



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



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



**1<sup>η</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ**  
**ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ**  
των Λεκανών Απορροής Ποταμών του  
Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (EL04)

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



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ταμείο Συνοχής



ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ**

**ΕΡΓΟ: 1<sup>η</sup> 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 1<sup>ης</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΤΑΔΙΟ 1 - ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4: ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ**

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**

*Αναθεωρήσεις:*

<b>Έκδοση</b>	<b>Ημερομηνία</b>	<b>Παρατηρήσεις</b>
Εκδ. 1	31/07/2023	Αρχική Έκδοση
Εκδ. 2	30/09/2023	2 <sup>η</sup> Έκδοση

## Τεύχη και Χάρτες που συνοδεύουν το παρόν Παραδοτέο

A/A	Τίτλος	Κλίμακα	Αριθμός Τεύχους / Χάρτη
	<b>ΤΕΥΧΗ</b>		
1	Τεχνική Έκθεση		EL04_Π04_T1
	<b>ΧΑΡΤΕΣ</b>		
1	Χάρτης Απεικόνισης Σχηματοποίησης Κόμβων, Κλάδων Υδρογραφικού Δικτύου και Υπολεκάνων	1:3000000	EL04_Π04_X1
2	Χάρτης Κατανομής Αριθμών CN για μεσέες συνθήκες υγρασίας ( Τύπου II)	1:3000000	EL04_Π04_X2

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>I</b>
<b>ΕΙΚΟΝΕΣ</b>	<b>IV</b>
<b>ΠΙΝΑΚΕΣ</b>	<b>VI</b>
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>1</b>
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΈΚΘΕΣΗΣ	1
1.2 ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	1
1.3 ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ	3
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΈΚΘΕΣΗΣ	3
1.5 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΝ 1 <sup>ο</sup> ΚΥΚΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/ΕΚ	4
<b>2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b>	<b>5</b>
2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	5
2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	6
2.2.1 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ	6
2.2.2 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	7
2.2.3 ΖΩΝΕΣ ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ	7
2.2.4 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	8
2.2.5 ΧΑΡΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ CN	8
2.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	10
2.3.1 ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΌΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	10
2.3.2 ΧΑΡΤΕΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΌΜΒΡΙΩΝ	13
<b>3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b>	<b>17</b>
3.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	17
3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ	17
3.3 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	18
3.3.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ	18
3.3.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΌΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	19
3.3.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΕΤΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ	19

3.3.4	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΕΝΤΑΣΕΩΝ ΒΡΟΧΗΣ	20
<b>3.4</b>	<b>ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b>	<b>21</b>
3.4.1	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCS-CN	21
3.4.2	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΣΕ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ	25
3.4.3	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΜΥ	27
3.4.4	ΒΑΣΙΚΗ ΑΠΟΡΡΩΗ	28
3.4.5	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	29
<b>3.5</b>	<b>ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ</b>	<b>29</b>
3.5.1	ΓΕΝΙΚΑ	29
3.5.2	ΜΕΘΟΔΟΣ MUSKINGUM	30
3.5.3	ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ	32
3.5.4	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ	33
<b>3.6</b>	<b>ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΜΕΣΩ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ</b>	<b>36</b>
<b>4.2</b>	<b>ΕΠΙΠΕΔΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>37</b>
<b>4.3</b>	<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ</b>	<b>37</b>
4.3.1	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ	37
4.3.2	ΚΟΜΒΟΙ	38
4.3.3	ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ	38
4.3.4	ΥΠΟΛΕΚΑΝΕΣ	39
<b>5</b>	<b>ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ</b>	<b>41</b>
<b>5.1</b>	<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ</b>	<b>41</b>
<b>5.2</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΜΙΟΡΝΟΥ</b>	<b>43</b>
<b>5.3</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΕΥΠΑΛΙΟΥ</b>	<b>49</b>
<b>5.4</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ</b>	<b>53</b>
<b>5.5</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΕΥΗΝΟΥ</b>	<b>57</b>
<b>5.6</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΛΙΜΝΩΝ ΤΡΙΧΩΝΙΔΑΣ-ΛΥΣΙΜΑΧΙΑΣ</b>	<b>64</b>
<b>5.7</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΟΥΛΚΑΡΙΑΣ</b>	<b>70</b>
<b>5.8</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΧΑΒΟΥ</b>	<b>75</b>
<b>5.9</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΜΠΟΤΟΚΟΥ</b>	<b>79</b>
<b>5.10</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΣΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΞΗΡΟΡΕΜΑ</b>	<b>82</b>

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

<b>5.11</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΑΜΒΡΑΚΙΑΣ</b>	<b>86</b>
<b>5.12</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΕΡΟΓΪΟΥ</b>	<b>90</b>
<b>5.13</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΑΓΡΙΛΙΑΣ</b>	<b>94</b>
<b>5.14</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΚΑΤΩ ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ</b>	<b>97</b>
<b>5.15</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΩΤΗ</b>	<b>100</b>
<b>5.16</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΒΟΥΤΟΥΜΙΑ</b>	<b>103</b>
<b>5.17</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΝΗΣΣΗ</b>	<b>106</b>
<b>5.18</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΚΑΤΟΥΝΑΣ-ΑΕΤΟΥ</b>	<b>110</b>
<b>5.19</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΓΙΑΣ</b>	<b>114</b>
<b>5.20</b>	<b>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΩΗΣ ΊΝΑΧΟΥ</b>	<b>117</b>
<b>6</b>	<b><u>ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ</u></b>	<b><u>121</u></b>
<b>6.1</b>	<b>ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</b>	<b>121</b>
<b>6.2</b>	<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΪΔΕΥΣΗΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ</b>	<b>131</b>
6.2.1	ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΜΕΣΟΧΩΡΑΣ	131
6.2.2	ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ	132
6.2.3	ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ	133
6.2.4	ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ	134
6.2.5	ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΣΤΡΑΤΟΥ	136
<b>6.3</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>137</b>
<b>7</b>	<b><u>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ 1<sup>ο</sup> ΚΥΚΛΟ</u></b>	<b><u>139</u></b>
<b>7.1</b>	<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b>	<b>139</b>
<b>7.2</b>	<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΙΧΜΗΣ</b>	<b>3</b>
	<b><u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u></b>	<b><u>4</u></b>

**ΕΙΚΟΝΕΣ**

ΕΙΚΟΝΑ 2-1 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ .....	5
ΕΙΚΟΝΑ 2-2 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ 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 ΧΩΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ CN ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ .....	9
ΕΙΚΟΝΑ 2-5 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ Η ΣΤΟ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ .....	14
ΕΙΚΟΝΑ 2-6 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ Β ΣΤΟ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ .....	15
ΕΙΚΟΝΑ 2-7 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ Λ ΣΤΟ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ .....	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 ΚΑΤ'Α SCS. ....	26
ΕΙΚΟΝΑ 3-3 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΣΜΥ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ, ΓΙΑ ΜΕΣΕΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ. ....	28
ΕΙΚΟΝΑ 5-1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	42
ΕΙΚΟΝΑ 5-2 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΜΟΡΝΟΥ (ΣΤΕΨΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ +435.0 Μ).....	44
ΕΙΚΟΝΑ 5-3 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	47
ΕΙΚΟΝΑ 5-4 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	52
ΕΙΚΟΝΑ 5-5 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	56
ΕΙΚΟΝΑ 5-6 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΕΥΗΝΟΥ (ΣΤΕΨΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ +505.0 Μ).....	57
ΕΙΚΟΝΑ 5-7 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	62
ΕΙΚΟΝΑ 5-8 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	68
ΕΙΚΟΝΑ 5-9 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	73
ΕΙΚΟΝΑ 5-10 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	78
ΕΙΚΟΝΑ 5-11 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	80
ΕΙΚΟΝΑ 5-12 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	86
ΕΙΚΟΝΑ 5-13 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	89
ΕΙΚΟΝΑ 5-14 ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ Η ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ ΚΑΙ ΚΛΑΔΩΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	93
ΕΙΚΟΝΑ 6-1 ΧΑΡΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΧΕΛΩΟΥ, ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΟΝΤΑΙ ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ, Η ΛΙΜΝΗ ΟΖΕΡΟΣ, ΚΑΙ ΟΙ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ ΤΗΣ ΔΕΗ.....	121

ΕΙΚΟΝΑ 6-2 ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΝΤΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ .....	122
ΕΙΚΟΝΑ 6-3 ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤ'ΑΝΤΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΝΤΗ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ ΕΩΣ ΤΙΣ ΕΚΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΑΧΕΛΩΟΥ) .....	124
ΕΙΚΟΝΑ 6-4 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΕΣΟΧΩΡΑΣ (ΣΤΕΨΗ +757.5 Μ) .....	132
ΕΙΚΟΝΑ 6-5 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΜΕΣΟΧΩΡΑΣ .....	132
ΕΙΚΟΝΑ 6-6 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ (ΣΤΕΨΗ +757.5 Μ) .....	133
ΕΙΚΟΝΑ 6-7 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΠΛΑΣΤΗΡΑ .....	133
ΕΙΚΟΝΑ 6-8 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ (ΣΤΕΨΗ +267.6 Μ) .....	134
ΕΙΚΟΝΑ 6-9 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ.....	134
ΕΙΚΟΝΑ 6-10 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ (ΣΤΑΘΜΗ ΈΝΑΡΞΗΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΩΝ ΑΝΑΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΘΥΡΟΦΡΑΓΜΑΤΩΝ +146.0 Μ) .....	135
ΕΙΚΟΝΑ 6-11 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ .....	135
ΕΙΚΟΝΑ 6-12 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΤΡΑΤΟΥ (ΣΤΕΨΗ +60.0 Μ) .....	136
ΕΙΚΟΝΑ 6-13 ΣΧΕΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΣΤΡΑΤΟΥ.....	136
ΕΙΚΟΝΑ 7-1 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ04 .....	1
ΕΙΚΟΝΑ 7-2 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=100 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ04 .....	2
ΕΙΚΟΝΑ 7-3 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=1000 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ04 .....	3
ΕΙΚΟΝΑ 7-4 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=50 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ04 .....	1
ΕΙΚΟΝΑ 7-5 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=100 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ04 .....	2
ΕΙΚΟΝΑ 7-6 ΧΑΡΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΙΧΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ T=1000 ΕΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΟΥ ΥΔ04 .....	3



**ΠΙΝΑΚΕΣ**

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΏΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΓΙΑ 24Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ.....	10
ΠΙΝΑΚΑΣ 2-2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΏΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΒΡΟΧΟΓΡΑΦΩΝ ΤΟΥ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	12
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΤΜΗΜΕΝΩΝ ΛΕΙΟΥ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ SCS.....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-4 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-8 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-9 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-10 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-11 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-12 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-13 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-14 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-15 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-16 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-17 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-18 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-19 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-20 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-21 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-22 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-23 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-24 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-25 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-26 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	82
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-27 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-28 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-29 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-30 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-31 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ).....	90
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-32 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ.....	90

ΠΙΝΑΚΑΣ 5-33 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-34 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-35 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-36 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-37 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-38 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ) .....	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-39 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-40 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-41 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-42 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ) .....	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-43 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-44 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-45 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-46 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-47 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-48 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-49 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ) .....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-50 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-51 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΛΑΔΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΑ) .....	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ .....	127
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΕΤΑΞΥ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΚΥΚΛΟΥ .....	1
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΔΙΧΜΗΣ ΜΕΤΑΞΥ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΑΙ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΚΥΚΛΟΥ.....	1

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΈΚΘΕΣΗΣ

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

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

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

## 1.2 ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

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

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

- Κορίνα-Κωνσταντίνα Δρακάκη, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
- Μαρίνα Πάσιου Κεφαλίδου, Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, MSc Γεωτεχνικός
- Γεώργιος Μαρκόπουλος-Σαρίκας, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Fluid Mechanics, Imperial College London
- Από το γραφείο **ENVECO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.**
  - Γεώργιος Κοτζαγεώργης, Βιολόγος, Περιβαλλοντολόγος, PhD
  - Σπυρίδων Παπαρηγορίου, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, Μηχανικός Περιβάλλοντος MSc, Μηχανικός Υδατικών Πόρων Dipl., Οικονομία Περιβάλλοντος MLitt
  - Μιχάλης Μαρουλάκης, Βιολόγος Παν. Αθηνών, Τεχνολόγος – Ιχθυολόγος
  - Θεοδότη Βέργου, Πολιτικός Μηχανικός, Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών πόρων MSc
  - Κωνσταντίνα Πυργάκη, Γεωλόγος MSc Χημεία, Τεχνολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος
  - Αντώνης Αρβανίτης, Γεωλόγος/ Περιβαλλοντολόγος MSc Εφαρμοσμένη Γεωλογία
  - Κωνσταντίνα Καβούρη, Γεωλόγος MSc
- **Χρήστος Σαλόγιαννος**, Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ
- **Μαρία-Βασιλική Καρακώστα**, Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός ΑΠΘ
- **Βασίλειος Περλέρος**, 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.gr](mailto:central@gk-consultants.gr)

### 1.3 ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ

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 Ύδατος, ΠΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ με Α΄ βαθμό.

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

#### Επικοινωνία:

#### **Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας / Ειδική Γραμματεία Υδάτων**

Μεσογείων 119, 115 26, Αθήνα

Τηλ.: +30 213 1513 759

### 1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΈΚΘΕΣΗΣ

Η παρούσα έκθεση αποτελείται από 6 κεφάλαια.

Το κεφάλαιο 1 είναι η παρούσα εισαγωγή στο παραδοτέο.

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

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

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

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

Τέλος στο κεφάλαιο 6, λόγω της μεγάλης έκτασης και πολυπλοκότητάς της, παρουσιάζεται ξεχωριστά η λεκάνη του Αχελώου μαζί με τα αναλυτικά αποτελέσματα της υδρολογικής προσομοίωσης

### 1.5 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΝ 1<sup>ο</sup> ΚΥΚΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/ΕΚ

Σε σχέση με τον 1<sup>ο</sup> 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<sup>η</sup> Αναθεώρηση της ΠΑΚΠ, οι οποίες είναι περισσότερες σε αριθμό και σε έκταση σε σχέση με τις ΖΔΥΚΠ του 1<sup>ου</sup> κύκλου. Με βάση αυτό πραγματοποιήθηκε υδρολογική ανάλυση και παραγωγή υδρογραφημάτων σε 20 αντί για 12 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών) στον 1<sup>ο</sup> κύκλο.
- Οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των υδρογραφημάτων βροχόπτωσης ανά υπολεκάνη έχουν προκύψει με αναθεώρηση της σχετικής μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε κατά τον 1<sup>ο</sup> κύκλο του ΣΔΚΠ και αξιοποιώντας τα πλέον πρόσφατα δεδομένα βροχομετρικών μεγίστων. Επιπλέον, η ανάλυση εκτίμησης των παραμέτρων έλαβε χώρα για όλη την επικράτεια της χώρας και όχι ξεχωριστά ανά ΥΔ, οπότε αντιμετωπίστηκαν ζητήματα έντονων διαφοροποιήσεων στα όρια των ΥΔ. Οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών παραμένουν πέντε (5), με τις δύο από αυτές να είναι σταθερές για όλη την επικράτεια της χώρας και τις τρεις (3) να εμφανίζουν χωρική μεταβλητότητα.
- Η εκτίμηση των υδρολογικών απωλειών μέσω της μεθόδου SCS-CN βασίστηκε σε επικαιροποιημένη έκδοση του χάρτη του CN πιο πρόσφατα δεδομένα χρήσεων γης (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2020). Επιπλέον, λήφθηκαν υπόψη οι πυρκαγιές έως το 2022 και η πιθανή επίδρασή τους στην τιμή του CN.

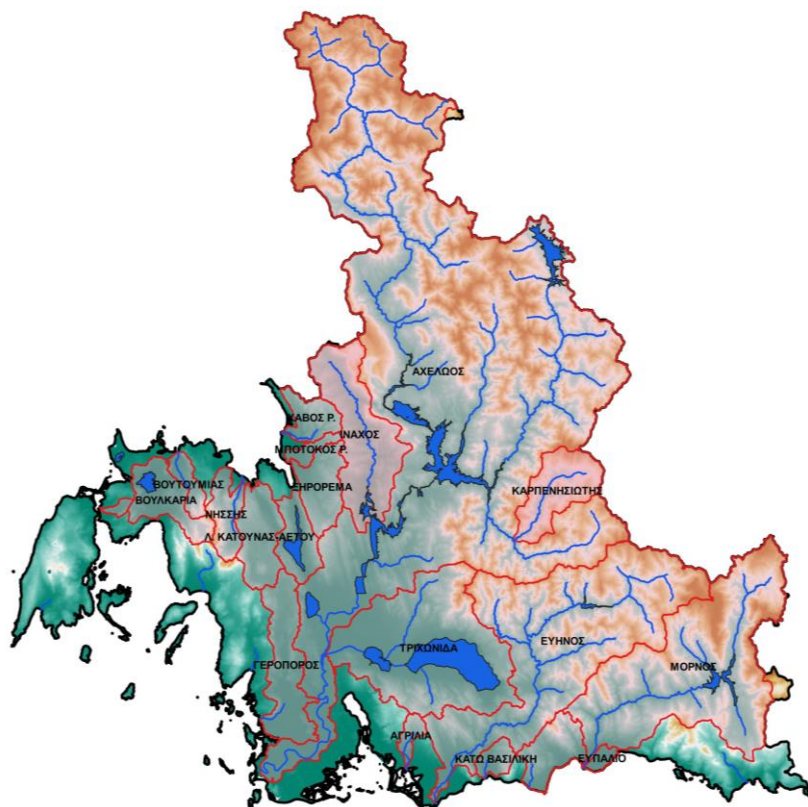


## 2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης, όπου παράγονται πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού, καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, συνολικής έκτασης 10 498 km<sup>2</sup> (από τα οποία τα 303 km<sup>2</sup> ανήκουν στην Λευκάδα). Περιλαμβάνει τις Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ) που έχουν καθοριστεί σε εφαρμογή της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ και της Κ.Υ.Α. Η.Π. 31822/1542/Ε103/21.7.2010, και τις ανάντη λεκάνες απορροής των υδατορευμάτων που διατρέχουν τις εν λόγω ζώνες.

Στο πλαίσιο της μελέτης, πραγματοποιείται υδρολογική προσομοίωση των λεκανών απορροής των τριών μεγάλων ποταμών του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (Μόρνος, Εύηνος, Αχελώος), η απορροή των οποίων ρυθμίζεται από ταμιευτήρες. Προσομοίωση γίνεται και για μικρότερα υδατορεύματα διαλείπουσας ή χειμαρρικής ροής που διέρχονται από κάποια ΖΔΥΚΠ, καθώς και σε κλειστές λεκάνες, οι οποίες απορρέουν σε λίμνες (Τριχωνίδα, Λυσιμαχία, Οζερός, Αμβρακία). Συνολικά, εξετάζονται 20 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών), που χωρίζονται σε υπολεκάνες (Εικόνα 2-1).



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

Οι ιδιαιτερότητες της περιοχής μελέτης είναι: (α) το μεγάλο μέγεθος των λεκανών απορροής, (β) η ύπαρξη μεγάλων υδροηλεκτρικών φραγμάτων (Πλαστήρας – φράγμα πλήρους εκτροπής, Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος στον Αχελώο), καθώς και φραγμάτων μερικής (Εύηνος) και πλήρους (Μόρνος) εκτροπής, που εξυπηρετούν το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, και (γ) οι ύπαρξη μεγάλου αριθμού λιμνών. Ειδικότερα, το φράγμα Κρεμαστών, λόγω του πολύ μεγάλου μεγέθους του, εξασφαλίζει

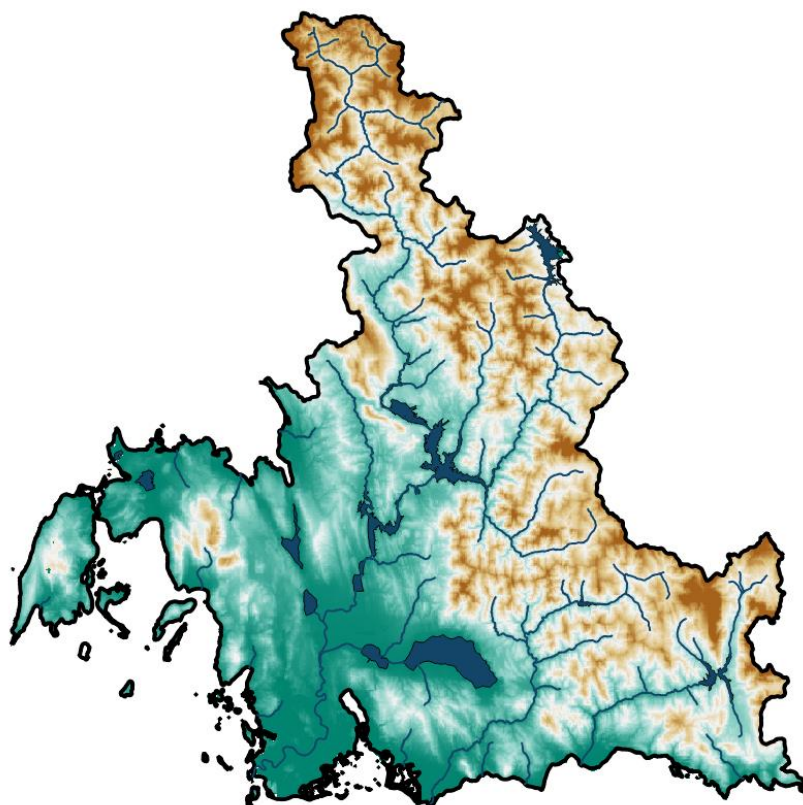
πλήρη, πρακτικά, ανάσχεση των πλημμυρικών παροχών του άνω ρου του Αχελώου. Η διαχείριση των πλημμυρών στον Αχελώο γίνεται κυρίως μέσω του φράγματος Στράτου.

Τονίζεται ότι στην προσομοίωση των πλημμυρών λαμβάνεται υπόψη και η υπολεκάνη ανάντη του φράγματος Πλαστήρα, παρόλο που η διαχείριση του εν λόγω έργου αφορά στις χρήσεις νερού στη Θεσσαλία. Όπως και στον ταμιευτήρα Μόρνου, πρόκειται για έργα πλήρους εκτροπής, για τα οποία θεωρείται ότι οι πλημμυρικές ροές τους διοχετεύονται στην κατάντη λεκάνη, μέσω του υπερχειλιστή.

## 2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 2.2.1 Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων

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



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



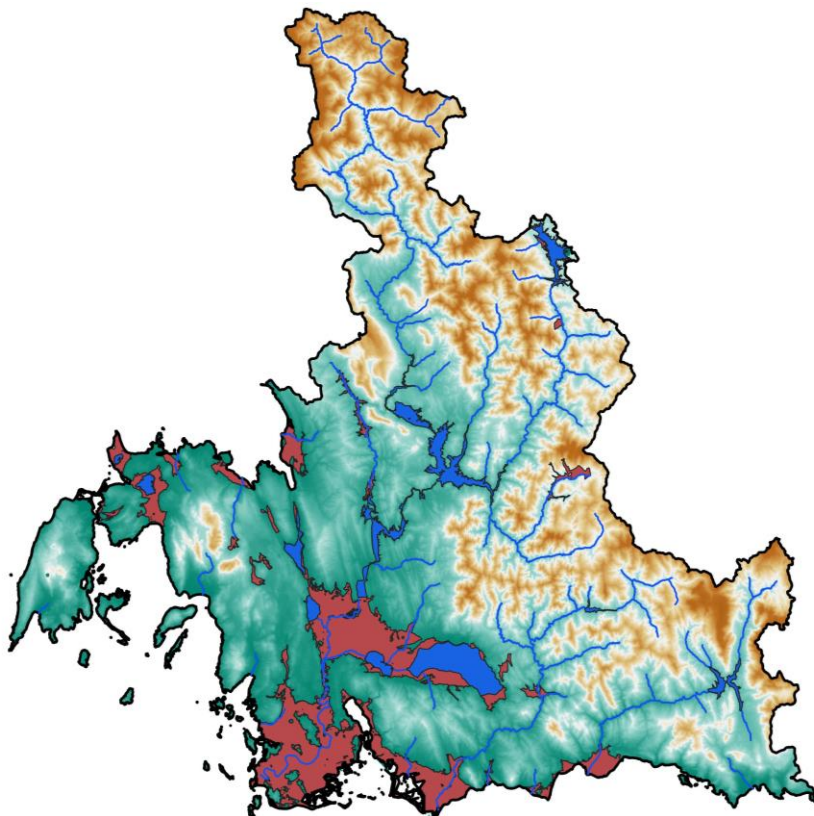
### 2.2.2 Υδρογραφικό Δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο, που απεικονίζεται στην Εικόνα 2-2, έχει διαμορφωθεί σε εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, και περιλαμβάνει τα κύρια υδατορεύματα της περιοχής μελέτης. Τα ποτάμια μόνιμης ροής που εξετάζονται είναι ο Μόρνος, ο Εύηνος και ο Αχελώος. Ο τελευταίος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω της παρεμβολής τεσσάρων μεγάλων ταμιευτήρων, που πραγματοποιούν σημαντική ανάσχεση των πλημμυρικών ροών (ιδιαίτερα ο ταμιευτήρας Κρεμαστών). Στο ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας αναπτύσσονται και μικρότερα υδατορεύματα, που εκβάλλουν στον Αμβρακικό και τον Κορινθιακό Κόλπο.

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

### 2.2.3 Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας

Στο πλαίσιο της Οδηγίας 2007/60/ΕΚ, άρθρα 4 και 5, και της ΚΥΑ ΗΠ 31822/1542/Ε103/21.7.2010, πραγματοποιήθηκε η 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση της Προκαταρκτικής Αξιολόγησης των Κινδύνων Πλημμύρας σε όλα τα Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας. Από την αξιολόγηση αυτή προσδιορίστηκαν οι σημαντικές ιστορικές πλημμύρες, από πλευράς επιπτώσεων, και οι Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας (ΖΔΥΚΠ).



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

Οι ΖΔΥΚΠ καλύπτουν μικρό ποσοστό του ΥΔ (1022 επί συνόλου 10 498 km<sup>2</sup>), και αφορούν στις χαμηλές περιοχές των τριών μεγάλων ποταμών (Αχελώος, Εύηνος, Μόρνος), τις παραλίμιες εκτάσεις γύρω από τις μεγάλες λίμνες της Αιτωλοακαρνανίας (Τριχωνίδα, Λυσιμαχία, Οζερός, Αμβρακία, Βουλκαρία), την περιοχή της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου, τις παραλίμιες εκτάσεις γύρω από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα, και κάποιες μικρές εκτάσεις στα κατάντη των ρεμάτων Αμφιλοχίας. Στα πλαίσια της 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης ΠΑΚΠ, προστέθηκαν και νέες περιοχές στις χαμηλές ζώνες των παραπόταμων του Αχελώου, Καρπενησιώτη και Ίναχου, καθώς και οι χαμηλές ζώνες των ρεμάτων Βουτουμιάς και Νήσσης. Τα όρια των ζωνών φαίνονται στον χάρτη της Εικόνας 2-3.

#### 2.2.4 Λεκάνες Απορροής

Με βάση το υδρογραφικό δίκτυο και τις ΖΔΥΚΠ, η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 20 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών), τα όρια των οποίων απεικονίζονται στον χάρτη της Εικόνας 2-1. Στα ορεινά και ημιορεινά τμήματα του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, οι λεκάνες χαραχτήκαν με βάση το ΨΜΕ διάστασης 5×5 m, ενώ στις πιο πεδινές περιοχές χρησιμοποιήθηκε, κατά περίπτωση, το ΨΜΕ διάστασης 1×1 m, σε συνδυασμό με χάρτες του κτηματολογίου καθώς και δορυφορικές εικόνες του Google Earth. Η χάραξη με βάση υψηλότερης ανάλυσης πληροφορία ήταν αναγκαία καθώς στα πεδινά τμήματα, όπου και αναπτύσσονται οι ΖΔΥΚΠ, τα υδατορεύματα είναι διευθετημένα και δεν ακολουθούν πλήρως τη φυσική κλίση του εδάφους. Ακόμη, σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ., σύστημα Τριχωνίδας-Λυσιμαχίας), υπάρχουν εκτροπές νερού που διαφοροποιούν τα πραγματικά όρια των υδροκριτών.

Σημειώνεται ότι για τις ανάγκες της υδρολογικής μοντελοποίησης, στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτήθηκε ακόμα πιο λεπτομερής κατάτμηση σε υπολεκάνες, όπως εξηγείται στο Κεφάλαιο 4. Με την κατάτμηση αυτή, διαμορφώθηκε μια ημικατανομημένη σχηματοποίηση της αντίστοιχης λεκάνης απορροής, θεωρώντας κόμβους στις εισόδους των ζωνών και τις συμβολές των κύριων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της.

#### 2.2.5 Χάρτες Χωρικής Κατανομής Παραμέτρου CN

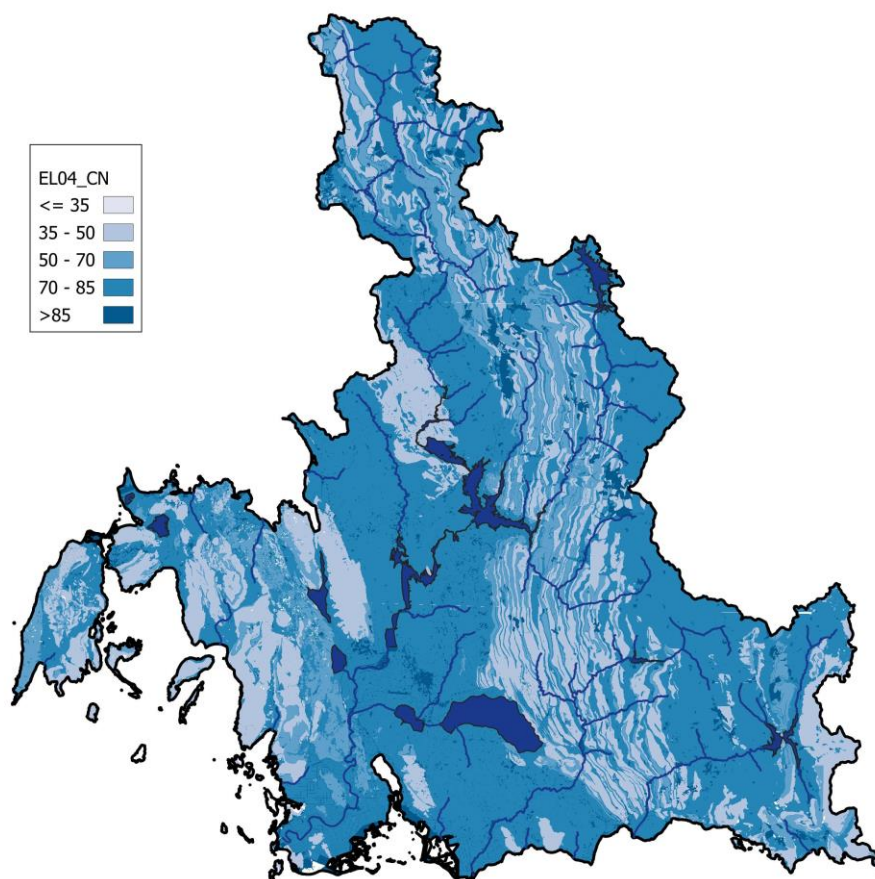
Ο αριθμός καμπύλης απορροής (runoff curve number, CN) είναι μια χαρακτηριστική παράμετρος της λεκάνης απορροής, που προτάθηκε από την Soil Conservation Service (SCS, 1972) προκειμένου να συμπυκνώσει τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης σε μια μοναδική αντιπροσωπευτική τιμή. Στην παρούσα μελέτη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

Η εκτίμηση της παραμέτρου CN για μέσες συνθήκες υγρασίας έγινε σε επίπεδο φατνίου (grid cell), με βάση χάρτες υδατοπερατότητας εδαφών και κάλυψης γης, ακολουθώντας τη μεθοδολογία που είχε αναπτυχθεί στα πλαίσια του 1<sup>ου</sup> κύκλου των ΣΔΚΠ (βλέπε: [https://floods.ypeka.gr/egyfloods/reports/Ipologismos\\_CN.pdf](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<sup>ης</sup> Αναθεώρησης ΣΔΚΠ με τον αντίστοιχα χάρτη χρήσεων γης, ο οποίος βασίστηκε στα δεδομένα του ΟΠΕΚΕΠΕ (2020). Και οι δύο χάρτες επικαιροποιήθηκαν στα πλαίσια του Παραδοτέου Π02 «Ανάλυση Μηχανισμών Πλημμύρας και Χαρακτηριστικών Περιοχής». Από την τομή των δύο χωρικών επιπέδων προέκυψε ο χάρτης (αρχείο raster) της Εικόνας 2-4 (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 ΥΔ04 και μόνον σε μία υπολεκάνη στον π. Νήσση επηρέασε αυξητικά την τελική τιμή του.

Παρατηρείται ότι σε μεγάλο τμήμα της περιοχή μελέτης εμφανίζονται σχετικά υψηλές τιμές του CN, το οποίο υποδηλώνει ευνοϊκές συνθήκες για την παραγωγή επιφανειακής απορροής. Εξαιρέση αποτελούν το κεντρικό τμήμα του ΥΔ, καθώς και το ανατολικό τμήμα της λεκάνης του Μόρνου, όπου λόγω της ανάπτυξης καρστικών σχηματισμών, οι τιμές της παραμέτρου είναι σαφώς μικρότερες, το οποίο οδηγεί και σε σημαντικές διαφορές στο υδατικό δυναμικό των επιμέρους λεκανών (π.χ. το ύψος απορροής στον ταμιευτήρα Ευήνου είναι διπλάσιο σε σχέση με το αντίστοιχο του Μόρνου).



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

Σε σχέση με την αντίστοιχη εργασία που είχε πραγματοποιηθεί στα πλαίσια του 1ου Κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας, όπου για την εξαγωγή του CN είχαν χρησιμοποιηθεί δεδομένα του ΟΠΕΚΕΠΕ του 2014, παρατηρείται μία μικρή αύξηση στη συνολική τιμή του CN στο ΥΔ της τάξης του 2.4% (από 69.34 σε 71.05). 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<sup>ο</sup> 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 ΥΔ04 είναι αμελητέα, όπως αναφέρεται και στα παραπάνω.

## 2.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 2.3.1 Σημειακές Όμβριες Καμπύλες

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

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

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

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

Σε προηγούμενο στάδιο του έργου καταρτίστηκαν όμβριες καμπύλες στις θέσεις 74 βροχομετρικών σταθμών και 26 βροχογράφων της περιοχής μελέτης, που είναι συνεπείς με τη στατιστική δίαιτα των ισχυρών καταιγίδων του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας.

**Πίνακας 2-1** Παράμετροι σημειακών όμβριων καμπυλών βροχομετρικών σταθμών ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας για 24h διάρκεια βροχόπτωσης

Σταθμοί	Παράμετροι όμβριων καμπυλών		
	$\xi$ (-)	$\lambda^{(24\text{ h})}$ (mm/h)	$\beta$ (years)
ΑΓ. ΒΛΑΣΙΟΣ	0.02	35.62	0.034
ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	0.07	12.74	0.089
ΑΓΡΙΝΙΟ	0.19	1.61	0.010
ΑΘ. ΔΙΑΚΟΣ	0.01	78.93	0.022
ΑΚΤΙΟ	0.01	72.80	0.054
ΑΝΑΛΗΨΗ	0.21	1.48	0.010
ΑΝΑΤ. ΦΡΑΓΚΙΣΤΑ	0.03	66.75	0.198
ΑΝΔΡΑΝΟΒΟ	0.02	41.13	0.011

Σταθμοί	Παράμετροι όβριων καμπυλών		
	$\xi$ (-)	$\lambda^{(24\text{ h})}$ (mm/h)	$\beta$ (years)
ΑΝΙΑΔΑ	0.18	2.22	0.010
ΑΡΑΧΩΒΑ	0.03	22.55	0.039
ΑΣΤΡΟΧΩΡΙ	0.06	12.06	0.010
ΑΧΥΡΑ	0.01	58.90	0.010
ΒΑΚΑΡΙΟ	0.03	28.48	0.013
ΒΑΡΒΑΡΙΑΔΑ	0.01	43.47	0.010
ΒΙΝΙΑΝΗ	0.18	1.80	0.010
ΒΟΝΙΤΣΑ	0.02	46.86	0.065
ΒΡΑΓΓΙΑΝΑ	0.01	46.53	0.010
ΓΑΒΑΛΟΥ	0.01	56.73	0.038
ΓΕΦ. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ	0.02	59.12	0.146
ΓΡΑΜΜΕΝΗ ΟΞΥΑ	0.01	57.53	0.010
ΓΡΑΝΙΤΣΑ	0.02	39.40	0.042
ΓΡΕΒΙΑ	0.14	2.85	0.010
ΓΡΗΓΟΡΙΟ	0.01	52.87	0.010
ΔΑΦΝΟΣ	0.02	31.16	0.014
ΘΕΟΔΩΡΙΑΝΑ ΔΕΗ	0.20	2.59	0.010
ΘΕΟΔΩΡΙΑΝΑ ΥΠΕΚΑ	0.21	2.85	0.010
ΘΕΡΜΟ	0.01	37.98	0.010
ΚΑΛΛΙΘΕΑ ΥΠΕΝ	0.02	37.74	0.079
ΚΑΡΙΤΣΑ	0.02	35.10	0.021
ΚΑΡΟΠΛΕΣΙ	0.31	0.99	0.010
ΚΑΡΟΥΤΕΣ	0.20	1.87	0.010
ΚΑΡΠΕΝΗΣΙ	0.02	38.46	0.027
ΚΑΤΑΦΥΛΛΙΟ	0.01	62.77	0.057
ΚΑΤΑΦΥΤΟ	0.02	53.85	0.061
ΚΟΝΙΑΚΟΣ	0.04	22.78	0.037
ΚΟΝΙΣΚΑ	0.01	80.97	0.010
ΛΕΠΕΝΟΥ	0.01	49.14	0.010
ΛΕΣΙΝΙΟ	0.18	1.73	0.011
ΛΙΔΩΡΙΚΙ	0.17	1.72	0.010
ΜΑΛΛΑΝΔΡΙΝΟ	0.01	38.58	0.010
ΜΑΥΡΟΜΑΤΑ	0.11	5.20	0.010
ΜΙΚΡΟ ΧΩΡΙΟ	0.01	62.73	0.010
ΜΟΛΟΧΑ	0.15	2.74	0.010
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	0.01	44.84	0.010
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ ΔΕΗ	0.01	107.88	0.034
ΜΠΕΖΟΥΛΑ	0.01	69.58	0.029
ΜΥΡΙΚΗ	0.15	2.48	0.010



Σταθμοί	Παράμετροι όβριων καμπυλών		
	$\xi$ (-)	$\lambda^{(24\text{ h})}$ (mm/h)	$\beta$ (years)
ΠΑΛΑΙΡΟΣ	0.06	31.19	0.429
ΠΑΠΑΡΟΥΣΙ	0.01	48.28	0.010
ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟ	0.01	52.72	0.010
ΠΕΝΤΑΓΙΟΙ	0.01	60.71	0.014
ΠΕΡΔΙΚΑΚΙ	0.10	5.35	0.010
ΠΕΡΤΟΥΛΙ	0.01	66.93	0.010
ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	0.02	47.93	0.063
ΠΛΑΤΑΝΟΣ	0.01	59.19	0.018
ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ ΔΕΗ	0.04	20.79	0.029
ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ ΥΠΕΝ	0.03	45.67	0.127
ΠΥΡΑ	0.06	18.20	0.067
ΣΑΡΓΙΑΔΑ	0.02	31.83	0.017
ΣΤΑΜΝΑ	0.02	35.80	0.043
ΣΤΑΝΟΣ	0.01	61.02	0.019
ΣΥΚΕΑ	0.02	76.38	0.155
ΤΕΜΠΛΑ	0.02	35.89	0.054
ΤΡΙΚΛΙΝΟΣ	0.01	82.90	0.010
ΤΡΙΚΟΡΦΟ ΦΩΚΙΔΑΣ	0.01	52.88	0.010
ΤΡΙΠΟΤΑΜΟ	0.04	42.63	0.244
ΤΡΟΒΑΤΟ	0.04	77.15	0.273
ΥΗΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ	0.01	91.50	0.128
ΥΗΣ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ	0.01	78.71	0.051
ΥΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ	0.01	78.46	0.121
ΦΡ. ΜΟΡΝΟΥ	0.01	40.75	0.010
ΦΡ. ΠΛΑΣΤΗΡΑ	0.02	41.15	0.055
ΧΑΝΙ ΜΠΑΛΤΑ	0.17	2.74	0.010
ΧΕΛΙΔΟΝΑ	0.03	20.66	0.028

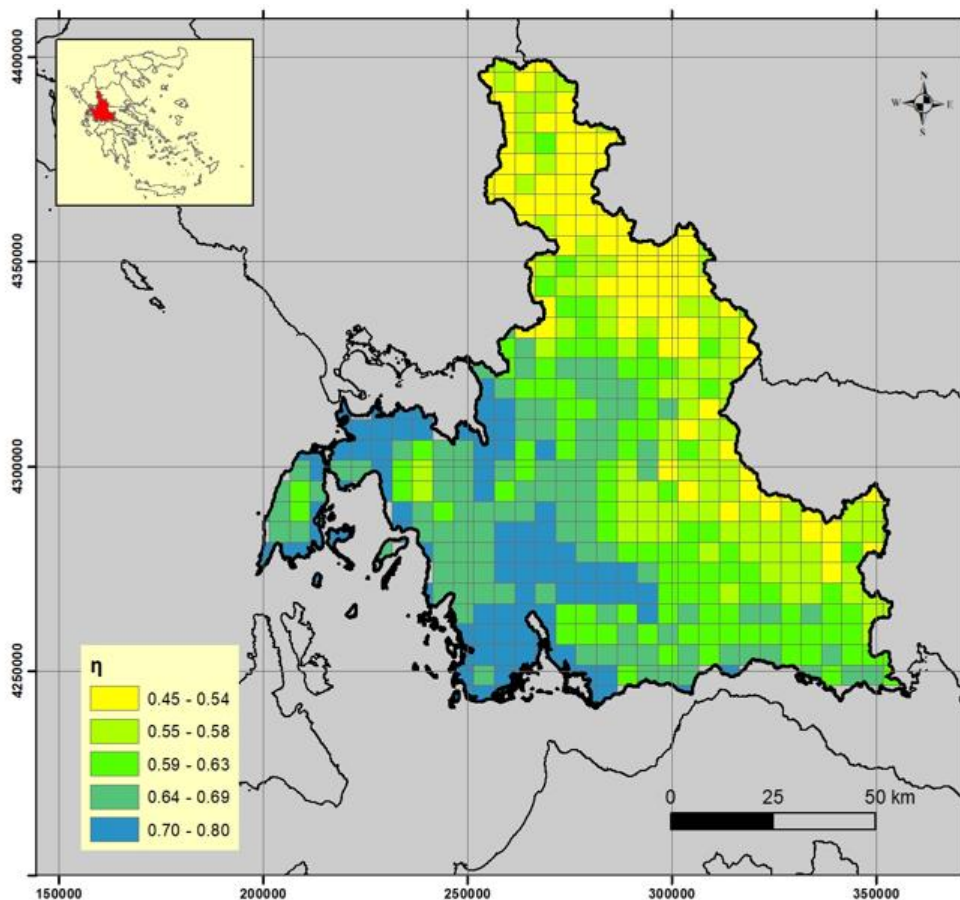
**Πίνακας 2-2** Παράμετροι σημειακών όμβριων καμπυλών στις θέσεις βροχογράφων του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας

Θέση Βροχογράφου	Παράμετροι Όμβριων καμπυλών				
	$\alpha$ (h)	$\eta$ (-)	$\xi$ (-)	$\lambda$ (mm/h)	$\beta$ (years)
ΑΓΡΙΝΙΟ ΕΑΑ	0.27	0.80	0.02	1051.73	0.012
ΑΓΡΙΝΙΟ ΕΜΥ	0.15	0.80	0.19	94.36	0.010
ΑΘ. ΔΙΑΚΟΣ	0.01	0.53	0.01	4704.45	0.022
ΑΚΤΙΟ	0.16	0.78	0.01	3526.24	0.054
ΑΡΓΙΘΕΑ	0.29	0.55	0.14	42.97	0.010
ΑΧΥΡΑ	0.51	0.70	0.01	876.94	0.010
ΓΡΑΜΜΕΝΗ ΟΞΥΑ	0.01	0.53	0.01	3414.08	0.010

