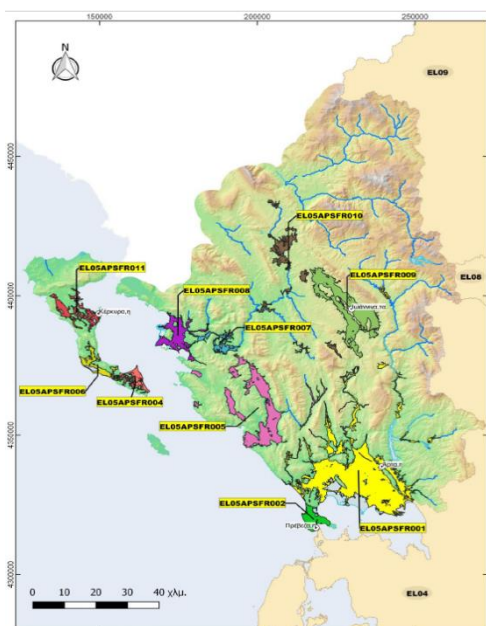




ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



**ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ**



**1^η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ
ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ
των Λεκανών Απορροής Ποταμών του
Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (EL05)**

**Στάδιο 1 - Παραδοτέο 4
ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ
Τεχνική έκθεση**



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ταμείο Συνοχής



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

ΕΡΓΟ: 1η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ 1ης ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ:

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ: Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε. • ENVECO Α.Ε.

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ 1ης ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4: ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Αναθεωρήσεις:

Έκδοση	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις
Εκδ. 1	31/07/2023	Αρχική Έκδοση
Εκδ. 2	30/09/2023	2η Έκδοση

Τεύχη και Χάρτες που συνοδεύουν το παρόν Παραδοτέο

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους / Χάρτη
	ΤΕΥΧΗ		
1	Τεχνική Έκθεση		EL05_Π04_T1
	ΧΑΡΤΕΣ		
1	Χάρτης Απεικόνισης Σχηματοποίησης Κόμβων, Κλάδων Υδρογραφικού Δικτύου και Υπολεκάνων	1:3000000	EL05_Π04_X1
2	Χάρτης Κατανομής Αριθμών CN για μεσέες συνθήκες υγρασίας (Τύπου II)	1:3000000	EL05_Π04_X2

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	I
ΕΙΚΟΝΕΣ	IV
ΠΙΝΑΚΕΣ	VI
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΈΚΘΕΣΗΣ	1
1.2 ΟΜΆΔΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΈΤΗΣ – ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	1
1.3 ΟΜΆΔΑ ΕΠΪΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΈΤΗΣ – ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	3
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΈΚΘΕΣΗΣ	3
1.5 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΪΗΣΕΙΣ ΑΠΌ ΤΟΝ 1 ^ο ΚΥΚΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΉΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΪΑΣ 2007/60/ΕΚ	4
2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΈΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	5
2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΈΤΗΣ	5
2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΆ ΔΕΔΟΜΈΝΑ	6
2.2.1 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ	6
2.2.2 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΌ ΔΪΚΤΥΟ	7
2.2.3 ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	7
2.2.4 ΛΕΚΆΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	8
2.2.5 ΧΑΡΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ CN	9
2.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΆ ΔΕΔΟΜΈΝΑ	11
2.3.1 ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΌΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	11
3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	17
3.1 ΓΕΝΙΚΌ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΌ ΠΛΑΪΣΙΟ	17
3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΆ ΣΕΝΆΡΙΑ	17
3.3 ΒΡΟΧΟΠΤΨΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	18
3.3.1 ΕΚΤΪΜΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΨΗΣ	18
3.3.2 ΕΚΤΪΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΌΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	19
3.3.3 ΠΑΡΑΓΩΓΉ ΥΕΤΟΓΡΑΦΗΜΆΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	19
3.3.4 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΉ ΑΝΑΓΨΉ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΝΤΆΣΕΩΝ ΒΡΟΧΗΣ	20

3.4 ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	21
3.4.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCS-CN	21
3.4.2 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΣΕ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ	25
3.4.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΜΥ	27
3.4.4 ΒΑΣΙΚΗ ΑΠΟΡΡΩΗ	29
3.4.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	29
3.5 ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	30
3.5.1 ΓΕΝΙΚΑ	30
3.5.2 ΜΕΘΟΔΟΣ MUSKINGUM	31
3.5.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ	33
3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ	33
3.6 ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΜΕΣΩ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	35
<u>4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ</u>	<u>37</u>
4.1 ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	37
4.2 ΕΠΙΠΕΔΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ	38
4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ	38
4.3.1 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ	38
4.3.2 ΚΟΜΒΟΙ	39
4.3.3 ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ	39
4.3.4 ΥΠΟΛΕΚΑΝΕΣ	40
<u>5 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΥΔ ΗΠΕΙΡΟΥ</u>	<u>42</u>
5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΗΣ	42
5.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΚΑΛΑΜΙΑ	43
5.3 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (ΠΑΜΒΩΤΙΔΑ)	50
5.4 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΡΑΒΕΝΙΑ	55
5.5 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΜΠΑΦΡΑ	58
5.6 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΑΣΒΕΣΤΟΧΩΡΙΟΥ	61
5.7 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΑΡΑΧΘΟΥ	64
5.8 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΔΙΠΟΤΑΜΟΥ	72
5.9 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΛΟΥΡΟΥ	76
5.10 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΑΡΕΘΟΥΑ	83
5.11 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΑΧΕΡΟΝΤΑ	86

5.12	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΜΑΡΓΑΡΙΤΙ	91
5.13	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ	94
5.14	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΛΑΚΟΥ	97
5.15	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΆΡΤΑΣ	100
5.16	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΚΑΒΑΣΙΛΑΤΩΝ	103
5.17	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΜΕΣΑΝΓΗΣ	107
5.18	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ	110
5.19	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΕΡΔΙΚΑ	114
5.20	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΒΟΥΛΙΣΤΡΑΣ	117
5.21	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΕΛΟΥΣ ΚΑΛΟΔΙΚΙΟΥ	120
6	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ 1^ο ΚΥΚΛΟ	124
6.1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	124
6.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΙΧΜΗΣ	132
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	141

ΕΙΚΟΝΕΣ

ΕΙΚΟΝΑ 2-1 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ	5
ΕΙΚΟΝΑ 2-2 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΦΟΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ (ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2000/60/ΕΚ) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	6
ΕΙΚΟΝΑ 2-3 ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ (ΖΔΥΚΠ) ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	8
ΕΙΚΟΝΑ 2-4 ΧΩΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ CN ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ	10
ΕΙΚΟΝΑ 2-5 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ Η ΣΤΟ ΥΔ ΗΠΕΙΡΟΥ	15
ΕΙΚΟΝΑ 2-6 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ Β ΣΤΟ ΥΔ ΗΠΕΙΡΟΥ	15
ΕΙΚΟΝΑ 2-7 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ Λ ΣΤΟ ΥΔ ΗΠΕΙΡΟΥ	16
ΕΙΚΟΝΑ 3-1 ΕΥΡΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ CN ΓΙΑ ΞΗΡΕΣ ΚΑΙ ΥΓΡΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ, ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	25
ΕΙΚΟΝΑ 3-2 ΑΔΙΑΣΤΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΣΜΥ ΚΑΤΑ SCS	27
ΕΙΚΟΝΑ 3-3 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΣΜΥ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ, ΓΙΑ ΜΕΣΕΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ), ΚΑΙ ΑΝΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ, ΓΙΑ $T = 100$ ΈΤΗ (ΔΕΞΙΑ)	29
ΕΙΚΟΝΑ 5-1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΥΔ ΗΠΕΙΡΟΥ	42
ΕΙΚΟΝΑ 5-2 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	48
ΕΙΚΟΝΑ 5-3 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	53
ΕΙΚΟΝΑ 5-4 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	56
ΕΙΚΟΝΑ 5-5 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	59
ΕΙΚΟΝΑ 5-6 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	62
ΕΙΚΟΝΑ 5-7 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	71
ΕΙΚΟΝΑ 5-8 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΠΟΥΡΝΑΡΙΟΥ (ΣΤΕΨΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ +107.5 Μ)	72
ΕΙΚΟΝΑ 5-9 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	76
ΕΙΚΟΝΑ 5-10 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	82
ΕΙΚΟΝΑ 5-11 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΛΟΥΡΟΥ (ΣΤΕΨΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ +96.0 Μ)	83
ΕΙΚΟΝΑ 5-12 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	84
ΕΙΚΟΝΑ 5-13 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	90
ΕΙΚΟΝΑ 5-14 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	92

ΕΙΚΟΝΑ 5-15 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, Όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	95
ΕΙΚΟΝΑ 5-16 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, Όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	98
ΕΙΚΟΝΑ 5-17 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, Όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	101
ΕΙΚΟΝΑ 5-18 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, Όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	105
ΕΙΚΟΝΑ 5-19 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, Όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	108
ΕΙΚΟΝΑ 5-20 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, Όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	112
ΕΙΚΟΝΑ 5-21 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, Όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	117
ΕΙΚΟΝΑ 5-22 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	118
ΕΙΚΟΝΑ 5-23 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, Όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων	123
ΕΙΚΟΝΑ 6-1 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ05	130
ΕΙΚΟΝΑ 6-2 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=100 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ05	131
ΕΙΚΟΝΑ 6-3 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=1000 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ05	132
ΕΙΚΟΝΑ 6-4 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ05	138
ΕΙΚΟΝΑ 6-5 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=100 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ05	139
ΕΙΚΟΝΑ 6-6 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=1000 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ05	140

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΒΡΟΧΟΓΡΑΦΩΝ ΤΟΥ ΥΔ ΗΠΕΙΡΟΥ.....	11
ΠΙΝΑΚΑΣ 2-2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΗΠΕΙΡΟΥ ΓΙΑ 24Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ..	12
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΤΜΗΜΕΝΩΝ ΛΕΙΟΥ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ SCS.....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΥΔ ΗΠΕΙΡΟΥ	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-4 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-8 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-9 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-11 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-12 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-13 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-14 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-15 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-16 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-17 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-18 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-19 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-20 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-21 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-22 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-23 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-24 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-25 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-26 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-27 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-28 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	95
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-29 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	95
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-30 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-31 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-32 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-33 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	99

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-34 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	102
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-35 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-36 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-37 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	105
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-38 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-39 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	108
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-40 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-41 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-42 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-43 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-44 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-45 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-46 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-47 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	121
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΗΞ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΔΙΧΜΗΣ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΗΞ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ.....	135

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΚΘΕΣΗΣ

Η παρούσα έκθεση αναφέρεται στη διαδικασία παραγωγής πλημμυρογραφημάτων υψηλής, μέσης και χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, στις θέσεις ενδιαφέροντος του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Ηπείρου. Οι θέσεις αυτές καθορίζονται με βάση τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ), σε συνδυασμό με άλλα κριτήρια, γεωμορφολογικά και υδρολογικά. Για τον σκοπό αυτό, διαμορφώνεται το υδρογραφικό δίκτυο και οι υπολεκάνες ανάντη όλων των κόμβων του δικτύου, και εφαρμόζεται η τυπική προσέγγιση πλημμυρικού επεισοδίου που υλοποιεί το λογισμικό HEC-HMS. Σε κάθε υπολεκάνη, για δεδομένο υετογράφημα σχεδιασμού, εφαρμόζεται η συνδυαστική μέθοδος SCS-CN και μοναδιαίου υδρογραφήματος, από την οποία παράγονται πλημμυρογραφήματα στις εξόδους όλων των υπολεκανών, που στη συνέχεια διοδεύονται κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, μέχρι την έξοδο της συνολικής λεκάνης.

Κύριο ζητούμενο της μελέτης είναι τα πλημμυρογραφήματα όλων των κόμβων εισόδου των ΖΔΥΚΠ, καθώς και των ενδιάμεσων (εντός των ορίων των ΖΔΥΚΠ) κόμβων. Τα εν λόγω πλημμυρογραφήματα αποτελούν δεδομένο εισόδου των υδραυλικών μοντέλων, που θα αναπτυχθούν στο επόμενο στάδιο του έργου για την κατάρτιση των Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας και Χαρτών Κινδύνου Πλημμύρας, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας-Πλαίσιο 2007/60/ΕΚ.

Στην παρούσα έκθεση παρουσιάζεται το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής πλημμυρογραφημάτων, εξηγούνται τα δεδομένα εισόδου και οι παραδοχές της μελέτης, και δίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα όλων των λεκανών. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των υδρολογικών προσομοιώσεων δίνονται σε Παράρτημα.

1.2 ΟΜΑΔΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Η ομάδα εκπόνησης της μελέτης που συγκροτήθηκε από την Κοινοπραξία, έχει ως εξής:

- Από το γραφείο **Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.**
 - Ιωάννης Καραβοκύρης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Υδρολόγος B.Sc. M.Sc DIC Ph.D
 - Δημήτρης Καλοδούκας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
 - Νικόλαος Μαλατέστας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
 - Γεώργιος Καραβοκύρης, Πολιτικός Μηχανικός, MSc
 - Branislav Todorovic, Μηχανολόγος Μηχανικός, BEng MSc, GIS expert
 - Ιωάννης Μπάφας, Πολιτικός Μηχανικός, MSc
 - Γεώργιος Παρισόπουλος, Πολιτικός Μηχανικός, Υδρολόγος, MSc Phd
 - Θεόδωρος Ζαρκαδούλας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Water Resources ETHZ
 - Γεωργία Παπαδονικολάκη, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων ΕΜΠ
 - Ευάγγελος Βασιλείου, Πολιτικός Μηχανικός Παν. Πατρών, MSc Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων ΕΜΠ

- Άννα-Δέσποινα Βενεδίκη, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Management, Warwick Business School
- Κορίνα-Κωνσταντίνα Δρακάκη, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
- Μαρίνα Πάσιου Κεφαλίδου, Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, MSc Γεωτεχνικός
- Γεώργιος Μαρκόπουλος-Σαρίκας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Fluid Mechanics, Imperial College London
- Από το γραφείο **ENVECO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.**
 - Γεώργιος Κοτζαγεώργης, Βιολόγος, Περιβαλλοντολόγος, PhD
 - Σπυρίδων Παπαρηγορίου, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, Μηχανικός Περιβάλλοντος MSc, Μηχανικός Υδατικών Πόρων Dipl., Οικονομία Περιβάλλοντος MLitt
 - Μιχάλης Μαρουλάκης, Βιολόγος Παν. Αθηνών, Τεχνολόγος – Ιχθυολόγος
 - Θεοδότη Βέργου, Πολιτικός Μηχανικός, Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών πόρων MSc
 - Κωνσταντίνα Πυργάκη, Γεωλόγος MSc Χημεία, Τεχνολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος
 - Αντώνης Αρβανίτης, Γεωλόγος/ Περιβαλλοντολόγος MSc Εφαρμοσμένη Γεωλογία
 - Κωνσταντίνα Καβούρη, Γεωλόγος MSc
- **Χρήστος Σαλόγιαννος**, Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ
- **Μαρία-Βασιλική Καρακώστα**, Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός ΑΠΘ
- **Βασίλειος Περγλέρος**, Γεωλόγος
- **Κωνσταντίνος Κοτσόβουλος**, Γεωπόνος
- Από το γραφείο **ΟΜΙΚΡΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.**
 - Αποστολία Παπαδούδη, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
 - Στέργιος Διαμαντόπουλος, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
 - Κωνσταντίνος Καρυστινάκης, Γεωγράφος MSc
 - Αναστάσιος Μαλάμης, Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος ΑΠΘ
 - Στέφανος Στεφανίδης, Δασολόγος PhD
 - Χρυσούλα Χατζηχριστάκη, Δασολόγος MSc
 - Βασίλειος Αλεξανδρίδης, Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός ΑΠΘ, MSc
- Από το γραφείο **ΟΜΙΚΡΟΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ Α.Ε.**
 - Αντώνιος Τορτοπίδης, Οικονομολόγος, M.A.

Επικοινωνία:

Γ. Καραβοκύρης & Συνεργάτες Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Αλεξανδρουπόλεως 23 & Καισαρείας, 115 27 Αθήνα

Τηλ.: 210 7756130

email: central@gk-consultants.EL

1.3 ΟΜΑΔΑ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Την επιτροπή Παρακολούθησης – Παραλαβής απαρτίζουν τα ακόλουθα στελέχη της Δ/νσης Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος του ΥΠΕΝ:

- Παρδάλη Αθανασία, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ με Α΄ βαθμό.
- Φωκαεύς Άννα, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α΄ βαθμό, μέλος.
- Κουτράκης Στυλιανός, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α΄ βαθμό, μέλος.

Με αναπληρωματικούς τους:

- Αθανασίου Ελένη, Προϊσταμένη Τμήματος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α΄ βαθμό, Πρόεδρος Επιτροπής.
- Μαρίνος Διονύσιος, Υπάλληλος στη Δ/νση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος, ΠΕ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ με Α΄ βαθμό.
- Παναγιωτοπούλου Γεωργία, Υπάλληλος στη Δ/νση Σχεδιασμού και Διαχείρισης Υπηρεσιών Υδατος, ΠΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ με Α΄ βαθμό.

Σημειώνεται ότι η παρακολούθηση και παραλαβή των παραδοτέων πραγματοποιήθηκε με την τεχνική υποστήριξη του Συμβούλου της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων (ΓΓΦΠΥ) σε θέματα εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, βάσει του από 01-07-2022 συμφωνητικού παροχής υπηρεσιών «Υπηρεσίες Συμβούλου Υποστήριξης της Γενικής Γραμματείας Φυσικού Περιβάλλοντος και Υδάτων στην κατάρτιση της 1ης Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας», μεταξύ της ΓΓΦΠΥ/ΓΔΥ του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας και του νομικού προσώπου με την επωνυμία ΕΜΒΗΣ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Επικοινωνία:

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας / Ειδική Γραμματεία Υδάτων

Μεσογείων 119, 115 26, Αθήνα

Τηλ.: +30 213 1513 759

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΈΚΘΕΣΗΣ

Η παρούσα έκθεση αποτελείται από 5 κεφάλαια.

Το κεφάλαιο 1 είναι η παρούσα εισαγωγή στο παραδοτέο.

Στο κεφάλαιο 2 περιγράφεται η περιοχή μελέτης και τα χαρακτηριστικά της, ενώ περιλαμβάνονται τα υδρολογικά και γεωγραφικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν.

Στο κεφάλαιο 3 περιγράφεται αναλυτικά η υπολογιστική διαδικασία και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, για την παραγωγή των πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού.

Στο κεφάλαιο 4 γίνεται παρουσίαση των μοντέλων υδρολογικής προσομοίωσης και ο τρόπος σχηματοποίησης των υπολεκανών και του υδρογραφικού δικτύου.

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται η σχηματοποίηση και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των λεκανών του ΥΔ Ηπείρου, και δίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα ανά λεκάνη ή σύστημα λεκανών απορροής.

1.5 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΝ 1^ο ΚΥΚΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/ΕΚ

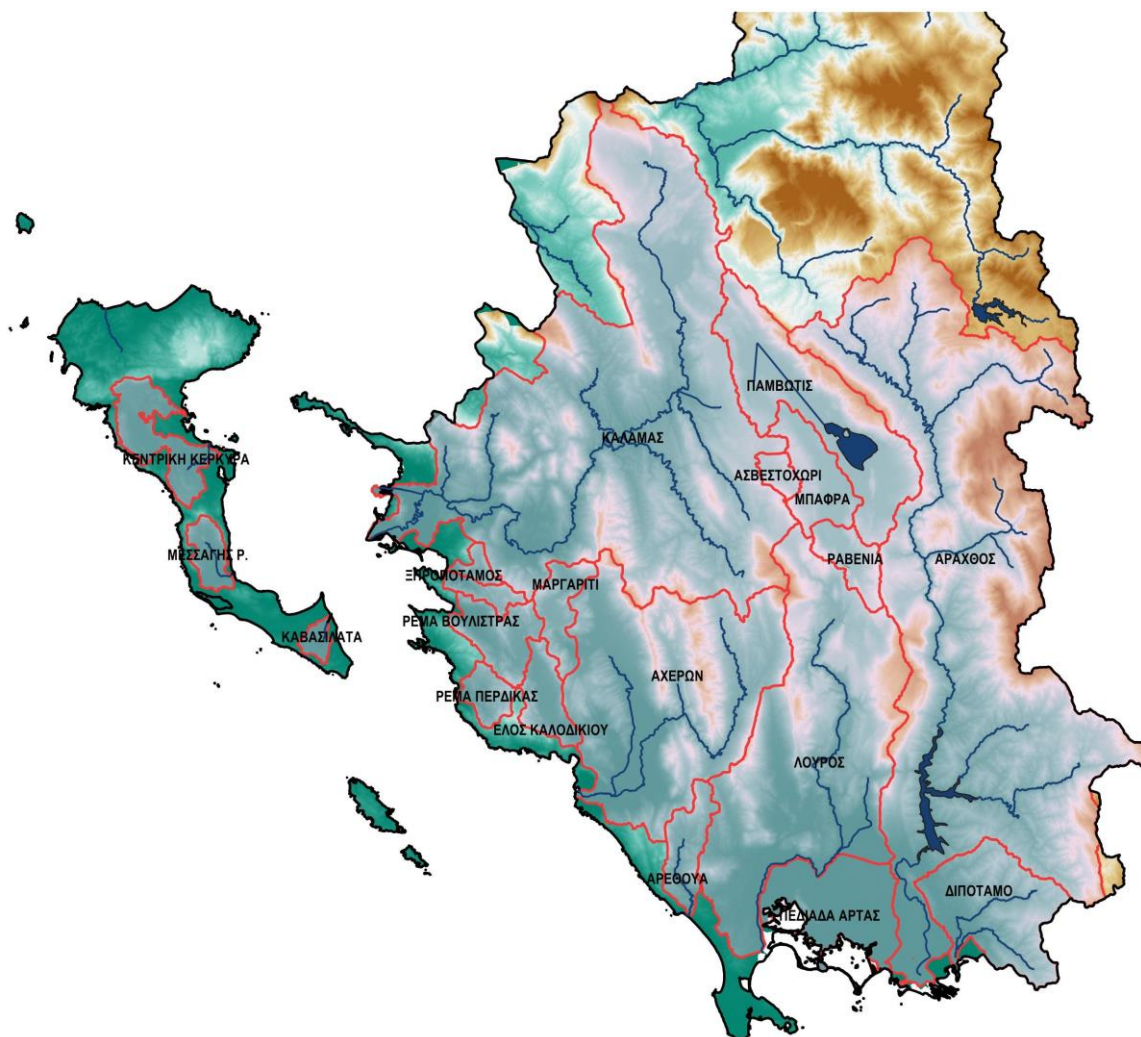
Σε σχέση με τον 1^ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ δε σημειώνονται ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις όσον αφορά της εφαρμογή της γενικής μεθοδολογίας για την παραγωγή των πλημμυρικών υδρογραφημάτων, η οποία παραμένει η ίδια. Επιμέρους διαφοροποιήσεις σημειώνονται στα κάτωθι:

- Η υδρολογική ανάλυση και η παραγωγή πλημμυρικών υδρογραφημάτων πραγματοποιήθηκε για τις λεκάνες απορροής που αποτελούν μέρος ή εκρέουν στις ΖΔΥΚΠ που προέκυψαν σύμφωνα με την 1^η Αναθεώρηση της ΠΑΚΠ, οι οποίες είναι περισσότερες σε αριθμό και σε έκταση σε σχέση με τις ΖΔΥΚΠ του 1^{ου} κύκλου. Με βάση αυτό πραγματοποιήθηκε υδρολογική ανάλυση και παραγωγή υδρογραφημάτων σε 20 αντί για 16 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών) στον 1^ο κύκλο.
- Οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των υδρογραφημάτων βροχόπτωσης ανά υπολεκάνη έχουν προκύψει με αναθεώρηση της σχετικής μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε κατά τον 1^ο κύκλο του ΣΔΚΠ και αξιοποιώντας τα πλέον πρόσφατα δεδομένα βροχομετρικών μεγίστων. Επιπλέον, η ανάλυση εκτίμησης των παραμέτρων έλαβε χώρα για όλη την επικράτεια της χώρας και όχι ξεχωριστά ανά ΥΔ, οπότε αντιμετωπίστηκαν ζητήματα έντονων διαφοροποιήσεων στα όρια των ΥΔ. Οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών παραμένουν πέντε (5), με τις δύο από αυτές να είναι σταθερές για όλη την επικράτεια της χώρας και τις τρεις (3) να εμφανίζουν χωρική μεταβλητότητα.
- Η εκτίμηση των υδρολογικών απωλειών μέσω της μεθόδου SCS-CN βασίστηκε σε επικαιροποιημένη έκδοση του χάρτη του CN πιο πρόσφατα δεδομένα χρήσεων γης (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2020). Επιπλέον, λήφθηκαν υπόψη οι πυρκαγιές έως το 2022 και η πιθανή επίδρασή τους στην τιμή του CN.

2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης, στην οποία παράγονται πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού, καλύπτει τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Ηπείρου, συνολικής έκτασης 10 026 km² (από τα οποία τα 641 km² ανήκουν στην Κέρκυρα). Περιλαμβάνει τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) που έχουν καθοριστεί σε εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, και τις ανάντη λεκάνες απορροής των υδατορευμάτων που διατρέχουν τις εν λόγω ζώνες. Στο πλαίσιο της μελέτης, πραγματοποιείται υδρολογική προσομοίωση των λεκανών απορροής όλων των μεγάλων ποταμών του ΥΔ Ηπείρου (Καλαμάς, Άραχθος, Λούρος, Αχέροντας), με εξαίρεση τον ποταμό Αώο, στην λεκάνη του οποίου δεν αναπτύσσονται ΖΔΥΚΠ. Προσομοίωση γίνεται και για μικρότερα υδατορεύματα διαλείπουσας ή χειμαρρικής ροής που διέρχονται από κάποια ΖΔΥΚΠ, καθώς και σε κλειστές λεκάνες, οι οποίες απορρέουν σε λίμνες (με κυριότερη την Παμβώτιδα) ή καταβόθρες (π.χ. οροπέδια Μπάφρα, Μαραγαρίτι, κτλ.). Συνολικά, εξετάζονται 20 λεκάνες απορροής, που χωρίζονται σε υπολεκάνες (Εικόνα 2-1).

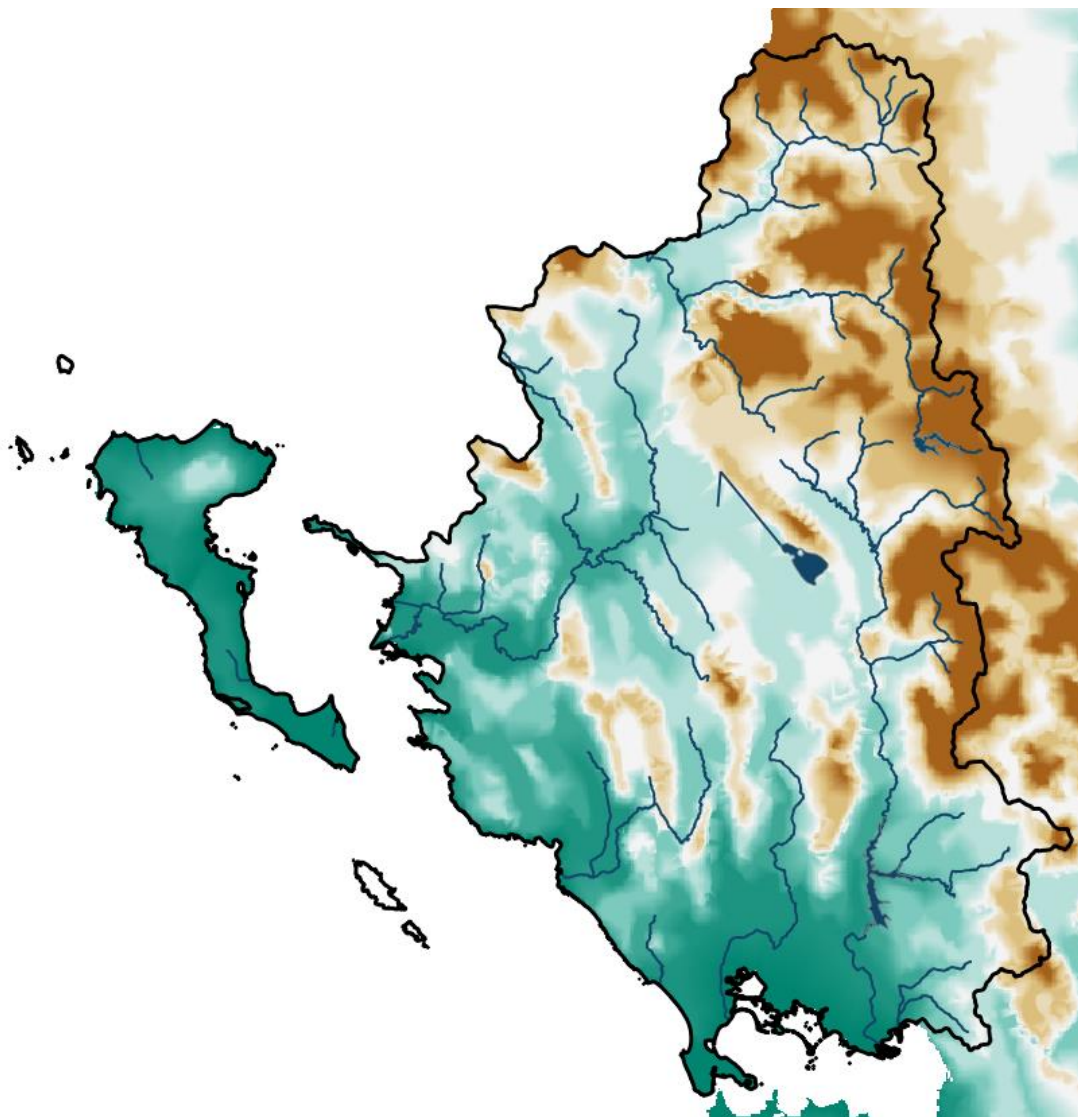


Εικόνα 2-1 Χάρτης περιοχής μελέτης και λεκάνες απορροής που εξετάζονται

2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.2.1 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων

Η σχηματοποίηση των λεκανών απορροής έχει βασιστεί στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ) του 1^{ου} κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας με διάσταση 5×5 m στα ορεινά και ημιορεινά τμήματα, ενώ κατά περίπτωση είχε χρησιμοποιηθεί και πιο λεπτομερής κλίμακας, διάστασης 1×1 m, στα πεδινά. Για τις λεκάνες που σχηματοποιήθηκαν στα πλαίσια του παρόντος κύκλου χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ με διάσταση 2×2 m, το οποίο θα ειαχθεί και στα νέα υδραυλικά μοντέλα. Η υψηλή διακριτοποίηση των ΨΜΕ επιτρέπει όχι μόνο την ακριβέστερη αποτύπωση του πεδίου ροής στις περιοχές χαμηλών και πολύ χαμηλών κλίσεων, αλλά και την αποτύπωση σημαντικών τεχνικών έργων (π.χ., αναχώματα), βοηθώντας έτσι στην ορθή χάραξη των λεκανών απορροής και υπολεκανών. Στην Εικόνα 2-2 απεικονίζεται ένα πιο αδρομερές ΨΜΕ, διάστασης 25×25 m.



Εικόνα 2-2 Ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων και υδρογραφικό δίκτυο (σύμφωνα με την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ) περιοχής μελέτης

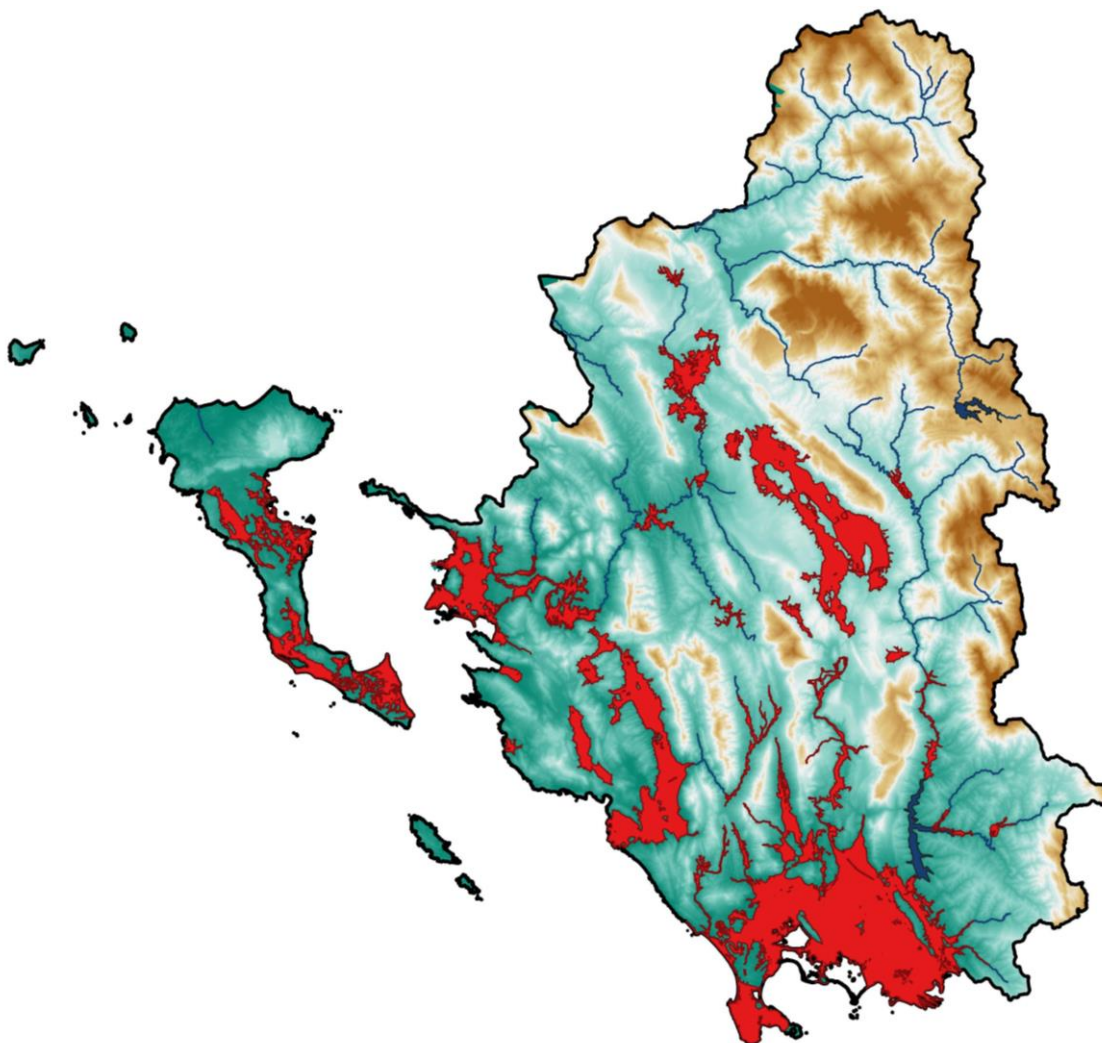
2.2.2 Υδρογραφικό Δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο, που απεικονίζεται στην Εικόνα 2.2, έχει διαμορφωθεί σε εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, και περιλαμβάνει τα κύρια υδατορεύματα της περιοχής μελέτης. Τα ποτάμια μόνιμης ροής που εξετάζονται είναι: (α) στο βόρειο μέρος ο Καλαμάς, (β) στο δυτικό ο Αχέροντας, (γ) στο νοτιδυτικό ο Λούρος, και (δ) στο νοτιοανατολικό ο Άραχθος. Ο τελευταίος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω της παρεμβολής του φράγματος Πουρναρίου λίγο ανάντη της πόλης της Άρτας. Στο ΥΔ Ηπείρου αναπτύσσονται και μικρότερα υδατορεύματα, που εκβάλλουν στον Αμβρακικό Κόλπο και το Ιόνιο Πέλαγος. Σε αυτά περιλαμβάνονται και δύο ρέματα της Κέρκυρας, η οποία υπάγεται στο ΥΔ Ηπείρου.

Η χάραξη του δικτύου στις περιοχές υψηλών και μέτριων κλίσεων έγινε σε περιβάλλον ΣΓΠ, στο οποίο διαμορφώθηκαν τα μοντέλα συγκέντρωσης και κατεύθυνσης ροής σε ανάλυση 5×5 m , ή 2×2 m για τις λεκάνες που σχηματοποιήθηκαν στα πλαίσια του παρόντος κύκλου. Στα πεδινά τμήματα (κυρίως στον κάτω ρου του Λούρου και του Άραχθου) έγιναν και ορισμένες χειροκίνητες διορθώσεις, καθώς οι φυσικές κοίτες έχουν διαμορφωθεί με τεχνικά έργα (π.χ. έχουν ευθυγραμμιστεί και οριοθετηθεί με αναχώματα), και συνεπώς δεν ακολουθούν ακριβώς τις κλίσεις του εδάφους.

2.2.3 Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας

Στο πλαίσιο της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, άρθρα 4 και 5, και της ΚΥΑ ΗΠ 31822/1542/Ε103/21.7.2010 πραγματοποιήθηκε η 1^η Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης των Κινδύνων Πλημμύρας σε όλα τα Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας. Από την αξιολόγηση αυτή προσδιορίστηκαν οι σημαντικές ιστορικές πλημμύρες, από πλευράς επιπτώσεων, και οι Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ). Στο ΥΔ Ηπείρου, λόγω του αναγλύφου, οι πλημμυρικές ζώνες καλύπτουν μικρό μόνο ποσοστό της περιοχής, συγκεκριμένα το 12.1% (1204.3 από τα 9 980 km²). Τα όρια των ζωνών φαίνονται στον χάρτη της Εικόνας 2-3.



Εικόνα 2-3 Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) περιοχής μελέτης

2.2.4 Λεκάνες Απορροής

Με βάση το υδρογραφικό δίκτυο και τις ΖΔΥΚΠ, η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 20 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών), τα όρια των οποίων απεικονίζονται στον χάρτη της Εικόνας 2-1. Στα ορεινά και ημιορεινά τμήματα του ΥΔ Ηπείρου οι λεκάνες χαραχτήκαν με βάση το ΨΜΕ διάστασης 5×5 m, ενώ στις πιο πεδινές περιοχές (κάτω ρους Καλαμά, Άραχθου και Λούρου) χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ διάστασης 1×1 m, σε συνδυασμό με χάρτες του κτηματολογίου καθώς και δορυφορικές εικόνες του Google Earth. Η χάραξη με βάση υψηλότερης ανάλυσης πληροφορία ήταν αναγκαία καθώς στα πεδινά τμήματα, όπου και αναπτύσσονται οι ΖΔΥΚΠ, τα υδατορεύματα είναι διευθετημένα και δεν ακολουθούν πλήρως τη φυσική κλίση του εδάφους. Ακόμη, σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. κάτω ρους Λούρου), στη μία πλευρά της φυσικής κοίτης έχουν κατασκευαστεί αναχώματα που εμποδίζουν την πλευρική απορροή, με αποτέλεσμα τα αναχώματα αυτά να ορίζουν, στην πραγματικότητα, έναν τεχνητό υδροκρίτη.

Σημειώνεται ότι για τις ανάγκες της υδρολογικής μοντελοποίησης, στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτήθηκε ακόμα πιο λεπτομερής κατάτμηση σε υπολεκάνες, όπως εξηγείται στο Κεφάλαιο 4. Με την κατάτμηση αυτή, διαμορφώθηκε μια ημικατανεμημένη σχηματοποίηση της αντίστοιχης λεκάνης

απορροής, θεωρώντας κόμβους στις εισόδους των ζωνών και τις συμβολές των κύριων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της.

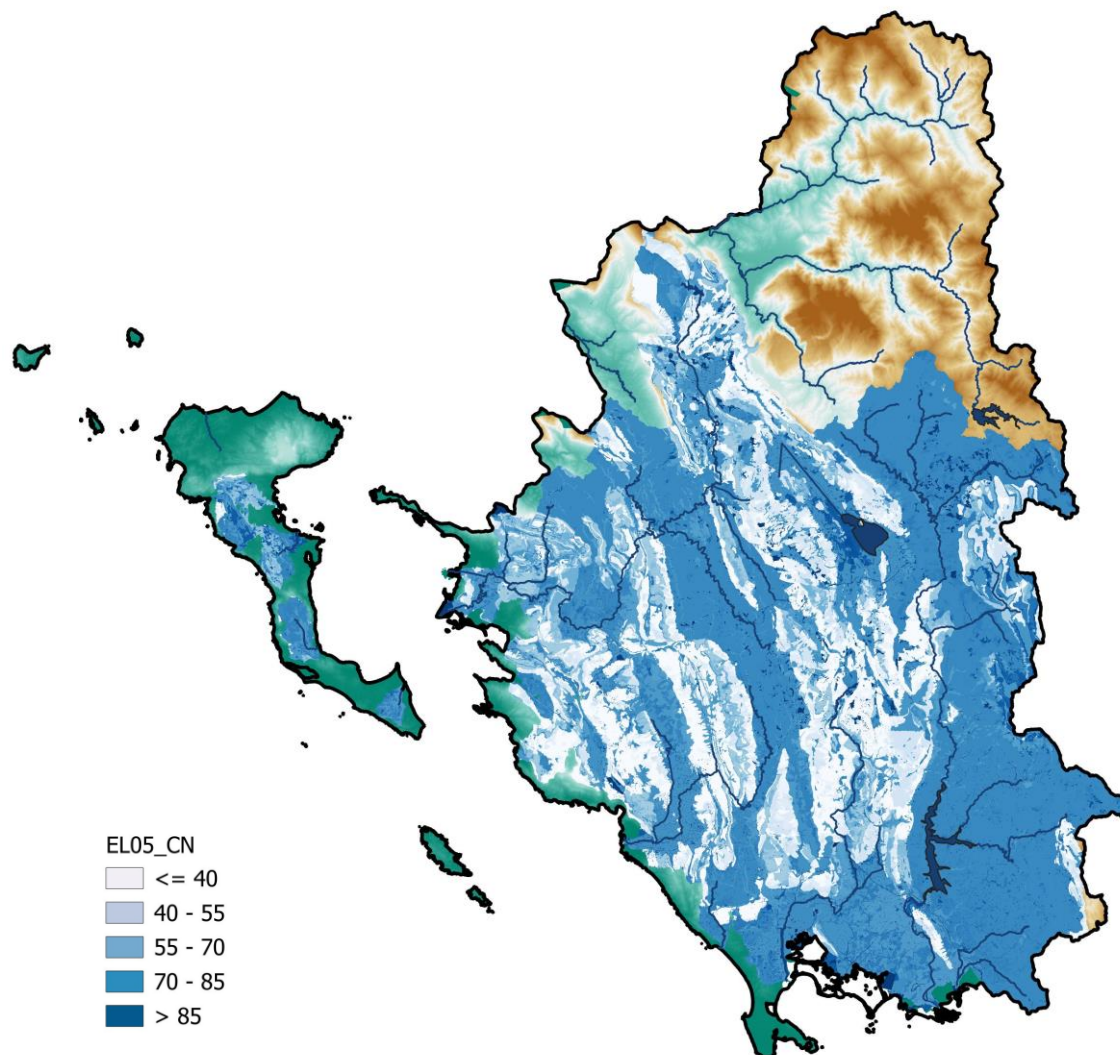
2.2.5 Χάρτες Χωρικής Κατανομής Παραμέτρου CN

Ο αριθμός καμπύλης απορροής (runoff curve number, CN) είναι μια χαρακτηριστική παράμετρος της λεκάνης απορροής, που προτάθηκε από την Soil Conservation Service (SCS, 1972) προκειμένου να συμπυκνώσει τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης σε μια μοναδική αντιπροσωπευτική τιμή. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της μέγιστης δυναμικής κατακράτησης, που αποτελεί δεδομένο εισόδου της μεθόδου SCS-CN, η οποία εφαρμόζεται για την εκτίμηση των υδρολογικών ελλειμμάτων στο πλαίσιο της υδρολογικής μοντελοποίησης με το λογισμικό HC-HMS. Η παράμετρος CN παίρνει τιμές από 0 μέχρι 100, και επηρεάζεται από τις συνθήκες εδάφους, τις χρήσεις γης, και τις προηγούμενες συνθήκες εδαφικής υγρασίας.

Η εκτίμηση της παραμέτρου CN για μέσες συνθήκες υγρασίας έγινε σε επίπεδο φατνίου (grid cell), με βάση χάρτες υδατοπερατότητας εδαφών και κάλυψης γης, ακολουθώντας τη μεθοδολογία που είχε αναπτυχθεί στα πλαίσια του 1^{ου} κύκλου των ΣΔΚΠ (βλέπε: https://floods.ypeka.gr/egyfloods/reports/Ipologismos_CN.pdf). Συγκεκριμένα, ο χάρτης υδατοπερατότητας εδαφών προέκυψε με βάση τον χάρτη εδαφικών τύπων που επικαιροποιήθηκε στα πλαίσια της 1^{ης} Αναθεώρησης ΣΔΚΠ με τον αντίστοιχα χάρτη χρήσεων γης, ο οποίος βασίστηκε στα δεδομένα του ΟΠΕΚΕΠΕ (2020). Και οι δύο χάρτες επικαιροποιήθηκαν στα πλαίσια του Παραδοτέου Π02 «Ανάλυση Μηχανισμών Πλημμύρας και Χαρακτηριστικών Περιοχής». Από την τομή των δύο χωρικών επιπέδων προέκυψε ο χάρτης (αρχείο raster) της Εικόνας 2-4.

Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση για τις πυρκαγιές που πραγματοποιήθηκε στο ίδιο παραδοτέο (Π02), εξετάστηκε η επίδρασή τους στην τιμή του CN, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύσσεται στο Π02. Συγκεκριμένα, όπως περιγράφεται και στο αντίστοιχο κεφάλαιο του Π02 (Κεφάλαιο 7), είναι περιορισμένη η επίδραση των πυρκαγιών στη διαμόρφωση της τελικής τιμής του CN στο ΥΔ05 και μόνον σε δύο περιπτώσεις υπολεκάνων στις λεκάνες του Λούρου και του Ασβεστοχωρίου επηρέασαν αυξητικά την τελική τιμή του CN που λήφθηκε υπόψη στους υδρολογικούς υπολογισμούς.

Παρατηρείται ότι σε μεγάλο τμήμα της περιοχή μελέτης εμφανίζονται, γενικά, υψηλές τιμές του CN, το οποίο υποδηλώνει ευνοϊκές συνθήκες για την παραγωγή επιφανειακής απορροής. Εξαίρεση αποτελούν οι λεκάνες απορροής των ποταμών Λούρου και Αχέροντα, όπου λόγω της σημαντικής ανάπτυξης καρστικών σχηματισμών, οι τιμές της παραμέτρου είναι σαφώς μικρότερες. Λόγω της σημαντικής αυτής διαφοράς, η πλημμυρική απόκριση των δύο αυτών λεκανών είναι αρκετά πιο ήπια σε σχέση με άλλες λεκάνες, όπως π.χ. η λεκάνη του Αράχθου, στην οποία κυριαρχούν αδιαπέρατοι, γενικά, σχηματισμοί, με συνέπεια την παραγωγή, σε συνδυασμό και με το καθεστώς ισχυρών βροχοπτώσεων της περιοχής, πολύ υψηλών πλημμυρικών παροχών.



Εικόνα 2-4 Χωρική απεικόνιση παραμέτρου CN στις λεκάνες απορροής που εξετάζονται

Σε σχέση με την αντίστοιχη εργασία που είχε πραγματοποιηθεί στα πλαίσια του 1ου Κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας, όπου για την εξαγωγή του CN είχαν χρησιμοποιηθεί δεδομένα του ΟΠΕΚΕΠΕ του 2014, παρατηρείται αμελητέα μεταβολή στη συνολική τιμή του CN στο ΥΔ της τάξης του -0.1% (από 69.20 σε 69.13). Η παρατήρηση αυτή αποτελεί γενικό κανόνα σε επίπεδο υπολεκανών, καθώς στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι υπολεκάνες χαρακτηρίζονται από αμελητέες μεταβολές στο CN, υποδηλώνοντας περιορισμένες διαφοροποιήσεις στις χρήσεις γης μεταξύ των δύο κύκλων.

Κατά περίπτωση παρατηρούνται ορισμένες αυξητικές ή μειωτικές μεταβολές, οι οποίες οφείλονται σε διαφοροποιήσεις στις χρήσεις γης, καθώς ο χαρακτηρισμός των εδαφών, που αποτελεί το 2^ο επίπεδο για την εκτίμηση του αριθμού CN, έχει παραμείνει αμετάβλητος μεταξύ των δύο κύκλων. Οι διαφοροποιήσεις στις χρήσεις γης οφείλονται κυρίως σε αλλαγή του χαρακτηρισμού των πολυγώνων του ΟΠΕΚΕΠΕ λόγω ανθρωπογενών μεταβολών ή αξιοποίησης λεπτομερέστερων στοιχείων από τον ΟΠΕΚΕΠΕ για τον χαρακτηρισμό τους. Η επίδραση των πυρκαγιών στον αριθμό CN στο ΥΔ05 είναι αμελητέα, όπως αναφέρεται και στα παραπάνω.

