22 | 121,0 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ. | 72,9 | 18,4 | 86,5 | 0 | 0 |
| ΟΚΤ. | 226,55 | 13,5 | 51,5 | 175,08 | 621540,9985 |
| ΝΟΕΜ. | 200,95 | 8,2 | 23,8 | 177,12 | 628775,4382 |
| ΔΕΚ. | 209,65 | 5,6 | 13,6 | 196,09 | 696133,9044 |
| | | | | Σύνολο | 3.717.308.91 |

Πίνακας 17 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη τρίτη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Μπελμά.

| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΤΡΙΤΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΜΠΕΛΜΑ | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m³ |
| ΙΑΝ. | 192,3 | 1 | 2,8 | 189,50 | 4430564,842 |
| ΦΕΒ. | 168,3 | 1,4 | 4,5 | 163,77 | 3829011,114 |
| ΜΑΡ. | 161,9 | 4,1 | 16,7 | 145,24 | 3395676,179 |
| ΑΠΡ. | 119 | 8,1 | 39,5 | 79,49 | 1858376,16 |
| ΜΑΙΟΣ | 73,4 | 13 | 73,0 | 0,40 | 9308,717985 |
| ΙΟΥΝ. | 42,7 | 17 | 102,5 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 21,8 | 19,6 | 118,2 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 38,6 | 19,3 | 108,6 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ. | 86,8 | 15,7 | 78,1 | 8,74 | 204252,5108 |
| ΟΚΤ. | 263,1 | 10,8 | 46,0 | 217,08 | 5075268,115 |
| ΝΟΕΜ. | 211,9 | 5,5 | 19,4 | 192,53 | 4501252,67 |
| ΔΕΚ. | 219,3 | 2,9 | 8,9 | 210,37 | 4918519,079 |
| | | | | Σύνολο | 28.222.229,39 |

Πίνακας 18 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη τέταρτη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Μπελμά.

| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΤΕΤΑΡΤΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΜΠΕΛΜΑ | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m³ |
| ΙΑΝ. | 206,95 | -2 | 206,95 | -2 | 1205797,2 |
| ΦΕΒ. | 182,95 | -1,6 | 182,95 | -1,6 | 1067180,84 |
| ΜΑΡ. | 176,55 | 1,1 | 176,55 | 1,1 | 942245,6723 |
| ΑΠΡ. | 133,65 | 5,1 | 133,65 | 5,1 | 563473,4015 |
| ΜΑΙΟΣ | 88,05 | 9,7 | 88,05 | 9,7 | 135373,2496 |
| ΙΟΥΝ. | 57,35 | 14 | 57,35 | 14 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 36,45 | 16,6 | 36,45 | 16,6 | 0 |
| ΑΥΓ. | 53,25 | 16,3 | 53,25 | 16,3 | 0 |
| ΣΕΠ | 101,45 | 12,7 | 101,45 | 12,7 | 170653,7339 |
| ΟΚΤ. | 277,75 | 7,8 | 277,75 | 7,8 | 1319718,784 |
| ΝΟΕΜ. | 226,55 | 2,5 | 226,55 | 2,5 | 1189320,785 |
| ΔΕΚ. | 233,95 | -0,1 | 233,95 | -0,1 | 1304231,44 |
| | | | | Σύνολο | 7.897.995,11 |



Εικόνα 39 : Σχέση βροχής απορροής στη τέταρτη ζώνη βλάστησης.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η συνολική απορροή στη λεκάνη του Μπελμά είναι :

$$V_Q = 921.900 + 3.717.308,9 + 28.222.229,3 + 7.897.995,11 = 40.759.433,3 \text{ m}^3$$

ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΚΟΣΚΑΛΙΟΥ (7)

Πίνακας 19 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη πρώτη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Κακοσκαλίου.

| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΠΡΩΤΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΚΑΚΟΣΚΑΛΙΟΥ | | | | | |
|---|------------------------|---------------------------|----------|----------------------|----------------------------------|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m ³ |
| ΙΑΝ. | 163 | 4,9 | 9,9 | 153,1 | 339882 |
| ΦΕΒ. | 130 | 5,3 | 12,3 | 117,7 | 261294 |
| ΜΑΡ. | 134 | 7,9 | 24 | 110 | 244200 |
| ΑΠΡ. | 101 | 11,7 | 46,5 | 54,5 | 120990 |
| ΜΑΙΟΣ | 52 | 16,5 | 82,5 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΝ. | 39 | 20,9 | 120,1 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 19 | 23,4 | 138,6 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 24 | 23 | 126,5 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ. | 59 | 19,4 | 89,9 | 0 | 0 |
| ΟΚΤ. | 190 | 14,5 | 53,3 | 136,7 | 303474 |
| ΝΟΕΜ. | 190 | 9,3 | 25,4 | 164,6 | 365412 |
| ΔΕΚ. | 200 | 6,6 | 14,7 | 185,3 | 411366 |
| | | | | Σύνολο | 2.046.618 |

Πίνακας 20 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη δεύτερη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Κακοσκαλίου.

| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΚΑΚΟΣΚΑΛΙΟΥ | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m³ |
| ΙΑΝ. | 177,65 | 3,7 | 8,1 | 169,59 | 691936,7696 |
| ΦΕΒ. | 149,15 | 4,1 | 10,3 | 138,89 | 566666,8736 |
| ΜΑΡ. | 147,95 | 6,8 | 22,2 | 125,73 | 512995,5026 |
| ΑΠΡ. | 110 | 10,8 | 45,4 | 64,62 | 263641,1302 |
| ΜΑΙΟΣ | 62,7 | 15 | 76,3 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΝ. | 40,85 | 19,7 | 113,8 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 20,4 | 22,3 | 131,8 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 31,3 | 22 | 121,0 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ | 72,9 | 18,4 | 86,5 | 0 | 0 |
| ΟΚΤ. | 226,55 | 13,5 | 51,5 | 175,08 | 714334,4433 |
| ΝΟΕΜ. | 200,95 | 8,2 | 23,8 | 177,12 | 722648,9543 |
| ΔΕΚ. | 209,65 | 5,6 | 13,6 | 196,09 | 800063,7549 |
| | | | | Σύνολο | 4.272.287,43 |

Πίνακας 21 : Εξατμισοδιαπνοή και απορροή στη τρίτη ζώνη βλάστησης στη λεκάνη του Κακοσκαλίου.

| ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΗ ΤΡΙΤΗ ΖΩΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΚΑΚΟΣΚΑΛΙΟΥ | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| ΜΗΝΕΣ | ΚΑΤΑΚΡΗΜ. (Ρ) ΣΕ mm | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (Τα) ΣΕ °C | Et ΣΕ mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (Q) σε mm | ΑΠΟΡΡΟΗ (V) σε m³ |
| ΙΑΝ. | 177,65 | 3,7 | 8,1 | 169,59 | 735269,1013 |
| ΦΕΒ. | 149,15 | 4,1 | 10,3 | 138,89 | 635438,9701 |
| ΜΑΡ. | 147,95 | 6,8 | 22,2 | 125,73 | 563525,3881 |
| ΑΠΡ. | 110 | 10,8 | 45,4 | 64,62 | 308404,5981 |
| ΜΑΙΟΣ | 62,7 | 15 | 76,3 | 0 | 1544,817185 |
| ΙΟΥΝ. | 40,85 | 19,7 | 113,8 | 0 | 0 |
| ΙΟΥΛ. | 20,4 | 22,3 | 131,8 | 0 | 0 |
| ΑΥΓ. | 31,3 | 22 | 121,0 | 0 | 0 |
| ΣΕΠ | 72,9 | 18,4 | 86,5 | 0 | 33896,4817 |
| ΟΚΤ. | 226,55 | 13,5 | 51,5 | 175,08 | 842260,0636 |
| ΝΟΕΜ. | 200,95 | 8,2 | 23,8 | 177,12 | 747000,0154 |
| ΔΕΚ. | 209,65 | 5,6 | 13,6 | 196,09 | 816246,9644 |
| | | | | Σύνολο | 4.683.586,4 |

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η συνολική απορροή στη λεκάνη του Κακοσκαλίου είναι :

$$V_Q = 2.046.618 + 4.272.287,43 + 4.683.586,4 = 11.002.491,8 \text{ m}^3$$

3.4. ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ

Για να υπολογίσουμε το μέσο ετήσιο ύψος βροχής χρησιμοποιούμε τον τύπο του MATHIAS.

$$\text{Έτσι έχουμε : } P_m = P_0 + K * A - 1/2 * \left(\frac{A}{100} \right)^2$$

όπου : P_m : ετήσιο ύψος βροχής λεκάνης (mm).

P_0 : μέσο ύψος βροχής σταθμού (mm).

K : 0,6 (συντελεστής ορεογραφικής & τοπογραφικής διαμόρφωσης).

$$A = H_m - H_{\text{σταθ.}} (\text{Υψ. Λεκάνης} - \text{Υψ. Σταθμού}) \text{ (m)}.$$

Όταν υπολογίσουμε το P_m για κάθε ζώνη βλάστησης θα το πολλαπλασιάσουμε με το αντίστοιχο εμβαδόν της κάθε ζώνης και στο τέλος θα τα προσθέσουμε όλα για να βρούμε το συνολικό όγκο νερού σε ολόκληρη τη λεκάνη.

ΛΕΚΑΝΗ ΛΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ (1)

Στην λεκάνη του Λυκορέματος έχουμε **τρεις ζώνες** βλάστησης και σε κάθε ζώνη θα βρούμε το μέσο ετήσιο ύψος βροχής. Έτσι, **για την πρώτη ζώνη βλάστησης** που το εμβαδόν της είναι $0,84 \text{ Km}^2$, έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 155 \text{ m}$$

$$\text{Hσταθ.} = 360 \text{ m}$$

$$A = 155 - 360 = -205 \text{ m}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε : $P_m = 1300 + 0,6 * (-205) - 1/2 * (-205 / 100)^2 \Rightarrow$

$$P_m = 1300 - 123 - 2,1 \Rightarrow \mathbf{P_{m1} = 1174,9 \text{ mm}}$$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$\mathbf{V_{m1} = 1174,9 * 0,84 * 1000 = 986.916 \text{ m}^3}$$

Για την **δεύτερη ζώνη βλάστησης** όπου το εμβαδόν της είναι 1,54 Km² έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 510 \text{ m}$$

$$\text{Hσταθ.} = 360 \text{ m}$$

$$A = 510 - 360 = 150 \text{ m}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε : $P_m = 1300 + 0,6 * (150) - 1/2 * (150 / 100)^2 \Rightarrow$

$$P_m = 1300 + 90 - 1,12 \Rightarrow \mathbf{P_{m2} = 1388,88 \text{ mm}}$$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$\mathbf{V_{m2} = 1388,88 * 1,54 * 1000 = 2.138.875,2 \text{ m}^3}$$

Για την τρίτη ζώνη βλάστησης όπου το εμβαδόν της είναι 2,52 Km² έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 1115 \text{ m}$$

$$\text{Hσταθ.} = 360 \text{ m}$$

$$A = 1115 - 360 = 755 \text{ m}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε : $P_m = 1300 + 0,6 * (755) - 1/2 * (755 / 100)^2$
=>

$$P_{m_3} = 1300 + 453 - 28,5 \Rightarrow \mathbf{P_{m_3} = 1724,5 \text{ mm}}$$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$\mathbf{V_{m_3} = 1724,5 * 2,52 * 1000 = 4.345.740 \text{ m}^3}$$

Έτσι, ο συνολικός όγκος βροχής στη λεκάνη του Λυκορέματος είναι :

$$\mathbf{V_m = V_{m_1} + V_{m_2} + V_{m_3} = 7.471.531,2 \text{ m}^3}$$

ΛΕΚΑΝΗ ΜΠΕΛΜΑ (5)

Στην λεκάνη του Μπελμά έχουμε **τέσσερις ζώνες** βλάστησης και σε κάθε ζώνη θα βρούμε το μέσο ετήσιο ύψος βροχής.

Έτσι, για την πρώτη ζώνη βλάστησης που το εμβαδόν της είναι 1 Km² έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 95 \text{ m}$$

$$H_{\text{σταθ.}} = 360 \text{ m}$$

$$A = 95 - 360 = -265 \text{ m}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε : $P_m = 1300 + 0,6 * (-265) - 1/2 * (-265 / 100)^2 \Rightarrow \Rightarrow P_m = 1300 - 159 - 3,51 \Rightarrow \mathbf{P_{m_1} = 1137,49 \text{ mm}}$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$\mathbf{V_{m_1} = 1137,49 * 1 * 1000 = 1.137.490 \text{ m}^3}$$

Για την **δεύτερη ζώνη βλάστησης** που το εμβαδόν της είναι $3,55 \text{ Km}^2$ έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 460 \text{ m}$$

$$H_{\text{σταθ.}} = 360 \text{ m}$$

$$A = 460 - 360 = 100 \text{ m}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε : $P_m = 1300 + 0,6 * (100) - 1/2 * (100 / 100)^2 \Rightarrow P_m = 1300 + 60 - 0,5 \Rightarrow \mathbf{P_{m_2} = 1359,5 \text{ mm}}$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$\mathbf{V_{m_2} = 1359,5 * 3,55 * 1000 = 4.826.225 \text{ m}^3}$$

Για την τρίτη ζώνη βλάστησης που το εμβαδόν της είναι 23,38 Km²
έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 1010 \text{ m}$$

$$\text{Hσταθ.} = 360 \text{ m}$$

$$A = 1010 - 360 = 650 \text{ m}$$

$$\text{Αντικαθιστώντας έχουμε : } P_m = 1300 + 0,6 * (650) - 1/2 * (650 / 100)^2$$

$$\Rightarrow P_m = 1300 + 390 - 21,12 \Rightarrow \mathbf{P_{m3} = 1668,88 \text{ mm}}$$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$\mathbf{V_{m3} = 1668,88 * 23,38 * 1000 = 39.018.414,4 \text{ m}^3}$$

Για την τέταρτη ζώνη βλάστησης που το εμβαδόν της είναι 5,56 Km²
έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 1673 \text{ m}$$

$$\text{Hσταθ.} = 360 \text{ m}$$

$$A = 1673 - 360 = 1313 \text{ m}$$

$$\text{Αντικαθιστώντας έχουμε : } P_m = 1300 + 0,6 * (1313) - 1/2 * (1313 / 100)^2 \Rightarrow P_m = 1300 + 787,8 - 86,2 \Rightarrow \mathbf{P_{m4} = 2001,6 \text{ mm}}$$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$\mathbf{V_{m4} = 2001,6 * 5,56 * 1000 = 11.128.896 \text{ m}^3}$$

Έτσι, ο συνολικός όγκος βροχής στη λεκάνη του Μπελμά είναι :

$$V_m = V_{m_1} + V_{m_2} + V_{m_3} + V_{m_4} = 56.111.025,4 \text{ m}^3$$

ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΚΟΣΚΑΛΙΟΥ (7)

Στην λεκάνη του Κακοσκαλίου έχουμε **τρεις ζώνες** βλάστησης και σε κάθε ζώνη θα βρούμε το μέσο ετήσιο ύψος βροχής.

