

ΦΟΡΕΑΣ ΕΡΓΟΥ : ΑΘΗΝΑΙΩΝ ΓΗ
ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΕΡΓΟ - ΘΕΣΗ :

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΡΟΗΣ
ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΡΑΜΜΩΝ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ

ΑΝΑΔΟΧΟΣ - ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ :

ΖΑΡΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Δρ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΜΠ - M.Sc. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ.

ΑΘΑΝΑΤΩΝ 15, 10443 ΑΘΗΝΑ

ΤΗΛ. 2105120894 Email: zarris@hydro.ntua.gr

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ - ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ

ΕΚΘ - 1
ΑΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ : ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2024

ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ : **ΖΑΡΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

Δρ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΜΠ - M.Sc. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ.

ΕΛΕΓΧΟΣ

ΣΦΡΑΓΙΔΑ - ΥΠΟΓΡΑΦΗ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΒΛ. ΖΑΡΡΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Ε.Μ.Π
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΟΥΧ 7381
ΑΘΑΝΑΤΩΝ 15 ΑΘΗΝΑ Τ.Κ. 104 41
ΑΦΜ: 047157805 - ΔΟΥ: Α' ΑΘΗΝΩΝ
ΤΗΛ.: 210 5120894



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Εισαγωγή.....	4
1.1	Σκοπός και Αντικείμενο της Μελέτης	4
1.2	Γενική Περιγραφή της ευρύτερης περιοχής μελέτης	6
1.3	Βροχομετρικά και Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	7
1.3.1	Βροχομετρικά Δεδομένα	7
1.3.2	Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα	8
1.3.3	Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	8
1.3.4	Σχετική Υγρασία.....	9
1.3.5	Ηλιοφάνεια	9
1.3.6	Γεωλογικά Δεδομένα.....	9
1.3.7	Υδρογεωλογικά δεδομένα	9
1.3.8	Δεδομένα Χρήσεων Γης	10
2.	Αναλυτική περιγραφή της περιοχής μελέτης.....	11
2.1.	Εισαγωγή.....	11
2.2.	Περιγραφή της κοίτης του υδατορέματος στο προς οριοθέτηση τμήμα	11
2.3.	Γεωμορφολογικά δεδομένα.....	12
2.4.	Εδαφολογικά Δεδομένα	16
2.5.	Γεωλογικά δεδομένα	20
2.6.	Δεδομένα Χρήσεων Γης.....	22
2.7.	Υπολογισμός χρόνου συρροής λεκανών απορροής	24
2.7.1.	Τύπος του Kirpich.....	24
2.7.2.	Τύπος του Giandotti.....	25
3.	Δεδομένα Έντονων Βροχοπτώσεων – Κατάστρωση Ομβρίων Καμπυλών.....	26
3.1.	Γενικά - Θεωρητικό υπόβαθρο	26
3.2.	Όμβριες καμπύλες περιοχής μελέτης.....	27
4.	Υδρολογική προσομοίωση της λεκάνης απορροής.....	28
4.1.	Μοντέλο βροχής - απορροής.....	28
4.2.	Εφαρμογή του μοντέλου – Αποτελέσματα	29
5.	Υδραυλική προσομοίωση της παροχής σχεδιασμού στην υφιστάμενη κατάσταση	31
5.1.	Γενικά.....	31
5.2.	Μεθοδολογία υδραυλικής επίλυσης.....	31
5.3.	Αποτελέσματα υδραυλικής επίλυσης.....	38
6.	Εξαίρεση από την Οριοθέτηση.....	53
6.1.	Γενικά.....	53
6.2.	Πρόταση Οριοθέτησης.....	53
7.	Συμπεράσματα.....	58
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΧΑΡΤΕΣ.....	59

1. Εισαγωγή

1.1 Σκοπός και Αντικείμενο της Μελέτης

Με Σύμβαση που υπεγράφη τον Ιούλιο 2021, ο ιδιοκτήτης

Η Μελέτη Προσωρινής Οριοθέτησης, όπως προδιαγράφεται από το Ν. 4258/2014, εκπονείται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο ο Μελετητής υποδεικνύει την προς τοπογραφική αποτύπωση ζώνη του ρέματος και τις θέσεις λήψης διατομών του ρέματος. Στο δεύτερο στάδιο και μετά την παραλαβή των τοπογραφικών διαγραμμάτων και των διατομών εκπονείται με βάση αυτά η κυρίως Μελέτη Οριοθέτησης.

Η σχετική Τοπογραφική Μελέτη, βάσει των σχετικών Προδιαγραφών του Ν. 4258/2014, εκπονήθηκε από το Μελετητικό Γραφείο, Αγρονόμου - Τοπογράφου Μηχανικού. Η παρούσα υδραυλική μελέτη αφορά στη Μελέτη Προσωρινής Οριοθέτησης δύο (2) ανώνυμων ρεμάτων που διέρχονται εντός και εφάπτομενικά της ιδιοκτησίας, όπως δηλώνεται στο σχετικό τοπογραφικό διάγραμμα. Η παρούσα υδραυλική μελέτη αφορά σε τρία ρέματα, από τα οποία τα δύο ανήκουν σε ένα κλάδο. Τα ρέματα αυτά και οι αντίστοιχες λεκάνες απορροής έχουν διεύθυνση από Β – Ν και είναι παράλληλα και χαρακτηρίζονται ως τη Δυτική και την Ανατολική Λεκάνη. Το χαρακτηριστικό των ρεμάτων είναι οι χαρακτηριστικές βαθιές γραμμές που είναι έντονες.

Το συνολικό μήκος της παρούσας προσωρινής οριοθέτησης είναι ίσο με 1605 m, από τα οποία τα 1010m ανήκει στον δυτικό κλάδο, στον οποίο προσαρτάται και δύο μικροί κλάδοι μήκους 330m και 40m αντίστοιχα που συμβάλλουν στον κυρίως κλάδο από τα ανατολικά στη Χ.Θ. 0+520.0m και στη Ψ.Θ. 0+870.0m αντίστοιχα, δηλαδή περίπου στο μέσον του κυρίως κλάδου ο μεγαλύτερος από τους δύο. Ο κύριος κλάδος του δυτικού ρέματος βρίσκεται εξολοκλήρου εκτός της υπόψη ιδιοκτησίας, ο συμβάλλων κλάδος όμως βρίσκεται εντός της ιδιοκτησίας. Το μήκος του δευτερεύοντος κλάδου του δυτικού ρέματος είναι ίσο με 330m. Ο ανατολικός κλάδος έχει μήκος 405m το οποίο σχεδόν εξολοκλήρου βρίσκεται εντός της υπόψη ιδιοκτησίας.

Σε σχέση με τον δυτικό κλάδο οι συντεταγμένες της αρχής (το κατάντη σημείο) του τμήματος οριοθέτησης είναι (στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87) $X=627887.1$, $Y=4022752.6$ m και του πέρατος (το ανάντη σημείο) είναι $X=628224.3$, $Y=4156305.7$ m.

Σε σχέση με τον ανατολικό κλάδο οι συντεταγμένες της αρχής (το κατάντη σημείο) του τμήματος οριοθέτησης είναι (στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87) $X=628100.2$, $Y=4022574.0$ m και του πέρατος (το ανάντη σημείο) είναι $X=628236.3$, $Y=4022887.5$ m.

Η παρούσα υποβολή αποτελεί τη Μελέτη Οριοθέτησης και περιλαμβάνει:

- Την παρούσα Τεχνική Έκθεση.
- Το Παράρτημα των Υδραυλικών Υπολογισμών.
- Την Οριζοντιογραφία του ρέματος στο τμήμα ενδιαφέροντος με σημειωμένα τα εξής στοιχεία (α) Άξονας του ρέματος, (β) Γραμμή του ποδός της κοίτης τόσο στο υφιστάμενο τμήμα όσο και στη διευθέτηση, (γ) Γραμμή του φρνδιού της κοίτης τόσο στο υφιστάμενο τμήμα όσο και στη διευθέτηση, και (δ) οι γραμμές πλημμύρας που αντιστοιχούν στη βροχόπτωση σχεδιασμού με περίοδο επαναφοράς της μέσης έντασης της βροχόπτωσης την 50ετία.

Σε γενικές γραμμές τα ρέματα με καθορισμένη, υφιστάμενη διατομή επαρκεί για την παροχέτευση της πλημμύρας 50ετίας.

Η συνολική μελέτη περιλαμβάνει την υδρολογική και την υδραυλική μελέτη διευθέτησης και οριοθέτησης.

Στην παρούσα υδρολογική μελέτη γίνονται οι εξής εργασίες:

1. Σχεδιασμός του υδροκρίτη των τριών λεκανών απορροής.
2. Σχηματοποίηση του υδρολογικού μοντέλου βροχής απορροής με βάση την ορθολογική μέθοδο λόγω της σχετικά μικρής επιφάνειας των λεκανών απορροής.
3. Υπολογισμός του υδρογραφήματος σχεδιασμού και επομένως και της πλημμυρικής αιχμής.

Στην υδραυλική μελέτη γίνονται οι εξής εργασίες:

1. Σχηματοποίηση του άξονα και του φρυδιού του ρέματος και την επισήμανσή τους στο τοπογραφικό διάγραμμα τόσο στο υφιστάμενο τμήμα όσο και στην πρόταση διευθέτησης.
2. Σχηματοποίηση των διατομών κάθετων στον άξονα του ρέματος με μέγιστη μεταξύ τους απόσταση ίση με 5- 10 m, τιμή η οποία είναι απόλυτα ικανοποιητική για τους σκοπούς της υπόψη μελέτης.
3. Σχηματοποίηση του υδραυλικού μοντέλου HEC-RAS με την εισαγωγή των συντελεστών τραχύτητας κατά Manning στο μοντέλο βάσει της αυτοψίας και των σχετικών φωτογραφιών αλλά και του σχεδιασμού της κοίτης της διευθέτησης.
4. Εφαρμογή του υδραυλικού μοντέλου.
5. Σχεδιασμός επί των σχεδίων των γραμμών πλημμύρας.

Η παρούσα μελέτη προσωρινής οριοθέτησης εκπονήθηκε με βάση τις εξής προδιαγραφές:

- Το Ν. 4258/2014 "Διαδικασία Οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα – ρυθμίσεις Πολεοδομικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις" στο οποίο περιγράφεται η διαδικασία για τη διευθέτηση/οριοθέτηση από ιδιώτες και τα περιεχόμενα του φακέλου οριοθέτησης/διευθέτησης.
- Προδιαγραφές του ΦΕΚ428Β-15-02-2017-"Τεχνικές προδιαγραφές σύνταξης του περιεχομένου του φακέλου οριοθέτησης κατ' εφαρμογή της Παραγράφου 5 του Άρθρου 2 του Ν. 4258/2014 - Διευκρινίσεις για την εφαρμογή της διαδικασίας οριοθέτησης".
- Το Ν-3010/02 (ΦΕΚ-91/Α/25-4-02) "Εναρμόνιση του Ν-1650/86 με τις Οδηγίες ΕΕ-11/97 και ΕΕ-61/96, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις".
- Τις Οδηγίες του ΥΠΕΚΑ περί πληρότητας φακέλου οριοθέτησης υδατορεμάτων.
- Το Ν. 696/1974 με βάση τα ελάχιστα απαιτούμενα σχετικά με τις μελέτες οριοθέτησης.

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν εκτεταμένα τμήματα από τη Α΄ Φάση της μελέτης «Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου» που εκπονήθηκε για λογαριασμό του τ. Υπουργείου Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ) το 2005, τα Σχέδια Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου σε εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ καθώς και από τα Σχέδια Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ) για το Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου σε εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΕ.

Στα πλαίσια της μελέτης δημιουργήθηκε μια βάση γεω-χωρικών δεδομένων σε Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ). Στο GIS της μελέτης έχουν εισαχθεί ανυσματικά και καναβικά αρχεία, τα οποία κατασκευάστηκαν αρχικά στα πλαίσια της Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας (ΕΤΥΜΠ). Το σημαντικότερο καναβικό αρχείο είναι το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου (ΨΜΑ) (Digital Terrain Model, DTM) του υδατικού διαμερίσματος της Νήσων Αιγαίου σε διάσταση κανάβου 25 m. Το αρχείο αυτό κατασκευάστηκε με διάφορες τεχνικές με βάση τα ψηφιοποιημένα στοιχεία των ισοϋψών καμπυλών και τις γραμμές των υδατορεμάτων όπως αυτά αποτυπώνονται στα τοπογραφικά διαγράμματα 1:50,000 της ΓΥΣ. Το ΨΜΑ διευκολύνει σε σημαντικό βαθμό τις εργασίες υπολογισμού διάφορων τιμών των απόλυτων υψομέτρων της λεκάνης απορροής για τον υπολογισμό του χρόνου

συρροής, για παράδειγμα. Τα ανυσματικά αρχεία αφορούν σε σημεία, γραμμές και πολύγωνα, π.χ. υδατορέματα, λεκάνες απορροής) τα οποία έχουν ψηφιοποιηθεί όπως εμφανίζονται στα τοπογραφικά διαγράμματα 1:50,000 της ΓΥΣ.

Στην υδρολογία πλημμυρών, η έμφαση δίνεται στην επιφανειακή απορροή, η οποία έχει ως συνέπεια την απότομη και, κατά κανόνα, εντυπωσιακή αύξηση της διερχόμενης παροχής. Σε σύγκριση με τη συνήθη παροχή ενός ποταμού που οφείλεται κυρίως στην εκφόρτιση των υπόγειων νερών (βασική απορροή), η πλημμυρική παροχή, ιδιαίτερα στην αιχμή της, μπορεί να είναι δύο ως τρεις τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη. Ειδικά στα υδατορέματα εφήμερης ροής, η απορροή παράγεται μόνο κατά τη διάρκεια πλημμυρικών επεισοδίων, ενώ το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου η κοίτη τους είναι ξερή.

Η εξέλιξη μιας πλημμύρας στο χώρο και το χρόνο εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

- τη χωροχρονική εξέλιξη του επεισοδίου βροχής,
- τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής,
- τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου.

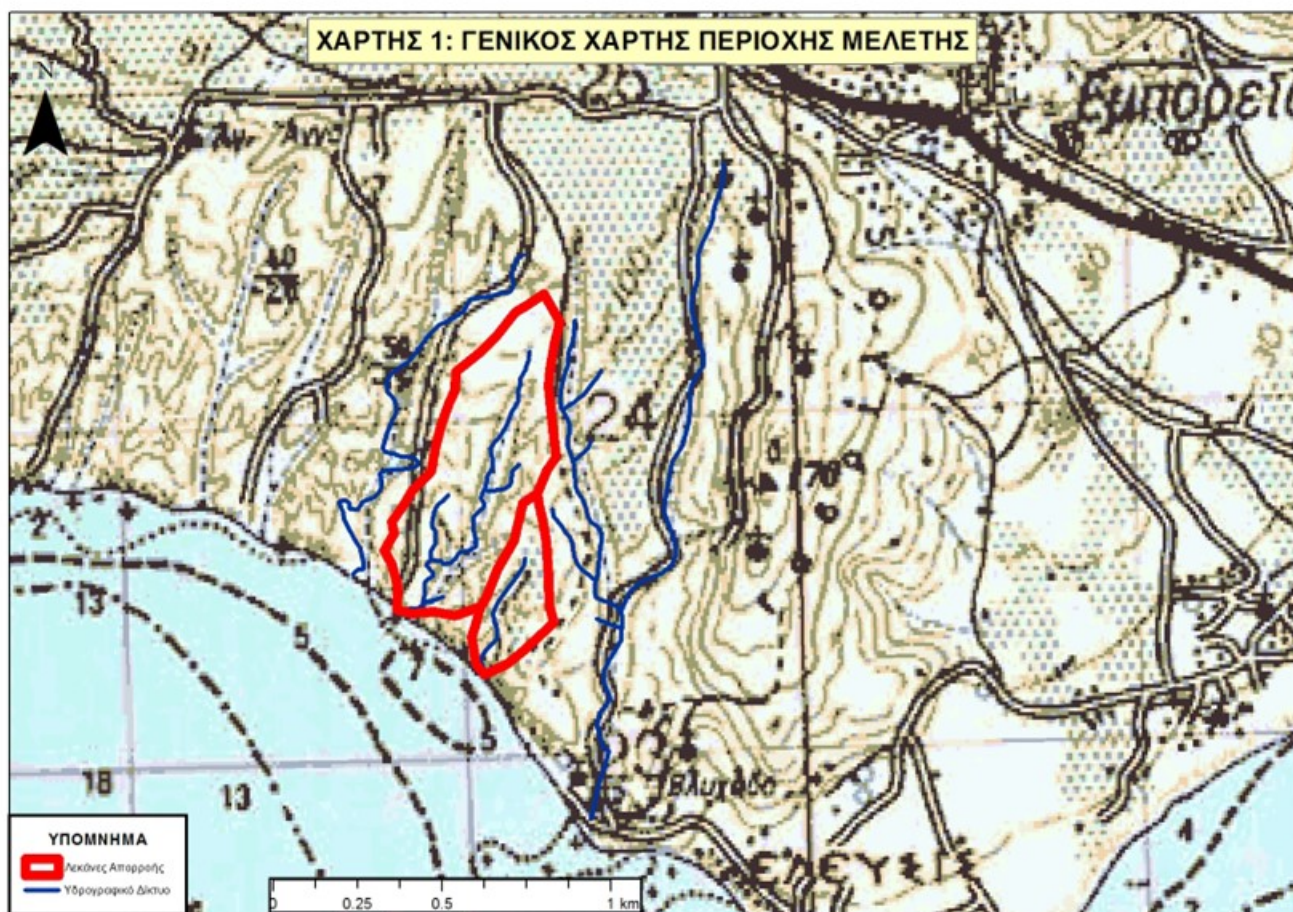
Σε αντίθεση τους υδρολογικούς μηχανισμούς που εξετάζονται σε σχετικά μεγάλες χρονικές κλίμακες, στην κλίμακα αναφοράς των πλημμυρών παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο φαινόμενα χρονικής υστέρησης και ανασχέσεων της απορροής (π.χ. φαινόμενα διόδευσης), που στις μεγαλύτερες κλίμακες έχουν αμελητέα επίδραση στο υδατικό ισοζύγιο. Από την σκοπιά της υδραυλικής, η χωροχρονική εξέλιξη της πλημμυρικής απορροής σε ένα υδατόρεμα διέπεται από τους νόμους μη μόνιμης ροής, που προϋποθέτουν ειδική αντιμετώπιση. Για το λόγο αυτό, η ανάλυση των πλημμυρών περιλαμβάνει δύο, κατά κανόνα, συνιστώσες: (α) την υδρολογική ανάλυση, που αποσκοπεί στην εκτίμηση των πλημμυρικών παροχών (υδρογραφήματα) που παράγονται από χαρακτηριστικά επεισόδια βροχής (καταιγίδες σχεδιασμού) στη λεκάνη, και (β) την υδραυλική ανάλυση, που με είσοδο τα υδρογραφήματα που έχουν υπολογιστεί από την υδρολογική ανάλυση, περιγράφει την εξέλιξη των υδραυλικών χαρακτηριστικών της ροής κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου και, σε ειδικές περιπτώσεις, σε μια ζώνη εκατέρωθεν του δικτύου, εφόσον πραγματοποιείται κατάκλυση του πλημμυρικού πεδίου. Συνεπώς, ενώ ο χώρος αναφοράς της υδρολογικής ανάλυσης είναι η συνολική λεκάνη απορροής, η τυπική χωρική κλίμακα της υδραυλικής ανάλυσης είναι το υδρογραφικό δίκτυο, είτε ως γραμμικό στοιχείο είτε ως επιφανειακό στοιχείο (κυρίως δίκτυο και πλημμυρική κοίτη).

Στην παρούσα έκθεση η υποδιαστολή που δηλώνει τα δεκαδικά στοιχεία δίνεται ως τελεία (.) ενώ οι χιλιάδες διαχωρίζονται με κόμμα (,).

Τονίζεται ότι οι διατομές που παρουσιάζονται στο υδραυλικό μοντέλο και σε κάθε άλλη διατομή στον παρόν Τεύχος φαίνονται από ανάντη σε κατάντη με αρνητικές αποστάσεις από τον άξονα το τμήμα της διατομής που είναι αριστερά του άξονα με κατάντη διεύθυνση και με θετικές αποστάσεις από τον άξονα το τμήμα της διατομής που είναι δεξιά του άξονα με κατάντη διεύθυνση.

1.2 Γενική Περιγραφή της ευρύτερης περιοχής μελέτης

Η Θήρα βρίσκεται στο νότιο άκρο του νομού Κυκλάδων έχει έκταση 75.7 km² και πληθυσμό 12440 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Είναι ημιορεινή με ψηλότερη κορυφή τον Πρ. Ηλία (565μ) στο νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού. Η Θήρα μαζί με τη Θηρασία και το Ασπρονήσι αποτελούν υπολείμματα του προϊστορικού, μεγαλύτερου, νησιού με το όνομα Στρογγύλη -από το τότε σχήμα του- και είναι διατεταγμένα σε σχήμα δακτυλίου γύρω από μια βαθιά ωοειδή λεκάνη που σχηματίστηκε από την καταβύθιση του κέντρου της Στρογγύλης λόγω μεγάλης ηφαιστειακής έκρηξης και όπου εισέρευσε η θάλασσα. Η Θήρα αποτελεί τόπο ιδιαίτερης ιστορικής και αρχαιολογικής σημασίας με φυσικό κάλλος μοναδικό σε παγκόσμια κλίμακα. Διοικητικά αποτελείται από το Δήμο Θήρας. Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο νότιο τμήμα του νησιού στη TK Εμπορείου (Εικόνα 1-1).



Εικόνα 1-1: Χάρτης περιοχής μελέτης.

1.3 Βροχομετρικά και Μετεωρολογικά Δεδομένα

Το κλίμα του νησιού είναι δροσερό λόγω των βορειοανατολικών ανέμων και ο χειμώνας είναι ήπιος με μέση θερμοκρασία 10°C . Οι βροχές είναι συχνές το χειμώνα και σχεδόν ανύπαρκτες το καλοκαίρι. Το έδαφος είναι εύφορο και ευνοεί την καλλιέργεια των αμπελιών και της ντομάτας. Το νησί είναι σχεδόν άνυδρο με ελάχιστα πηγαία νερά.

Τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο ο καιρός χαρακτηρίζεται από ζεστές μέρες με σύνηθες απρόβλεπτες αλλαγές της θερμοκρασίας. Οι μήνες Ιούνιος και Σεπτέμβριος, χαρακτηρίζονται κυρίως από ηλιόλουστες μέρες με μέτριες έως υψηλές θερμοκρασίες. Οι καλοκαιρινοί μήνες Ιούλιος και Αύγουστος είναι οι θερμότεροι μήνες του έτους με ξηρό κλίμα και συχνά ψυχρό αέρα τα βράδια. Σε αυτούς τους μήνες παρουσιάζονται και τα γνωστά μελτέμια του Αιγαίου Πελάγους, τα οποία ξεκινούν απότομα και μπορεί να διαρκέσουν πολλές μέρες. Τέλος, οι μήνες Οκτώβριος και Φεβρουάριος χαρακτηρίζονται από χαμηλές θερμοκρασίες με λογικές ποσότητες βροχόπτωσης.

1.3.1 Βροχομετρικά Δεδομένα

Στη νήσο Θήρα, υπάρχει ένας μόνο εγκατεστημένος μετεωρολογικός σταθμός. Πρόκειται για τον ομώνυμο μετεωρολογικό σταθμό της ΕΜΥ, που είναι ένας από τους παλαιότερους σταθμούς του υδατικού διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου, καθώς λειτουργεί από το 1931. Ο σταθμός καταγράφει δεδομένα βροχόπτωσης, θερμοκρασίας, υγρασίας και ηλιοφάνειας.

Πίνακας 1-1: *Μετεωρολογικοί Σταθμοί Ευρύτερης Περιοχής Ενδιαφέροντος.*

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΟΥ			ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ		
		X	Y	Z (m)	ΦΟΡΕΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
1	ΘΗΡΑ	388460.3	4165688	37	ΕΜΥ	ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ	326.7

Η επιλογή των σταθμών παρατήρησης βασίστηκε στην αξιοπιστία των δεδομένων, στην πληρότητά τους, καθώς και στην ύπαρξη κοινού χρόνου λειτουργίας τους, προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης των στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα των σταθμών ευθύνης της ΕΜΥ έως το υδρολογικό έτος 2000-01 λήφθηκαν από τη βάση δεδομένων του έργου «Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Νήσων Αιγαίου» του πρώην Υπουργείου Ανάπτυξης.

1.3.2 Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, στα οποία περιλαμβάνονται η βροχή, το χιόνι και το χαλάζι, αποτελούν τον σημαντικότερο παράγοντα στην διαμόρφωση του υδρολογικού κύκλου μίας λεκάνης και στον προσδιορισμό του υδατικού της ισοζυγίου. Βαρύνουσα σημασία στο σύνολο των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων κατέχει η βροχόπτωση. Η χιονόπτωση, παρόλο που καταγράφεται ξεχωριστά στους μετεωρολογικούς σταθμούς και αθροίζεται στη βροχόπτωση, δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης αφού το συντριπτικό ποσοστό της χιονόπτωσης μετατρέπεται γρήγορα σε απορροή ή κατείσδυση λόγω της τήξης και δεν υπάρχει μακροχρόνια αποθήκευσή του.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1-2) παρουσιάζεται ο πίνακας με τις μέσες μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεων. Διαπιστώνεται ότι γενικά οι ετήσιες βροχοπτώσεις είναι σχετικά μικρές, γεγονός που δείχνει τη σχετική ξηρότητα της λεκάνης απορροής.

Πίνακας 1-2: *Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές της βροχόπτωσης για τους γειτονικούς βροχομετρικούς σταθμούς.*

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙ Ο
1	ΘΗΡΑ	15.7	38.2	44.90	46.9	36.4	37.6	11.5	6.6	1.1	0	0.13	6.4	326.7

1.3.3 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Θερμοκρασία Αέρα

Τα διαθέσιμα στοιχεία για τη θερμοκρασία του αέρα προέρχονται από τον σταθμό Θήρα. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1-3).

Πίνακας 1-3: *Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για τον σταθμό Ναύπλιο.*

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΘΗΡΑ	18.9	14.4	11.3	9.7	10.1	11.1	14.9	19.4	23.9	26.6	26.2	23.4	17.7

Η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα είναι της τάξης των 18.0°C. Όσον αφορά στην διακύμανση θερμοκρασιών κατά την διάρκεια κάθε υδρολογικού έτους, παρατηρείται ότι μέγιστες τιμές εμφανίζονται τον Αύγουστο και ελάχιστες τιμές τον Ιανουάριο.

1.3.4 Σχετική Υγρασία

Από τις υπάρχουσες υπερετήσεις μετρήσεις σχετικής υγρασίας προκύπτει ότι η μέγιστες τιμές παρουσιάζονται τους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο και η ελάχιστη τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία λαμβάνει τιμή ίση με 67.8%.

1.3.5 Ηλιοφάνεια

Τα διαθέσιμα στοιχεία για την ηλιοφάνεια προέρχονται μόνο από τον σταθμό στη Θήρα. Η μέση ετήσια τιμή των ωρών ηλιοφάνειας για το σταθμό της είναι ίση με 137.6 h ανά μήνα.

Πίνακας 1-4: Μέσες μηνιαίες τιμές της ηλιοφάνειας για τον σταθμό Άργος.

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΑΡΓΟΣ (ΕΜΥ)	197.9	132.0	113.9	139.1	140.2	171.1	212.6	263.4	318.2	334.5	313.0	250.2	137.6

1.3.6 Γεωλογικά Δεδομένα

Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι η γεωλογική δομή του νησιού αποτελείται ως επί το πλείστον από διάφορα ηφαιστειακά πετρώματα τα οποία ταξινομούνται ανάλογα με τα αντίστοιχα κέντρα ηφαιστειακής δραστηριότητας. Υπάρχει ποικιλία ηφαιστειακών πετρωμάτων.

Στο νότιο και νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού εμφανίζεται επιφανειακά το προηφαιστειακό μεταμορφωμένο υπόβαθρο του νησιού στο οποίο διακρίνονται δύο διαφορετικοί λιθολογικοί σχηματισμοί, οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι του Αν. Τριαδικού και το ημιμεταμορφωμένο σύστημα των φυλλιτών. Οι φυλλίτες παρουσιάζουν χαρακτηριστικά μεταφλύσχη και περιέχουν ενστρώσεις ελαφρά μεταμορφωμένου γραουβάκη, κροκαλοπαγών και φακούς κρυσταλλικών ασβεστολίθων και πρασινοσχιστολίθων

1.3.7 Υδρογεωλογικά δεδομένα

Η κατανομή των υδρολιθολογικών ενότητων, τα όρια και η γεωμετρία των υδροφόρων σχηματισμών, τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά όπως η βάση και το πάχος αυτών, οι υδραυλικές τους ιδιότητες, οι μεταβολές των υδρολογικών και ποιοτικών τους χαρακτηριστικών όπως η πιεζομετρία και η συγκέντρωση των χλωριόντων, καθώς και το υδατικό τους ισοζύγιο αποτελούν βασικά υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά. Ορισμένα στοιχεία που προκύπτουν από τις μέχρι τώρα μελέτες είναι:

□ Οι διάφοροι λιθολογικοί σχηματισμοί που παρουσιάζονται στο σχετικό γεωλογικό χάρτη ταξινομούνται σε τέσσερις διαφορετικές υδρολιθολογικές ενότητες

2). Αναπτύσσονται στους διάφορους ηφαιστειακούς σχηματισμούς και στους κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους. Οι φυλλιτικοί σχηματισμοί, σύμφωνα με τα μέχρι τώρα διαθέσιμα στοιχεία, χαρακτηρίζονται ως πρακτικά αδιαπέρατοι και δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.

- Η υδροφορία που αναπτύσσεται στα ηφαιστειακά πετρώματα δεν έχει διακριθεί σε επιμέρους ενότητες. Από διάφορες γεωτρητικές έρευνες έχει γίνει προσπάθεια ταξινόμησης της υδροφορίας σε επιμέρους ορίζοντες τύρφης. Σε γενικές γραμμές, στα ηφαιστειακά πετρώματα διακρίνονται δύο κύριες υδρογεωλογικές ενότητες, αυτή του βόριου τμήματος (βόρεια του Προφήτη Ηλία) και αυτή του νότιου τμήματος που αναπτύσσεται στην ευρύτερη περιοχή του Εμπορείου - Ακρωτηρίου. Στη

βόρεια ενότητα βρίσκεται και ο υδροφορέας Βουρβούλου – Καμαρίου που είναι και ο υδροφορέας μελέτης.

- Ο υδροφόρος σχηματισμός που έχει παρουσιάσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα πλαίσια της ανάπτυξης των σχετικών μοντέλων στο παρελθόν (Mantoglou A., Giannouloropoulos P. 2004.) είναι αυτός της ευρύτερης περιοχής του αεροδρομίου. Τα γεωγραφικά του όρια προσεγγιστικά εκτείνονται νότια, έως τις βόρειες παρυφές του όρους Προφήτης Ηλίας, βόρεια έως την περιοχή του ρέματος Καρτεράδος. Καλύπτει τις ευρύτερες περιοχές Καρτεράδου, Μονόλιθου, Μεσσαριάς, Βόθωνα και Καμαρίου.
- Ο υδροφορέας που αναπτύσσεται στο νότιο τμήμα της νήσου στην περιοχή του Εμπορείου, σε ότι αφορά στα πιθανά εκμεταλλεύσιμα υδατικά του αποθέματα, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Γεωτρήσεις που έγιναν στην περιοχή αυτή από το ΙΓΜΕ (1985, 1986) απέδωσαν υφάλμυρο νερό. Η περιοχή μελέτης ανήκει σε αυτήν την κατηγορία.

1.3.8 Δεδομένα Χρήσεων Γης

Η ευρύτερη περιοχή είναι σε μεγάλο βαθμό τουριστική και δεν υπάρχουν τμήματα με “φυσικό” οικοσύστημα. Υπάρχουν μόνο εγκατελειμένα χωράφια και μέρη όπου έχουν αποθεθεί “μπάζα” από οικοδομικές εργασίες αρκετά χρόνια πριν (έως και πέντε) και τώρα έχουν κατακλυστεί από την παρεδαφιαία βλάστηση.

Η εδαφοκάλυψη της περιοχής φθάνει το 55% και η κάλυψη των ξυλωδών ειδών το 30%. Τα μονά ξυλώδη είδη στην περιοχή είναι το θυμάρι (*Thymus capitatus*) και τα καχεκτικά εγκατελειμένα αμπέλια (*Vitis vinifera*). Τα αναφερόμενα στον κατάλογο *Ficus carica* (αγριοσυκιά) και *Nicotiana glauca* (νικοτιανή) παρουσιάζουν ελάχιστη έως ασήμαντη συμμετοχή στο οικοσύστημα.

2. Αναλυτική περιγραφή της περιοχής μελέτης

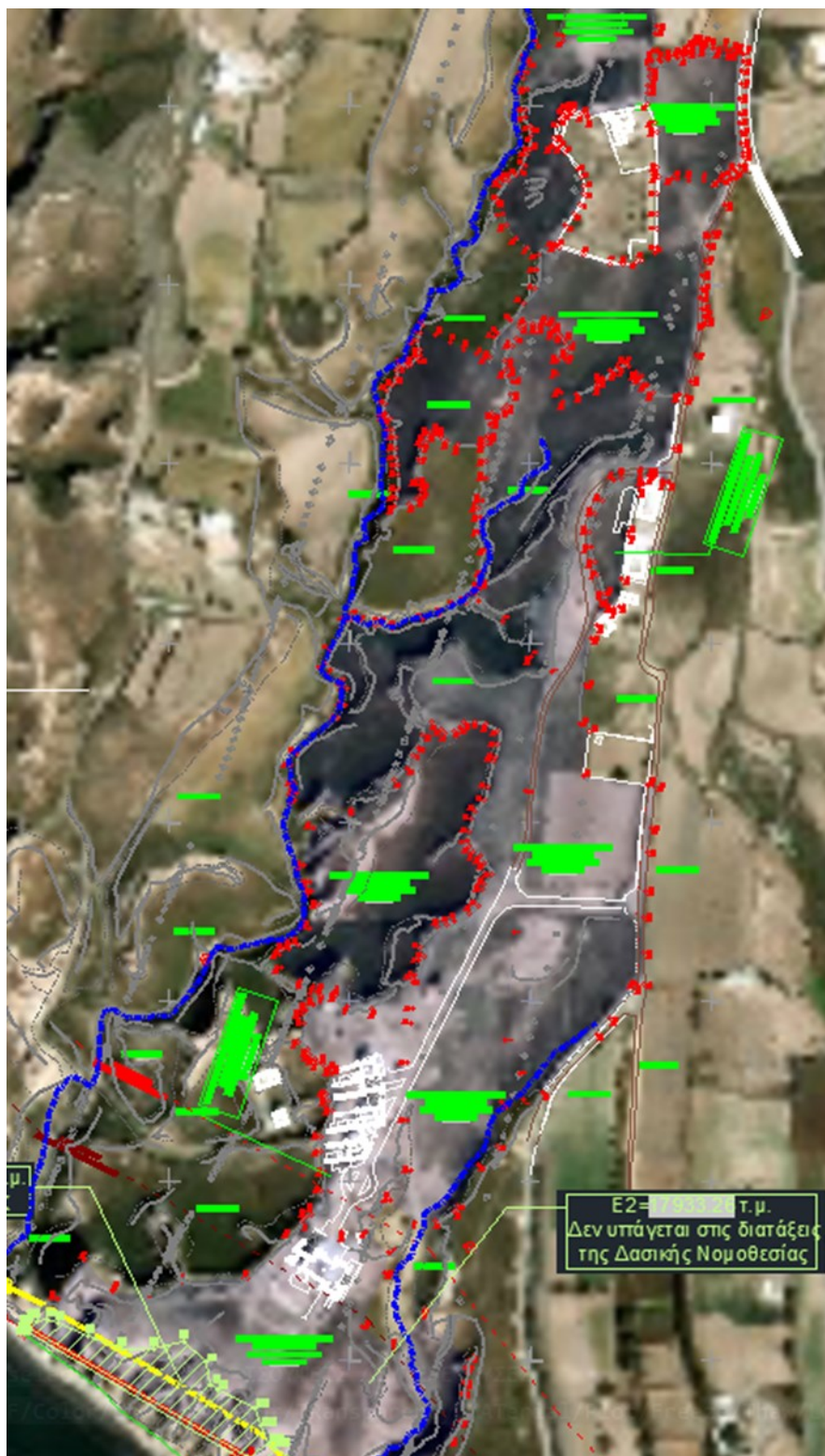
2.1. Εισαγωγή

Από εδώ και στο εξής η αρίθμηση της χιλιομέτρησης θα είναι το Χ.Θ. 0+000 η πλέον κατάντη διατομή και η αρχή της υδραυλικής ανάλυσης. Τα δεκαδικά ψηφία σημειώνονται με τελεία (.) ενώ οι χιλιάδες με κόμμα (,).

2.2. Περιγραφή της κοίτης του υδατορέματος στο προς οριοθέτηση τμήμα

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το υπό οριοθέτηση υδρογραφικό δίκτυο έχει βαθειά χαραδρωτή μορφή κυρίως λόγω των γεωλογικών χαρακτηριστικών που ευνοεί την αξονική διάβρωση τόσο όσο προς την απορροή όσο και ως προς την αιολική δράση. Η κοίτη του υδρογραφικού δικτύου (κυρίως του δυτικού κλάδου) δημιουργεί συνεχώς μαιάνδρους ακανόνιστης μορφής, οι οποίοι φαίνεται ότι μεταβάλλονται συνεχώς λόγω της σημαντικής διάβρωσης. Το βάθος του άξονα της κοίτης και για τα δύο ρέματα (κυρίως όμως το δυτικό) από την υπόψη ιδιοκτησία είναι εξαιρετικά σημαντικό και είναι κατανοητό ευθύς εξαρχής ότι δεν τίθεται κανένα θέμα πλημμυρισμού της ιδιοκτησίας από τις πλημμυρικές παροχές των ρεμάτων αυτών.

Οι κοίτες των ρεμάτων έχουν διεύθυνση Β – Ν με ελαφρά κλίση από τα ΒΑ προς τα ΝΔ, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-1.

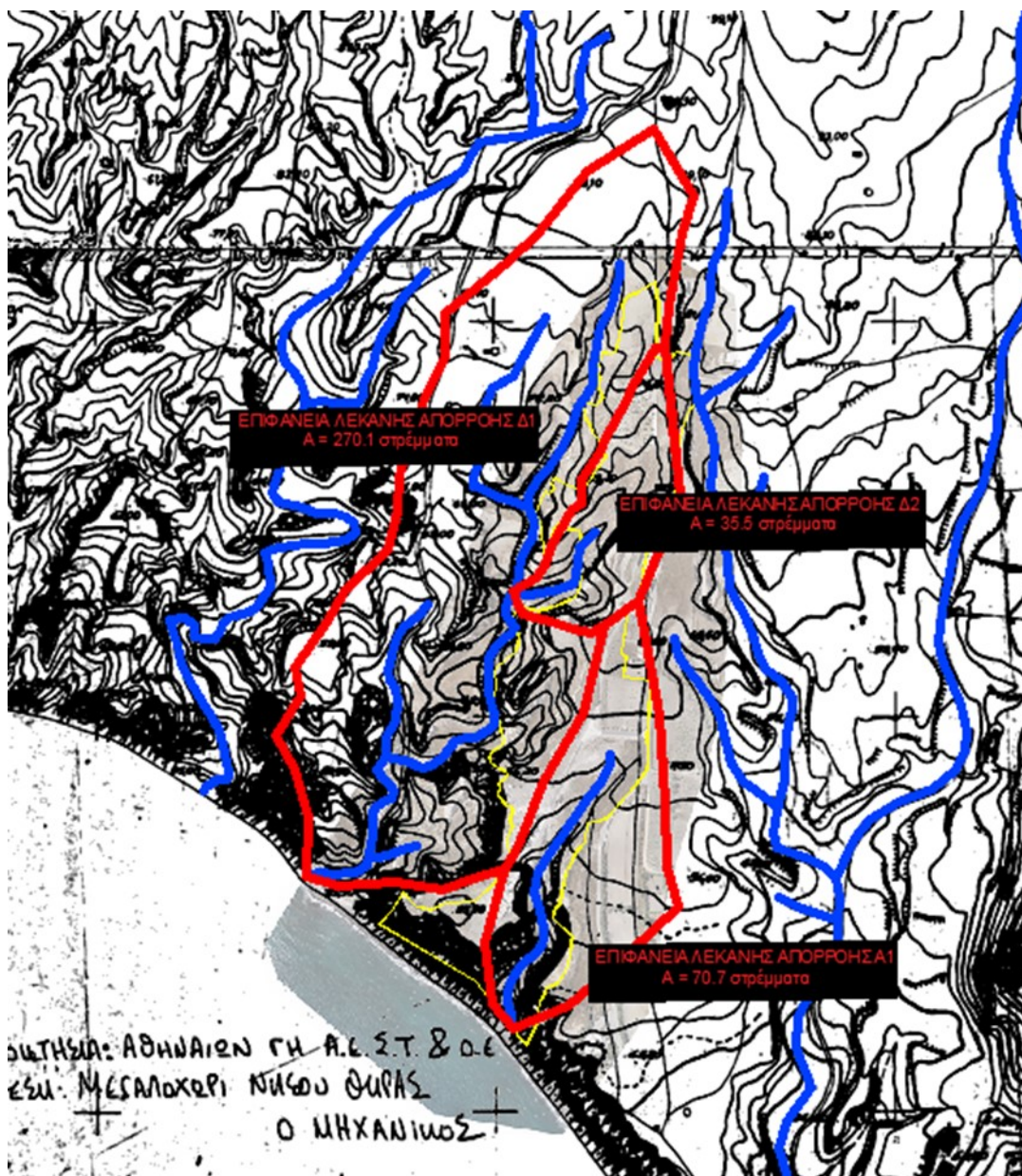


Εικόνα 2-1: Δορυφορική απεικόνιση των υπό προσωρινή οριοθέτηση ρεμάτων

2.3. Γεωμορφολογικά δεδομένα

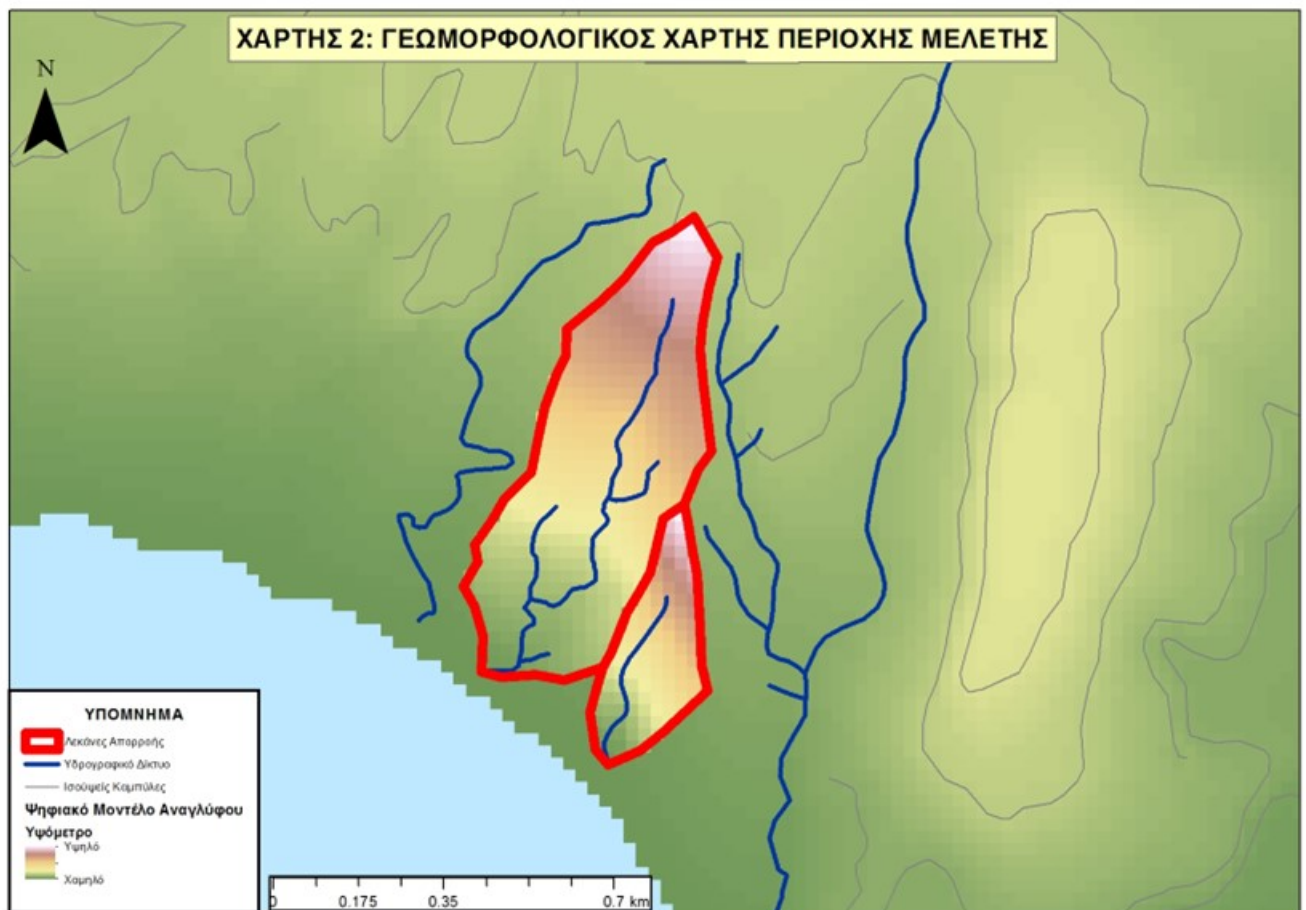
Με βάση το πλέον κατάντη σημείο του προς διευθέτηση - οριοθέτηση τμήματος σχηματοποιείται η λεκάνη απορροής αρχικά στα τοπογραφικά διαγράμματα 1:5,000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ), όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-2. Με βάση τα ανωτέρω προκύπτει ότι οι υπόψη κύριες λεκάνες απορροής έχει επιφάνεια 270.1 στρεμμάτων ο δυτικός κλάδος (ή 0.271 km²) και επιφάνεια 70.7 στρεμμάτων ο ανατολικός κλάδος (ή 0.071 km²). **Επομένως και τα δύο κύρια ρέματα**

χαρακτηρίζονται ως «μικρά ρέματα», (αφού είναι μικρότερα του 1 km²) βάσει του Ν. 4258/2014 και επομένως δεν απαιτείται η οριοθέτησή τους με έκδοση ΠΔ του Συντονιστή της Αποκεντρωμένης Διοίκησης.



