



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Εκτίμηση της διακύμανσης της παροχής αιχμής σε  
λεκάνες της Πελοποννήσου με συγκριτική αξιολόγηση  
δύο διαδεδομένων μεθόδων της υδρολογίας  
πλημμυρών

Χρήστος Αργυράκης

Επιβλέπων: Δ. Κουτσογιάννης, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2015

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Εκτίμηση της διακύμανσης της παροχής αιχμής σε λεκάνες  
της Πελοποννήσου με συγκριτική αξιολόγηση δύο  
διαδεδομένων μεθόδων της υδρολογίας πλημμυρών

Χρήστος Αργυράκης

Επιβλέπων: Δ. Κουτσογιάννης, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2015

## Πρόλογος

Φτάνοντας στο τέλος αυτής της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν στην επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Δημήτρη Κουτσογιάννη για την αποδοχή επίβλεψης της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον Αντώνη Κουκουβίνο για τη συνεχή υποστήριξή του στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους, οι οποίοι με στήριξαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου ως φοιτητής στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ.

# Περιεχόμενα

Πρόλογος .....	ii
Περιεχόμενα .....	iii
Περίληψη .....	vi
Abstract .....	vi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εισαγωγή .....	1
1.1 Σκοπός - Αντικείμενο της εργασίας .....	1
1.2 Διάρθρωση της εργασίας .....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Περιοχή μελέτης.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκανών απορροής.....	6
3.1 Βασικές έννοιες .....	6
3.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά .....	6
3.2.1 Γεωμετρία .....	6
3.2.2 Υψομετρία .....	6
3.2.3 Υδρογραφικό δίκτυο.....	6
3.3 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά .....	7
3.4 Χρήσεις γης και φυτοκάλυψη .....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) στην υδρολογία πλημμυρών .....	8
4.1 Γενικά .....	8
4.2 Επεξεργασίες σε ΣΓΠ για τον υπολογισμό των μορφολογικών χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής .....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Μορφολογικά χαρακτηριστικά λεκανών απορροής Πελοποννήσου .....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Υπολογισμός παροχής σχεδιασμού με την ορθολογική μέθοδο .....	21
6.1 Η έννοια της παροχής σχεδιασμού .....	21
6.2 Γενικά για την ορθολογική μέθοδο .....	21
6.3 Εκτίμηση συντελεστή απορροής .....	22
6.3.1 Εκτίμηση συνιστώσας $C_1$ .....	23
6.3.2 Εκτίμηση συνιστώσας $C_2$ .....	26
6.3.3 Εκτίμηση συνιστώσας $C_3$ .....	30
6.3.4 Εκτίμηση συνιστώσας $C_4$ .....	34
6.3.5 Τελικός συντελεστής απορροής.....	38
6.4 Χωρική κατανομή του συντελεστή απορροής στην Πελοπόννησο.....	39



6.5 Εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης.....	40
6.6 Υπολογισμός κρίσιμης έντασης βροχής.....	42
6.7 Υπολογισμός παροχής σχεδιασμού .....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Υπολογισμός παροχής σχεδιασμού με εφαρμογή της συνδυαστικής μεθόδου αριθμού καμπύλης απορροής - συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος.....	51
7.1 Σκοπός και μεθοδολογία.....	51
7.2 Συνοπτική επισκόπηση της μεθόδου SCS-CN .....	51
7.3 Εκτίμηση αριθμού καμπύλης απορροής .....	54
7.3.1 Υπολογισμός CN σύμφωνα με τις πινακοποιημένες τιμές της SCS .....	55
7.3.2 Υπολογισμός CN σύμφωνα με το ερευνητικό έργο ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ .....	63
7.3.3 Τιμές αριθμού καμπύλης απορροής για τις εννέα λεκάνες .....	69
7.4 Συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα .....	70
7.4.1 Η έννοια του μοναδιαίου υδρογραφήματος (ΜΥ) .....	70
7.4.2 Παραμετρικό συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα .....	70
7.5 Παραγωγή υετογραφημάτων σχεδιασμού.....	76
7.6 Παραγωγή πλημμυρογραφημάτων σχεδιασμού .....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Συγκριτικά αποτελέσματα των δύο μεθόδων για τις εννέα λεκάνες απορροής .....	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : Περαιτέρω ανάλυση στις λεκάνες απορροής ποταμών Ευρώτα και Πείρου ..	86
9.1 Εφαρμογή της συνδυαστικής μεθόδου του αριθμού καμπύλης απορροής και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος .....	88
9.2 Συγκριτικά αποτελέσματα των δύο μεθόδων .....	92
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : Συμπεράσματα .....	97
Αναφορές.....	99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Στοιχεία λεκανών απορροής .....	101
Χρόνος συγκέντρωσης κατά Giandotti .....	101
Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου .....	103
Συντελεστής απορροής κατά ΟΜΟΕ.....	106
Παράμετροι όμβριων καμπυλών .....	108
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : Αποτελέσματα ορθολογικής μεθόδου .....	111
Χρόνος συγκέντρωσης .....	111
Συντελεστής επιφανειακής αναγωγής.....	113
Συντελεστής απορροής.....	116
Μέση επιφανειακή ένταση βροχόπτωσης .....	119
Ανηγμένη παροχή αιχμής .....	121

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : Αποτελέσματα της συνδυαστικής μεθόδου του αριθμού καμπύλης απορροής και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος .....	125
Συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα διάρκειας βροχής 1 h για τρεις περιόδους επαναφοράς $T$ (20, 50 και 100 έτη) .....	125
Πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού για τρεις περιόδους επαναφοράς $T$ (20, 50, 100 έτη) και τέσσερις τιμές του CN ( $CN_{max}$ , $CN_{mean}$ , $CN_{min}$ , $CN_{deucal}$ ) .....	128
Περίοδος επαναφοράς $T = 20$ έτη .....	128
Περίοδος επαναφοράς $T = 50$ έτη .....	133
Περίοδος επαναφοράς $T = 100$ έτη .....	137

## Περίληψη

Στη διπλωματική αυτή εργασία εξετάζονται δύο μέθοδοι της υδρολογίας πλημμυρών για τον υπολογισμό της παροχής αιχμής σε λεκάνες της Πελοποννήσου. Η πρώτη μέθοδος είναι η γνωστή ως ορθολογική και χρησιμοποιείται ευρέως στον ελλαδικό χώρο, για μικρής και μεσαίας κλίμακας αντιπλημμυρικά έργα. Η δεύτερη μέθοδος είναι η συνδυαστική εφαρμογή της μεθόδου του αριθμού καμπύλης απορροής (CN) για την εκτίμηση των υδρολογικών ελλειμμάτων, και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος για τη μετατροπή της επιφανειακής βροχόπτωσης σε πλημμυρογράφημα στην έξοδο της λεκάνης. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις τιμές του αριθμού καμπύλης απορροής για κάθε λεκάνη. Επομένως, υπολογίστηκαν συνολικά πέντε τιμές της παροχής αιχμής για κάθε λεκάνη και για κάθε περίοδο επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη). Η Πελοπόννησος χωρίστηκε σε 79 υδρολογικές λεκάνες (με έκταση μεγαλύτερη από 100 km<sup>2</sup>) και στη συνέχεια, με ενοποίηση, προέκυψαν οι εννέα μεγαλύτερες λεκάνες απορροής. Οι υπολογισμοί και η σύγκριση των δύο μεθόδων πραγματοποιήθηκαν τόσο για αυτές τις εννέα λεκάνες όσο και για τις υπολεκάνες δύο εξ αυτών. Από την ανάλυση προέκυψε ότι οι παροχές αιχμής λεκανών και υπολεκανών παρουσιάζουν μεγάλο εύρος διακύμανσης ανάλογα με τη μέθοδο (η ορθολογική δίνει τη μεγαλύτερη παροχή αιχμής). Ενδεικτικά, στις περισσότερες λεκάνες, για περίοδο επαναφοράς 100 έτη, οι διαφορές στην παροχή αιχμής ξεπερνούν το 150% με μεγαλύτερη τιμή το 350%.

## Abstract

Two methodologies widely used for peak flow estimation, the known as rational and the curve number (CN) – synthetic unit hydrograph combination, are applied to 79 minor (area greater than 100 km<sup>2</sup>) and 9 major watersheds in Peloponnese area. Both methodologies were applied for three return periods, 20, 50 and 100 years. Four CN values for each watershed were estimated resulting to five peak flow values for each return period for each watershed. The analysis performed indicated that peak flow values for watersheds and subbasins have a big fluctuation range depending on the method applied (the rational method results to maximum values). For example, for return period of 100 years, differences in peak flow values are for most of the watersheds greater than 150% arising to 350%.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εισαγωγή

## 1.1 Σκοπός - Αντικείμενο της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εκτίμηση της διακύμανσης της παροχής αιχμής σε 9 μεγάλες και 79 μικρότερες λεκάνες απορροής της Πελοποννήσου. Η αβεβαιότητα στην εκτίμηση της παροχής αιχμής, σε λεκάνες χωρίς μετρήσεις, είναι μεγάλη καθώς στον υπολογισμό της εισέρχονται παράμετροι με ένα ευρύ φάσμα τιμών. Οπότε η εργασία αυτή θα μπορούσε να συμβάλλει στην κατεύθυνση της εκτίμησης της αβεβαιότητας στον υπολογισμό της παροχής αιχμής κατά την εκπόνηση μελετών πλημμυρών στην Πελοπόννησο.

Το αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η συγκριτική αξιολόγηση δύο μεθόδων της υδρολογίας πλημμυρών που χρησιμοποιούνται ευρέως στον υπολογισμό της παροχής αιχμής. Η πρώτη μέθοδος είναι η λεγόμενη ορθολογική, και η δεύτερη αυτή που συνδυάζει τον αριθμό καμπύλης απορροής (Runoff Curve Number, CN) και το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα (ΣΜΥ).

Η ορθολογική μέθοδος εκφράζεται από μία εξίσωση που συνδέει την παροχή αιχμής με τρεις παραμέτρους. Αυτές είναι ο συντελεστής απορροής, η μέση ένταση βροχής και η έκταση της λεκάνης. Επομένως, για κάθε λεκάνη απορροής υπολογίζεται μία τιμή της παροχής αιχμής.

Για την εφαρμογή της μεθόδου του συνδυασμού του αριθμού καμπύλης απορροής CN με το ΣΜΥ εξετάστηκαν τέσσερις διαφορετικές τιμές της παραμέτρου CN.

Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω, υπολογίστηκαν, για κάθε υδρολογική λεκάνη, συνολικά πέντε τιμές της παροχής αιχμής.

Η περιοχή μελέτης είναι η Πελοπόννησος, η οποία, ορίζοντας ένα κατώφλι απορροής 100 km<sup>2</sup>, χωρίστηκε σε 79 υδρολογικές λεκάνες. Με ενοποίηση προέκυψαν από αυτές οι 9 μεγαλύτερες (από 343 έως 3524 km<sup>2</sup>) λεκάνες απορροής της Πελοποννήσου.

Όλοι οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν για τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς ( $T$ ), και συγκεκριμένα για  $T = 20, 50$  και  $100$  έτη.

## 1.2 Διάρθρωση της εργασίας

Η εργασία διαρθρώνεται σε δέκα κεφάλαια μαζί με την παρούσα εισαγωγή (Κεφάλαιο 1).

Στο **Κεφάλαιο 2** γίνεται συνοπτική περιγραφή της περιοχής μελέτης και των υδατικών διαμερισμάτων από τα οποία αποτελείται.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη μιας λεκάνης απορροής.

Στο **Κεφάλαιο 4** περιγράφεται η εφαρμογή των Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) στην υδρολογία πλημμυρών.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζεται η χάραξη των λεκανών απορροής και ο υπολογισμός των μορφολογικών χαρακτηριστικών μεγεθών τους στην Πελοπόννησο.

Στο **Κεφάλαιο 6** υπολογίζονται οι παροχές αιχμής των λεκανών απορροής με την εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου.

Στο **Κεφάλαιο 7** υπολογίζονται τα πλημμυρογραφήματα και οι παροχές αιχμής των εννέα μεγάλων λεκανών απορροής με τη συνδυαστική εφαρμογή της μεθόδου του αριθμού καμπύλης απορροής CN και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος.

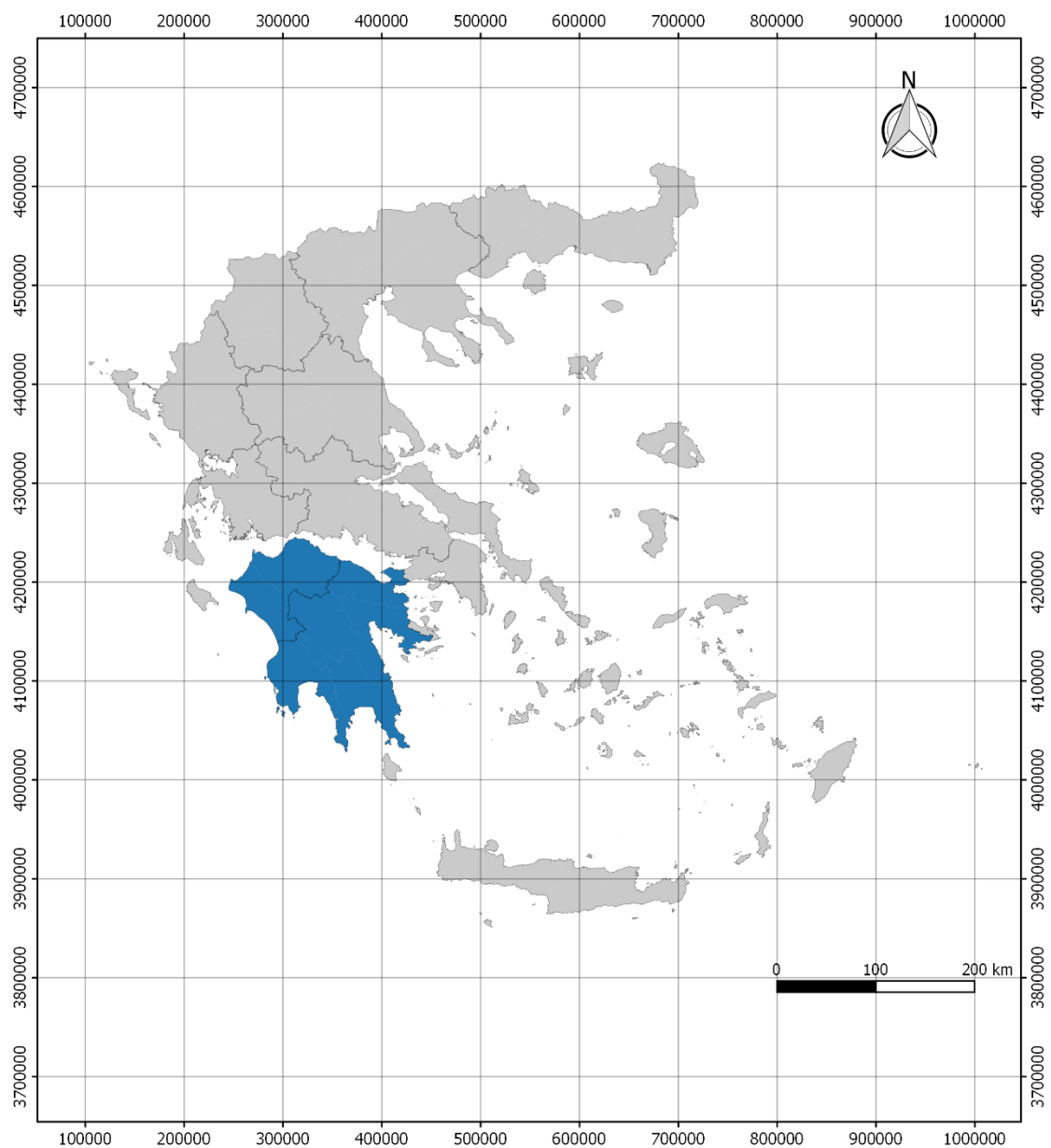
Στο **Κεφάλαιο 8** παρουσιάζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των δύο εφαρμοζόμενων μεθόδων.

Στο **Κεφάλαιο 9** εξετάζονται δύο από τις εννέα μεγάλες λεκάνες απορροής σε επίπεδο υπολεκάνης και υπολογίζονται οι παροχές αιχμής.

Στο **Κεφάλαιο 10** συνοψίζονται τα συμπεράσματα της μελέτης εστιάζοντας στην πρακτική τους αξιοποίηση στις υδρολογικές μελέτες πλημμυρών.

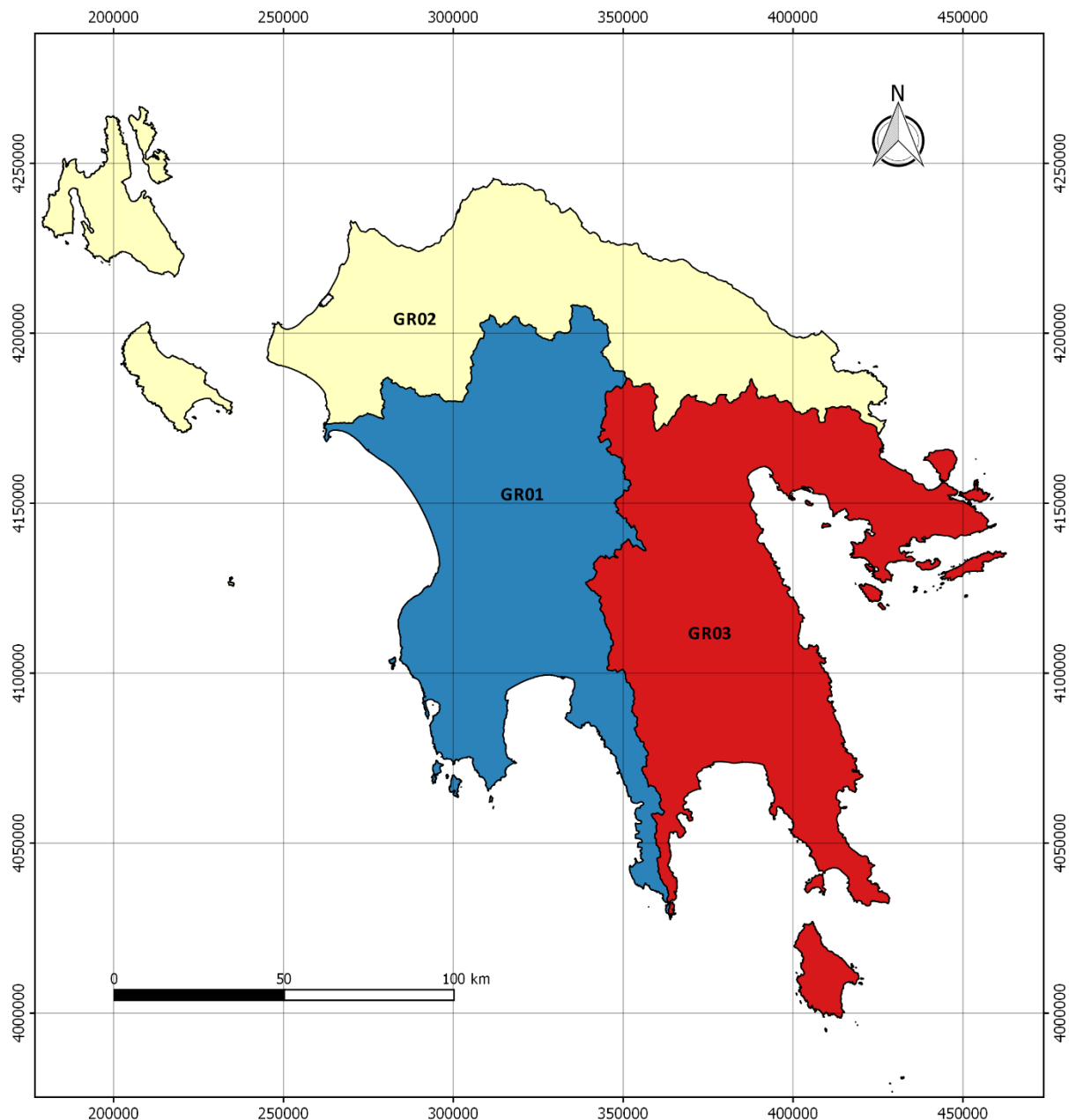
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης είναι το γεωγραφικό διαμέρισμα της Πελοποννήσου. Η Πελοπόννησος είναι ένα από τα εννέα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας και βρίσκεται στα νότια του ηπειρωτικού τμήματος της χώρας (Σχήμα 2.1). Συνδέεται με την υπόλοιπη ηπειρωτική Ελλάδα μέσω της γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου και της διώρυγας της Κορίνθου. Η Πελοπόννησος διαιρείται διοικητικά σε τρεις περιφέρειες (Πελοποννήσου, Δυτικής Ελλάδας και Αττικής), και σε οχτώ περιφερειακές ενότητες (Αχαΐας, Ηλείας, Μεσσηνίας, Αρκαδίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Κορινθίας και Αττικής).



**Σχήμα 2.1** Η θέση της Πελοποννήσου (Πηγή: <http://geodata.gov.gr/geodata/>).

Σύμφωνα με το ΦΕΚ Β' 1383/02.09.2010 και το διορθωμένο ΦΕΚ Β' 1572/28.09.2010 η Ελλάδα χωρίστηκε σε 14 Υδατικά Διαμερίσματα (ΥΔ), ενώ η περιοχή εξέτασης που είναι η Πελοπόννησος, χωρίστηκε σε 3 Υδατικά Διαμερίσματα (Δυτικής ΥΔ01, Βόρειας ΥΔ02 και Ανατολικής ΥΔ03 Πελοποννήσου) και σε 8 Λεκάνες Απορροής Ποταμών (ΛΑΠ). Τα τρία Υδατικά Διαμερίσματα της Πελοποννήσου φαίνονται στο παρακάτω Σχήμα 2.2.



**Σχήμα 2.2** Υδατικά Διαμερίσματα Πελοποννήσου (Πηγή: <http://geodata.gov.gr/geodata/>).

Το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου (ΥΔ01 ή GR01) εκτείνεται γεωγραφικά στη δυτική και νοτιοδυτική Πελοπόννησο και έχει συνολική έκταση 7235 km<sup>2</sup>. Οι Λεκάνες Απορροής Ποταμού Αλφειού (GR29) και Πάμισου – Νέδοντος – Νέδα (GR32) συγκροτούν το εν λόγω Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου.

Το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου (ΥΔ02 ή GR02) καλύπτει γεωγραφικά τη βόρεια Πελοπόννησο, ενώ περιλαμβάνει επίσης και τα νησιά Κεφαλονιά, Ζάκυνθο και Ιθάκη. Η συνολική έκταση του Υδατικού Διαμερίσματος είναι 7396.55 km<sup>2</sup>. Οι Λεκάνες Απορροής Ποταμού Πείρου – Βέργα – Πηνειού (GR28), Ρεμάτων Παραλίας Β. Πελοποννήσου (GR27) και Κεφαλονιάς – Ιθάκης – Ζακύνθου (GR45) συγκροτούν το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου.

Το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου (ΥΔ03 ή GR03) εκτείνεται γεωγραφικά στην ανατολική και νοτιοανατολική Πελοπόννησο. Εντός των ορίων του βρίσκονται, επίσης, τα νησιά Πόρος, Ύδρα, Σπέτσες, Σπετσοπούλα, Δοκός, Κύθηρα και Αντικύθηρα καθώς και η χερσόνησος των Μεθάνων. Η συνολική έκταση του Διαμερίσματος είναι 8442 km<sup>2</sup>. Οι Λεκάνες Απορροής Οροπεδίου Τρίπολης (GR30), Ρεμάτων Αργολικού Κόλπου (GR31) και Ευρώτα (GR33) συγκροτούν το εν λόγω Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου.

Αναλυτικές πληροφορίες για τα υδατικά διαμερίσματα της Πελοποννήσου υπάρχουν στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας (<http://wfd.ypeka.gr/>), όπου περιλαμβάνονται τα Ολοκληρωμένα Σχέδια Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής των Υδατικών Διαμερισμάτων της Ελλάδας.

Όλα τα πρωτογενή δεδομένα και επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία, προέρχονται από την ερευνητική ομάδα ΙΤΙΑ του Τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος του ΕΜΠ (<http://www.itia.ntua.gr/el/>).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκανών απορροής

### 3.1 Βασικές έννοιες

Η λεκάνη απορροής, ως σύστημα μετασχηματισμού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε απορροή, παρουσιάζει ορισμένα ειδικά φυσικά γνωρίσματα που επηρεάζουν σημαντικά, τόσο τη διαδικασία του μετασχηματισμού όσο και το τελικό της αποτέλεσμα, δηλαδή το υδρογράφημα της απορροής (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999). Τα γνωρίσματα αυτά ονομάζονται φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής και μπορούν να καταταγούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

- Μορφολογικά χαρακτηριστικά (γεωμετρία, υψόμετρα, υδρογραφικό δίκτυο)
- Εδαφολογικά χαρακτηριστικά (μηχανικές ιδιότητες, χημική σύσταση)
- Χρήσεις γης και φυτοκάλυψη (είδη χλωρίδας και χωρική διάταξή της).

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αποτελούν χωρικά κατανεμημένη πληροφορία (αφού μεταβάλλονται από θέση σε θέση) και αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ).

### 3.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

#### 3.2.1 Γεωμετρία

- Ο υδροκρίτης είναι το όριο της λεκάνης απορροής και ορίζει την έκταση που καταλαμβάνει η λεκάνη ανάντη μίας δεδομένης διατομής ενός υδατορεύματος.
- Το θεμελιώδες γεωμετρικό χαρακτηριστικό μιας λεκάνης απορροής είναι το εμβαδόν της και χρησιμοποιείται στις περισσότερες σχέσεις υπολογισμού του όγκου απορροής.

#### 3.2.2 Υψομετρία

Τα υψόμετρα είναι σημαντικό χαρακτηριστικό μέγεθος της λεκάνης απορροής και σχετίζονται άμεσα με τις κλίσεις και άρα με τις ταχύτητες ροής. Τα κυριότερα υψομετρικά χαρακτηριστικά μίας λεκάνης απορροής είναι:

- Μέγιστο, ελάχιστο και μέσο υψόμετρο λεκάνης.
- Μέγιστη, ελάχιστη και μέση κλίση λεκάνης.

#### 3.2.3 Υδρογραφικό δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης προκύπτει είτε από ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών είτε από ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων χρησιμοποιώντας ένα όριο επιφάνειας πάνω από το οποίο θεωρείται ότι σχηματίζεται απορροή. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου είναι:

- Μήκος κύριας μισγάγγειας. Το μήκος του κύριου υδατορεύματος αποτελεί από τα βασικότερα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης και συσχετίζεται εμπειρικά με το χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης.

- Τάξεις υδατορευμάτων. Η διαίρεση σε τάξεις βασίζεται στη διαφορά μεγέθους μεταξύ των κλάδων όσο και στη θέση κάθε κλάδου ως προς τους υπόλοιπους. Οι ανώτεροι κλάδοι του δικτύου είναι τάξης 1 και δεν δέχονται νερό από άλλους παραποτάμους. Αντίστοιχα, οι κλάδοι με τους οποίους αυτοί συνενώνονται είναι τάξης 2 κ.ο.κ. Διάφοροι ερευνητές έχουν κατά καιρούς προτείνει μεθόδους αρίθμησης των κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου.
- Πυκνότητα δικτύου. Στην παρούσα εργασία ορίζεται ως ο λόγος του συνολικού εμβαδού του υδρογραφικού δικτύου προς την επιφάνεια της λεκάνης. Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής συνδέεται άμεσα με τις διεργασίες που παρατηρούνται σε αυτήν, καθώς λεκάνες με πυκνό υδρογραφικό δίκτυο δημιουργούν υψηλές πλημμυρικές αιχμές στο σημείο εξόδου και επίσης μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών.

### 3.3 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Η σύσταση των εδαφών της λεκάνης απορροής επηρεάζει κυρίως τα υδρολογικά ελλείμματα, δηλαδή το διαχωρισμό της ενεργού από τη συνολική βροχόπτωση. Ειδικότερα, οι μηχανικές ιδιότητες του εδάφους (υδατοπερατότητα, υδραυλική αγωγιμότητα κατά την οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση) επιδρούν άμεσα στο ρυθμό διήθησης. Από την άλλη πλευρά, η χημική σύσταση των εδαφών, σε συνδυασμό με τις μηχανικές τους ιδιότητες, καθορίζει τη φυτοκάλυψη και τους επικρατούντες τύπους χλωρίδας, που επηρεάζουν τόσο την κατακράτηση όσο και τη διήθηση.

### 3.4 Χρήσεις γης και φυτοκάλυψη

Οι χρήσεις γης, γενικά, και ειδικά η φυτοκάλυψη επηρεάζουν την απορροή με πολλαπλούς τρόπους. Ένας από τους βασικότερους είναι ο μηχανισμός παρεμπόδισης της χλωρίδας, ο οποίος έχει ως συνέπεια τη μείωση του όγκου απορροής κατά την ποσότητα που κατακρατείται από τη χλωρίδα και τελικά εξατμίζεται ή απορροφάται απ' αυτή. Ο ίδιος μηχανισμός είναι υπεύθυνος για τη χρονική υστέρηση της απορροής, η οποία εξαρτάται και από την τραχύτητα των εδαφών. Γενικά, η φυτοκάλυψη δρα προς την κατεύθυνση της μείωσης του όγκου άμεσης απορροής, και της επιβράδυνσης και εξομάλυνσης των ρυθμών της, με τελική συνέπεια τη μείωση των αιχμών των πλημμυρικών υδρογραφημάτων.

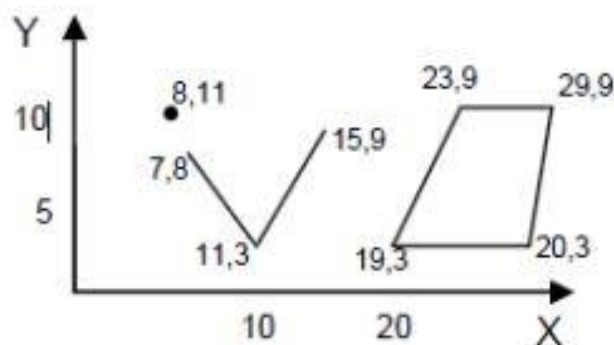
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) στην υδρολογία πλημμυρών

### 4.1 Γενικά

Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ, Geographic Information System, GIS) είναι κάθε πληροφοριακό σύστημα αποθήκευσης και διαχείρισης γεωγραφικών (χωρικών) δεδομένων. Με ένα ΣΓΠ οποιαδήποτε εννοιολογική απλοποίηση του κόσμου μπορεί να κωδικοποιηθεί και να αποθηκευτεί σε ένα πληροφοριακό σύστημα (Κουκουβίνος και Μαμάσης, 2009). Στο ΣΓΠ ο κόσμος αποδίδεται με κάποιο εννοιολογικό μοντέλο του και κατά συνέπεια ο τρόπος μοντελοποίησης είναι σημαντικός για την επιτυχία της εφαρμογής.

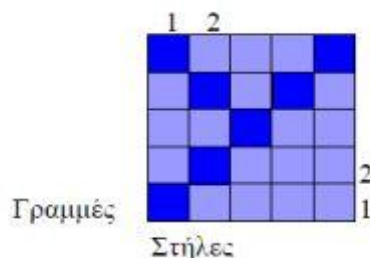
Τα ΣΓΠ χρησιμοποιούν συνήθως δύο μοντέλα δεδομένων για να αποδώσουν τις χωρικές οντότητες και τα χωρικά φαινόμενα (Zeiler, 1999) :

- Τα διανυσματικά μοντέλα (vector) χρησιμοποιούνται για να αποδοθούν οντότητες με καλά ορισμένα σχήματα. Οι οντότητες ορίζονται από μία σειρά συντεταγμένων που αποδίδει το σχήμα και τη θέση τους.



**Σχήμα 4.1** Διανυσματικά μοντέλα δεδομένων (Πηγή: Κουκουβίνος, 2012).

- Τα μοντέλα ψηφιδωτής διαμέρισης (raster) αναπαριστούν συνεχή φαινόμενα σε χώρο δύο διαστάσεων διαμερίζοντάς τον σε γραμμές και στήλες.



**Σχήμα 4.2** Μοντέλα δεδομένων ψηφιδωτής διαμέρισης (Πηγή: Κουκουβίνος, 2012).

## 4.2 Επεξεργασίες σε ΣΓΠ για τον υπολογισμό των μορφολογικών χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής

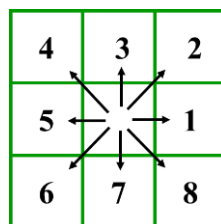
Για τον υπολογισμό των μορφολογικών χαρακτηριστικών μεγεθών μίας λεκάνης το βασικό δεδομένο εισόδου είναι ένα Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων (ΨΜΥ) σε μορφή ψηφιδωτής διαμέρισης (raster). Από αυτό το επίπεδο προκύπτουν όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται στις αναλύσεις.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιούνται δύο λογισμικά GIS ανοιχτού κώδικα. Το πρώτο είναι το MapWindow GIS (<http://www.mapwindow.org/>), το οποίο χρησιμοποιείται για τη χάραξη των λεκανών απορροής και των υδρογραφικών δικτύων. Το δεύτερο είναι το QGIS Desktop 2.6.0 (<http://www.qgis.org/en/site/>) και χρησιμοποιείται στις διάφορες επεξεργασίες και πράξεις μεταξύ χωρικών επιπέδων, καθώς και για την παραγωγή αποτελεσμάτων και χαρτών.

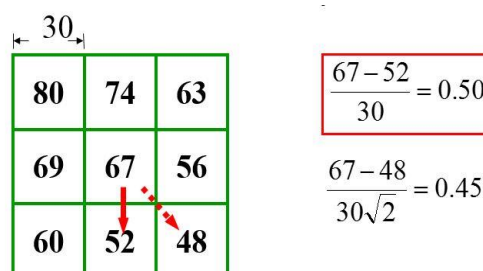
Το λογισμικό MapWindow GIS παρέχει το πρόσθετο εργαλείο 'Watershed delineation' για την χάραξη των ορίων των λεκανών απορροής. Αυτό το πρόσθετο εργαλείο αποτελεί μέρος του Terrain Analysis Using Digital Elevation Models (TauDEM). Το TauDEM είναι ένα σύνολο εργαλείων ανάλυσης Ψηφιακού Μοντέλου Υψομέτρων (ΨΜΥ ή DEM), το οποίο έχει αναπτυχθεί από τον David Tarboton (<http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/>). Μερικά από αυτά τα εργαλεία είναι τα εξής:

- Διεύθυνση ροής (Flow direction)

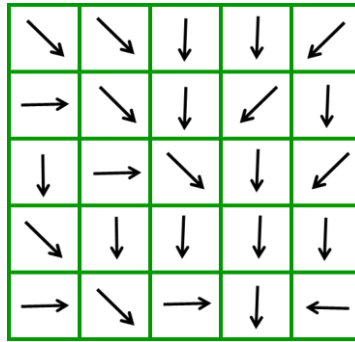
Αυτό το εργαλείο υπολογίζει 2 κανάβους. Στον πρώτο κανάβο δίνεται, για κάθε κύτταρο, προς τα πού θα κατευθυνθεί η ροή (Σχήμα 4.5). Αυτή η κατεύθυνση είναι μία από τις οκτώ κατευθύνσεις προς τα οκτώ γειτονικά κύτταρα με την πιο απότομη καθοδική κλίση (Σχήμα 4.3). Ο δεύτερος κανάβος περιλαμβάνει την κλίση, η οποία υπολογίζεται προς την κατεύθυνση της πιο απότομης καθόδου και ορίζεται ως η υψομετρική διαφορά των δύο κυττάρων προς την μεταξύ τους απόσταση (Σχήμα 4.4).



Σχήμα 4.3 Οι οκτώ πιθανές κατευθύνσεις ροής ενός κυττάρου.



Σχήμα 4.4 Υπολογισμός της μεγαλύτερης κλίσης για ένα κύτταρο του κανάβου των υψομέτρων.



**Σχήμα 4.5** Κάναβος διεύθυνσης ροής.

- Συγκέντρωση ροής (Flow Accumulation)

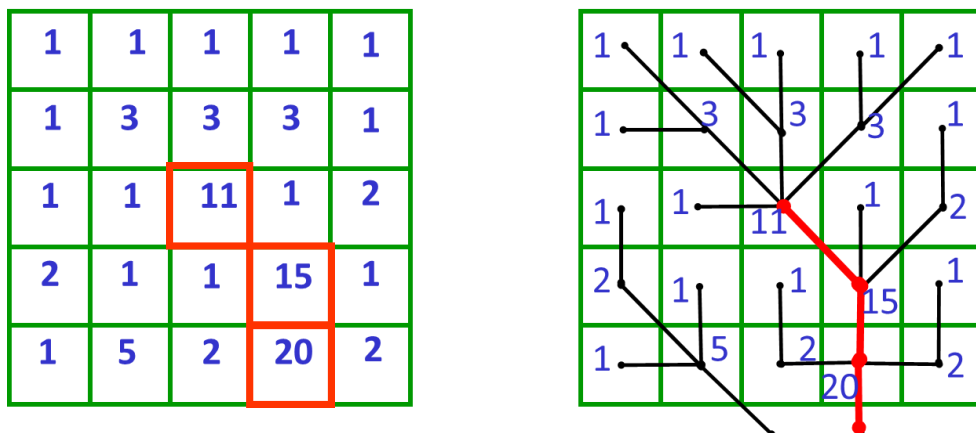
Το εργαλείο αυτό εφαρμόζεται στον κάναβο διεύθυνσης ροής και υπολογίζει σε κάθε κύτταρο τον αριθμό των κυττάρων που απορρέουν σε αυτό (Σχήμα 4.6).

1	1	1	1	1
1	3	3	3	1
1	1	11	1	2
2	1	1	15	1
1	5	2	20	2

**Σχήμα 4.6** Κάναβος συγκέντρωσης ροής.

- Ορισμός υδρογραφικού δικτύου (Threshold)

Δίνεται ο αριθμός των φατνίων ή η έκταση πάνω από την οποία δημιουργείται υδρογραφικό δίκτυο (Σχήμα 4.7).



**Σχήμα 4.7** Προσδιορισμός υδρογραφικού δικτύου για συγκέντρωση ροής πάνω από 10 κύτταρα σε κάθε κύτταρο.

- Κανάβος δικτύου (Grid Network)

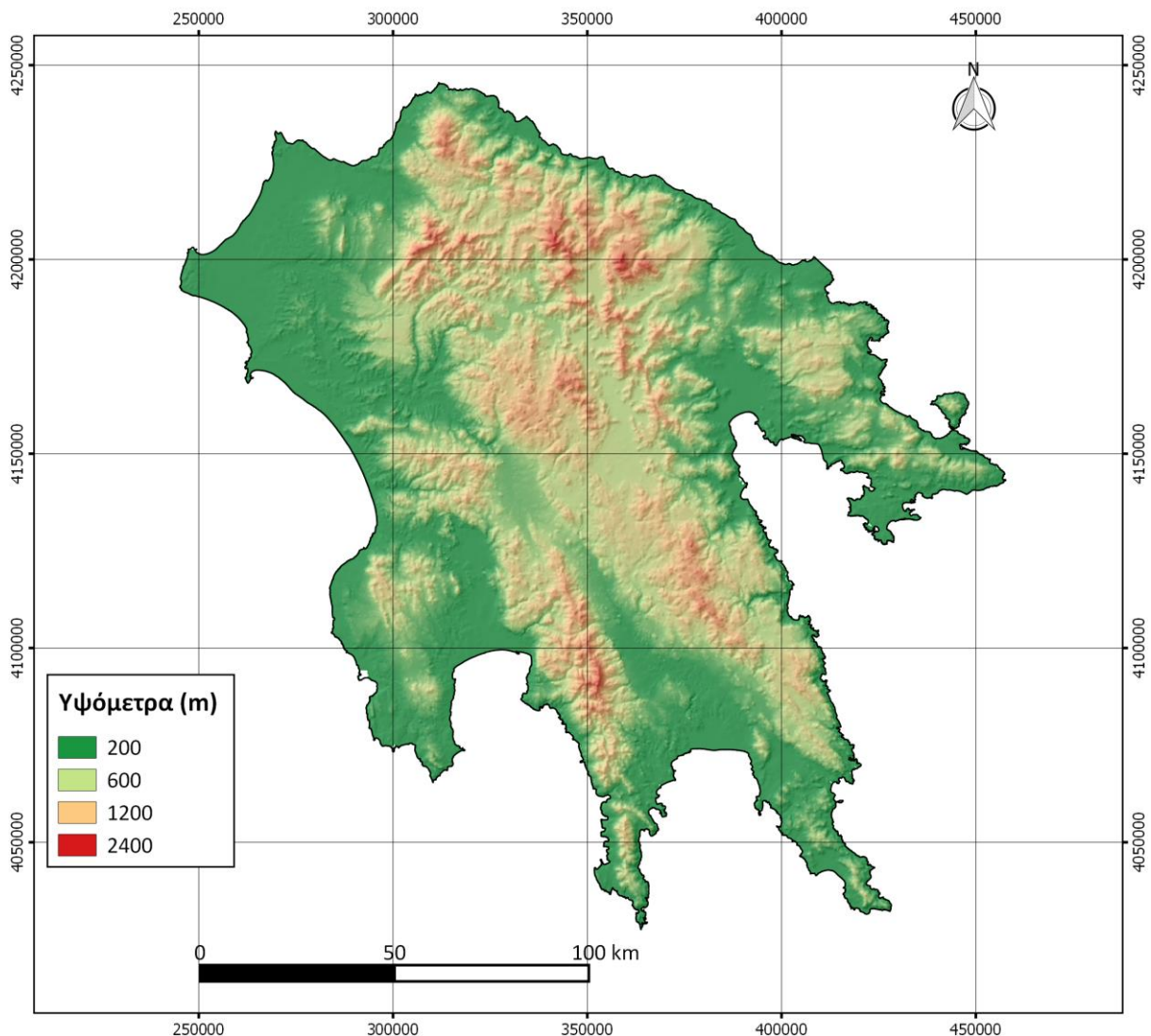
Αυτό το εργαλείο δημιουργεί 3 κανάβους οι οποίοι περιέχουν για κάθε κύτταρο:

- 1) Το μεγαλύτερο ανάντη μήκος διαδρομής (longest upslope path length)
- 2) Το συνολικό ανάντη μήκος διαδρομής (total upslope path length)
- 3) Την τάξη των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler (Strahler order number)

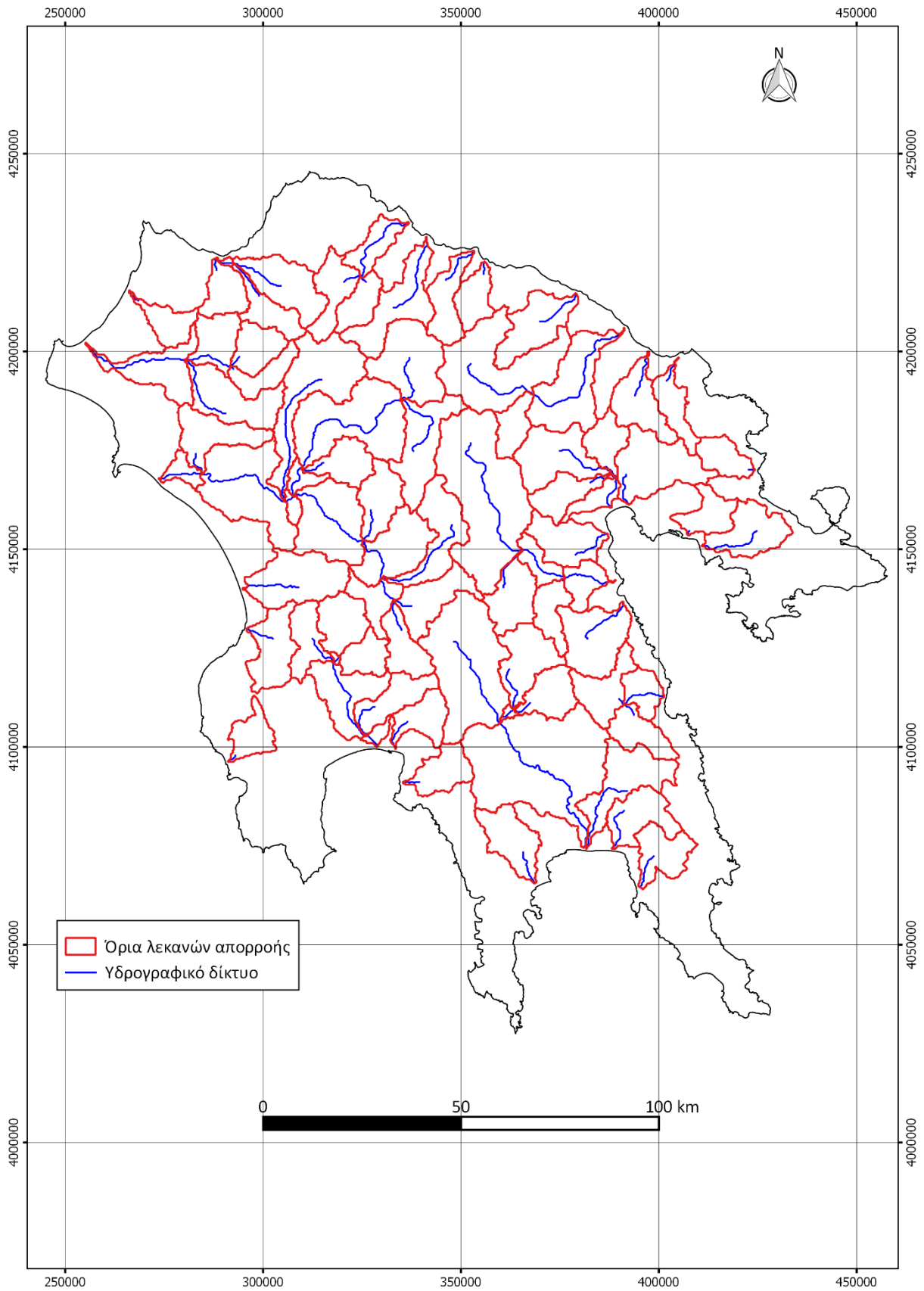
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Μορφολογικά χαρακτηριστικά λεκανών απορροής Πελοποννήσου

Εφαρμόζονται τα εργαλεία ανάλυσης ΨΜΥ του TauDEM στην Πελοπόννησο, όπως παρουσιάστηκαν στο υποκεφάλαιο 4.2. Το μόνο δεδομένο εισόδου είναι το Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων (ΨΜΥ) της Πελοποννήσου με ισοδιάσταση κανάβου 250 m. Για τον προσδιορισμό του υδρογραφικού δικτύου και των ορίων των λεκανών απορροής επιλέχθηκε ως ελάχιστη ανάντη έκταση απορροής τα 100 km<sup>2</sup>, δηλαδή η τιμή κατωφλίου (threshold) λήφθηκε ίση με 100 km<sup>2</sup>. Για αυτή την τιμή κατωφλίου προέκυψαν, συνολικά, 79 λεκάνες απορροής με το υδρογραφικό τους δίκτυο.

Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων της Πελοποννήσου (Σχήμα 5.1), οι χαραγμένες λεκάνες απορροής μαζί με το υδρογραφικό τους δίκτυο (Σχήμα 5.2), καθώς και η ταξινόμηση του υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler (Σχήμα 5.3).

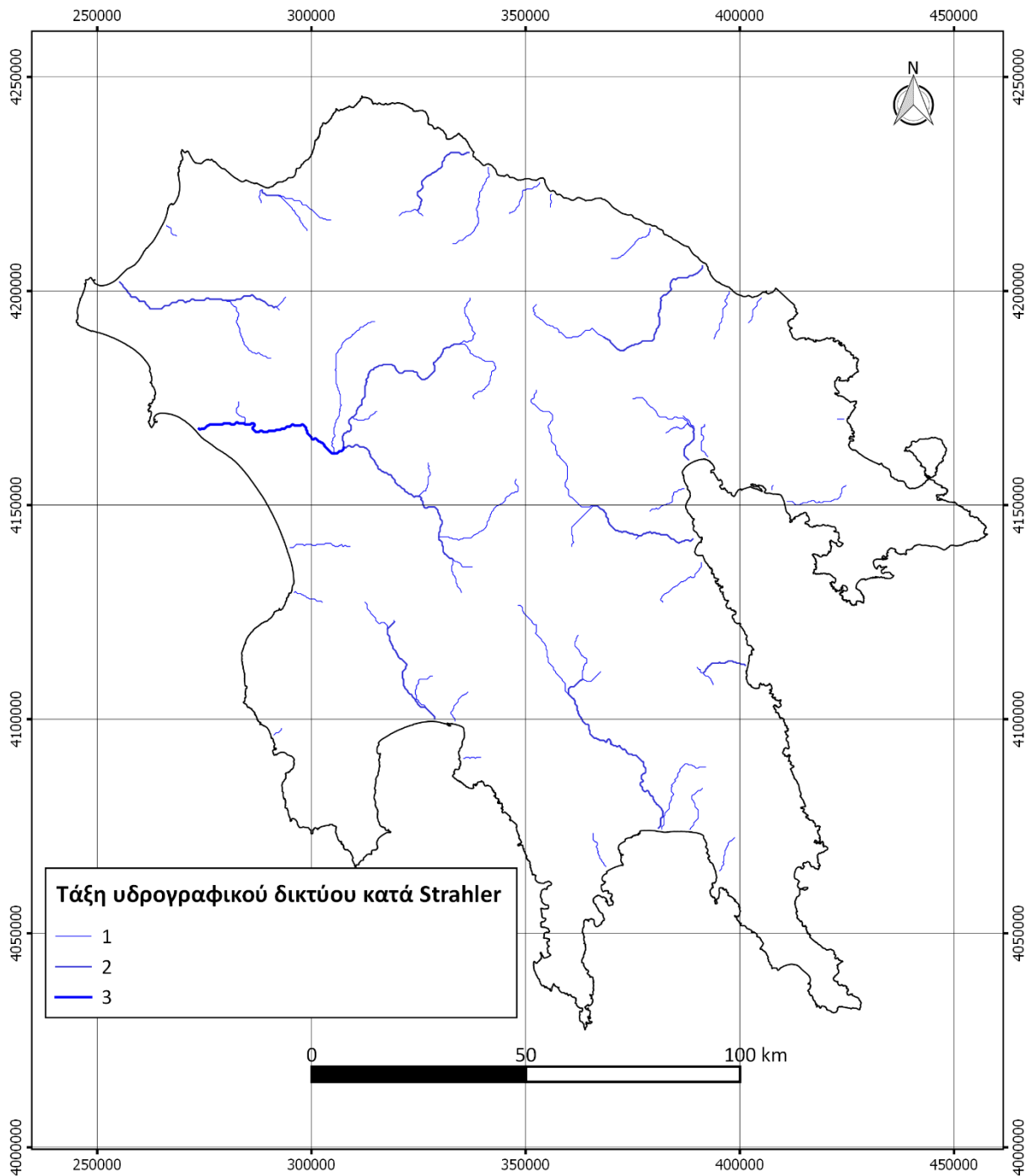


Σχήμα 5.1 Ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων Πελοποννήσου.



**Σχήμα 5.2** Λεκάνες απορροής και υδρογραφικό δίκτυο για τιμή κατωφλίου 100 km<sup>2</sup>.





**Σχήμα 5.3** Ταξινόμηση υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler για τιμή κατωφλίου 100 km<sup>2</sup>.

Σε κάθε μία από τις 79 λεκάνες υπολογίστηκαν τα εξής γεωμετρικά μεγέθη, με χρήση ΣΓΠ:

- Έκταση λεκάνης
- Μήκος κύριου υδατορεύματος
- Μέσο και ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης
- Μέση κλίση λεκάνης

Όλα τα παραπάνω μεγέθη δίνονται στους ακόλουθους Πίνακες 5.1 – 5.3.

**Πίνακας 5.1** Μορφολογικά χαρακτηριστικά μεγέθη των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Έκταση λεκάνης (km <sup>2</sup> )	Μήκος κύριου υδατορεύματος (km)	Μέση κλίση (%)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο στην έξοδο (m)
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	119.6	21.5	9.3	201.8	0.0
1	ΚΡΙΟΣ Π.	108.8	21.0	25.6	1003.4	30.0
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	146.8	32.4	32.1	1103.6	40.0
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	145.4	23.6	24.6	964.4	477.0
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	106.4	18.9	19.9	927.8	477.0
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	216.1	33.5	16.6	541.3	48.0
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	120.9	29.1	20.6	565.0	48.0
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	103.2	23.8	6.8	164.3	0.0
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	248.8	42.0	25.6	992.4	0.0
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	206.6	31.3	23.5	907.1	0.0
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	128.7	22.4	16.5	557.8	240.0
11	ΛΑΔΩΝ Π.	289.3	31.2	27.7	1012.1	480.0
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	462.1	43.4	19.5	1065.6	584.0
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	101.3	29.7	27.8	904.2	240.0
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	370.4	54.4	28.8	839.4	52.0
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	114.4	30.4	13.8	420.9	0.0
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	101.4	21.8	28.8	926.6	640.0
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	177.8	31.9	12.4	356.3	0.0
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	237.1	41.9	9.0	437.9	77.0
19	ΤΑΝΟΣ Π.	693.4	57.6	15.6	870.7	615.0
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	249.9	39.5	21.0	976.6	480.0
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	240.6	32.6	23.4	549.4	24.0
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	184.5	30.2	10.9	259.3	0.0
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	132.4	23.4	20.7	760.7	100.0
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	110.7	21.5	10.2	248.8	19.0
25	-	104.8	19.5	15.0	506.2	16.0
26	-	283.1	32.8	12.5	426.6	0.0
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	124.6	25.4	23.0	560.3	24.0
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	157.0	29.4	18.2	1043.1	200.0
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	227.0	47.4	16.5	965.8	354.0
30	-	115.1	18.3	14.0	372.2	15.0
31	ΡΑΔΟΣ Π.	187.5	32.6	16.6	400.1	0.0
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	178.2	30.9	21.9	506.6	0.0
33	ΤΑΝΟΣ Π.	112.9	24.6	19.7	952.2	277.0
34	ΝΕΔΑ Π.	273.3	34.6	23.4	632.6	0.0
35	ΤΑΝΟΣ Π.	170.6	30.4	12.1	930.7	641.0
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	179.7	28.2	9.8	643.5	372.0

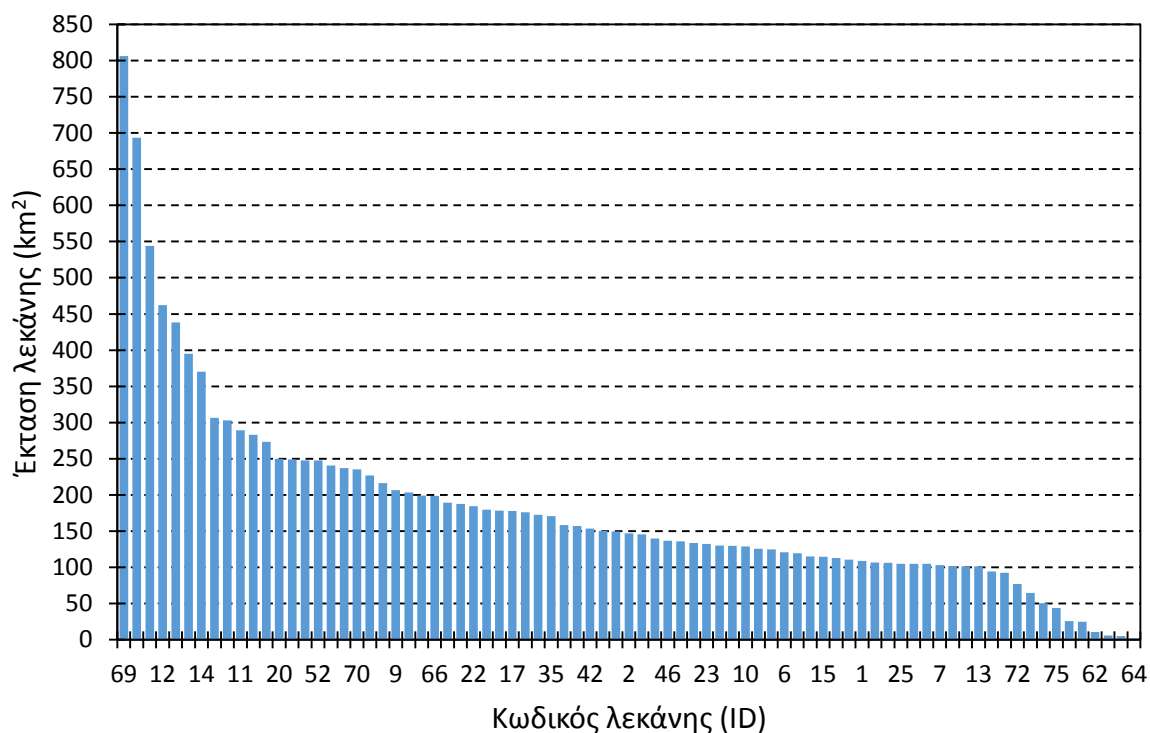
**Πίνακας 5.2** Μορφολογικά χαρακτηριστικά μεγέθη των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Έκταση λεκάνης (km <sup>2</sup> )	Μήκος κύριου υδατορεύματος (km)	Μέση κλίση (%)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο στην έξοδο (m)
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	135.8	26.1	15.1	709.8	372.0
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	189.4	25.6	16.4	428.8	0.0
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	129.6	24.0	14.8	348.7	73.0
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	247.9	31.6	22.2	786.2	0.0
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	544.1	50.2	16.2	678.9	196.0
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	153.3	23.6	16.4	408.0	73.0
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	101.9	15.8	16.0	417.9	73.0
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	199.1	31.0	13.9	884.2	315.0
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	158.3	20.8	20.7	1002.1	266.0
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	136.6	23.5	19.7	1064.5	315.0
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	149.4	32.3	17.9	653.0	0.0
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	130.2	22.5	15.8	796.3	266.0
49	ΝΕΔΩΝ Π.	125.5	23.3	29.2	833.0	18.0
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	104.8	25.0	11.1	354.5	0.0
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	133.6	23.3	31.3	1053.2	40.0
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	247.7	45.5	13.3	534.2	0.0
53	-	172.6	32.7	10.8	379.9	0.0
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	176.1	28.1	18.0	392.8	0.0
55	-	150.3	24.2	11.9	277.9	0.0
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	4.9	2.1	3.2	88.1	73.0
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	139.6	13.6	11.9	313.1	77.0
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	94.2	11.8	21.0	558.5	0.0
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	104.8	23.4	30.9	599.9	0.0
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	106.3	7.2	9.8	550.1	354.0
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	203.4	23.6	10.5	210.4	0.0
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	10.7	5.4	10.4	345.2	196.0
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	5.6	4.6	4.0	48.0	0.0
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	1.6	1.7	1.6	31.4	19.0
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	64.6	8.9	10.8	170.9	0.0
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	198.8	30.1	5.3	117.0	0.0
67	ΛΑΔΩΝ Π.	438.2	42.4	19.5	698.7	100.0
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	306.3	39.4	17.8	523.9	0.0
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	806.3	49.8	14.5	487.8	0.0
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	235.1	14.1	13.3	757.5	200.0
71	ΑΡΗΣ Π.	24.6	3.7	9.9	170.3	0.0
72	ΤΑΝΟΣ Π.	77.1	15.0	16.4	706.4	277.0
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	303.1	25.2	19.4	527.3	57.0

**Πίνακας 5.3** Μορφολογικά χαρακτηριστικά μεγέθη των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

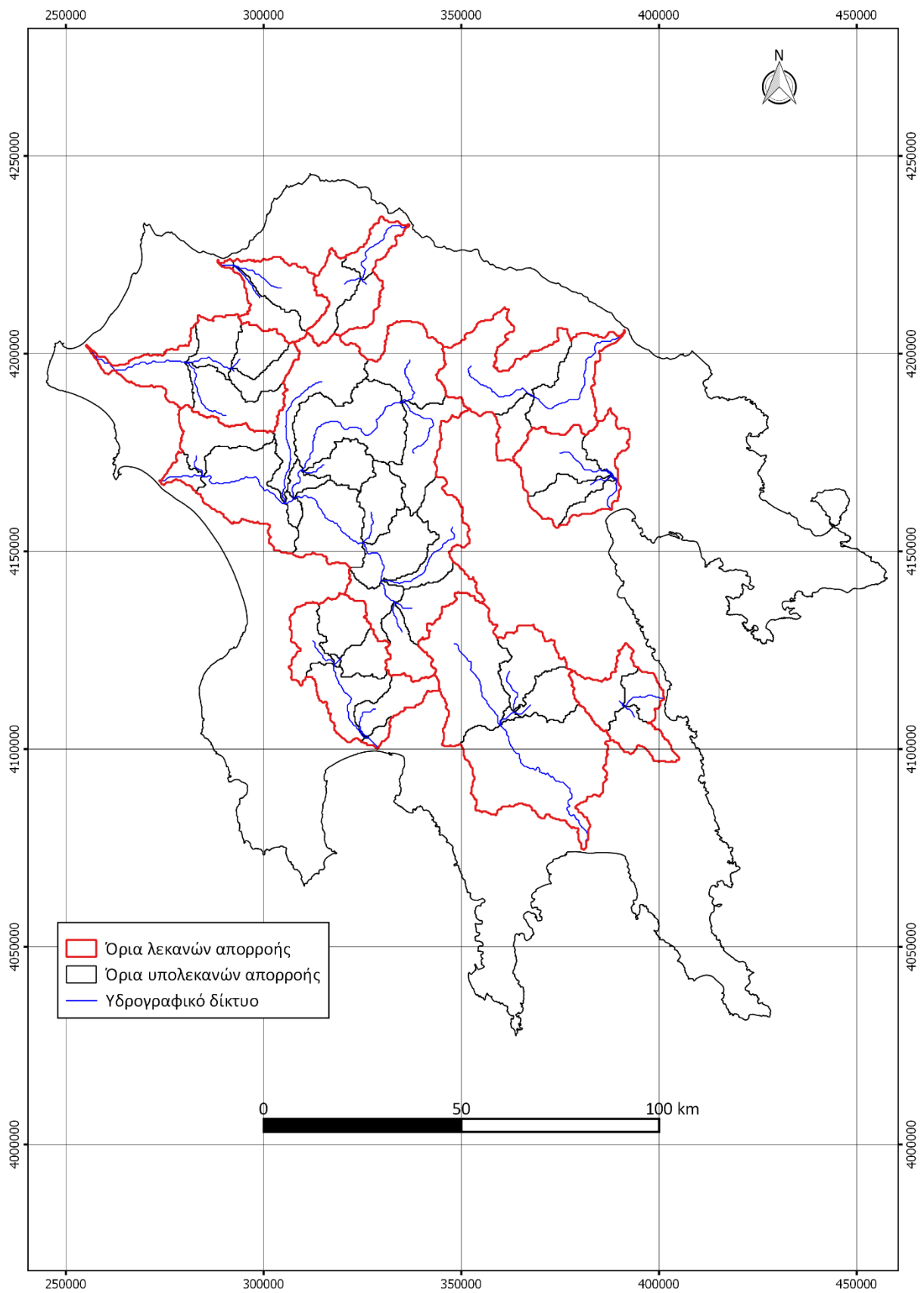
ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Έκταση λεκάνης (km <sup>2</sup> )	Μήκος κύριου υδατορεύματος (km)	Μέση κλίση (%)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο στην έξοδο (m)
74	ΤΑΝΟΣ Π.	92.6	14.9	18.9	406.0	0.0
75	ΛΑΔΩΝ Π.	43.8	9.6	10.4	208.3	57.0
76	ΛΑΔΩΝ Π.	25.9	2.9	13.0	238.0	52.0
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	395.1	28.3	13.1	248.2	0.0
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	50.5	11.6	5.5	53.7	0.0

Παρακάτω δίνεται, επίσης, το διάγραμμα με τις εκτάσεις όλων των χαραγμένων λεκανών απορροής σε φθίνουσα σειρά (Σχήμα 5.4).

