



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Στοιχεία Διαχείρισης Υδατορρευμάτων με Εφαρμογή στο Χείμαρρο
2Χ του Δήμου Φαρσάλων, νομού Λαρίσης**

Ντούλα Γεωργία

Επιβλέπων καθηγητής Νικόλαος Θ. Φουρνιώτης, Επίκουρος Καθηγητής,
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

ΠΑΤΡΑ 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Πτυχιακή «**Στοιχεία Διαχείρισης Υδατορρευμάτων με Εφαρμογή στο Χειμάρρο 2Χ του Δήμου Φαρσάλων, νομού Λαρίσης**» υλοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Η ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας δεν θα μπορούσε να γίνει χωρίς την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη του καθηγητή μου, Νικόλαου Θ. Φουρνιώτη , Επίκουρου Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω προσωπικά για την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου προσέφερε.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Διευθυντή Τεχνικών Υπηρεσιών του Δήμου Φαρσάλων κ. Αναστάσιο Λιαπή για την βοήθεια του όσον αφορά την συλλογή δεδομένων του Χειμάρρου όπως επίσης και τις συμβουλές του.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Ελένη Αλεξίου (Πολιτικό Μηχανικό – ΑΠΘ) για την διάθεση βροχομετρικών δεδομένων.

Ως φοιτήτρια του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γνωστό το πρόβλημα της αντιπλημμυρικής προστασίας της χώρας μας καθώς τα τελευταία κυρίως χρόνια προκαλούνται έντονες πλημμύρες στις πεδινές περιοχές, διαβρώσεις στις ορεινές κοίτες και μεταφορά φερτών υλικών προς τα κατάντη λόγω των ακραίων καιρικών φαινομένων που έχουν παρατηρηθεί.

Ο άνθρωπος ευθύνεται κυρίως για τα μεγάλα προβλήματα που παρατηρούνται από τις πλημμύρες, και αφορούν στις επεμβάσεις που κατά καιρούς κάνει στις φυσικές κοίτες των ρεμάτων. Πιο συγκεκριμένα, τα μπαζώματα, την εναπόθεση σκουπιδιών, τις παράνομες καταλήψεις τμήματος κοίτης, που προκαλούν την μείωση ή και την κατάργηση της κοίτης των ρεμάτων, τις επικαλύψεις με κλειστούς αγωγούς ανεπαρκούς διατομής κ.α.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, οι ανεξέλεγκτες αμμοληψίες που γίνονται στα πεδινά τμήματα της κοίτης των ρεμάτων δημιουργούν προβλήματα στην κοίτη και κυρίως στην ασφάλεια των τεχνικών έργων που προϋπάρχουν όπως γέφυρες φράγματα κ.α.

Υπάρχουν επιπλέον αυθαίρετες και ανεξέλεγκτες επεμβάσεις, που έχουν γίνει με την ένταξη νέων περιοχών στο Σχέδιο Πόλεως, πιο συγκεκριμένα η ένταξη των περιοχών γινόταν χωρίς καθορισμό των οριογραμμών των ρεμάτων, με αποτέλεσμα πολλές φορές ρέματα να έχουν ακυρωθεί και να δημιουργούνται οικοδομικά τετράγωνα εκεί όπου υπήρχαν ρέματα.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει αντικείμενο την διαχείριση, και όχι μόνο, του Χειμάρρου (2Χ) στην Περιοχή της Λάρισας συγκεκριμένα στο Δήμο Φαρσάλων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγικές έννοιες στη διαχείριση υδάτων	6
1.1: Ο Υδρολογικός κύκλος και το περιβάλλον.....	6
1.2: Κατηγορίες Υδατορρευμάτων.....	7
1.3: Η Επιστήμη της Υδρολογίας	8
1.4:Υδρογραφικό δίκτυο	9
1.5: Τεχνική Διαχείριση Υδατορρευμάτων	11
1.5.1: Υδρολογική μελέτη.....	12
1.5.2: Συλλογή Υδρολογικών δεδομένων	12
1.5.3: Τα μέρη και λειτουργία του βροχομέτρου	14
1.5.4: Τεχνικές προδιαγραφές εκπόνησης υδρολογικών μελετών	15
1.6: Ρέματα και αστικά κέντρα.....	17
1.6.1: Κακοδιαχείριση Υδατορρευμάτων	17
1.6.2: Προβλήματα από Υδατορρέυματα	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τεχνική Διαχείριση Υδατορρευμάτων.....	20
2.1: Πλημμυρικά φαινόμενα και προστασία ρεμάτων.....	20
2.1.1: Πλημμυρική απορροή και το φαινόμενο της πλημύρας.....	20
2.1.2: Χαρακτηριστικά και μορφολογία υδρογραφήματος μίας πλημμυρικής απορροής	21
2.2: Μέθοδοι διοδεύσεως	23
2.3: Τεχνικός κανονισμός για τον αντιπλημμυρικό σχεδιασμό	24
2.4: Επιπλέον παράγοντες για την διευθέτηση των ρεμάτων.....	25
2.5: Υπολογισμός εξάτμισης κατά Penman.....	26
$E = \Delta * R + E_a * \gamma \Delta + \gamma$	27
2.6: Επεξεργασία βροχομετρικών δεδομένων.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Παρουσίαση στοιχείων που ελήφθησαν για τη διαχείριση του χειμάρρου 2Χ	29
3.1: Υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	29
3.2: Οι Ποταμοί της Θεσσαλίας	30
3.3: Κλίμα της Θεσσαλίας	31
3.4: Η μορφολογία της πόλης των Φαρσάλων	32
3.5: Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων.....	32
3.5.1: Μετεωρολογικά δεδομένα	32

3.5.2: Αποτίμηση των μετεωρολογικών στοιχείων για τη σύνταξη της Μελέτης .	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη των χαρακτηριστικών του χειμάρρου 2Χ	39
4.1: Ο χειμάρρος “2Χ”	39
4.1.1: Τα χαρακτηριστικά τεχνικής διαμόρφωσης του χειμάρρου 2Χ	39
4.1.2: Οι αλλαγές που έχουν προκύψει στο χείμαρρο 2Χ	41
4.2: Αναλυτική περιγραφή και λειτουργία των στοιχείων του τεχνικού έργου	42
4.2.1: Αποτύπωση και περιγραφή των διατομών του χειμάρρου 2χ	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα- Αποτελέσματα	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγικές έννοιες στη διαχείριση υδάτων

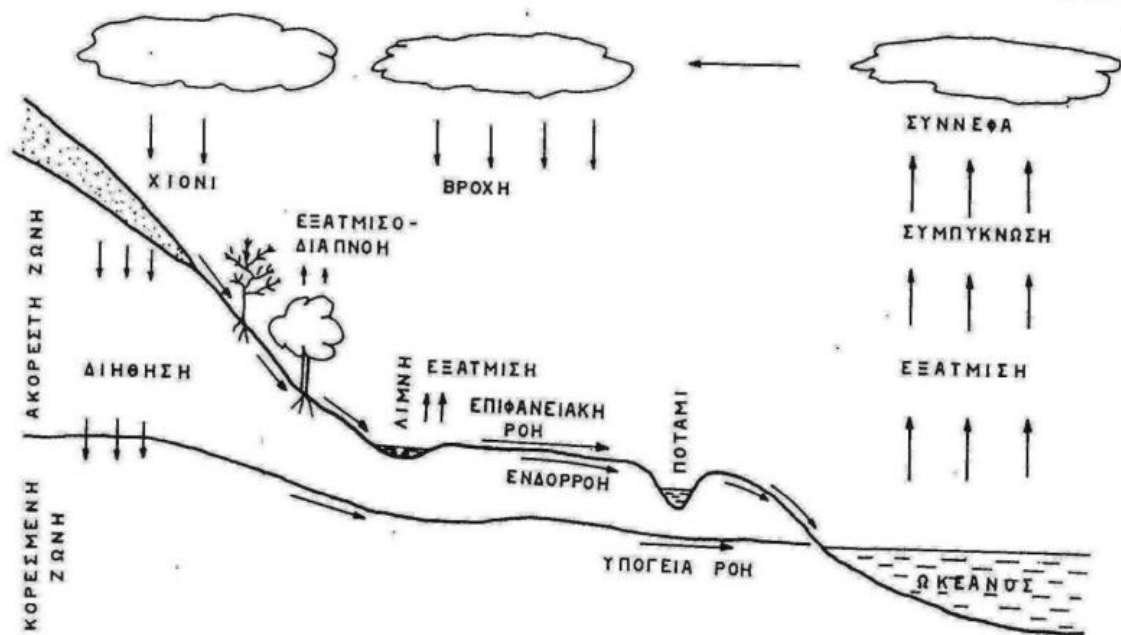
Τα “τρεχούμενα” νερά παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιφάνεια της γης, είναι συλλέκτες των φυσικών νερών που οδεύουν προς μία λίμνη ή στη θάλασσα αλλά ταυτόχρονα είναι και μέσα εκκένωσης της υπερπλήρωσης των λιμνών. Υπάρχουν διάφοροι τύποι τρεχούμενων νερών, η ταχύτητα ροής τους και η μάζα του νερού είναι οι παράγοντες που επιτρέπουν τον διαχωρισμό σε τύπους. Είναι πηγή ανόργανων και οργανικών στοιχείων που έρχονται να εγκλωβιστούν πολλές φορές στα στάσιμα νερά όπως επίσης είναι υποχρεωτική διέξοδος κάθε στοιχείου που εγκαταλείπει τις παραλίμνιες λεκάνες (νερά, πλαγκτόν, κλπ.).(Υπουργείο Περιβάλλοντος, 2010)

1.1: Ο Υδρολογικός κύκλος και το περιβάλλον

Το νερό είναι ένα από τα σπουδαιότερα αγαθά που μας προσφέρει η φύση. Η ποσοτική και ποιοτική πληρότητα συνεργάζεται άμεσα με το οικοσύστημα και τον άνθρωπο. Αν δούμε γύρω μας τις έρημες περιοχές, όπου το νερό δεν υπάρχει πουθενά, είναι επόμενο ότι θα αντιληφθούμε την έντονη ξηρότητα και την έλλειψη ζωής. Αντίθετα αν ρίξουμε μία ματιά στα δάση που έχουμε ως χώρα, ως πλανήτη, που το νερό ρέει άφθονο, θα βεβαιωθούμε ότι οι περιοχές αυτές είναι γεμάτες ζωντάνια.

Το περιβάλλον αποτελείται από ύδατα, είτε είναι υπόγεια είτε είναι επιφανειακά. Όποια μορφή και να έχει το νερό αποτελεί πηγή ζωής για τον άνθρωπο, τα ζώα, τα φυτά. Το πόσιμο νερό είναι πολύτιμο, αφού το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού είναι αλμυρό και δύσκολα επιτυγχάνεται η άμεση χρήση του. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει το 2% υπάρχει σε παγόβουνα και στην υγρασία του εδάφους και της ατμόσφαιρας. Ένα μικρό ποσοστό της τάξης 0,62% είναι το γλυκό νερό που χρησιμεύει στον άνθρωπο και το συναντάμε σε λίμνες, ποτάμια αλλά και σε υπόγεια αποθέματα. (Gleick, P. H., 1996)

Η φύση έχει δημιουργήσει τον κύκλο του νερού, που είναι ένα σύστημα που κρατάει ισορροπία μεταξύ του νερού που υπάρχει στην ατμόσφαιρα αλλά και του νερού που υπάρχει πάνω και μέσα στη γη.



Εικόνα 1.1: Γραφική απεικόνιση υδρολογικού κύκλου (Σακκάς, 2007)

Το νερό της ατμόσφαιρας όπως αποτυπώνεται στην **Εικόνα 1.1**, βρίσκεται συνεχώς σε κίνηση και αφού συμπυκνωθεί πέφτει στη γη με τη μορφή βροχής ή χιονιού. Στη συνέχεια ρέει σε ρεύματα, λίμνες, ωκεανούς ή εισέρχεται στο έδαφος τα λεγόμενα και ως υπόγεια ύδατα. Με τη διαδικασία της εξάτμισης των υδάτων των ωκεανών, των ρευμάτων, των λιμνών αλλά και την εξατμισοδιαπνοή των φυτών, τα μόρια του νερού επιστρέφουν στην ατμόσφαιρα.

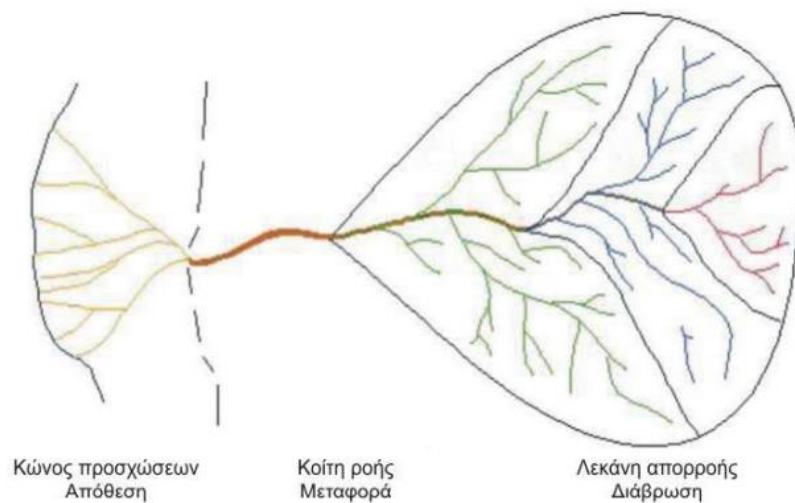
1.2: Κατηγορίες Υδατορρευμάτων

Υδατορρεύματα καλούνται οι φυσικές ή τεχνητές γραμμικές διαμορφώσεις του εδάφους που δέχονται το νερό της βροχής, του χιονιού ή των φυσικών πηγών και είναι υπεύθυνες για την διόδευση τους προς άλλους αποδέκτες που βρίσκονται σε χαμηλότερη στάθμη. Τα φυσικά υδατορρεύματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Τα **εφήμερα ρεύματα** ή γνωστά και ως ρυάκια, τα οποία διασφαλίζουν το νερό τους μόνο όταν βρέχει.
2. Οι **χειμάρροι**. Χείμαρρος καλείται το υδάτινο ρεύμα που τους καλοκαιρινούς μήνες παρατηρείται ξηρασία διότι το επίπεδο του νερού ενδέχεται να πέσει κάτω από το επίπεδο της κοίτης του ρεύματος, έτσι επιφέρεται η ξήρανση του. Αντίθετα τους χειμερινούς μήνες παρατηρείται ταχεία αύξηση της παροχής και αφετέρου η μεταφορά υπό του ύδατος μεγάλης ποσότητας υλικών όπως άμμος ακόμη και ογκόλιθους.

Ο Χείμαρρος χωρίζεται και αυτός σε τρία μέρη

- **Λεκάνη συγκέντρωσης**, όπου προέρχονται τα ύδατα της απορροής.
- **Λαιμός**, όπου δεν γίνεται η διάβρωση των στερεών υλικών. Συνδέει το ορεινό και πεδινό τμήμα της λεκάνης απορροής.
- **Κώνος εναποθέσεως**, όπου συγκεντρώνονται τα μεταφερόμενα στερεά υλικά. Σχηματίζεται στην έξοδο του χείμαρρου από την ορεινή λεκάνη απορροής λόγω της ελάχιστης φυσικής κλίσης του εδάφους. Η ταχύτητα ροής, όπως είναι φυσικό, μειώνεται.



Εικόνα 1.2: Τα μέρη ενός χείμαρρου. (Διαδίκτυο 1)

3. Τρίτη κατηγορία, και τελευταία των υδατορρευμάτων είναι **οι ποταμοί**, όπου στους ποταμούς παρατηρείται η ροή η οποία είναι συνεχής αλλά η ποσότητα του διακυμαίνεται γύρω από μία τιμή.

1.3: Η Επιστήμη της Υδρολογίας

Υδρολογία ονομάζεται η επιστήμη που μελετά την φυσική κίνηση του νερού στη γη. Όπως ορίζει η UNESCO, υδρολογία είναι η επιστήμη που ασχολείται με το νερό στη γη και περιλαμβάνει την εμφάνιση, την κυκλοφορία και την κατανομή του, τις χημικές και φυσικές ιδιότητες και τις αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον, στο οποίο λαμβάνουν χώρα και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. (Σαμαράς, 2007)

Η υδρολογία χωρίζεται σε κλάδους, με πιο περιορισμένο περιεχόμενο. Η διάκριση των κλαδών της υδρολογίας στηρίζεται στον τρόπο και στο στόχο της προσέγγισης του αντικειμένου. Πρώτος κλάδος της Υδρολογίας είναι η Υδρολογική Επιστήμη, που έχει κύριο στόχο την κατανόηση των υδρολογικών διεργασιών, των νόμων που τις καθορίζουν και των μηχανισμών που τις κατευθύνουν. Την Υδρολογική Επιστήμη μπορεί να την συναντήσουμε και ως Φυσική Υδρολογία ή ως Περιβαλλοντική Υδρολογία.

Δεύτερος κλάδος της υδρολογίας είναι η Τεχνική Υδρολογία ή Εφαρμοσμένη Υδρολογία που έχει ως στόχο την ποσοτική εκτίμηση και πρόγνωση των υδρολογικών μεγεθών. Ένας άλλος τρόπος διάκρισης των κλαδών της Υδρολογίας βασίστηκε στον χώρο, στον οποίο εμφανίζονται τα υδρολογικά φαινόμενα. Έτσι, χωρίστηκε σε Επιφανειακή Υδρολογία, που ασχολείται με τα επιφανειακά νερά, και σε Υπόγεια Υδρολογία που ασχολείται με τα υπόγεια νερά.

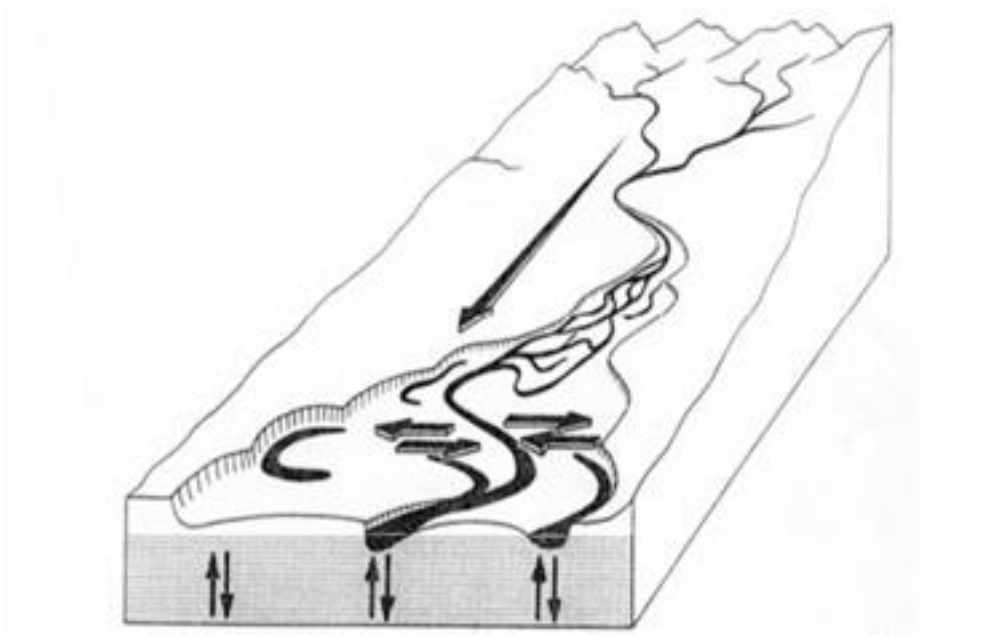
Επιπλέον η υδρολογία χωρίστηκε με βάση το αντικείμενο που εξετάζει κάθε φορά. Έτσι χωρίζεται σε Υδρομετεωρολογία, Υδρογεωλογία, Γεωυδρολογία, Ποταμολογία, Λιμνολογία και Κρυολογία.

Τέλος, με βάση την μεθοδολογία της προσέγγισης των υδρολογικών φαινομένων, διακρίνεται σε Στατιστική Υδρολογία και Στοχαστική ή Επιχειρησιακή Υδρολογία.

Στατιστική λέγεται η μεθοδολογία η οποία χρησιμοποιεί μεθόδους της θεωρίας πιθανοτήτων και στατιστικής για να προβλέψει υδρολογικά μεγέθη. Στοχαστική λέγεται η μεθοδολογία στοχαστικών ανελίξεων προκειμένου να προσομοιώσει μαθηματικά την χρονική εξέλιξη των υδρολογικών παραμέτρων και την συμπεριφορά σύνθετων υδροσυστημάτων.

1.4:Υδρογραφικό δίκτυο

Το σύνολο επιφανειακών ρευμάτων νερού (χειμάρρων, ποταμών κ.α.), που συνδέονται μεταξύ τους με καθορισμένο τρόπο και δημιουργούν τύπους απορροής ονομάζεται **υδρογραφικό δίκτυο**. Ο τρόπος σύνδεσης των υδάτινων ρευμάτων και ο τύπος απορροής, είναι συνδυασμός των νόμων της κίνησης των ρευστών και των γεωλογικών χαρακτηριστικών της περιοχής όπου κυλούν.