2.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.3.1 Σημειακές Όμβριες Καμπύλες

Στο πλαίσιο του έργου «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας, (εφαρμογή της Οδηγίας (ΕΕ) 2007/60/ΕΚ στην Ελλάδα)» (Κουτσογιάννης κ.ά., 2023), πραγματοποιήθηκε ενοποίηση των παραμέτρων των όμβριων καμπυλών στο σύνολο της Ελληνικής Επικράτειας. Για τον σκοπό αυτό αξιοποιήθηκαν τα επικαιροποιημένα βροχομετρικά δεδομένα του ΥΔ καθώς και οι σημειακές τιμές παραμέτρων όμβριων καμπυλών που καταρτίστηκαν.

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας προέκυψε το παρακάτω μοντέλο όμβριων καμπυλών για ένταση βροχής x σε mm/h, χρονική κλίμακα αναφοράς k σε h, περίοδο επαναφοράς T σε έτη:

$$x = \lambda_* \frac{(T/\beta_*)^\xi - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta_*}} \quad (2.1)$$

με δύο ενιαίες παραμέτρους στο σύνολο της χώρας: την παράμετρο χρονικής κλίμακας κλιμακογράμματος $\alpha = 0.18$ h και την παράμετρο σχήματος (δείκτη ουράς) $\xi = 0.18$, και τρεις χωρικά μεταβαλλόμενες παραμέτρους: την παράμετρο κλίμακας έντασης βροχής λ_* (mm/h), την παράμετρο χρονικής κλίμακας κατανομής β_* (έτη) και την παράμετρο εμμοχής η_* .

Σε προηγούμενο στάδιο του έργου καταρτίστηκαν όμβριες καμπύλες στις θέσεις 54 βροχομετρικών σταθμών και 22 βροχογράφων της περιοχής μελέτης, που είναι συνεπείς με τη στατιστική δίαιτα των ισχυρών καταγιγίδων του ΥΔ Ηπείρου.

Πίνακας 2-1 Παράμετροι σημειακών όμβριων καμπυλών στις θέσεις βροχογράφων του ΥΔ Ηπείρου

Θέση Βροχογράφου	Παράμετροι όμβριων καμπυλών				
	α (h)	η (-)	ξ (-)	λ (mm/h)	β (years)
ΑΜΑΡΑΝΤΟΣ	0.24	0.54	0.01	814.13	0.010
ΑΝΩ ΚΑΛΕΝΤΙΝΗ	2.05	0.66	0.16	14.36	0.010
ΑΡΤΑ	0.18	0.78	0.28	31.31	0.010
ΑΣΠΡΑΓΓΕΛΟΙ	0.04	0.61	0.03	1433.66	0.027
ΒΑΣΙΛΙΚΟ	0.18	0.58	0.01	834.87	0.011
ΒΗΣΣΑΝΗ	2.67	0.66	0.14	14.02	0.010
ΒΟΒΟΥΣΑ	0.01	0.48	0.09	247.75	0.010
ΔΩΔΩΝΗ	0.01	0.60	0.01	6998.19	0.010
ΖΙΤΣΑ	0.02	0.65	0.01	5383.48	0.010
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	0.11	0.79	0.08	317.35	0.010
ΚΑΤΩ ΛΑΨΙΣΤΑ	0.02	0.71	0.01	6722.83	0.010
ΚΕΡΚΥΡΑ	0.25	0.83	0.02	3375.00	0.107
ΚΟΜΠΟΤΙ	0.16	0.77	0.01	2665.13	0.010

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

ΛΙΜΝΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	0.28	0.65	0.01	867.53	0.010
ΜΙΚΡΟ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	0.07	0.55	0.01	1341.78	0.010
ΠΑΛΙΟΣΕΛΙ	0.01	0.57	0.01	5599.97	0.010
ΠΑΡΑΜΥΘΙΑ	0.10	0.65	0.01	3947.18	0.010
ΠΑΡΓΑ	0.28	0.87	0.02	2180.51	0.057
ΠΕΝΤΟΛΑΚΚΟΣ	0.07	0.63	0.05	644.96	0.014
ΠΕΥΚΟΦΥΤΟ	8.21	0.77	0.02	123.97	0.025
ΠΗΓΑΔΟΥΛΙΑ	0.91	0.78	0.01	735.03	0.010
ΠΡΑΜΑΝΤΑ	0.13	0.55	0.01	1536.49	0.010

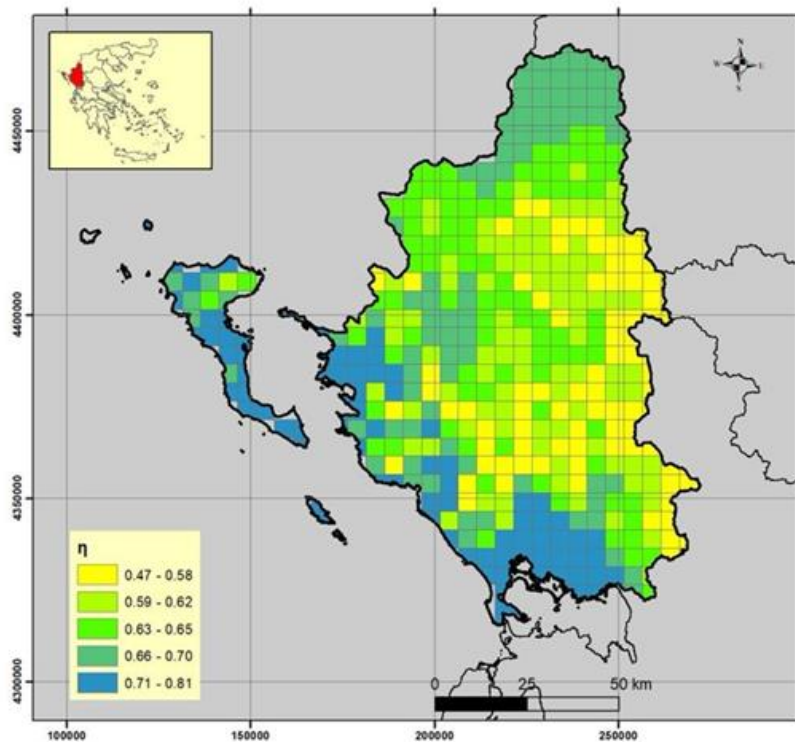
Πίνακας 2-2 Παράμετροι σημειακών όμβριων καμπυλών βροχομετρικών σταθμών Ηπείρου για 24h διάρκεια βροχόπτωσης

Σταθμός	Παράμετροι όμβριων καμπυλών		
	ξ (-)	$\lambda^{(24\text{ h})}$ (mm/h)	β (years)
ΑΓΙΟΙ ΘΕΟΔΩΡΟΙ	0.02	66.25	0.061
ΑΓΝΑΝΤΑ	0.02	42.26	0.047
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ	0.02	32.09	0.010
ΑΝΕΖΑ	0.02	33.92	0.014
ΑΝΕΜΟΡΑΧΗ	0.02	38.74	0.018
ΑΝΘΟΧΩΡΙ	0.01	109.07	0.103
ΑΝΩ ΚΑΛΕΝΤΙΝΗ	0.16	2.70	0.010
ΑΝΩ ΣΚΑΦΙΔΙΩΤΗ	0.01	61.28	0.010
ΑΡΤΑ	0.28	0.71	0.010
ΒΑΣΙΛΙΚΗ	0.01	58.58	0.010
ΒΑΣΙΛΙΚΟ	0.01	49.06	0.011
ΒΕΛΑ ΜΟΝΗ	0.01	49.85	0.010
ΒΗΣΣΑΝΗ	0.14	3.10	0.010
ΒΟΒΟΥΣΑ	0.09	6.45	0.010
ΒΟΥΡΜΠΙΑΝΗ	0.11	3.94	0.010
ΓΡΕΒΕΝΙΤΙΚΟ	0.20	1.77	0.010
ΔΙΚΟΡΦΟ	0.01	66.88	0.010
ΔΙΠΟΤΑΜΟ	0.01	69.89	0.010
ΔΡΟΣΟΠΗΓΗ	0.02	73.57	0.058
ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	0.01	59.69	0.010
ΖΙΤΣΑ	0.01	54.93	0.010
ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ	0.22	1.35	0.010

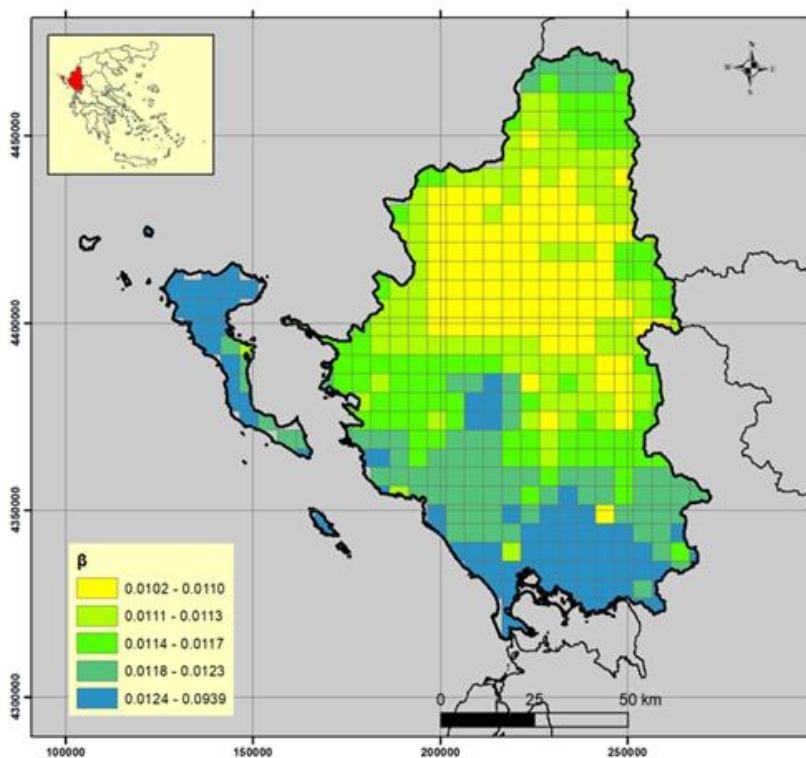
Σταθμός	Παράμετροι όμβριων καμπυλών		
	ξ (-)	$\lambda^{(24\text{ h})}$ (mm/h)	β (years)
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	0.08	4.40	0.010
ΚΑΛΛΙΘΕΑ ΔΕΗ	0.01	63.19	0.010
ΚΑΝΑΛΛΑΚΙ	0.01	54.43	0.025
ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗΣ	0.01	65.10	0.010
ΚΑΤΩ ΚΑΛΕΝΤΙΝΗ	0.03	23.67	0.016
ΚΑΤΩ ΛΑΨΙΣΤΑ	0.01	44.20	0.010
ΚΕΡΚΥΡΑ	0.02	77.27	0.107
ΚΗΠΙΝΑ	0.01	67.34	0.010
ΚΥΨΕΛΗ	0.01	72.40	0.011
ΛΙΓΙΑΔΕΣ	0.01	64.12	0.010
ΛΙΜΝΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	0.01	46.91	0.010
ΛΟΥΡΟΣ	0.02	74.89	0.116
ΜΑΖΑΡΑΚΙ	0.01	59.49	0.010
ΜΑΖΙ	0.01	61.61	0.010
ΜΙΚΡΟ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	0.01	52.72	0.010
ΝΕΑ ΚΕΡΑΣΟΥΝΤΑ	0.02	45.89	0.142
ΝΙΚΟΛΙΤΣΙ	0.01	80.71	0.010
ΠΑΠΙΓΚΟ	0.10	6.02	0.018
ΠΑΡΑΜΥΘΙΑ	0.01	71.99	0.010
ΠΕΝΤΟΛΑΚΚΟΣ	0.05	16.08	0.014
ΠΛΑΤΑΝΟΥΣΑ	0.01	76.77	0.010
ΠΟΛΥΔΩΡΟ	0.02	28.30	0.010
ΠΟΛΥΛΟΦΟ	0.06	8.72	0.010
ΠΟΥΡΝΑΡΙ	0.12	3.61	0.012
ΠΡΑΜΑΝΤΑ	0.01	85.36	0.010
ΣΚΟΥΛΙΚΑΡΙΑ	0.08	8.30	0.014
ΣΟΥΛΟΠΟΥΛΟ	0.01	50.63	0.048
ΦΙΛΙΑΤΕΣ	0.01	62.16	0.010
ΦΡ. ΛΟΥΡΟΥ	0.01	46.61	0.010
ΦΡΑΞΟΣ	0.12	5.05	0.010
ΧΑΡΟΚΟΠΙ	0.01	55.75	0.010
ΧΡΥΣΟΒΙΤΣΑ	0.03	24.11	0.017

2.3.2 Χάρτες Χωρικής Κατανομής Παραμέτρων Όμβριων Καμυλών και Αδιαστατοποιημένων Ορίων Εμπιστοσύνης

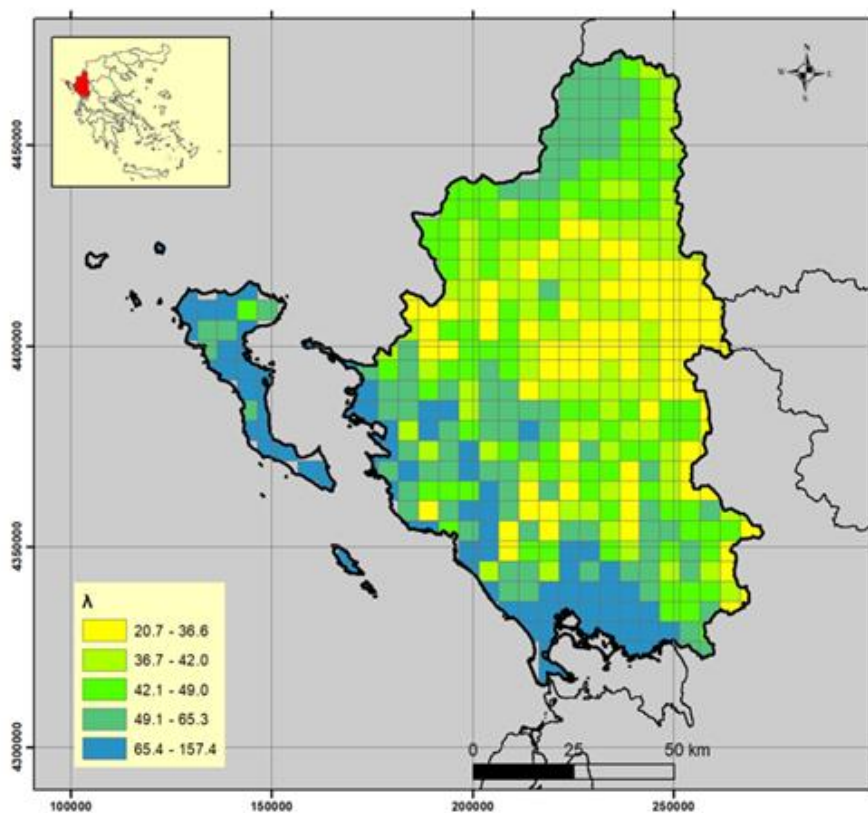
Με βάση τις σημειακές παραμέτρους των όμβριων καμυλών καθώς και τα αδιαστατοποιημένα όρια παράγονται χάρτες χωρικής κατανομής τους (επίπεδα raster), που στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση αντιπροσωπευτικών τιμών των παραμέτρων και των αδιαστατοποιημένων ορίων στις υπολεκάνες των μοντέλων υδρολογικής προσομοίωσης.



Εικόνα 2-5 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου η στο ΥΔ Ηπείρου



Εικόνα 2-6 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου β στο ΥΔ Ηπείρου



Εικόνα 2-7 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου λ στο ΥΔ Ηπείρου

Όπως εξηγήθηκε στο εδάφιο 2.3.1, οι παράμετροι ξ και α της συνάρτησης διάρκειας θεωρήθηκαν ενιαίες σε επίπεδο επικράτειας. Οι χάρτες αυτοί παρήχθησαν με χρήση κατάλληλων μοντέλων χωρικής παρεμβολής, και είναι μορφής κανάβου (αρχεία raster).

3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Για την κατάρτιση Χαρτών Επικινδυνότητας Πλημμύρας (flood hazard maps) στις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμυρών (ΖΔΥΚΠ), όπως προβλέπεται στα άρθρα 5 και 6 της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και το άρθρο 5 της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, απαιτείται η παραγωγή πλημμυρικών υδρογραφήματων στις εισόδους των ΖΔΥΚΠ και σε επιλεγμένες ενδιάμεσες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης.

Στο ΥΔ Ηπείρου αναπτύσσονται ΖΔΥΚΠ σε 20 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών), με κυριότερη, από πλευράς δυνητικών επιπτώσεων, τη λεκάνη του Αράχθου. Για κάθε λεκάνη, που στη συνέχεια θα αναφέρεται και ως περιοχή μελέτης, διαμορφώνεται το υδρολογικό μοντέλο πλημμυρών, με το οποίο παράγονται τα πλημμυρογραφήματα στις διάφορες θέσεις ενδιαφέροντος κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, που καταλήγει σε έναν τελικό κόμβο εξόδου στη θάλασσα. Οι κλειστές λεκάνες (οροπέδιο Ιωαννίνων, οροπέδιο Μαργαρίτι, Έλος Καλοδικίου) δεν έχουν φυσική αποστράγγιση, οπότε οι απορροές καταλήγουν στο χαμηλότερο σημείο του οροπεδίου (π.χ., στη περίπτωση των Ιωαννίνων, στη λίμνη Παμβώτιδα).

Η σχηματοποίηση των μηχανισμών γέννησης και μεταφοράς της πλημμυρικής απορροής βασίζεται σε μια *ημικατανεμημένη* (semi-distributed) διακριτοποίηση της λεκάνης απορροής. Συγκεκριμένα, η λεκάνη χωρίζεται σε υπολεκάνες, για κάθε μία από τις οποίες εφαρμόζεται η τυπική προσέγγιση *πλημμυρικού επεισοδίου* (event-based), που βασίζεται στη μέθοδο SCS-CN, για τον μετασχηματισμό της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε επιφανειακή απορροή, σε συνδυασμό με τη θεωρία μοναδιαίου υδρογραφήματος, για τη διόδευση της απορροής έως την έξοδο κάθε λεκάνης.

Στη συνέχεια, με εφαρμογή απλουστευμένων υδρολογικών προσεγγίσεων, τα πλημμυρογραφήματα όλων των υπολεκανών διοδεύονται μέχρι την έξοδο της λεκάνης, μέσω του υδρογραφικού δικτύου. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται η σύνθεση των πλημμυρογραφήματων στους κόμβους του δικτύου, που αποτελεί το τελικό ζητούμενο της μελέτης. Σε επόμενο στάδιο της μελέτης, επαναλαμβάνεται η προσομοίωση της μεταφοράς των πλημμυρικών ροών κατά μήκος συγκεκριμένων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου (συγκεκριμένα, των κλάδων που διατρέχουν τις ΖΔΥΚΠ), εφαρμόζοντας υδραυλικές προσεγγίσεις. Οι τελευταίες περιγράφουν τις διεργασίες διόδευσης μέσω των αναλυτικών υδραυλικών εξισώσεων της ροής, λαμβάνοντας υπόψη τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά της κύριας κοίτης των υδατορευμάτων καθώς και της πλημμυροπεδιάδας εκατέρωθεν αυτής.

Η υπολογιστική διαδικασία υλοποιείται στο λογισμικό HEC-HMS, ενώ η παραγωγή των χωρικών και υδρολογικών δεδομένων εισόδου γίνεται, ως επί το πλείστον, σε περιβάλλον ΣΓΠ.

3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ

Σύμφωνα με το τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών, ζητείται η ανάλυση των ακόλουθων σεναρίων για τους ποταμούς, ρέματα και χειμάρρους:

- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης, που θεωρείται ότι αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς 50 χρόνια,

- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης, που θεωρείται ότι αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς 100 χρόνια και
- πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, που θεωρείται ότι αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς 1000 χρόνια.

Για κάθε περίοδο επαναφοράς εξετάζονται τρία σενάρια, που αναφέρονται σε ευνοϊκές, μέσες και δυσμενείς υδρολογικές συνθήκες. Στην πράξη, τα σενάρια αυτά λαμβάνουν υπόψη τις υποθέσεις που γίνονται σχετικά με τις συνθήκες αρχικής υγρασίας του εδάφους. Από τους συνδυασμούς των τριών υδρολογικών συνθηκών με τις τρεις περιόδους επαναφοράς προκύπτουν, τελικά, $3 \times 3 = 9$ σενάρια, για τα οποία παράγονται τα αντίστοιχα πλημμυρικά υδρογραφήματα σε κάθε θέση ενδιαφέροντος.

3.3 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

3.3.1 Εκτίμηση Χρονικών Μεγεθών Βροχόπτωσης

Αρχικά καθορίζονται δύο θεμελιώδη χρονικά μεγέθη, που είναι η συνολική διάρκεια, D , και η χρονική διακριτότητα, Δt , της βροχόπτωσης σχεδιασμού (δηλαδή η διάρκεια κάθε τμηματικού ύψους βροχής), που καθορίζει και το χρονικό βήμα υπολογισμών. Τα δύο μεγέθη αφορούν όλες τις πτυχές της διαδικασίας υδρολογικής προσομοίωσης και είναι κοινά σε όλες τις υπολεκάνες.

Είναι προφανές ότι η διάρκεια της βροχόπτωσης σχεδιασμού θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του χρόνου συγκέντρωσης της λεκάνης απορροής, ώστε να εξασφαλίζεται η συμμετοχή ακόμα και των πιο απομακρυσμένων περιοχών της στην παραγωγή της πλημμυρικής απορροής στην έξοδο. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές, ο χρόνος συγκέντρωσης εκτιμάται μέσω της εμπειρικής σχέσης του Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta z}} \quad (3.1)$$

όπου t_c ο χρόνος συγκέντρωσης (h), A η επιφάνεια της λεκάνης (km^2), L το μήκος της μεγαλύτερης διαδρομής νερού στη λεκάνη (km) και Δz η υψομετρική διαφορά του μέσου υψομέτρου της λεκάνης από το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της (m). Τα παραπάνω μεγέθη υπολογίζονται με εφαρμογές χωρικής επεξεργασίας σε περιβάλλον ΣΓΠ.

Με βάση τη διεθνή πρακτική, και με δεδομένο ότι στην κατάρτιση των υετογραφημάτων σχεδιασμού εφαρμόζονται οι μέθοδοι των εναλλασσόμενων μπλοκ και της δυσμενέστερης διάταξης (βλ. 3.3.3), η διάρκεια βροχής θα πρέπει να είναι σημαντικό πολλαπλάσιο (αρκετά μεγαλύτερο του διπλάσιου) του χρόνου συγκέντρωσης της λεκάνης. Γενικά, στις μικρής και μεσαίας κλίμακας λεκάνες της μελέτης εφαρμόζονται διάρκειες βροχής 12, 24 ή 48 h.

Το χρονικό βήμα πρέπει να είναι υποπολλαπλάσιο του μικρότερου από τους χρόνους συγκέντρωσης των υπολεκανών, ώστε να μπορεί να απεικονιστεί σωστά το σχήμα του μοναδιαίου υδρογραφήματος της υπολεκάνης. Όπως εξηγείται παρακάτω, η αιχμή του μοναδιαίου υδρογραφήματος εμφανίζεται σε χρόνο λίγο μεγαλύτερο του 60% του χρόνου συγκέντρωσης (βλ. 3.4.2). Λαμβάνοντας υπόψη ότι το ελάχιστο μέγεθος υπολεκανών είναι 10 km^2 , εφαρμόζουμε, γενικά, χρονικό βήμα 15 min.

Τα χρονικά μεγέθη D και Δt είναι κοινά για όλα τα υδρολογικά σενάρια, παρόλο που όσο γίνονται πιο δυσμενείς οι συνθήκες βροχόπτωσης, τόσο μειώνεται ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης (βλ. 3.4.3).

3.3.2 Εκτίμηση Παραμέτρων Όμβριων Καμπυλών Υπολεκανών

Στα μοντέλα πλημμυρών που εφαρμόζουν προσεγγίσεις τύπου επεισοδίου θεωρείται ότι η πλημμύρα που αντιστοιχεί σε μια δεδομένη περίοδο επαναφοράς παράγεται από επεισόδιο βροχής (καταιγίδα σχεδιασμού) της ίδιας περιόδου επαναφοράς. Ως συνέπεια της ημικατανεμημένης προσέγγισης που υιοθετείται στη μοντελοποίηση της λεκάνης απορροής, οι καταιγίδες σχεδιασμού διαφοροποιούνται ανά υπολεκάνη, ενώ η χρονική τους διάρκεια είναι κοινή στην κλίμακα όλης της λεκάνης.

Η παραγωγή του υετογραφήματος που περιγράφει την χρονική εξέλιξη της καταιγίδας σχεδιασμού, βασίζεται στη χρήση των όμβριων καμπυλών κάθε υπολεκάνης. Για τη μαθηματική περιγραφή των όμβριων καμπυλών, που εκτιμούν την ένταση βροχής i δεδομένης χρονικής κλίμακας (διάρκειας) d και περιόδου επαναφοράς T , εφαρμόζεται μια σχέση πέντε παραμέτρων της μορφής:

$$i(d, T) = \lambda_* \frac{(T/\beta_*)^\xi - 1}{(1 + d/\alpha)^{\eta_*}} \quad (3.2)$$

Η σχέση 3.2 περιλαμβάνει πέντε παραμέτρους (λ_* , β_* , ξ , α , η_*), που έχουν προκύψει από σημειακά δείγματα στις θέσεις των βροχομετρικών σταθμών της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Η εκτίμηση των αντιπροσωπευτικών παραμέτρων κάθε υπολεκάνης, γίνεται ως εξής:

- Σε όλη την επικράτεια εφαρμόζονται οι κοινές τιμές $\alpha = 0.18$ και $\xi = 0.18$.
- Για τις παραμέτρους λ_* , β_* και η_* , εφαρμόζεται η μέση τιμή όλων των κελιών που βρίσκονται εντός των ορίων της υπολεκάνης, η οποία υπολογίζεται από τους χάρτες χωρικής παρεμβολής των Εικόνων 2-5, 2-6 και 2-7.

Αν είναι γνωστές οι αντιπροσωπευτικές τιμές των παραμέτρων λ_* , β_* , ξ , α και η_* μιας υπολεκάνης είναι δυνατή η μαθηματική διατύπωση των αντίστοιχων «σημειακών» όμβριων καμπυλών. Ο όρος σημειακός υποδηλώνει ότι οι όμβριες καμπύλες μπορούν να εκτιμηθούν οι σημειακές εντάσεις βροχής, που αναφέρονται σε οποιοδήποτε σημείο της υπολεκάνης. Όπως εξηγείται στη συνέχεια, οι σημειακές αυτές εντάσεις απομειώνονται, ώστε να ληφθεί υπόψη η χωρική μεταβλητότητα της βροχόπτωσης που αναφέρεται στην επιφάνεια της υπολεκάνης.

3.3.3 Παραγωγή Υετογραφημάτων Σχεδιασμού Υπολεκανών

Η βασικότερη παραδοχή στην κατάρτιση της καταιγίδας σχεδιασμού αφορά στη χρονική κατανομή του συνολικού ύψους βροχής. Στην πράξη χρησιμοποιούνται διάφορες απλοποιημένες μέθοδοι, που υποθέτουν μια δεδομένη χρονική κατανομή, με την οποία παράγονται δυσμενή πλημμυρογραφήματα. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της μελέτης, για περιόδους επαναφοράς 50 και 100 ετών εφαρμόζεται η μέθοδος των *εναλλασσόμενων μπλοκ* (alternating block method· Sutcliffe, 1978, σ. 31-35, Chow *et al.*, 1988, σ. 466), ενώ για περιόδους επαναφοράς 1000 ετών εφαρμόζεται η μέθοδος της *δυσμενέστερης διάταξης* του υετογραφήματος σχεδιασμού (ή worst profile· U.S. Department of the Interior, 1977, σ. 817·Koutsoyiannis, 1994). Με τις μεθόδους αυτές προσδιορίζονται τα τμηματικά ύψη βροχής των επιμέρους διαρκειών με βάση την όμβρια καμπύλη της υπολεκάνης, για την υπόψη περίοδο επαναφοράς. Τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται στη συνέχεια με τρόπο ώστε να προκύπτει ένας ρεαλιστικός και ταυτόχρονα αρκετά δυσμενής συνδυασμός, στην περίπτωση της μεθόδου των εναλλασσόμενων μπλοκ, ή ο δυσμενέστερος δυνατός συνδυασμός, δηλαδή αυτός που μεγιστοποιεί την αιχμή της παραγόμενης πλημμύρας, στην περίπτωση της μεθόδου της δυσμενέστερης διάταξης.

Βασική παραδοχή και των δύο μεθόδων είναι ότι, σε κάθε επιμέρους διάρκεια, το προκύπτον ύψος βροχής έχει την ίδια περίοδο επαναφοράς με το τελικό (συνολικό) ύψος βροχής. Έστω ότι για κάποια υπολεκάνη είναι γνωστές οι αντιπροσωπευτικές παράμετροι λ , β , ξ , α και η της όμβριας καμπύλης της υπολεκάνης, η οποία δίνεται από τη σχέση (3.2). Για διάρκεια βροχής D και χρονικό βήμα Δt υπολογίζονται $N = D/\Delta t$ τμηματικές εντάσεις βροχής $i(d, T)$, εφαρμόζοντας τη σχέση (3.2) για N χρονικές κλίμακες, δηλαδή για διάρκειες $\Delta t, 2\Delta t, \dots, D$, και υποθέτοντας την ίδια περίοδο επαναφοράς T για κάθε διάρκεια. Στη συνέχεια, από τις εντάσεις αυτές παράγονται τα αθροιστικά ύψη βροχής, πολλαπλασιάζοντας με τις διαδοχικές διάρκειες, και, τέλος, από τα αθροιστικά ύψη υπολογίζονται τα αντίστοιχα τμηματικά.

Στη μέθοδο των εναλλασσόμενων μπλοκ, τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται σε χρονική ακολουθία με το μέγιστο στο μέσο της επιλεγμένης συνολικής διάρκειας βροχής και τα υπόλοιπα σε φθίνουσα σειρά εναλλακτικά αριστερά και δεξιά από το κεντρικό μπλοκ. Στη μέθοδο της δυσμενέστερης διάταξης, που εφαρμόζεται για $T = 1000$ έτη, το υετογράφημα σχεδιασμού προκύπτει με την εξής μεθοδολογία: Τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται σε χρονική αντιστοιχία με τις τεταγμένες του μοναδιαίου υδρογραφήματος σε τρόπο ώστε το μέγιστο ύψος βροχής να είναι απέναντι από τη μέγιστη τεταγμένη του μοναδιαίου υδρογραφήματος, το αμέσως μικρότερο απέναντι από την αμέσως μικρότερη τεταγμένη, κ.ο.κ. Η διάταξη αυτή στη συνέχεια αντιστρέφεται και έτσι προκύπτει το τελικό υετογράφημα. Αποδεικνύεται θεωρητικά ότι η τεχνική αυτή πράγματι δίνει τη μέγιστη παροχή αιχμής, όταν συνδυαστεί με το μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης.

3.3.4 Επιφανειακή Αναγωγή Σημειακών Εντάσεων Βροχής

Όπως εξηγήθηκε στην ενότητα 3.3.2, επειδή οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών έχουν προκύψει με βάση στατιστικές αναλύσεις σημειακών δειγμάτων βροχής (συγκεκριμένα, δείγματα μέγιστων βροχοπτώσεων από βροχόμετρα και βροχογράφους), θεωρείται ότι οι όμβριες καμπύλες των υπολεκάνων αναφέρονται στη σημειακή κλίμακα. Ωστόσο, όταν η χωρική κλίμακα του επεισοδίου βροχής είναι σχετικά μεγάλη, η σημειακή ένταση βροχής, i , είναι αισθητά μεγαλύτερη από τη μέση επιφανειακή ένταση, i_m . Συνεπώς, απαιτείται αναγωγή (απομείωση) των σημειακών εντάσεων (ή υψών βροχής) σε επιφανειακές μέσες εντάσεις (ή ύψη βροχής) της λεκάνης απορροής.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές, η απομείωση υπολογίζεται με εφαρμογή του λεγόμενου *συντελεστή επιφανειακής αναγωγής* (areal reduction factor) $\varphi := i_m/i$. Ο συντελεστής αυτός, που είναι εξ ορισμού μικρότερος της μονάδας, είναι φθίνουσα συνάρτηση της έκτασης της λεκάνης και αύξουσα συνάρτηση της διάρκειας βροχής. Ακόμη, εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από την περίοδο επαναφοράς και φαίνεται ότι η αύξηση της περιόδου επαναφοράς οδηγεί σε ασθενή μείωση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής· ωστόσο δεν υπάρχουν ακόμη κατηγορηματικά συμπεράσματα για αυτή την εξάρτηση, η οποία δεν έχει διερευνηθεί σε αντίστοιχο βαθμό με αυτές που αναφέρονται στη διάρκεια και την έκταση.

Στη μελέτη εφαρμόζεται η αναλυτική έκφραση των Κουτσογιάννη και Ξανθόπουλου (1999):

$$\varphi = \max\left(1 - \frac{0.048 A^{0.36 - 0.01 \ln A}}{d^{0.35}}, 0.25\right) \quad (3.3)$$

όπου φ ο αδιάστατος συντελεστής επιφανειακής αναγωγής, A η έκταση της λεκάνης σε km^2 και d η διάρκεια βροχής σε h. Η παραπάνω σχέση έχει προκύψει με βάση πινακοποιημένα αποτελέσματα του UK-NERC (1975), τα οποία είναι και τα πληρέστερα παγκοσμίως τόσο ως προς το εύρος μεταβολής της διάρκειας (από 1 min ως 25 ημέρες) όσο και της έκτασης (από 1 ως 30 000 km^2).

Η διαδικασία επιφανειακής αναγωγής, με εφαρμογή του συντελεστή φ , γίνεται κατά τον υπολογισμό των τμηματικών εντάσεων βροχής $i(d, T)$, θεωρώντας την έκταση της συνολικής λεκάνης, A (και όχι τις επιμέρους εκτάσεις των υπολεκανών). Η διαδικασία αυτή οδηγεί βεβαίως σε σημαντικές μειώσεις των παραγόμενων υψών βροχής, που ωστόσο αντισταθμίζονται από τις μεγάλες διάρκειες των επεισοδίων σχεδιασμού (αφού η συνολική διάρκεια D καθορίζεται με βάση τον χρόνο συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης απορροής, και όχι με βάση τους πολύ μικρότερους χρόνους συγκέντρωσης των υπολεκανών). Επισημαίνεται ότι η χρονική κατανομή των τμηματικών υψών βροχής για την παραγωγή του υετογραφήματος σχεδιασμού της υπολεκάνης, είτε με τη μέθοδο των εναλλασσόμενων μπλοκ είτε με αυτή της δυσμενέστερης διάταξης, γίνεται μετά την εφαρμογή του συντελεστή $\varphi(d, A)$ στα τμηματικά ύψη.

3.4 ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

3.4.1 Εκτίμηση Υδρολογικών Ελλειμμάτων με τη Μέθοδο SCS-CN

Ο μετασχηματισμός της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε πλημμυρική απορροή γίνεται με αφαίρεση των υδρολογικών ελλειμμάτων, δηλαδή του τμήματος της βροχής που αρχικά κατακρατείται στο έδαφος και τη βλάστηση και, στη συνέχεια, είτε εξατμίζεται είτε διηθείται. Γνωρίζοντας τη χρονική εξέλιξη του επεισοδίου βροχής (π.χ., μέσω του υετογραφήματος σχεδιασμού) και τα συνολικά ελλείμματα, μπορεί να προσδιοριστεί το τμήμα της ολικής βροχόπτωσης που μετατρέπεται σε απορροή, που είναι γνωστό ως *ενεργός βροχόπτωση* (effective rainfall) ή *πλεόνασμα βροχόπτωσης* (rainfall excess).

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές, για δεδομένο υετογράφημα σχεδιασμού, η ενεργός βροχόπτωση εκτιμάται με τη μέθοδο SCS-CN, η οποία αναπτύχθηκε από την Soil Conservation Service (1972, αναφέρεται πλέον ως Natural Resources Conservation Service, NRCS) και είναι από τις πλέον διαδεδομένες παγκοσμίως. Η μέθοδος περιγράφει τη χρονική εξέλιξη των ελλειμμάτων, εφαρμόζοντας μια απλή αλλά ρεαλιστική εννοιολογική διαδικασία, που βασίζεται στις ακόλουθες παραδοχές (U.S. Department of the Interior, 1977· βλ. και Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999, σ. 274-278):

- Για ένα αρχικό διάστημα t_{a0} , όλη η ποσότητα της βροχόπτωσης h_{a0} μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε έλλειμμα (αρχικό έλλειμμα), χωρίς να δίνει καθόλου ενεργή βροχόπτωση. Κατά συνέπεια, μετά το χρόνο t_{a0} , το μέγιστο ενεργό ύψος βροχής h_e δεν μπορεί να υπερβεί το δυνητικό μέγεθος $h - h_{a0}$, όπου h το ολικό ύψος βροχής.
- Το επιπλέον, πέραν του αρχικού h_{a0} , ελλειμματικό ύψος κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης βροχόπτωσης δεν μπορεί να ξεπεράσει μια μέγιστη τιμή S , η οποία καλείται *μέγιστη δυνητική κατακράτηση* (potential maximum retention).
- Σε κάθε χρονική στιγμή $t > t_{a0}$, οι λόγοι του ενεργού (καθαρού) ύψους βροχής h_e και του ελλειμματικού μείον το αρχικό έλλειμμα ($h_a - h_{a0}$), προς τα αντίστοιχα δυνητικά μεγέθη ($h - h_{a0}$ και S , αντίστοιχα), είναι ίσοι.

Βάσει των παραπάνω παραδοχών, προκύπτει η ακόλουθη εμπειρική σχέση:

$$h_e = \begin{cases} 0 & h \leq h_{a0} \\ \frac{(h - h_{a0})^2}{h - h_{a0} + S} & h > h_{a0} \end{cases} \quad (3.4)$$

Η σχέση (3.4) μπορεί να εφαρμοστεί όχι μόνο για το τελικό ύψος βροχής της καταιγίδας αλλά και για ενδιάμεσες τιμές του, οπότε προκύπτει η χρονική εξέλιξη του φαινομένου.

Στη βιβλιογραφία συστήνεται η επιπλέον παραδοχή ότι το αρχικό έλλειμμα h_{a0} αντιστοιχεί στο 20% της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης, S . Το ποσοστό αυτό έχει προκύψει ως μέσος όρος του 50% των παρατηρήσεων πεδίου, κυρίως από μετρήσεις διήθησης σε μικρές αγροτικές λεκάνες στις ΗΠΑ, ενώ το πλήρες εύρος των παρατηρημένων ποσοστών απωλειών κυμαίνεται από 9.5 ως 38% (Ponce and Hawkins, 1996). Στη μελέτη εφαρμόζεται, βάσει των προδιαγραφών, το τυπικό ποσοστό της βιβλιογραφίας, δηλαδή 20%. Ωστόσο, όπως έχει φανεί από πρόσφατες αναλύσεις πολλαπλών πλημμυρικών επεισοδίων στην Ελλάδα και την Κύπρο (Ευστρατιάδης κ.ά., 2014), το ποσοστό αυτό δεν ανταποκρίνεται στην υδρολογική συμπεριφορά των λεκανών που εξετάστηκαν, στις οποίες, λόγω των ισχυρών κλίσεων, η εμφάνιση της πλημμυρικής απορροής ήταν πολύ ταχύτερη. Μάλιστα, στα περισσότερα επεισόδια η εκτίμηση του ποσοστού απωλειών ήταν της τάξης του 5% ή και λιγότερο, το οποίο υποδηλώνει σχεδόν ακαριαία απόκριση των λεκανών στην βροχόπτωση. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται και από άλλους ερευνητές (Baltas *et al.*, 2007· Massari *et al.*, 2014). Με βάση τα παραπάνω θεωρούμε ότι για την εκτίμηση του αρχικού ελλείμματος θα πρέπει να γίνει περαιτέρω διερεύνηση στο μέλλον, εφαρμόζοντας χαμηλότερες τιμές στις υπολεκάνες που χαρακτηρίζονται από μεγάλες κλίσεις και, γενικά, υψηλή αποστραγγιστική ικανότητα.

Με την υπόθεση ότι $h_{a0} = 0.2 S$, η σχέση (3.4) διατυπώνεται αποκλειστικά συναρτήσει της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης S , δηλαδή:

$$h_e = \begin{cases} 0 & h \leq 0.2 S \\ \frac{(h - 0.2 S)^2}{h + 0.8 S} & h > 0.2 S \end{cases} \quad (3.5)$$

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι το τελικό ύψος των υδρολογικών ελλειμμάτων μπορεί να φτάσει ασυμπτωτικά (για βροχόπτωση πολύ μεγάλου ύψους) την τιμή $1.2 S$.

Σύμφωνα με την τυπική πρακτική της βιβλιογραφίας, η τιμή της παραμέτρου S εκτιμάται εμπειρικά, συναρτήσει του αριθμού καμπύλης απορροής (runoff curve number, CN) της λεκάνης, σύμφωνα με τη σχέση:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (3.6)$$

Η παράμετρος CN, που συμπυκνώνει τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης σε μία τιμή, εξαρτάται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και τις χρήσεις γης, και τις προηγούμενες συνθήκες εδαφικής υγρασίας στη λεκάνη. Η παράμετρος παίρνει τιμές από 0 μέχρι 100 και εκτιμάται, όπως προβλέπουν οι προδιαγραφές του έργου, μέσω της κλασσικής διαδικασίας που προτείνεται από την Soil Conservation Service (1972).

Αρχικά, η SCS κατατάσσει τα εδάφη σε τέσσερις ομάδες, ανάλογα με τη διαπερατότητά τους:

Ομάδα Α: Εδάφη με μεγάλους ρυθμούς διήθησης, π.χ. αμμώδη και χαλικώδη με πολύ μικρό ποσοστό ιλύος και αργίλου.

Ομάδα Β: Εδάφη με μέσους ρυθμούς διήθησης, π.χ. αμμώδης πηλός.

Ομάδα C: Εδάφη με μικρούς ρυθμούς διήθησης, π.χ. εδάφη από αργιλοπηλό, εδάφη με σημαντικό ποσοστό αργίλου, εδάφη φτωχά σε οργανικό υλικό.

Ομάδα D: Εδάφη με πολύ μικρούς ρυθμούς διήθησης, π.χ. εδάφη που διογκώνονται σημαντικά όταν διαβραχούν, πλαστικές άργιλοι, εδάφη μικρού βάθους με σχεδόν αδιαπέρατους οριζόντες κοντά στην επιφάνεια.

Στη συνέχεια, ορίζει τρεις τύπους προηγούμενων συνθηκών υγρασίας:

Τύπος I: Ξηρές συνθήκες (εδάφη ξηρά, αλλά πάνω από το σημείο μαρασμού), που αντιστοιχούν στην περίπτωση που η βροχόπτωση των προηγούμενων πέντε ημερών είναι μικρότερη από 13 mm (ή μικρότερη των 35 mm, για φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης).

Τύπος II: Μέσες συνθήκες, που αντιστοιχούν σε βροχόπτωση των προηγούμενων πέντε ημερών μεταξύ 13 και 38 mm (ή μεταξύ 35 και 53 mm, για φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης).

Τύπος III: Υγρές συνθήκες (εδάφη σχεδόν κορεσμένα), που αντιστοιχούν σε βροχόπτωση των προηγούμενων πέντε ημερών μεγαλύτερη των 38 mm (ή μεγαλύτερη των 53 mm, για φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης).

Οι παραπάνω τιμές έχουν προκύψει από μεγάλο αριθμό παρατηρημένων πλημμυρικών επεισοδίων σε μικρές αγροτικές λεκάνες στις ΗΠΑ, και θεωρείται ότι έχουν πιθανότητα υπέρβασης 10, 50 και 90% (για υγρές, μέσες και ξηρές συνθήκες, αντίστοιχα).

Οι τύποι αρχικής εδαφικής υγρασίας θεωρείται ότι αντιστοιχούν στις αντίστοιχες υδρολογικές συνθήκες των σεναρίων που εξετάζονται στη μελέτη. Συνεπώς, οι *ευμενείς συνθήκες* προκύπτουν από την επαλληλία του κάτω ορίου εμπιστοσύνης της βροχόπτωσης και των συνθηκών αρχικής υγρασίας τύπου I, οι *μέσες συνθήκες* προκύπτουν από την επαλληλία της κεντρικής τιμής της βροχόπτωσης που εκτιμάται από την όμβρια καμπύλη και των συνθηκών αρχικής υγρασίας τύπου II, ενώ οι *δυσμενείς συνθήκες* προκύπτουν από την επαλληλία του άνω ορίου εμπιστοσύνης της βροχόπτωσης και των συνθηκών αρχικής υγρασίας τύπου III.

Για τις συνθήκες υγρασίας τύπου II, η SCS δίνει αναλυτικούς πίνακες με τιμές του CN για κάθε υδρολογική ομάδα εδαφών και για διάφορες χρήσεις γης (π.χ. Chow *et al.*, 1988, σ. 150). Με βάση το σχετικό σημείωμα του Τεχνικού Συμβούλου, παρήχθησαν οι χάρτες κατανομημένων τιμών της παραμέτρου CN της περιοχής μελέτης (Εικόνα 2-4).

Η εφαρμογή της μεθόδου SCS-CN γίνεται σε κλίμακα υπολεκάνης, θεωρώντας το υετογράφημα σχεδιασμού για την αντίστοιχη περίοδο επαναφοράς και υδρολογική συνθήκη. Θεωρώντας $h_{a0} = 0.2S$, μοναδικό δεδομένο εισόδου είναι ο αριθμός CN της υπολεκάνης. Για μέσες υδρολογικές συνθήκες, η παράμετρος CN εκτιμάται (κατ' αντιστοιχία με τις παραμέτρους των όμβριων καμπυλών και τα αδιαστατοποιημένα όρια εμπιστοσύνης τους) ως η μέση τιμή των κατανομημένων CN, που θεωρείται αντιπροσωπευτική των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της υπολεκάνης. Σημειώνεται ότι με την κατάτμηση της συνολικής λεκάνης απορροής σε σχετικά μικρού μεγέθους υπολεκάνες, επιτυγχάνεται ικανοποιητική ομοιογένεια των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών τους, με την οποία εξασφαλίζεται η αντιπροσωπευτικότητα της μέσης τιμής του CN.

Συνεπώς, με γνωστή τη μέση τιμή του CN, εκτιμάται, μέσω της (3.6), η τιμή της μέγιστης δυνατικής κατακράτησης της υπολεκάνης, που αντιστοιχεί στο μέσο υδρολογικό σενάριο. Για τις άλλες συνθήκες προηγούμενης υγρασίας, που αντιστοιχούν στα ευμενή και δυσμενή υδρολογικά σενάρια, αντίστοιχα, εφαρμόζονται οι ακόλουθες σχέσεις αναγωγής:

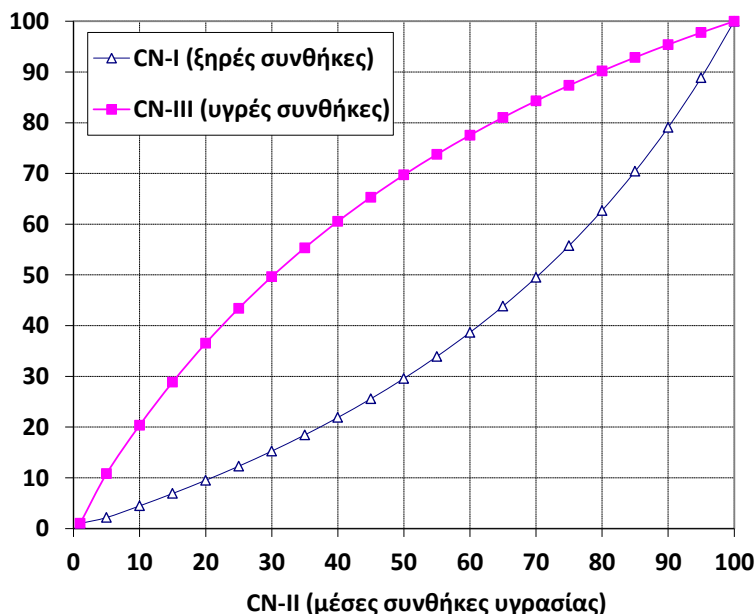
$$CN_I = \frac{4.2 CN_{II}}{10 - 0.058 CN_{II}} \quad (3.7)$$

$$CN_{III} = \frac{23 CN_{II}}{10 + 0.13 CN_{II}} \quad (3.8)$$

Η σχέση (3.6) εφαρμόζεται εκ νέου για την εκτίμηση των τιμών της παραμέτρου S για τα υπόψη σενάρια. Η υπολογιστική διαδικασία εκτίμησης των υδρολογικών ελλειμμάτων και διαχωρισμού της ενεργού από την ολική βροχόπτωση γίνεται στο περιβάλλον του HEC-HMS.

