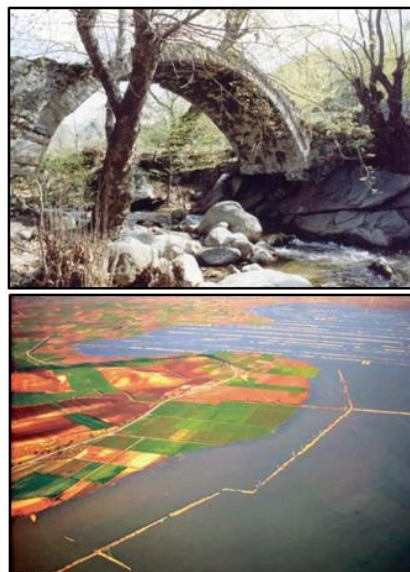
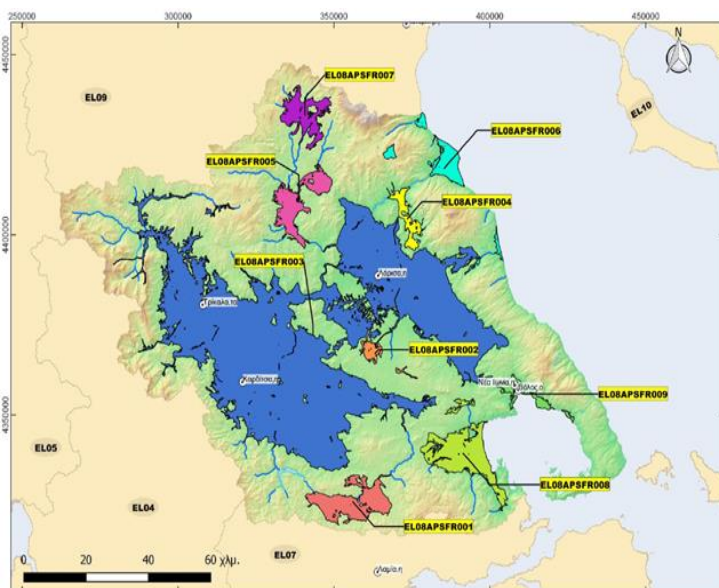




ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



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



**1^η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ
ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ
των Λεκανών Απορροής Ποταμών του
Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας (EL08)**

**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 ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

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		EL08_Π04_T1
	ΧΑΡΤΕΣ		
1	Χάρτης Απεικόνισης Σχηματοποίησης Κόμβων, Κλάδων Υδρογραφικού Δικτύου και Υπολεκάνων	1:3000000	EL08_Π04_X1
2	Χάρτης Κατανομής Αριθμών CN για μεσέες συνθήκες υγρασίας (Τύπου II)	1:3000000	EL08_Π04_X2

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	I
ΕΙΚΟΝΕΣ	IV
ΠΙΝΑΚΕΣ	VII
<u>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>1</u>
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΈΚΘΕΣΗΣ	1
1.2 ΟΜΑΔΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	1
1.3 ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ	3
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΈΚΘΕΣΗΣ	3
1.5 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΝ 1 ^ο ΚΥΚΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/ΕΚ	4
<u>2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</u>	<u>5</u>
2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	5
2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	6
ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ	6
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	6
ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	7
ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	8
ΧΑΡΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ CN	9
2.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	11
ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ Όμβριες Καμπύλες	11
ΧΑΡΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ Όμβριων Καμπυλών	13
<u>3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</u>	<u>17</u>
3.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	17
3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ	17
3.3 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	18
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ	18
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ Όμβριων Καμπυλών Υπολεκάνων	19
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΕΤΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	19

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΝΤΑΣΕΩΝ ΒΡΟΧΗΣ	20
3.4 ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	21
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCS-CN	21
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΕ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ	25
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΜΥ	27
ΒΑΣΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ	29
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	29
3.5 ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	29
ΓΕΝΙΚΑ	29
ΜΕΘΟΔΟΣ MUSKINGUM	30
ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ	32
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ	33
3.6 ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΜΕΣΩ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	34
<u>4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ</u>	<u>36</u>
4.1 ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	36
4.2 ΕΠΙΠΕΔΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ	37
4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ	37
ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	37
ΚΟΜΒΟΙ	38
ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ	38
ΥΠΟΛΕΚΑΝΕΣ	39
<u>5 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΑΛΜΥΡΟΥ-ΠΗΛΙΟΥ</u>	<u>41</u>
5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	41
5.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΞΗΡΟΡΕΜΑ	42
5.3 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΤΑΝΟΡΕΜΑ	45
5.4 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΞΕΡΙΑ ΑΛΜΥΡΟΥ	49
5.5 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΧΟΛΟΡΕΜΑ	53
5.6 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΛΑΧΑΝΟΡΕΜΑ	56
5.7 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΑΓΑΣΩΝ	59
5.8 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΞΗΡΙΑ ΒΟΛΟΥ	62
5.9 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΚΡΑΥΣΙΔΩΝΑ	65
5.10 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΆΝΑΒΡΟΣ	68

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

5.11	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΠΗΛΙΟΥ	71
5.12	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΟΥΡΙ	74
6	<u>ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΗΝΕΙΟΥ</u>	78
6.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	78
6.2	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΟΥΣΜΠΑΣΑΝΙΩΤΙΚΟΥ	80
6.3	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΕΝΙΠΕΑ	84
6.4	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΦΑΡΣΑΛΙΩΤΗ	88
6.5	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΟΦΑΔΙΤΗ	92
6.6	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΛΕΝΤΖΗ	97
6.7	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΜΕΓΑ	101
6.8	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΑΜΙΣΟΥ	104
6.9	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΡΤΑΪΚΟΥ	107
6.10	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΝΩ ΡΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ	111
6.11	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ	116
6.12	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΛΗΘΑΙΟΥ-ΝΕΟΧΩΡΙΤΗ	119
6.13	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΥ	124
7.14	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΕΛΑΤΕΙΑΣ – ΠΟΥΡΝΑΡΙΟΥ	132
7.15	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΛΟΧΩΡΙΟΥ	135
7.16	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΖΗΛΙΑΝΑΣ	138
7	<u>ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΡΛΑΣ</u>	142
7.1	ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΡΛΑΣ	142
7.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	143
8	<u>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ 1^ο ΚΥΚΛΟ</u>	147
8.1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	147
8.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΙΧΜΗΣ	157
	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	168

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.....	7
ΕΙΚΟΝΑ 2-4 ΌΡΙΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	8
ΕΙΚΟΝΑ 2-5 ΧΩΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ CN	10
ΕΙΚΟΝΑ 2-6 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ <i>H</i>	14
ΕΙΚΟΝΑ 2-7 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ <i>B</i>	15
ΕΙΚΟΝΑ 2-8 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ <i>L</i>	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	26
ΕΙΚΟΝΑ 3-3 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΣΜΥ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ, ΓΙΑ ΜΕΣΕΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ), ΚΑΙ ΑΝΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ, ΓΙΑ $T = 100$ ΕΤΗ (ΔΕΞΙΑ)	28
ΕΙΚΟΝΑ 5-1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΛΑΠ ΑΛΜΥΡΟΥ-ΠΗΛΙΟΥ	41
ΕΙΚΟΝΑ 5-2 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	45
ΕΙΚΟΝΑ 5-3 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	47
ΕΙΚΟΝΑ 5-4 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	52
ΕΙΚΟΝΑ 5-5 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	54
ΕΙΚΟΝΑ 5-6 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	59
ΕΙΚΟΝΑ 5-7 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	60
ΕΙΚΟΝΑ 5-8 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	65
ΕΙΚΟΝΑ 5-9 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	66
ΕΙΚΟΝΑ 5-10 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	71
ΕΙΚΟΝΑ 5-11 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	74
ΕΙΚΟΝΑ 5-12 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	77
ΕΙΚΟΝΑ 6-1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΗΝΕΙΟΥ.....	79

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

ΕΙΚΟΝΑ 6-2 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	83
ΕΙΚΟΝΑ 6-3 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	88
ΕΙΚΟΝΑ 6-4 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	92
ΕΙΚΟΝΑ 6-5 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	96
ΕΙΚΟΝΑ 6-6 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	100
ΕΙΚΟΝΑ 6-7 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	102
ΕΙΚΟΝΑ 6-8 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	107
ΕΙΚΟΝΑ 6-9 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	111
ΕΙΚΟΝΑ 6-10 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	114
ΕΙΚΟΝΑ 6-11 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	119
ΕΙΚΟΝΑ 6-12 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	122
ΕΙΚΟΝΑ 6-13 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	131
ΕΙΚΟΝΑ 6-14 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	133
ΕΙΚΟΝΑ 6-15 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	137
ΕΙΚΟΝΑ 6-16 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	141
ΕΙΚΟΝΑ 7-1 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	143
ΕΙΚΟΝΑ 8-1 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ08	154
ΕΙΚΟΝΑ 8-2 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=100 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ08	155
ΕΙΚΟΝΑ 8-3 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=1000 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ08	156
ΕΙΚΟΝΑ 8-4 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ08	165
ΕΙΚΟΝΑ 8-5 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΔΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=100 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ08	166

ΕΙΚΟΝΑ 8-6 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ $T=1000$ ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 ^{ΗΣ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ08	167
---	-----

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3-1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΤΜΗΜΕΝΩΝ ΛΕΙΟΥ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ SCS	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΛΑΠ ΑΛΜΥΡΟΥ-ΠΗΛΙΟΥ.....	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-4 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-8 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-9 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-11 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-12 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-13 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-14 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-15 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-16 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-17 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-18 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-19 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-20 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-21 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-22 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-23 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-24 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-25 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-26 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-27 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-28 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-29 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-30 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-31 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-32 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-33 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΩΝ ΠΗΝΕΙΟΥ.....	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	80

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-4 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	82
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	86
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-8 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-9 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	90
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-11 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-12 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-13 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-14 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-15 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-16 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-17 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-18 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-19 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	102
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-20 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-21 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-22 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	105
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-23 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	108
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-24 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	108
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-25 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-26 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-27 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-28 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-29 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-30 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-31 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-32 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-33 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-34 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-35 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-36 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-37 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	129
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-38 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-39 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-40 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	133

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-41 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-42 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	138
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-43 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	138
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-44 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	139
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ)	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	145
ΠΙΝΑΚΑΣ 8-1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΗΞ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 8-2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΙΧΜΗΣ ΜΕΤΑΞΥ 1 ^{ΗΞ} ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ 1 ^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ.....	160

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο Έκθεσης

Η παρούσα έκθεση αναφέρεται στη διαδικασία παραγωγής πλημμυρογραφημάτων υψηλής, μέσης και χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης, στις θέσεις ενδιαφέροντος του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Θεσσαλίας. 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 Παραρτήματα.

1.2 Ομάδα Εκπόνησης της Μελέτης – Επικοινωνία

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

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

- ο Άννα-Δέσποινα Βενεδίκη, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Management, Warwick Business School
- ο Κορίνα-Κωνσταντίνα Δρακάκη, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
- ο Μαρίνα Πάσιου Κεφαλίδου, Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, MSc Γεωτεχνικός
- ο Γεώργιος Μαρκόπουλος-Σαρίκας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Fluid Mechanics, Imperial College London
- Από το γραφείο **ENVECO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.**
 - ο Γεώργιος Κοτζαγεώργης, Βιολόγος, Περιβαλλοντολόγος, PhD
 - ο Σπυρίδων Παπαρηγορίου, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, Μηχανικός Περιβάλλοντος MSc, Μηχανικός Υδατικών Πόρων Dipl., Οικονομία Περιβάλλοντος MLitt
 - ο Μιχάλης Μαρουλάκης, Βιολόγος Παν. Αθηνών, Τεχνολόγος – Ιχθυολόγος
 - ο Θεοδότη Βέργου, Πολιτικός Μηχανικός, Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών πόρων MSc
 - ο Κωνσταντίνα Πυργάκη, Γεωλόγος MSc Χημεία, Τεχνολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος
 - ο Αντώνης Αρβανίτης, Γεωλόγος/ Περιβαλλοντολόγος MSc Εφαρμοσμένη Γεωλογία
 - ο 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, Μ.Α.

Επικοινωνία:

Γ. Καραβοκύρης & Συνεργάτες Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Αλεξανδρουπόλεως 23 & Καισαρείας, 115 27 Αθήνα

Τηλ.: 210 7756130

email: central@gk-consultants.EL

1.3 Επιτροπή παρακολούθησης και παραλαβής

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 Υδάτος, 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 Δομή της Παρούσας Έκθεσης

Η παρούσα έκθεση αποτελείται από 7 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 απορροής των ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου(EL017) και δίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα ανά λεκάνη ή σύστημα λεκανών απορροής.

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται η σχηματοποίηση και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των λεκανών απορροής του Πηνειού(EL016) και δίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα ανά λεκάνη ή σύστημα λεκανών απορροής

Στο κεφάλαιο 7 τέλος, παρουσιάζονται η σχηματοποίηση και τα χαρακτηριστικά μεγέθη του μοντέλου προσομοίωσης της λίμνης Κάρλας και δίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα.

1.5 Διαφοροποιήσεις από τον 1^ο Κύκλο Εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ

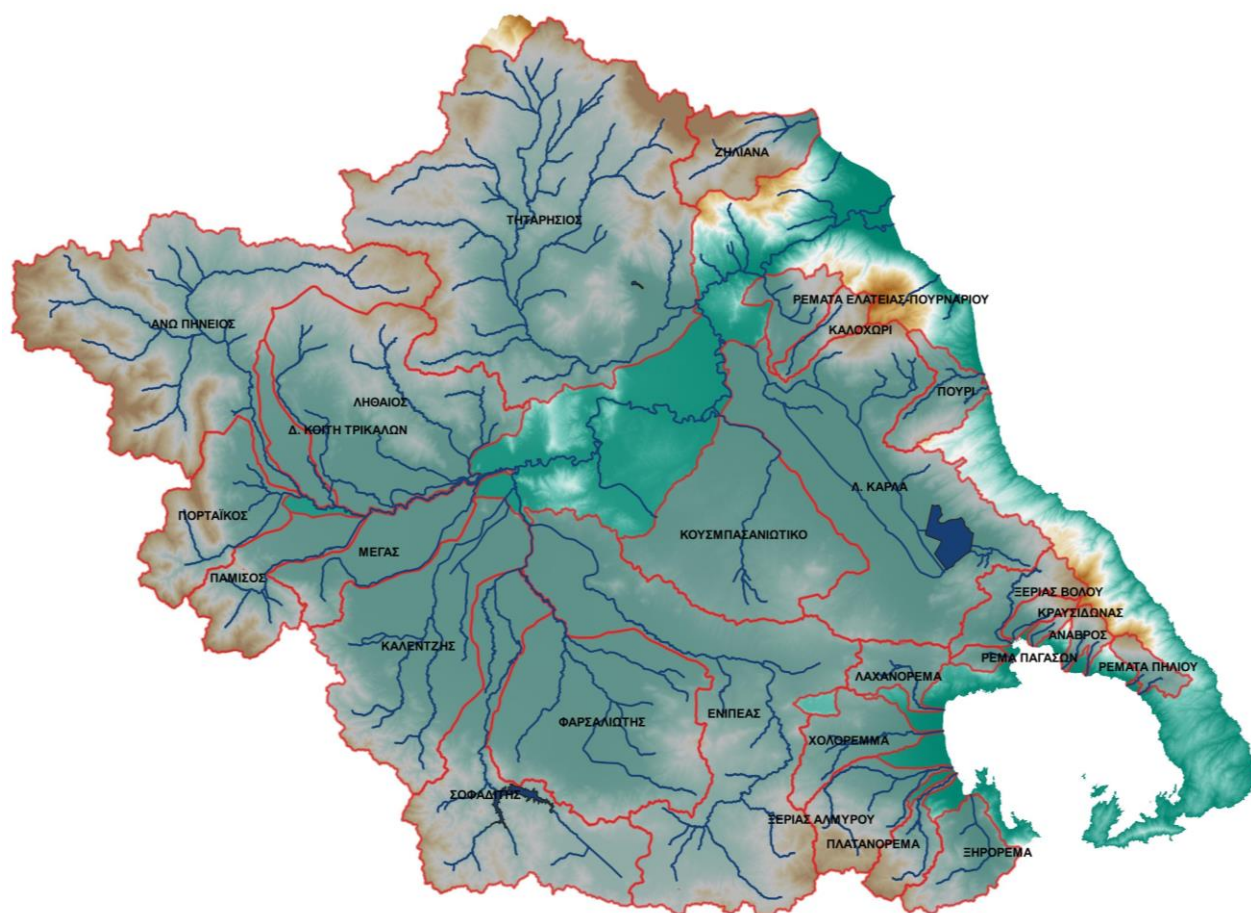
Σε σχέση με τον 1^ο κύκλο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ δε σημειώνονται ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις όσον αφορά της εφαρμογή της γενικής μεθοδολογίας για την παραγωγή των πλημμυρικών υδρογραφημάτων, η οποία παραμένει η ίδια. Επιμέρους διαφοροποιήσεις σημειώνονται στα κάτωθι:

- 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 27 αντί για 22 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών) στον 1^ο κύκλο.
- 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 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 του στην τιμή του CN.

2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.1 Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή μελέτης, στην οποία ζητείται η παραγωγή πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού, καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Θεσσαλίας, έκτασης 13 377 km². 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 τους. Ουσιαστικά, περιλαμβάνει τις λεκάνες απορροής όλων των μεγάλων ποταμών του ΥΔ Θεσσαλίας, και μικρότερων υδατορευμάτων διαλείπουσας ή χειμαρρικής ροής που διέρχονται από κάποια ΖΔΥΚΠ.

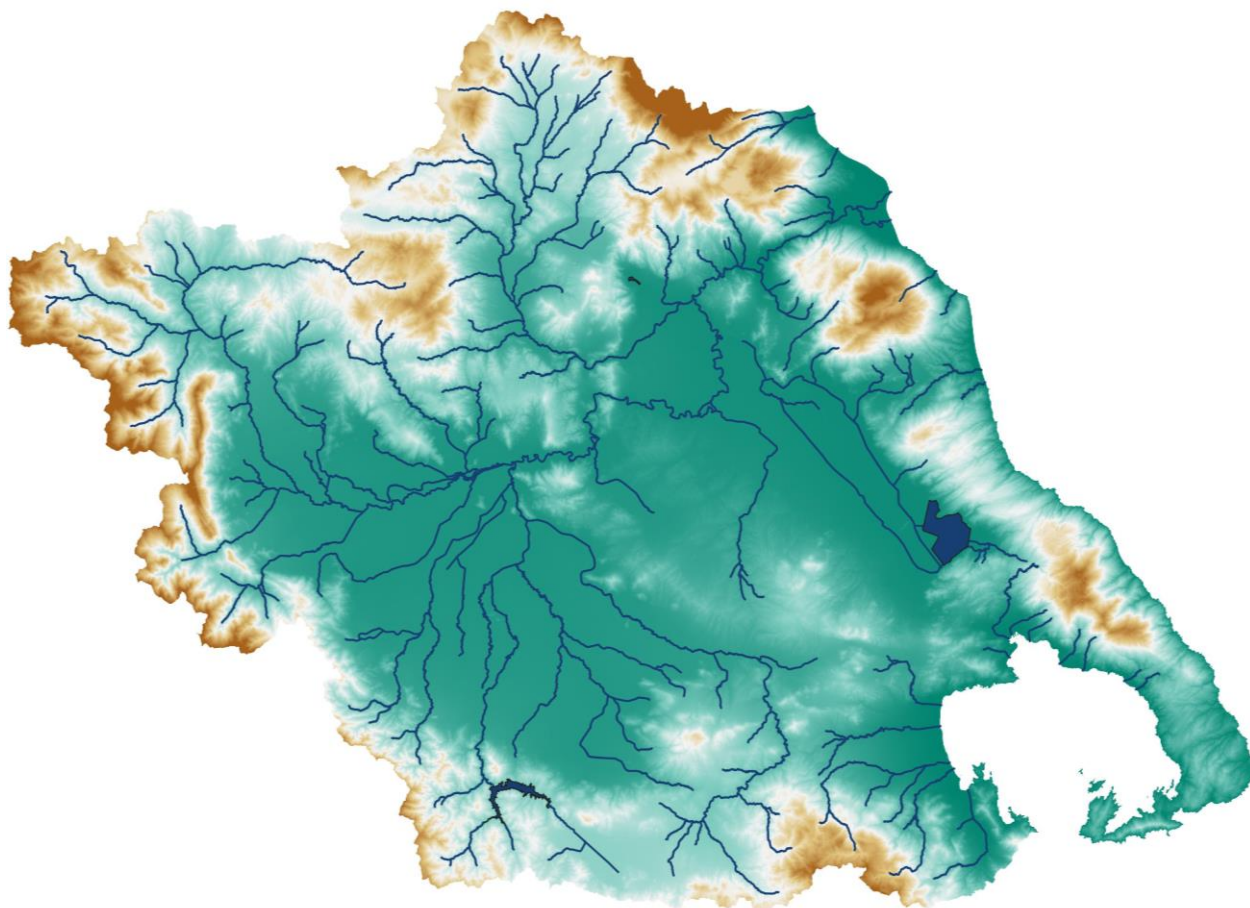


Εικόνα 2-1 Χάρτης περιοχής μελέτης και λεκάνες απορροής που εξετάζονται

Μαζί με την κλειστή λεκάνη της λίμνης Κάρλας, έκτασης 1 070 km², εξετάζονται, συνολικά, 26 λεκάνες απορροής, που χωρίζονται σε υπολεκάνες. Η μεγαλύτερη είναι αυτή του Πηνειού, έκτασης περίπου 9 500 km², ενώ μελετώνται και μικρότερες λεκάνες των ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου, που εκβάλλουν στον Παγασητικό Κόλπο. Ειδικότερα, η λεκάνη απορροής του Πηνειού μελετάται σε δύο επίπεδα, το επιμέρους, που αφορά στην υδρολογική και υδραυλική προσομοίωση των υπολεκανών των μεγάλων παραποτάμων του, και το συγκεντρωτικό, που αφορά στην υδραυλική προσομοίωση του κυρίως κλάδου του Πηνειού (Εικόνα 2-1).

2.2 Γεωγραφικά Δεδομένα

Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων



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

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.

Υδρογραφικό Δίκτυο

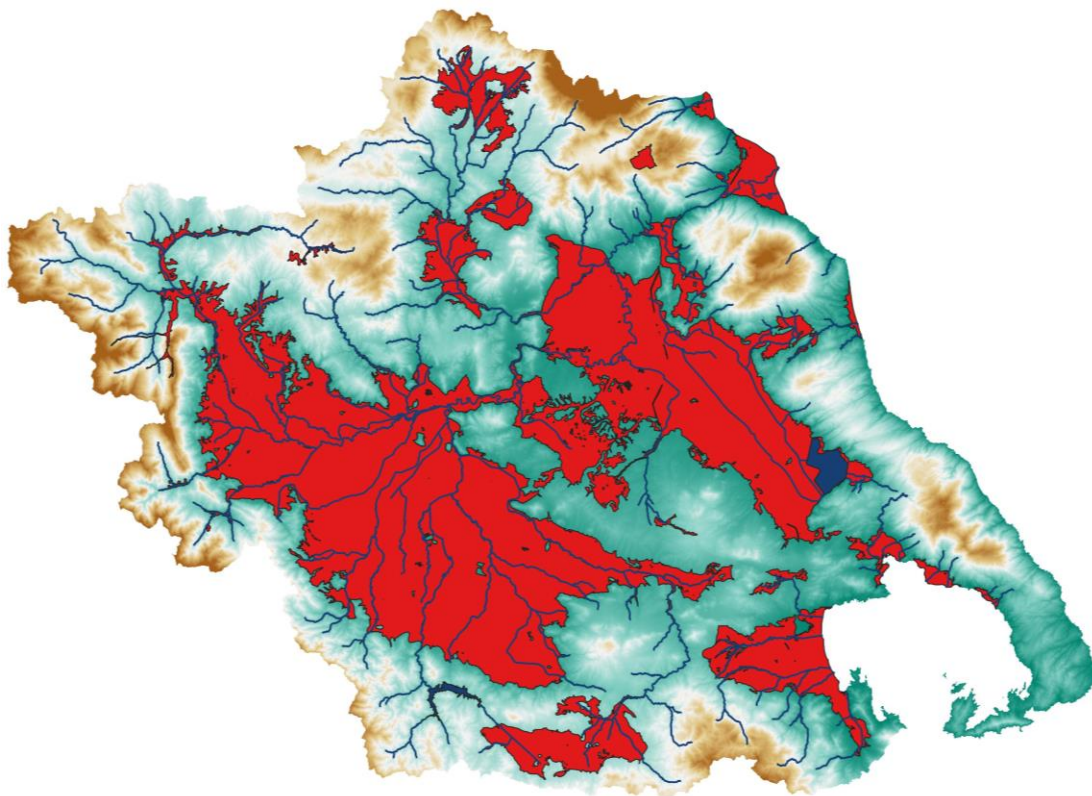
Το υδρογραφικό δίκτυο, που απεικονίζεται στην Εικόνα 2-2, έχει διαμορφωθεί σε εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, και περιλαμβάνει τα κύρια υδατορεύματα της περιοχής μελέτης. Το εκτενέστερο και πλέον πολύπλοκο δίκτυο υδατορευμάτων αναπτύσσεται στη λεκάνη απορροής του Πηνειού, και περιλαμβάνει, εκτός από τον κύριο κλάδο του ποταμού, όλους τους σημαντικούς

παραποτάμους του, συγκεκριμένα: (α) στο νότιο μέρος της λεκάνης τον Ενιπέα, τον Φαρσαλιώτη, τον Σοφαδίτη και τον Καλέντζη, (β) στο δυτικό και νοτιοδυτικό μέρος τον Πάμισο, τον Πορταϊκό και το Μουργκάνι, και (γ) στο βόρειο μέρος τον Ληθαίο, τον Νεοχωρίτη και τον Τιταρήσιο. Ο τελευταίος περιλαμβάνει διάφορους κλάδους, με κυριότερους τον Σαραντάπορο και τον Ελασσονίτικο. Στο ΥΔ Θεσσαλίας αναπτύσσονται και μικρότερα δίκτυα, που στην απλούστερη περίπτωση περιλαμβάνουν έναν κύριο κλάδο που εκβάλλει στη θάλασσα.

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 έγιναν αρκετές χειροκίνητες διορθώσεις, καθώς πολλά από τα φυσικά υδατορεύματα έχουν διαμορφωθεί με κατάλληλα τεχνικά έργα (π.χ. έχουν ευθυγραμμιστεί και οριοθετηθεί με αναχώματα), και συνεπώς δεν ακολουθούν ακριβώς τις κλίσεις του εδάφους.

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 Προκαταρκτική Αξιολόγηση 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). Το ΥΔ Θεσσαλίας είναι το πλέον ευάλωτο της Ελλάδας, καθώς οι πλημμυρικές ζώνες καλύπτουν το 32.9% της περιοχής (4.315,9 από τα 13.377 km²). Τα όρια των ζωνών φαίνονται στον χάρτη της Εικόνας 2-3.

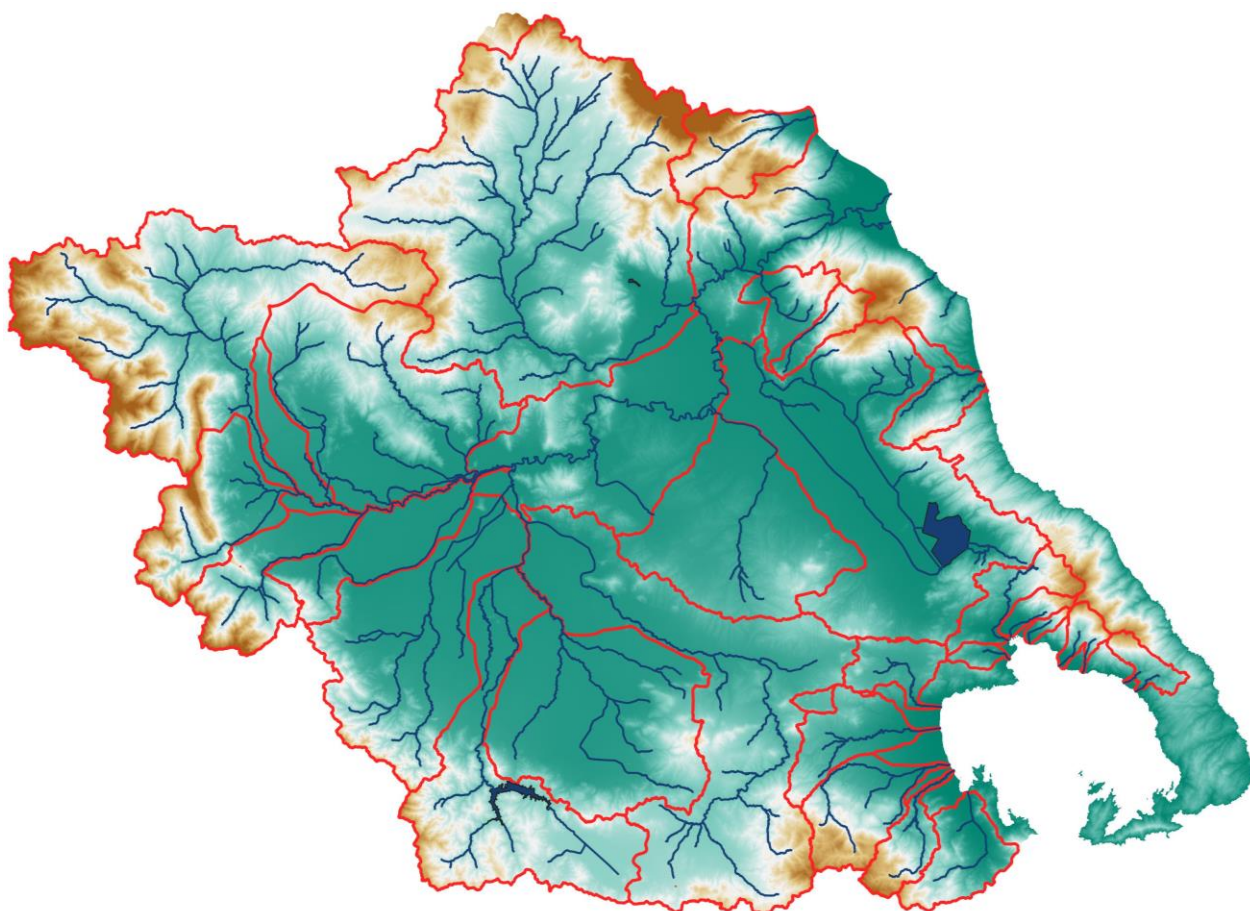


Εικόνα 2-3 Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) περιοχής μελέτης

Λεκάνες Απορροής

Με βάση το υδρογραφικό δίκτυο και τις ΖΔΥΚΠ, η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 27 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών), θεωρώντας κόμβους στις εισόδους των ζωνών και τις συμβολές των κύριων υδατορευμάτων της περιοχής μελέτης. Τα όρια των λεκανών απεικονίζονται στον χάρτη της Εικόνας 2-4. Στα ορεινά και ημιορεινά τμήματα του ΥΔ Θεσσαλίας, οι λεκάνες χαράχτηκαν με βάση το ΨΜΕ διάστασης 5×5 m, ενώ στις πιο πεδινές περιοχές 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, πολλά από τα υδατορεύματα είναι διευθετημένα και δεν ακολουθούν πλήρως τη φυσική κλίση του εδάφους. Ακόμη, σε ορισμένες περιπτώσεις, εκατέρωθεν της κοίτης έχουν κατασκευαστεί αναχώματα που εμποδίζουν την πλευρική απορροή, με αποτέλεσμα τα αναχώματα αυτά να ορίζουν, στην πραγματικότητα, τεχνητούς υδροκρίτες. Τεχνητές παραμβάσεις στη ροή δημιουργούνται και από άλλα έργα, όπως οδικά αναχώματα, κανάλια, κτλ.

Επισημαίνεται ότι για τις ανάγκες της υδρολογικής μοντελοποίησης, σε αρκετές περιπτώσεις απαιτήθηκε ακόμα πιο λεπτομερής κατάτμηση των υπολεκανών, όπως εξηγείται στο Κεφάλαιο 4. Στην κατάτμηση αυτή, ορισμένες υπολεκάνες επιμερίστηκαν σε δύο ή περισσότερες υπολεκάνες του υδρολογικού μοντέλου. Στη συνέχεια, ο όρος θα αναφέρεται σε υπολεκάνες που έχουν παραχθεί κατά τη σχηματοποίηση του υδρολογικού μοντέλου, και όχι σε αυτές της Εικόνας 2-4.



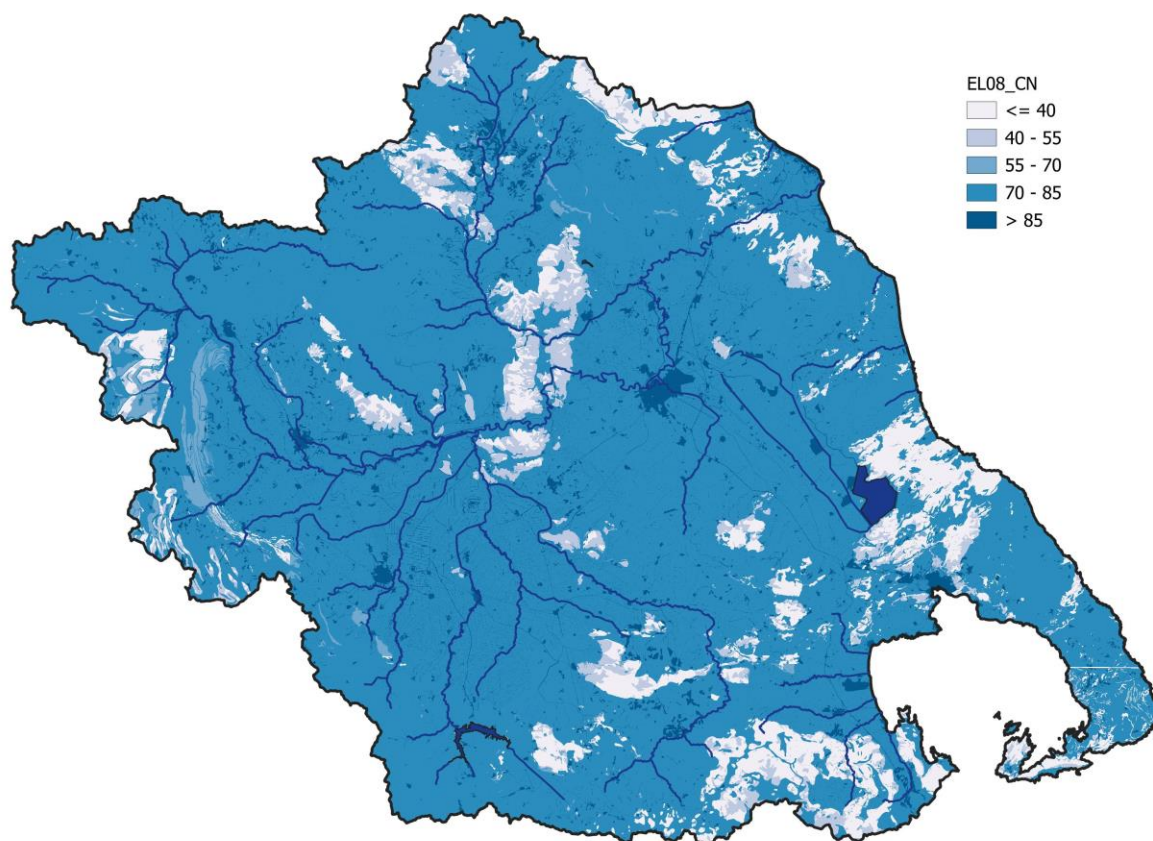
Εικόνα 2-4 Όρια λεκανών απορροής περιοχής μελέτης

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 στην εκτίμηση της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης, που αποτελεί δεδομένο εισόδου της μεθόδου SCS-CN (η μέθοδος 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 2-5 (ο χάρτης καλύπτει μόνο τα όρια των λεκανών απορροής που προσομοιώθηκαν, και όχι το σύνολο του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας).

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 ΥΔ08 και επηρεάζει δύο υπολεκάνες στη λεκάνη του ρέματος Κουσμπασανιώτικου και μία υπολεκάνη στον ποταμό Φαρσαλιώτη.

**Εικόνα 2-5** Χωρική απεικόνιση παραμέτρου CN

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 μία μικρή αύξηση στη συνολική τιμή του CN στο ΥΔ της τάξης του 2.2% (από 73.58 σε 75.22). Η αύξηση αυτή δεν αποτελεί γενικό κανόνα σε επίπεδο υπολεκανών, όπου παρατηρούνται κατά περίπτωση αμελητέες, αυξητικές ή μειωτικές μεταβολές. Στην πλειοψηφία των υπολεκανών η τιμή του CN παραμένει σχεδόν αμετάβλητη, υποδηλώνοντας στις περιπτώσεις αυτές περιορισμένες διαφοροποιήσεις στις χρήσεις γης μεταξύ των δύο κύκλων.

Όσον αφορά τις προαναφερθείσες μεταβολές αυτές 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 ΥΔ08 είναι αμελητέα, όπως αναφέρεται και στα παραπάνω.

2.3 Υδρολογικά Δεδομένα

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 εμμονής η_* .

Σε προηγούμενο στάδιο του έργου καταρτίστηκαν όμβριες καμπύλες στις θέσεις 42 βροχομετρικών σταθμών και 15 βροχογράφων της περιοχής μελέτης, που είναι συνεπείς με τη στατιστική διάιτα των ισχυρών καταιγίδων του ΥΔ Θεσσαλίας.

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

Θέση Βροχογράφων	Παράμετροι όμβριων καμπυλών				
	α (h)	η (-)	ξ (-)	λ (mm/h)	β (years)
ΑΓΙΑ	0.01	0.51	0.01	4580.47	0.068
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	0.13	0.71	0.16	96.04	0.039
ΒΟΛΟΣ	0.19	0.68	0.03	874.63	0.040
ΒΡΟΝΤΕΡΟ ΤΡΙΚΑΛΩΝ	4.72	0.76	0.01	300.91	0.010
ΔΡΑΚΟΤΡΥΠΑ	0.01	0.55	0.36	46.54	0.010
ΕΛΑΣΣΟΝΑ	0.21	0.74	0.33	15.11	0.010
ΖΑΓΟΡΑ	0.20	0.57	0.02	2112.72	0.102
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	0.76	0.69	0.30	6.11	0.010
ΛΑΡΙΣΑ ΕΑΑ	0.22	0.81	0.26	28.74	0.010
ΛΑΡΙΣΑ ΕΜΥ	0.12	0.79	0.17	173.87	0.088
ΛΟΥΤΡΟΠΗΓΗ	0.10	0.60	0.02	1500.53	0.099
ΜΕΓΑΛΗ ΚΕΡΑΣΙΑ	0.72	0.69	0.01	502.91	0.010

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Θέση Βροχογράφων	Παράμετροι όμβριων καμπυλών				
	α (h)	η (-)	ξ (-)	λ (mm/h)	β (years)
ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΙ	0.02	0.41	0.01	1260.07	0.010
ΣΚΟΠΙΑ	0.01	0.57	0.01	5678.92	0.061
ΤΡΙΚΑΛΑ	0.27	0.86	0.02	1771.92	0.072

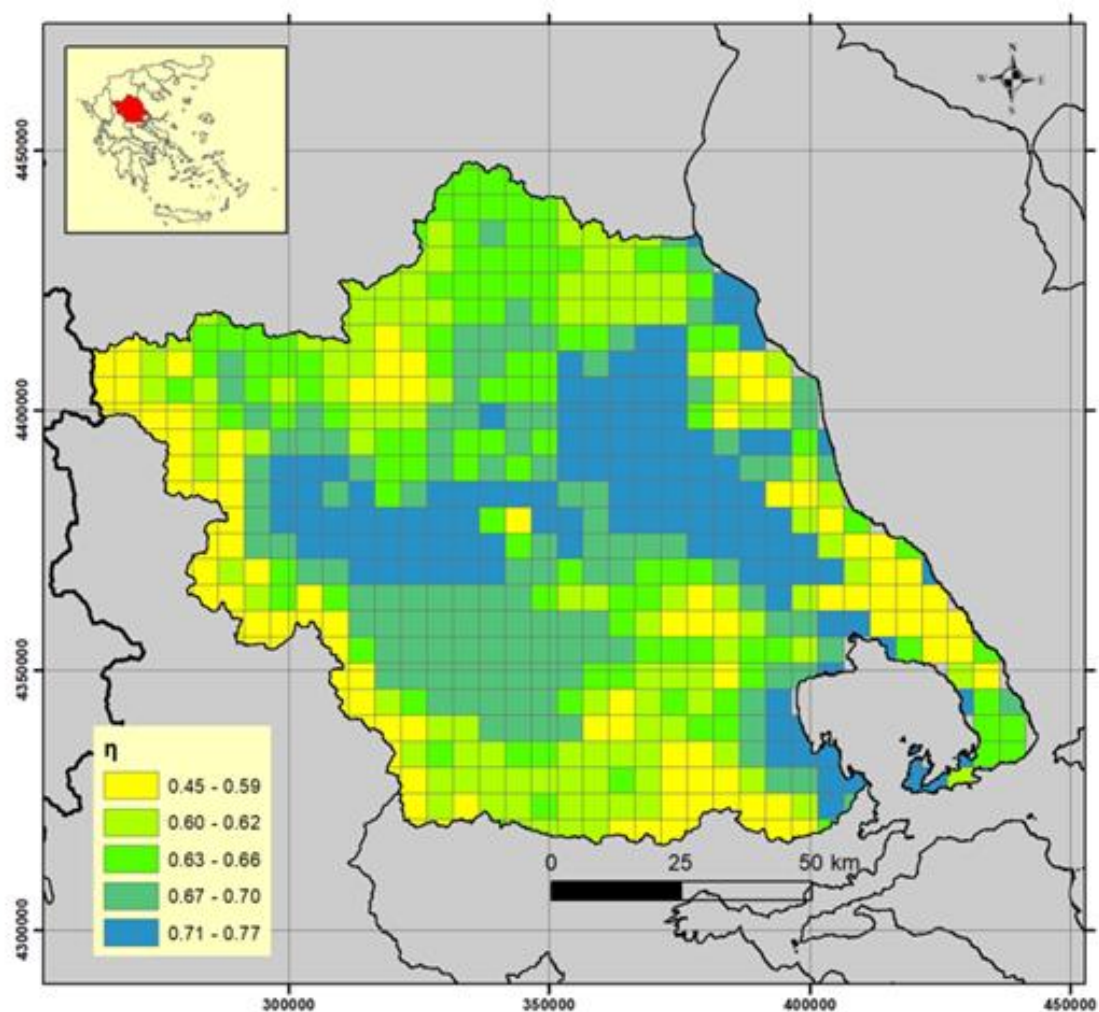
Πίνακας 2-1 Παράμετροι σημειακών όμβριων καμπυλών βροχομετρικών σταθμών Θεσσαλίας για 24h διάρκεια βροχόπτωσης.