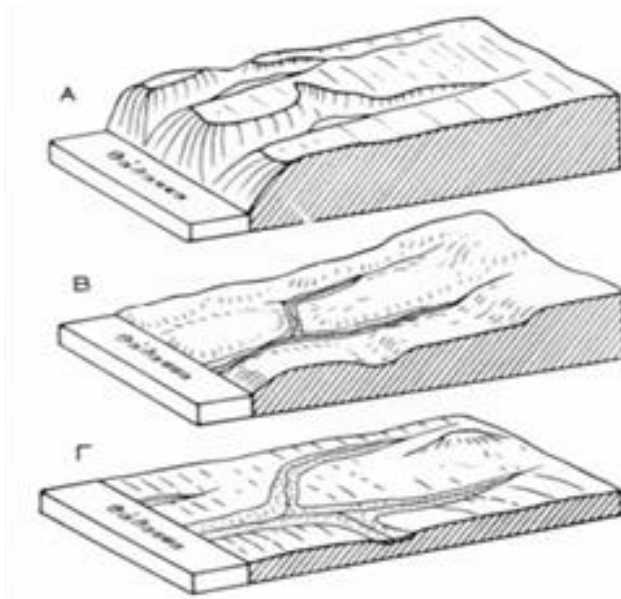


Εικόνα 1.3: Σχηματική αποτύπωση Υδρογραφικού δικτύου. (Μαμαής Δ., 2007)

Το υδρογραφικό δίκτυο διαθέτει μια λεκάνη συλλογής και απομάκρυνσης του νερού, η οποία συνήθως είναι μία επιφάνεια εδάφους που γύρω-γύρω έχει υψώματα.

Η λεκάνη αυτή, είναι η γνωστή λεκάνη απορροής ή λεκάνη αποστράγγισης, όπου σε αυτή η **Γραμμή συγκέντρωσης** των νερών είναι η γραμμή συνάντησης των κατηφορικών επιφανειών του τοπογραφικού ανάγλυφου, όπου εκεί συγκεντρώνονται τα απορρέοντα νερά. Ενώ η **Γραμμή διαχωρισμού** των νερών είναι η γραμμή συνάντησης των ανηφορικών επιφανειών, στην οποία διαχωρίζονται τα νερά που θα καταλήξουν στην μία ή στην άλλη λεκάνη.

Τα ρέοντα ύδατα βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τη λιθόσφαιρα, διαβρώνοντας υλικά. Τα στάδια της επιφανειακής διάβρωσης διακρίνονται σε στάδιο νεότητας, ωριμότητας και γήρατος. Ακολουθεί σχηματική αποτύπωση αυτών.



Εικόνα 1.4: Ρέματα σε στάδιο νεότητας, ωριμότητας και γήρατος. (Μαμαής Δ., 2007)

1.5: Τεχνική Διαχείριση Υδατορρευμάτων

Ένα μέρος των κατακρημνισμάτων που πέφτουν στο έδαφος, κυλούν επιφανειακά προς τα ποτάμια, δημιουργώντας έτσι την επιφανειακή απορροή. Η επιφανειακή απορροή απασχολεί τους επιστήμονες περισσότερο από κάθε άλλη συνιστώσα του υδρολογικού κύκλου, και επειδή δίνει το μεγαλύτερο μέρος των εκμεταλλεύσιμων υδάτινων πόρων, και γιατί δημιουργεί σημαντικούς κινδύνους στην περίπτωση των πλημμυρών.

Η απορροή εξαρτάται από μετεωρολογικούς παράγοντες, από τη γεωλογία και το ανάγλυφο της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα εξαρτάται από κλιματικούς παράγοντες (βροχόπτωση, εξάτμιση, διαπνοή) , από φυσιογραφικούς παράγοντες (γεωμετρικά και φυσικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής, πυκνότητα του δικτύου στράγγισης), από το είδος δηλαδή την κατανομή και την πυκνότητα της βλάστησης της λεκάνης. Όπως συμβαίνει με όλα τα μέρη του υδρολογικού κύκλου, η σχέση μεταξύ των κατακρημνισμάτων και της επιφανειακής απορροής μεταβάλλεται στον χρόνο και το χώρο. Ο μετασχηματισμός της βροχόπτωσης σε απορροή είναι ένα σύνθετο φαινόμενο και είναι ένα από τα κυριότερα αντικείμενα της υδρολογίας. Η αναλυτική προσέγγιση του φαινομένου καταλήγει σε ένα πολύπλοκο σύστημα διαφορικών εξισώσεων, που είναι δύσκολο αν επιλυθούν. (Καραλή, 2000)

Έρχεται λοιπόν η έννοια της σωστής διαχείρισης ρεμάτων, δηλαδή η εφαρμογή μέτρων ,για τον έλεγχο υδάτινων πόρων, που στοχεύει στη κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου για κάθε χρήση. Η χρήση του νερού πρέπει να γίνεται με βάση ένα σωστό προγραμματισμό ώστε να είναι ωφέλιμο για τον άνθρωπο χωρίς όμως να επιβαρύνει το περιβάλλον.

1.5.1: Υδρολογική μελέτη

Ο Μελετητής- Τεχνικός καλείται να εφαρμόσει σε συγκεκριμένα έργα την επιστήμη της Τεχνικής Υδρολογίας καθορίζοντας με βάση τα στοιχεία που διαθέτει, τις βασικές υδρολογικές παραμέτρους σχεδιασμού των έργων και μετά να συντάξει το πρόγραμμα λειτουργίας και διαχείρισης τους.

Οι Υδρολογικές μελέτες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- i. **Υδρολογικές μελέτες έργων ανάπτυξης και αξιοποίησης των υδατικών πόρων.** Τα έργα αυτά στοχεύουν στην αναζήτηση υδατικών αποθεμάτων και στη βέλτιστη χωροχρονική διανομή τους και διακρίνονται σε Έργα αξιοποίησης των άμεσα διαθέσιμων υδατικών πόρων χωρίς σημαντικές επεμβάσεις, σε Έργα ανάπτυξης των ολικά διαθέσιμων υδατικών πόρων, με την κατασκευή μεγάλων υδραυλικών έργων και μετά από σημαντικές επεμβάσεις και σε Έργα μεταφοράς και διανομής νερού.
- ii. **Υδρολογικές μελέτες έργων προστασίας από υδρολογικούς κινδύνους.** Τα έργα αυτά στοχεύουν στην αντιμετώπιση των συνηθισμένων επιπτώσεων από την επιφανειακή απορροή αλλά και στην αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών υδρολογικών φαινομένων (πλημμύρες και ξηρασίες). Διακρίνονται σε Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας αστικών και αγροτικών περιοχών, σε Έργα προστασίας συστημάτων τεχνικών έργων, και σε Έργα προστασίας από ξηρασίες.

Ο σκοπός της υδρολογικής μελέτης εξαρτάται από τη φύση και τη σημασία των έργων της μελέτης και έχει ως σκοπό τη συναγωγή των αναγκών συμπερασμάτων και πληροφοριών για τον υπολογισμό των έργων. (Σαμαράς, 2007)

1.5.2: Συλλογή Υδρολογικών δεδομένων

Οι πρωτογενείς και επεξεργασμένες μετρήσεις του υδρολογικού κύκλου σε μία περιοχή αποτελεί υδρολογική πληροφορία της περιοχής. Οι πληροφορίες αυτές διακρίνονται σε σημειακές και σε επιφανειακές. Οι σημειακές προκύπτουν από μετρήσεις σε πολλά σημεία της περιοχής μελέτης και οι επιφανειακές αναπαριστούν το εύρος της μεταβολής μιας μεταβλητής σε μια επιφάνεια.

Η ύπαρξη υδρολογικών δεδομένων όπως βροχομετρικά στοιχεία παροχής υδατορρευμάτων για μια περιοχή είναι σημαντική για την ανάπτυξη της, αφού τα δεδομένα αυτά χρησιμεύουν στην κατασκευή έργων υποδομής (δίκτυα άρδευσης, φράγματα, έργα διευθέτησης ποταμών) και στην ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων και στην προστασία από τις πλημμύρες.

Στην διάρκεια της μελέτης ενός τεχνικού έργου ανάπτυξης και αξιοποίησης των υδατικών πόρων ή αντιπλημμυρικής προστασίας, είναι σημαντική η γνώση της αξιοποιήσιμης ποσότητας νερού ή του μεγέθους του πλημμυρικού φαινομένου που αναμένεται να εκδηλωθεί. Σε περίπτωση υδρευτικών, αρδευτικών έργων θα πρέπει να είναι γνωστή η χρονική διακύμανση των ποσοτήτων νερού αλλά έντονο ενδιαφέρον προκαλούν τα μέσα μεγέθη των παροχών των ποταμών όσο και τα ακραία, μεγάλα (πλημμύρες) και μικρά (ξηρασίες).

Η υδρολογία εξετάζει συστήματα ιδιαίτερα πολύπλοκα, είναι πρακτικώς αδύνατον να αναπαρασταθεί η εξέλιξη τους με απλούς νόμους της κλασσικής μηχανικής που τα διέπουν (πχ διατήρηση ορμής μάζας και ενέργειας).

Ο μόνος τρόπος αναπαράστασης της τωρινής και μελλοντικής συμπεριφοράς ενός υδρολογικού συστήματος είναι η μελέτη της συμπεριφοράς του στο παρελθόν και αυτό μπορεί να γίνει δυνατό μέσω μετρήσεων σε βάθος χρόνου.

Οι μετρήσεις της παροχής των υδατορρευμάτων αποτελούν την κύρια υδρολογική πληροφορία, είναι σημαντικές παρόλο που είναι σημειακές το αποτέλεσμα τους ολοκληρώνει και αποδίδει συγκεντρωτικά την απορροή σε όλη την ανάντη λεκάνη. Η μέτρηση παροχής ενός ποταμού είναι μία δύσκολη και αρκετά δαπανηρή επιχείρηση, στην χώρα μας η πληροφορία αυτή συνήθως είναι ελλιπής ή και ανύπαρκτη κάποιες φορές. Οι υδρολόγοι καταφεύγουν στη δευτερεύουσα πληροφορία, η οποία είναι οι μετρήσεις των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Η σχέση αιτίου αποτελέσματος μεταξύ κατακρημνισμάτων και απορροών οδηγεί στην χρησιμοποίηση της δευτερεύουσας αυτής πληροφορίας για την βελτίωση της εκτίμησης των παροχών. Έχοντας δεδομένο ότι οι μετρήσεις αυτές μπορούν να γίνουν πιο οικονομικά και πιο εύκολα, στη Ελλάδα υπάρχει ένα πυκνό δίκτυο σημειακών μετρήσεων βροχής με μακρύτερες ιστορικές χρονοσειρές από αυτές της απορροής.

Την τριτεύουσα πληροφορία αποτελούν οι μετρήσεις των υπόλοιπων υδρομετεωρολογικών μεταβλητών (θερμοκρασία, υγρασία του αέρα, ηλιοφάνεια, ταχύτητα, διεύθυνση του ανέμου) που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση ή την απευθείας εκτίμησης της κύριας ή δευτερεύουσας πληροφορίας.

Οι μετρήσεις όμως έχουν και μια ευρύτερη επιστημονική χρησιμότητα, δηλαδή την κατανόηση των φυσικών φαινομένων και των μηχανισμών που τα ρυθμίζουν. Με τον τρόπο αυτό γίνεται υπέρβαση του τοπικού χαρακτήρα των μετρήσεων και κάθε τοπικό δείγμα μετρήσεων αποκτά παγκόσμια σημασία. (Βικιπαίδεια,2024)

Η διακύμανση των υδρολογικών μεταβλητών στο χρόνο προϋποθέτει την παρακολούθηση τους στην περιοχή μελέτης για κάποιο χρονικό διάστημα. Επομένως η υδρολογική πληροφορία καλύπτει μια ορισμένη χρονική περίοδο, με συνεχή καταγραφή της υδρολογικής μεταβλητής που ενδιαφέρει. Η καταγραφή και επεξεργασία δεδομένων πόσο μάλλον βροχομετρικών δεδομένων παρουσιάζει αρκετά προβλήματα. Όλα τα δίκτυα καταγραφής βροχομετρικών παρατηρήσεων παρουσιάζουν προβλήματα μειωμένης αξιοπιστίας των παρατηρήσεων μικρής διάρκειας καταγραφής τους ή ακόμα χειρότερα, απώλειας των ίδιων των παρατηρήσεων, όπου βέβαια υπάρχουν σταθμοί μέτρησης τους.

Στην Ελλάδα είναι συνηθισμένο το γεγονός αυτό και δυσκολεύει το έργο των μελετητών αλλά και των υπευθύνων για τη διαχείριση των υδραυλικών έργων.

Σαν αποτέλεσμα των προβλημάτων αυτών είναι η αστοχία στον σχεδιασμό των υδραυλικών έργων με τις συνεπακόλουθες ζημιές κατά τη λειτουργία τους ή την υπερδιαστασιολόγηση άλλων έργων που αυτό συνεπάγεται την υπολειτουργία τους και την κατάχρηση οικονομικών πόρων για την κατασκευή τους ή την μη κατασκευή των έργων λόγω του τεράστιου κόστους κατασκευής τους.(Γεροβασίλη, 2022)

Στην Ελλάδα πολλοί Οργανισμοί και Υπουργεία έχουν φτιάξει ανεξάρτητα βροχομετρικά δίκτυα για διάφορες χρήσεις. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη **Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων (Υ.Β.Ε.Τ., 1987)** έχουν εγκατασταθεί **1230** συνολικά σταθμοί, από τους οποίους λειτουργούν **1180**, οι οποίοι κατατάσσονται στις ακόλουθες υπηρεσίες ως εξής:

Υπουργείο Γεωργίας 433 σταθμοί

Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε. 349 σταθμοί

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.) 133 σταθμοί

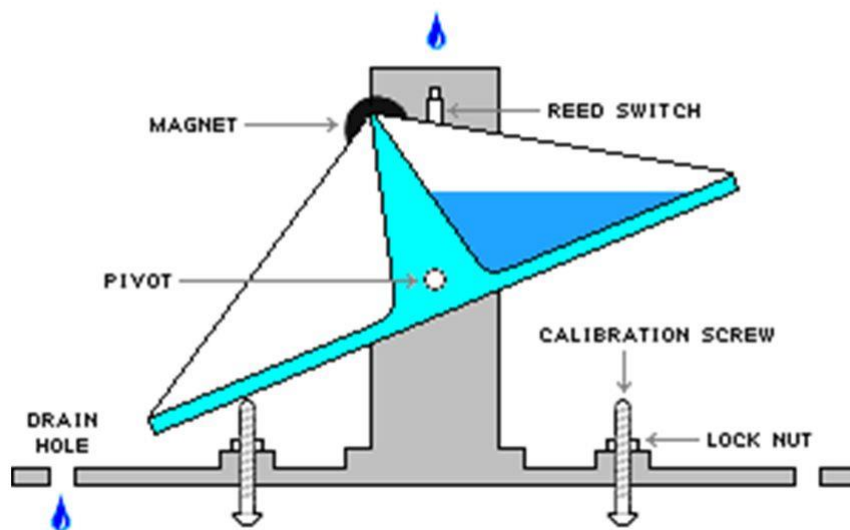
Δ.Ε.Η. 255 σταθμοί

Τέλος ένα από τα κυριότερα μειονεκτήματα που παρουσιάζει το δίκτυο των βροχομετρικών σταθμών στη χώρα μας είναι η ασυντόνιστη εγκατάσταση των διαφόρων σταθμών, αφού σε κάποιες περιοχές υπάρχει συσσώρευση σταθμών που εποπτεύονται από διάφορες υπηρεσίες ενώ άλλες περιοχές είναι σχεδόν ακάλυπτες. Έτσι λοιπόν ενώ η μέση πυκνότητα σταθμών στη χώρα μας είναι 9 σταθμοί/ 1000 km², είναι σχετικά καλή, η κάλυψη ορισμένων περιοχών και κυρίως σε μεγάλα υψόμετρα είναι ανεπαρκέστατη, ενώ η ποιότητα της συλλεγόμενης πληροφορίας τείνει να είναι κακή.

1.5.3: Τα μέρη και λειτουργία του βροχομέτρου

Το βροχόμετρο είναι ένα μετεωρολογικό όργανο που χρησιμοποιείται για την μέτρηση του ύψους της βροχής.

Το δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο αποτελείται από ένα μεταλλικό κωνικό δοχείο που το πάνω μέρος του καταλήγει σε κυλινδρικό δακτύλιο με χείλη τελείως κυκλικά και λεπτά. Το κωνικό δοχείο στο κάτω άκρο του καταλήγει σε κυλινδρικό μεταλλικό σωλήνα που επικοινωνεί με ένα γυάλινο σωλήνα που φέρεται τοποθετημένος παράλληλα προς αυτόν τον μεταλλικό σωλήνα. Η κυκλική επιφάνεια του στομίου είναι δεκαπλάσια του αθροίσματος των επιφανειών των κάθετων τομών του μεταλλικού και του γυάλινου σωλήνα, εξ' ου και ο χαρακτηρισμός του οργάνου «δεκαπλασιαστικό».



Εικόνα 1.5: Τα μέρη ενός βροχόμετρου. (Διαδίκτυο 2)

Συνεπώς το ύψος του νερού από την βροχόπτωση στο γυάλινο σωλήνα είναι δεκαπλάσιο εκείνου που έπεσε πραγματικά στην επιφάνεια της γης κατά την διάρκεια μιας βροχόπτωσης. Κατά μήκος του γυάλινου σωλήνα υφίσταται κλίμακα σε εκατοστά (cm) και χιλιοστά (mm) του μέτρου, τα οποία και αντιστοιχούν στο πραγματικό ύψος της βροχής σε κάποια βροχόπτωση.

Όπως είναι εύκολα αντιληπτό το ίδιο όργανο χρησιμοποιείται και για στερεά υδάτινα κατακρημνίσματα, όπως χιόνι και χαλάζι, και μετράμε το ύψος του νερού στο βροχόμετρο. Τα βροχόμετρα μετρούν μόνο το ύψος της βροχής, αν μας ζητηθούν και άλλα βροχομετρικά στοιχεία, όπως για παράδειγμα διάρκεια, ένταση κλπ, τότε χρησιμοποιούνται οι βροχογράφοι. Ο βροχογράφος κατατάσσεται στα επίγεια μετεωρολογικά όργανα και καταγράφει διάφορα βροχομετρικά στοιχεία επί εβδομαδιαίας βάσης. (Τσαβδάρης, 2020)

1.5.4: Τεχνικές προδιαγραφές εκπόνησης υδρολογικών μελετών

Οι τεχνικές προδιαγραφές μελετών υδραυλικών έργων στην Ελλάδα καθορίζονται στο τμήμα Δ του 696/1974 Π. Δ/τος (ΦΕΚ 301/τ. Α./8.10.1974) και πιο συγκεκριμένα, οι τεχνικές προδιαγραφές εκπονήσεως υδρολογικών μελετών στα άρθρα 177-184. Οι προδιαγραφές αυτές αφορούν στα εγχειοβελτιωτικά έργα (άρθρο 177, παρ. 1), αλλά εφαρμόζονται γενικά με εξειδικεύσεις, συμπληρώσεις και περικοπές και σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση υπό προϋποθέσεις (άρθρο 194).

Για τις πλημμυρικές παροχές, οι προδιαγραφές αυτές αναφέρονται στο άρθρο 186, όπου για την ακρίβεια, ορίζουν ότι οι πλημμυρικές παροχές προσδιορίζονται με

μεθόδους που μπορούν να εφαρμοστούν κατά περίπτωση και αντιστοιχούν τόσο στη φύση όσο και στην σημασία των υπό-μελέτη έργων και τον σκοπό της μελέτης.

Ανάλογα την περίπτωση, εφαρμόζεται μία ή περισσότερες από τις μεθόδους που ακολουθούν :

Εμπειρικές μέθοδοι:

- Μέθοδος καθορισμού της μέγιστης πλημμυρικής παροχής σύμφωνα με τις σημαντικές πλημμύρες, υπολογιζόμενου και του συντελεστή ασφαλείας.
- Μέθοδοι βασιζόμενες στην εφαρμογή διαφόρων εμπειρικών τύπων υπολογισμού της μέγιστης πλημμυρικής παροχής.
- Μέθοδος βασιζόμενη στην κατάρτιση περιβαλλοντικών καμπύλων των πλημμυρικών παροχών, συναρτήσει της επιφάνειας, λεκανών υπό παρόμοιες υδρολογικές συνθήκες.
- Στατιστικές μέθοδοι βασιζόμενες στην στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων παροχής που έχουμε και στάθμης πλημμυρών και την επέκταση του πεδίου εφαρμογής σε περιόδους αναφοράς, μικρότερες της περιόδου των παρατηρήσεων.
- Ορθολογική μέθοδος.
- Μέθοδος χαράξεως ισόχρονων καμπυλών.

Υδρομετεωρολογικές μέθοδοι, πιο συγκεκριμένα:

- Μέθοδος που βασίζεται στην στατιστική επεξεργασία των υφιστάμενων βροχομετρικών παρατηρήσεων.
- Η μέθοδος της μετατοπίσεως τω βροχοπτώσεων χρησιμοποιώντας στοιχεία βροχής λεκανών που βρίσκονται υπό ανάλογες υδρολογικές συνθήκες, σημειώνοντας τις σημαντικότερες βροχοπτώσεις.
- Η μέθοδος του μοναδιαίου υδρογραφήματος.
- Η μέθοδος χαράξεων απ' ευθείας υδρογραφήματων και συνθέσεως αυτών.