Έτσι, για **την πρώτη ζώνη βλάστησης** που το εμβαδόν της είναι 2,22 Km² έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 47,5 \text{ m}$$

$$H_{σταθ.} = 360 \text{ m}$$

$$A = 47,5 - 360 = -312,5 \text{ m}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε : $P_m = 1300 + 0,6 * (-312,5) - 1/2 * (-312,5 / 100)^2 \Rightarrow P_m = 1300 - 187,5 - 4,88 \Rightarrow P_{m_1} = 1107,62 \text{ mm}$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$V_{m_1} = 1107,62 * 2,22 * 1000 = 2.458.916,4 \text{ m}^3$$

Για την δεύτερη ζώνη βλάστησης που το εμβαδόν της είναι 4,08 km²
έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 432,5 \text{ m}$$

$$\text{Hσταθ.} = 360 \text{ m}$$

$$A = 432,5 - 360 = 72,5 \text{ m}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε : $P_m = 1300 + 0,6 * (72,5) - 1/2 * (72,5 / 100)^2 \Rightarrow P_m = 1300 + 43,5 - 0,26 \Rightarrow P_{m_2} = 1343,24 \text{ mm}$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$V_{m_2} = 1343,24 * 4,08 * 1000 = 5.480.419,2 \text{ m}^3$$

Για την τρίτη ζώνη βλάστησης που το εμβαδόν της είναι 3,88 Km²
έχουμε τα εξής στοιχεία :

$$P_0 = 1300 \text{ mm}$$

$$K = 0,6$$

$$H_m = 1111 \text{ m}$$

$$\text{Hσταθ.} = 360 \text{ m}$$

$$A = 1111 - 360 = 751 \text{ m}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε : $P_m = 1300 + 0,6 * (751) - 1/2 * (751 / 100)^2 \Rightarrow P_m = 1300 + 450,6 - 28,2 \Rightarrow P_{m_3} = 1722,4 \text{ mm}$

Ο όγκος νερού που πέφτει σε αυτή τη ζώνη βλάστησης είναι :

$$V_{m_3} = 1722,4 * 3,88 * 1000 = 6.682.912 \text{ m}^3$$

Έτσι, ο συνολικός όγκος βροχής στη λεκάνη του Κακοσκαλίου είναι :

$$V_m = V_{m_1} + V_{m_2} + V_{m_3} = 14.622.247,6 \text{ m}^3$$

Αφού υπολογίσαμε τον συνολικό όγκο βροχής που πέφτει σε κάθε λεκάνη όπως επίσης υπολογίσαμε και την απορροή σε κάθε λεκάνη μπορούμε να υπολογίσουμε και την διαθέσιμη ποσότητα επιφανειακού νερού για αξιοποίηση στις τρεις σημαντικότερες λεκάνες της περιοχής έρευνας (Πίνακας 22).

Πίνακας 22 : Διαθέσιμη ποσότητα επιφανειακού νερού.

| ΛΕΚΑΝΕΣ | ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ ΝΕΡΟΥ(m³) |
|-------------------------------|---|
| ΛΕΚΑΝΗ ΛΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ (1) | 2.042.639,19 |
| ΛΕΚΑΝΗ ΜΠΕΛΜΑ (5) | 15.351.592,10 |
| ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΚΟΣΚΑΛΙΟΥ (7) | 3.619.755,80 |

3.5. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Ο συντελεστής απορροής υπολογίζεται από τον εξής τύπο :

$$\alpha = N_1 * N_2 * N_3 * N_4 \text{ (τύπος του Hartel)}$$

όπου :

N_1 : συντελεστής που εξαρτάται από το μήκος της κοίτης του χειμάρρου.

N_2 : συντελεστής που εξαρτάται από το ποσοστό του δάσους που καλύπτει τη λεκάνη απορροής.

N_3 : συντελεστής που εξαρτάται από τη διαμόρφωση του εδάφους.

N_4 : Συντελεστής που εξαρτάται από τη διαπερατότητα του εδάφους .

Οι συντελεστές N_1 , N_2 , N_3 , N_4 παίρνουν τις τιμές τους από τους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 23 : Συντελεστής N_1

| | | | | |
|-------------------------|-----|------|-----|------|
| L (Km) | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 10 |
| N_1 | 0,9 | 0,85 | 0,8 | 0,45 |

Πίνακας 24 : Συντελεστής N_2

| | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Ποσοστό δασώσεως (%) | 100 | 75 | 50 | 25 |
| N_2 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |

Πίνακας 25 : Συντελεστής N_3

| | | | |
|-------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Διαμόρφωση του εδάφους | πολύ απότομα | ισχυρά λοφώδη | μέτρια λοφώδη |
| N_3 | 0,9 | 0,85 | 0,8 |

Πίνακας 26 : Συντελεστής N_4

| Διαπερατότητα του εδάφους | αδιαπέρατα | λίγο διαπερατά | μέτρια διαπερατά | πολύ διαπερατά |
|----------------------------------|------------|----------------|------------------|----------------|
| N_4 | 0,9 | 0,85 | 0,75 | 0,7 |

ΛΕΚΑΝΗ ΛΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ (1)

Για την λεκάνη του Λυκορέματος το μήκος της κεντρικής κοίτης είναι 6,05 Km. Από τον πίνακα και με γραμμική παρεμβολή βρίσκουμε το **$N_1 = 0,6$**

Στην λεκάνη Λυκορέματος το ποσοστό δασώσεως είναι 100 %. Άρα, το **$N_2 = 0,6$**

Από τον εδαφολογικό χάρτη της περιοχής παρατηρούμε ότι τα εδάφη είναι μέτρια λοφώδη. Έτσι, από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το **$N_3 = 0,8$**

Από τον εδαφολογικό χάρτη της περιοχής παρατηρούμε ότι τα εδάφη είναι σχιστόλιθοι. Άρα, τα εδάφη είναι πολύ διαπερατά. Έτσι, από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το **$N_4 = 0,7$**

Από τον τύπο του Hartel έχουμε : $\alpha = 0,6 * 0,6 * 0,8 * 0,7 \Rightarrow \alpha = 0,2016$ ή **$\alpha = 20,16\%$**

ΛΕΚΑΝΗ ΜΠΕΛΜΑ (5)

Για την λεκάνη του Μπελμά το μήκος της κεντρικής κοίτης είναι 14,1 Km. Από τον πίνακα και με γραμμική παρεμβολή βρίσκουμε το **$N_1 = 0,4$** .

Στην λεκάνη Μπελμά το ποσοστό δασώσεως είναι 100 %. Άρα, το **$N_2 = 0,6$**

Από τον εδαφολογικό χάρτη της περιοχής παρατηρούμε ότι τα εδάφη είναι μέτρια λοφώδη. Έτσι, από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το **$N_3 = 0,8$**

Από τον εδαφολογικό χάρτη της περιοχής παρατηρούμε ότι τα εδάφη είναι σχιστόλιθοι. Άρα, τα εδάφη είναι πολύ διαπερατά. Έτσι, από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το **$N_4 = 0,7$**

Από τον τύπο του Hartel έχουμε : $\alpha = 0,4 * 0,6 * 0,8 * 0,7 \Rightarrow \alpha = 0,1344$ ή **$\alpha = 13,44 \%$**

ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΚΟΣΚΑΛΙΟΥ (7)

Για την λεκάνη του Κακοσκαλίου το μήκος της κεντρικής κοίτης είναι 7,9 Km. Από τον πίνακα και με γραμμική παρεμβολή βρίσκουμε το **$N_1 = 0,53$** .

Στην λεκάνη Κακοσκαλίου το ποσοστό δασώσεως είναι 100 %. Άρα, το **$N_2 = 0,6$**

Από τον εδαφολογικό χάρτη της περιοχής παρατηρούμε ότι τα εδάφη είναι μέτρια λοφώδη. Έτσι, από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το **$N_3 = 0,8$**

Από τον εδαφολογικό χάρτη της περιοχής παρατηρούμε ότι τα εδάφη είναι σχιστόλιθοι. Άρα, τα εδάφη είναι πολύ διαπερατά. Έτσι, από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το **$N_4 = 0,7$**

Από τον τύπο του Hartel έχουμε: $\alpha = 0,53 * 0,6 * 0,8 * 0,7 \Rightarrow \alpha = 0,178$ ή **$\alpha = 17,8 \%$**

3.6. ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ

3.6.1. ΕΜΠΕΙΡΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

Η εύρεση της συνολικής παροχής **Q** γίνεται με τη βοήθεια της σχέσης :

$$Q = F * q$$

όπου :

F : εμβαδό λεκάνης απορροής (Km²)

q : ειδική παροχή (m³/sec* Km²)

VALENTINI

$$q_{\max} = 30 / F^{1/2}$$

όπου :

F : εμβαδό λεκάνης απορροής (Km²)

HOFFBAUER

$$q_{\max} = \alpha * 60 / F^{1/2}$$

όπου :

F : εμβαδόν λεκάνης απορροής (Km²)

α : συντελεστής απορροής με τιμές :

1. Για ορεινές περιοχές α = 0,7
2. Για ημιορεινές περιοχές α = 0,5

MELLI

$$q_{\max} = \alpha * 40 / (100 * F)^{1/6}$$

όπου :

F : εμβαδό λεκάνης απορροής (Km²)

α = 0,4

Ο τύπος ισχύει όταν το εμβαδόν της λεκάνης είναι μικρότερο από 150 Km².

KRESNIK

$$q_{\max} = \alpha * 32 / 0,5 + F^{1/2}$$

όπου :

F : εμβαδό λεκάνης απορροής (Km²)

α : 0,6 - 2 = 1,4 (παίρνω την μέση τιμή).

MULLER

$$q_{\max} = Y_M * 40 / F^{1/3}$$

όπου :

$$y_M = F_1 + y_1 + F_2 + y_2 + F_3 + y_3 / F$$

F : εμβαδόν λεκάνης απορροής (Km²)

F_1, F_2, F_3 : τμήματα της λεκάνης με ορισμένη καλλιέργεια (Km²)

y_1, y_2, y_3 : αντίστοιχοι συντελεστές που προσδιορίζονται από τον

παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 27 : Συντελεστές y_1, y_2, y_3

| ΠΕΡΙΟΧΗ | ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ | ΚΛΙΣΗ ΜΙΚΡΗ | ΚΛΙΣΗ ΜΕΣΗ | ΚΛΙΣΗ ΜΕΓΑΛΗ |
|----------------------------|----------------------------------|-------------|------------|--------------|
| Περιοχές άνω των δασοορίων | Αγροί - λιβάδια | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| Μέσες περιοχές | Πυκνό δάσος | 0,2 | 0,4 | 0,6 |
| Χαμηλές περιοχές | Λιβάδια - γεωργικές καλλιέργειες | 0,1 | 0,2 | 0,4 |

ISZKOWSKI

$$q_{\max} = \alpha h * m * H$$

όπου :

H : μέσο ετήσιο ύψος βροχής σε μέτρα. Ο τύπος ισχύει όταν $H > 1000\text{mm} = 1\text{m}$

αh : συντελεστής που εξαρτάται από τη διαμόρφωση της λεκάνης απορροής και τη φύση του εδάφους.

m : συντελεστής που εξαρτάται από το μέγεθος της επιφάνειας της λεκάνης απορροής.

Οι τιμές των παραπάνω συντελεστών υπολογίζονται από τους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 28 : Συντελεστής m

| F (Km²) | 1 | 10 | 20 | 50 | 100 | 500 | 1000 |
|---------------------------|----|------|-----|------|------|------|------|
| m | 10 | 9.50 | 9.0 | 7.95 | 7.40 | 5.90 | 4.70 |

Πίνακας 29 : Συντελεστής ah

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ | I | II | III | IV |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Χαμηλές, πεδινές εκτάσεις - κοιλιάδες | 0.030 | 0.055 | | |
| Λοφώδεις, ημιορεινές | 0.035 | 0.050 | 0.125 | |
| Ορεινές περιοχές | 0.04 - 0.055 | 0.082 - 0.14 | 0.155 - 0.29 | 0.4 - 0.55 |
| Πολύ ορεινές περιοχές | 0.06 - 0.08 | 0.16 - 0.21 | 0.36 - 0.60 | 0.60 - 0.80 |

Οι κατηγορίες των παραπάνω εδαφών είναι οι εξής :

I : ισχυρά διαπερατά εδάφη με κανονική βλάστηση ή ανάμικτα εδάφη.

II : εδάφη μέσης διαπερατότητας με κανονική βλάστηση.

III : εδάφη λίγο διαπερατά με κανονική, με απότομες θέσεις.

IV : εδάφη αδιαπέρατα με κανονική βλάστηση και δυσμενείς γενικά μορφολογικές συνθήκες.

FULLER

Ο τύπος μας δίνει απ' ευθείας τη μέγιστη παροχή.

$$Q = Q_1 * (1 + \beta * \log_{10} T) * (1 + 2,66 / F^{0,3})$$

όπου :

Q : μέγιστη παροχή (m³ / sec).

Q₁ : μέση παροχή πλημμυρικών νερών
συχνότητας.

$$Q_1 = 1,8 * F^{0,8}$$

β : συντελεστής απορροής με τιμή 0,8.

F : εμβαδό λεκάνης απορροής (Km²).

T : συχνότητα ή περίοδος επαναφοράς (έτη).

