

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Σχέση πλημμυρικών παροχών και λεκάνης απορροής και επίδρασή της
στους χερσαίους και υδάτινους οργανισμούς στην περιοχή Αγιοκάμπου
Δήμου Αγιάς Ν. Λάρισας»**

Παναγιώτα Ψάλτα

ΒΟΛΟΣ 2015

**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT**

POST GRADUATE MASTER'S THESIS

**«Relation between flooding water supplies and watershed and its effect
on terrestrial and aquatic organizations, in Agiokampos area of Agia's
Municipality in Larisa's Prefecture»**

Panagiota Psalta

VOLOS 2015

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1) **Χρίστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογία - Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Επιβλέπων*,

2) **Βαφείδης Δημήτριος**, Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπόνδυλων και άμεση – έμμεση χρηστικότητα τους, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Μέλος*,

3) **Σκόρδας Κων/νος**, Επίκουρος Καθηγητής, Περιβαλλοντική Γεωχημεία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Μέλος*.

Προαιρετική αφιέρωση

Στον πατέρα μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Χρίστο Νεοφύτου για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους 1) Βαφείδη Δημήτριο, και 2) Σκόρδα Κων/νο για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κάθε χρόνο καταγράφεται ένας μεγάλος αριθμός ακραίων καιρικών φαινομένων σε παγκόσμιο επίπεδο. Τέτοια ακραία καιρικά φαινόμενα αποτελούν οι κυκλώνες, οι ανεμοστρόβιλοι, οι καταιγίδες και οι καύσωνες με συνέπεια θυελλώδεις ανέμους, κατολισθήσεις, πυρκαγιές και πλημμύρες.

Πλημμύρες είναι η παροδική κατάκλιση μιας περιοχής από ύδατα, κυρίως λόγω ραγδαίων βροχοπτώσεων, ισχυρών καταιγίδων, χιονοπτώσεων, άνοδο στάθμης των ποταμών, κατολισθήσεων, σεισμών κ.ά. Πλημμύρες μπορεί να παρατηρηθούν και σε ξηρές περιοχές. Οι πλημμύρες μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στο περιβάλλον, τις υποδομές και να οδηγήσουν μέχρι και στο θάνατο. Πολλές φορές όμως έχουν και θετική επίδραση σε οικοσυστήματα ποταμών, στην ανατροφοδότηση υπόγειων υδάτων και στη γονιμότητα του εδάφους.

Η ξηρασία αποτελεί μια κατάσταση σημαντικής μείωσης των διαθέσιμων αποθεμάτων νερού (σε σύγκριση με μια φυσιολογική τιμή) για μεγάλο χρονικό διάστημα σε μια μεγάλη περιοχή.

Ο τρόπος και η διαδικασία συγκέντρωσης και κίνησης του νερού σε μία υδρολογική λεκάνη καθορίζεται από τους τέσσερις φυσικούς παράγοντες πλημμυρογένεσης: τοπογραφία, γεωλογική συγκρότηση, κλίμα, βλάστηση.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η ανάλυση της επίδρασης των πλημμυρικών παροχών της λεκάνης απορροής του υδατορέματος 'Μπουρμπουλήθρα', στους χερσαίους και υδάτινους οργανισμούς της περιοχής.

Η εργασία αυτή αποτελεί μελέτη τόσο της χωρικής και χρονικής κατανομής, όσο και της έντασης του φαινομένου των πλημμυρικών παροχών, με τη χρήση εμπειρικών και στοχαστικών τύπων της Ορεινής Υδρονομικής. Η διαδικασία αυτή

περιλαμβάνει χαρτογράφηση της περιοχής από άποψη γεωλογίας, βλάστησης, υδρολογίας και κλίματος για τον υπολογισμό της πιθανότητας πλημμύρας. Πραγματοποιήθηκε επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων και παροχών και σύμφωνα με την ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, έγινε εκτίμηση των επιπτώσεων σε πολλαπλούς αποδέκτες (χερσαίους και υδάτινους οργανισμούς).

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε έχει ως βάση θεμελιώδεις αρχές της επιστήμης της Ορεινής Υδρονομικής. Μελετήθηκαν τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης. Αναλύονται και υπολογίζονται οι βασικοί χειμαρρικοί παράγοντες (κλίμα, ανάγλυφο, γεωλογικό υπόθεμα και βλάστηση). Στον υπολογισμό των κλιματολογικών στοιχείων χρησιμοποιούνται οι βροχοπτώσεις της δεκαετίας 2002-2011, λαμβάνοντας υπ' όψιν τους μετεωρολογικούς σταθμούς Ελάφου, Σπηλιάς, Σωτηρίου και Μακρινίτσας. Σταθμός βάσης χρησιμοποιείται ο σταθμός της Ελάφου.

Υπολογίζονται και συγκρίνονται οι υδατοπαροχές στη μέγιστη πλημμυρική αιχμή και η χρονική παρουσία ανά έτος. Συγκρίνεται η διακύμανση του ετήσιου ύψους βροχής με αυτή της ραγδιότητας και του μέσου όρου της μέγιστης υδατοπαροχής. Παρατηρείται ότι ακολουθούν περίπου την ίδια διακύμανση εκτός από το έτος 2005. Με βάση την ελληνική και ξένη βιβλιογραφία παρουσιάζονται οι επιδράσεις της εκτίμησης των πλημμυρικών παροχών στους χερσαίους και υδάτινους οργανισμούς.

Συμπερασματικά, πρόκειται για μία μικρή λεκάνη συνεχούς ροής, επιμήκης, απότομη, μεγάλη μέση κλίση λεκάνης, ευπαθή και σχετικώς αδιαπέραστα πετρώματα. Στο σημείο σύγκλισης των τριών συμβαλλόντων υπάρχει πιθανότητα πλημμυρικού φαινομένου λόγω ταυτόχρονης παροχής, ήπιες κλίσεις, μειωμένη ταχύτητα νερού και απόθεση φερτών υλικών.

Η παρόχθια βλάστηση προστατεύει από την εξάτμιση, τις ακραίες τιμές θερμοκρασίας και αποτελεί οικότοπο ιδιαίτερης οικολογικής σημασίας για τα ενδιαιτήματα άγριας ζωής και την ποικιλομορφία τους.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που έχει γεωλογικό υπόβαθρο, η λεκάνη εμφανίζουν φερτά υλικά. Αυτά αποτελούν φυσικά ενδιαιτήματα άγριας ζωής και προσφέρουν θρεπτικές ουσίες. Στις πλημμύρες δημιουργούν φυσικά φράγματα και μικρολίμνες, προσφέρουν καταφύγιο σε ασπόνδυλα και ψάρια και οξυγονώνουν το νερό. Έτσι δημιουργείται ασφαλής τόπος αναπαραγωγής των ψαριών. Αντίθετα, η εναπόθεση και συμπίεση λεπτών ιζημάτων μπορούν να μειώσουν την κυκλοφορία του οξυγόνου στο υπόστρωμα με συνέπειες στα είδη που γεννάνε εκεί ή τα χρησιμοποιούν για κάλυψη. Επίσης, τα φυσικά φράγματα οδηγούν και σε πλημμυρικά φαινόμενα.

Τα έτη με χαμηλές παροχές μειώνουν την ετερογένεια των φυτικών ενδιαιτημάτων, με συνέπεια την απώλεια της βιοποικιλότητας και της σύνθεσης των φυτών. Συνέπεια είναι η απομόνωση και ο κίνδυνος εξάλειψης πληθυσμών, αλλά αυτό μπορεί να συμβεί και εξαιτίας της ξηρασίας. Οι μικρές πλημμύρες επιτρέπουν τη γενετική ανταλλαγή μέσω της διασποράς των ατόμων. Αντίθετα, η αυξημένη ροή των μέγιστων υδατοπαροχών απομακρύνει φερτά υλικά ανάμεσα από τις πέτρες που εμποδίζουν τη ροή, αλλά αυτό μειώνει την οξυγόνωση του νερού και την επιβίωση των ιχθυδίων.

Λέξεις-κλειδιά: πλημμυρικές παροχές, χερσαίοι και υδάτινοι οργανισμοί, βιοποικιλότητα, ενδιαίτημα.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1 Πλημμύρες	13
1.2 Αίτια πλημμυρών	14
1.3 Επιπτώσεις πλημμυρών	16
1.4 Νομοθετικό πλαίσιο.....	16
1.5 Προτάσεις για ολοκληρωμένη διαχείριση.....	18
1.5.1. Χαρτογράφηση περιοχών πλημμυρικής επικινδυνότητας	18
1.5.2. Σύγχρονη αντιπλημμυρική προστασία	18
1.5.3. Ενεργός ρόλος του κράτους.....	19
1.5.4. Περιβαλλοντική εκπαίδευση	20
1.6 Σκοπός της παρούσας Μ.Δ.Ε.....	20
1.7 Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	21
1.7.1 Εισαγωγή – Υδρολογικά στοιχεία.....	21
1.7.2. Άγρια πανίδα.....	28
1.7.3. Υδρόβιοι οργανισμοί.....	30
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	35
2.1. Περιοχή έρευνας.....	35
2.1.1. Γεωγραφική θέση , όρια και διοικητική υπαγωγή	35
2.1.2. Περιγραφή του ρέματος «Μπουρμπουλήθρα» - Οριοθέτηση	36
2.1.2.1 Φυσικό περιβάλλον	37
2.1.2.1.1 Γεωλογία	37
2.1.2.1.2 Τεκτονική ανάλυση	39

2.1.2.1.3 Υδρολογία – Υδρογεωλογία	39
2.1.2.1.4 Κλιματικές συνθήκες	43
2.1.2.1.5 Βλάστηση	43
2.1.2.1.6 Πανίδα	51
2.1.2.1.7 Ιχθυοπανίδα	53
2.1.2.1.8 Κοινωνικές, οικονομικές και πολιτιστικές συνθήκες	53
2.1.2.1.9 Απειλές ως προς την περιοχή μελέτης	56
2.2 Μορφομετρικά - Υδρογραφικά χαρακτηριστικά.....	60
2.3 Μεθοδολογία.....	63
2.3.1. Υδατοπαροχές.....	66
2.3.2. Προσδιορισμός της μέγιστης υδατοπαροχής.....	68
2.4. Στερεομεταφορά – Προσδιορισμός στερεομεταφοράς.....	74
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	76
3.1. Υδρογραφικό δίκτυο	76
3.2 Μορφομετρικά - Υδρογραφικά χαρακτηριστικά.....	79
3.3 Βασικοί παράγοντες χειμαρρικότητας	83
3.3.1 Κλίμα.....	84
3.3.2 Ανάγλυφο.....	96
3.3.3. Γεωλογικοί σχηματισμοί.....	98
3.3.4. Βλάστηση	101
3.4. Υδρολογική μελέτη.....	104
3.4.1. Υδατοπαροχές.....	104
3.4.2. Προσδιορισμός της μέγιστης υδατοπαροχής.....	104
3.4.3. Προσδιορισμός της ελάχιστης υδατοπαροχής.....	107

3.4.4. Μεταβολή μέγιστης υδατοπαροχής ανά έτος.....	107
3.5. Στερεομεταφορά – Προσδιορισμός στερεομεταφοράς.....	113
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	114
5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	121
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	123
ABSTRACT.....	129

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε χρόνο καταγράφεται ένας μεγάλος αριθμός ακραίων καιρικών φαινομένων σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα φαινόμενα αυτά προκαλούν φυσικές καταστροφές με αποτέλεσμα ζημιές σε υποδομές, οικοσύστημα και κίνδυνο ανθρώπινων ζώων. Μπορούν να προβλεφτούν, αλλά τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την πρόληψη και την αντιμετώπιση τους είναι δαπανηρά.

Τέτοια ακραία καιρικά φαινόμενα αποτελούν οι κυκλώνες, οι ανεμοστρόβιλοι, οι καταιγίδες και οι καύσωνες με συνέπεια θυελλώδεις ανέμους, κατολισθήσεις, πυρκαγιές και πλημμύρες. (Φυντανόγλου 2011)

Πλημμύρες είναι η παροδική κατάκλιση μιας περιοχής από ύδατα, κυρίως λόγω ραγδαίων βροχοπτώσεων, ισχυρών καταιγίδων, χιονοπτώσεων αλλά και από την άνοδο της στάθμης των ποταμών. Επίσης προκαλούνται πλημμύρες λόγω σεισμών, κατάρρευσης τεχνητών και φυσικών φραγμάτων, κατολισθήσεων κ.ά. (Learn Hazards 2008). Πλημμύρες μπορεί να παρατηρηθούν όχι μόνο σε περιοχές με υψηλές τιμές ετήσιων κατακρημνισμάτων αλλά και σε ξηρές περιοχές. (Στάθης 2004).

Ο κίνδυνος πλημμύρας εξαρτάται από τους εξής παράγοντες : επικινδυνότητα, έκθεση, ευπάθεια. Όταν κάποιος από αυτούς τους παράγοντες αυξηθεί, αυξάνεται και ο κίνδυνος για πλημμύρα. Κατά συνέπεια, η επικινδυνότητα ορίζεται ως η εμφάνιση ενός πλημμυρικού γεγονότος με δεδομένη πιθανότητα και μπορεί να αυξηθεί έπειτα από εναλλαγές στο περιβαλλοντικό σύστημα (κλιματική αλλαγή, αλλαγή στον υδρολογικό κύκλο). Η έκθεση ανήκει στους ανθρωπογενείς παράγοντες που συμμετέχουν στον κίνδυνο της πλημμύρας και υποδηλώνει συνήθως τον πληθυσμό και τα περιουσιακά στοιχεία που βρίσκονται σε επικίνδυνες ζώνες. Ως ευπάθεια ορίζεται η ευαισθησία των εκτιθέμενων υποδομών όταν έρθουν σε επαφή με το νερό.(Baredo & Engelen 2010).

1.1 Πλημμύρες

Σύμφωνα με την Οδηγία της Ε.Ε. (COM 2006) για τη διαχείριση των πλημμυρών, ως «πλημμύρα» ορίζεται η προσωρινή κάλυψη του εδάφους με νερό, το οποίο υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από αυτό. Περιλαμβάνονται πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χειμάρρους, εφήμερα ρεύματα και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές. Ως «πλημμυρική επικινδυνότητα» ορίζεται ο συνδυασμός της πιθανότητας να λάβει χώρα μια πλημμύρα και των δυνητικών αρνητικών επιπτώσεων για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες, που συνδέονται με αυτή την πλημμύρα. (Πιστρικά 2010).

Η επικινδυνότητα μιας πλημμύρας εξαρτάται από τη χρήση γης της λεκάνης κατάκλυσης, το μέγεθος (βάθος και ταχύτητα νερού), τη συχνότητα της πλημμύρας, ο ρυθμός ανόδου και η διάρκεια της πλημμύρας, το βάρος των ιζημάτων που αποτίθενται κ.ά. Προσδιορίζοντας την πηγή και τους διαύλους της πλημμύρας πετυχαίνεται το αρχικό ουσιώδες στάδιο της εκτίμησης της πλημμυρικής επικινδυνότητας. Ο μηχανισμός στην κατηγορία των χειμάρρων σύμφωνα με τη SFRA (2008) είναι:

Χειμάρροι (fluvial flooding) – Μέγιστη χωρητικότητα χειμάρρων

Πηγή (Source): Κάθε μισγάγγεια (ποτάμι, ρέμα και τάφος) έχει μια ορισμένη χωρητικότητα, εν προκειμένω σε νερό. Από τη στιγμή που η χωρητικότητά της ξεπεραστεί, η ποσότητα νερού που ξεχειλίζει από τις όχθες της ρέει προς πιο χαμηλά σημεία. Για να αποφευχθεί η πλημμύρα, τα κανάλια έχουν επιμηκυνθεί και έχουν αναπτυχθεί αντιπλημμυρικές μέθοδοι π.χ. φράγματα. Παρόλα αυτά ο κίνδυνος πλημμύρας παραμένει με το σκεπτικό ότι τα μέτρα πρόληψης ίσως να είναι ανεπαρκή.

Διάυλος (Pathway): Περιοχές με μικρότερη κλίση από αυτήν της περιοχής που πλημμύρισε θα πληρωθούν με την ποσότητα του ύδατος που ξεχειλίζει από τις όχθες της. Οι περιοχές αυτές αποτελούν στη συγκεκριμένη περίπτωση τους διαύλους. Μερικές φορές, όμως, είναι δυνατόν το νερό (της πλημμύρας) που ξεχείλισε να μην ακολουθήσει καθοδική πορεία, αλλά να τείνει να ακολουθήσει τους διαύλους της επιφανειακής ροής, οι οποίοι είναι διαφόρων εκτάσεων και βαθών.

Αποδέκτης (Receptor): Υποδομές που βρίσκονται κατά μήκος των όχθων των μισγαγγείων. (Κανδηλιώτη 2009)

1.2 Αίτια πλημμυρών

Πλημμύρες είναι δυνατόν να προκληθούν από φυσικά αίτια, ύστερα από ραγδαίες βροχοπτώσεις, ισχυρές καταιγίδες, άνοδο της στάθμης των ποταμών, εισροή της θάλασσας στην ακτή, τήξη χιονιού είτε από αύξηση της θερμοκρασίας είτε από βροχή, γεωλογικά φαινόμενα όπως οι κατολισθήσεις και η διατάραξη της φυσικής απορροής στα κατάντη με απόφραξη του φυσικού υδατορέματος από εναποθέσεις. (Ζούνη 2012)

Ο τρόπος και η διαδικασία συγκέντρωσης και κίνησης του νερού σε μία υδρολογική λεκάνη καθορίζεται από τους παρακάτω φυσικούς παράγοντες πλημμυρογένεσης:

- Την τοπογραφία
- Τη γεωλογική συγκρότηση
- Το κλίμα
- Τη βλάστηση

Η γεωλογία και η τοπογραφία σχετίζονται με την υδρολογική συμπεριφορά και έχουν άμεση σχέση με την απορροή και την παραγωγή φερτών υλικών. Το κλίμα καθορίζει τη συχνότητα, τη διάρκεια και την ένταση της βροχόπτωσης, ενώ η βλάστηση επιδρά στη διάβρωση και στην απορροή. (Παπαστεφανάκης 2009)

Ανεξάρτητα από τα φυσικά αίτια πλημμυρογένεσης υπάρχουν και τα ανθρωπογενή που έχουν έμμεσο ή άμεσο χαρακτήρα.

Στις άμεσες επεμβάσεις περιλαμβάνονται οι αλλαγές στις όχθες και κοίτες, οι εκτροπές, οι εγκιβωτισμοί ποταμού και των χειμάρρων του, οι αποξηράνσεις λιμνών και λιμνοθαλασσών, ελών ή διευθέτηση και εκμετάλλευση αυτών για ιχθυοκαλλιέργεια και αλυκές, η επέκταση καλλιεργειών, γεωργοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, βιομηχανιών και των οικισμών.

Στις έμμεσες επεμβάσεις ανήκουν οι δραστηριότητες εκείνες οι οποίες αλλοιώνουν ή ανατρέπουν την ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος. Οι κατασκευές φραγμάτων και τεχνητών λιμνών στις κοίτες των ποταμών διακόπτουν την ελεύθερη ροή του νερού και των υλικών, οι αποψιλώσεις των εδαφών στις λεκάνες απορροής είτε από δασικές πυρκαγιές είτε από παράνομες εκχερσώσεις, τα έργα προστασίας από τη διάβρωση και τις πλημμύρες, η απόδοση των εδαφών για καλλιέργεια με αντίστοιχη δέσμευση του νερού και η ανεξέλεγκτη εγκατάσταση ανθρωπογενών δραστηριοτήτων κοντά στους υδάτινους πόρους. Η σταδιακή αλλαγή του μικροκλίματος ως συνέπεια των προηγούμενων επιδρούν δραστικά στο οικοσύστημα.

Οι παραπάνω αλλοιώσεις επιδρούν στον υδρολογικό κύκλο με αποτέλεσμα τις συχνές πλημμύρες, τη διάβρωση των επιφανειακών εδαφών, την ερημοποίηση των εκτάσεων, την πλήρωση ταμιευτήρων με φερτά υλικά καθώς και έντονη διάβρωση των

εδαφών στην παράκτια ζώνη των ταμιευτήρων ή φραγμάτων. (Κουσουρής υδατικοί πόροι)

1.3 Επιπτώσεις πλημμυρών

Οι πλημμύρες μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στο περιβάλλον, στις υποδομές και να οδηγήσουν μέχρι και στο θάνατο. Πολλές φορές όμως έχουν και θετική επίδραση σε οικοσυστήματα ποταμών, στην ανατροφοδότηση υπόγειων υδάτων και στη γονιμότητα του εδάφους.

Οι επιπτώσεις των πλημμυρών διαχωρίζονται σε άμεσες και έμμεσες.

Οι άμεσες προκαλούνται από το ίδιο το πλημμυρικό γεγονός και το σχετίζονται με τον άνθρωπο, την ιδιοκτησία και γενικά το περιβάλλον. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται οι θάνατοι, τραυματισμοί και εγκιβωτισμοί πολιτών στους πλημμυρισμένους χώρους, καταστροφές στα σπίτια, οδικό δίκτυο και συστήματα επικοινωνίας και διάβρωση και απόθεση ιζημάτων στις αγροτικές και αστικές περιοχές, αντίστοιχα, με συνέπεια την απώλεια σημαντικού τμήματος του εδαφικού μανδύα και της υπερκείμενης βλάστησης. Οι έμμεσες επιπτώσεις των πλημμυρών αναφέρονται στις ζημιές που ακολουθούν μετά το πέρας της πλημμύρας και μπορούν να προκαλέσουν δυσλειτουργίες στην οικονομική και κοινωνική δραστηριότητα της πληγείσας περιοχής. Διακρίνονται σε μολύνσεις ποταμών και ρεμάτων που προκαλούνται από την παράσυρση νεκρών ζώων, ξέπλυμα περιοχών με τοξικά απόβλητα, πείνα, μόνιμη ή παροδική απομάκρυνση των κατοίκων από τις περιοχές που επλήγησαν από την πλημμύρα, καταστροφή υγροτόπων και μείωση βιοποικιλότητας. (Παπαστεφανάκης 2009)

1.4 Νομοθετικό πλαίσιο

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60/EK γνωστή και ως Οδηγία –Πλαίσιο για τα νερά θεσπίζει ένα πλαίσιο κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων. Καθιερώνει τους μηχανισμούς ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων σε επίπεδο της λεκάνης απορροής, η οποία περιλαμβάνει τα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα (λίμνες, ποτάμια), τα υπόγεια ύδατα, τα μεταβατικά ύδατα (δέλτα ποταμών, εκβολές) και τα παράκτια οικοσυστήματα. Καθώς οι λεκάνες απορροής δε συμπίπτουν με τα διοικητικά όρια, για τη διαχείριση των υδάτων απαιτείται στενή συνεργασία μεταξύ των Κρατών Μελών και επέκτασή της με χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στόχος της οδηγίας – πλαίσιο είναι να αποκτήσουν τα Ευρωπαϊκά ύδατα «καλή οικολογική κατάσταση» έως το 2015. Παράλληλα, επιβάλλει να αναπτυχθούν σχέδια διαχείρισης για τις λεκάνες απορροής των ποταμών με στόχο την καλή οικολογική και χημική κατάσταση του νερού και βοηθά συγχρόνως στο μετριασμό των επιπτώσεων λόγω πλημμύρων. Ωστόσο η μείωση του κινδύνου πλημμύρας δε συμπεριλαμβάνεται στους κύριους στόχους της παραπάνω οδηγίας. (Ιωαννίδου 2008)

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της 23^{ης} Οκτωβρίου 2007 εξέδωσαν νέα Κοινοτική Οδηγία για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας (Οδηγία 2007/60/EK). Στόχος της εν λόγω οδηγίας είναι να μειωθούν οι αρνητικές συνέπειες που συνδέονται με τις πλημμύρες, στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά, τις οικονομικές δραστηριότητες και τις υποδομές. Η οδηγία αυτή συμπληρώνει την Κοινοτική Οδηγία 2000/60, για την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτων και θα πρέπει να εναρμονίζονται με αυτή τα μέτρα που θα λαμβάνουν τα κράτη μέλη, για την αντιμετώπιση των πλημμυρών. (Πασαπόρτη 2012)

1.5. Προτάσεις για ολοκληρωμένη διαχείριση

1.5.1 Χαρτογράφηση περιοχών πλημμυρικής επικινδυνότητας

Οι πλημμύρες μπορεί να χαρτογραφηθούν από αεροφωτογραφίες που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια πλημμυρών ή μπορεί να υπολογιστούν από την υψηλή στάθμη του νερού και από τις αποθέσεις πλημμυρών, στη λεκάνη κατάκλυσης που μετρήθηκαν στην ύπαιθρο, από την υποχώρηση του νερού. Προσεκτική μελέτη των εδαφών και της βλάστησης μπορεί επίσης να βοηθήσει στην εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας.

Συνεπώς η χαρτογράφηση όλων των παραγόντων που συμμετέχουν στην εκδήλωση ενός πλημμυρικού φαινομένου (π.χ. είδος υδρογραφικού δικτύου, μορφολογικές κλίσεις και κατανομή τους), παίζουν πρωταρχικό ρόλο για τη μείωση του κινδύνου.

Στη συνέχεια η επεξεργασία όλων των δεδομένων, μέσω ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών θα υποδείξει τις επικίνδυνες περιοχές, στα πλαίσια εφαρμογής διαχείρισης του πλημμυρικού κινδύνου. (Λυμπερόπουλος 2008)

1.5.2 Σύγχρονη αντιπλημμυρική προστασία

Ο έλεγχος της πλημμυρογένεσης και η αξιοποίηση της υδατοαπορροής επιτυγχάνονται με την εφαρμογή του δασοτεχνικού συστήματος διευθέτησης. Η αντιπλημμυρική προστασία ξεκινά από τις ορεινές περιοχές (με αναδασώσεις, αναχλοάσεις, αναθαμνώσεις, μικρούς ταμιευτήρες και ανασχετικά φράγματα στα ορεινά, τεχνητό εμπλουτισμό στις ημιορεινές περιοχές κ.λπ.), έτσι ώστε να μετριάζεται το φαινόμενο στη γένεσή του. Οι παρεμβάσεις θα πρέπει να είναι ήπιες και

συνδυαστικές, έτσι ώστε να μην αλλοιώνουν το τοπίο της περιοχής αλλά και να μην διαταράξουν το υδρολογικό καθεστώς της. (Μπαξεβάνου 2009)

Επίσης, θα πρέπει να οριοθετηθούν ζώνες προστασίας πλημμυρών, όπου θα καθορίζονται ή απαγορεύονται συγκεκριμένες δραστηριότητες προκειμένου να αποφεύγονται πιθανές καταστροφές αλλά να επιτρέπεται και η φυσική εκτόνωση της πλημμύρας.

Τα τεχνικά έργα πρέπει να διενεργούνται με συγκεκριμένες προδιαγραφές που θα διαφυλάσσουν την ασφάλεια των τοπικών πληθυσμών αλλά και την ακεραιότητα του οικοσυστήματος. Δεν θα πρέπει να γίνονται αντιπλημμυρικά και αντιδιαβρωτικά έργα εντός της κοίτης, εάν δεν έχουν ερευνηθεί σχολαστικά οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Οι μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων υδραυλικών και εγγειοβελτιωτικών έργων να εκπονούνται στα πλαίσια ολοκληρωμένου διαχειριστικού σχεδίου και να λαμβάνεται ειδικά η γνώμη των ειδικών επιστημόνων. (Χαλκιά 2012)

1.5.3 Ενεργός ρόλος του κράτους

Ο ενεργός ρόλος του κράτους αφορά στην ουσιαστική ενημέρωση όλων των τοπικών φορέων και ιδιωτών για την αξία της προστασίας των οικοσυστημάτων, ώστε συνειδητά να ακολουθήσουν τα προτεινόμενα μέτρα.

Η θέσπιση νέου ή η εφαρμογή του υπάρχοντος κατά περίπτωση νομοθετικού πλαισίου και η συντονισμένη προσπάθεια από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, κρατικούς ή μη, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την αειφορική διαχείριση των υδατικών πόρων. (Ανδρουτσοπούλου 2010)

1.5.4 Περιβαλλοντική εκπαίδευση

Στη σημερινή εποχή κανένα μέτρο περιβαλλοντικής προστασίας και καμία νομοθετική ρύθμιση, δεν μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση και προστασία του περιβάλλοντος, ούτε επαρκούν για την επίτευξη της ορθολογικής διαχείρισης, εάν δεν απευθύνονται σε πολίτες με υπεύθυνη περιβαλλοντική συμπεριφορά. Μόνο αυτοί οι πολίτες είναι δυνατόν να κινητοποιηθούν δραστικά, να διαμορφώνουν πειστικό λόγο και να συμμετέχουν στη διατήρηση και διαχείριση περιβάλλοντος.

Η ενημέρωση και η εκπαίδευση σε θέματα διαχείρισης περιβάλλοντος, είναι ιδιαίτερα σημαντική, όσο και η συνεχής ενημέρωση του κοινού σε τεχνολογίες και μεθόδους αειφόρου ανάπτυξης. Η παραπάνω ενημέρωση απαιτεί και την παροχή εξειδικευμένης γνώσης για τους διαχειριστές των οικοσυστημάτων, γεγονός που μπορεί να επιτευχθεί με προγράμματα συνεχιζόμενης εκπαίδευσης, επιμόρφωσης και πιστοποίησης. (Ανδρουτσοπούλου 2010)

1.6 Σκοπός της παρούσας Μ.Δ.Ε.

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η ανάλυση της επίδρασης των πλημμυρικών παροχών της λεκάνης απορροής του υδατορέματος 'Μπουρμπουλήθρα', στους χερσαίους και υδάτινους οργανισμούς της περιοχής.

Η εργασία αυτή αποτελεί μελέτη τόσο της χωρικής και χρονικής κατανομής, όσο και της έντασης του φαινομένου των πλημμυρικών παροχών, με τη χρήση εμπειρικών και στοχαστικών τύπων της Ορεινής Υδρονομικής.

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει χαρτογράφηση της περιοχής από άποψη γεωλογίας, βλάστησης, υδρολογίας και κλίματος για τον υπολογισμό της πιθανότητας

πλημμύρας. Πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των μετεωρολογικών δεδομένων και των παροχών για τα δέκα (10) χρόνια (2002-2011) και ύστερα από μελέτη της ελληνικής και ξένης βιβλιογραφίας έγινε εκτίμηση των επιπτώσεων σε χερσαίους και υδάτινους οργανισμούς.

1.7 Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

1.7.1 Εισαγωγή – Υδρολογικά στοιχεία

Κάθε υδρογραφικό δίκτυο διαθέτει μια λεκάνη συλλογής και απομάκρυνσης του νερού, η οποία συνήθως είναι μια επιφάνεια εδάφους που περιβάλλεται από υψώματα. Η λεκάνη αυτή λέγεται λεκάνη απορροής ή αποστράγγισης. Μέσα στη λεκάνη απορροής, η γραμμή συνάντησης των κατηφορικών επιφανειών του τοπογραφικού ανάγλυφου, στην οποία συγκεντρώνονται τα απορρέοντα νερά, λέγεται γραμμή συγκέντρωσης των νερών ή μισγάγκεια. Κατά την αντίθετη κατεύθυνση, οι επιφάνειες του τοπογραφικού ανάγλυφου είναι ανηφορικές. Στα όρια δύο γειτονικών λεκανών απορροής η γραμμή συνάντησης των ανηφορικών επιφανειών στην οποία διαχωρίζονται τα νερά που θα καταλήξουν στη μία ή στην άλλη λεκάνη, λέγεται γραμμή διαχωρισμού των νερών ή υδροκρίτης. Οι οριακές γραμμές των λεκανών απορροής προσδιορίζονται από τον τοπογραφικό χάρτη, με τη βοήθεια των ισοϋψών γραμμών. (Μυλωνή 2010)

Η λεκάνη απορροής αποτελείται από τρεις ζώνες:

- 1) Κανάλι ροής
- 2) Παρόχθια ζώνη
- 3) Ζώνη των υσιπέδων (Ανδρουτσοπούλου, 2010)

Παροχή είναι η ποσότητα του νερού του ρεύματος, που διέρχεται στη μονάδα του χρόνου από συγκεκριμένη διατομή της κοίτης του.

Οι διάφορες κατηγορίες παροχών είναι οι εξής :

Η απόλυτα μέγιστη ή η μέγιστη παροχή ($Q_{\max 100}$ ή Q_{\max}). Είναι η μέγιστη τιμή της παροχής, που μπορεί να εμφανιστεί σε συγκεκριμένη διατομή χειμαρικού ρεύματος σε διάστημα 100 ετών. Στην υδρονομική πράξη θεωρείται ως μέγεθος πρακτικά δυσυπέρβλητο, γι' αυτό αποτελεί συχνά τη βάση για διάφορους υδραυλικούς υπολογισμούς. Ενίοτε όμως ως μέγιστη παροχή θεωρείται με συχνότητα 50 ετών, επειδή οδηγεί σε οικονομικότερες κατασκευές, ενώ παράλληλα εξακολουθεί να είναι αρκετά δυσυπέρβλητο.

Η μέγιστη παροχή ορισμένης συχνότητας ($Q_{\max N}$). Είναι η μέγιστη τιμή της παροχής, που μπορεί να εμφανιστεί μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα κατά κανόνα μικρότερο των 50 ετών.

Η μέση παροχή (Q_m). Είναι ο μέσος όρος των διαφόρων παροχών ορισμένου χρονικού διαστήματος (ημέρα, μήνας, εξάμηνο, έτος).

Η ελάχιστη παροχή (Q_{\min}). Είναι η μικρότερη τιμή της παροχής που μπορεί να εμφανιστεί σε χειμαρικό ρεύμα. Όταν αυτή αναφέρεται σε διάστημα 50 ή 100 ετών, αποτελεί την απόλυτα ελάχιστη παροχή. Στην Ελλάδα η παροχή πολλών χειμαρικών ρευμάτων μηδενίζεται κατά τη διάρκεια του θέρους και έτσι η ελάχιστη παροχή δεν υφίσταται. (Κωτούλας 1995).