Θέση Βροχογράφου	Παράμετροι Όμβριων καμπυλών				
	$\alpha$ (h)	$\eta$ (-)	$\xi$ (-)	$\lambda$ (mm/h)	$\beta$ (years)
ΔΡΥΜΩΝΑΣ	0.26	0.61	0.15	52.36	0.010
ΕΠΙΝΙΑΝΑ	0.01	0.55	0.10	565.18	0.010
ΘΕΟΔΩΡΙΑΝΑ ΔΕΗ	1.06	0.62	0.20	18.52	0.010
ΚΛΕΙΣΤΟ	0.01	0.63	0.05	1740.03	0.036
ΚΡΙΚΕΛΛΟ	0.01	0.53	0.11	403.98	0.029
ΛΕΣΙΝΙΟ	0.88	0.78	0.18	23.31	0.011
ΛΕΥΚΑΔΑ	0.15	0.72	0.03	979.77	0.022
ΛΙΔΩΡΙΚΙ	0.12	0.54	0.17	30.63	0.010
ΜΕΣΟΧΩΡΑ	0.23	0.52	0.01	1086.57	0.010
ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟ	0.18	0.85	0.01	3379.05	0.010
ΠΕΝΤΑΓΙΟΙ	0.01	0.60	0.01	6241.29	0.014
ΠΟΛΥΝΕΡΙ	11.06	0.96	0.02	158.27	0.010
ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ ΥΠΕΝ	0.44	0.63	0.03	571.47	0.127
ΠΡΟΥΣΟΣ	0.88	0.59	0.03	485.45	0.081
ΠΥΡΑ	0.01	0.50	0.06	851.30	0.067
ΥΗΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ	0.23	0.67	0.01	2064.01	0.128
ΥΗΣ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ	0.48	0.68	0.01	1137.41	0.051
ΦΟΥΣΙΑΝΑ	0.02	0.52	0.01	3416.97	0.010
ΦΡΑΓΜΑ ΜΟΡΝΟΥ	2.13	0.80	0.01	302.23	0.010

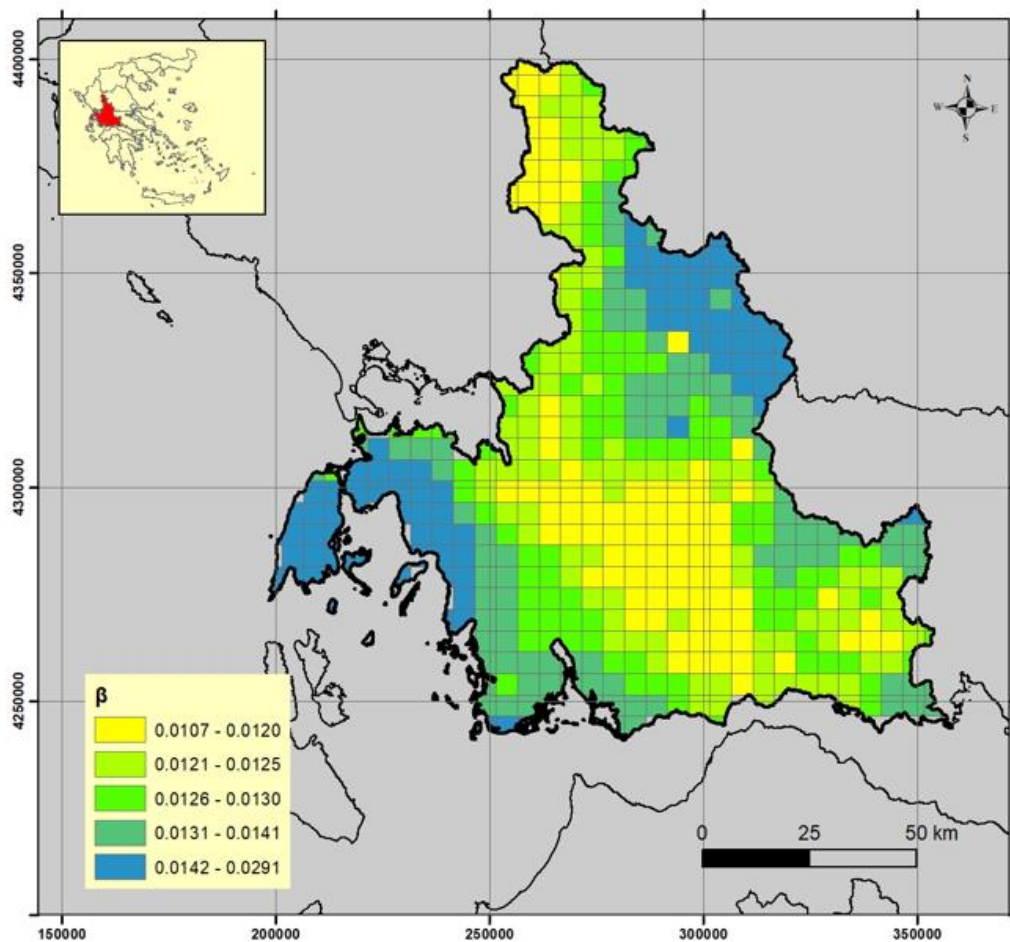
### 2.3.2 Χάρτες Χωρικής Κατανομής Παραμέτρων Όμβριων

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

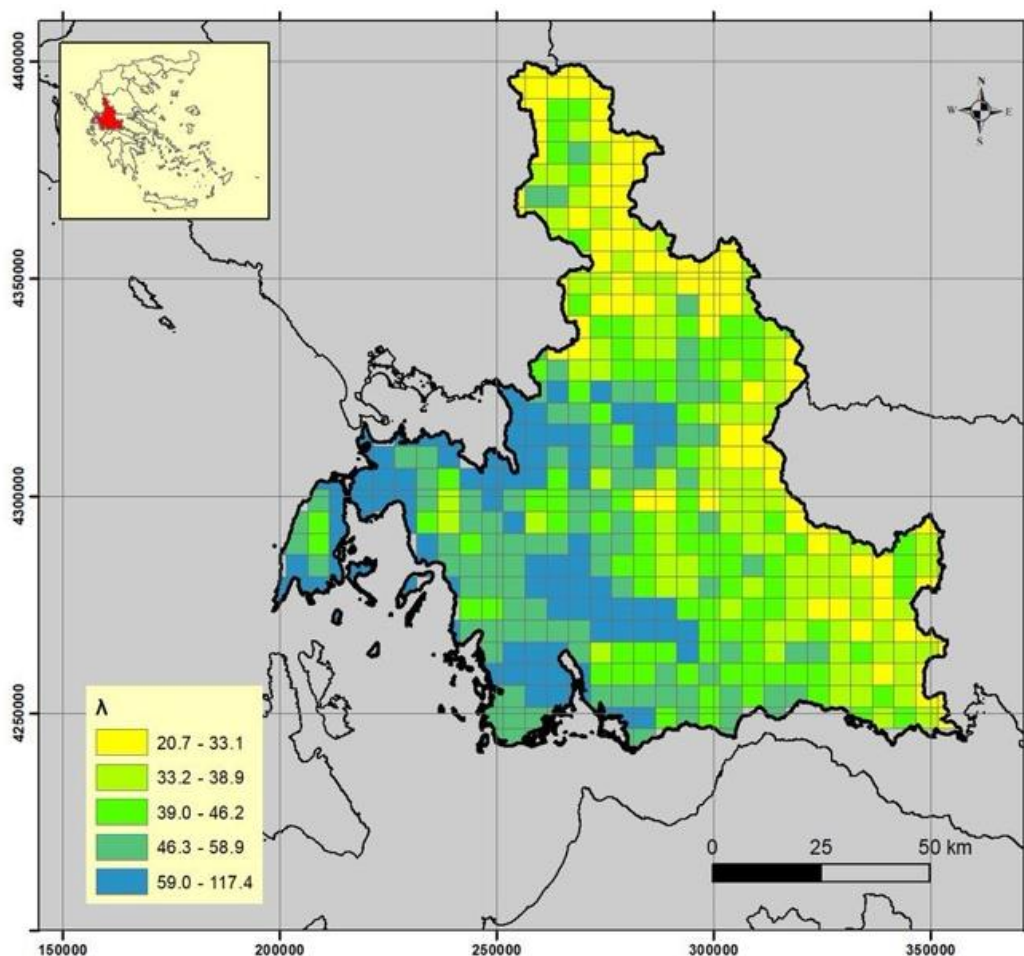


Εικόνα 2-5 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου  $\eta$  στο ΥΔ Δυτική Στερεάς Ελλάδας





Εικόνα 2-6 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου  $\beta$  στο ΥΔ Δυτική Στερεάς Ελλάδας



Εικόνα 2-7 Γεωγραφική κατανομή παραμέτρου  $\lambda$  στο ΥΔ Δυτική Στερεάς Ελλάδας

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

## 3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### 3.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

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

Στο ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας αναπτύσσονται ΖΔΥΚΠ σε 20 λεκάνες απορροής (ή συστήματα λεκανών). Για κάθε λεκάνη, που στη συνέχεια θα αναφέρεται και ως περιοχή μελέτης, διαμορφώνεται το υδρολογικό μοντέλο πλημμυρών, με το οποίο παράγονται τα πλημμυρογραφήματα στις διάφορες θέσεις ενδιαφέροντος κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, που καταλήγει σε έναν τελικό κόμβο εξόδου στη θάλασσα. Οι κλειστές λεκάνες (Τριχωνίδας, Λυσιμαχίας, κτλ.) δεν έχουν φυσική αποστράγγιση, οπότε οι απορροές καταλήγουν στις αντίστοιχες λίμνες.

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

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

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

### 3.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ

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

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

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

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

### 3.3 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### 3.3.1 Εκτίμηση Χρονικών Μεγεθών Βροχόπτωσης

Αρχικά καθορίζονται δύο θεμελιώδη χρονικά μεγέθη, που είναι η συνολική διάρκεια,  $D$ , και η χρονική διακριτότητα,  $\Delta t$ , 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 ( $\text{km}^2$ ),  $L$  το μήκος της μεγαλύτερης διαδρομής νερού στη λεκάνη (km) και  $\Delta z$  η υψομετρική διαφορά του μέσου υψομέτρου της λεκάνης από το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της (m). Τα παραπάνω μεγέθη υπολογίζονται με εφαρμογές χωρικής επεξεργασίας σε περιβάλλον ΣΓΠ.

Με βάση τη διεθνή πρακτική, και με δεδομένο ότι στην κατάρτιση των υετογραφημάτων σχεδιασμού εφαρμόζονται οι μέθοδοι των εναλλασσόμενων μπλοκ και της δυσμενέστερης διάταξης (βλ. 3.3.3), η διάρκεια βροχής θα πρέπει να είναι σημαντικό πολλαπλάσιο (αρκετά μεγαλύτερο του διπλάσιου) του χρόνου συγκέντρωσης της λεκάνης. Γενικά, στις μεγάλης κλίμακας λεκάνες της μελέτης εφαρμόζονται διάρκειες βροχής 48 h, ενώ στις μικρότερες εφαρμόζονται βροχές διάρκειας 12 ή 24 h. Το χρονικό βήμα πρέπει να είναι υποπολλαπλάσιο του μικρότερου από τους χρόνους συγκέντρωσης των υπολεκανών, ώστε να μπορεί να απεικονιστεί σωστά το σχήμα του μοναδιαίου υδρογραφήματος της υπολεκάνης. Όπως εξηγείται παρακάτω, η αιχμή του μοναδιαίου υδρογραφήματος εμφανίζεται σε χρόνο λίγο μεγαλύτερο του 60% του χρόνου συγκέντρωσης (βλ. 3.4.2). Λαμβάνοντας υπόψη ότι το ελάχιστο μέγεθος υπολεκανών είναι  $10 \text{ km}^2$ , εφαρμόζουμε, γενικά, χρονικό βήμα 15 min.

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

### 3.3.2 Εκτίμηση Παραμέτρων Όμβριων Καμπυλών Υπολεκανών

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

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

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

Η σχέση **3.2**) περιλαμβάνει πέντε παραμέτρους ( $\lambda_*$ ,  $\beta_*$ ,  $\xi$ ,  $\alpha$ ,  $\eta_*$ ), 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  $\lambda_*$ ,  $\beta_*$  και  $\eta_*$ , εφαρμόζεται η μέση τιμή όλων των κελιών που βρίσκονται εντός των ορίων της υπολεκάνης, η οποία υπολογίζεται από τους χάρτες χωρικής παρεμβολής των Εικόνων 2-5, 2-6 και 2-7.

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

### 3.3.3 Παραγωγή Υετογραφήματων Σχεδιασμού Υπολεκανών

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



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

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

### 3.3.4 Επιφανειακή Αναγωγή Σημειακών Εντάσεων Βροχής

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

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

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

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

όπου  $\varphi$  ο αδιάστατος συντελεστής επιφανειακής αναγωγής,  $A$  η έκταση της λεκάνης σε  $\text{km}^2$  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  $\text{km}^2$ ).

Η διαδικασία επιφανειακής αναγωγής, με εφαρμογή του συντελεστή  $\varphi$ , γίνεται κατά τον υπολογισμό των τμηματικών εντάσεων βροχής  $i(d, T)$ , θεωρώντας την έκταση της συνολικής λεκάνης,  $A$  (και όχι τις επιμέρους εκτάσεις των υπολεκάνων). 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 υπολεκάνων). Επισημαίνεται ότι η χρονική κατανομή των τμηματικών υψών βροχής για την παραγωγή του υετογραφήματος σχεδιασμού της υπολεκάνης, είτε με τη μέθοδο των εναλλασσόμενων μπλοκ είτε με αυτή της δυσμενέστερης διάταξης, γίνεται μετά την εφαρμογή του συντελεστή  $\varphi(d, A)$  στα τμηματικά ύψη.

### 3.4 ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### 3.4.1 Εκτίμηση Υδρολογικών Ελλειμμάτων με τη Μέθοδο SCS-CN

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

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

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

Βάσει των παραπάνω παραδοχών, προκύπτει η ακόλουθη εμπειρική σχέση:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Ομάδα Α:** Εδάφη με μεγάλους ρυθμούς διήθησης, π.χ. αμμώδη και χαλκώδη με πολύ μικρό ποσοστό υλός και αργίλου.

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



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

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

Στη συνέχεια, ορίζει τρεις τύπους προηγούμενων συνθηκών υγρασίας:

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

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

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

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

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

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

Η εφαρμογή της μεθόδου SCS-CN γίνεται σε κλίμακα υπολεκάνης, θεωρώντας το υετογράφημα σχεδιασμού για την αντίστοιχη περίοδο επαναφοράς και υδρολογική συνθήκη. Θεωρώντας  $h_{a0} = 0.2S$ , μοναδικό δεδομένο εισόδου είναι ο αριθμός CN της υπολεκάνης. Για μέσες υδρολογικές συνθήκες, η παράμετρος CN εκτιμάται (κατ' αντιστοιχία με τις παραμέτρους των όμβριων καμπυλών και τα αδιαστατοποιημένα όρια εμπιστοσύνης τους) ως η μέση τιμή των 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:

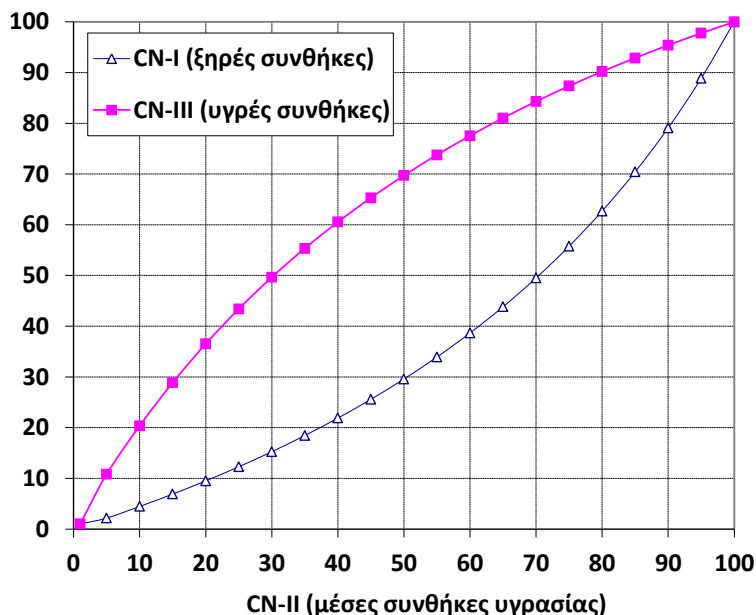
$$CN_I = \frac{4.2 CN_{II}}{10 - 0.058 CN_{II}} \quad (3.7)$$

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

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 δυναμικής κατακράτησης, που συνδυαζόμενο με το αντίστοιχο εύρος τιμών της βροχόπτωσης (όπως προκύπτει με βάση τα όρια εμπιστοσύνης των όμβριων καμπυλών), οδηγεί σε εντυπωσιακά μεγάλες διαφορές στις εκτιμήσεις των πλημμυρικών μεγεθών, παρόλο που θεωρείται η ίδια περίοδος επαναφοράς της βροχόπτωσης σχεδιασμού. Δεδομένου ότι τιμές του  $CN_{II}$  της τάξης του 50 έως 60 είναι συνηθισμένες στην περιοχή μελέτης (λόγω της σχετικά υψηλής περατότητας των εδαφικών σχηματισμών και της ύπαρξης δασικής βλάστησης στα ορεινά τμήματα), αναμένονται πολύ έντονες αποκλίσεις στα υπολογιζόμενα πλημμυρικά μεγέθη, που επιβεβαιώνουν την έντονη αβεβαιότητα που διέπει τις εκτιμήσεις που βασίζονται σε μοντέλα τύπου επεισοδίου (Efstratiadis *et al.*, 2014).

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



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

### 3.4.2 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  $\Delta t$ , τότε ο υπολογισμός του πλημμυρογραφήματος εξόδου γίνεται με εφαρμογή της αρχής της επαλληλίας. Ειδικότερα, από κάθε επιμέρους τμήμα της ενεργού βροχόπτωσης στο χρονικό διάστημα  $[t, t + \Delta t]$  παράγεται το επιμέρους πλημμυρογράφημα, πολλαπλασιάζοντας το ύψος βροχής  $h_t$  με τις τεταγμένες του ΜΥ. Αν  $D$  είναι η συνολική διάρκεια της βροχόπτωσης σχεδιασμού, τότε παράγονται  $N = D/\Delta t$  υδρογραφήματα, που αθροίζονται χρονικά ώστε να προκύψει το συνολικό πλημμυρογράφημα στην έξοδο της υπολεκάνης.

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

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

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

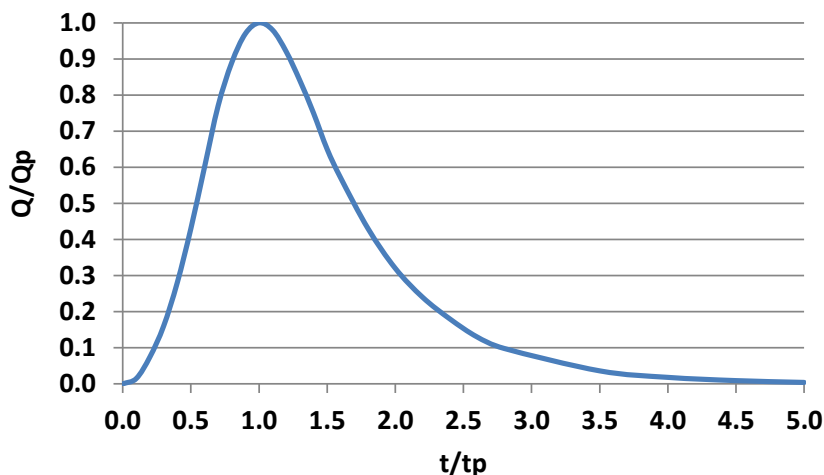
Το ΜΥ έχει χρόνο βάσης  $t_b = 5t_p$ , ενώ η παροχή αιχμής του δίνεται από τη σχέση:

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

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

**Πίνακας 3-1** Υπολογισμός τετμημένων λείου μοναδιαίου υδρογραφήματος της SCS.

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



**Εικόνα 3-2** Αδιαστατοποιημένο ΣΜΥ κατά SCS.

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

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

### 3.4.3 Εκτίμηση Χρόνου Συγκέντρωσης Υπολεκανών 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 20 λεκάνες, με εύρος μεγεθών από 170 έως 70 000 km<sup>2</sup>. 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 Grimaldi *et al.* (2012), αναλύοντας μεγάλο αριθμό επεισοδίων πλημμυρών, διαπίστωσαν ότι η ποσότητα  $t_c$  μπορεί να διαφέρει ακόμα και τάξη μεγέθους μεταξύ επεισοδίων καταιγίδας διαφορετικής έντασης. Η μεταβλητότητα αυτή εξηγείται φυσικά από την εξάρτηση της ταχύτητας του κινηματικού κύματος από την παροχή, που είναι ένα μη γραμμικό φαινόμενο (Koussis, 2009). Προφανώς, όσο μεγαλύτερη είναι η παραγωγή επιφανειακής απορροής, τόσο πιο γρήγορα θα φτάσει η απορροή αυτή στην έξοδο της λεκάνης. Για τον λόγο αυτό, στις προδιαγραφές της μελέτης συστήνεται η μείωση του χρόνου που προκύπτει από την σχέση Giandotti, σύμφωνα με την εμπειρική σχέση των Ευστρατιάδη κ.ά. (2014):

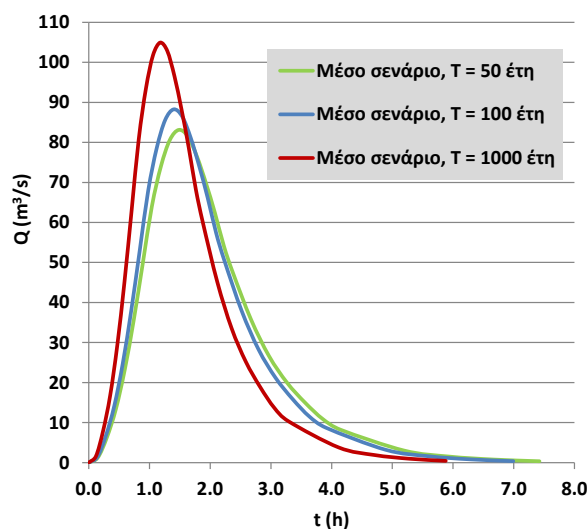
$$t_c(T) = t_c \sqrt{\frac{i(5)}{i(T)}} \quad (3.11)$$

όπου  $i(5)$  η κρίσιμη ένταση βροχής που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς  $T = 5$  έτη, για την οποία θεωρείται αντιπροσωπευτική η εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης κατά Giandotti, και  $i(T)$  η ένταση βροχής που αντιστοιχεί στην περίοδο επαναφοράς της μελέτης. Συνδυάζοντας την (3.11) με την εξίσωση της όμβριας καμπύλης της υπολεκάνης (εξ. 3.2), προκύπτει:

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

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

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. 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.

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 δίνεται στην Εικόνα 3-3.

#### 3.4.4 Βασική Απορροή

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

Για τις υπόλοιπες λεκάνες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από εφήμερη ή διαλείπουσα ροή, εφαρμόζονται γενικά οι τιμές ειδικής παροχής  $0.01, 0.02$  και  $0.05 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ , που θεωρείται ότι



αντιστοιχούν σε περιόδους επαναφοράς 50, 100 και 1000 έτη. Οι τιμές αυτές έχουν μικρή μόνο επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα. Γενικά, η αβεβαιότητα που οφείλεται στην εκτίμηση της βασικής ροής είναι επουσιώδης, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες αβεβαιότητες της διαδικασίας υδρολογικής προσομοίωσης.

### 3.4.5 Παραγωγή Τελικών Υδρογραφημάτων Σχεδιασμού

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

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

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

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

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

## 3.5 ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

### 3.5.1 Γενικά

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

Η απλούστερη και πλέον εύχρηστη κατηγορία αριθμητικών τεχνικών είναι οι υδρολογικές μέθοδοι, οι οποίες δεν αντιμετωπίζουν την πλήρη χωροχρονική εξέλιξη του φαινομένου αλλά ελέγχουν την στάθμη και την παροχή σε δύο σημεία, ανάντη και κατάντη (είσοδος και έξοδος υδατορεύματος). Το ενδιαμέσο τμήμα του αγωγού θεωρείται ως κλειστό υδρολογικό σύστημα, όπου η εξίσωση ποσότητας κίνησης αντικαθίσταται από μια συνάρτηση απόκρισης κλειστού τύπου ή από μια

εννοιολογική σχέση (Κουτσογιάννης, 2011). Ειδικότερα, αντί της εξίσωσης ορμής εφαρμόζεται μια σχέση έκφρασης του αποθηκευμένου όγκου συναρτήσει άλλων μεταβλητών που υπεισέρχονται στην εξίσωση συνέχειας:

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

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

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

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

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

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

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

### 3.5.2 Μέθοδος Muskingum

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

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

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

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

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

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

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

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

όπου  $\theta$  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 κατόντη, καθώς αποθηκεύεται νερό στο ποτάμι λόγω ανάσχεσης της πλημμύρας, ενώ στη συνέχεια η στάθμη αυξάνει από τα ανάντη προς τα κατόντη, 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  $K$ ,  $\theta$  και  $\Delta t$ . Το υπολογιστικό βήμα  $\Delta t$  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  $\theta$  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  $\theta$  μειώνεται. Η παράμετρος  $\theta$  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  $\theta$  προσεγγίζει την θεωρητικά μέγιστη τιμή 0.50.

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

Θεωρητικά, το χρονικό βήμα θα πρέπει να επιλέγεται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι εκτιμώμενες εκροές είναι μη αρνητικές. Στην ιδανική περίπτωση, θα πρέπει  $K = \Delta t$ , που σημαίνει ότι το υπολογιστικό βήμα ταυτίζεται με το μέσο χρόνο διαδρομής του κύματος στο υδατόρευμα. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε για την αποφυγή αρνητικών παροχών, το υπολογιστικό βήμα  $\Delta t$  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  $\Delta t$  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  $K'$ ,  $\theta$  και  $\Delta t$ . 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 διεργασίες αυτές αναφέρονται αποκλειστικά στους κόμβους του υδρογραφικού δικτύου και όχι στους ενδιάμεσους (υπολογιστικούς) κόμβους του αριθμητικού σχήματος επίλυσης.

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

### 3.5.3 Μέθοδος Χρονικής Υστέρησης

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

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

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

### 3.5.4 Εκτίμηση Χρονικής Παραμέτρου Μοντέλου Διόδευσης

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

Έστω λεκάνη απορροής, με γνωστό χρόνο συγκέντρωσης  $t_c$ . Σύμφωνα με τον ορισμό του  $t_c$ , πρόκειται για τον χρόνο που απαιτείται για να μεταφερθεί η απορροή από το πλέον απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης μέχρι τον κόμβο εξόδου. Η διαδρομή αυτή περιλαμβάνει τη ροή κατά μήκος του κυρίου υδατορεύματος της λεκάνης και τη ροή στην κύρια μισγάγκεια της υπολεκάνης που αποστραγγίζεται στον πλέον ανάντη κόμβο. Κατά κανόνα, το κύριο υδατόρευμα της συνολικής λεκάνης ταυτίζεται με τη μέγιστη διαδρομή κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου, ενώ αν στον ανάντη κόμβο συμβάλλουν περισσότερες υπολεκάνες, τότε θεωρείται αυτή με το μέγιστο χρόνο συγκέντρωσης  $t_A$ . Επισημαίνεται ότι στο υδρολογικό μοντέλο, οι ανάντη μισγάγκειες δεν απεικονίζονται ως κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου, καθώς οι απορροές των ανάντη 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  $\beta$  παράμετρος που θεωρείται κοινή σε όλο το μήκος του υδρογραφικού δικτύου. Στην πραγματικότητα, η παράμετρος αυτή είναι χωρικά μεταβλητή, καθώς εξαρτάται από την τραχύτητα, το βάθος ροής και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής (βλ. σχέση Manning). Ωστόσο, στην απλουστευμένη προσέγγιση που γίνεται θεωρείται ότι το βασικό μέγεθος που επιδρά στην ταχύτητα ροής είναι η κλίση του υδατορεύματος. Κατά συνέπεια, ο χρόνος ροής κατά μήκος του κλάδου είναι:

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

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

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

προκύπτει:

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

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

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

### 3.6 ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΜΕΣΩ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

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

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

όπου  $b$  το ενεργό πλάτος του υπερχειλιστή και  $c$  συντελεστής, με τυπικό εύρος τιμών 1.6 έως 2.3 (θεωρώντας ότι τα μεγέθη  $b$  και  $h$  δίνονται σε m, ενώ η παροχή σε m<sup>3</sup>/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, εφαρμόζονται μοντέλα διόδευσης σε οκτώ ταμιευτήρες (Μόρνος, Εύηνος, Πλαστήρας, Μεσοχώρα, Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος, Αχυρά), θεωρώντας, στις περισσότερες περιπτώσεις, εκροή από ελεύθερο υπερχειλιστή, με αρχική στάθμη ίση με την ανώτατη στάθμη λειτουργίας του αντίστοιχου έργου. Ειδικότερα, στην περίπτωση του υπερχειλιστή του φράγματος Καστρακίου, κατά μήκος του οποίου έχουν πρόσφατα τοποθετηθεί ανατρεπόμενα θυροφράγματα, εφαρμόζεται μια πολύ σύνθετη σχέση στάθμης-παροχή υπερχειλιστή, που λαμβάνει υπόψη τη διαδοχική ανατροπή των θυροφραγμάτων, πάνω από κάποια χαρακτηριστική πλημμυρική στάθμη.

## 4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

### 4.1 ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ

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

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

Αρχικά, επαναχαράσσεται το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο το ψηφιακό μοντέλων υψομέτρων ανάλυσης 5×5 m, στο οποίο ορίζεται κατάλληλο όριο συγκέντρωσης της απορροής (flow threshold). Κατά κανόνα, το όριο αυτό τίθεται ίσο με 10 km<sup>2</sup>, που σύμφωνα με τις επικαιροποιημένες Τεχνικές Προδιαγραφές αποτελεί το ελάχιστο μέγεθος λεκάνης για την εκτίμηση των πλημμυρικών ροών. Με χρήση των σχετικών εργαλείων χωρικής επεξεργασίας σε περιβάλλον ΣΓΠ παράγονται τα επίπεδα συγκέντρωσης ροής (flow accumulation) και διεύθυνσης ροής (flow direction), με βάση τα οποία παράγεται ξανά το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης, με μεγαλύτερη ωστόσο λεπτομέρεια.

Στη συνέχεια, τοποθετούνται *κόμβοι* (junctions) στις θέσεις τομής του υδρογραφικού δικτύου με το αρχικό, αδρομερές, επίπεδο λεκανών απορροής (ώστε να διατηρηθούν οι αρχικές θέσεις παραγωγής των υδρογραφήματων, 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 μετασηματίζεται 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 προσμετρώνται στους κλάδους του τελικού δικτύου). Το τελικό υδρογραφικό δίκτυο, που στη γενική περίπτωση είναι δενδροειδούς τύπου, καταλήγει απαραίτητα στον έναν και μοναδικό *κόμβο εξόδου* της λεκάνης (outlet).

## 4.2 ΕΠΙΠΕΔΑ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ

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

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

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

Η τοπολογία του υδρολογικού συστήματος ορίζεται πλήρως ως εξής:

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

## 4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

### 4.3.1 Λεκάνη Απορροής

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

- έκταση
- μέσο υψόμετρο
- μέγιστο μήκος ροής

Ακόμη, από την τοπολογία του μοντέλου είναι γνωστό το υψόμετρο του κόμβου εξόδου της λεκάνης.



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

Επισημαίνεται ότι ως μέσο υψόμετρο θεωρείται, γενικά, η μέση τιμή των υψομέτρων όλων των κυττάρων του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Ωστόσο, σε λεκάνες με έντονα 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 3.3.1, γενικά λαμβάνεται χρονικό βήμα 15 min.

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

#### 4.3.2 Κόμβοι

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

#### 4.3.3 Υδατορεύματα

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

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

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

Κοινή παράμετρος των δύο μεθόδων είναι η χρονική απόσταση  $K$ , η οποία εκτιμάται με βάση την ημιεμπειρική προσέγγιση του εδαφίου 3.5.4. Η παράμετρος αυτή εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από τους χρόνους συγκέντρωσης της συνολικής λεκάνης και της πλέον ανάντη υπολεκάνης, και κατά συνέπεια διαφοροποιείται για κάθε υδρολογικό σενάριο. Στους υπολογισμούς, υπεισέρχεται και η παράμετρος  $\beta$  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  $\theta$ , που γενικά λαμβάνεται ίση με 0.20.

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

#### 4.3.4 Υπολεκάνες

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

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

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

- οι παράμετροι  $\lambda$ ,  $\beta$ , και  $\eta$  των όμβριων καμπυλών
- η παράμετρος  $CN_{II}$  για συνθήκες υγρασίας τύπου II

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

Τέλος, ορίζεται η (σταθερή) βασική απορροή της υπολεκάνης, που θεωρείται ότι διαφοροποιείται για τις τρεις περιόδους επαναφοράς της μελέτης. Όπως εξηγείται στην ενότητα 3.4.4, οι τιμές ειδικής παροχής που εφαρμόζονται θεωρείται ότι αυξάνουν συναρτήσει της περιόδους επαναφοράς. Οι τιμές αυτές πολλαπλασιάζονται επί την έκταση της υπολεκάνης, οπότε προκύπτει οι αντίστοιχες τιμές της βασικής απορροής  $Q_b$ , σε μονάδες παροχής ( $m^3/s$ ).

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

- ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης κατά Giandotti (εξ. 3.1)
- οι παράμετροι  $CN_I$  και  $CN_{III}$  για συνθήκες υγρασίας τύπου I και III, μέσω των σχέσεων (3.7) και (3.8), αντίστοιχα
- οι τιμές της μέγιστης δυνητικής κατακράτησης,  $S$ , για τις τρεις συνθήκες υγρασίας, μέσω της σχέσης (3.6)
- οι τιμές του ύψους αρχικών ελλειμμάτων,  $h_{a0}$ , για τις τρεις συνθήκες υγρασίας, που στη μελέτη γενικά λαμβάνονται ίσες με το 20% της αντίστοιχης μέγιστης δυνητικής κατακράτησης
- η ένταση βροχής για διάρκεια  $D$  και περιόδους επαναφοράς  $T = 50, 100$  και  $1000$  έτη, που εκτιμάται μέσω της όμβριας καμπύλης (3.2) και αναφέρεται σε «μέσες» συνθήκες

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

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

## 5 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΥΔ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

### 5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

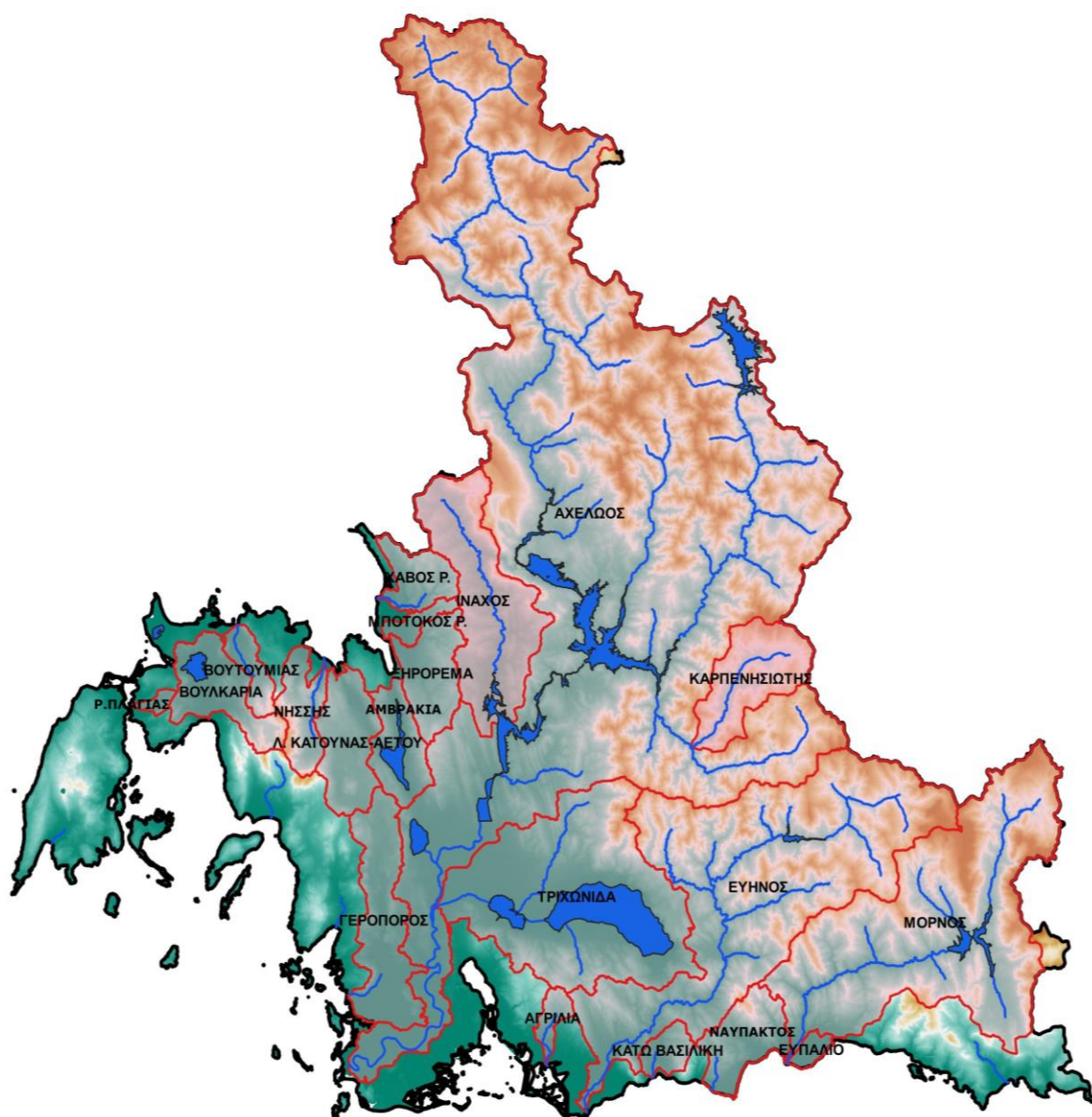
Διαμορφώνονται 20, συνολικά, υδρολογικά συστήματα, με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι λεκάνες απορροής των τριών μεγάλων ποταμών μόνιμης ροής (Μόρνος, Εύηνος, Αχελώος), μικρότερες λεκάνες (ή συστήματα λεκανών) υδατορευμάτων διαλείπουσας ή εφήμερης ροής, καθώς και κλειστές (ενδοροϊκές) λεκάνες, οι οποίες απορρέουν σε λίμνες (σύστημα Τριχωνίδας-Λυσιμαχίας, Βουλκαρία, Αμβρακία). Τα όρια των υδρολογικών συστημάτων (μεμονωμένες λεκάνες ή συστήματα λεκανών) φαίνονται στον χάρτη της Εικόνας 5-1, ενώ τα γενικά χαρακτηριστικά τους δίνονται στον Πίνακα 5-1. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η ύπαρξη μεγάλων ταμιευτήρων, συγκεκριμένα των υδρευτικών ταμιευτήρων της ΕΥΔΑΠ στον Μόρνο και των Εύηνο, και των πέντε υδροηλεκτρικών ταμιευτήρων της ΔΕΗ στον Αχελώο (Πλαστήρας, Μεσοχώρα, Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος). Η παρεμβολή των ταμιευτήρων δημιουργεί σημαντική ανάσχεση των πλημμυρικών ροών, η οποία προσομοιώνεται στο υδρολογικό μοντέλο, με χρήση κατάλληλων σχημάτων διόδουσης.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται η σχηματοποίηση και τα χαρακτηριστικά μεγέθη των λεκανών του ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (εκτός από τη λεκάνη του Αχελώου, που λόγω της μεγάλης έκτασης και πολυπλοκότητάς της παρουσιάζεται ξεχωριστά, στο Κεφάλαιο 6), και δίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα ανά λεκάνη ή σύστημα λεκανών απορροής. Τα αναλυτικά δεδομένα της υδρολογικής προσομοίωσης (δεδομένα εισόδου και αποτελέσματα μοντέλου, σε μορφή πινάκων και γραφημάτων) παρουσιάζονται στα αντίστοιχα παραρτήματα.

Πίνακας 5-1 Λεκάνες απορροής ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας

Κωδικός	Όνομασία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Υπολεκάνες	Παράρτημα
1000	Μόρνος	944.4	41	Π1
2000	Ρέματα Ευπάλιου	19.9	3	Π2
3000	Ρέματα Ναυπάκτου	120.2	17	Π3
4000	Εύηνος	1094.3	56	Π4
5000	Τριχωνίδα-Λυσιμαχία	772.6	24	Π5
6000	Αχελώος	4844.5	97	Π6
7000	Βουλκαρία	139.9	27	Π7
8000	Χάβος	363.0	10	Π8
9000	Μπότοκος	29.3	4	Π9
10000	Ξηρόρεμα	124.3	11	Π10
11000	Αμβρακία	108.7	5	Π11
12000	Γεροπόρος	226.9	9	Π12
13000	Αγριλιάς	30.6	1	Π13
14000	Κάτω Βασιλική	41.4	1	Π14
15000	Καρπενησιώτης	185.5	5	Π15

Κωδικός	Ονομασία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Υπολεκάνες	Παράρτημα
16000	Βουτουμιάς	49.9	1	Π16
17000	Νήσσης	92.1	4	Π17
18000	Ρέματα Κατούνας-Αετού	147.8	2	Π18
19000	Ρέμα Πλαγιάς	11.6	1	Π19
20000	Ίναχος	353.8	9	Π20



Εικόνα 5-1 Λεκάνες απορροής ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας



## 5.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΜΟΡΝΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Μόρνου περιλαμβάνει 41 υπολεκάνες, 23 κόμβους και 22 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Στον κόμβο J10 βρίσκεται το φράγμα του Μόρνου, που αποτελεί ένα από τα βασικότερα έργα του υδροδοτικού συστήματος της ΕΥΔΑΠ. Ανάντη του φράγματος αναπτύσσεται ο ομώνυμος ταμιευτήρας, μέγιστης έκτασης (στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας) 19.9 km<sup>2</sup>. Η λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος έχει έκταση 588.1 km<sup>2</sup>. Στο μοντέλο προσομοιώνεται ο κύριος κλάδος του Μόρνου, καθώς και οι σημαντικότεροι παραπόταμοί του, που είναι ο Κόκκινος (κλάδος R1918), η Μπελεφίτσα (κλάδος R2120), το ρέμα Λιμνισιάνο (κλάδος R227) και ο χείμαρρος Μάνδηλο (κλάδος R232). Ο ταμιευτήρας σχηματίζεται στη συμβολή του κύριου κλάδου με τα ρέματα Κόκκινο και Μπελεφίτσα. Οι κλάδοι R1312, R2012, R1211, R1811 και R1110 επικαλύπτονται από τον ταμιευτήρα. Κατάντη του φράγματος, ο ποταμός ρέει κατά μήκος της διαδρομής J10-J9-J8-J7-J6-J5-J4-J3-J2-J1, ενώ εκβάλλει στον Κορινθιακό Κόλπο, ανατολικά της Ναυπάκτου. Η ΖΔΥΚΠ καλύπτει μικρό μόνο τμήμα της λεκάνης, κατάντη του κόμβου J3.