Πίνακας 29 : Ο παράγοντας 1 + β * log₁₀ T

| | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | 1 | 5 | 10 | 20 |
| 1 + β log₁₀ T | 1,00000 | 1,55920 | 1,80000 | 2,04080 |
| ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΕΤΗ) | 30 | 40 | 50 | 100 |
| 1 + β log₁₀ T | 2,18168 | 2,28168 | 2,3592 | 2,6 |

Πίνακας 30 : Οι μέγιστες παροχές με βάση τους εμπειρικούς τύπους

| ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ (m³/sec) ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΥΣ ΕΜΠΕΙΡΙΚΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ | | | | | | | |
|---|------------------|------------------|--------------|----------------|---------------|------------------|---------------|
| ΛΕΚΑΝΕΣ | VALENTINI | HOFFBAUER | MELLI | KRESNIK | MULLER | ISZKOWSKI | FULLER |
| ΛΥΚΟΡΕΜΑ | 62,209 | 62,209 | 24,992 | 69,505 | 42,329 | 6,674 | 40,846 |
| ΜΠΕΛΜΑ | 173,612 | 173,612 | 138,157 | 221,596 | 166,433 | 48,88 | 149,698 |
| ΚΑΚΟΣΚΑΛΙ | 95,718 | 95,718 | 51,236 | 114,747 | 75,212 | 14,918 | 69,672 |

3.6.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

Οι τύποι αυτοί στηρίζονται σε βροχομετρικά δεδομένα των λεκανών απορροής και θεωρείται ότι είναι καλύτερα θεμελιωμένοι και πιο ακριβείς από τους εμπειρικούς.

TURAZZA

$$Q_{\max} = 11,57 * \alpha * k * F * hp / tp + tc$$

όπου :

α : συντελεστής απορροής

F : εμβαδό λεκάνης απορροής (Km²).

k : συντελεστής αιχμής και ισούται με 2.

tp : διάρκεια βροχής σε μέρες.

tc : μέγιστος χρόνος συγκέντρωσης της απορροής σε μέρες.

Θεωρείται ότι $t_p = t_c$

$t_c = t'c / 24$ όπου $t'c$: ο χρόνος t_c σε ώρες.

$$t'c = 4 \sqrt{F} + 1,5 * L / 0,8 * \sqrt{Z}$$

L : μήκος κεντρικής κοίτης (Km).

Z : διαφορά μέσου και ελάχιστου υψομέτρου (m).

h_p : ύψος βροχής με διάρκεια ίση με t_p (m).

$h_p = h' / 1000$ με h' : ύψος βροχής με διάρκεια $t'p$ (mm).

$$h' = [a - (a / 72 * t'p)] * \sqrt{t'p} \text{ και } t'p = t'c$$

$$a = h / 3,27$$

h : μέγιστο ύψος βροχής στο 24ωρο (mm).

GIANDOTTI

$$Q_{\max} = 0,277 * P * F / t'c$$

όπου :

Q_{\max} : μέγιστη υδατοπαροχή (m^3 / sec).

P : ύψος βροχής σε χρόνο $t'c$

$$t'c = 4 \sqrt{F} + 1,5 * L / 0,8 * \sqrt{Z}$$

$$P = h * \sqrt{t'c / 24}$$

h : μέγιστο ύψος βροχής 24ωρου (mm).

Πίνακας 31 : Μέγιστες παροχές με βάση τους αναλυτικούς τύπους.

| ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ(m³/sec) ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΥΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ | | |
|--|----------------|------------------|
| ΛΕΚΑΝΕΣ | TURAZZA | GIANDOTTI |
| ΛΥΚΟΡΕΜΑ | 29,75 | 80,965 |
| ΜΠΕΛΜΑ | 87,07 | 211,191 |
| ΚΑΚΟΣΚΑΛΙ | 40,862 | 113,857 |

3.6.3. ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Σύμφωνα με την Ορθολογική μέθοδο έχουμε :

$$Q = 0,00278 * C * I * F$$

όπου :

Q : παροχή (m³ / sec).

C : συντελεστής απορροής, εξαρτάται από τις τοπογραφικές συνθήκες, τη φύση και την κάλυψη.

I : μέση ένταση βροχής, σε mm / ώρα, για τον χρόνο συγκεντρώσεως της απορροής.

F : επιφάνεια της λεκάνης απορροής σε Ha.

Πίνακας 32 : Ο συντελεστής C

| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ C | ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ |
|------------------|---|
| 0,90 - 0,95 | Αδιαπέρατος (Μπετόν) |
| 0,80 - 0,90 | Κεκλιμένο γυμνό, έδαφος - επιφάνειες πρανών |
| 0,60 - 0,80 | Καμπυλώδες γυμνό έδαφος |
| 0,50 - 0,70 | Επίπεδο γυμνό έδαφος |
| 0,40 - 0,65 | Καμπυλώδες λιβάδι |
| 0,35 - 0,60 | Δασοσκεπής επιφάνεια με φυλλοβόλα είδη |
| 0,25 - 0,50 | Δασοσκεπής επιφάνεια με κωνοφόρα είδη |
| 0,15 - 0,40 | Επιφάνεια με οπωροφόρα |
| 0,19 - 0,40 | Καμπυλώδες καλλιεργήσιμη περιοχή |
| 0,10 - 0,30 | Επίπεδος καλλιεργήσιμη περιοχή |
| 0,25 - 0,60 | Οδοστρώματα Mucadam |
| 0,15 - 0,80 | Χαλικώδεις εκτάσεις |

Η μέση ένταση βροχής υπολογίζεται ως εξής :

α) Βρίσκουμε το χρόνο συρροής από τον τύπο του GIANDOTTI

$$t_1 = (4 * \sqrt{F} + 1,50 * L / 0,80 * \sqrt{Z}) * 60$$

όπου :

F : επιφάνεια της λεκάνης (Km²).

L : μήκος της κεντρικής κοίτης (Km).

Z : διαφορά του υψομέτρου εκβολής από το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (m).

β) Βρίσκουμε **το χρόνο ροής** από τον τύπο του KITROCH

$$t_2 = 4 * (L / \sqrt{\zeta})$$

όπου :

L : μήκος της κεντρικής κοίτης (Km)

ζ : η μέση κατά μήκος κλίση της κεντρικής κοίτης (%)

Προσθέτουμε τον χρόνο συρροής και το χρόνο ροής και υπολογίζουμε **το χρόνο συγκεντρώσεως**. Από τον χρόνο αυτό εκτιμούμε τη μέση ένταση βροχής (min / h) με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 33 : Μέση ένταση βροχής με βάση τον χρόνο συρροής και ροής

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| ΧΡΟΝΟΣ (min) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| I | 125 | 112 | 102 | 95 | 89 | 83 | 79 | 75 | 71 | 68 | 65,5 |
| ΧΡΟΝΟΣ (min) | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| I | 63 | 60,5 | 58 | 56,5 | 55 | 53 | 51,5 | 50 | 44 | 39 | 35,5 |
| ΧΡΟΝΟΣ (min) | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| I | 32,5 | 30 | 28 | 26 | 24,5 | 22 | 20 | 18,5 | 17 | 16 | 15,2 |
| ΧΡΟΝΟΣ (h) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 18 |
| I | 11,4 | 9,4 | 8 | 7 | 6,3 | 5,8 | 5,3 | 4,9 | 4,6 | 4,3 | 3,3 |

Για να βρούμε την τιμή I που θα χρησιμοποιήσουμε στο τύπο της παροχής πολλαπλασιάζουμε τη μέση ένταση βροχής που βρήκαμε από τον παραπάνω πίνακα με το διορθωτικό συντελεστή που παίρνουμε από τον βροχομετρικό χάρτη της Ελλάδος και στην περίπτωση μας είναι 1,3.

Πίνακας 34 : Μέγιστη παροχή με βάση την ορθολογική μέθοδο.

| ΛΕΚΑΝΕΣ | ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ |
|-----------|--|
| ΛΥΚΟΡΕΜΑ | 14,02 |
| ΜΠΕΛΜΑ | 28,74 |
| ΚΑΚΟΣΚΑΛΙ | 27,96 |

3.7 ΑΠΟΡΡΟΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ CN

Στις υδρολογικές λεκάνες που μελετάμε η βλάστηση δεν είναι ίδια σε όλο το μήκος της , γι' αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η σταθμισμένη τιμή του απορροϊκού συντελεστή CNc ο οποίος δίνεται από τον εξής τύπο :

$$CNc = \frac{\sum CNi * Ei}{\sum Ei}$$

Όπου :

Cni = συντελεστής απορροής

Ei = το ποσοστό βλάστησης κάθε περιοχής I

Από τους γεωλογικούς και εδαφολογικούς χάρτες συμπεραίνουμε ότι με βάση την τιμή της τελικής διηθητικότητας το πλείστον των εδαφικών θέσεων ανήκει στον τύπο A. Έτσι, για κάθε υποπεριοχή (ως τέτοια θεωρείται

η έκταση που καλύπτεται από διαφορετικό είδος βλάστησης) ορίζεται η τιμή του απορροϊκού συντελεστή CN της SCS και με τοπολογική επεξεργασία λαμβάνεται η σταθμισμένη τιμή του CN, CNc, κάθε λεκάνης απορροής.

Με τον προσδιορισμό του CN δίνεται η δυνατότητα προσδιορισμού του απορροϊκού ύψους βροχόπτωσης για κάθε επεισόδιο βροχής.

Πίνακας 35 : Ο ελάχιστος ρυθμός διήθησης για κάθε εδαφολογικό τύπο

| ΤΥΠΟΣ | ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ(cm / hr) |
|-------|------------------------------------|
| A | 0,76 - 1,14 |
| B | 0,38 - 0,76 |
| C | 0,13 - 0,38 |
| D | 0,00 - 0,13 |

Πίνακας 36 : Απορροϊκοί συντελεστές CN, για περιπτώσεις διαφορετικής χρήσης γης, διαχείρισης, υδρολογικών συνθηκών και εδαφικών τύπων.

| Περιγραφή χρήση γης / διαχείρισης / υδρολογικών συνθηκών | | Υδρολογικός τύπος εδάφους | | | |
|--|-----------|---------------------------|----|----|----|
| | | A | B | C | D |
| Βοσκότοποι | | | | | |
| | Δυσμενείς | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | Μέτριες | 49 | 69 | 79 | 84 |
| | Καλές | 39 | 61 | 74 | 80 |
| 1.κατά τις ισουψείς | | | | | |
| | Δυσμενείς | 47 | 67 | 81 | 88 |
| | Μέτριες | 25 | 59 | 75 | 83 |
| | Καλές | 6 | 35 | 70 | 79 |
| Λιβάδια | | | | | |
| | Καλές | 30 | 58 | 71 | 78 |
| Δάση ή δασώδης περιοχή | | | | | |
| | Δυσμενείς | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | Μέτριες | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | Καλές | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Οπωρώνες | | | | | |
| | | 59 | 74 | 82 | 86 |

Πίνακας 37 :Απορροικός συντελεστής CNc στη λεκάνη του Λυκορέματος

| ΛΕΚΑΝΗ ΛΥΚΟΡΕΜΑΤΟΣ (1) | | | |
|---|---------------------------|--------------------------|------------|
| ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΡΡΟΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ (CNc) | | | |
| | ΖΩΝΗ ΑΕΙΦ. ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ | ΖΩΝΗ ΦΥΛ. ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ | ΖΩΝΗ ΟΞΥΑΣ |
| CNi | 50 | 36 | 30 |
| Ποσοστό βλάστησης (Ei) | 17,1 | 31,4 | 51,5 |
| CNi * Ei | 855 | 1130,4 | 1545 |
| Απορροικός συντελεστής (CNc) | 35,3 | | |

Πίνακας 38 : Απορροικός συντελεστής CNc στη λεκάνη του Μπελμά .

| ΛΕΚΑΝΗ ΜΠΕΛΜΑ (5) | | | | |
|---|---------------------------|--------------------------|---------------|----------------|
| ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΡΡΟΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ (CNc) | | | | |
| | ΖΩΝΗ ΑΕΙΦ. ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ | ΖΩΝΗ ΦΥΛ. ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ | ΖΩΝΗ ΟΞΥΑΣ | ΖΩΝΗ ΕΛΑΤΗΣ |
| CNi | 50 | 36 | 30 | 25 |
| Ποσοστό βλάστησης (Ei) | 3 | 10,6 | 69,8 | 16,6 |
| CNi * Ei | 150 | 381,6 | 2094 | 415 |
| Απορροικός συντελεστής (CNc) | 30,4 | | | |

Πίνακας 39 : Απορροϊκός συντελεστής CNc στη λεκάνη του Κακοσκαλίου .

| ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΚΟΣΚΑΛΙΟΥ (7) | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΡΡΟΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ (CNc) | | | |
| | ΖΩΝΗ ΑΕΙΦ. ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ | ΖΩΝΗ ΦΥΛ. ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ | ΖΩΝΗ ΟΞΥΑΣ |
| CNi | 50 | 36 | 30 |
| Ποσοστό βλάστησης (Ei) | 21,8 | 40,1 | 38,1 |
| CNi * Ei | 1090 | 1443,6 | 1143 |
| Απορροϊκός συντελεστής (CNc) | 36,8 | | |

3.8. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΥΨΩΝ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗΣ

Η διαδικασία εκτίμησης της πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης που αναπτύχθηκε από τον Hershfield (1961) και τροποποιήθηκε αργότερα από τον ίδιο (1965), βασίζεται στην παρακάτω γενική εξίσωση ανάλυσης υδρολογικής συχνότητας του Chow (1951) :

$$X_t = \bar{X}_n + K * \sigma_n, \quad (1)$$

όπου :

X_t = ένα μέγιστο ετήσιο ύψος κατακρήμνισης ορισμένης διάρκειας (π. χ. 24 ωρών) με περίοδο επαναφοράς t και το οποίο προέρχεται από μια χρονοσειρά αυτής της παραμέτρου διάρκειας n ετών.

\bar{X}_n και σ_n , είναι ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των μέγιστων υψών κατακρήμνισης της χρονοσειράς n και

K ένας αδιάστατος συντελεστής συχνότητας, ο οποίος εξαρτάται από τη στατιστική κατανομή, τον αριθμό των ετών παρατηρήσεων και από την περίοδο επαναφοράς (Shaw 1983).

