



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΘΙΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ
ΧΡΗΣΕΩΝ
ΣΤΗΝ ΣΑΡΩΝΙΔΑ ΑΤΤΙΚΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ-ΠΕΤΡΟΣ ΠΑΡΜΑΚΣΙΖΟΓΛΟΥ

Επιβλέπων Καθηγητής: Βασίλειος Α. Τσιχριντζής

Αθήνα, Οκτώβριος 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα κ. Βασίλειο Τσιχριντζή, Καθηγητή στον τομέα Έργων Υποδομής και Αγροτικής Ανάπτυξης της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, για την ανάθεση και την επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και για την υποστήριξη και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της.

Θέλω να ευχαριστήσω επίσης, τον κ. Ναλμπάντη Επίκουρο Καθηγητή του τομέα Έργων Υποδομής και Αγροτικής Ανάπτυξης, τον κ. Δημήτριο Αλεξάκη, Ε.ΔΙ.Π. και τον κύριο Χαρίλαο Βαγγέλη, Ε.ΔΙ.Π. , οι οποίοι με βοήθησαν με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην αρχή της διπλωματικής εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να εκφράσω στον υποψήφιο Διδάκτορα Βασίλειο Μπέλλο για την καθοδήγηση στο κομμάτι των λογισμικών του HEC-HMS και HEC-RAS, αλλά και γενικότερα, για τη διαθεσιμότητά του σε οποιαδήποτε διευκρίνιση χρειάστηκε.

Ακόμη, ένα μεγάλο ευχαριστώ, οφείλω στην κ. Διονυσία Κόττα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και στον κ. Δημήτρη Μπάτη από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών για το γνήσιο ενδιαφέρον τους και τις πληροφορίες που μου διέθεσαν σχετικά με την εξεταζόμενη περιοχή της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου Σαράντη Τσάνταλη και Γιώργο Τζέμη για την συνεργασία και τις καίριες υποδείξεις τους στο λογισμικό του ArcMap, που χωρίς αυτές ως αφετηρία η διπλωματική θα βρισκόταν ακόμα σε επίπεδο σκέψεων.

Τέλος, μου είναι αδύνατον να μην ευχαριστήσω την οικογένειά μου. Η βοήθεια και η συμπαράστασή τους στην μακρά διαδικασία της ολοκλήρωσης των σπουδών μου, αλλά και σε όλη τη μέχρι τώρα ζωή μου, μου έχουν δώσει τα εφόδια που με έκαναν ικανό να αντιμετωπίζω όσες δυσκολίες μου παρουσιάζονται. Τους ευχαριστώ για όλα.

Αναστάσιος – Πέτρος Παρμακίζογλου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	σελ.
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	vii
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	x
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	xi
ABSTRACT	xv
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Αντικείμενο Εργασίας.....	1
1.2. Διάρθρωση Εργασίας	2
1.3. Βασικές Έννοιες.....	4
1.3.1. Η έννοια του παρόχθιου διαδρόμου	4
1.3.2. Η έννοια του ρέματος.....	4
1.4. Ανασκόπηση Διεθνούς Βιβλιογραφίας	5
1.4.1 Η αναζήτηση και ανάκτηση βιβλιογραφικών αναφορών	6
1.4.2 Η σύνθεση βιβλιογραφικής ανασκόπησης	6
1.5. Λογισμικό	9
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	11
2.1 Γενικά Στοιχεία	11
2.2 Αυτοψία στην Περιοχή Μελέτης.....	14
2.3 Μετρήσεις Πεδίου.....	20
2.4 Στόχοι Εργασίας.....	22
2.4.1 Πολεοδομικοί στόχοι.....	22
2.4.2 Περιβαλλοντικοί στόχοι	23
2.4.3 Κυκλοφοριακοί στόχοι	23
2.4.4 Αναπτυξιακοί στόχοι	24
2.5 Λεκάνη Απορροής	25
2.5.1 Χαρακτηριστικά της λεκάνης μελέτης.....	25
2.5.2. Παραγωγή φωτομωσαϊκού	26
2.5.3. Παραγωγή ισοϋψών από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους - ανάγλυφο	26
2.5.4. Γεωλογική ανάλυση.....	29
3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	31
3.1 Παρεμβάσεις στην Πολεοδομική και Κυκλοφοριακή Οργάνωση.....	31
3.2 Προτεινομένη Διαμόρφωση του Παρόχθιου Διαδρόμου	34

3.2.1.	Βλάστηση.....	41
3.2.2.	Ποιότητα αισθητικής.....	42
3.2.3.	Ζητήματα χρηστικότητας.....	43
3.2.4.	Περιοχή ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων (off-leash area).....	43
3.2.5.	Προφυλάξεις για τα κατοικίδια.....	45
3.3	Προϋπολογισμός.....	46
4.	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	49
4.1	Γεωμορφολογική και Υδρολογική Ανάλυση της Λεκάνης.....	50
4.1.1.	Προσομοίωση γεωχωρικής πληροφορίας.....	50
4.1.2	Προεπεξεργασία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) - Preprocessing.....	51
4.1.3	Επεξεργασία λεκάνης και δημιουργία αρχείων εισόδου στο HEC-HMS.....	52
4.1.4	Τελική διαδικασία για τη δημιουργία αρχείων εισόδου HEC-HMS.....	54
4.2	Το πρόγραμμα υδρολογικής προσομοίωσης HEC-HMS.....	55
4.2.1	Μοντέλο λεκάνης απορροής.....	55
4.3	Πρότυπο Υπολογισμού Απωλειών Βροχής.....	56
4.3.1	Υπολογισμός άμεσης απορροής.....	58
4.3.2	Πρότυπο υπολογισμού διόδευσης.....	61
4.4	Μετεωρολογικό Μοντέλο.....	64
4.5	Υδραυλική Προσομοίωση.....	68
4.5.1.	Δημιουργία αρχείου γεωμετρικών δεδομένων.....	69
4.5.2.	Παραγωγή θεματικών επιπέδων.....	70
4.5.3.	Σύνθεση θεματικών επιπέδων και εξαγωγή γεωμετρικού αρχείου.....	72
4.5.4.	Υδραυλική προσομοίωση υδατορεύματος (HEC-RAS).....	74
4.6	Εύρεση Πλημμυρικών Περιοχών.....	84
5.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	87
5.1	Αποτελέσματα Υδρολογικής Προσομοίωσης.....	87
5.2	Αποτελέσματα Υδραυλικής Προσομοίωσης.....	90
5.2.1	Υφιστάμενη κατάσταση.....	90
5.2.2	Προτεινόμενη παρέμβαση.....	92
5.3	Κατακλυζόμενες Περιοχές.....	96
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	99
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	101
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	I
	Παράρτημα Α': Υπολογισμοί της όδευσης και αποτύπωσης.....	III

i.	Υπολογισμοί και αποτελέσματα για την πολυγωνομετρική όδευση:	III
ii.	Υπολογισμοί και αποτελέσματα για την αποτύπωση:.....	IV
Παράρτημα Β': Υπολογισμός του συντελεστή CN (Curve Number).....		VIII
i.	Περιοχές που κατατάσσονται σε διαφορετικές κατηγορίες εδαφών των υπολεκανών απορροής :	VIII
ii.	Ποσόστωση και τελικός συντελεστής CN:.....	IX
Παράρτημα Γ': Μηνιαίο Ύψος Υετού σε mm (EMY - Μετεωρολογικός Σταθμός Ελληνικού)		XI
Παράρτημα Δ': Υπολογισμός βροχής σχεδιασμού		XIII
i.	Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :	XIII
ii.	Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :	XIV
iii.	Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :	XV
iv.	Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :	XVI
v.	Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :	XVII
vi.	Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :	XVIII
vii.	Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :	XIX
viii.	Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :	XX
ix.	Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :	XXI
x.	Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :	XXII
xi.	Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :	XXIII
xii.	Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :	XXIV
xiii.	Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :	XXV
xiv.	Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :	XXVI
xv.	Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :	XXVII

xvi.	Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :	XXVIII
xvii.	Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :	XXIX
xviii.	Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :	XXX
xix.	Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :	XXXI
xx.	Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :	XXXII
xxi.	Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :	XXXIII
xxii.	Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :	XXXIV
xxiii.	Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :	XXXV
xxiv.	Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :	XXXVI
xxv.	Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :	XXXVII
xxvi.	Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :	XXXVIII
xxvii.	Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :	XXXIX
xxviii.	Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :	XL
xxix.	Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :	XLI
xxx.	Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :	XLII
Παράρτημα Ε΄: Υπολογισμοί των μεγεθών της υδρολογικής προσομοίωσης βάση της Ορθολογικής Μεθόδου		XLIII
i. Υπολογισμοί για την πρώτη επανάληψη:		XLIII
ii. Υπολογισμοί για την δεύτερη επανάληψη:		XLIII
ΣΧΕΔΙΑ.....		XLV

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

	σελ.
Εικόνα 1.1: Διάγραμμα ροής εργασιών	3
Εικόνα 2.1: Ζώνες δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας για το υδατικό διαμέρισμα 06 «ΑΤΤΙΚΗ» Πηγή: (Ειδική Γραμματεία Υδάτων 2012).....	12
Εικόνα 2.2: Ο συλλεκτήρας ομβρίων υδάτων στην συνέχεια της οδού Σίφνου.....	13
Εικόνα 2.3: Η διαδρομή που ακολουθήθηκε για την αυτοψία	15
Εικόνα 2.4: Η οδός Σίφνου	16
Εικόνα 2.5: Ο συλλεκτήρας ομβρίων υδάτων.....	16
Εικόνα 2.6: Άποψη από το ύψωμα του Ιερού Ναού.....	17
Εικόνα 2.7: Οικοδομικά και άλλα απορρίμματα στις όχθες του ρέματος.....	17
Εικόνα 2.8: Η πινακίδα «Μην ρίχνετε μπάζα» λίγους φαίνεται να συγκινεί	18
Εικόνα 2.9: Το παραμελημένο μονόπατι	19
Εικόνα 2.10: Η διεξαχθείσα πολυγωνομετρική όδευση	21
Εικόνα 2.11: Η λεκάνη απορροής και οι υπολεκάνες της.....	25
Εικόνα 2.12: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) της λεκάνης απορροής του ρέματος.....	27
Εικόνα 2.13: Κλίσεις του εδάφους της λεκάνης απορροής του ρέματος	28
Εικόνα 2.14: Γεωλογία της λεκάνης απορροής του ρέματος (Πηγή: ΙΓΜΕ 2003).....	29
Εικόνα 3.1: Ιεράρχηση Οδικού Δικτύου	33
Εικόνα 3.2: Οι χαρακτηριστικές διατομές του ρέματος με ματζέντα οριοθετείται η έκταση των παρεμβάσεων και με κίτρινο οι διατομές	35
Εικόνα 3.3: Η προτεινόμενη διαμόρφωση σε κάτοψη	36
Εικόνα 3.4: Τα σημεία εισόδου στο επίμηκες πάρκο	37
Εικόνα 3.5: Οι επιθυμητές ροές πεζών	38
Εικόνα 3.6: Η προτεινόμενη παρέμβαση μαζί με τα συμπληρωματικά έργα	39
Εικόνα 3.7: Η διατομή Δ4	40
Εικόνα 3.8: Η διατομή Δ6	40
Εικόνα 3.9: Η διατομή Δ10	40
Εικόνα 3.10: Άποψη από την υπάρχουσα κοίτη του ρέματος.....	42
Εικόνα 3.11: Λεπτομέρεια από το συνολικό σχέδιο, με κόκκινο οριοθετείται η περιοχή ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων.....	44
Εικόνα 4.1: Διάγραμμα Διαδικασίας Υδρολογικής Προσομοίωσης της Λεκάνης με HEC-HMS (Παγιάνα 2012).....	49
Εικόνα 4.2: Η εργαλειοθήκη HEC-GeoHMS.....	50

Εικόνα 4.3: Το διάγραμμα ροής της επεξεργασία του DEM για την εξαγωγή του μοντέλου (Παγάνα 2012).....	51
Εικόνα 4.4: Παράθυρο <<start new project>>.....	52
Εικόνα 4.5: Μήτρες δεδομένων για το DEM.....	53
Εικόνα 4.6: Λεκάνη μελέτης και οι υπολεκάνες της	53
Εικόνα 4.7: Η λεκάνη απορροής στο λογισμικό HEC-HMS	55
Εικόνα 4.8: Κατάταξη εδαφών με βάση το κριτήριο υδατοπερατότητας κατά SCS.....	60
Εικόνα 4.9: Απεικόνιση των πολυγώνων Thiessen στη λεκάνη απορροής.....	65
Εικόνα 4.10: Δημιουργία αρχείου προσομοίωσης	66
Εικόνα 4.11: Απεικόνιση του υετογράμματος με περίοδο επαναφοράς 25 έτη και διάρκεια 12 h στο πρόγραμμα HEC-HMS.....	68
Εικόνα 4.12: Απεικόνιση του υδρογραφήματος άμεσης απορροής με περίοδο επαναφοράς 25 έτη και διάρκεια 12 h στο πρόγραμμα HEC-HMS Μετεωρολογικό μοντέλο.....	68
Εικόνα 4.13: Ο αλγόριθμος υδραυλικής προσομοίωσης με HEC-RAS (Παγάνα 2012).....	69
Εικόνα 4.14: Διαδικασία εξαγωγής χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου (Παγάνα 2012).....	70
Εικόνα 4.15: Διαδικασία υπολογισμού χαρακτηριστικών των διατομών και ερμηνεία (Παγάνα 2012).....	72
Εικόνα 4.16: Σύνθεση θεματικών επιπέδων	73
Εικόνα 4.17: Εξαγωγή γεωμετρικού αρχείου	73
Εικόνα 4.18: Περιβάλλον εισαγωγής γεωμετρικού αρχείου	75
Εικόνα 4.19: Διαδικασία εισαγωγής γεωμετρικού αρχείου	75
Εικόνα 4.20: Παράθυρο με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά μίας διατομής	76
Εικόνα 4.21: Διαδικασία εισαγωγής υδρολογικών δεδομένων.....	77
Εικόνα 4.22: Ορισμός οριακών συνθηκών	78
Εικόνα 4.23: Απεικόνιση μεγεθών της εξίσωσης ενέργειας (Bruner 2008b).....	79
Εικόνα 4.24: Υπολογισμός συντελεστή μεταφοράς K για διατομή (Παγάνα 2012)	81
Εικόνα 4.25: Προσδιορισμός απωλειών τριβής.....	81
Εικόνα 4.26: Υπολογισμός μέσης κινητικής ενέργειας (Παγάνα 2012)	82
Εικόνα 4.27: Εξαγωγή δεδομένων από το HEC-RAS	84
Εικόνα 4.28: Μετατροπή του αρχείου .sdf σε μορφή XML.....	84
Εικόνα 4.29: Παράθυρο του Layer Setup	85
Εικόνα 4.30: Παράθυρο του Import RAS Data	86
Εικόνα 4.31: Πιεζομετρικές Επιφάνειες	86

Εικόνα 5.1: Παρουσίαση του κόμβου της λεκάνης απορροής που θα γίνει παράθεση των αποτελεσμάτων για τα δύο επεισόδια βροχής.....	88
Εικόνα 5.2: Πλημμυρογράφημα προσομοίωσης στην θέση Junction-1 για περίοδο επαναφοράς 25 ετών	89
Εικόνα 5.3: Πλημμυρογράφημα προσομοίωσης στην θέση Junction-1 για περίοδο επαναφοράς 100 ετών	89
Εικόνα 5.4: Διάγραμμα διατομής Δ12 για υφιστάμενη κατάσταση	90
Εικόνα 5.5: Αποτελέσματα και χαρακτηριστικά διατομής	91
Εικόνα 5.6: Διάγραμμα διατομής για προτεινόμενη παρέμβαση	92
Εικόνα 5.7: Αποτελέσματα και χαρακτηριστικά διατομής	93
Εικόνα 5.8: Προφίλ ρέματος κατά μήκος για υφιστάμενη κατάσταση	94
Εικόνα 5.9: Προφίλ ρέματος κατά μήκος για προτεινόμενη παρέμβαση	95
Εικόνα 5.10: Κατακλυζόμενες περιοχές για επεισόδιο βροχής με περίοδο επαναφοράς 100 ετών	96
Εικόνα 5.11: Η διατομή Δ1 για επεισόδιο βροχής με περίοδο επαναφοράς 100 έτη.....	96
Εικόνα 5.12: Πλημμυρική περιοχή της διατομής Δ12.....	97

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

σελ.

Πίνακας 2.1: Η πληθυσμιακή εξέλιξη της Σαρωνίδας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ 2011).....	11
Πίνακας 2.2: Η έκταση των υπολεκανών απορροής.....	25
Πίνακας 3.1: Υπολογισμός όγκου χωματουργικών εργασιών	47
Πίνακας 3.2: Η εκτίμηση κόστους για τις προτεινόμενες παρεμβάσεις.....	48
Πίνακας 4.1: Τοπογραφικά χαρακτηριστικά λεκάνης.....	54
Πίνακας 4.2: Κατάταξη εδαφών με βάση την αρχική υγρασία εδάφους (Τσακίρης 1995)....	57
Πίνακας 4.3: Κατάταξη εδαφών από υδρολογική άποψη (Τσακίρης 1995).....	57
Πίνακας 4.4: Ο αριθμός καμπύλης απορροής CN (Curve Number) για την κάθε κατηγορία εδαφών ανάλογα με την χρήση γης (Τσακίρης 1995)	58
Πίνακας 4.5: Ο αριθμός καμπύλης απορροής CN (Curve Number) για την κάθε υπολεκάνη απορροής	58
Πίνακας 4.6: Οι χρόνοι t_p για την κάθε υπολεκάνη απορροής	61
Πίνακας 4.7: Το πλήθος των υπό-ρεμάτων (Sub-Reaches) για την κάθε υπολεκάνη απορροής	63
Πίνακας 4.8: Οι συντελεστές Thiessen για τις υπολεκάνες απορροής	64
Πίνακας 5.1: Συγκριτικός Πίνακας χαρακτηριστικών μεγεθών διατομής Δ12	93

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται η ιδέα και τα βήματα σχεδιασμού για ένα παρόχθιο διάδρομο/επίμηκες πάρκο, που σχεδιάστηκε για να βελτιώσει την υφιστάμενη κατάσταση ρέματος, το οποίο βρίσκεται στη Σαρωνίδα του νομού Αττικής. Το ρέμα χωροθετείται στο βόρειο όριο του οικισμού της Σαρωνίδας και το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου είναι ξηρό. Λόγω όμως του έντονου ανάγλυφου της περιοχής και της λεκάνης απορροής που παροχετεύει, η οποία εκτείνεται σε έκταση περίπου 2,4 τετραγωνικών χιλιομέτρων, κατά διαστήματα συγκεντρώνει μεγάλες ποσότητες υδάτων οι οποίες έχουν προκαλέσει στο παρελθόν και καταστροφές. Για την αποφυγή αυτών των προβλημάτων, το 2006 διευθετήθηκε το τελευταίο τμήμα του ρέματος μήκους περίπου 400 μ. με οχετό κάτω από την οδό Σίφνου.

Το τμήμα του ρέματος, ανάντη της διευθέτησης, βρίσκεται εκτός του οικιστικού ιστού της Σαρωνίδας, και χωροθετείται σε ένα ενδιαφέρον περιβάλλον με αρκετή άγρια βλάστηση και θέα προς τη θάλασσα και το βουνό. Η κοίτη του ρέματος είναι αισθητικά υποβαθμισμένη από τις συνεχείς ρίψεις οικοδομικών απορριμμάτων. Τα περισσότερα προβλήματα εντοπίζονται στα 400 περίπου μέτρα ανάντη της διευθέτησης, ενώ παραπάνω το ρέμα είναι σχεδόν στην φυσική του κατάσταση.

Σε αυτό το υποβαθμισμένο τμήμα, εστιάζεται η παρέμβαση της παρούσης εργασίας, με σκοπό την μετατροπή του σε ένα χώρο πολλαπλών χρήσεων. Ο προτεινόμενος παρόχθιος διάδρομος σχεδιάστηκε κατάλληλα ώστε να επιτυγχάνεται:

- ✚ Η διατήρηση της παροχετευτικότητας του υπάρχοντος καναλιού.
- ✚ Ο περιορισμός στο ελάχιστο των παρεμβάσεων στην κοίτη του ρέματος.
- ✚ Η εξασφάλιση των προτεινόμενων έργων από συνήθη πλημμυρικά φαινόμενα.
- ✚ Η προσέλκυση υδρόβιων πουλιών και η αναβάθμιση της αισθητικής του χώρου μέσω της περιβάλλουσας βλάστησης.
- ✚ Η περιβαλλοντική αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής του ρέματος και η μετατροπή της από ένα χώρο εναπόθεσης οικοδομικών και άλλων απορριμμάτων σε ένα πνεύμονα πρασίνου.
- ✚ Η παροχή ευκαιριών αναψυχής στους κατοίκους και σε τουρίστες μέσω μονοπατιών για περίπατο, αθλητισμό, κοινωνικές συναντήσεις και επαφή με τη φύση και ειδικές εγκαταστάσεις για κατοικίδια.

- ✚ Η δημιουργία ασφαλών προσβάσεων για τους πεζούς στις γειτονιές της Σαρωνίδας με την επέκταση του δικτύου πεζοδρόμων.

Για την υλοποίηση αυτής της εργασίας ακολουθούνται τα εξής βήματα/μέθοδοι:

- ✚ Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους της περιοχής που περιλαμβάνει την λεκάνη απορροής του ρέματος.
- ✚ Υδρολογική προσομοίωση (μοντέλο λεκάνης απορροής και μετεωρολογικό μοντέλο) με το λογισμικό του HEC-HMS.
- ✚ Υπολογισμός απωλειών λεκάνης απορροής.
- ✚ Υδραυλική προσομοίωση ρέματος και υπολογισμός του προφίλ της ελεύθερης επιφάνειας ροής με το λογισμικό του HEC-RAS.
- ✚ Εύρεση των πλυμμυρικών περιοχών
- ✚ Σχεδιασμός του παρόχθιου διαδρόμου ανά διατομή λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της υδραυλικής προσομοίωσης και της υφιστάμενης κατάστασης του εδάφους.
- ✚ Σύνδεση του διαδρόμου με τους υφιστάμενους δρόμους και πεζοδρόμους.
- ✚ Προμέτρηση και προϋπολογισμός των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

Η υλοποίηση των παραπάνω βημάτων είχε τα εξής αποτελέσματα:

- ✚ Οι παροχές που προκύπτουν από το υδρολογικό μοντέλο είναι σχετικά μεγάλες σε σχέση με το μέγεθος της λεκάνης απορροής
- ✚ Τα αποτελέσματα της ορθολογικής μεθόδου σε σύγκριση με τα αποτελέσματα του μοντέλου του HEC-HMS παρουσίαζαν σχετικά μικρή απόκλιση.
- ✚ Οι διαφορές στα χαρακτηριστικά μεγέθη της υδραυλικής προσομοίωσης (ταχύτητα, πλάτος διατομής, βάθος νερού, αριθμός Froude) πριν από την παρέμβαση και μετά από αυτήν είναι αμελητέες.
- ✚ Για γεγονός βροχής με περίοδο επαναφοράς 100 ετών παρατηρούνται κατακλυζόμενες περιοχές με πολύ μικρό ύψος νερού.
- ✚ Το κόστος των προτεινόμενων παρεμβάσεων ανέρχεται στα 600.000 ευρώ βάσει τιμολογίων για το πρώτο τρίμηνο του 2016.

Στο τέλος όλων των παραπάνω εργασιών εξήχθησαν τα εξής συμπεράσματα:

- ✚ Η υπάρχουσα παρέμβαση του εγκιβωτισμένου οχετού είναι επαρκής για τα πλημμυρικά φαινόμενα της περιοχής.
- ✚ Το ύψος των πλημμυρικών παροχών είναι σχετικά χαμηλό και δεν δημιουργεί πρόβλημα στην κατασκευή του προτεινόμενου πάρκου.

- ✚ Η περιοχή μελέτης διαθέτει φυσική ομορφιά, όμως είναι απαξιωμένη περιβαλλοντικά, παραμελημένη αισθητικά και γίνεται μη ορθολογική εκμετάλλευσή της.
- ✚ Η προτεινόμενη παρέμβαση αποτελεί σημαντική βελτίωση του περιβάλλοντος με πολλαπλά οφέλη για τους κατοίκους και τους επισκέπτες της Σαρωνίδας.
- ✚ Η πρόταση κατασκευής του παρόχθιου διαδρόμου προκύπτει ότι είναι εφικτή καθώς το κόστος είναι σχετικά χαμηλό και στο πλαίσιο των δυνατοτήτων του Δήμου Σαρωνικού.

ABSTRACT

This diploma thesis presents the concept and the design steps for the development of a multiple-use riparian corridor, which aims to improve the current stream configuration that is located in Saronida, Attica. The stream is located in the northern border of the settlement of Saronida and is dry for the most part of the year. The basin of the stream expands in an area of 2,4 square kilometers. Both the terrain of the area and the basin of the stream are uneven. As a result, the basin concentrates large quantities of water and as a result had caused floods and damages in the past. In order to avoid these problems, in 2006 a rainfall water collector was constructed and a 400-meters long cased culvert, under one of the neighboring streets (Sifnou street).

The upstream part of the rainfall collector is located outside the residential area of Saronida, in a natural environment with wild vegetation and a spectacular view of the sea and the mountain. The bed of the stream is degraded at many locations by construction waste. Most of the problems are located approximately 400 meters upstream of the collector, while further up the stream is almost at natural state.

This thesis focuses on the degraded part of the stream. The main goal is to convert the degraded area into a multiple-use area with aesthetic value. For that reason, a multiple-use riparian corridor is proposed suitably designed in order to achieve:

- ✚ The preservation of the discharge capacity of the existing channel.
- ✚ Minimal impact to the bed of the stream.
- ✚ Interventions to average adequately the flood phenomena.
- ✚ The aesthetic upgrade of the area with parallel attraction of waterfowl by the surrounding vegetation.
- ✚ The environmental upgrade of the stream's wider area and its transformation to a recreational area instead of garbage dump offering walking paths, social and sport activities for the residents and tourists in a natural environment as well as special facilities for pets.
- ✚ The provision of safe pedestrians' access to the neighborhoods of Saronida by extending the pedestrian network.

For the implementation of this thesis, the following steps / methods were followed:

- ✚ Development of the area Digital Elevation Model (DEM) that includes the basin of the stream.

- ✚ Hydrological simulation (basin model and meteorological model) applying the HEC-HMS software.
- ✚ Calculation of catchment losses.
- ✚ Hydraulic simulation of the stream and calculation of free surface flow profile with the HEC-RAS software.
- ✚ Identification of the potential flood areas.
- ✚ Design of the riparian corridor per cross section, taking into account the results of the hydraulic modeling and the existing condition of the earth.
- ✚ Design of the connectivity of the corridor with the existing roads, pedestrian corridors and footpaths.
- ✚ Examination of the feasibility of the proposed redevelopment

The results of the above implementation steps are listed below:

- ✚ The water flows derived by the hydrological model are relatively large for the size of the basin.
- ✚ The results of the rational method in comparison with the results of the HEC-HMS model had insignificant variation.
- ✚ The differences in the characteristic values of hydraulic simulation (speed, width, water depth, Froude number) before and after the proposed redevelopment are minor.
- ✚ For a rain with recurrence interval of 100 years, flood areas are expected along the stream banks though at a very low water height.
- ✚ The cost of the proposed redevelopment estimated to approximately 600.000 euros.

The main conclusions of this thesis are the following:

- ✚ The existing cased culvert is sufficient for the flooding phenomena of the area.
- ✚ The height of the flood discharge is relatively low and is not affected by the construction of the proposed park.
- ✚ The study area has a natural beauty, but is environmentally degraded, abandoned and misused.
- ✚ The proposed redevelopment could be a significant improvement for the natural environment with multiple benefits for the residents and visitors of Saronida.
- ✚ The proposed construction of the riparian corridor is feasible, as the cost is relatively low and within the financing capabilities of Saronikos' Municipality.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Αντικείμενο Εργασίας

Ο παρόχθιος διάδρομος είναι η περιβάλλουσα περιοχή κατά μήκος φυσικών ή τεχνητών υδατορευμάτων (Ridgway and Foley 2000), μείζονος ή ελάσσονος μεγέθους ποταμών με μόνιμη ή περιοδική παροχή, ρεμάτων με μόνιμη ή περιοδική παροχή, αρδευτικών και αποστραγγιστικών τάφρων, υγροτόπων ή λιμνών.

Ένας παρόχθιος διάδρομος έχει πολλαπλή αξία (Ridgway and Foley 2000). Ένας παρόχθιος διάδρομος προστατεύει την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων και είναι μια ζωοποιός οικολογική περιοχή. Ένας παρόχθιος διάδρομος προστατεύει και σταθεροποιεί τα εδάφη και τις όχθες του υδατορεύματος. Με την βλάστηση που περιέχει, παρέχει στην πανίδα της περιοχής τροφή και καταφύγιο. Η παρόχθια χλωρίδα παρέχει επίσης τροφή για τα ψάρια και φιλτράρει ιζήματα και ρύπους, από το να εισέλθουν στο υδάτινο σώμα, προστατεύοντας έτσι την ποιότητα των υδάτων. Επιπλέον, η βλάστηση σκιάζει και ελέγχει την θερμοκρασία των υδάτων. Τα πεσμένα κλαδιά, η οργανική ύλη και η υδρόφιλη βλάστηση παρέχουν καταφύγιο για ποικιλία ψαριών και αμφιβίων. Τέλος, υπάρχει μεγάλη αισθητική αξία σε έναν παρόχθιο διάδρομο (Tiernan 2001).

Το νερό αποτελεί ειδική αναφορά για τους ανθρώπους και έχει γίνει αντιληπτό ότι οι άνθρωποι έχουν διαφορετική αισθητική για αυτό, ανάλογα με το αν βρίσκονται σε αστικές ή αγροτικές περιοχές. Οι αστικές παρόχθιες περιοχές προσφέρουν μια ενδιαφέρουσα ποικιλία οικοσυστήματος. Οι παρόχθιες περιοχές βρίσκονται σε μια ποικιλία μορφών και ο όρος που χρησιμοποιούμε για να τις περιγράψουμε, όπως «πάρκο» ή «αποκατάσταση», καταδεικνύει τις διαφορετικές προσδοκίες που έχουμε για αυτό (π.χ. την αισθητική, τους διοικητικούς στόχους, τα χαρακτηριστικά βλάστησης) τελικά με το σχεδιασμό τους. Το γεγονός αυτό δύναται να μεταβάλλει τη στάση των χρηστών απέναντι στη χρησιμότητα του πάρκου στο να παρέχει άλλες υπηρεσίες.

Η συγκεκριμένη εργασία μελετά την δημιουργία ενός παρόχθιου διαδρόμου κατά μήκος ρέματος περιοδικής παροχής στην Σαρωνίδα, Αττικής, ο οποίος σχεδιάστηκε ώστε:

- ✚ Να περιοριστούν στο ελάχιστο οι παρεμβάσεις στην κοίτη του ρέματος και να διατηρηθεί η παροχευτικότητα του.
- ✚ Να εξασφαλίζονται η παροχευτικότητα πλημμυρικών φαινομένων.
- ✚ Να δημιουργηθεί ένας χώρος αναψυχής πολλαπλών χρήσεων κατάλληλος για περίπατο, αθλητισμό, κοινωνικές συναντήσεις και επαφή με τη φύση.

- ✚ Να αναβαθμιστεί περιβαλλοντικά η ευρύτερη περιοχή του ρέματος και να μετατραπεί από ένα χώρο εναπόθεσης οικοδομικών και άλλων απορριμμάτων σε ένα πνεύμονα πρασίνου.
- ✚ Να δημιουργηθεί ένα ευρύτερο δίκτυο πεζοδρόμων που θα ενθαρρύνει το περπάτημα των κατοίκων και επισκεπτών της Σαρωνίδας.

1.2. Διάρθρωση Εργασίας

Η εργασία έχει δομηθεί σε έξι κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός των εννοιών «παρόχθιος διάδρομος» και «ρέμα» γίνεται παράθεση των λογισμικών και της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκαν.

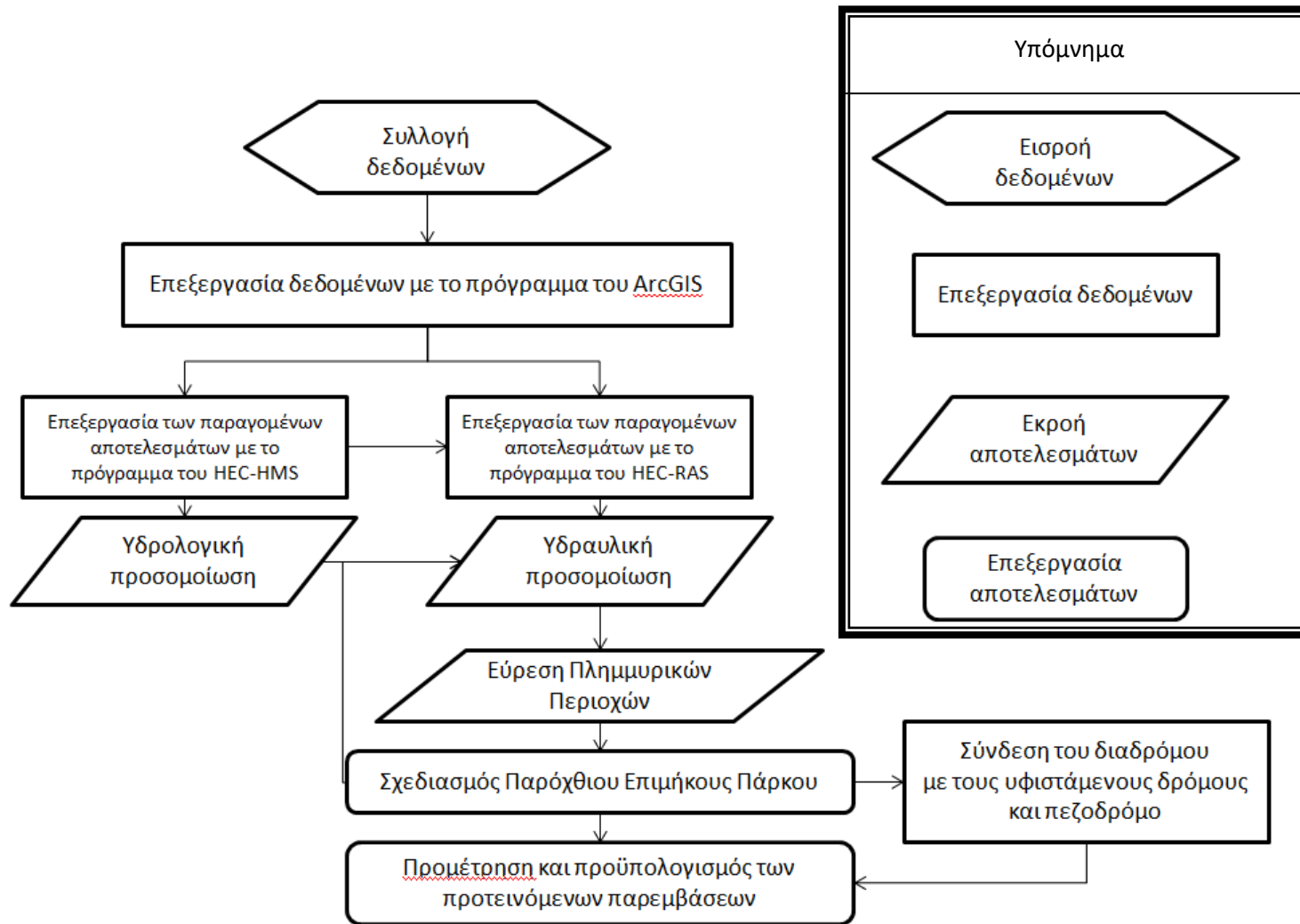
Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνονται γενικά στοιχεία για την υφιστάμενη κατάσταση της περιοχής μελέτης, περιγράφεται η αυτοψία και οι σχετικές μετρήσεις πεδίου στην περιοχή, τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής και τίθενται οι στόχοι της παρέμβασης.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι προτεινόμενες παρεμβάσεις και η κοστολόγηση τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, περιγράφονται μια σειρά από ενέργειες που ακολουθήθηκαν σχετικά με τον σχεδιασμό και τη μοντελοποίηση της περιοχής με τις κατάλληλες μεθόδους και λογισμικά.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων των υδραυλικών, υδρολογικών προσομοιώσεων και οι πλημμυρικές περιοχές στην προτεινόμενη διαμόρφωση.

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν για την αναγκαιότητα της προτεινόμενης παρέμβασης. Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα ροής εργασιών σχηματικά (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1: Διάγραμμα ροής εργασιών

1.3. Βασικές Έννοιες

1.3.1. Η έννοια του παρόχθιου διαδρόμου

Ως παρόχθιος διάδρομος ορίζεται "...μια λωρίδα βλάστησης που συνδέει δύο ή περισσότερες μεγαλύτερες κηλίδες βλάστησης (δηλαδή, τον βιότοπο) σε παρόχθιες περιοχές και μέσω του οποίου ένας οργανισμός είναι πιθανόν να κινηθεί με την πάροδο του χρόνου" (Fischer and Fischenich 2000) Αυτά τα χαρακτηριστικά τοπίου συχνά αναφέρονται ως «διάδρομοι διατήρησης», «διάδρομοι άγριας φύσης» και «διάδρομοι διασποράς». Η ανάδειξη αυτών των διαδρόμων και οι παρεμβάσεις του ανθρώπου πάνω σε αυτούς μας δίνουν ως αποτέλεσμα το παρόχθιο επίμηκες πάρκο.

1.3.2. Η έννοια του ρέματος

Ως ρέμα ορίζεται "...κάθε φυσική διαμόρφωση του εδάφους σε αποδέκτη και αγωγό της βροχής ή της τήξης του χιονιού ή των φυσικών πηγών που εξυπηρετεί την απορροή τους προς άλλους μεγαλύτερης χωρητικότητας αποδέκτες, φυσικούς ή τεχνητούς (ρέματα, ποτάμια, λίμνες, θάλασσα κλπ.) που βρίσκονται σε χαμηλότερες στάθμες." (Φ.Ε.Κ. 59Α/15-04-1994, Κύρωση Σύμβασης για τη βιολογική ποικιλότητα (v. 2204) n.d.)

Η Υδρολογία διακρίνει σε κάθε ρέμα δύο (2) περιοχές χειμαρρικής δράσης του: (Κοτσιμπός 1993)

- i. το ορεινό τμήμα, που αποτελεί την κύρια περιοχή συγκέντρωσης των νερών (πηγές) και
- ii. το πεδινό τμήμα, που αποτελείται από τη διαδρομή των νερών αυτών προς τη θάλασσα.

Κάθε ρέμα αποτελείται από δύο (2) κύρια στοιχεία: το νερό και τη συνεχή (ή μη) κοίτη που δημιουργεί το νερό κατά το πέρασμά του. Στην κοίτη διακρίνουμε:

- i. τον πυθμένα, δηλαδή το εδαφικό τμήμα που διαβρέχεται από το κινούμενο νερό της βασικής ροής και
- ii. τα πρανή, που είναι η υπόλοιπη διατομή του ρέματος εκατέρωθεν του πυθμένα. Στα πρανή της κοίτης ενός ρέματος διακρίνουμε την αριστερή και δεξιά όχθη του ρέματος (κατά τον παρατηρητή που κοιτά τα κατάντη του ρέματος) (Καραλή κ.α. 2000) .

Η κοίτη αλλά και το νερό που κυλά σε κάθε ρέμα είναι φυσικό αγαθό που ανήκει στο δημόσιο. Η διαφύλαξή τους αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα, γι' αυτό και πρέπει να καθορίζονται σαφή χωρικά δεδομένα γι' αυτά. Για να καθοριστεί η θέση και το εύρος της εδαφικής λωρίδας που καταλαμβάνει το ρέμα, χαράσσονται μια αριστερή και μια δεξιά,

κατά μήκος της ροής, γραμμές, οι οποίες ονομάζονται οριογραμμές (Καραλή κ.α. 2000). Ένα υδατόρευμα μπορεί να διαιρεθεί σε τρία (3) μέρη (Χατζιμπίρος 2001):

- i. το ανάντη τμήμα, κοντά στις πηγές, όπου το νερό αναβλύζει καθαρό από αυτές
- ii. το ενδιάμεσο τμήμα, όπου η βιοποικιλότητα και η φωτοσύνθεση είναι έντονες
- iii. το κατώτερο τμήμα, κοντά στις εκβολές, όπου η ροή του νερού είναι αργή και η διαφάνεια σχετικά μικρή.




1.4. Ανασκόπηση Διεθνούς Βιβλιογραφίας

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αποτελεί το πρώτο στάδιο της εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας και στοχεύει αφενός στον καλύτερο ορισμό του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας και αφετέρου στον προσδιορισμό της κατάλληλης μεθοδολογίας για την αντιμετώπιση του αντικειμένου αυτού.

Για τον λόγο αυτό, με τη χρήση ειδικών εργαλείων αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, προσδιορίζονται έρευνες σε θέματα συναφή με το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας καθώς και μεθοδολογίες που έχουν εφαρμοστεί στην Ελλάδα και το εξωτερικό για την αντιμετώπιση του θέματος της Διπλωματικής Εργασίας. Για το συγκεκριμένο θέμα δεν υπάρχει επαρκής ελληνική βιβλιογραφία και για τον λόγο αυτό γίνεται ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Με βάση τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης αφενός καθορίστηκε λεπτομερέστερα το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας και ορίστηκε ο ακριβής στόχος της και αφετέρου επιλέχθηκε η κατάλληλη μεθοδολογία για την επίτευξη του στόχου αυτού. Η διαδικασία καθορισμού του στόχου και της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε αποτέλεσε μία διαδικασία που επαναλήφθηκε στα διάφορα στάδια της Διπλωματικής Εργασίας, κατά την οποία ο στόχος και η μεθοδολογία εξειδικεύτηκαν και επανακαθορίστηκαν με βάση την πρόοδο των εργασιών (διαθεσιμότητα στοιχείων, καταλληλότητα μεθόδων, κλπ.).

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αποτελείται από τρία διακριτά στάδια:

-  αναζήτηση βιβλιογραφικών αναφορών
-  ανάκτηση βιβλιογραφικών αναφορών
-  σύνθεση βιβλιογραφικής ανασκόπησης

1.4.1 Η αναζήτηση και ανάκτηση βιβλιογραφικών αναφορών

Η αναζήτηση βιβλιογραφικών αναφορών αφορά στη χρήση κατάλληλων πηγών για τον εντοπισμό των τίτλων εργασιών, οι οποίες ήταν χρήσιμες στην εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Πηγές αναζήτησης βιβλιογραφίας αποτέλεσαν οι σημειώσεις και τα βιβλία των συναφών με το θέμα της Διπλωματικής Εργασίας μαθημάτων, άλλες Διπλωματικές Εργασίες και Διδακτορικές Διατριβές, βιβλία, πρακτικά συνεδρίων, άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά, καθώς και κάθε άλλο επιστημονικό έντυπο, στα οποία ήταν δυνατή η πρόσβαση είτε σε ηλεκτρονική, είτε σε έντυπη μορφή. Για την αναζήτηση βιβλιογραφικών αναφορών σε ηλεκτρονική μορφή (διαδίκτυο, βάσεις βιβλιογραφικών αναφορών) ήταν απαραίτητη η χρήση των κατάλληλων λέξεων - κλειδιών. Ειδικά στα πρώτα στάδια της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών είναι απαραίτητο να επιλεγούν πολλές και διαφορετικές λέξεις - κλειδιά (κυρίως στην αγγλική γλώσσα), αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα να βρεθούν εκείνες που χρησιμοποιούνται διεθνώς για την αναφορά στο εξεταζόμενο αντικείμενο. Βέβαια, ο καλύτερος τρόπος για τον προσδιορισμό των καταλληλότερων λέξεων - κλειδιών ήταν η χρήση των λέξεων - κλειδιών που αναφέρονται σε δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες με αντικείμενο σχετικό με το εξεταζόμενο. Μετά τον προσδιορισμό των βιβλιογραφικών αναφορών ήταν προφανώς απαραίτητη η ανάκτηση του πλήρους κειμένου της αναφοράς αυτής, η οποία πραγματοποιήθηκε κυρίως σε ηλεκτρονική μορφή μέσω του διαδικτύου.

1.4.2 Η σύνθεση βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Μετά την μελέτη των επιστημονικών εργασιών που προσδιορίστηκαν και ανακτήθηκαν, ακολουθεί η σύνθεση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, η οποία αφορά αφενός στην κριτική θεώρηση κάθε επιστημονικής εργασίας που εξετάστηκε και αφετέρου τη συγκριτική παρουσίαση των βασικών σημείων όλων των εργασιών που εξετάστηκαν.

Οι παρόχθιοι διάδρομοι πολλαπλών χρήσεων είναι ιδιαίτερος σημαντικοί για μικρά υδατορεύματα που αποτελούν την πλειοψηφία στις λεκάνες απορροής (Osborne and Kovanic 1993, Binford and Buchenau 1993, Hubbard and Lowrance 1994, Lowrance et al. 1997), γεγονός που ισχύει και για την Ελλάδα. Αυτά τα ρεύματα έχουν μεγάλη αλληλεπίδραση με επίγεια νερά και έχουν τις περισσότερες ευκαιρίες να αποδεχθούν και να μεταφέρουν ιζήματα. Προστατεύοντας τους παρόχθιους διαδρόμους προσφέρουμε τα μεγαλύτερα δυνατά οφέλη, συνολικά, στο δίκτυο ρεμάτων.

Η πλειονότητα της προϋπάρχουσας επιστημονικής βιβλιογραφίας σχετικά με την παραποτάμια βλάστηση υποστηρίζει τη δημιουργία και τη διατήρηση της, σε τουλάχιστον

30 m πλάτος σε κάθε πλευρά της υδάτινης οδού για τους σκοπούς της συγκράτησης των ιζημάτων και θρεπτικών ρύπανσης, διατηρώντας τη θερμοκρασία στο ρεύμα, προστατεύοντας τις όχθες από τη διάβρωση, μετριάζοντας τις ροές ομβρίων και τις πλημμύρες, και παρέχοντας καταφύγιο για την ενδημική πανίδα (Osborne and Konavic 1993, Ward 2001, Palone and Todd 1997, Magette et al. 1987, Dilaha et al. 1988, Vought et al. 1994, Mander et al. 1997, Beschta et al. 1987, Mayer et al. 2006).

Η διατήρηση του οικοσυστήματος για την αυτόχθονα ορνιθοπανίδα είναι μια λειτουργία που έχει αναφερθεί εκτενώς στην επιστημονική βιβλιογραφία. Για πολλούς οικολόγους, όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος ενός παρόχθιου διαδρόμου τόσο μεγαλύτερο είναι το εύρος δράσης ως πνεύμονας πράσινου και καταφύγιο της άγριας πανίδας. Το πλάτος του παρόχθιου διαδρόμου αποτελεί κύριο παράγοντα στην πρόβλεψη της μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της αξίας του οικοσυστήματος (Desbonnet et al. 1994, Hernandez et al. 2000).

Εν τούτοις, κάποιες από τις δημοσιεύσεις περιείχαν αντικρουόμενες θέσεις και διαφορετικές προσεγγίσεις για το ίδιο ζήτημα. Για παράδειγμα, οι δημοσιεύσεις των Labaree (1992) και Xantouli and Tsihrintzis (2003) αναφέρουν ως πρωταρχικό παράγοντα τις ανάγκες και τις γνώμες του τοπικού πληθυσμού που θα πρέπει να λάβει ο μελετητής ώστε να σχεδιάσει ορθά τον παρόχθιο διάδρομο. Στον αντίποδα οι Fischer and Fischench (2000) θέτουν ως πρώτο μέλημα του μελετητή την διατήρηση της παρούσας βλάστησης, την διατήρηση των παρόχθιων ζωνών και των κλίσεων των πρανών. Παρ' όλα αυτά και οι δύο δημοσιεύσεις φαίνεται να δίνουν βαρύτητα στην διατήρηση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και συγκεκριμένα της παρόχθιας βλάστησης που είναι ο ρυθμιστής του οικοσυστήματος, σύμφωνα και με τις δυο προαναφερθείσες εργασίες.

Πέρα από τις διαφορετικές προσεγγίσεις, υπήρξαν δημοσιεύσεις που επιβεβαιώνουν συγκεκριμένες θέσεις. Στην δημοσίευση των Bueno et al. (1995) και του Labaree (1992) παρατηρούμε ότι γίνεται λόγος για το πρόβλημα του κατακερματισμού των φυσικών ανοικτών χώρων. Ως λύση στο πρόβλημα του κατακερματισμού προάγεται η δημιουργία διαδρόμων πρασίνου, όπως οι παρόχθιοι διάδρομοι πολλαπλών χρήσεων που εξετάζονται στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Άλλοι ερευνητές εξέτασαν την αναγκαιότητα και χρησιμότητα αυτών των διαδρόμων (Noss 1987) μέσω των δημοσιεύσεων τους, ενώ άλλοι εξέτασαν την αποδοτικότητα στην συντήρηση και ενίσχυση των παρόχθιων οικοσυστημάτων (Brian et al. 2004).

Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, αιτιολογείται η επιλογή της υιοθετηθείσας μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για την σύνταξη της Διπλωματικής Εργασίας.