Για την προσομοίωση της διόδευσης των υδρογραφημάτων από τον υπερχειλιστή του ταμιευτήρα Μόρνου, γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, ο ταμιευτήρας είναι σε πλήρη πλήρωση (στάθμη υπερχειλίσης, +435.0 m), ενώ καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης δεν πραγματοποιείται άλλη εκροή νερού (στην προκειμένη περίπτωση, δυνατότητα εκροής υπάρχει μόνο προς το κανάλι του Μόρνου, η παροχετευτικότητα του οποίου είναι πολύ μικρή, συγκριτικά με τα μεγέθη των πλημμυρικών παροχών). Η διόδευση γίνεται από ελεύθερο υπερχειλιστή, για τον οποίο λαμβάνεται ενεργό πλάτος  $b = 39.0$  m και συντελεστής απωλειών  $c = 2.1$ . Η τιμή αυτή εκτιμήθηκε με βάση την παροχή σχεδιασμού του υπερχειλιστή (1300 m<sup>3</sup>/s), που αντιστοιχεί σε ανώτατη στάθμη πλημμύρας +443.5 m (υδραυλικό φορτίο 8.5 m). Τέλος, εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα, το γράφημα της οποίας δίνεται στην Εικόνα 5-2. Η σχέση στάθμης-αποθέματος καταρτίστηκε με βάση δεδομένα της ΕΥΔΑΠ, θεωρώντας λογαριθμική παρεμβολή μεταξύ γνωστών ζευγών στάθμης και επιφάνειας (Ευστρατιάδης και Μαμάσης, 2004).

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-3.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

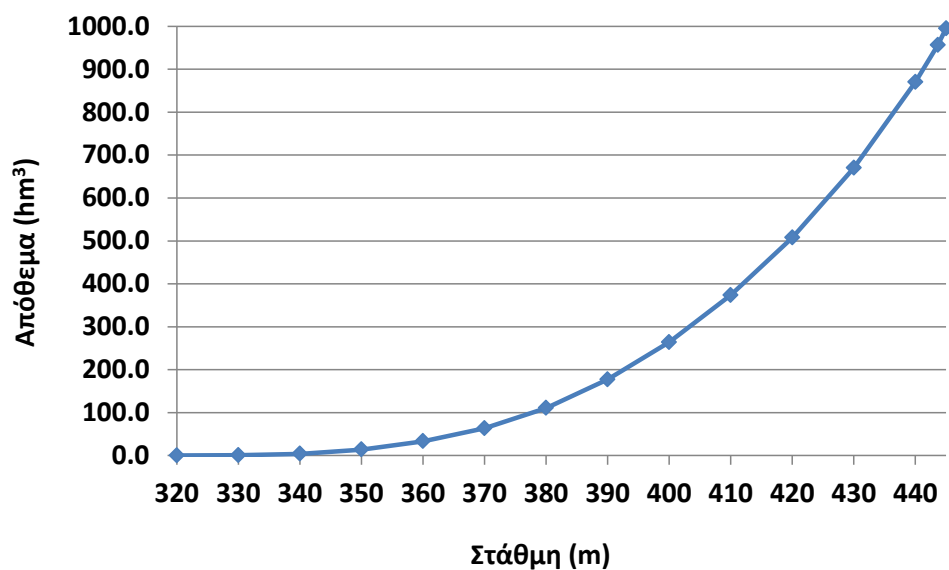
- Έκταση  $A = 944.4$  km<sup>2</sup>
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 906$  m
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0$  m
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{max} = 83.9$  km
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 10.5$  h

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  $\varphi = 0.908$ .

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 Π1 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.





Εικόνα 5-2 Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Μόρνου  
(στέψη υπερχειλιστή +435.0 m)

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

Κωδικός	Ονομασία	Ανάπτυξη	Κατάνη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	ΜΟΡΝΟΣ 1	J2	J1	5.568	0.0037
R32	ΜΟΡΝΟΣ 1	J3	J2	1.865	0.0052
R43	ΜΟΡΝΟΣ 1	J4	J3	4.663	0.0068
R54	ΜΟΡΝΟΣ 1	J5	J4	2.081	0.0086
R65	ΜΟΡΝΟΣ 1	J6	J5	5.463	0.0075
R76	ΜΟΡΝΟΣ 1	J7	J6	7.382	0.0094
R87	ΜΟΡΝΟΣ 2	J8	J7	7.073	0.0110
R98	ΜΟΡΝΟΣ 2	J9	J8	3.258	0.0078
R109	ΜΟΡΝΟΣ 2	J10	J9	3.453	0.0307
R1110		J11	J10	3.297	0.0018
R1211		J12	J11	1.686	0.0001
R1312	ΜΟΡΝΟΣ 3	J13	J12	5.116	0.0032
R1413	ΜΟΡΝΟΣ 3	J14	J13	6.320	0.0131
R1514	ΜΟΡΝΟΣ 3	J15	J14	2.184	0.0131
R1615	ΜΟΡΝΟΣ 3	J16	J15	6.469	0.0190
R1716	ΜΟΡΝΟΣ 3	J17	J16	5.126	0.0353

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Όνομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R1811		J18	J11	4.133	0.0040
R1918	ΚΟΚΚΙΝΟΣ	J19	J18	6.120	0.0192
R2012		J20	J12	6.548	0.0024
R2120	ΜΠΕΛΕΦΙΤΣΑ	J21	J20	3.215	0.0046
R227	ΛΙΜΝΙΤΣΙΑΝΟ	J22	J7	2.971	0.0260
R232	ΜΑΝΔΗΛΟ	J23	J2	8.254	0.0162

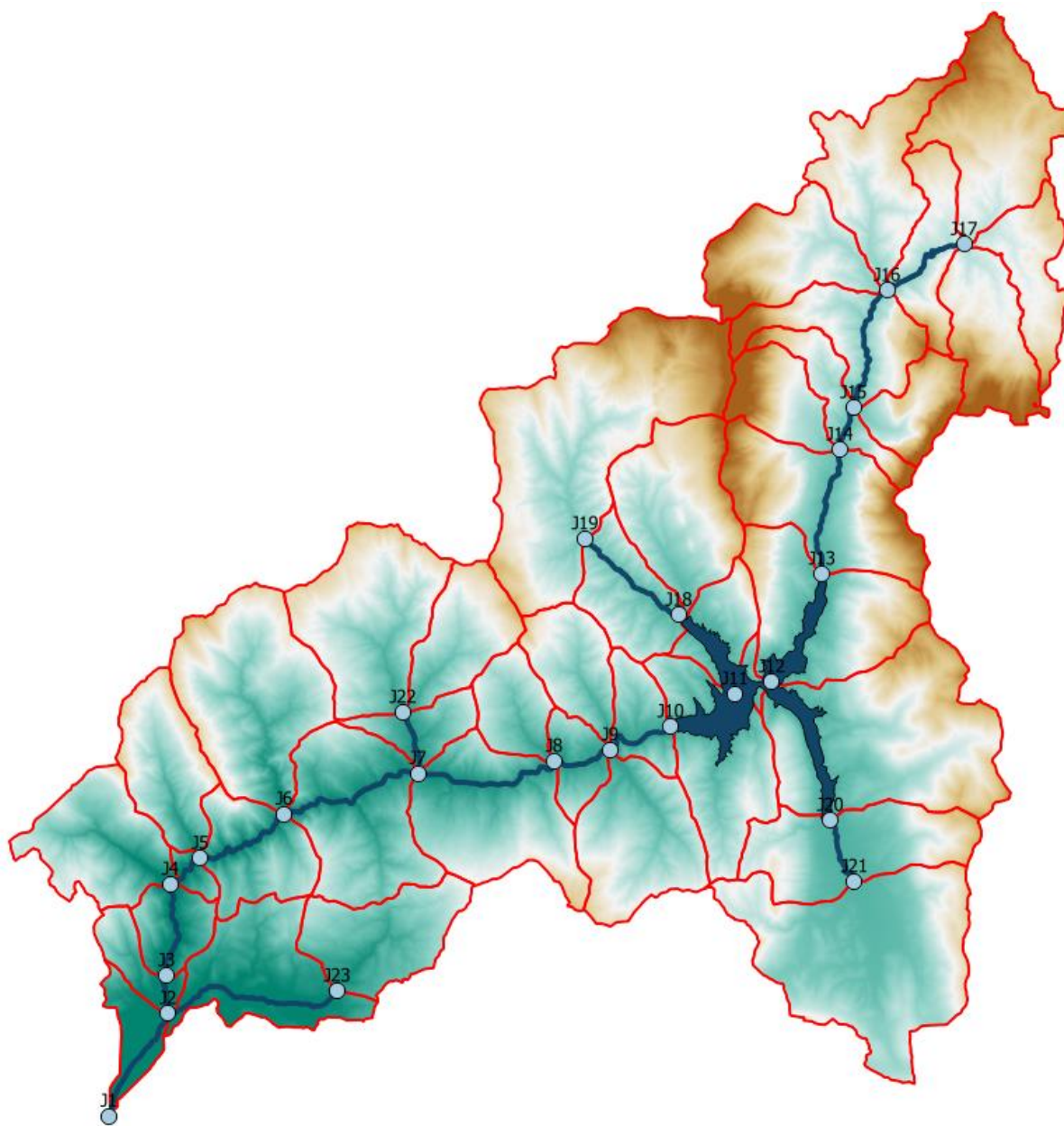
Πίνακας 5-3 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0421FR001001	EL0421FR00001	R21	J1	7.911	93.7	0.00	7.009
EL0421FR001002	EL0421FR00001	R32	J2	7.129	425.6	21.32	6.775
EL0421FR001003	EL0421FR00001	R43	J3	10.090	295.6	29.64	6.285
EL0421FR001004	EL0421FR00001	R54	J4	2.730	301.1	64.10	3.515
EL0421FR001005	EL0421FR00001	R65	J5	18.094	534.7	80.56	9.127
EL0421FR001006	EL0421FR00001	R76	J6	33.488	534.3	120.13	11.238
EL0421FR001007	EL0421FR00001	R87	J7	33.813	672.8	185.95	13.555
EL0421FR001008	EL0421FR00001	R98	J8	8.144	512.5	268.22	4.787
EL0421FR001009	EL0421FR00001	R109	J9	9.958	608.4	295.51	6.779
EL0421FR001010	EL0421FR00001	R1110	J10	28.767	663.2	424.34	9.380
EL0421FR001011	EL0421FR00001	R1211	J11	2.417	482.7	426.50	2.152
EL0421FR001012	EL0421FR00001	R1312	J12	33.856	901.3	426.32	6.322
EL0421FR001013	EL0421FR00001	R1413	J13	34.089	1202.9	426.89	12.889
EL0421FR001014	EL0421FR00001	R1514	J14	11.339	1084.3	506.20	8.665
EL0421FR001015	EL0421FR00001	R1615	J15	20.476	1145.5	535.96	12.593
EL0421FR001016	EL0421FR00001	R1716	J16	15.218	1127.7	649.01	9.891
EL0421FR001017	EL0421FR00001		J17	31.996	1462.5	810.74	12.929
EL0421FR001018	EL0421FR00001		J17	15.194	1219.9	808.97	10.062

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0421FR001019	EL0421FR00001		J17	21.206	1435.9	801.86	10.446
EL0421FR001020	EL0421FR00001		J15	12.172	1426.7	546.41	7.328
EL0421FR001021	EL0421FR00001		J16	25.705	1191.3	652.68	14.505
EL0421FR001022	EL0421FR00001		J16	24.357	1321.6	649.76	11.793
EL0421FR001023	EL0421FR00001		J14	13.311	1379.3	506.60	7.566
EL0421FR001024	EL0421FR00001		J18	30.280	1087.2	426.91	12.637
EL0421FR001025	EL0421FR00001		J19	69.371	1237.0	539.35	16.158
EL0421FR001026	EL0421FR00001		J9	14.945	850.6	295.09	8.272
EL0421FR001027	EL0421FR00001		J22	17.743	938.5	267.16	9.104
EL0421FR001028	EL0421FR00001		J22	35.533	944.7	267.75	11.586
EL0421FR001029	EL0421FR00001		J6	42.481	864.1	121.14	13.746
EL0421FR001030	EL0421FR00001		J5	20.528	877.9	83.24	10.152
EL0421FR001031	EL0421FR00001		J4	24.205	673.2	63.75	9.683
EL0421FR001032	EL0421FR00001	R2012	J12	56.613	974.8	426.44	13.260
EL0421FR001033	EL0421FR00001	R2120	J21	28.555	798.6	422.90	9.894
EL0421FR001034	EL0421FR00001		J21	57.329	760.0	437.71	10.960
EL0421FR001035	EL0421FR00001		J9	27.474	812.0	295.04	10.815
EL0421FR001036	EL0421FR00001		J23	22.526	552.4	153.47	9.613
EL0421FR001037	EL0421FR00001	R232	J2	26.526	267.1	16.65	10.788
EL0421FR001038	EL0421FR00001	R1918	J18	16.839	712.7	426.70	8.200
EL0421FR001039	EL0421FR00001		J8	11.675	722.0	269.48	6.810
EL0421FR001040	EL0421FR00001	R227	J7	8.830	536.5	187.11	6.277
EL0421FR001041	EL0421FR00001	R1811	J11	11.464	661.9	426.12	4.725



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

Πίνακας 5-4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

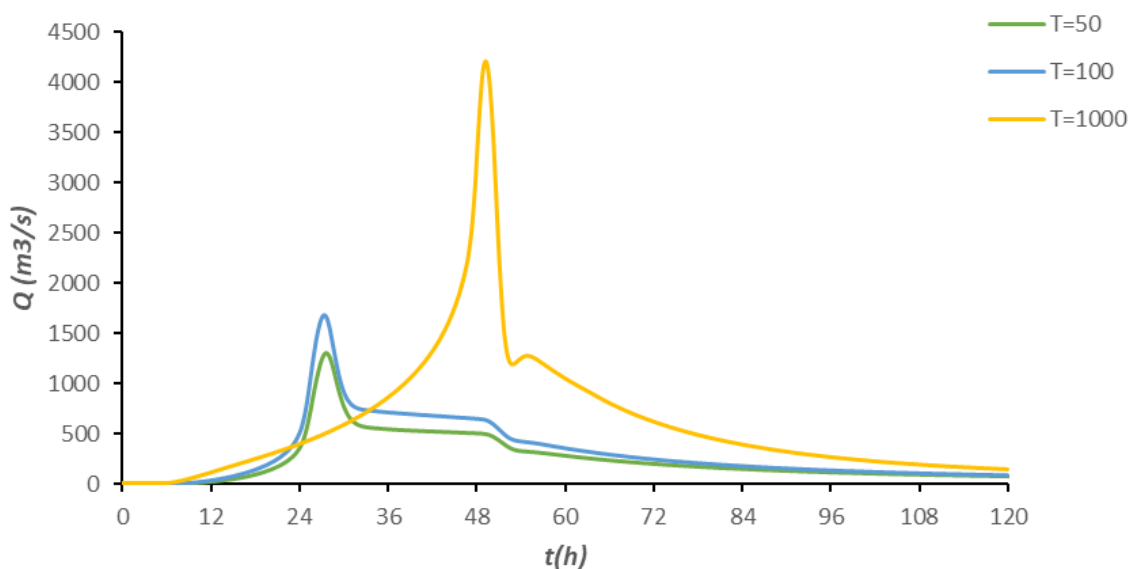
<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Μόρνου EL0421FR00001</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	944.37	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	1.38	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	10.46
Μέγιστο μήκος ροής (km)	83.93	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	906.4	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	214.0	214.0	214.0
T = 100	250.7	250.7	250.7
T = 1000	411.4	411.4	411.4
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	67.4	124.1	153.0
T = 100	91.3	156.2	201.2
T = 1000	212.9	304.2	349.8
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.315	0.580	0.715
T = 100	0.364	0.623	0.802
T = 1000	0.518	0.739	0.850
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	672.3	1282.5	1410.1
T = 100	949	1652.2	2080.9
T = 1000	3281.2	4180.3	4466.6
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	63.606	117.202	144.484
T = 100	86.228	147.507	189.983
T = 1000	201.082	287.262	330.347
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	694	1304.2	1431.8
T = 100	972.6	1675.8	2104.6
T = 1000	3310.5	4209.6	4495.9
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 50	85.446	138.962	166.218
T = 100	110.164	171.390	213.856
T = 1000	231.364	317.549	360.647

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



### 5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΕΥΠΑΛΙΟΥ

Πρόκειται για δύο μικρά ρέματα, που πηγάζουν από τη λοφώδη περιοχή του οικισμού Ευπάλιο και απορρέουν ανατολικά των εκβολών του Μόρνου. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ενοποιημένου συστήματος περιλαμβάνει 3 υπολεκάνες, 3 κόμβους και έναν κλάδο υδρογραφικού δικτύου. Ειδικότερα, οι υπολεκάνες EL0421FR002001 και EL0421FR002002 συνιστούν τη λεκάνη απορροής του ρέματος που διέρχεται από τον οικισμό Μαλαμάτα, με έξοδο τον κόμβο J1, ενώ η EL0421FR002003 είναι αυτόνομη λεκάνη, με έξοδο τον κόμβο J3, δυτικά του οικισμού Μοναστηράκι. Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-4.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ενοποιημένης λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 19.9 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 35 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{max} = 6.32 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 5.4 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.946$ . Επισημαίνεται ότι ως μέγιστο μήκος ροής θεωρείται αυτό της μεγαλύτερης εκ των δύο λεκανών, που περιλαμβάνει τις υπολεκάνες EL0421FR002001 και EL0421FR002002. Ο χρόνος συγκέντρωσης του ενοποιημένου συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά της εν λόγω λεκάνης (έκταση  $16.63 \text{ km}^2$ , μέσο υψόμετρο  $35 \text{ m}$ , μέγιστο μήκος ροής  $6.32 \text{ km}$ ).



Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-5 και 5-6, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-7. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι έξοδος μίας εκ των δύο λεκανών απορροής που απαρτίζουν το υδρολογικό σύστημα, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο του συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π2 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21		J2	J1	2.822	0.0024

**Πίνακας 5-6** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0421FR002001	EL0421FR00002	R21	J1	12.926	6.4	0.0	5.070
EL0421FR002002	EL0421FR00002		J2	3.704	21.4	6.7	3.500
EL0421FR002003	EL0421FR00002		J3	3.219	24.3	0.0	2.190

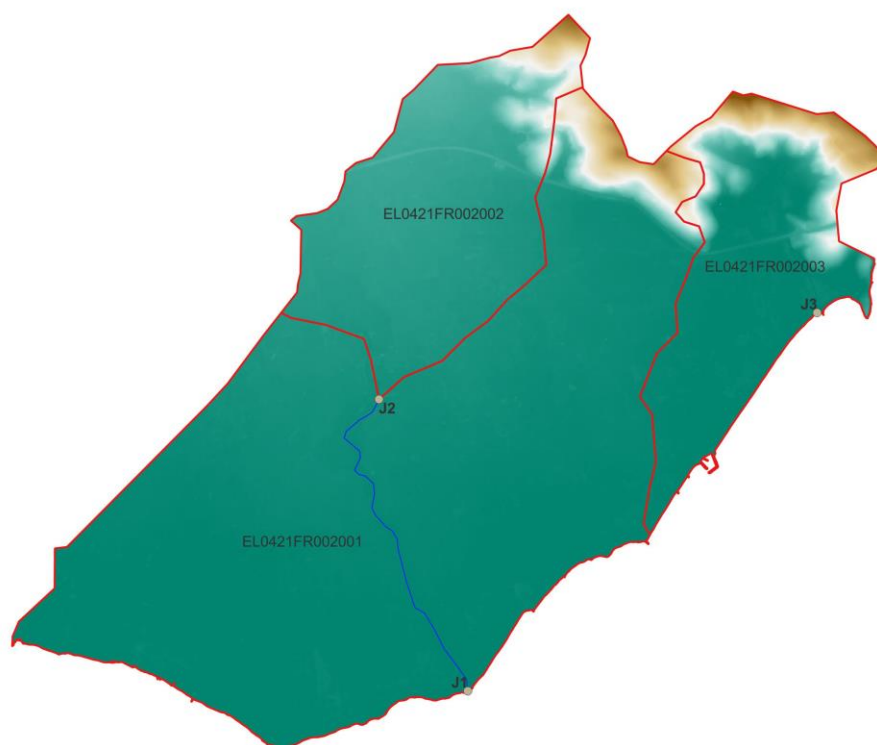
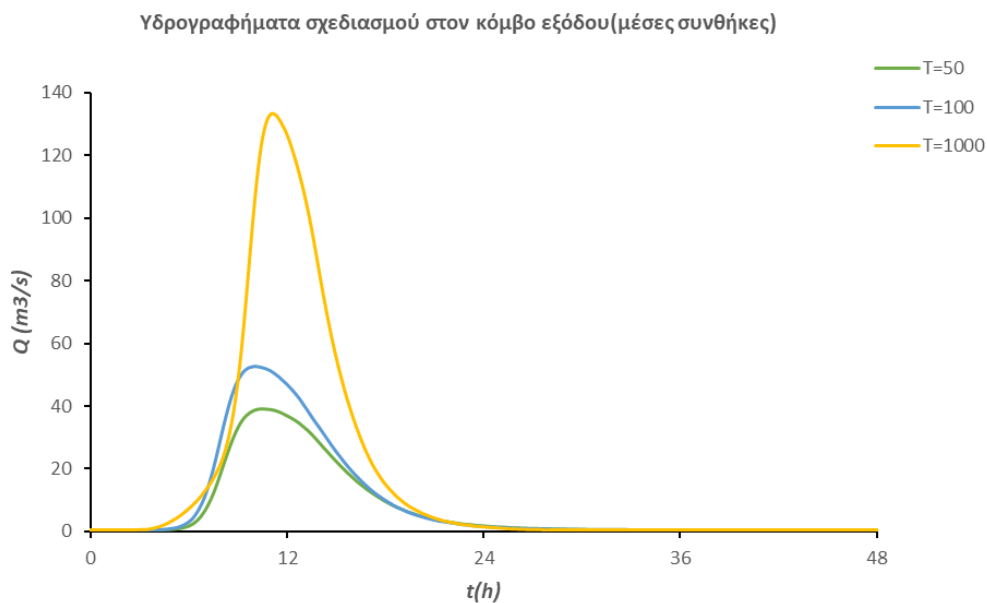
**Πίνακας 5-7** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρεμάτων Ευπαλίου EL0421FR00002</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	19.85	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.45
Μέγιστο μήκος ροής (km)	6.32	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	35.0	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	124.7	124.7	124.7
T = 100	146.1	146.1	146.1
T = 1000	239.6	239.6	239.6
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 50	33.4	68.7	95.0
T = 100	46.7	87.3	115.6
T = 1000	115.9	173.9	190.9
	<b>Συντελεστής απορροής</b>		
T = 50	0.267	0.551	0.761
T = 100	0.320	0.598	0.791
T = 1000	0.484	0.726	0.797
	<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	18.6	38.8	53.8
T = 100	27.4	52.3	69.3
T = 1000	92	132.4	139.6
	<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	0.662	1.364	1.885
T = 100	0.926	1.733	2.294
T = 1000	2.300	3.451	3.789
	<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	19.1	39.3	54.3
T = 100	28	52.8	69.8
T = 1000	92.6	133.1	140.3
	<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	0.834	1.536	2.057
T = 100	1.119	1.925	2.486
T = 1000	2.540	3.681	4.029



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

#### 5.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ

Πρόκειται για οκτώ μικρά ρέματα, που απορρέουν στο παραλιακό μέτωπο μεταξύ των εκβολών του Μόρνου και του Ευήνου. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ενοποιημένου συστήματος περιλαμβάνει 17 υπολεκάνες, 17 κόμβους και 9 κλάδους υδρογραφικού δικτύου. Το πιο σημαντικό είναι το �έμα Τζάβαρη, που διέρχεται από το ανατολικό όριο της Ναυπάκτου, με έξοδο τον κόμβο J1, και περιλαμβάνει τις υπολεκάνες EL0421FR003001 και EL0421FR003002.

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

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ενοποιημένης λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 120.73 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 575 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 14.49 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 2.4 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.946$ .

Επισημαίνεται ότι ο χρόνος συγκέντρωσης του ενοποιημένου συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του ρέματος Τζάβαρη (έκταση  $37.20 \text{ km}^2$ , μέσο υψόμετρο  $575 \text{ m}$ , μέγιστο μήκος ροής  $14.49 \text{ km}$ ).

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-8 και 5-9, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-10. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι έξοδος μίας εκ των οκτώ λεκανών απορροής που απαρτίζουν το υδρολογικό σύστημα, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο του συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π3 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	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	ΡΕΜΑ ΤΖΑΒΑΡΗ	J2	J1	1.516	0.0172
R43		J4	J3	3.140	0.0123
R65		J6	J5	1.103	0.0311
R76		J7	J6	2.758	0.0445
R98		J9	J8	0.857	0.0268
R1110		J11	J10	1.461	0.0152
R1312		J13	J12	1.463	0.0148
R1514		J15	J14	2.130	0.0115
R1716		J17	J16	0.550	0.0252

Πίνακας 5-9 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0421FR003001	EL0421FR00003	R21	J1	2.973	12.4	0.00	2.538
EL0421FR003002	EL0421FR00003		J2	34.228	623.8	19.06	12.978
EL0421FR003003	EL0421FR00003	R43	J3	15.174	173.4	0.00	8.038
EL0421FR003004	EL0421FR00003		J4	21.719	472.1	40.75	9.898
EL0421FR003005	EL0421FR00003	R65	J5	3.171	123.0	0.00	2.511
EL0421FR003006	EL0421FR00003	R76	J6	4.263	245.7	32.34	4.745
EL0421FR003007	EL0421FR00003		J7	5.371	339.9	157.87	4.861
EL0421FR003008	EL0421FR00003	R98	J8	1.340	24.8	0.00	1.367
EL0421FR003009	EL0421FR00003		J9	1.014	110.8	18.94	1.852
EL0421FR003010	EL0421FR00003	R1110	J10	1.432	31.5	0.00	1.662
EL0421FR003011	EL0421FR00003		J11	5.427	195.3	19.55	5.200
EL0421FR003012	EL0421FR00003	R1312	J12	4.295	11.7	0.00	2.378
EL0421FR003013	EL0421FR00003		J13	1.245	64.9	19.05	2.828
EL0421FR003014	EL0421FR00003	R1514	J14	2.744	66.5	0.77	4.530
EL0421FR003015	EL0421FR00003		J15	12.688	365.7	23.08	9.552
EL0421FR003016	EL0421FR00003	R1716	J16	1.700	50.2	0.00	2.113
EL0421FR003017	EL0421FR00003		J17	1.903	194.9	10.15	3.344

**Πίνακας 5-10** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκανών απορροής ρεμάτων Ναυπάκτου EL0421FR00003</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	120.73	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.58
Μέγιστο μήκος ροής (km)	14.49	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	454.7	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	119.7	119.7	119.7
T = 100	140.2	140.2	140.2
T = 1000	229.8	229.8	229.8
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	20.8	50.8	78.8
T = 100	30.1	66.2	97.5
T = 1000	82.5	140.9	182.4
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.174	0.425	0.659
T = 100	0.215	0.473	0.696
T = 1000	0.359	0.613	0.794
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	3.9	56.5	153.7
T = 100	9.5	89.3	207.5
T = 1000	110.5	338.1	514
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	2.511	6.134	9.514
T = 100	3.630	7.995	11.772
T = 1000	9.953	16.999	22.014
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	6.9	59.5	156.8
T = 100	12.8	92.7	210.9
T = 1000	114.7	342.3	518.3
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	3.4224	7.0459	10.426
T = 100	4.6495	9.015	12.792



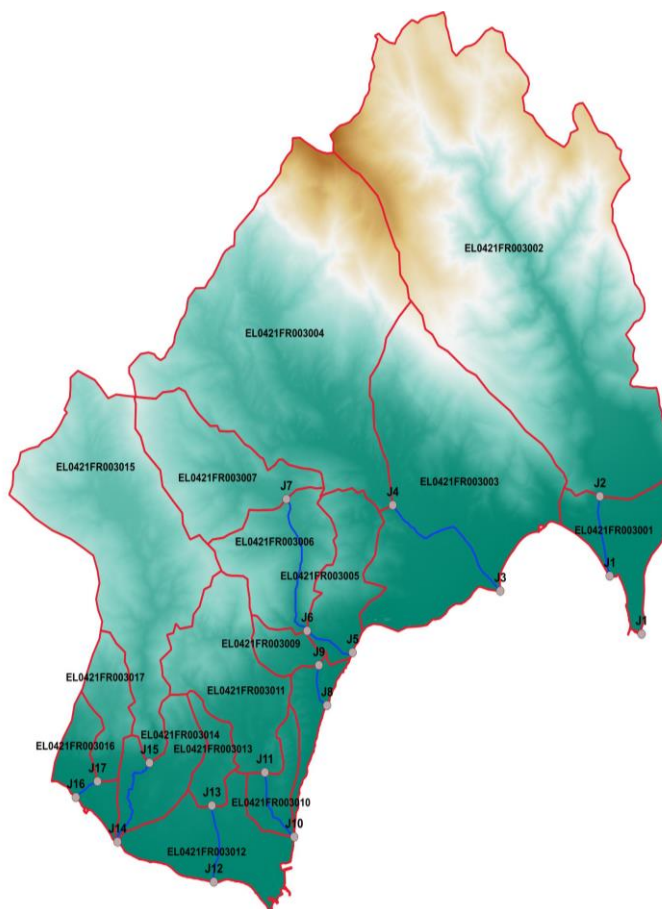
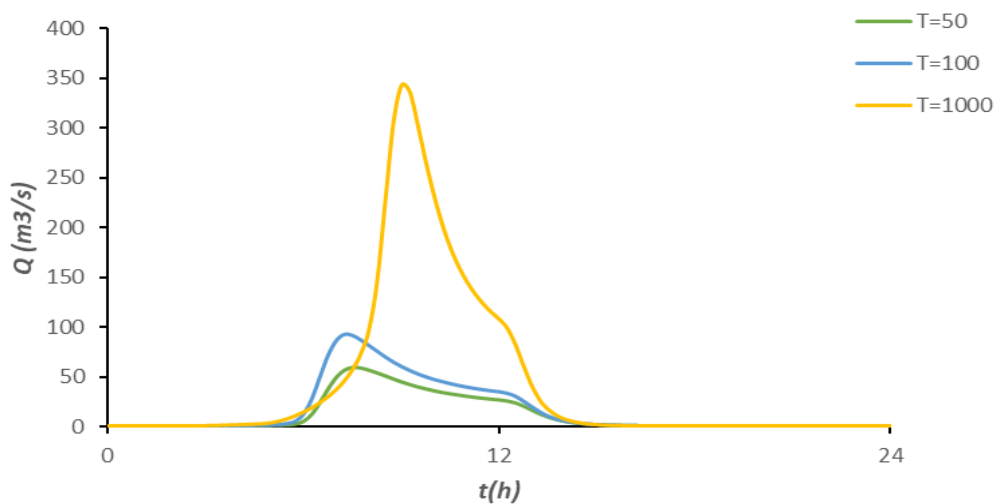
T = 1000

11.2287

18.2751

23.2903

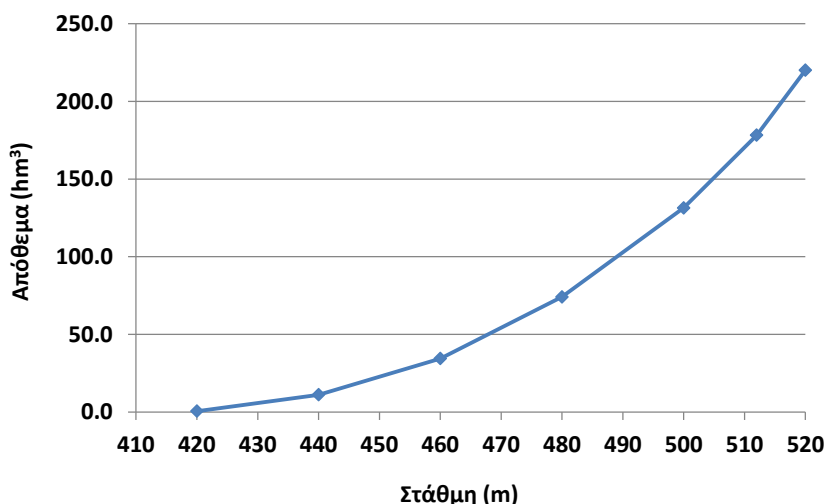
Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



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

## 5.5 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΕΥΗΝΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευήνου περιλαμβάνει 56 υπολεκάνες, 30 κόμβους και 29 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Στον κόμβο J13 βρίσκεται το φράγμα Αγίου Δημητρίου, που αποτελεί ένα από τα βασικότερα έργα του υδροδοτικού συστήματος της ΕΥΔΑΠ (λειτουργεί ως φράγμα εκτροπής, καθώς η κύρια αναρρυθμιστική λειτουργία γίνεται στον ταμιευτήρα του Μόρνου). Ανάντη του φράγματος αναπτύσσεται ο ομώνυμος ταμιευτήρας, μέγιστης έκτασης (στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας) 3.60 km<sup>2</sup>. Η λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος έχει έκταση 351.9 km<sup>2</sup>. Στο μοντέλο προσομοιώνεται ο κύριος κλάδος του Ευήνου, καθώς και οι σημαντικότεροι παραπόταμοί του, που είναι (από ανάντη προς κατάντη) το Καλογερικό (κλάδος R2220), ο Κλινοβίτης (κλάδος R2314), ο Γερμανδίτης (κλάδοι R2524, R2411), το Χαλκιώτικο (κλάδος R2610), και ο Κότσαλος (κλάδοι R2928, R2827, R278). Ο ταμιευτήρας σχηματίζεται στη συμβολή του κύριου κλάδου του Ευήνου με τον Κλινοβίτη. Οι κλάδοι R1514, R2314 και R1413 επικαλύπτονται από τον ταμιευτήρα. Κατάντη του φράγματος, ο ποταμός ρέει κατά μήκος της διαδρομής J13-J12-J11-J10-J9-J8-J7-J6-J5-J4-J3-J2-J1, ενώ εκβάλλει στον Πατραϊκό Κόλπο, στο ύψος του Ευηνοχωρίου. Η ΖΔΥΚΠ καλύπτει μικρό μόνο τμήμα της λεκάνης, κατάντη του κόμβου J5.



**Εικόνα 5-6** Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Ευήνου (στέψη υπερχειλιστή +505.0 m)

Για την προσομοίωση της διόδευσης των υδρογραφημάτων από τον υπερχειλιστή του ταμιευτήρα Ευήνου, γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, ο ταμιευτήρας είναι σε πλήρη πλήρωση (στάθμη υπερχειλίσης, +505.0 m), ενώ καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης πραγματοποιείται εκτροπή 18.0 m<sup>3</sup>/s προς τον ταμιευτήρα του Μόρνου, μέσω της σήραγγας Ευήνου-Μόρνου, και εκροή άλλων 3.5 m<sup>3</sup>/s κατάντη του φράγματος, μέσω της υδροληψίας που υλοποιεί την οικολογική παροχή. Η διόδευση γίνεται από ελεύθερο υπερχειλιστή, για τον οποίο λαμβάνεται ενεργό πλάτος  $b = 40.0$  m και συντελεστής απωλειών  $c = 2.10$ . Σημειώνεται ότι η σχέση του ελεύθερου υπερχειλιστή ισχύει για παροχές έως 4000 m<sup>3</sup>/s, καθώς ο υπερχειλιστής είναι σε σήραγγα και για μεγαλύτερες τιμές η ροή γίνεται υπό πίεση. Τέλος, εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα, το γράφημα της οποίας δίνεται στην Εικόνα 5-6. Η σχέση στάθμης-αποθέματος, η οποία ελήφθη από την προμελέτη του φράγματος (Κουτσογιάννης κ.ά., 1991), είναι ελαφρά διαφορετική από αυτή που εφαρμόζεται από την ΕΥΔΑΠ (Ευστρατιάδης και Μαμάσης, 2004), εξασφαλίζοντας λίγο μεγαλύτερο περιθώριο ανάχησης των πλημμυρών.

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

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 1094.3 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 856 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 119.2 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 13.29 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.906$ .

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

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

Κωδικός	Ονομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	ΕΥΝΗΟΣ 1	J2	J1	11.378	0.0019
R32	ΕΥΝΗΟΣ 2	J3	J2	3.907	0.0039
R43	ΕΥΝΗΟΣ 2	J4	J3	4.751	0.0037
R54	ΕΥΝΗΟΣ 2	J5	J4	11.365	0.0037
R65	ΕΥΝΗΟΣ 2	J6	J5	10.150	0.0050
R76	ΕΥΝΗΟΣ 2	J7	J6	0.786	0.0051
R87	ΕΥΝΗΟΣ 2	J8	J7	6.876	0.0058
R98	ΕΥΗΝΟΣ 3	J9	J8	3.906	0.0070
R109	ΕΥΗΝΟΣ 3	J10	J9	2.818	0.0056
R1110	ΕΥΗΝΟΣ 3	J11	J10	2.769	0.0076
R1211	ΕΥΗΝΟΣ 3	J12	J11	15.878	0.0079
R1312	ΕΥΗΝΟΣ 3	J13	J12	2.400	0.0397
R1413	ΕΥΗΝΟΣ 3	J14	J13	0.543	0.0018
R1514	ΕΥΗΝΟΣ 4	J15	J14	5.757	0.0090
R1615	ΕΥΗΝΟΣ 4	J16	J15	4.578	0.0075
R1716	ΕΥΗΝΟΣ 4	J17	J16	4.067	0.0174
R1817	ΕΥΗΝΟΣ 5	J18	J17	1.781	0.0197

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Όνομασία	Ανάκτη	Κατάκτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R1918	ΕΥΗΝΟΣ 5	J19	J18	7.457	0.0197
R2019	ΕΥΗΝΟΣ 5	J20	J19	0.782	0.0261
R2120	ΕΥΗΝΟΣ 5	J21	J20	0.729	0.0229
R2220	ΚΑΛΟΓΕΡΙΚΟ	J22	J20	3.780	0.0349
R2314	ΚΛΙΝΟΒΙΤΗΣ	J23	J14	2.215	0.0157
R2411	ΓΙΡΜΑΝΔΙΤΗΣ	J24	J11	2.340	0.0215
R2524	ΓΙΡΜΑΝΔΙΤΗΣ	J25	J24	4.929	0.0231
R2610	ΧΑΛΙΚΙΩΤΙΚΟ	J26	J10	12.649	0.0189
R278	ΚΟΤΣΑΛΟΣ	J27	J8	11.548	0.0182
R2827	ΚΟΤΣΑΛΟΣ	J28	J27	1.446	0.0200
R2928	ΚΟΤΣΑΛΟΣ	J29	J28	7.423	0.0273
R302	ΑΓΝΩΣΤΟ	J30	J2	3.816	0.0086

Πίνακας 5-12 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0420FR004001	EL0420FR00004	R21	J1	23.033	48.9	0.0	15.371
EL0420FR004002	EL0420FR00004	R32	J2	14.691	231.9	20.3	8.964
EL0420FR004003	EL0420FR00004	R43	J3	18.270	238.7	33.6	6.188
EL0420FR004004	EL0420FR00004	R54	J4	43.515	288.1	53.1	17.782
EL0420FR004005	EL0420FR00004	R65	J5	48.871	505.4	97.0	15.507
EL0420FR004006	EL0420FR00004	R76	J6	0.818	277.7	148.6	2.330
EL0420FR004007	EL0420FR00004	R87	J7	16.517	360.2	153.2	8.794
EL0420FR004008	EL0420FR00004	R98	J8	12.704	721.0	192.2	10.629
EL0420FR004009	EL0420FR00004	R109	J9	5.921	473.8	215.6	5.379
EL0420FR004010	EL0420FR00004	R1110	J10	2.670	447.2	234.6	3.194
EL0420FR004011	EL0420FR00004	R1211	J11	55.389	816.6	254.7	20.898
EL0420FR004012	EL0420FR00004	R1312	J12	2.360	631.2	383.5	3.093
EL0420FR004013	EL0420FR00004	R2314	J14	1.959	582.7	493.6	1.386

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

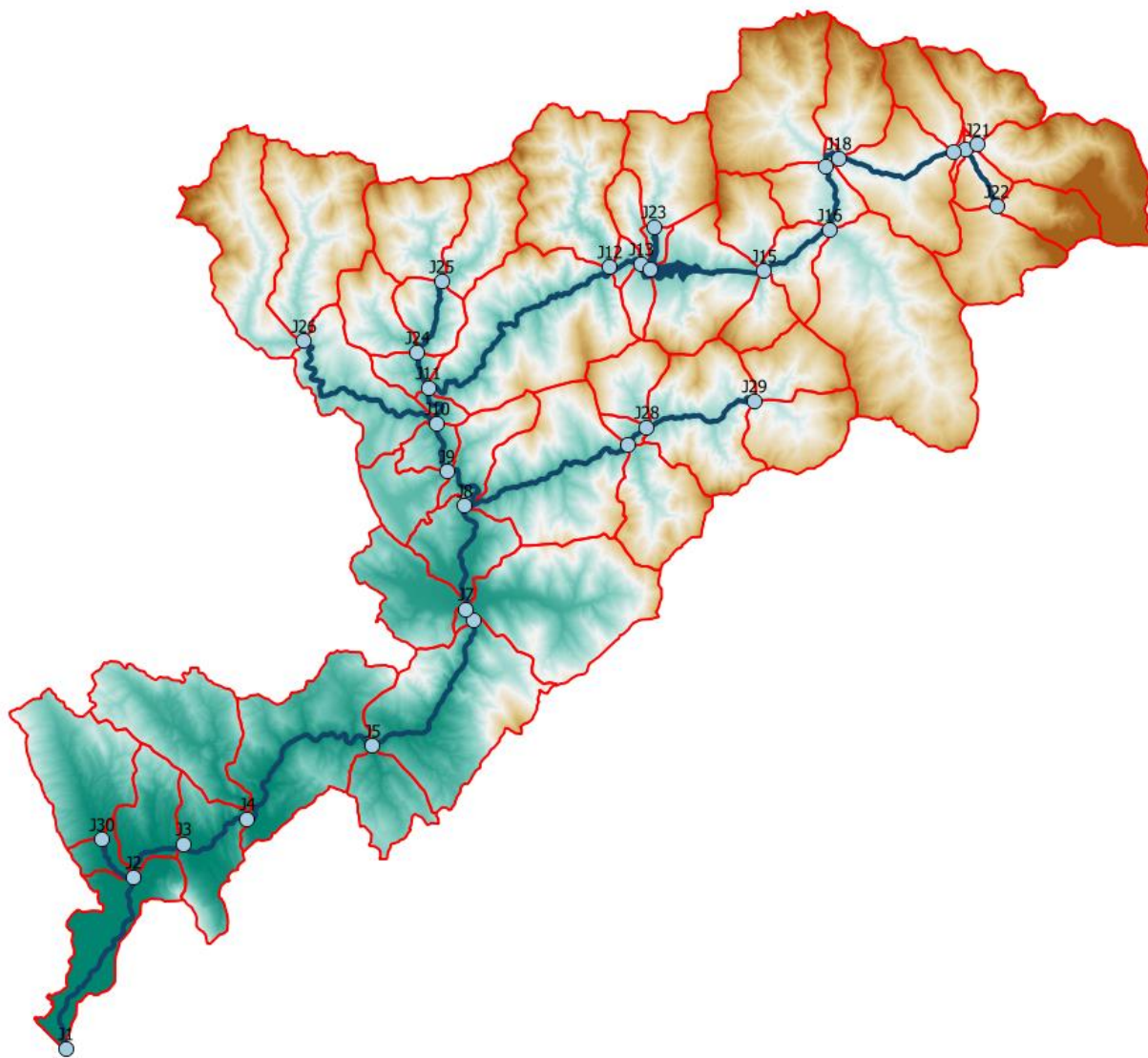
Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0420FR004014	EL0420FR00004	R1514	J14	27.105	886.5	493.6	6.623
EL0420FR004015	EL0420FR00004	R1615	J15	10.065	914.9	498.5	6.460
EL0420FR004016	EL0420FR00004	R1716	J16	12.086	952.3	565.2	8.259
EL0420FR004017	EL0420FR00004	R1817	J17	0.823	784.4	635.5	2.284
EL0420FR004018	EL0420FR00004	R1918	J18	26.762	1094.6	670.6	10.228
EL0420FR004019	EL0420FR00004	R2019	J19	0.872	1031.2	816.5	2.374
EL0420FR004020	EL0420FR00004	R2220	J20	6.123	1118.2	833.0	4.949
EL0420FR004021	EL0420FR00004		J21	32.130	1550.7	856.4	16.490
EL0420FR004022	EL0420FR00004		J21	15.307	1353.1	853.9	7.348
EL0420FR004023	EL0420FR00004		J22	11.116	1569.6	968.6	7.191
EL0420FR004024	EL0420FR00004		J22	19.630	1332.3	967.6	7.721
EL0420FR004025	EL0420FR00004		J16	67.329	1112.1	564.2	16.817
EL0420FR004026	EL0420FR00004		J15	8.757	1150.0	529.9	4.861
EL0420FR004027	EL0420FR00004		J29	13.939	1173.5	631.6	5.592
EL0420FR004028	EL0420FR00004		J29	17.927	1135.5	632.3	6.245
EL0420FR004029	EL0420FR00004	R2928	J28	31.506	969.2	431.7	10.499
EL0420FR004030	EL0420FR00004		J28	11.422	998.2	432.0	5.926
EL0420FR004031	EL0420FR00004	R2827	J27	2.284	671.5	401.6	3.723
EL0420FR004032	EL0420FR00004		J27	20.344	1032.3	412.4	8.184
EL0420FR004033	EL0420FR00004	R278	J8	42.847	748.3	192.2	14.117
EL0420FR004034	EL0420FR00004		J6	46.398	665.6	148.1	13.303
EL0420FR004035	EL0420FR00004		J19	12.201	1336.0	817.9	8.283
EL0420FR004036	EL0420FR00004		J18	17.885	1302.6	670.5	8.985
EL0420FR004037	EL0420FR00004		J17	37.960	1279.6	640.7	11.678
EL0420FR004038	EL0420FR00004		J15	11.753	1152.6	497.6	6.507
EL0420FR004039	EL0420FR00004		J23	21.529	1161.9	505.3	8.293
EL0420FR004040	EL0420FR00004		J12	34.790	1098.4	383.0	12.770