Αν το ύψος της κατακρήμνισης X_t αντικατασταθεί με το μέγιστο ύψος X_m που έχει η χρονοσειρά και ο K με K_m , τότε ο K_m φανερώνει πόσες τυπικές αποκλίσεις πρέπει να προστεθούν στο μέσο όρο X για να λάβουμε τη μέγιστη τιμή X_m , δηλαδή :

$$X_m = \bar{X}_n + K_m \sigma_n \quad (2)$$

Ο συντελεστής K_m δίνεται από τη σχέση :

$$K_m = \bar{X}_{\max} - X_{n-1} / \sigma_{n-1}, \quad (3)$$

όπου :

X_{\max} η μέγιστη τιμή κατακρήμνισης του δείγματος,

\bar{X}_{n-1} και σ_{n-1} ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των υπολοίπων τιμών του δείγματος, εκτός της μέγιστης.

Η μέγιστη τιμή X_{max} δε χρησιμοποιείται στον υπολογισμό του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης για να μην επηρεάζει το μέγεθος τους. Και τούτο γιατί η τιμή αυτή έχει συχνά πολύ μεγαλύτερη περίοδο επαναφοράς από τις άλλες ετήσιες τιμές των μέγιστων υψών κατακρήμνισης του δείγματος.

Στηριζόμενος στην εξίσωση (2), ο Hershfield υποστήριξε πως από την ανάλυση των μέγιστων ετήσιων τιμών των κατακρημνισμάτων ορισμένης διάρκειας (π. χ. 24 h) ενός μεγάλου αριθμού σταθμών με όσο το δυνατόν περισσότερα έτη λειτουργίας, ήταν δυνατόν να εκτιμηθεί εκείνη η τιμή του συντελεστή K που θα αντιστοιχούσε στην ΠΜΚ που παρατηρήθηκε κάποια χρόνια στην υπό εξέταση περιοχή. Ειδικότερα αναλύθηκαν τα στοιχεία 2.645 σταθμών. Από αυτούς το 90 % λειτουργούσαν στην Αμερική και τα έτη λειτουργίας όλων μαζί ανερχόταν σε 95.000. Έτσι ήταν δυνατόν σε κάποιο σταθμό και σε κάποιο από τα έτη αυτά, να είχε εκδηλωθεί η ΠΜΚ. Για κάθε σταθμό εκτιμήθηκε ο K_m από τη σχέση (3), οι τιμές του οποίου κυμάνθηκαν από 3 έως 14,5 και ο Hershfield δέχτηκε ως ανώτερη τιμή σε παγκόσμια βάση το 15, για την εκτίμηση της ΠΜΚ διάρκειας 24 ωρών (Μπαλούτσος, 2005).

Τα στοιχεία βροχής των 2.645 σταθμών του Hershfield, καθώς και εκείνα από άλλους 169 σταθμούς από τις ΗΠΑ, την Αγγλία, Ιρλανδία, Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα, μελετήθηκαν και διερευνήθηκαν σχετικά πρόσφατα και από τον Κουτσογιάννη (1999, 2004). Από την ανάλυση αυτών προέκυψε πως η ΠΜΚ της μεθόδου του Hershfield, μπορεί επίσης να εκτιμηθεί για τις περιοχές του πλανήτη μας με μέσο γεωγραφικό πλάτος, με την εφαρμογή μιας γενικευμένης κατανομής ακραίων τιμών. Στο σημείο όμως αυτό προστίθεται ακόμα πως από άλλες μελέτες στην Αμερική, στον Καναδά και στην Ινδία, διαπιστώθηκε πως η τιμή 15 του συντελεστή K_m της εξίσωσης του Hershfield,

ήταν πολύ υψηλή για περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις και πολύ χαμηλή για ξηρές περιοχές (Desa et al. 2001).

Ως υλικά πραγματοποίησης για τον υπολογισμό της ΠΜΚ χρησιμοποιήθηκαν οι καταγραφές των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων από χιονοβράχους (ΧΒΓ) BELFORT συνολικής καταγραφής 300 και 750 mm, καθώς και οι αναγνώσεις των μετρήσεων ογκομετρικών χιονοβροχομέτρων (ΧΒΜ) διαφόρων διαστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, στο Μετεωρολογικό Σταθμό (Μ. Σ.) Αγίας Τριάδας χρησιμοποιήθηκαν ο χιονοβροχογράφος 300mm και δύο ογκομετρικά χιονοβροχόμετρα ύψους κυλίνδρου και διαμέτρου στομίου 50, 90, και 20, 46 cm, αντίστοιχα. Το δεύτερο χιονοβροχόμετρο εγκαταστάθηκε το 1986, ενώ τα δύο πρώτα όργανα το 1978. Το στόμιο των παραπάνω οργάνων απείχε από την επιφάνεια του εδάφους 1,5 m (Μπαλούτσος, 2005).

Στη θέση 11 λειτουργούσαν δύο χιονοβροχογράφοι συνολικής καταγραφής 300 και 750 mm, ενώ στη θέση 13 τα ίδια όργανα με εκείνα της θέσης 11 και επιπλέον από το 1986 και μετά λειτουργούσε και ένα ογκομετρικό χιονοβροχόμετρο ύψους κυλίνδρου και διαμέτρου στομίου 90 και 46 cm, αντίστοιχα. Η διάμετρος στομίου του χιονοβροχογράφου 750 mm ήταν 0,827 m. Το ύψος στομίου όλων των οργάνων των θέσεων 11 και 13 απείχε από την επιφάνεια του εδάφους 3 m λόγω των ισχυρών χιονοπτώσεων σ' αυτές (Μπαλούτσος, 2005).

Για την επέκταση της χρονοσειράς των υψών βροχής του Μ. Σ. χρησιμοποιήθηκαν επίσης ο χιονοβροχογράφος 300 mm και το χιονοβροχόμετρο ύψους κυλίνδρου και διαμέτρου στομίου 50 και 20 cm, αντίστοιχα της θέσης 2 της περιοχής. Τα όργανα αυτά λειτουργούσαν από το

1971. Το υψόμετρο της θέσης αυτής ήταν 140 m και απείχε από το Μ. Σ. 4,75 Km (Μπαλούτσος, 2005).

Η λειτουργία περισσότερων του ενός οργάνων σε κάθε θέση ήταν απαραίτητη για την αντιμετώπιση πιθανής δυσλειτουργίας κάποιου οργάνου, αλλά και για τη σύγκριση του ύψους των κατακρημνισμάτων τους και τον έλεγχο έτσι της αξιοπιστίας τους.

Η παράμετρος που μελετά με στη παρούσα φάση είναι το μέγιστο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων διάρκειας 24 και 48 ωρών σε τρεις συγκεκριμένες θέσεις, στη Αγία Τριάδα Καρίτσας (ΧΒΓ – ΜΣ), στο Κακοσκάλι (ΧΒΓ – 11) και στον Χορό (ΧΒΓ – 13). Τα μεγέθη αυτά ελήφθησαν από τις ταινίες καταγραφής των χιονοβροχογράφων 300 και 750 mm, κατόπιν εξέτασης όλων των ετήσιων καταγραφών και επικουρικά και από τα ογκομετρικά χιονοβροχόμετρα (Μπαλούτσος, 2005).

Ειδικότερα για το Μ. Σ. Αγίας Τριάδας η χρονοσειρά κάλυψε την περίοδο 1971 – 2003. Για τα έτη 1971 – 1977 χρησιμοποιήθηκε, όπως αναφέρθηκε, ο χιονοβροχογράφος της θέσης 2 και τα ύψη κατακρήμνισης των 24 και 48 ωρών από αυτόν προσαυξήθηκαν κατά 5 % - σύμφωνα με την αύξηση αυτών με το υψόμετρο – ώστε να προσαρμοσθούν σε εκείνα του Μ. Σ. Για τις δύο άλλες θέσεις μελέτης (11 και 13) οι χρονοσειρές κάλυψαν την περίοδο 1977 – 2001. Επισημαίνεται ακόμα πως από τα 33 έτη της χρονοσειράς των μέγιστων ετήσιων υψών των κατακρημνισμάτων του Μ. Σ., αυτά προήλθαν από βροχή και χιόνι μόνο κατά τα 2 έτη. Η αναλογία βροχή – χιόνι για τα 25 έτη των θέσεων 11 και 13 ήταν 19 – 6 και 18 – 7, αντίστοιχα. Στις περιπτώσεις που οι μέγιστες τιμές προερχόταν από βροχή και χιόνι, προσαυξήθηκαν κατά 10 % στο Μ. Σ. (ύψος στομίου οργάνου 1,5 m) και

στις δύο άλλες θέσεις κατά 20 % (ύψος στομίου οργάνου 3 m) λόγω υποεκτίμησης αυτών κατά τη μέτρηση (Sevruk 1982, Larson 1986) (Μπαλούτσος, 2005).

Τα χαρακτηριστικά των μέγιστων ετησίων υψών κατακρήμνισης των τριών θέσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 40 . Από αυτόν διαπιστώνεται πως οι μέγιστες τιμές για τις τρεις θέσεις και για διάρκεια 24 και 48 ωρών ήταν 296, 380, 593, και 474, 531, και 698 mm, αντίστοιχα. Τα ύψη αυτά είναι απόλυτα ελεγμένα και καταγραμμένα στις ταινίες των οργάνων και είναι αμφίβολο αν σε άλλες περιοχές της Ελλάδας δέχονται τόσο μεγάλα ύψη βροχής αυτής της διάρκειας. Στην Εικόνα απεικονίζονται τα βροχογραφήματα τεσσάρων τέτοιων επεισοδίων στις θέσεις 11 και 13. Σε ορισμένα επεισόδια η βροχή συνεχιζόταν και μετά τις 48 ώρες και τα όργανα υπερχειλίζουν. Υπερχειλίση έλαβε χώρα επίσης και σε ένα μικρό αριθμό περιστατικών πριν τις 48 ώρες όταν η γραφίδα του οργάνου κατά την έναρξη της βροχής ήταν σε σχετικά μεγάλο ύψος στην ταινία καταγραφής. Στις περιπτώσεις αυτές το κανονικό ύψος κατακρήμνισης του 48-ώρου υπολογίσθηκε με τη χρήση και του ογκομετρικού βροχομέτρου στην ίδια θέση. Μερικά από αυτά είχαν χωρητικότητα 900 mm και ήταν δύσκολο να υπερχειλίσουν αφού η ανάγνωση τους γινόταν το αργότερο σε διάστημα μίας εβδομάδας (Μπαλούτσος, 2005).

Πίνακας 40 : Χαρακτηριστικά μέγιστων υψών κατακρήμισης 24 και 48 ωρών

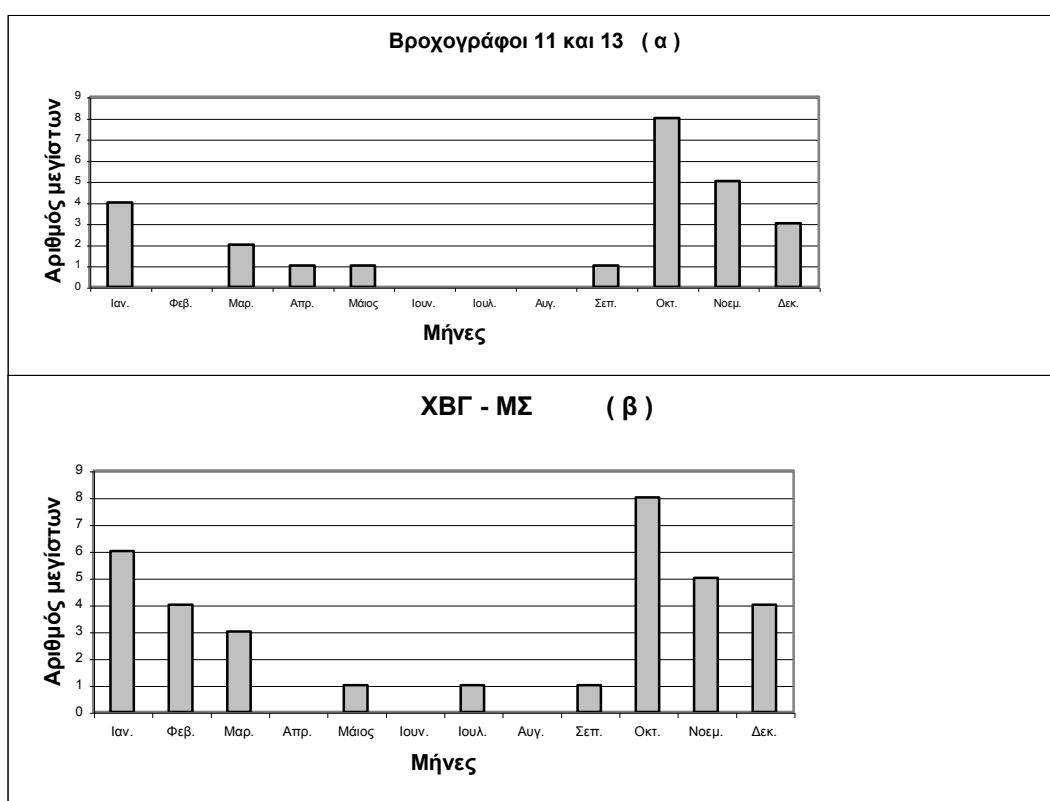
| Ονομασία θέσης | Μέγεθος χρονοσειράς (έτη) | Μορφή κατακρημισμάτων | Εύρος μέγιστων υψών κατακρημισμάτων 24 ωρών (mm) | | Εύρος μέγιστων υψών κατακρημισμάτων 48 ωρών (mm) | |
|----------------|---------------------------|---------------------------------------|--|--------|--|--------|
| | | | Min | Max | Min | Max |
| ΧΒΓ-ΜΣ | 33 | βροχή : 31 έτη βροχή και χιόνι : 2 | 64 | 296 | 95 | 474 |
| | (1971-2003) | έτη | (1971) | 4,62 * | (1977) | 4,99 * |
| ΧΒΓ-11 | 25 | βροχή : 19 έτη βροχή και χιόνι : 6 | 76 | 380 | 81 | 531 |
| | (1977-2001) | έτη | (1987) | 5,00 * | (1987) | 6,56 * |
| ΧΒΓ-13 | 25 | βροχή : 18 έτη βροχή και χιόνι : 7 | 90 | 593 | 98 | 698 |
| | (1977-2001) | έτη | (1987) | 6,59 * | (1987) | 7,12 * |

* Λόγος : max / min

Από τα 25 κοινά έτη (1977 – 2001) των χρονοσειρών των μέγιστων υψών των κατακρημισμάτων διάρκειας 24 και 48 ωρών, οι μέγιστες τιμές παρατηρήθηκαν στο ίδιο επεισόδιο και για τις τρεις θέσεις, σε 21 έτη. Για τα υπόλοιπα τέσσερα έτη, οι μέγιστες τιμές παρατηρήθηκαν τρεις φορές στο ίδιο επεισόδιο για τους σταθμούς 11 και 13 και σε διαφορετικό επεισόδιο για το Μ. Σ., και μια φορά η μέγιστη παρατηρήθηκε στο ίδιο επεισόδιο για το Μ. Σ. και το ΧΒΓ – 13 και σε διαφορετικό επεισόδιο για το ΧΒΓ – 11.