Στην διάρκεια εφαρμογής των μεθόδων που αναφέρονται πιο πάνω, πρέπει να παρατίθενται κατά περίπτωση και εφόσον κριθεί αναγκαίο τα παρακάτω στοιχεία και υπολογισμοί:

- Οριζοντιογραφία της λεκάνης απορροής σε κλίμακα 1:50.000 , η υψομετρική καμπύλη, το μέσο υψόμετρο λεκάνης κ.λπ.
- Υπολογισμό της επέκτασης της σχέσεως παροχών προς την περίοδο επαναφοράς για περιόδους που είναι μεγαλύτερες από τις περιόδους παρατηρήσεων.
- Διερεύνηση υπάρξεως ή μη σχέσεως μεταξύ εντάσεων βροχοπτώσεων περιόδου επαναφοράς προς τις παροχές ίδιας περιόδου ή διερεύνηση υπάρξεως ή μη σχέσεως μεταξύ του μέσου ύψους βροχής κατά **Thiessen**, περιόδου επαναφοράς προς τις παροχές της ίδιας περιόδου κ.λπ.
- Συντελεστές απορροής αιχμών πλημμύρας προς την ένταση των βροχοπτώσεων.

- Συντελεστές απορροής όγκων πλημμύρας ως προς το μέσο ύψος βροχής κατά Thiessen.
- Διερεύνηση της δυνατότητας καθορισμού συντελεστών τραχύτητας με βάση τις ήδη υπάρχουσες μετρήσεις.
- Η εξέταση της δυνατότητας εφαρμογής της μεθόδου του Μοναδιαίου Υδρογραφήματος.
- Διερεύνηση της δυνατότητας διορθώσεως των υπολογισμών πλημμυρικών παροχών.
- Οι μέγιστες παροχές πλημμύρας που εν τέλει γίνονται δεκτές .

1.6: Ρέματα και αστικά κέντρα

Αστικό κέντρο είναι η περιοχή που κατά κύριο λόγο ο πληθυσμός της ασχολείται με την παραγωγή υπηρεσιών (τριτογενής τομέας οικονομίας). Εύκολα προκύπτει ότι η χρήση γης αυτών των περιοχών αφορά την ανάπτυξη των εμπορικών δραστηριοτήτων και ελάχιστη ως μηδενική ανάπτυξη των αγροτικών και κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων.

Τα αστικά κέντρα επομένως απαρτίζονται από βιομηχανίες και κατοίκους με έντονη την χρήση των οχημάτων τους. Άρα ως προς το περιβάλλον έχουμε έντονη δημιουργία επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων, λυμάτων, νέφος αιθαλομίχλης (κυρίως στην Αθήνα).

Στο κομμάτι των στερεών αποβλήτων παρατηρείται εξίσου μεγάλη αύξηση λόγω του πληθυσμού στα αστικά κέντρα. Δημιουργούνται σημαντικά υγειονομικά προβλήματα τόσο από μεριάς της δημόσιας υγείας όσο και περιβαλλοντικά.

Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι η μείωση της ποιότητας του νερού που παρατηρείται στους αποδέκτες έχουν ως αρχή αλλά και ως "μεταφορικό μέσο" του ύδατος τα ρεύματα και τα ποτάμια. Καταλήγουμε ότι τα υδατορρέυματα χρειάζονται προστασία, που ένας τρόπος να επιτευχθεί είναι η οριοθέτηση τους.

Η οριοθέτηση των ρεμάτων θα δώσει τη λύση στην ανεξέλεγκτη ροή των υδάτων και θα προσφέρει αντιπλημμυρική και περιβαλλοντική προστασία στην περιοχή των ρεμάτων.

1.6.1: Κακοδιαχείριση Υδατορρεμάτων

Με τη συνεχόμενη αύξηση της αστικοποίησης δίνεται περισσότερη βάση στην έννοια της διαχείρισης των αστικών υδάτινων συστημάτων.

Η αστικοποίηση προκάλεσε έντονα προβλήματα στα υδατορρέυματα. Όπως είναι γνωστό και σύμφωνα με τον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (ΝΟΚ,Ν.4067/2012,ΦΕΚ 79Α/9.4.2012), σε κάθε νέο κτήριο πρέπει να τηρείται η χρήση πρασίνου. Πιο συγκεκριμένα προκήπιο ή πρασιά πρέπει να δημιουργηθεί περιοχή του οικοπέδου

που βρίσκεται μεταξύ της Ρ.Γ.(Ρυμοτομική γραμμή) με την Ο.Γ. (Οικοδομική γραμμή) όπως αυτές ορίζονται από το εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο.

Δυστυχώς πολύ αφήφισαν τον κανονισμό και δημιουργήθηκε έντονη δόμηση με μειωμένους ως ανύπαρκτους χώρους πρασίνου με αποτέλεσμα τα νερά της βροχής (και όχι μόνο) να μην βρίσκουν ελεύθερες επιφάνειες ώστε να απορροφηθούν στο έδαφος αλλά και όταν βρίσκουν ο χρόνος απορροής είναι μεγάλος.

Το φυσικό δίκτυο υδάτων δεν έγινε αποδεκτό από ιδιώτες κυρίως ,που οδήγησαν πολλά ρέματα σε οικοδομικά τετράγωνα. Όσα όμως ρέματα κράτησαν τα χαρακτηριστικά τους με τον καιρό περιορίστηκε η φυσική τους διατομή, γέμισαν μπάζα που δεν ήταν χρήσιμα στον άνθρωπο. Ως επακόλουθο, μετά από σφοδρές βροχοπτώσεις, οι πλημμύρες έντονες έως καταστροφικές.

1.6.2: Προβλήματα από Υδατορέματα

Η Ελλάδα είναι μία χώρα που χαρακτηρίζεται χειμαρρόπληκτη. Ετησίως αρκετά εκατομμύρια κυβικά μέτρα εδάφους αποσπώνται από τις ορεινές και ημιορεινές περιοχές, μεταφέρονται και αποτίθενται στις πεδινές, δημιουργώντας σοβαρές πλημμύρες και καταστροφές. Τα κύρια αίτια που οφείλονται στο σχηματισμό χειμάρρων είναι:

- Το 70% περίπου της Ελληνικής γης αποτελείται από λόφους και όρη ενώ οι πεδινές περιοχές καλύπτουν περίπου το 30%.
- Οι βροχές κυρίως με έντονη ραγδαιότητα που δέχεται η χώρα μας.
- Η Ελλάδα κατέχει μεγάλο γεωλογικό υπόθεμα που συγκροτείται από πετρώματα που ευνοούν τις ολισθήσεις και κατά συνέπεια την παραγωγή φερτών υλικών.
- Η έλλειψη δασών που λειτουργούν ως προστατευτικοί μανδύες του εδάφους.

Στο αίτιο που αξίζει να σταθούμε είναι η έλλειψη φυτοκαλύμματος του εδάφους. Επιπλέον οι συνεχείς και εκτεταμένες εκχερσώσεις για τη δημιουργία αγρών, αλόγιστες υλοτομίες, υπερβόσκηση, είχαν σαν αποτέλεσμα να καταστρέψουν τη δασοκάλυψη των λεκανών απορροής.

Οι χειμάρροι δημιουργούν σοβαρά προβλήματα κάποια από αυτά αναφέρονται παρακάτω:

- Οι Πλημμύρες που δημιουργούνται κυρίως σε πεδινή περιοχή κατά τη διάρκεια ισχυρών βροχοπτώσεων. Το νερό εξέρχεται από την κοίτη, κινείται ανεξέλεγκτα και προκαλούν ζημιές σε αγροτικές εκμεταλλεύσεις, κτίρια, δρόμους, γέφυρες ακόμα και σε ανθρώπινες ζωές.
- Η μείωση αξίας των εδαφών καθώς σε ορεινές περιοχές, σε χώρο των λεκανών απορροής των ρευμάτων, η απορροή του νερού της βροχής προκαλεί διάβρωση των εδαφών με αποτέλεσμα την μείωση της γονιμότητας για αρχή και κατ' επέκταση την πλήρη καταστροφή του εδάφους (εμφάνιση πετρωμάτων).

- Οι χείμαρροι με τις προσχώσεις τους αχρηστεύουν τις τεχνητές λίμνες των φραγμάτων ύδρευση, άρδευσης, μπαζώνουν και καταστρέφουν τα υδραυλικά έργα, προκαλούν σημαντικές ζημιές σε κατοικημένες και καλλιεργήσιμες περιοχές, καταστρέφουν δρόμους, σιδηροδρομικές γραμμές, γέφυρες, προκαλούν ρύπανση σε παραθαλάσσιες πόλεις με αποτέλεσμα το νερό σε μεγάλη έκταση να είναι λασπώδες και ακατάλληλο είτε ως πόσιμο είτε για κολύμπι.
- Η μη χρησιμοποίηση του νερού που ρέει για την ικανοποίηση διαφόρων αναγκών, γεγονός ιδιαίτερα ζημιογόνο σε ξηρές και θερμές χώρες κατά τους θερινούς μήνες κυρίως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τεχνική Διαχείριση Υδατορρεμάτων

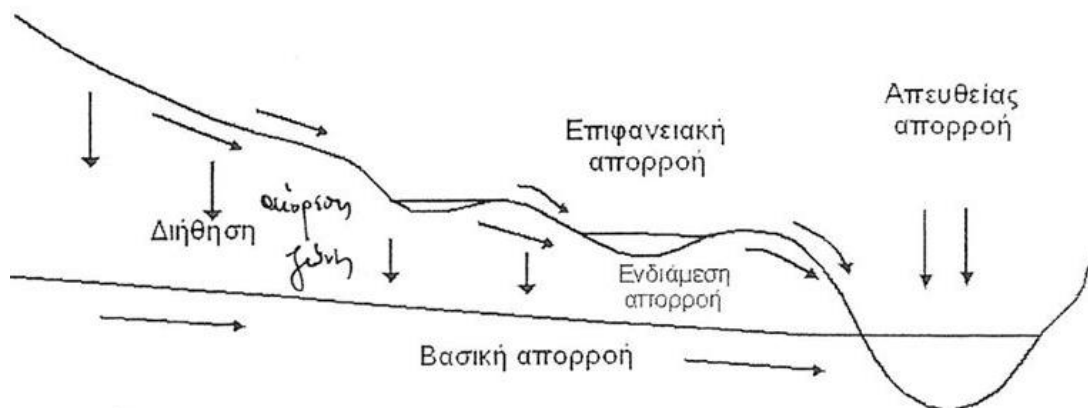
Στο κεφάλαιο αυτό θα μας απασχολήσει ιδιαίτερα η προστασία των ρεμάτων, θα αναλυθεί το φαινόμενο της πλημμύρας και τα χαρακτηριστικά αυτής. Επιπλέον γίνεται η αποτύπωση της λήψης και επεξεργασίας των βροχομετρικών δεδομένων για την αντιπλημμυρική διαχείριση.

2.1: Πλημμυρικά φαινόμενα και προστασία ρεμάτων

Με την έννοια «ακραίες υδρολογικές καταστάσεις» χαρακτηρίζουμε τις ακραίες περιπτώσεις ανεπάρκειας νερού (ξηρασία) ή της υπερβολικής ποσότητας νερού (πλημμύρες). Εκτός από το τεχνικό ενδιαφέρον που παρουσιάζουν, οι έντονες υδρολογικές καταστάσεις έχουν έντονη κοινωνική διάσταση αφού διαταράζουν ακόμη και καταστρέφουν τον καθημερινό-φυσιολογικό ρυθμό ζωής σε μεγάλες περιοχές. Τα ΜΜΕ συχνά παρουσιάζουν τις τοπικές πλημμύρες ως εξαιρετικά καταστροφικές, οι πλημμύρες έχουν ως επίπτωση τη μορφή της κοινής γνώμης κυρίως για δύο λόγους. Πρώτον διότι φαίνεται περίεργο να συμβαίνει στην Ελλάδα που έχει χαρακτηριστεί ως ξηρή χώρα και δεύτερον διότι ενώ ο καθένας πιστεύει ότι η ξηρασία είναι ένα άμεσο και έμμεσο αποτέλεσμα της έλλειψης βροχής, για τις πλημμύρες υποστηρίζεται ότι μπορούν να αντιμετωπιστούν πλήρως με την κατάλληλη τεχνική υποδομή.

2.1.1: Πλημμυρική απορροή και το φαινόμενο της πλημύρας

Η πλημμυρική απορροή είναι το αποτέλεσμα μίας έντονης βροχόπτωσης με εντάσεις, δηλαδή μεγάλες παροχές που μπορεί να διαρκέσουν λίγες ώρες ακόμα και λίγες μέρες. Ένα από τα κυριότερα θέματα της Υδρολογίας είναι η μελέτη των φυσικών απορροών ενός δέκτη ύδατος (π.χ. ενός ρέματος).



Εικόνες 2.1: Σκαρίφημα αποτύπωσης των παραγόντων που διαμορφώνουν την παροχή ενός ρέματος (Διαδίκτυο 3)

Αυτό συμβαίνει αφού οι πλημμυρικές απορροές λόγω των υπερβολικά επιβλαβών επιρροών που έχουν στους οικισμούς, στα διάφορα εν ενεργεία ή και όχι τεχνικά έργα, και κατά συνέπεια σε πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες και στην οικονομική ζωή των περιοχών που περιβάλλουν ένα ποταμό ή ένα ρέμα.

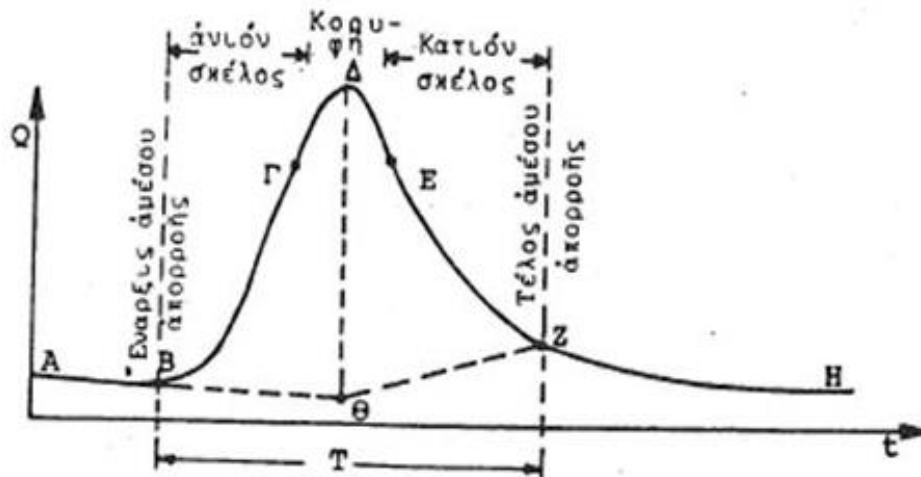
Η πλημμύρα είναι το φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο λόγω της ανεπάρκειας της φυσικής κοίτης ενός υδατορρεύματος να διοχετεύσει μία αυξημένη παροχή ύδατος, δηλαδή να είναι μεγαλύτερη από την παροχή πληρότητας η στάθμη του ρέοντος νερού ανέρχεται ψηλότερα από τις όχθες του ρέματος με αποτέλεσμα την εξάπλωση των υδάτων στις παρακείμενες περιοχές. Με τον όρο «πλημμύρα» αναφερόμαστε γενικά στην ανεξέλεγκτη κατάκλιση μίας περιοχής από μεγάλη ποσότητα νερού, ωστόσο για την υδρολογία η έννοια της πλημμύρας είναι διαφορετική καθώς έχει να κάνει απλά με τη σχετικά μεγαλύτερη παροχή σε ένα υδατόρρευμα.

Ως φυσικό φαινόμενο η πλημμύρα χαρακτηρίζεται δυναμικό, βίαιο κάποιες φορές, εξαιρετικά επικίνδυνο και καταστροφικό που κάνει απρόβλεπτη εμφάνιση και που αφήνει ελάχιστα χρονικά περιθώρια για να αντιδράσει κάποιος και να την αντιμετωπίσει. Στη χώρα μας εμφανίζεται τοπικά με μικρή αλλά κάποιες φορές και μεγαλύτερη διάρκεια. Το κύριο αντικείμενο μελέτης της πλημμύρας είναι το πως θα αποφύγει ακραίες παροχές, να μετατραπούν σε πλημμύρα, σε συνδυασμό με τις αλλαγές που επιφέρει η ανάπτυξη μίας περιοχής στην φυσική της διαμόρφωση της επιφάνειας της περιοχής (τεχνικά έργα, αστικοποίηση).

Τα αίτια που μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρα δεν είναι μόνο η υπερβολική αύξηση της επιφανειακής απορροής που από μόνη της οδηγεί σε πλημμύρα αλλά η απώλεια ελέγχου της απορροής αυτής. Ως φυσικά αίτια χαρακτηρίζονται τα μετεωρολογικά φαινόμενα όπως η καταιγίδα, η τήξη του χιονιού από αύξηση της θερμοκρασίας ή από βροχή, γεωλογικά φαινόμενα όπως κατολισθήσεις, διατάραξη της φυσικής απορροής στα κατάντη όπως απόφραξη φυσικού υδατορρεύματος από κορμούς δέντρων που παρασύρθηκαν.

2.1.2: Χαρακτηριστικά και μορφολογία υδρογραφήματος μίας πλημμυρικής απορροής

Το υδρογράφημα αφορά την γραφική παράσταση της απορροής που χρησιμοποιείται για τη σχέση απορροής-χρόνου κατά τη διάρκεια ενός πλημμυρικού γεγονότος και αποτελεί μία ολοκληρωμένη έκφραση των κλιματικών παραγόντων, οι οποίοι ορίζουν την σχέση βροχοπτώσεως και απορροής σε οποιαδήποτε λεκάνη απορροής.



Εικόνα 2.2: Αποτύπωση των μερών ενός υδρογραφήματος (Διαδίκτυο 4)

Η μορφολογία ενός τυπικού υδρογραφήματος μίας πλημμυρικής απορροής καταγράφεται από μία μεμονωμένη συνεχή σε συγκεκριμένο χρόνο βροχόπτωση και αποτελείται από τρία τμήματα, όπως διακρίνονται και στο διάγραμμα της **Εικόνας 2.2**, το **ανιόν σκέλος**, την **περιοχή της κορυφής** και το **κατιόν σκέλος**.

Πιο συγκεκριμένα το μέρος του διαγράμματος του ανιόντος σκέλους δεν διαμορφώνεται μόνο με βάση τα χαρακτηριστικά της βροχής η διάρκεια, η ένταση, η κατανομή στο χώρο και στο χρόνο, κ.α., αλλά και από τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής όπως είναι οι αρχικές συνθήκες της υγρασίας, του εδάφους, γεωμετρία της λεκάνης. Το **σημείο E** που αλλάζει η μορφή της καμπύλης, στο κατιόν σκέλος, παίρνεται ως το τέλος της επιφανειακής εισροής στο σύστημα των ρεμμάτων της λεκάνης απορροής. Πέρα από το E παριστάνει απορροή που υπάρχει από τα μόνιμα ύδατα της λεκάνης. Η κατιόν μεριά του σκέλους δεν επηρεάζεται από τη βροχή (τα χαρακτηριστικά της) που προκαλεί απορροή ενώ η κορυφή του υδρογραφήματος είναι το τμήμα όπου η ένταση απορροής είναι μέγιστη και καλείται **αιχμή** και λαμβάνει χώρα συνήθως έπειτα από τη βροχόπτωση.

Χρονική βάση του υδρογραφήματος είναι η περίοδος όπου η επιφανειακή απορροή μέσω της διατομής του ρέματος. Η αρχή της περιόδου προφανώς συμπίπτει με την αρχή του ανιόντος σκέλους άρα κατά συνέπεια με την αρχή της βροχόπτωσης και η συνολική χρονική διάρκεια (**T**) της αποτυπώνεται στην **Εξίσωση 2.1**:

$$T = t_R + t_C \quad \text{Εξίσωση 2.1, όπου:}$$

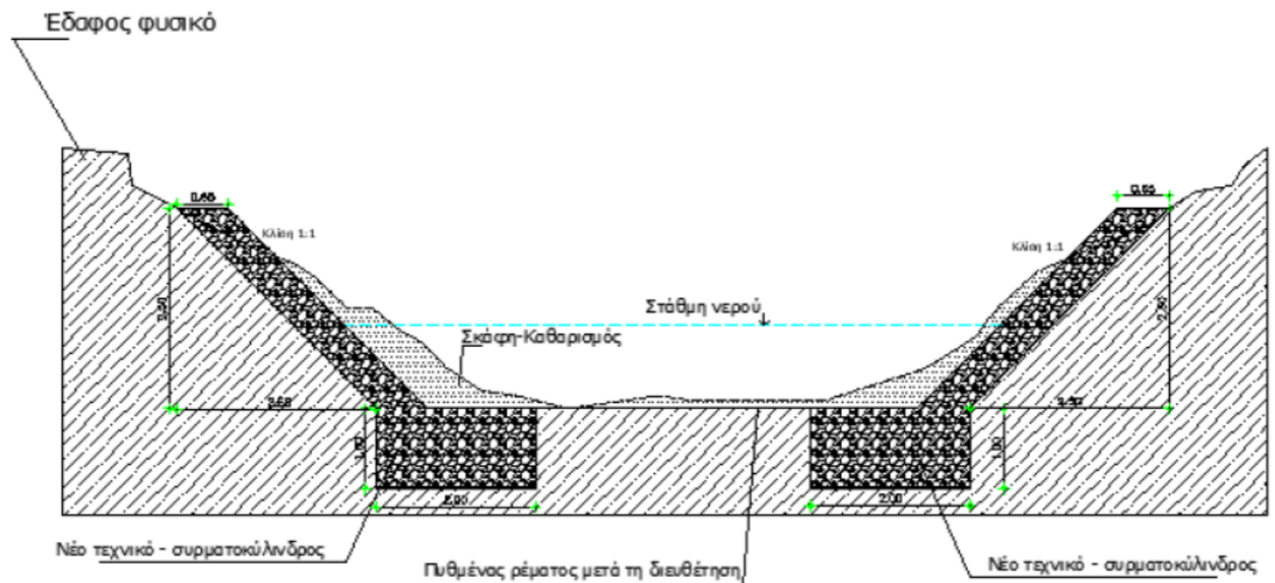
t_R : διάρκεια του περισσεύματος της βροχής

t_C : ο χρόνος συγκέντρωσης για τη λεκάνη, δηλαδή το χρονικό διάστημα το οποίο απαιτείται ώστε το νερό να κυλίσει, ρέοντας επιφανειακά στην επιφάνεια του εδάφους και μέσω του συστήματος των υδατορευμάτων.