Το μέγεθος της παροχής επηρεάζεται σημαντικά από διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των λεκανών απορροής των ρευμάτων, τα οποία παρατίθενται παρακάτω:

Η έκταση της λεκάνης: Γενικά παρατηρείται, ότι με την αύξηση της έκτασης της λεκάνης απορροής :

Η μέγιστη ειδική παροχή της $q_H=Q_H/F_E$ μειώνεται λόγω της αύξησης της ανομοιογένειας στην κατανομή της έντασης της βροχής, καθώς και της αύξησης συγκέντρωσης του νερού (F_E : επιφάνεια λεκάνης απορροής)

Η ελάχιστη ειδική παροχή $q_n= Q_N/F_E$ αυξάνεται λόγω της αύξησης του ποσού του υπόγειου νερού, που την τροφοδοτεί.

Η κλίση και η έκταση της λεκάνης: Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση της λεκάνης, τόσο συντομεύεται ο χρόνος συγκέντρωσης του νερού με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παροχή. Επίσης περιορίζεται και η δυνατότητα διείσδυσης του νερού στο έδαφος και με αυτόν τον τρόπο περιορίζονται οι απώλειες. Ο χρόνος που χρειάζεται να φτάσει ένας όγκος νερού από ένα σημείο της λεκάνης έως την έξοδό της, θα είναι το άθροισμα των χρόνων, που αυτός θα χρειαστεί για να κινηθεί αρχικά στην επιφάνεια του εδάφους, στη συνέχεια στις δευτερεύουσες χαράδρες και τέλος στην κύρια κοίτη μέχρι το σημείο μέτρησης (αναφοράς). Μια λεκάνη χαρακτηρίζεται από υδρολογική άποψη ως μικρή, εάν ο χρόνος διαδρομής του νερού στην επιφάνειά της είναι σημαντικός σε σχέση με το συνολικό χρόνο και ως μεγάλη εάν αυτός είναι περιορισμένος ως προς το συνολικό χρόνο.

Η έκθεση της λεκάνης: Λεκάνες προσανατολισμένες προς την κατεύθυνση των ομβροφόρων ανέμων έχουν αυξημένη απορροή, σε σχέση με εκείνες που βρίσκονται στην ομβροσκιά.

Το υπερθαλάσσιο ύψος της λεκάνης: Το ύψος της βροχής και κατά συνέπεια η απορροή αυξάνουν με την αύξηση του υπερθαλάσσιου ύψους της λεκάνης, ενώ η θερμοκρασία του αέρα μειώνεται.

Η μορφή της λεκάνης: Η μορφή της λεκάνης επηρεάζει σημαντικά το χρόνο συγκέντρωσης του νερού σε αυτήν. Στρογγυλόμορφες λεκάνες οδηγούν σε γρήγορη

συγκέντρωση του νερού και επομένως σε μεγαλύτερες υδατοπαροχές. Αντίθετα επιμήκεις λεκάνες απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης του νερού και συνεπώς μικρότερες παροχές.

Η συγκρατητική ικανότητα της λεκάνης: Η υπόγεια αποθήκευση του νερού στη λεκάνη παίζει σημαντικό ρόλο καθώς και η παρουσία βλάστησης στο χώρο της εξαιτίας της υδατοσυγκρατητικής ικανότητας, της αύξησης του πορώδους και συνεπώς της διαπερατότητας του εδάφους. (Κωτούλας 1995)

Ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των τρεχόμενων νερών είναι η ροή προς μια και μοναδική κατεύθυνση. Η ταχύτητα ροής ποικίλλει και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι τόσο η μορφή και η κατάσταση του υποστρώματος κοίτης όσο και το μήκος και η κλίση του τρεχόμενου όγκου. Η ταχύτητα ροής μειώνεται όσο μεγαλώνει η απόσταση από τις πηγές προς το σημείο εκβολής του υδάτινου όγκου (Νεοφύτου 1990).

Η ξηρασία αποτελεί μια κατάσταση σημαντικής μείωσης των διαθέσιμων αποθεμάτων νερού (σε σύγκριση με μια φυσιολογική τιμή) για μεγάλο χρονικό διάστημα σε μια μεγάλη περιοχή και χαρακτηρίζεται από τρεις διαστάσεις: την ένταση, τη διάρκεια και τη χωρική επέκταση (Rossi 2000, Rossi et al. 1992). Τα δυσμενή φαινόμενα της ξηρασίας δρουν αθροιστικά ακόμα και μετά τη λήξη του φαινομένου και γι' αυτό χαρακτηρίζεται ως «υφέρπον φαινόμενο». (Tannehil, 1947), (Βροχίδου, 2009).

Όσο αναφορά το μέγεθος της πλημμύρας σχετίζεται με την ποσότητα και την ένταση σπάνιων μεγάλων και έντονων καταιγίδων. Η επικινδυνότητα μιας πλημμύρας εξαρτάται από τη χρήση της λεκάνης κατάκλυσης, το μέγεθος (βάθος και ταχύτητα νερού), τη συχνότητα της πλημμύρας, ο ρυθμός ανόδου και η διάρκεια της πλημμύρας, το βάρος των ιζημάτων που αποτίθενται κ.α. (Φυτανόγλου 2011)

Οι αδιαπέραστες επιφάνειες αυξάνουν τη συχνότητα και το μέγεθος των πλημμυρών (Levick et al. 2008)

Λόγω της μικρής επιφάνειας, που καταλαμβάνουν οι λεκάνες απορροής στα χειμαρρικά ρεύματα, η βροχή μπορεί να αναπτύξει μεγάλη ραγδιότητα, ιδιαίτερα όταν η διάρκειά της περιορίζεται. Γι' αυτό οι πλημμυρικές παροχές αυτών των ρευμάτων προέρχονται κατά κανόνα από καταιγίδες.

Το μέγεθος των πλημμυρικών παροχών εξαρτάται από τα παρακάτω γνωρίσματα της βροχής όπως:

Η ένταση και η διάρκεια της βροχής: Η βροχή με μεγάλη ένταση και μικρή διάρκεια προκαλεί έντονη αιχμή στην απορροή, σχηματίζει καμπύλες ανόδου και καθόδου στο υδρογράφημα που έχουν απότομες κλίσεις και περιορισμένη διάρκεια επιφανειακής απορροής. Βροχή του ίδιου ύψους με μικρή όμως ένταση και μεγάλη διάρκεια προκαλεί υδρογράφημα με χαμηλή αιχμή, καμπύλες ανόδου καθόδου με ήπιες κλίσεις και μεγαλύτερη διάρκεια επιφανειακής απορροής.

Η κατανομή της βροχής: Όταν η περισσότερη βροχή πέφτει το κάτω μέρος της λεκάνης, το υδρογράφημα αποκτάει έντονη μορφή και καμπύλες ανόδου καθόδου απότομες. Αντίθετα εάν η μάζα της βροχής πέφτει στο πάνω μέρος της, η μορφή του υδρογραφήματος θα είναι χαμηλότερη και ευρύτερη και οι καμπύλες θα έχουν ηπιότερες κλίσεις .

Η διεύθυνση της βροχής: Ιδιαίτερα στις στενόμακρες λεκάνες, βροχές κατευθυνόμενες από την έξοδό της (κοίτη εκκενώσεως) προς τα άνω (υψηλά τμήματα) δίνουν υδρογραφήματα με χαμηλότερη αιχμή και μεγαλύτερη διάρκεια σε σχέση με βροχές, που κατευθύνονται από τα υψηλότερα προς τα χαμηλά τμήματά τους.

Το είδος της βροχής: Βροχές από έντονα ανοδικά ρεύματα δίνουν σε μικρές λεκάνες, απορροές με υψηλότερες αιχμές, από ότι σε μεγάλες λεκάνες, διότι τέτοιες βροχές έχουν περιορισμένη έκταση. Αντίθετα κυκλωνικές βροχές σε συνδυασμό με ορογραφικές επιδράσεις μπορούν να δώσουν απορροές με υψηλές και παρατεταμένες αιχμές.

Τα υλικά από διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωλιθήσεις και γεωκατακρημνίσεις μεταφέρονται με την παρασυρτική δύναμη του νερού προς τις χαμηλότερες περιοχές. Εκεί επικρατούν μειωμένες κλίσεις, οι οποίες εξασθενίζουν την ένταση της δύναμης αυτής. Έτσι επέρχεται σταδιακά η απόθεση των υλικών. Με αυτό τον τρόπο ολοκληρώνεται το χειμαρρικό κύκλωμα: παράσυρση – μεταφορά- απόθεση υλικών.

Η γενική πορεία της στερεοπαραγωγής και κατά επέκταση της στερεομεταφοράς κατά τη διάρκεια της πλημμύρας χειμαρρικού ρεύματος είναι η εξής:

Όσο διαρκούν οι μικρές υδατοπαροχές, το νερό παρασύρει μόνο τα λεπτόκοκκα υλικά του πυθμένα, ενώ τα ογκοδέστερα παραμένουν σε αυτόν. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται στην επιφάνεια του κινητού πυθμένα ένα χοντρόκοκκο καλυπτήριο στρώμα, ανθεκτικό στη δράση του νερού. Κάτω από αυτόν τον πυθμένα υπάρχουν λεπτόκοκκες ευκίνητες μάζες φερτών υλών αναμιγμένες με χοντρά υλικά.

Εάν η υδατοπαροχή αυξηθεί και η παρασυρτική δύναμη του νερού γίνει επαρκής, απομακρύνεται το καλυπτήριο στρώμα και το ευκίνητο αρχικό μίγμα εκτίθεται στις επιθέσεις του νερού.

Κατά το χρόνο της μέγιστης παροχής η πορεία του ρεύματος παραμένει αμετάβλητη, τα νερά ρέουν παράλληλα με τις υπάρχουσες όχθες.

Μετά την πάροδο της πλημμυρικής αιχμής, δηλαδή όταν τα πλημμυρικά νερά αρχίζουν να ελαττώνονται, ενώ η παροχή εξακολουθεί ακόμη να είναι πολύ μεγάλη, φερτές ύλες του ρεύματος, κυρίως οι ογκοδέστερες, αποτίθενται στο μέσο της κοίτης, λόγω μικρής μείωσης της παρασυρτικής δύναμης του νερού. Τέτοια εμπόδια στον πυθμένα αναγκάζουν τα νερά να κινούνται μαιανδρικά, με αποτέλεσμα να προκαλούνται υποσκαφές και καταρρεύσεις πρανών με τις οποίες παράγονται μεγάλες ποσότητες στερεών υλικών. Κατά το στάδιο αυτό παρατηρείται η εντονότερη παραγωγή φερτών υλών.

Γενικά η απόθεση υλικών έχει ως εξής: Αρχικά αποτίθενται οι χοντροκοκκότερες, στη συνέχεια οι μέσες και τέλος οι λεπτότερες φερτές ύλες. (Κωτούλας, 1995)

Με την αύξηση της ροής λόγω της πλημμύρας λαμβάνουν χώρα αποθέσεις φερτών υλικών στα κατάντη του ρέματος που μπορούν να επηρεάσουν τη διατήρηση της οργανικής ύλης, για παράδειγμα με την ταφή του ξηροτάπητα. (Brinson et al 1995). Θαμμένη οργανική ύλη υποβάλλεται σε επεξεργασία και μετατρέπεται σε ίζημα στο ρέμα, καθιστώντας το διαθέσιμο για βιολογική πρόσληψη (Richardson et al. 2005).

Σημαντικό ρόλο στη διαχείριση και τον έλεγχο των πλημμυρών παίζει η παρόχθια ζώνη διότι διατηρεί τη θερμοκρασία εδάφους και αέρα σε μέτρια επίπεδα, σταθεροποιεί την κοίτη του ρέματος, συλλέγει τους σπόρους, παγιδεύει την ιλύ και αποτελεί οικότοπο διαφορετικών ειδών χλωρίδας και πανίδας. (Howe et al. 2008).

Αν και στο παρελθόν θεωρήθηκε ότι η απομάκρυνση της παρόχθιας βλάστησης θα αυξήσει τη ροή του ρέματος πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι σε ορισμένα σημεία, ανοιχτό νερό έχει υψηλότερες ετήσιες απώλειες από την εξάτμιση, παρά από τα παρόχθια δένδρα μέσω εξατμισοδιαπνοής. (Leenhouts et al. 2006).

Επίσης, τα μικρά ρέματα, όπου συγκαταλέγεται και το ρέμα της ‘Μπουρπουλήθρας’, το οποίο αποτελεί αντικείμενο της υπόψη διατριβής, παρέχουν υδρολογική διαθεσιμότητα μέσα σε μια ευρύτερη λεκάνη απορροής, Συνδέονται με μεγαλύτερα ρέματα και διευκολύνουν με αυτό τον τρόπο την κίνηση του νερού, τα ιζήματα, τα θρεπτικά συστατικά, τα συντρίμια, τα ψάρια, τα άγρια ζώα σε όλη τη λεκάνη απορροής. (Levick et al. 2008).

Αντίθετα, χαμηλές πλημμυρικές παροχές μειώνουν χρονικά και χωρικά την ετερογένεια των φυτικών ενδιαιτημάτων, με αποτέλεσμα την απώλεια της βιοποικιλότητας και την ομογενοποίηση της σύνθεσης της κοινότητας των φυτών και τη δομή. Δεδομένης της οικολογικής σημασίας των φυτικών κοινοτήτων στις παρόχθιες ζώνες υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις στη σταθεροποίηση της κοίτης του ρέματος και στα ενδιαιτήματα της άγριας ζωής. (Levick et al. 2008)

1.7.2 Άγρια πανίδα

Η ποικιλομορφία της άγριας πανίδας εξαρτάται από την παρόχθια ζώνη. Το παρόχθιο δάσος σκιάζει το νερό του ρέματος εμποδίζοντας την υδρόβια βλάστηση να αναπτυχτεί υπερβολικά και διατηρώντας χαμηλή τη θερμοκρασία του νερού. Το πιο κρύο νερό περιέχει περισσότερο οξυγόνο και είναι κατάλληλο για περισσότερα είδη υδρόβιων ζώων.

Η παρόχθια ζώνη αν και μικρή σε έκταση έχει δυσανάλογα πλούσια βιοποικιλότητα, επειδή συγκεντρώνει τόσο υδρόβια όσο και χερσαία είδη. Είναι οι φυσικοί διάδρομοι που ακολουθούν τα περισσότερα άγρια ζώα για να διασχίσουν τοπία αλλοιωμένα από τον άνθρωπο (Ζόγκαρης και συν. 2007).

Έτσι επιτρέπουν σε πολλά είδη να αποικίσουν νέους τόπους, να μεταναστεύσουν για να αποτραπούν εποχιακά δυσμενείς συνθήκες, να επαναποικιοποιήσουν ακατοίκητα μέρη οικοτόπου μετά από περιβαλλοντικές διαταραχές ή να μετατοπίσουν τη γεωγραφική εξάπλωση ενός είδους ως απάντηση στην παγκόσμια αλλαγή του κλίματος (Beir et al 2006).

Με τη δομική ποικιλομορφία (δέντρα διαφόρων ειδών και ηλικιών, ξέφωτα, ξηρά δέντρα κτλ.) που παρουσιάζει το παρόχθιο δάσος αποτελεί ιδανικό τόπο φωλεάσματος, ανάπαυσης και προστασίας από τα αρπακτικά, για τα άγρια ζώα και την ορνιθοπανίδα. (Ζόγκαρης και συν. 2007).

Μερικά φυσικά χαρακτηριστικά των ενδιαιτημάτων άγριας ζωής κατά μήκος των ρεμάτων περιλαμβάνουν τις καταθέσεις υλικών ποταμού (ιζήματα και συντρίμια), την παροχή σκιάς μέσω τοπογραφικού αναγλύφου, την παγίδευση υγρασίας και θρεπτικών ουσιών. (Levick et al. 2008)

Συχνά αυτά τα ρέματα μπορούν να διατηρήσουν το μόνο διαθέσιμο νερό στην περιοχή.

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μικρές πλημμύρες δημιουργούν έναν περισσότερο ή λιγότερο συνεχή διάδρομο νερού που επιτρέπει τη διασπορά των ερπετών και τα αμφίβια, τα οποία είναι ενεργά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Βροχές του χειμώνα δεν εξυπηρετούν την ίδια λειτουργία, δεδομένου ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες εμποδίζουν μεγάλη δραστηριότητα σε αμφίβια και σε ερπετά. Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει διασπορά γενετική ανταλλαγή μεταξύ των υποπληθυσμών που απομονώνονται για το μεγαλύτερο μέρος του έτους και επιτρέπει την επαναποικιοποίηση των τόπων όπου πληθυσμοί μπορούν να χαθούν λόγω ξηρασίας. (Levick et al. 2008)

1.8.3 Υδρόβιοι οργανισμοί

Οι χαμηλές παροχές επηρεάζουν τους υδάτινους οργανισμούς όταν προκαλέσουν πτώση ροής κάτω από το φυσιολογικό. Η πυκνότητα και η βιομάζα των μακροασπονδύλων μπορεί να ελαττωθούν μέχρι και 75% . Η αρχική απώλεια των μακροασπονδύλων είναι άμεση και αποδίδεται στην παράσυρση ως αντίδραση διαφυγής από συνθήκες λιγότερο ευνοϊκές. Οι παρατεταμένες χαμηλές ροές συνιστούν δυσμενείς συνθήκες για την αποίκηση. Έτσι δεν υπάρχει επαρκής τροφή για τις κοινότητες των ψαριών και ο αριθμός και η βιομάζα και η ποικιλότητά τους ελαττώνονται. (Μοντεσάντου 1999).

Σε άλλες περιπτώσεις παρατηρείται κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου, διάφορα είδη βενθικών ασπονδύλων μετακινούνται για να προστατευτούν βαθιά, μέσα στο ποτάμιο υπόστρωμα ή μέσα στη ζώνη υποεπιφανειακής ροής. (Σκουλικίδης και συν. 2009).

Έχει παρατηρηθεί σε μελέτες ότι κατά τη διάρκεια των ξηρασιών τα ψάρια ανταποκρίνονται στις δυσμενείς υδρολογικές συνθήκες, με το να αλλάζουν τα κανονικά πρότυπα χρήσεων των ενδιαιτημάτων τους, δηλαδή κατά την προσπάθειά τους να αναπνεύσουν, ψάρια τα οποία κανονικά ζουν σε βαθύτερα σημεία του ποταμού παρουσιάζουν την τάση να συγκεντρώνονται σε σημεία που διατηρείται η ροή στους ρηχούς υφάλους και στις μικρολίμνες. Ωστόσο η μείωση του βάθους στους ρηχούς υφάλους και τις μικρολίμνες έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη έκθεση των ψαριών που βρίσκονται σε ρηχά τμήματα στους ιπτάμενους θηρευτές και τη μειωμένη οξυγόνωση από το νερό, το οποίο εισέρχεται από τους ρηχούς υφάλους στις μικρολίμνες.

Η σημαντική μείωση παροχής μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αφθονίας των ειδών των ψαριών, με μεγάλο σωματικό μέγεθος ή σε μείωση της αφθονίας των μεγαλόσωμων ατόμων κάθε ιχθυοπληθυσμού (Σκουλικίδης και συν 2008).

Επίσης οι χαμηλές παροχές αποθαρρύνουν τα ώριμα ψάρια να φτάσουν στις θέσεις αναπαραγωγής (Νεοφύτου 1990).

Τόσο η συμπίεση του υποστρώματος όσο και η εναπόθεση λεπτών ιζημάτων μπορεί να μειώσει την κυκλοφορία οξυγόνου εντός του υποστρώματος (Bescheta & Jackson 1979), με αποτέλεσμα τις άμεσες συνέπειες για κάθε είδος το οποίο γεννά σε αυτές τις επιφάνειες ή τα χρησιμοποιεί για την κάλυψη (Ozborn 2007).

Αντίθετα οι περιοδικές πλημμύρες, που αλλάζουν τη μορφή της κοίτης του δάσους, παρασύροντας δέντρα και δημιουργώντας μικρά φράγματα από σφηνωμένους κορμούς. Τα φράγματα παγιδεύουν φερτά υλικά (φύλλα, λάσπη, πέτρες) και ρυθμίζουν τη ροή του νερού, οι σφηνωμένοι κορμοί και οι λιμνούλες που σχηματίζονται προσφέρουν καταφύγιο σε ασπόνδυλα και ψάρια, ενώ οι μικροί καταρράκτες οξυγονώνουν το νερό.

Έτσι δημιουργείται ασφαλής τόπος αναπαραγωγής για τα ψάρια.

Το οργανικό υλικό που καταλήγει στον ποταμό (νεκρά φύλλα, έντομα που πέφτουν από τα κλαδιά, νεκρά κλαδιά και ρίζες κ.λπ.), συχνά αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος των διαθέσιμων στην υδρόβια ζωή θρεπτικών ουσιών. Μικροοργανισμοί και υδρόβια ασπόνδυλα αποσυνθέτουν και καταβροχθίζουν με διαφορετικό ρυθμό τα φύλλα του κάθε είδους, οπότε υπάρχει τροφή στο ποτάμι για πολλούς μήνες (Ζόγκαρης και συν 2007).

Επίσης, τα φυσικά εμπόδια δεν αφήνουν τα ανεπιθύμητα αρπακτικά ψάρια να φτάσουν στα ανάντη των τρεχούμενων νερών.

Η αυξημένη ροή βοηθά να απομακρυνθούν τα αιωρούμενα λεπτόκοκκα υλικά και τα κατάλοιπα της διάβρωσης που εμποδίζουν την κίνηση του νερού μέσα από τις πέτρες, με αποτέλεσμα να μην εξασφαλίζεται επαρκής οξυγόνωση του νερού η οποία είναι απαραίτητη για την επιβίωση των ιχθυδίων. (Νεοφύτου 1990).

Αξίζει να σημειωθεί, τα ιθαγενή είδη ψαριών τείνουν να είναι προσαρμοσμένα στα τοπικά καθεστάτα διαταραχή (Meffe & Minckley 1987) μπορούν να ανακτήσουν γρηγορότερα ή να επηρεαστούν λιγότερο από διαταραχές από τα εξωτικά είδη. Επίσης είναι προσαρμοσμένα στα τοπικά πλημμυρικά φαινόμενα και πολλές φορές αυξάνεται ο πληθυσμός τους. (Ozborn 2007).

Στο υπό μελέτη ρέμα της ‘Μπουρμπουλήθρας’, στην ιχθυοπανίδα κυριαρχεί το είδος της **μπριάνας**, (*Barbus spp*). Παρακάτω παρατίθενται χαρακτηριστικά αυτού του είδους:

Περιγραφή

Η μπριάνα έχει σώμα επίμηκες με τη ράχη κάπως κυρτή. Το ουραίο πτερύγιο είναι ισόλοβο, εγκοιλωμένο με μεγάλο και λεπτό ουραίο μίσχο. Φέρει δύο ζεύγη μυστάκων, από τα οποία τα προς τη γωνία των χειλιών είναι μεγαλύτερο. Το πλάτος της βάσης του ραχιαίου και εδρικού πτερυγίου είναι μικρό ενώ το μήκος τους είναι μεγάλο και ειδικά το εδρικό πτερύγιο έχει τις μπροστινές (προς το κεφάλι) εξωτερικές ακτίνες μεγαλύτερες. Τα λέπια είναι μετρίου μεγέθους, χαλαρά προσαρμοσμένα στο σώμα και ο αριθμός τους κατά μήκος της πλευρικής γραμμής είναι 48-55. Τα φαρυγγικά δόντια βρίσκονται σε τρεις σειρές και έχουν τύπο 5+3+2:2+3+5.

Το μέγιστο μήκος που πετυχαίνεται από το είδος αυτό είναι 35-50 cm με μέσο 25 cm και βάρος 150-400 g.

Χρωματισμός

Ο χρωματισμός της ραχιαίας περιοχής είναι πρασινοκαστανός, υποκίτρινος στις πλευρές, ανοιχτός κρεμώδης στην κοιλιακή περιοχή, με ή χωρίς σκούρες κάθετες λωρίδες στο πάνω τμήμα των πλευρών και της ράχης. Το ραχιαίο και ουραίο πτερύγιο φέρουν σκούρα στίγματα, ενώ τα άλλα πτερύγια έχουν υποκίτρινο χρωματισμό.

Βιότοπος

Είναι είδος που ζει σε λίμνες και τρεχούμενα νερά με μέτρια ταχύτητα ροής, τόσο των ποταμών όσο και των ρεμάτων και μπορεί να φτάσει μέχρι τη ζώνη της πέστροφας. Δεν είναι μεταναστευτικό είδος. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα εισέρχεται στα βαθύτερα μέρη των ποταμών και των ρεμάτων, σε κρύπτες των οχθών και κάτω από πέτρες, όπου περνά ένα είδος χειμérias νάρκης. Προτιμά πολύ τις όχθες όταν υπάρχει βλάστηση ή ρίζες δέντρων.

Τροφή

Το διαιτολόγιό της αποτελείται από διάφορα μικρά ασπόνδυλα και φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς.

Αναπαραγωγή

Η αναπαραγωγική περίοδος του είδους αυτού είναι Μάιο – Ιούλιο και ωτοκεί σε ρηχούς πετρώδεις πυθμένες. Γεννητικά ωριμάζουν όταν αποκτήσουν μήκος 12-13cm δηλαδή το δεύτερο χρόνο της ηλικίας τους. Τα αρσενικά κατά την αναπαραγωγική περίοδο αναπτύσσουν άσπρα φυμάτια στην κεφαλή και στη ραχιαία περιοχή. Ο αριθμός των αυγών κυμαίνεται από 115.000 μέχρι 125.000 ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους, η διάμετρός του είναι 1,4 -1,8 mm και ο χρωματισμός υποκίτρινος. Τα αυγά κατά την ωτοκία είτε προσκολλώνται στις πέτρες του πυθμένα ή εισέρχονται μεταξύ αυτών και εκκολάπτονται μετά από 10-15 μέρες σε θερμοκρασία νερού 15-18 βαθμούς Κελσίου.

Γεωγραφική εξάπλωση

Το είδος αυτό εκτείνεται σε όλη τη Νότια και Ανατολική Ευρώπη όπου σχηματίζει πολλά υποείδη.

Στη χώρα μας συναντάται σε όλα τα ποτάμια συμπλέγματα. Ο Economidis (1989) αναφέρει ότι στην Ελλάδα υπάρχουν τα παρακάτω ποταμολιμνοφιλιτικά και ρεοφιλιτικά είδη του γένους *barbus*:

- *Barbus albanicus* Steindachner 1870
- *Barbus graecus* Steindachner 1895
- *Barbus barbus* Linnaeus 1758
- *Barbus euboicus* Stephanidis 1950
- *Barbus peloponesius* Valenciennes 1842
- *Barbus cyclolepis* Heckel 1837
- *Barbus prepensis* S.L. Karaman 1924 (Νεοφύτου 1990)

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Περιοχή έρευνας

2.1.1 Γεωγραφική θέση , όρια και διοικητική υπαγωγή

Το ρέμα "Μπουρμπουλήθρα" ορίζεται :

- Βόρεια : Από το Δημόσιο Δάσος Μαυροβουνίου και το Κοινοτικό Σκήτης
- Ανατολικά: Με το Αιγαίο Πέλαγος και την περιοχή οικισμού Κάτω Πολυδενδρίου.
- Νότια: Από το Δημόσιο Δάσος Πολυδενδρίου
- Δυτικά: Με το Δημόσιο Δάσος Μαυροβουνίου και την τοπική κοινότητα Ελάφου.

Όσο αναφορά τη γεωγραφική θέση του ρέματος, ότι βρίσκεται νοτιοανατολικά της Αγιάς και σε μέση απόσταση από αυτή μέσω Αγιοκάμπου και Σκήτης 30 περίπου χιλιόμετρα. Από τη Λάρισα απέχει 65 km.

Επίσης, το ρέμα αυτό περικλείεται από τις παρακάτω γεωγραφικές συντεταγμένες:

Βόρειου Γεωγραφικού πλάτους	από	39° 36' 35''
	έως	39° 41' 05''
Ανατολικού Γεωγραφικού μήκους	από	0° 49' 12''
	έως	0° 55' 12''

Το ρέμα υπάγεται :

Διοικητικά: Στο Δήμο Αγιάς, Δ.Ε. Μελιβοΐας. Τ.Κ. Σκήτης.

Δασικά: Στο Δασαρχείο Αγιάς, στη Δ/ση Δασών Νομού Λάρισας, στη Δ/ση Συντονισμού και Επιθεώρησης Δασών Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας.

Καθεστώς ιδιοκτησίας

Όπως όλα τα ρέματα ανήκουν στο Ελληνικό Δημόσιο.

2.1.2 Περιγραφή του ρέματος «Μπουρμουλήθρα» - Οριοθέτηση

Η περιοχή μελέτης αποτελεί ορεινή - ημιορεινή περιοχή, η οποία παρεμβάλλεται μεταξύ των ορεινών όγκων του Δημόσιου Δάσους Μαυροβουνίου προς το Βορρά και του Δημόσιου Δάσους Πολυδενδρίου προς το νότο. Στα δυτικά συνορεύει με τα διοικητικά όρια των Τοπικών Κοινοτήτων Σκήτης και Ποταμιάς και ανατολικά με το Αιγαίο πέλαγος. Ορίζεται από τα όρια των Τοπικών Κοινοτήτων Σκήτης και Ποταμιάς της Δημοτικής Ενότητας Μελιβοΐας και Δημοτικής Ενότητας Αγιάς, του Δήμου Αγιάς, της Περιφερειακής Ενότητας (Π.Ε.) Λάρισας.

Η περιοχή λόγω μορφολογίας και θέσης, χαρακτηρίζεται από πολυποικιλότητα, με ορεινά χωριά, δάση οξυάς και δρυός, καστανοφυτείες στα ψηλότερα υψόμετρα, που διαδέχονται περιβόλια και οπωρώνες, καθώς και εκτεταμένες αμμώδεις παραλίες και μικρότερους προφυλαγμένους κόλπους στα ανατολικά παράλια.

Η υδρολογική λεκάνη του ρέματος ‘Μπουρμουλήθρα’ περιλαμβάνει μια πολύπτυχη κλιτύ βορειοανατολικού προσανατολισμού, η οποία αρχίζει από την κορυφή ‘Μαυροβούνι’ (τριγωνομετρικό σημείο 1053 m), θέση Σκούτελη, κατέρχεται βορειοανατολικά με τρία υπορέματα (Καρυάς, Γάβρος, Σοφράς) σε παράλληλη διάταξη μέχρι τη συμβολή τους στην κεντρική κοίτη του υπό μελέτη ρέματος (Εικ. 1). Η λεκάνη απορροής μεταφέρει τις απορροές των εκατέρωθεν ορεινών όγκων προς το ρέμα

Μπουρμπουλήθρα, το οποίο ακολουθεί προς τα κατάντη και εκβάλλει στο Αιγαίο Πέλαγος.



Εικόνα 1 : Τα τρία (3) υπορέματα του ρέματος Μπουρμπουλήθρας

Νομικό καθεστώς

Η περιοχή μελέτης, ως δασική περιοχή, προστατεύεται και υφίσταται διαχείριση με βάση τη Δασική Νομοθεσία. Επιπρόσθετα, προστατεύεται πολλαπλά από διεθνείς συμβάσεις, κοινοτικές οδηγίες και την εθνική νομοθεσία για την προστασία της φύσης.

Το νομικό καθεστώς προστασίας της περιοχής μελέτης παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

2.1.2.1 Φυσικό περιβάλλον

2.1.2.1.1 Γεωλογία

Πίνακας 1: Νομικό καθεστώς προστασίας της περιοχής μελέτης

Καθεστώς προστασίας & Ονομασία περιοχής	Σχετικό νομικό κείμενο
Δασική Νομοθεσία	Ν. 998/79 «Περί προστασίας δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της χώρας»
Δασική Νομοθεσία	Ν.Δ.86/69 «Δασικός κώδικας» και παράγωγο δίκαιο
Φύση NATURA 2000 «Κάρλα - Μαυροβούνι - Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου», κωδικός GR1420004	Οδηγία 92/43/ΕΟΚ για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας
Ζώνη Ειδικής προστασίας (Ζ.Ε.Π.) «Όρος Μαυροβούν» κωδικός GR1420006	Οδηγία 147/2009/ΕΚ

Όλος ο ορεινός όγκος του Μαυροβουνίου και κατά συνέπεια η υπό μελέτη περιοχή του ρέματος ανήκει στην κρυσταλλοπαγή μάζα της πελαγονικής ζώνης της οροσειράς Βερμίου, Ολύμπου, Όσσας, Μαυροβουνίου, Πηλίου και Βόρειας Εύβοιας με μεταμορφωμένα πετρώματα (Μάρμαρα, Γνεύσιοι, Γνευσιοσχιστόλιθοι και μεταμορφωμένα βασικά πετρώματα). Μικρότερα τμήματα καλύπτονται από αλλούβια, κώνους αποθέσεων και τριτογενείς αποθέσεις.

Τα μάρμαρα απαντώνται τόσο στα νότια όρια, όσο και στα βόρεια της περιοχής που καταλαμβάνει το σύμπλεγμα των δημοσίων δασών Μαυροβουνίου. Στα νότια της περιοχής (όρια με Νομό Μαγνησίας) είναι μεσοστρωματώδη, κατά θέσεις παχυστρωματώδη ως άτρωτα, έντονα καρστικά κυανότεφρα ως μελανότεφρα, με παρεμβολές δολομιτικών μαρμάρων και κρυσταλλικών δολομιτών κυρίως στα κατώτερα μέλη τους. Στα ανώτερα μέλη τους είναι επί το πλείστον, λεπτοστρωματώδη, τεφρά αποχωρισμένα σε πλάκες. Στο βόρειο τμήμα της περιοχής εμφανίζονται τα μάρμαρα "Αγιάς", τα οποία είναι τεφρόλευκα, κατά θέσεις λευκά, μεσοστρωματώδη που εξελίσσονται προς τα πάνω σε άστρωτα, έντονα τεκτονισμένα και καρστικοποιημένα, με μέγιστο πάχος 250 m. Από την πλούσια πανίδα Ρουδιτών που βρέθηκαν στη βάση τους κατατάσσονται στο Ανώτερο Κρητιδικό.