Οι επικρατέστεροι μήνες εκδήλωσης των μέγιστων ετήσιων υψών κατακρημισμάτων για τις διάρκειες που εξετάζονται και για τα 25 και 33 έτη των ΧΒΓ 11 και 13 και το Μ. Σ., αντίστοιχα, απεικονίζονται στην Εικόνα 40 (α

– β). Από αυτή διαπιστώνεται πως οι μέγιστες ετήσιες τιμές παρατηρούνται κυρίως τον Οκτώβριο (32 και 24 % του συνολικού αριθμού των ετών για τους ΧΒΓ – 11 και 13 και για το Μ. Σ., αντίστοιχα) και μετά ακολουθούν ο Νοέμβριος (20 και 15 %), ο Ιανουάριος (16 και 18 %) και ο Δεκέμβριος (12 και 12 %). Όσον αφορά στο Μ. Σ., εκτός από τον Ιανουάριο, τα μέγιστα ύψη εκδηλώνονται το Φεβρουάριο και Μάρτιο. Η εκδήλωση περισσότερων μεγάλων επεισοδίων τους χειμερινούς μήνες στο Μ. Σ., πιθανόν να οφείλεται στην ύπαρξη χαμηλής νέφωσης στην περιοχή. Από τους υπόλοιπους μήνες, μέγιστες τιμές, αλλά με πολύ μικρή συχνότητα, παρατηρήθηκαν τον Απρίλιο, Μάιο, Ιούλιο και Σεπτέμβριο στο σύνολο της χρονοσειράς που αναλύθηκε (Μπαλούτσος, 2005).



Εικόνα 40 : Συχνότητα μηνών εκδήλωσης μέγιστων ετήσιων κατακρημνισμάτων στις θέσεις των χιονοβροχογράφων 11 και 13 (α) και στο Μ. Σ. (β)

Το σύνολο των μέγιστων ετήσιων κατακρημνισμάτων παρουσίασαν αύξηση από τη θέση με το χαμηλότερο υψόμετρο (Μ. Σ., $h = 360$ m) προς τις θέσεις με το μεγαλύτερο υψόμετρο (ΧΒΓ – 11, 770 m και ΧΒΓ – 13, 1120 m). Ειδικότερα από τα 25 κοινά έτη για τις τρεις θέσεις, τα κατακρημνίσματα παρουσίασαν αύξηση με το υψόμετρο στα 17 από αυτά. Αυτό φανερώνει πως στις περιπτώσεις αυτές τα κατακρημνίσματα ήταν ορογραφικού τύπου και οι υδρατμοί ανέρχονταν με την επικράτηση Β – ΒΑ ανέμων (Μπαλούτσος, 2005).

Από τα υπόλοιπα οκτώ έτη, στα τέσσερα το μέγιστο ύψος παρατηρήθηκε σε διαφορετικούς μήνες στις τρεις θέσεις και στα υπόλοιπα τέσσερα έτη η κατεύθυνση μεταβολής του ύψους των κατακρημνισμάτων με το υψόμετρο δεν ήταν σταθερή. Ειδικότερα για δύο έτη, το μέγιστο ετήσιο ύψος μειωνόταν με την αύξηση του υψομέτρου των πλαγιών και για τα άλλα δύο ήταν μέγιστο στο μέσον του υψομέτρου της περιοχής και μειωνόταν προς τα ανάντη και κατόντη αυτού.

Η μείωση του ύψους των κατακρημνισμάτων από τη θάλασσα προς θέσεις με μεγαλύτερο υψόμετρο παρατηρείται όταν επικρατούν Ν- ΝΑ άνεμοι, ενώ το μεγαλύτερο ύψος αυτών παρατηρείται στο μέσο των πλαγιών και μειώνεται εκατέρωθεν, όταν επικρατούν κυρίως ΒΔ άνεμοι. Οι άνεμοι αυτοί και σε συνδυασμό με τις ειδικές εκθέσεις των πλαγιών, πιθανόν να συμβάλλουν στην επικράτηση πυκνής νέφωσης στα μέσα υψόμετρα του βουνού.

3.8.1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗΣ

Για την εκτίμηση της ΠΜΚ υπολογίστηκαν πρώτα οι παράμετροι \bar{X} και σ_n , για κάθε μία από τις έξι χρονοσειρές των μέγιστων ετήσιων κατακρημνισμάτων διάρκειας 24 και 48 ωρών των τριών θέσεων της περιοχής μελέτης (Πίνακας 41). Στη συνέχεια, με την εφαρμογή της σχέσης (1) και θέτοντας $K_m = 15$ (Hershfield 1961, 1965), εκτιμήθηκε η ΠΜΚ για καθεμιά από τις έξι χρονοσειρές (Πίνακας 41, γραμμή 3). Η ΠΜΚ των έξι χρονοσειρών κυμάνθηκε από 1302 έως 2664 mm και η περίοδος επαναφοράς τους εκτιμήθηκε από 13130 έως 134920 έτη (Μπαλούτσος, 2005).

Τα παραπάνω ύψη κατακρημνισμάτων ενώ θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό κατασκευών ασφαλείας (π.χ. εκχειλιστών) μεγάλων έργων υδατικών πόρων και κυρίως φραγμάτων ταμιευτήρων νερού πολλαπλών σκοπών, κρίνονται τελείως αντισυμβατικά για τη σχεδίαση και κατασκευή μικρών έργων ανάπτυξης υδατικών πόρων ορεινών περιοχών, όπως είναι η περιοχή μελέτης. Για το λόγο αυτό επιχειρήθηκε εκ νέου η εκτίμηση της ΠΜΚ των ίδιων χρονοσειρών με διορθωμένες τιμές (Κουτσογιάννης 2000). Αλλά και στην περίπτωση αυτή, οι τιμές ήταν πρακτικά παρόμοιες με τις προηγούμενες (Πίνακας 41, γραμμή 5). Αυτό άλλωστε ήταν αναμενόμενο, δεδομένου ότι οι αναλυτικές εξισώσεις των διορθωμένων τιμών προέκυψαν από τα εμπειρικά νομογραφήματα του Hershfield, λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος του δείγματος και τη μεγαλύτερη τιμή αυτού (Μπαλούτσος, 2005).

Στη συνέχεια σε μία προσπάθεια περαιτέρω διερεύνησης του ύψους της ΠΜΚ στη συγκεκριμένη περιοχή για τη σχεδίαση και κατασκευή υδραυλικών έργων της ορεινής περιοχής μελέτης, αποφασίστηκε η εκτίμηση του συντελεστή K να γίνει και από την ανάλυση των μέγιστων ετήσιων υψών βροχής της περιοχής, ώστε να ληφθούν υπόψη τα κλιματικά, γεωμορφολογικά και τοπογραφικά της χαρακτηριστικά. Αναλυτικότερα, για καθεμία από τις έξι χρονοσειρές που αναφέρθηκαν, υπολογίστηκαν οι παράμετροι X_{n-1} και σ_{n-1} (Πίνακας 41) και μετά με την εφαρμογή της σχέσης (3) εκτιμήθηκε ο συντελεστής K_m για όλες τις χρονοσειρές (Μπαλούτσος, 2005).

Οι τιμές του συντελεστή K_m για τις χρονοσειρές διάρκειας 24 και 48 ωρών κυμάνθηκαν από 1,85 – 3,72 και από 2,40 – 3,04 αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές φανερώνουν πως κάθε θέση έχει συγκεκριμένο συντελεστή K_m . Για την εκτίμηση όμως της ΠΜΚ κάθε θέσης και για ορισμένη διάρκεια, αποφασίστηκε να μη χρησιμοποιηθεί η αντίστοιχη τιμή του K_m αλλά να ληφθεί και για τις τρεις θέσεις, η μέγιστη τιμή που εκτιμήθηκε. Στην απόφαση αυτή συνέβαλε το γεγονός πως το μέγιστο ύψος βροχής σε ορισμένα επεισόδια μειώνεται στην περιοχή μελέτης με την αύξηση του υψόμετρου. Αυτό συμβαίνει, όπως αναφέρθηκε, όταν επικρατούν Ν – ΝΑ άνεμοι. Κατά συνέπεια, είναι δυνατόν θέσεις με μικρότερο υψόμετρο να δέχονται ορισμένες φορές σε 24 ή 48 ώρες μεγαλύτερο ύψος βροχής από άλλες με μεγαλύτερο υψόμετρο (Μπαλούτσος, 2005).

Η « ιδιομορφία » αυτή της περιοχής ως προς την κατανομή του ύψους των κατακρημνισμάτων, υποστηρίζεται πως παρακάμπτεται κατά κάποιον τρόπο, για την εκτίμηση πιο αντιπροσωπευτικών τιμών πιθανής μέγιστης

κατακρήμνισης, όταν λαμβάνεται η μέγιστη τιμή του Km και για τις τρεις θέσεις. Για το λόγο αυτό ως καταλληλότερες τιμές του Km για τις χρονοσειρές των μέγιστων υψών κατακρημνισμάτων διάρκειας 24 και 48 ωρών ελήφθησαν οι 3,72 και 3,04 αντίστοιχα. Σε τέτοιες μελέτες τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή Km χρησιμοποίησαν και άλλοι ερευνητές (Hershfield 1961 και 1965, Desa et al. 2001). Στη συνέχεια, με την εφαρμογή της σχέσης (2) εκτιμήθηκε η ΠΜΚ για κάθε μία από τις έξι χρονοσειρές (Πίνακας 41 , γραμμή 11).

Πίνακας 41 : Στατιστικές παράμετροι ετήσιων υψών κατακρήμνισης διάρκειας 24 και 48 ωρών και μεγέθη ΠΜΚ (Μπαλούτσος 2005).

| Α/Α | Παράμετροι χρονοσειρών μέγιστων τιμών | Ονομασία θέσης σταθμού | | | | | |
|-----|--|------------------------|--------|----------|--------|----------|---------|
| | | ΧΒΓ - ΜΣ | | ΧΒΓ - 11 | | ΧΒΓ - 13 | |
| | | 24h | 48h | 24h | 48h | 24h | 48h |
| 1 | X_n | 164,9 | 221 | 208,4 | 265 | 239,7 | 298,4 |
| 2 | σ_n | 75,8 | 108,4 | 88,4 | 125,8 | 121,6 | 157,7 |
| 3 | ΠΜΚ (mm) K_m = 15 (Hershfield) | 1.302 | 1.848 | 1.535 | 2.152 | 2.064 | 2.664 |
| 4 | Περίοδος επαναφοράς T (έτη) | 13.170 | 16.815 | 30.195 | 36.310 | 134.920 | 106.750 |
| 5 | * ΠΜΚ (mm) $K_m = 12,91$ (24h) $K_m = 13,53$ (48h) | 1.255 | 1.834 | 1.515 | 2.196 | 1.979 | 2.679 |
| 6 | Περίοδος επαναφοράς T (έτη) | 10.915 | 16.210 | 28.260 | 40.200 | 109.025 | 109.860 |
| 7 | X_{n-1} | 160,8 | 213,1 | 201,3 | 253,9 | 225 | 281,8 |
| 8 | σ_{n-1} | 73,2 | 100,1 | 82,6 | 115,4 | 98,9 | 136,8 |
| 9 | X_{max} (mm) | 296 | 474 | 380 | 531 | 593 | 698 |
| 10 | K_m (με βάση τις τοπικές συνθήκες) | 1,85 | 2,61 | 2,16 | 2,4 | 3,72 | 3,04 |
| 11 | * ΠΜΚ (mm) $K_m = 3,72$ (24h) $K_m = 3,04$ (48h) | 447 | 551 | 537 | 647 | 692 | 778 |
| 12 | Περίοδος επαναφοράς T (έτη) | 59 | 37 | 151 | 84 | 541 | 213 |
| 13 | ** Διαφορά ΠΜΚ από την X_{max} (%) | 33,8 | 14 | 29,2 | 17,9 | 14,3 | 10,3 |

* K_m διορθωμένο

** που παρατηρήθηκε

Αναλυτικότερα, για το Μ. Σ. Αγίας Τριάδας η ΠΜΚ με τοπικές τιμές του Km εκτιμήθηκε σε 447 και 551 mm για επεισόδια κατακρημνισμάτων διάρκειας 24 και 48 ωρών, αντίστοιχα. Τα μεγέθη αυτά είναι υψηλότερα από τα παρατηρηθέντα στη συγκεκριμένη θέση μόνο κατά 33,8 και 14%, αντίστοιχα. Η ΠΜΚ για τις δύο άλλες θέσεις και για επεισόδια κατακρημνισμάτων διάρκειας 24 και 48 ωρών εκτιμήθηκε σε 537 και 647 mm και σε 692 και 778 mm, αντίστοιχα. Και για τις δύο αυτές θέσεις η διαφορά μεταξύ ΠΜΚ και μέγιστου παρατηρηθέντος ύψους είναι μεγαλύτερη στα επεισόδια διάρκειας 24 ωρών από εκείνη των 48 ωρών. Η μικρή αυτή διαφορά στα επεισόδια διάρκειας 48 ωρών πιθανόν να φανερώνει πως στο συγκεκριμένο αυτό χρονικό διάστημα, η μεγαλύτερη ποσότητα υγρασίας της ατμόσφαιρας κατά την εκδήλωση μεγάλης καταιγίδας «πέφτει» στην επιφάνεια του εδάφους και αυτό συντελεί στην ελάττωση της διαφοράς μεταξύ ΠΜΚ και μέγιστου παρατηρηθέντος ύψους κατακρήμνισης την περίοδο λειτουργίας των οργάνων. Η διαφορά όμως πιθανόν να οφείλεται και στη μικρή τιμή του συντελεστή Km που εκτιμήθηκε μόνο από τρεις βροχομετρικούς σταθμούς και με μικρό σχετικά αριθμό ετών λειτουργίας τους (Μπαλούτσος, 2005).