Συγκεκριμένα, οι βασικές κατευθυντήριες γραμμές για την κατασκευή ενός παρόχθιου διαδρόμου πολλαπλών χρήσεων, όπως αυτές προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, είναι:

- ✚ Ο μελετητής είναι απαραίτητο να εξασφαλίζει την υποστήριξη από την τοπική κοινωνία, καθώς συχνά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην επιτυχία ή όχι του εγχειρήματος. Ειδικότερα, στην περίπτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας που αφορά στην δημιουργία ενός παρόχθιου διαδρόμου πολλαπλών χρήσεων, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι προτιμήσεις και ανάγκες των κατοίκων.
- ✚ Ο μελετητής θα πρέπει να λάβει υπόψη του την χωρική τοποθέτηση του παρόχθιου διαδρόμου εντός της λεκάνης απορροής, καθώς αυτή δύναται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού.
- ✚ Ο μελετητής είναι σημαντικό να προσέξει στο να μην αλλοιώσει την λειτουργία ελέγχου πλημμυρών του υπάρχοντος καναλιού.
- ✚ Ο μελετητής θα πρέπει να λάβει υπόψη του την εθνική και τοπική αντιμετώπιση με την οποία αντιμετωπίζονται οι παρόχθιοι διάδρομοι.
- ✚ Ο μελετητής είναι απαραίτητο να προσδιορίσει τα όρια της περιοχής του, εντός των οποίων θα πρέπει να ενεργήσει. Ο καθορισμός αυτός βοηθά στην οργάνωση του προγράμματος και στην αναζήτηση των απαραίτητων πληροφοριών. Για να προσδιοριστούν τα όρια θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:
 - η ποσότητα και ποιότητα του διαθέσιμου χώρου,
 - η ύπαρξη ανθρώπινων παρεμβάσεων, που δύναται να επηρεάσουν αρνητικά το μελλοντικό οικοσύστημα,
 - η άποψη των κατοίκων και η διάθεσή τους να διατηρούν και να υποστηρίζουν το οικοσύστημα που θα δημιουργηθεί στην γειτονιά τους και
 - η προστασία από την ατμοσφαιρική ρύπανση μέσω της βλάστησης του.
- ✚ Ο μελετητής θα πρέπει να συλλέξει όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, ώστε να προσδιορίσει την υπάρχουσα κατάσταση της περιοχής, ώστε να καταστεί σαφής η ύπαρξη προβλήματος.
- ✚ Ο μελετητής θα πρέπει να αποφασίσει αν στην υπάρχουσα κατάσταση είναι δυνατή η ανάπλαση και σε ποιο βαθμό.
- ✚ Ο μελετητής θα πρέπει να προσπαθεί να δημιουργεί συνδέσεις με πεζόδρομους, μονοπάτια κλπ., ώστε να αποφεύγεται ο κατακερματισμός των παρόχθιων διαδρόμων.

1.5. Λογισμικό

Για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω προγράμματα Η/Υ στις αντίστοιχες εκδόσεις:

- ✚ ArcGis 10.1: ένα σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας για εργασίες με χάρτες και άλλα γεωγραφικά στοιχεία που χρησιμοποιείται για την παραγωγή και την χρήση χαρτών, για την σύνθεση γεωγραφικών δεδομένων και την διαχείριση βάσεων δεδομένων GIS, και είναι κατασκευής της εταιρείας ESRI.
- ✚ HEC-GeoHMS: πρόκειται για μία επέκταση της υδρολογικής μοντελοποίησης η οποία αναπτύχθηκε ως εργαλειοθήκη γεωχωρικής υδρολογίας. Χρησιμοποιείται για την δημιουργία των στοιχείων εισαγωγής στο πρόγραμμα HEC-HMS, είναι κατασκευής του Κέντρου Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center – HEC) του Σώματος Μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (US Army Corps of Engineers USACE).
- ✚ HEC-GeoRAS: πρόκειται για μία επέκταση της υδραυλικής μοντελοποίησης η οποία αναπτύχθηκε ως εργαλειοθήκη γεωχωρικής υδραυλικής. Χρησιμοποιείται για την δημιουργία των στοιχείων εισαγωγής στο πρόγραμμα HEC-RAS, είναι κατασκευής του Κέντρου Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center – HEC) του Σώματος Μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (US Army Corps of Engineers USACE).
- ✚ HEC-HMS 3.5: πρόγραμμα υδρολογικής προσομοίωσης (Hydrology Modeling system) παραγωγής του Κέντρου Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center – HEC) του Σώματος Μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (US Army Corps of Engineers USACE).
- ✚ HEC-RAS 5.0: πρόγραμμα ποτάμιας ανάλυσης (River Analysis System) παραγωγής του Κέντρου Τεχνικής Υδρολογίας (Hydrologic Engineering Center – HEC) του Σώματος Μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού (US Army Corps of Engineers USACE)
- ✚ Microsoft Office 2007 (Word, Excell, Power Point) κατασκευής της εταιρείας Microsoft.
- ✚ Google Earth: πρόγραμμα απεικόνισης της χωρικής πληροφορίας κατασκευής της εταιρείας Google.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Γενικά Στοιχεία

Η λεκάνη απορροής που μελετήθηκε, βρίσκεται στην Περιφέρεια Αττικής και πιο συγκεκριμένα στον Δήμο Σαρωνικού. Περιλαμβάνει την Δημοτική Κοινότητα Σαρωνίδας και μικρό κομμάτι της Δημοτικής Κοινότητας Αναβύσσου. Η Δημοτική Κοινότητα Σαρωνίδας είναι μια διαρκώς αναπτυσσόμενη περιοχή, όπως δείχνουν και τα στοιχεία της πρόσφατης απογραφής, καθώς και η απόδοση των χρήσεων γης. Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή μελέτης παρατηρείται μεγάλη αύξηση των αστικών και ημιαστικών περιοχών (Πίνακας 2.1).

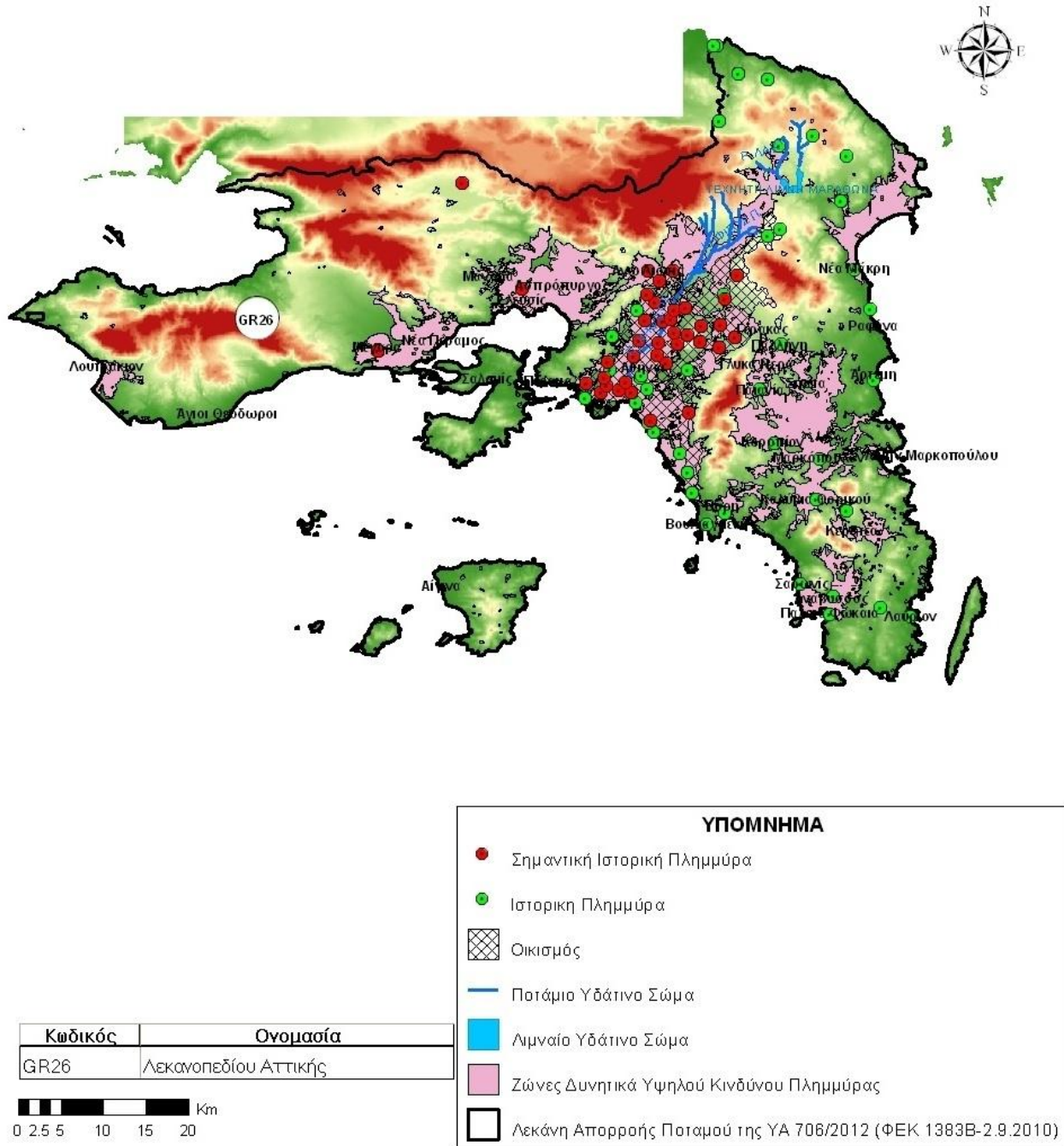
Πίνακας 2.1: Η πληθυσμιακή εξέλιξη της Σαρωνίδας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ¹ 2011)

Έτος	Πληθυσμός (κάτοικοι)	Έκταση (km ²)	Πυκνότητα (κατοίκους/ km ²)	Αύξηση Πληθυσμού (κάτοικοι)	Ποσοστό Αύξησης Πληθυσμού	Αθροιστική Αύξηση Πληθυσμού
1981	733	6,67	110	-	-	-
1991	1572	6,67	236	+839	+116,46%	116,46%
2001	2102	6,67	315	+530	+33,71%	150,17%
2011	2584	6,67	388	+482	+18,65%	168,82%

Η συνεχής επέκταση των αστικών περιοχών, εντείνουν το πρόβλημα των πλημμυρών (Εικόνα 2.1). Σημαντικές πλημμύρες που έπληξαν την περιοχή το έτος 1993 και πιο πρόσφατα η πλημμύρα που έπληξε την περιοχή το έτος 2003. Οι καταγίδες προξενούν ολοένα και μεγαλύτερες πλημμύρες και λόγω της συνεχούς οικοδόμησης της πόλης, καθώς αυξάνει ο συντελεστής απορροής και μικραίνουν οι χρόνοι συγκέντρωσης.

Η περιοχή παρουσίαζε μέχρι και το έτος 2006 συχνά προβλήματα με πλημμύρες. Η αντιπλημμυρική προστασία βελτιώθηκε μετά από την πλημμύρα το έτος 2003, η οποία κατέστρεψε το οδόστρωμα της οδού Σίφνου, οπότε στη συνέχεια κατασκευάστηκε συλλεκτήρας όμβριων υδάτων το έτος 2006, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.2.

¹ ΕΛΣΤΑΤ: Ελληνική Στατιστική Αρχή



Εικόνα 2.1: Ζώνες δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας για το υδατικό διαμέρισμα 06 «ΑΤΤΙΚΗ»

Πηγή: (Ειδική Γραμματεία Υδάτων 2012)



Εικόνα 2.2: Ο συλλεκτήρας ομβρίων υδάτων στην συνέχεια της οδού Σίφνου

2.2 Αυτοψία στην Περιοχή Μελέτης

Συνολικά η πορεία που ακολουθήθηκε στο οδοιπορικό ήταν όπως αυτή φαίνεται στην εικόνα 2.3. Η αυτοψία στην περιοχή μελέτης ξεκινάει από το τέλος της οδού Σίφνου (Εικόνα 2.4) όπου και το ρέμα εγκιβωτίζεται, κάτω από αυτήν, στο σημείο όπου έγινε η λήψη της Εικόνας 2.5, όπου παρατηρούμε ότι υπάρχει γύρω από αυτόν φύτευση, χωρίς όμως κάποια άλλη αισθητική παρέμβαση.

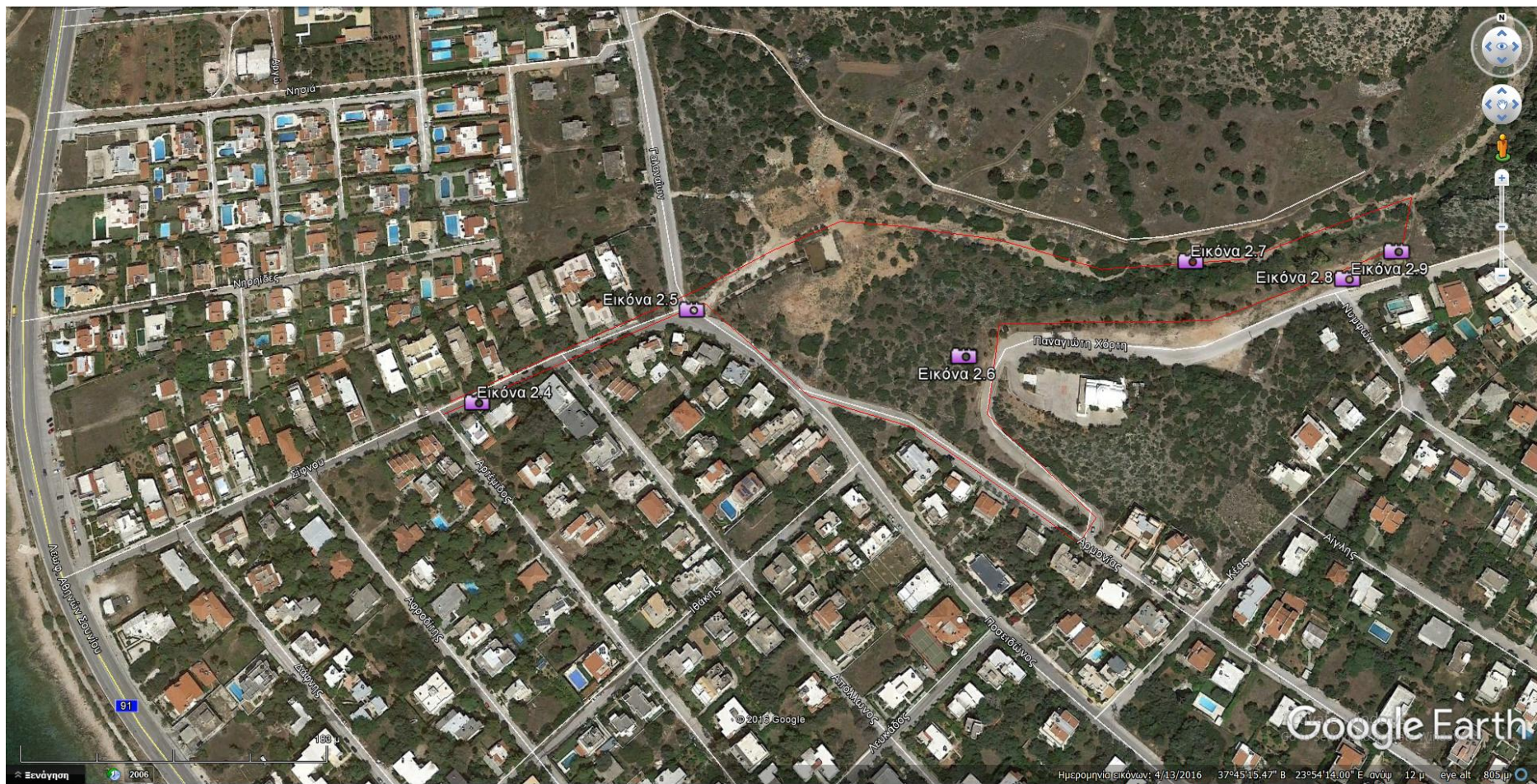
Από το ύψωμα του Ιερού Ναού της Κοιμήσεως της Θεοτόκου μπορεί να δει κανείς την αρχή της περιοχής μελέτης και το σύνολο της υφιστάμενης παρέμβασης στην περιοχή (Εικόνα 2.6).

Στην περιοχή μελέτης διαπιστώθηκαν πολλά προβλήματα από άποψη αισθητικής καθώς λόγω της άνθησης της οικοδομής στην περιοχή τα τελευταία 25 χρόνια το ρέμα αποτελεί τόπο ρίψης υλικών οικοδομής και απορριμμάτων (Εικόνα 2.7 και 2.8).

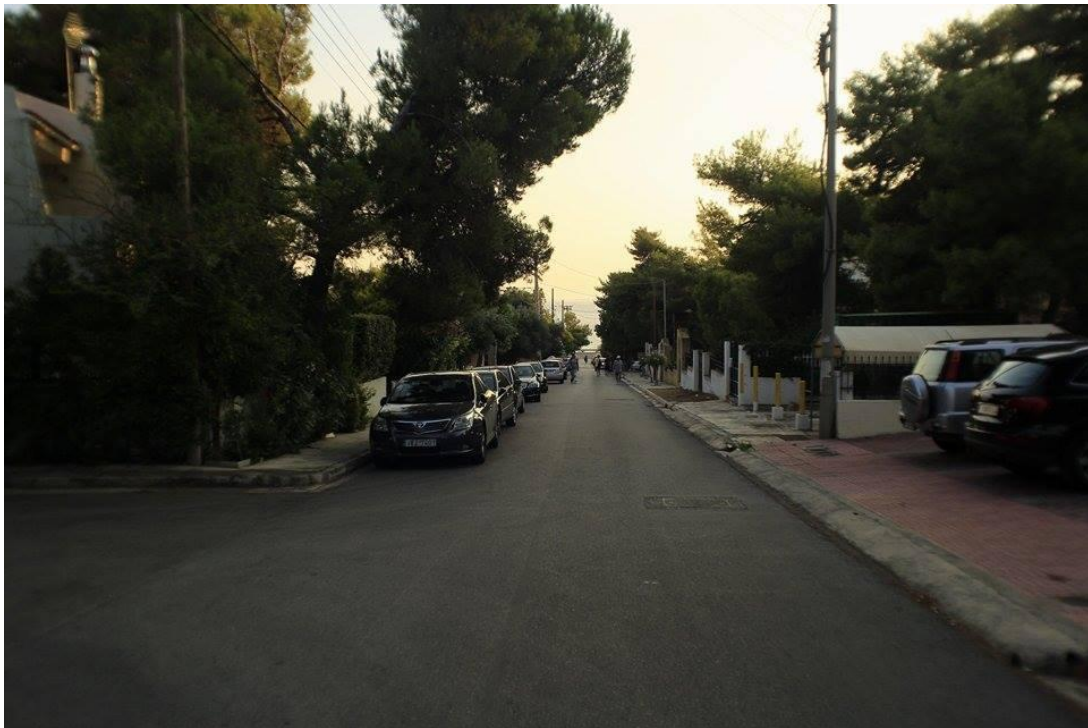
Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι υπάρχει και ένα μονοπάτι στο τέλος της περιοχής μελέτης που είναι βατό και οδηγεί στο επίπεδο της κοίτης. Παρόλο που το συγκεκριμένο μονοπάτι όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.9 είναι εντελώς παραμελημένο.

Από το οδοιπορικό που έγινε μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

- ✚ Η περιοχή μελέτης λόγω του Ιερού Ναού αποτελεί σημείο ενδιαφέροντος για τους κατοίκους και τους επισκέπτες.
- ✚ Η περιοχή μελέτης είναι παραμελημένη καθώς πολλοί την χρησιμοποιούν για τόπο ρίψης οικοδομικών απορριμμάτων και χρήζει αισθητικής παρέμβασης.
- ✚ Η περιοχή μελέτης διαθέτει φυσική ομορφιά με την θέα προς την θάλασσα στα νοτιοδυτικά και με τη θέα προς το φαράγγι που δημιουργείται λόγω του ρέματος στα βορειοανατολικά.
- ✚ Κρίθηκαν αναγκαίες μετρήσεις πεδίου με ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό, για να προσδιοριστεί το σχήμα και η έκταση του συλλεκτήρα όμβριων υδάτων.



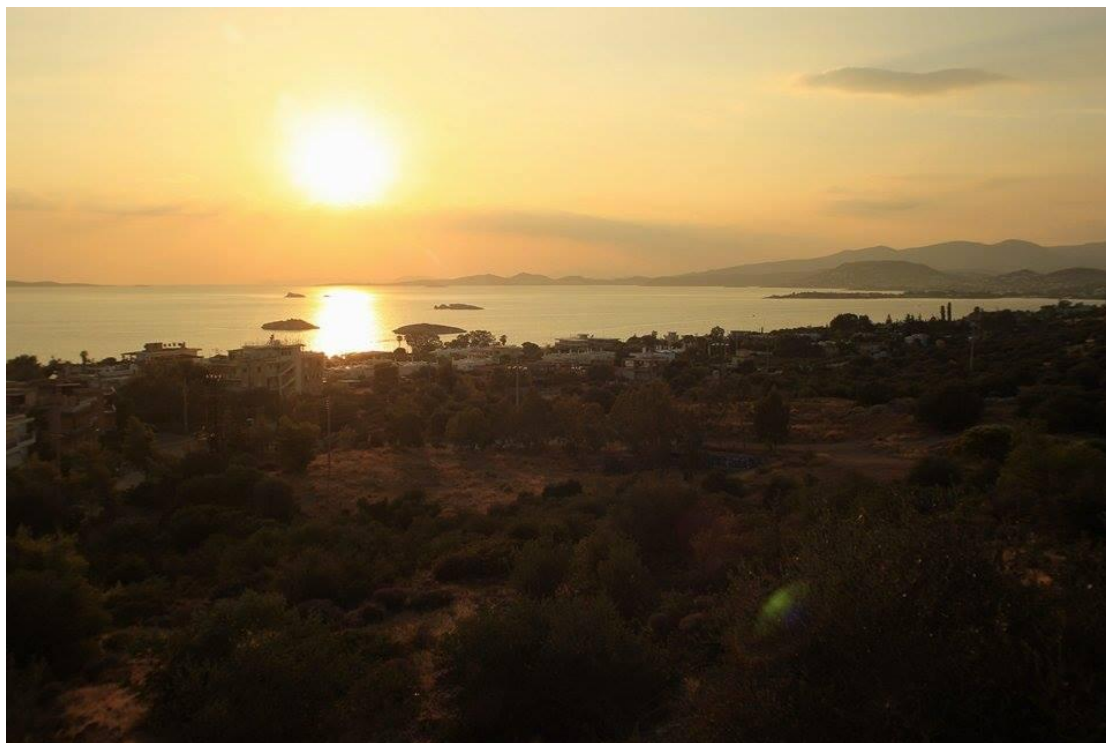
Εικόνα2.3: Η διαδρομή που ακολουθήθηκε για την αυτοψία



Εικόνα 2.4: Η οδός Σίφνου



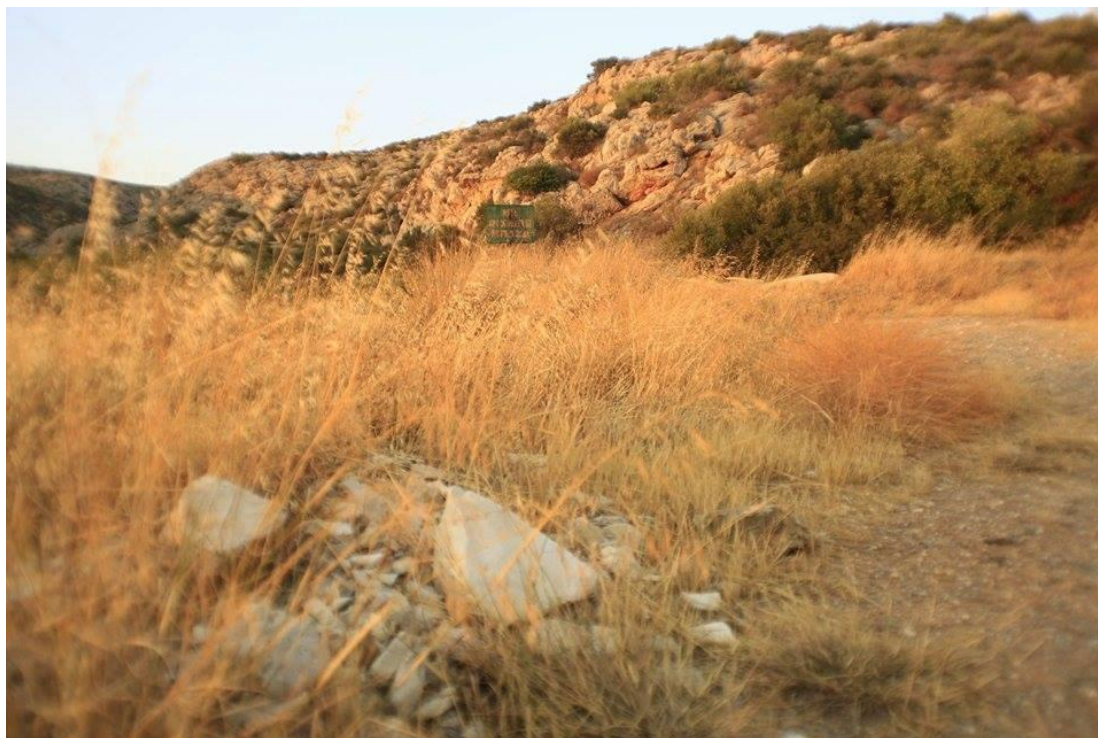
Εικόνα 2.5: Ο συλλεκτήρας ομβρίων υδάτων



Εικόνα 2.6: Άποψη από το ύψωμα του Ιερού Ναού



Εικόνα 2.7: Οικοδομικά και άλλα απορρίμματα στις όχθες του ρέματος



Εικόνα 2.8: Η πινακίδα «Μην ρίχνετε μπάζα» λίγους φαίνεται να συγκινεί



Εικόνα 2.9: Το παραμελημένο μονόπατι

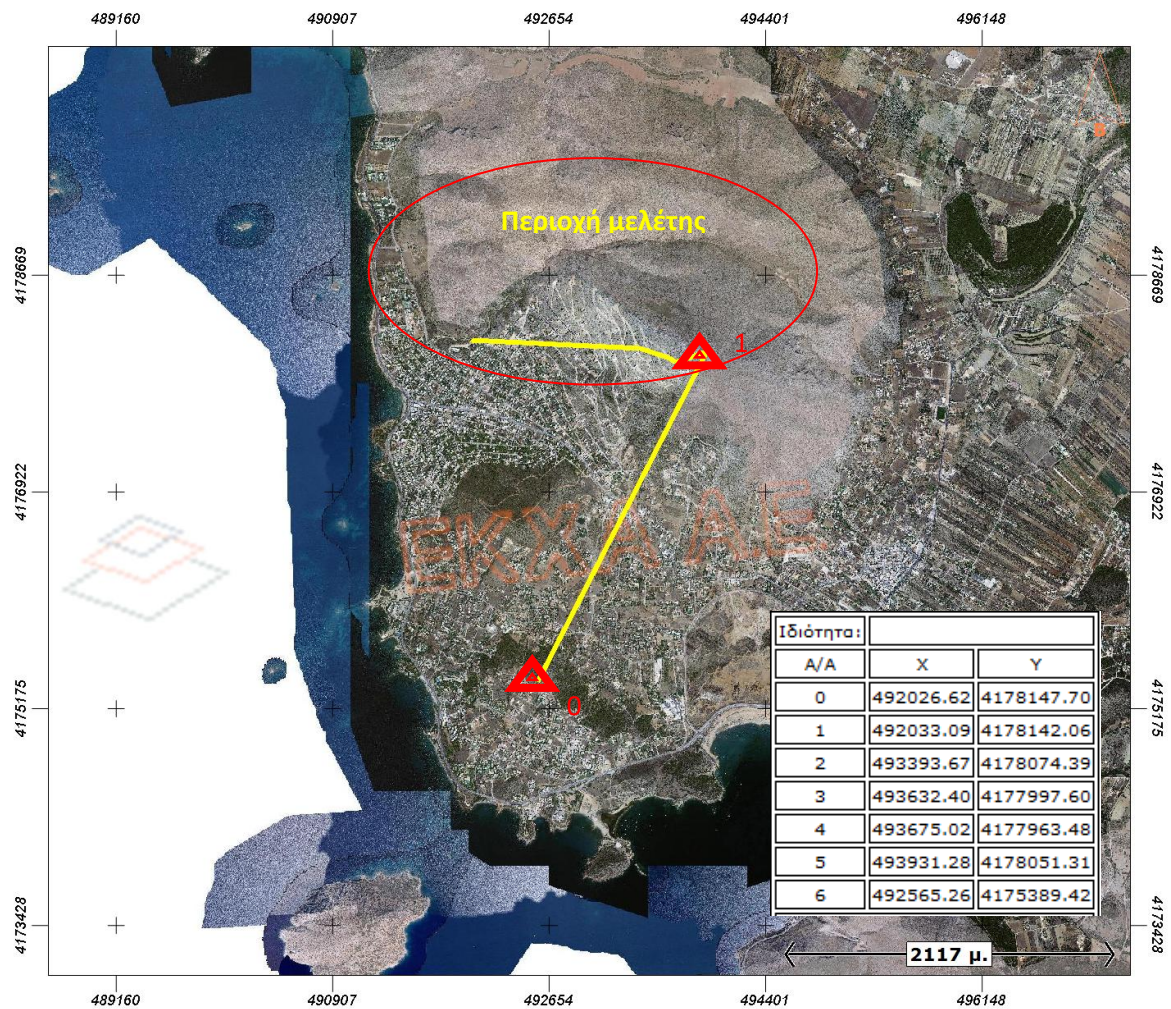
2.3 Μετρήσεις Πεδίου

Για τις ανάγκες της εργασίας, έγιναν μετρήσεις στην περιοχή μελέτης με ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό, για να προσδιοριστεί το σχήμα και η έκταση του συλλεκτήρα όμβριων υδάτων και να γίνει μια επαλήθευση της θέσης των όχθων, της κοίτης και των υψομέτρων που εξήχθησαν από το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM).

Για τον λόγο αυτό, ιδρύθηκε όδευση από τριγωνομετρικό σημείο της ΓΥΣ (σημείο 1) και μηδενισμό σε άλλο τριγωνομετρικό της ΓΥΣ (σημείο 0), η πολυγωνομετρική όδευση φαίνεται παρακάτω στην Εικόνα 2.10.

Αναλυτικά, οι υπολογισμοί για την επίλυση της όδευσης και την αποτύπωση της περιοχής που πραγματοποιήθηκε βρίσκονται στο παράρτημα Α'.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων επαλήθευσαν τα υψόμετρα του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) και τα σφάλματα της αποτύπωσης ήταν εντός των επιτρεπτών ορίων.



Εικόνα 2.10: Η διεξαχθείσα πολυγωνομετρική όδευση

2.4 Στόχοι Εργασίας

Ένας από τους βασικότερους στόχους της οποίας παρέμβασης θα πρέπει να είναι η βιώσιμη ανάπτυξη. Σύμφωνα με την επιτροπή του συνέδριου του Όσλο του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (Brundtland 1987), βιώσιμη ανάπτυξη είναι η κάλυψη των αναγκών του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους. Οι βασικές αρχές που διέπουν την βιώσιμη ανάπτυξη είναι η ασφάλεια, η ισονομία, η υγεία, η βιοκλιματική δόμηση και η περιβαλλοντική και οικολογική πρόνοια. Εκ των βασικών ζητούμενων της βιώσιμης ανάπτυξης είναι η διαχείριση της κυκλοφορίας και η διαχείριση των δικτύων πρασίνου και των ελεύθερων χώρων.

Ειδικότερα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην στοχοθεσία ότι η περιοχή μελέτης μας κατοικείται από ανθρώπους σχετικά υψηλού βιοτικού επιπέδου. Οι ηλικίες του πληθυσμού ποικίλουν με το μεγάλο μέρος των μόνιμων κατοίκων να είναι άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, παρ' όλα αυτά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, στις εθνικές και θρησκευτικές εορτές και τα σαββατοκύριακα υπάρχει μεγάλη επισκεψιμότητα από οικογένειες, καθώς υπάρχει πληθώρα παραθεριστικών και εξοχικών κατοικιών στην περιοχή. Με βάση τα παραπάνω, τέθηκαν στόχοι σε τέσσερις βασικούς άξονες: 1) Πολεοδομικό, 2) Περιβαλλοντικό, 3) Κυκλοφοριακό και 4) Αναπτυξιακό, πάντα όμως στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης.

2.4.1 Πολεοδομικοί στόχοι

Οι πολεοδομικοί στόχοι περιλαμβάνουν αλλαγές και προτάσεις στις λειτουργίες του δημόσιου τομέα όπως είναι το κοινόχρηστο πράσινο.

Για την σωστή και οργανωμένη πολεοδομική οργάνωση της περιοχής ενδιαφέροντος, είναι απαραίτητη η χωροθέτηση του παρόχθιου διαδρόμου ως τοπικό κέντρο γειτονιάς για την ομαλή εξυπηρέτηση των κατοίκων. Η περιοχή εξυπηρετείται σήμερα εξ ολοκλήρου από άλλες περιοχές και έτσι είναι αναγκαίο το μέτρο αυτό για να δημιουργηθεί ένας νέος πόλος έλξης, με την παροχή ευκαιριών αναψυχής στους κατοίκους και σε τουρίστες μέσω μονοπατιών για περίπατο, αθλητισμό, κοινωνικές συναντήσεις και επαφή με τη φύση και ειδικές εγκαταστάσεις για κατοικίδια.

Με βάση τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, σκόπιμο είναι να περιοριστούν οι άσκοπες μετακινήσεις και εκείνες που οφείλονται σε λανθασμένο σχεδιασμό θεσμοθετώντας μεικτές χρήσεις γης στην περιοχή γύρω από τον παρόχθιο διάδρομο που θα καθιστούν την περιοχή αυτάρκη σε προϊόντα και υπηρεσίες. Οι μεικτές χρήσεις γης επιτρέπουν την

κάλυψη των καθημερινών αναγκών των κατοίκων χωρίς να απαιτούνται άσκοπες μετακινήσεις προς άλλες περιοχές (Ζεντέλης 2011).

2.4.2 Περιβαλλοντικοί στόχοι

Με την δημιουργία ενός παρόχθιου διαδρόμου τίθενται ως περιβαλλοντικοί στόχοι:

- ✚ η διατήρηση της παροχευευστικότητας του υπάρχοντος καναλιού.
- ✚ η βελτίωση του μικροκλίματος της πόλης αφού το πράσινο φιλτράρει τους ρύπους που δημιουργούνται από το αυτοκίνητο.
- ✚ η προστασία από πλημμυρικά φαινόμενα.
- ✚ η προσέλκυση υδρόβιων πουλιών.
- ✚ η αναβάθμιση της αισθητικής του χώρου μέσω της περιβάλλουσας βλάστησης.

Χρειάζεται να διατηρηθούν και να αναπλαστούν οι χώροι πρασίνου που υπάρχουν ήδη. Πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Σαρωνίδας θα πρέπει να απαγορευθεί η ρίψη οικοδομικών και άλλων απορριμμάτων στους χώρους πρασίνου από τις γύρω περιοχές, από τη στιγμή που η χρήση γης είναι δασική έκταση.

Ένα μεγάλο τμήμα των περιβαλλοντικών στόχων αφορά στους κοινόχρηστους χώρους, όπως πλατείες, άλση, πάρκα αλλά και τους δημόσιους ή δημοτικούς χώρους που μένουν ανεκμετάλλευτοι. Η δημιουργία χώρων πρασίνου στα πλαίσια της πράσινης ανάπτυξης είναι επιτακτική. Τα πάρκα και οι χώροι πρασίνου είναι απαραίτητοι γιατί θα δώσουν μια ανάσα δροσιάς στην περιοχή και θα δημιουργήσουν πόλους περιπάτου στην περιοχή, όπως είναι ο ήδη υπάρχων παραλιακός πεζόδρομος.

Γενικά, οι πόλεις θα πρέπει να διαφυλάττουν τα υπάρχοντα δίκτυα πρασίνου και ελεύθερων χώρων αλλά και να δημιουργούν νέα. Δηλαδή θα πρέπει να προστατευτεί το περιαιστικό πράσινο ενώ παράλληλα να δημιουργηθεί ένα ικανοποιητικό δίκτυο πρασίνου πόλης (Παναγόπουλος 2004).

2.4.3 Κυκλοφοριακοί στόχοι

Γενικά η περιοχή της μελέτης μας δεν παρουσιάζει κάποιο σοβαρό κυκλοφοριακό πρόβλημα. Απαραίτητο εργαλείο του συγκοινωνιακού σχεδιασμού είναι η ιεράρχηση του οδικού δικτύου έτσι ώστε να υπάρχει μια ισορροπία και ανθρώπινη κλίμακα. Θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα δίκτυο πεζοδρόμων το οποίο να ενώνει τις γειτονιές της πόλης που βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο με τον παραλιακό πεζόδρομο. Η βασικότερη στόχευση είναι η απαγκίστρωση από το αυτοκίνητο ως μέσο μετακίνησης και η αναβάθμιση

της περιοχής και η δημιουργία ασφαλών προσβάσεων για τους πεζούς στις γειτονιές της Σαρωνίδας με την επέκταση του δικτύου πεζοδρόμων.

Η προώθηση εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης, όπως το περπάτημα, πρέπει να δρομολογηθεί διότι αποτελεί μονόδρομο προς την προοπτική αναβάθμισης της ποιότητας ζωής στην πόλη. Τα δίκτυα πεζών θα πρέπει να συνδέονται με τις μεγάλης πολεοδομικής σημασίας χρήσεις, όπως πολιτισμικούς χώρους, χώρους αναψυχής, χώρους πρασίνου, πλατείες για να εξυπηρετούν καλύτερα τους κατοίκους.

Απαραίτητη είναι η αναβάθμιση του εσωτερικού μικροπεριβάλλοντος της περιοχής με τη δημιουργία θυλάκων προστασίας από το αυτοκίνητο το οποίο αποτελεί τη βάση της κυκλοφοριακής αναδιοργάνωσης της πόλης. Σε επίπεδο γειτονιάς οι δρόμοι θα πρέπει να μετατραπούν σε δρόμους ήπιας κυκλοφορίας, έτσι ώστε να αναπτυχθούν ανθρώπινες και πολιτισμένες συνθήκες ζωής για όλους του κατοίκους. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να κατασκευαστούν οι κατάλληλες υποδομές για άτομα με προβλήματα κινητικότητας, ώστε το έργο να απευθύνεται πραγματικά σε όλους.

Σκοπός των προτεινόμενων αλλαγών είναι να διαμορφωθούν συνθήκες που θα ενθαρρύνουν τους κατοίκους να περπατούν όσο το δυνατόν περισσότερο. Οι πεζοδρομήσεις, η κατασκευή ραμπών για ΑΜΕΑ και διαδρόμων τυφλών, οι διαπλατύνσεις των πεζοδρομίων και τελικά η επίτευξη του στόχου της μείωσης των μετακινήσεων με αυτοκίνητο στο σύνολο της περιοχής, είναι παρεμβάσεις που εγκαθιστούν ένα περιβάλλον πολύ πιο ασφαλές από το σημερινό (Αραβαντινός 2007).

2.4.4 Αναπτυξιακοί στόχοι

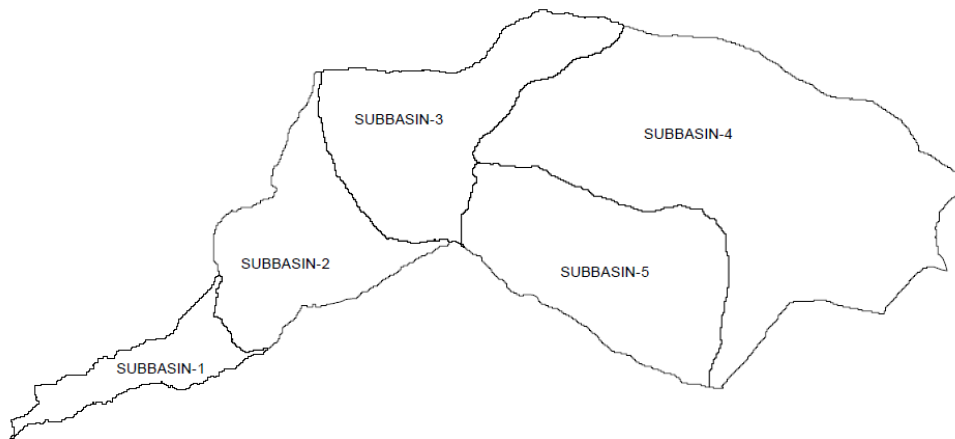
Ο κύριος στόχος μας είναι να δημιουργηθούν στρατηγικές παρεμβάσεις στην μορφή και στην δομή του πολεοδομικού ιστού που θα οδηγήσουν σε μια συνεκτική πόλη (compact city) με μητροπολιτικό χαρακτήρα.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι η περιοχή της Σαρωνίδας δεν έχει αρκετούς χώρους αναψυχής και κατ' επέκταση δεν αποτελεί πόλο έλξης για γειτονικούς κατοίκους. Έτσι, η δημιουργία κάποιας εμπορικής δραστηριότητας στα πλαίσια του τοπικού κέντρου γειτονιάς θα αναβαθμίσει την περιοχή και θα την καταστήσει ελκυστική για τις γύρω περιοχές (Αραβαντινός 2007).

2.5 Λεκάνη Απορροής

2.5.1 Χαρακτηριστικά της λεκάνης μελέτης

Η λεκάνη απορροής στην περιοχή της Σαρωνίδας, που μελετάται στην παρούσα εργασία έχει έκταση 2,4 km². Η λεκάνη χωρίστηκε, ώστε να μελετηθεί σε 5 υπολεκάνες (Εικόνα 2.11). Το εμβαδό της καθεμίας φαίνεται στον Πίνακα 2.2.



Εικόνα 2.11: Η λεκάνη απορροής και οι υπολεκάνες της

Πίνακας 2.2: Η έκταση των υπολεκανών απορροής

ΟΝΟΜΑ ΥΠΟΛΕΚΑΝΗΣ	ΕΜΒΑΔΟ ΥΠΟΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕ Τ.Μ.
SUBBASIN-4	1054159
SUBBASIN-1	138400
SUBBASIN-5	472696
SUBBASIN-3	413750
SUBBASIN-2	326600

Η λεκάνη απορροής του ρέματος οριοθετείται βορειοανατολικά από το όρος Όλυμπος (487 m) και στα βορειοδυτικά από τον λόφο Σκόρδι (348 m). Στα νοτιοδυτικά η ροή καταλήγει στον Σαρωνικό Κόλπο. Το μέσο υψόμετρο της περιοχής είναι 61 m και οι κλίσεις κυμαίνονται από 0-84° όπως φαίνεται στις Εικόνες 2.12 και 2.13 (βλ. §2.5.3).

Πρώτο βήμα για την μελέτη της λεκάνης απορροής ήταν η δημιουργία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους DEM (Digital Elevation Model), ώστε να δημιουργηθεί το υπόβαθρο για την υδραυλική και υδρολογική προσομοίωση. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν εικόνες από την «ΕΘΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ Α.Ε.» (ΕΚΧΑ) και ψηφιοποιημένος

γεωλογικός χάρτης από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ). Οι εικόνες της ΕΚΧΑ και ο γεωλογικός χάρτης διευκολύνουν την κατανόηση των γεωμετρικών στοιχείων και γεωλογικών στοιχείων της λεκάνης, ώστε να γίνει ο καλύτερος δυνατός σχεδιασμός της προτεινόμενης παρέμβασης.

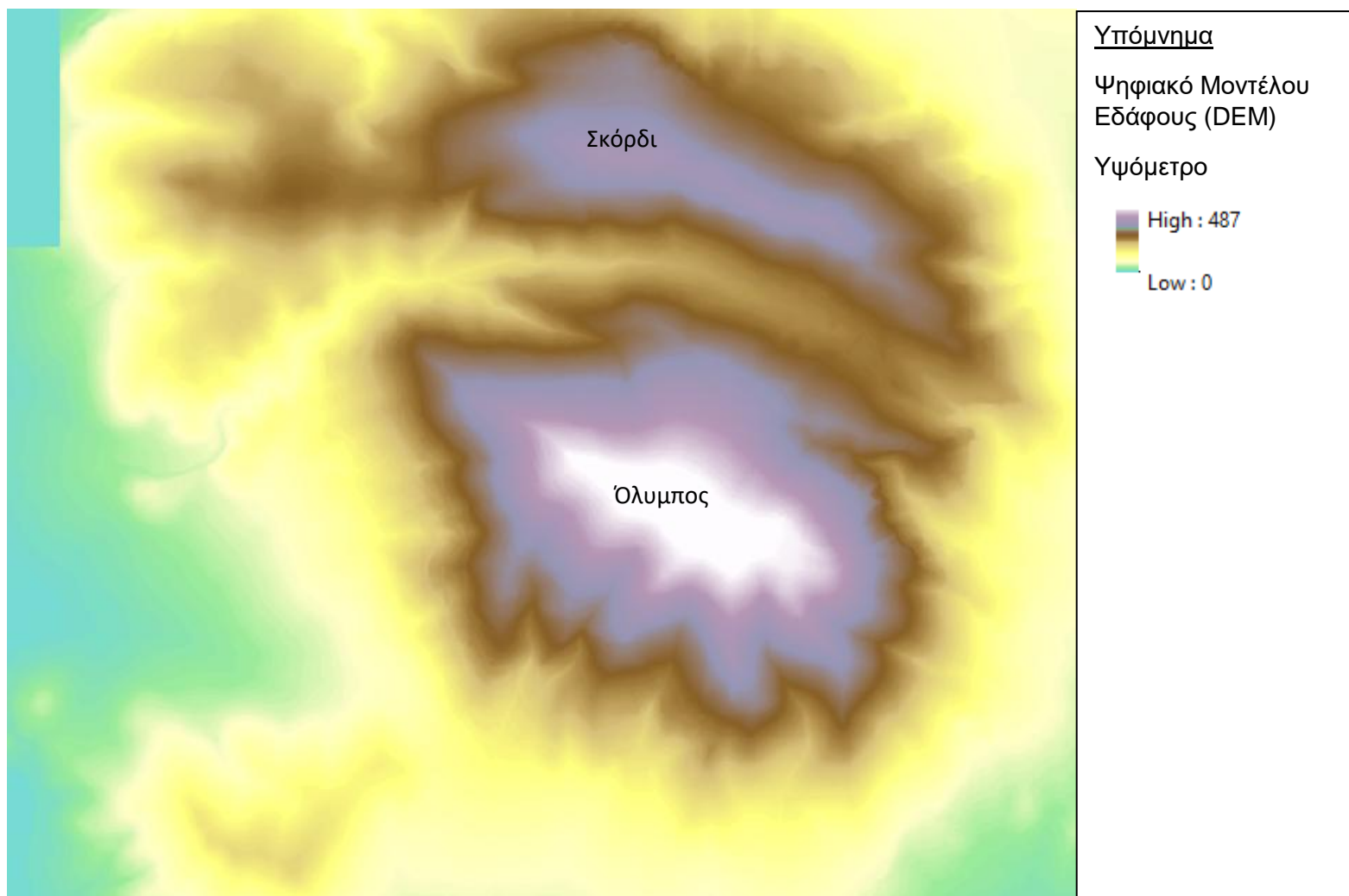
Τα Υδρογραφήματα Άμεσης Απορροής προσδιορίστηκαν μέσω της ορθολογικής μεθόδου, καθώς αυτή εφαρμόζεται στην Ελλάδα για λεκάνες μέχρι και 10 km² (Τσακίρης 1995)

2.5.2. Παραγωγή φωτομωσαϊκού

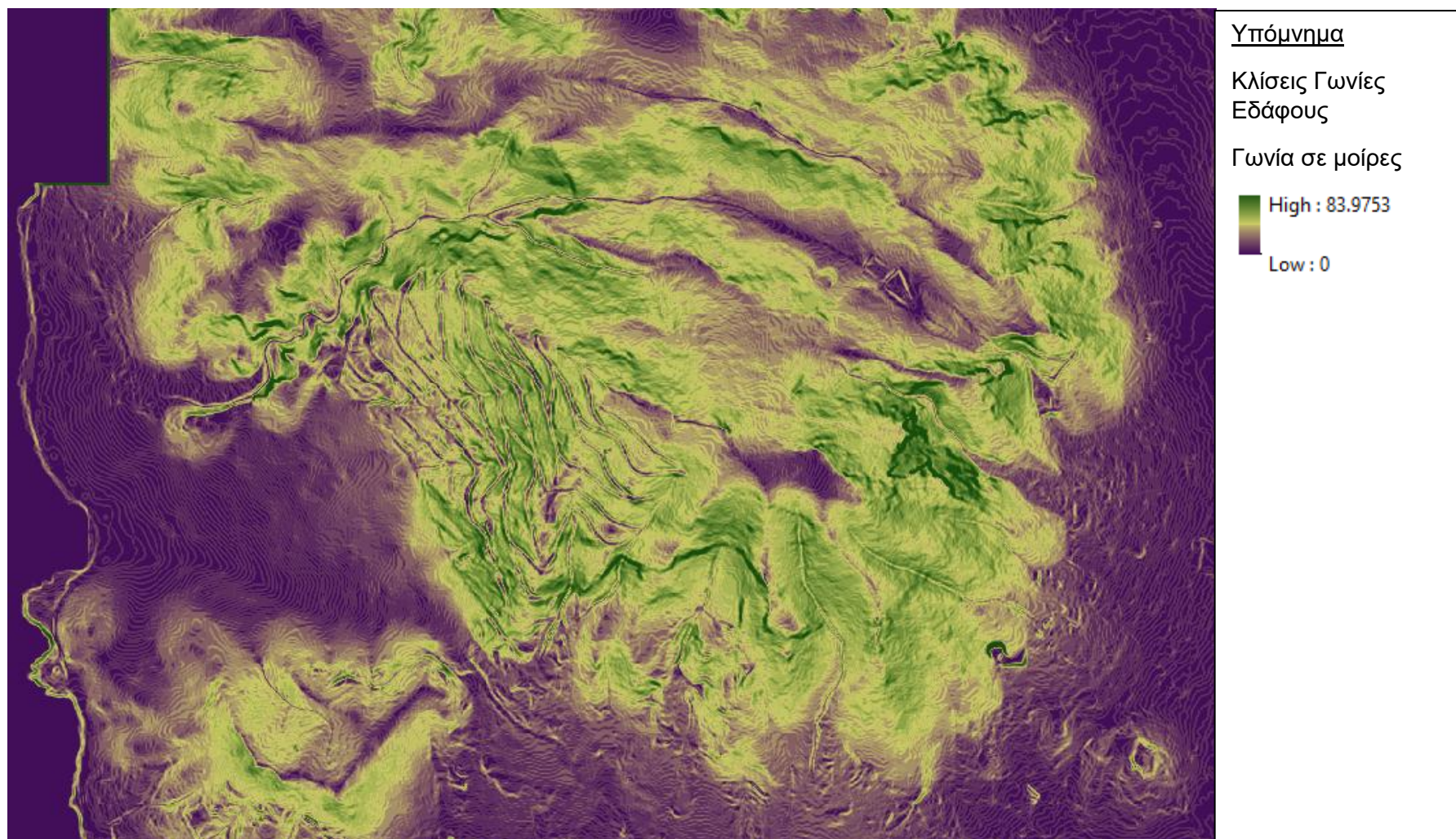
Ως αρχείο εισόδου στο πρόγραμμα ArcMap χρησιμοποιήθηκαν οι εικόνες της ΕΚΧΑ. Επειδή η περιοχή ενδιαφέροντος εμφανίζεται σε τρεις διαφορετικές εικόνες ήταν απαραίτητη η χρήση της εντολής mosaic dataset του ArcMap με στόχο τη δημιουργία ενός ενιαίου και άρα ευκολότερα επεξεργάσιμου μωσαϊκού DEM (Εικόνα 2.12).