Σημειώνεται ότι το εύρος τιμών της παραμέτρου CN , μεταξύ των ακραίων συνθηκών τύπου I και III, είναι πολύ μεγάλο, και μάλιστα μεγιστοποιείται στην τιμή $CN_{II} = 50$, για την οποία προκύπτει $CN_{II} = 30$ και $CN_{III} = 70$. Το εύρος μεταβολής του αριθμού CN ανάλογα με τις συνθήκες υγρασίας απεικονίζεται στο διάγραμμα της Εικόνας 3-1. Μάλιστα, η ισχυρή εξάρτηση του CN από τις συνθήκες υγρασίας έχει ακόμα πιο έντονη επίδραση στη μεταβλητότητα της χωρητικότητας κατακράτησης, S . Στην πλέον ακραία περίπτωση, δηλαδή για $CN_{II} = 50$, η τιμή της παραμέτρου S που αντιστοιχεί σε μέσες συνθήκες υγρασίας είναι 254 mm, ενώ οι αντίστοιχες τιμές για ξηρές και υγρές συνθήκες είναι 110 και 605 mm. Συνεπώς, προκύπτει ένα εξαιρετικά μεγάλο εύρος τιμών της μέγιστης δυναμικής κατακράτησης, που συνδυαζόμενο με το αντίστοιχο εύρος τιμών της βροχόπτωσης (όπως προκύπτει με βάση τα όρια εμπιστοσύνης των όμβριων καμπυλών), οδηγεί σε εντυπωσιακά μεγάλες διαφορές στις εκτιμήσεις των πλημμυρικών μεγεθών, παρόλο που θεωρείται η ίδια περίοδος επαναφοράς της βροχόπτωσης σχεδιασμού. Δεδομένου ότι τιμές του CN_{II} της τάξης του 50 έως 60 είναι συνηθισμένες στην περιοχή μελέτης (λόγω της σχετικά υψηλής περατότητας των εδαφικών σχηματισμών και της ύπαρξης δασικής βλάστησης στα ορεινά τμήματα), αναμένονται πολύ έντονες αποκλίσεις στα υπολογιζόμενα πλημμυρικά μεγέθη, που επιβεβαιώνουν την έντονη αβεβαιότητα που διέπει τις εκτιμήσεις που βασίζονται σε μοντέλα τύπου επεισοδίου (Efstratiadis *et al.*, 2014).

Θα πρέπει ακόμη να επισημανθεί ότι πρόσφατες πιθανοτικές αναλύσεις των καταστάσεων εδαφικής υγρασίας στην Ελλάδα καταδεικνύουν ότι οι υποθέσεις της SCS, ότι δηλαδή οι ξηρές συνθήκες έχουν 90%, οι μέσες συνθήκες έχουν 50%, και οι υγρές συνθήκες έχουν 10% πιθανότητα υπέρβασης, σε καμία περίπτωση δεν είναι αντιπροσωπευτικές του υδροκλιματικού καθεστώτος της χώρας. Μάλιστα, από τις αναλύσεις προέκυψε ότι στην Ανατολική Ελλάδα η συχνότητα εμφάνισης ξηρών συνθηκών είναι σημαντικά υψηλότερη, ενώ αντίθετα στη Δυτική Ελλάδα είναι πολύ υψηλότερη η συχνότητα εμφάνισης υγρών συνθηκών (Ευστρατιάδης *κ.ά.*, 2014· Ποντικός, 2014).



Εικόνα 3-1 Εύρος μεταβολής παραμέτρου CN για ξηρές και υγρές συνθήκες, συναρτήσει της παραμέτρου που αναφέρεται σε μέσες συνθήκες

3.4.2 Μετασηματισμός Επιφανειακής Απορροής σε Πλημμυρογράφημα

Η ενεργός βροχόπτωση που εκτιμάται με τη μέθοδο SCS-CN αντιπροσωπεύει την χωρικά ομοιόμορφη επιφανειακή απορροή που παράγεται σε όλη την έκταση της υπολεκάνης. Η απορροή αυτή διοδεύεται μέσω του υδρογραφικού δικτύου καθώς και μέσω άλλων διαδρομών (π.χ. υπεδάφια, ως υποδερμική ροή) έως τον κόμβο εξόδου της. Ο χωροχρονικός μετασηματισμός της απορροής σε πλημμυρική παροχή στην έξοδο της λεκάνης γίνεται με εφαρμογή της θεωρίας του *μοναδιαίου υδρογραφήματος*.

Ως γνωστό, αν είναι γνωστή η χρονική εξέλιξη της ενεργού βροχόπτωσης h_t σε διακριτό χρόνο, και το μοναδιαίο υδρογράφημα (ΜΥ) της λεκάνης για διάρκεια ίση με την χρονική διακριτότητα της ενεργού βροχόπτωσης Δt , τότε ο υπολογισμός του πλημμυρογραφήματος εξόδου γίνεται με εφαρμογή της αρχής της επαλληλίας. Ειδικότερα, από κάθε επιμέρους τμήμα της ενεργού βροχόπτωσης στο χρονικό διάστημα $[t, t + \Delta t]$ παράγεται το επιμέρους πλημμυρογράφημα, πολλαπλασιάζοντας το ύψος βροχής h_t με τις τεταγμένες του ΜΥ. Αν D είναι η συνολική διάρκεια της βροχόπτωσης σχεδιασμού, τότε παράγονται $N = D/\Delta t$ υδρογραφήματα, που αθροίζονται χρονικά ώστε να προκύψει το συνολικό πλημμυρογράφημα στην έξοδο της υπολεκάνης.

Το ΜΥ μιας δεδομένης διάρκειας βροχής αποτελεί χαρακτηριστικό μέγεθος κάθε υπολεκάνης, για την εκτίμηση του εφαρμόζεται, σύμφωνα με τις προδιαγραφές, το «λείο» συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα (ΣΜΥ) της Soil Conservation Service (SCS), που είναι γνωστό ως Standard (PRF 484). Οι τεταγμένες του ΜΥ δίνονται σε αδιαστατοποιημένη μορφή (χρόνος t προς χρόνο ανόδου t_p , παροχή Q προς παροχή αιχμής Q_p), με βάση τον Πίνακα 3-1. Η γραφική απεικόνιση του αδιαστατοποιημένου ΣΜΥ, το οποίο θεωρείται κατάλληλο για μικρής κλίμακας λεκάνες, απεικονίζεται στην Εικόνα 3-2.

Χαρακτηριστικό μέγεθος του ΜΥ είναι ο χρόνος υστέρησης t_L , που ορίζεται ως η απόσταση του κέντρου βάρους του ΜΥ, διάρκειας D , από το κέντρο βάρους της βροχόπτωσης, που αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή $t = D/2$. Δεδομένου ότι ο χρόνος υστέρησης μπορεί να εκτιμηθεί συναρτήσει του χρόνου συγκέντρωσης t_c από την τυπική βιβλιογραφική σχέση $t_L = 0.6 t_c$, και με την υπόθεση ότι το κέντρο βάρους του ΜΥ ταυτίζεται χρονικά με την αιχμή, ο χρόνος ανόδου t_p εκτιμάται ως συνάρτηση της διάρκειας βροχής D και του χρόνου συγκέντρωσης t_c , μέσω της σχέσης:

$$t_p = t_L + D/2 = 0.6 t_c + D/2 \quad (3.9)$$

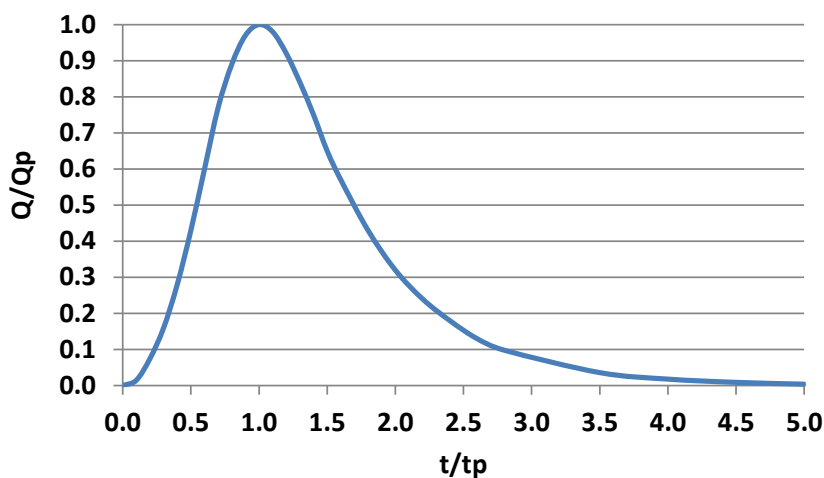
Το ΜΥ έχει χρόνο βάσης $t_b = 5t_p$, ενώ η παροχή αιχμής του δίνεται από τη σχέση:

$$Q_p = 2.08 A / t_p \quad (3.10)$$

όπου A η έκταση της υπολεκάνης (km^2) και ο χρόνος ανόδου (h). Η παραπάνω σχέση προκύπτει από την εξίσωση συνέχειας, δεδομένου ότι ο όγκος του ΜΥ πρέπει να είναι ίσος με τον όγκο της αντίστοιχης μοναδιαίας βροχόπτωσης, δηλαδή $V_0 = h_0 A$, με $h_0 = 10 \text{ mm}$.

Πίνακας 3-1 Υπολογισμός τετμημένων λείου μοναδιαίου υδρογραφήματος της SCS

Χρόνος, t / t_p	Παροχή Q / Q_p	Χρόνος, t / t_p	Παροχή Q / Q_p	Χρόνος, t / t_p	Παροχή Q / Q_p
0.0	0.000	0.9	0.970	2.0	0.320
0.1	0.015	1.0	1.000	2.2	0.240
0.2	0.075	1.1	0.980	2.4	0.180
0.3	0.160	1.2	0.920	2.6	0.130
0.4	0.280	1.3	0.840	2.8	0.098
0.5	0.430	1.4	0.750	3.5	0.036
0.6	0.600	1.5	0.650	4.0	0.018
0.7	0.770	1.6	0.570	4.5	0.009
0.8	0.890	1.8	0.430	5.0	0.004



Εικόνα 3-2 Αδιαστατοποιημένο ΣΜΥ κατά SCS

Με βάση τα παραπάνω, αν είναι γνωστός ο χρόνος συγκέντρωσης t_c της υπολεκάνης, υπολογίζεται μέσω της σχέσης (3.9) ο χρόνος ανόδου t_p και μέσω της σχέσης (3.10) η παροχή αιχμής, οπότε προσδιορίζεται πλήρως το συνθετικό ΜΥ της υπολεκάνης, με βάση τον Πίνακα 3-1. Στη μελέτη, η κατάρτιση του συνθετικού ΜΥ γίνεται στο περιβάλλον του HEC-HMS, δίνοντας ως είσοδο τον χρόνο υστέρησης t_L .

Στην μελέτη, για κάθε υδρολογικό σενάριο διαμορφώνεται διαφορετικό ΣΜΥ, αφού η τιμή του χρόνου συγκέντρωσης κάθε υπολεκάνης (και συνεπώς όλων των χρονικών παραμέτρων της υδρολογικής προσομοίωσης) διαφοροποιείται τόσο συναρτήσει των υδρολογικών συνθηκών (ευμενείς, μέσες, δυσμενείς) όσο και συναρτήσει της περιόδου επαναφοράς, όπως εξηγείται στην επόμενη ενότητα.

3.4.3 Εκτίμηση Χρόνου Συγκέντρωσης Υπολεκάνων και Διαμόρφωση ΣΜΥ

Ο χρόνος συγκέντρωσης, t_c , αποτελεί χαρακτηριστική χρονική παράμετρο της λεκάνης και ορίζεται, θεωρητικά, ως ο χρόνος που απαιτείται για να φθάσει το νερό που απορρέει επιφανειακά από το υδραυλικά πιο απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης μέχρι τη διατομή εξόδου. Ο χρόνος συγκέντρωσης αποτελεί τυπική παράμετρο εισόδου πληθώρας μεθόδων υδρολογικής ανάλυσης, μεταξύ των οποίων η μέθοδος που εφαρμόζεται στη μελέτη. Προφανώς, λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου, δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός του στη βάση των φυσικών νόμων. Για το λόγο αυτό, στις εφαρμογές της πράξης εφαρμόζονται συνήθως εμπειρικές σχέσεις της βιβλιογραφίας, οι οποίες εκτιμούν τον χρόνο συγκέντρωσης συναρτήσει χαρακτηριστικών γεωμετρικών μεγεθών της λεκάνης. Ειδικότερα, η σχέση του Giandotti (3.1) έχει παραχθεί με ανάλυση δεδομένων σε 12 λεκάνες, με εύρος μεγεθών από 170 έως 70 000 km². Πρόκειται για την πλέον διαδεδομένη προσέγγιση στην ελληνική πρακτική, και είναι αυτή που συστήνεται στις προδιαγραφές της μελέτης. Μάλιστα, από εκτεταμένες αναλύσεις πλημμυρικών δεδομένων στην Κύπρο, φαίνεται ότι η συγκεκριμένη μέθοδος είναι η μοναδική που αναπαράγει με ικανοποιητική ακρίβεια τις παρατηρημένες παροχές αιχμής (Galouina *et al.*, 2011).

Δεδομένου ότι η ταχύτητα ροής του νερού, τόσο πάνω στην επιφάνεια του εδάφους όσο και κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, δεν είναι σταθερή αλλά αυξάνει με την παροχή, αντίστοιχος ο χρόνος συγκέντρωσης μειώνεται με την παροχή. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι οι Elimaldi *et al.*

(2012), αναλύοντας μεγάλο αριθμό επεισοδίων πλημμυρών, διαπίστωσαν ότι η ποσότητα t_c μπορεί να διαφέρει ακόμα και τάξη μεγέθους μεταξύ επεισοδίων καταιγίδας διαφορετικής έντασης. Η μεταβλητότητα αυτή εξηγείται φυσικά από την εξάρτηση της ταχύτητας του κινηματικού κύματος από την παροχή, που είναι ένα μη γραμμικό φαινόμενο (Koussis, 2009). Προφανώς, όσο μεγαλύτερη είναι η παραγωγή επιφανειακής απορροής, τόσο πιο γρήγορα θα φτάσει η απορροή αυτή στην έξοδο της λεκάνης. Για τον λόγο αυτό, στις προδιαγραφές της μελέτης συστήνεται η μείωση του χρόνου που προκύπτει από την σχέση Giandotti, σύμφωνα με την εμπειρική σχέση των Ευστρατιάδη κ.ά. (2014):

$$t_c(T) = t_c \sqrt{\frac{i(5)}{i(T)}} \quad (3.11)$$

όπου $i(5)$ η κρίσιμη ένταση βροχής που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς $T = 5$ έτη, για την οποία θεωρείται αντιπροσωπευτική η εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης κατά Giandotti, και $i(T)$ η ένταση βροχής που αντιστοιχεί στην περίοδο επαναφοράς της μελέτης. Συνδυάζοντας την (3.11) με την εξίσωση της όμβριας καμπύλης της υπολεκάνης (εξ. 3-2), προκύπτει:

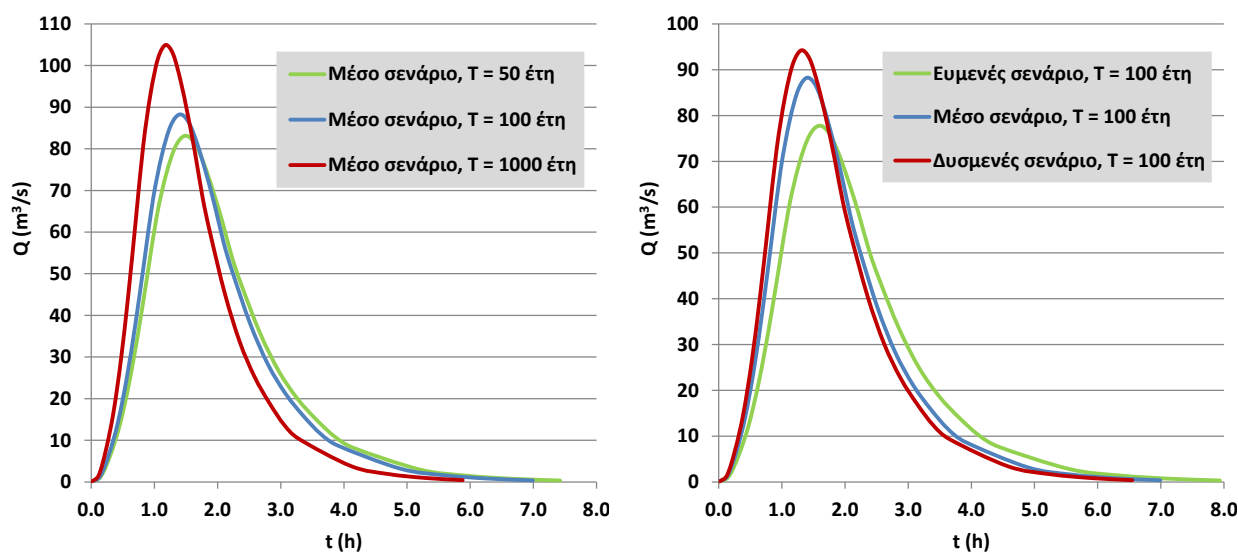
$$t_c(T) = t_c \frac{(5/\beta)^{\xi-1}}{(T/\beta)^{\xi-1}} \quad (3.12)$$

Με την παραπάνω σχέση εκτιμάται ο χρόνος συγκέντρωσης για τις μέσες υδρολογικές συνθήκες, για περιόδους επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη. Γενικά, η μείωση που επιτυγχάνεται σε σχέση με τον χρόνο αναφοράς κατά Giandotti είναι της τάξης του 25% για $T = 50$ έτη και 30% για $T = 100$ έτη, ενώ φτάνει στο 40% για $T = 1000$ έτη.

Για τα αντίστοιχα ευμενή και δυσμενή υδρολογικά σενάρια υπολογίζεται αρχικά η κρίσιμη ένταση $i(5)$ για μια συγκεκριμένη διάρκεια βροχής (π.χ. για τη διάρκεια της καταιγίδας σχεδιασμού, D), και ακολούθως η ένταση $i(T)$ που αντιστοιχεί στο κάτω ή άνω όριο εμπιστοσύνης της όμβριας καμπύλης της υπολεκάνης, για την ίδια διάρκεια D . Για την ίδια περίοδο επαναφοράς, οι διαφοροποιήσεις των χρόνων συγκέντρωσης μεταξύ του ευμενούς, μέσου και δυσμενούς σεναρίου είναι της τάξης του 10-20%.

Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις έχουν σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά της πλημμύρας, καθώς διαφοροποιείται το σχήμα του μοναδιαίου υδρογραφήματος. Όπως είναι προφανές, ο χρόνος συγκέντρωσης μειώνεται μεταβαίνοντας σε μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς και σε πιο δυσμενείς υδρολογικές συνθήκες (τιμές βροχόπτωσης που τείνουν προς το άνω όριο εμπιστοσύνης των όμβριων καμπυλών). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ανόδου και χρόνου βάσης του ΜΥ, με αύξηση της παροχής αιχμής ώστε να διατηρηθεί ο όγκος της μοναδιαίας πλημμύρας.

Η αλλαγή του σχήματος του ΜΥ προς το δυσμενέστερο είναι συνεπής με τις φυσικές διεργασίες, καθώς η ταχύτητα ροής αυξάνει με την αύξηση της παροχής. Πρόκειται για μια εξαιρετικά σημαντική καινοτομία των μελετών εφαρμογής της Οδηγίας-Πλαίσιο 2007/60, που εισάγει έντονη μη γραμμικότητα στην μοντελοποίηση των υδρολογικών διεργασιών, οδηγώντας σε πιο δυσμενή, πλην όμως πιο ρεαλιστικά, πλημμυρικά μεγέθη. Τελικά, με την παραπάνω διαδικασία παράγονται εννέα ΜΥ για κάθε υπολεκάνη (όσοι και οι συνδυασμοί των εξεταζόμενων υδρολογικών σεναρίων). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ΣΜΥ, το οποίο αναφέρεται στην υπολεκάνη με κωδικό ΕΛ0817FR00107 (υπολεκάνη ρέματος Ξηρόρεμα, ανάντη της ΖΔΥΠΚ) δίνεται στην Εικόνα 3-3.



Εικόνα 3-3 Διαφοροποίηση σχήματος ΣΜΥ ανά περίοδο επαναφοράς, για μέσες υδρολογικές συνθήκες (αριστερά), και ανά υδρολογικό σενάριο, για $T = 100$ έτη (δεξιά)

3.4.4 Βασική Απορροή

Είναι γνωστό ότι κατά τη διάρκεια των πλημμυρικών επεισοδίων, η βασική απορροή αποτελεί μικρό ποσοστό της συνολικής παροχής, που μειώνεται περαιτέρω (ως ποσοστό) όσο αυξάνει η περίοδος επαναφοράς. Στις μελέτες πλημμυρών, συνήθως θεωρείται μια σταθερή τιμή ίση με τη μέση ετήσια παροχή του ποταμού (ή τη μέση παροχή του υγρότερου μήνα).

Για τις υπόλοιπες λεκάνες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από εφήμερη ή διαλείπουσα ροή, εφαρμόζονται γενικά οι τιμές ειδικής παροχής 0.01, 0.02 και 0.05 $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, που θεωρείται ότι αντιστοιχούν σε περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 έτη. Οι τιμές αυτές έχουν μικρή μόνο επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα. Γενικά, η αβεβαιότητα που οφείλεται στην εκτίμηση της βασικής ροής είναι επουσιώδης, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες αβεβαιότητες της διαδικασίας υδρολογικής προσομοίωσης.

3.4.5 Παραγωγή Τελικών Υδρογραφημάτων Σχεδιασμού

Για κάθε υπολεκάνη διαμορφώνονται τα δεδομένα εισόδου των 9 υδρολογικών σεναρίων, δηλαδή:

- παράγονται τα υετογραφήματα σχεδιασμού για τις τρεις περιόδους επαναφοράς των ομβρίων καμπυλών, με βάση την κεντρική τιμή της βροχόπτωσης.
- εκτιμάται η μέγιστη δυνητική κατακράτηση για τις τρεις καταστάσεις αρχικής υγρασίας του εδάφους, συναρτήσει των CN_I , CN_{II} και CN_{III} , αντίστοιχα, καθώς και τα αρχικά ελλείμματα ως ποσοστό 20% αυτής
- παράγονται τα συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα της SCS, που εκτιμώνται με βάση τον τροποποιημένο, με βάση την κρίσιμη ένταση βροχής, χρόνο συγκέντρωσης της υπολεκάνης
- εκτιμάται η βασική απορροή συναρτήσει της περιόδου επαναφοράς, πολλαπλασιάζοντας τις αντίστοιχες τιμές ειδικής παροχής επί την έκταση της υπολεκάνης.

Η παραγωγή των υδρογραφημάτων σχεδιασμού των υπολεκανών γίνεται στο περιβάλλον του HEC-HMS, και περιλαμβάνει τρεις συνιστώσες:

- τον διαχωρισμό των υδρολογικών ελλειμμάτων από το συνολικό υετογράφημα, με τη μέθοδο SCS-CN, ώστε να προκύψει η επιφανειακή απορροή κάθε υπολεκάνης
- τον μετασχηματισμό της επιφανειακής απορροής σε πλημμυρογράφημα σε έξοδο της υπολεκάνης, με εφαρμογή της θεωρίας του μοναδιαίου υδρογραφήματος
- την προσθήκη της βασικής ροής της υπολεκάνης.

Τα υδρογραφήματα σχεδιασμού καταλήγουν στον κόμβο εξόδου της υπολεκάνης. Προφανώς, αν σε κάποιον κόμβο συμβάλλουν περισσότερες υπολεκάνες, τότε υδρογραφήματά τους αθροίζονται. Στη συνέχεια, επιλύεται το πρόβλημα διόδευσης των απορροών των υπολεκανών στο υδρογραφικό δίκτυο, που στην παρούσα μελέτη αντιμετωπίζεται με απλουστευμένες υδρολογικές προσεγγίσεις.

3.5 ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

3.5.1 Γενικά

Είναι γνωστό ότι εφόσον κατά μήκος ενός υδατορεύματος δεν πραγματοποιούνται πλευρικές εισροές, ένα υδρογράφημα (πλημμυρικό κύμα) που εισάγεται ανάντη θα εμφανιστεί στα κατάντη με χρονική υστέρηση, μειωμένη αιχμή και αυξημένη χρονική διασπορά. Το φαινόμενο είναι γνωστό ως *διόδευση* (routing), ενώ το σχετικό πρόβλημα, δηλαδή η μαθηματική αναπαράσταση της χωρικής και χρονικής εξέλιξης της στάθμης και παροχής του υδατορεύματος, περιγράφεται από τις διαφορικές εξισώσεις μονοδιάστατης μη μόνιμης ροής βαθμιαίας μεταβολής σε αγωγούς με ελεύθερη επιφάνεια.

Η απλούστερη και πλέον εύχρηστη κατηγορία αριθμητικών τεχνικών είναι οι υδρολογικές μέθοδοι, οι οποίες δεν αντιμετωπίζουν την πλήρη χωροχρονική εξέλιξη του φαινομένου αλλά ελέγχουν την στάθμη και την παροχή σε δύο σημεία, ανάντη και κατάντη (είσοδος και έξοδος υδατορεύματος). Το ενδιαμέσο τμήμα του αγωγού θεωρείται ως κλειστό υδρολογικό σύστημα, όπου η εξίσωση ποσότητας κίνησης αντικαθίσταται από μια συνάρτηση απόκρισης κλειστού τύπου ή από μια εννοιολογική σχέση (Κουτσογιάννης, 2011). Ειδικότερα, αντί της εξίσωσης ορμής εφαρμόζεται μια σχέση έκφρασης του αποθηκευμένου όγκου συναρτήσει άλλων μεταβλητών που υπεισέρχονται στην εξίσωση συνέχειας:

$$S(t) = \varphi[I(t), O(t)] \quad (3.13)$$

όπου $I(t)$ η εισροή στην ανάντη διατομή και $O(t)$ η εκροή στην κατάντη διατομή.

Στη μελέτη, για τη διόδευση των πλημμυρικών παροχών σε κάθε κλάδο του υδρογραφικού δικτύου (υδατόρευμα) επιλέγεται με μία από τις ακόλουθες εναλλακτικές μεθόδους:

- τη μέθοδο Muskingum, που ανήκει στην κατηγορία των μεθόδων διάχυσης κύματος και δημιουργεί ένα εξομαλυμένο και χρονικά μετατοπισμένο υδρογράφημα εξόδου
- τη μέθοδο του γραμμικού κινηματικού κύματος (ή απλούστερα, μέθοδος χρονικής υστέρησης), η οποία επιβάλλει μια απλή χρονική μετάθεση της απορροής, χωρίς να μεταβάλλει το σχήμα του υδρογραφήματος

Γενικά, η μέθοδος Muskingum εφαρμόζεται για υδατορεύματα μικρής κλίσης (ενδεικτικά, <1%), ενώ για μεγαλύτερης κλίσης υδατορεύματα εφαρμόζεται η μέθοδος της χρονικής υστέρησης. Αν L είναι το μήκος του υδατορεύματος, ενώ z_a και z_k είναι τα υψόμετρα του ανάντη και κατάντη κόμβου, αντίστοιχα, η κλίση αυτή εκτιμάται ως:

$$J = \frac{Z_{\alpha} - Z_{\kappa}}{L} \quad (3.14)$$

Επισημαίνεται ότι η παραπάνω σχέση αποτελεί αδρομερή μόνο εκτιμήτρια της μέσης κλίσης του υδατορεύματος, για την οποία θα πρέπει να ληφθούν διατομές και σε ενδιάμεσες θέσεις.

3.5.2 Μέθοδος Muskingum

Στη μέθοδο Muskingum, η εξίσωση συνέχειας διατυπώνεται ως εξίσωση διαφορών:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = I(t) - O(t) \quad (3.15)$$

όπου $S(t)$ ο όγκος νερού που είναι αποθηκευμένος μεταξύ της ανάντη και κατάντη διατομής, $I(t)$ το γνωστό υδρογράφημα εισροής και $O(t)$ το ζητούμενο υδρογράφημα εκροής. Η αριθμητική προσέγγιση της παραπάνω σχέσης στο χρονικό διάστημα $\Delta t = [t, t - 1]$ μέσω ενός απλού σχήματος οπίσθιων διαφορών γράφεται:

$$\frac{S_t - S_{t-1}}{\Delta t} = \frac{I_t + I_{t-1}}{2} - \frac{O_t + O_{t-1}}{2} \quad (3.16)$$

Μεταφέροντας τα άγνωστα μεγέθη S_t, O_t στο αριστερό μέλος λαμβάνεται η σχέση:

$$\left(\frac{S_t}{\Delta t} + \frac{O_t}{2} \right) = \left(\frac{I_t + I_{t-1}}{2} \right) + \left(\frac{S_{t-1}}{\Delta t} - \frac{O_{t-1}}{2} \right) \quad (3.17)$$

Για την επίλυση της (3.12) απαιτείται ο προσδιορισμός μιας ακόμη σχέσης της μορφής (3.9) που συνδέει την εκροή $O(t)$ με την αποθήκευση $S(t)$. Η μέθοδος Muskingum χρησιμοποιεί την εμπειρική γραμμική σχέση:

$$S(t) = K[\theta I(t) + (1 - \theta)O(t)] \quad (3.18)$$

όπου θ αδιάστατη παράμετρος (συντελεστής βάρους) και K χρονική παράμετρος, η οποία εκφράζει το μέσο χρόνο διαδρομής από την είσοδο μέχρι την έξοδο του υδατορεύματος (ακριβέστερα, την χρονική απόσταση μεταξύ των κέντρων βάρους των υδρογραφημάτων εισροής και εκροής). Η παραπάνω εμπειρική σχέση περιλαμβάνει δύο συνιστώσες αποθήκευσης, την *πρισματική* (prism storage) και τη *σφηνοειδή* (wedge storage). Η πρισματική συνιστώσα, $K O(t)$, εκφράζει τον όγκο που αποθηκεύεται μεταξύ των διατομών σε συνθήκες ομοιόμορφης ροής, στις οποίες το βάθος ροής είναι σταθερό, ενώ η σφηνοειδής αποθήκευση, $K \theta [I(t) - O(t)]$, σχετίζεται με τη μεταβολή της στάθμης κατά μήκος του αγωγού. Σύμφωνα με την παραπάνω υπόθεση, στα αρχικά στάδια της χρονικής εξέλιξης του φαινομένου η στάθμη μειώνεται από τα ανάντη προς τα κατάντη, καθώς αποθηκεύεται νερό στο ποτάμι λόγω ανάσχεσης της πλημμύρας, ενώ στη συνέχεια η στάθμη αυξάνει από τα ανάντη προς τα κατάντη, καθώς ο αποθηκευμένος όγκος απορρέει με υστέρηση.

Συνδυάζοντας τις (3.12) και (3.13) προκύπτει η ακόλουθη αναδρομική εξίσωση:

$$S(t) = K [\theta I(t) + (1 - \theta)O(t)] \quad (3.19)$$

όπου c_0, c_1, c_2 συντελεστές βάρους που εκτιμώνται από τις σχέσεις:

$$c_0 = \frac{-2K\theta + \Delta t}{2K(1-\theta) + \Delta t} \quad (3.20)$$

$$c_1 = \frac{2K\theta + \Delta t}{2K(1-\theta) + \Delta t} \quad (3.21)$$

$$c_2 = \frac{2K(1-\theta) - \Delta t}{2K(1-\theta) + \Delta t} \quad (3.22)$$

Οι συντελεστές βάρους ικανοποιούν την προφανή σχέση $c_0 + c_1 + c_2 = 1$. Με δεδομένο το υδρογράφημα εισόδου, και συνεπώς γνωστές την τρέχουσα και προηγούμενη τιμή της εισροής I_t και I_{t-1} , αντίστοιχα, και με γνωστή την εκροή του προηγούμενου βήματος O_{t-1} , είναι δυνατός ο βήμα προς βήμα υπολογισμός της επίκαιρης εκροής O_t .

Για την εφαρμογή της αναδρομικής σχέσης απαιτείται ο προσδιορισμός των μεγεθών K , θ και Δt . Το υπολογιστικό βήμα Δt ταυτίζεται με το χρονικό βήμα της προσομοίωσης, που εξαρτάται από τον χρόνο συγκέντρωσης της μικρότερης υπολεκάνης (στη μελέτη κατά κανόνα θεωρείται χρονικό βήμα 15 min). Η παράμετροι K και θ εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του υδατορεύματος (διατομή, μήκος, κλίση, συντελεστής απωλειών). Γενικά, για δεδομένο μήκος L , όσο μειώνεται η κλίση ο χρόνος K αυξάνει, ενώ, αντίθετα, η τιμή της παραμέτρου θ μειώνεται. Η παράμετρος θ τείνει να γίνει μηδενική για υδατορεύματα εξαιρετικά ήπιας κλίσης και με πλευρική υπερχειλίση, οπότε η ροή προσομοιάζει τη λειτουργία γραμμικού ταμιευτήρα. Αντίθετα, για σχετικά απότομες κλίσεις και καλά διαμορφωμένες διατομές, η παράμετρος θ προσεγγίζει την θεωρητικά μέγιστη τιμή 0.50.

Στις υδρολογικές αναλύσεις, για τα υδατορεύματα για τα οποία επιλέγεται η εφαρμογή της μεθόδου Muskingum, λαμβάνεται $\theta = 0.20$, που είναι η τυπική βιβλιογραφική τιμή για φυσικούς αγωγούς. Όσον αφορά στη χρονική παράμετρο K , δεδομένου ότι αυτή εκφράζει έναν μέσο χρόνο διαδρομής από την είσοδο μέχρι την έξοδο του υδατορεύματος, εκτιμάται με βάση τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης και τις κλίσεις των υδατορευμάτων, σύμφωνα με την εμπειρική προσέγγιση του εδαφίου 3.5.4. Κατά συνέπεια, για μήκος διαδρομής L ισχύει $K = L/V$. Η τιμή αυτή λαμβάνεται για τα πλημμυρικά επεισόδια περιόδου επαναφοράς 50 ετών. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η αύξηση της ταχύτητας ροής, και συνακόλουθα η μείωση του χρόνου ροής λόγω της αυξημένης παροχής για μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς, η τιμή της παραμέτρου K μειώνεται, με αναφορά στον χρόνο συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης απορροής (βλ. εδάφιο 3.5.4).

Θεωρητικά, το χρονικό βήμα θα πρέπει να επιλέγεται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι εκτιμώμενες εκροές είναι μη αρνητικές. Στην ιδανική περίπτωση, θα πρέπει $K = \Delta t$, που σημαίνει ότι το υπολογιστικό βήμα ταυτίζεται με το μέσο χρόνο διαδρομής του κύματος στο υδατόρευμα. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε για την αποφυγή αρνητικών παροχών, το υπολογιστικό βήμα Δt θα πρέπει να κυμαίνεται στο διάστημα (Hjelmfelt, 1985):

$$2K\theta \leq \Delta t \leq 2K(1-\theta) \quad (3.23)$$

Πρακτικά, για να υπάρχει ακρίβεια στους υπολογισμούς, το χρονικό βήμα θα πρέπει να λαμβάνεται μεταξύ των τιμών $K/3$ και $K/4$ (Κουτσογιάννης, 2011). Στην υλοποίηση της διαδικασίας διόδευσης, με δεδομένο ότι το χρονικό βήμα Δt είναι δεδομένα, η αριθμητική ευστάθεια εξασφαλίζεται με χωρική διακριτοποίηση κάθε κλάδου μήκους L σε N επιμέρους τμήματα (υπο-κλάδους) μήκους, $\Delta L = L/N$, έτσι ώστε ο χρόνος διαδρομής στα εν λόγω τμήματα να ικανοποιεί της συνθήκες ευστάθειας. Το (ακέραιο) πλήθος των υπο-κλάδων του υδατορεύματος προκύπτει από τη σχέση:

$$N = \text{Round} (K/\Delta t) \quad (3.24)$$

Έχοντας προσδιορίσει το πλήθος N , η αναδρομική σχέση (3.12) εφαρμόζεται διαδοχικά στους υποκλάδους, θεωρώντας κοινό χρόνο διαδρομής $K' = K/N$ και υπολογίζοντας τους συντελεστές βάρους c_0 , c_1 και c_2 συναρτήσει των K' , θ και Δt . Στη συνέχεια, με γνωστό το υδρογράφημα εισροής του πρώτου υπο-κλάδου, παράγεται το υδρογράφημα εκροής, το οποίο ταυτίζεται με το υδρογράφημα εισροής του δεύτερου υπο-κλάδου. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι την έξοδο του τελευταίου υποκλάδου, όπου παράγεται το υδρογράφημα εκροής του κατάντη κόμβου του υπόψη υδατορεύματος. Τονίζεται ότι μεταξύ των υποκλάδων δεν πραγματοποιούνται εισροές ή εκροές νερού. Οι διεργασίες αυτές αναφέρονται αποκλειστικά στους κόμβους του υδρογραφικού δικτύου και όχι στους ενδιάμεσους (υπολογιστικούς) κόμβους του αριθμητικού σχήματος επίλυσης.

Τέλος, όσον αφορά στις αρχικές συνθήκες, σε όλους τους κλάδους θεωρείται μια ελάχιστη τιμή ροής, η οποία διατηρείται σε όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, ώστε να εξασφαλίζεται η συνθήκη μη μηδενικής παροχής. Η τιμή αυτή προκύπτει αθροίζοντας τη βασική απορροή που παράγεται από όλες τις υπολεκάνες ανάντη κάθε υδατορεύματος.

3.5.3 Μέθοδος Χρονικής Υστέρησης

Η υλοποίηση του μοντέλου χρονικής υστέρησης είναι εξαιρετικά απλή, καθώς το υδρογράφημα εξόδου προκύπτει με απλή χρονική μετατόπιση των τεταγμένων του υδρογραφήματος εισόδου:

$$O_t = I_{t-K} \quad (3.25)$$

όπου K ο χρόνος υστέρησης του συγκεκριμένου κλάδου του υδρογραφικού δικτύου, που αποτελεί τη μοναδική παράμετρο του μοντέλου. Αν L το μήκος του υδατορεύματος, τότε η ποσότητα L/K εκφράζει την ταχύτητα του γραμμικού κινηματικού κύματος, το οποίο μετακινείται προς τα κατάντη χωρίς καμία μεταβολή του σχήματός του, και συνεπώς χωρίς εξομάλυνση της παροχής αιχμής. Το μοντέλο του κινηματικού κύματος εφαρμόζεται σε τμήματα του δικτύου με σχετικά μεγάλη κλίση, τέτοια ώστε η μεταβολή της στάθμης να είναι πολύ μικρή σε σχέση με την κλίση του πυθμένα. Εφόσον $K < \Delta t$, θεωρείται ότι στον κλάδο δεν πραγματοποιείται διόδευση, δηλαδή το υδρογράφημα που εισέρχεται στον ανάντη κόμβο του υδατορεύματος μεταφέρεται κατάντη χωρίς χρονική υστέρηση και, κατά συνέπεια, χωρίς μεταβολή των χαρακτηριστικών του.

3.5.4 Εκτίμηση Χρονικής Παραμέτρου Μοντέλου Διόδευσης

Ανεξαρτήτως του σχήματος διόδευσης που επιλέγεται, σε κάθε υδατόρευμα απαιτείται η εκτίμηση της χρονικής παραμέτρου K , που εκφράζει, απλουστευτικά, έναν μέσο χρόνο ροής μεταξύ του ανάντη και κατάντη κόμβου. Ο χρόνος ροής σε κάθε κλάδο του υδρογραφικού δικτύου μιας λεκάνης απορροής εκτιμάται με εφαρμογή της ακόλουθης ημιεμπειρικής μεθοδολογίας:

Έστω λεκάνη απορροής, με γνωστό χρόνο συγκέντρωσης t_c . Σύμφωνα με τον ορισμό του t_c , πρόκειται για τον χρόνο που απαιτείται για να μεταφερθεί η απορροή από το πλέον απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης μέχρι τον κόμβο εξόδου. Η διαδρομή αυτή περιλαμβάνει τη ροή κατά μήκος του κυρίου υδατορεύματος της λεκάνης και τη ροή στην κύρια μισγάγκεια της υπολεκάνης που αποστραγγίζεται στον πλέον ανάντη κόμβο. Κατά κανόνα, το κύριο υδατόρευμα της συνολικής λεκάνης ταυτίζεται με τη μέγιστη διαδρομή κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, ενώ αν στον ανάντη κόμβο συμβάλλουν περισσότερες υπολεκάνες, τότε θεωρείται αυτή με το μέγιστο χρόνο συγκέντρωσης t_A . Επισημαίνεται ότι στο υδρολογικό μοντέλο, οι ανάντη μισγάγκειες δεν

απεικονίζονται ως κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου, καθώς οι απορροές των ανάντη υπολεκανών διοδεύονται απευθείας στους αντίστοιχους κόμβους εξόδου.

Έχοντας καθορίσει την μέγιστη διαδρομή στη λεκάνη, είναι προφανές ότι ο χρόνος που απαιτείται για τη μεταφορά της απορροής από τον πλέον ανάντη κόμβο του κύριου υδατορεύματος μέχρι τον κόμβο εξόδου είναι $t_R = t_c - t_A$, όπου t_c και t_A οι χρόνοι συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης απορροής και την πλέον ανάντη υπολεκάνης της, αντίστοιχα. Οι χρόνοι αυτοί εκτιμώνται από τη σχέση Giandotti (που θεωρείται αντιπροσωπευτική για μικρές περιόδους επαναφοράς, ενδεικτικά 5 έτη), ενώ απομειώνονται με βάση τη σχέση αναγωγής (3.11) για μεγάλες περιόδους επαναφοράς. Μάλιστα η απομείωση διαφοροποιείται ανάλογα με το αν λαμβάνεται υπόψη η κεντρική ή οι οριακές τιμές της έντασης βροχής. Με την υπόθεση αυτή, προκύπτουν $3 \times 3 = 9$ τιμές του χρόνου ροής κατά μήκος του κυρίου υδατορεύματος, t_R .

Έστω ότι το κύριο υδατόρευμα λεκάνης περιλαμβάνει m κλάδους, για κάθε έναν από τους οποίους είναι γνωστά το μήκος L_i και η μέση κλίση J_i , που εκτιμάται από τη σχέση (3.14). Θεωρούμε ότι η μέση ταχύτητα ροής κατά μήκος κάθε κλάδου δίνεται από μια σχέση της μορφής:

$$V_i = \beta \sqrt{J_i} \quad (3.26)$$

όπου β παράμετρος που θεωρείται κοινή σε όλο το μήκος του υδρογραφικού δικτύου. Στην πραγματικότητα, η παράμετρος αυτή είναι χωρικά μεταβλητή, καθώς εξαρτάται από την τραχύτητα, το βάθος ροής και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής (βλ. σχέση Manning). Ωστόσο, στην απλουστευμένη προσέγγιση που γίνεται θεωρείται ότι το βασικό μέγεθος που επιδρά στην ταχύτητα ροής είναι η κλίση του υδατορεύματος. Κατά συνέπεια, ο χρόνος ροής κατά μήκος του κλάδου είναι:

$$t_i = \frac{L_i}{V_i} = \frac{L_i}{\beta \sqrt{J_i}} \quad (3.27)$$

Αφού ο συνολικός χρόνος ροής είναι $t_R = t_c - t_A$, τότε από τη σχέση:

$$t_R = \sum_{i=1}^m t_i \quad (3.28)$$

προκύπτει:

$$\beta = \frac{1}{t_c - t_A} \sum_{i=1}^m \frac{L_i}{\sqrt{J_i}} \quad (3.29)$$

Με γνωστή πλέον την παράμετρο β , μπορούν να εκτιμηθούν, προσεγγιστικά, η μέση ταχύτητα ροής σε κάθε κλάδο του υδρογραφικού δικτύου και ο αντίστοιχος χρόνος ροής, που εξισώνεται με τη χρονική παράμετρο του μοντέλου διόδευσης, δηλαδή $K_i = t_i$. Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει την εσωτερική συνέπεια του μοντέλου, καθώς το άθροισμα των χρόνων ροής κατά μήκος του κυρίου υδατορεύματος είναι συνεπές με τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης.

Τονίζεται ότι όλες οι παραπάνω παραδοχές που αφορούν στη διόδευση των υδρογραφημάτων, που στην παρούσα μελέτη υλοποιείται με απλουστευμένες υδρολογικές τεχνικές, αναθεωρούνται στη συνέχεια, καθώς οι διεργασίες της διόδευσης αναπαρίστανται με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια στα μοντέλα υδραυλικής προσομοίωσης. Βεβαίως, τα μοντέλα αυτά επικεντρώνονται μόνο στις ζώνες δυνητικού πλημμυρικού κινδύνου, οπότε οι διοδεύσεις των υδρογραφημάτων στο υδρογραφικό δίκτυο ανάντη των ΖΔΥΚΠ εξακολουθούν να βασίζονται στις υδρολογικές προσεγγίσεις.

3.6 ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΜΕΣΩ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Στην περίπτωση που ένα ή περισσότερα υδατορεύματα εκρέουν σε ταμιευτήρα, τότε η μεταφορά των πλημμυρικών ροών κατάντη γίνεται μέσω των διαθέσιμων διατάξεων υδροληψίας (π.χ. αγωγός προσαγωγής, σε περίπτωση υδροηλεκτρικού ταμιευτήρα), ενώ αν η στάθμη ανάντη υπερβεί τη υπερχειλίση, τότε η πλεονάζουσα ποσότητα εκρέει του υπερχειλιστή του φράγματος. Ωστόσο, λόγω της πεπερασμένης παροχетеυτικότητας του υπερχειλιστή, η οποία μάλιστα αυξάνει με την άνοδο της στάθμης ανάντη, γίνεται ανάσχεση μέρους της πλημμυρική απορροής και προσωρινή αποθήκευση της στον ταμιευτήρα.

Το φαινόμενο αυτό, που αναφέρεται ως διόδευση μέσω ταμιευτήρα, περιγράφεται από την εξίσωση συνέχειας:

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = i(t) - q(t) \quad (3.30)$$

όπου $s(t)$ η αποθήκευση νερού στον ταμιευτήρα, $i(t)$ το υδρογράφημα εισροής, και $q(t)$ το υδρογράφημα εκροής. Το υδρογράφημα εισροής προκύπτει από την υδρολογική προσομοίωση της υπολεκάνης ανάντη του φράγματος, ενώ οι άλλες δύο μεταβλητές είναι συνάρτηση της στάθμης στον ταμιευτήρα. Ειδικότερα, η αποθήκευση στον ταμιευτήρα εκτιμάται από τη σχέση στάθμης-αποθέματος, $s = f(z)$, που είτε δίνεται ως μια σημειοσειρά ζευγών στάθμης και όγκου αποθήκευσης, είτε περιγράφεται μέσω κάποιας αναλυτικής σχέσης.

Ομοίως, η εκροή μέσω του υπερχειλιστή είναι συνάρτηση του υδραυλικού φορτίου, $q = g(h)$, το οποίο ορίζεται ως η διαφορά της ανάντη στάθμης από τη στέψη του υπερχειλιστή, δηλαδή:

$$h = z - z_c \quad (3.31)$$

Στην τυπική περίπτωση ελεύθερου υπερχειλιστή, η σχέση στάθμης-παροχής γράφεται:

$$q = c b h^{3/2} \quad (3.32)$$

όπου b το ενεργό πλάτος του υπερχειλιστή και c συντελεστής, με τυπικό εύρος τιμών 1.6 έως 2.3 (θεωρώντας ότι τα μεγέθη b και h δίνονται σε m, ενώ η παροχή σε m^3/s).

Η σχέση (3.30) γράφεται ως εξίσωση διαφορών στο χρονικό διάστημα $\Delta t = t_j - t_{j-1}$, δηλαδή:

$$s(z_j) - s(z_{j-1}) = [i_{j-1} + i_j - q(z_j) - q(z_{j-1})] \Delta t / 2 \quad (3.33)$$

Σε κάθε χρονικό βήμα j , είναι γνωστά τα μεγέθη $s(z_{j-1})$, $q(z_{j-1})$, i_{j-1} και i_j , ενώ είναι άγνωστα τα μεγέθη s_j και q_j , που είναι μη γραμμικές εξισώσεις της στάθμης z_j . Η εξίσωση επιλύεται είτε βήμα προς βήμα είτε ως σύστημα εξισώσεων.