2.2: Μέθοδοι διοδεύσεως

Όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο οι πεδινές εκτάσεις και κυρίως οι περιοχές κοντά στους ποταμούς είναι περιοχές με αυξημένη οικονομική σημασία καθώς εκεί ξεκινά το πιο σημαντικό τμήμα της γεωργικής παραγωγής, εκεί φτιάχνονται βιομηχανίες και έχουν δημιουργηθεί πολλοί ανθρωπίνι οικισμοί, προφανώς λόγω της τόσο σημαντικής αξίας του νερού που εξυπηρετεί όλες τις ανάγκες του ανθρώπου.

Ωστόσο οι ποταμοί μπορεί συχνά να προκαλέσουν δυσάρεστες επιδράσεις, έτσι υπάρχει η ανάγκη να παρθούν μέτρα προστασίας για την αποφυγή και την μείωση των δυσάρεστων επιδράσεων. Κάποια από τα μέτρα αυτά είναι η διευθέτηση της κοίτης των ποταμών ή των χειμάρρων, τη κατασκευή προστατευτικών αναχωμάτων ή τοιχείων, τη δημιουργία ταμιευτήρων αποθήκευσης του νερού των πλημμυρών.



Εικόνα 2.3: Τυπική διατομή έργου μίας υπό μελέτη κοίτης. (Διαδίκτυο 5)

Η αξιολόγηση του μεγέθους των απαραίτητων έργων καθώς και το πόσο αποτελεσματικά θα είναι στη λειτουργία τους απαιτεί την ανάπτυξη μεθόδων που τις καλύπτει ως όρος η διόδευση των πλημμυρών (**flood routing**). Πιο συγκεκριμένα η διόδευση πλημμύρας είναι η διαδικασία κατά την οποία το υδρογράφημα πλημμυρικής απορροής καθορίζεται σε μια διατομή του ποταμού όταν δοθεί το υδρογράφημα αυτής σε μία άλλη διατομή του ποταμού πάνω από την πρώτη.

Τα λαμβανόμενα μέτρα θα πρέπει να αποβλέπουν αφενός στο περιορισμό της ανθρώπινης δραστηριότητας μέσα στο πλημμυρικό πεδίο και αφετέρου στην μετρίαση των πλημμυρών με ενέργειες λαμβανόμενες τόσο στην έκταση της ορεινής ζώνης της λεκάνης απορροής του ρέματος όσο και κατά μήκος του κυρίου ρεύματος. (Σακκάς, 2007)

2.3: Τεχνικός κανονισμός για τον αντιπλημμυρικό σχεδιασμό

Στόχος των ολοκληρωμένων επεμβάσεων επιβάλλεται να είναι η αποκατάσταση υποβαθμισμένων περιοχών όπως θεωρούνται οι παραρεμάτιες αστικές περιοχές, όπου επιδιώκεται η πρόληψη της υποβάθμισης, η διατήρηση των φυσικών στοιχείων και παραγόντων καθώς και η βελτίωση τους.

Για την τεχνική μελέτη των έργων προστασίας των υδατορευμάτων θα πρέπει να τηρηθούν κάποιοι κανόνες:

- Τα αντιπλημμυρικά έργα θα πρέπει να εντάσσονται σε γενικό αντιπλημμυρικό σχεδιασμό έστω σε λεκάνη απορροής.
- Τα νέα υδραυλικά έργα, απαιτείται η ετοιμασία φακέλου Προμελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, η οποία θα πρέπει να γίνεται παράλληλα με την εκπόνηση προκαταρκτικής μελέτης. Η κυρίως Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, θα πρέπει να εκπονείται ταυτόχρονα με την προμελέτη των έργων.
- Όσον αφορά τα έργα διευθέτησης των υδατορευμάτων, θα πρέπει να επιλέγονται κατά προτίμηση φυσικά υλικά, τα οποία ενσωματώνονται ευκολότερα στο περιβάλλον (πχ λίθοι, οπλισμένη γη με κλαδοπλέγματα).
- Απαγόρευση της κατασκευής κλειστών τμημάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα, εκτός ποικίλων δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι κατασκευές αυτές, όπως και τα μπαζώματα, μειώνουν τη φυσική τραχύτητα και αποθηκευτικότητά τους, με αποτέλεσμα ο όγκος του νερού να μετατοπίζεται προς τα κατάντι γρηγορότερα με πιθανότητα εμφάνισης εκεί πλημμυρικών φαινομένων.
- Οι οικολογικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις, η αναχαίτιση της ορμής των νερών ικανοποιούνται πολύ ευκολότερα σε έργα που εκτελούνται στις ορεινές περιοχές της λεκάνης απορροής με μικρά φράγματα, παρά με τη βελτίωση της κοίτης τους στις πεδινές περιοχές.
- Οι σύγχρονες τεχνικές ελέγχου των χειμαρρικών λεκανών απορροής πρέπει να εκφράζονται με ένα ολοκληρωμένο σύστημα που να συνδυάζει με τον καλύτερο τρόπο υδροτεχνικά και οικοτεχνικά έργα και όλα αυτά σε συνάρτηση με την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και τις πλημμύρες, βελτιώνοντας συγχρόνως την ποιότητα ζωής του πληθυσμού που ζει στις παραρεμάτιες περιοχές.

Οι αναγκαίες παρεμβάσεις θα πρέπει να γίνονται με βάση τα συμπεράσματα μίας ολοκληρωμένης αντιμετώπισης της απορροής. Αν δεν γίνει αυτό, τα προβλήματα θα

επαναλαμβάνονται και οι κίνδυνοι θα παραμένουν ανεξέλεγκτοι. Η ολική αντιμετώπιση απαιτεί ορισμένες ενέργειες όπως ,λεπτομερή υδρολογική μελέτη αστικών υδατορρευμάτων και των λεκανών απορροής τους σύμφωνα με τις συνθήκες του σήμερα. Καθορισμό του ρόλου των υδατορρευμάτων στον αστικό ιστό για πολλαπλές χρήσεις, συνεχή παρακολούθηση της λειτουργίας τους. Θα πρέπει να υπάρχει σαφές νομικό πλαίσιο διαχείρισης και να διασφαλιστούν οι οικονομικοί πόροι για αναγκαίες επεμβάσεις.

2.4: Επιπλέον παράγοντες για την διευθέτηση των ρεμάτων

Στη διευθέτηση των ρεμάτων δεν αρκεί μόνο ένας απλός σχεδιασμός αλλά ένα σύνθετο ζήτημα στο οποίο υπεισέρχονται πολλοί παράγοντες. Σύμφωνα με τις νέες απόψεις πάνω στην υδραυλική λειτουργία θα πρέπει να εξετάζονται και θέματα μεταφοράς φερτών υλικών και να περιλαμβάνεται μία οικολογική θεώρηση με την έννοια το λιγότερου επεμβατικού σχεδιασμού και βελτίωση της φυσικής κατάστασης και ανοικτής διατομής των ρεμάτων όπου είναι εφικτό. Γενικά, οι αρχές που εφαρμόζονται είναι:

- Διατήρηση της ανοικτής φυσικής διατομής των ρεμάτων όπου το ίδιο το ρέμα το επιτρέπει.
- Προτάσεις τεχνικών έργων με τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση του περιβάλλοντος τόσο στη λειτουργία όσο και στη κατασκευή και χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον.
- Καθορισμός της περιόδου επαναφοράς σχεδιασμού και σε συνάρτηση με την περιοχή και τις δυνατότητες του αποδέκτη, με κατάλληλη εκτίμηση των συνεπειών πλημμύρας μεγαλύτερης από αυτή του σχεδιασμού.
- Σε περίπτωση ανεπαρκών ήδη υπαρχών αγωγών εξέταση εναλλακτικών λύσεων έναντι της ανακατασκευής και η δυνατότητα ενίσχυσης ή χρησιμοποίησης τους ως τμήμα του προτεινόμενου δικτύου.
- Να καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια για τη δημιουργία φραγμάτων, ταμιευτήρων ανάσχεσης πλημμυρών, ώστε να ελαφρύνονται τα κατάντη έργα, σε συνδυασμό με τα οικονομικά δεδομένα και τις τυχόν περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Ιδιαίτερη προσοχή στις αλλαγές της ροής, που στα φυσικά ρέματα είναι αναπόφευκτη για την προστασία τεχνικών έργων και με στόχο τον καλύτερο υδραυλικό σχεδιασμό.
- Δεν πρέπει να λαμβάνονται σαν απόλυτο μέτρο τα επιτρεπόμενα ποσοστά πλήρωσης των μεγάλων αγωγών αλλά να εκτιμώνται οι συνέπειες πιθανής υπερπλήρωσης.
- Ιδιαίτερη προσοχή σε διαβάσεις οδικών αρτηριών και εξασφάλιση της ακίνδυνης διέλευσης οχημάτων βάση την τοπογραφία της περιοχής.
- Να γίνεται υπολογισμός των κλίσεων αντιστάθμισης και ισορροπίας και περιορισμός της στερεομεταφοράς στις κατοικημένες περιοχές με αναβαθμούς συγκράτησης φερτών στα αμέσως ανάντη ορεινά τμήματα.

- Εκτός της γεωλογικής χαρτογράφησης θα πρέπει να γίνεται μελέτη διαβρωσιμότητας των εδαφών της λεκάνης απορροής.

Η φιλοσοφία σχεδιασμού των έργων αντιπλημμυρικής προστασίας πρέπει να βασίζεται σε συνολική θεώρηση της λεκάνης απορροής του εξεταζόμενου ρέματος και συνυπολογισμό όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την υδραυλική κυρίως λειτουργία του. Θα πρέπει να συγκεντρωθούν στοιχεία υφιστάμενης κατάστασης όσον αφορά:

- Τις διατομές της κοίτης του ρέματος και των παραρεμάτων.
- Τις γεωλογικές και εδαφολογικές συνθήκες στην περιοχή του ρέματος αλλά και στο σύνολο της λεκάνης απορροής με ιδιαίτερη έμφαση στη συλλογή στοιχείων φερτών υλών που παρατηρούνται εντός και γύρω από την κοίτη (φύση, μέγεθος, σχήμα) και διαβρωσιμότητας, τρωτότητας των εδαφών.
- Κατά μήκος κλίσεις του ρέματος.

Αλλά και στοιχεία που αφορούν:

- Τον ανθρώπινο παράγοντα δηλαδή καταγραφή περιοχών όπου το ρέμα έχει μπαζωθεί και καταπατηθεί, περιοχές που επλήγησαν από πυρκαγιές, θέσεις διασταυρώσεων με σημαντική οδοποιία και τεχνικά έργα διέλευσης του ρέματος, εάν υπάρχουν κ.α.
- Τη θέση εκβολής.
- Τις περιοχές – θέσεις με αρχαιολογικό ενδιαφέρον.
- Το περιβάλλον, χλωρίδα, πανίδα.
- Το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον.

Και σε πληθώρα άλλων στοιχείων που χαρακτηρίζουν την υπό εξέταση περιοχή από κοινωνικής, τεχνικής, και οικολογικής πλευράς. (Γεροβασίλη, 2022)

2.5: Υπολογισμός εξάτμισης κατά Penman

Η εξάτμιση είναι η διαδικασία μέσω της οποίας το νερό μετατρέπεται από υγρό σε αέριο ή αλλιώς υδρατμός, και αποτελεί το βασικό τρόπο με τον οποίο το νερό από υγρό ξαναμπαίνει στην ατμόσφαιρα και μαζί στον υδρολογικό κύκλο. Το 90% της υγρασίας της ατμόσφαιρας το παρέχουν οι ωκεανοί, οι θάλασσες, τα ποτάμια και οι λίμνες, ενώ το υπόλοιπο 10% τα φυτά μέσω της διαπνοής.

Η θερμότητα που παρέχει ο ήλιος είναι απαραίτητη για την εξάτμιση. Η ενέργεια χρησιμοποιείται για να σπάσουν οι δεσμοί που ενώνουν τα μόρια του νερού, αυτό δικαιολογεί ότι το νερό εξατμίζεται εύκολα στο σημείο βρασμού του (100°C) και εξατμίζεται πιο δύσκολα κοντά στο σημείο πήξης. Αν η σχετική υγρασία του αέρα είναι 100%, δηλαδή σε κατάσταση κορεσμού, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η εξάτμιση. Να σημειωθεί ότι η εξάτμιση αφαιρεί θερμότητα από το περιβάλλον.

Για τον υπολογισμό της μηνιαίας εξάτμισης που αξιοποιείται στο κεφάλαιο 3, όπου αποτυπώνονται αποτελέσματα εφαρμόστηκε η ημιεμπειρική σχέση του PENMAN (Εξίσωση 2.2.):

$$E = \frac{\Delta \cdot R + E_a \cdot \gamma}{\Delta + \gamma}$$

Εξίσωση 2.2, όπου:

E : η εξάτμιση σε mm/ημέρα

Δ : η κλίση καμπύλης κεκορεσμένων υδρατμών σε θερμοκρασία T_a (mmHg/C)

γ : η ψυχομετρική σταθερά (mmHg/C)

R : η διαφορά των ακτινοβολιών λήψεως (R_1) και εκπομπής (R_B) σε mm/ημέρα

E_a: η παράμετρος μεταφοράς μάζας υδρατμών σε mm/ημέρα

2.6: Επεξεργασία βροχομετρικών δεδομένων

Στο κεφάλαιο 3 όπου αποτυπώνονται δεδομένα για τη σύνταξη της μελέτης που πραγματεύεται η παρούσα εργασία θα δούμε τιμές και αναλύσεις από τις μηνιαίες βροχοπτώσεις των λεκανών της Θεσσαλίας σε σημειακή και επιφανειακή βάση.

Στόχοι της ανάλυσης είναι, αρχικά η αξιολόγηση και ο έλεγχος της αξιοπιστίας των μετρήσεων σημειακής βροχόπτωσης, η διόρθωση συστηματικών σφαλμάτων στις μετρήσεις και η συμπλήρωση και επέκταση (μεγιστοποίηση) των δειγμάτων σημειακής βροχόπτωσης. Τέλος ο υπολογισμός των επιφανειακών μηνιαίων βροχοπτώσεων με βάση τα σημειακά δείγματα, για συγκεκριμένες λεκάνες απορροής.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει την επεξεργασία των βροχομετρικών δεδομένων σε μηνιαία και ετήσια βάση και αποτελείται από τα παρακάτω βήματα:

1. Υπολογισμός μηνιαίων και ετήσιων βροχοπτώσεων με συνάθροιση των ημερήσιων τιμών.
2. Ομαδοποίηση των σταθμών κατά περιοχές και υπολογισμός των συντελεστών συσχέτισης των μηνιαίων και ετήσιων τιμών για συγκεκριμένα ζευγάρια σταθμών κάθε ομάδας.
3. Σχεδιασμός των διπλών αθροιστικών καμπυλών των ετησίων βροχοπτώσεων για τα ζεύγη σταθμών στα οποία υπήρχε ικανοποιητικό μήκος κοινής περιόδου μετρήσεων, με στόχο τον τελικό έλεγχο ομοιογένειας των δεδομένων, και την ενδεχόμενη ομογενοποίησή τους.
4. Διόρθωση των μηνιαίων τιμών με βάση τα δεδομένα των σταθμών που υπάρχουν γύρω, για τις περιόδους με συστηματικά σφάλματα, για όσους σταθμούς παρουσιάστηκαν τέτοιες περίοδοι.

5. Συμπλήρωση των μηνιαίων τιμών που λείπουν με απλή γραμμική παλινδρόμηση.
6. Υπολογισμός των επιφανειακών υψών βροχής στις λεκάνες απορροής ανάντη υδρομετρικών σταθμών και φραγμάτων με τη μέθοδο Thiessen.
7. Υψομετρική αναγωγή των δειγμάτων επιφανειακής βροχόπτωσης.

Παντορροϊκό σύστημα όμβριων

1. Δέχεται τα λύματα μαζί με τα νερά της βροχής (όμβρια ύδατα) σε ένα κοινό σύστημα αγωγών
2. Οι αγωγοί είναι μεγάλης διαμέτρου
3. Γίνεται χωριστά ο υπολογισμός των 2 παροχών (λυμάτων, όμβριών).

Το Παντορροϊκό σύστημα προτιμάται σε μικρές κυρίως πόλεις όπως είναι και η πόλη που μελετάμε (Φάρσαλα) αλλά και σε κέντρα πόλεων με δρόμους μικρού πλάτους. (Ερευνητικό Έργο, Υπουργείο Περιβάλλοντος)

Πιο αναλυτικά περιλαμβάνει το κεντρικό και ανατολικό τμήμα της ΠΕ Τρικάλων, το κεντρικό και ανατολικό τμήμα της ΠΕ Καρδίτσας, ΠΕ Μαγνησίας και Σποράδων εκτός από τα νησιά των Σποράδων, το σύνολο της ΠΕ Λάρισας, το τμήμα στο βόρειο μέρος της ΠΕ Φθιώτιδας, το νότιο τμήμα της ΠΕ Πιερίας και το τμήμα της ΠΕ Γρεβενών.

3.2: Οι Ποταμοί της Θεσσαλίας

Οι ποταμοί της Θεσσαλίας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία συναντάμε τους ποταμούς που έχουν τις πηγές τους στην πεδιάδα ή στους πρόποδες των βουνών. Αυτοί είναι ακριβώς ότι χρειάζεται η περιοχή, γιατί όλο τον χρόνο σχεδόν έχουν την ίδια ποσότητα νερού που οι αγρότες το χρησιμοποιούν για το πότισμα των χωραφιών κατά τη διάρκεια της ξηρασίας. Αντίθετα τώρα η δεύτερη κατηγορία ποταμών που είναι αυτοί που κατεβαίνουν από τα βουνά και έχουν νερό μόνο όταν είναι περίοδος βροχοπτώσεων ή όταν λιώνουν τα χιόνια, φέρνουν τέτοιες ποσότητες νερού με τόση ορμή που πλημμυρίζουν την περιοχή και αποθέτουν άμμο και χαλίκια. Το καλοκαίρι όμως που τότε το νερό θα ήταν πολύτιμο, σχηματίζουν μόνο μια αποξηραμένη κοίτη. Λίγα ποτάμια που πηγάζουν από τα βουνά έχουν όλο το χρόνο νερό, δύο χαρακτηριστικά είναι ο Ενιπέας και ο Πηνειός.