Εικόνα 2-2: Χάρτης των λεκανών απορροής του υπό οριοθέτηση ρέματος χαραγμένη σε υπόβαθρο των τοπογραφικών διαγραμμάτων κλίμακας 1:5,000 της ΓΥΣ.

Στην Εικόνα 2-3 παρουσιάζεται ο γεωμορφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 2-3: Γεωμορφολογικός χάρτης της λεκάνης απορροής.

Οι λεκάνες απορροής έχει αχλαδοειδές σχήμα, με διεύθυνση Β - Ν) με στενή εκβολή και ανάντη τμήμα με μεγάλο πλάτος. Οι τιμές αυτές έχουν υπολογιστεί βάσει του Ψηφιακού Μοντέλου Αναγλύφου (ΨΜΑ) (Digital Terrain Model (DTM), το οποίο έχει διάσταση κανάβου 25m και δημιουργήθηκε στα πλαίσια της Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής & Μετεωρολογικής Πληροφορίας (ΕΤΥΜΠ).

Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής είναι σαφές και καλά ανεπτυγμένο τουλάχιστο ως προς τη δυτική λεκάνη και επομένως η πλημμυρική απορροή κατά βάση κινείται κατά μήκος του ανάγλυφου και κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου. Επομένως θεωρείται ότι το υδρογραφικό δίκτυο είναι σχετικά ενιαίο, αποτελεί μια συνεχή γραμμή αλλά συνεχείς παρεμβολές επιφανειακής απορροής, όπου αναμένεται ο χρόνος συρροής να είναι παρόμοιος με εκείνους που προκύπτουν από τις μαθηματικές σχέσεις που ορίζονται από το μήκος του υδατορέματος. Τα πιο χαρακτηριστικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2-1).

Πίνακας 2-1: Κυριότερα γεωμορφολογικά στοιχεία των επιμέρους λεκανών απορροής

Γεωμορφολογικά Στοιχεία	Δυτική Λεκάνη (Σύνολο)	Δυτική Λεκάνη (Συμβάλλον κλάδος)	Ανατολική λεκάνη
Επιφάνεια λεκάνης απορροής (στρ.)	270.1	35.5	70.7
Περίμετρος λεκάνης απορροής (km)	2.39	0.90	1.24
Μέσο υψόμετρο λεκάνης απορροής (m)	42.7	65.0	85.70
Μέγιστο υψόμετρο λεκάνης απορροής (m)	90	80.0	164.80.
Ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης απορροής (m)	0	41.4	10.0
Μέση κλίση κύριας γραμμής ροής	8.78	11.6	12.92
Μέση κλίση αναγλύφου λεκάνης απορροής (%)	9.97	9.8	9.78
Μέγιστο μήκος υδατορέματος (km)	1.02	0.33	0.39
Μήκος λεκάνης απορροής	1.03	0.39	0.54
Πλάτος λεκάνης απορροής	0.33	0.12	0.21

Στο παρακάτω Εικόνα 2-4 παρουσιάζεται ο χάρτης κλίσεων αναγλύφου (σε %) της λεκάνης απορροής.



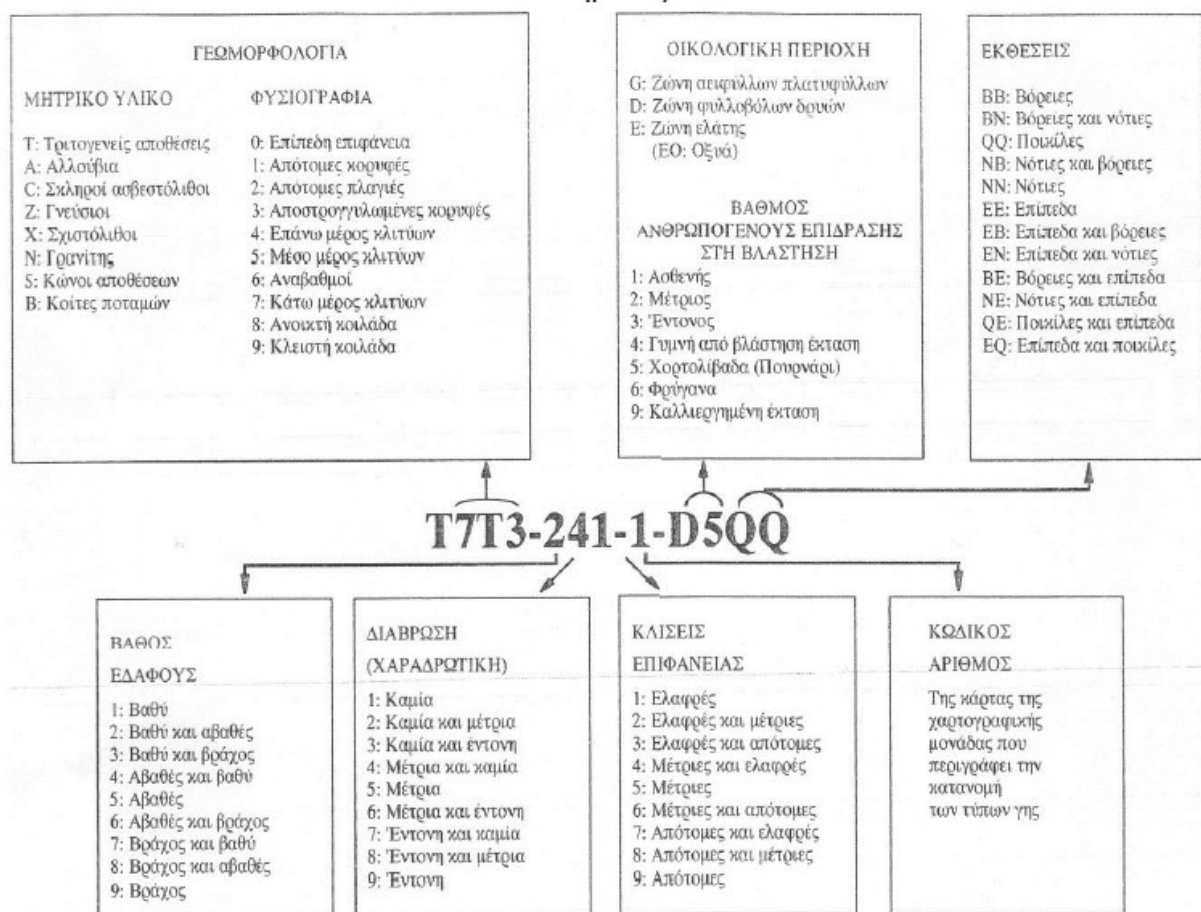
Εικόνα 2-4: Χάρτης κλίσεων αναγλύφου της λεκάνης απορροής.

2.4. Εδαφολογικά Δεδομένα

Η πληροφορία περί των εδαφολογικών σχηματισμών που δομούν την υπόψη λεκάνη απορροής είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό της διήθησης από την ακόρεστη ζώνη. Έγινε προμήθεια των εδαφολογικών χαρτών από το Τμήμα Δασικών Χαρτών & Δασολογίου της Διεύθυνσης Δασικών Έργων & Υποδομών .

Το βάθος προτείνεται να αντληθεί από τους χάρτες γαιών της Δασικής Υπηρεσίας, όπου υπάρχουν, που συντάχθηκαν για τον σχεδιασμό της χρήσης των δασικών εδαφών. Είναι σε ηλεκτρονική μορφή (που έχει προκύψει από ψηφιοποίηση των έντυπων χαρτών κλίμακας 1:50.000) και καλύπτουν όλη τη χώρα. Οι χαρτογραφικές μονάδες είναι «ενότητες γεωμορφών» που ταξινομούνται με κριτήρια κλιματικά, γεωλογικά, μορφολογικά και εδαφολογικά. Η ταξινόμηση και χαρτογράφηση έγινε με λήψη πληροφοριών από τοπογραφικούς, γεωλογικούς και χάρτες δασικής βλάστησης καθώς και από αεροφωτογραφίες λήψης του έτους 1960. Επίσης πάρθηκε και ένας αριθμός αντιπροσωπευτικών επιφανειών για τις επικρατέστερες συνθήκες κάθε περιοχής. Η σημερινή τους μορφή είναι σε αρχεία shapefile (*.shp). Οι χάρτες είναι γεωναφερμένοι και περιλαμβάνουν μόνο τα πολύγωνα των ενοτήτων με όλα τα στοιχεία που τα περιγράφουν (σε κωδικοποιημένη μορφή), περιλαμβανομένων των στοιχείων μητρικού υλικού, βάθους και διάβρωσης.

Στους χάρτες αυτούς, οι χαρτογραφικές μονάδες χαρακτηρίζονται με ένα σύμβολο που αποτελείται από γράμματα και αριθμούς που αντιστοιχούν στις επικρατέστερες κατηγορίες των κριτηρίων ταξινόμησης όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί:



Εικόνα 2-5: Συμβολισμοί χαρτογραφικών μονάδων χαρτών γαιών της Δασικής Υπηρεσίας

Οι εδαφολογικοί χάρτες είναι σημαντικοί καθώς καθορίζουν τη μορφή και το βάθος του εδάφους, το οποίο έδαφος καθορίζει σημαντικά το υδατικό ισοζύγιο καθώς το τμήμα της βροχής που εισρέει στο έδαφος, ένα τμήμα του παγιδεύεται και είτε εξατμίζεται μέσω της διαπνοής των φυτών αλλά και της εξάτμισης από το έδαφος και ένα τμήμα κατεισδύει στον υπόγειο υδροφόρο.

Οι κωδικοί που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό των εδαφών περιλαμβάνουν πολλές παραμέτρους, οι σημαντικότερες όμως αφορούν στις γεωμορφές και το βάθος του εδαφικού υλικού. Γεωμορφές είναι χαρακτηριστικές μονάδες της επιφάνειας της γης με ειδική προέλευση υλικού και ξεχωριστό σχήμα που μεταβάλλουν τις τιμές των οικολογικών παραμέτρων από θέση σε θέση. Στην ταξινόμηση των γαιών, οι γεωμορφές διακρίνονται ανάλογα με το γεωμετρικό τους σχήμα, το οποίο συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με την πετρογραφία, δηλαδή το μητρικό υλικό του εδάφους, της περιοχής. Υπάρχουν συνολικά 20 κατηγορίες μητρικού υλικού, αλλά στη συγκεκριμένη περιοχή της λεκάνης απορροής υπό οριοθέτηση ρέματος διακρίνονται οι εξής δύο κατηγορίες (εκτός των δομημένων επιφανειών):

1. Τριτογενείς αποθέσεις, με κωδικό TT.

Οι αριθμοί που συνοδεύουν τον κωδικό μητρικού πετρώματος υποδεικνύουν τις κατηγορίες φυσιογραφίας που χρησιμοποιούνται στην ταξινόμηση γαιών. Οι επιφάνειες των σκληρών ασβεστολίθων έχουν κωδικό 2, που σημαίνουν "Απότομες πλαγιές". Οι τριτογενείς αποθέσεις εμφανίζονται με κωδικό 7, δηλαδή "Κάτω μέρος κλιτύων".

Εξαιρετική σημασία παρουσιάζει και η παράμετρος που καθορίζει το βάθος του εδάφους, σημαντική παράμετρος που καθορίζει το υδρολογικό ισοζύγιο. Με τον ίδιο κωδικό δίνονται και άλλες δύο, λιγότερο σημαντικές παράμετροι, όπως η χαραδρωτική διάβρωση και οι κλίσεις του εδάφους, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2-2). Οι κλάσεις εδάφους που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

1. Βραχώδες έδαφος (R) με βάθος εδάφους μικρότερο από 5cm.

2. Αβαθές έδαφος (S) με βάθος εδάφους μεγαλύτερο από 5cm και μικρότερο από 30cm.
3. Βαθύ έδαφος (D) με βάθος εδάφους μεγαλύτερο από 30cm

Πίνακας 2-2: Οι κλάσεις και οι συνδυασμοί τους (ανά δύο) των παραμέτρων βάθους.

Συμβολισμός	Βάθος Εδάφους	Διάβρωση (χαραδρωτική)	Κλίσεις επιφάνειας
1	Βαθύ	Καμία	Ελαφρές
2	Βαθύ και αβαθές	Καμία και μέτρια	Ελαφρές και μέτριες
3	Βαθύ και βραχώδες	Καμία και έντονη	Ελαφρές και απότομες
4	Αβαθές και βαθύ	Μέτρια και καμία	Μέτριες και ελαφρές
5	Αβαθές	Μέτρια	Μέτριες
6	Αβαθές και βραχώδες	Μέτρια και έντονη	Μέτριες και απότομες
7	Βραχώδες και βαθύ	Έντονη και καμία	Απότομες και ελαφρές
8	Βραχώδες και αβαθές	Έντονη και μέτρια	Απότομες και μέτριες
9	Βραχώδες	Έντονη	Απότομες

Επομένως οι εδαφολογικοί σχηματισμοί στη λεκάνη απορροής είναι οι εξής όπως παρουσιάζονται στην παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2-3). Στον πίνακα αυτό φαίνεται ότι το συνολικό ποσοστό της λεκάνης δομείται από τριτογενή εδάφη που παρουσιάζουν σχετικά σημαντικό βάθος (βαθύ & βραχώδες) σε ποσοστό 100%.

Πίνακας 2-3: Εδαφικός σχηματισμός στην περιοχή μελέτης

Συμβολισμός Γαιο-ικανότητας	Επιφάνεια (στρ.)	Ποσοστό (%)	Βάθος Εδάφους
T7T3-362-1-G3NN	340.73	100.0	Βαθύ και βραχώδες
ΣΥΝΟΛΟ	340.73	100.0	

Στην Εικόνα 2-6 παρουσιάζεται ο εδαφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης.

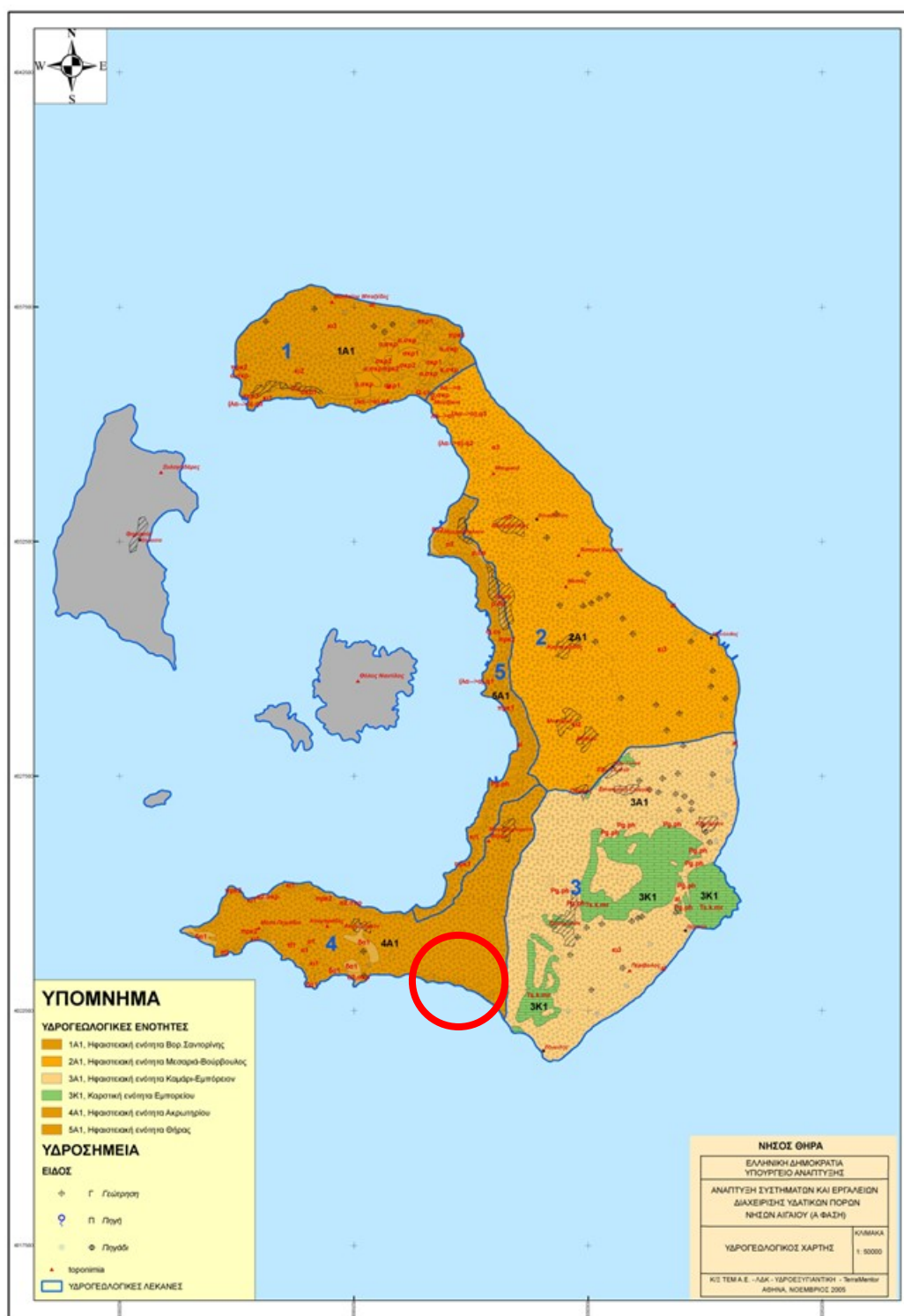


Εικόνα 2-6: Εδαφολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης.

2.5. Γεωλογικά δεδομένα

Στο πλαίσιο του έργου «Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου» που εκπονήθηκε για λογαριασμό του τ. Υπουργείου Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ) το 2005 έγινε η σχηματοποίηση των γεωλογικών / υδρολιθολογικών χαρακτηριστικών του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου σε περιβάλλον GIS.

Στην περιοχή μελέτης ο κύριος γεωλογικός σχηματισμός είναι η Μεταφερμένη ανώτερη σειρά κίσηρης (κι3). Τεφρή έως καστανωπή κίσηρη και υλικά τέφρας με φακοειδείς παρεμβολές ογκολίθων. Τοπικά προέρχονται από λαχάρ πάχους μέχρι 15 μ.. Ο γεωλογικός χάρτης παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-7.



Εικόνα 2-8: Υδρολιθολογικός χάρτης λεκάνης απορροής του υπό οριοθέτηση ρέματος (πηγή: ΥΠΑΝ, 2005).

2.6. Δεδομένα Χρήσεων Γης

Η πλειοψηφία των χρήσεων γης της νήσου εμπίπτει στην κατηγορία των γεωργικών περιοχών, με ποσοστό ίσο με το 70.1% της έκτασης. Η κατηγορία των δασών και ημιφυσικών περιοχών αντιστοιχεί στο 18.2% της έκτασης ενώ η κατηγορία των τεχνητών περιοχών στο 11.7%. Ο χάρτης των χρήσεων γης για όλη τη Σαντορίνη παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-9.



Εικόνα 2-10: Χρήσεις γης των υπόψη λεκανών απορροής.

