



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΑΙΧΜΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

ΓΑΛΙΟΥΝΑ ΕΛΕΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Ν. ΜΑΜΑΣΗΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ
&
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΣΤΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΑΙΧΜΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ**

ΓΑΛΙΟΥΝΑ ΕΛΕΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Ν. ΜΑΜΑΣΗΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 15/02/2011

Δημήτριος Κουτσογιάννης, Καθηγητής Ε.Μ.Π. (Υπογραφή)

Νικόλαος Μαμάσης, Λέκτορας Ε.Μ.Π. (Υπογραφή)

Μακρόπουλος Χρήστος, Λέκτορας Ε.Μ.Π. (Υπογραφή)

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ
&
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2011

(Υπογραφή)

.....

Γαλιούνα Ελένη

Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Ευχαριστίες

Ευτυχώς για μας, κανένας δε θα μπορούσε να επινοήσει, να δημιουργήσει και να ολοκληρώσει ένα εγχείρημα εντελώς μόνος. Η περίπτωση της διπλωματικής μου εργασίας δε θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση και είμαι σήμερα στην ευχάριστη θέση να μπορώ να ευχαριστήσω θερμά τους ανθρώπους στους οποίους βασίστηκα για να ολοκληρώσω της εργασία αυτή.

Κατ' αρχήν θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Μαμάση Νίκο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε όταν ανέλαβε ως επιβλέπων της διπλωματικής μου εργασίας. Ο ρόλος του ήταν καθοριστικός για κάθε θέμα που αφορούσε την έκβαση της εργασίας και με τις συμβουλές του και την αμέριστη βοήθειά του με βοήθησε να φέρω εις πέρας το συγκεκριμένο έργο.

Έναν, επίσης, βασικότατο συντελεστή στην εργασία μου αποτέλεσε ο κ. Ευστρατιάδης Αντρέας. Με τις γνώσεις και την εμπειρία του σε θέματα υδρολογίας μου έδωσε σημαντικότερες κατευθυντήριες οδηγίες όσον αφορούσε την εξέλιξη της εργασίας ενώ η συμβολή του στη διερεύνηση των ζητούμενων σχέσεων, που αναπτύσσονται στο Κεφάλαιο 9 – Επεξεργασία Αποτελεσμάτων, ήταν καθοριστικής για μένα σημασίας.

Ως τον παράγοντα εκκίνησης αυτού του έργου θα πρέπει να ευχαριστήσω τον κ. Αριστείδου Κώστα, υδρολόγο του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου, καθ' ότι η πρόταση του θέματος της εργασίας ήταν καθαρά δική του έμπνευση. Επιπλέον τον ευχαριστώ θερμά για την πολύτιμη βοήθειά του στη συλλογή των δεδομένων από τις διάφορες Υπηρεσίες της Κύπρου καθώς επίσης και για τις απόψεις του σε θέματα που προέκυπταν κατά την πρόοδο της εργασίας.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον κ. Δημητρίου Χαράλαμπο, επίσης υδρολόγο του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου, που με δέχτηκε και άκουσε τις προτάσεις μου όταν απευθύνθηκα στο ΤΑΥ για θέμα στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας του μεταπτυχιακού μου καθώς επίσης και τον κ. Πασιαρδή Στέλιο, Ανώτερο Μετεωρολογικό Λειτουργό της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας της Κύπρου για τη βοήθειά του στη συλλογή μέρους των απαιτούμενων δεδομένων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και την οικογένειά μου που με ανέχτηκαν και με ανέχονται όλα αυτά τα χρόνια, που με βοηθούν και μου συμπαραστέκονται σε κάθε εγχείρημά μου και συνέβαλαν και αυτοί, με όποιο τρόπο, στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Γαλιούνα Ελένη,

Φεβρουάριος 2011

..... Κενή Σελίδα

Περιεχόμενα:

Περίληψη	14
Abstract.....	15
Extended Abstract.....	16
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	19
1.1 Αντικείμενο εργασίας.....	19
1.2 Διάρθρωση εργασίας.....	20
Κεφάλαιο 2: Γενικά στοιχεία περί Κύπρου	22
2.1 Γεωλογικοί σχηματισμοί στον Κυπριακό χώρο	22
2.2 Κλιματικά δεδομένα.....	24
2.3 Υδρολογικό καθεστώς και Υδατικό Ισοζύγιο.....	25
2.3.1 Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι	28
2.3.2 Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι.....	34
2.4 Πλημμύρες στην Κύπρο.....	36
2.5 Υδατικό Πρόβλημα	38
Κεφάλαιο 3: Περιοχή Μελέτης – Δεδομένα	39
Κεφάλαιο 4: Ανάλυση Ιστορικού Δείγματος Δεδομένων – Κριτήρια Επιλογής Σταθμών.....	49
4.1 Κριτήρια επιλογής σταθμών	49
4.2 Σενάρια επιλογής σταθμών	51
4.3 Αξιολόγηση δεδομένων	51
4.4 Στατιστική Ανάλυση Δείγματος Χρονοσειρών	56
Κεφάλαιο 5: Επεξεργασία φυσιογραφικών χαρτών.....	60
5.1 Επεξεργασία χάρτη χρήσεων γης (Corinne).....	60
5.2 Επεξεργασία εδαφολογικού χάρτη.....	63
5.3 Επεξεργασία γεωλογικού χάρτη.....	66
Κεφάλαιο 6: Χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS).....	70
6.1 Model Builder.....	70
6.2 Υπολογισμός μήκους κύριου υδατορέματος.....	87
Κεφάλαιο 7: Υδρολογικοί Υπολογισμοί	88
7.1 Εφαρμογή Ορθολογικής Μεθόδου	88
7.2 Προσδιορισμός συντελεστή απορροής.....	89
7.3 Υπολογισμός Αριθμού Καμπύλης Απορροής (Curve Number, CN).....	97
7.4 Επιλογή Περιόδου Επαναφοράς.....	101

7.5 Υπολογισμός Χρόνου Συρροής.....	101
7.5.1 Εξίσωση Kirpich (1940).....	102
7.5.2 Εξίσωση Giandotti (1937).....	102
7.5.3 Εξίσωση Soil Conservation Service (SCS).....	103
7.5.4 Εξίσωση Passini.....	103
7.6 Υπολογισμός κρίσιμης έντασης βροχής.....	103
7.7 Επιφανειακή Αναγωγή κρίσιμης έντασης.....	106
Κεφάλαιο 8: Αποτελέσματα Υδρολογικών Υπολογισμών.....	107
8.1 Καθορισμός γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών λεκανών.....	107
8.2 Εκτίμηση Συντελεστή Απορροής.....	108
8.3 Εκτίμηση Αριθμού Καμπύλης Απορροής CN.....	111
8.4 Εκτίμηση Χρόνου Συρροής.....	112
8.5 Εκτίμηση Συντελεστή Επιφανειακής Αναγωγής Κρίσιμης Ένταση.....	114
Κεφάλαιο 9: Επεξεργασία Αποτελεσμάτων.....	115
9.1 Παραδοχές.....	115
9.2 Μεθοδολογία.....	116
9.3 Διερεύνηση προσαρμοστικότητας υφιστάμενων εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής.....	119
9.4 Διερεύνηση εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής.....	122
9.4.1 Επεξεργασία υφιστάμενων μεθόδων υπολογισμού του χρόνου συρροής.....	122
9.4.2 Διερεύνηση νέων εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής.....	124
Κεφάλαιο 10: Συμπεράσματα και Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνά.....	134
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	137
Παράρτημα Α.....	141
Παράρτημα Β.....	145
Παράρτημα Γ.....	148
Παράρτημα Δ.....	157

Περιεχόμενα Πινάκων:

Πίνακας 2-1 Κατάταξη της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης (ελεύθερες περιοχές) με βάση την κανονική βροχόπτωση για την περίοδο 1961-1990 (Ιστοσελίδα Μετεωρολογικής Υπηρεσίας Κύπρου).	27
Πίνακας 2-2 Ισχυρότερα πλημμυρικά φαινόμενα για τη χρονική περίοδο 1971-1994 (Νικολαΐδου Μ. κ.ά., 1995).....	36
Πίνακας 3-1 Σύνολο σταθμών μέτρησης παροχής Κύπρου και μήκος χρονοσειράς παροχών κάθε σταθμού	46
Πίνακας 4-1 Συσχέτιση περιόδου επαναφοράς με τον ελάχιστο αριθμό παρατηρημένων μετρήσεων (USGS) (Mark et al., 2009).	49
Πίνακας 4-2 Σταθμοί μέτρησης παροχής με διαθέσιμο μήκος χρονοσειράς μεγαλύτερο των 20 ετών (σύνολο 55 σταθμοί)	52
Πίνακας 4-3 Παρουσία, ή μη, ταμιευτήρα στα ανάντη σταθμού μέτρησης παροχής	53
Πίνακας 4-4 Σταθμοί οι οποίοι ικανοποιούν τα κριτήρια.....	55
Πίνακας 4-5 Προσαρμογή θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max στις χρονοσειρές των 34 σταθμών	57
Πίνακας 5-1 Ονοματολογία CLC (Ministry of Agriculture, 2005, CORINE Land Cover 2000)	61
Πίνακας 5-2 Αντιστοίχιση κωδικού χρώματος με εδαφικό σχηματισμό	64
Πίνακας 5-3: Περιγραφή υποομάδων εδαφικών σχηματισμών	66
Πίνακας 5-4 Αντιστοίχιση κωδικού χρώματος με γεωλογικό σχηματισμό.....	68
Πίνακας 5-5 Περιγραφή γεωλογικών σχηματισμών Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης)	69
Πίνακας 6-1 Χρήσεις γης λεκάνης 1-1-7-95.....	75
Πίνακας 6-2 Γεωλογικοί σχηματισμοί λεκάνης 1-1-7-95.....	76
Πίνακας 6-3 Υπολογισμός πυκνότητας υδρογραφικού δικτύου λεκάνης 1-1-7-95	79
Πίνακας 6-4 Χρήσεις γης λεκάνης 3-3-1-70.....	82
Πίνακας 6-5 Γεωλογικοί σχηματισμοί λεκάνης 3-3-1-70.....	83
Πίνακας 6-6 Υπολογισμός πυκνότητας υδρογραφικού δικτύου λεκάνης 3-3-1-70	86
Πίνακας 7-1 Ποσοστό προσαύξησης συν/τη απορροής ανάλογα με την εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς (ΟΜΟΕ, Πίνακας 2.5.2-2).....	90
Πίνακας 7-2 Συντελεστές απορροής σε λεκάνες μη ανεπτυγμένων οικιστικά περιοχών (ΟΜΟΕ, Πίνακας 2.5.2-2).....	91
Πίνακας 7-3 Συντελεστής απορροής C1, συναρτήσει της κλίσης της λεκάνης (Αυγέρη, 2010)	92
Πίνακας 7-4 Τύποι εδαφών ανάλογα με τη διαπερατότητά τους (Κουτσογιάννης κ.ά., 1999)	92
Πίνακας 7-5 Κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών ανάλογα με τη διαπερατότητά τους.....	93
Πίνακας 7-6 Συντελεστής απορροής C3, συναρτήσει της κατηγορίας του εδάφους Corine (Αυγέρη, 2010).95	

Πίνακας 7-7 Συντελεστής απορροής C4, συναρτήσει της αποθηκευτικότητας του εδάφους (Αυγέρη, 2010)	96
Πίνακας 7-8 Κατηγορίες χρήσεων γης.....	97
Πίνακας 7-9 Κατηγοριοποίηση χρήσεων γης σύμφωνα με τις πέντε κατηγορίες για τον καθορισμό του αριθμού καμπύλης απορροής CN.....	97
Πίνακας 7-10 Κατηγορίες εδαφικής υγρασίας (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, 2002)	99
Πίνακας 7-11 Εύρος τιμών καμπύλης απορροής CN, για κάθε χρήση γης και τύπο εδάφους (Κουτσογιάννης κ.ά., 1999).....	99
Πίνακας 7-12 Τιμές αριθμού καμπύλης απορροής CN για κάθε χρήση και τύπο εδάφους όπως χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία	100
Πίνακας 7-13 Σενάρια πλημμύρας - Επιλογή περιόδων επαναφοράς	101
Πίνακας 7-14 Αντιστοιχία όμβρων καμπυλών (Πασιαρδής, 2009) με τους 34 σταθμούς μέτρησης παροχής που ενδιαφέρουν.....	104
Πίνακας 7-15 Συντελεστές όμβριας καμπύλης Κύπρου βάση του υψομέτρου του σταθμού μέτρησης της παροχής (Πασιαρδής, 2009).....	106
Πίνακας 8-1 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά λεκανών απορροής	108
Πίνακας 8-2 Επιμέρους και τελικός συντελεστής απορροής λεκανών για $T < 10$ έτη	109
Πίνακας 8-3 Υπολογισμός συν/τη απορροής ανάλογα με την περίοδο επαναφοράς T, $CT = C_f * C$	110
Πίνακας 8-4 Αριθμός καμπύλης απορροής CN, λεκανών ενδιαφέροντος, για συνθήκες εδαφικής υγρασίας τύπου II	111
Πίνακας 8-5 Εκτίμηση χρόνου συρροής t_c	112
Πίνακας 8-6 Εκτίμηση τελικού χρόνου συρροής t_c από τη σχέση Kirpich και διορθωμένος βάση του αριθμού καμπύλης απορροής CN.....	113
Πίνακας 9-1: Επιλογή παροχομετρήσεων	117
Πίνακας 9-2 Διερεύνηση υφιστάμενων εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής	133
Πίνακας 9-3 Διερεύνηση n εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής	133

Περιεχόμενα Εικόνων:

Εικόνα 2-1: Υδατικό ισοζύγιο (hm3) (Παπαρηγορίου Σ., 2007)	26
Εικόνα 2-2: Υδατικό ισοζύγιο της Κύπρου (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων)	26
Εικόνα 2-3 Εποπτικό διάγραμμα κατάταξη της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης (ελεύθερες περιοχές) με βάση την κανονική βροχόπτωση για την περίοδο 1961-1990.....	28
Εικόνα 2-4: Υδάτινα ποτάμια σώματα και Σταθμοί παρακολούθησης (Κοτζαγεώργης, 2007).....	30
Εικόνα 2-5: Λιμναία υδάτινα συστήματα (Κοτζαγεώργης, 2007)	31
Εικόνα 2-6: Κατασκευή φραγμάτων στην περίοδο 1961-2001 (Σωκράτους κ.ά., 2001).....	33
Εικόνα 2-7: Φράγματα της Κύπρου (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων).....	33
Εικόνα 2-8: Τα 20 υπόγεια υδατικά συστήματα της Κύπρου (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων) ..	35
Εικόνα 2-9: Καταστροφές λόγω κακοκαιρίας στις 27/10/2009 (εφημερίδα «Καθημερινή», 27/10/2009).	37
Εικόνα 2-10: Ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου και κινούμενος μέσος όρος 30 ετών για τις ελεύθερες περιοχές (Σωκράτους κ.ά., 2001).....	38
Εικόνα 3-1: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους Κύπρου (Τμήμα Κτηματολογίου και Χωροταξίας).....	40
Εικόνα 3-2: Χάρτης χρήσεων γης Κύπρου (Τμήμα Δασών).....	40
Εικόνα 3-3: Εδαφολογικός χάρτης Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης)	41
Εικόνα 3-4: Γεωλογικός χάρτης Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης)	42
Εικόνα 3-5: Δίκτυο 124 σταθμών μέτρησης παροχής ποταμών Κύπρου (ΤΑΥ).....	43
Εικόνα 3-6: Υδρογραφικό δίκτυο - river_network_50k (ΤΑΥ)	44
Εικόνα 3-7: Υδρογραφικό δίκτυο - rivers_all_whole_island_100k (ΤΑΥ).....	44
Εικόνα 3-8: Ταμειυτήρες φραγμάτων Κύπρου (ΤΑΥ).....	45
Εικόνα 3-9: Λεκάνες απορροής σταθμών μέτρησης παροχής (ΤΑΥ - 2010)	47
Εικόνα 3-10 Σύνολο μετεωρολογικών σταθμών Κύπρου - οι περιοχές επιρροής τους	48
Εικόνα 4-1: Σταθμοί για τους οποίους υπάρχουν μετρήσεις για περισσότερα από 20 έτη και επιπλέον δεν υπάρχουν ταμειυτήρες φραγμάτων ανάντη αυτών.....	55
Εικόνα 4-2 Προσαρμογή θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max στη χρονοσειρά των παροχών του σταθμού 1-4-2-15.....	58
Εικόνα 4-3 Προσαρμογή θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max στη χρονοσειρά των παροχών του σταθμού 3-3-2-60.....	58
Εικόνα 5-1: Κατανομή χρήσεων γης για το πρώτο επίπεδο κατά CLC (5 κατηγορίες).....	62
Εικόνα 5-2: Κατανομή χρήσεων γης για το δεύτερο επίπεδο κατά CLC (συνολικά 15 κατηγορίες, στην Κύπρο εμφανίζονται οι 14)	62
Εικόνα 5-3: Κατανομή χρήσεων γης για το τρίτο επίπεδο κατά CLC (συνολικά 44 κατηγορίες, στην Κύπρο εμφανίζονται οι 34)	63

Εικόνα 5-4: Επιφανειακή απεικόνιση εδαφικών σχηματισμών Κύπρου	63
Εικόνα 5-5: Επιφανειακή απεικόνιση γεωλογικών σχηματισμών Κύπρου (47 γεωλογικοί σχηματισμοί).....	67
Εικόνα 6-1: Πεδία των παραμέτρων (P) που απαιτείται να οριστούν για την εκτέλεση του μοντέλου στο Model Builder	71
Εικόνα 6-2: Μάσκα λεκάνης 1-1-7-95.....	73
Εικόνα 6-3: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους λεκάνης 1-1-7-95.....	74
Εικόνα 6-4: Χρήσεις γης λεκάνης 1-1-7-95.....	75
Εικόνα 6-5: Γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη λεκάνη 1-1-7-95.....	76
Εικόνα 6-6: Εδαφολογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη λεκάνη 1-1-7-95.....	77
Εικόνα 6-7: Κλίσεις εδάφους λεκάνης 1-1-7-95.....	78
Εικόνα 6-8: Απεικόνιση υδρογραφικού δικτύου λεκάνης 1-1-7-95 κατά Strayler	79
Εικόνα 6-9: Μάσκα λεκάνης 3-3-1-70.....	80
Εικόνα 6-10: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους λεκάνης 3-3-1-70.....	81
Εικόνα 6-11: Χρήσεις γης λεκάνης 3-3-1-70.....	82
Εικόνα 6-12: Γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη λεκάνη 3-3-1-70.....	83
Εικόνα 6-13: Εδαφολογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη λεκάνη 3-3-1-70.....	84
Εικόνα 6-14: Κλίσεις εδάφους λεκάνης 3-3-1-70.....	85
Εικόνα 6-15: Απεικόνιση υδρογραφικού δικτύου λεκάνης 3-3-1-70 κατά Strayler	86
Εικόνα 6-16: Υδρογραφικό δίκτυο λεκάνης απορροής 1-1-7-95	87
Εικόνα 7-1: Κατηγορίες διαπερατότητας γεωλογικών σχηματισμών Κύπρου και οι 34 σταθμοί μέτρησης παροχής που εξετάζονται.....	94
Εικόνα 7-2: Οι 5 κατηγορίες περιγραφής εδάφους σύμφωνα με τη μέθοδο SCS για τον προσδιορισμό του αριθμού καμπύλης απορροής CN.....	99
Εικόνα 7-3: Οι 19 κατηγορίες από τις οποίες προκύπτει ο αριθμός καμπύλης απορροής βάση της μεθόδου SCS.....	100
Εικόνα 7-4: Μετεωρολογικοί σταθμοί και σταθμοί μέτρησης παροχής προς χρήση (34 σταθμοί).....	104
Εικόνα 8-1 Συγκριτικό διάγραμμα χρόνου συρροής λεκανών υπολογισμένου από τις 4 υφιστάμενες εμπειρικές μεθόδους.	113
Εικόνα 9-1 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από την εξίσωση Giandotti	119
Εικόνα 9-2 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη μέθοδο Kirpich	120
Εικόνα 9-3 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη μέθοδο SCS.....	121

Εικόνα 9-4 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη μέθοδο Passini.....	122
Εικόνα 9-5 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-5	123
Εικόνα 9-6 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-6	124
Εικόνα 9-7 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-7 για τη βέλτιστη ταχύτητα $U=2,22\text{m/s}$	125
Εικόνα 9-8 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-8	126
Εικόνα 9-9 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-10	127
Εικόνα 9-10 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-11	128
Εικόνα 9-11 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τις σχέσεις 9-12 & 9-13.....	129
Εικόνα 9-12 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τις σχέσεις 9-14, 9-15	130
Εικόνα 9-13 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τις σχέσεις 9-17, 9-18	131
Εικόνα 9-14 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών από τις σχέσεις 9-20, 9-21	132

Περίληψη

Η παρούσα εργασία προέκυψε μετά από προσωπική συνεννόηση με τους αρμόδιους του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου και αποτελεί ένα αντικείμενο το οποίο ενδιαφέρει ιδιαίτερα τους υδρολόγους μηχανικούς, κυρίως σε επίπεδο εκπόνησης μελετών. Στόχος είναι ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας της ορθολογικής μεθόδου για τον καθορισμό των παροχών αιχμής σε υδρολογικές λεκάνες της Κύπρου και η δυνατότητα εκτίμησης των αιχμών χρησιμοποιώντας, κατά βάση, τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών. Αρχικά εξετάστηκε η περίπτωση προσαρμογής θεωρητικής κατανομής στα δείγματα των διαθέσιμων χρονοσειρών παροχής και στη συνέχεια διερευνήθηκε η δυνατότητα καθορισμού σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής οι οποίες να βελτιστοποιούν την ορθολογική μέθοδο. Αν και οι μεθοδολογίες που προτείνονται είναι σε πρωταρχικό στάδιο, φαίνεται ότι είναι δυνατόν να δώσουν ικανοποιητικές εκτιμήσεις όσον αφορά τον υπολογισμό των πλημμυρικών αιχμών, λαμβανομένου υπόψη ότι οι σχέσεις που προτείνονται, για τον χρόνο συρροής, προέκυψαν από δεδομένα πεδίου της περιοχής στην οποία απευθύνονται.

Πρόκειται για μια εργασία η οποία μπορεί ουσιαστικά να διαχωριστεί σε δυο επιμέρους ενότητες.

Στην πρώτη ενότητα γίνεται κατά βάση η επεξεργασία των αρχικών δεδομένων (τα οποία είναι χρονοσειρές μηνιαίων παροχών αιχμής καθώς και χάρτες επιφανειακής φυσιογραφικών χαρακτηριστικών του νησιού όπως χρήσεις γης, ψηφιακό μοντέλο εδάφους, γεωλογικοί σχηματισμοί κ.ά.) καθώς και η δημιουργία νέων χαρτών (π.χ. χάρτης αριθμού καμπύλης απορροής, χάρτης συντελεστή απορροής), η επιλογή των λεκανών απορροής των κατάλληλων για επεξεργασία των δεδομένων τους αλλά και η πραγματοποίηση υδρολογικών υπολογισμών για τις λεκάνες αυτές.

Στη δεύτερη ενότητα πραγματοποιείται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων των υδρολογικών υπολογισμών. Αφορά κυρίως στη διερεύνηση του κατά πόσον οι υφιστάμενες σχέσεις υπολογισμού του χρόνου συρροής προσαρμόζονται ικανοποιητικά στα δεδομένα της Κύπρου ενώ στη συνέχεια εξετάζονται νέες εμπειρικές σχέσεις για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής οι οποίοι προκύπτουν αποκλειστικά από γραμμική συσχέτιση και βελτιστοποίηση των φυσιογραφικών δεδομένων των λεκανών της Κύπρου. Τέλος προτείνεται εμπειρική μεθοδολογία υπολογισμού των πλημμυρικών αιχμών Κυπριακών λεκανών απορροής με βάση τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά τους.

Abstract

This project arose after a personal consultation with the officials of the Water Development Department of Cyprus and is a subject of particular interest to hydrologist engineers. Although the methodologies proposed are at a primary stage, it seems possible to give acceptable estimates concerning the calculation of flood peaks, taking into consideration that the proposed methodology for estimating the time of concentration, is based on field data obtained from the area to which they refer.

The project can be divided into two subsections.

The first section is basically the editing of raw data (which are: series of monthly pick flows and maps of surface physiographic characteristics of the island as land use, terrain model, geological formations, etc.) as well as the production of new maps (runoff curve number map, flow coefficient map), the choice of the suitable river basins for data processing and also the estimation of hydrological characteristics of these basins.

The second section presents the processing of the hydrological calculations results. This section focuses mainly on the investigation of whether the existing equations for the time of concentration adjust well to the data taken from hydrological basins of Cyprus. Furthermore, in this section new empirical formulas for calculating the time of concentration are examined arising solely by linear regression and optimization of Cyprus field data. Finally, a methodology for the estimation of the flood peaks in Cyprus basins, is proposed.

Extended Abstract

Introduction

Usually, for the preparation of a hydrological study, empirical equations and methodologies are utilized.. Basically, for the calculation of the time of concentration the Giandotti or Kirpich relations are used, and for the estimation of flood peaks the Rational Method appears to be the most widely accepted implement .

The purpose of this study is the processing of raw data and basin physiographic characteristics of Cyprus, in order to investigate existing as well as new empirical relations time estimate of concentration in areas where there are no data of flow measurements.

Data

The data available for this project are, basically, the following:

- time series of maximum monthly flows of 124 flow stations
- physiographic features of the island such as: digital terrain model, geological map, Corrine land use, drainage network, monitoring stations network and hydrological basins
- meteorological stations network and rainfall intensity – duration – frequency curves (IDF curves) of Cyprus.

These data were granted after consultation with the officials of the Water Development Department of Cyprus (WDD). The public services from which the data were collected are:

- Cyprus Water Development Department
- Meteorological Service of Cyprus
- Geological Survey
- Department of Forestry
- Department of Lands and Physical Planning

Editing - Methodology

The current project can be divided into two subsections.

The first section includes the editing of the field data and the physiographic maps of Cyprus. To begin with, a qualitative analysis of the available time series of the 124 stations enabled us to select the basins (stations) whose data fitted the profile of the study. The criteria by which the choice was made are:

1. That the area was not urbanized
2. To have a lengthy series of flow measurements available, more than 20 years
3. To ensure that there was no dam upstream of the station
4. That the size of the basin was acceptable (not too small or too large)

The above analysis gave a total of 34 stations (Table 4-4) which can be used for the following investigation.

The qualitative analysis follows the use of Geographic Information System (GIS). By using GIS several geomorphological features of river basins (Table 8-1) were identified, namely those necessary to carry out hydrological calculations. Also, a treatment of physiographic maps was made, which revealed the map of runoff curve number for Cyprus (Figure 7-3).

Finally, for each of the 34 basins the individual (C1, C2, C3, C4) and total runoff coefficient C (Table 8-2), the runoff curve number CN (Table 8-4) and the length of main streams were calculated, in order to allow the application of empirical methods for the estimation of the time of concentration (Table 8-5) and then providing the flow peaks.

The second section discusses the processing of the results of the hydrological calculations. Certain simplifying assumptions had to be made to allow the use of the different methods.

- The number of years of the time series were used instead of the return period ($N = T$)
- The runoff curve number, CN, is used as an indicative value of the roughness of the streams as far as the estimation of the time of concentration is concerned.
- The rain incidents used are those which give $Q/A_{\text{basin}} > 1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ in order to ensure that the duration of rainfall is greater, or at least equal, to the time of concentration ($t_r \geq t_c$)

To begin with, the existing empirical formulas calculating the time of concentration (Giandotti, Kirpich, SCS, Passini) were examined in order to find out whether they adjusted well to the data of Cyprus. This study showed that only the Giandotti equation provides an acceptable coefficient of determination ($CE \sim 0,50$).

Then, an attempt was made to determine a new empirical equation, in order to estimate the time of concentration, by linear regression and optimization of the coefficient of determination, based on the measured runoff data and physiographic characteristics of Cyprus. Several equations were tested and finally a method is proposed for the determination of the time of concentration and flow peaks. The new method gives a satisfactory coefficient of determination ($CE \sim 0,80$).

Results - Conclusions

This project provides a new empirical methodology for calculating the time of concentration of hydrological basins of Cyprus. This methodology suggests the following equations:

$$t_c = \frac{4.23(A / L_{\max})^{0.429}}{\sqrt{S_{\text{mean}}} * CN^{0.29}} \quad \text{equation 1}$$

t_c [hr], A [km²], L_{\max} [km], S_{mean} [m/m]

$$t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.02}} \quad \text{equation 2}$$

$$c(T) = 0.43c + 0.1 \ln(T) \quad \text{equation 3}$$

Methodology: Calculate the time of concentration and then correct it based on the return period of the rainfall event, according the above equations (eq.1&2). Using the time of concentration, it is possible to calculate the critical intensity of rainfall as given by the rain IDF curves for Cyprus. In addition, the runoff coefficient can be estimated based on the regulations of OMOE-ASYEO (Koutsoyiannis), and then corrected according to the return period of the event (eq.3). Lastly it is possible to calculate the flow peaks of the flood by using the Rational Method.

The key findings that emerged from this project are:

- The runoff coefficients that appear to apply to Cyprus basins are quite smaller than those calculated based on the lists of regulations OMOE - ASYEO which apply to Greece.
- The equations for calculating the time of concentration which appear to be better adjusted in Cyprus, give times which are considerably larger than those obtained by existing, widely accepted, empirical methods (e.g. Giandotti).

Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο εργασίας

Παραδοσιακά, για την εκπόνηση μιας υδρολογικής μελέτης, ο μελετητής χρησιμοποιεί μεθοδολογίες και εξισώσεις οι οποίες είναι κυρίως εμπειρικές και έχουν προκύψει από δεδομένα, και για περιοχές, διαφορετικά από την περιοχή ενδιαφέροντος του μελετητή. Έτσι, για τον υπολογισμό των χρόνων συρροής των λεκανών απορροής χρησιμοποιούνται μια από τις εμπειρικές σχέσεις Giandotti και Kirpich, ενώ για την εκτίμηση των αιχμών πλημμύρας εφαρμόζεται συνήθετα η ορθολογική μέθοδος η οποία επιλέγεται κυρίως εξαιτίας της απλότητάς της σε σύγκριση με την μέθοδο που προτείνει η SCS (απαιτεί μεγαλύτερο εύρος δεδομένων πεδίου). Επιπλέον η ορθολογική μέθοδος εκτός από την εκτίμηση του χρόνου συρροής (για τον υπολογισμό της κρίσιμης έντασης) απαιτεί και εκτίμηση του συντελεστή απορροής της λεκάνης ενδιαφέροντος. Στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί πίνακες οι οποίοι αφορούν στον προσδιορισμό του συντελεστή απορροής, και οι οποίοι δίνονται στις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ – ΑΣΥΕΟ), σε αντίθεση με την Κύπρο όπου δεν έχει γίνει καμία παρόμοια έρευνα με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται αυθαίρετα οι πίνακες των κανονισμών ΟΜΟΕ και για την περίπτωση της Κύπρου. Ωστόσο θα μπορούσε κανείς, εντελώς εμπειρικά, να παρατηρήσει ότι οι συντελεστές απορροής στην Κύπρο αναμένεται να είναι αρκετά μικρότεροι από αυτούς που προτείνονται για την Ελλάδα και αυτό λόγω του ξηροθερμικού κλίματος του νησιού. Συνεπώς, στην περίπτωση της Κύπρου τόσο ο χρόνος συρροής όσο και ο συντελεστής απορροής υπολογίζονται από σχέσεις οι οποίες δεν έχουν παραχθεί με βάση τα δεδομένα της περιοχής και αναμενόμενο είναι να δίνουν ανακριβή αποτελέσματα.

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας εργασίας είναι η επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων απορροής (χρονοσειρές στιγμιαίων μηνιαίων μέγιστων παροχών) καθώς και φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της Κύπρου με στόχο την δυνατότητα εκτίμησης των πλημμυρικών αιχμών σε λεκάνες απορροής βάσει των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της λεκάνης. Σε πρώτη φάση, εξετάστηκε η περίπτωση προσαρμογής θεωρητικών κατανομών στα δείγματα των διαθέσιμων χρονοσειρών παροχής ενώ στη συνέχεια διερευνήθηκε ο βαθμός προσαρμογής υφιστάμενων εμπειρικών μεθόδων υπολογισμού του χρόνου συρροής καθώς επίσης και η δυνατότητα καθορισμού νέων σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής οι οποίες να βελτιστοποιούν την ορθολογική μέθοδο. Η εργασία, ουσιαστικά, αποσκοπεί στο να προτείνει μια μεθοδολογία χρήσης της ορθολογικής μεθόδου για τον υπολογισμό των πλημμυρικών αιχμών, μέσω εμπειρικών εκτιμήσεων των παραμέτρων της μεθόδου, σε υδρολογικές λεκάνες της Κύπρου για τις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις παροχής.

Σημείο αναφοράς και βασικότερο δεδομένο αποτελούν οι χρονοσειρές των μετρημένων απορροών που παραχωρήθηκαν στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας εργασίας από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (ΤΑΥ) της Κύπρου. Τα στοιχεία παροχής προκύπτουν από τη χρήση και ανάλυση των δεδομένων των ρειθρομέτρων (σταθμοί καταμέτρησης ροής ποταμών), τους οποίους έχει τοποθετήσει το ΤΑΥ σε όλη την έκταση της ελεύθερης Κύπρου. Τα στοιχεία αποτελούνται από μηνιαίες χρονοσειρές μέγιστων στιγμιαίων και μέσων παροχών. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν χάρτες με τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της Κύπρου, στοιχεία τα οποία λήφθηκαν μετά από συμφωνία, από διάφορες Δημόσιες Υπηρεσίες της Κυπριακής Δημοκρατίας.

1.2 Διάρθρωση εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από δέκα Κεφάλαια και τέσσερα Παραρτήματα τα οποία έχουν διαμορφωθεί ως εξής:

Στο Κεφάλαιο 1, (παρόν κεφάλαιο) γίνεται μια εισαγωγή δίνοντας το γενικό κλίμα που επικρατεί μέχρι αυτή τη στιγμή στα θέματα που θίγονται στη συνέχεια, καθορίζεται ο στόχος της εργασίας και αναφέρονται τα βασικότερα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν.

Στο Κεφάλαιο 2, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά κάποια γενικά στοιχεία τα οποία αφορούν στην περιοχή εφαρμογής της εργασίας, την Κύπρο, ενώ γίνεται ιδιαίτερη αναφορά σε θέματα τα οποία μπορούν να επηρεάσουν άμεσα τα πρωτογενή στοιχεία της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 3, δίνεται κατά βάση κατάλογος των πρωτογενών δεδομένων που διατέθηκαν, για την εκπόνηση της εργασίας, από τους διάφορους οργανισμούς της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Στο Κεφάλαιο 4, γίνεται ανάλυση του ιστορικού δείγματος των χρονοσειρών παροχής και παρατίθενται τα κριτήρια βάση των οποίων έγινε η επιλογή των σταθμών (σύνολο 34 λεκάνες απορροής) οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στη διερεύνηση που ακολούθησε. Επιπλέον γίνεται σύντομη στατιστική ανάλυση στο δείγμα των χρονοσειρών που επιλέχθηκαν.

Στο Κεφάλαιο 5, πραγματοποιείται η επεξεργασία των υπαρχόντων φυσιογραφικών χαρτών ώστε να μπορούν να ληφθούν αριθμητικά αποτελέσματα και γίνονται κάποιες απαραίτητες επεξηγήσεις ώστε να είναι δυνατή η καλύτερη κατανόηση των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών του νησιού.

Στο Κεφάλαιο 6, περιγράφεται ο τρόπος χρήσης του γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (GIS) για την παραγωγή χαρτών σε επίπεδο λεκάνης απορροής.

Στο Κεφάλαιο 7, δίνεται το θεωρητικό υπόβαθρο και οι εργασίες υποδομής που απαιτήθηκαν για τους υδρολογικούς υπολογισμούς οι οποίοι πραγματοποιήθηκαν.

Στο Κεφάλαιο 8, παρουσιάζονται οι πίνακες των αποτελεσμάτων των υδρολογικών υπολογισμών (υπολογισμός συντελεστή απορροής, αριθμού καμπύλης απορροής και χρόνου συρροής για την κάθε λεκάνη απορροής που επιλέχθηκε).

Στο Κεφάλαιο 9, γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων των υδρολογικών υπολογισμών και παρουσιάζονται οι διάφορες σχέσεις υπολογισμού του χρόνου συρροής, υφιστάμενες και μη, καθώς και ο βαθμός που αυτές προσαρμόζονται στα δεδομένα της Κύπρου.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, Κεφάλαιο 10, συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα διερεύνηση και εκφράζονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Ακολουθούν τα Παραρτήματα στα οποία, στο Παράρτημα Α, παρατίθενται οι πίνακες των ομβρίων καμπυλών που έχουν αναπτυχθεί από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία της Κύπρου. Στο Παράρτημα Β, δίνονται οι πίνακες υπολογισμού των επιμέρους συντελεστών απορροής (C1, C2, C3, C4) των λεκανών και στο Παράρτημα Γ, δίνονται πίνακες με στοιχεία που αφορούν τους 34 σταθμούς ενδιαφέροντος καθώς και οι χρονοσειρές των ετησίων μέγιστων παροχών για τον κάθε έναν από αυτούς. Τέλος στο Παράρτημα Δ, παρουσιάζεται η προσαρμογή θεωρητικών κατανομών στις χρονοσειρές των παροχομετρήσεων των σταθμών.

Κεφάλαιο 2: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙ ΚΥΠΡΟΥ

Η Κύπρος, είναι το τρίτο μεγαλύτερο νησί της Μεσογείου (έκταση 9.254 km²) και γεωγραφικά, μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκει στην Νοτιοανατολική Ευρώπη ή στην Νοτιοδυτική Ασία, εξαιτίας όμως των ιδιαίτερων δεσμών της με την Ελλάδα (ιστορικά, πολιτιστικά και οικονομικά) η Κύπρος θεωρείται μέρος μόνο της Δύσης και της Ευρώπης (Γαλιούνα, 2010). Το νησί βρίσκεται στο σταυροδρόμι τριών ηπείρων (Ευρώπης, Ασίας, Αφρικής) γεγονός το οποίο καθιστά τη θέση του στρατηγικής σημασίας.

Μετά και την Τουρκική εισβολή του 1974, η Κύπρος διχοτομήθηκε. Στο νότιο τμήμα διαμένουν εκ' τότε οι Ελληνοκύπριοι ενώ στο βόρειο τμήμα διαμένουν οι λιγστοί Τουρκοκύπριοι καθώς και έποικοι οι οποίοι κατέφθασαν από την Τουρκία. Σήμερα η Λευκωσία, η πρωτεύουσα της Κύπρου, είναι η μοναδική διχοτομημένη πρωτεύουσα στην Ευρώπη.

Διοικητικά, το νησί υποδιαιρείται σε 6 επαρχίες οι οποίες κατά σειρά έκτασης (φθίνουσα σειρά) είναι οι επαρχίες Λευκωσίας, Αμμοχώστου, Πάφου, Λεμεσού, Λάρνακας, και Κερύνειας με τις επαρχίες Αμμοχώστου και Κερύνειας να είναι πλέον εξ' ολοκλήρου κατεχόμενες.

2.1 Γεωλογικοί σχηματισμοί στον Κυπριακό χώρο

Από μορφολογική άποψη η Κύπρος μπορεί να υποδιαιρεθεί στις ακόλουθες μορφολογικές περιφέρειες (Ιστοσελίδα Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης και Ιστοσελίδα Live-edia.gr):

1. Το ορεινό σύμπλεγμα Τροόδους.

Ο ορεινός όγκος καταλαμβάνει το κεντρικό-δυτικό τμήμα του νησιού. Καλύπτει έκταση ~ 3.200 km² και αποτελείται αποκλειστικά από πυριγενή πετρώματα, τα οποία αποτελούν το γνωστό Οφιολιθικό Σύμπλεγμα του Τροόδους.

Τα πετρώματα της οροσειράς είναι αδιαπέρατα, εκτός από τις περιπτώσεις ρηγμάτων τα οποία αφθονούν στην περιοχή. Στην περιοχή του Τροόδους παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσοστό βροχής του νησιού. Το αδιαπέρατο των πετρωμάτων και η μεγάλη κλίση των πλαγιών συντελούν ώστε το μεγαλύτερο μέρος της βροχόπτωσης να μετατρέπεται σε επιφανειακή απορροή και να καταλήγει στους ποταμούς.

Πάνω απ' όλα όμως το Οφιολιθικό Σύμπλεγμα του Τροόδους είναι το "θεμέλιο" πάνω στο οποίο έχει κτιστεί το νησί. Είναι η γεωλογική και μορφολογική σπονδυλική στήλη της Κύπρου. Το πυριγενές σύμπλεγμα του Τροόδους μπορεί να υποδιαιρεθεί σε τρεις χαρακτηριστικές ζώνες, τη ζώνη των πλουτωνίων πετρωμάτων, τη ζώνη των φλεβικών πετρωμάτων και τη ζώνη των προσκεφαλοειδών λαβών.

2. Τη βόρεια οροσειρά (Πενταδάκτυλος και Καρπασία)

Πενταδάκτυλος: Είναι μια στενή επιμήκης τοξοειδής οροσειρά στο βόρειο τμήμα του νησιού. Έχει μήκος ~90 km και το πλάτος της δεν ξεπερνά τα 4 km. Αποτελείται από ένα πυρήνα συμπαγών διερρηγμένων ασβεστολίθων και από στρώματα κρητίδων που περιβάλλονται από στρώματα της διάπλασης του φλύσχη.

Η οροσειρά, βρίσκεται σε μικρή απόσταση από τη θάλασσα και χαρακτηρίζεται από ψηλές απόκρημνες βουνοκορφές (σε υψόμετρο μεταξύ 700 και 1024 m), κάθετες πλαγιές, βαθιά φαράγγια, διάσελα και μικρές κοιλάδες στις οποίες ρέουν μικροί ποταμοί. Τα καρστικά φαινόμενα που χαρακτηρίζουν τα ασβεστολιθικά πετρώματα της οροσειράς, δημιούργησαν υπόγειες σπηλιές με σταλακτίτες και σταλαγμίτες, κατακρημνίσεις και κουφώματα.

Καρπασία: Η χερσόνησος της Καρπασίας καταλαμβάνει το βορειοανατολικότερο τμήμα του νησιού, ανατολικά της οροσειράς του Πενταδακτύλου. Είναι προέκταση της οροσειράς του Πενταδακτύλου αλλά δεν παρουσιάζει τις πτυχώσεις και άλλες τεκτονικές κινήσεις που επηρέασαν τον Πενταδάκτυλο. Το τοπίο χαρακτηρίζεται από μια εναλλαγή λόφων, πλαγιών, χαμηλών οροπεδίων, κοιλάδων και μικρών λεκανοπεδίων. Από τα διάφορα υψώματα της Καρπασίας πηγάζουν μικρά ρυάκια που εκβάλουν στη θάλασσα περιοχή της χερσονήσου.

Τα κυριότερα πετρώματα στην Καρπασία είναι οι αποθέσεις του φλύσχη της Κυθρέας, οι αποθέσεις του σχηματισμού Αθαλάσσας (ασβεστολιθικοί ψαμμίτες, άμμοι και αμμώδεις μάργες) και οι αποθέσεις των αναβαθμίδων (ασβεστολιθικοί ψαμμίτες, άμμοι και χαλίκια). Οι πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις απαντώνται στις παράκτιες περιοχές.

3. Τη κεντρική πεδιάδα.

Βρίσκεται μεταξύ των οροσειρών του Τρόδους και του Πενταδακτύλου και πρόκειται για μια αρκετά ομαλή πεδιάδα.

Τα πετρώματα της κεντρικής πεδιάδας είναι από τα πιο πρόσφατα της Κύπρου. Είναι ιζηματογενούς προέλευσης τα οποία μεταφέρθηκαν από τον Πενταδάκτυλο και το Τρόδος και εναποτέθηκαν στη θάλασσα, ακριβώς εκεί που βρίσκεται σήμερα η κεντρική πεδιάδα.

Η κεντρική πεδιάδα μπορεί να υποδιαιρεθεί σε τρεις υποπεριοχές:

- τη δυτική κεντρική πεδιάδα (πεδιάδα της Μόρφου)
- την ανατολική κεντρική πεδιάδα (Μεσαορία) και
- το οροπέδιο των Κοκκινοχωριών.

4. Τη λοφώδη περιοχή γύρω από το ορεινό σύμπλεγμα Τροόδους.

Οι λόφοι που περιβάλλουν το πυριγενές σύμπλεγμα του Τροόδους αποτελούν ξεχωριστή μορφολογική περιφέρεια, η οποία εκτείνεται ανατολικά, νότια και δυτικά της Οροσειράς. Η περιφέρεια αυτή αποτελείται από ιζηματογενή πετρώματα, κυρίως των γεωλογικών σχηματισμών Πάχνας (εναλλασσόμενες στρώσεις κιμωλιών, μαργών και ψαμμιτών) και Λευκάρων (κρητίδες, μάργες και μαργαϊκές κρητίδες). Τα περισσότερα των πετρωμάτων αυτών επικάθονται των λαβών. Στην επαρχία Πάφου εκτός από τα πετρώματα αυτά απαντώνται και οι άργιλοι των σχηματισμών Μονής και Κανναβιού, οι υφαλογενείς ασβεστόλιθοι του σχηματισμού Τέρα, οι αποθέσεις του σχηματισμού Λευκωσίας (ασβεστολιθικοί ψαμμίτες, άμμοι, χαλίκια, μάργες και ψαμμιτικές μάργες) και οι αποθέσεις του σχηματισμού των Μαμωνιών.

Η λοφώδης περιφέρεια χαρακτηρίζεται από αποστρογγυλωμένους κιμωλιούχους λόφους, καρστικά φαινόμενα, ξερές κοιλάδες, μικρά διαμελισμένα οροπέδια και μερικούς τραπεζοειδείς λόφους. Στο τοπίο κυριαρχεί το άσπρο χρώμα των κρητίδων ή το μπεζ χρώμα των μαργών και των μαργαϊκών κρητίδων. Εξαίρεση αποτελεί το βαθύ ερυθροκαφέ χρώμα των Μαμωνιών.

Οι ήπιοι γυμνοί αποστρογγυλωμένοι κιμωλιούχοι λόφοι παρουσιάζονται εκεί όπου οι κρητίδες είναι σχετικά μαλακές, όπως στην περιοχή των χωριών Λύμπια και Κόση. Εκεί όμως όπου οι κρητίδες είναι σκληρές, τα πετρώματα είναι διερρηγμένα και κατατεμαχισμένα και έχουν αναπτύξει ένα σύστημα καρστ το οποίο όμως δεν είναι τόσο έντονο όπως στα ασβεστολιθικά πετρώματα του Πενταδακτύλου.

5. Τις παράκτιες πεδιάδες.

Πρόκειται για πέντε στενές παράκτιες πεδιάδες, στις οποίες απαντώνται θαλάσσιες αναβαθμίδες. Οι πεδιάδες αυτές είναι της Κερύνειας, της Λάρνακας της Λεμεσού-Αυδήμου, της Πάφου και της Χρυσοχούς.

2.2 Κλιματικά δεδομένα

Η Κύπρος βρίσκεται κατά μέσο όρο σε γεωγραφικό πλάτος 35⁰ Βόρειο και γεωγραφικό μήκος 33⁰ Ανατολικά και περιβάλλεται από την Μεσόγειο θάλασσα (Θεοφίλου, 2009).

Τα κύρια χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος της Κύπρου είναι τα ζεστά και ξηρά καλοκαίρια (μέσα Μαΐου έως μέσα Σεπτέμβρη), οι βροχεροί αλλά ήπιοι χειμώνες (μέσα Νοέμβρη έως μέσα Μαρτίου) και οι δύο ενδιάμεσες μεταβατικές εποχές.

Στη διάρκεια του καλοκαιριού, η Κύπρος βρίσκεται κάτω από την επίδραση του εποχιακού αντικυκλώνα (βαρομετρικό υψηλό), που έχει το κέντρο του στη νοτιοδυτική Ασία. Αποτέλεσμα της επίδρασης αυτής είναι οι ψηλές θερμοκρασίες και ο καθαρός ουρανός. Η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή με μέση τιμή που δεν ξεπερνά το 5% της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης.

Στη διάρκεια του χειμώνα, το νησί επηρεάζεται από το πέρασμα μικρών υφέσεων και μετώπων που κινούνται στη Μεσόγειο με κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Οι καιρικές αυτές διαταραχές διαρκούν συνήθως από μια μέχρι τρεις μέρες και δίνουν τις μεγαλύτερες ποσότητες βροχής. Η συνολική μέση βροχόπτωση στους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο αντιστοιχεί περίπου με το 60% της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης.

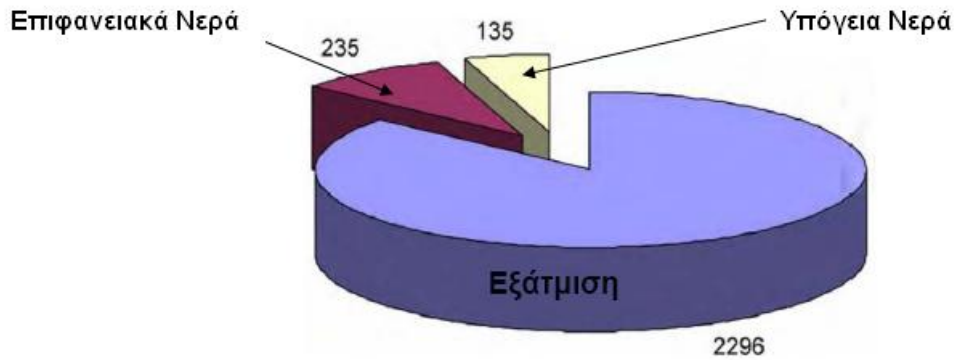
Στη διαμόρφωση του κλίματος του νησιού, σημαντική επίδραση έχει η παρουσία των δύο οροσειρών, του Τροόδου και σε μικρότερο βαθμό του Πενταδακτύλου καθώς και η παρουσία της θάλασσας.

2.3 Υδρολογικό καθεστώς και Υδατικό Ισοζύγιο

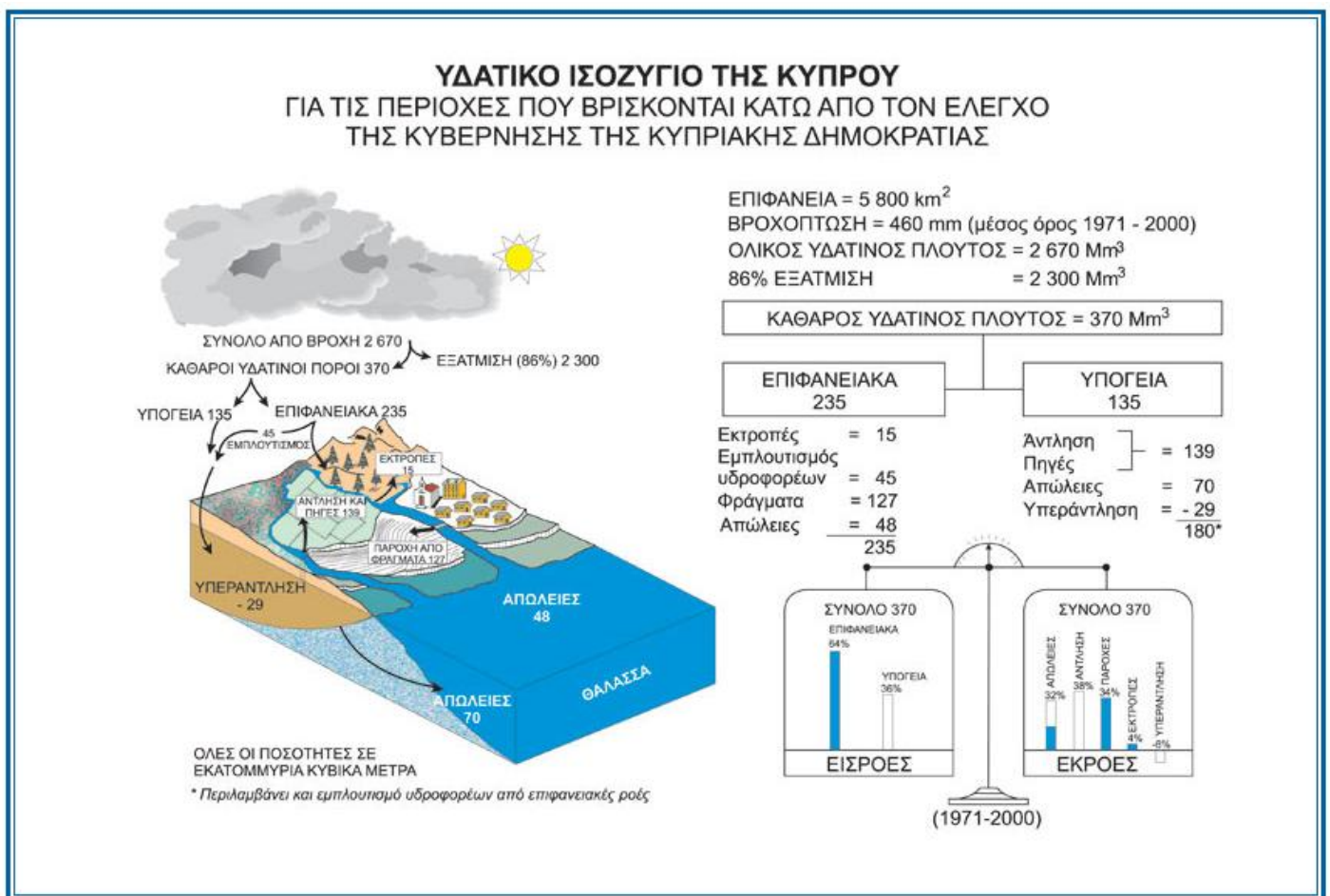
Όλοι οι υδάτινοι πόροι που διαθέτει η Κύπρος τα τελευταία χρόνια προέρχονται από τη βροχόπτωση. Σύμφωνα με μια μακρά σειρά παρατηρήσεων η μέση ετήσια κατακρήμνιση, από το 2000 μέχρι σήμερα, ανέρχεται στα 460 mm, ενώ για τα παλαιότερα 30 έτη ανερχόταν στα 503 mm. Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα στοιχεία η χαμηλότερη βροχόπτωση παρατηρήθηκε το υδρολογικό έτος 1972-1973 με 182 mm και η υψηλότερη το υδρολογικό έτος 1968-1969 με 759 mm (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων).

Γενικά η ποσότητα της βροχής που δέχεται η Κύπρος είναι χαμηλή και η εξάτμιση μεγάλη, πράγμα που περιορίζει σοβαρά τους υδάτινους πόρους του νησιού. Επιπλέον η ανομοιόμορφη χωρική κατανομή των κατακρήμνισων (από ~300 mm στην πεδιάδα της Μεσαορίας έως ~1.100 mm στις ορεινές περιοχές του Τροόδου) δυσχεραίνει ακόμη περισσότερο την κατάσταση. Η ποσότητα νερού που αντιστοιχεί στην ολική επιφάνεια της ελεύθερης περιοχής της Κύπρου ανέρχεται περίπου στα 2.700 hm³, αλλά μόνο το 14% περίπου ή 370 hm³ προσφέρεται για ανάπτυξη, αφού το υπόλοιπο 86% περίπου επιστρέφει στην ατμόσφαιρα ως απευθείας εξάτμιση. Η μέση ετήσια ποσότητα των 2.700 hm³ νερού κατανέμεται σε επιφανειακή (9%) και υπόγεια αποθήκευση (5%), όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-1. Από την υπόγεια αποθήκευση περίπου το 1/4 καταλήγει στη θάλασσα. Χαρακτηριστική είναι η Εικόνα 2-2 στην οποία δίνεται σχηματικά όλο το υδρολογικό καθεστώς της Κύπρου όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Οι περιορισμένοι υδατικοί πόροι της Κύπρου, οφείλονται στο ξηροθερμικό της κλίμα, το ανάγλυφο, τη γεωλογία, τη μικρή έκταση του νησιού και την ανομοιόμορφη κατανομή της βροχόπτωσης στις διάφορες περιοχές της (Ιστοσελίδα Live-pedia.gr).



Εικόνα 2-1: Υδατικό ισοζύγιο (hm³) (Παπαγρηγορίου Σ., 2007)



Εικόνα 2-2: Υδατικό ισοζύγιο της Κύπρου (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων)

Στην Κύπρο, η βροχόπτωση είναι γεωγραφικά ανομοιόμορφα κατανεμημένη με τη μέγιστη βροχή να εμφανίζεται στους δύο ορεινούς όγκους, του Τρούδους και του Πενταδακτύλου, και την ελάχιστη στις ανατολικές πεδινές και παράλιες περιοχές, των Κοκκινοχωριών. Επιπρόσθετα υπάρχει μεγάλη χρονική διακύμανση της βροχόπτωσης με συχνές συνεχείς ανομβρίες δύο και τριών χρόνων.

Παρακάτω δίνεται ενδεικτικά ο Πίνακας 2-1 κατάταξης των ετών με βάση την κανονική για την περιοχή βροχόπτωση ενώ στην Εικόνα 2-3 παρουσιάζονται τα στοιχεία του πίνακα σε ένα εποπτικό διάγραμμα.

Πίνακας 2-1 Κατάταξη της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης (ελεύθερες περιοχές) με βάση την κανονική βροχόπτωση για την περίοδο 1961-1990 (Ιστοσελίδα Μετεωρολογικής Υπηρεσίας Κύπρου).

A/A	Σοβαρή Ανομβρία	Ανομβρία	Ολιγο- βρία	Περίπου Κανονική	Περίπου Κανονική	Πολυομ- βρία	Μεγάλη Πολυομβρία	Εξαιρετική Πολυομβρία
	≤ 70%	71-80%	81-90%	91-100%	101-110%	111-120%	121-130%	>130%
1	1901-02	1916-17	1915-16	1902-03	1903-04	1909-10	1913-14	1904-05
2	1931-32	1933-34	1927-28	1907-08	1905-06	1918-19	1922-23	1906-07
3	1932-33	1940-41	1956-57	1908-09	1910-11	1920-21	1928-29	1911-12
4	1963-64	1950-51	1959-60	1917-18	1912-13	1936-37	1930-31	1919-20
5	1972-73	1958-59	1971-72	1924-25	1914-15	1937-38	1938-39	1925-26
6	1990-91	1969-70	1978-79	1960-61	1921-22	1941-42	1942-43	1929-30
7		1973-74	1981-82	1967-68	1923-24	1947-48	1944-45	1934-35
8		1989-90	1982-83	1970-71	1926-27	1949-50	1951-52	1952-53
9		1995-96	1983-84	1976-77	1935-36	1975-76	1961-62	1966-67
10		1996-97	1985-86	1977-78	1939-40	1979-80	1962-63	1968-69
11		1997-98	1993-94	1984-85	1943-44	1980-81	1974-75	
12		1999-00		1988-89	1945-46		1987-88	
13				1994-95	1946-47		1991-92	
14				1998-99	1948-49			
15				2000-01	1953-54			
16					1954-55			
17					1955-56			
18					1957-58			
19					1964-65			
20					1965-66			
21					1986-87			
22					1992-93			



Εικόνα 2-3 Εποπτικό διάγραμμα κατάταξη της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης (ελεύθερες περιοχές) με βάση την κανονική βροχόπτωση για την περίοδο 1961-1990.

2.3.1 Επιφανειακοί Υδατικοί Πόροι

Αφορά στο σύνολο των νερών των ποταμών, των λιμνών, των ελών, των πηγών κλπ καθώς και το σύνολο των νερών που αποθηκεύεται στα φράγματα.

Ένα μεγάλο μέρος των επιφανειακών υδατικών πόρων χρησιμοποιείται για αρδεύσεις και ένα άλλο μέρος, με κατάλληλη επεξεργασία, χρησιμοποιείται για οικιακές και βιομηχανικές χρήσεις. Επίσης ένα άλλο μέρος εισχωρεί στο έδαφος και εμπλουτίζει τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα, πολύ μικρό μέρος διαπνέεται από τα φυτά που βρίσκονται κοντά στην κοίτη των ποταμών ή εξατμίζεται κατευθείαν από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού των ποταμών. Το υπόλοιπο αποτελεί τη ροή των ποταμών (Γαλιούνα, 2010).