Σταθμοί	Παράμετροι όμβριων καμπυλών		
	ξ (-)	λ^{24h} (mm/h)	β (years)
ΑΓΙΟΦΥΛΛΟ	0.01	59.89	0.042
ΑΓΡΕΛΙΑ	0.01	36.3	0.054
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	0.16	2.39	0.039
ΑΜΑΡΑΝΤΟΣ	0.01	62.34	0.01
ΑΝΑΒΡΑ	0.04	21.74	0.082
ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΑ	0.01	54.63	0.019
ΒΡΟΝΤΕΡΟ ΤΡΙΚΑΛΩΝ	0.01	76.65	0.01
ΓΙΑΝΝΩΤΑ	0.02	29.87	0.019
ΕΛΑΣΣΟΝΑ	0.33	0.44	0.01
ΖΑΠΠΕΙΟ	0.21	0.98	0.01
ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ	0.36	0.53	0.01
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	0.3	0.55	0.01
ΚΕΡΑΣΙΑ	0.01	58.34	0.01
ΚΟΝΙΣΚΟΣ	0.02	29.9	0.042
ΚΡΥΟΒΡΥΣΗ	0.03	20.25	0.093
ΛΑΡΙΣΑ	0.17	2.57	0.088
ΛΙΒΑΔΙ ΥΠΑΑΤ	0.02	30.23	0.013
ΛΙΒΑΔΙΟ ΥΠΕΝ	0.16	2.04	0.01
ΛΙΟΠΡΑΣΟ	0.01	39.81	0.029
ΛΟΥΤΡΟΠΗΓΗ	0.02	54.6	0.099
ΜΑΓΟΥΛΑ	0.01	35.66	0.01
ΜΑΚΡΥΝΙΤΣΑ	0.04	59.15	0.366
ΜΑΚΡΥΡΑΧΗ	0.02	29.54	0.065

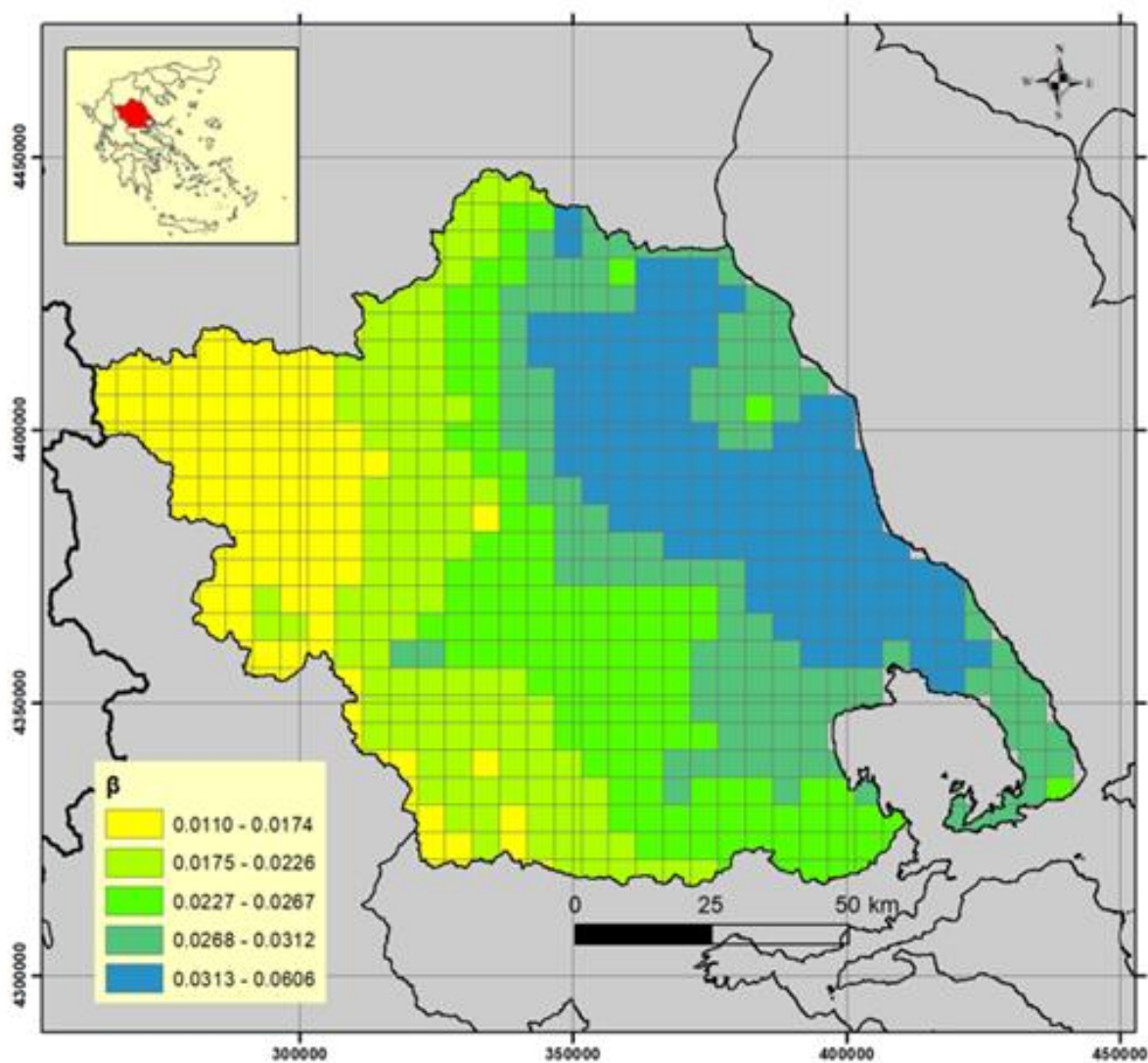
Σταθμοί	Παράμετροι όμβριων καμπυλών		
	$\xi (-)$	$\lambda^{24h}(mm/h)$	$\beta (years)$
ΜΑΛΑΚΑΣΙΟ	0.01	54.25	0.014
ΜΕΓΑΛΗ ΚΕΡΑΣΙΑ	0.01	43.86	0.01
ΜΕΤΕΩΡΑ	0.07	7.31	0.018
ΜΟΥΖΑΚΙ	0.01	46.96	0.01
ΜΥΡΑ	0.13	2.33	0.014
ΠΑΛΑΙΧΩΡΙ	0.01	62.24	0.01
ΠΥΘΙΟ	0.31	0.51	0.01
ΠΥΡΓΕΤΟΣ	0.03	21.66	0.02
ΡΕΝΤΙΝΑ	0.02	40	0.11
ΣΚΟΠΙΑ	0.01	73.92	0.061
ΣΠΗΛΙΑ	0.02	73.08	0.112
ΣΤΟΥΡΝΑΡΕΙΚΑ	0.14	4.08	0.01
ΣΩΤΗΡΙΟ ΥΠΑΑΤ	0.02	35.61	0.114
ΣΩΤΗΡΙΟ ΥΠΕΝ	0.15	4.66	0.134
ΤΡΙΚΑΛΑ	0.02	37.35	0.072
ΤΥΡΝΑΒΟΣ	0.35	0.36	0.01
ΦΑΡΚΑΔΩΝΑ	0.02	26.38	0.046
ΦΑΡΣΑΛΑ	0.01	48.51	0.017
ΧΡΥΣΟΜΗΛΙΑ	0.01	68.32	0.01

Χάρτες Χωρικής Κατανομής Παραμέτρων Όμβριων Καμπυλών

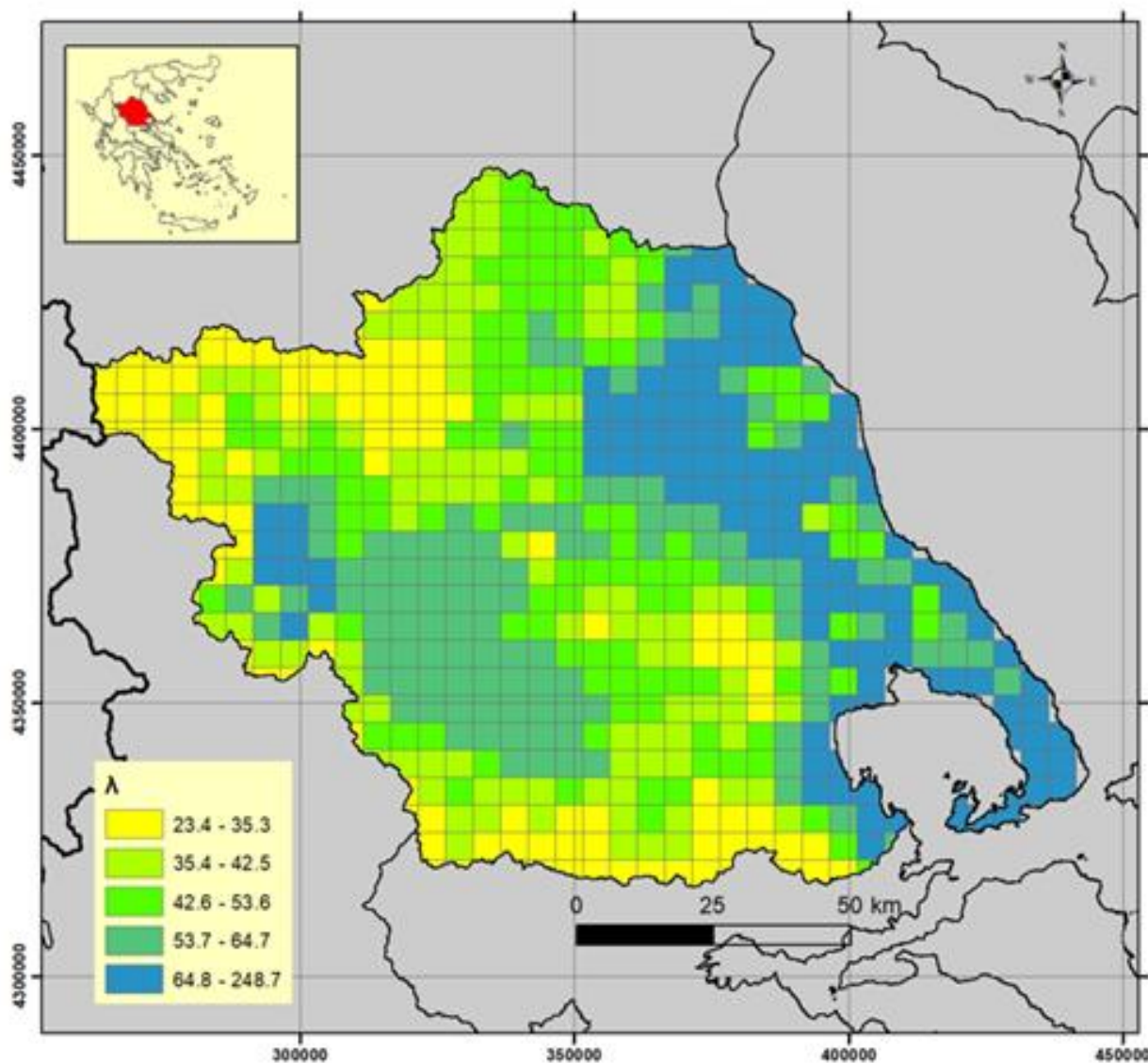
Με βάση τις σημειακές παραμέτρους των όμβριων καμπυλών, καθώς και τα αδιαστατοποιημένα όρια, παράγονται χάρτες χωρικής κατανομής τους (επίπεδα raster), που στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση αντιπροσωπευτικών τιμών των στις υπολεκάνες των μοντέλων υδρολογικής προσομοίωσης.



Εικόνα 2-6 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου η .



Εικόνα 2-7 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου β.



Εικόνα 2-8 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου λ .

Όπως εξηγήθηκε στο εδάφιο 0, 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 Γενικό Μεθοδολογικό Πλαίσιο

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 υδρογραφημάτων στις εισόδους των ΖΔΥΚΠ και σε επιλεγμένες ενδιάμεσες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης.

Στο ΥΔ Θεσσαλίας αναπτύσσονται ΖΔΥΚΠ σε 27 λεκάνες απορροής, με κυριότερη τη λεκάνη του Πηνειού. 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. Η κλειστή λεκάνη της Κάρλας δεν έχει φυσική αποστράγγιση, οπότε το σύνολο των υπολεκανών εκατέρωθεν της Κάρλας απορρέουν στην ίδια τη λίμνη.

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 βροχοπτώσης 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 πλημμυρογραφημάτων στους κόμβους του δικτύου, που αποτελεί το τελικό ζητούμενο της μελέτης. Σε επόμενο στάδιο της μελέτης, επαναλαμβάνεται η προσομοίωση της διόδευσης 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 αναλυτικών υδραυλικών εξισώσεων της ροής, λαμβάνοντας υπόψη τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά της κύριας κοίτης των υδατορευμάτων 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 Υδρολογικά Σενάρια

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 Βροχοπτώσεις Σχεδιασμού

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. 0), 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 ή 24 h, ενώ στις υπολεκάνες των παραποτάμων του Πηνειού, λόγω του μεγέθους της και των σημαντικών χρονικών ανασχέσεων της ροής στα πεδινά τους τμήματα, εφαρμόζεται διάρκεια βροχόπτωσης 48 h. Τονίζεται ότι για τις υδραυλικές αναλύσεις του κυρίως κλάδου του Πηνειού, από το ύψος του Αλή Εφέντη έως τις εκβολές, χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου τα πλημμυρογραφήματα εξόδου των παραποτάμων του Πηνειού.

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. 0). 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. 0).

Εκτίμηση Παραμέτρων Όμβριων Καμπυλών Υπολεκάνων

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' , ψ' , κ , η , θ), 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 2-6, 2-7 και 2-8.
- Αν είναι γνωστές οι αντιπροσωπευτικές τιμές των παραμέτρων λ_* , β_* , ξ , α και η_* μιας υπολεκάνης, είναι δυνατή και η μαθηματική διατύπωση των αντίστοιχων «σημειακών» όμβριων καμπυλών. Ο όρος σημειακός υποδηλώνει ότι οι από τις όμβριες καμπύλες εκτιμώνται εντάσεις βροχής που αναφέρονται σε οποιοδήποτε σημείο της υπολεκάνης, όχι όμως στην επιφάνεια της υπολεκάνης. Όπως εξηγείται στη συνέχεια, οι σημειακές εντάσεις απομειώνονται, ώστε να ληφθεί υπόψη η χωρική μεταβλητότητα της επιφανειακής βροχόπτωσης της υπολεκάνης.

Παραγωγή Υετογραφημάτων Σχεδιασμού Υπολεκάνων

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. Στη συνέχεια, τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται με τρόπο ώστε να προκύπτει ένας ρεαλιστικός και ταυτόχρονα αρκετά δυσμενής

συνδυασμός, στην περίπτωση της μεθόδου των εναλλασσόμενων μπλοκ, ή ο θεωρητικά δυσμενέστερος 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. Τέλος, από τα αθροιστικά ύψη υπολογίζονται τα αντίστοιχα τμηματικά, αφαιρώντας τις επιμέρους διαδοχικές τιμές.

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, η οποία εφαρμόζεται μόνο 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 κατανομή αυτή πράγματι δίνει τη μέγιστη παροχή αιχμής, όταν συνδυαστεί με το μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης.

Επιφανειακή Αναγωγή Σημειακών Εντάσεων Βροχής

Όπως εξηγήθηκε στην ενότητα 0, 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 Πλημμυρογραφήματα Σχεδιασμού

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 (στην προκειμένη περίπτωση, 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, ως εξής:

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

Η παράμετρος CN, η οποία 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 τυποποιημένης 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 ορίζοντες 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 κατανεμημένων τιμών της παραμέτρου CN της περιοχής μελέτης (Εικόνα 2-5).

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 κατανεμημένων 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:

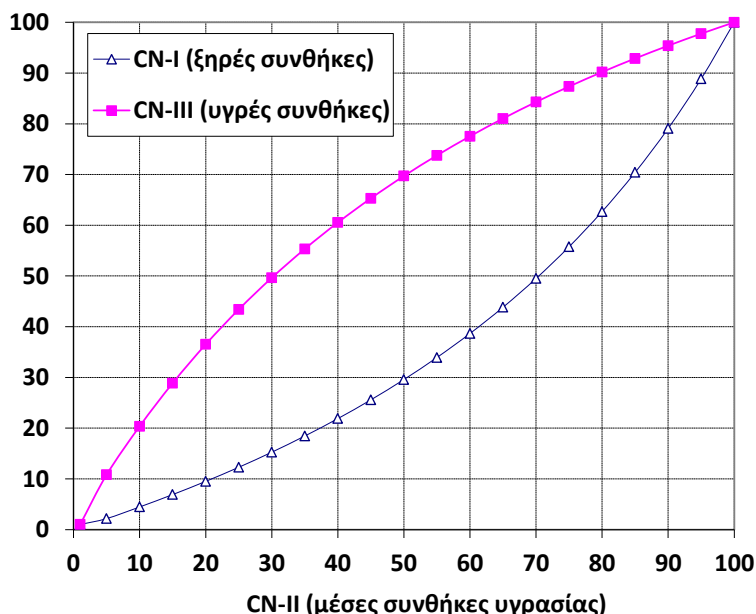
$$CN_I = \frac{4.2 CN_{II}}{10 - 0.058 CN_{II}} \quad (3.7)$$

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

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 δυνητικής 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 λαμβάνεται 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 την παραμέτρου που αναφέρεται σε μέσες συνθήκες

Μετασχηματισμός Επιφανειακής Απορροής σε Πλημμυρογράφημα

Η ενεργός βροχόπτωση που εκτιμάται με τη μέθοδο SCS-CN αντιπροσωπεύει την χωρική 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 μετασχηματισμός 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

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

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:

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

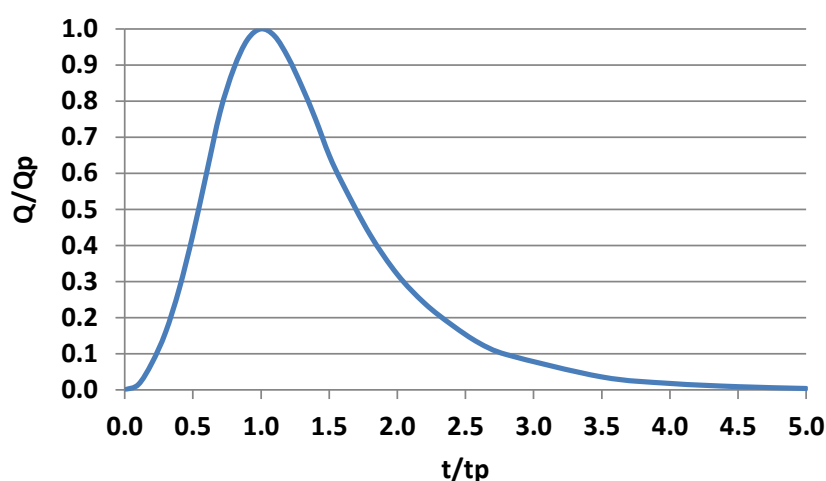
Το ΜΥ έχει χρόνο βάσης $t_b = 5t_p$, ενώ η παροχή αιχμής του δίνεται από τη σχέση:

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

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 μοναδική είσοδο τον χρόνο υστέρησης t_L .

Στη 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.

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 (Galiouna *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 τάξεις 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):

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

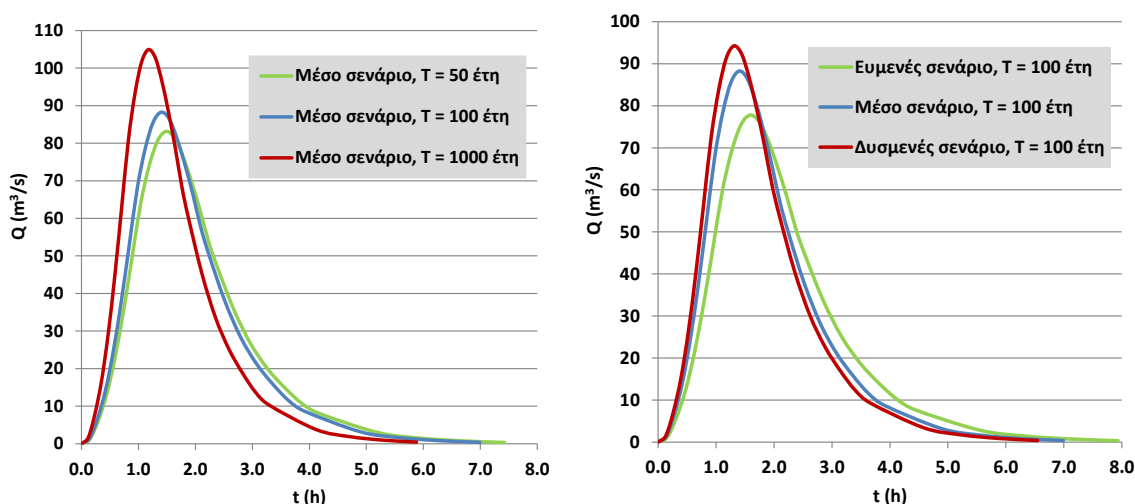
όπου $i(5)$ η κρίσιμη ένταση βροχής που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς $T = 5$ έτη, για την οποία θεωρείται αντιπροσωπευτική η εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης κατά Giandotti, και $i(T)$ η ένταση βροχής που αντιστοιχεί στην περίοδο επαναφοράς της μελέτης. Συνδυάζοντας την (3.11) με την εξίσωση της 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 δεδομένη 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.



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

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 EL0817FR0001 (υπολεκάνη ρέματος Ξηρόρεμα, ανάντη της ΖΔΥΠΚ) δίνεται στην Εικόνα 3-3.

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 m³/s/km², 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.

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 διάρκειας D .
- 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 τα 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 Διόδευση Υδρογραφημάτων στο Υδρογραφικό Δίκτυο

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 ενδιάμεσο 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 (υδατόρρευμα) 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_α και z_κ 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 ασφαλή εκτίμηση της οποίας πρέπει να ληφθούν διατομές και σε ενδιάμεσες θέσεις.

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 $\Delta t = [t, t - 1]$ γράφεται, μέσω ενός απλού σχήματος οπίσθιων διαφορών, ως εξής:

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

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 υπερχείλιση, 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 0. 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 0).

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):

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

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 συνθήκης 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 υπο-κλάδους, 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 υπο-κλάδου, όπου παράγεται το υδρογράφημα εκροής του κατάντη κόμβου του υπόψη υδατορεύματος. Τονίζεται ότι μεταξύ των υποκλάδων δεν πραγματοποιούνται εισροές ή εκροές νερού. Οι υδρολογικές αυτές διεργασίες 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.

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.

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 ακολουθεί 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 υπολεκάνων 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 κυρίου 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 για όλους τους κλάδους 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.

Από την εφαρμογή της παραπάνω εμπειρικής προσέγγισης στην περιοχή μελέτης προέκυψε ένα εύρος τιμών της παραμέτρου β μεταξύ 15 και 25. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, παρατηρήθηκαν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές, που αιτιολογούνται από την μη ρεαλιστική εκτίμηση των χρόνων συγκέντρωσης. Από διερευνήσεις που έγιναν εντοπίστηκε ότι σε λεκάνες με έντονη ανομοιομορφία αναγλύφου (π.χ. πεδινές λεκάνες, που σε ένα περιορισμένο ανάντη τμήμα τους αναπτύσσονται μεγάλα υψόμετρα), ο μέσο υψόμετρο δεν αποτελεί αντιπροσωπευτικό δείκτη για την εκτίμηση της διαφοράς Δz , η οποία εισάγεται στη σχέση του Giandotti. Στις περιπτώσεις αυτές, αντί του μέσου υψομέτρου χρησιμοποιήθηκε η διάεσος τιμή, με συνέπεια την αύξηση του χρόνου συγκέντρωσης και, συνακόλουθα τη μείωση της παραμέτρου β , άρα και των ταχυτήτων ροής στα υδατορεύματα.

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 Διόδευση Πλημμυρών μέσω Ταμιευτήρα

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 ανάντη στάθμη υπερβεί την ανώτατη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα, τότε η πλεονάζουσα ποσότητα νερού εκρέει μέσω του υπερχειλιστή του φράγματος. Ωστόσο, λόγω της πεπερασμένης παροχετευτικότητας του υπερχειλιστή, η οποία μάλιστα αυξάνει με την άνοδο της ανάντη στάθμης, γίνεται ανάσχεση μέρους της πλημμυρική απορροής και προσωρινή αποθήκευσή 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 λαμβάνει τη μορφή:

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

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 m³/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 παροχετευτικότητα, 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 Σμοκόβου, ο υπερχειλιστής του οποίου είναι ελεύθερος. Στην περιοχή υπάρχουν και ορισμένα ακόμα μικρά έργα ανάσχεσης (π.χ., Γυρτώνη), καθώς και κάποια μικρά φράγματα υπό κατασκευή (π.χ., Νεοχωρίτης), που ωστόσο δεν λαμβάνονται υπόψη στους υδρολογικούς υπολογισμούς, δεδομένου ότι η επίδρασή τους είναι εξαιρετικά περιορισμένη, συγκριτικά με την κλίμακα του μοντέλου πλημμυρών.

4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

4.1 Σχηματοποίηση Υδρογραφικού Δικτύου και Υπολεκανών

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 υπολεκανών (Εικόνες 2-2 και, 2-4 αντίστοιχα). Γενικά, το δίκτυο των υπολεκανών 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 χαράσσεται ξανά το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης, με μεγαλύτερη ωστόσο λεπτομέρεια.

Στη συνέχεια τοποθετούνται οι *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 υπολεκανών δεν θεωρούνται συνιστώσες του υδρογραφικού δικτύου, καθώς δεν συμμετέχουν στη διόδευση των πλημμυρικών ροών (για τον λόγο αυτό δεν προσμετρούνται 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 Επίπεδα Χωρικής Πληροφορίας – Τοπολογία

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 Χαρακτηριστικά Γεωγραφικά και Υδρολογικά Μεγέθη

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 0, 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 0).

Επισημαίνεται ότι ως μέσο υψόμετρο θεωρείται, γενικά, η μέση τιμή των υψομέτρων όλων των κυττάρων του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Ωστόσο, όπως εξηγήθηκε και στο εδάφιο 0, σε λεκάνες με έντονα ανομοιόμορφο 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 0, 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 υπολεκανών σε επιφανειακά.

Κόμβοι

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

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 0, γενικά θεωρείται ότι 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 0. 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 σε κάθε περίπτωση 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).

Υπολεκάνες

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των υπολεκανών είναι η έκταση A , το μέσο υψόμετρο z_m , και το μήκος της μέγιστης 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 0, αν δεν αναφέρεται διαφορετικά, εφαρμόζονται οι τιμές ειδικής παροχής 0.01, 0.02 και 0.05 m³/s/km², 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 (m³/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.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

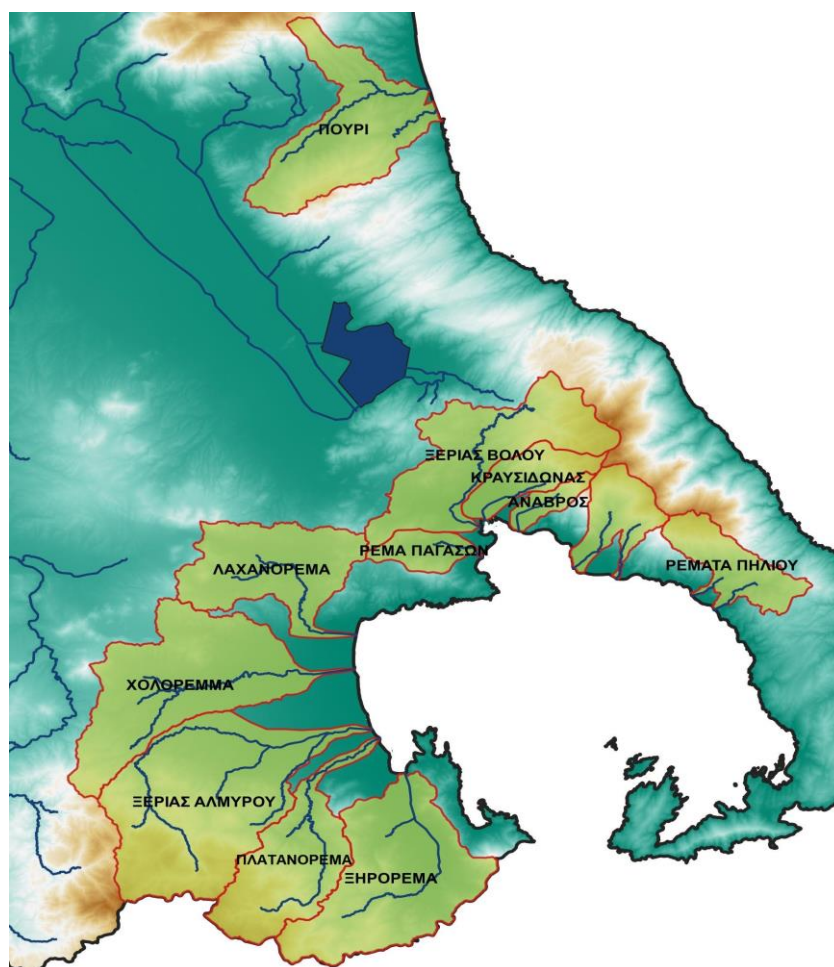
- η ένταση βροχής για διάρκεια D και περιόδους επαναφοράς $T = 50, 100$ και 1000 έτη, που εκτιμάται μέσω της όμβριας καμπύλης (3.2) και αναφέρεται σε «μέσες» συνθήκες.
- η χαρακτηριστική ένταση βροχής για διάρκεια D και περίοδο επαναφοράς $T = 5$ έτη, μέσω της όμβριας καμπύλης (3.2), που χρησιμοποιείται 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 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΑΛΜΥΡΟΥ-ΠΗΛΙΟΥ

5.1 Χαρακτηριστικά Λεκανών Απορροής

Πρόκειται για έντεκα μικρές σχετικά λεκάνες απορροής ρεμάτων εφήμερης ή διαλείπουσας ροής, τα οποία εκβάλλουν στον Παγασητικό κόλπο. Οι λεκάνες αυτές αποτελούν τμήμα της ευρύτερης Λεκάνης Απορροής Ποταμού (ΛΑΠ) των ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου (EL17). 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 δύο έως 14. Τα όρια των λεκανών φαίνονται στον χάρτη της Εικόνας 5-1, ενώ τα γενικά χαρακτηριστικά τους δίνονται στον Πίνακα 5-1. Το 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 ρεμάτων ΛΑΠ Αλμυρού-Πηλίου

Πίνακας 5-1 Λεκάνες απορροής ρεμάτων ΛΑΠ Αλμυρού-Πηλίου.

Κωδικός	Ονομασία	Έκταση (km ²)	Υπολεκάνες	Παράρτημα
EL0817FR00001	Ξηρόρεμα	151.4	4	Π4.1
EL0817FR00002	Πλατανόρεμα	94.3	4	Π4.2
EL0817FR00003	Ξεριάς Αλμυρού	196.8	14	Π4.3
EL0817FR00004	Χολόρεμα	156.8	6	Π4.4
EL0817FR00005	Λαχανόρεμα	98.1	6	Π4.5
EL0817FR00006	Ρέμα Παγασών	22.6	2	Π4.6
EL0817FR00007	Ξηριάς Βόλου	116.8	10	Π4.7
EL0817FR00008	Κραυσίδωνας	48.6	2	Π4.8
EL0817FR00009	Άναβρος	13.9	2	Π4.9
EL0817FR00010	Ρέματα Πηλίου	86.1	4	Π4.10
EL0817FR00018	Πουρί	115.3	4	Π4.11

5.2 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Ξηρόρεμα

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Ξηρόρεμα περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες, 3 κόμβους και 2 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-2.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 151.4 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 331.4 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 31.38 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 6.61 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.925$.

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. Στο Παράρτημα Π4.1 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	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0817FR001001	Κάτω Ξηρόρεμα	J2	J1	4.113	0.0029

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάληψη	Κατάληψη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R32	EL0817FR001003	Άνω Ξηρόρεμα	J3	J2	8.158	0.0060

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)
EL0817FR001001	EL0817FR00001	R21	J1	23.344	115.5	0.0	9.80
EL0817FR001002	EL0817FR00001		J2	14.910	275.8	11.9	9.59
EL0817FR001003	EL0817FR00001	R32	J2	53.560	153.5	11.9	14.20
EL0817FR001004	EL0817FR00001		J3	59.339	596.2	60.7	15.78

Πίνακας 5-4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

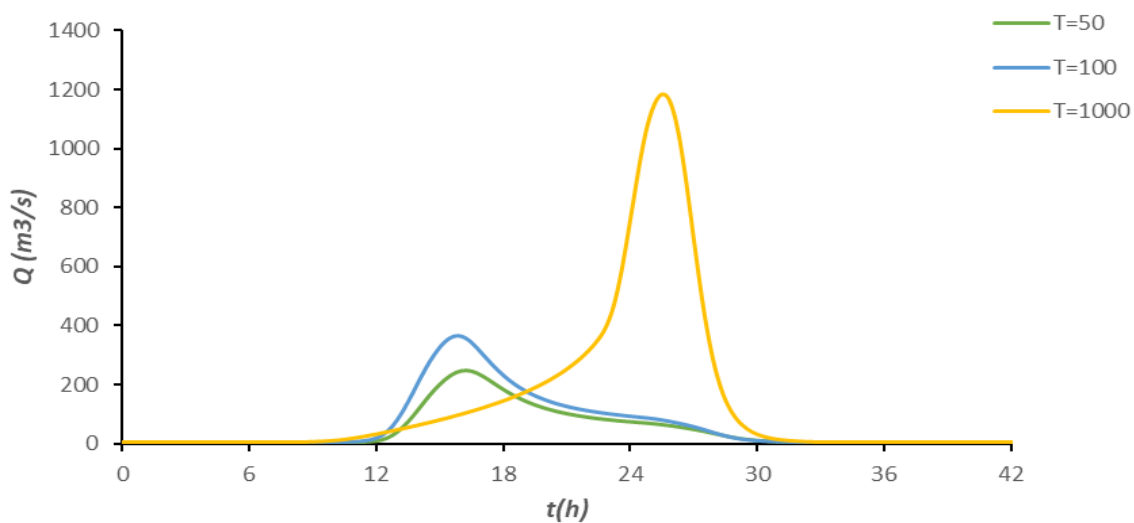
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ξηρόρεμα EL0817FR00001			
Έκταση (km ²)	151.36	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέραστη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	6.61
Μέγιστο μήκος ροής (km)	31.38	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	331.4	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	137.9	137.9	137.9
T = 100	162.5	162.5	162.5
T = 1000	270.2	270.2	270.2
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	10.4	43.0	79.4
T = 100	17.9	59.4	101.0
T = 1000	67.7	142.7	200.9
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.076	0.312	0.576
T = 100	0.110	0.366	0.622
T = 1000	0.251	0.528	0.744

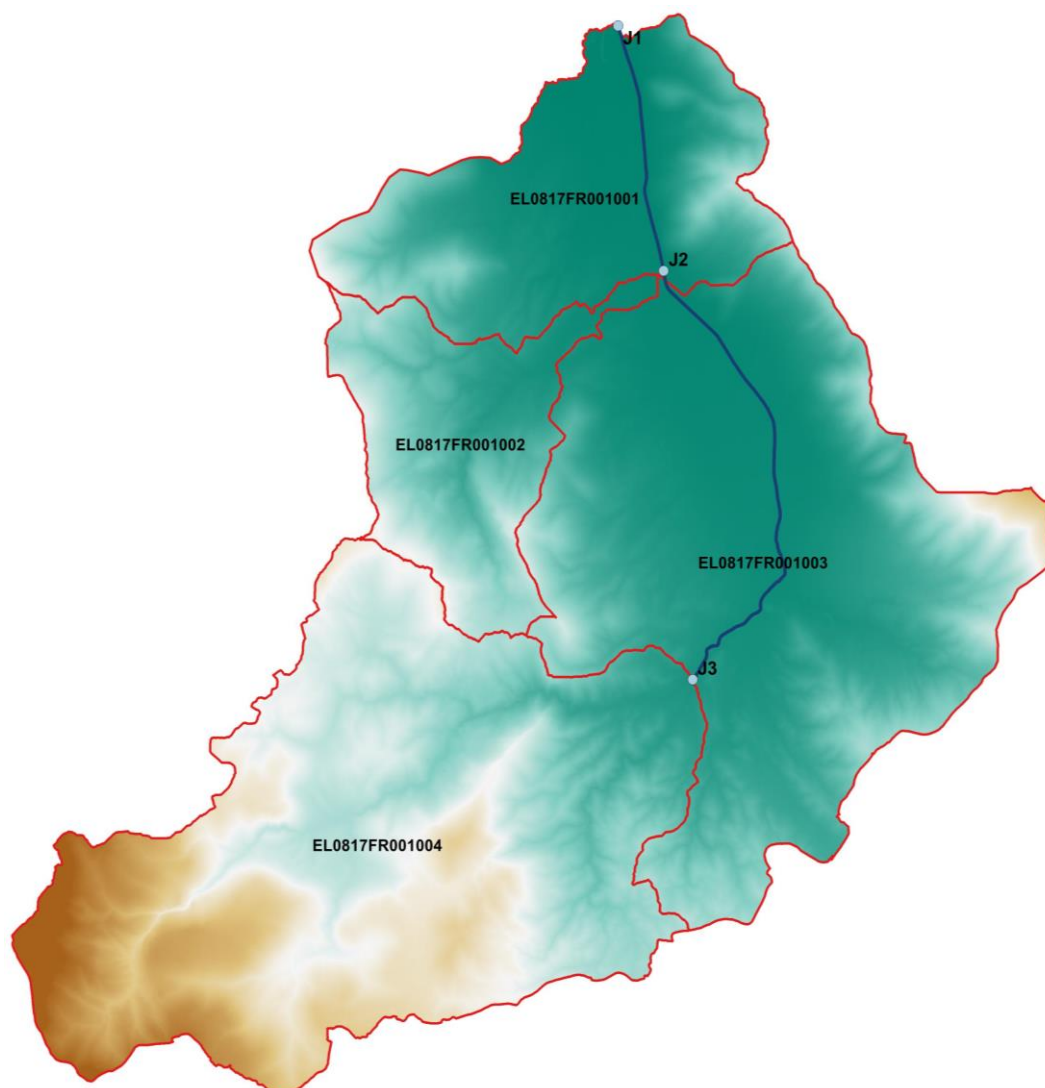
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	48.9	245.8	468.4
T = 100	90	360.9	619.5
T = 1000	714.7	1181.5	1410.9
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	1.581	6.516	12.016
T = 100	2.713	8.991	15.293
T = 1000	10.245	21.595	30.415
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	51.8	248.6	471.2
T = 100	93.2	364.0	622.7
T = 1000	719	1185.7	1415.1
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	3.445	8.380	13.880
T = 100	4.772	11.051	17.353
T = 1000	12.991	24.342	33.162

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





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

5.3 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Πλατανόρεμα

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του �έματος Πλατανόρεμα περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες, 3 κόμβους και 2 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-3.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 94.25 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 679.5 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 29.80 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 4.006 \text{ h}$

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

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

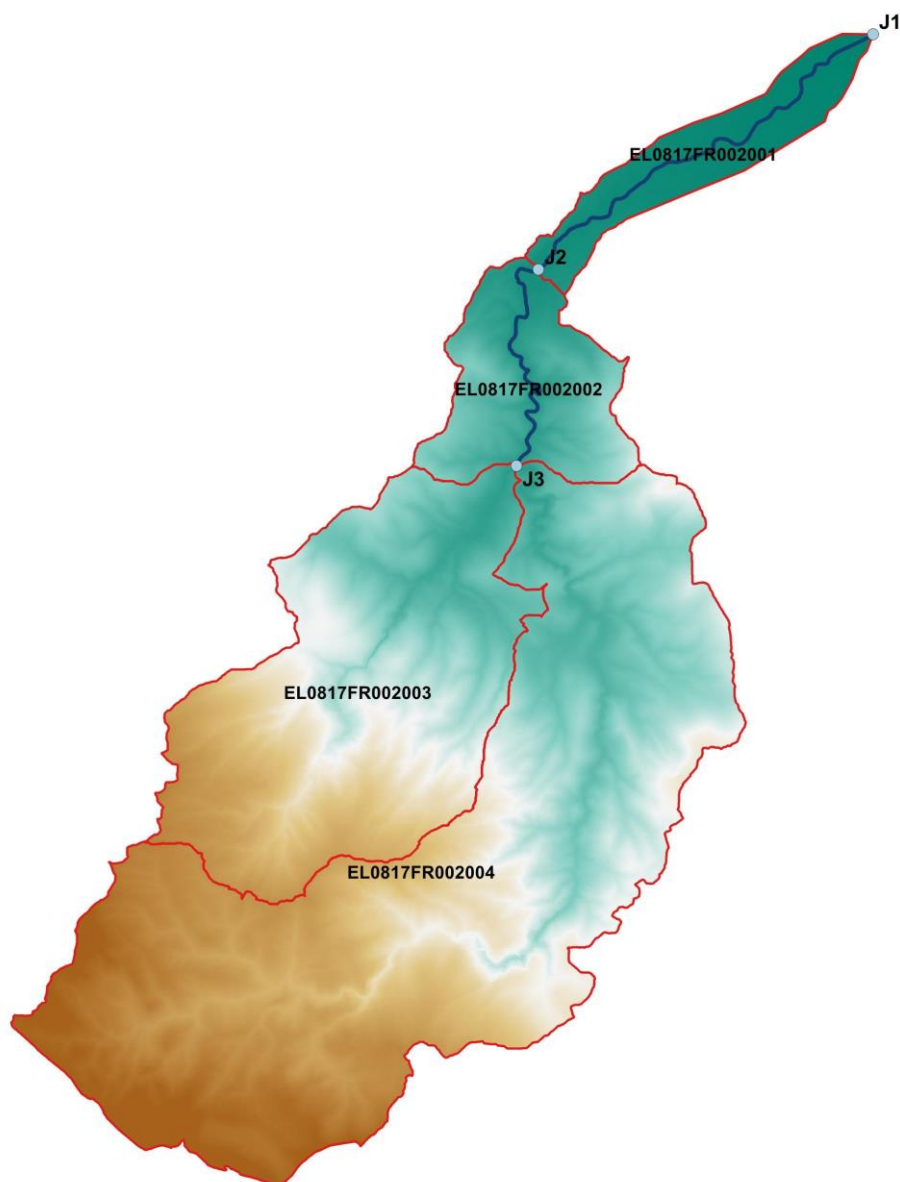
Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.934$. Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-5 και 5-6, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-7. Στο Παράρτημα Π4.2 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	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R32	EL0817FR002002	Άνω Πλατανόρεμα	J3	J2	4.722	0.0120
R21	EL0817FR002001	Κάτω Πλατανόρεμα	J2	J1	7.359	0.0073

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)
EL0817FR002001	EL0817FR00002	R21	J1	5.526	30.1	0.0	7.360
EL0817FR002002	EL0817FR00002	R32	J2	8.033	222.3	52.9	6.760
EL0817FR002003	EL0817FR00002		J3	26.336	632.3	109.9	9.040
EL0817FR002004	EL0817FR00002		J3	54.300	836.2	109.9	15.700



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

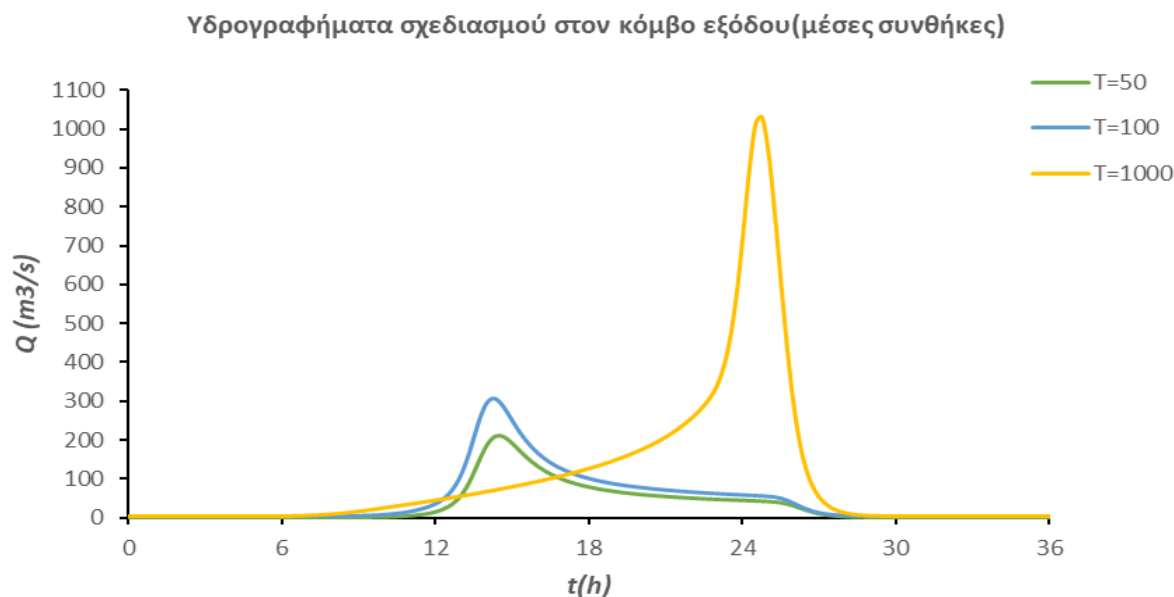
Πίνακας 5-7 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Πλατανόρεμα EL0817FR00002			
Έκταση (km ²)	94.26	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέραστη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.01
Μέγιστο μήκος ροής (km)	29.80	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	679.5	Χρονικό βήμα (h)	0.25