2.7. Υπολογισμός χρόνου συρροής λεκανών απορροής

Επειδή η λεκάνη απορροής δεν έχει ανεπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο παρά μόνο έναν κεντρικό κλάδο θα εξεταστούν μεν οι τύποι υπολογισμού που αφορούν σε συγκεντρωμένη απορροή σε υδατορεύματα αλλά θα δοθεί ιδιαίτερο βάρος σε εκείνους που αφορούν σε επιφανειακή απορροή. Οι πιο διαδεδομένοι τύποι υπολογισμού είναι ο τύπος Kirpich, ο τύπος Giandotti, ο τύπος της SCS και η μέθοδος του κινηματικού κύματος. Η μέθοδος Kirpich δεν βρίσκει εφαρμογή εδώ αφού το υδρογραφικό δίκτυο δεν είναι καθόλου καλά ανεπτυγμένο και ο μοναδικός κλάδος καταλαμβάνει μόνο ένα μικρό μέρος της λεκάνης απορροής. Αντίθετα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2-2, το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής παρουσιάζει κλάδους, έστω και ασυνεχείς, ώστε να μπορεί να γίνει εφαρμογή του τύπου Giandotti.

2.7.1. Τύπος του Kirpich

Για τον υπολογισμό των χρόνων ροής (συγκέντρωσης) σε λεκάνες μικρού μεγέθους στην ορθολογική μέθοδο γίνεται δεκτός ο τύπος του Kirpich. Ο τύπος του Kirpich που όπως αναφέρεται πιο πάνω είναι ο ακόλουθος:

$$t_c = 3.97 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \quad (2.1)$$

όπου : t_c = ο χρόνος συρροής (min)

L = το μήκος διαδρομής της φυσικής κοίτης (km)

H = η μέγιστη υψομετρική διαφορά (km) μεταξύ του σημείου που εξετάζεται και του ανώτατου σημείου της λεκάνης κατά μήκος και εν ανάγκη επέκταση της κυρίας μισγάγγειας.

2.7.2. Τύπος του Giandotti

Ο τύπος Giandotti θεωρείται ότι δίνει πιο ρεαλιστικές τιμές του χρόνου συρροής σε μεγάλες λεκάνες απορροής και συγκεντρωμένη απορροή στις μισγάγγειες της λεκάνης απορροής. Ο χρόνος συρροής της λεκάνης εκτιμάται από τη σχέση του Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta H}} \quad (2.2)$$

όπου A η επιφάνεια της λεκάνης απορροής, L το μήκος της μεγαλύτερης μισγάγγειας και ΔH η διαφορά του μέσου με το ελάχιστο υψόμετρο στη λεκάνη απορροής.

Στα υποστηρικτικά κείμενα των Σχεδίων Διαχείρισης των Κινδύνων Πλημμύρας προτείνεται η εφαρμογή της σχέσης Giandotti καθώς δίνει τις μικρότερες αποκλίσεις του πραγματικού χρόνου συρροής σε σχέση με τη μέθοδο Kirpich. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2-4) παρουσιάζονται οι χρόνοι συρροής με τις σχέσεις Kirpich και Giandotti.

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης και με βάση τα χαρακτηριστικά (φυσικά και ανθρωπογενή) της λεκάνης απορροής θα χρησιμοποιηθεί η σχέση του Giandotti για τη δυτική λεκάνη και του Kirpich προσανξιμένο κατά 10' για τη σχηματοποίηση της επιφανειακής απορροής. Επομένως ο χρόνος συρροής της λεκάνης απορροής είναι ίσος με 0.52 h και 0.23 αντίστοιχα.

Πίνακας 2-4: Χρόνοι συρροής λεκάνης απορροής.

Μέθοδος	Χρόνος Συρροής (h)
Δυτική Λεκάνη (Giandotti)	0.52
Δυτική Λεκάνη (Συμβάλλον Κλάδος) (Kirpich +10')	0.23
Ανατολική Λεκάνη (Kirpich +10')	0.23

3. Δεδομένα Έντονων Βροχοπτώσεων – Κατάστρωση Ομβρίων Καμπυλών

3.1. Γενικά - Θεωρητικό υπόβαθρο

Ο διεθνής όρος για τις «όμβριες καμπύλες» είναι «καμπύλες έντασης – διάρκειας – περιόδου επαναφοράς βροχόπτωσης (Intensity – Duration – Frequency curves / IDF curves) και είναι ένα εργαλείο της στατιστικής υδρολογίας το οποίο μπορεί να δώσει τα απαραίτητα μεγέθη για τον σχεδιασμό αντιπλημμυρικών έργων. Οι όμβριες καμπύλες είναι αναλυτικές ή γραφικές εκφράσεις της μέγιστης έντασης βροχόπτωσης i συναρτήσει της διάρκειας του επεισοδίου βροχόπτωσης d και της περιόδου επαναφοράς T . Η κατάρτιση των όμβριων καμπυλών από τις μετρήσεις των βροχοπτώσεων (από τους βροχογράφους κυρίως) μπορεί να χωριστεί σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται κατάρτιση χρονοσειρών ετησίων μεγίστων μέσων εντάσεων i_{ji} για μία γκάμα διαρκειών συνάθροισης όπως $d_j = \{5\text{min}, 10\text{min}, 30\text{min}, 1\text{h}, 2\text{h}, 6\text{h}, 12\text{h}, 24\text{h}, 48\text{h}\}$ από τα δεδομένα της χρονοσειράς μέτρησης της βροχόπτωσης. Στο δεύτερο στάδιο χρησιμοποιούνται τα δείγματα i_{ji} που παρήχθησαν για να καταρτιστούν οι τελικές όμβριες καμπύλες.

Η παραγωγή των σειρών μηνιαίων ή ετησίων μεγίστων μέσων εντάσεων, είναι μία απλή υπολογιστική διαδικασία συνάθροισης και εύρεσης κάποιας μέγιστης τιμής. Η παραγωγή ξεκινάει από κάποια χρονοσειρά μέτρησης της βροχόπτωσης η οποία έχει μικρό χρονικό βήμα (π.χ. πεντάλεπτο, δεκάλεπτο, ωριαίο και κάποιες φορές και ημερήσιο).

Η γενική πιθανοτική μεθοδολογία που ακολουθείται, η οποία εν τέλει οδηγεί στην κατάρτιση σχέσεων έντασης – διάρκειας - περιόδου επαναφοράς της βροχής, ή αλλιώς των όμβριων καμπυλών, βασίζεται πρωτίστως στην προσαρμογή μιας κατάλληλης συνάρτησης κατανομής στα δεδομένα. Οι όμβριες καμπύλες είναι μαθηματικές σχέσεις της μορφής

$$i(d, T) = a \frac{T^\kappa}{(d + \theta)^\eta} \quad (3.1)$$

όπου $\kappa \neq 0$, $\theta \geq 0$ και $0 < \eta < 1$.

Συνήθως διαπιστώνεται η ικανοποιητικά καλή προσαρμογή της κατανομής Gumbel ειδικότερα στην περιοχή των χαμηλών πιθανοτήτων υπέρβασης. Η συνάρτηση κατανομής της Gumbel μεγίστων με παραμέτρους κλίμακας λ και θέσης ψ δίνεται από την σχέση:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{x}{\lambda} + \psi}} \quad (3.2)$$

Οι παράμετροι της κατανομής με τη μέθοδο των ροπών (method of moments) προκύπτουν από τις σχέσεις:

$$\lambda = 0.78\sigma_x \text{ και } \psi = \frac{\mu_x}{\lambda} - 0.5772 \quad (3.3)$$

Οι όμβριες καμπύλες προκύπτουν από τη πολλαπλή, γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ πολλών συνδυασμών των ποσοτήτων $\ln(i)$, $\ln(d)$ και $\ln(T)$, όπου i , d , T είναι η ένταση της βροχόπτωσης (σε mm/h), η διάρκεια (σε h) και η περίοδος επαναφοράς σε έτη. Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία η έκφραση των όμβριων καμπυλών που ισχύουν για την περιοχή μελέτης είναι οι εξής:

$$i(d, T) = \frac{\lambda' \left\{ \left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right) \right]^{-\kappa} - \psi' \right\}}{\left(1 + \frac{d}{\theta}\right)^\eta} \quad (3.4)$$

όπου,

i (mm/h), η μέση ένταση της βροχόπτωσης σχεδιασμού για διάρκεια d ,

T (έτη), η περίοδος επαναφοράς της μέσης έντασης, και

d (h), η διάρκεια της καταιγίδας,

και λ' , κ , ψ' , θ και η παράμετροι.

3.2. Όμβριες καμπύλες περιοχής μελέτης

Στο πλαίσιο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/EK η Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), ως αρμόδιο όργανο, ανέθεσε την εκπόνηση μελετών που αφορούν στην κατάρτιση "ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ" στα 14 Υδατικά Διαμερίσματα της Χώρας. Σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές στην 1η Φάση του 1ου Σταδίου των συμβάσεων καταρτίστηκαν εξισώσεις όμβριων καμπυλών (παραμετρικές σχέσεις υπολογισμού της έντασης της βροχόπτωσης για δεδομένη διάρκεια και περίοδο επαναφοράς) στις θέσεις των βροχομετρικών σταθμών σε κάθε Υδατικό Διαμέρισμα.

Στόχος ήταν ο υπολογισμός της βροχόπτωσης σχεδιασμού στα διάφορα σενάρια που εξετάστηκαν σχετικά με την πιθανότητα εμφάνισης πλημμύρας, δηλαδή υψηλή πιθανότητα εμφάνισης (περίοδος επαναφοράς 50 έτη), μέση πιθανότητα εμφάνισης (περίοδος επαναφοράς 100 έτη) και χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης (περίοδος επαναφοράς 1000 έτη). Οι όμβριες καμπύλες που καταρτίστηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της έντασης της βροχόπτωσης σχεδιασμού, για επιλεγμένη διάρκεια και περίοδο επαναφοράς, σε οποιαδήποτε θέση ή λεκάνη απορροής της χώρας.

Θα χρησιμοποιηθεί ο σταθμός *Θήρα*, η θέση του οποίου έχει παραπλήσια γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τη λεκάνη απορροής του. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3-1) δίνονται οι χαρακτηριστικές τιμές των όμβριων καμπυλών για τον σταθμό αυτό.

Πίνακας 3-1: Βασικές χαρακτηριστικές τιμές των όμβριων καμπυλών για το βροχομετρικό σταθμό *Θήρα* (στοιχεία ΕΜΥ).

Όνομα	X (m)	Y (m)	Z (m)	κ	λ'	ψ'	θ	η
Θήρα	386502.1	4140466.1	49.6	0.156	158.9	0.565	0.134	0.741

4. Υδρολογική προσομοίωση της λεκάνης απορροής

4.1. Μοντέλο βροχής - απορροής

Η προσομοίωση της μετατροπής της βροχής σε απορροή και ο υπολογισμός της πλημμυρικής αιχμής θα γίνει με τη χρήση της ορθολογικής μεθόδου (rational method). Η ορθολογική μέθοδος δίνεται από τη σχέση:

$$Q = 0278 \cdot c \cdot i \cdot A \quad (4.1)$$

όπου: c = ο συντελεστής απορροής της λεκάνης απορροής

i = η μέση ένταση της βροχόπτωσης για διάρκεια βροχόπτωσης ίση με το χρόνο συρροής της λεκάνης (mm/h), και

A = η επιφάνεια της λεκάνης απορροής (km²).

Q = η παροχή σχεδιασμού (m³/s).

Η ορθολογική μέθοδος χρησιμοποιείται εδώ επειδή η επιφάνεια της λεκάνης απορροής είναι μικρή. Ο συντελεστής απορροής λαμβάνει τιμές βάσει του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4-1) ανάλογα με τα τοπογραφικά, εδαφολογικά και χαρακτηριστικά φυτοκάλυψης της λεκάνης απορροής.

Πίνακας 4-1: Οδηγίες για την κατάλληλη επιλογή συντελεστή απορροής με βάση διάφορες χρήσεις γης και εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Χαρακτηριστικά επιφάνειας εδάφους	Ακραίες	Υψηλές	Συνήθεις	Χαμηλές
Ανάγλυφο - C_f	0.28-0.35 επικλινές, ανώμαλες επιφάνειες μέσες κλίσεις 30%	0.20-0.28 λοφώδεις, μέσες κλίσεις 10-30%	0.14-0.20 κυματώδεις, μέσες κλίσεις 5-10%	0.08-0.14 σχετικά επίπεδο, μέσες κλίσεις 0-5%
Διηθητικότητα Εδάφους - C_i	0.12-0.16 μη επηρεαζόμενο κάλυμμα εδάφους, είτε βραχώδες ή μανδύας λεπτόκοκκου εδάφους αμελητέας διηθητικότητας	0.08-0.12 βραδείας διήθησης, άργιλοι ή αβαθή παχιά εδάφη χαμηλής διήθησης ή πολύ μικρής αποστράγγισης	0.06-0.08 κανονικής διήθησης, καλά στραγγιζόμενο μικρής ή μεσαίας μακροϋφής – παχιά και ιλυώδη εδάφη	0.04-0.06 υψηλής διήθησης, βαθιά άμμος, πολύ ελαφριά καλά στραγγιζόμενα εδάφη

Φυτοκάλυψη - C_v	0.12-0.16 βλάστηση που δεν επηρεάζει, γυμνό ή πολύ αραιή κάλυψη	0.08-0.12 πτωχή ως μέτρια, καθαρές καλλιέργειες ή πτωχής φυσικής κάλυψης, < 20% της επιφάνειας με καλή κάλυψη	0.06-0.08 μέτρια ως καλή, 50% της επιφάνειας καλή φυτική γη ή δασώδεις, < 50% της επιφάνειας είναι καλλιέργειες	0.04-0.06 καλή ως άριστη; 90% της επιφάνειας είναι καλή φυτική γη, δασώδεις ή ισοδύναμης κάλυψης
Αποθηκευτικότητα - C_s	0.10-0.12 αμελητέες ταπεινώσεις εδάφους, διάδρομοι αποστράγγισης επικλινείς και μικροί, καθόλου τέλματα	0.08-0.10 χαμηλή, καλά οριζόμενο σύστημα διαδρόμων αποστράγγισης, όχι λιμνάζοντα νερά ή τέλματα	0.06-0.08 κανονική, σημαντικές επιφανειακές ταπεινώσεις, λιμνάζοντα νερά ή τέλματα	0.04-0.06 υψηλή αποθήκευση, όχι καλά οριζόμενο σύστημα αποστράγγισης, μεγάλος αριθμός πλημμυριζόμενων επιφανειών
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ο τελικός συντελεστής απορροής προκύπτει ως $C = C_r + C_i + C_v + C_s$				

Στη συγκεκριμένη περίπτωση και βάσει όσων ήδη έχουν αναφερθεί δίνονται οι εξής τιμές:

$C_r = 0.19$ (Μέση κλίση λεκάνης απορροής 9.8%)

$C_i = 0.12$ (εδάφη σχετικά αδιαπέρατα λόγω των οριζόντων μεταφερόμενης κίσσηρης))

$C_v = 0.13$ (σχετικά μικρή φυτοκάλυψη).

$C_s = 0.10$ (το σύστημα αποστράγγισης είναι καλά οριζόμενο)

Αθροίζοντας έχουμε $c = 0.54$. Ο συντελεστής απορροής είναι μέγεθος που εξαρτάται από την περίοδο επαναφοράς της βροχόπτωσης. Για περιόδους επαναφοράς άνω των 25 ετών, εφαρμόζεται διορθωτικός συντελεστής, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4-2).

Πίνακας 4-2: Διορθωτικός συντελεστής του συντελεστή απορροής ανάλογα με τη σπανιότητα της βροχόπτωσης

Περίοδος Επαναφοράς (έτη)	Διορθωτικός Συντελεστής
25	1.1
50	1.2
100	1.25

Επομένως για $T=50$ έτη για την οποία θα γίνει η μελέτη προσωρινής οριοθέτησης, ο τελικός συντελεστής απορροής ορίζεται ίσος με 0.65.

4.2. Εφαρμογή του μοντέλου – Αποτελέσματα

Με την εφαρμογή του μοντέλου βροχής – απορροής στη βροχόπτωση σχεδιασμού της βροχόπτωσης για περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη, προκύπτουν τα πλημμυρογράφημα σχεδιασμού με παροχή αιχμής ίση με $Q=3.07 \text{ m}^3/\text{s}$ για τη δυτική λεκάνη και $1.24 \text{ m}^3/\text{s}$ για την ανατολική λεκάνη. Η συνολική βροχόπτωση είναι

ίση με 32.6 mm και 22.2mm, από τα οποία απορρέουν τα 21.1 mm και 14.4 mm αντίστοιχα ενώ τα υπόλοιπα λογίζονται ως υδρολογικές απώλειες (διήθηση). Η ένταση της βροχόπτωσης όπως προκύπτει από την εφαρμογή της όμβριας καμπύλης είναι ίση με 62.7 mm/h και 96.8 mm/h αντίστοιχα (Πίνακας 4-3).

Πίνακας 4-3: Αποτελέσματα της υδρολογικής προσομοίωσης.

Λεκάνη Απορροής	Πλημμυρική αιχμή $Q_{\max}$ (m ³ /s)	Ύψος απορροής (mm)	Συντελεστής απορροής
Δυτική Λεκάνη	3.07	21.10	0.65
Δυτική Λεκάνη (Συμβάλλον Κλάδος)	0.62	14.40	0.65
Ανατολική Λεκάνη	1.24	14.40	0.65

5. Υδραυλική προσομοίωση της παροχής σχεδιασμού στην υφιστάμενη κατάσταση

5.1. Γενικά

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται η υδραυλική προσομοίωση της παροχής αιχμής της προηγούμενης ενότητας στη διατομή του ρέματος στο υπό οριοθέτηση τμήματος. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι ο υπολογισμός του εύρους του πεδίου ροής ώστε βάσει αυτού να προταθούν οι οριογραμμές του ρέματος.

5.2. Μεθοδολογία υδραυλικής επίλυσης

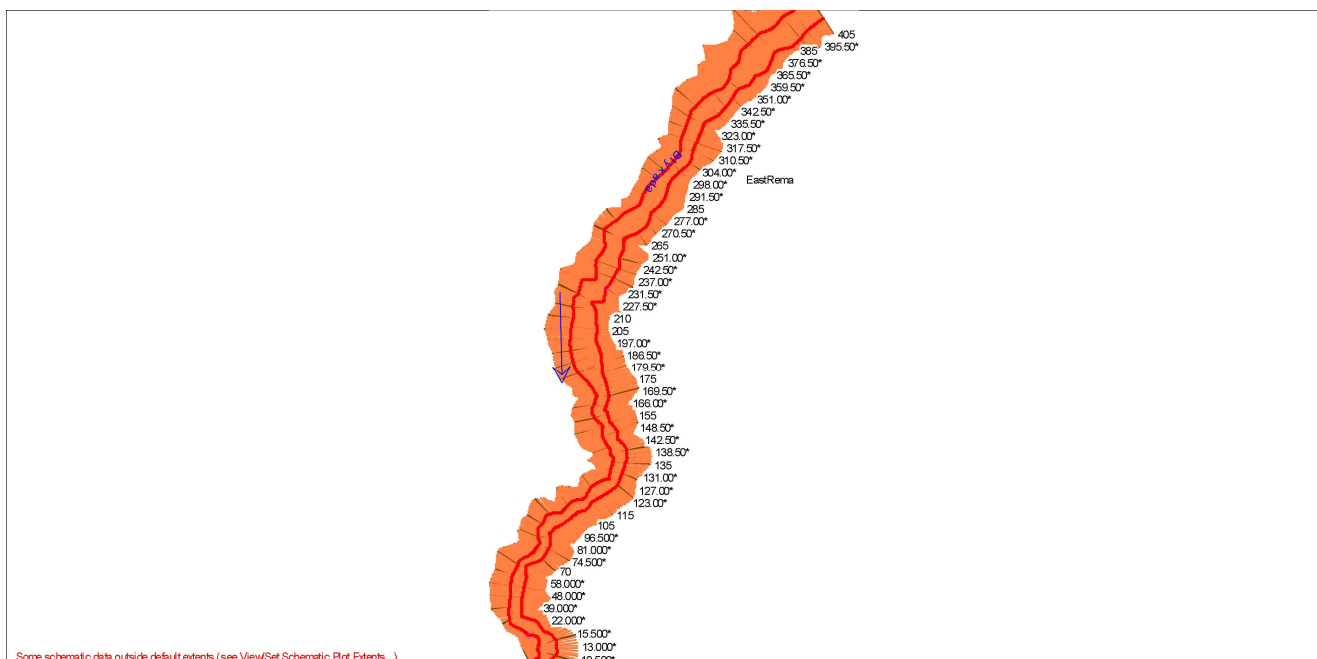
Η οριοθέτηση του ρέματος θα γίνει με βάση την ανομοιόμορφη ροή μέσω του πλέον γνωστού προγράμματος HEC-RAS έκδοση 5.0.7 της US Army Corps of Engineers των ΗΠΑ. Στο μοντέλο εισάγονται τα εξής απαραίτητα δεδομένα:

- Η γεωμετρία της κοίτης: Αποδίδεται από τις χαρακτηριστικές διατομές αυτής, καθώς και από τις αποστάσεις μεταξύ των διατομών. Οι διατομές ελήφθησαν από το τοπογραφικό υπόβαθρο που συντάχθηκε για τις ανάγκες της Μελέτης και το οποίο αποδίδει με ακρίβεια τα κύρια στοιχεία των (φρύδι και πόδι των πρανών κλπ), επεκτείνονται δε σε σημαντικό εύρος πέραν των ορίων της κοίτης. Οι διατομές λαμβάνονται γενικά ανά 10 m στον δυτικό κλάδο και ανά 5m στον ανατολικό κλάδο για την καλύτερη σχεδίαση των γραμμών πλημμύρας και της οριογραμμής του ρέματος αλλά και για την αριθμητική ευστάθεια των υπολογισμών. Σε περιπτώσεις που υπάρχει σημαντική μεταβολή στη γεωμετρία του ρέματος, η λήψη των διατομών γίνεται όσο συχνά απαιτείται ακόμα και λιγότερο των πέντε μέτρων.

Στην Εικόνα 5-1 παρουσιάζεται η σχηματοποίηση του υδραυλικού μοντέλου στο HEC-RAS του δυτικού κλάδου.

