

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

Ν. Χ. ΝΕΟΦΥΤΟΥ

**ΟΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ
ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ ΣΤΟΥΣ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
ΒΑΡΔΟΥΣΙΩΝ ΤΟΥ Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ
ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥΣ**



ΒΟΛΟΣ 2001

**ΟΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ
ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ ΣΤΟΥΣ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ
ΒΑΡΔΟΥΣΙΩΝ ΤΟΥ Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ
ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥΣ**

Νεοφύτου Χρήστος, Καθηγητής, Ιχθυολογία – Υδροβιολογία, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας.

Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μαρία, Καθηγήτρια, Αρδεύσεις –
Στραγγίσεις, Υδραυλική, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Παυλίδης Θεοφάνης, Λέκτορας, Διευθέτηση Ορεινών Υδάτων, Υδρολογία,
Υδραυλική, Ποταμολογία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Το αφιερώνω στους γονείς μου, στα αδέρφια μου
και στη μηστή μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Κατ' αρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου και Διευθυντή του Εργαστηρίου Ιχθυολογίας – Υδροβιολογίας, Καθηγητή κ. Χρήστο Νεοφύτου ο οποίος αφ' ενός μου παρείχε τα μέσα για τη διεκπεραίωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής και αφετέρου με συμβουλές και διορθώσεις με βοήθησε στη συγγραφή της. Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Διευθύντρια του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής, Καθηγήτρια κα Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη και τον κ. Θεοφάνη Παυλίδη, Λέκτορα του Εργαστηρίου Διευθετήσεως Ορεινών Υδάτων για τις πολύτιμες τους επισημάνσεις παραινέσεις και διορθώσεις κατά την εκπόνηση της διατριβής μου. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το φίλο και συνάδελφο Κωνσταντίνο Παπαϊωάννου καθώς και τη μνηστή μου Λαμπρινή Τζιάντζιου για την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθειά τους, καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	10
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	12
2.1. Γενικά.....	12
2.2. Περιγραφή της γενικής περιοχής έρευνας.....	12
2.2.1. Χωρογραφικές, μορφολογικές, τοπογραφικές συνθήκες.....	12
2.2.1.1. Γεωγραφική, υδρολογική και διοικητική θέση της λεκάνης.....	12
2.2.1.2. Ορειογραφική, μορφολογική και τοπογραφική διαμόρφωση – Έκταση της λεκάνης.....	12
2.3. Περιγραφή της ειδικής περιοχής έρευνας.....	18
2.3.1. Μορφολογικά, μορφοτεχνικά, υδραυλικά χαρακτηριστικά διατομών.....	18
2.3.1.1. Διατομή 1.....	18
2.3.1.2. Διατομή 2.....	21
2.3.2. Θέσεις δειγματοληψίας ψαριών.....	21
2.3.2.1. Θέση 1.....	21
2.3.2.2. Θέση 2.....	23
2.3.2.3. Θέση 3.....	23
2.3.2.4. Θέση	23
4.....	
2.3.2.5. Θέση 5.....	24
2.3.2.6. Θέση	24
6.....	
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΛΗΨΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	26
3.1. Γενικά και ειδικά περιγραφικά στοιχεία της περιοχής έρευνας.....	26
3.2. Υδρολογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας.....	31

3.3. Μελέτη των υδραυλικών στοιχείων της ειδικής περιοχής	38
έρευνας.....	
3.4. Μελέτη της ιχθυοπανίδας της ειδικής περιοχής έρευνας.....	40
3.5. Προσαρμογή των υδρολογικών στοιχείων.....	41
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	– 42
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	
4.1. Γενικά και ειδικά περιγραφικά στοιχεία της περιοχής έρευνας.....	42
4.1.1. Ορεογραφική, μορφολογική και τοπογραφική διαμόρφωση – Έκταση της λεκάνης.....	42
4.1.2. Γεωλογία της λεκάνης και πετρογραφικές συνθήκες.....	44
4.1.3. Μετεωρολογικές συνθήκες – Κλίμα.....	45
4.1.3.1. Βροχοπτώσεις.....	45
4.1.3.2. Θερμοκρασία αέρα.....	46
4.1.3.3. Κλίμα στους σταθμούς παρατήρησης.....	47
4.1.4. Βλάστηση της περιοχής.....	48
4.2. Υδρολογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας.....	51
4.3. Μελέτη των υδραυλικών στοιχείων της ειδικής περιοχής έρευνας.....	56
4.4. Μελέτη της ιχθυοπανίδας της ειδικής περιοχής έρευνας.....	60
4.5. Προσαρμογή των υδρολογικών στοιχείων.....	63
5. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	– 66
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73
...	

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα ερευνητική εργασία έχει σαν σκοπό την κατανόηση και τη γνώση των αβιοτικών συνθηκών που θα οδηγήσουν στην αειφορική διαχείριση της ιχθυοπανίδας του χειμάρρου Ίναχου. Ο χειμάρρος αυτός ανήκει στο γενικό υδρογραφικό δίκτυο της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Φθιώτιδας και αποτελεί έναν από τους κύριους συμβάλλοντες του Σπερχειού ποταμού.

Λόγω της φύσεως της έρευνας, η περιοχή μελέτης έχει διαχωρισθεί σε γενική και ειδική. Η γενική αναφέρεται στη συνολική λεκάνη απορροής του μελετούμενου χειμάρρου και η ειδική στις θέσεις διεξαγωγής μετρήσεων, καταγραφών, παρατηρήσεων κ.λπ. Λαμβάνοντας υπόψη τον παραπάνω διαχωρισμό έγινε περιγραφή των δομικών στοιχείων τόσο της γενικής όσο και της ειδικής περιοχής έρευνας.

Ο υπολογισμός των υδρολογικών στοιχείων της περιοχής έρευνας έδειξε ότι υπάρχει παροχή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ακόμη και κατά το ξηρότερο. Στη συνολική λεκάνη του μελετούμενου χειμάρρου η μικρότερη παροχή υπολογίστηκε κατά τον Οκτώβριο του ξηρότερου έτους (1977) και ανέρχεται στα $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$.

Όσον αφορά τη μελέτη των υδραυλικών στοιχείων της ειδικής περιοχής έρευνας, η μεγαλύτερη ταχύτητα ροής που μετρήθηκε στη συμβολή (Διατομή 1) ήταν $2,306 \text{ m}/\text{sec}$ και η μικρότερη $1,327 \text{ m}/\text{sec}$. Οι αντίστοιχες παροχές ήταν $22,21 \text{ m}^3/\text{s}$ και $6,73 \text{ m}^3/\text{s}$.

Στο χειμάρρο Ίναχο βρέθηκαν συνολικά πέντε είδη ψαριών τα οποία ήταν η πέστροφα (*Salmo trutta m. fario*), ο σολομός (*Oncorhynchus kisutch*), η μπριάνα (*Barbus cyclolepis sperchiensis*), ο κέφαλος (*Leuciscus cephalus*) και η πλατίτσα (*Alburnoides bipunctatus*). Όσον αφορά την πυκνότητα εμφάνισης, η μπριάνα είχε τη μεγαλύτερη με 0,174 άτομα. m⁻², ενώ η μικρότερη ήταν 0,127 άτομα. m⁻². Η μεγαλύτερη πυκνότητα που εμφάνισε η πέστροφα στο μελετηθέντα χειμάρρο ήταν 0,042 άτομα. m⁻² και η μικρότερη ήταν 0.033 άτομα. m⁻², ενώ η μεγαλύτερη πυκνότητα εμφάνισης για την πλατίτσα ήταν 0,127 άτομα. m⁻². Ο κέφαλος εμφανίστηκε μόνο στην τέταρτη δειγματοληπτική επιφάνεια σε ένα πολύ μικρό ποσοστό (5,4%) με πυκνότητα εμφάνισης 0,009 άτομα. m⁻². Όσον αφορά το σολομό βρέθηκε μόνο ένα άτομο στην πρώτη δειγματοληπτική επιφάνεια.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι υδατικές συνθήκες του μελετούμενου χειμάρρου που αναφέρονται στις ακραίες τιμές παροχής-στάθμης, στην ταχύτητα νερού και στην ύπαρξη συνεχούς παροχής συμφωνούν με τις απαιτήσεις της ιχθυοπανίδας που βρέθηκαν στην ερευνηθείσα περιοχή.

Τέλος, όσον αφορά τα διαχειριστικά μέτρα που προτάθηκαν αποσκοπούσαν στην επίλυση των προβλημάτων και των δυσκολιών που αντιμετωπίζει ο ιχθυοπληθυσμός του μελετούμενου χειμάρρου όσον αφορά την μειωμένη υδατοπαροχή της δύσκολης ξηροθερμικής περιόδου και τη δυνατότητα μετάβασης πάνω από το υπόγειο φράγμα τύπου Τυρόλου που έχει κατασκευασθεί στη συμβολή του χειμάρρου. Επίσης προτάθηκαν κάποια διαχειριστικά μέτρα για τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ψαριών.

ABSTRACT

The aim of this thesis has been to investigate and understand the abiotic factors controlling sustainable development of stream Inachos ichthyofauna. This stream belongs to the hydrographic network of Fthiotida Prefecture and is among the main contributors of river Sperxios.

The nature of this research imposed the distinction of the study area in general and specific. The former refers to the entire drainage basin of stream Inachos, whereas the latter refers to specific points where observations, measurements and record keeping were effected. Taking into account the above distinction, a description of structural units of both sub-study areas has been achieved.

Estimation of the study area hydrological data indicated an all year-round water flow (discharge), even during the dry season. Minimum discharge of the entire drainage basin has been estimated at $0.54 \text{ m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}$ during the driest month (October 1997).

Hydraulics of the specific study area revealed a maximum water velocity of $2.306 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ and a minimum of $1.327 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ at the junction. Maximum and minimum water flows of $22.21 \text{ m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}$ and $6.73 \text{ m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}$ have been estimated, respectively.

Five fish species have been found in torrent Inachos, river trout (*Salmo trutta fario*), coho salmon (*Onchorynchus kisutch*), barbel (*Barbus cyclolepis sperchiensis*), chub (*Leuciscus cephalus*) and stream bleak (*Alburnoides bipunctatus*). Barbel's maximum density of appearance has been recorded at

0.174 individuals.m⁻² with its lowest at 0.127 individuals.m⁻². Similar indices for river trout were 0.042 and 0.033 individuals.m⁻². Stream bleak showed a maximum density of appearance of 0.127 individuals.m⁻². Chub appeared only in the fourth sampling surface at a percentage of 5.4% and a density of appearance of 0.009 individuals.m⁻². Only one individual of salmon has been recorded in the first sampling surface.

In conclusion, water parameters of the stream of Inachos such as minimum-maximum water flow, water level and water velocity are in accordance with ichthyofauna's requirements in the study area.

Suggested mitigation-management measures are focused to the difficulties that local fish populations experience due to the diminished water flow of the stream during the dry season and the restrained transition of those populations through the Tyrole type dam, constructed at the torrent's junction. Some additional measures improving the environmental conditions of those species are also proposed.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Τα υδάτινα οικοσυστήματα (θαλάσσια και εσωτερικών υδάτων) είναι βιοδυναμικά οικοσυστήματα, στα οποία η έμβια και η αβιοτική ύλη βρίσκονται σε κατάσταση αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης. Η ισορροπία αυτή, που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγικότητά τους έχει διαταραχθεί τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της μη σωστής επέμβασης του ανθρώπου. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται να γίνει επανασχεδιασμός της επεμβατικής πολιτικής, από ειδικούς επιστήμονες οι οποίοι θα εξετάζουν τις διάφορες τεχνικές και μεθόδους προστασίας και διαχείρισης των συστημάτων αυτών, με σκοπό την αειφορική κάρπωση των προϊόντων τους.

Είναι γνωστό ότι τα γλυκά νερά κατέχουν τις πρώτες θέσεις μεταξύ των πόρων που η φύση προσφέρει στον άνθρωπο. Το πρόβλημα της προστασίας και της αξιοποίησης της ιχθυοπανίδας των εσωτερικών υδάτων είναι πολυδιάστατο και ιδιαίτερα σοβαρό, λαμβάνοντας υπόψη τ' ακανθώδη προβλήματα που αντιμετωπίζει ο άνθρωπος λόγω της εκρηκτικής αύξησης του πληθυσμού και αφετέρου εξαιτίας της μείωσης των πηγών πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης. Εξάλλου η μείωση της θαλάσσιας ιχθυοπανίδας εξαιτίας της ανεξέλεγκτης αλιείας και της εκτεταμένης ρύπανσης των θαλασσών, αποτελούν τους δύο σπουδαιότερους λόγους της αλματώδους ανάπτυξης της Εφαρμοσμένης Υδροβιολογίας και της εκμετάλλευσης της ιχθυοπανίδας των γλυκών νερών.

Στη χώρα μας, λόγω της ανεπάρκειας στοιχείων και της έλλειψης πληροφόρησης πάνω στη βιολογία και οικολογία των ψαριών, δεν κατέστη δυνατή η άσκηση μιας υπεύθυνης και σοβαρής πολιτικής στον τομέα της

αξιοποίησης της ιχθυοπανίδας των εσωτερικών υδάτων. Γι' αυτό πολλά είδη ψαριών των λιμνών, ποταμών και άλλων υδάτινων βιότοπων παραμένουν ανεκμετάλλετα. Προκειμένου να επιτευχθεί οποιασδήποτε μορφής εκμετάλλευση, επιβάλλεται να γίνει διερεύνηση της υπάρχουσας αβιοτικής και βιοτικής κατάστασης των εσωτερικών υδάτινων πόρων.

Με γνώμονα τα παραπάνω έγινε η παρούσα ερευνητική εργασία, που έχει σκοπό την κατανόηση και τη γνώση των αβιοτικών συνθηκών που θα οδηγήσουν στην αειφορική διαχείριση της ιχθυοπανίδας του χειμάρρου Ίναχου, ενός απ' τους κύριους συμβάλλοντες του Σπερχειού ποταμού. Σημειώνεται πάντως ότι ο κυριότερος αβιοτικός παράγοντας είναι το υδάτινο περιβάλλον.

Για το λόγο αυτό έγινε προσπάθεια προσέγγισης της διακύμανσης των υδατικών συνθηκών του χειμάρρου που αναφέρονται στις ακραίες τιμές παροχής-στάθμης, στην ταχύτητα ροής του νερού, στην ύπαρξη συνεχούς παροχής, κ.λπ. Αφού συσχετίσθηκαν τα υδρολογικά μεγέθη με τις απαιτήσεις της ιχθυοπανίδας, διαμορφώθηκε το κατάλληλο πλαίσιο προτάσεων για την επίτευξη των επιθυμητών υδατοπαροχών (ιδιαίτερα της δύσκολης θερμής-ξηρής περιόδου) με στόχο τη βελτίωση του αβιοτικού περιβάλλοντος για την ιχθυοπανίδα της περιοχής μελέτης. Φυσικά ένα τέτοιο σχέδιο για να είναι ολοκληρωμένο, θα πρέπει να περιέχει και προτάσεις για τις αρχές προστασίας των χώρων διαμονής και αναπαραγωγής των ψαριών από τυχόν πλημμυρικές παροχές.

Η παρούσα έρευνα αποτελεί βασικό εργαλείο κατανόησης και βελτίωσης του αβιοτικού περιβάλλοντος της ιχθυοπανίδας με τελικό στόχο την αειφορική διατήρηση (σταθεροποίηση) του ζωτικού χώρου των ψαριών. Ιδιαίτερα η μελέτη αυτή στοχεύει στη γνώση, οριοθέτηση και ανάπτυξη των ενδεδειγμένων συστημάτων διαχείρισης του νερού, που αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την εγγύηση της συνεχούς παρουσίας της ιχθυοπανίδας στο μελετούμενο χείμαρρο.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει χωρισθεί σε πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται εισαγωγικά στοιχεία, καθώς και ο σκοπός της εργασίας αυτής. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια γενική περιγραφή τόσο της γενικής όσο και της ειδικής περιοχής έρευνας. Το τρίτο κεφάλαιο διαπραγματεύεται τη μεθοδολογία και τη λήψη των στοιχείων που αφορούν τα

περιγραφικά και υδρολογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας, καθώς και τη μελέτη των υδραυλικών στοιχείων και της ιχθυοπανίδας της ειδικής περιοχής έρευνας. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα της έρευνας και γίνεται σχολιασμός και συζήτησή τους, ενώ στο τελευταίο κεφάλαιο προτείνονται κάποια διαχειριστικά μέτρα για την επίλυση των προβλημάτων που τυχόν αντιμετωπίζει η ιχθυοπανίδα της περιοχής.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1. Γενικά

Λόγω της φύσεως της έρευνας η περιοχή μελέτης έχει διαχωρισθεί σε **γενική** και **ειδική**. Η γενική αναφέρεται στη λεκάνη απορροής του τροφοδότη με νερό και φερτά υλικά χειμάρρου Ίναχου (ή χείμαρρος Βίστριζα) και η ειδική στις θέσεις διεξαγωγής μετρήσεων, καταγραφών, παρατηρήσεων κ.λπ. Λαμβάνοντας υπόψη τον παραπάνω διαχωρισμό έγινε περιγραφή των δομικών στοιχείων τόσο της γενικής όσο και της ειδικής περιοχής έρευνας.

2.2. Περιγραφή της γενικής περιοχής έρευνας

2.2.1. Χωρογραφικές, μορφολογικές, τοπογραφικές συνθήκες

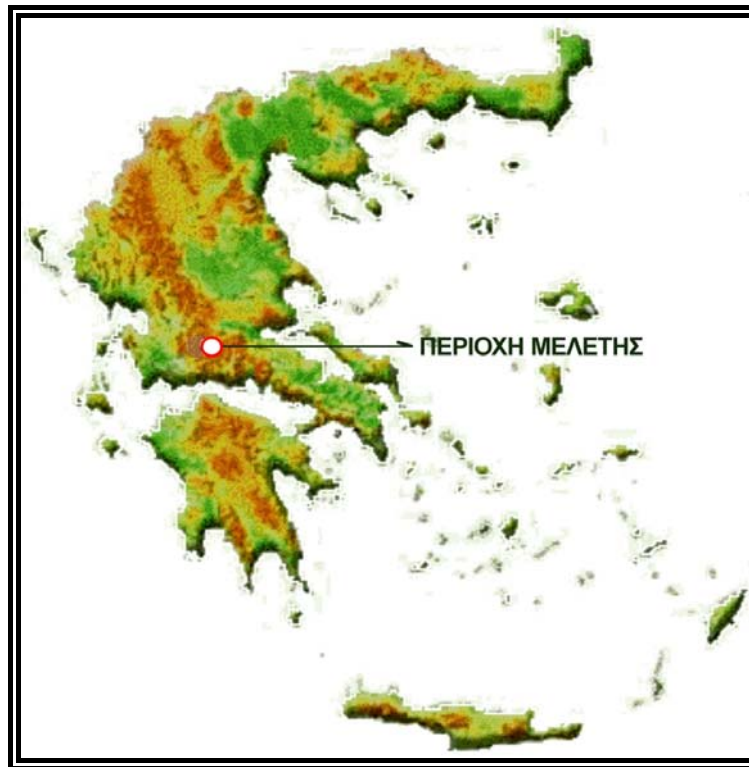
2.2.1.1 Γεωγραφική, υδρολογική και διοικητική θέση της λεκάνης

Η θέση της λεκάνης απορροής του μελετούμενου χειμάρρου στον Ελλαδικό χώρο φαίνεται στο Σχήμα 2.1. Ο χείμαρρος αυτός υδρολογικά ανήκει στο υδρολογικό διαμέρισμα της Ανατολικής Στερεάς και Εύβοιας (**Κωδ. 07**) και ιδιαίτερα στο υδρολογικό διαμέρισμα του Σπερχειού ποταμού (Σχ. 2.2). Επίσης το γενικό υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Ίναχου ανήκει διοικητικά στη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Φθιώτιδας (Σχ. 2.3).

2.2.1.2. Ορεογραφική, μορφολογική και τοπογραφική διαμόρφωση – Έκταση της λεκάνης

Από τη μελέτη της μορφολογίας της συνολικής λεκάνης απορροής, της διαμόρφωσης του ανάγλυφου, της δομής, της πορείας και των χαρακτηριστικών της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου αυτού, διαπιστώθηκε ότι ο χειμαρρικός χώρος δράσης του ρεύματος αποτελείται από δύο σαφώς

διαχωρισμένα μέρη, τα οποία φαίνονται στο Σχήμα 2.4. Το πρώτο, το οποίο αποτελεί και το μεγαλύτερο μέρος, είναι η ορεινή λεκάνη απορροής η οποία εκτείνεται στα Βαρδούσια όρη και αποτελεί το Ν.Δ. τμήμα της λεκάνης του Σπερχειού. Συγκροτείται από δύο σαφείς και αυτοτελείς, σχεδόν ισομεγέθεις, ορεινές υπολεκάνες, οι οποίες εκτείνονται η μία στα ανατολικά και η άλλη στα



Σχήμα 2.1: Η θέση της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Ίναχου της περιοχής Βαρδουσίων στον ελλαδικό χώρο.



Σχήμα 2.2: Η θέση του χειμάρρου Ίναχου Βαρδουσίων στο υδρολογικό διαμέρισμα της Ανατολικής Στερεάς και Εύβοιας (Κωδ. 07).



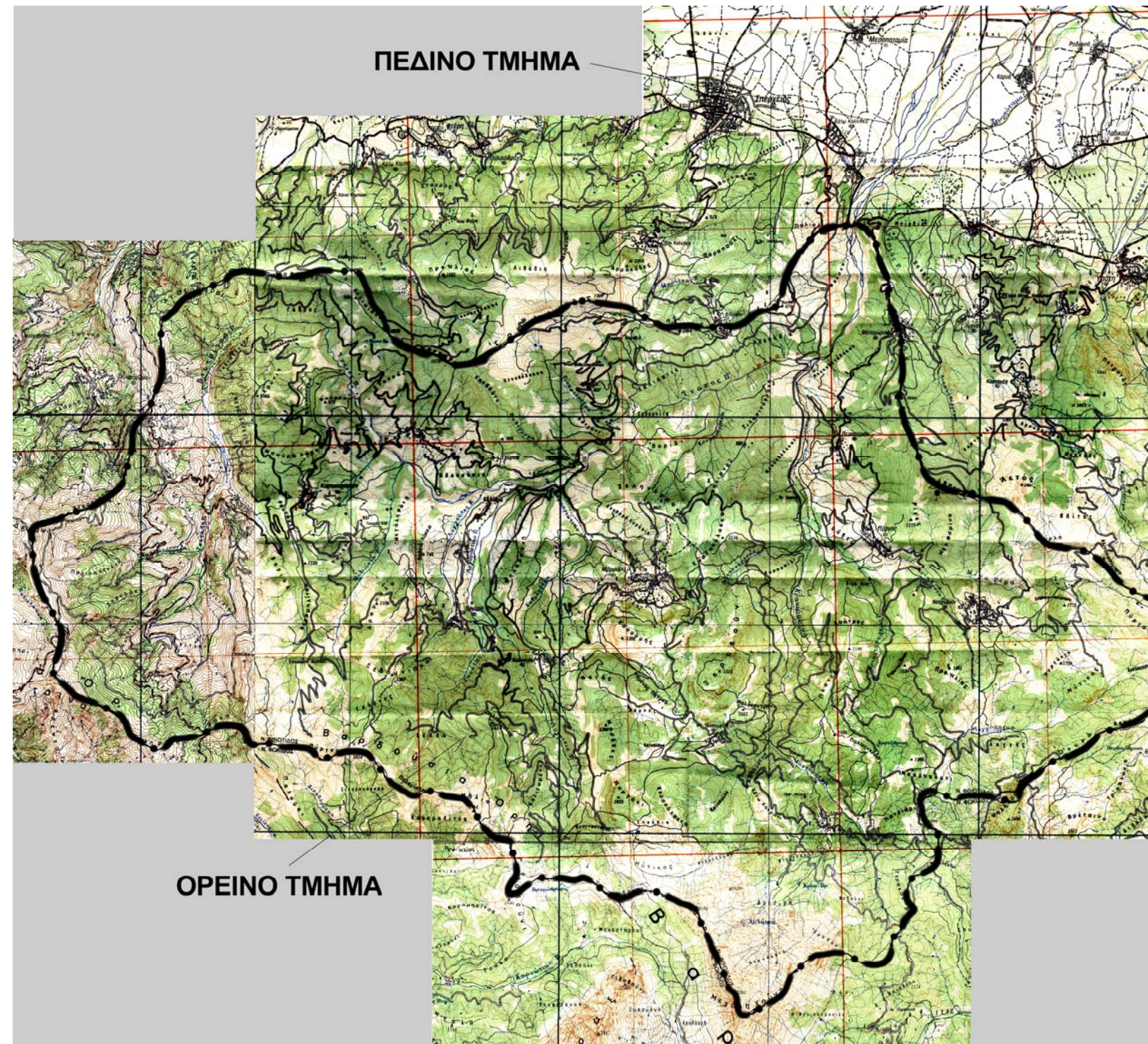
Σχήμα 2.3: Η θέση του χειμάρρου Ίναχου στο γενικό υδρογραφικό δίκτυο της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Φθιώτιδας.