2.3.1.1 Ποταμοί

Οι περισσότεροι ποταμοί πηγάζουν από την περιοχή του Τροόδους. Η εποχική κατανομή της επιφανειακής απορροής ακολουθεί την εποχική κατανομή των κατακρημνισμάτων (ελάχιστες τιμές κατά τους θερινούς μήνες και μέγιστες τιμές κατά τους χειμερινούς μήνες). Ως αποτέλεσμα του Ανατολικού Μεσογειακού κλίματος (ζεστό θέρος μεγάλης διάρκειας και χαμηλής μέσης ετήσιας βροχόπτωσης) εμφανίζεται η απουσία ποταμών με συνεχή ροή σε όλο τους το μήκος. Πρόκειται συνεπώς για χείμαρρους οι οποίοι

ρέουν 3 με 4 μήνες το χρόνο, από Δεκέμβρη μέχρι τα τέλη Μαΐου, και στερεύουν για το υπόλοιπο έτος. Μόνο τμήματα κάποιων ποταμών, σε υψόμετρο πάνω από 1.000 m, τα οποία βρίσκονται ανάντη της περιοχής του Τροόδου έχουν συνεχή ροή (ποταμοί: Ξερός, Διαρίζος, Καργώτης Μαραθάσας, Κούρης και Γερμασόγειας). Γενικότερα, τα περισσότερα ποτάμια έχουν μάλλον απότομη κλίση εκτός από αυτά που βρίσκονται στις πεδινές εκτάσεις κατά μήκος της νότιας ακτής του νησιού. Τα πιο πολλά τμήματα των ποταμών, ωστόσο, βρίσκονται σε ενδιάμεσο υψόμετρο (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων).

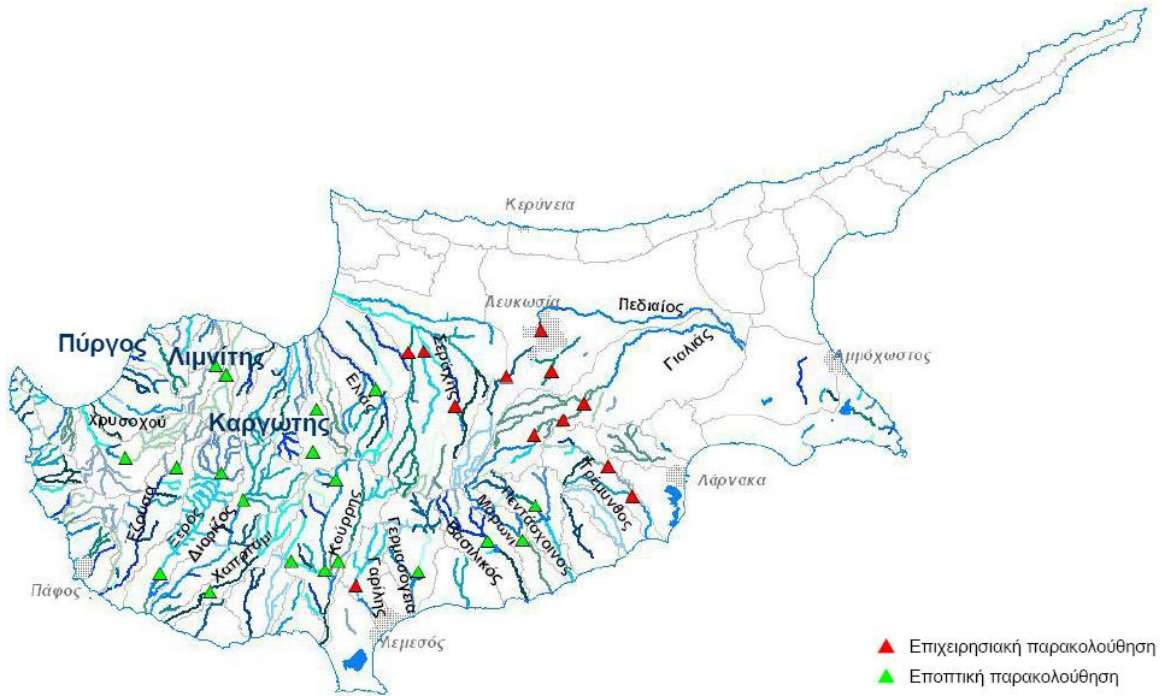
Η ποσότητα του νερού που ρέει κάθε χρόνο στους ποταμούς, ο τρόπος και η διάρκεια της ροής, η κατανομή της στο χρόνο, η μέγιστη παροχή και το ποσοστό σε κάθε μια από τις χρήσεις, υπολογίζονται με τις κατάλληλες υδρομετρήσεις και παρατηρήσεις που διενεργεί τακτικά το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων. Επίσης γίνονται τακτικές μετρήσεις των μεταφερομένων ιζημάτων και της ποιότητας του νερού των ποταμών. Οι μετρήσεις αυτές είναι πρωταρχικής σημασίας, γιατί πάνω σ' αυτές στηρίζεται πλήθος μελετών για τον προγραμματισμό και την αξιοποίηση των επιφανειακών νερών με την κατασκευή των κατάλληλων υδατικών έργων.

Το ποσοστό νερού που χάνεται κάθε χρόνο στη θάλασσα μειώνεται σταθερά, σαν αποτέλεσμα της πολιτικής για ανάπτυξη των υδάτινων πόρων του νησιού. Το βασικότερο μέτρο της πολιτικής αυτής αποτέλεσε η κατασκευή μεγάλων υδατοφρακτών, στα πλαίσια υδατικών σχεδίων, στους οποίους διοχετεύονται τα νερά των μεγάλων ποταμών (Ιστοσελίδα Live-pedia.gr).

Τα βασικότερα υδάτινα σώματα της Κύπρου παρουσιάζονται στην Εικόνα 2-3 όπου ως σταθμοί εποπτικής παρακολούθησης ορίζονται οι σταθμοί παροχής πληροφοριών για την εκτίμηση μακροπρόθεσμων τάσεων που οφείλονται σε φυσικές ή ανθρωπογενείς μεταβολές ενώ ως επιχειρησιακοί σταθμοί ορίζονται οι σταθμοί που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της χημικής κατάστασης των σωμάτων καθώς και για τον έλεγχο της συγκέντρωσης ρύπων από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (Κοτζαγεώργης, 2007).

Οι μεγαλύτεροι ποταμοί της είναι οι ακόλουθοι:

1.Πηδιάς (98 km) 2.Γιαλιάς (88 km) 3.Σερράχης (55 km) 4.Διαρίζος (42 km) 5.Ξερός Ποταμός (41,5 km) 6.Έζουσα (41 km) 7.Κούρης 8.Ακάκι 9.Χαποτάμι 10.Περιστερώννα 11.Οβγός 12.Τρέμιθος 13.Ελιά 14.Σταυρός της Ψώκας 15.Πεντάσχοινος 16.Καρκώτης 17.Βασιλικός 18.Μαρώνι 19.Γερμασόγεια 20.Ατσάς 21.Λιμνάτης 22.Κρυός 23.Αλυκός 24.Γαρούλλης 25.Σέτραχος 26.Λιμνίτης 27.Ξερός



Εικόνα 2-4: Υδάτινα ποτάμια σώματα και Σταθμοί παρακολούθησης (Κοτζαγεώργης, 2007)

2.3.1.2 Πηγές

Οι πηγές είναι ζωτικής σημασίας για το νησί διότι σε αυτές στηρίζεται η υδατοπρομήθεια μεγάλου αριθμού χωριών, ακόμη και πόλεων, καθώς και η άρδευση σημαντικών εκτάσεων γης.

Υπάρχουν εκατοντάδες πηγές στην Κύπρο και βρίσκονται διασκορπισμένες σε όλη της την έκταση ενώ οι μεγάλες πηγές είναι περίπου 300. Μετρούνται τακτικά ογκομετρικώς, εκτός από ορισμένες στις οποίες υπάρχουν εγκατεστημένοι αυτόματοι μετρητές και ταυτόχρονα γίνονται και δειγματοληψίες για να εξεταστεί ο χημικός και βιολογικός τους χαρακτήρας.

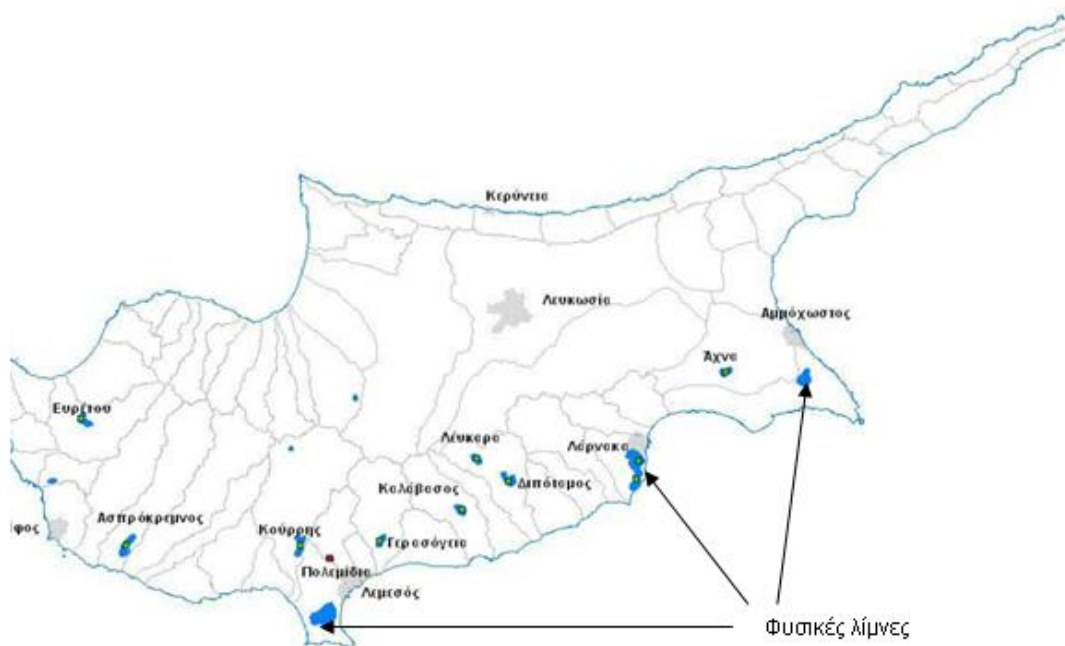
Οι μεγάλες πηγές ονομάζονται κεφαλόβρυσα και συχνά κοντά σ' αυτές βρίσκονται και άλλες μικρότερες. Τα κυριότερα κεφαλόβρυσα της Κύπρου είναι της Κυθρέας, της Λαπήθου και του Καραβά, που βρίσκονται στην κατεχόμενη, από τα τουρκικά στρατεύματα, περιοχή της Κύπρου.

Τα τρία αυτά κεφαλόβρυσα δημιουργήθηκαν στην περιοχή του υδροφόρου στρώματος των ασβεστόλιθων του Πενταδακτύλου οι οποίοι περιβάλλονται από αδιαπέρατους σχηματισμούς φλύσχη και μαργαϊκών κρητίδων. Λόγω της τεκτονικής δομής στο υδροφόρο στρώμα των ασβεστόλιθων δημιουργούνται υπόγειες δεξαμενές όπου συσσωρεύονται τα νερά της βροχής και ακολούθως τροφοδοτούν τις μεγάλες πηγές της οροσειράς.

2.3.1.3 Λίμνες

Οι βασικές φυσικές λίμνες της Κύπρου είναι η αλυκή της Λάρνακας και η αλυκή της Λεμεσού ενώ εμφανίζεται και μια τρίτη μικρότερη λίμνη, εκείνη του Παραλιμνίου, η οποία βρίσκεται στα δυτικά του ομώνυμου οικισμού. Η πρώτη λίμνη βρίσκεται στα νότια της πόλης της Λάρνακας και η δεύτερη στη χερσόνησο του Ακρωτηρίου, στα νοτιοδυτικά της πόλης της Λεμεσού. Όλα τα λιμναία υδάτινα σώματα του νησιού δίνονται στην Εικόνα 2-4. Πρόκειται για σχετικά αβαθείς λίμνες στις οποίες συλλέγονται τα νερά της βροχής και των μικρών ρυακίων. Οι λίμνες αυτές για το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου εμφανίζονται ξερές και με αυξημένη αλμυρότητα, ο οποία οφείλεται στα άλατα που βρίσκονται στις αργίλους καθώς και στη μεγάλη εξάτμιση που επικρατεί.

Τα άλλα λιμναία συστήματα, που εμφανίζονται στο νησί είναι τεχνητές, ως αποτέλεσμα της κατασκευής φραγμάτων σε ποτάμια ή της δημιουργίας αποθηκευτικών δεξαμενών (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων).



Εικόνα 2-5: Λιμναία υδάτινα συστήματα (Κοτζαγεώργης, 2007)

2.3.1.4 Φράγματα

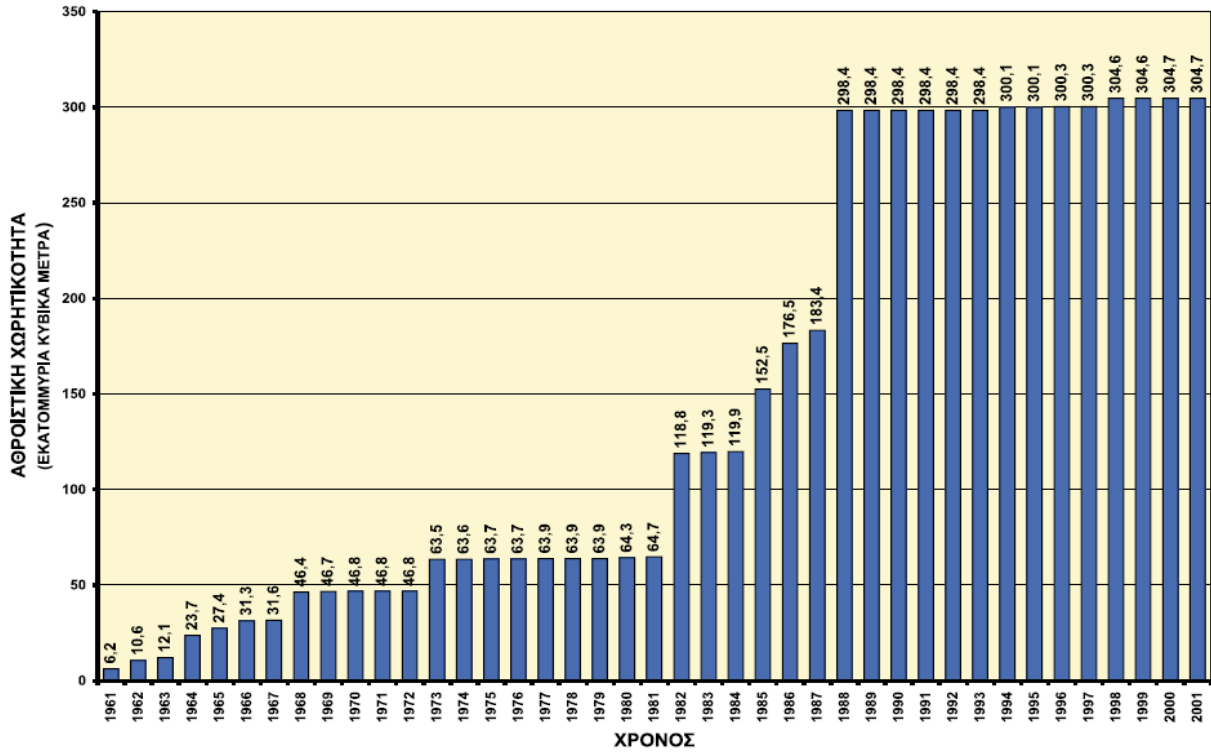
Οι περιορισμένοι υδατικοί πόροι του νησιού και οι αυξανόμενες υδάτινες ανάγκες για αρδευτικούς, οικιστικούς, βιομηχανικούς και τουριστικούς σκοπούς, οδήγησε κατ' αρχήν στην κατασκευή υδατοφρακτών για αύξηση των υδατικών αποθεμάτων και επιπλέον συνέβαλαν στην προώθηση της ορθολογιστικής τους διαχείρισης.

Στην Κύπρο έχουν κατασκευαστεί συνολικά 108 φράγματα, τα κυριότερα από αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 2-6, με αποτέλεσμα το νησί να κατατάσσεται πρώτο στην Ευρώπη αναφορικά με τον αριθμό και τη χωρητικότητα μεγάλων φραγμάτων σε σχέση με την έκτασή της, ενώ 56 από αυτά χαρακτηρίζονται ως μεγάλα φράγματα και είναι εγγεγραμμένα στον κατάλογο της Διεθνούς Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων (ICOLD). Τα πέντε μεγαλύτερα φράγματα της Κύπρου είναι του "Κούρρη" στη Λεμεσό (115 hm³), του "Ασπρόκρεμμου" στην Πάφο, του "Ευρέτου" στην Πάφο, της "Κανναβιού" στην Πάφο και της "Καλαβασσού" στη Λάρνακα (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων).

Το πρώτο μεγάλο έργο φράγματος στην Κύπρο κατασκευάστηκε το 1900 στο χωριό Κούκλια, της επαρχίας Αμμοχώστου, με χωρητικότητα 4,55 hm³. Μέχρι το 1980 η συνολική χωρητικότητα των φραγμάτων της Κύπρου ήταν ~65 hm³, ενώ το 1985 έφτασε τα 151 hm³. Σήμερα η συνολική χωρητικότητα των 108 φραγμάτων ανέρχεται περίπου στα 327 hm³ (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων). Η χρονική εξέλιξη ως προς την κατασκευή φραγμάτων στο νησί δείχνεται στην Εικόνα 2-5.

Το μεγαλύτερο φράγμα της Κύπρου βρίσκεται στον ποταμό Κούρρη, είναι χωρητικότητας 115 hm³ και η κατασκευή του συμπληρώθηκε το 1988. Το φράγμα κατασκευάστηκε στα πλαίσια της πρώτης φάσης του αρδευτικού σχεδίου του Νότιου Αγωγού. Άλλα αξιόλογα φράγματα κατασκευάστηκαν επίσης, στα πλαίσια μεγάλων υδατικών και αναπτυξιακών έργων.

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την εξελικτική πορεία κατασκευής φραγμάτων στην Κύπρο ως προς τη συνολική χωρητικότητά τους της περιόδου 1961 – 2001.



Εικόνα 2-6: Κατασκευή φραγμάτων στην περίοδο 1961-2001 (Σωκράτους κ.ά., 2001)



Εικόνα 2-7: Φράγματα της Κύπρου (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων)

2.3.2 Υπόγειοι Υδατικοί Πόροι

Τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα της Κύπρου έχουν συνήθως μικρό πάχος το οποίο σπάνια ξεπερνά τα 100 m και αποτελούνται κυρίως από ποτάμιες αποθέσεις, ασβεστολιθικούς ψαμμίτες, ασβεστόλιθους και καρστοποιημένες γύψους (Γαλιούνα, 2010). Οι υπόγειοι υδατικοί πόροι είναι μεγάλης σημασίας για την οικονομία του νησιού, ιδιαίτερα για τη γεωργική ανάπτυξη. Κατά τους θερινούς μήνες, οπότε μηδενίζεται η βροχόπτωση και η ροή των ποταμών σταματά, μεγάλες γεωργικές εκτάσεις αρδεύονται με άντληση από τα υπόγεια νερά. Εξάλλου η ύδρευση των πόλεων και χωριών της Κύπρου στηρίζεται, σε μεγάλο βαθμό, στα υπόγεια νερά.

Ο ετήσιος εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων είναι περίπου 135 hm³. Δυστυχώς τα περισσότερα υδροφόρα στρώματα υπεραντλούνται (έχουν διανοιχθεί περί τις 20 χιλιάδες γεωτρήσεις από τις οποίες αντλούνται ~170 hm³ νερού ετησίως για την άρδευση περίπου 20.000 ha) με αποτέλεσμα τη διεύδυση θαλάσσιου νερού στις παράκτιες περιοχές.

Στην Εικόνα 2-7, που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα που εμφανίζονται στο νησί (κατάταξη των 66 υδροφορέων της Κύπρου σε 20 συστήματα υπόγειων υδάτων).



Εικόνα 2-8: Τα 20 υπόγεια υδατικά συστήματα της Κύπρου (Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων)

2.4 Πλημμύρες στην Κύπρο

Στην Κύπρο, εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης οι βροχοπτώσεις είναι ελάχιστες προκαλώντας σοβαρά υδατικά προβλήματα στους κατοίκους του νησιού. Ωστόσο, παρά τα έντονα προβλήματα ξηρασίας, μεγαλύτερο πρόβλημα για το νησί αποτελούν τα φαινόμενα πλημμύρας εξαιτίας των οποίων θρηνούνται ακόμα και ανθρώπινα θύματα (πλημμύρα 30/10/2006 – 2 ανθρώπινα θύματα). Οι πλημμύρες αυτές είναι συνήθως τοπικού – στιγμιαίου χαρακτήρα (flash floods) και προκαλούν υπερχειλίση οχετών, καταστροφή δρόμων και υπογείων κλπ.

Οι περιοχές που εμφανίζονται πιο ευπαθείς στην πλημμύρα είναι, τις περισσότερες φορές, περιοχές αστικού ιστού. Ωστόσο πλημμύρες εμφανίζονται και σε πολλές αγροτικές περιοχές κυρίως εξαιτίας των μικρών κλίσεων του εδάφους.

Παρακάτω, στον Πίνακα 2-2, παρουσιάζονται επιγραμματικά τα ισχυρότερα πλημμυρικά φαινόμενα για τη χρονική περίοδο 1971 – 1994, ωστόσο σημειώνεται ότι οι ισχυρότερες βροχοπτώσεις που έχουν καταγραφεί στο νησί, τόσο από πλευράς συνολικού ύψους βροχής (βάση καταγραφών των ημερήσιων υψών βροχής από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία) όσο και από πλευράς απορροής (βάση των καταγραφών των μέγιστων μηνιαίων παροχών από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων), σημειώθηκαν το Δεκέμβριο του 1968 (ανήμερα των Χριστουγέννων).

Πίνακας 2-2 Ισχυρότερα πλημμυρικά φαινόμενα για τη χρονική περίοδο 1971-1994 (Νικολαΐδου Μ. κ.ά., 1995)

Ημ/νία πλημμύρας	Τοποθεσία	Ημ/νία πλημμύρας	Τοποθεσία
5/8/1971	Λευκωσία	29/1/1981	Λεμεσός, Λάρνακα
7/2/1973	Αμμόχωστος	25/3/1981	Παλιομέτοχο
7 – 11/6/1973	Αμμόχωστος	16/6/1981	Δυτικά χωριά της Λάρνακας
8 – 11/10/1973	Αμμόχωστος	27 – 28/11/1981	Αμμόχωστος, Λάρνακα
30 – 31/10/1973	Αμμόχωστος	15/2/1988	Κοκκινοχώρια
23/9/1975	Λευκωσία	1/12/1991	Λάρνακα, Κοκκινοχώρια
8/12/1977	Λεμεσός	16/6/1992	Λευκωσία
11/12/1978	Λάρνακα	3/11/1994	Λευκωσία, Λεμεσός
7/2/1979	Λευκωσία	21/11/1994	Λευκωσία, Λεμεσός, Λάρνακα
2 – 4/10/1979	Λευκωσία		

Πιο πρόσφατα έντονα καιρικά φαινόμενα με καταρακτώδης βροχές παρουσιάστηκαν στην Κύπρο στα τέλη Οκτωβρίου του 2006 (30/10/2006) στην επαρχία Πάφου (Παπαϊωάννου, 2010) καθώς και τον Οκτώβριο του 2009 (27/10/2009) στις επαρχίες Λευκωσίας και Λάρνακας.

Αποτέλεσμα της πλημμύρας του Οκτωβρίου 2006 ήταν δύο νεκροί (ατύχημα εξαιτίας της πλημμύρας με αποτέλεσμα ζευγάρι να θαφτεί στη λάσπη) ενώ τα αποτελέσματα της πλημμύρας του Οκτωβρίου 2009 ήταν να πλημμυρίσουν δρόμοι, υπόγειοι χώροι, υποστατικά, να εγκλωβιστούν άνθρωποι στα αυτοκίνητά τους και να παρασυρθούν αυτοκίνητα.

Αντίστοιχα προβλήματα πλημμυρών αντιμετωπίζει και το κατεχόμενο (Τουρκοκυπριακό) τμήμα του νησιού. Σύμφωνα με τελευταία δημοσιεύματα (εφημερίδα «Καθημερινή», 2/3/2010) η Τουρκοκυπριακή κοινωνία αντιμετώπισε τεράστιες υλικές ζημιές από καταιγίδα που σημειώθηκε στις 27-28/3/2010 σε περιοχές των επαρχιών Λευκωσία και Κερύνειας. Τα προβλήματα που προέκυψαν, στο κατεχόμενο τμήμα του νησιού, έχουν αφορούν τις απαρχαιωμένες κατασκευές και τα οδοστρώματα, αλλά και τα δίκτυα ηλεκτροδότησης και επικοινωνιών.

Οι Εικόνες 2-8, που ακολουθούν, έχουν ληφθεί από την καταιγίδα στις 27/10/2009 (εφημερίδα «Καθημερινή», 27/10/2009).

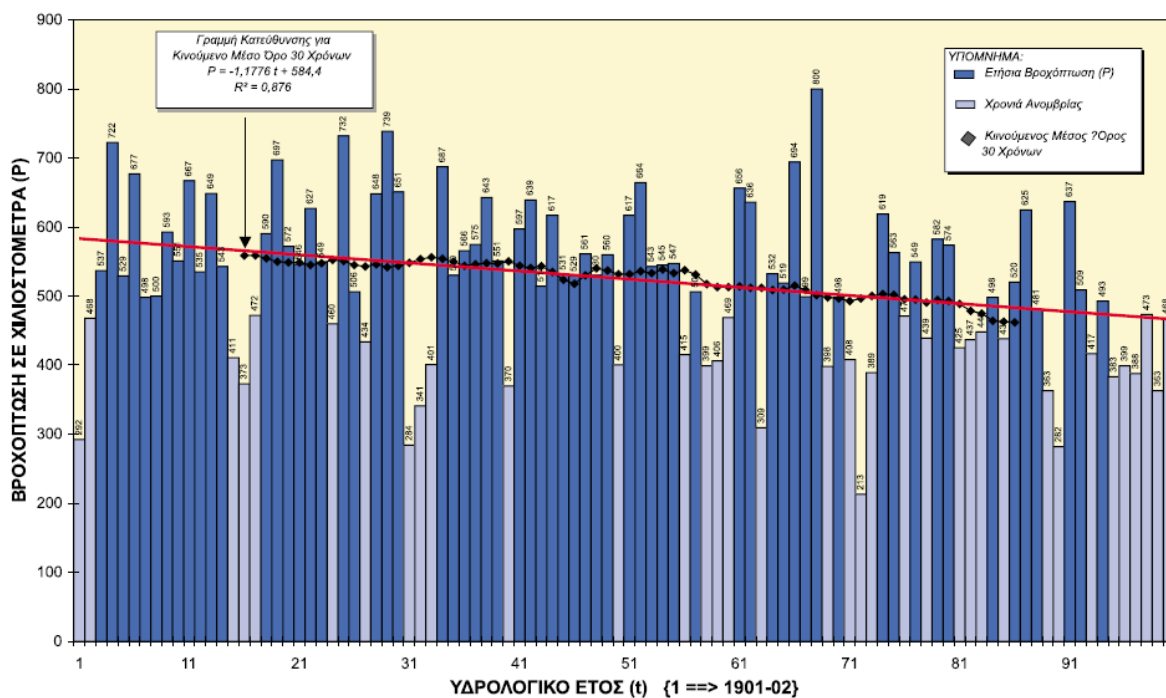
Εικόνα 2-9: Καταστροφές λόγω κακοκαιρίας στις 27/10/2009 (εφημερίδα «Καθημερινή», 27/10/2009).



2.5 Υδατικό Πρόβλημα

Οι κλιματικές διακυμάνσεις, η πτώση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και οι ανομβρίες συνέβαλαν στην υδατική κρίση που βιώνει το νησί. Οι έρευνες δείχνουν ότι τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται μια μείωση της βροχόπτωσης της τάξης του 20% (βλέπε Εικόνα 2-9), η οποία επέφερε μείωση στο υδατικό εισόδημα της τάξης του 40% (Γαλιούνα, 2010).

Τα τελευταία 50 περίπου χρόνια η προσφορά νερού γίνεται όλο και μικρότερη σε σχέση με τις ζητούμενες ποσότητες. Μέχρι πρόσφατα, τα ελλείμματα που δημιουργούνταν καλύπτονταν με υπεράντληση από τα υπόγεια υδατικά αποθέματα, τα οποία όμως έχουν πλέον εξαντληθεί. Υπολογίζεται ότι από το 1960 αντλήθηκαν 1.5 έως 2 δισ. m³ υπόγειου νερού (εφημερίδα «Χαραυγή»)



Εικόνα 2-10: Ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου και κινούμενος μέσος όρος 30 ετών για τις ελεύθερες περιοχές (Σωκράτους κ.ά., 2001)

Κεφάλαιο 3: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε η **ευρύτερη περιοχή της ελεύθερης Κύπρου**. Ο προσδιορισμός αυτός είναι επιτακτικός λαμβανομένου υπόψη ότι στο κατεχόμενο, από τα Τουρκικά στρατεύματα, Βόρειο τμήμα του νησιού δεν υπάρχουν μετρήσεις παροχών μετά την εισβολή του 1974.