Στο κεντρικό τμήμα της περιοχής επικρατούν οι γνευσιοσχιστόλιθοι του Νεοπαλαιοζωϊκού – Κατώτερου – Μέσου Τριαδικού με κύρια ορυκτολογικά συστατικά μαρμαρυγίες (μοσχοβίτης, φεγγίτης, υδρομοσχοβίτης), χλωρίτη, αστρίους (ορθόκλαστο και όξινα πλαγιόκλαστα), αμφιβόλους (ακτινόλιθους), ασβεστίτη και επίδοτα. Προς τα νοτιότερα όρια της περιοχής αυτής κατά θέσεις μέσα στα μάρμαρα επικρατούν γνευσιοσχιστόλιθοι του ανώτερου Ιουρασικού. Έχουν πάχος που κατά θέσεις υπερβαίνει τα 200 m. Είναι πετρώματα λευκοκρατικά ως μεσοκρατικά, υποπράσινα, με υφή προσανατολισμένη σχιστώδη και κατά θέσεις έντονα πτυχωμένη. Τα κύρια ορυκτολογικά χαρακτηριστικά τους είναι μαρμαρυγίες (μοσχοβίτης, βιοτίτης), χαλαζίας και άστριοι, ενώ σε μικρότερη αναλογία συμμετέχουν αμφίβολοι και χλωρίτης. (Σούλιος 1992)

2.1.2.1.2 Τεκτονική ανάλυση

Η περιοχή Ολύμπου – Κάτω Ολύμπου – Όσσας - Μαυροβουνίου αποτελεί σήμερα ενεργή γεωδυναμικά περιοχή που έχει άμεση σχέση με ένα αυτόχθονα ανθρακικό κυρίως πυρήνα στον άξονα Ολύμπου – Όσσας κάτω από τους σχηματισμούς των καλυμμάτων (Πελαγονικής και Αμπελακίων) που στην ευρύτερη περιοχή, βόρεια, δυτικά και νότια, παίρνουν μεγάλη έκταση και πάχος.

2.1.2.1.3 Υδρολογία – Υδρογεωλογία

Η Πελαγονική παρουσιάζει μεγάλη λιθολογική ποικιλία των σχηματισμών που τη συγκροτούν έτσι που να διαμορφώνονται τοπικά διαφορετικές υδρογεωλογικές συνθήκες, οι οποίες έχουν άμεση σχέση, κυρίως με τη δομή και το πάχος τους, την τεκτονική καταπόνηση, κύρια με την παρουσία ανθρακικών πετρωμάτων, ως ενστρώσεις και φακούς στους μεταμορφωμένους σχηματισμούς.

Γνεύσιοι και σχιστόλιθοι (Παλαιοζωϊκό υπόβαθρο και Νεοπαλαιοζωϊκοί – Μεσοτριάδικοί σχηματισμοί)

Τα γνευσιακά, γνευσιοσχιστολιθικά και σχιστολιθικά πετρώματα τα οποία καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση της Πελαγονικής στο Μαυροβούνι χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους ως ημιπερατοί σχηματισμοί. Ο χαρακτηρισμός αυτός είναι σε άμεση συνάρτηση της πυκνότητας και συχνότητας των εκπεφρασμένων και ανοικτών συστημάτων διάρρηξης που παρουσιάζουν. Το νερό που κατεισδύει, ακολουθεί τη μορφολογία και σχεδόν στο σύνολό του τροφοδοτεί πλευρικά τους μεταλλικούς σχηματισμούς των λεκανών.

Σε ζώνες έντονης διάρρηξης έχουμε επιλεκτική κίνηση του νερού κατά τη διεύθυνση της, δημιουργώντας τοπικά μεγάλου υδρογεωλογικού ενδιαφέροντος θέσεις. Οι θέσεις αυτές έχουν άμεση σχέση και με υπόγειο εμπλουτισμό τους από ανθρακικούς γενικά σχηματισμούς.

Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Μεσοανωτριάδικοί - Ανωιουρασικοί.

Οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι έως μάρμαρα, που στην περιοχή μελέτης αναπτύσσονται κυρίως στο Μαυροβούνι, είναι καρστικοί, μικρής γενικά υδατοαποθηκευτικής ικανότητας εξαιτίας του μικρού όγκου τους και δίνουν μόνο μικρές πηγές επαφής με τους υποκείμενους ημιπερατούς σχηματισμούς.

Σχηματισμοί του Προανωκρητιδικού τεκτονικού καλύμματος – Οφιόλιθοι

Οι σχηματισμοί αυτοί με εξαίρεση τις υπερβασικές μάζες, αποτελούν υδατοστεγείς έως ημιπερατούς σχηματισμούς εκεί όπου έχουμε κυρίως μετά – γάβρους και μεταβασάλτες, οι οποίοι παρουσιάζουν αυξημένο δευτερογενές πορώδες.

Οι υπερβασικές μάζες αποτελούν ικανές υπόγειες υδαταποθήκες, κυρίως εξαιτίας του υψηλού δευτερογενούς πορώδους τους, εκεί όπου έχουμε ευνοϊκή δομή

(συγκλινική με αμφίπλευρη κεντρική βύθιση του άξονα). Το υπόβαθρό τους, κατά το πλείστον είναι στεγανοί οφιολιθικοί σχηματισμοί ή σχιστοποιημένες από τεκτονική ζώνες σερπεντινίτη. Οι πηγές οι οποίες συνδέονται με αυτές τις υδρογεωλογικές συνθήκες παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση παροχής η οποία έχει άμεση σχέση με την έκταση και το πάχος των υπερβασικών μαζών.

Μεταλλικοί σχηματισμοί

Τεταρτογενείς σχηματισμοί και αποθέσεις

Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί και αποθέσεις που ενδιαφέρουν τη μελέτη αυτή έχουν σχέση με τις ορεινές λεκάνες, τις κρασπεδικές περιοχές των ορεινών όγκων και τους δελταϊκούς σχηματισμούς του Πηνειού ποταμού.

Το νερό διακινείται στα ανώτερα στρώματα μέσα στις Τεταρτογενείς αποθέσεις και τον ελουβιακό μανδύα δημιουργώντας τοπικές συνθήκες φρεατικού νερού το οποίο εκτονώνεται μέσα από μικρής παροχής πηγές.

Ομάδα III

Οι πηγές αυτές (>60) αναπτύσσονται κυρίως στα ανατολικά πρηνή του Κάτω Ολύμπου, στα ανατολικά και νοτιοανατολικά της Όσσας και στα βόρεια και βορειοανατολικά του Μαυροβουνίου, όπου και απαντώνται περισσότερες εκτεταμένες μάζες Ανωκρητιδικών ανθρακικών. Πρόκειται κυρίως για πηγές επαφής με περιορισμένη δυναμικότητα. Σημαντικό ρόλο παίζει ο εμπλουτισμός του υπόγειου νερού μέσα από ζώνες έντονης διάρρηξης, από τους υπόλοιπους μεταμορφωμένους σχηματισμούς των καλυμμάτων. Η παρουσία έντονων λεπιώσεων μεταξύ οφιολίθων και Ανωκρητιδικών ασβεστόλιθων, δημιουργεί τοπικά ιδιόρρυθμες συνθήκες με δημιουργία εγκλωβισμένων υδαταποθηκών στα ανθρακικά μέλη. (Σούλιος 1992)

Έδαφος

Στην περιοχή μελέτης τα εδάφη είναι κατά κανόνα αυτόχθονα, εμπλουτισμένα με προϊόντα αποσύνθεσης των οργανικών υπολειμμάτων της υπάρχουσας βλάστησης. Κατά συνέπεια, ανάλογα με το μητρικό πέτρωμα και την επικρατούσα βλάστηση, συναντάται ποικιλία εδαφών, με κυρίαρχες όμως δύο κατηγορίες, τα εδάφη επί μαρμάρων και τα εδάφη επί γνευσίων και σχιστολίθων.

Όπου επικρατούν οι γνεύσιοι και οι γνευσιοσχιστόλιθοι τα εδάφη είναι του τύπου των γκριζο-ορφνών δασικών εδαφών. Πρόκειται για εδάφη ελαφριάς ως μέσης μηχανικής σύστασης, ανάλογα με το μητρικό πέτρωμα. Αυτά που εδράζονται σε γνεύσιους είναι σχετικά ελαφρότερα αμμώδη ως πηλοαμμώδη, σχετικά πλούσια σε βάσεις των στοιχείων Ca, Mg, K, ιδιαίτερα στους ορυκτούς ορίζοντες, ενώ αυτά που προέρχονται από γνευσιοσχιστόλιθους είναι περισσότερο βαριά εδάφη, με πηλοαμμώδη ως πηλώδη μηχανική σύσταση, φτωχότερα σε βάσεις των ανωτέρω στοιχείων. Γενικά ανάλογα και με τους λοιπούς καθοριστικούς παράγοντες (κάλυψη, έκθεση, κλίση, ανθρωπογενής επίδραση κ.λπ.), τα εδάφη αυτά παρουσιάζουν ποικιλία ως προς το βάθος τους. Είναι βαθιά ως πολύ βαθιά στις ήπιες – μέτριες κλίσεις, δασοσκεπείς επιφάνειες, προσβόρειες εκθέσεις, με πλήρη κατατομή (A,B,C ορίζοντες), λιγότερο βαθιά σε προσνότες εκθέσεις, με ισχυρότερες κλίσεις, όπου μπορεί να απουσιάζει κάποιος ορίζοντας. Γενικά πρόκειται για γόνιμα εδάφη, χαλαρά, καλά αεριζόμενα, δροσερά κατά θέσεις ύψυγα ως υγρά, με ορίζοντα A σχετικά βαθύ, χαλαρό πλούσιο σε χουμικά συστατικά, ιδιαίτερα κάτω από πυκνές συστάδες οξυάς και καστανιάς. Ο βαθμός αντίδρασης αυτών των εδαφών (PH) είναι μάλλον όξινος, με συσσώρευση οξειδίων σιδήρου στον ορίζοντα B, μέχρι του σημείου που διασπώνται τα ανόργανα κολλοειδή, χωρίς τα προϊόντα αυτής της διάσπασης να εκπλύνονται. Σε αυτούς τους τύπους των εδαφών η βιολογική δραστηριότητα είναι έντονη, με σχετικά μεγάλη

ταχύτητα αποσάρθρωσης των οργανικών υπολειμμάτων και παραγόμενος χούμος είναι τύπου Mull. Σε εκτεθειμένες όμως ράχες και τους υποβαθμισμένους, κυρίως εξαιτίας της έντονης ανθρωπογενούς επίδρασης, τόπους ισχυρών κλίσεων και προσνότιων εκθέσεων, τα εδάφη είναι φτωχότερα, μικρότερου βάθους ως και αβαθή επιφανειακά.

2.1.2.1.4 Κλιματικές συνθήκες

Σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης αλλά και γύρω από αυτή δεν υπάρχει εγκατεστημένος Μετεωρολογικός Σταθμός (Μ.Σ.), από τις παρατηρήσεις του οποίου θα ήταν δυνατός ο ακριβής προσδιορισμός των τοπικών κλιματικών συνθηκών.

Για την απεικόνιση των κλιματικών συνθηκών ελήφθησαν υπόψη τα στοιχεία μιας δεκαετίας (2002-2011) παρατηρήσεων των Μετεωρολογικών Σταθμών Ελάφου, Σπηλιάς, Σωτηρίου και Μακρυνίτσας,

2.1.2.1.5 Βλάστηση

Περιγραφή δασικής βλάστησης και τύποι οικοτόπων της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ

Στη μελετώμενη περιοχή διακρίνουμε τις παρακάτω φυτοκοινωνικές διαπλάσεις:

A) Η διάπλαση των αείφυλλων σκληρόφυλλων πλατύφυλλων (*DURISILVAE*)

B) Η διάπλαση των φυλλοβολλούντων, κατά το χειμώνα, πλατύφυλλων (*AESTATISILVAE*)

Γ) Η διάπλαση των παραποτάμιων δασών (*FLUVISILVAE*)

Δ) Η διάπλαση των κωνοφόρων (*CONISILVAE*)

Η διάκριση αυτής της βλάστησης στις παραπάνω διαπλάσεις, βασίζεται, σε φυσιογνωμικά κριτήρια, βοηθώντας σε μια γενική επισκόπηση των συνθηκών της

βλάστησης της περιοχής, χωρίς να επιτρέπει τη βαθύτερη σπουδή των τοπικών συνθηκών (περιβάλλοντος).

Περισσότερο ακριβής θεωρείται η διάκριση της βλάστησης σε ζώνες βλάστησης, όπως αυτές διακρίνονται και περιγράφονται στη χώρα μας από τον κ. Σπύρο Ντάφη . Οι ζώνες αυτές, που διαμορφώθηκαν με βάση τους παράγοντες: χλωρίδα, κλίμα, ορογραφική διαμόρφωση, γεωλογική – πετρογραφική σύνθεση και ιστορία, διακρίνονται μεταξύ τους χλωριτικά, οικολογικά και φυσιολογικά, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα όριά τους δεν συμπλέκονται αρκετές φορές.

Έτσι στην υπό μελέτη περιοχή διακρίνεται:

A) Ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia ilicis*, παραλιακή, λοφώδης & υποορεινή)

Στη ζώνη αυτή απαντώνται οι οικοτόποι του πουρναριού – *Quercus coccifera*, της αριάς *Quercus ilex* και της κουμαριάς – *Arbutus unedo*.

Ο οικοτόπος της *Quercus ilex* που ανήκει στην υποζώνη *Quercion ilicis* , καταλαμβάνει τις υγρότερες θέσεις που προσβλέπουν προς το Αιγαίο και παρουσιάζεται σταθερά σε μίξη με το φράξο – *Fraxinus ornus*, σχηματίζοντας τον δεύτερο αυξητικό χώρο του *ORNO- Quercetum ilicis*. Στην ίδια περιοχή συνήθως σε εδάφη χωρίς ενεργό αναθρακικό ασβέστιο, εμφανίζονται θαμνώνες με *Arbutus unedo*, συνήθως σε μίξη με *Quercus ilex*, σχηματίζοντας τον δεύτερο αυξητικό χώρο αυτής της υποζώνης (*Quercion ilicis*) τον *Adrachno – Quercetum ilicis*. Οι θαμνώνες του *Quercus coccifera*, ανήκουν στον αυξητικό χώρο του *Quercetum cocciferae* ή *Cocciferatum*, που είναι δυνατόν να ενταχθεί είτε στην υποζώνη *Ostryo – Carpinion* της παραμεσογειακής ζώνης βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*).

B) Παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pybescentis*, λοφώδης, υποορεινή)

Η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται από ηπειρωτικό κλίμα, με δριμείς χειμώνες, αρκετά μεγάλο ύψος βροχοπτώσεων, αλλά και με ξηρή περίοδο χαρακτηριστική. Οι θερμοκρασίες κατεβαίνουν το χειμώνα συχνά κάτω του μηδενός και το χιόνι διαρκεί μερικές εβδομάδες.

Στην ζώνη αυτή απαντώνται συστάδες κυρίως της πλατυφύλλου δρυός (*Quercus conferta*), της απόδισκου δρυός (*Quercus sessiliflora*), της χνοώδους δρυός (*Quercus pubescens*), της καστανιάς (*Castanea sativa*) η οποία εμφανίζεται τοπικά και του γαύρου (*Carpinus orientalis*) που εμφανίζεται σε μίξη με άλλα είδη. Ανήκουν δηλαδή στα δάση των φυλλοβόλων δρυών και άλλων πλατύφυλλων και ιδιαίτερα αντιστοιχούν στην υποζώνη *Quercion confertatae*. Η υποζώνη αυτή στις μεν δυτικές πλαγιές, όπου επικρατούν ξηρότερες συνθήκες βρίσκεται πάνω από τον αυξητικό χώρο του *Cocciferetum*, που για αυτή μάλλον οικολογικά ανήκει στην υποζώνη *Ostrygo – Carpinion* και κατά συνέπεια έχουμε ξηροφυτική διαδοχή, ενώ στις υγρότερες και δροσερότερες ανατολικές περιοχές βρίσκεται πάνω από την ευμεσογειακή βλάστηση (υγροφυτική διαδοχή).

Η πλατύφυλλος δρυς – *Quercus conferta* είναι συχνότερα απαντώμενο είδος στη μελετώμενη περιοχή. Καταλαμβάνει συνήθως ξηρούς σταθμούς του αυξητικού χώρου *Quercetum confertae* της υποζώνης *Quercion confertae* (ξηρόφιλων φυλλοβόλων δρυών). Συγκροτεί αμιγείς ή μικτές συστάδες με την απόδισκο και χνοώδη δρυ, όπως και με κύρια άλλα ή δευτερεύοντα δασοπονικά είδη και εξαπλώνεται από υπερθαλάσσιο ύψος 400 m μέχρι τα 1040 m. Στα χαμηλότερα υψόμετρα συναντάται συνήθως στις βόρειες πλαγιές και από 700 m και πάνω σε νότιες.

Η χνοώδης δρυς – *Quercus pubescens* απαντάται σε ξηρότερους σταθμούς από την *Quercus conferta* σε μίξη κατ'άτομο ή συδενδρίες με αυτή ή με αείφυλλα πλατύφυλλα.

Η απόδισκος δρυς - *Quercus sessiflora* αποτελεί είδος που έχει συγγένεια με μεσευρωπαϊκούς οικοτόπους και αποτελεί ενδιάμεσο σταθμό (αυξητικός χώρος του *Quercetum montanum*) μεταξύ πλατύφυλλου δρυός και οξυάς με την οποία συναντάται σε μίξη από τα 700 m και άνω.

Η καστανιά – *Castanea sativa* που συναντάται στις ανατολικές κυρίως πλαγιές από υψόμετρο 300- 400 m μέχρι τις ψηλότερες θέσεις, σε μίξη κατ' άτομο, συδενδρίες ομάδες και λόχμες με τα αείφυλλα πλατύφυλλα, τη δρυ και την οξυά, προσαρμόζεται περισσότερο στο οικολογικό περιβάλλον της υποζώνης *Quercion confertae*. Οι συστάδες καστανιάς που επικρατούν κατά τόπους καλλιεργούνται από παλαιωτάτων χρόνων δενδροκομικά σαν καστανεώνες και είναι αμφίβολο εάν είναι αυτοφυείς.

Γ) Ζώνη δασών οξυάς – ελάτης και ορεινών παραμεσογείων κωνοφόρων (*Fagetalia*, ορεινή – υπαλπική)

Η ζώνη αυτή φέρει τη σφραγίδα και το χαρακτήρα της ψυχρής υγρόφιλης μεσευρωπαϊκής βλάστησης. 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 στους 1-1 ½ .

Στη ζώνη αυτή και ειδικότερα στη υποζώνη *Fagion moesiaca* απαντώνται συστάδες οξυάς (*Fagus sylvatica*) αμιγείς ή σε μίξη με *Quercus confertae*, που καταλαμβάνουν τον αυξητικό χώρο *Fagetum moesiaca*. Σε μεγαλύτερα υψόμετρα και σε προσβόρειες, υγρές – σκιερές θέσεις εμφανίζεται αμιγής, όπου κατέρχεται μέχρι το

υψόμετρο των 400 m., ενώ σε θερμότερες, λιγότερο δροσερές θέσεις και σε βορειοανατολικές εκθέσεις μειγνύεται σε διάφορο βαθμό, ανάλογα με το οικολογικό περιβάλλον με τη δρυ.

Η ανωτέρω διάκριση ταξινόμηση της βλάστησης με ζώνες, όπου αυτή βρίσκεται συνήθως σε ισορροπία με τις εδαφικές και βιοκλιματικές συνθήκες χαρακτηρίζεται και ως **ζωνική βλάστηση**. Ωστόσο η εγκατάστασή της δεν είναι δυνατή σε σταθμούς που παρουσιάζουν ακραίες συνθήκες, όπου δηλαδή τοπικά ξεχωρίζει η σημασία ενός παράγοντα του περιβάλλοντος (π.χ. υπερβολική υγρασία, ξηρασία, συχνή κατάκλιση από νερό, εδάφη πάρα πολύ φτωχά σε θρεπτικές ουσίες κ.λπ.). Στις περιπτώσεις αυτές εμφανίζονται αζωνικές φυτοκοινωνίες, που δεν είναι δεσμευμένες σε κλιματικές ζώνες και δεν καθορίζονται βιοκλιματικά, πρόκειται δηλαδή για **αζωνική βλάστηση**. Στην περιοχή αυτή τα αζωνικά οικοσυστήματα εκπροσωπούνται από την αζωνική παρόχθια δασική βλάστηση, όπου ειδικότερα απαντάται ο οικότοπος του πλατάνου (*Platanus orientalis*) και κατά θέσεις το σκλήθρο (*Alnus glutinosa*). Ο πλάτανος εμφανίζεται σε όλα τα ρέματα, ενώ το σκλήθρο απαντάται σε ρέματα με συνεχή ροή.

Όσο αναφορά τα κωνοφόρα (μαύρη Πεύκη, τραχεία Πεύκη) δεν αποτελούν αυτοφυή είδη συμπλέγματος, αλλά προήλθαν από αναδασώσεις.

Τα είδη κύρια και δευτερεύοντα που είναι χαρακτηριστικά της σύνθεσης των φυτοκοινωνικών ενώσεων και που συμμετέχουν σε διαφορετικό βαθμό μίξης ανάλογα με τα μικροπεριβάλλοντα είναι:

α. Δενρώδη είδη

Λατινικό όνομα

Ελληνικό/ κοινό όνομα

Pinus nigra

Μαύρη Πεύκη

Pinus brutia

Τραχεία Πεύκη

<i>Acer campestre</i>	Σφένδαμος πεδινός/σφενδάμι
<i>Acer monpelanum</i>	Σφένδαμος μονσπεσουλανός
<i>Acer platanoides</i>	Σφένδαμος πλατανοειδής/αγριοπλάτανος
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Σφένδαμος ο ψευδοπλάτανος/σφενδάμι
<i>Alnus glutinosa</i>	Κλήθρα κολλώδης/σκλήθρο
<i>Carpinus betulus</i>	Γάυρος βελουτοειδής/μαυρόγαυρος
<i>Carpinus orientalis</i>	Γάυρος ανατολικός/ γάυρος
<i>Castanea sativa</i>	Καστανιά
<i>Cersis siliquastrum</i>	Κερκίς κερατοειδής/κουτσουπιά
<i>Cupressus sempervirens</i>	Κυπάρισσος αειθαλής/κυπαρίσσι
<i>Fagus orientalis</i>	Οξυά ανατολική
<i>Fraxinus ornus</i>	Φράξος όρνος /μέλιο
<i>Laurus nobilis</i>	Δάφνη ευγενής / δάφνη
<i>Olea europea</i>	Ελιά ευρωπαϊκή
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Οστρυά καρπινόφυλλος
<i>Pinus brutia</i>	Πεύκη τραχεία / πεύκο
<i>Pinus halepensis</i>	Πεύκη χαλέπιος / πεύκο
<i>Platanus orientalis</i>	Πλάτανος ανατολικός / πλατάνι
<i>Pyrus amygdaloformis</i>	Απιδέα αμυγδαλοφόρος / γκορτσιά
<i>Quercus cerris</i>	Δρυς ευθύφλοιος
<i>Quercus coccifera</i>	Πρίνος / πουρνάρι
<i>Quercus conferta (fraineto)</i>	Δρυς πλατύφυλλος / μαυρόδενδρο, ημεράδι
<i>Quercus ilex</i>	Αριά
<i>Quercus pubescens</i>	Δρυς χνοώδης

<i>Quercus sessiliflora</i>	Δρυς απόδισκος
<i>Salix alba</i>	Ιτέα λευκή / ιτιά
<i>Salix fragilis</i>	Ιτέα εύθραστος

β. Θάμνοι και αναρριχώμενα φυτά

Λατινικό όνομα	Ελληνικό/κοινό όνομα
<i>Arbutus adrachnae</i>	Κόμαρος αγρία/ γλιστοκουμαριά
<i>Arbutus unedo</i>	Κουμαριά
<i>Cornus mas</i>	Κρανέα άρρηνη /κρανιά
<i>Ilex aquifolium</i>	Αρκουδοπούρναρο
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Άρκευθος οξύκεδρος/ κέδρο
<i>Salix carpea</i>	Ιτιά αίγειος

γ. Φρύγανα – Γράσταις – Ποώδη φυτά

Λατινικό όνομα	Ελληνικό/ κοινό όνομα
<i>Cistus incanus</i>	Κίστος εριώδης/ λαδανιά
<i>Fragaria vesca</i>	Φραγκόρια/ φραουλιά
<i>Vicia dasycarpa</i>	Βίκος δασύκαρπος/ καβαλαριά

και πλήθος άλλων ποωδών φυτών, τα οποία αποτελούν την παρεδαφιαία βλάστηση από αγροστώδη (*Graminae*) και ψυχανθή (*Papilionaceae*) και λοιπά είδη. (Οικοδοσική & ΣΙΑ 2005)

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνεται σε ευρύτερη περιοχή η οποία έχει ενταχθεί στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών ΦΥΣΗ (NATURA 2000) με κωδικό GR 1420004 με την ονομασία «Κάρλα – Μαυροβούνι - Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου». Όλη η περιοχή αξιολογήθηκε με βάση τα κριτήρια του παραρτήματος 3 της οδηγίας 92/43/EOK και κατατάχθηκε στην κατηγορία Α, τύπος Ε, δηλαδή φιλοξενεί τύπους

οικοτόπων του παραρτήματος I ή είδη φυτών ή ζώων του παραρτήματος II της οδηγίας αυτής, τα οποία δεν εντοπίζονται αλλού στην Ελλάδα ή στην Ε.Ε. και για το λόγο αυτό αποτελούν μοναδικά στοιχεία. Η οικολογική αξία της περιοχής φαίνεται από πολλαπλά στοιχεία και σε ότι αφορά ειδικότερα την περιοχή της μελέτης αυτής συνίσταται κυρίως στη μεγάλη ποικιλότητα τύπων οικοτόπων, στην ποικιλία των γεωμορφολογικών σχηματισμών, τη μεγάλη ποικιλότητα πουλιών και αρπακτικών, αλλά και ερπετών αμφιβίων, πολλά από τα οποία προστατεύονται σε εθνικό και διεθνές επίπεδο και είναι "είδη κοινοτικού ενδιαφέροντος".

Οι 9 τύποι οικοτόπων του παραρτήματος I της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ (τύποι φυσικών οικοτόπων κοινοτικού ενδιαφέροντος των οποίων η διατήρηση απαιτεί το χαρακτηρισμό περιοχών ως ειδικών ζωνών διατήρησης) που απαντώνται στην περιοχή είναι οι εξής :

Οικότοποι δρυός

Θερμόφιλα δρυοδάση της Ανατολικής Μεσογείου και της Βαλκανικής με *Quercus fraineto*(*Q. conferta*) (924A). Κύρια είδη: *Fagus sylvatica*, *Quercus fraineto*.

Οικότυποι οξυάς

Δάση οξυάς με *Quercus fraineto* (*Q.conferta*) (9280). Κύρια είδη: *Fagus sylvatica*, *Quercus fraineto*.

Οικότυποι καστανιάς

Δάση καστανιάς (9260). Κύριο είδος: *Castanea sativa*

Οικότοποι θαμνώνων

Ψευδομακκία βλάστηση (5350). Κύρια είδη: *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus trojana* κλπ.

Μεσο – Μεσογειακά δάση αριάς της Ελλάδας *Adrachno – Quercetum ilicis* (9340, Corine 91 Q 45.31 C). Φυτά (χαρακτηριστικά του οικοτόπου): *Quercus ilex*

Θαμνώνες με *Olea* και *Ceratonia* (9320)

Φυτά (χαρακτηριστικά του οικοτόπου: *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*).

Οικότοποι χέρσων εδαφών, φυσικών και ημιφυσικών χλοωδών διαπλάσεων

Καρστικοί ασβεστούχοι λειμώνες (*Alyson – Sebion albi*) (6110)

Ψευδοστέπες με γράστεις και ετήσιες πόες (*Thero – Brachypodietea*) (6220)

Μεσογειακά δάση φυλλοβόλων

Δάση πλατάνου της Ανατολής (*Platanion orientalis*) (92C0)

Φυτά (χαρακτηριστικά του οικοτόπου) : *Platanus orientalis*. (Οικοδοσική & ΣΙΑ 2005)

Οι παραπάνω περιγραφόμενοι οικότοποι, αποτελούν σημαντικά ενδιαίτηματα για την πλούσια και σημαντική από οικολογικά άποψη πανίδα της περιοχής.

2.1.2.1.6 Πανίδα

Η περιοχή φιλοξενεί μια ενδιαφέρουσα πανίδα που αποτελείται από ερπετά, αμφίβια και θηλαστικά, τα περισσότερα από τα οποία προστατεύονται από την εθνική και τη διεθνή νομοθεσία. Επίσης, απαντούν αρκετά είδη ψαριών. Ορισμένα προστατευόμενα είδη της περιοχής είναι το *Damasonium alisma*, ο *Sciurus vulgaris* που προστατεύεται από το Προεδρικό Διάταγμα 67/81 και από τη συνθήκη της Βέρνης, το *Apodemus mystacinus* που είναι ένα ενδημικό είδος που στο Κόκκινο Βιβλίο αναφέρεται ως σπάνιο.

Οι κυριότερες απειλές μέσα και έξω από τα όρια της περιοχής οφείλονται κατά κύριο λόγο σε ανθρώπινες δραστηριότητες.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα είδη θηλαστικών, ερπετών και αμφιβίων που παρουσιάζονται στο πεδίο 3.3. της συμπληρωμένης Φόρμας Δεδομένων της περιοχής NATURA 2000 GR1420004 «Κάρλα – Μαυροβούνι- Κεφαλόβρυσο- Βελεστίνο- Νεοχώρι».

Από τα παραπάνω είδη ιδιαίτερη σημασία έχουν το ζαρκάδι και ο λύκος ως τρωτά είδη (VU) σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας (2009).

Τμήμα της περιοχής μελέτης εμπίπτει εντός της περιοχής GR1420006 «όρος Μαυροβούνι» του δικτύου προστατευόμενων περιοχών Natura 2000 ως ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) για την ορνιθοπανίδα σύμφωνα με την Οδηγία 147/2009/ΕΚ.

Τα κυριότερα είδη ορνιθοπανίδας της περιοχής φαίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 2: Είδη θηλαστικών, ερπετών και αμφιβίων στο πεδίο 3.3 της Φόρμας Δεδομένων μελετούμενης περιοχής Natura 2000

Κατηγορία είδους	Λατινική Ονομασία	Ελληνική Ονομασία
Πεδίο 3.3 Άλλα σημαντικά είδη Χλωρίδας και Πανίδας		
M	<i>Capreolus capreolus</i>	Ζαρκάδι
A	<i>Bufo viridis</i>	Πράσινος Φρύνος
R	<i>Coluber gemonensis</i>	Δενδρογαλιά
M	<i>Felis sylvestris</i>	Αγριόγατα
A	<i>Hyla arborea</i>	Δενδροβάτραχος
R	<i>Lacerta viridis</i>	Πράσινη σαύρα
M	<i>Lepus europaeus</i>	Λαγός
M	<i>Martes foina</i>	Κουνάβι
M	<i>Meles meles</i>	Ασβός
R	<i>Natrix natrix</i>	Νερόφιδο
R	<i>Ophisaurus apodus</i>	Τυφλίτης
R	<i>Podarcis tautica</i>	Γουστέρα του Ταύρου
A	<i>Salamandra salamandra</i>	Σαλαμάνδρα
M	<i>Sciurus vulgaris</i>	Σκίουρος
M	<i>Sus scrofa</i>	Αγριογούρουνο
R	<i>Typhlops vermicularis</i>	Τυφλίνος
R	<i>Vipera ammodytes</i>	Οχιά
M	<i>Canis lupus</i>	Λύκος

2.1.2.1.7 Ιχθυοπανίδα

Στο υδατόρεμα της ‘Μπουρμπουλήθρας’ διαβιούν μακροασπόνδυλα, το ιθαγενές είδος της Μπριάνας (*Barbus spp.*) και έχουν γίνει εμπλουτισμοί από το είδος του Κυπρίνου (*Ctenopharyngodon c.idella Valenciennes 1844*)

Πίνακας 3: Κυριότερα είδη ορνιθοπανίδας στην περιοχή μελέτης

<u>Λατινική Ονομασία</u>	<u>Ελληνική Ονομασία</u>
<i>Aquila pomarina</i>	Κραυγαετός
<i>Buteo rufinus</i>	Αετογερακίνα
<i>Circaetus gallicus</i>	Φιδαιτός
<i>Dendrocopos medius</i>	Μεσαίος Δρυοκολάπτης
<i>Falco biarminus</i>	Χρυσογέρακο
<i>Falco naumanni</i>	Κιρκινέζι
<i>Ficedula semitorquata</i>	Δρυομυγοχάφτης
<i>Hipollais olivetorum</i>	Λιοστριτίσιδα
<i>Lanius collurio</i>	Αετομάχος
<i>Lanius nubicus</i>	Παρδαλοκεφαλάς

(ENVEKO A.E. 2012)

2.1.2.1.8 Κοινωνικές, οικονομικές και πολιτιστικές συνθήκες

Πληθυσμός και δημογραφική ανάλυση

Η υπό μελέτη περιοχή χωροθετείται στη Δημοτική Ενότητα Αγιάς και τη Δημοτική Ενότητα Μελιβοίας, στον Καλλικρατικό Δήμο Αγιάς της Περιφερειακής Ενότητας (πρώην Νομού) Λάρισας.

Στον Πίνακα 4 καταγράφεται ο πραγματικός πληθυσμός στην περιοχή του έργου σύμφωνα με την αριθμ. 2891/15-03-2013 Απόφαση του Υπουργείου Εσωτερικών Αποκέντρωσης & Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης Φ.Ε.Κ./Β/630, αναλυτικότερα στην Περιφερειακή Ενότητα Λάρισας, στο Δήμο Αγιάς.

Οικονομικές δραστηριότητες και χρήσεις γης

Οι οικονομικές – παραγωγικές δραστηριότητες του δασόβιου πληθυσμού, το μεγαλύτερο μέρος του ασχολείται με τη γεωργία, την κτηνοτροφία, τις υλοτομικές

Πίνακας 4: Πραγματικός πληθυσμός περιοχής μελέτης: Περιφερειακές Ενότητες, δήμοι, δημοτικές ενότητες

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΑΡΙΣΑΣ	282.507
ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ	11.633
Δ.Ε. ΑΓΙΑΣ	5.873
Δ.Ε. ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	1.521
Δ.Ε. ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	1.961
Δ.Ε. ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	2.278

εργασίες, ενώ τελευταία σε ορισμένες τοπικές κοινότητες, αυξάνεται η ασχολία με τον τουρισμό και τις υπηρεσίες γενικότερα.