δυτικά του ποταμού. Οι κοίτες των δύο υπολεκανών συμβάλλουν μεταξύ τους πάνω από τον άξονα Διλόφου – Μεσοχωρίου (Εικ. 2.1) και διαμορφώνουν την κεντρική κοίτη του ρεύματος. Η έξοδος του ρεύματος στα πεδινά γίνεται στο ύψος της γέφυρας της επαρχιακής οδού Υπάτης – Σπερχειάδας, ανάντη της οποίας έχει κατασκευασθεί ένα υπόγειο φράγμα - ποδιά τύπου Τυρόλου, βάθους 15 m, για την υδρομάστευση της παροχής και την αποστολή της για αρδευτικούς σκοπούς (Εικ. 2.2).

Συνεπώς η ορεινή λεκάνη απορροής του Ίναχου διαρθρώνεται από τρία αυτοτελή τμήματα (Σχ. 2.5), ως εξής (Κωτούλας 2001):

- την ανατολική, ορεινή υπολεκάνη (Ανατολικός Ίναχος),
- την δυτική, ορεινή υπολεκάνη (Δυτικός Ίναχος) και
- την περιοχή της κεντρικής κοίτης.

Κάθε μια από τις δύο υπολεκάνες του Ίναχου αποτελείται από τις επιμέρους λεκάνες των διαφόρων συμβαλλόντων σε αυτές.



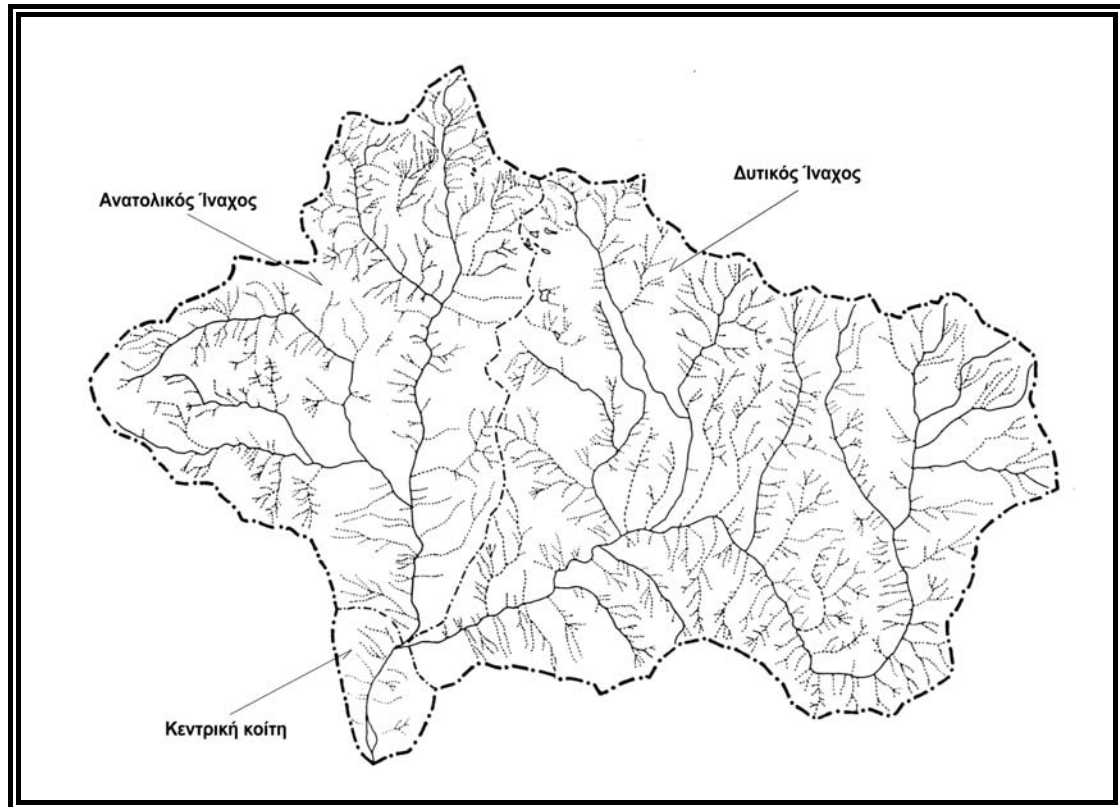
Σχήμα 2.4: Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ο φυσικός χειμαρρικός χώρος. Διακρίνεται το ανώτερο (ορεινό) και το κατώτερο (πεδινό) τμήμα του χειμάρρου Ίναχου.



Εικόνα 2.1: Η θέση συμβολής των δύο υπολεκανών του χειμάρρου Ίναχου.



Εικόνα 2.2: Χαρακτηριστική άποψη του υπόγειου φράγματος, βάθους 15 m, το οποίο έχει κατασκευασθεί στα ανάντη της γέφυρας της οδού Υπάτης-Σπερχειάδας.



Σχήμα 2.5: Το υδρογραφικό δίκτυο και η ορεινή λεκάνη απορροής του μελετούμενου χειμάρρου. Διακρίνεται με στικτή γραμμή ο Ανατολικός και Δυτικός Ίναχος, καθώς και η περιοχή της κεντρικής κοίτης του.

Μετά την έξοδό τους από την κεντρική κοίτη, τα νερά του Ίναχου ξεχύνονται στον πεδινό χώρο και κατευθύνονται προς το Σπερχειό, ο οποίος αποτελεί και τον τελικό αποδέκτη τους.

Η πεδινή περιοχή του Ίναχου (Σχ. 2.4) ξεκινά από τη γέφυρα που βρίσκεται κατάντη του φράγματος, εκτείνεται σε μήκος 8,2 km και τοποθετείται μεταξύ της Μεσοποταμιάς και της Καρυάς. Το πλάτος του εκτεταμένου αυτού κώνου πρόσχωσης, στο μέσο αυτού, ανέρχεται περίπου σε 3,5 km. Στο χώρο αυτό τα νερά του χειμάρρου διακλαδίζονται σε πολλές, εν είδη δελταϊκού σχηματισμού κοίτες όπου εκεί αποτίθεται το μεγαλύτερο μέρος των αφικνούμενων φερτών υλικών (κυρίως το αδρομερέστερο).

Οι δύο υπολεκάνες (Ανατολικός και Δυτικός Ίναχος) του χειμάρρου δε σχηματίζουν αυτοτελείς κώνους πρόσχωσης. Μετά την κοίτη εκκένωσης, τα πλημμυρικά νερά τους χύνονται απευθείας στην κεντρική κοίτη του Ίναχου.

Πάντως, στις κεντρικές κοίτες των δύο υπολεκανών εμφανίζονται τοπικά, σημαντικού πάχους, ενδιάμεσες αποθέσεις (σε πλατύσματα του πυθμένα με μειωμένες κλίσεις).

2.3. Περιγραφή της ειδικής περιοχής έρευνας

Η ειδική περιοχή έρευνας αφορά:

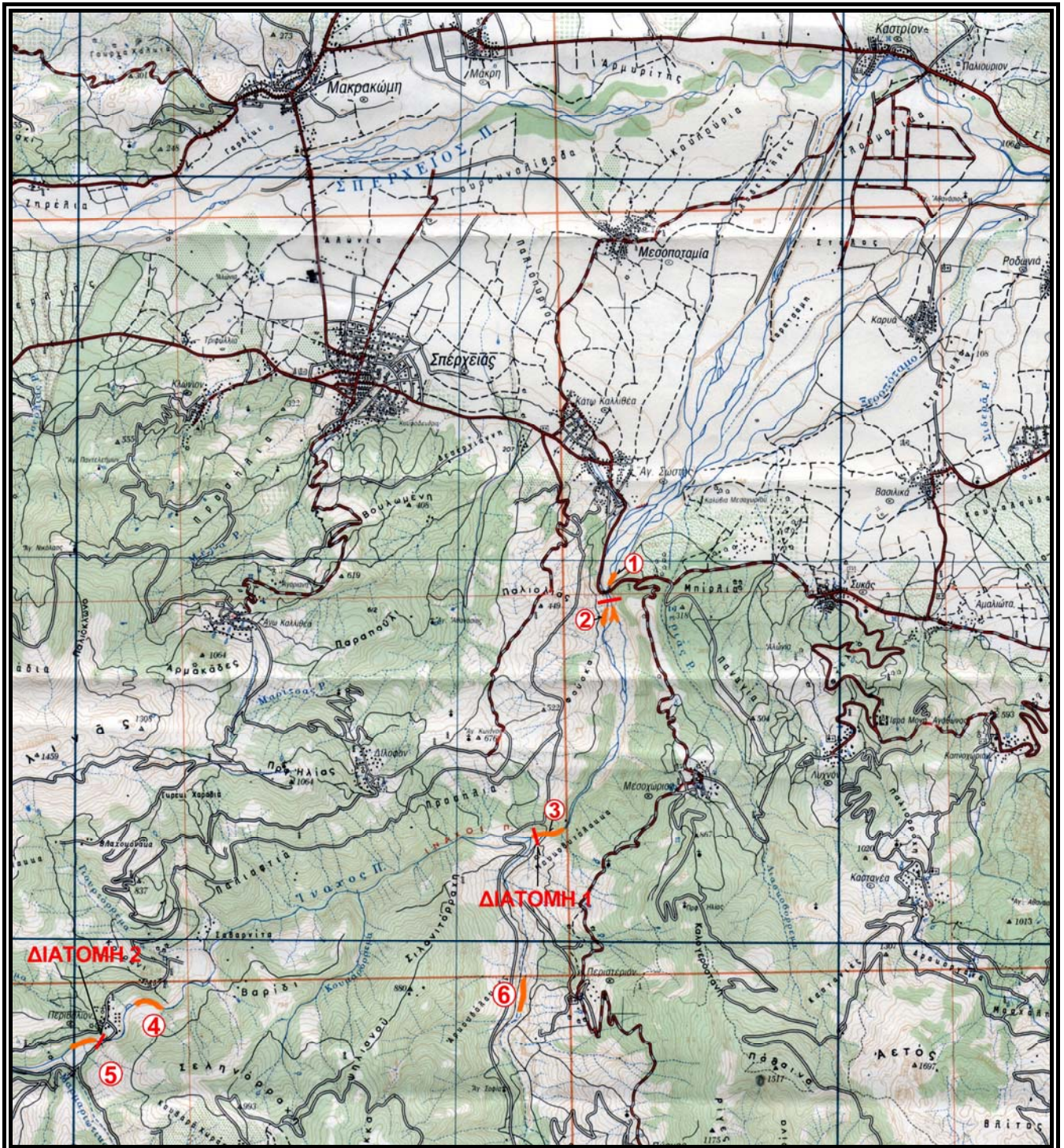
α) Τις σταθερές θέσεις ελέγχου της χρονικής μεταβολής των υδραυλικών στοιχείων (υδατοπαροχές, ταχύτητες, στάθμη νερού κ.λπ.).

β) Τις θέσεις όπου έγινε ο έλεγχος του χώρου διαβίωσης και αναπαραγωγής των ψαριών και όπου πραγματοποιήθηκαν σχετικές δειγματοληψίες με στόχο να βρεθεί ο αριθμός των ειδών που διαβιούν στο μελετούμενο χείμαρρο, καθώς και οι επιμέρους περιοχές στις οποίες συναντώνται τα είδη αυτά.

2.3.1. Μορφολογικά, μορφοτεχνικά, υδραυλικά χαρακτηριστικά διατομών

2.3.1.1. Διατομή 1

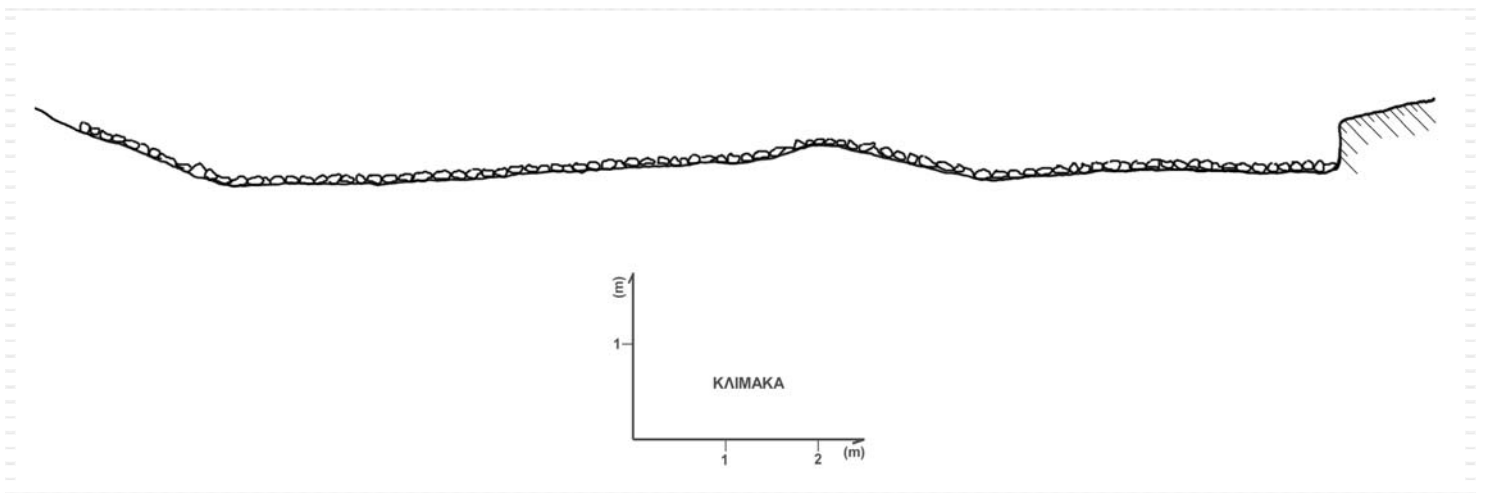
Η επιλογή της πρώτης θέσης (Διατομή 1) έγινε με κριτήριο την παρακολούθηση της υδρολογικής συμπεριφοράς της συνολικής λεκάνης. Για το λόγο αυτό η διατομή αυτή λήφθηκε στην κεντρική κοίτη του Ίναχου, περίπου 150 m κατάντη της συμβολής των δύο υπολεκανών του (Σχ. 2.6, Εικ. 2.3). Η μορφή της Διατομής 1 φαίνεται στο Σχήμα 2.7. Το πλάτος της βασικής κοίτης στη διατομή αυτή είναι περίπου 13 m. Ο πυθμένας της διατομής κυρίως αποτελείται από πέτρες μεσαίου έως μικρού μεγέθους, οι οποίες είναι κατά υψηλό ποσοστό ασβεστολιθικής προέλευσης. Στα δυτικά της βασικής κοίτης υπάρχει ένα πλάτυσμα 100 m, το οποίο αποτελείται από απόθεση φερτών υλικών μεσαίου μεγέθους, ενώ στα ανατολικά της διατομής υπάρχει ένα πλάτυσμα 50 m που προήλθε από την απόθεση λεπτόκοκκων φερτών υλικών. Το πλάτυσμα αυτό είναι καλυμμένο από βλάστηση (πρεμνοφυή πλατάνια και πουρνάρια). Η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης ανάντη της διατομής αυτής είναι περίπου 2,5%. Αντίθετα, οι μέσες κλίσεις, ανάντη της συμβολής των κεντρικών κοιτών των δύο κύριων κλάδων, γίνονται πιο έντονες (4,0%). Η κοκκομετρία των φερτών υλών του κινητού πυθμένα



Σχήμα 2.6: Χάρτης της ειδικής περιοχής έρευνας του χειμάρρου Ίναχου με τις θέσεις ελέγχου της χρονικής μεταβολής των υδραυλικών στοιχείων, καθώς και με τις 6 θέσεις δειγματοληψίας των ψαριών (πορτοκαλί χρώμα).



Εικόνα 2.3: Χαρακτηριστική άποψη της Διατομής 1 (διακρίνεται με σικτή γραμμή) η οποία αποτελεί και την τρίτη θέση δειγματοληψίας των ψαριών.



Σχήμα 2.7: Η μορφή της Διατομής 1 (κοίτη βασικής παροχής).

εμφανίζεται διαφοροποιημένη, ιδιαίτερα στον ανατολικό κλάδο, όπου κυριαρχούν τα μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους φερτά υλικά, ιδιαίτερα σε περιοχές κλίσεων 4,0-5,0%.

2.3.1.2. Διατομή 2

Η Διατομή 2 λήφθηκε στο κάτω πέρας της δυτικής υπολεκάνης του Ίναχου, λίγο πάνω από τη γέφυρα που βρίσκεται στο χωριό Περιβόλι Σπερχειάδας (Σχ. 2.6, Εικ. 2.4). Κατάντη της γέφυρας αυτής υπάρχει ένα μικρό φράγμα ζωστήρας, το οποίο χρησιμεύει στη στήριξή της. Η μορφή της διατομής αυτής φαίνεται στο Σχήμα 2.8. Το πλάτος της βασικής κοίτης στη διατομή αυτή είναι περίπου 11 m. Η προς τα ανάντη μέση κλίση της βασικής κοίτης είναι περίπου 1%. Ο πυθμένας της διατομής κυρίως αποτελείται από φερτά υλικά μεσαίου έως μικρού μεγέθους, τα οποία κυρίως είναι ασβεστολιθικής προέλευσης, ενώ υπάρχουν επίσης σε μικρότερο ποσοστό και λεπτόκοκκα υλικά (εύθρυπτοι φλύσχεις). Στην ανατολική πλευρά της βασικής κοίτης, για την προστασία του επαρχιακού δρόμου Περιβολίου-Μαρμάρων, έχει κατασκευασθεί παράλληλος τοίχος ύψους περίπου 6 m. Στη δυτική πλευρά της βασικής κοίτης υπάρχουν λεπτόκοκκα υλικά τα οποία έχουν σταθεροποιηθεί από θαμνώδη υδρόφιλη βλάστηση.

2.3.2. Θέσεις δειγματοληψίας ψαριών

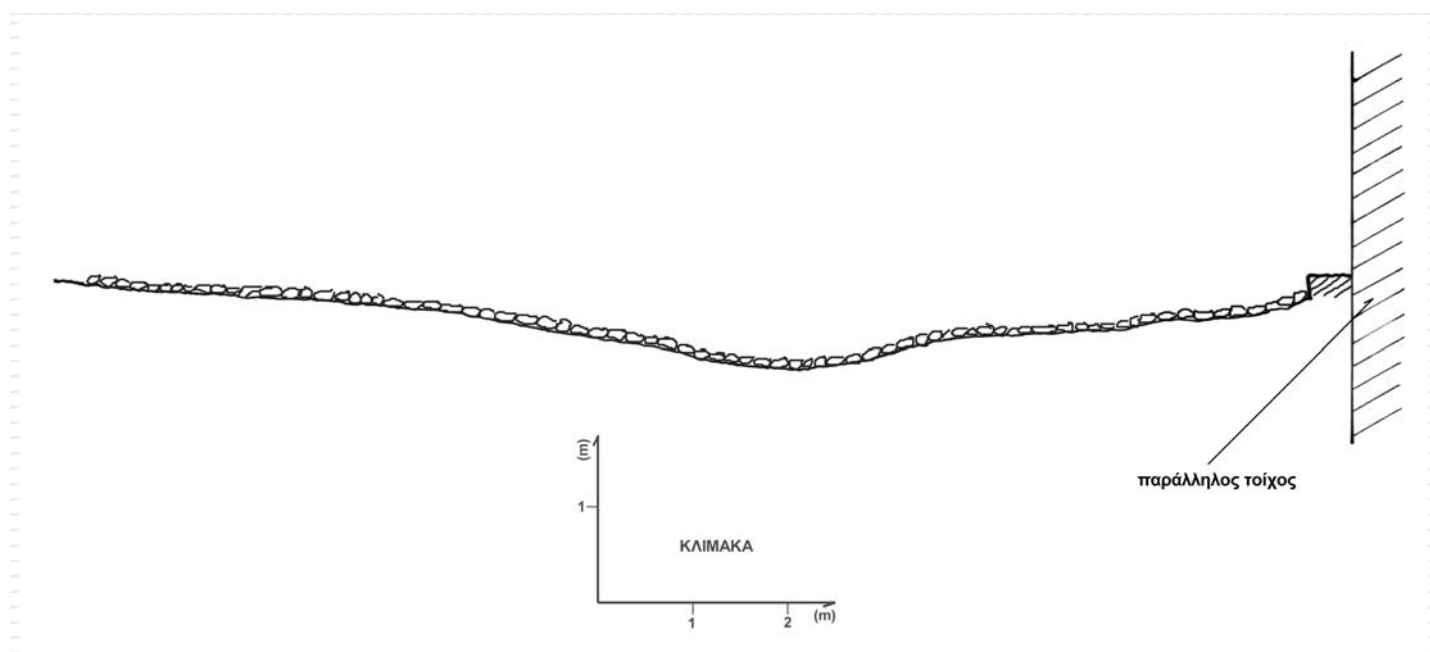
Οι θέσεις όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες των ψαριών φαίνονται στο Σχήμα 2.6 με πορτοκαλί χρώμα. Συνολικά επιλέχθηκαν 6 θέσεις δειγματοληψιών.

2.3.2.1. Θέση 1

Η πρώτη θέση δειγματοληψίας επιλέχθηκε στα κατάντη της γέφυρας της επαρχιακής οδού Υπάτης-Σπερχειάδας (Εικ. 2.5). Η δειγματοληπτική επιφάνεια έχει μέγεθος περίπου 300 m². Το μέσο πλάτος της βασικής κοίτης στη θέση αυτή είναι περίπου 5 m, με μέση κλίση περίπου 2%. Ο πυθμένας αποτελείται από φερτά υλικά μεσαίου έως μικρού μεγέθους, τα οποία κυρίως είναι ασβεστολιθικής προέλευσης, ενώ υπάρχουν επίσης σε μικρότερο ποσοστό και λεπτόκοκκα υλικά (άμμος).



Εικόνα 2.4: Χαρακτηριστική άποψη της διατομής 2 (διακρίνεται με σπικτή γραμμή) η οποία αποτελεί και την πέμπτη θέση δειγματοληψίας των ψαριών.



Σχήμα 2.8: Η μορφή της Διατομής 2.



Εικόνα 2.5: Χαρακτηριστική άποψη της πρώτης θέσης δειγματοληψίας των ψαριών.

2.3.2.2. Θέση 2

Η δεύτερη θέση δειγματοληψίας επιλέχθηκε στα ανάντη του υπόγειου φράγματος και έχει μέγεθος περίπου 600 m^2 (Εικ. 2.6). Το μέσο πλάτος της βασικής κοίτης είναι περίπου 10 m ενώ η μέση κλίση είναι περίπου $1,5\%$. Ο πυθμένας κυρίως αποτελείται από φερτά υλικά μικρού μεγέθους (χαλίκι).

2.3.2.3. Θέση 3

Η τρίτη θέση δειγματοληψίας επιλέχθηκε στην περιοχή της Διατομής 1 (Εικ. 2.3). Το μέγεθός της είναι περίπου 1300 m^2 . Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της θέσης αυτής είναι όπως έχουν αναφερθεί για τη Διατομή 1.

2.3.2.4. Θέση 4

Η τέταρτη θέση δειγματοληψίας επιλέχθηκε λίγο πιο κάτω απ' το χωριό



Εικόνα 2.6: Χαρακτηριστική άποψη της δεύτερης θέσης δειγματοληψίας των ψαριών.

Περιβόλι Σπερχειάδας (Εικ. 2.7). Το μέγεθός της είναι περίπου 1120 m^2 και το μέσο πλάτος της βασικής κοίτης είναι περίπου 16 m , με μέση κλίση 2% . Η σύνθεση του πυθμένα είναι παρόμοια με αυτή της Διατομής 2.

2.3.2.5. Θέση 5

Η πέμπτη θέση δειγματοληψίας επιλέχθηκε στην περιοχή της Διατομής 2 με μέγεθος περίπου 550 m^2 (Εικ. 2.4). Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της θέσης αυτής έχουν δοθεί στην περιγραφή της Διατομής 2.

2.3.2.6. Θέση 6

Η τελευταία δειγματοληψία, επιλέχθηκε κάτω από το χωριό Περιστέρι Σπερχειάδας, που βρίσκεται στον ανατολικό κλάδο (Εικ. 2.8). Το μέγεθος της δειγματοληπτικής αυτής επιφάνειας είναι περίπου 640 m^2 , με μέσο πλάτος βασικής κοίτης περίπου 8 m και μέση κλίση περίπου 5% . Ο πυθμένας της θέσης αυτής αποτελείται κυρίως από φερτά υλικά μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους τα οποία είναι ασβεστολιθικής προέλευσης.



Εικόνα 2.7: Χαρακτηριστική άποψη της τέταρτης θέσης δειγματοληψίας των ψαριών.