Για την πρόοδο της εργασίας απαιτήθηκαν πληθώρα δεδομένων και τα οποία επιγραμματικά είναι τα εξής:

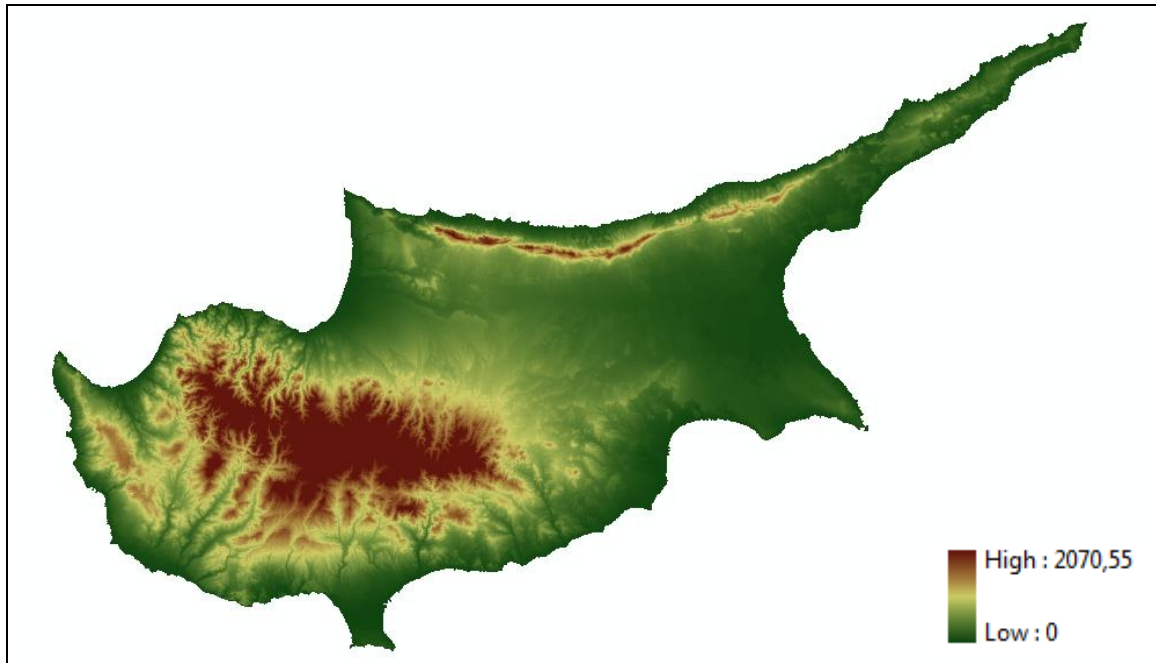
1. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Dem_30m από το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωροταξίας)
2. Χάρτης χρήσεων γης (Corinne Landuse από το Τμήμα Δασών)
3. Εδαφολογικός χάρτης (Soils από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης)
4. Δίκτυο σταθμών μέτρησης παροχής σε ποτάμια συστήματα (από το ΤΑΥ)
5. Υδρογραφικό δίκτυο (από το ΤΑΥ)
6. Συστήματα τεχνητών λιμνών στο ρου ποταμών - ταμειυτήρες φραγμάτων (από το ΤΑΥ)
7. Μετρήσεις παροχών στις θέσεις εγκατάστασης των σταθμών (από το ΤΑΥ)
8. Λεκάνες απορροής στις θέσεις των σταθμών μέτρησης (από το ΤΑΥ)
9. Όμβριες καμπύλες (από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία)
10. Γεωλογικός χάρτης (από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης)

Αναλυτικότερα τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν εμφανίζονται παρακάτω:

1. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Dem_30m)

Για μια υδρολογική ή περιβαλλοντική μελέτη είναι απαραίτητη η αξιόπιστη εκτίμηση των τοπογραφικών παραμέτρων που αντανακλούν τη γεωμετρία του εδάφους ακριβώς επειδή αυτή ελέγχει ουσιαστικά την απορροή.

Στη συγκεκριμένη εργασία, το ψηφιακό μοντέλο εδάφους που χρησιμοποιήθηκε, Εικόνα 3-1, λήφθηκε από το τμήμα Κτηματολογίου και Χωροταξίας της Κύπρου και έχει κάναβο ανάλυσης 30 m x 30 m.



Εικόνα 3-1: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους Κύπρου (Τμήμα Κτηματολογίου και Χωροταξίας)

2. Χάρτης χρήσεων γης (Corinne Landuse)

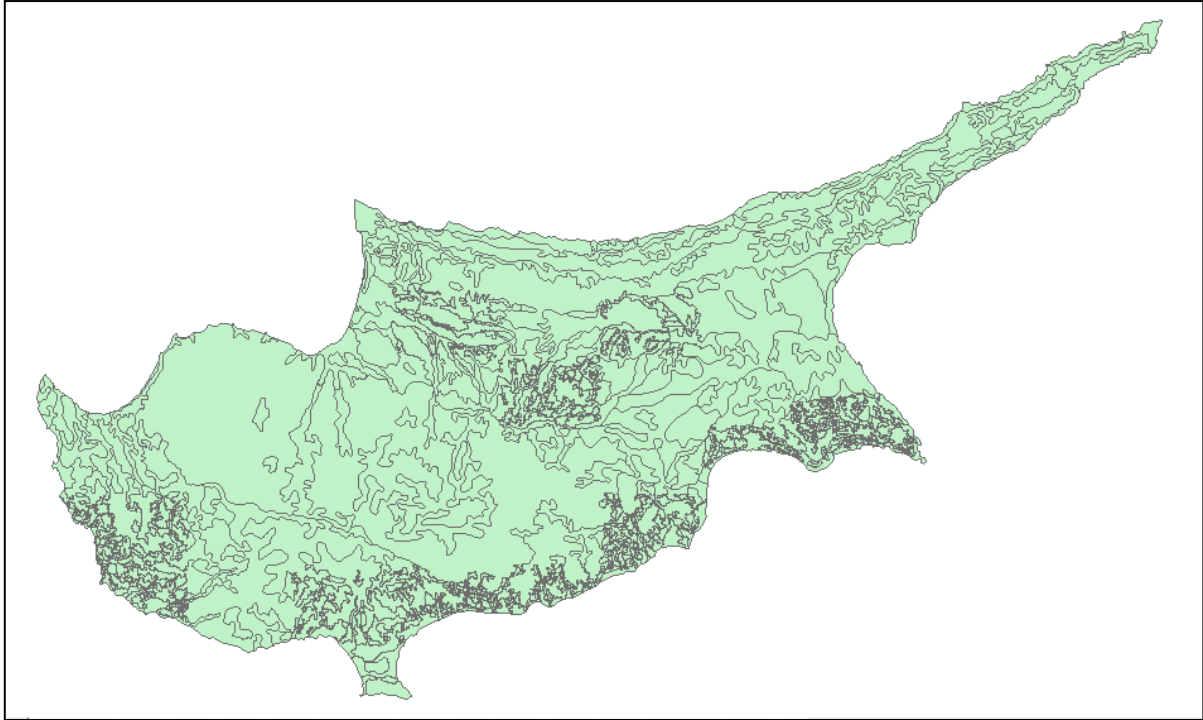
Ο χάρτης χρήσεων γης είναι αρχείο GIS μορφής shapefile (διανυσματικό αρχείο αποθήκευσης γεωγραφικών πληροφοριών) το οποίο λήφθηκε από το Τμήμα Δασών της Κύπρου και στο οποίο οι διάφορες χρήσεις καθορίζονται με πολύγωνα, Εικόνα 3-2.



Εικόνα 3-2: Χάρτης χρήσεων γης Κύπρου (Τμήμα Δασών)

3. Εδαφολογικός χάρτης (Soils)

Ο εδαφολογικός χάρτης, ο οποίος λήφθηκε από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης της Κύπρου, είναι αρχείο GIS μορφής shapefile (διανυσματικό αρχείο αποθήκευσης γεωγραφικών πληροφοριών) στο οποίο τα διάφορα εδάφη καθορίζονται με πολύγωνα, Εικόνα 3-3.



Εικόνα 3-3: Εδαφολογικός χάρτης Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης)

4. Γεωλογικός Χάρτης

Ο γεωλογικός χάρτης δόθηκε και αυτός από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης της Κύπρου, ως αρχείο GIS μορφής shapefile (διανυσματικό αρχείο αποθήκευσης γεωγραφικών πληροφοριών) στο οποίο οι διάφορα γεωλογικοί σχηματισμοί καθορίζονται με πολύγωνα όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3-4.

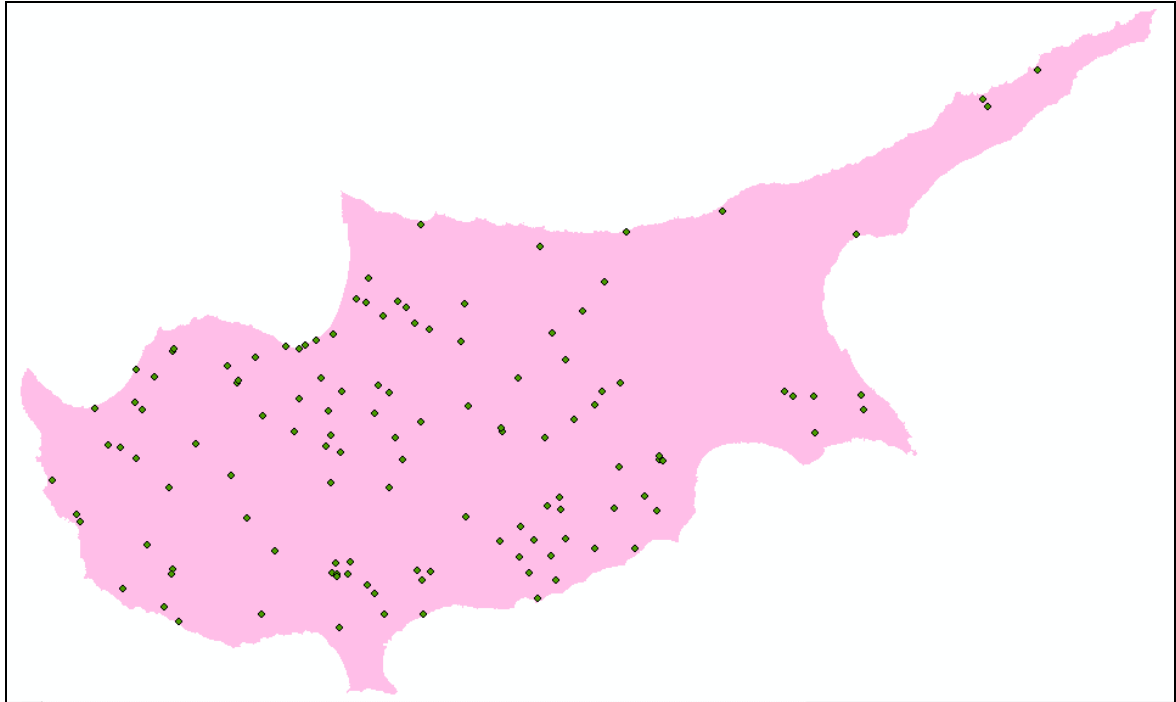


Εικόνα 3-4: Γεωλογικός χάρτης Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης)

5. Δίκτυο σταθμών μέτρησης παροχής σε ποτάμια συστήματα

Από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου λήφθηκε το δίκτυο σταθμών μέτρησης παροχής σε αρχείο GIS μορφής shapefile στο οποίο οι σταθμοί καθορίζονται ως σημεία και παρουσιάζεται στην Εικόνα 3-5.

Το συνολικό δίκτυο σταθμών της Κύπρου αποτελείται από 124 ρειθρόμετρα τα οποία βρίσκονται τοποθετημένα στα κυριότερα ποτάμια και διασκορπισμένα σε όλη την έκταση του νησιού με το μεγαλύτερο ποσοστό να βρίσκεται στις ελεύθερες περιοχές.

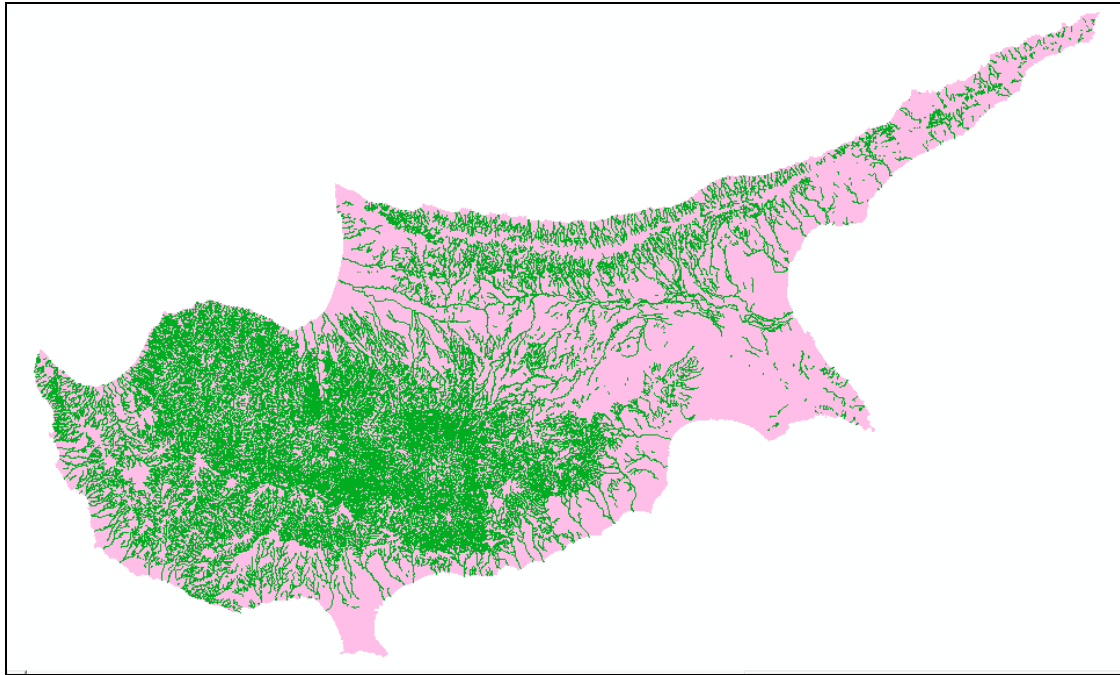


Εικόνα 3-5: Δίκτυο 124 σταθμών μέτρησης παροχής ποταμών Κύπρου (TAY)

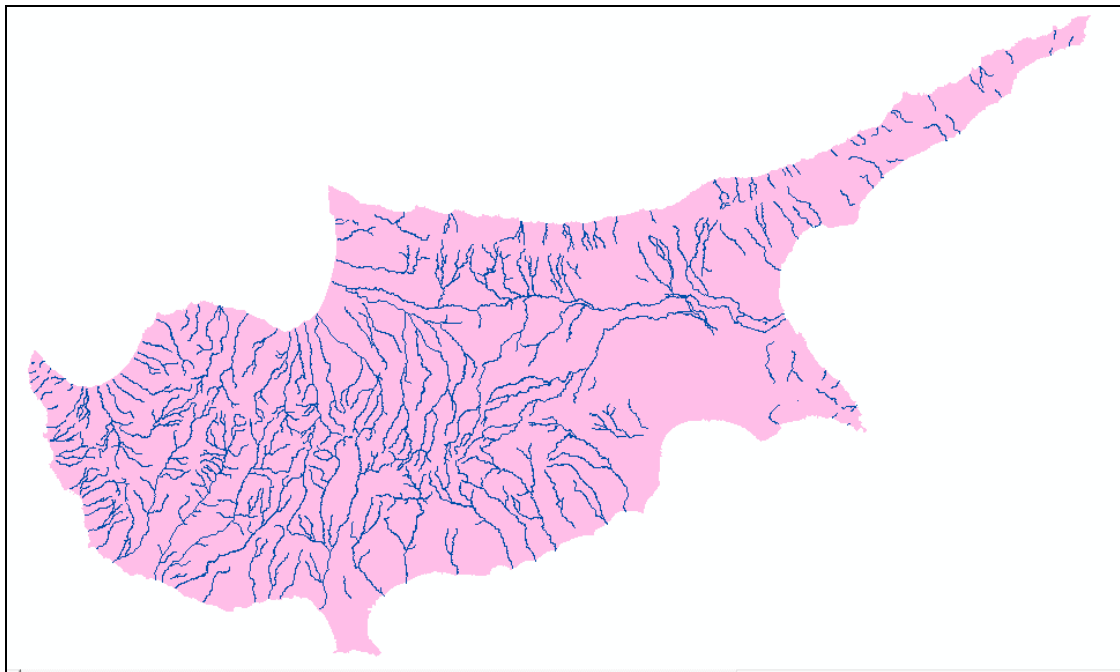
6. Υδρογραφικό δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο του νησιού παραχωρήθηκε από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου σε αρχείο GIS μορφής shapefile (διανυσματικό αρχείο αποθήκευσης γεωγραφικών πληροφοριών) στο οποίο τα γραμμικά υδατικά γραμμικά συστήματα (ποτάμια, ρέματα κλπ) καθορίζονται ως γραμμές.

Διατίθενται δύο χάρτες απεικόνισης του υδρογραφικού δικτύου του νησιού. Από τους δύο αυτούς χάρτες ο πρώτος, Εικόνα 3-6, είναι λεπτομερέστερος και εμφανίζονται ακόμα και τα μικρά ρέματα (river_network_50k) ενώ ο δεύτερος χάρτης, Εικόνα 3-7, είναι πιο χονδροειδής και παρουσιάζει μόνο τα βασικότερα ρέματα (rivers_all_whole_island_100k). Ο αριθμός των ρεμάτων που τελικώς προβάλλονται σε κάθε ένα από τους δύο χάρτες έγκειται καθαρά στην έκταση της λεκάνης που λαμβάνεται ως ελάχιστη ώστε να αποτελεί λεκάνη απορροής ποταμού.



Εικόνα 3-6: Υδρογραφικό δίκτυο - river_network_50k (TAY)

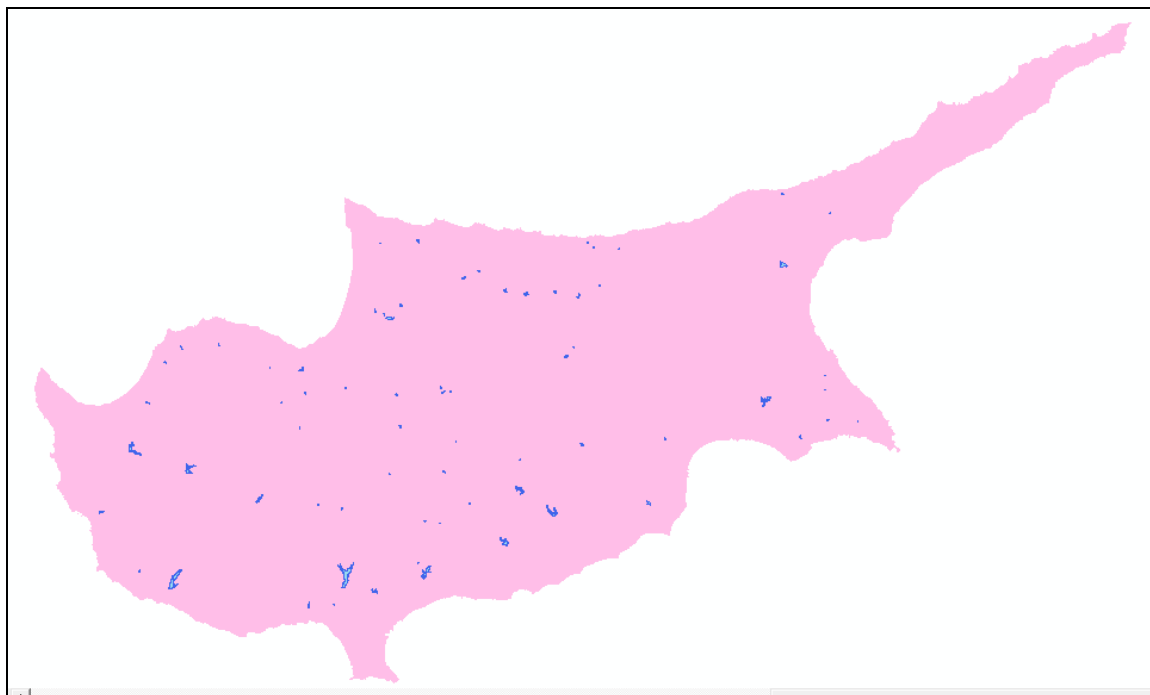


Εικόνα 3-7: Υδρογραφικό δίκτυο - rivers_all_whole_island_100k (TAY)

7. Συστήματα τεχνητών λιμνών στο ρου ποταμών - ταμειυτήρες φραγμάτων

Το σύστημα τεχνητών λιμνών – ταμειυτήρων είναι αρχείο GIS μορφής shapefile (διανυσματικό αρχείο αποθήκευσης γεωγραφικών πληροφοριών) στο οποίο οι λίμνες δίδονται ως πολύγωνα και το οποίο αναπτύχθηκε από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων.

Συνολικά στο χάρτη που ακολουθεί, Εικόνα 3-8, εμφανίζονται οι ταμιευτήρες των 76 μεγαλύτερων, από το σύνολο των 108, φραγμάτων της Κύπρου.



Εικόνα 3-8: Ταμιευτήρες φραγμάτων Κύπρου (TAY)

8. Μετρήσεις παροχών στις θέσεις εγκατάστασης των σταθμών

Στην Κύπρο, όπως έχει ήδη αναφερθεί, έχουν τοποθετηθεί 124 σταθμοί μέτρησης της παροχής ποταμών με το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών να βρίσκεται στο τμήμα της ελεύθερης Κύπρου. Για τους σταθμούς αυτούς, το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου διατηρεί σε ταινίες καταγραφής το σύνολο των παροχομετρήσεων. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν μέσες μηνιαίες τιμές παροχής καθώς και μέγιστες στιγμιαίες τιμές για κάθε μήνα. Από τα δεδομένα αυτά προέκυψαν οι χρονοσειρές των ετήσιων στιγμιαίων αιχμών πλημμύρας για τον κάθε σταθμό.

Από το σύνολο των μετρήσεων (2339 τιμές μέγιστων ετήσιων παροχών) για τους 124 σταθμούς (σε 6 από τους οποίους δεν έχουν γίνει μετρήσεις παροχής, οπότε το σύνολο των σταθμών μειώνεται στους 118) , χρησιμοποιήθηκαν, για την πραγματοποίηση της εργασίας, 34 σταθμοί. Οι αναλυτικές χρονοσειρές που λήφθηκαν υπόψη, για τους συγκεκριμένους σταθμούς, εμφανίζονται αναλυτικά σε πίνακες του Παραρτήματος Γ. Ο αριθμός των ετών για τα οποία έχουν ληφθεί μετρήσεις παροχής, για το σύνολο των σταθμών μέτρησης, παρουσιάζεται στον Πίνακα 3-1 που ακολουθεί.

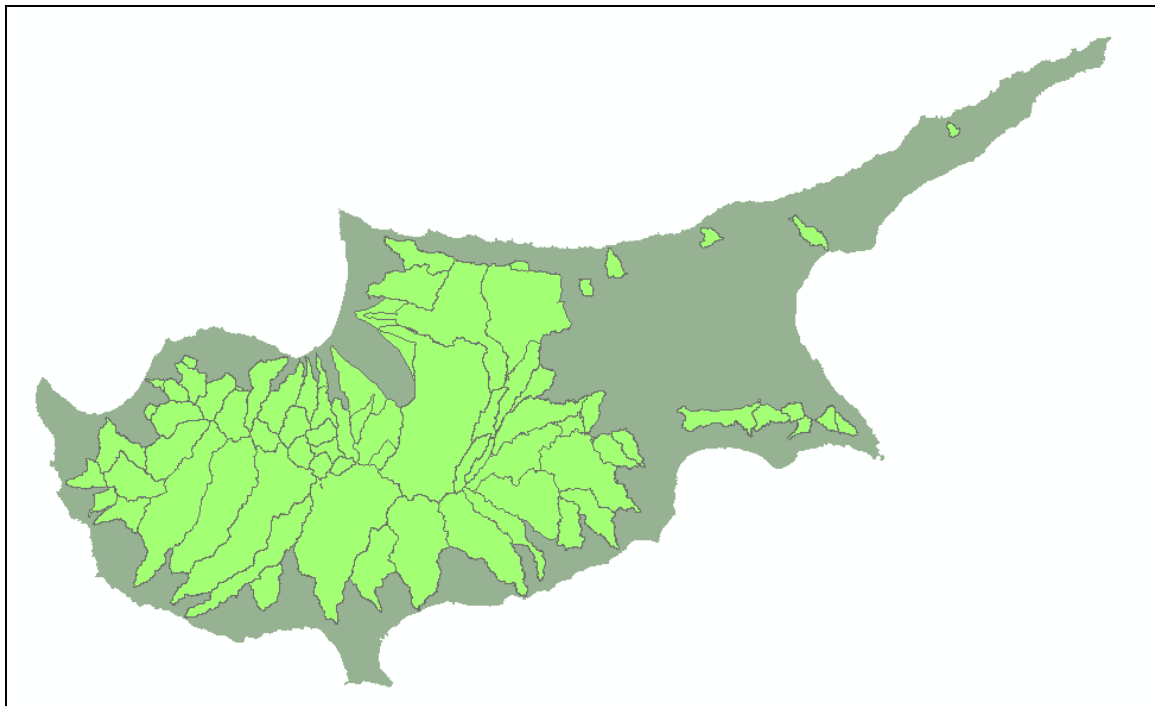
Πίνακας 3-1 Σύνολο σταθμών μέτρησης παροχής Κύπρου και μήκος χρονοσειράς παροχών κάθε σταθμό

α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρήσεων	α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρήσεων	α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρήσεων
1	r1-1-3-95	39	41	r3-4-2-90	41	80	r8-2-1-90	19
2	r1-1-7-95	36	42	r3-5-1-50	31	81	r8-2-2-90	38
3	r1-2-4-95	42	43	r3-5-2-80	2	82	r8-2-4-10	24
4	r1-2-7-90	42	44	r3-5-3-90	9	83	r8-4-3-40	42
5	r1-3-5-05	37	45	r3-5-4-40	41	84	r8-4-5-30	36
6	r1-3-8-55	11	46	r3-5-7-80	1	85	r8-4-5-40	34
7	r1-3-8-60	19	47	r3-7-1-20	9	86	r8-5-1-60	24
8	r1-4-2-15	29	48	r3-7-1-50	42	87	r8-5-1-90	26
9	r1-4-4-50	41	49	r3-7-3-90	41	88	r8-6-3-50	6
10	r1-4-7-10	25	50	r3-7-5-85	13	89	r8-7-2-60	29
11	r1-4-9-80	41	51	r3-7-8-60	3	90	r8-7-3-60	28
12	r1-6-2-80	6	52	r3-7-8-65	3	91	r8-7-3-95	18
13	r1-6-4-60	3	53	r3-7-8-90	4	92	r8-7-4-80	19
14	r1-8-2-80	6	54	r3-7-9-10	2	93	r8-8-2-50	26
15	r2-2-3-95	43	55	r3-7-9-50	6	94	r8-8-2-95	13
16	r2-2-6-60	43	56	r3-7-9-90	2	95	r8-8-3-30	18
17	r2-2-6-90	19	57	r3-8-6-50	6	96	r8-8-3-80	8
18	r2-2-8-95	25	58	r4-2-3-70	2	97	r8-9-1-70	4
19	r2-3-4-80	26	59	r4-4-2-50	6	98	r8-9-5-40	26
20	r2-3-4-95	28	60	r4-5-5-90	6	99	r8-9-5-95	6
21	r2-3-8-60	28	61	r4-7-1-75	5	100	r8-9-7-50	43
22	r2-3-8-95	3	62	r5-2-3-50	6	101	r8-9-7-95	15
23	r2-4-6-70	28	63	r5-2-3-85	8	102	r9-2-3-85	35
24	r2-4-6-80	28	64	r5-9-4-90	5	103	r9-2-4-90	5
25	r2-7-2-75	35	65	r6-1-1-80	40	104	r9-2-4-95	27
26	r2-8-3-10	31	66	r6-1-1-85	33	105	r9-2-5-95	2
27	r2-8-3-15	14	67	r6-1-4-20	2	106	r9-4-3-80	34
28	r2-9-3-40	2	68	r6-1-4-50	3	107	r9-4-3-90	6
29	r2-9-4-90	6	69	r6-1-5-50	18	108	r9-4-4-50	2
30	r3-1-1-70	13	70	r6-5-1-85	31	109	r9-6-2-90	28
31	r3-1-3-95	2	71	r6-5-2-95	5	110	r9-6-3-15	12
32	r3-2-1-85	36	72	r6-5-3-15	38	111	r9-6-4-90	21
33	r3-2-2-90	8	73	r6-5-3-50	8	112	r9-6-4-95	21
34	r3-2-4-95	8	74	r6-5-3-95	5	113	r9-6-5-30	3
35	r3-3-1-70	42	75	r7-1-2-80	8	114	r9-6-7-70	18
36	r3-3-2-60	42	76	r7-1-4-50	4	115	r9-6-7-75	21
37	r3-3-3-15	23	77	r7-2-3-50	42	116	r9-6-9-05	12
38	r3-3-3-95	42	78	r7-2-6-60	17	117	r9-6-9-90	4
39	r3-3-4-95	18	79	r7-2-7-05	33	118	r9-8-6-05	16
40	r3-3-5-95	7						

9. Λεκάνες απορροής στις θέσεις των σταθμών μέτρησης

Με βάση το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης και με χρήση του GIS πραγματοποιήθηκε, από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου (στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, προσωπική επικοινωνία με Κώστα Αριστείδου), η χάραξη των λεκανών απορροής για κάθε έναν από τους 124 σταθμούς μέτρησης παροχής που έχουν τοποθετηθεί στο νησί.

Στην Εικόνα 3-9, παρουσιάζονται οι 124 υδρολογικές λεκάνες του νησιού όπως αυτές χαράχθηκαν από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων.