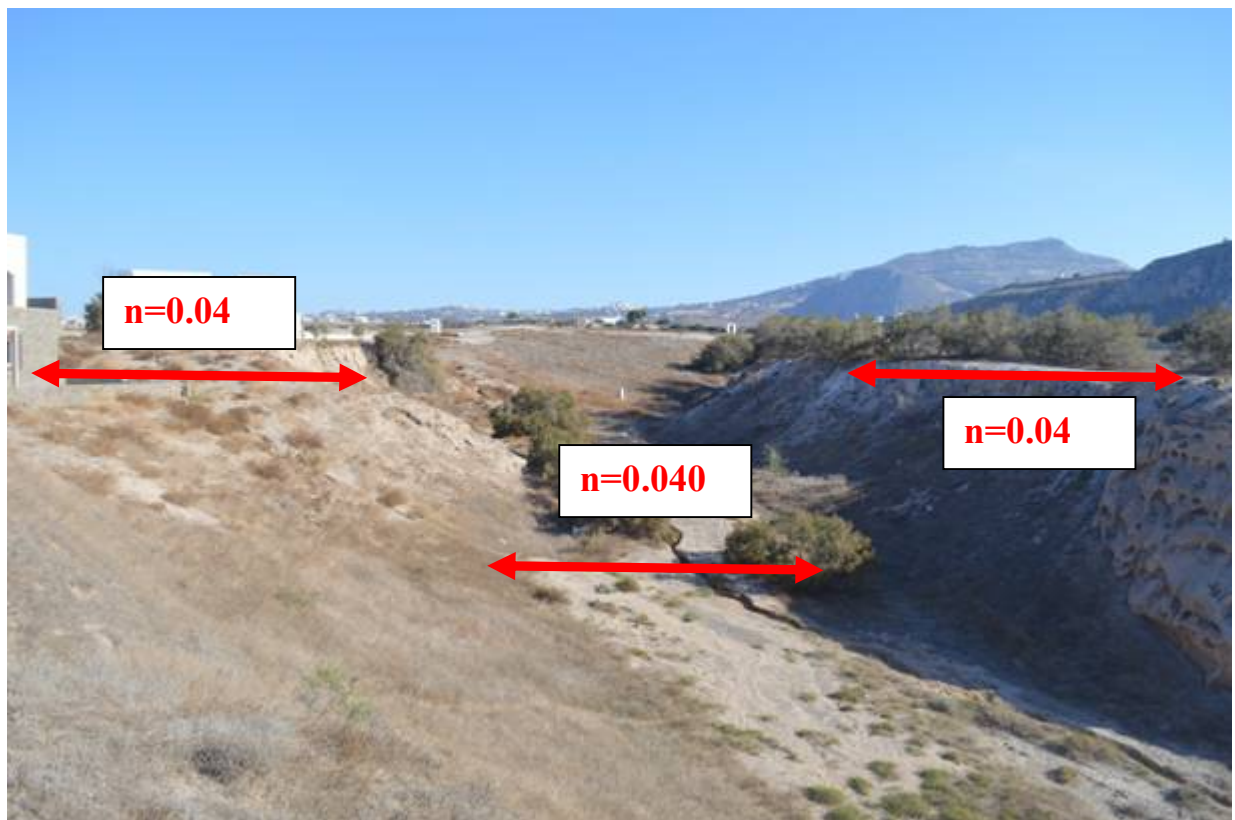


Εικόνα 5-1: Σχηματική παράσταση του υδραυλικού μοντέλου στο *HEC-RAS* για τον δυτικό κλάδο.



Εικόνα 5-2: Σχηματική παράσταση του υδραυλικού μοντέλου στο HEC-RAS για τον ανατολικό κλάδο.

- Η παροχή σχεδιασμού: Το οριοθετούμενο τμήμα για τον δυτικό κλάδο από τη Χ.Θ. 1+010m έως το πλέον κατάντη όριο σχεδιάζεται με την ίδια παροχή σχεδιασμού που αντιστοιχεί στην πλέον κατάντη διατομή, δηλαδή για παροχή $Q=3.07 \text{ m}^3/\text{s}$. Ο συμβάλλον κλάδος του δυτικού κλάδου σχεδιάζεται με παροχή $Q=0.62 \text{ m}^3/\text{s}$. Ο ανάντη συμβάλλον κλάδος του δυτικού κλάδου σχεδιάζεται με παροχή $Q=0.10 \text{ m}^3/\text{s}$ με πολύ μικρή επιφάνεια της ηλεκάνης απορροής μόλις 4.3 στρεμμάτων. Ο ανατολικός κλάδος σχεδιάζεται με παροχή $Q=1.24 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Η τραχύτητα της κοίτης: Αποδίδεται από τους συντελεστές τραχύτητας κατά Manning. Επιλέγονται τιμές των συντελεστών που να αντιστοιχούν στη φύση και την κατάσταση των επιφανειών της κοίτης. Έτσι για τις επιφάνειες ροής που συναντώνται στο προς οριοθέτηση ρέμα υιοθετούνται οι ακόλουθες τιμές:
 - Για τις επιφάνειες του πυθμένα της φυσικής κοίτης $n = 0.030 - 0.050$ με τελική τιμή $n=0.04$, ενώ τα για τα πρανή που δεν έχουν σημαντική βλάστηση τίθεται επίσης $n=0.04$ (Εικόνα 5-3).
 - Για τις επιφάνειες ασφαλτοστρωμένων δρόμων $n = 0.01$.



Εικόνα 5-3: Συντελεστές τραχύτητας κατά Manning για την κοίτη του ανατολικού ρέματος. Παρόμοιες είναι και οι συνθήκες τραχύτητας στο δυτικό κλάδο

- Οι οριακές συνθήκες ροής: Η επιλογή ορθών οριακών συνθηκών αποτελεί ουσιώδη παράμετρο για την κατά το δυνατόν ακριβή προσέγγιση του καθεστώτος ροής στο ρέμα. Εδώ επειδή το οριοθετούμενο τμήμα είναι μεγάλο (περίπου 1050m στο δυτικό και 405 στον ανατολικό κλάδο), η επίδραση των οριακών συνθηκών θα αποσβένεται με την απόσταση από τις διατομές των οριακών συνθηκών. Στη συγκεκριμένα περίπτωση λαμβάνονται δύο οριακές συνθήκες:

1. Ανάντη οριακή συνθήκη: Το ομοιόμορφο βάθος.
2. Κατάντη οριακή συνθήκη: Το ομοιόμορφο βάθος.

Οι υφιστάμενες κατασκευές εντός της κοίτης: Σε περίπτωση που εντός της κοίτης του οριοθετούμενου τμήματος υπάρχουν κατασκευές που επηρεάζουν το υδραυλικό καθεστώς της ροής, τότε αυτές θα πρέπει να συμπεριληφθούν στην υδραυλική ανάλυση και να υπολογιστούν οι τυχόν επιδράσεις τους στη ροή είτε προς τα ανάντη είτε προς τα κατάντη, ανάλογα αν η ροή είναι υποκρίσιμη ή υπερκρίσιμη αντίστοιχα. Στις κατασκευές αυτές συγκαταλέγονται οι οχετοί, οι γέφυρες, κλπ. Στο οριοθετούμενο τμήμα των ρεμάτων δεν υπάρχουν κατασκευές εντός της κοίτης που είναι δυνατό να επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της ροής.

Η εφαρμοζόμενη μεθοδολογία για την οριοθέτηση περιλαμβάνει την εκτέλεση υδραυλικών υπολογισμών ανομοιόμορφης ροής στο προς οριοθέτηση τμήμα αλλά και σε τμήματα ανάντη και κατάντη αυτού, εάν αυτό είναι απαραίτητο για να προσομοιωθούν ικανοποιητικά οι πραγματικές συνθήκες ροής. Οι υπολογισμοί ανομοιόμορφης ροής, με την προϋπόθεση θεώρησης ορθών οριακών συνθηκών, αποτελούν τη μόνη δυνατότητα καλής μαθηματικής προσομοίωσης της ροής στο ρέμα. Για την εκτέλεση των υπολογισμών χρησιμοποιείται ειδικό λογισμικό και συγκεκριμένα το πρόγραμμα HEC – RAS του Σώματος Μηχανικών του Στρατού των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Corps of Engineers). Το πρόγραμμα αυτό έχει τη δυνατότητα να προσομοιώνει τόσο την υποκρίσιμη όσο και την υπερκρίσιμη ροή. Μπορεί επίσης να αντιμετωπίζει συνθήκες μικτής ροής, δηλαδή περιπτώσεις όπου στο ίδιο ρέμα εμφανίζονται τμήματα με υποκρίσιμη και άλλα με υπερκρίσιμη ροή.

Οι υπολογισμοί γίνονται με αναφορά στην υπάρχουσα κοίτη και από αυτούς προκύπτει η κατατομή της πλημμυρικής στάθμης για την παροχή με περίοδο επαναφοράς τα 50 έτη. Η κατατομή δίνει με τη σειρά της το εύρος υδραυλικής κατάληψης σε κάθε διατομή υπολογισμού της κοίτης, ενώ από τη σύνδεση των ιχνών της επιφάνειας του νερού στις διατομές προκύπτουν οι τεθλασμένες γραμμές που αποτελούν τις γραμμές πλημμύρας για ροή στην υπάρχουσα κοίτη, όπως αυτή ορίστηκε παραπάνω.

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί αφορούν στην προσομοίωση της ροής των ρεμάτων σε συνθήκες ανομοιόμορφης ροής. Η προσομοίωση αποσκοπεί στον υπολογισμό της στάθμης πλημμύρας σε δεδομένη διατομή ρέματος και τον έλεγχο επάρκειας των υφιστάμενων τεχνικών. Ακολουθεί η περιγραφή της διαδικασίας υπολογισμού της στάθμης ελεύθερης επιφάνειας.

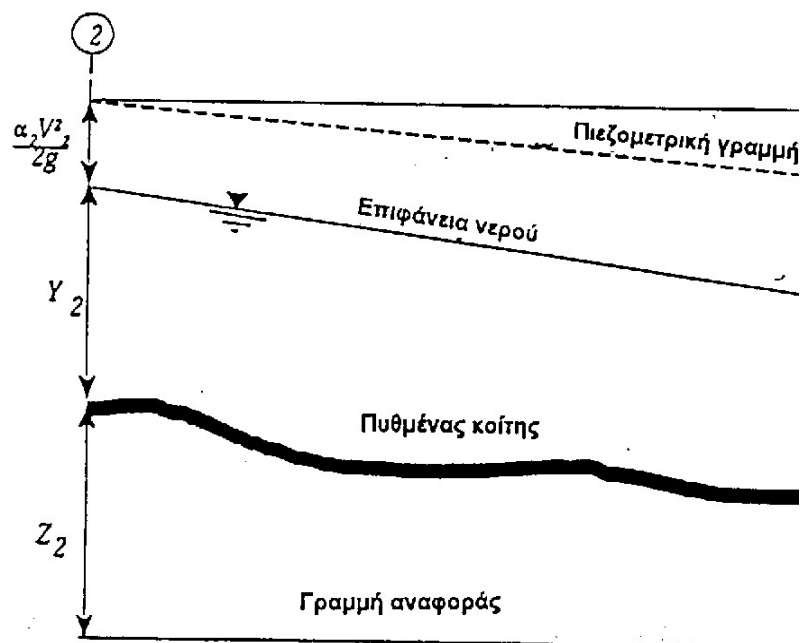
Εξισώσεις υπολογισμού της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας

Η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας υπολογίζεται με την εξίσωση ενεργείας:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (5-1)$$

όπου:	Y_1, Y_2	το βάθος ροής στις διατομές 1 και 2
	Z_1, Z_2	τα αντίστοιχα υψόμετρα πυθμένα
	V_1, V_2	οι αντίστοιχες μέσες ταχύτητες
	α_1, α_2	σταθμικοί συντελεστές της ταχύτητας
	g	η επιτάχυνση της βαρύτητας
	h_e	η απώλεια υδραυλικού φορτίου

Οι συμβολισμοί αυτοί φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχ. 5.1 Συμβολισμοί για την παράσταση της ροής με ελεύθερη επιφάνεια

Οι απώλειες φορτίου h_e μεταξύ δύο διατομών, οφειλόμενες σε τριβές και σε στενώσεις ή σε διευρύνσεις, δίνονται από τη σχέση :

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (5-2)$$

- όπου:
- L *ανηγμένο μήκος μεταξύ των διατομών 1 και 2*
 - S_f *η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής μεταξύ των δύο διατομών*
 - C *συντελεστής διευρύνσεως ή στενώσεως (0,1 ή 0,3 αντίστοιχα)*

Το ανηγμένο μήκος L υπολογίζεται από τη σχέση :

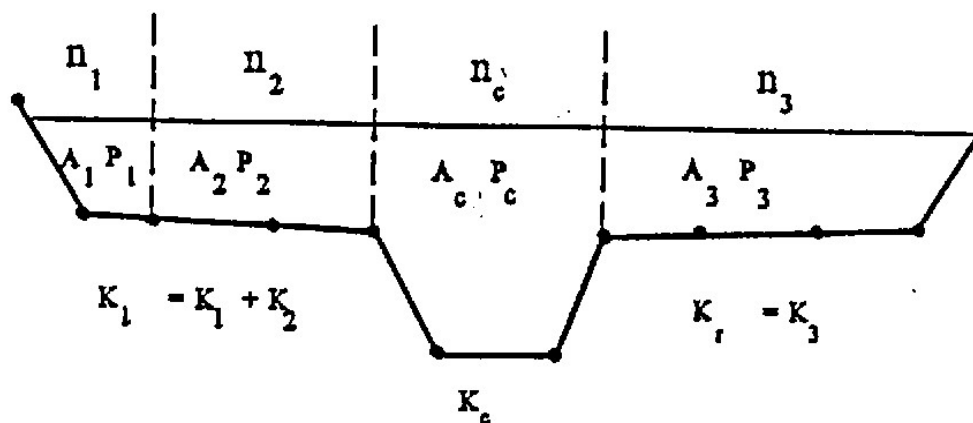
$$L = \frac{L_e \bar{Q}_e + L_c \bar{Q}_c + L_r \bar{Q}_r}{\bar{Q}_e + \bar{Q}_c + \bar{Q}_r} \quad (5.3)$$

- όπου:
- L_e, L_c, L_r *τα μήκη του αριστερού τμήματος της κοίτης πλημμυρών, της κεντρικής κοίτης και του δεξιού τμήματος της κοίτης πλημμυρών αντίστοιχα.*
 - Q_e, Q_c, Q_r *οι μέσες παροχές των αντιστοιχών όπως παραπάνω, τμημάτων της διατομής.*

Υπολογισμός της παροχευτικότητας

Ο υπολογισμός των υδραυλικών στοιχείων σε κάθε διατομή έχει βασισθεί σε υποδιαίρεση της διατομής στο τμήμα της κεντρικής κοίτης και στα τμήματα της κοίτης πλημμυρών, στα οποία η ταχύτητα μπορεί να θεωρηθεί ομοιόμορφα κατανομημένη (Σχήμα 5.2). Η συνολική παροχευτικότητα της διατομής είναι το άθροισμα των παροχευτικοτήτων των επί μέρους τμημάτων.

Σχ. 5.2. Τυπική υποδιαίρεση διατομής



Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του Manning:

$$Q = K \cdot S_f^{1/2} \quad (5.4)$$

$$K = \frac{1}{n} A \cdot R^{2/3} \quad (5.5)$$

όπου:	K	η παροχευτικότητα
	S_f	η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής
	n	ο συντελεστής τραχύτητας
	A	η επιφάνεια
	R	η υδραυλική ακτίνα

Στην περίπτωση που ορίζονται διαφορετικές τιμές του συντελεστή n για τα διάφορα τμήματα της διατομής, εφαρμόζεται η σχέση :

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i^{1.5})}{P} \right]^{2/3} \quad (5.6)$$

όπου :	n_c	σύνθετος (ισοδύναμος) συντελεστής τραχύτητας.
	P	η βρεχόμενη περίμετρος της διατομής.
	P_i	η βρεχόμενη περίμετρος του τμήματος i της διατομής.
	n_i	ο συντελεστής τραχύτητας του τμήματος i της διατομής.

Η στάθμη νερού σε κάθε διατομή προσδιορίζεται με επαλαναμβανόμενη επίλυση των εξισώσεων (5-1) και (5-2). Η διαδικασία υπολογισμού γίνεται κατά βήματα, ως ακολούθως :

- α. Εισάγεται η υδραυλική κλίση ανάντη της αφετηρίας του ρέματος και η υδραυλική κλίση κατάντη του πέρατος του ρέματος, και υιοθετείται το σενάριο μικτής ροής (mixed flow) για τη λειτουργία του ρέματος. Με βάση τις παραπάνω κλίσεις, γίνεται δεκτή μία αρχική στάθμη νερού στην ανάντη διατομή και μια στάθμη νερού στην κατάντη διατομή και στην πορεία της υπολογιστικής επαναληπτικής διαδικασίας οι παραπάνω στάθμες διορθώνονται και επαληθεύονται.
- β. Με βάση τις παραπάνω στάθμες νερού, προσδιορίζεται η αντίστοιχη ολική παροχευτικότητα και φορτίο κινητικής ενέργειας.
- γ. Με τις τιμές του Παραπάνω βήματος β, υπολογίζεται η κλίση S_f και επιλύεται η εξίσωση (5-2) ως προς το h_e .
- δ. Με τις τιμές από τα βήματα β και γ επιλύεται η εξίσωση (5-1) ως προς τη (διορθωμένη) στάθμη νερού WS_2 .
- ε. Συγκρίνεται η υπολογισθείσα τιμή της στάθμης WS_2 με την αρχική τιμή του βήματος α. Επαναλαμβάνονται τα βήματα α έως ε μέχρις ότου η τιμή της υπόψη στάθμης ταυτισθεί με ανοχή μέχρι 0,3 εκατ. η οποία άλλη έχει επιλεγεί από το χρήστη.

Οι δύο πρώτες δοκιμές βασίζονται στη σχέση :

$$WS_{\text{νέα}} = WS_{\text{αρχική}} + 0,70 (WS_{\text{υπολογισθείσα}} - WS_{\text{αρχική}})$$

Από την τρίτη δοκιμή και εφεξής εφαρμόζεται η μέθοδος της "τέμνουσας καμπύλης" (secant method), που συναντάται στην προβολή του ποσοστού μεταβολής της διαφοράς μεταξύ υπολογισθείσας και αρχικής στάθμης στις δύο προηγούμενες δοκιμές. Η εξίσωση για την μέθοδο της τέμνουσας καμπύλης είναι :

$$WS_I = WS_{I-2} - Err_{I-2} \times Err \text{ Assum} / Err \text{ Diff} \quad (5.7)$$

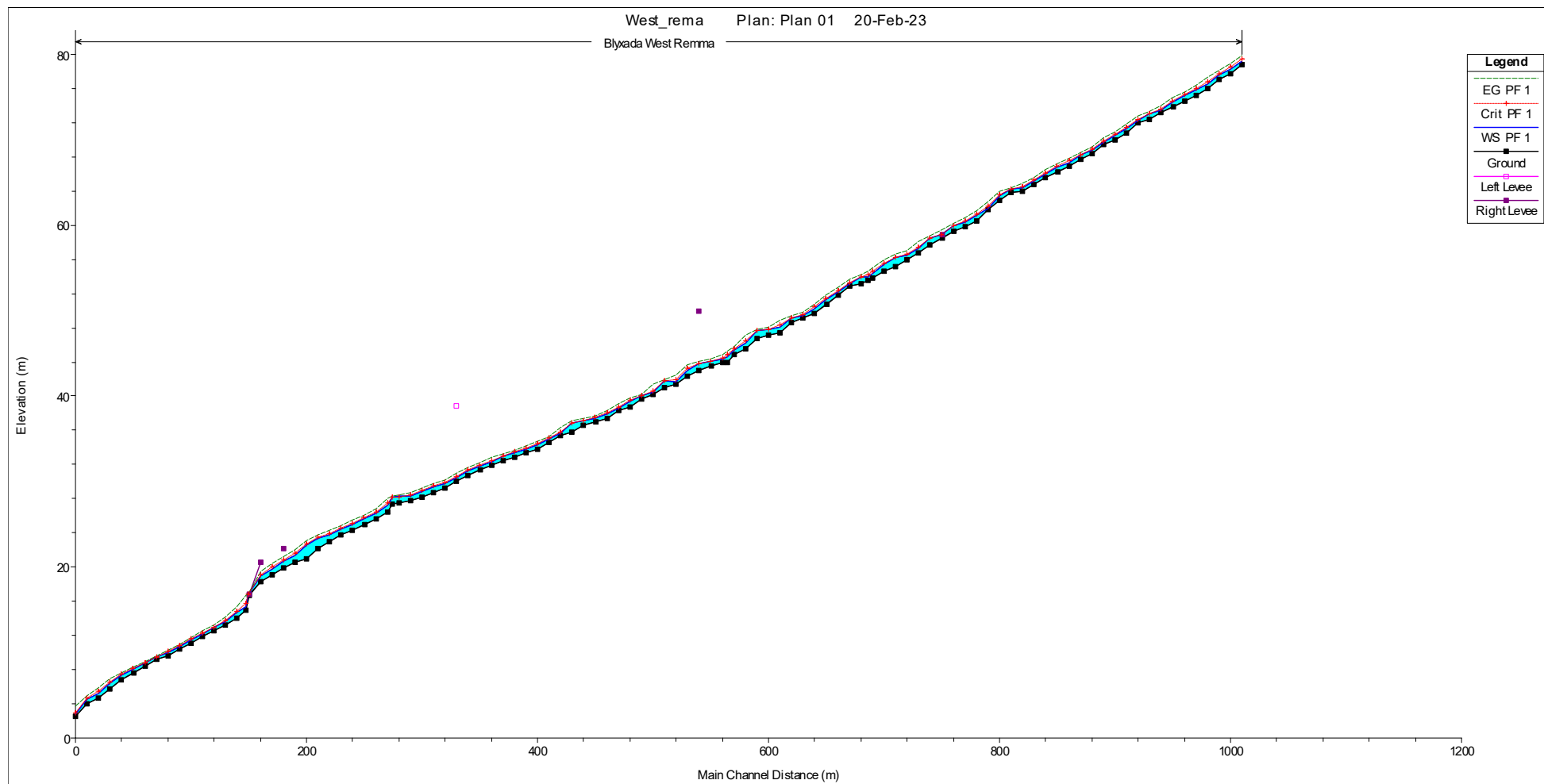
όπου :	WS_I	: η νέα αρχική στάθμη
	WS_{I-1}	: η προηγούμενη αρχική στάθμη
	WS_{I-2}	: η αρχική στάθμη από δύο προηγούμενες δοκιμές
	Err_{I-2}	: το σφάλμα από τις δύο τελευταίες δοκιμές
	$Err \text{ Assum}$	: η διαφορά μεταξύ σταθμών νερού από τις δύο προηγούμενες δοκιμές $Err \text{ Assum} = WS_{I-2} - WS_{I-1}$
	$Err \text{ Diff}$	: η αρχική στάθμη μείον την υπολογισθείσα στάθμη της τελευταίας δοκιμής (I -1) πλέον το σφάλμα από τις δύο τελευταίες δοκιμές (Err_{I-2}) $Err \text{ Diff} = WS_{I-1} - WS_{calc_{I-1}} + Err_{I-2}$

Το πρόγραμμα εκτελεί καθορισμένο αριθμό διαδοχικών προσεγγίσεων (στην προκειμένη περίπτωση γίνεται χρήση 20 διαδοχικών προσεγγίσεων) μέχρι όπου επιτευχθεί ικανοποιητική γραμμή επιφάνειας του νερού.