Εικόνα 2.8: Χαρακτηριστική άποψη της έκτης θέσης δειγματοληψίας των ψαριών.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΛΗΨΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

3.1. Γενικά και ειδικά περιγραφικά στοιχεία της περιοχής έρευνας

Καταρχήν προσδιορίστηκε σε χάρτη της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) κλίμακας 1:50.000 και 1:5.000, ο υδροκρίτης του Ίναχου και καθορίστηκε η ορεινή λεκάνη απορροής του. Στη συνέχεια έγινε επαλήθευση των στοιχείων με επιτόπια έρευνα.

Ακολούθησε αναλυτικός υπολογισμός και καταγραφή της επιφάνειας και των μορφομετρικών στοιχείων που συνθέτουν **την ορεογραφική, τοπογραφική, μορφολογική και υδρογραφική διαμόρφωση της λεκάνης του χειμάρρου.**

Για το σκοπό αυτό υπολογίσθηκαν τα κυριότερα μορφομετρικά, υδρογραφικά κ.λπ. χαρακτηριστικά της λεκάνης του μελετούμενου χειμάρρου. Ο υπολογισμός των μορφομετρικών στοιχείων έγινε με βάση όσα η σχετική διεθνής και ελληνική βιβλιογραφία αναφέρει (Horton 1932: Τσακίρης 1995).

- Το εμβαδόν προέκυψε από εμβαδομέτρηση της επιφάνειας τόσο της συνολικής λεκάνης, όσο και των επιμέρους υψομετρικών βαθμίδων (βαθμίδα 200 m) με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (H/Y).
- Τα ελάχιστα (H_{\min}) και τα μέγιστα (H_{\max}) υψόμετρα πάρθηκαν από τους χάρτες της Γ.Υ.Σ. 1:50.000.
- Τα μέσα υψόμετρα (H_m) προσδιορίστηκαν από το μαθηματικό τύπο (Κωτούλας 2001):

$$H_m(F_i) = \frac{\sum (H_{m_i} * F_i)}{\sum F_i} \quad (1)$$

όπου:

$H_m(F_i)$ = Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης με τη μέθοδο των εμβαδών (m).

H_{m_i} = Το μέσο υψόμετρο κάθε υψομετρικής βαθμίδας (m).

F_i = Το εμβαδόν κάθε βαθμίδας (km²).

- Η μέση κλίση της λεκάνης (J_F) υπολογίστηκε από τον τύπο (Κωτούλας 2001):

$$J_F = \left(\frac{H_d * \Sigma S}{F} \right) * 100 \quad (2)$$

όπου:

J_F = Η μέση κλίση της επιφάνειας (%).

H_d = Η ισοδιάσταση μεταξύ των μετρηθέντων υψομετρικών βαθμίδων (km).

ΣS = Το συνολικό μήκος των χωροσταθμικών (km).

F = Η συνολική επιφάνεια της λεκάνης (km²).

- Το μέγιστο υψομετρικό ανάπτυγμα (υψομετρική διαφορά ΔH) υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$$

Σ' ό,τι αφορά τη μελέτη της υψομετρικής συγκρότησης της ορεινής λεκάνης του χειμάρρου Ίναχου σε υψομετρικές ζώνες, υπολογίσθηκαν τόσο τα εμβαδά μεταξύ των διαδοχικών ισοϋψών, όσο και το μήκος των χωροσταθμικών καμπυλών (Chow 1964: Murphy et al. 1977: Τσακίρης 1995: Κωτούλας 2001).

Στη συνέχεια, έγινε μελέτη της συγκρότησης του γεωϋποθέματος στη λεκάνη και στις υπολεκάνες του μελετούμενου χειμάρρου με τη βοήθεια γεωλογικών χαρτών του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) κλίμακας 1:50.000, καθώς και με επιτόπια έρευνα. Έτσι, καθορίστηκε το είδος και η κατά χώρο κατανομή των πετρολογικών σχηματισμών (Μαργαρόπουλος 1963: Margaropoulos 1964: Κωτούλας 2001).

Σ' ό,τι αφορά τη μελέτη των μετεωρολογικών συνθηκών και του κλίματος της περιοχής έρευνας, ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία:

Σπουδαιότεροι κλιματικοί παράγοντες από άποψη χειμαρρικότητας είναι τα κατακρημνίσματα και κυρίως οι **βροχοπτώσεις**, που σχηματίζουν την απορροή και οδηγούν στην απόπλυση και υποβάθμιση των εδαφών και στην πρόσχωση των πεδινών περιοχών και η **θερμοκρασία του αέρα**, η οποία συμβάλλει στην αποσάθρωση των πετρωμάτων και στην παραγωγή φερτών υλών (Κωτούλας 1979: Φλόκας 1992: Κωτούλας 2001). Οι δύο αυτοί παράγοντες σε συνδυασμό και με την **υγρασία του αέρα**, καθορίζουν τις

βασικές οικολογικές συνθήκες που επικρατούν στις λεκάνες απορροής και προσδιορίζουν τα είδη, τη μορφή και τη δασιλότητα του φυτοκαλύμματος (Μουλόπουλος 1968: Παπούλιας 1973; 1975; 1976: Ντάφης 1986).

Στο χειμαρρικό χώρο εντός της ορεινής λεκάνης του μελετούμενου χειμάρρου, δεν υπάρχει μετεωρολογικός σταθμός. Στην εγγύς περιοχή, περί την ορεινή λεκάνη απορροής του, απαντώνται οι Μετεωρολογικοί Σταθμοί (Μ.Σ.) Αμουρίου, Λεύκας, Παλαιάς Γιαννιτσούς, Λαμίας, Δομοκού και Φουρνά (Σχ. 3.1). Οι παραπάνω σταθμοί χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη του κλίματος της λεκάνης του χειμάρρου, επειδή πληρούν τις προϋποθέσεις της κατά χώρο κατανομής και ιδίως επειδή παρέχουν υψομετρική αντιπροσωπευτικότητα που ανταποκρίνεται στην υψογραφία του χώρου του ρεύματος (Μπαλαφούτης 1992: Φλόκας 1992: Τσακίρης 1995: Κωτούλας 2001). Για την περαιτέρω έρευνα αξιοποιήθηκε ο εγγύτερος Μ.Σ. της περιοχής που είναι ο Μ.Σ. Λεύκας (υψ. = 390 m). Ο σταθμός αυτός, εκτός του ότι είναι πλήρης και διαθέτει ικανή χρονική περίοδο καταγραφών (17 έτη) και μεγάλο εύρος παρατηρήσεων (ύψος βροχής, θερμοκρασία αέρα, υγρασία αέρα, κ.ά.) (Πίν. 3.1), βρίσκεται πολύ κοντά στην ειδική περιοχή έρευνας (L=13 km) καθώς και στο κέντρο βάρους του χειμάρρου (L= 15 km). Το κυριότερο όμως πλεονέκτημά του, είναι ότι βρίσκεται στον αυτό άξονα εξέλιξης των μετεωρολογικών φαινομένων του μελετούμενου χειμάρρου (περιοχή Βαρδουσίων Ορέων). Για το λόγο αυτό ο Μ.Σ. Λεύκας αποτελεί το **σταθμό βάσης** για τον υπολογισμό της ανηγμένης στα μέσα υψόμετρα των μελετούμενων λεκανών βροχόπτωσης.

Για τον υπολογισμό της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας αέρα, λόγω της έλλειψης επαρκών σταθμών με καταγραφές θερμοκρασίας αέρα, αφενός αναζητήθηκαν διάφορες σχέσεις θερμοβαθμίδων που δόθηκαν από διάφορους ερευνητές, αφετέρου σχεδιάστηκε η γραμμική συσχέτιση των σταθμών που διαθέτουν στοιχεία θερμοκρασίας αέρα (Δομοκού, Λαμίας, Φουρνά, Λεύκας, Αμουρίου). Η ευθεία αποδίδει καλύτερα τη μεταβολή της θερμοκρασίας αέρα, η οποία έχει τη μορφή,

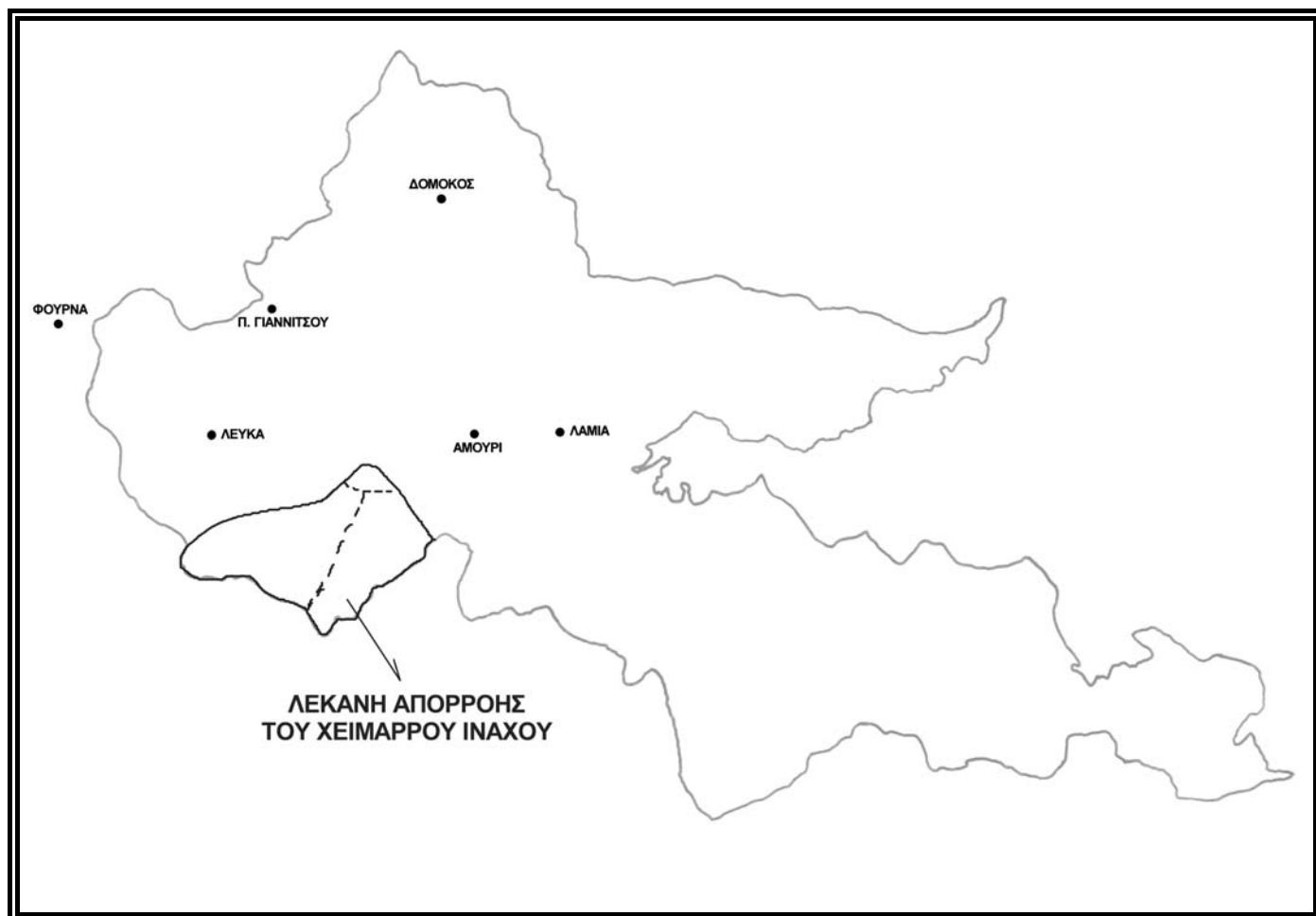
$$y = a + bx \quad (3)$$

όπου:

y = Μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα των Μ.Σ. (°C).

x = Υψόμετρο των Μ.Σ. (m).

Τέλος, πραγματοποιήθηκε έρευνα του είδους και της κατανομής της φυσικής βλάστησης και ιδίως του δάσους σε συνδυασμό και με τις μορφές εκμετάλλευσης του χώρου στη λεκάνη και στις υπολεκάνες του Ίναχου, η οποία στηρίχθηκε στους χάρτες της Δασικής Υπηρεσίας κλίμακας 1:25.000, στους χάρτες των Κατσάνου και Αναγνωστόπουλου κλίμακας 1:20.000, καθώς και στο χάρτη του Αναγνωστόπουλου με κλίμακα 1:200.000, που εκδόθηκε από την Γενική Διεύθυνση Δασών και αφορά ειδικά τη λεκάνη του Σπερχειού.



Σχήμα 3.1: Θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών που λειτουργούν εγγύς και περιμετρικά της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Ϊναχου.

Πίνακας 3.1. Καταγραφέντες στην ευρύτερη περιοχή έρευνας Μετεωρολογικοί Σταθμοί (σε λειτουργία ή διακόψαντες τη λειτουργία τους) με τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους (γεωμετρικά, διοικητικά κ.λπ), την περίοδο λειτουργίας τους, τη χρονική περίοδο λήψεως των στοιχείων και τα καταγραφόμενα είδη παρατηρήσεων.

Α/Α	Ονομασία θέσεως Σταθμού	Είδος σταθμού	Συντεταγμένες		Υψόμετρο σταθμού (m)	Υπηρεσία που ανήκει	Χρονική περίοδος λειτουργίας (έτος)	Χρονική περίοδος ληφθέντων παρατηρήσεων (ανευρεθέντα επεξεργασμένα στοιχεία)	Διάρκεια ληφθέντων παρατηρήσεων
			Γ.Π.	Γ.Μ.					
1	Αμούρι	Κ.Υ.Σ.	38° 54'	22° 22'	50	ΥΠ.Γ.Ε.	1960-1966, 1970-1986	1960-66, 1970-75	13
2	Δομοκός	Κ.Υ.Σ.	39° 08'	22° 18'	615	Ε.Μ.Υ.	1931-1936, 1963-1970	1970-96	27
3	Λαμία	Κ.Υ.Σ.	38° 54'	22° 26'	144	Ε.Μ.Υ.	1931-1940, 1956	1931-40, 1956-96	50
4	Λεύκα	Κ.Υ.Σ.	38° 55'	22° 00'	390	Ε.Μ.Υ.	1974-	1974-90	17
5	Παλαιά Γιαννισού	Β	39° 02'	22° 05'	960	ΥΠΕΧΩΔΕ	1973-	1973-94	22
6	Φουρνά	Κ.Υ.Σ.	39° 04' 20"	21° 53' 20"	1067	ΥΠ.Γ.Ε.	1960	1960-1986, 1995-1998	30

3.2. Υδρολογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας

Η έρευνα των υδρολογικών στοιχείων της λεκάνης απορροής του μελετούμενου χειμάρρου, αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την έρευνα της μελετούμενης ιχθυοπανίδας. Αρχικά έγινε διερεύνηση του υδατικού ισοζυγίου των λεκανών του Ανατολικού και του Δυτικού Ίναχου, τόσο σε μέσες συνθήκες (μέσο έτος), όσο και σε ακραίες υδρολογικές συνθήκες (υγρότερο και ξηρότερο έτος). Αυτό έγινε προκειμένου να βρεθεί η διακύμανση των υδρολογικών συνθηκών της μελετούμενης περιοχής, με στόχο να διαπιστωθεί η ύπαρξη περιοδικά ακατάλληλων συνθηκών που οδηγούν την ιχθυοπανίδα της περιοχής σε προσωρινή ή μόνιμη μετανάστευσή ή οδηγούν σε σημαντική απώλεια του πληθυσμού της.

Με βάση τα παραπάνω, η μέθοδος έρευνας, όσον αφορά τα υδρολογικά μεγέθη και ειδικότερα το μέγεθος της διακυμαινόμενης απορροής, παρουσιάζεται και αναλύεται με βάση τη μέθοδο του υδατικού ισοζυγίου ως εξής (Thornthwaite and Mather 1955: Παπούλιας 1973: Τσακίρης 1995):

- **Η μέθοδος του υδατικού ισοζυγίου**

Για να γίνει δυνατή η εκτίμηση της απορροής απαιτείται η γνώση των αναγκαίων για κάθε μέθοδο υδρολογικών μεγεθών. Τα υδρολογικά μεγέθη διαχωρίζονται σε εκείνα που διαμορφώνουν το υδατικό δυναμικό (υδατικές προσαγωγές) και σε εκείνα που αφορούν τις καταναλώσεις του χώρου. Η διαφορά μεταξύ του υδατοφορτίου των υδατοπροσαγωγών (βροχή, χιόνι) και των λειτουργικών καταναλώσεων (υδατοσυγκράτηση, εξάτμιση, εξατμισιδιαπνοή) προσδιορίζει τα πλεονάζοντα να διηθηθούν ή να απορρεύσουν υδατοφορτία ή το καταγραφόμενο υδατικό έλλειμμα της μελετούμενης λεκάνης. Έτσι, αναζητήθηκαν τα μελετούμενα υδρολογικά μεγέθη που αναφέρονται τόσο στις προσαγωγές νερού (υδατικό δυναμικό βροχών), όσο και στις λειτουργικές απώλειες του χώρου.

Το υδατικό δυναμικό της περιοχής (προσαγόμενα στην περιοχή υδατοφορτία), λόγω έλλειψης χινομετρικών καταγραφών, βασίστηκε αποκλειστικά στις προσαγωγές των βροχών.

Το υδατικό δυναμικό των βροχοπτώσεων, αναλύθηκε κατά τη μελέτη του κλιματικού περιβάλλοντος της περιοχής έρευνας (Κεφ. 3.1). Στη συνέχεια, με βάση τις αντίστοιχες μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις, που αφορούν το

μέσο, το υγρότερο (1980) και το ξηρότερο (1977) έτος, υπολογίσθηκε το αντίστοιχο προσαγόμενο μηνιαίο και ετήσιο υδατοφορτίο των βροχοπτώσεων. Σημειώνεται ότι η προσαγωγή νερού βροχής ύψους 1 mm αντιστοιχεί σε απορροϊκό υδατοφορτίο $1000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (Κωτούλας 2001).

Όπως είναι γνωστό, η γνώση του υδατικού ισοζυγίου μιας λεκάνης απαιτεί τον υπολογισμό ή προσδιορισμό πολλών, ασταθών και δύσκολα μετρήσιμων ή υπολογίσιμων στοιχείων, εξαιτίας της πολυπλοκότητας του φαινομένου και των διεργασιών και των μετασχηματισμών που λαμβάνουν χώρα κατά τις διάφορες φάσεις του υδρολογικού κύκλου (Thorntwaite and Mather 1955: Παπούλιας 1973: Τσακίρης 1995: Παυλίδης 1997: Κωτούλας 2001). Για να παρακαμφθούν οι παραπάνω δυσκολίες, ώστε το μοντέλο του υδατικού ισοζυγίου να μπορεί να καταστεί αξιοποιήσιμο, έγιναν μερικές παραδοχές. Έτσι, σε γενική κλίμακα βρίσκει εφαρμογή το απλό μοντέλο της εδαφικής υγρασίας (Παπούλιας 1973: Τσακίρης 1995: Παυλίδης 1997). Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί ως εισόδους τις υδατοπροσαγωγές της βροχόπτωσης (P) (σπάνια και τις υδατοπροσαγωγές της χιονόπτωσης (P_s)) και τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή (ET_p) και δίνει ως εξόδους την πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ET_r) και την απορροή (Q) της λεκάνης. Το μοντέλο συνήθως εφαρμόζεται σε μηνιαία βάση και χρησιμοποιεί μόνο μια παράμετρο. Αυτή είναι η μέγιστη διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα του εδάφους (St_0).

Ο υπολογισμός της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (ET_p), έγινε με βάση τα υπάρχοντα κλιματικά δεδομένα της περιοχής με τη χρησιμοποίηση του τύπου Thorntwaite (Κωτούλας 2001).

Η πλεονάζουσα ποσότητα (Q) που προκύπτει με τον παραπάνω τρόπο, εμφανίζεται συγκεντρωμένη στους πλεονασματικούς μήνες, ενώ εμφανίζεται μηδενική στους ελλειμματικούς μήνες. Στην πραγματικότητα η λαμβάνουσα χώρα απορροή (Q_R) συνεχίζει συνεχώς να μειώνεται (ελλειμματικούς μήνες) μετά την πρώτη πλεονασματική περίοδο. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην αποθήκευση στους υπόγειους υδροφορείς της περιοχής που εκφορτίζονται σταδιακά στη λεκάνη με χρονική καθυστέρηση. Συνήθως η παραπάνω απόκλιση διορθώνεται στη συνέχεια με την ακόλουθη σχέση:

$$Q_R = Q_n = a * Q + (1-a) * (Q_{n-1}) \quad (4)$$

Η παράμετρος a εκφράζει την άμεση απορροϊκή αντίδραση της λεκάνης και κυρίως εξαρτάται από τη φύση του γεωϋποθέματος (διαπερατό,

ημιδιαπερατό, αδιαπέρατο) και την κατάσταση της βλάστησης και λαμβάνει τιμές από 0,1 μέχρι 0,9. Για τους μελετούμενους κλάδους έχει παρθεί ως $a = 0,37$ για τον ανατολικό (αρκετά διαπερατός κλάδος) και $a = 0,42$ για το δυτικό κλάδο (σχετικά αδιαπέρατος κλάδος) (Κωτούλας 2001).

Παρά το γεγονός ότι η παραπάνω μέθοδος είναι η πλέον αξιόπιστη, εντούτοις στις απώλειες δεν καταγράφονται αυτές που αναφέρονται στην υδατοσυγκράτηση (L_p) που λαμβάνει χώρα από την κομοδιαβροχή της φυτοκόμης των δένδρων, θάμνων, ποωδών φυτών κ.λπ. Με δεδομένο ότι η υδατοσυγκράτηση της βλάστησης αποτελεί σημαντική απώλεια, θα πρέπει στο μοντέλο του υδατικού ισοζυγίου να λαμβάνονται υπόψη και οι απώλειες υδατοσυγκράτησης (Παυλίδης 1997).

Ειδικότερα οι έννοιες, οι ορισμοί και οι λειτουργικές απώλειες του χώρου με τη **βελτιωμένη μέθοδο του υδατικού ισοζυγίου** (εισαγωγή στο μοντέλο της παραμέτρου L_p) έχουν ως εξής:

Κομοδιαβροχή, υδατοσυγκράτηση βλάστησης (δασικής, θαμνώδους, λιβαδικής)

Κομοδιαβροχή είναι το φαινόμενο της διακράτησης υγρασίας που έχει κάθε κομοστέγη (φύλλωμα, κλάδοι, κορμός) δένδρων, θάμνων και ποωδών φυτών για τη διύγραυσή της. Οι ποσότητες νερού της βροχής που συγκρατούνται κατά τις λαμβάνουσες χώρα διαδοχικές κομοδιαβροχές, εντός μιας χρονικής περιόδου (συνήθως ενός έτους), συγκροτούν την **υδατοσυγκράτηση (L_p)** της βλάστησης της περιόδου αυτής.

Ο υπολογισμός της υδατοσυγκράτησης της βλάστησης μιας περιοχής θεωρείται ότι είναι εξαιρετικά δύσκολος να επιτευχθεί. Αυτό επειδή στον υπολογισμό της υδατοσυγκράτησης υπεισέρχονται πάρα πολλοί αστάθμητοι παράγοντες, οι οποίοι ακόμη και αν μπορούσαν να είναι διαθέσιμοι και μετρήσιμοι, πάλι θα υπήρχαν δυσκολίες στον υπολογισμό της. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται διάφορες σχέσεις, με τις οποίες γίνεται προσπάθεια να προσεγγισθεί η απώλεια υδατοσυγκράτησης μιας περιόδου σε μια περιοχή (Πιν. 3.2).

Πίνακας 3.2: Σχέσεις υδατοσυγκράτησης δασικών ειδών και ύψους βροχής ανά βαθμίδα βροχής (Παυλίδης 1997).