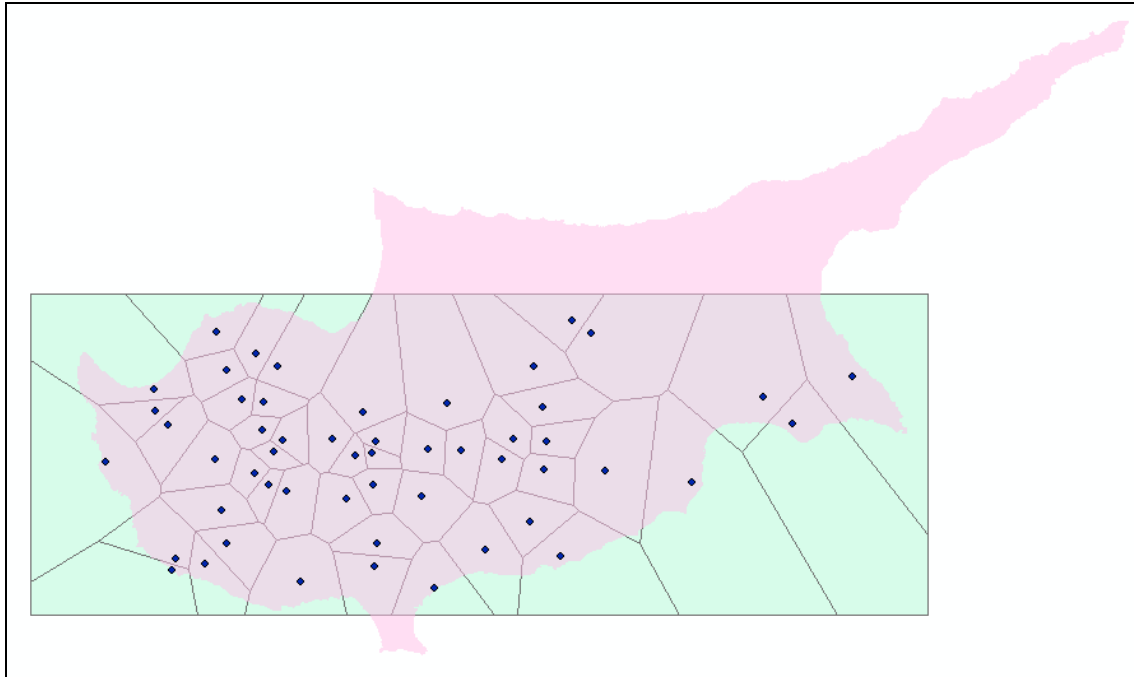


Εικόνα 3-9: Λεκάνες απορροής σταθμών μέτρησης παροχής (ΤΑΥ - 2010)

10. Όμβριες καμπύλες Κύπρου

Οι όμβριες καμπύλες που χρησιμοποιούνται πλέον για όλη την Κύπρο έχουν αναπτυχθεί από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος) και περιέχονται στη Σειρά Μετεωρολογικών Σημειωμάτων Αρ.15, 2009 (Πασιαρδής, 2009).

Συνολικά, στην ελεύθερη Κύπρο, υπάρχουν τοποθετημένοι 52 μετεωρολογικοί σταθμοί από τους οποίους σήμερα βρίσκονται σε λειτουργία μόνο οι 36. Για τους σταθμούς αυτούς κατασκευάστηκαν τα πολύγωνα επιρροής τους (πολύγωνα Thiessen) στοιχεία τα οποία παρουσιάζονται στην ακόλουθη Εικόνα 3-10.



Εικόνα 3-10 Σύνολο μετεωρολογικών σταθμών Κύπρου - οι περιοχές επιρροής τους

Στις στατιστικές παραμέτρους του δείγματος των μετρήσεων, που λήφθηκε από τους εγκατεστημένους σταθμούς, έχουν προσαρμοστεί διάφορες θεωρητικές κατανομές όπως η Κατανομή των Ακραίων Τιμών Μεγίστου τύπου I (AT-1M ή Gumbel), η Κατανομή των Ακραίων Τιμών Μεγίστου τύπου II (AT-2M ή EV2-MAX) καθώς και η Γενική Κατανομή Ακραίων Τιμών (ΓΑΤ-M) όπως παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α. Ωστόσο, σύμφωνα με το Μετεωρολογικό Σημείωμα Αρ.15 (Πασιαρδής, 2009), η κατανομή που προσεγγίζει καλύτερα τα δεδομένα της Κύπρου είναι η ΓΑΤ-M με μεταβλητό κ.

Η γενική σχέση που ισχύει παρουσιάζεται παρακάτω:

$$i = \frac{\lambda * \psi + \frac{\lambda}{\kappa} \left[\left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right)^{-\kappa} - 1 \right]}{(d + \theta)^n} \quad \text{Σχέση 3-1}$$

Όπου:

d = διάρκεια βροχής (hr)

λ, ψ, κ, θ, n = συντελεστές από προσαρμογή κατανομής στο δείγμα

T = περίοδος επαναφοράς (έτη)

Οι πίνακες με τους συντελεστές των ομβρίων καμπυλών, των κατάλληλων για εφαρμογή στην Κύπρο, εμφανίζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

Κεφάλαιο 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΤΑΘΜΩΝ

4.1 Κριτήρια επιλογής σταθμών

Για την πρόοδο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, απαιτήθηκε αρχικά να γίνει η επιλογή των σταθμών μέτρησης των οποίων οι χρονοσειρές θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη των εξισώσεων υπολογισμού της πλημμυρικής ροής αιχμής για θέσεις όπου δεν υπάρχουν μετρήσεις ροής.

Η επιλογή βασίζεται περισσότερο σε ποιοτικό έλεγχο και επικεντρώνεται σε τέσσερα βασικά κριτήρια:

Κριτήριο 1

Μη αστικοποιημένη λεκάνη – η λεκάνη απαιτείται να είναι όσο το δυνατόν ανεπηρέαστη από ανθρώπινες δραστηριότητες και οικιστική ανάπτυξη.

Κριτήριο 2

Μεγάλο μήκος χρονοσειράς – ανάλογα με την περίοδο επαναφοράς του φαινομένου απαιτείται μεγάλος αριθμός μετρήσεων ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη των εξισώσεων υπολογισμού της πλημμυρικής ροής αιχμής. Το U.S. Geological Survey (USGS) μετά από μελέτες κατέληξε στον ακόλουθο πίνακα, Πίνακας 4-1, στον οποίο συσχετίζεται η περίοδος επαναφοράς (T) με τον ελάχιστο αριθμό παρατηρημένων μετρήσεων.

Πίνακας 4-1 Συσχέτιση περιόδου επαναφοράς με τον ελάχιστο αριθμό παρατηρημένων μετρήσεων (USGS) (Mark et al., 2009).

Περίοδος Επαναφορά T (έτη)	Ελάχιστος αριθμός ετήσιων αιχμών παροχής
10	8
25	10
50	15
100	20

Κριτήριο 3

Απουσία ταμιευτήρα φράγματος στα ανάντη του σταθμού μέτρησης – η παρουσία ταμιευτήρα προκαλεί ανάσχεση της πλημμυρικής αιχμής έστω και αν ο ταμιευτήρας έχει μικρή αποθηκευτική ικανότητα ή βρίσκεται σε μακρινή απόσταση από το σταθμό. Επιπλέον, κατάντη ενός ταμιευτήρα η ροή μπορεί να είναι, για την πλειονότητα των περιπτώσεων, ελεγχόμενη.

Σημειώνεται ότι σε ένα ιδιαίτερα συντηρητικό σενάριο, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι τα φράγματα είναι πλήρη κατά τη χρονική περίοδο εμφάνισης των πλημμυρικών παροχών και συνεπώς δεν επιφέρουν οποιαδήποτε εξομάλυνση της αιχμής.

Κριτήριο 4

Λεκάνες απορροής ικανής έκτασης – οι λεκάνες απορροής που σχηματίζονται ανάντη του σταθμού μέτρησης θα πρέπει να μην έχουν πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη έκταση ώστε να ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου.

Παρατηρήσεις:

- Σχετικά με το Κριτήριο 1, η λεκάνη απορροής που χρησιμοποιείται κάθε φορά θα πρέπει να μην είναι αστική λεκάνη (να μην βρίσκεται εντός πόλεως). Είναι παρατηρημένο ότι η αστικοποίηση μεταβάλλει αισθητά τις παροχές αιχμής. Σημειώνεται ότι, παρουσία οικιστικής ανάπτυξης σε έκταση μικρότερη από το 10% της λεκάνης απορροής μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν επηρεάζει τις παροχές αιχμής (Mark et al., 2009).
- Όσον αφορά στο Κριτήριο 2, για το σύνολο των 124 σταθμών μέτρησης, που έχουν εγκατασταθεί στην Κύπρο, το μήκος των χρονοσειρών έχει εύρος από 1 έτος έως 43 έτη. Ως εκ τούτου, μπορεί να γίνει η θεώρηση ότι χρονοσειρές με πάνω από 30 έτη μετρήσεων θα αναφέρονται ως πολύ μεγάλες χρονοσειρές ενώ χρονοσειρές με λιγότερα από 20 έτη μετρήσεων θα αναφέρονται ως μικρές χρονοσειρές και χρονοσειρές μετρήσεων μεταξύ 20 και 30 ετών θα αναφέρονται ως μεγάλες χρονοσειρές.
- Όσον αφορά στο Κριτήριο 3, σε περίπτωση κατασκευής φράγματος και συνεπώς της δημιουργίας ταμιευτήρα ανάσχεσης, ανάντη ενός σταθμού μέτρησης, είναι δυνατός ο διαχωρισμός του τμήματος των παροχών οι οποίες είχαν καταγραφεί πριν την κατασκευή του φράγματος. Στην περίπτωση που το τμήμα αυτό της χρονοσειράς έχει ικανό μήκος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη του μοντέλου (Mark et al., 2009).
- Όσον αφορά στο Κριτήριο 3, υπάρχουν σταθμοί οι οποίοι βρίσκονται κατάντη ενός ταμιευτήρα φράγματος ο οποίος όμως κατασκευάστηκε προτού τοποθετηθεί ο σταθμός μέτρησης. Στις περιπτώσεις αυτές η κατασκευή του ταμιευτήρα δεν είναι δυνατόν να φανεί ως ανωμαλία στις μετρήσεις που έχουν ληφθεί από το σταθμό (για παράδειγμα, η κατασκευή ταμιευτήρα εμφανίζεται ως άλμα στο δείγμα των μετρήσεων). Ωστόσο και στις περιπτώσεις αυτές οι σταθμοί αυτοί δεν χρησιμοποιούνται για τον λόγο και πάλι ότι οι ταμιευτήρες προκαλούν ανάσχεση της αιχμής της πλημμύρας και συνεπώς οι μετρημένες παροχές δεν μπορεί να είναι αντιπροσωπευτικές της περιοχής.
- Όλα τα φράγματα της Κύπρου είναι υδρευτικά και αρδευτικά ενώ λειτουργούν παράλληλα και ως αντιπλημμυρικά. Σε κανένα από αυτά δεν έχει κατασκευαστεί μονάδα παραγωγής ενέργειας και

συνεπώς στα ποτάμια δεν αυξάνεται η παροχή (ελεγχόμενα) από τυχόν λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών.

4.2 Σενάρια επιλογής σταθμών

Σενάριο 1

Όσον αφορά στο μήκος της χρονοσειράς, αρχικά εξετάστηκε η περίπτωση χρήσης των σταθμών για τους οποίους οι χρονοσειρές παροχομετρήσεων ήταν μεγαλύτερες των 30 ετών. Εξετάζοντας το δείγμα των σταθμών, προέκυψε ότι ένα σύνολο 33 σταθμών ικανοποιούσε το κριτήριο αυτό.

Για τους σταθμούς αυτούς εξετάστηκε και το τρίτο κριτήριο και τελικώς οι σταθμοί που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μειώθηκαν στους 20.

Το σύνολο των 20 σταθμών κρίθηκε μικρό για την πραγματοποίηση του υπολογιστικού μέρους της εργασίας και συνεπώς το όριο του δευτέρου κριτηρίου για το μήκος της χρονοσειράς μειώθηκε από τα 30 στα 20 έτη.

Με τα νέα όρια των κριτηρίων εξετάστηκε το δεύτερο σενάριο.

Σενάριο 2

Στο σενάριο αυτό το κάτω όριο του μήκους της χρονοσειράς τοποθετήθηκε στα 20 έτη. Εξετάζοντας το δείγμα των σταθμών, προέκυψε ότι ένα σύνολο 54 σταθμών ικανοποιούσε το κριτήριο αυτό.

Για τους σταθμούς αυτούς εξετάστηκε και το τρίτο κριτήριο και τελικώς οι σταθμοί που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μειώθηκαν στους 34.

Το σύνολο των 34 σταθμών κρίθηκε ικανοποιητικό για την ανάπτυξη των εξισώσεων υπολογισμού της πλημμυρικής ροής αιχμής. Περαιτέρω μείωση του μήκους της χρονοσειράς δεν εξετάστηκε διότι μετρήσεις λιγότερες από 20ετίας θεωρούνται μικρές χρονοσειρές και συνεπώς δεν είναι κατάλληλες για χρήση στους υπολογισμούς.

4.3 Αξιολόγηση δεδομένων

Μετά την αρχική επιλογή, η οποία ακολούθησε την παραπάνω λογική διαδικασία, ακολουθεί μια τυπική αξιολόγηση των δεδομένων των σταθμών.

Στην Κύπρο η κατανομή της βροχόπτωσης, συνεπώς και της απορροής, είναι ασύμμετρη. Για το λόγο αυτό ανάμεσα στις τιμές των μετρημένων παροχών μιας χρονοσειράς μπορεί να εμφανίζονται μετρήσεις εξαιρετικά υψηλές και μετρήσεις πολύ χαμηλές, σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δίνεται η εντύπωση ότι οι μετρήσεις δεν ανήκουν στο ίδιο δείγμα και ότι η χρονοσειρά δεν είναι ομοιογενής. Τέτοιες τιμές είναι παραπλανητικές και ίσως απαιτηθεί να αφαιρεθούν πριν από τη χρήση των δεδομένων.

Παρακάτω παρουσιάζονται σε πίνακες οι σταθμοί οι οποίοι πληρούν τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν. Στον Πίνακα 4-2 γίνεται κατάταξη των σταθμών, σε φθίνουσα σειρά, βάση του μήκους της διαθέσιμης χρονοσειράς μετρήσεων παροχής, ενώ στον Πίνακα 4-3 δίνεται κατάλογος των σταθμών μέτρησης παροχής οι οποίοι διαθέτουν ταμειυτήρα στα ανάντη.

Πίνακας 4-2 Σταθμοί μέτρησης παροχής με διαθέσιμο μήκος χρονοσειράς μεγαλύτερο των 20 ετών (σύνολο 55 σταθμοί)

α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρήσεων	α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρήσεων
1	8-9-7-50	43	28	8-4-5-40	34
2	2-2-6-60	43	29	7-2-7-05	33
3	2-2-3-95	43	30	6-1-1-85	33
4	3-3-2-60	42	31	6-5-1-85	31
5	3-3-1-70	42	32	3-5-1-50	31
6	3-7-1-50	42	33	2-8-3-10	31
7	3-3-3-95	42	34	8-7-2-60	29
8	8-4-3-40	42	35	1-4-2-15	29
9	7-2-3-50	42	36	9-6-2-90	28
10	1-2-4-95	42	37	8-7-3-60	28
11	1-2-7-90	42	38	2-4-6-80	28
12	3-5-4-40	41	39	2-4-6-70	28
13	1-4-4-50	41	40	2-3-8-60	28
14	3-7-3-90	41	41	2-3-4-95	28
15	3-4-2-90	41	42	9-2-4-95	27
16	1-4-9-80	41	43	8-9-5-40	26
17	6-1-1-80	40	44	8-8-2-50	26
18	1-1-3-95	39	45	8-5-1-90	26
19	8-2-2-90	38	46	2-3-4-80	26
20	6-5-3-15	38	47	2-2-8-95	25
21	1-3-5-05	37	48	1-4-7-10	25
22	3-2-1-85	36	49	8-5-1-60	24
23	8-4-5-30	36	50	8-2-4-10	24
24	1-1-7-95	36	51	3-3-3-15	23
25	9-2-3-85	35	52	9-6-7-75	21
26	2-7-2-75	35	53	9-6-4-95	21
27	9-4-3-80	34	54	9-6-4-90	21

Πίνακας 4-3 Παρουσία, ή μη, ταμιευτήρα στα ανάντη σταθμού μέτρησης παροχής

α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρησ.		α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρησ.	
1	8-9-7-50	43	Ταμιευτ.ανάν.	32	3-5-1-50	31	-
2	2-2-6-60	43	-	33	2-8-3-10	31	-
3	2-2-3-95	43	-	34	8-7-2-60	29	Ταμιευτ.ανάν.
4	3-3-2-60	42	-	35	1-4-2-15	29	-
5	3-3-1-70	42	-	36	9-6-2-90	28	-
6	3-7-1-50	42	-	37	8-7-3-60	28	-
7	3-3-3-95	42	Ταμιευτ.ανάν.	38	2-4-6-80	28	-
8	8-4-3-40	42	-	39	2-4-6-70	28	-
9	7-2-3-50	42	Ταμιευτ.ανάν.	40	2-3-8-60	28	-
10	1-2-4-95	42	Ταμιευτ.ανάν.	41	2-3-4-95	28	-
11	1-2-7-90	42	Ταμιευτ.ανάν.	42	9-2-4-95	27	Ταμιευτ.ανάν.
12	3-5-4-40	41	-	43	8-9-5-40	26	-
13	6-1-1-80	40	Ταμιευτ.ανάν.	44	8-8-2-50	26	-
14	3-7-3-90	41	Ταμιευτ.ανάν.	45	8-5-1-90	26	-
15	3-4-2-90	41	-	46	2-3-4-80	26	-
16	1-4-9-80	41	Ταμιευτ.ανάν.	47	2-2-8-95	25	Ταμιευτ.ανάν.
17	1-4-4-50	41	Ταμιευτ.ανάν.	48	1-4-7-10	25	Ταμιευτ.ανάν.
18	1-1-3-95	39	-	49	8-5-1-60	24	-
19	8-2-2-90	38	-	50	8-2-4-10	24	-
20	6-5-3-15	38	Ταμιευτ.ανάν.	51	3-3-3-15	24	-
21	1-3-5-05	37	-	52	9-6-7-75	21	Ταμιευτ.ανάν.
22	3-2-1-85	36	-	53	9-6-4-95	21	Ταμιευτ.ανάν.
23	8-4-5-30	36	Ταμιευτ.ανάν.	54	9-6-4-90	21	Ταμιευτ.ανάν.
24	1-1-7-95	36	-	55	8-7-4-80	19	Ταμιευτ.ανάν.
25	9-2-3-85	35	Ταμιευτ.ανάν.	56	8-2-1-90	19	-
26	2-7-2-75	35	-	57	2-2-6-90	19	Ταμιευτ.ανάν.
27	9-4-3-80	34	-	58	1-3-8-60	19	-
28	8-4-5-40	34	Ταμιευτ.ανάν.	59	3-3-4-95	18	
29	7-2-7-05	33	-	60	9-6-7-70	18	-
30	6-1-1-85	33	-	61	8-8-3-30	18	-
31	6-5-1-85	31	Ταμιευτ.ανάν.	62	8-7-3-95	18	-

Πίνακας 4-3 (συνέχεια) Παρουσία, ή μη, ταμιευτήρα στα ανάντη σταθμού μέτρησης παροχής

α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρησ.		α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρησ.	
63	6-1-5-50	18	-	94	9-2-4-90	5	-
64	7-2-6-60	17	-	95	6-5-3-95	5	Ταμιευτ.ανάν.
65	9-8-6-05	16	-	96	6-5-2-95	5	-
66	8-9-7-95	15	Ταμιευτ.ανάν.	97	5-9-4-90	5	-
67	2-8-3-15	14	-	98	4-7-1-75	5	-
68	8-8-2-95	13	Ταμιευτ.ανάν.	99	9-6-9-90	4	Ταμιευτ.ανάν.
69	3-7-5-85	13	-	100	8-9-1-70	4	Ταμιευτ.ανάν.
70	3-1-1-70	13	-	101	7-1-4-50	4	-
71	9-6-9-05	12	Ταμιευτ.ανάν.	102	3-7-8-90	4	Ταμιευτ.ανάν.
72	9-6-3-15	12	-	103	9-6-5-30	3	Ταμιευτ.ανάν.
73	1-3-8-55	11	-	104	6-1-4-50	3	Ταμιευτ.ανάν.
74	3-7-1-20	9	-	105	3-7-8-65	3	Ταμιευτ.ανάν.
75	3-5-3-90	9	-	106	3-7-8-60	3	Ταμιευτ.ανάν.
76	8-8-3-80	8	-	107	2-3-8-95	3	-
77	7-1-2-80	8	-	108	1-6-4-60	3	-
78	6-5-3-50	8	Ταμιευτ.ανάν.	109	9-4-4-50	2	Ταμιευτ.ανάν.
79	5-2-3-85	8	-	110	9-2-5-95	2	Ταμιευτ.ανάν.
80	3-2-4-95	8	Ταμιευτ.ανάν.	111	6-1-4-20	2	Ταμιευτ.ανάν.
81	3-2-2-90	8	Ταμιευτ.ανάν.	112	4-2-3-70	2	Ταμιευτ.ανάν.
82	3-3-5-95	7	-	113	3-7-9-90	2	Ταμιευτ.ανάν.
83	9-4-3-90	6	-	114	3-7-9-10	2	Ταμιευτ.ανάν.
84	8-9-5-95	6	Ταμιευτ.ανάν.	115	3-5-2-80	2	-
85	8-6-3-50	6	-	116	3-1-3-95	2	Ταμιευτ.ανάν.
86	5-2-3-50	6	-	117	2-9-3-40	2	-
87	4-5-5-90	6	Ταμιευτ.ανάν.	118	3-5-7-80	1	Ταμιευτ.ανάν.
88	4-4-2-50	6	-	119	6-1-2-90	0	-
89	3-8-6-50	6	-	120	7-1-3-80	0	-
90	3-7-9-50	6	Ταμιευτ.ανάν.	121	6-1-2-38	0	-
91	2-9-4-90	6	Ταμιευτ.ανάν.	122	5-3-4-85	0	-
92	1-8-2-80	6	-	123	3-7-7-85	0	Ταμιευτ.ανάν.
93	1-6-2-80	6	Ταμιευτ.ανάν.	124	3-7-5-95	0	-

Βάσει των δύο παραπάνω πινάκων οι σταθμοί που ικανοποιούν τα δύο κριτήρια (χρονοσειρά > 20 έτη & απουσία ταμιευτήρα ανάντη του σταθμού) είναι στο σύνολό τους 34 και παρουσιάζονται στην Εικόνα 4-1 ενώ αναλυτικότερα δίνονται στον Πίνακα 4-4. Περισσότερα στοιχεία για τους σταθμούς αυτούς, παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.



Εικόνα 4-1: Σταθμοί για τους οποίους υπάρχουν μετρήσεις για περισσότερα από 20 έτη και επιπλέον δεν υπάρχουν ταμειυτήρες φραγμάτων ανάντη αυτών

Πίνακας 4-4 Σταθμοί οι οποίοι ικανοποιούν τα κριτήρια

α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρήσεων	α/α	Όνομα σταθμού	Έτη μετρήσεων
1	r2-2-3-95	43	18	r7-2-7-05	33
2	r2-2-6-60	43	19	r2-8-3-10	31
3	r3-3-1-70	42	20	r3-5-1-50	31
4	r3-3-2-60	42	21	r1-4-2-15	29
5	r3-3-3-95	42	22	r2-3-4-95	28
6	r3-7-1-50	42	23	r2-3-8-60	28
7	r7-2-3-50	42	24	r2-4-6-70	28
8	r3-4-2-90	41	25	r2-4-6-80	28
9	r6-1-1-80	40	26	r8-7-3-60	28
10	r1-1-3-95	39	27	r9-6-2-90	28
11	r8-2-2-90	38	28	r8-9-5-40	26
12	r1-3-5-05	37	29	r2-3-4-80	26
13	r3-2-1-85	36	30	r8-5-1-90	26
14	r1-1-7-95	36	31	r8-8-2-50	26
15	r2-7-2-75	35	32	r8-5-1-60	24
16	r9-4-3-80	34	33	r8-2-4-10	24
17	r6-1-1-85	33	34	r3-3-3-15	23

4.4 Στατιστική Ανάλυση Δείγματος Χρονοσειρών

Σύμφωνα με την αρχική ιδέα, η οποία προτάθηκε από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, απαιτείτο να προσαρμοστεί στο δείγμα των χρονοσειρών των παροχών, θεωρητικές κατανομές ώστε να εντοπιστεί η βέλτιστη κατανομή η οποία προσομοιάζει τα παρατηρημένα στοιχεία. Αν λάβει κανείς υπόψη το γεγονός ότι τα μόνα διαθέσιμα στοιχεία είναι στιγμιαίες μέγιστες μηνιαίες χρονοσειρές παροχών, χωρίς την πλήρη κατανομή της απορροής (πλημμυρογραφήματα) αλλά ούτε και την κατανομή της βροχής, για τα επεισόδια που προκάλεσαν τη συγκεκριμένη απορροή, η συγκεκριμένη μεθοδολογία θεωρητικών κατανομών μπορεί να αποτελέσει μια καλή εκτίμηση για τον υπολογισμό πλημμυρών με μεγάλες περιόδους επαναφοράς.

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία αυτή, για κάθε σταθμό προσαρμόστηκαν θεωρητικές κατανομές όπως για παράδειγμα οι Gumbel, Weibul, Pareto, L-Moments GEV-Max, L-Moments EV3-Min, L-Moments EV1-Max ώστε να εντοπιστεί η κατανομή που προσεγγίζει καλύτερα τα δεδομένα της Κύπρου, δηλαδή η επιλογή της θεωρητικής κατανομής πιθανοτήτων η οποία ταιριάζει περισσότερο στα ιστορικά στοιχεία (Μιμίκου, 2006).

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε με χρήση του «Υδρογνώμωνα – έκδοση 4» (ερευνητική ομάδα «Ιτιά») μέσω της εφαρμογής «Πυθία», η οποία προτείνεται για στατιστικές αναλύσεις, και στην οποία περιέχονται οι θεωρητικές κατανομές πιθανότητας. Εκτός από την προσαρμογή των θεωρητικών κατανομών γίνεται και η αξιολόγησή τους και ο έλεγχος καταλληλότητάς τους, δηλαδή κατά πόσο κάθε μια από αυτές κρίνεται κατάλληλη να προσομοιάσει τις πραγματικές μετρήσεις. Στην παρούσα εργασία ο έλεγχος καταλληλότητας πραγματοποιείται με το τεστ χ^2 το οποίο βασίζεται στον έλεγχο των αποκλίσεων μεταξύ της χρονοσειράς και των τιμών που προβλέπονται από τη θεωρητική κατανομή (Μιμίκου, 2006). Γενικότερα αναφέρεται ότι για την πραγματοποίηση του τεστ χ^2 επιλέχθηκε αριθμός κλάσεων, k , τέτοιος ώστε το θεωρητικό δυναμικό των κλάσεων να είναι μεγαλύτερο από 5, δηλαδή $k \leq n/5$ όπου n το μήκος της χρονοσειράς (Ερευνητική Ομάδα «Ιτιά», 2010). Επίσης σημειώνεται ότι στον «Υδρογνώμωνα» η τιμή χ^2 υπολογίζεται για τα επίπεδα εμπιστοσύνης, α : 1%, 5% και 10% και για να κριθεί αποδεκτή η κατανομή θα πρέπει το τεστ χ^2 να δίνει κατάλληλη την κατανομή και στα τρία επίπεδα εμπιστοσύνης. Στις περιπτώσεις που περισσότερες της μιας κατανομές παρουσιάζουν αποδεκτή προσαρμογή στο δείγμα, ως καλύτερη κατανομή ορίζεται αυτή ή αυτές που δίνουν την υψηλότερη τιμή α (Attained α ή Επιτευχθέν α) όπως αυτή ορίζεται στον «Υδρογνώμωνα».

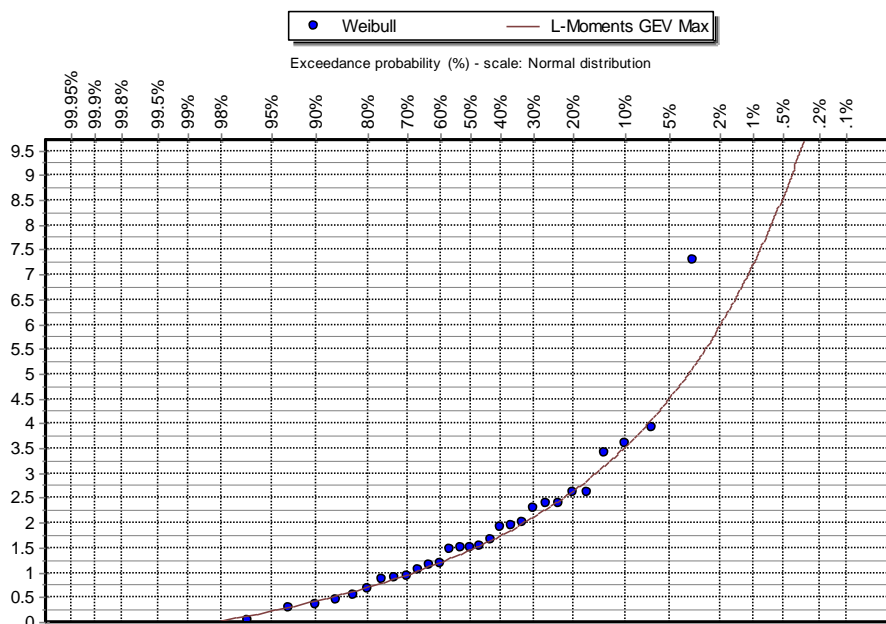
Αφού προσαρμόστηκαν θεωρητικές κατανομές και στα 34 δείγματα των χρονοσειρών παροχών παρατηρήθηκε ότι η κατανομή L-Moments GEV-Max προσαρμόζεται ικανοποιητικά στο μεγαλύτερο μέρος των χρονοσειρών. Στον Πίνακα 4-6 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που λήφθηκαν κατά την προσαρμογή της θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max στα δείγματα των χρονοσειρών των 34 λεκανών που έχουν επιλεγεί (σημειώνεται ότι με πράσινο χρώμα παρουσιάζονται οι σταθμοί για τους οποίους η συγκεκριμένη θεωρητική κατανομή κρίνεται μη αποδεκτή ενώ με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι σταθμοί για τους οποίους καμιά θεωρητική κατανομή δεν κρίνεται αποδεκτή για προσαρμογή στο δείγμα τους) καθώς επίσης και οι τιμές παροχής για μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς όπως προκύπτουν από

τη θεωρητική κατανομή και πιο συγκεκριμένα για τις περιόδους επαναφοράς που ενδιαφέρουν στην παρούσα εργασία και αναφέρονται στο Κεφάλαιο 7 (T=10,100,500,1000 έτη).