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	135.2	135.2	135.2
T = 100	159.3	159.3	159.3
T = 1000	264.8	264.8	264.8
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	11.4	44.0	79.5
T = 100	19.2	60.4	100.8
T = 1000	70.0	143.2	199.2
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.084	0.326	0.588
T = 100	0.121	0.379	0.633
T = 1000	0.264	0.541	0.752
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	31.3	207.9	398
T = 100	64.2	305.1	522.4
T = 1000	645.6	1028.8	1208.5
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	1.075	4.149	7.489
T = 100	1.812	5.692	9.504
T = 1000	6.594	13.495	18.778
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	33.1	209.7	399.8
T = 100	66.2	307.0	524.4
T = 1000	648.2	1031.4	1211.1
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	2.236	5.310	8.651
T = 100	3.096	6.975	10.788
T = 1000	8.305	15.206	20.490



5.4 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Ξεριά Αλμυρού

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Ξεριά Αλμυρού περιλαμβάνει 14 υπολεκάνες, 9 κόμβους και 8 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-4.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 196.82 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 598.6 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 42.61 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 6.13 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.92$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-8 και 5-9, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-10. Στο Παράρτημα Π4.3 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-8 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάληψη	Κατάληψη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0817FR003001		J2	J1	3.486	0.0074
R42	EL0817FR003002		J4	J2	5.190	0.0091
R32	EL0817FR003007		J3	J2	3.123	0.0143

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R54	EL0817FR003006		J5	J4	4.128	0.0210
R64	EL0817FR003005		J6	J4	2.132	0.0122
R76	EL0817FR003003		J7	J6	10.413	0.0152
R87	EL0817FR0030010		J8	J7	7.323	0.0267
R98	EL0817FR0030012		J9	J8	7.474	0.0525

Πίνακας 5-9 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0817FR003001	EL0817FR00003	R21	J1	2.649	14.5	0.0	3.64
EL0817FR003002	EL0817FR00003	R42	J2	18.97	112.3	25.7	10.36
EL0817FR003003	EL0817FR00003	R76	J6	13.51	194.1	99.0	10.82
EL0817FR003004	EL0817FR00003		J6	19.631	298.4	99.0	10.43
EL0817FR003005	EL0817FR00003	R64	J4	10.92	315.2	73.0	11.72
EL0817FR003006	EL0817FR00003	R54	J4	6.996	211.8	73.0	6.38
EL0817FR003007	EL0817FR00003	R32	J2	2.572	47.0	25.7	3.12
EL0817FR003008	EL0817FR00003		J3	25.23	561.4	68.1	16.85
EL0817FR003009	EL0817FR00003		J5	16.92	613.0	160.0	10.92
EL0817FR0030010	EL0817FR00003	R87	J7	24.33	649.2	250.2	10.54
EL0817FR0030011	EL0817FR00003		J8	15.96	1119.9	453.4	11.32
EL0817FR0030012	EL0817FR00003	R98	J8	15.272	959.7	453.4	8.67
EL0817FR0030013	EL0817FR00003		J9	13.173	1218.9	845.5	9.20
EL0817FR0030014	EL0817FR00003		J9	10.694	1236.6	845.5	6.49

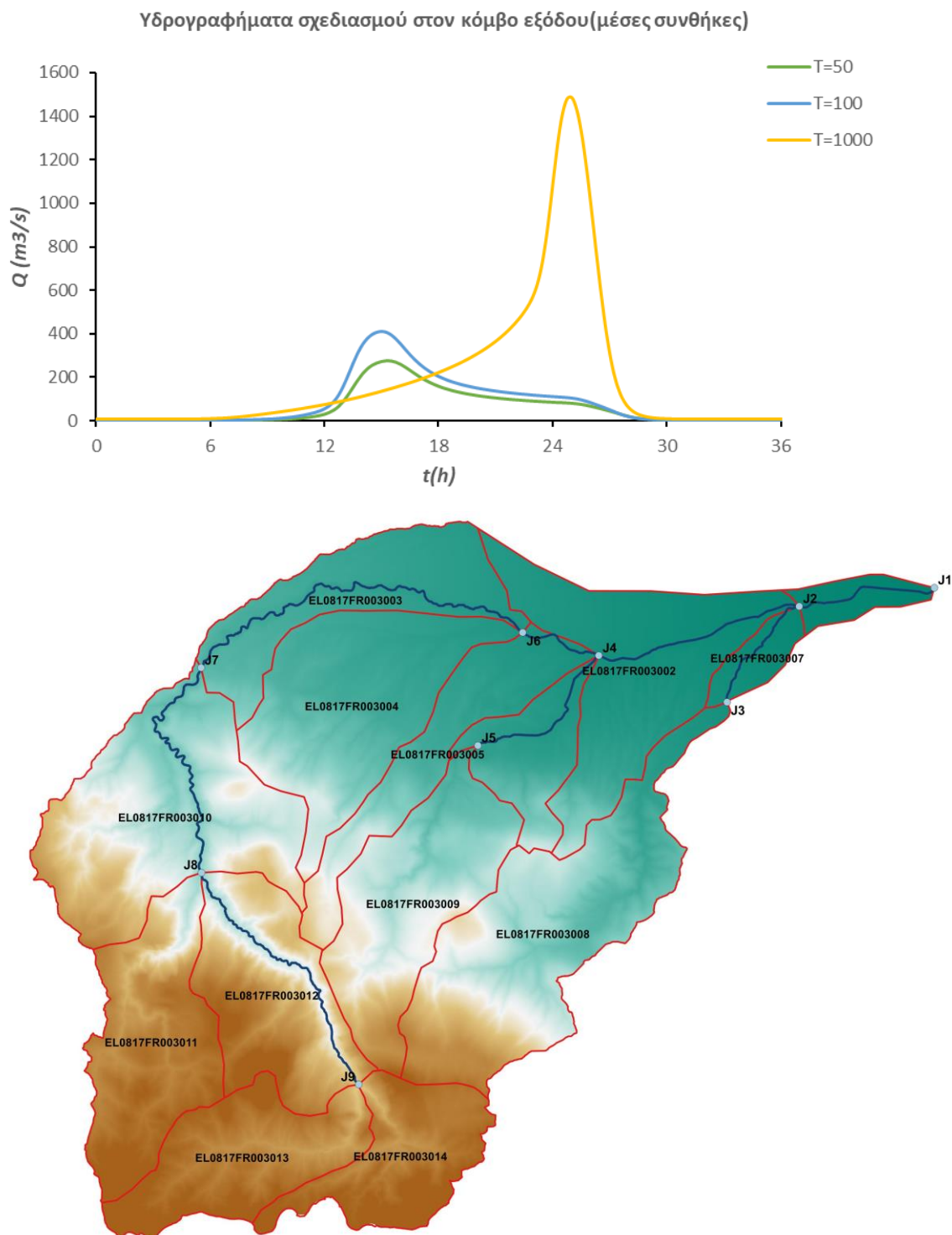
Πίνακας 5-10 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ξεριάς Αλμυρού EL0817FR00003			
Έκταση (km ²)	196.82	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέραστη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	6.13
Μέγιστο μήκος ροής (km)	42.61	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	598.6	Χρονικό βήμα (h)	0.25

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	131.0	131.0	131.0
T = 100	154.4	154.4	154.4
T = 1000	256.8	256.8	256.8
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	11.3	37.7	70.6
T = 100	18.0	52.0	90.3
T = 1000	62.6	126.3	182.6
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.086	0.288	0.539
T = 100	0.117	0.337	0.585
T = 1000	0.244	0.492	0.711
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	71	275.3	558.6
T = 100	119.1	404.8	741.8
T = 1000	910.6	1477.1	1818.6
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	2.228	7.427	13.888
T = 100	3.542	10.242	17.772
T = 1000	12.330	24.852	35.943
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	73	277.3	560.6
T = 100	123.1	408.8	745.8
T = 1000	920.4	1486.9	1828.5
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	3.505	8.704	15.165
T = 100	6.096	12.796	20.326
T = 1000	18.715	31.237	42.329



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

5.5 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Χολόρεμα

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Χολόρεμα περιλαμβάνει 6 υπολεκάνες, 3 κόμβους και 2 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-5.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 156.79 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 257.3 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 35.6 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 8.06 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.925$.

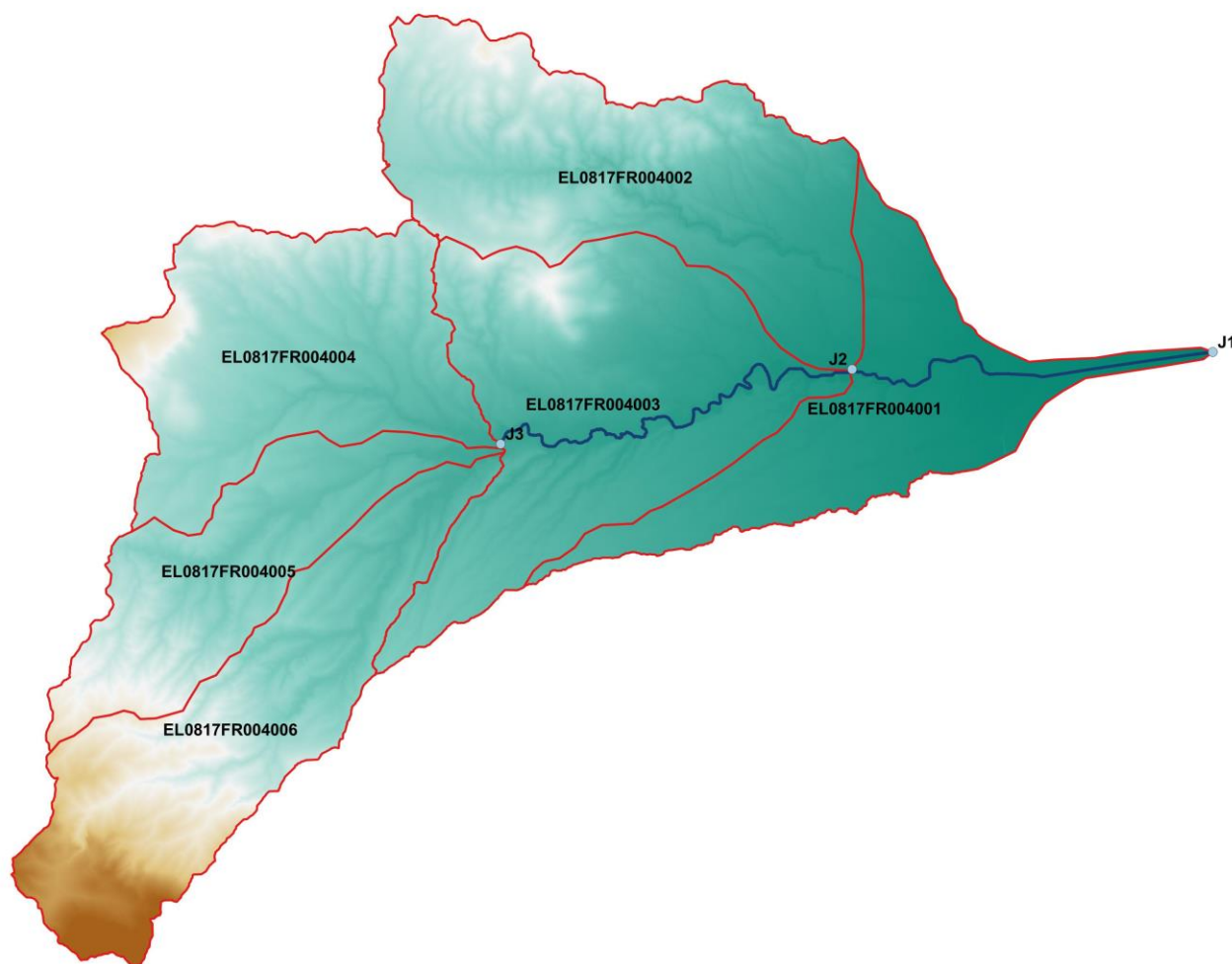
Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-11 και 5-12, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-13. Στο Παράρτημα Π4.4 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R32	EL0817FR004003	Άνω Χολόρεμα	J3	J2	10.411	0.0069
R21	EL0817FR004001	Κάτω Χολόρεμα	J2	J1	7.721	0.0064

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)
EL0817FR004001	EL0817FR00004	R21	J1	20.909	65.4	0.0	15.250
EL0817FR004002	EL0817FR00004		J2	32.439	245.2	49.2	18.600
EL0817FR004003	EL0817FR00004	R32	J2	32.815	172.7	49.2	14.700
EL0817FR004004	EL0817FR00004		J3	25.537	295.7	121.2	10.780
EL0817FR004005	EL0817FR00004		J3	17.498	299.9	121.2	14.110
EL0817FR004006	EL0817FR00004		J3	27.593	455.2	121.2	17.900



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

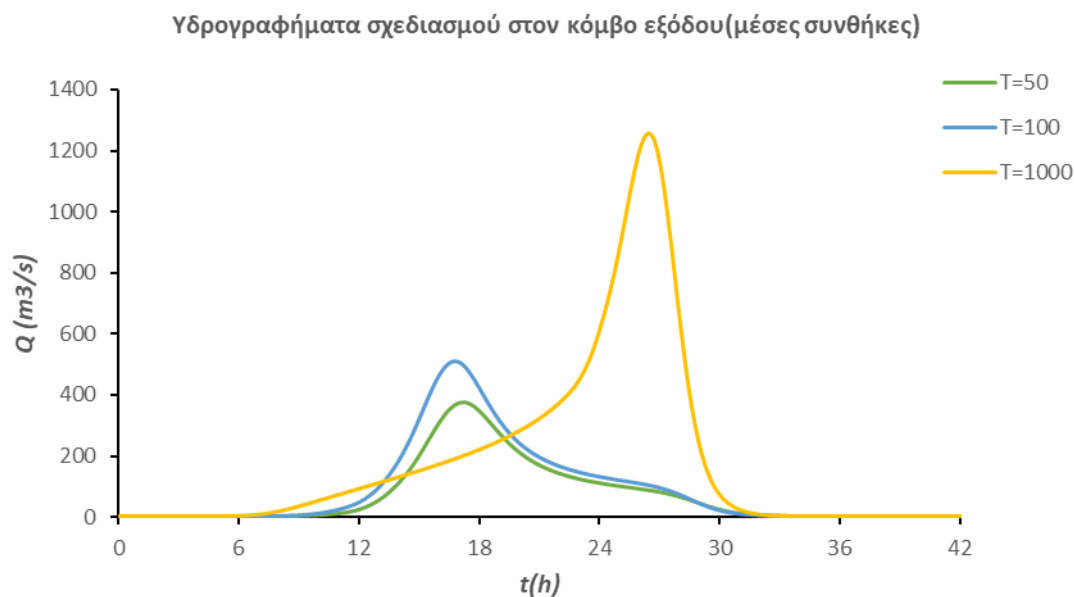
Πίνακας 5-13 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Χολόρεμα EL0817FR00004			
Έκταση (km ²)	156.79	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέραστη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	8.06
Μέγιστο μήκος ροής (km)	35.60	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	257.3	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 50	129.4	129.4	129.4
T = 100	152.6	152.6	152.6
T = 1000	254.1	254.1	254.1
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	29.3	65.9	94.8
T = 100	42.5	85.4	117.0
T = 1000	113.7	177.1	216.0
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.226	0.509	0.733
T = 100	0.279	0.560	0.767
T = 1000	0.447	0.697	0.850
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	145.8	375.1	537.8
T = 100	230.9	508.4	684
T = 1000	961.4	1250.5	1354
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	4.588	10.326	14.862
T = 100	6.665	13.389	18.337
T = 1000	17.826	27.775	33.862
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	148.8	378.1	540.7
T = 100	234.2	511.7	687.3
T = 1000	965.8	1254.9	1358.4
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	6.521	12.259	16.795
T = 100	8.801	15.525	20.473
T = 1000	20.674	30.624	36.711



5.6 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Λαχανόρεμα

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Λαχανόρεμα περιλαμβάνει 6 υπολεκάνες, 4 κόμβους και 3 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-6.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 98.06 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 245.3 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 23.73 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 6.00 \text{ h}$

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 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. Στο Παράρτημα Π4.5 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	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R32	EL0817FR005002	Λαχανόρεμα	J3	J2	7.200	0.0153
R43	EL0817FR005004	Λαχανόρεμα	J4	J3	1.828	0.0101
R21	EL0817FR005001	Λαχανόρεμα	J2	J1	4.129	0.0074

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

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)
EL0817FR005001	EL0817FR00005	R21	J1	3.722	37.1	0.0	4.750
EL0817FR005002	EL0817FR00005	R32	J2	19.605	191.7	28.1	10.980
EL0817FR005003	EL0817FR00005		J3	14.684	260.4	140.6	8.620
EL0817FR005004	EL0817FR00005	R43	J3	14.602	207.3	140.6	6.970
EL0817FR005005	EL0817FR00005		J4	20.178	279.0	159.0	9.340
EL0817FR005006	EL0817FR00005		J4	25.224	304.9	159.0	11.710

Πίνακας 5-16 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

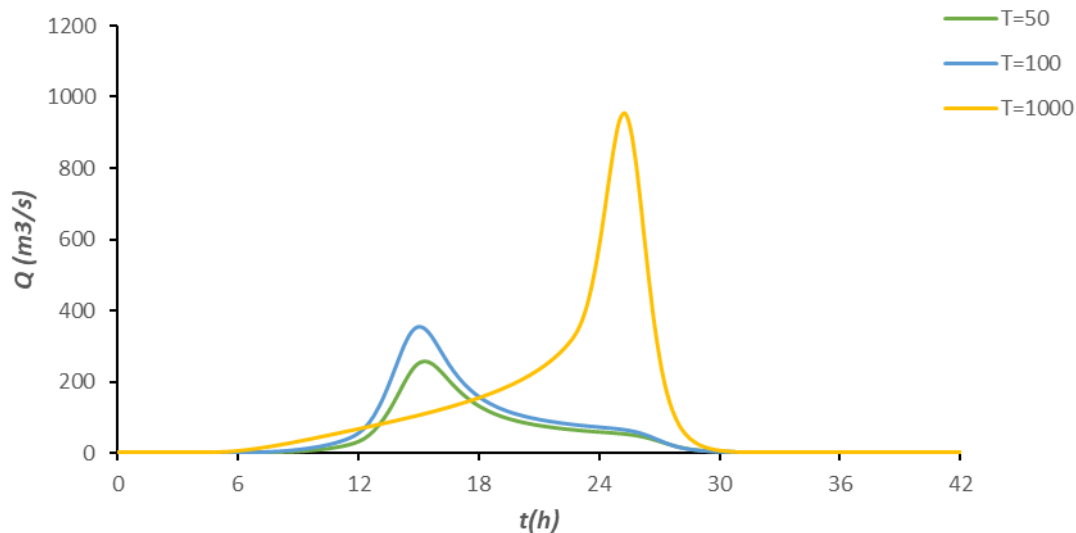
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Λαχανόρεμα EL0817FR00005			
Έκταση (km ²)	98.06	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέραστη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	6.00
Μέγιστο μήκος ροής (km)	23.73	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	245.3	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	133.7	133.7	133.7
T = 100	157.8	157.8	157.8
T = 1000	263.3	263.3	263.3
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	25.7	62.4	93.6
T = 100	38.1	81.8	116.2
T = 1000	106.8	174.4	218.2
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.192	0.467	0.700
T = 100	0.241	0.519	0.737
T = 1000	0.406	0.663	0.829

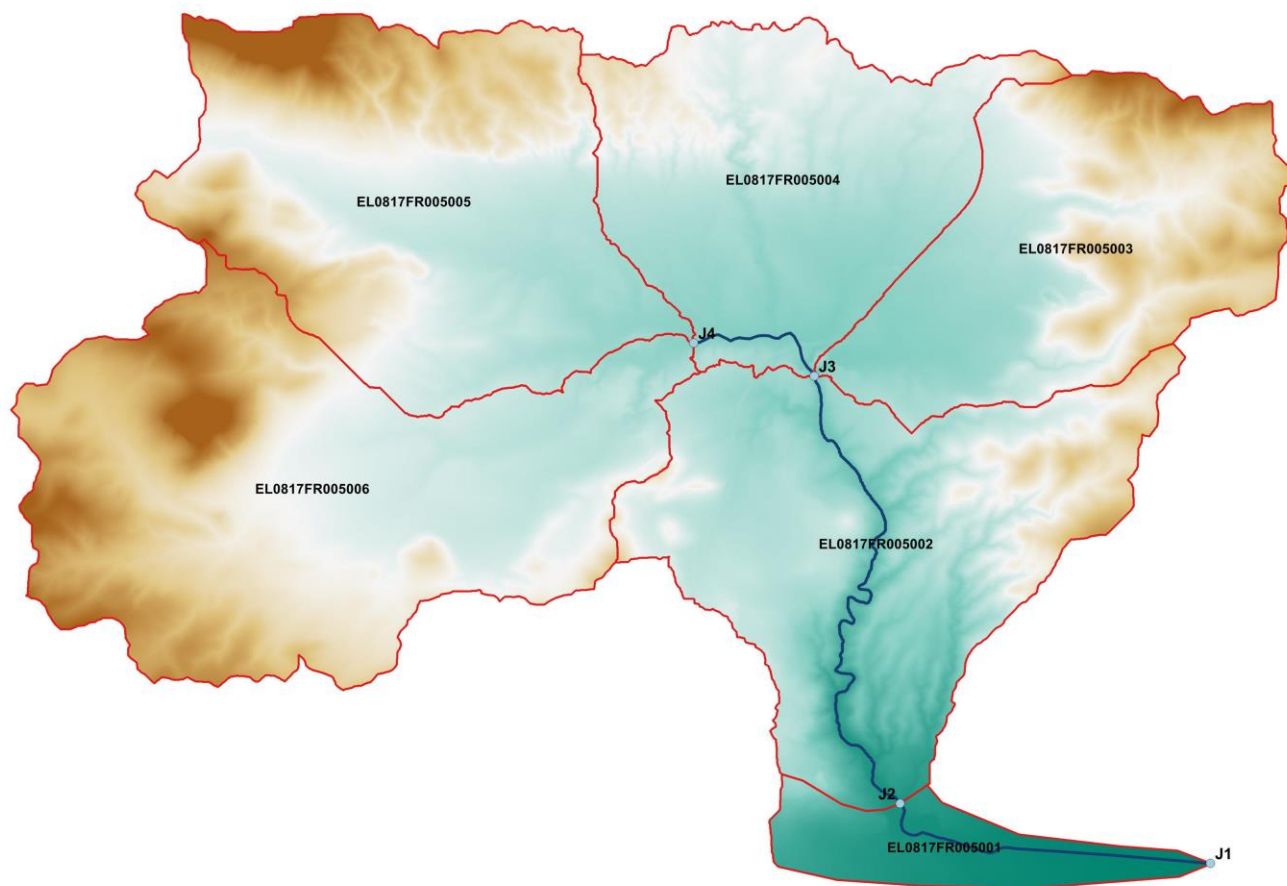
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	89.8	257.5	387.4
T = 100	145.6	351.6	494.1
T = 1000	709.7	952.8	1047.4
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	2.519	6.116	9.176
T = 100	3.735	8.022	11.399
T = 1000	10.473	17.104	21.394
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	91.7	259.3	389.3
T = 100	147.6	353.6	496.1
T = 1000	712.5	955.6	1050.2
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	3.728	7.325	10.384
T = 100	5.071	9.357	12.734
T = 1000	12.254	18.885	23.175

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





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

5.7 Λεκάνη απορροής ρέματος Παγασών

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Παγασών περιλαμβάνει δύο υπολεκάνες, δύο κόμβους και έναν κλάδο του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-7.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 22.59 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 210.2 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 12.90 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 3.31 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.944$.

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 Π4.6 δίνονται τα πλήρη

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

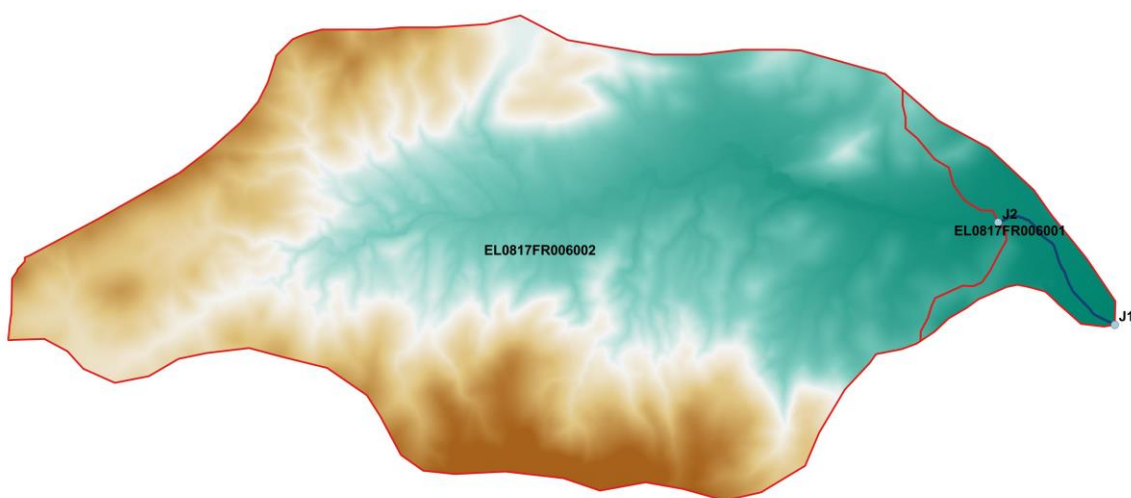
δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0817FR006001		J2	J1	1.453	0.0094

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)
EL0817FR006001	EL0817FR00006	R21	J1	1.109	33.8	0.0	1.490
EL0817FR006002	EL0817FR00006		J2	21.479	219.3	11.4	11.400



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

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 5-19 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

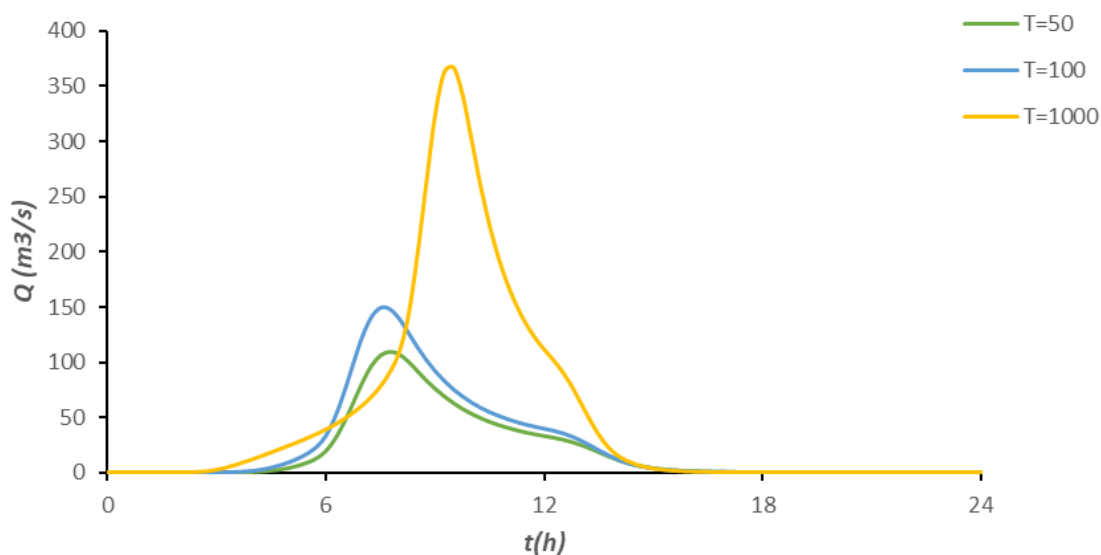
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Παγασών EL0817FR00006			
Έκταση (km²)	22.59	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέραστη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	3.31
Μέγιστο μήκος ροής (km)	12.90	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	210.2	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	142.5	142.5	142.5
T = 100	168.3	168.3	168.3
T = 1000	280.9	280.9	280.9
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	36.3	76.8	108.7
T = 100	51.4	98.9	133.7
T = 1000	132.2	202.4	245.2
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.254	0.539	0.763
T = 100	0.306	0.588	0.795
T = 1000	0.471	0.721	0.873
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)		
T = 50	43	109.4	156.1
T = 100	68.1	148.5	201
T = 1000	253.3	366.2	413.6
	Πλημμυρικός όγκος (hm³)		
T = 50	0.819	1.735	2.456
T = 100	1.162	2.235	3.021
T = 1000	2.986	4.573	5.539
	Συνολική παροχή αιχμής (m³/s)		
T = 50	43.5	109.8	156.5
T = 100	68.6	149.0	201.5
T = 1000	253.9	366.9	414.2
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm³)		
T = 50	0.856	1.772	2.493

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	1.203	2.276	3.062
T = 1000	3.041	4.628	5.593

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.8 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Ξηριά Βόλου

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Ξηριά Βόλου περιλαμβάνει 10 υπολεκάνες, 7 κόμβους και 6 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-8.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 116.81 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 465.4 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 29.75 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 5.09 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.93$.

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 Π4.7 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	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0817FR007001		J2	J1	2.760	0.0031

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R42	EL0817FR007005		J4	J2	4.333	0.0100
R32	EL0817FR007002		J3	J2	1.244	0.0101
R54	EL0817FR007006		J5	J4	1.055	0.0064
R65	EL0817FR007007		J6	J5	4.848	0.0231
R76	EL0817FR007009		J7	J6	12.638	0.0498

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)
EL0817FR007001	EL0817FR00007	R21	J1	6.068	66.0	0.0	5.62
EL0817FR007002	EL0817FR00007	R32	J2	1.435	26.4	8.7	1.68
EL0817FR007003	EL0817FR00007		J3	20.449	199.8	21.3	8.88
EL0817FR007004	EL0817FR00007		J3	7.990	140.0	21.3	5.09
EL0817FR007005	EL0817FR00007	R42	J2	7.510	73.3	8.7	5.17
EL0817FR007006	EL0817FR00007	R54	J4	2.215	130.2	46.3	3.12
EL0817FR007007	EL0817FR00007	R65	J5	22.275	447.7	58.0	10.57
EL0817FR007008	EL0817FR00007		J6	13.576	338.4	154.6	7.71
EL0817FR007009	EL0817FR00007	R76	J6	20.008	722.7	154.6	15.06
EL0817FR007010	EL0817FR00007		J7	15.279	1236.7	794.6	7.03

Πίνακας 5-22 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

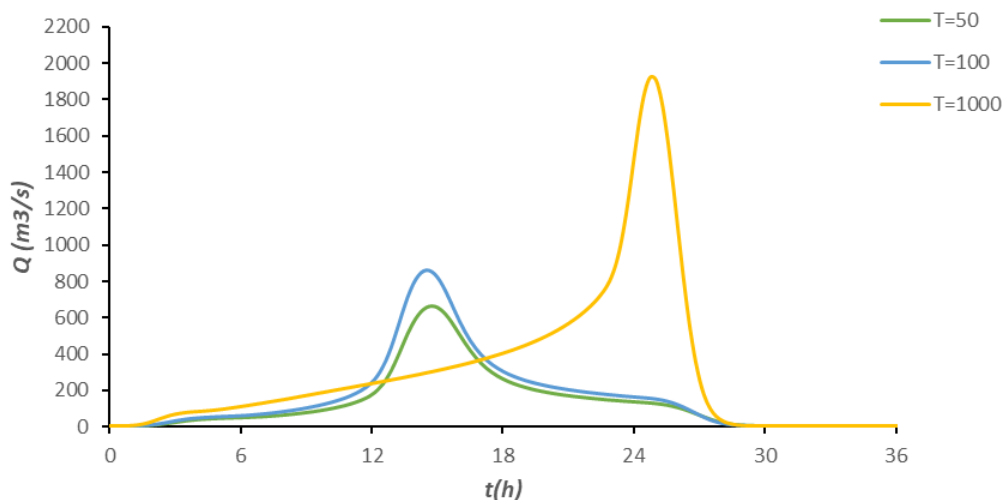
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ξηριάς Βόλου EL0817FR00007			
Έκταση (km ²)	116.81	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.09
Μέγιστο μήκος ροής (km)	29.75	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	465.4	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	219.5	219.5	219.5
T = 100	259.5	259.5	259.5

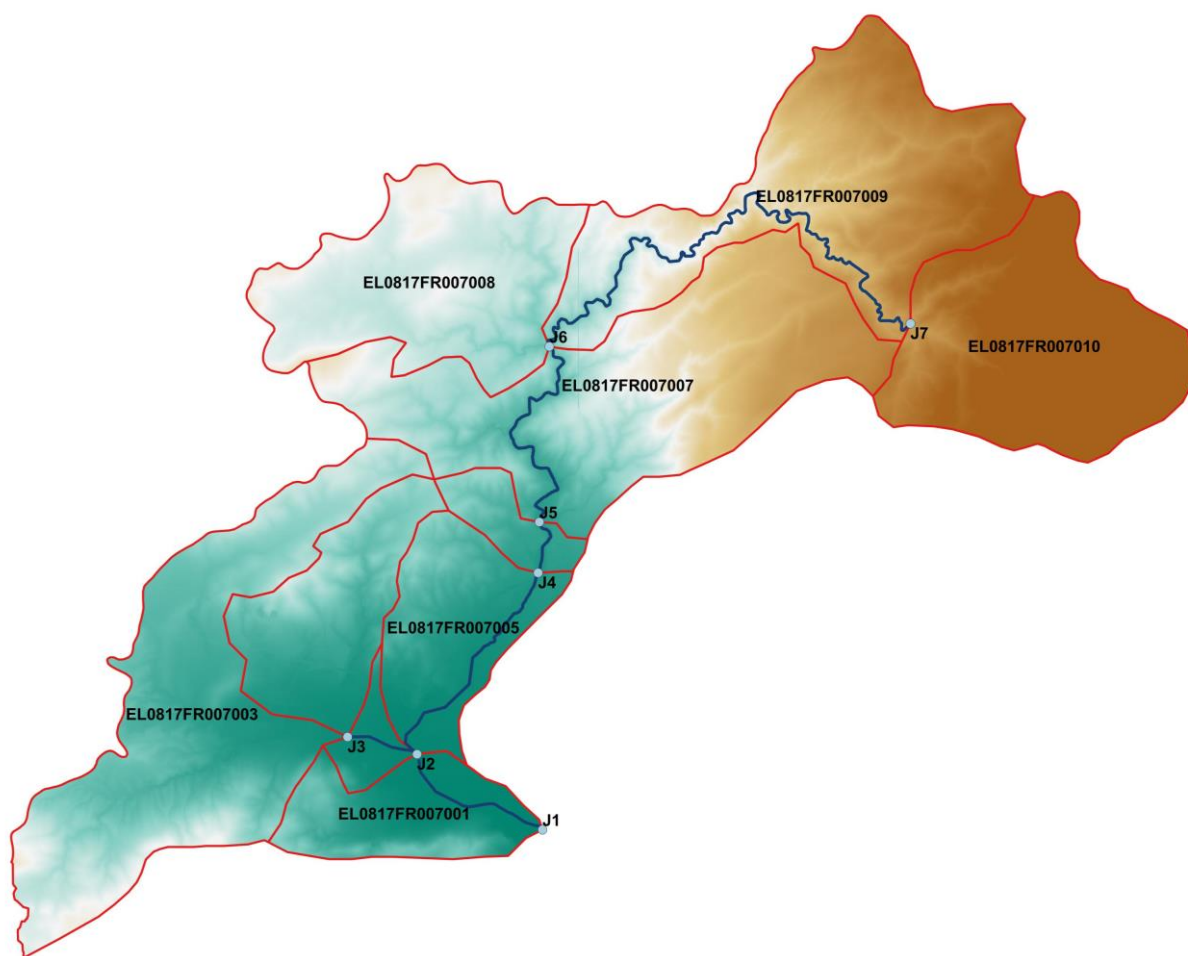
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 1000	434.4	434.4	434.4
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	106.0	145.0	179.9
T = 100	134.6	180.4	218.6
T = 1000	274.6	343.3	390.3
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.483	0.660	0.819
T = 100	0.519	0.695	0.842
T = 1000	0.632	0.790	0.898
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	448.9	659.7	824.5
T = 100	599.9	856	1034.5
T = 1000	1649.8	1919.4	2022.8
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	12.377	16.932	21.016
T = 100	15.720	21.077	25.532
T = 1000	32.079	40.099	45.587
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	451.2	661.9	826.7
T = 100	602.3	858.5	1037.0
T = 1000	1653.1	1922.7	2026.1
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	13.817	18.372	22.457
T = 100	17.312	22.669	27.124
T = 1000	34.201	42.222	47.710

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 5-8 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων

5.9 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Κραυσίδωνα

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Κραυσίδωνα περιλαμβάνει δύο υπολεκάνες, δύο κόμβους και έναν κλάδο υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-9.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 35.57 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 486.3 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 15.02 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 2.63 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.936$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκάνων του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-23 και 5-24, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της

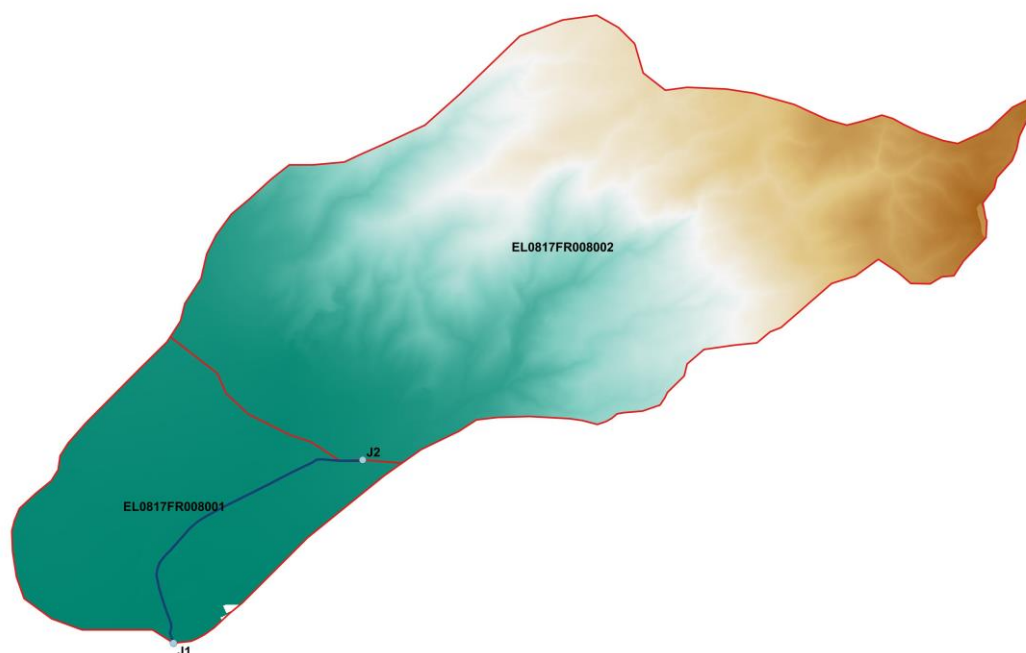
συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-25. Στο Παράρτημα Π4.8 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0817FR008001		J2	J1	3.625	0.0122

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)
EL0817FR008001	EL0817FR00008	R21	J1	8.181	17.4	0.0	4.110
EL0817FR008002	EL0817FR00008		J2	27.386	626.2	19.1	10.970



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

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 5-25 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

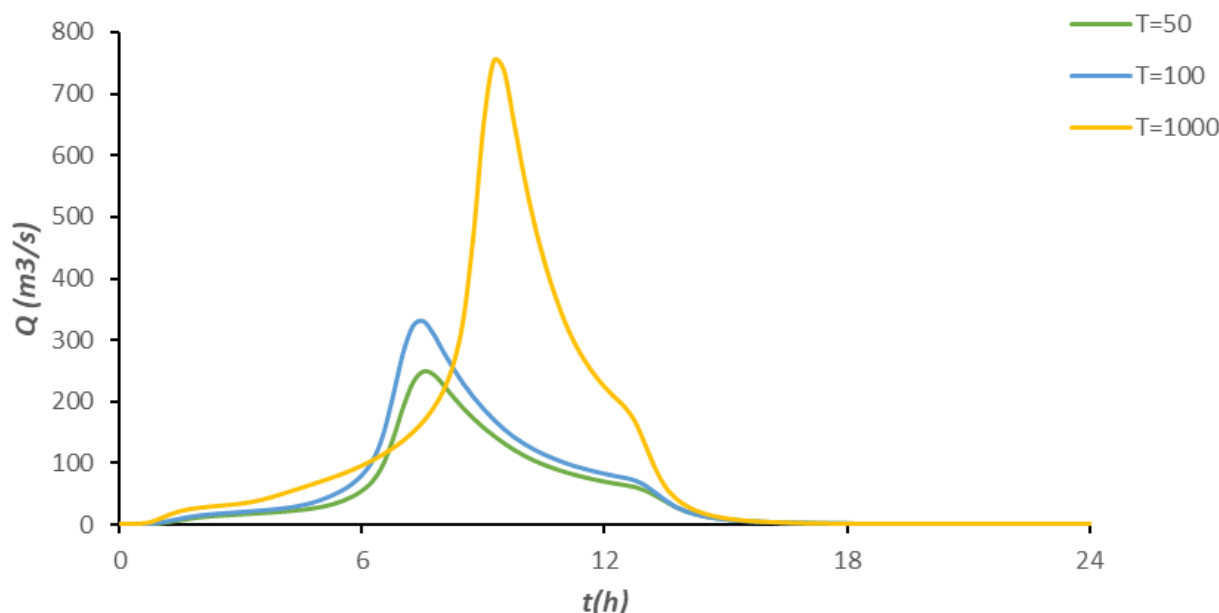
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Κραυσίδωνα EL0817FR00008			
Έκταση (km ²)	35.57	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.63
Μέγιστο μήκος ροής (km)	15.02	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	486.3	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	170.4	170.4	170.4
T = 100	201.5	201.5	201.5
T = 1000	337.3	337.3	337.3
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	78.2	111.0	140.3
T = 100	99.8	138.5	170.6
T = 1000	206.4	265.3	305.2
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.459	0.651	0.823
T = 100	0.495	0.688	0.847
T = 1000	0.612	0.787	0.905
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	151.5	248.6	328.5
T = 100	211.6	329.6	412.5
T = 1000	578.5	753.4	836.6
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	2.783	3.949	4.989
T = 100	3.549	4.928	6.068
T = 1000	7.340	9.438	10.855
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	152.2	249.3	329.2
T = 100	212.3	330.4	413.3
T = 1000	579.5	754.4	837.6
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	2.841	4.008	5.048