Βαθμίδα βροχής (mm)	Σχέσεις υδατοσυγκράτησης (mm)			
	Δρυς	Οξυά	Καστανιά	Πεύκη
0,00-3,00	$L_p=0,69336P_x$	$L_p =0,61435P_x$	$L_p =0,59973P_x$	$L_p =0,88924P_x$
3,01-5,00	$L_p =0,48041P_x$	$L_p =0,44002P_x$	$L_p =0,43348P_x$	$L_p =0,56143P_x$
5,01-10,00	$L_p =0,26864P_x$	$L_p =0,25345P_x$	$L_p =0,24861P_x$	$L_p =0,38711P_x$
10,01-15,00	$L_p =0,18844P_x$	$L_p =0,17810P_x$	$L_p =0,17454P_x$	$L_p =0,32212P_x$
15,01-20,00	$L_p =0,15636P_x$	$L_p =0,14017P_x$	$L_p =0,13954P_x$	$L_p =0,26984P_x$
20,01-25,00	$L_p =0,13604P_x$	$L_p =0,12242P_x$	$L_p =0,12190P_x$	$L_p =0,20263P_x$
25,01-30,00	$L_p =0,11814P_x$	$L_p =0,11341P_x$	$L_p =0,10891P_x$	$L_p =0,18172P_x$
30,01-40,00	$L_p =0,09691P_x$	$L_p =0,09110P_x$	$L_p =0,08844P_x$	$L_p =0,15836P_x$
40,01-50,00	$L_p =0,07803P_x$	$L_p =0,07416P_x$	$L_p =0,07156P_x$	$L_p =0,13589P_x$
50,01-60,00	$L_p =0,06887P_x$	$L_p =0,06543P_x$	$L_p =0,06316P_x$	$L_p =0,11722P_x$
60,01-70,00	$L_p =0,06212P_x$	$L_p =0,05965P_x$	$L_p =0,05776P_x$	$L_p =0,09716P_x$
70,01-80,00	$L_p =0,05541P_x$	$L_p =0,05329P_x$	$L_p =0,05121P_x$	$L_p =0,08680P_x$
80,01-100,00	$L_p =0,04970P_x$	$L_p =0,04821P_x$	$L_p =0,04606P_x$	$L_p =0,07854P_x$
100,01-120,00	$L_p =0,04363P_x$	$L_p =0,04232P_x$	$L_p =0,04045P_x$	$L_p =0,06893P_x$
120,01-140,00	$L_p =0,03861P_x$	$L_p =0,03785P_x$	$L_p =0,03600P_x$	$L_p =0,06166P_x$
140,01-160,00	$L_p =0,03402P_x$	$L_p =0,03337P_x$	$L_p =0,03174P_x$	$L_p =0,05412P_x$
160,01-190,00	$L_p =0,02941P_x$	$L_p =0,02820P_x$	$L_p =0,02715P_x$	$L_p =0,04486P_x$
190,01-220,00	$L_p =0,02543P_x$	$L_p =0,02441P_x$	$L_p =0,08351P_x$	$L_p =0,03976P_x$

Υπολογισμός της δυναμικής και πραγματικής εξατμισοδιαπνοής

Ο υπολογισμός της δυναμικής και πραγματικής εξατμισοδιαπνοής, όπως και των λοιπών υδρολογικών μεγεθών των λεκανών απορροής, έγιναν σε μηνιαία βάση για το μέσο, το υγρότερο (1980) και το ξηρότερο (1977) έτος, της περιόδου 1974 – 1990, με τη βοήθεια του αναφερθέντος μαθηματικού μοντέλου.

Το μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται βασίζεται στη βελτιωμένη, με τον παραπάνω υπολογισμό της υδατοσυγκράτησης, εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου, σε μηνιαία βάση και έχει ως εξής:

Κατακρημνίσματα (P)

Δίνεται η μέση μηνιαία βροχόπτωση από τον υπολογισμό της ανηγμένης στα μέσα υψόμετρα των μελετούμενων λεκανών βροχόπτωσης. Για τον υπολογισμό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο μαθηματικός τύπος του Mathias (Μουλόπουλος 1968: Κωτούλας 2001) που βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή στην Ορεινή Υδρονομική .

$$P_{\Delta H} = P_o + (K \cdot \Delta H) - \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\Delta H}{100} \right)^2 \right] \quad (5)$$

όπου:

$P_{\Delta H}$ = το ετήσιο ύψος βροχής σε υψόμετρο μεγαλύτερο του υψομέτρου του Μ.Σ. Λεύκας κατά ΔH (mm/έτος),

P_o = το ετήσιο ύψος βροχής του σταθμού βάσης (mm/έτος),

ΔH = η υψομετρική διαφορά μεταξύ του Μ.Σ. Λεύκας και του μέσου υψομέτρου της μελετούμενης λεκάνης (m),

K = ο συντελεστής ορειογραφικής βροχοβαθμίδας (δίνεται από πίνακα σε συνάρτηση με τη διαμόρφωση του ανάγλυφου της περιοχής) (Κωτούλας 2001).

Υδατοσυγκράτηση (L_p)

$$L_p = a * P \quad (6)$$

Όπου:

a = Συντελεστής υδατοσυγκράτησης κατά μήνα και βαθμίδα μηνιαίων υψών βροχής.

Ο συντελεστής a εξαρτάται από τη δομή, τη σύνθεση, την πυκνότητα (βαθμός συγκόμωσης) και τη μορφή της βλάστησης (Πιν. 3.2).

Θερμοκρασία αέρα (t)

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία λήφθηκε από τη γενική θερμοβαθμίδα της περιοχής, τις αντίστοιχες θερμοκρασίες αέρα του Μ.Σ. Λεύκας και την υψομετρική διαφορά μεταξύ του μέσου υψομέτρου της λεκάνης και του υψομέτρου του υψομετρικού αυτού σταθμού.

Δυναμικό Εξατμισοδιαπνοής (ET_p)

Ο υπολογισμός της μηνιαίας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής τους εδάφους (ET_p) έγινε με τη μέθοδο του Thornthwaite (Thornthwaite and Mather 1955) και χρησιμοποιούνται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες. Η εμπειρική σχέση που υπολογίζει την παράμετρο αυτή είναι:

$$ET_p = 16 * L_d [10 * T_n / J]^a \quad (7)$$

Όπου:

ET_p = Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή σε mm/μήνα.

L_d = Ο λόγος της μέσης διάρκειας ημέρας κάθε μήνα προς ημέρα διάρκειας 12 ωρών.

T_n = Η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα σε °C.

J = Ένας ετήσιος δείκτης θερμότητας που υπολογίζεται από τη σχέση:

$$J = \sum_1^{12} j \quad j = \left(\frac{T_n}{5} \right)^{1,514} \quad (8)$$

Όπου:

T_n = Η μέση θερμοκρασία του αέρα κάθε μήνα.

j = Ο αντίστοιχος μηνιαίος δείκτης θερμότητας.

Ο εκθέτης (α) υπολογίσθηκε από τη σχέση:

$$\alpha = 0,000000675(J)^3 - 0,0000771(J)^2 + 0,01792(J) + 0,49239$$

Οι τιμές του παράγοντα L_d δίνονται στον Πίνακα 3.3 για γεωγραφικό πλάτος $38^{\circ} 48'$ σε συνάρτηση με το μήνα του έτους.

Πίνακας 3.3: Τιμές του παράγοντα L_d της λεκάνης του χειμάρρου Ίναχου για γεωγραφικό πλάτος $38^{\circ} 48'$ σε συνάρτηση με το μήνα του έτους

Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81

Υδατικό Πλεόνασμα (Υ.Π)

Εάν $P-L_p-ET_p > 0$ ΤΟΤΕ $Υ.Π. = P-L_p-ET_p$

Εάν $P-L_p-ET_p \leq 0$ ΤΟΤΕ $Υ.Π. = 0$

Υδατικό Έλλειμμα (Υ.Ε.)

Εάν $P-L_p-ET_p < 0$ ΤΟΤΕ $Υ.Ε. = |P-L_p-ET_p|$

Εάν $P-L_p-ET_p \geq 0$ ΤΟΤΕ $Υ.Ε. = 0$

Αθροιστικό Υδατικό Έλλειμμα Εδάφους (APWL)

$$(APWL)_i = (APWL)_{i-1} + (Υ.Ε.)_i$$

Όταν $Υ.Π. > 0$ τότε

$$(APWL)_i = St_o [\ln(st_o) - \ln(st)]$$

Πορεία Διακύμανσης της Εδαφικής Υγρασίας (St)

$$St = St_o * e^{-(APWL)/St_o}$$

Όπου:

St_o = μέση διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα

$$\begin{aligned} &\text{Όταν το } Y .Π.>0 \text{ τότε} \\ &St_i = St_{i-1} + Y.Π._i \end{aligned}$$

Κατανάλωση Εδαφικής Υγρασίας (ΔSt)

$$(\Delta St_i = St_{n-i} - St_n)$$

$$\text{Όταν } St_i - i - St_i \leq 0 \text{ τότε } \Delta St_i = 0$$

Υδατοκατανάλωση Φυτικής Βλάστησης (ET_r)

$$\text{Όταν } \Delta St = 0 \text{ τότε } ET_r = ET_p$$

$$\text{Όταν } \Delta St > 0 \text{ τότε } ET_r \sim = P - L_p + \Delta St$$

Καταγραφόμενο Υδατικό Έλλειμμα (Κ.Υ.Ε.)

$$Κ.Υ.Ε. = ET_p - ET_r$$

Συνολικό Υδατικό Πλεόνασμα (Σ.Υ.Π.)

$$\text{Εάν } St < St_0 \text{ τότε } Σ.Υ.Π. = 0$$

$$\text{Εάν } St = St_0 \text{ τότε } (Σ.Υ.Π.)_n = St_n + Y.Π._n - St_0$$

Όγκος απορροής (Ο.Α.) (Εξίσωση 4)

$$Q_R = Q_n = a * Q + (1-a) * (Q_{n-1})$$

Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία, υπολογίσθηκαν στη συνέχεια τα υδρολογικά μεγέθη του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Ίναχου στην ειδική περιοχή έρευνας. Ο υπολογισμός αφορά το μέσο, το ξηρότερο και το υγρότερο έτος της περιόδου 1974 – 1990 (17 έτη).

3.3. Μελέτη των υδραυλικών στοιχείων της ειδικής περιοχής έρευνας

Καταρχήν αναζητήθηκαν και αποτυπώθηκαν δύο κατάλληλες διατομές σε θέσεις στα ανάντη των οποίων και σε μήκος περίπου 100 m, υπήρχε σταθερή υδραυλική γεωμετρία των κοιτών. Στις διατομές αυτές, που δίνονται στα Σχήματα 2.7 και 2.8, διεξήχθησαν συστηματικές μετρήσεις της παροχής με τη μέθοδο Στάθμης – Παροχής (Chow 1964: Wilson 1977: Τσακίρης 1995:

Κωτούλας 2001). Για το λόγο αυτό ορίσθηκε ένα σταθερό (μη μεταβλητό) σημείο, στο οποίο επραγματοποιείται μέτρηση του ύψους στάθμης του νερού (Έντυπο 1).

Στη συνέχεια ο υπολογισμός της υδατοπαροχής Q έγινε με βάση τον τύπο:

$$Q = F_{ολ} \cdot U = (F_{επ} + F_{υπ}) \cdot U \quad (9)$$

όπου:

Q = Διερχόμενη υδατοπαροχή (m^3/s).

$F_{επ}$ = Εμβαδόν υπέργειας υγρής επιφάνειας (m^2).

$F_{υπ}$ = Ανηγμένο εμβαδόν υπόγειας υγρής επιφάνειας.

U = Μέση ταχύτητα ροής του νερού (m/s).

Η υγρή υπόγεια επιφάνεια ($F_{υπ}$) εξαρτάται από το πορώδες του καλυπτήριου στρώματος της κοίτης.

Όσον αφορά τη μέση ταχύτητα ροής, αυτή υπολογίστηκε σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο των Manning-Strickler (Κωτούλας 1996).

$$U = k \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (10)$$

όπου:

U = μέση ταχύτητα ροής του νερού (m/s),

R = υδραυλική ακτίνα (m).

$$R = F_{επ} / U$$

όπου:

$F_{επ}$ = Εμβαδόν υπέργειας υγρής επιφάνειας (m^2).

U = Βρεχόμενη περίμετρος (m).

J = Κλίση του πυθμένα της κοίτης (%).

k = Συντελεστής τραχύτητας (λαμβάνεται από πίνακες συναρτήσεων της χειμαρρικότητας και της υδραυλικής γεωμετρίας της διατομής) (Κωτούλας 1996).

Έντυπο 1: Έντυπο καταγραφής των υδρομετρήσεων (στάθμης) στις διατομές έρευνας.

Διατομή	Ημ/νία	Ωρα	Ύψος Στάθμης (m)	Διαβρ. Υπερ. Επιφ. (F _{επ}) (m ²)	Διαβρ. Υπογ. Επιφ. (F _{υπ}) (m ²)	Υγρή Περιμ. (U) (m)	Συντ. Τραχ. (k)	Κλίση Πυθμ. (J) (%)	Μέση Ταχύτητα Ροής (u) (m/s)	Υδατοπαροχή (Q) (m ² /s)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.4. Μελέτη της ιχθυοπανίδας της ειδικής περιοχής έρευνας

Καταρχήν αναζητήθηκαν οι δειγματοληπτικές επιφάνειες στην ειδική περιοχή έρευνας, οι οποίες να έχουν πρόσβαση από δασικούς δρόμους ώστε να είναι προσπελάσιμες. Έτσι, επιλέχθηκαν 6 συνολικά δειγματοληπτικές επιφάνειες (Σχ. 2.6). Η ακριβής θέση των επιφανειών αυτών αναφέρθηκε ήδη στο Κεφάλαιο 2 (Περιοχή Έρευνας). Στις θέσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν συλλήψεις ψαριών με τη μέθοδο της ηλεκτραλιείας, η οποία είναι γνωστή από το 1920 (Schimenzh and Schonfelder 1927) και αποτελεί μία από τις πιο δραστικές και με ευρεία χρησιμοποίηση μεθόδους για τη μελέτη του πληθυσμού των ψαριών. Τα ψάρια τα οποία συλλαμβάνονταν τοποθετούνταν σε δοχείο με νερό, στο οποίο είχε προστεθεί μικρή ποσότητα ηρεμιστικού (MS-222 της Sandoz). Στη συνέχεια έγινε αναγνώριση των ειδών και τα στοιχεία καταγράφηκαν σε σχετικό έντυπο (Έντυπο 2). Στο τέλος, τα ψάρια τα οποία είχαν καταγραφεί τοποθετούνταν σε ένα άλλο δοχείο με καθαρό νερό, έτσι ώστε να συνέλθουν από τη νάρκωση και στη συνέχεια έγινε απελευθέρωση στο χείμαρρο.

Έντυπο 2: Έντυπο καταγραφής της ιχθυοπανίδας, της ειδικής περιοχής έρευνας, ανά δειγματοληπτική επιφάνεια.

Δειγμ/κή επιφάνεια	Ημερομηνία	Μέγεθος Δειγμ/κής επιφ. (πλάτος x μήκος) (m ²)	Είδη ψαριών που αλιεύθηκαν	Αριθμός ψαριών ανά είδος	Ποσοστό εμφάνισης ανά είδος (%)	Πυκνότητα εμφάνισης ανά είδος
-	-	-	-	-	-	-

Με τη συμπλήρωση του παραπάνω εντύπου (Έντυπο 2), υπολογίστηκε το ποσοστό εμφάνισης του κάθε είδους ψαριού σε κάθε μία από τις 6 δειγματοληπτικές επιφάνειες, καθώς και η πυκνότητα εμφάνισης του κάθε είδους στο κυβικό μέτρο.

3.5. Προσαρμογή των υδρολογικών στοιχείων

Προκειμένου να δειχθεί το που εντάσσεται το υδρολογικό έτος το οποίο μελετήθηκε, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των υπολογισθέντων υδατοφορτίων του υγρού, του ξηρού και του μέσου έτους με αυτά των διατομών ελέγχου. Αυτό, σε συνδυασμό με τη μελέτη της ιχθυοπανίδας, πραγματοποιήθηκε έτσι ώστε να συσχετισθούν τα υδρολογικά μεγέθη με τις απαιτήσεις της ιχθυοπανίδας και να διαμορφωθεί το κατάλληλο πλαίσιο αρχών για την επίτευξη των επιθυμητών υδατοπαροχών.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. Γενικά και ειδικά περιγραφικά στοιχεία της περιοχής έρευνας

4.1.1. Ορεογραφική, μορφολογική και τοπογραφική διαμόρφωση – Έκταση της λεκάνης

Στους Πίνακες 4.1, 4.2 και 4.3 δίνονται τα υπολογισθέντα υδρογραφικά και μορφομετρικά χαρακτηριστικά της ορεινής λεκάνης απορροής του χειμάρρου Ίναχου καθώς και των δύο υπολεκανών του. Από αυτούς προκύπτει, ότι ο χειμάρρος αυτός είναι ένα χειμαρρικό ρεύμα **μεγάλου μεγέθους** ($F=288,34 \text{ km}^2$) με ορεινή διαμόρφωση και με μέτριες έως ισχυρές κλίσεις (Horton 1932: Τσακίρης 1995).

Πίνακας 4.1. Επιφάνεια λεκάνης, ορεογραφικά, μορφολογικά, μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της συνολικής λεκάνης του χειμάρρου Ίναχου.

ΟΡΕΟΓΡΑΦΙΚΑ, ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		Συμβολισμός	Μονάδα μέτρησης	Τιμή
1	Επιφάνεια λεκάνης	F	km ²	288,34
2	Μέγιστο υψόμετρο λεκάνης	H _{max}	m	2286
3	Ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης	H _{min}	m	273
4	Μέσο υψόμετρο λεκάνης	H _m	m	1073
5	Μήκος κεντρικής κοίτης	L _k	km	40,2
6	Μέση κλίση κεντρικής κοίτης	J _{L_k}	%	5,4
7	Μέση κλίση λεκάνης	J _F	%	42,6
8	Συνολικό μήκος χωροσταθμικών	ΣS _s	km	614,72
9	Ισοδιάσταση χωροσταθμικών	H _d	km	0,2
10	Μέγιστη υψομετρική διαφορά	Δh _{max}	m	2013
11	Μήκος διαδρομής ορεινής κοίτης	L _{k,ορ.}	km	32
12	Μέση κλίση ορεινής κοίτης	J _{L_{k,ορ.}}	(%)	5,4
13	Μήκος διαδρομής πεδινής κοίτης	L _{k,πεδ.}	km	8,2
14	Μέση κλίση πεδινής κοίτης	J _{L_{k,πεδ.}}	(%)	1,3

Πίνακας 4.2. Επιφάνεια λεκάνης, ορεογραφικά, μορφολογικά, μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της **ανατολικής** ορεινής υπολεκάνης του χειμάρρου Ίναχου.

ΟΡΕΟΓΡΑΦΙΚΑ, ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		Συμβολισμός	Μονάδα μέτρησης	Τιμή
1	Επιφάνεια λεκάνης	F	km ²	119,89
2	Μέγιστο υψόμετρο λεκάνης	H _{max}	m	2286
3	Ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης	H _{min}	m	273
4	Μέσο υψόμετρο λεκάνης	H _m	m	1185
5	Μήκος κεντρικής κοίτης	L _k	km	28
6	Μέση κλίση κεντρικής κοίτης	J _{L_k}	%	11,3
7	Μέση κλίση λεκάνης	J _F	%	42,7
8	Συνολικό μήκος χωροσταθμικών	ΣS _s	km	255,96
9	Ισοδιάσταση χωροσταθμικών	H _d	km	0,2
10	Μέγιστη υψομετρική διαφορά	Δh _{max}	m	2013
11	Μήκος διαδρομής ορεινής κοίτης	L _{kορ.}	km	28
12	Μέση κλίση ορεινής κοίτης	JL _{kορ.}	(%)	5,4

Πίνακας 4.3. Επιφάνεια λεκάνης, ορεογραφικά, μορφολογικά, μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της **δυτικής** ορεινής υπολεκάνης του χειμάρρου Ίναχου.

ΟΡΕΟΓΡΑΦΙΚΑ, ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		Συμβολισμός	Μονάδα μέτρησης	Τιμή
1	Επιφάνεια λεκάνης	F	km ²	168,43
2	Μέγιστο υψόμετρο λεκάνης	H _{max}	m	1926
3	Ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης	H _{min}	m	273
4	Μέσο υψόμετρο λεκάνης	H _m	m	993
5	Μήκος κεντρικής κοίτης	L _k	km	16,5
6	Μέση κλίση κεντρικής κοίτης	J _{L_k}	%	5,4
7	Μέση κλίση λεκάνης	J _F	%	42,6
8	Συνολικό μήκος χωροσταθμικών	ΣS _s	km	358,76
9	Ισοδιάσταση χωροσταθμικών	H _d	km	0,2
10	Μέγιστη υψομετρική διαφορά	Δh _{max}	m	1653
11	Μήκος διαδρομής ορεινής κοίτης	L _{kορ.}	km	16,5
12	Μέση κλίση ορεινής κοίτης	JL _{kορ.}	(%)	5,4

Στον Πίνακα 4.4 παρέχεται η κατανομή της επιφάνειας της λεκάνης και των δύο υπολεκανών του ρεύματος σε υψομετρικές βαθμίδες ανά 200 m.

Πίνακας 4.4. Κατανομή των βαθμίδων υψομέτρου στο χώρο των ορεινών λεκανών απορροής.

Ορεινή λεκάνη απορροής	Ποσοστιαία συμμετοχή στη λεκάνη απορροής των βαθμίδων υψομέτρου (%)									
	<200 (m)	201-400 (m)	401-600 (m)	601-800 (m)	801-1000 (m)	1001-1200 (m)	1201-1400 (m)	1401-1800 (m)	1801-2000 (m)	>2000 (m)
Ίναχος	3,30	11,00	17,32	20,23	20,34	13,16	8,41	4,08	1,75	0,43
A. Ίναχος	2,54	7,45	10,37	16,65	25,41	15,82	8,85	7,35	4,47	1,12
Δ. Ίναχος	1,86	12,59	21,84	23,10	17,92	11,99	8,47	2,15	0,08	-

Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι η υψομετρική διαμόρφωση στην ορεινή λεκάνη του χειμάρρου Ίναχου είναι πολύ έντονη, οι δε κλίσεις που σχηματίζονται, είναι ισχυρές (Κωτούλας 2001). Κυριαρχεί η υψομετρική βαθμίδα των 800-1000 m και έπεται εκείνη των 600-800 m.

Η υπολεκάνη του A. Ίναχου, η οποία εμφανίζει εντονότερη διαμόρφωση από εκείνη της δυτικής, κατατάσσεται στους χειμάρρους των αλπικών περιοχών, ενώ η υπολεκάνη του Δ. Ίναχου στους χειμάρρους των πολύ ορεινών περιοχών. Η συνολική λεκάνη του ρεύματος ανήκει στους χειμάρρους των αλπικών περιοχών (Chow 1964: Murphy and others 1977: Τσακίρης 1995: Κωτούλας 2001).

4.1.2. Γεωλογία της λεκάνης και πετρογραφικές συνθήκες

Η λεκάνη του ποταμού Σπερχειού, τμήμα της οποίας αποτελεί ο Ίναχος, θεωρείται από γεωλογική άποψη, ότι είναι νεογενής-τεταρτογενής, τεκτονική, δημιουργήθηκε από νεοτεκτονική δράση και διατάχθηκε περίπου κάθετα προς τον άξονα των Ελληνίδων (Μουντράκης 1985).

Η κατανομή των πετρολογικών σχηματισμών στον ορεινό χώρο του ρεύματος φαίνεται στον Πίνακα 4.5.

Πίνακας 4.5: Συγκρότηση του γεωϋποθέματος στην ορεινή λεκάνη και τις υπολεκάνες του Ίναχου.

Ορεινή λεκάνη απορροής	Πετρολογικός σχηματισμός (%)	
	Φλυσχικός (F)	Ασβεστολιθικός (K)
Ίναχος	80	20
A. Ίναχος	60	40
Δ. Ίναχος	94	6

Από τον Πίνακα 4.5, ο οποίος δίνει τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής, προκύπτει, ότι στη λεκάνη του Ίναχου κυριαρχεί ο φλυσχικός σχηματισμός με κύρια γνωρίσματα τις ολισθήσεις και τις χαραδρωτικές διαβρώσεις και έπεται ο ασβεστολιθικός σχηματισμός, ο οποίος αποτελείται από πλακοπαγείς ασβεστόλιθους και είναι ευαίσθητος σε αποσαθρώσεις και κατακρημνίσεις (σάρες). Τα υλικά που παράγονται από τον ασβεστολιθικό σχηματισμό είναι κατά κανόνα ογκώδη, ενώ αυτά που παράγονται από τον φλυσχικό σχηματισμό είναι κατά το μεγαλύτερο ποσοστό μικρού έως μεσαίου μεγέθους (Davis 1973: Κωτούλας 2001). Ο Δυτικός Ίναχος εμφανίζει σχεδόν αμιγή συγκρότηση από φλύσχη (94 %), ενώ στον ανατολικό ο φλύσχης κυριαρχεί κατά 60 %.

Το είδος του γεωϋποθέματος είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την σύνθεση και τη φύση του υποστρώματος της κοίτης. Η φύση του υποστρώματος συνθέτει ένα μικροπεριβάλλον το οποίο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ιχθυοπανίδα ιδιαίτερα κατά την αναπαραγωγική περίοδο όπου τα ψάρια ψάχνουν κατάλληλες θέσεις για την εναπόθεση των αυγών τους (Hynes 1970).

4.1.3. Μετεωρολογικές συνθήκες – Κλίμα

4.1.3.1. Βροχοπτώσεις

Στον Πίνακα 4.6 δίνεται το μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm) των Μετεωρολογικών Σταθμών που λήφθηκαν υπόψη για τη μελέτη του κλίματος της λεκάνης του χειμάρρου Ίναχου.