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0420FR004041	EL0420FR00004		J25	17.225	1033.9	419.7	9.825
EL0420FR004042	EL0420FR00004		J25	21.679	1065.5	423.4	8.961
EL0420FR004043	EL0420FR00004		J24	13.124	920.6	305.2	7.706
EL0420FR004044	EL0420FR00004	R2524	J24	10.334	718.0	302.0	6.648
EL0420FR004045	EL0420FR00004	R2411	J11	5.316	585.3	255.4	4.435
EL0420FR004046	EL0420FR00004	R2610	J10	24.575	603.0	234.8	15.061
EL0420FR004047	EL0420FR00004		J26	37.252	1079.4	470.4	14.342
EL0420FR004048	EL0420FR00004		J26	34.693	1115.5	471.0	16.731
EL0420FR004049	EL0420FR00004		J9	11.769	489.2	215.6	8.456
EL0420FR004050	EL0420FR00004		J7	19.249	363.4	152.6	8.191
EL0420FR004051	EL0420FR00004		J4	32.449	436.2	53.3	15.319
EL0420FR004052	EL0420FR00004		J30	29.834	426.2	55.1	13.173
EL0420FR004053	EL0420FR00004	R2120	J20	0.537	950.6	834.0	1.720
EL0420FR004054	EL0420FR00004	R302	J2	4.716	119.4	19.0	5.190
EL0420FR004055	EL0420FR00004	R1413	J13	10.123	902.4	493.6	4.107
EL0420FR004056	EL0420FR00004		J5	13.797	389.6	97.0	6.934





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

Πίνακας 5-13 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ευήνου EL0420FR00004</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	1094.28	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.22	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	13.29
Μέγιστο μήκος ροής (km)	119.17	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	855.7	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	227.2	227.2	227.2
T = 100	266.2	266.2	266.2
T = 1000	436.6	436.6	436.6
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	68.1	127.1	172.4
T = 100	96.5	166.3	216.2
T = 1000	217.2	315.3	375.8
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.300	0.559	0.759
T = 100	0.363	0.625	0.812
T = 1000	0.497	0.722	0.861
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	778.8	1929.3	2904.2
T = 100	1125.5	2489.5	3497.1
T = 1000	4817.2	6318.3	6885.2
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	74.528	139.057	188.627
T = 100	105.596	181.946	236.565
T = 1000	237.624	345.041	411.184
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	828.1	1978.6	2953.5
T = 100	1180.2	2544.2	3551.8
T = 1000	4888.3	6389.5	6956.3
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	119.195	183.562	233.063
T = 100	155.273	231.536	286.124

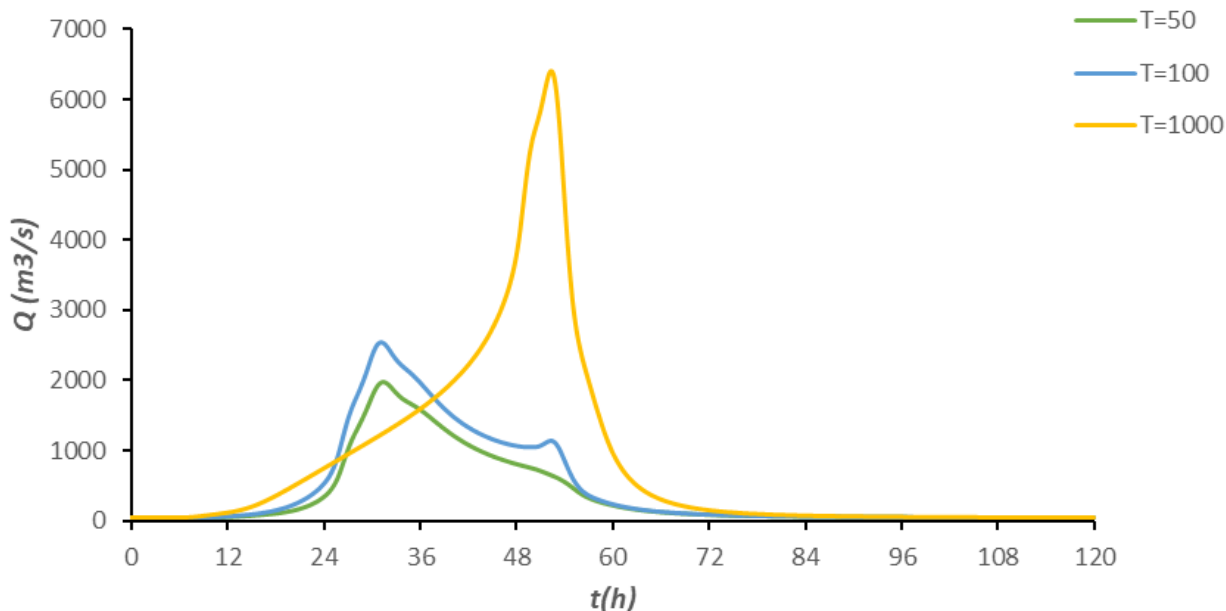
T = 1000

302.425

409.905

476.090

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



## 5.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΛΙΜΝΩΝ ΤΡΙΧΩΝΙΔΑΣ-ΛΥΣΙΜΑΧΙΑΣ

Εξετάζεται το σύστημα των λεκανών απορροής των λιμνών Τριχωνίδα και Λυσιμαχία, και τη λεκάνη της τάφρου Διμήκου, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους και με τον Αχελώο μέσω τεχνικών έργων. Ειδικότερα, τα πλεονάζοντα νερά της λίμνης Τριχωνίδας διοχετεύονται στη Λυσιμαχία, μέσω της Ενωτικής Τάφρου (τάφρος Αλαμπέη), που με τη σειρά της διοχετεύει τα πλεονάζοντα νερά της στον Αχελώο, μέσω της τάφρου Διμήκου (Ζαρρής κ.ά., 1999). Η συμβολή της τάφρου Διμήκου με τον Αχελώο γίνεται στο ύψος της γέφυρας της Ιονίας Οδού, και αποτελεί σημείο εξόδου του υδρολογικού συστήματος. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ενοποιημένου συστήματος περιλαμβάνει 24 υπολεκάνες, 23 κόμβους και 21 κλάδους υδρογραφικού δικτύου, αρκετοί από τους οποίους είναι εικονικοί. Η υδρολογική λειτουργία του συστήματος αναπαρίσταται ως εξής:

Η Τριχωνίδα και η Λυσιμαχία προσομοιώνονται ως υπολεκάνες (EL0415FL005010 και EL0415FL005001, αντίστοιχα), που είναι πλήρως αδιαπέρατες (συνεπώς, το σύνολο της βροχόπτωσης των υπολεκανών μετατρέπεται σε εισροή στις λίμνες). Περιμετρικά της Τριχωνίδας συμβάλλουν διάφορες υπολεκάνες, με κόμβους εξόδου τους J11, J12, J13, J14, J15, J16, J17, J18 και J19. Οι κόμβοι αυτοί συνδέονται με τον «κατάντη» κόμβο J10, μέσω εικονικών κλάδων, για τους οποίους θεωρείται μηδενικός χρόνος ροής. Ο κόμβος αυτός θεωρείται το εννοιολογικό σημείο συγκέντρωσης των εισροών της λίμνης Τριχωνίδας, μέρος των οποίων διοχετεύεται προς τη Λυσιμαχία, μέσω της Ενωτικής Τάφρου (κλάδος R95). Τονίζεται ότι στο μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης δεν γίνεται προσομοίωση των υπερχειλίσεων. Για τον λόγο αυτό, οι κόμβοι J10 (έξοδος Τριχωνίδας) και J9 (είσοδος Ενωτικής Τάφρου) δεν είναι συνδεδεμένοι, παρόλο που στην πραγματικότητα ταυτίζονται.

Κατ' αντιστοιχία με την Τριχωνίδα, περιμετρικά της Λυσιμαχίας συμβάλλουν διάφορες υπολεκάνες, που απορρέουν στους κόμβους J2, J3, J4 και J5. Η σημαντικότερη είναι η υπολεκάνη του Ερμίτσα, το

κατάντη τμήμα του οποίου αναπαρίσταται από τον κλάδο R74. Η απορροή του Ερμίτσα καταλήγει στον κόμβο J4, ενώ οι υπερχειλίσεις της Τριγωνίδας, μέσω της Ενωτικής Τάφρου, καταλήγουν στον κόμβο J5. Οι τέσσερις κόμβοι εισόδου της Λυσιμαχίας συνδέονται με τον «κατάντη» κόμβο J1 μέσω εικονικών κλάδων, για τους οποίους θεωρείται μηδενικός χρόνος ροής. Κατά συνέπεια, το σύνολο της απορροής της λεκάνης της Λυσιμαχίας, μαζί με τις υπερχειλίσεις της Τριγωνίδας, συγκεντρώνεται στον κόμβο J1. Ο κόμβος αυτός αποτελεί το εννοιολογικό σημείο συγκέντρωσης των εισροών της Λυσιμαχίας, μέρος των οποίων διοχετεύεται προς τον Αχελώο, μέσω της τάφρου Διμήκου (κλάδος R16). Στην τάφρο αυτή καταλήγουν και οι απορροές της υπολεκάνης EL0415FL005002. Συνεπώς, στον κόμβο J6, που αποτελεί έξοδο του ενοποιημένου συστήματος, καταλήγει το σύνολο των πλημμυρικών παροχών της ίδιας λεκάνης απορροής, καθώς και μέρος των πλημμυρικών παροχών των λεκανών απορροής της Τριγωνίδας και Λυσιμαχίας.

Η σχηματοποίηση του ενοποιημένου συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-8.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη του είναι:

- Έκταση  $A = 727.64 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 270 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 14.5 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 35.92 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 12.9 \text{ h}$

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

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής  $\varphi = 0.913$ .

Επισημαίνεται ότι ο χρόνος συγκέντρωσης του συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του ρέματος Ερμίτσα (έκταση  $98.5 \text{ km}^2$ , μέσο υψόμετρο  $400 \text{ m}$ , μέγιστο μήκος ροής  $35.9 \text{ km}$ ).

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-14 και 5-15, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-16. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι έξοδος μίας εκ των τριών λεκανών απορροής που απαρτίζουν το υδρολογικό σύστημα (μάλιστα, στην περίπτωση αυτή, επειδή η έξοδος αναφέρεται σε λίμνη, και συγκεκριμένα στη Λυσιμαχία, δεν έχει νόημα η έννοια της παροχής αιχμής), ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο τους συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π5 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	Όνομασία	Ανάτη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EIKONIKO	J2	J1	-	-
R31	EIKONIKO	J3	J1	-	-
R41	EIKONIKO	J4	J1	-	-
R51	EIKONIKO	J5	J1	-	-

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Όνομασία	Ανάκτη	Κατάκτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R1110	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J11	J10	-	-
R1210	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J12	J10	-	-
R1310	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J13	J10	-	-
R1410	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J14	J10	-	-
R1510	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J15	J10	-	-
R1610	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J16	J10	-	-
R1710	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J17	J10	-	-
R1810	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J18	J10	-	-
R1910	ΕΙΚΟΝΙΚΟ	J19	J10	-	-
R16	ΤΑΦΡΟΣ ΔΙΜΗΚΟΥ	J1	J6	9.170	0.0001
R74	ΕΡΜΙΤΣΑΣ	J7	J4	10.640	0.0082
R85		J8	J5	2.170	0.0092
R95	ΕΝΩΤΙΚΗ ΤΑΦΡΟΣ	J9	J5	2.830	0.0005
R2011		J20	J11	2.510	0.0185
R2117	ΜΠΟΥΡΛΑ	J21	J17	2.340	0.0182
R2218		J22	J18	2.380	0.0076
R2319	ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ	J23	J19	2.850	0.0188

Πίνακας 5-15 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

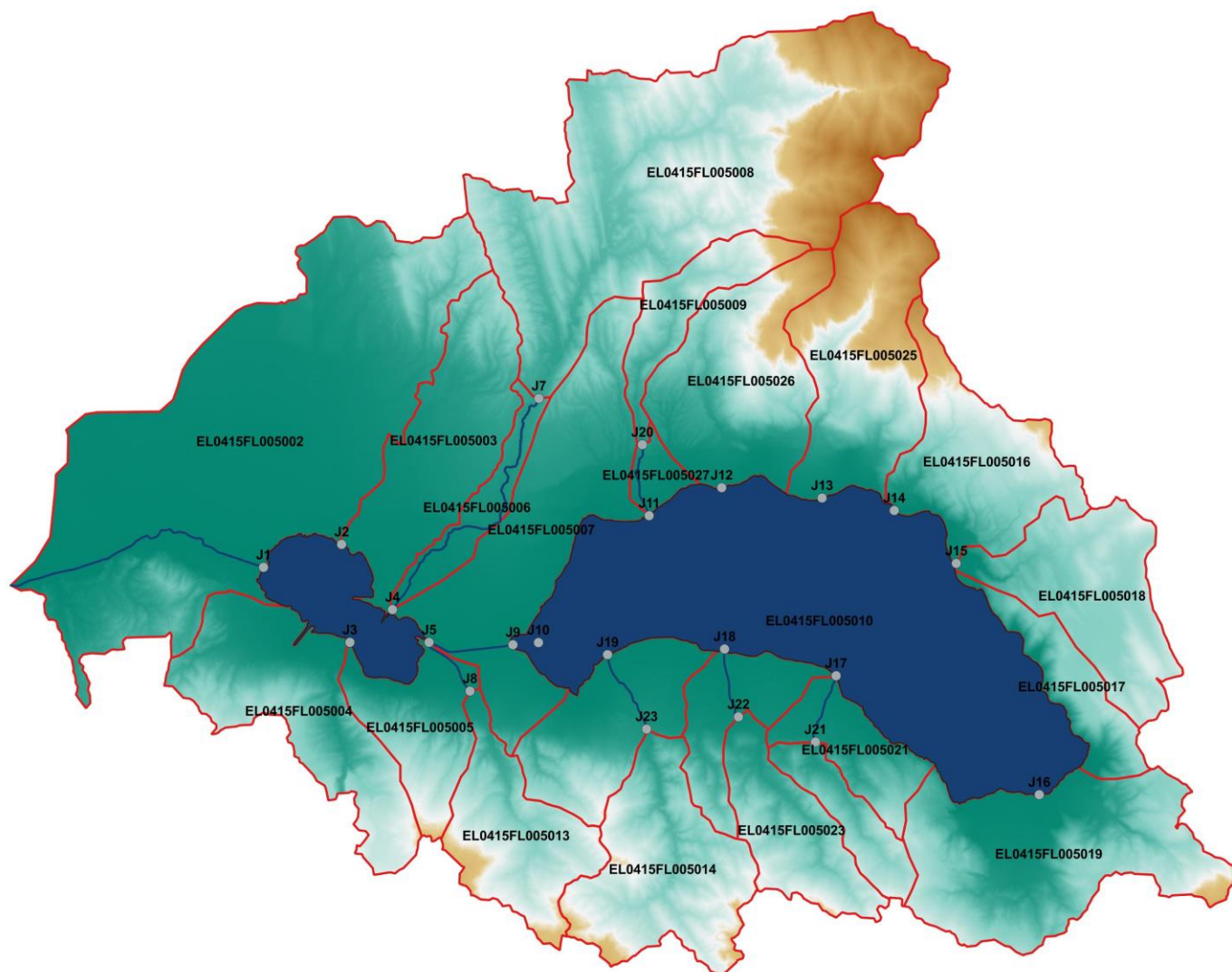
Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FL005001	EL0415FL00005		J1	13.048	15.2	14.5	1.383
EL0415FL005002	EL0415FL00005	R16	J6	107.527	69.0	13.4	21.898
EL0415FL005003	EL0415FL00005		J2	28.369	105.3	15.0	14.082
EL0415FL005004	EL0415FL00005		J3	30.041	250.7	11.3	10.788
EL0415FL005005	EL0415FL00005	R85	J5	15.382	240.9	13.5	8.169
EL0415FL005006	EL0415FL00005	R74	J4	8.041	62.4	16.5	6.311
EL0415FL005007	EL0415FL00005	R95	J5	40.814	79.8	13.2	7.773
EL0415FL005008	EL0415FL00005		J7	90.428	651.3	100.4	25.279

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FL005009	EL0415FL00005		J20	11.219	431.0	59.9	12.705
EL0415FL005010	EL0415FL00005		J10	96.519	14.1	14.0	3.069
EL0415FL005013	EL0415FL00005		J8	20.400	494.9	33.6	11.413
EL0415FL005014	EL0415FL00005		J23	28.808	489.3	69.7	11.977
EL0415FL005016	EL0415FL00005		J14	24.489	441.6	14.6	9.544
EL0415FL005017	EL0415FL00005		J15	11.251	238.4	15.2	3.205
EL0415FL005018	EL0415FL00005		J15	25.291	379.8	19.1	13.981
EL0415FL005019	EL0415FL00005		J16	41.833	254.1	14.9	8.571
EL0415FL005020	EL0415FL00005		J21	8.467	304.8	56.1	7.747
EL0415FL005021	EL0415FL00005	R2117	J17	11.074	119.0	14.9	5.029
EL0415FL005022	EL0415FL00005	R2218	J18	12.412	94.2	16.2	8.873
EL0415FL005023	EL0415FL00005		J22	16.399	337.6	34.8	11.302
EL0415FL005024	EL0415FL00005	R2319	J19	20.381	152.2	15.6	5.608
EL0415FL005025	EL0415FL00005		J13	32.017	715.8	14.0	12.612
EL0415FL005026	EL0415FL00005		J12	30.032	381.8	14.8	12.471
EL0415FL005027	EL0415FL00005	R2011	J11	3.339	37.2	16.1	3.202





**Εικόνα 5-8** Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

Πίνακας 5-16 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκανών απορροής Τριχωνίδας-Λυσιμαχίας EL0415FL00005</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	772.64	Υψόμετρο εξόδου (m)	14.5
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	14.18	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	12.90
Μέγιστο μήκος ροής (km)	35.92	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	270.5	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	195.8	195.8	195.8
T = 100	229.3	229.3	229.3
T = 1000	376.0	376.0	376.0
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	86.0	129.9	160.9
T = 100	110.5	160.2	193.5
T = 1000	229.9	298.2	337.8
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.439	0.663	0.821
T = 100	0.482	0.698	0.844
T = 1000	0.611	0.793	0.898
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	510.9	847.6	1013.4
T = 100	717.1	1096.4	1267.8
T = 1000	2182.1	2441.8	2512.4
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	62.593	94.492	117.040
T = 100	80.413	116.549	140.752
T = 1000	167.282	216.955	245.800
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	529	865.8	1031.6
T = 100	737.4	1116.8	1288.2
T = 1000	2207.6	2467.3	2537.9
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	86.166	118.065	140.6132
T = 100	106.815	142.951	167.154

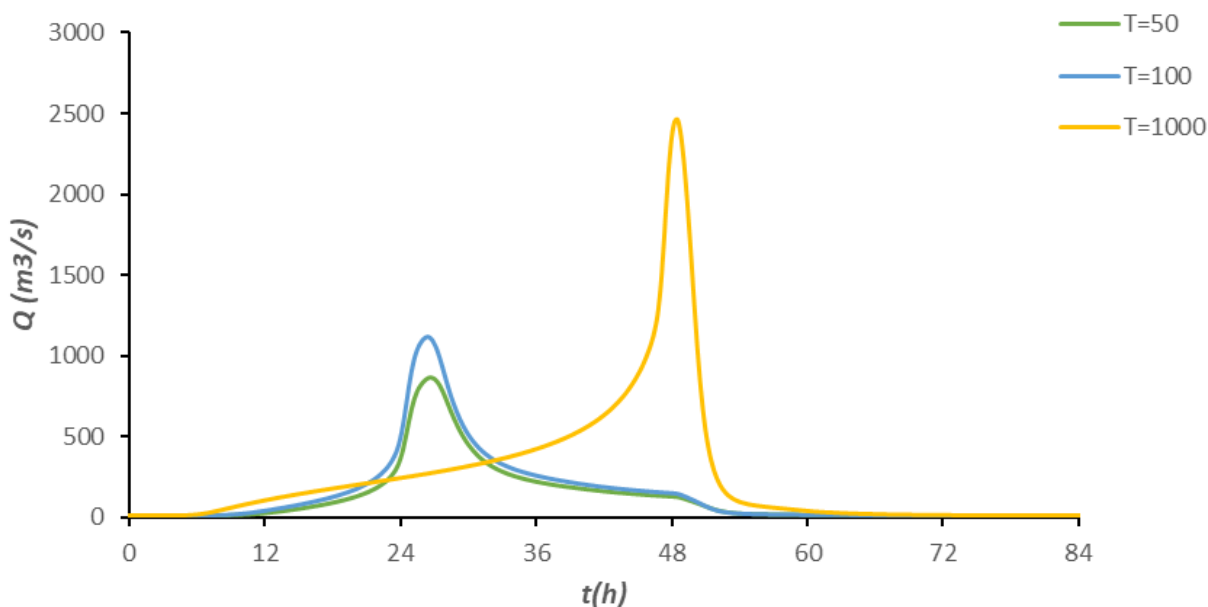
T = 1000

200.282

249.955

278.800

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



### 5.7 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΟΥΛΚΑΡΙΑΣ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής της λίμνης Βουλκαρία περιλαμβάνει 27 υπολεκάνες, 20 κόμβους και 18 κλάδους υδρογραφικού δικτύου, ορισμένοι από τους οποίους είναι εικονικοί. Το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης, έκτασης 123.4 km<sup>2</sup>, εκφορτίζεται στην ίδια τη λίμνη, μέσω του εννοιολογικού κόμβου J1, ενώ ένα μικρότερο τμήμα, έκτασης 6.5 km<sup>2</sup>, απορρέει στον κόλπο της Παλαίρου, μέσω του κόμβου εξόδου J13. Η ίδια η λίμνη καταλαμβάνει το 95% της υπολεκάνης EL0415FL007001, που προσομοιώνεται ως πλήρως αδιαπέρατη επιφάνεια (συνεπώς, το σύνολο της βροχόπτωσης μετατρέπεται σε εισροή στη λίμνη). Το υπόλοιπο 5% καταλαμβάνουν οι νησίδες που βρίσκονται εντός των ορίων της λίμνης. Περιμετρικά της Βουλκαρίας συμβάλλουν τέσσερις υπολεκάνες, με κόμβους εξόδου τους J2, J3, J4 και J5. Οι κόμβοι αυτοί συνδέονται με τον «κατάντη» κόμβο J1, μέσω των εικονικών κλάδων R21, R31, R41 και R51, για τους οποίους θεωρείται μηδενικός χρόνος ροής. Ο κόμβος J1 θεωρείται το εννοιολογικό σημείο συγκέντρωσης των εισροών της λίμνης, από τον οποίο ξεκινά αποστραγγιστική τάφρος (γνωστή ως Διώρυγα Κλεοπάτρας), που διοχετεύει τα πλεονάζοντα νερά της λίμνης στο Ιόνιο Πέλαγος, στο ύψος του χωριού Άγιος Νικόλαος. Η λειτουργία αυτή δεν αναπαρίσταται στο υδρολογικό μοντέλο.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-9.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη του είναι:

- Έκταση  $A = 139.93 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 274.4 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{max} = 22.98 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 5.8 \text{ h}$

Για την υδρολογική προσομοίωση επιλέγεται διάρκεια βροχής  $D = 24$  h και χρονικό βήμα  $\Delta t = 15$  min. Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής  $\varphi = 0.927$ . Επισημαίνεται ότι ο χρόνος συγκέντρωσης του συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του κύριου ρέματος που τροφοδοτεί τη λίμνη Βουλκαριά, το οποίο πηγάζει από τα Ακαρνανικά όρη και διατρέχει το οροπέδιο Ξηρομέρου (έκταση 123.4 km<sup>2</sup>, μέσο υψόμετρο 295 m, μέγιστο μήκος ροής 23.0 km).

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-17 και 5-18, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-19. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι το σημείο συγκέντρωσης των εισροών της Βουλκαρίας (μάλιστα, στην περίπτωση αυτή, επειδή η έξοδος αναφέρεται σε λίμνη, δεν έχει νόημα η έννοια της παροχής αιχμής), ενώ οι όγκοι στο σύνολο του συστήματος λεκάνων. Στο Παράρτημα Π7 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	EIKONIKO	J2	J1	-	-
R31	EIKONIKO	J3	J1	-	-
R41	EIKONIKO	J4	J1	-	-
R51	EIKONIKO	J5	J1	-	-
R63		J6	J3	2.834	0.0017
R73		J7	J3	0.822	0.0052
R87		J8	J7	1.661	0.0090
R97		J9	J7	2.313	0.0110
R104		J10	J4	2.259	0.0010
R1110		J11	J10	2.003	0.0097
R125		J12	J5	1.240	0.0083
R1413		J14	J13	0.522	0.0042
R1514		J15	J14	0.676	0.0023
R1615		J16	J15	2.725	0.0134
R1720		J17	J20	0.984	0.0063
R1817		J18	J17	4.945	0.0529
R1918		J19	J18	3.153	0.1464
R2010		J20	J10	1.672	0.0040

Πίνακας 5-18 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FL007001		R41	J1	9.225	10.0	0.00	0.100
EL0415FL007002			J2	10.545	54.2	0.00	4.296
EL0415FL007003		R63	J3	7.301	46.4	0.55	3.254
EL0415FL007004			J16	9.785	217.2	36.81	6.072
EL0415FL007005			J19	17.402	1004.3	736.22	6.345
EL0415FL007006		R1918	J18	2.233	653.4	274.76	3.979
EL0415FL007007			J18	9.163	809.5	239.47	7.839
EL0415FL007008		R1817	J17	7.801	339.0	14.55	7.444
EL0415FL007009			J17	11.833	184.3	14.70	4.675
EL0415FL007010		R2010	J10	1.618	36.6	3.95	3.901
EL0415FL007011			J11	3.107	145.9	18.69	2.886
EL0415FL007012		R1110	J10	4.800	26.1	0.66	3.768
EL0415FL007013			J15	1.314	6.8	3.78	1.519
EL0415FL007014		R1615	J15	3.503	25.1	0.00	3.008
EL0415FL007015		R1720	J20	0.599	26.0	7.95	2.531
EL0415FL007016		R1514	J14	0.070	10.0	2.21	0.164
EL0415FL007017		R1413	J13	0.120	1.5	0.09	0.366
EL0415FL007018		R97	J7	6.091	75.5	0.82	4.149
EL0415FL007020			J6	6.376	56.5	0.00	3.792
EL0415FL007021			J9	6.960	178.4	24.35	5.970
EL0415FL007022			J8	4.729	90.7	17.50	4.380
EL0415FL007023		R73	J3	1.364	3.4	0.57	0.405
EL0415FL007024		R87	J7	0.878	17.4	3.86	1.420
EL0415FL007025		R125	J5	3.799	49.8	0.35	1.571
EL0415FL007026			J12	1.928	229.3	9.36	2.543
EL0415FL007027		R104	J4	5.660	47.3	0.55	3.901

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FL007028			J14	1.730	10.5	0.19	2.531



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



Πίνακας 5-19 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκανών απορροής λίμνης Βουλκαρίας EL0415FL00007</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	139.93	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	6.26	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.75
Μέγιστο μήκος ροής (km)	0.00	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	274.4	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	154.9	154.9	154.9
T = 100	181.9	181.9	181.9
T = 1000	300.2	300.2	300.2
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	25.6	59.9	96.6
T = 100	37.1	80.0	121.7
T = 1000	98.2	173.5	231.2
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.165	0.387	0.623
T = 100	0.204	0.440	0.669
T = 1000	0.327	0.578	0.770
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	129.2	364.6	623.3
T = 100	196.5	514.5	813.8
T = 1000	1061.3	1614.1	1884.2
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	3.584	8.389	13.515
T = 100	5.193	11.199	17.029
T = 1000	13.748	24.275	32.352
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	132.7	368.1	626.8
T = 100	200.4	518.4	817.7
T = 1000	1066.2	1619.0	1889.1
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	5.849	10.654	15.780
T = 100	7.589	13.595	19.425

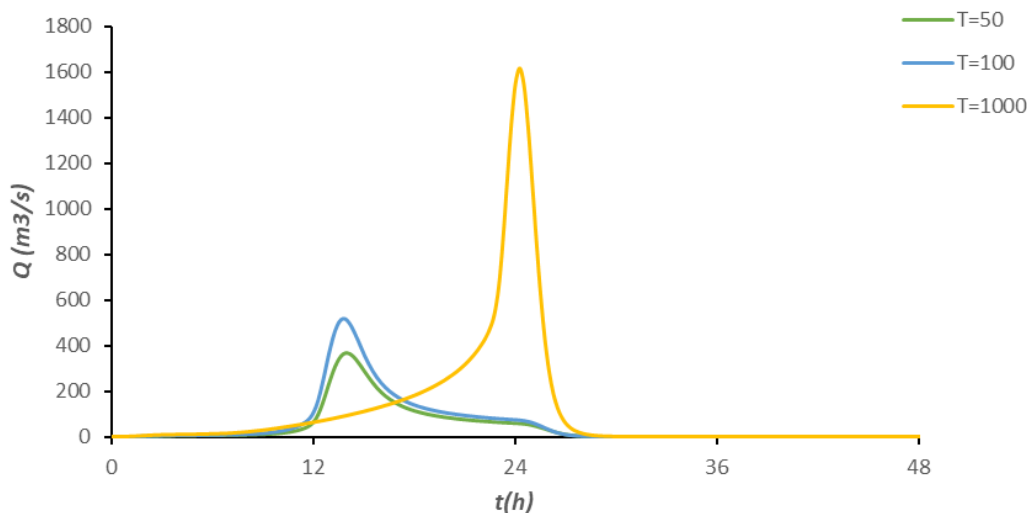
T = 1000

16.922

27.449

35.526

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



### 5.8 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΧΑΒΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ρέματος Χάβου περιλαμβάνει 10 υπολεκάνες, 6 κόμβους και 5 κλάδους υδρογραφικού δικτύου.

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

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 79.52 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 363 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 19.54 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 4.3 \text{ h}$

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

Για την παραπάνω έκταση και διάρκεια προκύπτει συντελεστής επιφανειακής αναγωγής  $\phi = 0.920$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-20 και 5-21, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-22. Στο Παράρτημα Π8 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21		J2	J1	4.956	0.0047
R32		J3	J2	1.179	0.0047
R43		J4	J3	4.804	0.0221

Κωδικός	Ονομασία	Ανάκτη	Κατάκτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R52		J5	J2	5.251	0.0180
R65		J6	J5	1.278	0.0574

Πίνακας 5-21 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο Εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR008001	EL0415FR00008	R21	J1	5.319	16.7	0.00	4.950
EL0415FR008002	EL0415FR00008	R32	J2	1.522	68.3	16.50	2.930
EL0415FR008003	EL0415FR00008	R43	J3	10.192	195.3	27.85	4.800
EL0415FR008004	EL0415FR00008	R52	J2	7.697	190.3	18.51	6.450
EL0415FR008005	EL0415FR00008		J5	9.675	501.9	126.30	9.220
EL0415FR008006	EL0415FR00008		J6	17.442	515.7	174.37	8.050
EL0415FR008007	EL0415FR00008		J6	6.014	512.4	191.24	4.910
EL0415FR008008	EL0415FR00008	R65	J5	0.832	281.5	126.36	2.050
EL0415FR008009	EL0415FR00008		J4	14.973	342.2	135.18	8.440
EL0415FR008010	EL0415FR00008		J4	5.851	500.0	135.18	6.750

Πίνακας 5-22 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης.

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Χάβου EL0415FR00008</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	79.52	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.26
Μέγιστο μήκος ροής (km)	19.54	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	363.0	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	153.5	153.5	153.5
T = 100	179.8	179.8	179.8
T = 1000	294.8	294.8	294.8
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	57.7	98.9	125.8
T = 100	77.0	123.0	151.5
T = 1000	172.2	232.7	265.3
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.376	0.644	0.819
T = 100	0.428	0.684	0.843
T = 1000	0.584	0.789	0.900
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	318.8	567.5	701.9
T = 100	450.1	732.8	874.9
T = 1000	1243.6	1570	1683.7
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	4.585	7.861	10.001
T = 100	6.125	9.783	12.049
T = 1000	13.697	18.502	21.098
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	320.8	569.4	703.8
T = 100	452.4	735.0	877.1
T = 1000	1246.4	1572.8	1686.5
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	5.188	8.464	10.604
T = 100	6.801	10.458	12.725

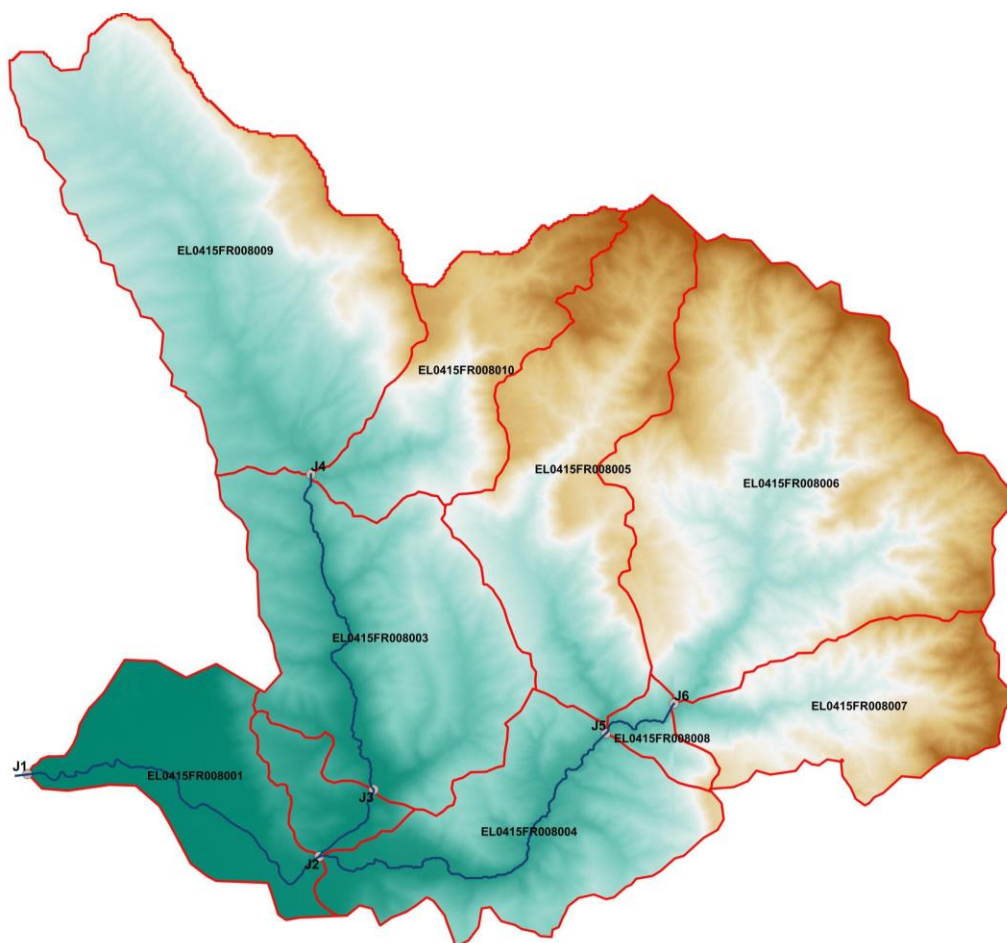
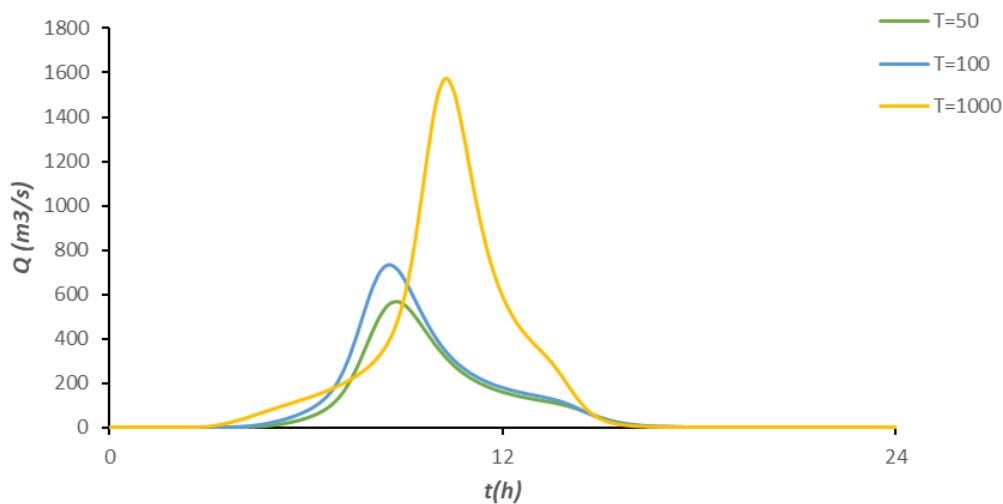
T = 1000

14.541

19.346

21.942

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



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

**5.9 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΜΠΟΤΟΚΟΥ**

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ρέματος Μπότοκου περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες, 3 κόμβους και 2 κλάδους υδρογραφικού δικτύου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-11.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 29.28 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 216 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{max} = 16.63 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 4.0 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.939$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-23 και 5-24, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-25. Στο Παράρτημα Π9 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

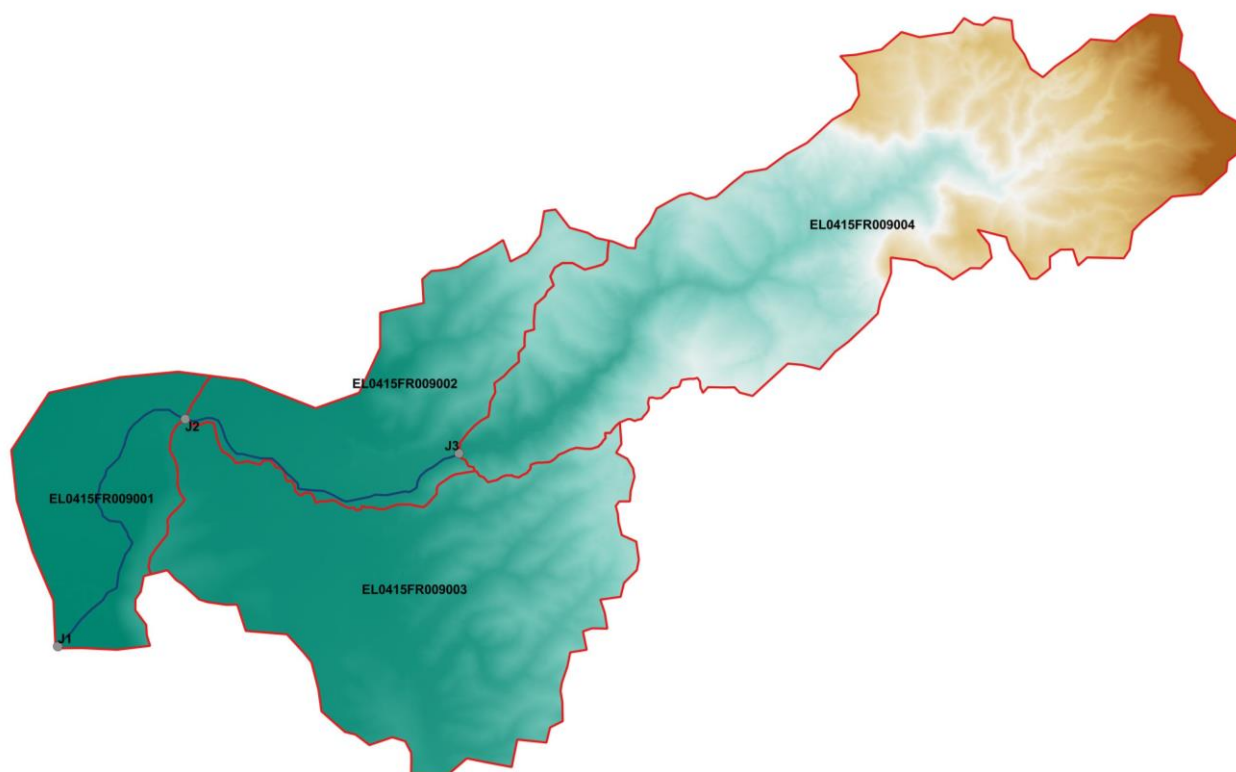
**Πίνακας 5-23** Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21		J2	J1	3.211	0.0037
R32		J3	J2	3.124	0.0107

**Πίνακας 5-24** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR009001	EL0415FR00009	R21	J1	3.172	10.5	0	3.330
EL0415FR009002	EL0415FR00009	R32	J2	4.128	94.3	13.52	3.970
EL0415FR009003	EL0415FR00009		J2	8.894	87.3	12.60	6.760
EL0415FR009004	EL0415FR00009		J3	13.082	391.5	45.82	10.290





**Εικόνα 5-11** Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

**Πίνακας 5-25** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

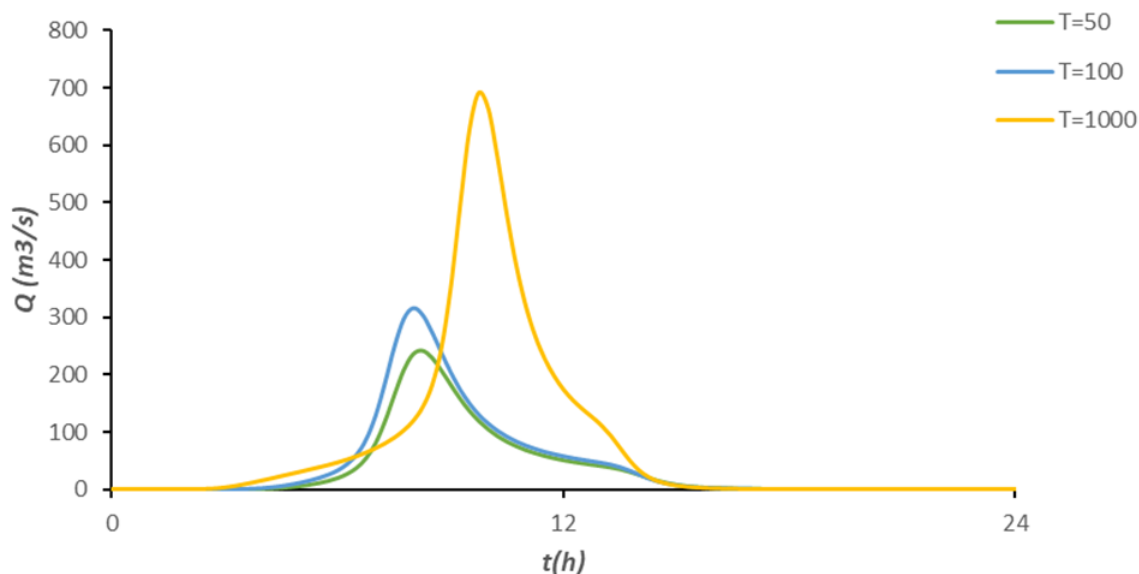
<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Μπότοκου EL0415FR00009</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	29.28	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	3.96
Μέγιστο μήκος ροής (km)	16.63	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	215.9	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
	<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>		
T = 50	160.7	163.5	163.5
T = 100	188.2	188.2	188.2
T = 1000	308.7	308.7	308.7

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>		
T = 50	57.0	100.7	129.9
T = 100	76.7	125.7	156.8
T = 1000	174.4	239.8	275.7
	<b>Συντελεστής απορροής</b>		
T = 50	0.349	0.616	0.795
T = 100	0.408	0.668	0.833
T = 1000	0.565	0.777	0.893
	<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	130.9	240.8	302.4
T = 100	187	316.2	383.2
T = 1000	533.1	690.8	749.5
	<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	1.670	2.947	3.804
T = 100	2.246	3.680	4.591
T = 1000	5.105	7.019	8.072
	<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	131.6	241.5	303.1
T = 100	187.8	317.0	384.0
T = 1000	534.1	691.8	750.5
	<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	1.892	3.169	4.026
T = 100	2.495	3.929	4.840
T = 1000	5.416	7.329	8.383

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου (μέσες συνθήκες)



### 5.10 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΞΗΡΟΡΕΜΑ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ρέματος Ξηρόρεμα περιλαμβάνει 11 υπολεκάνες, 6 κόμβους και 5 κλάδους υδρογραφικού δικτύου.