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	3.613	4.993	6.133
T = 1000	7.426	9.524	10.941

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



5.10 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Άναβρος

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Άναβρος περιλαμβάνει δύο υπολεκάνες, δύο κόμβους και έναν κλάδο υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-10.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 13.87 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 381.6 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 9.65 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 1.88 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.952$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-26 και 5-27, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-28. Στο Παράρτημα Π4.9 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 5-26 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0817FR009001	Αναβρος	J2	J1	2.194	0.0283

Πίνακας 5-27 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0817FR009001	EL0817FR00009	R21	J1	2.932	38.7	0.0	1.580
EL0817FR009002	EL0817FR00009		J2	10.941	472.5	49.8	7.670

Πίνακας 5-28 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

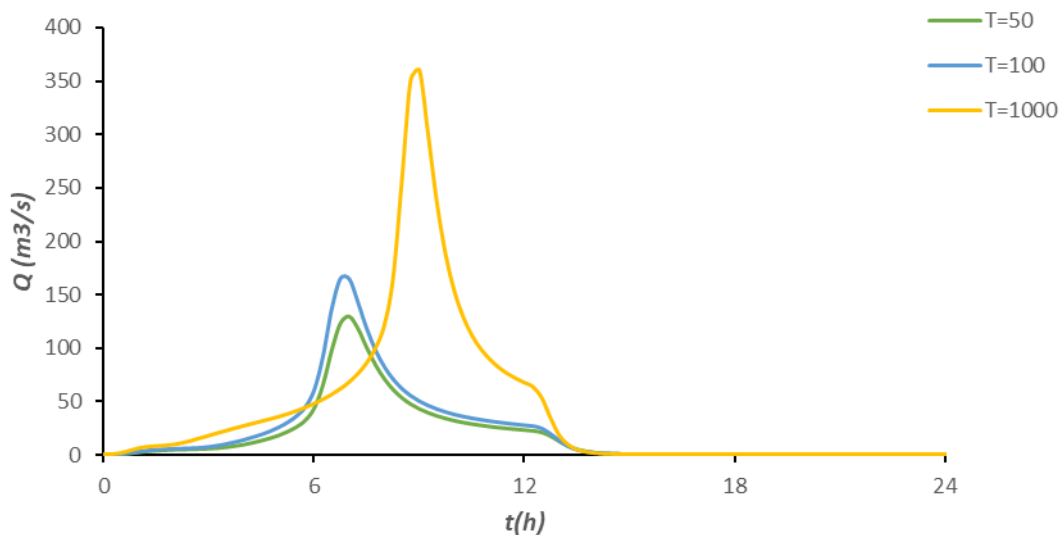
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Αναβρος EL0817FR00009			
Έκταση (km ²)	13.87	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	1.88
Μέγιστο μήκος ροής (km)	9.65	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	381.6	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	166.6	166.6	166.6
T = 100	197.0	197.0	197.0
T = 1000	330.2	330.2	330.2
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	72.9	112.4	139.4
T = 100	94.9	140.3	169.4
T = 1000	203.5	267.3	304611.8
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.438	0.675	0.837
T = 100	0.482	0.712	0.860
T = 1000	0.616	0.809	922.449
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	75.6	128.9	159.2
T = 100	105.3	165.2	199.2
T = 1000	287.9	360.1	386.2

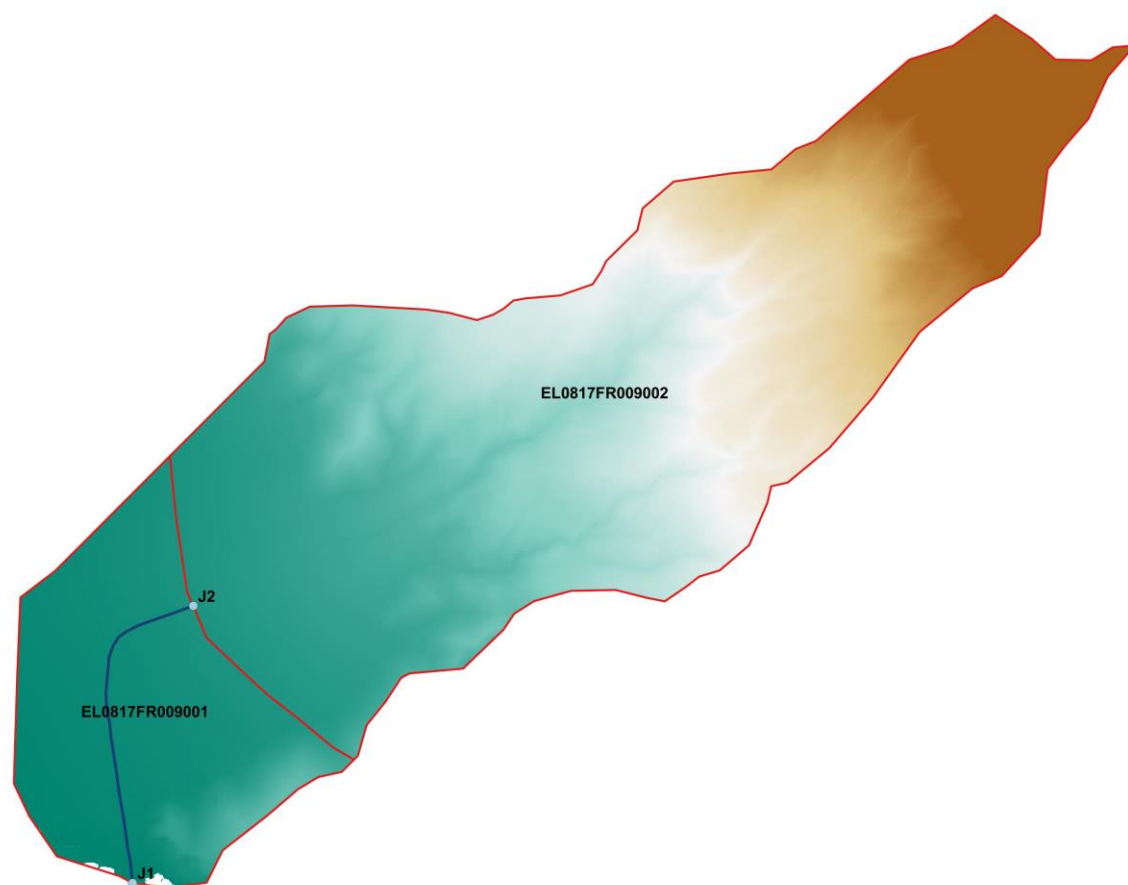
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	1.011	1.559	1.933
T = 100	1.316	1.946	2.350
T = 1000	2.823	3.707	4224.966
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	75.9	129.2	159.5
T = 100	105.6	165.5	199.5
T = 1000	288.3	360.5	386.6
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	1.034	1.582	1.956
T = 100	1.341	1.971	2.375
T = 1000	2.856	3.740	4225

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

5.11 Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Πηλίου

Πρόκειται για τέσσερα μικρά ρέματα στα δυτικά του Πηλίου, τα οποία εκβαλλουν στον Παγασητικό Κόλπο. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ενοποιημένου συστήματος περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες και 4 κόμβους. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-11.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ενοποιημένης λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 86.1 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 571.4 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 10.2 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 1.98 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.918$.

Επισημαίνεται ότι ο χρόνος συγκέντρωσης του ενοποιημένου συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του ρέματος Βρύχωνας (EL817FR010001).

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στον Πίνακα 5-29, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-30. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι έξοδος μίας εκ των τεσσάρων λεκανών απορροής που απαρτίζουν το υδρολογικό σύστημα, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο του συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π4.10 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 5-29 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0817FR010001	EL0817FR00010		J1	29.712	631.0	0.0	8.40
EL0817FR010002	EL0817FR00010		J2	9.431	618.8	0.8	6.60
EL0817FR010003	EL0817FR00010		J3	28.014	678.3	0.0	10.20
EL0817FR010004	EL0817FR00010		J4	18.926	302.6	0.0	6.80

Πίνακας 5-30 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

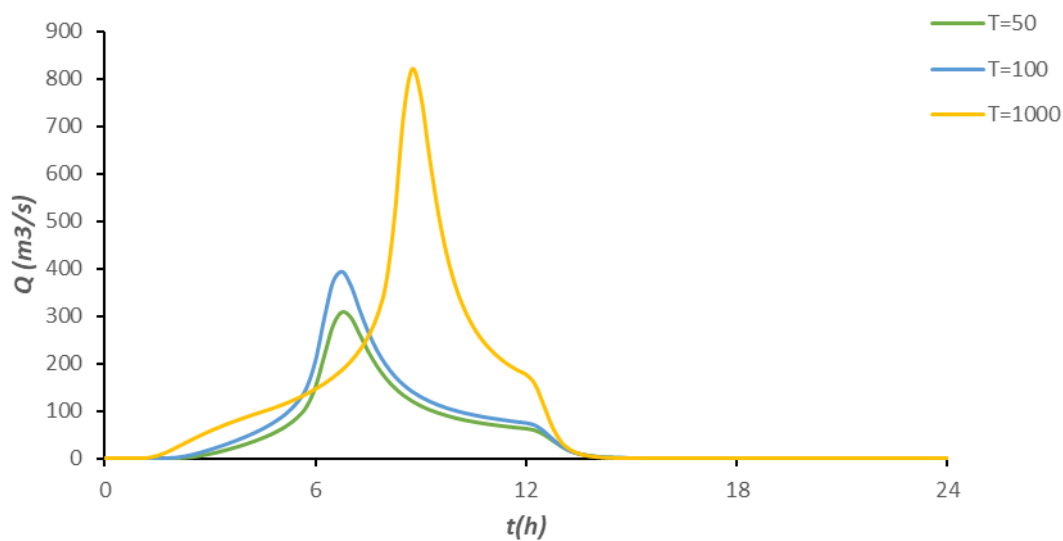
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρεμάτων Πηλίου EL0817FR00010			
Έκταση (km ²)	86.1	Υψόμετρο εξόδου (m)	0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	1.98
Μέγιστο μήκος ροής (km)	10.2	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12
Μέσο υψόμετρο (m)	571.4	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	194.7	194.7	194.7
T = 100	229.9	229.9	229.9
T = 1000	384.2	384.2	384.2
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
	81.6	131.8	163.2
T = 100	109.0	164.7	197.8
T = 1000	241.4	313.1	350.6
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.419	0.677	0.838
T = 100	0.474	0.716	0.860
T = 1000	0.628	0.815	0.913

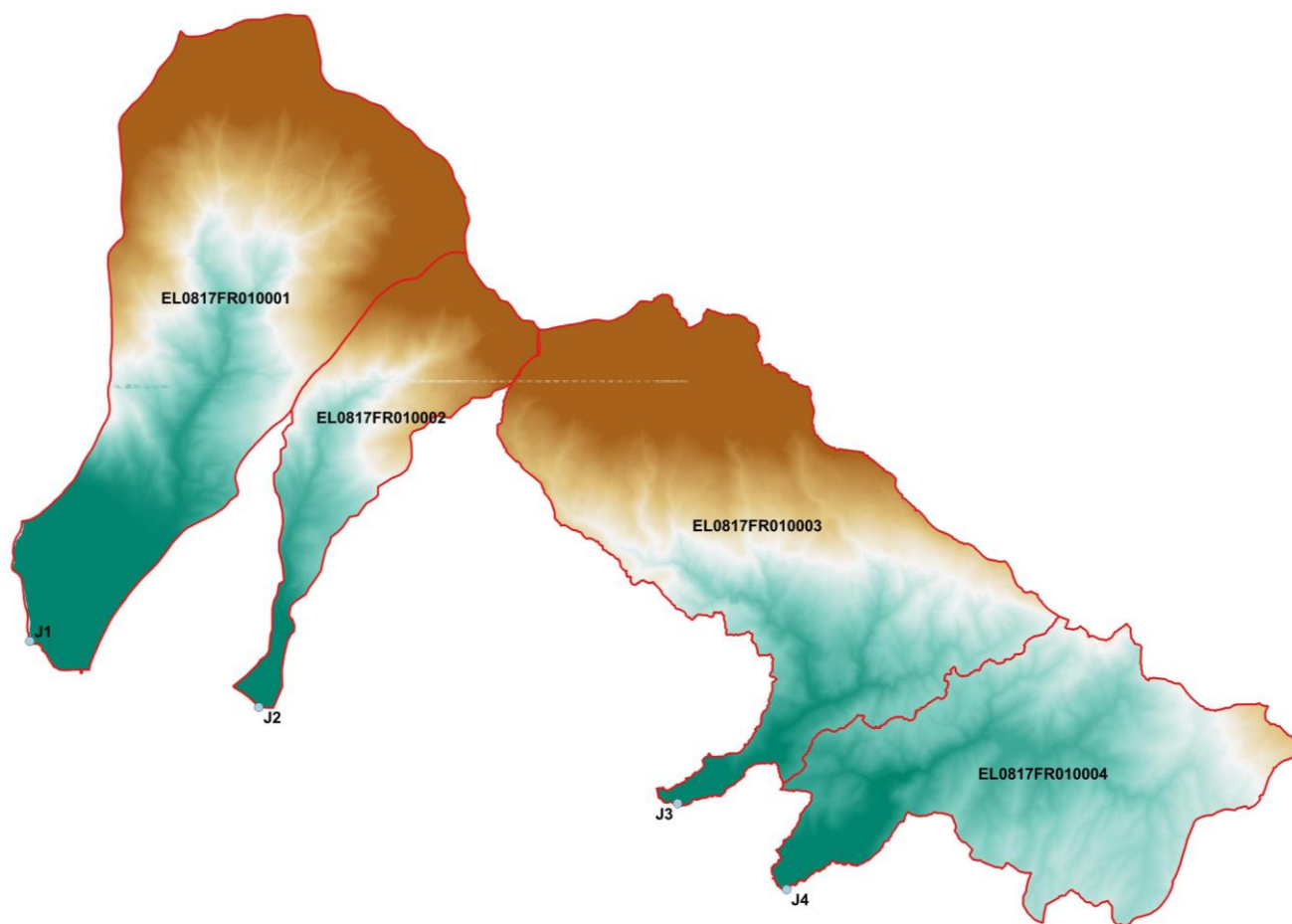
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	185.3	308.1	368.2
T = 100	260.4	394.4	452.8
T = 1000	685.7	820.2	861.9
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	7.028	11.351	14.051
T = 100	9.382	14.185	17.033
T = 1000	20.782	26.962	30.186
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	185.6	308.4	368.5
T = 100	261.0	395.0	453.4
T = 1000	687.2	821.7	863.4
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	7.586	11.909	14.609
T = 100	10.498	15.300	18.149
T = 1000	23.571	29.751	32.975

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 5-11 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων

5.12 Λεκάνη Απορροής Ρέματος Πουρί

Πρόκειται για το ρέμα Πουρί, το οποίο εκβάλλει στα δυτικά ου ΥΔ, καθώς και ένα δεύτερο μικρότερο ρέμα που εκβάλλει νοτιότερα. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ενοποιημένου συστήματος περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες και 3 κόμβους. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-12.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ενοποιημένης λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 115.3 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 362.7 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0.87 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 14.7 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 4.27 \text{ h}$

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 $\phi = 0.930$.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Επισημαίνεται ότι ο χρόνος συγκέντρωσης του ενοποιημένου συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του ρέματος Πουρί, το οποίο περιλαμβάνει τις τρεις υπολεκάνες EL0817FR018001, EL0817FR018002, EL0817FR018003.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-29 και 5-30, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 5-31. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι έξοδος της κύριας λεκάνης απορροής του συστήματος, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο του συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π4.11 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	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0817FR018001	ΠΟΥΡΙ Ρ.	J2	J1	4.157	0.00836

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)
EL0817FR018001	EL0817FR00018	R21	J1	12.008	143.0	0.87	3.6
EL0817FR018002	EL0817FR00018		J2	53.312	344.5	35.61	11.1
EL0817FR018003	EL0817FR00018		J2	21.886	385.1	35.61	7.4
EL0817FR018004	EL0817FR00018		J3	28.068	476.1	1.70	7.7

Πίνακας 5-33 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

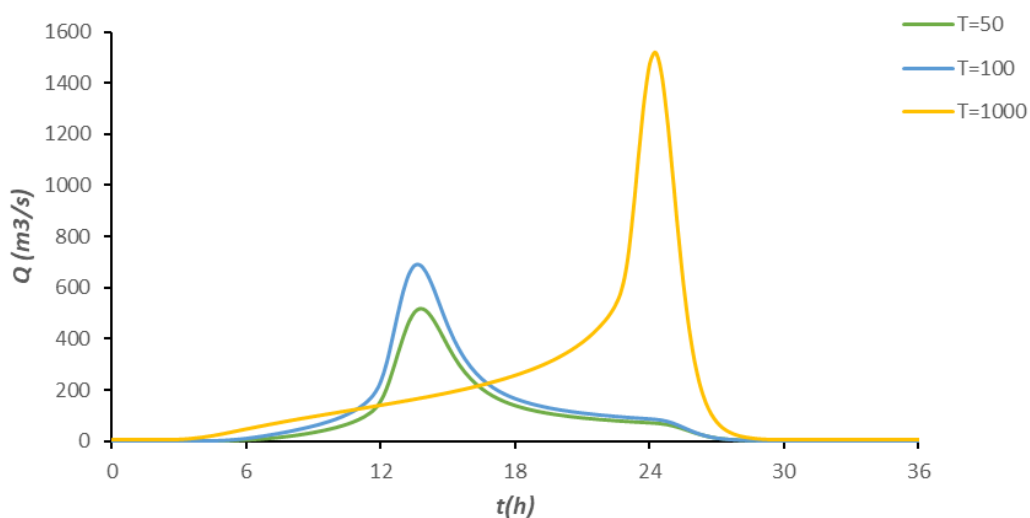
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Πουρί EL0817FR00011			
Έκταση (km ²)	115.3	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.87
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.27
Μέγιστο μήκος ροής (km)	14.7	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24
Μέσο υψόμετρο (m)	362.7	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	186.0	186.0	186.0
T = 100	219.8	219.8	219.8
T = 1000	367.9	367.9	367.9

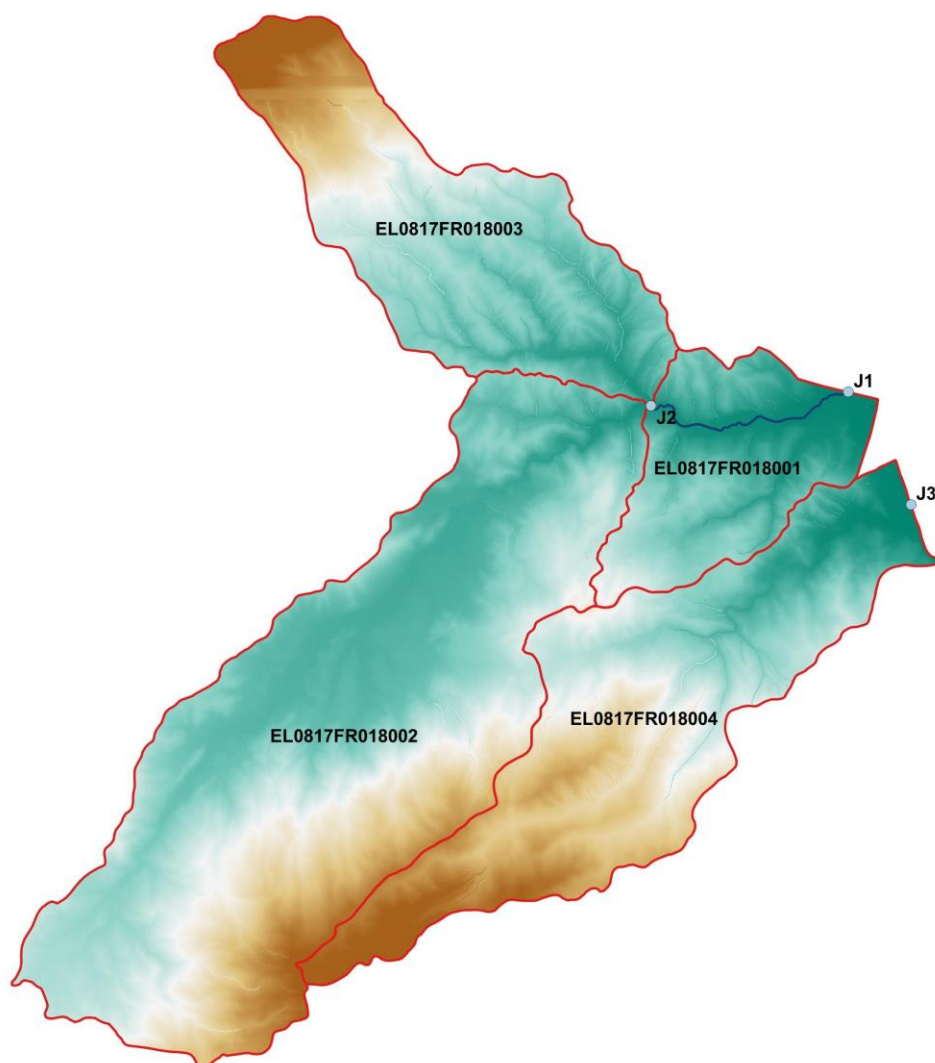
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	71.4	120.7	152.8
T = 100	96.6	155.5	185.9
T = 1000	220.1	293.1	332.2
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.384	0.649	0.821
T = 100	0.439	0.708	0.846
T = 1000	0.598	0.797	0.903
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	289.0	516.6	638.3
T = 100	412.6	686.5	790.7
T = 1000	1322.2	1517.7	1574.8
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	8.235	13.914	17.613
T = 100	11.132	17.932	21.431
T = 1000	25.378	33.791	38.303
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	289.9	517.5	639.2
T = 100	414.3	688.2	792.4
T = 1000	1326.6	1522.1	1579.2
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	8.982	14.661	18.360
T = 100	12.626	19.426	22.925
T = 1000	29.112	37.526	42.038

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





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

6 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΗΝΕΙΟΥ

6.1 Χαρακτηριστικά Λεκανών Απορροής

Για τη λεκάνη απορροής του Πηνειού (EL08) θεωρούνται δύο χωρικές κλίμακες ανάλυσης. Η πιο λεπτομερής αφορά στις λεκάνες 13 παραποτάμων του Πηνειού, κάθε μία από τις οποίες εξετάζεται ως αυτόνομο υδρολογικό σύστημα, θεωρώντας διάρκεια βροχής 24 ή 48 h. Οι λεκάνες αυτές ορίζονται ανάντη της συμβολής του Πηνειού με τους παραποτάμους του ή ανάντη της συμβολής επιμέρους παραποτάμων. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χαρτών πλημμύρας στις ΖΔΥΠΚ που αναπτύσσονται στις εν λόγω περιοχές. Για τις ζώνες πλημμυρικού κινδύνου που αναπτύσσονται εκατέρωθεν της κύριας κοίτης του Πηνειού, από το ύψος του Αλή Εφέντη και κατάντη, γίνεται υδραυλική προσομοίωση των πλημμυρικών ροών, με είσοδο τα πλημμυρογραφήματα που παράγονται από τις υπολεκάνες που συμβάλλουν κατά μήκος του ποταμού. Συνεπώς, κατά μήκος της κύριας κοίτης του Πηνειού, καταλήγουν οι πλημμυρικές απορροές των υπολεκανών, όχι όμως ταυτόχρονα, αλλά λαμβάνοντας υπόψη τους χρόνους ροής μέχρι τους αντίστοιχους κόμβους εισόδου.

Σύμφωνα με την παραπάνω προσέγγιση, η συνολική λεκάνη απορροής του Πηνειού χωρίζεται σε 13 επιμέρους λεκάνες, τα όρια των οποίων φαίνονται στον χάρτη της Εικόνας 6-1. Οι εκτάσεις τους κυμαίνονται από 100 έως 2000 km², περίπου, ενώ για τη διαμόρφωση του υδρολογικού μοντέλου γίνεται κατάτμησή τους σε υπολεκάνες, ο αριθμός των οποίων κυμαίνεται από 2 έως 77. Τα γενικά χαρακτηριστικά των λεκανών που εξετάζονται, οι οποίες αναφέρονται στους κύριους παραπόταμους του Πηνειού, δίνονται στον Πίνακα 6-1.

Επιπρόσθετα στην ΛΑΠ Πηνειού, εντός περιοχών ΖΔΥΚΠ, περιέχονται η ανεξάρτητη κλειστή λεκάνη Καλοχωρίου, καθώς και η λεκάνη απορροής του ποταμού Ζηλιάνα. Συνολικά εντός ΛΑΠ Πηνειού, αναπτύσσονται 15 λεκάνες απορροής (ή σύστημα λεκανών).

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται η σχηματοποίηση και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των λεκανών, απορροής των παραποτάμων του Πηνειού 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.

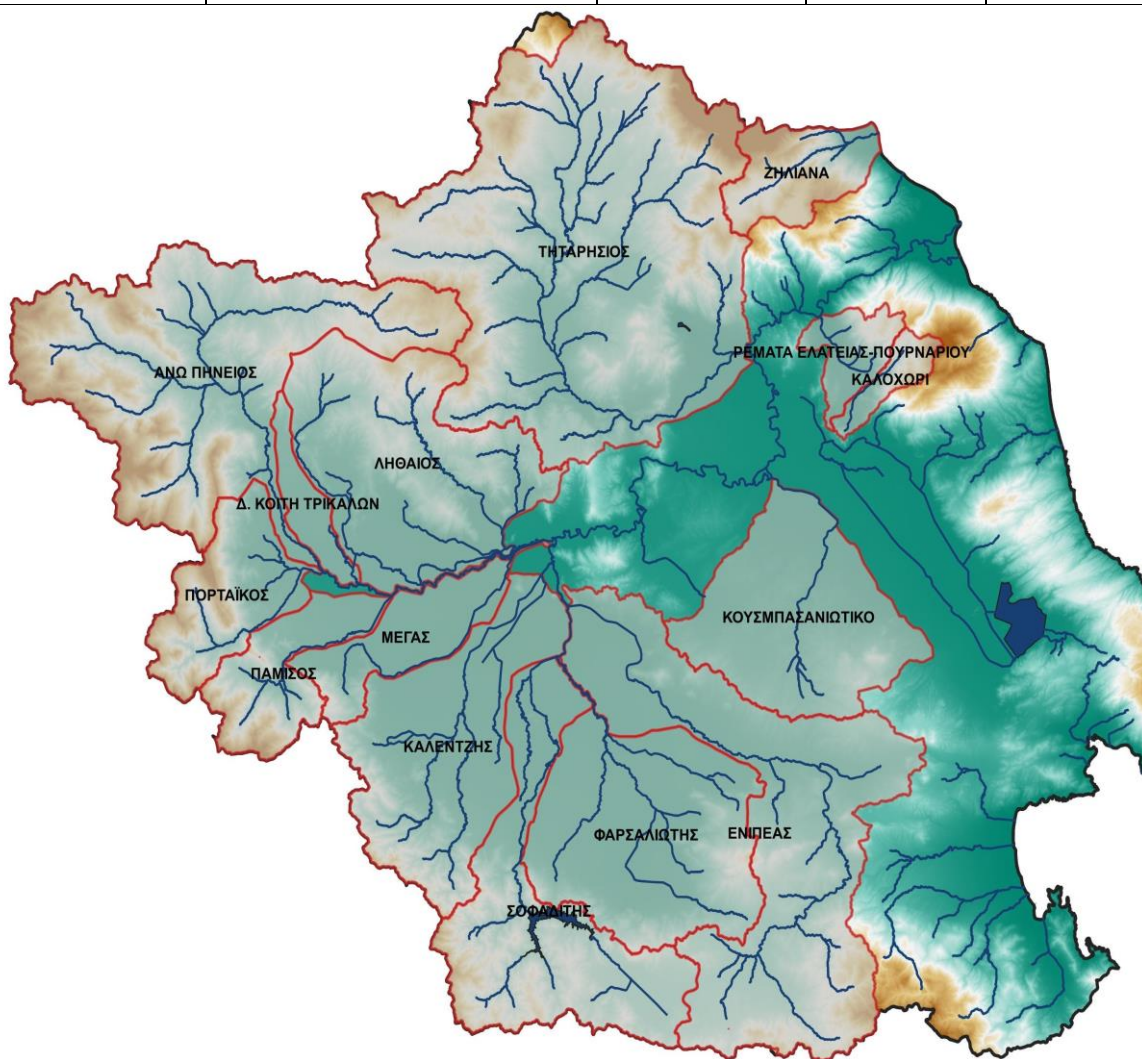
Πίνακας 6-1 Λεκάνες απορροής παραποτάμων Πηνειού

Κωδικός	Ονομασία	Έκταση (km ²)	Υπολεκάνες	Παράρτημα
EL0816FR00002	Κουσμπασανιώτικο	592.9	26	Π4.12
EL0816FR00003	Ενιπέας	1140.5	25	Π4.13
EL0816FR00004	Φαρσαλιώτης	718.9	20	Π4.14
EL0816FR00005	Σοφαδίτης	648.1	20	Π4.15
EL0816FR00006	Καλέντζης	653.8	16	Π4.16

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Ονομασία	Έκταση (km ²)	Υπολεκάνες	Παράρτημα
EL0816FR00007	Μέγας	236.1	6	Π4.17
EL0816FR00008	Πάμισος	247.7	9	Π4.18
EL0816FR00009	Πορταϊκός	301.7	17	Π4.19
EL0816FR00010	Άνω ρους Πηνειού	1130.2	35	Π4.20
EL0816FR00011	Δυτική κοίτη Τρικάλων	93.9	4	Π4.21
EL0816FR00012	Ληθαίος-Νεοχωρίτης	741.7	27	Π4.22
EL0816FR00013	Τιταρήσιος	1872.9	77	Π4.23
EL0816FR00014	Ρέματα Ελάτειας-Πουρναρίου	108.6	2	Π4.24
EL0816FL00015	Καλοχώρι	66.2	1	Π4.25
EL0816FR00017	Ζηλιάνα	199.3	7	Π4.26



Εικόνα 6-1 Λεκάνες απορροής Πηνειού

6.2 Λεκάνη Απορροής Κουσμπασανιώτικου

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Κουσμπασανιώτικου περιλαμβάνει 26 υπολεκάνες, 15 κόμβους και 14 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-2.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 592.9 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 185.5 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 63.8 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 35.46 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 17.23 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.918$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-2 και 6-3, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-4. Στο Παράρτημα Π4.12 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-2 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR002001		J2	J1	2.40	0.0015
R32	EL0816FR002003		J3	J2	9.63	0.0003
R43	EL0816FR002023		J4	J3	1.92	0.0020
R54	EL0816FR002026		J5	J4	3.37	0.0023
R65	EL0816FR002007		J6	J5	7.31	0.0052
R76	EL0816FR002009		J7	J6	7.56	0.0061
R86	EL0816FR002010		J8	J6	6.46	0.0048
R94	EL0816FR002006		J9	J4	4.96	0.0027
R109	EL0816FR002008		J10	J9	7.95	0.0045
R112	EL0816FR002002		J11	J2	6.16	0.0022
R123	EL0816FR002005		J12	J3	8.80	0.0005
R1312	EL0816FR002027		J13	J12	3.69	0.0075
R1412	EL0816FR002024		J14	J12	5.85	0.0009
R1514	EL0816FR002018		J15	J14	3.51	0.0091

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 6-3 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR002001	EL0816FR00002	R21	J1	1.913	73.0	63.7	1.694
EL0816FR002002	EL0816FR00002	R112	J2	28.399	81.1	67.6	11.955
EL0816FR002003	EL0816FR00002	R32	J2	23.098	75.4	67.6	10.002
EL0816FR002005	EL0816FR00002	R123	J3	25.009	88.4	69.2	7.381
EL0816FR002006	EL0816FR00002	R94	J4	8.326	87.2	72.6	4.591
EL0816FR002007	EL0816FR00002	R65	J5	35.970	136.3	84.7	11.742
EL0816FR002008	EL0816FR00002	R109	J9	29.234	136.3	88.0	11.879
EL0816FR002009	EL0816FR00002	R76	J6	33.194	193.6	122.3	12.902
EL0816FR002010	EL0816FR00002	R86	J6	18.613	166.1	122.3	8.399
EL0816FR002011	EL0816FR00002		J8	38.875	212.1	153.1	10.845
EL0816FR002012	EL0816FR00002		J7	14.927	239.3	167.1	9.688
EL0816FR002013	EL0816FR00002		J7	27.074	268.0	167.1	12.471
EL0816FR002014	EL0816FR00002		J7	22.391	376.5	167.1	13.809
EL0816FR002015	EL0816FR00002		J7	16.039	286.7	167.1	9.120
EL0816FR002016	EL0816FR00002		J14	44.312	271.1	81.9	15.741
EL0816FR002017	EL0816FR00002		J15	29.369	325.1	113.1	14.009
EL0816FR002018	EL0816FR00002	R1514	J14	5.063	126.8	81.9	3.872
EL0816FR002019	EL0816FR00002		J13	16.848	259.8	104.7	14.718
EL0816FR002020	EL0816FR00002		J13	15.125	186.2	104.7	10.198
EL0816FR002021	EL0816FR00002		J10	77.026	161.1	106.7	13.448
EL0816FR002022	EL0816FR00002		J11	34.698	116.8	81.6	12.534
EL0816FR002023	EL0816FR00002	R43	J3	0.127	75.0	69.2	0.487
EL0816FR002024	EL0816FR00002	R1412	J12	8.286	89.9	77.1	4.115
EL0816FR002025	EL0816FR00002		J8	15.901	217.9	153.1	9.891
EL0816FR002026	EL0816FR00002	R54	J4	12.167	90.6	72.6	6.093
EL0816FR002027	EL0816FR00002	R1312	J12	10.358	112.5	77.1	4.574

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 6-4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

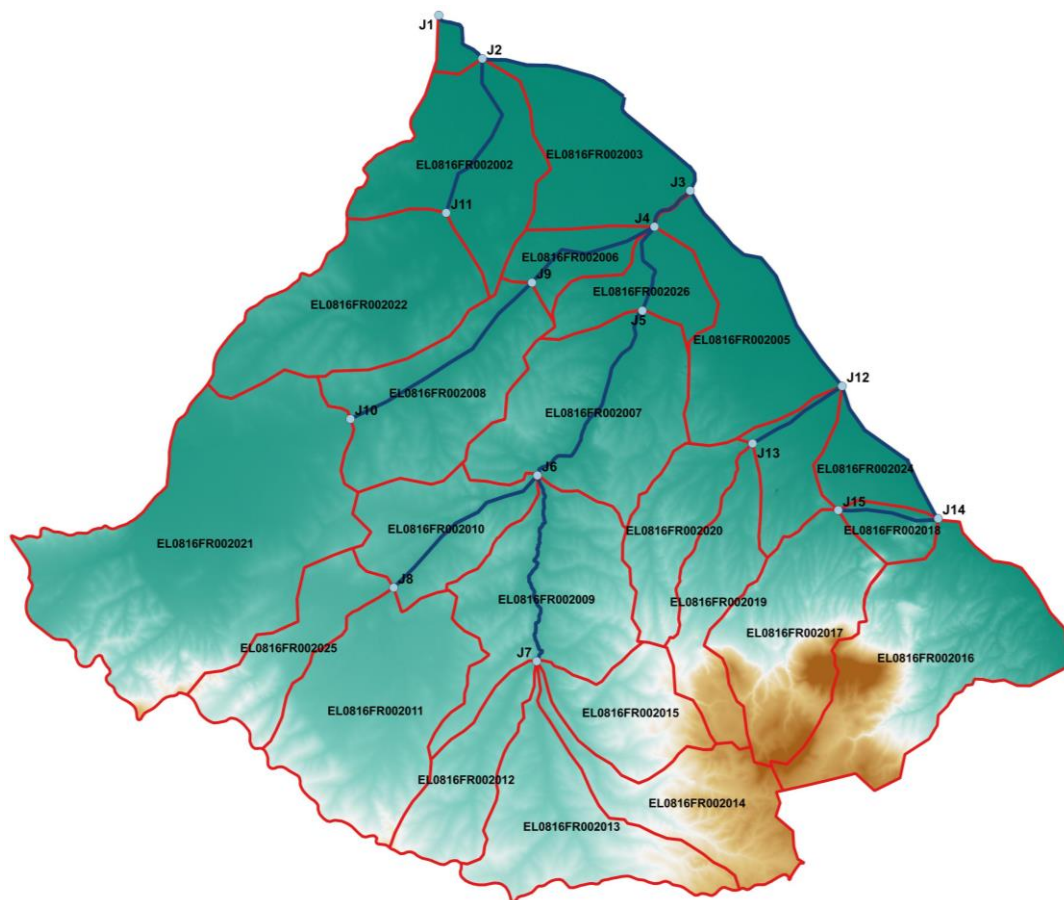
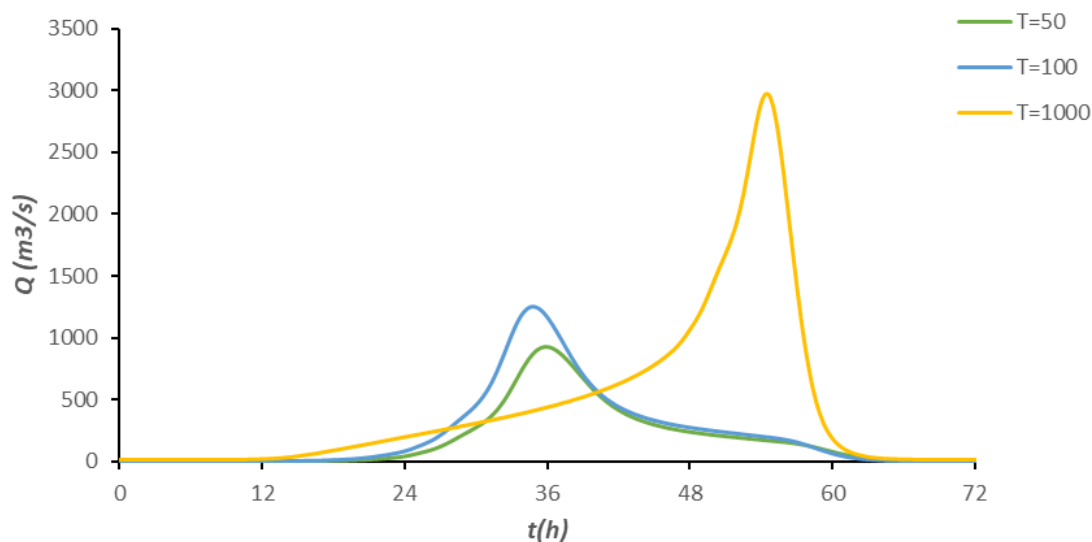
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Κουσμπασανιώτικου EL0816FL00002			
Έκταση (km ²)	592.88	Υψόμετρο εξόδου (m)	63.8
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	17.23
Μέγιστο μήκος ροής (km)	35.46	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	185.5	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	136.8	136.8	136.8
T = 100	161.3	161.3	161.3
T = 1000	269.0	269.0	269.0
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	38.2	76.0	104.1
T = 100	53.5	97.2	127.6
T = 1000	133.4	195.7	232.3
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.279	0.556	0.761
T = 100	0.332	0.602	0.791
T = 1000	0.496	0.727	0.864
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	437	924.3	1238.2
T = 100	663	1248.7	1588.9
T = 1000	2418.7	2957.6	3138.6
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	22.642	45.067	61.718
T = 100	31.731	57.620	75.636
T = 1000	79.118	116.004	137.741
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	442.9	930.2	1244.1
T = 100	671.9	1257.6	1597.8
T = 1000	2430.6	2969.5	3150.4
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	30.580	53.005	69.656

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	43.638	69.527	87.543
T = 1000	94.994	131.880	153.617

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



Εικόνα 6-2 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

6.3 Λεκάνη Απορροής Ενιπέα

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Ενιπέα περιλαμβάνει 25 υπολεκάνες, 15 κόμβους και 14 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-3.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 1140.5 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 326.5 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 86.7 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 119.0 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 25.30 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 30 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.905$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-5 και 6-6, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-7. Στο Παράρτημα Π4.13 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-5 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR003001		J2	J1	25.046	0.0011
R32	EL0816FR003002		J3	J2	19.261	0.0016
R43	EL0816FR003004		J4	J3	3.749	0.0050
R53	EL0816FR003003		J5	J3	7.700	0.0022
R65	EL0816FR003006		J6	J5	2.511	0.0028
R76	EL0816FR003007		J7	J6	8.474	0.0045
R87	EL0816FR003011		J8	J7	16.632	0.0057
R98	EL0816FR003012		J9	J8	6.343	0.0070
R109	EL0816FR003014		J10	J9	5.550	0.0184
R119	EL0816FR003013		J11	J9	8.633	0.0042
R1211	EL0816FR003017		J12	J11	9.936	0.0092
R1311	EL0816FR003025		J13	J11	0.531	0.0019
R1413	EL0816FR003018		J14	J13	1.292	0.0053
R1514	EL0816FR003019		J15	J14	1.219	0.0057

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 6-6 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR003001	EL0816FR00003	R21	J1	222.391	128.000	86.7	30.530
EL0816FR003002	EL0816FR00003	R32	J2	114.188	177.800	107.4	24.680
EL0816FR003003	EL0816FR00003	R53	J3	61.416	234.300	144.4	17.900
EL0816FR003004	EL0816FR00003	R43	J3	13.483	169.800	144.4	7.030
EL0816FR003005	EL0816FR00003		J6	110.056	281.400	168.0	19.240
EL0816FR003006	EL0816FR00003	R65	J5	3.571	203.000	160.4	2.960
EL0816FR003007	EL0816FR00003	R76	J6	38.587	284.600	168.0	14.650
EL0816FR003008	EL0816FR00003		J4	45.820	349.000	160.5	14.500
EL0816FR003009	EL0816FR00003		J8	30.771	522.000	301.2	14.530
EL0816FR003010	EL0816FR00003		J7	24.552	477.000	201.6	13.310
EL0816FR003011	EL0816FR00003	R87	J6	65.887	383.700	168.0	20.880
EL0816FR003012	EL0816FR00003	R98	J8	13.994	428.000	301.2	8.520
EL0816FR003013	EL0816FR00003	R119	J9	36.597	423.900	345.4	12.540
EL0816FR003014	EL0816FR00003	R109	J9	24.109	566.600	345.4	9.540
EL0816FR003015	EL0816FR00003		J10	21.662	899.800	447.3	10.730
EL0816FR003016	EL0816FR00003		J10	49.047	944.200	447.3	18.170
EL0816FR003017	EL0816FR00003	R1211	J13	65.759	626.600	382.6	18.820
EL0816FR003018	EL0816FR00003	R1413	J13	4.155	419.100	382.6	3.850
EL0816FR003019	EL0816FR00003	R1514	J14	1.697	437.500	389.5	2.290
EL0816FR003020	EL0816FR00003		J15	24.434	495.900	396.5	13.030
EL0816FR003021	EL0816FR00003		J15	59.624	536.500	396.5	5.320
EL0816FR003022	EL0816FR00003		J14	27.026	599.900	389.5	18.040
EL0816FR003023	EL0816FR00003		J13	24.309	548.900	382.6	12.480
EL0816FR003024	EL0816FR00003		J12	56.901	846.100	473.7	16.970
EL0816FR003025	EL0816FR00003	R1311	J11	0.508	90.6	378.9	1.300

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 6-7 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