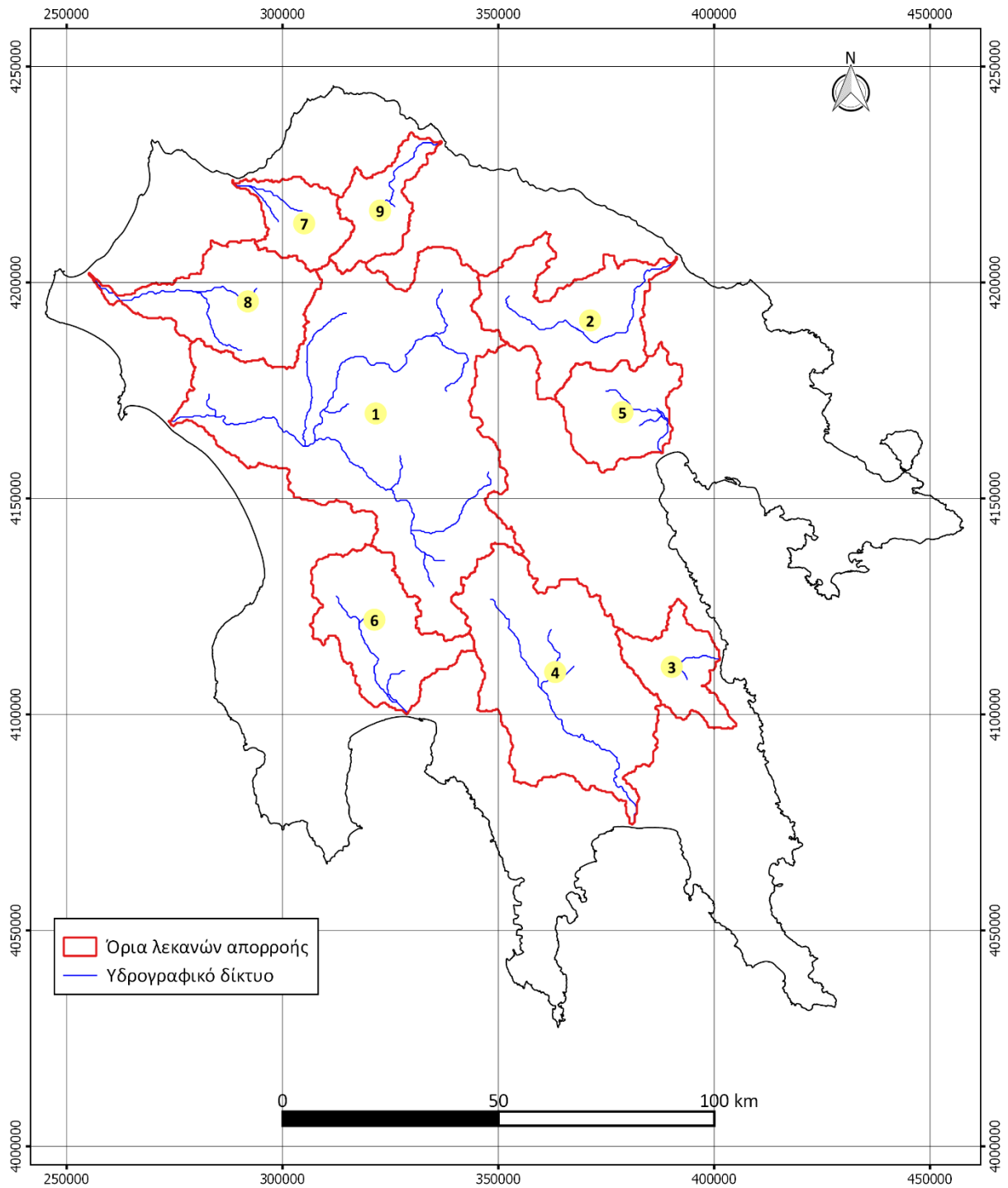


**Σχήμα 5.4** Έκταση σε km<sup>2</sup> των 79 λεκανών απορροής σε φθίνουσα σειρά.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η σύνθεση 9 μεγάλων λεκανών απορροής, οι οποίες προέκυψαν από την ενοποίηση των παραπάνω 79 λεκανών απορροής. Αυτές οι 9 λεκάνες, μαζί με τις υπολεκάνες τους και το υδρογραφικό τους δίκτυο, φαίνονται στο παρακάτω Σχήμα 5.5. Στη συνέχεια, σε κάθε μία από αυτές τις νέες λεκάνες αντιστοιχήθηκε ένας μοναδικός κωδικός αναγνώρισης (ID) που φαίνεται στο Σχήμα 5.6.



**Σχήμα 5.5** Όρια των εννέα μεγάλων λεκανών απορροής και των υπολεκανών τους με το υδρογραφικό τους δίκτυο.



**Σχήμα 5.6** Όρια των εννέα μεγάλων λεκανών απορροής με το υδρογραφικό τους δίκτυο και τον κωδικό αναγνώρισής τους (ID).

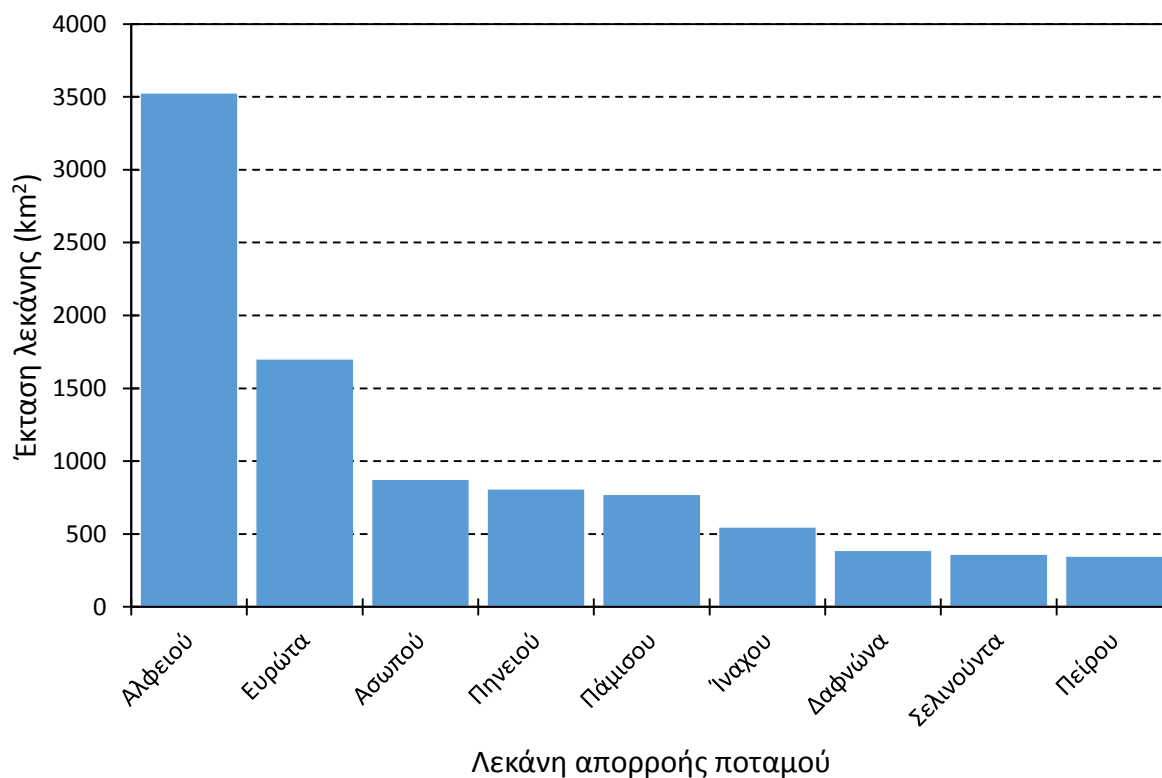
Έπειτα, υπολογίστηκαν για τις παραπάνω εννέα λεκάνες, με χρήση ΣΓΠ, τα εξής γεωμετρικά μεγέθη:

- Έκταση λεκάνης
- Μήκος κύριου υδατορεύματος
- Ελάχιστο και μέσο υψόμετρο λεκάνης
- Μέση κλίση λεκάνης

Τα παραπάνω μορφολογικά χαρακτηριστικά μεγέθη των λεκανών δίνονται στον ακόλουθο Πίνακα 5.4, ενώ στο Σχήμα 5.7 φαίνονται σε διάγραμμα οι εκτάσεις τους σε φθίνουσα σειρά.

**Πίνακας 5.4** Μορφολογικά χαρακτηριστικά μεγέθη των εννέα λεκανών απορροής.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Έκταση λεκάνης (km <sup>2</sup> )	Μήκος κύριου υδατορεύματος (km)	Μέση κλίση λεκάνης (%)	Μέσο υψόμετρο λεκάνης (m)	Υψόμετρο στην έξοδο (m)
1	Αλφειού	3523.8	134.7	18.1	684	0
2	Ασωπού	869.8	83.2	20.0	859	0
3	Δαφνώνα	382.6	34.6	19.1	823	0
4	Ευρώτα	1696.8	100.4	15.4	641	0
5	Ίναχου	542.0	43.9	19.0	444	0
6	Πάμισου	767.3	53.3	14.5	385	0
7	Πείρου	342.6	38.3	17.8	542	0
8	Πηνειού	805.5	73.7	12.2	415	0
9	Σελινούντα	356.6	47.3	25.0	846	0



**Σχήμα 5.7** Έκταση σε km<sup>2</sup> των εννέα λεκανών απορροής σε φθίνουσα σειρά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Υπολογισμός παροχής σχεδιασμού με την ορθολογική μέθοδο

### 6.1 Η έννοια της παροχής σχεδιασμού

Στις μελέτες αντιπλημμυρικών έργων, ως παροχή σχεδιασμού νοείται μια μέγιστη στιγμιαία τιμή της διερχόμενης παροχής μέσω ενός φυσικού ή τεχνητού αγωγού, που αναφέρεται και ως παροχή αιχμής  $Q_p$ .

Η έννοια του μεγίστου έχει στατιστική ερμηνεία, δηλαδή θεωρείται η τιμή της μεταβλητής που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη πιθανότητα υπέρβασης (ή περίοδο επαναφοράς). Συνεπώς, ο καθορισμός της παροχής σχεδιασμού προϋποθέτει την επιλογή μιας αποδεκτής πιθανότητας υπέρβασης,  $F_1$ , ή της αντίστοιχης περιόδου επαναφοράς,  $T$ . Η επιλογή εξαρτάται από τη σημασία του έργου και τις δυνητικές επιπτώσεις μιας ενδεχόμενης υδρολογικής αστοχίας του (δηλαδή υπέρβασης της τιμής της παροχής αιχμής).

### 6.2 Γενικά για την ορθολογική μέθοδο

Η ορθολογική μέθοδος, παρά την παλαιότητά της (προτάθηκε το 1850 από τον Ιρλανδό μηχανικό Thomas Mulvaney), αποτελεί το πλέον διαδεδομένο εργαλείο εκτίμησης της παροχής σχεδιασμού μικρής και μεσαίας κλίμακας αντιπλημμυρικών έργων, όπως αστικά δίκτυα ομβρίων, και τυγχάνει ευρύτατης εφαρμογής στην Ελλάδα.

Η μέθοδος εξετάζει χωριστά την επίδραση: (α) της επιφάνειας που αποχετεύεται, η οποία προκύπτει από χάρτες, (β) της έντασης βροχής, που προκύπτει μετά από στατιστική ανάλυση βροχογραφικών δεδομένων στην περιοχή μελέτης, και κατάρτιση όμβριων καμπυλών και (γ) μιας σειράς άλλων τοπογραφικών, φυσιογραφικών και πολεοδομικών μεγεθών, που περιγράφονται από μια μοναδική παράμετρο, το συντελεστή απορροής. Ο μετασχηματισμός της βροχής σε απορροή γίνεται μέσω της απλής σχέσης:

$$Q_p = C i A \quad (6.1)$$

όπου  $Q_p$  η παροχή αιχμής της πλημμύρας,  $C$  ο αδιάστατος συντελεστής απορροής,  $i$  η μέση (χρονικά και χωρικά) ένταση βροχής, και  $A$  η έκταση της λεκάνης απορροής. Η εξίσωση (6.1) είναι διαστατικά ομογενής. Αν η ένταση της βροχής δίνεται σε mm/h και η αποχετευόμενη επιφάνεια σε km<sup>2</sup>, τότε για να εκφραστεί η παροχή σε m<sup>3</sup>/s, η σχέση (6.1) πρέπει να διαιρεθεί με 3.6.

Η εφαρμογή της μεθόδου βασίζεται στις εξής υποθέσεις:

- Η περίοδος επαναφοράς της παροχής είναι ίση με την περίοδο επαναφοράς της βροχής.
- Η χρονική κλίμακα για την οποία υπολογίζεται η ένταση βροχής θεωρείται ότι ταυτίζεται με τη διάρκεια της κρίσιμης βροχής και είναι ίση με το χρόνο συγκέντρωσής της.



### 6.3 Εκτίμηση συντελεστή απορροής

Ο συντελεστής απορροής ορίζεται, ως ο λόγος του όγκου απορροής προς τον αντίστοιχο όγκο βροχόπτωσης που προσπίπτει σε μια δεδομένη επιφάνεια στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα. Ο συντελεστής απορροής είναι το μέγεθος που παρουσιάζει την πιο μεγάλη αβεβαιότητα στην εκτίμησή του, καθώς σε αυτόν ενσωματώνονται όλες οι ασάφειες που προκύπτουν από τις υπεραπλουστεύσεις της ορθολογικής μεθόδου. Στις προδιαγραφές των Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ (ΟΜΟΕ, 2002), ο συντελεστής απορροής  $C$  εκτιμάται ως άθροισμα τεσσάρων συνιστωσών,  $C_1, C_2, C_3, C_4$ , που αναφέρονται στο ανάγλυφο, τη διηθητικότητα του εδάφους, το είδος της βλάστησης και τις δυνατότητες αποστράγγισης του εδάφους (Πίνακας 6.1). Επισημαίνεται ότι οι συντελεστές αυτοί αναφέρονται σε περιόδους επαναφοράς 5-10 έτη. Για μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς, ο τελικός συντελεστής απορροής θα πρέπει να προσαυζάνεται κατά 10% για  $T = 25$  έτη, κατά 20% για  $T = 50$  έτη και κατά 25% για  $T = 100$  έτη.

**Πίνακας 6.1** Εκτίμηση επιμέρους συντελεστών απορροής κατά ΟΜΟΕ (2002).

$C_1$	0.28-0.35: Επικλινές ανάγλυφο, ανώμαλες επιφάνειες μέσες κλίσεις > 30%	0.20-0.28: Λοφώδες ανάγλυφο, μέσες κλίσεις 10-30%	0.14-0.20: Κυματώδες ανάγλυφο, μέσες κλίσεις 5-10%	0.08-0.14: Σχετικά επίπεδο ανάγλυφο, μέσες κλίσεις 0-5%
$C_2$	0.12-0.16: Μη επηρεαζόμενο κάλυμμα εδάφους, είτε βραχώδες είτε μανδύας λεπτόκοκκου εδάφους αμελητέας διηθητικότητας	0.08-0.12: Βραδεία διηθητικότητα, άργιλοι ή αβαθή παχιά εδάφη χαμηλής διηθητικότητας, ατελώς ή πολύ μικρής αποστραγγιστικότητας	0.06-0.08: Κανονική διηθητικότητα, καλά αποστραγγιζόμενα μικρής ή μεσαίας μακροϋφής εδάφη, αμμώδη παχιά εδάφη, ίλυες και ιλυώδη εδάφη	0.04-0.06: Υψηλή διηθητικότητα, βαθιά άμμος ή άλλο έδαφος που απορροφά νερό, πολύ ελαφριά καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη
$C_3$	0.12-0.16: Βλάστηση που δεν επηρεάζει την απορροή, γυμνό έδαφος ή πολύ αραιά κάλυψη	0.08-0.12: Πτωχή ως μέτρια βλάστηση, καθαρές καλλιέργειες ή πτωχής φυσικής κάλυψης, < 20% επιφάνειας με καλή κάλυψη	0.06-0.08: Μέτρια ως καλή βλάστηση, ≈50% επιφάνειας είναι καλή φυτική γη ή δασώδες, < 50% επιφάνειας είναι καλλιέργειες	0.04-0.06: Καλή ως άριστη βλάστηση, ≈90% της επιφάνειας είναι καλή φυτική γη, δασώδες ή ισοδύναμης κάλυψης
$C_4$	0.10-0.12: Αμελητέες ταπεινώσεις εδάφους και αβαθείς, μικροί διάδρομοι αποστράγγισης, καθόλου τέλματα	0.08-0.10: Χαμηλή αποθηκευτικότητα, καλά οριζόμενο σύστημα διαδρόμων αποστράγγισης, όχι λιμνάζοντα νερά ή τέλματα	0.06-0.08: Κανονική αποθηκευτικότητα, σημαντικές επιφανειακές ταπεινώσεις, λιμνάζοντα νερά και τέλματα	0.04-0.06: Υψηλή αποθηκευτικότητα, σύστημα αποστράγγισης όχι καλά οριζόμενο, μεγάλος αριθμός πλημμυριζόμενων επιφανειών ή τελμάτων

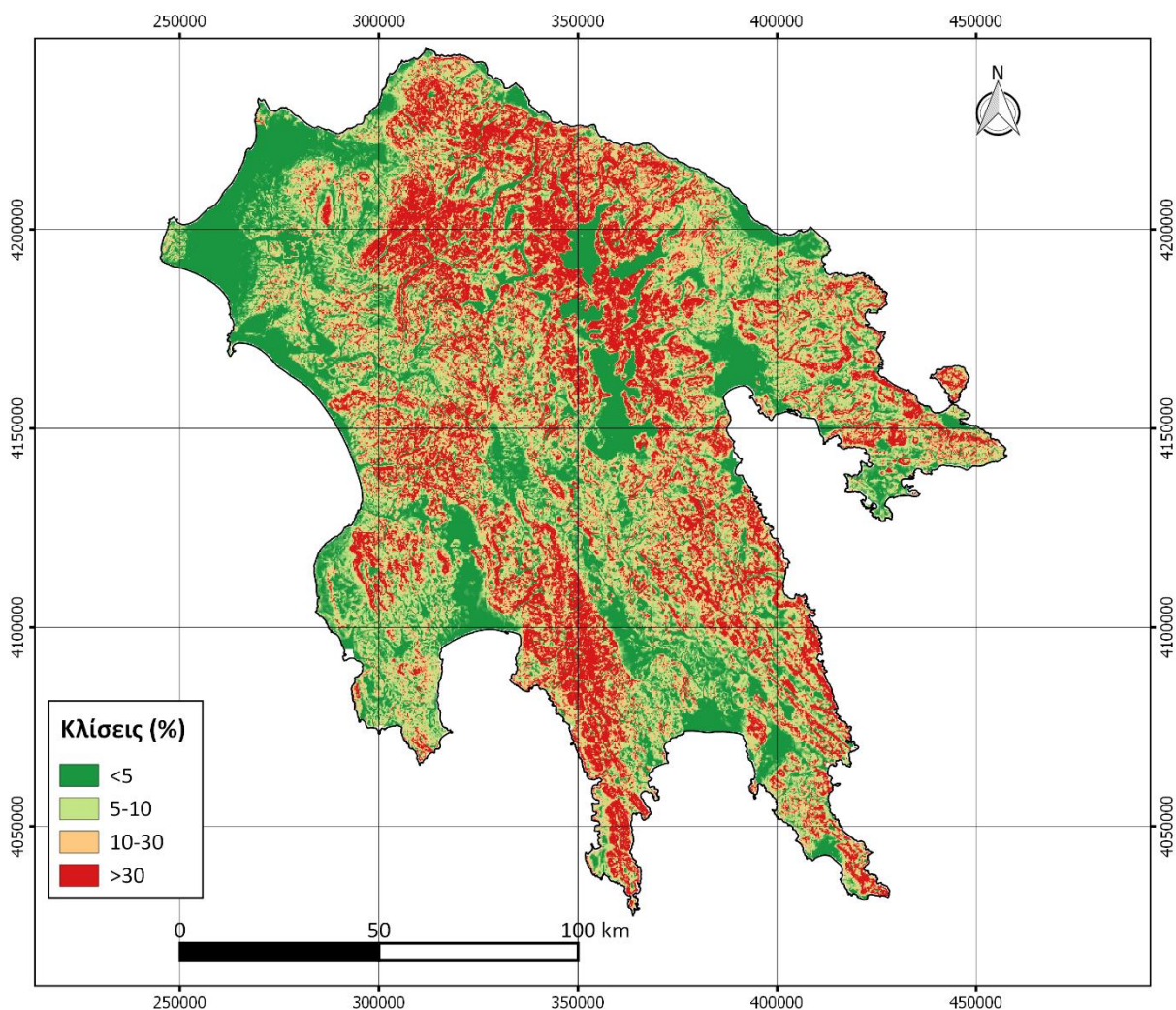
Για τον υπολογισμό των παραπάνω τεσσάρων συνιστωσών του συντελεστή απορροής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας:

- Ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων με ισοδιάσταση κανάβου 250 m
- Όρια λεκανών απορροής
- Υδρογραφικό δίκτυο
- Χρήσεις γης
- Υδρολιθολογικός χάρτης

Συγκεκριμένα, η εκτίμηση των επιμέρους συντελεστών έγινε με χρήση ΣΓΠ και ολόκληρη η διαδικασία υπολογισμού τους αναλύεται στα παρακάτω εδάφια.

### 6.3.1 Εκτίμηση συνιστώσας $C_1$

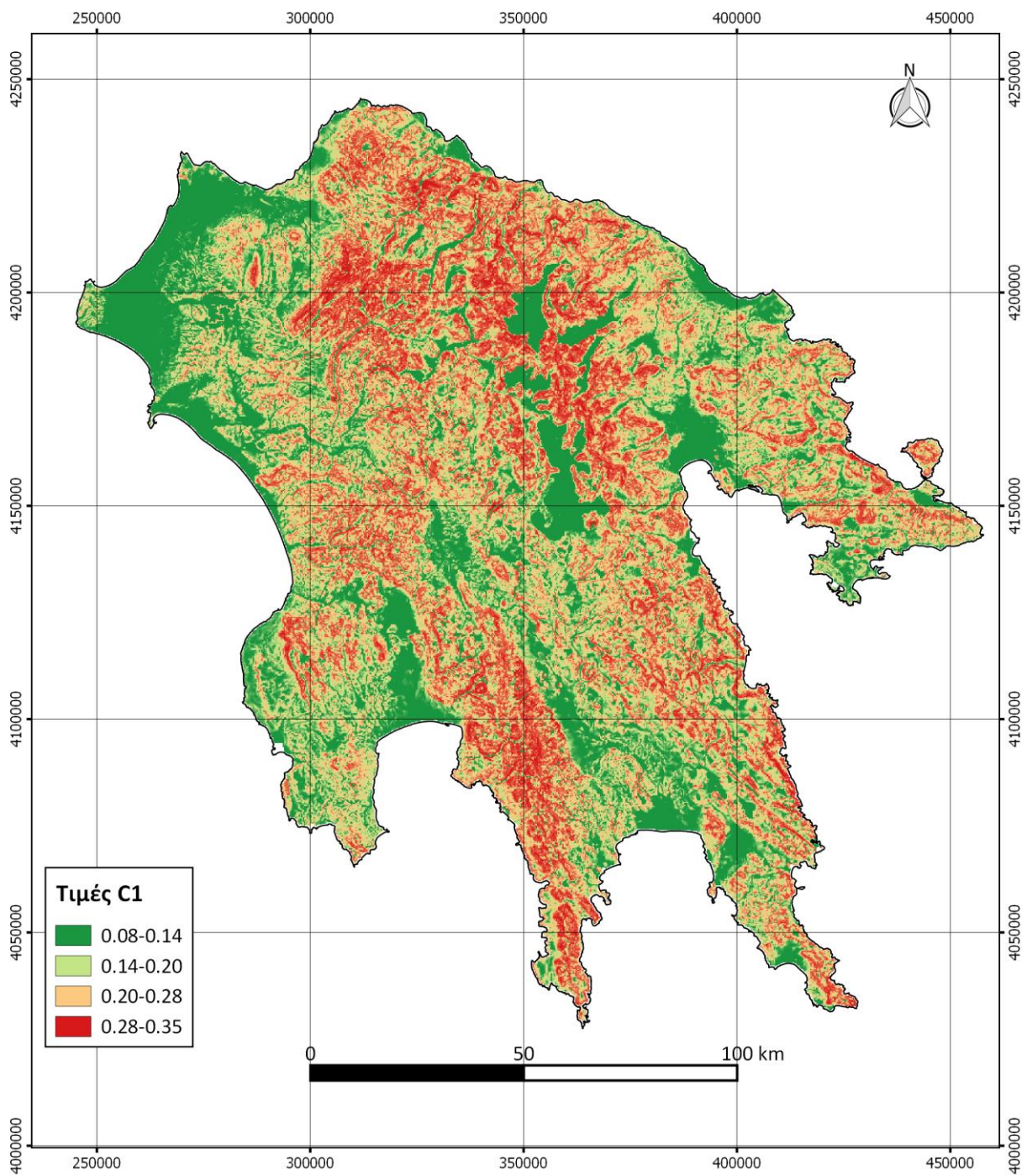
Από το δεδομένο ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων του εδάφους παράγεται το ψηφιακό μοντέλο κλίσεων. Και τα δύο αυτά ψηφιακά μοντέλα έχουν ισοδιάσταση κανάβου 250 m. Η τιμή του  $C_1$  υπολογίζεται ως συνάρτηση της κλίσης του κάθε κυττάρου του κανάβου των κλίσεων, με εφαρμογή μιας σχέσης παρεμβολής η οποία αντιστοιχεί σε κάθε κλίση μία τιμή σύμφωνα με τον Πίνακα 6.2. Έπειτα, υπολογίζεται η μέση τιμή του  $C_1$  για κάθε λεκάνη απορροής. Παρακάτω δίνονται οι χάρτες με τις κλίσεις (%) και με τις τιμές  $C_1$  της Πελοποννήσου (Σχήματα 6.1 – 6.2).



Σχήμα 6.1 Χάρτης κλίσεων Πελοποννήσου.

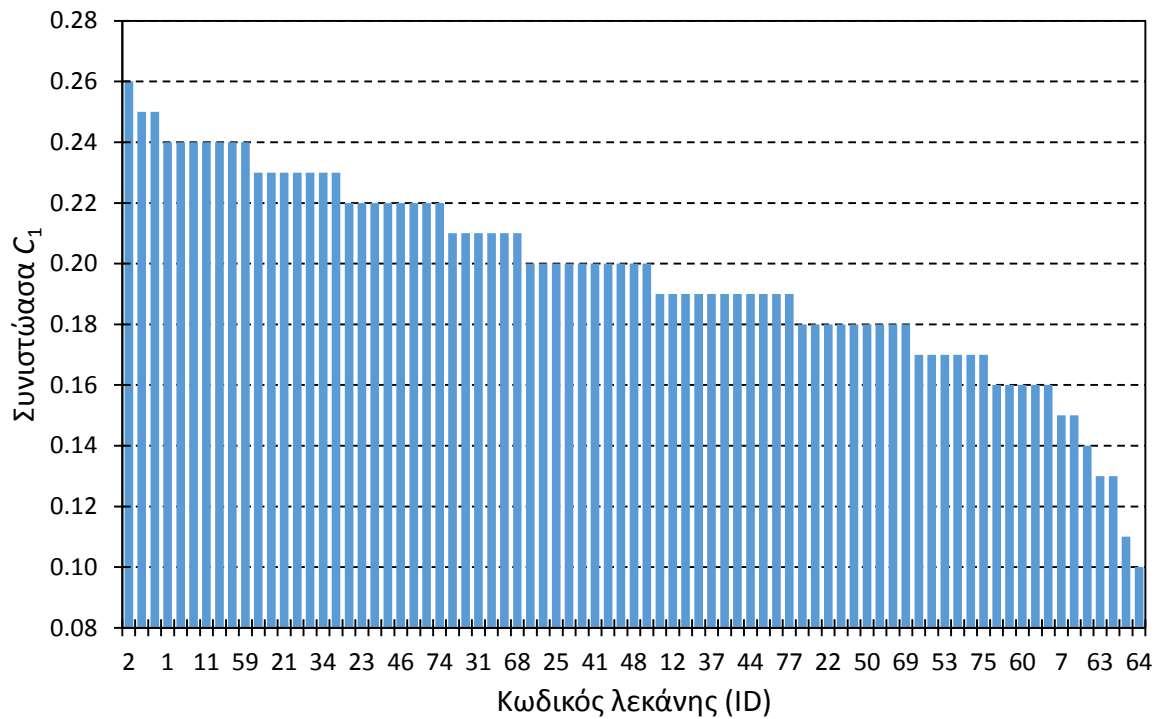
**Πίνακας 6.2** Κατανομή των κλίσεων σε κλάσεις και αντιστοίχισή τους με τις τιμές  $C_1$ .

Κλάση	Κλίση (%)	$C_1$
1	<5	0.08-0.14
2	5-10	0.14-0.20
3	10-30	0.20-0.28
4	>30	0.28-0.35

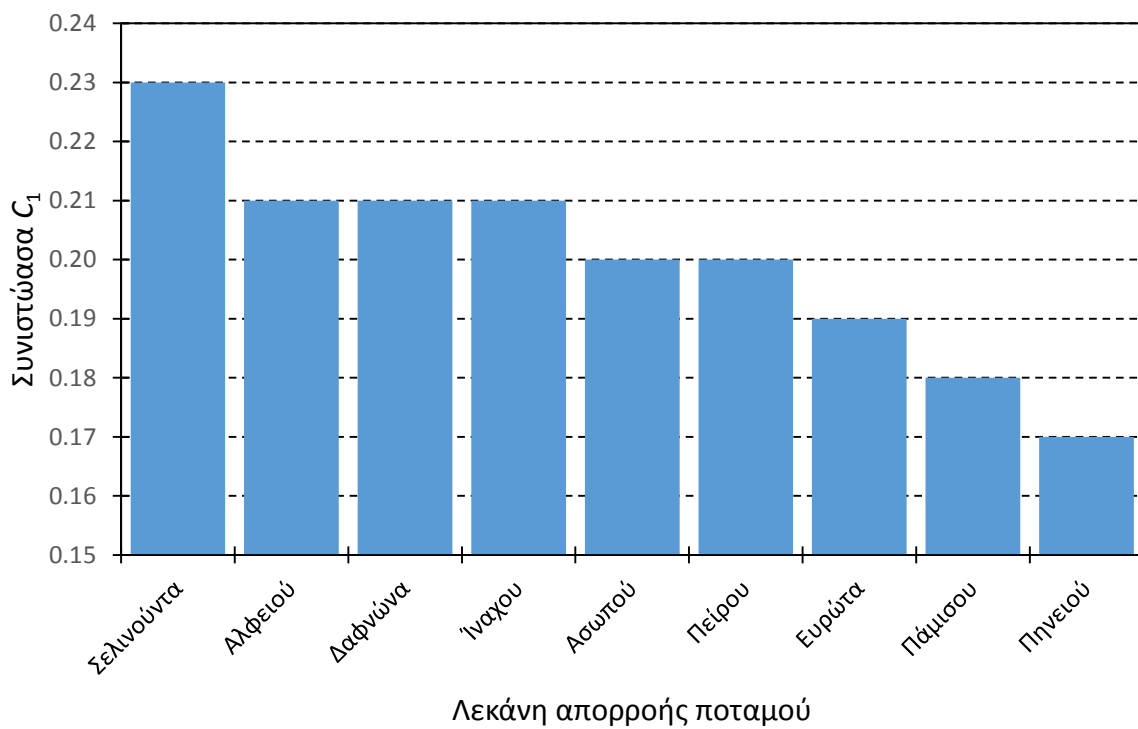


**Σχήμα 6.2** Τιμές της συνιστώσας  $C_1$  του συντελεστή απορροής.

Στη συνέχεια δίνονται τα διαγράμματα με τις μέσες τιμές της συνιστώσας  $C_1$  για όλες τις λεκάνες απορροής σε φθίνουσα σειρά (Σχήματα 6.3 – 6.4).



**Σχήμα 6.3** Τιμές της συνιστώσας  $C_1$  των 79 λεκανών σε φθίνουσα σειρά.



**Σχήμα 6.4** Τιμές της συνιστώσας  $C_1$  των εννέα λεκανών σε φθίνουσα σειρά.

### 6.3.2 Εκτίμηση συνιστώσας $C_2$

Για τον υπολογισμό του  $C_2$  χρησιμοποιήθηκε το επίπεδο του υδρολιθολογικού χάρτη σε διανυσματική μορφή (vector). Αρχικά, τα εδάφη κατατάσσονται σε 4 κλάσεις υδατοπερατότητας, σε κάθε μία από τις οποίες αντιστοιχεί ένα εύρος του  $C_2$  (Πίνακας 6.3). Στη συνέχεια, σε κάθε κωδικό του υδρολιθολογικού χάρτη αντιστοιχίζεται η κλάση υδατοπερατότητας και μία μοναδική τιμή του  $C_2$  (Πίνακας 6.4).

**Πίνακας 6.3** Κλάσεις υδατοπερατότητας υδρολιθολογικών σχηματισμών.

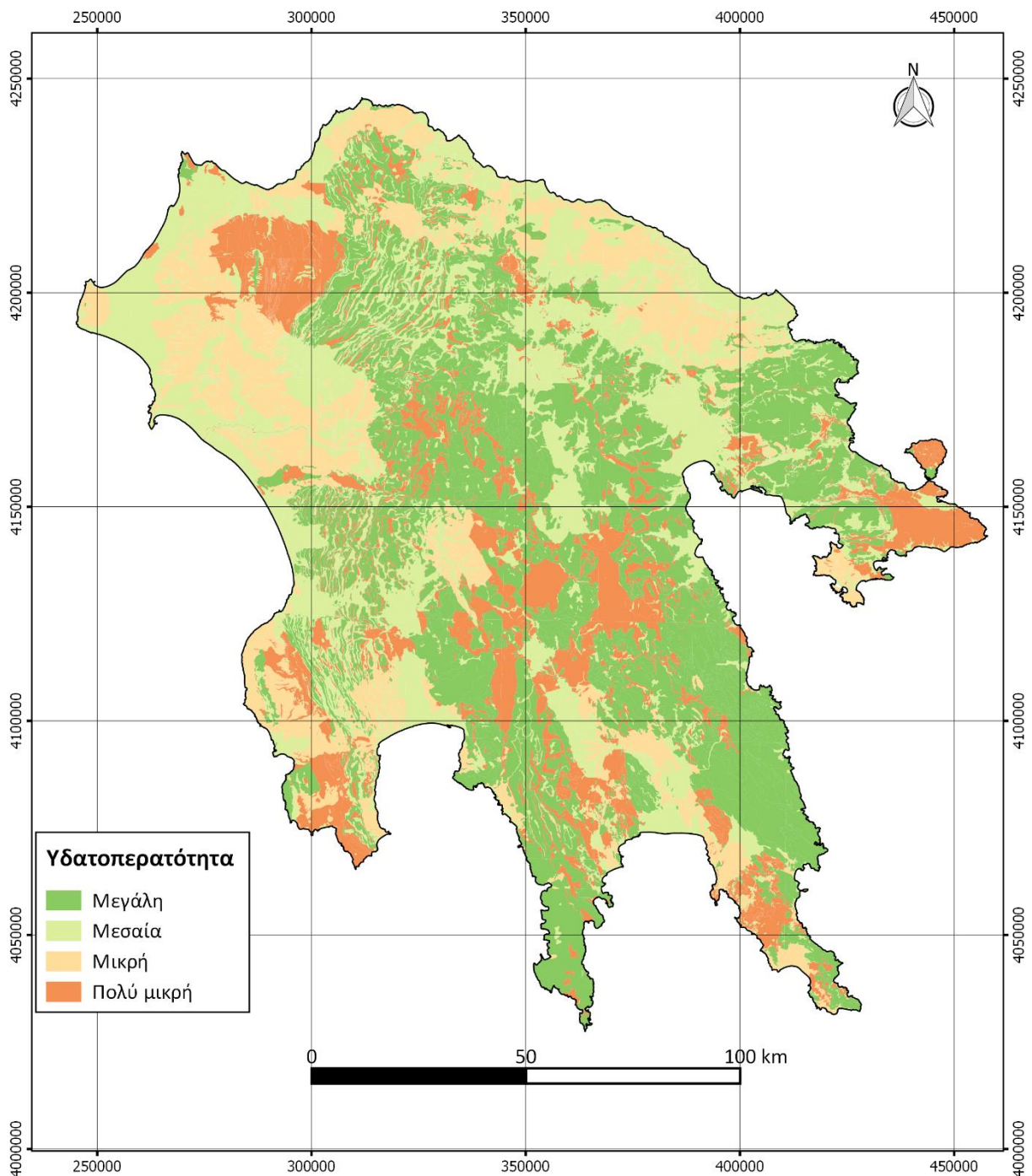
Κλάση	Υδατοπερατότητα	$C_2$
1	Μεγάλη	0.04-0.06
2	Μεσαία	0.06-0.08
3	Μικρή	0.08-0.12
4	Πολύ μικρή	0.12-0.16

**Πίνακας 6.4** Αντιστοίχιση υδρολιθολογικών σχηματισμών σε κλάση και τιμή  $C_2$ .

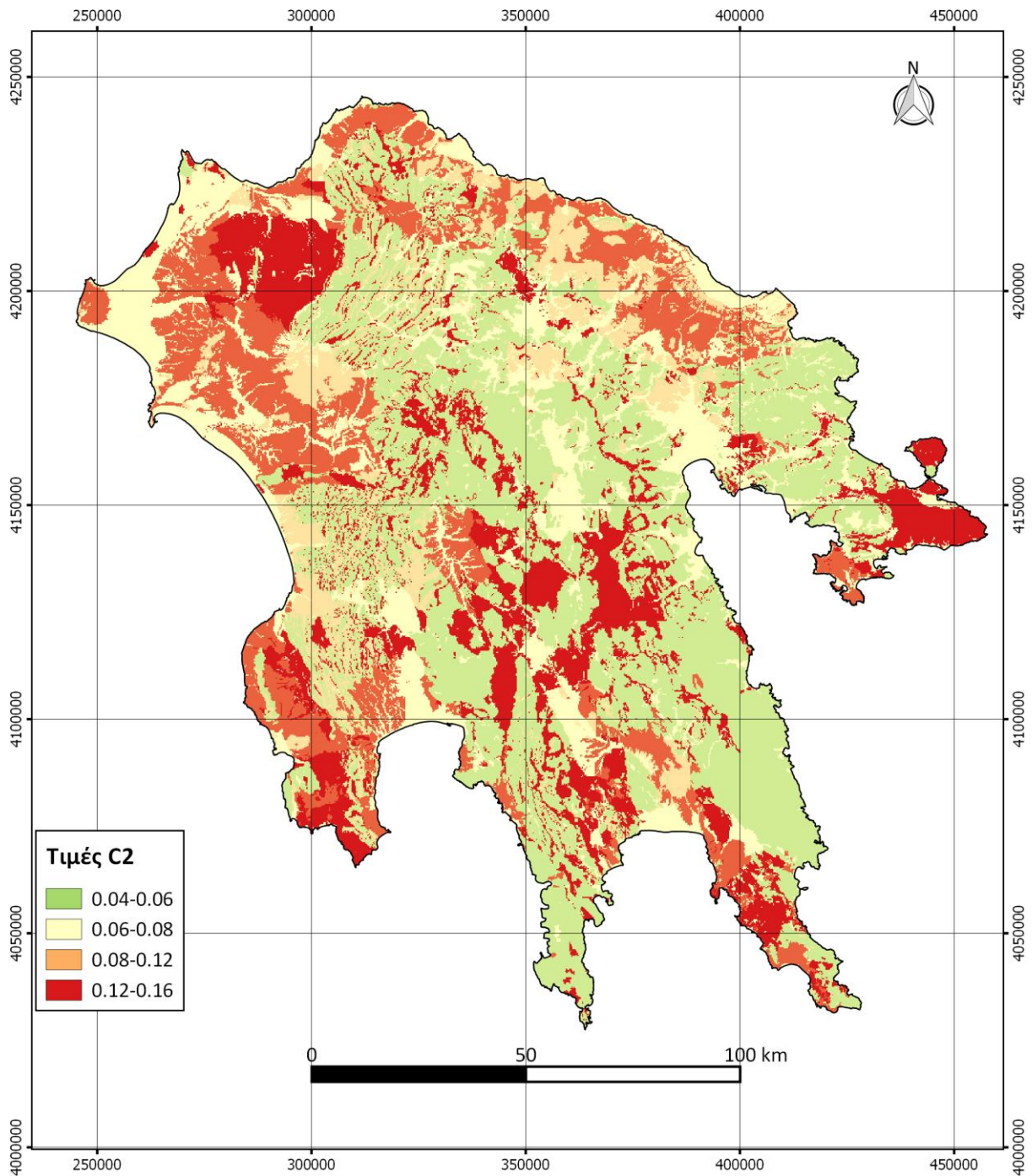
Σχηματισμοί	Κωδικός υδρολ. χάρτη	Περιγραφή	Κλάση	$C_2$
Ρωγματώδεις σχηματισμοί	A1	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φλύσσης)	4	0.16
	A2	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φυλλίτες-χαλαζίτες-σχιστόλιθοι)	4	0.15
	A3	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής διαπερατότητας (πυριγενή)	4	0.14
Καρστικοί σχηματισμοί	K1	Ανθρακικοί σχηματισμοί υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας	1	0.06
	K2	Ανθρακικοί σχηματισμοί μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας	2	0.08
Κοκκώδεις σχηματισμοί	P1	Προσχωματικές κυρίως αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας	2	0.07
	P2	Νεογενείς και Πλειστοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας	2	0.08
	P3	Μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας	3	0.12
	P4	Κορήματα κυμαινόμενης υδροπερατότητας	2	0.07
Γύψοι	g	Γύψοι	1	0.06
	ΛΙΜΝΗ	-	4	0.16
	ΠΟΤΑΜΙ	-	4	0.16



Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν οι χάρτες με την περατότητα των υδρολιθολογικών σχηματισμών και τις τιμές της συνιστώσας  $C_2$  (Σχήματα 6.5 – 6.6).

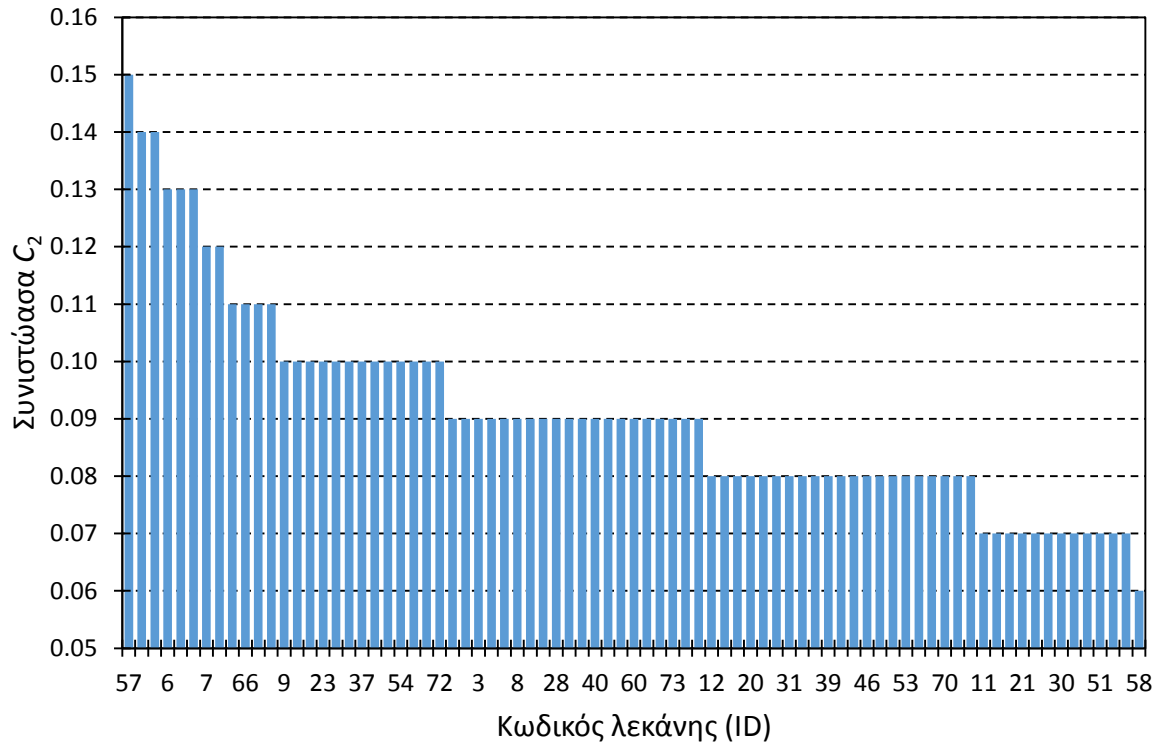


**Σχήμα 6.5** Υδατοπερατότητα υδρολιθολογικών σχηματισμών Πελοποννήσου.

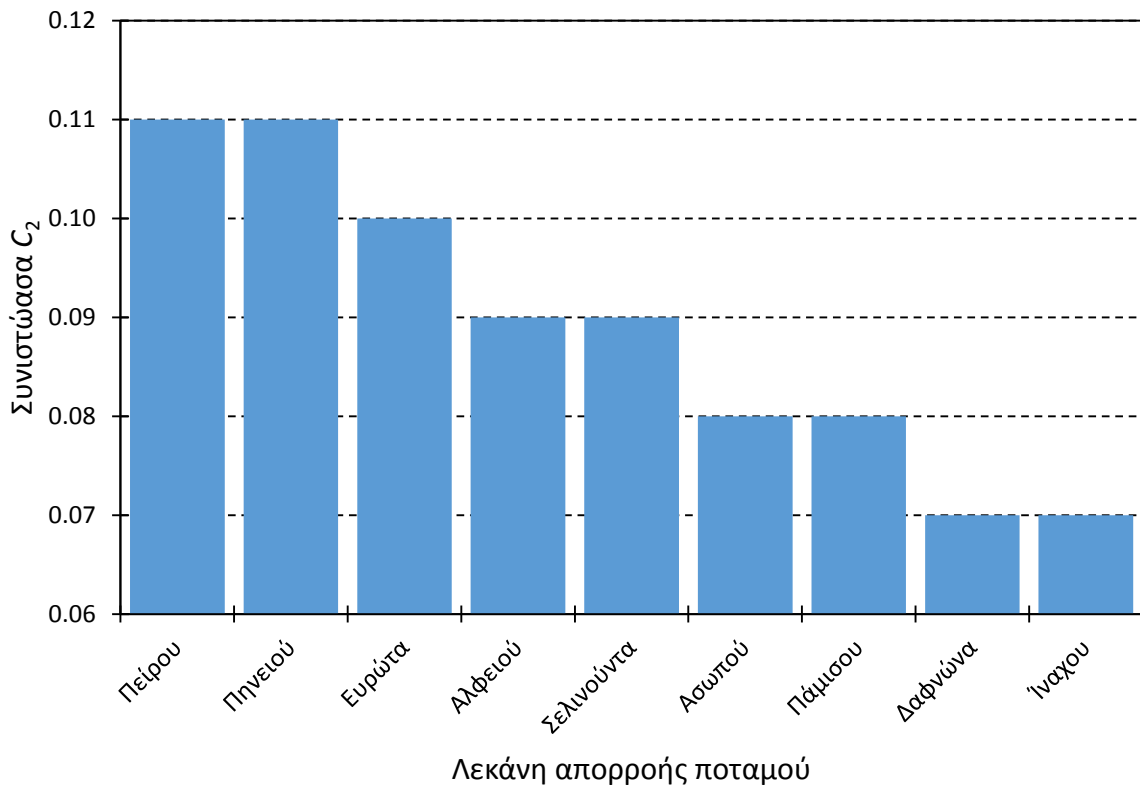


**Σχήμα 6.6** Τιμές της συνιστώσας  $C_2$  του συντελεστή απορροής.

Στη συνέχεια δίνονται τα διαγράμματα με τις μέσες τιμές της συνιστώσας  $C_2$  για όλες τις λεκάνες απορροής σε φθίνουσα σειρά (Σχήματα 6.7 – 6.8).



**Σχήμα 6.7** Τιμές της συνιστώσας  $C_2$  των 79 λεκανών σε φθίνουσα σειρά.



**Σχήμα 6.8** Τιμές της συνιστώσας  $C_2$  των εννέα λεκανών σε φθίνουσα σειρά.



### 6.3.3 Εκτίμηση συνιστώσας C<sub>3</sub>

Για την εκτίμηση του C<sub>3</sub> χρησιμοποιήθηκε το χωρικό επίπεδο των χρήσεων γης κατά CORINE σε διανυσματική μορφή. Αρχικά, η βλάστηση κατατάσσεται σε 4 κλάσεις, κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει ένα εύρος τιμών C<sub>3</sub> (Πίνακας 6.5). Έπειτα, σε κάθε κωδικό CORINE αντιστοιχίζεται η κλάση του και μία μοναδική τιμή C<sub>3</sub> (Πίνακες 6.6 – 6.7).

Παρακάτω δίνονται οι χάρτες με το είδος βλάστησης και τις τιμές της συνιστώσας C<sub>3</sub> (Σχήματα 6.9 - 6.10).

**Πίνακας 6.5** Κατάταξη της βλάστησης σε κλάσεις.

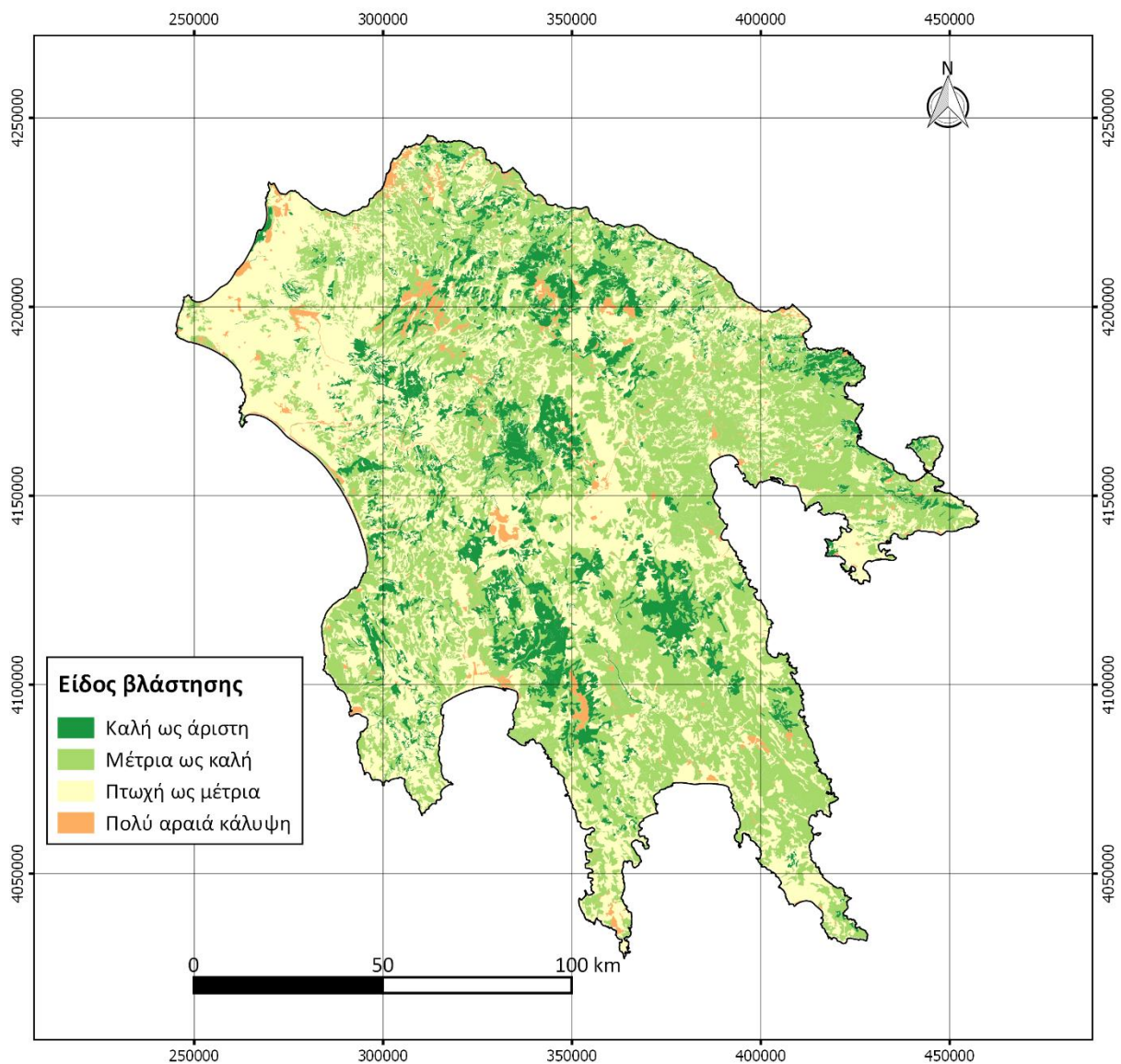
Κλάση	Είδος βλάστησης	C <sub>3</sub>
1	Καλή ως άριστη βλάστηση	0.04-0.06
2	Μέτρια ως καλή βλάστηση	0.06-0.08
3	Πτωχή ως μέτρια βλάστηση	0.08-0.12
4	Πολύ αραιά κάλυψη	0.12-0.16

**Πίνακας 6.6** Αντιστοίχιση κωδικού CORINE σε αριθμό κλάσης και τιμή C<sub>3</sub> (απόσπασμα).

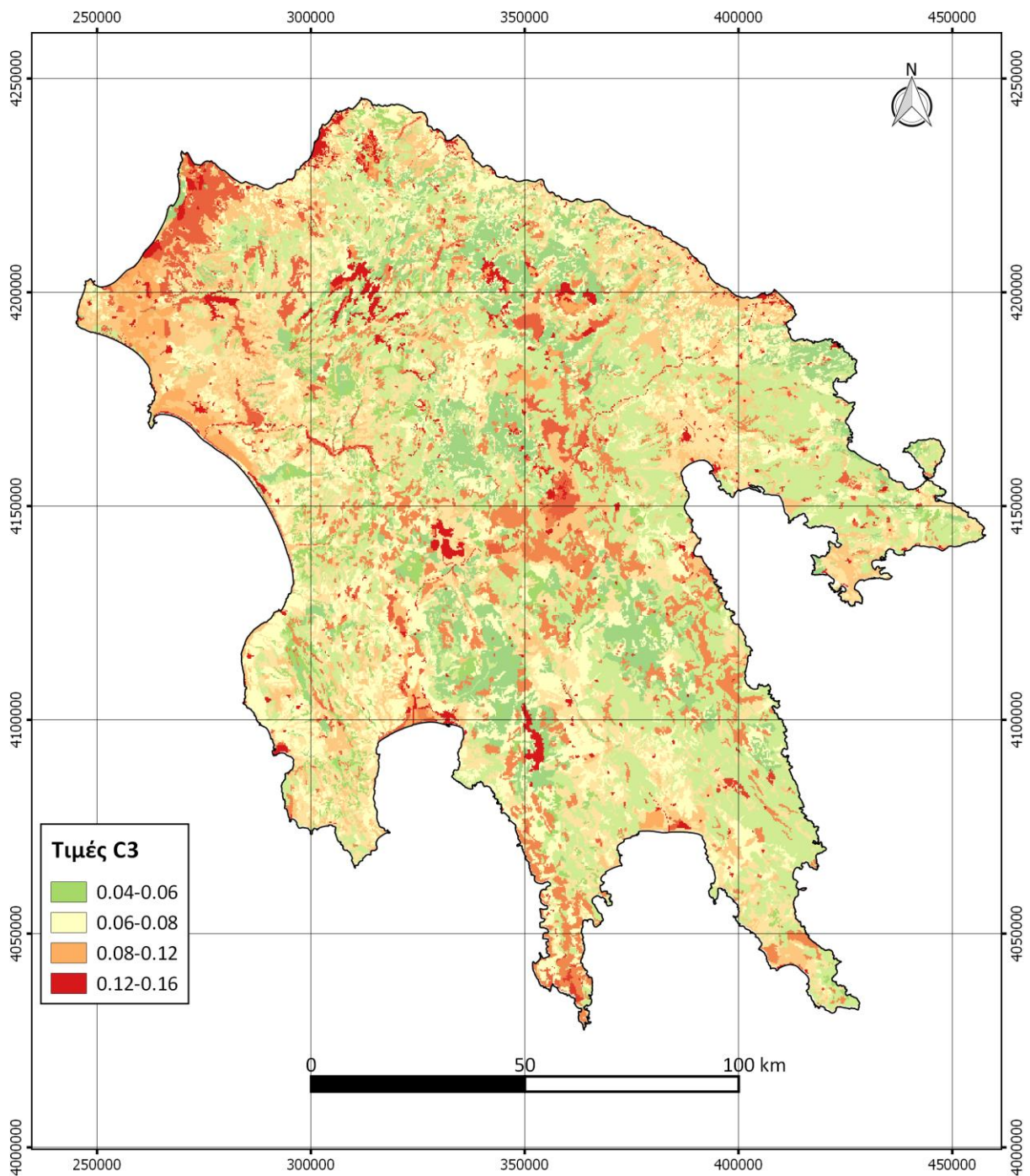
Κωδικός	Περιγραφή	Κλάση	C <sub>3</sub>
111	Συνεχής αστική οικοδόμηση	4	0.16
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	4	0.15
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	4	0.16
122	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	4	0.16
123	Ζώνες λιμένων	4	0.16
124	Αεροδρόμια	4	0.16
131	Χώροι εξορύξεως ορυκτών	4	0.15
132	Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων	4	0.15
133	Χώροι οικοδόμησης	4	0.15
142	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	4	0.14
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	3	0.12
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	3	0.10
213	Ορυζώνες	3	0.11
221	Αμπελώνες	3	0.09
222	Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	2	0.08
223	Ελαιώνες	2	0.07
231	Λιβάδια	3	0.09
241	Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	3	0.09
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	3	0.09
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	3	0.08
311	Δάσος πλατυφύλλων	1	0.04
312	Δάσος κωνοφόρων	1	0.04
313	Μικτό δάσος	1	0.05
321	Φυσικοί βοσκότοποι	3	0.11
322	Θάμνοι και χερσότοποι	3	0.10

**Πίνακας 6.7** Αντιστοίχιση κωδικού CORINE σε αριθμό κλάσης και τιμή C<sub>3</sub> (απόσπασμα).

Κωδικός	Περιγραφή	Κλάση	C <sub>3</sub>
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	2	0.06
324	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	2	0.07
331	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές	4	0.12
332	Απογυμνωμένοι βράχοι	4	0.16
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	4	0.15
334	Αποτεφρωμένες εκτάσεις	4	0.13
411	Βάλτοι στην ενδοχώρα	4	0.14
421	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	4	0.15
422	Αλυκές	4	0.16
511	Ροές υδάτων	4	0.16
512	Συλλογές υδάτων	4	0.16
521	Παράκτιες λιμνοθάλασσες	4	0.16

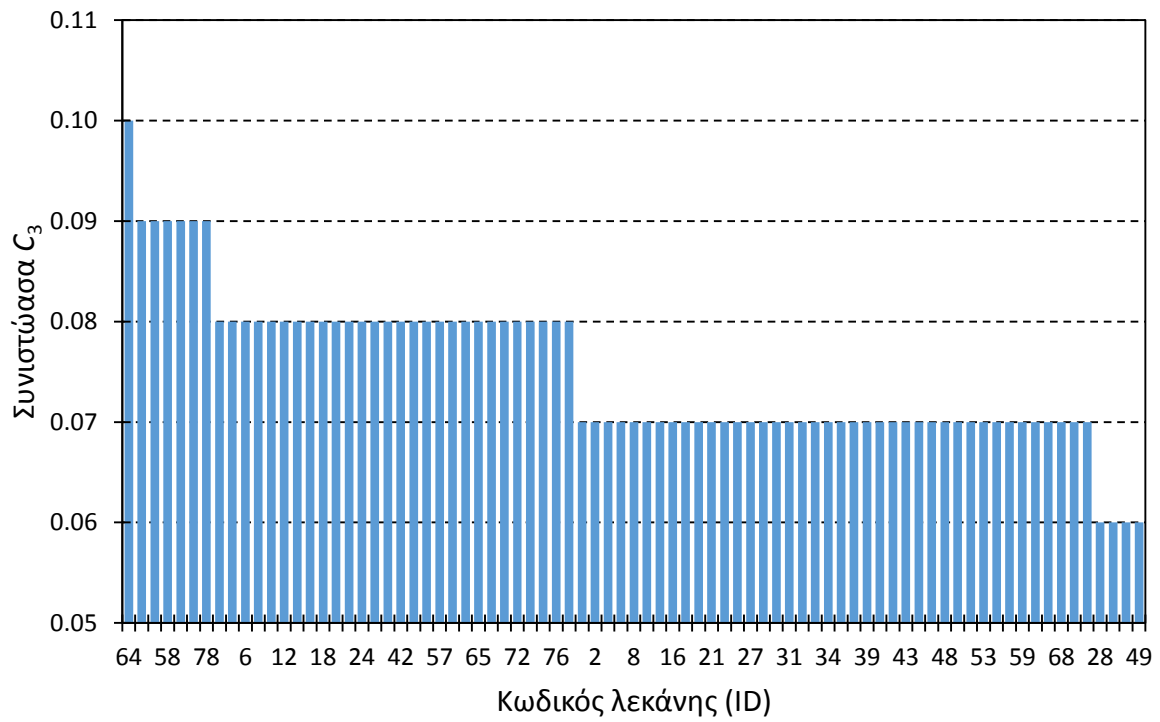


**Σχήμα 6.9** Είδος βλάστησης Πελοποννήσου.

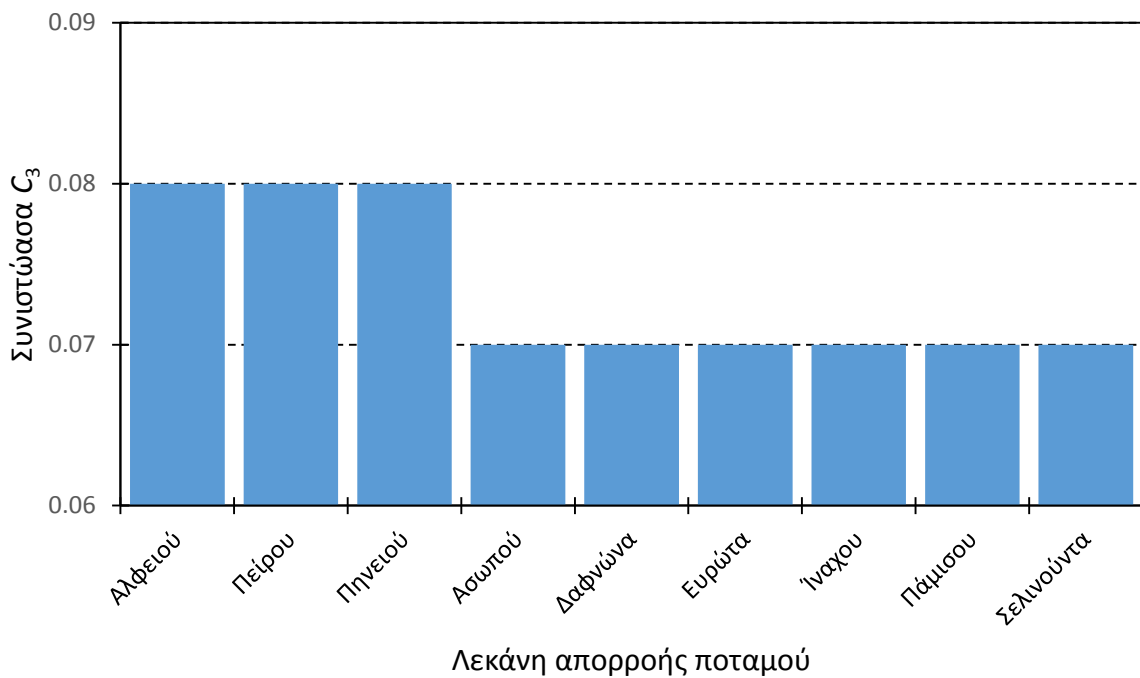


**Σχήμα 6.10** Τιμές της συνιστώσας  $C_3$  του συντελεστή απορροής.

Στη συνέχεια δίνονται τα διαγράμματα με τις μέσες τιμές της συνιστώσας  $C_3$  για όλες τις λεκάνες απορροής σε φθίνουσα σειρά (Σχήματα 6.11 – 6.12).