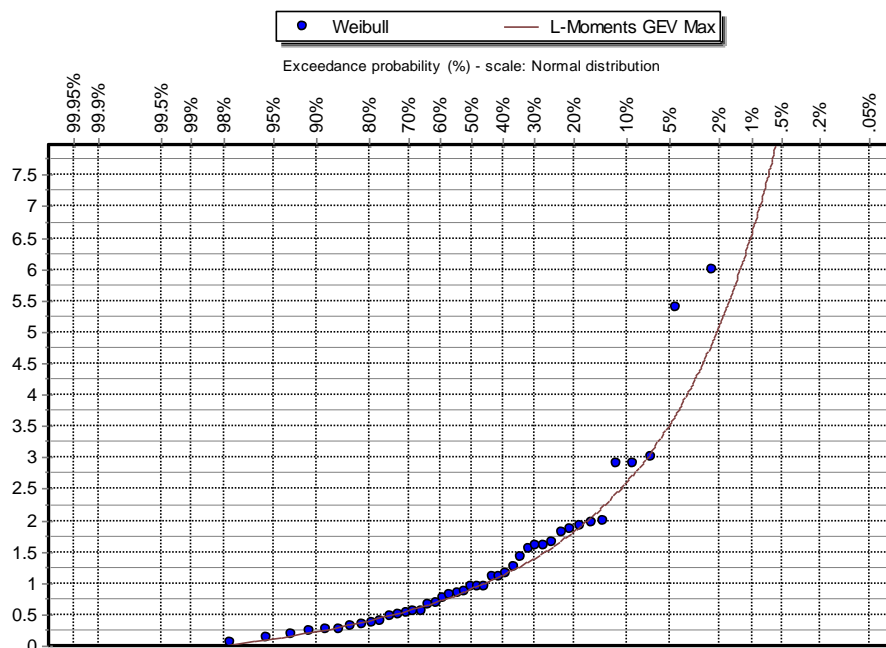
Πίνακας 4-5 Προσαρμογή θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max στις χρονοσειρές των 34 σταθμών

a/a	ονομασία λεκάνης	A (km ²)	N έτη μετρήσεων	κλάσεις	Θεωρητική κατανομή	Q(T=10) m ³ /s	Q(T=100) m ³ /s	Q(T=500) m ³ /s	Q(T=1000) m ³ /s
1	1-1-3-95	38,726	39	8	L-Moments GEV-Max	9,89	40,58	100,67	147,95
2	1-1-7-95	112,321	36	8	L-Moments GEV-Max	14,83	52,38	115,26	160,49
3	1-3-5-05	68,513	37	8	L-Moments GEV-Max	17,6	45,84	81,97	104,26
4	1-4-2-15	21,44	29	6	L-Moments GEV-Max	3,55	7,22	10,68	12,47
5	2-2-3-95	63,895	43	9	L-Moments GEV-Max	17,09	85,29	243,04	379,52
6	2-2-6-60	78,968	43	9	L-Moments GEV-Max	71,33	191,52	640,87	1074,85
7	2-3-4-80	45,048	26	6	L-Moments GEV-Max	5,49	38,66	146,07	258,5
8	2-3-4-95	50,144	28	6	L-Moments GEV-Max	3,11	21,23	75,7	130,36
9	2-3-8-60	15,921	28	6	L-Moments GEV-Max	1,07	7,75	30,73	55,61
10	2-4-6-70	27,875	28	6	L-Moments GEV-Max	4,24	24,63	80,08	132,66
11	2-4-6-80	5,227	28	6	L-Moments GEV-Max	1,01	9,93	46,51	90,22
12	2-7-2-75	38,168	35	7	L-Moments GEV-Max	7,93	32,31	78,83	114,91
13	2-8-3-10	47,805	31	7	L-Moments GEV-Max	11,77	51,11	129,91	192,73
14	3-2-1-85	22,670	36	8	L-Moments GEV-Max	11,86	32,74	60,17	77,34
15	3-3-1-70	15,884	42	8	L-Moments GEV-Max	6,97	36,97	113,34	183,11
16	3-3-2-60	10,968	42	8	L-Moments GEV-Max	2,61	6,63	11,56	14,52
17	3-3-3-15	42,401	23	5	L-Moments GEV-Max	9,44	37,72	94,39	139,58
18	3-3-3-95	62,351	42	8	L-Moments GEV-Max	12,16	44,55	104,92	151,12
19	3-4-2-90	32,615	41	9	L-Moments GEV-Max	7,43	61,65	250,61	456,78
20	3-5-1-50	14,368	31	7	L-Moments GEV-Max	10,93	59,6	184,09	298,13
21	3-7-1-50	77,064	42	8	L-Moments GEV-Max	48,95	159,83	332,29	451,24
22	6-1-1-80	14,162	40	9	L-Moments GEV-Max	11	37,67	82,31	114,43
23	6-1-1-85	29,761	33	7	L-Moments GEV-Max	23,31	71,12	142,55	190,7
24	7-2-3-50	8,999	42	9	L-Moments GEV-Max	5,72	51,6	220,78	411,29
25	7-2-7-05	22,567	33	7	L-Moments GEV-Max	1,5	3,08	4,47	5,15
26	8-2-2-90	18,81	38	8	L-Moments GEV-Max	22,53	84,3	191,31	269,82
27	8-2-4-10	52,22	24	5	L-Moments GEV-Max	24,67	82,02	169,36	228,88
28	8-5-1-60	20,102	24	5	L-Moments GEV-Max	14,28	73,15	211,61	332,54
29	8-5-1-90	52,74	26	6	L-Moments GEV-Max	13,34	62,08	164,06	247,41
30	8-7-3-60	31,410	28	6	L-Moments GEV-Max	26,13	45,18	58,48	64,25
31	8-8-2-50	30,902	26	6	L-Moments GEV-Max	15,67	43,45	78,17	99,29
32	8-9-5-40	86,755	26	6	L-Moments GEV-Max	21,93	78,96	172,77	239,59
33	9-4-3-80	66,838	34	7	L-Moments GEV-Max	13,82	30,92	48,38	57,84
34	9-6-2-90	67,505	28	6	L-Moments GEV-Max	7,54	27,26	65,18	94,72

Ακολουθώς παρουσιάζονται ενδεικτικά οι καμπύλες προσαρμογής της θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max σε δύο δείγματα χρονοσειρών, για τις λεκάνες 1-4-2-15 (Εικόνα 4-2) και 3-3-2-60 (Εικόνα 4-3) για τις οποίες το επιτευχθέν α ήταν της τάξεως του 60% και 95% αντίστοιχα, ενώ όλες οι περιπτώσεις για τις οποίες η κατανομή είναι αποδεκτή παρουσιάζονται στο Παράρτημα Δ.



Εικόνα 4-2 Προσαρμογή θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max στη χρονοσειρά των παροχών του σταθμού 1-4-2-15



Εικόνα 4-3 Προσαρμογή θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max στη χρονοσειρά των παροχών του σταθμού 3-3-2-60

Εξετάζοντας όλα τα διαγράμματα του Παραρτήματος Δ, παρατηρείται ότι η θεωρητική κατανομή L-Moments GEV-Max (όπως και όλες οι υπόλοιπες) προσαρμόζονται αρκετά καλά στις μικρές τιμές παροχών (συνήθεις απορροές) ενώ δεν αποκλίνουν αρκετά στις περιπτώσεις πλημμυρών χαμηλής πιθανότητας (μεγάλες περίοδοι επαναφοράς). Συνεπώς, εφόσον αυτό που ενδιαφέρει περισσότερο είναι ο υπολογισμός των σπανιότερων πλημμυρικών αιχμών, κρίνεται ότι η χρήση θεωρητικών κατανομών δεν είναι καθόλου ικανοποιητική ενώ μπορεί να θεωρηθεί ακόμα και επικίνδυνη και ως εκ τούτου η συγκεκριμένη μεθοδολογία δεν προτείνεται για την εκτίμηση πλημμυρών στην περίπτωση της Κύπρου. Αξίζει να σημειωθεί ότι το γεγονός πως η συγκεκριμένη μεθοδολογία πάσχει μπορεί να οφείλεται στο κλίμα της περιοχής (εμφανίζονται μεγάλες περίοδοι ξηρασίας και περίοδοι με εξαιρετικά μεγάλες, για την περιοχή, απορροές) για το λόγο αυτό μια καλύτερη προσέγγιση θα δινόταν στην περίπτωση που το μήκος των χρονοσειρών που διατίθενται ήταν ακόμα μεγαλύτερο.

Κεφάλαιο 5: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Η επεξεργασία των δεδομένων (φυσιογραφικών χαρτών της περιοχής) έγινε με χρήση γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (GIS).

Αρχικά, για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των στοιχείων απαραίτητο ήταν να μετατραπούν όλοι οι χάρτες σε μορφή ψηφιδωτού κανάβου. Η δομή ψηφιδωτών (raster ή αλλιώς grid) δεδομένων, είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη εξαιτίας της ευκολίας που παρέχει στην εφαρμογή μαθηματικών αλγορίθμων στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε, στο GIS, για τη **μετατροπή των αρχικών δεδομένων σε μορφή ψηφιδωτού κανάβου** είναι, εν συντομία, η εξής:

Spatial analyst → Convert → Features to raster → Input features: επιλέγω το αρχικό αρχείο δεδομένων, Output cell size: επιλέγω την ίδια ανάλυση με το ψηφιακό μοντέλο εδάφους DEM (εδώ είναι 30m), Output raster: επιλέγω τη διαδρομή αποθήκευσης και το όνομα του νέου αρχείου.

5.1 Επεξεργασία χάρτη χρήσεων γης (Corinne)

Ονοματολογία χρήσεων γης κατά Corinne Land Cover (CLC):

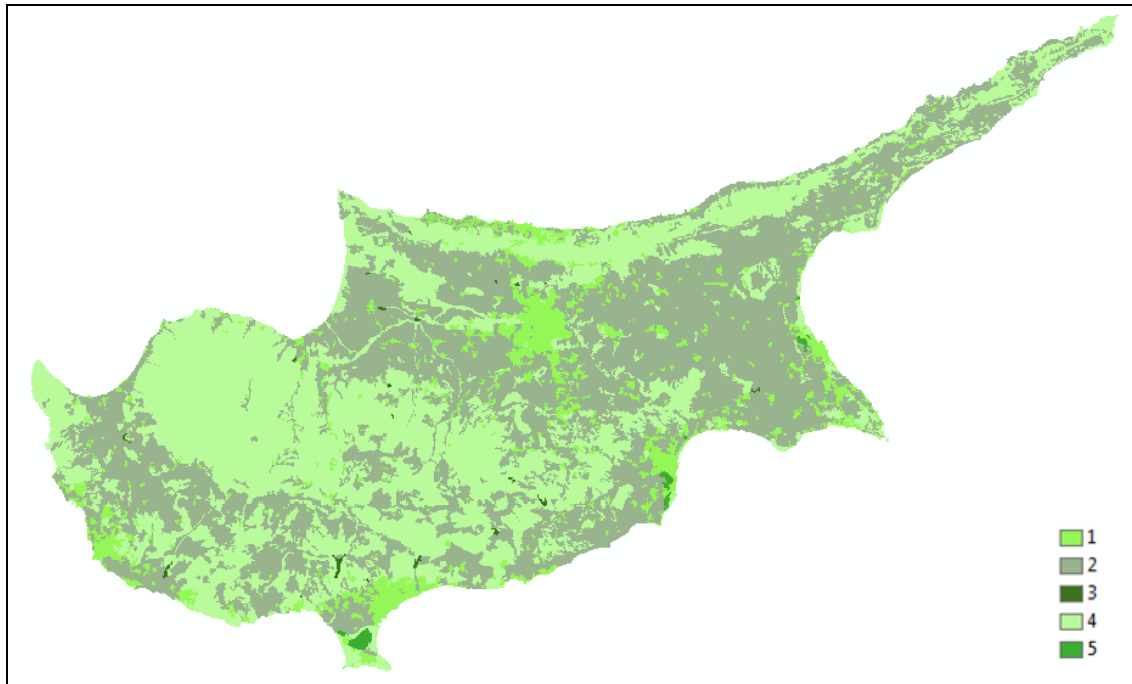
Οι χρήσεις γης διαχωρίζονται σε 3 επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο αποτελείται από 5 κατηγορίες, το δεύτερο επίπεδο διαχωρίζεται σε 15 κατηγορίες ενώ το τρίτο και τελευταίο επίπεδο διαχωρίζεται σε 44 κατηγορίες. Ο διαχωρισμός αυτός των επιπέδων στις διάφορες κατηγορίες χρήσεων γης παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-1 που ακολουθεί.

Από τον αρχικό χάρτη των δεδομένων, Εικόνα 3-2, προέκυψαν τρεις διαφορετικοί χάρτες, κάθε ένας εκ των οποίων παρουσιάζει ένα επίπεδο διαχωρισμού των χρήσεων κατά Corinne. Στην Εικόνα 5-1 δείχνονται οι 5 κατηγορίες του πρώτου επιπέδου όπως αυτές εμφανίζονται στην Κύπρο, στην Εικόνα 5-2 δείχνονται οι 14 κατηγορίες του δεύτερου επιπέδου που εμφανίζονται στο νησί ενώ στην Εικόνα 5-3 παρουσιάζονται οι 34 (από το σύνολο των 44) κατηγορίες του τρίτου επιπέδου.

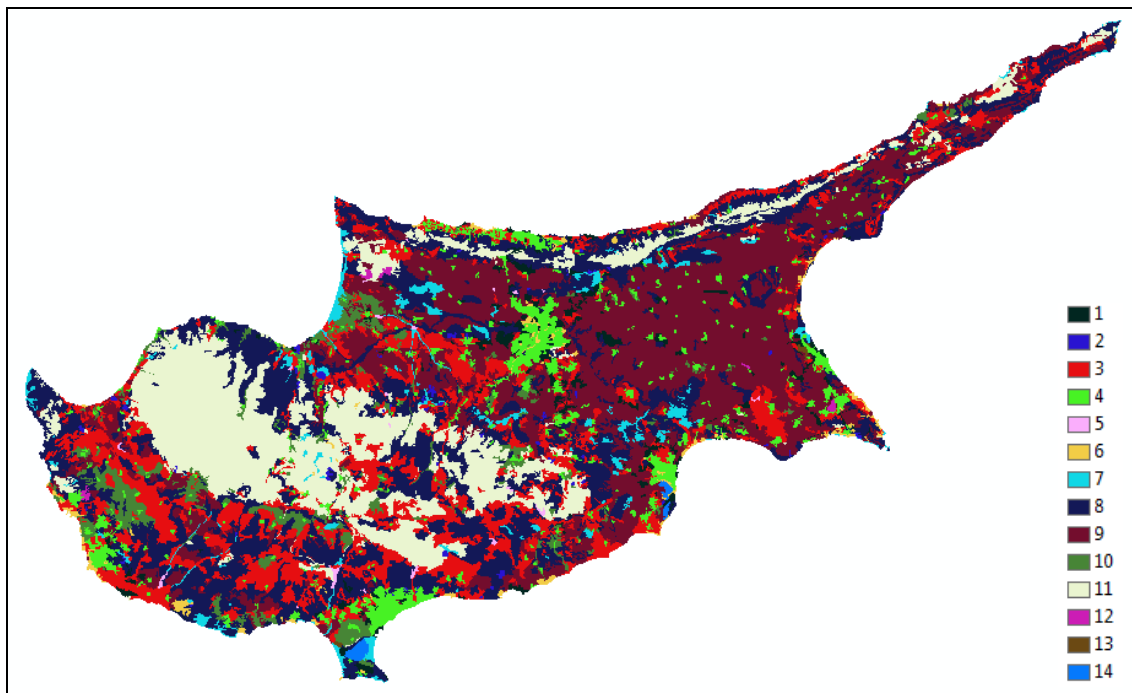
Πίνακας 5-1 Ονοματολογία CLC (Ministry of Agriculture, 2005, CORINE Land Cover 2000)

1. Τεχνητές επιφάνειες	1.1 Αστική οικοδόμηση	1.1.1 Συνεχής αστική οικοδόμηση
		1.1.2 Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
	1.2 Βιομηχανικές, εμπορικές ζώνες και δίκτυα επικοινωνίας	1.2.1 Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
		1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα και γεινιάζουσα γη
		1.2.3 Ζώνες λιμένων
		1.2.4 Ζώνες αεροδρομίων
	1.3 Ορυχεία, χώροι απορρίψεως απορριμμάτων και χώροι οικοδόμησης	1.3.1 Χώροι εξόρυξης ορυκτών
		1.3.2 Χώροι απόρριψης απορριμμάτων
		1.3.3 Χώροι οικοδόμησης
	1.4 Τεχνητές, μη γεωργικές ζώνες πρασίνου	1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου
		1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής
	2. Γεωργικές περιοχές	2.1 Αρόσιμη γη
2.1.2 Μόνιμα αρδεύομενη γη		
2.1.3 Ορυζώνες*		
2.2 Μόνιμες καλλιέργειες		2.2.1 Αμπελώνες
		2.2.2 Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς
		2.2.3 Ελαιώνες
2.3 Λιβάδια		2.3.1 Λιβάδια
2.4 Ετερογενείς γεωργικές περιοχές		2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες
		2.4.2 Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
		2.4.3 Γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης
	2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές*	
3. Δάση και ημι-φυσικές περιοχές	3.1 Δάση	3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων
		3.1.2 Δάσος κωνοφόρων
		3.1.3 Μικτό δάσος
	3.2 Συνδυασμοί θαμνώδους και/ή ποώδους βλάστησης	3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι
		3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι*
		3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση
		3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις
	3.3 Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση	3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές
		3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι
		3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση
3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις		
3.3.5 Παγετώνες και αιώνιο χιόνι*		
4. Υγρές ζώνες	4.1 Εσωτερικές υγρές ζώνες	4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα
		4.1.2 Τυρφώνες*
	4.2 Παραθαλάσσιες υγρές ζώνες	4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι
		4.2.2 Αλυκές*
		4.2.3 Παλιρροιακά επίπεδα*
5. Υδάτινες επιφάνειες	5.1 Χερσαία ύδατα	5.1.1 Ροές υδάτων
		5.1.2 Συλλογές υδάτων
	5.2 Θαλάσσια ύδατα	5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες*
		5.2.2 Εκβολές ποταμών*
		5.2.3 Θάλασσα και ωκεανός*

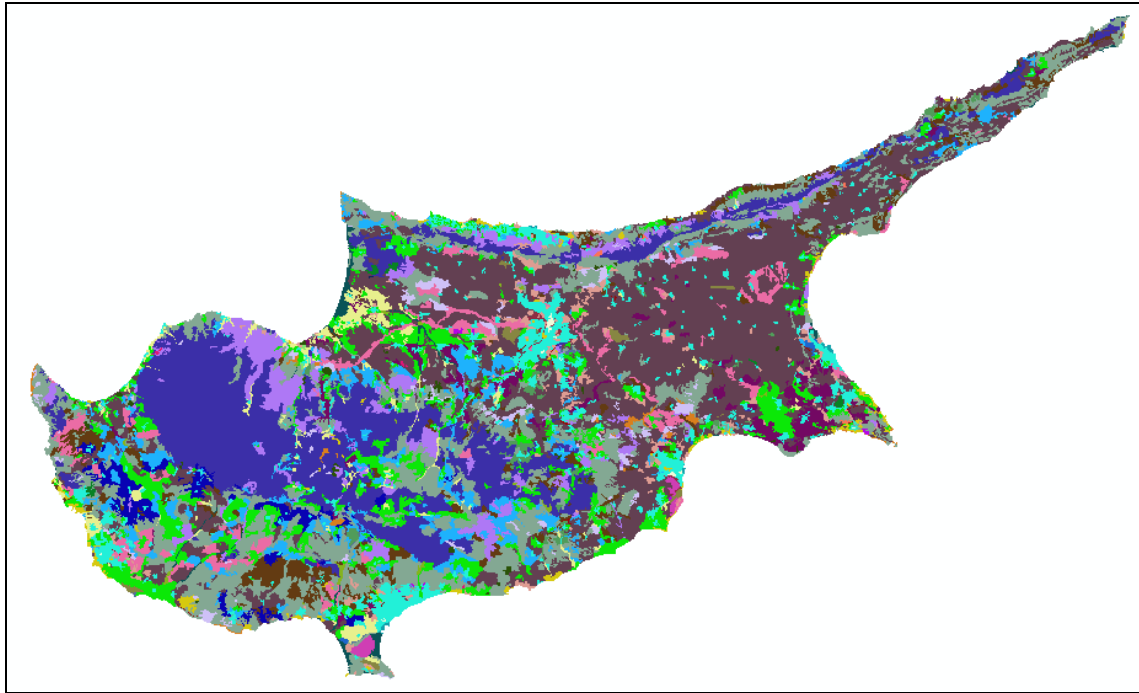
Σημείωση: με * σημειώνονται οι κατηγορίες που δεν εμφανίζονται στο CLC της Κύπρου



Εικόνα 5-1: Κατανομή χρήσεων γης για το πρώτο επίπεδο κατά CLC (5 κατηγορίες)



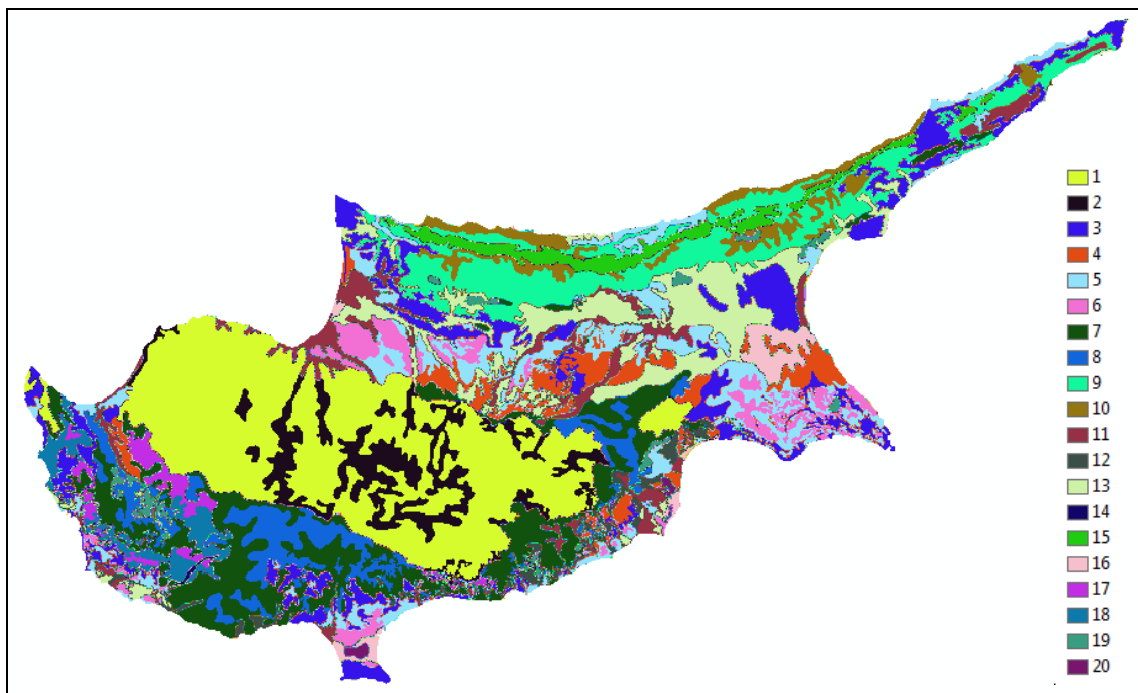
Εικόνα 5-2: Κατανομή χρήσεων γης για το δεύτερο επίπεδο κατά CLC (συνολικά 15 κατηγορίες, στην Κύπρο εμφανίζονται οι 14)



Εικόνα 5-3: Κατανομή χρήσεων γης για το τρίτο επίπεδο κατά CLC (συνολικά 44 κατηγορίες, στην Κύπρο εμφανίζονται οι 34)

5.2 Επεξεργασία εδαφολογικού χάρτη

Από τη μετατροπή του αρχικού (shapefile) δεδομένου εδαφολογικού χάρτη, Εικόνα 3-3, σε δομή ψηφιδωτών δεδομένων προέκυψε ο ακόλουθος χάρτης, της Εικόνας 5-4, στον οποίο διακρίνονται οι 20 εδαφικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στο νησί.



Εικόνα 5-4: Επιφανειακή απεικόνιση εδαφικών σχηματισμών Κύπρου

Για την επεξήγηση των σχηματισμών, που εμφανίζονται, παρατίθεται ο Πίνακας 5-2, σε αντιστοίχιση με το υπόμνημα της επιφανειακής απεικόνισης των εδαφικών σχηματισμών της Εικόνας 5-4.

Πίνακας 5-2 Αντιστοίχιση κωδικού χρώματος με εδαφικό σχηματισμό

Κωδικός	Εδαφικός σχηματισμός
1	eutric-lithic-LEPTOSOLS and eutric-skeletal-REGOSOLS
2	eutric-CAMBISOLS and eutric-anthropic-REGOSOLS
3	lithic -LEPTOSOLS and epipetric -CALCISOLS
4	calcaric-lithic-LEPTOSOLS and calcaric-leptic-REGOSOLS
5	epipetric-CALCISOLS and leptic-chromic-LUVISOLS
6	calcic-LUVISOLS and chromic-vertic-LUVISOLS
7	skeletal-calcaric-REGOSOLS and calcaric-lithic-LEPTOSOLS
8	calcaric-rendzic-LEPTOSOLS and calcaric-leptic-CAMBISOLS
9	calcaric-leptic-REGOSOLS and lithic-LEPTOSOLS
10	vertic-CAMBISOLS and calcaric-REGOSOLS
11	calcaric-fluvic-CAMBISOLS and vertic-CAMBISOLS
12	calcaric-CAMBISOLS and calcaric-REGOSOLS
13	vertic-CAMBISOLS and calcaric-REGOSOLS
14	eutric-chromic-VERTISOLS
15	calcaric-lithic LEPTOSOLS
16	gleyic-SOLONCHALKS
17	skeletal-leptic-REGOSOLS
18	vertic-leptic-CAMBISOLS and chromic-VERTISOLS
19	gypsic-REGOSOLS and leptic-GYPISISOLS
20	Salt Lake Deposits

Σημειώνεται ότι στον παραπάνω πίνακα ο εδαφικός σχηματισμός που αναφέρεται πρώτος είναι το επιφανειακό στρώμα ενώ ο εδαφικός σχηματισμός που αναφέρεται δεύτερος είναι το υπεδάφιο στρώμα.

Για την καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών των διαφόρων εδαφικών σχηματισμών γίνεται η παρακάτω λεπτομερέστερη αναφορά σε μερικούς από τους σημαντικότερους εδαφικούς σχηματισμούς (Κολοκοτρώνη, 2010) (Μαντούζα, 2008) (NPRO ENGINEERING LTD, 2010).

Cambisols: χαρακτηρίζονται από την απουσία στρώματος συσσωρευμένου αργίλου, χούμους, υδατοδιαλυτών αλάτων ή οξειδίων του σιδήρου. Από το ίδιο υλικό το οποίο δεν έχει υποστεί διάβρωση, διαφέρουν όσον αφορά στην αδρανή τους δομή, στο χρώμα, στην περιεκτικότητα σε άργιλο, στην περιεκτικότητα σε ανθρακικά ή άλλες ιδιότητες που δίνουν κάποια απόδειξη διαδικασιών σχηματισμού εδάφους. Είναι η δεύτερη πιο εκτεταμένη κατηγορία εδαφών, επί το πλείστον σε βόρειες πολικές περιοχές, σε περιοχές με αυξημένα ποσοστά διάβρωσης και σε περιοχές παραπλήσιου υλικού που αντιστέκεται στην κίνηση της αργίλου. Δεν είναι σύνηθες να βρίσκονται σε υγρά τροπικά κλίματα. Σε γενικές γραμμές αυτός ο

τύπος εδάφους είναι πολύ καλός ως καλλιεργήσιμη γη. Σε εύκρατο κλίμα και με υψηλή βάση κορεσμού θεωρείται ως ένα από τα πιο παραγωγικά εδάφη στη γη.

Luvissols: χαρακτηρίζονται τεχνικά από μια επιφάνεια συσσωρευσης χούμους το οποίο βρίσκεται πάνω από ένα εκτεταμένα εκπλυμένο στρώμα που στερείται σχεδόν τελείως από άργιλο και από ορυκτά που περιέχουν σίδηρο. Κάτω από τα προαναφερθέντα βρίσκεται ένα στρώμα ανάμεικτου συσσωρευμένου αργίλου που έχει υψηλά επίπεδα από θρεπτικά στοιχεία που συνιστώνται από ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο ή ποτάσιο. Μητρικό υλικό είναι μια ευρεία γκάμα μη ενοποιημένων υλικών συμπεριλαμβανομένων των αλλουβιακών, κολλουβιακών και των αιολικών αποθέσεων. Συναντάται σε επίπεδες ή ελαφρά κεκλιμένες περιοχές ψυχρού και θερμού κλίματος. Τα περισσότερα εδάφη αυτής της κατηγορίας είναι γόνιμα συνεπώς και κατάλληλα για ένα ευρύ πεδίο καλλιεργειών.

Fluvisols: χαρακτηρίζονται τεχνικά από έναν ασθενή ή μη υπάρχων εδάφιο ορίζοντα και μητρικό υλικό το οποίο προέρχεται από κάποιο ποτάμι, μία λίμνη ή θαλάσσια ιζήματα που εναποτίθενται ανά τακτά χρονικά διαστήματα ή στο πρόσφατο παρελθόν. Αυτά τα εδάφη επιδεικνύουν ένα στρωματοποιημένο προφίλ που αντανακλά το προσχωσιακό τους ιστορικό ή μία ακανόνιστη στρωματοποίηση χούμους, και οργανικών ιζημάτων όπου το περιεχόμενο του οργανικού άνθρακα μειώνεται με το βάθος. Μεγάλες διαφοροποιήσεις παρατηρούνται στην υφή και τη σύνθεση των οργανικών. Το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται είναι αλλουβιακές πεδιάδες, θαλάσσια έλη και σε όλες τις κλιματικές ζώνες. Η σημαντική γονιμότητα των περισσότερων εδαφών Fluvisol αναγνωρίστηκε από προϊστορικές περιοχές.