2.5.3. Παραγωγή ισοψών από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους - ανάγλυφο

Στο στάδιο αυτό έγινε προσπάθεια παραγωγής ισοψών, χρησιμοποιώντας το φωτομωσαϊκό που δημιουργήθηκε, στο περιβάλλον του GIS μέσω του πακέτου εντολών του Spatial Analyst. Πιο συγκεκριμένα, με την παρακάτω αλληλουχία εντολών Spatial Analyst >> Surface Analysis >> Contour παρήχθησαν ισοψείς ανά 10 μέτρα. Επίσης, παράχθηκε και χάρτης με τις κλίσεις του εδάφους (Εικόνα 2.13).



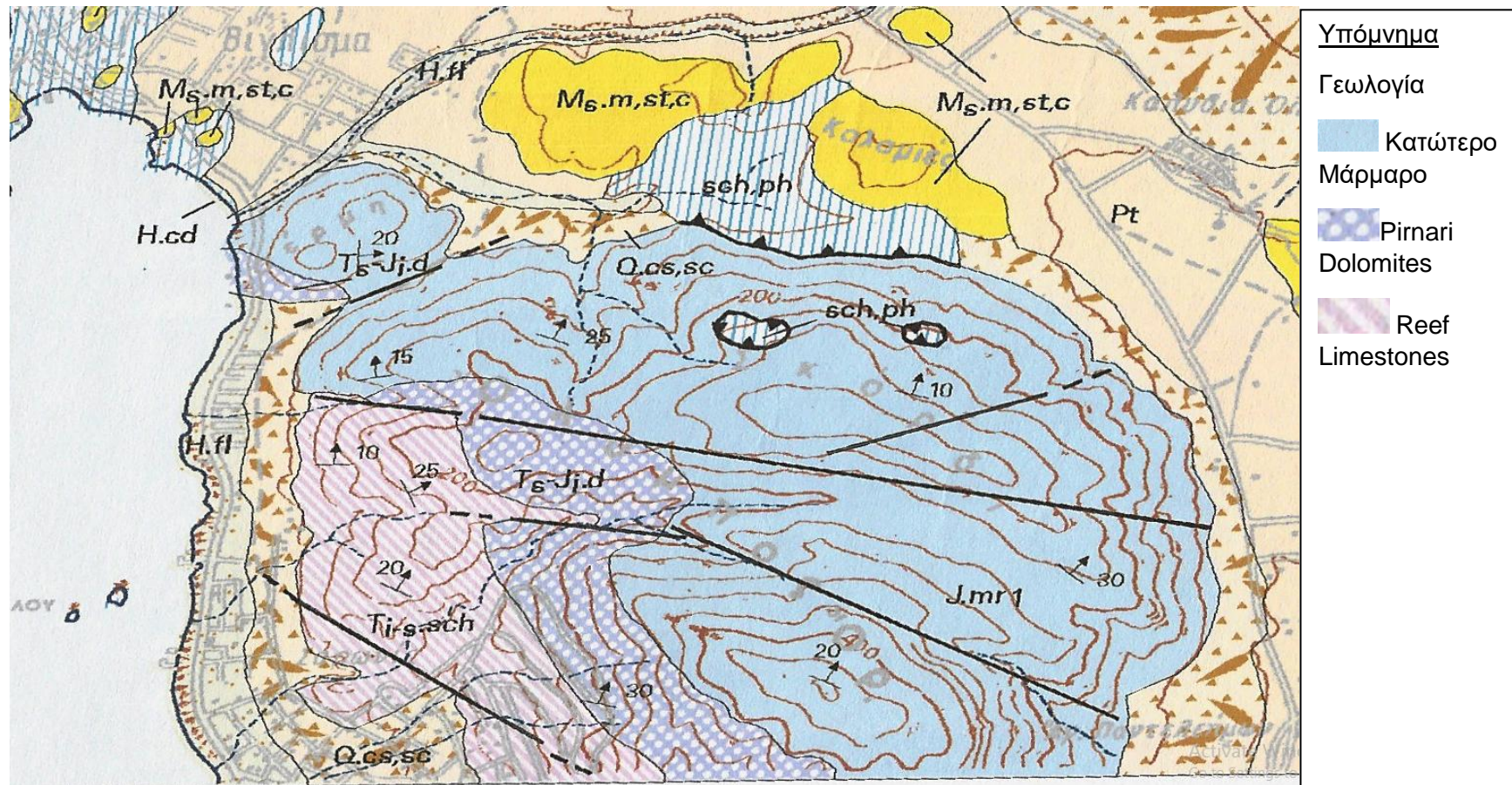
Εικόνα 2.12: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) της λεκάνης απορροής του ρέματος



Εικόνα 2.13: Κλίσεις του εδάφους της λεκάνης απορροής του ρέματος

2.5.4. Γεωλογική ανάλυση

Η γεωλογία της περιοχής παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2.14).



Εικόνα 2.14: Γεωλογία της λεκάνης απορροής του ρέματος (Πηγή: ΙΓΜΕ 2003)

3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

3.1 Παρεμβάσεις στην Πολεοδομική και Κυκλοφοριακή Οργάνωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι προτάσεις που αφορούν στην πολεοδομική οργάνωση της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα, εξετάζονται η λειτουργική διάρθρωση των οικιστικών υποδοχέων σε πολεοδομικές ενότητες (γειτονιές), η ορθολογική κατανομή των κεντρικών λειτουργιών, η οργάνωση των χρήσεων γης και η οργάνωση των επεκτάσεων.

Μια από τις πρώτες ενέργειες στον τομέα αυτό είναι η δημιουργία του παρόχθιου διαδρόμου πολλαπλών χρήσεων πάρκου, σε δασική έκταση της Σαρωνίδας που δε χρησιμοποιείται ως κατοικία και προτείνεται να συνδεθεί με το δίκτυο του πεζοδρόμου που θα αναλυθεί παρακάτω. Ο χώρος αυτός με τη δενδροφύτευση και την γενικότερη ανάπλαση του ρέματος, μπορεί να αποτελέσει φλέβα πρασίνου για την ψυχαγωγία των κατοίκων.

Ελλείψει παρόντος Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου για την Σαρωνίδα, θα επιχειρηθεί να δοθούν κατευθύνσεις για την κυκλοφοριακή οργάνωση της περιοχής της Σαρωνίδας στη βάση ενός ιεραρχημένου οδικού δικτύου, με τις εξής διαβαθμίσεις, όπως ισχύει στους όμορους δήμους:

- Κύριες Αρτηρίες
- Δευτερεύουσες Αρτηρίες
- Συλλεκτήριες
- Τοπικές Οδοί
- Πεζόδρομοι

Οι παρεμβάσεις στο οδικό δίκτυο περιλαμβάνουν επιπλέον πεζοδρομήσεις, διευθετήσεις δρόμων, διαπλατύνσεις και διαμόρφωση ποδηλατοδρόμων στους κεντρικούς δρόμους.

Για την ομαλότερη λειτουργία του οδικού δικτύου και την προστασία του αστικού περιβάλλοντος αλλά και του χαρακτήρα της περιοχής από τις επιπτώσεις της κυκλοφορίας, είναι απαραίτητη η ιεράρχηση του με το σύστημα που προτείνεται παρακάτω και φαίνεται στην εικόνα 3.1

- Πρωτεύουσες Αρτηρίες:
Λεωφόρος Αθηνών-Σουνίου
- Δευτερεύουσες αρτηρίες:
Λεωφόρος Σαρωνίδος
- Συλλεκτήριες οδοί:
Οδός Κεφαλληνίας
Οδός Γαλαναίων-Ποσειδώνος
- Ήπιας κυκλοφορίας:
Οδός Σίφνου
- Πεζόδρομοι:
Παρόχθιος διάδρομος πολλαπλών χρήσεων
Παραλιακός πεζόδρομος

Για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, θα εφαρμοστούν μέτρα ήπιας κυκλοφορίας στην οδό Σίφνου, ώστε να γίνεται σύνδεση του παρόχθιου διαδρόμου με τον υπάρχοντα παραλιακό πεζόδρομο. Η πρόταση για τη δημιουργία ενός πλήρους δικτύου πεζόδρομων στηρίζεται κυρίως στο ότι η χωροθέτηση του πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο κεντροβαρής σε σχέση με την επιφάνεια της περιοχής ενώ παράλληλα πρέπει να εξασφαλίζει τη σύνδεση των κυριότερων υπαίθριων χώρων.

Η στρατηγική μετατροπής της οδού Σίφνου σε δρόμο ήπιας κυκλοφορίας, πέραν από το μεγάλο όφελος που θα έχει για τη ζωή των κατοίκων, θα δώσει τη δυνατότητα αύξησης των διαπερατών επιφανειών της πόλης. Ο πεζόδρομος αυτός θα επιτρέπει την αμφίδρομη διέλευση οχημάτων με προτεραιότητα στους πεζούς, αλλά σε αυτόν θα απαγορεύεται η στάθμευση για την καλύτερη εξυπηρέτηση των πεζών.

Η πεζοδρόμηση της οδού Σίφνου έχει ως στόχο τη βελτίωση της ασφάλειας της οδού για τους πλέον ευάλωτους χρήστες της (παιδιά, ηλικιωμένοι και άτομα με αναπηρία).



Εικόνα 3.1: Ιεράρχηση Οδικού Δικτύου

Επιπρόσθετα θα βοηθήσει στη μείωση του αριθμού και της σοβαρότητας των ατυχημάτων, καθώς επίσης και στη μείωση του θορύβου και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Έχοντας και ως στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη, ο πεζόδρομος δίνει κίνητρο στη δημιουργία μιας πράσινης «όασης» εντός του οικιστικού ιστού της Σαρωνίδας.

Ο πεζόδρομος, ο οποίος θα συνδέεται με τον παρόχθιο διάδρομο πολλαπλών χρήσεων και μέσω της υπόγειας διάβασης στο τέλος της οδού Σίφνου με τον παραλιακό πεζόδρομο. Δια μέσω του παραλιακού πεζόδρομου, ενώνονται ο Ιερός Ναός και η πλατεία Σαρωνίδας που αποτελεί τον σημαντικότερο χώρο αστικού πρασίνου της περιοχής, και είναι τοποθετημένος ο τερματικός σταθμός των αστικών λεωφορείων.

3.2 Προτεινομένη Διαμόρφωση του Παρόχθιου Διαδρόμου

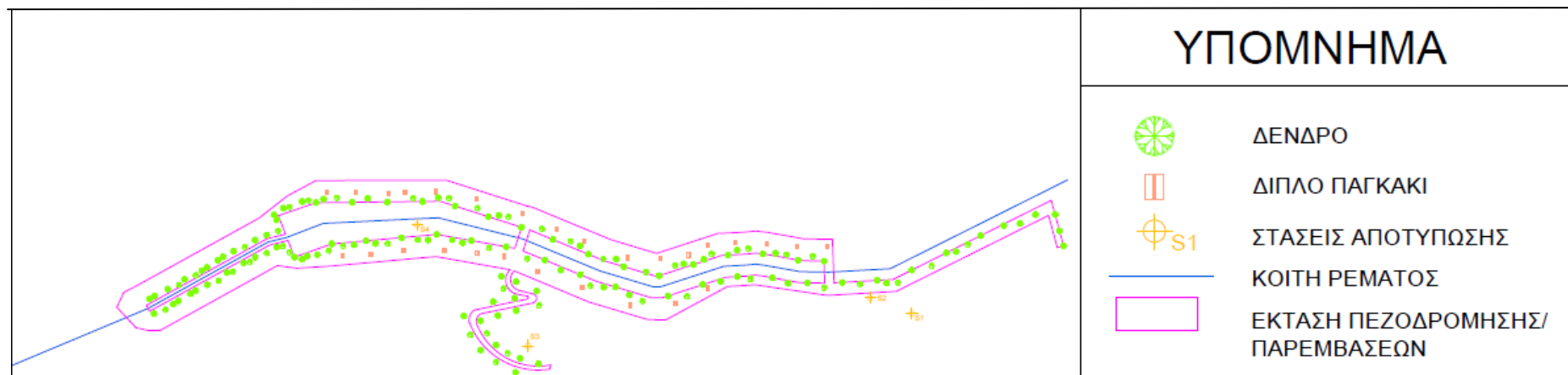
Η διαμόρφωση του παρόχθιου διαδρόμου που προτείνεται στοχεύει:

- ✚ Στην βελτίωση της υδραυλικής του ρέματος
- ✚ Στην αναβάθμιση του οικολογικού συστήματος της ευρύτερης περιοχής
- ✚ Στην δημιουργία περατών διαδρόμων για τους κατοίκους και τους επισκέπτες της περιοχής
- ✚ Στην βελτίωση της υπάρχουσας αισθητικής του χώρου
- ✚ Στην δημιουργία ασφαλών χώρων ψυχαγωγίας για τα κατοικίδια και τους ιδιοκτήτες τους

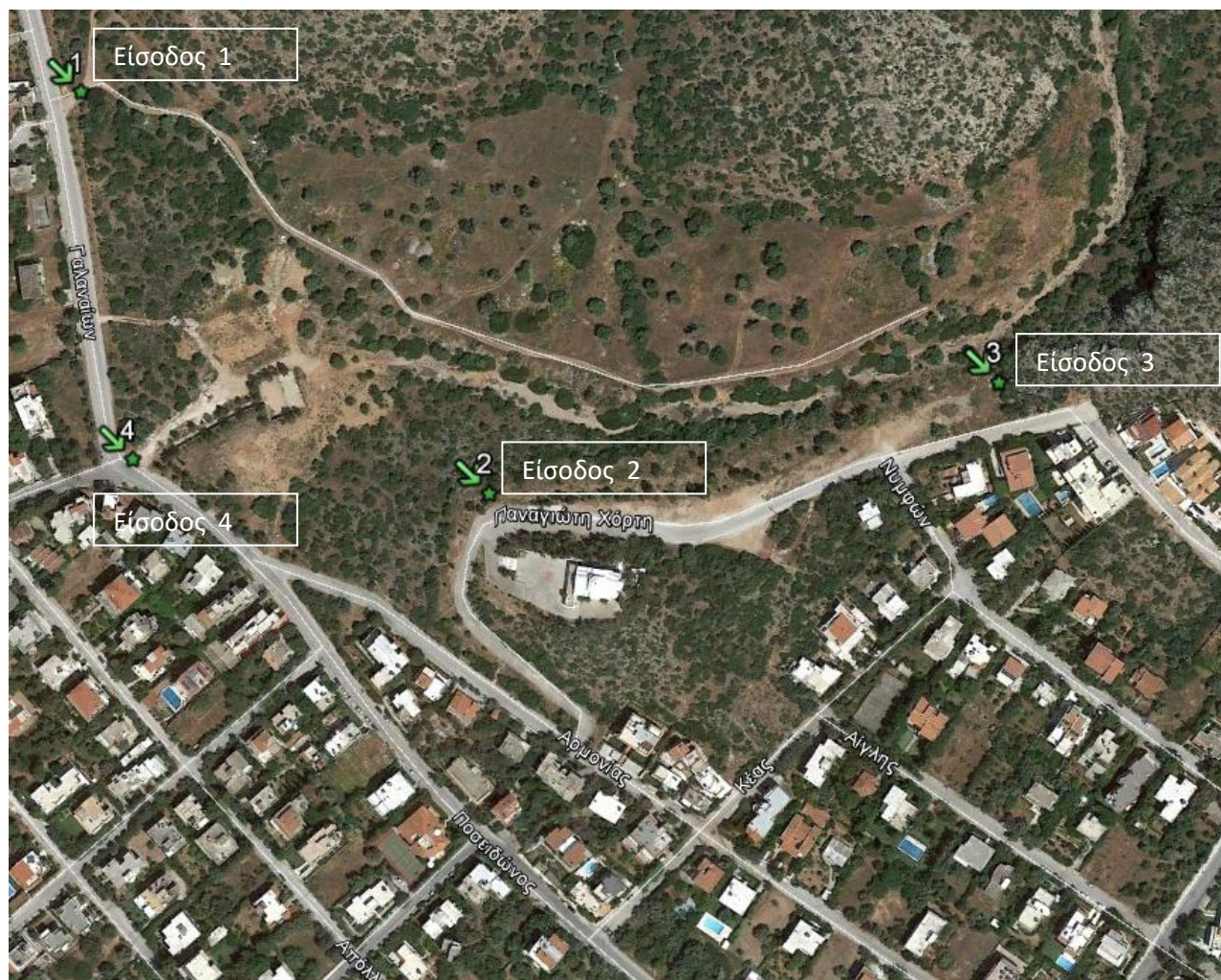
Με γνώμονα τα παραπάνω επιλέχθηκε το παρακάτω σενάριο: Η κοίτη του ποταμού θα διαμορφωθεί ώστε η κλίση των πρανών να είναι κατ' ελάχιστον 2:1. Κατά μήκος της κοίτης θα γίνει δενδροφύτευση και θα τοποθετηθούν παγκάκια με τρόπο που να συμβαδίζει με τις αρχές της αισθητικής που έχει θέσει ο Rutledge (1971) (αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 3.2.2.). Επίσης, ένας πεζόδρομος προβλέπεται σε κάθε κοίτη του ρέματος. Ο πεζόδρομος κατασκευάζεται από κυβόλιθους, ώστε να συνάδει με αυτόν κατά μήκος της ακτογραμμής, δίνοντας ενιαίο χαρακτήρα στις δύο κατά τα αλλά ανεξάρτητες παρεμβάσεις. Οι δύο πεζόδρομοι επικοινωνούν μέσω δύο μικρών γεφυρών και καταλήγουν στην οδό Σίφνου όπου και ενώνονται. Για την καλύτερη κατανόηση της προτεινομένης διαμόρφωσης σχεδιάστηκαν η κάτοψη με τις χαρακτηριστικές διατομές (Εικόνα 3.2), η κάτοψη της προτεινόμενης διαμόρφωσης (Εικόνα 3.3), τα σημεία εισόδου του παρόχθιου διαδρόμου (Εικόνα 3.4), οι επιθυμητές ροές πεζών (Εικόνα 3.5), η κάτοψη με την προτεινόμενη παρέμβαση και τα συμπληρωματικά της έργα (Εικόνα 3.6) και οι διατομές της (Εικόνες 3.7, 3.8, 3.9). Τα σχέδια αυτά βρίσκονται στο παράρτημα σχεδίων.



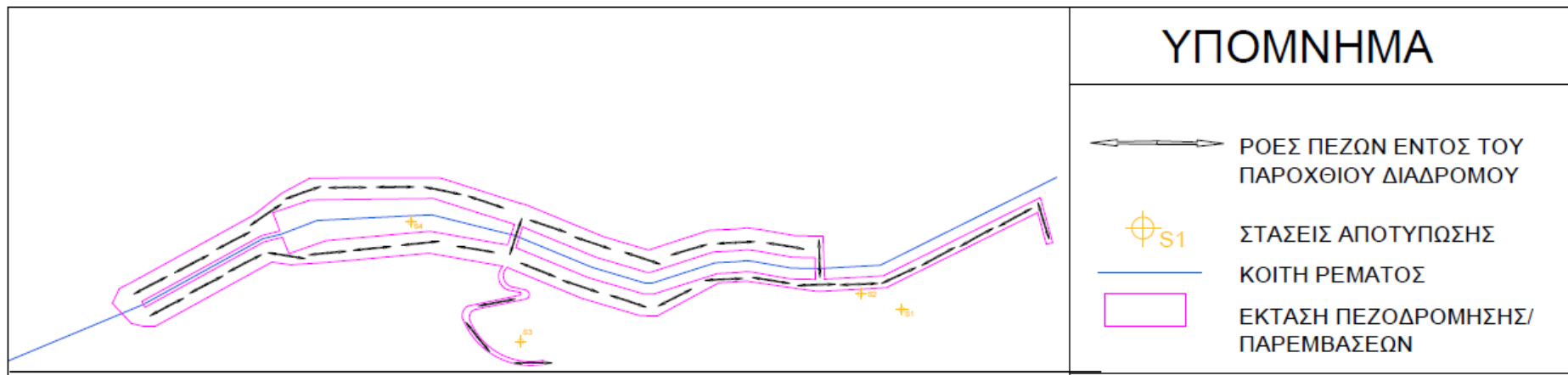
Εικόνα 3.2: Οι χαρακτηριστικές διατομές του ρέματος με ματζέντα οριοθετείται η έκταση των παρεμβάσεων και με κίτρινο οι διατομές



Εικόνα 3.3: Η προτεινόμενη διαμόρφωση σε κάτοψη



Εικόνα 3.4: Τα σημεία εισόδου στο επίμηκες πάρκο



Εικόνα 3.5: Οι επιθυμητές ροές πεζών



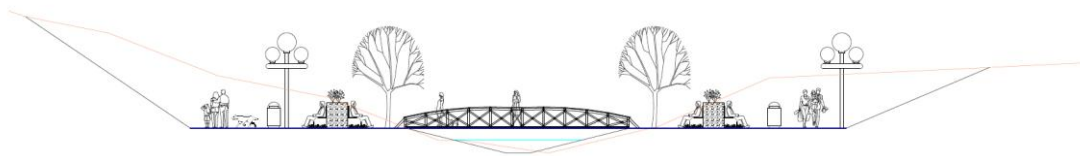
Εικόνα 3.6: Η προτεινόμενη παρέμβαση μαζί με τα συμπληρωματικά έργα

Στην διατομή Δ4 (Εικόνα 3.7) φαίνεται ότι αριστερά του ρέματος υπάρχει αρκετός χώρος και για άλλες χρήσεις πέρα του πεζόδρομου και της ανάπαυσης στα παγκάκια.



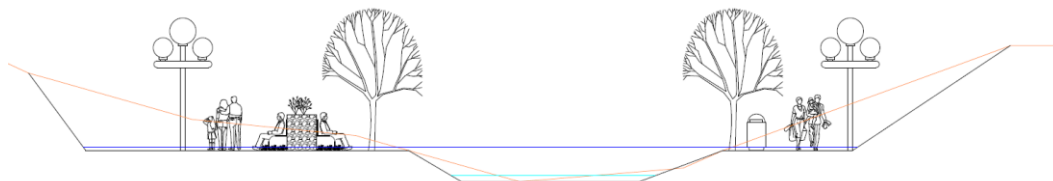
Εικόνα 3.7: Η διατομή Δ4

Στην διατομή Δ6 (Εικόνα 3.8) φαίνεται η προτεινόμενη λύση (γέφυρα) για την επικοινωνία των δύο όχθων του ρέματος.



Εικόνα 3.8: Η διατομή Δ6

Στην διατομή Δ10 (Εικόνα 3.9) ελλείπει χώρος από την δεξιά πλευρά έχει σχεδιαστεί μόνο ο πεζόδρομος χωρίς κάποιο παγκάκι.



Εικόνα 3.9: Η διατομή Δ10

Οι προτεινόμενες διαμορφώσεις έχουν λάβει υπόψη τις ανάγκες ατόμων με κινητικά προβλήματα καθώς στο σημείο που ο παρόχθιος διάδρομος ενώνεται με το οδικό δίκτυο προτείνεται να κατασκευαστεί ράμπα, ενώ η πλακόστρωση προτείνεται να έχει και σχετικό διάδρομο τυφλών. Το σημείο των πεζογεφυρών επίσης είναι προσβάσιμο καθώς είναι στο

ίδιο επίπεδο με τους πεζόδρομους όπως φαίνεται και από το σχήμα . Το μόνο σημείο όπου δεν διασφαλίζεται η προσβασιμότητα αφορά στην συμπληρωματική πρόταση σύνδεσης με των παραλιακό πεζόδρομο καθώς ο συγκεκριμένος πεζόδρομος δεν είναι προσβάσιμος στην παρούσα φάση, και θα μπορούσε να λυθεί με την τοποθέτηση ειδικού αναβατόριου σκάλας .

3.2.1. Βλάστηση

Από την αυτοψία που έγινε στην περιοχή διαπιστώθηκε ότι η χλωρίδα της περιοχής παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Τη βασική βλάστηση αποτελούν διάφορα είδη θάμνων (μεσογειακή μακία), πεύκα του είδους *Pinus Halepensis*, αγριελιές (*Olea sylvestris*), φρύγανα, πουρνάρια, ρείκια και λίγα κυπαρίσσια. Η χλωρίδα περιλαμβάνει, επίσης μερικά ενδημικά φυτά της περιοχής (κενταύρια η λαυρεωτική, κενταύρια η αττική) και διάφορα άλλα είδη όπως λ.χ. κυκλάμινα, παπαρούνες κλπ (Παπαπαύλου κ.α 2007)

Παρ' όλα αυτά, πολλά από τα δέντρα βρίσκονται και εντός της κοίτης του ρέματος, που δύναται να δυσχεραίνει σημαντικά την ροή του νερού, καθώς το νερό μπορεί να παρασύρει κλαδιά ή/και κορμούς από αυτά.



Εικόνα 3.10: Άποψη από την υπάρχουσα κοίτη του ρέματος

Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να γίνουν κάποιες εκριζώσεις δένδρων, τα οποία βρίσκονται εντός της κοίτης. Επιπλέον, ως προς την σωστή κατεύθυνση θα ήταν να φυτευτούν δέντρα, τα οποία συμβαδίζουν με την ήδη υπάρχουσα χλωρίδα, όπως πεύκα, κυπαρίσσια και ευκάλυπτοι, τα οποία ευδοκούν εύκολα στην περιοχή.

Πολύ συχνά δίπλα στα ρέματα και τις πηγές φύονται πολλά υδρόφιλα είδη φυτών, όπως: ιτιές (*Salix alba*), πλάτανοι (*Platanus orientalis*), λεύκες (*Populus nigra*), φράξι (*Fraxinus ornus*), όστριες (*Ostrya carpinifolia*), γεράνια (*Geranium lucidum*), λαζαράκια ή βατράχια (*Ranunculus ficaria*, *Ranunculus millefoliatus*) και πολυκόμπια (*Equisetum telmateia*), θα μπορούσαν επίσης να αποτελέσουν καλές επιλογές για την φύτευση στην περιοχή μελέτης.

3.2.2. Ποιότητα αισθητικής

Για την αισθητική ενός χώρου, «ο μελετητής εφαρμόζει όχι μόνο τις αρχές της σύνθεσης της τέχνης, αλλά και τις δυνάμεις της διαίσθησης του» (Rutledge 1971). Ο Rutledge (1971) υποστηρίζει πως και οι πιο ανειδίκευτοι μελετητές, είναι ικανοί να ξεχωρίσουν το αρεστό από το δυσάρεστο. Ως απαραίτητη προϋπόθεση ορίζει να έχουν οξύνει τις δεξιότητες επίγνωσης τους. Για να καθοριστεί εάν κάτι είναι αρεστό, ο Rutledge (1971) προτείνει να χρησιμοποιείται η «κλίμακα υπεροχής» (excellence scale). Η «κλίμακα υπεροχής» είναι η απλή σύγκριση δύο υποθετικών χώρων – ο ένας χωρίς ανέσεις, είναι λασπωμένος και κακοδιατηρημένος και ο δεύτερος περιλαμβάνει όμορφα δέντρα που παρέχουν σκιά, στρατηγικά τοποθετημένα παγκάκια, ενδιαφέρουσες κατασκευές για την ψυχαγωγία των κατοικίδιων και μια ωραία θέα που ελκύει τους επισκέπτες στον χώρο αυτό. Ο ένας είναι στο χαμηλότερο σημείο της «κλίμακας υπεροχής» και ο άλλος είναι στο υψηλότερο σημείο της. Προκειμένου να αποκτηθεί η ικανότητα αυτή, συνεχίζεται η έρευνα για το ποιο θα είναι το χειρότερο και καλύτερο υποθετικό σενάριο (Rutledge 1971).

Από την στιγμή που ο κάθε ένας από εμάς έχει διαφορετική γνώμη για το τι είναι ωραίο, ο Rutledge προτείνει ότι θα ήταν καλύτερο να κρίνεται κάποιο σχέδιο με βάση την τάξη και την ποικιλία πάρα την ομορφιά του. Για την παραγωγή μιας επιθυμητής παρέμβασης, τάξη και ποικιλία πρέπει να την διέπουν. Η ποικιλία παρέχει διέγερση και ενθουσιασμό και είναι αναγκαία για την καταπολέμηση της πλήξης σε ένα σχέδιο. Η τάξη δίνει το αίσθημα της ηρεμίας και της λογικής ορθότητας. Παρόλα αυτά, η υπερβολική ποικιλία δημιουργεί ένα χαοτικό συναίσθημα και η υπερβολική ομοιομορφία και τάξη έχει ως αποτέλεσμα μια

μονότονη ατμόσφαιρα. «Σε ένα επιτυχημένο σχέδιο, η τάξη και η ποικιλία είναι παρούσες σε μία εύθραυστη ισορροπία» (Rutledge 1971).

3.2.3. Ζητήματα χρηστικότητας

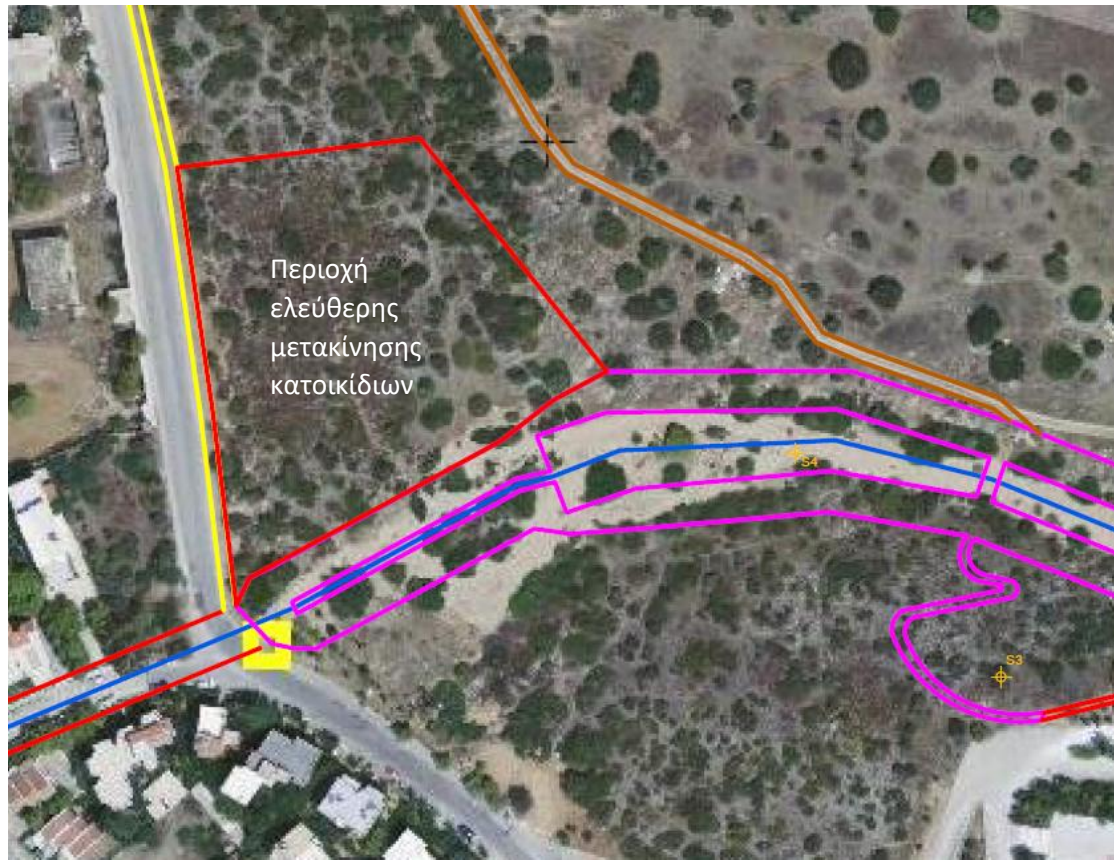
Η ελκυστικότητα ενός χώρου είναι αδιάφορη από το εάν ο συγκεκριμένος χώρος είναι χρηστικός. Η χρηστική αποδοτικότητα μπορεί να κριθεί σχεδόν στο σύνολο της από απτές αποδείξεις, σε αντίθεση με την αισθητική ενός χώρου, όπου πιο ποιοτική ανάλυση βασίζεται στην αίσθηση ενός αντικειμένου, η χρηστική επίδραση μιας προτεινόμενης παρέμβασης είναι προβλέψιμη (Rutledge 1971). Η «κλίμακα υπεροχής» που αναφέραμε παραπάνω δύναται να χρησιμοποιηθεί και για την χρηστικότητα. Για παράδειγμα, το ύψος του φράκτη στην περιοχή ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων (βλ. 3.2.4.), θα είναι αρκετό από το να αποτρέπει τους σκύλους από το να δραπετεύουν από εκεί, με τι υλικά θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα τα παγκάκια για να αντέχουν στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, αν οι επισκέπτες είναι προστατευμένοι από τα στοιχεία της φύσης κλπ. Για να κατασκευαστεί ένας λειτουργικός διάδρομος πολλαπλών χρήσεων, είναι αναγκαίο να αναλογιστούμε πως οι διάφοροι χρήστες θα μπορούν να τον χρησιμοποιούν όπως το προσωπικό συντήρησης, τα άτομα με αναπηρία, οι ιδιοκτήτες κατοικίδιων, τα κατοικίδια και γενικότερα το σύνολο των κατοίκων της περιοχής.

Ο στόχος είναι να γίνει μια παρέμβαση που έχει την καλύτερη ποιότητα και δεν έχει αδυναμίες. Κάτι τέτοιο δεν είναι πάντα εφικτό επειδή το καλύτερο προϊόν μπορεί να υπερβαίνει τις απαιτήσεις κόστους, περιορισμούς χρόνου ή η περιοχή καθορίζει το τι είναι εφικτό. Συμβιβασμοί είναι απαραίτητοι όπως επίσης και δημιουργικές λύσεις (Rutledge 1971).

3.2.4. Περιοχή ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων (off-leash area)

Με γνώμονα το έργο να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των κατοίκων της περιοχής, προβλέπεται μια περιοχή ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων (off-leash area), σαν συμπληρωματικό έργο, που εφάπτεται του παρόχθιου διαδρόμου πολλαπλών χρήσεων σε μια σχετικά επίπεδη περιοχή (Εικόνα 3.62).

Η περιοχή ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων είναι ένα πάρκο για σκύλους, το οποίο τους επιτρέπει να ασκούνται και να παίζουν χωρίς λουρί σε ένα προστατευμένο και ελεγχόμενο περιβάλλον υπό την επίβλεψη των ιδιοκτητών τους. Τέτοια πάρκα συνήθως, είναι περιφραγμένα με κάποιον φράκτη διαθέτουν παγκάκια για τους ιδιοκτήτες, δραστηριότητες για τα κατοικίδια, ύδρευση κλειστούς κάδους απορριμμάτων και απαιτούν τακτική συντήρηση (Allen 2007).



Εικόνα 3.11: Λεπτομέρεια από το συνολικό σχέδιο, με κόκκινο οριοθετείται η περιοχή ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων

Οι περιοχές ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων προσφέρουν μια τοποθεσία κοινωνικής διάστασης, όπου οι κάτοικοι έχουν την δυνατότητα να μαζεύονται και να κοινωνικοποιούνται και να παρατηρούν την κοινωνικοποίηση των κατοικίδιων τους. Επομένως, παρεμβάσεις, όπως αυτή, επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες και τα κατοικίδια τους να περνούν χρόνο μαζί και στα κατοικίδια και προσφέρουν χώρο για παιχνίδι και παρέα με άλλα κατοικίδια. Έχει παρατηρηθεί ότι το λουρί προκαλεί στους σκύλους τάσεις περίφραξης της περιοχής τους, ενώ η ελεύθερη μετακίνηση είναι ευεργετική για τους σκύλους (Allen 2007).

Βέβαια, υπάρχουν και επιφυλάξεις για αυτές τις περιοχές, καθώς μπορεί να αποτελέσουν εστία θορύβου, αυξημένης κίνησης, μυρωδιων και μόλυνσης. Ειδικά, για την περιοχή μελέτης, η προτεινόμενη περιοχή ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων δεν εφάπτεται με περιοχή κατοικίας και οι συγκεκριμένες επιφυλάξεις μάλλον δεν βρίσκουν εφαρμογή σε αυτήν την περίπτωση.

Εν τούτοις, οι περισσότερες υπάρχουσες περιοχές ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων είναι αποτέλεσμα των αναγκών της τοπικής κοινωνίας ιδιοκτητών κατοικίδιων χωρίς κάποια κατεύθυνση από σχεδιαστές πάρκων, κτηνιάτρους ή και ακόμα εκπαιδευτές σκύλων. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να παρθούν οι κατάλληλες προφυλάξεις για τα κατοικίδια κατά τον σχεδιασμό της περιοχής ελεύθερης μετακίνησης κατοικίδιων.

3.2.5. Προφυλάξεις για τα κατοικίδια

Ο συγκεκριμένος παρόχθιος διάδρομος πολλαπλών χρήσεων στοχεύει πέρα από την αισθητική και οικολογική αναβάθμιση της περιοχής, την δημιουργία ασφαλών ροών για τους πεζούς και την ψυχαγωγία και για τη φροντίδα των τετράποδων φίλων του ανθρώπου. Για να σχεδιάσουμε ένα χώρο που να έχει αυτή την κατεύθυνση θα πρέπει να λάβουμε υπόψη την υγιεινή του χώρου.

Αρχικά, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί έρευνα της χλωρίδας, ώστε να διαπιστωθούν αν υπάρχουν είδη φυτών επικίνδυνα, επιβλαβή ή και τοξικά προς τα κατοικίδια. Μερικοί βολβοί είναι δηλητηριώδεις, όπως για παράδειγμα φυτών της οικογένειας του κρίνου, και θα πρέπει να αποφευχθεί η φύτευση τέτοιων φυτών εντός του πάρκου. Φυτά με αγκάθια, όπως οι θάμνοι που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης μας, μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς και πρέπει να απομακρυνθούν. Τέλος, φυτά που δύνανται να προκαλέσουν εξανθήματα ή σοβαρή αλλεργική αντίδραση θα πρέπει να απομακρυνθούν, τόσο για το καλό των κατοίκων αλλά και των κατοικίδιων τους.

Στο σχεδιασμό ενός χώρου φιλικού προς τα κατοικίδια είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη μερικά σοβαρά ζητήματα υγιεινής ως προς τους ανθρώπους και ως προς αυτά. Το έδαφος μπορεί πολύ γρήγορα να μολυνθεί, εάν τα περιττώματα του κατοικίδιου δεν μαζευτούν άμεσα. Μερικά από τα πιο συνηθισμένα σκουλήκια περιλαμβάνουν τα νηματώδη, όπως η Τοξοκάρα του σκύλου (*Toxocara canis*), τα αγκυλόστομα (*Ancylostoma caninum*), τα τριχούρη (*Trichuris vulpis*), και τα κεστώδη, όπως η ταινία του σκύλου (*Dipylidium caninum*). Μονοκύτταρα παράσιτα όπως οι *Isospora canis* και *Giardia lamblia* αποτελούν συχνά προβλήματα υγιεινής τέτοιων χώρων. Κάποια από τα παράσιτα που αναφέρθηκαν πιο πάνω μεταδίδονται και στους ανθρώπους. (Allen 2007).

Το πιο κοινό παράσιτο στους σκύλους είναι η νηματώδης τοξοκάρα του σκύλου. Τα αυγά της τοξοκάρας του σκύλου αναπτύσσονται μέσα σε προνύμφες και βρίσκονται στα περιττώματα των μολυσμένων σκύλων. Το παράσιτο μπορεί να μεταδοθεί και σε άλλους σκύλους μέσω του εδάφους ή πίνοντας νερό και γλύφοντας τα πόδια ή το τρίχωμα του μολυσμένου σκύλου. Ένας θηλυκός σκύλος μπορεί να περάσει την μόλυνση ακόμα και στα κουτάβια τα οποία κυοφορεί. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα επειδή τα νηματώδη τρέφονται

με τα θρεπτικά συστατικά τα οποία τρέφεται και ο νεογέννητος σκύλος. Το κουτάβι δύναται να παρουσιάσει εντερικά προβλήματα και να υποσιτίζεται λόγω των προνυμφών που αναπτύσσονται στο σώμα του. Τέλος, μπορεί να δημιουργηθούν και αναπνευστικά προβλήματα, όπως πνευμονία (Allen 2007).

Όλα αυτά τα παράσιτα μπορούν να περάσουν στα περιττώματα και να επιβιώσουν για αρκετά μεγάλη περίοδο στο έδαφος. Για την αποφυγή λοιπόν μολύνσεων στο διάδρομο πολλαπλών χρήσεων ωφέλιμο θα ήταν στις εισόδους να υπάρχουν πινακίδες που να υπενθυμίζουν στους ιδιοκτήτες να μαζεύουν πάντα και άμεσα τα περιττώματα των κατοικίδιων και να μην τα ταΐζουν από το έδαφος.

3.3 Προϋπολογισμός

Η εκτίμηση του κόστους για το έργο έγινε βάση του (ΦΕΚ 363B/19-02-2016, Τιμολόγηση για έργα οδοποιίας και πρασίνου 2016) και το κόστος για τις απαραίτητες εργασίες ανέρχεται στα 340.000 ευρώ. Οι απαραίτητες εργασίες που καλύπτει αυτό το ποσό είναι:

- ✚ Οι χωματουργικές εργασίες
- ✚ Η εκρίζωση θάμνων και αγριελιών εντός της κοίτης και των οχθών
- ✚ Η κατασκευή του πεζόδρομου από κυβόλιθους
- ✚ Η προμήθεια και τοποθέτηση για τα παγκάκια, τους κάδους σκουπιδιών και τις στήλες φωτισμού
- ✚ Η προμήθεια δένδρων και η δενδροφύτευση

Ο υπολογισμός των εκχωματισμών παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Υπολογισμός όγκου χωματουργικών εργασιών

	Εκσκαφές (m ²)	Επιχώσεις (m ²)	Εμβαδό Εκχωματισμών (m ²)	Απόσταση μεταξύ διαδοχικών διατομών (m)	Όγκος Χωματισμών (m ³)
Δ4	21	0	21	28.73	301.665
Δ5	15,4	6,4	9	43.3	649.5
Δ6	49,5	0,5	49	20.12	583.48
Δ7	58,5	1,5	57	27.81	1473.93
Δ8	52,4	0,4	52	25.97	1415.365
Δ9	29,2	0,2	29	26.33	1066.365
Δ10	34	0,2	34	22.8	718.2
Δ11	22	1	21	20.43	561.825
Δ12	46,8	0,8	46	22.72	761.12
Δ13	10,5	2,5	8	106.8	2883.6
ΣΥΝΟΛΟ					10415.05

Λόγω του ότι η κατασκευή των δύο πεζογεφυρών ανέρχεται στα 182.000 ευρώ κόστος το οποίο αντιστοιχεί περίπου στο 33% του υπόλοιπου έργου, και ότι για τον υπολογισμό του χρησιμοποιήθηκαν μη επίσημα τιμολόγια λόγω ανυπαρξίας επίσημων τιμολόγιων, θεωρήθηκε ωφέλιμο να γίνει ειδική αναφορά στο κόστος αυτών. Επομένως, το κόστος με μία αύξηση 10% για κάλυψη απρόβλεπτων ανέρχεται τελικά για το σύνολο του έργου στα 595.000 ευρώ, με βάση τιμολόγιων για το πρώτο εξάμηνο του 2016. (Πίνακας 3.2)

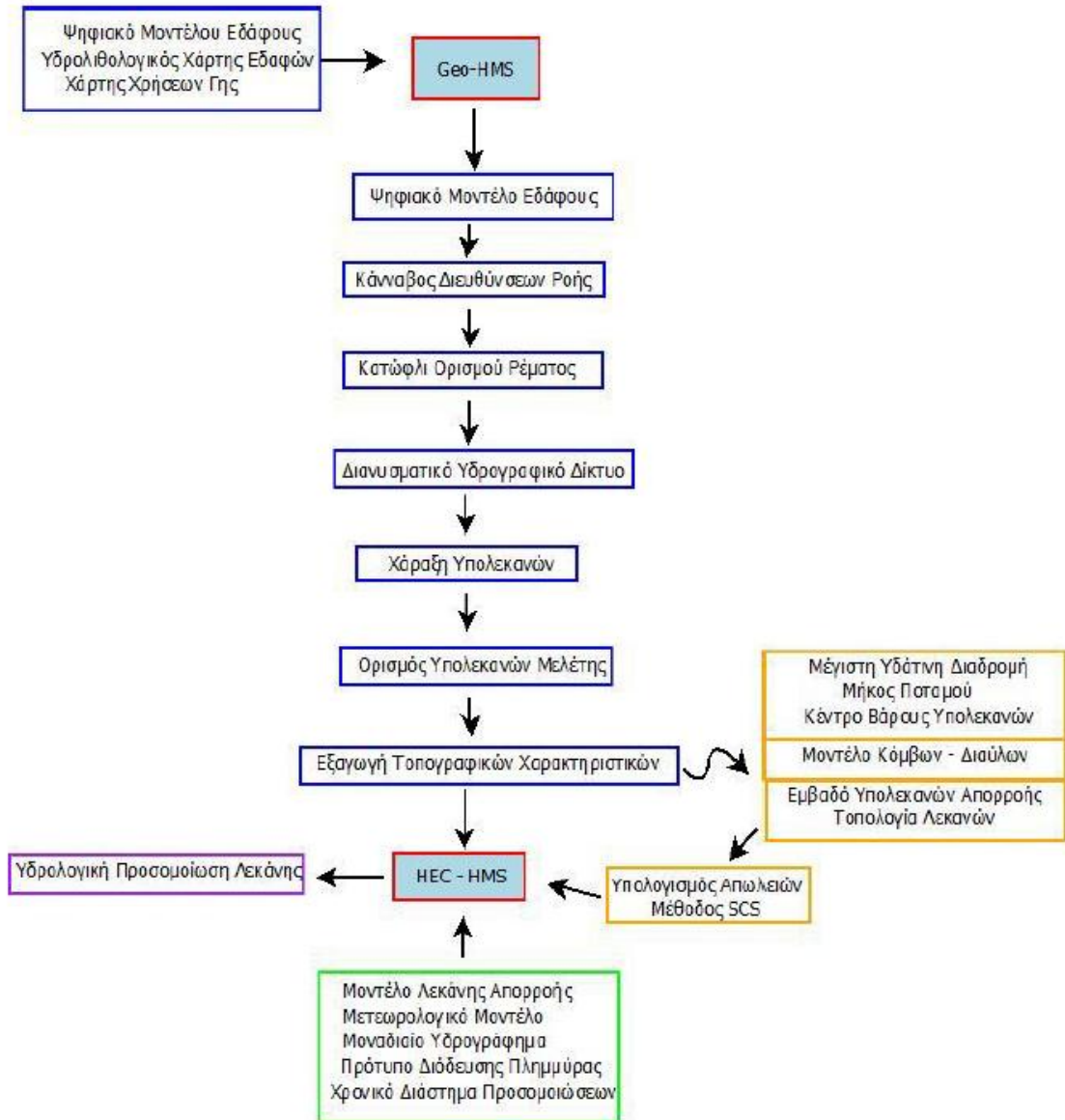
Επιπλέον, έχουν υπολογιστεί και κάποια συμπληρωματικά έργα, όπως η πεζοδρόμηση και πλακόστρωση με κυβόλιθους της οδού Σίφνου και η δημιουργία ενός πεζοδρομίου στο επίπεδο της εκκλησίας που να ενώνει το μονοπάτι στην αρχή του πάρκου (διατομή Δ13) με το μονοπάτι που καταλήγει στην διατομή Δ6.