- **Ενιπέας:** Παραπόταμος του Πηνειού της Θεσσαλίας με μήκος περίπου 85 χλμ. πράγμα που τον κάνει να κατέχει μία από τις δέκα θέσεις στους μεγαλύτερους ποταμούς της Ελλάδας. Οι πηγές του βρίσκονται στις βόρειες πλαγιές του όρους Όρθυς, συλλέγει τα νερά των υψωμάτων του Χαλκαδονού και Ναρθακίου, διασχίζει την πεδιάδα των Φαρσάλων και καταλήγει στον Πηνειό ανάμεσα στα μικρά υψώματα Τίτανος και Ζάρκος. Στην αρχαιότητα ήταν το σημαντικότερο ποτάμι της αρχαίας Φθίας και το λάτρευαν όπως έναν θεό. Σήμερα όμως χάρη στην υπεράντληση κινδυνεύει να στερέψει εντελώς. Στον Ενιπέα εκβάλλουν διάφοροι ποταμοί όπως ο Σοφαδίτης, ο Καλέτζης, ο Κιπός, το Κυδωνόρεμα, το Μαυρόρεμα και διάφοροι μικροί ποταμοί, ρυάκια και χείμαρροι που στερεύουν σχεδόν όλοι το καλοκαίρι. Ο ποταμός Ενιπέας τα τελευταία 30 χρόνια έγινε ξακουστός για τις πλημμύρες που έγιναν όπως χαρακτηριστικά τα έτη 1994,2020,2023.
- **Πηνειός:** Είναι ποταμός στη Θεσσαλία. Το συνολικό μήκος του είναι 216 χλμ. Οι πηγές του βρίσκονται στη Πίνδο. Δέχεται όλα τα νερά από παραπόταμους της δυτικής Θεσσαλίας τα οποία κάποιες φορές σχημάτιζαν λίμνη και ρέοντας από τα στενά της Καλαμπάκας, που η δημιουργία των Μετεώρων οφείλεται στη διαβρωτική του ενέργεια, φτάνει στον θεσσαλικό κάμπο, όπου διασχίζοντας το πέρασμα της κοιλάδας των Τεμπών μεταξύ Ολύμπου και Όσσας, εκβάλλει στο Αιγαίο δημιουργώντας το Δέλτα του κοντά στην παλαιά εθνική οδό, η οποία επικοινωνεί με την απέναντι όχθη με κρεμαστή πεζογέφυρα που κατασκευάστηκε το 1960 σε σχέδια. Η ρύπανση του Πηνειού γίνεται από κάθε είδους παραγωγικές δραστηριότητες όλων των περιοχών

που διασχίζει, καθώς το κυριότερο πρόβλημα είναι η μεγάλη μείωση της παροχής του κατά τους θερινούς μήνες, γεγονός που επιβαρύνει την ποιότητα του νερού του. Τα αίτια που οδηγούν στην κατάσταση αυτή είναι η λειψυδρία των καλοκαιρινών μηνών και της υπεράντλησης νερού για άδρευση των τεράστιων εκτάσεων του Θεσσαλικού κάμπου. Η ρύπανση του οφείλεται στα αστικά προβλήματα, τα λύματα κτηνοτροφικών μονάδων και απόβλητα βιομηχανιών. Τα «θύματα» της μόλυνσης δεν είναι άλλοι εκτός από τους ζωντανούς οργανισμούς που ζουν στον ποταμό. Κινδυνεύουν ακόμα και οι εκτάσεις που αντλούν νερό από τον ποταμό. Αξίζει να σημειωθεί, ότι ο Πηνειός έλαβε την δεύτερη θέση στην κατηγορία με τους πιο μολυσμένους ποταμούς όχι μόνο της Ελλάδας, αλλά της Ευρώπης. Η μόλυνση του ποταμού δεν στάθηκε εμπόδιο στην βιοποικιλότητα. Τα παραποτάμια δάση διαθέτουν διάφορα είδη δέντρων (ιπιές, πλατανιές, λεύκες, σφενδάμια, ελατοδάση). Οι παρόχθιες περιοχές επίσης φημίζονται για την ορνιθοπανίδα. (Σάββα,2009)

3.3: Κλίμα της Θεσσαλίας

Στο Πηνειό και συγκεκριμένα στη λεκάνη του επικρατούν τρεις κύριοι τύποι κλίματος ανάλογα με την γεωγραφική θέση. Στην ανατολική παραθαλάσσια περιοχή το κλίμα είναι μεσογειακό, στον Θεσσαλικό κάμπο, κεντρική περιοχή, επικρατέστερο είναι το ηπειρωτικό κλίμα ενώ στην δυτική περιοχή το κλίμα χαρακτηρίζεται ορεινό.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 10°C στη δυτική περιοχή και φτάνει τους 17°C στην κεντρική περιοχή αλλά ακόμα και στη παράκτια περιοχή. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος κυμαίνεται στους 20°C.

Οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος χαρακτηρίζονται ως οι πιο θερμοί, ενώ ο Δεκέμβριος, Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος αντίστοιχα οι πιο ψυχροί.

Η βροχόπτωση στη λεκάνη είναι αρκετά μεγάλη στα δυτικά, ενώ στο πεδινό τμήμα μειώνεται. Κάποιες ενδεικτικές τιμές βροχόπτωσης που σημειώνονται ετησίως είναι 555mm στη Λάρισα, 695 mm στα Τρίκαλα και 455 mm στο Βόλο. Έντονα βροχεροί μήνες είναι ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος, ενώ έντονα ξηροί ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Χιονοπτώσεις παρατηρούνται κυρίως στα ορεινά του γεωγραφικού διαμερίσματος και συνήθως τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο.

Η μέση ετήσια υγρασία στους μετεωρολογικούς σταθμούς που υπάρχουν κυμαίνεται μεταξύ 60% έως 70%. Το κλάσμα ηλιοφάνειας στην Λάρισα είναι 0,56.

3.4: Η μορφολογία της πόλης των Φαρσάλων

Τα Φάρσαλα είναι πόλη που ανήκει στην Περιφερειακή ενότητα Λάρισας. Διοικητικά ανήκουν στην Κοινότητα Φαρσάλων, της Δημοτικής Ενότητας Φαρσάλων και υπάγονται στο Δήμο Φαρσάλων.

Η πόλη των Φαρσάλων, γνωστή στην αρχαιότητα ως Φάρσαλος, χαρακτηρίζεται ως ημιορεινή πόλη της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισας, η οποία βρίσκεται στο νότιο άκρο του νομού, στην άκρη του θεσσαλικού κάμπου στην βόρεια άκρη του Ναρθάκιου όρους, 45 χλμ νότια της Λάρισας. Σύμφωνα με πληροφορίες υπήρξε η πατρίδα του Ηρωικού Αχιλλέα. Βρίσκεται χτισμένη στη φυσική οδό που συνδέει τη Θεσσαλία με τη νότια Ελλάδα. Είναι οικονομικό και αγροτικό κέντρο της επαρχίας. Οι κάτοικοι της πόλης ασχολούνται με τη γεωργία, κυρίως με την καλλιέργεια βαμβακιού, την κτηνοτροφία, ενώ πολλοί εργάζονται και στις τοπικές μονάδες επεξεργασίας των αγροτικών προϊόντων, όπως κλωστούφαντουργία. Υπάρχουν επικλινή ξερικές καλλιέργειες, σε συνδυασμό με το ιδανικό μικρόκλιμα της ημιορεινής περιοχής, τα πλούσια σε κάλιο εδάφη.

Η πόλη είναι χτισμένη στους πρόποδες ενός χαμηλού θα μπορούσαμε να πούμε βουνού, του Ναρθακίου όρους, το οποίο έχει υψόμετρο 1.011 μέτρα, ενώ η ίδια η πόλη έχει υψόμετρο 147 μέτρα.

Με την ύπαρξη των χειμάρρων σαν φυσικών αποδεκτών των όμβριων, ευνοεί την απευθείας εκβολή των όμβριων προς αυτούς, ενώ στο Παντοροϊκό θα πρέπει να οδηγηθούν τα όμβρια σε κοινό φρεάτιο όπου θα γίνει ο διαχωρισμός.

3.5: Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων

Στην ενότητα αυτή αποτυπώνονται σε πίνακες τα μετεωρολογικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από διάφορους μετεωρολογικούς σταθμούς στη Θεσσαλία που αξιοποιήθηκαν εν μέρη για την εκπόνηση της τεχνικής μελέτης «**ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ**» που αναφερόμαστε.

3.5.1: Μετεωρολογικά δεδομένα

Πίνακας 3.1: Μετεωρολογικοί σταθμοί Θεσσαλίας

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

Μετεωρολογικοί σταθμοί Θεσσαλίας					
	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΝΟΜΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ
1	Αγχίαλος	ΕΜΥ	Μαγνησίας	15	Θερμοκρασία-Υγρασία- Ηλιοφάνεια
2	Αργιθέα	ΔΕΗ	Καρδίτσας	980	Θερμοκρασία

3	Βάκαρι	ΔΕΗ	Τρικάλων	1150	Θερμοκρασία
4	Βόλος	ΕΜΥ	Μαγνησία	3	Θερμοκρασία-Υγρασία
5	Δομοκός	ΕΜΥ	Φθιώτιδας	615	Θερμοκρασία-Υγρασία
6	Καλαμπάκα	ΕΜΥ	Τρικάλων	222	Θερμοκρασία-Υγρασία
7	Καρδίτσα	ΕΜΥ	Καρδίτσας	112	Θερμοκρασία-Υγρασία
8	Λαμία	ΕΜΥ	Φθιώτιδας	144	Ηλιοφάνεια
9	Λάρισα	ΕΜΥ	Λάρισας	73	Θερμοκρασία-Υγρασία- Ηλιοφάνεια
10	Λεοντίτο	ΔΕΗ	Καρδίτσας	950	Θερμοκρασία
11	Παχτούρι	ΔΕΗ	Τρικάλων	950	Θερμοκρασία
12	Πολυδένδρι	ΔΕΗ	Λάρισας	100	Θερμοκρασία
13	Πολυνέρι	ΔΕΗ	Τρικάλων	730	Θερμοκρασία
14	Τρίκαλα	ΕΜΥ	Τρικάλων	149	Θερμοκρασία-Υγρασία
15	Φάρσαλα	ΕΜΥ	Φαρσάλων	148	Θερμοκρασία-Υγρασία

Από την επεξεργασία των μετεωρολογικών δεδομένων υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες και ετήσιες θερμοκρασίες, σχετικές υγρασίες και ηλιοφάνειες. Οι μέσες τιμές αυτές και το χρονικό διάστημα αποτυπώνονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 3.2: ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (°C)

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (°C)													
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΑΓΧΙΑΛΟΣ (1955- 56/1993-94)	16.9	12.1	8.1	6.4	7.5	9.9	14.2	19.4	24.4	26.7	26.1	22.1	16.2
ΑΡΠΙΘΕΑ (1971- 72/1984-85)	14.1	9	5.4	4.2	5.1	7.3	10.3	15.5	19	20.9	20.7	18.2	12.5
ΒΑΚΑΡΙ (1971- 72/1984-85)	11.2	7.5	4.8	2.7	4	6.2	9.8	14.8	17.3	19.5	18.5	15.5	10.8
ΒΟΛΟΣ (1955- 56/1988-89)	17.7	13.3	9.6	7.8	9	11.3	15.4	20.1	24.6	27	26.6	22.9	17.1
ΔΟΜΟΚΟΣ (1969- 70/1993-94)	14.8	9.5	5.7	4.5	5	8.1	12.4	17	22.1	24.1	23.5	20.2	13.9
ΚΑΛΑΜΠΑΚΑ (1953- 54/1993-94)	16.8	11.2	7.3	5.9	7.3	10.3	14.6	19.7	24.5	27.3	26.7	22.6	16.2
ΚΑΡΔΙΤΣΑ (1987- 88/1991-92)	15.9	10.1	4.4	4.6	6.9	10.4	13.9	18	24.2	26.3	25.6	22.1	14.8
ΛΑΡΙΣΑ (1954- 55/1994-95)	16.3	10.8	6.5	5.2	6.8	9.5	13.9	19.5	24.9	27.2	26.3	21.9	15.7
ΛΕΟΝΤΙΤΟ (1971- 72/1984-85)	13.4	8	4.8	3.3	3.8	6.8	10.2	15.3	19.9	23	22	18.6	12.3

ΠΑΧΤΟΥΡΙ (1971- 72/1981-82)	13.3	8	4.7	3.3	5	7.4	9.5	14.8	18.9	21.9	21.5	18.1	12.4
ΠΟΛΥΔΕΝΔΡΙ (1976- 77/1979-80)	13.8	10.5	7.4	5.3	7.8	9.9	11.5	16.2	21.3	22.2	21.8	18.3	14
ΠΟΛΥΝΕΡΙ (1971- 72/1984-85)	13.8	9.5	6.2	4.7	5.7	7.9	11.2	15.8	19.6	22	21.6	18.7	13.1
ΤΡΙΚΑΛΑ (1973- 74/1993-94)	16.6	10.3	6.3	5.3	6.8	10.7	15.2	20.2	25.5	27.4	26.3	22.6	16.1
ΦΑΡΣΑΛΑ (1960- 61/1992-93)	16.7	11.6	6.8	5.3	7.1	10.4	15.1	20.1	24.9	26.8	26.2	22.5	16.1

Πίνακας 3.3: ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΥΓΡΑΣΙΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (%)

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΥΓΡΑΣΙΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (%)													
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΑΓΧΙΑΛΟΣ (1955- 56/1993-94)	68.6	75.4	75.9	74.3	73.3	73.5	68.7	64.0	53.8	50.6	52.5	60.3	65.9
ΒΟΛΟΣ (1955- 56/1988-89)	70.5	74.1	73.6	72.8	70	69.6	65.7	65.1	61.4	56.5	60.2	65.5	66.9
ΔΟΜΟΚΟΣ (1969- 70/1993-94)	66.3	72.9	72.8	73	71.7	68.5	60.5	58.9	49.6	48.3	49.9	55.6	62.1
ΚΑΛΑΜΠΑΚ Α (1953- 54/1993-94)	74.1	77.1	79.2	78.8	76.1	71.5	66	62.5	57.8	54.7	56.3	64.4	68.7
ΚΑΡΔΙΤΣΑ (1987- 88/1991-92)	66.4	73.3	76.4	78	73.4	68.2	65.4	60.4	57	51.4	54.2	54.5	65
ΛΑΡΙΣΑ (1954- 55/1994-95)	69.7	79.6	81.8	79.2	75	73.5	68.8	62.2	49.4	46.4	49.3	58.8	66.2
ΤΡΙΚΑΛΑ (1973- 74/1993-94)	67.6	77.1	77.8	73.9	72.5	67.2	59.2	56.2	47.2	47.2	50.8	54.9	62.5
ΦΑΡΣΑΛΑ (1960- 61/1992-93)	65.9	73.8	76.8	75.8	71.3	67	59	54.9	46.8	45.3	47.5	54.3	61.6

Πίνακας 3.4: ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (hrs.)

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (hrs.)													
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΑΓΧΙΑΛΟΣ (1976- 77/1990-91)	166.1	123.4	114.7	121	113	157.7	206.8	261.2	324.2	343.3	315.9	250.2	2498.7
ΛΑΡΙΣΑ (1955- 56/1988-89)	169.6	116.6	104.9	112	113	164.3	212.2	257.2	312.2	333.3	311.5	250.8	2457.8

Πίνακας 3.5: ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (m/s)

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (m/s)													
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΑΓΧΙΑΛΟΣ (1976-77/1990-91)	2.50	2.30	2.70	2.8	2.9	2.7	2.5	2.4	2.9	2.9	2.9	2.6	2.7
ΛΑΡΙΣΑ (1955-56/1988-89)	1.6	1.2	1.1	1.4	1.8	1.9	1.9	1.8	2.3	2.4	2.3	2	1.8

Σύμφωνα με τη μέθοδο **PENMAN**, η οποία αναλύθηκε στο **κεφάλαιο 3**, υπολογίστηκε η μηνιαία εξάτμιση από ελεύθερη επιφάνεια νερού στον σταθμό της Λάρισας οι οποίοι διέθεταν τα απαραίτητα δεδομένα. Τονίζεται ότι δεν υπήρχε διαθέσιμο δείγμα ταχύτητας ανέμου στους σταθμούς αυτούς και για τον υπολογισμό της εξάτμισης χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές της μεταβλητής αυτής οι οποίες δόθηκαν έτοιμες από τον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 3.6: ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (m/s)

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (m/s)													
ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	(Μ.Ο.) ΕΤΟΥΣ
1976-77	64.5	28.5	16	20.9	48.7	72.8	121.1	176.6	216.4	237.5	198.9	124.1	1325.8
1977-78	63	28.4	14.5	20.2	42.6	74.9	102.5	157.7	227.3	230.1	190.9	119.3	1271.2
1978-79	59.3	24.2	15.3	19.1	38.6	76.2	97.3	141.6	213.3	213.6	182.5	123.7	1204.6
1979-80	52.2	27.3	14.5	18.4	40.1	62.6	106.1	135.4	204.4	233.6	185.7	127.7	1208
1980-81	65.6	29.2	13.3	17.7	37.7	71.6	114.9	147.3	223	219.5	179.6	130.1	1249.7
1981-82	75.7	25.1	14.7	19.7	35.6	63	90.2	140.9	220	216.9	182.8	128.9	1213.5
1982-83	60.1	24	14.3	19.2	38.4	71.4	123.8	167.9	186.3	207.9	176.5	125.4	1215.3
1983-84	65.1	25.8	13.3	19.5	32.7	57	83.6	161.5	214.3	226.5	168.2	133.4	1200.9
1984-85	74	27.1	16.5	20.1	38.7	54.1	118.8	160.9	220.6	224.8	203.3	132.4	1291.4
1985-86	58.3	27.5	14.6	21.4	35.2	52.4	126	146	206.4	217.8	200.4	127.7	1233.7
1986-87	61.3	24.8	12.4	21.4	37.5	53.7	104.1	149.8	216.2	222.1	191.2	138.5	1232.9
1987-88	51.8	24.7	12.8	19.3	41.1	68.1	95.7	155.9	209.2	236.6	196.6	132.1	1244
1988-89	66.3	23.1	10.8	17.6	45.5	72.7	129.4	148.3	200.6	208.3	196.6	125.1	1244.2
1989-90	63.6	28.4	12.6	18.2	49.1	90.4	122.4	155	218.1	219.6	183.6	131.2	1292.3
1990-91	70.8	29.1	13.7	17.9	36.6	65.4	102.1	141.2	213.6	212.4	182.2	125.2	1210.1
(Μ. Τ.)	63.4	26.5	13.9	19.4	39.9	67.1	109.2	152.4	212.7	221.8	187.9	128.3	1242.5
Τ. ΑΠΟΚ.	6.8	2	1.5	1.3	4.8	10.3	14.2	11.3	10.2	9.6	9.9	4.8	37.7

Τα βροχομετρικά στοιχεία που αξιοποιήθηκαν για την τεχνική μελέτη που πραγματεύεται η παρούσα εργασία αποτυπώνονται στο **Πίνακα 3.8** και ελήφθησαν

από συγκεκριμένους βροχομετρικούς σταθμούς της Θεσσαλίας και αφορούν τον **χειμάρρο 2Χ** στη περιοχή των Φαρσάλων και αποτυπώνονται στο **Πίνακα 3.7**.

Πίνακας 3.7: ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ				
ΟΝΟΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΝΟΜΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
ΛΑΡΙΣΑ	ΕΜΥ	ΛΑΡΙΣΑΣ	73	ΠΗΝΕΙΟΣ
ΣΚΟΠΙΑ	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ	450	ΕΝΙΠΕΑΣ
ΦΑΡΣΑΛΑ	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ	250	ΠΗΝΕΙΟΣ
ΧΑΛΚΙΑΔΕΣ	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ	250	ΠΗΝΕΙΟΣ

Πίνακας 3.8: ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΑΝΑΝΤΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΚΟΠΙΑΣ (410,5 Km²)

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΑΝΑΝΤΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΚΟΠΙΑΣ (410,5 Km ²)													
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	(Μ.Ο.) ΕΤΟΥΣ
1960-61	15.6	65.5	126.2	68.8	17.6	64.4	15.4	45.1	66.5	17.3	20	15.8	538.2
1961-62	74.7	56.3	79.2	10.4	38.9	42	4.4	22.5	22.5	20.4	5.9	328.4	705.7
1962-63	106.8	122.4	153.3	67.6	52.9	78.2	23.8	61.9	17.6	31.7	18.3	49.9	784.4
1963-64	109.3	54.7	61.9	37.7	21.8	71.4	13	66.9	58	19.8	18.3	54.2	587
1964-65	34.1	66.7	45.5	29.6	40.9	55.4	40.1	48.6	24.3	45.8	5.7	0	436.5
1965-66	22.7	85.4	41.5	115	17.2	49.9	44.8	35.1	51.3	15.9	13.7	8.9	501.9
1966-67	23.6	156.7	47.5	34.6	24.9	27.9	30.6	65.6	4.1	47.2	21.9	195.5	680.1
1967-68	24.8	64.3	68.5	115	31.7	46	21.8	93.4	53.6	8	11.6	48.8	617.4
1968-69	67.4	68.4	137.8	68.2	35.8	88.7	4.7	11.1	7.5	8.1	5.7	77.3	580.8
1969-70	5.4	46.3	129.2	41.8	36.1	59.1	0.5	44.7	40.7	17.8	5.7	23.4	450.6
1970-71	47.5	31.7	24.4	38.4	74.2	134.3	48.5	24	33.2	29.9	37.1	25.6	548.8
1971-72	59.5	88.7	64.3	37.4	118.4	83.1	31.8	94.4	13.2	30.5	62.8	58.8	742.8
1972-73	118.5	150.4	29.3	53.9	87.6	98.5	74.3	10.1	19.2	54	37.2	27.2	760
1973-74	50.5	119.5	86.8	67.2	53.2	66.9	91.5	30.7	52.9	8.7	7.5	8.7	644.2
1974-75	22.9	94.1	18	51.3	39.6	119.4	31.4	87.6	110.6	46.8	35.9	16.9	674.5
1975-76	36	51.9	106.1	83.5	200.3	43.5	70.6	47.3	29.7	10.9	27.3	23.7	730.8
1976-77	22.8	69.8	39.1	14.4	19.5	23.4	19.8	28.1	57.2	11.8	3.6	40.9	350.3
1977-78	42.3	21.5	116	180	135.	37.6	35.6	50.6	14.7	0	3.1	64.6	701.7
1978-79	154	80.6	90.1	71.3	38.8	28.9	30.5	56.1	18.9	63	21.8	13.1	667.1
1979-80	74.4	159	76.6	96.5	38.8	106.5	57.8	31.6	28.4	17.1	4.3	2.4	693.4
1980-81	121.6	67.8	44.4	168	20.6	22.2	33.3	13.4	5.3	23.1	23.9	87.1	630.4
1981-82	25.7	170.4	65.7	24.4	63	230.6	81.9	143.1	140.3	4.4	33.2	21.4	1004.1
1982-83	92.4	62.6	102.3	21.6	54	90.9	13	11.8	69.8	52.6	21.6	18.6	611.3
1983-84	9.3	76.4	240.8	42.6	57.8	97.8	129.6	96	6.2	38.2	30.5	45.1	870.3
1984-85	8.1	41.4	114	183	54.5	65.7	75	52.4	37	16.7	0	2.5	650.3

1985-86	34.7	145.2	103.4	56.1	52.5	87.5	10.7	75.2	28.5	41.4	19.2	10.1	664.6
1986-87	84.9	110.7	14.6	150	56.1	226.1	93.6	106.3	29.4	17.2	11.9	33.5	934.2
1987-88	68.8	125.3	62.8	91.9	49	119.5	46.6	15.4	29	0.2	0.9	14.4	623.8
1988-89	22	86.8	251.3	45.2	27.6	95.4	82.2	48.7	35.1	61.5	19.9	1.2	776.8
1989-90	70.5	67.8	67.5	58.9	7.8	38.7	42.4	53.5	43.6	22	49.3	26.1	548.1
1990-91	21.5	95.9	110.7	50.5	85.1	63.6	119.4	60.3	44.7	28.7	28	31.5	740.1
1991-92	13.8	77.4	42.3	7.9	36.9	36.7	89.2	62.2	66.1	98.5	33	2.3	566.4
1992-93	8.1	35.8	53.6	60.5	166.4	72.2	32.3	80.9	8.3	5.2	6.2	0.4	530.1
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	51.3	85.4	85.3	68.9	56.2	77.9	46.7	53.8	38.4	27.7	19.6	41.8	652.9
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ	39.1	39.3	55	48.2	43.1	48.7	33.8	31.3	29.6	21.8	14.8	63.4	136.7

Τα δείγματα της επιφανειακής βροχόπτωσης αξιοποιήθηκαν για να προσδιοριστεί το μέγεθος της ξηρασίας που παρατηρήθηκε σε πολλές περιοχές της χώρας τα τελευταία χρόνια. Για να υπάρχει καλύτερη κατανόηση τα δείγματα χωρίστηκαν σε δύο χρονικές περιόδους (1960-61 έως 1985-86 και 1986-87 έως 1992-93) και έγινε υπολογισμός των στατιστικών χαρακτηριστικών τους. Στον Πίνακα 3.9 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των δειγμάτων επιφανειακής βροχόπτωσης των λεκανών ανάντη των υδρομετρικών σταθμών. Επιπλέον στον ίδιο πίνακα παρουσιάζεται η ποσοστιαία διαφορά της πρόσφατης περιόδου σε σχέση με την παλαιότερη καθώς και οι μέσες τιμές των δειγμάτων της συνολικής περιόδου 1960-61 έως 1992-93.