Κατά την προσομοίωση, γίνονται οι εξής παραδοχές:

Κατά την έναρξη της πλημμύρας ($j = 0$), ο ταμιευτήρας βρίσκεται στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας, δηλαδή $z_0 = z_c$ (συντηρητική παραδοχή)

Οι λοιπές υδροληψίες (π.χ. στρόβιλοι) λειτουργούν με πλήρη παροχетеυτικότητα, q_0 , συνεπώς για $z \leq z_c$ δεν πραγματοποιείται υπερχειλίση, ενώ για $z > z_c$ διέρχεται παροχή q_0 από τις υδροληψίες και παροχή $q - q_0$ από τον υπερχειλιστή.

Το πρόβλημα διόδευσης γίνεται πιο σύνθετο αν γίνεται ρύθμιση των εκροών από τις υδροληψίες ή αν υπάρχουν έργα ελέγχου (θυροφράγματα).

Στην παρούσα μελέτη, η μοναδική περίπτωση διόδευσης μέσω ταμιευτήρα αφορά στο φράγμα Πουρναρίου, όπου θεωρείται ότι τα θυροφράγματα είναι πλήρως ανοιχτά, και συνεπώς η διόδευση

γίνεται από ελεύθερο υπερχειλιστή με αρχική στάθμη ίση με την ανώτατη στάθμη λειτουργίας του αντίστοιχου έργου.

4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

4.1 ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ

Η υδρολογική προσομοίωση αναφέρεται στην κλίμακα της λεκάνης απορροής, εντός των ορίων της οποίας αναπτύσσονται μία ή περισσότερες ΖΔΥΚΠ. Κάθε λεκάνη αποτελεί αυτόνομη περιοχή μελέτης (στο εξής θα αναφέρεται ως *έργο*, project), για την οποία εξετάζονται διάφορα *σενάρια πλημμυρών*. Οι διαδικασίες σχηματοποίησης του μοντέλου περιλαμβάνουν τη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου, τον ορισμό των σημείων ελέγχου πάνω στο δίκτυο (κόμβοι) και τη χάραξη των υπολεκανών ανάντη κάθε κόμβου.

Ως αρχικό υπόδειγμα για τη σχηματοποίηση χρησιμοποιούνται τα υφιστάμενα χωρικά επίπεδα του υδρογραφικού δικτύου και των αντίστοιχων λεκανών απορροής (Εικόνα 2-2). Γενικά, το δίκτυο των λεκανών είναι σχετικά αδρομερές για τις ανάγκες της υδρολογικής μοντελοποίησης, για την οποία απαιτείται μια πιο λεπτομερής διακριτοποίηση της υπό μελέτη λεκάνης. Συνεπώς, τα δύο επίπεδα σχηματοποιούνται εξ αρχής, διατηρώντας τα όρια των αρχικών υπολεκανών και πυκνώνοντας όπου κρίνεται αναγκαίο. Η διαδικασία γίνεται ως εξής:

Αρχικά, επαναχαράσσεται το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλων υψομέτρων ανάλυσης 5×5 m, στο οποίο ορίζεται κατάλληλο όριο συγκέντρωσης της απορροής (flow threshold). Κατά κανόνα, το όριο αυτό τίθεται ίσο με 10 km², που σύμφωνα με τις επικαιροποιημένες Τεχνικές Προδιαγραφές αποτελεί το ελάχιστο μέγεθος λεκάνης για την εκτίμηση των πλημμυρικών ροών. Με χρήση των σχετικών εργαλείων χωρικής επεξεργασίας σε περιβάλλον ΣΓΠ παράγονται τα επίπεδα συγκέντρωσης ροής (flow accumulation) και διεύθυνσης ροής (flow direction), με βάση τα οποία παράγεται ξανά το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης, με μεγαλύτερη ωστόσο λεπτομέρεια.

Στη συνέχεια, τοποθετούνται *κόμβοι* (junctions) στις θέσεις τομής του υδρογραφικού δικτύου με το αρχικό, αδρομερές, επίπεδο λεκανών απορροής (ώστε να διατηρηθούν οι αρχικές θέσεις παραγωγής των υδρογραφημάτων, στις εξόδους των υπολεκανών), σε όλες τις συμβολές του νέου υδρογραφικού δικτύου και σε άλλες θέσεις που κρίνεται αναγκαίο. Τέτοιες μπορεί να είναι θέσεις υδρομετρικών σταθμών, θέσεις φραγμάτων, θέσεις εγκάρσιων τεχνικών έργων (π.χ. γέφυρες) ή άλλες θέσεις που υποδεικνύονται για τις ανάγκες της υδραυλικής προσομοίωσης. Άλλες πιθανές θέσεις αφορούν σε περιοχές όπου αλλάζουν τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης, που εκφράζονται μέσω της παραμέτρου CN.

Ανάντη κάθε κόμβου χαράσσονται οι *υπολεκάνες* (basins) του μοντέλου υδρολογικής προσομοίωσης, που είτε διατηρούν τα όρια των αρχικών υπολεκανών ή αποτελούν κατατμήσεις αυτών (δηλαδή κάθε αρχική υπολεκάνη επιμερίζεται σε δύο ή και περισσότερες υπολεκάνες του μοντέλου HEC-HMS). Κάθε υπολεκάνη θεωρείται ότι αποστραγγίζεται στον (μοναδικό) κόμβο εξόδου της. Γενικά, η χάραξη των υπολεκανών γίνεται με αυτόματα εργαλεία, σε περιβάλλον ΣΓΠ. Σε κάποιες, ωστόσο, περιπτώσεις, κυρίως σε πεδινές περιοχές, τα όρια των υπολεκανών χαράσσονται χειροκίνητα, καθώς το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων δεν περιέχει επαρκή πληροφορία για τον καθορισμό της κατεύθυνσης της ροής. Μια άλλη προβληματική περίπτωση είναι η παρεμβολή τεχνικών έργων, όπως οδικά αναχώματα, που δημιουργούν, σε κάτοψη, τεχνητούς υδροκρίτες. Ωστόσο, αν υπάρχουν

εγκάρσια έργα αποχέτευσης (οχετοί), που προφανώς δεν μπορεί να αναγνωρίσει το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων, τα αναχώματα δεν παρεμποδίζουν τη ροή, και συνεπώς δεν λειτουργούν ως υδροκρίτες.

Η διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων καλείται *κλάδος* ή *τμήμα υδατορεύματος* ή απλούστερα *υδατόρευμα* (reach). Η τοπολογία του δικτύου ορίζεται πλήρως από τον ανάντη και κατάντη κόμβο κάθε υδατορεύματος. Ανάντη κάθε κόμβου μπορούν να συμβάλλουν ένας ή περισσότεροι κλάδοι, ενώ κατάντη επιτρέπεται να ξεκινά ένας και μόνο κλάδος. Ακόμη, κάθε κλάδος διασχίζει μία και μόνο υπολεκάνη, η απορροή της οποίας μετασχηματίζεται σε υδρογράφημα εισόδου του κατάντη κόμβου. Με την υπόθεση αυτή, το υδατόρευμα που διασχίζει την υπολεκάνη θεωρείται «κλειστό», καθώς δεν μπορεί να δεχτεί πλευρικές εισροές από την υπολεκάνη. Κατά συνέπεια, οι κλάδοι των ανάντη υπολεκάνων δεν θεωρούνται συνιστώσες του υδρογραφικού δικτύου, καθώς δεν συμμετέχουν στη διόδευση των πλημμυρικών ροών (για τον λόγο αυτό δεν προσμετρώνται στους κλάδους του τελικού δικτύου). Το τελικό υδρογραφικό δίκτυο, που στη γενική περίπτωση είναι δενδροειδούς τύπου, καταλήγει απαραίτητα στον έναν και μοναδικό *κόμβο εξόδου* της λεκάνης (outlet).

4.2 ΕΠΙΠΕΔΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ

Με την διαδικασία σχηματοποίησης, η οποία γίνεται για κάθε λεκάνη απορροής, διαμορφώνονται τα εξής τέσσερα επίπεδα χωρικής πληροφορίας του αντίστοιχου μοντέλου υδρολογικής προσομοίωσης:

- Λεκάνη απορροής ή έργο (project)
- Κόμβοι (junctions)
- Υδατορεύματα (reaches)
- Υπολεκάνες (basins)

Για τα παραπάνω επίπεδα υπολογίζονται (ή εκτιμώνται) τα γεωμετρικά και υδρολογικά μεγέθη, με βάση τα οποία εκτιμώνται (ή υπολογίζονται) τα δεδομένα εισόδου του μοντέλου HEC-HMS.

Η τοπολογία του υδρολογικού συστήματος ορίζεται πλήρως ως εξής:

- Η συνολική λεκάνη απορροής απορρέει στον έναν και μοναδικό τελικό κόμβο εξόδου.
- Από κάθε κόμβο του υδρογραφικού δικτύου ξεκινά ένα και μόνο υδατόρευμα (με εξαίρεση τον τελικό κόμβο εξόδου).
- Κάθε υδατόρευμα ορίζεται από έναν ανάντη και έναν κατάντη κόμβο.
- Κάθε υπολεκάνη αυτής, απορρέει σε έναν και μόνο κόμβο.
- Κάθε υπολεκάνη διατρέχεται από ένα και μόνο υδατόρευμα, με εξαίρεση τις ανάντη υπολεκάνες που δεν διατρέχονται από υδατόρευμα.

4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

4.3.1 Λεκάνη Απορροής

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη της λεκάνης απορροής, τα οποία παράγονται αυτόματα στο περιβάλλον του ΣΓΠ, είναι:

- έκταση
- μέσο υψόμετρο

- μέγιστο μήκος ροής

Ακόμη, από την τοπολογία του μοντέλου είναι γνωστό το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της λεκάνης. Με βάση τα παραπάνω μεγέθη εκτιμάται ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης, από την εμπειρική σχέση Giandotti (3.1). Όπως εξηγείται στην ενότητα 3.3.1, ο χρόνος συγκέντρωσης χρησιμοποιείται ενδεικτικά, για τον προσδιορισμό της διάρκειας των καταιγίδων σχεδιασμού, που είναι κοινή για όλες τις υπολεκάνες και αποτελεί βασικό χρονικό μέγεθος της προσομοίωσης. Ακόμη, χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του χρόνου ροής των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, που αποτελεί δεδομένο εισόδου του μοντέλου διόδευσης (ενότητα 3.5.4).

Επισημαίνεται ότι ως μέσο υψόμετρο θεωρείται, γενικά, η μέση τιμή των υψομέτρων όλων των κυττάρων του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Ωστόσο, σε λεκάνες με έντονα ανομοιομορφο ανάγλυφο (π.χ. μεγάλο ποσοστό πεδινών εκτάσεων, με απότομη αύξηση του υψομέτρου ανάντη), λαμβάνεται, κατά περίπτωση, η διάμεσος τιμή των υψομέτρων, που είναι πιο αντιπροσωπευτική. Μάλιστα, στις λεκάνες αυτές η διάμεσος είναι αρκετά μικρότερη της μέσης τιμής, που οδηγεί σε αυξημένες (και συνεπώς ρεαλιστικές, για πεδινή λεκάνη) τιμές του χρόνου συγκέντρωσης. Αντίθετα, λαμβάνοντας τη μέση τιμή του υψομέτρου, η οποία επηρεάζεται από το μικρό ορεινό τμήμα της λεκάνης, υποεκτιμάται η τιμή του χρόνου συγκέντρωσης.

Η άλλη χρονική παράμετρος του μοντέλου είναι η χρονική διακριτότητα των καταιγίδων σχεδιασμού, που ταυτίζεται με το χρονικό βήμα της προσομοίωσης. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.3.1, γενικά λαμβάνεται χρονικό βήμα 15 min.

Η έκταση της λεκάνης εισάγεται και στην εκτίμηση του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής (εξ. 3.3), που εφαρμόζεται στην αναγωγή των σημειακών υετογραφημάτων σχεδιασμού των υπολεκάνων σε επιφανειακά.

4.3.2 Κόμβοι

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κόμβων είναι οι συντεταγμένες (x, y) και το υψόμετρο z , που λαμβάνεται από το ΨΜΕ.

4.3.3 Υδατορεύματα

Το χαρακτηριστικό γεωμετρικό μέγεθος των υδατορευμάτων είναι το μήκος L , που υπολογίζεται αυτόματα στο περιβάλλον του ΣΓΠ.

Για κάθε υδατόρευμα, ορίζεται το μοντέλο διόδευσης και οι αντίστοιχες παράμετροι. Για την επιλογή του σχήματος διόδευσης χρησιμοποιείται, ως ενδεικτικό μέγεθος, η μέση κλίση του υδατορεύματος, J . Δεδομένου ότι από την τοπολογία του δικτύου είναι γνωστά τα υψόμετρα του ανάντη και κατάντη κόμβου, η μέση κλίση του υδατορεύματος εκτιμάται από τη σχέση (3.14).

Όπως εξηγείται στην ενότητα 3.5.1, στη γενική περίπτωση για $J < 1\%$ επιλέγεται το σχήμα διόδευσης Muskingum, διαφορετικά εφαρμόζεται η μέθοδος της χρονικής υστέρησης.

Κοινή παράμετρος των δύο μεθόδων είναι η χρονική απόσταση K , η οποία εκτιμάται με βάση την ημιεμπειρική προσέγγιση του εδαφίου 3.5.4. Η παράμετρος αυτή εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από τους χρόνους συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης και της πλέον ανάντη υπολεκάνης, και κατά συνέπεια διαφοροποιείται για κάθε υδρολογικό σενάριο. Στους υπολογισμούς, υπεισέρχεται και η παράμετρος β της σχέσης (3.29) που είναι κοινή για όλους τους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

Εφόσον εφαρμόζεται η μέθοδος Muskingum, απαιτείται, ακόμη, ο προσδιορισμός της παραμέτρου θ , που γενικά λαμβάνεται ίση με 0.20.

Τέλος, απαιτείται ο προσδιορισμός του πλήθους των στοιχείων διακριτοποίησης του υδατορεύματος (υπο-κλάδοι), που γίνεται για λόγους αριθμητικής ευστάθειας. Το πλήθος αυτό εκτιμάται από την εξίσωση (3.24), συναρτήσει της παραμέτρου K . Σημειώνεται ότι σε υδατορεύματα μικρούς μήκους και μεγάλης κλίσης, ο χρόνος ροής ενδέχεται να είναι αρκετά μικρότερος του χρονικού βήματος Δt . Στις περιπτώσεις αυτές, δεν πραγματοποιείται διόδευση (το υδρογράφημα μεταφέρεται ως έχει από τον ανάντη στον κατάντη κόμβο).

4.3.4 Υπολεκάνες

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των υπολεκάνων είναι η έκταση A , το μέσο υψόμετρο z_m , και το μήκος της μέγιστη διαδρομής νερού L_{max} , που μετράται από το πλέον απομακρυσμένο σημείο της υπολεκάνης ως τον κόμβο εξόδου της (κατ' αντιστοιχία με τη συνολική λεκάνη απορροής). Τα μεγέθη αυτά υπολογίζονται αυτόματα στο περιβάλλον του ΣΓΠ. Ακόμη, από την τοπολογία του μοντέλου είναι γνωστό το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της υπολεκάνης.

Για κάθε υπολεκάνη, υπολογίζονται ακόμη, μέσω του ΣΓΠ, οι συντεταγμένες (x_k, y_k) του κέντρου βάρους της, που χρησιμοποιούνται μόνο για την οπτικοποίηση του μοντέλου του υδρογραφικού δικτύου στο περιβάλλον HEC-HMS.

Με βάση του αντίστοιχους χάρτες κατανεμημένης χωρικής πληροφορίας (αρχεία τύπου raster) της περιοχής μελέτης, εκτιμώνται τα εξής μέσα μεγέθη, ολοκληρώνοντας στην έκταση κάθε υπολεκάνης:

- οι παράμετροι λ , β , και η των όμβριων καμπυλών
- η παράμετρος CN_{II} για συνθήκες υγρασίας τύπου II

Υπενθυμίζεται ότι οι δύο παράμετροι της συνάρτησης διάρκειας της όμβριας καμπύλης, που επίσης αποτελούν δεδομένα εισόδου της υπολεκάνης, είναι σταθερές για όλη την επικράτεια και ίσες με $\alpha = 0.18$ και $\xi = 0.18$.

Τέλος, ορίζεται η (σταθερή) βασική απορροή της υπολεκάνης, που θεωρείται ότι διαφοροποιείται για τις τρεις περιόδους επαναφοράς της μελέτης. Όπως εξηγείται στην ενότητα 3.4.4, αν δεν αναφέρεται διαφορετικά, εφαρμόζονται οι τιμές ειδικής παροχής 0.01, 0.02 και 0.05 $m^3/s/km^2$, που θεωρείται ότι αντιστοιχούν σε περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 έτη. Οι τιμές αυτές πολλαπλασιάζονται επί την έκταση της υπολεκάνης, οπότε προκύπτει οι αντίστοιχες τιμές της βασικής απορροής Q_b , σε μονάδες παροχής (m^3/s).

Για τη διαμόρφωση του μοντέλου υδρολογικής προσομοίωσης της υπολεκάνης στο περιβάλλον του HEC-HMS υπολογίζονται τα εξής μεγέθη:

- ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης κατά Giandotti (εξ. 3.1)
- οι παράμετροι CN_I και CN_{III} για συνθήκες υγρασίας τύπου I και III, μέσω των σχέσεων (3.7) και (3.8), αντίστοιχα
- οι τιμές της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης, S , για τις τρεις συνθήκες υγρασίας, μέσω της σχέσης (3.6)
- οι τιμές του ύψους αρχικών ελλειμμάτων, h_{a0} , για τις τρεις συνθήκες υγρασίας, που στη μελέτη γενικά λαμβάνονται ίσες με το 20% της αντίστοιχης μέγιστης δυνητικής κατακράτησης

- η ένταση βροχής για διάρκεια D και περιόδους επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη, που εκτιμάται μέσω της όμβριας καμπύλης (3.2) και αναφέρεται σε «μέσες» συνθήκες
- η χαρακτηριστική ένταση βροχής για διάρκεια D και περίοδο επαναφοράς $T = 5$ έτη, μέσω της όμβριας καμπύλης (3.2), που χρησιμοποιείται στις αναγωγές του χρόνου συγκέντρωσης
- οι ανηγμένοι χρόνοι συγκέντρωσης που εκτιμώνται μέσω της σχέσης (3.11), με βάση τον χρόνο συγκέντρωσης κατά Giandotti, την ένταση βροχής «αναφοράς» για $T = 5$ έτη
- οι χρόνοι υστέρησης, t_L , της υπολεκάνης, που εκτιμώνται ως το 60% των αντίστοιχων χρόνων συγκέντρωσης
- οι χρόνοι ανόδου, t_p , των συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων των εννέα υδρολογικών σεναρίων, που εκτιμώνται με βάση τον ανηγμένο χρόνο συγκέντρωσης του αντίστοιχου σεναρίου και τη διάρκεια βροχής, σύμφωνα με τη σχέση (3.9)
- οι χρόνοι βάσης, t_b , των συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων, που λαμβάνονται ως το πενταπλάσιο των αντίστοιχων χρόνων ανόδου
- οι παροχές αιχμής, Q_p , των συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων των εννέα υδρολογικών σεναρίων, που εκτιμώνται με βάση τον χρόνο ανόδου του αντίστοιχου σεναρίου και την έκταση της υπολεκάνης, σύμφωνα με τη σχέση (3.10)

Τα μεγέθη A , Q_b , S , h_{a0} και t_L , καθώς και τα υετογραφήματα σχεδιασμού των εννέα υδρολογικών σεναρίων, τα οποία παράγονται με τη μεθοδολογία της ενότητας 3.3, αποτελούν δεδομένα εισόδου του υδρολογικού μοντέλου που υλοποιεί το λογισμικό HEC-HMS.

5 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΥΔ ΗΠΕΙΡΟΥ

5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Αν και το μεγαλύτερο τμήμα του ΥΔ Ηπείρου είναι ορεινό, οι περιοχές όπου αναπτύσσονται ΖΔΥΠΚ εκτείνονται σε όλες τις μεγάλες λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης, με εξαίρεση της λεκάνη του Αώου, στα ΒΑ. Για τις ανάγκες της μελέτης διαμορφώνονται 20, συνολικά, υδρολογικά συστήματα, με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι λεκάνες απορροής τεσσάρων μεγάλων ποταμών μόνιμης ροής (Καλαμάς, Άραχθος, Λούρος, Αχέροντας), μικρότερες λεκάνες υδατορευμάτων διαλείπουσας ή εφήμερης ροής που εκβάλλουν στο Ιόνιο Πέλαγος ή τον Αμβρακικό Κόλπο, καθώς και κλειστές (ενδοροϊκές) λεκάνες, χωρίς έξοδο στη θάλασσα, με κυριότερη τη λεκάνη των Ιωαννίνων (μέρος της απορροής της οποίας τροφοδοτεί τη λίμνη Παμβώτιδα). Οι εκτάσεις τους κυμαίνονται από 10 έως 200 km², περίπου, ενώ για τη διαμόρφωση του υδρολογικού μοντέλου γίνεται κατάτμησή τους σε υπολεκάνες, ο αριθμός των οποίων ποικίλει από ένα έως 65. Τα όρια των λεκανών φαίνονται στον χάρτη της Εικόνας 5-1, ενώ τα γενικά χαρακτηριστικά τους δίνονται στον Πίνακα 5-1.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται η σχηματοποίηση και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των λεκανών, και δίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα ανά λεκάνη. Τα αναλυτικά δεδομένα της υδρολογικής προσομοίωσης (δεδομένα εισόδου και αποτελέσματα μοντέλου, σε μορφή πινάκων και γραφημάτων) παρουσιάζονται στα αντίστοιχα παραρτήματα.



Εικόνα 5-1 Λεκάνες απορροής ΥΔ Ηπείρου

Πίνακας 5-1 Λεκάνες απορροής ΥΔ Ηπείρου

Κωδικός	Ονομασία	Έκταση (km ²)	Υπολεκάνες	Παράρτημα
1000	Καλαμάς	1758.1	49	Π1
2001	Οροπέδιο Ιωαννίνων	340.8	15	Π2
2002	Οροπέδιο Ραβένια	61.1	1	Π3
2003	Οροπέδιο Μπάφρα	102.2	1	Π4
2004	Οροπέδιο Ασβεστοχωρίου	24.0	1	Π5
3000	Άραχθος	1917.9	65	Π6
4000	Διπόταμο	224.8	17	Π7
5000	Λούρος	818.5	33	Π8
6000	Αρεθούα	71.8	6	Π9
7000	Αχέροντας	729.6	29	Π10
8000	Οροπέδιο Μαργαρίτι	67.1	3	Π11
9000	Ξεροπόταμος	28.2	5	Π12
10000	Λάκκος	18.1	4	Π13
11000	Πεδιάδα Άρτας	180.5	1	Π14
12000	Καβασιλάτα (Κέρκυρα)	16.1	3	Π15
13000	Μεσανγής (Κέρκυρα)	39.2	4	Π16
14000	Κεντρική Κέρκυρα	100.0	3	Π17
15000	Περδίκας	40.3	1	Π18
16000	Βουλίστρας	86.6	2	Π19
17000	Έλος Καλοδικίου	65.5	1	Π20

5.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΛΑΜΑ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Καλαμά περιλαμβάνει 49 υπολεκάνες, 31 κόμβους και 29 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Στον κόμβο J3, ο κύριος κλάδος του Καλαμά διακλαδίζεται, καθώς μέρος της απορροής του εκτέπεται προς μια ανακουφιστική τάφρο, η οποία εκβάλλει στη θάλασσα. Η υπολεκάνη EL0512FR001003 την οποία διατρέχει η τάφρος (κλάδος R328) θεωρείται ανεξάρτητο σύστημα, καθώς το μοντέλο δεν έχει τη δυνατότητα αναπαράστασης έργων μερισμού. Συνεπώς, η απορροή όλων των υπολεκανών εκτός της EL0512FR001003 καταλήγει στον κόμβο εξόδου J1, ενώ η απορροή της EL0512FR001003 καταλήγει στον κόμβο J28.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-2.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 1769.91 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 513.5 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 158.3 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 24.9 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.896$.

Σημειώνεται, ακόμη, ότι ως μέσο υψόμετρο, το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης της λεκάνης, λαμβάνεται η διάμεσος τιμή και όχι ο μέσος όρος των υψομέτρων, δεδομένου ότι κατά μήκος του Καλαμά αναπτύσσονται μικρές σχετικά κλίσεις, και συνεπώς απαιτούνται σχετικά μεγάλοι χρόνοι ροής για τη διαδρομή από τον πλέον απομακρυσμένο σημείο του υδροκρίτη ως την έξοδο της λεκάνης.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-2 και 5-3, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-4. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που αποτελεί έξοδο του κύριου κλάδου του Καλαμά, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο της απορροής των υπολεκανών του. Στο Παράρτημα Π1 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-2 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	Καλαμάς	J2	J1	11.171	0.0003
R32	Καλαμάς	J3	J2	6.986	0.0003
R43	Καλαμάς	J4	J3	3.315	0.0021
R54	Καλαμάς	J5	J4	1.403	0.0029
R65	Καλαμάς	J6	J5	8.324	0.0010
R76	Καλαμάς	J7	J6	6.833	0.0009
R87	Καλαμάς	J8	J7	5.463	0.0020
R98	Καλαμάς	J9	J8	4.695	0.0006
R109	Καλαμάς	J10	J9	6.689	0.0008
R1110	Καλαμάς	J11	J10	8.048	0.0019
R1223	Καλαμάς	J12	J23	1.218	0.0054
R1312	Καλαμάς	J13	J12	4.031	0.0002
R1413	Καλαμάς	J14	J13	14.681	0.0044
R1514	Καλαμάς	J15	J14	15.848	0.0127

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R1615	Καλαμάς	J16	J15	4.710	0.0038
R1716	Καλαμάς	J17	J16	1.285	0.0034
R1817	Καλαμάς	J18	J17	7.461	0.0048
R1918	Καλαμάς	J19	J18	7.698	0.0067
R2016	Καλαμάς	J20	J16	2.932	0.0038
R2120		J21	J20	10.404	0.0095
R2214	Σμόλιτσας	J22	J14	5.745	0.0097
R2311	Καλαμάς	J23	J11	11.416	0.0020
R2423	Καλαμάς	J24	J23	13.809	0.0056
R257		J25	J7	6.046	0.0141
R265	Καλαμάς	J26	J5	8.885	0.0038
R274	Καλαμάς	J27	J4	5.305	0.0175
R2917		J29	J17	1.981	0.0124
R3020		J30	J20	1.661	0.0046
R3113	Τύρια	J31	J13	29.145	0.0063

Πίνακας 5-3 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0512FR001001	EL0512FR00001	R21	J1	25.056	21.6	0.0	8.1
EL0512FR001002	EL0512FR00001	R32	J2	13.382	44.3	0.0	6.6
EL0512FR001003	EL0512FR00001		J28	11.793	36.6	0.0	8.3
EL0512FR001004	EL0512FR00001	R274	J4	17.065	232.5	3.4	9.9
EL0512FR001005	EL0512FR00001	R54	J4	3.171	122.3	1.9	3.4
EL0512FR001006	EL0512FR00001	R65	J5	18.764	163.7	8.3	6.5
EL0512FR001007	EL0512FR00001	R265	J5	22.719	193.4	12.2	12.0
EL0512FR001008	EL0512FR00001	R76	J6	12.833	164.7	26.3	7.3
EL0512FR001009	EL0512FR00001	R87	J7	9.146	173.0	26.8	6.3
EL0512FR001010	EL0512FR00001	R257	J7	37.243	176.1	26.8	8.9

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

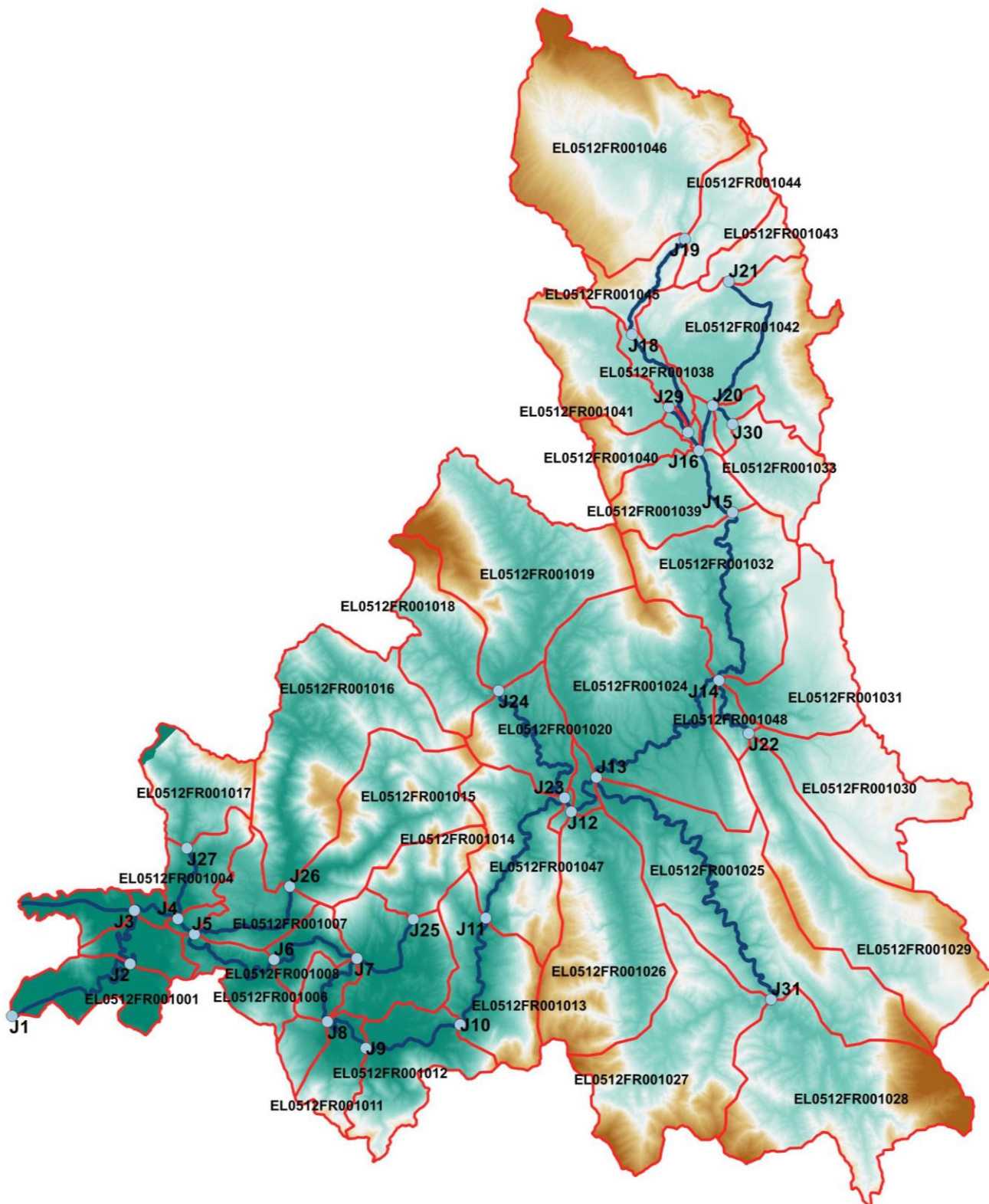
Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0512FR001011	EL0512FR00001	R98	J8	16.642	297.9	26.3	6.8
EL0512FR001012	EL0512FR00001	R109	J9	37.818	284.1	21.8	8.8
EL0512FR001013	EL0512FR00001	R1110	J10	42.556	427.6	33.3	12.5
EL0512FR001014	EL0512FR00001		J25	20.411	521.9	98.3	9.8
EL0512FR001015	EL0512FR00001		J26	55.38	487.0	48.2	18.0
EL0512FR001016	EL0512FR00001		J26	87.237	439.8	46.4	30.9
EL0512FR001017	EL0512FR00001		J27	29.085	459.1	102.2	10.2
EL0512FR001018	EL0512FR00001		J24	36.969	579.9	165.3	15.531
EL0512FR001019	EL0512FR00001		J24	88.246	575.4	162.8	26.153
EL0512FR001020	EL0512FR00001	R2423	J23	29.812	315.5	76.6	12.752
EL0512FR001021	EL0512FR00001	R1223	J23	1.648	281.2	78.3	2.001
EL0512FR001024	EL0512FR00001	R1413	J13	104.31	355.3	94.2	19.868
EL0512FR001025	EL0512FR00001	R3113	J13	99.972	482.2	93.1	26.899
EL0512FR001026	EL0512FR00001		J12	78.819	587.4	83.0	26.108
EL0512FR001027	EL0512FR00001		J31	79.87	695.3	278.1	20.96
EL0512FR001028	EL0512FR00001		J31	92.8	729.2	277.6	22.293
EL0512FR001029	EL0512FR00001		J22	88.684	628.9	213.9	31.93
EL0512FR001030	EL0512FR00001		J22	54.364	640.3	210.4	21.596
EL0512FR001031	EL0512FR00001		J14	44.831	527.9	155.0	17.681
EL0512FR001032	EL0512FR00001	R1514	J14	62.745	470.8	153.5	17.47
EL0512FR001033	EL0512FR00001		J30	25.852	601	386.4	11.48
EL0512FR001034	EL0512FR00001	R3020	J20	4.705	443	379.6	2.38
EL0512FR001035	EL0512FR00001	R2016	J16	3.146	427.7	375.4	4.381
EL0512FR001036	EL0512FR00001	R1716	J16	1.136	383.4	375.1	1.74
EL0512FR001037	EL0512FR00001	R2917	J17	1.46	388.7	381.1	2.279
EL0512FR001038	EL0512FR00001	R1817	J17	10.019	421.7	379.8	10.176
EL0512FR001039	EL0512FR00001	R1615	J15	30.28	493	363.9	8.92

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0512FR001040	EL0512FR00001		J16	14.446	690.6	378.3	7.498
EL0512FR001041	EL0512FR00001		J29	37.27	639	387.0	15.794
EL0512FR001042	EL0512FR00001	R2120	J20	72.528	589.3	378.7	14.722
EL0512FR001043	EL0512FR00001		J21	13.209	658.4	480.1	6.823
EL0512FR001044	EL0512FR00001		J19	23.957	658.7	467.4	9.666
EL0512FR001045	EL0512FR00001	R1918	J18	15.217	679	418.8	8.016
EL0512FR001046	EL0512FR00001		J19	123.673	834.4	469.0	27.022
EL0512FR001047	EL0512FR00001	R2311	J11	46.405	499.6	43.6	10.481
EL0512FR001048	EL0512FR00001	R2214	J14	6.433	321.9	155.5	6.524
EL0512FR001049	EL0512FR00001	R1312	J12	4.804	160.8	82.9	1.905
EL0512FR001050	EL0512FR00001		J8	8.161	294.3	24.3	4.51
EL0512FR001051	EL0512FR00001	R43	J3	3.838	15.5	0.0	3.114



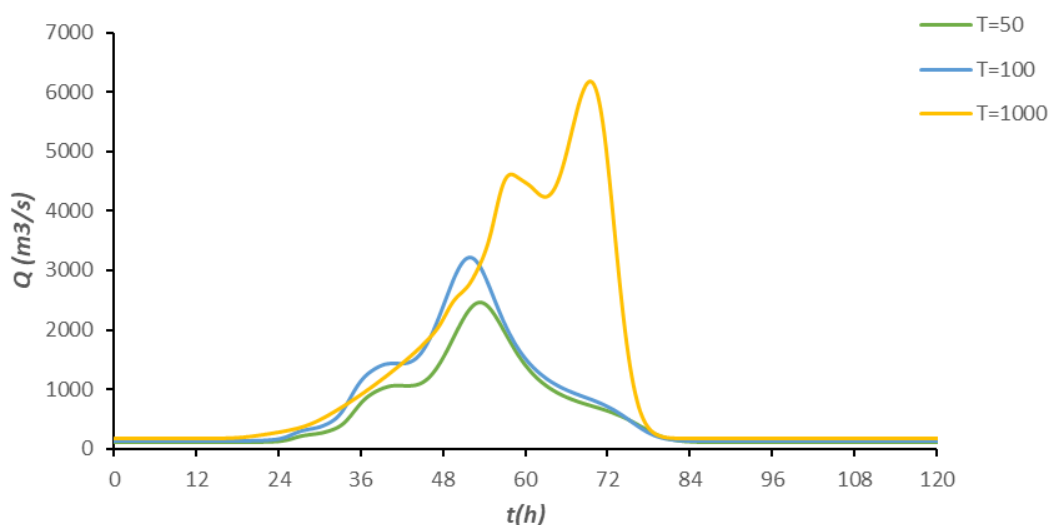
Εικόνα 5-2 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Καλαμά EL0512FR00001			
Έκταση (km ²)	1769.91	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	24.86
Μέγιστο μήκος ροής (km)	158.30	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	513.5	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	198.7	198.7	198.7
T = 100	232.6	232.6	232.6
T = 1000	381.0	381.0	381.0
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	58.0	112.8	156.3
T = 100	77.4	141.2	188.5
T = 1000	180.9	274.6	332.9
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.292	0.568	0.787
T = 100	0.333	0.607	0.810
T = 1000	0.475	0.721	0.874
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	1054.8	2360.5	3282.7
T = 100	1545.9	3095	4087.1
T = 1000	4601.7	5993.1	6525.6
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	102.727	199.723	276.690
T = 100	137.063	249.876	333.643
T = 1000	320.101	485.958	589.237
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	1161	2466.7	3388.9
T = 100	1669.8	3218.9	4211.0

T = 1000	4778.7	6170.1	6702.6
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)			
T = 50	221.612	318.675	395.696
T = 100	278.91	391.801	475.627
T = 1000	530.889	696.862	800.212

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.3 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (ΠΑΜΒΩΤΙΔΑ)

Το οροπέδιο Ιωαννίνων είναι μια κλειστή λεκάνη, μέρος της απορροής της οποίας τροφοδοτεί τη λίμνη Παμβώτιδα, ενώ το υπόλοιπο μέρος εκτρέπεται, μέσω της τάφρου Λάψιστας, στη λεκάνη του Καλαμά. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης περιλαμβάνει 15 υπολεκάνες, 13 κόμβους και 11 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Στο μοντέλο, το οροπέδιο Ιωαννίνων χωρίζεται σε δύο διακριτά υποσυστήματα, που θεωρούνται (χωρίς να είναι στην πραγματικότητα) υδραυλικά ανεξάρτητα. Το ανάντη υποσύστημα αποτελείται από 10 υπολεκάνες που απορρέουν στη λίμνη Παμβώτιδα. Η λίμνη έχει πέντε κόμβους εισόδου (J5, J6, J7, J8, J11) και προσομοιώνεται ως ξεχωριστή υπολεκάνη (EL0514FL2009), η απορροή της οποίας συγκεντρώνεται στον εννοιολογικό κόμβο J40. Εφόσον η στάθμη της λίμνης αυξηθεί πάνω από κάποιο όριο, ένα μέρος του αποθηκευμένου όγκου υπερχειλίζει προς το κατάντη υποσύστημα, το οποίο ξεκινά από κόμβο J4 (ταυτίζεται με τον J40, αλλά στο μοντέλο δεν συνδέεται) και καταλήγει στον κόμβο J1, από όπου εκτρέπεται προς τη λεκάνη του Καλαμά. Το κατάντη υποσύστημα έχει διαχωριστεί σε τέσσερις υπολεκάνες.

Η σχηματοποίηση των δύο υδρολογικών συστημάτων απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-3.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 340.8 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 683.9 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 467.4 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 43.3 \text{ km}$

- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 18.1$ h

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48$ h και χρονικό βήμα $\Delta t = 15$ min.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.928$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5.5 και 5.6, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-7. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι έξοδος του κατάντη υποσυστήματος, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο των δύο υποσυστημάτων. Στο Παράρτημα Π2 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-5 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	Τάφος Λάψιστα	J2	J1	4.316	0.0010
R32	Τάφος Λάψιστα	J3	J2	8.455	0.0005
R43		J4	J3	4.453	0.0001
R540		J5	J40	1.000	0.0000
R640		J6	J40	1.000	0.0000
R740		J7	J40	1.000	0.0000
R840		J8	J40	1.000	0.0044
R1140		J11	J40	1.000	0.0000
R98		J9	J8	2.663	0.0043
R109		J10	J9	2.549	0.0093
R1211		J12	J11	3.863	0.0080

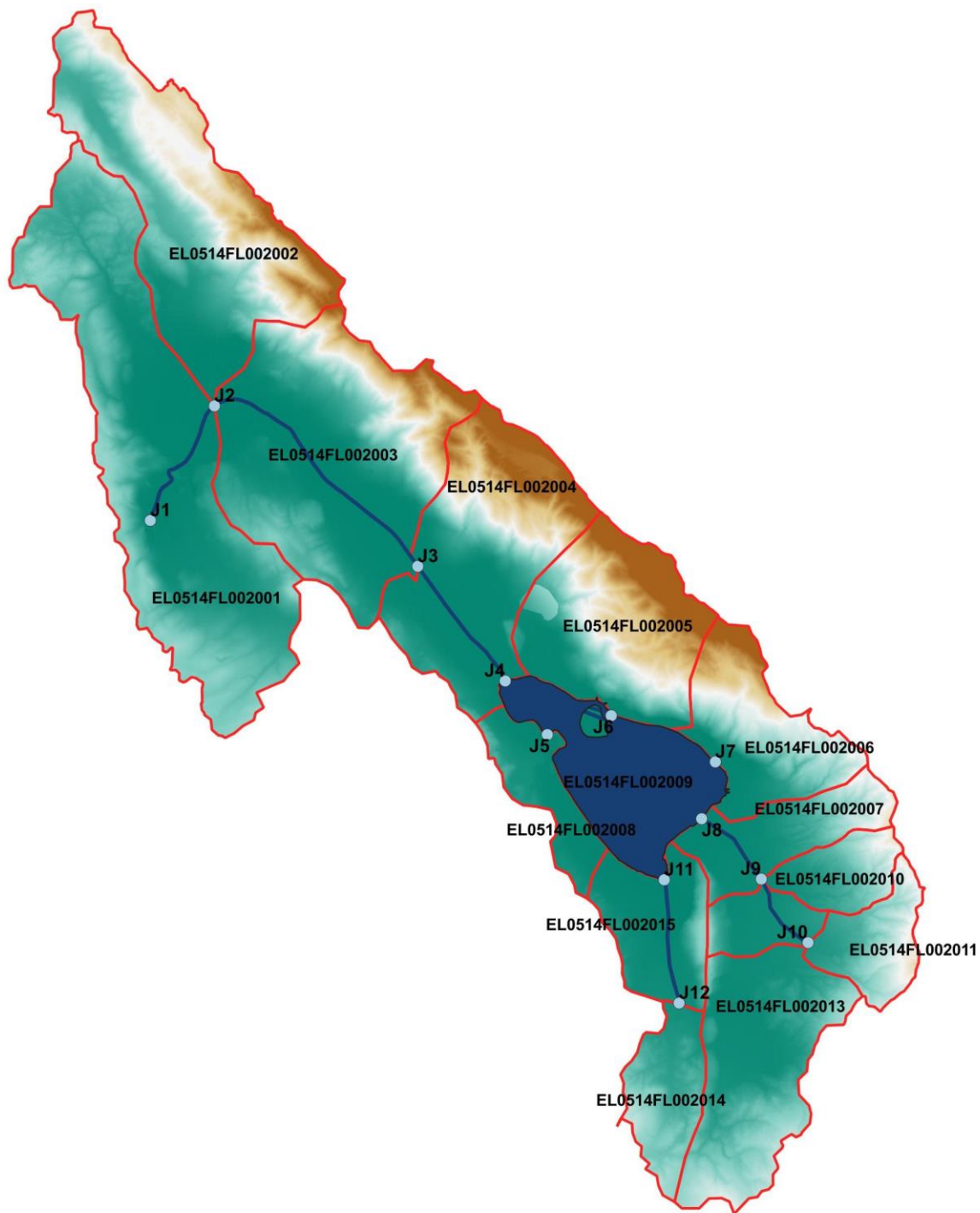
Πίνακας 5-6 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0512FL002001	EL0512FL00002	R21	J1	61.129	577.6	457.5	14.1
EL0512FL002002	EL0512FL00002		J2	42.328	822.4	459.9	13.3
EL0512FL002003	EL0512FL00002	R32	J2	48.231	663.2	459.1	8.4
EL0512FL002004	EL0512FL00002	R43	J3	33.762	806.6	463.3	11.2
EL0512FL002005	EL0512FL00002		J6	26.266	971.5	466.4	11.3
EL0512FL002006	EL0512FL00002		J7	17.484	836.5	467.5	6.1

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0512FL002007	EL0512FL00002	R98	J8	12.128	599.5	467.8	8.6
EL0512FL002008	EL0512FL00002		J5	8.451	489.8	467.5	5.0
EL0512FL002009	EL0512FL00002		J40	19.862	497.3	467.4	1.0
EL0512FL002010	EL0512FL00002		J9	7.223	660.6	483.9	6.1
EL0512FL002011	EL0512FL00002		J10	8.802	749.5	507.3	5.7
EL0512FL002012	EL0512FL00002	R109	J9	5.800	512.6	478.9	4.7
EL0512FL002013	EL0512FL00002		J10	26.259	597.2	480.6	10.9
EL0512FL002014	EL0512FL00002		J12	10.148	630.2	487.3	8.5
EL0512FL002015	EL0512FL00002	R1211	J11	12.915	500.8	464.8	7.5



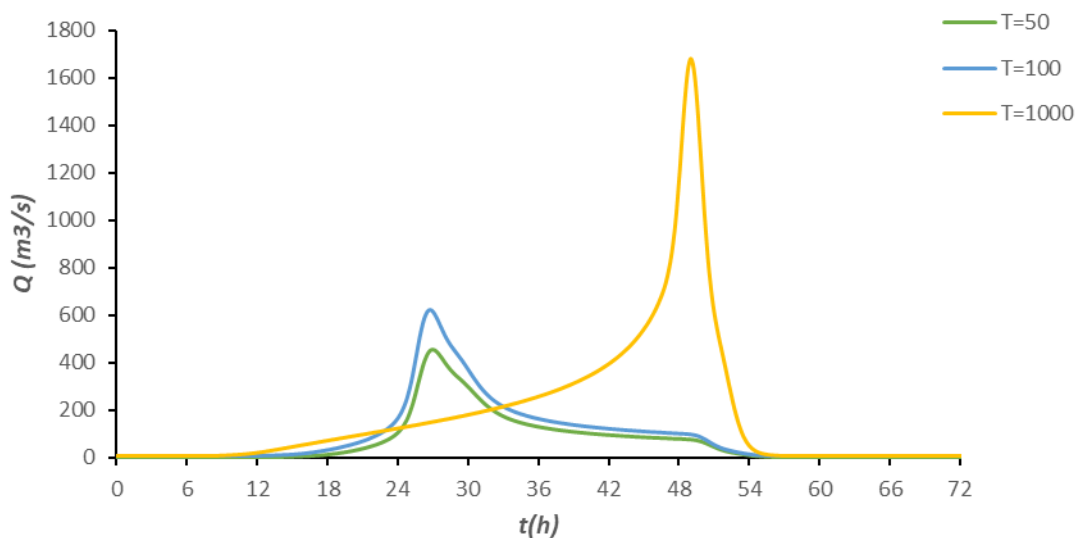
Εικόνα 5-3 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-7 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής οροπεδίου Ιωαννίνων EL0512FR00002_1			
Έκταση (km ²)	340.78	Υψόμετρο εξόδου (m)	467.4
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	5.54	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	18.12
Μέγιστο μήκος ροής (km)	43.31	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	683.9	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	195.4	195.4	195.4
T = 100	228.7	228.7	228.7
T = 1000	374.2	374.2	374.2
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	51.4	101.8	143.3
T = 100	70.3	129.4	174.8
T = 1000	170.6	259.3	316.0
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.263	0.521	0.733
T = 100	0.308	0.566	0.764
T = 1000	0.456	0.693	0.844
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	135	450.4	687.7
T = 100	227.1	609.9	868.1
T = 1000	1245.8	1661.2	1815
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	17.514	34.691	48.828
T = 100	23.974	44.110	59.577
T = 1000	58.146	88.358	107.686
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	141.8	457.2	694.5
T = 100	237.3	620.1	878.3

T = 1000	1262.8	1678.3	1832.0
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)			
T = 50	26.359	43.548	57.695
T = 100	37.241	57.390	72.868
T = 1000	80.269	110.502	129.844

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.4 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΡΑΒΕΝΙΑ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του οροπεδίου Ραβένια αναπαριστάται ως μία υπολεκάνη (ΕΛ0514FL0020021), η απορροή της οποίας συγκεντρώνεται στο χαμηλότερο σημείο της (κόμβος J1). Στη λεκάνη δε θεωρούνται επιπλέον απώλειες πέραν των υδρολογικών ελλειμάτων, όπως υπολογίζονται από τη μέθοδο SCS-CN. Η περιοχή μελέτης απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-4.