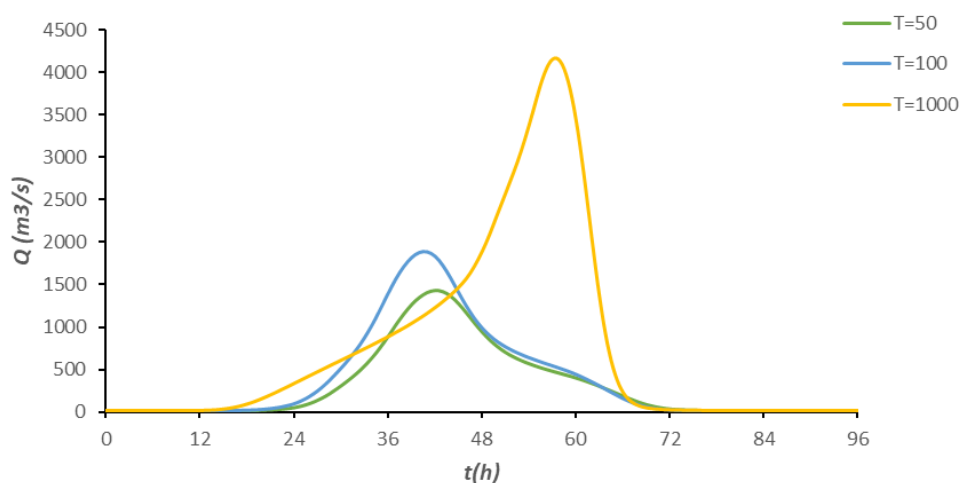
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ενιπέα EL0816FL00003			
Έκταση (km ²)	1140.55	Υψόμετρο εξόδου (m)	86.7
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	25.30
Μέγιστο μήκος ροής (km)	119.00	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	326.5	Χρονικό βήμα (h)	0.50
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	158.8	158.8	158.8
T = 100	187.1	187.1	187.1
T = 1000	311.1	311.1	311.1
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	44.0	87.7	120.3
T = 100	61.7	112.1	147.5
T = 1000	153.8	225.8	268.6
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.277	0.552	0.758
T = 100	0.330	0.599	0.788
T = 1000	0.495	0.726	0.864
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	689.8	1409.7	1885.6
T = 100	1020.1	1876.1	2389.9
T = 1000	3340.8	4151.8	4440.7
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	50.145	99.992	137.248
T = 100	70.353	127.846	168.207
T = 1000	175.464	257.490	306.389
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	704.7	1424.5	1900.4
T = 100	1037.3	1893.2	2407.0

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 1000	3361.3	4172.3	4461.3
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	70.028	119.875	157.131
T = 100	93.295	150.788	191.149
T = 1000	202.994	285.021	333.919

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 6-3 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

6.4 Λεκάνη Απορροής Φαρσαλιώτη

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Φαρσαλιώτη (ανάντη της συμβολής του με τον Ενιπέα) περιλαμβάνει 20 υπολεκάνες, 14 κόμβους και 13 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-4.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 718.9 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 126.3 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 94.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 59.45 \text{ km}$

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 43.20$ h

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48$ h και χρονικό βήμα $\Delta t = 30$ 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 6-8 και 6-9, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-10. Στο Παράρτημα Π4.14 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-8 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR004001		J2	J1	12.594	0.0005
R32	EL0816FR004002		J3	J2	6.789	0.0003
R43	EL0816FR004003		J4	J3	3.865	0.0003
R54	EL0816FR004006		J5	J4	21.214	0.0031
R64	EL0816FR004005		J6	J4	11.906	0.0003
R76	EL0816FR004009		J7	J6	0.832	0.0006
R86	EL0816FR004015		J8	J6	5.426	0.0014
R93	EL0816FR004004		J9	J3	15.579	0.0014
R109	EL0816FR004010		J10	J9	4.373	0.0015
R119	EL0816FR004011		J11	J9	3.861	0.0076
R127	EL0816FR004020		J12	J7	11.744	0.0105
R136	EL0816FR004016		J13	J6	8.576	0.0005
R1413	EL0816FR004017		J14	J13	11.317	0.0048

Πίνακας 6-9 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR004001	EL0816FR00004	R21	J1	2.592	96.400	94.0	4.751
EL0816FR004002	EL0816FR00004	R32	J2	34.236	105.300	100.1	11.944
EL0816FR004003	EL0816FR00004	R43	J3	2.052	103.400	102.3	3.629
EL0816FR004004	EL0816FR00004	R93	J3	74.984	119.300	102.3	17.122
EL0816FR004005	EL0816FR00004	R64	J4	96.116	114.700	103.5	20.423
EL0816FR004006	EL0816FR00004	R54	J4	103.135	150.000	103.5	16.940

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)
EL0816FR004007	EL0816FR00004		J5	11.396	385.600	172.1	7.008
EL0816FR004008	EL0816FR00004		J13	49.698	190.700	112.1	16.736
EL0816FR004009	EL0816FR00004	R76	J6	12.101	120.200	107.5	8.117
EL0816FR004010	EL0816FR00004	R109	J9	8.224	135.500	124.5	6.110
EL0816FR004011	EL0816FR00004	R119	J9	7.337	170.600	124.5	4.189
EL0816FR004012	EL0816FR00004		J10	10.402	197.200	129.5	5.465
EL0816FR004013	EL0816FR00004		J11	21.790	402.600	151.7	12.149
EL0816FR004014	EL0816FR00004		J8	7.896	282.200	114.0	3.872
EL0816FR004015	EL0816FR00004	R86	J7	14.265	131.900	108.9	7.429
EL0816FR004016	EL0816FR00004	R136	J6	34.832	115.800	107.5	15.519
EL0816FR004017	EL0816FR00004	R1413	J13	83.363	311.900	112.1	16.253
EL0816FR004018	EL0816FR00004		J14	60.411	419.300	148.5	19.959
EL0816FR004019	EL0816FR00004		J12	13.097	631.400	225.7	9.914
EL0816FR004020	EL0816FR00004	R127	J7	70.531	276.600	108.9	16.697

Πίνακας 6-10 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

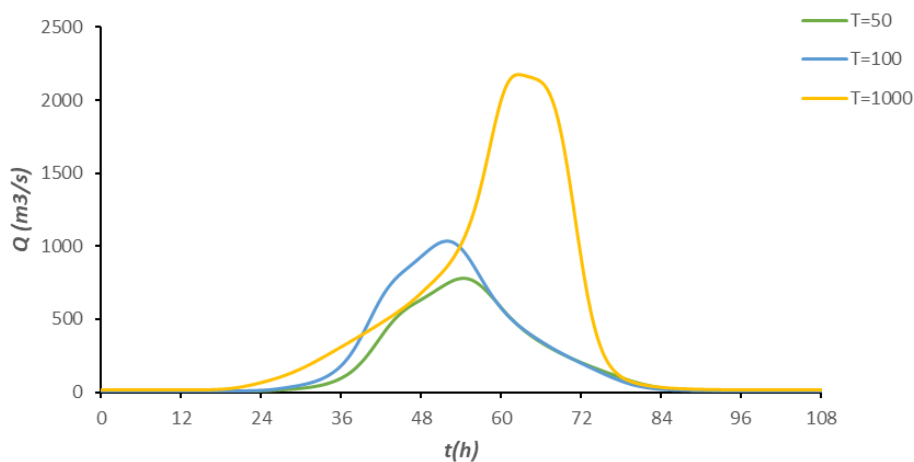
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Φαρσαλιώτη EL0816FL00004			
Έκταση (km ²)	718.87	Υψόμετρο εξόδου (m)	94.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	43.20
Μέγιστο μήκος ροής (km)	59.45	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	126.3	Χρονικό βήμα (h)	0.50
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	171.6	171.6	171.6
T = 100	201.9	201.9	201.9
T = 1000	334.7	334.7	334.7

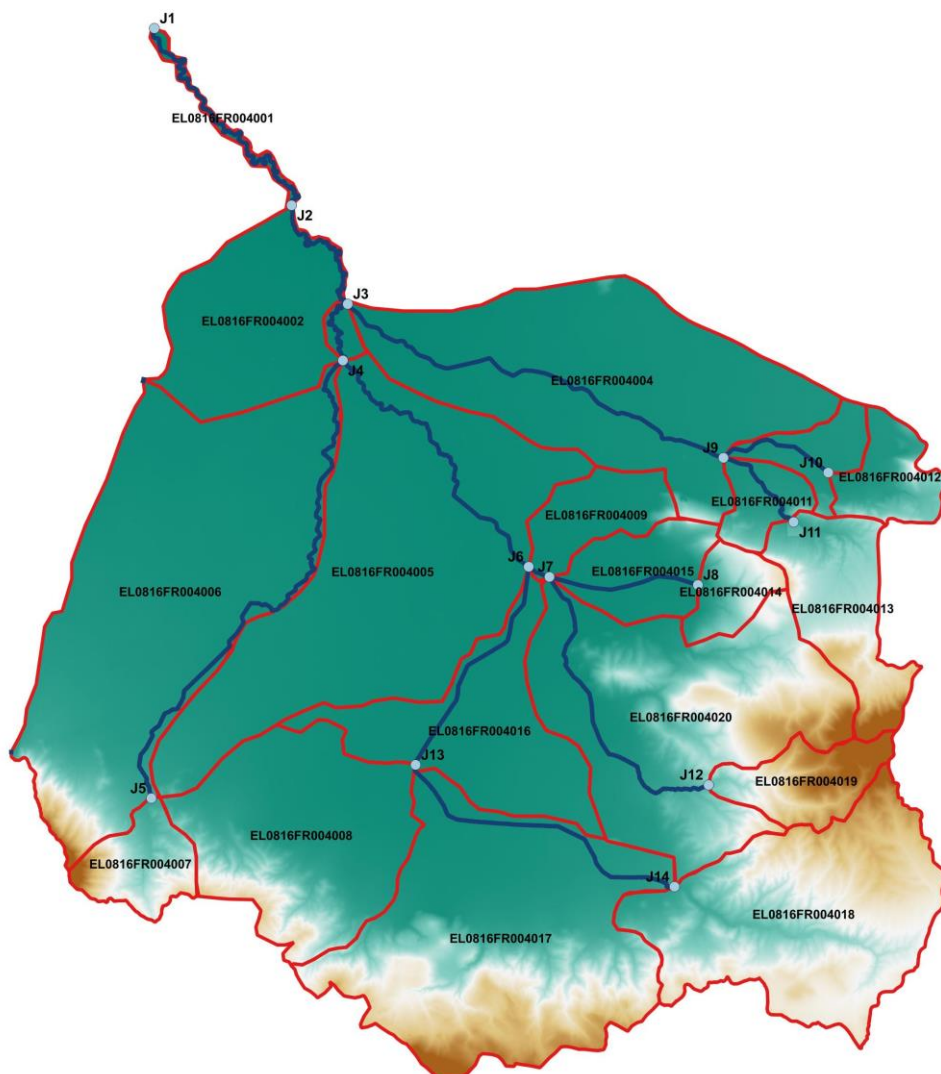
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	53.3	99.6	133.2
T = 100	73.3	126.2	162.4
T = 1000	175.0	249.1	292.5
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.311	0.580	0.776
T = 100	0.363	0.625	0.804
T = 1000	0.523	0.744	0.874
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	400.4	773.6	1018.1
T = 100	583.3	1027.6	1293.5
T = 1000	1719.3	2164.7	2330.6
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	38.332	71.596	95.720
T = 100	52.685	90.746	116.755
T = 1000	125.782	179.051	210.264
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	409.7	783.0	1027.4
T = 100	594.1	1038.4	1304.3
T = 1000	1732.2	2177.7	2343.5
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	47.551	78.447	100.514
T = 100	62.755	98.017	121.749
T = 1000	133.702	182.719	210.993

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 6-4 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

6.5 Λεκάνη Απορροής Σοφαδίτη

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Σοφαδίτη, ανάντη της συμβολής του με τον Ενιπέα, περιλαμβάνει 20 υπολεκάνες, 14 κόμβους και 13 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-5. Στο μοντέλο προσομοιώνεται και η διόδευση που πραγματοποιείται μέσω του υπερχειλιστή του φράγματος Σμοκόβου, που βρίσκεται στον κόμβο J7. Κατά την έναρξη της βροχόπτωσης, ο ταμιευτήρας θεωρείται στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας (+375.0 m).

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 648.1 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 506.1 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 95.60 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 71.20 \text{ km}$

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 12.871$ 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 $\varphi = 0.916$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-11 και 6-12, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-13. Στο Παράρτημα Π4.15 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, ταμειυτήρας, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-11 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR005001		J2	J1	4.67	0.0003
R32	EL0816FR005003		J3	J2	13.96	0.0009
R42	EL0816FR005002		J4	J2	23.16	0.0012
R53	EL0816FR005004		J5	J3	16.42	0.0012
R65	EL0816FR005006		J6	J5	7.79	0.0158
R76	EL0816FR005007		J7	J6	2.70	0.0159
R87	EL0816FR005008		J8	J7	4.75	0.0118
R98	EL0816FR005010		J9	J8	2.51	0.0123
R109	EL0816FR005011		J10	J9	5.56	0.0176
R118	EL0816FR005009		J11	J8	1.90	0.0216
R127	EL0816FR005016		J12	J7	9.34	0.0113
R1312	EL0816FR005017		J13	J12	4.50	0.0136
R1413	EL0816FR005018		J14	J13	3.07	0.0001

Πίνακας 6-12 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR005001	EL0816FR00005	R21	J1	42.259	99.3	95.6	10.482
EL0816FR005002	EL0816FR00005	R42	J2	41.053	107.9	96.8	12.558
EL0816FR005003	EL0816FR00005	R32	J2	29.824	107.6	96.8	14.120
EL0816FR005004	EL0816FR00005	R53	J3	19.716	132.1	106.1	15.870
EL0816FR005005	EL0816FR00005		J4	34.101	235.7	123.6	0.815
EL0816FR005006	EL0816FR00005	R65	J5	29.683	475.1	166.5	8.590

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)
EL0816FR005007	EL0816FR00005	R76	J6	3.891	528.3	252.7	2.990
EL0816FR005008	EL0816FR00005	R87	J7	13.492	522.9	295.6	6.840
EL0816FR005009	EL0816FR00005	R118	J8	4.176	539.2	351.8	3.220
EL0816FR005010	EL0816FR00005	R98	J8	4.878	505.7	351.8	4.820
EL0816FR005011	EL0816FR00005	R109	J9	27.571	710.9	382.5	12.290
EL0816FR005012	EL0816FR00005		J10	39.066	913.7	480.1	12.880
EL0816FR005013	EL0816FR00005		J10	23.393	793.3	480.1	8.600
EL0816FR005014	EL0816FR00005		J11	43.926	689.5	390.2	12.010
EL0816FR005015	EL0816FR00005		J6	79.551	764.3	252.7	18.380
EL0816FR005016	EL0816FR00005	R127	J7	44.137	499.8	295.6	15.200
EL0816FR005017	EL0816FR00005	R1312	J12	13.484	538.4	390.2	8.130
EL0816FR005018	EL0816FR00005	R1413	J13	13.563	553.7	450.4	4.650
EL0816FR005019	EL0816FR00005		J14	90.301	523.7	462.3	12.430
EL0816FR005020	EL0816FR00005		J14	50.006	586.5	462.3	10.890

Πίνακας 6-13 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

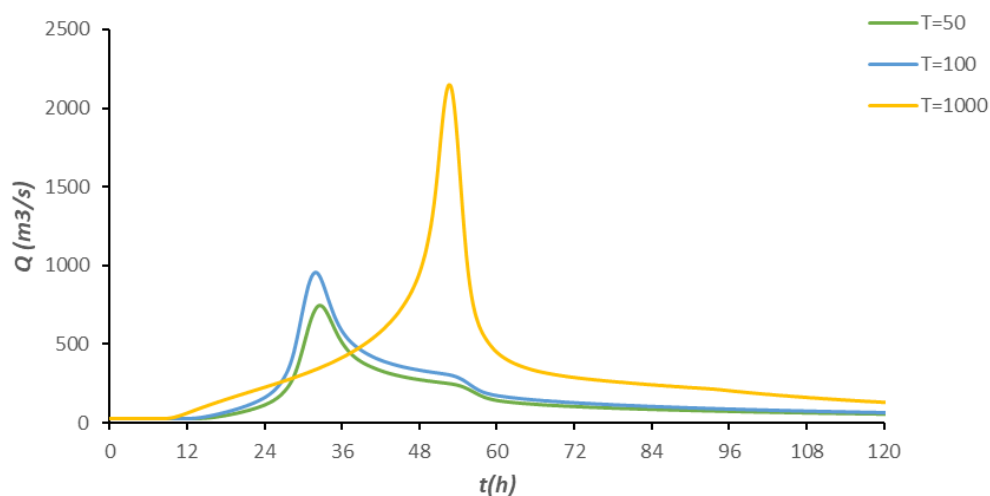
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Σοφαδίτη EL0816FL00005			
Έκταση (km ²)	648.11	Υψόμετρο εξόδου (m)	95.6
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.40	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	12.87
Μέγιστο μήκος ροής (km)	71.20	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	506.1	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	173.3	173.3	173.3
T = 100	203.6	203.6	203.6
T = 1000	336.6	336.6	336.6
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	70.2	114.6	143.5

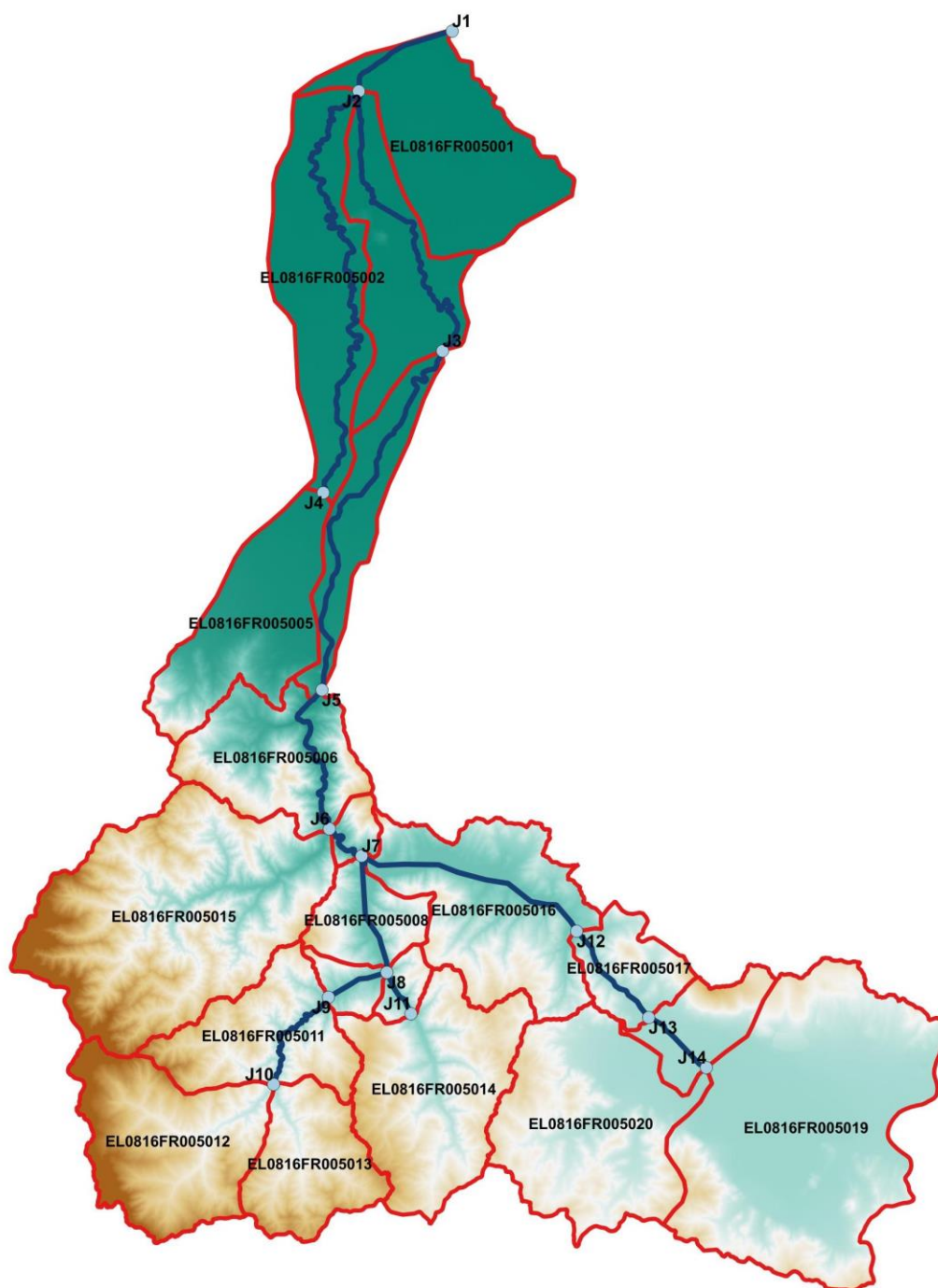
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	93.0	142.7	173.2
T = 1000	204.5	269.6	304.7
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.405	0.662	0.828
T = 100	0.457	0.701	0.851
T = 1000	0.608	0.801	0.905
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	459.4	738	885.6
T = 100	633.9	949.6	1105.8
T = 1000	1862.1	2132.8	2219.8
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	45.468	74.290	92.980
T = 100	60.288	92.470	112.272
T = 1000	132.563	174.763	197.474
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	467.8	746.5	894
T = 100	643.6	959.3	1115.5
T = 1000	1875.7	2146.4	2233.4
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	66.348	92.737	110.489
T = 100	80.759	111.109	130.212
T = 1000	152.778	194.054	216.389

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





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

6.6 Λεκάνη Απορροής Καλέντζη

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Καλέντζη, ανάντη της συμβολής του με τον Ενιπέα, περιλαμβάνει 16 υπολεκάνες, 7 κόμβους και 6 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-6.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 653.80 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 254.80 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 84.3 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 66.11 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 19.511 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 30 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.916$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-14 και 6-15, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-16. Στο Παράρτημα Π4.16 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-14 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR006002		J2	J1	12.292	0.0003
R31	EL0816FR006001		J3	J1	23.668	0.0007
R43	EL0816FR006006		J4	J3	4.182	0.0019
R54	EL0816FR006005		J5	J4	5.893	0.0003
R64	EL0816FR006008		J6	J4	32.904	0.0048
R73	EL0816FR006007		J7	J3	25.325	0.0059

Πίνακας 6-15 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR006001	EL0816FR00006	R31	J1	61.108	96.792	84.3	12.248
EL0816FR006002	EL0816FR00006	R21	J1	66.716	92.375	84.3	16.070
EL0816FR006003	EL0816FR00006	IN	J2	49.799	108.953	91.7	24.290
EL0816FR006004	EL0816FR00006	IN	J2	28.536	99.533	91.7	16.449

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)
EL0816FR006005	EL0816FR00006	R54	J4	66.508	123.801	113.6	20.036
EL0816FR006006	EL0816FR00006	R43	J3	3.791	108.525	105.8	2.616
EL0816FR006007	EL0816FR00006	R73	J3	104.105	204.012	105.8	26.122
EL0816FR006008	EL0816FR00006	R64	J4	51.695	213.542	113.6	15.568
EL0816FR006009	EL0816FR00006	IN	J5	24.002	143.607	115.6	9.997
EL0816FR006010	EL0816FR00006	IN	J5	18.687	189.331	115.6	7.303
EL0816FR006011	EL0816FR00006	IN	J5	28.897	456.403	115.6	13.976
EL0816FR006012	EL0816FR00006	IN	J5	29.530	280.300	115.6	12.045
EL0816FR006013	EL0816FR00006	IN	J6	34.016	565.413	271.4	14.619
EL0816FR006014	EL0816FR00006	IN	J6	22.991	719.839	271.4	11.498
EL0816FR006015	EL0816FR00006	IN	J7	26.884	682.415	255.4	10.246
EL0816FR006016	EL0816FR00006	IN	J7	36.545	659.986	255.4	11.910

Πίνακας 6-16 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

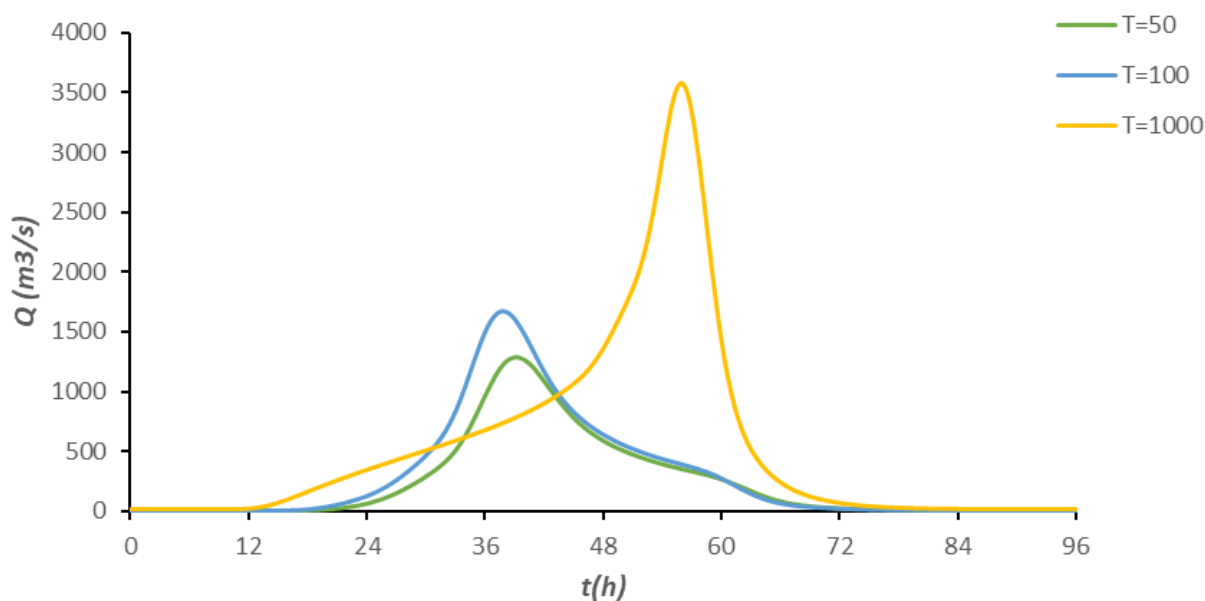
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Καλέντζη EL0816FL00006			
Έκταση (km ²)	653.79	Υψόμετρο εξόδου (m)	84.3
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	19.51
Μέγιστο μήκος ροής (km)	66.11	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	254.8	Χρονικό βήμα (h)	0.50
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	182.3	182.3	182.3
T = 100	214.4	214.4	214.4
T = 1000	355.1	355.1	355.1
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	75.7	122.6	152.1
T = 100	100.5	152.5	183.6
T = 1000	220.5	287.5	322.9

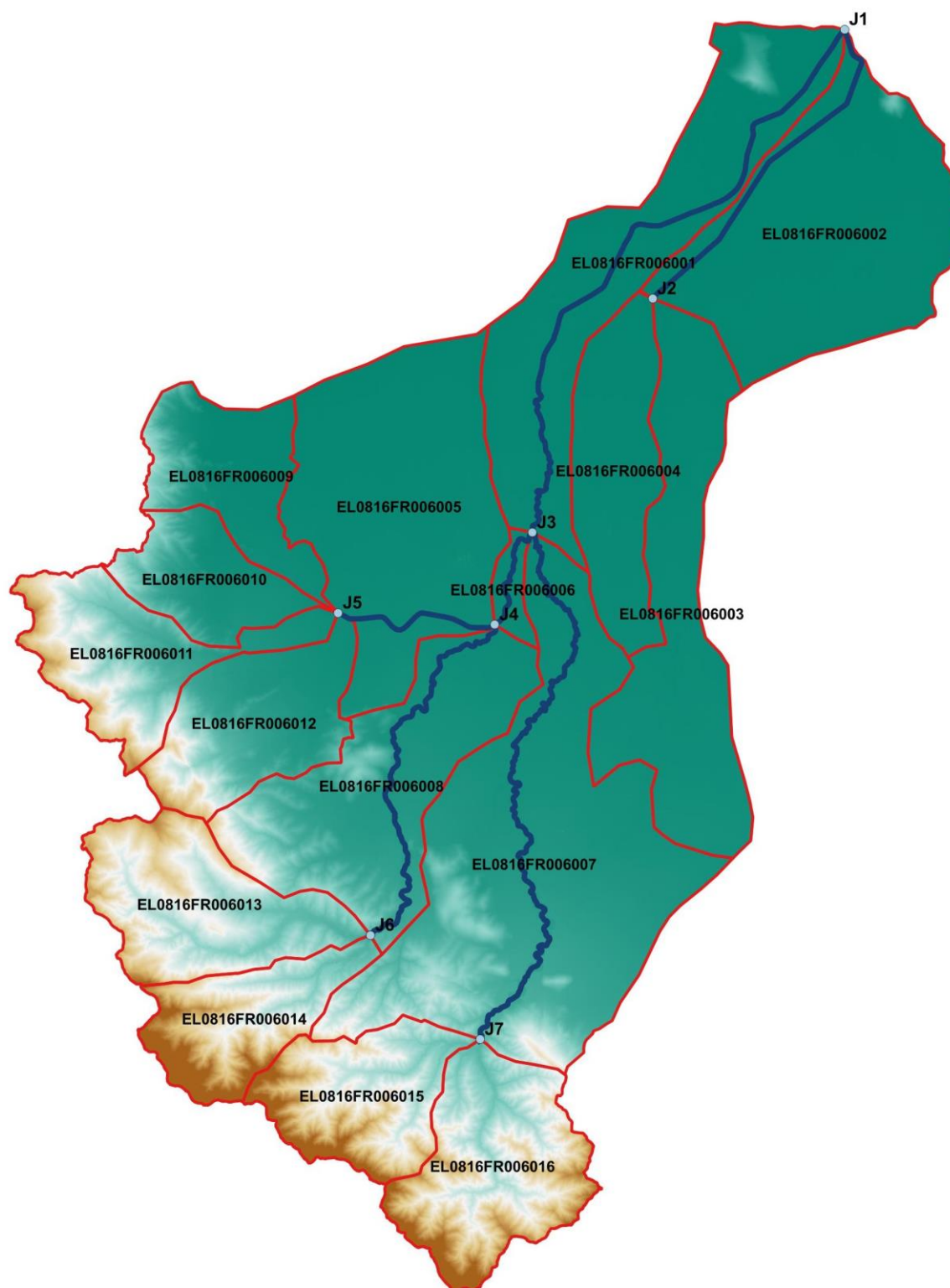
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.415	0.672	0.834
T = 100	0.469	0.711	0.856
T = 1000	0.621	0.810	0.909
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	791.5	1277.7	1528.5
T = 100	1107	1659.5	1920.9
T = 1000	3158.9	3569.4	3686.8
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	49.524	80.152	99.443
T = 100	65.684	99.686	120.042
T = 1000	144.138	187.993	211.091
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	800	1286.2	1537
T = 100	1116.8	1669.3	1930.7
T = 1000	3170.7	3581.1	3698.6
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	60.922	91.550	110.841
T = 100	78.836	112.837	133.194
T = 1000	159.919	203.775	226.873

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





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

6.7 Λεκάνη Απορροής Μέγα

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Μέγα, ανάντη της συμβολής του με τον Πηνειό, περιλαμβάνει 6 υπολεκάνες, 5 κόμβους και 4 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-7.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 236.1 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 164.7 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 88 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 52.27 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 19.96 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 48 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 30 \text{ min}$.

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

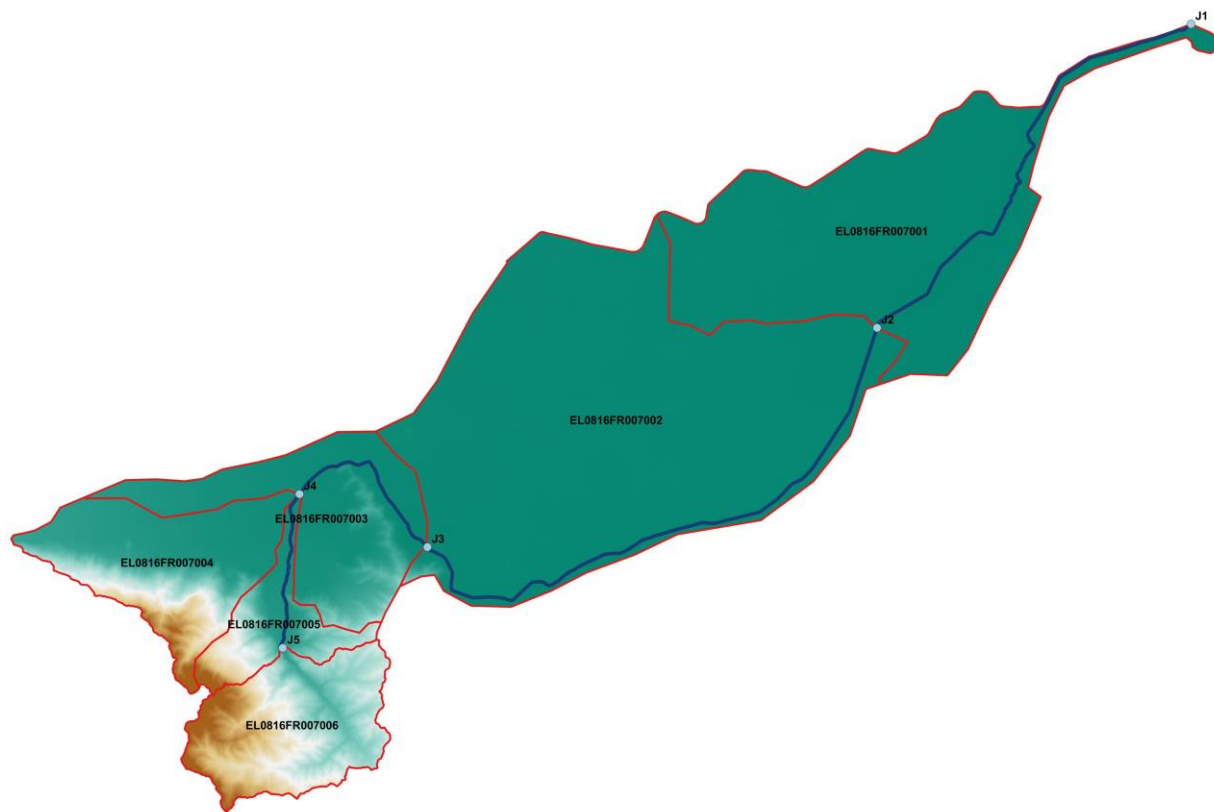
Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-17 και 6-18, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-19. Στο Παράρτημα Π4.17 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-17 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR007001		J2	J1	14.418	0.0002
R32	EL0816FR007002		J3	J2	18.307	0.0005
R43	EL0816FR007003		J4	J3	5.643	0.0021
R54	EL0816FR007005		J5	J4	4.854	0.0127

Πίνακας 6-18 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR007001	EL0816FR00007	R21	J1	57.630	91.295	88.0	19.520
EL0816FR007002	EL0816FR00007	R32	J2	101.527	96.462	90.6	26.855
EL0816FR007003	EL0816FR00007	R43	J3	23.961	137.183	96.9	10.983
EL0816FR007004	EL0816FR00007		J4	22.855	291.681	111.1	4.756
EL0816FR007005	EL0816FR00007	R54	J4	9.543	337.553	111.1	7.872
EL0816FR007006	EL0816FR00007		J5	20.539	518.214	154.3	9.052



Εικόνα 6-7 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 6-19 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

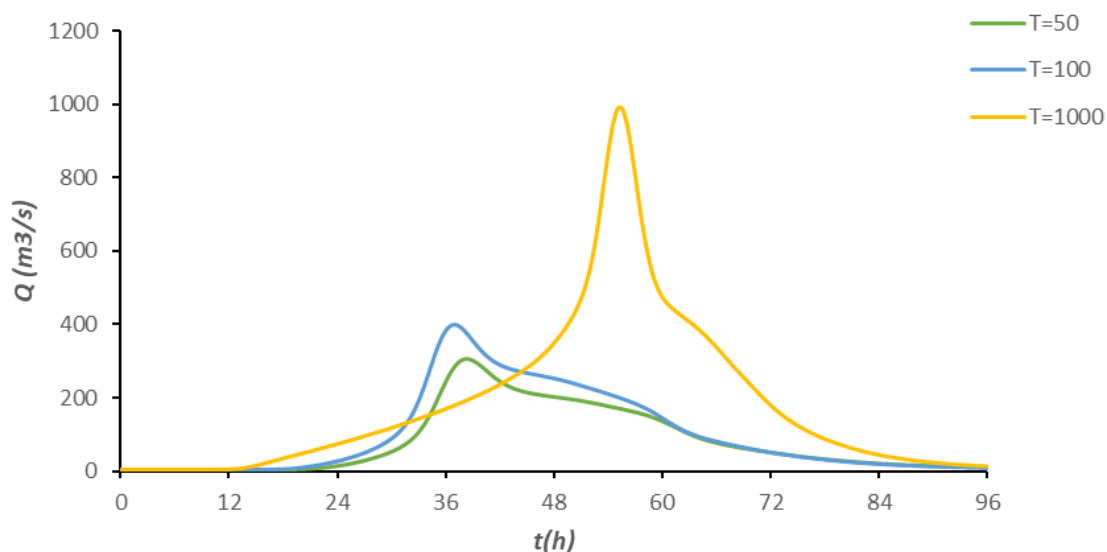
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Μέγα EL0816FL00007			
Έκταση (km ²)	236.06	Υψόμετρο εξόδου (m)	88.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	19.96
Μέγιστο μήκος ροής (km)	52.27	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	164.7	Χρονικό βήμα (h)	0.50
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	175.1	175.1	175.1
T = 100	205.8	205.8	205.8
T = 1000	340.3	340.3	340.3

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	64.9	111.9	142.7
T = 100	87.4	140.1	172.7
T = 1000	198.6	268.1	305.6
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.371	0.639	0.815
T = 100	0.425	0.680	0.839
T = 1000	0.584	0.788	0.898
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	170.5	301.2	379.3
T = 100	243.2	396.8	480.6
T = 1000	830.6	983.8	1035.9
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	15.325	26.419	33.694
T = 100	20.635	33.062	40.776
T = 1000	46.874	63.276	72.138
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	173.6	304.3	382.4
T = 100	246.7	400.3	484.1
T = 1000	834.9	988.1	1040.2
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	19.440	30.534	37.809
T = 100	25.383	37.810	45.525
T = 1000	52.571	68.974	77.836

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



6.8 Λεκάνη Απορροής Πάμισου

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Πάμισου, ανάντη της συμβολής του με τον Πηνειό, περιλαμβάνει 9 υπολεκάνες, 6 κόμβους και 5 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-8.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 247.70 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 450.20 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 100.30 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 41.59 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 8.38 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.918$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-20 και 6-21, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-22. Στο Παράρτημα Π4.18 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-20 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR008001		J2	J1	3.820	0.0011
R32	EL0816FR008002		J3	J2	16.161	0.0047
R43	EL0816FR008004		J4	J3	2.244	0.0141
R54	EL0816FR008005		J5	J4	1.213	0.0060
R65	EL0816FR008007		J6	J5	2.420	0.0146
R21	EL0816FR008001		J2	J1	3.820	0.0011

Πίνακας 6-21 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km^2)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR008001	EL0816FR00008	R21	J1	6.809	100.612	100.3	4.389
EL0816FR008002	EL0816FR00008	R32	J2	29.206	191.468	104.7	18.352
EL0816FR008003	EL0816FR00008		J2	62.750	175.578	104.7	25.231
EL0816FR008004	EL0816FR00008	R43	J3	6.786	494.806	176.4	8.139

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

EL0816FR008005	EL0816FR00008	R54	J4	21.676	565.489	203.3	10.365
EL0816FR008006	EL0816FR00008		J6	43.487	747.412	254.6	12.945
EL0816FR008007	EL0816FR00008	R65	J5	9.077	537.569	219.1	6.544
EL0816FR008008	EL0816FR00008		J6	36.171	1005.351	254.6	12.892
EL0816FR008009	EL0816FR00008		J5	31.769	953.816	219.1	14.610

Πίνακας 6-22 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

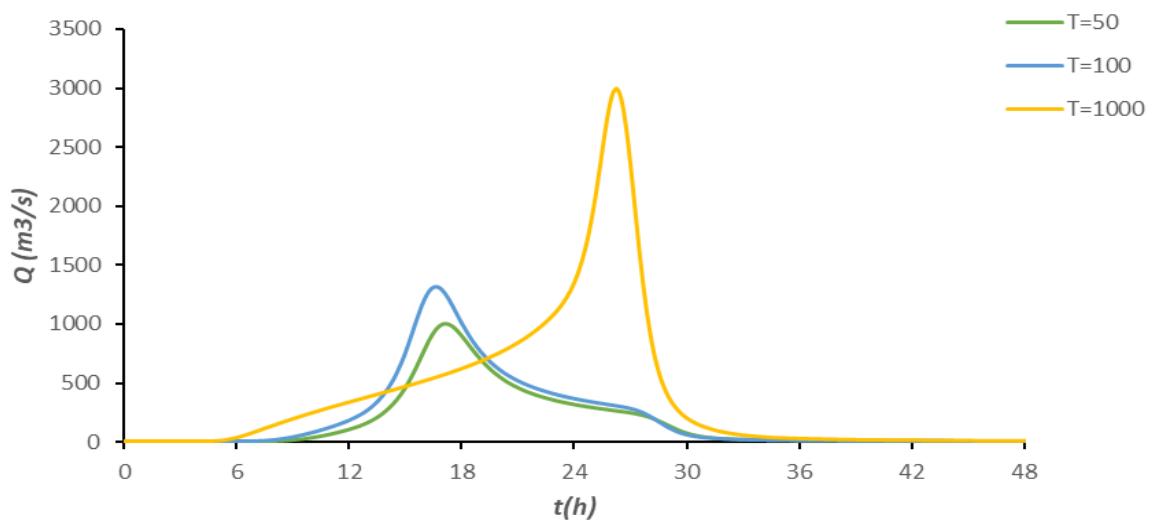
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Πάμισου EL0816FL00008			
Έκταση (km²)	247.73	Υψόμετρο εξόδου (m)	100.3
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	8.38
Μέγιστο μήκος ροής (km)	41.59	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	450.2	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	186.5	186.5	186.5
T = 100	219.1	219.1	219.1
T = 1000	361.5	361.5	361.5
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	63.4	114.0	149.3
T = 100	86.1	143.8	181.0
T = 1000	200.2	278.1	321.5
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.340	0.611	0.800
T = 100	0.393	0.656	0.826
T = 1000	0.554	0.769	0.889
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m³/s)		
T = 50	529.2	994.4	1271.2
T = 100	766.3	1307	1594.1
T = 1000	2544.2	2990.4	3126.9
	Πλημμυρικός όγκος (hm³)		
T = 50	15.697	28.241	36.983
T = 100	21.340	35.623	44.843

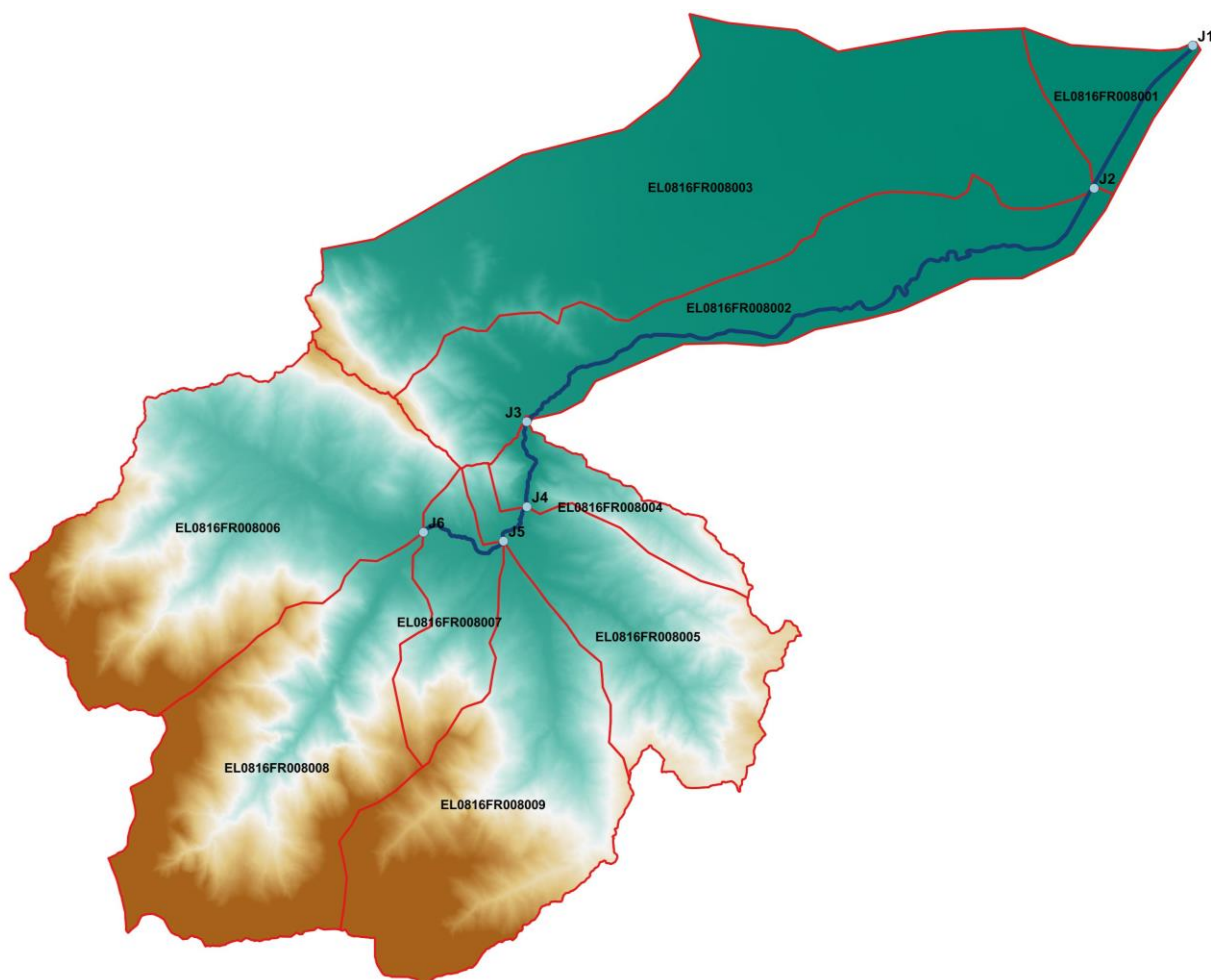
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 1000	49.588	68.900	79.650
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	532.4	997.6	1274.4
T = 100	770.0	1310.7	1597.8
T = 1000	2548.6	2994.9	3131.4
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	17.787	30.331	39.073
T = 100	23.751	38.034	47.254
T = 1000	52.482	71.793	82.544

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 6-8 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων

6.9 Λεκάνη Απορροής Πορταϊκού

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού, ανάντη της συμβολής του με τον Πηνειό, περιλαμβάνει 17 υπολεκάνες, 10 κόμβους και 9 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-9.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 301.70 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 629.20 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 110.3 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 33.97 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 6.608 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής $D = 24 \text{ h}$ και χρονικό βήμα $\Delta t = 30 \text{ min}$.