**Σχήμα 6.11** Τιμές της συνιστώσας  $C_3$  των 79 λεκανών σε φθίνουσα σειρά.



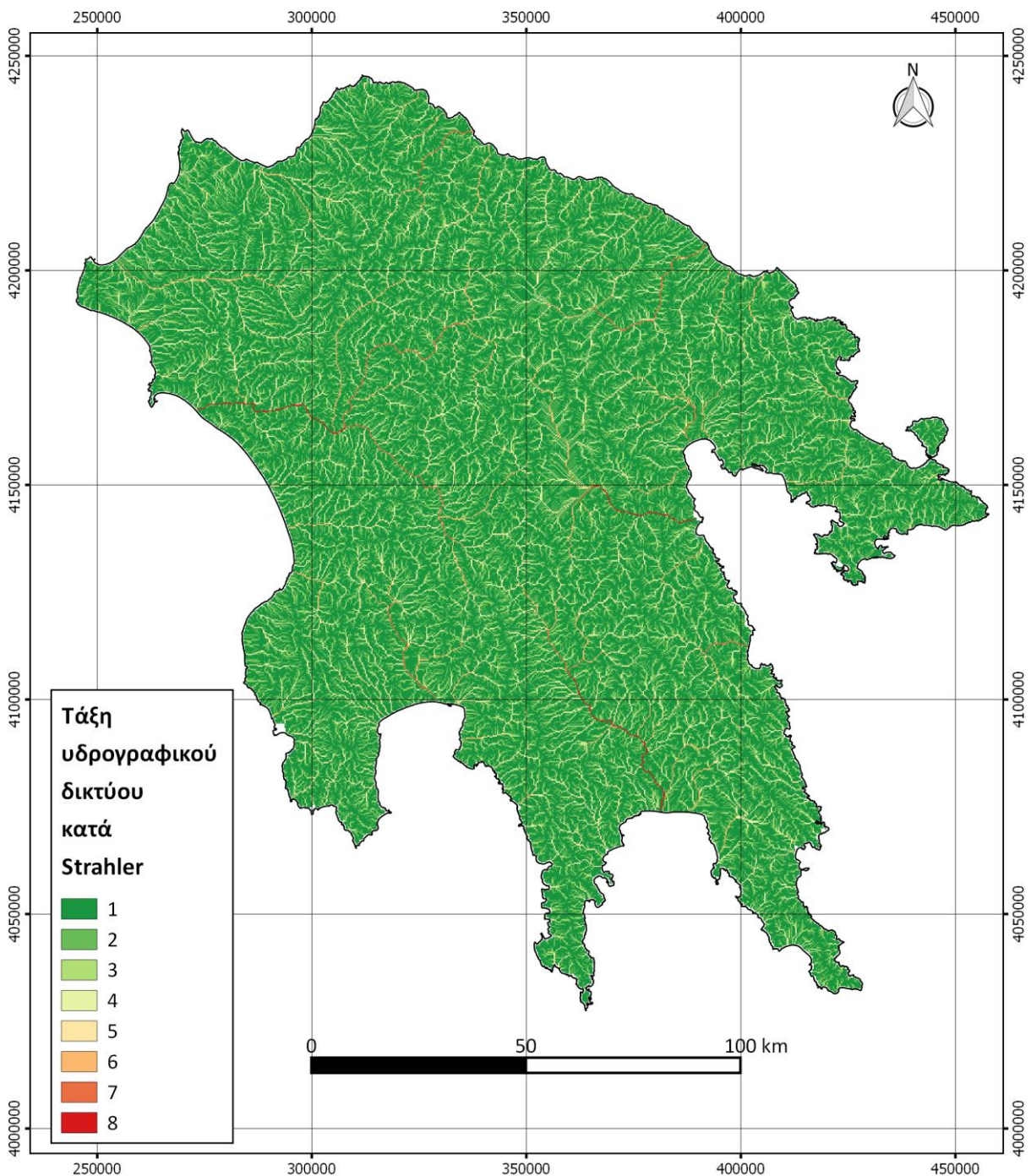
**Σχήμα 6.12** Τιμές της συνιστώσας  $C_3$  των εννέα λεκανών σε φθίνουσα σειρά.



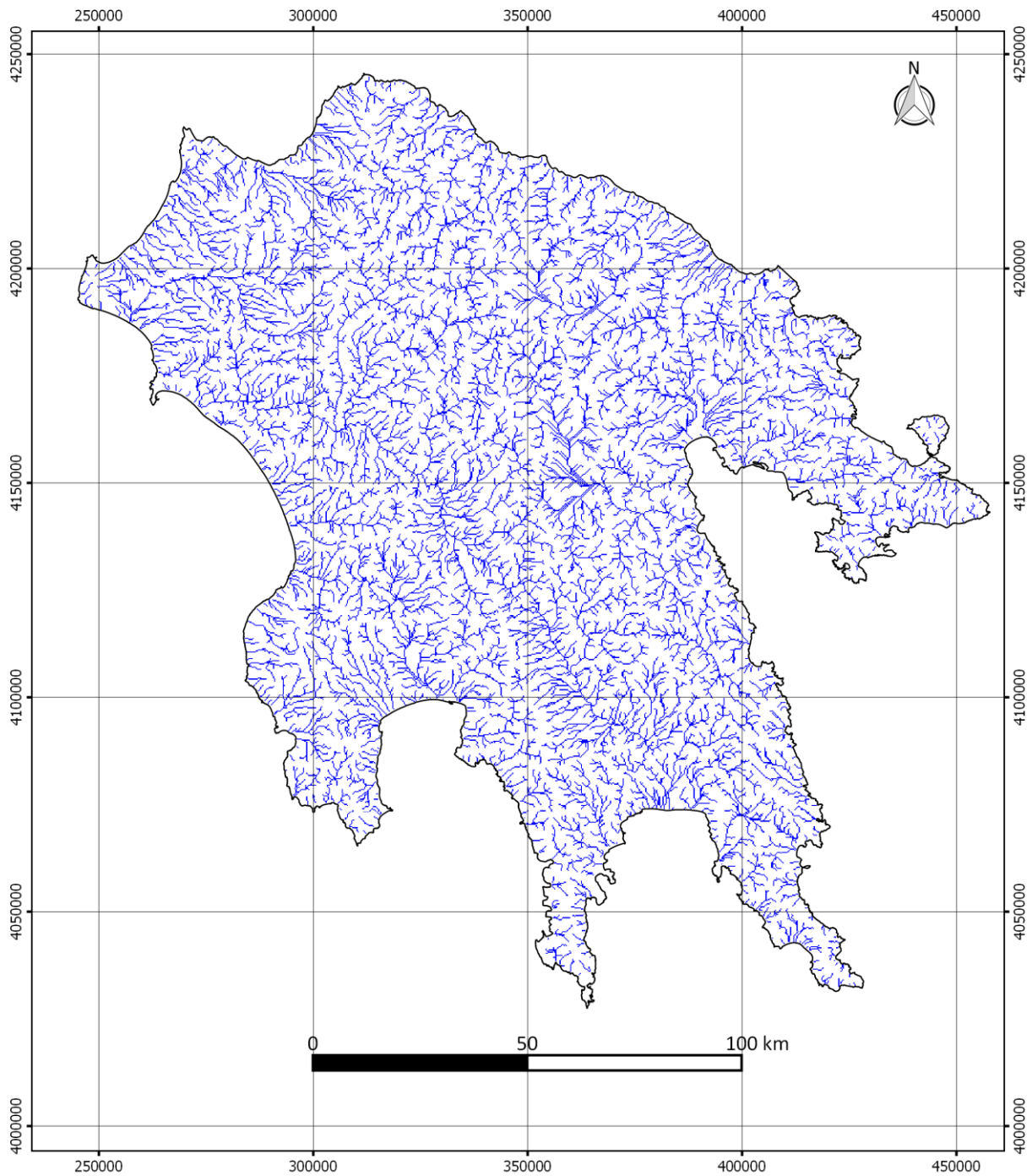
### 6.3.4 Εκτίμηση συνιστώσας $C_4$

Η τιμή του  $C_4$  εκτιμήθηκε με βάση την πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου κάθε λεκάνης. Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου ορίζεται ως ο λόγος της έκτασης του υδρογραφικού δικτύου (αριθμός κυττάρων υδρογραφικού δικτύου) προς την επιφάνεια της λεκάνης (συνολικός αριθμός κυττάρων που απαρτίζουν τη λεκάνη απορροής).

Από το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων έχει παραχθεί ο κάρναβος με τις τάξεις του υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler (Strahler Network Order Grid), ο οποίος δίνεται στο Σχήμα 6.13. Για τον υπολογισμό της πυκνότητας του υδρογραφικού δικτύου θεωρείται το υδρογραφικό δίκτυο που σχηματίζεται για τάξη κατά Strahler μεγαλύτερη του 2 (Σχήμα 6.14).



Σχήμα 6.13 Χάρτης τάξεων υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler.



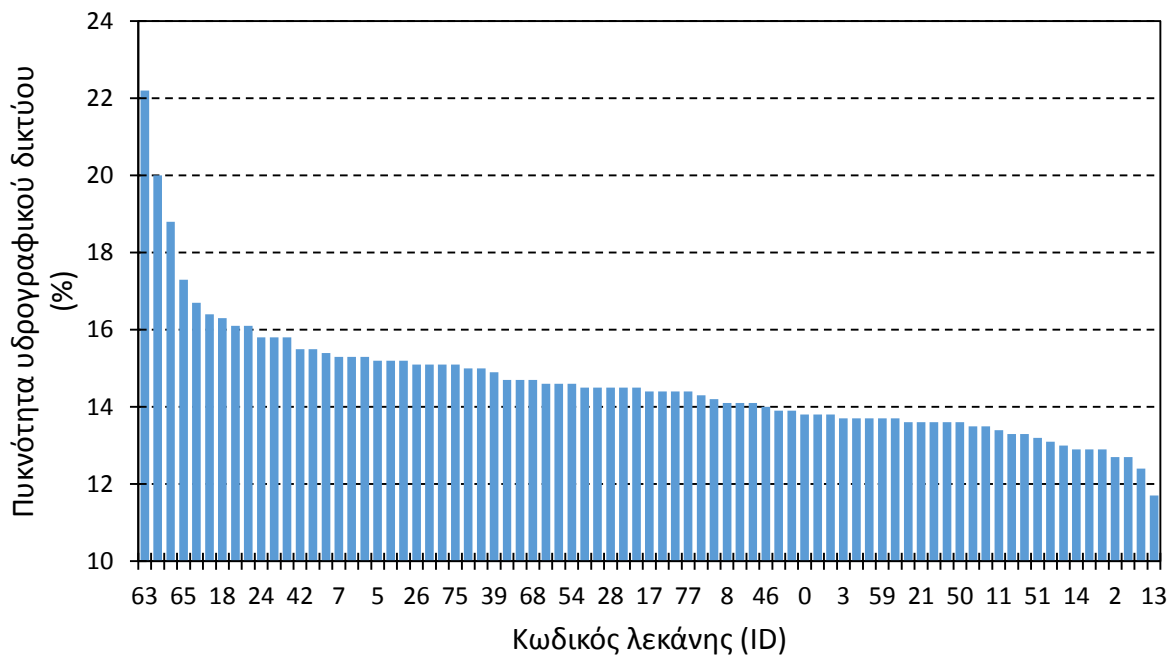
**Σχήμα 6.14** Υδρογραφικό δίκτυο Πελοποννήσου για τάξη κατά Strahler  $> 2$ .

Επίσης, η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου κατατάσσεται σε 4 κλάσεις, σε κάθε μία από τις οποίες, αντιστοιχεί ένα εύρος τιμών του  $C_4$  (Πίνακας 6.8). Εφαρμόζοντας τη γραμμική παρεμβολή στον Πίνακα 6.8, ανάλογα με την τιμή της πυκνότητας του υδρογραφικού δικτύου, υπολογίζεται η τιμή της συνιστώσας  $C_4$  για κάθε λεκάνη απορροής.

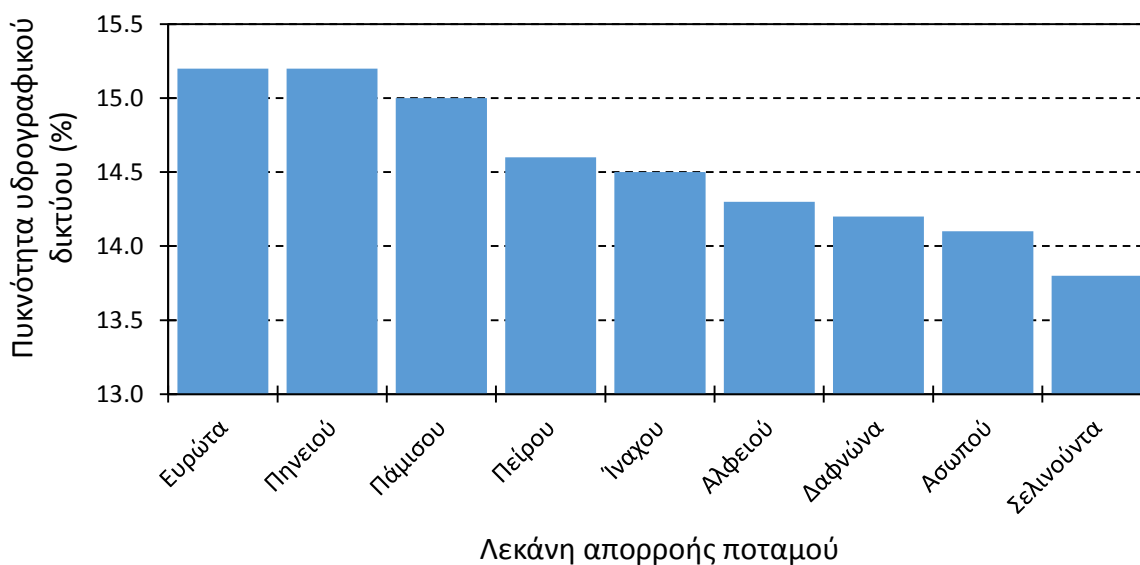
Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα με την πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου όλων των λεκανών απορροής σε φθίνουσα σειρά (Σχήματα 6.15 – 6.16).

**Πίνακας 6.8** Κατάταξη της πυκνότητας του υδρογραφικού δικτύου σε κλάσεις.

Κλάση	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (%)	$C_4$
1	<5	0.04-0.06
2	5-10	0.06-0.08
3	10-30	0.08-0.10
4	>30	0.10-0.12



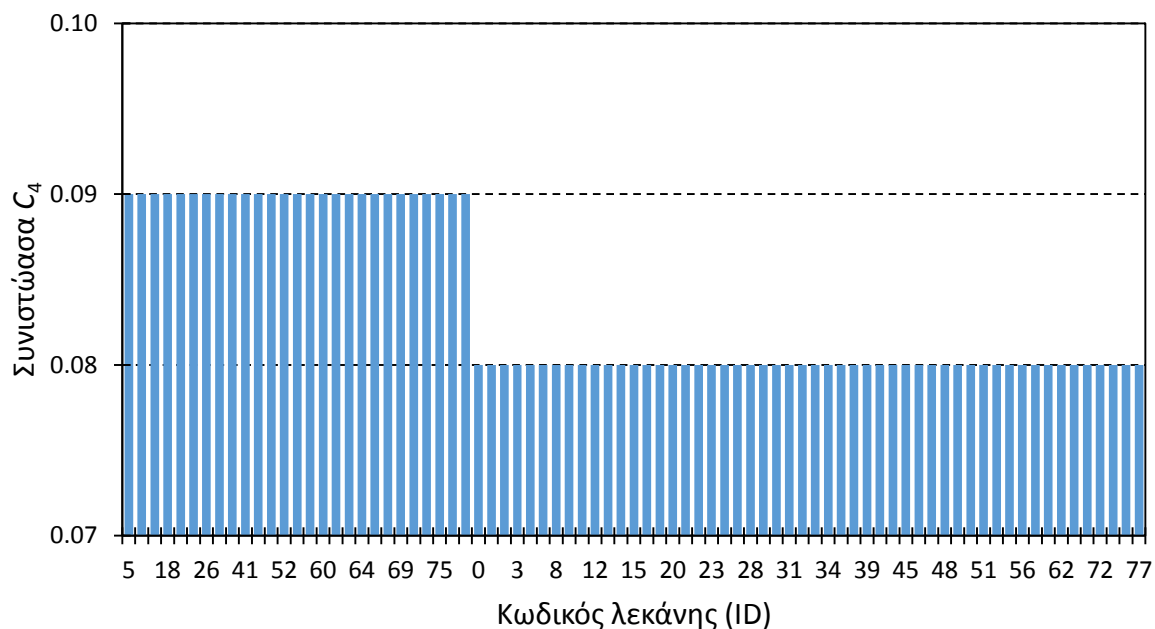
**Σχήμα 6.15** Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (%) των 79 λεκανών απορροής.



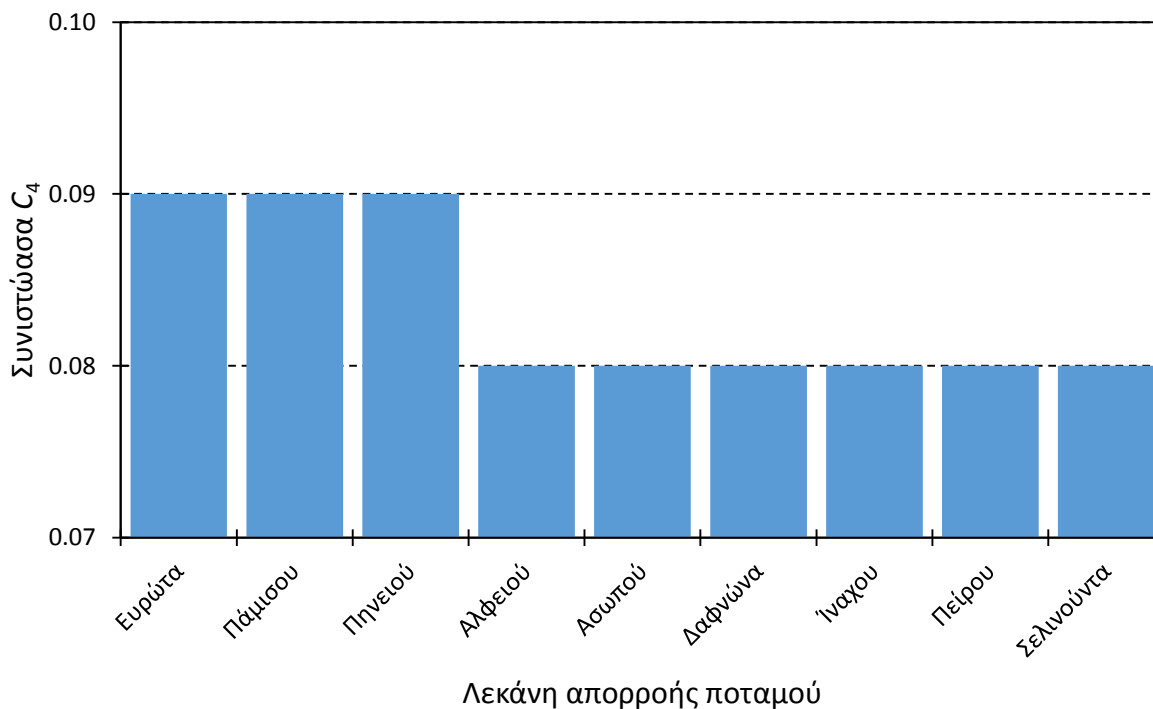
**Σχήμα 6.16** Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (%) των εννέα λεκανών απορροής.

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι όλες οι λεκάνες απορροής ανήκουν στην τρίτη κλάση (πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου 10 – 30%), όποτε παίρνουν τιμές  $C_4 = 0.08 - 0.10$ .

Στη συνέχεια δίνονται τα διαγράμματα με τις τιμές της συνιστώσας  $C_4$  για όλες τις λεκάνες απορροής σε φθίνουσα σειρά (Σχήματα 6.17 – 6.18).



**Σχήμα 6.17** Τιμές της συνιστώσας  $C_4$  των 79 λεκανών.

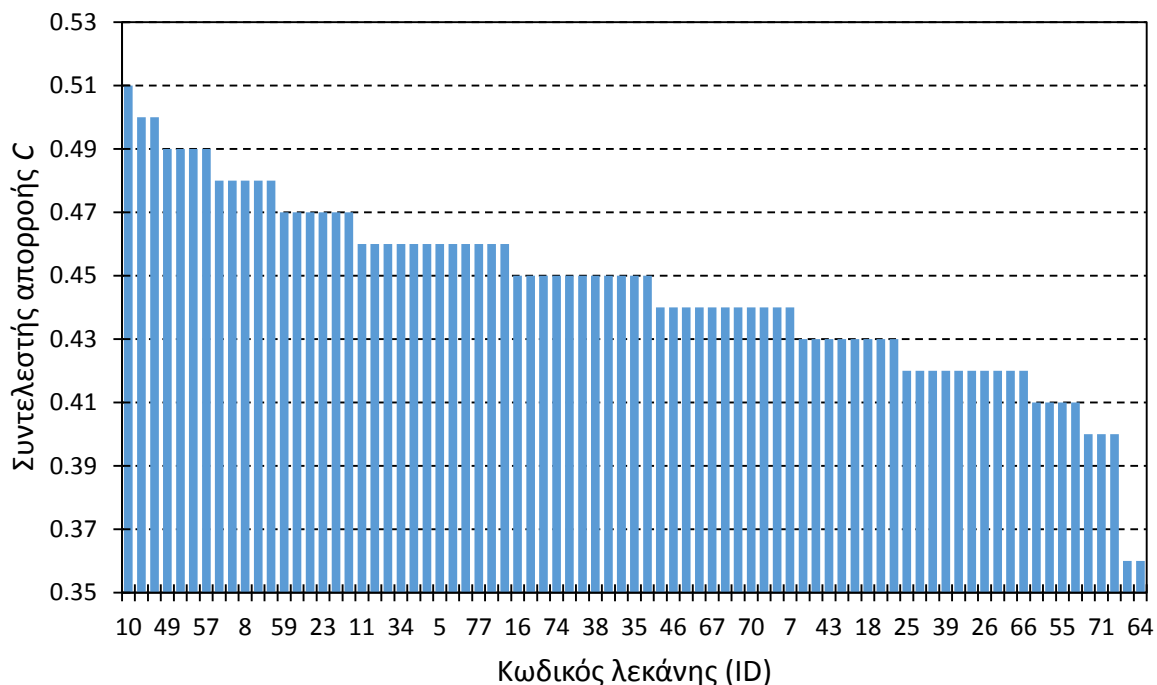


**Σχήμα 6.18** Τιμές της συνιστώσας  $C_4$  των εννέα λεκανών.

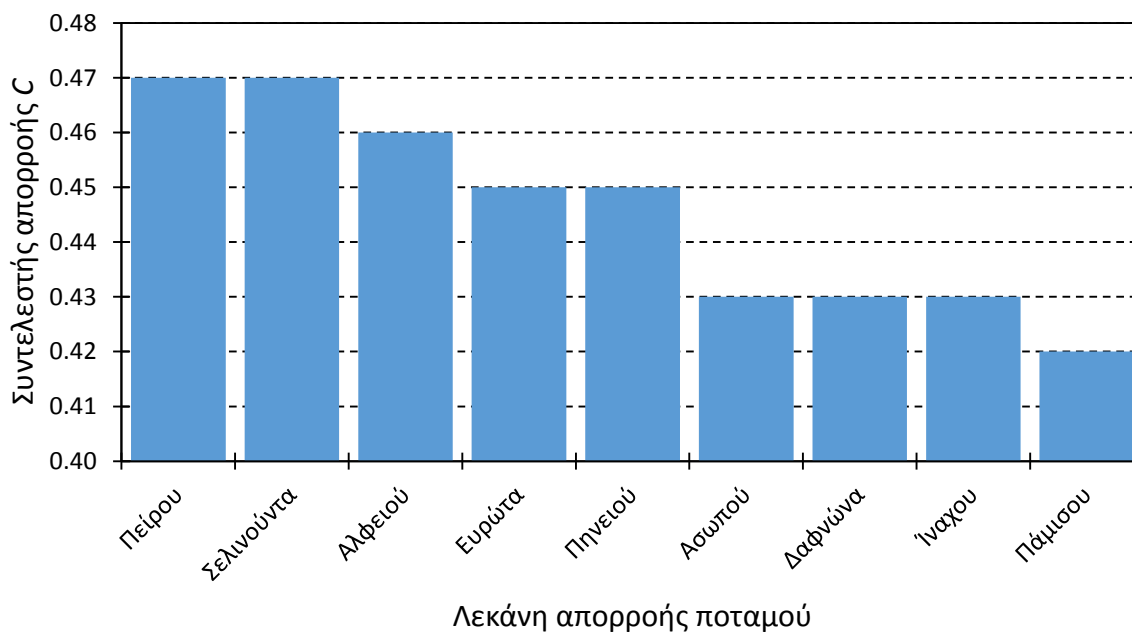


### 6.3.5 Τελικός συντελεστής απορροής

Τελικά, από το άθροισμα των τεσσάρων συνιστωσών  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  προέκυψε ο τελικός συντελεστής απορροής  $C$  κάθε λεκάνης, ο οποίος δίνεται στα ακόλουθα διαγράμματα σε φθίνουσα σειρά (Σχήματα 6.19 – 6.20).



**Σχήμα 6.19** Συντελεστής απορροής  $C$  των 79 λεκανών.



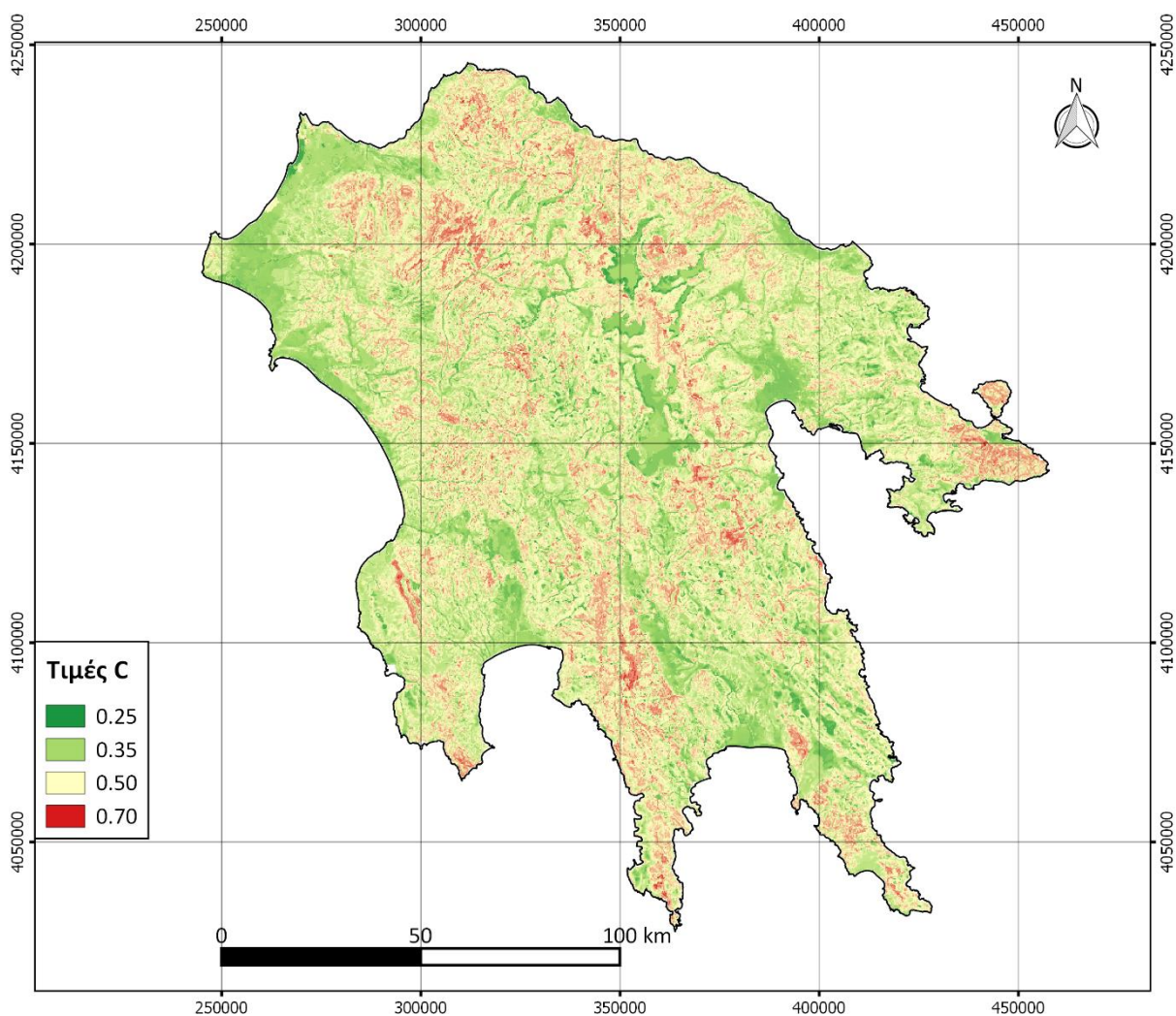
**Σχήμα 6.20** Συντελεστής απορροής  $C$  των εννέα λεκανών.

## 6.4 Χωρική κατανομή του συντελεστή απορροής στην Πελοπόννησο

Στο προηγούμενο εδάφιο υπολογίστηκε, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ (ΟΜΟΕ, 2002), ο συντελεστής απορροής  $C$  για τις λεκάνες απορροής της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα χωρικά επίπεδα (κλίσεις, έδαφος, βλάστηση και πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου) και υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες τέσσερις συνιστώσες  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  του συντελεστή απορροής  $C$  κάθε λεκάνης.

Οι τρεις πρώτες συνιστώσες  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  των λεκανών υπολογίστηκαν από τις κατανεμημένες τιμές των  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  στην Πελοπόννησο (Σχήματα 6.2, 6.6 και 6.10). Αντίθετα, η συνιστώσα  $C_4$  υπολογίστηκε με βάση την πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου κάθε λεκάνης και πήρε συνολικά μόνο δύο τιμές, ήτοι 0.08 και 0.09.

Επομένως, ο συντελεστής απορροής  $C$ , για κάθε σημείο της Πελοποννήσου, θα μπορούσε να υπολογιστεί από το άθροισμα των χωρικών επιπέδων με τις κατανεμημένες τιμές των  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  (Σχήματα 6.2, 6.6 και 6.10) και της σταθερής τιμής  $C_4 = 0.09$ . Με βάση αυτή την πράξη μεταξύ των επιπέδων γεωγραφικής πληροφορίας προέκυψε ο παρακάτω χάρτης με τις κατανεμημένες τιμές του  $C$  σε όλη την Πελοπόννησο (Σχήμα 6.21).



Σχήμα 6.21 Κατανεμημένες τιμές του συντελεστή απορροής  $C$  στην Πελοπόννησο.

Από τον παραπάνω χάρτη (Σχήμα 6.21) είναι δυνατόν να υπολογιστεί η μέση τιμή του συντελεστή απορροής  $C$ , για οποιαδήποτε υδρολογική λεκάνη της Πελοποννήσου.

## 6.5 Εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης

Ο χρόνος συγκέντρωσης (ή χρόνος συρροής) αποτελεί χαρακτηριστική χρονική παράμετρο της λεκάνης απορροής 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 (Dingman, 1994, σ. 397). Ο χρόνος συγκέντρωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- το σχήμα και η έκταση της λεκάνης απορροής·
- το μήκος και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου·
- η κλίση του εδάφους·
- τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την τραχύτητα του εδάφους (π.χ. φυτοκάλυψη)
- τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου.

Ο χρόνος συγκέντρωσης αποτελεί τυπική παράμετρο εισόδου στις περισσότερες μεθόδους υδρολογικής ανάλυσης. Είναι προφανές ότι, λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου, δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός του με την εφαρμογή φυσικών νόμων. Για το λόγο αυτό, στις εφαρμογές της πράξης εφαρμόζονται απλές εμπειρικές σχέσεις της βιβλιογραφίας, οι οποίες εκτιμούν το χρόνο συγκέντρωσης, σε συνάρτηση με χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη της λεκάνης (επιφάνεια, κλίση, κτλ.). Κοινό χαρακτηριστικό των μεθόδων αυτών είναι η παλαιότητα τους αλλά και η εξάρτησή από τις τοπικές συνθήκες αναφοράς.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική σχέση του Giandotti (1934), η οποία γράφεται:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta z}} \quad (6.2)$$

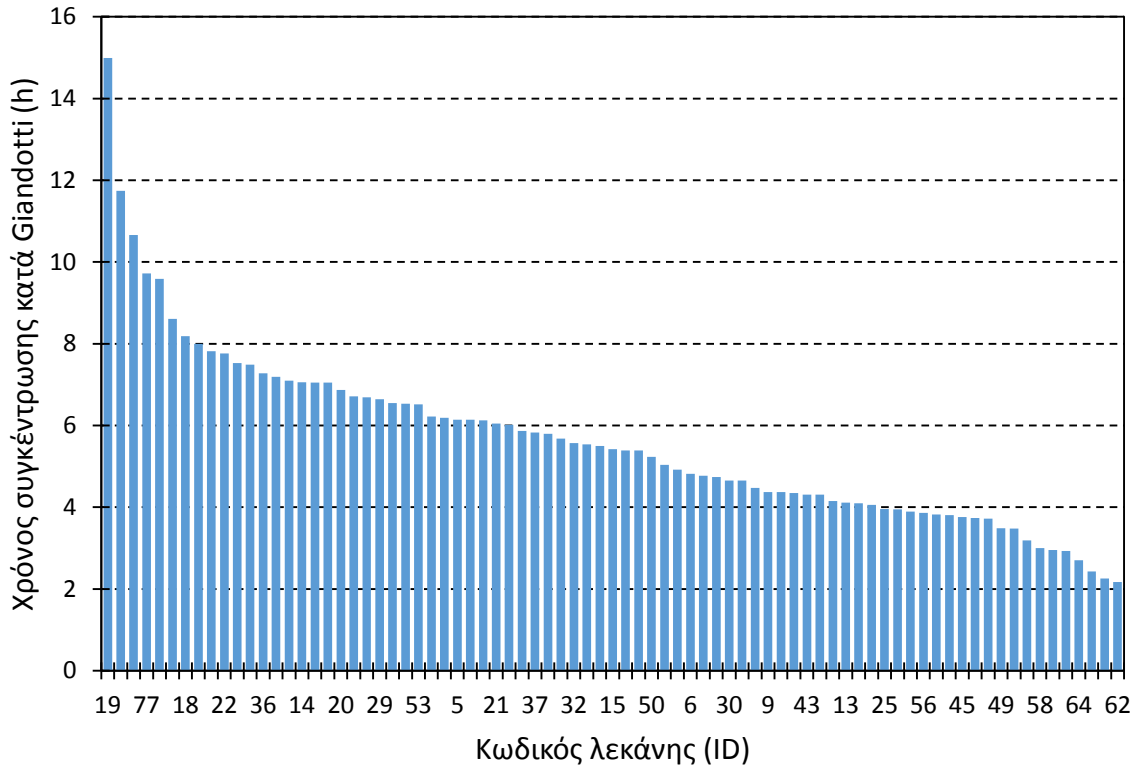
όπου  $t_c$  ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης (h),  $A$  η επιφάνεια της λεκάνης ( $\text{km}^2$ ),  $L$  το μήκος της κύριας μισγάγγειας (km) και  $\Delta z$  η υψομετρική διαφορά του μέσου υψομέτρου της λεκάνης από το υψόμετρο της εξόδου της (m).

Στην πραγματικότητα όμως, ο χρόνος συγκέντρωσης  $t_c$  εξαρτάται και από το μέγεθος της πλημμυρικής απορροής. Δηλαδή ο χρόνος συγκέντρωσης μειώνεται με την αύξηση της παροχής και τις σχετιζόμενες με αυτή μεταβλητές, ήτοι τη βροχόπτωση. Επομένως, για να ληφθεί υπόψη η εξάρτηση του χρόνου συγκέντρωσης από την πλημμυρική απορροή, μειώνεται ο χρόνος  $t_c$  που προκύπτει από την σχέση του Giandotti, σύμφωνα με την ακόλουθη εμπειρική σχέση (Ευστρατιάδης κ.α., 2014):

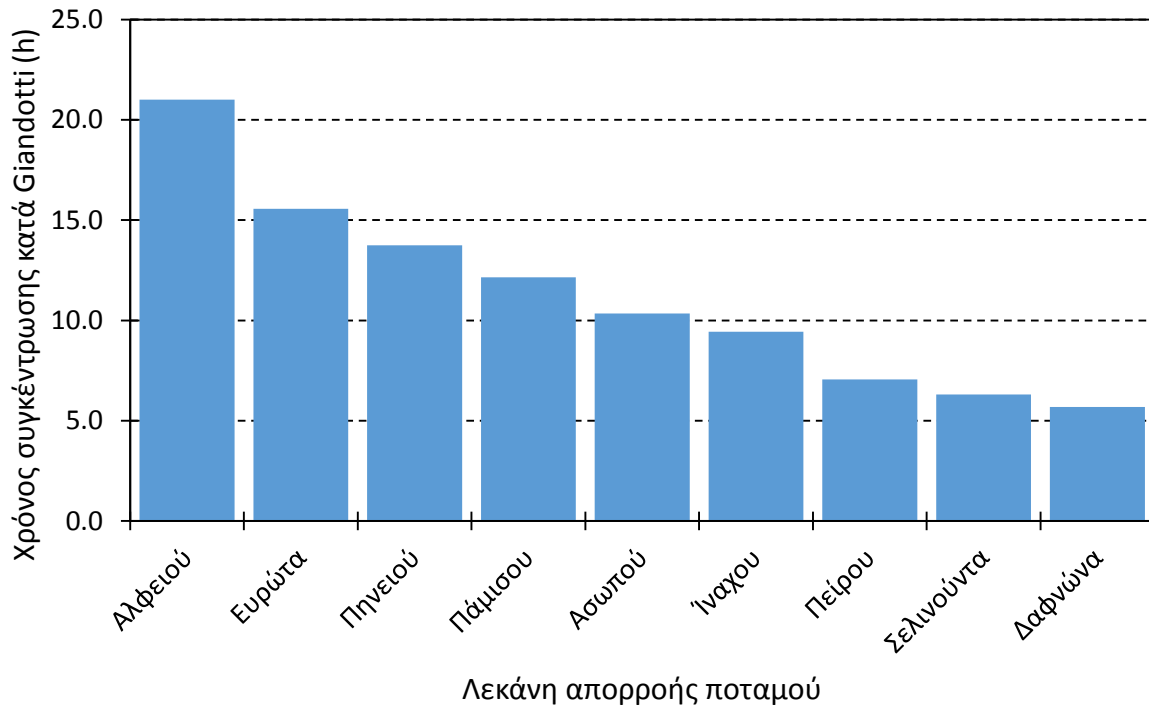
$$t_c'(T) = t_c \sqrt{i(5)/i(T)} \quad (6.3)$$

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.

Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα με τους χρόνους συγκέντρωσης κατά Giandotti για τις 79 και τις 9 λεκάνες απορροής (Σχήματα 6.22 – 6.23).



**Σχήμα 6.22** Χρόνος συγκέντρωσης (h) κατά Giandotti των 79 λεκανών απορροής σε φθίνουσα σειρά.



**Σχήμα 6.23** Χρόνος συγκέντρωσης (h) κατά Giandotti των εννέα λεκανών απορροής σε φθίνουσα σειρά.

## 6.6 Υπολογισμός κρίσιμης έντασης βροχής

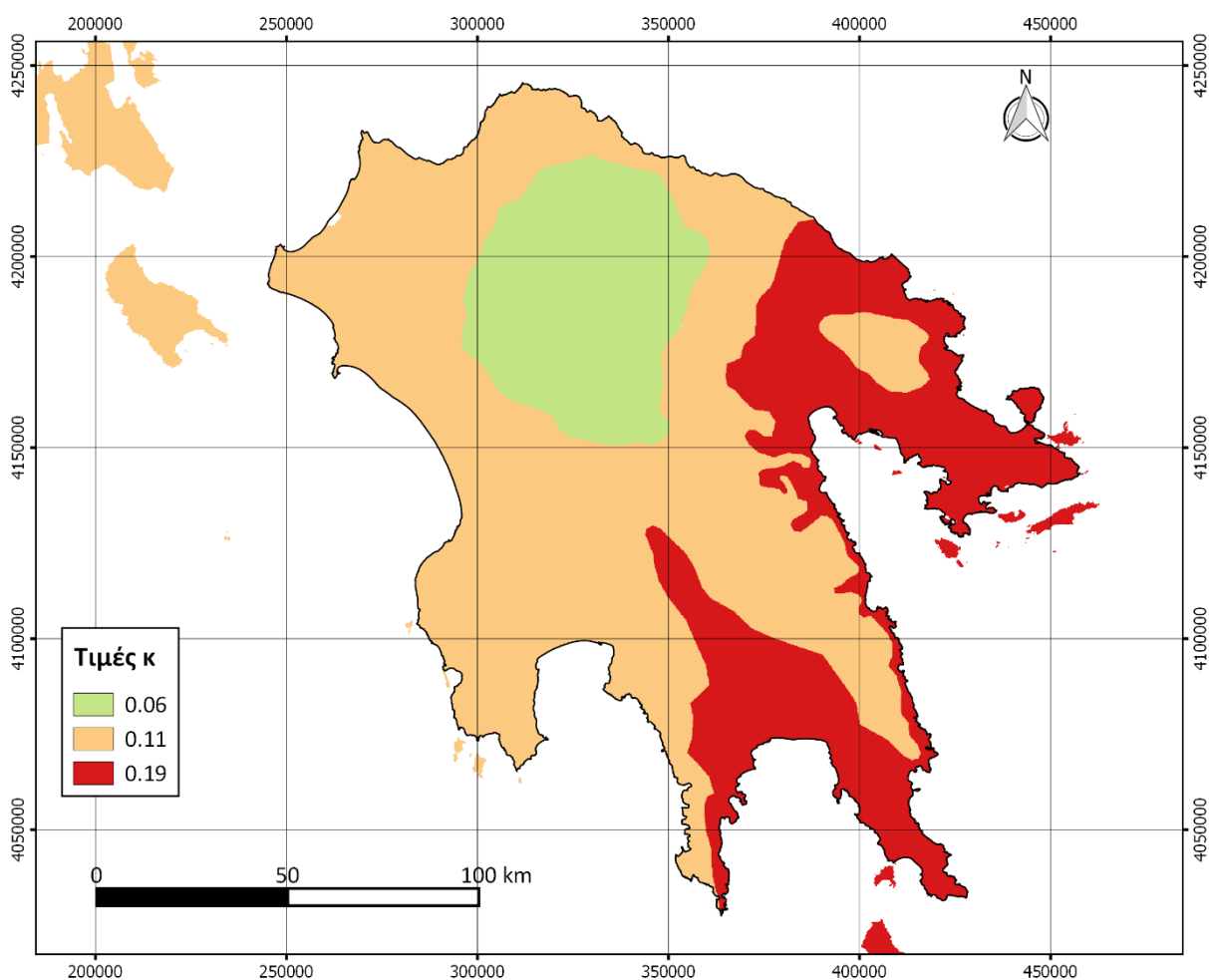
Η κρίσιμη ένταση βροχής υπολογίζεται από τις όμβριες καμπύλες  $i(d, T)$  της περιοχής μελέτης, αφού επιλεγεί η περίοδος επαναφοράς  $T$  και καθοριστεί η διάρκεια βροχής  $d$ . Στην εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου η διάρκεια της βροχής θεωρείται ότι είναι ίση με το χρόνο συγκέντρωσης, ο οποίος δίνεται από την παραπάνω σχέση (6.3).

Η εξίσωση όμβριων καμπυλών που χρησιμοποιείται προκύπτει από την αποδοχή της κατανομής ΓΑΤ ως κατάλληλης κατανομής για μέγιστες βροχοπτώσεις και έχει την ακόλουθη έκφραση (Koutsoyiannis et al., 1998):

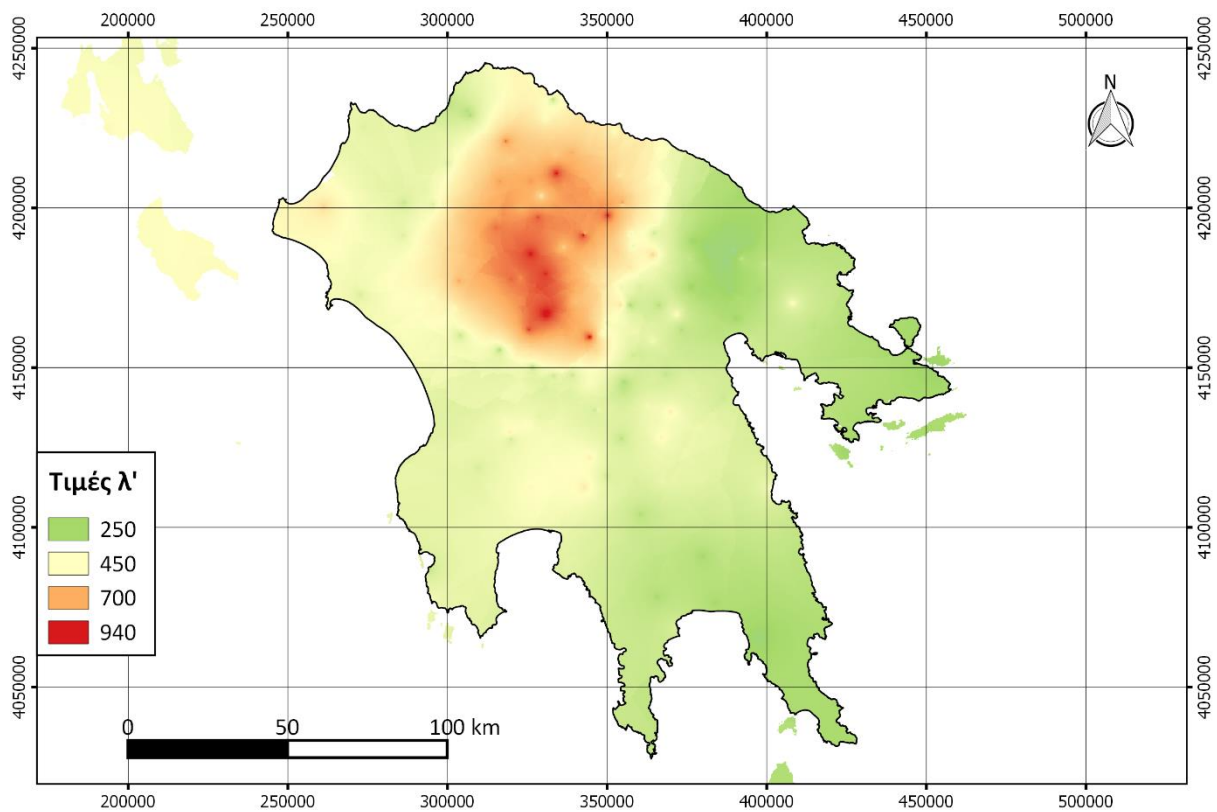
$$i(d, T) = \frac{\lambda'(T^\kappa - \psi')}{(1 + d/\theta)^\eta} \quad (\kappa \neq 0) \quad (6.4)$$

όπου  $T$  η περίοδος επαναφοράς σε έτη,  $d$  η διάρκεια βροχής σε h και  $\kappa$ ,  $\lambda'$ ,  $\psi'$ ,  $\theta$  και  $\eta$  παράμετροι.

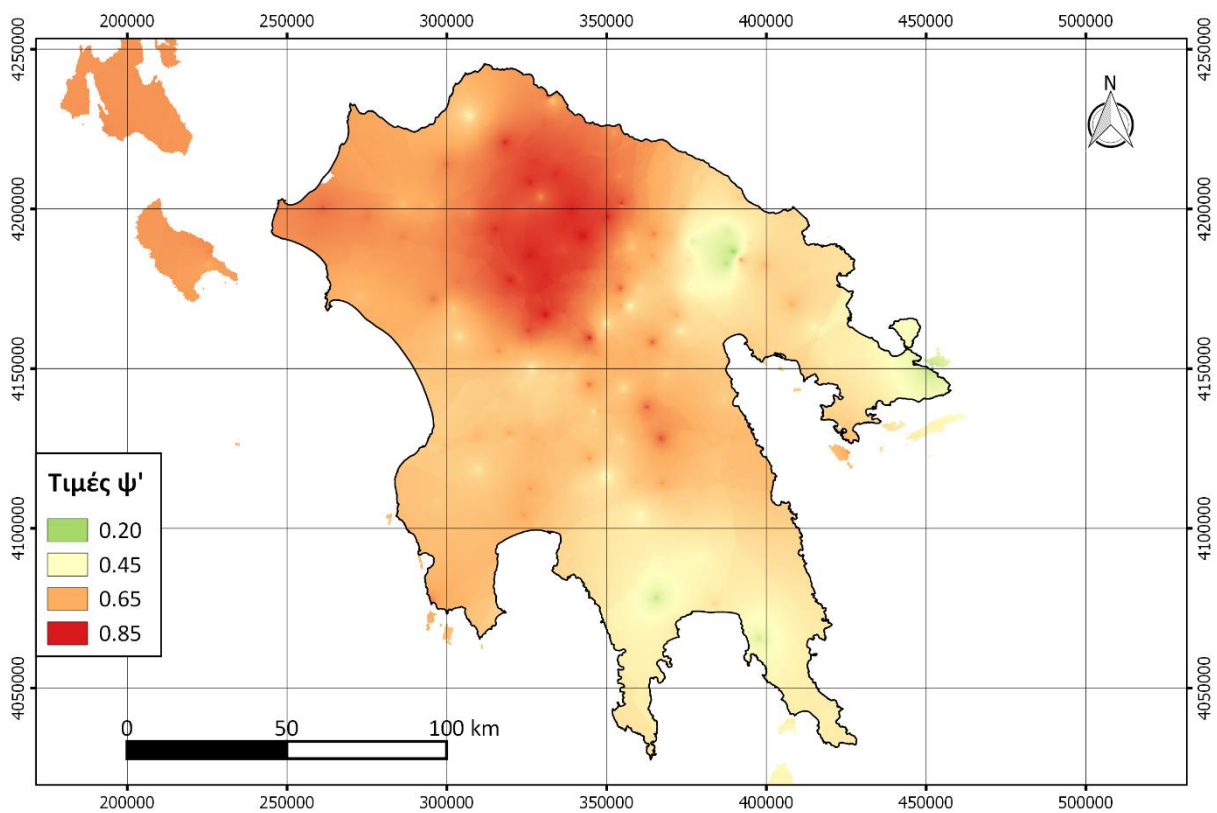
Στις παράμετρους  $\theta$ ,  $\eta$  της συνάρτησης της χρονικής κλίμακας δόθηκαν σταθερές τιμές για όλη την Πελοπόννησο ( $\theta=0.09$  και  $\eta=0.72$ ), ενώ οι παράμετροι  $\kappa$ ,  $\lambda'$ ,  $\psi'$  μεταβάλλονται στο χώρο και υπολογίζονται ως μέσες τιμές για κάθε λεκάνη, με επεξεργασία των αντίστοιχων επιπέδων ψηφιδωτής διαμέρισης, τα οποία δίνονται στα παρακάτω Σχήματα 6.24 – 6.26.



Σχήμα 6.24 Τιμές της παραμέτρου  $\kappa$  της εξίσωσης των όμβριων καμπυλών.



**Σχήμα 6.25** Τιμές της παραμέτρου  $\lambda'$  της εξίσωσης των όμβριων καμπυλών.



**Σχήμα 6.26** Τιμές της παραμέτρου  $\psi'$  της εξίσωσης των όμβριων καμπυλών.

Με αντικατάσταση των  $i(5)$  και  $i(T)$  στην εξίσωση (6.3), και σύμφωνα με την (6.4) προκύπτει:

$$t_c'(T) = t_c \sqrt{\frac{\frac{\lambda'(5^\kappa - \psi')}{(1 + d/\theta)^\eta}}{\frac{\lambda'(T^\kappa - \psi')}{(1 + d/\theta)^\eta}}} = t_c \sqrt{\frac{(5^\kappa - \psi')}{(T^\kappa - \psi')}} \quad (6.5)$$

Δηλαδή, η απομείωση του χρόνου συγκέντρωσης κατά Giandotti  $t_c$  γίνεται με ένα συντελεστή που εξαρτάται από την περίοδο επαναφοράς  $T$  της μελέτης και τις παραμέτρους  $\kappa$ ,  $\psi'$  των όμβριων καμπυλών.

Οι παραπάνω όμβριες καμπύλες αναφέρονται σε σημειακή ένταση βροχής και πρέπει να αναχθούν στις επιφάνειες των εξεταζόμενων λεκανών. Αυτό γίνεται με την εφαρμογή του λεγόμενου συντελεστή επιφανειακής αναγωγής  $\varphi := i_m / i$ , όπου  $i$  η σημειακή ένταση βροχής και  $i_m$  η μέση επιφανειακή ένταση στη λεκάνη. Στα πινακοποιημένα αποτελέσματα του UK-NERC (1975), τα οποία είναι και τα πληρέστερα τόσο ως προς το εύρος μεταβολής της διάρκειας (από 1 min ως 25 ημέρες) όσο και της έκτασης (από 1 ως 30 000 km<sup>2</sup>) προσαρμόστηκε η ακόλουθη αναλυτική έκφραση (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999):

$$\varphi = \max\left(1 - \frac{0.048 A^{0.36-0.01 \ln A}}{d^{0.35}}, 0.25\right) \quad (6.6)$$

όπου  $\varphi$  ο συντελεστής επιφανειακής αναγωγής (αδιάστατος αριθμός),  $A$  η έκταση της λεκάνης σε km<sup>2</sup> και  $d$  η διάρκεια βροχής σε h.