Πίνακας 3.2: Η εκτίμηση κόστους για τις προτεινόμενες παρεμβάσεις

Σύντομη περιγραφή αντικειμένου	Άρθρο Αναθεώρησης	Μονάδα μέτρησης	Τιμή μονάδας (ευρώ)	Ποσότητα	Συνολικό Κόστος (ευρώ)
Εκσκαφή σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες	ΟΔΟ 1123Α	m3	0.70	10415.05	7,290.54
Πλακόστρωση με κυβόλιθους	ΟΔΟ 2922	m2	35.00	8853.00	309,855.00
Προμήθεια Δένδρων	ΠΡΣ 5210	Τεμ.	12.50	55.00	687.50
Άνοιγμα λάκκων διαστάσεων 0,50 x 0,50 x 0,50 m	ΠΡΣ 5120	Τεμ.	2.00	55.00	110.00
Καθαρισμός χώρου φυτών σε άλση, πάρκα, πλατείες και ελεύθερους χώρους	ΠΡΣ 5390	στρ.	20.00	4.00	80.00
Κόψιμο - εκρίζωση μεμονωμένου θάμνου με ύψος έως 1,50 m	ΠΡΣ 5352	Τεμ.	2.00	25.00	50.00
Κόψιμο - εκρίζωση μεμονωμένου θάμνου με ύψος >1,50 m	ΠΡΣ 5352	Τεμ.	4.00	2.00	8.00
Εκρίζωση μεγάλων δένδρων περιμέτρου κορμού έως 0,30 m	ΠΡΣ 5354	Τεμ.	40.00	44.00	1,760.00
Εκρίζωση μεγάλων δένδρων περιμέτρου κορμού από 0,31 μέχρι 0,60 m	ΠΡΣ 5354	Τεμ.	60.00	34.00	2,040.00
Εκρίζωση μεγάλων δένδρων περιμέτρου κορμού από 0,61 μέχρι 0,90 m	ΠΡΣ 5354	Τεμ.	80.00	9.00	720.00
Εκρίζωση μεγάλων δένδρων περιμέτρου κορμού από 0,91 μέχρι 1,20 m	ΠΡΣ 5354	Τεμ.	100.00	1.00	100.00
Μεταλλικός εξαγωνικός κάδος με καπάκι	ΟΙΚ 5104	Τεμ.	300.00	10	3,000.00
Καθιστικά με πλάτη, με σκελετό από διαμορφωμένους χαλυβδοσωλήνες και δοκίδες φυσικού ξύλου	ΟΙΚ 5104	Τεμ.	190.00	28	5,320.00
Στήλες φωτισμού	ΗΛΜ-103	Τεμ.	438.60	28	12,280.80
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ (πλην πεζογεφυρών)					343,301.84
Κατασκευή Πεζογεφυρών	-	m2	2188.45	90	196,960.50
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ (χωρίς τα απρόβλεπτα)					540,262.34
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ					594,288.60
Πλακόστρωση με κυβόλιθους (επιπλέον έργο)	ΟΔΟ 2922	m2	35.00	5197.00	181,895.00

4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

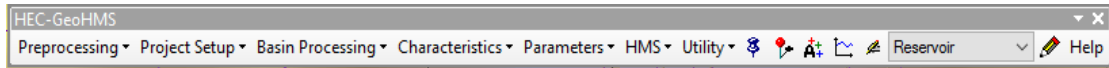
Στην Εικόνα 4.1 παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την υδρολογική προσομοίωση της λεκάνης απορροής με τη χρήση του προγράμματος HEC-HMS.



Εικόνα 4.1: Διάγραμμα Διαδικασίας Υδρολογικής Προσομοίωσης της Λεκάνης με HEC-HMS (Παγάνα 2012)

4.1 Γεωμορφολογική και Υδρολογική Ανάλυση της Λεκάνης

Η γεωμορφολογική ανάλυση της λεκάνης έγινε στο περιβάλλον του ArcMap και πιο συγκεκριμένα σε αυτό του GIS, με την βοήθεια του HEC-GeoHMS.



Εικόνα 4.2: Η εργαλειοθήκη HEC-GeoHMS

Τα αρχεία εισόδου στο HEC-GeoHMS είναι το ψηφιακό μοντέλο εδάφους, ο γεωλογικός χάρτης καθώς και κάποια άλλα αρχεία χωρικών δεδομένων σε διανυσματική μορφή, όπως αυτό του υδρογραφικού δικτύου.

Με μια διαδικασία η οποία θα αναλυθεί στην πορεία της εργασίας, παράγονται δύο αρχεία, τα οποία είναι τα αρχεία εξόδου στο πρόγραμμα HEC-HMS. Πιο συγκεκριμένα εξάγονται:

- Αρχείο χάρτη (background map) -> οπτικοποίηση των υπολεκανών απορροής και των υδατορευμάτων στην περιοχή μελέτης
- Αρχείο του μοντέλου της λεκάνης απορροής (basin model) -> υδρολογικά και γεωμορφολογικά στοιχεία λεκάνης

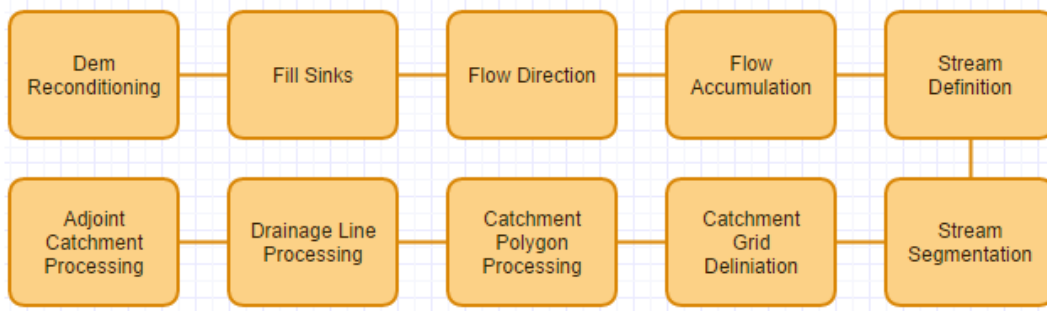
Τα υπόλοιπα στοιχεία που απαιτούνται για τη λειτουργία του HEC-HMS είναι το μετεωρολογικό μοντέλο, τα παρατηρούμενα πλημμυρογραφήματα και κάποιες παράμετροι για την εφαρμογή των μαθηματικών προτύπων του προγράμματος.

4.1.1. Προσομοίωση γεωχωρικής πληροφορίας

Για την δημιουργία του μοντέλου εισαγωγής στο πρόγραμμα HEC-HMS χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό GeoHMS από την εργαλειοθήκη επεξεργασίας γεωχωρικής υδρολογικής προσομοίωσης. Μέσω της εργαλειοθήκης αυτής (Εικόνα 4.2) ο χρήστης εισάγει το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) καθώς και τον γεωλογικό χάρτη και τον χάρτη χρήσεων γης και μπορεί να επεξεργαστεί τα δεδομένα με στόχο την εξαγωγή της υδρολογικής δομής δεδομένων που αποτελεί το υδρολογικό δίκτυο. Σύμφωνα και με το εγχειρίδιο χρήσης (William and Fleming 2010), έχουμε την δυνατότητα επεξεργασίας της χωρικής πληροφορίας, την καταγραφή των χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής και την οριοθέτηση υπολεκανών και ρεμάτων.

4.1.2 Προεπεξεργασία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM) - Preprocessing

Στο στάδιο αυτό, μέσω των επιλογών του Terrain Preprocessing γίνεται η επεξεργασία των υδρολογικών και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του μοντέλου εδάφους. Για την έναρξη της διαδικασίας αυτής χρειάζεται ένα πρωτογενές ψηφιακό μοντέλο εδάφους.



Εικόνα 4.3: Το διάγραμμα ροής της επεξεργασία του DEM για την εξαγωγή του μοντέλου (Παγάνα 2012)

Η κάθε εντολή θα εξηγηθεί σύντομα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωμένα στην συνέχεια:

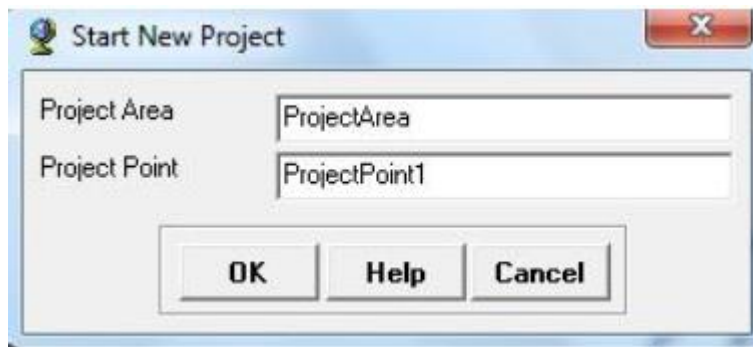
- 🚧 **Dem Reconditioning:** Πρόκειται για την επιβολή ενός ήδη σχεδιασμένου συνθετικού υδρογραφήματος πάνω στο DEM με στόχο καλύτερα αποτελέσματα κατά την διαδικασία και την διόρθωση τυχόν υψομετρικών λαθών.
- 🚧 **Fill Sinks:** Δημιουργεί ένα νέο DEM το επονομαζόμενο και υδρολογικό DEM στο οποίο έχουν διορθωθεί τυχόν κοιλώματα και τάφροι με βάση το υψόμετρο των περιβαλλουσών περιοχών.
- 🚧 **Flow Direction:** Καθορίζει την κατεύθυνση της καθόδου με την μεγαλύτερη κλίση για κάθε φατνίο της επιφάνειας.
- 🚧 **Flow Accumulation:** Καθορίζει τον αριθμό των ανάντη φατνίων που ρέουν σε ένα συγκεκριμένο κελί.
- 🚧 **Stream Definition:** Κατηγοριοποιεί τα κελιά με συγκέντρωση ροής μεγαλύτερη του κατωφλίου που καθορίζει ο χρήστης ως τμήματα του δικτύου ροών.

- ✚ **Stream Segmentation:** Διαχωρίζει το δίκτυο ροών σε τμήματα. Τμήματα ή σύνδεσμοι θεωρούνται τα τμήματα ενός υδατορεύματος που συνδέουν δύο κόμβους.
- ✚ **Catchment Grid Delineation:** Δημιουργεί μια υπολεκάνη για κάθε υδατόρευμα.
- ✚ **Catchment Polygon Processing:** Μετατρέπει το πλέγμα του προηγούμενου βήματος σε διανυσματική μορφή.
- ✚ **Drainage Line Processing:** Δημιουργεί την διανυσματική μορφή των υδατορευμάτων.
- ✚ **Adjoint Catchment Processing:** Συναθροίζει τις ανάντη υπολεκάνες σε κάθε διακλάδωση.

4.1.3 Επεξεργασία λεκάνης και δημιουργία αρχείων εισόδου στο HEC-HMS


Για τη δημιουργία των αρχείων εισόδου, γίνεται χρήση του μενού HMS Project Setup, της εργαλειοθήκης του HEC- GeoHMS.

Η διαδικασία ξεκινάει με την εντολή <<start new project>>




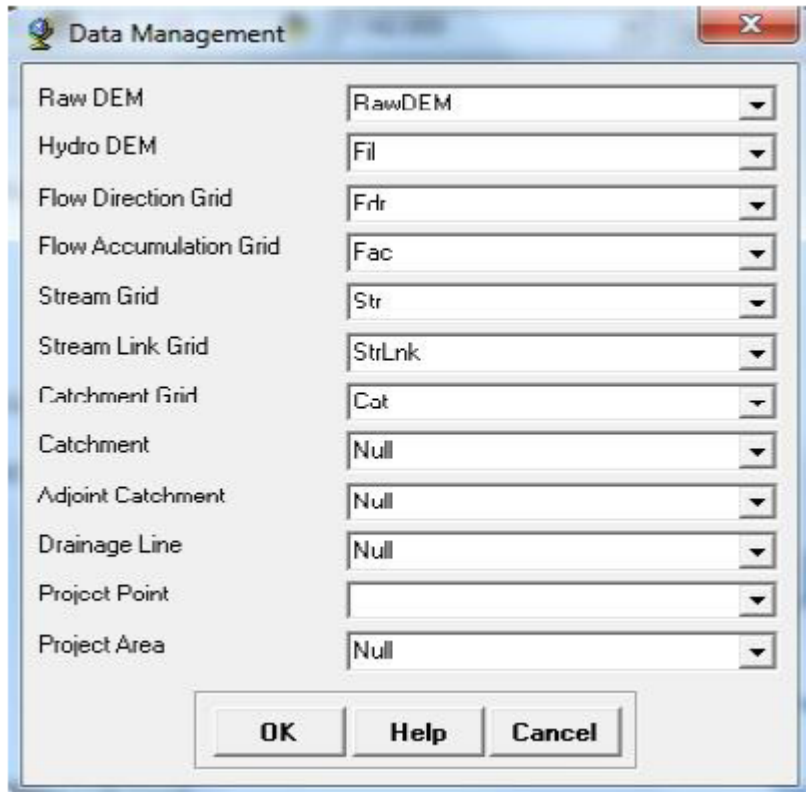
Εικόνα 4.4: Παράθυρο <<start new project>>

Στη συνέχεια, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.5, ορίζονται οι μήτρες δεδομένων για το DEM.

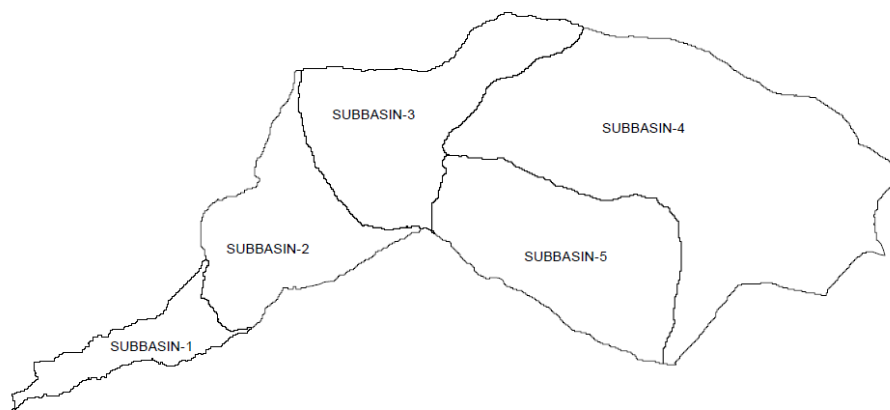
Επόμενο βήμα είναι ο ορισμός του σημείου εξόδου, πατώντας το εργαλείο . Έπειτα, μέσω της εντολής Generate Project προκύπτει η περιοχή μελέτης.

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε η δημιουργία υπολεκανών στα σημεία όπου κρίθηκε αναγκαίο, λόγω απότομων αλλαγών υψομέτρων και κλίσεων. Η ενέργεια αυτή έγινε με την χρήση

του εργαλείου  της εργαλειοθήκης του HEC-GeoHMS. Τελικά το σχήμα της περιοχής με τον ακριβή αριθμό των υπολεκανών, φαίνεται στην Εικόνα 4.6.



Εικόνα 4.5: Μήτρες δεδομένων για το DEM



Εικόνα 4.6: Λεκάνη μελέτης και οι υπολεκάνες της

Από το μενού εντολών «Basin Characteristics της εργαλειοθήκης του HEC-GeoHMS, γίνεται ο υπολογισμός διαφόρων τοπογραφικών χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου και της λεκάνης. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίζεται το μήκος και η μέση κλίση του ποταμού, το

μέγιστο μήκος της υδάτινης διαδρομής μιας λεκάνης μέχρι την έξοδό της, το κέντρο βάρους της υπολεκάνης απορροής καθώς και το μέγιστο μήκος της υδάτινης διαδρομής από το κέντρο βάρους μέχρι την έξοδο της. Στο Πίνακα 4.1 παρατίθενται οι τιμές ορισμένων χαρακτηριστικών.

Πίνακας 4.1: Τοπογραφικά χαρακτηριστικά λεκάνης

Μέγεθος	Τιμή
Εμβαδόν λεκάνης απορροής	2,4 km ²
Μήκος ρέματος	3,96 km
Μέγιστο μήκος υδάτινης διαδρομής στη λεκάνη απορροής	2,33 km
Μέγιστο κεντροειδές μήκος υδάτινης διαδρομής (κέντρο βάρους-έξοδος λεκάνης)	1,05 km

4.1.4 Τελική διαδικασία για τη δημιουργία αρχείων εισόδου HEC-HMS

Στη φάση αυτή, γίνεται επιλογή των προτύπων για την υδρολογική προσομοίωση της λεκάνης μέσω του μενού Hydrologic Parameters>> Select HMS Processes. Βέβαια, υπάρχει η δυνατότητα τα πρότυπα αυτά να αλλάξουν κατά την επεξεργασία στο πρόγραμμα HEC-HMS ή να εισαχθούν κατευθείαν εκεί, όπως και έγινε στην παρούσα εργασία.

Τέλος, για τη δημιουργία των αρχείων εισόδου ακολουθούνται τα επόμενα βήματα:

Μενού HMS:

- Map to HMS units: Μετατροπή των δεδομένων σε μονάδες συμβατές στο HMS
- Check Data: Έλεγχος ορθότητας δεδομένων
- HMS Schematic: Αποτύπωση απλού υδρολογικού δικτύου και τη συνδεσιμότητα των κόμβων και των διαύλων
- HMS Legend: Αποτύπωση κόμβων και διαύλων με εικονίδια
- Add Coordinates: Προσθήκη συντεταγμένων στους κόμβους και στους διαύλους
- Prepare Data For Model Export: Συγκρότηση του μοντέλου λεκάνης
- Background Shape File – Basin File: Εξαγωγή χάρτη συμβατό στο περιβάλλον HEC-HMS
- Create HEC-HMS Project: Δημιουργία τελικού αρχείου δεδομένων εισόδου στο HEC-HMS

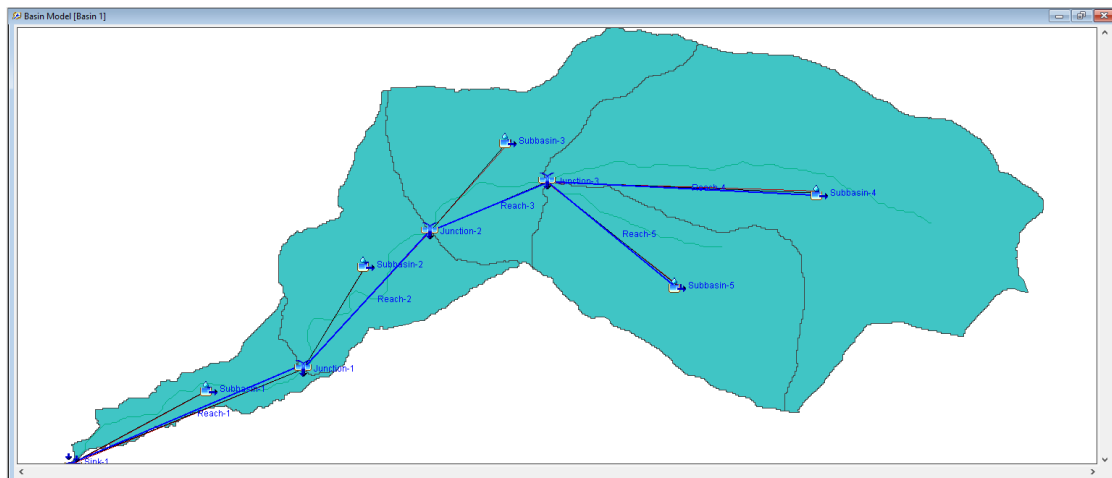
4.2 Το πρόγραμμα υδρολογικής προσομοίωσης HEC-HMS

Το πρόγραμμα HEC-HMS (William and Fleming 2010) σχεδιάστηκε από τον Αμερικανικό στρατό και διατίθεται δωρεάν στον αντίστοιχο ιστότοπο (<http://www.hec.usace.army.mil/> 2016). Είναι σχεδιασμένο ώστε να προσομοιώνει τις διαδικασίες βροχοπτώσης – παροχών δενδρικών συστημάτων λεκανών. Είναι ακόμη σχεδιασμένο ώστε να είναι εφαρμόσιμο σε ένα μεγάλο εύρος γεωγραφικών περιοχών, λύνοντας έτσι το μεγαλύτερο δυνατό εύρος προβλημάτων. Αυτό περιλαμβάνει τόσο μεγάλες λεκάνες ποταμών, όσο και μικρές αστικές παροχές. Τα υδρογραφήματα που παράγονται από το πρόγραμμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν απ' ευθείας ή σε συνδυασμό με άλλα λογισμικά για μελέτες διαθεσιμότητας υδάτων, αστικών αποχετεύσεων, πρόβλεψης ροών, επίδρασης της μελλοντικής αστικοποίησης, σχεδιασμού υπερχειλιστή φράγματος, μείωσης ζημιών πλημμύρας, διευθέτησης περιοχών κατάκλυσης και εφαρμογής συστημάτων (William and Fleming 2010).

Πρόκειται για ένα γενικευμένο πρόγραμμα μοντελοποίησης με δυνατότητα να παρουσιάζει πολλές διαφορετικές λεκάνες απορροής. Το μοντέλο της λεκάνης δημιουργείται χωρίζοντας τον υδρολογικό κύκλο σε επεξεργάσιμα τμήματα και δημιουργώντας όρια γύρω από την λεκάνη ενδιαφέροντος (Fleming 2010).

4.2.1 Μοντέλο λεκάνης απορροής

Η υδρολογική προσομοίωση της λεκάνης απορροής ξεκινάει με την εισαγωγή του μοντέλου λεκάνης στο οποίο θα γίνει η εργασία. Στο μενού «File – Import- Basin Model» με την επιλογή του κατάλληλου αρχείου .basin, το οποίο είναι το αρχείο εξόδου από το GeoHMS εισάγεται το μοντέλο όπως σχεδιάστηκε στο ArcMap. (Εικόνα 4.7)



Εικόνα 4.7: Η λεκάνη απορροής στο λογισμικό HEC-HMS

Τα εικονίδια ερμηνεύονται ως εξής:



Υπολεκάνη



Δημιουργία συνδέσμου



Έξοδος Λεκάνης



Θέση λεκάνης αποθήκευσης, λίμνης ή λίμνης φράγματος



Δημιουργία σύνδεσης μεταξύ κόμβων

4.3 Πρότυπο Υπολογισμού Απωλειών Βροχής

Με βάση τα δεδομένα που ήταν διαθέσιμα επιλέχθηκε η μέθοδος SCS για τον υπολογισμό των απωλειών βροχής. Με βάση τον γεωλογικό χάρτη και τις χρήσεις γης προσδιορίζεται ο συντελεστής CN (Curve Number) για κάθε υπολεκάνη απορροής.

Στις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν μετρήσεις για τις διάφορες απώλειες, η εκτίμηση του περισεύματος της βροχής αποτελεί ουσιαστικά δύσκολο πρόβλημα. Η υπηρεσία Soil Conservation Service των ΗΠΑ παρουσίασε μια μέθοδο υπολογισμού του ύψους περισεύματος της βροχής από μια δεδομένη βροχή με τη βοήθεια τριών μεταβλητών: του ύψους βροχής, της αρχικής κατάστασης υγρασίας του εδάφους και του υδρολογικού σύμπλοκου εδάφους καλύμματος (SCS 1972). Η μέθοδος SCS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του περισεύματος της βροχής ή την εκτίμηση της συνολικής άμεσης απορροής που προήλθε από βροχή συγκεκριμένης διάρκειας.

Σύμφωνα με την μέθοδο SCS έγινε η εκτίμηση ότι οι αρχικές απώλειες (συγκράτησης και εξάτμισης) είναι 20% των συνολικών απωλειών, δηλαδή της διαφοράς μεταξύ βροχής (P) και περισεύματος βροχής (R).

$$R=0 \quad , \text{ για } P \leq 0.2S$$

$$R = \frac{(P-0.2S)^2}{(P-0.8S)} \quad , \text{ για } P > 0.2S \quad (4.1)$$

Οι συνολικές απώλειες εκφράζονται με μια παράμετρο, γνωστή ως αριθμός καμπύλης CN, με την εξίσωση:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \text{ (σε mm)} \quad (4.2)$$

Με βάση το συνολικό ύψος των προηγούμενων πέντε ημερών τα εδάφη διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες που χαρακτηρίζουν την αρχική κατάσταση υγρασίας του εδάφους (Πίνακας

4,2).

Πίνακας 4.2: Κατάταξη εδαφών με βάση την αρχική υγρασία εδάφους (Τσακίρης 1995)

Κατηγορία	Συνολικό ύψος βροχής 5 προηγούμενων ημερών	
	Χειμερινή περίοδος	Περίοδος Βλάστησης
I	< 13	< 35
II	13 - 28	35 - 53
III	> 28	> 53

Από υδρολογική άποψη τα εδάφη κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες (Πίνακας 4.3).

Το σύμπλοκο εδάφους φυτοκάλυψης που αντιπροσωπεύει τον τύπο του εδάφους από υδρολογική άποψη και την κατηγορία φυτοκάλυψης και χρήσης γης μπορεί να εκφραστεί με τον αριθμό καμπύλης απορροής CN που προκύπτει για την κατηγορία της αρχικής υγρασίας (Τσακίρης 1995) (Πινάκας 4.4).

Με βάση την κατάταξη των εδαφών σε επίπεδα υδατοπερατότητας και χρησιμοποιώντας τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ (Εικόνα 2.14), ο χάρτης αναφοράς της γεωλογίας για την περιοχή προκύπτει από την Εικόνα 4.8 και ο αριθμός καμπύλης για κάθε υπολεκάνη φαίνεται στον Πίνακα 4.5. Αναλυτικά, οι υπολογισμοί για την εύρεση του συντελεστή CN βρίσκονται στο παράρτημα πινάκων (βλ. Παράρτημα Γ').

Πίνακας 4.3: Κατάταξη εδαφών από υδρολογική άποψη (Τσακίρης 1995)

Κατηγορία	Χαρακτηριστικά
A	Εδάφη με υψηλή βασική διηθητικότητα και υψηλή διαπερατότητα. Συνήθως αμμώδη ή χαλικώδη εδάφη
B	Εδάφη με μέτρια βασική διηθητικότητα και διαπερατότητα που αποτελούνται από μέσης μέχρι ελαφράς σύστασης εδάφη
C	Εδάφη με μικρή βασική διηθητικότητα και διαπερατότητα. Περιλαμβάνουν εδάφη μέσης μέχρι βαριάς σύνθεσης
D	Εδάφη με πολύ μικρή βασική διηθητικότητα και διαπερατότητα. Περιλαμβάνουν κυρίως αργιλώδη εδάφη, εδάφη με υψηλή στάθμη υπόγειου νερού ή αδιαπέρατο στρώμα

Πίνακας 4.4: Ο αριθμός καμπύλης απορροής CN (Curve Number) για την κάθε κατηγορία εδαφών ανάλογα με την χρήση γης (Τσακίρης 1995)

Απλοποιημένες Χρήσεις Γης	Curve Number			
	A	B	C	D
Αστική Δόμηση	72	82	88	91
Καλλιέργειες	62	74	82	85
Δάση Κωνοφόρων	35	58	73	80
Πώδης και Θαμνώδης Βλάστηση- Χέρσες Περιοχές	76	85	90	93

Πίνακας 4.5: Ο αριθμός καμπύλης απορροής CN (Curve Number) για την κάθε υπολεκάνη απορροής

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	Curve Number
SUBBASIN-4	79,43
SUBBASIN-1	44,58
SUBBASIN-5	79,60
SUBBASIN-3	64,11
SUBBASIN-2	44,87

4.3.1 Υπολογισμός άμεσης απορροής

Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το Συνθετικό Μοναδιαίο Υδρογράφημα Σχεδιασμού SCS. Σύμφωνα με μελέτες πολλών γεγονότων και υδρογραφημάτων για μέσες λεκάνες απορροής έχει επικρατήσει η άποψη Άγγλων και Αμερικανών ερευνητών ότι ο κατιών κλάδος μπορεί να λαμβάνεται ίσος με $1.67T_p$, όπου T_p ο χρόνος υστέρησης (Τσακίρης 1995).

Με δεδομένα την παροχή αιχμής και το χρόνο συγκέντρωσης για γνωστή διάρκεια ενεργού βροχοπτώσεως, δύναται να υπολογιστεί το συνθετικό αδιάστατο μοναδιαίο υδρογράφημα για τη δεδομένη λεκάνη απορροής (Τσακίρης 1995) (Εικόνα 4.9).

Η περιοχή κάτω από το ΜΥ είναι ίση με την άμεση απορροή ισοδύναμης ενεργούς βροχής ύψους 1cm και ο χρόνος ανόδου μπορεί να εκφραστεί ως συνάρτηση του χρόνου υστέρησης T_p . Έτσι μπορεί εύκολα να αποδειχθεί ότι:

$$q_p = \frac{CA}{T_p} \quad (4.3)$$

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p \quad (4.4)$$

όπου $C = 2,08$

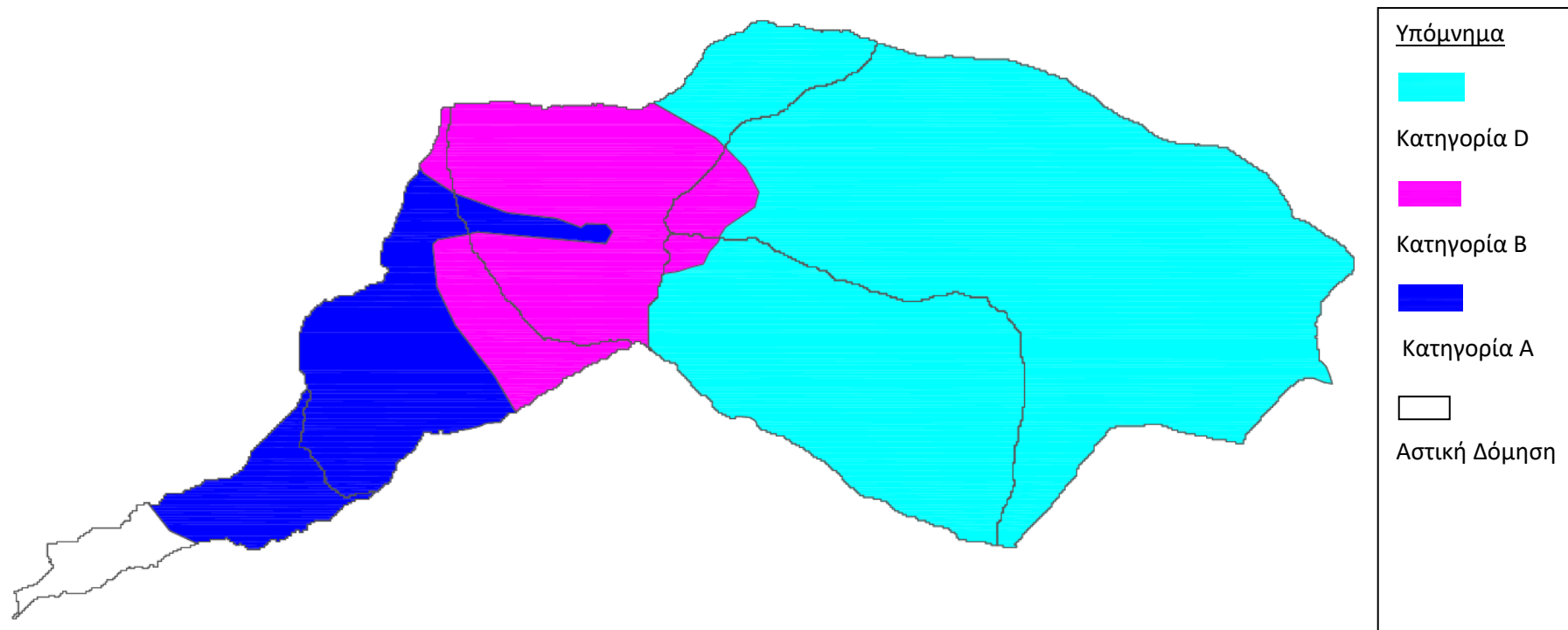
και $A =$ το εμβαδόν της λεκάνης απορροής σε km^2

Για τον υπολογισμό του χρόνου συγκέντρωσης χρησιμοποιήθηκε ο τύπος υπολογισμού της SCS ενώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν αρκετοί εμπειρικοί τύποι υπολογισμού του χρόνου αυτού. Ο τύπος της SCS παρουσιάζεται παρακάτω:

$$t_c = \frac{L^{1.15}}{7700H^{0.38}} \quad (4.5)$$

Επισημαίνεται ότι το t_c υπολογίζεται σε ώρες και τόσο το μήκος του ποταμού L όσο και το H δηλαδή η υψομετρική διαφορά μεταξύ του σημείου εξόδου της λεκάνης και του μέσου υψομέτρου της λεκάνης υπολογίζονται σε πόδια (ft).

Για την εισαγωγή των δεδομένων στο HEC-HMS χρησιμοποιείται ο Πίνακας 4.6.



Εικόνα 4.8: Κατάταξη εδαφών με βάση το κριτήριο υδατοπερατότητας κατά SCS

Πίνακας 4.6: Οι χρόνοι t_p για την κάθε υπολεκάνη απορροής

ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	H(ft)	L(ft)	t_c (h)	t_p (min)
SUBBASIN-4	734,90	5009,75	0,19	7
SUBBASIN-5	833,33	2354,88	0,07	3
SUBBASIN-3	465,87	1745,84	0,06	2
SUBBASIN-2	341,20	2920,34	0,13	5
SUBBASIN-1	173,88	3322,93	0,20	7

4.3.2 Πρότυπο υπολογισμού διόδευσης

Διόδευση ονομάζεται η τεχνική που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της χωροχρονικής εξέλιξης μιας πλημμύρας μέσω ενός επιφανειακού υδροφορέα (π.χ. υδατόρευμα, ταμιευτήρας, τμήμα υδρογραφικού δικτύου).

Η τεχνική της διόδευσης αποτελεί σημαντικό τμήμα των μοντέλων μετασχηματισμού των βροχοπτώσεων σε απορροές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη μεταφορά πληροφοριών απορροής από τη θέση ενός υδρομετρικού σταθμού στη θέση που μας ενδιαφέρει. Οι μεθοδολογίες διόδευσης είναι δύο:

Η Υδρολογική μεθοδολογία διόδευσης βασίζει την πρόβλεψη της εξέλιξης της πλημμύρας στην εξίσωση της συνέχειας και σε μια συνάρτηση της χωρητικότητας του συστήματος. Αν ο φορέας διαμέσου του οποίου γίνεται η διόδευση είναι ταμιευτήρας απαιτείται επιπλέον και μια συνάρτηση που συνδέει την παροχή εκροής με την αποθήκευση του υδροφορέα. Οι μέθοδοι αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούν δεδομένα πλημμύρας εισόδου και προβλέπουν τα χαρακτηριστικά της πλημμύρας εξόδου. Οι μέθοδοι αυτές δε δίνουν πληροφορίες για την πλήρη χωροχρονική εξέλιξη πλημμύρας και δεν απαιτούν γνώσεις των χαρακτηριστικών του υδατορεύματος.

Η Υδραυλική μεθοδολογία διόδευσης βασίζει την μαθηματική αναπαράσταση της εξέλιξης της πλημμύρας στην χρησιμοποίηση εξισώσεων ασταθούς ροής σε ανοικτούς αγωγούς (εξισώσεις Saint Venant). Οι μέθοδοι αυτής της κατηγορίας δίνουν όλες τις πληροφορίες κατά την διέλευση μιας πλημμύρας μέσω ενός υδρογραφικού δικτύου χρησιμοποιούν όμως στοιχεία που σπάνια είναι γνωστά και οι παραδοχές που γίνονται για την απλοποίηση και επίλυση των εξισώσεων, ανατρέπουν σε κάποιο βαθμό την ακρίβεια και την αξιοπιστία των μεθόδων αυτών (Τσακίρης 1995).

Η υδραυλική διόδευση πλημμύρας διαμέσου τμήματος ποταμού, η μέθοδος Muskingum, χρησιμοποιεί την απλοποιημένη εξίσωση συνέχειας σε ένα τμήμα ποταμού (McCarthy 1938):

$$I - Q = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (4.6)$$

Όπου:

I: η παροχή εισροής στο τμήμα ποταμού το χρονικό διάστημα Δt

Q: η παροχή εκροής στο τμήμα του ποταμού το χρονικό διάστημα Δt

ΔS : η μεταβολή του όγκου αποθήκευσης στο τμήμα του ποταμού κατά το χρονικό διάστημα Δt

Δt : το χρονικό διάστημα

Συνεπώς, η διαφορά μεταξύ όγκου εισροής και εκροής σε ένα διάστημα Δt είναι ίση με τη μεταβολή της αποθήκευσης στο τμήμα για το αντίστοιχο διάστημα Δt .

Η σχέση αποθήκευσης με την εισροή και εκροή, σύμφωνα με την μέθοδο Muskingum, εκφράζεται μετά από απλοποίηση με μια γραμμική σχέση:

$$S = K[xI + (1 - x)Q] \quad (4.7)$$

όπου:

x: το βάρος συμμετοχής της εισροής και 1-x το βάρος συμμετοχής της εκροής στην αποθήκευση του τμήματος. Το x είναι μεταξύ 0 και 0.5 (αδιάστατο μέγεθος).

K: η παράμετρος που προσεγγίζεται περίπου από το μέσο χρόνο διαδρομής της αιχμής της πλημμύρας διαμέσου του τμήματος (σε μονάδες χρόνου).

Η περιοχή μελέτης έχει απλοποιηθεί ώστε να περιέχει 5 κύρια υδατορεύματα. Για τον υπολογισμό της διόδευσης εισάγονται το μήκος των τμημάτων και η ταχύτητα ροής. Για τον υπολογισμό του μήκους των υδατορευμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ArcMap όπου υπολογίστηκε το μήκος από κατάντη των λεκανών μέχρι την θέση του κόμβου. Για την παράμετρο x χρησιμοποιήθηκε η τιμή 0.2.

Για τον υπολογισμό του αριθμού των Sub-Reaches ο οποίος είναι απαραίτητος, σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης του HEC-HMS (William and Fleming 2010), αυτός προσεγγίζεται ως

ο λόγος του μήκους προς το γινόμενο της ταχύτητας επί το χρονικό βήμα της προσομοίωσης, που για την παρούσα εργασία ορίζεται στα 10 λεπτά. (Πίνακας 4.7)

Πίνακας 4.7: Το πλήθος των υπό-ρεμάτων (Sub-Reaches) για την κάθε υπολεκάνη απορροής

RIVER	L(m)	Sub-reaches	K(h)
SUBBASIN-4	1526,9722215136	3	0,42
SUBBASIN-5	717,7691193458	1	0,20
SUBBASIN-3	532,132034356	1	0,15
SUBBASIN-2	890,1219330882	1	0,25
SUBBASIN-1	1012,8300858899	2	0,28

4.4 Μετεωρολογικό Μοντέλο

4.4.1 Εφαρμογή της μεθόδου βαρών Thiessen

Για την εκτέλεση της μεθόδου βαρών Thiessen επαναχρησιμοποιήθηκε το λογισμικό GIS και συγκεκριμένα η κανονική διαδικασία εξαγωγής πολυγώνων και όχι η αυτοματοποιημένη του HEC-GeoHMS.

Πιο συγκεκριμένα, αναλύοντας την διαδικασία, δημιουργήθηκε ένα νέο στοιχείο στην λεκάνη απορροής το οποίο αποτυπώνει τις θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών στην περιοχή και με δεδομένες τις συντεταγμένες τους σε ΕΓΣΑ87. Για την δημιουργία πολυγώνων για όλη την λεκάνη χρειάστηκε να τροποποιηθούν οι επεκτάσεις διεργασίας (processing extents) της εντολής Create Thiessen Polygons του ArcMap ενώ για την εξαγωγή της πληροφορίας με βάση το σχήμα της λεκάνης και των υπολεκάνων χρησιμοποιήθηκαν οι εντολές Clip του Geoprocessing καθώς και Intersect προκειμένου τα στοιχεία να αποκτήσουν δεδομένα για κάθε λεκάνη απορροής χωρισμένης με βάση το πολύγωνο. Η απεικόνιση των πολυγώνων Thiessen παρουσιάζεται παρακάτω (Εικόνα 4.10). Συγκεκριμένα, με γαλάζιο απεικονίζεται η περιοχή επιρροής του μετεωρολογικού σταθμού του Ελληνικού και με πράσινο του μετεωρολογικού σταθμού των Σπάτων.

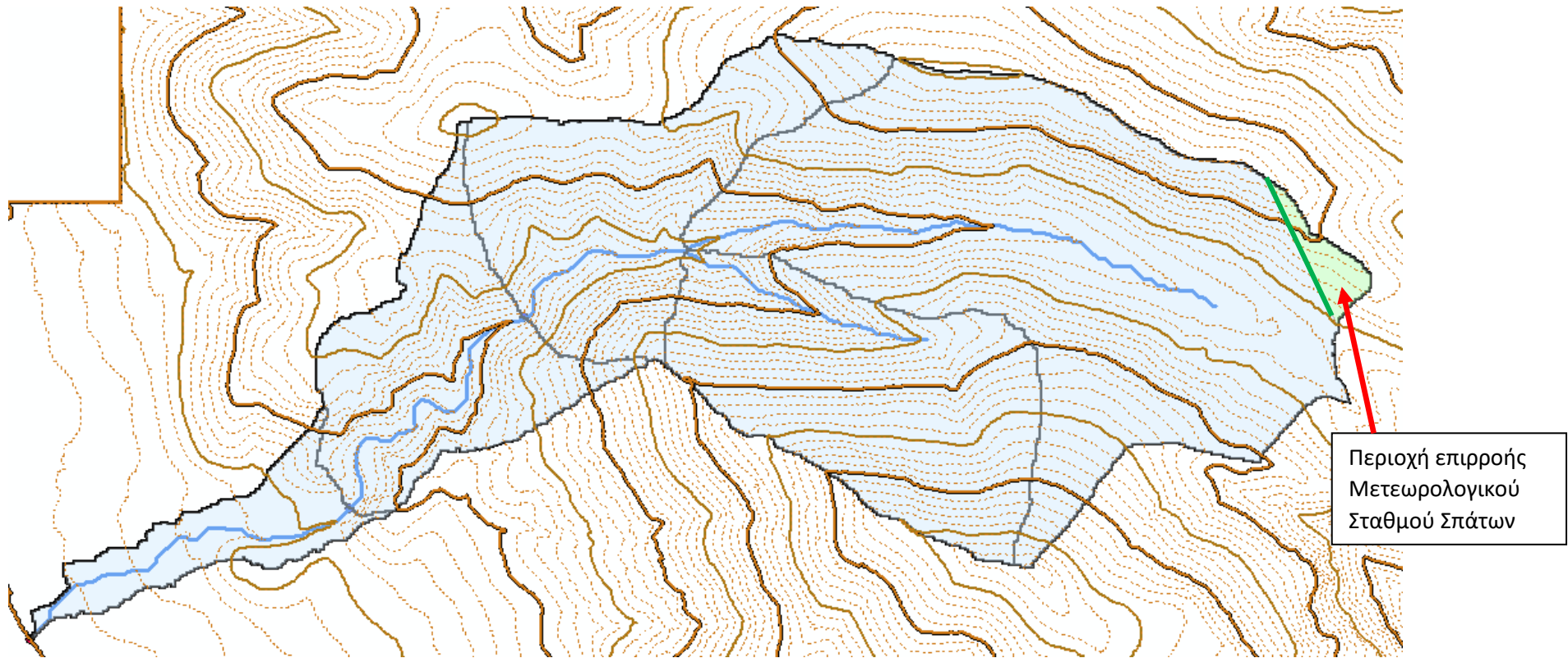
4.4.2 Υπολογισμός συντελεστών Thiessen

Ο υπολογισμός των συντελεστών Thiessen έγινε στο Excel καθώς μετά την εκτέλεση της εντολής intersect ήταν πολύ εύκολη η εξαγωγή της πληροφορίας του ποσοστού του πολυγώνου επί της συνολικής επιφάνειας της υπολεκάνης.

Πιο αναλυτικά οι συντελεστές παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8: Οι συντελεστές Thiessen για τις υπολεκάνες απορροής

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	ΣΠΑΤΑ
SUBBASIN-4	0,97	0,03
SUBBASIN-1	1	0
SUBBASIN-5	1	0
SUBBASIN-3	1	0
SUBBASIN-2	1	0



Εικόνα 4.9: Απεικόνιση των πολυγώνων Thiessen στη λεκάνη απορροής

Τελικά, με τη χρήση των παραπάνω βαρών (συντελεστές Thiessen) επιτεύχθηκε μετατροπή των σημειακών βροχοπτώσεων σε επιφανειακές και έτσι έγινε δυνατή η εισαγωγή τους στο μετεωρολογικό μοντέλο.

Ειδικότερα, στο περιβάλλον του HEC-HMS η εισαγωγή τους γίνεται ως εξής:

- ✚ Εισαγωγή νέου μετεωρολογικού μοντέλου, όπου γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων. Στο σημείο αυτό γίνεται ο καθορισμός του τύπου των δεδομένων.

HEC-HMS>> Components >> Meteorological Model Manager

- ✚ Δημιουργία αρχείων που δέχεται τα δεδομένα σε μορφή χρονοσειράς. Το δεδομένο εισόδου είναι το υετόγραμμα.

HEC-HMS>> Components>> Time series data

- Time Window -> Καθορισμός επεισοδίου βροχόπτωσης (π.χ. 12 hr με βήμα 6 min)
- Table -> Εισαγωγή της χρονοσειράς
- Graph -> Διάγραμμα της χρονοσειράς – Υετόγραμμα (Εικόνα 4.11)
- Time series gage -> Εισαγωγή δεδομένων χρονοσειράς είτε χειροκίνητα είτε μέσω αρχείου .dss (στην παρούσα εργασία έγινε χειροκίνητα)

Καθώς η περιοχή μελέτης βρίσκεται ως επί το πλείστον εντός της περιοχής επιρροής του Μετεωρολογικού Σταθμού Ελληνικού, κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν μόνο τα στοιχεία από αυτόν τον σταθμό (βλ. Παράρτημα Γ').

4.4.3 Προσδιορισμός χρονικών διαστημάτων προσομοιώσεων

Στο μενού << Control Specifications >> ορίζεται το χρονικό διάστημα για το οποίο το μοντέλο θα εκτελέσει την προσομοίωση. Στην παρούσα εργασία το χρονικό αυτό διάστημα είναι 12 ώρες. Ειδικότερα, η ενεργοποίηση της εντολής αυτής γίνεται από το μενού Components>> Control Specifications Manager και προκύπτει το «παράθυρο» (Εικόνα 4.11), όπου εισάγεται το χρονικό διάστημα προσομοίωσης.

The screenshot shows a software window titled 'Control Specifications'. Inside, there is a form with the following fields:

- Name: Control 1
- Description: bsn_saronida
- *Start Date (ddMMYYYY): 03Feb2011
- *Start Time (HH:mm): 00:00
- *End Date (ddMMYYYY): 03Feb2011
- *End Time (HH:mm): 12:00
- Time Interval: Minutes

Εικόνα 4.10: Δημιουργία αρχείου προσομοίωσης

4.4.3.1 Εισαγωγή απωλειών βροχής

Μετά το σχηματισμό και την πτώση της βροχής και πριν τη δημιουργία της απορροής, αρχίζουν διάφορες διαδικασίες που συντελούν σ' αυτό που ονομάζεται απώλειες της βροχής. Μετά την αφαίρεση από το συνολικό ύψος βροχής των αρχικών απωλειών συγκράτησης και των απωλειών διήθησης και εφ' όσον η βροχή συνεχίζεται, παρατηρείται συγκέντρωση του νερού σε επιφανειακές κοιλότητες του ανάγλυφου. Ακολουθεί η επιφανειακή αποθήκευση. Το νερό που συγκεντρώνεται σε αυτές τις κοιλότητες ή στην επιφάνεια εξατμίζεται ή διηθείται αργότερα και επομένως αποτελεί επίσης απώλεια (Τσακίρης 1995). Συνεπώς, για τον προσδιορισμό του ενεργού ύψους βροχής είναι σημαντικό να προσδιορίσουμε τον όγκο αυτών των απωλειών.