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής $\varphi = 0.911$.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-23 και 6-24, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-25. Στο Παράρτημα Π4.19 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-23 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR009001		J2	J1	3.510	0.0011
R32	EL0816FR009003		J3	J2	1.508	0.0011
R43	EL0816FR009004		J4	J3	1.628	0.0006
R54	EL0816FR009006		J5	J4	2.826	0.0015
R64	EL0816FR009009		J6	J4	4.930	0.0035
R73	EL0816FR009005		J7	J3	4.595	0.0043
R82	EL0816FR009002		J8	J2	11.331	0.0101
R98	EL0816FR009013		J9	J8	5.734	0.0161
R109	EL0816FR009017		J10	J9	3.396	0.0205

Πίνακας 6-24 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR009001	EL0816FR00009	R21	J1	2.499	112.300	110.3	2.173
EL0816FR009002	EL0816FR00009	R82	J2	18.293	147.100	114.3	12.153
EL0816FR009003	EL0816FR00009	R32	J2	7.144	129.200	114.3	5.031
EL0816FR009004	EL0816FR00009	R43	J3	1.624	116.400	116.0	1.466
EL0816FR009005	EL0816FR00009	R73	J3	6.246	134.800	116.0	5.806
EL0816FR009006	EL0816FR00009	R54	J4	3.541	119.300	116.7	4.470
EL0816FR009007	EL0816FR00009		J5	19.171	182.100	121.0	7.930
EL0816FR009008	EL0816FR00009		J5	22.594	492.900	121.0	12.920
EL0816FR009009	EL0816FR00009	R64	J4	23.375	166.200	116.7	11.029
EL0816FR009010	EL0816FR00009		J6	24.733	766.100	132.4	8.696
EL0816FR009011	EL0816FR00009		J7	20.239	639.100	136.1	10.561
EL0816FR009012	EL0816FR00009		J7	16.507	370.700	136.1	7.345

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)
EL0816FR009013	EL0816FR00009	R98	J8	18.387	643.900	225.3	8.476
EL0816FR009014	EL0816FR00009		J9	48.139	988.200	320.7	14.010
EL0816FR009015	EL0816FR00009		J10	26.744	1059.300	388.5	9.379
EL0816FR009016	EL0816FR00009		J10	27.884	1051.400	388.5	10.001
EL0816FR009017	EL0816FR00009	R109	J9	14.537	763.700	320.7	7.091

Πίνακας 6-25 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

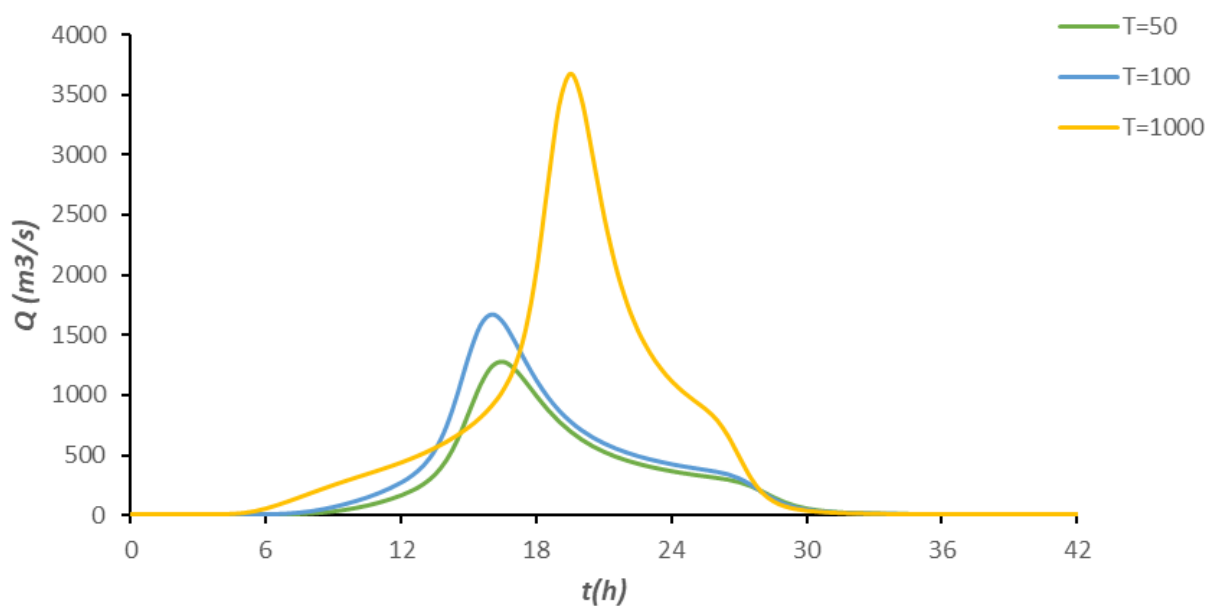
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Πορταϊκού EL0816FL00009			
Έκταση (km ²)	301.65	Υψόμετρο εξόδου (m)	110.3
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	6.61
Μέγιστο μήκος ροής (km)	33.97	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	629.2	Χρονικό βήμα (h)	0.50
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	192.9	192.9	192.9
T = 100	226.2	226.2	226.2
T = 1000	372.3	372.3	372.3
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
	T = 50	117.0	153.4
T = 100	87.6	147.0	185.9
T = 1000	203.3	284.1	329.7
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.335	0.607	0.796
T = 100	0.387	0.650	0.822
T = 1000	0.546	0.763	0.886
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	657.8	1279.2	1634.6
T = 100	950.73	1669.4	2049.9
T = 1000	2829.3	3673.1	3981.3

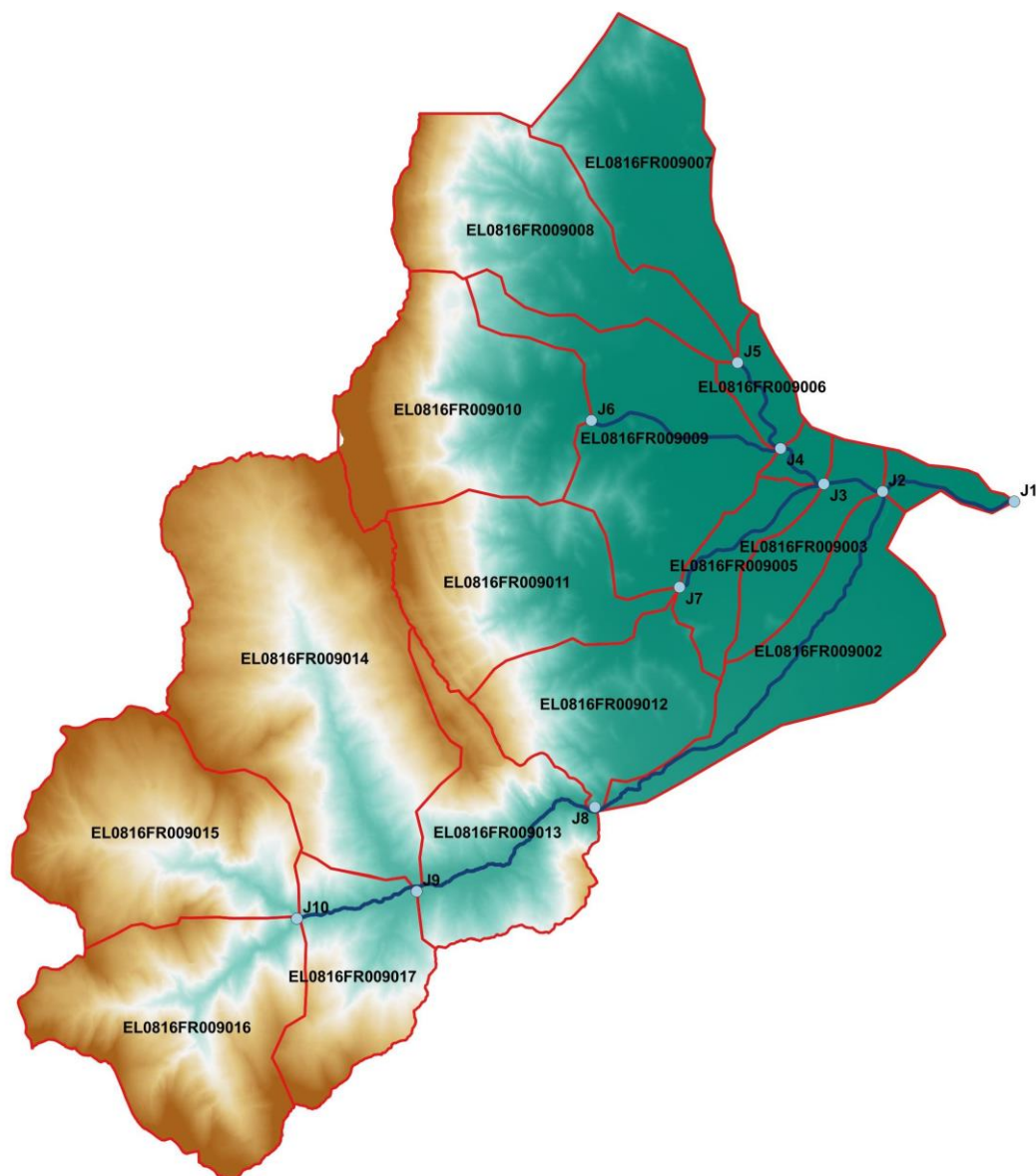
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	19.483	35.307	46.280
T = 100	26.437	44.346	56.070
T = 1000	61.324	85.706	99.461
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	661.7	1283.1	1638.5
T = 100	955.3	1674.0	2054.4
T = 1000	2834.8	3678.6	3986.7
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	22.031	37.856	48.828
T = 100	29.377	47.286	59.010
T = 1000	64.852	89.234	102.989

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 6-9 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων

6.10 Λεκάνη Απορροής άνω ρου Πηνειού

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του άνω ρου του Πηνειού περιλαμβάνει 35 υπολεκάνες, 18 κόμβους και 17 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-10.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 1130.20 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 792.20 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 105.1 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 96.69 \text{ km}$

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 13.39$ 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 $\varphi = 0.918$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-26 και 6-27, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-28. Στο Παράρτημα Π4.20 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-26 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR010001		J2	J1	18.140	0.0025
R32	EL0816FR010003		J3	J2	13.590	0.0053
R43	EL0816FR010003		J4	J3	0.890	0.0049
R54	EL0816FR010034		J5	J4	2.010	0.0065
R65	EL0816FR010029		J6	J5	1.930	0.0043
R76	EL0816FR010028		J7	J6	1.660	0.0087
R87	EL0816FR010031		J8	J7	2.080	0.0127
R98	EL0816FR010008		J9	J8	6.550	0.0136
R109	EL0816FR010005		J10	J9	3.920	0.0152
R117	EL0816FR010026		J11	J7	5.720	0.0091
R1211	EL0816FR010011		J12	J11	8.540	0.0231
R1311	EL0816FR010022		J13	J11	13.360	0.0111
R1413	EL0816FR010024		J14	J13	6.060	0.0237
R156	EL0816FR010020		J15	J6	8.530	0.0056
R1615	EL0816FR010018		J16	J15	3.340	0.0056
R1716	EL0816FR010016		J17	J16	27.400	0.0157
R1817	EL0816FR010015		J18	J17	13.040	0.0132

Πίνακας 6-27 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR010001	EL0816FR00010	R21	J1	32.398	136.100	105.1	19.239
EL0816FR010002	EL0816FR00010		J2	29.764	659.200	156.4	11.153

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

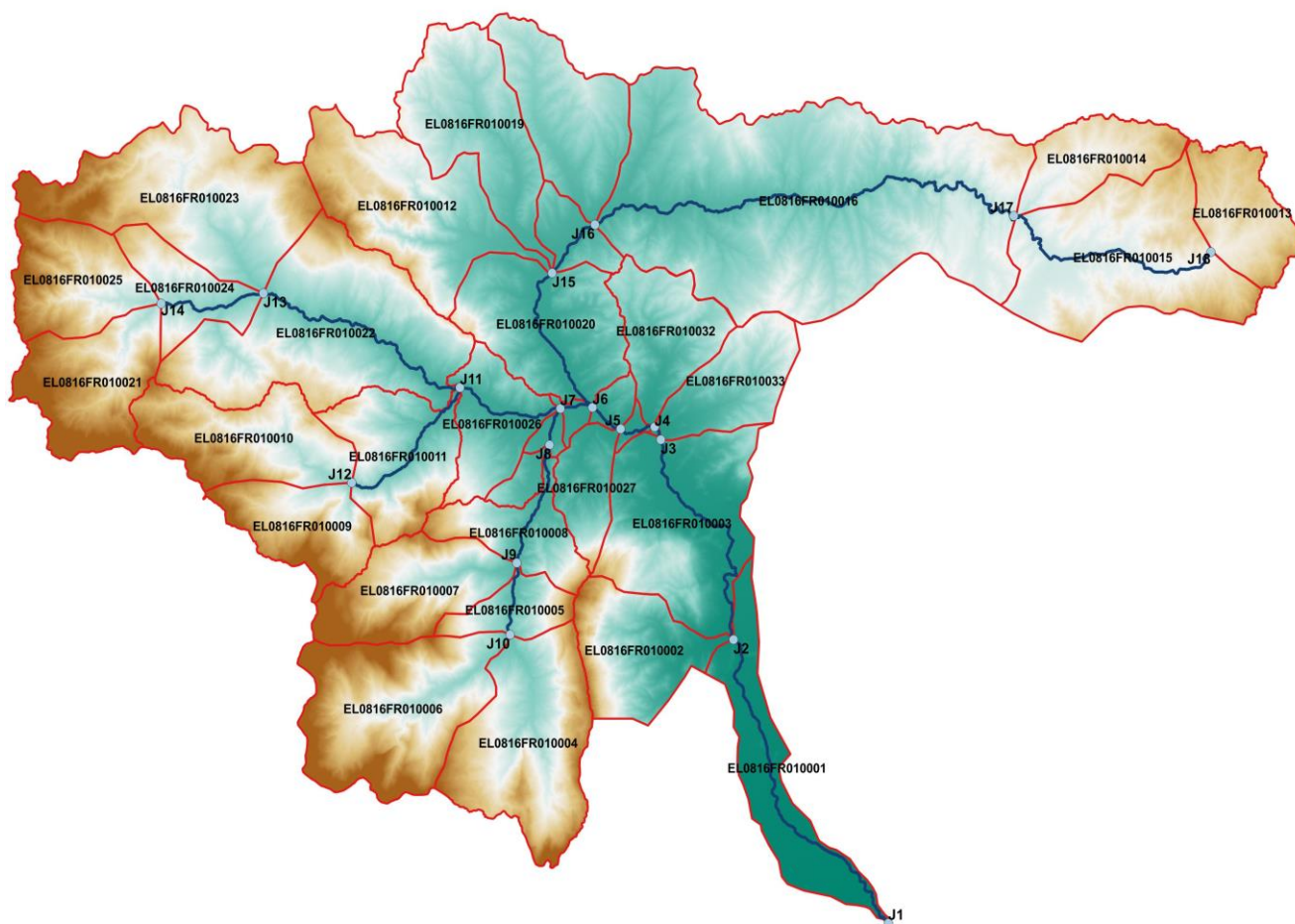
Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR010003	EL0816FR00010	R32	J2	53.912	382.200	156.4	17.398
EL0816FR010004	EL0816FR00010		J10	50.759	1021.900	443.0	14.276
EL0816FR010005	EL0816FR00010	R109	J9	12.181	772.600	383.6	7.845
EL0816FR010006	EL0816FR00010		J10	54.668	1225.000	443.0	10.247
EL0816FR010007	EL0816FR00010		J9	32.221	1151.600	383.6	13.667
EL0816FR010008	EL0816FR00010	R98	J8	19.541	698.800	293.7	10.962
EL0816FR010009	EL0816FR00010		J12	25.123	1227.100	517.2	7.281
EL0816FR010010	EL0816FR00010		J12	35.923	1124.000	517.2	15.611
EL0816FR010011	EL0816FR00010	R1211	J11	31.145	777.600	319.7	10.872
EL0816FR010012	EL0816FR00010		J15	49.179	873.900	300.8	18.420
EL0816FR010013	EL0816FR00010		J18	23.129	1119.500	908.9	6.992
EL0816FR010014	EL0816FR00010		J17	21.637	1017.600	750.8	12.281
EL0816FR010015	EL0816FR00010	R1817	J17	61.016	966.000	750.8	17.749
EL0816FR010016	EL0816FR00010	R1716	J16	159.985	624.800	320.4	31.750
EL0816FR010017	EL0816FR00010		J16	34.292	561.800	320.4	12.729
EL0816FR010018	EL0816FR00010	R1615	J15	9.713	398.700	300.8	6.012
EL0816FR010019	EL0816FR00010		J15	39.997	617.900	300.8	15.625
EL0816FR010020	EL0816FR00010	R156	J6	40.882	426.300	253.6	15.674
EL0816FR010021	EL0816FR00010		J14	32.181	1341.100	612.0	11.638
EL0816FR010022	EL0816FR00010	R1311	J11	74.642	765.500	319.7	17.627
EL0816FR010023	EL0816FR00010		J13	61.918	1057.300	468.5	21.897
EL0816FR010024	EL0816FR00010	R1413	J13	17.874	813.200	468.5	11.488
EL0816FR010025	EL0816FR00010		J14	28.092	1217.800	612.0	10.725
EL0816FR010026	EL0816FR00010	R117	J7	21.589	479.100	268.2	9.326
EL0816FR010027	EL0816FR00010		J5	13.755	430.200	245.2	9.193
EL0816FR010028	EL0816FR00010	R76	J6	2.193	281.200	253.6	2.698
EL0816FR010029	EL0816FR00010	R65	J5	3.847	322.200	245.2	4.148

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)
EL0816FR010030	EL0816FR00010		J8	4.157	412.200	293.7	5.043
EL0816FR010031	EL0816FR00010	R87	J7	2.476	299.500	268.2	2.804
EL0816FR010032	EL0816FR00010		J4	25.073	510.300	232.4	10.933
EL0816FR010033	EL0816FR00010		J3	23.223	558.600	227.7	10.573
EL0816FR010034	EL0816FR00010	R54	J4	1.546	256.800	232.4	2.145
EL0816FR010035	EL0816FR00010	R43	J3	0.200	233.334	227.7	1.050



Εικόνα 6-10 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 6-28 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

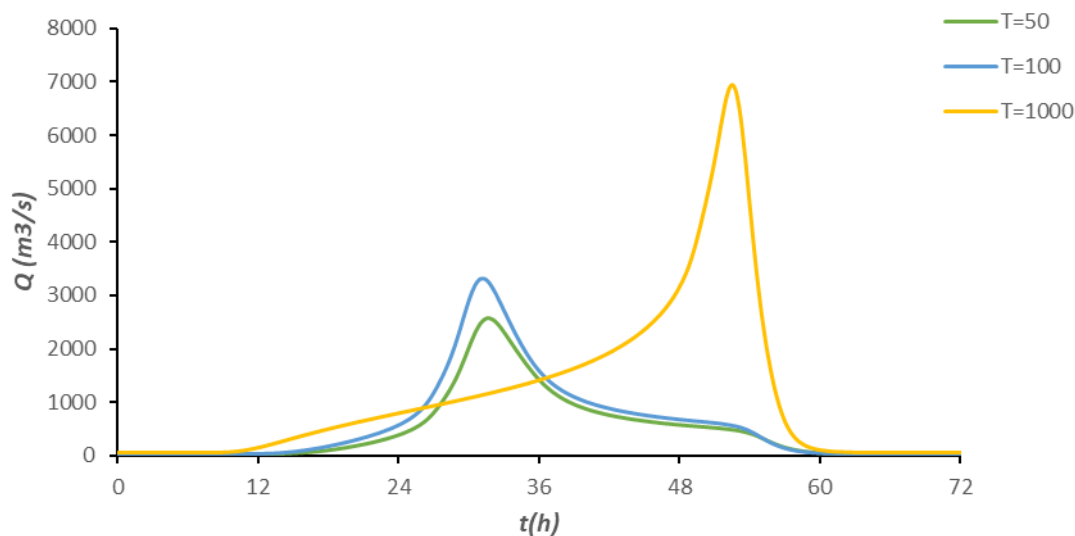
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής άνω ρου Πηνειού EL0816FL00010			
Έκταση (km ²)	1130.22	Υψόμετρο εξόδου (m)	105.1
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	13.39
Μέγιστο μήκος ροής (km)	96.69	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	792.2	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	172.1	172.1	172.1
T = 100	201.8	201.8	201.8
T = 1000	331.6	331.6	331.6
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	56.6	103.3	135.7
T = 100	76.9	129.8	164.4
T = 1000	179.3	251.2	291.7
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.329	0.600	0.789
T = 100	0.381	0.643	0.815
T = 1000	0.541	0.757	0.880
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	1334.1	2547.5	3249.2
T = 100	1909.9	3289.4	4019.9
T = 1000	5866.5	6897.2	7213.9
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	63.952	116.798	153.392
T = 100	86.954	146.719	185.811
T = 1000	202.596	283.857	329.703
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	1368.0	2581.4	3283.1
T = 100	1948.4	3327.9	4058.3
T = 1000	5919.6	6950.4	7267.0
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	109.391	162.237	198.831
T = 100	138.452	198.216	237.308

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 1000	273.783	355.045	400.890
----------	---------	---------	---------

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



6.11 Λεκάνη Απορροής Δυτικής κοίτης Τρικάλων

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ρέματος Δυτικής κοίτης Τρικάλων, ανάντη της συμβολής του με τον Πηνειό, περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες, 3 κόμβους και 2 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-11.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 93.9 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 149.2 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 104.2 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 22.57 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 13.54 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.934$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-29 και 6-30, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-31. Στο Παράρτημα Π4.21 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-29 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR011001		J2	J1	1.982	0.0010
R32	EL0816FR011002		J3	J2	9.384	0.0010

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 6-30 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR011001	EL0816FR00011	R21	J1	1.108	104.700	104.2	2.100
EL0816FR011002	EL0816FR00011	R32	J2	8.924	111.800	106.2	4.681
EL0816FR011003	EL0816FR00011		J3	48.600	180.100	115.2	11.219
EL0816FR011004	EL0816FR00011		J2	35.247	121.300	106.2	11.302

Πίνακας 6-31 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

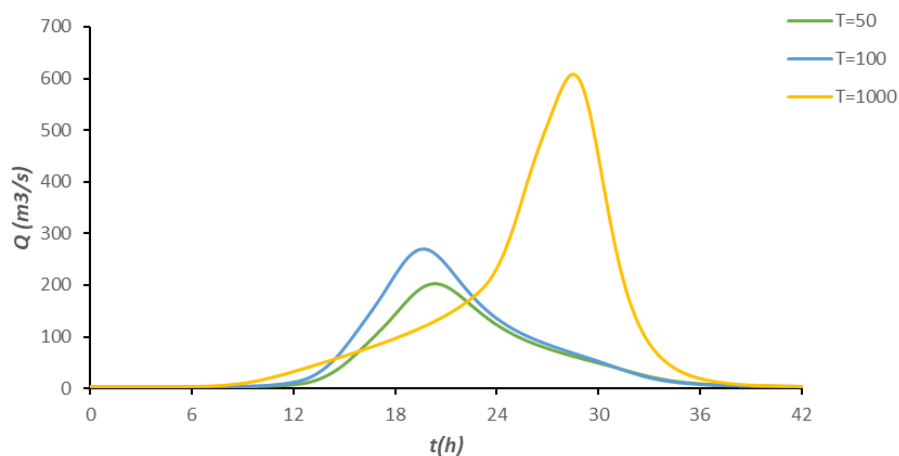
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Δυτικής κοίτης Τρικάλων EL0816FL00011			
Έκταση (km ²)	93.88	Υψόμετρο εξόδου (m)	104.2
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	13.54
Μέγιστο μήκος ροής (km)	22.57	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	149.2	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	129.2	129.2	129.2
T = 100	151.6	151.6	151.6
T = 1000	249.5	249.5	249.5
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	38.8	75.1	100.9
T = 100	53.6	94.9	122.6
T = 1000	129.1	186.3	218.9
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.300	0.581	0.781
T = 100	0.354	0.626	0.809
T = 1000	0.518	0.747	0.877
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	97.8	200.3	265.9
T = 100	144.8	266.5	338
T = 1000	482.7	602.8	643.7

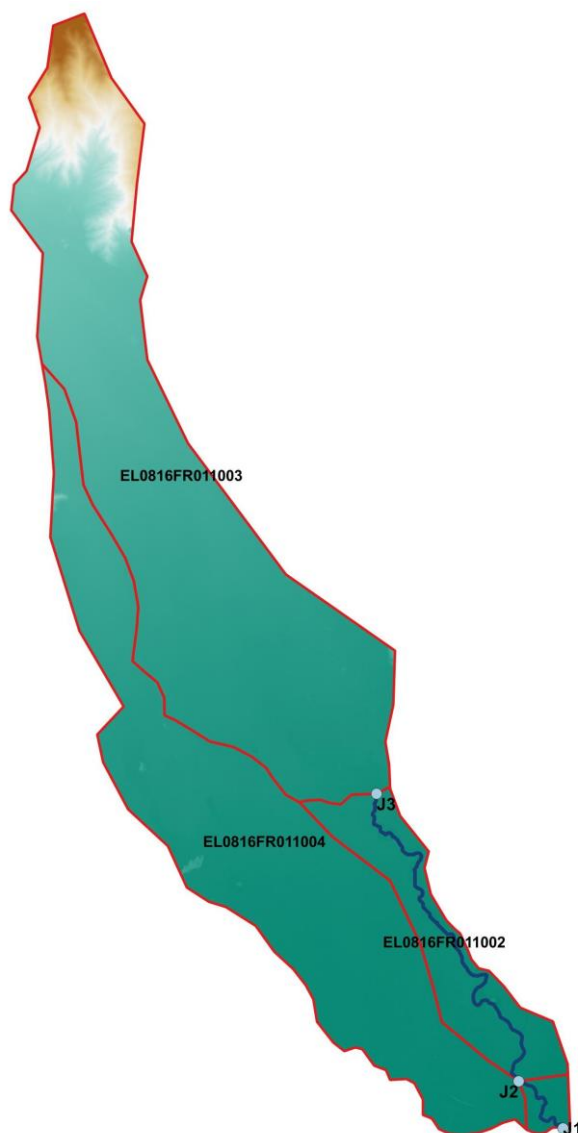
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	3.642	7.046	9.469
T = 100	5.032	8.912	11.507
T = 1000	12.124	17.489	20.553
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	100.6	203.1	268.7
T = 100	148.0	269.7	341.2
T = 1000	487.1	607.3	648.1
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	5.470	8.874	11.297
T = 100	7.103	10.983	13.579
T = 1000	14.987	20.352	23.416

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





Εικόνα 6-11 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων

6.12 Λεκάνη Απορροής Ληθαίου-Νεοχωρίτη

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής των ποταμών Ληθαίου και Νεοχωρίτη, ανάντη της κοινής συμβολής της με τον Πηνειό, περιλαμβάνει 27 υπολεκάνες, 17 κόμβους και 16 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-12.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 741.7 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 366.00 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 86.9 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{max} = 72.10 \text{ km}$

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 16.24$ 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 $\varphi = 0.914$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-32 και 6-33, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-34. Στο Παράρτημα Π4.22 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-32 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR012001		J2	J1	1.436	0.0013
R32	EL0816FR012003		J3	J2	2.434	0.0003
R43	EL0816FR012007		J4	J3	3.093	0.0028
R54	EL0816FR012025		J5	J4	4.522	0.0069
R64	EL0816FR012008		J6	J4	5.119	0.0032
R76	EL0816FR012026		J7	J6	3.829	0.0186
R87	EL0816FR012010		J8	J7	6.471	0.0209
R93	EL0816FR012006		J9	J3	8.791	0.0034
R109	EL0816FR012005		J10	J9	17.432	0.0153
R1110	EL0816FR012022		J11	J10	3.866	0.0252
R122	EL0816FR012004		J12	J2	18.712	0.0004
R131	EL0816FR012002		J13	J1	31.707	0.0007
R1413	EL0816FR012013		J14	J13	6.358	0.0013
R1514	EL0816FR012016		J15	J14	18.353	0.0050
R1615	EL0816FR012017		J16	J15	6.406	0.0148
R1715	EL0816FR012027		J17	J15	4.572	0.0210

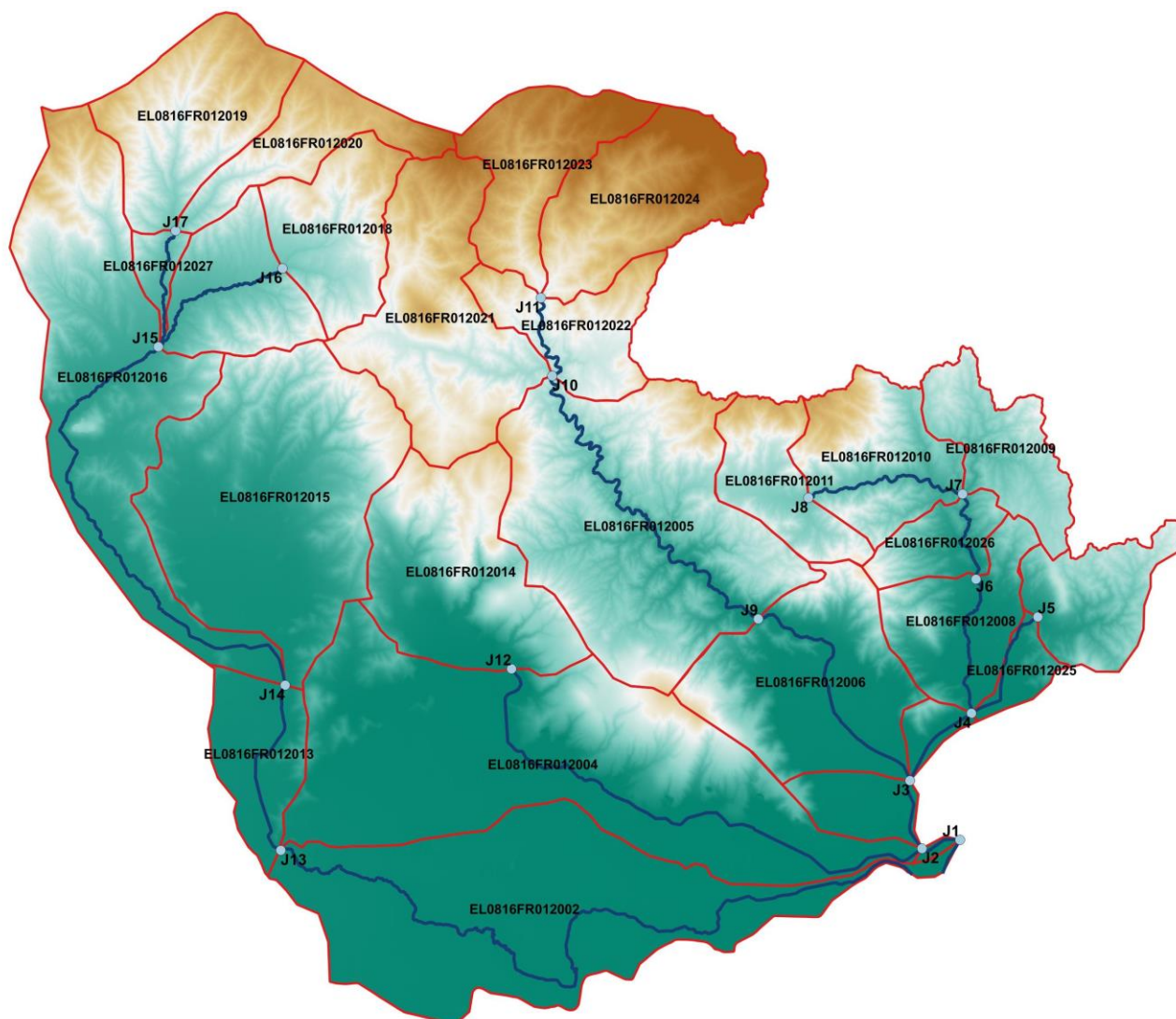
Πίνακας 6-33 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR012001	EL0816FR00012	R21	J1	0.551	89.100	86.9	1.361
EL0816FR012002	EL0816FR00012	R131	J1	74.220	97.800	86.9	15.682

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)
EL0816FR012003	EL0816FR00012	R32	J2	7.902	106.400	88.8	0.162
EL0816FR012004	EL0816FR00012	R122	J2	92.759	163.100	88.8	19.235
EL0816FR012005	EL0816FR00012	R109	J9	66.904	408.200	118.8	19.443
EL0816FR012006	EL0816FR00012	R93	J3	36.786	211.500	90.0	6.142
EL0816FR012007	EL0816FR00012	R43	J3	3.261	144.300	90.0	2.357
EL0816FR012008	EL0816FR00012	R64	J4	18.171	197.500	98.3	8.871
EL0816FR012009	EL0816FR00012		J7	16.171	392.500	185.7	8.386
EL0816FR012010	EL0816FR00012	R87	J7	21.222	460.900	185.7	8.941
EL0816FR012011	EL0816FR00012		J8	14.555	508.800	321.5	7.200
EL0816FR012012	EL0816FR00012		J5	15.495	323.800	126.9	8.753
EL0816FR012013	EL0816FR00012	R1413	J13	14.740	124.600	107.2	8.577
EL0816FR012014	EL0816FR00012		J12	36.100	356.800	88.8	10.144
EL0816FR012015	EL0816FR00012		J14	64.230	256.800	118.9	17.566
EL0816FR012016	EL0816FR00012	R1514	J14	59.841	322.200	118.9	17.319
EL0816FR012017	EL0816FR00012	R1615	J15	18.249	369.700	211.6	8.684
EL0816FR012018	EL0816FR00012		J16	19.582	540.400	305.7	7.614
EL0816FR012019	EL0816FR00012		J17	26.823	634.800	306.9	9.043
EL0816FR012020	EL0816FR00012		J17	15.585	699.700	306.9	13.031
EL0816FR012021	EL0816FR00012		J10	37.539	658.800	385.2	15.807
EL0816FR012022	EL0816FR00012	R1110	J10	15.863	587.700	385.2	7.301
EL0816FR012023	EL0816FR00012		J11	20.212	952.200	482.6	13.228
EL0816FR012024	EL0816FR00012		J11	28.008	973.400	482.6	12.492
EL0816FR012025	EL0816FR00012	R54	J4	4.372	128.200	98.3	3.357
EL0816FR012026	EL0816FR00012	R76	J6	8.944	282.500	114.5	5.640
EL0816FR012027	EL0816FR00012	R1715	J15	3.499	327.100	211.6	4.643



Εικόνα 6-12 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 6-34 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

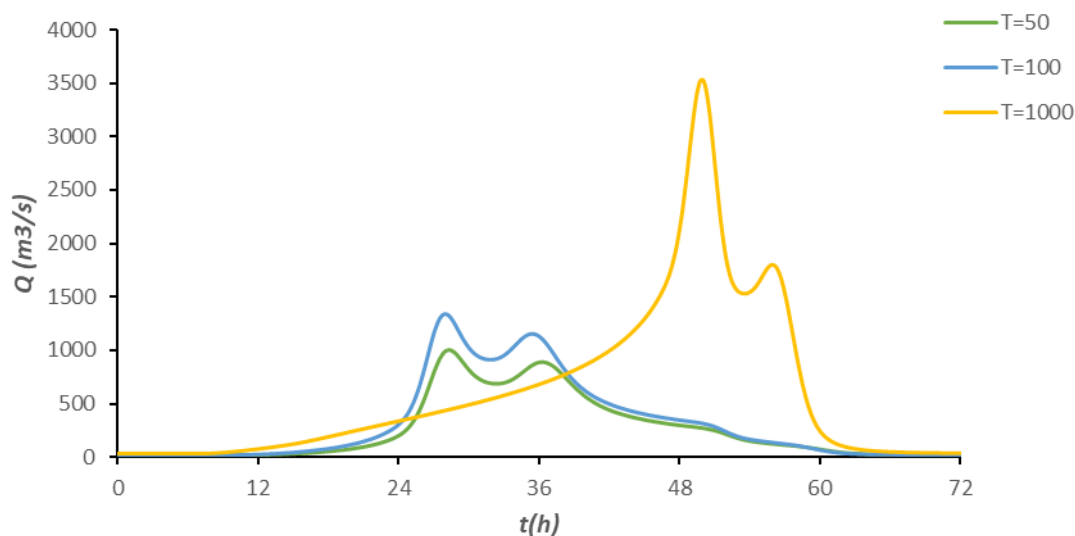
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ληθαίου-Νεοχωρίτη EL0816FL00012			
Έκταση (km ²)	741.68	Υψόμετρο εξόδου (m)	86.9
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	16.24
Μέγιστο μήκος ροής (km)	72.10	Διάρκεια βροχοπτώσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	366.0	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	143.6	143.6	143.6
T = 100	168.8	168.8	168.8
T = 1000	278.8	278.8	278.8
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	40.3	80.2	109.3
T = 100	56.3	102.0	133.4
T = 1000	138.8	203.2	240.8
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.281	0.558	0.761
T = 100	0.334	0.604	0.791
T = 1000	0.498	0.729	0.864
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	459.1	981.3	1365.2
T = 100	662.6	1317.2	1732.4
T = 1000	2820.6	3489.7	3719.2
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	29.896	59.460	81.097
T = 100	41.745	75.658	98.973
T = 1000	102.947	150.694	178.594
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	481.3	1003.5	1387.4
T = 100	687.8	1342.4	1757.6
T = 1000	2855.5	3524.6	3754.0

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	59.710	89.274	110.911
T = 100	75.534	109.447	132.762
T = 1000	149.655	197.402	225.302

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



6.13 Λεκάνη Απορροής Τιταρήσιου

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του Τιταρήσιου περιλαμβάνει 77 υπολεκάνες, 42 κόμβους και 41 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-13.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 1872.94 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 609.2 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 54.5 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 102.3 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 17.35 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.894$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-35 και 6-36, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-37. Στο Παράρτημα Π4.23 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Πίνακας 6-35 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR013001		J2	J1	2.04	0.0034
R32	EL0816FR013007		J3	J2	22.05	0.0020
R43	EL0816FR013010		J4	J3	1.50	0.0024
R54	EL0816FR013012		J5	J4	9.81	0.0026
R65	EL0816FR013013		J6	J5	2.70	0.0030
R76	EL0816FR013020		J7	J6	2.76	0.0028
R87	EL0816FR013021		J8	J7	1.05	0.0042
R98	EL0816FR013076		J9	J8	4.08	0.0037
R109	EL0816FR013017		J10	J9	4.60	0.0045
R1110	EL0816FR013009		J11	J10	6.65	0.0059
R1211	EL0816FR013070		J12	J11	7.48	0.0090
R1312	EL0816FR013032		J13	J12	10.96	0.0096
R1413	EL0816FR013047		J14	J13	8.97	0.0058
R1514	EL0816FR013061		J15	J14	0.72	0.0127
R2611	EL0816FR013034		J26	J11	6.21	0.0106
R1615	EL0816FR013063		J16	J15	6.10	0.0160
R1715	EL0816FR013062		J17	J15	5.01	0.0202
R1819	EL0816FR013064		J18	J19	4.71	0.0178
R1914	EL0816FR013060		J19	J14	2.00	0.0096
R2019	EL0816FR013059		J20	J19	3.28	0.0196
R2112	EL0816FR013077		J21	J12	3.35	0.0093
R2221	EL0816FR013055		J22	J21	6.11	0.0115
R2322	EL0816FR013053		J23	J22	1.30	0.0095
R2423	EL0816FR013051		J24	J23	8.45	0.0138
R2524	EL0816FR013049		J25	J24	7.21	0.0273
R2726	EL0816FR013035		J27	J26	5.95	0.0186
R2827	EL0816FR013031		J28	J27	15.00	0.0168
R2910	EL0816FR013025		J29	J10	7.84	0.0100
R309	EL0816FR013018		J30	J9	4.73	0.0214

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R318	EL0816FR013019		J31	J8	8.54	0.0050
R3231	EL0816FR013029		J32	J31	4.85	0.0061
R3332	EL0816FR013026		J33	J32	9.95	0.0086
R3432	EL0816FR013030		J34	J32	6.47	0.0080
R3534	EL0816FR013069		J35	J34	7.08	0.0161
R3635	EL0816FR013041		J36	J35	5.31	0.0142
R3736	EL0816FR013038		J37	J35	7.53	0.0305
R386	EL0816FR013074		J38	J6	3.04	0.0115
R395	EL0816FR013072		J39	J5	4.27	0.0044
R402	EL0816FR013073		J40	J2	3.16	0.0015
R4140	EL0816FR013071		J41	J40	3.63	0.0113
R4241	EL0816FR013005		J42	J41	6.91	0.0332