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

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 124.28 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 374 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 24.12 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 5.2 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.910$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-26 και 5-27, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-28. Στο Παράρτημα Π10 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21		J2	J1	2.779	0.0168
R32		J3	J2	4.740	0.0167

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R42		J4	J2	1.541	0.0066
R54		J5	J4	1.081	0.0090
R65		J6	J5	7.580	0.0173
R21		J2	J1	2.779	0.0168
R32		J3	J2	4.740	0.0167

Πίνακας 5-27 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR010001	EL0415FR00010	R21	J1	5.357	56.7	0	5.370
EL0415FR010002	EL0415FR00010	R42	J2	1.001	71.4	47.0	1.880
EL0415FR010003	EL0415FR00010	R32	J2	4.678	164.9	48.3	5.640
EL0415FR010004	EL0415FR00010		J3	11.508	423.1	126.7	8.690
EL0415FR010005	EL0415FR00010		J3	18.332	448.2	126.6	8.510
EL0415FR010006	EL0415FR00010		J4	3.121	203.4	57.0	5.610
EL0415FR010007	EL0415FR00010		J5	8.077	255.8	64.8	6.170
EL0415FR010008	EL0415FR00010	R54	J4	3.681	139.1	55.8	4.500
EL0415FR010009	EL0415FR00010	R65	J5	18.539	298.9	65.3	9.990
EL0415FR010010	EL0415FR00010		J6	17.547	423.2	198.1	9.000
EL0415FR010011	EL0415FR00010		J6	32.444	495.4	198.0	11.140

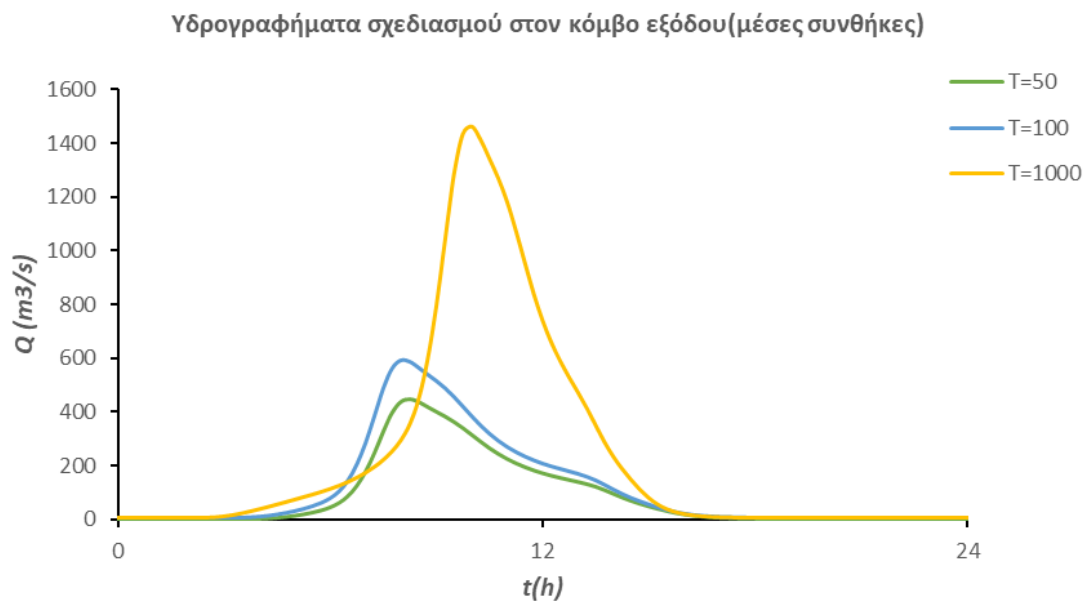
Πίνακας 5-28 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Ξηρόρεμα EL0415FR00010			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	124.28	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.22
Μέγιστο μήκος ροής (km)	24.12	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	374.0	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			

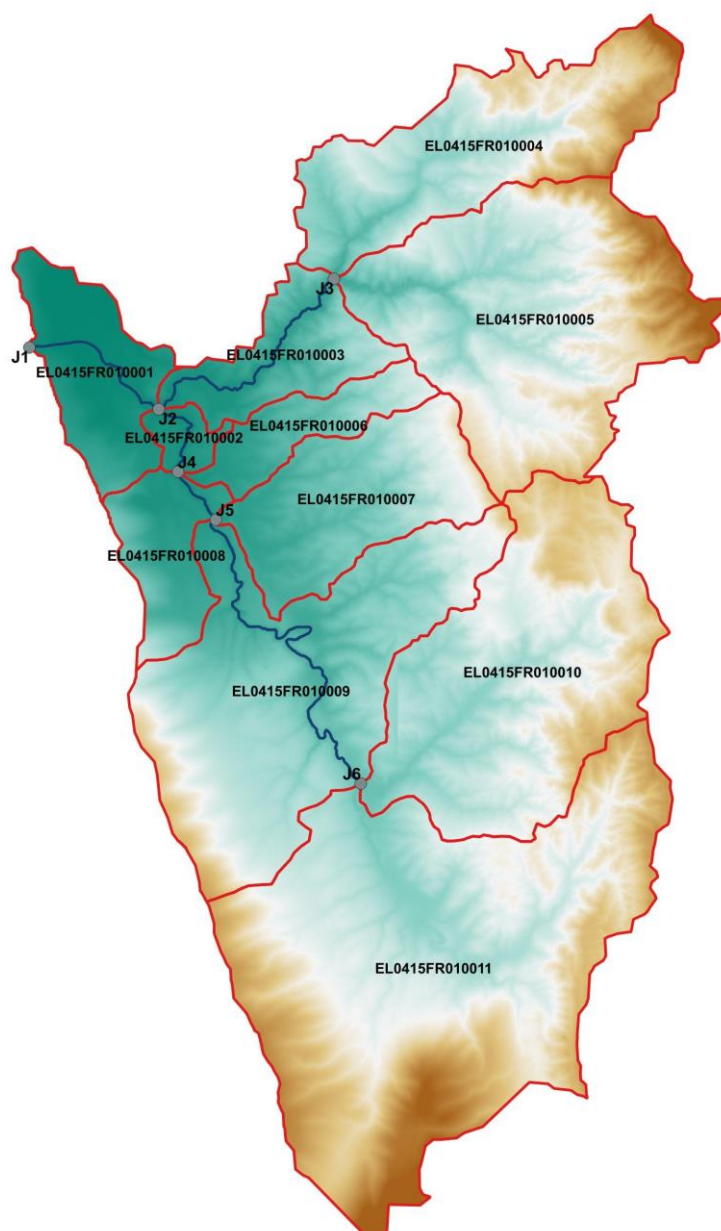
## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		
T = 50	137.3	137.3	137.3
T = 100	160.8	160.8	160.8
T = 1000	263.5	263.5	263.5
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	27.0	60.0	91.0
T = 100	37.9	77.7	112.4
T = 1000	98.6	163.1	209.6
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.197	0.437	0.663
T = 100	0.236	0.483	0.699
T = 1000	0.374	0.619	0.795
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m <sup>3</sup> /s)			
T = 50	202.1	444.5	663.1
T = 100	292.5	590.6	843.6
T = 1000	938	1460.2	1765.9
Πλημμυρικός όγκος (hm <sup>3</sup> )			
T = 50	3.354	7.461	11.315
T = 100	4.711	9.655	13.972
T = 1000	12.256	20.265	26.048
Συνολική παροχή αιχμής (m <sup>3</sup> /s)			
T = 50	205.2	447.6	666.2
T = 100	296	594.1	847.1
T = 1000	942.3	1464.5	1770.2
Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm <sup>3</sup> )			
T = 50	4.297	8.404	12.257
T = 100	5.767	10.711	15.028
T = 1000	13.576	21.584	27.368







**Εικόνα 5-12** Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκάνων

### 5.11 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΑΜΒΡΑΚΙΑΣ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λίμνης Αμβρακία περιλαμβάνει 5 υπολεκάνες, 5 κόμβους και 4 κλάδους υδρογραφικού δικτύου. Η λεκάνη απορροής της λίμνης χωρίζεται σε τέσσερις υπολεκάνες, οι οποίες εκφορτίζονται στους κόμβους J2, J3, J4 και J5. Η ίδια η λίμνη αναπαρίσταται ως ξεχωριστή υπολεκάνη (EL0415FL11001), που είναι πλήρως αδιαπέρατη και το σύνολο των εισροών της, μαζί με τις εισροές λόγω βροχόπτωσης στη λίμνη, συγκεντρώνονται στον εννοιολογικό κόμβο εξόδου J1. Για τον σκοπό αυτό, στο μοντέλο εισάγονται οι τέσσερις εικονικοί κλάδοι (R21, R31, R41, R51), μηδενικού χρόνου ροής.

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

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 108.70 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 212 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 18.7 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 6.33 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 4.61 \text{ h}$

Σημειώνεται ότι για την εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης λαμβάνεται το μέγιστο μήκος ροής της υπολεκάνης EL0415FL011002, που είναι το μεγαλύτερο μήκος διαδρομής στο σύστημα.

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 υπολεκανών δίνονται στον Πίνακα 5-29 (δεν έχει νόημα η παράθεση στοιχείων για τους εικονικούς κλάδους), ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της λεκάνης δίνονται στον Πίνακα 5-30. Επισημαίνεται ότι επειδή η έξοδος του υδρολογικού συστήματος αναφέρεται σε λίμνη, δεν έχει νόημα η έννοια της παροχής αιχμής. Στο Παράρτημα Π11 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

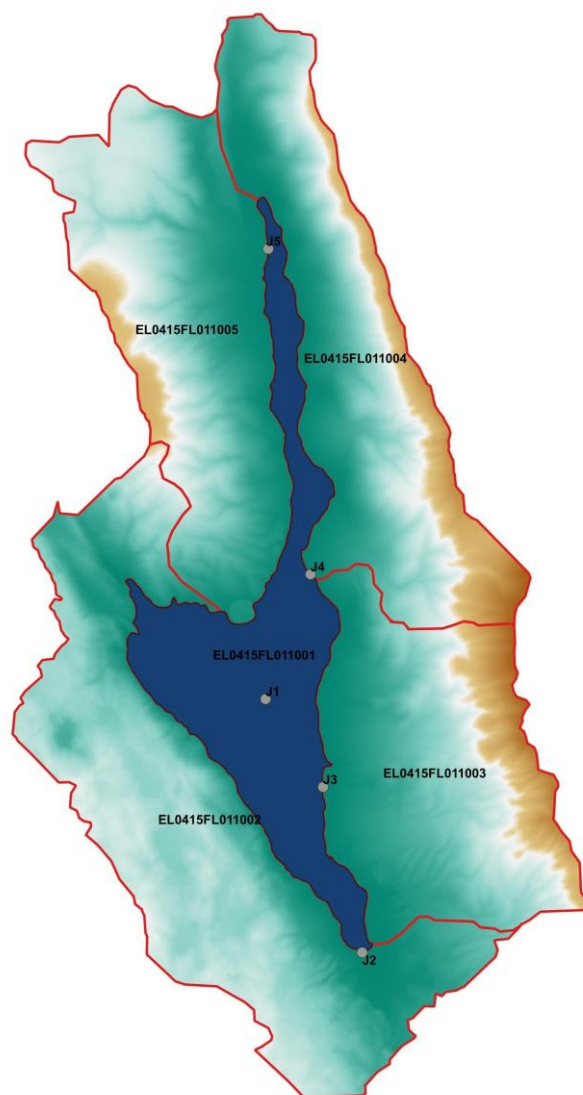
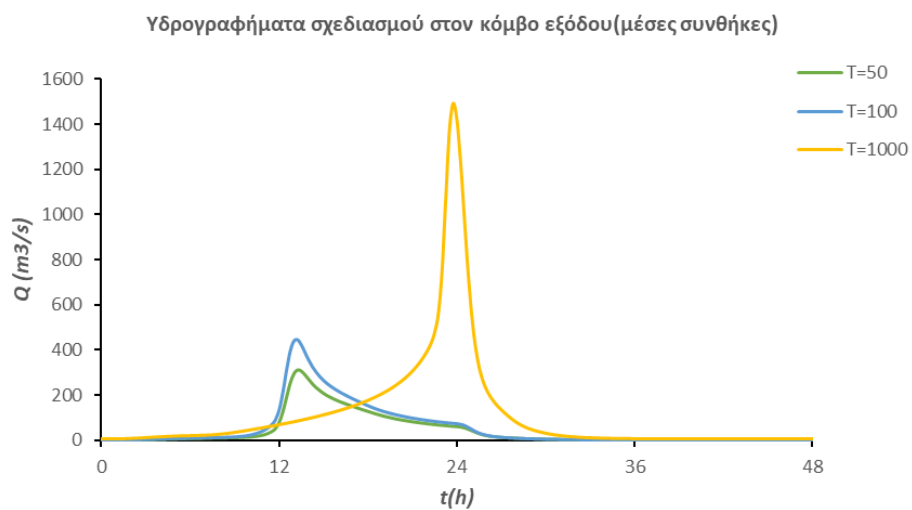
**Πίνακας 5-29** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FL011001	EL0415FL00011		J1	14.534	18.7	18.7	0.100
EL0415FL011002	EL0415FL00011		J2	29.770	217.6	18.7	6.330
EL0415FL011003	EL0415FL00011		J3	20.291	258.9	18.7	5.340
EL0415FL011004	EL0415FL00011		J4	21.966	273.3	18.7	4.550
EL0415FL011005	EL0415FL00011		J5	22.139	224.9	18.7	5.520

**Πίνακας 5-30** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος λίμνης Αμβρακίας EL0415FR00011</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	108.70	Υψόμετρο εξόδου (m)	18.7
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	13.37	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.61
Μέγιστο μήκος ροής (km)	6.33	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	211.6	Χρονικό βήμα (h)	0.25

<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
	<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>		
T = 50	156.7	156.7	156.7
T = 100	183.5	183.5	183.5
T = 1000	300.9	300.9	300.9
	<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>		
T = 50	29.7	63.3	99.6
T = 100	40.5	82.5	123.7
T = 1000	103.8	177.7	234.1
	<b>Συντελεστής απορροής</b>		
T = 50	0.189	0.404	0.635
T = 100	0.221	0.450	0.674
T = 1000	0.345	0.591	0.778
	<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	96.3	309.3	574.9
T = 100	136.9	446.8	754.8
T = 1000	919.3	1489.7	1762.8
	<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	3.227	6.879	10.825
T = 100	4.401	8.973	13.448
T = 1000	11.284	19.319	25.445
	<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	99	312	577.6
T = 100	140.0	449.9	757.8
T = 1000	923.1	1493.5	1766.6
	<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	4.99	8.642	12.589
T = 100	6.376	10.948	15.423
T = 1000	13.752	21.788	27.914



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

**5.12 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΓΕΡΟΠΟΡΟΥ**

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ρέματος Γεροπόρου περιλαμβάνει 9 υπολεκάνες, 6 κόμβους και 5 κλάδους υδρογραφικού δικτύου.

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

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 226.88 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 130 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 43.40 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 13.7 \text{ h}$

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

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

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-31 και 5-32, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-33. Στο Παράρτημα Π12 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21		J2	J1	6.210	0.0002
R32		J3	J2	4.279	0.0004
R43		J4	J3	10.778	0.0034
R52		J5	J2	2.787	0.0008
R61		J6	J1	12.137	0.0004

**Πίνακας 5-32** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR012001	EL0415FR00012	R21	J1	8.351	87.6	0.0	4.070
EL0415FR012002	EL0415FR00012	R32	J2	20.549	71.5	0.0	9.860
EL0415FR012003	EL0415FR00012	R43	J3	36.876	138.4	1.6	12.340
EL0415FR012004	EL0415FR00012		J4	81.407	235.9	40.3	22.130
EL0415FR012005	EL0415FR00012		J3	15.423	134.5	2.1	8.250

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR012006	EL0415FR00012		J5	7.939	18.6	0.2	5.060
EL0415FR012007	EL0415FR00012	R52	J2	6.562	7.1	0.0	5.260
EL0415FR012008	EL0415FR00012		J6	11.164	68.0	0.0	3.460
EL0415FR012009	EL0415FR00012	R61	J1	38.624	10.0	0.0	12.180

Πίνακας 5-33 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Γεροπόρου EL0415FR00012			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	226.88	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	13.71
Μέγιστο μήκος ροής (km)	43.40	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	130.5	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	148.3	148.3	148.3
T = 100	173.9	173.9	173.9
T = 1000	285.6	285.6	285.6
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	21.5	60.8	97.4
T = 100	32.7	80.1	121.0
T = 1000	58.0	174.1	227.5
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.145	0.410	0.657
T = 100	0.188	0.461	0.696
T = 1000	0.203	0.610	0.797
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m <sup>3</sup> /s)			
T = 50	98.9	328.4	548.3
T = 100	161.7	457.7	710.3
T = 1000	510	1313.3	1532.8
Πλημμυρικός όγκος (hm <sup>3</sup> )			

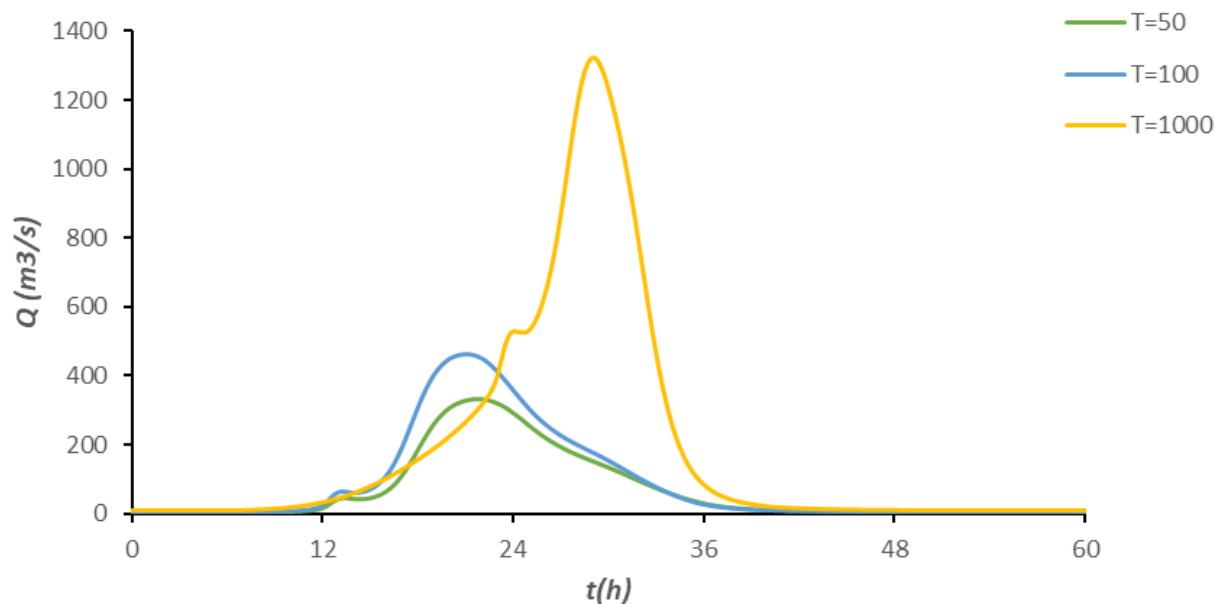


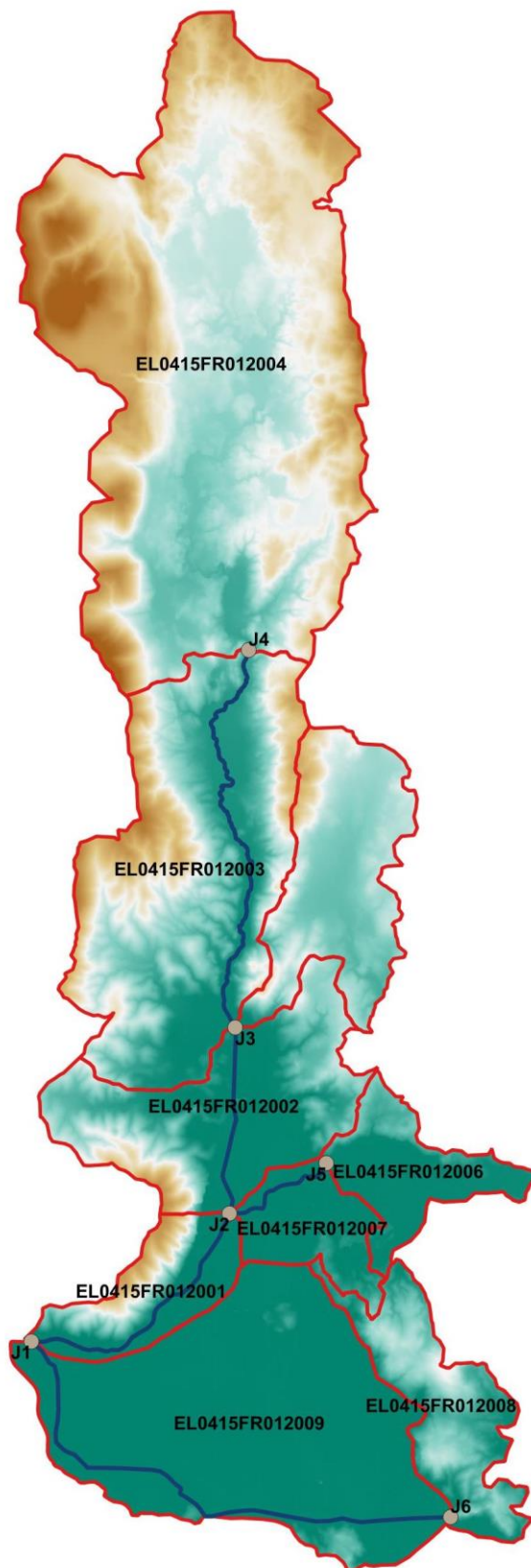
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 50	4.884	13.789	22.108
T = 100	7.411	18.175	27.445
T = 1000	13.159	39.497	51.621
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	104.6	334.0	554
T = 100	168.1	464.0	716.7
T = 1000	517.9	1321.3	1540.8
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	8.565	17.470	25.789
T = 100	11.533	22.298	31.567
T = 1000	18.312	44.650	56.774

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου (μέσες συνθήκες)





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

**5.13 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΑΓΡΙΛΙΑΣ**

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ρέματος Αγριλιάς περιλαμβάνει 1 λεκάνη και 1 κόμβο εξόδου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-15. Η ΖΔΥΚΠ “Περιοχή δέλτα ποταμού Ευήνου” καλύπτει μικρό κομμάτι της λεκάνης, κοντά στον κόμβο εξόδου J1.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 30.57 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 351.4 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 10.54 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 2.52 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.939$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στον Πίνακα 5-34, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-35. Στο Παράρτημα Π13 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

**Πίνακας 5-34** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR013001	EL0415FR00013		J1	30.574	351.39	0.0	10.54

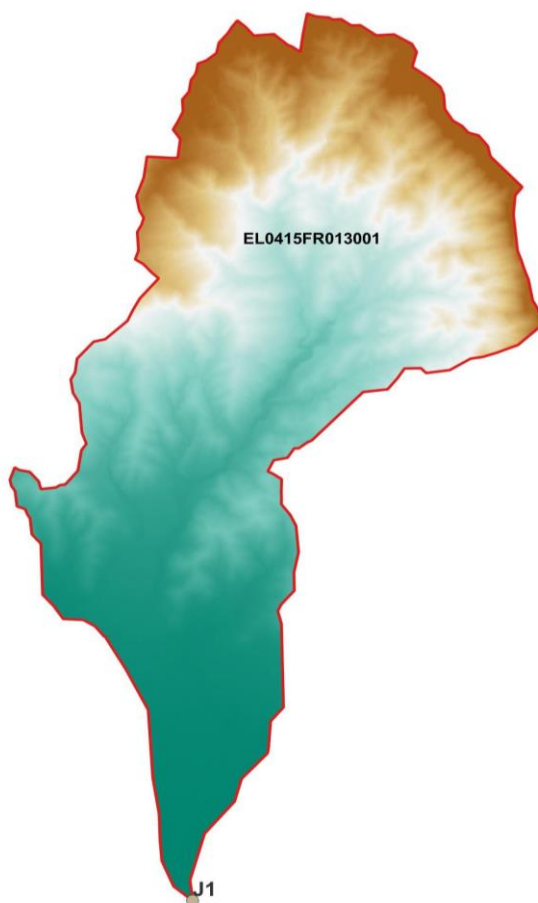
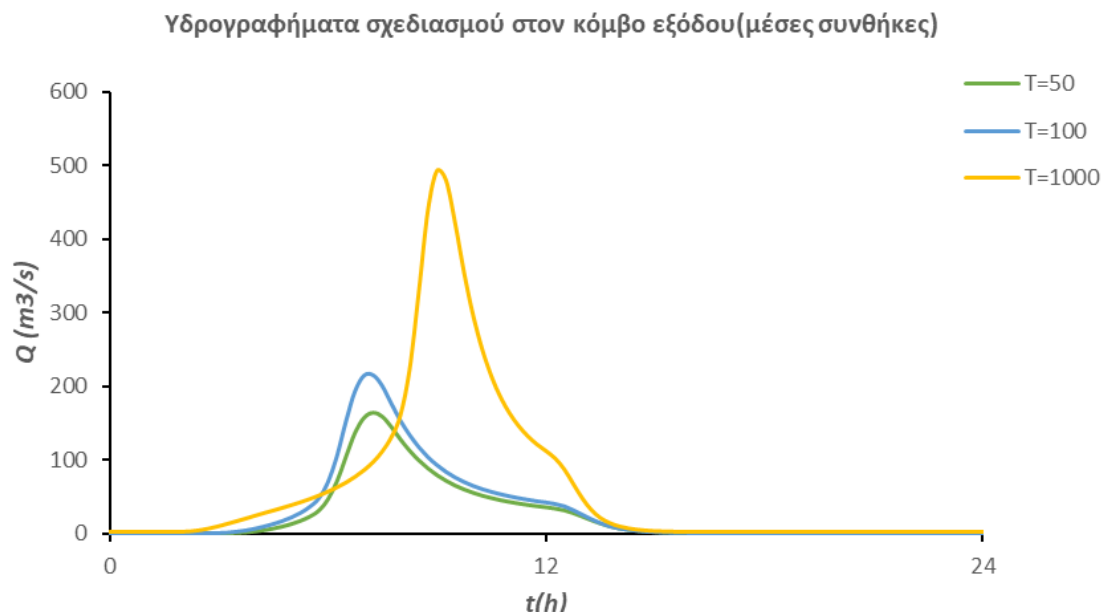
**Πίνακας 5-35** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Αγριλιά EL0415FR00013</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	30.574	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.528
Μέγιστο μήκος ροής (km)	10.54	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	351.39	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>		
T = 50	122.0	122.0	122.0

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	143.0	143.0	143.0
T = 1000	234.8	234.8	234.8
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	35.1	69.5	94.4
T = 100	48.7	88.0	114.7
T = 1000	118.4	173.2	204.9
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.288	0.570	0.774
T = 100	0.340	0.616	0.802
T = 1000	0.504	0.738	0.873
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	75.8	163.8	218.8
T = 100	112.8	214.1	275.1
T = 1000	355.4	491.3	544.5
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	1.073	2.126	2.887
T = 100	1.488	2.691	3.508
T = 1000	3.620	5.296	6.264
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	76.1	164.1	219.1
T = 100	113.4	214.7	275.7
T = 1000	356.9	492.8	546.0
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	1.166	2.219	2.980
T = 100	1.673	2.876	3.693
T = 1000	4.083	5.759	6.727



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

**5.14 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΚΑΤΩ ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ**

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ρέματος Κάτω Βασιλικής περιλαμβάνει 1 λεκάνη και 1 κόμβο εξόδου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-16. Η ΖΔΥΚΠ “Περιοχή δέλτα ποταμού Ευήνου” καλύπτει μικρό κομμάτι της λεκάνης, ανάντη του κόμβου εξόδου J1.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 41.42 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 281.57 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 6.60 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 2.66 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.933$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στον Πίνακα 5-36, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-37. Στο Παράρτημα Π14 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

**Πίνακας 5-36** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0420FR014001	EL0420FR00014		J1	41.416	281.573	0.0	6.60

**Πίνακας 5-37** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

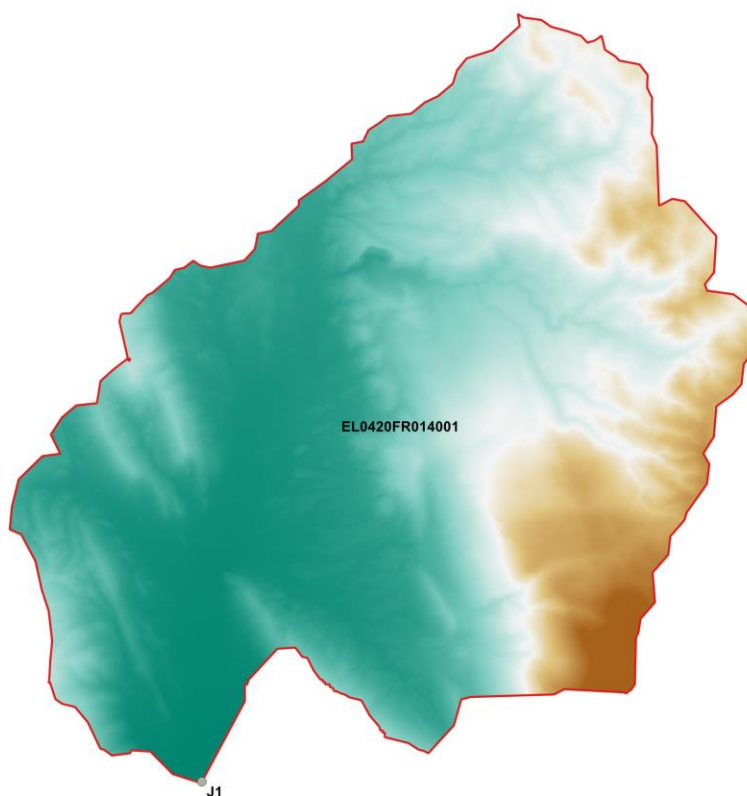
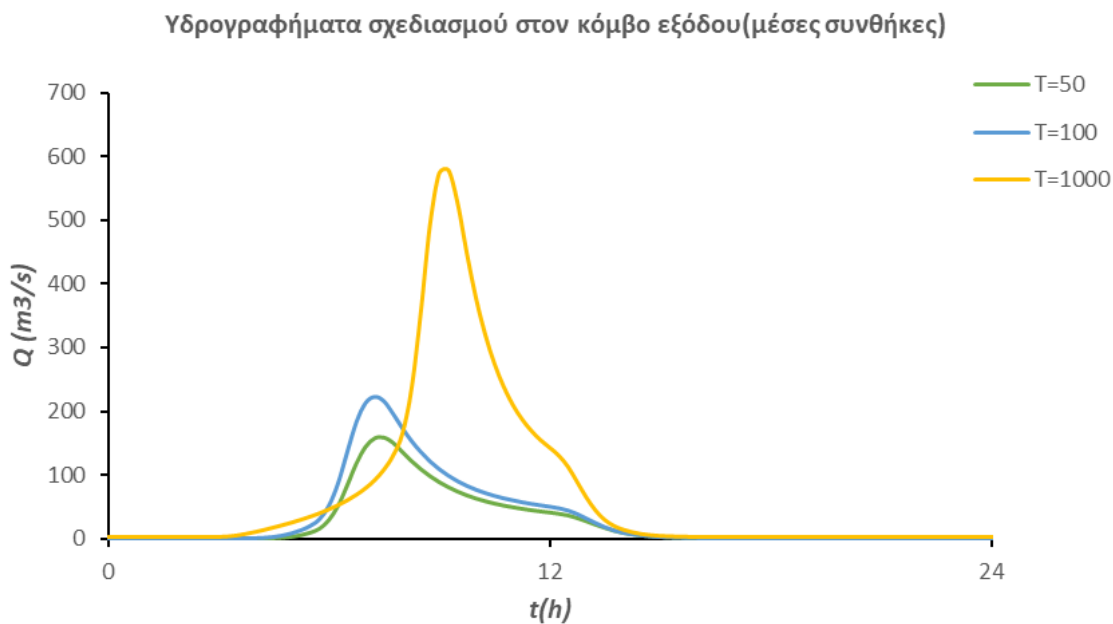
<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Κάτω Βασιλικής EL0415FR00014</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	41.416	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.655
Μέγιστο μήκος ροής (km)	6.60	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	281.57	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>		
T = 50	121.7	121.7	121.7



## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	142.5	142.5	142.5
T = 1000	233.9	233.9	233.9
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	17.8	51.6	81.8
T = 100	27.3	67.8	101.2
T = 1000	82.3	146.2	189.1
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.146	0.424	0.672
T = 100	0.192	0.476	0.710
T = 1000	0.352	0.625	0.808
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	43.6	158.7	259.5
T = 100	74.8	220.9	330.9
T = 1000	342.7	576.8	696.6
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	0.738	2.135	3.388
T = 100	1.132	2.808	4.193
T = 1000	3.410	6.056	7.830
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	44	159.1	259.9
T = 100	75.6	221.7	331.7
T = 1000	344.8	578.9	698.7
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	0.863	2.260	3.513
T = 100	1.383	3.059	4.444
T = 1000	4.036	6.682	8.456



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

**5.15 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΩΤΗ**

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ποταμού Καρπενσιώτη περιλαμβάνει 5 υπολεκάνες, 3 κόμβους και 2 κλάδους υδρογραφικού δικτύου. Ο ποταμός Καρπενσιώτης, συμβάλει στον Κρικελιώτη, στον κόμβο J33.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-17. Εντός της λεκάνης περιλαμβάνεται εξ ολοκλήρου η νέα ΖΔΥΚΠ “Χαμηλές ζώνες π.Καρπενσιώτη”.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 185.47 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 1138.91 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 399.29 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 42.14 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 5.41 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.921$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-38 και 5-39, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-40. Στο Παράρτημα Π15 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

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

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R3533	ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΩΤΗΣ Ρ. 1	J37	J35	13.20	0.0217
R3735	ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΩΤΗΣ Ρ. 2	J35	J33	6.12	0.0137

**Πίνακας 5-39** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR015001	EL0415FR00015	R3533	J33	61.38	1082.723	399.293	14.52
EL0415FR015002	EL0415FR00015		J35	29.32	1131.198	694.545	12.02
EL0415FR015003	EL0415FR00015	R3735	J35	33.29	1067.841	690.618	5.6
EL0415FR015004	EL0415FR00015		J37	13.05	1417.386	778.963	4.2
EL0415FR015005	EL0415FR00015		J37	48.44	1188.632	778.209	5.8

**Πίνακας 5.40** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Καρπενησιώτη EL0415FR00015</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	185.47	Υψόμετρο εξόδου (m)	399.29
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	5.409
Μέγιστο μήκος ροής (km)	42.14	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	1138.91	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	147.8	147.8	147.8
T = 100	173.1	173.1	173.1
T = 1000	284.1	284.1	284.1
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	23.4	62.0	97.8
T = 100	34.8	81.3	116.9
T = 1000	99.8	174.7	226.9
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.158	0.420	0.662
T = 100	0.201	0.470	0.675
T = 1000	0.351	0.615	0.799
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	153.7	524.9	850.8
T = 100	250.2	720.8	1075.1
T = 1000	1455.0	2044.6	2293.1
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	4.340	11.504	18.139
T = 100	6.451	15.082	21.673
T = 1000	18.519	32.410	42.088
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	155.6	526.8	852.7
T = 100	253.9	724.5	1078.8
T = 1000	1464.3	2053.9	2302.4
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	5.542	12.706	19.341
T = 100	8.853	17.484	24.075

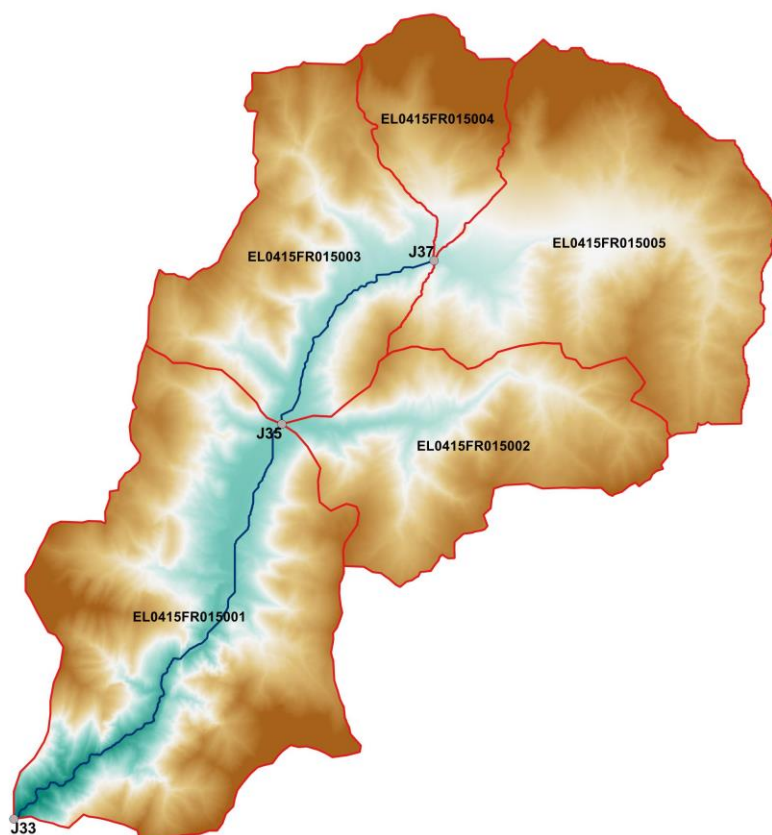
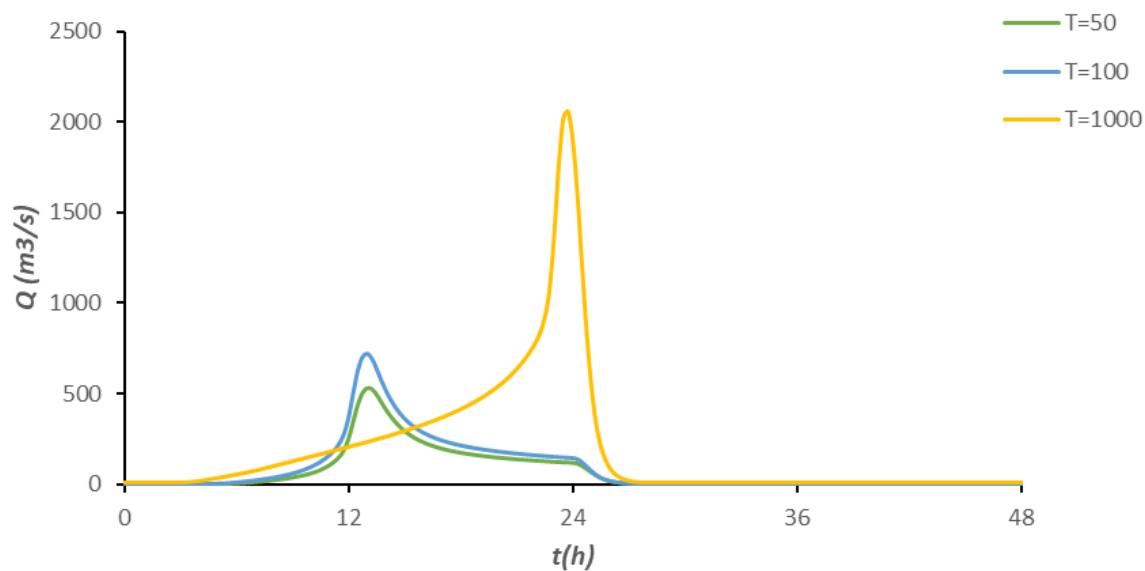
T = 1000

24.529

38.420

48.098

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



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

**5.16 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΒΟΥΤΟΥΜΙΑ**

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ποταμιού Βουτουμιάς περιλαμβάνει 1 λεκάνη και 1 κόμβο εξόδου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-18. Η ΖΔΥΚΠ “Χαμηλές ζώνες ρεμάτων Βουτουμιάς και Νήσσης” καλύπτει κομμάτι της λεκάνης, ανάντη του κόμβου εξόδου J1.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 49.97 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 370.02 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.07 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 11.90 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 2.997 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.929$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στον Πίνακα 5-41, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-42. Στο Παράρτημα Π16 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

**Πίνακας 5-40** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR016001	EL0415FR00016		J1	49.965	370.02	0.0	11.90

**Πίνακας 5-41** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

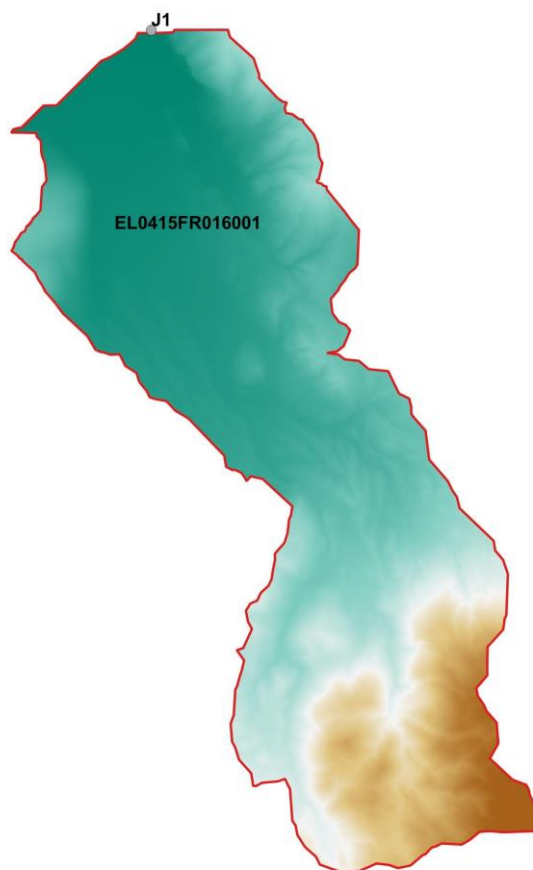
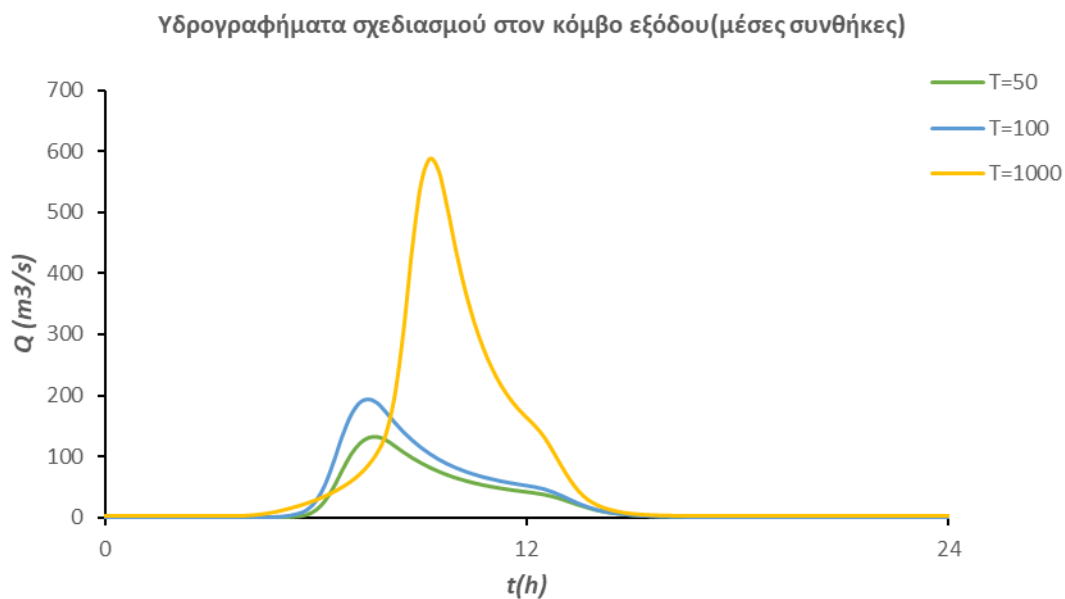
<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Βουτουμιά EL0415FR00016</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	49.97	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.997
Μέγιστο μήκος ροής (km)	11.90	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	370.02	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	117.8	117.8	117.8



## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

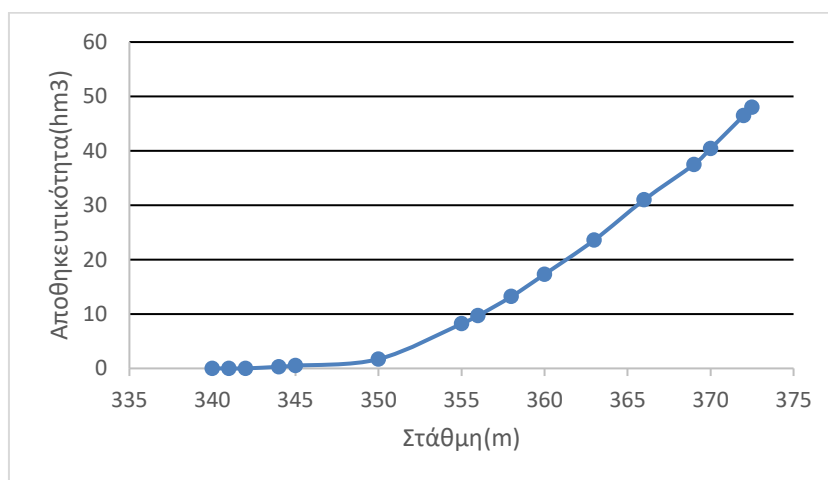
T = 100	138.1	138.1	138.1
T = 1000	227.2	227.2	227.2
	<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>		
T = 50	8.9	38.5	70.0
T = 100	15.5	52.6	88.2
T = 1000	58.5	123.2	171.7
	<b>Συντελεστής απορροής</b>		
T = 50	0.075	0.327	0.595
T = 100	0.112	0.380	0.639
T = 1000	0.258	0.542	0.756
	<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	22.2	132.7	256.7
T = 100	43.2	193.7	337.2
T = 1000	280.1	585.5	767.4
	<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	0.444	1.925	3.499
T = 100	0.776	2.626	4.409
T = 1000	2.925	6.155	8.581
	<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	22.7	133.2	257.2
T = 100	44.2	194.7	338.2
T = 1000	282.6	588.0	769.9
	<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	0.595	2.076	3.650
T = 100	1.078	2.928	4.711
T = 1000	3.680	6.910	9.336



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

### 5.17 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΝΗΣΣΗ

Πρόκειται για τον ποταμό Νήσση και δύο μικρά ρέματα, που απορρέουν στον Αμβρακικό Κόλπο, ανάμεσα στην Αμφιλοχία και την Βόνιτσα. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ενοποιημένου συστήματος περιλαμβάνει 4 υπολεκάνες, 4 κόμβους και 1 κλάδο υδρογραφικού δικτύου. Το πιο σημαντικό κομμάτι του συστήματος είναι ο ποταμός Νήσσης, ο οποίος περιλαμβάνει τις υπολεκάνες EL0415FR017001 και EL0415FR017002, με έξοδο στον κόμβο J1, ενώ ταυτόχρονα προβλέπεται να ρυθμίζεται από το φράγμα Αχυρών στον κόμβο J2. Ανάντη του φράγματος αναπτύσσεται ο ομώνυμος ταμιευτήρας, μέγιστης έκτασης (στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας) 2.75 km<sup>2</sup>. Η λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος έχει έκταση 29.1 km<sup>2</sup>.