Επισημαίνεται ακόμα πως για την περιοχή μελέτης ο λόγος της ΠΜΚ προς το μέγιστο ύψος αυτής που παρατηρήθηκε, είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο λόγο που εκτιμήθηκε σε άλλες χώρες όπου εφαρμόσθηκε η ίδια μέθοδος – π. χ. στην Ινδία (Rakhecha et al. 1992) και Μαλαισία (Desa et al. 2001). Ειδικότερα για την Όσσα η μέση τιμή του λόγου αυτού των τριών σταθμών είναι 1,08 ενώ για την Ινδία και Μαλαισία 1,79 και 2,14 αντίστοιχα. Η σύγκριση αυτή καταδεικνύει πως για την Όσσα η διαφορά μεταξύ του

μέγιστου μετρημένου ύψους κατακρημνισμάτων και της ΠΜΚ, που εκτιμήθηκε με συντελεστή Km από τις τοπικές συνθήκες, είναι μικρότερη σε σχέση με άλλες χώρες (Μπαλούτσος, 2005).

Τονίζεται όμως, πως η περίοδος επαναφοράς της ΠΜΚ του σταθμού 13 για διάρκεια 24 ωρών (692 mm) και 48 ωρών (778 mm) είναι 541 και 213 έτη αντίστοιχα. Η εκτίμηση αυτή έγινε από τις όμβριες καμπύλες που έχουν καταρτιστεί για το βροχομετρικό σταθμό 11 της περιοχής μελέτης και δείχνει όντως τη μικρή περίοδο επαναφοράς για ΠΜΚ. Όμως αυτή είναι η πραγματικότητα και πιθανόν να οφείλεται στους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Πάντως για λόγους σχεδιασμού μεγάλων υδραυλικών έργων στην περιοχή, εκτιμήθηκε από τις όμβριες καμπύλες του σταθμού 11 και η καταιγίδα σχεδιασμού διάρκειας 24 και 48 ωρών και περιόδου επαναφοράς 10.000 ετών. Αυτή ανέρχεται σε 1.524 και 2.066 mm αντίστοιχα για τις ώρες που αναφέρθηκαν. Οι τιμές αυτές είναι πολύ κοντά προς εκείνες που εκτιμήθηκαν από τη σχέση (1) θέτοντας $Km = 15$. Λαμβάνοντας όμως υπόψη τις υψηλές σχετικά τιμές της ΠΜΚ που εκτιμήθηκε με $Km = 15$ και επιπλέον τις αντίστοιχες σχετικά χαμηλές τιμές της που εκτιμήθηκαν με Km που προήλθε από τις τοπικές συνθήκες, υποστηρίζεται πως μία τιμή του ανώτερου συντελεστή από 5 – 7 μονάδες είναι πιο ρεαλιστική για την εκτίμηση της ΠΜΚ στην περιοχή μελέτης (Μπαλούτσος, 2005).

3.8.2. ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ

Οι όμβριες καμπύλες μπορούν να εκφραστούν με δύο γενικά τρόπους (Chow et al. 1988, Κουτσογιάννης 1997) :

Αναλυτικότερα, στην πιο απλή μορφή τους και για μια δεδομένη περίοδο επαναφοράς T , εκφράζονται με τις παρακάτω σχέσεις, οι οποίες μας δίνουν υπερβολικές συναρτήσεις της διάρκειας (μεμονωμένες καμπύλες) :

$$i = \omega / (d - \theta)^n \quad (1)$$

$$i = \omega / d^n \quad (2)$$

$$i = \omega / d + \theta \quad (3) \text{ και}$$

$$i = \omega / dn - \theta \quad (4)$$

όπου i είναι η ένταση, d η διάρκεια και ω , θ και η παράμετροι των οποίων οι τιμές εξαρτώνται από την περίοδο επαναφοράς.

Ο δεύτερος τρόπος έκφρασης των όμβριων καμπυλών είναι ο ενιαίος ημιεμπειρικός, στην εξίσωση του οποίου εισέρχεται και η περίοδος επαναφοράς. Η μορφή της είναι :

$$i = \lambda T^k / (d + \theta)^n \quad (5)$$

όπου οι παράμετροι λ και k εξαρτώνται από το διάστημα μεταβολής τη περιόδου επαναφοράς.

Στην περίπτωση μας η έκφραση που δόθηκε στις όμβριες καμπύλες ήταν της μορφής :

$$i = \lambda T^k / d^n \quad (6)$$

Η σχέση αυτή προέκυψε από την (5) θέτοντας $\theta = 0$. Εάν $\theta \neq 0$, τότε οι όμβριες καμπύλες σε λογαριθμικό χαρτί δεν είναι ευθείες αλλά παρουσιάζουν ελαφρά καμπυλότητα.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την κατάρτιση των όμβριων καμπυλών με τη μορφή που προαναφέρθηκε ήταν η μέθοδος των (στατιστικών) ροπών και περιελάμβανε δύο στάδια (Τσακίρης 1995). Στο πρώτο στάδιο εφαρμόστηκε μια τυπική μεθοδολογία στατιστικής ανάλυσης μιας μεταβλητής. Δηλαδή, αφού πρώτα εκτιμήθηκαν οι βασικές στατιστικές ποσότητες του δείγματος (μέσος όρος και τυπική απόκλιση), επιλέχθηκε και προσαρμόστηκε μια αντίστοιχη, κατάλληλη θεωρητική κατανομή. Η θεωρητική κατανομή πιθανότητας που επιλέχθηκε ήταν η κατανομή ακραίων τιμών τύπου I – Gumbel. Στο δεύτερο στάδιο με την εφαρμογή μιας γραμμικής παλινδρόμησης (μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων), επιδιώχθηκε ο προσδιορισμός των παραμέτρων της μεταβλητής, χρησιμοποιώντας όμως τις μέγιστες εντάσεις βροχής που προέκυψαν από τον τύπο του Gumbel για καθορισμένες τιμές της περιόδου επαναφοράς. Στο στάδιο αυτό χρησιμοποιήθηκε η γραμμική παλινδρόμηση επειδή η (6) με λογαρίθμηση γίνεται γραμμική.

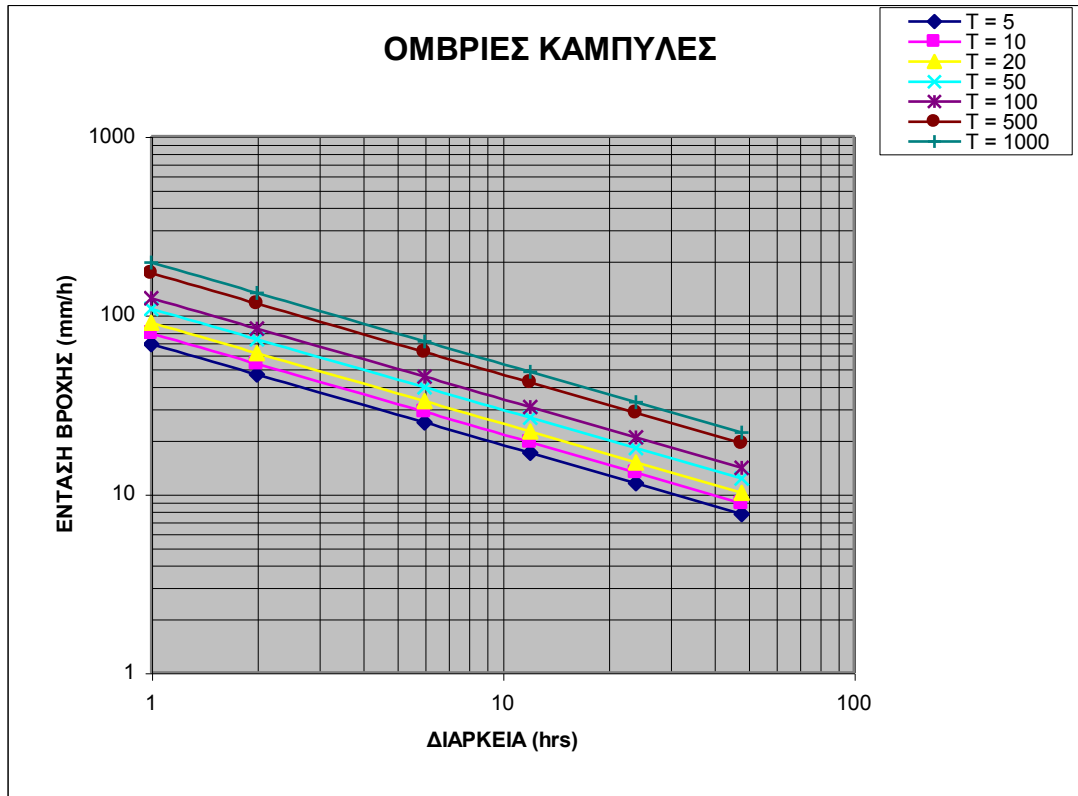
Οι περίοδοι επαναφοράς που παρουσιάζουν ενδιαφέρον κυρίως για τις διευθετήσεις ορεινών υδατορευμάτων αλλά και για την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων στη περιοχή μελέτης είναι των 5, 10, 25, 50, 100, 500 και 1000 ετών. Έτσι, οι όμβριες καμπύλες που καταρτίστηκαν με την παραπάνω μεθοδολογία αναφέρονται σ' αυτές τις περιόδους επαναφοράς.

Ο τύπος που θα χρησιμοποιήσουμε για τον καταρτισμό των όμβριων καμπυλών είναι της μορφής :

$$i = (49,96 * T^{0,198}) / (D^{0,565})$$

Πίνακας 42 : Εντάσεις βροχής διάρκειας 1, 2, 6, 12, 24, 48 ωρών στη περιοχή μελέτης για περιόδους επαναφοράς 5,10,20,50,100,500 και 1000 ετών.

| | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 500 | 1000 |
|----|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| t | i | i | i | i | i | i | i |
| 1 | 68,7098 | 78,8175 | 90,4121 | 108,3973 | 124,3433 | 171,0088 | 196,1654 |
| 2 | 46,4447 | 53,2771 | 61,1145 | 73,2717 | 84,0505 | 115,5943 | 132,5991 |
| 6 | 24,9668 | 28,6396 | 32,8527 | 39,3879 | 45,1822 | 62,1388 | 71,2799 |
| 12 | 16,8764 | 19,3591 | 22,2070 | 26,6245 | 30,5411 | 42,0031 | 48,1820 |
| 24 | 11,4077 | 13,0859 | 15,0109 | 17,9970 | 20,6444 | 28,3922 | 32,5689 |
| 48 | 7,7111 | 8,8455 | 10,1467 | 12,1651 | 13,9547 | 19,1919 | 22,0151 |



Εικόνα 41 : Όμβριες καμπύλες ΒΑ Όσσας για διάφορες περιόδους επαναφοράς

3.9. ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Η μέθοδος Gavrilovic προσδιορίζει την μέση ετήσια γενική διάβρωση ή υποβάθμιση στις ορεινές λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων.

Η εξίσωση του Gavrilovic έχει την ακόλουθη μορφή :

$$W = T * h * \pi * \sqrt{z^3} * F$$

Όπου :

W : όγκος μέσης, ετήσιας παραγωγής φερτών υλικών στην ορεινή λεκάνη απορροής του χειμαρρικού ρεύματος (m³ / έτος). Εκφράζεται σε συμπαγή όγκο φερτών υλών.

T : συντελεστής θερμοκρασίας, ο οποίος παρέχεται από τη σχέση :

$$T = \sqrt{\frac{t^0}{10} + 0.1}$$

t⁰ : μέση ετήσια θερμοκρασία στο μέσο υψόμετρο της ορεινής λεκάνης απορροής (°C).

h : μέσο ετήσιο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της ορεινής λεκάνης (mm).

π : ο αριθμός 3,14159...

F : επιφάνεια της λεκάνης (Km²).

z : συντελεστής διάβρωσης, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση :

$$z = x * y * (\varphi + \sqrt{J})$$

x : συντελεστής που εκφράζει τη μείωση της αντίστασης του γεωλογικού υποθέματος κατά της διάβρωσης ανάλογα με την κατάσταση και την καλλιέργεια της επιφανείας του, με βάση την παρουσία της βλάστησης. Δίνεται από τον πίνακα 43. Κυμαίνεται μεταξύ 0,05 και 1,0.

y : συντελεστής διαβρωσιμότητας του γεωλογικού υποθέματος, ο οποίος εξαρτάται από την πετρολογική και εδαφολογική σύσταση των λεκανών απορροής.

Παρέχεται από τον πίνακα 44. Κυμαίνεται μεταξύ 0,2 και 2,0.

ϕ : συντελεστής, που εκφράζει το είδος και το βαθμό της διάβρωσης των λεκανών απορροής. Παρέχεται από τον πίνακα 45. Κυμαίνεται μεταξύ 0,9 και 1,0.

J : μέση κλίση της επιφάνειας της λεκάνης απορροής, ως εφαπτόμενης γωνίας.