4.4.4 Βροχή σχεδιασμού

Οι Koutsoyiannis and Baloutsos (1999) δίνουν την σχέση για την όμβρια καμπύλη που περνάει από το Αστεροσκοπείο Αθηνών:

$$i(d, T) = \frac{40.6(T^{0.185} - 0.45)}{(d + 0.189)^{0.796}} \quad (4.8)$$

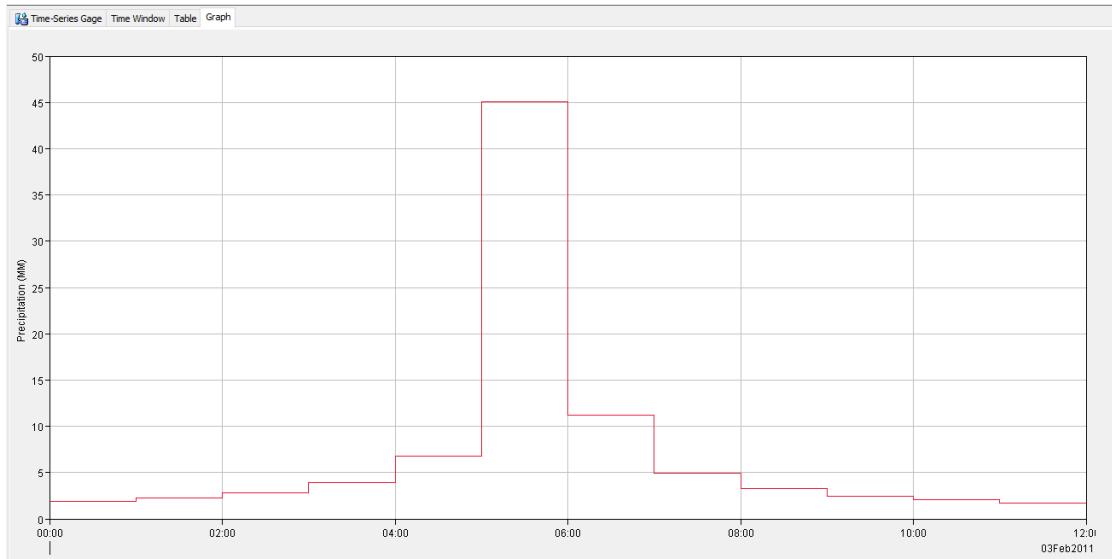
όπου:

i: η ένταση της βροχής (mm/h) ,

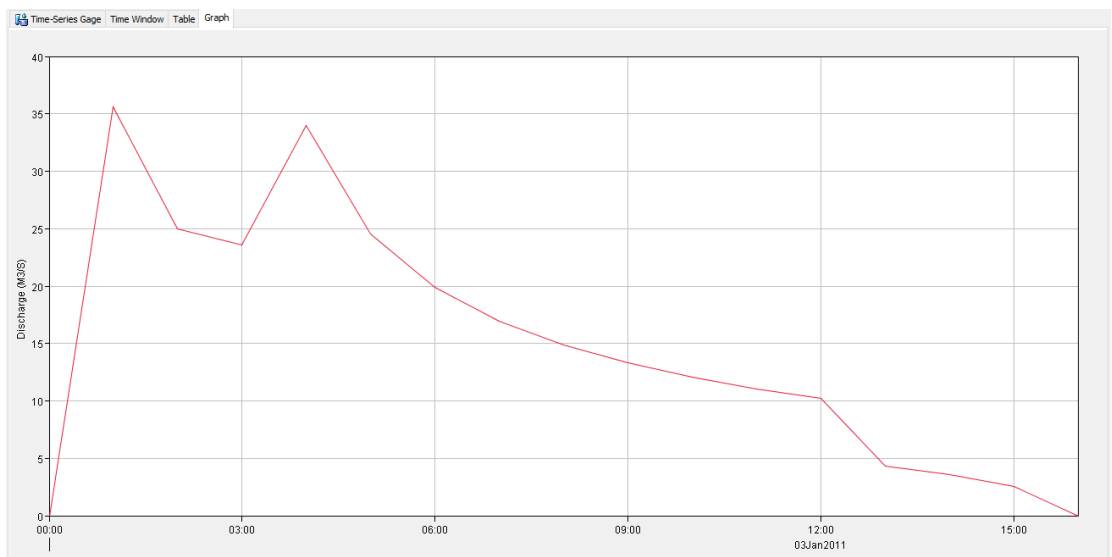
d: η διάρκεια της βροχής (h),

T: η περίοδος επαναφοράς (έτη)

Για τον Ελληνικό χώρο, αντί της 24ωρης βροχής επιλέγεται η 12ωρη, καθώς οι λεκάνες είναι μικρότερες και το ανάγλυφο εντονότερο (Τσακίρης 1995). Αυτά τα χαρακτηριστικά έχει και η μελετώμενη λεκάνη απορροής, επομένως επιλέγεται η 12ωρη βροχή. Αναπτύχθηκαν υετογράμματα για διάφορες περιόδους επαναφοράς και συγκεκριμένα για 5, 10, 20, 25, 50 και 100 έτη (Εικόνα 4.12) και έγινε διάταξη των τμηματικών υψών βροχής με την αιχμή στο 25%, στο 50% και στο 75% επί του συνόλου. Επιπλέον, αναπτύχθηκαν τα Υδρογραφήματα Άμεσης Απορροής (Εικόνα 4.13). Αναλυτικά, οι υπολογισμοί της βροχής σχεδιασμού για επεισόδια βροχής των περιόδων επαναφοράς που αναφέρθηκαν, βρίσκονται στο παράρτημα πινάκων (βλ. Παράρτημα Δ').



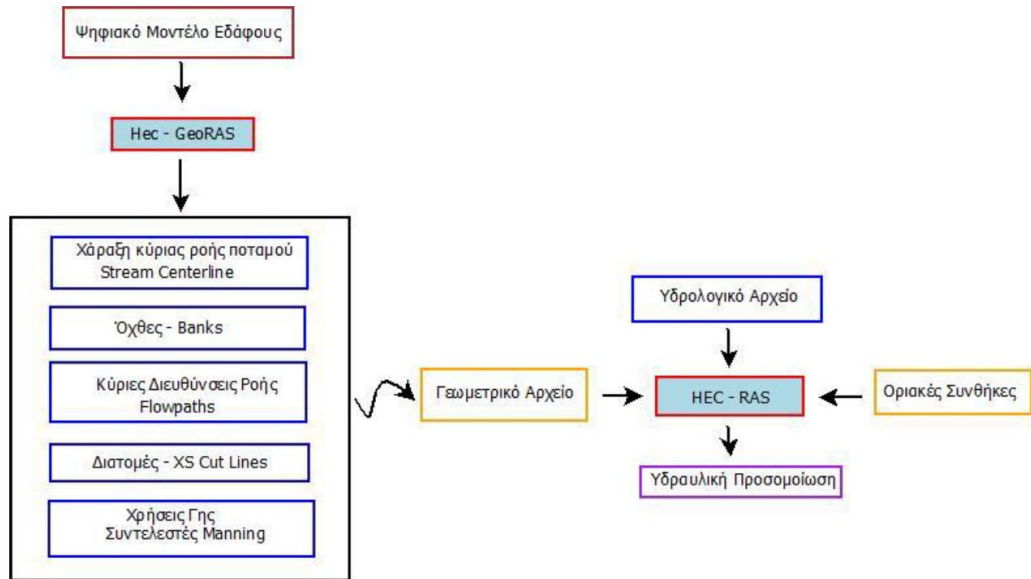
Εικόνα 4.11: Απεικόνιση του υετογράμματος με περίοδο επαναφοράς 25 έτη και διάρκεια 12 h στο πρόγραμμα HEC-HMS



Εικόνα 4.12: Απεικόνιση του υδρογραφήματος άμεσης απορροής με περίοδο επαναφοράς 25 έτη και διάρκεια 12 h στο πρόγραμμα HEC-HMS Μετεωρολογικό μοντέλο

4.5 Υδραυλική Προσομοίωση

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την υδραυλική προσομοίωση της λεκάνης απορροής φαίνεται συνοπτικά στο διάγραμμα που ακολουθεί (Εικόνα 4.14).



Εικόνα 4.13: Ο αλγόριθμος υδραυλικής προσομοίωσης με HEC-RAS (Παγάνια 2012)

4.5.1. Δημιουργία αρχείου γεωμετρικών δεδομένων

Η δημιουργία του αρχείου των γεωμετρικών δεδομένων είναι απαραίτητη για την λειτουργία του προγράμματος HEC-RAS. Η προετοιμασία του αρχείου γίνεται στο περιβάλλον του ArcMap και πιο συγκεκριμένα σε αυτό του GIS με την χρήση μιας ειδικής εργαλειοθήκης HEC-GeoRas. Το HEC-GeoRAS αποτελεί μια επέκταση της εργαλειοθήκης ArcHydro. Μέσω της εργαλειοθήκης αυτής γίνεται η επεξεργασία γεωμετρικών δεδομένων που προέρχονται από το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM). Επίσης, εκτός από την δημιουργία γεωμετρικών δεδομένων, το HEC-GeoRAS χρησιμοποιείται και για την χωρική επεξεργασία των δεδομένων εξόδου (Cameron 2011).

Τα βήματα που ακολουθούνται για τη δημιουργία του γεωμετρικού αρχείου είναι τα ακόλουθα:

- ✚ Παραγωγή ισοϋψών από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (βλ. 2.5.3)
- ✚ Δημιουργία θεματικών επιπέδων (RAS Layers), από τα οποία για τις ανάγκες του σχεδιασμού δημιουργήθηκαν:
 - Κύρια γραμμή ροής – Stream Centerline
 - Όχθες – Banks
 - Κύριες διευθύνσεις ροής – Flow Paths Centerline
 - Διατομές – XS Cut Lines
- ✚ Σύνθεση θεματικών επιπέδων και εξαγωγή γεωμετρικού αρχείου

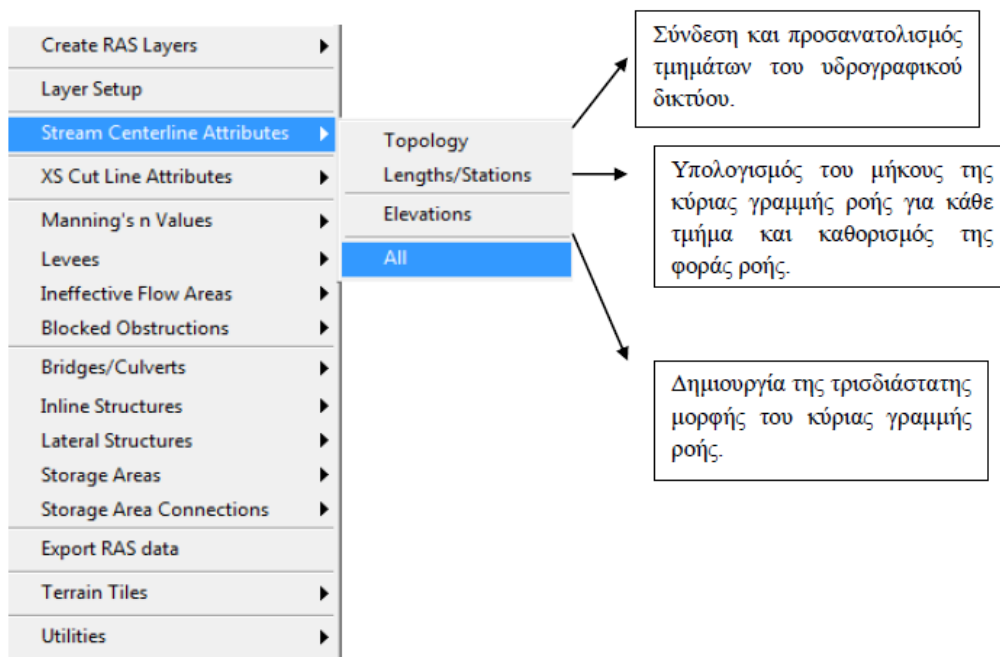
4.5.2. Παραγωγή θεματικών επιπέδων

Στο βήμα αυτό δημιουργούνται όλα τα θεματικά επίπεδα που περιέχουν όλες τις απαραίτητες γεωμετρικές πληροφορίες για το ρέμα, αλλά και την ευρύτερη περιοχή μελέτης. Έτσι με την επιλογή RAS-Geometry >> Create Ras Layers δημιουργείται μια κενή βάση για κάθε θεματικό επίπεδο.

4.5.2.1. Κύρια γραμμή ροής ρέματος

Το θεματικό αυτό επίπεδο προκύπτει μετά από ψηφιοποίηση που παράγεται από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους. Η ψηφιοποίηση γίνεται κατά τη φορά της ροής.

Αφού έχει ψηφιοποιηθεί το υδρογραφικό δίκτυο, υπολογίζονται κάποια από τα χαρακτηριστικά του ρέματος. Αναλυτικότερα, η διαδικασία φαίνεται στην Εικόνα 4.15.



Εικόνα 4.14: Διαδικασία εξαγωγής χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου (Παγάνα 2012)

Τέλος, με τη χρήση του εργαλείου  (River Reach ID) επιτυγχάνεται η ονομασία της κύριας γραμμής ροής.

4.5.2.2. Όχθες

Οι όχθες είναι δύο πολυγωνικές γραμμές οι οποίες προκύπτουν μετά από ψηφιοποίηση εκατέρωθεν της κύριας γραμμής ροής. Η ψηφιοποίηση τους μπορεί να γίνει και τμηματικά και προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Ο προσανατολισμός τους δεν έχει καμιά σημασία. Θα πρέπει όμως να τέμνουν κάθε διατομή. Το θεματικό αυτό επίπεδο είναι προαιρετικό. Στην περίπτωση όμως που δεν πραγματοποιηθεί, η δημιουργία τους πρέπει να γίνει στο περιβάλλον του προγράμματος HEC-RAS. Στην παρούσα εργασία, οι όχθες δημιουργήθηκαν στο περιβάλλον του GIS αλλά και στο HEC-RAS, όπου μετατράπηκαν οι διατομές που αφορούσαν το διευθετημένο κομμάτι του ρέματος.

4.5.2.3. Κύριες διευθύνσεις ροής

Στην παρούσα εργασία το θεματικό αυτό επίπεδο δημιουργήθηκε εκτελώντας τις εξής εντολές: RASGeometry >> Create RAS Layers >> Flow Path CenterLine. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζονται η κατάντη απόσταση μεταξύ των διατομών και των όχθων.

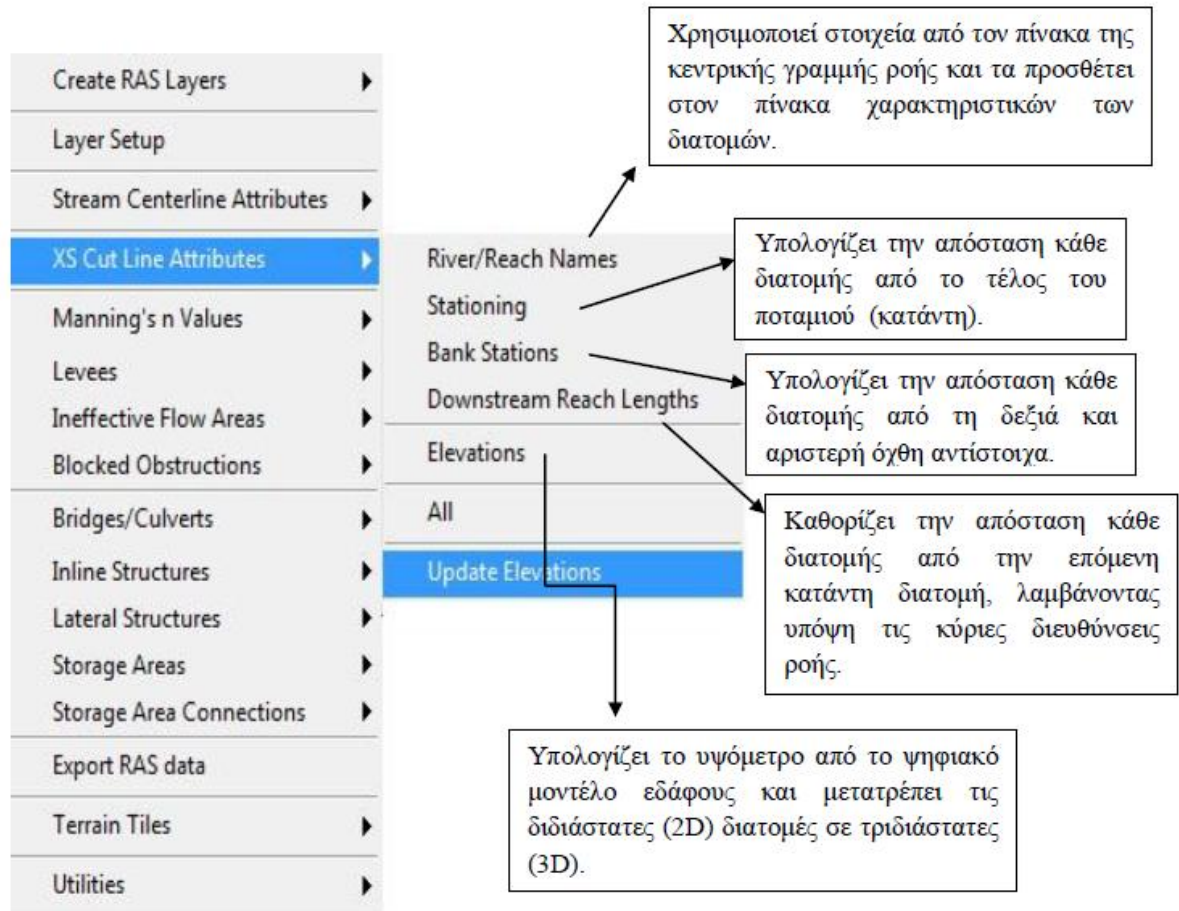
4.5.2.4. Διατομές ρέματος

Στο θεματικό αυτό επίπεδο δημιουργούνται οι διατομές του ρέματος. Οι διατομές σχεδιάστηκαν χειροκίνητα τηρώντας τις εξής προϋποθέσεις:

- a) να είναι κάθετα στη ροή του ποταμού με φορά από αριστερά προς τα δεξιά κοιτώντας προς τα κατάντη και
- b) να καλύπτουν όλη την περιοχή κατάκλυσης.

Αρχικά δημιουργήθηκε το θεματικό επίπεδο XS Cut Lines ακολουθώντας τις εντολές Ras Geometry >> Create Ras Layers >> XS Cut Lines. Έπειτα, τηρώντας τις πιο πάνω προϋποθέσεις σχεδιάστηκαν οι διατομές.

Τέλος, γίνεται υπολογισμός κάποιων χαρακτηριστικών στον πίνακα του θεματικού επιπέδου XS Cut Lines που είναι απαραίτητα για εισαγωγή τους στο πρόγραμμα HEC-RAS. Αναλυτικά η διαδικασία περιγράφεται στην Εικόνα 4.16.



Εικόνα 4.15: Διαδικασία υπολογισμού χαρακτηριστικών των διατομών και ερμηνεία (Παγάνα 2012)

4.5.3. Σύνθεση θεματικών επιπέδων και εξαγωγή γεωμετρικού αρχείου

Για την τελική παραγωγή του γεωμετρικού αρχείου που θα εισαχθεί στο πρόγραμμα HEC-RAS, είναι απαραίτητη η σύνθεση όλων των θεματικών επιπέδων που έχουν δημιουργηθεί και το ψηφιακό μοντέλο εδάφους. Αυτό πραγματοποιείται από τις εντολές RAS Geometry >> Layer Setup, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.17.



Εικόνα 4.16: Σύνθεση θεματικών επιπέδων

Τέλος, η εξαγωγή του γεωμετρικού αρχείου γίνεται μέσω της εντολής RAS Geometry>> Export Ras Data, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.18.



Εικόνα 4.17: Εξαγωγή γεωμετρικού αρχείου

4.5.4. Υδραυλική προσομοίωση υδατορεύματος (HEC-RAS)

Το HEC-RAS κατασκευάστηκε από το μηχανικό σώμα του Αμερικανικού Στρατού (U.S. Army Corps of Engineers). Είναι μοντέλο μεμονωμένου υδρολογικού γεγονότος και προσομοιώνει υδατορεύματα φυσικά ή τεχνητά, μεμονωμένα ή συστήματα. Η ανάπτυξη του έγινε σταδιακά με σκοπό να κατασκευαστεί ένα μοντέλο όπου ο ρόλος του χρήστη είναι ενεργός σε όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης (Ραμπιάς 2007).

Πρόκειται για ένα πολυχρηστικό εργαλείο για την μονοδιάστατη ανάλυση και προσομοίωση φυσικών υδατορευμάτων. Αφορά σε ένα σύνολο μοντέλων με 4 συνιστώσες ανάλυσης (Bruner 2008a):

- ✚ Υπολογισμός του προφίλ της ελεύθερης επιφάνειας σε συνθήκες μόνιμης ροής
- ✚ Υπολογισμοί σε συνθήκες μη μόνιμης ροής
- ✚ Υπολογισμοί φερτών υλών
- ✚ Υπολογισμοί σχετικά με τη θερμοκρασία του νερού

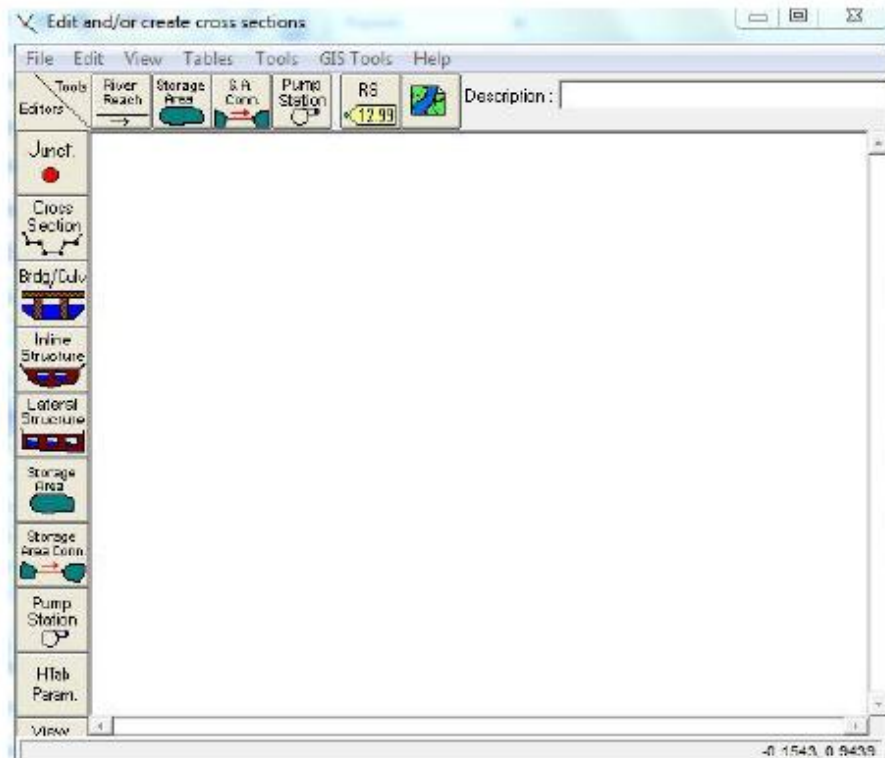
Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο έχει τη δυνατότητα υπολογισμού της στάθμης του νερού για βαθμιαίως μεταβαλλόμενη ροή σε δίκτυο τεχνητών αγωγών, σε σύστημα υδατορευμάτων με τεχνητά έργα ή φυσικές κοίτες σε συνθήκες υποκρίσιμης και υπερκρίσιμης ροής.

Για τις ανάγκες αυτής της εργασίας, έγινε υδραυλική προσομοίωση σε συνθήκες μόνιμης ροής.

4.5.4.1. Εισαγωγή γεωμετρικών δεδομένων

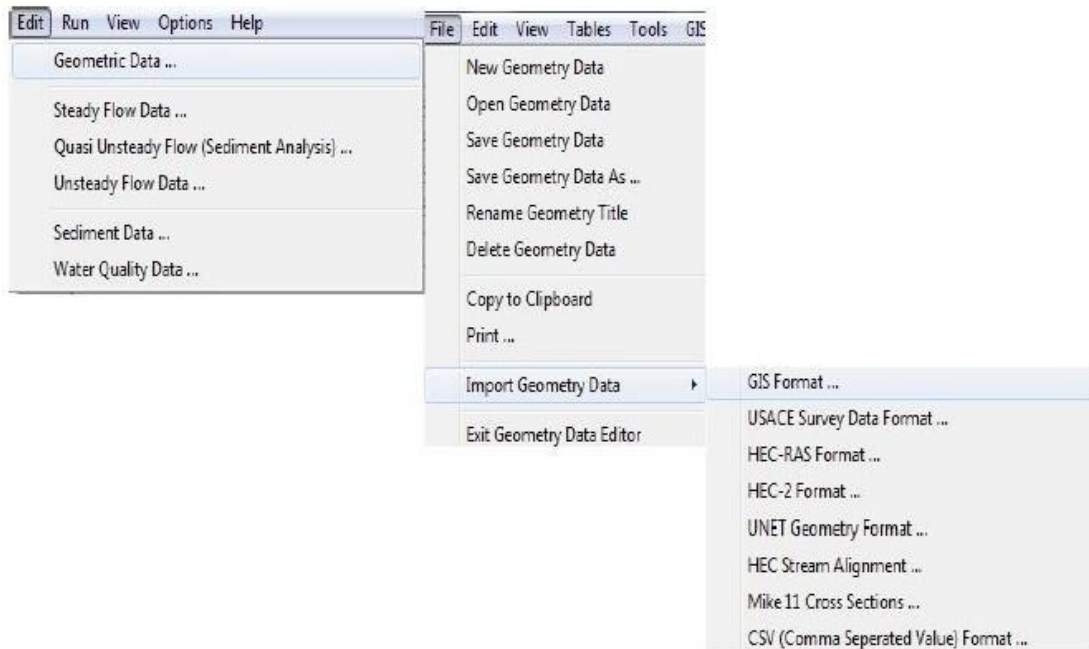
Η εισαγωγή των γεωμετρικών δεδομένων γίνεται εκτελώντας τις εξής εντολές:

- Edit >> Geometric data (Εικόνα 4.19)



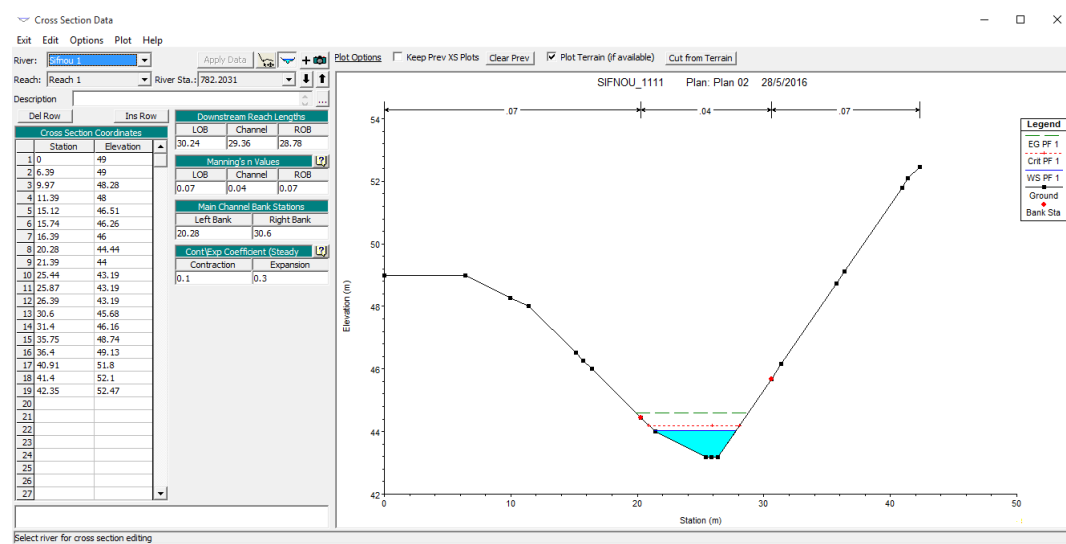
Εικόνα 4.18: Περιβάλλον εισαγωγής γεωμετρικού αρχείου

- File >> Import Geometry Data >> GIS Format (Εικόνα 4.20)



Εικόνα 4.19: Διαδικασία εισαγωγής γεωμετρικού αρχείου

Έπειτα, χρησιμοποιώντας την εντολή cross section εμφανίζεται μια καρτέλα όπου παρουσιάζονται όλα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να διορθώσει ή να συμπληρώσει εκ νέου κάποια από αυτά, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.21



Εικόνα 4.20: Παράθυρο με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά μίας διατομής

Αναλυτικότερα, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που αναγράφονται είναι τα ακόλουθα:

- ✚ Όνομα και τμήμα του ποταμού που ανήκει η διατομή (River, Reach)
- ✚ Κωδικός αριθμός της διατομής (River Station)
- ✚ Πίνακας με όλα τα σημεία της διατομής (Cross Section Coordinates)
- ✚ Αποστάσεις της δεξιάς και αριστερής όχθης από το αριστερό άκρο της διατομής (Main Channel Bank Stations)
- ✚ Απόσταση κάθε διατομής από την επόμενη κατάντη διατομή, λαμβάνοντας υπόψη τις κύριες διεύθυνσης ροής (Downstream Reach Lengths)
- ✚ Τιμές του συντελεστή Manning
- ✚ Συντελεστές συστολής και διαστολής

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί πως οι συντελεστές διαστολής – συστολής (contraction – expansion) χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την τοπική απώλεια ενέργειας της ροής του νερού κατά τη μετάβαση του από τη μία διατομή στην επόμενη.

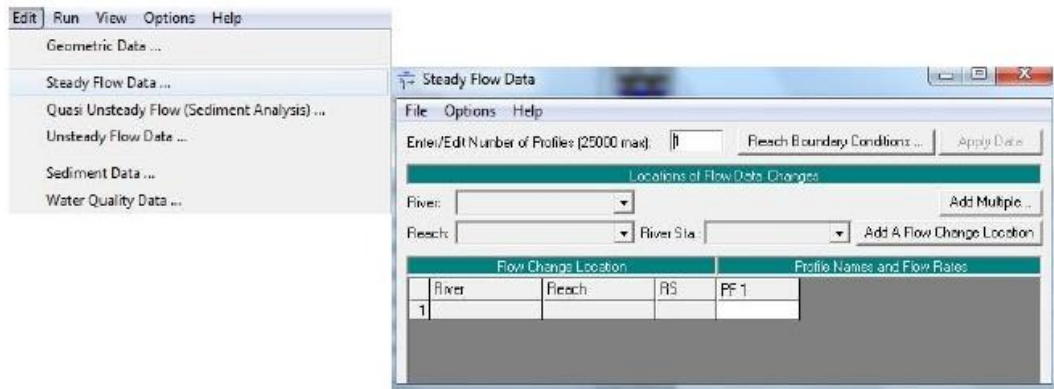
Οι τιμές που παίρνουν οι συντελεστές βρίσκονται εξ' ορισμού στο πρόγραμμα. Συγκεκριμένα contraction = 0.1 και expansion=0.3.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τοπογραφικές μετρήσεις στην περιοχή αποδόθηκε στο πρόγραμμα η υπάρχουσα παρέμβαση του συλλεκτήρα όμβριων υδάτων και προσαρμόστηκαν οι διατομές κατάλληλα.

4.5.4.2. Εισαγωγή υδρολογικών δεδομένων

Για την εισαγωγή των υδρολογικών δεδομένων επιλέχθηκαν συνθήκες μόνιμης ροής. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η εξής:

- Edit >> Steady Flow Data (Εικόνα 4.22)



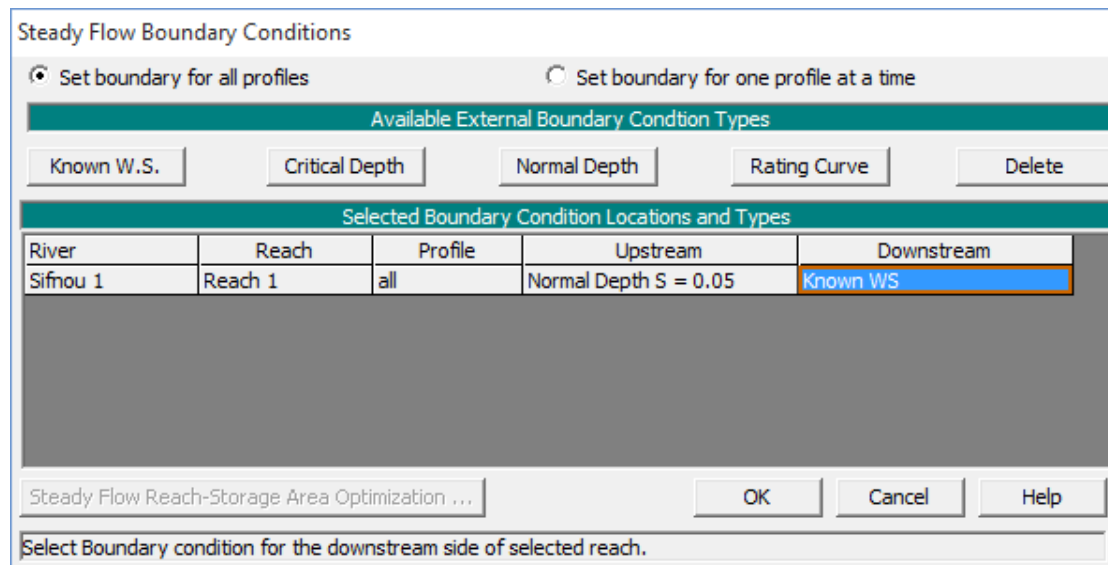
Εικόνα 4.21: Διαδικασία εισαγωγής υδρολογικών δεδομένων

Στην συνέχεια ορίζεται ο αριθμός των προφίλ, δηλαδή των διαφορετικών αναλύσεων για κάθε ξεχωριστό επεισόδιο βροχόπτωσης συγκεκριμένης διάρκειας. Στην παρούσα εργασία ο αριθμός των προφίλ είναι 5, για βροχές σχεδιασμού με περιόδους επαναφοράς 5 ετών, 10 ετών, 25 ετών, 50 ετών και 100 ετών. Για τα προφίλ αυτά εισάγονται οι αντίστοιχες πλημμυρικές αιχμές, όπως αυτές προέκυψαν από την υδρολογική ανάλυση με τη χρήση του προγράμματος HEC-HMS. Παρ' όλα αυτά διαπιστώθηκε ότι για την συγκεκριμένη λεκάνη απορροής, η οποία δεν είναι μεγάλης έκτασης (<10 km²) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα και η ορθολογική μέθοδος για τον υπολογισμό των πλημμυρικών αιχμών.

Σε επόμενο στάδιο, προσδιορίστηκαν οι οριακές συνθήκες (Reach Boundary Conditions). Οι οριακές συνθήκες αποτελούν ουσιαστικά σημείο έναρξης για τον υπολογισμό των επιμέρους στοιχείων της εξίσωσης ενέργειας (4.9). Η θέση όπου ορίζονται οι οριακές συνθήκες εξαρτάται από τη φύση του προβλήματος. Στην περίπτωση της υποκρίσιμης ροής, οι υπολογισμοί γίνονται από κατάντη προς ανάντη και έτσι η οριακή συνθήκη ορίζεται στην πλέον κατάντη θέση. Αντίστοιχα στην περίπτωση της υπερκρίσιμης ροής, οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται από κατάντη προς ανάντη και η οριακή συνθήκη ορίζεται πλέον στην

ανάντη θέση. Τέλος, στην περίπτωση της μικτής ροής, επιβάλλεται να οριστούν συνθήκες και στα δύο άκρα (ανάντη και κατάντη). Επιπλέον, για τον ορισμό των οριακών συνθηκών (Εικόνα 4.23) υπάρχουν οι διάφορες επιλογές οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια:

- ✚ Known Water Surface Elevation (Γνωστό πιεζομετρικό φορτίο): Εισαγωγή πιεζομετρικού φορτίου για κάθε προφίλ.
- ✚ Critical Depth (Κρίσιμο Βάθος): Στην περίπτωση αυτή, το πρόγραμμα υπολογίζει από μόνο του το κρίσιμο βάθος και το χρησιμοποιεί ως οριακή συνθήκη.
- ✚ Normal Depth (Ομοιόμορφο βάθος): Εισάγεται η κλίση της γραμμής ενέργειας για να υπολογιστεί το ομοιόμορφο βάθος για κάθε προφίλ (Bruner 2008b)
- ✚ Rating Curve (Καμπύλη στάθμης παροχής): Με την επιλογή αυτή εμφανίζεται ένα παράθυρο, όπου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει ζεύγη τιμών στάθμης – παροχής. Έτσι με την καμπύλη αυτή το πρόγραμμα μπορεί να υπολογίσει με παρεμβολή το πιεζομετρικό φορτίο για κάθε προφίλ.



Εικόνα 4.22: Ορισμός οριακών συνθηκών

Τελικά, στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε μικτή ροή, καθώς οι κλίσεις του εδάφους ανάντη είναι πολύ έντονες, ενώ κατάντη σχετικά ήπιες. Έτσι, έγινε ο ορισμός των οριακών συνθηκών και στα δύο άκρα, χρησιμοποιώντας την επιλογή Normal Depth. Οι κλίσεις ορίστηκαν με τη βοήθεια του ArcMap. Ειδικότερα, με τη χρήση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους δημιουργήθηκε ο κάρτα κλίσεων εκτελώντας τις ακόλουθες εντολές: Spatial analyst >> Slope. Με αυτόν τον τρόπο, προέκυψαν οι κλίσεις που φαίνονται στην Εικόνα 2.13.

4.5.4.3. Εξισώσεις επίλυσης στο HEC-RAS

Υπολογίζεται η ελεύθερη επιφάνεια του νερού από διατομή σε διατομή επιλύοντας την εξίσωση ενέργειας σε μονοδιάστατη ανάλυση (Εικόνα 4.24).

Εξίσωση ενέργειας:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (4.9)$$

όπου:

Z_1, Z_2 : υψόμετρα πυθμένα

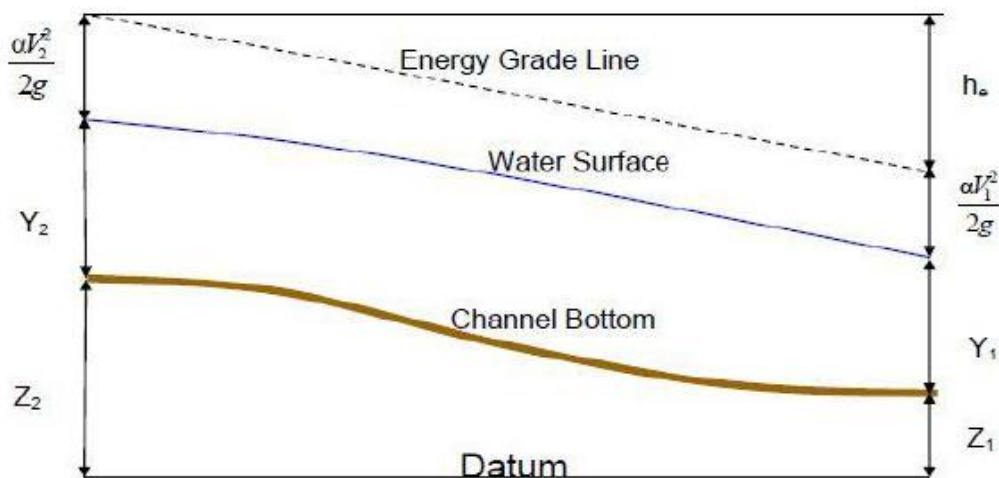
Y_1, Y_2 : βάθη νερού

α_1, α_2 : συντελεστές συνόρθωσης κινητικής ενέργειας ταχύτητας

V_1, V_2 : μέσες ταχύτητες διατομών

g : επιτάχυνση βαρύτητας

h_e : ολικές απώλειες ενέργειας (γραμμικές και τοπικές)



Εικόνα 4.23: Απεικόνιση μεγεθών της εξίσωσης ενέργειας (Bruner 2008b)

Το ολικό ύψος των απωλειών συνίσταται στο ύψος των γραμμικών και τοπικών απωλειών με τη χρήση της ακόλουθης σχέσης:

$$h_e = L\bar{S}_f + c \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (4.10)$$

όπου:

L: μέση σταθμισμένη απόσταση μεταξύ διαδοχικών διατομών

S_f: απώλειες τριβής

C: συντελεστής συστολής/διαστολής (οι τιμές τους υπάρχουν εξ' ορισμού στο πρόγραμμα)

$\left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right|$: διαφορά κινητικής ενέργειας μεταξύ δυο διαδοχικών διατομών

Γραμμικές απώλειες:

Για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών, υπολογίζεται αρχικά η μέση σταθμισμένη απόσταση (ως προς τις παροχές) μεταξύ των διαδοχικών διατομών χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση:

$$L = \frac{L_{lob}Q_{lob} + L_{ch}Q_{ch} + L_{rob}Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}} \quad (4.11)$$

όπου:

L_{lob}, L_{ch}, L_{rob}: οι αποστάσεις μεταξύ των διατομών κατά μήκος των διευθύνσεων ροής για το αριστερό τμήμα, την κοίτη και το δεξί τμήμα, αντίστοιχα

Q_{lob}, Q_{ch}, Q_{rob}: οι μέσες παροχές μεταξύ των διατομών κατά στο αριστερό τμήμα, στην κοίτη και στο δεξί τμήμα, αντίστοιχα

Προσδιορισμός συντελεστή μεταφοράς K:

Ο προσδιορισμός του συντελεστή αυτού υπολογίζεται για κάθε διατομή ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία. Από το παράθυρο Run>>Steady Flow Data γίνεται η επιλογή της εντολής «options» και έπειτα της εντολής «Conveyance calculation». Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε η μέθοδος «At breaks in n values only», σύμφωνα με την οποία, τα δύο πλευρικά τμήματα της διατομής (πέραν της δεξιάς και αριστερής όχθης) χωρίζονται σε επιμέρους τμήματα της διατομής ανάλογα με το αν αλλάζει ο συντελεστής Manning n ή όχι. Σκοπός της μεθόδου είναι κάθε τμήμα να έχει μια ενιαία τιμή n.

Έπειτα υπολογίζεται η τιμή: $K = \frac{1.486}{n} AR^{2/3}$ (4.12)

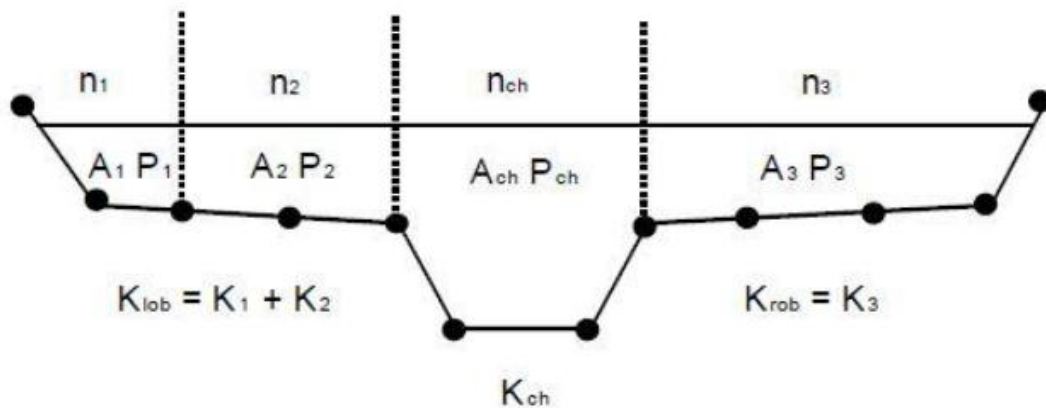
όπου:

A: εμβαδόν της διατομής

R: υδραυλική ακτίνα

Για κάθε τμήμα ενιαίου συντελεστή n οι επιμέρους τιμές αθροίζονται, ώστε να προκύψουν τελικά οι τιμές K_{lob} για το αριστερό πλευρικό τμήμα της διατομής και K_{rob} για το δεξί πλευρικό τμήμα (Εικόνα 4.25). Το τμήμα εντός της κοίτης αντιμετωπίζεται γενικά ως ενιαίο, αλλά υπάρχει δυνατότητα να γίνει εισαγωγή και περισσότερων συντελεστών τραχύτητας αν αυτό κριθεί αναγκαίο (Bruner 2008a)

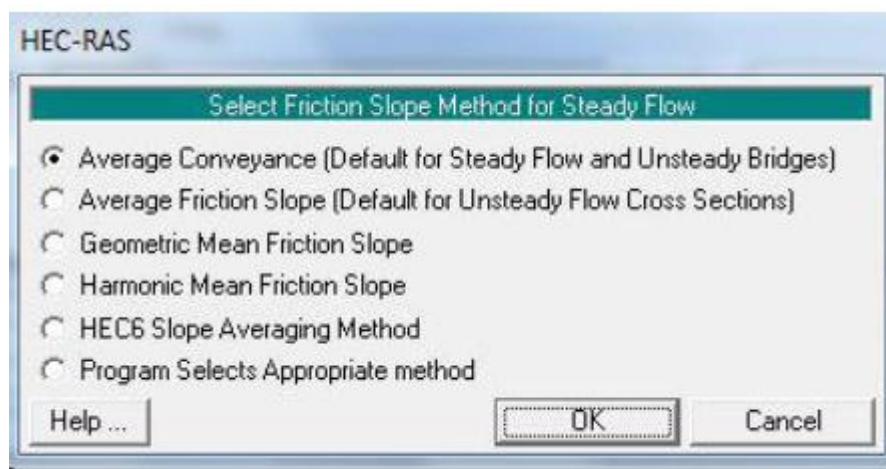
Τελικά, ο συντελεστής μεταφοράς προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους. Δηλαδή

$$K=K_{lob}+K_{ch}+K_{rob} \quad (4.13)$$


Εικόνα 4.24: Υπολογισμός συντελεστή μεταφοράς K για διατομή (Παγάνα 2012)

Απώλειες τριβής

Οι απώλειες τριβής υπολογίζονται μέσω της εντολής «Friction Slope Method for Steady Flow». Το παράθυρο που εμφανίζεται δίνει τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε 6 μεθόδους. Από αυτές επιλέχθηκε η «Conveyance Average», η τιμή της οποίας προσδιορίζεται από το πρόγραμμα (Default for Steady Flow) (Εικόνα 4.26)



Εικόνα 4.25: Προσδιορισμός απωλειών τριβής

Σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο, η μέση κλίση της γραμμής ενέργειας δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\overline{S_f} = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad (4.14)$$

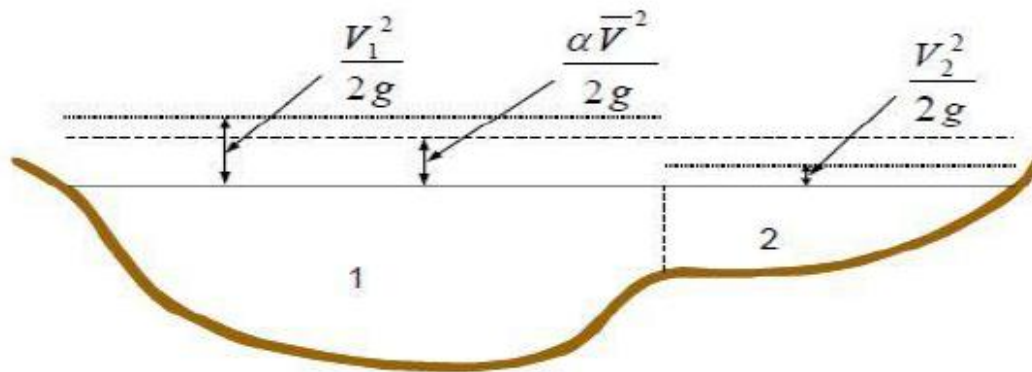
όπου:

Q_1, Q_2 : οι μέσες παροχές σε δύο διαδοχικές παροχές

K_1, K_2 : ο συντελεστής K για κάθε διατομή

Τοπικές απώλειες

Για τον τελικό υπολογισμό των ολικών απωλειών θα πρέπει να προσδιοριστούν και οι τοπικές απώλειες. Εκτός από τον συντελεστή συστολής/διαστολής, η τιμή του οποίου υπάρχει εξ' ορισμού στο πρόγραμμα, απομένει ο υπολογισμός της μέσης κινητικής ενέργειας της κάθε διατομής. Ο υπολογισμός της γίνεται με βάση το παρακάτω σχήμα (Εικόνα 4.27) και την εξίσωση (4.15).



Εικόνα 4.26: Υπολογισμός μέσης κινητικής ενέργειας (Παγάνα 2012)

$$\alpha \frac{V^2}{2g} = \frac{Q_1 \frac{V_1^2}{2g} + Q_2 \frac{V_2^2}{2g}}{Q_1 + Q_2} \quad (4.15)$$

όπου

V_1, V_2 : η ταχύτητα στο δεξί και αριστερό κομμάτι της διατομής

Q_1, Q_2 : η παροχή στο δεξί και αριστερό κομμάτι της διατομής

V : η μέση ταχύτητα όλης της διατομής

Με βάση την παραπάνω σχέση προκύπτει η ακόλουθη σχέση (4.17) μέσω της οποίας προσδιορίζεται το α που είναι ο συντελεστής συνόρθωσης της κινητικής ενέργειας για κάθε διατομή.

$$\alpha = \frac{Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2}{(Q_1 + Q_2) V^2} \quad (4.16)$$

Έτσι, έχοντας υπολογίσει το συντελεστή συνόρθωσης της κινητικής ενέργειας καθώς και τις μέσες κινητικές ενέργειες κάθε διατομής γίνεται υπολογισμός των μέσων απωλειών ενέργειας με την ακόλουθη εξίσωση:

$$h_e = +c \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (4.17)$$

όπου:

c : συντελεστής συστολής/διαστολής για τις τοπικές απώλειες





α_1, α_2 : συντελεστές συνόρθωσης για 2 διαδοχικές διατομές

V_1, V_2 : ταχύτητες 2 διαδοχικών διατομών

Για την ολοκλήρωση της επαναληπτικής προσομοίωσης του αλγορίθμου, θα πρέπει να προσδιοριστεί αν το καθεστώς ροής είναι υποκρίσιμο ή υπερκρίσιμο ή ακόμα και μικτό. Στην παρούσα εργασία, η ροή θεωρήθηκε μικτή και έτσι καθορίστηκαν οριακές συνθήκες και στα δύο άκρα. Τέλος, κατά την διάρκεια των υπολογισμών το πρόγραμμα υπολογίζει το κρίσιμο βάθος με την μέθοδο «Parabolic Method» από τη επιλογή Option>>Select Method of Computing Critical Depth, η οποία προτείνεται από τους προγραμματιστές του HEC-RAS (Bruner, 2008b), το κρίσιμο βάθος συγκρίνεται με το πιεζομετρικό βάθος στη διατομή μελέτης, βελτιώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο την ορθότητα των αποτελεσμάτων.