Πίνακας 3.9: ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ (mm)

(Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΠΕΡΙΟΔΩΝ (mm)				
ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	1960-61 ΕΩΣ 1985-86	1986-87 ΕΩΣ 1992-93	ΔΙΑΦΟΡΑ (%)	1960-61 ΕΩΣ 1992-93
ΠΥΛΗ	1821.2	1505.8	-0.17	1754.3
ΜΟΥΖΑΚΙ	1493.9	1151.4	-0.23	1346.6
ΣΚΟΠΙΑ	647.2	647.2	0.04	652.9
ΑΜΠΕΛΙΑ	618.5	650.3	0.05	625.2
ΛΑΡΙΣΑ	897.2	774.9	-0.14	871.2
ΤΕΜΠΗ	777.3	657.5	-0.15	751.9
ΠΥΡΓΕΤΟΣ	742.1	627.9	-0.15	717.9

Από τα δεδομένα του Πίνακα 3.9 παρατηρούμε τα εξής:

- Η βροχόπτωση στο σύνολο της λεκάνης του Πηνειού κατά την περίοδο 1986-87 έως 1992-93 παρουσιάζει σημαντική μείωση κοντά στο 15% σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο. Η μείωση αυτή δεν είναι ίδια για όλες τις υπολεκάνες και ανισοκατανέμεται γεωγραφικά.
- Στις βόρειες υπολεκάνες του Πηνειού η μείωση των βροχοπτώσεων είναι κοντά στο 20%.

- Στις δυτικές υπολεκάνες του Πηνειού η μείωση των βροχοπτώσεων είναι μεγαλύτερη από **20%**.
- Στην υπολεκάνη όμως του **Ενιπέα** δεν διαπιστώθηκε μείωση των βροχοπτώσεων οι οποίες έχουν παραμείνει στα ίδια επίπεδα.

3.5.2: Αποτίμηση των μετεωρολογικών στοιχείων για τη σύνταξη της Μελέτης

Για τη σύνταξη της Υδρολογικής Μελέτης που υποβλήθηκε στη φάση του εισαγωγικού μέρους και εγκρίθηκε χρησιμοποιήθηκαν σαν βάση τα παρακάτω δεδομένα:

- ❖ Του βροχογραφικού σταθμού **Σκοπιάς Φαρσάλων** του **ΥΠ.Δ.Ε.** σε υψόμετρο +450μ, που καλύπτουν χρονική περίοδο **12 ετών**.
- ❖ Του βροχογραφικού σταθμού **Χαλκιάδων Φαρσάλων**, σε υψόμετρο +250μ, που καλύπτουν μόνο **3 υδρολογικά έτη**.

Τα στοιχεία του βροχομετρικού σταθμού Φαρσάλων της **ΕΜΥ** χρησιμοποιήθηκαν μόνο για έλεγχο όπου αποδείχθηκε ότι οι βροχοπτώσεις στο σταθμό αυτό έχουν στενή συγγένεια με αυτές των σταθμών Σκοπιάς και Χαλκιάδων.

Κατά την διάρκεια της μελέτης αυτής στα Φάρσαλα λειτουργούν δύο βροχομετρικοί σταθμοί της ΕΜΥ και του ΥΠΔΕ, δυστυχώς όμως κανένας από τους δύο δεν είναι εξοπλισμένος με βροχογράφο ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση βροχοπτώσεων μικρής διάρκειας που μας ενδιαφέρουν στην μελέτη αυτή. Οι περίοδοι επαναφοράς της κρίσιμης βροχοπτώσεως θεωρούνται ίσοι με $T=10$ χρόνια για τους χειμάρρους.

Ο χειμάρρος 2Χ ανήκει στα έργα αντιπλημμυρικής προστασίας της πόλης των Φαρσάλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη των χαρακτηριστικών του χειμάρρου 2Χ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η ανάλυση αποκλειστικά των χαρακτηριστικών του χειμάρρου 2Χ ενώ γίνεται ο σχολιασμός των σχεδίων που υπάρχουν στη μελέτη του χειμάρρου που πραγματεύεται η παρούσα πτυχιακή, “**Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985**”.

4.1: Ο χειμάρρος “2Χ”

Η ανατολική πλευρά των Φαρσάλων διασχίζεται από δύο χειμάρρους τους **1Χ** και **2Χ** που συγκεντρώνουν την απορροή σημαντικών εξωτερικών λεκανών ανατολικά και νοτιοανατολικά της πόλης. Ο χειμάρρος 2Χ συγκεντρώνει τον κύριο όγκο των βρόχινων νερών της ανατολικής ορεινής λεκάνης που είναι η μεγαλύτερη της περιοχής και εκβάλλει στην κεντρική αποχετευτική τάφρο (Κ.Α.Τ.). Στον 2Χ εκβάλλει χειμάρρος 1Χ, που διασχίζει το ανατολικό μέρος της πόλης και δέχεται τα όμβρια των νοτιοανατολικών ορεινών λεκανών.

Ο χειμάρρος 2Χ έχει ως αποδέκτη τον Απιδανό, όπου η ονομασία που του είχαν δώσει οι αρχαίοι στον παραπόταμο του Πηνειού, Φαρσαλιώτη που πηγάζει από το βουνό Όρθυς από τις βόρειες πηγές του στη Φθιώτιδα. Κοντά στα Φάρσαλα έρχεται σε επαφή με τα νερά του Ενιπέα. Σε αυτόν τον ενιαίο ποταμό δίνει το όνομα του ο Απιδανός αν και ο Ενιπέας είναι μεγαλύτερος και στο μήκος και στην ποσότητα του νερού. Έχει κατεύθυνση βορειοδυτική, αφού περνά τον θεσσαλικό κάμπο και ενώνεται με τον Πηνειό. Πηγάζει από το Ταμπάχανα (ονομασία του μέρους που πηγάζει ο Απιδανός). Σήμερα τον Απιδανό (ή αλλιώς Ταμπάκο) τον συναντάμε ως ένα πέτρινο πάρκο που όμως διατηρεί τα νερά του.

4.1.1: Τα χαρακτηριστικά τεχνικής διαμόρφωσης του χειμάρρου 2Χ

Ο χειμάρρος 2Χ έρχεται από τα υψώματα ανατολικά της πόλης των Φαρσάλων, χωρίς καμία διευθέτηση, η κλειστή ορθογωνική διατομή από σπλισμένο σκυρόδεμα μήκους **500μ** περίπου έχει κατασκευαστεί κατά κύριο λόγο για να αποχετεύει τα νερά των πηγών Κεφαλόβρυσου (Ταμπάκος), καθώς και αρκετές μικρότεροι τάφροι και ρέματα της περιοχής.

Για την αντιμετώπιση της απορροής των νότιων λεκανών προς τον χειμάρρο 1Χ προβλέπεται η κατασκευή της περιφερειακής τάφρου ΠΤ1 στο νότιο περιφερειακό δρόμο της πόλης.

Η περιφερειακή τάφρος (ΠΤ1) προβλέπεται να έχει ανεπένδυτη τραπεζοειδή διατομή ενώ στις διαβάσεις κάτω από οδούς η απορροή γίνεται με **σωληνωτούς**

οχετούς Φ60. Η τάφρος ΠΤ1 έχει διατομή με πλάτος **0,50μ** κλίση πρανών **2:1**, μήκος **490μ** και αποχετεύει στην εκβολή του χειμάρρου 1X πλημμυρική παροχή **1,04μ³/δλ.**

Η υπάρχουσα κοίτη του 1X διασχίζει την ανατολική περιοχή της πόλης με αποτέλεσμα να δημιουργεί αρκετά προβλήματα όπως κυκλοφορικά, ρύπανσης κ.α., ενώ στο ρυμοτομικό σχέδιο η κοίτη του χειμάρρου προβλέπεται να καλυφθεί και χρησιμοποιηθεί σαν δρόμος. Έτσι η διευθέτηση του χειμάρρου 1X γίνεται με υπόγειο σωληνωτό δίκτυο που συγκεντρώνει τα όμβρια του ανατολικού τομέα της πόλης με την παράλληλη κατασκευή δευτερεύοντος δικτύου αγωγών ομβρίων που καταλήγουν στον 1X.

Η πλημμυρική παροχή του 1X στην εκβολή του στη διευθετημένη κοίτη του χειμάρρου 2X είναι **4,5 μ³/δλ** προέρχεται από έκταση **46.500τ.μ.-> 46,5** στρέμματα εξωτερικών λεκανών και **14.000τ.μ.-> 14** στρέμματα οικιστικής περιοχής.

Ο χειμάρρος 2X συγκεντρώνει απορροές εξωτερικών λεκανών έκτασης 3400 στρέμματα. Η υπάρχουσα κοίτη του 2X περνά στο βορειοανατολικό όριο της πόλης και για το λόγο αυτό προβλέπεται να διευθετηθεί με ανοιχτό αγωγό. Συγκεκριμένα προβλέπεται να κατασκευαστεί τραπεζοειδής διατομή με κλίση πρανών **5:1** και πλάτος πυθμένα **3μ** από την εκβολή του στην **Κ.Α.Τ.** μέχρι τη συμβολή του 1X, δηλαδή σε **μήκος 513μ** και **πλάτος πυθμένα 2,5μ** μέχρι την κεφαλή του διευθετούμενου τμήματος στο όριο της πόλης δηλαδή σε **μήκος 256μ**. Το ύψος της επένδυσης μεταβάλλεται ανάλογα με την παροχή και την κλίση από 1,25μ στα ανάντη μέχρι 1,75μ στη κατόντη.

Στον χειμάρρο 2X θα κατασκευασθούν **αρμοί διαστολής** ανά **10μ**. Στα τελειώματα των τμημάτων μεταξύ δύο αρμών θα κατασκευασθούν όνυχες (ποικιλία πυριτικού υλικού) ενώ οι **τοίχοι αντιστήριξης** του τμήματος θα είναι ευθύγραμμοι. Το κεντρικό τμήμα του νότιου άκρου της πόλης δεν χρειάζεται ιδιαίτερη αντιπλημμυρική προστασία, γιατί η λεκάνη απορροής του εκτάσεως 374 στρέμματα είναι φυτοκαλυμμένη (Προφήτης Ηλίας) και η απορροή είναι τέτοιας τάξης ώστε συλλέγεται από **φρεάτια υδροσυλλογής** και διοχετεύεται μέσω **δύο αγωγών**.

Επίσης δεν προβλέπεται αντιπλημμυρική προστασία της νοτιοδυτικής πλευράς της πόλης καθώς τα ύδατα των νοτιοδυτικών εξωτερικών λεκανών (έκτασης 588,5 στρέμματα) θεωρούνται ότι διοχετεύονται μέσω συλλεκτήρα ενώ μέρος της απορροής της εξωτερικής δυτικής λεκάνης διοχετεύεται μέσω αγωγού. Το τμήμα του χειμάρρου 2X που θα διευθετηθεί θα έχει τραπεζοειδή διατομή από άοπλο **σκυρόδεμα B160** για την ανωδομή των τοίχων αντιστήριξης και άοπλο **σκυρόδεμα B120** για τα θεμέλια των τοίχων αντιστήριξης και του πυθμένα του αγωγού.

Πίνακας 4.1: Υδραυλικοί υπολογισμοί Χειμάρρου 2Χ (Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων, Δεκέμβριος 1985).

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ 2Χ																	
ΧΙΛΙΟΜ. ΘΕΣΗ	ΕΠΙΦΑΝΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ			ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ- ΠΑΡΟΧΗ			ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ			ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ					ΧΡΟΝΟΣ		
	ΚΑΤΑΝΤΗ ΑΝΑΝΤΗ	ΕΚΤΑΣΗ F	ΣΥΝΤΕΛ. ΑΠΟΡΡΟΗΣ c	ΑΝΟΙΓΜ. ΕΠΙΦΑΝ. ΣcF	ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΡΡΟΗΣ Ts	ΕΚΤΑΣΗ i	ΠΑΡΟΧΗ Q	ΔΙΑΤΟΜΗ b/z	ΜΗΚΟΣ L	ΚΛΙΣΗ J	ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ γ	ΕΠΙΦΑΝ. A	ΥΔΡΑΥΛ. ΑΚΤΙΝΑ R	ΤΑΧΥ- ΤΗΤΑ V	ΚΡΙΣΙΜΟ ΒΑΘΟΣ γk	ΡΟΗ F	ΔΙΑΔΡΟ- ΜΗΣ tδ
	Ha	-	Ha	h	mm/h	m ³ /sec	m/-	m	0/00	cm	m ²	cm	m/sec	cm	-	sec	min
513-769	340,63	0,50	170,3	1,108	26,28	12,43	2,5/0,2	256	16,0	87,8	2,35	54,7	5,29		1,86	48,4	67,29
			170,3	1,122	26,10												
78-513	13,25	0,70															
	0,88	0,60															
	46,65	0,50	33,1	0,455	42,34												
			203,4	0,937	28,74	16,24	3,0/0,2	435	10,0	106,5	3,42	66,2	4,75		1,71	51,6	57,75
0-78	8,6	0,50	207,7	0,962	28,33	16,35	3,0/0,2	78	7,0	120,6	3,91	71,6	4,19		1,26	18,6	58,06

ΠΑΡΟΧΗ: Η αρχική τιμή της παροχής στην είσοδο του Χειμάρρου 2Χ είναι **12,43 m³/sec** όσο προχωράει η ροή του χειμάρρου, εισέρχεται στην πόλη όπου βλέπουμε αύξηση της παροχής με αποκορύφωμα το τέλος του που η παροχή αγγίζει την τιμή **16,35 m/sec**. Είναι λογικό καθώς προς το τέλος του εισέρχεται στην πόλη των Φαρσάλων και συλλέγει και τα βρόχινα νερά.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: Η αρχική επιφάνεια του χειμάρρου είναι **2,35 m²** προς το τέλος του η επιφάνεια μεγαλώνει και φτάνει τα **3,91 m²**.

4.1.2: Οι αλλαγές που έχουν προκύψει στο χειμάρρο 2Χ

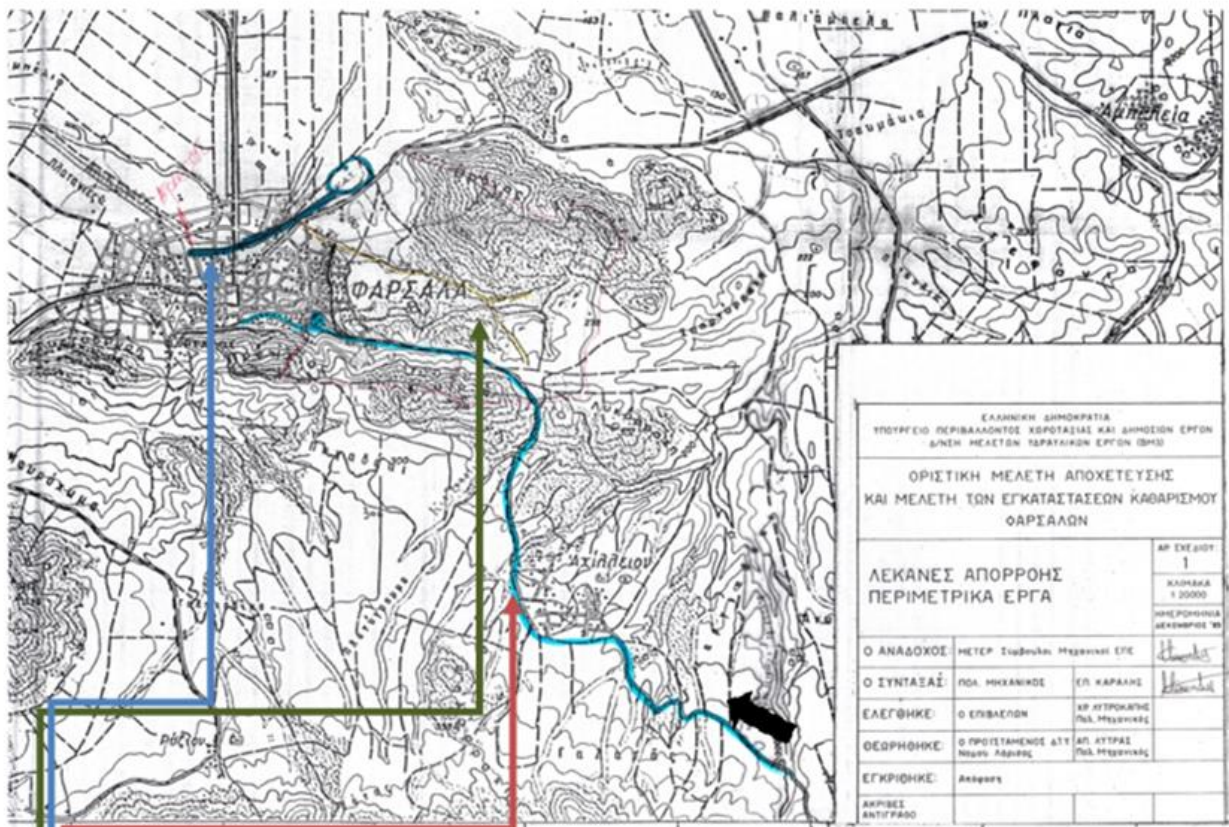
Οι λόγοι αστοχίας της διαμόρφωσης του χειμάρρου 2Χ συνοψίζονται σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, φυσικές μεταβολές αλλά και σε αστοχίες κατά την εκπόνηση και υλοποίηση του τεχνικού έργου που οδήγησαν στη υπερχειλίση και πλημύρα του χειμάρρου.

- Ο Απιδανός συναντά τον Φαρσαλίτη, οι οποίοι γίνονται ένα ποτάμι και καταλήγουν στον Ενιπέα ποταμό. Ο Ενιπέας καταλήγει στον Πηνειό και ο Πηνειός οδηγεί στη θάλασσα, έτσι όταν δημιουργείται πλημμυρικό φαινόμενο το σύνηθες είναι να ξεκινάει η πλημύρα λόγω κορεσμού της διατομής του Ενιπέα, του Απιδανού και εν συνέχεια του 2Χ.
- Ο αποδέκτης του Απιδανού έχει μικρότερη διατομή από τον 2Χ, άρα είναι αστοχία κατασκευής (δεν εντάχθηκε στη μελέτη).
- Η λάθος επενδυμένη τραπεζοειδής διαμόρφωση του πυθμένα που οδηγεί σε αύξηση του όγκου του υδραυλικού φορτίου, διότι δεν γίνεται η απορροή μέχρι το σημείο που ο υδροφόρος ορίζοντας του χειμάρρου βρεθεί σε υδραυλικό κορεσμό.