Πίνακας 6-36 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR013001	EL0816FR00013	R21	J1	10.664	106.1	54.5	7.863
EL0816FR013002	EL0816FR00013		J40	82.759	385.2	65.3	19.699
EL0816FR013003	EL0816FR00013		J42	17.488	756.4	337.9	9.921
EL0816FR013004	EL0816FR00013		J42	25.131	764.1	337.9	11.086
EL0816FR013005	EL0816FR00013	R4241	J41	9.792	426.8	108.3	9.641
EL0816FR013006	EL0816FR00013		J3	51.867	333.9	107.9	13.921
EL0816FR013007	EL0816FR00013	R32	J2	75.678	144.6	60.1	24.237
EL0816FR013008	EL0816FR00013		J39	79.371	527.6	154.7	25.060
EL0816FR013009	EL0816FR00013	R1110	J10	9.778	315.2	193.8	7.534
EL0816FR013010	EL0816FR00013	R43	J3	1.176	156.4	107.9	2.368
EL0816FR013011	EL0816FR00013		J4	41.203	365.1	111.3	19.575
EL0816FR013012	EL0816FR00013	R54	J4	49.024	293.2	111.3	14.645
EL0816FR013013	EL0816FR00013	R65	J5	13.280	301.9	136.3	8.678

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)
EL0816FR013014	EL0816FR00013		J38	29.623	654.5	173.1	15.509
EL0816FR013015	EL0816FR00013		J7	44.739	404.8	153.1	16.938
EL0816FR013016	EL0816FR00013		J30	25.742	930.4	264.2	13.644
EL0816FR013017	EL0816FR00013	R109	J9	32.484	354.7	171.7	14.916
EL0816FR013018	EL0816FR00013	R309	J9	6.145	325.4	171.5	7.393
EL0816FR013019	EL0816FR00013	R318	J8	20.152	216.5	155.9	13.511
EL0816FR013020	EL0816FR00013	R76	J6	8.742	295.9	143.9	5.350
EL0816FR013021	EL0816FR00013	R87	J7	0.691	161.8	152.6	2.371
EL0816FR013022	EL0816FR00013		J7	15.231	447.8	152.3	11.596
EL0816FR013023	EL0816FR00013		J29	108.303	777.9	271.7	29.876
EL0816FR013024	EL0816FR00013		J29	24.533	726.5	270.5	14.098
EL0816FR013025	EL0816FR00013	R2910	J10	16.845	358.5	194.0	10.127
EL0816FR013026	EL0816FR00013	R3332	J32	77.415	398.5	228.1	19.475
EL0816FR013027	EL0816FR00013		J33	17.743	816.3	310.4	8.697
EL0816FR013029	EL0816FR00013	R3231	J31	15.850	321.1	199.9	8.631
EL0816FR013030	EL0816FR00013	R3432	J32	21.718	385.4	229.6	13.427
EL0816FR013031	EL0816FR00013	R2827	J27	48.897	798.4	403.2	23.065
EL0816FR013032	EL0816FR00013	R1312	J12	39.239	526.0	295.6	20.732
EL0816FR013033	EL0816FR00013		J27	35.621	884.7	411.6	13.847
EL0816FR013034	EL0816FR00013	R2611	J11	21.753	391.8	232.1	12.285
EL0816FR013035	EL0816FR00013	R2726	J26	7.940	507.2	297.8	7.992
EL0816FR013036	EL0816FR00013		J26	13.947	719.7	297.9	10.406
EL0816FR013037	EL0816FR00013		J26	20.171	599.7	297.9	12.763
EL0816FR013038	EL0816FR00013	R3736	J36	39.668	917.7	465.2	15.371
EL0816FR013040	EL0816FR00013		J35	51.476	779.6	385.1	21.168
EL0816FR013041	EL0816FR00013	R3635	J35	14.297	542.4	392.5	8.781
EL0816FR013042	EL0816FR00013		J37	22.768	1945.2	624.2	11.421

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)
EL0816FR013043	EL0816FR00013		J37	25.743	1313.6	618.7	11.184
EL0816FR013044	EL0816FR00013		J36	39.269	862.8	467.9	16.107
EL0816FR013045	EL0816FR00013		J17	43.626	993.0	568.4	15.630
EL0816FR013046	EL0816FR00013		J25	19.500	1607.3	723.2	11.138
EL0816FR013047	EL0816FR00013	R1413	J13	46.936	625.8	388.3	18.053
EL0816FR013048	EL0816FR00013		J24	23.969	905.5	530.1	13.319
EL0816FR013049	EL0816FR00013	R2524	J24	4.698	635.8	530.2	7.407
EL0816FR013050	EL0816FR00013		J24	14.280	820.1	529.9	12.156
EL0816FR013051	EL0816FR00013	R2423	J23	9.871	517.5	409.1	10.707
EL0816FR013052	EL0816FR00013		J23	36.189	573.6	406.9	18.860
EL0816FR013053	EL0816FR00013	R2322	J22	1.981	441.3	396.1	3.039
EL0816FR013054	EL0816FR00013		J22	25.433	514.8	396.0	13.483
EL0816FR013055	EL0816FR00013	R2221	J21	10.421	458.9	331.4	8.541
EL0816FR013056	EL0816FR00013		J21	30.039	497.4	331.0	16.387
EL0816FR013057	EL0816FR00013		J16	25.410	980.0	562.4	13.810
EL0816FR013058	EL0816FR00013		J20	14.944	919.0	539.5	10.119
EL0816FR013059	EL0816FR00013	R2019	J19	4.334	544.9	474.3	5.249
EL0816FR013060	EL0816FR00013	R1914	J14	4.565	511.7	456.6	5.645
EL0816FR013061	EL0816FR00013	R1514	J14	0.208	465.9	457.6	0.850
EL0816FR013062	EL0816FR00013	R1715	J15	4.498	575.3	464.3	7.125
EL0816FR013063	EL0816FR00013	R1615	J15	10.788	655.8	464.1	10.161
EL0816FR013064	EL0816FR00013	R1819	J19	3.392	552.7	474.3	6.427
EL0816FR013065	EL0816FR00013		J20	2.939	645.4	542.2	2.433
EL0816FR013066	EL0816FR00013		J18	18.011	856.7	547.5	11.284
EL0816FR013067	EL0816FR00013		J18	16.278	1122.8	547.2	12.840
EL0816FR013068	EL0816FR00013		J28	48.004	912.4	663.8	18.720
EL0816FR013069	EL0816FR00013	R3534	J34	27.598	528.1	276.3	13.419

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)
EL0816FR013070	EL0816FR00013	R1211	J11	14.606	414.5	231.7	9.090
EL0816FR013071	EL0816FR00013	R4140	J40	16.628	233.4	63.7	9.469
EL0816FR013072	EL0816FR00013	R395	J5	5.130	171.1	136.6	5.475
EL0816FR013073	EL0816FR00013	R402	J2	9.563	73.7	58.0	5.471
EL0816FR013074	EL0816FR00013	R386	J6	2.110	158.0	143.4	3.705
EL0816FR013075	EL0816FR00013		J9	16.029	218.0	163.7	2.241
EL0816FR013076	EL0816FR00013	R98	J8	9.295	272.8	155.4	8.815
EL0816FR013077	EL0816FR00013	R2112	J12	2.458	409.4	295.6	4.999
EL0816FR013078	EL0816FR00013		J19	19.250	738.8	474.3	11.910
EL0816FR013079	EL0816FR00013		J6	15.992	273.7	145.9	10.677

Πίνακας 6-37 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

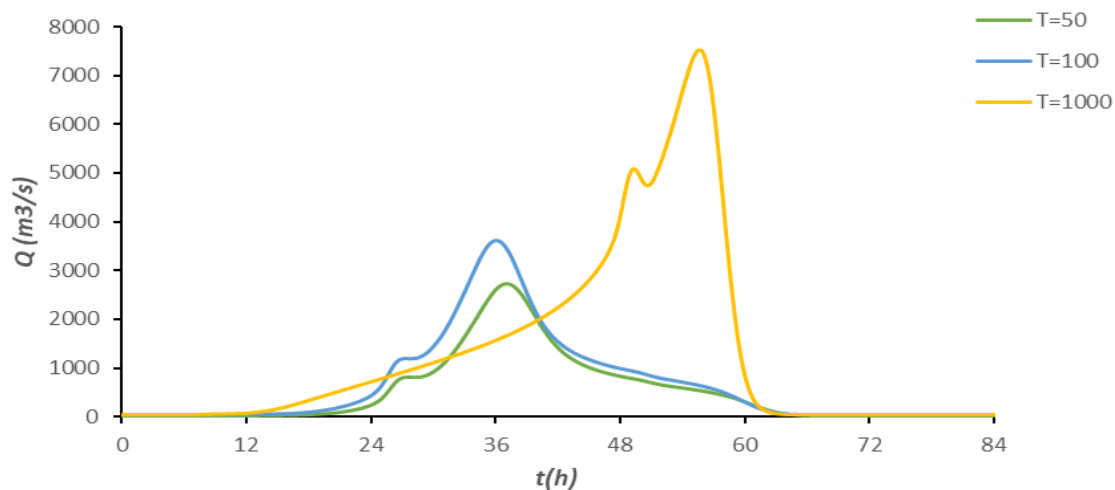
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Τιταρήσιου EL0816FL00013			
Έκταση (km ²)	1872.94	Υψόμετρο εξόδου (m)	564.5
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	17.35
Μέγιστο μήκος ροής (km)	102.30	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	609.2	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	149.8	149.8	149.8
T = 100	176.6	176.6	176.6
T = 1000	294.1	294.1	294.1
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	38.8	78.6	110.0
T = 100	54.6	101.0	135.4
T = 1000	137.7	206.3	249.2
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.259	0.525	0.734

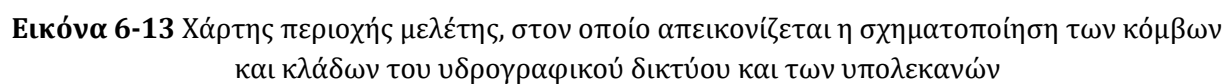
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	0.309	0.572	0.767
T = 1000	0.468	0.701	0.847
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	1308.5	2693.5	3638.8
T = 100	1928.2	3583.1	4609.2
T = 1000	6017.4	7480	8042.8
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	72.742	147.187	206.019
T = 100	102.286	189.200	253.603
T = 1000	257.963	386.323	466.792
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	1334.8	2719.7	3665.1
T = 100	1958.2	3613.0	4639.2
T = 1000	6058.6	7521.2	8084.0
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	107.881	182.326	241.158
T = 100	142.445	229.358	293.761
T = 1000	313.181	441.541	522.010

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





7.14 Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Ελάτειας – Πουρναρίου

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής ρεμάτων Ελάτειας-Πουρναρίου, ανάντη της συμβολής τους με τον Πηνειό, περιλαμβάνει 2 υπολεκάνες, 2 κόμβους και 1 κλάδο του υδρογραφικού δικτύου. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-14.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 108.7 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 331.6 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 9.3 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 11 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 4.1 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.931$.

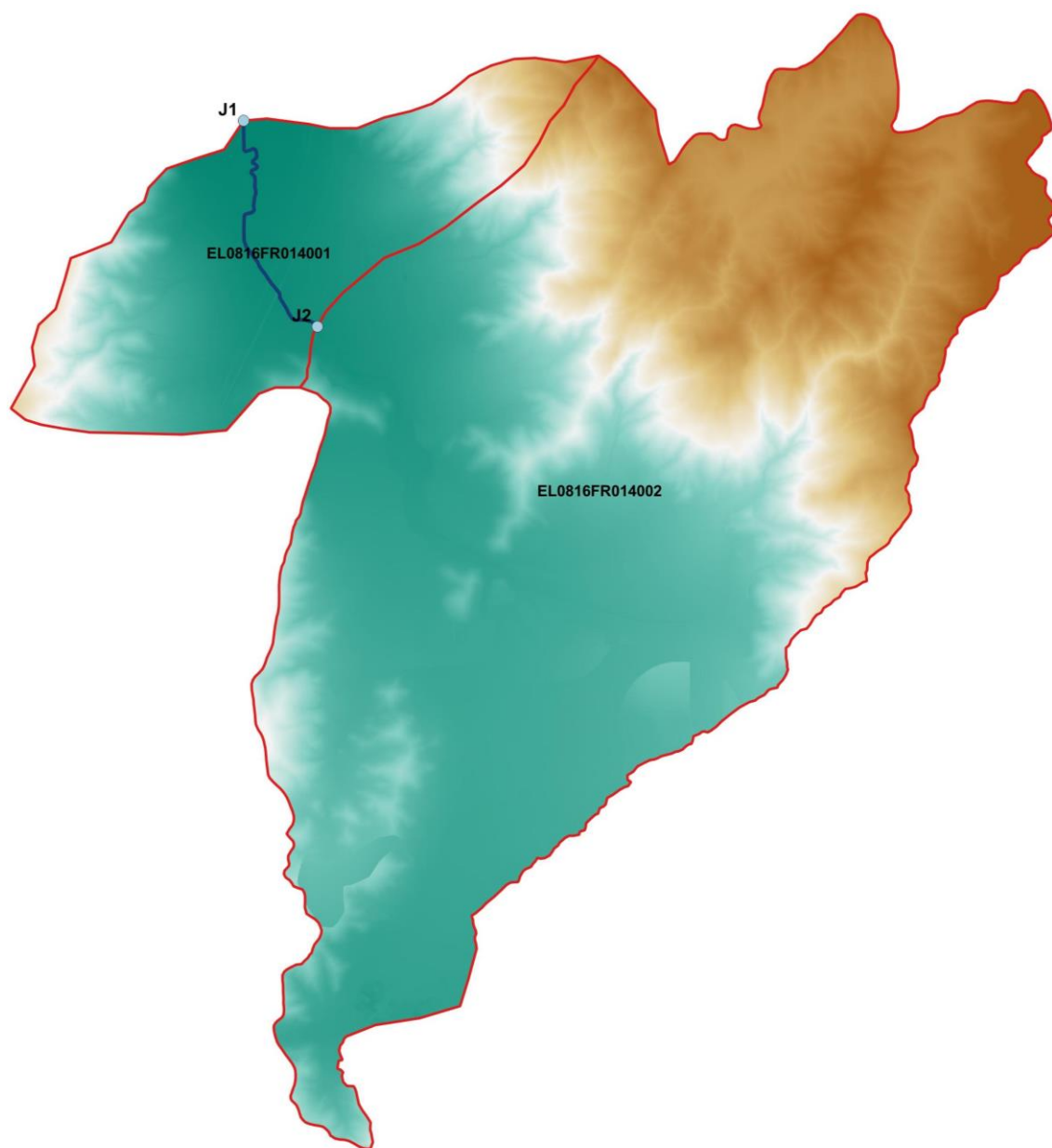
Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-38 και 6-39, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-40. Στο Παράρτημα Π4.24 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-38 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR014001		J2	J1	3.8	0.00724

Πίνακας 6-39 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km^2)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR014001	EL0816FR00014	R21	J1	19.645	169.5	9.3	2.9
EL0816FR014002	EL0816FR00014	R32	J2	88.917	368.5	37.0	8.1



Εικόνα 6-14 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

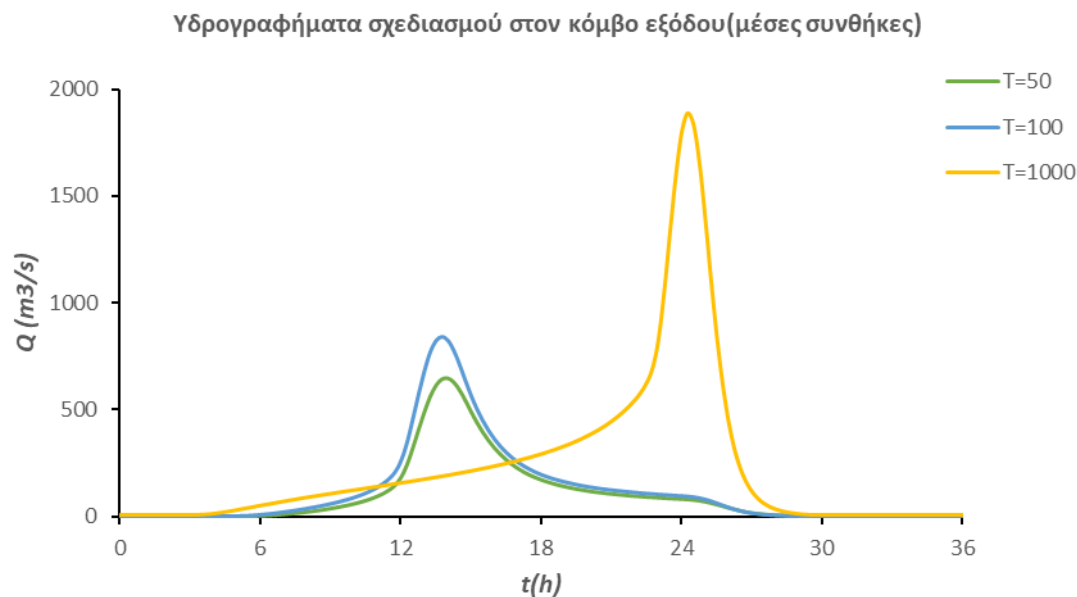
Πίνακας 6-40 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρεμάτων Ελάτειας – Πουρναρίου EL0816FL00014			
Έκταση (km ²)	108.7	Υψόμετρο εξόδου (m)	9.3
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.05
Μέγιστο μήκος ροής (km)	11.0	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24
Μέσο υψόμετρο (m)	331.6	Χρονικό βήμα (h)	0.25

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	173.3	173.3	173.3
T = 100	204.5	204.5	204.5
T = 1000	341.5	341.5	341.5
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	70.0	115.4	144.2
T = 100	93.9	144.5	175.0
T = 1000	210.3	276.1	310.7
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.404	0.666	0.833
T = 100	0.459	0.707	0.856
T = 1000	0.616	0.808	0.910
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	380.0	644.5	778.2
T = 100	539.7	841.1	979.6
T = 1000	1659.1	1883.8	1946.8
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	7.610	12.546	15.679
T = 100	10.207	15.709	19.021
T = 1000	22.860	30.007	33.774
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	381.1	645.6	779.3
T = 100	541.9	843.3	981.8
T = 1000	1664.5	1889.2	1952.2
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	8.313	13.249	16.382
T = 100	11.614	17.116	20.428
T = 1000	26.378	33.525	37.292



7.15 Λεκάνη Απορροής Καλοχωρίου

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του Καλοχωρίου, περιλαμβάνει μία υδρολογικά ανεξάρτητη κλειστή λεκάνη. Η απορροή της λεκάνης αυτής συγκεντρώνεται στο χαμηλότερο σημείο της (κόμβος J1). Η περιοχή μελέτης απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-15.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 66.2 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 647.8 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 70.2 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 13.9 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 2.8 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.924$.

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-41, ενώ στο Παράρτημα Π4.25 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

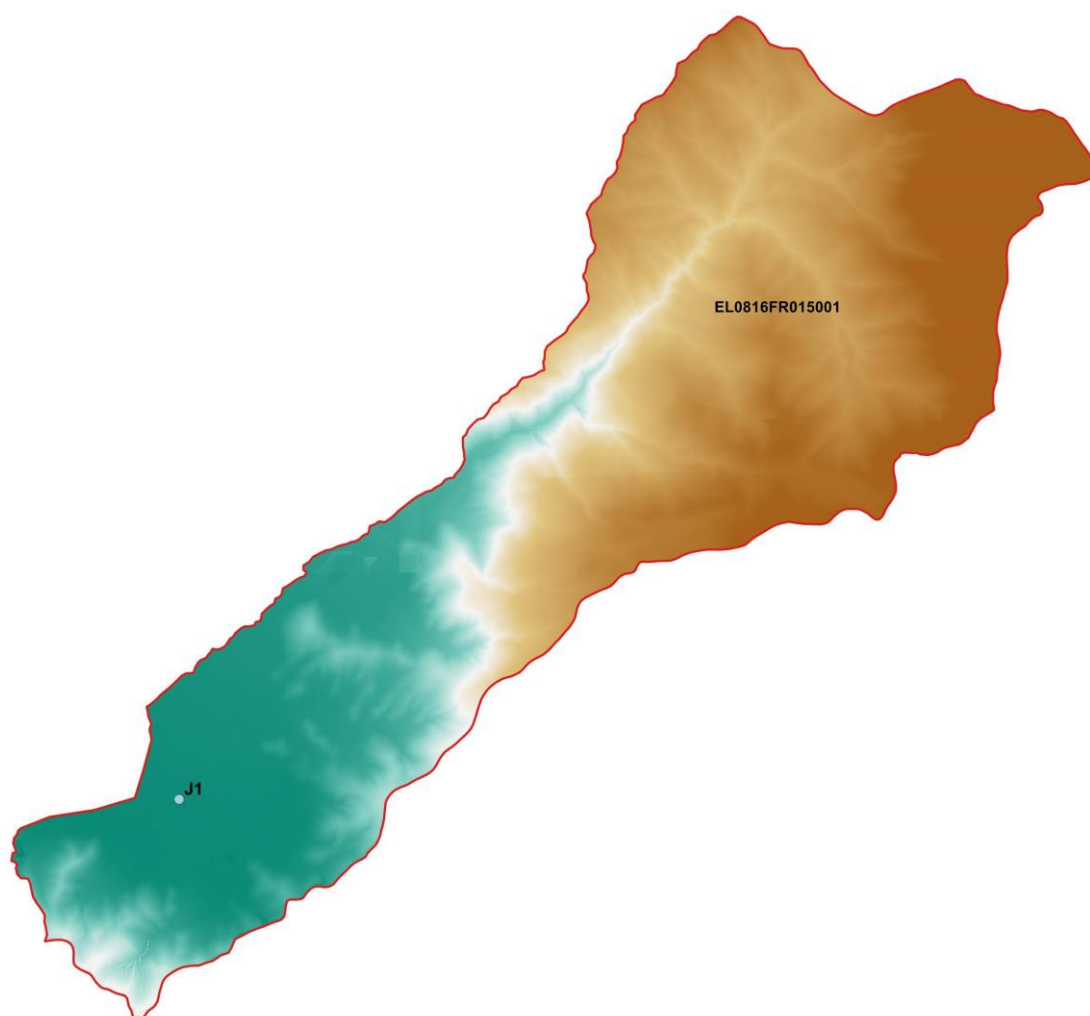
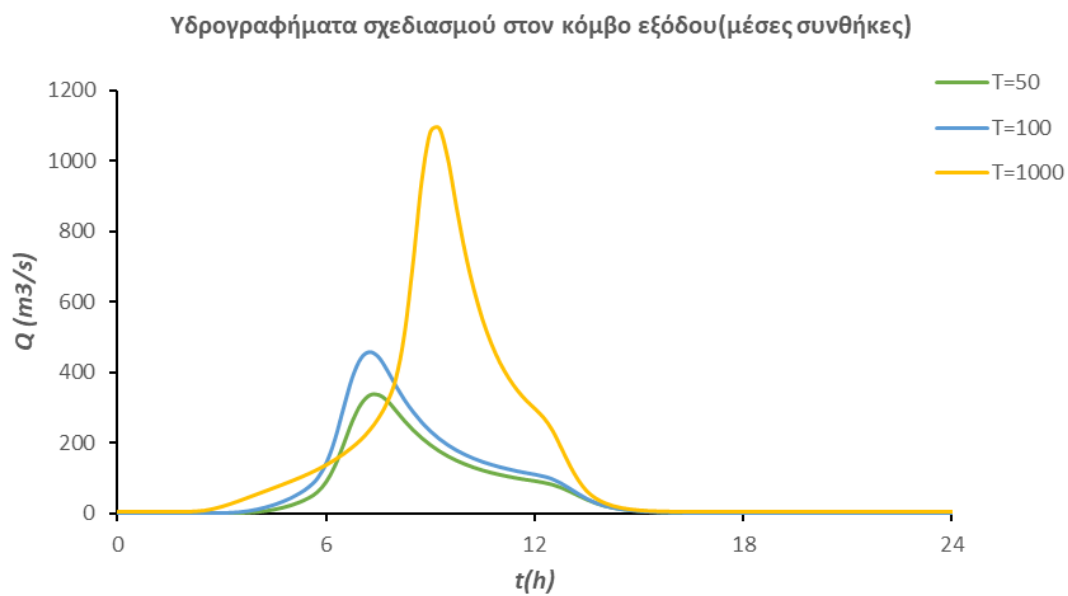
Πίνακας 6-41 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Καλοχωρίου EL0816FL00015			
Έκταση (km ²)	66.2	Υψόμετρο εξόδου (m)	70.2
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.78
		Διάρκεια βροχόπτωσης	
Μέγιστο μήκος ροής (km)	13.9	σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	647.8	Χρονικό βήμα (h)	0.25

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	139.2	139.2	139.2
T = 100	164.2	164.2	164.2
T = 1000	273.7	273.7	273.7
	Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)		
T = 50	32.9	72.6	103.4
T = 100	47.6	93.9	127.4
T = 1000	125.9	193.6	234.4
	Συντελεστής απορροής		
T = 50	0.236	0.522	0.742
T = 100	0.290	0.572	0.775
T = 1000	0.460	0.708	0.856
	Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	135.0	335.0	477.6
T = 100	212.1	454.6	605.2
T = 1000	765.0	1090.9	1225.8
	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	2.177	4.808	6.844
T = 100	3.150	6.219	8.431
T = 1000	8.335	12.819	15.515
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	135.7	335.7	478.3
T = 100	213.4	455.9	606.5
T = 1000	768.3	1094.2	1229.1
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	2.378	5.008	7.044
T = 100	3.551	6.619	8.832
T = 1000	9.336	13.820	16.517



Εικόνα 6-15 Χάρτης περιοχής μελέτης, όπου απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

7.16 Λεκάνη Απορροής Ζηλιάνας

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Ζηλιάνας περιλαμβάνει 7 υπολεκάνες, 5 κόμβους και 3 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Το μοντέλο αυτό αποτελεί σύστημα, αποτελούμενο από δύο λεκάνες απορροής, καθώς νοτίως του ποταμού Ζηλιάνας υπάρχει ένα μικρό ρέμα, το οποίο θεωρείται αυτόνομο σύστημα. Συνεπώς, η απορροή όλων των υπολεκανών εκτός της EL0816FR017007 καταλήγει στον κόμβο εξόδου J1, ενώ η απορροή της EL0816FR017007 καταλήγει στον κόμβο J5.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 6-16.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ενοποιημένης λεκάνης είναι:

- Έκταση $A = 199.3 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 979.3 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 19.9 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 3.45 \text{ h}$

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 $\varphi = 0.920$.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-42 και 6-43, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 6-44. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που αποτελεί έξοδο της Ζηλιάνας, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο της απορροής των υπολεκανών του. Στο Παράρτημα Π4.26 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 6-42 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FR017001		J2	J1	4.5	0.0165
R32	EL0816FR017003		J3	J2	0.8	0.0219
R43	EL0816FR017002		J4	J3	10.3	0.0644

Πίνακας 6-43 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0816FR017001	EL0816FR00017	R21	J1	9.115	66.1	0.0	4.4
EL0816FR017002	EL0816FR00017	R43	J3	20.015	852.7	91.4	9.1

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)
EL0816FR017003	EL0816FR00017	R32	J2	24.361	1135.1	73.9	2.0
EL0816FR017004	EL0816FR00017		J3	19.685	955.3	91.4	5.5
EL0816FR017005	EL0816FR00017		J4	21.862	1760.4	751.1	6.5
EL0816FR017006	EL0816FR00017		J4	75.093	1002.8	751.1	10.2
EL0816FR017007	EL0816FR00017		J5	29.204	590.9	0.0	8.4

Πίνακας 6-44 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

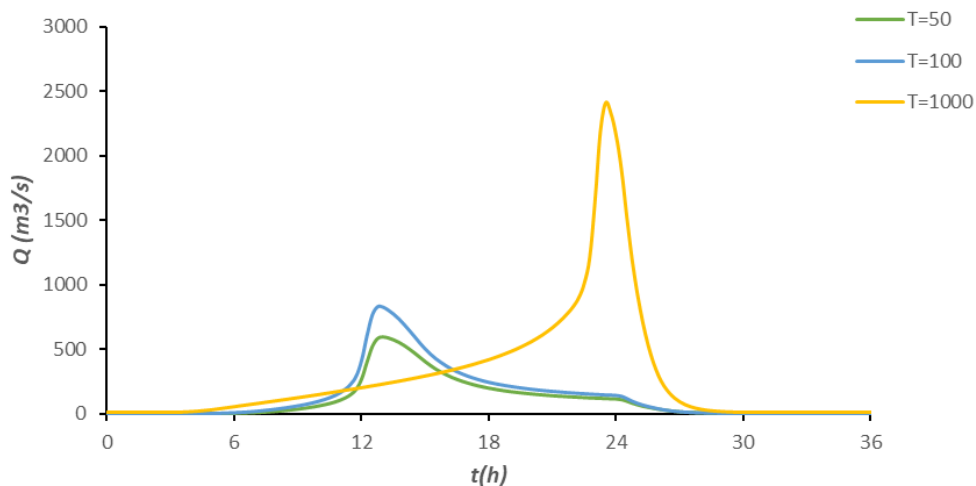
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ζηλιάνας EL0816FL00017			
Έκταση (km ²)	199.3	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.0	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	3.45
Μέγιστο μήκος ροής (km)	19.9	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	979.3	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	171.1	171.1	171.1
T = 100	202.3	202.3	202.3
T = 1000	338.6	338.6	338.6
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	39.7	83.7	121.0
T = 100	56.9	108.8	150.1
T = 1000	149.0	227.9	281.2
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.232	0.489	0.707
T = 100	0.281	0.538	0.742
T = 1000	0.440	0.673	0.830
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	233.1	594.0	937.5
T = 100	366.4	821.1	1209.9
T = 1000	1772.6	2399.1	2697.0

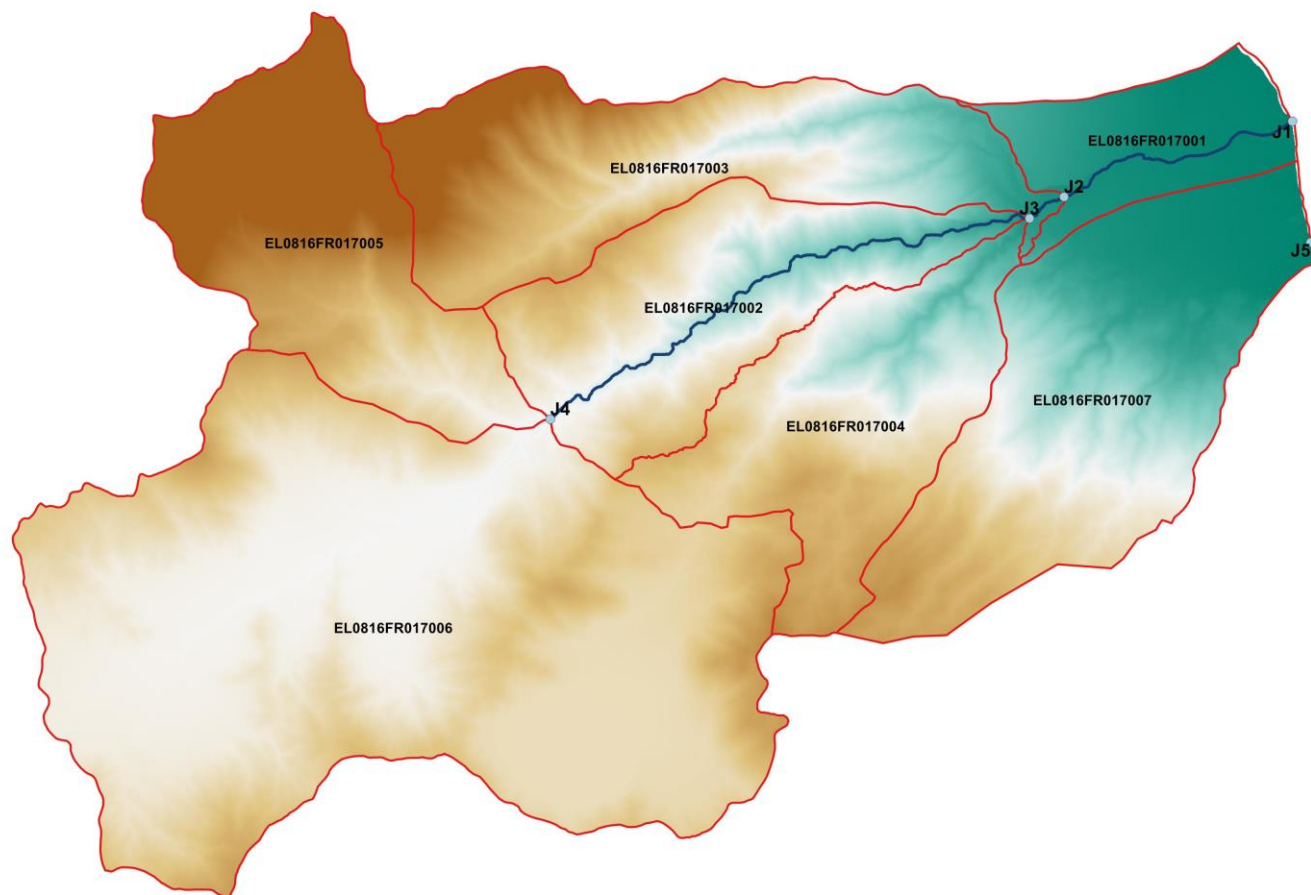
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Πλημμυρικός όγκος (hm ³)		
T = 50	7.922	16.682	24.122
T = 100	11.332	21.683	29.923
T = 1000	29.691	45.419	56.037
	Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)		
T = 50	234.8	595.7	939.2
T = 100	369.8	824.5	1213.3
T = 1000	1781.1	2407.6	2705.5
	Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)		
T = 50	9.237	17.997	25.437
T = 100	13.946	24.297	32.537
T = 1000	36.213	51.941	62.559

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



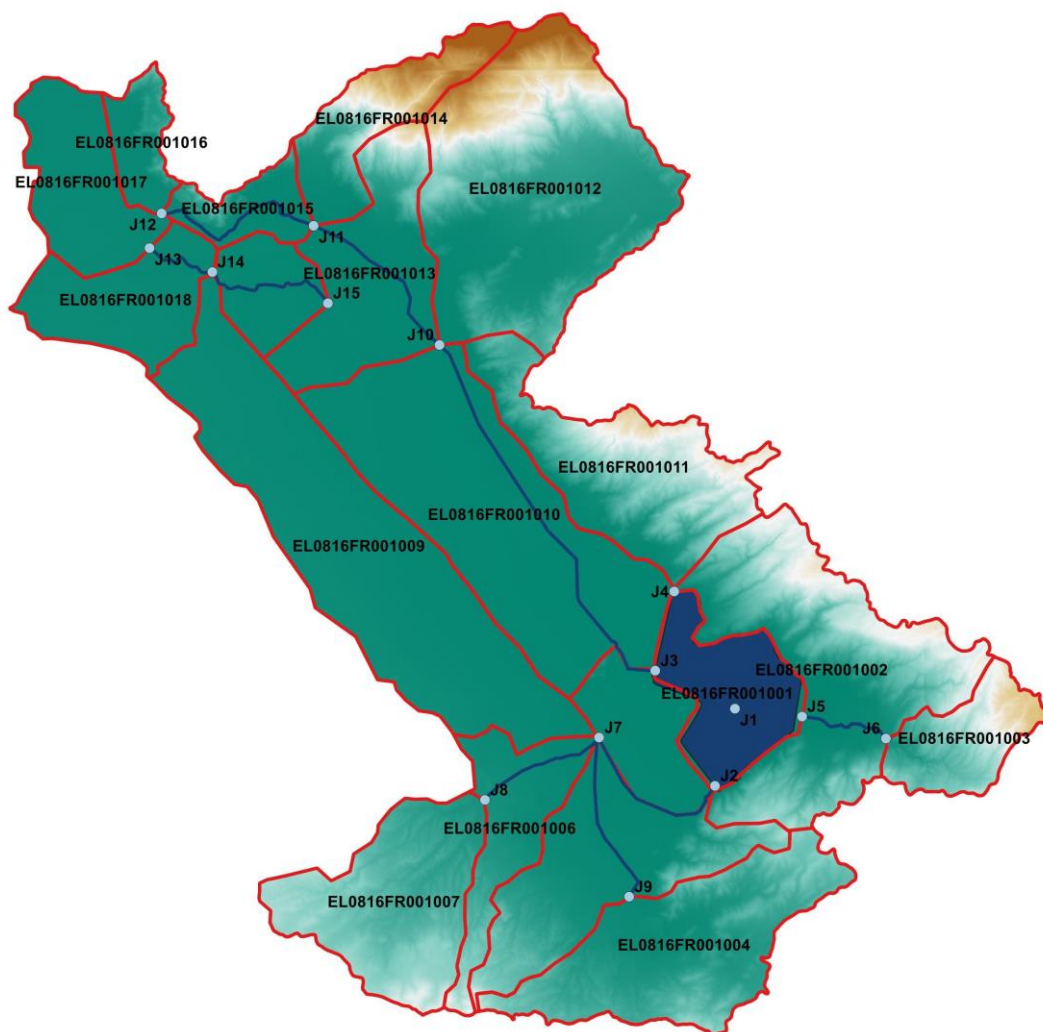


Εικόνα 6-16 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

7 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΡΛΑΣ

7.1 Σχηματοποίηση Υδρολογικού Συστήματος Κάρλας

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος της της κλειστής (ενδοροϊκής) λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 7-1. Σε αντίθεση με τις λεκάνες απορροής ποταμών, στις οποίες η ροή κατευθύνεται, μέσω του υδρογραφικού δικτύου, προς ένα σημείο εξόδου, σε μια ενδοροϊκή λεκάνη η ροή συγκεντρώνεται σε ένα εσωτερικό σημείο, που είναι το χαμηλότερο της λεκάνης. Αν σχηματίζεται λίμνη, όπως στην περίπτωση της Κάρλας, το σημείο αυτό (κόμβος J1) θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει το βαθύτερο σημείο της λίμνης. Στη λεκάνη της Κάρλας, η ροή διοχετεύεται στη λίμνη μέσω τεσσάρων καναλιών που καταλήγουν στα αντίστοιχα σημεία εισόδου, τα οποία αναπαριστούν οι κόμβοι J2, J3, J4 και J5. Στην προσομοίωση θεωρείται ότι οι κόμβοι αυτοί συνδέονται μέσω εικονικών κλάδων, μηδενικού μήκους, με τον κόμβο εξόδου J1. Σημειώνεται ότι το ΒΔ τμήμα της λεκάνης δεν απορρέει στη λίμνη Κάρλα, αλλά σε μια λιμνοδεξαμενή που βρίσκεται κοντά στον οικισμό Νάματα (κόμβος J15), στην οποία καταλήγει το κανάλι J13-J14-J15.



Εικόνα 7-1 Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

7.2 Αποτελέσματα Υδρολογικής Προσομοίωσης

Με βάση τις παραδοχές που περιγράφηκαν παραπάνω, διαμορφώθηκε το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας που περιλαμβάνει 19 υπολεκάνες, 15 κόμβους και 13 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου (Εικόνα 7-1).

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης της Κάρλας είναι:

- Έκταση $A = 1073.9 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο $z_m = 90.0 \text{ m}$ (στην πραγματικότητα, πρόκειται για ένα αντιπροσωπευτικό πεδινό υψόμετρο και όχι το μέσο που προκύπτει από το ΨΜΕ, λόγω της έντονα ασύμμετρης κατανομής των υψομέτρων της λεκάνης)
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου $z_k = 41.1 \text{ m}$ (αναφέρεται στην επιφάνεια της λίμνης)
- Μέγιστο μήκος ροής $L_{\max} = 43.9 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c = 36.02 \text{ h}$

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

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 $\varphi = 0.906$. Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 7-1 και 7-2, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της συνολικής λεκάνης απορροής δίνονται στον Πίνακα 7-3. Στο Παράρτημα Π4.27 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

Πίνακας 7-1 Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Υπολεκάνη	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EL0816FL001001	Εικονικός	J2	J1	-	0.0029
R31	EL0816FL001001	Εικονικός	J3	J1	-	0.0000
R41	EL0816FL001001	Εικονικός	J4	J1	-	0.0028
R51	EL0816FL001001	Εικονικός	J5	J1	-	0.0002
R65	EL0816FL001002		J6	J5	4.492	0.0086
R72	EL0816FL001008	Τάφρος T7	J7	J2	7.663	0.0006
R87	EL0816FL001006		J8	J7	6.317	0.0083
R97	EL0816FL001005		J9	J7	8.256	0.0015
R103	EL0816FL001010	Τάφρος T1	J10	J3	19.168	0.0002
R1110	EL0816FL001013	Τάφρος T1	J11	J10	8.658	0.0007
R1211	EL0816FL001015	Τάφρος T1	J12	J11	9.096	0.0010
R1314	EL0816FL001018	Μεγάλο Ρέμα	J13	J14	3.749	0.0002
R1415	EL0816FL001019	Μεγάλο Ρέμα	J14	J15	6.684	0.0009

Πίνακας 7-2 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km ²)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL081600FL1001	EL0816FL00001		J1	36.931	62.8	41.1	-
EL0816FL001002	EL0816FL00001	R65	J5	99.367	329.7	43.5	11.764
EL0816FL001003	EL0816FL00001		J6	26.730	504.4	82.3	12.433
EL0816FL001004	EL0816FL00001		J9	73.764	202.7	59.8	15.986
EL0816FL001005	EL0816FL00001	R97	J7	63.354	149.8	50.8	11.808
EL0816FL001006	EL0816FL00001	R87	J7	33.052	148.0	50.8	14.085

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)
EL0816FL001007	EL0816FL00001		J8	61.217	331.0	102.6	16.124
EL0816FL001008	EL0816FL00001	R72	J2	27.611	63.1	41.7	2.196
EL0816FL001009	EL0816FL00001		J7	127.096	65.9	50.8	8.045
EL0816FL001010	EL0816FL00001	R103	J3	118.595	62.8	41.6	3.745
EL0816FL001011	EL0816FL00001		J4	65.993	366.8	42.6	10.292
EL0816FL001012	EL0816FL00001		J10	125.711	369.2	46.8	24.433
EL0816FL001013	EL0816FL00001	R1110	J10	55.354	136.3	46.8	7.365
EL0816FL001014	EL0816FL00001		J11	33.262	658.3	52.6	15.938
EL0816FL001015	EL0816FL00001	R1211	J11	16.645	89.1	52.6	2.824
EL0816FL001016	EL0816FL00001		J12	15.023	99.9	54.0	6.973
EL0816FL001017	EL0816FL00001		J13	37.599	63.5	57.1	10.859
EL0816FL001018	EL0816FL00001	R1314	J14	36.199	67.4	52.5	7.590
EL0816FL001019	EL0816FL00001	R1415	J15	20.402	62.8	50.2	2.340

Πίνακας 7-3 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

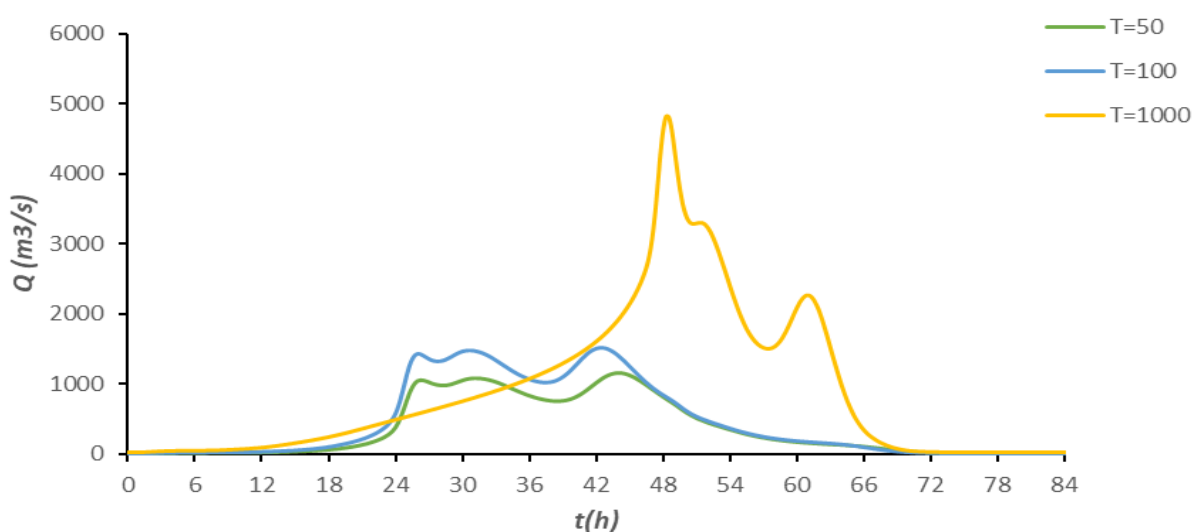
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής λίμνης Κάρλας EL0816FL00001			
Έκταση (km ²)	1073.90	Υψόμετρο εξόδου (m)	41.1
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	3.44	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	36.02
Μέγιστο μήκος ροής (km)	43.90	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	90.0	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	179.8	179.8	179.8
T = 100	212.5	212.5	212.5
T = 1000	355.5	355.5	355.5
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	60.8	107.3	141.1
T = 100	82.1	135.5	172.0

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 1000	193.5	268.9	312.9
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.338	0.597	0.785
T = 100	0.386	0.638	0.810
T = 1000	0.544	0.757	0.880
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	734.6	1150.9	1566.8
T = 100	1027.7	1495.6	2009.9
T = 1000	3748.2	4802	5206.5
Πλημμυρικός όγκος (hm ³)			
T = 50	65.299	115.211	151.528
T = 100	88.144	145.507	184.758
T = 1000	207.829	288.786	336.062
Συνολική παροχή αιχμής (m ³ /s)			
T = 50	748.6	1164.9	1580.8
T = 100	1043.8	1511.8	2026.0
T = 1000	3767.5	4821.4	5225.8
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm ³)			
T = 50	83.437	133.384	169.727
T = 100	109.082	166.485	205.764
T = 1000	233.026	314.039	361.348

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



8 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.