Γεωργία: Οι γεωργικές εκτάσεις της περιοχής είναι λίγες και καταλαμβάνουν κυρίως περιοχές που προήλθαν από προσχώσεις στο βόρειο τμήμα της περιοχής, πρωταρχικά και στο ΒΑ (περιοχή Αγιοκάμπου) δευτερευόντως, αλλά και στο Δ- ΒΔ (περιοχή γύρω από το Τ.Κ Αμυγδαλής). Οι περισσότερες εκτάσεις βρίσκονται στις Τ.Κ. Σκήτης και Ποταμιάς και κατόπιν στη Αμυγδαλή, ενώ οι λιγότερες βρίσκονται στη Τ.Κ. Ελάφου. Από το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων, το μεγαλύτερο ποσοστό καλύπτεται από δενδρώδεις καλλιέργειες και ακολουθούν οι αροτριάεις, ενώ την υπόλοιπη γη καταλαμβάνουν μικρό μέρος τα κηπευτικά και τα αμπέλια.

Οι καστανιές καλλιεργούνται στις Τ.Κ Σκήτης και Ποταμιάς σε ποσοστό 30,43%, ακολουθούν οι αροτριάεις καλλιέργειες, με πρωταρχικές το σιτάρι (καλλιεργείται κυρίως στην Ποταμιά και Αμυγδαλή) και το βαμβάκι (καλλιεργείται αποκλειστικά στην Αμυγδαλή, όπως και τα ζαχαρότευτλα).

Από τις υπόλοιπες δενδρώδεις καλλιέργειες σημαντική έκταση καλύπτεται από ελαιόδενδρα (με το μεγαλύτερο μέρος να βρίσκεται στις Τ.Κ. Σκήτης και Ελάφου), μηλιές (στη Σκήτη και την Ποταμιά) και αμυγδαλιές (σχεδόν αποκλειστικά στην Αμυγδαλή και Έλαφο), ενώ μικρό ποσοστό από αχλαδιές, καρυδιές, κερασιές και ροδακινιές.

Συμπερασματικά οι δυναμικότερες καλλιέργειες βρίσκονται στις Τ.Κ. Σκήτης και Ποταμιάς και αυτό οφείλεται στις ευνοϊκότερες περιβαλλοντικές συνθήκες (έδαφος, μικροκλίμα κ.λπ.) αλλά και στην εξασφάλιση νερού για την άρδευση των καλλιεργειών, ενώ στις Τ.Κ. Αμυγδαλής και Ελάφου βρίσκονται περισσότερες ξηρικές (μη αρδευόμενες) καλλιέργειες και οι οποίες αποφέρουν μικρότερο εισόδημα ανά στρέμμα.

Κτηνοτροφία: Η κτηνοτροφία είναι μία από τις κύριες ασχολίες στην περιοχή και αποτελεί δεύτερο κατά σειρά σπουδαιότητας παραγωγικό σκέλος του πρωτογενή τομέα. Είναι συμπληρωματική της γεωργίας, με κυρίαρχη μορφή τις παραδοσιακές οικογενειακές μικρομονάδες, που τα τελευταία χρόνια στηρίζονται σε επιδοτήσεις. Κύριο παραγόμενο προϊόν είναι το γάλα. Οι ανάγκες της νομαδικής κτηνοτροφίας είναι μεγάλες και προκαλούν πιέσεις στο περιβάλλον, είναι δε ο κύριος παράγοντας υποβάθμισης των φυσικών οικοσυστημάτων. Η εκτίμηση της υπερβόσκησης φαίνεται κυρίως στα δυτικά τμήματα της περιοχής.

Δασοπονία: Παλαιότερα η υλοτομία και η μεταφορά των προϊόντων υλοτομίας μέχρι τους τόπους συγκέντρωσης γινόταν κατά το μεγαλύτερο μέρος από τα μέλη των Συνεταιρισμών Ελάφου, Ποταμιάς και Σκήτης για τα δημόσια δάση που υπάγονταν στις περιφέρειες των αντίστοιχων πρώην κοινοτήτων. Τα τελευταία χρόνια οι Συνεταιρισμοί Ποταμιάς και Σκήτης στράφηκαν σε πιο επικερδείς ασχολίες όπως η εντατική δένδροκομική καλλιέργεια, σταμάτησαν να αναλαμβάνουν την εκτέλεση δασικών εργασιών. Σήμερα οι υλοτομικές εργασίες στα δημόσια δάση της περιοχής γίνονται από τον Αναγκαστικό Συνεταιρισμό Ελάφου.

Δευτερογενής τομέας: Στην περιοχή δεν υπάρχει βιομηχανική ανάπτυξη ώστε να επηρεάζεται από το περιβάλλον, καθώς τέτοια δραστηριότητα είναι συγκεντρωμένη

στην πόλη της Λάρισας. Μόνο ένα μικρό τμήμα του πληθυσμού ασχολείται με το δευτερογενή τομέα και κυρίως στη μεταποίηση των αγροτικών προϊόντων.

Τουρισμός: Η τουριστική ανάπτυξη της περιοχής αυξάνεται συνεχώς. Τα τελευταία χρόνια η παραλιακή περιοχή του Αγιοκάμπου έχει αποκτήσει αξία και ο ομώνυμος τουρισμός αναπτύσσεται σε παραθεριστικό κέντρο. Η τουριστική αυτή ανάπτυξη τελευταία έχει δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για την ασχολία αρκετών οικογενειών σε αυτόν τον τομέα. (Οικοδοσική Ο.Ε. & ΣΙΑ 2005)

2.1.2.1.9 Απειλές ως προς την περιοχή μελέτης

Ανεξέλεγκτη βόσκηση

Όπως αναφέρθηκε και στη σχετική παράγραφο των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών του δασόβιου και παραδασόβιου πληθυσμού, η κτηνοτροφία συνεχίζει να αποτελεί και σήμερα, μια από τις κύριες ασχολίες στην περιοχή, με σημαντικό κτηνοτροφικό κεφάλαιο.

Τα αποτελέσματα της εντατικής αυτής υπερβόσκησης και κύρια της αιγοβοσκής, σε συνδυασμό με άλλες δυσμενείς επιδράσεις (πυρκαγιές), είναι ιδιαίτερα εμφανή στη βλάστηση κυρίως της χαμηλότερης ευμεσογειακής ζώνης και οδήγησαν τόσο στην υποβάθμιση των φυσικών οικοσυστημάτων της περιοχής, όσο και στην οπισθοδρομική διαδοχή τους, με τη δημιουργία των οικοτόπων της ψευδομακκίας βλάστησης και των σκληρόφυλλων βοσκόμενων θαμνώνων (συνηρεφείς και αραιοί κυρίως πρινώνες).

Οι ζημιές που προκαλούνται και σήμερα από τη βοσκή είναι σημαντικές και παρατηρούνται κυρίως στα δάση των Τ.Κ. Ποταμιάς και Αμυγδαλής, ενώ περιορίζονται στα δάση των Τ.Κ. Ελάφου και Σκήτης.

Συγκεκριμένα παρατηρείται συμπίεση του επιφανειακού στρώματος του εδάφους, με συνεπακόλουθο την υποβάθμιση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του (αερισμός, πορώδες, μείωση θρεπτικών ουσιών κ.λ.π.) και τελικά της παραγωγικότητάς του, την αύξηση της επιφανειακής απορροής και τη διατάραξη της κανονικής υδατικής οικονομίας του εδάφους. Επίσης, η καταστροφή της φυσικής αναγέννησης, έχει σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση της βλάστησης αρχικά και σε συνδυασμό με τη δυσμενή επίδραση στο έδαφος, θα οδηγήσει σε απογύμνωση αυτού, διάβρωση και τελικά δημιουργία άγονων εκτάσεων. Επιπρόσθετα, μια σημαντική έμμεση επίδραση της βοσκής στα δασικά οικοσυστήματα της περιοχής είναι η μείωση του αριθμού και η μεταβολή της σύνθεσης της πανίδας της περιοχής, ως αποτέλεσμα της αλλοίωσης των βοσκόμενων οικοτόπων, που πολλές φορές γίνονται ακατάλληλοι για τη διαβίωση των ειδών της άγριας πανίδας

Για αντιμετωπιστεί το φαινόμενο της υπερβόσκησης, πρέπει να ρυθμιστεί η κατά χώρο, χρόνο και ένταση ρύθμισης βοσκής, με σκοπό να μην υποβαθμίζονται περαιτέρω τα οικοσυστήματα της περιοχής, τουλάχιστον στην υψηλότερη ζώνη.

Το Δασαρχείο Αγιάς οφείλει να εκδίδει μετά την υλοτομία Δασικές Αστυνομικές Διατάξεις (Δ.Α.Δ.) κατά περίπτωση για τα τμήματα και τις συστάδες που διαχειρίζονται. Συνήθως ισχύουν δεκαετείς απαγορευτικές διατάξεις για τη βοσκή για τα διαχειριζόμενα τμήματα ή συστάδες που εκδίδονται μετά την υλοτομία τους. (Οικοδασική Ο.Ε. & ΣΙΑ 2005)

Λαθροϋλοτομία

Η λαθροϋλοτομία εμφανίζεται σε όλη την περιοχή μελέτης. Οι λαθροϋλοτομίες αποσκοπούν στην προμήθεια καυσοξύλων κυρίως από τους κατοίκους της περιοχής αλλά και από ξένους λόγω της αυξανόμενης ζήτησής τους.

Συγκεκριμένα η στελέχωση της Δασικής Υπηρεσίας με υλωρικό προσωπικό, η έκδοση απαγορευτικών και ρυθμιστικών διατάξεων καυσοξύλευσης και κυρίως η ικανοποίηση των αναγκών σε καυσόξυλα των κατοίκων της περιοχής, περιόρισε σημαντικά τον κίνδυνο.

Από παράνομες καταλήψεις και εκχερσώσεις

Παλαιότερα πραγματοποιούνταν λίγες εκχερσώσεις κυρίως στα όρια του δάσους με τα χωράφια για την απόκτηση επιπλέον αγροτικής γης. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια με τη ραγδαία ανάπτυξη του τουρισμού, ο κίνδυνος για καταλήψεις και εκχερσώσεις είναι ιδιαίτερα μεγάλος κυρίως στην παραθαλάσσια περιοχή του Αγιοκάμπου, αλλά και την ευρύτερη περιοχή, όπου τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη οικοδομική δραστηριότητα και η αξία της γης έχει πολλαπλασιαστεί, παρόλο που το Δασαρχείο Αγιάς έχει αυξήσει τα μέτρα προστασίας.

Λαθροθηρία

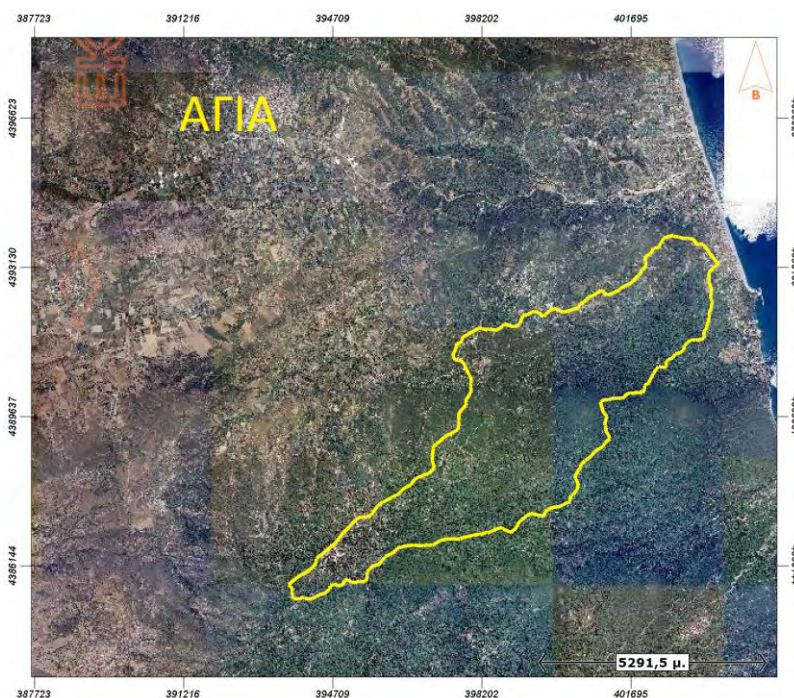
Σε ότι αφορά την πανίδα, η κυριότερη απειλή σχετίζεται με τη λαθροθηρία, η οποία ασκείται σχεδόν συστηματικά από μεγάλο αριθμό κυνηγών, κυρίως κατοίκων της περιοχής.

Η λαθροθηρία ασκείται συνήθως για το κυνήγι αγριογούρουνων και ζαρκαδιών που αφθονούν στο δάσος αλλά και για διάφορα είδη πουλιών. Οι επιπτώσεις από τη λαθροθηρία είναι σοβαρές διότι ασκείται συνεχής όχληση όλων των ειδών ανεξάρτητα της θηρευτικής τους αξίας.

Άλλες απειλές

Στους κινδύνους αυτούς μπορούν να συμπεριληφθούν οι ποικίλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες που έχουν σχέση με τη γεωργία, όπως οι εφαρμοζόμενες τεχνικές και μέθοδοι, η χρήση των ανόργανων χημικών λιπασμάτων, η

χρήση οργανοχημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων, η καταστροφή των φυτοφρακτών που χωρίζουν αγρούς ή ιδιοκτησίες, η καταστροφή υγροτόπων με αποστραγγίσεις, η καταστροφή μεμονωμένων άγριων δένδρων ή ομάδων κ.λπ. Οι δραστηριότητες αυτές αν και εφαρμόζονται στις γεωργικές εκτάσεις, που οι περισσότερες βρίσκονται σε απόσταση από τα δάση της περιοχής μελέτης και φαινομενικά δεν έχουν άμεση επίδραση, ωστόσο επηρεάζουν άλλους παράγοντες του οικοσυστήματος (π.χ. υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, ενδειατήματα της πανίδας και ιδιαίτερα της ορνιθοπανίδας, καταστροφή οικοφωλεών κ.λπ.) και με αυτό τον τρόπο αποσταθεροποιούν μέσω της υποβάθμισης αυτών των παραγόντων, μακροπρόθεσμα τα δασικά οικοσυστήματα. Πιστεύεται ότι με την εφαρμογή των αρχών της ολοκληρωμένης διαχείρισης των καλλιεργειών που προωθείται από το Υπουργείο Γεωργίας στα πλαίσια των οδηγιών της Ε.Ε., που καθιστούν απαγορευτικές τέτοιου είδους πρακτικές και εφαρμογές στη γεωργία, θα μειωθούν δραστικά αυτού του είδους οι πιέσεις και οι κίνδυνοι στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον.



Εικόνα 2: Γενικός χάρτης προσανατολισμού λεκάνης απορροής

2.2 Μορφομετρικά - Υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Για τη σύνταξη μιας υδρολογικής μελέτης είναι απαραίτητο να μελετήσουμε τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της, αφού αυτά είναι που επηρεάζουν τον τρόπο και τη διαδικασία κίνησης του νερού.

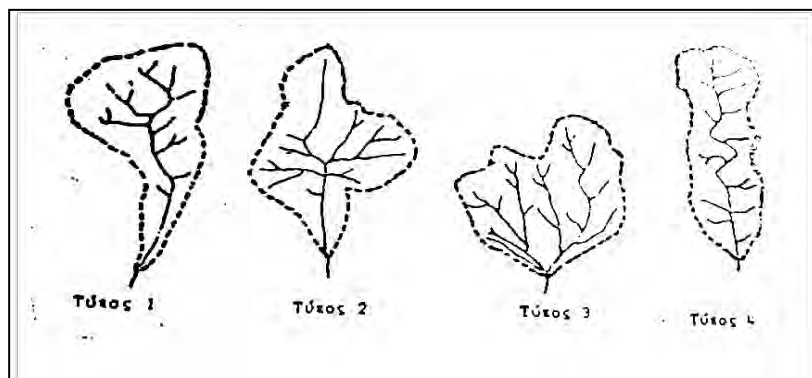
Μορφομετρικά

1. Έκταση (εμβαδόν) της λεκάνης απορροής (F)

Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής είναι η επιφάνεια που περικλείεται εντός του υδροκρίτη. Μονάδα μέτρησης είναι το Km².

2. Μορφή λεκάνης απορροής

Η μορφή της λεκάνης απορροής βασίζεται στην κατηγοριοποίηση του Gavrilovic, ο οποίος όρισε τις τυπικές μορφές των λεκανών απορροής. Με τη χάραξη του υδροκρίτη της λεκάνης, προκύπτει μια κλειστή γραμμή, η οποία της δίνει συγκεκριμένο σχήμα. Το σχήμα της λεκάνης απορροής επηρεάζει την ταχύτητα κίνησης του νερού. Στρογγυλόμορφες λεκάνες συγκεντρώνουν ταχύτατα το νερό, οπότε έχουμε μεγαλύτερη υδατοπαροχή. Αντίθετα, επιμήκεις λεκάνες χρειάζονται μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης του νερού, έτσι εμφανίζουν μικρότερες παροχές σε ίδιες συνθήκες.



Σχήμα 1 : Τυπικές μορφές λεκανών απορροής κατά Gavrilovic (1972)

3. Βαθμός στρωγγυλομορφίας B

$$B = \frac{F}{U}$$

Όπου: F το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km²)

U η περίμετρος της λεκάνης (km)

4. Υψόμετρα της λεκάνης απορροής

Το ανάγλυφο των λεκανών απορροής προσδιορίζεται από:

- Ελάχιστο υψόμετρο (**Hmin**)
- Μέγιστο υψόμετρο (**Hmax**)
- Μέσο υψόμετρο (**Hmed**)
- Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο (**H_x**)
- Μέγιστο ανάγλυφο (**H_r**)

Το ελάχιστο υψόμετρο (Hmin) και το μέγιστο υψόμετρο (Hmax) προσδιορίζονται από τον τοπογραφικό χάρτη, μετά τη χάραξη του υδροκρίτη.

5. Μέσο υψόμετρο Hmed

$$H_{med} = \frac{\sum (H_i * I_i)}{\sum I_i}$$

Όπου: Hmed: το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (Km)

L_i : το μήκος μιας χωροσταθμικής καμπύλης (Km)

H_i : το υψόμετρο της παραπάνω χωροσταθμικής (Km)

6. Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο H_x

Είναι το υψόμετρο στο χώρο της λεκάνης πάνω από τον οποίο περιλαμβάνεται μια έκταση ίση με το 3-5% του εμβαδού της λεκάνης. Δηλαδή ψηφιοποιούνται στο AutoCAD[®] χωροσταθμικές καμπύλες μέχρι το εμβαδόν του σχηματιζόμενου πολυγώνου να είναι το 3-5% του συνολικού εμβαδού. Η χωροσταθμική καμπύλη που

ταιριάζει σε αυτήν την περιγραφή είναι και το μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο.

7. Μέγιστο ανάγλυφο Hr

Η διαφορά μεταξύ μέγιστου και ελάχιστου υψομέτρου της λεκάνης:

$$H_r = H_{\max} - H_{\min} \text{ (m)}$$

Όπου H_{\max} το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (m)

H_{\min} το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης (m)

8. Μέση κλίση λεκάνης J_I

Δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$J_I = \frac{\Delta H * \Sigma I}{F} * 100$$

Όπου: J_I : μέση κλίση λεκάνης απορροής (%)

ΔH : ισοδιάσταση των χωροσταθμικών καμπυλών (Km)

ΣI : το άθροισμα των μηκών όλων των χωροσταθμικών καμπυλών (Km)

F: το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (Km²)

9. Συντελεστής διακλάδωσης

Η αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου έγινε κατά Horton.

Υδρογραφικά

10. Μορφή υδρογραφικού δικτύου

Από τη μορφή του υδρογραφικού δικτύου μπορούμε να δώσουμε ερμηνεία για τη γεωλογική συγκρότηση των περιοχών. Οι διάφορες μορφές είναι:

- Δενδριτική μορφή
- Παράλληλη μορφή
- Ορθογώνια μορφή
- Γωνιώδης μορφή
- Ακτινωτή μορφή

➤ Σύνθετη μορφή (Παράλληλη και Δενδριτική)

11. Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου D

Είναι ο λόγος μεταξύ του συνολικού μήκους των κλάδων σε μια λεκάνη προς το εμβαδόν της παραπάνω λεκάνης απορροής. Εκφράζει το μήκος του υδρογραφικού δικτύου στη μονάδα επιφάνειας της λεκάνης.

$$D = \frac{\Sigma L}{F} (Km/Km^2)$$

Όπου : D : η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου (Km/Km^2)

ΣL : το συνολικό μήκος των ρευμάτων της λεκάνης (km)

F : το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

12. Μήκος κεντρικής κοίτης (L):

Το μήκος της κεντρικής κοίτης υπολογίζεται από τον τοπογραφικό χάρτη. Η μονάδα μέτρησης είναι τα Km.

13. Μέση κλίση κεντρικής κοίτης J_K

Δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$J_K = \frac{\Sigma(L * J_s)}{\Sigma L}$$

Όπου: J_K : Μέση κλίση της κοίτης (%)

L : Οριζόντια απόσταση της κοίτης με ορισμένη σταθερή κλίση (m)

2.3 Μεθοδολογία

Για το θέμα που πραγματεύεται η παρούσα εργασία συλλέχθηκαν στοιχεία από προγενέστερες μελέτες, επιστημονικές εργασίες, βιβλιογραφικές πηγές, θεματικοί χάρτες, δορυφορικές εικόνες. Τα υπάρχοντα δεδομένα ήταν περιορισμένα. Για την ύπαρξη ασφαλών δεδομένων πλημμυρικής στάθμης και παροχών θα αρκούσε η ύπαρξη

ενός σταθμηδογράφου και ενός υδρομετρικού σταθμού, στο σημείο εξόδου της λεκάνης, πράγμα που δεν ήταν εύκολο να υλοποιηθεί. Συνεπώς αρκεστήκαμε στη χρήση και επεξεργασία άλλων (πλην των δεδομένων απορροής) πρωτογενών δεδομένων, όπως βροχομετρικών υψών, χαρτογραφικών (γεωλογικοί χάρτες, διαχειριστικοί χάρτες, χάρτες Γ.Υ.Σ.) και βιβλιογραφικών δεδομένων.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε έχει ως βάση θεμελιώδεις αρχές της επιστήμης της Ορεινής Υδρονομικής. Η λεκάνη απορροής του υδατορέματος "Μπουρμπουλήθρα", η οποία επιλέχθηκε, μελετήθηκε από άποψη γεωλογίας, βλάστησης, υδρολογίας, κλίματος κλπ.

Ξεκινά ο υπολογισμός των μορφομετρικών και υδρογραφικών στοιχείων της λεκάνης απορροής, απαραίτητα για τους περαιτέρω υπολογισμούς. Πρώτα, με βάση το χάρτη Γ.Υ.Σ. στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD®, ψηφιοποιείται ο υδροκρίτης, οι χωροσταθμικές καμπύλες και το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής. Από εκεί υπολογίζονται βασικά στοιχεία όπως το εμβαδόν, το μήκος κεντρικής κοίτης, την περίμετρο κλπ. και από αυτά προέκυψαν τα υπόλοιπα στοιχεία π.χ. μέσο υψόμετρο, μέση κλίση, μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο κλπ.

Έπειτα, αναλύονται και υπολογίζονται οι βασικοί χειμαρρικοί παράγοντες (κλίμα, ανάγλυφο, γεωλογικοί σχηματισμοί και βλάστηση).

Το ανάγλυφο προκύπτει από την επεξεργασία του χάρτη ψηφιακά στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD®. Η γεωλογική συγκρότηση προκύπτει από την εισαγωγή στο σχεδιαστικό πρόγραμμα των γεωλογικών χαρτών της περιοχής, την ψηφιοποίησή τους και τον υπολογισμό των εμβαδών. Τα ίδια και στο χάρτη βλάστησης. Εισάγουμε τους διαχειριστικούς χάρτες των δασών της περιοχής, τα ψηφιοποιούμε και υπολογίζουμε τα εμβαδά.

Στον υπολογισμό των κλιματολογικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπ' όψιν τους μετεωρολογικούς σταθμούς Ελάφου, Σπηλιάς, Σωτήριου και Μακρυνίτσας, χρησιμοποιώντας τις βροχοπτώσεις της δεκαετίας 2002-2011 συνολικά, παράγουμε τα στοιχεία των θερμοκρασιών σύμφωνα με τον τύπο του Φλόκα, χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες των μετεωρολογικών σταθμών και με βάση τους συντελεστές του πίνακα Φλόκα, προκύπτουν οι θερμοκρασίες.

Ο Τύπος του Φλόκα είναι:

$$T = \alpha - \beta * \varphi - \gamma * \lambda - \delta * H$$

Όπου: T = μέση θερμοκρασία αέρα (°C)

φ = γεωγραφικό μήκος (σε πρώτα λεπτά, όχι σε μοίρες)

λ = γεωγραφικό πλάτος (σε πρώτα λεπτά, όχι σε μοίρες)

H = υπερθαλάσσιο ύψος (m)

Τα α , β , γ και δ βασίζονται στον πίνακα 5 του Φλόκα:

Πίνακας 5: Συντελεστές υπολογισμού κλιματολογικών στοιχείων σύμφωνα με τον τύπο του Φλόκα

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	Μέσο Ετήσιο
α	66,6620	68,1560	52,7120	35,1790	26,7860	29,6950	33,7310	37,4020	47,5360	55,3410	56,7370	65,2790	47,1670
β	0,0230	0,0118	0,0146	0,0072	0,0025	0,0020	0,0018	0,0027	0,0079	0,0141	0,0176	0,0223	0,0113
γ	0,0320	0,0034	0,0050	0,0019	0,0006	0,0004	0,0021	0,0029	0,0043	0,0030	0,0012	0,0020	0,0025
δ	0,0070	0,0064	0,0059	0,0050	0,0047	0,0055	0,0067	0,0070	0,0083	0,0064	0,0065	0,0066	0,0066

Χρησιμοποιώντας θερμοκρασίες και κατακρημνίσματα δημιουργούμε τα ομβροθερμικά διαγράμματα του κάθε σταθμού.

Στη συνέχεια κάνουμε αναγωγή των κλιματικών δεδομένων στη λεκάνη περιοχής. Τα παραπάνω κλιματικά δεδομένα αναφέρονται στην ευρύτερη περιοχή. Συνεπώς, για να εκφραστεί το κλιματικό περιβάλλον της μελετώμενης λεκάνης απορροής επιβάλλεται να γίνει αναγωγή των δεδομένων των σταθμών αυτών στο μέσο

υψόμετρο της λεκάνης. Η αναγωγή γίνεται με βάση τη σχέση που εκφράζει τη μεταβολή των κύριων παραγόντων (βροχοπτώσεις, θερμοκρασία αέρα κλπ.) με το υπερθαλάσσιο ύψος.

Για την αναγωγή του μέσου ετήσιου ύψους βροχής των μετεωρολογικών σταθμών παρατηρήσεων στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης, κατασκευάστηκε η υψομετρική καμπύλη αυτών συναρτήσει του συνολικού ύψους βροχής του κάθε σταθμού και του υψομέτρου αυτών. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας στατιστικούς τύπους, για x το υψόμετρο των σταθμών και για y το συνολικό ύψος βροχής, προσδιορίζεται η γραμμική τάση και ο τύπος αυτής, και βάσει αυτού υπολογίστηκε το συνολικό ετήσιο ύψος βροχής με σταθμό βάσης την Έλαφο Αγιάς.

Για να υπολογιστεί το μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου, το οποίο χρειάζεται στους αναλυτικούς τύπους υπολογισμού της υδατοπαροχής, χρησιμοποιείται ο δείκτης ραγδαιότητας του σταθμού βάσης της Ελάφου σύμφωνα με τον τύπο του Mathias:

$$N\Delta H_{24} = N_{o24} + 0,012 * \Delta H$$

Όπου $N\Delta H_{24}$ =δείκτης ραγδαιότητας σε υψομετρική διαφορά ΔH (mm/24h)

N_{o24} =δείκτης ραγδαιότητας στο σταθμό βάσης (mm)

Υψόμετρο του σταθμού βάσης H (m)

Μέσο υψόμετρο λεκάνης H_{med} (m)

ΔH (m) = η υψομετρική διαφορά των δύο παραπάνω

Αντίστοιχα ισχύουν και για την αναγωγή των θερμοκρασιακών δεδομένων.

2.3.1. Υδατοπαροχές

Για τον προσδιορισμό της πλημμυρικής παροχής χρησιμοποιήθηκαν εμπειρικοί και στοχαστικοί (Αναλυτικοί – προσδιοριστικοί) τύποι της Ορεινής Υδρονομικής

(Κωτούλας 1995). Στη συνέχεια, ακολουθούν οι τύποι υπολογισμού της απορροής. Από το μέσο όρο προκύπτει η υδατοπαροχή με βάση την οποία προχωράμε στους υπόλοιπους υπολογισμούς.

Ως *απορροή* ορίζεται η κίνηση του νερού των κατακρημνισμάτων στις επιφάνειες των λεκανών απορροής προς τις χαμηλότερες υπό μορφή υδάτινου μανδύα ορισμένου πάχους (ύψους). Το μέγεθος εκφράζεται σε ύψος απορρέοντος στρώματος (mm).

Ως *παροχή* ορίζεται η ποσότητα νερού (m^3) η οποία διέρχεται από συγκεκριμένη διατομή της κοίτης ενός ρεύματος στη μονάδα του χρόνου. Ανάλογα με την διάρκεια του χρόνου, η παροχή ορίζεται ως ετήσια ($m^3/έτος$), μηνιαία ($m^3/μήνα$), εβδομαδιαία ($m^3/εβδομάδα$), ημερήσια ($m^3/ημέρα$), ωριαία ($m^3/ώρα$), ή στιγμιαία (m^3/sec). (Στεφανίδης 2004)

Η έλλειψη υδρομετρήσεων στις κεντρικές και δευτερεύουσες κοίτες των χειμάρρων μας αναγκάζει να καταφύγουμε στον έμμεσο προσδιορισμό της παροχής με τη χρήση εμπειρικών και αναλυτικών τύπων. Η διαφορά μεταξύ τους είναι ότι οι πρώτοι λαμβάνουν υπόψη τους κυρίως μορφομετρικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής (εμβαδόν λεκάνης απορροής Km^2 , μέση κλίση λεκάνης κλπ) καθώς και τον συντελεστή απορροής, οι αναλυτικοί τύποι λαμβάνουν υπόψη, εκτός από τα παραπάνω και βροχομετρικά δεδομένα συνολικά όλων των ετών που έχουμε μετρήσεις.