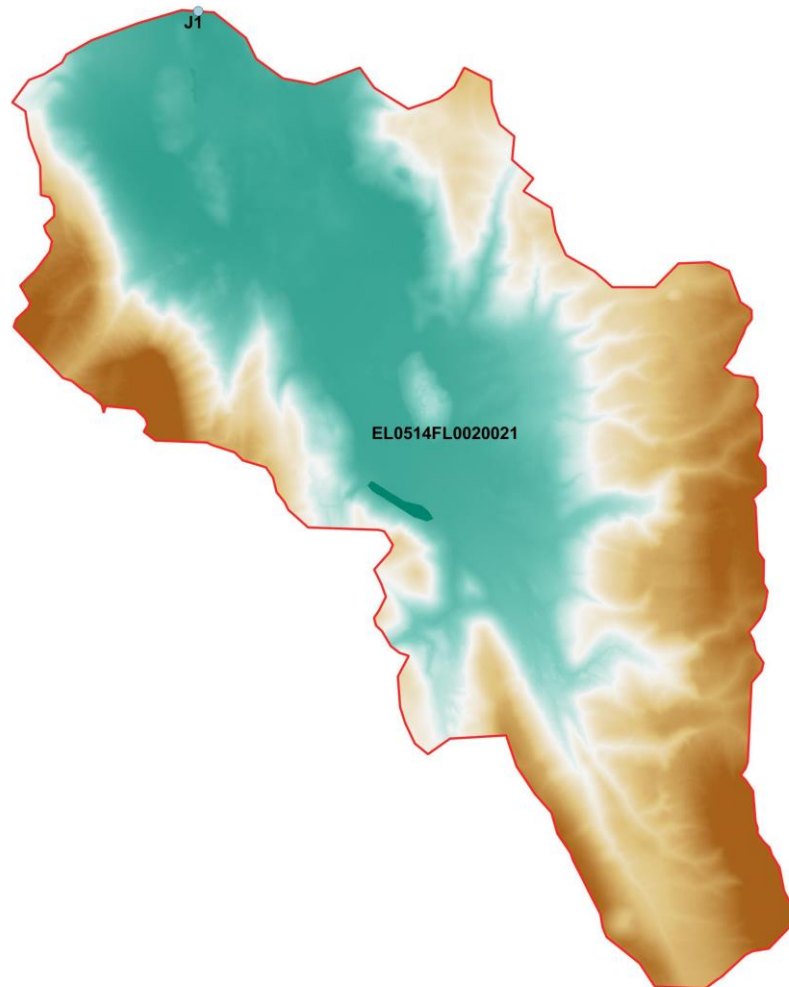
Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 61.1 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 705.1 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 475.5 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 17.5 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 4.7 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 24 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.941$.

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 5.8, ενώ στο Παράρτημα Π3 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης, και τα αντίστοιχα γραφήματα.



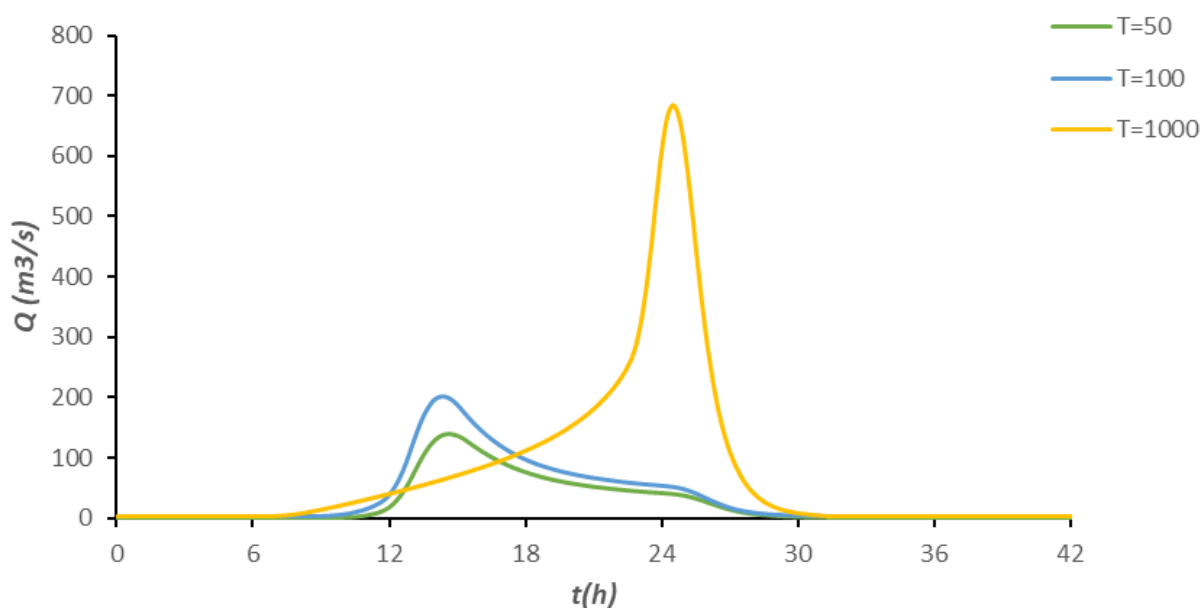
Εικόνα 5-4 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-8 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής οροπεδίου Ραβένια EL0512FR00002_2			
Έκταση (km ²)	61.08	Υψόμετρο εξόδου (m)	475.5
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.74
Μέγιστο μήκος ροής (km)	17.47	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	705.1	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	179.7	179.7	179.7
T = 100	210.3	210.3	210.3
T = 1000	344.3	344.3	344.3
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	14.7	60.5	108.3
T = 100	25.1	81.9	135.8
T = 1000	91.2	189.0	261.8
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.082	0.337	0.603
T = 100	0.119	0.389	0.646
T = 1000	0.265	0.549	0.760
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	22.5	138.5	263.5
T = 100	43.3	200.2	343.4
T = 1000	420.8	681.9	802.3
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	0.896	3.695	6.614
T = 100	1.530	5.003	8.296
T = 1000	5.570	11.544	15.988
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	23.7	139.7	264.7
T = 100	45.2	202.0	345.2

T = 1000	423.8	685.0	805.3
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)			
T = 50	1.689	4.488	7.407
T = 100	2.719	6.192	9.485
T = 1000	7.551	13.525	17.970

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.5 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΜΠΑΦΡΑ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του οροπεδίου Μπάφρα αναπαριστάται ως μία υπολεκάνη (ΕΛ0514FL0020031), η απορροή της οποίας συγκεντρώνεται στο χαμηλότερο σημείο της (κόμβος J1). Στη λεκάνη δε θεωρούνται επιπλέον απώλειες πέραν των υδρολογικών ελλειμάτων, όπως υπολογίζονται από τη μέθοδο SCS-CN. Η περιοχή μελέτης απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-5.

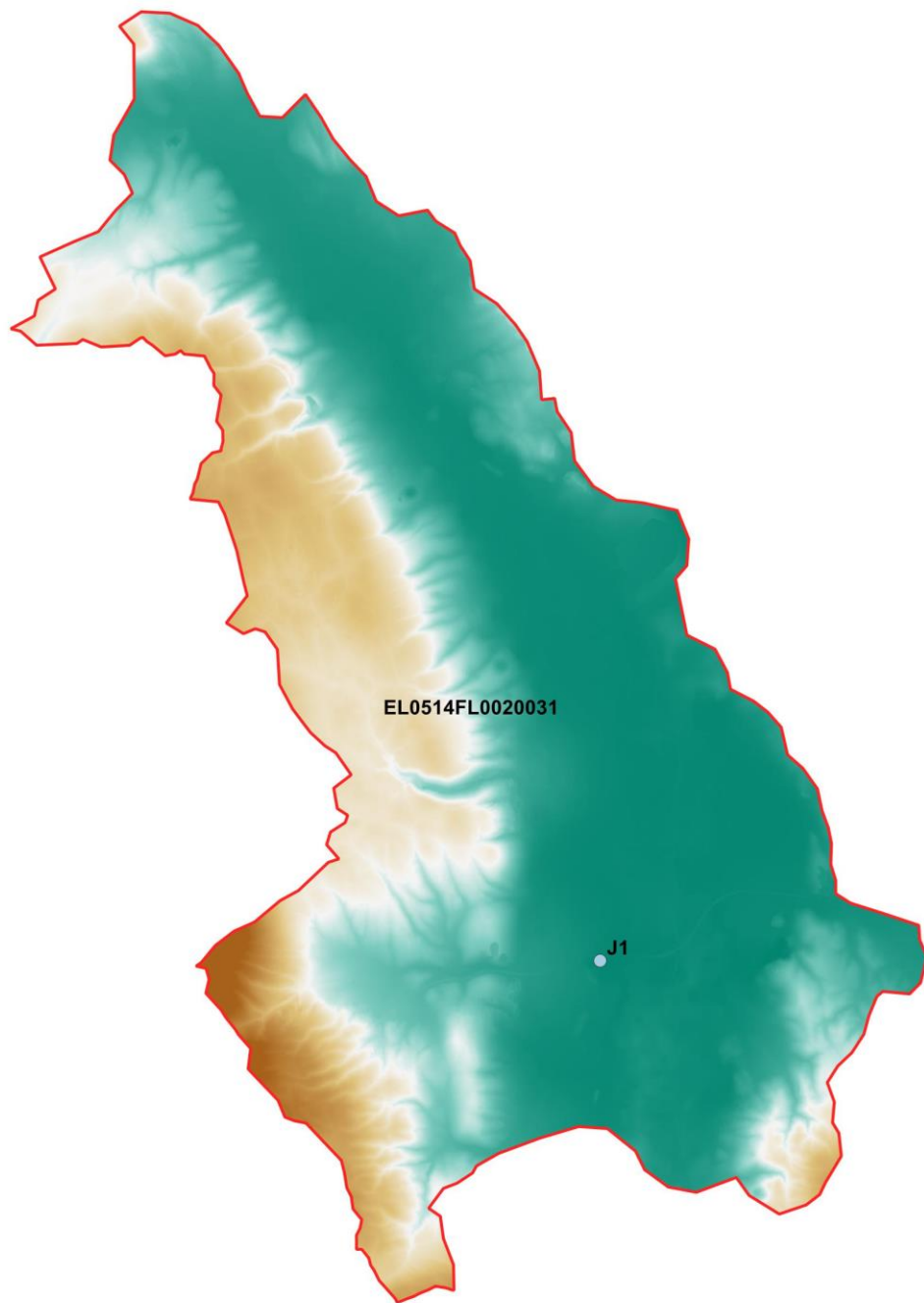
Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 102.2 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 601.6 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 465.6 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 15.5 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 6.8 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 24 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.933$.

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 5.9, ενώ στο Παράρτημα Π4 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης, και τα αντίστοιχα γραφήματα.



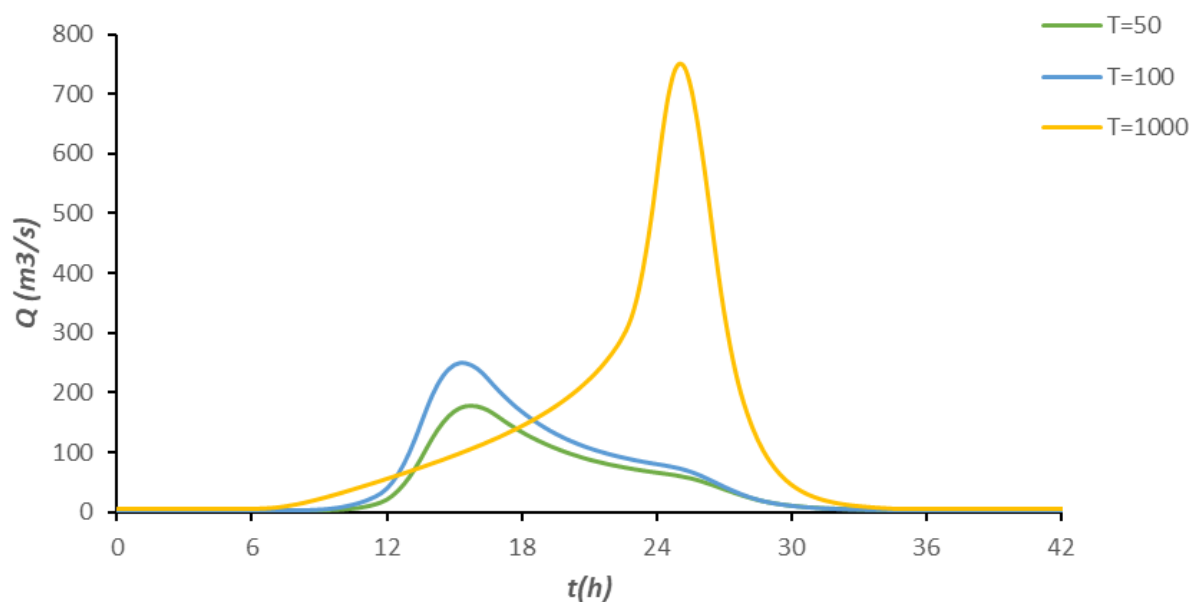
Εικόνα 5-5 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-9 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής οροπεδίου Μπάφρα EL0512FR00002_3			
Έκταση (km ²)	102.17	Υψόμετρο εξόδου (m)	465.6
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	601.57	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	6.83
Μέγιστο μήκος ροής (km)	15.53	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	601.6	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	136.0	136.0	136.0
T = 100	159.1	159.1	159.1
T = 1000	260.5	260.5	260.5
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	17.1	54.1	88.7
T = 100	26.9	71.6	110.1
T = 1000	84.6	156.9	206.9
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.126	0.398	0.652
T = 100	0.169	0.450	0.692
T = 1000	0.325	0.602	0.794
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	43.8	176	297.7
T = 100	76.7	246.6	385.2
T = 1000	496.4	746.2	853
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	1.746	5.529	9.066
T = 100	2.746	7.318	11.250
T = 1000	8.646	16.034	21.138
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	45.9	178.0	299.7
T = 100	79.7	249.6	388.2

T = 1000	501.5	751.3	858.1
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)			
T = 50	3.072	6.855	10.392
T = 100	4.735	9.307	13.239
T = 1000	11.961	19.349	24.453

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.6 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΑΣΒΕΣΤΟΧΩΡΙΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του οροπεδίου Ασβεστοχώρι αναπαριστάται ως μία υπολεκάνη (ΕΛ0514FL0020041), η απορροή της οποίας συγκεντρώνεται στο χαμηλότερο σημείο της (κόμβος J1). Στη λεκάνη δε θεωρούνται επιπλέον απώλειες πέραν των υδρολογικών ελλειμμάτων, όπως υπολογίζονται από τη μέθοδο SCS-CN. Η περιοχή μελέτης απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-6.

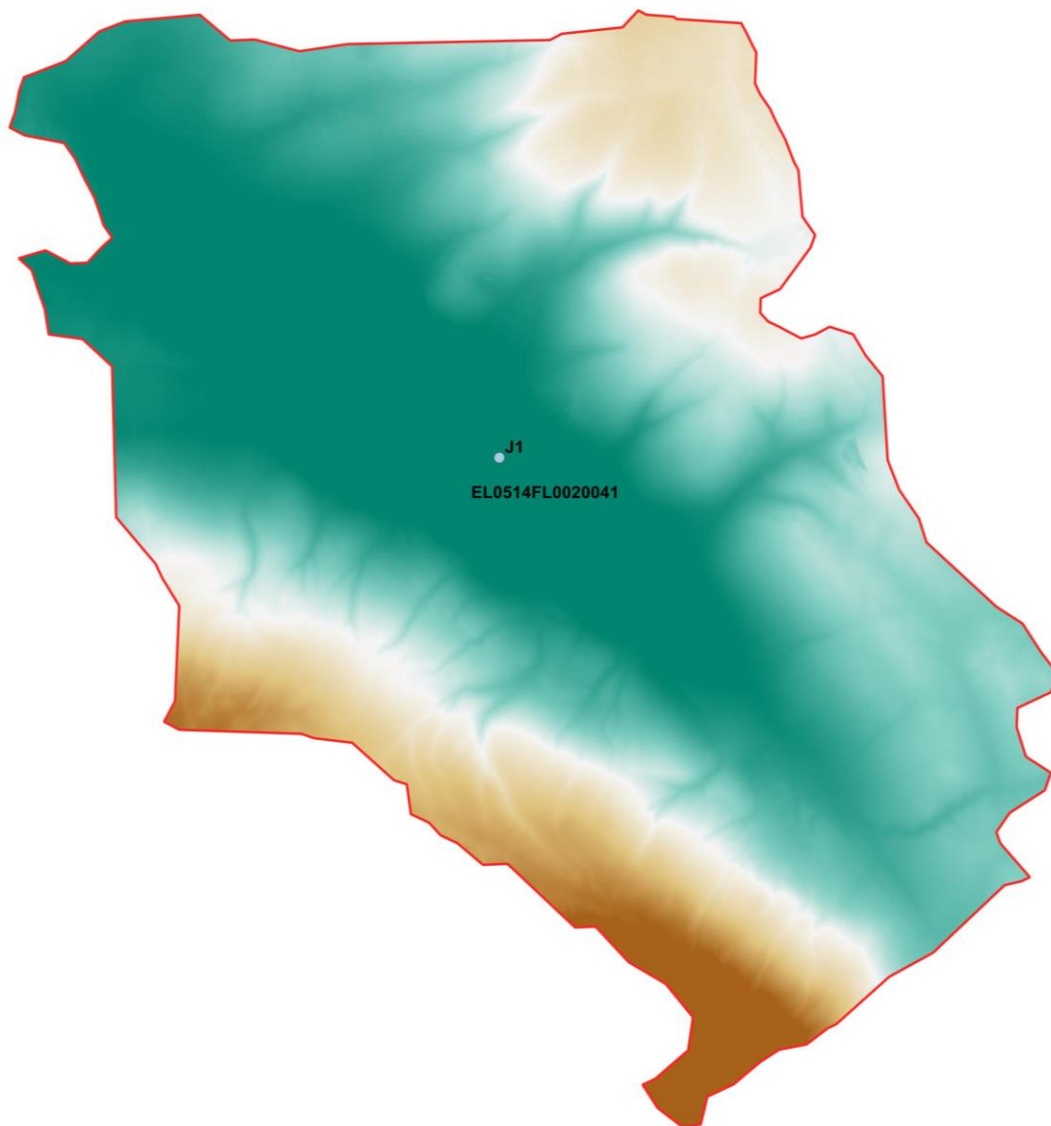
Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 24.0 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 743.1 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 605.6 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 9.5 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 3.6 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.943$.

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 5.10, ενώ στο Παράρτημα Π5 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης, και τα αντίστοιχα γραφήματα.



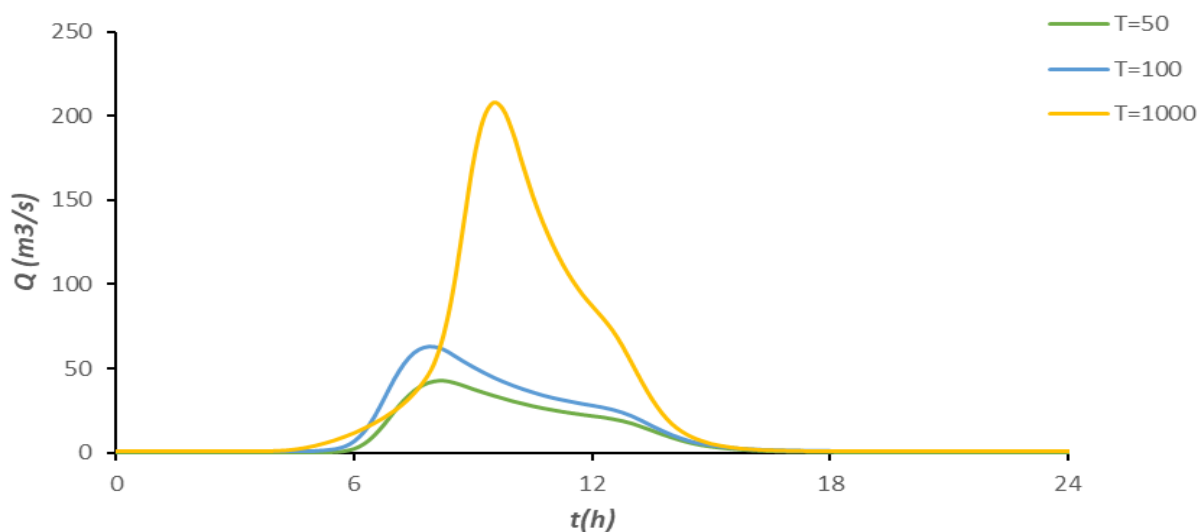
Εικόνα 5-6 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-10 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής οροπεδίου Ασβεστοχωρίου ΕΛ0512FR00002_4			
Έκταση (km ²)	24.03	Υψόμετρο εξόδου (m)	605.6
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	743.07	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	3.62
Μέγιστο μήκος ροής (km)	9.49	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	743.1	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	117.0	117.0	117.0
T = 100	136.9	136.9	136.9
T = 1000	224.2	224.2	224.2
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	5.2	31.8	63.8
T = 100	10.1	44.4	81.1
T = 1000	45.7	109.4	161.2
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.044	0.272	0.545
T = 100	0.074	0.324	0.592
T = 1000	0.204	0.488	0.719
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	6.1	42.1	91.1
T = 100	11.2	62.6	121.1
T = 1000	86.8	206.6	284.9
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	0.124	0.765	1.533
T = 100	0.243	1.067	1.949
T = 1000	1.097	2.629	3.874
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	6.6	42.6	91.6
T = 100	11.9	63.3	121.8

T = 1000	88.0	207.8	286.1
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)		
T = 50	0.269	0.911	1.679
T = 100	0.461	1.286	2.167
T = 1000	1.461	2.993	4.238

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου (μέσες συνθήκες)



5.7 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΡΑΧΘΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου περιλαμβάνει 65 υπολεκάνες, 30 κόμβους και 30 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Στον κόμβο J4 βρίσκεται το φράγμα Πουρναρίου, ανάντη του οποίου αναπτύσσεται ο ομώνυμος ταμιευτήρας, μέγιστης έκτασης (στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας) 20.6 km². Η λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος έχει έκταση 1795 km². Στο μοντέλο προσομοιώνεται ο κύριος κλάδος του Αράχθου, καθώς και οι σημαντικότεροι παραπόταμοί του, που είναι ο Ζαγορίτικος (κλάδος R1614), ο Μετσοβίτικος (κλάδοι R1817 και R1712), ο Καλαρύτικος (κλάδοι R2120, R2019, R1910), ο Σαραντάπορος (κλάδος R3130) και ο Καλεντίνης (Ρετσανόρεμα), ο οποίος εκβάλλει στον κόμβο J23. Οι κλάδοι R65, R54 και R225 επικαλύπτονται από τον ταμιευτήρα, ενώ οι κλάδοι R2322 και R3022 καλύπτονται μερικώς από τον ταμιευτήρα. Κατάντη του φράγματος, ο ποταμός ρέει κατά μήκος της διαδρομής J4-J3-J2-J1, εκβάλλοντας στον Αμβρακικό Κόλπο. Ο κόμβος J3 είναι η έξοδος της πόλης της Άρτας, που αποτελεί το πλέον σημαντικό, από πλευράς δυνητικών συνεπειών, τμήμα υψηλού πλημμυρικού κινδύνου της συγκεκριμένης λεκάνης.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-7.

Για την προσομοίωση της διόδου από τον υπερχειλιστή του ταμιευτήρα Πουρναρίου, γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, ο ταμιευτήρας είναι σε πλήρη πλήρωση (στάθμη υπερχείλισης, +107.5 m), ενώ καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης οι στρόβιλοι λειτουργούν στην πλήρη παροχευτικότητα τους, με σταθερή παροχή εκροής 500 m³/s. Ακόμη, θεωρείται ότι τα θυροφράγματα είναι πλήρως ανοιχτά, και συνεπώς η διόδευση γίνεται από

ελεύθερο υπερχειλιστή, για τον οποίο λαμβάνεται πλάτος $b = 37.5$ m και συντελεστής απωλειών $c = 2.00$. Τέλος, εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα, το γράφημα της οποίας δίνεται στην Εικόνα 5-8.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 1917.9$ km²
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 805.3$ m
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0$ m
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 139.3$ km
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 19.6$ h

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48$ h και χρονικό βήμα $\Delta t = 15$ min.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.894$.

Σημειώνεται, ακόμη, ότι ως μέσο υψόμετρο, το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης της λεκάνης, λαμβάνεται η διάμεσος τιμή και όχι ο μέσος όρος των υψομέτρων, δεδομένου ότι κατά μήκος του κύριου κλάδου του Αράχθου αναπτύσσονται σαφώς μικρότερες κλίσεις συγκριτικά με τα εκατέρωθεν τμήματα.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-11 και 5-12, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-13. Στο Παράρτημα Π6 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-11 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	Άραχθος	J2	J1	7.708	0.0006
R32	Άραχθος	J3	J2	12.314	0.0007
R43	Άραχθος	J4	J3	5.364	0.0043
R54	Άραχθος	J5	J4	10.587	0.0032
R65	Άραχθος	J6	J5	11.527	0.0033
R76	Άραχθος	J7	J6	4.931	0.0087
R87	Άραχθος	J8	J7	4.496	0.0051
R98	Άραχθος	J9	J8	9.423	0.0068
R109	Άραχθος	J10	J9	9.719	0.0104
R1110	Άραχθος	J11	J10	12.626	0.0051
R1211	Άραχθος	J12	J11	11.051	0.0049
R1312	Άραχθος	J13	J12	10.192	0.0036
R1413	Άραχθος	J14	J13	1.04	0.0035

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Όνομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R1514	Άραχθος	J15	J14	15.922	0.0103
R1614	Ζαγορίτικος	J16	J14	13.259	0.0056
R1712	Μετσοβίτικος	J17	J12	11.197	0.0137
R1817	Μετσοβίτικος	J18	J17	12.009	0.0183
R1910	Καλαρύτικος	J19	J10	7.276	0.0138
R2019	Καλαρύτικος	J20	J19	2.952	0.0041
R2120	Καλαρύτικος	J21	J20	3.355	0.0415
R225	Ρετσανόρεμα	J22	J5	5.15	0.0073
R2322	Ρετσανόρεμα	J23	J22	6.985	0.0036
R2423	Ρετσανόρεμα	J24	J23	6.335	0.0063
R2524	Ρετσανόρεμα	J25	J24	4.776	0.0105
R2625	Ρετσανόρεμα	J26	J25	2.714	0.0134
R2726	Ρετσανόρεμα	J27	J26	6.471	0.0189
R2824	Ρετσανόρεμα	J28	J24	9.044	0.0102
R2928		J29	J28	6.52	0.0154
R3022	Σαραντάπορος	J30	J22	5.185	0.0070
R3130	Σαραντάπορος	J31	J30	12.85	0.0117

Πίνακας 5-12 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0514FR003001	EL0514FR00003		J15	46.019	1194.8	656.0	12.4
EL0514FR003002	EL0514FR00003		J15	33.644	1239.9	659.7	10.8
EL0514FR003003	EL0514FR00003	R1614	J14	51.675	835.5	495.7	17.1
EL0514FR003004	EL0514FR00003	R1514	J14	62.347	845.4	495.0	18.4
EL0514FR003005	EL0514FR00003	R1413	J13	0.914	548.3	491.3	2.4
EL0514FR003006	EL0514FR00003		J13	19.252	899.6	491.0	13.5
EL0514FR003007	EL0514FR00003	R1312	J12	23.355	653.7	454.2	13.2
EL0514FR003008	EL0514FR00003	R1712	J12	46.022	981.6	456.7	17.1

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0514FR003009	EL0514FR00003		J17	18.07	1504.0	610.4	10.0
EL0514FR003010	EL0514FR00003	R1817	J17	90.496	1129.4	606.7	18.7
EL0514FR003011	EL0514FR00003		J18	26.555	1300.6	824.8	9.7
EL0514FR003012	EL0514FR00003		J18	29.385	1501.4	826.0	11.6
EL0514FR003013	EL0514FR00003	R1211	J11	44.12	802.2	404.8	15.9
EL0514FR003014	EL0514FR00003		J11	22.293	1350.6	402.5	9.9
EL0514FR003015	EL0514FR00003		J21	51.111	1608.0	577.9	17.6
EL0514FR003016	EL0514FR00003		J21	20.252	1439.5	566.9	7.7
EL0514FR003017	EL0514FR00003		J21	26.546	1570.5	583.2	9.8
EL0514FR003018	EL0514FR00003	R2120	J20	4.658	769.5	451.7	4.11
EL0514FR003019	EL0514FR00003		J20	56.357	1223.6	451.6	17.172
EL0514FR003020	EL0514FR00003	R2019	J19	10.483	719.7	438.4	5.548
EL0514FR003021	EL0514FR00003		J19	14.839	953.1	438.4	8.709
EL0514FR003022	EL0514FR00003	R1110	J10	68.593	762.3	367.8	16.042
EL0514FR003023	EL0514FR00003	R1910	J10	35.954	752.9	367.8	8.72
EL0514FR003024	EL0514FR00003	R109	J9	55.269	764.1	227.0	17.804
EL0514FR003025	EL0514FR00003		J9	30.823	778.3	237.8	12.324
EL0514FR003026	EL0514FR00003		J9	12.642	935.2	237.9	10.442
EL0514FR003027	EL0514FR00003	R98	J8	75.07	898.6	168.9	18.888
EL0514FR003028	EL0514FR00003		J8	25.465	824	171.3	12.652
EL0514FR003029	EL0514FR00003	R87	J7	14.963	454.9	149.4	10.202
EL0514FR003030	EL0514FR00003		J7	14.023	758.2	149.8	12.03
EL0514FR003031	EL0514FR00003		J7	21.307	735.7	149.8	13.314
EL0514FR003032	EL0514FR00003	R76	J6	17.847	419.7	124.1	9.256
EL0514FR003033	EL0514FR00003	IN	J6	17.546	1142.5	125.7	13.04
EL0514FR003034	EL0514FR00003	R65	J5	83.423	447.9	103.2	19.006
EL0514FR003035	EL0514FR00003		J31	13.028	862.4	294.6	9.452

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0514FR003036	EL0514FR00003		J31	48.704	766.2	294.3	15.408
EL0514FR003037	EL0514FR00003	R3130	J30	32.675	386.7	139.5	16.942
EL0514FR003038	EL0514FR00003		J30	25.233	386.6	139.5	12.089
EL0514FR003039	EL0514FR00003	R3022	J22	8.723	260.1	104.6	7.309
EL0514FR003040	EL0514FR00003	R2322	J22	22.702	294.5	106.6	11.031
EL0514FR003041	EL0514FR00003		J23	11.302	377.4	131.7	7.834
EL0514FR003042	EL0514FR00003	R2423	J23	9.379	282.9	132.1	8.086
EL0514FR003043	EL0514FR00003	R2824	J24	29.889	401.3	168.2	12.169
EL0514FR003044	EL0514FR00003		J24	19.824	596.3	170.7	12.317
EL0514FR003045	EL0514FR00003		J26	19.468	985.6	254.0	11.636
EL0514FR003046	EL0514FR00003	R2524	J24	5.628	300.6	170.7	6.493
EL0514FR003047	EL0514FR00003		J25	17.53	444	218.6	11.271
EL0514FR003048	EL0514FR00003	R2625	J25	3.984	379	218.5	4.347
EL0514FR003049	EL0514FR00003	R2726	J26	37.368	591.3	256.5	15.122
EL0514FR003051	EL0514FR00003		J27	17.158	703.5	384.0	9.816
EL0514FR003052	EL0514FR00003		J27	20.256	768.5	380.3	10.351
EL0514FR003053	EL0514FR00003		J27	23.121	867.4	380.1	12.577
EL0514FR003054	EL0514FR00003		J28	25.242	926.2	262.6	15.141
EL0514FR003055	EL0514FR00003		J29	14.626	838.1	362.9	9.955
EL0514FR003056	EL0514FR00003		J29	25.332	879.6	362.3	10.93
EL0514FR003057	EL0514FR00003	R2928	J28	14.185	514.6	264.3	9.158
EL0514FR003058	EL0514FR00003	R54	J4	75.127	274.2	26.0	17.307
EL0514FR003059	EL0514FR00003	R43	J3	14.457	69.2	13.4	13.605
EL0514FR003060	EL0514FR00003	R21	J1	25.816	3.9	0.0	5.105
EL0514FR003061	EL0514FR00003		J16	37.419	908	564.2	11.288
EL0514FR003062	EL0514FR00003		J16	48.982	992.3	540.8	15.045
EL0514FR003063	EL0514FR00003		J4	28.059	280.3	24.9	12.653

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0514FR003065	EL0514FR00003		J13	8.812	925	493.1	7.843
EL0514FR003066	EL0514FR00003	R225	J5	6.915	204.8	103.0	2.946
EL0514FR003067	EL0514FR00003	R32	J2	46.662	28.1	0.0	7.819

Πίνακας 5-13 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

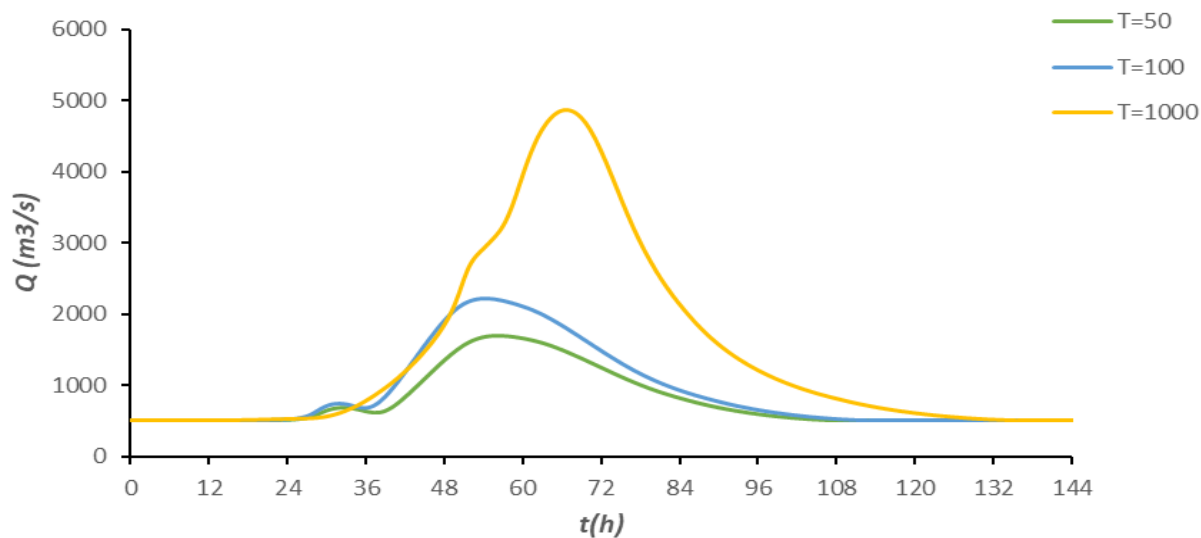
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Αράχθου EL0514FR00003			
Έκταση (km ²)	1917.88	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.31	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	19.60
Μέγιστο μήκος ροής (km)	139.30	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	805.3	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	221.8	221.8	221.8
T = 100	259.6	259.6	259.6
T = 1000	425.4	425.4	425.4
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	91.6	147.2	183.5
T = 100	120.1	182.0	220.6
T = 1000	258.5	339.8	384.3
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.413	0.664	0.828
T = 100	0.462	0.701	0.850
T = 1000	0.608	0.799	0.903
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	851.4	1574.6	2090.3
T = 100	1213.6	2079.3	2627.3

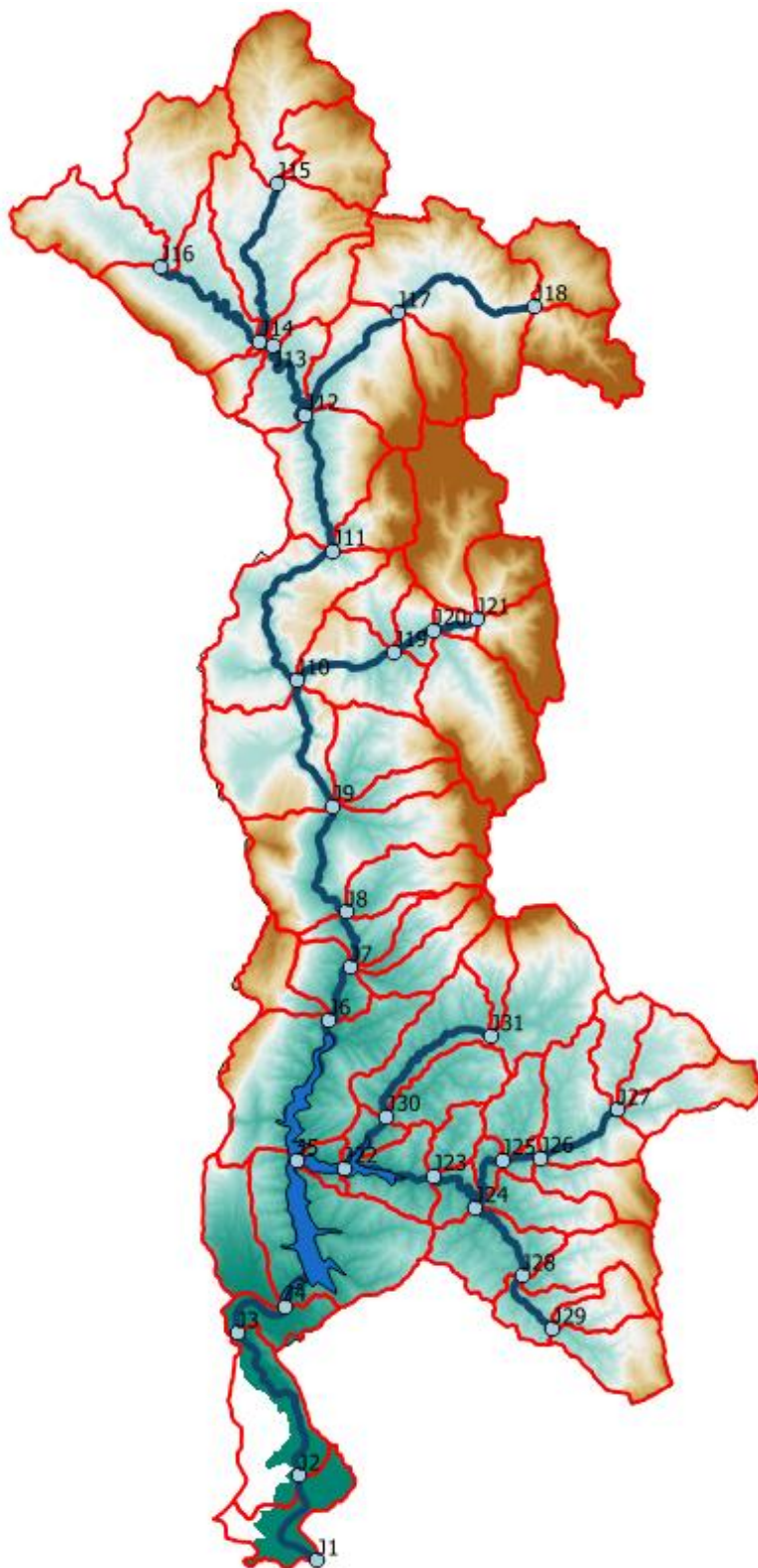
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

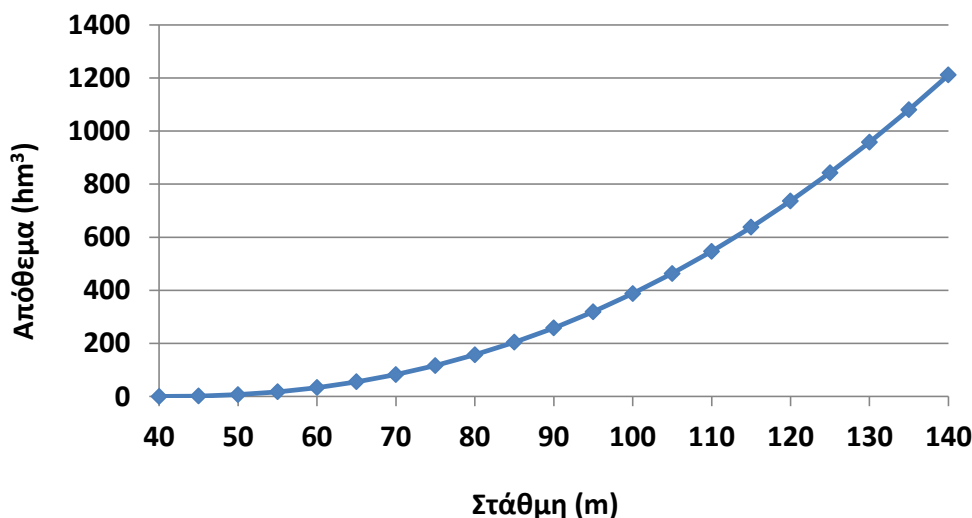
T = 1000	3646.2	4666.3	5097
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	175.627	282.281	351.967
T = 100	230.300	349.125	423.036
T = 1000	495.763	651.774	737.076
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	965.9	1689.2	2204.9
T = 100	1347.2	2212.9	2760.9
T = 1000	3837.1	4857.2	5287.9
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)			
T = 50	704.608	796.586	861.543
T = 100	755.151	864.139	934.626
T = 1000	1010.875	1163.447	1247.672

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 5-7 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών



Εικόνα 5-8 Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Πουρναρίου (στέψη υπερχειλιστή +107.5 m)

5.8 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΔΙΠΟΤΑΜΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Διπόταμου περιλαμβάνει 17 υπολεκάνες, 12 κόμβους και 11 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-10.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 224.7 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 340.6 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 31.7 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 7.3 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 24 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.917$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-14 και 5-15, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-16 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης. Στο Παράρτημα Π7 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-14 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάπτυξη	Κατάπτυξη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0514FR004001	Διπόταμο	J2	J1	1.952	0.0018
R32	EL0514FR004002	Διπόταμο	J3	J2	0.392	0.0056
R43	EL0514FR004004	Διπόταμο	J4	J3	5.446	0.0041
R54	EL0514FR004005	Διπόταμο	J5	J4	4.198	0.0121
R65	EL0514FR004006	Διπόταμο	J6	J5	4.181	0.0169
R72	EL0514FR004003		J7	J2	4.285	0.0033
R87	EL0514FR004011		J8	J7	6.718	0.0024
R98	EL0514FR004012		J9	J8	4.414	0.0125
R107	EL0514FR004010		J10	J7	5.618	0.0141
R113	EL0514FR004014	Μαντάνι	J11	J3	3.708	0.0024
R1211	EL0514FR004015	Μαντάνι	J12	J11	8.720	0.0198

Πίνακας 5-15 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0514FR004001	EL0514FR00004	R21	J1	1.952	1.1	0.0	2.2
EL0514FR004002	EL0514FR00004	R32	J2	0.129	3.6	3.5	0.6
EL0514FR004003	EL0514FR00004	R72	J2	3.139	16.5	1.7	4.3
EL0514FR004004	EL0514FR00004	R43	J3	3.813	19.1	3.0	5.5
EL0514FR004005	EL0514FR00004	R54	J4	6.292	123.2	19.4	6.7
EL0514FR004006	EL0514FR00004	R65	J5	8.523	306.4	77.5	6.4
EL0514FR004007	EL0514FR00004	IN	J6	45.766	491.9	143.2	15.5
EL0514FR004008	EL0514FR00004	IN	J6	14.212	455.8	147.0	8.2
EL0514FR004009	EL0514FR00004	IN	J10	12.225	366.5	96.3	7.4
EL0514FR004010	EL0514FR00004	R107	J7	13.421	101.2	16.6	8.8
EL0514FR004011	EL0514FR00004	R87	J7	14.76	73.0	14.8	9.7
EL0514FR004012	EL0514FR00004	R98	J8	8.257	112.2	33.4	5.5
EL0514FR004013	EL0514FR00004	IN	J9	22.157	376.9	88.4	11.6

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

EL0514FR004014	EL0514FR00004	R113	J3	1.471	8.1	5.7	3.9
EL0514FR004015	EL0514FR00004	R1211	J11	32.029	266.2	8.4	11.1
EL0514FR004016	EL0514FR00004	IN	J12	25.771	521.2	178.2	9.6
EL0514FR004017	EL0514FR00004	IN	J12	10.837	543.2	176.9	6.5

Πίνακας 5-16 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

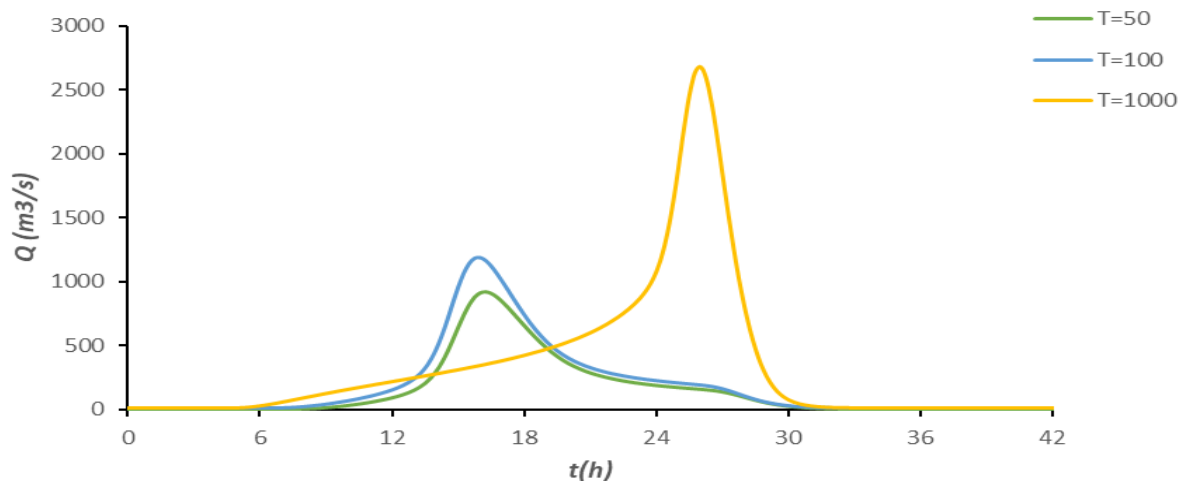
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Διπόταμου EL0514FR00004			
Έκταση (km ²)	224.75	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	7.29
Μέγιστο μήκος ροής (km)	31.69	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	340.6	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	154.1	154.1	154.1
T = 100	180.6	180.6	180.6
T = 1000	296.3	296.3	296.3
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	55.4	96.6	124.4
T = 100	74.3	120.5	150.1
T = 1000	167.8	229.7	264.3
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.359	0.626	0.807
T = 100	0.411	0.667	0.832
T = 1000	0.566	0.775	0.892
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	498.8	910.6	1146
T = 100	706.5	1177.9	1427.9
T = 1000	2259.4	2666.7	2799.2
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	12.452	21.701	27.951
T = 100	16.692	27.088	33.745

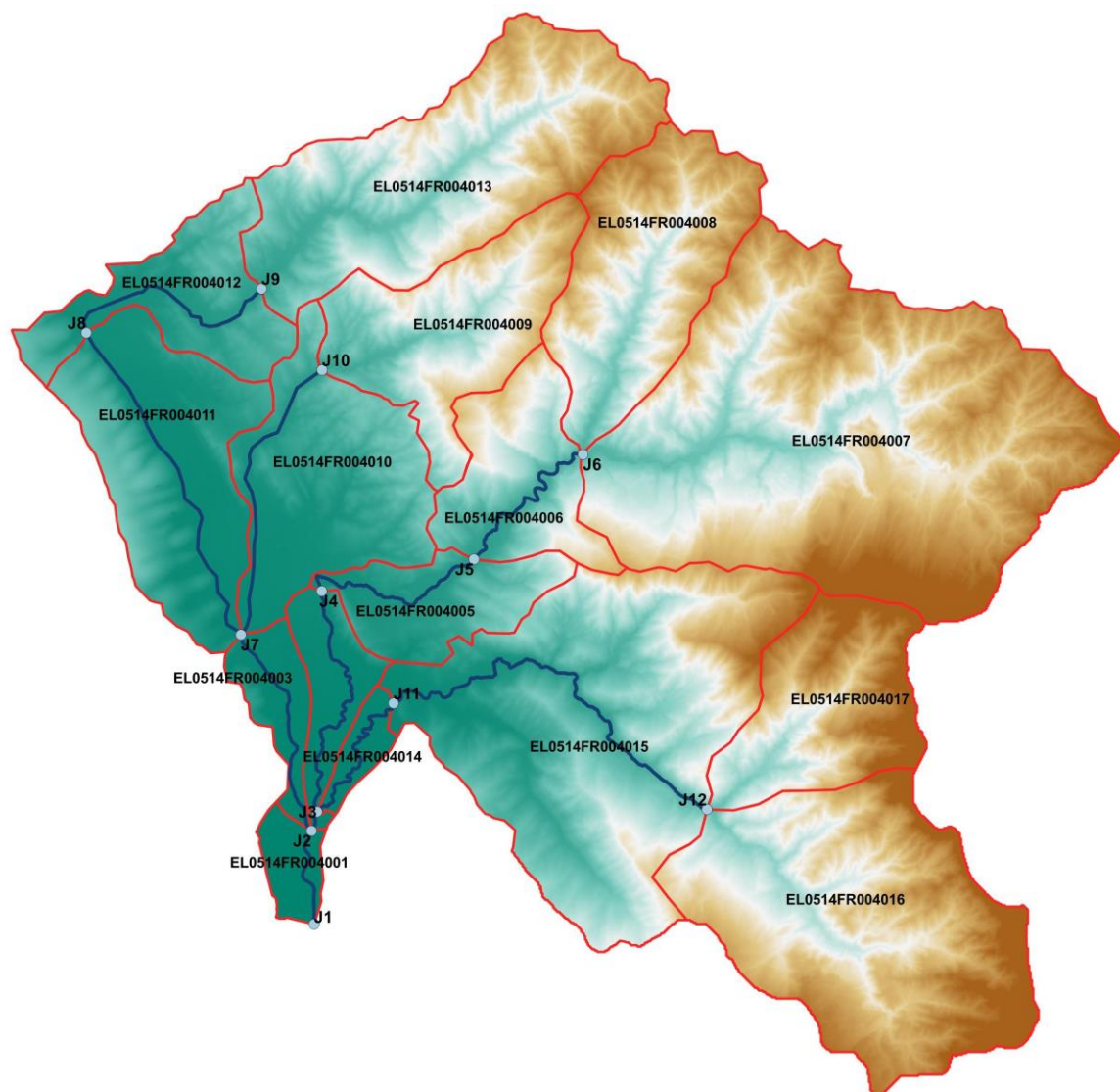
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 1000	37.709	51.637	59.392
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	503.3	915.1	1150.5
T = 100	713.2	1184.6	1434.6
T = 1000	2270.6	2677.9	2810.5
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)			
T = 50	15.369	24.618	30.868
T = 100	21.068	31.463	38.120
T = 1000	45.001	58.930	66.685

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 5-9 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

5.9 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΛΟΥΡΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Λούρου περιλαμβάνει 33 υπολεκάνες, 21 κόμβους και 20 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Στον κόμβο J21 βρίσκεται το ομώνυμο φράγμα, ανάντη του οποίου αναπτύσσεται μικρός ταμιευτήρας, που λόγω της πλήρωσής του με φερτά λειτουργεί, στην πράξη, ως μικρό υδροηλεκτρικό έργο (χωρίς αναρρύθμιση). Η λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος έχει έκταση 319 km². Το κατάντη τμήμα του ποταμού, μετά τον κόμβο J7, είναι διευθετημένο και προστατεύεται από αναχώματα. Μάλιστα, το αριστερό ανάχωμα ορίζει έναν τεχνητό υδροκρίτη, που εμποδίζει την εισροή νερού από το ανατολικό τμήμα της λεκάνης. Το τμήμα αυτό, που εκτείνεται μεταξύ του κάτω ρου των ποταμών Άραχθου και Λούρου (πεδιάδα Άρατς), προσομοιώνεται ως κλειστό υδρολογικό σύστημα (λεκάνη EL0513FR00011).