**Εικόνα 5-19** Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Αχυρών (στέψη υπερχειλιστή +372,5m)

Για την προσομοίωση της διόδου των υδρογραφημάτων από τον υπερχειλιστή του ταμιευτήρα Αχυρών, γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, ο ταμιευτήρας είναι σε πλήρη πλήρωση (στάθμη υπερχειλίστη, +372). Η διόδου γίνεται από ελεύθερο υπερχειλιστή, για τον οποίο λαμβάνεται ενεργό πλάτος  $b = 15.0$  m και συντελεστής απωλειών  $c = 2$ . Τέλος, εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα, το γράφημα της οποίας δίνεται στην 5-19.

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

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ενοποιημένης λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 92.12$  km<sup>2</sup>
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 597.86$  m
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0$  m
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{max} = 14.5$  km
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 4.0$  h

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

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

Επισημαίνεται ότι ο χρόνος συγκέντρωσης του ενοποιημένου συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά των δύο υπολεκανών απορροής του ποταμού Νήσση (έκταση 14.8 km<sup>2</sup>, μέσο υψόμετρο 670.88 m, μέγιστο μήκος ροής 14.5 km).

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-43 και 5-44, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-45. 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 και συγκεκριμένα του ποταμού Νήσση, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο του συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π17 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

**Πίνακας 5-42** Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	ΝΗΣΣΗΣ Ρ.2	J2	J1	13.21	0.0255

**Πίνακας 5-43** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR017001	EL0415FR00017	R21	J1	30.51	560.43	1.93	11.3
EL0415FR017002	EL0415FR00017		J2	29.09	777.87	338.95	3.5
EL0415FR017003	EL0415FR00017		J3	19.63	637.86	35.77	7.3
EL0415FR017004	EL0415FR00017		J4	12.90	219.47	0	4.5

**Πίνακας 5-44** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

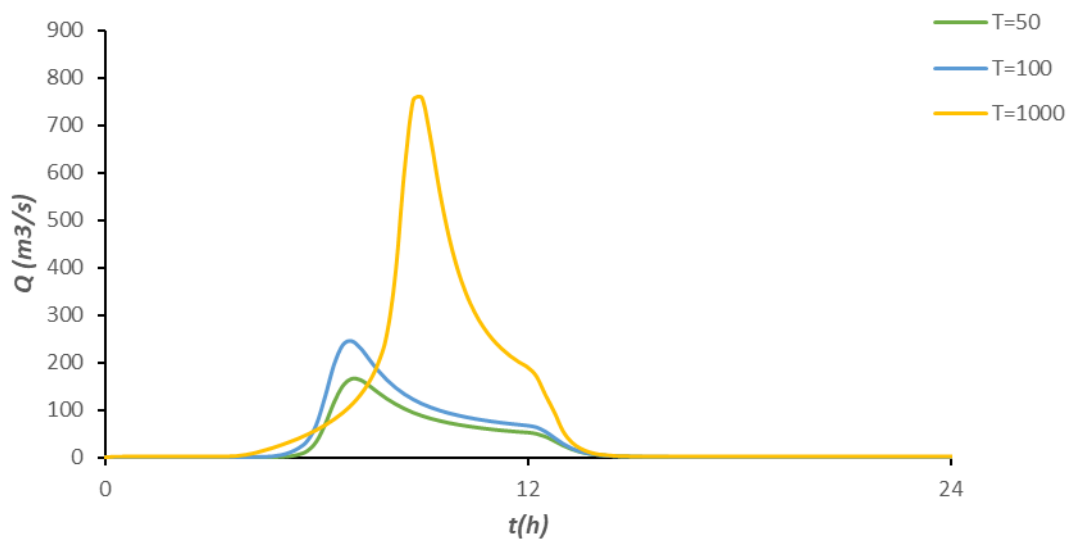
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ποταμού Νήσση EL0415FR00017			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	92.12	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.0
Μέγιστο μήκος ροής (km)	14.5	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	597.86	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)		

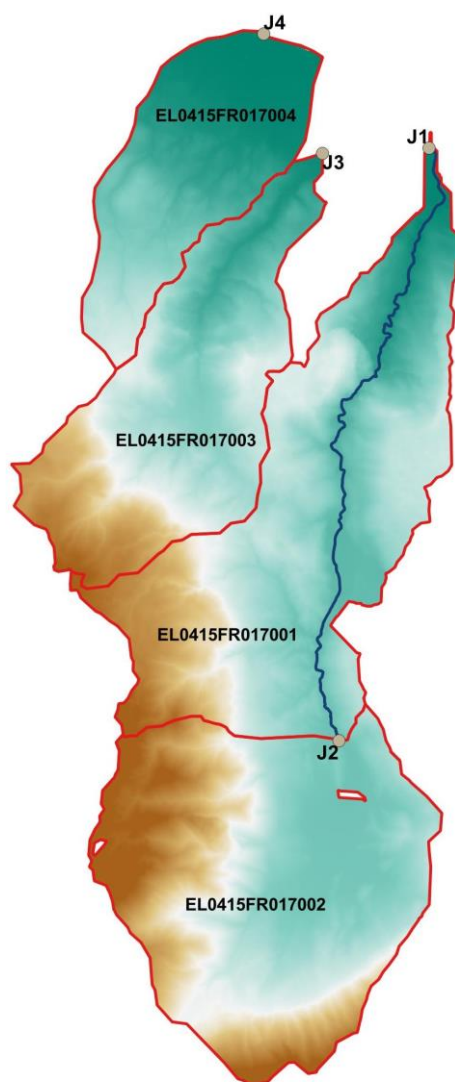
## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 50	128.4	128.4	128.4
T = 100	150.6	150.6	150.6
T = 1000	247.6	247.6	247.6
	<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>		
T = 50	12.6	43.9	77.1
T = 100	20.2	59.2	96.9
T = 1000	67.9	136.0	187.7
	<b>Συντελεστής απορροής</b>		
T = 50	0.098	0.342	0.600
T = 100	0.134	0.393	0.644
T = 1000	0.274	0.549	0.758
	<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	21.0	165.7	347.7
T = 100	41.7	245.2	456.5
T = 1000	342.2	754.6	1019.8
	<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	1.165	4.046	7.104
T = 100	1.865	5.458	8.928
T = 1000	6.253	12.529	17.292
	<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	21.6	166.3	348.3
T = 100	42.9	246.4	457.7
T = 1000	345.2	757.6	1022.8
	<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	1.445	4.326	7.384
T = 100	2.423	6.016	9.486
T = 1000	7.672	13.948	18.711

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





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

### 5.18 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΤΟΥΝΑΣ-ΑΕΤΟΥ

Πρόκειται για ένα σύστημα λεκανών που αποτελείται από μία κλειστή υπολεκάνη στην περιοχή του Αετού και μια δεύτερη υπολεκάνη, που διατρέχεται από μικρό ρέμα, το οποίο εκβάλλει στον οικισμό Λουτράκι. Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ενοποιημένου συστήματος περιλαμβάνει 2 υπολεκάνες και 2 κόμβους. Ειδικότερα, η υπολεκάνη απορροής EL0415FR018001 του ρέματος που διέρχεται από τον οικισμό Λουτράκι, με έξοδο τον κόμβο J1, ενώ η EL0415FR018002 είναι κλειστή



λεκάνη, η απορροή της οποίας συγκεντρώνεται στο χαμηλότερο σημείο της (κόμβος J2). Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-20.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ενοποιημένης λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 147.75 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 321.66 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.18 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 13.4 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 4.29 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.926$ .

Επισημαίνεται ότι ως μέγιστο μήκος ροής θεωρείται αυτό της μεγαλύτερης εκ των δύο λεκανών. Ο χρόνος συγκέντρωσης του ενοποιημένου συστήματος εκτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά της εν λόγω λεκάνης.

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στον Πίνακα 5-46, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-47. Σημειώνεται ότι οι παροχές αιχμής των υδρογραφημάτων αναφέρονται στον κόμβο J1, που είναι έξοδος μίας εκ των δύο λεκανών απορροής που απαρτίζουν το υδρολογικό σύστημα, ενώ οι όγκοι αναφέρονται στο σύνολο του συστήματος λεκανών. Στο Παράρτημα Π18 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

**Πίνακας 5-45** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR018001	EL0415FR00018		J1	92.66	291.64	0.18	13.4
EL0415FR018002	EL0415FR00018		J2	55.08	372.16	193.1	12.7

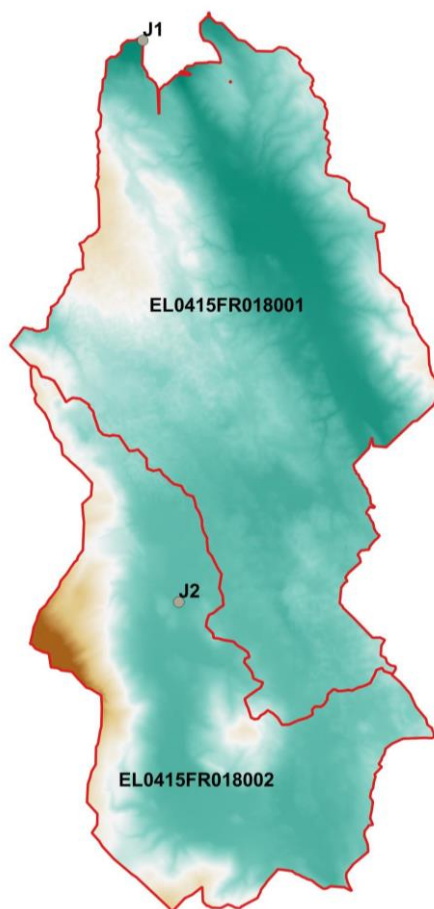
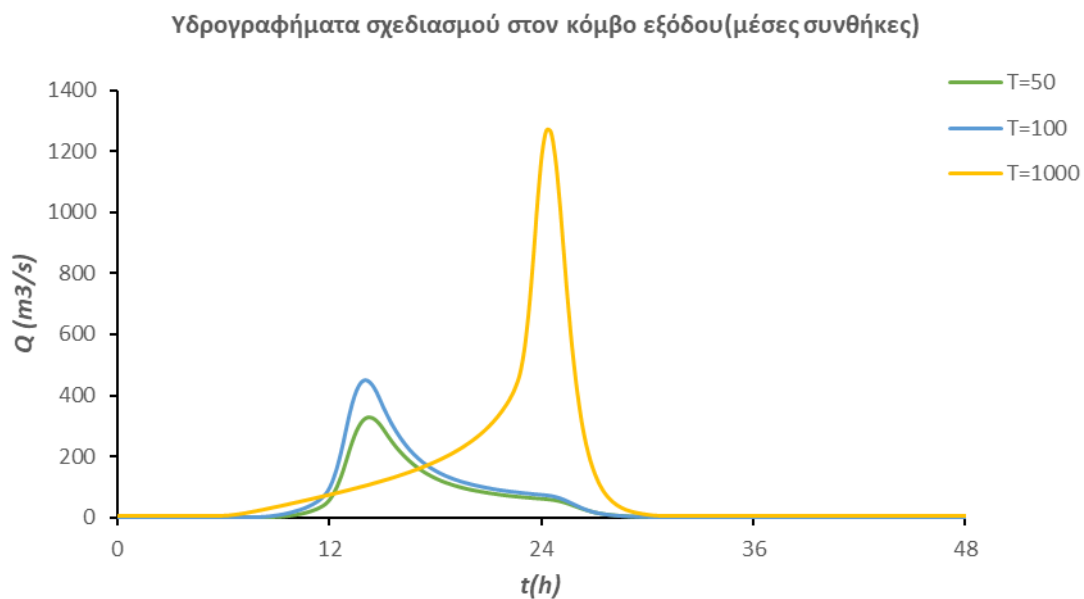
**Πίνακας 5-46** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Κατούνας-Αετού			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	147.75	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.18
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	4.29
Μέγιστο μήκος ροής (km)	13.4	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	321.66	Χρονικό βήμα (h)	0.25

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης EL0415FR00018</b>			
	<b>Ευμενείς συνθήκες</b>	<b>Μέσες συνθήκες</b>	<b>Δυσμενείς συνθήκες</b>
	<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>		
T = 50	168.4	168.4	168.4
T = 100	197.3	197.3	197.3
T = 1000	323.8	323.8	323.8
	<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>		
T = 50	20.5	64.4	107.1
T = 100	32.1	85.6	133.5
T = 1000	101.3	190.0	253.4
	<b>Συντελεστής απορροής</b>		
T = 50	0.122	0.382	0.636
T = 100	0.163	0.434	0.676
T = 1000	0.313	0.587	0.782
	<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	96.8	325.4	508.6
T = 100	163.3	448.0	648.8
T = 1000	906.6	1262.8	1405.5
	<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	3.027	9.516	15.822
T = 100	4.737	12.655	19.718
T = 1000	14.962	28.069	37.438
	<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	97.7	326.3	509.5
T = 100	165.2	449.9	650.7
T = 1000	911.2	1267.4	1410.1
	<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	3.984	10.473	16.779
T = 100	6.652	14.570	21.633
T = 1000	19.749	32.856	42.225



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

**5.19 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΓΙΑΣ**

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ρέματος Πλαγιάς περιλαμβάνει 1 λεκάνη και 1 κόμβο εξόδου.

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-21. Η ΖΔΥΚΠ “ Παραλίμνιες εκτάσεις λίμνης Βουλκαρίας και χαμηλές ζώνες βόρεια βορειοανατολικά λίμνης” καλύπτει μεγάλο κομμάτι της λεκάνης, ανάντη του κόμβου εξόδου J1.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 11.57 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 116.58 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.00 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{max} = 6.60 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 2.72 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.954$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στον Πίνακα 5-48, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-49. Στο Παράρτημα Π19 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

**Πίνακας 5-47** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR019001	EL0415FR00019		J1	11.57	116.58	0	6.60

**Πίνακας 5-48** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

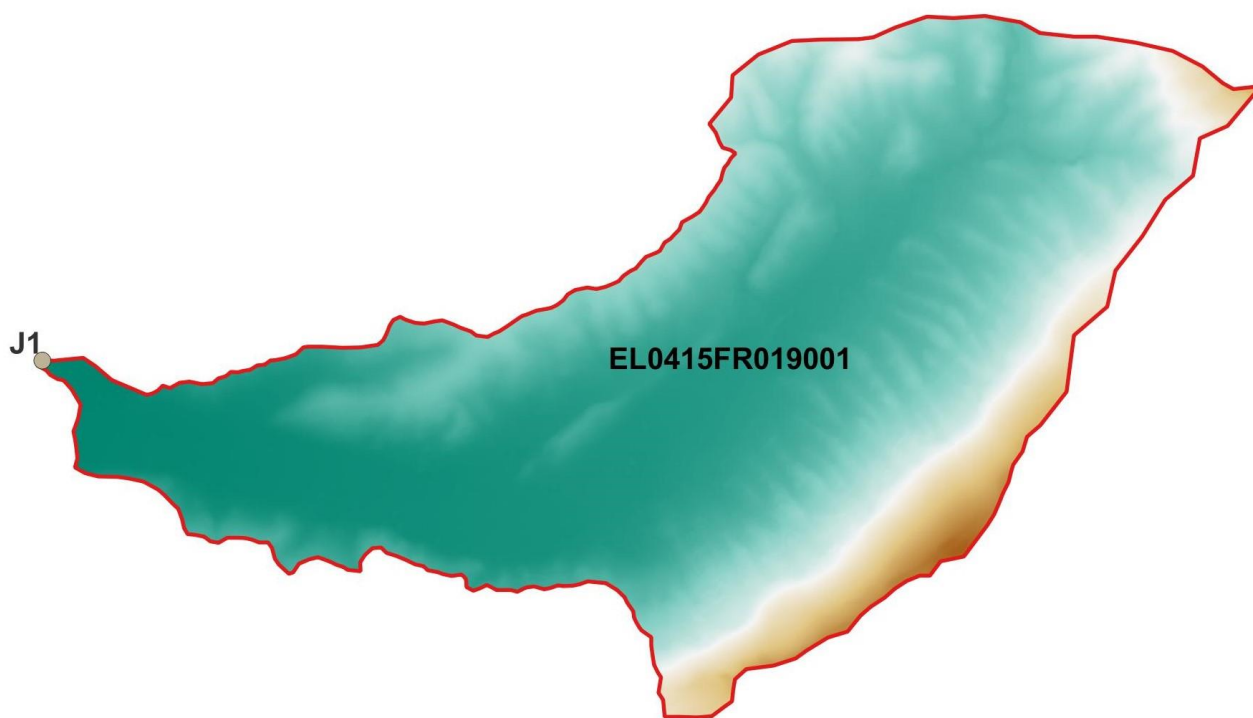
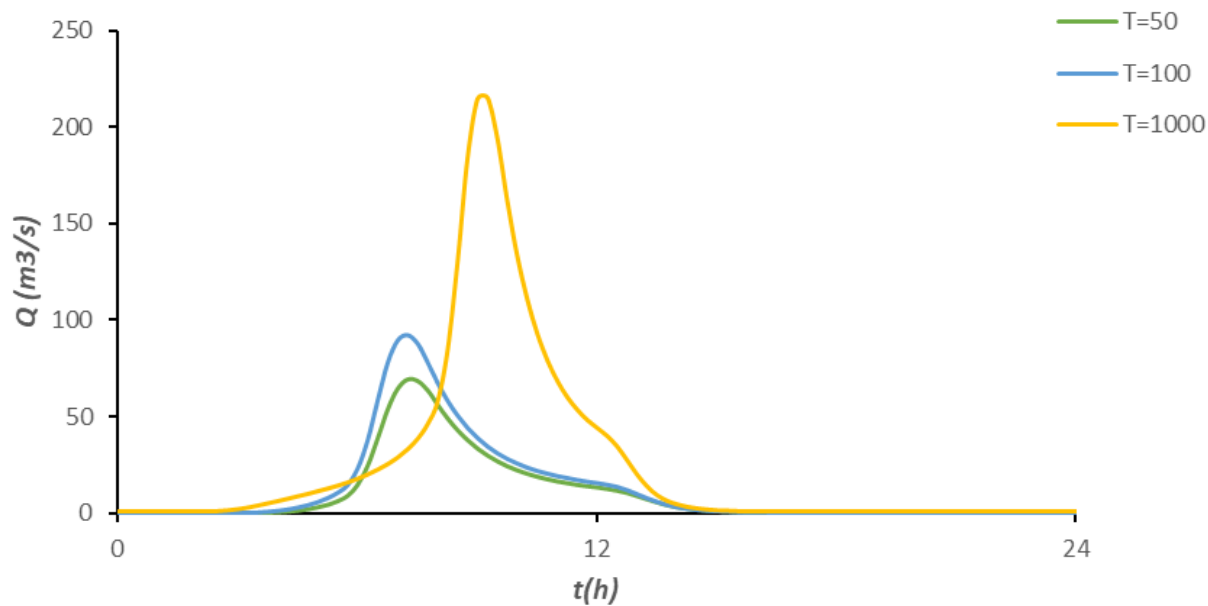
<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής ρέματος Πλαγιάς EL0415FR00019</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	11.57	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.00
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	2.72
Μέγιστο μήκος ροής (km)	6.60	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	12.00
Μέσο υψόμετρο (m)	116.58	Χρονικό βήμα (h)	0.25
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>			
T = 50	132.8	132.8	132.8

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	155.8	155.8	155.8
T = 1000	256.5	256.5	256.5
	<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>		
T = 50	35.6	73.4	101.2
T = 100	50.0	93.3	123.4
T = 1000	124.9	186.2	222.2
	<b>Συντελεστής απορροής</b>		
T = 50	0.268	0.553	0.762
T = 100	0.321	0.599	0.792
T = 1000	0.487	0.726	0.866
	<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	30.4	69.1	95.3
T = 100	45.8	92.3	119.4
T = 1000	153.8	214.8	241.4
	<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	0.412	0.849	1.171
T = 100	0.579	1.080	1.428
T = 1000	1.445	2.155	2.571
	<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>		
T = 50	30.5	69.2	95.4
T = 100	46.0	92.5	119.6
T = 1000	154.4	215.4	242.0
	<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>		
T = 50	0.447	0.884	1.206
T = 100	0.649	1.150	1.498
T = 1000	1.620	2.330	2.746

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



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

## 5.20 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΊΝΑΧΟΥ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του ποταμού Ίναχου περιλαμβάνει 9 υπολεκάνες, 7 κόμβους και 6 κλάδους υδρογραφικού δικτύου. Ο ποταμός Ίναχος απορρέει στον ταμιευτήρα Καστρακίου, στον κόμβο J19 (ο κατάντη κλάδος καταλαμβάνεται από τον ταμιευτήρα).

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος απεικονίζεται στον χάρτη της Εικόνας 5-22. Εντός της λεκάνης περιλαμβάνεται εξ ολοκλήρου η νέα ΖΔΥΚΠ “Χαμηλές ζώνες π.Ίναχου”.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 353.78 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 541.04 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 141 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 87.14 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 12.9 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.908$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 5-50 και 5-51, αντίστοιχα, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 5-52. Στο Παράρτημα Π20 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι), και τα αντίστοιχα γραφήματα.

**Πίνακας 5-49** Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Ονομασία	Ανάτη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R219	ΙΝΑΧΟΣ Π.2	J2	J19	11.4926349	0.00059983
R32	ΙΝΑΧΟΣ Π.1	J3	J2	8.33577144	0.00614714
R43		J4	J3	6.68117888	0.00440744
R54		J5	J4	2.43075531	0.00612623
R65		J6	J5	6.45852145	0.00560544
R76		J7	J6	7.67651701	0.00814407

**Πίνακας 5-50** Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR020001	EL0415FR00020	R219	J19	76.58	342.16	141.00	19.94
EL0415FR020002	EL0415FR00020	R32	J2	39.41	388.73	147.89	12.41
EL0415FR020003	EL0415FR00020		J3	14.18	568.14	199.13	8.73



## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR020004	EL0415FR00020		J3	38.04	521.68	199.13	10.53
EL0415FR020005	EL0415FR00020	R43	J3	14.00	396.73	199.13	6.68
EL0415FR020006	EL0415FR00020	R54	J4	32.61	636.83	228.58	5.60
EL0415FR020007	EL0415FR00020	R65	J5	37.84	531.88	243.47	6.46
EL0415FR020008	EL0415FR00020	R76	J6	42.76	661.99	279.68	7.68
EL0415FR020009	EL0415FR00020		J7	58.35	809.37	342.19	9.11

Πίνακας 5-51 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

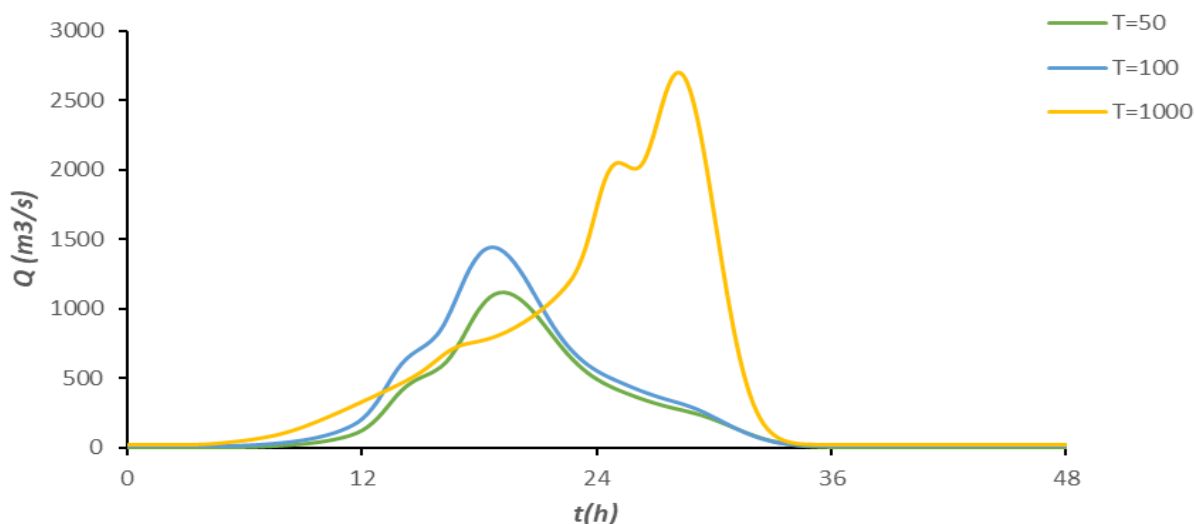
Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Ίναχου EL0415FR00020			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	353.78	Υψόμετρο εξόδου (m)	141
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	0.00	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	12.9
Μέγιστο μήκος ροής (km)	87.14	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	24.00
Μέσο υψόμετρο (m)	541.04	Χρονικό βήμα (h)	0.25
Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)			
T = 50	178.5	178.5	178.5
T = 100	209.0	209.0	209.0
T = 1000	342.8	342.8	342.8
Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)			
T = 50	62.8	110.8	143.5
T = 100	84.4	138.5	173.4
T = 1000	186.7	258.9	299.4
Συντελεστής απορροής			
T = 50	0.352	0.621	0.804
T = 100	0.404	0.662	0.829
T = 1000	0.545	0.755	0.873
Πλημμυρική παροχή αιχμής (m <sup>3</sup> /s)			
T = 50	602.0	1118.3	1424.3
T = 100	849.6	1437.6	1758.6

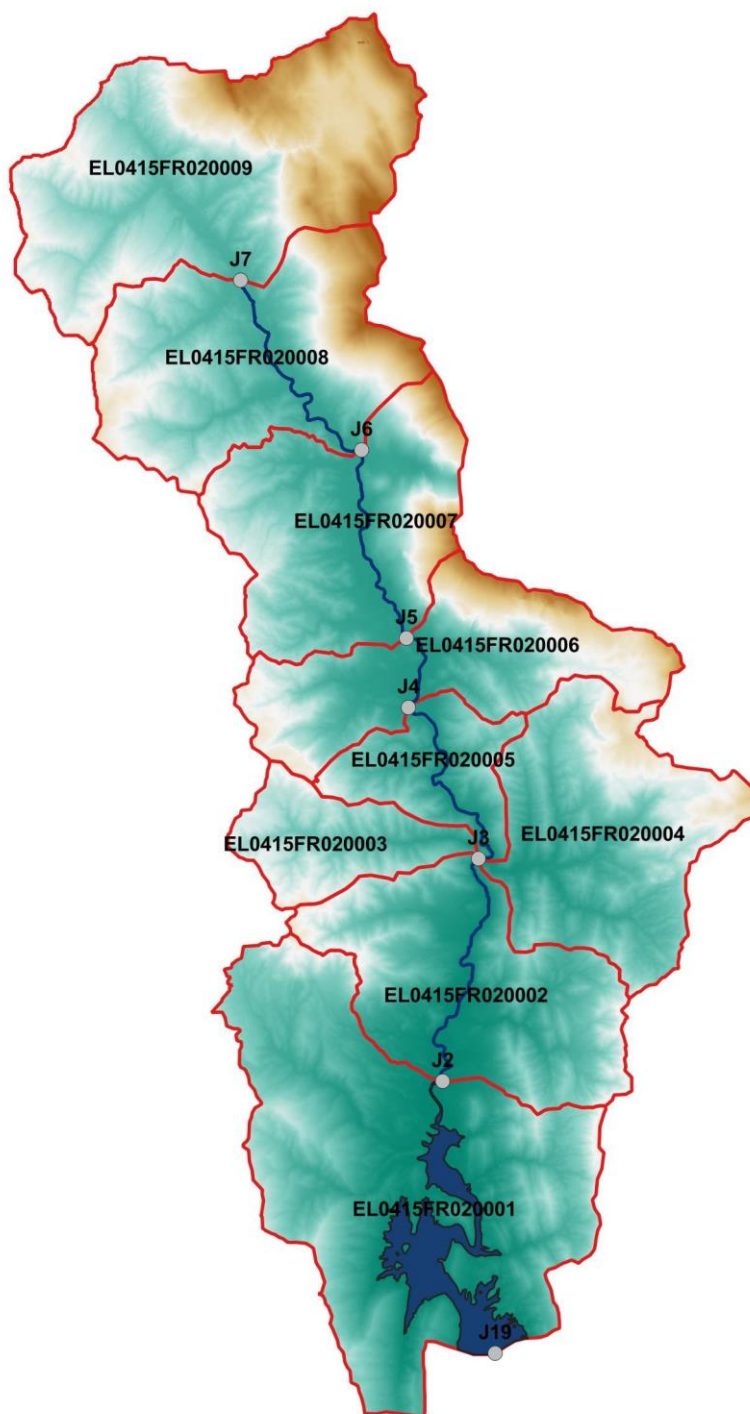
ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 1000	2225.8	2677.9	2824.7
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	22.218	39.207	50.783
T = 100	29.861	48.994	61.327
T = 1000	66.044	91.594	105.909
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	605.5	1121.8	1427.8
T = 100	856.7	1444.7	1765.7
T = 1000	2243.5	2695.6	2842.4
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	24.508	41.497	53.073
T = 100	34.443	53.576	65.909
T = 1000	77.505	103.055	117.370

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)



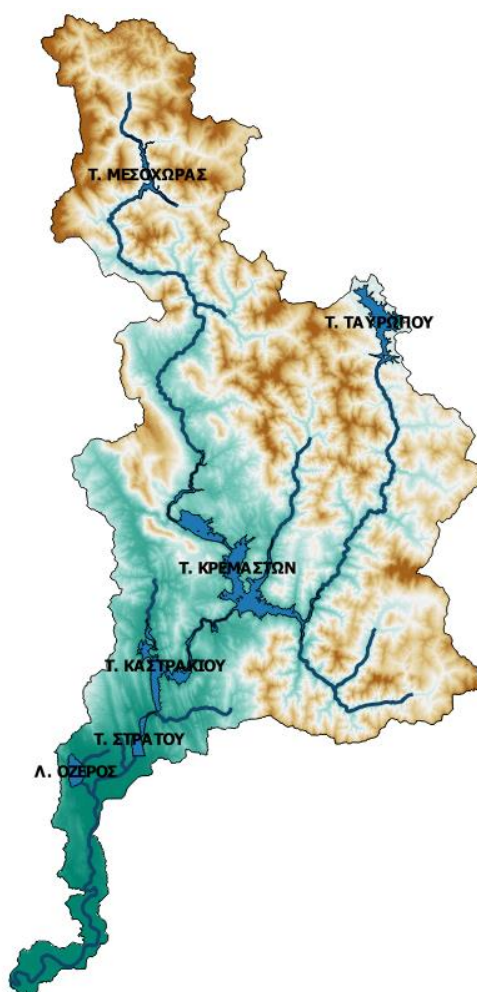


**Εικόνα 5-22** Χάρτης περιοχής μελέτης, στον οποίο απεικονίζεται η σχηματοποίηση των κόμβων και κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των υπολεκανών

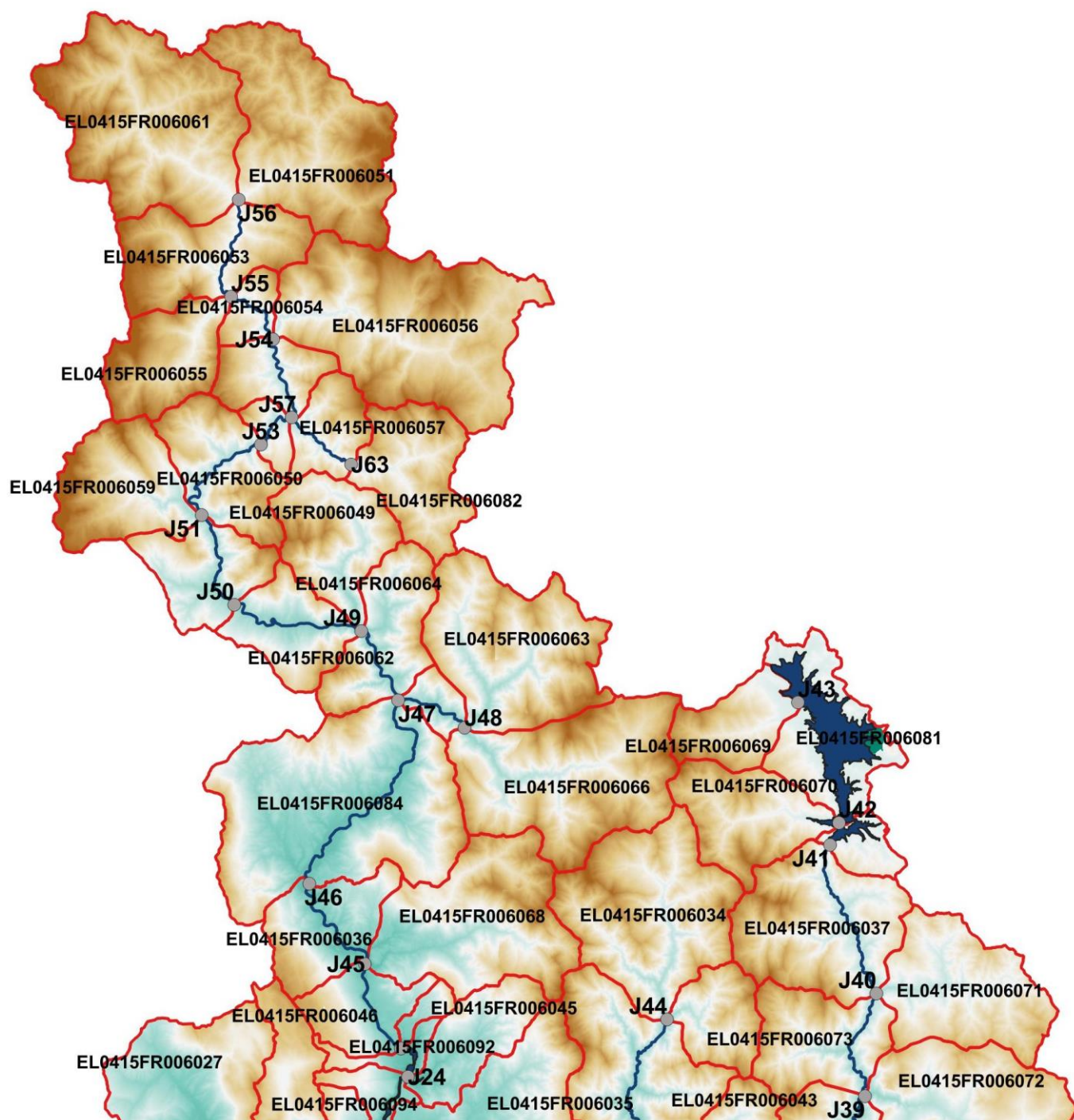
## 6 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ

### 6.1 ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Αχελώου (Εικόνα 6-1) περιλαμβάνει 97 υπολεκάνες, 59 κόμβους και 58 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Στον άνω και μέσο ρου του ποταμού αναπτύσσονται τέσσερις υδροηλεκτρικοί ταμιευτήρες σε σειρά (Μεσοχώρα, Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος), ενώ ο ταμιευτήρας Πλαστήρα, στην ανάντη λεκάνη του Ταυρωπού, είναι έργο πλήρους εκτροπής. Κατά συνέπεια, οι πλημμυρικές απορροές της λεκάνης είναι σε μεγάλο βαθμό ρυθμιζόμενες, κυρίως μέσω του ταμιευτήρα Κρεμαστών, που είναι ο μεγαλύτερος της Ελλάδας. Στο μεγαλύτερο τμήμα του κάτω ρου του Αχελώου, από το φράγμα του Στράτου μέχρι τις εκβολές, αναπτύσσονται ζώνες δυνητικά υψηλού πλημμυρικού κινδύνου. Στην υπόλοιπη λεκάνη, λόγω του αναγλύφου, δεν αναπτύσσονται ΖΔΥΚΠ, με εξαίρεση τα ΒΔ παρόχθια τμήματα της λίμνης Πλαστήρα, καθώς και τις χαμηλές ζώνες των παραπόταμων Ίναχος και Καρπενησιώτης.



**Εικόνα 6-1** Χάρτης υδρολογικού συστήματος Αχελώου, στον οποίο απεικονίζονται το υδρογραφικό δίκτυο, η λίμνη Οζερός, και οι υδροηλεκτρικοί ταμιευτήρες της ΔΕΗ



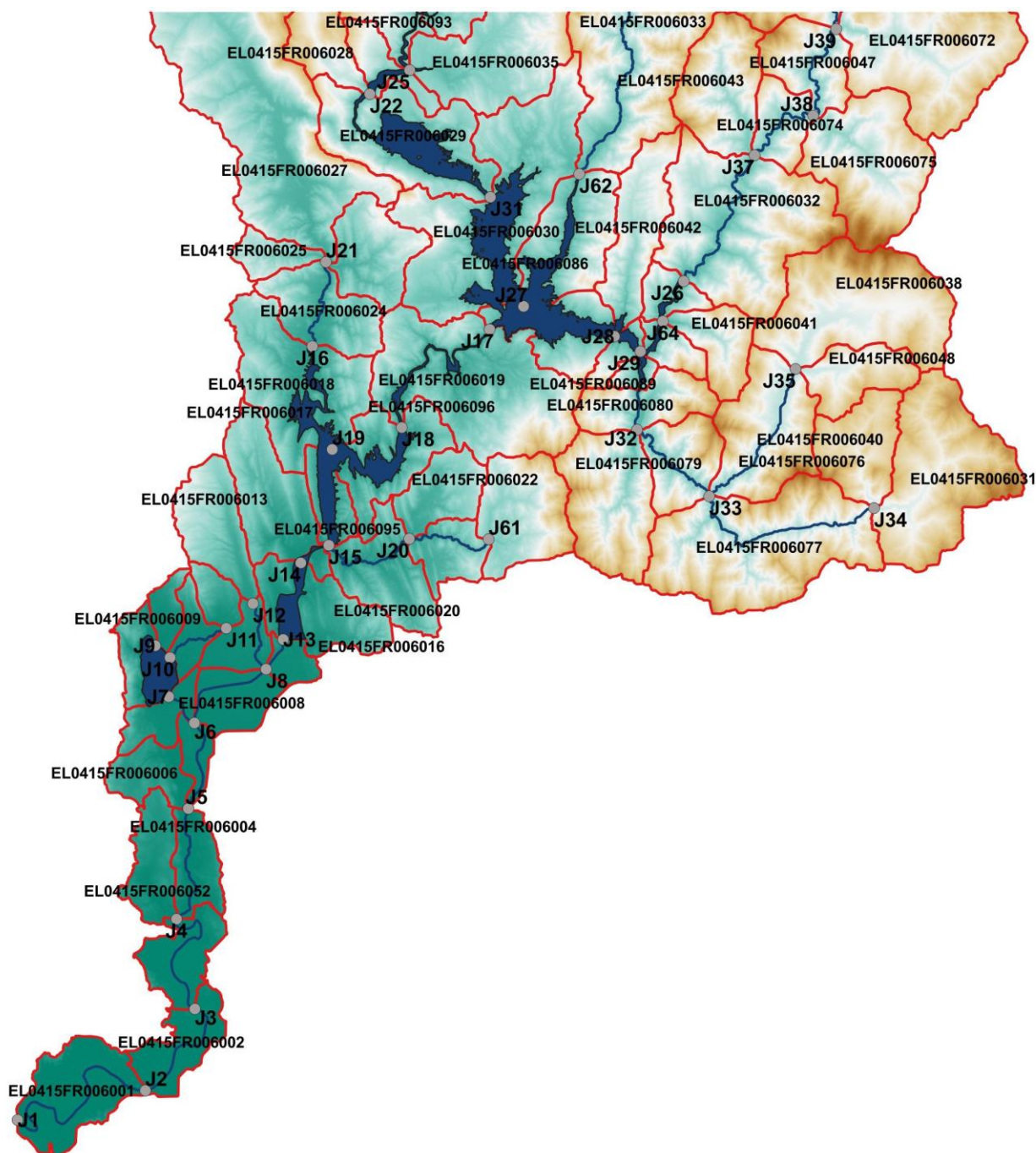
Εικόνα 6-2 Σχηματοποίηση ανάντη λεκάνης απορροής

Η σχηματοποίηση του υδρολογικού συστήματος (κόμβοι, κλάδοι, υπολεκάνες), απεικονίζεται στους χάρτες των Εικόνων 6-2 (άνω ρους Αχελώου, μέχρι την είσοδο του ταμιευτήρα Κρεμαστών) και 6-3 (μέσος και κάτω ρους Αχελώου). Στο μοντέλο προσομοιώνεται ο κύριος κλάδος του Αχελώου, που



Ξεκινά από τον κόμβο J56 (θέση Τρία Ποτάμια), καθώς και οι σημαντικότεροι παραπόταμοί του, που από ανάντη προς κατόντη είναι:

- το ρέμα Κουμπουργιανίτικο (κλάδος R4847), που συμβάλει στον κόμβο J47 του Αχελώου, ακριβώς ανάντη του φράγματος της Συκιάς·
- ο ποταμός Αγραφιώτης (κλάδοι R4462 και R6227), που απορρέει στα Κρεμαστά, στον κόμβο J27 (ο κατόντη κλάδος καταλαμβάνεται από τον ταμιευτήρα)·
- ο ποταμός Ταυρωπός ή Μέγδοβας, το ανάντη τμήμα του οποίου (κλάδοι R4342 και R4241) καταλαμβάνεται από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα, ενώ το κατόντη τμήμα του (κλάδοι R4140, R4039, R3938, R3837, R3726, R2664 και R6429) απορρέει στον ταμιευτήρα των Κρεμαστών, στον κόμβο J29, όπου συμβάλλει και ο Κρικελιώτης·
- ο ποταμός Καρπενησιώτης (κλάδος R3533), που συμβάλει στον Κρικελιώτη, στον κόμβο J33·
- ο ποταμός Κρικελιώτης (κλάδοι R3433, R3332, R3230 και R3029), που αρχικά συναντά τον τον Καρπενησιώτη, στον κόμβο J33, και ακολούθως τον Ταυρωπό, στον κόμβο J29, ενώ οι κλάδοι R2928 και R2827 που δημιουργούνται στη συνέχεια, και συμβάλλουν στον κόμβο J27 του Αχελώου, καταλαμβάνονται από τον ταμιευτήρα των Κρεμαστών·
- ο ποταμός Ίναχος (κλάδοι R32 και R219), που απορρέει στον ταμιευτήρα Καστρακίου, στον κόμβο J19 (ο κατόντη κλάδος καταλαμβάνεται από τον ταμιευτήρα)·
- το ρέμα Ζέρβα (κλάδοι R6120 και R2015), που συμβάλλει αμέσως κατόντη του φράγματος Καστρακίου, (στο μοντέλο, ο κλάδος R2015 εμφανίζεται ότι συμβάλει απευθείας στον κόμβο J14, δηλαδή εντός του ταμιευτήρα Στράτου).