Παρακάτω δίνονται οι δοκιμότεροι από τους εμπειρικούς τύπους που βρίσκουν εφαρμογή στα χειμαρρικά ρεύματα. Στους τύπους αυτούς το σύμβολο F εκφράζει το μέγεθος της λεκάνης απορροής σε Km^2 . Για κάθε τύπο αναλύονται τα διάφορα σύμβολα και οι προϋποθέσεις εφαρμογής τους. Οι τύποι μας παρέχουν είτε τη μέγιστη παροχή Q_{max100} σε m^3/sec , είτε τη μέγιστη ειδική απορροή q_{max100} σε $m^3/sec * Km^2$, σε αυτή την περίπτωση η Q_{max100} προκύπτει από τον τύπο:

$$Q_{\max} = F \times q_{\max} \quad (\text{σχέση 1})$$

Όπου Q_{\max} = η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

q_{\max} = η ειδική παροχή της λεκάνης απορροής ($\text{m}^3 / \text{km}^2 \times \text{s}$)

2.3.2. Προσδιορισμός της μέγιστης υδατοπαροχής

Εμπειρικοί τύποι

➤ **Μέθοδος Friedrich**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

$$Q_{\max} = 24,12 F^{0,516}$$

Όπου Q_{\max} = η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

➤ **Μέθοδος Klement – Wunderlich**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για έντονα ορεινές περιοχές με τον τύπο:

$$Q_{\max} = 5,5 F^{5/6}$$

Όπου Q_{\max} = η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

➤ **Μέθοδος Wundt**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

$$Q_{\max} = 13,8 F^{0,6}$$

Όπου Q_{\max} = η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

➤ **Μέθοδος Coutagne**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

$$Q_{\max} = \alpha F^{1/2}$$

Όπου Q_{\max} = η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

$\alpha = 40$, για μικρές λεκάνες απορροής

$\alpha = 20$, για μεγάλες

Πίνακας 6: Πίνακας χαρακτηρισμού λεκάνης ανάλογα το μέγεθος

F (Km^2)	Χαρακτηρισμός λεκάνης ανάλογα το μέγεθος
0-10	Πολύ μικρές
10-30	Μικρές
30-80	Μέτριες
80-150	Μεγάλες

➤ Μέθοδος Kurstteiner

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

$$q_{\max} = \frac{A}{F^{1/3}}$$

Όπου q_{\max} = η ειδική παροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

$A = 9$ για μεγάλες λεκάνες απορροής (80-150 km^2)

$A=12$ για μικρές λεκάνες απορροής (10-30 km^2)

Μέθοδος Kresnik

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

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

Όπου q_{\max} = η ειδική παροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

$\alpha = 1,4$ ($\alpha = 2$ για μικρές λεκάνες και $\alpha = 0,6$ για μεγάλες)

➤ **Μέθοδος Valentini**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

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

Όπου q_{\max} = η ειδική παροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

➤ **Μέθοδος Hoffbauer**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

$$q_{\max} = a \frac{60}{F^{1/2}}$$

Όπου q_{\max} = η ειδική παροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

$a = 0,50$ για ημιορεινές περιοχές ($H_{\max} < 1000\text{m}$),

ή $a = 0,70$ για ορεινές περιοχές ($H_{\max} > 1000\text{m}$) εδώ $a=0,7$

➤ **Μέθοδος Muller**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

$$q_{\max} = c_m \frac{40}{F^{1/3}}$$

Όπου q_{\max} η ειδική παροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

$$c_m = \frac{F_1 c_1 + F_2 c_2}{F}$$

F_1 = δασοσκεπής έκταση

F_2 = λιβαδική ή καλλιεργούμενη έκταση

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

c_1, c_2 = αντίστοιχοι συντελεστές απορροής, προσδιορίζονται ως εξής:

Πίνακας 7: Προσδιορισμός συντελεστών απορροής c_1 , c_2 τύπος Muller

ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΜΙΚΡΗ ΚΛΙΣΗ ($< 10\%$)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ ($10 - 20\%$)	ΙΣΧΥΡΗ ΚΛΙΣΗ ($> 20\%$)
> 2000	Περιοχές άνω των δασοορίων	Αγροί, λιβάδια	0,4	0,6	0,8
1000 – 2000	Μέσες περιοχές	Πυκνό δάσος	0,2	0,4	0,6
0 – 1000	Χαμηλές περιοχές	Λιβάδια, γεωργ. Καλλιέργειες	0,1	0,2	0,4

➤ **Μέθοδος Melli**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον τύπο :

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

Όπου q_{\max} = η ειδική παροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

$a = 0,4$

➤ **Ορθολογική μέθοδος**

Η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής Q_{\max} (m^3/s) είναι:

$$Q_{\max} = 0,278 * c * i * F$$

Όπου: c = συντελεστής απορροής

i = ένταση βροχής (mm/h)

➤ **Μέθοδος Fuller**

Δίνει απ' ευθείας τη μέγιστη παροχή ορισμένης περιόδου επαναφοράς:

$$Q_N = Q_1 * (1 + \beta * \log_{10} T) * \left(1 + \frac{2,66}{F^{0,30}} \right)$$

Όπου F = το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

Q_1 = μέση παροχή πλημμυρικών υδάτων με περίοδο επανάλιψης ενός

έτους (m^3/s). Υπολογίζεται συνήθως από τη σχέση :

$$Q_1 = 1,80 \times F^{0,8}$$

$$\beta = 0,8$$

T: συχνότητα ή περίοδος επαναφοράς, η οποία υπολογίζεται ως εξής:

Πίνακας 8: Υπολογισμός συνάρτησης Fuller σύμφωνα με την περίοδο επαναφοράς T

Συχνότητα	1	5	10	20	30	40	50	100
$1 + 0,8 \log T$	1,00000	1,55920	1,80000	2,04080	2,18168	2,28168	2,35920	2,600000

Αναλυτικοί (Προσδιοριστικοί) τύποι

➤ **Μέθοδος Turazza**

Η μέθοδος χρησιμοποιεί τον τύπο :

$$Q_{\max} = 11,57 \times c \times k \times F \times \frac{h_p}{t_c + t_p}$$

Όπου Q_{\max} = η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

c = συντελεστής απορροής

κ = συντελεστής αιχμής (κ=2)

F = εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)

t_c = μέγιστος χρόνος συγκέντρωσης της απορροής (σε ημέρες)

t_p = η διάρκεια της βροχής (σε ημέρες)

h_p = το ύψος της βροχής που έπεσε όταν η διάρκεια βροχής είναι t_p (σε m)

➤ **Μέθοδος Giandotti**

Η μέθοδος χρησιμοποιεί τον τύπο :

$$Q_{\max} = \frac{0,277 * P * F}{t_c}$$

Όπου Q_{\max} = η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής (m^3 / s)

F = εμβαδόν λεκάνης απορροής (km^2)

t_c' = μέγιστος χρόνος συγκέντρωσης της απορροής

$$P = \text{το ύψος βροχής σε χρόνο } t_c', \text{ όπου } P = h \sqrt{\frac{t_c'}{24}}$$

h = το μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου σειρά T ετών

Στη συνέχεια περνάμε στο κυρίως θέμα της διατριβής. Τον υπολογισμό και τη σύγκριση των υδατοπαροχών στη μέγιστη πλημμυρική αιχμή τους και τη χρονική τους παρουσία ανά έτος στη δεκαετία των μετεωρολογικών δεδομένων που έχουμε.

Δηλαδή, επαναλαμβάνοντας την παραπάνω μέθοδο, κάνουμε αναγωγή το δείκτη ραγδιαιότητας με σταθμό βάσης την Έλαφο Αγιάς, ανά έτος και όχι στο σύνολο των μετρήσεων. Χρησιμοποιούμε το αποτέλεσμα στους αναλυτικούς τύπους και έχουμε αποτελέσματα της απορροής για κάθε έτος με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα, πώς κυμαίνεται στο βάθος του χρόνου. Συμπεράσματα βγάζουμε και σε συνδυασμό με το ύψος της στερεομεταφοράς που περιγράφεται παρακάτω.

Για τη συσχέτιση των βροχομετρικών δεδομένων χρησιμοποιούμε τη μέθοδο της βροχοβαθμίδας. Με βάση τη μέση βροχοβαθμίδα της περιοχής υπολογίζεται το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της μελετούμενης λεκάνης από τη σχέση:

$$P_m = P_o + (\Delta H * P_H),$$

όπου: P_m = το μέσο ετήσιο ανηγμένο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της μελετούμενης λεκάνης σε mm

P_o = το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στο υψόμετρο του Μ.Σ. βάσης
($P_o = \dots \text{mm}/\text{έτος}$, $H_o = \dots \text{m}$).

ΔH = η υψομετρική διαφορά μεταξύ του υψόμετρου του Μ.Σ. βάσης και του μέσου υψόμετρου της μελετούμενης λεκάνης. $\Delta H_m = H_m - H_o$.

2.4. Στερεομεταφορά – Προσδιορισμός στερεομεταφοράς

Ακολουθεί ο προσδιορισμός της στερεοπαροχής G με τη μορφομετρική μέθοδο (Stiny – Herheulidze). Η στερεοπαροχή ταυτίζεται με τη στερεομεταφορά και είναι η ποσότητα των φερτών υλικών που περνάνε από μια διατομή της κοίτης στη μονάδα του χρόνου και μετράται σε m^3/s .

Μορφομετρική μέθοδος (Stiny – Herheulidze)

Σε αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιείται ο τύπος των Stiny – Herheulidze. Η παρακάτω εξίσωση, η οποία διατυπώθηκε αρχικά από τον Αυστριακό Stiny και συμπληρώθηκε αργότερα από το Ρώσο Herheulidze, θεωρείται ότι δίνει πολύ καλά αποτελέσματα στην υδρονομική πράξη. Παρέχει δε την πραγματική στερεομεταφορά, ενώ οι υδραυλικές εξισώσεις δίνουν τη στερεομεταφορική ικανότητα, την οποία μάλιστα συναρτούν προς την στερεοπαραγωγή των χειμαρρικών ρευμάτων. Η εμπειρική μέθοδος έχει τη μορφή :

$$G_{\max} = \frac{P_n m}{Y_n (100 - P_n)} Q_{\max}$$

όπου G_{\max} = η στερεομεταφορά του χειμαρρικού ρεύματος (m^3/sec)

Q_{\max} = η μέγιστη υδατοπαροχή του ρεύματος (m^3/sec)

P_n = το επί % βάρος των στερεών υλικών για ορισμένη κλίση (πίν. 9)

m = το βάρος της μονάδας του όγκου της στερεοπαροχής (t/m^3), το οποίο προσδιορίζεται από τη σύσταση των στερεών υλικών (πιν. 10)

Y_n = το βάρος ενός κυβικού μέτρου μεταφερόμενων υλικών (t/m^3)

Οι τιμές του P_n καθορίζονται στον Πίνακα 9:

Πίνακας 9: Καθορισμός τιμής P_n με τη μορφομετρική μέθοδο υπολογισμού στερεομεταφοράς

Κλίση λεκάνης (%)	P_n (%)
5-15	20
16 – 25	25
26 – 35	30
36 - 46	35

Ο παράγοντας Y_n προσδιορίζεται από τη σύσταση των μεταφερόμενων υλικών (άμμος, χάλικες, κροκάλες, ογκόλιθοι, κλπ) και τη δομή τους (ασβεστόλιθος, γρανίτης κλπ), κυμαίνεται δε μεταξύ 1,5 (άμμος) και 2,6 t/m³ (κροκάλες γρανιτών).

Τέλος ο παράγοντας m δίνεται από τις ακόλουθες σχέσεις :

Πίνακας 10: Προσδιορισμός παράγοντα m μορφομετρική μέθοδο υπολογισμού στερεομεταφοράς

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΛΕΚΑΝΗΣ	ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ	ΤΙΜΗ m		
		ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ
I	Έντονη χειμαρρικότητα	1,00	1,50	1,30
II	Μέση χειμαρρικότητα	0,90	1,10	1,00
III	Μικρή χειμαρρικότητα	0,70	0,90	0,80
IV	Ασήμαντη χειμαρρικότητα	0,50	0,70	0,60

Στο τέλος παρουσιάζονται με βάση την ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, οι επιδράσεις της εκτίμησης των πλημμυρικών παροχών στους χειρσαίους και υδάτινους οργανισμούς.

Επισημαίνεται ότι τις βιβλιογραφικές πληροφορίες σε κάθε περίπτωση, συμπλήρωναν οι επιτόπιες παρατηρήσεις.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Υδρογραφικό δίκτυο

Από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που πέφτουν σε μια υδρολογική λεκάνη, μόνο ένα μέρος μετατρέπεται σε επιφανειακή απορροή προς τα χαμηλότερα τμήματα των χειμαρρικών ρευμάτων. Η κίνηση του νερού στην επιφάνεια της λεκάνης απορροής γίνεται από ένα δίκτυο φυσικών ανοικτών αγωγών διαφορετικού μεγέθους. Το δίκτυο των ανοικτών αγωγών αποτελείται από τον κεντρικό αγωγό και από ένα αριθμό πλευρικών αγωγών που συμβάλλουν σε αυτό.

Η ανάπτυξη του δικτύου εξαρτάται από τα κατακρημνίσματα (ένταση, συχνότητα), από τη φύση, από την κλίση και τη διεύθυνση των πετρωμάτων και από τη γεωμορφολογική διαμόρφωση της περιοχής.

Οι ανοιχτοί αγωγοί βρίσκονται μέσα στη λεκάνη απορροής η οποία λειτουργεί ως συλλεκτήρας και τροφοδοτεί το ρεύμα με νερά και φερτά υλικά. Διακρίνεται ως εξής (Στεφανίδης 2004):

- Γενική ή συνολική λεκάνη απορροής: Είναι η επιφάνεια τροφοδοσίας, που αναφέρεται μέχρι το κάτω μέρος του ρεύματος
- Ορεινή λεκάνη απορροής: Είναι η επιφάνεια της γενικής λεκάνης, που καταλαμβάνει το ορεινό μέρος του χειμαρρικού χώρου.

Η λεκάνη απορροής καθορίζεται από τον υδροκρίτη της, ο οποίος προσδιορίζεται με βάση την ορεογραφική διαμόρφωση της περιοχής. Ο υδροκρίτης ή υδροκριτική γραμμή καθορίζει την κατεύθυνση προς την οποία θα κινηθεί το νερό των κατακρημνισμάτων. Ο καθορισμός του γίνεται πάνω σε τοπογραφικό χάρτη και αποτελεί τα εξωτερικά όρια της λεκάνης, δηλαδή τη νοητή γραμμή που την περιβάλλει,

είναι μια κλειστή γραμμή. Η γραμμή του υδροκρίτη διέρχεται υποχρεωτικά από τις εξάρσεις της επιφάνειας του εδάφους, δηλαδή κορυφές, αυχένες και κυρτές αλλαγές κλίσεως. (Στεφανίδης 2004)

Ο χείμαρρος της περιοχής έρευνας (Μπουρμπουλήθρα) ανήκει στην Υδρολογική λεκάνη χειμάρρου Βελίκας Μελιβοίας της ομάδας των χειμάρρων Ανατολικής Όσσης και Μαυροβουνίου του Υδατικού Διαμερίσματος Α4 με Κ.Α. 24. (Χάρ. Ι). Σχηματίζεται από τρία υπορεύματα (Σοφράς, Γάβρος και Καρυάς).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΣΧΕΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ ΚΑΙ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΥΣ
ΧΕΡΣΑΙΟΥΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

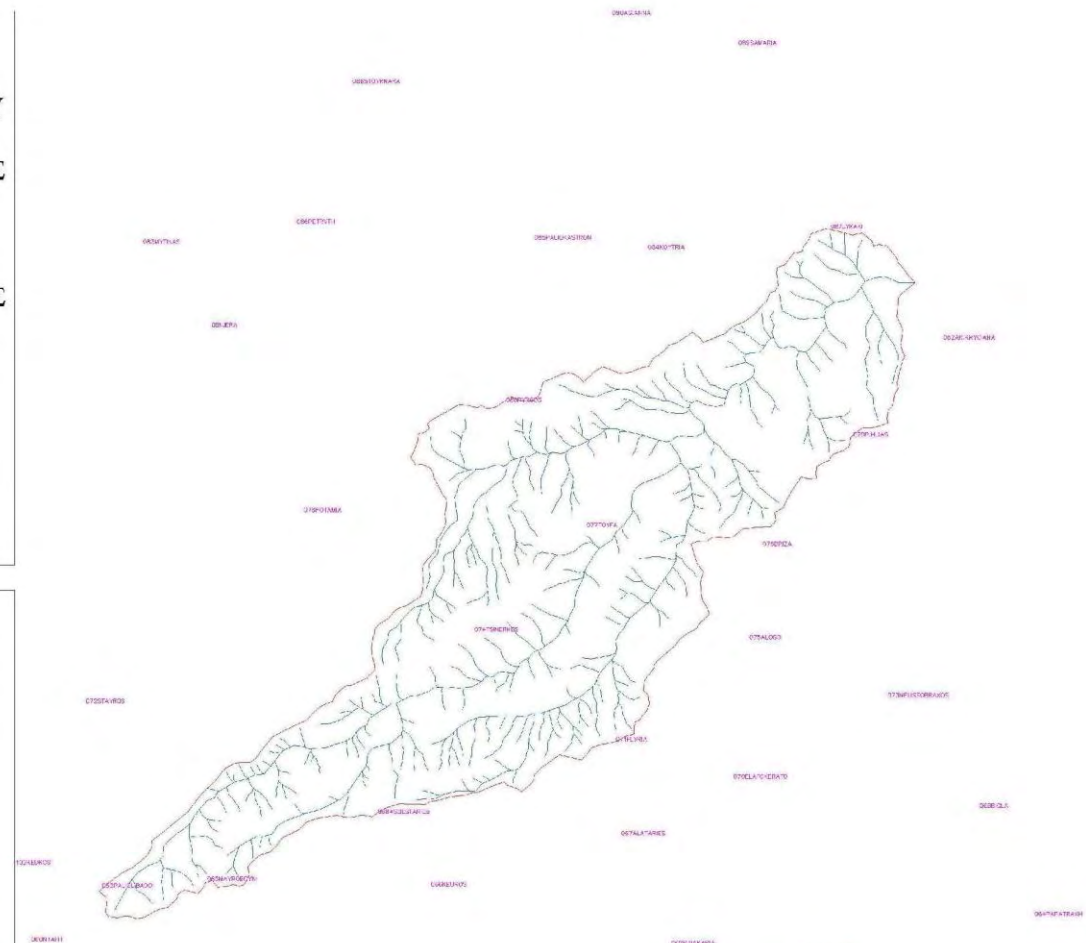
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΝΕΟΦΥΤΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΨΑΛΤΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΧΑΡΤΗΣ Ι
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

— Υδρογραφικό Δίκτυο
— Υδροκρίτης
• Τριγωνομετρικά σημεία

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50000



3.2 Μορφομετρικά - Υδρογραφικά χαρακτηριστικά

Για τη σύνταξη μιας υδρολογικής μελέτης είναι απαραίτητο να μελετήσουμε τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της, αφού αυτά είναι που επηρεάζουν τον τρόπο και τη διαδικασία κίνησης του νερού. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αυτά τα χαρακτηριστικά. (Στεφανίδης 2004)

- *Μορφομετρικά χαρακτηριστικά:*
 - λεκάνη απορροής, υδροκρίτης, εμβαδά λεκάνης απορροής
 - μορφή λεκάνης απορροής
 - περίμετρος
 - βαθμός στρογγυλομορφίας
 - ελάχιστο υψόμετρο
 - μέσο υψόμετρο
 - μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο
 - μέγιστο ανάγλυφο
 - μέση κλίση λεκάνης
- *Υδρογραφικά χαρακτηριστικά:*
 - σχεδίαση του υδρογραφικού δικτύου
 - αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου κατά Horton
 - συντελεστής διακλάδωσης
 - μορφή υδρογραφικού δικτύου
 - πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου
 - μήκος κεντρικής κοίτης
 - μέση κλίση κεντρικής κοίτης

Πίνακας 11: Μορφομετρικά - Υδρογραφικά χαρακτηριστικά λεκάνης "Μπουρμπουλήθρας"

A/A	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΣΥΜΒΟΛΑ	ΤΙΜΗ
ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ			
1	Εμβαδόν λεκάνης	F	27,02 km ²
2	Μορφή λεκάνης απορροής	-	τύπος 1
3	Περίμετρος	U	32,08 km
4	Βαθμός στρογγυλομορφίας	B	0,84 km
5	Ελάχιστο υψόμετρο	H _{min}	5 m
6	Μέγιστο υψόμετρο	H _{max}	1053 m
7	Μέσο υψόμετρο	H _{med}	488 m
8	Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο	H _x	940 m
9	Μέγιστο ανάγλυφο	H _r	1048 m
10	Μέση κλίση λεκάνης	J _λ	40,6 %
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ			
11	Μορφή υδρογραφικού δικτύου	Σύνθετη Παράλληλη & Δενδριτική	μορφή
12	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου	D	3,82 km/km ²
13	Μήκος κεντρικής κοίτης	L	15,08 Km
14	Μέση κλίση κεντρικής κοίτης	J _k	6,34 %
15	Συνολικό μήκος ρεμάτων λεκάνης	ΣL	158,75 km

*Μορφομετρικά***1. Έκταση (εμβαδόν) της λεκάνης απορροής (F)**

$$F = 27,02 \text{ km}^2$$

2. Μορφή λεκάνης απορροής

Σύμφωνα με αυτό η μελετώμενη λεκάνη μας είναι τύπος 1.

3. Βαθμός στρογγυλομορφίας B

$$B = 0,84 \text{ km}$$

4. Υψόμετρα της λεκάνης απορροής

- Ελάχιστο υψόμετρο (**H_{min}** = 5 μ)
- Μέγιστο υψόμετρο (**H_{max}** = 1053 μ)

5. Μέσο υψόμετρο H_{med}

Πίνακας 12: Υπολογισμός μέσου υψομέτρου λεκάνης "Μπουρμπουλήθρας"

A/A	Υψόμετρο χωροσταθμικής H_i (km)	Μήκος χωροσταθμικής I_i (km)	$H_i * I_i$ (km *km)
1	0,1	11,5	1,15
2	0,2	12,35	2,47
3	0,3	14,01	4,2
4	0,4	12,96	5,18
5	0,5	9,96	4,98
6	0,6	15,1	9,06
7	0,7	16,22	11,35
8	0,8	9,09	7,27
9	0,9	5,88	5,29
10	1,0	2,62	2,62
Σύνολο	-	109,69	53,57

Οπότε : $H_{med} = \sum (H_i * I_i) / \sum I_i = 0,488 \text{ km}$ ή 488m

6. Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο H_x

Το μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο $H_x = 940 \mu$.

7. Μέγιστο ανάγλυφο H_r

$$H_r = 1048 \text{ m}$$

8. Μέση κλίση λεκάνης J_l

Δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$J_l = 40,6 \%$$

9. Συντελεστής διακλάδωσης

Τα αποτελέσματα της αρίθμησης εμφανίζονται στον Πίνακα 13:

Οπότε ο συντελεστής διακλάδωσης του χειμάρρου Μπουρμπουλήθρα είναι:

$$S = 187/42 + 42/9 + 9/2 + 2/1 = 4,5 + 4,7 + 4,5 + 2 = 15,7$$

Πίνακας 13: Αρίθμηση ρευμάτων "Μπουρμπουλήθρας"

Τάξη i	Αριθμός ρευμάτων ni	Συντελεστής διακλάδωσης
1	187	4,5
2	42	4,7
3	9	4,5
4	2	2
5	1	

*Υδρογραφικά***10. Μορφή υδρογραφικού δικτύου**

Η μορφή είναι Σύνθετη (Παράλληλη και Δενδριτική)

11. Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου D

$$D = \frac{\Sigma L}{F} = 103,26 / 27,02 = 3,82 \text{ Km/Km}^2$$

12. Μήκος κεντρικής κοίτης (L):

Το μήκος της κεντρικής κοίτης υπολογίσθηκε σε 15,08 Km.

13. Μέση κλίση κεντρικής κοίτης J_K

$$J_K = \frac{\Sigma(L * J_s)}{\Sigma L} = 6,34\%$$

ΣL

Πίνακας 14: Ανάλυση χωροσταθμικών για τον υπολογισμό της μέσης κλίσης κεντρικής κοίτης

Χωροσταθμικές	Μήκος L (m)	J _s (%)	L * J _s
5-100	4230	2,2	9500
100-200	1320	7,6	10000
200-300	660	15,2	10000
300-400	710	14,1	10000
400-500	620	16,1	10000
500-600	1880	5,3	10000
600-700	1990	5,0	10000
700-800	1270	7,9	10000
800-900	1700	5,9	10000
900-960	690	8,7	6000
Σύνολο	15070		95500

Σε απόσταση 4230 m η υψομετρική διαφορά είναι 95 m

$$\frac{\text{Σε απόσταση 100 m}}{\text{Σε απόσταση 4230 m}} \gg \frac{x \text{ m}}{95 \text{ m}}$$

$$\Leftrightarrow x = 2,2\%$$

Σε απόσταση 1320 m η υψομετρική διαφορά είναι 100 m

$$\frac{\text{Σε απόσταση 100 m}}{\text{Σε απόσταση 1320 m}} \gg \frac{x \text{ m}}{100 \text{ m}}$$

$$\Leftrightarrow x = 7,6\%$$

Ομοίως και για τα υπόλοιπα βρίσκουμε την κλίση τους

3.3 Βασικοί παράγοντες χειμαρρικότητας

Η παραγωγή νερού σε μια ορεινή λεκάνη απορροής δεν είναι μια απλή διαδικασία. Από τη στιγμή που τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα πέφτουν στην επιφάνεια της λεκάνης μέχρι τη μετατροπή τους σε νερό στην κοίτη των ρευμάτων, λαμβάνουν χώρα ποικίλες και πολύπλοκες διαδικασίες. Αυτές οφείλονται τόσο στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα όσο και στη βλάστηση, στο έδαφος, στα πετρώματα και στη γεωμορφολογία - τοπογραφία της λεκάνης. Έτσι οι τέσσερις αυτοί βασικοί παράγοντες καθορίζουν ένα συγκεκριμένο χειμαρρικό περιβάλλον στην περιοχή.

Τα κατακρημνίσματα αποτελούν παράγοντα επίθεσης πάνω στους γεωλογικούς σχηματισμούς, ενώ η βλάστηση δρα προστατευτικά. Το ανάγλυφο ασκεί ρυθμιστική δράση, ενώ οι γεωλογικοί σχηματισμοί διαμορφώνονται από τα πετρώματα που συγκροτούν τη λεκάνη απορροής.

Το κλίμα, το ανάγλυφο και οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι δεδομένα σε μια περιοχή και δεν επιδέχονται αλλαγές με την ανθρώπινη επέμβαση. Τη βλάστηση, όμως, μπορούμε να τη διαχειριστούμε κατάλληλα όπου υπάρχει, να την επανεγκαταστήσουμε με αναδασώσεις όπου λείπει και να την προστατεύσουμε, ώστε να ασκεί τις

υδρολογικές και προστατευτικές επιδράσεις.

3.3.1 Κλίμα

Από την ανάλυση των στοιχείων των πινάκων που επισυνάπτονται παρακάτω, για τις διαθέσιμους παραμέτρους έχουμε να παρατηρήσουμε τα παρακάτω:

α. Θερμοκρασία αέρος

Η θερμοκρασία θεωρείται από τα βασικότερα κλιματικά στοιχεία, τα οποία συντελούν στη διαμόρφωση του κλίματος της περιοχής. Εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, τον προσανατολισμό ως προς τον ορίζοντα, τον κατακόρυφο διαμερισμό της, τη γειννίαση με τη θάλασσα και άλλους δευτερογενείς παράγοντες.

Με βάση τα στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών για αυτή την παράμετρο προκύπτει: Η μέση ετήσια θερμοκρασία μεταβάλλεται από εποχή σε εποχή ακολουθώντας το μεσημβρινό ύψος του ηλίου. Ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος είναι οι ψυχρότεροι μήνες και ο Ιούλιος με τον Αύγουστο οι θερμότεροι. Η θερμοκρασία του Απριλίου και κατόπιν του Οκτωβρίου πλησιάζουν τη μέση ετήσια.

Ο χειμώνας είναι ψυχρός με όχι σχετικά μεγάλη διάρκεια (από τέλη Νοεμβρίου μέχρι τα αρχές Μαρτίου), με χαμηλές θερμοκρασίες. Επίσης, το χειμώνα η ηλιοφάνεια βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, ενώ τοπικά εμφανίζονται ομίχλες και παγετός. Το ψύχος πολλές φορές παρατείνεται στα ορεινά κατά την Άνοιξη, η οποία αρχίζει κατά τον Απρίλιο, και ύστερα από μικρό χρονικό διάστημα η θερμοκρασία ανέρχεται απότομα, οπότε ο καιρός λαμβάνει θερινό χαρακτήρα και έτσι περιορίζεται η διάρκεια της Άνοιξης.

Το θέρος ο καιρός είναι σταθερός, με υψηλές θερμοκρασίες, ενώ σημειώνονται πολλές φορές θερινές καταιγίδες τοπικού χαρακτήρα, οι οποίες ανακουφίζουν τη

βλάστηση. Η θερμοκρασία ελαττώνεται αισθητά κατά τον Οκτώβριο, οι βροχές είναι άφθονες και τα χιόνια εμφανίζονται νωρίς στα υψηλότερα σημεία του δάσους.

β. Βροχοπτώσεις

Οι βροχοπτώσεις και όλα γενικά τα κατακρημνίσματα αποτελούν το βασικότερο κλιματικό στοιχείο μιας περιοχής. Ιδιαίτερη σημασία για τη δασοπονία έχουν τόσο το ετήσιο ύψος βροχής όσο και η κατανομή του στις εποχές του έτους.

Με βάση τα στοιχεία του σχετικού πίνακα για τις περιοχές των μετεωρολογικών σταθμών προκύπτει:

Από την κατανομή αυτή των βροχοπτώσεων στη διάρκεια του χρόνου παρατηρούμε ότι εμφανίζονται 2 μέγιστα, ένα τρίμηνο Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου - Μαρτίου, με την έναρξη της βλαστητικής περιόδου και ένα κύριο ελάχιστο το τρίμηνο Ιουνίου – Αυγούστου. Τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο οι βροχοπτώσεις εμφανίζονται μειωμένες σε σχέση με αυτές των προηγούμενων μηνών, ωστόσο η μείωση δεν ανταποκρίνεται πλήρως στην πραγματικότητα, ιδιαίτερα για τις υψηλότερες περιοχές, καθώς την περίοδο αυτή εμφανίζονται χιόνια.

Με βάση τα στοιχεία αυτών των παραμέτρων, δηλαδή του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής και της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας, συντάχθηκαν τα ομβροθερμικά διαγράμματα για την περιοχή μελέτης, σύμφωνα με το οποίο η ξηροθερμική περίοδος παρουσιάζεται από τα αρχές Ιουνίου μέχρι τέλη Αυγούστου. Ωστόσο δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι η παραπάνω ξηρή “μαθηματική” περίοδος συμπίπτει με την πραγματική “οικολογικά” ξηρή περίοδο, γιατί αυτή καθορίζεται και από άλλους παράγοντες, όπως τα αποταμιεύματα του εδάφους σε διαθέσιμο για τα φυτά νερό, τα οποία με τη σειρά τους εξαρτώνται από το προηγούμενο ύψος βροχής και τις φυσικές, μορφολογικές ιδιότητες και το βάθος του εδάφους.

γ. Χιονοπτώσεις

Οι παρατηρήσεις των χιονοπτώσεων του κάθε σταθμού είναι ενσωματωμένες στις μετρήσεις της βροχόπτωσης, αλλά δεν αναφέρονται ξεχωριστά γιατί οι μετρήσεις της ραγδαιότητας γίνονται χωρίς αυτές. Πάντως οι χιονοπτώσεις είναι συνηθισμένο φαινόμενο στην περιοχή, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, και στις Β και ΒΑ, ιδιαίτερα ψηλότερες περιοχές, το ύψος του χιονιού ξεπερνά το 1,5 m., ενώ η χιονοκάλυψη του εδάφους ποικίλει ανάλογα με το ύψος του χιονιού, τη διάρκεια, την ένταση των χιονοπτώσεων, τον προσανατολισμό του τόπου και το υψόμετρο.

Τονίζουμε ότι οι χιονοπτώσεις παίζουν πολύ μικρό ρόλο στη ραγδαιότητα και την ένταση των φαινομένων, καθώς η μετατροπή τους στην υγρή μορφή γίνεται με αργό ρυθμό.

δ. Άνεμοι

Οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή προέρχονται από την πλευρά του Αιγαίου πελάγους με κατεύθυνση ΒΑ και ΝΑ. Αυτοί καθώς είναι πλήρεις υδρατμών, ανερχόμενοι στις ανατολικές πλαγιές του Μαυροβουνίου, ψύχονται, υγροποιούνται και αφήνουν το μεγαλύτερο μέρος τους σε μορφή κατακρημνισμάτων (βροχές, χιόνια), ενώ παράλληλα διατηρούν υψηλή τη σχετική υγρασία του αέρα. Η ευεργετική αυτή επίδρασή τους απεικονίζεται χαρακτηριστικά στην εικόνα της βλάστησης.

Στην περιοχή επίσης πνέουν οι Β και ΒΔ άνεμοι, οι οποίοι όμως στην περιοχή αυτή είναι ξηροί και ψυχροί.

ε. Θερμοκρασία εδάφους

Συνοψίζοντας τη μελέτη των μετεωρολογικών δεδομένων που αναλύθηκαν πιο πάνω, σε συνδυασμό με τη γεωγραφική θέση της περιοχής και την ορειογραφική της

διαμόρφωση – γεωμορφολογικούς παράγοντες, μπορούμε να πούμε ότι έχουμε τον τύπο του Μεσογειακού κλίματος που δέχεται την επίδραση του Μεσευρωπαϊκού.

Σε όλη την περιοχή ο χειμώνας είναι ψυχρός. Στα παραλιακά χαμηλά τμήματα το Μεσογειακό βιοκλίμα είναι έντονο μέσο – μεσογειακό με 75 ως 100 βιολογικά ξηρές ημέρες κατά τη θερμή και ξηρή περίοδο. Στα μέσα υψόμετρα μεταβαίνει σε ασθενές μέσο – μεσογειακό με 40 ως 75 ξηρές ημέρες και στην κορυφή καταλήγει σε υπο-μεσογειακό με λιγότερες από 40 ξηρές ημέρες.

Από τα κλιματολογικά δεδομένα, ιδιαίτερη σημασία έχει το μέσο ετήσιο ύψος βροχής και η μηνιαία κατανομή του, καθώς και η θερμοκρασία του αέρα. Στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν διάφοροι μετεωρολογικοί σταθμοί (Μ.Σ.). Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι μετεωρολογικοί σταθμοί της Ελάφου Αγιάς, Σωτήριο Λάρισας, Σπηλιά Λάρισας και Μακρυνίτσα Μαγνησίας. Για τον υπολογισμό των κλιματολογικών δεικτών χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία για την 10ετία 2002 – 2011.

Επειδή για τους μετεωρολογικούς σταθμούς της περιοχής δεν υπήρχαν στοιχεία μετρήσεων θερμοκρασίας, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του Φλόκα για εξαγωγή αποτελεσμάτων βάσει των συντεταγμένων φ και λ του κάθε μετεωρολογικού σταθμού και του υψόμετρου του. Ο Τύπος του Φλόκα είναι:

$$T = \alpha - \beta * \varphi - \gamma * \lambda - \delta * H$$

Όπου: T = μέση θερμοκρασία αέρα (οC)

φ = γεωγραφικό μήκος (σε πρώτα λεπτά, όχι σε μοίρες)

λ = γεωγραφικό πλάτος (σε πρώτα λεπτά, όχι σε μοίρες)

H = υπερθαλάσσιο ύψος (m)

Τα α , β , γ και δ βασίζονται στον παρακάτω πίνακα 5:

Στα κατασκευασθέντα ομβροθερμικά διαγράμματα των Bagnouls-Gausse

φαίνεται η αντίστοιχη ξηροθερμική περίοδος για κάθε σταθμό.