Leptosol: λόγω της συνεχούς διάβρωσης από τον άνεμο και το νερό ή του ρηχού βάθους σε σκληρό μητρικό πέτρωμα εμφανίζουν λίγη ή σχεδόν καθόλου οριζοντίωση ή στρωματοποίηση που είναι χαρακτηριστικό των υπολοίπων εδαφών. Το μητρικό πέτρωμα μπορεί να είναι από διάφορα είδη συνεχόμενων βράχων ή μη ενοποιημένων υλικών με λιγότερο από 20% λεπτού εδάφους. Το περιβάλλον τους είναι κατά κύριο λόγο γη σε μέτρια ή υψηλά υψόμετρα και με έντονα τεμαχισμένη τοπογραφία. Βρίσκονται σε όλες τις κλιματικές ζώνες, σε περιοχές που υφίστανται έντονη διάβρωση. Τα συγκεκριμένα εδάφη έχουν δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως βοσκοτόπια τις υγρές εποχές καθώς και ως δασικές εκτάσεις.

Vertisol: είναι ένα έδαφος το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο που είναι γνωστός ως μοντμοριλονίτης και σχηματίζει βαθιές ρωγμές σε ξηρές περιόδους. Τα εδάφη αυτά σχηματίζονται από υψηλά βασικούς βράχους (π.χ. βασάλτης) σε κλίμα με τακτά εναλλασσόμενο κλίμα (πλημμύρες – ξηρασίες). Στην φυσική τους κατάσταση τα Vertisols είναι καλυμμένα με χορτολιβαδικές ή δασωμένες περιοχές. Η καλλιέργειες που πραγματοποιούνται σε αυτό τον τύπο εδαφών έχουν ευρύ πεδίο (βοσκοτόπια, καλλιεργείται κεχρί, βαμβάκι, μπιζέλια, ρύζι αλλά και σιτάρι, κριθάρι, λινάρι και ζαχαρότευτλα). Τα εδάφη αυτά είναι ιδιαίτερα ταιριαστά για το ρύζι διότι είναι σχεδόν αδιαπέρατα όταν βραχούν. Γενικότερα τα εδάφη αυτά είναι πολύ σκληρά όταν είναι στεγνά και κολλώδη όταν είναι βρεγμένα. Η συρρίκνωση και η διόγκωση τους μπορεί να προκαλέσει ζημιές σε κτίρια και δρόμους.

Regosols: Το μητρικό υλικό είναι μη ενοποιημένο, λεπτό-κοκκώδες υλικό και συχνά εμφανίζει αθροίσεις ανθρακικού ασβεστίου, ή γύψου σε ζεστές, ξηρές κλιματικές ζώνες. Συναντώνται σε όλες τις κλιματικές ζώνες καθώς και σε όλα τα υψόμετρα (ιδιαίτερα σε άγονες και ορεινές περιοχές). Σε πολύ κρύες κλιματικές ζώνες περιέχουν παγωμένο πέτρωμα για 2 m από την επιφάνεια της γης. Αυτή η κατηγορία εδαφών προέρχεται από διαδικασίες διάβρωσης. Πολλά από τα συγκεκριμένα εδάφη χρησιμοποιούνται ως βοσκοτόπια.

Calcisols: εδάφη τα οποία περιλαμβάνουν ένα ασβεστούχο και ένα πετρο-ασβεστούχο ορίζοντα σε βάθος έως 100 cm από την επιφάνεια του εδάφους.

Gypsisols: εδάφη στα οποία εμφανίζεται ένα στρώμα γύψου κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και παρατηρούνται μόνο στις ξηρότερες περιοχές του κόσμου.

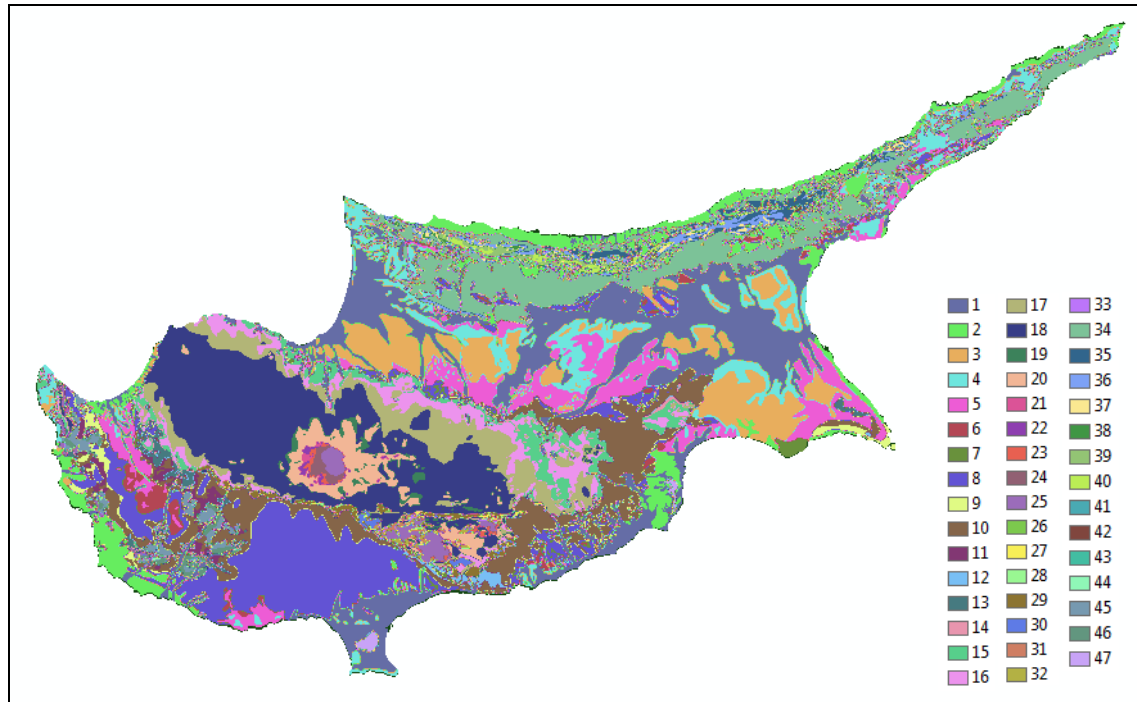
Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των υποομάδων δίνεται ενδεικτικά ο Πίνακας 5-3, που ακολουθεί:

Πίνακας 5-3: Περιγραφή υποομάδων εδαφικών σχηματισμών

Υποομάδες	Χαρακτηριστικό εδάφους
Lithic	ύπαρξη βραχώδους δομής εντός 10 cm από την επιφάνεια του εδάφους
Eutric	εδάφη με κορεσμό βάσης μεγαλύτερο από 50% σε βάθος 20 - 100 cm από την επιφάνεια του εδάφους
Eripetric	σκληρά συνεκτικά εδάφη σε βάθος έως 50 cm από την επιφάνεια του εδάφους
Chromic	έδαφος που έχει σε 150 cm από το επιφανειακό στρώμα εδάφους ένα υπόστρωμα 30 cm ή και παχύτερο που έχει μια συγκεκριμένη απόχρωση του κόκκινου
Leptic	εδάφη με συνεχόμενη βραχώδη σύσταση μεταξύ 25 και 100 cm από την επιφάνεια του εδάφους
Calcaric	το έδαφος που έχει ασβεστολιθικό υλικό μεταξύ 20 και 50 εκατοστά από την επιφάνεια του εδάφους

5.3 Επεξεργασία γεωλογικού χάρτη

Από τη μετατροπή του αρχικού (shapefile), δεδομένου, εδαφολογικού χάρτη σε δομή ψηφιδωτών δεδομένων προέκυψε ο ακόλουθος χάρτης της Εικόνας 5-5, στον οποίο εμφανίζονται οι 47 γεωλογικοί σχηματισμοί της Κύπρου.



Εικόνα 5-5: Επιφανειακή απεικόνιση γεωλογικών σχηματισμών Κύπρου (47 γεωλογικοί σχηματισμοί)

Για την επεξήγηση της γεωλογίας του νησιού, παρατίθενται οι ακόλουθοι πίνακες. Ο Πίνακας 5-4, βρίσκεται σε αντιστοίχιση με το υπόμνημα της επιφανειακής απεικόνισης των σχηματισμών της Εικόνας 5-5 και δίνει την ονομασία του κάθε γεωλογικού σχηματισμού, ενώ στον Πίνακα 5-5, γίνεται επεξήγηση και περιγραφή του κάθε σχηματισμού.

Πίνακας 5-4 Αντιστοίχιση κωδικού χρώματος με γεωλογικό σχηματισμό

Κωδικός	Γεωλογικός σχηματισμός	Κωδικός	Γεωλογικός σχηματισμός
1	Αλλούβια – Πλευρικά κορρήματα	25	Serpentinite [Σερπεντινίτης]
2	Terrace Deposits [Ανυψωμένες αλλουβιακές αποθέσεις]	26	Pillow Breccia [μαξιλαροειδή λατυποπαγή]
3	Fanglomerat [Σύναγμα]	27	Interlava Sediments
4	Απάλου - Αθαλάσσης - Κακκαρίστρας	28	Polymict Breccia
5	Λευκωσία	29	Pillow Lavas [μαξιλαροειδή λάβες]
6	Καλαβασού	30	Vitrophyric Pillow Lavas
7	Πάχνας (Korronia Member)	31	Isotropic Gabbros [Ισοτροπικός Γάββρος]
8	Πάχνας	32	Isotropic Wehrlites [Ισοτροπικός Βερλίτης]
9	Πάχνας (Terra Member)	33	Sheared Serpentinite [Διαμημένος Σερπεντινίτης]
10	Λευκάρων	34	Κυθρέας
11	Κάθηκα	35	Καλογραία – Αρδάνων
12	Μονής	36	Λαπίθου
13	Κανναβιού	37	Λαπίθου (b)
14	Πέρα Πεδί	38	Λαπίθου (R)
15	Upper Pillow Lavas [Ανώτερος Οριζοντας μαξιλαροειδών λαβών (ολιβινικός βασάλτης, πικρίτης)]	39	Αγίου Ιλαρίωνα
16	Lower Pillow Lavas [Κατώτερος Οριζοντας μαξιλαροειδών λαβών (υπερκορεσμένοι βασάλτες)]	40	Συκαρη
17	Basal Group	41	Δικώμου
18	Sheeted Dykes Complex (Diabase) [Σύστημα πολλαπλών φλεβών (Διαβάσης)]	42	Καντάρας
19	Plagiogranite [Πλαγιογρανίτης]	43	Metamorphic Rocks [Μεταμορφωμένος βράχος]
20	Gabbro [Γάββρος]	44	Αγίας Βαρβάρας
21	Pyroxenite [Πυροξενίτης]	45	Αγίου Φωτίου
22	Wehrlite [Βερλίτης]	46	Διαρίζου
23	Dunite [Δουνίτης]	47	Αλυκή
24	Harzburgite [Χαρτζβουργίτης]		

Πίνακας 5-5 Περιγραφή γεωλογικών σχηματισμών Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης)

Γεωλογικός Σχηματισμός	Περιγραφή
Κανναβιού	Μπεντονίτες, ηφαιστειοκλαστικά
Λευκάρων	Πελαγικές μάργες, λευκές κρητίδες, παρουσία ή μη κερατόλιθων
Πάχνας	Υποκίτρινες μάργες, κρητίδες, στρώσεις ασβεστολιθικού ψαμμίτη, κατά τόπους ανάπτυξη κροκαλοπαγών
Καλαβασού	Εβαπορίτες (γύψος, γυψούχες μάργες)
Λευκωσίας	Ιλυόλιθοι, στρώσεις ασβεστολιθικού ψαμμίτη, μάργες
Αθαλάσσης	Στρώσεις ασβεστολιθικού ψαμμίτη με ενδιάμεσες στρώσεις αμμούχας μάργας
Σύναγμα	Κλαστικές αποθέσεις
Κακκαρίστρας	Ασβεστικοί ψαμμίτες, απολιθοματοφόρες μάργες, λιμναίος ασβεστόλιθος
Απαλού	Οριζόντιες στρώσεις λιμναίων αποθέσεων (ιλυόλιθος, κροκαλοπαγή, μάργες, άμμοι)
Δικώμου	παραμορφωμένοι λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι με ενστρώσεις γκρίζων και πράσινων φυλλιτών
Καντάρας	ασβεστόλιθοι
Λαπήθου	πελαγικές μάργες και κρητίδες με κερατόλιθους, παρεμβάλλονται ηφαιστειακά πετρώματα βασαλτικής και ρυολιθικής σύστασης
Κυθρέας	Φλύσχης (ακολουθία έντονα πτυχωμένων ψαμμιτών, ιλυολίθων και μαργών)
Καλογραίας – Αρδάνων	Φλύσχης
Αγίας Βαρβάρας	σχιστόλιθοι και μάρμαρα
Αγίου Φωτίου	ασβεστόλιθοι, πηλίτες, χαλαζιακοί ψαμμίτες
Διαρίζου	Λάβες, ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι
Πέρα Πεδί	Χημικά Ιζήματα (φαιόχωμα, ραδιολαρίτες, ραδιολαριτικούς πηλίτες)
Αγίου Ιλαρίωνα	Μεσοστρωματώδεις έως συμπαγείς ασβεστόλιθοι
Κάθηκα	Μέlanche (πέτρωμα το οποίο αποτελείται από ένα συνονθύλευμα τεμαχίων διαφόρων μεγεθών, τα οποία βρίσκονται σε λεπτόκοκκο συνδετικό υλικό)
Συκαρη	

Κεφάλαιο 6: ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)

6.1 Model Builder

Για την εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου απαιτείται, μετά από την επιλογή των σταθμών, να προσδιοριστούν τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά (ψηφιακό μοντέλο εδάφους, χρήσεις γης, γεωλογικός χάρτης, εδαφολογικός χάρτης) καθώς και το υδατικό δίκτυο στο επίπεδο των λεκανών που έχουν επιλεγεί.

Για το διαχωρισμό αυτό χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Model Builder του προγράμματος GIS, η οποία δίνει τη δυνατότητα να ομαδοποιηθούν διάφορες λειτουργίες του GIS ώστε να εκτελούνται διαδοχικά δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό αυτοματοποιημένα μοντέλα χωρικής ανάλυσης.

Για την εφαρμογή αυτή, απαιτείται η δημιουργία (για κάθε μία από τις 34 λεκάνες) μάσκας βάσει της οποίας θα εξαχθούν οι διάφοροι χάρτες.

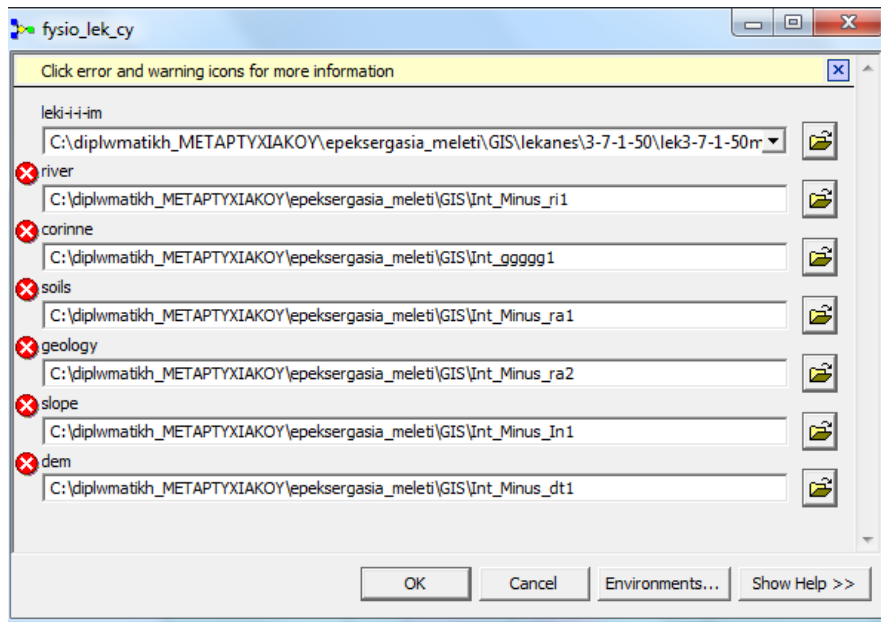
Για τη δημιουργία της μάσκας (σε μορφή grid) ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Επιλέγεται από τον αρχικό χάρτη των πολυγώνων των λεκανών η λεκάνη που ενδιαφέρει → Spatial Analyst → Convert → Features to Raster → Input Features: αρχικό αρχείο λεκανών, Field: zero, Output cell size: 30, Output Raster: όνομα τελικού αρχείου.

Σημειώνεται ότι το πεδίο zero στον αρχικό πίνακα των λεκανών (προστέθηκε εκ των υστέρων) περιέχει την τιμή μηδέν για όλες τις λεκάνες και χρησιμοποιείται στη δημιουργία της μάσκας ώστε αυτή να αποκτήσει μηδενική τιμή σε κάθε κελί και να είναι εύκολη η χρήση της μάσκας για την κοπή των χαρτών.

Στη συνέχεια, και αφού δημιουργηθεί η μάσκα, το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στο Model Builder για τη δημιουργία χαρτών φυσιογραφικών χαρακτηριστικών και υδρογραφικού δικτύου μεμονωμένων λεκανών παρουσιάζεται παρακάτω στην Εικόνα 6-2.

Στο μοντέλο παρατηρείται ότι η αρχική μάσκα καθώς και τα παραγόμενα αρχεία τίθενται ως παράμετροι (P), ορίζονται κατά τη δημιουργία του μοντέλου, Εικόνα 6-1. Ο ορισμός των στοιχείων αυτών ως παραμέτρους είναι αρκετός ώστε να ορίσει ότι τα στοιχεία αυτά είναι μεταβλητά. Συνεπώς όταν δοθεί εντολή για να εκτελεστεί το μοντέλο, και πριν από την εκτέλεση της εντολής, απαιτείται να οριστούν από το χρήστη οι παράμετροι όπως συνοπτικά δείχνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 6-1: Πεδία των παραμέτρων (P) που απαιτείται να οριστούν για την εκτέλεση του μοντέλου στο Model Builder

Όπου:

Leki-i-i-im = η μάσκα της λεκάνης που ενδιαφέρει

River = δίνεται όνομα για το αρχείο υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης

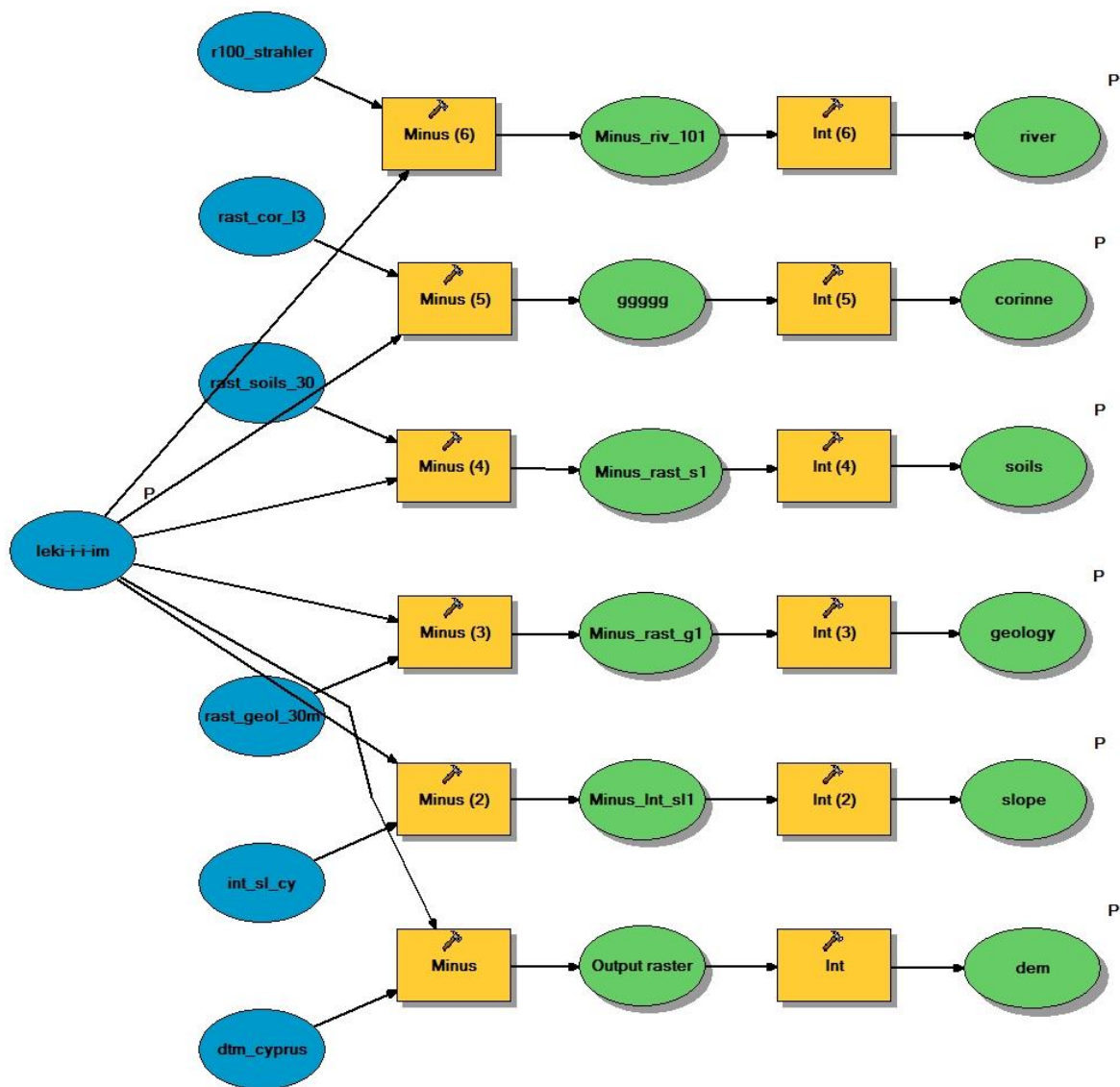
Corine = δίνεται όνομα για το αρχείο χρήσεων γης της λεκάνης

Soils = δίνεται όνομα για τον εδαφολογικό χάρτη της λεκάνης

Geology = δίνεται όνομα για γεωλογικό χάρτη της λεκάνης

Slope = δίνεται όνομα για το αρχείο κλίσεων του εδάφους της λεκάνης

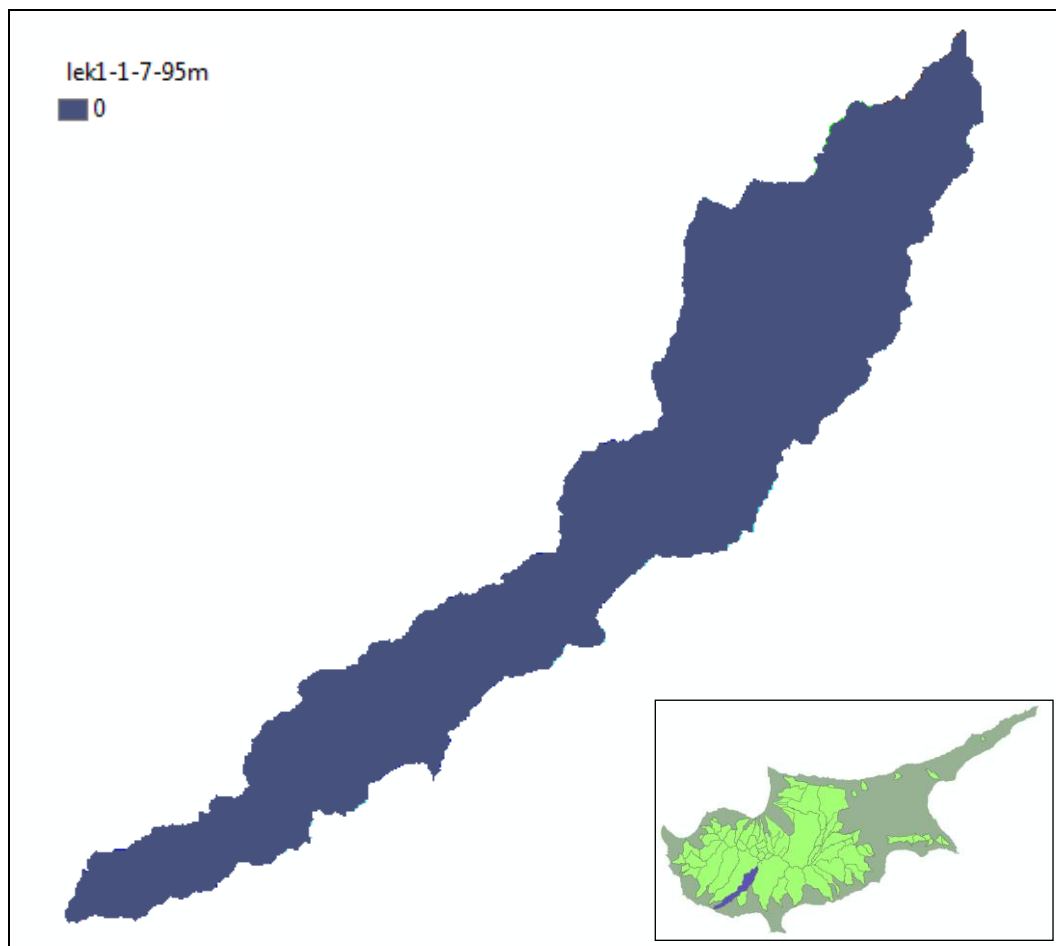
Dem = δίνεται όνομα για το ψηφιακό μοντέλο της λεκάνης



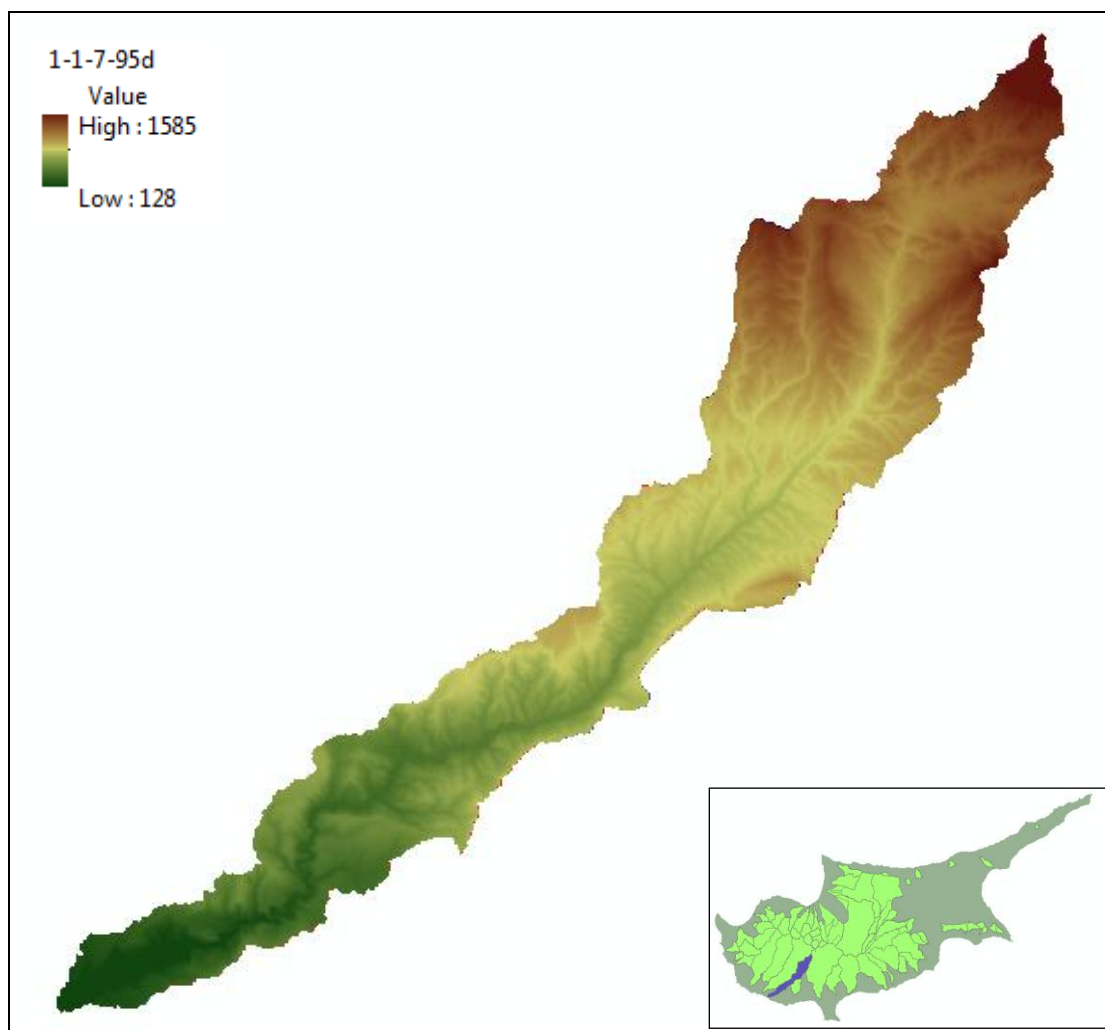
Διάγραμμα 1: Μοντέλο (fysio_lek_cy) δημιουργίας χαρτών φυσιογραφικών χαρακτηριστικών και υδρογραφικού δικτύου μεμονωμένων λεκανών

Μετά την εκτέλεση του μοντέλου για κάθε λεκάνη παράγονται 6 αρχεία για την περιγραφή των ανωτέρω φυσιογραφικών στοιχείων. Ενδεικτικά δείχνονται παρακάτω οι χάρτες που έχουν προκύψει για τη λεκάνη 1-1-7-95, Εικόνες 6-2 έως 6-8, καθώς και για τη λεκάνη 3-3-1-70, Εικόνες 6-9 έως 6-15 ενώ τα αρχεία για όλες τις εξεταζόμενες λεκάνες υπάρχουν στο ψηφιακό αρχείο.

Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λεκάνης 1-1-7-95



Εικόνα 6-2: Μάσκα λεκάνης 1-1-7-95



Εικόνα 6-3: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους λεκάνης 1-1-7-95

Από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους λαμβάνονται το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης (H_{max}), το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης (H_{min}), το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (H_{mean}) καθώς και το υψόμετρο στο πλέον απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης (H_{far}).