- Πλέον έχει αλλάξει η διατομή σε σχέση με αυτή που καταγράφηκε για τη σύνταξη της μελέτης οδηγώντας συμπληρωματικά το έργο σε αστοχία .
- Παράλληλα στο χειμάρρο 2Χ έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί δρόμος στη Πολεοδομική μελέτη.

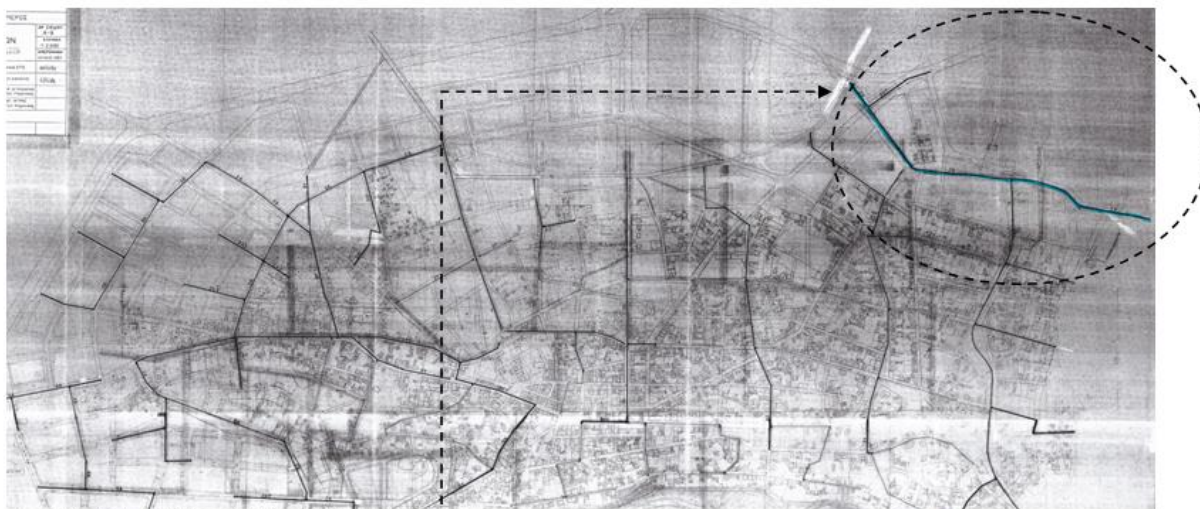
4.2: Αναλυτική περιγραφή και λειτουργία των στοιχείων του τεχνικού έργου

Στην εικόνα 4.1 αποτυπώνονται οι λεκάνες απορροής του χειμάρρου 2Χ καθώς και τα περιμετρικά έργα που των περιβάλουν.



- Η διαδρομή των βρόχινων νερών από τα ψηλότερα σημεία της περιοχής.
- Ο χειμάρρος 2Χ και η διαδρομή του.
- Η κεντρική αποχέτευση αποβλήτων που είναι και ο αποδέκτης του χειμάρρου που μελετάμε.

Εικόνα 4.1: Αποτύπωση λεκανών απορροής και περιμετρικών έργων.
(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)



- Η διαδρομή του χειμάρρου 2Χ μέσα στην πόλη τον Φαρσάλων που βρίσκεται στο Βορειοανατολικό τμήμα.

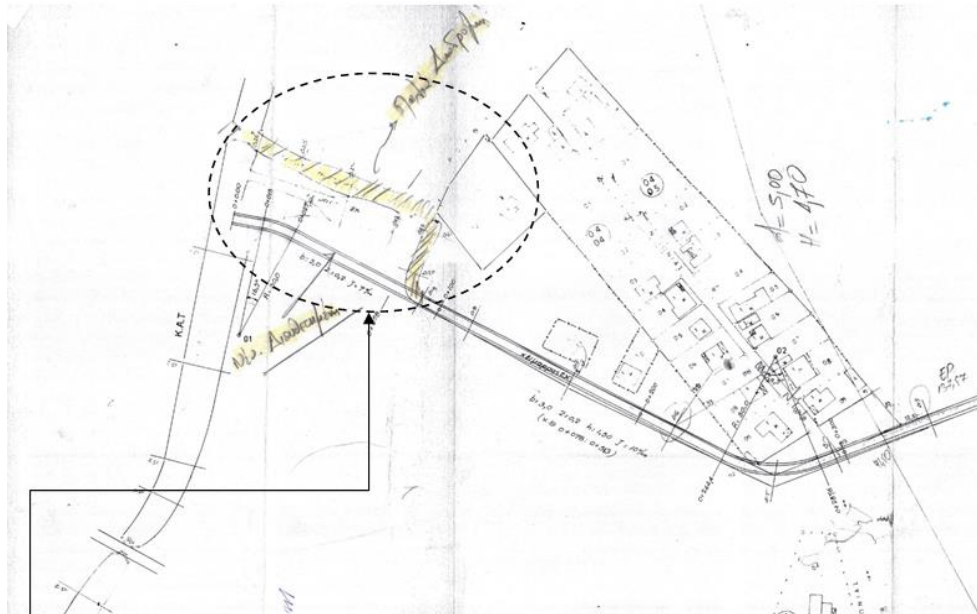
Εικόνα 4.2: Αποτύπωση δικτύου ομβρίων
(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)

Στην οριζοντιογραφία του χειμάρρου 2Χ, όπως αποτυπώνεται και στην **Εικόνα 4.3**, διακρίνουμε όλη την διαδρομή του χειμάρρου αλλά και τις παρεμβάσεις που έχουν γίνει για μεγαλύτερη ευκολία στη ροή των υδάτων.

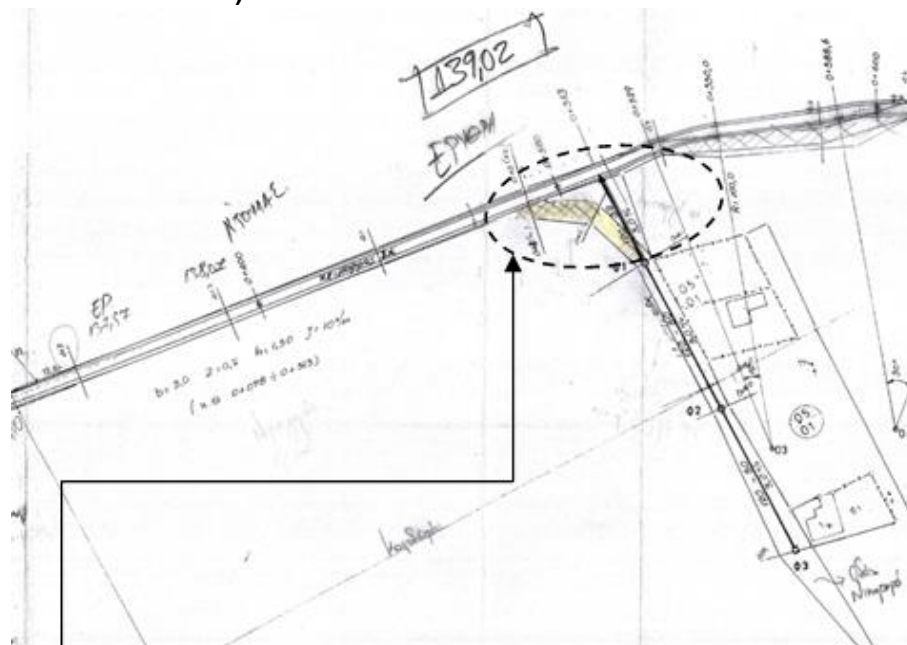


Εικόνα 4.3: Αποτύπωση οριζοντιογραφίας του χειμάρρου 2Χ.
(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)

Κύρια παρέμβαση είναι η αλλαγή διεύθυνσης σε δύο σημεία του χειμάρρου τα οποία υποδεικνύονται στις μεγεθύνσεις της οριζοντιογραφίας όπως αποτυπώνονται στις **Εικόνες 4.4** και **4.5**.



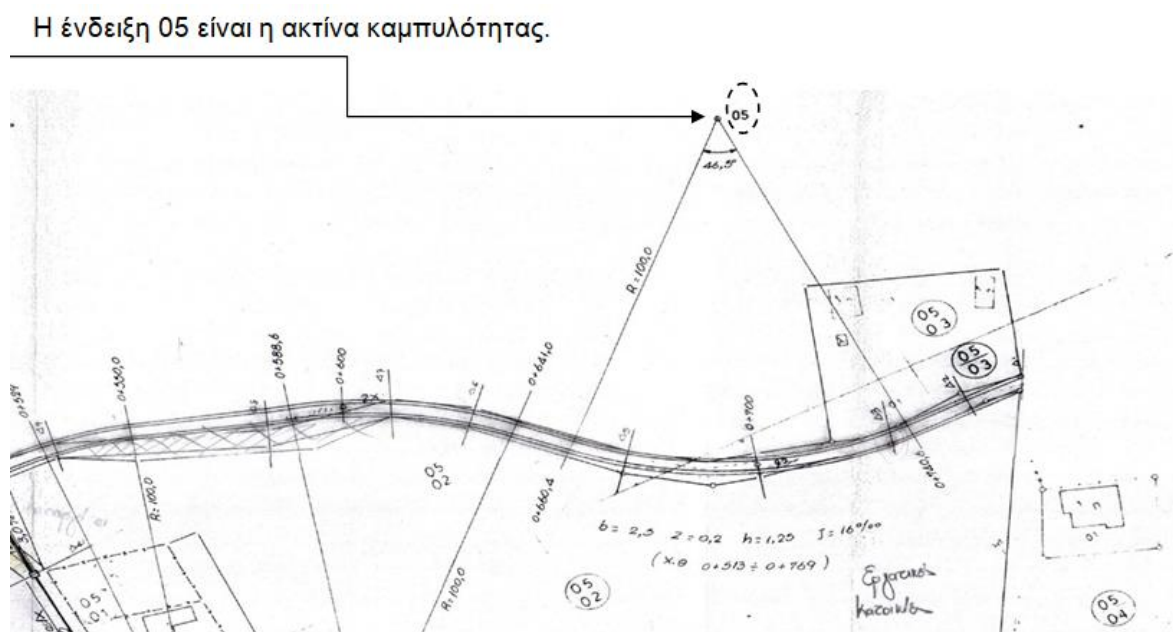
Εικόνα 4.4: Υπόδειξη της νέας διεύθυνσης στο σημείο 1 του χειμάρρου.
(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)



Εικόνα 4.5: Υπόδειξη της νέας διεύθυνσης στο σημείο 2 του χειμάρρου.
(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)

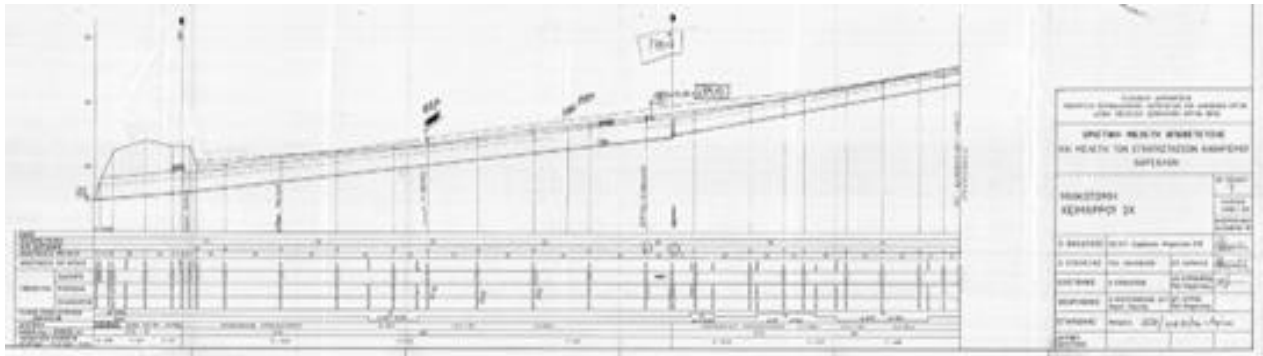
Σε κάθε περίπτωση (στα σημεία 1, 2) η αλλαγή της διευθέτησης έγινε προφανώς για τη διευκόλυνση της ροής, καθώς σύμφωνα με την παλιά διαδρομή που διακρίνεται στο σχέδιο τα ύδατα έκαναν μεγαλύτερη διαδρομή και έπρεπε να περάσουν από δύο σημεία υπό κλίση κάτι που δυσχεραίνει τη ροή τους και ήταν τελείως ανούσιο.

Συγκεκριμένα στο σημείο 1 η αλλαγή αυτή γίνεται καθώς το έδαφος στο σημείο αυτό έχει κατηφορική κλίση άρα το νερό έχει από μόνο του καλή και γρήγορη ροή. Η παρέμβαση που έγινε είναι σαφώς καλύτερη, καθώς δεν υπήρχε λόγος να υπάρχει εκεί στροφή 90° για τη ροή των υδάτων.



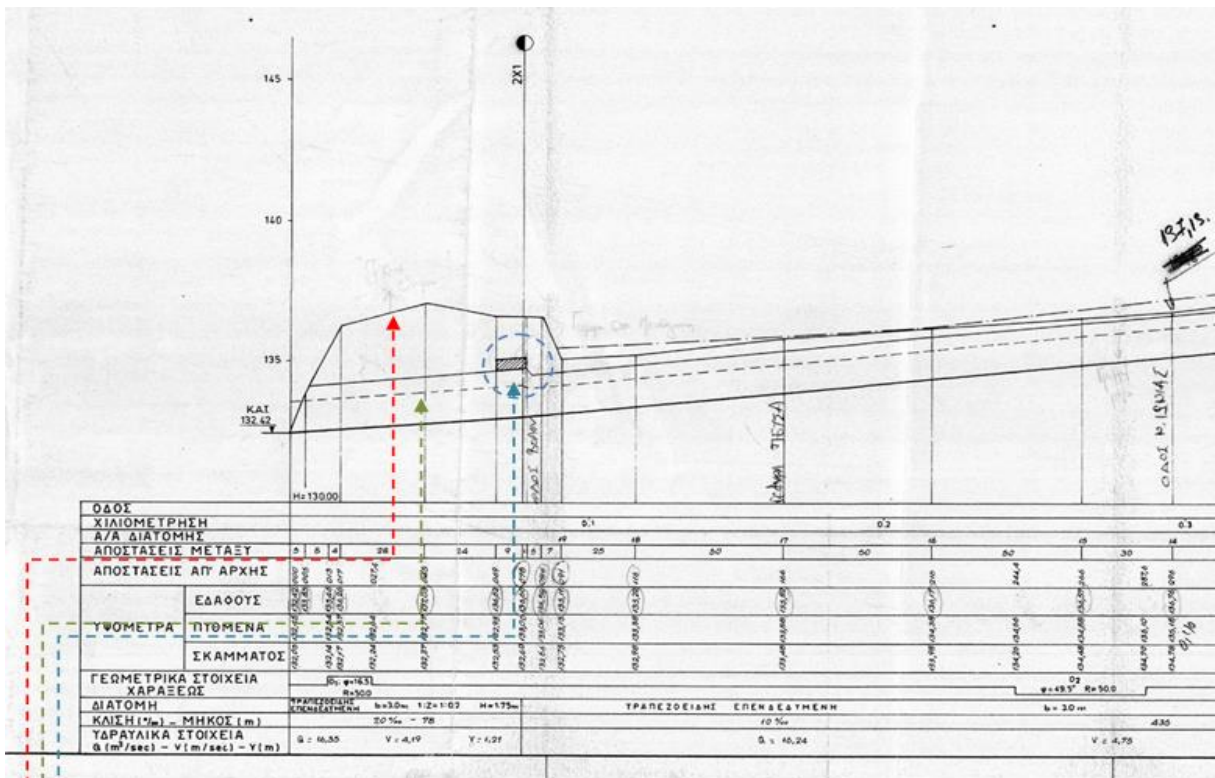
Εικόνα 4.6: Αποτύπωση της ακτίνας καμπυλότητας μέρους της διαδρομής. (Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)

Στην **Εικόνα 4.7** αποδίδεται η μηκοτομή του χειμάρρου όπου αποτυπώνονται τα υψομετρικά στοιχεία για το έδαφος του πυθμένα και διακρίνονται οι κλίσεις σε όλα τα σημεία του σταθμού.



Εικόνα 4.7: Αποτύπωση της μηκοτομής του χειμάρρου 2Χ.
 (Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)

Ακολουθεί αποτύπωση του σχεδίου της μηκοτομής σε μεγέθυνση για καλύτερη κατανόηση των διάφορων στοιχείων που απεικονίζονται στην **Εικόνα 4.8**.

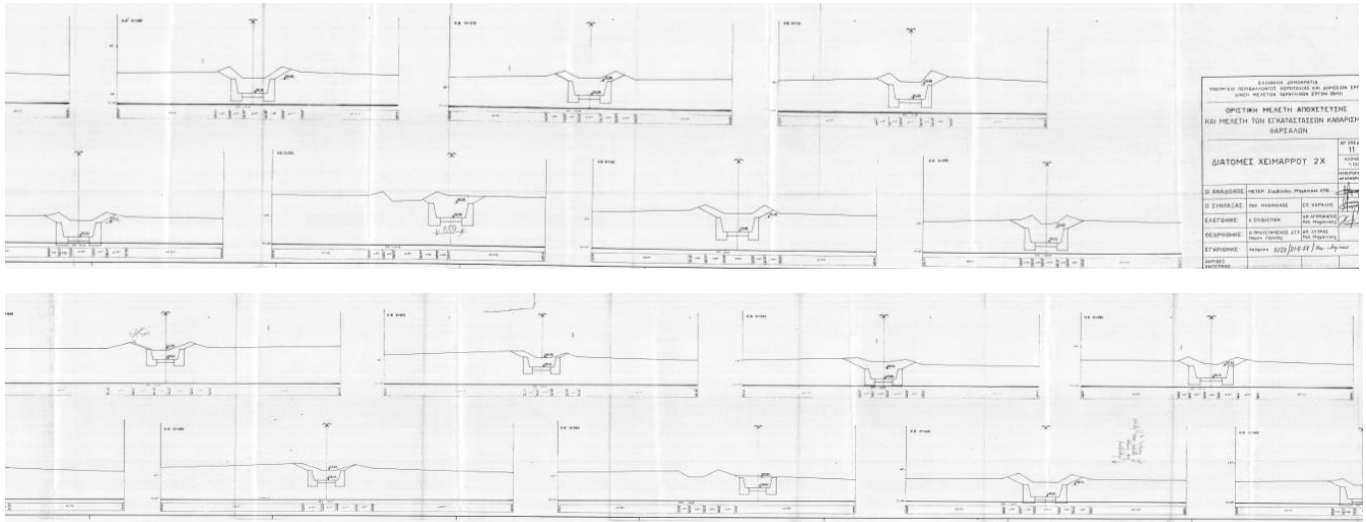


- Γραμμή φυσικού εδάφους.
- Γραμμή ροής.
- Γέφυρα στο βορειοανατολικό τμήμα της πόλης όπου περνάει ο χειμάρρος από κάτω.

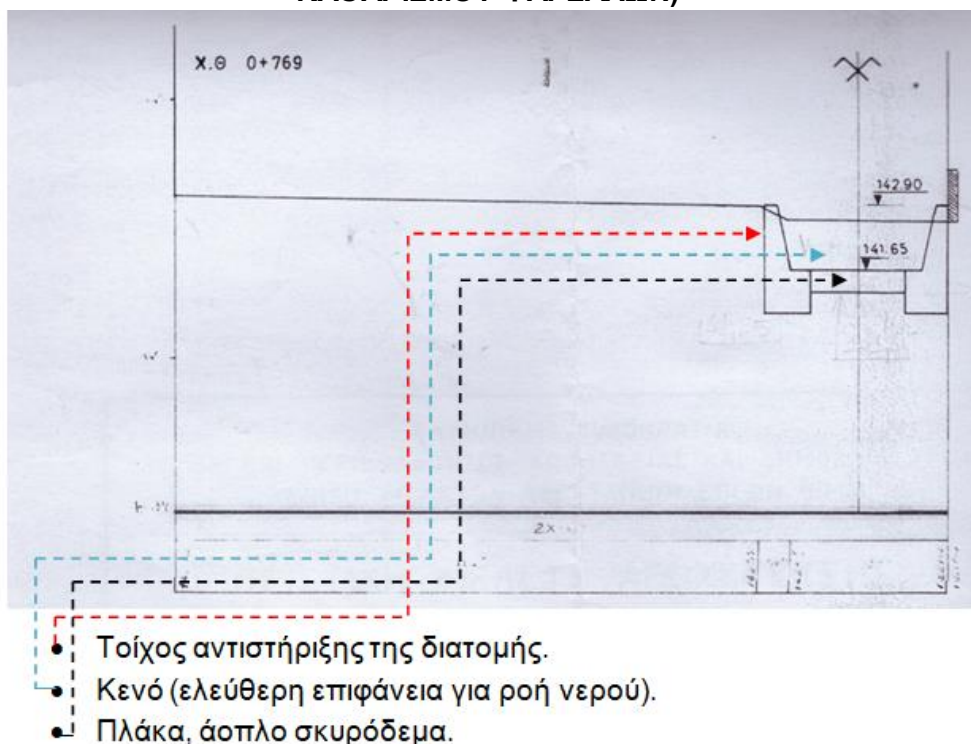
Εικόνα 4.8: Αποτύπωση της μηκοτομής του χειμάρρου.
 (Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)

4.2.1: Αποτύπωση και περιγραφή των διατομών του χειμάρρου 2x

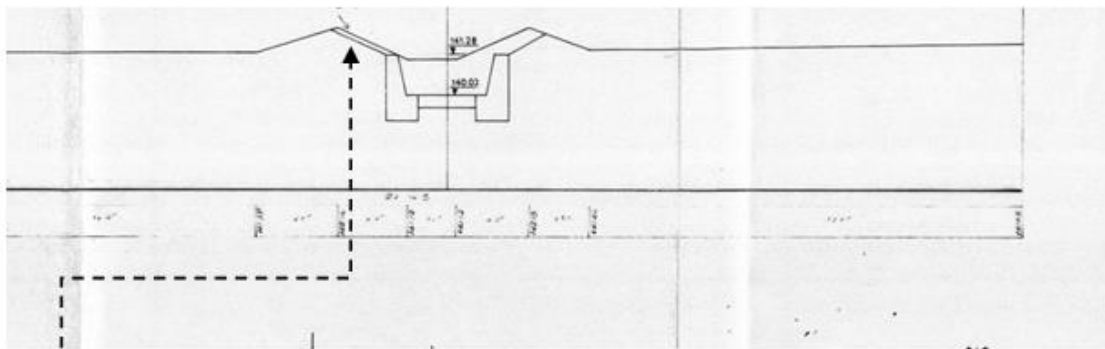
Οι διατομές που σχολιάζονται είναι μέρος του συνόλου των διατομών που υπάρχουν στα σχέδια της Μελέτης και στην ουσία είναι όσες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.