## 6.7 Υπολογισμός παροχής σχεδιασμού

Για τον υπολογισμό της παροχής σχεδιασμού  $Q_p$  επιλέγονται τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς, ήτοι  $T = 20, 50$  και  $100$  έτη. Επομένως, σε κάθε λεκάνη με εμβαδόν  $A$ , συντελεστή απορροής  $C$  και για δεδομένη περίοδο επαναφοράς  $T$ , η παροχή αιχμής δίνεται από τη σχέση:

$$Q_p = C' \cdot \varphi(A, t_c') \cdot i(t_c', T) \cdot A \quad (6.7)$$

όπου

- $C' = 1.08 \cdot C$  για  $T = 20$  έτη
- $C' = 1.2 \cdot C$  για  $T = 50$  έτη
- $C' = 1.25 \cdot C$  για  $T = 100$  έτη
- $C$  ο συντελεστής απορροής κατά ΟΜΟΕ.

Παρακάτω δίνονται οι πίνακες με τις υπολογισμένες παροχές αιχμής (Πίνακες 6.9 - 6.11), καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα σε φθίνουσα σειρά (Σχήματα 6.27 - 6.28).

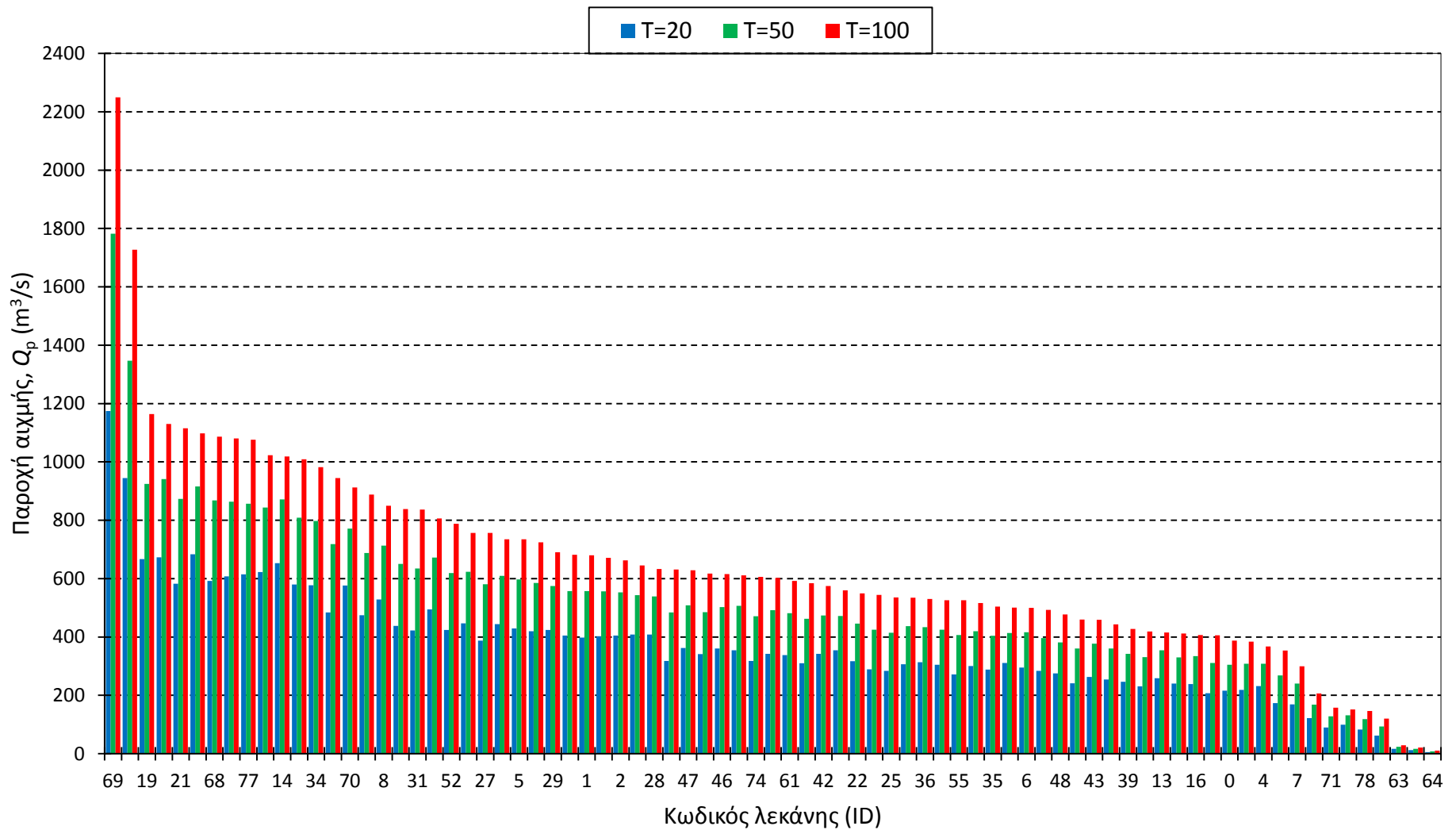
**Πίνακας 6.9** Παροχή αιχμής  $Q_p$  ( $m^3/s$ ) των 79 λεκανών για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	$T=20$ έτη	$T=50$ έτη	$T=100$ έτη
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	215.9	305.1	387.3
1	ΚΡΙΟΣ Π.	397.6	557.4	680.0
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	405.2	552.9	662.8
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	311.0	413.9	500.4
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	231.7	308.0	367.4
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	429.2	597.6	734.6
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	295.5	416.1	499.9
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	169.2	240.1	299.6
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	528.3	713.5	850.1
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	579.5	809.2	1008.7
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	304.8	425.2	526.2
11	ΛΑΔΩΝ Π.	494.2	671.8	806.3
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	673.1	941.1	1129.8
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	259.0	354.2	415.3
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	652.7	871.3	1018.6
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	241.2	360.2	459.9
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	238.8	334.6	407.0
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	288.9	424.7	544.5
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	354.5	506.9	611.7
19	ΤΑΝΟΣ Π.	667.4	924.5	1163.8
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	408.2	543.5	645.3
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	582.9	873.4	1115.3
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	317.3	445.5	549.7
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	354.5	471.6	559.8
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	207.6	310.6	405.8
25	-	284.3	414.8	535.4
26	-	474.2	688.1	887.8
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	387.6	580.6	756.8
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	408.2	538.6	633.2
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	423.7	574.8	690.1
30	-	317.9	484.1	631.0
31	ΡΑΔΟΣ Π.	422.5	634.9	836.5
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	438.1	650.7	838.3
33	ΤΑΝΟΣ Π.	342.4	492.2	602.6
34	ΝΕΔΑ Π.	577.0	797.5	981.9
35	ΤΑΝΟΣ Π.	287.9	404.3	504.2
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	313.9	433.9	529.9
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	300.6	419.8	516.6
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	402.2	556.8	671.7



**Πίνακας 6.10** Παροχή αιχμής  $Q_p$  ( $m^3/s$ ) των 79 λεκανών για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (απόσπασμα).

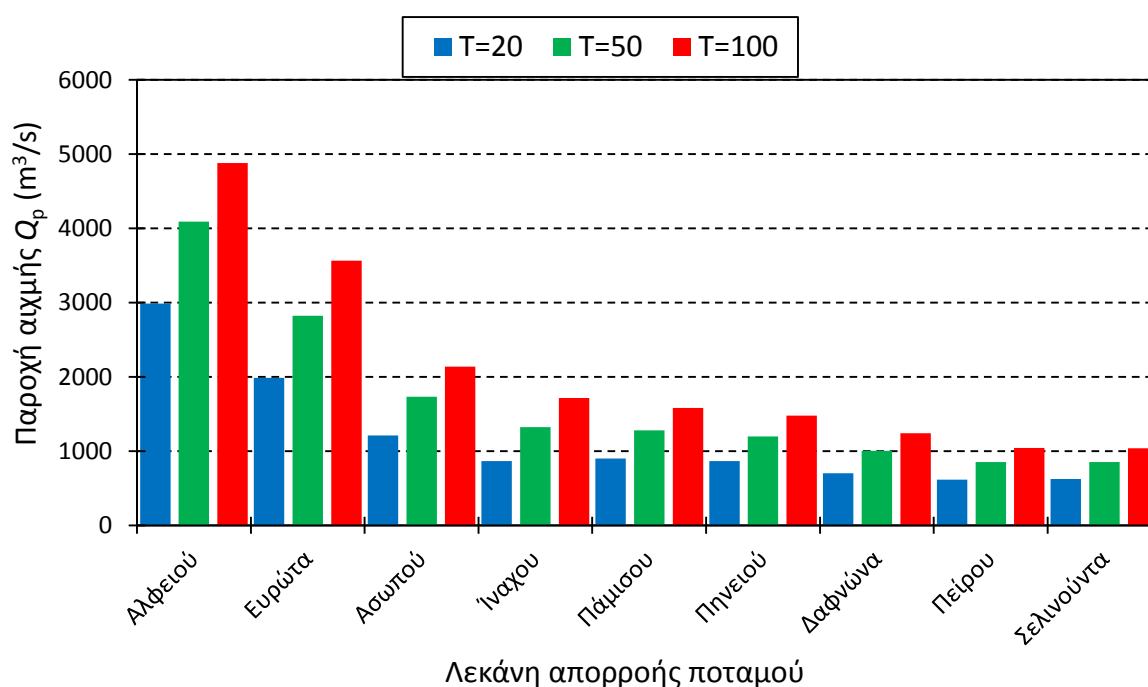
ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	$T=20$ έτη	$T=50$ έτη	$T=100$ έτη
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	246.2	342.0	427.4
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	607.6	863.8	1080.7
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	944.6	1346.6	1726.9
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	342.2	473.7	574.7
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	263.0	376.8	458.6
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	420.0	585.4	724.7
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	405.2	557.0	682.0
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	360.6	502.8	615.6
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	362.3	508.4	629.1
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	275.0	381.6	477.3
49	ΝΕΔΩΝ Π.	447.1	623.2	757.0
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	240.2	329.8	412.0
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	443.8	609.1	734.8
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	424.2	619.2	787.7
53	-	310.1	462.8	584.4
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	484.3	718.3	944.8
55	-	271.9	407.1	525.9
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	12.4	17.0	21.1
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	306.2	437.0	534.6
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	341.5	485.0	617.7
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	283.6	396.1	492.9
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	254.0	360.8	443.3
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	337.9	481.8	591.9
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	61.9	93.3	120.3
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	16.3	23.3	28.5
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	5.5	8.4	11.0
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	173.6	268.7	353.5
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	231.1	331.3	418.5
67	ΛΑΔΩΝ Π.	683.6	916.1	1097.9
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	592.0	868.4	1086.3
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1174.5	1781.9	2249.6
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	576.8	771.8	912.3
71	ΑΡΗΣ Π.	90.2	127.9	157.9
72	ΤΑΝΟΣ Π.	218.4	308.6	383.8
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	622.6	844.0	1023.3
74	ΤΑΝΟΣ Π.	317.6	470.9	606.4
75	ΛΑΔΩΝ Π.	99.6	131.6	151.8
76	ΛΑΔΩΝ Π.	121.8	168.0	206.7
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	614.6	857.1	1075.8
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	82.7	118.2	146.7



**Σχήμα 6.27** Παροχή αιχμής  $Q_p$  ( $m^3/s$ ) των 79 λεκανών για τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς  $T$  (20,50 και 100 έτη).

**Πίνακας 6.11** Παροχή αιχμής  $Q_p$  ( $m^3/s$ ) των εννέα λεκανών για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη).

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	$T=20$ έτη	$T=50$ έτη	$T=100$ έτη
1	Αλφειού	2985.4	4091.5	4882.4
2	Ασωπού	1211.4	1733.8	2139.7
3	Δαφνώνα	704.0	1005.8	1239.6
4	Ευρώτα	1986.2	2825.2	3563.3
5	Ίναχου	865.7	1323.1	1715.4
6	Πάμισου	901.6	1278.8	1581.5
7	Πείρου	616.4	852.7	1044.4
8	Πηνειού	866.1	1196.2	1478.5
9	Σελινούντα	626.4	854.3	1040.3



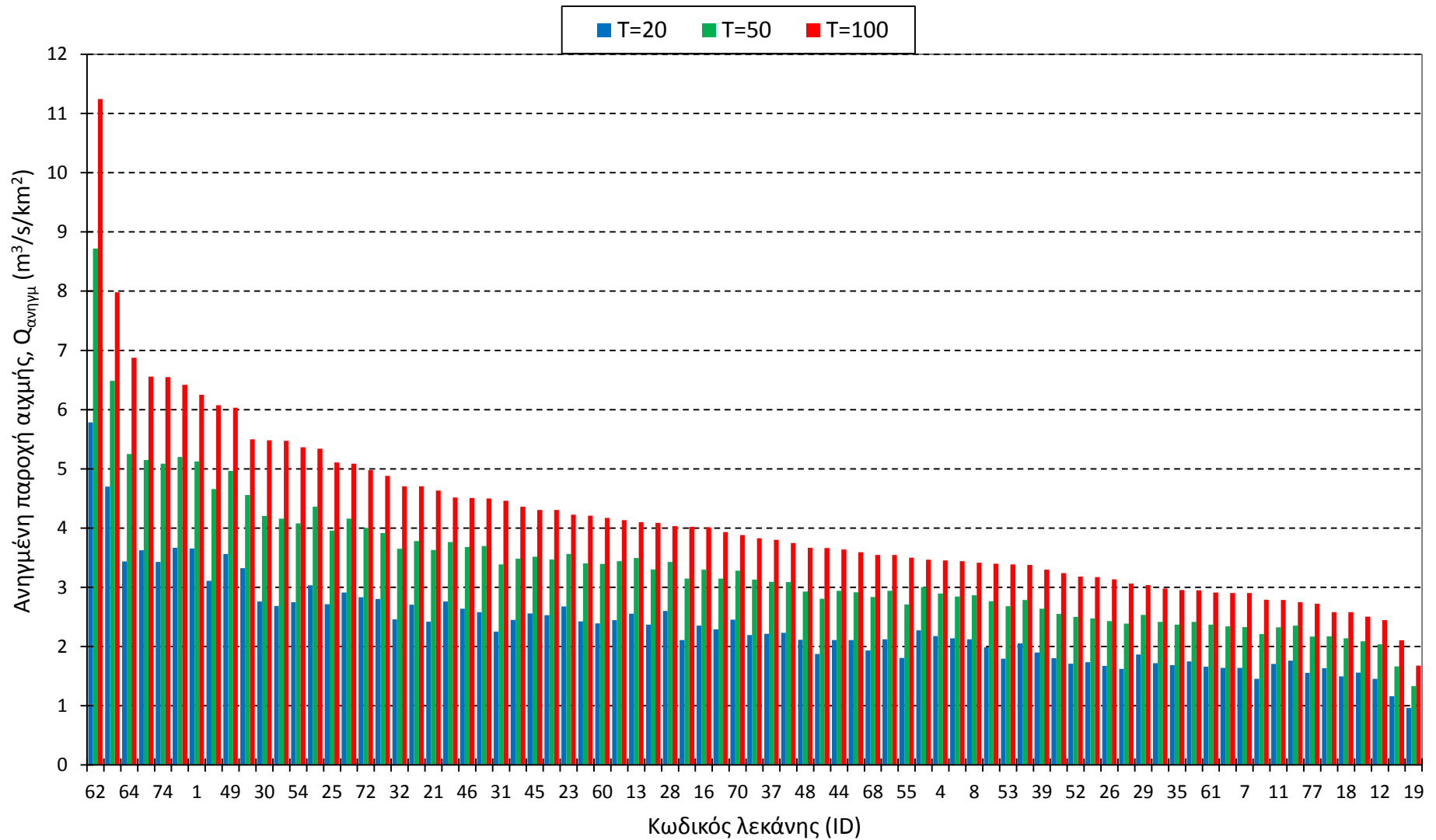
**Σχήμα 6.28** Παροχή αιχμής  $Q_p$  ( $m^3/s$ ) των εννέα λεκανών για τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη).

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι *ανηγμένες τιμές των παροχών αιχμής* των λεκανών απορροής. Η ανηγμένη παροχή αιχμής  $Q_{ανηγμ}$  υπολογίζεται από τη σχέση:

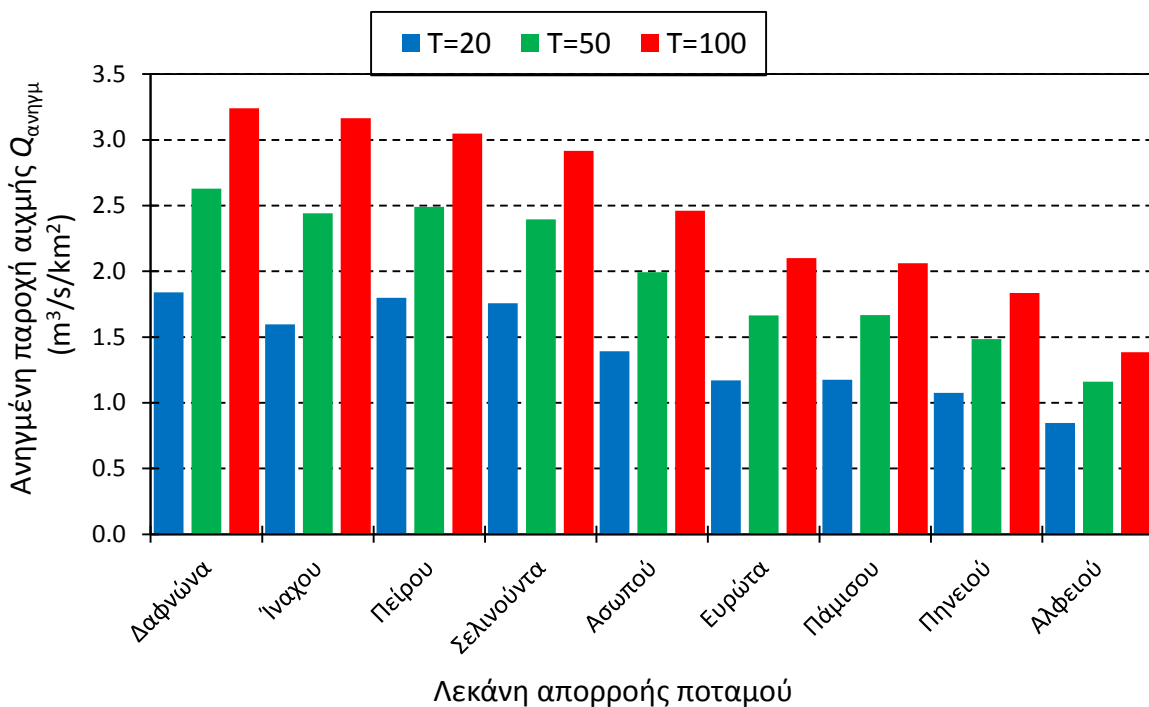
$$Q_{ανηγμ} = Q_p / A \quad (6.8)$$

όπου  $Q_p$  η παροχή αιχμής της λεκάνης σε  $m^3/s$  και  $A$  η έκταση της λεκάνης σε  $km^2$ .

Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα, σε φθίνουσα σειρά, με τις ανηγμένες παροχές αιχμής των 79 και των 9 λεκανών απορροής (Σχήματα 6.29 – 6.30).



**Σχήμα 6.29** Ανηγμένη παροχή αιχμής  $Q_{\text{ανηγμ}}$  ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ) των 79 λεκανών για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη).



**Σχήμα 6.30** Ανηγγμένη παροχή αιχμής  $Q_{\text{ανηγμ}}$  ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ) των εννέα λεκανών για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη).

Με βάση τα περιεχόμενα του παρόντος κεφαλαίου, σχετικά με την ορθολογική μέθοδο, μπορούν να εξαχθούν τα παρακάτω:

- Η μέση τιμή του χρόνου συγκέντρωσης για τις 79 λεκάνες (μέσης έκτασης  $182 \text{ km}^2$ ) είναι ίση με 4.1 h, για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη, και 4.8 h για  $T = 20$  έτη.
- Ο συντελεστής επιφανειακής αναγωγής της σημειακής βροχόπτωσης  $\varphi$ , στις 79 λεκάνες, έχει μέση τιμή  $\varphi = 0.86$  για  $T = 100$  έτη, και  $\varphi = 0.87$  για  $T = 20$  έτη.
- Ο συντελεστής απορροής κατά ΟΜΟΕ (μέση τιμή των 79 λεκανών) προκύπτει ίσος με 0.48, για περίοδο επαναφοράς  $T = 20$  έτη, και 0.56 για  $T = 100$  έτη.
- Η μέση επιφανειακή ένταση βροχόπτωσης  $i_m$ , στις 79 λεκάνες, είναι ίση με 17.5 mm/h για  $T = 20$  έτη, και 26.7 mm/h για  $T = 100$  έτη.
- Η παροχή αιχμής (μέση τιμή των 79 λεκανών) προκύπτει ίση με  $368 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 20$  έτη, και  $644 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 100$  έτη. Η μεγαλύτερη εκτιμημένη τιμή της παροχής αιχμής στις 79 λεκάνες είναι ίση με  $1175 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 20$  έτη, και  $2250 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 100$  έτη, και εμφανίζεται σε υπολεκάνη του Ευρώτα ποταμού.
- Η μέση ανηγμένη παροχή αιχμής των 79 λεκανών προκύπτει ίση με  $2.3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  για  $T = 20$  έτη, και  $4.1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  για  $T = 100$  έτη.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Υπολογισμός παροχής σχεδιασμού με εφαρμογή της συνδυαστικής μεθόδου αριθμού καμπύλης απορροής - συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος

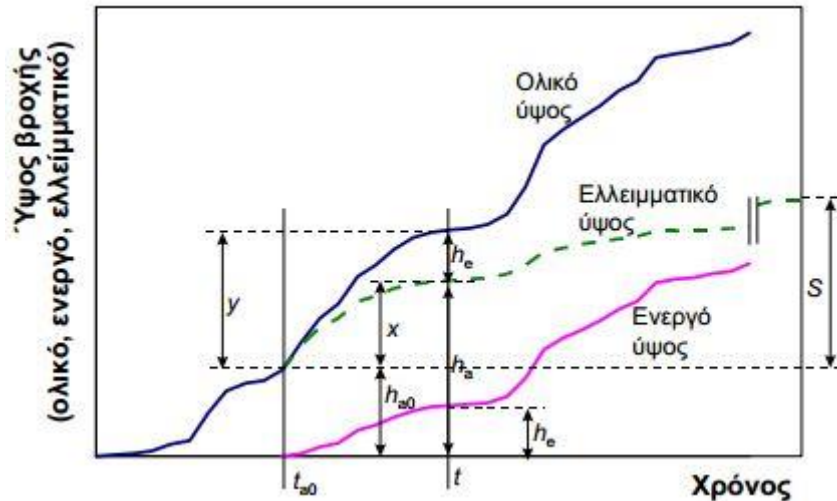
## 7.1 Σκοπός και μεθοδολογία

Η συνδυαστική εφαρμογή της μεθόδου του αριθμού καμπύλης απορροής CN της Soil Conservation Service (SCS-CN) και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος (ΣΜΥ) αποσκοπεί στην παραγωγή των πλημμυρογραφήματων σχεδιασμού των εννέα μεγάλων λεκανών απορροής της Πελοποννήσου, για τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς, ήτοι  $T = 20, 50$  και  $100$  έτη. Η μέθοδος SCS-CN χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ενεργού βροχόπτωσης, δηλαδή για τον διαχωρισμό των υδρολογικών ελλειμμάτων από το συνολικό υετογράφημα. Από την άλλη πλευρά, η μέθοδος του ΣΜΥ μετασχηματίζει (χωρικά και χρονικά) την κατανεμημένη ενεργό βροχόπτωση σε πλημμυρική απορροή στην έξοδο της λεκάνης.

## 7.2 Συνοπτική επισκόπηση της μεθόδου SCS-CN

Η μέθοδος του αριθμού καμπύλης απορροής (SCS-CN) αναπτύχθηκε από την Αμερικανική Soil Conservation Service (1972) και περιγράφει τη χρονική εξέλιξη των υδρολογικών ελλειμμάτων ενός επεισοδίου βροχής. Η μέθοδος εφαρμόζει μια απλή αλλά ρεαλιστική εννοιολογική διαδικασία, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.1 και βασίζεται στις ακόλουθες παραδοχές (U.S. Department of the Interior, 1977· βλ. και Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999, σ. 274-278):

- Για ένα αρχικό διάστημα  $t_{a0}$ , το σύνολο της βροχόπτωσης μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε έλλειμμα (αρχικό έλλειμμα), χωρίς να δίνει καθόλου ενεργή βροχόπτωση. Κατά συνέπεια, μετά το χρόνο  $t_{a0}$ , το μέγιστο ύψος ενεργού βροχόπτωσης  $h_e$  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 μία 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.



**Σχήμα 7.1** Διευκρινιστικό σκαρίφημα για τη μέθοδο εκτίμησης ελλειμμάτων σύμφωνα με τη μέθοδο SCS-CN (Πηγή: Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999, σ. 275).

Βάσει των παραπάνω παραδοχών, προκύπτει η ακόλουθη εμπειρική σχέση:

$$h_e = \begin{cases} 0, & h \leq h_{a0} \\ \frac{(h - h_{a0})^2}{h - h_{a0} + S}, & h > h_{a0} \end{cases} \quad (7.1)$$

Η παραπάνω σχέση χρησιμοποιεί δύο παραμέτρους, τη μέγιστη δυνητική κατακράτηση  $S$  και τις αρχικές απώλειες  $h_{a0}$ , που εκφράζονται ως ποσοστό του  $S$ , δηλαδή:

$$h_{a0} = a S \quad (7.2)$$

όπου  $a$  το ποσοστό αρχικών απωλειών. Στη βιβλιογραφία συστήνεται η γενική εφαρμογή ποσοστού 20%, το οποίο έχει προκύψει από δεδομένα παρατηρήσεων, άρα  $h_{a0} = 0.20 S$ . Τελικά, η μέθοδος χρησιμοποιεί μία μόνο παράμετρο, τη μέγιστη δυνητική κατακράτηση  $S$ , οπότε η (7.1) γράφεται:

$$h_e = \begin{cases} 0, & h \leq 0.2 S \\ \frac{(h - 0.2 S)^2}{h + 0.8 S}, & h > 0.2 S \end{cases} \quad (7.3)$$

Η σχέση (7.3) εφαρμόζεται και για το τελικό ύψος βροχής της καταιγίδας αλλά και για ενδιάμεσες τιμές του, οπότε προκύπτει η χρονική εξέλιξη του φαινομένου. Το τελικό ύψος των ελλειμμάτων μπορεί να φτάσει ασυμπτωτικά (για βροχόπτωση μεγάλου ύψους) την τιμή  $1.2 S$ .

Εφόσον δεν υπάρχουν μετρήσεις απορροής, η τιμή της παραμέτρου  $S$  εκτιμάται με βάση μια εμπειρική σχέση που συνδέει την παράμετρο  $S$  με τον αριθμό καμπύλης απορροής (CN) και φαίνεται παρακάτω:

$$S = 254 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (7.4)$$

Ο αριθμός καμπύλης απορροής (curve number, CN) είναι μια χαρακτηριστική παράμετρος της λεκάνης απορροής, που προτάθηκε από την Αμερικανική Soil Conservation Service (SCS, 1972) προκειμένου να συμπυκνώσει τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης σε μια μοναδική αντιπροσωπευτική τιμή.

Η παράμετρος CN παίρνει τιμές από 0 μέχρι 100, και επηρεάζεται από τις συνθήκες εδάφους, τις χρήσεις γης, και τις προηγούμενες συνθήκες εδαφικής υγρασίας στη λεκάνη απορροής. Αρχικά, η SCS κατατάσσει τα εδάφη σε τέσσερις ομάδες, ανάλογα με τη διαπερατότητα τους:

- Ομάδα Α: Εδάφη με μεγάλους ρυθμούς διήθησης, π.χ. αμμώδη και χαλικώδη με πολύ μικρό ποσοστό ιλύος και αργίλου.
- Ομάδα Β: Εδάφη με μέσους ρυθμούς διήθησης, π.χ. αμμώδης πηλός.
- Ομάδα C: Εδάφη με μικρούς ρυθμούς διήθησης, π.χ. εδάφη από αργιλοπηλό, εδάφη με σημαντικό ποσοστό αργίλου, εδάφη φτωχά σε οργανικό υλικό.
- Ομάδα D: Εδάφη με πολύ μικρούς ρυθμούς διήθησης, π.χ. εδάφη που διογκώνονται σημαντικά όταν διαβραχούν, πλαστικές άργιλοι, εδάφη μικρού βάθους με σχεδόν αδιαπέρατους οριζόντες κοντά στην επιφάνεια.

Στη συνέχεια, ορίζει τρεις τύπους προηγούμενων συνθηκών υγρασίας:

- Τύπος I: Ξηρές συνθήκες (εδάφη ξηρά, αλλά πάνω από το σημείο μαρασμού), που αντιστοιχούν στην περίπτωση που η βροχόπτωση των προηγούμενων 5 ημερών είναι μικρότερη των 13 mm (ή μικρότερη των 35 mm, για περιοχή με φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης).
- Τύπος II: Μέσες συνθήκες, που αντιστοιχούν σε βροχόπτωση των προηγούμενων 5 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 5 ημερών μεγαλύτερη των 38 mm (ή μεγαλύτερη των 53 mm, για φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης).

Για συνθήκες υγρασίας τύπου II, η SCS δίνει αναλυτικούς πίνακες με τιμές του CN για κάθε υδρολογική ομάδα εδαφών και για διάφορες χρήσεις γης, όπως είναι ο παρακάτω Πίνακας 7.1.



**Πίνακας 7.1** Τυπικές τιμές του αριθμού καμπύλης απορροής (CN) κατά SCS για αγροτικές, ημιαστικές και αστικές περιοχές και για προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου II (Πηγή: Κουτσογιάννης, 2011, σ. 126).

Περιγραφή χρήσης γης		Υδρολογικός τύπος εδάφους			
		A	B	C	D
Καλλιεργημένες εκτάσεις		62-72	71-81	78-88	81-91
Λιβάδια, βοσκότοποι		30-68	58-79	71-86	78-89
Δάση		25-45	55-66	70-77	77-83
Ανοιχτοί χώροι, πάρκα, νεκροταφεία κτλ.					
με κάλυψη από πράσινο > 75%		39	61	74	80
με κάλυψη από πράσινο < 75%		49	69	79	84
Εμπορικές περιοχές		89	92	94	95
Βιομηχανικές περιοχές (72%) αδιαπέρατες)		81	88	91	93
Οικιστικές περιοχές					
Μέσο μέγεθος οικοπέδου (στρ.)	Ποσοστό αδιαπέρατης επιφάνειας (%)				
≤0.5	65	77	85	90	92
1.0	38	61	75	83	87
1.5	30	57	72	81	86
2.0	25	54	70	80	85
4.0	20	51	68	79	84
Δρόμοι					
με οδόστρωμα και αγωγούς ομβρίων		98	98	98	98
χαλικόστρωτοι		76	85	89	91
χωματόδρομοι		72	82	87	89

### 7.3 Εκτίμηση αριθμού καμπύλης απορροής

Στην παρούσα εργασία, για τον υπολογισμό της παραμέτρου CN ορίστηκαν προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου II και εφαρμόστηκαν δύο διαφορετικοί τρόποι υπολογισμού της που είναι οι ακόλουθοι:

- Στον πρώτο τρόπο ο αριθμός καμπύλης απορροής υπολογίστηκε με βάση τον Πίνακα 7.1 της SCS, ο οποίος δίνει τιμές του CN ανάλογα με το είδος κάλυψης γης και τον υδρολογικό τύπο εδάφους.
- Στο δεύτερο τρόπο ο αριθμός καμπύλης απορροής υπολογίστηκε με την κατηγοριοποίηση τριών βασικών φυσιογραφικών χαρακτηριστικών του εδάφους σε κλάσεις (υδατοπερατότητα, φυτοκάλυψη, αποστραγγιστική ικανότητα). Αυτός ο τρόπος υπολογισμού αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου «ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ - Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού-πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων» (<http://deucalionproject.gr/>).

Επισημαίνεται, ότι και στους δυο τρόπους υπολογισμού του CN οι επεξεργασίες πραγματοποιήθηκαν σε περιβάλλον ΣΓΠ (GIS).

### 7.3.1 Υπολογισμός CN σύμφωνα με τις πινακοποιημένες τιμές της SCS

Λαμβάνονται ως δεδομένα τα ακόλουθα επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας:

- Υδρολιθολογικός χάρτης Πελοποννήσου
- Χάρτης χρήσεων γης CORINE Πελοποννήσου

Αρχικά, ορίζονται 4 υδρολογικοί τύποι εδάφους (A, B, C, D) που αντιστοιχούν σε διαφορετική διηθητικότητα ο κάθε ένας, όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.2. Έπειτα, κάθε κωδικός του υδρολιθολογικού χάρτη αντιστοιχίζεται σε έναν υδρολογικό τύπο εδάφους (Πίνακες 7.3 – 7.4), οπότε προκύπτει ο αντίστοιχος χάρτης (Σχήμα 7.2).

**Πίνακας 7.2** Υδρολογικοί τύποι εδάφους και διηθητικότητες.

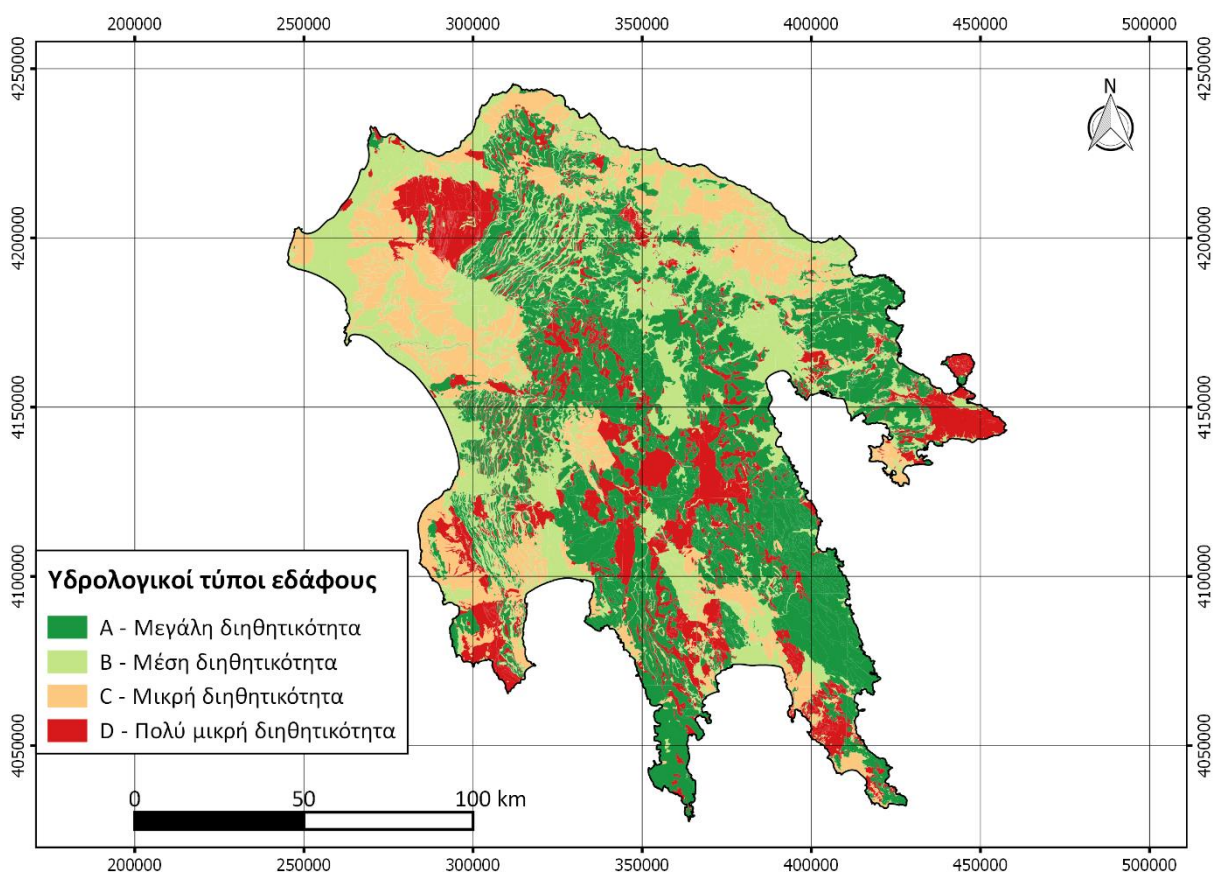
Υδρολογικός τύπος εδάφους	Διηθητικότητα
A	Μεγάλη
B	Μέση
C	Μικρή
D	Πολύ μικρή

**Πίνακας 7.3** Κατάταξη των υδρολιθολογικών σχηματισμών σε υδρολογικό τύπο εδάφους (απόσπασμα).

Σχηματισμοί	Κωδικός υδρολ. χάρτη	Περιγραφή	Διηθητικότητα	Υδρολογικός τύπος εδάφους
Ρωγματώδεις σχηματισμοί	A1	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φλύσχης)	Πολύ μικρή	D
	A2	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φυλλίτες-χαλαζίτες-σχιστόλιθοι)	Πολύ μικρή	D
	A3	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής διαπερατότητας (πυριγενή)	Πολύ μικρή	D
Καρστικοί σχηματισμοί	K1	Ανθρακικοί σχηματισμοί υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας	Μεγάλη	A
	K2	Ανθρακικοί σχηματισμοί μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας	Μέση	B

**Πίνακας 7.4** Κατάταξη των υδρολιθολογικών σχηματισμών σε υδρολογικό τύπο εδάφους (απόσπασμα).

Σχηματισμοί	Κωδικός υδrol. χάρτη	Περιγραφή	Διηθητικότητα	Υδρολογικός τύπος εδάφους
Κοκκώδεις σχηματισμοί	P1	Προσχωματικές κυρίως αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας	Μέση	B
	P2	Νεογενείς και Πλειστοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας	Μέση	B
	P3	Μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας	Μικρή	C
	P4	Κορήματα κυμαινόμενης υδροπερατότητας	Μέση	B
Γύψοι	g	Γύψοι	Μεγάλη	A
	ΛΙΜΝΗ	-	Πολύ μικρή	D
	ΠΟΤΑΜΙ	-	Πολύ μικρή	D



**Σχήμα 7.2** Υδρολογικοί τύποι εδάφους Πελοποννήσου.

Στη συνέχεια από τον Πίνακα 7.1 ορίζονται 7 κλάσεις χρήσεων γης (Πίνακας 7.5), και κάθε κωδικός του χάρτη χρήσεων γης κατά CORINE αντιστοιχίζεται σε κάθε μία από αυτές τις κλάσεις (Πίνακες 7.6 – 7.7). Στο παρακάτω Σχήμα 7.3 φαίνεται ο χάρτης της Πελοποννήσου με τις 7 κλάσεις χρήσεων γης.

**Πίνακας 7.5** Κλάσεις χρήσεων γης κατά SCS.

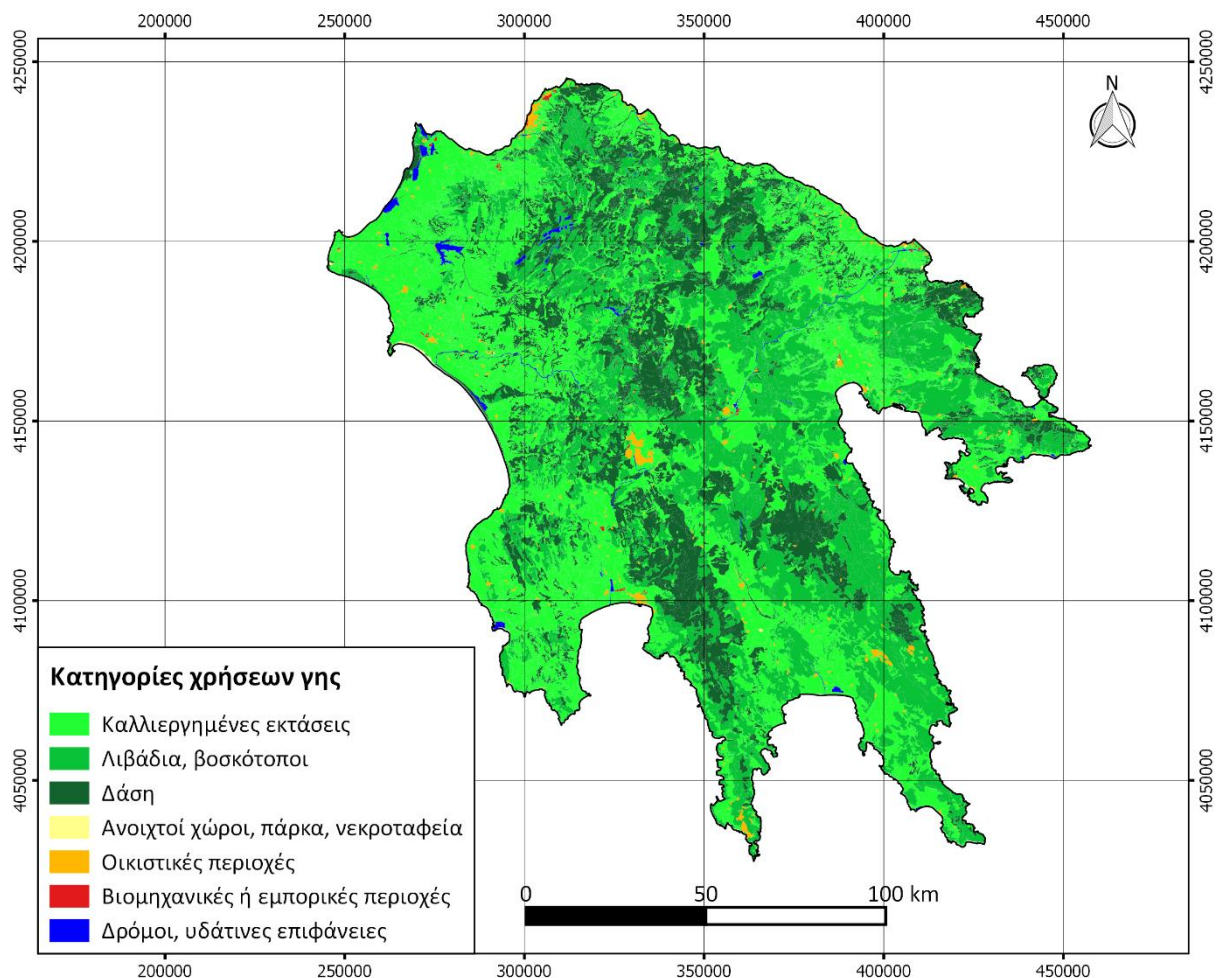
Κλάση	Περιγραφή χρήσης γης
1	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2	Λιβάδια, βοσκότοποι
3	Δάση
4	Ανοιχτοί χώροι, πάρκα, νεκροταφεία
5	Βιομηχανικές ή εμπορικές περιοχές
6	Οικιστικές περιοχές
7	Δρόμοι, υδάτινες επιφάνειες

**Πίνακας 7.6** Αντιστοίχιση κωδικών CORINE σε κλάση χρήσεων γης (απόσπασμα).

Κωδικός CORINE	Περιγραφή	Κλάση
111	Συνεχής αστική οικοδόμηση	6
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	6
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	5
122	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	7
123	Ζώνες λιμένων	7
124	Αεροδρόμια	7
131	Χώροι εξορύξεως ορυκτών	6
132	Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων	6
133	Χώροι οικοδόμησης	6
142	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	4
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	1
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	1
213	Ορυζώνες	1
221	Αμπελώνες	1
222	Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	1
223	Ελαιώνες	1
231	Λιβάδια	2
241	Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	1
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	1
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	1
311	Δάσος πλατυφύλλων	3
312	Δάσος κωνοφόρων	3
313	Μικτό δάσος	3

**Πίνακας 7.7** Αντιστοίχιση κωδικών CORINE σε κλάση χρήσεων γης (απόσπασμα).

Κωδικός CORINE	Περιγραφή	Κλάση
321	Φυσικοί βοσκότοποι	2
322	Θάμνοι και χερσότοποι	2
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	2
324	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	3
331	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές	3
332	Απογυμνωμένοι βράχοι	7
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	2
334	Αποτεφρωμένες εκτάσεις	6
411	Βάλτοι στην ενδοχώρα	7
421	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	7
422	Αλυκές	7
511	Ροές υδάτων	7
512	Συλλογές υδάτων	7
521	Παράκτιες λιμνοθάλασσες	7



**Σχήμα 7.3** Χρήσεις γης κατά SCS Πελοποννήσου.

Οι 7 κλάσεις χρήσεων γης συνδυάζονται με τους 4 υδρολογικούς τύπους εδάφους, οπότε προκύπτουν συνολικά  $4 \times 7 = 28$  συνδυασμοί, δηλαδή 28 πιθανές τιμές της παραμέτρου CN. Επειδή, όμως, ο Πίνακας 7.1 της SCS δίνει εύρη τιμών για κάθε συνδυασμό, επιλέγεται, κάθε φορά, η μέγιστη ( $CN_{max}$ ), η ελάχιστη ( $CN_{min}$ ) και η μέση τιμή ( $CN_{mean}$ ) του εύρους, όπως φαίνεται στους παρακάτω Πίνακες 7.8 – 7.10.

**Πίνακας 7.8** Τιμές της παραμέτρου  $CN_{max}$  για τον συνδυασμό των κλάσεων χρήσεων γης με τους υδρολογικούς τύπους εδάφους.

Κλάση	Υδρολογικός τύπος εδάφους	$CN_{max}$	Κλάση	Υδρολογικός τύπος εδάφους	$CN_{max}$
1	A	72	5	A	89
1	B	81	5	B	92
1	C	88	5	C	94
1	D	91	5	D	95
2	A	68	6	A	77
2	B	79	6	B	85
2	C	86	6	C	90
2	D	89	6	D	92
3	A	45	7	A	98
3	B	66	7	B	98
3	C	77	7	C	98
3	D	83	7	D	98
4	A	49			
4	B	69			
4	C	79			
4	D	84			

**Πίνακας 7.9** Τιμές της παραμέτρου  $CN_{mean}$  για τον συνδυασμό των κλάσεων χρήσεων γης με τους υδρολογικούς τύπους εδάφους.

Κλάση	Υδρολογικός τύπος εδάφους	$CN_{mean}$	Κλάση	Υδρολογικός τύπος εδάφους	$CN_{mean}$
1	A	67	5	A	85
1	B	76	5	B	90
1	C	83	5	C	92.5
1	D	86	5	D	94
2	A	49	6	A	64
2	B	68.5	6	B	76.5
2	C	78.5	6	C	84.5
2	D	83.5	6	D	88
3	A	35	7	A	98
3	B	60.5	7	B	98
3	C	73.5	7	C	98
3	D	80	7	D	98
4	A	44			
4	B	65			
4	C	76.5			
4	D	82			

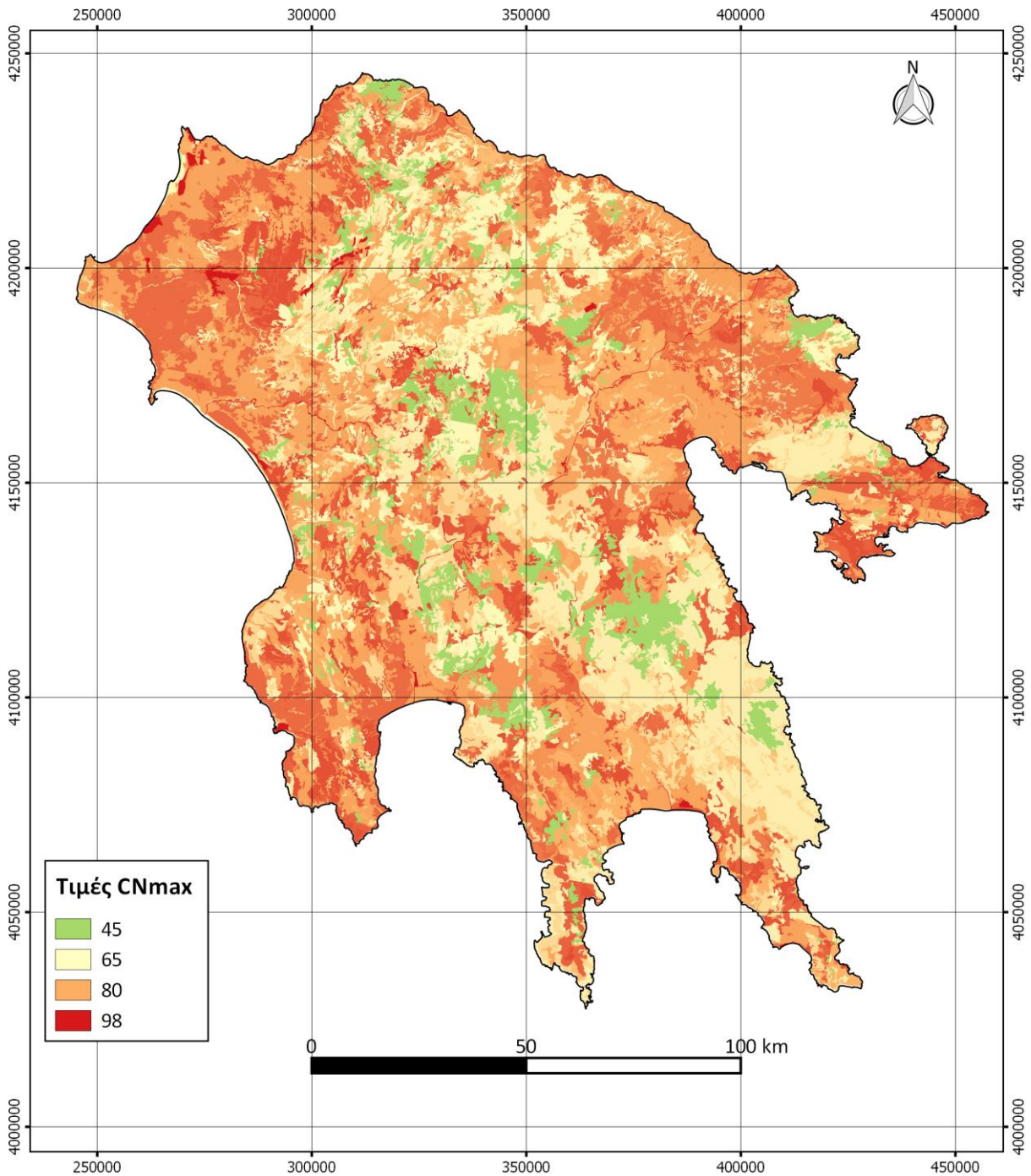
**Πίνακας 7.10** Τιμές της παραμέτρου  $CN_{min}$  για τον συνδυασμό των κλάσεων χρήσεων γης με τους υδρολογικούς τύπους εδάφους.

Κλάση	Υδρολογικός τύπος εδάφους	$CN_{min}$	Κλάση	Υδρολογικός τύπος εδάφους	$CN_{min}$
1	A	62	5	A	81
1	B	71	5	B	88
1	C	78	5	C	91
1	D	81	5	D	93
2	A	30	6	A	51
2	B	58	6	B	68
2	C	71	6	C	79
2	D	78	6	D	84
3	A	25	7	A	98
3	B	55	7	B	98
3	C	70	7	C	98
3	D	77	7	D	98
4	A	39			
4	B	61			
4	C	74			
4	D	80			



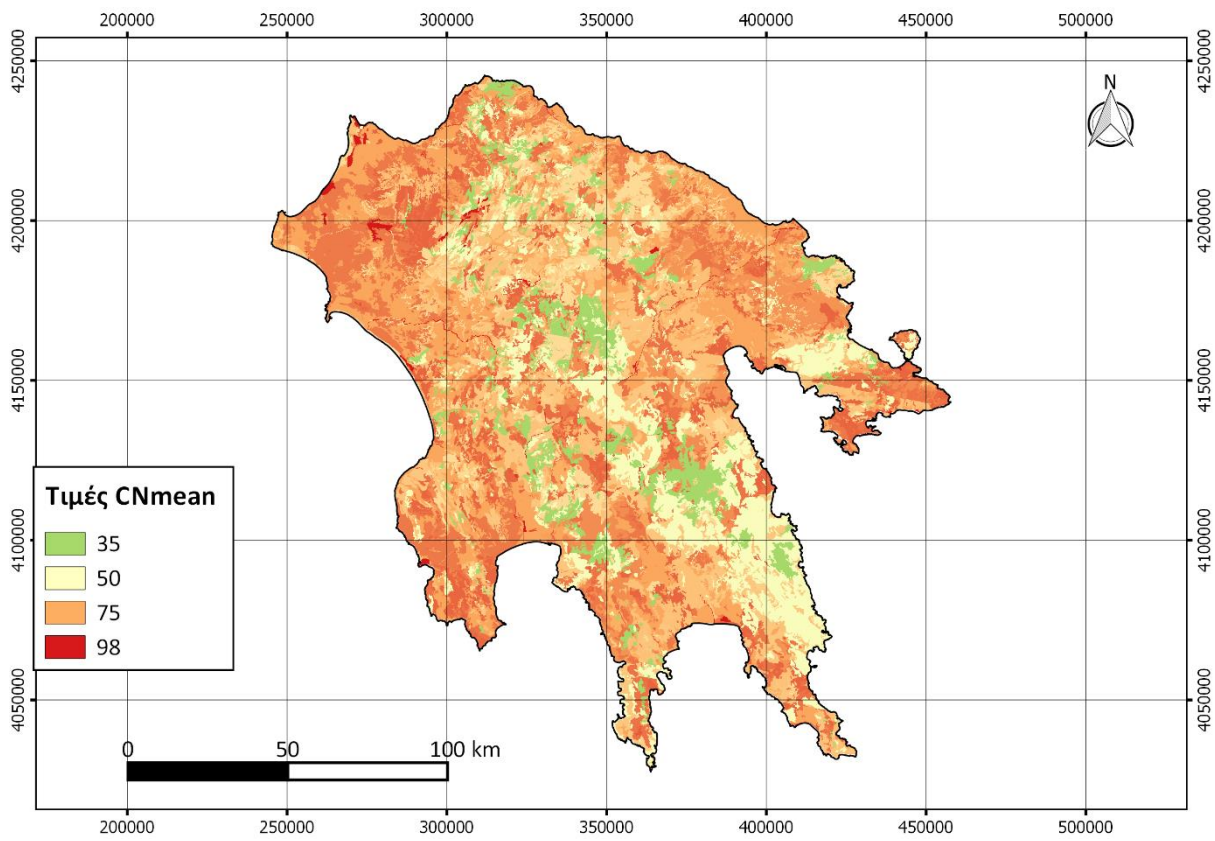
Τελικά, προκύπτουν οι ψηφιακοί χάρτες της Πελοποννήσου με τις κατανεμημένες τιμές της παραμέτρου CN ( $CN_{max}$ ,  $CN_{mean}$ ,  $CN_{min}$ ), οι οποίοι δίνονται στα επόμενα σχήματα (Σχήματα 7.4 έως 7.6).

Με βάση αυτούς τους χάρτες υπολογίζεται η μέση τιμή του CN ( $CN_{max}$ ,  $CN_{mean}$ ,  $CN_{min}$ ) για κάθε μία από τις εννέα λεκάνες ενδιαφέροντος (Πίνακας 7.11).

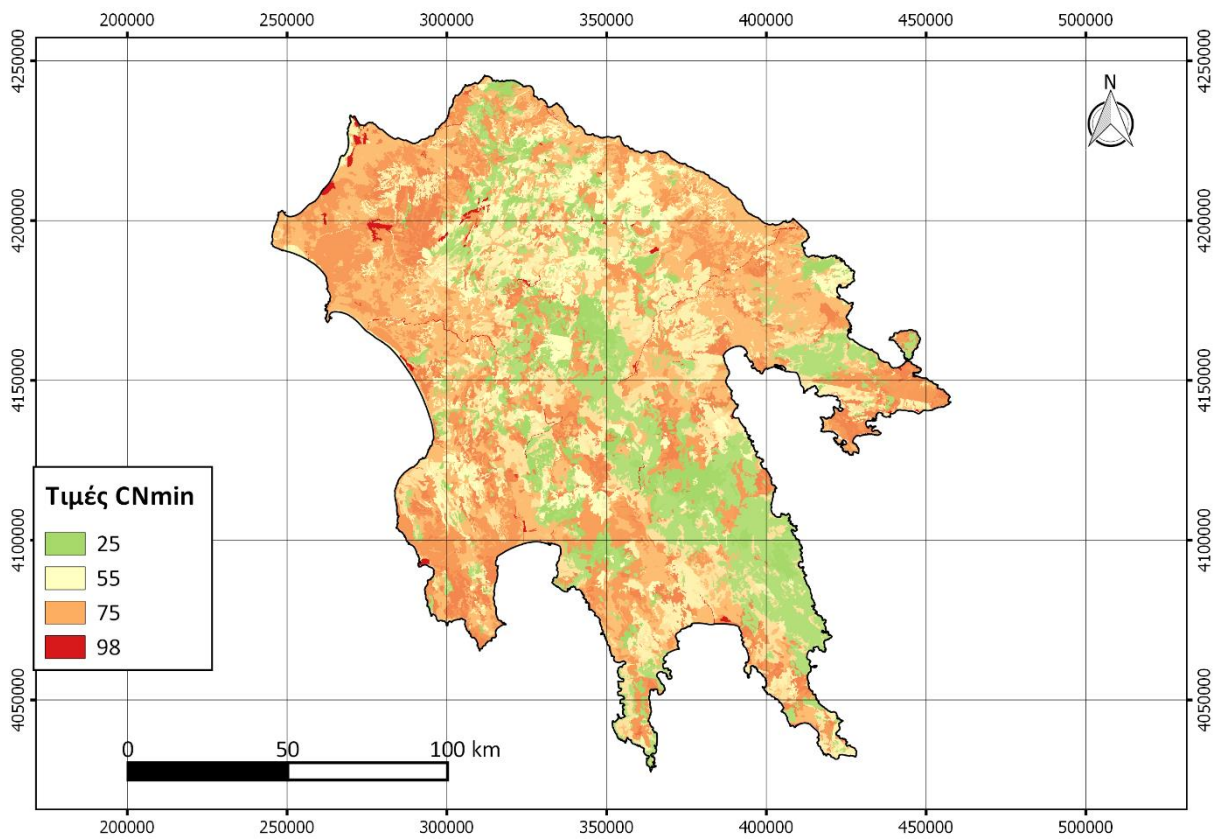


Σχήμα 7.4 Τιμές της παραμέτρου  $CN_{max}$ .





**Σχήμα 7.5** Τιμές της παραμέτρου  $CN_{mean}$ .



**Σχήμα 7.6** Τιμές της παραμέτρου  $CN_{min}$ .

**Πίνακας 7.11** Τιμές CN κατά SCS των εννέα λεκανών απορροής.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>
1	Αλφειού	74	66	58
2	Ασωπού	76	69	61
3	Δαφνώνα	68	55	41
4	Ευρώτα	73	64	55
5	Ίναχου	81	74	65
6	Πάμισου	75	68	61
7	Πείρου	80	73	66
8	Πηνειού	82	76	69
9	Σελινούντα	69	62	53

### 7.3.2 Υπολογισμός CN σύμφωνα με το ερευνητικό έργο ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ

Υπολογίζεται ο αριθμός καμπύλης απορροής αναφοράς, ο οποίος αντιστοιχεί σε μέσες συνθήκες υγρασίας (τύπου II) και ποσοστό αρχικών απωλειών 20% και συμβολίζεται CN<sub>II,20</sub> (στην παρούσα εργασία συμβολίζεται πιο απλά και με CN<sub>deucal</sub>). Η τιμή αυτή εκτιμάται με βάση τις κλάσεις υδατοπερατότητας, βλάστησης και αποστραγγιστικής ικανότητας της επιφάνειας αναφοράς, σύμφωνα με την εμπειρική σχέση:

$$CN_{II,20} = 10 + 9 \times i_{PERM} + 6 \times i_{VEG} + 3 \times i_{SLOPE} \quad (7.5)$$

όπου  $i_{PERM}$ ,  $i_{VEG}$  και  $i_{SLOPE}$  κωδικοί που λαμβάνουν τιμές [1...5] και υποδηλώνουν κάθε μία από τις παρακάτω κλάσεις (Πίνακας 7.12).

**Πίνακας 7.12** Κωδικοποίηση φυσιογραφικών χαρακτηριστικών για την εκτίμηση της τιμής αναφοράς της παραμέτρου CN (CN<sub>II,20</sub>).