4.5.4.4. Εκτέλεση υδραυλικών υπολογισμών

Η εκτέλεση υδραυλικών υπολογισμών με σκοπό τη διεξαγωγή αποτελεσμάτων είναι το τελευταίο βήμα για την ολοκλήρωση της υδραυλικής προσομοίωσης. Η διεργασία γίνεται από την εντολή Run>>Steady Flow Analysis. Στο παράθυρο που εμφανίζεται ο χρήστης καθορίζει τα εξής στοιχεία:

-  Ονομασία σχεδίου (Plan ID)
-  Μήτρα γεωμετρικών δεδομένων (Geometry file)
-  Μήτρα υδρολογικών δεδομένων μόνιμης ροής (Flow file)
-  Είδος ροής (mixed στην παρούσα εργασία όπως έχει προαναφερθεί)

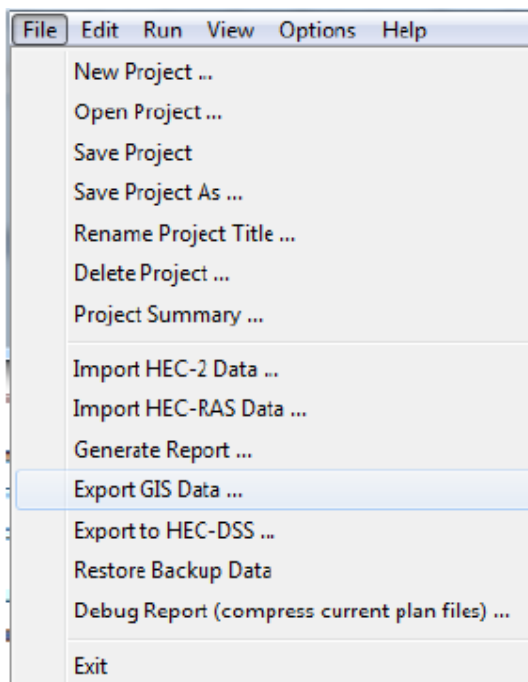
4.6 Εύρεση Πλημμυρικών Περιοχών

Ένας από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας ήταν και η εύρεση των πλημμυρικών περιοχών. Από τα επεισόδια βροχόπτωσης που εξετάστηκαν μόνο το επεισόδιο με περίοδο επαναφοράς 100 ετών οδήγησε σε αποτελέσματα πλημμύρας, σε μικρή επιφάνεια εντός της έκτασης της προτεινόμενης παρέμβασης.


Η διαδικασία παρατίθεται αναλυτικότερα στη συνέχεια:

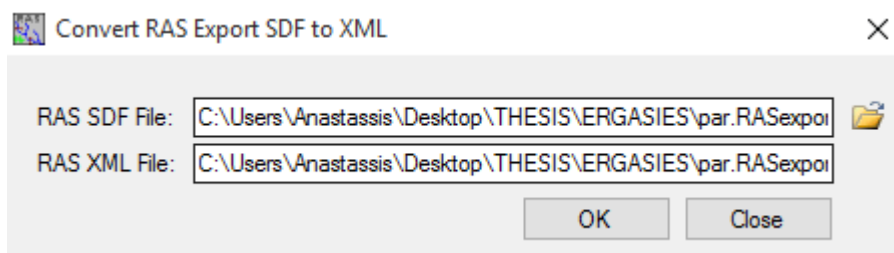
- ✚ HEC-RAS>>File>>Export GIS Data (Εικόνα 4.28).

Το αρχείο που εξάγεται έχει μορφή sdf.



Εικόνα 4.27: Εξαγωγή δεδομένων από το HEC-RAS

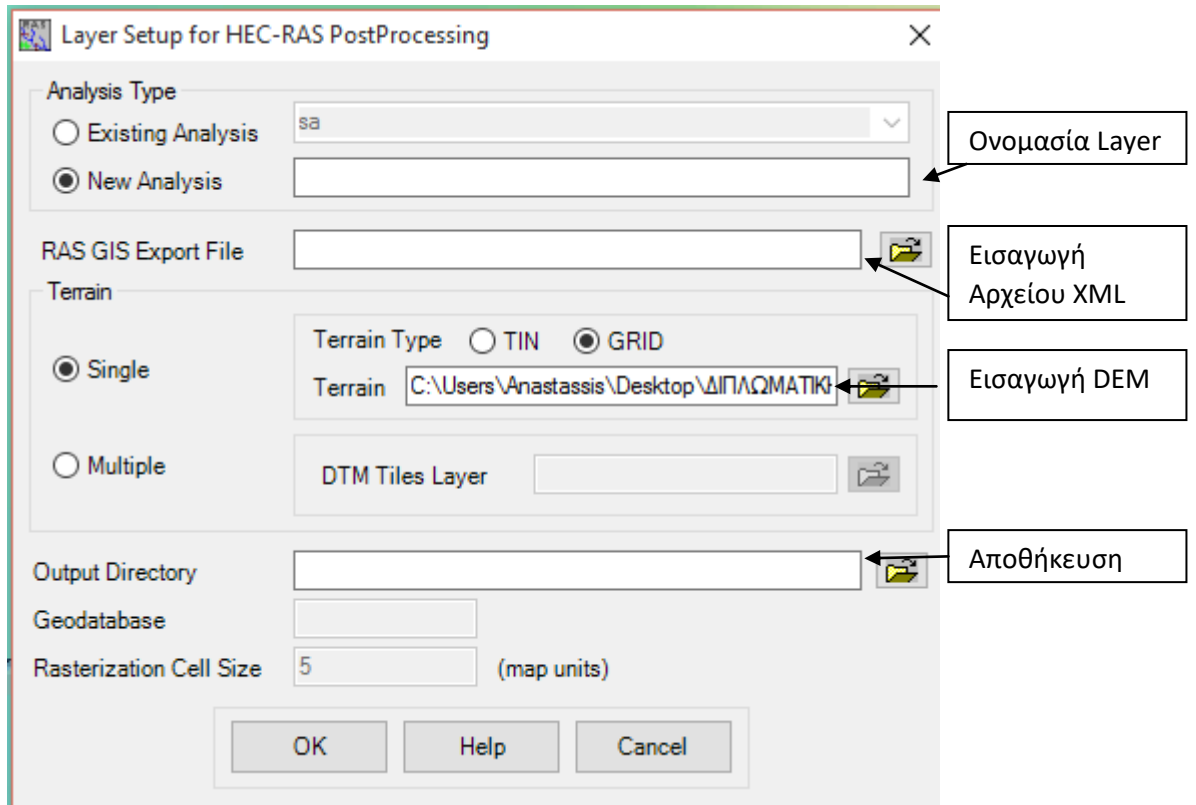
- ✚ ArcMap>>Χρήση εικονιδίου  για μετατροπή του αρχείου sdf σε μορφή XML (Εικόνα 4.29).



Εικόνα 4.28: Μετατροπή του αρχείου .sdf σε μορφή XML

✚ Εργαλειοθήκη Geo-RAS>>RAS Mapping>>Layer Setup

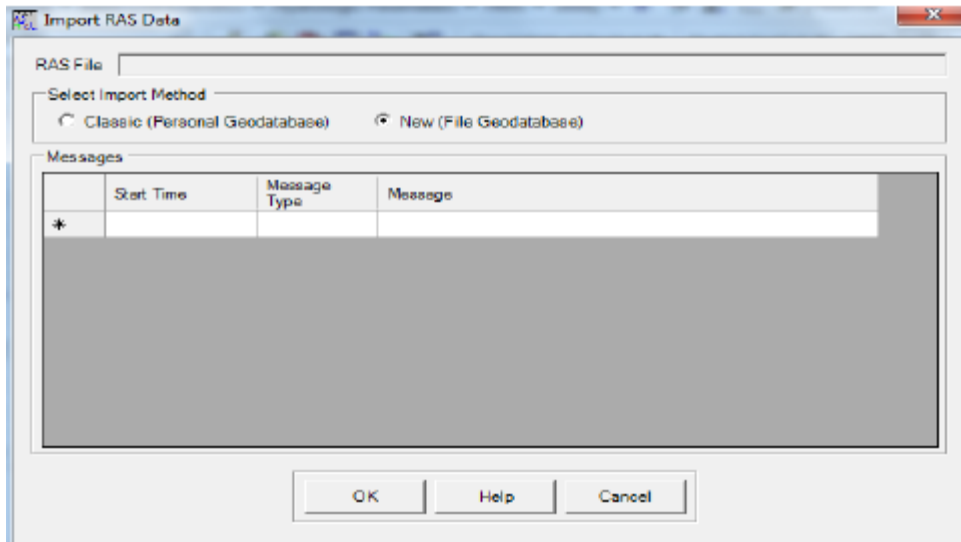
Στο στάδιο αυτό, η εισαγωγή των υδραυλικών δεδομένων συνοδεύεται από τη συσχέτιση με το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM), όπου έγιναν και οι αρχικοί υπολογισμοί (Εικόνα 4.30).



Εικόνα 4.29: Παράθυρο του Layer Setup

✚ RAS Mapping>> Import RAS Data

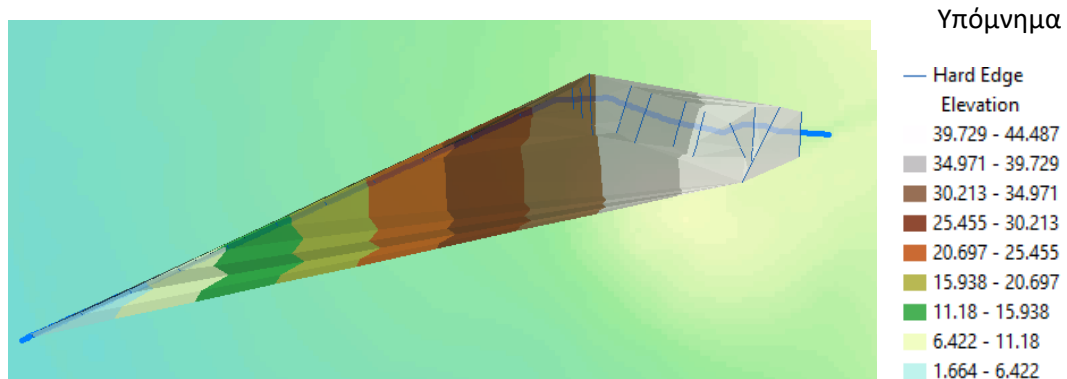
Με τη διαδικασία αυτή, το DEM εισάγεται στο χάρτη και ταυτόχρονα δημιουργείται ένα αντίγραφο σε μορφή raster. Επίσης, δημιουργούνται άλλα δύο θεματικά επίπεδα, ένα για τις διατομές και ένα για τα όρια κατάκλυσης (Εικόνα 4.31).



Εικόνα 4.30: Παράθυρο του Import RAS Data

✚ RAS Mapping>> Inundation Mapping>> Water Surface Generation

Δημιουργία Πιεζομετρικών Επιφανειών για το επεισόδιο βροχόπτωσης. (Εικόνα 4.32)



Εικόνα 4.31: Πιεζομετρικές Επιφάνειες

✚ RAS Mapping>> Inundation Mapping>> Floodplain Delineation Using Raster

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

5.1 Αποτελέσματα Υδρολογικής Προσομοίωσης

Αφού έχουν ετοιμαστεί όλα τα αρχεία εισόδου στο HEC-HMS (βλ. κεφάλαια 4.3 και 4.4) , το πρόγραμμα είναι έτοιμο να ξεκινήσει την προσομοίωση και να εξάγει τα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα που δίνει είναι υδρογραφήματα της λεκάνης, διαγράμματα και πίνακες βροχόπτωσης, απωλειών, άμεσης απορροής.

Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της μικρής σε έκταση λεκάνης απορροής (2,4 km²), πέρα από το μοντέλο στο HEC-HMS, χρησιμοποιήθηκε και η Ορθολογική Μέθοδος για την εκτίμηση των μεγεθών της υδρολογικής προσομοίωσης που παρουσίασε σχετικά μόνο μικρή απόκλιση από το μοντέλο του HEC-HMS. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιήθηκε λόγω του ότι η Ορθολογική Μέθοδος (Rational Method) εφαρμόζεται στην Ελλάδα για λεκάνες απορροής μικρότερες των 10 km² (Τσακίρης 1995).

Συμφώνα με την οποία, η αιχμή της πλημμύρας υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση (5.1):

$$Q_{\max} = 0,278 \cdot C \cdot r \cdot A \quad (5.1)$$

όπου:

Q_{\max} : η αιχμή άμεσης απορροής (m³/s)

C: ο συντελεστής απορροής (αδιάστατος)

r: η κρίσιμη ένταση βροχής που προκύπτει από όμβρια καμπύλη για διάρκεια ίση με το χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης, (mm/h) και

A: η έκταση της λεκάνης απορροής (m²)

Όπως είναι φανερό, η παραπάνω εξίσωση (5.1) στηρίζεται στην υπόθεση ότι είναι γνωστός ο χρόνος συγκέντρωσης. Ο χρόνος συγκέντρωσης, μπορεί να υπολογισθεί από εμπειρικές εξισώσεις όπως οι εξισώσεις Kirpich (Kirpich 1940) (Εξίσωση (5.2)) και Giandotti (Giandotti 1934) (Εξίσωση (5.3)):

$$t_c = 0,02 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385} \quad (5.2)$$

όπου:

t_c : ο χρόνος συγκέντρωσης (min)

L: η απόσταση κατά μήκος του κυρίου ρεύματος από το πιο απομακρυσμένο σημείο μέχρι την έξοδο της λεκάνης (m)

S: η μέση κλίση κατά μήκος του μήκους διαδρομής L, (m/m)

$$t_c = \frac{4\sqrt{A}+1,5L}{0,8\sqrt{\Delta H}} \quad (5.3)$$

όπου:

t_c : ο χρόνος συγκέντρωσης (hr)

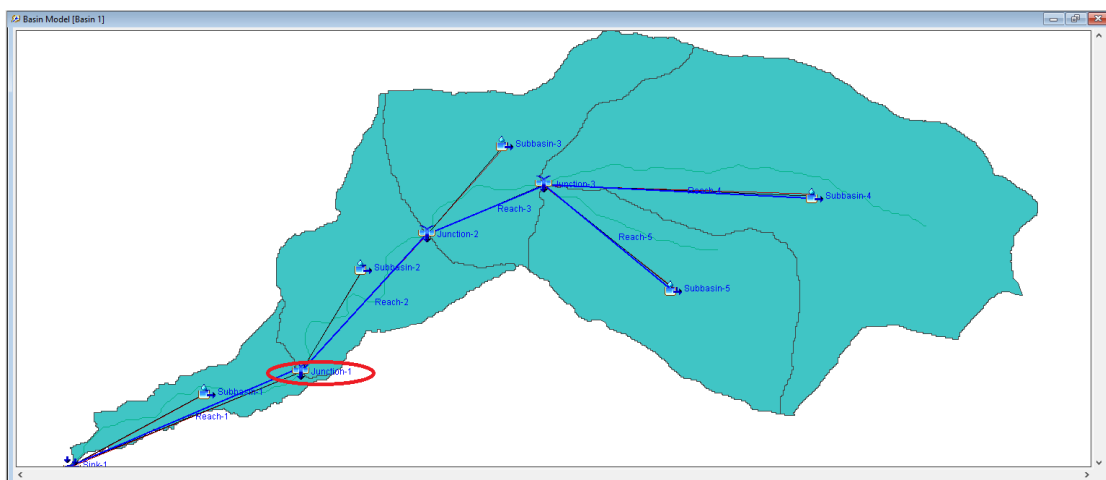
A: η έκταση της λεκάνης απορροής (km²)

L: η απόσταση κατά μήκος του κυρίου ρεύματος από το πιο απομακρυσμένο σημείο μέχρι την έξοδο της λεκάνης (km)

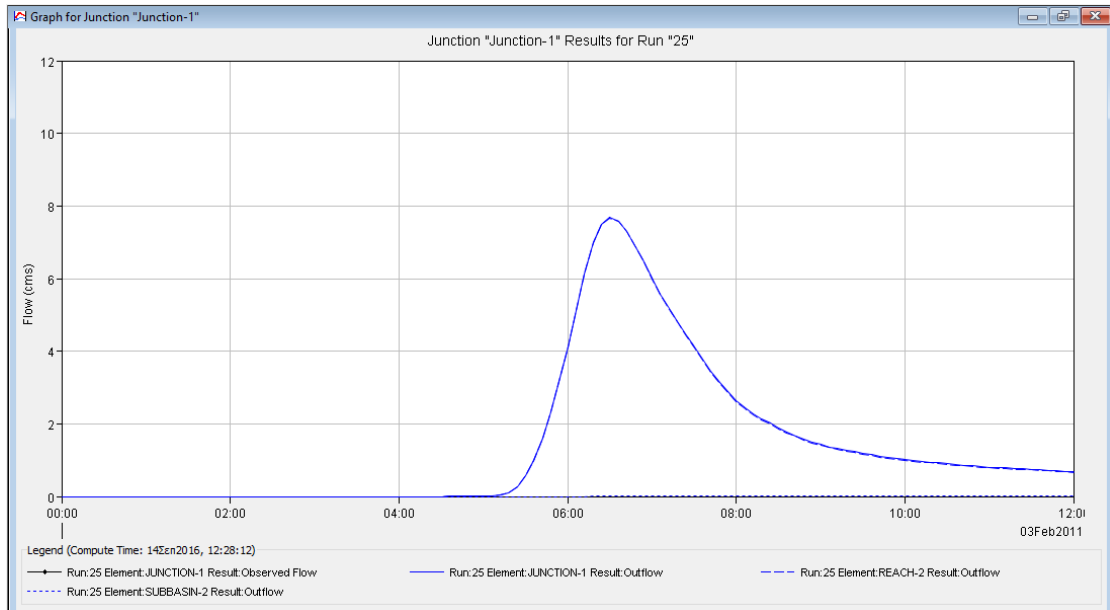
ΔH : η υψομετρική διαφορά μεταξύ μέσου υψομέτρου της λεκάνης και της κοίτης του ρεύματος στην έξοδο της λεκάνης απορροής (m).

Αναλυτικά, οι υπολογισμοί για την εκτίμηση των μεγεθών της υδρολογικής προσομοίωσης, βάση της Ορθολογικής Μεθόδου, βρίσκονται στο παράρτημα πινάκων (βλ. Παράρτημα Ε'). Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων της ορθολογικής και του μοντέλου του HEC-HMS πρόεκυψαν μικρές αποκλείσεις.

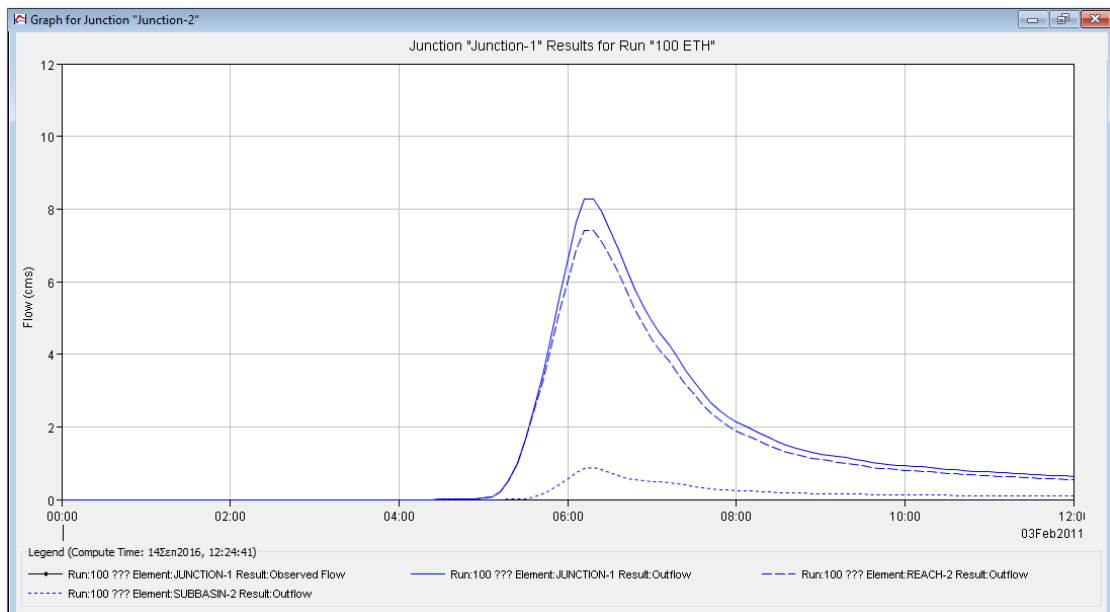
Στη συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα στο Junction-1 (Εικόνα 5.1) για επεισόδια βροχής 12 ωρών και περιόδου επαναφοράς 25 και 100 ετών (Εικόνες 5.2 και 5.3).



Εικόνα 5.1: Παρουσίαση του κόμβου της λεκάνης απορροής που θα γίνει παράθεση των αποτελεσμάτων για τα δύο επεισόδια βροχής.



Εικόνα 5.2: Πλημμυρογράφημα προσομοίωσης στην θέση Junction-1 για περίοδο επαναφοράς 25 ετών



Εικόνα 5.3: Πλημμυρογράφημα προσομοίωσης στην θέση Junction-1 για περίοδο επαναφοράς 100 ετών

The screenshot shows the 'Cross Section Output' window with the following settings: River: Sifinou 1, Profile: PF 1, Reach: Reach 1, RS: 782.2031, Plan: 20 ETH. The table below displays the calculated parameters for Plan: 25 ETH, Sifinou 1, Reach 1, RS: 782.2031, Profile: PF 1.

Plan: 25 ETH Sifinou 1 Reach 1 RS: 782.2031 Profile: PF 1					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	44.58	Wt. n-Val.		0.040	
Vel Head (m)	0.56	Reach Len. (m)	30.24	29.36	28.78
W.S. Elev (m)	44.02	Flow Area (m2)		3.10	
Crit W.S. (m)	44.19	Area (m2)		3.10	
E.G. Slope (m/m)	0.050046	Flow (m3/s)		10.30	
Q Total (m3/s)	10.30	Top Width (m)		6.46	
Top Width (m)	6.46	Avg. Vel. (m/s)		3.32	
Vel Total (m/s)	3.32	Hydr. Depth (m)		0.48	
Max Chl Dpth (m)	0.83	Conv. (m3/s)		46.0	
Conv. Total (m3/s)	46.0	Wetted Per. (m)		6.77	
Length Wtd. (m)	29.36	Shear (N/m2)		224.73	
Min Ch El (m)	43.19	Stream Power (N/m s)		746.67	
Alpha	1.00	Cum Volume (1000 m3)	0.00	1.54	0.00
Frctn Loss (m)	1.07	Cum SA (1000 m2)	0.00	4.20	0.00
C & E Loss (m)	0.08				

Below the table is a section for 'Errors, Warnings and Notes' which is currently empty, and a 'Select River Station' input field.

Εικόνα 5.5: Αποτελέσματα και χαρακτηριστικά διατομής

Επίσης, για τον έλεγχο ύπαρξης υποκρίσιμης ή υπερκρίσιμης ροής στη διατομή αυτή, έγινε ο υπολογισμός του αριθμού Froude, που δίνεται από την ακόλουθη σχέση (5.4) (Κατσαρέλης 2010):

$$Froude = \frac{v}{\sqrt{g \frac{A}{B}}} \quad (5.4)$$

όπου

A: εμβαδόν διατομής

B: βρεχόμενη περίμετρος

g: επιτάχυνση της βαρύτητας

Έτσι, εάν $Froude < 1$ η ροή είναι υποκρίσιμη, και αν $Froude > 1$ η ροή είναι υπερκρίσιμη (Κατσαρέλης 2010)

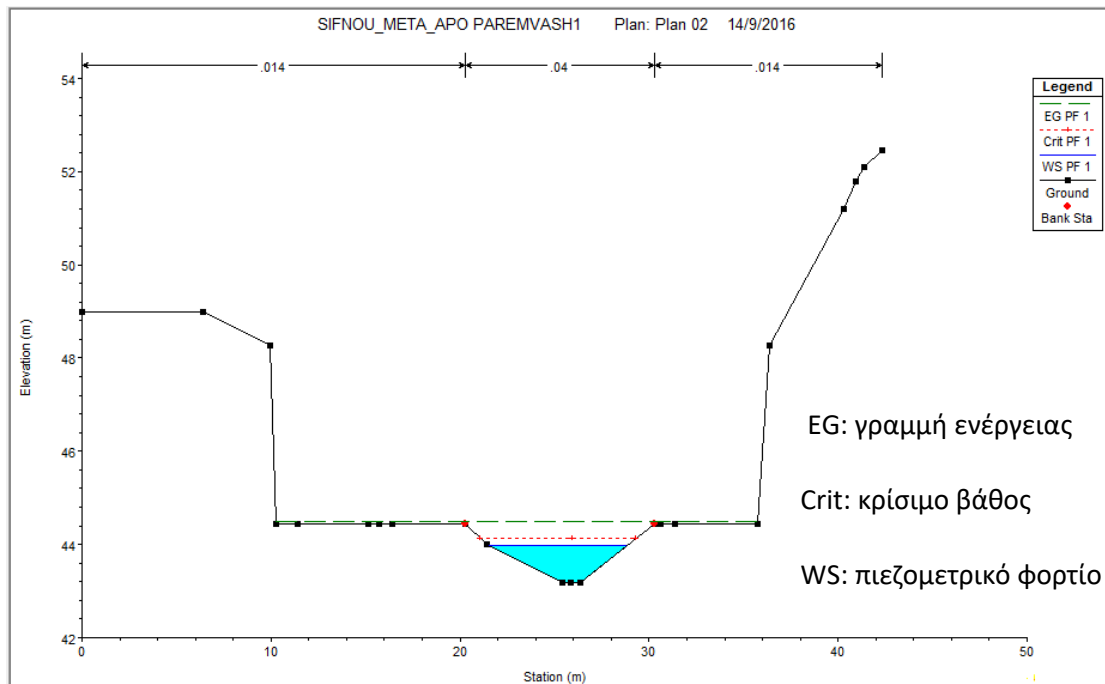
Για την συγκεκριμένη περίπτωση με:

- ✚ ταχύτητα 3,32 m/s
- ✚ πλάτος διατομής 6,46 m
- ✚ βάθος νερού 0,83 m

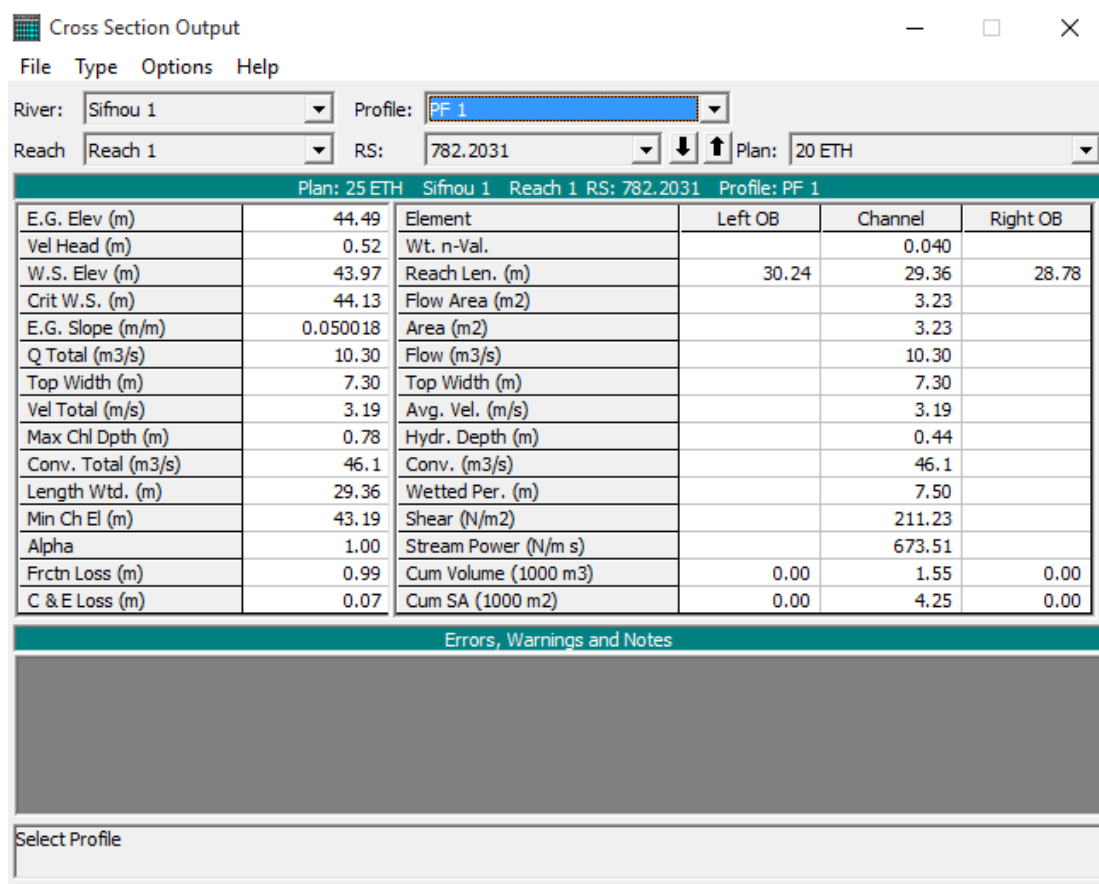
υπολογίστηκε ο αριθμός Froude = 1,5, γεγονός που επαληθεύει ότι η ροή είναι υπερκρίσιμη.

5.2.2 Προτεινόμενη παρέμβαση

Όμοια με το κεφάλαιο 3.2.1.επιλέχθηκε η ίδια διατομή και για ίδιο επεισόδιο βροχής, ώστε να γίνει σύγκριση μεταξύ της υφιστάμενης κατάστασης και προτεινόμενης παρέμβασης. Η συγκεκριμένη επιλέχθηκε λόγω του ότι ήταν αυτή με τις μεγαλύτερες αλλαγές ως προς τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά της. (Εικόνες 5.6, 5.7)



Εικόνα 5.6: Διάγραμμα διατομής για προτεινόμενη παρέμβαση

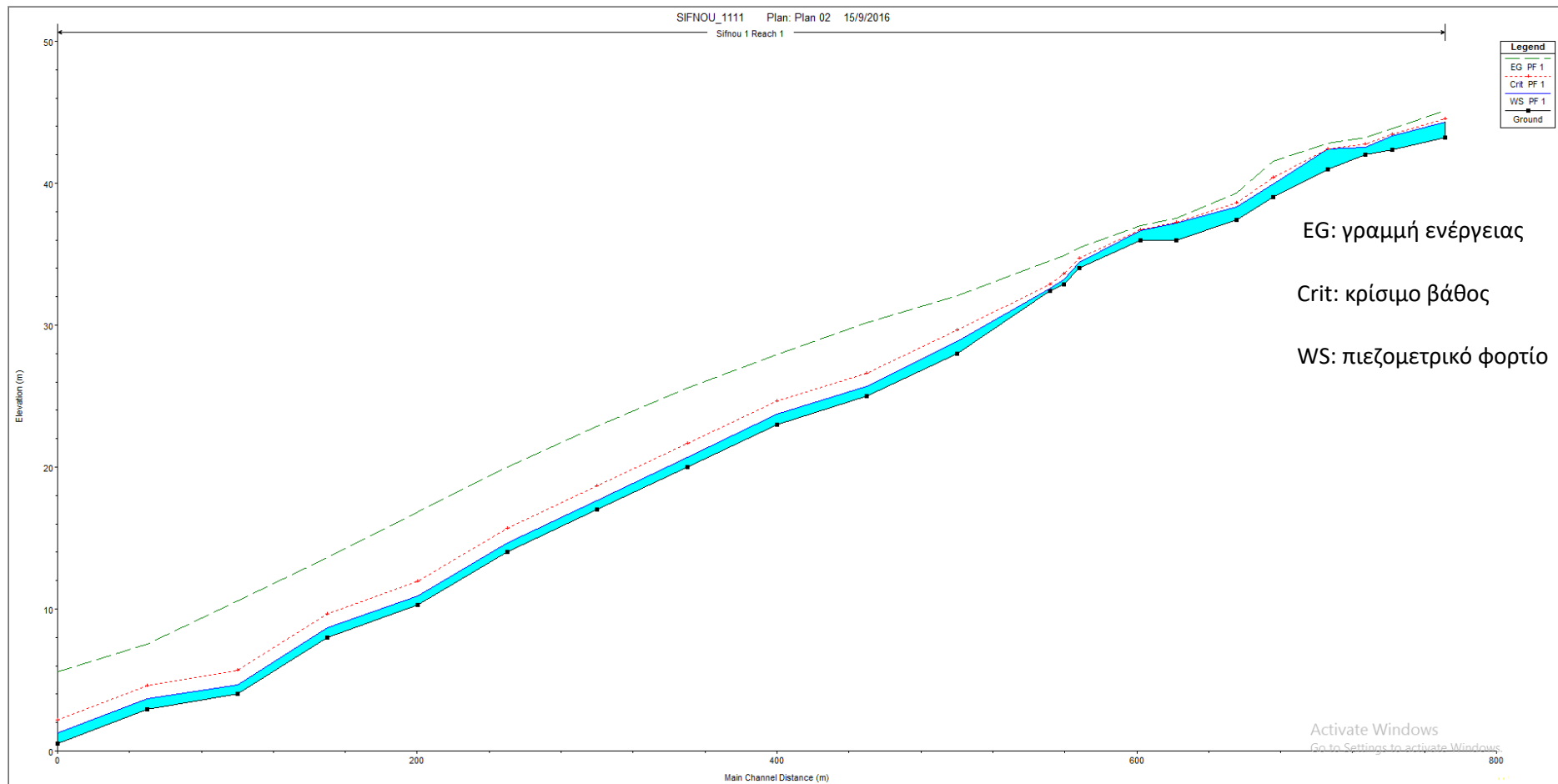


Εικόνα 5.7: Αποτελέσματα και χαρακτηριστικά διατομής

Συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση, δεν διαπιστώνεται σημαντική μεταβολή στα χαρακτηριστικά μεγέθη της διατομής από την παρέμβαση και η ροή παραμένει υπερκρίσιμη (Πίνακας 5.1). Επιπλέον, τα προφίλ του ρέματος κατά μήκος δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές (Εικόνες 5.8 και 5.9).

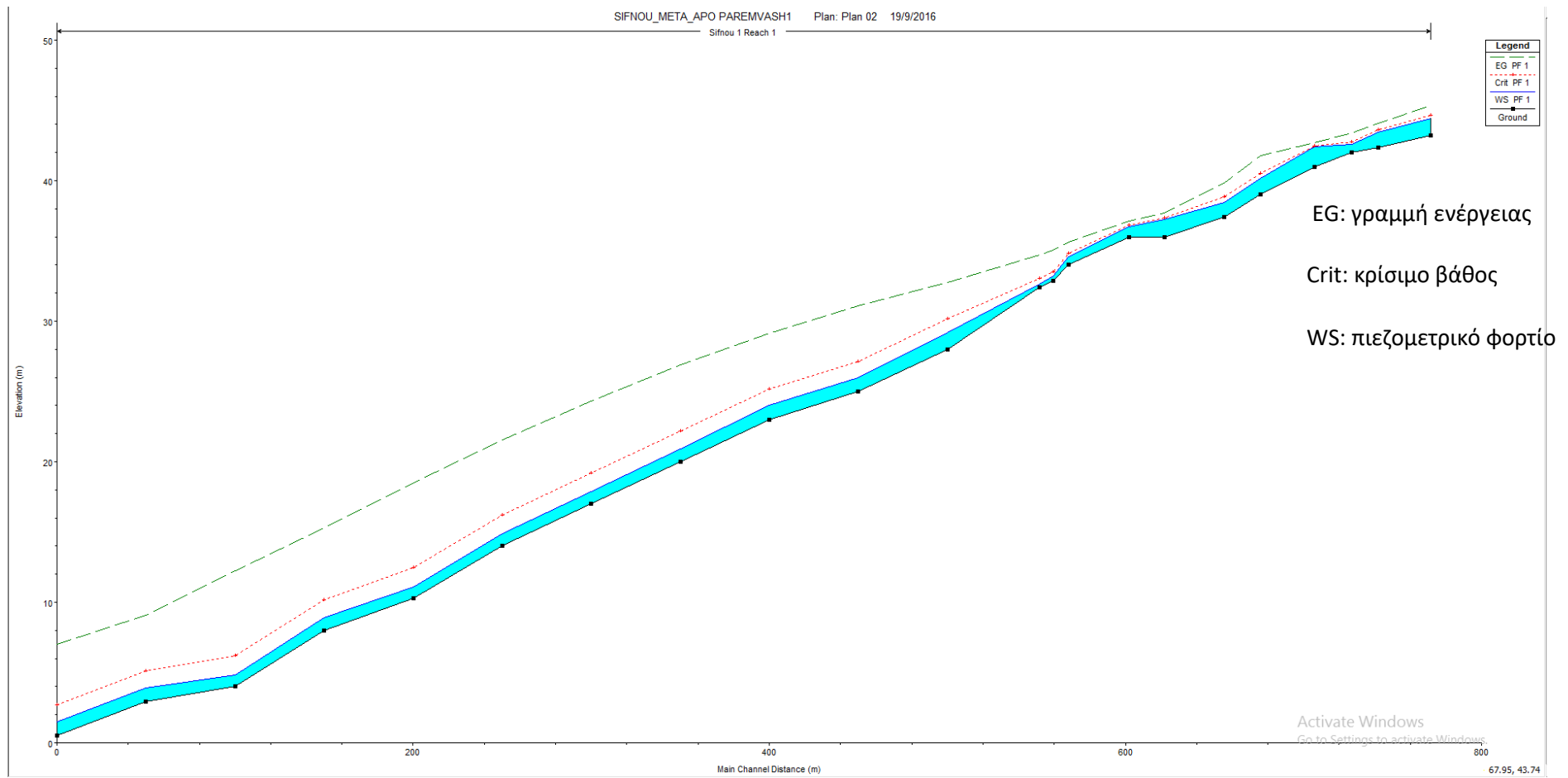
Πίνακας 5.1: Συγκριτικός Πίνακας χαρακτηριστικών μεγεθών διατομής Δ12

	Υφιστάμενη κατάσταση	Μετά την παρέμβαση
ταχύτητα	3,32 m/s	3,19 m/s
πλάτος διατομής	6,46 m	7,30 m
βάθος νερού	0,83 m	0,78 m
Froude	1,5	1,5



Εικόνα 5.8: Προφίλ ρέματος κατά μήκος για υφιστάμενη κατάσταση

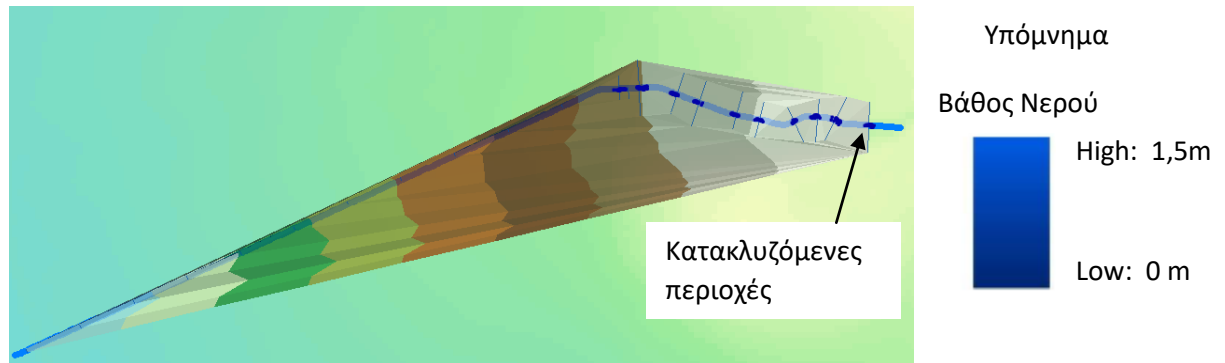
Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής



Εικόνα 5.9: Προφίλ ρέματος κατά μήκος για προτεινόμενη παρέμβαση

5.3 Κατακλυζόμενες Περιοχές

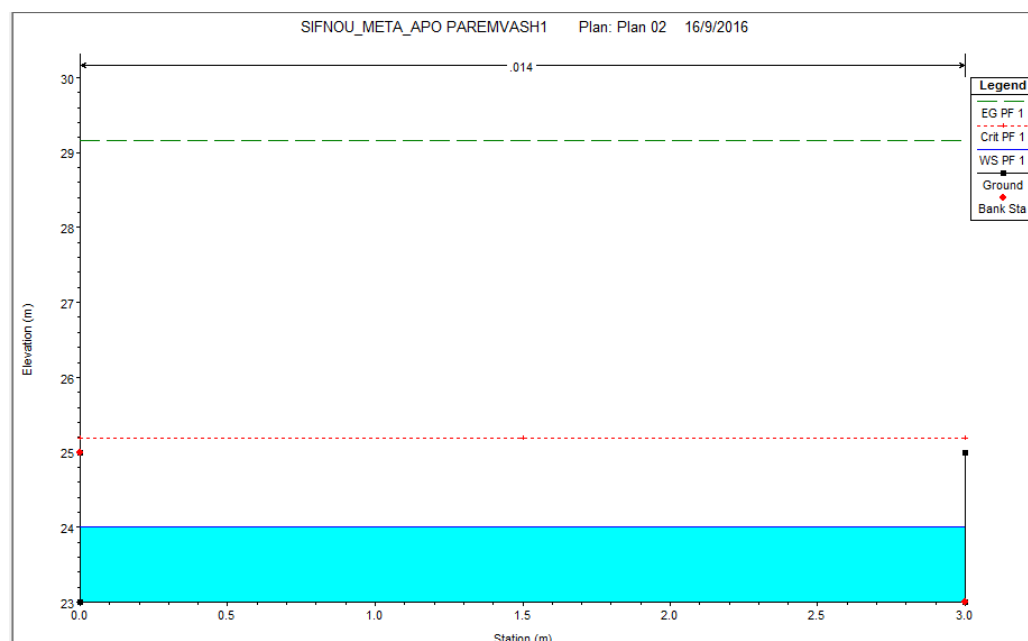
Στο στάδιο αυτό το DEM συγκρίνεται με το DEM της πιεζομετρικής επιφάνειας. Στα σημεία όπου, το υψόμετρο της πιεζομετρικής επιφάνειας είναι μεγαλύτερο από αυτό του εδάφους, υπολογίζεται η διαφορά των δύο υψομέτρων, η οποία αντιπροσωπεύει το βάθος νερού στην αντίστοιχη θέση (Εικόνα 5.8).



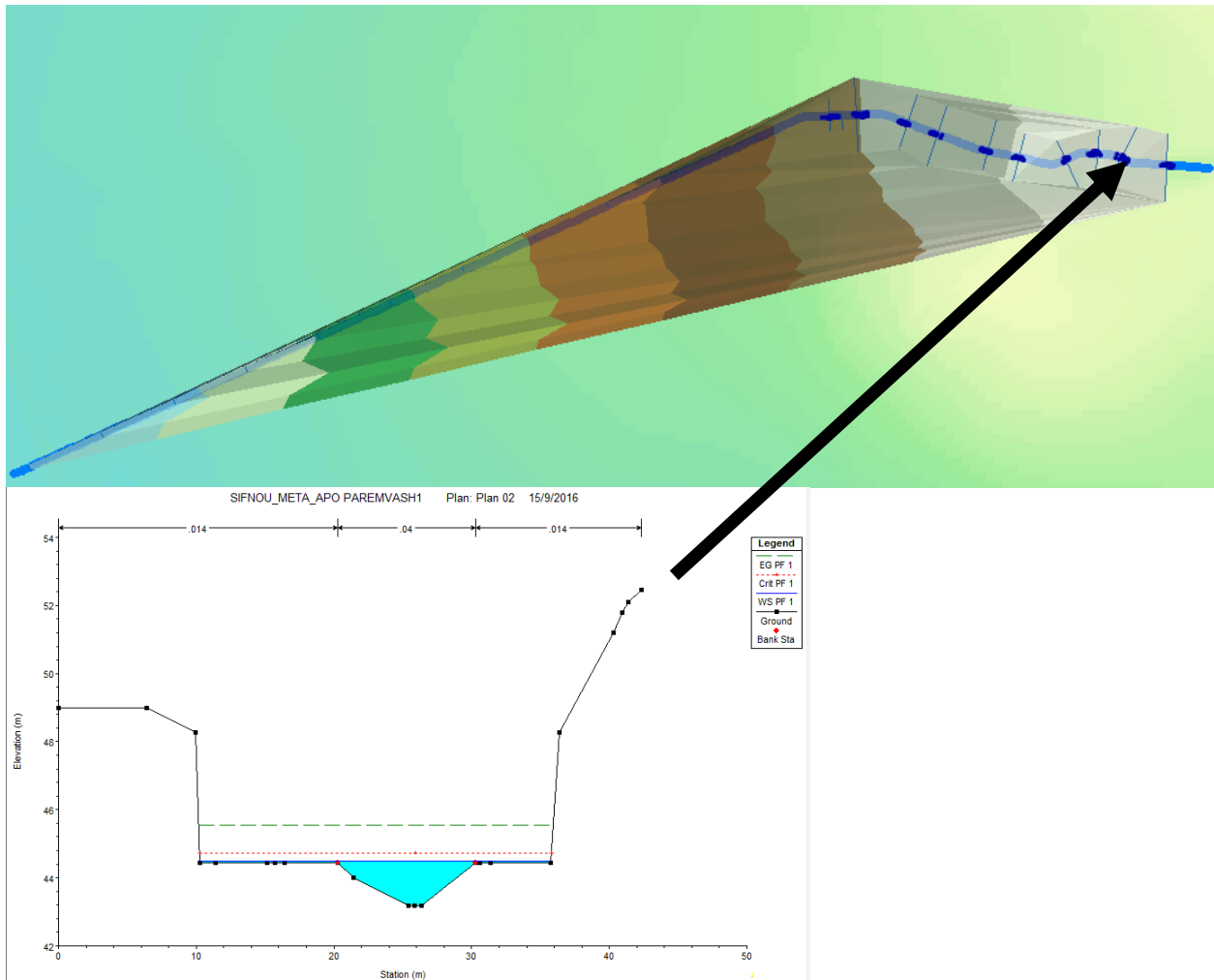
Εικόνα 5.10: Κατακλυζόμενες περιοχές για επεισόδιο βροχής με περίοδο επαναφοράς 100 ετών

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε για την υπάρχουσα διεύθυνση του συλλεκτήρα ομβρίων υδάτων, ο κλειστός αγωγός διαθέτει ελεύθερη επιφάνεια και άρα δεν πλημμυρίζει ακόμα και για γεγονός βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών (Εικόνα 5.9).

Οι πλημμυρικά κατακλυζόμενες περιοχές φαίνονται στις ακόλουθες εικόνες (Εικόνα 5.10) για την ενδεικτική διατομή Δ12.



Εικόνα 5.11: Η διατομή Δ1 για επεισόδιο βροχής με περίοδο επαναφοράς 100 έτη



Εικόνα 5.12: Πλημμυρική περιοχή της διατομής Δ12

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραπάνω εργασία πραγματοποιείται τον σχεδιασμό ενός παρόχθιου διαδρόμου πολλαπλών χρήσεων, στην Σαρωνίδα του Δήμου Σαρωνικού της Αττικής. Σκοπός της δημιουργίας του διαδρόμου αυτού κατά μήκος ενός υφιστάμενου ρέματος, είναι η περιβαλλοντική αναβάθμισή του και η προσθήκη ενός νέου χώρου αναψυχής και περιπάτου στην περιοχή.

Για τον σχεδιασμό του διαδρόμου πραγματοποιήθηκε η υδρολογική και υδραυλική προσομοίωση της λεκάνης απορροής έκτασης 2,4 km². Η υδρολογική και υδραυλική προσομοίωση της λεκάνης απορροής έγιναν με τη χρήση των μοντέλων HEC-HMS και HEC-RAS αντίστοιχα όπως έχει προαναφερθεί. Τα μοντέλα αυτά αποτελούν ελεύθερο λογισμικό και κάθε χρήστης έχει την δυνατότητα να τα χρησιμοποιήσει χωρίς κάποιο κόστος. Από τις διαδικασίες που περιγράφηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, είναι πως αυτά τα μοντέλα, δίνουν αξιόλογα αποτελέσματα και αξίζει να χρησιμοποιηθούν. Επίσης, τα ειδικά εγχειρίδια χρήσης που τα συνοδεύουν είναι αρκετά καλογραμμένα. Ένα μειονέκτημα που θα πρέπει να αναφερθεί, είναι ότι δεν υπάρχουν πολλές λεπτομέρειες με αποτέλεσμα, ο χρήστης να αναγκάζεται να αναζητεί πληροφορίες σε fora και άλλους διαδικτυακούς τόπους με πολλές φορές αντικρουόμενες απόψεις και προσεγγίσεις πάνω στο ίδιο θέμα.

Από την υδραυλική προσομοίωση πρόεκυψε ότι η υφιστάμενη παρέμβαση του συλλεκτήρα ομβρίων υδάτων είναι ασφαλής και για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών, όπως επίσης ασφαλής θεωρούνται και οι προτεινόμενες παρεμβάσεις των παρόχθιων διαδρόμων και πεζογεφυρών. Συγκεκριμένα, το επίπεδο, όπου βρίσκεται το επίμηκες πάρκο, δεν πλημμυρίζει για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών, ενώ για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών πλημμυρίζει μόνο σε ορισμένες διατομές κατά μερικά εκατοστά.

Επιπλέον, τα μεγέθη της υδραυλικής προσομοίωσης πριν από την παρέμβαση και μετά από αυτήν παρουσιάζουν αμελητέες διαφορές. Η δημιουργία του παρόχθιου διαδρόμου δεν θα επηρεάσει την παροχτετευτικότητα του ρέματος, τις ταχύτητες ροής κλπ. και συνεπώς δεν θα έχει καμία αρνητική επίδραση για τους περίοικους. Αντιθέτως, η απομάκρυνση των απορριμμάτων και οι τοπικές διευθετήσεις αυξάνουν την ασφάλεια σε σχέση με ενδεχόμενα πλημμυρικά φαινόμενα.