8.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8-1) 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 22 λεκανών που εξετάστηκαν και στους δύο κύκλους προκύπτει:

- μείωση κατά 29% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη
- μείωση κατά 28% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς $T=100$ έτη
- μείωση κατά 22% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη

Στο σύνολο των 22 λεκανών παρατηρούνται τα εξής ως προς τις μεταβολές στη βροχόπτωση σχεδιασμού:

- για περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη παρατηρείται μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 17 λεκάνες και αύξησή του σε 5.
- για περίοδο επαναφοράς $T=100$ έτη παρατηρείται επίσης μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 14 λεκάνες και αύξησή του σε 8.
- για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη παρατηρείται μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 11 λεκάνες και αύξησή του επίσης σε 11.

Οι μεγαλύτερες μειώσεις και στις τρεις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς παρατηρούνται στις λεκάνες απορροής των ποταμών Μέγα, Καλέντζη, Πάμισου, Πορταϊκού, Δυτικής Κοίτης Τρικάλων και Κουσμπανιώτικου και γενικώς στη ΛΑΠ Πηνειού. Συγκεκριμένα, στις λεκάνες που εντάσσονται στη ΛΑΠ Πηνειού, παρατηρείται μείωση της βροχόπτωσης κατά 29% για $T=50$ έτη, κατά 28% για $T=100$ έτη και κατά 22% για $T=1000$ έτη. Οι μικρότερες μειώσεις στις βροχοπτώσεις σχεδιασμού στη ΛΑΠ Πηνειού παρατηρούνται στις λεκάνες απορροής των ποταμών του Άνω Ρου του Πηνειού και του Τιταρήσιου, για τις οποίες παρατηρείται και αύξηση της βροχόπτωσης σχεδιασμού για $T=1000$ έτη.

Αυξήσεις παρατηρούνται γενικώς στις λεκάνες των ρεμάτων της ΛΑΠ Αλμυρού-Πηλίου και συγκεκριμένα παρατηρείται αύξηση κατά 2% για $T=50$ έτη, κατά 6% για $T=100$ έτη και κατά 17% για $T=1000$ έτη. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις σημειώνονται στο ρέμα Παγασών πλησίον του Βόλου και στον Ξηριά Βόλου και οι οικιμρότερες σε ρέματα του Αλμυρού (Ξηρόρεμα, Πλατανόρεμα, Ξεριάς

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Αλμυρού), όπου σημειώνονται και μικρού μεγέθους μειώσεις για τις περιόδους επαναφοράς $T=50$ και $T=100$ 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 8-1 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	
EL0816FL00001	Κάρλα	1073.9	T50	179.8	224.1	-25%
			T100	212.5	262.9	-23.7%
			T1000	355.5	428.8	-20.6%
EL0816FR00002	Κουσμπασανιώτικο	592.88	T50	136.8	202.7	-48%
			T100	161.3	240.6	-49.2%
			T1000	269	408.3	-51.8%
EL0816FR00003	Ενιπέας	1140.55	T50	158.8	194.8	-23%
			T100	187.1	226.8	-21.2%
			T1000	311.1	358.8	-15.3%
EL0816FR00004	Φαρσαλιώτης	718.87	T50	171.6	199.7	-16%
			T100	201.9	231.8	-14.8%
			T1000	334.7	364.4	-8.9%
EL0816FR00005	Σοφαδίτης	648.11	T50	173.3	246.3	-42%
			T100	203.6	287.1	-41.0%
			T1000	336.6	456	-35.5%
EL0816FR00006	Κάλέντζης	653.79	T50	182.3	343	-88%
			T100	214.4	405.1	-88.9%
			T1000	355.1	672.9	-89.5%
EL0816FR00007	Μέγας	236.06	T50	175.1	454	-159%
			T100	205.8	547.9	-166.2%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km²)	Περίοδος επαναφοράς	Ολικό ύψος βροχής (mm)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	340.3	959.6	-182.0%
EL0816FR00008	Πάμισος	247.73	T50	186.5	292.3	-57%
			T100	219.1	348	-58.8%
			T1000	361.5	581.6	-60.9%
EL0816FR00009	Πορταϊκός	301.65	T50	192.9	317.4	-65%
			T100	226.2	376.6	-66.5%
			T1000	372.3	622.9	-67.3%
EL0816FR00010	Άνω ρους Πηνειού	1130.22	T50	172.1	180.9	-5%
			T100	201.8	202.7	-0.4%
			T1000	331.6	282.5	14.8%
EL0816FR00011	Δυτική κοίτη Τρικάλων	93.88	T50	129.2	205.9	-59%
			T100	151.6	237.5	-56.7%
			T1000	249.5	358.8	-43.8%
EL0816FR00012	Ληθαίος-Νεοχωρίτης	741.68	T50	143.6	177.2	-23%
			T100	168.8	201.8	-19.5%
			T1000	278.8	295.7	-6.1%
EL0816FR00013	Τιταρήσιος	1872.94	T50	149.8	160.3	-7%
			T100	176.6	185.6	-5.1%
			T1000	294.1	293.8	0.1%
ΣΥΝΟΛΟ ΛΑΠ ΠΗΝΕΙΟΥ		9452.26	T50	163.9	216.0	-32%
			T100	193.0	251.7	-30%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Ολικό ύψος βροχής (mm)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	320.0	401.0	-25%
EL0817FR00001	Ξηρόρεμα	151.36	T50	137.9	138.6	-0.5%
			T100	162.5	158.2	2.6%
			T1000	270.2	232.9	13.8%
EL0817FR00002	Πλατανόρεμα	94.26	T50	135.2	138.9	-2.7%
			T100	159.3	158.6	0.4%
			T1000	264.8	233.5	11.8%
EL0817FR00003	Ξεριά Αλμυρού	196.82	T50	131	135.5	-3.4%
			T100	154.4	154.7	-0.2%
			T1000	256.8	227.5	11.4%
EL0817FR00004	Χολόρεμα	156.79	T50	129.4	129.9	-0.4%
			T100	152.6	147.9	3.1%
			T1000	254.1	216.3	14.9%
EL0817FR00005	Λαχανόρεμα	98.06	T50	133.7	130.4	2.5%
			T100	157.8	147.7	6.4%
			T1000	263.3	213.8	18.8%
EL0817FR00006	Ρ.Παγασών	22.59	T50	142.5	127.3	10.7%
			T100	168.3	144.7	14.0%
			T1000	280.9	211	24.9%
EL0817FR00007	Ξηριάς Βόλου	116.81	T50	219.5	189.3	13.8%
			T100	259.5	215.5	17.0%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

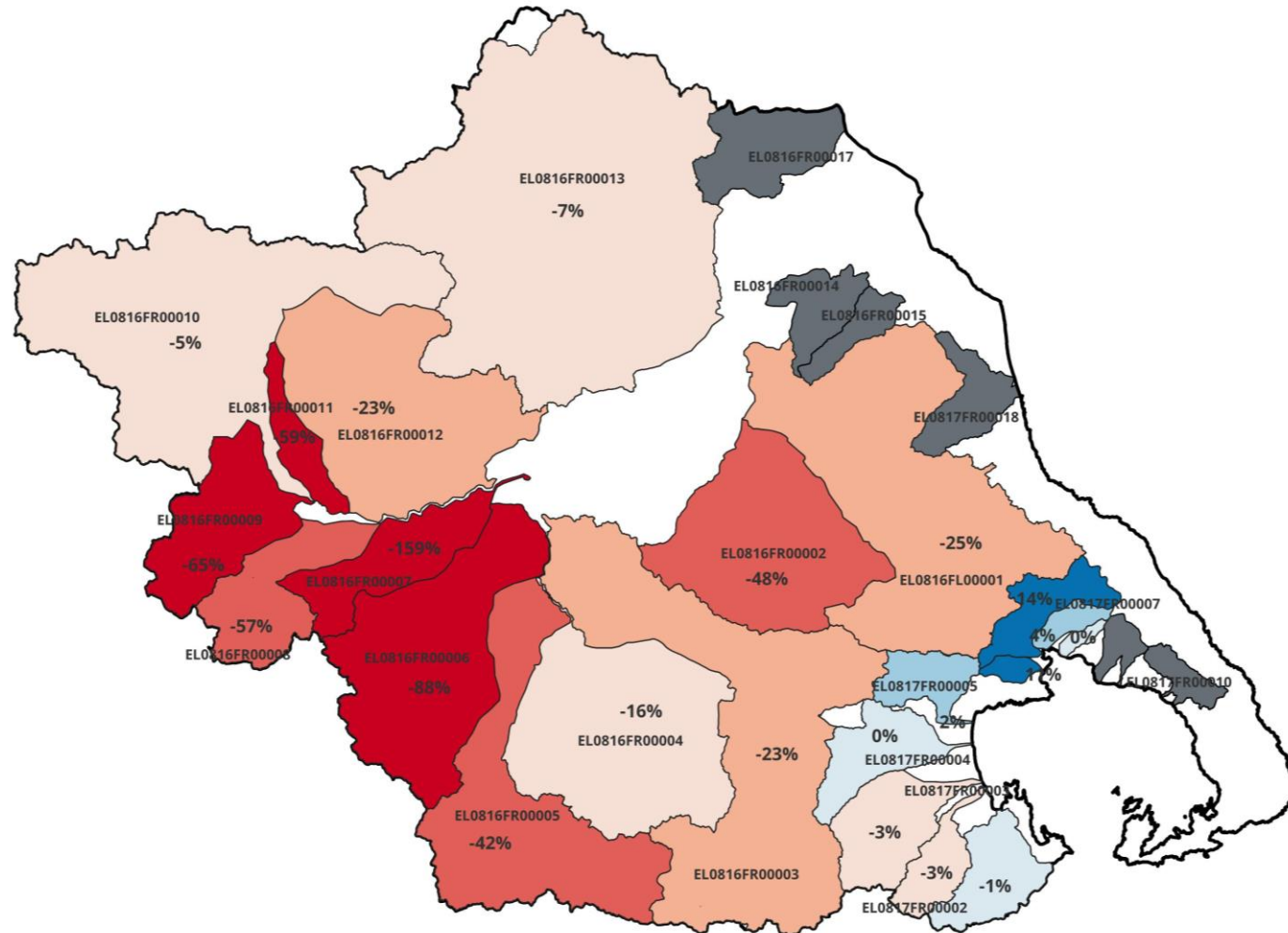
Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km²)	Περίοδος επαναφοράς	Ολικό ύψος βροχής (mm)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	434.4	315.2	27.4%
EL0817FR00008	Κραυσίδωνας	35.57	T50	170.4	164	3.8%
			T100	201.5	187.5	6.9%
			T1000	337.3	276.8	17.9%
EL0817FR00009	Ρ.Αναβρος	13.87	T50	166.6	166.4	0.1%
			T100	197.0	190.2	3.5%
			T1000	330.2	280.8	15.0%
ΣΥΝΟΛΟ ΛΑΠ ΑΛΜΥΡΟΥ-ΠΗΛΙΟΥ		886.13	T50	146.7	143.3	2%
			T100	173.1	163.4	6%
			T1000	288.6	239.5	17%
ΣΥΝΟΛΟ ΥΔ08		10338.39	T50	162.5	209.7	-29%
			T100	191.3	244.1	-28%
			T1000	317.3	387.2	-22%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

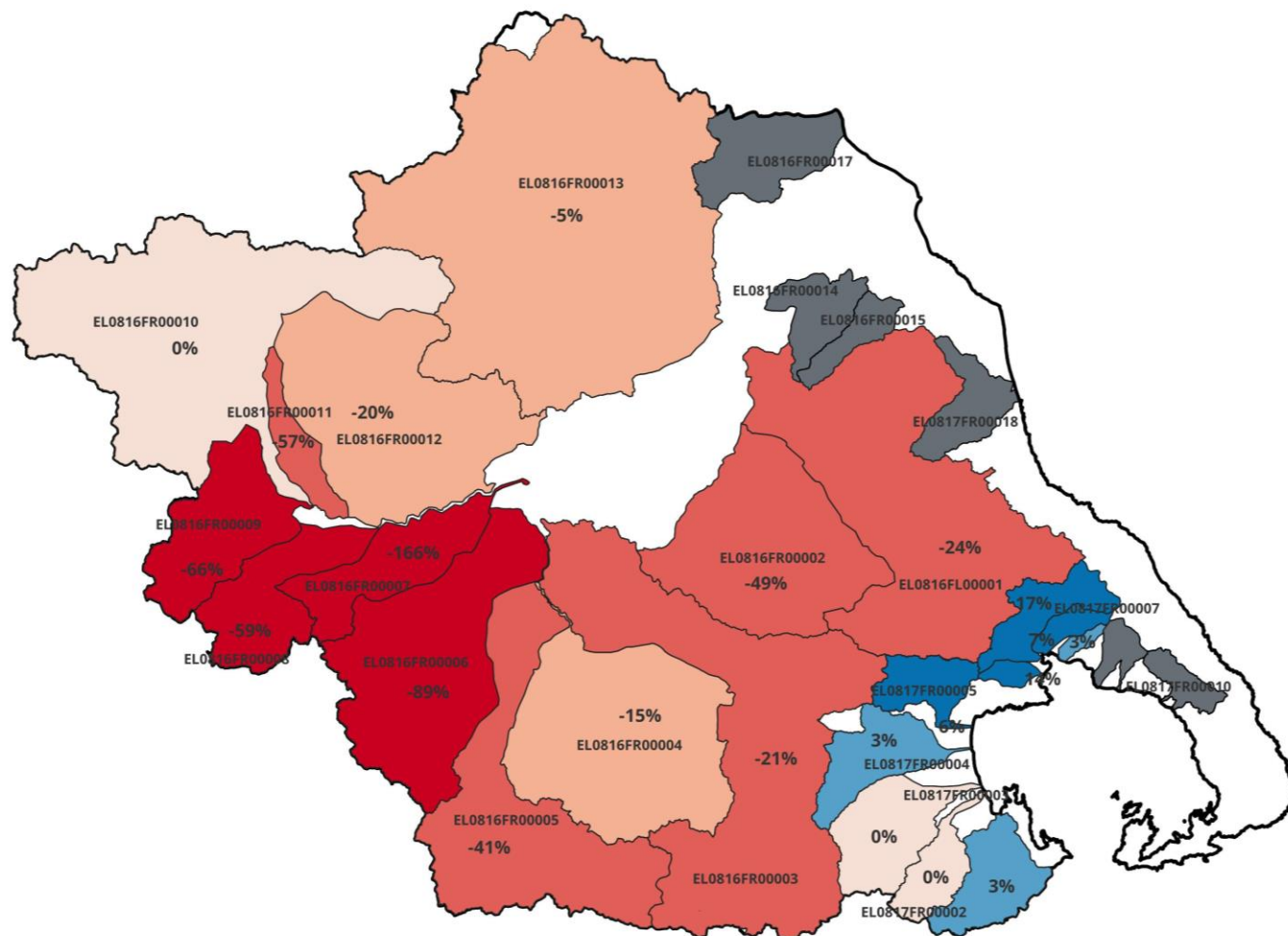
Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

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).

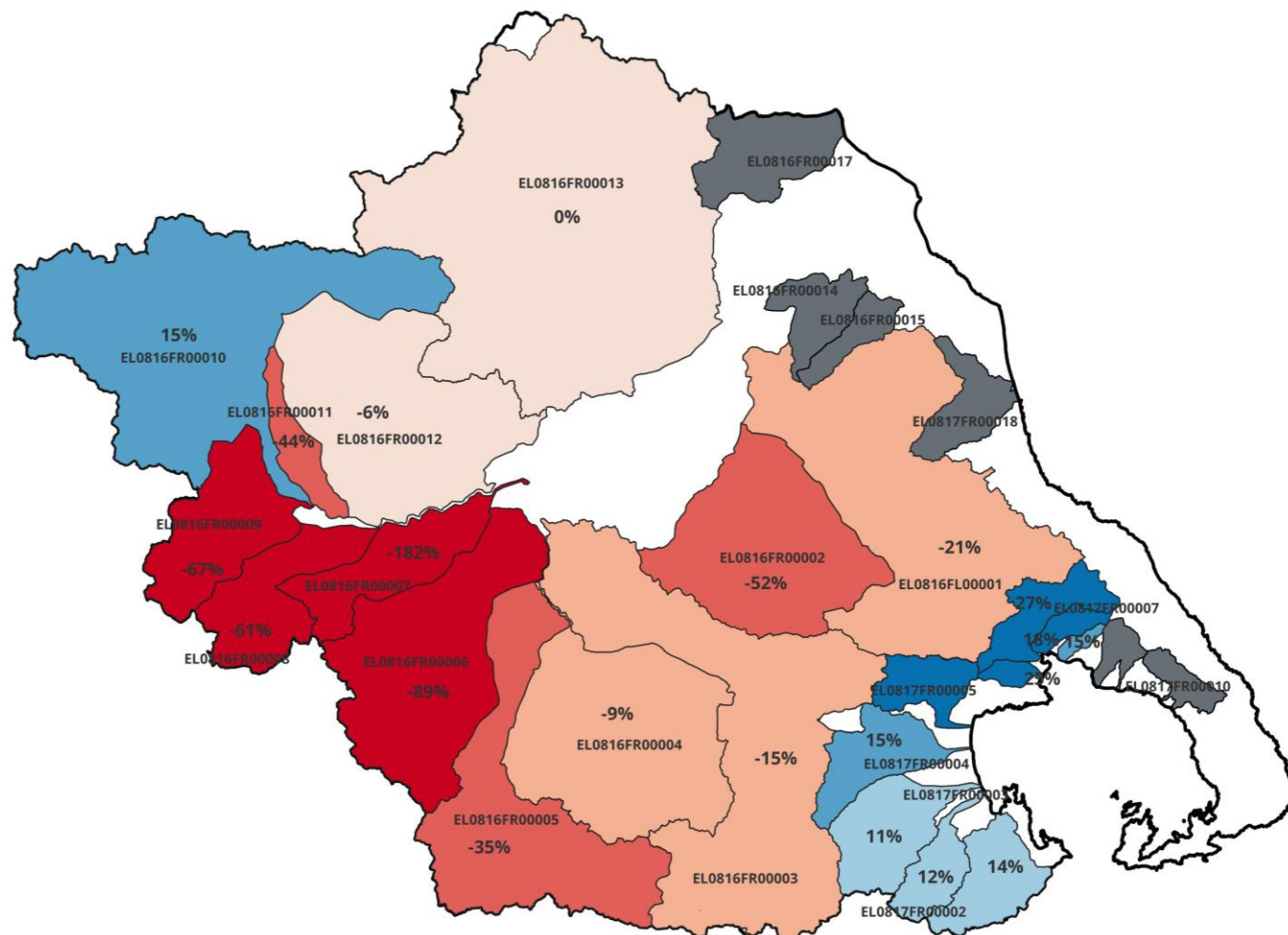
- Με γκρι χρώμα απεικονίζονται οι λεκάνες που εξετάζονται υδρολογικά για πρώτη φορά στον παρόν κύκλο της Οδηγίας για τις οποίες είναι αδύνατη η σύγκριση.



EL04_П04_T1 - 154



Εικόνα 8-2 Χάρτης μεταβολών βροχόπτωσης σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=100 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ08



Εικόνα 8-3 Χάρτης μεταβολών βροχόπτωσης σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=1000 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ08

8.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΙΧΜΗΣ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8-2) 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 22 λεκανών παρατηρούνται τα εξής ως προς τις μεταβολές στην παροχή αιχμής:

- για περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής σε 17 λεκάνες και αύξησή της σε 5.
- για περίοδο επαναφοράς $T=100$ έτη παρατηρείται επίσης μείωση της παροχής αιχμής σε 15 λεκάνες και αύξησή της σε 7.
- για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής σε 11 λεκάνες και αύξησή της επίσης 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 σχετικώς ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 14 λεκάνες (Κάρλα, Κουσπασανιώτικο, Ενιπέας, Φαρσαλιώτης, Σοφαδίτης, Καλέντζης, Μέγας, Πάμισος, Πορταϊκός, Άνω ρους Πηνειού, Δυτική κοίτη Τρικάλων, Ληθαίος-Νεοχωρίτης, Τιταρήσιος, Πλατανόρεμα). Μεγαλύτερες οι μικρότερες μεταβολές οφείλονται σε επιμέρους μεταβολές των συντελεστών CN.
 - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 3 λεκάνες (ρέμα Παγασών, Ξηριάς Βόλου, Κραυσίδωνας).

- Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε δύο λεκάνες (Ξηρόρεμα, Χολόρεμα) λόγω μικρής αύξησης των συντελεστών CN στις λεκάνες αυτές.
- Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με αύξηση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε δύο λεκάνες (Λαχανόρεμα, Άναβρος) λόγω μικρής μείωσης των συντελεστών CN στις λεκάνες αυτές.
- Παρατηρείται σημαντική μείωση της παροχής αιχμής με σαφώς μικρότερη μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού στη λεκάνη του Ξεριά Αλμυρού λόγω σημαντικής μείωσης του συντελεστή CN κατά περίπου 10%.
- Για περίοδο επαναφοράς $T=100$ έτη:
 - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 12 λεκάνες (Κάρλα, Κουσπασανιώτικο, Ενιπέας, Φαρσαλιώτης, Σοφαδίτης, Καλέντζης, Μέγας, Πάμισος, Πορταϊκός, Δυτική κοίτη Τρικάλων, Ληθαίος-Νεοχωρίτης, Τιταρήσιος).
 - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 6 λεκάνες (Ξηρόρεμα, Χολόρεμα, Λαχανόρεμα, ρέμα Παγασών, Ξηριάς Βόλου, Κραυσίδωνας).
 - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού στη λεκάνη του Άνω ρου Πηνειού λόγω μικρής αύξησης των συντελεστών CN.
 - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με αύξηση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε δύο λεκάνες (Άναβρος, Πλατανόρεμα) λόγω μικρής μείωσης των συντελεστών CN στις λεκάνες αυτές.
 - Παρατηρείται σημαντική μείωση της παροχής αιχμής με σαφώς μικρότερη μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού στη λεκάνη του Ξεριά Αλμυρού λόγω σημαντικής μείωσης του συντελεστή CN κατά περίπου 10%.
- Για περίοδο επαναφοράς $T=1000$ έτη:
 - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 9 λεκάνες (Κάρλα, Κουσπασανιώτικο, Φαρσαλιώτης, Σοφαδίτης, Καλέντζης, Μέγας, Πάμισος, Πορταϊκός, Δυτική κοίτη Τρικάλων).
 - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε επίσης 9 λεκάνες (Άνω Ρους Πηνειού, Ξηρόρεμα, Πλατανόρεμα, Ξηριάς Αλμυρού, Χολόρεμα, Λαχανόρεμα, ρέμα Παγασών, Ξηριάς Βόλου, Κραυσίδωνας).
 - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε δύο λεκάνες (Ενιπέας, Ληθαίος-Νεοχωρίτης).
 - Παρατηρείται μικρή μείωση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με αύξηση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε δύο λεκάνες (Τιταρήσιος, Άναβρος).

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Συμπερασματικά, οι μεγαλύτερες μεταβολές στις παροχές αιχμής στο ΥΔ08 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 8-2 Σύγκριση παροχών αιχμής μεταξύ 1^{ης} Αναθεώρησης και 1^{ου} Κύκλου

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή Αιχμής (m ³ /sec)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
EL0816FL00001	Κάρλα	1073.9	T50	1164.9	1511.5	-30%
			T100	1511.8	2002.3	-32%
			T1000	4821.4	6236	-29.3%
EL0816FR00002	Κουσμπασανιώτικο	592.88	T50	930.2	1542	-66%
			T100	1257.6	2036	-62%
			T1000	2969.5	4284.4	-44.3%
EL0816FR00003	Ενιπέας	1140.55	T50	1424.5	1798.4	-26%
			T100	1893.2	2291.1	-21%
			T1000	4172.3	3595.8	13.8%
EL0816FR00004	Φαρσαλιώτης	718.87	T50	783	851.3	-9%
			T100	1038.4	1085.8	-5%
			T1000	2177.7	2465.8	-13.2%
EL0816FR00005	Σοφαδίτης	648.11	T50	746.5	1250.3	-67%
			T100	959.3	1610	-68%
			T1000	2146.4	3296.9	-53.6%
EL0816FR00006	Κάλέντζης	653.79	T50	1286.2	2591	-101%
			T100	1669.3	3309.8	-98%
			T1000	3581.1	6124.1	-71.0%
EL0816FR00007	Μέγας	236.06	T50	304.3	946.2	-211%
			T100	400.3	1251.6	-213%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή Αιχμής (m ³ /sec)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	988.1	3094.5	-213.2%
EL0816FR00008	Πάμισος	247.73	T50	997.6	1628.3	-63%
			T100	1310.7	2127.5	-62%
			T1000	2994.9	4208.4	-40.5%
EL0816FR00009	Πορταϊκός	301.65	T50	1283.1	2443.1	-90%
			T100	1674.0	3175.7	-90%
			T1000	3678.6	6673.8	-81.4%
EL0816FR00010	Άνω ρους Πηνειού	1130.22	T50	2581.4	2603.4	-1%
			T100	3327.9	3177.8	5%
			T1000	6950.4	6106.1	12.1%
EL0816FR00011	Δυτική κοίτη Τρικάλων	93.88	T50	203.1	356.2	-75%
			T100	269.7	448.1	-66%
			T1000	607.3	770.1	-26.8%
EL0816FR00012	Ληθαίος-Νεοχωρίτης	741.68	T50	1003.5	1204.7	-20%
			T100	1342.4	1524	-14%
			T1000	3524.6	3430.3	2.7%
EL0816FR00013	Τιταρήσιος	1872.94	T50	2719.7	2918.8	-7%
			T100	3613.0	3794.7	-5%
			T1000	7521.2	7546.6	-0.3%
EL0817FR00001	Ξηρόρεμα	151.36	T50	248.6	214.4	13.76%
			T100	364	298	18.13%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή Αιχμής (m ³ /sec)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	1185.7	848.1	28.5%
EL0817FR00002	Πλατανόρεμα	94.26	T50	209.7	234.7	-11.92%
			T100	307	321.3	-4.66%
			T1000	1031.4	924.6	10.4%
EL0817FR00003	Ξεριά Αλμυρού	196.82	T50	277.3	426.5	-53.80%
			T100	408.8	569	-39.19%
			T1000	1486.9	1351.1	9.1%
EL0817FR00004	Χολόρεμα	156.79	T50	378.1	376	0.56%
			T100	511.7	481.8	5.84%
			T1000	1254.9	980.2	21.9%
EL0817FR00005	Λαχανόρεμα	98.06	T50	259.3	265	-2.20%
			T100	353.6	338	4.41%
			T1000	955.6	778.1	18.6%
EL0817FR00006	Ρ.Παγασών	22.59	T50	109.8	84.6	22.95%
			T100	149	110.4	25.91%
			T1000	366.9	281.4	23.3%
EL0817FR00007	Ξηριάς Βόλου	116.81	T50	661.9	414.2	37.42%
			T100	858.5	543.1	36.74%
			T1000	1922.7	1265.9	34.2%
EL0817FR00008	Κραυσίδωνας	35.57	T50	249.3	198.7	20.30%
			T100	330.4	261.5	20.85%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

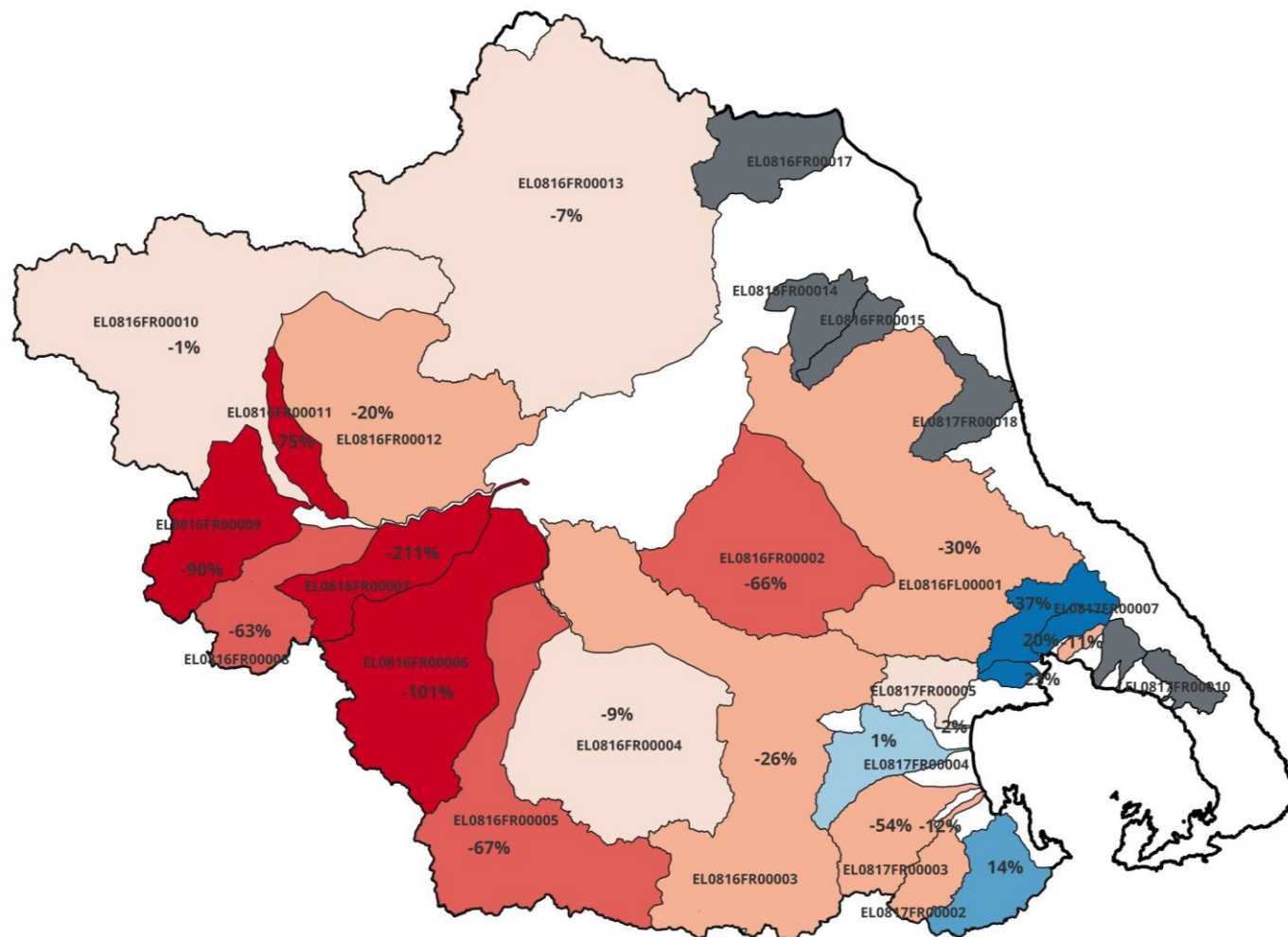
Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km ²)	Περίοδος επαναφοράς	Παροχή Αιχμής (m ³ /sec)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	754.4	666.7	11.6%
EL0817FR00009	Ρ.Αναβρος	13.87	T50	129.2	143.5	-11.07%
			T100	165.5	179.3	-8.34%
			T1000	360.5	365.1	-1.3%

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

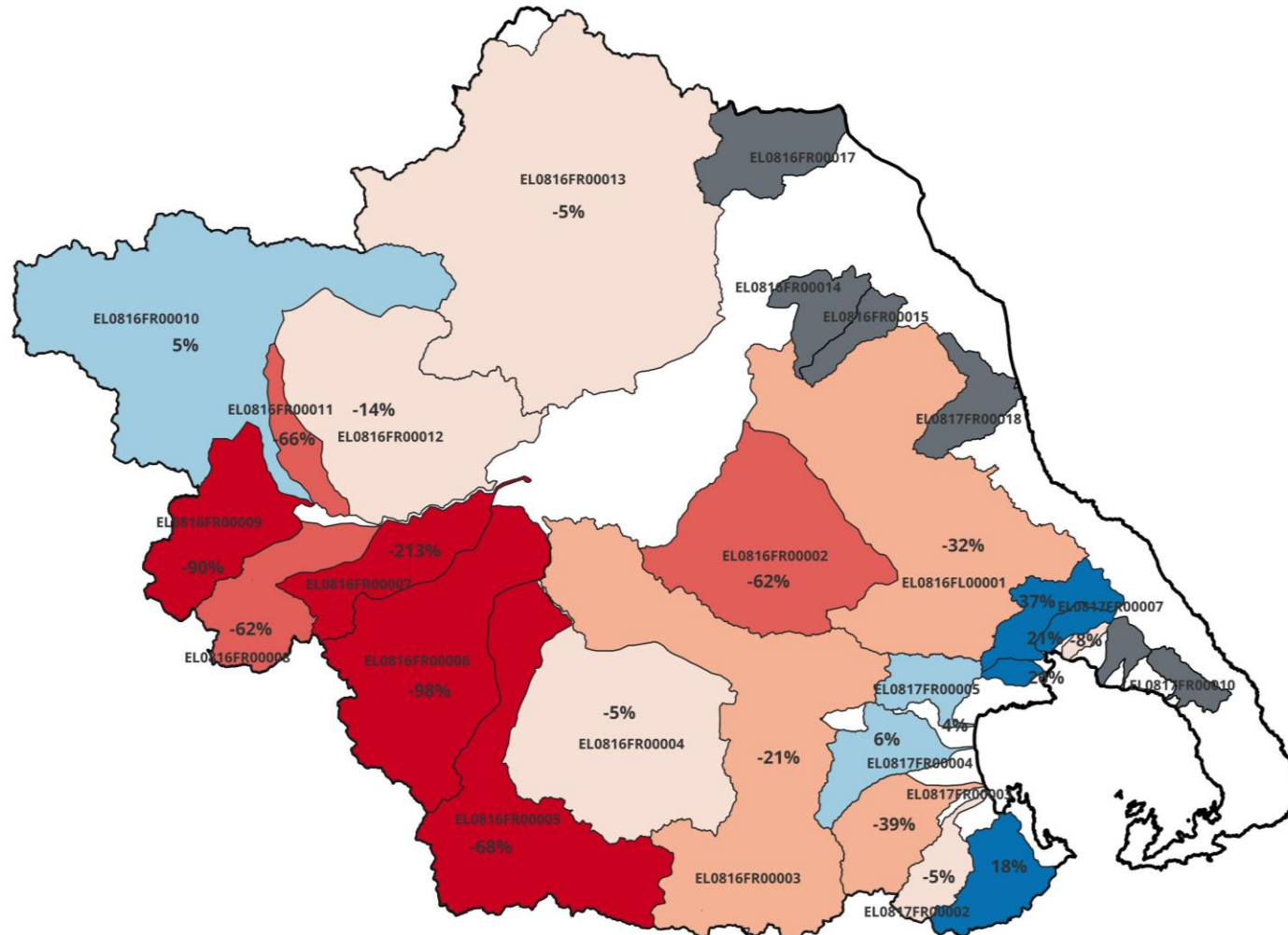
Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

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).

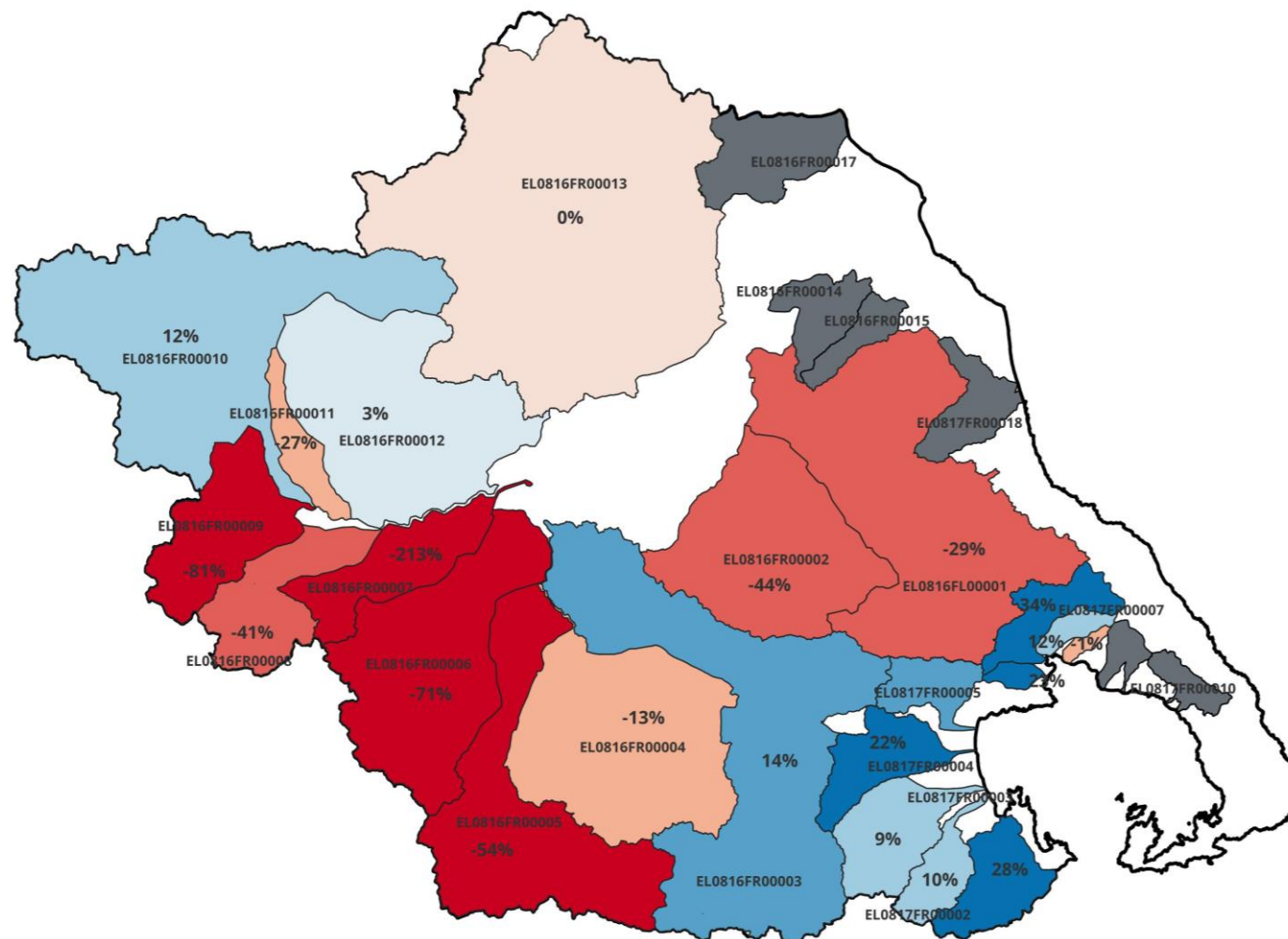
- Με γκρι χρώμα απεικονίζονται οι λεκάνες που εξετάζονται υδρολογικά για πρώτη φορά στον παρόν κύκλο της Οδηγίας για τις οποίες είναι αδύνατη η σύγκριση.



Εικόνα 8-4 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=50 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ08



Εικόνα 8-5 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=100 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ08



Εικόνα 8-6 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=1000 ετών μεταξύ 1^{ου} Κύκλου και 1^{ης} Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ08

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.

Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Ν. Μαμάσης, και Δ. Κουτσογιάννης, Εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης και βέλτιστης λειτουργίας ταμιευτήρα Σμοκόβου και συναφών έργων, *Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου*, Ανάδοχοι: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τεύχος 3, 104 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούλιος 2008.

Ζαρρής, Δ., Π. Αναστασοπούλου, και Κ. Αλεξοπούλου, Επικαιροποίηση παροχομετρικής πληροφορίας, *Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας της Θεσσαλίας*, Τεύχος 2, 170 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 1997.

Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ευστρατιάδης, και Ν. Μαμάσης, Αποτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων εκμετάλλευσής του στη λεκάνη του Αχελώου και τη Θεσσαλία, Κεφ. 5 της Μελέτης Υδατικών Συστημάτων, *Συμπληρωματική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων εκτροπής του Αχελώου προς τη Θεσσαλία*, Εργοδότης: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Ανάδοχος: Υδροεξυγιαντική, Συνεργαζόμενοι: Δ. Κουτσογιάννης, 2001.

Κουτσογιάννης, Δ., Ν. Μαμάσης, Α. Κουκουβίνος, και Α. Ευστρατιάδης, Τελική έκθεση, *Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου*, Ανάδοχοι: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τεύχος 4, 66 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούλιος 2008.

Κουτσογιάννης, Δ., Σ. Ρώτη, Ι. Τζεράνης, και Θ. Ξανθόπουλος, Πλημμύρες σχεδιασμού, *Υδρολογική Διερεύνηση Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας*, Τεύχος 4, 107 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούνιος 1988.

Κουτσογιάννης, Δ., Σ. Ρώτη, Ι. Τζεράνης, και Θ. Ξανθόπουλος, Τελική Έκθεση, *Υδρολογική Διερεύνηση Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας*, Τεύχος 7, 105 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούνιος 1988.

Κουτσογιάννης, Δ., *Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης*, Έκδοση 4, 180 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2011.

Ναλμπάντης, Ι., και Δ. Κουτσογιάννης, Τελική Έκθεση, *Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας της Θεσσαλίας*, Τεύχος 4, 78 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 1997.

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.