Κλάση περατότητας	$i_{PERM}$	Κλάση βλάστησης	$i_{VEG}$	Κλάση αποστραγγιστικής ικανότητας	$i_{SLOPE}$
Πολύ υψηλή	1	Πυκνή	1	Αμελητέα	1
Υψηλή	2	Μεσαία	2	Χαμηλή	2
Μέτρια	3	Χαμηλή	3	Μέτρια	3
Χαμηλή	4	Αραιή	4	Υψηλή	4
Πολύ χαμηλή	5	Μηδενική	5	Πολύ υψηλή	5

Τα γεωγραφικά δεδομένα εισόδου, για την εκτίμηση του CN<sub>deucal</sub>, είναι τα ακόλουθα:

- Υδρολιθολογικός χάρτης Πελοποννήσου
- Χάρτης χρήσεων γης Πελοποννήσου
- Χάρτης κλίσεων εδάφους Πελοποννήσου (παράγωγος χάρτης από το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων).

Αρχικά, με βάση τον υδρολιθολογικό χάρτη κάθε υδρολιθολογικός σχηματισμός κατατάσσεται σε μία κλάση περατότητας και κατ' επέκταση σε μια μοναδική τιμή  $i_{PERM}$  (Πίνακας 7.13).

**Πίνακας 7.13** Κατάταξη υδρολιθολογικών σχηματισμών σε κλάση περατότητας.

Σχηματισμοί	Κωδικός υδρολ. χάρτη	Περιγραφή	Κλάση περατότητας
Ρωγματώδεις σχηματισμοί	A1	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φλύσσης)	Πολύ χαμηλή
	A2	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φυλλίτες-χαλαζίτες-σχιστόλιθοι)	Χαμηλή
	A3	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής διαπερατότητας (πυριγενή)	Χαμηλή
Καρστικοί σχηματισμοί	K1	Ανθρακικοί σχηματισμοί υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας	Πολύ υψηλή
	K2	Ανθρακικοί σχηματισμοί μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας	Υψηλή
Κοκκώδεις σχηματισμοί	P1	Προσχωματικές κυρίως αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας	Μέτρια
	P2	Νεογενείς και Πλειστοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας	Μέτρια
	P3	Μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας	Χαμηλή
	P4	Κορήματα κυμαινόμενης υδροπερατότητας	Μέτρια
Γύψοι	g	Γύψοι	Υψηλή
	ΛΙΜΝΗ	-	Πολύ χαμηλή
	ΠΟΤΑΜΙ	-	Πολύ χαμηλή

Στη συνέχεια από το χάρτη των χρήσεων γης κατά CORINE κάθε κωδικός κάλυψης εδάφους αντιστοιχίζεται σε μία από τις παραπάνω πέντε κλάσεις βλάστησης (Πίνακας 7.12) και κατ' επέκταση σε μια μοναδική τιμή  $i_{VEG}$  (Πίνακας 7.14).

**Πίνακας 7.14** Κατάταξη των χρήσεων γης κατά CORINE σε κλάση βλάστησης.

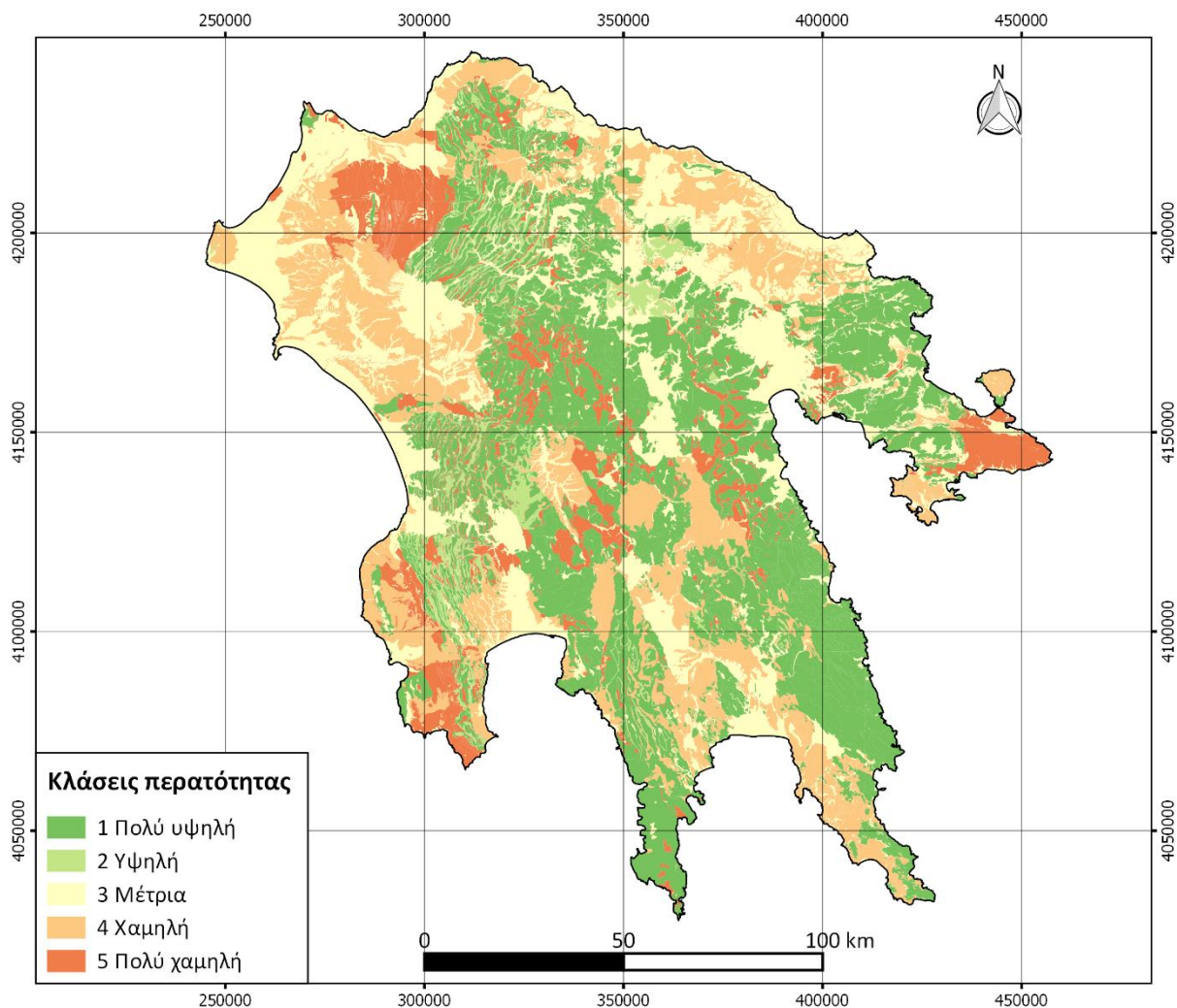
<b>Κωδικός CORINE</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Βλάστηση</b>
111	Συνεχής αστική οικοδόμηση	Μηδενική
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	Αραιή
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	Μηδενική
122	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	Μηδενική
123	Ζώνες λιμένων	Μηδενική
124	Αεροδρόμια	Μηδενική
131	Χώροι εξορύξεως ορυκτών	Μηδενική
132	Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων	Μηδενική
133	Χώροι οικοδόμησης	Μηδενική
142	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	Αραιή
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	Αραιή
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	Χαμηλή
213	Ορυζώνες	Χαμηλή
221	Αμπελώνες	Χαμηλή
222	Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	Μεσαία
223	Ελαιώνες	Μεσαία
231	Λιβάδια	Χαμηλή
241	Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	Χαμηλή
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Χαμηλή
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	Χαμηλή
244	Αγροτικές δασικές περιοχές	Μεσαία
311	Δάσος πλατυφύλλων	Πυκνή
312	Δάσος κωνοφόρων	Πυκνή
313	Μικτό δάσος	Πυκνή
321	Φυσικοί βοσκότοποι	Χαμηλή
322	Θάμνοι και χερσότοποι	Χαμηλή
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	Μεσαία
324	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	Μεσαία
331	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές	Αραιή
332	Απογυμνωμένοι βράχοι	Μηδενική
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	Αραιή
334	Αποτεφρωμένες εκτάσεις	Μηδενική
411	Βάλτοι στην ενδοχώρα	Αραιή
421	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	Αραιή
422	Αλυκές	Αραιή
511	Ροές υδάτων	Μηδενική
512	Συλλογές υδάτων	Μηδενική
521	Παράκτιες λιμνοθάλασσες	Μηδενική

Έπειτα, για την κατηγοριοποίηση της αποστραγγιστικής ικανότητας του εδάφους χρησιμοποιείται ο χάρτης κλίσεων του εδάφους, ο οποίος έχει παραχθεί από το ψηφιακό μοντέλο υψομέτρων της Πελοποννήσου. Σε αυτό το χάρτη, κάθε τιμή της κλίσης του εδάφους αντιστοιχίζεται σε μία κλάση αποστραγγιστικής ικανότητας, σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 7.15.

**Πίνακας 7.15** Κλάσεις αποστραγγιστικής ικανότητας με βάση τη μέση κλίση εδάφους.

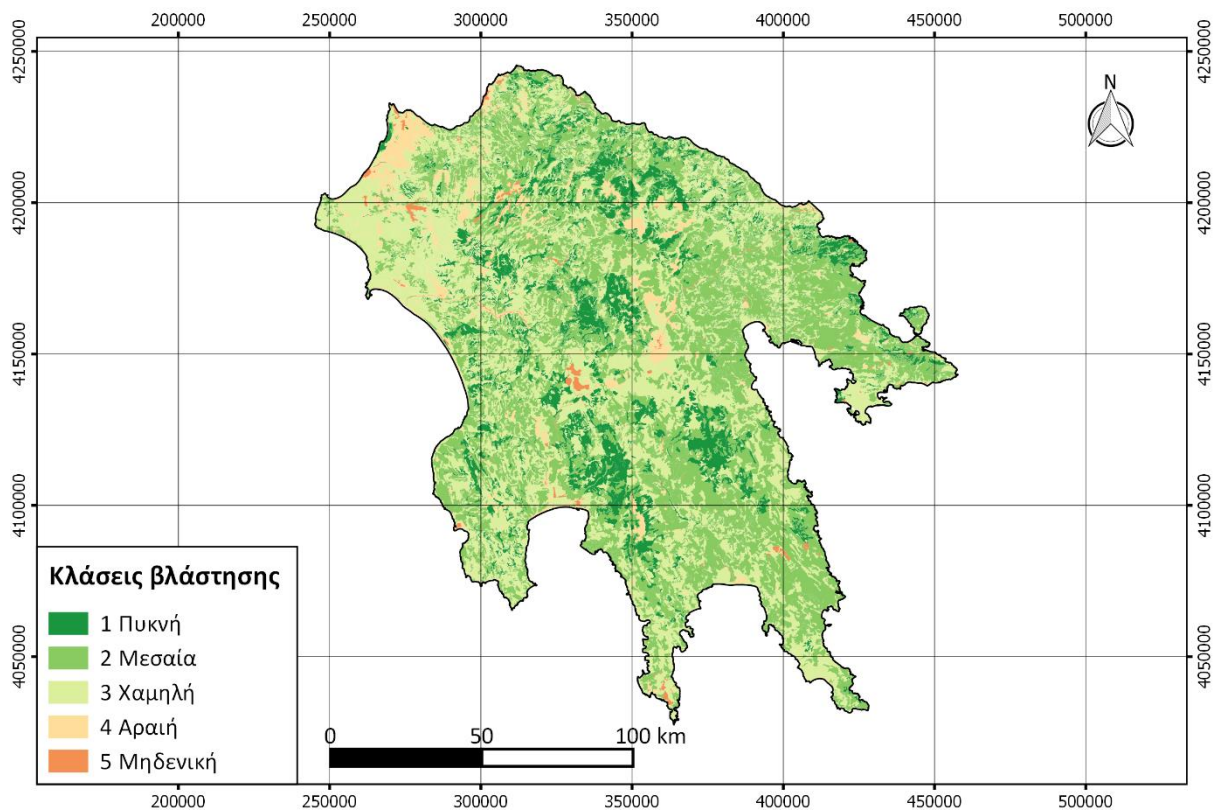
Μέση κλίση εδάφους	Κλάση αποστραγγιστικής ικανότητας	$i_{SLOPE}$
0%	Αμελητέα	1
1-2%	Χαμηλή	2
2-10%	Μέτρια	3
10-30%	Υψηλή	4
30%	Πολύ υψηλή	5

Παρακάτω δίνονται οι χάρτες με τις κλάσεις των τριών φυσιογραφικών χαρακτηριστικών (περατότητα, βλάστηση, αποστραγγιστική ικανότητα), όπως περιγράφηκαν προηγουμένως (Σχήματα 7.7 - 7.9).

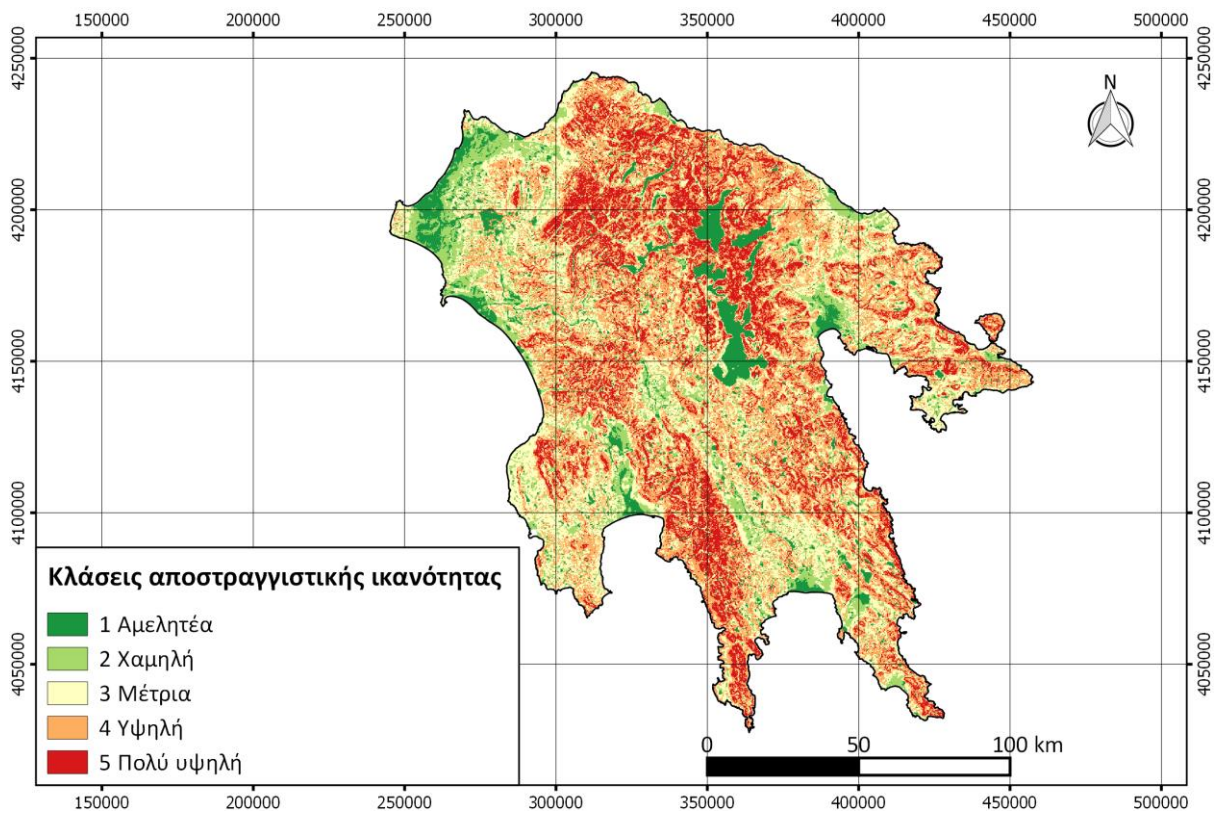


**Σχήμα 7.7** Κλάσεις περατότητας υδρολιθολογικών σχηματισμών Πελοποννήσου.



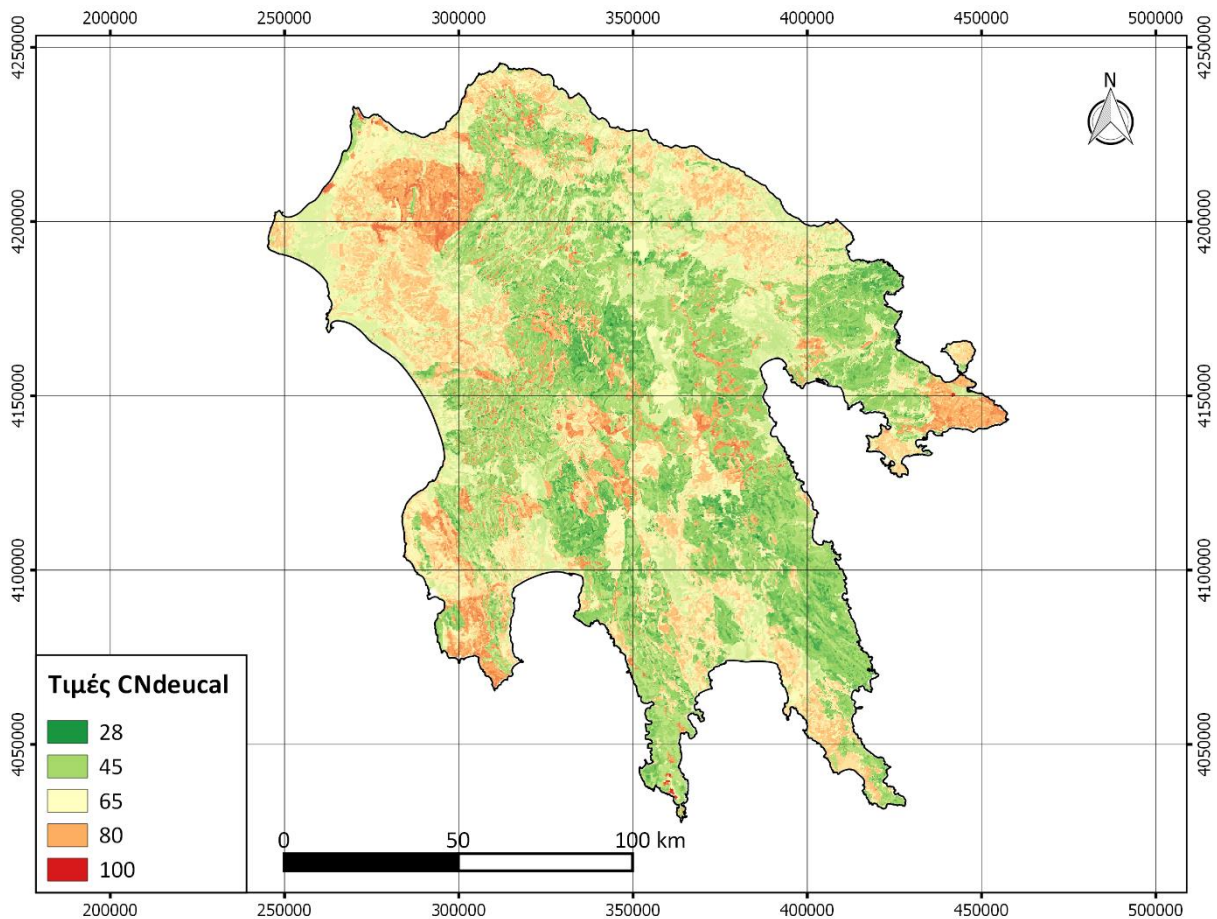


**Σχήμα 7.8** Κλάσεις βλάστησης Πελοποννήσου.



**Σχήμα 7.9** Κλάσεις αποστραγγιστικής ικανότητας Πελοποννήσου.

Η χωρική πράξη μεταξύ των παραπάνω τριών χαρτών, που έγινε σύμφωνα με τη σχέση (7.5), οδήγησε στη δημιουργία ενός χάρτη της Πελοποννήσου με τις κατανεμημένες τιμές της παραμέτρου  $CN_{deucal}$  (Σχήμα 7.10). Με βάση αυτό το χάρτη υπολογίστηκε η μέση τιμή του  $CN_{deucal}$ , για κάθε μία από τις εννέα λεκάνες της παρούσας εργασίας (Πίνακας 7.16).



Σχήμα 7.10 Τιμές της παραμέτρου  $CN_{deucal}$ .

Πίνακας 7.16 Τιμές της παραμέτρου  $CN_{deucal}$  των εννέα λεκανών.

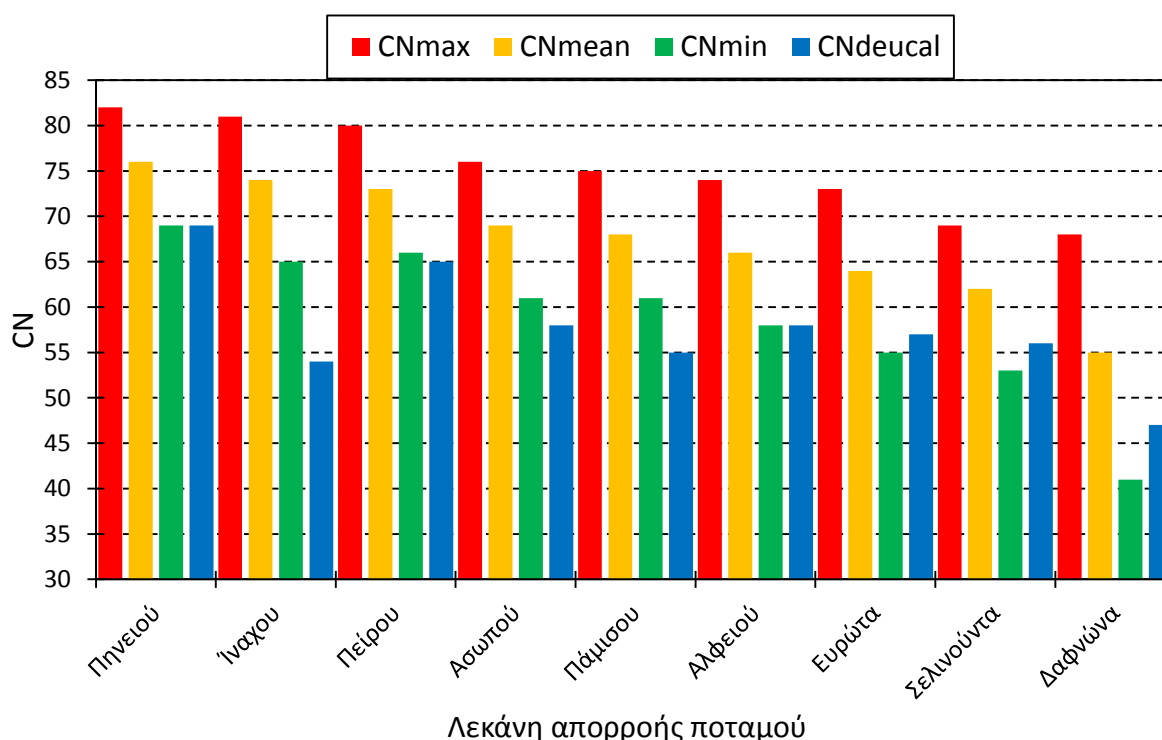
ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	$CN_{deucal}$
1	Αλφειού	58
2	Ασωπού	58
3	Δαφνώνα	47
4	Ευρώτα	57
5	Ίναχου	54
6	Πάμισου	55
7	Πείρου	65
8	Πηνειού	69
9	Σελινούντα	56

### 7.3.3 Τιμές αριθμού καμπύλης απορροής για τις εννέα λεκάνες

Δίνονται σε πίνακα και σε διάγραμμα, συγκεντρωτικά, οι τιμές CN που υπολογίστηκαν προηγουμένως, για κάθε μία από τις εννέα λεκάνες (Πίνακας 7.17 και Σχήμα 7.11).

**Πίνακας 7.17** Τιμές της παραμέτρου CN των εννέα λεκανών.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
1	Αλφειού	74	66	58	58
2	Ασωπού	76	69	61	58
3	Δαφνώνα	68	55	41	47
4	Ευρώτα	73	64	55	57
5	Ίναχου	81	74	65	54
6	Πάμισου	75	68	61	55
7	Πείρου	80	73	66	65
8	Πηνειού	82	76	69	69
9	Σελινούντα	69	62	53	56



**Σχήμα 7.11** Τιμές της παραμέτρου CN των εννέα λεκανών απορροής.

Με βάση τον Πίνακα 7.17 και το Σχήμα 7.11 εξάγονται οι εξής παρατηρήσεις:

- Οι μεγαλύτερες τιμές του CN αντιστοιχούν, για κάθε λεκάνη, στο CN<sub>max</sub> κατά SCS.
- Οι μικρότερες τιμές του CN αντιστοιχούν, για κάθε λεκάνη, στο CN<sub>min</sub> κατά SCS ή στο CN<sub>deucal</sub>. Αυτές οι δύο τιμές ταυτίζονται σε ορισμένες λεκάνες (π.χ. λεκάνη Πηνειού).



- Η διαφορά μέγιστης και ελάχιστης τιμής του CN, για κάθε λεκάνη, κυμαίνεται από 13 στη λεκάνη του ποταμού Πηνειού, έως 27 στις λεκάνες του ποταμού Ίναχου και του ρέματος Δαφνώνα.

## 7.4 Συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα

### 7.4.1 Η έννοια του μοναδιαίου υδρογραφήματος (MY)

Μοναδιαίο υδρογράφημα (unit hydrograph),  $U_d(t)$ , διάρκειας βροχής  $d$  ορίζεται το καθαρό πλημμυρογράφημα μιας λεκάνης που παράγεται από μια ενεργό βροχόπτωση μοναδιαίου ύψους  $h_0$  και έντασης  $i = h_0 / d$ , ομοιόμορφα κατανεμημένης στο χώρο και το χρόνο (γενικά θεωρείται  $h_0 = 10 \text{ mm}$ ). Πρακτικά, το μοναδιαίο υδρογράφημα (MY) περιγράφει ένα χρονικό μετασχηματισμό της ενεργού βροχόπτωσης σε πλημμυρογράφημα στην έξοδο της λεκάνης, και αποτελεί σταθερό χαρακτηριστικό της λεκάνης. Συνεπώς, για κάθε διάρκεια ενεργού βροχής αντιστοιχεί ένα και μόνο MY. Αν  $A$ , είναι η έκταση της λεκάνης, τότε το εμβαδόν του MY, δηλαδή ο πλημμυρικός όγκος, ισούται με  $V_0 = h_0 A$ .

Η μέθοδος του MY διατυπώθηκε από τον Sherman (1932) και διέπεται από δύο θεμελιώδεις αρχές:

- 1) *Αρχή της αναλογίας*: Δύο ενεργές βροχοπτώσεις ίδιας διάρκειας, διαφορετικού ύψους και σταθερής χρονικά και χωρικά έντασης, παράγουν υδρογραφήματα με την ίδια χρονική βάση και σε κάθε χρονική στιγμή ο λόγος των παροχών τους είναι ίσος με τον λόγο των υψών τους (ή, ισοδύναμα, των εντάσεων).
- 2) *Αρχή της επαλληλίας*: Το συνολικό υδρογράφημα που παράγεται από διαδοχικές βροχοπτώσεις είναι το υδρογράφημα με τεταγμένες (δηλαδή τιμές επιφανειακής παροχής) το άθροισμα των τεταγμένων των επιμέρους υδρογραφημάτων.

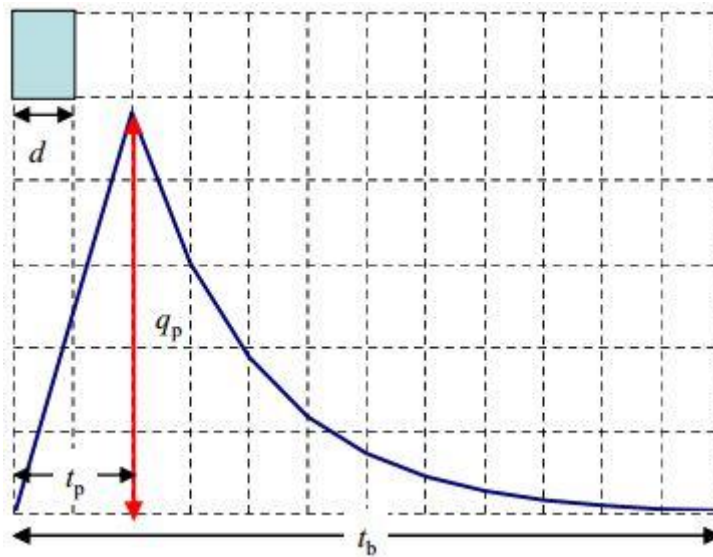
Η εφαρμογή του MY βασίζεται στις εξής παραδοχές:

- Η ένταση της βροχής είναι σταθερή για όλη τη διάρκεια του επεισοδίου και κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη την έκταση της λεκάνης.
- Σε μια δεδομένη λεκάνη, δύο βροχές ίσης διάρκειας που προκαλούν απορροή, παράγουν υδρογραφήματα άμεσης απορροής με την ίδια χρονική διάρκεια, ανεξάρτητα από τις επιμέρους εντάσεις των επεισοδίων βροχής.
- Σε μια δεδομένη υδρολογική λεκάνη, η άμεση απορροή που προκαλείται από ένα συγκεκριμένο επεισόδιο βροχής είναι ανεξάρτητη από τα προηγούμενα επεισόδια.
- Το σχήμα του μοναδιαίου υδρογραφήματος δεδομένης διάρκειας βροχής αντιπροσωπεύει τα χαρακτηριστικά της λεκάνης, τα οποία θεωρούνται χρονικά αμετάβλητα.

### 7.4.2 Παραμετρικό συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα

Για την εκτίμηση των πλημμυρικών αιχμών υιοθετήθηκε η μέθοδος του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος, καθώς δεν υπάρχουν μετρήσεις απορροής από πραγματικά επεισόδια βροχής στις λεκάνες της παρούσας εργασίας. Στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ (<http://deucalionproject.gr/>), αναπτύχθηκε ένα παραμετρικό

Συνθετικό Μοναδιαίο Υδρογράφημα (ΣΜΥ), διάρκειας βροχής  $d$ , το οποίο περιλαμβάνει ένα γραμμικό ανοδικό κλάδο και έναν αρνητικά εκθετικό καθοδικό κλάδο (Σχήμα 7.12).



**Σχήμα 7.12** Παραμετρικό συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα διάρκειας βροχής  $d$  και χαρακτηριστικά μεγέθη.

Το παραπάνω ΣΜΥ διάρκειας βροχής  $d$ , έχει δύο χαρακτηριστικά χρονικά μεγέθη που είναι ο χρόνος ανόδου  $t_p$  και ο χρόνος βάσης  $t_b$ . Ο χρόνος ανόδου εκφράζεται ως:

$$t_p = d/2 + \beta t_c \quad (7.6)$$

ενώ ο χρόνος βάσης δίνεται από τη σχέση:

$$t_b = d + \gamma t_c \quad (7.7)$$

όπου  $t_c$  ο χρόνος συγκέντρωσης κατά Giandotti και  $\beta, \gamma$  παράμετροι με  $0 < \beta < 1$  και  $\gamma \geq 1$ .

Οι χρόνοι  $t_p$  και  $t_b$  στρογγυλεύονται ώστε να εκφράζονται ως ακέραιο πολλαπλάσιο της διάρκειας  $d$ , δηλαδή:

$$T_p = \text{ROUND}(t_p / d) d \quad (7.8)$$

$$T_b = \text{ROUND}(t_b / d) d \quad (7.9)$$

Για δεδομένες τιμές των  $t_p$  και  $t_b$  (ή, ισοδύναμα, για δεδομένες τιμές των παραμέτρων  $\beta$  και  $\gamma$ ), υπολογίζονται οι τεταγμένες του ΣΜΥ ως εξής:

Για  $t \leq T_p$  (ανοδικός κλάδος υδρογραφήματος), οι παροχές υπολογίζονται από τη σχέση:

$$u(t) = q_p t / T_p \quad (7.10)$$

όπου  $q_p$  η παροχή αιχμής του ΣΜΥ.

Για  $t > T_p$  (καθοδικός κλάδος του υδρογραφήματος), οι παροχές υπολογίζονται από την αντίστροφη εκθετική σχέση:

$$u(t) = q_p \exp(-5 t / T_b) \quad (7.11)$$

Η παροχή αιχμής  $q_p$  προκύπτει από την εξίσωση συνέχειας, δηλαδή την εξίσωση του όγκου του ΣΜΥ με τον όγκο της μοναδιαίας βροχής  $V_0 = h_0 A$ , όπου  $h_0 = 10$  mm το ύψος της μοναδιαίας βροχής και  $A$  η έκταση της λεκάνης.

Για την παράμετρο  $\beta$  του χρόνου ανόδου προτείνονται οι τιμές  $\beta = 0.30$ , για μεγάλες και μέτριες κλίσεις, και  $\beta = 0.50$ , για μικρές και ήπιες κλίσεις. Στην παρούσα εργασία για τον υπολογισμό της παραμέτρου  $\beta$ , χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο κλίσεων της Πελοποννήσου, αντιστοιχίζοντας κάθε τιμή της κλίσης σε μία τιμή του  $\beta$  σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 7. 18.

**Πίνακας 7.18** Τιμές της παραμέτρου  $\beta$  σύμφωνα με την κλίση του εδάφους.

Κλίση (%)	Παράμετρος $\beta$
<10	0.5
10-30	0.4
>30	0.3

Για την παράμετρο  $\gamma$  του χρόνου βάσης προτείνονται οι τιμές:

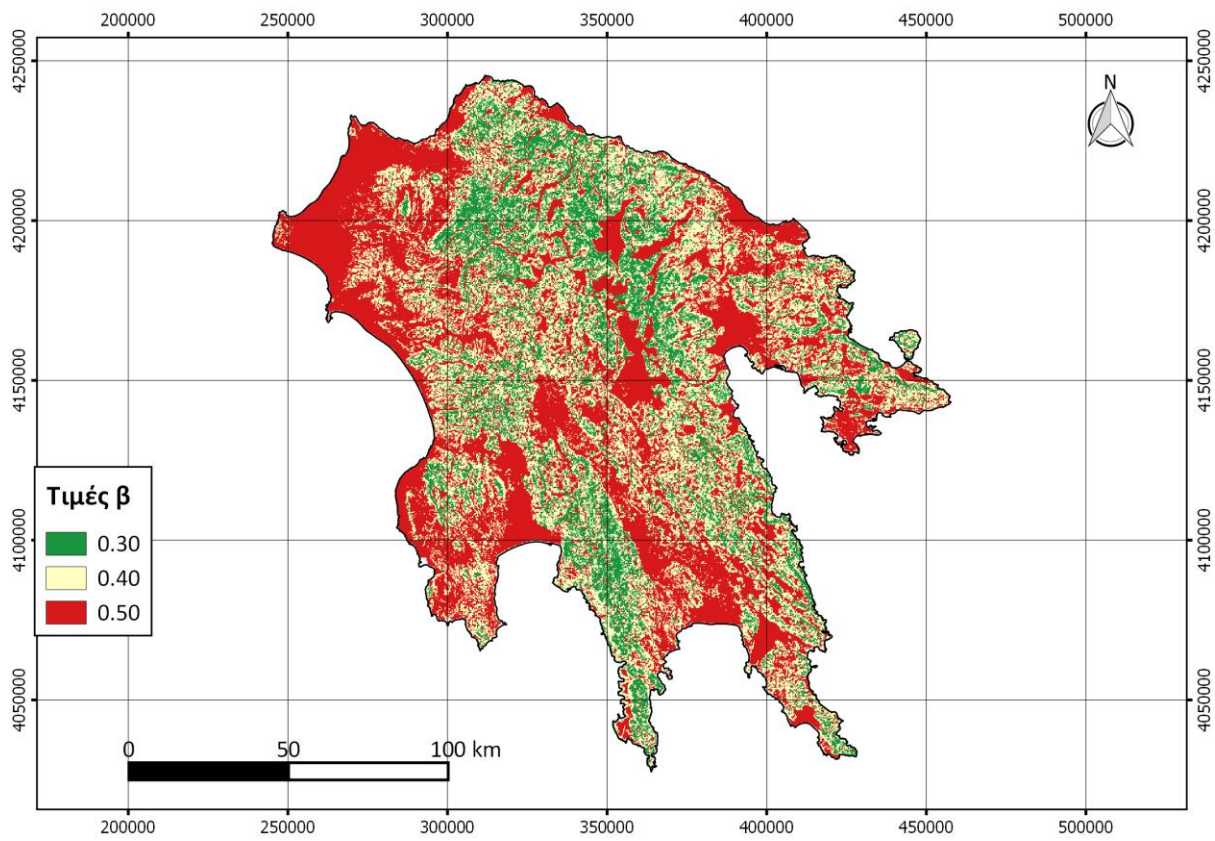
- $\gamma = 1$  για αστικές λεκάνες πυκνής δόμησης, με ανεπτυγμένο δίκτυο ομβρίων
- $\gamma = 5$  για λεκάνες χαμηλής περατότητας, με περιορισμένη παραγωγή υποδερμικής ροής
- $\gamma = 10$  για λεκάνες μέτριας ως υψηλής υδατοπερατότητας
- $\gamma = 20$  για καρστικές λεκάνες, με κυριαρχία υποδερμικής ροής.

Στην παρούσα εργασία η παράμετρος  $\gamma$  υπολογίστηκε με βάση τον υδρολιθολογικό χάρτη της Πελοποννήσου, αντιστοιχίζοντας κάθε υδρολιθολογικό σχηματισμό σε μία τιμή του  $\gamma$  σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 7.19.

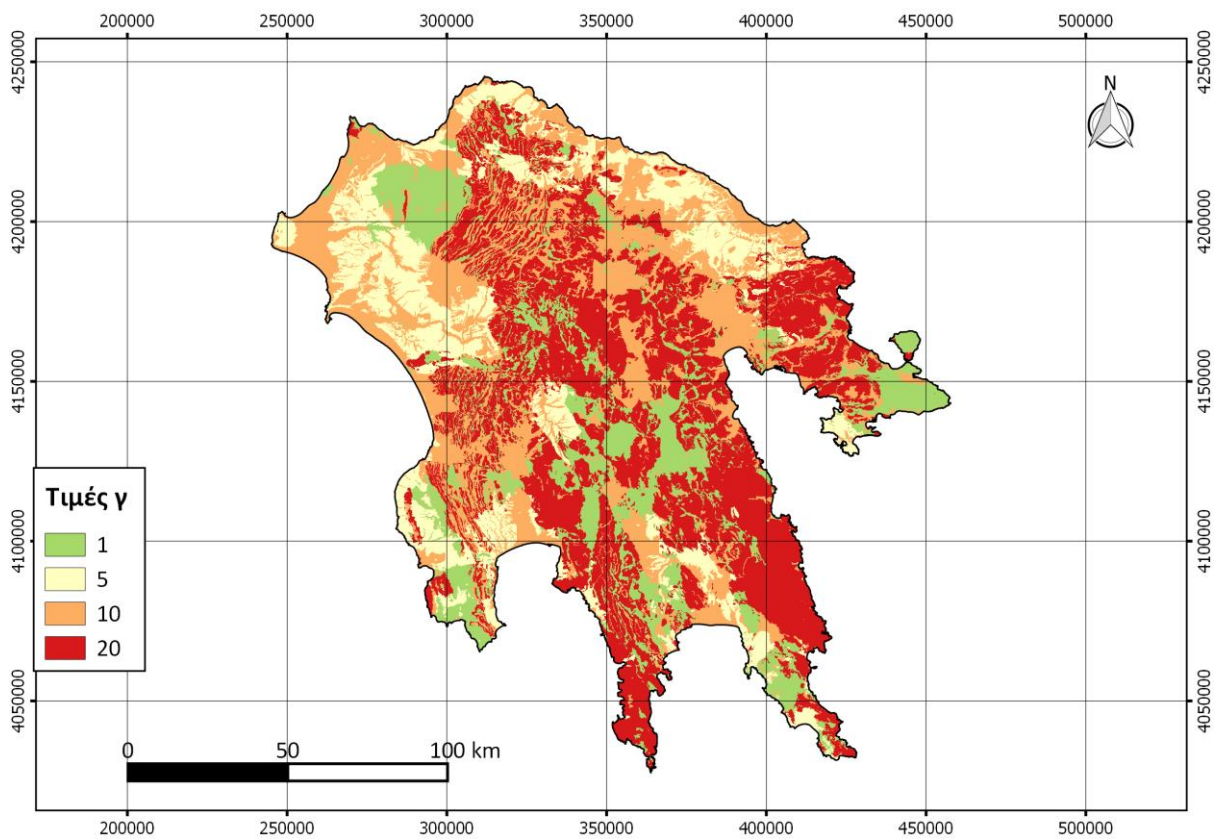
**Πίνακας 7.19** Αντιστοίχιση των υδρολιθολογικών σχηματισμών σε μία τιμή της παραμέτρου  $\gamma$ .

Σχηματισμοί	Κωδικός υδρολ. χάρτη	Περιγραφή	Παράμετρος $\gamma$
Ρωγματώδεις σχηματισμοί	A1	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φλύσξης)	1
	A2	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (φυλλίτες-χαλαζίτες-σχιστόλιθοι)	1
	A3	Ρωγματώδεις σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής διαπερατότητας (πυριγενή)	1
Καρστικοί σχηματισμοί	K1	Ανθρακικοί σχηματισμοί υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας	20
	K2	Ανθρακικοί σχηματισμοί μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας	10
Κοκκώδεις σχηματισμοί	P1	Προσχωματικές κυρίως αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας	10
	P2	Νεογενείς και Πλειστοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας	10
	P3	Μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας	5
	P4	Κορήματα κυμαινόμενης υδροπερατότητας	10
Γύψοι	g	Γύψοι	20
	ΛΙΜΝΗ	-	1
	ΠΟΤΑΜΙ	-	1

Οι υπολογισμένες τιμές των παραμέτρων  $\beta$ ,  $\gamma$  δίνονται στα παρακάτω σχήματα (Σχήματα 7.13 - 7.14).



Σχήμα 7.13 Τιμές της παραμέτρου  $\beta$  στην Πελοπόννησο.



Σχήμα 7.14 Τιμές της παραμέτρου  $\gamma$  στην Πελοπόννησο.

Από τους παραπάνω χάρτες με τις κατανομημένες τιμές των παραμέτρων  $\beta$ ,  $\gamma$  εκτιμήθηκαν, με χρήση ΣΓΠ, οι μέσες τιμές των εν λόγω παραμέτρων για τις εννέα λεκάνες της παρούσας εργασίας.

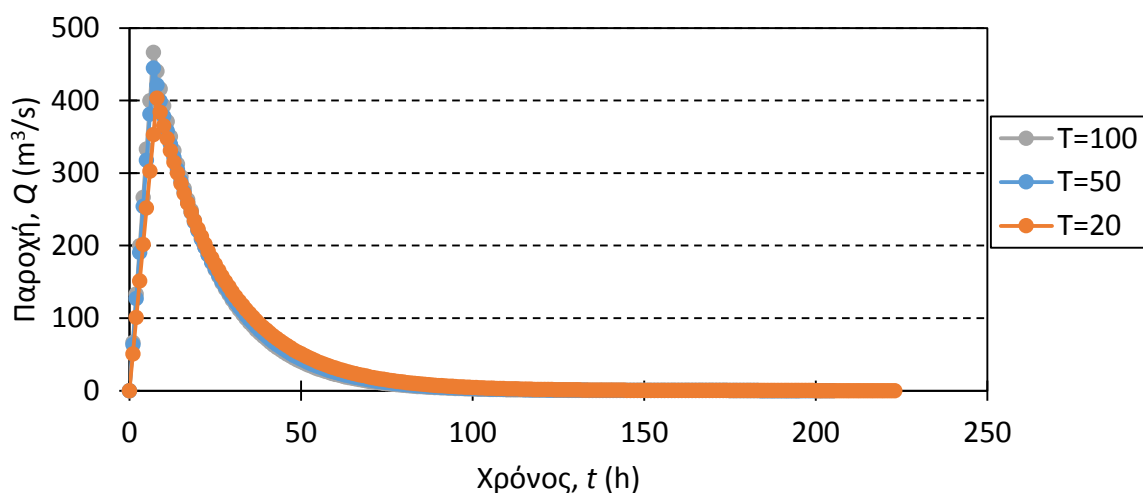
Ο χρόνος συγκέντρωσης  $t_c$  που χρησιμοποιήθηκε είναι αυτός που δίνεται από τη σχέση (6.5), δηλαδή η απομειωμένη τιμή του  $t_c$ , λόγω της εξάρτησής του από την απορροή.

Στον παρακάτω Πίνακα 7.20 δίνονται οι παράμετροι  $\beta$ ,  $\gamma$  των συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων και οι χρόνοι συγκέντρωσης  $t_c'$  (h) για τις εννέα λεκάνες της παρούσας εργασίας, για κάθε περίοδο επαναφοράς  $T$  (20, 50, 100 έτη).

**Πίνακας 7.20** Παράμετροι  $\beta$ ,  $\gamma$  συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων και χρόνοι συγκέντρωσης  $t_c'$  (h) των εννέα λεκανών.

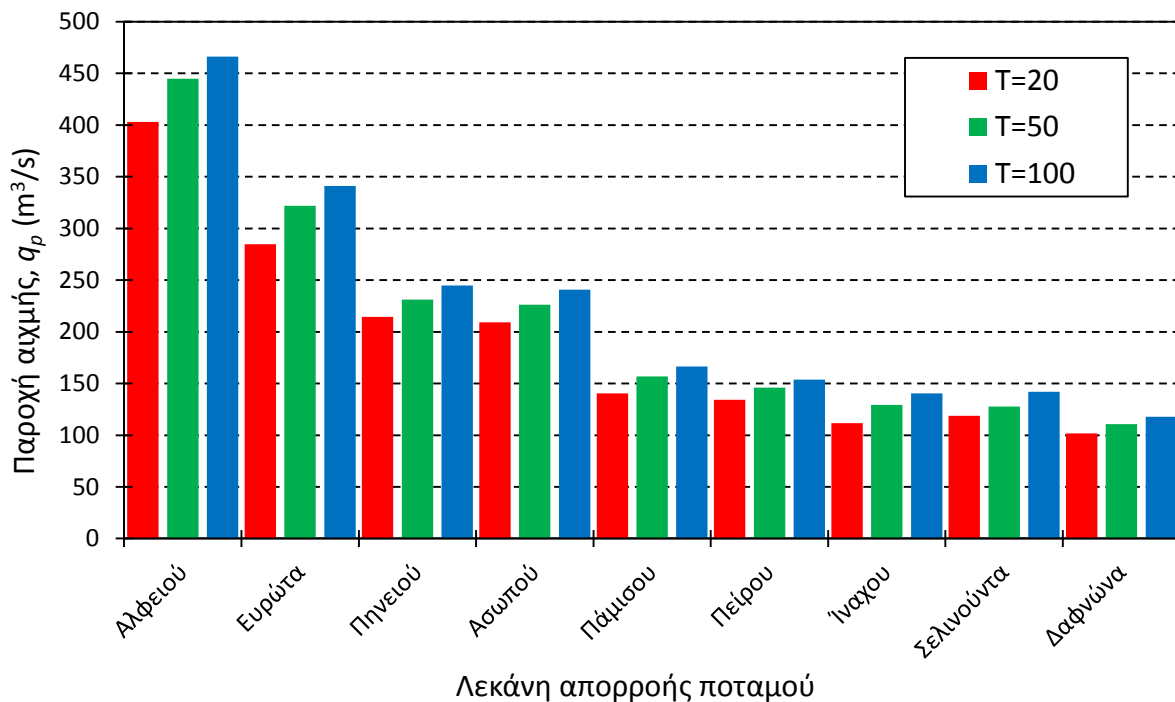
ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Παράμετρος $\beta$	Παράμετρος $\gamma$	Χρόνος συγκέντρωσης $t_c'$ (h)		
				$T=20$	$T=50$	$T=100$
1	Αλφειού	0.4	12	18.4	17.1	16.2
2	Ασωπού	0.4	11	8.9	8.1	7.6
3	Δαφνώνα	0.4	18	4.9	4.5	4.2
4	Ευρώτα	0.4	11	13.2	11.9	11.1
5	Ίναχου	0.4	14	7.8	7.0	6.4
6	Πάμισου	0.4	12	10.5	9.6	9.0
7	Πείρου	0.4	9	6.1	5.6	5.3
8	Πηγείου	0.4	7	11.8	10.8	10.2
9	Σελινούντα	0.4	12	5.5	5.1	4.8

Με βάση τα παραπάνω παράγονται τα συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα, διάρκειας βροχής  $d = 1$  h, των εννέα λεκανών. Παρακάτω δίνονται, ενδεικτικά, τα συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα της λεκάνης απορροής ποταμού Αλφειού για περιόδους επαναφοράς  $T = 20, 50$  και  $100$  έτη (Σχήμα 7.15). Τα συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα, για κάθε μια από τις λεκάνες, δίνονται στο Παράρτημα Γ.



**Σχήμα 7.15** Συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα λεκάνης απορροής ποταμού Αλφειού για περιόδους επαναφοράς  $T = 20, 50$  και  $100$  έτη.

Οι παροχές αιχμής των παραχθέντων συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων των λεκανών απορροής, διάρκειας βροχής 1 h, δίνονται στο ακόλουθο Σχήμα 7.16.



**Σχήμα 7.16** Παροχές αιχμής συνθετικών μοναδιαίων υδρογραφημάτων των εννέα λεκανών, διάρκειας βροχής 1 h, για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη).

## 7.5 Παραγωγή υετογραφημάτων σχεδιασμού

Το υετογράφημα σχεδιασμού αποτελεί είσοδο του μοντέλου του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος, που εφαρμόζεται για τον μετασχηματισμό της βροχόπτωσης σε πλημμυρική απορροή. Επισημαίνεται ότι για κάθε περίοδο επαναφοράς παράγεται ένα και μόνο υετογράφημα σχεδιασμού, το οποίο θεωρείται ως το πλέον δυσμενές για τη συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς.

Η εξίσωση των όμβριων καμπυλών, που χρησιμοποιείται για την κατάρτιση της καταιγίδας σχεδιασμού, είναι η ίδια που εφαρμόστηκε και στο Κεφάλαιο 6, για τον υπολογισμό της κρίσιμης έντασης βροχής της ορθολογικής μεθόδου, και δίνεται από τη σχέση:

$$i(d, T) = \frac{\lambda'(T^\kappa - \psi')}{(1 + d/\theta)^\eta} \quad (\kappa \neq 0) \quad (7.12)$$

όπου  $T$  η περίοδος επαναφοράς σε έτη,  $d$  η διάρκεια βροχής σε h και  $\kappa$ ,  $\lambda'$ ,  $\psi'$ ,  $\theta$  και  $\eta$  παράμετροι, οι οποίες έχουν ήδη υπολογιστεί στο Κεφάλαιο 6.

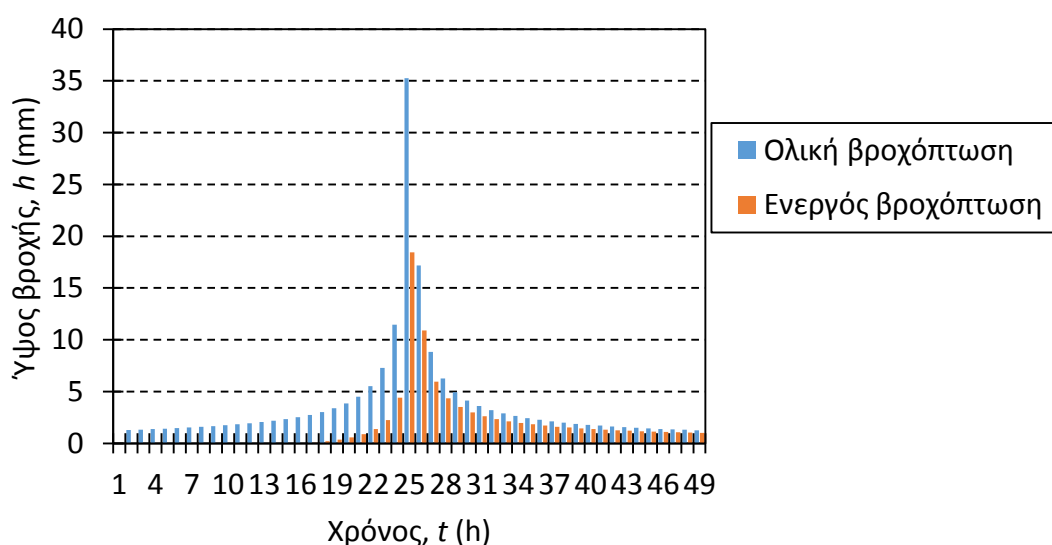
Για την παρούσα εργασία η διάρκεια των υετογραφημάτων σχεδιασμού επιλέχθηκε ίση με  $D = 48$  h, ενώ η χρονική διακριτότητα της βροχόπτωσης επιλέχθηκε ίση με  $\Delta t = 1$  h.

Για τη χρονική κατανομή του συνολικού ύψους βροχής υιοθετήθηκε η μέθοδος των εναλλασσόμενων μπλοκ (alternating block method· Sutcliffe, 1978, σ. 31-35, Chow *et al.*, 1988, σ.466). Σε αυτή τη μέθοδο τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται σε χρονική



ακολουθία με το μέγιστο στο μέσο της επιλεγμένης διάρκειας βροχής και τα υπόλοιπα σε φθίνουσα σειρά εναλλακτικά αριστερά και δεξιά από το κεντρικό μπλοκ.

Τελικά, προκύπτουν για κάθε λεκάνη και για κάθε περίοδο επαναφοράς, τα ολικά υετογραφήματα σχεδιασμού. Από το ολικό υετογράφημα σχεδιασμού κάθε λεκάνης προκύπτει το ενεργό υετογράφημα, εφαρμόζοντας τη μέθοδο του αριθμού καμπύλης απορροής CN της SCS, όπως περιγράφηκε στο υποκεφάλαιο 7.2. Στην εφαρμογή αυτής της μεθόδου θεωρήθηκε ποσοστό αρχικών απωλειών  $\alpha = 20\%$  και προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου II (μέσες). Παρακάτω δίνεται, ενδεικτικά, το ολικό και ενεργό υετογράφημα της λεκάνης απορροής ποταμού Αλφειού για περίοδο επαναφοράς  $T = 50$  έτη και αριθμό καμπύλης απορροής  $CN_{mean}$  (Σχήμα 7.17).



**Σχήμα 7.17** Ολικό και ενεργό υετογράφημα λεκάνης απορροής ποταμού Αλφειού για περίοδο επαναφοράς  $T=50$  έτη και αριθμό καμπύλης απορροής  $CN_{mean} = 66$ .

## 7.6 Παραγωγή πλημμυρογραφήματων σχεδιασμού

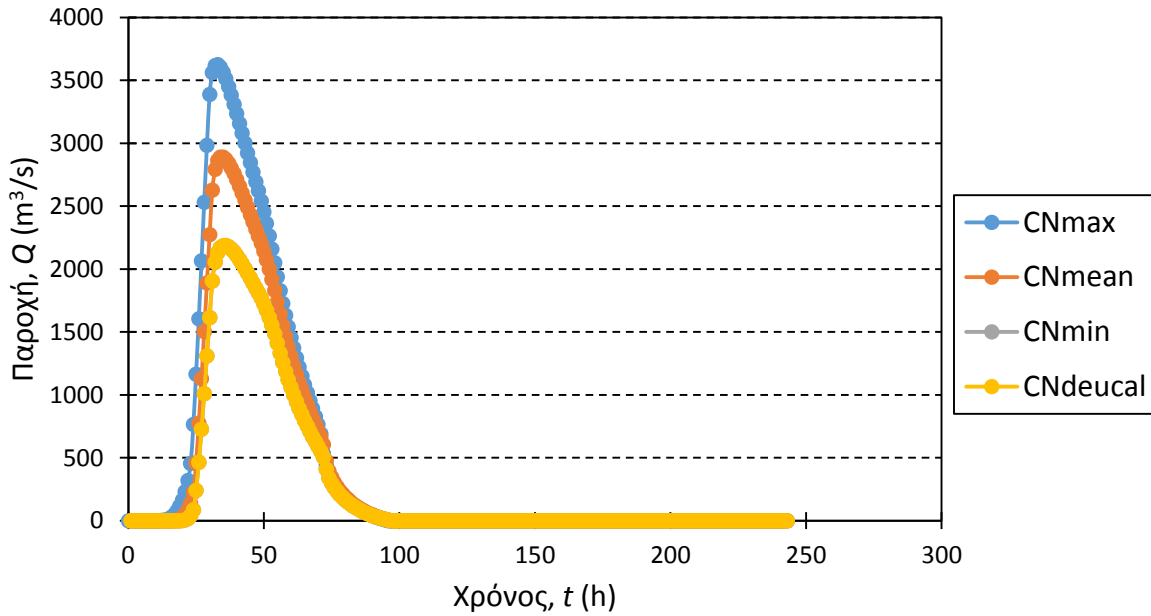
Εφόσον είναι γνωστή η ενεργός βροχόπτωση  $h_t$ , σε διακριτό χρόνο, και το ΜΥ της λεκάνης για διάρκεια ίση με τη χρονική διακριτότητα της ενεργού βροχόπτωσης  $\Delta t$ , τότε το πλημμυρογράφημα σχεδιασμού υπολογίζεται εύκολα σύμφωνα με την αρχή της επαλληλίας. Ειδικότερα, από κάθε επιμέρους τμήμα του ενεργού υετογραφήματος στο χρονικό διάστημα  $[t, t + \Delta t]$  παράγεται το επιμέρους υδρογράφημα, πολλαπλασιάζοντας το ύψος βροχής  $h_t$  με τις τεταγμένες του ΜΥ. Αν  $D$  είναι η συνολική διάρκεια βροχής, τότε παράγονται  $N = D / \Delta t$  υδρογραφήματα, που αθροίζονται χρονικά ώστε να προκύψει το τελικό πλημμυρογράφημα σχεδιασμού.

Συνολικά, υπολογίστηκαν τα πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού των εννέα λεκανών απορροής για τέσσερις διαφορετικές τιμές του αριθμού καμπύλης απορροής ( $CN_{max}$ ,  $CN_{mean}$ ,  $CN_{min}$ ,  $CN_{deucal}$ ), και για τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη).

Όλοι οι παραπάνω υπολογισμοί έγιναν με το πρόγραμμα HydroD, το οποίο αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα της Ιτιάς, στα πλαίσια του ερευνητικού έργου ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ (<http://deucalionproject.gr/>). Το πρόγραμμα αυτό δημιουργεί το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα και το υετογράφημα σχεδιασμού, υπολογίζει τα υδρολογικά ελλείμματα και



τέλος, παράγει το πλημμυρογράφημα σχεδιασμού. Στη συνέχεια παρατίθενται, ενδεικτικά, τα πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού της λεκάνης απορροής ποταμού Αλφειού για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη. Όλα τα πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού των λεκανών δίνονται στο Παράρτημα Γ.



**Σχήμα 7.18** Πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού λεκάνης απορροής ποταμού Αλφειού για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Συγκριτικά αποτελέσματα των δύο μεθόδων για τις εννέα λεκάνες απορροής

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παραπάνω δύο εφαρμοζόμενων μεθόδων υπολογισμού της παροχής αιχμής στις εννέα μεγάλες λεκάνες της Πελοποννήσου. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου έδωσε μία τιμή της παροχής αιχμής για κάθε μία από τις λεκάνες και για κάθε μία από τις τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη). Από την άλλη πλευρά, η συνδυαστική εφαρμογή της μεθόδου του αριθμού καμπύλης απορροής CN και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος, έδωσε τα πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού των λεκανών για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη) και για τέσσερις τιμές του αριθμού καμπύλης απορροής ( $CN_{max}$ ,  $CN_{mean}$ ,  $CN_{min}$ ,  $CN_{deucal}$ ). Στη συνέχεια, από αυτά τα πλημμυρογραφήματα λήφθηκαν οι αντίστοιχες παροχές αιχμής των λεκανών. Τέλος, υπολογίστηκαν οι ανηγμένες παροχές αιχμής  $Q_{ανηγμ}$  από τη σχέση:

$$Q_{ανηγμ} = Q_p / A \quad (8.1)$$

όπου  $Q_p$  η παροχή αιχμής της λεκάνης σε  $m^3/s$  και  $A$  η έκταση της λεκάνης σε  $km^2$ .

Παρακάτω δίνονται οι πίνακες με τις παροχές αιχμής και τις ανηγμένες τιμές τους για κάθε λεκάνη (Πίνακες 8.1 – 8.6), καθώς και τα διαγράμματα σύγκρισης των δύο μεθόδων (Σχήματα 8.1 - 8.2).