Πίνακας 43 : Τιμές του συντελεστή χ στον τύπο του Gavrilovic

| Περιγραφή της ορεινής λεκάνης απορροής και της μορφής του φυτοκαλύμματος της | Μέση τιμή συντελεστή χ |
|--|-----------------------------|
| I. Λεκάνες απορροής πριν από την εκτέλεση υδρονομικών έργων : | |
| Έδαφος πλήρως υποβαθμισμένο, μη καλλιεργήσιμο | 1,00 |
| Αγροί καλλιεργούμενοι σε κλιτύες | 0,90 |
| Αμπελώνες χωρίς βλάστηση στο έδαφος | 0,70 |
| Υποβαθμισμένες δασοσυστάδες και θαμνώνες με υποβαθμισμένο έδαφος | 0,60 |
| Λιβάδια, αγροί με τριφύλλι και άλλες παρόμοιες καλλιέργειες | 0,40 |
| Εκτεταμένες δασοσυστάδες και θαμνώνες σε καλή κατάσταση | 0,05 |
| II. Μορφή του φυτοκαλύμματος : | |
| Μικτές δασοσυστάδες και πυκνοί θαμνώνες ή δασοσυστάδες αραιές με υπόροφο | 0,05 - 0,20 |
| Δασοσυστάδες κωνοφόρων με υπόροφο ασθενή ή θαμνώνες όχι σύμπυκνοι | 0,20 - 0,60 |
| Δασοσυστάδες κωνοφόρων και θαμνώνες υποβαθμισμένοι, λιβάδια | 0,40 - 0,60 |
| Λιβάδια και εδάφη καλλιεργούμενα, υποβαθμισμένα | 0,60 - 0,80 |
| Επιφάνειες χωρίς φυτοκάλυμμα | 0,80 - 1,00 |

Πίνακας 44 : Τιμές του συντελεστή γ στον τύπο του Gavrilovic

| Είδος πετρώματος και υπεδάφους | Τιμή συντελεστή γ |
|---|--------------------------|
| Σκληρά πετρώματα, ανθεκτικά στη διάβρωση | 0,2 - 0,6 |
| Πετρώματα μετρίως ανθεκτικά στη διάβρωση | 0,6 - 1,0 |
| Εύθρυπτα πετρώματα (σχίστες, συμπαγείς άργιλλοι κλπ) | 1,0 - 1,3 |
| Αποθέσεις, μορένες, άργιλλοι, ψαμόλιθοι και άλλα λιγότερο ανθεκτικά πετρώματα | 1,,3 - 1,8 |
| Πολύ ευαίσθητα στη διάβρωση πετρώματα και εδάφη | 1,8 - 2,0 |

Πίνακας 45 : Τιμές του συντελεστή ϕ στον τύπο του Gavrilovic

| Είδος και βαθμός διάβρωσης των λεκανών | Τιμή συντελεστή ϕ |
|---|------------------------|
| Ασθενής διάβρωση στις λεκάνες απορροής | 0,1 - 0,2 |
| Διάβρωση επιφανειακή στα 25 - 50 % της λεκάνης | 0,3 - 0,5 |
| Επιφανειακή διάβρωση, ολισθήσεις και αποθέσεις, καρστική διάβρωση | 0,6 - 0,7 |
| Τα 50 - 80 % της λεκάνης υποβαθμισμένα από χαραδρώσεις και ολισθήσεις | 0,8 - 0,9 |
| Λεκάνες πλήρως υποβαθμισμένες από έντονες διαβρώσεις και ολισθήσεις | 0,9 - 1,0 |

Πίνακας 46 : Μέση ετήσια παραγωγή φερτών υλικών σε κάθε λεκάνη απορροής που μελετάμε.

| ΛΕΚΑΝΕΣ | ΟΓΚΟΣ, ΜΕΣΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (m³ / έτος) |
|------------------|--|
| ΛΥΚΟΡΕΜΑ | 24280,03 |
| ΜΠΕΛΜΑ | 164656,2 |
| ΚΑΚΟΣΚΑΛΙ | 24970,37 |

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 ΕΡΓΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ

Επειδή η περιοχή που μελετάμε εμφανίζει έντονες βροχοπτώσεις με σημαντική ραγδαιότητα και για την προστασία της περιοχής από τις πλημμύρες είναι απαραίτητο να κατασκευαστούν έργα διευθέτησης των χειμάρρων.

Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει ανάγκη από μια σημαντική ποσότητα νερού σε σταθερή βάση για την ικανοποίηση των αναγκών του, η δε σύγχρονη κοινωνία κάνει την εξάρτηση αυτή ακόμη πιο έντονη. Εξάλλου η βιομηχανία, η βιοτεχνία, η γεωργία και η παραγωγή ενέργειας απαιτούν όλο και περισσότερο νερό. Γι' αυτό, οι ποσότητες νερού που έχει ανάγκη η ανθρώπινη κοινωνία αυξάνονται αλματωδώς, ενώ οι υδάτινοι πόροι του πλανήτη μας παραμένουν σταθεροί.

Το νερό όμως δεν αποτελεί μόνο βασικό παράγοντα επιβίωσης του ανθρώπου. Συχνά, γίνεται και εχθρός της ανθρώπινης κοινωνίας, όταν και όπου εμφανίζεται με περίσσεια. Οι πλημμύρες των υδάτινων ρευμάτων προκαλούν συχνά μεγάλες καταστροφές καθώς και ανθρώπινα θύματα.

Διαπιστώνεται καθημερινά, ότι παρά τις προσπάθειες (ιδίως στα αναπτυγμένα κράτη) για την πρόληψη και καταστολή των πλημμυρών και για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας, οι δύο αυτές μάστιγες εξακολουθούν να ταλανίζουν σοβαρά τις ανθρώπινες κοινωνίες.

Για να καταστεί δυνατό να αποτραπούν οι πλημμυρικές καταστροφές και να αντιμετωπισθούν οι μελλοντικές ανάγκες μας σε νερό χρειάζεται ένας ευρύτερος σχεδιασμός και μια κατάλληλη υδατική πολιτική. Εάν θέλουμε να

επιβιώσουμε, ως κοινωνία είμαστε υποχρεωμένοι να προσαρμόζουμε τις ανάγκες μας σύμφωνα με τους διαθέσιμους υδάτινους πόρους. Δηλαδή θα πρέπει να καταρτίσουμε υδατικά ισοζύγια για το μέλλον. Για το σκοπό αυτό απαιτούνται υδρολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα από μακρόχρονες παρατηρήσεις, συστηματικές έρευνες των επιφανειακών και των υπόγειων νερών καθώς και των διακυμάνσεων τους, εκτιμήσεις της πληθυσμιακής εξέλιξης των αστικών και των αγροτικών περιοχών, καθώς και διερεύνηση της βιομηχανικής ανάπτυξης. Πέρα από αυτά όμως θα πρέπει να έχουμε και επίγνωση των φυσικοχημικών διαδικασιών, σε ότι αφορά τα φυσικά ύδατα. Ο γενικός σχεδιασμός θα συμβάλλει στο να ληφθούν έγκαιρα τα αναγκαία μέτρα από άποψη υδατικής οικονομίας και να καθοριστούν οι προδιαγραφές της μελλοντικής αξιοποίησης των επίγειων και υπόγειων υδατικών πόρων. Ένας τέτοιος σχεδιασμός καλύπτει συνήθως τις ανάγκες μας για ένα διάστημα 50 ετών περίπου και χαράσσει τις γενικές αρχές για την επόμενη πενταετία. Κατά τον σχεδιασμό εξετάζονται ως ενιαία σύνολα ευρείες εκτάσεις και ιδίως ολόκληρες λεκάνες απορροής ποταμών, σε ορισμένες δε περιπτώσεις και ολόκληρες οικονομικές ενότητες, διερευνώνται δε ακόμη και οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους. Ο σχεδιασμός καθορίζει τα κριτήρια και τα πλαίσια της ακολουθητέας πολιτικής, η οποία πρέπει να προσαρμόζεται συνεχώς στις μεταβαλλόμενες καταστάσεις. Από αυτόν προκύπτουν οι δυνατότητες της μελλοντικής ανάπτυξης των υδατικών πόρων και τα βασικά στοιχεία των έργων, τα οποία θα υλοποιήσουν την υδατική πολιτική. Ο υδατικός προγραμματισμός πρέπει να γίνεται σε στενή συσχέτιση με το γενικό χωροταξικό σχεδιασμό. Πρέπει να αναμένεται, ότι στο μέλλον οι πλημμυρικές καταστροφές θα πολλαπλασιαστούν, λόγω της συνεχούς παρέμβασης του

ανθρώπου στη φύση [αύξηση της δομημένης έκτασης, νέα τεχνικά έργα (εξαιρούνται τα έργα διευθέτησης), καταστροφές της βλάστησης κ.τ.λ] και ότι ελάχιστοι νέοι πόροι υπόγειου νερού θα είναι διαθέσιμοι για εκμετάλλευση, επειδή οι υπάρχοντες θα έχουν εξαντληθεί. Κατ' ανάγκη λοιπόν θα πρέπει στο μέλλον να αποφευχθούν πλημμυρικές καταστροφές και να χρησιμοποιηθούν σε μεγαλύτερη έκταση τα επιφανειακά νερά. Αν όμως η ρύπανση των ποταμών και των λιμνών, η οικοπεδοποίηση του ορεινού χώρου και η καταστροφή των δασών προχωρήσουν με τον ίδιο ρυθμό που παρατηρείται σήμερα, τότε θα βρεθούμε στην ανάγκη να προβλέπουμε δαπανηρά και συχνά αναποτελεσματικά έργα διευθέτησης και εγκαταστάσεις καθαρισμού.

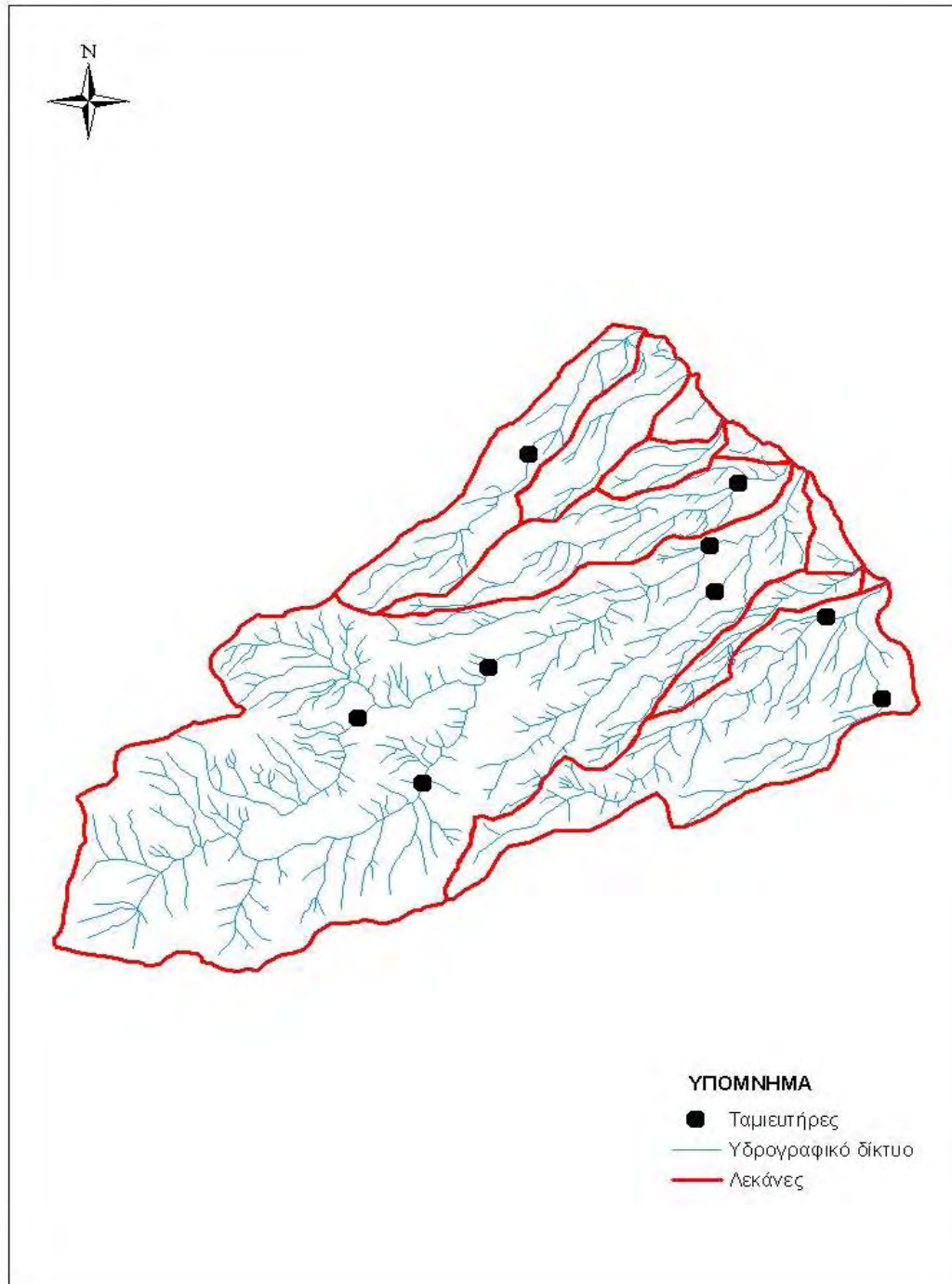
Είναι όμως αδιανόητο να αναζητούμε τρόπους αύξησης των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού, χωρίς παράλληλα να δίνουμε την αναγκαία προσοχή στη διατήρηση της καθαρότητας του νερού που βρίσκεται στη φύση, περιλαμβανομένου και του θαλάσσιου νερού. Για το σκοπό αυτό απαιτείται, όχι μόνο η προστασία των υδάτων γενικά, αλλά και ο προσδιορισμός ζωνών ασφαλείας τους. Τα ζητήματα που σχετίζονται με το νερό έπαψαν να αποτελούν αντικείμενα αποκλειστικής δικαιοδοσίας των επιμέρους κρατών. Αυτό γίνεται φανερό και από την απόφαση του Συμβουλίου της Ευρώπης της 6^{ης} Μαΐου του έτους 1968 (Ευρωπαϊκός Χάρτης Υδάτων), με την οποία διακηρύσσεται μεταξύ των άλλων και η ανάγκη διακρατικών συμφωνιών στα θέματα του νερού.

4.2. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Τα έργα αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού της περιοχής που μελετάμε διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες από άποψη σκοπού εξυπηρέτησης.

- I. Έργα στον ορεινό χώρο για την εξοικονόμηση ύδατος στις περιοχές που υπάρχουν καλλιεργούμενες καστανιές.
- II. Έργα για την εξοικονόμηση ύδατος για την ύδρευση των αναπτυσσόμενων παραθεριστικών οικισμών και έμμεσα θα αποτελέσουν περιοχές εναλλακτικού τουρισμού.