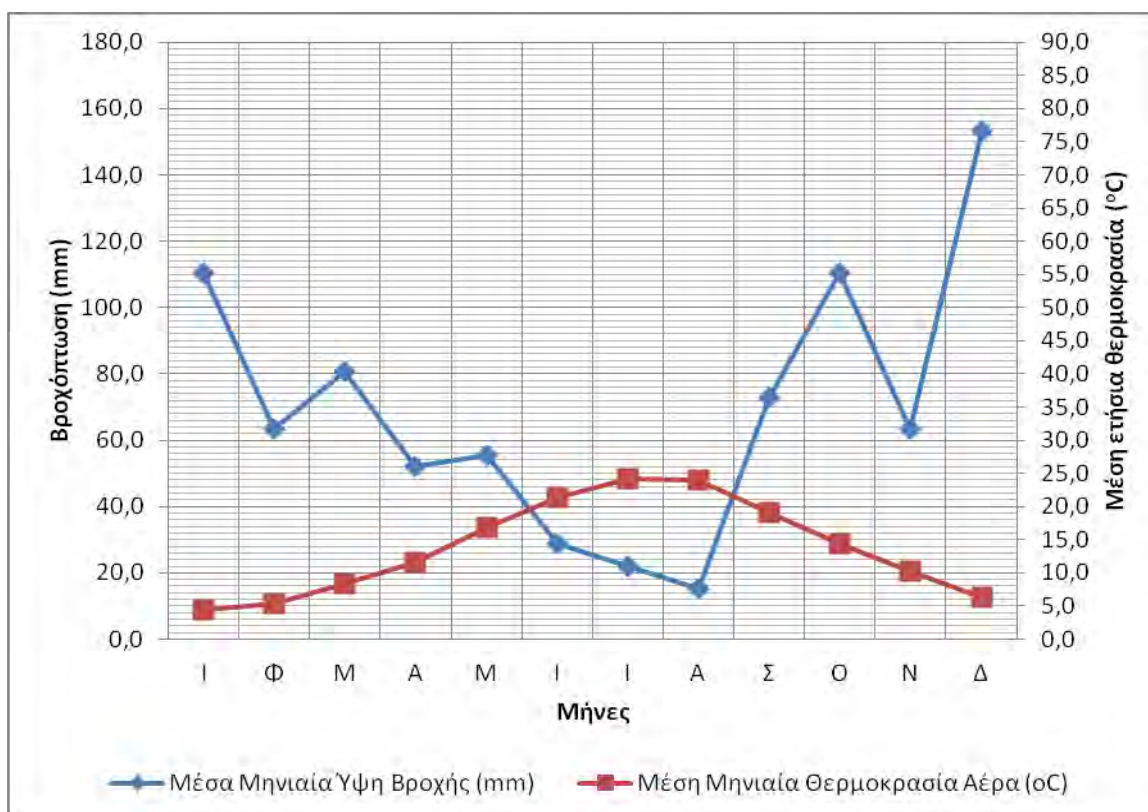
Στοιχεία Μετεωρολογικών Σταθμών

Πίνακας 15: Στοιχεία Μετεωρολογικού Σταθμού Ελάφου Αγιάς

Μετεωρολογικός Σταθμός Ελάφου Αγιάς		
1	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	500m
2	ΓΕΩΓΡ.ΠΛΑΤΟΣ	39°35' E
3	ΓΕΩΓΡ.ΜΗΚΟΣ	22°47' E
4	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	825,5 mm
5	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΟΣ	13,7°C
6	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	ΥΓΡΟΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ ΨΥΧΡΟΣ
7	ΡΑΓΔΑΙΟΤΗΤΑ	198,40 mm

Πίνακας 16: Θερμοκρασιακά και βροχομετρικά δεδομένα Μ.Σ. Ελάφου Αγιάς

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΗΣΙΟ
Μέσα Μηνιαία Ύψη Βροχής (mm)	110,6	63,6	80,7	52,1	55,5	28,6	21,9	15,3	72,9	110,5	63,3	153,5	828,5
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Αέρα (°C)	4,4	5,3	8,3	11,5	16,8	21,3	24,1	24	19	14,4	10,2	6,3	13,7



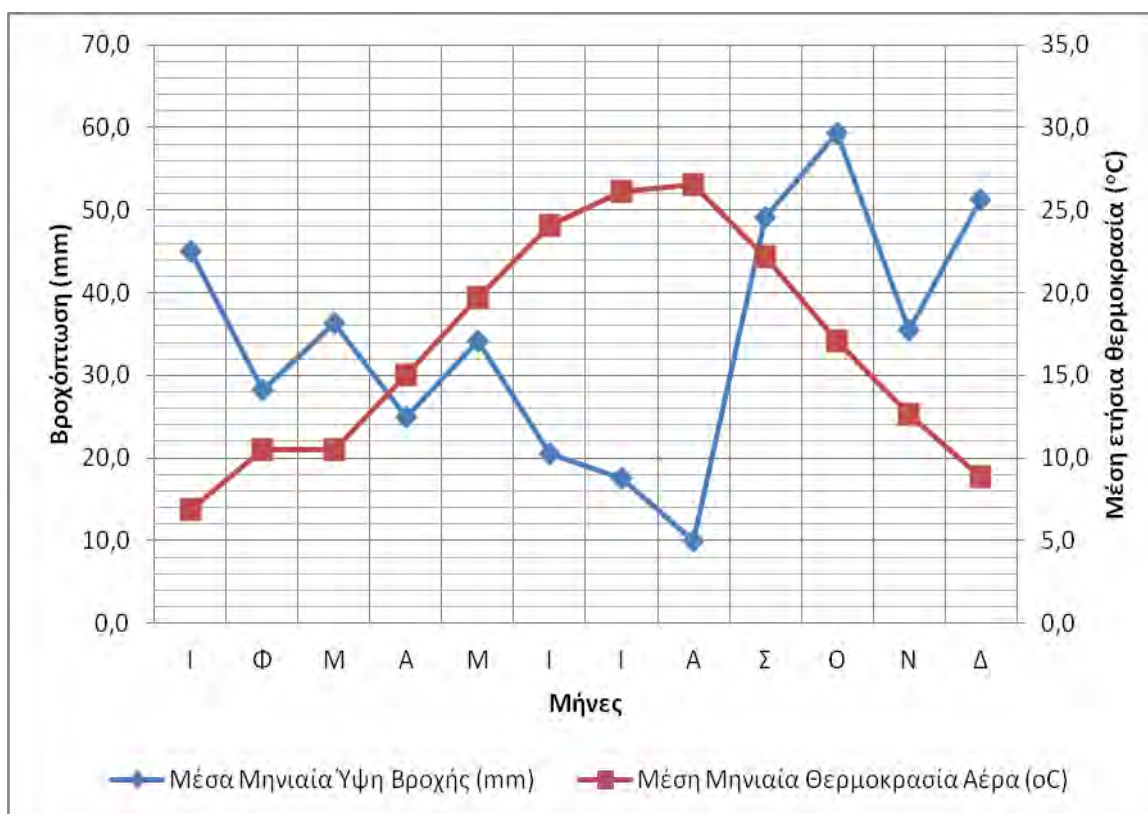
Σχήμα 2 : Ομβροθερμικό Διάγραμμα Μ.Σ. Ελάφου Αγιάς

Πίνακας 17: Στοιχεία Μετεωρολογικού Σταθμού Σωτήριο Λάρισας

Μετεωρολογικός Σταθμός Σωτήριο Λάρισας		
1	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	54
2	ΓΕΩΓΡ.ΠΛΑΤΟΣ	39° 50' E
3	ΓΕΩΓΡ.ΜΗΚΟΣ	22° 72' E
4	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	412,1 mm
5	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΟΣ	16,3 °C
6	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	ΥΓΡΟΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ ΨΥΧΡΟΣ
7	ΡΑΓΔΑΙΟΤΗΤΑ	108,00 mm

Πίνακας 18: Βροχομετρικά και θερμοκρασιακά δεδομένα Μ.Σ. Σωτηρίου Λάρισας

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΗΣΙΟ
Μέσα Μηνιαία Υψη Βροχής (mm)	45,0	28,3	36,3	24,9	34,2	20,5	17,6	10,1	49,1	59,3	35,5	51,4	412,1
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Αέρα (°C)	6,9	10,5	10,5	15,1	19,7	24,1	26,1	26,5	22,2	17,1	12,7	8,8	16,3

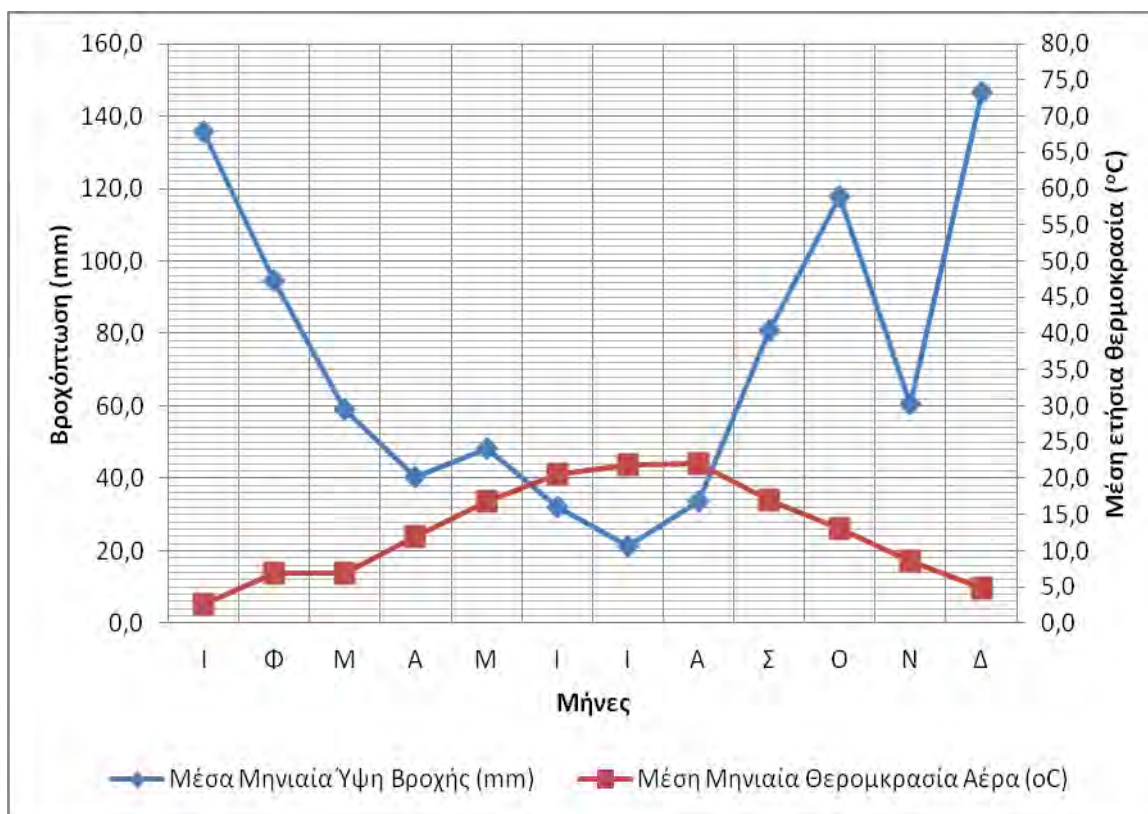
**Σχήμα 3 : Ομβροθερμικό Διάγραμμα Μ.Σ. Σωτηρίου Λάρισας**

Πίνακας 19: Στοιχεία Μετεωρολογικού Σταθμού Μακρυνίτσας Μαγνησίας

Μετεωρολογικός Σταθμός Μακρυνίτσας Μαγνησίας		
1	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	690 m
2	ΓΕΩΓΡ.ΠΛΑΤΟΣ	39°40' E
3	ΓΕΩΓΡ.ΜΗΚΟΣ	22°98' E
4	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	870,6 mm
5	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΟΣ	12,2 °C
6	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	ΥΓΡΟΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ ΨΥΧΡΟΣ
7	ΡΑΓΔΑΙΟΤΗΤΑ	240,5 mm

Πίνακας 20: Βροχομετρικά και θερμοκρασιακά δεδομένα Μ.Σ. Μακρυνίτσας Μαγνησίας

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΗΣΙΟ
Μέσα Μηνιαία Ύψη Βροχής (mm)	135,7	94,5	58,9	40,4	48,3	32,3	21,3	33,8	80,6	117,7	60,6	146,7	870,6
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Αέρα (οC)	2,6	6,8	6,8	11,9	16,7	20,6	21,8	22,0	16,9	13,1	8,7	4,8	12,2

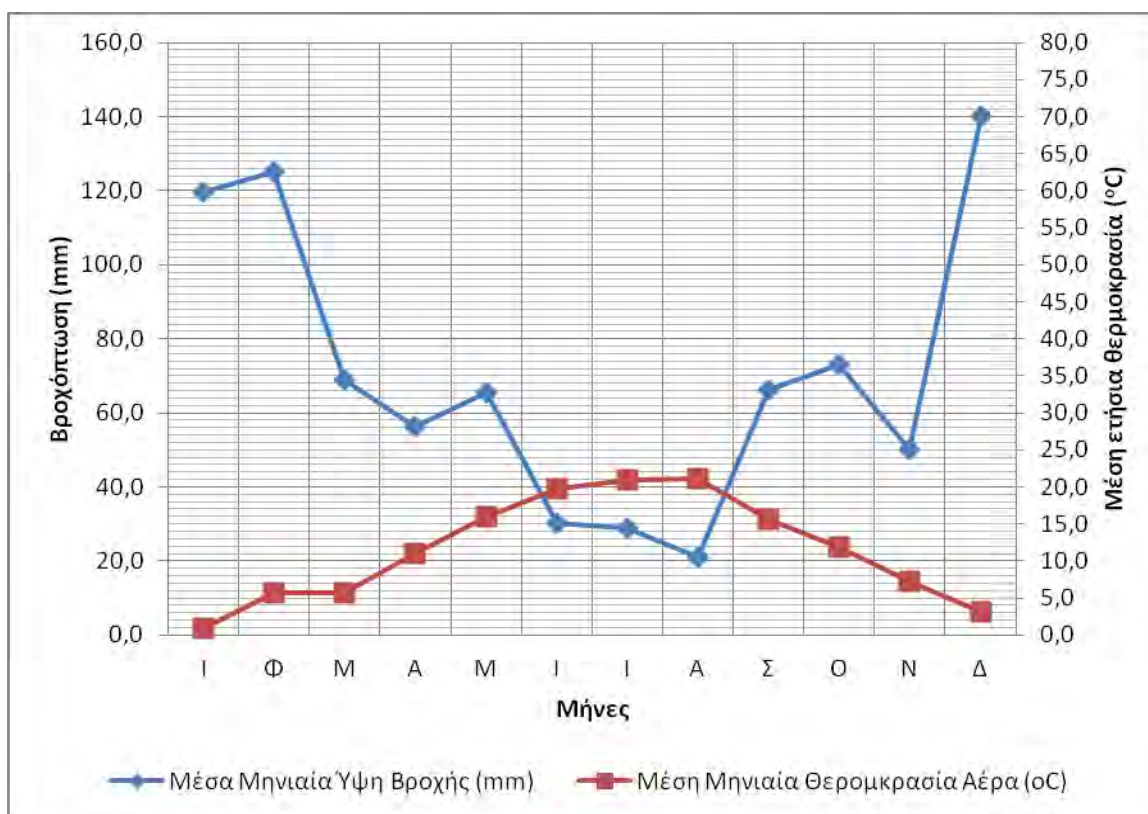
**Σχήμα 4 :** Ομβροθερμικό Διάγραμμα Μ.Σ. Μακρυνίτσα Μαγνησίας

Πίνακας 21: Στοιχεία Μετεωρολογικού Σταθμού Σπηλιάς Λάρισας

Μετεωρολογικός Σταθμός Σπηλιά Λάρισας		
1	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	820 m
2	ΓΕΩΓΡ.ΠΛΑΤΟΣ	39° 80' E
3	ΓΕΩΓΡ.ΜΗΚΟΣ	22° 65' E
4	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	844,6 mm
5	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΟΣ	10,9 °C
6	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	ΥΓΡΟΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ ΨΥΧΡΟΣ
7	ΡΑΓΔΑΙΟΤΗΤΑ	180 mm

Πίνακας 22: Βροχομετρικά και θερμοκρασιακά δεδομένα Μ.Σ. Σπηλιάς Λάρισας

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΗΣΙΟ
Μέσα Μηνιαία Ύψη Βροχής (mm)	119,6	125,1	68,8	56,2	65,5	30,2	29,0	21,0	66,1	72,9	50,0	140,2	844,6
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Αέρα (οC)	0,8	5,6	5,6	11,0	16,1	19,8	21,0	21,1	15,7	11,8	7,2	3,1	10,9

**Σχήμα 5 :** Ομβροθερμικό Διάγραμμα Μ.Σ. Σπηλιάς Λάρισας

Η επιφάνεια που περικλείεται από τις δυο καμπύλες μεταξύ των δυο σημείων τομής ($P = 2T$) δείχνει τη διάρκεια και την ένταση της ξηράς περιόδου. Δηλαδή, αν

θεωρηθούν οι βροχοπτώσεις στο υδατικό ισοζύγιο ως κέρδος, τότε οι θερμοκρασίες εμμέσως εκφράζουν τις απώλειες από τη διαπνοή και την εξάτμιση. Όσο ψηλότερες είναι οι θερμοκρασίες, τόσο ψηλότερες είναι η εξάτμιση και η διαπνοή.

Ιδιαίτερη σημασία για την εκδήλωση των πλημμυρικών φαινομένων έχει η ραγδαιότητα της βροχής. Για την περιοχή σύμφωνα με το Μ.Σ. της Ελάφου, η μέγιστη ραγδαιότητα 24ώρου διάρκειας ανέρχεται σε 198,4 mm/24ώρο.

Αναγωγή των κλιματικών δεδομένων

Τα παραπάνω κλιματικά δεδομένα αναφέρονται στην ευρύτερη περιοχή. Συνεπώς για να εκφραστεί το κλιματικό περιβάλλον της μελετούμενης λεκάνης απορροής επιβάλλεται να γίνει αναγωγή των δεδομένων των σταθμών αυτών στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης, το οποίο ανέρχεται στα 488 m.

Η αναγωγή έγινε με βάση τη σχέση που εκφράζει την μεταβολή των κύριων παραγόντων (βροχοπτώσεις, θερμοκρασία αέρα κ.λπ.) με το υπερθαλάσσιο ύψος. Για το λόγο αυτό απαιτούνται να υπάρχουν περισσότεροι του ενός μετεωρολογικοί σταθμοί οι οποίοι να λειτουργούν στην ευρύτερη περιοχή της υπό μελέτη λεκάνης και να διαθέτουν σειρά παρατηρήσεων με ανάλογη διάρκεια.

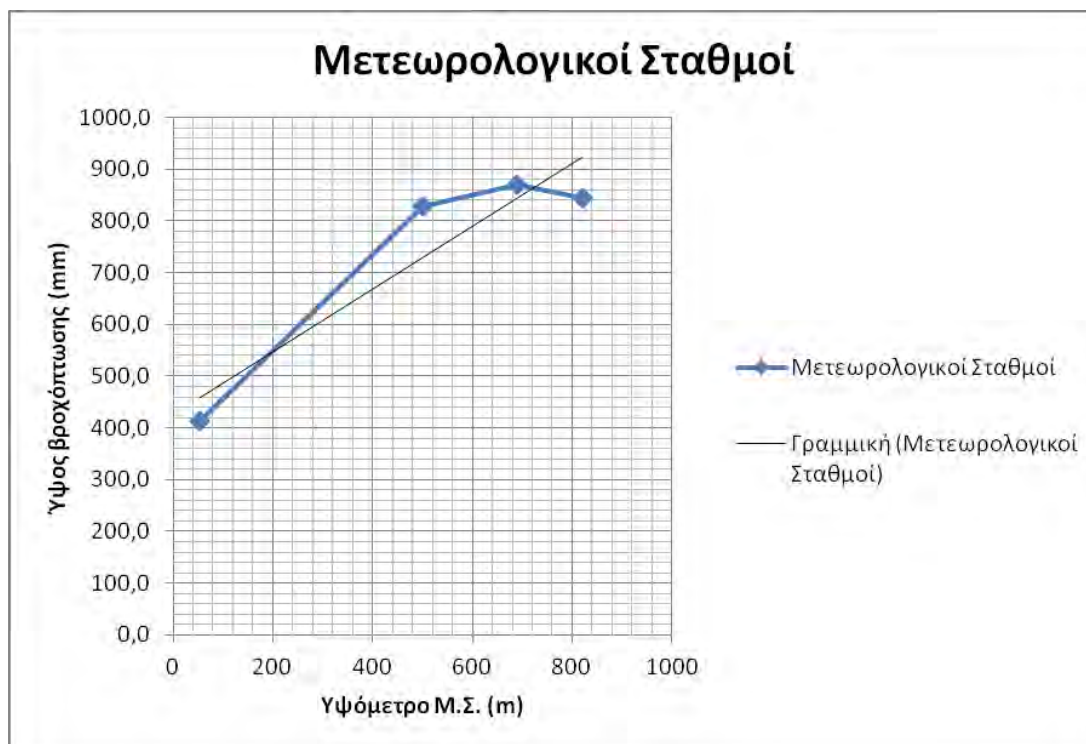
A. Βροχοπτώσεις

Για την αναγωγή του μέσου ετήσιου ύψους βροχής των μετεωρολογικών σταθμών στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης, κατασκευάστηκε η υψομετρική καμπύλη αυτών συναρτήσει του συνολικού ύψους βροχής και του υψομέτρου αυτών.

Στη συνέχεια προσδιορίστηκε η γραμμική τάση και ο τύπος αυτής και βάσει αυτού υπολογίστηκε το συνολικό ετήσιο ύψος βροχής. Με τον ίδιο τρόπο υπολογίστηκαν και τα μηνιαία ύψη βροχής, τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 23:

Πίνακας 23: Μηνιαίων υψών βροχής των 4 Μετεωρολογικών Σταθμών

Μετεωρολογικός Σταθμός	Σωτήριο	Έλαφος	Μακρονίτσα	Σπηλιάς
Υψόμετρο (μ.)	54	500	690	820
Μήνες				
ΙΑΝ	45,0	110,6	135,7	119,6
ΦΕΒ	28,3	63,6	94,5	125,1
ΜΑΡ	36,3	80,7	58,9	68,8
ΑΠΡ	24,9	52,1	40,4	56,2
ΜΙΑ	34,2	55,5	48,3	65,5
ΙΟΥΝ	20,5	28,6	32,3	30,2
ΙΟΥΛ	17,6	21,9	21,3	29,0
ΑΥΓ	10,1	15,3	33,8	21,0
ΣΕΠ	49,1	72,9	80,6	66,1
ΟΚΤ	59,3	110,5	117,7	72,9
ΝΟΕ	35,5	63,3	60,6	50,0
ΔΕΚ	51,4	153,5	146,7	140,2
ΕΤΗΣΙΟ	412,2	828,5	870,8	844,6
ΡΑΓΔΑΙΟΤΗΤΑ	108,0	198,4	240,5	180,0



Σχήμα 6 : Γραμμική συνάρτηση βροχόπτωσης σύμφωνα με τους τέσσερις Μετεωρολογικούς Σταθμούς γύρω από τη μελετούμενη λεκάνη

Γραμμική συνάρτηση βροχόπτωσης: $y=0,608x+425,21$ με $r^2=0.87$ (βροχοβαθμίδα 60,8 mm / 100 m)

Ύψος βροχής βάσει του τύπου Γραμμικής τάσης υψομετρικής καμπύλης: 722,00 mm με σταθμό βάσης τα Μ.Σ. Ελάφου Αγιάς.

Για να υπολογίσουμε το μέγιστο ύψος βροχής του 24ώρου της λεκάνης απορροής της Μπουρμπουλήθρας, χρησιμοποιούμε το δείκτη ραγδιότητας του Σταθμού βάσης της Ελάφου Νο24 = 198,4 mm όπου σύμφωνα με τον τύπο του Mathias:

$$N\Delta H24 = No24 + 0,012 * \Delta H$$

Όπου $N\Delta H24$ = δείκτης ραγδιότητας σε υψομετρική διαφορά ΔH (mm/24h)

$No24$ = δείκτης ραγδιότητας στο σταθμό βάσης (198,4 mm)

Υψόμετρο του σταθμού βάσης Μ.Σ. Ελάφου, $H = 500$ m

Μέσο υψόμετρο λεκάνης $H_{med} = 488$ m

$\Delta H = -12$ m

Για τη λεκάνη της Μπουρμπουλήθρας το μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου (h) είναι:

$$N\Delta H24=198,26+0,012*(-12) \Rightarrow h = 198,26 \text{ mm}/24h.$$

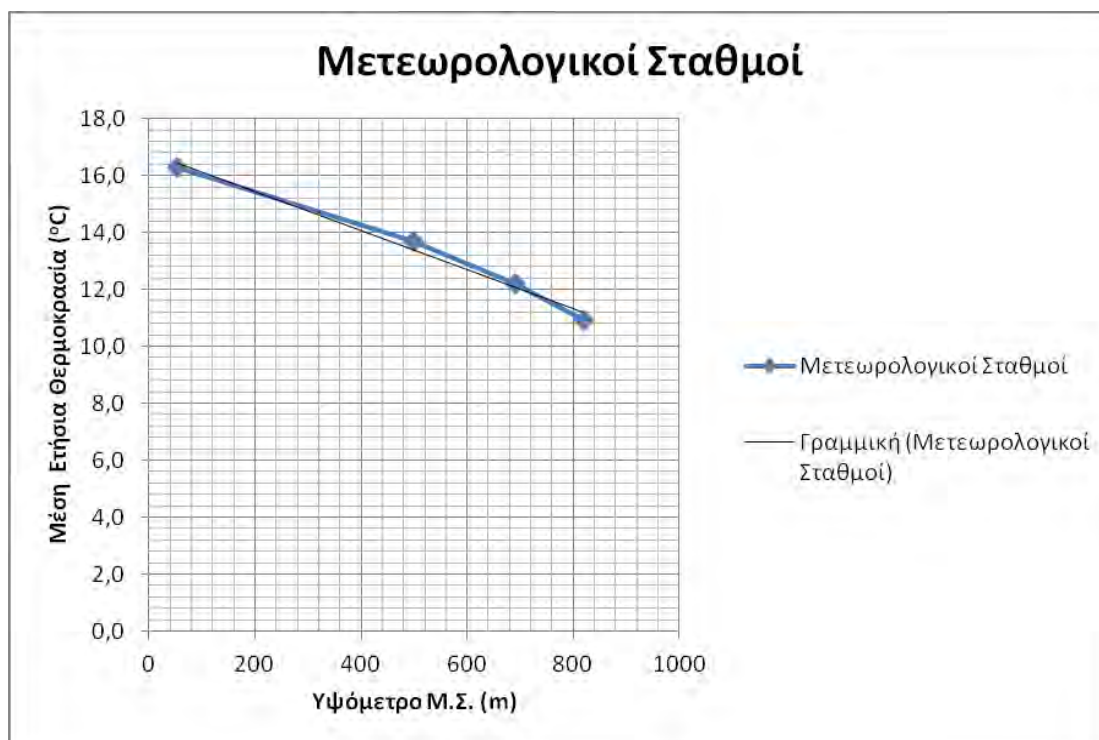
B. Θερμοκρασία

Για την αναγωγή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας αέρα των μετεωρολογικών σταθμών παρατηρήσεων στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης κατασκευάστηκε η υψομετρική καμπύλη συναρτήσει της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και των υψομέτρων.

Στη συνέχεια προσδιορίσαμε τη γραμμική τάση και τον τύπο αυτής και βάση αυτού υπολογίστηκε η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα, με τον ίδιο τρόπο υπολογίστηκαν και οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αέρα.

Πίνακας 24: Μέσες Μηνιαίες Θερμοκρασιών αέρα των 4 Μετεωρολογικών Σταθμών

Μετεωρολογικός Σταθμός	Σωτήριο	Έλαφος	Μακρυνίτσα	Σπηλιάς
Υψόμετρο (μ.)	54	500	690	820
Μήνες				
ΙΑΝ	6,9	4,4	2,6	0,8
ΦΕΒ	10,5	5,3	6,8	5,6
ΜΑΡ	10,5	8,3	6,8	5,6
ΑΠΡ	15,1	11,5	11,9	11,0
ΜΙΑ	19,7	16,8	16,7	16,1
ΙΟΥΝ	24,1	21,3	20,6	19,8
ΙΟΥΛ	26,1	24,1	21,8	21,0
ΑΥΓ	26,5	24,0	22,0	21,1
ΣΕΠ	22,2	19,0	16,9	15,7
ΟΚΤ	17,1	14,4	13,1	11,8
ΝΟΕ	12,7	10,2	8,7	7,2
ΔΕΚ	8,8	6,3	4,8	3,1
ΕΤΗΣΙΟ	16,3	13,7	12,2	10,9

**Σχήμα 7 :** Γραμμική Συνάρτηση Θερμοκρασίας Αέρα λεκάνης Μπουρμπουλήθρας

Γραμμική συνάρτηση Θερμοκρασίας Αέρα: $y = -0,007x + 16,82$ με $r^2 = 0,99$
(θερμοβαθμίδα $-0,7^\circ\text{C} / 100 \text{ m}$)

Μέση Θερμοκρασία Αέρα βάσει του τύπου Γραμμικής τάσης υψομετρικής

καμπύλης: 13,47 °C με σταθμό βάσης τα Μ.Σ. Ελάφου Αγιάς.

3.3.2 Ανάγλυφο

Το υψηλότερο σημείο που μετρήθηκε από τη Γ. Υ. Σ ήταν 1053 m. Στον Πίνακα 25 δίνονται το μέγιστο και ελάχιστο υψόμετρο, το μέγιστο ανάγλυφο, το μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο και η μέση κλίση της λεκάνης απορροής.

Πίνακας 25: Στοιχεία ανάγλυφου της λεκάνης απορροής

Ελάχιστο υψόμετρο	H_{min}	5 m
Μέγιστο υψόμετρο	H_{max}	1053 m
Μέσο υψόμετρο	H_{med}	488 m
Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο	H_x	940 m
Μέγιστο ανάγλυφο	H_r	1048 m
Μέση κλίση λεκάνης	J_I	40.6 %

Στο Χάρτη II δίνεται η κατανομή των βαθμίδων υψομέτρου της λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος «Μπουρμπουλήθρα», ενώ στον Πίνακα 26 δίνεται η έκταση που καταλαμβάνουν και τα εκατοστιαία ποσοστά τους. Διαπιστώνεται ότι κυριαρχεί η βαθμίδα υψομέτρου 0-500 m με ποσοστό (53,00%) και σχεδόν όλο το υπόλοιπο ανήκει στη βαθμίδα 500-1000 m (46,07%).

Πίνακας 26 : Βαθμίδες υψομέτρου για την ορεινή λεκάνη απορροής

Βαθμίδες Υψόμετρο (m)	Έκταση (Km ²)	Ποσοστό (%)
5<500	14,32	53,00
500-1000	12,45	46,07
1000-1053	0,25	0,93
Σύνολο	27,02	100,00

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΣΧΕΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ ΚΑΙ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΥΣ
ΧΕΡΣΑΙΟΥΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

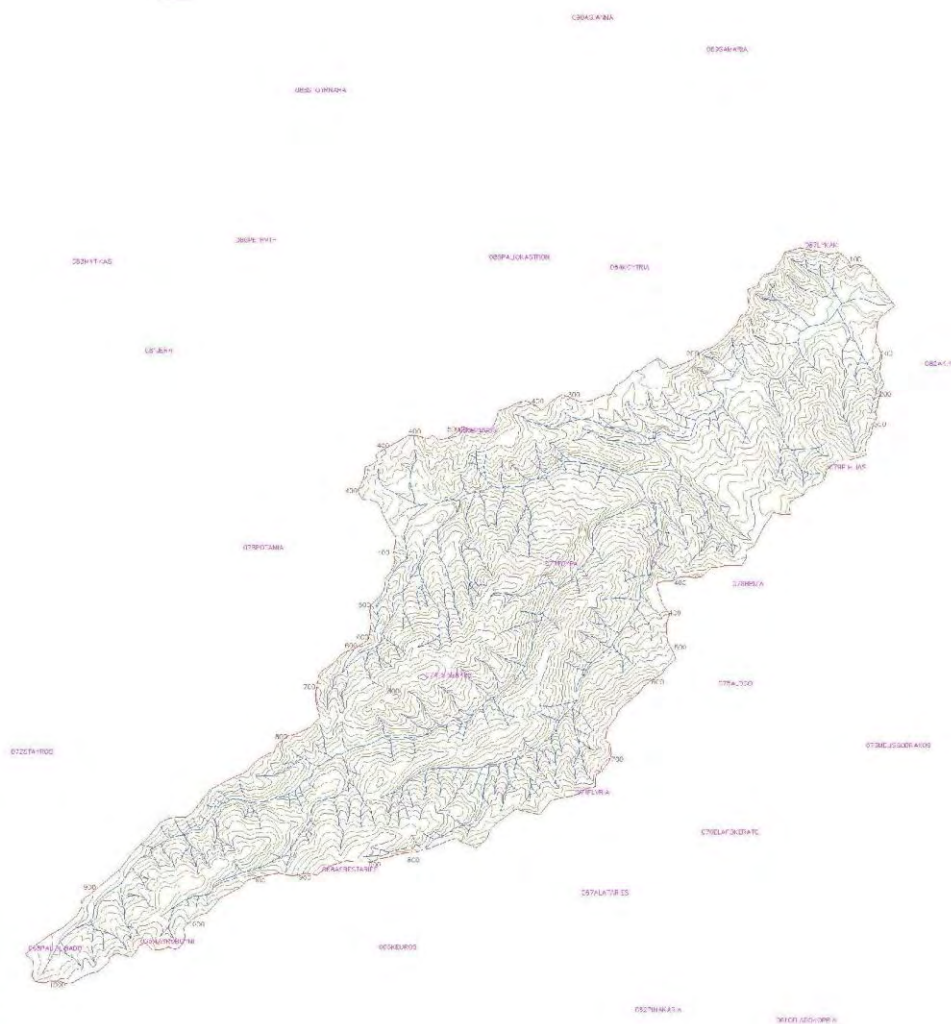
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΝΕΟΦΥΤΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΨΑΛΤΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΧΑΡΤΗΣ ΠΙ
ΑΝΑΓΛΥΦΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

— Υδρογραφικό Δίκτυο
— Υδροκρίτης
— Χωροσταθμικές καμπύλες
— Τριγωνομετρικά σημεία

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50000



3.3.3. Γεωλογικοί σχηματισμοί

Η διάκριση των πετρωμάτων σύμφωνα με τη γενετική τους προέλευση (πυριγενή, ιζηματογενή και μεταμορφωσιγενή) δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με την αντοχή τους στη δράση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (Στεφανίδης 2004).

Με βάση την ευπάθεια των πετρωμάτων στη δράση των κατακρημνισμάτων, τα πετρώματα κατατάσσονται σε χειμαρρικούς γεωλογικούς σχηματισμούς (Πιν. 27), όπου καθένας χαρακτηρίζεται από ειδικό σύμβολο. (Κωτούλας 1985, Στεφανίδης 1990)

Από τον Πίνακα 28 φανερά προκύπτει ότι η εν λόγω περιοχή κυριαρχείται από κρυσταλλοπυριγενείς σχηματισμούς (M) (περίπου 53%).