**Πίνακας 8.1** Παροχές αιχμής σε  $m^3/s$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 20$  έτη.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
			$CN_{max}$	$CN_{mean}$	$CN_{min}$	$CN_{deucal}$
1	Αλφειού	2985	2166	1632	1154	1154
2	Ασωπού	1211	1160	926	674	586
3	Δαφνώνα	704	319	164	50	91
4	Ευρώτα	1986	1621	1187	795	878
5	Ίναχου	866	766	632	465	283
6	Πάμισου	902	734	574	429	316
7	Πείρου	616	653	524	400	383
8	Πηνειού	866	1148	953	734	734
9	Σελινούντα	626	334	237	133	164

**Πίνακας 8.2** Ανηγγόμενες παροχές αιχμής σε  $m^3/s/km^2$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 20$  έτη.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
			CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
1	Αλφειού	0.8	0.6	0.5	0.3	0.3
2	Ασωπού	1.4	1.3	1.1	0.8	0.7
3	Δαφνώνα	1.8	0.8	0.4	0.1	0.2
4	Ευρώτα	1.2	1.0	0.7	0.5	0.5
5	Ίναχου	1.6	1.4	1.2	0.9	0.5
6	Πάμισου	1.2	1.0	0.7	0.6	0.4
7	Πείρου	1.8	1.9	1.5	1.2	1.1
8	Πηνειού	1.1	1.4	1.2	0.9	0.9
9	Σελινούντα	1.8	0.9	0.7	0.4	0.5

**Πίνακας 8.3** Παροχές αιχμής σε  $m^3/s$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 50$  έτη.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
			CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
1	Αλφειού	4092	2956	2304	1696	1696
2	Ασωπού	1734	1628	1345	1030	916
3	Δαφνώνα	1006	473	270	99	164
4	Ευρώτα	2825	2410	1858	1329	1444
5	Ίναχου	1323	1145	979	766	510
6	Πάμισου	1279	1024	831	646	496
7	Πείρου	853	890	745	596	575
8	Πηνειού	1196	1555	1335	1077	1077
9	Σελινούντα	854	478	356	217	246

**Πίνακας 8.4** Ανηγγόμενες παροχές αιχμής σε  $m^3/s/km^2$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 50$  έτη.

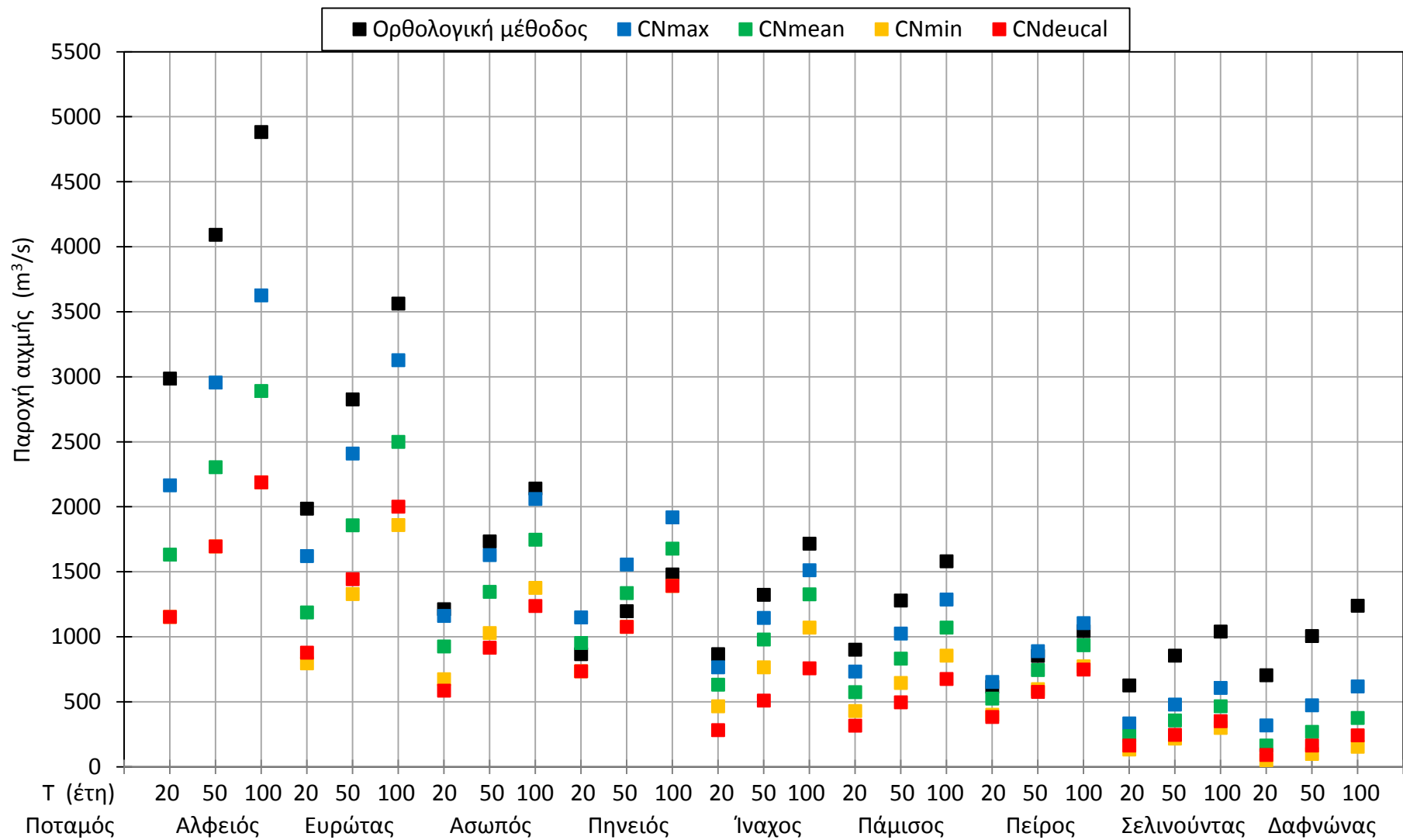
ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
			CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
1	Αλφειού	1.2	0.8	0.7	0.5	0.5
2	Ασωπού	2.0	1.9	1.5	1.2	1.1
3	Δαφνώνα	2.6	1.2	0.7	0.3	0.4
4	Ευρώτα	1.7	1.4	1.1	0.8	0.9
5	Ίναχου	2.4	2.1	1.8	1.4	0.9
6	Πάμισου	1.7	1.3	1.1	0.8	0.6
7	Πείρου	2.5	2.6	2.2	1.7	1.7
8	Πηνειού	1.5	1.9	1.7	1.3	1.3
9	Σελινούντα	2.4	1.3	1.0	0.6	0.7

**Πίνακας 8.5** Παροχές αιχμής σε  $m^3/s$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη.

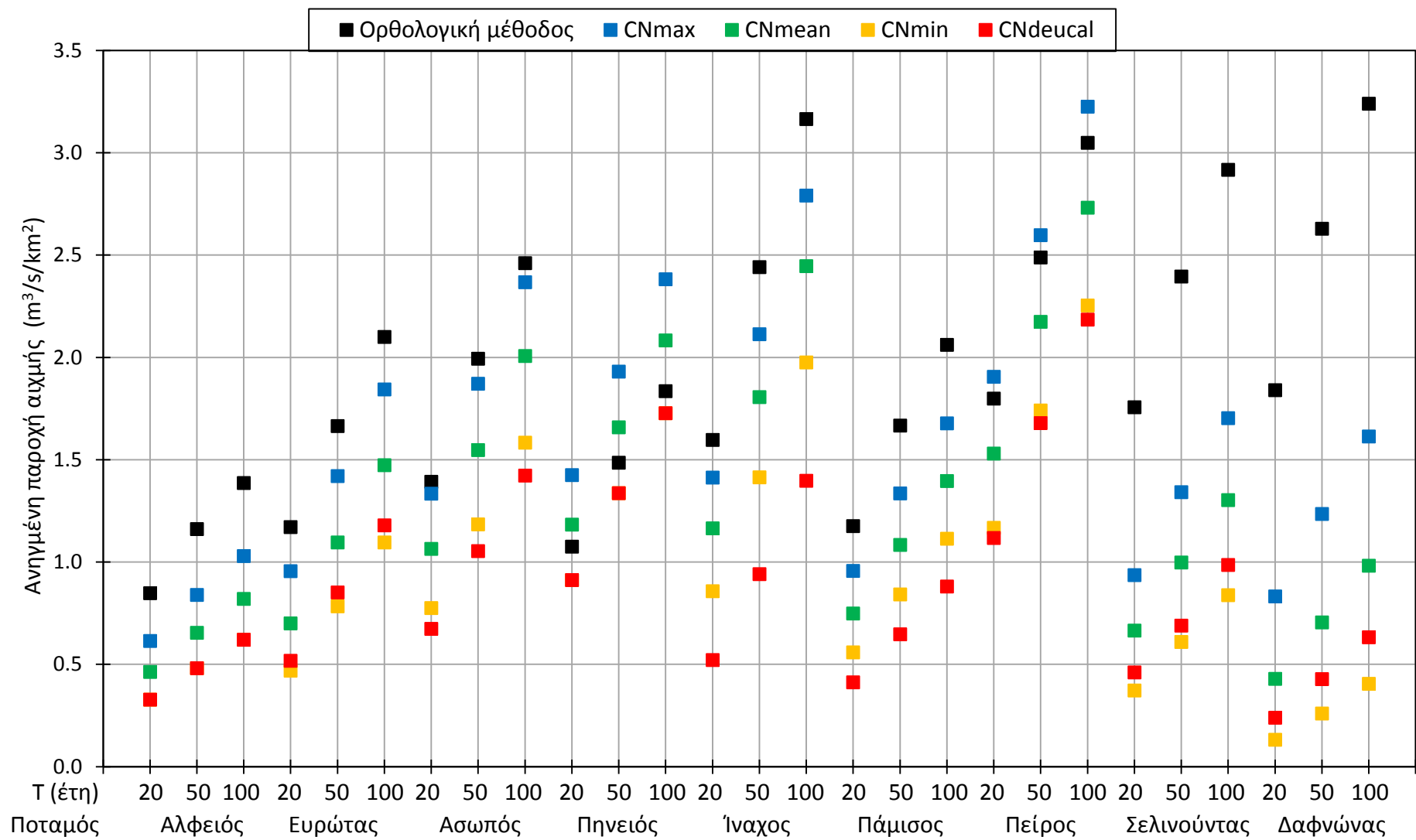
ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
			CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
1	Αλφειού	4882	3627	2890	2187	2187
2	Ασωπού	2140	2059	1746	1377	1237
3	Δαφνώνα	1240	618	376	155	242
4	Ευρώτα	3563	3128	2500	1859	2002
5	Ίναχου	1715	1513	1326	1071	757
6	Πάμισου	1582	1287	1071	855	675
7	Πείρου	1044	1105	936	772	748
8	Πηνειού	1479	1919	1678	1392	1392
9	Σελιούντα	1040	607	464	299	352

**Πίνακας 8.6** Ανηγμένες παροχές αιχμής σε  $m^3/s/km^2$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
			CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
1	Αλφειού	1.4	1.0	0.8	0.6	0.6
2	Ασωπού	2.5	2.4	2.0	1.6	1.4
3	Δαφνώνα	3.2	1.6	1.0	0.4	0.6
4	Ευρώτα	2.1	1.8	1.5	1.1	1.2
5	Ίναχου	3.2	2.8	2.4	2.0	1.4
6	Πάμισου	2.1	1.7	1.4	1.1	0.9
7	Πείρου	3.0	3.2	2.7	2.3	2.2
8	Πηνειού	1.8	2.4	2.1	1.7	1.7
9	Σελιούντα	2.9	1.7	1.3	0.8	1.0

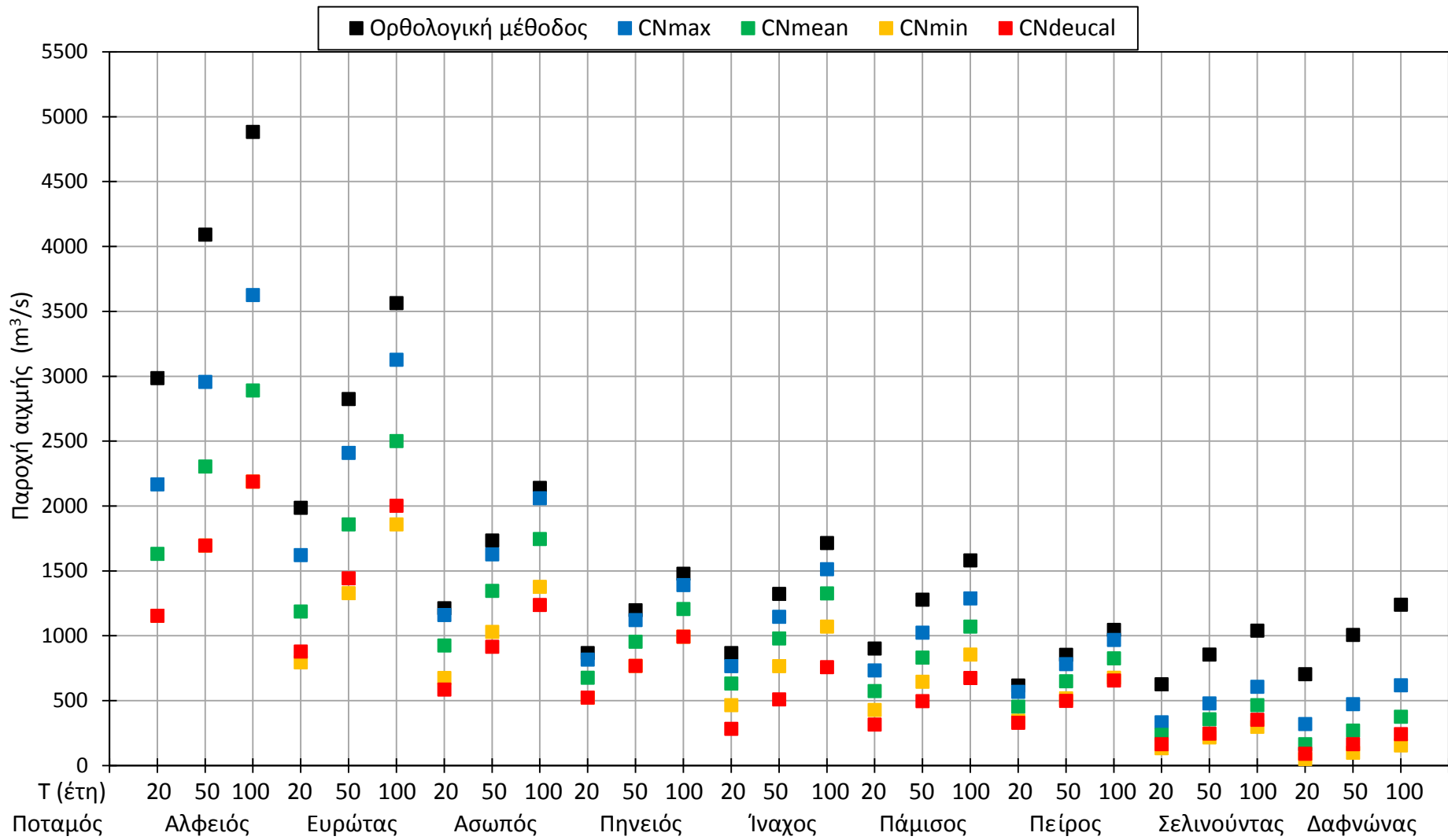


Σχήμα 8.1 Παροχές αιχμής ( $m^3/s$ ) των εννέα λεκανών απορροής για τις δύο εφαρμοζόμενες μεθόδους.



Σχήμα 8.2 Ανηγμένες παροχές αιχμής ( $m^3/s/km^2$ ) των εννέα λεκανών απορροής για τις δύο εφαρμοζόμενες μεθόδους.

Από τα παραπάνω Σχήματα 8.1 – 8.2 προκύπτει ότι η ορθολογική μέθοδος δίνει τις μεγαλύτερες τιμές της παροχής αιχμής για κάθε λεκάνη και για κάθε περίοδο επαναφοράς. Στις λεκάνες απορροής ποταμού Πηνειού και Πείρου παρατηρήθηκε ότι για αριθμό καμπύλης απορροής  $CN_{max}$  η συνδυαστική μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ έδωσε μεγαλύτερες παροχές αιχμής από την ορθολογική, κάτι που δεν είναι εύλογο. Αυτό κρίθηκε ότι οφείλεται στις χαμηλές τιμές της παραμέτρου  $\gamma$  που έχουν δοθεί ( $\gamma = 9$  για τη λεκάνη του Πείρου, και  $\gamma = 7$  για τη λεκάνη του Πηνειού). Δίνοντας μεγαλύτερες τιμές στο  $\gamma$  (π.χ για  $\gamma=11$  που είναι η ελάχιστη τιμή των εννέα λεκανών) η ορθολογική μέθοδος δίνει τις μεγαλύτερες τιμές. Τελικά, προέκυψε το παρακάτω διάγραμμα με τις παροχές αιχμής των εννέα λεκανών.

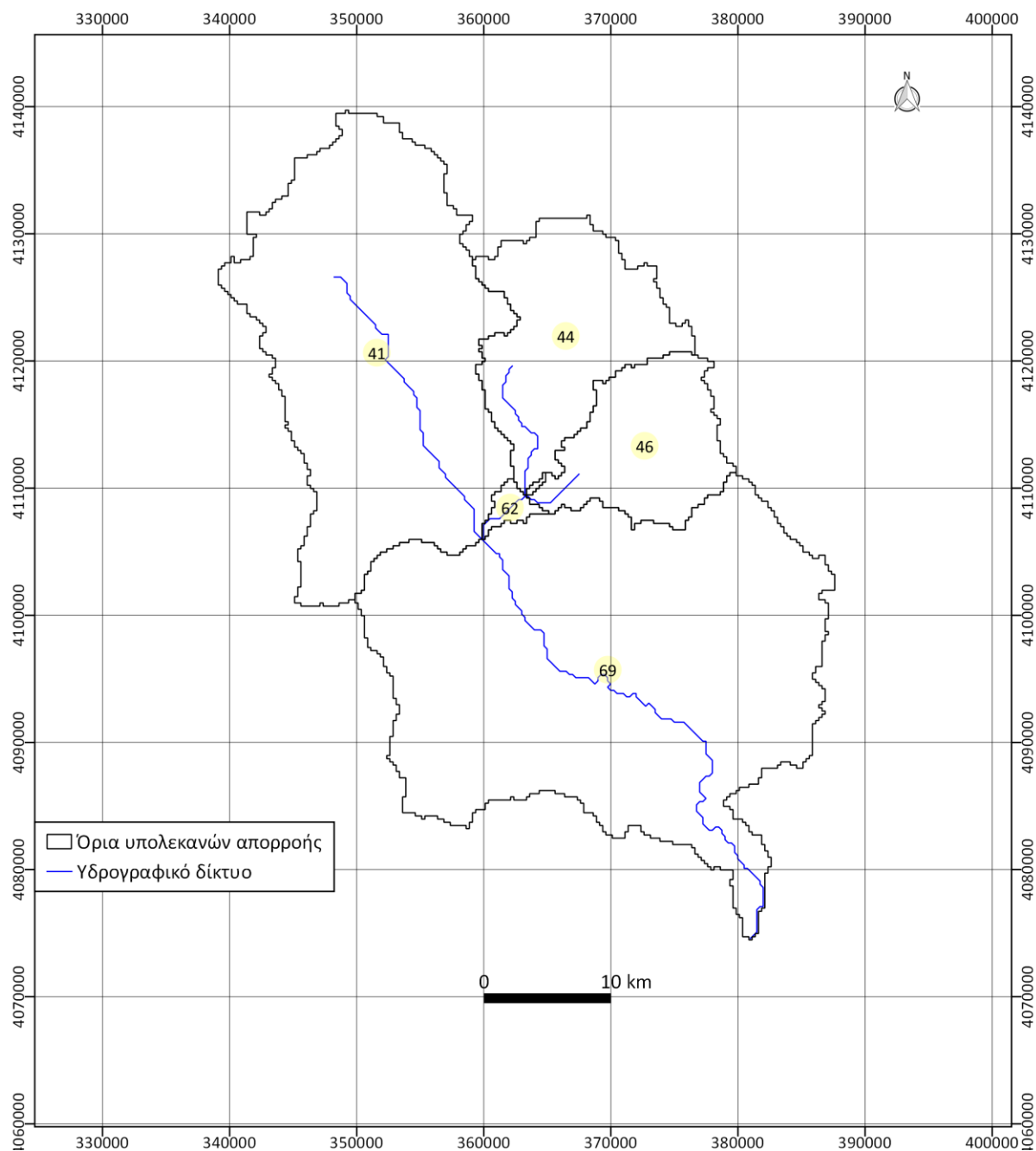


**Σχήμα 8.3** Παροχές αιχμής ( $m^3/s$ ) των εννέα λεκανών απορροής για τις δύο εφαρμοζόμενες μεθόδους ( $\gamma=11$  για τις λεκάνες Πηνειού και Πείρου).

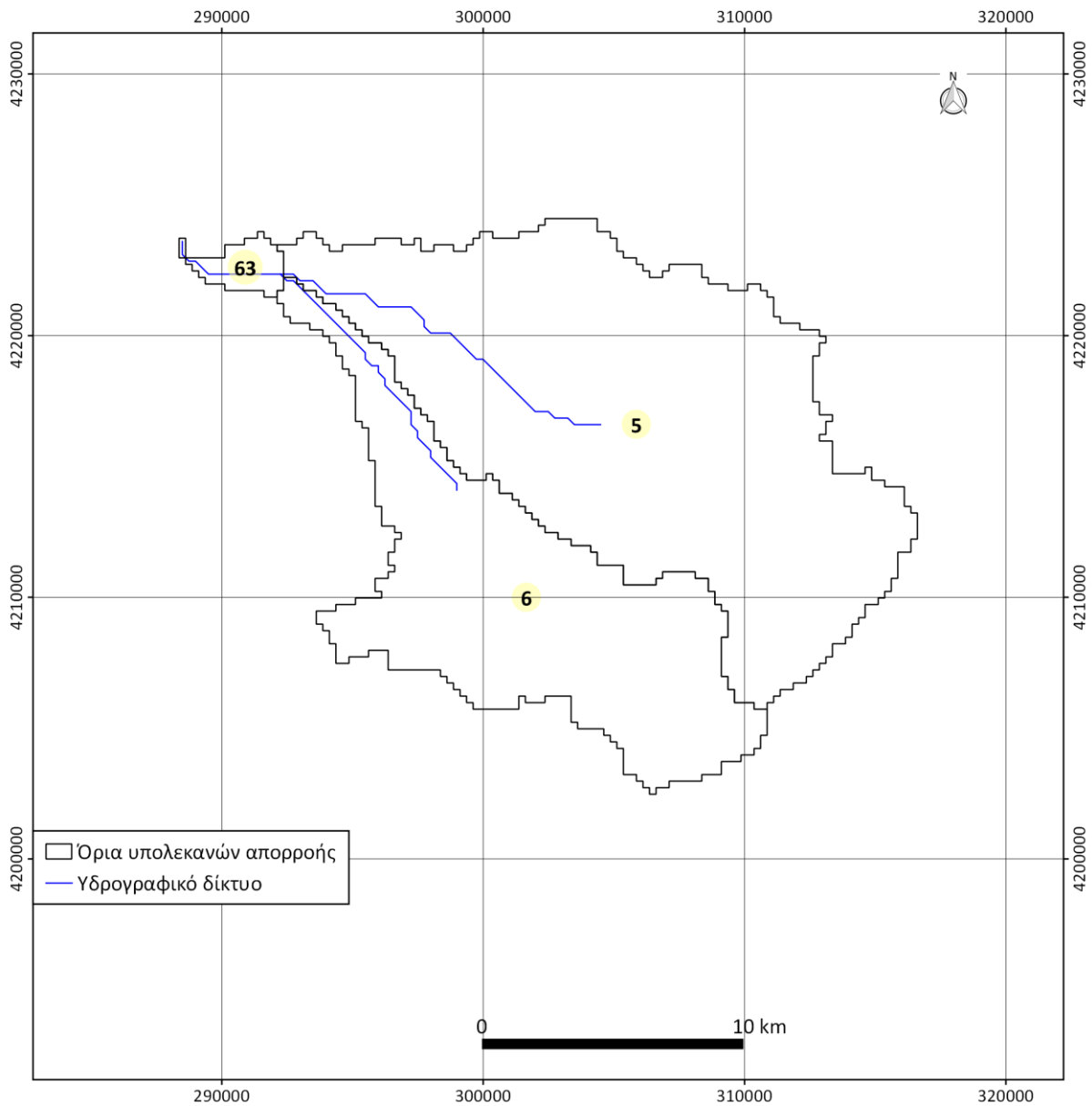


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : Περαιτέρω ανάλυση στις λεκάνες απορροής ποταμών Ευρώτα και Πείρου

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζονται δύο από τις εννέα μεγάλες λεκάνες, που υπολογίστηκαν προηγουμένως, σε επίπεδο υπολεκάνης. Συγκεκριμένα, γίνεται διερεύνηση των λεκανών απορροής ποταμού Ευρώτα και Πείρου. Αυτές οι δύο λεκάνες, μαζί με τις υπολεκάνες τους, φαίνονται στα ακόλουθα σχήματα (Σχήμα 9.1 και Σχήμα 9.2). Σημειώνεται ότι κάθε υπολεκάνη έχει έναν κωδικό (ID), ο οποίος δίνεται στα επόμενα σχήματα.



**Σχήμα 9.1** Υπολεκάνες της λεκάνης απορροής ποταμού Ευρώτα.



**Σχήμα 9.2** Υπολεκάνες της λεκάνης απορροής ποταμού Πείρου.

Στις παραπάνω υπολεκάνες εφαρμόστηκαν οι δύο μέθοδοι υπολογισμού της παροχής αιχμής, όπως ακριβώς έγινε προηγουμένως, με τις εννέα μεγάλες λεκάνες της Πελοποννήσου. Σημειώνεται, όμως, ότι η ορθολογική μέθοδος έχει ήδη εφαρμοστεί για όλες τις λεκάνες στο Κεφάλαιο 6.

Επομένως, στις εξεταζόμενες υπολεκάνες εφαρμόστηκε η συνδυαστική μέθοδος του αριθμού καμπύλης απορροής και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος, η οποία αναλύεται παρακάτω.

## 9.1 Εφαρμογή της συνδυαστικής μεθόδου του αριθμού καμπύλης απορροής και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος

Η λεκάνη απορροής ποταμού Ευρώτα αποτελείται από τις υπολεκάνες με τους κωδικούς 41, 44, 46, 62 και 69, ενώ η λεκάνη απορροής ποταμού Πείρου περιλαμβάνει τις υπολεκάνες με τους κωδικούς 5, 6 και 63. Σε κάθε μία από αυτές τις υπολεκάνες εφαρμόστηκε η συνδυαστική μέθοδος του αριθμού καμπύλης απορροής (SCS-CN) και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος, όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 7.

Οι μέσες τιμές του αριθμού καμπύλης απορροής CN κάθε υπολεκάνης υπολογίστηκαν, με χρήση ΣΓΠ, από τους ψηφιακούς χάρτες με τις κατανεμημένες τιμές του CN (Σχήματα 7.4, 7.5, 7.6, 7.10).

Για την κατάρτιση του υετογραφήματος σχεδιασμού εφαρμόστηκαν τα ίδια με το Κεφάλαιο 7. Συγκεκριμένα, υιοθετήθηκε η μέθοδος των εναλλασσόμενων μπλοκ, η συνολική διάρκεια βροχόπτωσης επιλέχθηκε ίση με 48 h και η χρονική διακριτικότητα λήφθηκε ίση με 1 h. Επισημαίνεται, τέλος, ότι οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών των υπολεκανών έχουν ήδη υπολογιστεί στο Κεφάλαιο 6.

Η διάρκεια βροχής του παραμετρικού συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος επιλέχθηκε ίση με 1 h. Ακόμη, οι μέσες τιμές των παραμέτρων  $\beta$ ,  $\gamma$  του ΣΜΥ υπολογίστηκαν, με χρήση ΣΓΠ, από τους χάρτες με τις κατανεμημένες τιμές των  $\beta$ ,  $\gamma$  (Σχήματα 7.13, 7.14). Τέλος, οι τιμές του χρόνου συγκέντρωσης των υπολεκανών, για τις τρεις περιόδους επαναφοράς, έχουν επίσης υπολογιστεί στο Κεφάλαιο 6.

Οι υπολογισμοί έγιναν, όπως και προηγούμενα, με το πρόγραμμα HydroD της ερευνητικής ομάδας της Ιτιάς, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ (<http://deucalionproject.gr/>). Τελικά, προέκυψαν τα πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού των υπολεκανών για τρεις τιμές της περιόδου επαναφοράς  $T$  (20, 50, 100 έτη) και για τέσσερις τιμές του CN ( $CN_{max}$ ,  $CN_{mean}$ ,  $CN_{min}$ ,  $CN_{deucal}$ ).

Παρακάτω δίνονται σε πίνακες τα μορφολογικά χαρακτηριστικά μεγέθη, οι χρόνοι συγκέντρωσης, οι τιμές του CN και οι παράμετροι του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος κάθε υπολεκάνης (Πίνακες 9.1 – 9.4).

**Πίνακας 9.1** Μορφολογικά χαρακτηριστικά μεγέθη των εξεταζόμενων υπολεκανών.

Λεκάνη απορροής ποταμού	ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Έκταση λεκάνης (km <sup>2</sup> )	Μήκος κύριου υδατορεύματος (km)	Μέσο υψόμετρο (m)	Υψόμετρο στην έξοδο (m)
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	544.1	50.2	678.9	196.0
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	199.1	31.0	884.2	315.0
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	136.6	23.5	1064.5	315.0
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	10.7	5.4	345.2	196.0
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	806.3	49.8	487.8	0.0
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	216.1	33.5	541.3	48.0
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	120.9	29.1	565.0	48.0
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	5.6	4.6	48.0	0.0

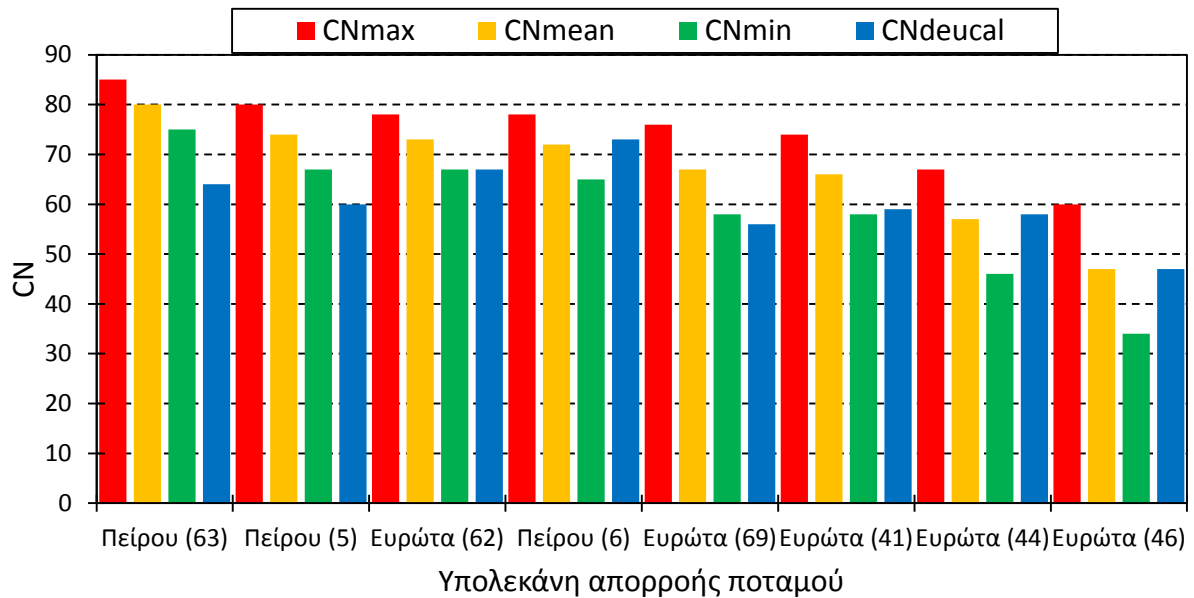
**Πίνακας 9.2** Χρόνοι συγκέντρωσης (h) των εξεταζόμενων υπολεκανών για περιόδους επαναφοράς  $T = 20, 50$  και  $100$  έτη.

Λεκάνη απορροής ποταμού	Κωδικός υπολεκάνης ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	$T=20$	$T=50$	$T=100$
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	8.1	7.3	6.8
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	4.6	4.2	3.9
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	3.2	3.0	2.8
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	1.8	1.6	1.5
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	9.0	8.1	7.5
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	5.3	4.9	4.6
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	4.2	3.8	3.6
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	2.5	2.3	2.2

**Πίνακας 9.3** Τιμές CN των εξεταζόμενων υπολεκανών.

Λεκάνη απορροής ποταμού	Κωδικός υπολεκάνης ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	$CN_{max}$	$CN_{mean}$	$CN_{min}$	$CN_{deucal}$
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	74	66	58	59
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	67	57	46	58
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	60	47	34	47
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	78	73	67	67
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	76	67	58	56
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	80	74	67	60
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	78	72	65	73
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	85	80	75	64

Με βάση τον Πίνακα 9.3 δημιουργήθηκε ένα διάγραμμα με τις τιμές του CN κάθε υπολεκάνης (Σχήμα 9.3). Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η διαφορά μέγιστης και ελάχιστης τιμής του CN κάθε υπολεκάνης, κυμαίνεται από 11 στην υπολεκάνη με ID = 62 της λεκάνης του Ευρώτα, έως 26 στην υπολεκάνη με ID = 46 της λεκάνης του Ευρώτα.

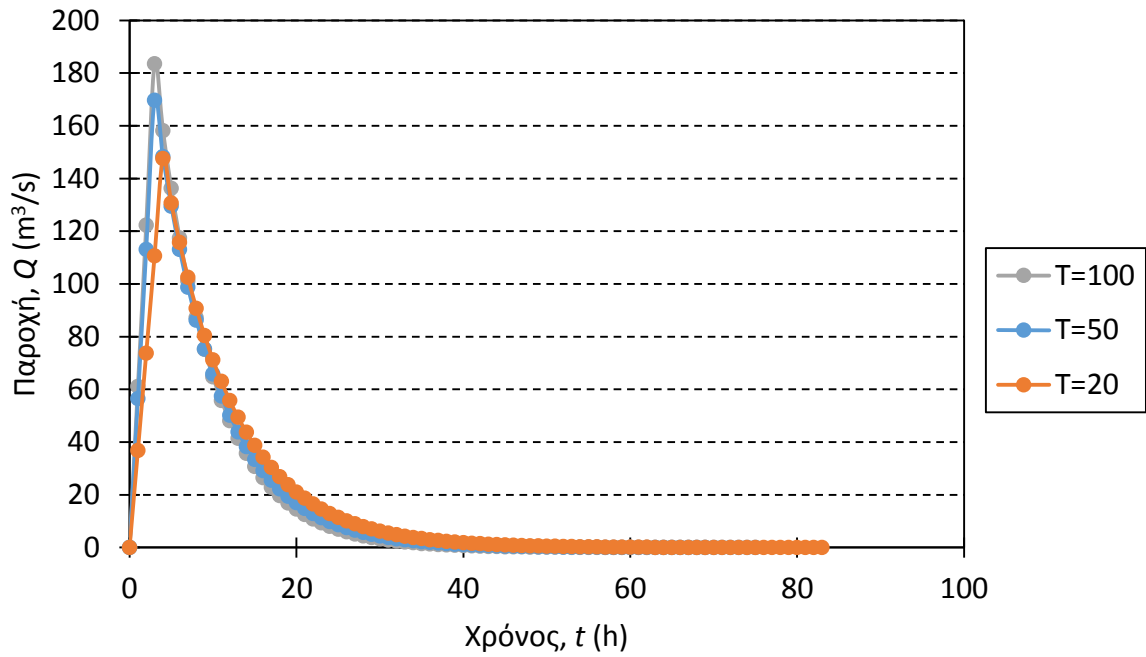


Σχήμα 9.3 Τιμές CN των εξεταζόμενων υπολεκανών.

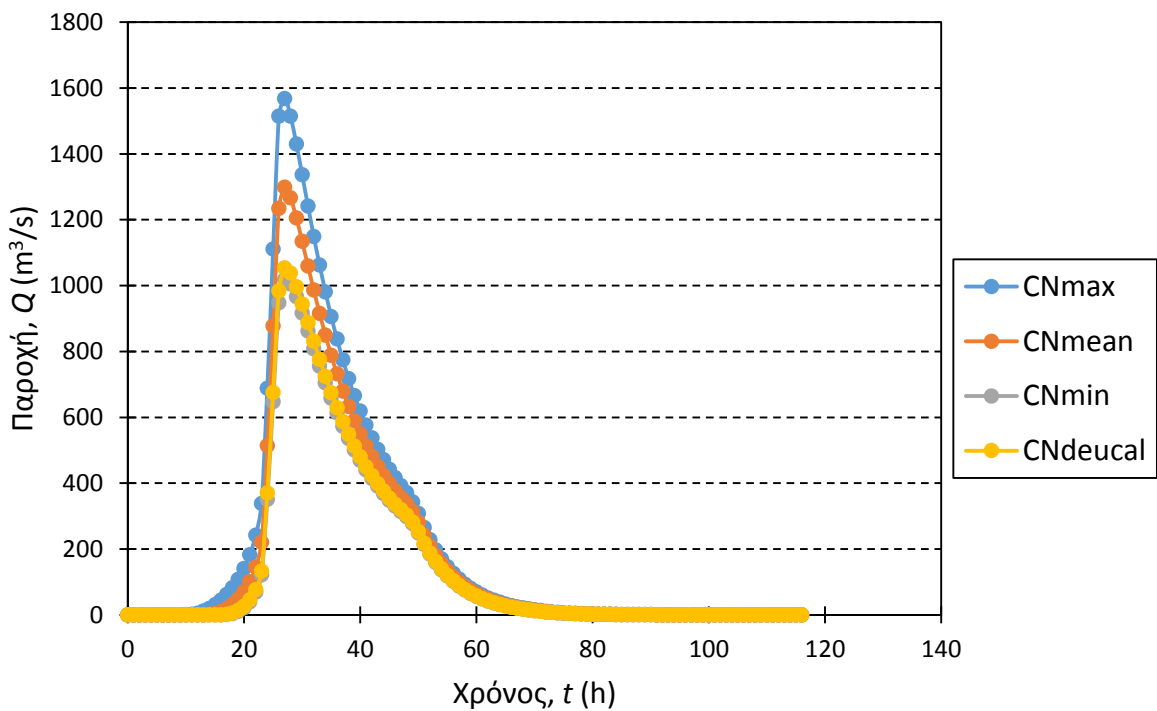
Πίνακας 9.4 Παράμετροι των ΣΜΥ των εξεταζόμενων υπολεκανών.

Λεκάνη απορροής ποταμού	Κωδικός υπολεκάνης ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	$\theta$	$\gamma$
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.4	10
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.4	9
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.4	16
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.5	4
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.4	12
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.4	11
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	0.4	5
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.5	7

Στη συνέχεια δίνονται, ενδεικτικά, τα συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα και τα πλημμυρογραφήματα της υπολεκάνης με ID = 41 της λεκάνης απορροής ποταμού Ευρώτα (Σχήματα 9.4 – 9.5).



**Σχήμα 9.4** Συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα υπολεκάνης με ID = 41 της λεκάνης απορροής ποταμού Ευρώτα για περιόδους επαναφοράς  $T = 20, 50$  και  $100$  έτη.



**Σχήμα 9.5** Πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού υπολεκάνης με ID = 41 της λεκάνης απορροής ποταμού Ευρώτα για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη.

## 9.2 Συγκριτικά αποτελέσματα των δύο μεθόδων

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο 9.1 υπολογίστηκαν τα πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού των εξεταζόμενων υπολεκανών για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη), και τέσσερις διαφορετικές τιμές του CN ( $CN_{max}$ ,  $CN_{mean}$ ,  $CN_{min}$ ,  $CN_{deucal}$ ). Από αυτά προέκυψαν οι αντίστοιχες παροχές αιχμής και δίνονται στους ακόλουθους πίνακες μαζί με τις υπολογισμένες παροχές αιχμής της ορθολογικής μεθόδου (Πίνακες 9.5 – 9.7).

**Πίνακας 9.5** Παροχές αιχμής σε  $m^3/s$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 20$  έτη.

Λεκάνη απορροής ποταμού	ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
				$CN_{max}$	$CN_{mean}$	$CN_{min}$	$CN_{deucal}$
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	945	823	630	451	473
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	420	267	157	64	167
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	361	108	42	8	42
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	62	102	91	77	77
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1175	1090	825	574	522
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	429	397	330	254	183
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	296	367	295	215	307
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	16	19	17	14	9

**Πίνακας 9.6** Παροχές αιχμής σε  $m^3/s$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 50$  έτη.

Λεκάνη απορροής ποταμού	ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
				$CN_{max}$	$CN_{mean}$	$CN_{min}$	$CN_{deucal}$
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1347	1205	967	729	757
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	585	400	261	124	274
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	503	171	78	18	78
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	93	148	136	120	120
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1782	1616	1281	956	884
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	598	551	472	379	288
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	416	502	420	325	434
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	23	26	23	20	14

**Πίνακας 9.7** Παροχές αιχμής σε  $m^3/s$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη.

Λεκάνη απορροής ποταμού	ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
				CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1727	1568	1299	1018	1053
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	725	525	363	192	380
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	616	227	113	31	113
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	120	182	170	153	153
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	2250	2149	1760	1364	1276
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	735	669	586	484	380
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	500	613	525	420	540
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	29	32	29	26	19

Έπειτα, υπολογίστηκαν οι ανηγμένες παροχές αιχμής  $Q_{ανηγμ}$ , διαιρώντας τις παραπάνω παροχές με την έκτασή τους, και προέκυψαν οι παρακάτω Πίνακες 9.8 – 9.10.

**Πίνακας 9.8** Ανηγμένες παροχές αιχμής σε  $m^3/s/km^2$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 20$  έτη.

Λεκάνη απορροής ποταμού	ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
				CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1.7	1.5	1.2	0.8	0.9
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	2.1	1.3	0.8	0.3	0.8
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	2.6	0.8	0.3	0.1	0.3
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	5.8	9.5	8.5	7.2	7.2
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1.5	1.4	1.0	0.7	0.6
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	2.0	1.8	1.5	1.2	0.8
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	2.4	3.0	2.4	1.8	2.5
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	2.9	3.4	2.9	2.5	1.5



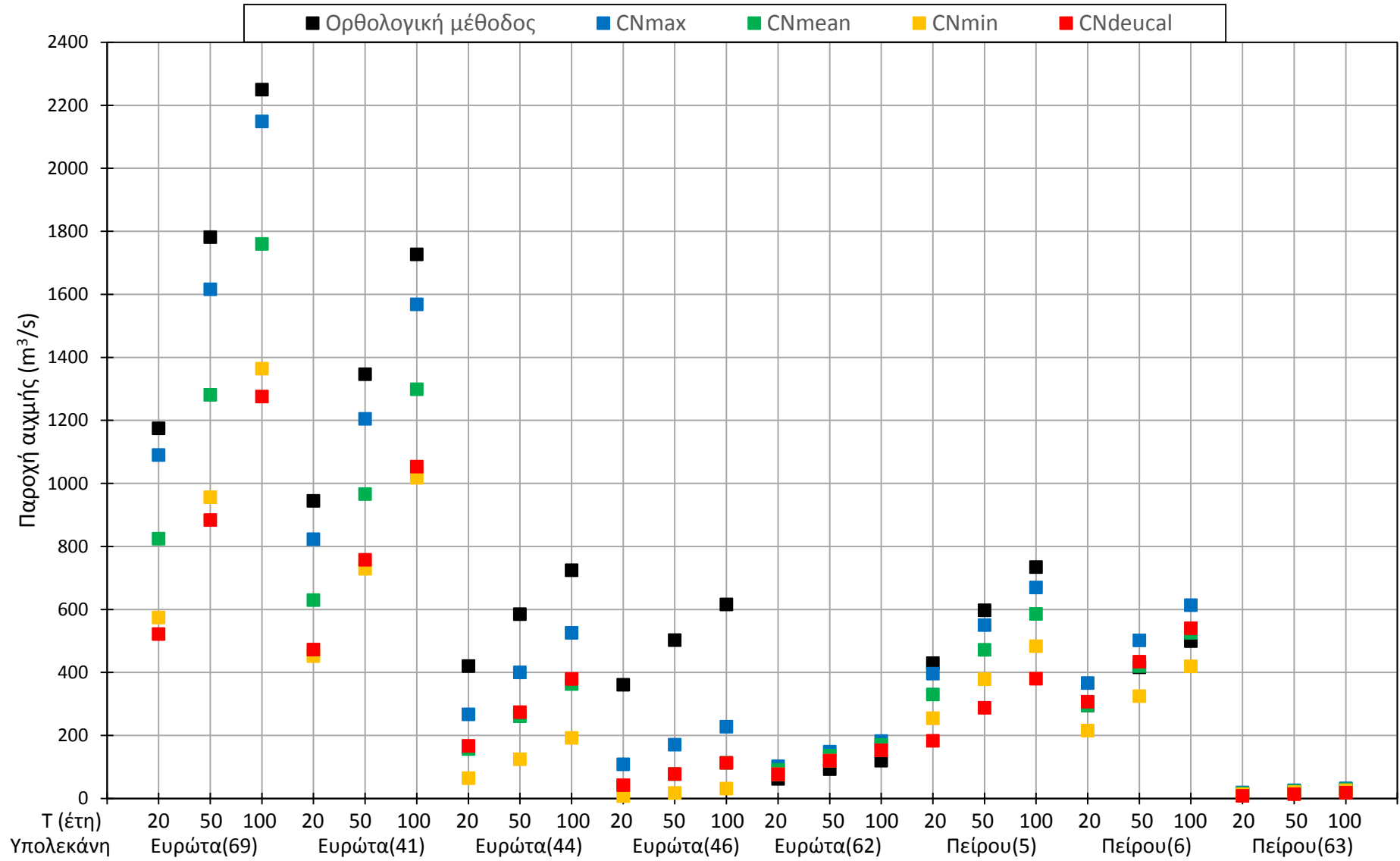
**Πίνακας 9.9** Ανηγμένες παροχές αιχμής σε  $m^3/s/km^2$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 50$  έτη.

Λεκάνη απορροής ποταμού	ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
				CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	2.5	2.2	1.8	1.3	1.4
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	2.9	2.0	1.3	0.6	1.4
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	3.7	1.3	0.6	0.1	0.6
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	8.7	13.9	12.7	11.2	11.2
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	2.2	2.0	1.6	1.2	1.1
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	2.8	2.5	2.2	1.8	1.3
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	3.4	4.2	3.5	2.7	3.6
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	4.2	4.7	4.2	3.7	2.5

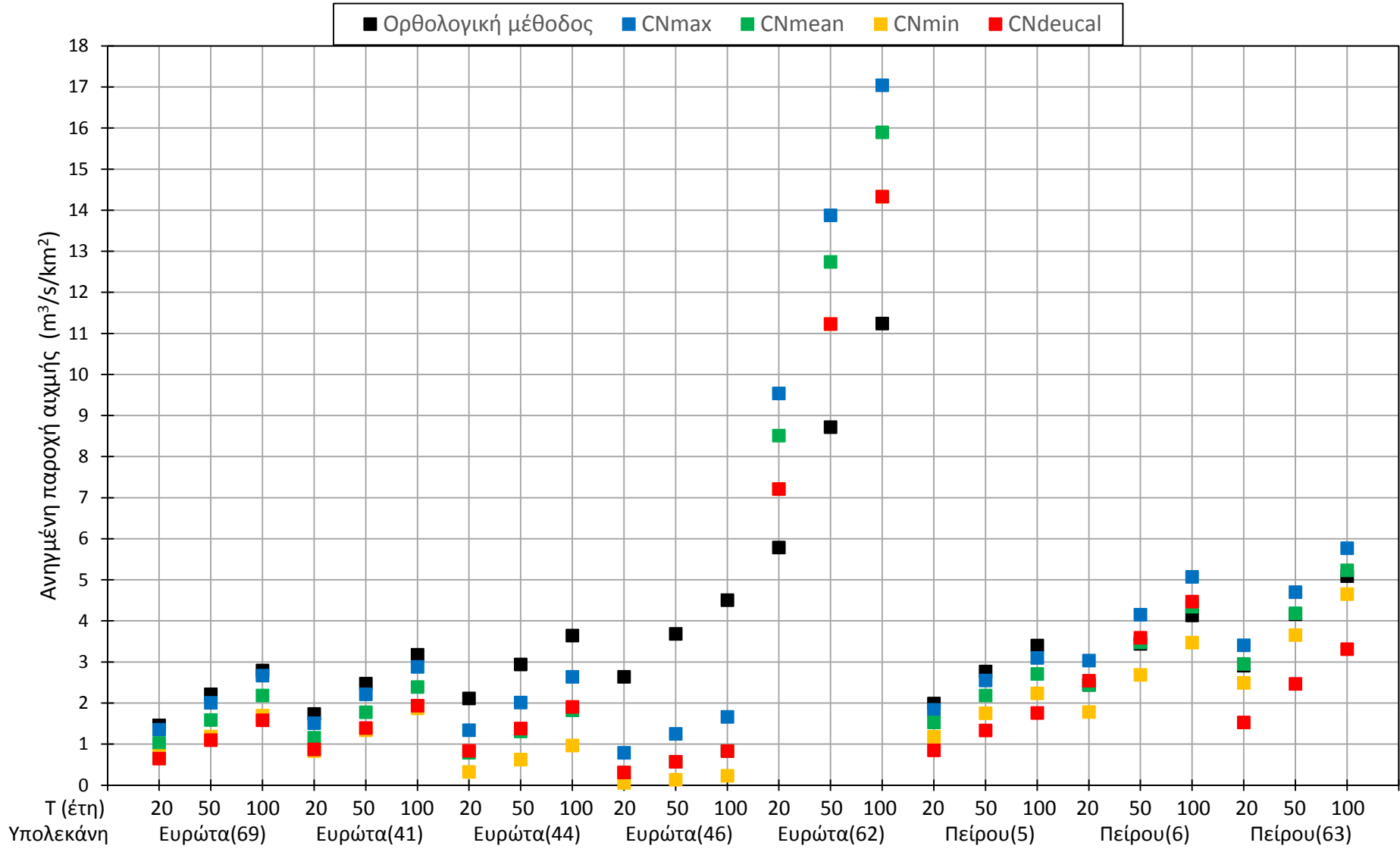
**Πίνακας 9.10** Ανηγμένες παροχές αιχμής σε  $m^3/s/km^2$  για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη.

Λεκάνη απορροής ποταμού	ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Ορθολογική μέθοδος	Μέθοδος SCS-CN και ΣΜΥ			
				CN <sub>max</sub>	CN <sub>mean</sub>	CN <sub>min</sub>	CN <sub>deucal</sub>
Ευρώτα	41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	3.2	2.9	2.4	1.9	1.9
	44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	3.6	2.6	1.8	1.0	1.9
	46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	4.5	1.7	0.8	0.2	0.8
	62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	11.2	17.0	15.9	14.3	14.3
	69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	2.8	2.7	2.2	1.7	1.6
Πείρου	5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	3.4	3.1	2.7	2.2	1.8
	6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	4.1	5.1	4.3	3.5	4.5
	63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	5.1	5.8	5.2	4.7	3.3

Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα παρατίθενται στα ακόλουθα διαγράμματα με τις παροχές αιχμής και τις ανηγμένες τιμές τους, για όλες τις υπολεκάνες (Σχήματα 9.6 – 9.7).



Σχήμα 9.6 Παροχές αιχμής (m³/s) των εξεταζόμενων υπολεκανών για τις δύο εφαρμοζόμενες μεθόδους.



Σχήμα 9.7 Ανηγμένες παροχές αιχμής (m³/s/km²) των εξεταζόμενων υπολεκανών για τις δύο εφαρμοζόμενες μεθόδους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : Συμπεράσματα

Στη διπλωματική αυτή εργασία εξετάστηκαν δύο μέθοδοι της υδρολογίας πλημμυρών για τον υπολογισμό της παροχής αιχμής σε λεκάνες της Πελοποννήσου. Η πρώτη μέθοδος είναι η γνωστή ως ορθολογική και χρησιμοποιείται ευρέως στον ελλαδικό χώρο, για μικρής και μεσαίας κλίμακας αντιπλημμυρικά έργα. Να σημειωθεί ότι σε μεγάλης κλίμακας λεκάνες απορροής, όπως οι παραπάνω εννέα, δεν ενδείκνυται η εφαρμογή υπεραπλουστευμένων μεθόδων, όπως η ορθολογική. Εδώ, όμως, η ορθολογική μέθοδος εφαρμόζεται λόγω της ευρείας χρήσης της στην Ελλάδα και για να συγκριθεί με πιο αξιόπιστες μεθόδους υπολογισμού της παροχής αιχμής. Η δεύτερη μέθοδος είναι η συνδυαστική εφαρμογή της μεθόδου SCS-CN για την εκτίμηση των υδρολογικών ελλειμμάτων και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος για τη μετατροπή της επιφανειακής βροχόπτωσης σε πλημμυρογράφημα. Η μέθοδος αυτή έχει υλοποιηθεί σε λογισμικό (HydroD) που αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα ΙΤΙΑ του Τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος του ΕΜΠ, στα πλαίσια του ερευνητικού έργου ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ. Εξετάστηκαν τέσσερις τιμές του CN, οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες, μέσες και ελάχιστες τιμές που δίνονται στους σχετικούς πίνακες της SCS ( $CN_{max}$ ,  $CN_{mean}$ ,  $CN_{min}$ ), και στις τιμές που δίνονται στο έργο ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ ( $CN_{deucal}$ ). Για κάθε μία από τις δύο μεθόδους υπολογίστηκαν οι παροχές αιχμής για τρεις περιόδους επαναφοράς ( $T = 20, 50$  και  $100$  έτη).

Τα κύρια συμπεράσματα αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι τα εξής:

- Οι παροχές αιχμής παρουσιάζουν πολύ μεγάλο εύρος διακύμανσης όσον αφορά στις εννέα λεκάνες της περιοχής μελέτης (Σχήμα 8.1). Για παράδειγμα, η παροχή αιχμής στη λεκάνη απορροής του ποταμού Πάμισου, για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη, υπολογίστηκε ότι μπορεί να κυμανθεί από 675 έως 1582  $m^3/s$ , δηλαδή έχει εύρος διακύμανσης έως και 234%.
- Όταν γίνεται χωρισμός των λεκανών απορροής σε υπολεκάνες (εφαρμογή σε Ευρώτα και Πείρο), οι παροχές αιχμής εμφανίζουν, επίσης, μεγάλο εύρος. Για παράδειγμα, σε μία υπολεκάνη της λεκάνης απορροής του ποταμού Πείρου, για περίοδο επαναφοράς  $T = 100$  έτη, η παροχή αιχμής κυμαίνεται από 380 έως 735  $m^3/s$ , δηλαδή το εύρος διακύμανσης είναι έως και 193%.
- Γενικά, προκύπτει ότι, για κάθε λεκάνη και για κάθε περίοδο επαναφοράς, η παροχή αιχμής παρουσιάζει ένα εύρος διακύμανσης, όπου η μεγαλύτερη τιμή του αντιστοιχεί στην ορθολογική μέθοδο και η μικρότερη στη συνδυαστική εφαρμογή της μεθόδου SCS-CN και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος (ΣΜΥ) για αριθμό καμπύλης απορροής  $CN_{min}$  ή  $CN_{deucal}$ . Οι αριθμοί  $CN_{min}$  και  $CN_{deucal}$  ταυτίζονται σε κάποιες λεκάνες με αποτέλεσμα να δίνουν τα ίδια πλημμυρογράφημα. Σημειώνεται όμως, ότι σε ορισμένες λεκάνες και υπολεκάνες η μεγαλύτερη τιμή της παροχής αιχμής προέκυψε από τη μέθοδο SCS-CN και ΣΜΥ για αριθμό καμπύλης απορροής  $CN_{max}$ . Αυτό αποδίδεται στις μικρές τιμές της παραμέτρου  $\gamma$  του ΣΜΥ και τις υψηλές τιμές του CN που δόθηκαν σε αυτές τις περιπτώσεις. Εξετάζοντας δύο από αυτές τις λεκάνες (Πηνειού και Πείρου) για μεγαλύτερη τιμή του  $\gamma$ , προέκυψε ότι η ορθολογική μέθοδος δίνει τις μεγαλύτερες παροχές αιχμής.

- Ο λόγος της μεγαλύτερης προς τη μικρότερη τιμή του εύρους διακύμανσης για κάθε μέθοδο κυμαίνεται από 1.4 έως 4.7 στις εννέα λεκάνες, και από 1.5 έως 6.5 στις υπολεκάνες των λεκανών Ευρώτα και Πείρου. Κάποιες εξαιρέσεις (π.χ. λεκάνη απορροής του ρέματος Δαφνώνα, όπου η τιμή του λόγου είναι 14 για περίοδο επαναφοράς  $T = 20$  έτη) αποδίδονται στις πολύ χαμηλές τιμές του αριθμού καμπύλης απορροής CN που χρησιμοποιήθηκαν.

Ειδικότερα συμπεράσματα από την εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου στις λεκάνες της περιοχής μελέτης είναι:

- Η μέση τιμή της παροχής αιχμής των 79 λεκανών (μέσης έκτασης  $182 \text{ km}^2$ ) προκύπτει ίση με  $368 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 20$  έτη, και  $644 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 100$  έτη. Η μεγαλύτερη εκτιμημένη τιμή της παροχής αιχμής στις 79 λεκάνες είναι ίση με  $1175 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 20$  έτη, και  $2250 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 100$  έτη, και εμφανίζεται σε υπολεκάνη του Ευρώτα ποταμού.
- Η μέση ανηγμένη παροχή αιχμής των 79 λεκανών προκύπτει ίση με  $2.3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  για  $T = 20$  έτη, και  $4.1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  για  $T = 100$  έτη.

Ειδικότερα συμπεράσματα από την εφαρμογή της συνδυαστικής μεθόδου SCS-CN και ΣΜΥ σε λεκάνες της περιοχής μελέτης είναι:

- Για κάθε λεκάνη και κάθε περίοδο επαναφοράς  $T$ , υπολογίστηκε η μέση παροχή αιχμής από τις τέσσερις εκτιμημένες τιμές που αντιστοιχούν στις τέσσερις διαφορετικές τιμές του αριθμού καμπύλης απορροής. Για τις εννέα μεγάλες λεκάνες η μεγαλύτερη τιμή της μέσης παροχής αιχμής προκύπτει ίση με  $1526 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 20$  έτη, και  $2723 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 100$  έτη και εμφανίζεται στη λεκάνη απορροής ποταμού Αλφειού. Η μικρότερη μέση παροχή αιχμής είναι ίση με  $156 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 20$  έτη, και  $348 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 100$  έτη και εμφανίζεται στη λεκάνη απορροής ρέματος Δαφνώνα. Για τις εξεταζόμενες υπολεκάνες η μεγαλύτερη από τις μέσες παροχές αιχμής είναι ίση με  $753 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 20$  έτη, και  $1637 \text{ m}^3/\text{s}$  για  $T = 100$  έτη και εμφανίζεται σε υπολεκάνη του ποταμού Ευρώτα.
- Οι παροχές αιχμής κάθε λεκάνης παρουσιάζουν ένα εύρος διακύμανσης ανάλογα με την περίοδο επαναφοράς και την τιμή CN που επιλέγεται ( $CN_{\max}$ ,  $CN_{\text{mean}}$ ,  $CN_{\min}$ ,  $CN_{\text{deucal}}$ ). Ο λόγος της μεγαλύτερης τιμής προς τη μικρότερη τιμή αυτού του εύρους κυμαίνεται από 1.4 έως 2.7 για τις εννέα λεκάνες, και 1.2 έως 4.2 για τις υπολεκάνες των λεκανών Ευρώτα και Πείρου. Κάποιες εξαιρέσεις (π.χ. λεκάνη απορροής του ρέματος Δαφνώνα όπου η τιμή του λόγου είναι 6.3 για περίοδο επαναφοράς  $T = 20$  έτη) αποδίδονται στις μεγάλες διαφορές του αριθμού καμπύλης απορροής CN.

Το βασικό συμπέρασμα της εργασίας είναι ότι η εκτίμηση των πλημμυρικών παροχών ενέχει μεγάλη αβεβαιότητα, η οποία οφείλεται στην αβεβαιότητα εκτίμησης των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στις διάφορες μεθόδους.

Στην εργασία αυτή το ποσοστό αρχικών απωλειών της βροχόπτωσης και οι προηγούμενες συνθήκες εδαφικής υγρασίας θεωρήθηκαν σταθερά μεγέθη, ενώ στην πραγματικότητα και αυτά μεταβάλλονται. Μία πρόταση για περαιτέρω έρευνα είναι η θεώρηση των μεγεθών αυτών ως τυχαίων μεταβλητών, κάτι που προφανώς θα αυξήσει τα εύρη διακύμανσης της παροχής αιχμής.