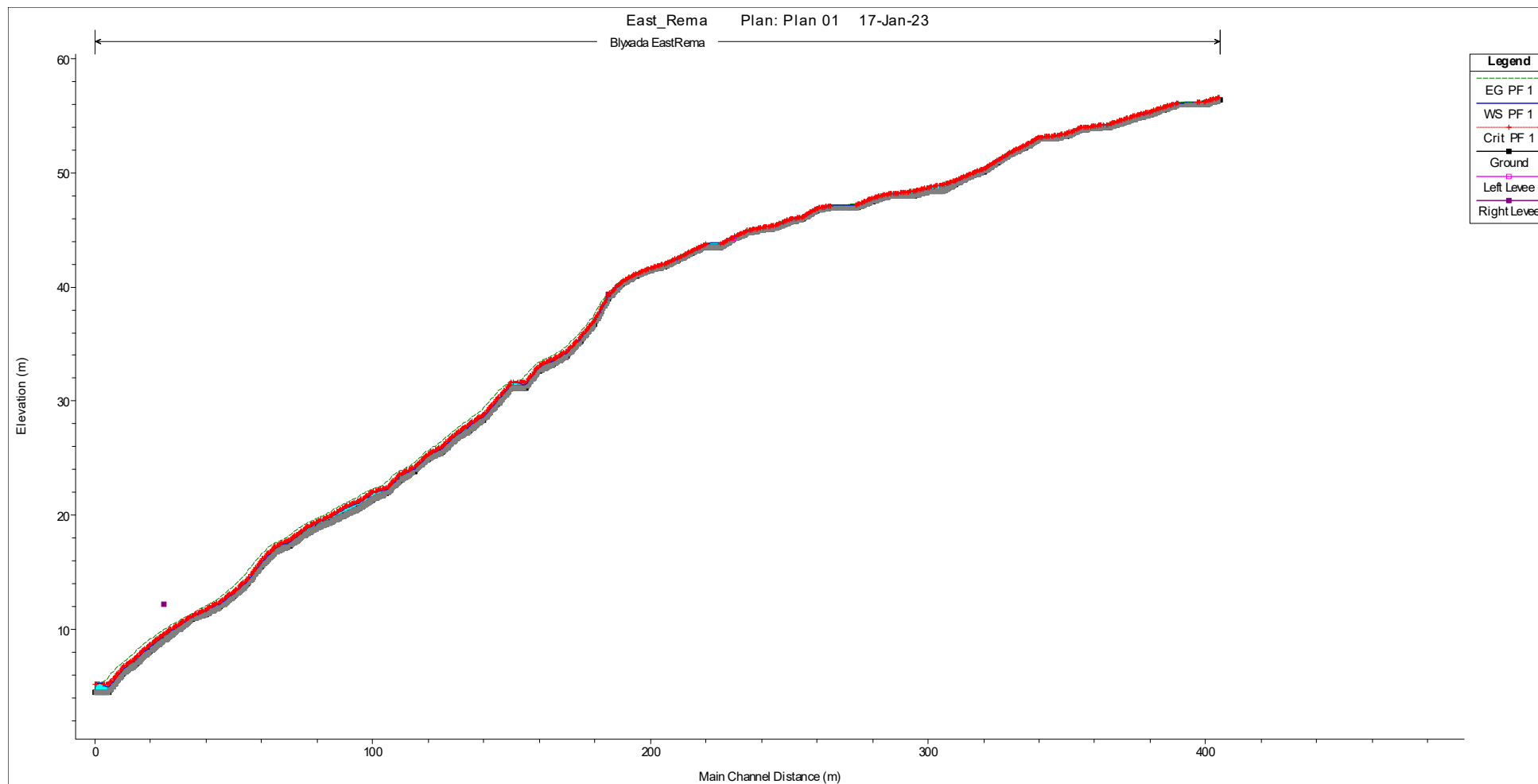
Η παραπάνω υπολογιστική διαδικασία εφαρμόζεται στο πρόγραμμα HEC – RAS στο οποίο τίθενται ως δεδομένα εισόδου η παροχή πλημμύρας, τα γεωμετρικά στοιχεία των διατομών του ρέματος όπως προέκυψαν από τις τοπογραφικές εργασίες.

5.3. Αποτελέσματα υδραυλικής επίλυσης

Καταρχάς το καθεστώς ροής είναι κατά βάση η υπερκρίσιμη ροή με αριθμούς Froude μεγαλύτερους της μονάδας και επομένως οι συνθήκες ροής εξαρτώνται κυρίως από τα ανάντη. Η κλίση του δυτικού τμήματος είναι ίση με 7.54% ενώ του ανατολικού τμήματος ίση με 12.8%. Τα αντίστοιχα διαγράμματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 5-4 και στην Εικόνα 5-5.

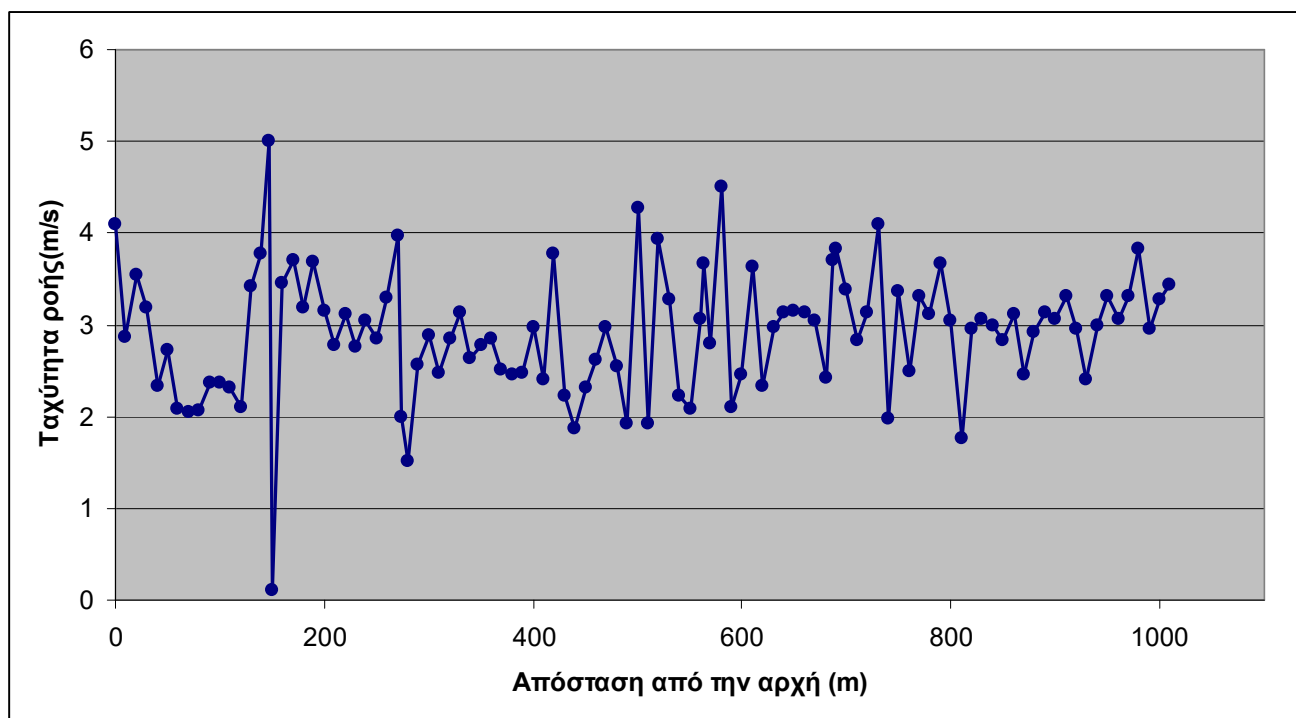


Εικόνα 5-4: Υδραυλική μηκοτομή της παροχής αιχμής 50ετίας για τον δυτικό κλάδο.



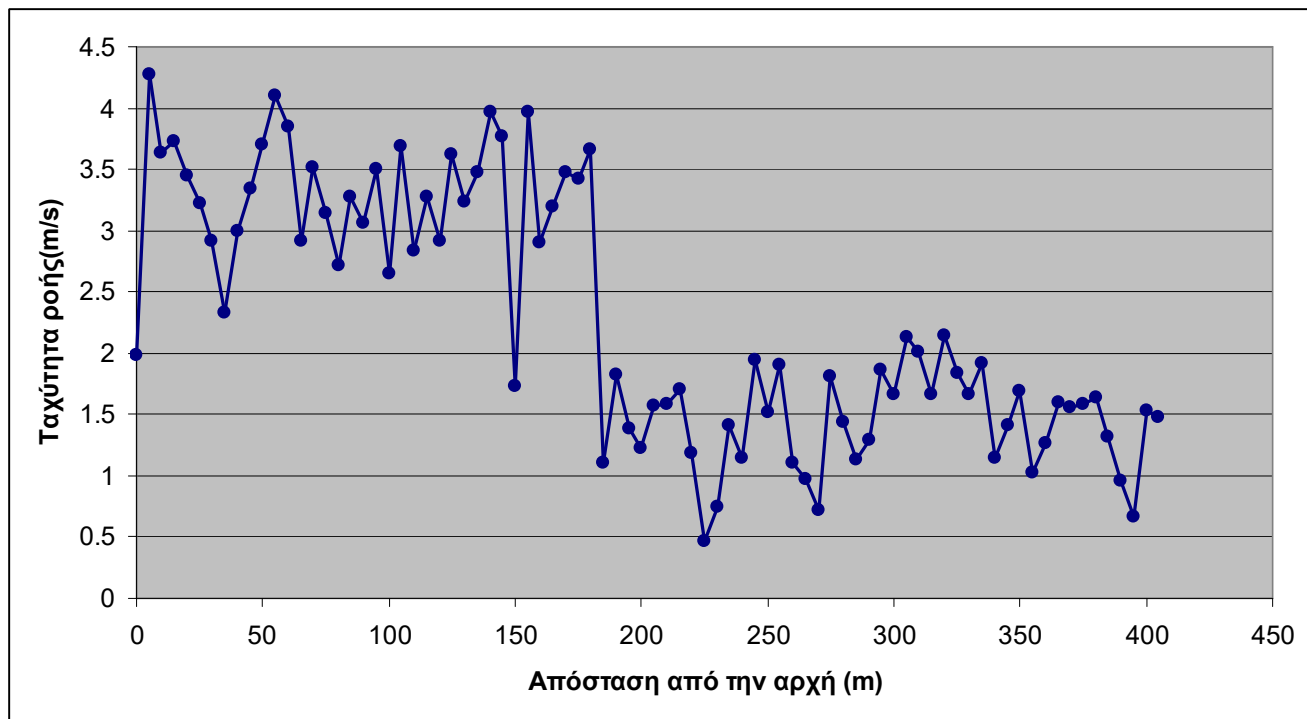
Εικόνα 5-5: Υδραυλική μηχανοτομή της παροχής αιχμής 50ετίας για τον ανατολικό κλάδο.

Στον δυτικό κλάδο οι ταχύτητες ροής που αναπτύσσονται δεν ξεπερνούν τα 5.0 m/s (Εικόνα 5-6) εντούτοις η ροή είναι υπερκρίσιμη. Η μέση ταχύτητα ροής είναι 2.9 m/s, η οποία είναι σχετικά μικρή. Παρόλα αυτά τα 'ίχνη διάβρωσης είναι σημαντικά λόγω της ευδιαβρωσιμότητας των εδαφικών σχηματισμών.



Εικόνα 5-6: Διάγραμμα μεταβολής της ταχύτητας ροής στον δυτικό κλάδο.

Αντίστοιχα, στον ανατολικό κλάδο οι ταχύτητες ροής που αναπτύσσονται δεν ξεπερνούν τα 4.5 m/s (Εικόνα 5-6) εντούτοις η ροή είναι υπερκρίσιμη. Η μέση ταχύτητα ροής είναι 2.3 m/s, η οποία είναι σχετικά μικρή. Είναι φανερό η μεταβολή της ταχύτητας καθώς αυξάνεται από τα ανάντη προς τα κατόντη, κάτι που είναι φανερό και από τη μηκοτομική κλίση του κλάδου όπως φαίνεται στην Εικόνα 5-5. Παρόλα αυτά τα 'ίχνη διάβρωσης είναι σημαντικά λόγω της ευδιαβρωσιμότητας των εδαφικών σχηματισμών.



Εικόνα 5-7: Διάγραμμα μεταβολής της ταχύτητας ροής στον ανατολικό κλάδο.

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 5-1 και Πίνακας 5-2) παρουσιάζονται οι υδραυλικοί υπολογισμοί ανά διατομή.

Πίνακας 5-1: Αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών ανομοιόμορφης ροής στο HEC-RAS για τον δυτικό κλάδο.

Κλάδος	Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη πυθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Συμβάλλων κλάδος	330	0.62	71.7	71.86	71.89	71.96	0.06306	1.41	0.47	5.49	1.38
Συμβάλλων κλάδος	320	0.62	70.9	71.05	71.09	71.19	0.096	1.66	0.39	4.99	1.68
Συμβάλλων κλάδος	310	0.62	70.5	70.63	70.67	70.79	0.161453	1.8	0.35	4.98	2.09
Συμβάλλων κλάδος	300	0.62	69.8	69.99	70	70.06	0.039927	1.14	0.54	4.97	1.1
Συμβάλλων κλάδος	290	0.62	68.4	68.53	68.62	69.02	0.569534	3.08	0.2	3.03	3.82
Συμβάλλων κλάδος	280	0.62	67.1	67.24	67.26	67.33	0.072421	1.3	0.48	5.57	1.42
Συμβάλλων κλάδος	270	0.62	66.2	66.35	66.38	66.46	0.108218	1.46	0.42	5.62	1.7
Συμβάλλων κλάδος	260	0.62	65.4	65.53	65.55	65.61	0.065939	1.3	0.48	5.19	1.37
Συμβάλλων κλάδος	250	0.62	64.4	64.54	64.59	64.7	0.131279	1.8	0.34	3.88	1.93
Συμβάλλων κλάδος	240	0.62	63.1	63.31	63.38	63.52	0.105287	2.03	0.31	2.39	1.81
Συμβάλλων κλάδος	230	0.62	62.2	62.47	62.53	62.65	0.072114	1.86	0.33	2.21	1.53
Συμβάλλων κλάδος	220	0.62	61.3	61.51	61.59	61.74	0.117316	2.09	0.3	2.43	1.9
Συμβάλλων κλάδος	210	0.62	60.6	60.81	60.84	60.9	0.05799	1.33	0.47	4.46	1.31
Συμβάλλων κλάδος	200	0.62	59.8	60.2	60.06	60.22	0.003317	0.49	1.27	6.36	0.35

Κλάδος	Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη ποθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Συμβάλλων κλάδος	190	0.62	59.8	60.06	60.06	60.13	0.035619	1.2	0.52	4.03	1.06
Συμβάλλων κλάδος	180	0.62	58.6	58.84	58.89	59.01	0.098547	1.82	0.34	2.97	1.72
Συμβάλλων κλάδος	170	0.62	57.83	58.07	58.1	58.16	0.06907	1.31	0.47	5.29	1.4
Συμβάλλων κλάδος	160	0.62	56.84	57.14	57.21	57.35	0.091178	2.01	0.31	2.17	1.69
Συμβάλλων κλάδος	150	0.62	56.21	56.56	56.59	56.69	0.04756	1.64	0.38	2.18	1.26
Συμβάλλων κλάδος	140	0.62	55.58	55.74	55.8	55.93	0.138155	1.91	0.32	3.44	1.99
Συμβάλλων κλάδος	130	0.62	53.6	53.8	53.93	54.26	0.199093	3	0.21	1.36	2.45
Συμβάλλων κλάδος	120	0.62	52.36	52.66	52.75	52.95	0.087427	2.39	0.26	1.17	1.62
Συμβάλλων κλάδος	110	0.62	51.52	51.9	51.97	52.14	0.073989	2.15	0.29	1.42	1.52
Συμβάλλων κλάδος	100	0.62	50.5	50.78	50.89	51.14	0.135281	2.66	0.23	1.32	2.02
Συμβάλλων κλάδος	90	0.62	49.6	50.06	50.11	50.26	0.055658	1.99	0.31	1.29	1.25
Συμβάλλων κλάδος	80	0.62	49.2	49.36	49.42	49.55	0.092752	1.92	0.32	2.49	1.7
Συμβάλλων κλάδος	70	0.62	48.2	48.58	48.63	48.77	0.065221	1.96	0.32	1.47	1.34
Συμβάλλων κλάδος	60	0.62	47.4	47.71	47.8	47.99	0.09309	2.35	0.26	1.34	1.69
Συμβάλλων κλάδος	50	0.62	46.62	46.93	46.99	47.12	0.076305	1.94	0.32	1.99	1.55

Κλάδος	Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη ποθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Συμβάλλων κλάδος	40	0.62	45.96	46.17	46.22	46.36	0.074073	1.96	0.32	1.87	1.52
Συμβάλλων κλάδος	30	0.62	45.23	45.56	45.6	45.69	0.058677	1.61	0.38	2.62	1.35
Συμβάλλων κλάδος	20	0.62	44.65	44.96	44.99	45.06	0.064448	1.4	0.44	4.08	1.36
Συμβάλλων κλάδος	10	0.62	43.32	43.7	43.83	44.12	0.133088	2.89	0.21	0.86	1.85
Συμβάλλων κλάδος	0	0.62	42.3	42.71	42.8	43	0.089536	2.37	0.26	1.15	1.59
Δυτικός κλάδος	1010	3.07	78.75	79.25	79.44	79.84	0.092047	3.44	0.92	3.18	1.94
Δυτικός κλάδος	1000	3.07	77.68	78.32	78.49	78.87	0.100038	3.27	0.94	3.14	1.91
Δυτικός κλάδος	990	3.07	77	77.66	77.8	78.11	0.057205	2.96	1.04	2.48	1.46
Δυτικός κλάδος	980	3.07	75.95	76.58	76.81	77.32	0.103142	3.82	0.8	2	1.92
Δυτικός κλάδος	970	3.07	75.16	75.82	76	76.38	0.077523	3.32	0.93	2.45	1.72
Δυτικός κλάδος	960	3.07	74.56	75.18	75.32	75.66	0.062442	3.07	1	2.53	1.56
Δυτικός κλάδος	950	3.07	73.9	74.34	74.51	74.9	0.092004	3.32	0.93	2.99	1.91
Δυτικός κλάδος	940	3.07	73.2	73.48	73.62	73.94	0.093191	2.99	1.03	3.84	1.85
Δυτικός κλάδος	930	3.07	72.4	73	73.07	73.29	0.041067	2.4	1.28	3.64	1.29
Δυτικός κλάδος	920	3.07	71.92	72.29	72.42	72.73	0.078017	2.95	1.04	3.65	1.74
Δυτικός κλάδος	910	3.07	70.78	71.26	71.42	71.82	0.104779	3.32	0.93	3.36	2.01
Δυτικός κλάδος	900	3.07	69.96	70.51	70.65	70.98	0.064479	3.06	1	2.67	1.59
Δυτικός κλάδος	890	3.07	69.4	69.69	69.83	70.19	0.099677	3.13	0.98	3.62	1.92
Δυτικός κλάδος	880	3.07	68.4	68.74	68.87	69.18	0.09588	2.92	1.05	4.35	1.9
Δυτικός κλάδος	870	3.07	67.7	68.19	68.28	68.5	0.045725	2.46	1.25	3.71	1.36
Δυτικός κλάδος	860	3.07	66.96	67.37	67.52	67.86	0.088064	3.11	0.99	3.42	1.85
Δυτικός κλάδος	850	3.07	66.22	66.74	66.86	67.15	0.057322	2.83	1.08	2.97	1.5
Δυτικός κλάδος	840	3.07	65.6	66	66.14	66.46	0.082251	2.99	1.03	3.49	1.76
Δυτικός κλάδος	830	3.07	64.78	65.14	65.29	65.62	0.084845	3.07	1	3.42	1.81