**Εικόνα 6-3** Σχηματοποίηση κατάντη λεκάνης απορροής (από την ανάντη είσοδο του ταμιευτήρα Κρεμαστών έως τις εκβολές του Αχελώου)

Στο μοντέλο υδρολογικής προσομοίωσης του Αχελώου εντάσσεται και η λίμνη Οζερός, με την αντίστοιχη λεκάνη απορροής της, δεδομένου ότι τα πλεονάζοντα νερά της λίμνης εκτρέπονται στον ποταμό, μέσω κατάλληλου τεχνικού έργου, που αναπαρίσταται μέσω του κλάδου R76 (τάφρος υπερχείλισης Οζερού). Το υποσύστημα του Οζερού περιλαμβάνει τρεις υπολεκάνες (EL0415FR6009,



ΕΛ0415FR6010, και ΕΛ0415FR6011), οι απορροές των οποίων συγκεντρώνονται στον εννοιολογικό κόμβο J7, μέσω των εικονικών κλάδων R97 και R107.

Στον Αχελώο καταλήγουν και οι πλεονάζουσες πλημμυρικές παροχές του συστήματος Τριγωνίδας-Λυσιμαχίας, μέσω της τάφρου Διμήκου. Ωστόσο, η προσομοίωση του εν λόγω συστήματος γίνεται χωριστά από τη λεκάνη του Αχελώου, αφού οι ποσότητες που μεταφέρονται μέσω της τάφρου Διμήκου δεν είναι γνωστές (αποτελούν δεδομένο εξόδου του μοντέλου υδραυλικής ανάλυσης).

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της συνολικής λεκάνης είναι:

- Έκταση  $A = 4844.5 \text{ km}^2$
- Μέσο υψόμετρο  $z_m = 897 \text{ m}$
- Υψόμετρο κόμβου εξόδου  $z_k = 0.0 \text{ m}$
- Μέγιστο μήκος ροής  $L_{\max} = 259.7 \text{ km}$
- Χρόνος συγκέντρωσης  $t_c = 27.9 \text{ h}$

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  $\varphi = 0.872$ .

Τα χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη των κλάδων και υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου δίνονται στους Πίνακες 6-1 και 6-2, αντίστοιχα.

**Πίνακας 6-1** Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων υδρογραφικού δικτύου (υδατορεύματα)

Κωδικός	Όνομασία	Ανάντη	Κατάντη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R21	ΑΧΕΛΩΟΣ 1	J2	J1	17.042	0.0004
R32	ΑΧΕΛΩΟΣ 3	J3	J2	9.164	0.0002
R43	ΑΧΕΛΩΟΣ 3	J4	J3	11.035	0.0004
R54	ΑΧΕΛΩΟΣ 3	J5	J4	9.783	0.0002
R65	ΑΧΕΛΩΟΣ 4	J6	J5	7.443	0.0011
R86	ΑΧΕΛΩΟΣ 5	J8	J6	7.499	0.0028
R138	ΑΧΕΛΩΟΣ 5	J13	J8	3.985	0.0023
R1413	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΣΤΡΑΤΟΥ)	J14	J13	5.953	0.0007
R1514	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΣΤΡΑΤΟΥ)	J15	J14	2.510	0.0016
R1915	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ)	J19	J15	7.343	0.0117
R1819	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ)	J18	J19	8.270	0.0002
R1718	ΑΧΕΛΩΟΣ (ΚΡΕΜΑΣΤΑ-ΚΑΣΤΡΑΚΙ)	J17	J18	14.870	0.0001
R2717	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J27	J17	3.014	0.0033
R3127	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J31	J27	9.374	0.0043
R2231	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J22	J31	14.304	0.0028

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Όνομασία	Ανάκτη	Κατάκτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R2522	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J25	J22	3.897	0.0026
R2425	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J24	J25	5.999	0.0025
R2324	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J23	J24	2.584	0.0019
R4523	ΑΧΕΛΩΟΣ 6	J45	J23	6.910	0.0029
R4645	ΑΧΕΛΩΟΣ 6	J46	J45	8.942	0.0032
R4746	ΑΧΕΛΩΟΣ 7	J47	J46	18.876	0.0053
R4947	ΑΧΕΛΩΟΣ 8	J49	J47	6.260	0.0037
R5049	ΑΧΕΛΩΟΣ 8	J50	J49	10.724	0.0068
R5150	ΑΧΕΛΩΟΣ 9	J51	J50	7.873	0.0074
R5351	ΑΧΕΛΩΟΣ 9	J53	J51	9.148	0.0029
R5753	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΜΕΣΟΧΩΡΑΣ)	J57	J53	3.647	0.0027
R5457	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΜΕΣΟΧΩΡΑΣ)	J54	J57	6.827	0.0015
R5554	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΜΕΣΟΧΩΡΑΣ)	J55	J54	4.869	0.0041
R5655	ΑΧΕΛΩΟΣ 11	J56	J55	8.068	0.0264
R6357	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΜΕΣΟΧΩΡΑΣ)	J63	J57	5.668	0.0018
R4847	ΚΟΥΜΠΟΥΡΓΙΑΝΙΤΙΚΟ	J48	J47	5.762	0.0116
R4462	ΑΓΡΑΦΙΩΤΗΣ	J44	J62	22.063	0.0134
R6227	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J62	J27	10.900	0.0100
R4342	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΠΛΑΣΤΗΡΑ)	J43	J42	9.719	0.0000
R4241	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΠΛΑΣΤΗΡΑ)	J42	J41	1.690	0.0249
R4140	ΤΑΥΡΩΠΟΣ 2	J41	J40	12.942	0.0124
R4039	ΤΑΥΡΩΠΟΣ 1	J40	J39	8.761	0.0135
R3938	ΤΑΥΡΩΠΟΣ 1	J39	J38	10.026	0.0074
R3837	ΤΑΥΡΩΠΟΣ 1	J38	J37	8.147	0.0057
R3726	ΤΑΥΡΩΠΟΣ 1	J37	J26	15.575	0.0058
R2664	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J26	J64	4.217	0.0024
R6429	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J64	J29	3.096	0.0032
R3533	ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΩΤΗΣ	J35	J33	13.199	0.0218
R3433	ΚΡΙΚΕΛΙΩΤΗΣ	J34	J33	17.196	0.0193

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Όνομασία	Ανάτη	Κατάτη	Μήκος (km)	Μέση κλίση
R3332	ΚΡΙΚΕΛΙΩΤΗΣ	J33	J32	9.811	0.0113
R3230	ΚΡΙΚΕΛΙΩΤΗΣ	J32	J30	3.233	0.0144
R3029	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J30	J29	3.119	0.0032
R2928	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J29	J28	2.346	0.0043
R2827	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ)	J28	J27	7.206	0.0097
R32	ΙΝΑΧΟΣ	J3	J2	8.336	0.0061
R219	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΤΑΜ. ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ)	J2	J19	11.493	0.0002
R6120	ΖΕΡΒΑΣ	J61	J20	7.910	0.0262
R2014	ΖΕΡΒΑΣ	J20	J14	9.838	0.0080
R128	ΡΕΜΑ ΣΤΡΑΤΟΥ	J12	J8	6.125	0.0089
R1110	ΡΕΜΑ ΟΖΕΡΟΥ	J11	J10	5.574	0.0047
R107	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΛΙΜΝΗ ΟΖΕΡΟΣ)	J10	J7	10.000	0.0000
R97	ΕΙΚΟΝΙΚΟΣ (ΛΙΜΝΗ ΟΖΕΡΟΣ)	J9	J7	10.000	0.0000
R76	ΤΑΦΡΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ ΟΖΕΡΟΥ	J7	J6	3.025	0.0003

Πίνακας 6-2 Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολεκανών

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR006001	EL0415FR00006	R21	J1	48.186	8.3	0.0	10.384
EL0415FR006002	EL0415FR00006	R32	J2	27.727	7.1	6.0	5.862
EL0415FR006003	EL0415FR00006	R43	J3	27.917	19.4	8.0	10.309
EL0415FR006004	EL0415FR00006	R54	J4	22.759	45.2	12.0	10.230
EL0415FR006005	EL0415FR00006	R65	J5	10.787	24.6	13.8	7.298
EL0415FR006006	EL0415FR00006		J5	20.958	111.0	13.8	8.611
EL0415FR006007	EL0415FR00006	R76	J6	16.962	83.2	22.0	6.606
EL0415FR006008	EL0415FR00006	R86	J6	24.489	31.7	22.0	10.416
EL0415FR006009	EL0415FR00006		J7	22.047	126.2	23.0	5.103
EL0415FR006010	EL0415FR00006		J9	10.425	101.3	23.0	8.550

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR006011	EL0415FR00006	R1110	J10	13.237	85.8	23.0	10.371
EL0415FR006012	EL0415FR00006		J11	11.825	207.2	49.4	8.166
EL0415FR006013	EL0415FR00006		J12	37.645	467.1	97.6	15.919
EL0415FR006014	EL0415FR00006	R128	J8	17.429	63.8	42.8	7.101
EL0415FR006015	EL0415FR00006	R138	J8	9.939	54.5	42.8	7.935
EL0415FR006016	EL0415FR00006	R1413	J13	45.086	180.1	52.0	9.603
EL0415FR006017	EL0415FR00006		J14	48.358	325.4	56.0	16.535
EL0415FR006018	EL0415FR00006	R219	J19	76.581	342.2	146.0	19.940
EL0415FR006019	EL0415FR00006	R1718	J18	114.281	520.6	148.0	27.512
EL0415FR006020	EL0415FR00006	R2014	J14	41.905	276.8	56.0	15.980
EL0415FR006021	EL0415FR00006	R6120	J20	21.436	365.1	135.0	8.701
EL0415FR006022	EL0415FR00006		J20	28.155	409.7	135.0	13.522
EL0415FR006023	EL0415FR00006		J61	48.620	833.6	341.9	10.842
EL0415FR006024	EL0415FR00006	R32	J2	39.414	388.7	148.0	12.408
EL0415FR006025	EL0415FR00006		J3	14.184	568.1	199.1	8.733
EL0415FR006026	EL0415FR00006		J3	38.037	521.7	199.1	10.535
EL0415FR006027	EL0415FR00006		J3	185.560	657.4	199.1	35.528
EL0415FR006028	EL0415FR00006		J22	39.667	1183.6	240.0	15.962
EL0415FR006029	EL0415FR00006	R2231	J31	74.555	495.7	200.0	12.095
EL0415FR006030	EL0415FR00006	R3127	J27	127.360	469.0	160.0	13.230
EL0415FR006031	EL0415FR00006		J34	92.158	1283.8	740.0	18.752
EL0415FR006032	EL0415FR00006	R3726	J26	115.897	855.0	260.0	23.680
EL0415FR006033	EL0415FR00006	R4462	J62	126.392	966.8	269.1	28.552
EL0415FR006034	EL0415FR00006		J44	105.642	1262.8	565.2	18.317
EL0415FR006035	EL0415FR00006		J25	82.383	709.7	250.0	20.002
EL0415FR006036	EL0415FR00006	R4645	J45	47.251	796.5	290.3	11.505
EL0415FR006037	EL0415FR00006	R4140	J40	88.315	1165.8	589.4	16.641

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR006038	EL0415FR00006		J35	94.779	1175.4	694.9	21.038
EL0415FR006039	EL0415FR00006		J23	6.929	712.7	270.0	6.717
EL0415FR006040	EL0415FR00006		J34	39.054	1253.0	740.0	12.412
EL0415FR006041	EL0415FR00006		J64	25.720	1025.5	250.0	11.235
EL0415FR006042	EL0415FR00006		J28	44.433	775.4	230.0	20.830
EL0415FR006043	EL0415FR00006		J37	50.160	1033.0	350.0	15.163
EL0415FR006044	EL0415FR00006		J44	32.293	1236.5	565.2	10.434
EL0415FR006045	EL0415FR00006		J24	39.321	762.3	265.0	16.077
EL0415FR006046	EL0415FR00006	R4523	J23	33.732	802.6	270.0	12.566
EL0415FR006047	EL0415FR00006	R3938	J38	33.118	948.3	396.7	12.813
EL0415FR006048	EL0415FR00006		J35	29.318	1131.2	694.9	12.016
EL0415FR006049	EL0415FR00006		J49	52.225	1156.3	442.0	19.451
EL0415FR006050	EL0415FR00006	R5351	J51	51.028	1188.3	573.2	11.388
EL0415FR006051	EL0415FR00006		J56	113.822	1492.2	852.8	23.825
EL0415FR006052	EL0415FR00006		J4	27.120	89.6	12.0	13.997
EL0415FR006053	EL0415FR00006	R5655	J55	64.066	1433.3	640.0	13.202
EL0415FR006054	EL0415FR00006	R5554	J54	14.213	1124.9	620.0	4.607
EL0415FR006055	EL0415FR00006		J55	46.672	1523.9	640.0	13.606
EL0415FR006056	EL0415FR00006		J54	143.966	1393.4	620.0	27.079
EL0415FR006057	EL0415FR00006	R6357	J57	27.509	1197.4	610.0	6.964
EL0415FR006058	EL0415FR00006	R5753	J53	10.790	1017.9	600.0	4.675
EL0415FR006059	EL0415FR00006		J51	57.548	1406.9	573.2	14.369
EL0415FR006060	EL0415FR00006	R5150	J50	43.142	956.3	514.9	10.771
EL0415FR006061	EL0415FR00006		J56	129.173	1465.5	852.8	23.501
EL0415FR006062	EL0415FR00006	R5049	J49	41.661	917.7	442.0	10.507
EL0415FR006063	EL0415FR00006		J48	99.421	1200.4	485.9	16.597
EL0415FR006064	EL0415FR00006	R4947	J47	51.475	1035.8	418.8	9.616

## ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

## Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR006065	EL0415FR00006	R4847	J47	12.036	802.0	418.8	6.440
EL0415FR006066	EL0415FR00006		J48	116.838	1296.2	485.9	22.278
EL0415FR006067	EL0415FR00006	R5457	J57	29.404	845.8	610.0	7.489
EL0415FR006068	EL0415FR00006		J45	101.273	1092.5	290.3	19.835
EL0415FR006069	EL0415FR00006		J43	35.000	1232.7	792.0	9.964
EL0415FR006070	EL0415FR00006		J42	53.710	1311.0	792.0	11.805
EL0415FR006071	EL0415FR00006		J40	75.639	1060.4	589.4	20.536
EL0415FR006072	EL0415FR00006		J39	105.535	1083.8	470.9	20.213
EL0415FR006073	EL0415FR00006	R4039	J39	53.330	1144.0	470.9	14.607
EL0415FR006074	EL0415FR00006	R3837	J37	21.937	774.8	350.0	9.424
EL0415FR006075	EL0415FR00006		J38	74.196	1082.7	396.7	16.303
EL0415FR006076	EL0415FR00006	R3533	J33	61.378	1082.7	407.8	14.525
EL0415FR006077	EL0415FR00006	R3433	J33	115.346	1090.5	407.8	19.955
EL0415FR006078	EL0415FR00006	R3332	J32	32.204	929.2	296.7	10.939
EL0415FR006079	EL0415FR00006		J32	61.001	1045.3	296.7	14.894
EL0415FR006080	EL0415FR00006	R3230	J30	31.994	944.9	250.0	8.291
EL0415FR006081	EL0415FR00006	R4342	J42	61.707	821.2	792.0	11.130
EL0415FR006082	EL0415FR00006		J63	53.318	1301.3	620.0	12.616
EL0415FR006083	EL0415FR00006	R4241	J41	14.886	906.1	750.0	8.221
EL0415FR006084	EL0415FR00006	R4746	J46	167.697	845.8	318.7	22.404
EL0415FR006085	EL0415FR00006	R2717	J17	5.181	284.5	150.0	3.202
EL0415FR006086	EL0415FR00006	R6227	J27	51.056	517.2	160.0	13.974
EL0415FR006087	EL0415FR00006	R2664	J64	13.665	589.0	250.0	8.461
EL0415FR006088	EL0415FR00006	R2827	J27	31.276	437.6	160.0	6.519
EL0415FR006089	EL0415FR00006	R2928	J28	9.780	624.2	230.0	5.594
EL0415FR006090	EL0415FR00006	R3029	J29	6.355	543.0	240.0	4.743
EL0415FR006091	EL0415FR00006	R6429	J29	12.786	768.9	240.0	27.605

Κωδικός	Λεκάνη απορροής	Κλάδος	Κόμβος εξόδου	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο εξόδου (m)	Μέγιστο μήκος ροής (km)
EL0415FR006092	EL0415FR00006	R2324	J24	11.028	683.2	265.0	7.843
EL0415FR006093	EL0415FR00006	R2425	J25	14.354	695.3	250.0	10.409
EL0415FR006094	EL0415FR00006	R2522	J22	17.584	677.7	240.0	6.696
EL0415FR006095	EL0415FR00006	R1915	J15	18.127	196.9	60.0	8.240
EL0415FR006096	EL0415FR00006	R1819	J19	45.104	285.7	146.0	32.940
EL0415FR006097	EL0415FR00006	R1514	J14	3.475	121.6	56.0	3.521

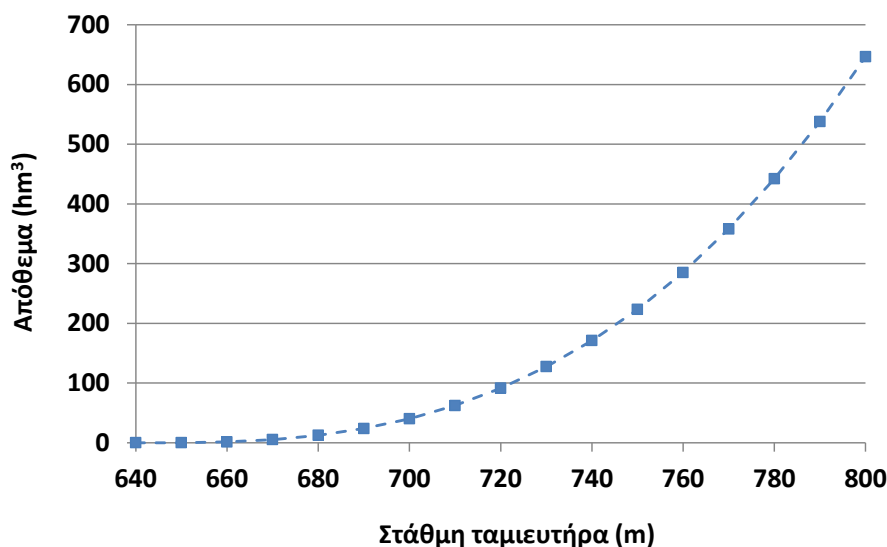
## 6.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

### 6.2.1 Ταμιευτήρας Μεσοχώρας

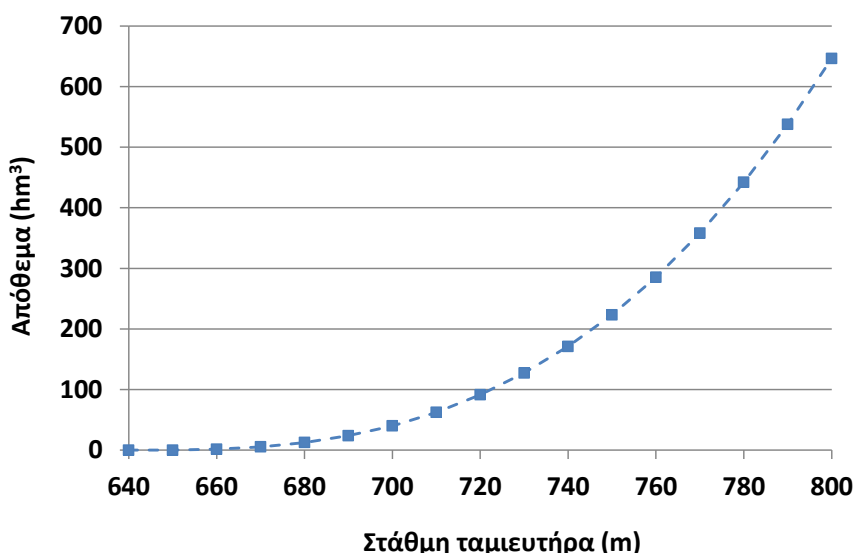
Για την προσομοίωση της διόδευσης των υδρογραφημάτων από τον υπερχειλιστή του φράγματος Μεσοχώρας (κόμβος J53), γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, η στάθμη του ταμιευτήρα βρίσκεται στο υψόμετρο στέψης του υπερχειλιστή (+757.5 m). Καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, τα θυροφράγματα παραμένουν ανοιχτά, ενώ οι στρόβιλοι λειτουργούν στην πλήρη δυναμικότητά τους, διοχετεύοντας σταθερή παροχή 90 m<sup>3</sup>/s. Η παροχή αυτή καταλήγει στον κόμβο J50, και όχι αμέσως κατάντη του φράγματος, καθώς ο σταθμός παραγωγής έχει τοποθετηθεί μακριά από το φράγμα ώστε να εξασφαλίζει μεγαλύτερο ύψος πτώσης (η προσαγωγή του νερού γίνεται μέσω σήραγγας, μήκους 7.5 km). Η διόδευση γίνεται από ελεύθερο υπερχειλιστή, ενεργού πλάτους  $b = 28.0$  m και συντελεστή απωλειών  $c = 1.80$ , που εκτιμήθηκε από πινακοποιημένες τιμές στάθμης-παροχής που δόθηκαν από την ΔΕΗ (Εικόνα 6-4). Στους υπολογισμούς εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα της Εικόνας 6-5, η οποία καταρτίστηκε με βάση τιμές της ΔΕΗ που παρατίθενται από τον Κουτσογιάννη (1996).

Επισημαίνεται ότι το έργο της Μεσοχώρας, αν και ολοκληρωμένο, δεν έχει ακόμη τεθεί σε λειτουργία, και μέχρι σήμερα η ροή της ανάντη λεκάνης διοχετεύεται μέσω της σήραγγας εκτροπής. Ωστόσο, στις παρούσες αναλύσεις το έργο θεωρείται σε κανονική λειτουργία, καθώς τα σενάρια πλημμυρών που εξετάζονται αναφέρονται σε πολύ μεγάλες περιόδους επαναφοράς, με αποτέλεσμα οι αντίστοιχες παροχές να μην μπορούν να διοχετευθούν με ασφάλεια από τη σήραγγα. Για τον λόγο αυτό, όπως και στις υπόλοιπες περιπτώσεις της μελέτης, γίνεται η υπόθεση ότι ο ταμιευτήρας βρίσκεται στο όριο της υπερχείλισης, ενώ οι υπόλοιπες υδροληψίες (στρόβιλοι) λειτουργούν με τη μέγιστη παροχή εκροής.





Εικόνα 6-4 Σχέση στάθμης-παροχής υπερχειλιστή φράγματος Μεσοχώρας (στέψη +757.5 m)

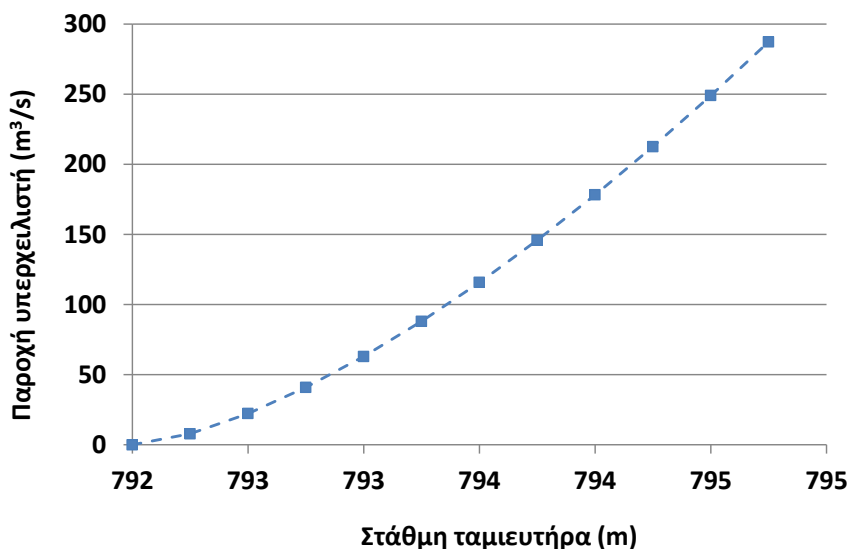


Εικόνα 6-5 Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Μεσοχώρας

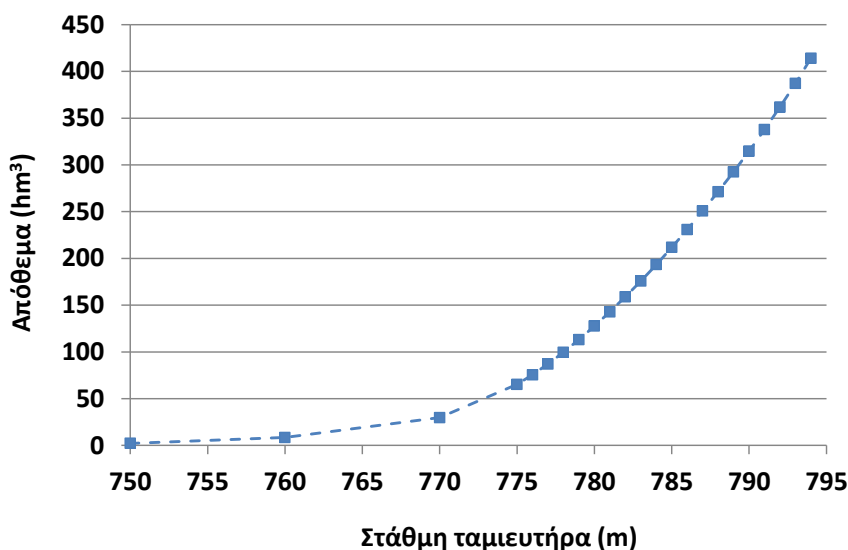
### 6.2.2 Ταμιευτήρας Πλαστήρα

Για την προσομοίωση της διόδευσης των υδρογραφημάτων από τον υπερχειλιστή του φράγματος Πλαστήρα (κόμβος J41), γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, η στάθμη του ταμιευτήρα βρίσκεται στο υψόμετρο στέψης του υπερχειλιστή (+792.0 m). Καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, τα θυροφράγματα παραμένουν ανοιχτά ενώ οι στρόβιλοι λειτουργούν στην πλήρη δυναμικότητά τους, εκτρέποντας σταθερή παροχή 26.4 m<sup>3</sup>/s προς τη Θεσσαλία. Η διόδευση γίνεται από ελεύθερο υπερχειλιστή, ενεργού πλάτους  $b = 28.0$  m και συντελεστή απωλειών  $c = 2.25$ . Η τιμή αυτή εκτιμήθηκε ως μέσος όρος των δύο τιμών που δίνει η ΔΕΗ, με βάση την οποία καταρτίστηκε η σχέση στάθμης-παροχής της Εικόνας 6-6. Στους υπολογισμούς εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος της Εικόνας 6-7, που δίνεται από τους Ευστρατιάδη κ.ά. (2002). Τα πρωτογενή

υψομετρικά δεδομένα για την κατάρτιση της καμπύλης προέρχονται από μοντέλο υψομέτρων που κατασκευάστηκε με φωτογραμμετρικές τεχνικές.



Εικόνα 6-6 Σχέση στάθμης-παροχής υπερχειλιστή φράγματος Πλαστήρα (στέψη +757.5 m)

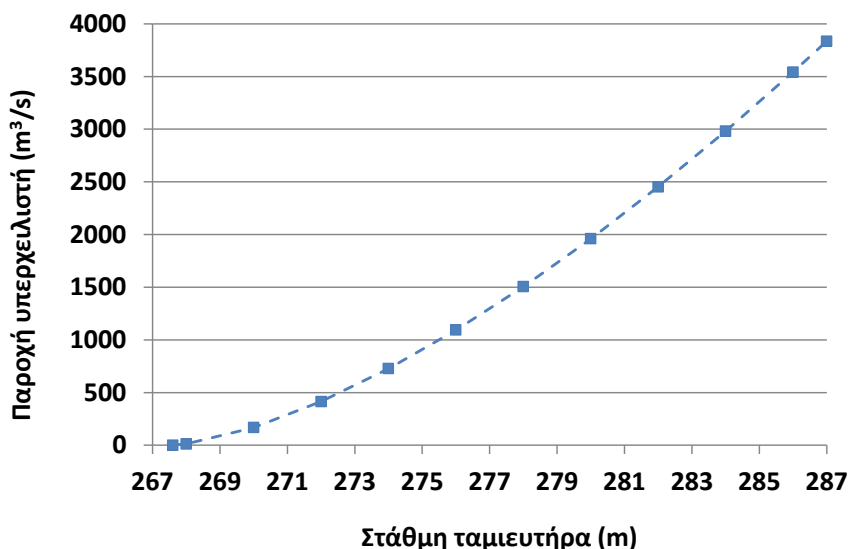


Εικόνα 6-7 Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Πλαστήρα

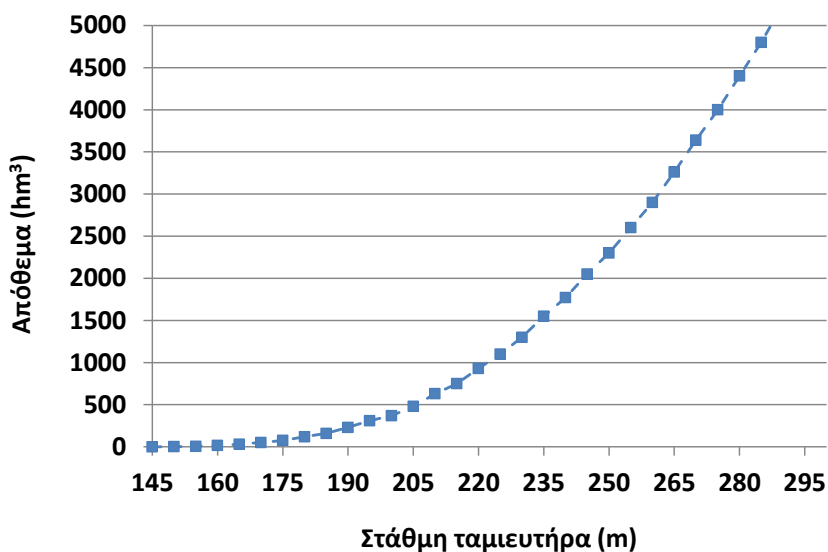
### 6.2.3 Ταμιευτήρας Κρεμαστών

Για την προσομοίωση της διόδευσης των υδρογραφημάτων από τον υπερχειλιστή του φράγματος Κρεμαστών (κόμβος J17), γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, η στάθμη του ταμιευτήρα βρίσκεται στο υψόμετρο στέψης του υπερχειλιστή (+267.6 m). Καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, τα θυροφράγματα παραμένουν ανοιχτά ενώ οι στρόβιλοι λειτουργούν στην πλήρη δυναμικότητά τους, με σταθερή παροχή 400 m<sup>3</sup>/s. Η διόδευση γίνεται από ελεύθερο υπερχειλιστή, ενεργού πλάτους  $b = 22.0$  m και συντελεστή απωλειών  $c = 2.04$ . Η τιμή αυτή εκτιμήθηκε με βάση τις πινακοποιημένες τιμές στάθμης-παροχής που δόθηκαν από την ΔΕΗ (Εικόνα 6-8). Στους

υπολογισμούς εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα της Εικόνας 6-9, που καταρτίστηκε με βάση τιμές της ΔΕΗ που παρατίθενται από τον Κουτσογιάννη (1996).



Εικόνα 6-8 Σχέση στάθμης-παροχής υπερχειλιστή φράγματος Κρεμαστών (στέψη +267.6 m)

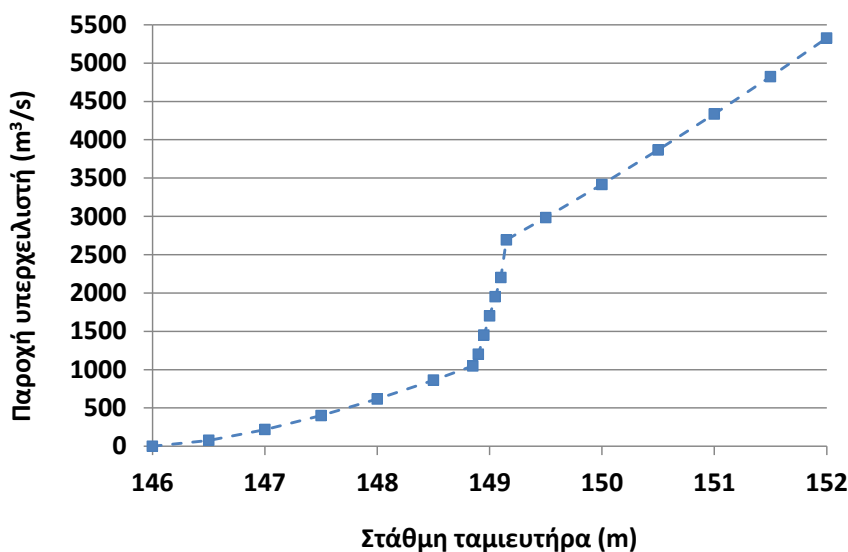


Εικόνα 6-9 Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Κρεμαστών

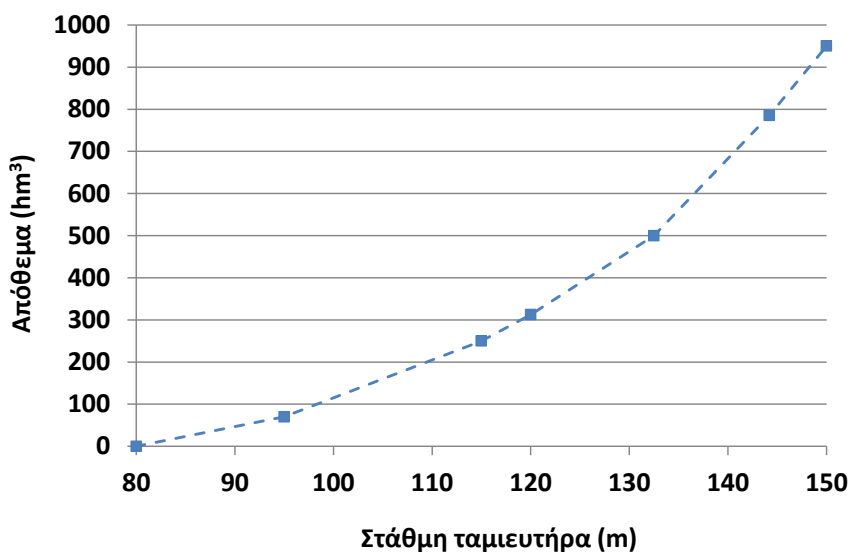
#### 6.2.4 Ταμιευτήρας Καστρακίου

Στον υπερχειλιστή του φράγματος Καστρακίου (κόμβος J15), που μέχρι πρότινος λειτουργούσε ως ελεύθερος υπερχειλιστής (πλάτος  $b = 120$  m, υψόμετρο στέψης +144.2 m), έχουν τοποθετηθεί 20 ανατρεπόμενα θυροφράγματα, κυμαινόμενου ύψους (από 1.80 έως 1.93 m), εξασφαλίζοντας επιπλέον ωφέλιμο όγκο της τάξης των 50 hm<sup>3</sup> και μεγαλύτερο ύψος πτώσης. Με την τοποθέτηση των θυροφραγμάτων, προκύπτει μια σύνθετη σχέση στάθμης-παροχής, που δίνεται στην Εικόνα 6-10. Το γράφημα περιλαμβάνει τρεις περιοχές: (α) από τα +146.0 έως τα +148.85 m, που η υπερχειλίση είναι ελεύθερη, και η σχέση στάθμης-παροχής δίνεται από την εξίσωση  $q = c b (z - z_0)^{3/2}$ , με  $c = 1.816$  και  $z_0 = +146.0$  m, (β) από τα +148.85 έως τα +149.15 m, που πραγματοποιείται η

διαδοχική αναπτροπή των θυροφραγμάτων για κάθε 5 cm αύξησης της στάθμης, και (γ) μετά τα +149.15 m, που όλα τα θυροφράγματα έχουν ανατραπεί και η υπερχειλίση είναι πάλι ελεύθερη (από την αρχική στέψη του υπερχειλιστή), και η σχέση στάθμης-παροχής δίνεται από την εξίσωση  $q = c b (z - z_0)^{3/2}$ , με  $c = 2.038$  και  $z_0 = +144.2$  m. Για την προσομοίωση της διόδευσης των υδρογραφημάτων, γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, η στάθμη του ταμιευτήρα βρίσκεται στη στάθμη +146.0 m. Καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, οι στρόβιλοι λειτουργούν στην πλήρη δυναμικότητά τους, με σταθερή παροχή 400 m<sup>3</sup>/s. Στους υπολογισμούς εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα της Εικόνας 6-11, που καταρτίστηκε με βάση τιμές της ΔΕΗ που παρατίθενται από τον Κουτσογιάννη (1996).



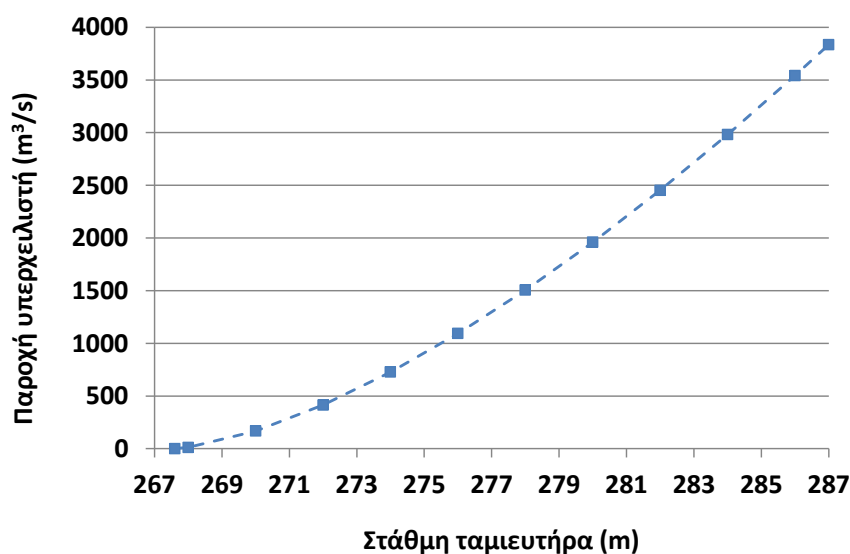
**Εικόνα 6-10** Σχέση στάθμης-παροχής υπερχειλιστή φράγματος Καστρακίου (στάθμη έναρξης υπερχειλίσης διαμέσου των ανατρεπόμενων θυροφραγμάτων +146.0 m)



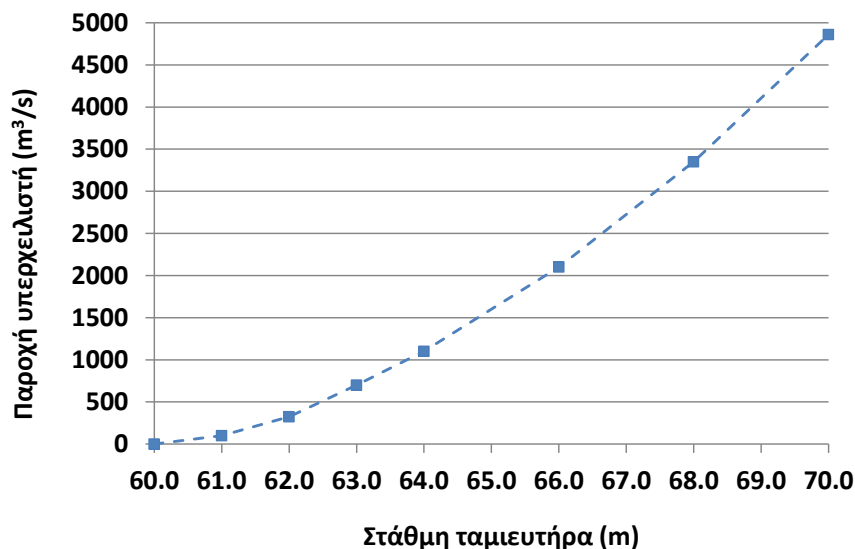
**Εικόνα 6-11** Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Καστρακίου

### 6.2.5 Ταμιευτήρας Στράτου

Για την προσομοίωση της διόδευσης των υδρογραφημάτων από τον υπερχειλιστή του φράγματος Στράτου (κόμβος J13), γίνεται η παραδοχή ότι κατά την έναρξη όλων των επεισοδίων βροχής, η στάθμη του ταμιευτήρα βρίσκεται στο υψόμετρο στέψης του υπερχειλιστή (+60.0 m). Καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, τα θυροφράγματα παραμένουν ανοιχτά ενώ οι στρόβιλοι λειτουργούν στην πλήρη δυναμικότητά τους, με σταθερή παροχή 500 m<sup>3</sup>/s. Η διόδευση γίνεται από ελεύθερο υπερχειλιστή, ενεργού πλάτους  $b = 72.5$  m, με βάση τις πινακοποιημένες τιμές στάθμης-παροχής που δόθηκαν από την ΔΕΗ (Εικόνα 6-12). Στους υπολογισμούς εφαρμόζεται η σχέση στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα της Εικόνας 6-13, που καταρτίστηκε με βάση τιμές της ΔΕΗ που παρατίθενται από τον Κουτσογιάννη (1996).