## Αναφορές

- 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., Δ. Κουτσογιάννης, Ν. Μαμάσης, Π. Δημητριάδης, και Α. Μαχαίρας, Βιβλιογραφική επισκόπηση υδρολογίας πλημμυρών και συναφών εργαλείων, *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, 115 σελίδες, Οκτώβριος 2012.
- Κουκουβίνος, Α., και Ν. Μαμάσης, *Εφαρμογές γεωγραφικών επεξεργασιών*, εκπαιδευτικό υλικό στα πλαίσια του έργου: Ανάπτυξη βάσης δεδομένων και εφαρμογών λογισμικού σε διαδικτυακό περιβάλλον για την «Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας», 2009.
- Κουκουβίνος, Α., Γεωγραφικά δεδομένα και επεξεργασίες, *ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ – Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού-πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων*, Ανάδοχοι: Γραφείο Μελετών ΕΤΜΕ - Αντωνίου - Πέππας και Συνεργάτες, Γραφείο Μαχαίρα, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 36 σελίδες, Μάρτιος 2012.
- Κουκουβίνος, Α., *Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο υδρολογίας πλημμυρών*, Ημερίδα Ερευνητικού προγράμματος ΔΕΥΚΑΛΙΩΝ : «Εκτίμηση πλημμυρικών ροών στην Ελλάδα σε συνθήκες υδροκλιματικής μεταβλητότητας: Ανάπτυξη φυσικά εδραιωμένου εννοιολογικού-πιθανοτικού πλαισίου και υπολογιστικών εργαλείων», Τετάρτη 2/7/2014, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.
- Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 3, 418 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.
- Μαμάσης, Ν., *Σημειώσεις μαθήματος «Πλημμύρες και Αντιπλημμυρικά Έργα»*, Εκτίμηση πλημμυρικών παροχών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2013.
- Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ), *Τεύχος 8: Αποχέτευση-Στράγγιση-Υδραυλικά Έργα Οδών*, ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002.
- ΥΠΑΠΕΝ – ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ, Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου (GR01).

- ΥΠΑΠΕΝ – ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ, Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου (GR02).
- ΥΠΑΠΕΝ – ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ, Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου (GR03).
- Chow, V. T., D. R. Maidment, and L. W. Mays, *Applied Hydrology*, 572 pages, McGrawHill, 1988.
- Dingman, S. L., *Physical Hydrology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.
- Giandotti, M., Previsione delle piene e delle magre dei corsi d'acqua, *Memorie e Studi Idrografici*, Ministero dei Lavori Pubblici, Roma, 1934.
- Hydrology Research Group, David Tarboton, *TauDEM tool help*, Utah State University.
- 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.
- Sherman, L. K., Streamflow from rainfall by the unit graph method, *Eng. News Rec.*, 108, 501–505, 1932.
- Soil Conservation Service, *National Engineering Handbook*, section 4, Hydrology, U.S. Dept. of Agriculture, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1972.
- Sutcliffe J.V., *Methods of Flood Estimation - A Guide to Flood Studies Report*, Report No 49, Institute of Hydrology, UK, 1978.
- 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.
- Zeiler, M., *Modeling our World*, Redlands, 1999.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Στοιχεία λεκανών απορροής

### Χρόνος συγκέντρωσης κατά Giandotti

**Πίνακας Α1** Χρόνοι συγκέντρωσης κατά Giandotti των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Χρόνος συγκέντρωσης κατά Giandotti (h)
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	6.69
1	ΚΡΙΟΣ Π.	2.93
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	3.72
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	4.74
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	4.10
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	6.14
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	4.82
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	7.49
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	5.04
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	4.37
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	5.54
11	ΛΑΔΩΝ Π.	6.22
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	8.61
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	4.11
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	7.06
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	5.42
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	5.39
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	6.71
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	8.19
19	ΤΑΝΟΣ Π.	14.99
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	6.87
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	6.05
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	7.76
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	3.95
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	6.13
25	-	3.96
26	-	7.05
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	4.47
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	4.06
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	6.64
30	-	4.65
31	ΡΑΔΟΣ Π.	6.55
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	5.57
33	ΤΑΝΟΣ Π.	3.82



**Πίνακας Α2** Χρόνοι συγκέντρωσης κατά Giandotti των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Χρόνος συγκέντρωσης κατά Giandotti (h)
34	ΝΕΔΑ Π.	5.87
35	ΤΑΝΟΣ Π.	7.19
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	7.28
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	5.83
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	5.68
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	6.14
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	4.92
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	9.59
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	5.80
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	4.31
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	5.39
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	3.76
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	3.74
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	4.77
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	4.31
49	ΝΕΔΩΝ Π.	3.49
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	5.23
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	3.19
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	7.10
53	-	6.52
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	6.02
55	-	6.53
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	3.86
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	5.50
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	3.00
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	3.89
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	4.65
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	8.00
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	2.17
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	2.95
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	2.70
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	4.35
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	11.74
67	ΛΑΔΩΝ Π.	7.53
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	7.05
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	10.66
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	4.37
71	ΑΡΗΣ Π.	2.43
72	ΤΑΝΟΣ Π.	3.48
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	6.19

**Πίνακας Α3** Χρόνοι συγκέντρωσης κατά Giandotti των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Χρόνος συγκέντρωσης κατά Giandotti (h)
74	ΤΑΝΟΣ Π.	3.81
75	ΛΑΔΩΝ Π.	4.15
76	ΛΑΔΩΝ Π.	2.26
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	9.72
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	7.82

**Πίνακας Α4** Χρόνοι συγκέντρωσης κατά Giandotti των εννέα λεκανών απορροής.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Χρόνος συγκέντρωσης κατά Giandotti (h)
1	Αλφειού	21.0
2	Ασωπού	10.4
3	Δαφνώνα	5.7
4	Ευρώτα	15.6
5	Ίναχου	9.4
6	Πάμισου	12.2
7	Πείρου	7.1
8	Πηνειού	13.8
9	Σελινούντα	6.3

## Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου

**Πίνακας Α5** Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (%)
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	13.8
1	ΚΡΙΟΣ Π.	13.6
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	12.7
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	13.7
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	14.2
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	15.2
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	13.0
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	15.3
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	14.1
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	13.7
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	16.1
11	ΛΑΔΩΝ Π.	13.4
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	13.9
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	11.7

**Πίνακας Α6** Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (%)
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	12.9
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	14.5
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	13.1
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	14.4
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	16.3
19	ΤΑΝΟΣ Π.	15.3
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	14.6
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	13.6
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	14.7
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	13.6
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	15.8
25	-	14.5
26	-	15.1
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	13.8
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	14.5
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	14.1
30	-	14.3
31	ΡΑΔΟΣ Π.	13.8
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	12.9
33	ΤΑΝΟΣ Π.	13.6
34	ΝΕΔΑ Π.	13.7
35	ΤΑΝΟΣ Π.	14.7
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	15.4
37	ΞΕΡΙΑΣ Ρ.	14.1
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	15.1
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	14.9
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	14.6
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	15.2
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	15.5
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	15.0
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	13.9
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	14.5
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	14.0
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	14.4
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	13.3
49	ΝΕΔΩΝ Π.	12.9
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	13.6
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	13.2
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	15.3
53	-	15.8

**Πίνακας Α7** Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου των 79 λεκανών απορροής (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (%)
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	14.6
55	-	14.5
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	12.7
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	13.3
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	15.1
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	13.7
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	15.5
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	15.2
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	13.5
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	22.2
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	20.0
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	17.3
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	16.4
67	ΛΑΔΩΝ Π.	13.7
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	14.7
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	15.8
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	16.1
71	ΑΡΗΣ Π.	15.0
72	ΤΑΝΟΣ Π.	13.5
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	14.4
74	ΤΑΝΟΣ Π.	12.4
75	ΛΑΔΩΝ Π.	15.1
76	ΛΑΔΩΝ Π.	18.8
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	14.4
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	16.7

**Πίνακας Α8** Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου των εννέα λεκανών απορροής.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (%)
1	Αλφειού	14.3
2	Ασωπού	14.1
3	Δαφνώνα	14.2
4	Ευρώτα	15.2
5	Ίναχου	14.5
6	Πάμισου	15.0
7	Πείρου	14.6
8	Πηνειού	15.2
9	Σελινούντα	13.8

## Συντελεστής απορροής κατά ΟΜΟΕ

**Πίνακας Α9** Συντελεστές απορροής κατά ΟΜΟΕ των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.16	0.14	0.08	0.08	0.46
1	ΚΡΙΟΣ Π.	0.24	0.09	0.07	0.08	0.48
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	0.26	0.09	0.07	0.08	0.50
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.23	0.09	0.07	0.08	0.47
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.21	0.09	0.07	0.08	0.45
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.20	0.09	0.08	0.09	0.46
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	0.20	0.13	0.08	0.08	0.49
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	0.15	0.12	0.08	0.09	0.44
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	0.24	0.09	0.07	0.08	0.48
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	0.24	0.10	0.08	0.08	0.50
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.19	0.14	0.09	0.09	0.51
11	ΛΑΔΩΝ Π.	0.24	0.07	0.07	0.08	0.46
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.19	0.08	0.08	0.08	0.43
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.24	0.08	0.08	0.08	0.48
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	0.24	0.08	0.08	0.08	0.48
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	0.19	0.09	0.07	0.08	0.43
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.23	0.07	0.07	0.08	0.45
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	0.18	0.09	0.07	0.08	0.42
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	0.16	0.10	0.08	0.09	0.43
19	ΤΑΝΟΣ Π.	0.18	0.07	0.08	0.09	0.42
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	0.22	0.08	0.07	0.08	0.45
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	0.23	0.07	0.07	0.08	0.45
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	0.18	0.10	0.08	0.08	0.44
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	0.22	0.10	0.07	0.08	0.47
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	0.17	0.08	0.08	0.09	0.42
25	-	0.20	0.07	0.07	0.08	0.42
26	-	0.18	0.07	0.08	0.09	0.42
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	0.23	0.08	0.07	0.08	0.46
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	0.21	0.09	0.06	0.08	0.44
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	0.20	0.09	0.07	0.08	0.44
30	-	0.19	0.07	0.07	0.08	0.41
31	ΡΑΔΟΣ Π.	0.21	0.08	0.07	0.08	0.44
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	0.23	0.08	0.07	0.08	0.46
33	ΤΑΝΟΣ Π.	0.22	0.12	0.07	0.08	0.49
34	ΝΕΔΑ Π.	0.23	0.08	0.07	0.08	0.46
35	ΤΑΝΟΣ Π.	0.18	0.10	0.09	0.08	0.45
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.17	0.10	0.08	0.09	0.44
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	0.19	0.10	0.07	0.08	0.44
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	0.20	0.09	0.07	0.09	0.45

**Πίνακας Α10** Συντελεστές απορροής κατά ΟΜΟΕ των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	0.19	0.08	0.07	0.08	0.42
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	0.23	0.09	0.07	0.08	0.47
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.20	0.10	0.07	0.09	0.46
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	0.20	0.08	0.08	0.09	0.45
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	0.19	0.08	0.07	0.09	0.43
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.19	0.11	0.07	0.08	0.45
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.22	0.07	0.07	0.08	0.44
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.22	0.08	0.06	0.08	0.44
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	0.20	0.08	0.06	0.08	0.42
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.20	0.07	0.07	0.08	0.42
49	ΝΕΔΩΝ Π.	0.25	0.10	0.06	0.08	0.49
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	0.18	0.13	0.07	0.08	0.46
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	0.25	0.07	0.08	0.08	0.48
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	0.18	0.08	0.07	0.09	0.42
53	-	0.17	0.08	0.07	0.09	0.41
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	0.21	0.10	0.07	0.08	0.46
55	-	0.17	0.09	0.07	0.08	0.41
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	0.11	0.09	0.08	0.08	0.36
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.18	0.15	0.08	0.08	0.49
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.22	0.06	0.09	0.09	0.46
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.24	0.08	0.07	0.08	0.47
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.16	0.09	0.09	0.09	0.43
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	0.16	0.10	0.08	0.09	0.43
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.17	0.13	0.07	0.08	0.45
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.13	0.10	0.08	0.09	0.40
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	0.10	0.07	0.10	0.09	0.36
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	0.16	0.07	0.08	0.09	0.40
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.13	0.11	0.09	0.09	0.42
67	ΛΑΔΩΝ Π.	0.21	0.08	0.07	0.08	0.44
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.21	0.09	0.07	0.08	0.45
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.18	0.09	0.07	0.09	0.43
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.19	0.08	0.08	0.09	0.44
71	ΑΡΗΣ Π.	0.15	0.08	0.08	0.09	0.40
72	ΤΑΝΟΣ Π.	0.20	0.10	0.08	0.08	0.46
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.22	0.09	0.08	0.08	0.47
74	ΤΑΝΟΣ Π.	0.22	0.08	0.07	0.08	0.45
75	ΛΑΔΩΝ Π.	0.17	0.09	0.08	0.09	0.43
76	ΛΑΔΩΝ Π.	0.19	0.11	0.08	0.09	0.47
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	0.19	0.11	0.08	0.08	0.46
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	0.14	0.09	0.09	0.09	0.41

**Πίνακας Α11** Συντελεστές απορροής κατά ΟΜΟΕ των εννέα λεκανών.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C$
1	Αλφειού	0.21	0.09	0.08	0.08	0.46
2	Ασωπού	0.20	0.08	0.07	0.08	0.43
3	Δαφνώνα	0.21	0.07	0.07	0.08	0.43
4	Ευρώτα	0.19	0.10	0.07	0.09	0.45
5	Ίναχου	0.21	0.07	0.07	0.08	0.43
6	Πάμισου	0.18	0.08	0.07	0.09	0.42
7	Πείρου	0.20	0.11	0.08	0.08	0.47
8	Πηνειού	0.17	0.11	0.08	0.09	0.45
9	Σελινούντα	0.23	0.09	0.07	0.08	0.47

## Παράμετροι όμβριων καμπυλών

**Πίνακας Α12** Παράμετροι όμβριων καμπυλών των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	$\kappa$	$\lambda'$	$\psi'$	$\vartheta$	$\eta$
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.113	397.9	0.657	0.09	0.72
1	ΚΡΙΟΣ Π.	0.092	560.6	0.717	0.09	0.72
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	0.066	629.9	0.752	0.09	0.72
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.061	635.4	0.755	0.09	0.72
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.057	666.7	0.786	0.09	0.72
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.096	486.4	0.682	0.09	0.72
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	0.095	477.3	0.688	0.09	0.72
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	0.113	407.2	0.669	0.09	0.72
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	0.061	676.9	0.772	0.09	0.72
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	0.111	428.2	0.625	0.09	0.72
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.096	479.3	0.676	0.09	0.72
11	ΛΑΔΩΝ Π.	0.057	735.1	0.804	0.09	0.72
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.087	529.1	0.681	0.09	0.72
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.072	550.3	0.698	0.09	0.72
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	0.059	684.4	0.745	0.09	0.72
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	0.160	298.0	0.541	0.09	0.72
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.113	428.9	0.604	0.09	0.72
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	0.163	261.8	0.492	0.09	0.72
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	0.096	483.7	0.687	0.09	0.72
19	ΤΑΝΟΣ Π.	0.105	431.4	0.630	0.09	0.72
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	0.057	688.2	0.757	0.09	0.72
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	0.178	324.4	0.524	0.09	0.72
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	0.105	470.6	0.668	0.09	0.72

Πίνακας Α13 Παράμετροι όμβριων καμπυλών των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	$\kappa$	$\lambda'$	$\psi'$	$\vartheta$	$\eta$
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	0.057	739.6	0.763	0.09	0.72
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	0.188	239.1	0.438	0.09	0.72
25	-	0.152	331.7	0.533	0.09	0.72
26	-	0.152	310.6	0.538	0.09	0.72
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	0.177	331.5	0.543	0.09	0.72
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	0.057	739.4	0.734	0.09	0.72
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	0.084	524.3	0.651	0.09	0.72
30	-	0.188	317.5	0.517	0.09	0.72
31	ΡΑΔΟΣ Π.	0.193	291.3	0.498	0.09	0.72
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	0.158	351.6	0.591	0.09	0.72
33	ΤΑΝΟΣ Π.	0.117	419.0	0.649	0.09	0.72
34	ΝΕΔΑ Π.	0.113	400.3	0.576	0.09	0.72
35	ΤΑΝΟΣ Π.	0.113	401.1	0.659	0.09	0.72
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.113	395.6	0.594	0.09	0.72
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	0.113	436.1	0.600	0.09	0.72
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	0.113	395.8	0.576	0.09	0.72
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	0.113	402.3	0.580	0.09	0.72
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	0.126	393.3	0.614	0.09	0.72
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.143	391.2	0.564	0.09	0.72
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	0.113	424.3	0.593	0.09	0.72
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	0.113	433.7	0.612	0.09	0.72
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.113	408.6	0.643	0.09	0.72
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.113	373.5	0.586	0.09	0.72
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.113	387.3	0.596	0.09	0.72
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	0.113	447.0	0.600	0.09	0.72
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.113	346.4	0.558	0.09	0.72
49	ΝΕΔΩΝ Π.	0.113	433.3	0.555	0.09	0.72
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	0.113	395.9	0.598	0.09	0.72
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	0.113	373.4	0.521	0.09	0.72
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	0.153	309.6	0.512	0.09	0.72
53	-	0.167	285.8	0.495	0.09	0.72
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	0.189	316.9	0.443	0.09	0.72
55	-	0.180	264.1	0.460	0.09	0.72
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	0.113	417.0	0.593	0.09	0.72
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.113	399.9	0.654	0.09	0.72
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.136	380.0	0.600	0.09	0.72
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.091	519.7	0.725	0.09	0.72
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.113	407.7	0.574	0.09	0.72
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	0.113	429.1	0.609	0.09	0.72
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.180	353.0	0.534	0.09	0.72



**Πίνακας Α14** Παράμετροι όμβριων καμπυλών των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	$\kappa$	$\lambda'$	$\psi'$	$\vartheta$	$\eta$
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.113	386.2	0.645	0.09	0.72
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	0.193	268.8	0.508	0.09	0.72
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	0.189	300.4	0.535	0.09	0.72
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.113	433.9	0.691	0.09	0.72
67	ΛΑΔΩΝ Π.	0.057	773.6	0.787	0.09	0.72
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.167	294.9	0.483	0.09	0.72
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.166	328.6	0.497	0.09	0.72
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.089	469.4	0.594	0.09	0.72
71	ΑΡΗΣ Π.	0.113	432.7	0.608	0.09	0.72
72	ΤΑΝΟΣ Π.	0.118	368.7	0.614	0.09	0.72
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.090	494.4	0.640	0.09	0.72
74	ΤΑΝΟΣ Π.	0.162	374.5	0.605	0.09	0.72
75	ΛΑΔΩΝ Π.	0.057	571.8	0.668	0.09	0.72
76	ΛΑΔΩΝ Π.	0.109	451.4	0.602	0.09	0.72
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	0.109	453.8	0.631	0.09	0.72
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	0.113	433.4	0.639	0.09	0.72

**Πίνακας Α15** Παράμετροι όμβριων καμπυλών των εννέα λεκανών.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	$\kappa$	$\lambda'$	$\psi'$	$\vartheta$	$\eta$
1	Αλφειού	0.08	587.1	0.69	0.09	0.72
2	Ασωπού	0.12	435.0	0.60	0.09	0.72
3	Δαφνώνα	0.12	365.9	0.58	0.09	0.72
4	Ευρώτα	0.15	363.0	0.54	0.09	0.72
5	Ίναχου	0.18	305.6	0.51	0.09	0.72
6	Πάμισου	0.11	427.8	0.60	0.09	0.72
7	Πείρου	0.10	481.5	0.68	0.09	0.72
8	Πηνειού	0.10	464.6	0.68	0.09	0.72
9	Σελινούντα	0.07	610.8	0.76	0.09	0.72

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : Αποτελέσματα ορθολογικής μεθόδου

### Χρόνος συγκέντρωσης

Πίνακας Β1 Χρόνοι συγκέντρωσης (h) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	5.7	5.2	4.9
1	ΚΡΙΟΣ Π.	2.5	2.3	2.2
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	3.3	3.0	2.9
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	4.2	3.9	3.7
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	3.6	3.4	3.2
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	5.3	4.9	4.6
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	4.2	3.8	3.6
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	6.4	5.8	5.4
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	4.4	4.1	3.9
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	3.8	3.4	3.2
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	4.8	4.4	4.1
11	ΛΑΔΩΝ Π.	5.4	5.0	4.8
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	7.5	6.9	6.6
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	3.6	3.4	3.2
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	6.3	5.9	5.6
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	4.5	4.1	3.8
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	4.7	4.3	4.0
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	5.7	5.1	4.7
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	7.1	6.5	6.1
19	ΤΑΝΟΣ Π.	13.0	11.9	11.2
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	6.1	5.7	5.4
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	5.0	4.5	4.1
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	6.7	6.1	5.7
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	3.5	3.3	3.1
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	5.1	4.6	4.2
25	-	3.3	3.0	2.8
26	-	6.0	5.4	5.0
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	3.7	3.3	3.0
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	3.6	3.4	3.3
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	5.9	5.4	5.2
30	-	3.8	3.4	3.1

Πίνακας Β2 Χρόνοι συγκέντρωσης (h) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
31	ΡΑΔΟΣ Π.	5.4	4.8	4.4
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	4.6	4.1	3.8
33	ΤΑΝΟΣ Π.	3.3	3.0	2.8
34	ΝΕΔΑ Π.	5.1	4.7	4.4
35	ΤΑΝΟΣ Π.	6.1	5.6	5.2
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	6.3	5.8	5.4
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	5.0	4.6	4.3
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	4.9	4.5	4.3
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	5.3	4.9	4.6
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	4.2	3.8	3.6
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	8.1	7.3	6.8
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	5.0	4.6	4.3
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	3.7	3.4	3.2
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	4.6	4.2	3.9
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	3.3	3.0	2.8
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	3.2	3.0	2.8
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	4.1	3.8	3.6
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	3.8	3.5	3.3
49	ΝΕΔΩΝ Π.	3.0	2.8	2.6
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	4.5	4.1	3.9
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	2.8	2.6	2.4
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	6.0	5.4	5.1
53	-	5.5	4.9	4.6
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	5.0	4.5	4.1
55	-	5.5	4.9	4.5
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	3.3	3.1	2.9
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	4.7	4.3	4.0
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	2.5	2.3	2.1
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	3.3	3.1	2.9
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	4.0	3.7	3.5
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	6.9	6.3	5.9
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	1.8	1.6	1.5
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	2.5	2.3	2.2
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	2.2	2.0	1.8
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	3.6	3.2	2.9
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	9.9	9.0	8.4
67	ΛΑΔΩΝ Π.	6.6	6.2	5.8
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	5.9	5.3	5.0
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	9.0	8.1	7.5

**Πίνακας Β3** Χρόνοι συγκέντρωσης (h) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	3.9	3.6	3.4
71	ΑΡΗΣ Π.	2.1	1.9	1.8
72	ΤΑΝΟΣ Π.	3.0	2.7	2.6
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	5.4	5.0	4.8
74	ΤΑΝΟΣ Π.	3.1	2.8	2.6
75	ΛΑΔΩΝ Π.	3.8	3.6	3.4
76	ΛΑΔΩΝ Π.	2.0	1.8	1.7
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	8.4	7.7	7.2
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	6.7	6.1	5.7

**Πίνακας Β4** Χρόνοι συγκέντρωσης (h) των εννέα λεκανών.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
1	Αλφειού	18.4	17.1	16.2
2	Ασωπού	8.9	8.1	7.6
3	Δαφνώνα	4.9	4.5	4.2
4	Ευρώτα	13.2	11.9	11.1
5	Ίναχου	7.8	7.0	6.4
6	Πάμισου	10.5	9.6	9.0
7	Πείρου	6.1	5.6	5.3
8	Πηνειού	11.8	10.8	10.2
9	Σελινούντα	5.5	5.1	4.8

## Συντελεστής επιφανειακής αναγωγής

**Πίνακας Β5** Συντελεστές επιφανειακής αναγωγής  $\varphi$  των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.88	0.88	0.88
1	ΚΡΙΟΣ Π.	0.85	0.84	0.84
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	0.85	0.85	0.84
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.86	0.86	0.86
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.87	0.86	0.86
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.86	0.86	0.85
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	0.87	0.87	0.86
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	0.89	0.89	0.89

**Πίνακας Β6** Συντελεστές επιφανειακής αναγωγής  $\varphi$  των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	0.85	0.84	0.84
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	0.85	0.84	0.84
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.87	0.87	0.87
11	ΛΑΔΩΝ Π.	0.85	0.85	0.84
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.85	0.85	0.84
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.87	0.87	0.86
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	0.85	0.85	0.84
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	0.88	0.87	0.87
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.88	0.88	0.87
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	0.87	0.87	0.86
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	0.87	0.87	0.86
19	ΤΑΝΟΣ Π.	0.87	0.86	0.86
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	0.86	0.86	0.86
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	0.85	0.85	0.84
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	0.88	0.87	0.87
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	0.86	0.86	0.85
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	0.88	0.88	0.87
25	-	0.86	0.86	0.86
26	-	0.86	0.85	0.85
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	0.86	0.86	0.85
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	0.85	0.85	0.85
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	0.86	0.86	0.86
30	-	0.87	0.86	0.86
31	ΡΑΔΟΣ Π.	0.87	0.86	0.86
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	0.86	0.86	0.85
33	ΤΑΝΟΣ Π.	0.86	0.86	0.85
34	ΝΕΔΑ Π.	0.85	0.85	0.84
35	ΤΑΝΟΣ Π.	0.88	0.87	0.87
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.88	0.87	0.87
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	0.87	0.87	0.87
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	0.86	0.86	0.85
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	0.88	0.87	0.87
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	0.84	0.84	0.83
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.85	0.84	0.84
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	0.87	0.87	0.86
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	0.87	0.87	0.86
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.86	0.85	0.85
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.85	0.84	0.84
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.85	0.85	0.85
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	0.86	0.86	0.85

**Πίνακας Β7** Συντελεστές επιφανειακής αναγωγής  $\varphi$  των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.86	0.86	0.86
49	ΝΕΔΩΝ Π.	0.85	0.85	0.85
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	0.88	0.87	0.87
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	0.85	0.84	0.84
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	0.86	0.86	0.85
53	-	0.87	0.87	0.86
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	0.87	0.86	0.86
55	-	0.87	0.87	0.87
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	0.95	0.94	0.94
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.87	0.87	0.86
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.86	0.85	0.85
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.86	0.86	0.86
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.87	0.87	0.87
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	0.88	0.87	0.87
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.91	0.91	0.91
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.94	0.94	0.93
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	0.96	0.96	0.95
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	0.88	0.88	0.88
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.89	0.89	0.88
67	ΛΑΔΩΝ Π.	0.85	0.84	0.84
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.85	0.85	0.84
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.84	0.84	0.83
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.84	0.84	0.83
71	ΑΡΗΣ Π.	0.89	0.89	0.89
72	ΤΑΝΟΣ Π.	0.87	0.87	0.86
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.85	0.85	0.84
74	ΤΑΝΟΣ Π.	0.87	0.86	0.86
75	ΛΑΔΩΝ Π.	0.90	0.90	0.89
76	ΛΑΔΩΝ Π.	0.89	0.89	0.88
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	0.86	0.86	0.86
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	0.91	0.91	0.91

**Πίνακας Β8** Συντελεστές επιφανειακής αναγωγής  $\varphi$  των εννέα λεκανών.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
1	Αλφειού	0.83	0.83	0.82
2	Ασωπού	0.84	0.83	0.83
3	Δαφνώνα	0.84	0.83	0.83
4	Ευρώτα	0.84	0.83	0.83
5	Ίναχου	0.85	0.84	0.84
6	Πάμισου	0.85	0.85	0.84
7	Πείρου	0.85	0.85	0.84
8	Πηνειού	0.86	0.85	0.85
9	Σελινούντα	0.84	0.84	0.84

## Συντελεστής απορροής

**Πίνακας Β9** Συντελεστές απορροής των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.50	0.55	0.58
1	ΚΡΙΟΣ Π.	0.52	0.58	0.60
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	0.54	0.60	0.63
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.51	0.56	0.59
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.49	0.54	0.56
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.50	0.55	0.58
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	0.53	0.59	0.61
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	0.48	0.53	0.55
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	0.52	0.58	0.60
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	0.54	0.60	0.63
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.55	0.61	0.64
11	ΛΑΔΩΝ Π.	0.50	0.55	0.58
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.46	0.52	0.54
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.52	0.58	0.60
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	0.52	0.58	0.60
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	0.46	0.52	0.54
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.49	0.54	0.56
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	0.45	0.50	0.53
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	0.46	0.52	0.54
19	ΤΑΝΟΣ Π.	0.45	0.50	0.53
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	0.49	0.54	0.56
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	0.49	0.54	0.56
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	0.48	0.53	0.55
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	0.51	0.56	0.59

**Πίνακας Β10** Συντελεστές απορροής των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	0.45	0.50	0.53
25	-	0.45	0.50	0.53
26	-	0.45	0.50	0.53
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	0.50	0.55	0.58
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	0.48	0.53	0.55
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	0.48	0.53	0.55
30	-	0.44	0.49	0.51
31	ΡΑΔΟΣ Π.	0.48	0.53	0.55
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	0.50	0.55	0.58
33	ΤΑΝΟΣ Π.	0.53	0.59	0.61
34	ΝΕΔΑ Π.	0.50	0.55	0.58
35	ΤΑΝΟΣ Π.	0.49	0.54	0.56
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.48	0.53	0.55
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	0.48	0.53	0.55
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	0.49	0.54	0.56
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	0.45	0.50	0.53
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	0.51	0.56	0.59
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.50	0.55	0.58
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	0.49	0.54	0.56
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	0.46	0.52	0.54
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.49	0.54	0.56
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.48	0.53	0.55
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.48	0.53	0.55
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	0.45	0.50	0.53
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.45	0.50	0.53
49	ΝΕΔΩΝ Π.	0.53	0.59	0.61
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	0.50	0.55	0.58
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	0.52	0.58	0.60
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	0.45	0.50	0.53
53	-	0.44	0.49	0.51
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	0.50	0.55	0.58
55	-	0.44	0.49	0.51
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	0.39	0.43	0.45
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.53	0.59	0.61
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	0.50	0.55	0.58
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	0.51	0.56	0.59
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.46	0.52	0.54
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	0.46	0.52	0.54
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	0.49	0.54	0.56
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	0.43	0.48	0.50



**Πίνακας Β11** Συντελεστές απορροής των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	0.39	0.43	0.45
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	0.43	0.48	0.50
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	0.45	0.50	0.53
67	ΛΑΔΩΝ Π.	0.48	0.53	0.55
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	0.49	0.54	0.56
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	0.46	0.52	0.54
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.48	0.53	0.55
71	ΑΡΗΣ Π.	0.43	0.48	0.50
72	ΤΑΝΟΣ Π.	0.50	0.55	0.58
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	0.51	0.56	0.59
74	ΤΑΝΟΣ Π.	0.49	0.54	0.56
75	ΛΑΔΩΝ Π.	0.46	0.52	0.54
76	ΛΑΔΩΝ Π.	0.51	0.56	0.59
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	0.50	0.55	0.58
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	0.44	0.49	0.51

**Πίνακας Β12** Συντελεστές απορροής των εννέα λεκανών.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
1	Αλφειού	0.50	0.55	0.58
2	Ασωπού	0.46	0.52	0.54
3	Δαφνώνα	0.46	0.52	0.54
4	Ευρώτα	0.49	0.54	0.56
5	Ίναχου	0.46	0.52	0.54
6	Πάμισου	0.45	0.50	0.53
7	Πείρου	0.51	0.56	0.59
8	Πηνειού	0.49	0.54	0.56
9	Σελινούντα	0.51	0.56	0.59

## Μέση επιφανειακή ένταση βροχόπτωσης

Πίνακας Β13 Μέση επιφανειακή ένταση βροχόπτωσης  $i_m$  (mm/h) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	13.0	16.7	20.1
1	ΚΡΙΟΣ Π.	25.3	31.8	37.5
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	18.4	22.6	25.8
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	15.1	18.3	21.0
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	16.0	19.3	22.2
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	14.3	18.1	21.1
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	16.6	21.0	24.4
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	12.3	15.8	19.0
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	14.7	17.8	20.5
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	18.7	23.5	27.9
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	15.5	19.5	23.0
11	ΛΑΔΩΝ Π.	12.3	15.2	17.3
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	11.4	14.1	16.3
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	17.7	21.7	24.6
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	12.2	14.6	16.5
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	16.5	21.8	26.8
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	17.3	22.0	25.8
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	13.0	17.2	20.8
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	11.7	14.8	17.2
19	ΤΑΝΟΣ Π.	7.7	9.6	11.4
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	12.0	14.5	16.6
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	17.8	24.2	29.8
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	12.9	16.4	19.5
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	18.9	22.9	25.8
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	15.0	20.2	24.9
25	-	21.7	28.5	34.7
26	-	13.4	17.5	21.3
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	22.4	30.5	37.7
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	19.5	23.3	26.4
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	14.0	17.2	19.9
30	-	22.6	30.9	38.7
31	ΡΑΔΟΣ Π.	16.9	23.0	29.2
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	17.7	23.9	29.2
33	ΤΑΝΟΣ Π.	20.6	26.6	31.5
34	ΝΕΔΑ Π.	15.2	19.1	22.3
35	ΤΑΝΟΣ Π.	12.4	15.8	19.0

**Πίνακας Β14** Μέση επιφανειακή ένταση βροχόπτωσης  $i_m$  (mm/h) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	13.1	16.4	19.3
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	16.6	21.0	24.9
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	15.6	19.6	22.8
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	15.2	19.0	22.4
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	17.3	22.4	26.6
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	12.5	16.2	19.7
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	16.4	20.6	24.1
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	20.2	25.6	30.0
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	15.5	19.6	23.4
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	19.2	23.9	28.2
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	19.8	25.0	29.5
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	19.4	24.5	28.6
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	16.9	21.1	24.9
49	ΝΕΔΩΝ Π.	24.2	30.3	35.6
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	16.5	20.6	24.4
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	23.0	28.3	33.0
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	13.7	18.0	21.6
53	-	14.7	19.7	23.9
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	19.8	26.7	33.3
55	-	14.8	19.9	24.7
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	23.4	29.1	34.5
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	14.9	19.1	22.6
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	26.1	33.7	40.7
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	19.1	24.3	28.7
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	18.7	23.5	27.8
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	13.0	16.4	19.4
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	42.5	58.1	72.3
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	24.3	31.2	36.7
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	31.9	44.1	54.9
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	22.5	31.2	39.4
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	9.3	12.0	14.3
67	ΛΑΔΩΝ Π.	11.7	14.2	16.4
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	14.2	18.9	22.8
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	11.4	15.3	18.6
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	18.4	22.3	25.4
71	ΑΡΗΣ Π.	30.7	39.0	46.2
72	ΤΑΝΟΣ Π.	20.4	26.2	30.9

**Πίνακας Β15** Μέση επιφανειακή ένταση βροχόπτωσης  $i_m$  (mm/h) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	14.5	17.9	20.6
74	ΤΑΝΟΣ Π.	25.2	33.9	42.1
75	ΛΑΔΩΝ Π.	17.8	20.8	23.1
76	ΛΑΔΩΝ Π.	33.2	41.7	48.7
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	11.2	14.2	16.9
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	13.4	17.2	20.5

**Πίνακας Β16** Μέση επιφανειακή ένταση βροχόπτωσης  $i_m$  (mm/h) των εννέα λεκανών.

ID	Λεκάνη απορροής ποταμού	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
1	Αλφειού	6.1	7.6	8.6
2	Ασωπού	10.9	13.8	16.4
3	Δαφνώνα	14.4	18.2	21.6
4	Ευρώτα	8.6	11.1	13.5
5	Ίναχου	12.5	16.9	21.1
6	Πάμισου	9.4	12.0	14.0
7	Πείρου	12.7	16.0	18.6
8	Πηνειού	7.9	9.9	11.8
9	Σελινούντα	12.4	15.4	17.8

## Ανηγμένη παροχή αιχμής

**Πίνακας Β17** Ανηγμένες παροχές αιχμής ( $m^3/s/km^2$ ) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
0	ΠΕΙΡΟΣ Π.	1.8	2.6	3.2
1	ΚΡΙΟΣ Π.	3.7	5.1	6.3
2	ΚΡΑΘΙΣ Π.	2.8	3.8	4.5
3	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	2.1	2.8	3.4
4	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	2.2	2.9	3.5
5	ΠΕΙΡΟΣ Π.	2.0	2.8	3.4
6	ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΣ Ρ.	2.4	3.4	4.1
7	ΒΕΡΓΑΣ Ρ.	1.6	2.3	2.9
8	ΒΟΥΡΑΪΚΟΣ Π.	2.1	2.9	3.4
9	ΤΡΙΚΑΛΙΤΙΚΟΣ Π.	2.8	3.9	4.9
10	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	2.4	3.3	4.1

**Πίνακας Β18** Ανηγγμένες παροχές αιχμής ( $m^3/s/km^2$ ) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
11	ΛΑΔΩΝ Π.	1.7	2.3	2.8
12	ΑΣΩΠΟΣ Π.	1.5	2.0	2.4
13	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	2.6	3.5	4.1
14	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	1.8	2.4	2.8
15	ΠΟΤΑΜΙΑ Ρ.	2.1	3.1	4.0
16	ΑΣΩΠΟΣ Π.	2.4	3.3	4.0
17	ΡΑΙΖΑΝΗ Ρ.	1.6	2.4	3.1
18	ΛΑΔΩΝ ΠΗΝΕΙΑΙΟΣ Π.	1.5	2.1	2.6
19	ΤΑΝΟΣ Π.	1.0	1.3	1.7
20	ΤΡΑΓΟΣ Ρ.	1.6	2.2	2.6
21	ΙΝΑΧΟΣ Π.	2.4	3.6	4.6
22	ΛΕΣΤΕΝΙΣΤΑΣ Ρ.	1.7	2.4	3.0
23	ΛΑΓΚΑΔΙΑΝΟ Ρ.	2.7	3.6	4.2
24	ΔΕΡΒΕΝΙ Ρ.	1.9	2.8	3.7
25	-	2.7	4.0	5.1
26	-	1.7	2.4	3.1
27	ΞΕΡΙΑΣ Π.	3.1	4.7	6.1
28	ΛΟΥΣΙΟΣ Π.	2.6	3.4	4.0
29	ΕΛΙΣΣΩΝ Π.	1.9	2.5	3.0
30	-	2.8	4.2	5.5
31	ΡΑΔΟΣ Π.	2.3	3.4	4.5
32	ΞΟΡΒΡΙΟ Ρ.	2.5	3.7	4.7
33	ΤΑΝΟΣ Π.	3.0	4.4	5.3
34	ΝΕΔΑ Π.	2.1	2.9	3.6
35	ΤΑΝΟΣ Π.	1.7	2.4	3.0
36	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	1.7	2.4	2.9
37	ΞΕΡΙΛΑΣ Ρ.	2.2	3.1	3.8
38	ΚΑΛΟ ΝΕΡΟ Ρ.	2.1	2.9	3.5
39	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	1.9	2.6	3.3
40	ΒΡΑΣΙΑΤΗΣ Ρ.	2.5	3.5	4.4
41	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1.7	2.5	3.2
42	ΜΕΓΑΛΟ ΠΟΤΑΜΙ Ρ.	2.2	3.1	3.7
43	ΤΖΑΜΗΣ Ρ.	2.6	3.7	4.5
44	ΟΙΝΟΥΣ Π.	2.1	2.9	3.6
45	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	2.6	3.5	4.3
46	ΟΙΝΟΥΣ Π.	2.6	3.7	4.5
47	ΤΖΙΡΟΡΕΜΜΑ Ρ.	2.4	3.4	4.2
48	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	2.1	2.9	3.7
49	ΝΕΔΩΝ Π.	3.6	5.0	6.0

**Πίνακας Β19** Ανηγγόμενες παροχές αιχμής ( $m^3/s/km^2$ ) των 79 λεκανών (απόσπασμα).

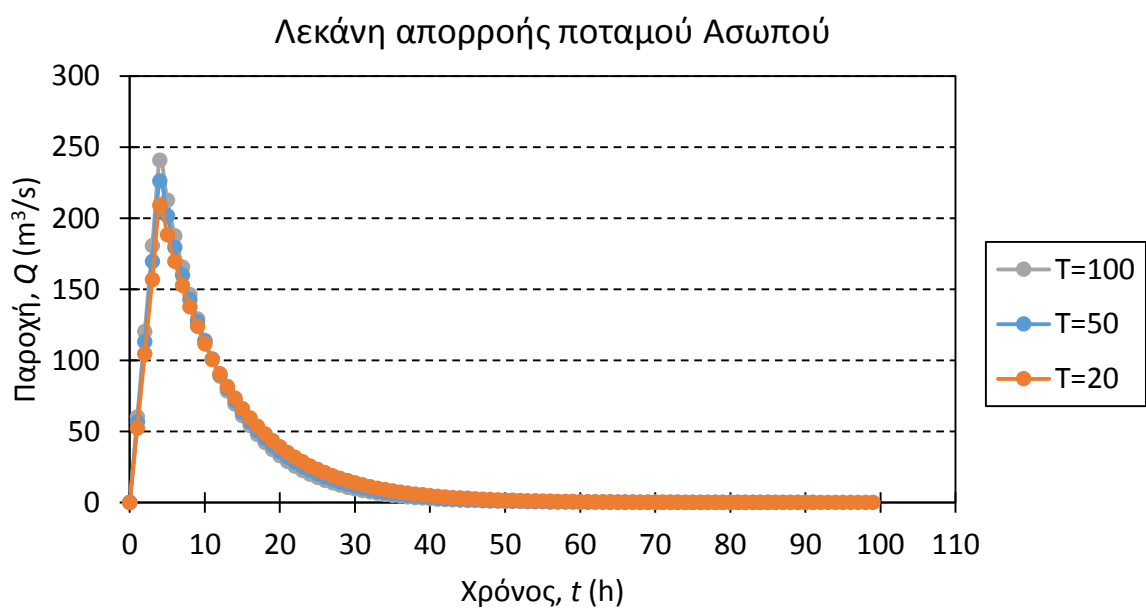
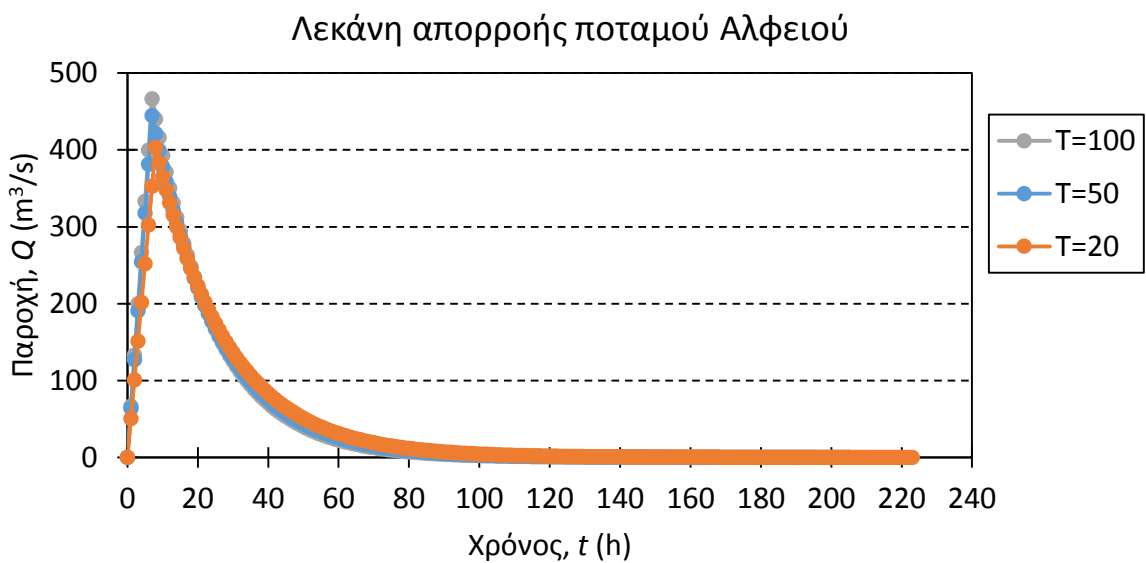
ID	Όνομα ποταμού που απορρέει	T=20 έτη	T=50 έτη	T=100 έτη
50	ΣΕΛΑΣ Ρ.	2.3	3.1	3.9
51	ΜΥΛΟΙ Ρ.	3.3	4.6	5.5
52	ΜΑΡΙΟΡΡΕΜΑ Ρ.	1.7	2.5	3.2
53	-	1.8	2.7	3.4
54	ΠΛΑΤΥΣ Π.	2.8	4.1	5.4
55	-	1.8	2.7	3.5
56	ΧΟΥΧΛΟΤΟΣ Ρ.	2.5	3.5	4.3
57	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	2.2	3.1	3.8
58	ΔΑΦΝΩΝ Ρ.	3.6	5.1	6.6
59	ΣΕΛΙΝΟΥΣ Π.	2.7	3.8	4.7
60	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	2.4	3.4	4.2
61	ΜΑΥΡΟΖΟΥΜΕΝΑ Ρ.	1.7	2.4	2.9
62	ΟΙΝΟΥΣ Π.	5.8	8.7	11.2
63	ΠΕΙΡΟΣ Π.	2.9	4.2	5.1
64	ΙΝΑΧΟΣ Π.	3.4	5.3	6.9
65	ΞΕΡΙΑΣ Π.	2.7	4.2	5.5
66	ΠΗΝΕΙΟΣ Π.	1.2	1.7	2.1
67	ΛΑΔΩΝ Π.	1.6	2.1	2.5
68	ΑΣΩΠΟΣ Π.	1.9	2.8	3.5
69	ΕΥΡΩΤΑΣ Π.	1.5	2.2	2.8
70	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	2.5	3.3	3.9
71	ΑΡΗΣ Π.	3.7	5.2	6.4
72	ΤΑΝΟΣ Π.	2.8	4.0	5.0
73	ΑΛΦΕΙΟΣ Π.	2.1	2.8	3.4
74	ΤΑΝΟΣ Π.	3.4	5.1	6.5
75	ΛΑΔΩΝ Π.	2.3	3.0	3.5
76	ΛΑΔΩΝ Π.	4.7	6.5	8.0
77	ΕΡΥΜΑΝΘΟΣ Π.	1.6	2.2	2.7
78	ΛΕΣΤΕΝΙΤΣΑΣ Ρ.	1.6	2.3	2.9

**Πίνακας Β20** Ανηγγμένες παροχές αιχμής ( $m^3/s/km^2$ ) των εννέα λεκανών.

<b>ID</b>	<b>Λεκάνη απορροής ποταμού</b>	<b>T=20 έτη</b>	<b>T=50 έτη</b>	<b>T=100 έτη</b>
1	Αλφειού	0.8	1.2	1.4
2	Ασωπού	1.4	2.0	2.5
3	Δαφνώνα	1.8	2.6	3.2
4	Ευρώτα	1.2	1.7	2.1
5	Ίναχου	1.6	2.4	3.2
6	Πάμισου	1.2	1.7	2.1
7	Πείρου	1.8	2.5	3.0
8	Πηνειού	1.1	1.5	1.8
9	Σελινούντα	1.8	2.4	2.9

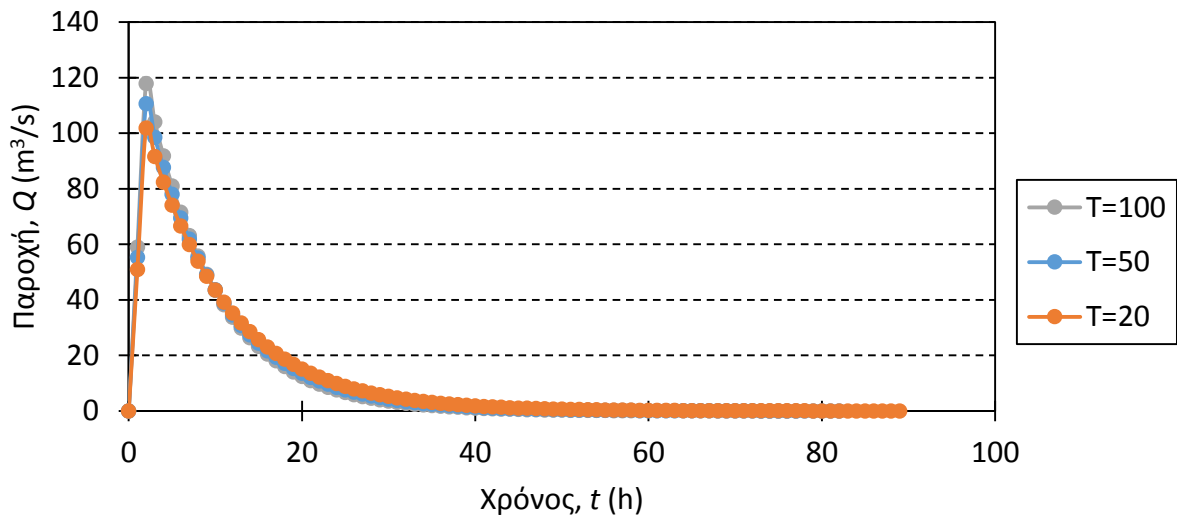
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : Αποτελέσματα της συνδυαστικής μεθόδου του αριθμού καμπύλης απορροής και του συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος

Συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα διάρκειας βροχής 1 h για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (20, 50 και 100 έτη)

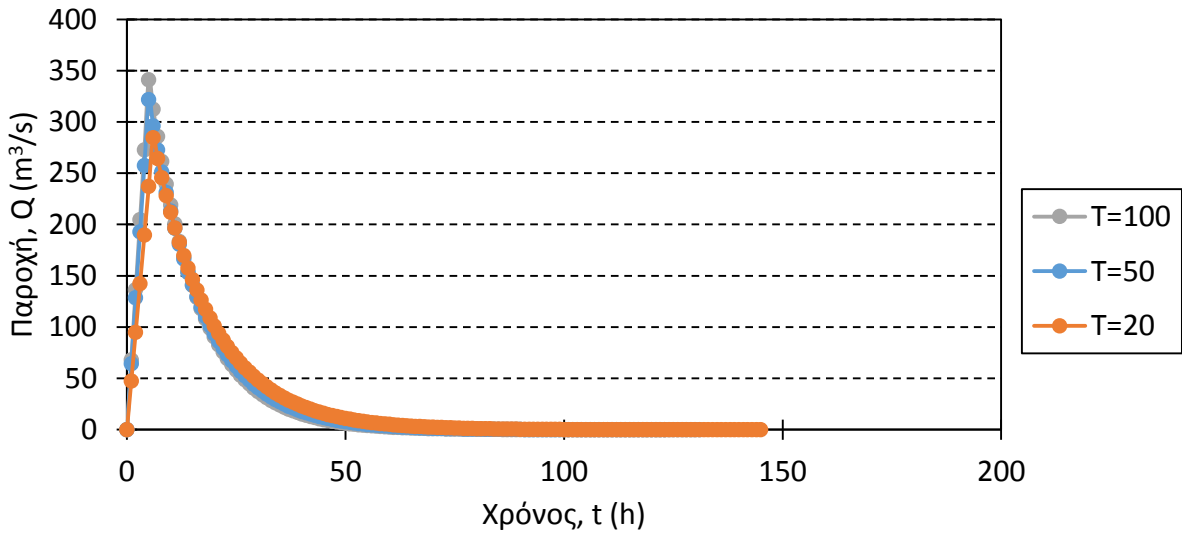




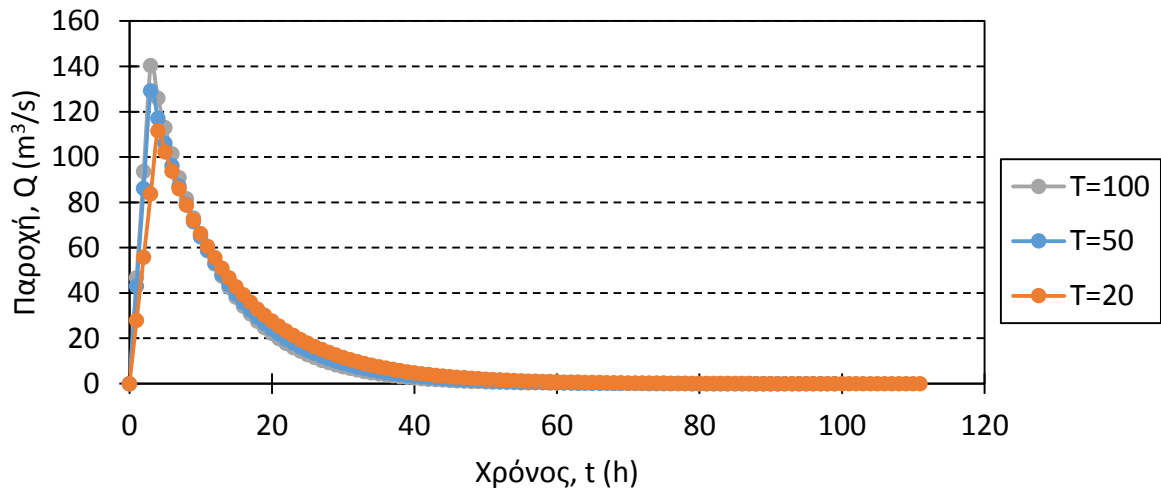
Λεκάνη απορροής ρέματος Δαφνώνα



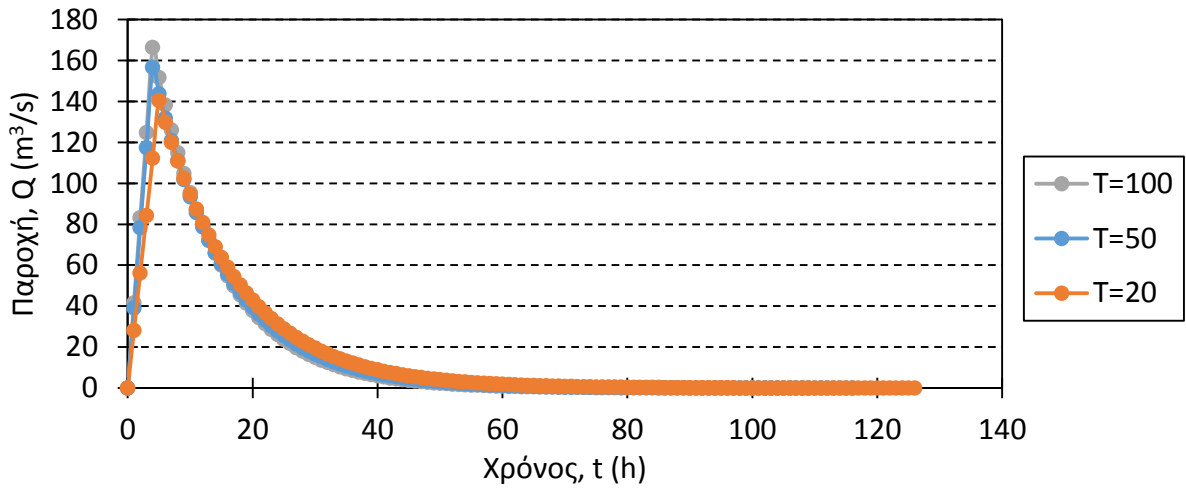
Λεκάνη απορροής ποταμού Ευρώτα



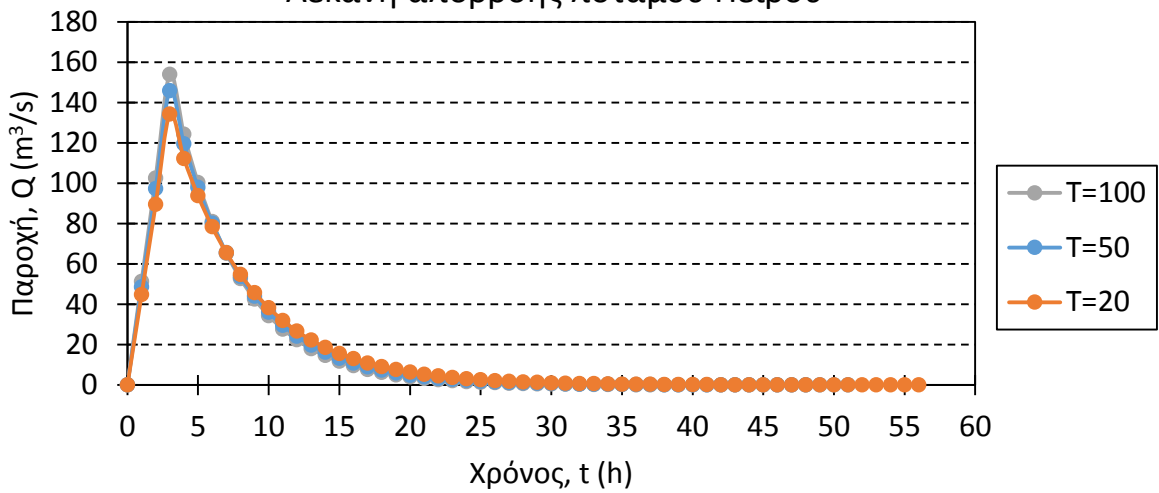
Λεκάνη απορροής ποταμού Ίναχου



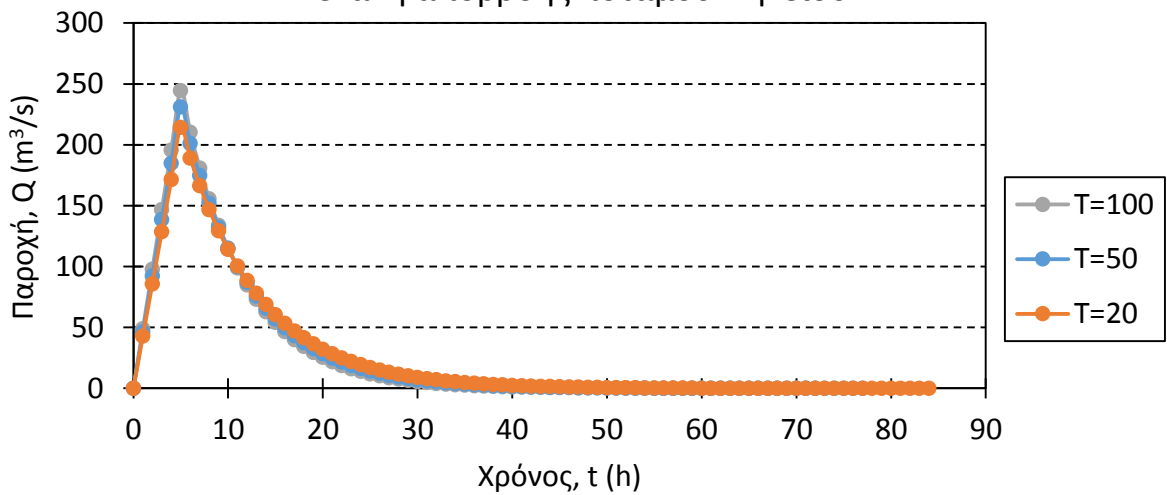
Λεκάνη απορροής ποταμού Πάμισου

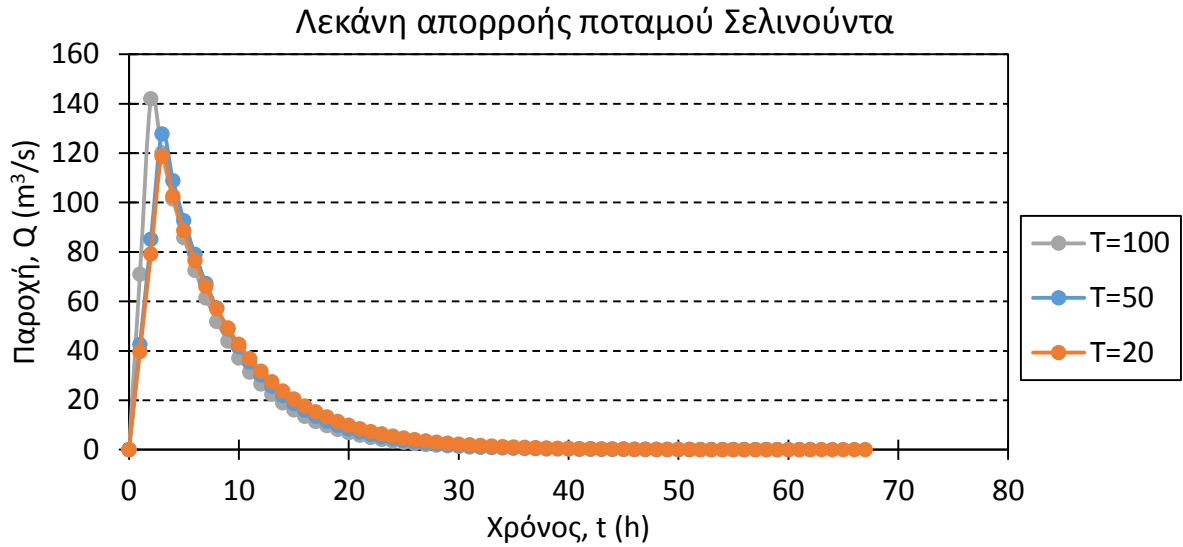


Λεκάνη απορροής ποταμού Πείρου



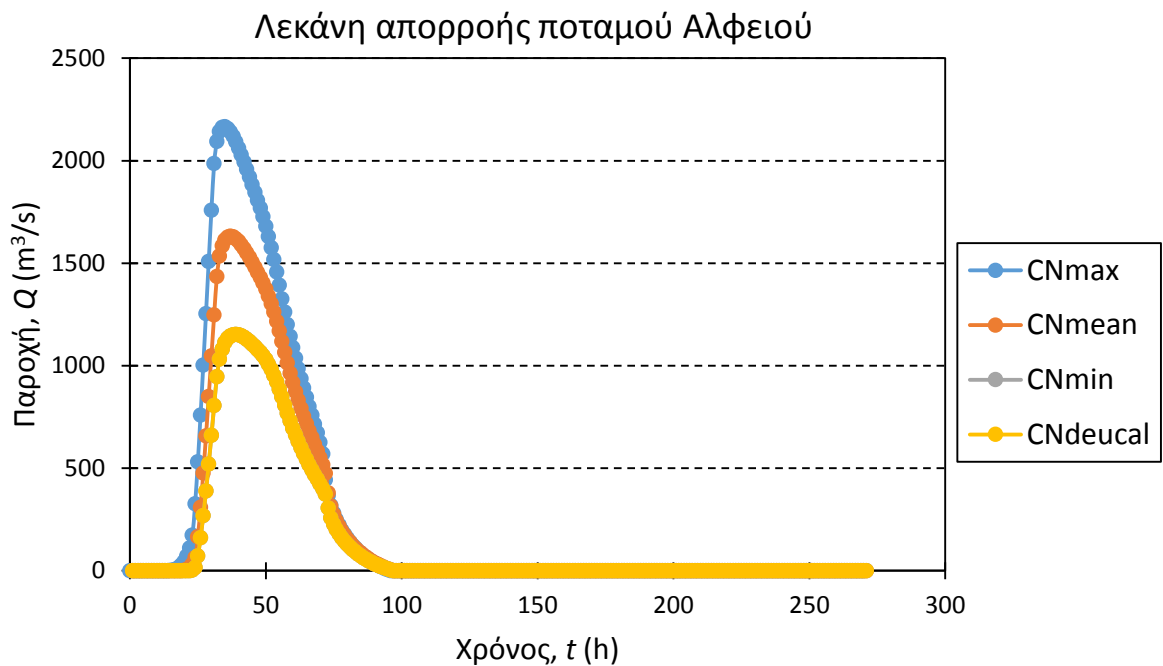
Λεκάνη απορροής ποταμού Πηνειού



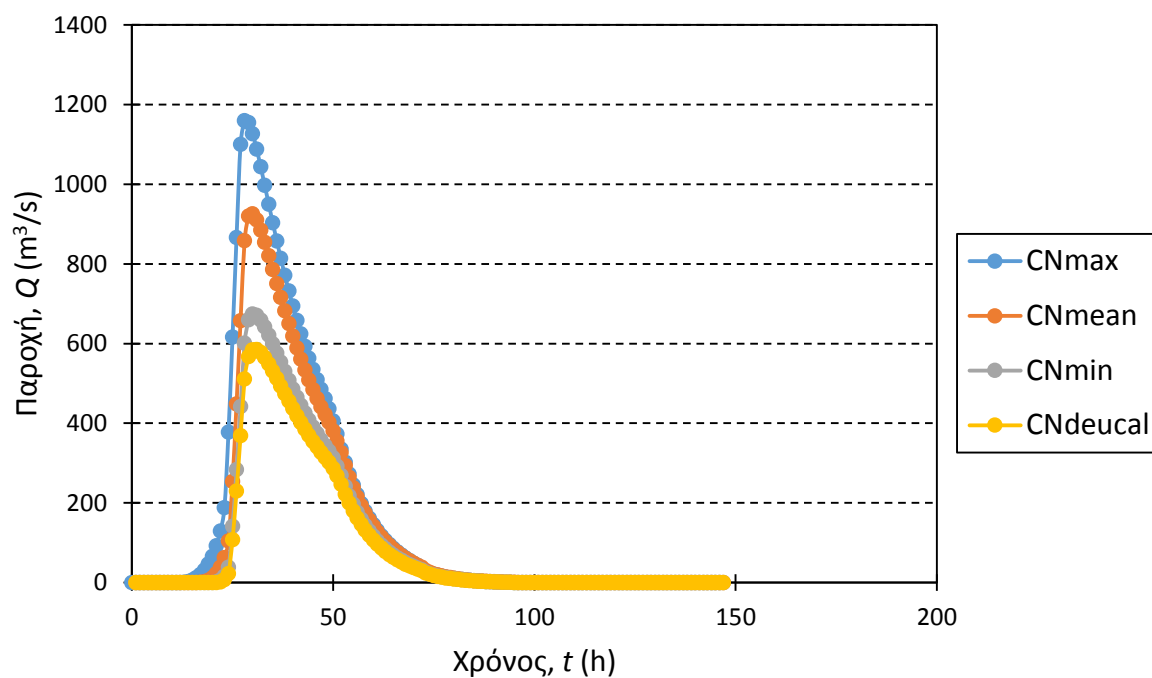


Πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού για τρεις περιόδους επαναφοράς  $T$  (20, 50, 100 έτη) και τέσσερις τιμές του CN ( $CN_{max}$ ,  $CN_{mean}$ ,  $CN_{min}$ ,  $CN_{deucal}$ )