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη στην Εικόνα 5-10.

Για την προσομοίωση της διόδευσης από τον υπερχειλιστή του ταμιευτήρα Λούρου, γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, ο ταμιευτήρας είναι σε πλήρη πλήρωση (στάθμη υπερχείλισης, +96.0 m), ενώ καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης πραγματοποιείται εκροή μόνο διαμέσου του υπερχειλιστή (η διάρκεια την πλημμύρας είναι τέτοια που η υπόθεση λειτουργίας των στροβίλων στην πλήρη παροχετευτικότητά τους οδηγεί σε άδεια του ταμιευτήρα). Λαμβάνεται ελεύθερος υπερχειλιστής, ενεργού πλάτους $b = 73.5$ m και συντελεστή απωλειών $c = 2.00$. Τέλος, εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα, το γράφημα της οποίας δίνεται στην Εικόνα 5-11.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 818.5$ km²
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 215.0$ m
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0$ m
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 56.7$ km
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 17.0$ h

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48$ h και χρονικό βήμα $\Delta t = 15$ min. Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.912$. Σημειώνεται, ακόμη, ότι ως μέσο υψόμετρο, το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης της λεκάνης, λαμβάνεται η διάμεσος τιμή και όχι ο μέσος όρος των υψομέτρων, δεδομένου ότι σε μεγάλο μέρος της λεκάνης αναπτύσσονται εξαιρετικά μικρές κλίσεις.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-17 και 5-18, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-19. Στο Παράρτημα Π8 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-17 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	Λούρος	J2	J1	3.138	0.0005
R32	Λούρος	J3	J2	4.844	0.0005
R43	Λούρος	J4	J3	3.595	0.0001
54	Λούρος	J5	J4	1.195	0.0044
R65	Λούρος	J6	J5	8.499	0.0003
R76	Λούρος	J7	J6	5.041	0.0006
R87	Λούρος	J8	J7	5.571	0.0020
R218	Λούρος	J21	J8	9.241	0.0014
R921	Λούρος	J9	J21	9.241	0.0028
R109	Λούρος	J10	J9	11.275	0.0031

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R1110	Λούρος	J11	J10	1.127	0.0074
R1211	Λούρος	J12	J11	16.009	0.0082
R1312		J13	J12	2.367	0.0160
R147		J14	J7	11.597	0.0107
R155		J15	J5	4.841	0.0015
R1615		J16	J15	4.027	0.0042
R1715		J17	J15	21.806	0.0041
R184		J18	J4	3.968	0.0041
R193		J19	J3	1.851	0.0039
R2019		J20	J19	4.256	0.0019

Πίνακας 5-18 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0546FR005001	EL0546FR00005	R21	J1	9.833	35.5	0.0	6.742
EL0546FR005002	EL0546FR00005	R32	J2	6.786	9.5	1.7	6.663
EL0546FR005003	EL0546FR00005	R193	J3	2.795	11.7	0.0	3.728
EL0546FR005004	EL0546FR00005	R43	J3	17.162	69.7	0.0	6.960
EL0546FR005005	EL0546FR00005	R54	J4	3.126	10.4	4.6	2.992
EL0546FR005006	EL0546FR00005	R65	J5	19.600	88.5	9.8	6.506
EL0546FR005007	EL0546FR00005	R76	J6	4.198	27.9	12.5	3.750
EL0546FR005008	EL0546FR00005	R87	J7	11.228	48.7	4.1	7.023
EL0546FR005009	EL0546FR00005	R218	J8	19.123	182.2	16.8	10.098
EL0546FR005010	EL0546FR00005	R109	J9	36.473	279.4	115.2	15.750
EL0546FR005011	EL0546FR00005	R1110	J10	4.016	439.8	152.8	6.215
EL0546FR005012	EL0546FR00005	R1211	J11	74.491	617.5	161.0	21.793
EL0546FR005013	EL0546FR00005	R1312	J12	8.719	493.4	286.4	6.665
EL0546FR005014	EL0546FR00005		J13	17.213	876.0	331.3	10.259
EL0546FR005015	EL0546FR00005		J13	56.912	834.4	332.5	16.659

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

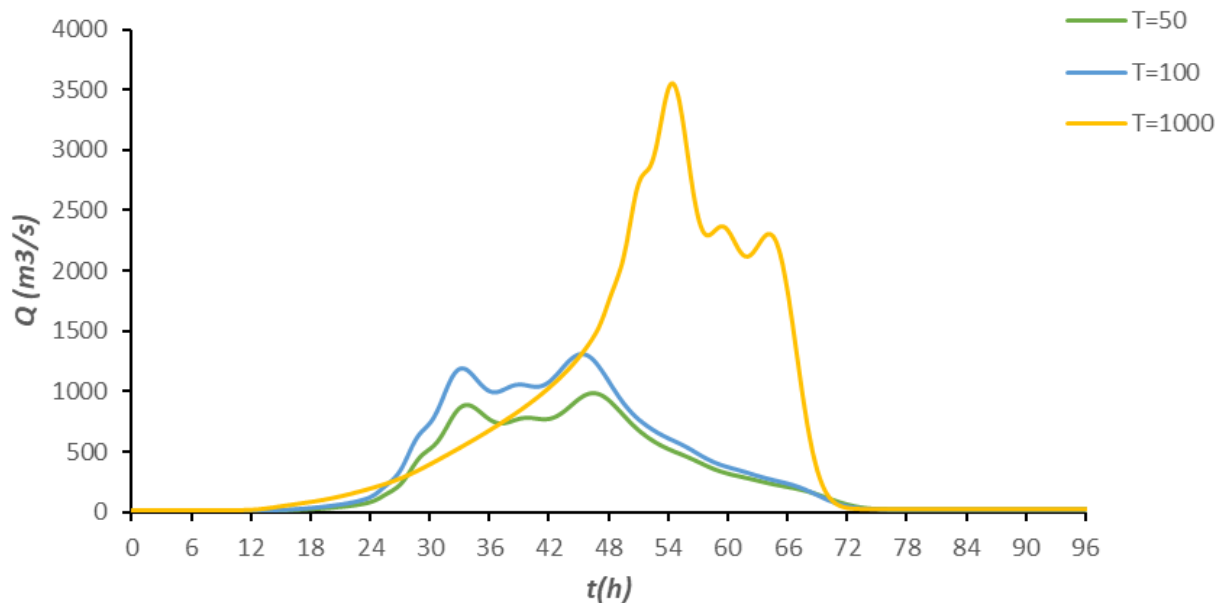
Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0546FR005016	EL0546FR00005		J12	70.549	772.1	287.3	17.169
EL0546FR005017	EL0546FR00005		J11	33.261	1035.0	164.9	13.742
EL0546FR005018	EL0546FR00005		J11	14.021	756.7	162.1	9.670
EL0546FR005019	EL0546FR00005	R1715	J15	105.270	257.8	14.2	24.146
EL0546FR005020	EL0546FR00005		J14	49.324	683.5	140.4	15.684
EL0546FR005021	EL0546FR00005		J19	21.129	168.6	1.9	11.580
EL0546FR005022	EL0546FR00005		J20	8.225	54.7	19.5	4.586
EL0546FR005023	EL0546FR00005	R2019	J19	11.054	39.4	1.2	9.041
EL0546FR005024	EL0546FR00005	R184	J4	5.881	43.1	1.5	5.398
EL0546FR005025	EL0546FR00005	R147	J7	50.606	109.6	4.1	13.310
EL0546FR005026	EL0546FR00005		J18	20.262	215.4	21.8	9.006
EL0546FR005027	EL0546FR00005		J18	40.562	348.1	21.6	16.845
EL0546FR005028	EL0546FR00005		J17	26.175	534.0	102.3	9.071
EL0546FR005029	EL0546FR00005		J9	21.975	590.5	120.1	12.806
EL0546FR005030	EL0546FR00005	R155	J5	13.434	170.1	0.2	6.172
EL0546FR005031	EL0546FR00005	R1615	J15	13.120	206.5	17.1	7.618
EL0546FR005032	EL0546FR00005		J16	17.352	514.1	32.4	11.761
EL0546FR005033	EL0546FR00005	R921	J21	4.625	238.0	88.5	3.872

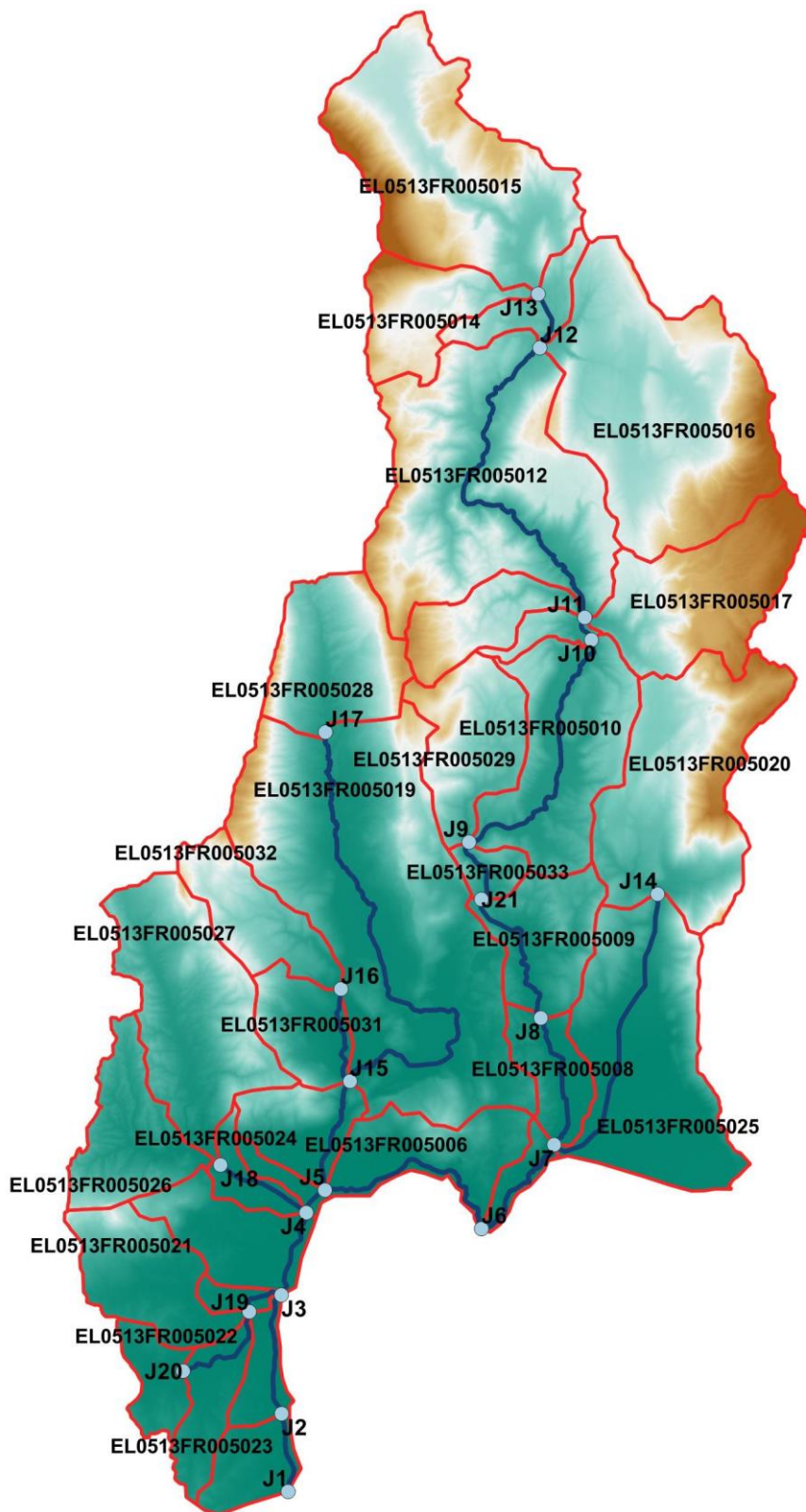
Πίνακας 5-19 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Λούρου EL0546FR00005			
Έκταση (km ²)	818.45	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	17.01
Μέγιστο μήκος ροής (km)	56.70	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	215.0	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	230.1	230.1	230.1
T = 100	269.4	269.4	269.4
T = 1000	441.6	441.6	441.6
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	45.0	108.0	161.5
T = 100	65.3	139.7	198.4
T = 1000	176.8	290.5	364.6
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.196	0.469	0.702
T = 100	0.242	0.519	0.737
T = 1000	0.400	0.658	0.826
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	351.1	966	1443.6
T = 100	535.3	1287.3	1809
T = 1000	2508.2	3524.6	3964.4
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	36.842	88.401	132.148
T = 100	53.448	114.363	162.430
T = 1000	144.703	237.794	298.455
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	367.5	982.3	1460.0
T = 100	553.3	1305.3	1827.0
T = 1000	2532.8	3549.2	3988.9

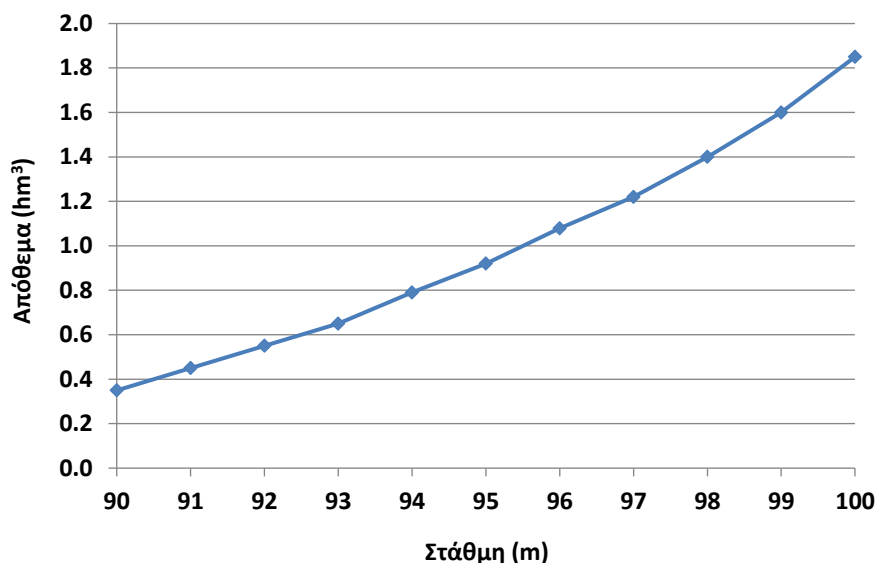
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	57.664	109.258	153.036
T = 100	76.381	137.338	185.439
T = 1000	176.103	269.259	329.961

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 5-10 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών



Εικόνα 5-11 Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Λούρου (στέψη υπερχειλιστή +96.0 m)

5.10 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΡΕΘΩΝΑ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Αρέθων περιλαμβάνει 6 υπολεκάνες, 4 κόμβους και 3 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-12.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 71.8 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 309.4 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 29.9 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 5.6 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 24 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.939$.

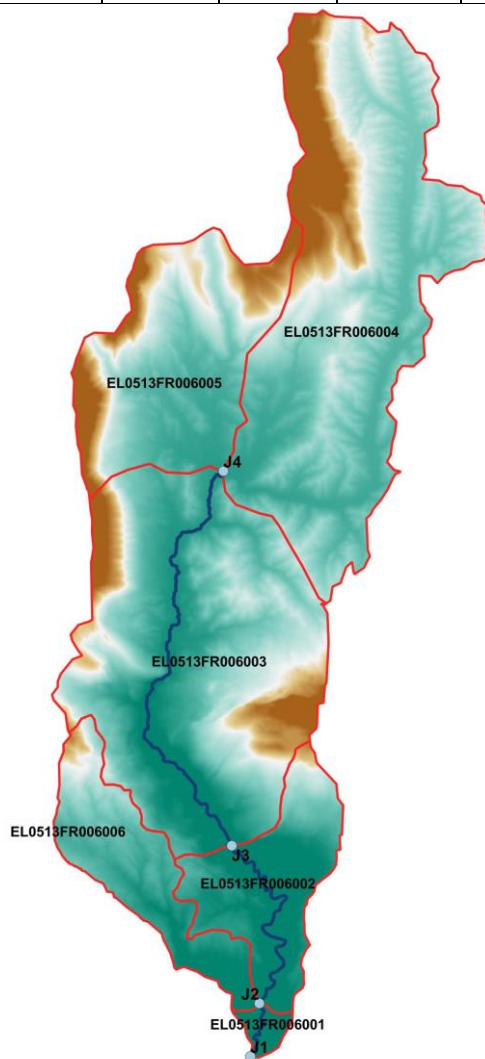
Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-20 και 5-21, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-22. Στο Παράρτημα Π9 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-20 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάπτυξη	Κατάπτυξη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0513FR006001	-	J2	J1	1.256	0.0068
R32	EL0513FR006002	-	J3	J2	4.751	0.0058
R43	EL0513FR006003	-	J4	J3	8.896	0.0145

Πίνακας 5-21 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0513FR006001	EL0513FR00006	R21	J1	0.6	24.4	0.0	1.329
EL0513FR006002	EL0513FR00006	R32	J2	6.3	138.9	9.4	6.158
EL0513FR006003	EL0513FR00006	R43	J3	23.1	292.3	34.3	11.881
EL0513FR006004	EL0513FR00006	-	J4	24.8	362.8	163.1	15.039
EL0513FR006005	EL0513FR00006	-	J4	11.3	378.9	163.4	5.197
EL0513FR006006	EL0513FR00006	-	J2	5.7	223.8	10.1	7.368



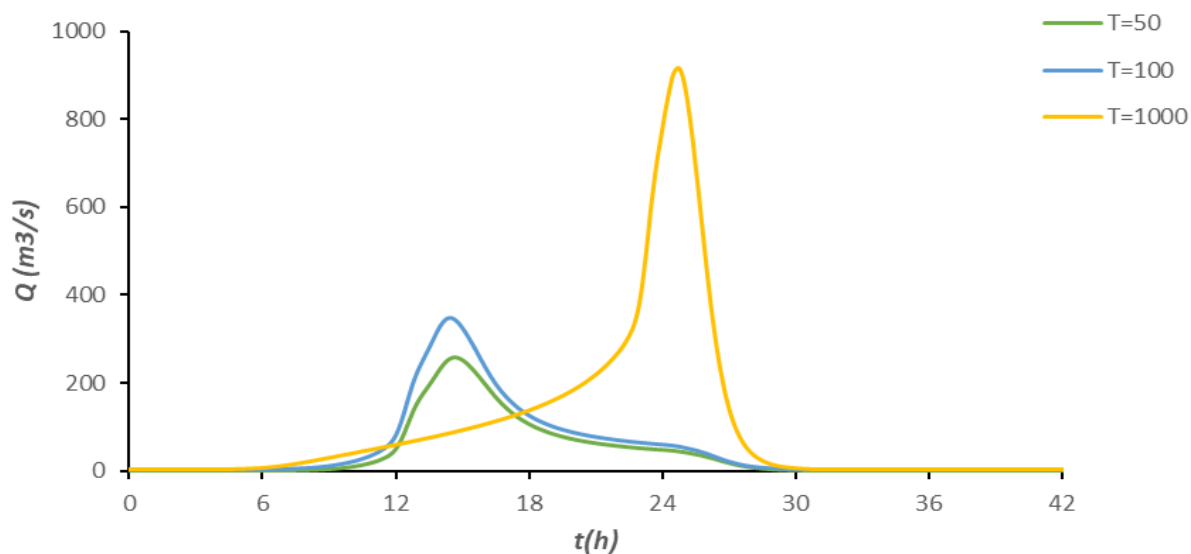
Εικόνα 5-12 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-22 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Αρέθωνα EL0513FR00006			
Έκταση (km ²)	71.80	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.60
Μέγιστο μήκος ροής (km)	29.93	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	309.4	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	165.0	165.0	165.0
T = 100	193.3	193.3	193.3
T = 1000	317.0	317.0	317.0
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	35.7	81.8	119.1
T = 100	51.3	105.2	146.0
T = 1000	135.3	215.6	266.1
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.216	0.496	0.722
T = 100	0.265	0.544	0.755
T = 1000	0.427	0.680	0.839
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	91.6	255	381.5
T = 100	144.9	345.8	484
T = 1000	673.4	913.2	1005.3
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	2.564	5.870	8.551
T = 100	3.682	7.552	10.479
T = 1000	9.712	15.479	19.107
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	93.0	256.5	383.0
T = 100	147.0	348.0	486.1
T = 1000	677.0	916.8	1008.9

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	3.496	6.802	9.483
T = 100	5.080	8.950	11.877
T = 1000	12.042	17.808	21.436

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.11 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΧΕΡΟΝΤΑ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Αχέροντα περιλαμβάνει 29 υπολεκάνες, 18 κόμβους και 17 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-13.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 729.6 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 454.6 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 68.6 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 12.4 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.914$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-23 και 5-24, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-25. Στο Παράρτημα Π10 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-23 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Όνομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	Αχέροντας	J2	J1	6.036	0.0009
R32	Αχέροντας	J3	J2	4.671	0.0023
R43	Αχέροντας	J4	J3	11.570	0.0024
R54	Αχέροντας	J5	J4	3.007	0.0158
R65	Αχέροντας	J6	J5	8.150	0.0115
R76	Αχέροντας	J7	J6	12.757	0.0051
R87	Αχέροντας	J8	J7	13.308	0.0111
R97		J9	J7	8.560	0.0072
R105	Αχέροντας	J10	J5	10.171	0.0264
R1112		J11	J12	7.255	0.0076
R1213	Κοκτός	J12	J13	11.711	0.0048
R1314	Κοκτός	J13	J14	8.491	0.0025
R1415	Κοκτός	J14	J15	2.968	0.0033
R152	Κοκτός	J15	J2	3.194	0.0016
R1615		J16	J15	4.355	0.0031
R173		J17	J3	5.450	0.0121
R183		J18	J3	3.620	0.0089

Πίνακας 5-24 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0513FR007001	EL0513FR00007	R21	J1	10.614	13.8	0.0	6.0
EL0513FR007002	EL0513FR00007	R32	J2	36.491	93.5	0.0	7.1
EL0513FR007003	EL0513FR00007	R152	J2	2.147	24.9	5.8	1.9
EL0513FR007004	EL0513FR00007		J15	11.496	157.5	9.0	9.0
EL0513FR007005	EL0513FR00007	R1615	J15	8.158	50.4	6.8	5.6
EL0513FR007006	EL0513FR00007		J16	47.061	251.9	13.6	16.1
EL0513FR007007	EL0513FR00007	R1415	J15	2.051	14.0	11.0	3.3

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

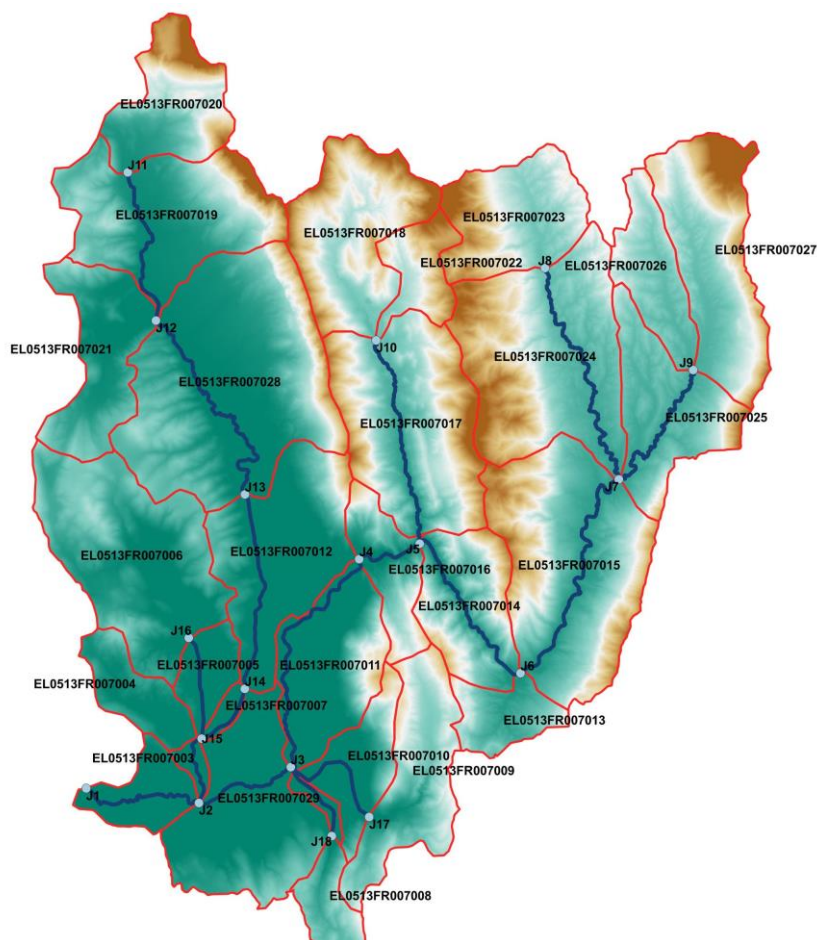
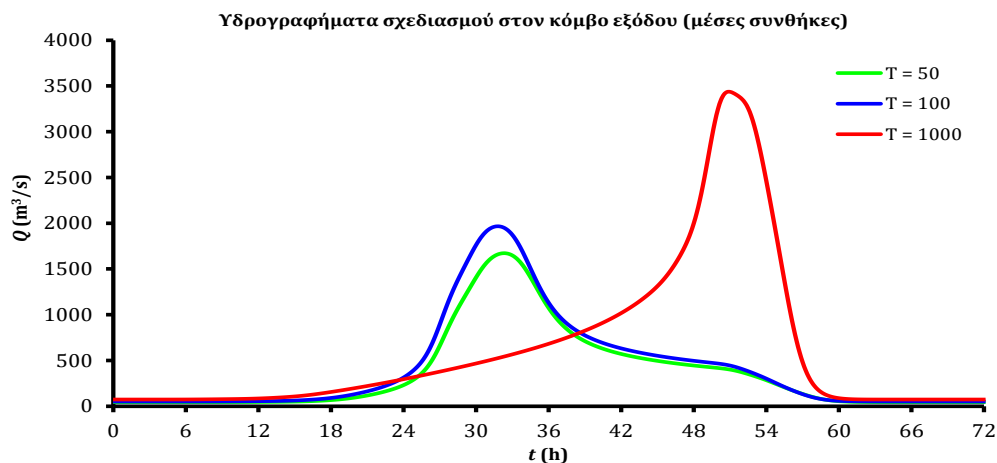
Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0513FR007008	EL0513FR00007		J18	8.000	401.7	46.9	7.3
EL0513FR007009	EL0513FR00007		J17	25.563	527.2	60.9	11.6
EL0513FR007010	EL0513FR00007	R173	J3	14.218	243.7	10.1	7.3
EL0513FR007011	EL0513FR00007	R43	J3	27.000	165.3	11.6	12.6
EL0513FR007012	EL0513FR00007	R1314	J14	36.828	156.3	15.8	16.0
EL0513FR007013	EL0513FR00007		J6	10.560	414.7	185.8	4.8
EL0513FR007014	EL0513FR00007	R65	J5	22.476	532.5	67.5	8.3
EL0513FR007015	EL0513FR00007	R76	J6	54.511	605.5	173.6	16.8
EL0513FR007016	EL0513FR00007	R54	J4	13.515	456.4	40.4	7.0
EL0513FR007017	EL0513FR00007	R105	J5	45.333	685.5	102.4	13.8
EL0513FR007018	EL0513FR00007		J10	32.484	855.4	362.0	12.046
EL0513FR007019	EL0513FR00007	R1112	J12	40.095	412.2	96.8	12.37
EL0513FR007020	EL0513FR00007		J11	21.516	678.8	151.8	9.285
EL0513FR007021	EL0513FR00007		J12	23.014	243	97.2	10.075
EL0513FR007022	EL0513FR00007		J10	10.494	891.7	362.9	8.405
EL0513FR007023	EL0513FR00007		J8	25.041	776.5	393.4	9.117
EL0513FR007024	EL0513FR00007	R87	J7	52.104	696	241.9	18.392
EL0513FR007025	EL0513FR00007	R97	J7	25.398	457	242.2	11.63
EL0513FR007026	EL0513FR00007		J9	15.520	509.8	307.6	11.182
EL0513FR007027	EL0513FR00007		J9	34.031	757.2	310.0	14.772
EL0513FR007028	EL0513FR00007	R1213	J13	71.905	307.9	35.8	19.689
EL0513FR007029	EL0513FR00007	R183	J3	1.985	25.4	16.4	3.701

Πίνακας 5-25 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Αχέροντα EL0513FR00007			
Έκταση (km ²)	729.61	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.1
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	12.37
Μέγιστο μήκος ροής (km)	68.62	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	454.6	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	239.8	239.8	239.8
T = 100	280.8	280.8	280.8
T = 1000	460.3	460.3	460.3
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	56.7	121.7	174.4
T = 100	80.0	155.7	213.3
T = 1000	203.9	315.8	387.4
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.237	0.507	0.727
T = 100	0.285	0.555	0.760
T = 1000	0.443	0.686	0.842
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	811.7	T = 50	811.7
T = 100	1195.4	T = 100	1195.4
T = 1000	4253.6	T = 1000	4253.6
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	41.402	T = 50	41.402
T = 100	58.386	T = 100	58.386
T = 1000	148.776	T = 1000	148.776
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	855.4	T = 50	855.4
T = 100	1246.5	T = 100	1246.5
T = 1000	4326.6	T = 1000	4326.6

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	98.198	T = 50	98.198
T = 100	124.655	T = 100	124.655
T = 1000	243.493	T = 1000	243.493



Εικόνα 5-13 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

5.12 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΟΡΟΠΕΔΙΟΥ ΜΑΡΓΑΡΙΤΙ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του οροπεδίου Μαργαρίτι, συνολικής έκτασης 67.1 km², περιλαμβάνει τρεις υδρολογικά ανεξάρτητες κλειστές υπολεκάνες, που απορρέουν στους αντίστοιχους κόμβους εξόδου. Συγκεκριμένα, στην έξοδο των υπολεκανών EL0513FR008001 και EL0513FR008002 σχηματίζονται μικρές λίμνες, ενώ στην έξοδο της υπολεκάνης EL0513FR008003 υπάρχει καταβάθρα, όπου συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής της. Στις κλειστές λεκάνη δε θεωρούνται επιπλέον απώλειες πέραν των υδρολογικών ελλειμάτων, όπως υπολογίζονται από τη μέθοδο SCS-CN.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-14.

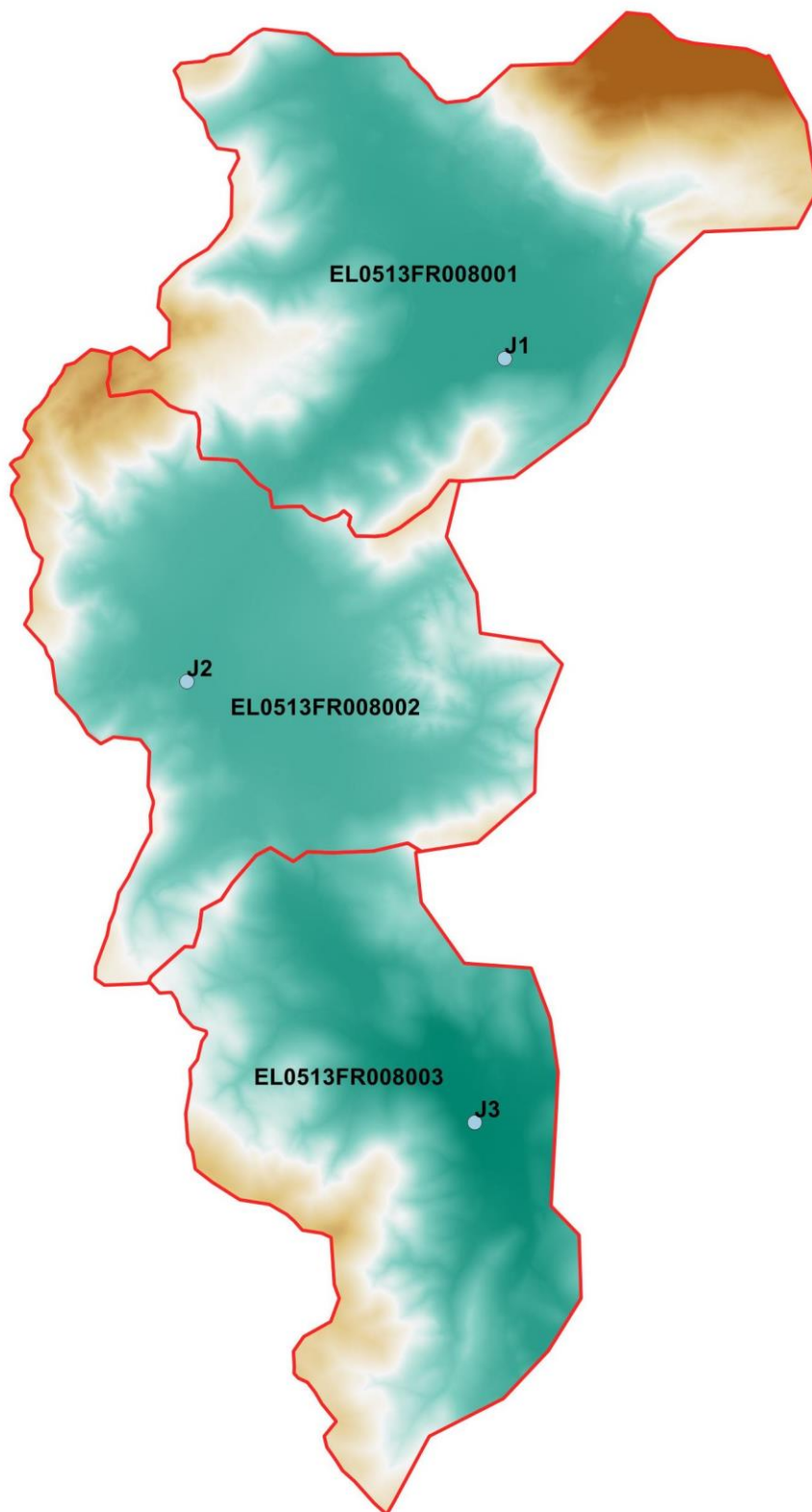
Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12$ h και χρονικό βήμα $\Delta t = 15$ min.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.923$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των τριών υπολεκανών δίνονται στον Πίνακα 5-26, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-27. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι έξοδος μίας εκ των τριών λεκανών απορροής που απαρτίζουν το υδρολογικό σύστημα, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο τους συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π11 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-26 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0513FR008001	EL0513FR00008	-	J1	26.04	426.9	187.9	5.84
EL0513FR008002	EL0513FR00008	-	J2	21.33	375.8	239.8	5.09
EL0513FR008003	EL0513FR00008	-	J3	19.76	332.1	69.3	4.49



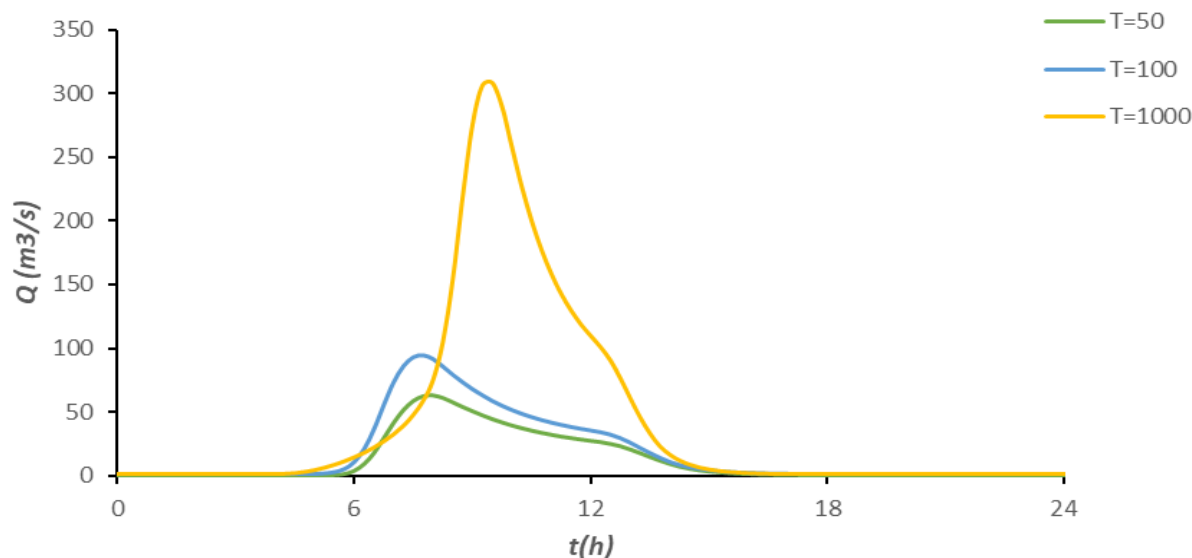
Εικόνα 5-14 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-27 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Οροπεδίου Μαργαρίτι EL0513FR00008			
Έκταση (km ²)	67.14	Υψόμετρο εξόδου (m)	184.7
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.92
Μέγιστο μήκος ροής (km)	0.00	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	380.9	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	145.5	145.5	145.5
T = 100	170.4	170.4	170.4
T = 1000	279.2	279.2	279.2
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	5.7	34.4	73.5
T = 100	11.1	48.6	94.0
T = 1000	52.3	124.6	191.4
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.039	0.236	0.505
T = 100	0.065	0.286	0.552
T = 1000	0.187	0.446	0.686
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	7.9	62.2	137.1
T = 100	15.2	93.2	182.8
T = 1000	125.7	307.4	429.1
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	0.381	2.307	4.932
T = 100	0.742	3.266	6.313
T = 1000	3.508	8.362	12.848
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	8.4	62.7	137.6
T = 100	16.0	94.0	183.6
T = 1000	127.0	308.7	430.4

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	0.777	2.703	5.328
T = 100	1.351	3.875	6.922
T = 1000	4.523	9.377	13.863

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.13 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Ξεροπόταμος περιλαμβάνει 5 υπολεκάνες, 4 κόμβους και 3 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-15.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 28.2 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 341.4 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 12.6 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 2.7 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.940$.

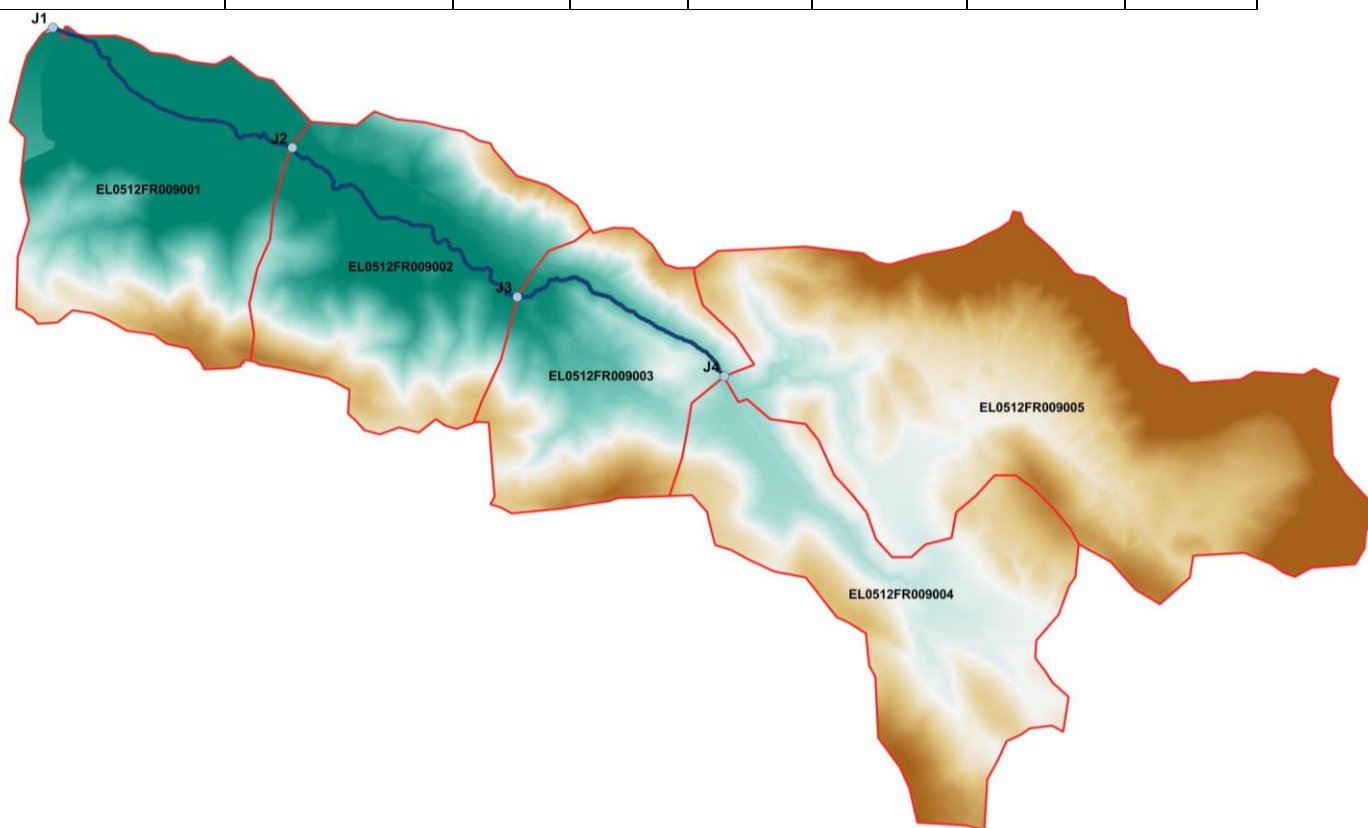
Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-28 και 5-29, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-30. Στο Παράρτημα Π12 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-28 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0512FR009001		J2	J1	2.465	0.0127
R32	EL0512FR009002		J3	J2	2.818	0.0208
R43	EL0512FR009003		J4	J3	2.208	0.0718

Πίνακας 5-29 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0512FR009001	EL0512FR00009	R21	J1	4.942	152.2	0.0	5.2
EL0512FR009002	EL0512FR00009	R32	J2	4.909	216.8	31.0	3.9
EL0512FR009003	EL0512FR00009	R43	J3	3.514	309.8	88.9	2.8
EL0512FR009004	EL0512FR00009		J4	5.172	378.8	245.8	5.1
EL0512FR009005	EL0512FR00009		J4	9.664	490.4	247.1	6.1



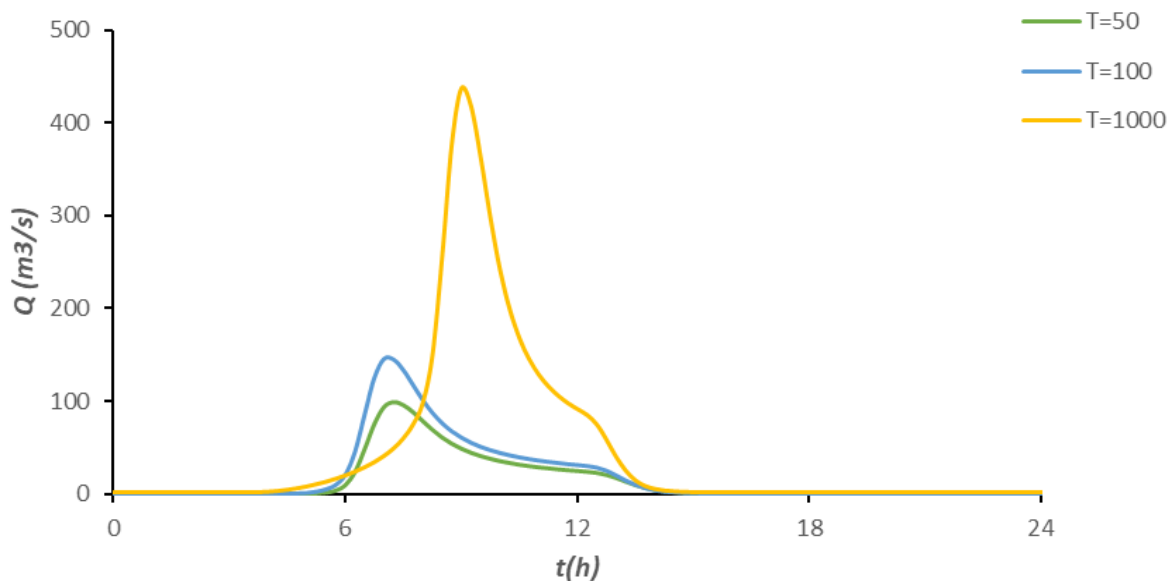
Εικόνα 5-15 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-30 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης.

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ξεροπόταμου EL0512FR00009			
Έκταση (km ²)	28.20	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.72
Μέγιστο μήκος ροής (km)	12.61	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	341.4	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	136.2	136.2	136.2
T = 100	159.4	159.4	159.4
T = 1000	261.1	261.1	261.1
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	10.9	43.2	79.5
T = 100	17.0	58.9	100.1
T = 1000	64.4	138.2	194.9
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.080	0.317	0.584
T = 100	0.107	0.369	0.628
T = 1000	0.247	0.529	0.746
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	14.3	98.5	193.8
T = 100	29.1	145	260.3
T = 1000	201.5	435.6	575.5
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	0.306	1.217	2.242
T = 100	0.480	1.660	2.823
T = 1000	1.816	3.898	5.496
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	14.9	99.1	194.3
T = 100	30.0	145.9	261.1
T = 1000	202.9	437.0	576.9

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	0.477	1.388	2.413
T = 100	0.737	1.916	3.080
T = 1000	2.244	4.325	5.924

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.14 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΛΑΚΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Λάκος περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες, 3 κόμβους και 2 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-16.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 18.1 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 359.3 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 6.3 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 1.8 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.948$.