Το κόστος της παρέμβασης εκτιμήθηκε σε 600.000 ευρώ, το οποίο θεωρείται εφικτό για τα δεδομένα του δήμου σε σχέση με τα προσδοκώμενα οφέλη. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει τις προτεινόμενες παρεμβάσεις της χάραξης και πλακόστρωσης των παραλλήλων στην κοίτη διαδρόμων, τον καθαρισμό της κοίτης, την δημιουργία των δύο πεζογεφυρών και της δενδροφύτευσης. Επίσης, κοστολογήθηκε και ενδεχόμενη συμπληρωματική παρέμβαση που να ενώνει το επίμηκες πάρκο με τον παραλιακό πεζόδρομο με τα έργα πεζοδρόμησης της οδού Σίφνου, που ανέρχεται στα 182.000 ευρώ. Φυσικά το κόστος αυτό κατά την εφαρμογή του μπορεί να προσαρμοστεί κατάλληλα ανάλογα με τις τελικές απαιτήσεις που θα διαμορφωθούν ή και τις οικονομικές δυνατότητες.

Στον ελλαδικό χώρο παρατηρείται πολύ μικρός αριθμός έργων σε αυτήν την κατεύθυνση. Η ιδέα της δημιουργίας ενός παρόχθιου διαδρόμου σε αστικό περιβάλλον μοιάζει ιδιαίτερα υποσχόμενη, αφού σε τέτοιες περιοχές συναντάται έλλειψη χώρου και έλλειψη κοινόχρηστων χώρων και προσφέρουν μείζονος σημασίας οφέλη στην οικολογική ισορροπία των οικοσυστημάτων. Συγκεκριμένα, για την περιοχή μελέτης η έλλειψη χώρου δεν αποτελεί τόσο πρόβλημα όσο η παραμέληση και μη ορθολογική εκμετάλλευση του.

Μελετώντας τα ειδικά χαρακτηριστικά και δεδομένα της μελετώμενης περιοχής, καθώς επίσης και τις ανάγκες της τοπικής κοινωνίας, η πρόταση κατασκευής του παρόχθιου διαδρόμου εκτιμάται ότι είναι εφικτή, καθώς και απολύτως πρακτική και χρήσιμη. Επιπροσθέτως, η δημιουργία του παρόχθιου διαδρόμου όπως προτείνεται με πεζοδρομιακούς διαδρόμους και εγκαταστάσεις για την εξυπηρέτηση των κατοικήσιμων για χρήση από την τοπική κοινότητα και τους παραθεριστές, έχει ως αποτέλεσμα μια μεγάλη εγκατάσταση αναψυχής και εκπαίδευσης για την περιοχή. Μια τέτοια εγκατάσταση θα αυξήσει την περιβαλλοντική και φιλοζωική ευαισθησία και συνείδηση των κατοίκων και των επισκεπτών.

Ο παρόχθιος διάδρομος ο οποίος θα είναι παράλληλος με την υπάρχουσα κοίτη του ρέματος βελτιώνει σημαντικά την αισθητική υποβάθμιση που παρατηρείται στην υφιστάμενη κατάσταση, και επηρεάζει θετικά τις γύρω κατοικημένες περιοχές με λογικό κόστος κατασκευής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διεθνής Βιβλιογραφία

- Idaho Transportation Department. <https://itd.idaho.gov>. August 2016.
<https://itd.idaho.gov/bridge/manual/16%20Cost%20Estimating/16.1%20Structure%20Cost%20Per%20Square%20Foot.pdf>.
- Allen, L. *Dog Parks: Benefits and Liabilities*. Master of Environmental Studies Capstone Projects, Department of Earth and Environmental Science, University of Pennsylvania, Master's Thesis, 2007.
- Beschta, R., Everest, F., Scrivener, J.C., Koski, K.V., Sedell, J., and C.J. Cederholm. *Streamside Management: Forestry and Fishery Interactions*. University of Washington, Institute of Forest Resources, 1987.
- Binford, M.W. and M.J. Buchenau. *Riparian greenways and water resources*. Minneapolis, Minnesota: University of Minnesota Press, 1993.
- Brian, M., Hickey C. and B. Doran. «A Review of the Efficiency of Buffer Strips for the Maintenance and Enhancement of Riparian Ecosystems.» *Water Qual. Res. J. Canada, Volume 39, No.3*, 2004: 311-317.
- Brundtland, G. H. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Oslo: UN General Assembly, 1987.
- Bruner, G. *HEC-RAS, river analysis system hydraulic reference manual*. Hydrologic engineering center: US Army corps of Engineers, 2008b.
- Bruner, G. *HEC-RAS, river analysis system user's manual*. Hydrologic engineering center: US Army corps of Engineers, 2008a.
- Bueno, J. A., Tsihrintzis V. and L. Alvarez. «South Florida greenways: a conceptual framework for the ecological reconnectedness of the region.» *Landscape and Urban Planning* (Florida International University), 1995: 247-266.
- Cameron, T., Ackerman, P.E. *HEC-GeoRAS, GIS tools for support of HEC-RAS*. 2011.
- Chow, V. T. *Open-Channel Hydraulics*. McGraw-Hill Book Company, 1959.
- Desbonnet, A., Pogue P., Lee, V. and N. Wolf. «Development of Coastal Vegetated Buffer Programs.» *Coastal Management Vol.23*, 1994: 91-109.
- Dilaha T.A., Sherrard, J.H., Lee, D, Mostaghimi, S. and V.O. Shanholtz. «Evaluation of vegetative filter strips as a best management practice for feed lots.» *Water Pollution Control Federation*, 1988: 1231-1238.
- Fischer, R. and J.C. Fischenich. «Design Recommendations for Riparian Corridors and Vegetated Buffer Strips.» *EMRRP*, 2000: 17.
- Fleming, M., Doan, J.,. *HEC-GeoHMS, Geospatial Hydrologic Modeling version 5.0*. US Army corps of Engineers, 2010.
- Giandotti, M. *Previsione delle piene e delle magre dei corsi d'acqua - Memorie e studi idrografici*. Milan: Servizio Idrografico Italiano, 1934.

Hernandez, D.W., Reynolds W. and L. Hajjar .*Vegetated riparian buffers and buffer ordinances* . Columbia, SC: South Carolina Department of Health and Environmental Contro, 2000.

<http://www.hec.usace.army.mil/>. 2016.

Hubbard, R.K. and R.R. Lowrance. «Riparian forest buffer system research at the coastal plain experiment station, Tifton, GA.» *Water, Air, and Soil Pollution Vol. 77 Issue 3*, 1994: 409-432.

Poiani, K. A., Richter, B. D., Anderson, M.G. and H.E. Richter. «Biodiversity Conservation at Multiple Scales: Functional Sites, Landscapes and Network.» *Bioscience Oxford Journals*, 2000: 133-146.

Kirpich, L. *Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds*. 10(6): Civ.Eng., 1940.

Koutsoyiannis, D. and G. Baloutsos. *Analysis of a Long Record of Annual Maximum Rainfall in Athens, Greece, and Design Rainfall Inferences*. Athens: Department of Water Resources, Faculty of Civil Engineering, National Technical University of Athens, 1999.

Labaree, J. *How Greenways Work: A Handbook on Ecology*. The National Park Service's River and Trails Conservation Assistance Program, 1992.

Lowrance, R.R., Sharpe, J.K., and J.M. Sheridan. *Water quality functions of riparian forest buffers in Chesapeake Bay watersheds*. *Environmental Management* 21(5):687-712., 1997.

Magette, W. L., Brinsfield, R.B., Palmer, R E., Wood, J.D. *Nutrient and Sediment Removal by Vegetated Filter Strips*. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 1987.

Mander, U., Kuusemets, V., Lohmus, K. and T. Muring. «Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments.» *Ecological Engineering*, 1997: 299-324.

Mayer, P.M., Reynolds, S.K., McCutchen, M.D. and T.J. Canfield *Riparian buffer width, vegetative cover, and nitrogen removal effectiveness: a review of current science and*. Cincinnati, OH: U.S. : Environmental Protection Agency., 2006.

McCarthy, G.T. . *The unit Hydrograph and flood routing*. New London: Conference of North Atlantic Division, US Army corps of Engineers, 1938.

Noss, R. «Corridors in Real Landscapes: A Reply to Simberloff and Cox.» *Conservation Biology, Volume 1, Issue 2*, 1987: 159-164.

Osborn, L.L. and D.A. Kovavic. *Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management*. *Freshwater Biology*, 1993.

Palone, R.S. and A.H. Todd. *Chesapeake Bay riparian handbook*. 1997.

Ridgway and Foley. *Riparian corridors: Landholder benefits and issues for management*. Land and Water Resources Research and Development Corporation., 2000.

Rutledge, A. *Anatomy of a Park*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1971.

Tiernan. *The rap on riparian corridors*. Peavinne Watershed Alliance, 2001.

Vought, L. B., Dahl, M. J., Pedersen, C. L. and J.O. Lacoursiere *Nutrient retention in riparian ecotones*. 1994.

- Ward, A. *Flood plain size to protect stream health*. Columbus, OH:: FAB Engineering, 2001.
- William A. and M. Fleming. *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical*. US Army corps of Engineers, 2010.
- Wilson, L. *Attitudes Towards Ecosystem Services In Urban Riparian Parks*. Phoenix: Arizona State University, 2012.
- Xanthouli, S. and V.Tsihrintzis. *CREATION OF A MULTIPLE-USE RIPARIAN CORRIDOR IN CHRYSSOUPOLIS, GREECE*. Xanthi: Laboratory of Ecological Engineering and Technology Department of Environmental Engineering, School of Engineering Democritus University of Thrace, 2003.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αραβαντινός, Α. *Πολεοδομικός Σχεδιασμός για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*. Αθήνα: Συμμετρία, 2007.
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων. «Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας.» *Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας*. 2012.
- Ζεντέλης, Π. *Περί Κτήματων Λόγος και Κτηματολόγιο*. Αθήνα: Παπασωτηρίου, 2011.
- Καραλή, Μ. *Παρεμβάσεις στα ρέματα - εναλλακτικές προτάσεις σχεδιασμού*. Αθήνα: Εκδόσεις ΕΜΠ, 2000.
- Κατσαρέλης, Τ. *Σημειώσεις μαθήματος Εφαρμοσμένη Υδραυλική*. Αθήνα: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, 2010.
- Κοτσιμπός, Π. *Τα ρέματα της Αττικής – Διαπιστώσεις και προβληματισμοί πάνω σε ένα ξεχασμένο πολεοδομικό παράγοντα*. ΕΜΠ: Διάλεξη Τμήματος Αρχιτεκτόνων, 1993.
- Παγάνα, Β. *Κατάρτιση Χαρτών Πλημμύρας στην περιοχή της Ραφήνας*. Αθήνα: ΔΠΜΣ "Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων", Μεταπτυχιακή Εργασία, 2012.
- Παναγόπουλος, Θ. *Δίκαιο Περιβάλλοντος*. Αθήνα: Αθ. Σταμούλης, 2004.
- Παπαπούλου, Θ. , Παπαδόπουλος, Δ. , Μιχαηλίδου, Ε. και Μ. Μήνος, Προγράμματα Προστασίας Περιβάλλοντος και Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Λαυρίου, Λαύριο, 2007
- Ράμπιας, Ε., *Υδραυλική Προσομοίωση Αλιάκμονα με χρήση του μοντέλου HEC-RAS*, Αθήνα: ΔΠΜΣ "Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων", Μεταπτυχιακή Εργασία, 2007
- Τσακίρης, Γ. *Υδατικοί Πόροι 1, Τεχνική Υδρολογία & Εισαγωγή στη Διαχείριση Υδατικών Πόρων*. Αθήνα: Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π., 1995.
- «Φ.Ε.Κ. 59Α/15-04-1994, Κύρωση Σύμβασης για τη βιολογική ποικιλότητα (ν. 2204).»
- «ΦΕΚ 363Β/19-02-2016, Τιμολόγηση για έργα οδοποιίας και πρασίνου.» 2016.
- Χατζιμπίρος, Κ. *Οικολογία, Οικοσυστήματα και προστασία του Περιβάλλοντος*. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία, 2001.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α': Υπολογισμοί της όδευσης και αποτύπωσης

i. Υπολογισμοί και αποτελέσματα για την πολυγωνομετρική όδευση:

	X	Y	H	$\alpha_{T_2T_3}(\text{grad})$	$D_{EΓΣΑ}(m)$	
0	493931.28	4178051.31	487.03	30.1843	2991.934	
1	492565.26	4175389.42	122.83			
ΣΤΑΣΗ	ΣΤΟΧΕΥΣΗ	HR (grad)	V (grad)	SD (m)	YO (m)	ΥΣ (m)
1	0	0.0000	107.7670	-	0.210	0.000
	2	48.8020	114.3204	277.978	0.210	1.500
2	1	0.0000	85.7998	277.988	1.620	1.500
	3	263.9886	97.4746	54.668	1.620	1.500
3	2	0.0000	102.8998	54.666	1.570	1.500
	4	176.8274	109.5316	253.664	1.570	1.500
4	3	0.0000	90.5924	253.662	1.690	1.500
	5	183.3612	115.4872	1404.182	1.690	1.500
5	4	0.0000	83.8256	1404.122	1.640	1.500
	6	242.4708	100.6812	8.607	1.640	1.500
6	5	0.0000	100.9454	8.600	1.500	1.500
	5	0.0000	100.9456	8.602	1.500	1.500
5	6	0.0000	100.6812	8.604	1.640	1.500
	4	157.5292	83.8256	1404.182	1.640	1.500
4	5	0.0000	115.4872	1404.122	1.690	1.500
	3	216.6388	90.5924	253.664	1.690	1.500
3	4	0.0000	109.5316	253.662	1.570	1.500
	2	223.1726	102.8998	54.668	1.570	1.500
2	3	0.0000	97.4746	54.666	1.620	1.500
	1	136.0114	85.7998	277.978	1.620	1.500
1	2	0.0000	114.3204	277.978	0.210	1.500
	0	351.1980	107.7670	-	0.210	0.000

	X	Y	H
2	493675.02	4177963.48	423.74
3	493632.40	4177997.60	426.02
4	493393.67	4178074.39	388.26
Σ1=5	492033.09	4178142.06	50.21
Σ2=6	492026.62	4178147.70	50.26

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

ii. Υπολογισμοί και αποτελέσματα για την αποτύπωση:

Να σημειωθεί ότι για την αποτύπωση τα τριγωνομετρικά σημεία 5, 6 ονομάζονται Σ1,Σ2 αντίστοιχα και ιδρύθηκαν και οι τυφλές στάσεις Σ3,Σ4 για την καλύτερη αποτύπωση της περιοχής.

Από Σ2 με μηδενισμό στην Σ1:

Σημείο	Οριζόντια Γωνία (grad)	Κατακόρυφη Γωνία (grad)	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Οριζόντιο Μήκος (m)	ΥΟ (m)	ΥΣ (m)	ΔΗ (m)	Ελλειψοειδес Μήκος (m)	Μήκος στο ΕΓΣΑ (m)	Η (m)
1	120.4440	98.4484	11.101	11.098	1.380	1.500	0.151	11.010	11.005	50.41
2	123.9398	97.6162	21.021	21.006	1.380	1.500	0.667	20.830	20.822	50.93
3	130.1696	98.3036	35.610	35.597	1.380	1.500	0.829	35.307	35.293	51.09
4	132.8032	98.4920	49.094	49.080	1.380	1.500	1.043	48.682	48.662	51.30
5	134.5650	98.6850	63.327	63.313	1.380	1.500	1.188	62.802	62.776	51.45
6	136.4338	98.6574	78.567	78.550	1.380	1.500	1.537	77.911	77.880	51.80
7	141.7866	98.1684	113.772	113.725	1.380	2.550	2.103	112.798	112.753	52.36
8	143.8990	98.7850	133.759	133.735	1.380	1.500	2.433	132.642	132.589	52.69
9	143.7026	98.4572	151.673	151.628	1.380	1.500	3.555	150.360	150.300	53.82
10	145.4982	98.6686	171.482	171.445	1.380	1.500	3.466	170.023	169.955	53.73
11	312.0380	100.3508	12.541	12.541	1.380	1.500	-0.189	12.442	12.437	50.07
12	277.5034	102.6894	28.440	28.415	1.380	1.500	-1.321	28.165	28.154	48.94
13	201.7374	106.4186	29.773	29.622	1.380	1.500	-3.117	29.234	29.222	47.14
14	176.4280	105.7748	57.848	57.610	1.380	1.500	-5.360	56.936	56.913	44.90
15	172.0736	104.8908	68.601	68.399	1.380	2.500	-6.385	67.601	67.574	43.87
16	163.7030	104.9222	104.989	104.675	1.380	2.000	-8.729	103.565	103.524	41.53
17	163.9526	108.2256	84.759	84.052	1.380	1.500	-11.041	82.744	82.711	39.22
18	162.8688	108.3824	78.479	77.800	1.380	1.500	-10.424	76.558	76.527	39.84
19	168.3412	109.2538	72.362	71.599	1.380	1.500	-10.601	70.314	70.286	39.66
20	165.0964	109.1276	69.172	68.462	1.380	1.500	-10.004	67.250	67.223	40.26
21	169.9150	110.5642	59.135	58.323	1.380	1.500	-9.888	57.073	57.050	40.37
22	163.8340	110.7672	53.671	52.905	1.380	1.500	-9.154	51.737	51.716	41.11
23	170.0964	112.3958	46.970	46.082	1.380	1.500	-9.208	44.832	44.814	41.05
24	166.7800	112.0186	41.986	41.240	1.380	2.500	-8.999	39.959	39.943	41.26
25	175.8978	115.4940	29.995	29.111	1.380	2.500	-8.348	27.688	27.677	41.91
26	252.3746	129.7888	14.330	12.790	1.380	1.500	-6.583	10.885	10.881	43.68

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

27	259.4674	123.1570	18.238	17.045	1.380	1.500	-6.609	15.597	15.590	43.65
28	260.5354	124.7274	16.832	15.578	1.380	1.500	-6.495	14.056	14.051	43.77
29	231.5858	124.0806	16.947	15.749	1.380	2.000	-6.879	14.064	14.059	43.38
30	185.3598	116.2518	27.018	26.142	1.380	2.000	-7.443	24.879	24.869	42.82
31	177.0352	114.0470	38.596	37.660	1.380	1.500	-8.567	36.410	36.396	41.69
32	173.1198	111.0910	53.367	52.559	1.380	1.500	-9.370	51.350	51.330	40.89
33	170.2262	109.7018	65.126	64.371	1.380	1.500	-10.007	63.141	63.115	40.25
34	168.5580	108.9922	75.264	74.514	1.380	1.500	-10.716	73.224	73.195	39.54
35	167.2210	108.2360	84.652	83.945	1.380	1.500	-11.041	82.636	82.603	39.22
36	162.2196	107.2197	91.647	91.058	1.380	2.500	-11.491	89.704	89.668	38.77
37	145.4710	98.6618	174.837	174.798	1.380	1.500	3.555	173.348	173.278	53.81

Σημείο	Γωνία Διεύθυνσης (grad)	Γωνία Διεύθυνσης (rad)	Δx (m)	Δψ (m)	X (m)	Ψ (m)
1	266.1023	4.179925	-9.482	-5.587	492023.61	4178136.47
2	269.5981	4.234837	-18.493	-9.570	492014.60	4178132.49
3	275.8279	4.332694	-32.779	-13.081	492000.31	4178128.97
4	278.4615	4.374063	-45.903	-16.151	491987.19	4178125.90
5	280.2233	4.401737	-59.772	-19.189	491973.32	4178122.87
6	282.0921	4.431092	-74.819	-21.620	491958.27	4178120.44
7	287.4449	4.515174	-110.567	-22.093	491922.52	4178119.96
8	289.5573	4.548355	-130.809	-21.652	491902.28	4178120.40
9	289.3609	4.545270	-148.206	-25.001	491884.88	4178117.05
10	291.1565	4.573475	-168.318	-23.533	491864.77	4178118.52
11	57.6963	0.906291	9.790	7.669	492042.88	4178149.72
12	23.1617	0.363823	10.018	26.311	492043.11	4178168.37
13	347.3957	5.456879	-21.491	19.801	492011.60	4178161.86
14	322.0863	5.059319	-53.522	19.351	491979.57	4178161.41
15	317.7319	4.990921	-64.970	18.579	491968.12	4178160.63
16	309.3613	4.859436	-102.407	15.168	491930.68	4178157.22
17	309.6109	4.863356	-81.770	12.439	491951.32	4178154.49
18	308.5271	4.846332	-75.841	10.220	491957.25	4178152.27

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

19	313.9995	4.932292	-68.593	15.332	491964.50	4178157.39
20	310.7547	4.881323	-66.266	11.302	491966.82	4178153.36
21	315.5733	4.957014	-55.352	13.817	491977.74	4178155.87
22	309.4923	4.861493	-51.142	7.683	491981.95	4178149.74
23	315.7547	4.959863	-43.449	10.978	491989.64	4178153.03
24	312.4383	4.907769	-39.183	7.755	491993.91	4178149.81
25	321.5561	5.050991	-26.106	9.193	492006.98	4178151.25
26	398.0329	6.252286	-0.336	10.875	492032.75	4178152.93
27	5.1257	0.080514	1.254	15.540	492034.34	4178157.59
28	6.1937	0.097290	1.365	13.984	492034.45	4178156.04
29	377.2441	5.925736	-4.916	13.162	492028.17	4178155.22
30	331.0181	5.199620	-12.423	6.582	492020.67	4178148.64
31	322.6935	5.068857	-23.306	8.678	492009.78	4178150.73
32	318.7781	5.007354	-34.824	10.581	491998.27	4178152.64
33	315.8845	4.961902	-49.740	12.675	491983.35	4178154.73
34	314.2163	4.935698	-61.548	13.977	491971.54	4178156.03
35	312.8793	4.914696	-71.702	14.707	491961.39	4178156.76
36	307.8779	4.836134	-81.971	10.196	491951.12	4178152.25
Σ3	291.1293	4.573048	-171.599	-24.067	491861.49	4178117.99

Από Σ3 με μηδενισμό στην Σ2:

Σημείο	Οριζόντια Γωνία (grad)	Κατακόρυφη Γωνία (grad)	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Οριζόντιο Μήκος (m)	ΥΟ (m)	ΥΣ (m)	ΔΗ (m)	Ελλειψοειδές Μήκος (m)	Μήκος στο ΕΓΣΑ (m)	Η
38	247.6614	113.0516	117.893	115.424	1.550	1.500	-23.951	112.238	112.193	29.86
39	239.7254	114.9304	103.222	100.396	1.550	1.500	-23.937	96.919	96.880	29.88
40	232.3966	113.2394	116.262	113.757	1.550	1.500	-23.954	110.542	110.498	29.86
41	233.5798	112.4490	127.817	125.381	1.550	1.500	-24.785	122.181	122.132	29.03
42	233.2090	112.1612	128.734	126.392	1.550	1.500	-24.392	123.280	123.231	29.42
43	229.9940	112.0772	135.077	132.654	1.550	2.000	-25.922	129.339	129.288	27.89
Σ4	240.3830	112.5174	130.088	127.581	1.550	0.000	-23.864	124.580	124.531	29.95

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

Σημείο	Γωνία Διεύθυνσης (grad)	Γωνία Διεύθυνσης (grad)	Δx (m)	Χ (m)	Ψ (m)
38	338.5535	338.5535	-92.241	491769.250	4178181.854
39	330.6175	330.6175	-85.890	491775.601	4178162.806
40	323.2887	323.2887	-103.186	491758.304	4178157.515
41	324.4719	324.4719	-113.219	491748.272	4178163.789
42	324.1011	324.1011	-114.505	491746.986	4178163.534
43	320.8861	320.8861	-122.392	491739.099	4178159.648
Σ4	331.2751	331.2751	-109.803	491751.688	4178176.735

Από Σ4 με μηδενισμό στην Σ3:

Σημείο	Οριζόντια Γωνία (grad)	Κατακόρυφη Γωνία (grad)	Κεκλιμένο Μήκος (m)	Οριζόντιο Μήκος (m)	ΥΟ (m)	ΥS (m)	ΔΗ (m)	Ελλειψοειδес Μήκος (m)	Μήκος στο ΕΓΣΑ (m)	Η (m)
45	269.0844	116.2962	84.790	82.027	1.550	1.500	-21.418	78.693	78.662	32.40
46	273.8398	115.4546	89.183	86.568	1.550	1.500	-21.388	83.367	83.333	32.43
47	319.3194	120.3392	65.534	62.218	1.550	1.500	-20.533	58.366	58.342	33.28
48	320.3020	122.2226	55.460	52.115	1.550	1.500	-18.919	48.251	48.232	34.90

Σημείο	Γωνία Διεύθυνσης (grad)	Γωνία Διεύθυνσης (rad)	Δx (m)	Χ (m)	Ψ (m)
45	359.9765	5.654498	-46.260	491815.231	4178181.610
46	364.7319	5.729195	-43.840	491817.651	4178188.858
47	410.2115	6.443587	9.318	491870.809	4178175.582
48	411.1941	6.459022	8.437	491869.928	4178165.476

Παράρτημα Β': Υπολογισμός του συντελεστή CN (Curve Number)

i. Περιοχές που κατατάσσονται σε διαφορετικές κατηγορίες εδαφών των υπολεκανών απορροής :

A/A	Subbasin	Εμβαδό (m ²)	Κατηγορία	K _{median}
1	4	1022620.379	D	5*10 ⁻¹³
2	1	89211.307	A	10 ⁻³
3	5	462788.080	D	5*10 ⁻¹³
4	3	297366.474	B	3*10 ⁻⁶
5	2	239402.814	A	10 ⁻³
7	1	49188.693	-	-
8	2	78862.529	B	3*10 ⁻⁶
9	2	8334.830	B	3*10 ⁻⁶
10	3	22590.296	A	10 ⁻³
11	3	93793.230	D	5*10 ⁻¹³
12	4	31538.800	B	3*10 ⁻⁶
13	5	9908.572	B	3*10 ⁻⁶

ii. Ποσοστωση και τελικός συντελεστής CN:

Υπολεκάνη	Εμβαδό υπολεκανών (m ²)	Εμβαδό της λεκάνης που ανήκει στην κατηγορία D (m ²)	Ποσοστό της λεκάνης που ανήκει στην κατηγορία D (%)	Εμβαδό της λεκάνης που ανήκει στην κατηγορία B (m ²)	Ποσοστό της λεκάνης που ανήκει στην κατηγορία B (%)	Εμβαδό της λεκάνης που ανήκει στην κατηγορία A (m ²)	Ποσοστό της λεκάνης που ανήκει στην κατηγορία A (%)	Τελικός αριθμός CN
SUBBASIN-4	1054159.179	1022620.379	97	31538.800	3	0	0	79.43
SUBBASIN-1	138400.000	0	0	0	0	89211.307	64	44.58
SUBBASIN-5	472696.652	462788.080	98	9908.572	2	0	0	79.60
SUBBASIN-3	413750.000	93793.230	23	297366.474	72	22590.296	5	64.11
SUBBASIN-2	326600.173	0	0	89197.358	27	239402.814	73	44.87

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

Παράρτημα Γ': Μηνιαίο Ύψος Υετού σε mm (ΕΜΥ - Μετεωρολογικός Σταθμός Ελληνικού)

ΕΤΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΛΙΚΟ
1950	21.2	0.4	95.9	26.5	8.0	0.0	0.0	0.0	22.5	5.6	7.3	79.6	267
1951	109.6	30.6	31.4	2.3	18.5	10.6	5.2	4.4	9.5	32.8	49.1	41.4	345.4
1952	33.0	42.5	76.1	0.5	18.9	9.7	0.0	0.0	3.7	19.4	92.8	134.6	431.2
1953	62.3	3.4	26.4	30.4	146.3	66.6	1.2	26.8	1.9	129.8	11.6	53.6	560.3
1954	61.9	70.6	16.3	17.0	32.7	0.0	0.0	0.0	0.3	67.2	109.3	39.1	414.4
1955	67.1	32.6	17.6	34.5	0.3	0.0	2.3	16.7	54.3	230.6	85.8	5.2	547
1956	21.5	57.3	59.7	11.8	20.3	2.7	0.0	0.0	1.4	7.1	69.1	36.7	287.6
1957	37.5	0.0	10.5	18.5	16.4	4.0	0.0	0.0	3.7	128.3	44.7	39.6	303.2
1958	114.2	7.4	30.3	22.0	17.9	3.1	0.0	0.0	20.3	29.9	100.3	4.6	350
1959	30.9	0.7	30.8	27.7	11.8	0.1	18.5	0.3	5.1	30.5	20.7	36.9	214
1960	52.6	10.7	22.0	25.0	7.0	10.1	0.0	14.4	6.0	10.8	64.5	131.1	354.2
1961	50.2	21.0	74.9	3.8	1.4	2.5	0.0	0.0	0.0	8.4	50.0	41.3	253.5
1962	35.2	44.9	11.0	18.8	8.0	1.0	0.7	0.0	69.3	49.8	68.9	143.1	450.7
1963	26.2	15.7	21.6	15.0	71.0	0.3	11.7	0.0	0.0	100.2	57.9	46.5	366.1
1964	89.1	34.9	14.8	17.9	1.9	14.0	0.0	1.8	5.6	19.4	15.6	40.9	255.9
1965	63.6	124.5	68.7	19.0	4.8	7.8	0.0	2.1	0.0	1.4	20.2	27.6	339.7
1966	53.1	14.5	57.7	17.4	30.8	2.5	0.0	2.3	24.9	60.8	43.5	76.7	384.2
1967	47.6	48.2	12.7	18.1	23.0	14.0	1.4	0.0	14.7	30.2	64.1	54.3	328.3
1968	92.0	42.2	28.4	9.3	7.3	15.1	0.0	4.6	0.3	71.2	106.5	136.7	513.6
1969	42.0	7.9	53.9	9.6	2.4	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	19.8	145.1	281.5
1970	29.4	51.5	21.1	0.9	25.9	4.5	0.0	0.0	29.4	49.1	16.7	70.8	299.3
1971	89.2	81.7	71.0	12.4	0.6	0.0	2.0	2.6	10.0	10.7	20.4	91.4	392
1972	83.1	64.9	18.2	57.4	17.9	0.0	51.7	73.0	2.0	151.8	5.9	11.2	537.1
1973	65.3	61.7	87.3	12.3	1.5	0.6	4.2	0.7	2.2	23.6	35.3	44.2	338.9
1974	24.9	79.2	59.9	8.5	18.1	12.0	0.0	2.9	23.6	18.0	64.0	24.4	335.5
1975	23.6	26.8	35.6	19.5	23.3	7.6	1.2	35.3	0.0	16.5	43.3	148.1	380.8
1976	41.3	109.5	39.4	21.5	12.7	1.9	0.1	45.2	12.3	123.9	67.0	23.9	498.7
1977	8.9	10.8	12.3	19.4	2.1	14.4	0.0	0.0	11.4	6.6	99.0	129.4	314.3
1978	54.9	65.4	20.5	37.7	15.2	4.9	0.0	1.0	69.4	100.9	51.7	73.9	495.5
1979	20.3	41.5	11.1	1.6	21.4	0.0	5.0	8.2	0.2	90.0	90.2	31.0	320.5
1980	32.2	11.0	89.9	26.1	8.2	14.1	0.0	7.9	0.3	93.6	42.0	79.2	404.5
1981	91.2	33.4	10.5	26.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2	30.6	64.4	282.9
1982	22.9	56.0	54.4	53.5	45.7	2.5	1.6	22.0	0.0	23.1	71.7	44.7	398.1
1983	2.4	95.2	68.7	4.6	46.4	0.4	45.9	0.0	1.7	43.1	105.1	69.2	482.7

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

ΕΤΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΛΙΚΟ
1984	43.7	45.7	76.5	112.7	0.4	0.3	25.3	6.7	0.0	0.5	22.9	61.1	395.8
1985	104.3	23.0	88.9	29.5	4.5	0.0	18.2	0.0	0.7	24.5	33.0	37.6	364.2
1986	39.3	44.9	31.2	13.1	10.4	37.1	0.0	0.0	0.0	56.6	29.4	28.3	290.3
1987	19.5	35.7	84.7	112.3	0.7	13.7	0.1	9.6	0.0	42.1	94.5	29.5	442.4
1988	50.2	129.3	78.6	14.5	9.9	2.4	0.0	0.0	4.0	2.3	101.4	116.3	508.9
1989	3.0	2.6	25.0	8.6	12.5	2.5	0.0	0.3	2.1	73.1	11.5	17.4	158.6
1990	7.8	9.8	0.7	21.5	0.0	4.2	0.0	16.1	5.0	18.1	41.0	79.9	204.1
1991	60.0	56.5	37.5	68.9	31.6	0.0	2.8	3.2	0.0	32.8	15.2	111.0	419.5
1992	3.2	18.0	69.0	17.4	40.9	20.5	0.4	0.0	0.0	6.0	51.4	27.1	253.9
1993	10.6	47.5	4.6	46.9	16.9	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	203.2	18.2	354
1994	126.0	33.2	19.7	21.4	48.9	10.6	11.8	0.0	0.0	68.9	35.4	104.9	480.8
1995	84.6	5.2	35.1	6.1	5.9	0.6	19.0	1.4	4.2	9.2	73.0	54.3	298.6
1996	44.3	56.2	30.8	7.1	1.9	0.0	0.0	21.9	29.9	34.2	19.1	84.3	329.7
1997	74.1	4.7	7.8	66.1	3.9	2.9	0.0	1.9	0.2	34.5	75.5	115.0	386.6
1998	16.5	25.4	205.3	10.5	11.4	0.0	0.0	0.0	6.9	31.2	163.5	19.6	490.3
1999	26.8	13.6	155.8	9.2	0.7	0.0	60.7	0.0	9.5	30.0	24.4	44.6	375.3
2000	7.9	9.0	7.3	12.1	2.7	12.3	0.0	0.0	4.8	6.2	93.1	19.7	155.4
2001	33.9	33.0	5.5	46.5	0.1	1.2	11.7	0.0	2.4	0.0	159.0	72.6	365.9
2002	32.2	9.9	47.0	37.9	0.0	0.0	7.7	22.7	61.9	41.1	119.3	166.9	546.6
2003	52.9	69.2	28.7	41.4	12.2	0.0	0.0	1.3	4.0	23.8	65.4	77.3	376.2
2004	144.6	22.9	6.3	18.8	6.8	0.4	9.0	0.0	0.0	40.3	43.1	76.0	368.2
2005	86.9	46.7	16.5	1.0	21.2	1.7	37.7	0.0	42.3	6.4	179.2	13.9	453.5
2006	64.3	44.7	39.2	29.3	0.0	20.9	2.3	0.0	26.9	97.8	23.9	12.6	361.9
2007	0.5	41.1	49.4	5.5	62.5	7.5	0.0	0.0	0.0	72.2	31.0	37.6	307.3
2008	14.5	15.7	48.8	68.8	4.0	6.5	0.0	2.3	33.6	4.9	26.4	63.2	288.7
2009	80.6	26.9	46.0	28.2	0.6	0.0	1.4	17.9	48.2	54.4	22.4	88.7	415.3
2010	31.3	38.5	8.3	0.6	21.4	11.4	0.0	0.0	31.0	108.0	35.7	22.2	308.4
2011	71.8	108.1	20.7	48.7	42.8	15.3	0.0	0.0	1.2	52.7	0.2	63.2	424.7

Παράρτημα Δ': Υπολογισμός βροχής σχεδιασμού

i. Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	31.72	31.72	0.95	30.17	30.17	2.56	1.22	1.13	1.22	-11.93	0.00	0.00	1.22
2	19.52	39.03	0.96	37.53	7.36	4.42	1.46	1.22	2.68	-10.47	0.00	0.00	2.68
3	14.47	43.40	0.97	41.95	4.42	30.17	1.84	1.33	4.53	-8.63	0.00	0.00	4.53
4	11.64	46.57	0.97	45.17	3.22	7.36	2.56	1.46	7.09	-6.07	0.00	0.00	7.09
5	9.82	49.09	0.97	47.72	2.56	3.22	4.42	1.63	11.50	-1.65	0.00	0.00	11.50
6	8.53	51.20	0.97	49.86	2.14	2.14	30.17	1.84	41.67	28.52	8.63	8.63	33.05
7	7.57	53.02	0.98	51.71	1.84	1.84	7.36	2.56	49.04	35.88	12.66	4.04	36.37
8	6.83	54.62	0.98	53.33	1.63	1.63	3.22	4.42	52.25	39.10	14.58	1.91	37.68
9	6.23	56.07	0.98	54.80	1.46	1.46	2.14	30.17	54.39	41.23	15.89	1.31	38.50
10	5.74	57.38	0.98	56.13	1.33	1.33	1.63	7.36	56.02	42.86	16.91	1.02	39.11
11	5.33	58.58	0.98	57.35	1.22	1.22	1.33	3.22	57.35	44.19	17.76	0.85	39.59
12	4.98	59.70	0.98	58.48	1.13	1.13	1.13	2.14	58.48	45.32	18.49	0.73	39.99

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

ii. Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	31.72	31.72	0.98	31.01	31.01	2.54	1.21	1.12	1.21	-61.94	0.00	0.00	1.21
2	19.52	39.03	0.98	38.34	7.33	4.39	1.45	1.21	2.66	-60.49	0.00	0.00	2.66
3	14.47	43.40	0.98	42.73	4.39	31.01	1.83	1.32	4.50	-58.66	0.00	0.00	4.50
4	11.64	46.57	0.99	45.92	3.19	7.33	2.54	1.45	7.03	-56.12	0.00	0.00	7.03
5	9.82	49.09	0.99	48.46	2.54	3.19	4.39	1.62	11.42	-51.73	0.00	0.00	11.42
6	8.53	51.20	0.99	50.58	2.12	2.12	31.01	1.83	42.43	-20.73	0.00	0.00	42.43
7	7.57	53.02	0.99	52.41	1.83	1.83	7.33	2.54	49.76	-13.39	0.00	0.00	49.76
8	6.83	54.62	0.99	54.03	1.62	1.62	3.19	4.39	52.95	-10.20	0.00	0.00	52.95
9	6.23	56.07	0.99	55.48	1.45	1.45	2.12	31.01	55.07	-8.08	0.00	0.00	55.07
10	5.74	57.38	0.99	56.80	1.32	1.32	1.62	7.33	56.69	-6.46	0.00	0.00	56.69
11	5.33	58.58	0.99	58.01	1.21	1.21	1.32	3.19	58.01	-5.14	0.00	0.00	58.01
12	4.98	59.70	0.99	59.13	1.12	1.12	1.12	2.12	59.13	-4.02	0.00	0.00	59.13

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

iii. Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	31.72	31.72	0.96	30.57	30.57	2.55	1.22	1.13	1.22	-11.80	0.00	0.00	1.22
2	19.52	39.03	0.97	37.92	7.35	4.40	1.46	1.22	2.67	-10.34	0.00	0.00	2.67
3	14.47	43.40	0.98	42.32	4.40	30.57	1.84	1.33	4.51	-8.50	0.00	0.00	4.51
4	11.64	46.57	0.98	45.52	3.20	7.35	2.55	1.46	7.06	-5.96	0.00	0.00	7.06
5	9.82	49.09	0.98	48.07	2.55	3.20	4.40	1.62	11.46	-1.55	0.00	0.00	11.46
6	8.53	51.20	0.98	50.20	2.13	2.13	30.57	1.84	42.03	29.01	8.95	8.95	33.09
7	7.57	53.02	0.98	52.04	1.84	1.84	7.35	2.55	49.38	36.36	13.03	4.09	36.35
8	6.83	54.62	0.98	53.66	1.62	1.62	3.20	4.40	52.58	39.57	14.96	1.93	37.63
9	6.23	56.07	0.98	55.12	1.46	1.46	2.13	30.57	54.71	41.70	16.28	1.32	38.43
10	5.74	57.38	0.98	56.45	1.33	1.33	1.62	7.35	56.34	43.32	17.31	1.03	39.03
11	5.33	58.58	0.98	57.66	1.22	1.22	1.33	3.20	57.66	44.64	18.16	0.85	39.50
12	4.98	59.70	0.98	58.79	1.13	1.13	1.13	2.13	58.79	45.77	18.90	0.73	39.89

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

iv. Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	31.72	31.72	0.97	30.62	30.62	2.55	1.22	1.13	1.22	-27.23	0.00	0.00	1.22
2	19.52	39.03	0.97	37.97	7.35	4.40	1.46	1.22	2.67	-25.77	0.00	0.00	2.67
3	14.47	43.40	0.98	42.37	4.40	30.62	1.84	1.32	4.51	-23.93	0.00	0.00	4.51
4	11.64	46.57	0.98	45.57	3.20	7.35	2.55	1.46	7.06	-21.39	0.00	0.00	7.06
5	9.82	49.09	0.98	48.12	2.55	3.20	4.40	1.62	11.46	-16.99	0.00	0.00	11.46
6	8.53	51.20	0.98	50.25	2.13	2.13	30.62	1.84	42.08	13.64	1.19	1.19	40.89
7	7.57	53.02	0.98	52.09	1.84	1.84	7.35	2.55	49.43	20.98	2.70	1.50	46.73
8	6.83	54.62	0.98	53.71	1.62	1.62	3.20	4.40	52.63	24.19	3.52	0.82	49.12
9	6.23	56.07	0.98	55.17	1.46	1.46	2.13	30.62	54.76	26.32	4.11	0.59	50.65
10	5.74	57.38	0.98	56.49	1.32	1.32	1.62	7.35	56.38	27.94	4.59	0.48	51.80
11	5.33	58.58	0.99	57.71	1.22	1.22	1.32	3.20	57.71	29.26	4.99	0.41	52.71
12	4.98	59.70	0.99	58.83	1.13	1.13	1.13	2.13	58.83	30.39	5.35	0.36	53.48

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

ν. Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 5 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	31.72	31.72	0.97	30.72	30.72	2.54	1.22	1.13	1.22	-61.19	0.00	0.00	1.22
2	19.52	39.03	0.98	38.06	7.34	4.40	1.46	1.22	2.67	-59.74	0.00	0.00	2.67
3	14.47	43.40	0.98	42.46	4.40	30.72	1.84	1.32	4.51	-57.90	0.00	0.00	4.51
4	11.64	46.57	0.98	45.66	3.20	7.34	2.54	1.46	7.05	-55.36	0.00	0.00	7.05
5	9.82	49.09	0.98	48.20	2.54	3.20	4.40	1.62	11.45	-50.96	0.00	0.00	11.45
6	8.53	51.20	0.98	50.33	2.13	2.13	30.72	1.84	42.17	-20.24	0.00	0.00	42.17
7	7.57	53.02	0.98	52.17	1.84	1.84	7.34	2.54	49.51	-12.90	0.00	0.00	49.51
8	6.83	54.62	0.98	53.79	1.62	1.62	3.20	4.40	52.71	-9.70	0.00	0.00	52.71
9	6.23	56.07	0.99	55.24	1.46	1.46	2.13	30.72	54.84	-7.57	0.00	0.00	54.84
10	5.74	57.38	0.99	56.57	1.32	1.32	1.62	7.34	56.46	-5.95	0.00	0.00	56.46
11	5.33	58.58	0.99	57.78	1.22	1.22	1.32	3.20	57.78	-4.62	0.00	0.00	57.78
12	4.98	59.70	0.99	58.91	1.13	1.13	1.13	2.13	58.91	-3.50	0.00	0.00	58.91

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

vi. Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	38.24	38.24	0.93	35.74	35.74	3.10	1.48	1.37	1.48	-11.68	0.00	0.00	1.48
2	23.53	47.05	0.95	44.64	8.90	5.34	1.77	1.48	3.25	-9.91	0.00	0.00	3.25
3	17.44	52.31	0.96	49.99	5.34	35.74	2.23	1.61	5.48	-7.67	0.00	0.00	5.48
4	14.03	56.14	0.96	53.88	3.89	8.90	3.10	1.77	8.58	-4.58	0.00	0.00	8.58
5	11.84	59.18	0.96	56.98	3.10	3.89	5.34	1.97	13.92	0.77	0.01	0.01	13.92
6	10.29	61.72	0.97	59.56	2.59	2.59	35.74	2.23	49.67	36.51	13.03	13.03	36.63
7	9.13	63.91	0.97	61.80	2.23	2.23	8.90	3.10	58.56	45.41	18.55	5.51	40.02
8	8.23	65.85	0.97	63.77	1.97	1.97	3.89	5.34	62.46	49.30	21.12	2.58	41.33
9	7.51	67.59	0.97	65.54	1.77	1.77	2.59	35.74	65.05	51.89	22.89	1.76	42.16
10	6.92	69.17	0.97	67.15	1.61	1.61	1.97	8.90	67.02	53.86	24.25	1.37	42.77
11	6.42	70.62	0.97	68.63	1.48	1.48	1.61	3.89	68.63	55.47	25.38	1.13	43.25
12	6.00	71.97	0.97	70.00	1.37	1.37	1.37	2.59	70.00	56.84	26.35	0.97	43.65

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

vii. Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	38.24	38.24	0.98	37.38	37.38	3.06	1.46	1.35	1.46	-61.69	0.00	0.00	1.46
2	23.53	47.05	0.98	46.22	8.84	5.29	1.75	1.46	3.21	-59.94	0.00	0.00	3.21
3	17.44	52.31	0.98	51.51	5.29	37.38	2.21	1.59	5.42	-57.74	0.00	0.00	5.42
4	14.03	56.14	0.99	55.35	3.85	8.84	3.06	1.75	8.48	-54.68	0.00	0.00	8.48
5	11.84	59.18	0.99	58.41	3.06	3.85	5.29	1.95	13.77	-49.39	0.00	0.00	13.77
6	10.29	61.72	0.99	60.97	2.56	2.56	37.38	2.21	51.14	-12.01	0.00	0.00	51.14
7	9.13	63.91	0.99	63.18	2.21	2.21	8.84	3.06	59.98	-3.17	0.00	0.00	59.98
8	8.23	65.85	0.99	65.13	1.95	1.95	3.85	5.29	63.83	0.68	0.001	0.00	63.83
9	7.51	67.59	0.99	66.88	1.75	1.75	2.56	37.38	66.39	3.24	0.03	0.03	66.36
10	6.92	69.17	0.99	68.47	1.59	1.59	1.95	8.84	68.34	5.18	0.08	0.05	68.26
11	6.42	70.62	0.99	69.93	1.46	1.46	1.59	3.85	69.93	6.78	0.14	0.06	69.79
12	6.00	71.97	0.99	71.28	1.35	1.35	1.35	2.56	71.28	8.13	0.20	0.06	71.08

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

viii. Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	38.24	38.24	0.96	36.85	36.85	3.07	1.47	1.36	1.47	-11.55	0.00	0.00	1.47
2	23.53	47.05	0.97	45.71	8.86	5.31	1.76	1.47	3.22	-9.79	0.00	0.00	3.22
3	17.44	52.31	0.98	51.01	5.31	36.85	2.22	1.60	5.44	-7.58	0.00	0.00	5.44
4	14.03	56.14	0.98	54.88	3.86	8.86	3.07	1.76	8.51	-4.51	0.00	0.00	8.51
5	11.84	59.18	0.98	57.95	3.07	3.86	5.31	1.96	13.82	0.80	0.01	0.01	13.81
6	10.29	61.72	0.98	60.52	2.57	2.57	36.85	2.22	50.67	37.65	13.80	13.79	36.87
7	9.13	63.91	0.98	62.73	2.22	2.22	8.86	3.07	59.53	46.51	19.38	5.59	40.14
8	8.23	65.85	0.98	64.69	1.96	1.96	3.86	5.31	63.39	50.37	21.98	2.59	41.41
9	7.51	67.59	0.98	66.45	1.76	1.76	2.57	36.85	65.96	52.94	23.74	1.77	42.21
10	6.92	69.17	0.98	68.04	1.60	1.60	1.96	8.86	67.91	54.90	25.12	1.37	42.80
11	6.42	70.62	0.98	69.51	1.47	1.47	1.60	3.86	69.51	56.49	26.25	1.13	43.26
12	6.00	71.97	0.98	70.87	1.36	1.36	1.36	2.57	70.87	57.85	27.22	0.97	43.65

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

ix. Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	38.24	38.24	0.97	36.92	36.92	3.07	1.47	1.36	1.47	-26.98	0.00	0.00	1.47
2	23.53	47.05	0.97	45.77	8.86	5.30	1.76	1.47	3.22	-25.22	0.00	0.00	3.22
3	17.44	52.31	0.98	51.08	5.30	36.92	2.22	1.60	5.44	-23.01	0.00	0.00	5.44
4	14.03	56.14	0.98	54.94	3.86	8.86	3.07	1.76	8.51	-19.94	0.00	0.00	8.51
5	11.84	59.18	0.98	58.01	3.07	3.86	5.30	1.96	13.81	-14.63	0.00	0.00	13.81
6	10.29	61.72	0.98	60.57	2.57	2.57	36.92	2.22	50.73	22.28	3.02	3.02	47.71
7	9.13	63.91	0.98	62.79	2.22	2.22	8.86	3.07	59.58	31.14	5.59	2.58	53.99
8	8.23	65.85	0.98	64.75	1.96	1.96	3.86	5.30	63.45	35.00	6.91	1.32	56.53
9	7.51	67.59	0.98	66.50	1.76	1.76	2.57	36.92	66.01	37.57	7.85	0.94	58.16
10	6.92	69.17	0.98	68.10	1.60	1.60	1.96	8.86	67.97	39.52	8.60	0.75	59.37
11	6.42	70.62	0.99	69.56	1.47	1.47	1.60	3.86	69.56	41.12	9.22	0.63	60.34
12	6.00	71.97	0.99	70.92	1.36	1.36	1.36	2.57	70.92	42.48	9.77	0.55	61.15