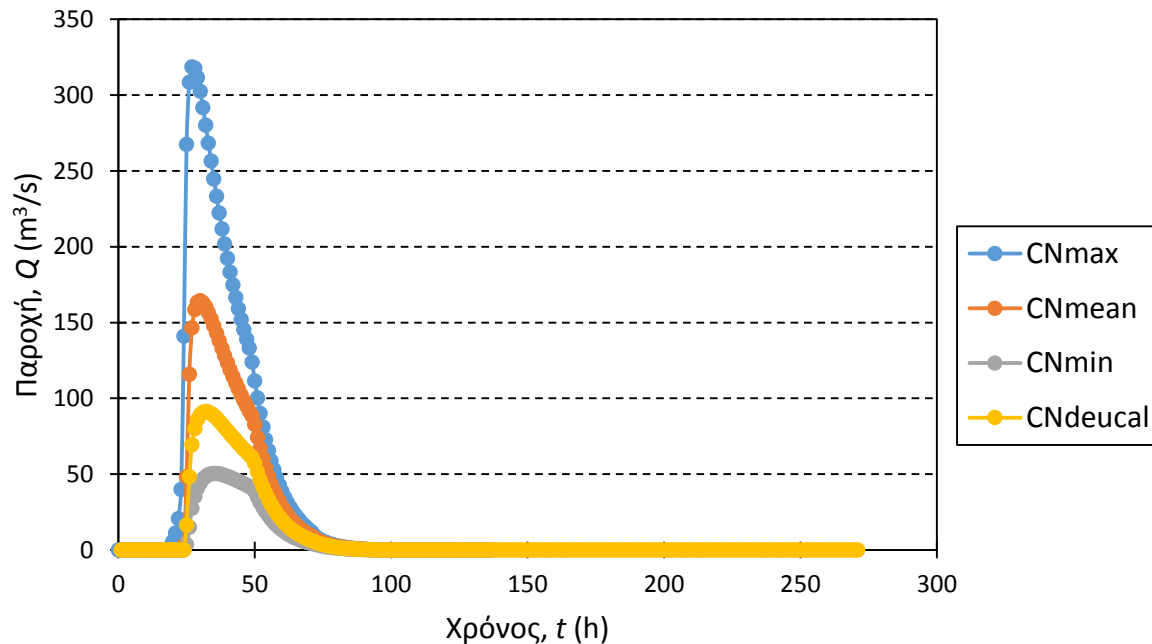
Περίοδος επαναφοράς  $T = 20$  έτη



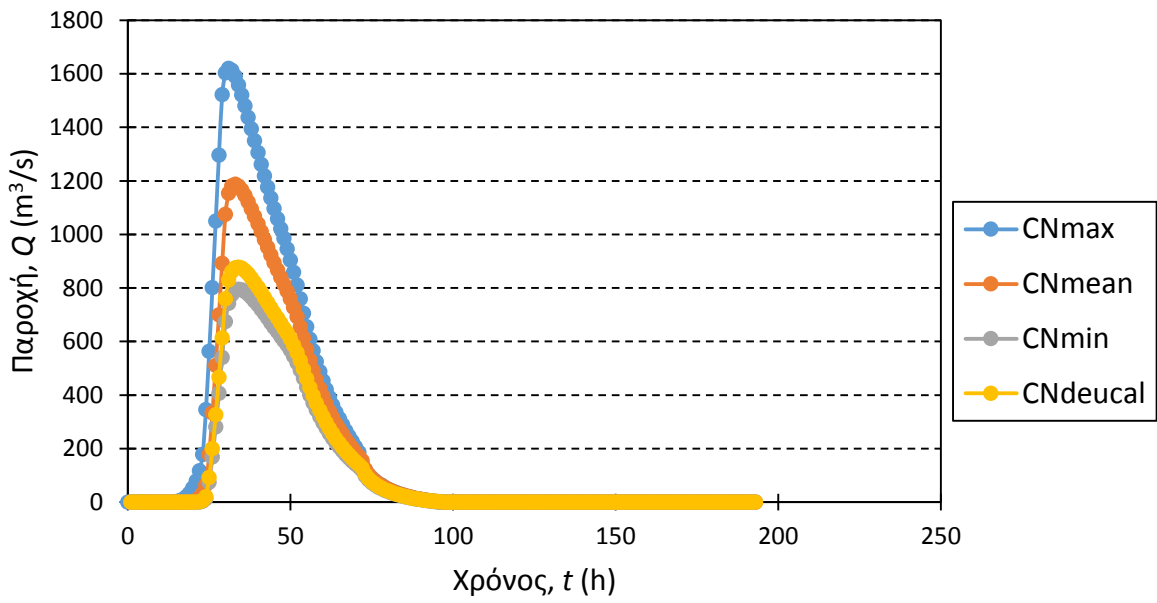
### Λεκάνη απορροής ποταμού Ασωπού



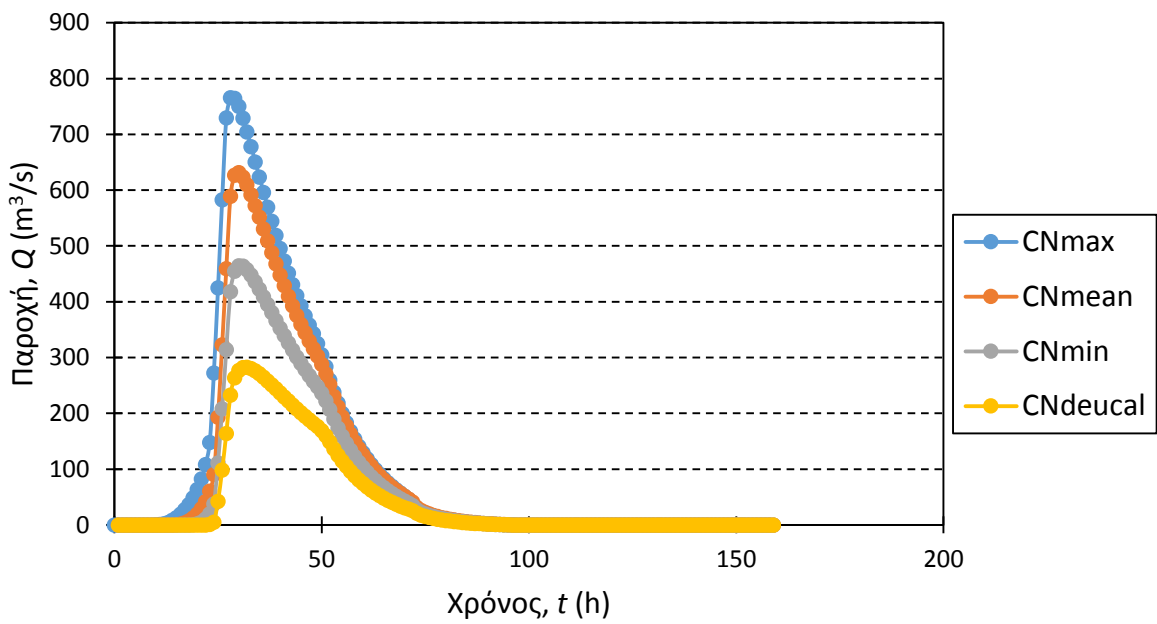
### Λεκάνη απορροής ρέματος Δαφνώνα



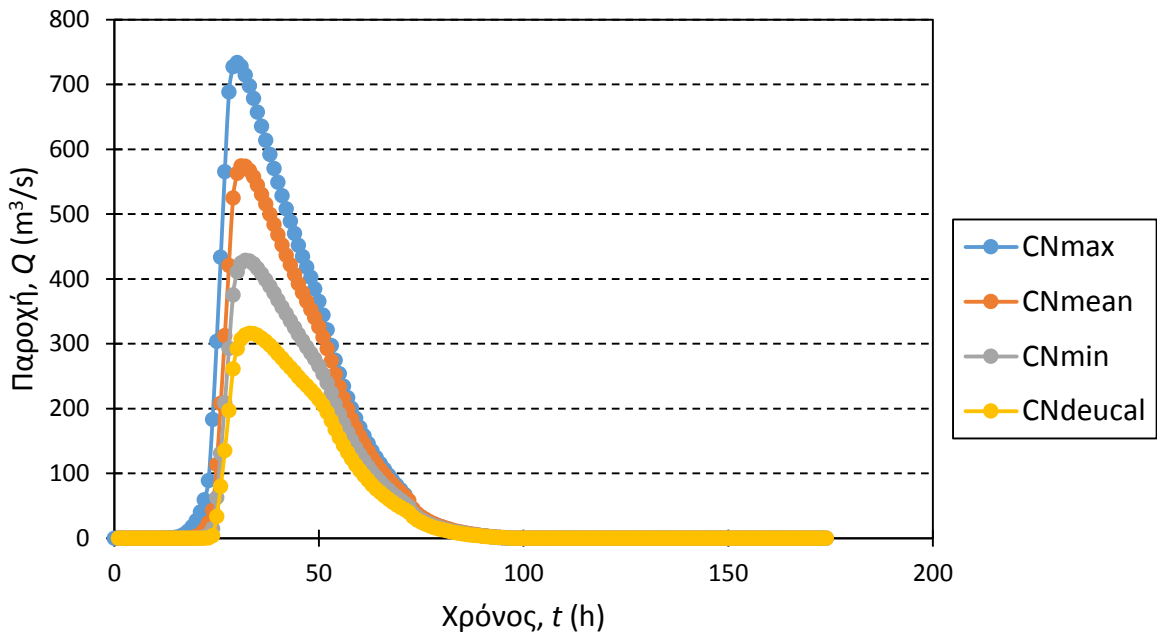
Λεκάνη απορροής ποταμού Ευρώτα



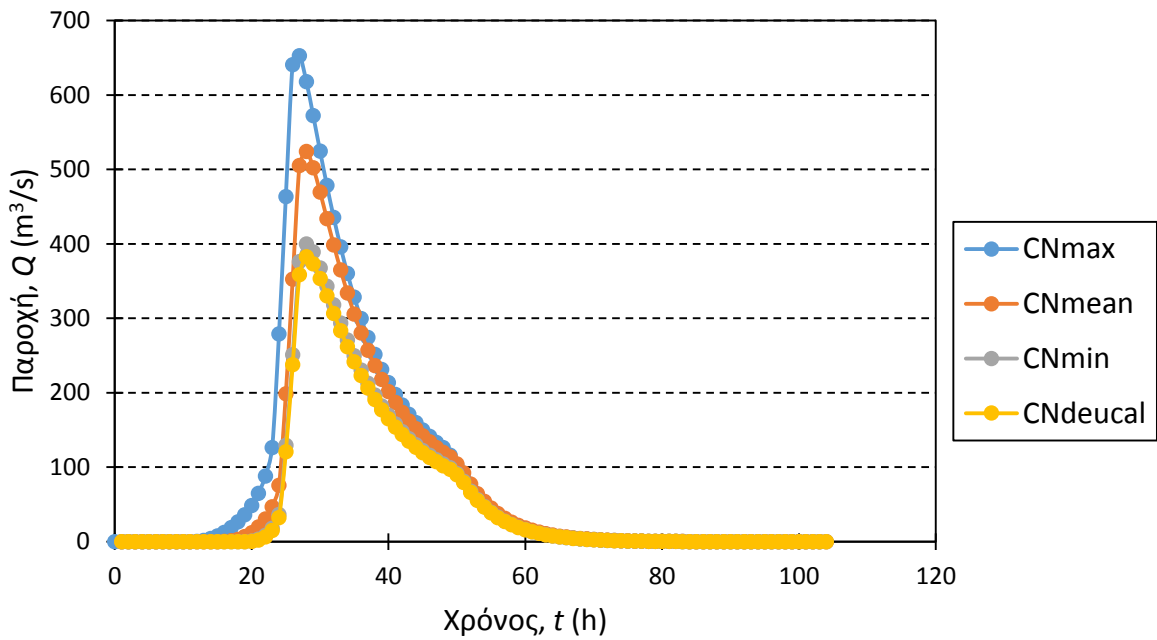
Λεκάνη απορροής ποταμού Ίναχου



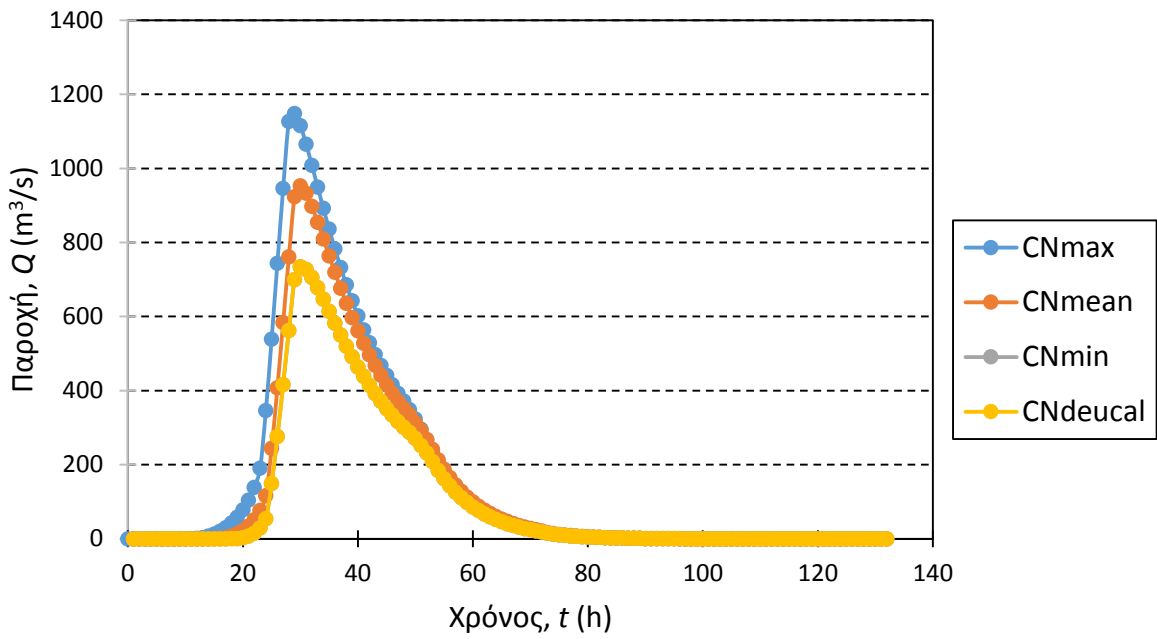
Λεκάνη απορροής ποταμού Πάμισου



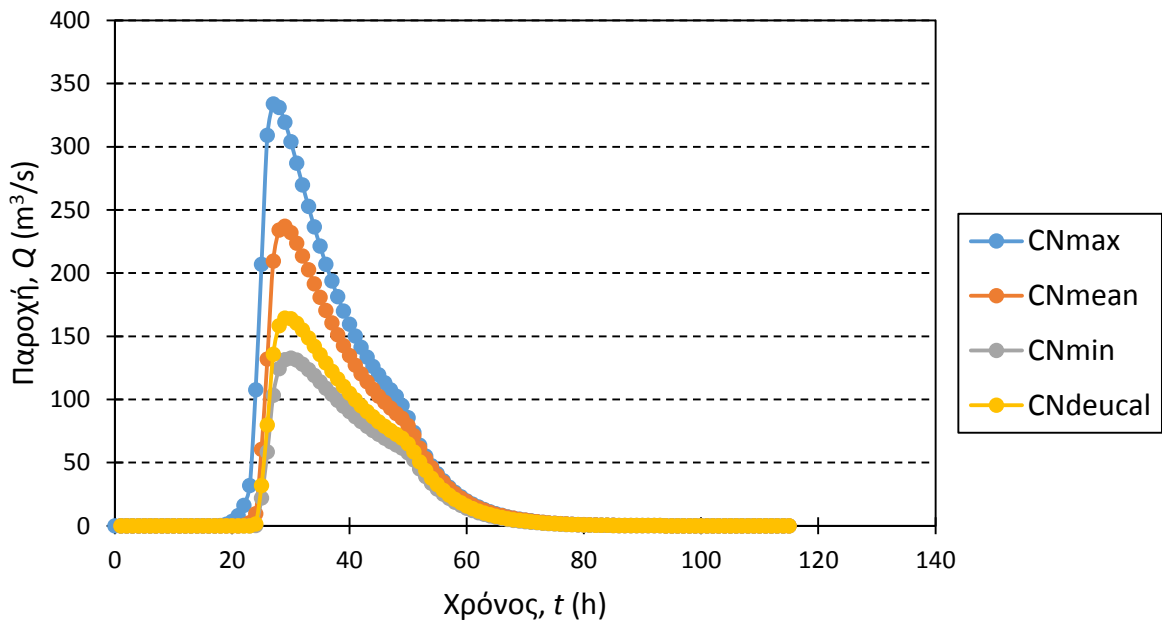
Λεκάνη απορροής ποταμού Πείρου



Λεκάνη απορροής ποταμού Πηνειού

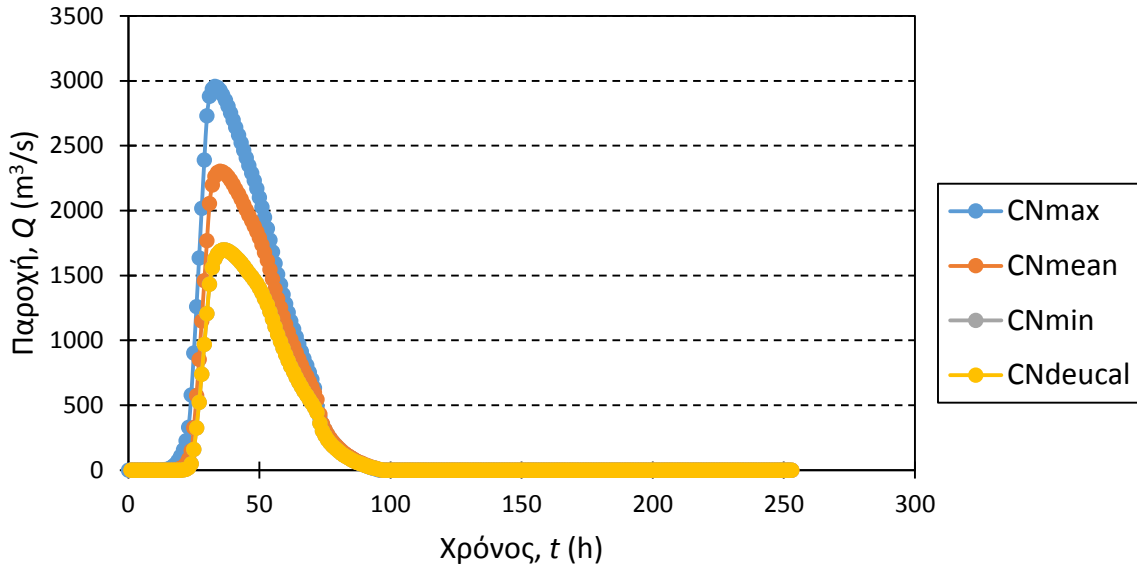


Λεκάνη απορροής ποταμού Σελινούντα

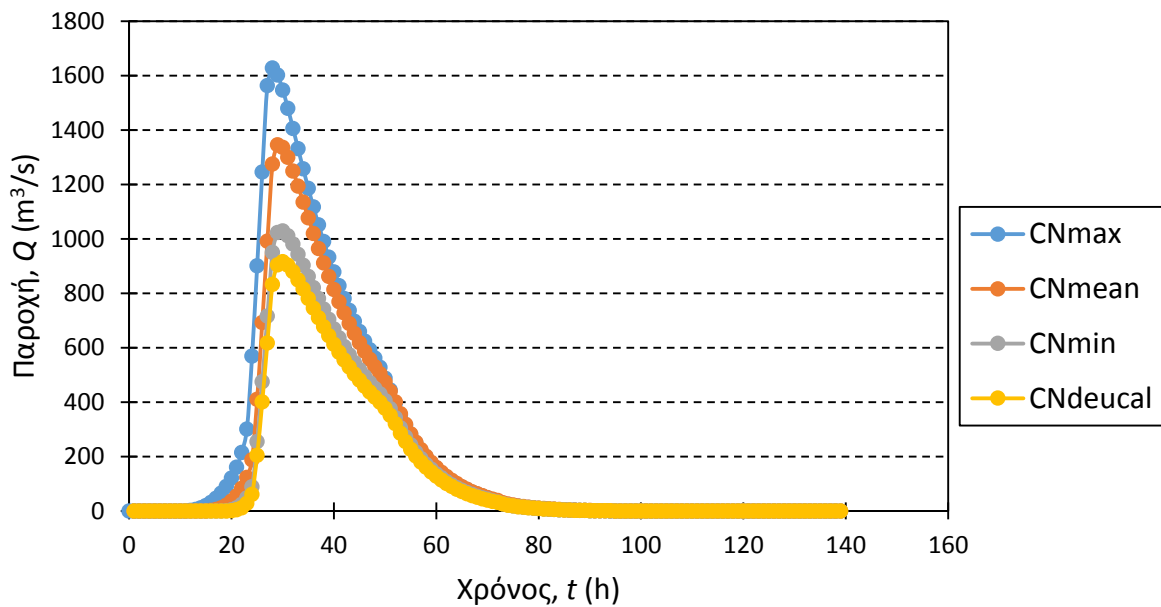


Περίοδος επαναφοράς  $T = 50$  έτη

### Λεκάνη απορροής ποταμού Αλφειού

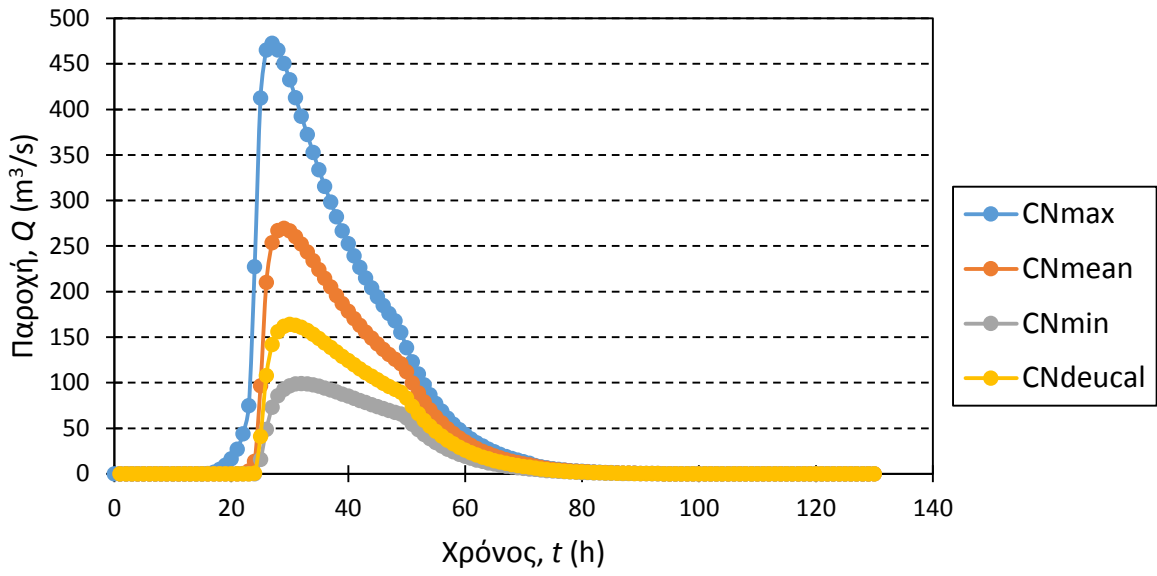


### Λεκάνη απορροής ποταμού Ασωπού

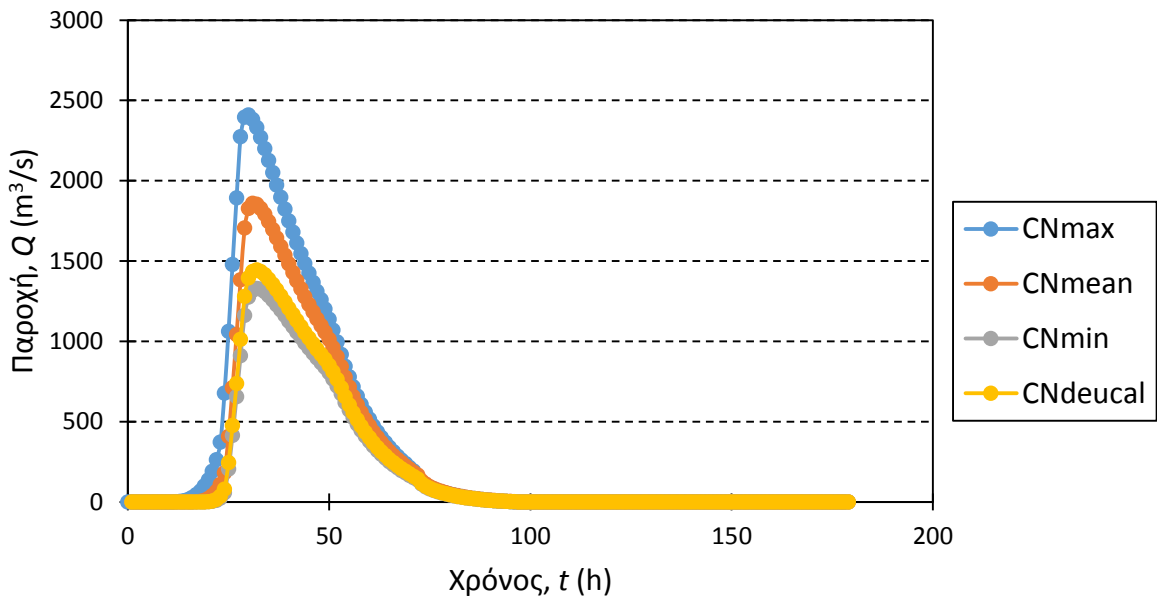




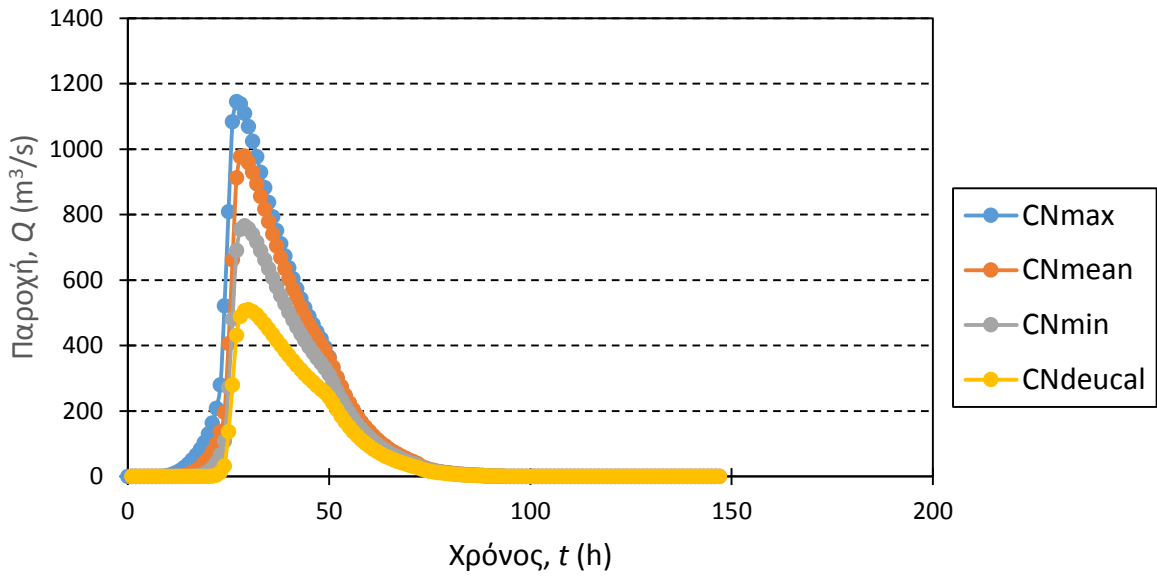
Λεκάνη απορροής ρέματος Δαφνώνα



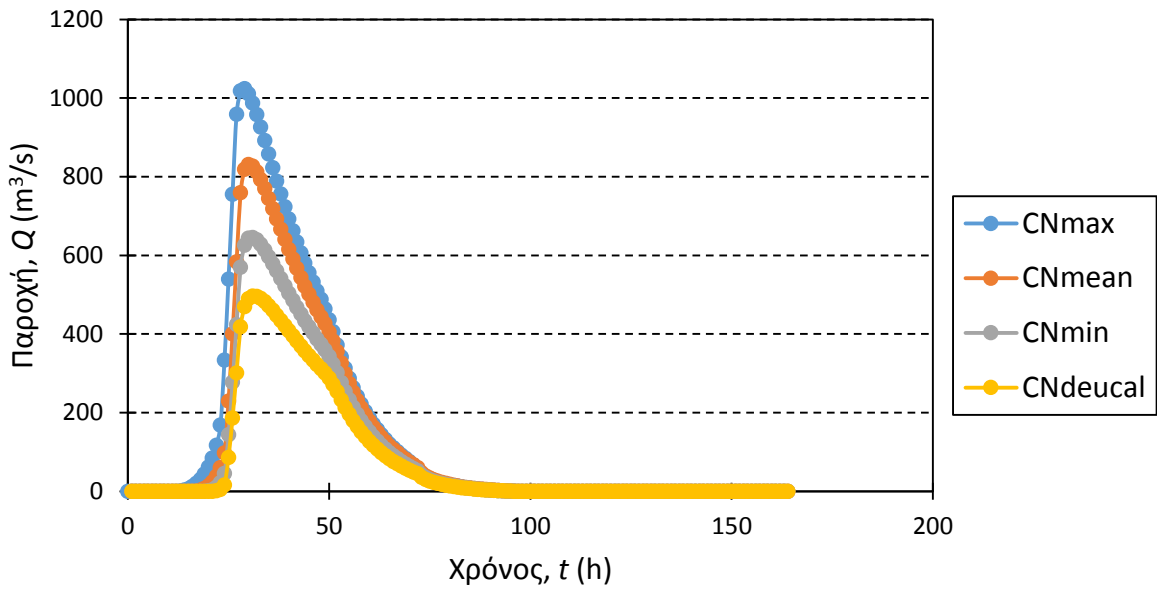
Λεκάνη απορροής ποταμού Ευρώτα



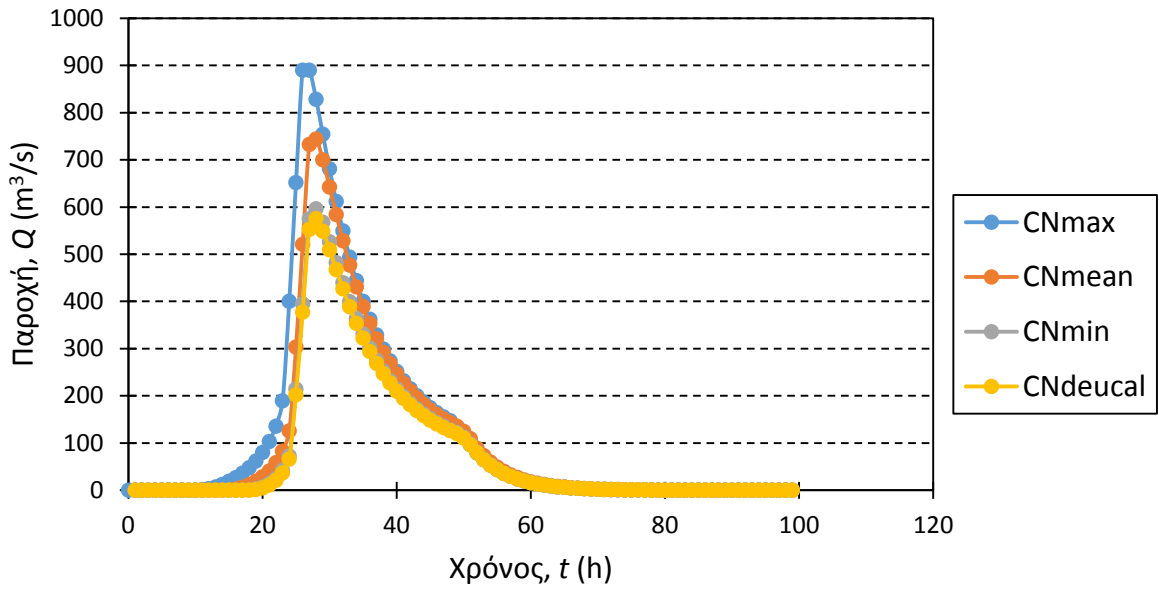
Λεκάνη απορροής ποταμού Ίναχου



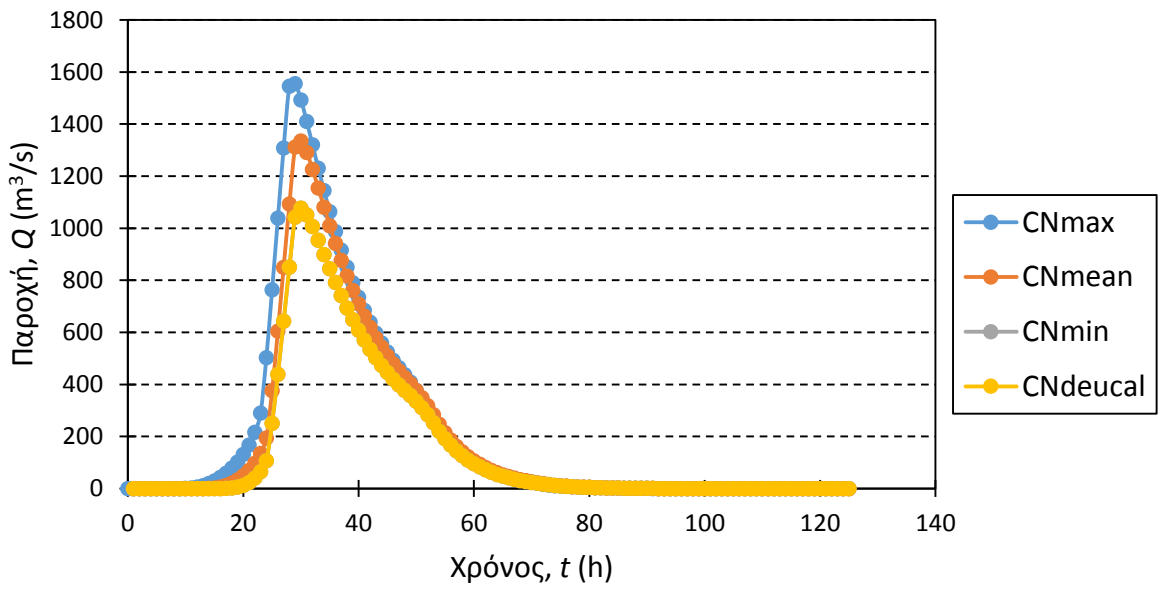
Λεκάνη απορροής ποταμού Πάμισου



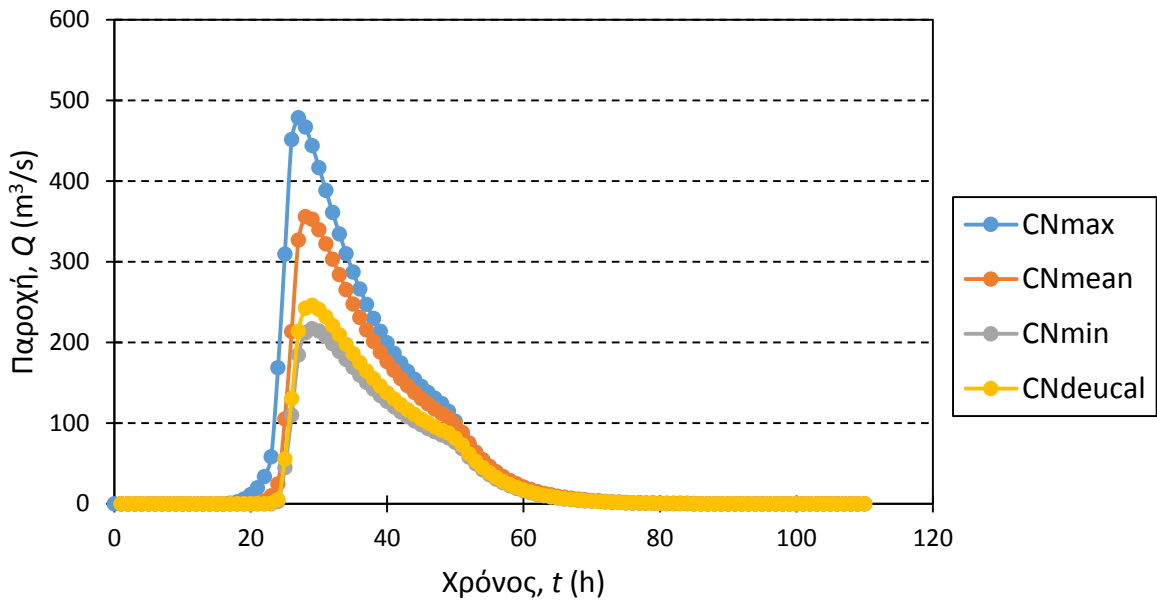
Λεκάνη απορροής ποταμού Πείρου



Λεκάνη απορροής ποταμού Πηνειού

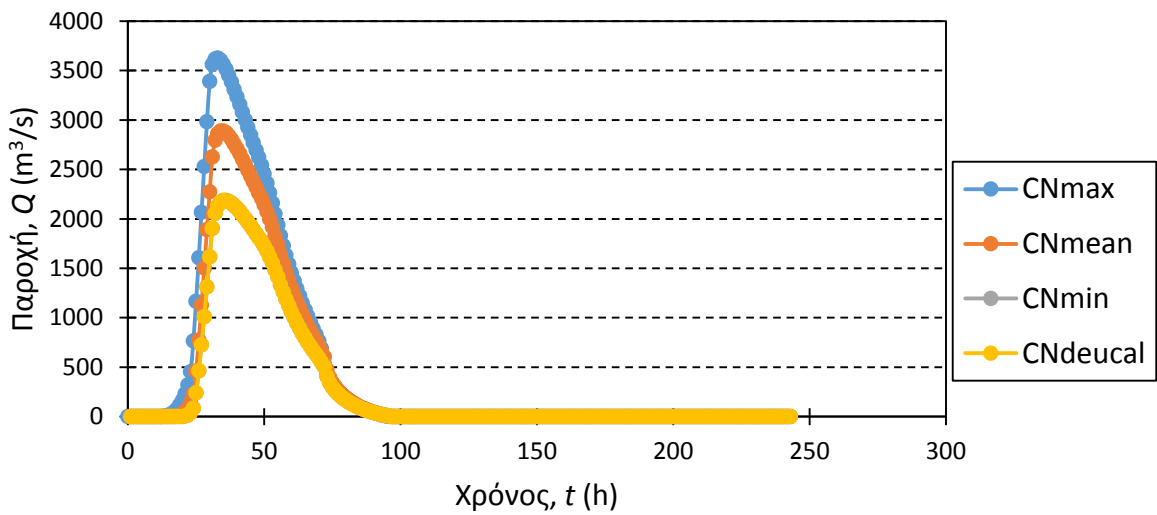


### Λεκάνη απορροής ποταμού Σελινούντα

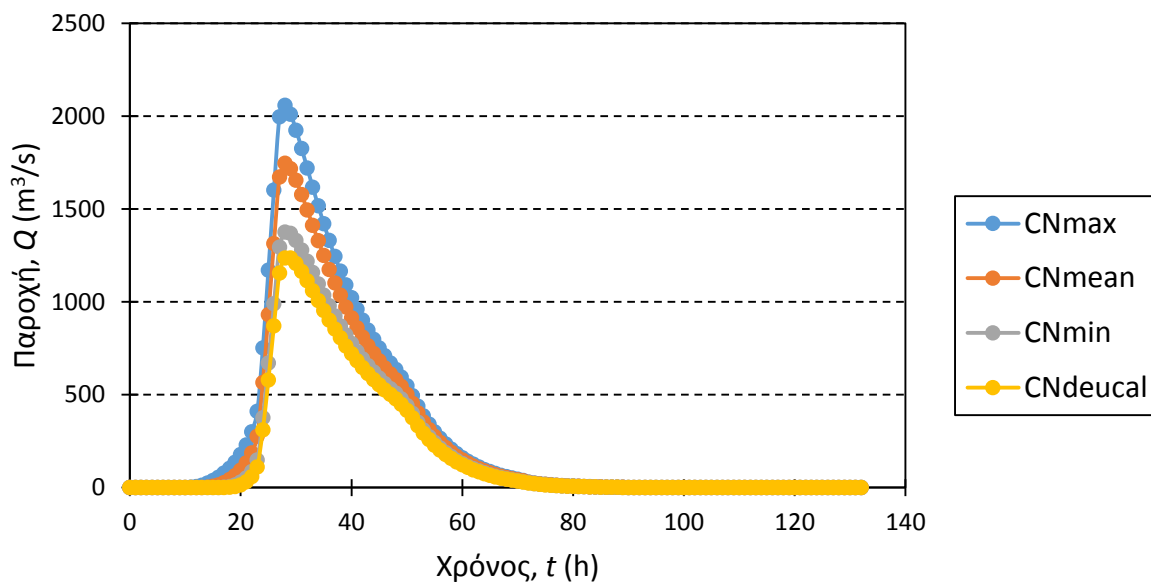


Περίοδος επαναφοράς  $T = 100$  έτη

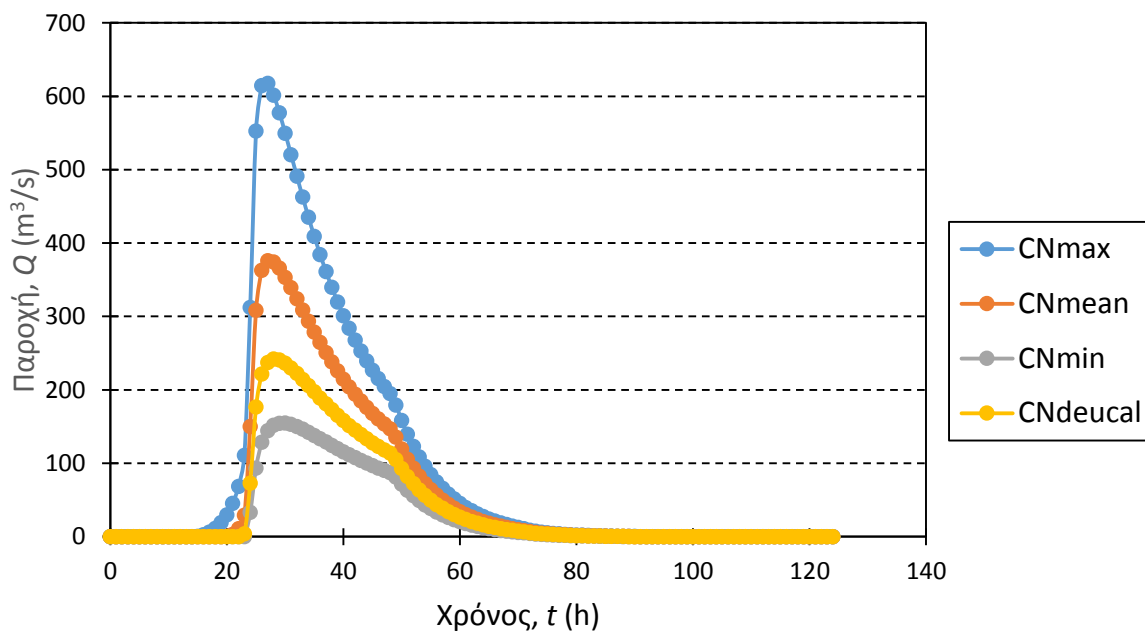
### Λεκάνη απορροής ποταμού Αλφειού



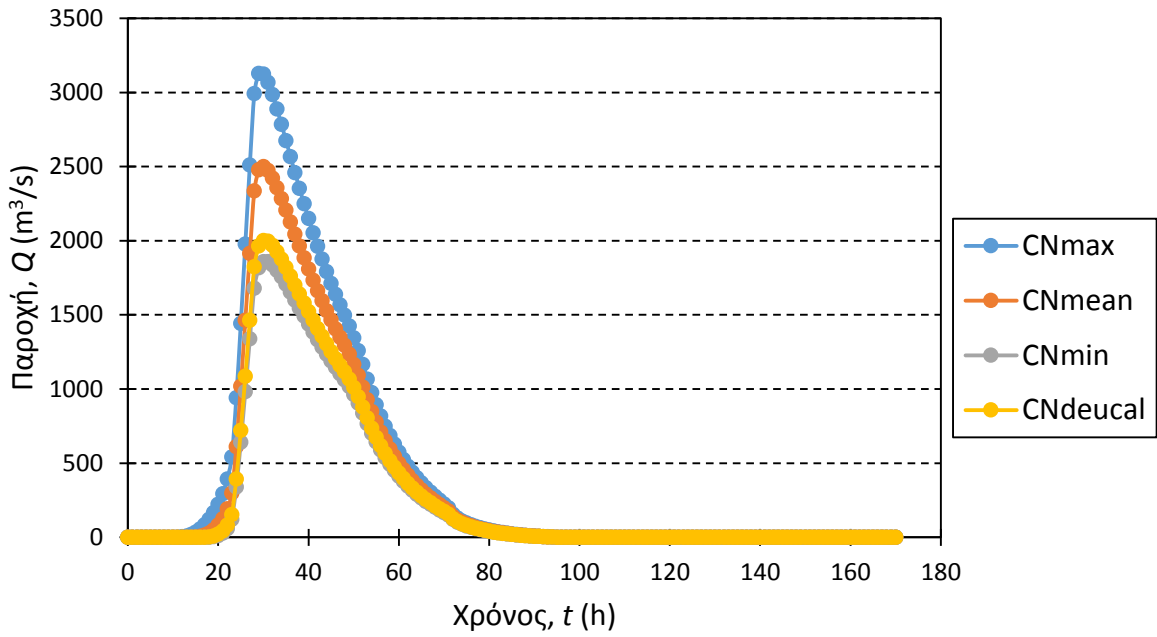
Λεκάνη απορροής ποταμού Ασωπού



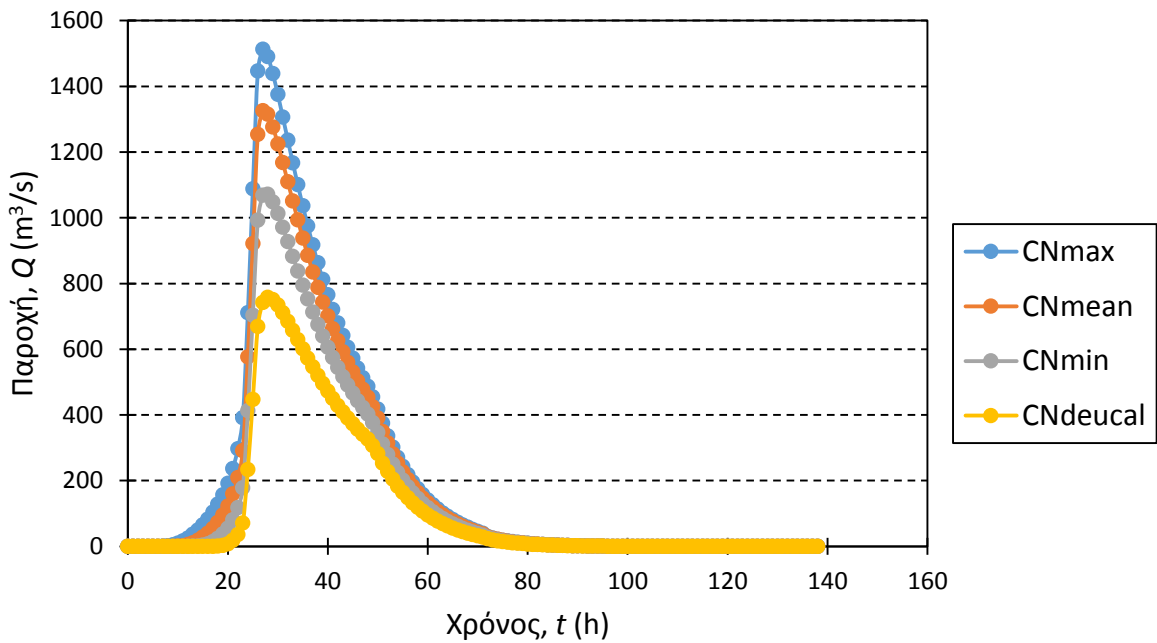
Λεκάνη απορροής ρέματος Δαφνώνα



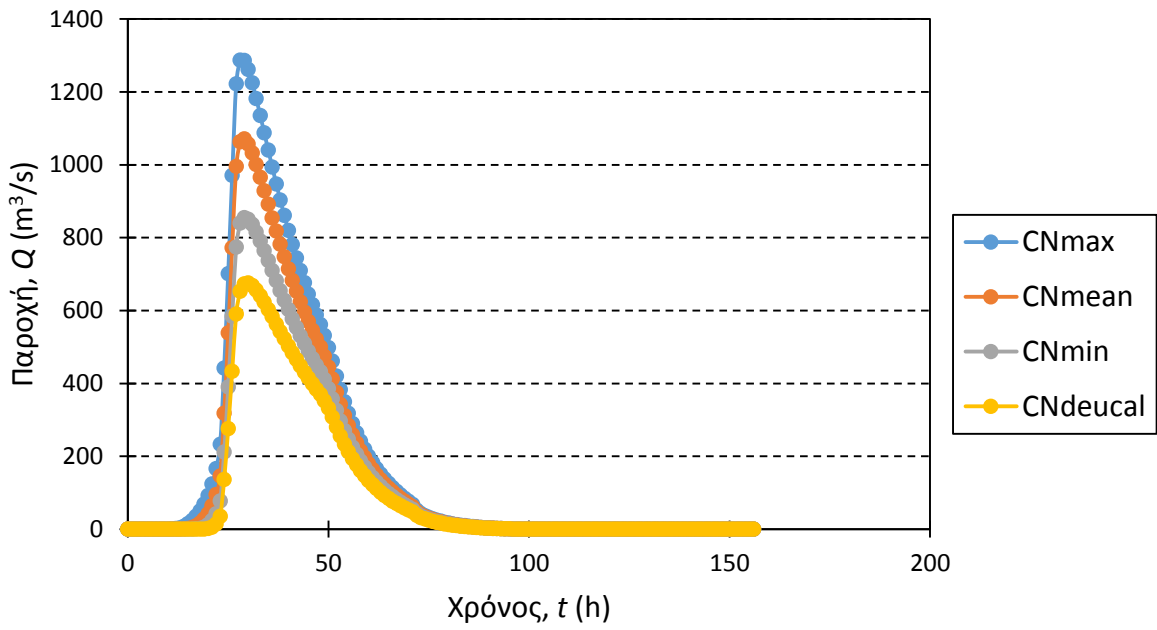
Λεκάνη απορροής ποταμού Ευρώτα



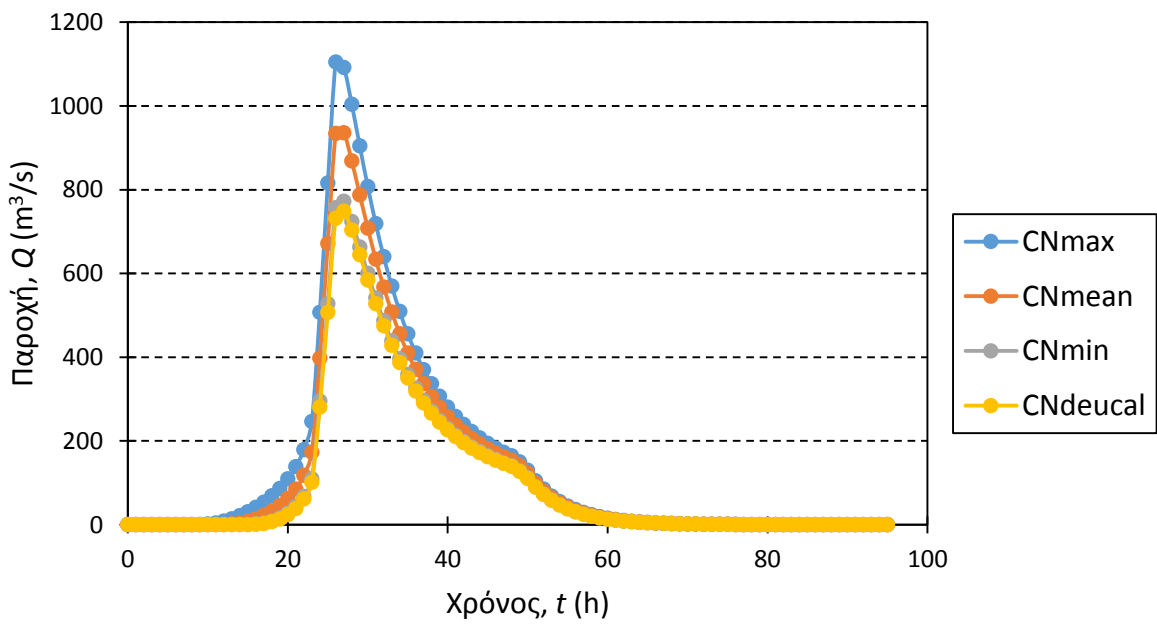
Λεκάνη απορροής ποταμού Ίναχου



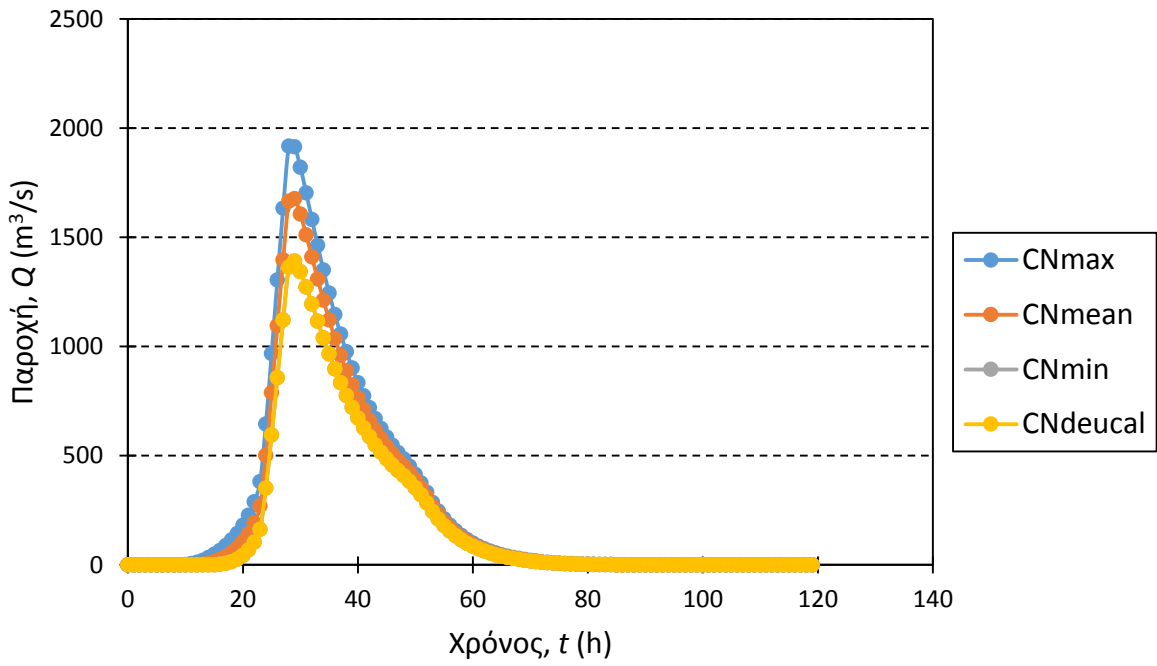
Λεκάνη απορροής ποταμού Πάμισου



Λεκάνη απορροής ποταμού Πείρου



Λεκάνη απορροής ποταμού Πηνειού



Λεκάνη απορροής ποταμού Σελινούντα