Εικόνα 4.9: Τμήματα του σχεδίου όπου αποτυπώνονται διατομές της διαμόρφωσης.
(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)



Εικόνα 4.10: ΔΙΑΤΟΜΗ Ι
(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)

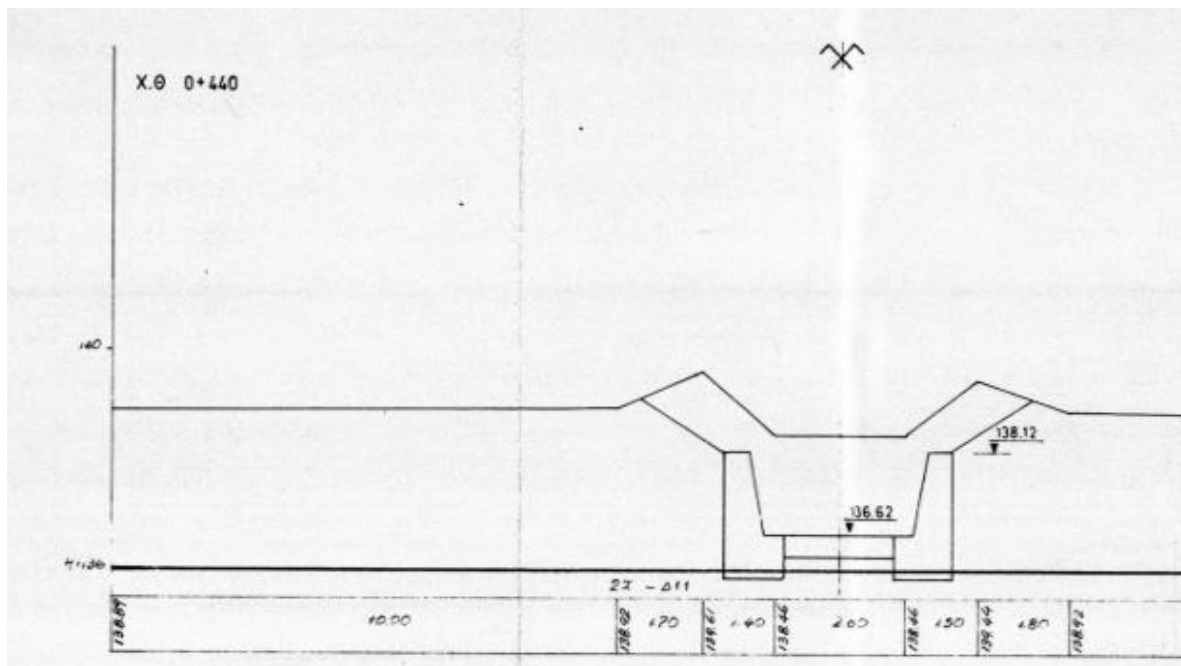


Στην διατομή αυτή έχει γίνει επένδυση στην όχθη.

• Επένδυση όχθης

Εικόνα 4.11: ΔΙΑΤΟΜΗ II

(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)



Εικόνα 4.12: ΔΙΑΤΟΜΗ III

(Πηγή: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ)

Όπως αποδίδεται και στην **Εικόνα 4.12** παρατηρούμε ότι η διατομή III παρουσιάζει συμμετρία η οποία έχει επιτευχθεί με την υπερύψωση της όχθης δεξιά και αριστερά για σωστή διαμόρφωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα- Αποτελέσματα

Σημεία της πόλης που δεν χρειάζονται αντιπλημμυρική προστασία

- ❖ Το κεντρικό τμήμα του νότιου άκρου της πόλης, γιατί η λεκάνη απορροής συνολικής έκτασης 374 στρέμματα είναι φυτοκαλυμμένη και η διαδικασία της απορροής είναι εφικτή διότι τα όμβρια ύδατα συλλέγονται από φρεάτια υδροσυλλογής και διοχετεύονται μέσω δύο αγωγών.
 - ❖ Η νοτιοδυτική πλευρά της πόλης αφού τα ύδατα των νοτιοδυτικών εξωτερικών λεκανών έκτασης 588,5 στρέμματα διοχετεύονται μέσω συλλεκτήρα ενώ μέρος της εξωτερικής δυτικής λεκάνης διοχετεύεται μέσω αγωγού.
- Ο χειμάρρος 2X συλλέγει απορροές εξωτερικών λεκανών συνολικής έκτασης 3400 στρέμματα.

Σύμφωνα με τη μελέτη:

- Η υπάρχουσα κοίτη του 2X περνά στο βορειοανατολικό τμήμα της πόλης με αποτέλεσμα να διευθετηθεί με ανοιχτό αγωγό.
- Στο χειμάρρο 2X θα κατασκευαστούν αρμοί διαστολής ανά 10μ.
- Στα τελειώματα των τμημάτων μεταξύ δύο αρμών θα κατασκευαστούν όνυχες (πυριτικό υλικό) ενώ οι τοίχοι αντιστήριξης του τμήματος θα είναι ευθύγραμμοι.

5.1 Υδραυλικά χαρακτηριστικά του χειμάρρου

Οι διατομές από χιλιομετρική θέση 0+769 έως και 0+513 ,που είναι το πιο ψηλό σημείο του χειμάρρου 2X, έχουν :

- ✚ **Επιφάνεια απορροής**, ότι δηλαδή συμβαίνει στην επιφάνεια μέχρι να φτάσει το νερό σε κάποιο κανάλι όπως λίμνη ή ποτάμι, συνολικής εκτάσεως 340,63 ha (εκτάρια) που ισοδυναμούν σε 3406,30 στρέμματα.
- ✚ **Συντελεστής απορροής** είναι 0,50
- ✚ **Άνοιγμα επιφάνειας** 170,30 ha (εκτάρια) δηλαδή περίπου **1703** στρέμματα.
- ✚ **Χρόνο συρροής**, 1,108 ώρες σε έκταση 26,28 mm/h.
- ✚ **Παροχή (Q)**, 12,43m³/sec.
- ✚ **Μήκος (L)**, 256 m και **κλίση** 16 ‰
- ✚ **Βάθος ροής (Υ)**, 87,80 cm
- ✚ **Επιφάνεια (A)**, 2,35 m²
- ✚ **Ταχύτητα (V)** 5,29 m/sec
- ✚ **Ροή (F)** 1,86
- ✚ **Χρόνος διαδρομής (τ_δ)** 48,4 sec
- ✚ **Χρόνος συρροής (τ_σ)** 67,29 min

Οι διατομές από χιλιομετρική θέση 0+78 έως και 0+00 ,που είναι το πιο χαμηλό σημείο του χειμάρρου 2Χ, έχουν :

- ✚ **Επιφάνεια απορροής**, ότι δηλαδή συμβαίνει στην επιφάνεια μέχρι να φτάσει το νερό σε κάποιο κανάλι όπως λίμνη ή ποτάμι, συνολικής εκτάσεως 8,6 ha (εκτάρια) που ισοδυναμούν σε 86 στρέμματα.
- ✚ **Συντελεστής απορροής** είναι 0,50
- ✚ **Άνοιγμα επιφάνειας** 207,70 ha (εκτάρια) δηλαδή περίπου **2077** στρέμματα.
- ✚ **Χρόνο συρροής**, 0,962 ώρες σε έκταση 28,33 mm/h.
- ✚ **Παροχή (Q)**, 16,35 m³/sec.
- ✚ **Μήκος (L)**, 78 m και **κλίση** 7 ‰
- ✚ **Βάθος ροής (Υ)**, 120,60 cm
- ✚ **Επιφάνεια (A)**, 3,91 m²
- ✚ **Ταχύτητα (V)** 4,19 m/sec
- ✚ **Ροή (F)** 1,26
- ✚ **Χρόνος διαδρομής (τ_δ)** 18,6 sec
- ✚ **Χρόνος συρροής (τ_σ)** 58,06 min

Η μελέτη , “**Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων**” υλοποιήθηκε τον Δεκέμβριο του 1985 όπως είναι λογικό έχουν γίνει μικρές επεμβάσεις είτε για να διορθωθούν πιθανές αστοχίες που έγιναν κατά την κατασκευή του έργου, είτε για να λυθούν προβλήματα που δημιουργήθηκαν από την επέμβαση του ανθρώπου. Τα έργα αυτά και οι παρεμβάσεις δεν χρειάστηκε καν να δημοπρατηθούν.

- ✓ Η διατομή του χειμάρρου έχει αλλάξει σε σχέση με αυτή που έχει καταγραφεί στη μελέτη οδηγώντας πλέον το έργο σε αστοχία.
- ✓ Έχει γίνει λάθος στην τραπεζοειδή διατομή του πυθμένα που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του υδραυλικού φορτίου καθώς δεν γίνεται η απορροή μέχρι το σημείο που ο υδροφόρος ορίζοντας του χειμάρρου βρεθεί σε υδραυλικό κορεσμό.
- ✓ Ένα τμήμα του χειμάρρου περνάει μέσα από την πόλη, μία από τις κυριότερες επεμβάσεις που έχουν γίνει είναι ότι έχει καλυφθεί μέρος του χειμάρρου που μελετάμε από δρόμο. Όπως είναι λογικό αυτό φέρνει τεράστια προβλήματα καθώς και η κατασκευή του δρόμου είναι σε αστοχία.
- ✓ Έχουν γίνει μικρά έργα ειδικά στο τμήμα που περνάει μέσα από την πόλη την περίοδο μετά την θεομηνία “ΙΑΝΟΣ”.
- ✓ Ο ποταμός Απιδανός που σχετίζεται άμεσα με τον χειμάρρο μας είναι γεωμετρικά ανεπαρκής για πλημμυρικά φορτία, που πλέον είναι σύνηθες

στην περιοχή μας, καθώς σήμερα αποτελεί διευθετημένο κανάλι του αναδασμού με χαμηλή κλίση.

Η εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας, **«Στοιχεία Διαχείρισης Υδατορρευμάτων με Εφαρμογή στο Χειμάρρο 2Χ του Δήμου Φαρσάλων, νομού Λαρίσης»** με οδήγησε στην διαπίστωση πολλών συμπερασμάτων τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω. Πιο συγκεκριμένα:

- Την κατανόηση του Υδρολογικού Κύκλου.
- Τα είδη των υδατορρευμάτων (ρυάκια, χειμάρροι, ποταμοί).
- Τα μέρη του χειμάρρου και πως αυτά λειτουργούν.
- Την υλοποίηση μίας σωστής υδρολογικής μελέτης.
- Τις κατηγορίες που διακρίνεται μία Υδρολογική Μελέτη.
- Τα διαχειριστικά λάθη των υδατορρευμάτων στην Ελλάδα και κατά συνέπεια τα προβλήματα που έπονται από αυτά.
- Την κατανόηση της έννοιας «πλημμυρικό φαινόμενο».
- Την ορθή διαχείριση των υδατορρευμάτων.
- Την σωστή υλοποίηση του αντιπλημμυρικού σχεδιασμού.
- Την κατανόηση της μορφής της Θεσσαλίας ως Υδατικό Διαμέρισμα και ταυτόχρονα τους ποταμούς αυτής. (Πηνειό, Ενιπέα)
- Η συλλογή δεδομένων από την μελέτη του 1985 **“Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων”**, και ειδικότερα οι μηνιαίες θερμοκρασίες, υγρασίες, ηλιοφάνειες, ταχύτητες ανέμου, και βροχοπτώσεις των μετεωρολογικών σταθμών της Θεσσαλίας οδήγησε σε ένα από τα βασικότερα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας. Η διαφορά των τιμών των παραπάνω παραμέτρων του 2024 σε σχέση με το 1985 αποτελεί τον βασικότερο λόγο της παρουσίας έντονων πλημμυρικών φαινομένων.
- Την ακριβή θέση του χειμάρρου 2Χ στην πόλη των Φαρσάλων. Την αφετηρία του, το τέλος του αλλά και την διαδρομή που ακολουθεί μέσα στην πόλη.
- Την διαφορά της αποτύπωσης των σχεδίων της μελέτης **“Οριστική Μελέτη Αποχέτευσης και Μελέτη Εγκαταστάσεων Καθαρισμού Φαρσάλων”** του 1985 σε σχέση με τα σημερινά σχέδια όπου αυτά αποτυπώνονται με μεγαλύτερη ακρίβεια και περισσότερες λεπτομέρειες.
- Την αντίληψη μίας πρότυπης διατομής σε ένα αντιπλημμυρικό έργο (τοίχος αντιστήριξης, ελεύθερη επιφάνεια νερού, πλάκα από άοπλο σκυρόδεμα).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Ειδική Γραμματεία Υδάτων Δ/ση Προστασίας & Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, (Άρθρο Υδατορεύματα 2010)
- [2] Καραλή Μ. (επιστημονική υπεύθυνη – επιμέλεια τεύχους), “**Παρεμβάσεις στα ρέματα. Εναλλακτικές Προτάσεις Σχεδιασμού**”, ΕΜΠ, Διατμηματικό Ερευνητικό Πρόγραμμα, Αθήνα 2000
- [3] Διδακτορική Διατριβή, Γρηγόρης Α. Σαμαράς, “**Δομή στρωματωδών ροών ανάντη εκβολών υδατορεύματος**” , ΑΠΘ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη 2007
- [4] Βικιπαίδεια 2024,
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1>
- [5] Ιωάννης Γ. Σακκάς, “**ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ, Τόμος 1**” , Υδρολογία επιφανειακών υδάτων, Πολυτεχνική σχολή Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, Θεσσαλονίκη 2007
- [6] Διπλωματική Εργασία, Αργυρώ Γεροβασίλη, “**Διεπιστημονικές διδακτικές προσεγγίσεις της θερμοκρασίας στο πλαίσιο της Επιστήμης του Πολίτη**”, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ», Ρόδος 2022
- [7] Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (**ΝΟΚ**), Ν. 4067/2012, ΦΕΚ 79Α/9.4.2012 .
- [8] “**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΈΡΓΟ: Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της Υδρολογικής Πληροφορίας της Θεσσαλίας**” , Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γ. Γραμματεία Δημοσίων Έργων ΕΥΔΕ Αχελώου, Ε.Μ.Π., Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων
- [9] Μεταπτυχιακή Εργασία, Τζιβάνη Ελένη Σάββα “Συγκριτική διερεύνηση πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού από συνθετικές βροχοπτώσεις σε μικρές λεκάνες απορροής”, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Θεσσαλονίκη 2009

[10] Λαζαρίδου Π., Παπανικολάου Π., Δανιήλ Α., Μίχας Σ., Λαζαρίδης Λ., “Περιβαλλοντική αντιπλημμυρική προστασία αστικών περιοχών – Διευθέτηση χειμάρρου Ξηριά Κορίνθου” Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου ΕΕΔΥΠ, “Διαχείριση υδατικών πόρων στις ευαίσθητες περιοχές του Ελλαδικού χώρου” Βόλος 17-19 Ιουνίου 1999

[11] Gleick, P. H., 1996 “**Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather**”, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

[12] Μεταπτυχιακή Εργασία, Καραμήτου Αναστασία, “**Η χρήση των Νευρωνικών Δικτύων στην ανάλυση χρονοσειρών της βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού Νεστορίου**”, ΕΑΠ, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, 2022

[13] Τσαβδάρης Γ., «Μετεωρολογικοί Σταθμοί» ,Άρθρο, Μάρτιος 2020

[14] ΜΕΤΕΡ–ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ- Ε.Π.Ε. ,«**ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΦΑΡΣΑΛΩΝ**» με Αριθμό Μελέτης: **8176702** αναφερόμενη στο **ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΙΩΝ**.

ΕΙΚΟΝΕΣ

[15] Εικόνα 1.1 Τεχνική Υδρολογία (Βιβλίο Σακκά, 2007)

[16]Εικόνα 1.2- Διαδίκτυο 1

<https://docplayer.gr/16328430-1-ydrografika-iktya-lekanes-aporrois.html>

[17]Εικόνα 1.3 Μαμαής Δ. (2007), Υδατικοί πόροι Περιβάλλον και Ανάπτυξη

[18]Εικόνα 1.4 Μαμαής Δ. (2007), Υδατικοί πόροι Περιβάλλον και Ανάπτυξη

[19] Εικόνα 1.5- Διαδίκτυο 2

https://www.meteology.gr/meteorologikoi_stathmoi/

[20] Εικόνα 2.1-Διαδίκτυο 3

https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/OPE02163/%CE%A5%CE%A6%CE%A0_%CE%9A%CE%B5%CF%86.%205%CE%BF_%CE%91%CF%80%CE%BF%CF%81%CF%81%CE%BF%CE%AE.pdf

[21] Εικόνα 2.2- Διαδίκτυο 4

https://www.google.com/search?q=%CF%85%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B7%CE%BC%CE%B1+%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BF%CE%BD+%CF%83%CE%BA%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%82&sca_esv=7c6bf37a198f0c55&sca_upv=1&udm=2&biw=1920&bih=917&sxsrf=ACQVn08NMMytnequdOuuHv-WMt_gEi2WYqQ%3A1711533813538&ei=9e4DZtq6ILXUxc8P67SCgAk&ved=0ahU

[KEwiaieinmJSFAxU1avEDHWuaAJAQ4dUDCBA&uact=5&oq=%CF%85%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B7%CE%BC%CE%B1+%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BF%CE%BD+%CF%83%CE%BA%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%82&gs_lp=Eqxnd3Mtd2I6LXNlcnAiLs-FzrTPgc6_zrPPgc6xz4bOt868zrEqzrHOvc65zr_OvSDPg866zrXOu86_z4Jl1x1QnwhYshxwA3gAkAEAmAGKAaABsw6qAQQwLjE1uAEDyAEA-AEBmAlCoAKCAclCBRAAGIAEwqIGEAAYBxgewqIGEAAYBRgemAMAIAYBkqcDM S4xoAf1BQ&sclient=gws-wiz-serp#vhid=d86WC8SF4PPEsM&vssid=mosaic](https://www.thessaly.gov.gr/data/ps_apof/2021/%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F%2015%2829-07-2021%29/%CE%98%CE%95%CE%9C%CE%91%2013%20%CE%9C%CE%A0%CE%95%20%CE%94%CE%99%CE%95%CE%A5%CE%98%CE%95%CE%A4%CE%97%CE%A3%CE%97%20%CE%9A%CE%95%CE%9D%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%A5%20%CE%A1%CE%95%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%9F%CE%A3%20%CE%9F%CE%99%CE%9A%CE%99%CE%A3%CE%9C%CE%9F%CE%A5%20%CE%A0%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%99%CE%91%CE%A3%20%CE%94.%20%CE%A0%CE%A5%CE%9B%CE%97%CE%A3.pdf)

[22] Εικόνα 2.3- Διαδίκτυο 5

https://www.thessaly.gov.gr/data/ps_apof/2021/%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F%2015%2829-07-2021%29/%CE%98%CE%95%CE%9C%CE%91%2013%20%CE%9C%CE%A0%CE%95%20%CE%94%CE%99%CE%95%CE%A5%CE%98%CE%95%CE%A4%CE%97%CE%A3%CE%97%20%CE%9A%CE%95%CE%9D%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%A5%20%CE%A1%CE%95%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%9F%CE%A3%20%CE%9F%CE%99%CE%9A%CE%99%CE%A3%CE%9C%CE%9F%CE%A5%20%CE%A0%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%99%CE%91%CE%A3%20%CE%94.%20%CE%A0%CE%A5%CE%9B%CE%97%CE%A3.pdf

[23]Εικόνα 3.1 Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας και της 1ης αναθεώρησης αυτού

(https://drive.google.com/file/d/1Amr3ZBhTQLsoYLi0SsDJoXLKmrqWmJqe/view?usp=drive_web)