Πίνακας 4.6. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm) των Μετεωρολογικών Σταθμών που λήφθηκαν υπόψη για τη μελέτη του κλίματος της λεκάνης του χειμάρρου Ίναχου.

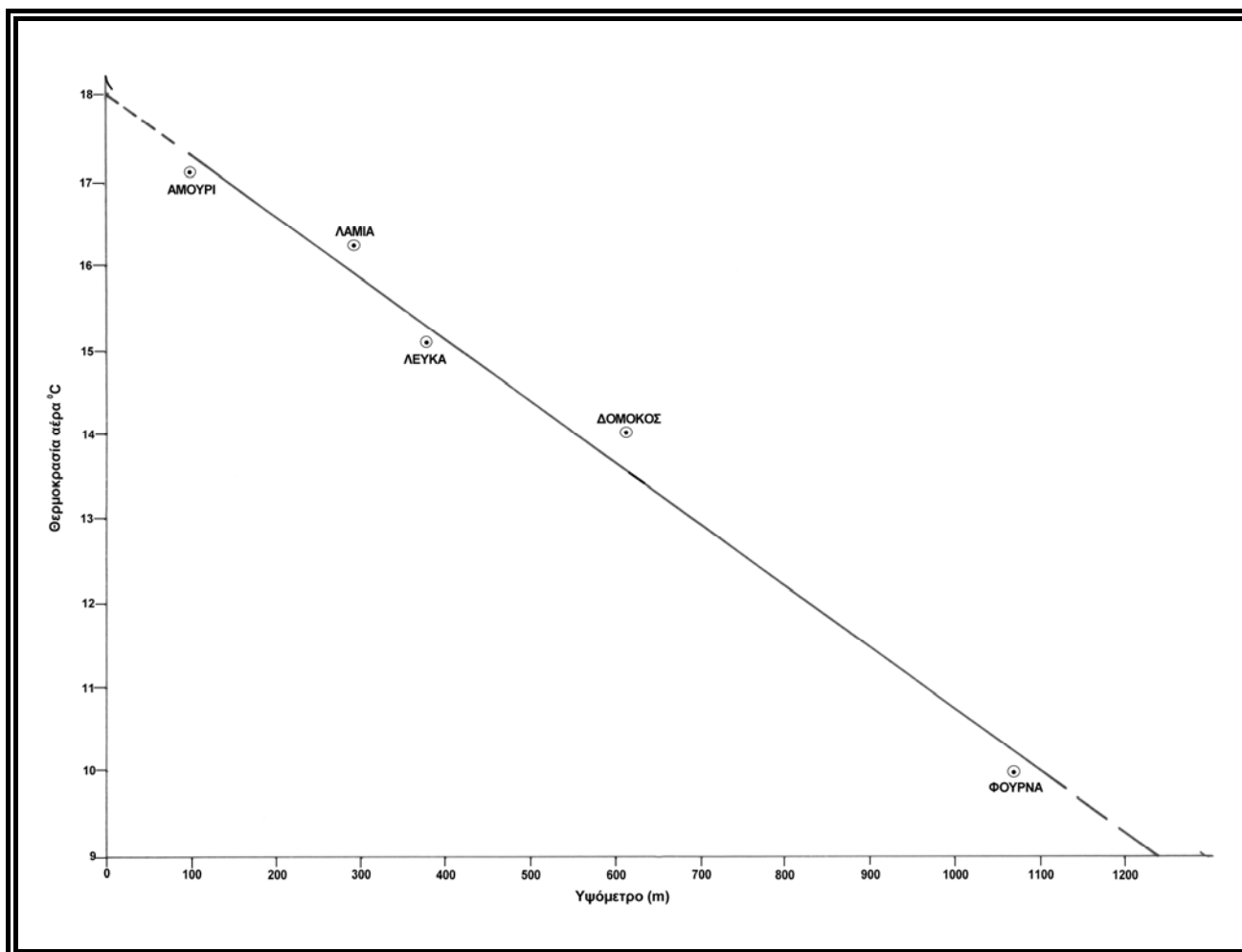
Μετεωρολογικός σταθμός	Υπερθαλάσσιο ύψος (m)	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm)
Αμούρι	50	544,5
Δομοκός	615	609,5
Λαμία	144	630,2
Λεύκα	390	922,9
Π. Γιαννιτσού	960	600,4
Φουρνά	1067	1048,2

Από αυτόν προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέσο ετήσιο ύψος βροχής καταγράφηκε στο Μ.Σ. Φουρνά και ανήλθε στα 1048,2 mm. Επίσης το μικρότερο ετήσιο ύψος βροχής καταγράφηκε στο Μ.Σ. Αμούρι και ανήλθε στα 544,5 mm. Στον Μ.Σ. Λεύκας το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανήλθε στα 922,9 mm.

Οι βροχοπτώσεις ασκούν μια σημαντική επίδραση στη θερμοκρασία του νερού και στην παροχή, επηρεάζοντας κατ' αυτό τον τρόπο τη συμπεριφορά των ψαριών. Ο Agarwano (1981) μελέτησε τις μετακινήσεις των νεαρών ιχθυδίων της πέστροφας (*Salmo trutta m. fario*) προς τα κατάντη των ρευμάτων και βρήκε ότι αυτή η μεταναστευτική δραστηριότητα επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του νερού, τις βροχοπτώσεις και την παροχή.

4.1.3.2. Θερμοκρασία αέρα

Στο Σχήμα 4.1 δίνεται η γραμμική συσχέτιση των σταθμών που διαθέτουν στοιχεία θερμοκρασίας αέρα (Δομοκού, Λαμίας, Φουρνά, Λεύκα, Αμούρι). Από αυτή τη συσχέτιση βγήκε κάποια σχέση η οποία αποτελεί τη γενική θερμοβαθμίδα της περιοχής.



Σχήμα 4.1: Μεταβολή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας αέρα με το υψόμετρο.

Η σχέση η οποία βγήκε από την γραμμική συσχέτιση των παραπάνω Μ.Σ. είναι η εξής:

$$T = 18,07 - 0,0073413Y$$

όπου:

T = Μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα των Μ.Σ. (°C)

Y = Υψόμετρο των Μ.Σ. (m)

4.1.3.3. Κλίμα στους σταθμούς παρατήρησης

Γενικά το κλιματικό περιβάλλον μιας περιοχής περιγράφεται από το αντίστοιχο ομβροθερμικό διάγραμμα (Φλόκας 1992).

Στα Σχήματα 4.2 και 4.3 δίνονται αντίστοιχα, τα ομβροθερμικά διαγράμματα των Μ.Σ. Δομοκού, Λεύκας, Λαμίας και Φουρνά. Από τη μελέτη των ομβροθερμικών διαγραμμάτων των παραπάνω σχημάτων, προκύπτει ότι καταγράφεται ξηρή περίοδος διάρκειας περίπου 102, 110, 112 και 73 ημερών (3,4 - 3,67 – 3,73 και 2,43 μήνες) στους σταθμούς Δομοκού, Λεύκας, Λαμίας και Φουρνά, αντίστοιχα. Η ξηρά περίοδος στο Μ.Σ. Λεύκας αρχίζει περίπου στις αρχές Ιουνίου και περατώνεται στις 20 Σεπτεμβρίου.

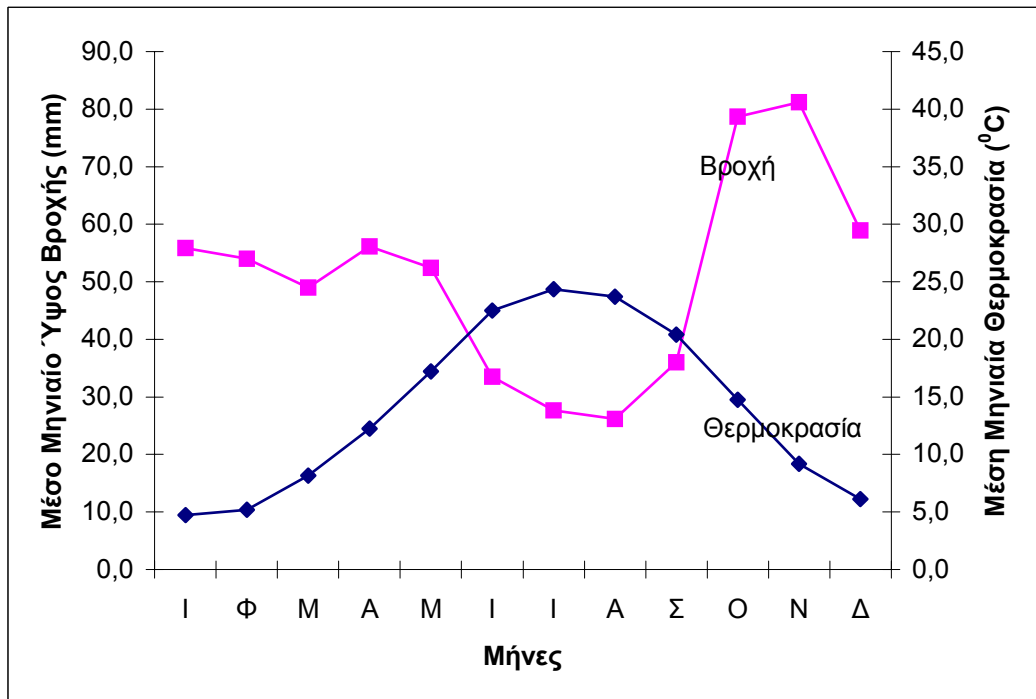
Επίσης, από αυτό προκύπτει ότι η υγρή περίοδος (βροχοπτώσεις) συγκεντρώνεται κυρίως κατά την περίοδο Οκτωβρίου-Μαΐου, ενώ κατά το θέρος δημιουργείται αρκετά έντονη οικολογικά ξηροθερμική περίοδος.

Κατά τη διάρκεια της ξηροθερμικής περιόδου παρατηρούμε μείωση της παροχής η οποία οδηγεί σε μείωση της στάθμης του νερού που σε ορισμένες περιοχές του χειμάρρου γίνεται μηδενική. Αυτό σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας δημιουργεί δύσκολες οικολογικές συνθήκες για την επιβίωση της πανίδας και κυρίως της ιχθυοπανίδας. Ο ιχθυοπληθυσμός αναζητά περιοχές με ικανοποιητική ποσότητα νερού με αποτέλεσμα την υπέρμετρη αύξηση της πυκνότητάς του στις περιοχές αυτές και την επακόλουθη αύξηση της θνησιμότητάς του (Bravo et al. 2000).

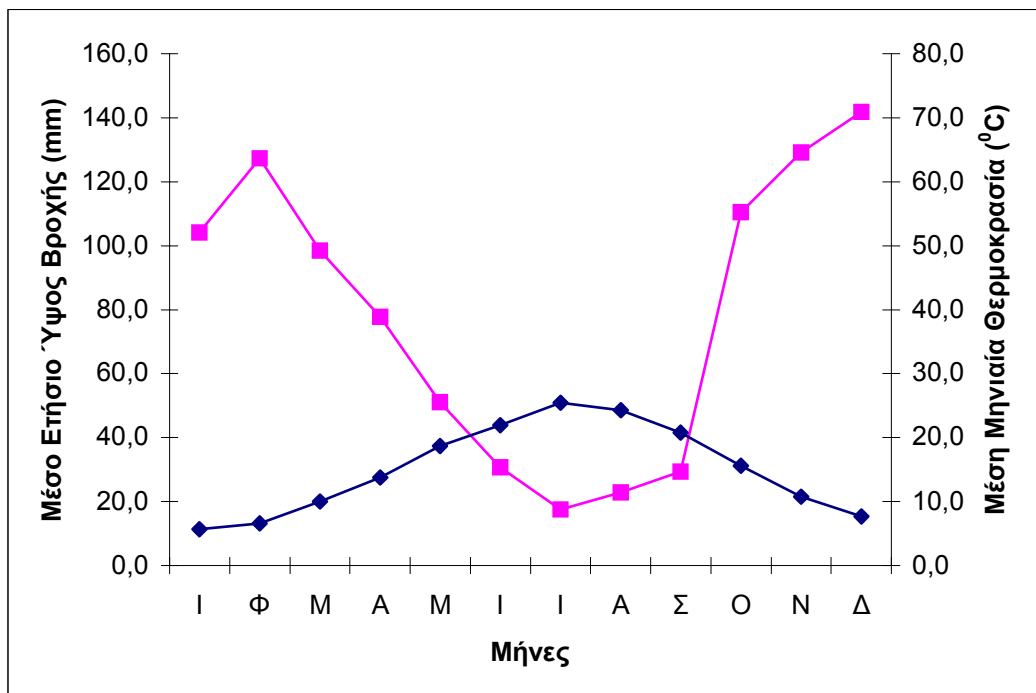
4.1.4. Βλάστηση της περιοχής

Τα αποτελέσματα της μελέτης της βλάστησης της περιοχής δίνονται στον Πίνακα 4.7.

Το ποσοστό δασοκάλυψης στη λεκάνη και στις υπολεκάνες του χειμάρρου Ίναχου είναι σημαντικό (49%). Αποτελείται κυρίως (κατά τα 2/3) από δάση ελάτης, τα οποία, παρά την μεγάλη υδρογεωνομική αξία τους, ασκούν μειωμένη υδρογεωνομική επίδραση λόγω των ανθρωπογενών επιδράσεων, που έχουν υποστεί (Κωτούλας 2001). Το υπόλοιπο μέρος τους (1/3) αποτελείται κυρίως από κακομεταχειρισμένα πρεμνοφυή δάση δρυός και υποδάση οξυάς (Εικ. 2.3), με περιορισμένη έως μέτρια υδρογεωνομική αξία. Τέλος, οι σύμπυκνοι θαμνώνες καθώς και οι βοσκότοποι, γενικά ασκούν μικρή υδρογεωνομική επίδραση.

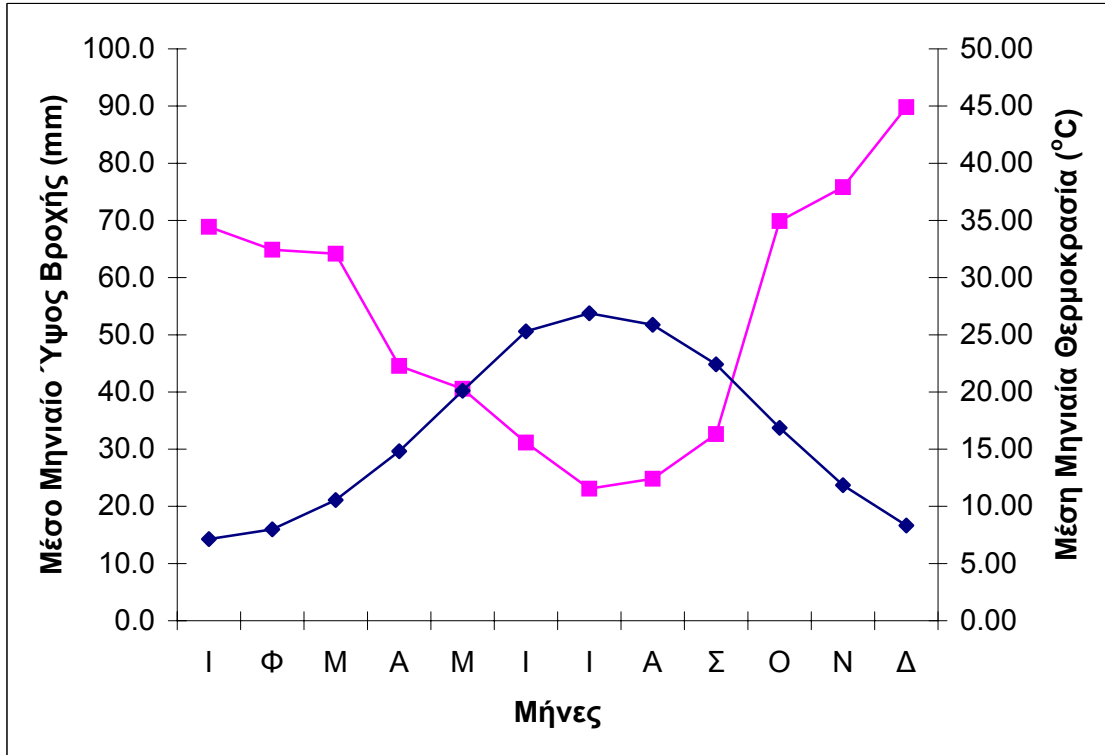


(α)

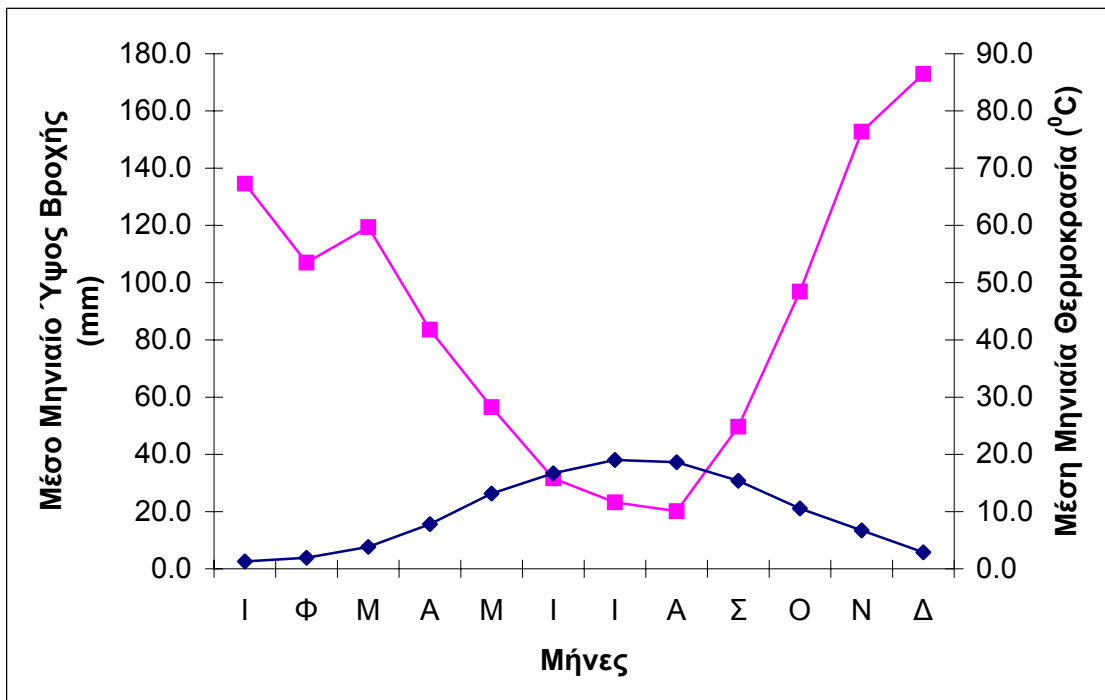


(β)

Σχήμα 4.2α,β: Ομβροθερμικά διαγράμματα των Μ.Σ. Δομοκού (α) και Λεύκας (β).



(α)



(β)

Σχήμα 4.3α,β: Ομβροθερμικά διαγράμματα των Μ.Σ. Λαμίας (α) και Φουρνά (β).

Πίνακας 4.7. Βλάστηση και μορφές εκμετάλλευσης στις λεκάνες και στις υπολεκάνες του Ίναχου.

Ορεινή λεκάνη απορροής	Β λ ά σ τ η σ η (%)		
	Δάση	Σύμπυκνοι Θαμνώνες	Βοσκές
Ίναχος	49	13	10
Α. Ίναχος	46	15	11
Δ. Ίναχος	51	12	9

Μεταξύ των δύο υπολεκανών, ο Δ. Ίναχος διαθέτει καλύτερη δασοκάλυψη χωρίς όμως η διαφορά του με τον Α. Ίναχο να είναι ιδιαίτερα σημαντική.

4.2. Υδρολογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας

Με τη βοήθεια της βελτιωμένης μεθόδου του υδατικού ισοζυγίου υπολογίσθηκαν τα υδρολογικά στοιχεία της περιοχής έρευνας τόσο σε μέσες συνθήκες (μέσο έτος), όσο και σε ακραίες υδρολογικές συνθήκες (υγρότερο και ξηρότερο έτος). Τα αποτελέσματα του μοντέλου δίνονται στους Πίνακες 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 και 4.14.

Από τα στοιχεία των πινάκων αυτών προκύπτει ότι υπάρχει παροχή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ακόμη και κατά το ξηρότερο. Συνεπώς, ο μελετούμενος χειμάρρος ανήκει στα αειφόρα ρεύματα (Κωτούλας 1996). Επίσης παρατηρείται ότι κατά το χρονικό διάστημα Μαρτίου-Οκτωβρίου, η παροχή είναι μειωμένη ενώ το υπόλοιπο διάστημα (Νοέμβριος-Απρίλιος) είναι αυξημένη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ξηροθερμική περίοδο η οποία λαμβάνει μέρος κατά τους καλοκαιρινούς κυρίως μήνες και για την οποία έγινε αναφορά και παραπάνω.

Κατά το ξηρότερο έτος (1977) στο δυτικό κλάδο του χειμάρρου παρατηρήθηκε μικρότερη μηνιαία παροχή σε σχέση με τον ανατολικό κλάδο. Αυτό οφείλεται στο ότι ο ανατολικός κλάδος αποτελείται κατά μεγάλο ποσοστό από ασβεστόλιθο σε αντίθεση με το δυτικό κλάδο που αποτελείται κυρίως από φλύσχη (Πιν. 4.5). Ο ασβεστόλιθος είναι ένα πέτρωμα το οποίο έχει την ιδιότητα να συγκρατεί μεγάλες ποσότητες νερού (υπόγεια νερά) και να τις

Πίνακας 4.8. Μηνιαία και ετήσια πορεία των υδρολογικών μεγεθών της λεκάνης απορροής του **δυτικού κλάδου** του χειμάρρου Ίναχου κατά το **ξηρότερο έτος (1977)**.

Υδρολογικά μεγέθη	ΜΗΝΑΣ												ΕΤΟΣ
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
Κατακρημνίσματα, P (mm)	46,84	63,14	37,64	162,72	19,08	52,56	0,52	0,87	80,66	8,50	146,76	220,48	839,78
Υδατοσυγκράτηση, Lp (mm)	8,09	9,45	11,49	16,31	11,62	19,62	0,33	0,54	23,14	3,40	13,13	13,94	131,06
Θερμοκρασία αέρα, t (°C)	4,76	8,47	8,05	9,94	14,14	16,80	19,18	17,99	13,65	10,22	9,38	3,78	11,34
Δυναμικό εξατμισοδιαπνοής, Etp (mm)	14,57	28,69	33,50	46,46	79,13	98,04	116,73	100,45	63,63	41,54	32,41	10,66	665,81
Υδατικό πλεόνασμα, (P-Lp-Etp)>0 (mm)	24,18	25,00	0,00	99,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	101,22	195,88	446,23
Υδατικό έλλειμμα, (P-Lp-Etp)<0 (mm)	0,00	0,00	7,35	0,00	71,67	65,10	116,54	100,12	6,11	36,44	0,00	0,00	403,33
Αθροιστικό υδατικό έλλειμμα, A.P.W.L. (mm)	0,00	0,00	7,35	0,00	71,67	136,77	253,31	353,43	359,54	395,98	15,28	0,00	395,98
Πορεία διακύμανσης εδαφ. υγρασίας, St (mm)	120,00	120,00	112,87	120,00	66,04	38,39	14,54	6,31	6,00	4,43	105,65	120,00	120,00
Κατανάλωση εδαφικής υγρασίας, ΔSt (mm)	0,00	0,00	7,13	0,00	53,96	27,65	23,85	8,23	0,31	1,57	0,00	0,00	122,70
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή, Etr (mm)	14,57	28,69	33,28	46,46	61,42	60,59	24,04	8,56	57,83	6,67	32,41	10,66	385,18
Καταγραφόμενο υδατικό έλλειμμα, Etp-Etr (mm)	0,00	0,00	0,22	0,00	17,71	37,45	92,69	91,89	5,80	34,87	0,00	0,00	280,63
Συνολικό υδατικό πλεόνασμα Q (mm)	24,18	25,00	0,00	92,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	181,53	323,53
Όγκος απορροής Q _R (m ³)	19.465.287	13.058.381	7.573.861	10.958.988	6.356.210	3.686.602	2.138.229	1.240.173	719.300	417.194	241.972	12.981.885	78.838.082
Παροχή (m ³ /s)	7,27	5,40	2,83	4,23	2,37	1,42	0,80	0,46	0,28	0,16	0,09	4,85	30,15

Μέση διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα St₀ = 120 mm**Πίνακας 4.9.** Μηνιαία και ετήσια πορεία των υδρολογικών μεγεθών της λεκάνης απορροής του **ανατολικού κλάδου** του χειμάρρου Ίναχου κατά το **ξηρότερο έτος (1977)**.