Εικόνα 6-12 Σχέση στάθμης-παροχής υπερχειλιστή φράγματος Στράτου (στέψη +60.0 m)



Εικόνα 6-13 Σχέση στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα Στράτου

### 6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του συνολικού υδρολογικού συστήματος δίνονται στον Πίνακα 6-3, ενώ στο Παράρτημα Π6 δίνονται τα πλήρη δεδομένα εισόδου και εξόδου του μοντέλου προσομοίωσης για όλες τις συνιστώσες του δικτύου (υπολεκάνες, κόμβοι, κλάδοι, ταμειυτήρες), και τα αντίστοιχα γραφήματα. Σημειώνεται ότι το υδρογράφημα εξόδου περιλαμβάνει, εκτός από τη βασική ροή, τα 500 m<sup>3</sup>/s που διέρχονται από τους στροβίλους του Στράτου.

**Πίνακας 6-3** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

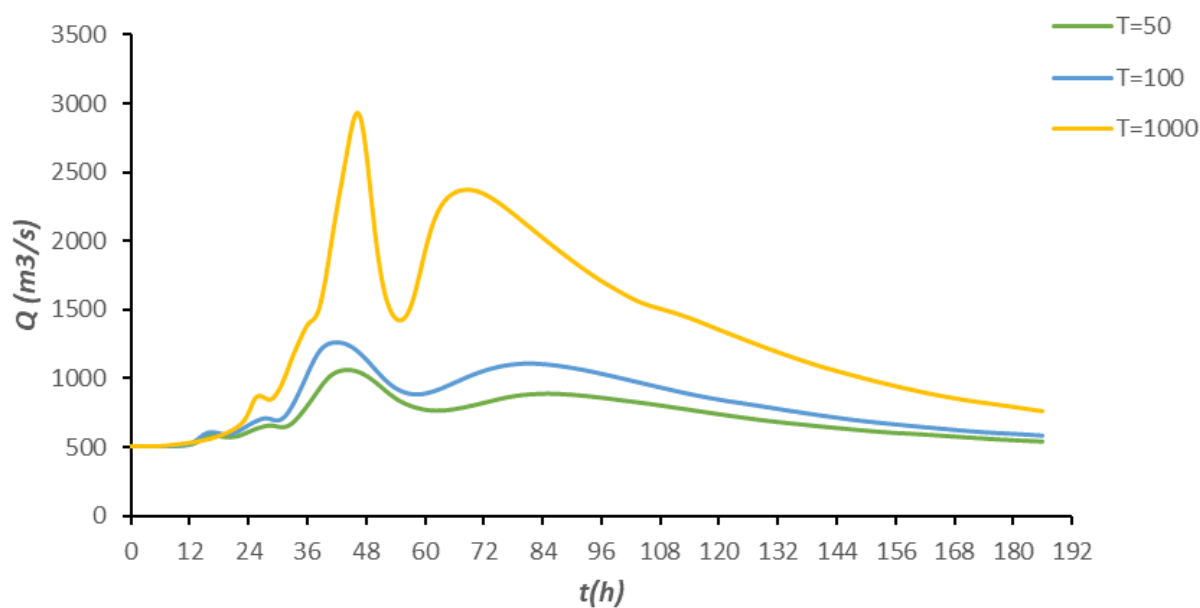
<b>Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής Αχελώου</b>			
Έκταση (km <sup>2</sup> )	4844.50	Υψόμετρο εξόδου (m)	0.0
Αδιαπέρατη επιφάνεια (%)	1.32	Χρόνος συγκέντρωσης (h)	27.88
Μέγιστο μήκος ροής (km)	259.71	Διάρκεια βροχόπτωσης σχεδιασμού (h)	48.00
Μέσο υψόμετρο (m)	896.7	Χρονικό βήμα (h)	0.50
<b>Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδρολογικής προσομοίωσης λεκάνης</b>			
	Ευμενείς συνθήκες	Μέσες συνθήκες	Δυσμενείς συνθήκες
	<b>Ολικό ύψος επιφανειακής βροχής (mm)</b>		
T = 50	227.8	227.8	227.8
T = 100	266.9	266.9	266.9
T = 1000	438.2	438.2	438.2
<b>Ολικό ύψος πλημμυρικής απορροής (mm)</b>			
T = 50	56.2	97.3	126.4
T = 100	75.1	121.7	152.8
T = 1000	169.1	233.3	270.1
<b>Συντελεστής απορροής</b>			
T = 50	0.247	0.427	0.555
T = 100	0.281	0.456	0.573
T = 1000	0.386	0.532	0.616
<b>Πλημμυρική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	557.1	825.8	1004.8
T = 100	689.2	1002	1201
T = 1000	1818.4	2600.8	2960.5
<b>Πλημμυρικός όγκος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	272.426	471.518	612.122

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 4

Πλημμυρικά υδρογραφήματα: Τεχνική Έκθεση

T = 100	363.659	589.511	740.278
T = 1000	819.395	1130.003	1308.613
<b>Συνολική παροχή αιχμής (m<sup>3</sup>/s)</b>			
T = 50	790.9	1059.5	1238.5
T = 100	946.5	1259.3	1458.3
T = 1000	2145.6	2928	3287.7
<b>Συνολικός όγκος υδρογραφήματος (hm<sup>3</sup>)</b>			
T = 50	773.443	965.166	1121.848
T = 100	865.907	1110.151	1287.709
T = 1000	1418.965	1806.814	2035.848

Υδρογραφήματα σχεδιασμού στον κόμβο εξόδου(μέσες συνθήκες)





## 7 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ 1<sup>ο</sup> 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 5.1, 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.

### 7.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7-1) 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 12 λεκανών που εξετάστηκαν και στους δύο κύκλους προκύπτει:

- μείωση κατά 5% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς  $T=50$  έτη
- μείωση κατά 10% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς  $T=100$  έτη
- αύξηση κατά 11% της βροχόπτωσης σχεδιασμού για την περίοδο επαναφοράς  $T=1000$  έτη

Στο σύνολο των 12 λεκανών παρατηρούνται τα εξής ως προς τις μεταβολές στη βροχόπτωση σχεδιασμού:

- για περίοδο επαναφοράς  $T=50$  έτη παρατηρείται μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 10 λεκάνες και αύξησή του σε 2.
- για περίοδο επαναφοράς  $T=100$  έτη παρατηρείται επίσης μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 10 λεκάνες και αύξησή του σε 2.
- για περίοδο επαναφοράς  $T=1000$  έτη παρατηρείται μείωση του ύψους βροχόπτωσης σε 4 λεκάνες και αύξησή του σε 8.

Οι μεγαλύτερες μειώσεις και στις τρεις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς παρατηρούνται στις λεκάνες απορροής των ρεμάτων Ευπαλίου και Ναυπάκτου, ενώ αύξηση στο ύψος βροχόπτωσης και στις τρεις περιόδους επαναφοράς παρουσιάζουν οι λεκάνες της Αμβρακίας και του Ξηρορέματος στην περιοχή του Βάλτου. 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.

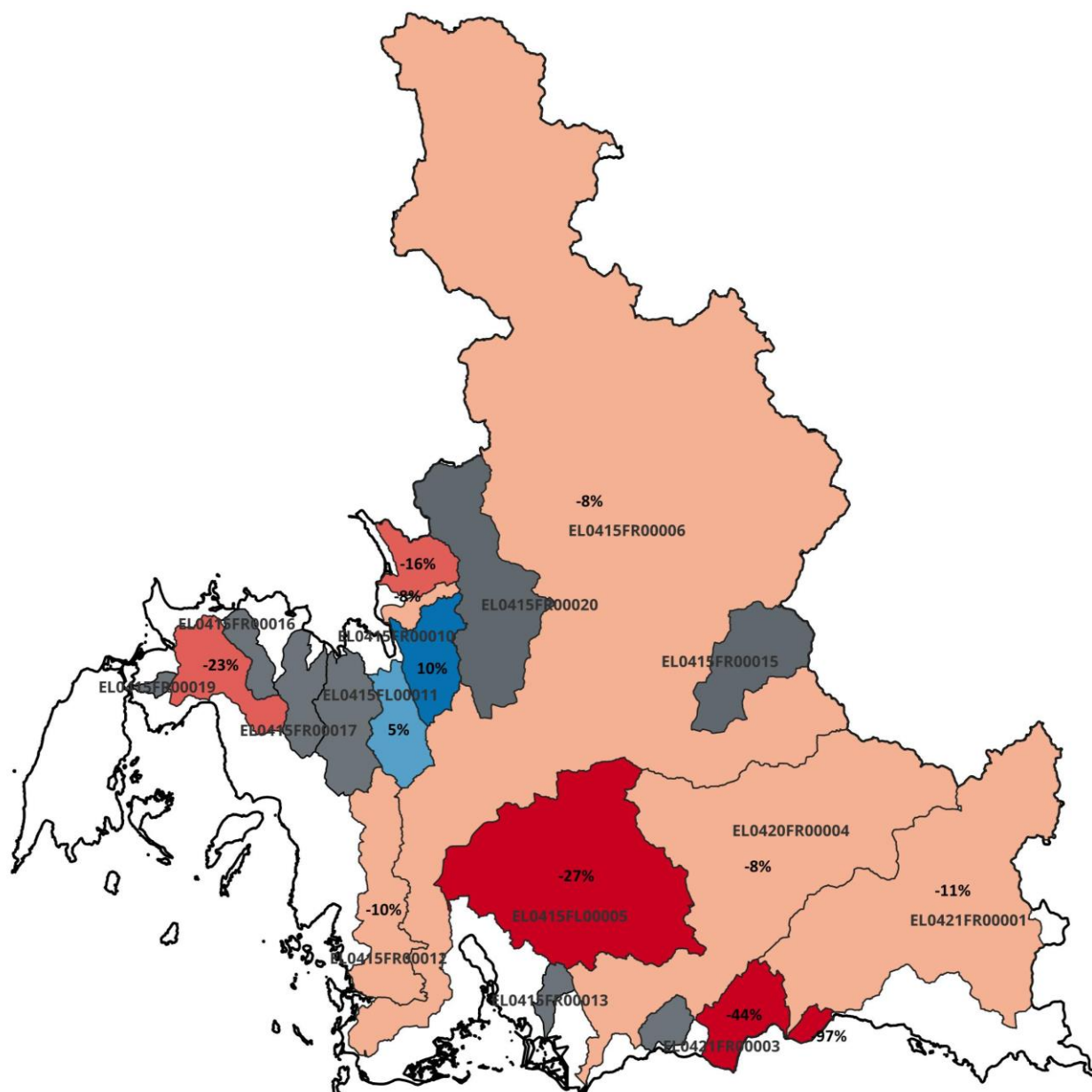
Πίνακας 7-1 Σύγκριση βροχοπτώσεων σχεδιασμού μεταξύ 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης και 1<sup>ου</sup> Κύκλου

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Περίοδος επαναφοράς	Ολικό ύψος βροχής (mm)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
EL0421FR00001	Μόρνος	994.37	T50	214	238.4	-11%
			T100	250.7	264.9	-6%
			T1000	411.4	362.4	12%
EL0421FR00002	Ρέματα Ευπαλίου	19.85	T50	124.7	245.2	-97%
			T100	146.1	285.4	-95%
			T1000	239.6	442.8	-85%
EL0421FR00003	Ρέματα Ναυπάκτου	120.73	T50	119.7	172	-44%
			T100	140.2	193.7	-38%
			T1000	229.8	275.9	-20%
EL0420FR00004	Εύηνος	1094.28	T50	227.2	244.8	-8%
			T100	266.2	268.7	-1%
			T1000	436.6	358.2	18%
EL0415FL00005	Τριγωνίδα-Λυσιμαχία	772.64	T50	195.8	249.3	-27%
			T100	229.3	281.3	-23%
			T1000	376	403.6	-7%
EL0415FR00006	Αχελώος	4844.5	T50	227.8	245.7	-8%
			T100	266.9	274.5	-3%
			T1000	438.2	385.8	12%
EL0415FL00007	Βουλκαριά	139.93	T50	154.9	190	-23%
			T100	181.9	216.3	-19%

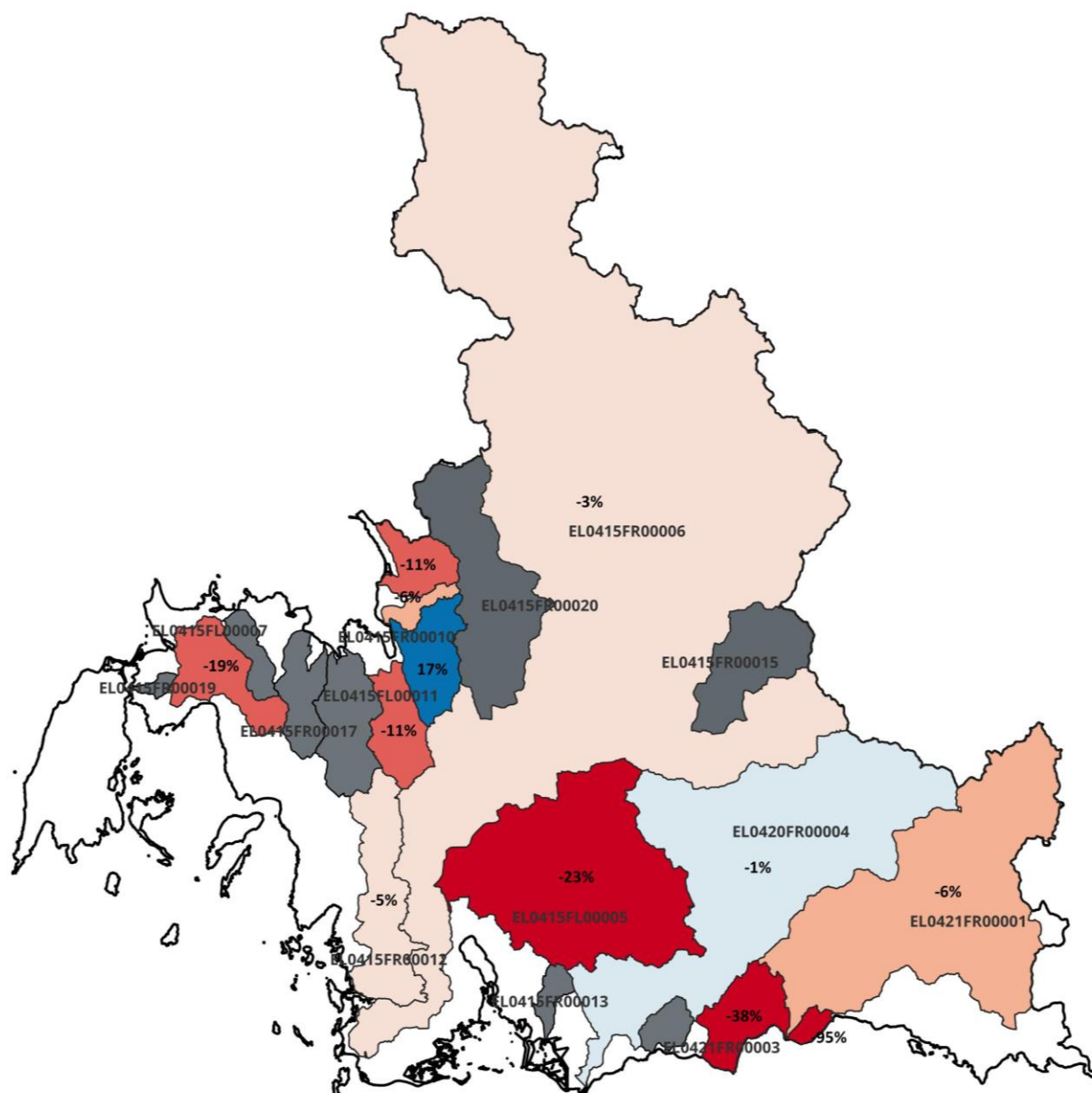
Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Περίοδος επαναφοράς	Ολικό ύψος βροχής (mm)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	300.2	317.3	-6%
EL0415FR00008	Χάβος	79.52	T50	153.5	178	-16%
			T100	179.8	199.6	-11%
			T1000	294.8	283.1	4%
EL0415FR00009	Μποτόκος	29.28	T50	163.5	176.8	-8%
			T100	188.2	199	-6%
			T1000	308.7	284.2	8%
EL0415FR00010	Ξηρόρεμα	124.28	T50	137.3	123	10%
			T100	160.8	133.6	17%
			T1000	263.5	172.2	35%
EL0415FL00011	Αμβρακία	108.7	T50	156.7	149.4	5%
			T100	183.5	163.7	11%
			T1000	300.9	214	29%
EL0415FR00012	Γεροπόρος	226.88	T50	148.3	163.4	-10%
			T100	173.9	182.9	-5%
			T1000	285.6	257.5	10%
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΛΕΚΑΝΩΝ</b>		8554.96	T50	215.0	237.1	-10%
			T100	251.9	264.3	-5%
			T1000	413.5	368.6	11%

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

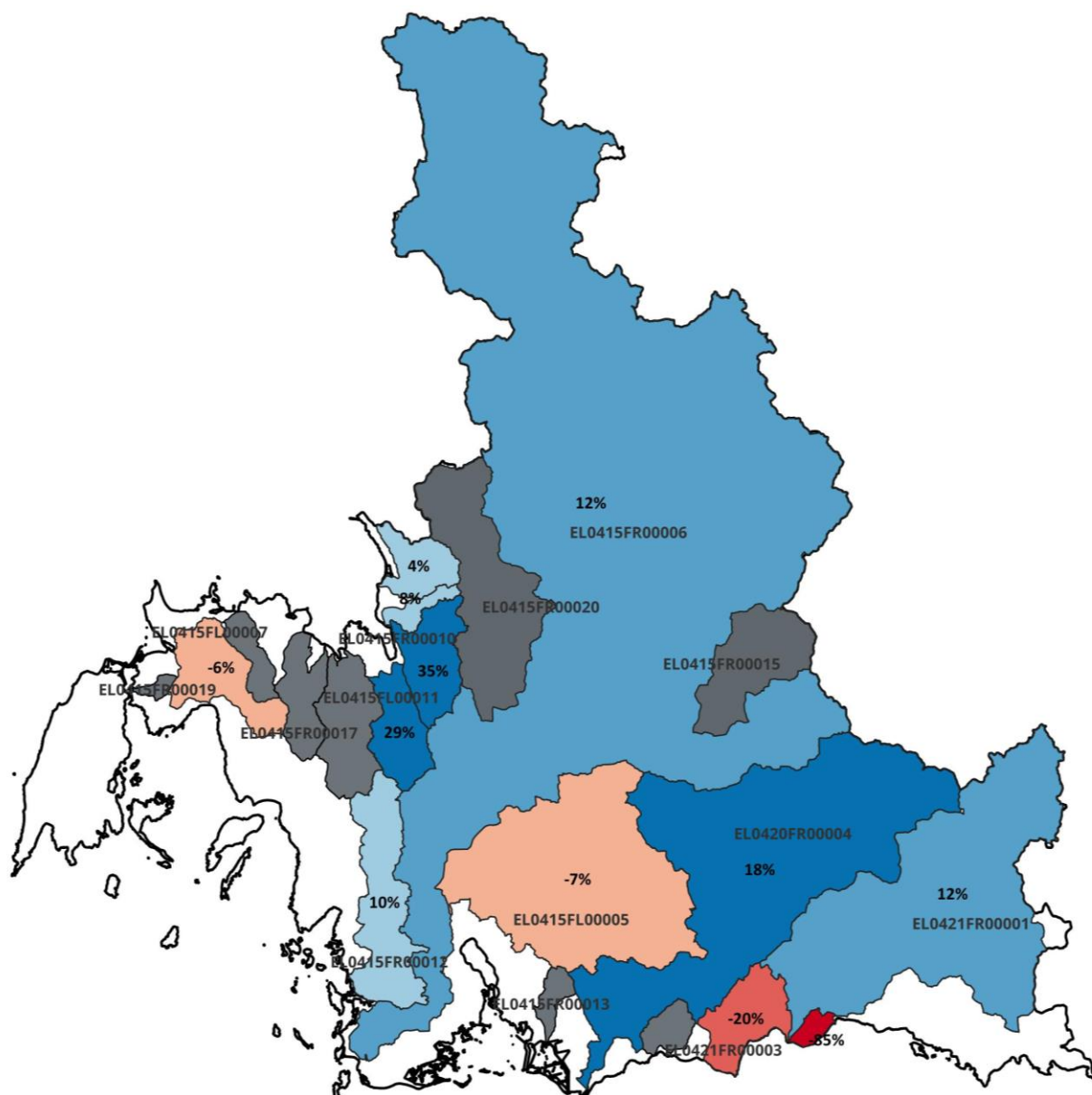
- Με γκρι χρώμα απεικονίζονται οι λεκάνες που εξετάζονται υδρολογικά για πρώτη φορά στον παρόν κύκλο της Οδηγίας για τις οποίες είναι αδύνατη η σύγκριση.



Εικόνα 7-1 Χάρτης μεταβολών βροχόπτωσης σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=50 ετών μεταξύ 1<sup>ου</sup> Κύκλου και 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ04



Εικόνα 7-2 Χάρτης μεταβολών βροχόπτωσης σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=100 ετών μεταξύ 1<sup>ου</sup> Κύκλου και 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ04



Εικόνα 7-3 Χάρτης μεταβολών βροχόπτωσης σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T=1000 ετών μεταξύ 1<sup>ου</sup> Κύκλου και 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ04

## 7.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΙΧΜΗΣ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7-2) και στους χάρτες που ακολουθούν παρουσιάζεται η σύγκριση των παροχών αιχμής για τις εξεταζόμενες περιόδους επαναφοράς μεταξύ των λεκανών που είχαν εξεταστεί στα πλαίσια του 1ου κύκλου εφαρμογής της Οδηγίας και επανεξετάστηκαν στα πλαίσια της 1ης Αναθεώρησης.

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

- για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής σε 8 λεκάνες και αύξησή της σε 4.



- για περίοδο επαναφοράς  $T=100$  έτη παρατηρείται επίσης μείωση της παροχής αιχμής σε 7 λεκάνες και αύξησή της σε 5.
- για περίοδο επαναφοράς  $T=1000$  έτη παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής σε 3 λεκάνες και αύξησή της σε 9.

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

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

Συγκεκριμένα ανά περίοδο επαναφοράς:

- Για περίοδο επαναφοράς  $T=50$  έτη:
  - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 8 λεκάνες (Μόρνος, Ρέματα Ευπαλίου, Ρέματα Ναυπάκτου, Εύηνος, Τριγωνίδα-Λυσιμαχία, Αχελώος, Βουλκαριά, Γεροπόρος). Για το ρέμα του Γεροπόρου σημειώνεται ότι η μείωση της παροχής είναι 7% παρότι σημειώνεται μεγαλύτερη μείωση της βροχόπτωσης (10%), λόγω ταυτόχρονης αύξησης του συντελεστή CN.
  - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 2 λεκάνες (Ξηρόρεμα, Αμβρακία).
  - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε δύο λεκάνες (Χάβος, Μποτόκος). Η αύξηση αυτή οφείλεται σε αύξηση περίπου κατά 10% της εκτίμησης για τον συντελεστή CN στις εν λόγω λεκάνες.
- Για περίοδο επαναφοράς  $T=100$  έτη:
  - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 7 λεκάνες (Μόρνος, Ρέματα Ευπαλίου, Ρέματα Ναυπάκτου, Εύηνος, Τριγωνίδα-Λυσιμαχία, Αχελώος, Βουλκαριά).
  - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 2 λεκάνες (Ξηρόρεμα, Αμβρακία).
  - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 3 λεκάνες (Χάβος, Μποτόκος, Γεροπόρος). Η αύξηση αυτή οφείλεται σε αύξηση περίπου κατά 10% της εκτίμησης για τον συντελεστή CN στις λεκάνες του



Χάβου και το Μποτόκου, όπως αναφέρθηκε, και κατά 4% περίπου στη λεκάνη του Γεροπόρου.

- Για περίοδο επαναφοράς  $T=1000$  έτη:
  - Παρατηρείται μείωση της παροχής αιχμής ανάλογη της μείωσης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 3 λεκάνες (Ρέματα Ευπαλίου, Ρέματα Ναυπάκτου, Τριχωνίδα-Λυσιμαχία).
  - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ανάλογη της αύξησης της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 2 λεκάνες (Μόρνος, Εύηνος, Αχελώος, Χάβος, Μποτόκος, Ξηρόρεμα, Αμβρακία, Γεροπόρος).
  - Παρατηρείται αύξηση της παροχής αιχμής ταυτόχρονα με μείωση της βροχόπτωσης σχεδιασμού σε 1 λεκάνη (Βουλκαριά).

Σε γενικές γραμμές οι μεγαλύτερες μειώσεις της παροχής αιχμής παρατηρούνται στα Ρέματα Ευπαλίου και Ρέματα Ναυπάκτου και οι μεγαλύτερες αυξήσεις στα ρέματα περιοχής του Βάλτου (Χάβος, Μποτόκος, Ξηρόρεμα).

Σημειώνεται επίσης ότι παρατηρούνται σχετικά μικρές διαφοροποιήσεις στους τρεις μεγαλύτερους ποταμούς του ΥΔ04 (Εύηνος, Μόρνος, Αχελώος) των οποίων η πλημμυρική κατάκλυση στις κατάντες ζώνες τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους ανάντη ταμιευτήρες και την ανάσχεση που δημιουργούν.

Συμπερασματικά, οι μεγαλύτερες μεταβολές στις παροχές αιχμής στο ΥΔ04 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.

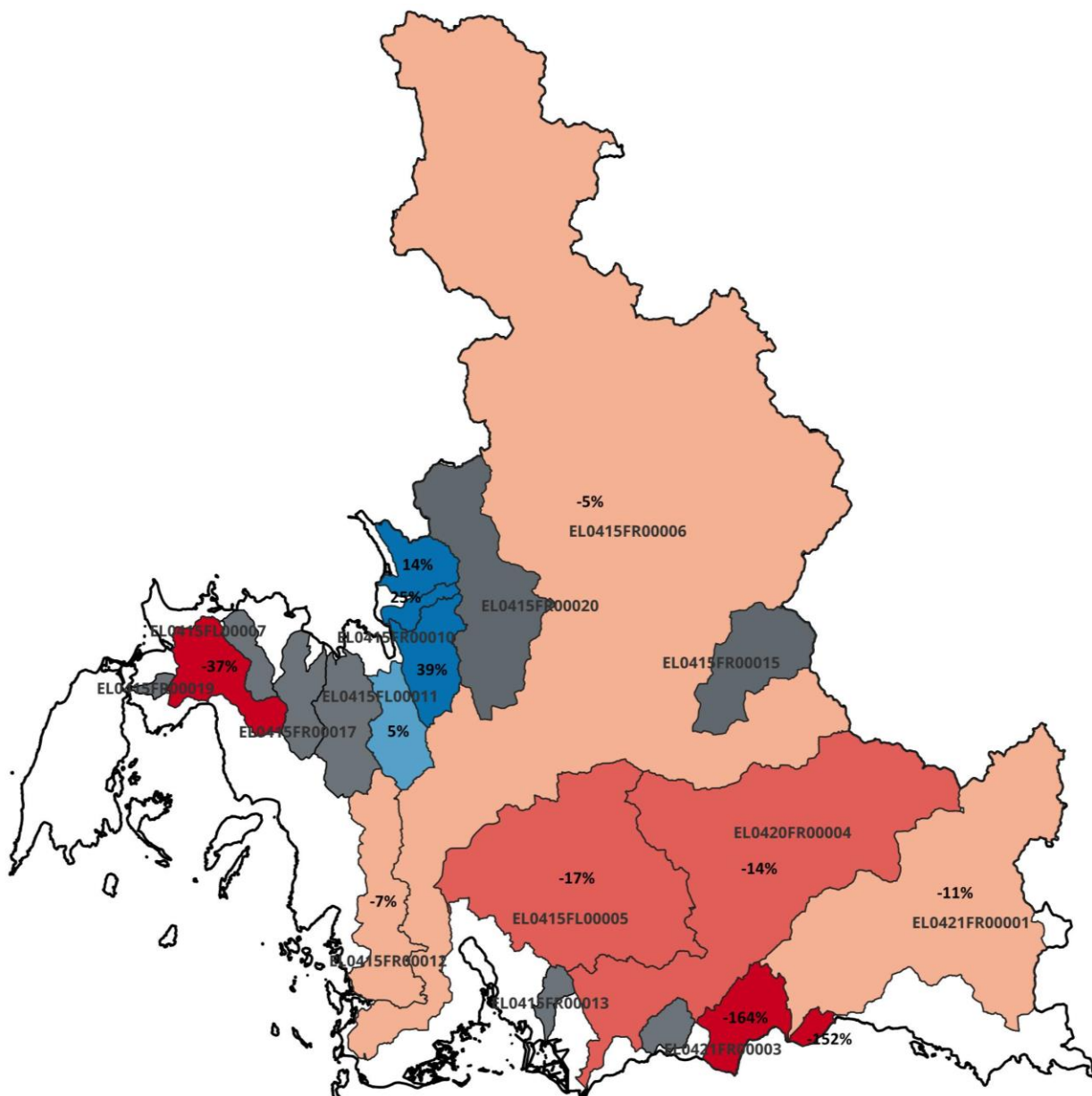
Πίνακας 7-2 Σύγκριση παροχών αιχμής μεταξύ 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης και 1<sup>ου</sup> Κύκλου

Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Περίοδος επαναφοράς	Συνολική Παροχή Αιχμής (m <sup>3</sup> /s)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
EL0421FR00001	Μόρνος	994.37	T50	1304.2	1452.5	-11%
			T100	1675.8	1695.2	-1%
			T1000	4209.6	3167.4	25%
EL0421FR00002	Ρέματα Ευπαλίου	19.85	T50	39.3	98.9	-152%
			T100	52.8	125.7	-138%
			T1000	133.1	276.9	-108%
EL0421FR00003	Ρέματα Ναυπάκτου	120.73	T50	59.5	157.2	-164%
			T100	92.7	198.6	-114%
			T1000	342.3	460.6	-35%
EL0420FR00004	Εύηνος	1094.28	T50	1978.6	2254.3	-14%
			T100	2544.2	2667.5	-5%
			T1000	6389.5	4810.6	25%
EL0415FL00005	Τριγωνίδα-Λυσιμαχία	772.64	T50	865.8	1016.1	-17%
			T100	1116.8	1227	-10%
			T1000	2467.3	2502.8	-1%
EL0415FR00006	Αχελώος	4844.5	T50	1059.5	1115.6	-5%
			T100	1259.3	1268.6	-1%
			T1000	2928	2031	31%
EL0415FL00007	Βουλκαριά	139.93	T50	368.1	504.2	-37%
			T100	518.4	637.8	-23%

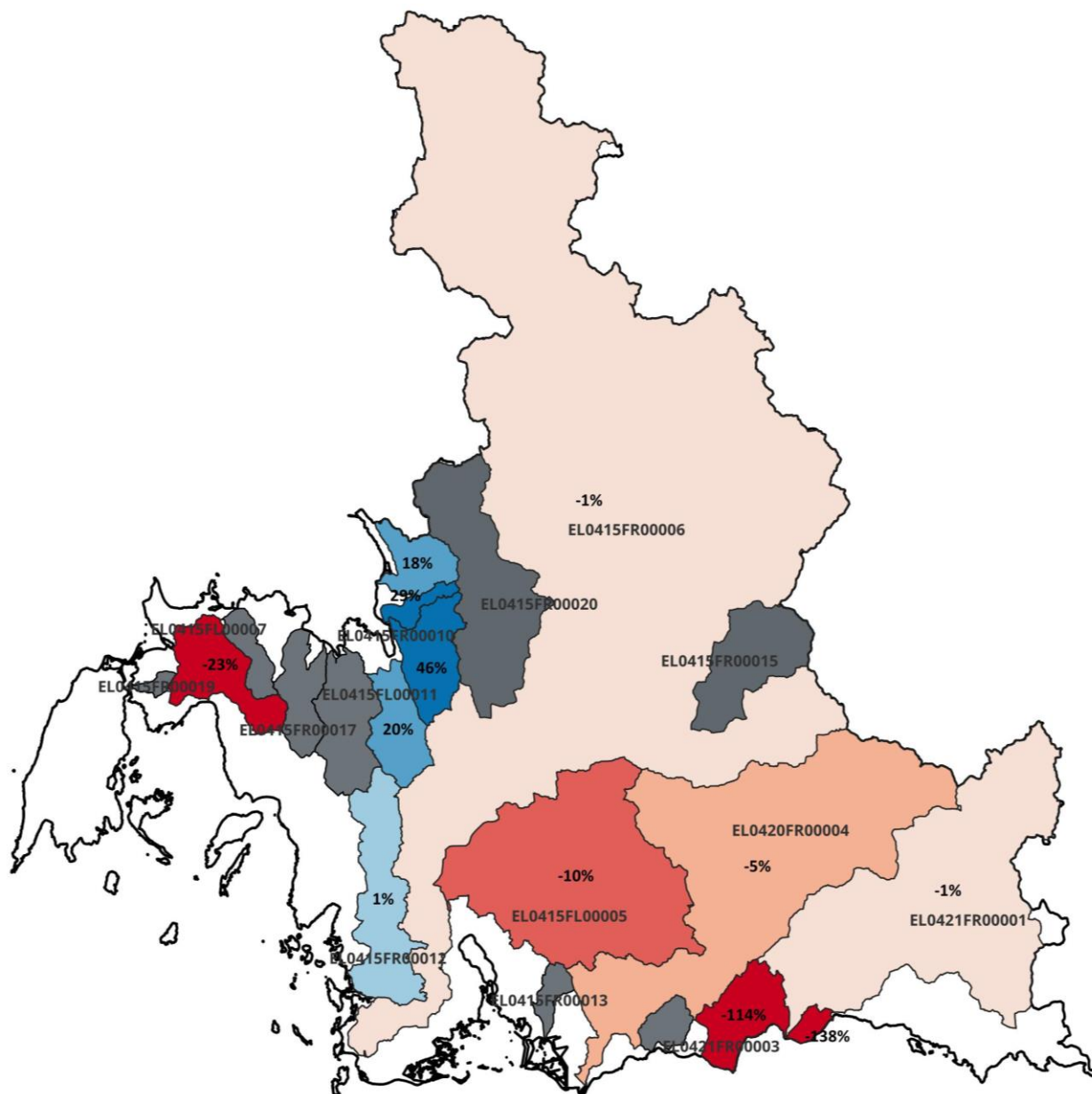
Κωδικός Λεκάνης	Όνομα Λεκάνης	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Περίοδος επαναφοράς	Συνολική Παροχή Αιχμής (m <sup>3</sup> /s)		Ποσοστιαία Σύγκριση
				1η Αναθεώρηση	1ος Κύκλος	
			T1000	1619	1419.5	12%
EL0415FR00008	Χάβος	79.52	T50	569.4	492.4	14%
			T100	735	605	18%
			T1000	1572.8	1180.5	25%
EL0415FR00009	Μποτόκος	29.28	T50	241.5	182.3	25%
			T100	317.0	223.7	29%
			T1000	691.8	441.1	36%
EL0415FR00010	Ξηρόρεμα	124.28	T50	447.6	271	39%
			T100	594.1	323.5	46%
			T1000	1464.5	756	48%
EL0415FL00011	Αμβρακία	108.7	T50	312	297.3	5%
			T100	449.9	360.2	20%
			T1000	1493.5	828	45%
EL0415FR00012	Γεροπόρος	226.88	T50	334	358.5	-7%
			T100	464	457.3	1%
			T1000	1321.3	1037.5	21%

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).

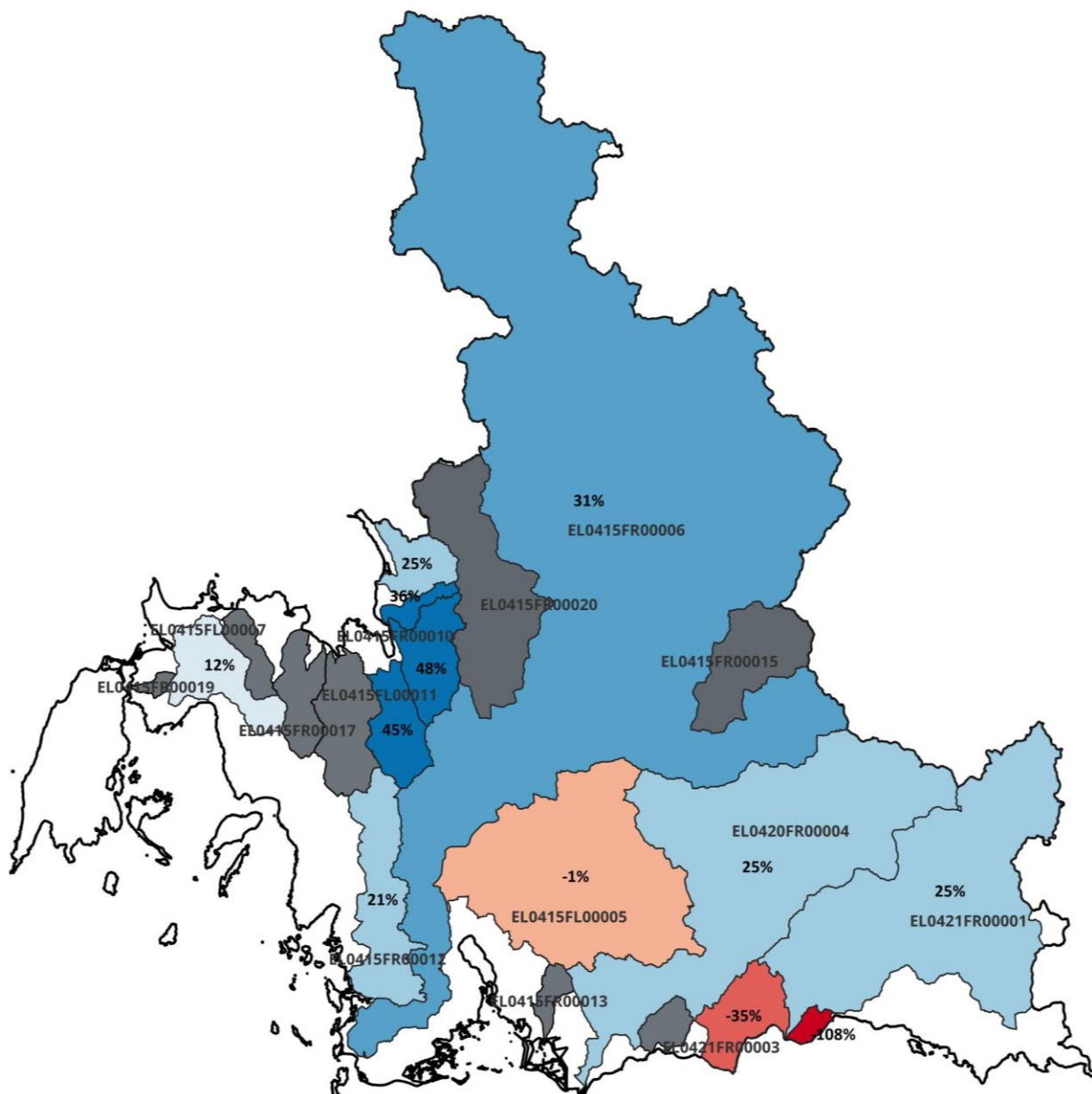
- Με γκρι χρώμα απεικονίζονται οι λεκάνες που εξετάζονται υδρολογικά για πρώτη φορά στον παρόν κύκλο της Οδηγίας για τις οποίες είναι αδύνατη η σύγκριση.



Εικόνα 7-4 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=50 ετών μεταξύ 1<sup>ου</sup> Κύκλου και 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ04



Εικόνα 7-5 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=100 ετών μεταξύ 1<sup>ου</sup> Κύκλου και 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ04



Εικόνα 7-6 Χάρτης μεταβολών παροχής αιχμής περιόδου επαναφοράς T=1000 ετών μεταξύ 1<sup>ου</sup> Κύκλου και 1<sup>ης</sup> Αναθεώρησης στις λεκάνες του ΥΔ04



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μαμάσης, Υδρολογική μελέτη, *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 2, 70 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

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., Γ. Καραβοκυρός, και Ν. Μαμάσης, Σχέδιο διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας – Έτος 2009, *Συντήρηση, αναβάθμιση και επέκταση του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων για την διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος της ΕΥΔΑΠ*, Τεύχος 1, 116 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Απρίλιος 2009.

Ευστρατιάδης, Α., Ι. Ναλμπάντης, και Ν. Μαμάσης, Υδρομετεωρολογικά δεδομένα και επεξεργασίες, *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας*, Τεύχος 8, 129 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Δεκέμβριος 2000.

Ευστρατιάδης, Α., και Ν. Μαμάσης, Υδρομετεωρολογικά δεδομένα και επεξεργασίες, *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας*, Τεύχος 17, 72 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 2004.

Ζαρρής, Δ., Ε. Ρόζος, και Δ. Σακελλαριάδης, Περιγραφή των υδατικών συστημάτων, *Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 3*, Τεύχος 36, 160 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 1999.

Κουτσογιάννης, Δ., Ι. Ναλμπάντης, και Ν. Μαμάσης, Υδρολογική διερεύνηση – Έκθεση, *Προμελέτη ενίσχυσης του υδατικού δυναμικού του ταμειυτήρα Μόρνου από τη λεκάνη του ποταμού Ευήνου, Εισαγωγικό μέρος*, Εργοδότης: Διεύθυνση Έργων Ύδρευσης και Αποχέτευσης – Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Ανάδοχοι: ΟΤΜΕ, Υδροηλεκτρική, ΥΔΡΟΤΕΚ - Υδραυλικές Μελέτες ΑΕ, Δ. Κωνσταντινίδης, Γ. Καραβοκύρης, Θ. Γκόφας και Συνεργάτες, 192 σελίδες, Αθήνα, 1991.

Κουτσογιάννης, Δ., Μελέτη λειτουργίας ταμειυτήρων, *Γενική διάταξη έργων εκτροπής Αχελώου προς Θεσσαλία*, Ανάδοχος: Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου – Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Συνεργαζόμενοι: Γ. Καλαούζης, Π. Μαρίνος, Δ. Κουτσογιάννης, 420 σελίδες, 1996.

Κουτσογιάννης, Δ., Ν. Μαμάσης, και Α. Ευστρατιάδης, Διερεύνηση οικολογικής παροχής, *Ειδική Τεχνική Μελέτη για την Οικολογική Παροχή από το Φράγμα Στράτου*, Εργοδότης: Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Ανάδοχος: ECOS Μελετητική Α.Ε., 88 σελίδες, Αθήνα, Μάιος 2009.



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

Ποντικός, Σ., *Πιθανοτική διερεύνηση καταστάσεων εδαφικής υγρασίας στην Ελληνική επικράτεια για χρήση τους στον υδρολογικό σχεδιασμό*, Διπλωματική εργασία, 83 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Νοέμβριος 2014.

«Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας σύμφωνα με τις Προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ κατ' εφαρμογή του Ν.3199/2003 και του Π.Δ.51/2007». Ειδική Γραμματεία Υδάτων - 2013.

Baltas, E.A., N.A. Dervos, and M.A. Mimikou, Technical Note: Determination of the SCS initial abstraction ratio in an experimental watershed in ELeece, *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1825-1829, 2007.

Chow, V.T., D.R. Maidment, and L.W. Mays, *Applied Hydrology*, McELaw-Hill, 1988.

Efstratiadis, A., A.D. Koussis, D. Koutsoyiannis, and N. Mamassis, Flood design recipes vs. reality: can predictions for ungauged basins be trusted?, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 1417–1428, 2014.

Efstratiadis, A., and K. Hadjibiros, Can an environment-friendly management policy improve the overall performance of an artificial lake? Analysis of a multipurpose dam in ELeece, *Environmental Science and Policy*, 14(8), 1151–1162, doi:10.1016/j.envsci.2011.06.001, 2011.

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, 2077, 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 AELiculture, 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.