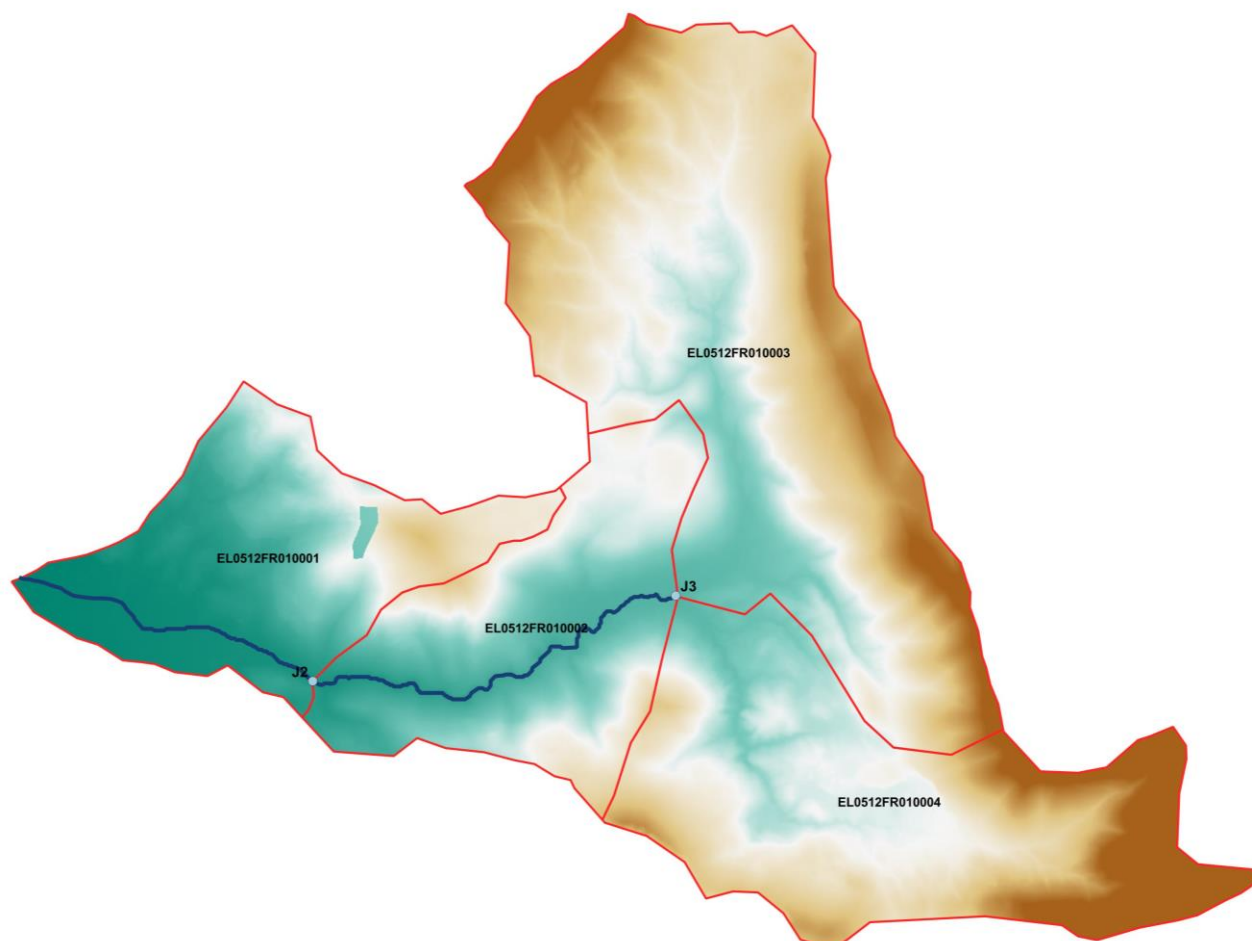
Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-31 και 5-32, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-33. Στο Παράρτημα Π13 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-31 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0512FR010001		J2	J1	2.038	0.0334
R32	EL0512FR010002		J3	J2	2.969	0.0354

Πίνακας 5-32 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0512FR010001	EL0512FR00010	R21	J1	2.981	180.7	0	1.4
EL0512FR010002	EL0512FR00010	R32	J2	3.114	259.4	68.0	3.2
EL0512FR010003	EL0512FR00010		J3	7.357	424.8	170.0	1.3
EL0512FR010004	EL0512FR00010		J3	4.668	437.3	169.9	5.1



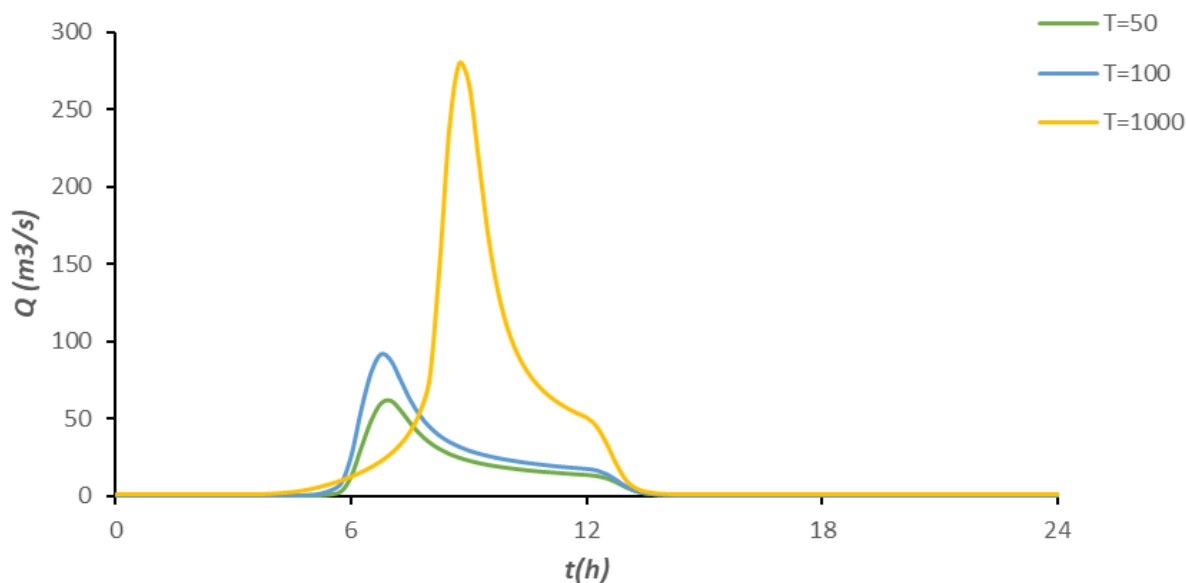
Εικόνα 5-16 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-33 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Λάκκου EL0512FR00010			
Έκταση (km ²)	18.12	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	1.75
Μέγιστο μήκος ροής (km)	6.35	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	359.3	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	131.8	131.8	131.8
T = 100	154.2	154.2	154.2
T = 1000	252.6	252.6	252.6
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	6.6	36.6	72.3
T = 100	12.3	50.8	91.7
T = 1000	53.0	124.2	182.1
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.050	0.278	0.549
T = 100	0.080	0.330	0.595
T = 1000	0.210	0.492	0.721
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	5.8	61.2	134.7
T = 100	12.9	91	176.1
T = 1000	115.9	278.8	385.1
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	0.119	0.664	1.310
T = 100	0.223	0.921	1.662
T = 1000	0.960	2.251	3.299
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	6.1	61.5	135.1
T = 100	13.4	91.5	176.6
T = 1000	116.8	279.7	386.0

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	0.229	0.774	1.420
T = 100	0.388	1.086	1.827
T = 1000	1.235	2.526	3.574

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.15 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΆΡΤΑΣ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της πεδιάδας Άρτας, η οποία εκτείνεται στη χαμηλή ζώνη μεταξύ των ποταμών Άραχθου και Λούρου, αναπαριστάται ως μία υπολεκάνη (ΕΛ0513FR00011), με συμβατική έξοδο τον κόμβο J1, στον Αμβρακικό Κόλπο. Πρόκειται για ένα εξαιρετικά σύνθετο υδρολογικό σύστημα, που περιλαμβάνει πληθώρα αρδευτικών και αποστραγγιστικών έργων, που απαιτεί εξειδικευμένη υδραυλική μελέτη. Επιπλέον, λόγω των εξαιρετικά ήπιων κλίσεων, η λεκάνη έχει πολύ αργή αποστράγγιση, τέτοια ώστε κατά τη διάρκεια ισχυρών πλημμυρών να λειτουργεί (εν μέρει) ως λίμνη. Η περιοχή μελέτης απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-17.

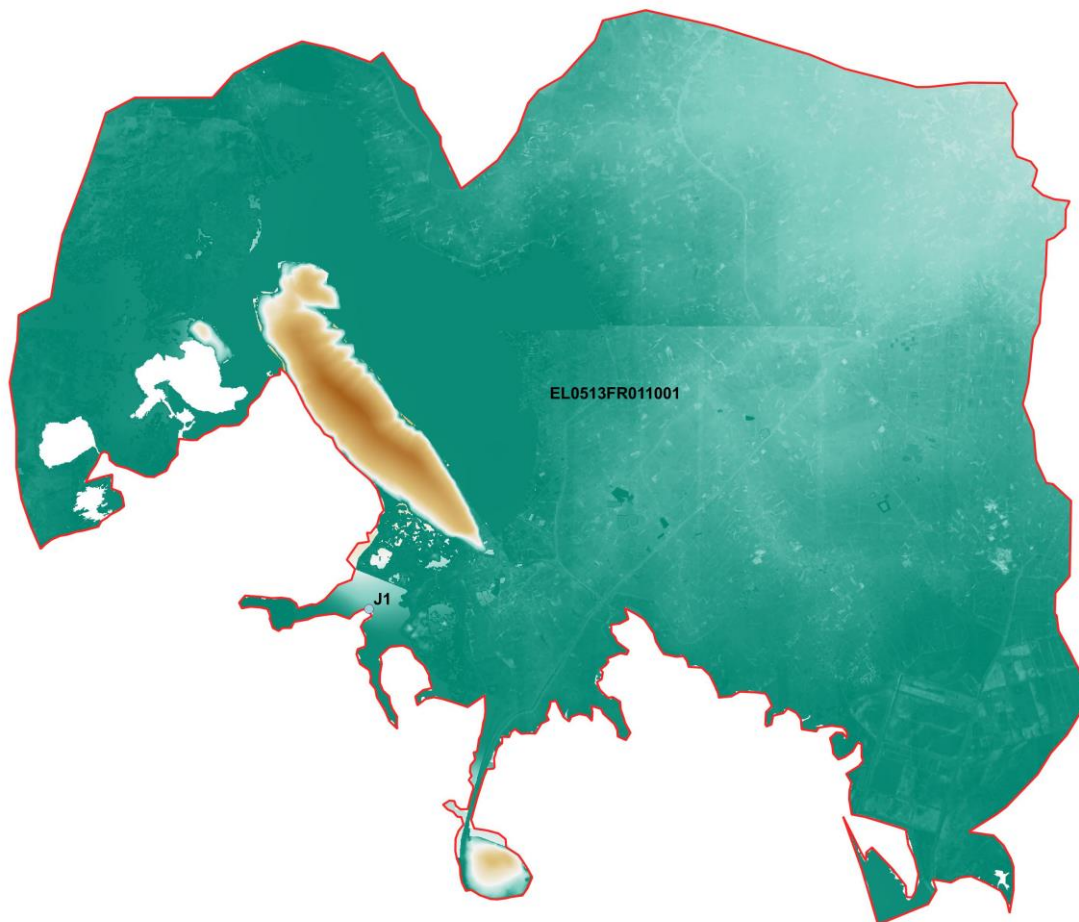
Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 180.5 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 8.7 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 15.0 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 32.9 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.939$.

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 5-34, ενώ στο Παράρτημα Π14 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης, και τα αντίστοιχα γραφήματα.



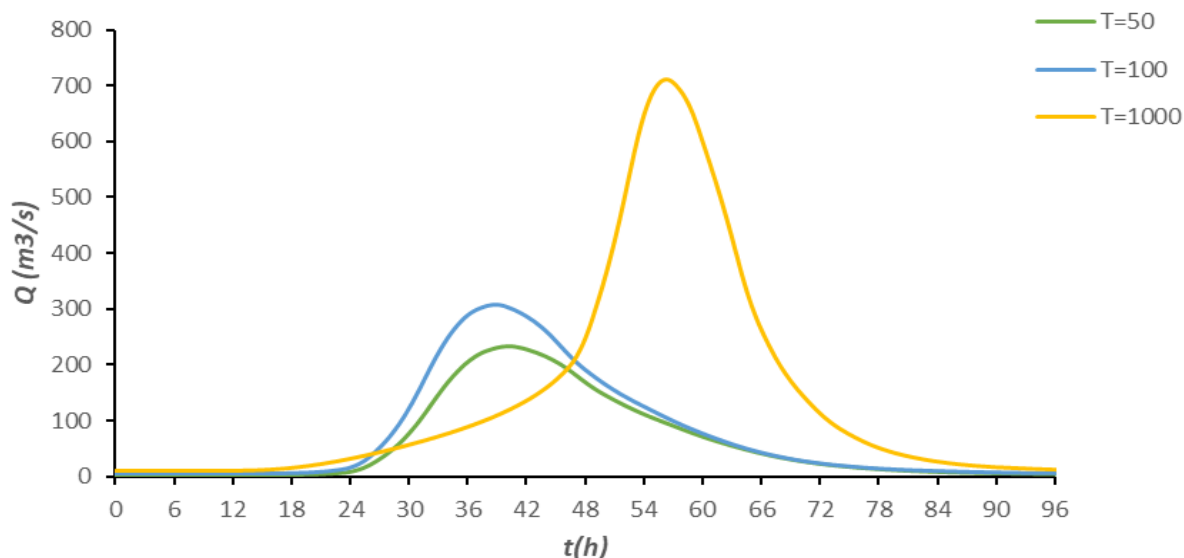
Εικόνα 5-17 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-34 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής πεδιάδας Άρτας EL0514FR00011			
Έκταση (km ²)	180.53	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	32.88
Μέγιστο μήκος ροής (km)	15.00	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	8.7	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	169.2	169.2	169.2
T = 100	198.3	198.3	198.3
T = 1000	325.6	325.6	325.6
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	65.9	110.8	139.8
T = 100	87.7	137.7	168.3
T = 1000	194.2	259.4	294.3
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.389	0.655	0.826
T = 100	0.442	0.694	0.849
T = 1000	0.596	0.797	0.904
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	131.9	228.9	287.5
T = 100	188.6	303.3	367.5
T = 1000	576.9	701.9	745.2
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	11.895	20.008	25.235
T = 100	15.828	24.861	30.385
T = 1000	35.055	46.825	53.123
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	135.5	232.5	291.1
T = 100	194.0	308.7	372.9
T = 1000	585.9	711.0	754.2

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	16.574	24.687	29.914
T = 100	22.847	31.880	37.404
T = 1000	46.753	58.524	64.822

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου (μέσες συνθήκες)



5.16 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΒΑΣΙΛΑΤΩΝ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Καβασιλάτα περιλαμβάνει 3 υπολεκάνες, 2 κόμβους και έναν κλάδο του υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-18.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 16.1 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 31.1 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 8.8 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 6.6 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\phi = 0.949$.

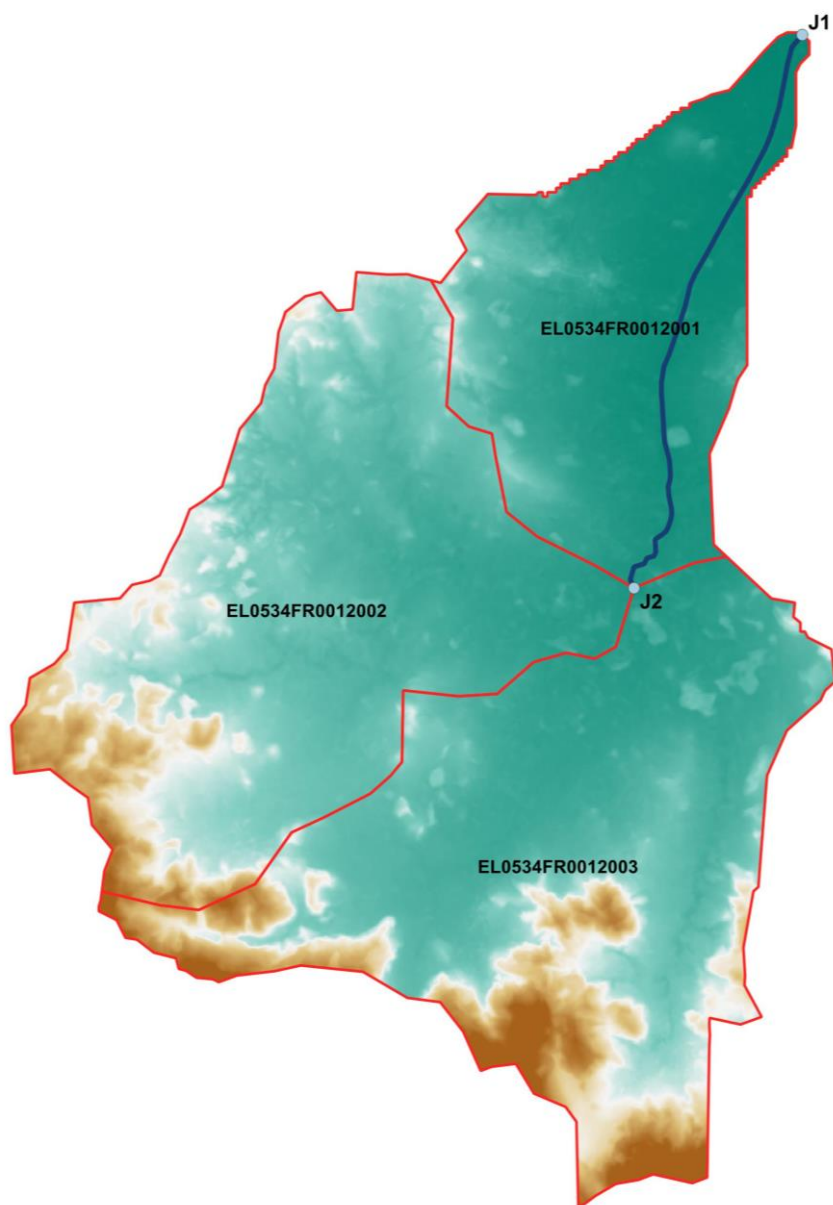
Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-35 και 5-36, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-37. Στο Παράρτημα Π15 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-35 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0534FR012001		J2	J1	3.426	0.0024

Πίνακας 5-36 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0534FR012001	EL0534FR00012	R21	J1	3.609	10.8	0.0	4.0
EL0534FR012002	EL0534FR00012		J2	6.047	34.8	7.2	5.3
EL0534FR012003	EL0534FR00012		J2	6.455	39.1	7.2	5.0



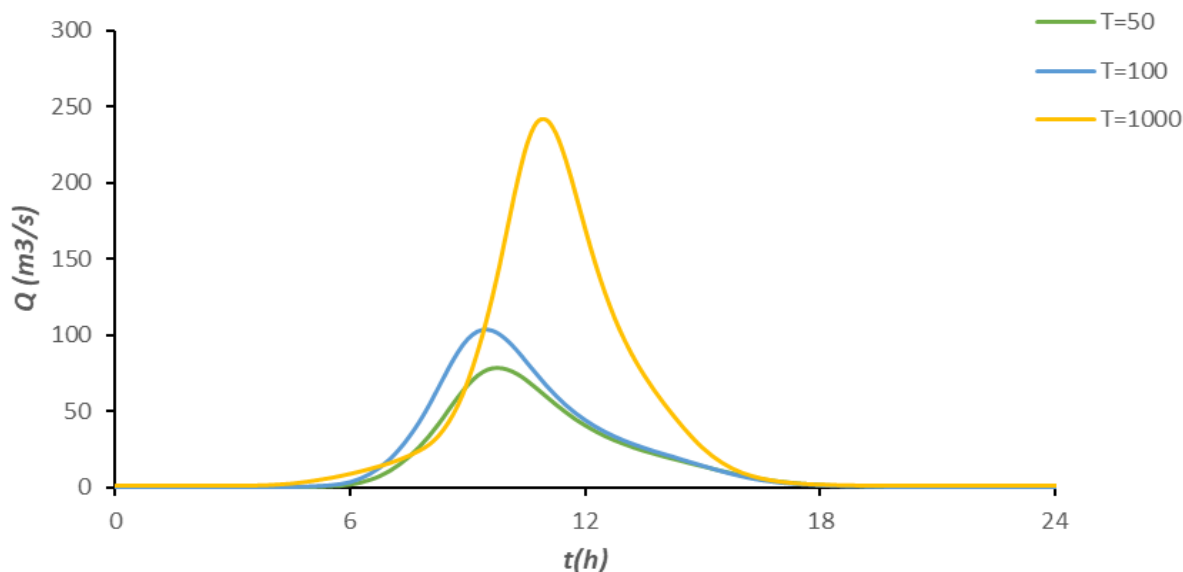
Εικόνα 5-18 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-37 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Καβασιλάτων EL0534FR00012			
Έκταση (km ²)	16.11	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	6.55
Μέγιστο μήκος ροής (km)	8.77	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	31.1	Χρονικό βήμα (h)	0.25

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	137.1	137.1	137.1
T = 100	160.6	160.6	160.6
T = 1000	263.3	263.3	263.3
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	42.9	81.2	108.1
T = 100	58.7	102.1	130.8
T = 1000	138.9	198.3	232.0
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.313	0.593	0.788
T = 100	0.366	0.636	0.815
T = 1000	0.527	0.753	0.881
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)		
T = 50	38.9	77.8	102.5
T = 100	56.9	103.1	130.2
T = 1000	177.1	240.7	266.2
	Πλημμυρικός όγκος (hm³)		
T = 50	0.691	1.309	1.741
T = 100	0.946	1.645	2.108
T = 1000	2.238	3.195	3.738
	Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)		
T = 50	39.3	78.1	102.8
T = 100	57.4	103.6	130.6
T = 1000	177.9	241.5	267.1
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)		
T = 50	0.789	1.406	1.838
T = 100	1.093	1.792	2.254
T = 1000	2.482	3.440	3.982

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου (μέσες συνθήκες)



5.17 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΜΕΣΑΝΓΗΣ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Μεσανγής περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες, 3 κόμβους και 2 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-19.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 39.2 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 110.0 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 11.6 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 5.1 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.934$.

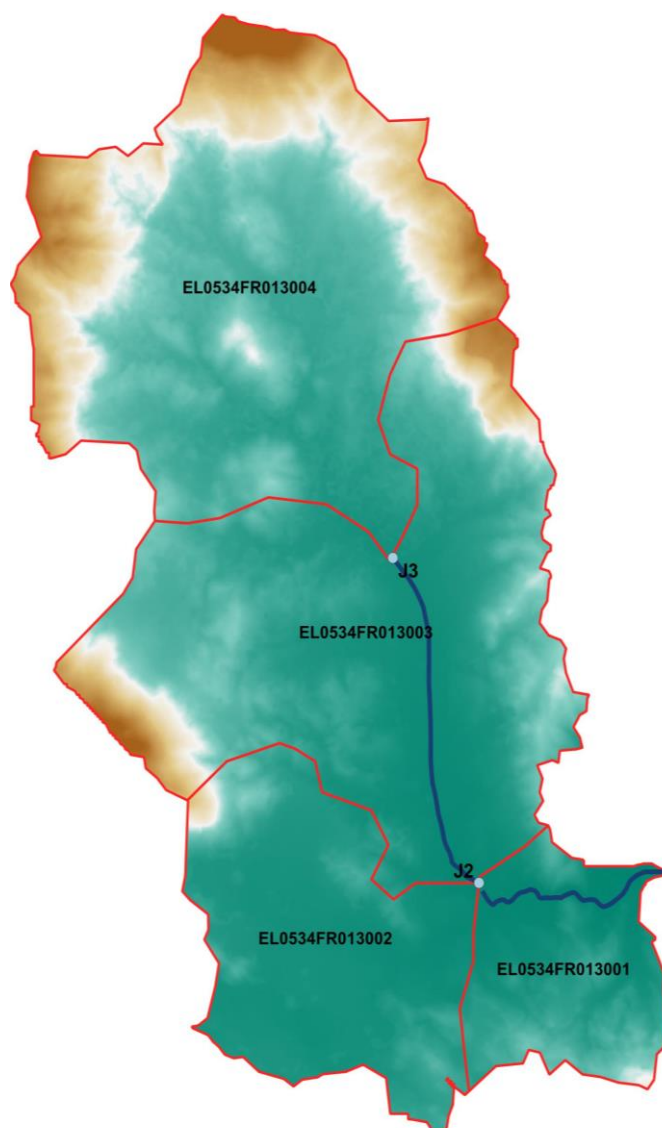
Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-38 και 5-39, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-40. Στο Παράρτημα Π16 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-38 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0534FR013001		J2	J1	2.254	0.0037
R32	EL0534FR013003		J3	J2	3.258	0.0055

Πίνακας 5-39 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0534FR013001	EL0534FR00013	R21	J1	3.610	43.7	0.0	3.5
EL0534FR013002	EL0534FR00013		J2	6.610	41.9	2.6	5.6
EL0534FR013003	EL0534FR00013	R32	J2	14.200	92.3	3.0	7.3
EL0534FR013003	EL0534FR00013		J3	14.740	173.8	25.6	6.1



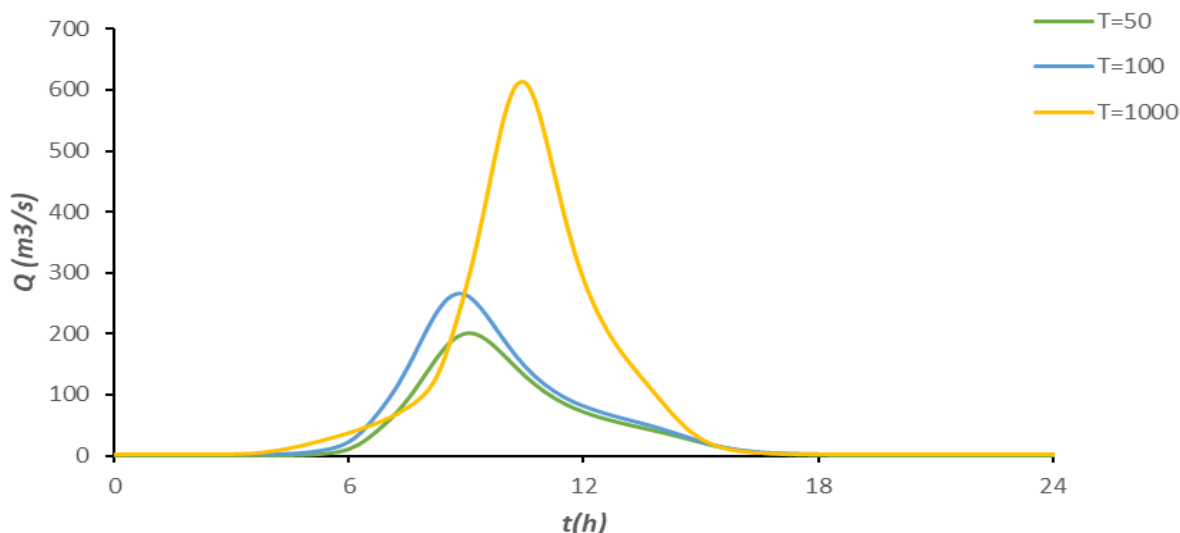
Εικόνα 5-19 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-40 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Μεσανγής EL0534FR00013			
Έκταση (km ²)	39.16	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.05
Μέγιστο μήκος ροής (km)	11.56	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	110.0	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	139.3	139.3	139.3
T = 100	163.2	163.2	163.2
T = 1000	267.7	267.7	267.7
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	40.6	79.8	108.0
T = 100	56.1	100.8	131.1
T = 1000	135.7	197.9	233.8
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.291	0.573	0.775
T = 100	0.344	0.618	0.803
T = 1000	0.507	0.739	0.873
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	96.2	200	267
T = 100	142.1	264.5	337.2
T = 1000	446	609.5	674.3
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	1.590	3.123	4.229
T = 100	2.198	3.948	5.134
T = 1000	5.314	7.749	9.154
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	97.0	200.7	267.8
T = 100	143.3	265.7	338.4
T = 1000	448.0	611.4	676.3

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	1.827	3.361	4.467
T = 100	2.554	4.305	5.491
T = 1000	5.908	8.343	9.748

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου (μέσες συνθήκες)



5.18 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

Πρόκειται για τρία μικρά ρέματα, δύο εκ των οποίων εκβάλουν βόρεια της πόλης της Κέρκυρας, ενώ το τρίτο εκβάλει στα δυτικά του νησιού, στον οικισμό Ερμόνες. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ενοποιημένου συστήματος περιλαμβάνει 3 υπολεκάνες και 3 κόμβους. Το πιο σημαντικό είναι το ρέμα Κέρκυρας, που διέρχεται από το βόρειο όριο της πόλης της Κέρκυρας, με έξοδο τον κόμβο J2, και περιλαμβάνει την υπολεκάνη EL0534FR014002.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-20.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ενοποιημένης λεκάνης είναι:

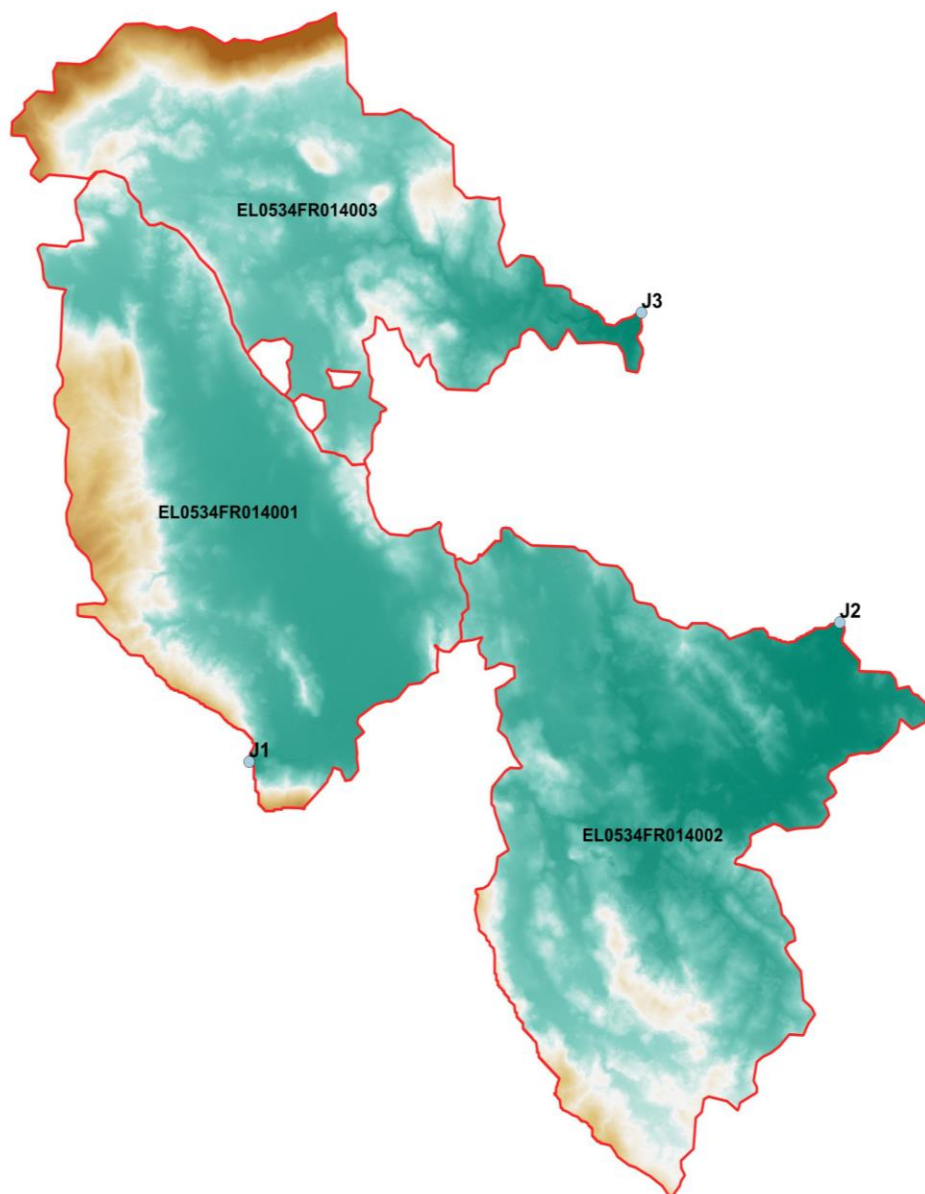
- Έκταση $A = 100.046 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 98.5 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 8.7 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 5.6 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$. Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.915$. Επισημαίνεται ότι ο χρόνος συγκέντρωσης του ενοποιημένου συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του ρέματος Κέρκυρας (EL0534FR014002).

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στον Πίνακα 5-41, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-42. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J2, που είναι έξοδος μίας εκ των τριών λεκανών απορροής που απαρτίζουν το υδρολογικό σύστημα, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο του συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π17 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-41 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0534FR014001	EL0534FR00014		J1	32.408	99.4	0.00	7.5
EL0534FR014002	EL0534FR00014		J2	39.769	73.1	0.61	8.7
EL0534FR014003	EL0534FR00014		J3	27.869	133.6	0.25	7.1



Εικόνα 5-20 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-42 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

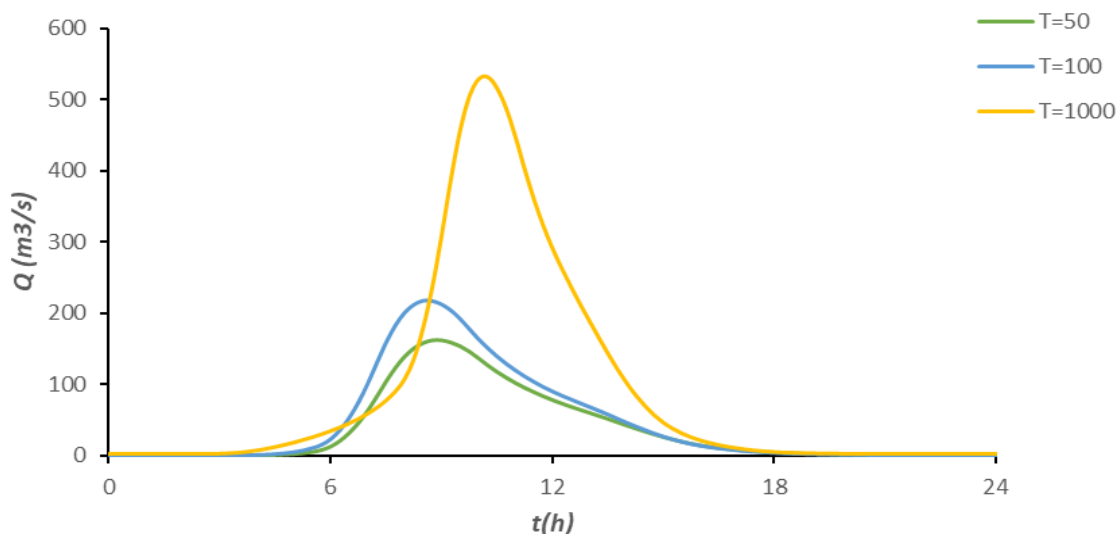
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Κεντρικής Κέρκυρας EL0534FR00014			
Έκταση (km ²)	100.046	Υψόμετρο εξόδου (m)	0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.6
Μέγιστο μήκος ροής (km)	8.7	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12
Μέσο υψόμετρο (m)	98.5	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	139.6	139.6	139.6
T = 100	163.6	163.6	163.6
T = 1000	268.5	268.5	268.5
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	32.7	72.0	108.9
T = 100	46.5	92.2	137.9
T = 1000	120.2	187.0	258.3
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.234	0.516	0.780
T = 100	0.284	0.564	0.843
T = 1000	0.448	0.697	0.962
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)		
T = 50	72.8	161.5	224.9
T = 100	109.3	217	287.1
T = 1000	369.2	529.5	600
	Πλημμυρικός όγκος (hm³)		
T = 50	3.269	7.204	10.896
T = 100	4.655	9.229	13.792
T = 1000	12.022	18.711	25.84
	Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)		
T = 50	73.2	161.9	225.3
T = 100	110.1	217.8	287.9
T = 1000	371.2	531.5	602
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)		
T = 50	3.571	7.506	10.594
T = 100	5.259	9.833	13.188
T = 1000	13.535	20.224	24.32

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.19 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΕΡΔΙΚΑ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Περδίκας περιλαμβάνει 1 υπολεκάνη και 1 κόμβο.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-21.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 40.284 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 302.6 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.2 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 5.7 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 2.44 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.934$.

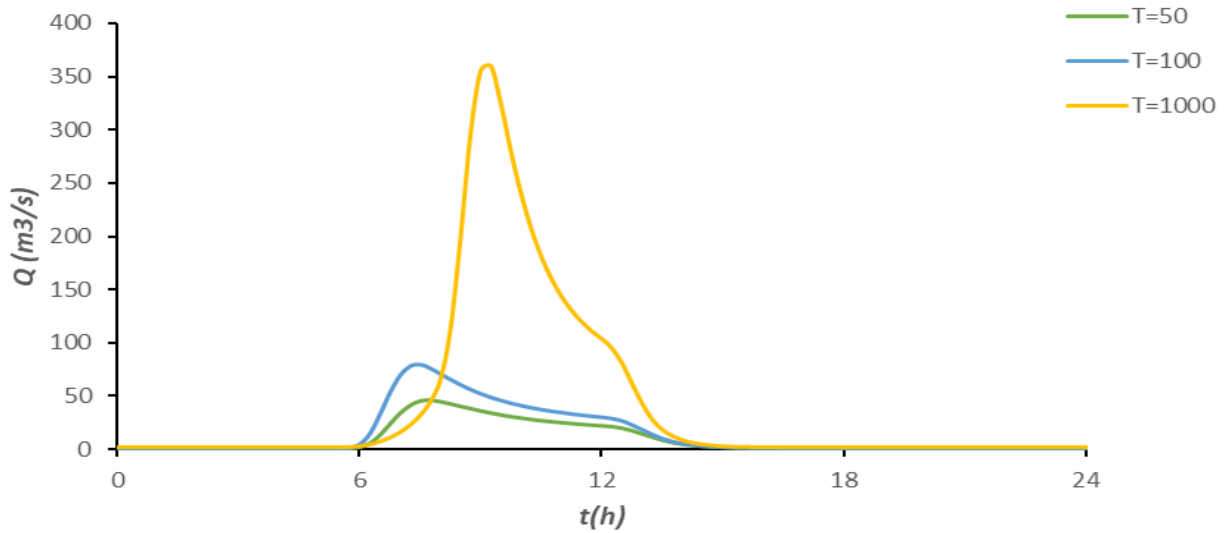
Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-43, ενώ στο Παράρτημα Π18 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

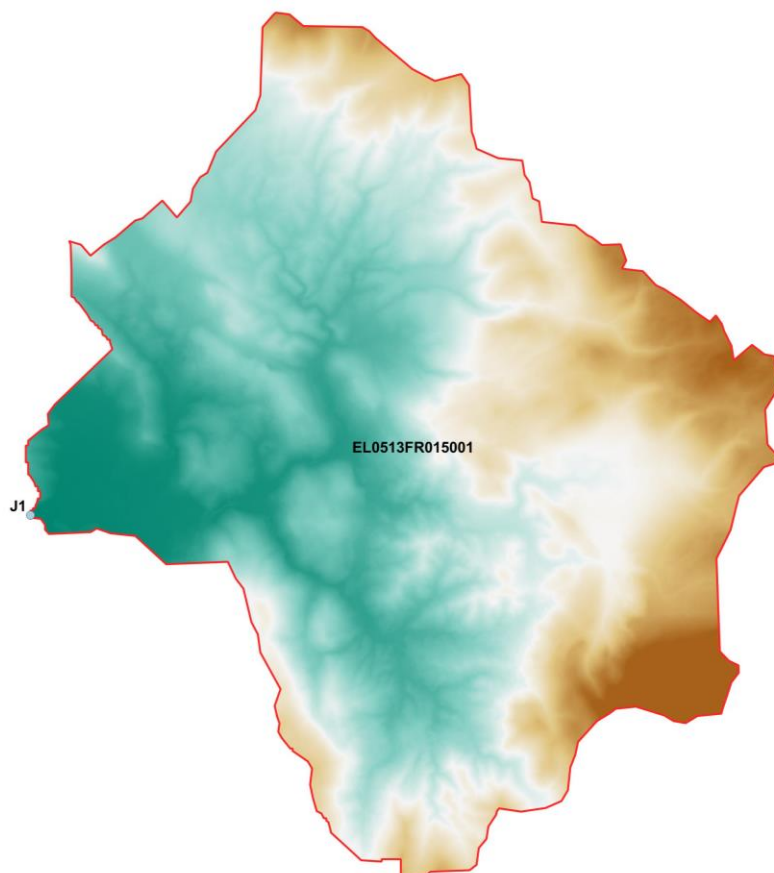
Πίνακας 5-43 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Περδίκας EL0513FR00015			
Έκταση (km ²)	40.284	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.2
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.44
Μέγιστο μήκος ροής (km)	5.7	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	302.6	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	126.9	126.9	126.9
T = 100	148.6	148.6	148.6
T = 1000	243.8	243.8	243.8
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	0.1	18.5	52.2
T = 100	1.5	28.4	68.9
T = 1000	22.3	85.6	149.9
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.001	0.146	0.411
T = 100	0.010	0.191	0.464
T = 1000	0.091	0.351	0.615
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	0.8	45.6	163.6
T = 100	4.6	78.4	226.8
T = 1000	77.6	358.1	606.4
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	0.006	0.745	2.103
T = 100	0.062	1.145	2.776
T = 1000	0.897	3.447	6.037
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	1.2	46.0	164.0
T = 100	5.4	79.2	227.6
T = 1000	79.6	360.1	608.4

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	0.128	0.867	2.225
T = 100	0.306	1.388	3.018
T = 1000	1.506	4.056	6.647

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 5-21 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

5.20 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΒΟΥΛΙΣΤΡΑΣ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Βουλίστρας περιλαμβάνει 2 υπολεκάνες, 2 κόμβους και 1 κλάδο του υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-22.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 86.6 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 264.8 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 10.8 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 4.1 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\phi = 0.918$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-44 και 5-45, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-46. Στο Παράρτημα Π19 δίνονται τα πλήρη

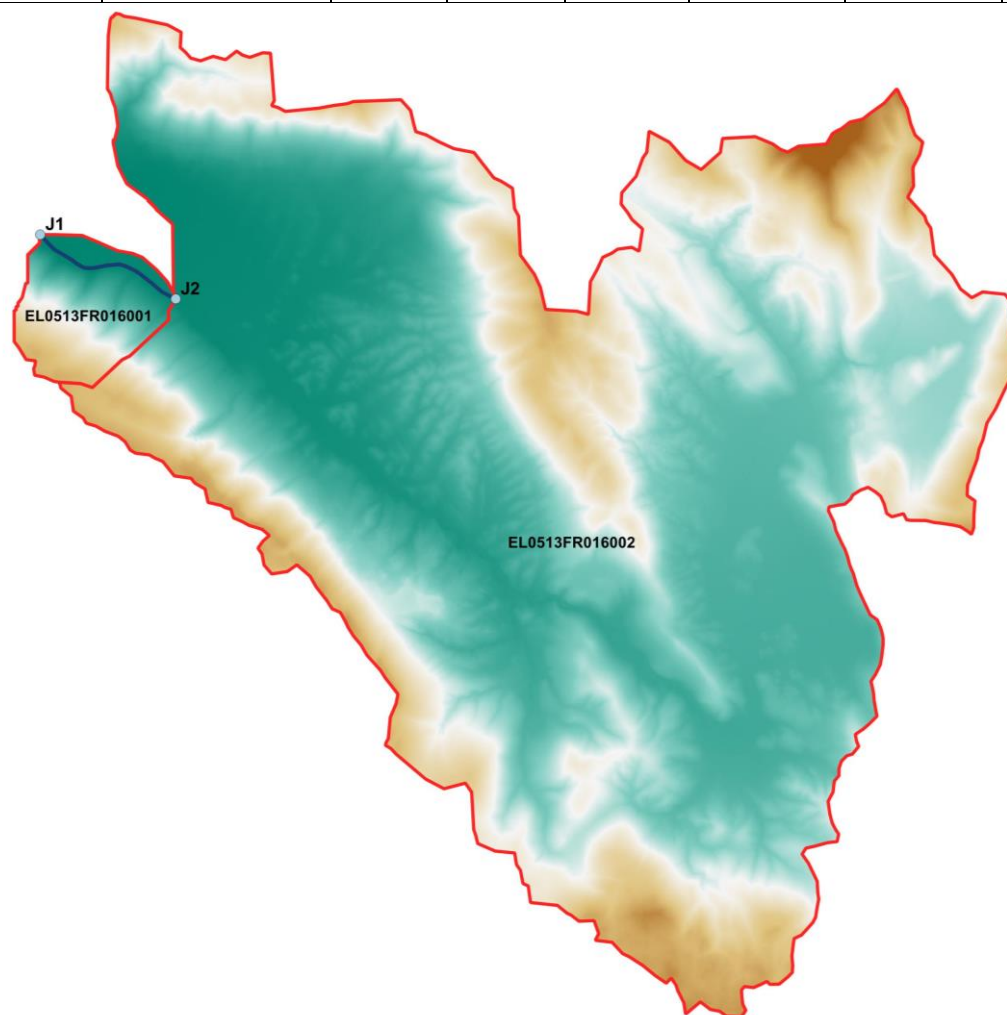
δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-44 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάπτυξη	Κατάληξη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0513FR016001		J2	J1	2.03	0.0005

Πίνακας 5-45 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0513FR016001	EL0513FR00016	R21	J1	2.886	242.0	0.0	2.0
EL0513FR016002	EL0513FR00016		J2	83.715	265.6	1.0	8.8



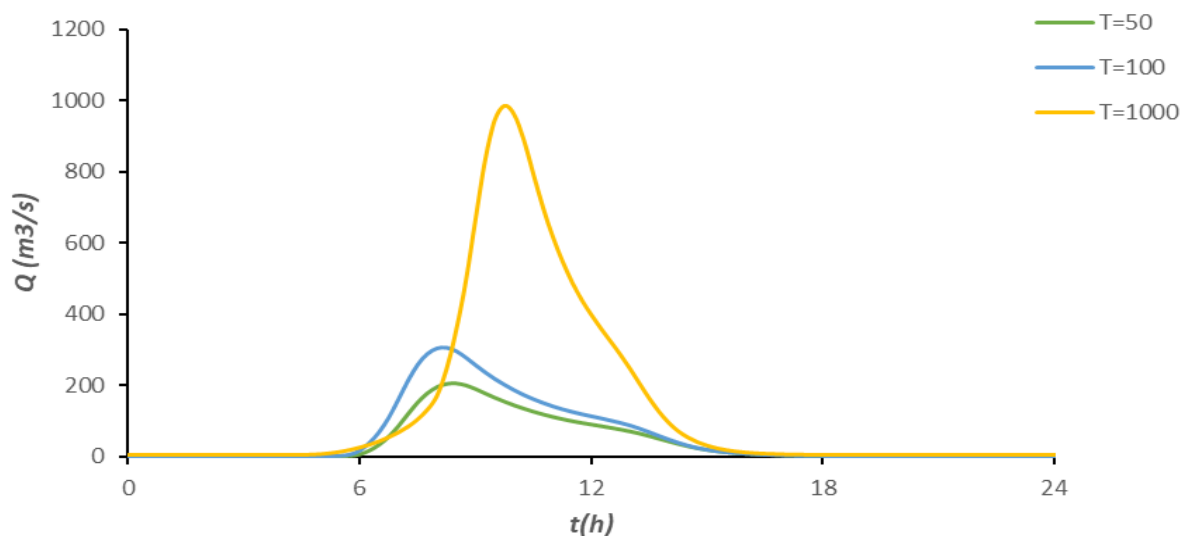
Εικόνα 5-22 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-46 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Βουλίστρας EL0513FR00016			
Έκταση (km ²)	86.6	Υψόμετρο εξόδου (m)	0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.1
Μέγιστο μήκος ροής (km)	10.8	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12
Μέσο υψόμετρο (m)	264.8	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	140.4	140.4	140.4
T = 100	164.4	164.6	164.6
T = 1000	269.4	269.4	269.4
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	7.3	40.3	78.4
T = 100	13.8	55.8	99.4
T = 1000	58.7	135.4	196.4
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.052	0.287	0.559
T = 100	0.084	0.339	0.604
T = 1000	0.218	0.503	0.729
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	29.6	206.7	428.2
T = 100	59.1	305.8	570.6
T = 1000	425.4	981.6	1340
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	0.635	3.491	6.793
T = 100	1.196	4.833	8.609
T = 1000	5.085	11.725	17.008
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	30.5	207.6	429.1
T = 100	60.8	307.5	572.3
T = 1000	429.7	985.9	1344.3

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	0.897	3.753	7.055
T = 100	1.72	5.357	9.133
T = 1000	6.395	13.035	18.318

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.21 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΕΛΟΥΣ ΚΑΛΟΔΙΚΙΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του Έλους Καλοδικίου, περιλαμβάνει μία υδρολογικά ανεξάρτητη κλειστή λεκάνη. Η απορροή της λεκάνης αυτής συγκεντρώνεται στο χαμηλότερο σημείο της (κόμβος J1), όπου υπάρχει καταβόθρα και εκεί συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής. Στη λεκάνη δε θεωρούνται επιπλέον απώλειες πέραν των υδρολογικών ελλειμάτων, όπως υπολογίζονται από τη μέθοδο SCS-CN. Η περιοχή μελέτης απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-23.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 65.45 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 273.1 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 91.03 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 12.3 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 4.71 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 12 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 15 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\phi = 0.924$.