Υδρολογικά μεγέθη	ΜΗΝΑΣ												ΕΤΟΣ
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
Κατακρημνίσματα, P (mm)	69,56	93,78	55,91	241,67	28,34	78,07	0,77	1,29	119,81	12,62	217,97	327,47	1247,28
Υδατοσυγκράτηση, Lp (mm)	7,49	8,74	10,63	2,71	10,76	18,15	0,31	0,50	21,42	3,14	12,14	12,90	108,89
Θερμοκρασία αέρα, t (°C)	4,13	7,35	6,99	8,63	12,27	14,58	16,65	15,61	11,85	8,87	8,14	3,28	9,86
Δυναμικό εξατμισοδιαπνοής, Etp (mm)	15,60	28,53	33,56	45,29	73,67	89,28	104,53	90,66	59,53	40,33	31,82	11,76	624,56
Υδατικό πλεόνασμα, (P-Lp-Etp)>0 (mm)	46,47	56,51	11,72	193,67	0,00	0,00	0,00	0,00	38,86	0,00	174,01	302,81	824,05
Υδατικό έλλειμμα, (P-Lp-Etp)<0 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	56,09	29,36	104,07	89,87	0,00	30,85	0,00	0,00	310,24
Αθροιστικό υδατικό έλλειμμα, A.P.W.L. (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	56,09	85,45	189,52	279,39	103,72	134,57	0,00	0,00	279,39
Πορεία διακύμανσης εδαφ. υγρασίας, St (mm)	120,00	120,00	120,00	120,00	75,19	58,87	24,73	11,37	50,56	39,10	120,00	120,00	120,00
Κατανάλωση εδαφικής υγρασίας, ΔSt (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	44,81	16,32	34,14	13,03	0,00	11,46	0,00	0,00	119,76
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή, Etr (mm)	15,60	28,53	33,56	45,29	62,39	76,24	34,06	13,82	59,53	20,94	31,82	11,76	433,54
Καταγραφόμενο υδατικό έλλειμμα, Etp-Etr (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	11,28	13,04	69,93	76,84	0,00	19,39	0,00	0,00	190,48
Συνολικό υδατικό πλεόνασμα Q (mm)	46,47	56,51	11,72	193,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,11	302,81	704,29
Όγκος απορροής Q _R (m ³)	24.932.828	18.214.426	11.994.979	16.147.902	10.173.179	6.409.102	4.037.735	2.543.772	1.602.577	1.009.623	4.766.357	13.432.440	115.264.920
Παροχή (m ³ /s)	9,31	7,53	4,48	6,23	3,80	2,47	1,51	0,95	0,62	0,38	1,84	5,02	44,12

Μέση διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα St₀ = 120 mm

Πίνακας 4.10. Μηνιαία και ετήσια πορεία των υδρολογικών μεγεθών της λεκάνης απορροής του **δυτικού κλάδου** του χειμάρρου Ίναχου κατά το **υγρότερο έτος** (1980).

Υδρολογικά μεγέθη	ΜΗΝΑΣ												ΕΤΟΣ
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
Κατακρημνίσματα, P (mm)	226,62	127,03	159,22	88,91	76,77	56,32	0,66	0,00	31,00	317,77	220,69	165,28	1470,28
Υδατοσυγκράτηση, Lp (mm)	14,95	13,78	15,19	16,59	22,10	25,88	0,55	0,00	24,64	25,78	17,69	13,92	191,07
Θερμοκρασία αέρα, t (°C)	3,07	3,84	6,43	8,38	11,53	16,07	18,44	17,53	14,46	11,67	9,22	5,31	10,50
Δυναμικό εξατμισοδιαπνοής, Etp (mm)	9,87	12,57	27,98	40,71	65,31	95,92	113,90	99,93	70,80	65,36	33,93	17,71	653,99
Υδατικό πλεόνασμα, (P-Lp-Etp)>0 (mm)	201,80	100,68	116,05	31,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	226,63	169,07	133,65	979,49
Υδατικό έλλειμμα, (P-Lp-Etp)<0 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	10,64	65,48	113,79	99,93	64,44	0,00	0,00	0,00	354,28
Αθροιστικό υδατικό έλλειμμα, A.P.W.L. (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	10,64	76,12	189,91	289,84	354,28	0,00	0,00	0,00	354,28
Πορεία διακύμανσης εδαφ. υγρασίας, St (mm)	120,00	120,00	120,00	120,00	109,82	63,63	24,65	10,72	6,27	120,00	120,00	120,00	120,00
Κατανάλωση εδαφικής υγρασίας, ΔSt (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	10,18	46,19	38,98	13,93	4,45	0,00	0,00	0,00	113,73
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή, Etr (mm)	9,87	12,57	27,98	40,71	64,85	76,63	39,09	13,93	10,81	65,36	33,93	17,71	413,44
Καταγραφόμενο υδατικό έλλειμμα, Etp-Etr (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	19,29	74,81	86,00	59,99	0,00	0,00	0,00	240,55
Συνολικό υδατικό πλεόνασμα Q (mm)	201,80	100,68	116,05	31,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	112,90	169,07	133,65	865,76
Όγκος απορροής Q _R (m ³)	27.331.641	22.974.515	21.534.665	14.726.216	8.541.205	4.953.899	2.873.261	1.666.492	966.565	8.547.221	16.917.501	19.266.632	150.299.813
Παροχή (m ³ /s)	10,20	9,50	8,04	5,68	3,19	1,91	1,07	0,62	0,37	3,19	6,53	7,19	57,50

Μέση διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα St₀ = 120 mm**Πίνακας 4.11.** Μηνιαία και ετήσια πορεία των υδρολογικών μεγεθών της λεκάνης απορροής του **ανατολικού κλάδου** του χειμάρρου Ίναχου κατά το **υγρότερο έτος** (1980).

Υδρολογικά μεγέθη	ΜΗΝΑΣ												ΕΤΟΣ
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
Κατακρημνίσματα, P (mm)	264,93	148,50	186,13	103,94	89,75	65,85	0,77	0,00	36,24	371,49	257,99	193,22	1718,80
Υδατοσυγκράτηση, Lp (mm)	14,30	13,18	14,53	15,87	21,15	24,76	0,52	0,00	23,58	24,67	17,43	13,31	183,30
Θερμοκρασία αέρα, t (°C)	2,67	3,34	5,59	7,29	10,02	13,97	16,04	15,25	12,57	10,14	8,02	4,62	9,13
Δυναμικό εξατμισοδιαπνοής, Etp (mm)	10,96	13,60	28,51	40,26	62,16	87,88	102,77	90,70	65,67	48,71	33,17	18,47	602,86
Υδατικό πλεόνασμα, (P-Lp-Etp)>0 (mm)	239,67	121,72	143,09	47,81	6,44	0,00	0,00	0,00	0,00	298,11	207,39	161,44	1225,67
Υδατικό έλλειμμα, (P-Lp-Etp)<0 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,79	102,52	90,70	53,01	0,00	0,00	0,00	293,02
Αθροιστικό υδατικό έλλειμμα, A.P.W.L. (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,79	149,31	240,01	293,02	0,00	0,00	0,00	293,02
Πορεία διακύμανσης εδαφ. υγρασίας, St (mm)	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	81,25	34,58	16,24	10,44	120,00	120,00	120,00	120,00
Κατανάλωση εδαφικής υγρασίας, ΔSt (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38,75	46,67	18,34	5,80	0,00	0,00	0,00	109,56
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή, Etr (mm)	10,96	13,60	28,51	40,26	62,16	79,84	46,92	18,34	18,46	48,71	33,17	18,47	419,40
Καταγραφόμενο υδατικό έλλειμμα, Etp-Etr (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,04	55,85	72,36	47,21	0,00	0,00	0,00	183,46
Συνολικό υδατικό πλεόνασμα Q (mm)	239,67	121,72	143,09	47,81	6,44	0,00	0,00	0,00	0,00	188,55	207,39	161,44	1116,11
Όγκος απορροής Q _R (m ³)	22.825.270	19.779.334	18.808.353	13.970.080	9.086.824	5.724.699	3.606.560	2.272.133	1.431.444	9.265.756	15.037.101	16.634.739	138.442.293
Παροχή (m ³ /s)	8,52	8,18	7,02	5,39	3,39	2,21	1,35	0,85	0,55	3,46	5,80	6,21	52,93

Μέση διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα St₀ = 120 mm

Πίνακας 4.12. Μηνιαία και ετήσια πορεία των υδρολογικών μεγεθών της λεκάνης απορροής του **δυτικού κλάδου** του χειμάρρου Ίναχου κατά το **μέσο έτος**.

Υδρολογικά μεγέθη	ΜΗΝΑΣ												ΕΤΟΣ
	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	
Κατακρημνίσματα, P (mm)	196,83	114,43	54,56	104,22	82,26	10,63	27,28	10,35	29,09	251,81	183,68	182,14	1247,28
Υδατοσυγκράτηση, Lp (mm)	13,86	12,68	13,67	16,15	21,25	7,35	16,48	7,25	11,60	21,43	16,67	14,99	173,38
Θερμοκρασία αέρα, t (°C)	4,33	5,45	8,31	8,45	13,06	16,83	17,33	17,19	14,53	10,06	7,62	6,22	10,78
Δυναμικό εξατμισοδιαπνοής, Etp (mm)	14,26	18,34	36,90	40,54	74,58	100,53	105,63	97,23	70,68	42,82	26,93	20,82	649,26
Υδατικό πλεόνασμα, (P-Lp-Etp)>0 (mm)	168,71	83,41	3,99	47,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	187,56	140,08	146,33	777,61
Υδατικό έλλειμμα, (P-Lp-Etp)<0 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	13,57	97,25	94,83	94,13	53,19	0,00	0,00	0,00	352,97
Αθροιστικό υδατικό έλλειμμα, A.P.W.L. (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	13,57	110,82	205,65	299,78	352,97	0,00	0,00	0,00	352,97
Πορεία διακύμανσης εδαφ. υγρασίας, St (mm)	120,00	120,00	120,00	120,00	107,17	47,66	21,62	9,87	6,33	120,00	120,00	120,00	120,00
Κατανάλωση εδαφικής υγρασίας, ΔSt (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	12,83	59,51	26,04	11,75	3,54	0,00	0,00	0,00	113,67
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή, Etr (mm)	14,26	18,34	36,90	40,54	73,84	62,79	36,84	14,85	21,03	42,82	26,93	20,82	409,96
Καταγραφόμενο υδατικό έλλειμμα, Etp-Etr (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	37,74	68,79	82,38	49,65	0,00	0,00	0,00	239,30
Συνολικό υδατικό πλεόνασμα Q (mm)	168,71	83,41	3,99	47,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	193,89	140,08	146,33	783,94
Όγκος απορροής Q _R (m ³)	26.229.536	21.113.604	12.528.145	10.628.625	6.164.602	3.575.469	2.073.772	1.202.787	697.616	14.120.512	18.099.240	20.849.031	137.282.939
Παροχή (m ³ /s)	9,79	8,73	4,68	4,10	2,30	1,38	0,77	0,45	0,27	5,27	6,98	7,78	52,51

Μέση διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα St₀ = 120 mm**Πίνακας 4.13.** Μηνιαία και ετήσια πορεία των υδρολογικών μεγεθών της λεκάνης απορροής του **ανατολικού κλάδου** του χειμάρρου Ίναχου κατά το **μέσο έτος**.

Υδρολογικά μεγέθη	ΜΗΝΑΣ												ΕΤΟΣ
	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	
Κατακρημνίσματα, P (mm)	236,05	137,23	65,43	124,99	98,65	12,75	32,71	12,41	34,90	301,98	220,28	218,43	1495,80
Υδατοσυγκράτηση, Lp (mm)	12,83	11,74	12,65	14,94	19,66	6,80	15,25	6,71	10,73	19,83	15,43	13,87	160,44
Θερμοκρασία αέρα, t (°C)	3,77	4,74	7,23	7,35	11,36	14,63	15,06	14,94	12,63	8,74	6,62	5,40	9,37
Δυναμικό εξατμισοδιαπνοής, Etp (mm)	15,29	19,11	36,61	40,13	70,13	91,69	95,98	88,44	65,59	41,47	26,95	21,33	612,72
Υδατικό πλεόνασμα, (P-Lp-Etp)>0 (mm)	207,93	106,38	16,17	69,92	8,86	0,00	0,00	0,00	0,00	250,68	177,90	183,23	1021,07
Υδατικό έλλειμμα, (P-Lp-Etp)<0 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,74	78,52	88,74	41,42	0,00	0,00	0,00	294,42
Αθροιστικό υδατικό έλλειμμα, A.P.W.L. (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,74	164,26	247,00	288,42	0,00	0,00	0,00	288,42
Πορεία διακύμανσης εδαφ. υγρασίας, St (mm)	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	58,73	30,53	15,32	10,85	120,00	120,00	120,00	120,00
Κατανάλωση εδαφικής υγρασίας, ΔSt (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,27	28,20	15,21	4,47	0,00	0,00	0,00	109,15
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή, Etr (mm)	15,29	19,11	36,61	40,13	70,13	67,22	45,66	20,91	28,73	41,47	26,95	21,33	433,54
Καταγραφόμενο υδατικό έλλειμμα, Etp-Etr (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,47	50,32	67,53	36,86	0,00	0,00	0,00	179,18
Συνολικό υδατικό πλεόνασμα Q (mm)	207,93	106,38	16,17	69,92	8,86	0,00	0,00	0,00	0,00	141,53	177,90	183,23	911,92
Όγκος απορροής Q _R (m ³)	23.063.119	19.248.707	12.843.975	11.193.307	7.444.807	4.690.228	2.954.844	1.861.552	1.172.777	7.017.021	12.312.243	15.884.668	119.687.248
Παροχή (m ³ /s)	8,61	7,96	4,80	4,32	2,78	1,81	1,10	0,70	0,45	2,62	4,75	5,93	45,82

Μέση διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα St₀ = 120 mm

Πίνακας 4.14. Μηνιαία και ετήσια πορεία της παροχής της συνολικής λεκάνης απορροής του χειμάρρου Ίναχου κατά το υγρό, το ξηρό και το μέσο έτος.

	ΜΗΝΑΣ												ΕΤΟΣ
	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	
Παροχή Ξηρού Έτους (m ³ /s)	16,58	12,93	7,31	10,46	6,17	3,89	2,31	1,41	0,90	0,54	1,93	9,87	6,19
Παροχή Υγρού Έτους (m ³ /s)	18,72	17,68	15,06	11,07	6,58	4,12	2,42	1,47	0,92	6,65	12,33	13,40	9,20
Παροχή Μέσου Έτους (m ³ /s)	18,40	16,69	9,48	8,42	5,08	3,19	1,87	1,15	0,72	7,89	11,73	13,71	8,19

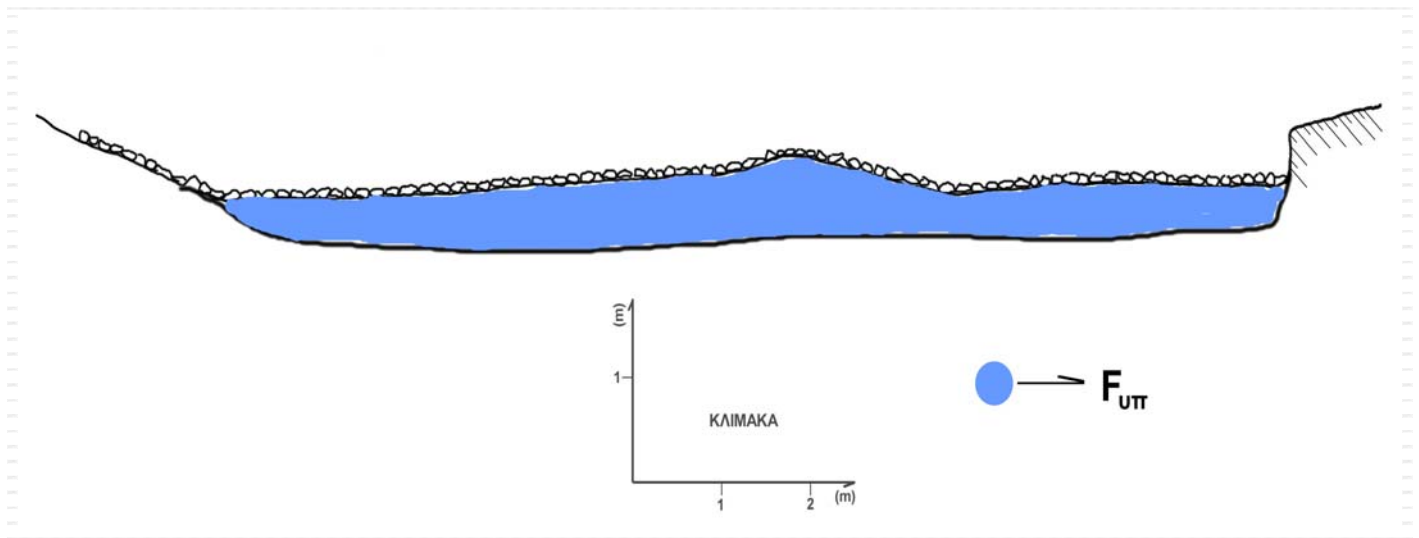
αποδίδει σταδιακά, αυξάνοντας έτσι τη μηνιαία παροχή κατά το ξηρό έτος όπου τα κατακρημνίσματα είναι ελάχιστα.

Στη συνολική λεκάνη του μελετούμενου χειμάρρου, η μικρότερη παροχή υπολογίστηκε κατά τον Οκτώβριο του ξηρότερου έτους (1977) και ανέρχεται στα 0,54 m³/s. Κατά το μήνα του ίδιου έτους οι παροχές στον Ανατολικό και στο Δυτικό κλάδο ήταν 0,38 m³/s και 0,16 m³/s, αντίστοιχα. Αυτή η μείωση της παροχής μετά από μια δύσκολη ξηροθερμική περίοδο μπορεί να έχει άσχημες συνέπειες για την ιχθυοπανίδα της περιοχής αφού έχει σαν επακόλουθο τη μείωση της στάθμης, τη δημιουργία ασυνέχειας όσον αφορά την ομαλή ροή του νερού προς τα κατάντη και τον εγκλωβισμό των ψαριών σε μικρές υδατοσυλλογές στις οποίες δημιουργούνται ακατάλληλες γι' αυτά συνθήκες (αύξηση της θερμοκρασίας, μείωση του οξυγόνου, αύξηση της αρπακτικότητας κ.ά.).

Ο Neorhιτου (1983) αναφέρει για το χείμαρρο Μύλοι Αγκίστρου Ν. Σερρών ότι η χαμηλότερη παροχή κατά το χρονικό διάστημα 1980-1982 ήταν 0,848 m³/s και παρατηρήθηκε κατά το Μάρτιο του 1980. Παρά το γεγονός ότι το ετήσιο ύψος βροχής ήταν μεγαλύτερο στην μελετούμενη περιοχή κατά το ξηρότερο έτος σε σχέση με αυτό της περιοχής Μύλων Αγκίστρου, εντούτοις η παροχή ήταν κατά πολύ μικρότερη. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι το νερό στην περιοχή των Μύλων προέρχεται από πηγές και όχι από λεκάνη απορροής, όπως στη μελετηθείσα περιοχή.

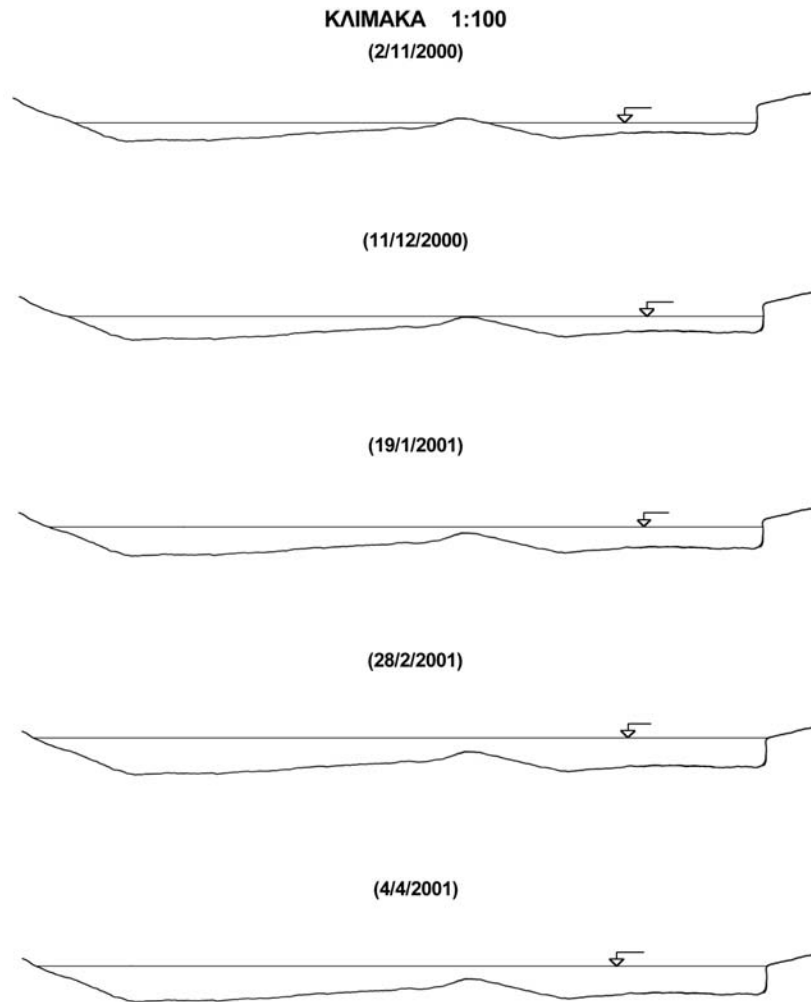
4.3. Μελέτη των υδραυλικών στοιχείων της ειδικής περιοχής έρευνας

Κατά τη διάρκεια της αποτύπωσης παρατηρήθηκε ότι στους κλάδους Ανατολικού και Δυτικού Ίναχου, οι κινητοί πυθμένες είχαν μικρό σχετικό βάθος με αποτέλεσμα στους κλάδους αυτούς η ποσοτική συμμετοχή της βασικής υπόγειας παροχής να είναι μικρή (Κωτούλας 2001). Αντίθετα, στη διατομή της συνολικής λεκάνης (Διατομή 1) καταγράφεται εξαιρετικά έντονα μεγάλος κινητός πυθμένας, το βάθος του οποίου κατά θέσεις υπερέβαινε και τα 10 m. Ενδεικτικό περί τούτου είναι το φράγμα ανύψωσης της υπόγειας παροχής το οποίο κατασκευάσθηκε στην έξοδο του χειμάρρου και έχει βάθος 15 m (Υδρονομική Ε.Ε. 1987). Από τη μελέτη του παραπάνω φράγματος προέκυψε ότι το μέσο πορώδες της ζώνης αυτής ανέρχεται σε 38%. Σχηματοποιώντας στη συνέχεια την προέκταση της γραμμής των πρηνών προς την κοίτη (Σχ. 4.4), προέκυψε ότι το ανηγμένο ως ελεύθερη επιφάνεια εμβαδόν (εμβαδόν κενής χωρίς φερτά επιφάνειας) ανέρχεται σε $F_{\text{υπ}}=2,39 \text{ m}^2$.