Οι παραπάνω στόχοι μπορούν να επιτευχθούν με την κατασκευή ταμιευτήρων σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις, για την αξιοποίηση των επιφανειακών υδάτων. Επίσης, τα φράγματα διευθέτησης που θα κατασκευαστούν θα εμπλουτίζουν τους υπόγειους υδροφορείς. Στην εικόνα 42 προτείνουμε κάποιες θέσεις για τη κατασκευή ταμιευτήρων στη περιοχή έρευνας.



Εικόνα 42: Προτεινόμενες θέσεις για κατασκευή ταμιευτήρων στη περιοχή έρευνας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

CHOW, C.G. and HARDAKER. P.J., 1996. Estimating probable precipitation using a storm model approach. *Journal of Hydrology*. 183 : 227-306.

FREDERIC, R.H., MEYERS V.A. and AUCIELLO, E.P., 1977. Five –to 60-minute precipitation frequency for the eastern and central United States. NOAA Technical Mem. NWS HYDRO-35, Silver Spring, MD, pp.36.

HERSHFIELD, D.M., 1961. Estimating the probable maximum precipitation. *Journal of Hydraulics Division*. 87 (HY5) : 99-106.

HERSHFIELD, D.M., 1965. Method for estimating probable maximum precipitation. *Journal American Waterworks Association*. 57 : 965-972.

KLEMES, V., 1993. Probability of extreme hydrometeorological events-a different approach.

Jothityangkoon. C. And Sivapalan. M., 2003. Towards estimation of extreme floods : examination of the roles of runoff process changes and floodplain flows. *Journal og Hydrology*. 281 : 206-229.

MILLER. F. K. 1973. Probable maximum precipitation – The concept. Current procedures and outlook. *Floods and droughts*. Pp 50-61 Proceedings of the second International Symposium in Hydrology, September 11-13, 1972. Fort Colins, Colorado. USA.

RAKHECHA, P.R. and CLARK. C., 1999. Revised estimates of one-day probable maximum precipitation (PMP) for India. *Meteorological Applications*. 6 : 343-350.

RAKHECHA. P.R., DESHPANDE. N.R. and SOMAN. M.K., 1992. Probable Maximum Precipitation for a 2-Day Duration over the Indian Peninsula. *Theoretical and Applied Climatology*, 45 : 277-283.

SHAW, E.M., 1983. *Hydrology in Practice*, 3rd edition, Chapman & Hall, London.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αθανασιάδης Ν. Ηρ. (1986). Δασική Βοτανική (Δέντρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδας) Μέρος ΙΙ. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, 64-66:68-71:96-98:108-110:113-115. Θεσσαλονίκη.

Γ.Ε.Ω.Τ.Ε.Ε, 1992: Λειψυδρία και Πλημμύρες. Πρακτικά συμποσίου (Θεσσαλονίκη 17 και 18 Μαρτίου 1992).

Γκαγκάκης Ε. (1990). Επιπτώσεις μιας οικολογικής καταστροφής (Πλημμύρα 1986 στο Β.Α Πήλιο στη θάλασσα: μερικές επισημάνσεις για την παράκτια αλιεία στην περιοχή). 3^ο Πανελλήνιο συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας. ΕΚΘΕ, 718-725. Αθήνα.

Ι.Γ.Μ.Ε. (1978). Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας. Φύλλο Χάρτη Καρύτσα.

.Γ.Μ.Ε. (1978). Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας. Φύλλο Χάρτη Ραψάνη.

Κουτσογιάννης, Δ. 1997. Στατιστική Υδρολογία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων, Έκδοση 4η.

Κωτούλας Δ. (1973). Οι Χειμαρρικοί Τύποι της Ελλάδος. Συνοπτική Περιγραφή. Εργαστήριο Δασοκομίας και Ορεινής Υδρονομικής, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. (1983-84). Προστασία από Διάβρωση – Πλημμύρες. Επιστημονική Επετηρίδα της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τόμος ΚΣΤ'/ΚΖ', Αριθ. 18. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας, Δ. 1992: Μαθήματα Γενικής Υδρολογίας και Υδραυλικής. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας, Δ. 1995: Μαθήματα Δασικής Υδρολογίας. Σελ.23-77. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας, Δ. 1997: Διευθετήσεις Χειμαρρικών Ρευμάτων Ι. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας, Δ. 1997: Διευθετήσεις Χειμαρρικών Ρευμάτων ΙΙ. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. (2001). Ορεινή Υδρονομική Ι, Τα ρέοντα ύδατα, 38-62. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. (2001). Ορεινή Υδρονομική ΙΙα, Μέθοδοι και Συστήματα Υδρονομικής Διευθέτησης. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 103-107:295-298. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. (2001). Ορεινή Υδρονομική ΙΙβ, Υδρονομικά έργα. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 3-8:52. Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας Δ. (2001). Μαθήματα Υδρολογίας και Υδραυλικής. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., 13-15:143-150. Θεσσαλονίκη.

Μπαλούτσος, Γ. 1998. Υδρολογική συμπεριφορά των πειραματικών λεκανών απορροής Βαρετάδας Αμφιλοχίας σε καταιγίδες ανοδικού τύπου. Δασικά Χρονικά, 1: 21-23.

Μπαλούτσος, Γ. 1989. Διήθηση και επιφανειακή απορροή σε μια πειραματική υδρολογική λεκάνη της δυτικής Ελλάδας. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 1: 67-80.

Μπαλούτσος, Γ., Καούκης, Κ., Μπουρλετσίκας Α. και Τσαγκαρη, Κ. 2004. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα στην Καρίτσα της Όσσας (Κισσάβου) της περιόδου 1971-2003. Δασική Έρευνα, 17: 87-98.

Μπαλούτσος, Γ., Μπουρλετσίκας Α. Καρέτσος Κ. και Καούκης, Κ., 2005. Εκτίμηση πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης διάρκειας 24 και 48 ωρών στη ΒΑ Όσσα . Δασική Έρευνα, 18:19-32.

Μπουρλετσίκας Α., 2004. Μελέτη και διερεύνηση της σχέσης βροχής-πλημμυρικής απορροής σε μια μικρή πειραματική ορεινή δασική υδρολογική λεκάνη της δυτικής Στερεάς Ελλάδας. MSc , Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σελ. 94.

Ντάφης Σ.Α. (1973). Ταξινόμησης της Δασικής Βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστημονική Επετηρίς Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής. Τόμος ΙΕ, Τεύχος Β', σελ. 75-86. Θεσσαλονίκη.

Παπαμιχαήλ Δ. Μ. (2004). Τεχνική Υδρολογία επιφανειακών υδάτων. Εκδόσεις Γιαχούδη, 131-135:143-150:181:190. Θεσσαλονίκη.

Σακκάς Γ. Ι. (2004). Τεχνική υδρολογία επιφανειακών υδάτων Εκδόσεις Αιβαζή, 81-91:690-693. Θεσσαλονίκη.

Σαπουντζής Μ., Στάθης Δ. και Γούλας Κ. (2002). Δασοτεχνική Διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων με μικρές λεκάνες απορροής. 10^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Μάιος 2002.

Σαπουντζής Μ. και Στάθης Δ. (2003). Η επίδραση του βαθμού δασοκάλυψης υδρολογικής λεκάνης στην πλημμυρική απορροή και στερεομεταφορά. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης. Θεσσαλονίκη.

Στεφανίδης Π. (1995). Διερεύνηση αιτιών και μηχανισμών λειτουργίας πλημμυρικών φαινομένων στον Ελλαδικό χώρο. Πρακτικά διεθνούς συμποσίου με θέμα " Προστασία και Περιβαλλοντική Διαχείριση των Ρευμάτων " ΥΠΕΧΩΔΕ, 139-140. Αθήνα.

Στεφανίδης Π. (1990). Μορφομετρική και Υδρογραφική συγκρότηση των χειμαρρικών τύπων στο χώρο της Β. Ελλάδας. (διδ. Διατριβή) Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, (παραρ.), αριθμ. 6, Τόμος. Α΄Β. Θεσσαλονίκη.

Τσακίρης Γ. (1995). Υδατικοί πόροι : Τεχνική Υδρολογία. Εκδόσεις Συμμετρία, 149-164:503-504. Αθήνα.

Τσόγκας, Χ. 1993: Υδρολογία. Αθήνα.

Υπουργείο Γεωργίας. (1989). Δασική Υπηρεσία, Δασικός Χάρτης Ν. Λάρισας.

Φλόκας Απόστολος Αθ. (1997). Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 373-380. Θεσσαλονίκη.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://carbon.cudenver.edu/stc-link/aswan1/>

<http://www.elwha.org/Photos/elwha%20area%20map%2020001.jpg>

<http://www.nps.gov/archive/olym/elwha/documents.htm>

<http://nps.gov./archive/olym/issues/isselwha2.htm>

<http://elwha.org/River%20Restoration.htm>

<http://www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/ec/wpg/elwha.cfm>

http://en.wikipedia.org/wiki/elwha_River

<http://geography.about.com/od/specificplacesofinterest/a/nile.htm>

<http://www.answers.com/topic/aswan-dam>

<http://carbon.cudenver.edu/stc-link/aswan1/geo.html>

<http://www.3gorgesdam.info/task.htm>

<http://www.yangtzeriver.org/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam

http://en.wikipedia.org/wiki/Yangtze_River

<http://en.wikipedia.org/wiki/flora>

<http://en.wikipedia.org/wiki/fauna>

ABSTRACT

In the Northern East area of Mt. Ossa heavy and of great duration rainfalls occur. The heights of rain are similar to these of the tropical regions. Under such circumstances, the beneficial activity of vegetation of the particular region is reduced - even if "luxuriant" - in the standardisation of floods. The flood-preventing works are of very big importance because the coastal regions of Mt. Ossa and mainly from Stomio to Agiokampos, regions that are developing in the tourism section rapidly. As a consequence, the flood-preventing protection of the region and the future increase of demand of water are of fundamental importance.

The hydrologic characteristics of a region are determined basically from climatic, geographic and geological conditions of this region. Climatic elements of principal importance are: the rainfalls that take place and time distribution of these, the winds, the temperature and the humidity of the atmosphere because of the important effect, which they affect as much as in the creation of atmospheric precipitation as in the further disposal of these afterwards their fall in the surface of ground.

Taking into consideration the annual amount of rain heights and the average annual temperature fluctuation of air, we can classify, by applying the climatic classification of Koppen (it provides only four climatic types), the wider region of NA of Ossa in the humid type of climate, in which the annual amount of rain height amounts on average until the 2000 mm. The regions that belong to this type contain dry and hot summer months and humid wintry months. It does not prevail a tendency of balance of distribution of rains in the entire the year and thus comes contrary to the Mediterranean type of climate.

The aim of present Postgraduate Thesis constitutes the hydrologic description and research of catchment's area of NA Mt. Ossas, taking into consideration the meteorological data and the determination of water balance. For the achievement of the mentioned aim we had better to search to the flooded environment in catchment's area for research. The basic natural factors that determine the flooded environment in catchment's area are: the climate, the bas-relief, the vegetation and the geological support. The climate constitutes the factor of attack on t o inactive background, the geological support. The bas-relief constitutes the regulating factor that determines the direction and the speed of movement of flow, while the presence of vegetation, which is interfered between precipitation and geological support acts as shield of protection at the erosion. The determination of the above factors allows the classification of stream currents of the region research in a stream type, which type determines the type and the intensity of stream phenomena (corrosions, soil erosions, geological gradual destruction that are developing in the draining area. The catchment's area has been, as well, bounded with tracing of watershed, the morphological measures and water characteristics of currents calculated. From the morphological characteristics the surface the perimeter, the degree of morphology of roundness, the minimal, the means and the highest altitude, the highest stream altitude and the medium bent drainage area outflow were determined. From the hydrological characteristics there were calculated: the length of central watercourse, the density, the medium bent and the length of the flat way as the bigger recipient.

At the same time, there will be presented centesimal attitude curves of the stream currents “Lykorema”, “Mpelma” and “Kakoskali” that we are studying aiming to the determination of stage of morphological development of the water courses. Also, it is searched and calculated the relation of rain-flow.

At the same time, were calculated the medium annual height of rain with the type of MATHIAS, the factor of flow with the type of HARTEL. The factor of flow expresses the relation between the rain and the corresponding flow. It is that is to say the centesimal percentage of height of rain, which arises on the surface of earth afterwards the abstraction of losses from evaporation and filtering. It has been, as well as calculated the biggest benefit with the use of empiric and analytic types. The empiric types that were used were types VALENTINI, HOFFBAUER, MELLI, KRESNIK, MULLER, ISZKOWSKI, and FULLER. The analytic types that were used were the TURAZZA and the GIANDOTTI. It was also calculated the biggest benefit with the rational method in each drainage area of the research.

Afterwards it was determined the potential evapotranspiration potential evapotranspiration will be calculated for each area of vegetation that we have in each drainage area. It will be used the type of THORNTHWAITE. It was also calculated the height of rain with the out flowing coefficient CN.

At the same time, were studied the biggest floods, rainfalls and water flow. In the region of NA of Mt. Ossas the estimate of PMK present big interest, because the sides of the mountain which in time interval 24 and 48 hours, accept on average each 105 and 125 years, 500 and 700 mm rain, respectively. Smaller heights of rain from these but without fail still highly,

accepts the same region in frequent time intervals. More specifically in the same durations (24 and 48 hours) this region accepts 400 and 500 mm per 35 and 25 years, 300 and 400 mm per 8 years and 200 and 300 mm per 1,5 - 2 years (Mpaloytsos 2005). These rains are mainly of orografikoy type and are owed in the geomorphology, in the topography and in the climate area. Also, the rain curves of were manufactured in the region of research. The determination of medium annual degradation was still important an element that it should have been studied. Finally, in the particular Postgraduate Thesis were proposed administrative metres so in the future food destructions will be avoided and surface waters will be used in bigger extent. Such metres are the manufacture of tanks in suitable selected places, for the exploitation of surface waters. Also, the dams of regulation that will be manufactured will enrich the groundwater stratum.

WORDS-key: flood, evapotranspiration, raining curves, outflow factor, medium annual degradation