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-47, ενώ στο Παράρτημα Π20 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-47 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

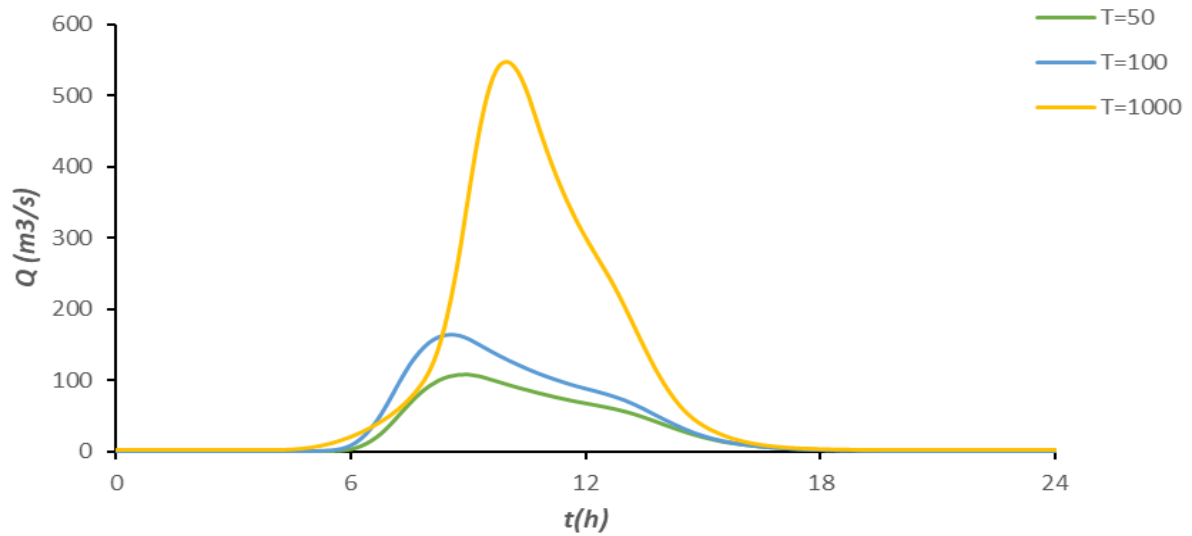
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Έλους Καλοδικίου EL0513FL00017			
Έκταση (km ²)	65.45	Υψόμετρο εξόδου (m)	91.03
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.71
Μέγιστο μήκος ροής (km)	12.3	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	273.1	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	127.6	127.6	127.6
T = 100	149.4	149.4	149.4
T = 1000	245.0	245.0	245.0
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	5.1	33.8	68.7
T = 100	10.3	47.3	87.5
T = 1000	48.3	117.9	175.0
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.040	0.265	0.538
T = 100	0.069	0.317	0.586
T = 1000	0.197	0.481	0.714
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	16.1	108.4	236.7
T = 100	30.0	162.0	316.0
T = 1000	223.7	543.2	756.7
Πλημμυρικός όγκος (hm³)			
T = 50	0.333	2.210	4.495
T = 100	0.674	3.097	5.727
T = 1000	3.158	7.714	11.453
Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)			
T = 50	16.8	109.1	237.4
T = 100	31.3	163.3	317.3

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 1000	227.0	546.5	760.0
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)			
T = 50	0.531	2.408	4.693
T = 100	1.070	3.493	6.122
T = 1000	4.148	8.704	12.443

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 5-23 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ 1^ο ΚΥΚΛΟ

Στον παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται σύγκριση και σχολιασμός των αποτελεσμάτων της παρούσας 1ης Αναθεώρησης με τον 1ο Κύκλο. Η σύγκριση πραγματοποιείται σε επίπεδο λεκάνης απορροής, όπως οι τελευταίες έχουν οριστεί για το ΥΔ στην παράγραφο **Error! Reference source not found.**, για τα μεγέθη της επιφανειακής βροχόπτωσης σχεδιασμού και της παροχής αιχμής για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς. Διευκρινίζεται ότι η σύγκριση δύναται να πραγματοποιηθεί μόνον στις λεκάνες που είχαν εξεταστεί στα πλαίσια του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας και επανεξετάστηκαν στα πλαίσια της 1ης Αναθεώρησης.

6.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6-1) και στους χάρτες που ακολουθούν παρουσιάζεται η σύγκριση των βροχοπτώσεων σχεδιασμού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς μεταξύ των λεκανών που είχαν εξεταστεί στα πλαίσια του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας και επανεξετάστηκαν στα πλαίσια της 1ης Αναθεώρησης.

Όπως παρατηρείται στο σύνολο των 16 λεκανών που εξετάστηκαν και στους δύο κύκλους προκύπτει:

- αύξηση κατά 2% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς T=50 έτη
- αύξηση κατά 8% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς T=100 έτη
- αύξηση κατά 25% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη

Στο σύνολο των 16 λεκανών παρατηρούνται τα εξής ως προς τις μεταβολές στη βροχόπτωση σχεδιασμού:

- για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη παρατηρείται μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 9 λεκάνες και αύξησή του σε 7.
- για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη παρατηρείται μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 8 λεκάνες και αύξησή του σε 8.
- για περίοδο επαναφοράς T=1000 έτη παρατηρείται μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 5 λεκάνες και αύξησή του σε 11.

Οι μεγαλύτερες μειώσεις και στις τρεις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς παρατηρούνται στη κλειστή λεκάνη απορροής Μπάφρα, στις λεκάνες του Διπόταμου και Πεδιάδας Άρτας και στις λεκάνες των ρεμάτων της Κέρκυρας που εξετάστηκαν και κατά τον προηγούμενο κύκλο (Μεσάνγη, Καβασιλάτα). Αύξηση της βροχόπτωσης σχεδιασμού παρατηρούνται στις λεκάνες του Καλαμά, του Αχέροντα, του ρέματος Αρεθούα, των ρεμάτων Ξεροπόταμου και Λάκκου πλησίον της Ηγουμενίτσας, στη λεκάνη του οροπεδίου Μαργαριτίου, με τις μεγαλύτερες αυξήσεις να σημειώνονται στη λεκάνη του ποταμού Λούρου. Η λεκάνη του ποταμού Αράχθου παρουσιάζει μικρή μείωση (1%) στη βροχόπτωση σχεδιασμού T=50 ετών, ενώ παρατηρούνται αυξήσεις παρόμοιες της μέσης αύξησης στο ΥΔ για τις υπόλοιπες περιόδους επαναφοράς. Τέλος, οι λεκάνες της Παμβώτιδας, όπως και οι κλειστές λεκάνες Ραβένια και Ασβαστοχωρίου, παρουσιάζουν μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού για περιόδους επαναφοράς T=50 και T=100 έτη και αύξηση για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη. Τα παραπάνω αποτυπώνονται εποπτικά στους χάρτες που ακολουθούν.

Επισημαίνεται ότι όλες οι διαφοροποιήσεις στις βροχοπτώσεις οφείλονται στη τροποποίηση της μεθοδολογίας εκτίμησης των όμβριων καμπυλών. Οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των υετογραφημάτων βροχόπτωσης ανά υπολεκάνη έχουν προκύψει με αναθεώρηση της σχετικής μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε κατά τον 1ο κύκλο του ΣΔΚΠ και αξιοποιώντας τα πλέον πρόσφατα δεδομένα βροχομομετρικών μεγίστων. Επιπλέον, η ανάλυση εκτίμησης των παραμέτρων και η επιφανειακή τους ολοκλήρωση έλαβε χώρα για όλη την επικράτεια της χώρας και όχι ξεχωριστά ανά ΥΔ, οπότε αντιμετωπίστηκαν ζητήματα έντονων διαφοροποιήσεων στα όρια των ΥΔ.

Πίνακας 6-1 Σύγκριση βροχοπτώσεων σχεδιασμού μεταξύ 1^{ης} Αναθεώρησης και 1^{ου} Κύκλου

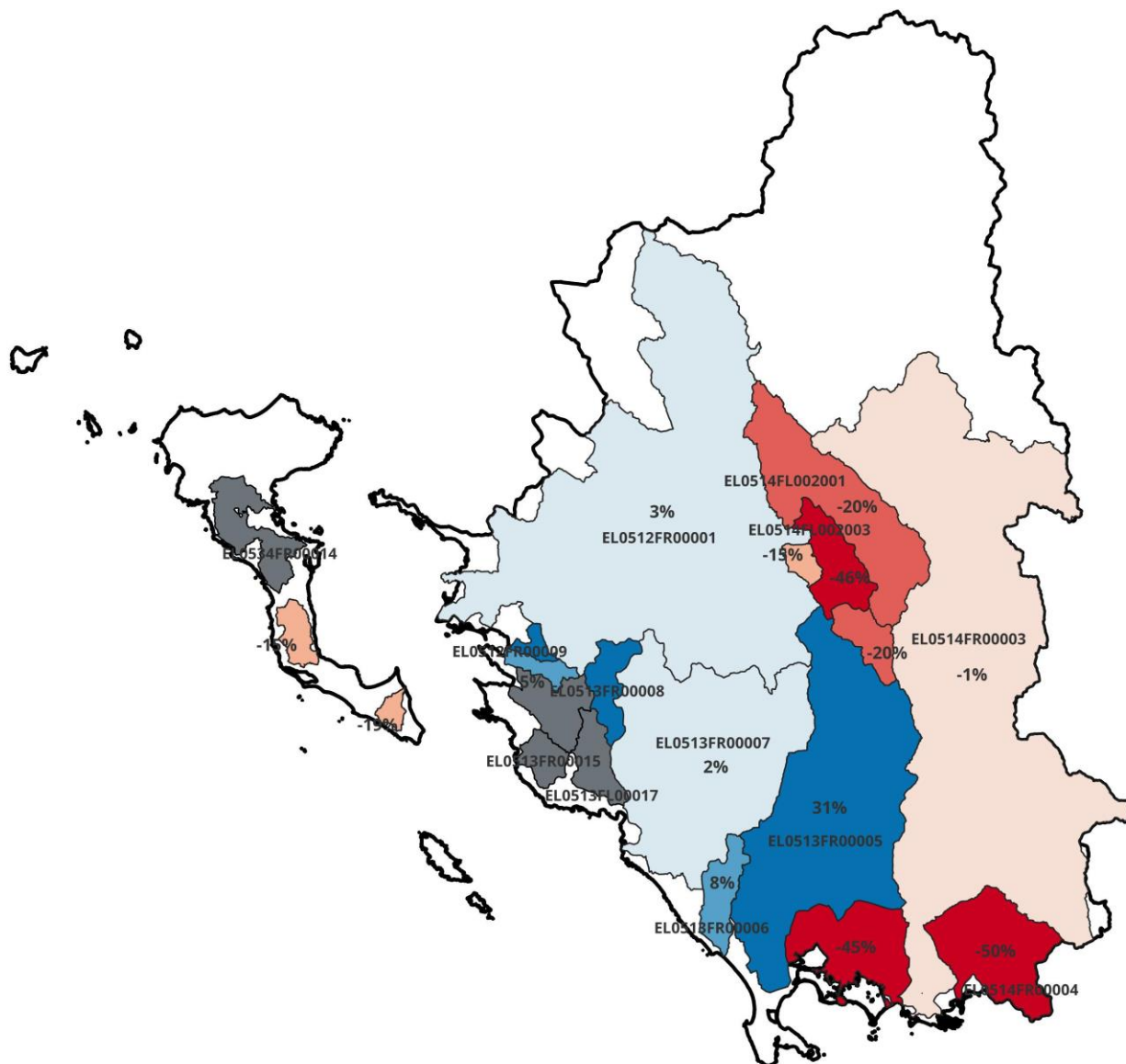
Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Ολικό ύψος βροχής (mm)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
ΕΛ0512FR00001	Καλαμάς	1768.91	T50	198.7	192.3	3%
			T100	232.6	210.9	9%
			T1000	381	276.9	27%
ΕΛ0512FL00002_1	Παμβώτιδα	340.78	T50	195.4	233.6	-20%
			T100	228.7	255.6	-12%
			T1000	374.2	332.7	11%
ΕΛ0512FL00002_2	Ραβένια	61.08	T50	179.7	214.9	-20%
			T100	210.3	232	-10%
			T1000	344.3	291.9	15%
ΕΛ0512FL00002_3	Μπάφρα	102.17	T50	136	198.1	-46%
			T100	159.1	219.1	-38%
			T1000	260.5	292.8	-12%
ΕΛ0512FL00002_4	Ασβεστοχώρι	24.03	T50	117	135.1	-15%
			T100	136.9	149	-9%
			T1000	224.2	197.5	12%
ΕΛ0514FR00003	Άραχθος	1917.88	T50	221.8	223.4	-1%
			T100	259.6	245.1	6%
			T1000	425.4	327.7	23%
ΕΛ0514FR00004	Διπόταμος	224.75	T50	154.1	230.4	-50%
			T100	180.6	262.7	-45%

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Ολικό ύψος βροχής (mm)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	296.3	390.7	-32%
EL0546FR00005	Λούρος	818.45	T50	230.1	157.7	31%
			T100	269.4	172.4	36%
			T1000	441.6	226.8	49%
EL0513FR00006	Αρέθων	71.8	T50	165	151.2	8%
			T100	193.3	163.7	15%
			T1000	317	210	34%
EL0513FR00007	Αχέροντας	729.61	T50	239.8	234.8	2%
			T100	280.8	256.8	9%
			T1000	460.3	336.7	27%
EL0513FR00008	Οροπέδιο Μαργαριτίου	67.14	T50	145.5	120.5	17%
			T100	170.4	130.9	23%
			T1000	279.2	167.4	40%
EL0512FR00009	Ξεροπόταμος	28.2	T50	136.2	128.8	5%
			T100	159.4	142.2	11%
			T1000	261.1	192.3	26%
EL0512FR00010	Λάκκος	18.12	T50	131.8	116.8	11%
			T100	154.2	127.5	17%
			T1000	252.6	166.4	34%
EL0514FR00011	Πεδιάδα Άρτας	180.53	T50	169.2	245.6	-45%
			T100	198.3	278.8	-41%

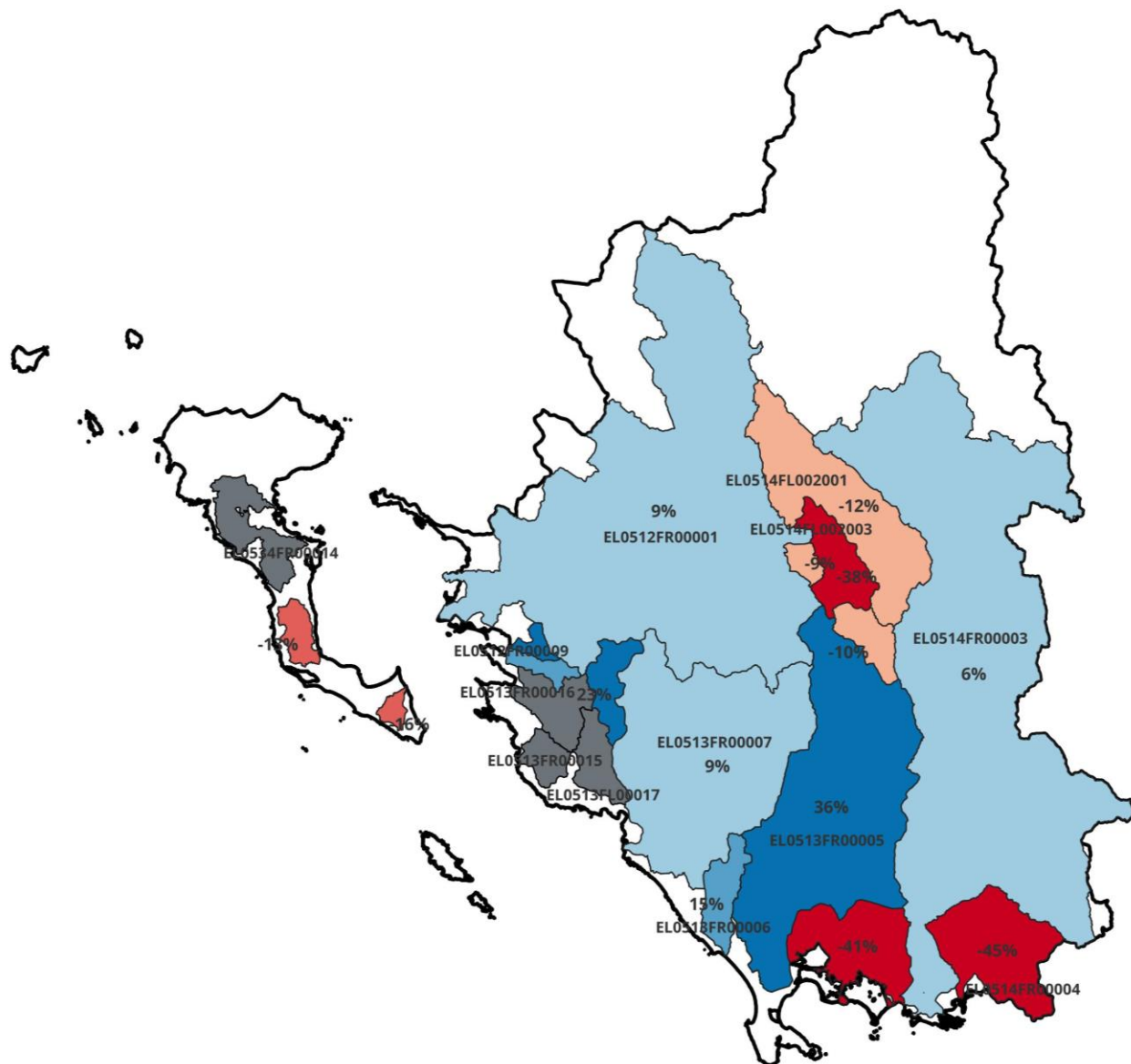
Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Ολικό ύψος βροχής (mm)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	325.6	408.8	-26%
ΕΛ0534FR00012	Καβασιλάτα	16.11	T50	137.1	162.8	-19%
			T100	160.6	186.8	-16%
			T1000	263.3	282	-7%
ΕΛ0534FR00013	Μεσανγής	39.16	T50	139.3	160.2	-15%
			T100	163.2	183.8	-13%
			T1000	267.7	277.5	-4%
ΣΥΝΟΛΟ ΛΕΚΑΝΩΝ		8554.96	T50	208.3	205.2	2%
			T100	243.9	225.5	8%
			T1000	399.6	300.7	25%

Στους χάρτες που ακολουθούν παρουσιάζεται με χρωματική κλίμακα η ποσοστιαία μεταβολή της βροχόπτωσης σχεδιασμού για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς, σε διαβαθμίσεις μεταβαλλόμενης χρωματικής παλέτας που κυμαίνεται από κόκκινο χρώμα (για σχετική μείωση του μεγέθους) έως μπλε χρώμα (για σχετική αύξηση του μεγέθους).

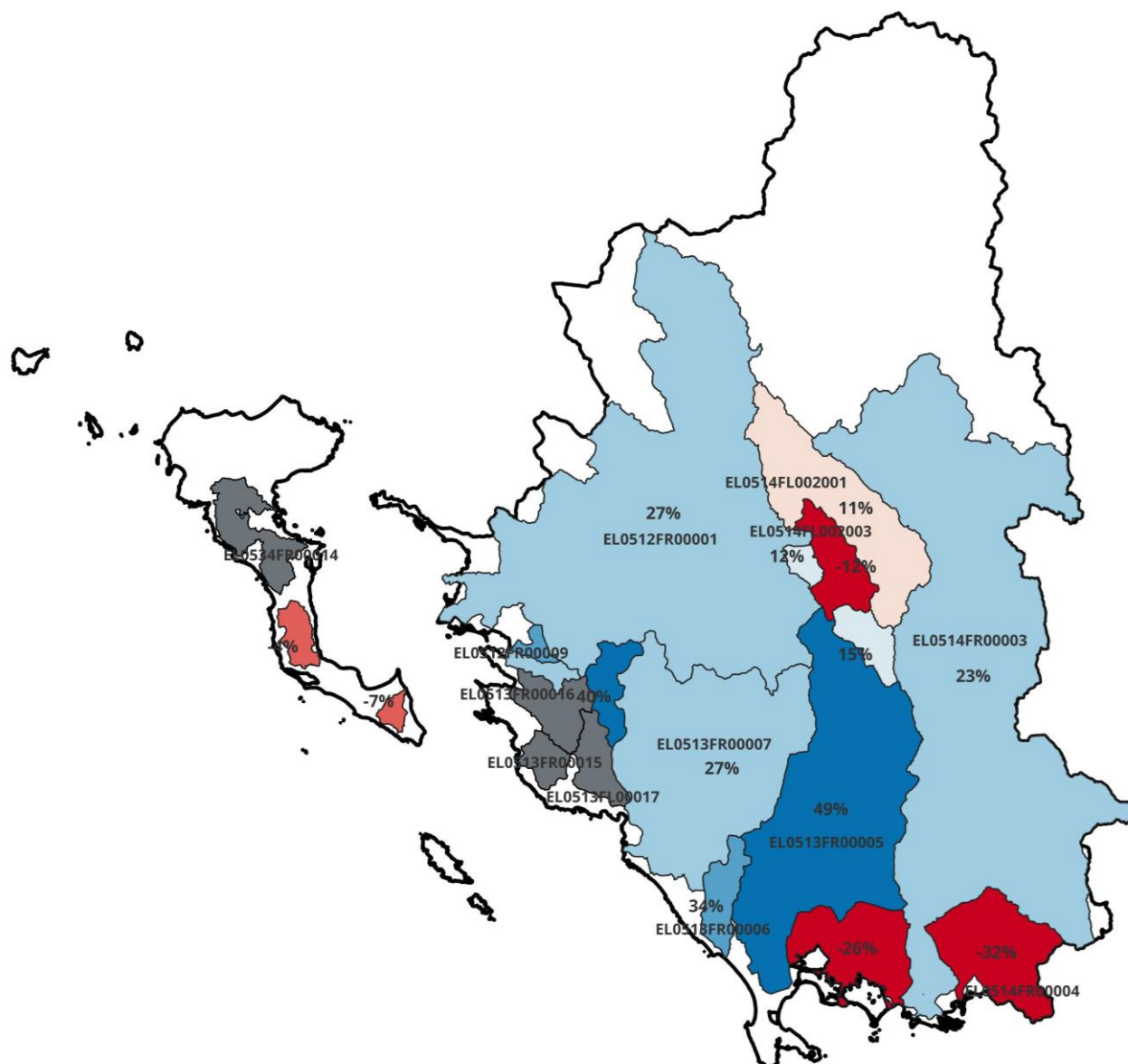
- Με γκρι χρώμα απεικονίζονται οι λεκάνες που εξετάζονται υδρολογικά για πρώτη φορά στον παρόν κύκλο της Οδηγίας για τις οποίες είναι αδύνατη η σύγκριση.



Εικόνα 6-1 Χάρτης μεταβολών βροχόπτωσης σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=50 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ05



Εικόνα 6-2 Χάρτης μεταβολών βροχόπτωσης σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=100 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ05



Εικόνα 6-3 Χάρτης μεταβολών βροχόπτωσης σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=1000 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ05

6.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΙΧΜΗΣ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6-2) και στους χάρτες που ακολουθούν παρουσιάζεται η σύγκριση των παροχών αιχμής για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς μεταξύ των λεκανών που είχαν εξεταστεί στα πλαίσια του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας και επανεξετάστηκαν στα πλαίσια της 1ης Αναθεώρησης.

Στο σύνολο των 12 λεκανών παρατηρούνται τα εξής ως προς τις μεταβολές στην παροχή αιχμής:

- για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής σε 7 λεκάνες και αύξησή της σε 9.

- για περίοδο επαναφοράς $T=100$ έτη παρατηρείται επίσης μείωση της παροχής αιχμής σε 7 λεκάνες και αύξησή της σε 9.
- για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής σε 5 λεκάνες και αύξησή της σε 11.

Σε γενικές γραμμές παρατηρείται μία μεγάλη συσχέτιση της σύγκρισης των παροχών αιχμής με την αντίστοιχη των βροχοπτώσεων σχεδιασμού στην προηγούμενη παράγραφο. Σημειώνονται τα εξής:

- Γενικώς, η ποσοστιαία μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού οδηγεί σε μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση της παροχής αιχμής σε περίπτωση που ο συντελεστής CN παραμένει σχεδόν αμετάβλητος μεταξύ των δύο κύκλων. Ταυτόχρονη μείωση της βροχής με μείωση του συντελεστή CN οδηγεί σε ακόμα μεγαλύτερη μείωση της παροχής, ενώ ταυτόχρονη μείωση της βροχής με αύξηση του CN οδηγεί σε μικρότερες μειώσεις της παροχής ή και σε ενδεχόμενη αύξηση σε περίπτωση που το CN αυξάνεται σημαντικά.
- Αντίστοιχα, η ποσοστιαία αύξηση της βροχόπτωσης σχεδιασμού οδηγεί σε μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση της παροχής αιχμής σε περίπτωση που ο συντελεστής CN παραμένει σχεδόν αμετάβλητος μεταξύ των δύο κύκλων. Ταυτόχρονη αύξηση της βροχής με αύξηση του συντελεστή CN οδηγεί σε ακόμα μεγαλύτερη αύξηση της παροχής, ενώ ταυτόχρονη αύξηση της βροχής με μείωση του CN οδηγεί σε μικρότερη αύξηση της παροχής ή και σε ενδεχόμενη μείωσή της σε περίπτωση που το CN μειώνεται σημαντικά.

Συγκεκριμένα ανά περίοδο επαναφοράς:

- Για περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη:
 - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 8 λεκάνες (Παμβώτιδα, Ραβένια, Μπάφρα, Ασβεστοχώρι, Διπόταμος, Πεδιάδα Άρτας, Καβασιλάτα, Μεσάνγη).
 - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 7 λεκάνες (Καλαμάς, Λούρος, Αρεθούα, Αχέροντας, Οροπέδιο Μαργαριτίου, Ξεροπόταμος, Λάκκος).
 - Παρατηρείται μικρή αύξηση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με μικρή μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού στη λεκάνη του Αράχθου Η αύξηση αυτή οφείλεται σε αύξηση περίπου κατά 2% της εκτίμησης για τον συντελεστή CN στην εν λόγω λεκάνη και στην εν γένει σημαντική επιρροή του φράγματος Πουρναρίου στο κατάντη υδρογράφημα λόγω της διόδευσης εντός του.
- Για περίοδο επαναφοράς $T=100$ έτη:
 - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 7 λεκάνες (Ραβένια, Μπάφρα, Ασβεστοχώρι, Διπόταμος, Πεδιάδα Άρτας, Καβασιλάτα, Μεσάνγη).
 - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 8 λεκάνες (Καλαμάς, Αραχθος, Λούρος, Αρεθούα, Αχέροντας, Οροπέδιο Μαργαριτίου, Ξεροπόταμος, Λάκκος).

- Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού στη λεκάνη της Παμβώτιδας.
- Για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη:
 - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 5 λεκάνες (Μπάφρα, Διπόταμος, Πεδιάδα Άρτας, Καβασιλάτα, Μεσάνγη).
 - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 11 λεκάνες (Καλαμάς, Παμβώτιδα, Ραβένια, Ασβεστοχώρι, Άραχθος, Λούρος, Αρεθούα, Αχέροντας, Οροπέδιο Μαργαριτίου, Ξεροπόταμος, Λάκκος).

Σε γενικές γραμμές οι μεγαλύτερες μειώσεις της παροχής αιχμής παρατηρούνται στα οροπέδια Μπάφρα, Ασβεστοχωρίου και Ραβένια, στην Πεδιάδα Άρτας και στα ρέματα της Κέρκυρας (Μεσάνγη, καβασιλάτα). Αντίστοιχα, οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρούνται στο Λούρο, στο ρέμα Αρεθούα, στα ρέματα πλησίον της Ηγουμενίτσας (Λάκκος, Ξεροπόταμος) και στον Αχέροντα.

Σημειώνεται επίσης ότι παρατηρούνται σχετικά μικρές διαφοροποιήσεις στις περιόδους $T=50$ και $T=100$ έτη για τον ποταμό Άραχθο του οποίων η πλημμυρική κατάκλυση στις κατάντες ζώνες τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους ανάντη ταμιευτήρες και την ανάσχεση που δημιουργεί ο ταμιευτήρας Πουρναρίου.

Συμπερασματικά, οι μεγαλύτερες μεταβολές στις παροχές αιχμής στο ΥΔ05 οφείλονται κυρίως στις αντίστοιχες μεταβολές των βροχοπτώσεων σχεδιασμού λόγω της βελτίωσης της μεθοδολογίας εκτίμησης των όμβριων καμπυλών, με την επιφανειακή ολοκλήρωση των παραμέτρων τους σε όλη της χώρα, και της προσθήκης νεότερων βροχομετρικών δεδομένων.

Πίνακας 6-2 Σύγκριση παροχών αιχμής μεταξύ 1^{ης} Αναθεώρησης και 1^{ου} Κύκλου

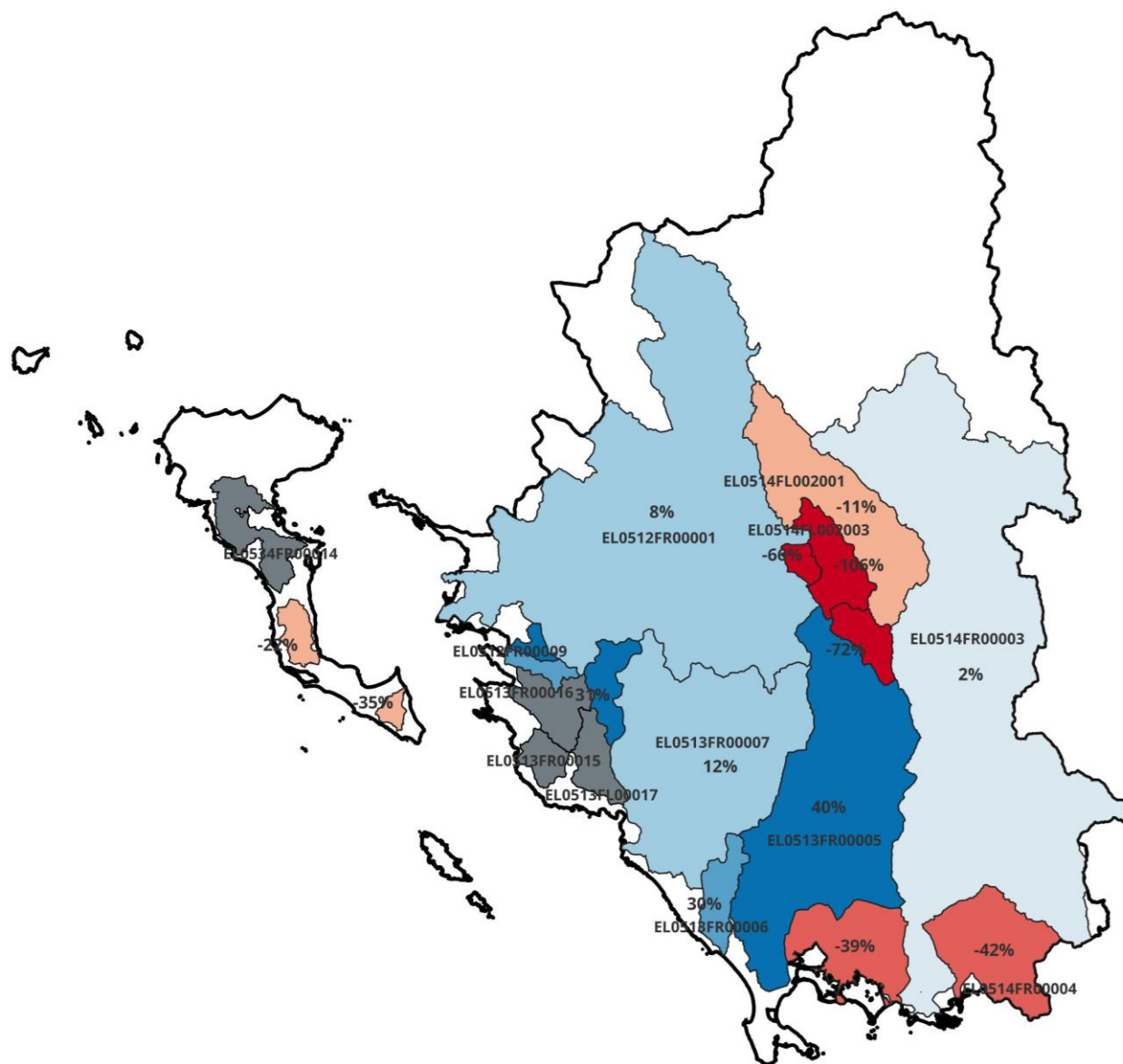
Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /sec)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
ΕΛ0512FR00001	Καλαμάς	1768.91	T50	2466.7	2262.1	8%
			T100	3218.9	2673.7	17%
			T1000	6170.1	4036	35%
ΕΛ0512FL00002_1	Παμβώτιδα	340.78	T50	457.2	508.6	-11%
			T100	620.1	598.1	4%
			T1000	1678.3	1068	36%
ΕΛ0512FL00002_2	Ραβένια	61.08	T50	139.7	240.8	-72%
			T100	202	279.8	-39%
			T1000	685	511.4	25%
ΕΛ0512FL00002_3	Μπάφρα	102.17	T50	178	366.6	-106%
			T100	249.6	438.8	-76%
			T1000	751.3	802.6	-7%
ΕΛ0512FL00002_4	Ασβεστοχώρι	24.03	T50	42.6	70.9	-66%
			T100	63.3	87.5	-38%
			T1000	207.8	193.5	7%
ΕΛ0514FR00003	Άραχθος	1917.88	T50	1689.2	1650	2%
			T100	2212.9	1968	11%
			T1000	4857.2	3364.6	31%
ΕΛ0514FR00004	Διπόταμος	224.75	T50	915.1	1303.9	-42%
			T100	1184.6	1603	-35%

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /sec)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	2677.9	3015.4	-13%
EL0546FR00005	Λούρος	818.45	T50	982.3	594.2	40%
			T100	1305.3	707.1	46%
			T1000	3549.2	1383.3	61%
EL0513FR00006	Αρέθων	71.8	T50	256.5	179.8	30%
			T100	348.0	209.1	40%
			T1000	916.8	493.6	46%
EL0513FR00007	Αχέροντας	729.61	T50	1890.4	1672	12%
			T100	2485.7	1966.4	21%
			T1000	5589.3	3436.5	39%
EL0513FR00008	Οροπέδιο Μαργαριτίου	67.14	T50	62.7	43.3	31%
			T100	94.0	55.1	41%
			T1000	308.7	154.2	50%
EL0512FR00009	Ξεροπόταμος	28.2	T50	99.1	86.1	13%
			T100	145.9	110.5	24%
			T1000	437	293.5	33%
EL0512FR00010	Λάκκος	18.12	T50	61.5	40	35%
			T100	91.5	50.9	44%
			T1000	279.7	149.4	47%
EL0514FR00011	Πεδιάδα Άρτας	180.53	T50	232.5	322.3	-39%
			T100	308.7	394.1	-28%

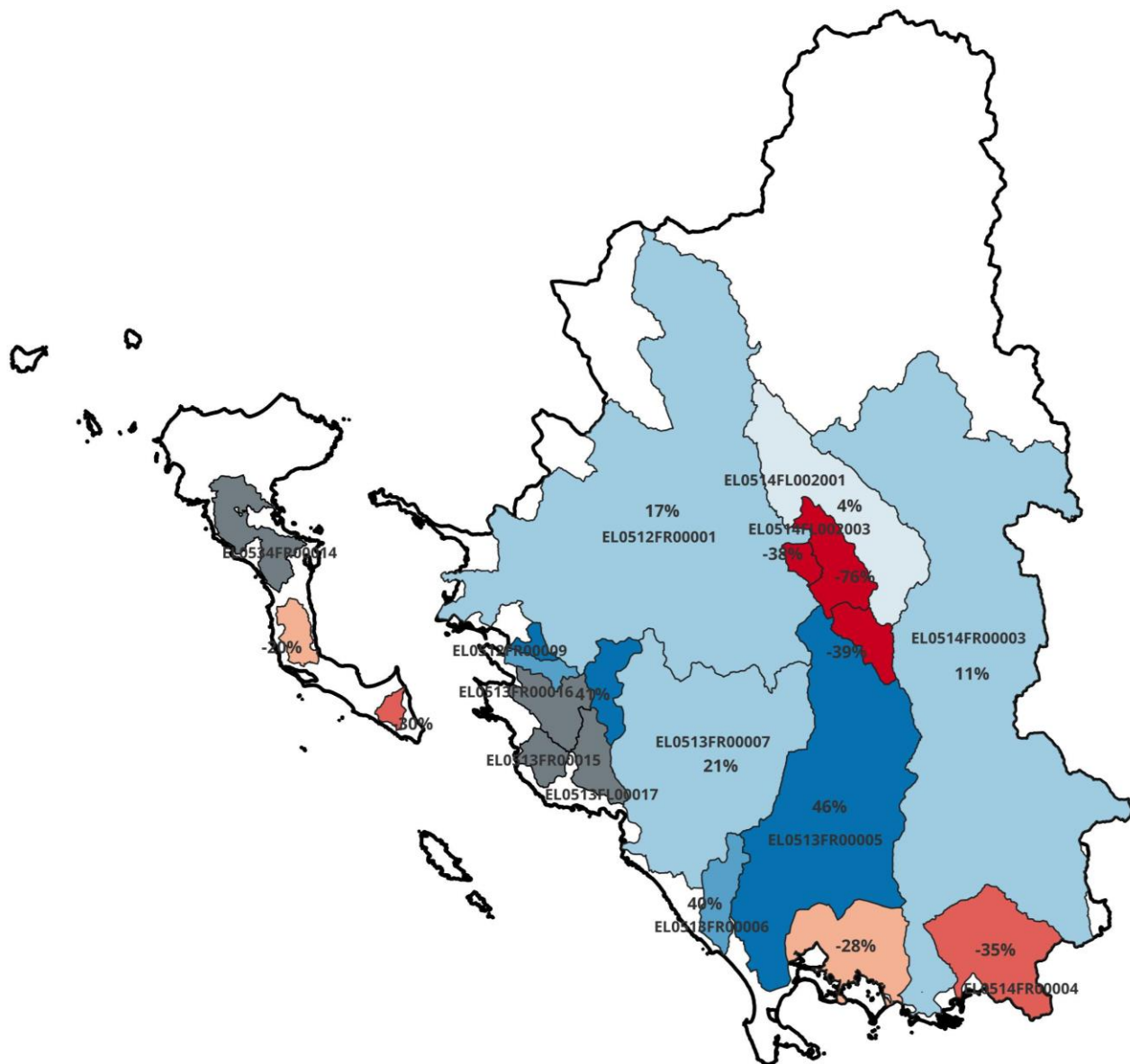
Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /sec)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	711.0	731.3	-3%
ΕΛ0534FR00012	Καβασιλάτα	16.11	T50	78.1	105.1	-35%
			T100	103.6	134.2	-30%
			T1000	241.5	272.6	-13%
ΕΛ0534FR00013	Μεσανγής	39.16	T50	200.7	245.2	-22%
			T100	265.7	318.9	-20%
			T1000	611.4	674.9	-10%

Στους χάρτες που ακολουθούν παρουσιάζεται με χρωματική κλίμακα η ποσοστιαία μεταβολή της παροχής αιχμής για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς, σε διαβαθμίσεις μεταβαλλόμενης χρωματικής παλέτας που κυμαίνεται από κόκκινο χρώμα (για σχετική μείωση του μεγέθους) έως μπλε χρώμα (για σχετική αύξηση του μεγέθους).

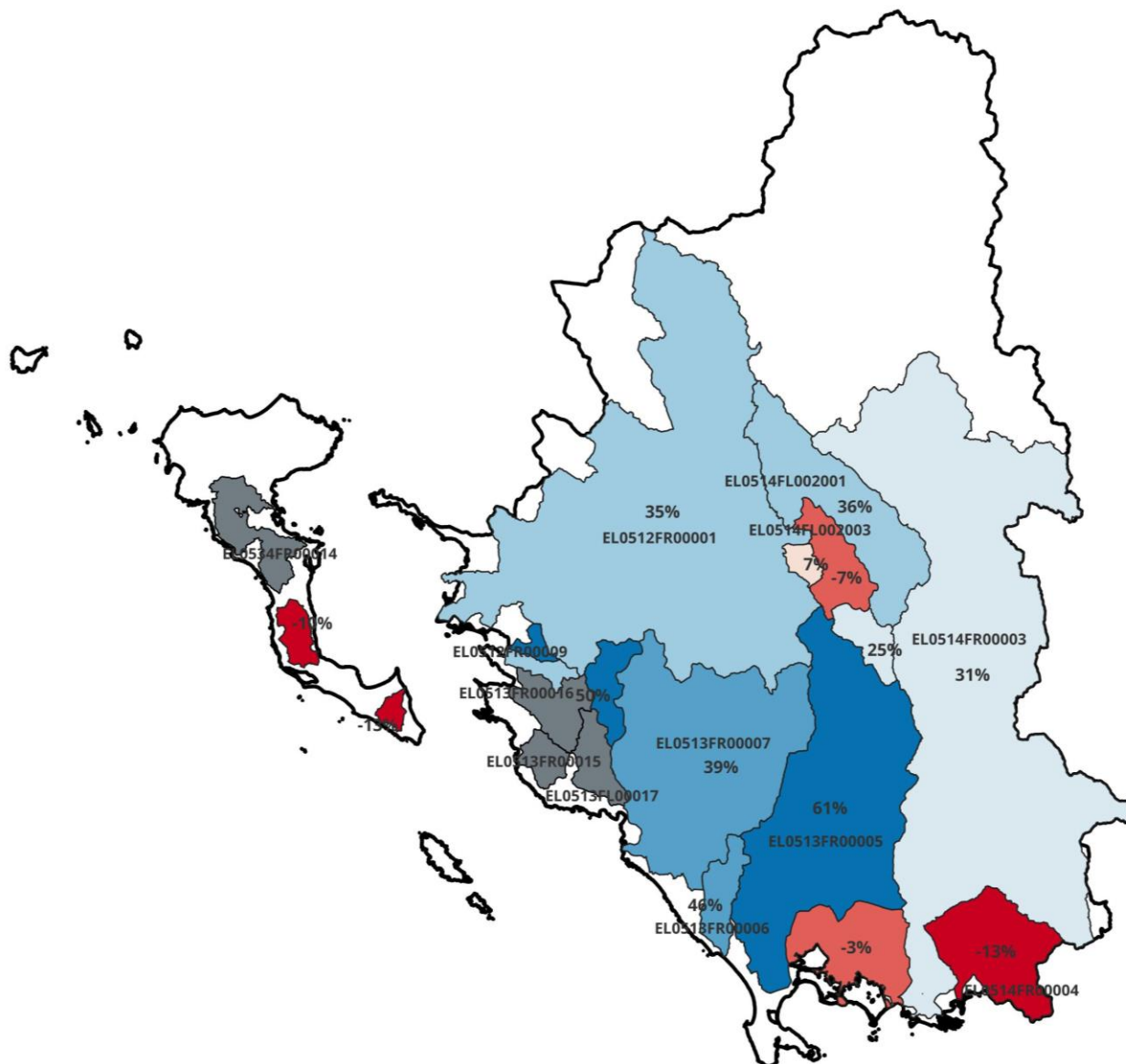
- Με γκρι χρώμα απεικονίζονται οι λεκάνες που εξετάζονται υδρολογικά για πρώτη φορά στον παρόν κύκλο της Οδηγίας για τις οποίες είναι αδύνατη η σύγκριση.



Εικόνα 6-4 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=50 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ05



Εικόνα 6-5 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=100 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ05



Εικόνα 6-6 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=1000 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ05

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Ε. Μιχαηλίδη, Ε. Γαλιούνα, Κ. Τζούκα, Α. Δ. Κούσης, Ν. Μαμάσης, και Δ. Κουτσογιάννης, Τεχνική έκθεση περιγραφής περιοχικών σχέσεων εκτίμησης χαρακτηριστικών υδρολογικών μεγεθών, *ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ – Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού-πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων*, Ανάδοχοι: ΕΤΜΕ: Πέππας & Συν/τες Ε.Ε., Γραφείο Μαχαίρα, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 146 σελίδες, Σεπτέμβριος 2014.
- Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ανδρεαδάκης, Ρ. Μαυροδήμου, Α. Χριστοφίδης, Ν. Μαμάσης, Α. Ευστρατιάδης, Α. Κουκουβίνος, Γ. Καραβοκυρός, Σ. Κοζάνης, Δ. Μαμάης, και Κ. Νουτσόπουλος, Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, *Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων*, 748 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Φεβρουάριος 2008.
- Κουτσογιάννης, Δ., Ι. Μαρκόνης, Α. Κουκουβίνος, και Ν. Μαμάσης, Υδρολογική μελέτη πλημμυρών Αράχθου, *Οριστική Οριοθέτηση Τμήματος Κοίτης Ποταμού Αράχθου που Διέρχεται στα Όρια του Δήμου Αρταίων*, Εργοδότης: Δήμος Αρταίων, Ανάδοχοι: ΑΔΚ - Αρώνης – Δρέττας – Καρλαύτης Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ, ΥΔΡΟΤΕΚ - Υδραυλικές Μελέτες ΑΕ, Β. Μούζος, 272 σ., 2010.
- Κουτσογιάννης, Δ., *Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης*, Έκδοση 4, 180 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2011.
- Ποντικός, Σ., *Πιθανοτική διερεύνηση καταστάσεων εδαφικής υγρασίας στην Ελληνική επικράτεια για χρήση τους στον υδρολογικό σχεδιασμό*, Διπλωματική εργασία, 83 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Νοέμβριος 2014.
- «Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας σύμφωνα με τις Προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ κατ' εφαρμογή του Ν.3199/2003 και του Π.Δ.51/2007». Ειδική Γραμματεία Υδάτων - 2013.
- Baltas, E.A., N.A. Dervos, and M.A. Mimikou, Technical Note: Determination of the SCS initial abstraction ratio in an experimental watershed in ELeece, *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1825-1829, 2007.
- Chow, V.T., D.R. Maidment, and L.W. Mays, *Applied Hydrology*, McELaw-Hill, 1988.
- Efstratiadis, A., A.D. Koussis, D. Koutsoyiannis, and N. Mamassis, Flood design recipes vs. reality: can predictions for ungauged basins be trusted?, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 1417–1428, 2014.
- Galiouna, E., A. Efstratiadis, N. Mamassis, and K. Aristeidou, Investigation of extreme flows in Cyprus: empirical formulas and regionalization approaches for peak flow estimation, *European Geosciences Union General Assembly 2011, Geophysical Research Abstracts, Vol. 13*, Vienna, 2011, European Geosciences Union, 2011.
- ELimaldi, S., A. Petroseli, F. Tauro, and M. Porfiri, Time of concentration: A paradox in modern hydrology, *Hydrological Sciences Journal*, 57(2), 217–228, 2012.
- Hjelmfelt Jr., A.T., Negative outflows from Muskingum flood routing, *Journal of Hydraulic Engineering*, 111(6), 1010–1014, 1985.

- Koussis, A. D., An assessment review of the hydraulics of storage flood routing 70 years after the presentation of the Muskingum method, *Hydrological Sciences Journal*, 54(1), 43–61, 2009.
- Koutsoyiannis, D., D. Kozonis, and A. Manetas, A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships, *Journal of Hydrology*, 206(1-2), 118-135, 1998.
- Massari, C., L. Brocca, S. Barbetta, C. Papathanasiou, M. Mimikou, and T. Moramarco, Using globally available soil moisture indicators for flood modelling in Mediterranean catchments, *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 839–853, 2014.
- Ponce V.M., and R.H. Hawkins, Runoff Curve Number: has it reached maturity?, *Journal of Hydrologic Engineering*, 1(1), 11–19, 1996.
- Soil Conservation Service (SCS), *National Engineering Handbook*, Section 4, Hydrology (NEH-4), U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, 1972.
- U.K. National Environmental Research Council (UK-NERC), *Flood Studies Report*, Institute of Hydrology, Wallingford, 1975.
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, *Design of Arch Dams*, U.S. Government Printing Office, Denver, CO, 1977.