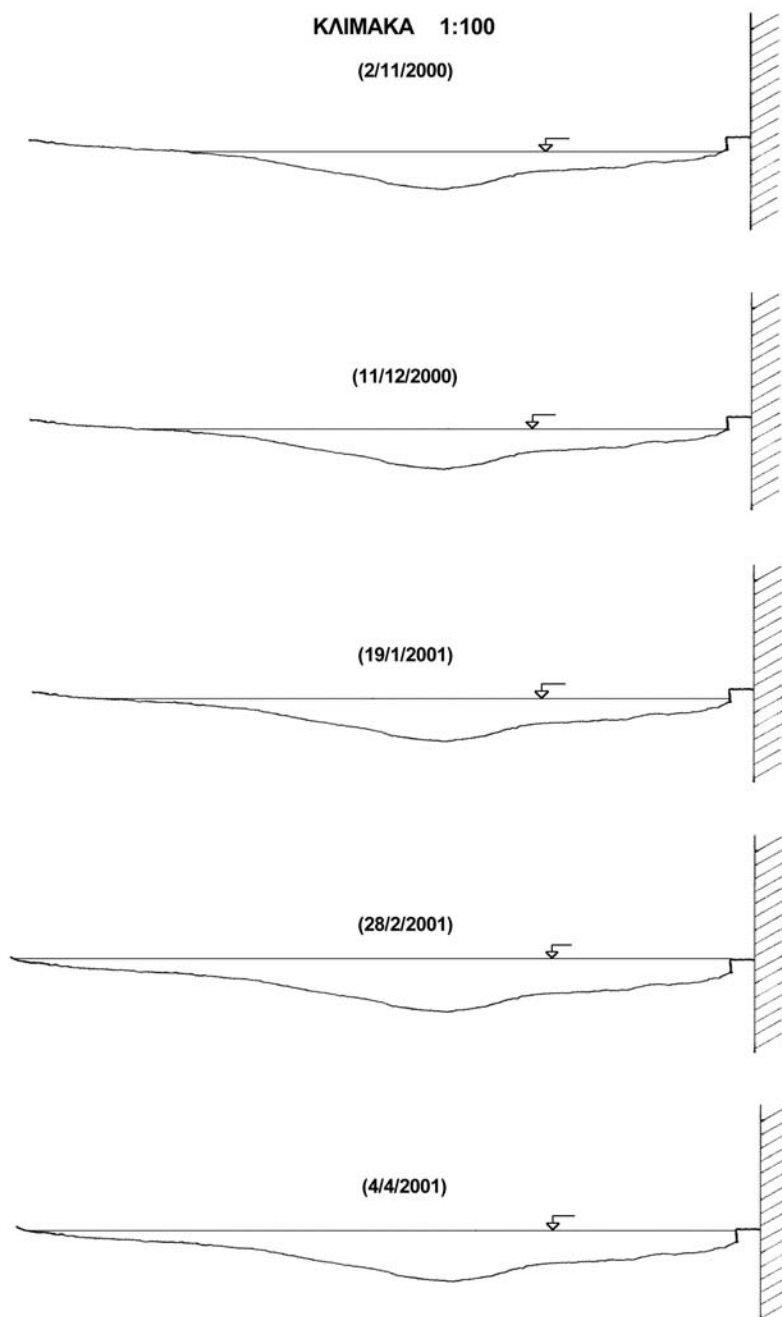


Σχήμα 4.4: Η μορφή της Διατομής 1 με το ανηγμένο ως ελεύθερη επιφάνεια εμβαδόν $F_{\text{υπ}}$.

Στα Σχήματα 4.5 και 4.6 απεικονίζονται οι Διατομές 1 και 2 με τη στάθμη του νερού κατά τους μήνες όπου πάρθηκαν τα υδραυλικά στοιχεία της ειδικής περιοχής έρευνας.



Σχήμα 4.5: Η μορφή της Διατομής 1 με τη στάθμη του νερού.



Σχήμα 4.6: Η μορφή της Διατομής 2 με τη στάθμη του νερού.

Τα αποτελέσματα της μελέτης των υδραυλικών στοιχείων της ειδικής περιοχής έρευνας δίνονται στον Πίνακα 4.15.

Πίνακας 4.15: Καταγραφή των υδρομετρήσεων (στάθμης) στις διατομές έρευνας.

Διατομή	Ημ/νία	Ωρα	Ύψος Στάθμης (m)	Διαβρ. Υπερ. Επιφ. ($F_{\text{επ}}$) (m^2)	Διαβρ. Υπογ. Επιφ. ($F_{\text{υπ}}$) (m^2)	Υγρή Περιμ. (U) (m)	Συντ. Τραχ. (k)	Κλίση Πυθμ. (J) (%)	Μέση Ταχύτητα Ροής (u) (m/s)	Υδατοπαροχή (Q) (m^3/s)
1	2/11/00	9:30	0,150	2,68	2,39	12,93	24	2,5	1,327	6,73
1	11/12/00	9:30	0,275	3,84	2,39	14,17	24	2,5	1,589	9,90
1	19/1/01	9:00	0,325	5,13	2,39	14,78	24	2,5	1,873	14,08
1	28/2/01	9:15	0,470	7,24	2,39	15,26	24	2,5	2,306	22,21
1	4/4/01	12:30	0,440	6,82	2,39	15,22	24	2,5	2,220	20,45
2	2/11/00	12:45	0,038	3,61	-	10,35	23	1,0	1,141	4,11
2	11/12/00	13:00	0,080	3,99	-	10,78	23	1,0	1,184	4,73
2	19/1/01	12:30	0,160	4,51	-	11,81	23	1,0	1,210	5,46
2	28/2/01	11:20	0,340	7,13	-	14,10	23	1,0	1,461	10,41
2	4/4/01	14:15	0,300	6,53	-	13,73	23	1,0	1,401	9,15

Η μεγαλύτερη ταχύτητα ροής που μετρήθηκε στη συμβολή (Διατομή 1) ήταν 2,306 m/sec στις 28/2/01 και η μικρότερη 1,327 m/sec στις 2/11/00. Οι αντίστοιχες παροχές ήταν 22,21 m^3/s και 6,73 m^3/s . Στη Διατομή 2 η ταχύτητα ροής του νερού ήταν γενικά μικρότερη σε σχέση με αυτή της Διατομής 1 και αυτό οφείλεται κυρίως στις μικρότερες κλίσεις του πυθμένα.

Η παροχή και η ταχύτητα του νερού είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν το υπόστρωμα του πυθμένα των τρεχούμενων υδάτινων όγκων και συντελούν στη δημιουργία ταχείας και ήπιας ροής (Neorhritou 1983). Ο Descamps (1971) αναφέρει ότι ταχύτητες ροής μεγαλύτερες από 1 m/sec θεωρούνται σχετικά μεγάλες. Ο Hynes (1979) αναφέρει ότι ακόμη και σε πλημμυρική παροχή η ταχύτητα του νερού σπάνια ξεπερνά τα 3 m/sec.

4.4. Μελέτη της ιχθυοπανίδας της ειδικής περιοχής έρευνας

Τα αποτελέσματα της μελέτης της ιχθυοπανίδας της ειδικής περιοχής έρευνας δίνονται στον Πίνακα 4.16.

Πίνακας 4.16: Έντυπο καταγραφής της ιχθυοπανίδας, της ειδικής περιοχής έρευνας, ανά δειγματοληπτική επιφάνεια.

Δειγμ/κή επιφάνεια	Ημερομηνία	Μέγεθος Δειγμ/κής επιφ. (πλάτος x μήκος) (m ²)	Είδη ψαριών που αλιεύθηκαν	Αριθμός ψαριών ανά είδος	Ποσοστό εμφάνισης ανά είδος (%)	Πυκνότητα εμφάνισης ανά είδος (άτομα/m ²)
1	16/3/01	5 x 60 = 300	Πέστροφα ¹	10	10,9	0,033
			Μπριάνα ²	43	46,7	0,143
			Πλατίτσα ³	38	41,3	0,127
			Σολομός ⁴	1	1,1	0,003
2	24/5/01	10 x 60 = 600	Μπριάνα	15	100	0,025
3	8/2/01	13 x 100 = 1300	Πέστροφα	52	19	0,040
			Μπριάνα	200	73	0,154
			Πλατίτσα	22	8	0,017
4	16/3/01	14 x 80 = 1120	Μπριάνα	195	94,6	0,174
			Κέφαλος ⁵	11	5,4	0,009
5	28/2/01	11 x 50 = 550	Μπριάνα	70	100	0,127
6	24/5/01	8 x 80 = 640	Πέστροφα	27	100	0,042

Πέστροφα (*Salmo trutta m. fario*)¹

Σολομός (*Oncorhynchus kisutch*)⁴

Μπριάνα (*Barbus cyclolepis sperchiensis*)²

Κέφαλος (*Leuciscus cephalus*)⁵

Πλατίτσα (*Alburnoides bipunctatus*)³

Στις δειγματοληπτικές επιφάνειες που μελετήθηκαν βρέθηκαν συνολικά πέντε είδη ψαριών τα οποία είναι η πέστροφα (*Salmo trutta m. fario*), ο σολομός (*Oncorhynchus kibutch*), η μπριάνα (*Barbus cyclolepis sperchiensis*), ο κέφαλος (*Leuciscus cephalus*) και η πλατίτσα (*Alburnoides bipunctatus*). Οι Νταουλάς κ.ά. (2001) αναφέρουν ότι η μπριάνα (*Barbus cyclolepis sperchiensis*) είναι ένα ενδημικό υποείδος που απαντάται μόνο στο Σπερχειό. Επίσης αναφέρουν ότι ο Σπερχειός έχει εμπλουτισθεί με την αμερικάνικη πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*) και με τους σολομούς *Oncorhynchus kisutch* και *Salmo salar*. Τα είδη αυτά πάρθηκαν από τη Δασική Υπηρεσία, και από τον ιδιωτικό ιχθυογεννητικό σταθμό που κατασκευάστηκε στην κοινότητα Γοργοποτάμου το 1970 και χρησιμοποιήθηκαν για τον εμπλουτισμό των ρεμάτων της περιοχής. Δυστυχώς ο ιχθυογεννητικός αυτός σταθμός καταστράφηκε από πλημμύρα που σημειώθηκε στην περιοχή τον Οκτώβριο του 1994 (πληροφορίες του Δασαρχείου Σπερχειάδας).

Από τη μελέτη της ιχθυοπανίδας της ειδικής περιοχής έρευνας προκύπτει ότι η πέστροφα κινείται από την κεντρική κοίτη του χειμάρρου Ίναχου προς τον ανατολικό κλάδο, αφού στο δυτικό κλάδο δε βρέθηκε κανένα άτομο. Επίσης η μπριάνα κινείται από την κεντρική κοίτη του χειμάρρου προς το δυτικό κλάδο. Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές προτιμήσεις που έχουν τα δύο αυτά είδη. Η πέστροφα αναζητά ορεινές περιοχές με μεγάλες κλίσεις και ταχύτητες ροής και πυθμένες με αδρομερέστερα υλικά, που τα βρίσκει στον ανατολικό κλάδο, ενώ η μπριάνα αναζητά ημιορεινές περιοχές με πιο ήπιες κλίσεις και ταχύτητες ροής και πυθμένες με πιο λεπτόκοκκα υλικά, γι' αυτό κινείται προς το δυτικό κλάδο. Η πλατίτσα βρέθηκε στην περιοχή που βρίσκεται κατάντη του φράγματος και στη συμβολή των δύο κλάδων. Εκεί βρίσκονται και τα ανώτερα όρια της ζώνης εξάπλωσής της και γι' αυτό το λόγο δε βρέθηκε στις δειγματοληπτικές επιφάνειες που βρίσκονται πάνω από το σημείο της συμβολής. Ο κέφαλος εμφανίστηκε μόνο στην τέταρτη δειγματοληπτική επιφάνεια σε ένα πολύ μικρό ποσοστό (5,4%). Πρόκειται μάλλον για ένα πολύ μικρό πληθυσμό που βρήκε στην περιοχή εκείνη τις κατάλληλες συνθήκες για να επιβιώσει. Τέλος, στην περιοχή κάτω από το φράγμα βρέθηκε ένα άτομο σολομού ηλικίας 3+. Αν αναλογιστούμε ότι οι τελευταίοι εμπλουτισμοί του είδους αυτού έγιναν πριν το 1994, βγάζουμε το

συμπέρασμα ότι το είδος αυτό αναπαράχθηκε για κάποιο διάστημα στο μελετούμενο χείμαρρο και πιθανό να συνεχίζει να αναπαράγεται. Πιθανό εξαιτίας του πολύ αραιού πληθυσμού του να μην κατέστη δυνατή η σύλληψη και άλλων ατόμων.

Στη δεύτερη δειγματοληπτική επιφάνεια παρατηρήθηκε ότι ο ιχθυοπληθυσμός αποτελείται μόνο από ελάχιστα άτομα μπριάνας. Η περιοχή αυτή, η οποία βρίσκεται στα ανάντη της θέσης κατασκευής του υπόγειου φράγματος, αποτελεί χώρο απόθεσης φερτών υλών. Οι προσχώσεις του μελετούμενου χείμαρρου δημιουργούν, κάτω από ακραίες συνθήκες (πλημμυρικές παροχές), ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο μικροπεριβάλλον το οποίο δεν είναι κατάλληλο για τη διαβίωση των ψαριών της περιοχής.

Όσον αφορά την πυκνότητα εμφάνισης, η μπριάννα είχε τη μεγαλύτερη με $0,174$ άτομα. m^{-2} στη τέταρτη δειγματοληπτική επιφάνεια. Η μικρότερη πυκνότητα για την μπριάννα παρατηρήθηκε στην πέμπτη δειγματοληπτική επιφάνεια με $0,127$ άτομα. m^{-2} . Ο Neophitou (1987) αναφέρει ότι η πυκνότητα της μπριάννας στο ρέμα της Ρεντίνας ήταν $0,25$ άτομα. m^{-2} .

Η μεγαλύτερη πυκνότητα που εμφάνισε η πέστροφα στο χείμαρρο Ίναχο ήταν $0,042$ άτομα. m^{-2} και παρατηρήθηκε στον ανατολικό κλάδο που έχει και τις καταλληλότερες συνθήκες για τη διαβίωσή της. Η μικρότερη ήταν $0,033$ άτομα. m^{-2} στην πρώτη δειγματοληπτική επιφάνεια που βρίσκεται στα κατόντη του φράγματος. Ο πληθυσμός αυτός μάλλον έχει εγκλωβιστεί σε εκείνη την περιοχή μη δυνάμενος να υπερπηδήσει το φράγμα και να κινηθεί προς τα ανάντη. Ο Neophitou (1983) αναφέρει ότι η μέγιστη πυκνότητα εμφάνισης της πέστροφας στο ρέμα Μύλοι Αγκίστρου Ν. Σερρών ήταν $0,369$ άτομα. m^{-2} . Συνεπώς η πυκνότητα του πληθυσμού που εμφανίσθηκε στο μελετούμενο χείμαρρο ήταν πολύ μικρή. Αυτό πιθανό να οφείλεται τόσο στην έλλειψη τροφής όσο και στις μη ιδανικές συνθήκες διαβίωσης του είδους αυτού.

Η μεγαλύτερη πυκνότητα εμφάνισης για την πλατίτσα ήταν $0,127$ άτομα. m^{-2} στην πρώτη δειγματοληπτική επιφάνεια. Στην περιοχή της συμβολής (Δειγμ. Επιφ. 3) παρατηρήθηκε ένας μικρός πληθυσμός πλατίτσας που μάλλον έχει εγκλωβιστεί εκεί πριν από την κατασκευή του φράγματος.

Η σύγκριση του ποσοστού εμφάνισης της πέστροφας και της μπριάννας μεταξύ της πρώτης και της τρίτης δειγματοληπτικής επιφάνειας, για πιθανότητα 5% ($P < 0,05$), έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

4.5. Προσαρμογή των υδρολογικών στοιχείων

Συγκρίνοντας τα υπολογισθέντα υδατοφορτία του υγρού, του ξηρού και του μέσου έτους με αυτά των διατομών ελέγχου βγαίνουν κάποια συμπεράσματα όσον αφορά το που εντάσσεται το υδρολογικό έτος το οποίο μελετήθηκε.

Ο Νοέμβριος του 2000 εντάσσεται ανάμεσα στο ξηρό και το μέσο έτος, ενώ ο Δεκέμβριος πλησιάζει προς το ξηρό έτος. Ο Ιανουάριος του 2001 βρίσκεται λίγο πιο κάτω από το ξηρότερο έτος. Αυτή η παρατεταμένη ξηρή περίοδος συμπίπτει με την αναπαραγωγική περίοδο της πέστροφας. Ο Willers (1981) αναφέρει ότι η αναπαραγωγή της πέστροφας επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την παροχή. Ίσως λοιπόν αυτή η έντονη μείωση της παροχής να ανέστειλε την αναπαραγωγική διαδικασία της πέστροφας στο μελετούμενο χειμάρρο γι' αυτό και ο πληθυσμός που βρέθηκε ήταν πολύ μικρός.

Σε αντίθεση με τους προαναφερθέντες μήνες, ο Φεβρουάριος και ο Απρίλιος του 2001 ξεπερνούν κατά πολύ το υγρότερο έτος. Αυτό οφείλεται στο ότι στην περιοχή έρευνας, κατά το υδρολογικό έτος που μελετήθηκε, τα χιόνια έπεσαν μαζικά προς το τέλος του χειμώνα με αποτέλεσμα την υπέρμετρη αύξηση της υδατοπαροχής κατά την περίοδο της άνοιξης.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι, αν εξαιρεθεί το τελευταίο διάστημα όπου έλαβε χώρα αύξηση της υδατοπαροχής, το μελετούμενο υδρολογικό έτος πλησιάζει προς τις συνθήκες του ξηρότερου έτους. Συσχετίζοντας αυτό με την καταγραφή και την πυκνότητα εμφάνισης της ιχθυοπανίδας θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ο ιχθυοπληθυσμός δεν αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα στο μελετούμενο χειμάρρο σε σχέση με το υδατικό δυναμικό του, αφού παρόλο ότι η διεξαγωγή της έρευνας έγινε σε ένα δύσκολο υδρολογικό έτος η κατανομή της ιχθυοπανίδας δεν εμφάνισε σημαντικές ανομοιομορφίες, μιας και η παροχή δε μειώθηκε σε απαγορευτικά γι' αυτήν επίπεδα.

Μία άλλη παράμετρος που παίζει σημαντικό ρόλο στη διαβίωση και την επιβίωση των ψαριών, είναι η ταχύτητα ροής του νερού. Τα ψάρια των ρεόντων υδάτων δε μπορούν να κολυμπήσουν με μεγάλη ταχύτητα και για μεγάλο χρονικό διάστημα, ιδιαίτερα με φορά αντίθετη προς εκείνη της κίνησης

του νερού, αφού η αντίθετη ταχύτητα του νερού τα καταπονεί. Για παράδειγμα η μέγιστη ταχύτητα κολύμβησης της πέστροφας (*Kamloops*) μειώνεται από τα 4,40 m/sec στα 0,89 m/sec, μόλις μετά από 3 δευτερόλεπτα συνεχούς κολύμβησης (Vibert 1962). Παρόλα αυτά μεγάλες διαφορές καταγράφονται στην ταχύτητα και στην αντοχή κολύμβησης των διαφόρων ειδών για διάφορες συνθήκες ταχύτητας ροής των τρεχούμενων υδάτων. Αυτό παρατηρείται ακόμα και μεταξύ συγγενικών ειδών. Για παράδειγμα, η πέστροφα των ρευμάτων (*Salmo trutta m. fario*) περνά το μεγαλύτερο διάστημα της ζωής της κολυμπώντας, σε αντίθεση με τα νεαρά άτομα του σολομού του ατλαντικού (*Salmo salar*) (Stuart 1953α: Kalleberg 1958: Keenleyside 1962).

Επίσης, η ταχύτητα ροής είναι ένας από τους βασικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των ειδών της ιχθυοπανίδας στο μελετούμενο χείμαρρο. Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση του κέφαλου, ο οποίος εμφανίστηκε μόνο στην τέταρτη δειγματοληπτική επιφάνεια, σε μια περιοχή που εντάσσεται εκτός των ορίων εξάπλωσής του. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σε εκείνη την περιοχή οι κλίσεις είναι πολύ ήπιες και η ταχύτητα ροής είναι περιορισμένη, συνθέτοντας έτσι ένα περιβάλλον κατάλληλο για τη διαβίωσή του.

Διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στη Γερμανία (Hynes 1979), έδειξαν ότι η πέστροφα των ρευμάτων αναπτύσσεται καλύτερα σε ρέματα μικρής σχετικά ταχύτητας ροής ($\leq 0,5-2,0$ m/sec), στα οποία απαντώνται διάφορα βάθη ροής και τα οποία παρέχουν καλύτερο άσυλο (προστασία, καταφύγιο) στα ψάρια (Hynes 1979). Ο Huet (1962) δίνει τις παρακάτω τιμές μέγιστων ταχυτήτων ροής νερού στις οποίες μπορούν να αντεπεξέλθουν τα διάφορα ευρωπαϊκά είδη ψαριών χωρίς να παρασυρθούν:

- Πέστροφα (*Salmo trutta m. fario*) 4,40 m/sec
- Κέφαλος (*Leuciscus cephalus*) 2,70 m/sec
- Μπριάνα (*Barbus barbus*) 2,40 m/sec
- Σίρκο (*Alburnus alburnus*) 0,60 m/sec

Στην περιοχή έρευνας η μεγαλύτερη ταχύτητα ροής η οποία υπολογίσθηκε ήταν 2,306 m/sec και καταγράφηκε στις 28/2/01 στη Διατομή 1

(Πίνακας 4.15). Συγκρίνοντας αυτή την τιμή με όσα βιβλιογραφικά στοιχεία έχουν αναφερθεί παραπάνω, μπορούμε να πούμε ότι η ιχθυοπανίδα δεν αντιμετωπίζει προβλήματα στο μελετούμενο χείμαρρο όσον αφορά την ταχύτητα ροής του νερού.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι υδατικές συνθήκες του μελετούμενου χείμαρρου που αναφέρονται στις ακραίες τιμές παροχής-στάθμης, στην ταχύτητα ροής και στην ύπαρξη συνεχούς παροχής, σε γενικές γραμμές συμφωνούν με τις απαιτήσεις της ιχθυοπανίδας. Παρόλα αυτά υπάρχουν κάποια σημεία τα οποία χρήζουν κάποιας προσοχής και βελτίωσης και για τα οποία γίνεται αναφορά στο επόμενο κεφάλαιο με τα διαχειριστικά μέτρα και τις προτάσεις.

5. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι φυσικές και τεχνητές αλλοιώσεις που υφίστανται οι τρεχούμενοι υδάτινοι όγκοι (ποταμοί, ρέματα, ρύακες) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν εργαλεία κατά τους ιχθυοπονικούς χειρισμούς τους, που έχουν σαν σκοπό τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών έτσι ώστε να γίνουν πιο κατάλληλες τόσο για τη διαβίωση όσο και την ανάπτυξη και αναπαραγωγή των ψαριών. Οι βελτιωτικές αυτές εργασίες θα μετριάσουν αφενός τις ποικίλες ανθρώπινες επιδράσεις πάνω στο υδάτινο περιβάλλον, αφετέρου θα βελτιώσουν τους χώρους εγκατάστασης, διαβίωσης και πολλαπλασιασμού των ψαριών.

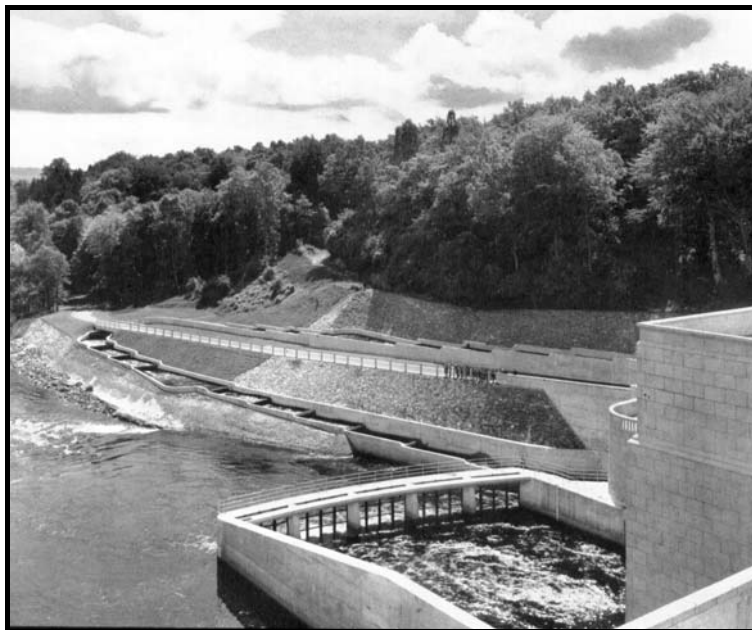
Η μελέτη του χειμάρρου Ίναχου έδειξε ότι για την αειφορική παρουσία της ιχθυοπανίδας στην περιοχή θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποια κατάλληλα διαχειριστικά μέτρα έτσι ώστε να επιλυθούν τα προβλήματα και οι δυσκολίες που τυχόν αντιμετωπίζει.

Το πρώτο σημείο στο οποίο θα πρέπει να σταθούμε είναι η μείωση της υδατοπαροχής της δύσκολης ξηροθερμικής περιόδου. Εδώ πρέπει να αναφερθεί και το γεγονός ότι το φράγμα - ποδιά τύπου Τυρόλου που έχει κατασκευασθεί πιο κάτω από τη συμβολή με σκοπό την υδρομάστευση της παροχής και την αποστολή της για αρδευτικούς σκοπούς (ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες), μειώνει σε πολύ μεγάλο ποσοστό την προς τα κατάντη παροχή ως το σημείο συμβολής με το Σπερχειό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ασυνέχειας όσον αφορά τη ροή του νερού και τον εγκλωβισμό των ψαριών σε μικρές υδατοσυλλογές στις οποίες πολλές φορές δημιουργούνται ασύμφορες γι' αυτά συνθήκες (αύξηση της θερμοκρασίας, μείωση του οξυγόνου, αύξηση της αρπακτικότητας κ.ά.). Γι' αυτό το λόγο προτείνεται σε ορισμένες θέσεις του χειμάρρου να κατασκευασθούν μικρά φράγματα τα οποία θα λειτουργούν ως ταμιευτήρες νερού το οποίο θα παροχετεύεται προς τα κατάντη όταν η υδατοπαροχή πέφτει κάτω από ορισμένα ανεκτά για την ιχθυοπανίδα όρια.