Κλάδος	Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη ποθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
		(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Δυτικός κλάδος	820	3.07	63.95	64.42	64.56	64.87	0.066531	2.96	1.04	3.07	1.63
Δυτικός κλάδος	810	3.07	63.8	64.22	64.24	64.38	0.027828	1.77	1.73	6.07	1.06
Δυτικός κλάδος	800	3.07	62.84	63.47	63.62	63.94	0.069454	3.04	1.01	2.93	1.63
Δυτικός κλάδος	790	3.07	61.8	62.04	62.2	62.72	0.252442	3.67	0.84	5.2	2.92
Δυτικός κλάδος	780	3.07	60.48	61.16	61.31	61.65	0.054083	3.12	1	2.39	1.51
Δυτικός κλάδος	770	3.07	59.88	60.39	60.55	60.94	0.093357	3.31	0.93	3.05	1.91
Δυτικός κλάδος	760	3.07	59.3	59.92	60.01	60.24	0.045877	2.49	1.23	3.61	1.36
Δυτικός κλάδος	750	3.07	58.51	58.83	58.95	59.41	0.17518	3.36	0.91	4.85	2.47
Δυτικός κλάδος	740	3.07	57.75	58.53	58.54	58.72	0.028214	1.97	1.56	4.17	1.03
Δυτικός κλάδος	730	3.07	56.8	57.25	57.5	58.1	0.149538	4.09	0.75	2.5	2.38
Δυτικός κλάδος	720	3.07	55.98	56.5	56.65	57	0.071397	3.14	0.98	2.49	1.6
Δυτικός κλάδος	710	3.07	55.19	56.17	56.25	56.58	0.047115	2.83	1.09	1.9	1.19
Δυτικός κλάδος	700	3.07	54.56	55.4	55.58	55.98	0.075677	3.38	0.91	1.88	1.55
Δυτικός κλάδος	690	3.07	53.78	54.33	54.57	55.08	0.10393	3.82	0.8	2.03	1.94
Δυτικός κλάδος	686.54	3.07	53.56	53.97	54.18	54.67	0.124665	3.71	0.83	2.74	2.15
Δυτικός κλάδος	680	3.07	53.17	53.94	53.97	54.24	0.031001	2.42	1.27	2.42	1.07
Δυτικός κλάδος	670	3.07	52.95	53.2	53.34	53.67	0.122759	3.04	1.01	4.61	2.07
Δυτικός κλάδος	660	3.07	51.78	52.2	52.36	52.7	0.077303	3.14	0.98	2.96	1.74
Δυτικός κλάδος	650	3.07	50.72	51.25	51.4	51.75	0.121333	3.15	0.97	4.15	2.08
Δυτικός κλάδος	640	3.07	49.66	50.27	50.42	50.77	0.080736	3.13	0.98	2.99	1.74
Δυτικός κλάδος	630	3.07	49.1	49.41	49.54	49.86	0.098435	2.97	1.03	4.12	1.9
Δυτικός κλάδος	620	3.07	48.56	49.12	49.16	49.4	0.0352	2.34	1.31	3.23	1.17
Δυτικός κλάδος	610	3.07	47.35	48.14	48.36	48.82	0.097778	3.64	0.84	1.91	1.75
Δυτικός κλάδος	600	3.07	47.15	47.78	47.86	48.09	0.042559	2.46	1.25	3.54	1.33
Δυτικός κλάδος	590	3.07	46.8	47.62	47.62	47.84	0.0277	2.1	1.46	3.29	1
Δυτικός κλάδος	580	3.07	45.6	46.15	46.43	47.18	0.197778	4.51	0.68	2.14	2.55
Δυτικός κλάδος	570	3.07	44.92	45.47	45.59	45.87	0.071619	2.79	1.1	3.86	1.67
Δυτικός κλάδος	563.96	3.07	43.98	44.64	44.85	45.32	0.107815	3.66	0.84	2.5	2.01
Δυτικός κλάδος	560	3.07	44	44.35	44.5	44.83	0.104733	3.07	1	3.85	1.93

Κλάδος	Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη ποθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
		(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Δυτικός κλάδος	550	3.07	43.5	44.1	44.12	44.32	0.028409	2.09	1.47	3.84	1.08
Δυτικός κλάδος	540	3.07	42.95	43.8	43.8	44.05	0.027084	2.22	1.38	2.81	1.01
Δυτικός κλάδος	530	3.07	42.3	43.06	43.23	43.61	0.071097	3.27	0.94	1.99	1.52
Δυτικός κλάδος	520	3.07	41.4	41.73	41.94	42.52	0.178303	3.93	0.78	3.42	2.6
Δυτικός κλάδος	510	3.07	41.05	41.81	41.81	42	0.025092	1.92	1.6	4.32	1.01
Δυτικός κλάδος	500	3.07	40.18	40.41	40.64	41.34	0.249508	4.27	0.72	3.39	2.96
Δυτικός κλάδος	490	3.07	39.6	40.06	40.1	40.24	0.044419	1.92	1.6	7.11	1.28
Δυτικός κλάδος	480	3.07	38.75	39.43	39.52	39.77	0.050169	2.55	1.2	3.4	1.37
Δυτικός κλάδος	470	3.07	38.32	38.64	38.78	39.09	0.091847	2.97	1.04	4.03	1.87
Δυτικός κλάδος	460	3.07	37.4	37.92	38.03	38.27	0.066838	2.61	1.17	4.21	1.58
Δυτικός κλάδος	450	3.07	37	37.39	37.47	37.67	0.050975	2.32	1.32	4.8	1.41
Δυτικός κλάδος	440	3.07	36.58	37.15	37.12	37.33	0.018707	1.87	1.64	3.66	0.89
Δυτικός κλάδος	430	3.07	35.75	36.84	36.84	37.09	0.029171	2.23	1.38	2.8	1.01
Δυτικός κλάδος	420	3.07	35.4	35.66	35.84	36.39	0.263636	3.78	0.81	4.94	2.98
Δυτικός κλάδος	410	3.07	34.56	35.01	35.09	35.31	0.049432	2.4	1.28	4.34	1.41
Δυτικός κλάδος	400	3.07	33.8	34.28	34.42	34.74	0.062734	2.98	1.03	2.81	1.57
Δυτικός κλάδος	390	3.07	33.4	33.84	33.92	34.16	0.046382	2.48	1.24	3.66	1.37
Δυτικός κλάδος	380	3.07	32.9	33.39	33.47	33.7	0.045283	2.46	1.25	3.65	1.35
Δυτικός κλάδος	370	3.07	32.4	32.96	33.03	33.28	0.039809	2.51	1.22	3.06	1.27
Δυτικός κλάδος	360	3.07	31.95	32.38	32.5	32.79	0.060393	2.84	1.08	3.06	1.53
Δυτικός κλάδος	350	3.07	31.38	31.75	31.87	32.14	0.068197	2.77	1.11	3.8	1.64
Δυτικός κλάδος	340	3.07	30.73	31.24	31.33	31.6	0.044348	2.63	1.17	2.89	1.32
Δυτικός κλάδος	330	3.07	30.1	30.45	30.6	30.95	0.095882	3.14	0.98	3.45	1.89
Δυτικός κλάδος	320	3.07	29.2	29.81	29.93	30.22	0.055074	2.85	1.08	2.81	1.47
Δυτικός κλάδος	310	3.07	28.65	29.43	29.5	29.74	0.036924	2.47	1.24	2.95	1.22
Δυτικός κλάδος	300	3.07	28.15	28.85	28.98	29.27	0.059861	2.88	1.07	2.84	1.5
Δυτικός κλάδος	290	3.07	27.75	28.35	28.45	28.69	0.051596	2.56	1.2	3.56	1.41
Δυτικός κλάδος	280	3.07	27.45	28.3	28.17	28.41	0.010587	1.51	2.03	4.15	0.69
Δυτικός κλάδος	274.38	3.07	27.4	28.12	28.12	28.32	0.025474	1.99	1.55	4.03	1

Κλάδος	Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη ποθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Δυτικός κλάδος	270	3.07	26.45	27.23	27.48	28.03	0.147016	3.97	0.77	2.06	2.07
Δυτικός κλάδος	260	3.07	25.7	26.26	26.44	26.82	0.090255	3.29	0.93	2.89	1.85
Δυτικός κλάδος	250	3.07	24.95	25.65	25.78	26.07	0.057929	2.84	1.08	2.99	1.51
Δυτικός κλάδος	240	3.07	24.37	25	25.15	25.47	0.060008	3.04	1.01	2.51	1.53
Δυτικός κλάδος	230	3.07	23.72	24.5	24.61	24.89	0.052262	2.76	1.11	2.87	1.42
Δυτικός κλάδος	220	3.07	23.03	23.83	23.97	24.32	0.059702	3.12	0.99	1.91	1.39
Δυτικός κλάδος	210	3.07	22.23	23.37	23.44	23.77	0.047696	2.77	1.11	1.93	1.17
Δυτικός κλάδος	200	3.07	21	22.59	22.74	23.09	0.100805	3.15	0.97	1.86	1.39
Δυτικός κλάδος	190	3.07	20.6	21.37	21.59	22.06	0.099389	3.69	0.83	1.96	1.81
Δυτικός κλάδος	180	3.07	19.9	20.72	20.88	21.24	0.062935	3.19	0.96	2.01	1.47
Δυτικός κλάδος	170	3.07	19.16	19.76	19.98	20.46	0.094583	3.7	0.83	2.04	1.85
Δυτικός κλάδος	160	3.07	18.35	18.92	19.11	19.53	0.086693	3.45	0.89	2.43	1.82
Δυτικός κλάδος	150	3.07	16.7	16.81	16.81	16.83	0.001335	0.11	4.75	8.29	0.17
Δυτικός κλάδος	147.27	3.07	15	15.4	15.7	16.68	0.293194	5.01	0.61	2.44	3.2
Δυτικός κλάδος	140	3.07	14	14.64	14.86	15.36	0.098821	3.77	0.82	1.96	1.87
Δυτικός κλάδος	130	3.07	13.2	13.56	13.72	14.15	0.142211	3.41	0.9	3.97	2.28
Δυτικός κλάδος	120	3.07	12.6	12.93	13	13.16	0.060157	2.1	1.46	7.27	1.49
Δυτικός κλάδος	110	3.07	11.82	12.22	12.31	12.49	0.073749	2.31	1.33	6.63	1.65
Δυτικός κλάδος	100	3.07	11.15	11.48	11.58	11.77	0.071094	2.37	1.3	6.08	1.63
Δυτικός κλάδος	90	3.07	10.4	10.7	10.79	10.99	0.085134	2.36	1.3	6.99	1.75
Δυτικός κλάδος	80	3.07	9.65	10.08	10.15	10.3	0.053688	2.07	1.48	6.89	1.42
Δυτικός κλάδος	70	3.07	9.2	9.44	9.51	9.65	0.079237	2.05	1.5	9.51	1.65
Δυτικός κλάδος	60	3.07	8.48	8.79	8.85	9.01	0.053101	2.09	1.47	6.62	1.42
Δυτικός κλάδος	50	3.07	7.55	7.97	8.09	8.35	0.080859	2.73	1.12	4.64	1.77
Δυτικός κλάδος	40	3.07	6.75	7.36	7.45	7.64	0.057601	2.34	1.31	5.08	1.47
Δυτικός κλάδος	30	3.07	5.78	6.39	6.55	6.9	0.088245	3.18	0.97	3.22	1.85
Δυτικός κλάδος	20	3.07	4.7	5.25	5.45	5.89	0.114335	3.54	0.87	3	2.1
Δυτικός κλάδος	10	3.07	3.95	4.56	4.69	4.98	0.065835	2.86	1.07	3.37	1.62
Δυτικός κλάδος	0	3.07	2.6	2.82	3	3.67	0.333975	4.1	0.75	4.84	3.33

Πίνακας 5-2: Αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών ανομοιόμορφης ροής στο HEC-RAS για τον ανατολικό κλάδο.

Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη πυθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
405	1.24	56.36	56.57	56.59	56.68	0.050	1.48	0.84	6.18	1.28
400	1.24	56	56.2	56.23	56.32	0.054	1.53	0.81	5.98	1.33
395	1.24	55.98	56.16		56.18	0.008	0.67	1.88	12.52	0.53
390	1.24	55.96	56.08	56.08	56.13	0.035	0.96	1.29	13.97	1
385	1.24	55.52	55.74	55.76	55.83	0.049	1.32	0.94	8.05	1.24
380	1.24	55.08	55.29	55.33	55.42	0.070	1.64	0.76	6.16	1.49
375	1.24	54.77	54.98	55.02	55.11	0.080	1.59	0.78	7.27	1.55
370	1.24	54.36	54.58	54.62	54.7	0.063	1.56	0.8	6.47	1.42
365	1.24	53.98	54.17	54.21	54.3	0.067	1.6	0.77	6.22	1.45
360	1.24	53.89	54.05	54.07	54.13	0.052	1.27	0.98	9.42	1.25
355	1.24	53.76	53.93	53.93	53.99	0.032	1.03	1.2	11.11	0.99
350	1.24	53.21	53.4	53.44	53.54	0.073	1.69	0.74	6.09	1.52
345	1.24	52.98	53.18	53.2	53.28	0.046	1.41	0.88	6.48	1.22
340	1.24	52.94	53.08	53.08	53.15	0.038	1.14	1.11	10.51	1.08
335	1.24	52.21	52.33	52.39	52.52	0.149	1.92	0.65	7.45	2.06
330	1.24	51.65	51.78	51.82	51.92	0.102	1.67	0.74	7.79	1.72
325	1.24	50.88	51.01	51.06	51.18	0.142	1.84	0.69	9.37	2
320	1.24	50.08	50.24	50.31	50.48	0.145	2.14	0.58	5.46	2.09
315	1.24	49.66	49.83	49.87	49.97	0.072	1.66	0.76	6.55	1.51
310	1.24	49	49.25	49.32	49.45	0.096	2.01	0.62	4.6	1.76
305	1.24	48.35	48.83	48.92	49.07	0.053	2.13	0.58	2.38	1.38
300	1.24	48.35	48.65	48.69	48.8	0.045	1.67	0.74	4.1	1.26
295	1.24	48.01	48.34	48.39	48.52	0.049	1.87	0.67	3.46	1.33
290	1.24	47.98	48.23	48.23	48.32	0.027	1.29	0.97	5.56	0.98
285	1.24	47.91	48.09	48.09	48.16	0.032	1.13	1.09	8.52	1.01
280	1.24	47.5	47.75	47.77	47.85	0.045	1.44	0.86	6.04	1.22
275	1.24	47	47.17	47.22	47.34	0.096	1.81	0.69	6.11	1.72
270	1.24	46.98	47.18		47.21	0.009	0.72	1.74	11.19	0.57

Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη πυθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
265	1.24	46.96	47.1	47.09	47.15	0.028	0.97	1.28	11.37	0.93
260	1.24	46.7	46.89	46.89	46.95	0.030	1.11	1.12	9.06	0.99
255	1.24	45.98	46.08	46.13	46.27	0.170	1.91	0.65	8.12	2.16
250	1.24	45.65	45.86	45.89	45.98	0.060	1.52	0.82	7.05	1.38
245	1.24	45.13	45.33	45.39	45.52	0.088	1.94	0.64	4.72	1.69
240	1.24	45	45.19	45.18	45.26	0.024	1.15	1.08	6.76	0.92
235	1.24	44.72	44.9	44.93	45	0.062	1.41	0.88	8.18	1.37
230	1.24	44.17	44.32	44.31	44.36	0.022	0.75	1.42	12.77	0.8
225	1.24	43.44	43.84		43.85	0.002	0.47	2.67	11.42	0.3
220	1.24	43.53	43.75	43.75	43.82	0.027	1.19	1.06	7.6	0.96
215	1.24	42.98	43.1	43.15	43.25	0.111	1.7	0.73	7.86	1.79
210	1.24	42.36	42.49	42.53	42.61	0.129	1.59	0.78	10.64	1.86
205	1.24	41.76	41.94	41.99	42.06	0.100	1.57	0.79	8.85	1.68
200	1.24	41.48	41.62	41.64	41.7	0.055	1.23	1.01	10.81	1.27
195	1.24	40.98	41.12	41.15	41.22	0.081	1.39	0.89	10.21	1.51
190	1.24	40.3	40.45	40.5	40.62	0.139	1.82	0.68	7.83	1.98
185	1.24	39	39.34	39.34	39.4	0.025	1.1	1.13	7.68	0.91
180	1.24	36.8	36.99	37.13	37.67	0.419	3.66	0.34	3.12	3.55
175	1.24	35.29	35.51	35.65	36.11	0.298	3.42	0.36	2.82	3.05
170	1.24	33.97	34.24	34.4	34.85	0.229	3.48	0.36	2.18	2.75
165	1.24	33.22	33.51	33.66	34.03	0.147	3.19	0.39	1.85	2.22
160	1.24	32.68	32.99	33.13	33.42	0.116	2.9	0.43	1.98	1.99
155	1.24	31.15	31.42	31.63	32.23	0.257	3.97	0.31	1.6	2.87
150	1.24	31.15	31.61	31.61	31.76	0.027	1.73	0.72	2.41	1.01
145	1.24	29.74	30.05	30.23	30.78	0.260	3.77	0.33	1.94	2.92
140	1.24	28.39	28.62	28.82	29.43	0.275	3.97	0.31	1.76	3
135	1.24	27.42	27.84	28.02	28.45	0.171	3.47	0.36	1.62	2.36
130	1.24	26.7	27.01	27.17	27.55	0.169	3.23	0.38	2.07	2.39
125	1.24	25.5	25.85	26.03	26.52	0.198	3.62	0.34	1.67	2.54

Χ.Θ	Παροχή	Στάθμη πυθμένα	Στάθμη ροής	Κρίσιμο Βάθος	Ενεργειακή στάθμη	Κλίση γραμμής ενέργειας	Ταχύτητα ροής	Επιφάνεια ροής	Πλάτος επιφάνειας	Αριθμός Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
120	1.24	24.98	25.24	25.37	25.67	0.144	2.91	0.43	2.41	2.21
115	1.24	23.87	24.07	24.21	24.62	0.244	3.27	0.38	2.72	2.8
110	1.24	23.03	23.49	23.61	23.89	0.105	2.83	0.44	1.89	1.88
105	1.24	21.95	22.23	22.4	22.93	0.244	3.69	0.34	1.95	2.84
100	1.24	21.36	21.96	22.07	22.32	0.077	2.65	0.47	1.55	1.54
95	1.24	20.59	21.03	21.21	21.65	0.165	3.5	0.35	1.46	2.27
90	1.24	20.02	20.58	20.73	21.06	0.112	3.06	0.41	1.44	1.84
85	1.24	19.39	19.82	19.98	20.37	0.156	3.27	0.38	1.77	2.26
80	1.24	18.91	19.35	19.46	19.72	0.087	2.71	0.46	1.83	1.73
75	1.24	18.18	18.61	18.76	19.11	0.125	3.14	0.39	1.6	2.02
70	1.24	17.32	17.61	17.79	18.25	0.179	3.52	0.35	1.62	2.42
65	1.24	16.77	17.16	17.29	17.59	0.099	2.91	0.43	1.61	1.8
60	1.24	15.54	15.84	16.04	16.6	0.243	3.85	0.32	1.69	2.82
55	1.24	14	14.27	14.46	15.13	0.328	4.1	0.3	1.88	3.26
50	1.24	12.88	13.13	13.31	13.83	0.242	3.7	0.33	1.92	2.83
45	1.24	11.99	12.24	12.4	12.81	0.182	3.34	0.37	2	2.48
40	1.24	11.32	11.62	11.76	12.08	0.128	3	0.41	1.97	2.09
35	1.24	10.93	11.09	11.19	11.37	0.174	2.33	0.53	5.04	2.28
30	1.24	9.96	10.28	10.41	10.71	0.135	2.92	0.43	2.27	2.15
25	1.24	9.07	9.48	9.64	10.01	0.147	3.22	0.39	1.8	2.22
20	1.24	8.15	8.56	8.72	9.16	0.180	3.45	0.36	1.76	2.44
15	1.24	7.03	7.45	7.64	8.16	0.210	3.73	0.33	1.57	2.59
10	1.24	6.09	6.48	6.66	7.15	0.200	3.63	0.34	1.66	2.56
5	1.24	4.54	4.96	5.2	5.89	0.276	4.27	0.29	1.27	2.85
0	1.24	4.54	5.2	5.2	5.4	0.027	1.99	0.65	1.74	0.97

Όπως φαίνεται από τον καθορισμό των γραμμών ροής στη σχετική οριζοντιογραφία, τα ρέματα και οι υφιστάμενες διατομές τους παροχετεύουν απολύτως ικανοποιητικά τις παροχές σχεδιασμού 50ετίας χωρίς υπερχειλίσσεις, αφού οι κοίτες είναι βαθιές γραμμές.

6. Πρόταση Οριοθέτησης

6.1. Γενικά

Έχοντας υπόψη το συμπέρασμα της προηγούμενης ενότητας, ότι δηλαδή στην υφιστάμενη κατάσταση, η διατομή του ρέματος παροχετεύει απόλυτα ικανοποιητικά την παροχή σχεδιασμού σε όλο το μήκος του προχωρούμε επιπλέον σε πρόταση εξαιρέσης από την οριοθέτηση.

6.2. Πρόταση Οριοθέτησης

Με βάση τα ανωτέρω προκύπτει ότι οι υπόψη κύριες λεκάνες απορροής έχει επιφάνεια 270.1 στρεμμάτων ο δυτικός κλάδος (ή 0.271 km²) και επιφάνεια 70.7 στρεμμάτων ο ανατολικός κλάδος (ή 0.071 km²). Επομένως και τα δύο κύρια ρέματα χαρακτηρίζονται ως «μικρά ρέματα», (αφού είναι μικρότερα του 1 km²) βάσει του Ν. 4258/2014 και επομένως δεν απαιτείται η οριοθέτησή τους με έκδοση ΠΔ του Συντονιστή της Αποκεντρωμένης Διοίκησης.

Εντούτοις λόγω της σπουδαιότητας της μελέτης και της περιβαλλοντικής σημασίας της ευρύτερης περιοχής μελέτη στην παρούσα μελέτη προτείνονται οι οριογραμμές των ρεμάτων. Επομένως προτείνονται οι οριογραμμές των ρεμάτων ως οριζοντιογραφική μετάθεση των γραμμών ροής κατά δύο μέτρα (2m) οι οποίες επεκτείνονται μέχρι το φρύδι πρανών μεγάλης κλίσης όταν αυτό βρίσκεται πλησίον της γραμμής που προκύπτει από τη μετάθεση των γραμμών ροής.

Οι προτεινόμενες γραμμές ροής ως πολυγωνική όδευση εμφανίζονται οριζοντιογραφικά στο Σχέδιο OPZ-2 της παρούσας υποβολής. Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 3 και Πίνακας 4) παρουσιάζονται οι συντεταγμένες και τα υψόμετρα των κορυφών των γραμμών οριοθέτησης τόσο για τον ανατολικό όσο και για τον δυτικό κλάδο.

Πίνακας 3: Συντεταγμένες (ΕΓΣΑ '87) των κορυφών των προτεινόμενων οριογραμμών με το αντίστοιχο υψόμετρο για τον Δυτικό κλάδο.

ΔΥΤΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΣ																	
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗΣ																	
	X	Y	H		X	Y	H		X	Y	H		X	Y	H		X
1	627886.7	4022759.6	6.3	64	628114.9	4023192	53.6	128	627983.5	4022888.3	25.1	192	628272.4	4023310.7	71.2	256	628179.2
2	627896.8	4022757.5	4.6	65	628115.0	4023201.8	54.2	129	627993.8	4022888.5	25.3	193	628279.0	4023319.7	71.8	257	628182.7
3	627904.4	4022759.7	5.4	66	628114.1	4023212.3	55.0	130	628005.3	4022891.8	25.7	194	628269.8	4023324.0	72.3	258	628184.5
4	627911.3	4022766.3	7.2	67	628113.2	4023217.5	55.4	131	628011.9	4022899.3	25.6	195	628266.1	4023315.6	71.3	259	628195.5
5	627917.5	4022774.5	7.6	68	628110.8	4023230.4	51.1	132	628018.2	4022907.0	26.2	196	628262.4	4023304.0	70.9	260	628197.9
6	627918.2	4022781.8	9.0	69	628107.8	4023239.5	56.4	133	628023.8	4022916.3	26.3	197	628266.6	4023297.6	70.1	261	628200.4
7	627919.7	4022789.1	9.7	70	628114.4	4023250.6	58.2	134	628027.6	4022924.7	27.9	198	628261.7	4023291.5	68.8	262	628197.1
8	627919.1	4022801.2	10.7	71	628123.1	4023258.7	55.4	135	628029.6	4022925.4	28.9	199	628253.1	4023284.5	67.7	263	628202.3
9	627923.0	4022810.4	10.2	72	628128.3	4023260.7	55.4	136	628032.0	4022925.2	29.2	200	628248.5	4023277.0	66.5	264	628212.6
10	627925.1	4022818.9	10.9	73	628128.2	4023262.3	56.4	137	628043.4	4022926.2	28.8	201	628241.7	4023269.8	65.7	265	628219.3
11	627926.5	4022828.6	11.8	74	628129.9	4023273.2	59.8	138	628053.2	4022929.5	29.5	202	628235.6	4023260.8	64.8	266	628231.1
12	627930.3	4022839.9	12.7	75	628136.3	4023281.0	57.2	139	628062.0	4022931.3	32.4	203	628232.1	4023254.2	63.8	267	628227.9
13	627934.5	4022848.4	13.2	76	628140.0	4023290.3	60.2	140	628072.4	4022935.9	32.9	204	628224.5	4023246.9	63.0	268	628221.1
14	627940.5	4022857.1	16.8	77	628146.7	4023299.9	58.8	141	628080.2	4022946.9	37.2	205	628214.8	4023242.9	62.0	269	628210.2
14α	627943.9	4022863.4	14.6	78	628153.4	4023303.7	59.0	142	628078.3	4022958.3	32.9	206	628208.9	4023233.6	61.4	270	628201.3
15	627952.8	4022858.5	16.8	79	628155.5	4023305.1	59.2	143	628075.0	4022968.4	32.9	207	628206.2	4023223.5	60.7	271	628197.4
16	627955.8	4022856.0	16.2	80	628153.7	4023313.3	61.8	144	628073.6	4022977.5	35.2	208	628204.9	4023214.1	59.5	272	628197.3
17	627957.9	4022864.7	20.6	81	628160.1	4023325.5	63.6	145	628070.5	4022987.9	33.9	209	628203.4	4023202.9	58.1	273	628199.8
18	627959.1	4022874.7	21.7	82	628163.6	4023330.4	64.4	146	628068.5	4022997.2	34.5	210	628203.8	4023199.6	57.5	274	628203.7
19	627959.7	4022884.7	22.5	83	628165.0	4023336.6	64.8	147	628069.5	4023004.6	35.1	211	628195.0	4023192.9	57.3	275	628206.4
20	627963.8	4022896.2	23.2	84	628167.5	4023345.0	66.2	148	628071.8	4023014.3	36.1	212	628190.9	4023184.0	56.0	276	628202.5
21	627975.0	4022895.3	24.0	85	628168.7	4023355.5	68.1	149	628070.7	4023025.6	36.6	213	628184.6	4023180.7	55.3	277	628205.3
22	627983.5	4022894.3	24.5	86	628177.6	4023365.0	66.7	150	628070.8	4023035.3	38.0	214	628176.9	4023174.7	54.4	278	628212.4
23	627993.3	4022894.4	25.1	87	628183.7	4023370.8	66.7	151	628074.8	4023039.9	39.2	215	628170.4	4023165.2	56.6	279	628217.7
24	627999.9	4022896.1	25.1	88	628188.6	4023379.1	68.5	152	628083.1	4023045.5	41.1	216	628173.6	4023151.3	54.2	280	628220.6
25	628006.8	4022903.3	25.9	89	628188.9	4023384.5	69.2	153	628092.0	4023050.5	44.6	217	628173.1	4023146.8	53.6	281	628223.8
26	628012.7	4022911.4	26.7	90	628186.8	4023394.9	70.8	154	628101.1	4023061.4	45.2	218	628172.0	4023139.0	52.9	282	628226.5
27	628015.5	4022920.4	28.6	91	628188.3	4023405.1	72.6	155	628102.4	4023072.4	43.1	219	628166.5	4023130.8	52.2	283	628228.0
28	628022.7	4022928.3	33.1	92	628187.8	4023416.9	73.7	156	628093.6	4023084.6	42.1	220	628159.3	4023125.4	49.9	284	628226.6
29	628026.1	4022932.6	32.4	93	628191.5	4023425	72.5	157	628092.4	4023085.1	41.9	221	628149.8	4023122.0	48.9	285	628227.2
30	628033.1	4022933.1	29.5	94	628196.3	4023433.4	71.6	158	628090.9	4023094.5	42.9	222	628141.7	4023118.9	48.2		
31	628041.8	4022933.6	29.7	95	628198.9	4023441.4	72.6	159	628096.3	4023103.0	43.8	223	628132.9	4023116.8	50.0		
32	628051.3	4022936.1	30.4	96	628194.7	4023450.3	75.3	160	628100.5	4023111.0	43.9	224	628125.7	4023116.9	49.4		
33	628061.8	4022940.0	31.0	97	628198.4	4023462.7	74.2	161	628104.6	4023110.1	44.6	225	628114.5	4023116.4	49.0		
34	628068.6	4022943.4	31.1	98	628205.2	4023467.8	74.2	162	628115.3	4023109.2	45.9	226	628109.0	4023119.1	48.2		
35	628072.5	4022948.2	31.4	99	628210.6	4023476.4	75.3	163	628123.4	4023105.6	47.4	227	628102.7	4023122.0	48.6		
36	628071.5	4022957.2	32.4	100	628214.4	4023485.0	76.3	164	628133.0	4023108.5	49.0	228	628107.7	4023133.1	50.8		
37	628067.7	4022965.6	33.9	101	628217.6	4023494.5	77.1	165	628143.3	4023111.6	49.5	229	628110.9	4023140.5	52.2		
38	628065.7	4022976.4	35.9	102	628220.7	4023504.0	77.8	166	628153.7	4023115.4	50.6	230	628109.5	4023149.6	54.2		
39	628064.0	4022985.4	37.1	103	628221.4	4023513.3	78.3	167	628163.2	4023118.5	50.8	231	628113.5	4023151.2	54.8		
40	628060.2	4022995.1	38.4	104	628219.6	4023523.4	79.2	168	628171.2	4023126.4	54.2	232	628114.2	4023151.6	55.2		
41	628062.1	4023006.7	35.5	105	628220.3	4023534.0	80.2	169	628176.1	4023132.5	55.5	233	628119.3	4023161.2	58.6		
42	628065.2	4023016.3	36.8	106	627888.0	4022740.9	3.0	170	628179.7	4023145.5	52.6	234	628120.5	4023167.6	61.0		
43	628062.6	4023023.6	41.4	107	627897.4	4022749.9	7.2	171	628178.0	4023157.2	52.5	235	628126.9	4023184.2	56.2		
44	628060.7	4023033.9	43.0	108	627908.5	4022754.0	7.2	172	628176.2	4023163.7	53.2	236	628127.1	4023193.8	56.2		
45	628067.9	4023047.8	45.0	109	627916.0	4022760.9	7.7	173	628179.0	4023170.0	54.2	237	628126.9	4023201.9	56.2		
46	628073.9	4023056.0	45.0	110	627923.4	4022767.7	8.2	174	628186.7	4023175.8	55.2	238	628125.6	4023211.2	56.0		
47	628081.1	4023063.0	43.6	111	627925.9	4022777.8	8.5	175	628197.9	4023180.2	57.4	239	628124.1	4023224.8	56.2		
48	628085.1	4023064.5	44.0	112	627930.3	4022788.9	9.2	176	628199.4	4023188.7	57.1	240	628119.7	4023231.0	57.1		
49	628089.4	4023072.6	45.0	113	627931.8	4022796.6	9.7	177	628206.5	4023193.8	58.0	241	628122.5	4023241.6	57.8		

50	628089.2	4023075.6	45.2	114	627933.3	4022806.7	10.3	178	628212.8	4023204.5	58.5	242	628125.2	4023246.7	57.8
51	628081.0	4023087.6	47.0	115	627936.0	4022817.2	11.2	179	628211.8	4023212.1	59.0	243	628127.1	4023250.1	58.0
52	628081.3	4023098.8	49.1	116	627936.6	4022827.4	11.6	180	628216.5	4023222.0	60.4	244	628133.5	4023254.8	58.8
53	628088.5	4023106.2	42.6	117	627939.5	4022834.6	12.4	181	628217.0	4023231.3	61.0	245	628138.6	4023259.9	59.4
54	628094.2	4023114.3	42.4	118	627945.0	4022844.0	13.2	182	628219.7	4023238.8	62.0	246	628138.2	4023268.4	60.4
55	628096.7	4023123.7	44.1	119	627946.7	4022852.4	13.6	183	628228.6	4023242.0	63.2	247	628141.4	4023278.1	59.8
56	628094.8	4023131.4	50.2	120	627949.8	4022853.1	15.0	184	628235.4	4023248.8	63.7	248	628145.9	4023287.1	60.8
57	628097.3	4023143.5	51.3	121	627958.9	4022849.0	17.6	185	628243.1	4023257.5	64.9	249	628148.7	4023292.9	61.8
58	628098.2	4023152.3	52.1	122	627961.5	4022854.0	17.6	186	628248.8	4023264.0	65.7	250	628157.2	4023296.4	62.5
59	628101.6	4023158.3	51.8	123	627964.4	4022864.5	20.8	187	628255.9	4023270.8	66.5	251	628164.2	4023306.5	62.9
60	628106.1	4023162.2	51.4	124	627965.1	4022874.4	22.2	188	628261.3	4023279.6	67.4	252	628165.6	4023317.7	64.4
61	628105.4	4023169.4	51.3	125	627965.7	4022884.4	23.3	189	628267.2	4023286.2	68.8	253	628165.4	4023317.3	64.4
62	628111.4	4023180.2	52.4	126	627967.1	4022890.1	23.2	190	628274.1	4023292.6	70.2	254	628172.9	4023324.8	66.2
63	628111.9	4023181.4	52.5	127	627972.5	4022890	23.7	191	628270.7	4023307.5	70.8	255	628175.3	4023330.4	65.2

Πίνακας 4 Συντεταγμένες (ΕΓΣΑ'87) των κορυφών των προτεινόμενων οριογραμμών με το αντίστοιχο υψόμετρο για τον Ανατολικό κλάδο.

ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΣ											
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗΣ											
	Χ	Υ	Η		Χ	Υ	Η		Χ	Υ	Η
286	628099.2	4022576.1	7.2	341	628149.0	4022795.5	47.4	396	628147.2	4022672.7	30.6
287	628104.1	4022578.0	7.8	342	628150.4	4022800.8	47.9	397	628145.0	4022679.9	31.4
288	628105.7	4022580.2	8.2	343	628153.2	4022804.9	48.3	398	628142.7	4022683.3	32.7
289	628106.3	4022583.7	10.0	344	628157.6	4022807.1	48.4	399	628140.7	4022687.7	35.0
290	628105.0	4022584.9	11.4	345	628161.5	4022809.9	48.5	400	628140.1	4022691.6	35.8
291	628101.2	4022588.2	11.5	346	628165.0	4022815.2	49.0	401	628137.7	4022697.6	35.9
292	628097.2	4022590.6	12.4	347	628170.0	4022817.3	49.0	402	628137.7	4022699.7	36.9
293	628091.3	4022589.7	12.0	348	628170.1	4022820.2	49.4	403	628137.1	4022705.9	38.0
294	628090.8	4022600.3	13.3	349	628170.4	4022825.6	50.0	404	628133.3	4022710.2	38.2
295	628091.4	4022606.0	14.0	350	628172.3	4022830.3	50.4	405	628133.0	4022715.7	39.6
296	628092.3	4022610.9	14.6	351	628175.3	4022835.9	51.2	406	628135.6	4022722.6	40.9
297	628091.9	4022614.5	15.8	352	628179.1	4022839.4	52.0	407	628136.2	4022726.5	41.7
298	628093.5	4022620.6	17.2	353	628184.0	4022842.6	52.6	408	628136.3	4022730.3	42.1
299	628096.9	4022626.5	19.0	354	628185.3	4022849.6	53.3	409	628137.4	4022730.7	42.7
300	628101.4	4022628.2	18.9	355	628189.7	4022852.0	53.5	410	628138.6	4022735.6	43.7
301	628103.9	4022630.4	20.5	356	628192.3	4022853.7	53.6	411	628139.9	4022741.0	44.7
302	628103.6	4022635.3	22.8	357	628192.5	4022859.8	54.2	412	628141.2	4022746.1	45.0
303	628105.4	4022641.9	24.6	358	628197.3	4022862.5	54.2	413	628141.3	4022746.6	45.0
304	628107.4	4022643.6	23.6	359	628201.4	4022865.6	54.4	414	628141.4	4022751.3	44.9
305	628114.5	4022647.6	23.6	360	628204.3	4022869.7	54.8	415	628140.5	4022757.9	45.2
306	628117.7	4022648.7	24.0	361	628206.4	4022874.3	55.3	416	628142.3	4022762.6	45.5
307	628120.6	4022653.0	23.8	362	628213.6	4022877.3	55.5	417	628142.0	4022766.6	45.6
308	628126.6	4022655.6	24.1	363	628216.8	4022881.7	55.8	418	628144.3	4022771.7	46.7
309	628128.0	4022657.8	25.4	364	628216.9	4022887.4	56.3	419	628146.2	4022776.0	47.4
310	628131.1	4022661.1	26.8	365	628221.8	4022889.3	56.2	420	628148.1	4022778.1	47.8
311	628136.3	4022663.7	27.5	366	628228.3	4022889.4	56.3	421	628149.7	4022779.9	47.3
312	628138.0	4022665.2	28.3	367	628232.9	4022893.0	56.8	422	628154.0	4022782.4	48.6
313	628139.9	4022669.6	29.4	368	628101.6	4022571.1	4.4	423	628156.8	4022789.2	48.0
314	628141.3	4022674.1	30	369	628105.9	4022573.0	6.8	424	628158.8	4022794.0	48.2
315	628139.0	4022675.8	31.7	370	628111.2	4022577.5	8.5	425	628162.6	4022797.3	49.0
316	628135.8	4022680.5	33.3	371	628113.0	4022583.7	9.6	426	628165.6	4022801.7	49.6
317	628135.3	4022685.9	33.0	372	628109.2	4022590.8	10.3	427	628168.2	4022806.4	49.7
318	628133.9	4022691.5	33.8	373	628105.2	4022593.7	11.2	428	628170.9	4022809.5	49.9
319	628132.6	4022694.6	34.4	374	628100.6	4022596.9	11.9	429	628174.5	4022812.9	50.3
320	628130.1	4022702.2	35.7	375	628097.4	4022598.7	12.2	430	628178.3	4022818.3	49.5
321	628129.4	4022704.3	36.0	376	628097.5	4022600.6	12.8	431	628180.5	4022822.6	50.3
322	628126.1	4022706.7	38.0	377	628098.0	4022604.7	13.5	432	628181.7	4022827.5	50.6
323	628122.5	4022710.3	40.1	378	628098.9	4022609.6	14.4	433	628185.6	4022828.7	51.3
324	628124.2	4022716.9	40.8	379	628098.7	4022616.0	15.9	434	628189.0	4022832.4	52.9
325	628122.8	4022722.5	41.2	380	628099.1	4022619.4	17.3	435	628190.3	4022833.5	53.5
326	628121.6	4022727.9	41.7	381	628100.3	4022621.7	18.0	436	628193.4	4022837.7	54.3
327	628121.7	4022734.4	42.3	382	628104.8	4022623.6	20.6	437	628196.2	4022842.6	53.9
328	628124.0	4022738.9	42.6	383	628109.1	4022628.0	21.1	438	628200.1	4022847.8	53.6
329	628121.2	4022742.1	43.4	384	628111.0	4022633.2	21.3	439	628204.6	4022850.7	53.9
330	628122.2	4022747.4	44.1	385	628111.0	4022635.2	21.3	440	628207.2	4022855.0	54.4
331	628125.2	4022755.1	45.6	386	628113.5	4022641.8	22.6	441	628209.6	4022859.5	54.6
332	628129.3	4022758.2	44.5	387	628115.8	4022641.5	24.4	442	628212.3	4022863.7	54.9

333	628128.8	4022761.1	45.5	388	628121.3	4022644.3	24.0	443	628216.3	4022866.9	55.5
334	628132.0	4022765.4	45.5	389	628123.8	4022647.8	24.1	444	628218.5	4022868.9	55.5
335	628134.8	4022770.9	45.5	390	628127.0	4022649.0	26.2	445	628223.7	4022869.9	56.0
336	628133.4	4022776.1	46.2	391	628132.5	4022652.1	26.2	446	628228.1	4022874.1	56.4
337	628132.9	4022778.0	46.2	392	628135.2	4022656.1	26.7	447	628230.4	4022879.1	56.5
338	628139.6	4022787.1	47.1	393	628138.8	4022658.3	27.7	448	628234.5	4022882.1	56.5
339	628141.8	4022793.1	47.4	394	628144.0	4022662.7	28.8	449	628238.3	4022884.3	56.8
340	628146.2	4022795.5	47.5	395	628145.5	4022667.7	29.9				

7. Συμπεράσματα

Με την παρούσα μελέτη προσωρινής οριοθέτησης δύο παράλληλων ρεμάτων που διαρρέουν κυρίως εφαπτομενικά την ιδιοκτησία του Εργοδότη, έγιναν οι εξής εργασίες:

1. Σχηματοποίηση των λεκανών απορροής των δύο ρεμάτων καθώς και ενός μικρού συμβάλλοντος κλάδου του δυτικού ρέματος έως τη θέση της οριοθέτησης. προκύπτει ότι οι υπόψη κύριες λεκάνες απορροής έχει επιφάνεια 270.1 στρεμμάτων ο δυτικός κλάδος (ή 0.271 km²) και επιφάνεια 70.7 στρεμμάτων ο ανατολικός κλάδος (ή 0.071 km²). Με βάση τα μεγέθη αυτά, **τα δύο κύρια ρέματα χαρακτηρίζονται ως «μικρά ρέματα», (αφού είναι μικρότερα του 1 km²) βάσει του Ν. 4258/2014 και επομένως δεν απαιτείται η οριοθέτησή τους με έκδοση ΠΔ του Συντονιστή της Αποκεντρωμένης Διοίκησης. Εντούτοις στην παρούσα μελέτη προτείνονται οι οριογραμμές των ρεμάτων.**
2. Εύρεση και αρχαιοθέτηση των παραμέτρων των όμβριων καμπυλών για τον βροχομετρικό σταθμό της Σαντορίνης της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ)
3. Υδρολογική προσομοίωση της λεκάνης απορροής του υπό οριοθέτηση του ρέματος στη θέση μελέτης με τη μεθοδολογία της ορθολογικής μεθόδου. Θεωρήθηκε βροχόπτωση με διάρκεια ίση με το χρόνο συρροής των λεκανών απορροής με περίοδο επαναφοράς 50 έτη. Η τελική τιμή της παροχής αιχμής είναι ίση με 1.24 m³/s για τον ανατολικό και 3.07 m³/s για τον δυτικό κλάδο .
4. Υδραυλική προσομοίωση με τη διόδευση της πλημμυρικής αιχμής σχεδιασμού για το υπό οριοθέτηση τμήμα του ρέματος. Συνολικά έγινε η προσομοίωση σε 1050m του δυτικού κλάδου (πλέον 180m του συμβάλλοντος κλάδου) και 405m του ανατολικού κλάδου. Η υδραυλική προσομοίωση έγινε με την υιοθέτηση της μόνιμης, ανομοιομόρφης ροής (μικτή ροή). Κατά βάση η ροή είναι υπερκρίσιμη με σχετικά μικρές τιμές της ταχύτητας ροής.

Από την ανάλυση όλων των ανωτέρω εργασιών διαπιστώθηκαν τα εξής:

1. Διαπιστώνεται ότι στην υφιστάμενη κατάσταση δεν παρατηρούνται υπερχειλίσεις και οι υφιστάμενες διατομές επαρκούν πλήρως για την παροχέτευση της πλημμύρας σχεδιασμού και για τους δύο κλάδους.
2. Επομένως **προτείνονται οι οριογραμμές των ρεμάτων ως οριζοντιογραφική μετάθεση των γραμμών ροής κατά δύο μέτρα (2m) οι οποίες επεκτείνονται μέχρι το φρύδι πρανών μεγάλης κλίσης όταν αυτό βρίσκεται πλησίον της γραμμής που προκύπτει από τη μετάθεση των γραμμών ροής.**

Αθήνα, 01 Οκτωβρίου 2024

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΒΛ. ΖΑΡΡΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Ε.Μ.Π.
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ 73813
ΑΘΗΝΑΤΩΝ 15 ΑΘΗΝΑ Τ.Κ. 104 43
ΑΦΜ: 047157805 - ΔΟΥ: Α' ΑΘΗΝΩΝ
ΤΗΛ.: 210 5120894

Δημήτρης Ζαρρής

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ

M.Sc. Υδρολογίας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΧΑΡΤΕΣ

Χάρτης 1: Χάρτης Προσανατολισμού Ευρύτερης Περιοχής Μελέτης

Χάρτης 2: Γεωμορφολογικός Χάρτης Λεκάνης Απορροής

Χάρτης 3: Χάρτης Κλίσεων Αναγλύφου

Χάρτης 4: Εδαφολογικός Χάρτης Λεκάνης Απορροής

Χάρτης 5: Χάρτης Χρήσεων Γης Λεκάνης Απορροής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