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

κ. Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 10 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	38.24	38.24	0.97	37.03	37.03	3.07	1.47	1.36	1.47	-60.94	0.00	0.00	1.47
2	23.53	47.05	0.98	45.88	8.85	5.30	1.75	1.47	3.22	-59.19	0.00	0.00	3.22
3	17.44	52.31	0.98	51.18	5.30	37.03	2.21	1.60	5.43	-56.97	0.00	0.00	5.43
4	14.03	56.14	0.98	55.04	3.86	8.85	3.07	1.75	8.50	-53.91	0.00	0.00	8.50
5	11.84	59.18	0.98	58.11	3.07	3.86	5.30	1.95	13.80	-48.61	0.00	0.00	13.80
6	10.29	61.72	0.98	60.67	2.56	2.56	37.03	2.21	50.83	-11.58	0.00	0.00	50.83
7	9.13	63.91	0.98	62.89	2.21	2.21	8.85	3.07	59.68	-2.72	0.00	0.00	59.68
8	8.23	65.85	0.98	64.84	1.95	1.95	3.86	5.30	63.54	1.14	0.004	0.00	63.54
9	7.51	67.59	0.99	66.60	1.75	1.75	2.56	37.03	66.11	3.70	0.04	0.04	66.06
10	6.92	69.17	0.99	68.19	1.60	1.60	1.95	8.85	68.06	5.65	0.10	0.06	67.96
11	6.42	70.62	0.99	69.66	1.47	1.47	1.60	3.86	69.66	7.25	0.16	0.06	69.49
12	6.00	71.97	0.99	71.01	1.36	1.36	1.36	2.56	71.01	8.61	0.23	0.07	70.78

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xi. Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	45.65	45.65	0.93	42.67	42.67	3.70	1.76	1.63	1.76	-11.39	0.00	0.00	1.76
2	28.08	56.17	0.95	53.29	10.62	6.38	2.11	1.76	3.88	-9.28	0.00	0.00	3.88
3	20.82	62.45	0.96	59.67	6.38	42.67	2.67	1.92	6.55	-6.61	0.00	0.00	6.55
4	16.75	67.01	0.96	64.32	4.65	10.62	3.70	2.11	10.24	-2.91	0.00	0.00	10.24
5	14.13	70.64	0.96	68.02	3.70	4.65	6.38	2.35	16.62	3.47	0.17	0.17	16.45
6	12.28	73.68	0.97	71.11	3.09	3.09	42.67	2.67	59.29	46.14	19.02	18.85	40.27
7	10.90	76.30	0.97	73.77	2.67	2.67	10.62	3.70	69.91	56.76	26.29	7.27	43.62
8	9.83	78.61	0.97	76.13	2.35	2.35	4.65	6.38	74.56	61.41	29.65	3.36	44.91
9	8.96	80.68	0.97	78.24	2.11	2.11	3.09	42.67	77.65	64.50	31.93	2.28	45.72
10	8.26	82.57	0.97	80.16	1.92	1.92	2.35	10.62	80.01	66.85	33.70	1.77	46.31
11	7.66	84.31	0.97	81.93	1.76	1.76	1.92	4.65	81.93	68.77	35.15	1.46	46.77
12	7.16	85.91	0.97	83.56	1.63	1.63	1.63	3.09	83.56	70.41	36.40	1.25	47.16

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

χii. Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	45.65	45.65	0.98	44.62	44.62	3.65	1.74	1.62	1.74	-61.41	0.00	0.00	1.74
2	28.08	56.17	0.98	55.17	10.55	6.31	2.09	1.74	3.83	-59.32	0.00	0.00	3.83
3	20.82	62.45	0.98	61.49	6.31	44.62	2.64	1.90	6.47	-56.69	0.00	0.00	6.47
4	16.75	67.01	0.99	66.08	4.59	10.55	3.65	2.09	10.12	-53.03	0.00	0.00	10.12
5	14.13	70.64	0.99	69.73	3.65	4.59	6.31	2.33	16.44	-46.72	0.00	0.00	16.44
6	12.28	73.68	0.99	72.78	3.05	3.05	44.62	2.64	61.05	-2.10	0.00	0.00	61.05
7	10.90	76.30	0.99	75.42	2.64	2.64	10.55	3.65	71.61	8.45	0.22	0.22	71.39
8	9.83	78.61	0.99	77.75	2.33	2.33	4.59	6.31	76.20	13.05	0.52	0.30	75.68
9	8.96	80.68	0.99	79.84	2.09	2.09	3.05	44.62	79.25	16.10	0.78	0.26	78.47
10	8.26	82.57	0.99	81.74	1.90	1.90	2.33	10.55	81.58	18.43	1.02	0.23	80.57
11	7.66	84.31	0.99	83.48	1.74	1.74	1.90	4.59	83.48	20.33	1.23	0.21	82.25
12	7.16	85.91	0.99	85.10	1.62	1.62	1.62	3.05	85.10	21.94	1.43	0.20	83.67

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xiii. Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	45.65	45.65	0.96	43.99	43.99	3.67	1.75	1.62	1.75	-11.27	0.00	0.00	1.75
2	28.08	56.17	0.97	54.56	10.58	6.34	2.10	1.75	3.85	-9.17	0.00	0.00	3.85
3	20.82	62.45	0.98	60.90	6.34	43.99	2.65	1.91	6.49	-6.52	0.00	0.00	6.49
4	16.75	67.01	0.98	65.51	4.61	10.58	3.67	2.10	10.16	-2.86	0.00	0.00	10.16
5	14.13	70.64	0.98	69.18	3.67	4.61	6.34	2.34	16.50	3.48	0.18	0.18	16.32
6	12.28	73.68	0.98	72.24	3.06	3.06	43.99	2.65	60.48	47.47	20.02	19.84	40.47
7	10.90	76.30	0.98	74.89	2.65	2.65	10.58	3.67	71.06	58.04	27.36	7.34	43.70
8	9.83	78.61	0.98	77.22	2.34	2.34	4.61	6.34	75.67	62.65	30.73	3.37	44.94
9	8.96	80.68	0.98	79.32	2.10	2.10	3.06	43.99	78.74	65.72	33.02	2.29	45.72
10	8.26	82.57	0.98	81.23	1.91	1.91	2.34	10.58	81.07	68.05	34.79	1.77	46.29
11	7.66	84.31	0.98	82.98	1.75	1.75	1.91	4.61	82.98	69.96	36.24	1.46	46.74
12	7.16	85.91	0.98	84.60	1.62	1.62	1.62	3.06	84.60	71.58	37.49	1.25	47.11

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xiv. Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	45.65	45.65	0.97	44.07	44.07	3.66	1.75	1.62	1.75	-26.69	0.00	0.00	1.75
2	28.08	56.17	0.97	54.64	10.57	6.33	2.10	1.75	3.85	-24.60	0.00	0.00	3.85
3	20.82	62.45	0.98	60.97	6.33	44.07	2.64	1.91	6.49	-21.95	0.00	0.00	6.49
4	16.75	67.01	0.98	65.58	4.61	10.57	3.66	2.10	10.16	-18.29	0.00	0.00	10.16
5	14.13	70.64	0.98	69.25	3.66	4.61	6.33	2.33	16.49	-11.96	0.00	0.00	16.49
6	12.28	73.68	0.98	72.31	3.06	3.06	44.07	2.64	60.56	32.11	5.92	5.92	54.64
7	10.90	76.30	0.98	74.96	2.64	2.64	10.57	3.66	71.13	42.69	9.85	3.94	61.28
8	9.83	78.61	0.98	77.29	2.33	2.33	4.61	6.33	75.74	47.30	11.80	1.95	63.94
9	8.96	80.68	0.98	79.39	2.10	2.10	3.06	44.07	78.80	50.36	13.17	1.37	65.63
10	8.26	82.57	0.98	81.29	1.91	1.91	2.33	10.57	81.14	52.69	14.25	1.08	66.89
11	7.66	84.31	0.99	83.04	1.75	1.75	1.91	4.61	83.04	54.60	15.15	0.90	67.90
12	7.16	85.91	0.99	84.66	1.62	1.62	1.62	3.06	84.66	56.22	15.93	0.78	68.74

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

χν. Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 20 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	45.65	45.65	0.97	44.21	44.21	3.66	1.75	1.62	1.75	-60.66	0.00	0.00	1.75
2	28.08	56.17	0.98	54.77	10.57	6.33	2.09	1.75	3.84	-58.56	0.00	0.00	3.84
3	20.82	62.45	0.98	61.10	6.33	44.21	2.64	1.90	6.49	-55.92	0.00	0.00	6.49
4	16.75	67.01	0.98	65.71	4.61	10.57	3.66	2.09	10.15	-52.26	0.00	0.00	10.15
5	14.13	70.64	0.98	69.37	3.66	4.61	6.33	2.33	16.48	-45.93	0.00	0.00	16.48
6	12.28	73.68	0.98	72.43	3.06	3.06	44.21	2.64	60.68	-1.73	0.00	0.00	60.68
7	10.90	76.30	0.98	75.07	2.64	2.64	10.57	3.66	71.25	8.84	0.24	0.24	71.00
8	9.83	78.61	0.98	77.40	2.33	2.33	4.61	6.33	75.85	13.45	0.56	0.31	75.30
9	8.96	80.68	0.99	79.50	2.09	2.09	3.06	44.21	78.92	16.51	0.83	0.27	78.09
10	8.26	82.57	0.99	81.40	1.90	1.90	2.33	10.57	81.25	18.84	1.07	0.24	80.18
11	7.66	84.31	0.99	83.15	1.75	1.75	1.90	4.61	83.15	20.75	1.29	0.22	81.86
12	7.16	85.91	0.99	84.77	1.62	1.62	1.62	3.06	84.77	22.37	1.50	0.20	83.28

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

χvi. Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	48.25	48.25	0.93	45.09	45.09	3.91	1.86	1.73	1.86	-11.29	0.00	0.00	1.86
2	29.68	59.36	0.95	56.32	11.22	6.74	2.23	1.86	4.10	-9.06	0.00	0.00	4.10
3	22.00	66.00	0.96	63.06	6.74	45.09	2.82	2.03	6.92	-6.24	0.00	0.00	6.92
4	17.71	70.82	0.96	67.97	4.91	11.22	3.91	2.23	10.82	-2.33	0.00	0.00	10.82
5	14.93	74.66	0.96	71.88	3.91	4.91	6.74	2.49	17.57	4.41	0.28	0.28	17.29
6	12.98	77.86	0.97	75.15	3.27	3.27	45.09	2.82	62.66	49.51	21.26	20.98	41.40
7	11.52	80.63	0.97	77.97	2.82	2.82	11.22	3.91	73.89	60.73	29.16	7.89	44.73
8	10.38	83.08	0.97	80.45	2.49	2.49	4.91	6.74	78.80	65.64	32.79	3.63	46.01
9	9.47	85.27	0.97	82.69	2.23	2.23	3.27	45.09	82.06	68.91	35.26	2.47	46.81
10	8.73	87.27	0.97	84.72	2.03	2.03	2.49	11.22	84.55	71.40	37.16	1.91	47.39
11	8.10	89.10	0.97	86.58	1.86	1.86	2.03	4.91	86.58	73.43	38.73	1.57	47.85
12	7.57	90.80	0.97	88.31	1.73	1.73	1.73	3.27	88.31	75.16	40.08	1.35	48.23

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xvii. Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	48.25	48.25	0.98	47.15	47.15	3.86	1.84	1.71	1.84	-61.31	0.00	0.00	1.84
2	29.68	59.36	0.98	58.31	11.15	6.67	2.21	1.84	4.05	-59.10	0.00	0.00	4.05
3	22.00	66.00	0.98	64.98	6.67	47.15	2.79	2.01	6.84	-56.32	0.00	0.00	6.84
4	17.71	70.82	0.99	69.84	4.86	11.15	3.86	2.21	10.70	-52.46	0.00	0.00	10.70
5	14.93	74.66	0.99	73.70	3.86	4.86	6.67	2.46	17.37	-45.78	0.00	0.00	17.37
6	12.98	77.86	0.99	76.92	3.23	3.23	47.15	2.79	64.52	1.37	0.01	0.01	64.52
7	11.52	80.63	0.99	79.71	2.79	2.79	11.15	3.86	75.68	12.52	0.48	0.47	75.20
8	10.38	83.08	0.99	82.17	2.46	2.46	4.86	6.67	80.53	17.38	0.91	0.43	79.63
9	9.47	85.27	0.99	84.38	2.21	2.21	3.23	47.15	83.76	20.60	1.26	0.36	82.50
10	8.73	87.27	0.99	86.38	2.01	2.01	2.46	11.15	86.22	23.06	1.57	0.31	84.65
11	8.10	89.10	0.99	88.23	1.84	1.84	2.01	4.86	88.23	25.07	1.84	0.27	86.38
12	7.57	90.80	0.99	89.93	1.71	1.71	1.71	3.23	89.93	26.78	2.09	0.25	87.84

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xviii. Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	48.25	48.25	0.96	46.49	46.49	3.88	1.85	1.71	1.85	-11.17	0.00	0.00	1.85
2	29.68	59.36	0.97	57.66	11.18	6.70	2.22	1.85	4.07	-8.95	0.00	0.00	4.07
3	22.00	66.00	0.98	64.36	6.70	46.49	2.80	2.02	6.86	-6.15	0.00	0.00	6.86
4	17.71	70.82	0.98	69.23	4.87	11.18	3.88	2.22	10.74	-2.28	0.00	0.00	10.74
5	14.93	74.66	0.98	73.11	3.88	4.87	6.70	2.47	17.43	4.42	0.28	0.28	17.15
6	12.98	77.86	0.98	76.35	3.24	3.24	46.49	2.80	63.92	50.90	22.34	22.06	41.58
7	11.52	80.63	0.98	79.14	2.80	2.80	11.18	3.88	75.10	62.08	30.31	7.97	44.79
8	10.38	83.08	0.98	81.61	2.47	2.47	4.87	6.70	79.97	66.95	33.95	3.64	46.02
9	9.47	85.27	0.98	83.83	2.22	2.22	3.24	46.49	83.21	70.19	36.42	2.47	46.79
10	8.73	87.27	0.98	85.84	2.02	2.02	2.47	11.18	85.68	72.66	38.33	1.91	47.35
11	8.10	89.10	0.98	87.70	1.85	1.85	2.02	4.87	87.70	74.68	39.90	1.57	47.79
12	7.57	90.80	0.98	89.41	1.71	1.71	1.71	3.24	89.41	76.39	41.25	1.35	48.16

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

χιχ. Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	48.25	48.25	0.97	46.57	46.57	3.87	1.85	1.71	1.85	-26.59	0.00	0.00	1.85
2	29.68	59.36	0.97	57.75	11.17	6.69	2.22	1.85	4.07	-24.38	0.00	0.00	4.07
3	22.00	66.00	0.98	64.44	6.69	46.57	2.79	2.01	6.86	-21.58	0.00	0.00	6.86
4	17.71	70.82	0.98	69.31	4.87	11.17	3.87	2.22	10.73	-17.71	0.00	0.00	10.73
5	14.93	74.66	0.98	73.19	3.87	4.87	6.69	2.47	17.43	-11.02	0.00	0.00	17.43
6	12.98	77.86	0.98	76.42	3.24	3.24	46.57	2.79	64.00	35.56	7.11	7.11	56.89
7	11.52	80.63	0.98	79.22	2.79	2.79	11.17	3.87	75.17	46.73	11.56	4.45	63.62
8	10.38	83.08	0.98	81.68	2.47	2.47	4.87	6.69	80.05	51.60	13.74	2.18	66.31
9	9.47	85.27	0.98	83.90	2.22	2.22	3.24	46.57	83.28	54.84	15.26	1.52	68.02
10	8.73	87.27	0.98	85.91	2.01	2.01	2.47	11.17	85.75	57.31	16.46	1.20	69.29
11	8.10	89.10	0.99	87.76	1.85	1.85	2.01	4.87	87.76	59.32	17.46	1.00	70.30
12	7.57	90.80	0.99	89.48	1.71	1.71	1.71	3.24	89.48	61.03	18.33	0.87	71.15

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xx. Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 25 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	48.25	48.25	0.97	46.72	46.72	3.87	1.85	1.71	1.85	-60.56	0.00	0.00	1.85
2	29.68	59.36	0.98	57.89	11.17	6.69	2.21	1.85	4.06	-58.34	0.00	0.00	4.06
3	22.00	66.00	0.98	64.57	6.69	46.72	2.79	2.01	6.85	-55.55	0.00	0.00	6.85
4	17.71	70.82	0.98	69.44	4.87	11.17	3.87	2.21	10.72	-51.68	0.00	0.00	10.72
5	14.93	74.66	0.98	73.31	3.87	4.87	6.69	2.47	17.41	-45.00	0.00	0.00	17.41
6	12.98	77.86	0.98	76.55	3.23	3.23	46.72	2.79	64.13	1.72	0.01	0.01	64.12
7	11.52	80.63	0.98	79.34	2.79	2.79	11.17	3.87	75.30	12.89	0.51	0.50	74.79
8	10.38	83.08	0.98	81.80	2.47	2.47	4.87	6.69	80.17	17.76	0.96	0.44	79.21
9	9.47	85.27	0.99	84.02	2.21	2.21	3.23	46.72	83.40	20.99	1.32	0.37	82.08
10	8.73	87.27	0.99	86.03	2.01	2.01	2.47	11.17	85.87	23.46	1.64	0.32	84.23
11	8.10	89.10	0.99	87.88	1.85	1.85	2.01	4.87	87.88	25.47	1.92	0.28	85.96
12	7.57	90.80	0.99	89.59	1.71	1.71	1.71	3.23	89.59	27.18	2.18	0.26	87.41

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xxi. Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	57.03	57.03	0.93	53.30	53.30	4.62	2.20	2.04	2.20	-10.95	0.00	0.00	2.20
2	35.08	70.16	0.95	66.57	13.27	7.97	2.64	2.20	4.84	-8.31	0.00	0.00	4.84
3	26.00	78.01	0.96	74.54	7.97	53.30	3.33	2.40	8.18	-4.98	0.00	0.00	8.18
4	20.93	83.71	0.96	80.34	5.81	13.27	4.62	2.64	12.79	-0.36	0.00	0.00	12.79
5	17.65	88.24	0.96	84.96	4.62	5.81	7.97	2.94	20.76	7.61	0.79	0.79	19.97
6	15.34	92.03	0.97	88.82	3.86	3.86	53.30	3.33	74.06	60.91	29.29	28.50	44.78
7	13.61	95.30	0.97	92.15	3.33	3.33	13.27	4.62	87.33	74.18	39.31	10.03	48.02
8	12.27	98.19	0.97	95.09	2.94	2.94	5.81	7.97	93.14	79.98	43.89	4.58	49.25
9	11.20	100.79	0.97	97.73	2.64	2.64	3.86	53.30	97.00	83.84	46.98	3.09	50.01
10	10.31	103.14	0.97	100.13	2.40	2.40	2.94	13.27	99.94	86.78	49.37	2.38	50.57
11	9.57	105.31	0.97	102.34	2.20	2.20	2.40	5.81	102.34	89.18	51.33	1.96	51.01
12	8.94	107.32	0.97	104.38	2.04	2.04	2.04	3.86	104.38	91.22	53.01	1.68	51.37

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xxii. Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	57.03	57.03	0.98	55.73	55.73	4.56	2.18	2.02	2.18	-60.98	0.00	0.00	2.18
2	35.08	70.16	0.98	68.92	13.18	7.89	2.61	2.18	4.79	-58.37	0.00	0.00	4.79
3	26.00	78.01	0.98	76.80	7.89	55.73	3.29	2.37	8.08	-55.07	0.00	0.00	8.08
4	20.93	83.71	0.99	82.54	5.74	13.18	4.56	2.61	12.64	-50.51	0.00	0.00	12.64
5	17.65	88.24	0.99	87.11	4.56	5.74	7.89	2.91	20.53	-42.62	0.00	0.00	20.53
6	15.34	92.03	0.99	90.92	3.81	3.81	55.73	3.29	76.26	13.11	0.52	0.52	75.74
7	13.61	95.30	0.99	94.21	3.29	3.29	13.18	4.56	89.45	26.29	2.02	1.50	87.43
8	12.27	98.19	0.99	97.12	2.91	2.91	5.74	7.89	95.19	32.03	2.95	0.93	92.24
9	11.20	100.79	0.99	99.73	2.61	2.61	3.81	55.73	99.00	35.85	3.65	0.70	95.35
10	10.31	103.14	0.99	102.10	2.37	2.37	2.91	13.18	101.91	38.75	4.24	0.58	97.67
11	9.57	105.31	0.99	104.28	2.18	2.18	2.37	5.74	104.28	41.13	4.74	0.50	99.54
12	8.94	107.32	0.99	106.30	2.02	2.02	2.02	3.81	106.30	43.14	5.19	0.45	101.11

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xxiii. Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	57.03	57.03	0.96	54.95	54.95	4.58	2.19	2.03	2.19	-10.83	0.00	0.00	2.19
2	35.08	70.16	0.97	68.16	13.21	7.91	2.62	2.19	4.81	-8.21	0.00	0.00	4.81
3	26.00	78.01	0.98	76.07	7.91	54.95	3.30	2.38	8.11	-4.91	0.00	0.00	8.11
4	20.93	83.71	0.98	81.83	5.76	13.21	4.58	2.62	12.69	-0.33	0.00	0.00	12.69
5	17.65	88.24	0.98	86.41	4.58	5.76	7.91	2.92	20.61	7.59	0.79	0.79	19.81
6	15.34	92.03	0.98	90.24	3.83	3.83	54.95	3.30	75.55	62.54	30.64	29.85	44.91
7	13.61	95.30	0.98	93.55	3.30	3.30	13.21	4.58	88.76	75.75	40.74	10.10	48.02
8	12.27	98.19	0.98	96.46	2.92	2.92	5.76	7.91	94.52	81.51	45.32	4.58	49.21
9	11.20	100.79	0.98	99.08	2.62	2.62	3.83	54.95	98.35	85.33	48.41	3.09	49.94
10	10.31	103.14	0.98	101.47	2.38	2.38	2.92	13.21	101.27	88.25	50.79	2.38	50.48
11	9.57	105.31	0.98	103.65	2.19	2.19	2.38	5.76	103.65	90.63	52.75	1.96	50.90
12	8.94	107.32	0.98	105.68	2.03	2.03	2.03	3.83	105.68	92.66	54.43	1.68	51.25

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xxiv. Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	57.03	57.03	0.97	55.05	55.05	4.58	2.19	2.02	2.19	-26.26	0.00	0.00	2.19
2	35.08	70.16	0.97	68.26	13.21	7.91	2.62	2.19	4.80	-23.64	0.00	0.00	4.80
3	26.00	78.01	0.98	76.17	7.91	55.05	3.30	2.38	8.11	-20.34	0.00	0.00	8.11
4	20.93	83.71	0.98	81.92	5.76	13.21	4.58	2.62	12.69	-15.76	0.00	0.00	12.69
5	17.65	88.24	0.98	86.50	4.58	5.76	7.91	2.92	20.60	-7.85	0.00	0.00	20.60
6	15.34	92.03	0.98	90.33	3.83	3.83	55.05	3.30	75.65	47.20	11.76	11.76	63.88
7	13.61	95.30	0.98	93.63	3.30	3.30	13.21	4.58	88.85	60.41	18.01	6.25	70.84
8	12.27	98.19	0.98	96.55	2.92	2.92	5.76	7.91	94.61	66.17	21.01	3.00	73.60
9	11.20	100.79	0.98	99.17	2.62	2.62	3.83	55.05	98.44	69.99	23.09	2.08	75.35
10	10.31	103.14	0.98	101.55	2.38	2.38	2.92	13.21	101.35	72.91	24.71	1.62	76.64
11	9.57	105.31	0.99	103.73	2.19	2.19	2.38	5.76	103.73	75.29	26.06	1.35	77.67
12	8.94	107.32	0.99	105.76	2.02	2.02	2.02	3.83	105.76	77.31	27.23	1.17	78.53

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

κχν. Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 50 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	57.03	57.03	0.97	55.22	55.22	4.57	2.18	2.02	2.18	-60.22	0.00	0.00	2.18
2	35.08	70.16	0.98	68.42	13.20	7.90	2.62	2.18	4.80	-57.61	0.00	0.00	4.80
3	26.00	78.01	0.98	76.32	7.90	55.22	3.30	2.38	8.10	-54.31	0.00	0.00	8.10
4	20.93	83.71	0.98	82.08	5.75	13.20	4.57	2.62	12.68	-49.73	0.00	0.00	12.68
5	17.65	88.24	0.98	86.65	4.57	5.75	7.90	2.91	20.58	-41.83	0.00	0.00	20.58
6	15.34	92.03	0.98	90.47	3.82	3.82	55.22	3.30	75.80	13.39	0.55	0.55	75.25
7	13.61	95.30	0.98	93.78	3.30	3.30	13.20	4.57	89.00	26.59	2.09	1.54	86.91
8	12.27	98.19	0.98	96.69	2.91	2.91	5.75	7.90	94.75	32.35	3.04	0.95	91.71
9	11.20	100.79	0.99	99.31	2.62	2.62	3.82	55.22	98.58	36.17	3.76	0.72	94.82
10	10.31	103.14	0.99	101.68	2.38	2.38	2.91	13.20	101.49	39.08	4.35	0.59	97.14
11	9.57	105.31	0.99	103.87	2.18	2.18	2.38	5.75	103.87	41.46	4.86	0.51	99.01
12	8.94	107.32	0.99	105.89	2.02	2.02	2.02	3.82	105.89	43.49	5.32	0.46	100.57

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xxvi. Για την υπολεκάνη subbasin-4 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	67.01	67.01	0.93	62.63	62.63	5.43	2.59	2.40	2.59	-10.56	0.00	0.00	2.59
2	41.22	82.44	0.95	78.22	15.59	9.36	3.10	2.59	5.69	-7.46	0.00	0.00	5.69
3	30.55	91.66	0.96	87.58	9.36	62.63	3.91	2.82	9.61	-3.55	0.00	0.00	9.61
4	24.59	98.36	0.96	94.40	6.82	15.59	5.43	3.10	15.03	1.88	0.05	0.05	14.98
5	20.74	103.69	0.96	99.83	5.43	6.82	9.36	3.46	24.40	11.24	1.64	1.59	22.76
6	18.02	108.14	0.97	104.36	4.54	4.54	62.63	3.91	87.03	73.87	39.08	37.44	47.95
7	16.00	111.98	0.97	108.28	3.91	3.91	15.59	5.43	102.61	89.46	51.56	12.48	51.06
8	14.42	115.38	0.97	111.74	3.46	3.46	6.82	9.36	109.44	96.28	57.20	5.65	52.23
9	13.16	118.42	0.97	114.84	3.10	3.10	4.54	62.63	113.97	100.82	61.01	3.81	52.96
10	12.12	121.20	0.97	117.66	2.82	2.82	3.46	15.59	117.43	104.27	63.94	2.93	53.49
11	11.25	123.74	0.97	120.25	2.59	2.59	2.82	6.82	120.25	107.09	66.35	2.41	53.90
12	10.51	126.10	0.97	122.65	2.40	2.40	2.40	4.54	122.65	109.49	68.40	2.06	54.24

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

κxvii. Για την υπολεκάνη subbasin-5 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	67.01	67.01	0.98	65.49	65.49	5.36	2.56	2.37	2.56	-60.59	0.00	0.00	2.56
2	41.22	82.44	0.98	80.98	15.49	9.27	3.07	2.56	5.63	-57.53	0.00	0.00	5.63
3	30.55	91.66	0.98	90.24	9.27	65.49	3.87	2.79	9.50	-53.66	0.00	0.00	9.50
4	24.59	98.36	0.99	96.99	6.74	15.49	5.36	3.07	14.86	-48.30	0.00	0.00	14.86
5	20.74	103.69	0.99	102.35	5.36	6.74	9.27	3.42	24.12	-39.03	0.00	0.00	24.12
6	18.02	108.14	0.99	106.83	4.48	4.48	65.49	3.87	89.61	26.46	2.05	2.05	87.57
7	16.00	111.98	0.99	110.70	3.87	3.87	15.49	5.36	105.10	41.95	4.92	2.87	100.18
8	14.42	115.38	0.99	114.11	3.42	3.42	6.74	9.27	111.85	48.69	6.50	1.59	105.34
9	13.16	118.42	0.99	117.18	3.07	3.07	4.48	65.49	116.33	53.17	7.66	1.16	108.66
10	12.12	121.20	0.99	119.97	2.79	2.79	3.42	15.49	119.74	56.59	8.60	0.94	111.14
11	11.25	123.74	0.99	122.53	2.56	2.56	2.79	6.74	122.53	59.38	9.40	0.80	113.13
12	10.51	126.10	0.99	124.90	2.37	2.37	2.37	4.48	124.90	61.75	10.10	0.70	114.80

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xxviii. Για την υπολεκάνη subbasin-3 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	67.01	67.01	0.96	64.56	64.56	5.38	2.57	2.38	2.57	-10.45	0.00	0.00	2.57
2	41.22	82.44	0.97	80.09	15.52	9.30	3.08	2.57	5.65	-7.37	0.00	0.00	5.65
3	30.55	91.66	0.98	89.38	9.30	64.56	3.88	2.80	9.53	-3.49	0.00	0.00	9.53
4	24.59	98.36	0.98	96.15	6.77	15.52	5.38	3.08	14.91	1.90	0.05	0.05	14.86
5	20.74	103.69	0.98	101.53	5.38	6.77	9.30	3.43	24.21	11.19	1.64	1.59	22.57
6	18.02	108.14	0.98	106.03	4.50	4.50	64.56	3.88	88.78	75.76	40.75	39.11	48.03
7	16.00	111.98	0.98	109.92	3.88	3.88	15.52	5.38	104.30	91.28	53.28	12.54	51.01
8	14.42	115.38	0.98	113.35	3.43	3.43	6.77	9.30	111.07	98.05	58.93	5.65	52.14
9	13.16	118.42	0.98	116.42	3.08	3.08	4.50	64.56	115.56	102.55	62.73	3.80	52.83
10	12.12	121.20	0.98	119.22	2.80	2.80	3.43	15.52	118.99	105.98	65.65	2.92	53.34
11	11.25	123.74	0.98	121.79	2.57	2.57	2.80	6.77	121.79	108.77	68.05	2.40	53.74
12	10.51	126.10	0.98	124.17	2.38	2.38	2.38	4.50	124.17	111.15	70.10	2.05	54.07

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xxix. Για την υπολεκάνη subbasin-2 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	67.01	67.01	0.97	64.68	64.68	5.38	2.57	2.38	2.57	-25.87	0.00	0.00	2.57
2	41.22	82.44	0.97	80.20	15.52	9.29	3.08	2.57	5.65	-22.80	0.00	0.00	5.65
3	30.55	91.66	0.98	89.50	9.29	64.68	3.88	2.80	9.53	-18.92	0.00	0.00	9.53
4	24.59	98.36	0.98	96.26	6.77	15.52	5.38	3.08	14.91	-13.54	0.00	0.00	14.91
5	20.74	103.69	0.98	101.64	5.38	6.77	9.29	3.43	24.20	-4.24	0.00	0.00	24.20
6	18.02	108.14	0.98	106.14	4.50	4.50	64.68	3.88	88.88	60.44	18.03	18.03	70.86
7	16.00	111.98	0.98	110.02	3.88	3.88	15.52	5.38	104.40	75.96	26.44	8.42	77.96
8	14.42	115.38	0.98	113.44	3.43	3.43	6.77	9.29	111.17	82.72	30.42	3.98	80.75
9	13.16	118.42	0.98	116.52	3.08	3.08	4.50	64.68	115.66	87.22	33.16	2.73	82.51
10	12.12	121.20	0.98	119.32	2.80	2.80	3.43	15.52	119.09	90.65	35.29	2.13	83.80
11	11.25	123.74	0.99	121.89	2.57	2.57	2.80	6.77	121.89	93.44	37.05	1.77	84.84
12	10.51	126.10	0.99	124.27	2.38	2.38	2.38	4.50	124.27	95.82	38.57	1.52	85.69

Σχεδιασμός Παρόχθιου Διαδρόμου Πολλαπλών Χρήσεων στην Σαρωνίδα Αττικής

xxx. Για την υπολεκάνη subbasin-1 για επεισόδιο βροχής περιόδου επαναφοράς 100 ετών :

t(hr)	i(mm\hr)	h(mm)	φ (αδιάστατο)	h*φ (mm)	Τμηματικό ύψος (mm)	Διατεταγμένα κατά 25%	Διατεταγμένα κατά 50%	Διατεταγμένα κατά 75%	Αθροιστικό Υετόγραμμα	Έλεγχος	Ενεργό Αθροιστικό Υετόγραμμα	Ενεργό τμηματικό ύψος	Απώλειες
1	67.01	67.01	0.97	64.88	64.88	5.37	2.57	2.38	2.57	-59.84	0.00	0.00	2.57
2	41.22	82.44	0.98	80.39	15.51	9.29	3.07	2.57	5.64	-56.77	0.00	0.00	5.64
3	30.55	91.66	0.98	89.68	9.29	64.88	3.88	2.80	9.52	-52.89	0.00	0.00	9.52
4	24.59	98.36	0.98	96.44	6.76	15.51	5.37	3.07	14.89	-47.51	0.00	0.00	14.89
5	20.74	103.69	0.98	101.82	5.37	6.76	9.29	3.42	24.18	-38.23	0.00	0.00	24.18
6	18.02	108.14	0.98	106.31	4.49	4.49	64.88	3.88	89.06	26.66	2.10	2.10	86.97
7	16.00	111.98	0.98	110.19	3.88	3.88	15.51	5.37	104.57	42.17	5.02	2.92	99.55
8	14.42	115.38	0.98	113.61	3.42	3.42	6.76	9.29	111.34	48.93	6.63	1.61	104.70
9	13.16	118.42	0.99	116.68	3.07	3.07	4.49	64.88	115.83	53.42	7.81	1.18	108.02
10	12.12	121.20	0.99	119.48	2.80	2.80	3.42	15.51	119.25	56.85	8.76	0.95	110.49
11	11.25	123.74	0.99	122.05	2.57	2.57	2.80	6.76	122.05	59.64	9.57	0.81	112.48
12	10.51	126.10	0.99	124.42	2.38	2.38	2.38	4.49	124.42	62.02	10.28	0.71	114.14

Παράρτημα Ε': Υπολογισμοί των μεγεθών της υδρολογικής προσομοίωσης βάση της Ορθολογικής Μεθόδου

i. Υπολογισμοί για την πρώτη επανάληψη:

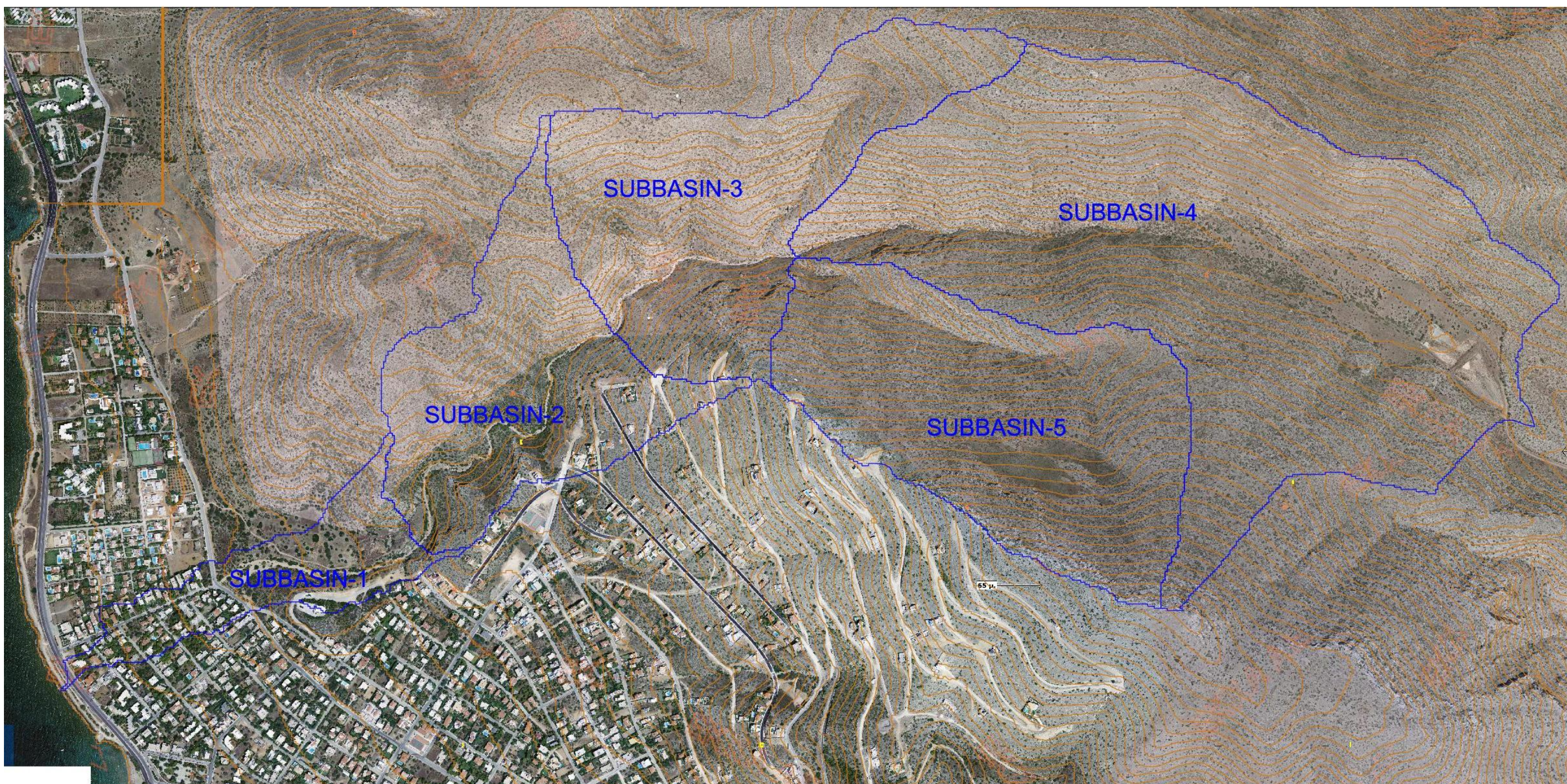
T (έτη)	$t_{c,Kirpich}$ (hr)	$t_{c,Giandotti}$ (hr)	$I_{,Kir}$ (mm/h)	$I_{,Gian}$ (mm/h)	$Q_{1,Kir}$ (m ³ /s)	$Q_{1,Gian}$ (m ³ /s)	$Q_{2,Kir}$ (m ³ /s)	$Q_{2,Gian}$ (m ³ /s)	$Q_{,Kir}$ (m ³ /s)	$Q_{,Gian}$ (m ³ /s)	$A_{,k}$ (km ²)	$A_{,G}$ (km ²)	$V_{,K}$ (m/s)	$V_{,G}$ (m/s)	t_2 (hr)
5	0.214	0.718	74.99	39.35	1.02	0.54	8.94	4.69	4.98	2.61	0.031	0.016	160.38	160.38	0.005
10	0.214	0.718	90.39	47.43	1.23	0.65	10.77	5.65	6.00	3.15	0.037	0.020	160.38	160.38	0.005
20	0.214	0.718	107.91	56.62	1.47	0.77	12.86	6.75	7.17	3.76	0.045	0.023	160.38	160.38	0.005
25	0.214	0.718	114.04	59.84	1.55	0.82	13.59	7.13	7.57	3.97	0.047	0.025	160.38	160.38	0.005
50	0.214	0.718	134.79	70.73	1.84	0.96	16.07	8.43	8.95	4.70	0.056	0.029	160.38	160.38	0.005
100	0.214	0.718	158.38	83.11	2.16	1.13	18.88	9.91	10.52	5.52	0.066	0.034	160.38	160.38	0.005

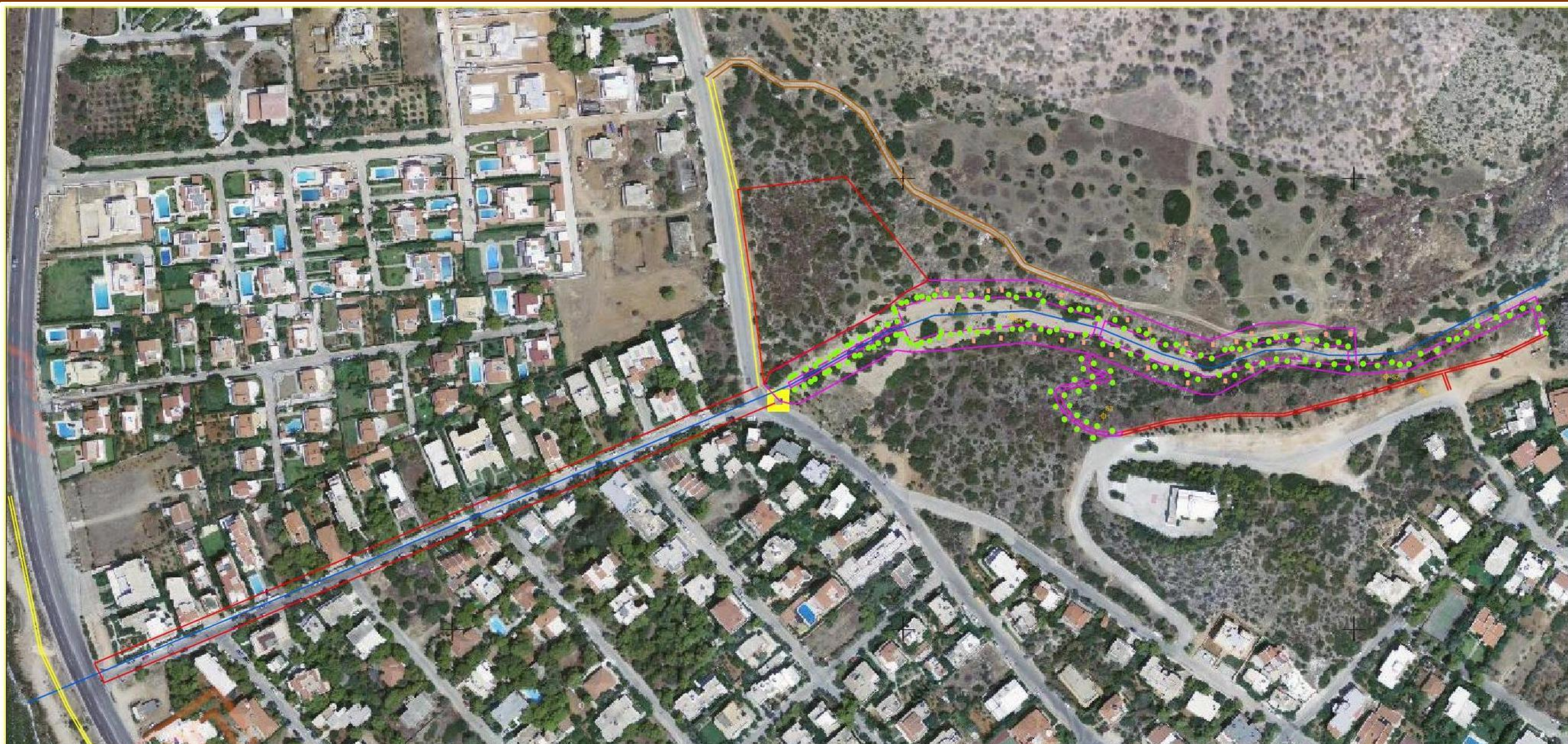
ii. Υπολογισμοί για την δεύτερη επανάληψη:









T (έτη)	$t_{c,Kirpich}$ (hr)	$t_{c,Giandotti}$ (hr)	$I_{,Kir}$ (mm/h)	$I_{,Gian}$ (mm/h)	$Q_{1,Kir}$ (m ³ /s)	$Q_{1,Gian}$ (m ³ /s)	$Q_{2,Kir}$ (m ³ /s)	$Q_{2,Gian}$ (m ³ /s)	$Q_{,Kir}$ (m ³ /s)	$Q_{,Gian}$ (m ³ /s)	$A_{,k}$ (km ²)	$A_{,G}$ (km ²)	$V_{,K}$ (m/s)	$V_{,G}$ (m/s)	t_2 (hr)
5	0.053	0.557	112.60	45.99	1.53	0.63	13.42	5.48	7.48	3.05	0.047	0.019	160.38	160.38	0.005
10	0.053	0.557	135.74	55.43	1.85	0.76	16.18	6.61	9.01	3.68	0.056	0.023	160.38	160.38	0.005
20	0.053	0.557	162.04	66.18	2.21	0.90	19.31	7.89	10.76	4.39	0.067	0.027	160.38	160.38	0.005
25	0.053	0.557	171.25	69.94	2.33	0.95	20.41	8.34	11.37	4.64	0.071	0.029	160.38	160.38	0.005
50	0.053	0.557	202.41	82.66	2.76	1.13	24.13	9.85	13.44	5.49	0.084	0.034	160.38	160.38	0.005
100	0.053	0.557	237.84	97.13	3.24	1.32	28.35	11.58	15.79	6.45	0.098	0.040	160.38	160.38	0.005

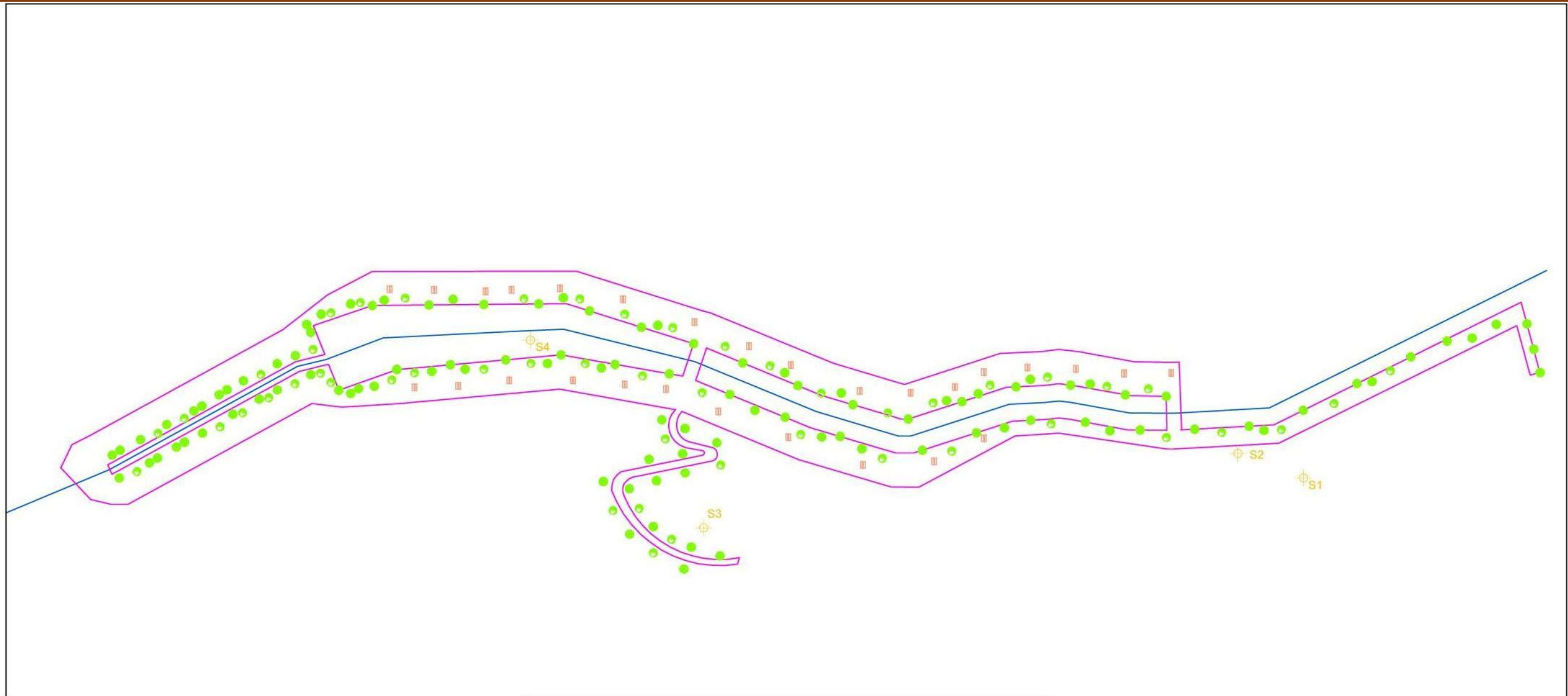
ΣΧΕΔΙΑ







Χάρτης : Η ευρύτερη περιοχή παρέμβασης και η λεκάνη απορροής





ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΥΠΟΜΝΗΜΑ		ΚΛΙΜΑΚΑ 1:2500
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ	<ul style="list-style-type: none">  ΔΕΝΔΡΟ  ΔΙΠΛΟ ΠΑΓΚΑΚΙ  ΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ  ΚΟΙΤΗ ΡΕΜΑΤΟΣ  ΕΚΤΑΣΗ ΠΕΖΟΔΡΟΜΗΣΗΣ/ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ 	<ul style="list-style-type: none">  ΕΚΤΑΣΗ ΠΕΖΟΔΡΟΜΗΣΗΣ/ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ (ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ)  ΕΚΤΑΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΠΕΖΟΔΡΟΜΗΣΕΩΝ  ΜΟΝΟΠΑΤΙ 	



<p>ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ</p>	<p>ΥΠΟΜΝΗΜΑ</p>	<p>ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1250</p>									
<p>ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ</p>	<table border="0"> <tr> <td></td> <td>ΔΕΝΔΡΟ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ΔΙΠΛΟ ΠΑΓΚΑΚΙ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ΚΟΙΤΗ ΡΕΜΑΤΟΣ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ΕΚΤΑΣΗ ΠΕΖΟΔΡΟΜΗΣΗΣ/ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ</td> </tr> </table>			ΔΕΝΔΡΟ		ΔΙΠΛΟ ΠΑΓΚΑΚΙ		ΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ		ΚΟΙΤΗ ΡΕΜΑΤΟΣ	
	ΔΕΝΔΡΟ										
	ΔΙΠΛΟ ΠΑΓΚΑΚΙ										
	ΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ										
	ΚΟΙΤΗ ΡΕΜΑΤΟΣ										
	ΕΚΤΑΣΗ ΠΕΖΟΔΡΟΜΗΣΗΣ/ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ										