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της ευρύτερης περιοχής ανήκουν στην Πελαγονική ζώνη (Pl). Τα πετρώματα που συγκροτούν το γεωλογικό υπόβαθρο των λεκανών της περιοχής έρευνας είναι παλαιά μεταμορφωσιγενή πετρώματα (όπως γνεύσιοι, σχιστόλιθοι και μάρμαρα), νεότερους (μεσοζωϊκούς) ασβεστόλιθους, οφειόλιθους και φλύσχη. (Στεφανίδης, 2002)

Πίνακας 27: Κατάταξη πετρωμάτων σε χειμαρρικούς γεωλογικούς σχηματισμούς, συμβολισμοί και χειμαρρικά φαινόμενα

A/A	ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ	ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ
1.	Προσχωσιγενής	A	Αυλακωτή, μικρή χαραδρωτική πραινική και περιορισμένη επιφανειακή διάβρωση
2.	Φλυσχικός	F	Χαρακτηριστικό του γνώρισμα οι ολισθήσεις και κάθε είδους διαβρώσεις (λιγότερο της παραγωγής), απουσία αποσαθρώσεων
3.	Σχιστολιθικός	G	Ολισθήσεις, διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις
4.	Νεογενής	S	Έντονη χαραδρωτική, παραγωγική και πραινική διάβρωση καθώς και γεωκαταρρεύσεις από υποσκαφές των πραινών
5.	Ασβεστολιθικός	K	Εμφανίζει κυρίως έντονες αποσαθρώσεις και κατακρημνίσεις των αποσαθρωμάτων, επιφανειακή διάβρωση
6.	Κρυσταλλοπυριγενής	M	Παρουσιάζει την εμφάνιση όλων σχεδόν των χειμαρρικών φαινομένων (διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις) εκτός από τις γεωλισθήσεις

Πίνακας 28: Κατανομή των γεωλογικών χειμαρρικών σχηματισμών

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΚΤΑΣΗ (km)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Κρυσταλλοπυριγενής σχηματισμός πελαγονικής ζώνης (γενεσιοσχιστόλιθος) (M)	7,35	27,2
Σύστημα πολυφασικών μεταμορφωμένων πετρωμάτων (σχιστόλιθοι- γενεσ/θοι- στρώσεις μαρμάρων & σιπολινών) (G)	8,82	32,6
Αλουβιακές αποθέσεις (S)	0,35	1,3
Μεταίζηματα- μεταμορφωμένα ιζηματογενής προέλευσης (σχιστόλιθοι μαρμ/κοί -χλωρ/κοί-χαλαζιακοί) (G)	0,81	3
Μεταμορφωμένα βασικά οφιολιθικά πετρώματα (αμφιβολίτες-πρασινίτες κτλ) (M)	6,71	24,8
Σερπεντινίτες (M)	0,36	1,4
Μάρμαρα Αγιά (K)	1,1	4,1
Παλαιοί κώνοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα & υλικά ανά βαθμίδες χειμάρρου (S)	0,32	1,2
Νεογενές (S)	1,2	4,4
ΣΥΝΟΛΟ	27,02	100

Στο Χάρτη III δίνονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί της λεκάνης απορροής ενώ στον Πίνακα 28 η επιφάνεια που καταλαμβάνουν και η εκατοστιαία κατανομή τους.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΣΧΕΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ ΚΑΙ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΥΣ
ΧΕΡΣΑΙΟΥΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

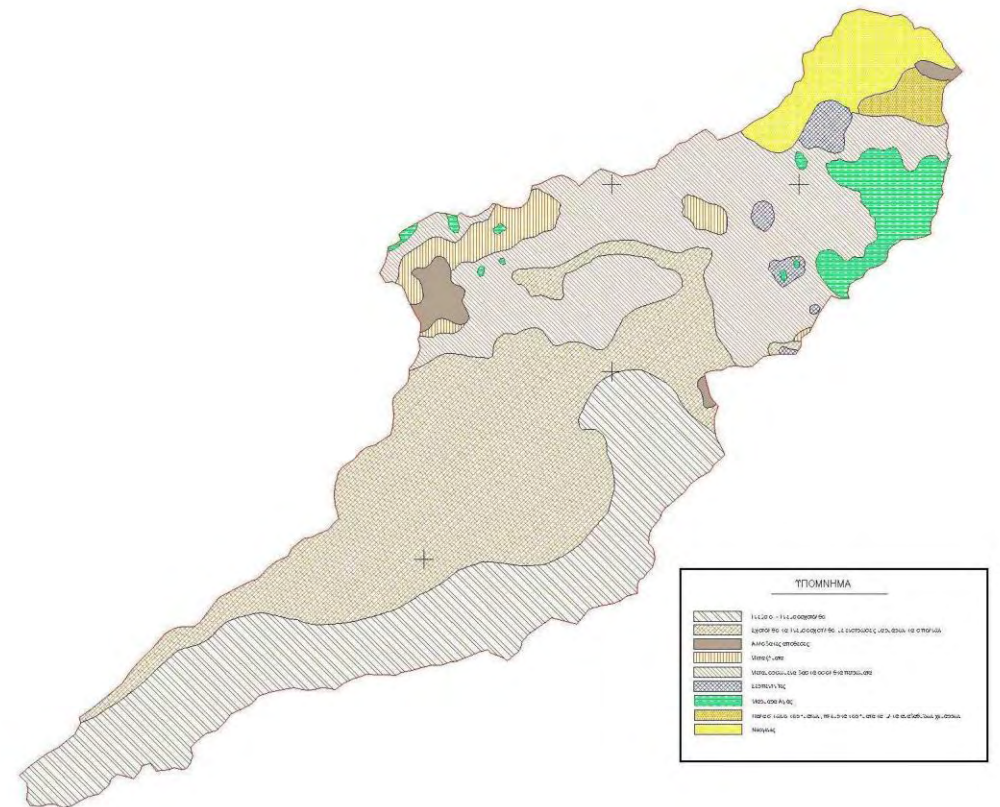
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΝΕΟΦΥΤΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΨΑΛΤΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΧΑΡΤΗΣ ΙΙΙ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΘΕΜΑ
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

— Υδροκρίτης

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50000



3.3.4. Βλάστηση

Η προστασία που ασκεί το δάσος και γενικότερα η δασική βλάστηση στο έδαφος των ορεινών λεκανών απορροής από τη διάβρωση της βροχής, είναι η σημαντικότερη επίδραση στην εξομάλυνση των προβλημάτων μιας περιοχής που σχετίζεται με το νερό. Η επίδραση γίνεται κατανοητή αν εξετάσουμε τη σχέση δάσους, εδάφους και νερού.

Το δάσος συγκρατεί διαμέσου των ριζών του το έδαφος στο χώρο που αναπτύσσεται. Επιπλέον, με την αποσύνθεση των φύλλων και άλλων οργανικών υπολειμμάτων, βελτιώνει τις ιδιότητες του εδάφους που συντελούν στην αύξηση της ταχύτητας διήθησης της βροχής και μειώνεται η επιφανειακή απορροή. Η ικανότητα αυτή των δασικών εδαφών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη αφού ολόκληρη ή η μεγαλύτερη ποσότητα βροχής από εκείνη που φτάνει στην επιφάνεια της λεκάνης, να κατευθύνεται προς την κοίτη του πλησιέστερου υδατορεύματος διαμέσου του εδάφους. (Λαναρά 2005)

Η λεκάνη απορροής του χειμάρρου χαρακτηρίζεται ως δασοσκεπής. Συναντάμε κυρίως αείφυλλα πλατύφυλλα, δάση Δρυός, Οξυάς, Πλατάνου, Καστανιάς. Σε μικρότερη έκταση εμφανίζονται εκτάσεις μερικώς δασοσκεπείς από πρινώνες, Δρυς Καστανιά και Οξυά. Στο υπόλοιπο μέρος έχουμε ελάχιστες εκτάσεις θαμνότοπων, καλλιέργειες και εγκαταλελειμμένους αγρούς και γυμνές εκτάσεις. (βλέπε χάρτη IV)

Η λεκάνη απορροής έχει μέσο υψόμετρο 488 m και ανήκει στην Ευμεσογειακή και Μεσογειακή ζώνη βλάστησης. Κυριαρχεί η Υποζώνη *Ostrya Carpinion* με αυξητικό χώρο το *Coccifera – Carpinetum*. Εμφανίζεται ως λοφώδες ή πεδινό στην κεντρική ανατολική Ελλάδα (από τη Λαμία και πάνω). Έχουμε μεγάλη έκταση πρινώνων, κυριαρχούν δάση χνοόδους ή πλατύφυλλου Δρυός. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα έχουμε Οξυά και στα ρέματα κυριαρχεί ο Πλάτανος. (Αθανασιάδης, 2001)

Από το Χάρτη IV βλάστησης της περιοχής φαίνεται η κατανομή των χρήσεων γης για τη λεκάνη ενώ στον Πίνακα 29 τα εκατοστιαία ποσοστά.

Πίνακας 29: Κατανομή χρήσεων γης της λεκάνης απορροής του χειμαρρικού ρεύματος

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΚΤΑΣΗ (km ²)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΣΥΝΤ. ΑΠΟΡΡΟΗΣ (c)
Δάσος-δασοσκεπής έκταση: δρυς, οξιάς, πλατάνου, καστανιάς, διάφ. κωνοφ., αείφ. πλατύφυλλα	22,85	84,6	0,2
Μερικώς δασοσκεπής εκτάσεις: πρινώνες, δρυς, καστανιά, οξυά	3,52	13	0,15
Θαμνότοποι	0,15	0,6	0,1
Αγροί- εγκαταλελειμμένοι αγροί	0,47	1,7	0,5
Γυμνές επιφάνειες	0,03	0,1	0,8
ΣΥΝΟΛΟ	27,02	100	

μέσος Συντελεστής Απορροής (C_m)

$$C_m = \frac{F_1 * C_1 + F_2 * C_2 + F_3 * C_3 + F_4 * C_4 + F_5 * C_5}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5}$$

Άρα ο μέσος Συντελεστής Απορροής είναι:

$$C_m = 0,20 \text{ ή } 20,00 \%$$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΣΧΕΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ ΚΑΙ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΥΣ
ΧΕΡΣΑΙΟΥΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

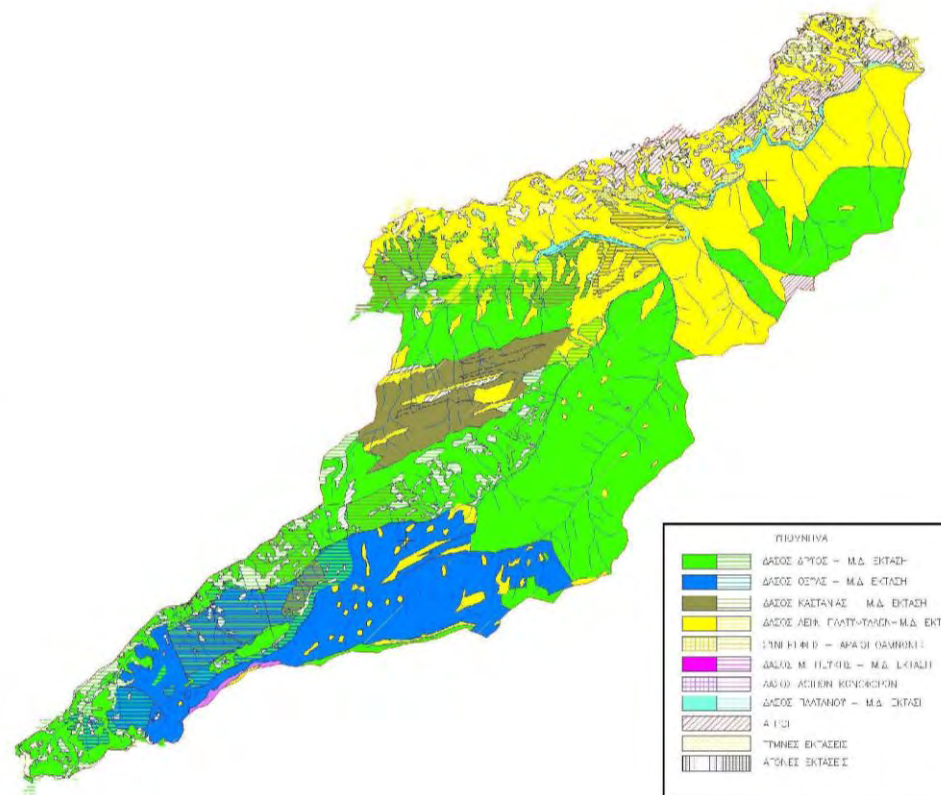
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΝΕΟΦΥΤΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΨΑΛΤΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΧΑΡΤΗΣ IV
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

— Υδρογραφικό Δίκτυο
— Υδροκρίτης

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50000



3.4. Υδρολογική μελέτη

3.4.1. Υδατοπαροχές

Παρακάτω δίνονται οι δοκιμότεροι από τους εμπειρικούς τύπους που βρίσκουν εφαρμογή στα χειμαρρικά ρεύματα.. Οι τύποι μας παρέχουν είτε τη μέγιστη παροχή $Q_{\max 100}$ σε m^3/sec , είτε τη μέγιστη ειδική απορροή $q_{\max 100}$ σε $m^3/sec \cdot Km^2$, σε αυτή την περίπτωση η $Q_{\max 100}$ προκύπτει από τον τύπο:

$$Q_{\max} = F \times q_{\max} \quad (\text{σχέση 1})$$

3.4.2. Προσδιορισμός της μέγιστης υδατοπαροχής

Εμπειρικοί Τύποι

➤ **Μέθοδος Friedrich**

$$Q_{\max} = 24,12 \times 27,02^{0,516} \Leftrightarrow \underline{Q_{\max} = 132,17 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Klement – Wunderlich**

$$Q_{\max} = 5,5 \times 27,02^{5/6} \Leftrightarrow \underline{Q_{\max} = 85,79 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Wundt**

$$\underline{Q_{\max} = 99,74 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Coutagne**

$$Q_{\max} = 40 \times 27,02^{1/2} \Leftrightarrow \underline{Q_{\max} = 207,9 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Kurstteiner**

Από σχέση 1, η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής Q_{\max} (m^3/s) είναι:

$$\Leftrightarrow \underline{Q_{\max} = 108,05 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Kresnik**

Από σχέση 1, η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής Q_{\max} (m^3/s) είναι:

$$Q_{\max} = 212,44 \text{ m}^3 / \text{s}$$

➤ **Μέθοδος Valentini**

Από σχέση 1, η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής Q_{\max} (m^3/s) είναι:

$$\underline{Q_{\max} = 155,94 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Hoffbauer**

Από σχέση 1, η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής Q_{\max} (m^3/s) είναι :

$$\Leftrightarrow \underline{Q_{\max} = 218,32 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Muller**

Στη λεκάνη του Μπουρμπουλήθρας ισχύει:

- Το δάσος ($F_1 = 22,85 \text{ km}^2$) βρίσκεται σε υψόμετρο έως 1000m έχει $c_1 = 0,6$
- Οι γεωργικές καλλιέργειες – θαμνότοποι ($F_2 = 0,62 \text{ km}^2$) έχουν $c_3 = 0,4$

Οπότε το c_m θα έχει τη τιμή : $c_m = 0,52$

Έτσι, από σχέση 1, η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής Q_{\max} (m^3/s) είναι:

$$\underline{Q_{\max} = 186,06 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Melli**

Από σχέση 1, η υδατοπαροχή της λεκάνης απορροής Q_{\max} (m^3/s) είναι:

$$\underline{Q_{\max} = 115,84 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Ορθολογική μέθοδος**

$$Q_{\max} = 0,278 * 0,7 * 8,26 * 27,02 \Leftrightarrow \underline{Q_{\max} = 43,43 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Fuller**

Υπολογίζεται συνήθως από τη σχέση :

$$Q_1 = 1,80 \times F^{0,8} \Leftrightarrow Q_1 = 25,15 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\beta = 0,8$$

T : συχνότητα ή περίοδος επαναφοράς, υπολογίζεται από τον πίνακα 8

$$\Leftrightarrow \underline{Q_{\max} = 90,08 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

Αναλυτικοί (Προσδιοριστικοί) Τύποι

➤ **Μέθοδος Turazza**

Θεωρώ ότι $t_p = t_c$, ενώ $t_c = \frac{t'_c}{24}$ και $t'_c = \frac{4\sqrt{F} + 1,5L}{0,8\sqrt{Z}}$ με L το μήκος της

κεντρικής κοίτης (15,08 km) και $Z = H_{\text{med}} - H_{\text{min}} \Leftrightarrow Z = 488 \text{ m}$, $t'_c = 2,47 \text{ h} \Leftrightarrow$

$t_c = 0,10$ μέρες

Το ύψος βροχής h_p που έπεσε όταν η διάρκεια της βροχής είναι t_p είναι

$$h_p = \frac{h'}{100} \text{ όπου } h' = \left[a - \left(\frac{a}{72} \right) t'_p \right] \sqrt{t'_p} \text{ με } a = \frac{h}{3,27} \Leftrightarrow a = 60,63 \text{ (h το μέγιστο}$$

ύψος βροχής 24ώρου). Έτσι, το $h' = 92,00 \text{ mm}$ και $h_p = 0,092 \text{ m}$.

Άρα, η υδατοπαροχή Q_{\max} της λεκάνης απορροής είναι :

$$\underline{Q_{\max} = 55,95 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

➤ **Μέθοδος Giandotti**

t'_c = μέγιστος χρόνος συγκέντρωσης της απορροής (από τον προηγούμενο τύπο βρέθηκε ότι $t'_c = 2,47 \text{ h}$)

$$P = \text{το ύψος βροχής σε χρόνο } t'_c, \text{ όπου } P = h \sqrt{\frac{t'_c}{24}} \Leftrightarrow P = 63,59$$

h = το μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου σειρά T ετών (198,40 mm)

Άρα, η υδατοπαροχή Q_{\max} της λεκάνης απορροής είναι :

$$\underline{Q_{\max} = 192,90 \text{ m}^3 / \text{s}}$$

Μέσος Όρος

Η μέγιστη υδατοπαροχή $Q_{\max 10}$ της λεκάνης της Μπουρμπουλήθρας με βάση τη μέγιστη ένταση βροχής/24ώρου που μας παρέχουν τα μετεωρολογικά στοιχεία για τη δεκαετία 2002-2011 είναι ο μέσος όρος όλων των παραπάνω υδατοπαροχών:

Πίνακας 30: Μέσος όρος υδατοπαροχών λεκάνης απορροής

ΤΥΠΟΣ	Q_{\max} (m ³ / s)
<u>Εμπειρικοί τύποι</u>	
1. Friedrich	132,17
2. Klement – Wunderlich	85,79
3. Wundt	99,74
4. Coutagne	207,92
5. Kursteiner	108,05
6. Kresnik	212,44
7. Valentini	155,94
8. Hoffbauer	218,32
9. Muller	186,06
10. Melli	115,84
11. Ορθολογική μέθοδος	43,43
12. Fuller	90,08
Μέσος όρος εμπειρικών	137,98
<u>Αναλυτικού τύποι</u>	
13. Turazza	55,95
14. Giandotti	192,90
Μέσος όρος αναλυτικών	124,43
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	131,20

3.4.3. Προσδιορισμός της ελάχιστης υδατοπαροχής

Η ελάχιστη υδατοπαροχή είναι μετρήσιμη μόνο σε επιτόπια παρατήρηση, ενώ υπάρχει πιθανότητα να μη φαίνεται πάντα η βασική θερινή παροχή λόγω της υπόγειας απορροής εξαιτίας των γεωλογικών σχηματισμών. Ασφαλή συμπεράσματα μπορούν να βγουν μόνο από μακροχρόνια και συστηματική παρακολούθηση της κοίτης και από μαρτυρίες ντόπιων.

3.4.4. Μεταβολή μέγιστης υδατοπαροχής ανά έτος

Χρησιμοποιούμε τα μετεωρολογικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού βάσης Ελάφου Αγιάς, ο οποίος βρίσκεται πιο κοντά στη λεκάνη υψομετρικά και σε απόσταση.

Χρησιμοποιούμε τον τύπο του Mathias για να υπολογίσουμε το μέγιστο ύψος βροχής του 24ώρου της λεκάνης απορροής της Μπουρμπουλήθρας για κάθε έτος, χρησιμοποιούμε το δείκτη ραγδαιότητας του Σταθμού βάσης όπου σύμφωνα με τον τύπο του Mathias:

$$N_{\Delta H24} = N_{o24} + 0,012 * \Delta H$$

Όπου $N_{\Delta H24}$ =δείκτης ραγδαιότητας σε υψομετρική διαφορά ΔH (mm/24h)

N_{o24} =δείκτης ραγδαιότητας στο σταθμό βάσης (mm)

Υψόμετρο του σταθμού βάσης Μ.Σ. Ελάφου, $H=500$ m

Μέσο υψόμετρο λεκάνης $H_{med}= 488$ m

$\Delta H=-12$ m

Για τη λεκάνη της Μπουρμπουλήθρας το ετήσιο μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου (h) με σημείο βάσης το Μ.Σ. Ελάφου Αγιάς φαίνεται στον Πίνακα 31.

Πίνακας 31: Ανηγγεμένη ραγδαιότητα ανά έτος στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής

ΕΤΟΣ	Ετήσια ραγδαιότητα Έλαφος Αγιάς (mm/24h)	Ανηγγεμένη ραγδαιότητα $N_{\Delta H24}+0,012*\Delta H$ στη λεκάνη απορροής (mm/24h)
2002	170,00	169,86
2003	94,40	94,26
2004	44,60	44,46
2005	94,40	94,26
2006	141,00	140,86
2007	71,80	71,66
2008	74,60	74,46
2009	198,40	198,26
2010	51,20	51,06
2011	123,00	122,86

Ο μέσος όρος της μέγιστης υδατοπαροχής / έτος που προκύπτει από αυτές τις ραγδαιότητες με τους αναλυτικούς τύπους Turazza και Giandotti, οι οποίοι είναι οι

μόνοι που χρησιμοποιούν στοιχεία από τους μετεωρολογικούς σταθμούς, φαίνονται στον Πίνακα 32 και στο Σχήμα 8 φαίνεται η διακύμανση της μέγιστης υδατοπαροχής.

Πίνακας 32: Σύγκριση ανά έτος ανηγμένης ραγδιαιότητας - Υδατοπαροχών με αναλυτικούς τύπους - Μέσος Όρος Υδατοπαροχών

ΕΤΟΣ	Ανηγμένη ραγδιαιότητα $N_{\Delta H24} + 0,012 * \Delta H$ στη λεκάνη απορροής (mm/24h)	Υδατοπαροχή Turazza (m^3/s)	Υδατοπαροχή Giandotti (m^3/s)	Μέσος Όρος Υδατοπαροχών Αναλυτικών Τύπων (m^3/s)
2002	169,86	47,90	165,15	106,53
2003	94,26	26,58	91,65	59,12
2004	44,46	12,54	43,23	27,89
2005	94,26	26,58	91,65	59,12
2006	140,86	39,73	136,95	88,34
2007	71,66	20,21	69,67	44,94
2008	74,46	21,00	72,39	46,70
2009	198,26	55,91	192,76	124,34
2010	51,06	14,40	49,64	32,02
2011	122,86	34,65	119,45	77,05



Σχήμα 8: Διακύμανση ανά έτος του μέσου όρου της μέγιστης υδατοπαροχής

Στον Πίνακα 33 έχουν συγκεντρωθεί και συγκρίνονται ανά έτος το ετήσιο ύψος βροχής στο σταθμό βάσης Μετεωρολογικό Σταθμό Ελάφου Αγιάς, το ετήσιο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της μελετούμενης λεκάνης απορροής «Μπουρμπουλήθρα», ο μέσος όρος μέγιστης υδατοπαροχής των αναλυτικών τύπων και η ραγδιαιότητα όπως αυτή υπολογίζεται σε αναγωγή στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης.

Για τη συσχέτιση των βροχομετρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της βροχοβαθμίδας. Με βάση τη μέση βροχοβαθμίδα της περιοχής υπολογίστηκε το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της μελετούμενης λεκάνης από τη σχέση:

$$P_m = P_o + (\Delta H * P_H),$$

όπου: P_m = το μέσο ετήσιο ανηγμένο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης «Μπουρμπουλήθρας» (mm)

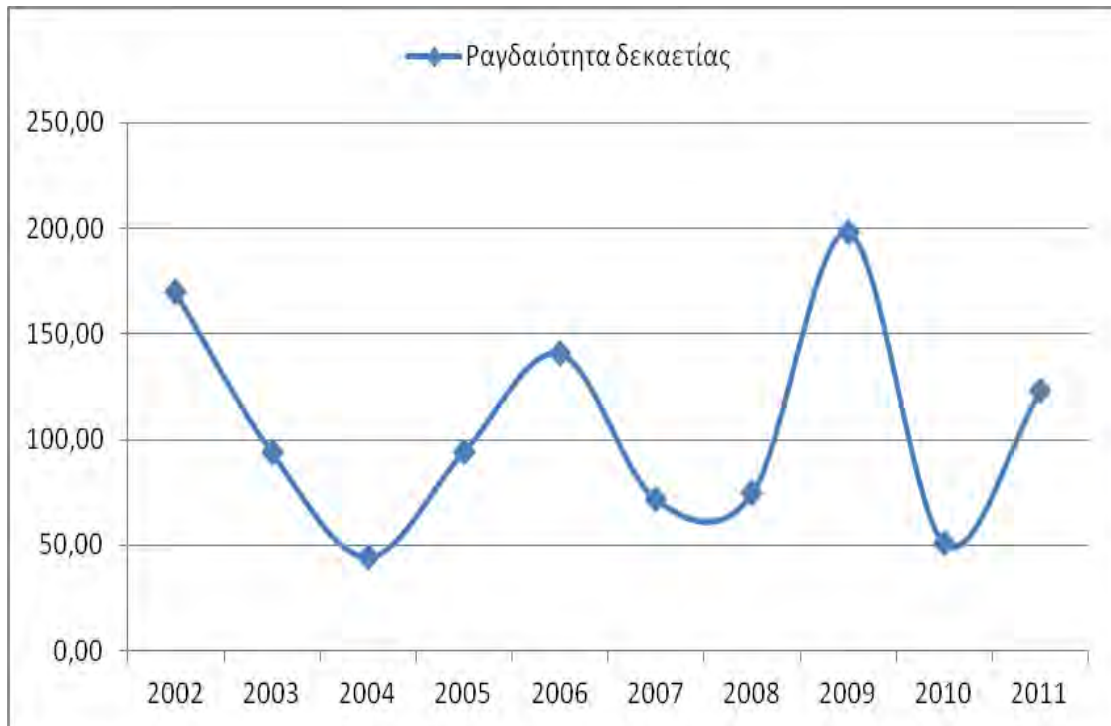
P_o = το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στο υψόμετρο του Μ.Σ. βάσης Ελάφου Αγιάς ($P_o = \dots$ mm/έτος, $H_o = 500$ m).

$$\Delta H_m = H_m - H_o = 488 - 500 = - 12 \text{ m}$$

Πίνακας 33: Σύγκριση ανά έτος του Ετήσιου ύψους βροχής στο σταθμό βάσης - Ετήσιο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης - Μέσος όρος μέγιστης υδατοπαροχής - Ραγδιαιότητα στο μέσο υψόμετρο λεκάνης

Έτος	Ετήσιο ύψος βροχής στο Μ.Σ. Ελάφου P_o (mm)	Ετήσιο ύψος βροχής στο μέσο υψόμετρο λεκάνης P_m (mm)	Μέσος Όρος μέγιστης υδατοπαροχής Αναλυτικών Τύπων (m^3/s)	Ραγδιαιότητα στη λεκάνη απορροής (mm/24h)
2002	1069,00	1061,70	106,53	169,86
2003	907,00	899,70	59,12	94,26
2004	608,00	600,70	27,89	44,46
2005	592,00	584,70	59,12	94,26
2006	878,00	870,70	88,34	140,86
2007	710,00	702,70	44,94	71,66
2008	784,00	776,70	46,70	74,46
2009	991,00	983,70	124,34	198,26
2010	788,00	780,70	32,02	51,06
2011	959,00	951,70	77,05	122,86

Στο Σχήμα 9 παρουσιάζεται η διακύμανση της ραγδαιότητας ανά έτος, στο Σχήμα 10 συγκρίνεται η διακύμανση του ετήσιου ύψους βροχής με αυτή της ραγδαιότητας. Παρατηρείται ότι ακολουθούν περίπου την ίδια διακύμανση εκτός από το έτος 2005.

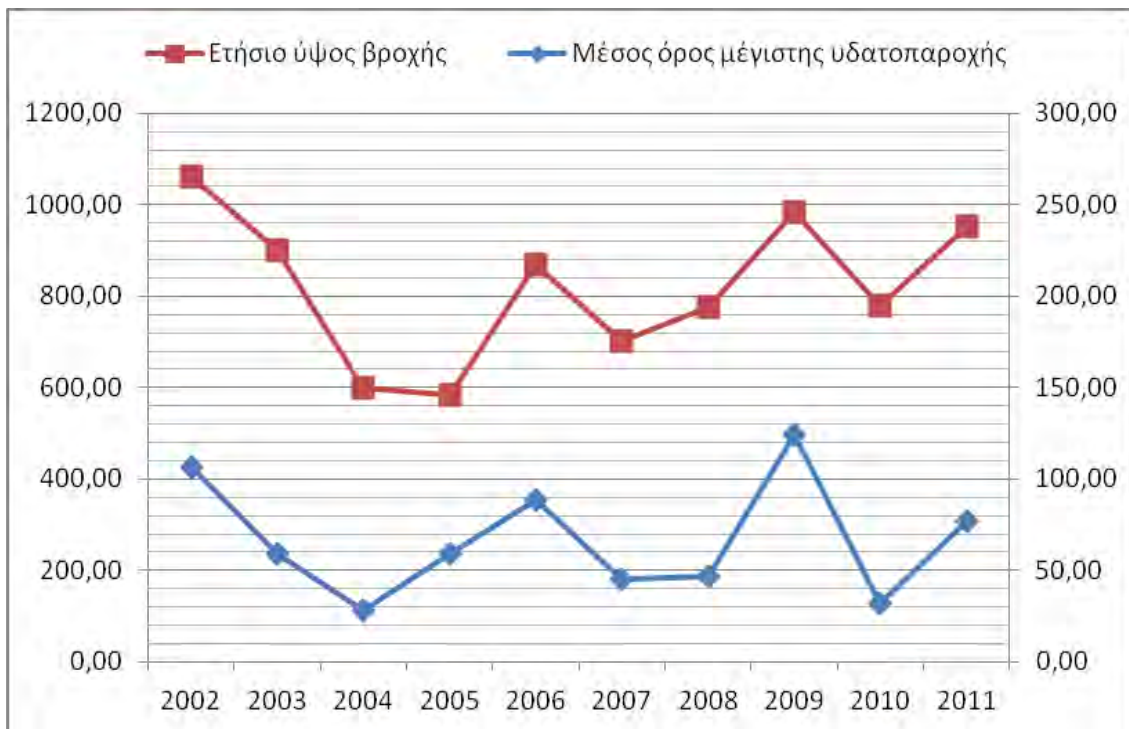


Σχήμα 9 : Διακύμανση ραγδαιότητας ανά έτος στη λεκάνη

Στο Σχήμα 11 συγκρίνεται το ετήσιο ύψος βροχής ανά έτος και ο μέσος όρος της μέγιστης υδατοπαροχής που προκύπτει από τους αναλυτικούς τύπους. Το συμπέρασμα είναι το ίδιο, ακολουθούν την ίδια διακύμανση εκτός από το έτος 2005. Δηλαδή επηρεάζεται το ένα από το άλλο.



Σχήμα 10: Σύγκριση της διακύμανσης του ετήσιου ύψους βροχής και της ραγδαιότητας της λεκάνης ανά έτος



Σχήμα 11 : Σύγκριση ανά έτος της διακύμανσης του ετήσιου ύψους βροχής και του μέσου όρου της μέγιστης υδατοπαροχής

3.5 Στερεομεταφορά – Προσδιορισμός στερεομεταφοράς

Μορφομετρική μέθοδος (Stiny – Herheulidze)

Η εμπειρική μέθοδος έχει τη μορφή :

$$G_{\max} = \frac{P_n m}{Y_n (100 - P_n)} Q_{\max}$$

Οι τιμές του P_n καθορίζονται από τον Πίνακα 9, δηλαδή για τη λεκάνη της Μπουρμπουλήθρας με μέση κλίση λεκάνης 40,6 %, το $P_n = 35$.

Ο παράγοντας Y_n προσδιορίζεται από τη σύσταση των μεταφερόμενων υλικών (άμμος, χάλικες, κροκάλες, ογκόλιθοι, κ.λπ.) και τη δομή τους (ασβεστόλιθος, γρανίτης κ.λπ.), κυμαίνεται δε μεταξύ 1,5 (άμμος) και 2,6 t/m³ (κροκάλες γρανιτών). Στην περίπτωση της Μπουρμπουλήθρας $Y_n = 2,5$ t/m³.

Η Μπουρμπουλήθρα εμφανίζει μια μέση χειμαρρικήτητα, αφού πρόκειται για λεκάνη που το μεγαλύτερό της ποσοστό κατέχεται από κρυσταλλοπηριγενή πετρώματα. Άρα το $m = 0,90$.

Επομένως, η στερεομεταφορά της λεκάνης είναι :

$$G_{\max} = \frac{35 \times 0,90}{2,5 \times (100 - 35)} 131,20 \Leftrightarrow \underline{\underline{G_{\max} = 25,43 \text{ m}^3/\text{sec}}}$$

Το ύψος της στερεομεταφοράς που υπολογίζεται είναι αρκετά υψηλό. Μπορεί να δημιουργήσει μεγάλα χειμαρρικά φαινόμενα.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα πλημμυρικά φαινόμενα εξαρτώνται από τέσσερις βασικούς παράγοντες, σε συνδυασμό μεταξύ τους: τοπογραφικούς, γεωλογικούς, χρήσεων γης – βλάστησης και κλιματικούς.

Πρόκειται για μια μικρή λεκάνης απορροής από άποψη μεγέθους, η οποία εμφανίζει συνεχή ροή μέχρι και τα αρκετά χαμηλά υψόμετρα. Από άποψη τοπογραφίας, η λεκάνη απορροής χαρακτηρίζεται επιμήκεις, έχει αρκετό εύρος υψομετρικής διαφοράς (5-1053 m), η μέση κλίση της λεκάνης είναι αρκετά απότομη (40,6%), η μορφή του υδρογραφικού δικτύου χαρακτηρίζεται παράλληλη και δενδριτική.

Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά οδηγούν σε μία λεκάνη, η οποία απαιτεί μεγάλο χρόνο συγκέντρωσης του νερού, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται μικρότερη παροχή στο χρόνο στην κεντρική κοίτη. Η μεγάλη μέση κλίση της λεκάνης εξισορροπεί αυτό το μειονέκτημα. Η απότομη κλίση, σε συνδυασμό με τα πετρώματα, δημιουργεί αυτό το υδρογραφικό δίκτυο με την παράλληλη διάταξη. Στο σημείο σύγκλισης, όμως, των τριών συμβαλλόντων υπάρχει μεγάλη πιθανότητα πλημμυρικού φαινομένου λόγω ταυτόχρονης παροχής, αλλά επειδή οι κλίσεις γίνονται πιο ήπιες και επειδή όσο μεγαλύτερη η απόσταση από τις πηγές, η ταχύτητα του νερού μειώνεται και τα φερτά υλικά αποθέτονται.

Στους παράγοντες αυτούς δε γίνεται να γίνει κάποια ιδιαίτερη επέμβαση. Είτε ο άνθρωπος μπορεί να επέμβει με τεχνητές λίμνες και φράγματα, αποξηράνσεις κλπ. είτε γίνονται αλλαγές στις όχθες λόγω φυσικών φαινομένων. Οπότε, επηρεάζεται το οικοσύστημα από την αλλαγή του μικροκλίματος. Δηλαδή, όσο απομακρύνεται η παρόχθια βλάστηση και το έδαφος, αυξάνεται η εξάτμιση, η θερμοκρασία αέρα και

εδάφους και οδηγούνται σε ακραίες τιμές, καταστρέφοντας τον οικότοπο ειδών χλωρίδας και πανίδας.

Χαρακτηριστικά ενδιαιτημάτων άγριας ζωής αποτελούν μέρη με σκιά βάση του τοπογραφικού ανάγλυφου, παγίδευση υγρασίας και θρεπτικών ουσιών. Τέτοια μέρη υπάρχουν στη λεκάνη λόγω της άφθονης βλάστησης και του ανάγλυφου. Επίσης, συχνά τέτοια ρέματα διαθέτουν το μόνο διαθέσιμο νερό της περιοχής.

Από γεωλογική άποψη, η πλειοψηφία των γεωλογικών σχηματισμών στη λεκάνη ανήκουν στον κρυσταλλοπυριγενή σχηματισμό, δηλαδή γνευσιοσχιστόλιθοι, αμφιβολίτες, πρασινίτες κ.λπ. και κατά ένα τέταρτο περίπου σε σχιστολιθικούς σχηματισμούς, όπως μάρμαρα, γνευσιοσχιστόλιθοι, σχιστόλιθοι κ.λπ.

Χαρακτηριστικά αυτών των σχηματισμών είναι σχεδόν όλων των χειμαρρικών φαινομένων (διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, κατακρημνίσεις για την πρώτη περίπτωση και ολισθήσεις, διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις στη δεύτερη περίπτωση). Ειδικά στην πρώτη περίπτωση χαρακτηρίζονται από μεγάλη ένταση, με αποτέλεσμα να λαμβάνουν χώρα αυξημένης έντασης φαινόμενα, άρα και φερτά υλικά, στην πρώτη περίπτωση μεγάλου και μεσαίου μεγέθους και στη δεύτερη μικρού και μεσαίου.

Οι ανθρακικές ενστρώσεις των Νεοπαλαιοζωϊκών – Μεσοτριάδικών σχηματισμών παρουσιάζουν τοπικά αυξημένο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον. Ο τοπικός τους χαρακτήρας έχει άμεση σχέση με τη δομή, το πάχος τους, το οποίο παρουσιάζει μεγάλες αυξομειώσεις από λίγα μέχρι και 100 m, τις εσωτερικές ολισθήσεις και τις επιπεύσεις που προκαλούν συχνές πλευρικές αποσφηνώσεις. Έτσι, πηγές ή και υπόγεια νερά που διακινούνται μέσα από αυτές και τροφοδοτούν πλευρικά τους Τεταρτογενείς σχηματισμούς των λεκανών.

Αυτές οι φερτές ύλες πολλές φορές αποτελούν φυσικά ενδιαιτήματα άγριας ζωής και προσφέρουν θρεπτικές ουσίες. Το οργανικό υλικό που καταλήγει στον ποταμό είναι διαθέσιμο για τροφή και μπορεί να διαρκέσει πολλούς μήνες. Στις πλημμύρες που παρασύρουν δένδρα και δημιουργούν μικρά φράγματα με τους κορμούς, παγιδεύονται φερτά υλικά, το οποία ρυθμίζουν τη ροή του νερού, σχηματίζουν λιμνούλες, καταρράκτες κ.λπ., με αποτέλεσμα στη μία περίπτωση να προσφέρουν καταφύγιο σε ασπόνδυλα και ψάρια και στην άλλη να οξυγονώνουν το νερό (φυσικές μικρολίμνες). Έτσι, δημιουργείται ασφαλής τόπος αναπαραγωγής των ψαριών και τα αρπακτικά ψάρια εμποδίζονται να φτάσουν στα ανάντη. Ενώ, φυσικά φράγματα από δένδρα, φερτά υλικά κ.λπ. οδηγούν σε πλημμυρικά φαινόμενα, καθώς το νερό υπερπηδά την κοίτη και δημιουργεί ζημιές στις γύρω περιοχές, έρχεται σε επαφή με ρυπαντές κ.λπ.

Αντίθετα, η εναπόθεση λεπτών ιζημάτων και η συμπίεσή τους κυρίως στα χαμηλότερα υψόμετρα, μπορούν να μειώσουν την κυκλοφορία του οξυγόνου στο υπόστρωμα, με συνέπειες στα είδη που γεννάνε σε αυτές τις επιφάνειες ή τα χρησιμοποιούν για κάλυψη. Η αυξημένη ροή των μέγιστων υδατοπαροχών απομακρύνει τα λεπτόκοκκα ανάμεσα από τις πέτρες και εμποδίζει την οξυγόνωση του νερού.

Στην συντριπτική πλειοψηφία της λεκάνης εμφανίζεται δασοσκεπής έκταση από αείφυλλα πλατύφυλλα, φυλλοβόλα πλατύφυλλα, κωνοφόρα και παραποτάμια βλάστηση. Το υπόλοιπο χαρακτηρίζεται σαν μερικώς δασοσκεπής. Αποτέλεσμα αυτών είναι η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση της βροχής, σημαντική εξομάλυνση των ακραίων φαινομένων και ταχύτερη διήθηση του νερού. Οι ιδιότητες του εδάφους βελτιώνονται με την αποσύνθεση. Το νερό απορρέει αργά και μέσω του εδάφους προς τις κοντινότερες κοίτες, εμπλουτίζοντας τους υπόγειους υδροφορείς και τις πηγές, χωρίς

να προκαλεί ιδιαίτερα χειμαρρικά φαινόμενα, παρόλο που οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι επιρρεπείς σε αυτά.

Η παρόχθια ζώνη σταθεροποιεί το έδαφος, συλλέγει σπόρους, συγκρατεί την ιλύ και αποτελεί οικοτόπο ιδιαίτερης οικολογικής σημασίας και αφορά και τα ενδιαίτηματα άγριας ζωής. Όπως είπαμε και παραπάνω η απομάκρυνσή της φέρνει μεγαλύτερες απώλειες νερού μέσω της εξάτμισης.

Στην περιοχή μελέτης τα εδάφη είναι κατά κανόνα αυτόχθονα, εμπλουτισμένα με προϊόντα αποσύνθεσης των οργανικών υπολειμμάτων της υπάρχουσας βλάστησης. Κατά συνέπεια, ανάλογα με το μητρικό πέτρωμα και την επικρατούσα βλάστηση, συναντάται ποικιλία εδαφών, με κυρίαρχες όμως δύο κατηγορίες: τα εδάφη επί μαρμάρων και τα εδάφη επί γνευσίων και σχιστολίθων.

Στο τμήμα της περιοχής μελέτης που επικρατούν τα μάρμαρα (σκληροί ασβεστόλιθοι), τα εδάφη είναι του τύπου των ορφνέρυθρων, μέχρι ερυθρογαιών (Tera rosa), βαριάς μηχανικής σύστασης (αργιροπηλώδη ως αργιλώδη), αλλά συνήθως κοκκώδους δομής.

Στα τμήματα που καλύπτονται από αείφυλλα πλατύφυλλα και θαμνώνες, είναι μικρού σχετικά βάθους μέχρι αβαθή σε ισχυρές κλίσεις, ενώ σε θέσεις με έντονη ανθρωπογενή επίδραση, όπου έχει καταστραφεί η προστατευτική βλάστηση και εμφανίζεται έντονη διάβρωση, το έδαφος παρουσιάζεται διακεκομμένο, περιοριζόμενο, κατά θέσεις, σε σχισμές και κοιλότητες βράχων.

Αντίθετα, σε τμήματα που καλύπτονται από φυλλοβόλους δρυς, τα εδάφη είναι βαθύτερα, λιγότερο ξηρά και είναι δυνατό με σωστή διαχείριση να παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή παραγωγικότητας. Σε ότι αφορά τις χημικές ιδιότητες και ειδικότερα το PH, τα εδάφη είναι ουδέτερα ως ελαφρά αλκαλικά, καλά εφοδιασμένα με βάσεις και

με υψηλό βαθμό κορεσμού με βάσεις. Η βιολογική δραστηριότητα σε αυτού του τύπου τα εδάφη εξαρτάται κυρίως από το είδος της χουμοποιημένης φυλλάδας, γενικά όμως είναι μικρή. Ο χούμος είναι τύπου Moder (επιφανειακά ακατέργαστος). Η σχέση C/N κυμαίνεται στους οργανικούς ορίζοντες από 20-30 και στους ανόργανους από 10-20.

Η παρόχθια βλάστηση επηρεάζει και την ποικιλομορφία της άγριας πανίδας. Η σκιάσή του εμποδίζει την ανάπτυξη της υδρόβιας βλάστησης, με αποτέλεσμα τη χαμηλή θερμοκρασία του νερού, άρα μεγαλύτερη περιεκτικότητα οξυγόνου και καταλληλότητα για περισσότερα υδρόβια είδη.

Η ποικιλομορφία που παρουσιάζει η δομή ενός παρόχθιου δάσους λειτουργεί σαν ιδανικός οικότοπος για την άγρια πανίδα. Όπως επίσης και η εκμετάλλευση της παρόχθιας ζώνης. Λειτουργεί σαν διάδρομος διαφυγής από περιβαλλοντικές διαταραχές, οδηγεί σε γεωγραφική εξάπλωση ειδών ή σε μετανάστευση και αποικιοποίηση ακατοίκητων ή όχι μερών.

Από την κλιματική ανάλυση, προκύπτει ότι τα έτη 2002, 2005, 2006, 2009, 2011 παρατηρούνται μεγάλες μετρήσεις ραγδιότητας, δηλαδή μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου. Η ποσότητα της βροχής στις συγκεκριμένες μέρες και μέρες με παρόμοια ποσότητα δημιουργούν πιθανές πλημμύρες. Επίσης, σημασία έχει ο χρόνος διάρκειας του φαινομένου και πόσο συχνά παρατηρείται.

Παρατηρώντας την κατανομή της μέγιστης υδατοπαροχής ανά έτος υπολογισμένη με τους αναλυτικούς τύπους (μέσο όρο Turazza και Giandotti), βλέπουμε μία διακύμανση αρκετά μεγάλη. Τα έτη 2002, 2005 και 2009, στα οποία εμφανίζονται οι υψηλότερες τιμές της δεκαετίας, είναι πιθανώς χρονιές εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων. Αν είχαμε μετρήσεις παροχής ή καταγεγραμμένα γεγονότα πλημμυρών θα

προχωρούσαμε σε σύγκριση με τις μέγιστες υδατοπαροχές για να δούμε αν συμφωνούν και με τον αριθμό των πληθυσμών για τις επιπτώσεις.

Στα έτη που υπάρχει χαμηλή παροχή, υπάρχει μείωση της ετερογένειας των φυτικών ενδιαιτημάτων, με αποτέλεσμα την απώλεια της βιοποικιλότητας και της σύνθεσης των φυτών. Τα μικροασπόνδυλα ελαττώνονται, η αποίκηση εμποδίζεται από τις δυσμενείς συνθήκες και την πτώση της ροής, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει τροφή για τα ψάρια. Επίπτωση της ξηρασίας είναι η μετακίνηση των ψαριών που ζουν στα βαθύτερα στρώματα του ποταμού, πλησιάζουν σε ρηχά σημεία όπως υφάλους και μικρολίμνες, με συνέπεια την έκθεσή τους σε εχθρούς της τροφικής αλυσίδας. Επίσης, τα ώριμα ψάρια δεν πλησιάζουν υπό αυτές τις συνθήκες τους τόπους αναπαραγωγής.

Οι μικρές πλημμύρες βοηθούν στη γενετική ανταλλαγή μέσω της διασποράς ατόμων αμφίβιων και ερπετών μέσω της υδάτινης επικοινωνίας τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ το χειμώνα αυτό περιορίζεται λόγω της μειωμένης δραστηριότητας αυτών. Συνέπεια είναι η απομόνωσή τους και ο κίνδυνος εξάλειψης πληθυσμών, αλλά αυτό μπορεί να συμβεί και εξαιτίας της ξηρασίας. Εχθρός αποτελεί η ρύπανση του νερού με την οποία έρχεται σε επαφή στις πλημμύρες. Οι επιπτώσεις σε πληθυσμό και στη διαβίωση είναι αυτονόητες.

Αντίθετα, η αυξημένη ροή, όπως αυτή που έχουμε τα προαναφερόμενα έτη, απομακρύνει φερτά υλικά ανάμεσα από τις πέτρες που εμποδίζουν τη ροή, αλλά αυτό μειώνει την οξυγόνωση του νερού και την επιβίωση των ιχθυδίων. Η περίπτωση των ιθαγενών ειδών διαφέρει εντελώς, λειτουργεί διαφορετικά και αντί να μειωθεί ο πληθυσμός, αυξάνεται λόγω της καλύτερης προσαρμογής στις πλημμυρικές διαταραχές.

Στα θετικά των πλημμυρών λογίζεται η ανατροφοδότηση των υπόγειων υδάτων και η γονιμότητα των εδαφών, κάτι που βοηθά στη συνεχή ροή που χαρακτηρίζει σε γενικές γραμμές το ρέμα της «Μπρουμπουλήθρας».

Γενικά στην περιοχή μελέτης σχεδόν το σύνολο των καρστικών νερών διαφεύγει με μεγάλη ταχύτητα στην παράκτια ζώνη του Αιγαίου πελάγους.

Συμπερασματικά, καταλήγουμε πέρα από όλα αυτά ότι η πλημμυρική παροχή μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο αλλά και αρνητικό στους χερσαίους και υδάτινους οργανισμούς. Αυτό γίνεται γιατί είναι πολυσύνθετο φαινόμενο και επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες. Μπορεί να παρατηρηθεί καταστροφή βιοποικιλότητας από την πλημμύρα μπορεί όμως να έχουμε εμπλουτισμό από την επικοινωνία που προκύπτει από τις κατακλυζόμενες περιοχές. Οι βασικοί παράγοντες, όπως η βλάστηση, όταν η εμφάνισή τους είναι ισχυρή, αμβλύνουν τα ακραία φαινόμενα, οπότε δεν παρατηρούνται μεγάλες μεταβολές. Τα φερτά υλικά μειώνουν την οξυγόνωση του νερού, αλλά τα διάφορα σημεία πτώσης που δημιουργούνται, λειτουργούν αντίθετα, όπως τα μεταφερόμενα υλικά περιέχουν και θρεπτικές ουσίες, όπως και τη δημιουργία τόπων αναπαραγωγής και φωλεοποίησης. Γενικά, υπάρχει η τάση προσαρμογής των ιθαγενών ειδών στις διάφορες μεταβολές του περιβάλλοντος με βάση την αρχή της επιβίωσης και της εξέλιξης.

Οι μεγάλες μεταβολές μπορεί να προέλθουν από ανθρώπινες επεμβάσεις. Είτε αφορούν αλλαγή στην επιφάνεια της λεκάνης και τη χρήση γης όπως υλοτομίες, αλλά και επεμβάσεις στην κοίτη όπως το μπάζωμα και το στένεμα της. Αυτά είναι παραδείγματα τα οποία προκαλούν μεταβολές στους παράγοντες που αναλύθηκαν, οπότε αλλάζουν και τα αποτελέσματα.

5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα χρειάζεται μετρήσεις παροχής του νερού στην κοίτη του ρέματος της Μπουρμπουλήθρας σε καθημερινή βάση και για αρκετά χρόνια. Επιπλέον, πρέπει να ερευνηθεί σε βάθος δεκαετιών τυχόν πλημμυρικά γεγονότα ή γεγονότα ξηρασίας. Απαραίτητο είναι να γίνουν μετρήσεις πληθυσμών των ειδών που ζουν γύρω και μέσα στο ρέμα και να γίνει σύγκριση με τις μετρήσεις της παροχής, ώστε να προκύψουν αποτελέσματα κατά πόσο τα διάφορα γεγονότα επηρεάζουν τους πληθυσμούς των χερσαίων και των υδάτινων ειδών. Ταυτόχρονα πρέπει να ερευνηθούν διάφορα σημεία του ρέματος.

Σε σχέση με τη διαχείριση του ρέματος, πρέπει να σημειωθεί ότι πρόκειται για μια λεκάνη μικρή, αλλά με αρκετή υδατοπαροχή και στερεοπαροχή. Είναι απότομη και με γεωλογικούς σχηματισμούς αρκετά επιρρεπείς σε χειμαρρικά φαινόμενα άρα και φερτά υλικά. Οποιοσδήποτε απόπειρες γίνουν δε μπορούν να έχουν μεγάλη έκταση και κινδυνεύουν από πρόσχωση και καταστροφή.

Με βάση τη συνεχή ροή και την ιχθυοπανίδα που εμφανίζει στα υπορεύματα, προτείνεται διαχειριστικά στη λεκάνη να γίνει χωμάτινο φράγμα ύψους 10 m και να σχηματιστεί μια λεκάνη κατάκλισης μερικών στρεμμάτων στην ένωση των τριών υπορευμάτων σε ένα υψόμετρο περίπου 140 m, πάνω από τη γέφυρα. Θα δημιουργηθεί ένας μικρός βιότοπος ιχθυοπανίδας, με επίδραση στο μικροκλίμα. Θα παρθούν κατάλληλα μέτρα προστασίας από πρόσχωση με φερτά υλικά, κατάλληλα μέτρα για να μην εμποδίζεται η μετακίνηση των ψαριών προς τα χαμηλότερα υψόμετρα. Δεν υπάρχουν πολλά σημεία κατάλληλα για να δημιουργηθούν τέτοιες λίμνες, γιατί το ρέμα χαρακτηρίζεται από απότομες κλίσεις και ευπαθή σε χειμαρρικά φαινόμενα πετρώματα. Στα χαμηλότερα υψόμετρα η επιφανειακή απορροή μειώνεται, συνεχίζει υπόγεια από

επιτόπιες παρατηρήσεις. Επίσης, στα χαμηλότερα υψόμετρα υπάρχουν οικήματα και δασικός δρόμος που κατευθύνεται παράλληλα με το ρέμα και ανεβαίνει προς τον οικισμό Σκήτη.

Ίσως μία επιλογή ακόμα είναι να δημιουργηθούν πολλές μικρές λίμνες σε διάφορα σημεία του υδρογραφικού δικτύου, τα οποία θα συμβάλλουν όλα μαζί στη διαχείριση της λεκάνης σαν βιότοπος χερσαίων και υδάτινων οργανισμών.

Επίσης, όπου είναι δυνατόν οι λίμνες αυτές δεν πρέπει να δημιουργούνται μέσα στην κεντρική κοίτη των ρεμάτων. Υπάρχει κίνδυνος πλημμυρών και καταστροφής των φραγμάτων.

Η δημιουργία λιμνών μπορεί να ενισχύσει τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες και να τους εμπλουτίσει. Επίσης, μπορεί να ισορροπήσει η ροή σε ετήσια βάση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Αθανασιάδης Ν.,2001: Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη. 120 σελ.

Ανδρουτσοπούλου Α. (2010) Οικολογική αξιοποίηση και περιβαλλοντικές επιπτώσεις έργων υποδομής στη λεκάνη απορροής του ποταμού Αλφειού. Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών , σελ. 152

Βροχίδου Α. (2009) Χωροχρονική ανάλυση ξηρασίας στη νήσο Κρήτη. Μεταπτυχιακή διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης σελ. 84

Δ/ση Υδάτων Θεσσαλίας Βροχομετρικά στοιχεία 2002-2011

ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών , Κλιματολογικά στοιχεία, Θεσσαλονίκη.

ENVECO A.E. (2012) Μ.Π.Ε. του έργου Μελέτη ταμιευτήρα Ν. Λάρισας στη θέση Αγιόκαμπος «Λιβαδότοπος»

Ζόγκαρης Σ., Χατζηβαρσάνης Β., Οικονόμου Αν., Χατζηνικολάου Γ., Γιακουμή Σ., Δημόπουλος Π. (2007) Παρόχθιες ζώνες στην Ελλάδα, Προστατεύοντας τις παραποτάμιες οάσεις ζωής. ΕΛΚΕΘΕ, Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων σελ.98

Ζούνη Σ (2012) Κλιματική αλλαγή και αντιπλημμυρική προστασία. Η περίπτωση της Ολλανδίας. Μεταπτυχιακή διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθήνα σελ.80

Ιωαννίδου Θ (2008) Η χρήση βιοτικών δεικτών στα πλαίσια εφαρμογής της οδηγίας – πλαίσιο για τα νερά στην Ελλάδα. Μεταπτυχιακή διατριβή, Ε.Μ.Π. Αθήνα

Κακούρος Π. & Ντάφης Σπύρος (2005) Σχέδιο διαχείρισης παραποτάμιου Δάσους Νέστου, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Θέρμη σελ. 144

Κανδηλιώτη Γ. (2009) Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας στο υδατικό διαμέρισμα της Αττικής. Μεταπτυχιακή διατριβή, Ε.Μ.Π. Αθήνα σελ. 248

Κουσουρής Θ. Υδατικοί πόροι. Σελ. 17

Κωτούλας Δ. (1995) Διευθετήσεις χειμαρικών ρευμάτων Μέρος Ι Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης σελ.321

Κωτούλας Δ. (1998) Ορεινή Υδρονομική. Μέρος Ι. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. 681 σελ.

Κωτούλας Δ. (2001) Ορεινή Υδρονομική. Μέρος ΙΙ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. 400 σελ.

Λαναρά Θ. (2005) Το χειμαρρικό περιβάλλον των χειμάρρων Αγνάντων, Καταρράκτη, Λεπιανά, Κυψέλης και η αποτελεσματικότητα των υδρονομικών έργων. Πτυχιακή Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκη.

Λυμπερόπουλος Σ. (2008) Επίδραση δασικών πυρκαγιών στο πλημμυρικό καθεστώς λεκανών απορροής. Η περίπτωση του ρέματος Γιαννούλα στην Πάρνηθα Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αθήνα σελ. 130

Μοντεσάτου Β. (1999) Σημειώσεις Λιμνολογίας – Ποτάμια Υδροσυστήματα Πανεπιστήμιο Αθηνών , Τμήμα Βιολογίας σελ. 90

Μπαξεβάνου Ν. (2009) Το χειμαρρικό πρόβλημα του χειμαρρικού ρεύματος "Δραμιζιώτικος" Ν. Τρικάλων Αποτελεσματικότητα των εκτελεσθέντων έργων αρχές και σύστημα διευθέτησης. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης σελ.94

Μυλωνή Δ (2010) Διερεύνηση της επίδρασης γεωργικών δραστηριοτήτων στην κατανομή θρεπτικών αλάτων σε παράκτιο θαλάσσιο περιβάλλον. Πανεπιστήμιο Πατρών σελ.37

Νεοφύτου Χ. (1990) Ιχθυοπονία Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης σελ.336

Οικοδοσική Ο.Ε. & ΣΙΑ (2005) Μελέτη προστασίας και διαχείρισης Δημόσιου Δάσους

- Μαυροβουνίου, Δασαρχείου Αγίας Ν. Λάρισας περιόδου 2005-2014 Λάρισα
- Παπαστεφανάκης Ν. (2009) Στοχαστική ανάλυση του πλημμυρικού γεγονότος της 17ης Οκτωβρίου 2006 στην υδρολογική λεκάνη της Αλμυρίδας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πολυτεχνείο Κρήτης Χανιά σελ.14 έως 16
- Πασαπόρτη Χ. (2012) Ανάπτυξη βάσης περιβαλλοντικής πληροφορίας για την αειφορική διαχείριση υδρολογικών λεκανών – περίπτωση Αλφειού ποταμού. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών
- Πιστρικά Α (2010) Εκτίμηση άμεσης πλημμυρικής ζημιάς σε δομημένο περιβάλλον. Διδακτορική διατριβή. Αθήνα σελ.2 έως 5
- Παυλίδης Β. Θ. 2005. Επιφανειακή υδρολογία (Μέρος Ι), Πανεπιστημιακές παραδόσεις, σελ. 90. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Στάθης Δ. (2004) Ακραία γεγονότα Βροχής και Πλημμυρογέννησης στην Ελλάδα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Σκουλικίδης Ν., Οικονόμου Α., Καραούζας Ι., Βαρδάκας Λ., Γκρίτζαλης Κ., Ζόγκαρης Σ., Δημητρίου Η., Τάχος Β. (2008) Υδρολογική και βιογεωχημική παρακολούθηση της Λεκάνης Απορροής του ποταμού Ευρώτα. Ε.Λ.Κ.Ε.Θ.Ε. Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων Αθήνα σελ. 240
- Σκουλικίδης Ν., Οικονόμου Αλκ., Δημητρίου Η., Βαρδάκας Λ., Καραούζας Ι., Αμαξίδης Γ., Οικονόμου Ε. (2009) Εκτίμηση κινδύνων από τη διαχείριση των υδάτων στη Λεκάνη Απορροής του ποταμού Ευρώτα., ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων Αθήνα σελ.75
- Σούλιος Γ. (1992) Αναγνωριστική μελέτη για αξιοποίηση με ταμιευτήρες του υδατικού δυναμικού Επαρχιών Αγιάς – Τυρνάβου Ν.Λάρισας. Εκθεση, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

- Στεφανίδης Π. 2004. Ορεινή Υδρονομική Ι (Διευθετήσεις Ορεινών Υδάτων), Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Στεφανίδης Π. 2005. Ορεινή Υδρονομική ΙΙ (Διευθετήσεις Ορεινών Υδάτων), Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Στεφανίδης Π. 2002. Πετρογραφία Γενική και Τεχνική Γεωλογία. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Φλόκας Αθ. Απ. (1997) Μαθήματα μετεωρολογίας και κλιματολογίας. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη, σελ.465
- Φυτανόγλου Α. (2011) Προσομοίωση πλημμυρικών γεγονότων στη λεκάνη του Γαλιά της Κύπρου με χρήση του υδρολογικού μοντέλου HCC- HMS Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης
- Χαλκιά Χρ. (2012) Εκτίμηση τω επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία των φραγμάτων στην λεκάνη απορροής του Άραχθου, στο περιβάλλον και στο Δέλτα – Ανάλυση λογισμικού, κοκκομετρικής ανάλυσης ιζημάτων. Μεταπτυχιακή διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας Αθήνα, σελ.119

Ξένη Βιβλιογραφία

- Agnus R McIntoch (2000) Habitat- and size – related variations in exotic trout impacts on native galaxiid fishes in New Zealand streams. University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, 12pp.
- Baredo Jose I and Engelen Guy (2010) Land use scenario Modelling gor flood risk Mitigation, Sustainability p.p. 1327-1344
- Beir P, D. Majka, and T. Bayless. 2006. Arizona Missing Linkages : Rincon – Santa Rita – Whetstone Linkage Design – Report to Arizona Game and Fish Department –

School of Forestry , Northern Arizona University.

Bescheta R.L. & Jackson W.L. 1979 . The intrusion of fine sediments into a stable gravel bed. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 36 : 204-210.

Brinson M.M., F.R. Hauer , L.C. Lee, W.L. Nutter, R.D. Rheinhardt, R.D. Smith, and D.Whigham. 1995. A guidebook for application of hydrogeomorphic assessments to riverine wetlands. U.S. Army Corps of Engineers : Wetlands Research Program Technical Report WRP – DE -11 : p 42-68

Howe S, L.R. Levick, A. Hautzinger . 2008 . Hydrology and Ecology of Southwestern Intermittent Streams, Dry Washes, and Adjacent Riparian Zones . In : Proceedings from the Southwest Region Threatened, Endangered and At Risk Species Workshop, 22-25 October 2007, Tuscon, Arizona. Prepared for the Legacy Resource Management Program, Strategic Environmental Research and Development Program and Environmental Security Technology Certification Program by Hydrogeologic, Inc., Reston, Virginia.

Laine R. Levick, Danid. Goodrich, Mariano Hernandez, Julia Fonseca, Pima Country, Darius Semmens, Julia Stromberg, Melanie Tenczek, Robert A. Leidy, Melissa Scianni, D. Phillip Guertu, William Kepner (2008) The ecological and Hydrological Significance of Ephemeral and Intermittent Streams in the Arid and Semi-Arid American Southwest. Environmental protection Agency and USDA/ARS southwest watershed Research, EPA/600/R-08/134, ARS/233046, 116 pp.

Leenhouts J.M., J.C. Stromberg , R.L. Scott, eds. 2006. Hydrologic requirements of and consumptive ground – water use by riparian vegetation along the San Pedro River, Arizona .U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005- 5163, 154p.

Meffe G.K. & Minckley 1987 W.L. 1987. Persistence and stability of fish and

invertebrate assemblages in a repeatedly disturbed Sonoran desert stream American Midland Naturalist 17 : 177-191

Nicholas R, Ozborn (2007) Influence of dams on stream fish biodiversity across a diverse Georgia landscape. Degree master of science, Auburn University Alabama, 114 pp.

Richardson J.S. , R.E. Bilby and C.A. Bondar .2005. Organic matter dynamics in small streams of the Pacific Northwest Journal of the Association 41 (4) : 921-934

Rossi G, (2000). Drought mitigation measures. A comprehensive framework. In drought and drought mitigation in Europe. J. Voght and F.Somma (Eds). Klumer Academic Publishers, Pordrecht.

Rossi G., Benedini M., Tsakiris G., Giakoumakis S, (1992). On regional drought estimation and analysis water resources management, 6: 247-277

Tannehill I., (1947). Drought : Its causes and effects. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, U.S.A.

ABSTRACT

A large number of extreme weather phenomena is recorded every year, world-wide. Cyclones, whirlwinds, storms constitute such extreme weather phenomena and they have as a consequence stormy winds, flow erosions, fires and floods.

Floods are the contemporary discharge of water in an area due to rapid rainfalls, strong storms, snow blizzards, rivers level rise, flow erosions, earthquakes etc. Floods can be observed in dry areas as well. Floods may cause damages in the environment, the infrastructures and even if lead to death. Sometimes, however, they have positive effects, in river ecosystems, underground waters recharge and in soil fertility.

Drought constitutes a situation of important reduction of the available water reserves, (in comparison with a normal amount of water) for a long time in a large area.

The way and the ponding procedure and water movement in a watershed is defined by the four natural factors which cause flooding : topography, geological composition, climate, vegetation.

The aim of the present master' dissertation is to analyze how flooding water supplies of the watershed in "Bourboulithra" watercourse affect the terrestrial and aquatic organizations in the area.

This essay is a study not only for the spatial and time distribution but about the intensity of the flooding water supplies phenomenon as well, by using empirical and stochastic formula of mountainous Hydromomics. This procedure includes the mapping of area as far as geology, vegetation, hydrology and climate are concerned in order to calculate the flood propability. A processing meteorological and water supply data was evaluated and according to greek and foreign bibliography, the effect on multiple recipients was estimated. (terrestrial and aquatic organizations).

The method that was used has as a basis the fundamental principles of mountainous Hydromorphology. The morphometric and hydrographic features of the watershed have been studied. The basic torrential factors are analysed and calculated (climate, land topography, geological composition and vegetation). The rainfalls of the decade 2002-2011 are used to calculate the climatological data, taking into consideration the meteorological stations of Elafos, Spilia, Sotirio and Makrinitza. The Elafos station is used as a basis station.

The water supplies are calculated and compared in maximum peak flooding and time presence per year. The fluctuation of the annual rainfall amount is compared with the rapidness and the average maximum water supply. It is observed that they follow almost the same fluctuation apart from the year 2005. By drawing information through greek and foreign bibliography the effects of flooding water supply estimation on terrestrial and aquatic organizations are presented.

In conclusion, it involves a small continuous flow, longitudinal, large average falling gradient watershed with sensitive and relatively impenetrable rocks. It is highly likely that a flood will occur in the meeting point of the three contracting stream parties owing to simultaneous flow, mild gradient, reduced stream through speed and deposit of sediment.

The riverside vegetation protects from the evaporation, extreme temperatures and constitutes the habitat of a high ecological importance for the wildlife and its diversity.

The rock formation which the watershed has a geological baseplate produce sediment. These sediments constitute natural wildlife habitat and offer nutrients. They also create natural barriers and small lakes in floods which offer refuge for invertebrates

and fish and oxygenate the water. In this way a safe spawning ground for fish is created. On the contrary the deposit and compaction of fine sediments can reduce the oxygen circulation on the substratum with consequences on the species which spawn in those sediments or use them for cover. The natural barriers can also lead to flooding phenomena.

The heterogeneity of plant habitat is reduced during the years with low water flow leading to the loss of the biodiversity and composition of the plants. As a consequence populations are isolated facing the threat of extinction but this can also occur due to draught. Small floods allow genetic interchange via the dispersal of individuals. Oppositely the increased maximum water flow removes sediments between the rocks which prevent the flow but this reduces the water oxygenation and the survival of the small fish.

Keywords : flooding water supplies, terrestrial and aquatic organizations, biodiversity, habitat.