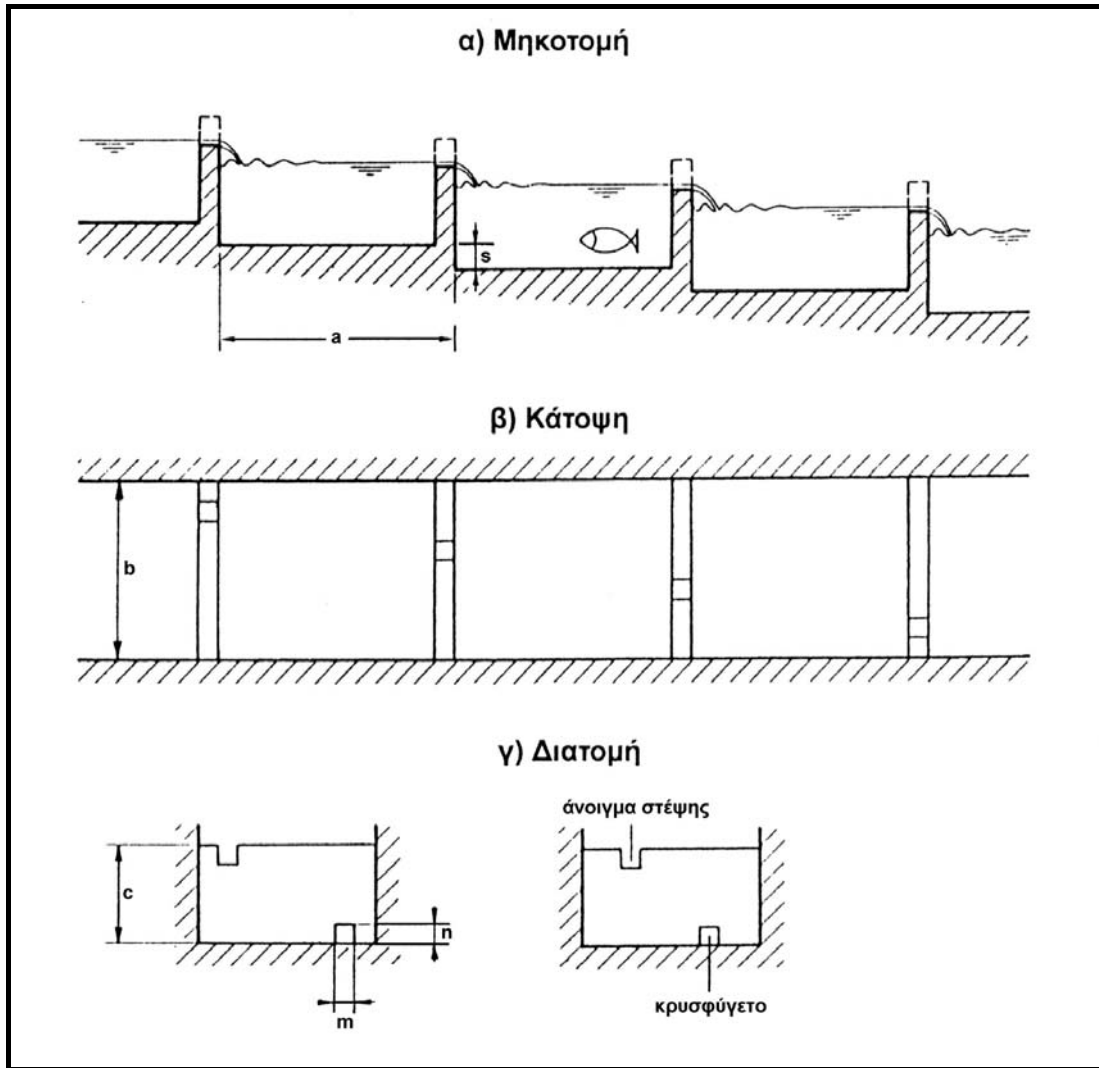
Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα το οποίο χρήζει επίλυσης είναι η δυνατότητα μετάβασης του ιχθυοπληθυσμού πάνω από το ήδη υπάρχων φράγμα. Τα χαμηλά δασικά φράγματα εμποδίζουν την ανοδική πορεία των

ιχθύων λόγω του σημαντικού φραγματικού ύψους και της μεγάλης ταχύτητας ροής του νερού. Για τη λύση αυτού του προβλήματος προτείνεται η κατασκευή ειδικών διατάξεων, όπως διαβάσεις, υδροφράκτες, ανελκυστήρες ιχθύων κ.λπ. Οι διαβάσεις με μορφή λεκανών που συχνά χαρακτηρίζονται και ως κλίμακες ιχθύων ή κασκάδες, αποτελούνται από μία σειρά μικρολεκανών (Εικ. 5.1, Σχ. 5.1), οι οποίες διαχωρίζονται μεταξύ τους με ενδιάμεσους τοίχους και οπές, που επιτρέπουν τόσο τη διαρροή του νερού, όσο και τη διέλευση (ανύψωση) των ιχθύων. Οι διαστάσεις τους καθορίζονται γενικά με βάση το είδος και το μέγεθος των μικρότερων ιχθύων. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής διαστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορα υδροηλεκτρικά έργα (Κωτούλας 2001):

- Μήκος λεκάνης: $a = 1,80 \text{ m}$
- Πλάτος λεκάνης: $b = 1,80 \text{ m}$
- Βάθος λεκάνης: $c = 1,25 \text{ m}$
- Ύψος βαθμίδωσης: $s = 0,16 \text{ m}$
- Πλάτος οπής: $m = 0,30 \text{ m}$
- Ύψος οπής: $n = 0,40 \text{ m}$
- Μέση κλίση: $J = 8,9\%$



Εικόνα 5.1: Χαρακτηρική άποψη κασκάδας σε φράγμα για τη διέλευση των ιχθύων (Mills 1971).



Σχήμα 5.1. Διαβάσεις ιχθύων με μορφή λεκανών για την ανοδική κίνηση των ιχθύων: μηκοτομή (άνω), κάτοψη (μέσο), διατομή (κάτω).

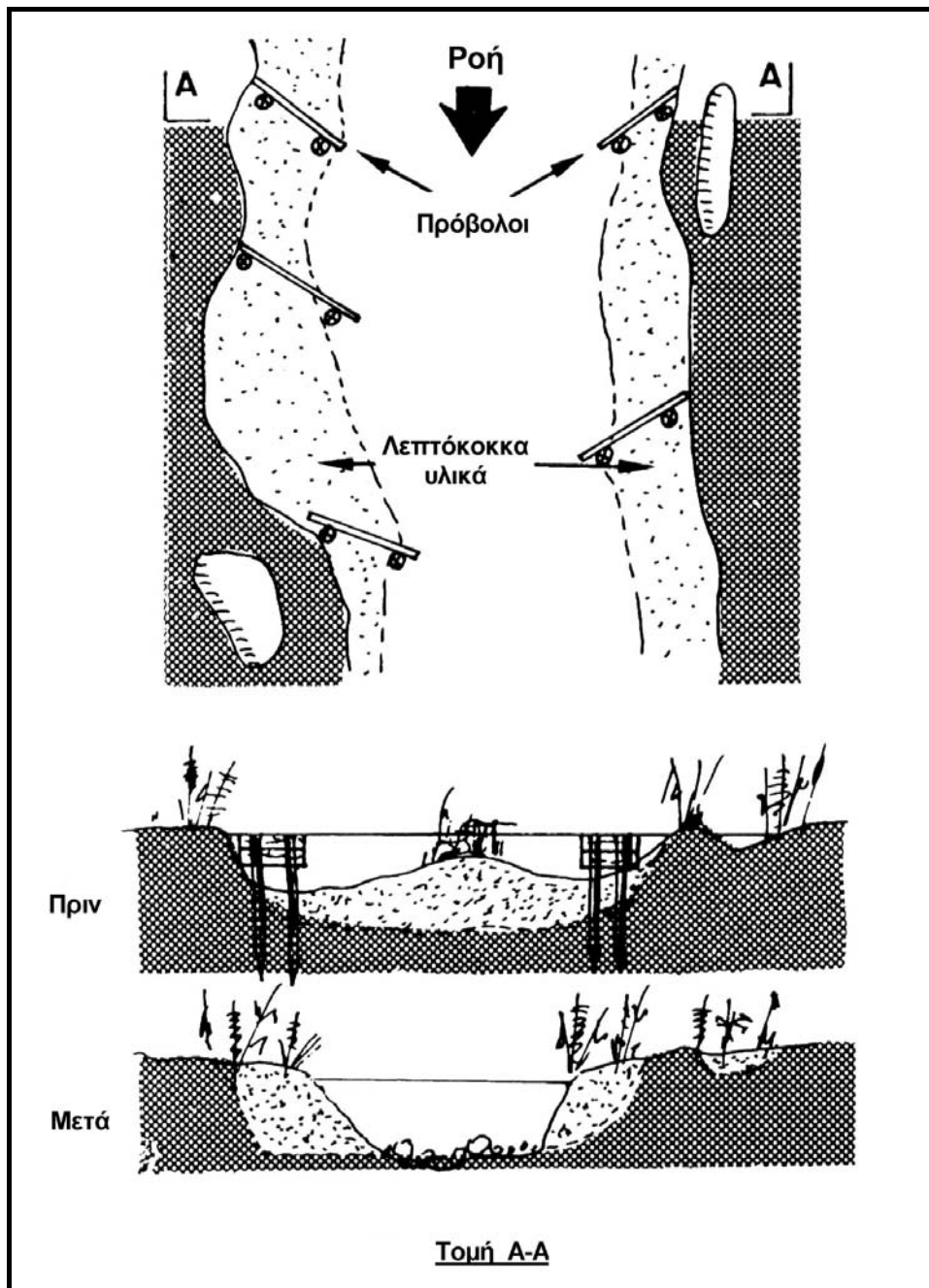
Τέτοιες διαβάσεις λειτουργούν περισσότερο ικανοποιητικά για τα μεταναστευτικά είδη ψαριών όπως είναι η πέστροφα (γένη *Salmo* και *Oncorhynchus*), τα οποία βρίσκουν ευκολότερα την είσοδο προς τη διάβαση και μπορούν να κινούνται αντίθετα προς την κατεύθυνση ροής του νερού με μεγαλύτερη ευκολία.

Εκτός από τα προβλήματα που αναφέρονται παραπάνω και για τα οποία προτάθηκαν κάποιες λύσεις, πρέπει να ληφθούν υπόψη και κάποια διαχειριστικά μέτρα για την βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ψαριών.

Ένα τέτοιο διαχειριστικό μέτρο είναι η αυξομείωση της ταχύτητας ροής. Για την αυξομείωση της ταχύτητας ροής προτείνεται η κατασκευή προβόλων και χαμηλών ουδών όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο.

Η κατασκευή των προβόλων έχει σαν σκοπό να αυξήσει την ταχύτητα ροής έτσι ώστε να δημιουργηθεί χειμαρρώδης ροή, με σκοπό αφενός να παρασύρει τα λεπτόκοκκα υλικά του πυθμένα αφετέρου να μειώσει το χρόνο έκθεσης του νερού στην ηλιακή ακτινοβολία και έτσι να διατηρηθούν οι θερμοκρασίες του στα επιθυμητά επίπεδα. Συνήθως οι πρόβολοι τοποθετούνται υπό γωνία 45° σε σχέση με την κατεύθυνση ροής του νερού, και μήκος ίσο με το $1/3$ του πλάτους του ρέματος, με μικρή υπερεξοχή (5-10 cm) πάνω από την επιφάνεια του νερού (Σχ. 5.2). Αποτέλεσμα είναι ν' αλλάζει η πορεία της ροής και έτσι να αυξάνεται η ταχύτητά της, λόγω περιορισμού του πλάτους της κοίτης στα επιθυμητά σημεία. Με τον τρόπο αυτό υποβοηθείται η απομάκρυνση των λεπτόκοκκων υλικών του πυθμένα από τις θέσεις που βρίσκονται μπροστά από την κορυφή του προβόλου. Έτσι, διαβρώνεται ο πυθμένας με τη δημιουργία μιας βαθιάς λεκάνης με νηματική ροή και κάτω από το σημείο αυτό μια περιοχή με χειμαρρώδη ροή. Ο περιορισμός της απόθεσης φερτών υλικών στον πυθμένα των θέσεων αυτών, έχει μεγάλη επίδραση τόσο για τα ψάρια όσο και για τα ασπόνδυλα που αποτελούν την τροφή τους. Τα διάφορα είδη σαλμονειδών (πέστροφα, σολομός κ.λπ.) αποθέτουν τα αυγά τους σε κοιλότητες που σχηματίζουν τα ίδια και μετά τα σκεπάζουν με χονδρόκοκκα υλικά του πυθμένα. Γι' αυτό η οξυγόνωσή τους είναι απαραίτητη για την επιτυχή εκκόλαψη. Έτσι είναι ευνόητο ότι η παρουσία άμμου και ιλύος, επιδρούν δυσμενώς τόσο στην αναπνοή των εμβρύων όσο και στην απομάκρυνση των αποβλήτων μεταβολισμού τα οποία παράγονται από αυτά. Για την κατασκευή των προβόλων χρησιμοποιείται ένα ευρύ φάσμα υλικών, όπως πέτρες, χώμα, ξύλο, συρμάτινα κιβώτια κ.λπ. Για τη μείωση του κόστους προτείνεται η χρησιμοποίηση υλικών που υπάρχουν στην περιοχή του χειμάρρου (Needham 1969: Mills 1971: Arrignon 1999: Νεοφύτου 1997).

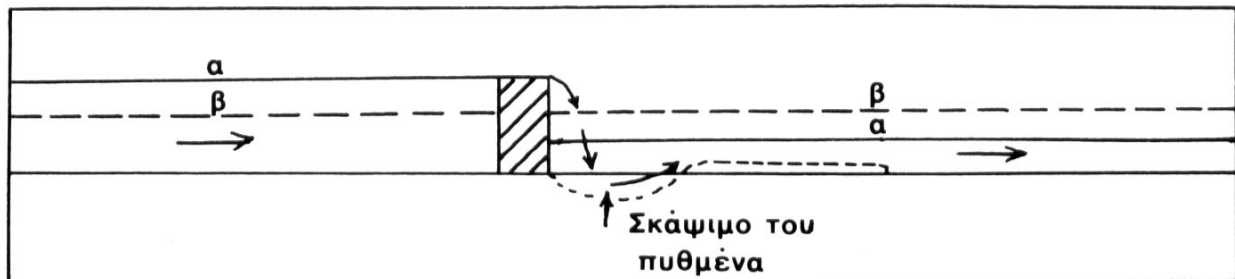
Η χρησιμοποίηση των ουδών είναι μια άλλη μέθοδος αυξομείωσης της ταχύτητας ροής του νερού η οποία προτείνεται για το μελετούμενο χείμαρρο σε περιοχές όπου η κλίση της κοίτης είναι πολύ μεγάλη (ανατολικός κλάδος).



Σχήμα 5.2: Επίδραση των προβόλων πάνω στην ταχύτητα ροής του νερού και στη μορφολογία του πυθμένα.

Οι κυριότερες επιδράσεις των ουδών στους χώρους διαβίωσης των ψαριών είναι οι αλλαγές στη μορφολογία, υδρολογία και ποιότητα του νερού. Με την εγκατάστασή τους επέρχεται αύξηση της στάθμης του νερού στ' ανάντη τους

και μείωσή της στα κατάντη (Σχ. 5.3). Αποτέλεσμα, αφενός να δημιουργούνται καλύτερες συνθήκες κάλυψης και καταφυγίων των ψαριών λόγω βάθους,



Σχήμα 5.3: Επίδραση των ουδών πάνω στην ταχύτητα ροής και στη μορφολογία του πυθμένα (β. επιφάνεια του νερού πριν την εγκατάσταση, α. επιφάνεια του νερού μετά την εγκατάσταση).

αφετέρου να παρασύρονται τα λεπτόκοκκα υλικά και να ξεπλένεται ο πυθμένας. Μια άλλη επίδραση των ουδών είναι η δημιουργία εναλλασσόμενων συνθηκών ροής. Οι θέσεις με νηματική ροή δημιουργούν ένα ευνοϊκό κλίμα διαβίωσης των ζωικών οργανισμών, διότι αυξάνεται το βάθος και μειώνεται η ταχύτητα ροής. Αποτέλεσμα, η ενέργεια που καταναλίσκουν τα ψάρια ελαχιστοποιείται και έτσι πετυχαίνονται καλύτερες αυξήσεις. Τα τεχνητά αυτά κατασκευάσματα πρέπει πάντοτε να τοποθετούνται σε μια απόσταση μεταξύ τους ίση με 5-7 φορές το μέσο πλάτος του τρεχούμενου υδάτινου όγκου. Το ύψος τους πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μην παρεμποδίζεται η μετακίνηση των μεταναστευτικών ψαριών.

Τέλος, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποια διαχειριστικά μέτρα για τη βελτίωση των θέσεων αναπαραγωγής όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο. Πολλά είδη ψαριών (π.χ. Salmonidae), όπως προαναφέρθηκε, αποθέτουν τα αυγά τους σε κοιλότητες που σχηματίζουν στο υπόστρωμα της κοίτης ή άλλα (όπως ορισμένα είδη κυπρινοειδών) τα αποθέτουν πάνω στις πέτρες του πυθμένα, με αποτέλεσμα η αναπαραγωγή τους να γίνεται μόνο όταν είναι κατάλληλο το υπόστρωμα, το βάθος του νερού, η θερμοκρασία του και η ταχύτητα ροής.

Για την βελτίωση των θέσεων αναπαραγωγής προτείνεται η μεταφορά χονδροκόκκων υλικών έτσι ώστε να βελτιωθεί το υπόστρωμα και να είναι δυνατή η απόθεση των αυγών. Επίσης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρόβολοι και ουδοί. Τέλος, προτείνεται το κόψιμο κλάδων από δέντρα ή θάμνους που βρίσκονται κατά μήκος των οχθών της περιοχής και η τοποθέτησή τους μέσα στο νερό έτσι ώστε να υποβοηθηθεί η ωοτοκία των κυπρινοειδών του χειμάρρου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arawomo, G.A.O. (1981)** The food of juvenile trout, Salmo trutta L., in Loch Leven, Kinross, Scotland. *Hydrobiology*, 79: 105-112.
- Arrignon, J. (1999)** Management of Freshwater Fisheries. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 582 pp.
- Bravo, R., Soriguer, M.C., Villar, N. and Hernando, J.A. (2001)** The dynamics of fish populations in the Palancar stream, a small tributary of the river Guadalquivir, Spain. *Acta Oecologica*, 22: 9-20.
- Chow, V.T. (1964)** Handbook of Hydrology. New York.
- Davis, C.J. (1973)** Statistics and Data Analysis in Geology. New York. 550 pp.
- Descamps, H. (1971)** La vie dans les cours d' eau. P.U.F. Paris.
- Horton, R. (1932)** Drainage Basins Characteristics. Transactions, AGU, pp 350-361.
- Huet, M. (1962)** Influence du courant sur la distribution des poisons dans les eaux courantes. *Schweiz. Z. Hydrol.* 24: 413-32, 322, 324, 327, 383.
- Hynes, H.B.N. (1979)** The ecology of running waters. Liverpool, Liverpool University Press, 555 pp.
- Kalleberg, H. (1958)** Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *S. trutta* L.). *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 39: 55-98. 305, 310-11, 313, 327.
- Keenleyside, M.H.A. (1962)** Skin – diving observations of Atlantic salmon and brook trout in the Miramichi River, New Brunswick. *J. Fish. Res. Bd Can.* 16: 625-34, 305, 309, 327, 364.
- Κωτούλας, Δ. (1979)** Συμβολή στη μελέτη του γενικού μηχανισμού δράσεως ενός χειμαρρικού δυναμικού, Επετ. για τα 50 χρόνια της Δασολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Κωτούλας, Δ. (1996)** Μαθήματα Υδρολογίας και Υδραυλικής. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 457 σελ.

- Κωτούλας, Δ. (2001)** Ορεινή Υδρονομική. Μέρος Ι. Τα ρέοντα ύδατα. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 681 σελ.
- Κωτούλας, Δ. (2001)** Ορεινή Υδρονομική. Μέρος ΙΙ. Τα ρέοντα ύδατα. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 863 σελ.
- Μαργαρόπουλος, Π. (1963)** Η υδατική διάβρωση και το χειμαρρικό φαινόμενο. Αθήνα.
- Margaropoulos, P. (1964)** Rapport sur la classification des bassins torrentiels. FAO/EFC/TORR/64/2.
- Mills, D. (1971)** Salmon and Trout. A Resource, its Ecology, Conservation and Management. St. Martin's Press. New York, 351 pp.
- Μουλόπουλος, Χ. (1968)** Ορεινή Υδρονομική. Θεσσαλονίκη.
- Μουντράκης Μ.Δ. (1985)** Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press. Θεσσαλονίκη, 207 σελ.
- Μπαλαφούτης, Χ. (1992)** Μαθήματα Υδρομετεωρολογίας. Θεσσαλονίκη.
- Murphy, J., Wallace, D. and Lane, L. (1977)** Geomorphic Parameters Predict Hydrographic Characteristics in the Southwest. Water Res. But. Am. Water Res. Ass. Vol. 13(1), pp 25-38.
- Needham, P.R. (1969)** Trout Streams. Conditions that Determine Their Productivity and Suggestions for Stream and Lake Management. New York, 241 pp.
- Neophitou, C. (1983)** The biology of brown trout (*Salmo trutta m. fario* L.) in Greece and Britain. Ph. D. Thesis, University of Liverpool, 464 pp.
- Neophitou, C. (1987)** A study of some autoecological parameters of southern barbell (*Barbus meridionalis* R.) in the Rentina Stream. J. Appl. Ichthyol., Vol. 3: 24-29.
- Νεοφύτου, Χ.Ν. (1997)** Ιχθυολογία. University Studio Press. Θεσσαλονίκη, 290 σελ.
- Ντάφης, Σ. (1986)** Δασική Οικολογία. Θεσσαλονίκη.
- Νταουλάς, Χ., Οικονόμου, Ν.Α., Ψαρράς, Θ., Στουμπούδη, Μ., Μπαρμπιέρι, Ρ. & Μπερταχάς, Η. (2001)** Κατανομή, οικολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των ψαριών της λεκάνης απορροής του Σπερχειού. 10⁰ Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων. "Διαχείριση και Αειφορική Ανάπτυξη Υδάτινων και Παρυδάτιων Περιοχών". Χανιά.

- Παπούλιας, Ι. (1973)** Το υδατικό ισοζύγιο εις τινάς ορεινούς σταθμούς της Ελλάδος, επί τη βάσει της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής.
- Παπούλιας, Ι. (1975)** Η υδατοσυγκράτηση δάσους τραχείας πεύκης και η υδρολογική σημασία αυτής (έρευνα σε αναδασώσεις του χειμάρρου Αγίων Αναργύρων Σερρών). Υπ. Γεωργίας. Κ.Δ.Ε.Β.Ε. Δελτ. 64. Θεσσαλονίκη.
- Παπούλιας, Ι. (1976)** Η δασοϋδρολογική επίδραση της τραχείας πεύκης επί της βροχής. Υπ. Γεωργίας. Κ.Δ.Ε.Β.Ε. Δελτ. 82. Θεσσαλονίκη.
- Παυλίδης, Θ. (1997)** “Μέθοδοι χειρισμού λεκανών απορροής και κοιτών για αύξηση των υδατικών διαθέσιμων. Το παράδειγμα του χειμάρρου Μορνιώτικο ρέμα”. Διεθνές Συνέδριο “Νερό – Αδιέξοδο;”. Θεσσαλονίκη, Ν. Αυτοδιοίκηση.
- Stuart, T.A. (1953α)** Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (*Salmo trutta* L.). Freshwat. Salm. Fish. Res. 5, 39 pp. 302, 310, 327, 348, 358, 363.
- Sciemenz, F. and Schonfelder, R. (1927)** Fischfang mit Elektrizitat. Z. Fisch., 25: 161-187.
- Τσακίρης, Γ. (1995)** Υδατικοί Πόροι. Ι. Τεχνική Υδρολογία. Αθήνα.
- Vibert, R. (1962)** Quelques conséquences du courant d' eau et des champs électriques sur le comportement des poissons. Schweiz. Z. Hydrol. 24: 436-43, 309, 311-12, 327.
- Willers, W.B. (1981)** Trout Biology. An Angler's Guide. The University of Wisconsin Press. 206 pp.
- Wilson, E. (1977)** Υδρολογία (Μετάφραση). Αθήνα.
- Υδρονομική Ε.Ε. (1987)** Προμελέτη και οριστική μελέτη αρδευτικού δικτύου Βίστριζας. Υπουργείο Γεωργίας, ΙΙΙ Περιφερειακή Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων, Αθήνα.
- Φλόκας Α.Α. (1992)** Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη, 465 σελ.