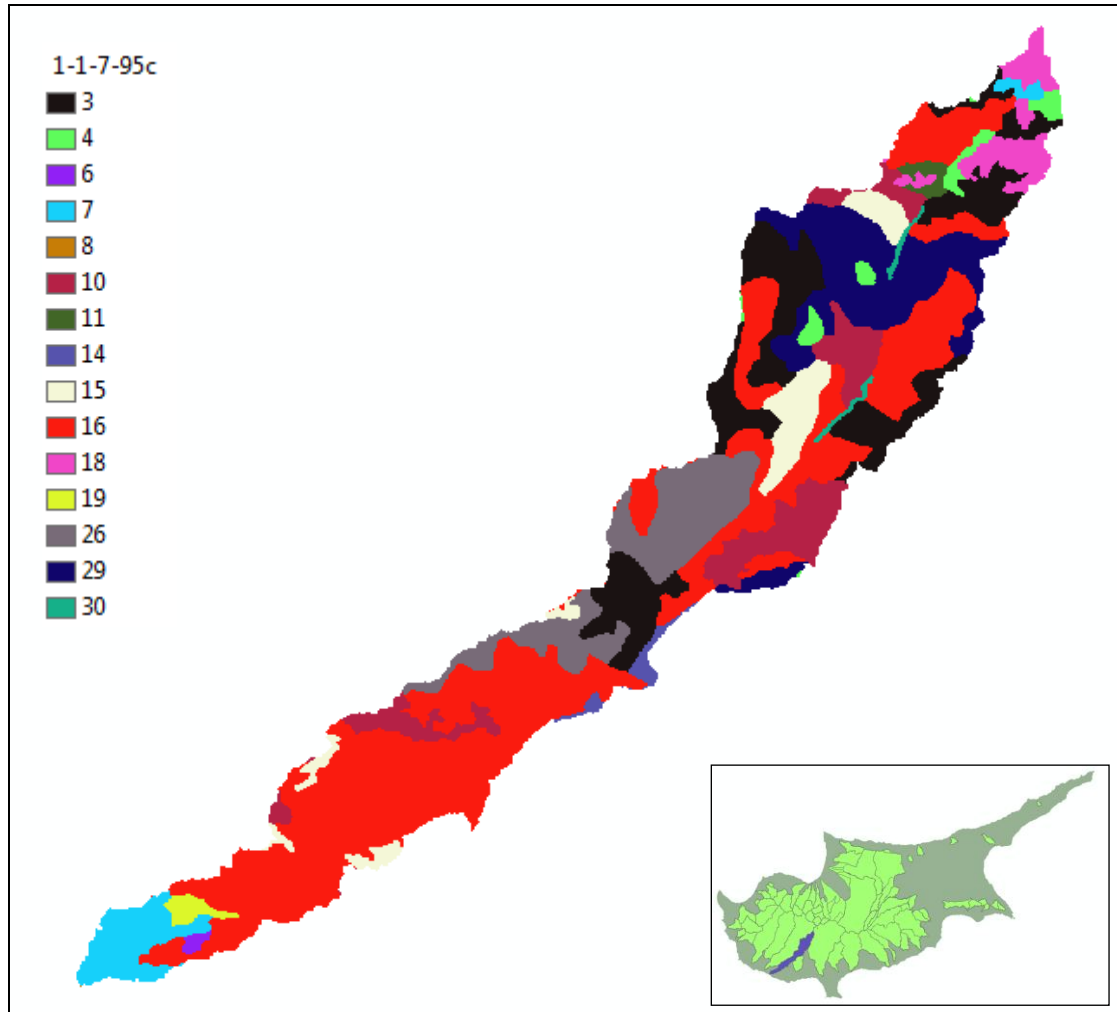
Συγκεκριμένα για τη λεκάνη που παρουσιάζεται, 1-1-7-95, τα υψόμετρα που λήφθηκαν είναι τα ακόλουθα:

$H_{max} = 1585 \text{ m}$

$H_{min} = 128 \text{ m}$

$H_{mean} = 733.6 \text{ m}$

$H_{far} = 1585 \text{ m}$



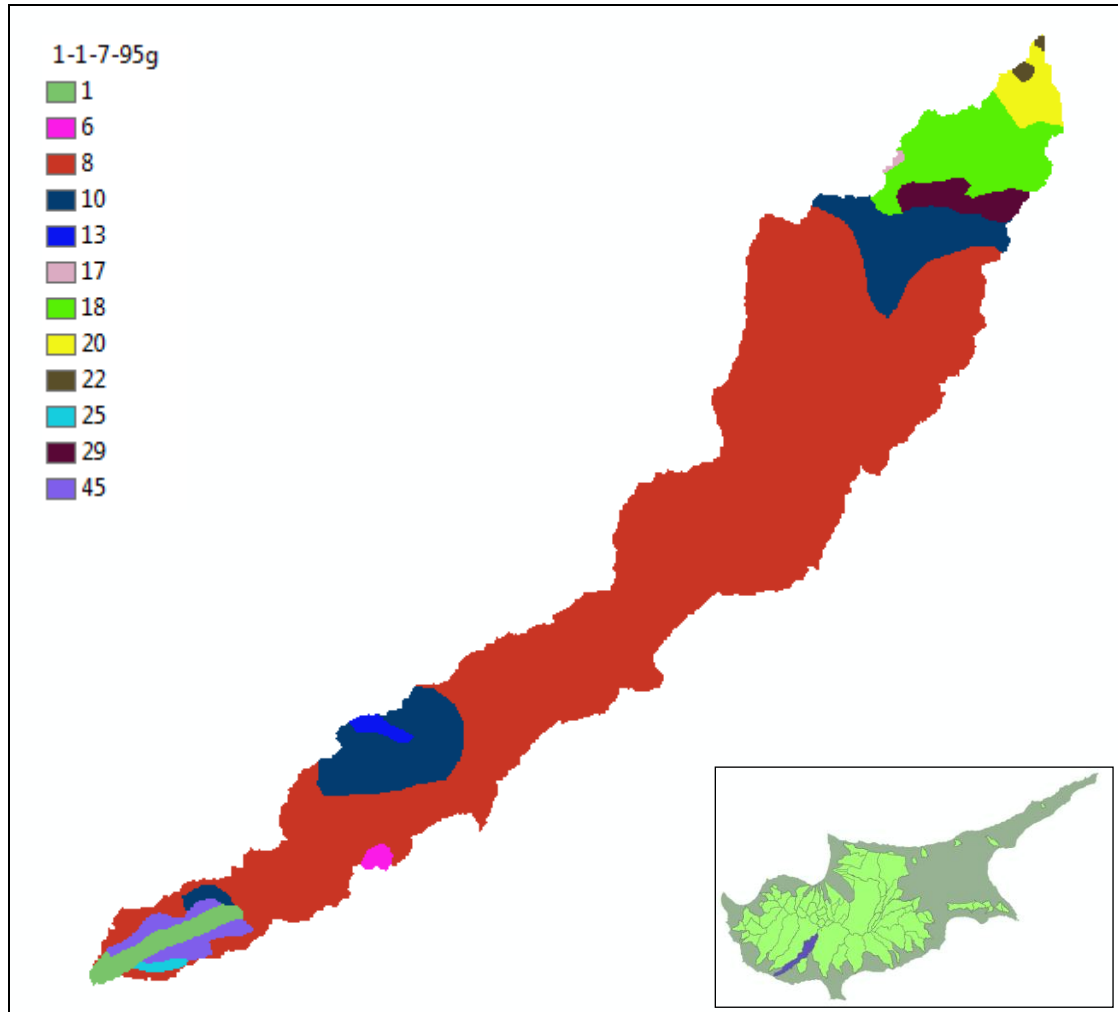
Εικόνα 6-4: Χρήσεις γης λεκάνης 1-1-7-95

Από το χάρτη χρήσεων γης (corine) της λεκάνης λαμβάνονται ο αριθμός των κελιών που αντιστοιχούν σε κάθε χρήση ώστε να υπολογιστεί το ποσοστό αναλογία της κάθε χρήσης πάνω στη λεκάνη. Αυτά τα ποσοστά αναλογία θα καθορίσουν στη συνέχεια την τιμή του επιμέρους συντελεστή απορροής C3.

Συγκεκριμένα, για τη λεκάνη που παρουσιάζεται, 1-1-7-95, ο αριθμός των κελιών για κάθε χρήση φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6-1 Χρήσεις γης λεκάνης 1-1-7-95

Επίπεδο 3 Corine	242	112	131	142	122	243	324	241	211	323	312	333	321	221	311	
Code	3	4	6	7	8	10	11	14	15	16	18	19	26	29	30	
ονομασία λεκάνης	A (cells)	αριθμός κελιών ανα χρήση γης														
1-1-7-95	124772	17690	1909	294	4870	1	10639	737	916	5937	51551	4121	835	11644	12810	577



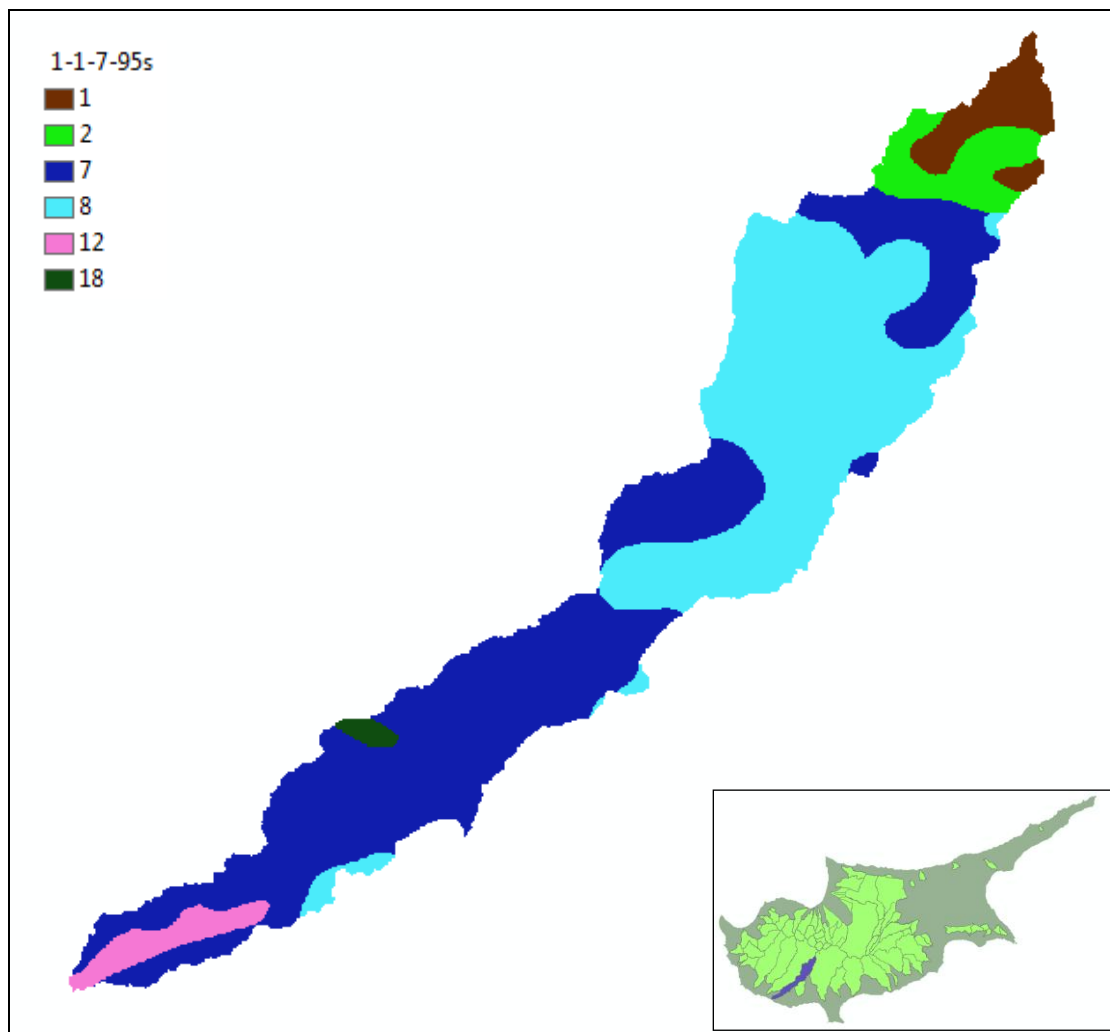
Εικόνα 6-5: Γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη λεκάνη 1-1-7-95

Από το γεωλογικό χάρτη της λεκάνης λαμβάνονται ο αριθμός των κελιών που αντιστοιχούν σε κάθε γεωλογικό σχηματισμό ώστε να υπολογιστεί το ποσοστό αναλογία αυτού πάνω στη λεκάνη. Αυτά τα ποσοστά αναλογία θα καθορίσουν στη συνέχεια την τιμή του επιμέρους συντελεστή απορροής C2.

Συγκεκριμένα, για τη λεκάνη που παρουσιάζεται, 1-1-7-95, ο αριθμός των κελιών για κάθε γεωλογικό σχηματισμό που εμφανίζεται φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

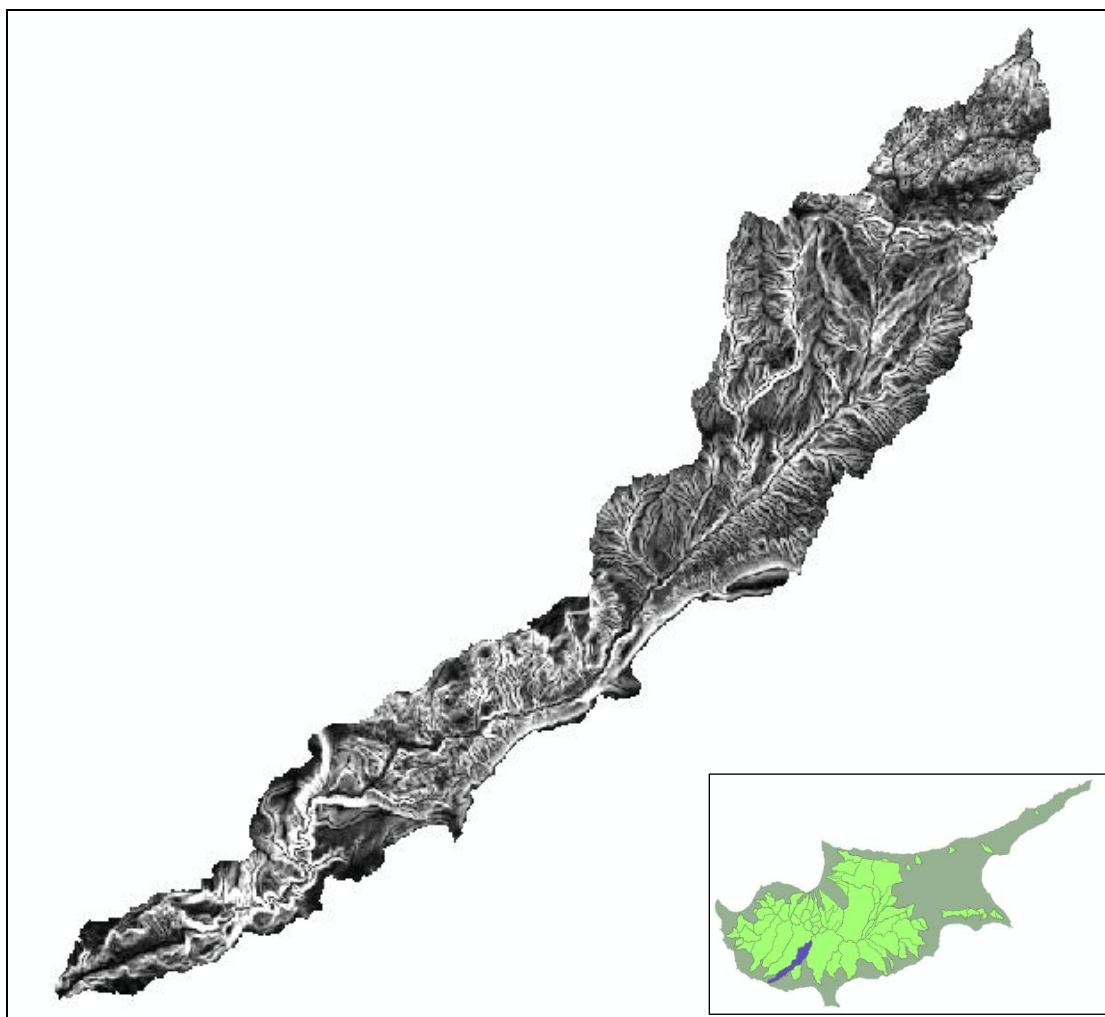
Πίνακας 6-2 Γεωλογικοί σχηματισμοί λεκάνης 1-1-7-95

Γεωλογ.Σχηματ.	1	6	8	10	13	17	18	20	22	25	29	45	
ονομασία λεκάνης	A (cells)	αριθμός κελιών ανα γεωλογικό σχηματισμό											
1-1-7-95	124772	2324	443	89938	14915	651	123	8530	2363	307	353	2448	2136



Εικόνα 6-6: Εδαφολογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη λεκάνη 1-1-7-95

Ο εδαφολογικός χάρτης έχει εξαχθεί για κάθε λεκάνη που εξετάζεται ωστόσο τα στοιχεία που παρέχει δεν χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία (κρίθηκαν, από την Υπηρεσία του Τμήματος Υδάτων, ότι δεν είναι αρκετά ακριβή για το σκοπό της εργασίας).



Εικόνα 6-7: Κλίσεις εδάφους λεκάνης 1-1-7-95

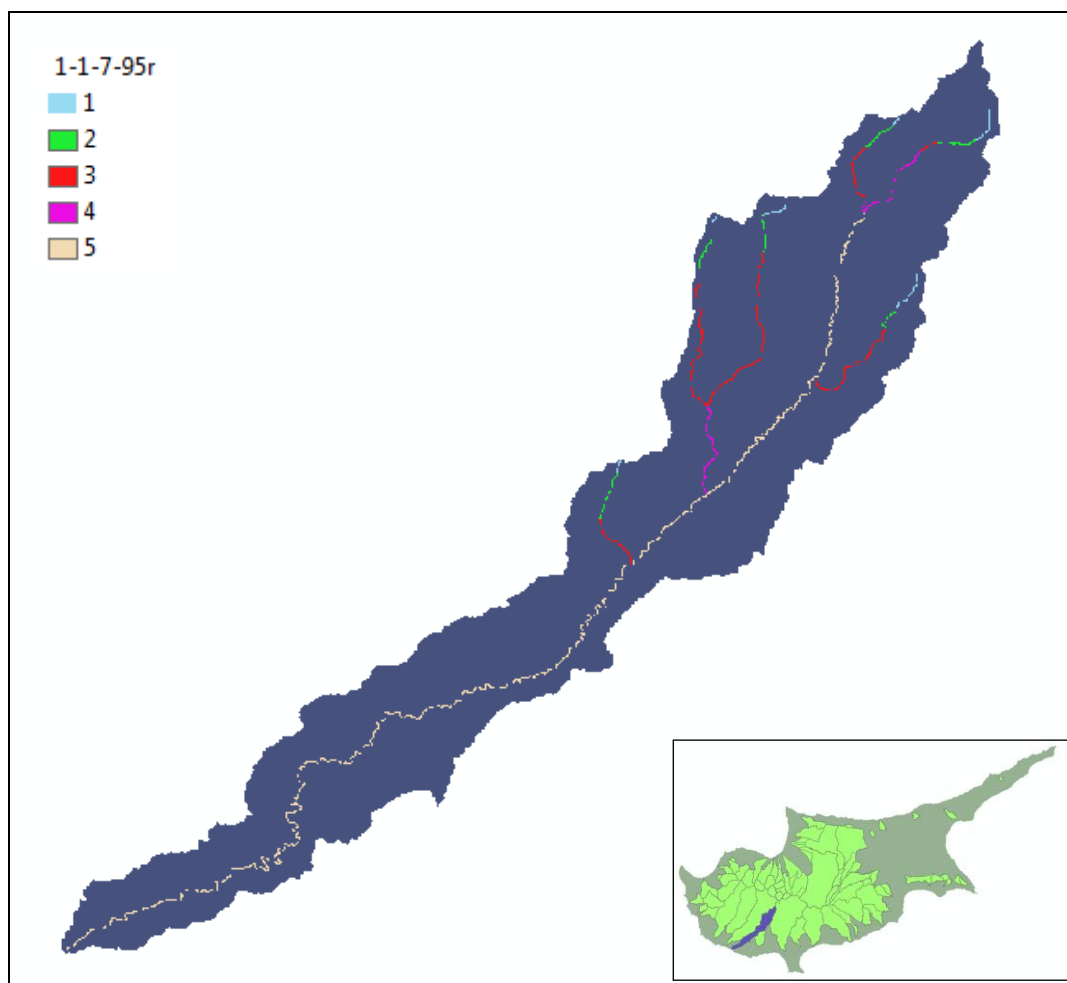
Από το χάρτη κλίσεων του εδάφους λαμβάνονται η μέγιστη κλίση της λεκάνης (S_{max}), η ελάχιστη κλίση της λεκάνης (S_{min}) καθώς και η μέση κλίση της λεκάνης (S_{mean}). Ειδικότερα η μέση κλίση της λεκάνης χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του επιμέρους συντελεστή απορροής C_1 .

Συγκεκριμένα, για τη λεκάνη που παρουσιάζεται, 1-1-7-95, οι κλίσεις που λήφθηκαν είναι οι ακόλουθες:

$$S_{max} = 155\%$$

$$S_{min} = 0\%$$

$$S_{mean} = 27\%$$



Εικόνα 6-8: Απεικόνιση υδρογραφικού δικτύου λεκάνης 1-1-7-95 κατά Strayler

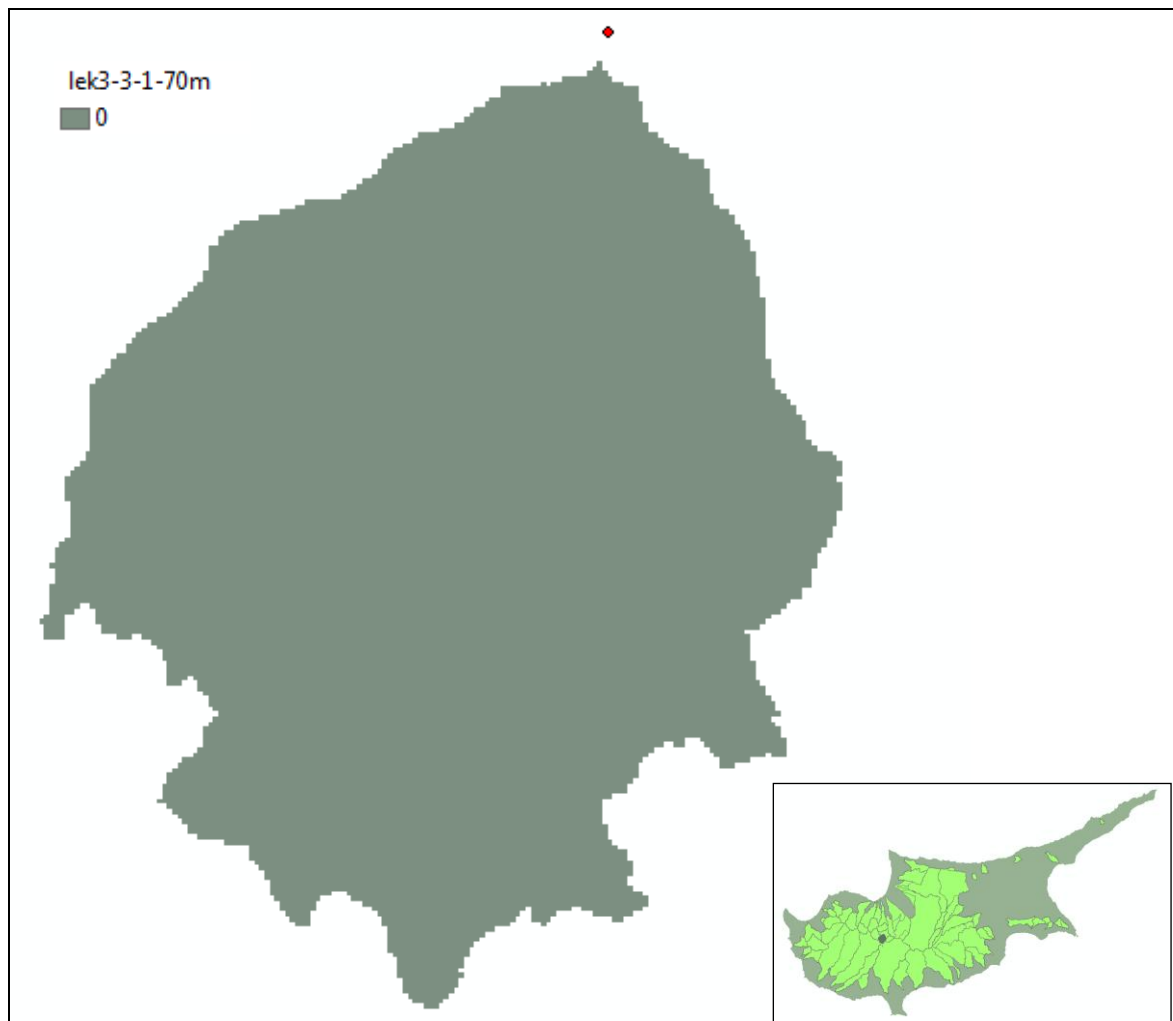
Από το χάρτη υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης, λαμβάνεται ο συνολικός αριθμός των κελιών τα οποία χαρακτηρίζονται ως υδατόρεμα. Από αυτά υπολογίζεται η συνολική επιφάνεια του υδρογραφικού δικτύου (κελί διάστασης 30 m). Τέλος το πηλίκο της έκτασης του υδρογραφικού δικτύου προς την έκταση της λεκάνης δίνει την πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου βάση της οποίας καθορίζεται ο επιμέρους συντελεστή απορροής C4.

Συγκεκριμένα, για τη λεκάνη που παρουσιάζεται, 1-1-7-95, η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου καθορίζεται ως ακολούθως:

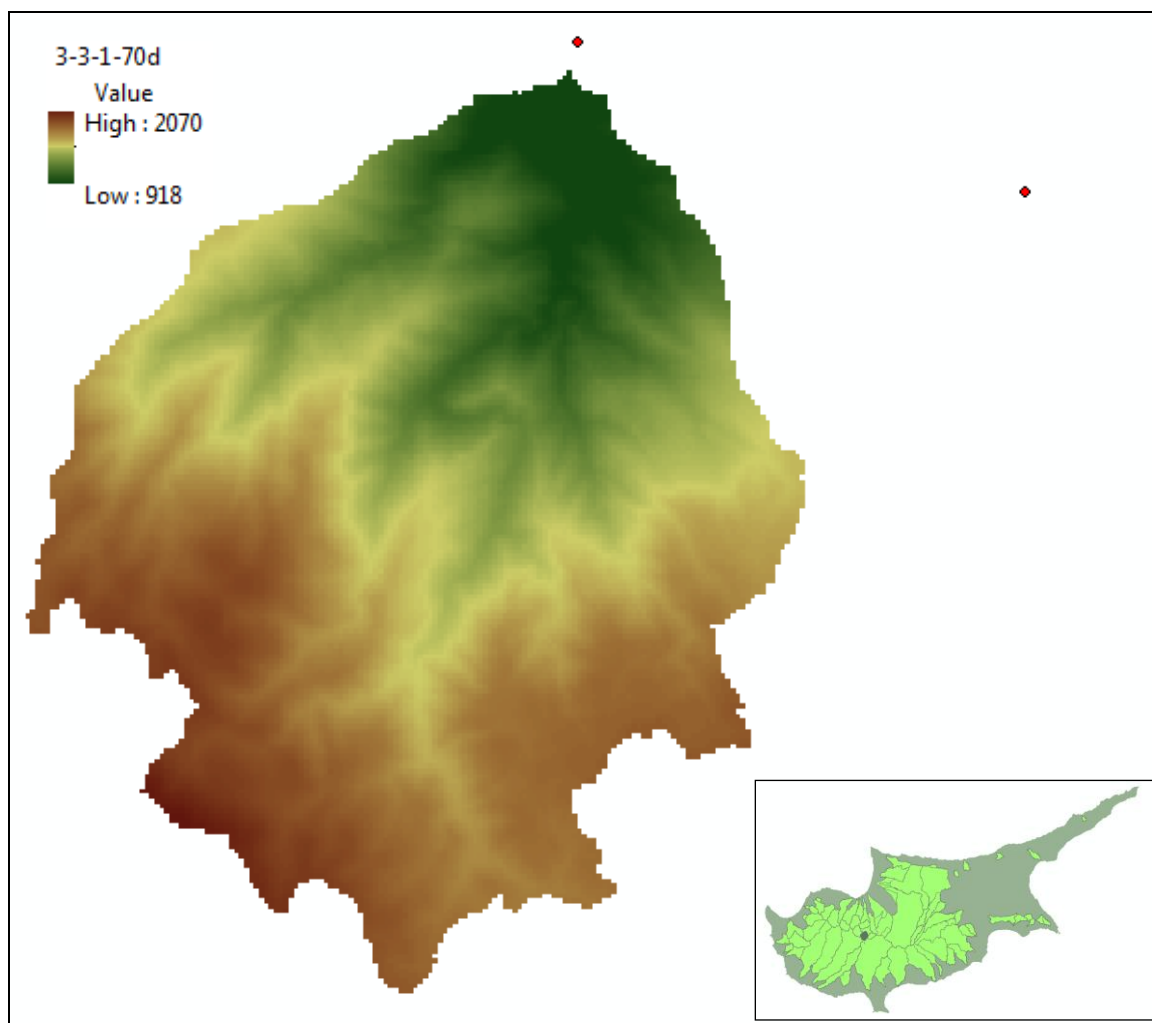
Πίνακας 6-3 Υπολογισμός πυκνότητας υδρογραφικού δικτύου λεκάνης 1-1-7-95

ονομασία λεκάνης	A (cells)	A (km ²)	κελιά υδρογρ. δικτύου	sum έκταση υδρογρ. δικτύου (km ²)	πυκνότητα υδρογρ. δικτύου (%)
1-1-7-95	124772	112,29	3138	2,82	2,51

Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λεκάνης 3-3-1-70



Εικόνα 6-9: Μάσκα λεκάνης 3-3-1-70



Εικόνα 6-10: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους λεκάνης 3-3-1-70

Από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους λαμβάνονται το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης (H_{max}), το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης (H_{min}), το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (H_{mean}) καθώς και το υψόμετρο στο πλέον απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης (H_{far}).

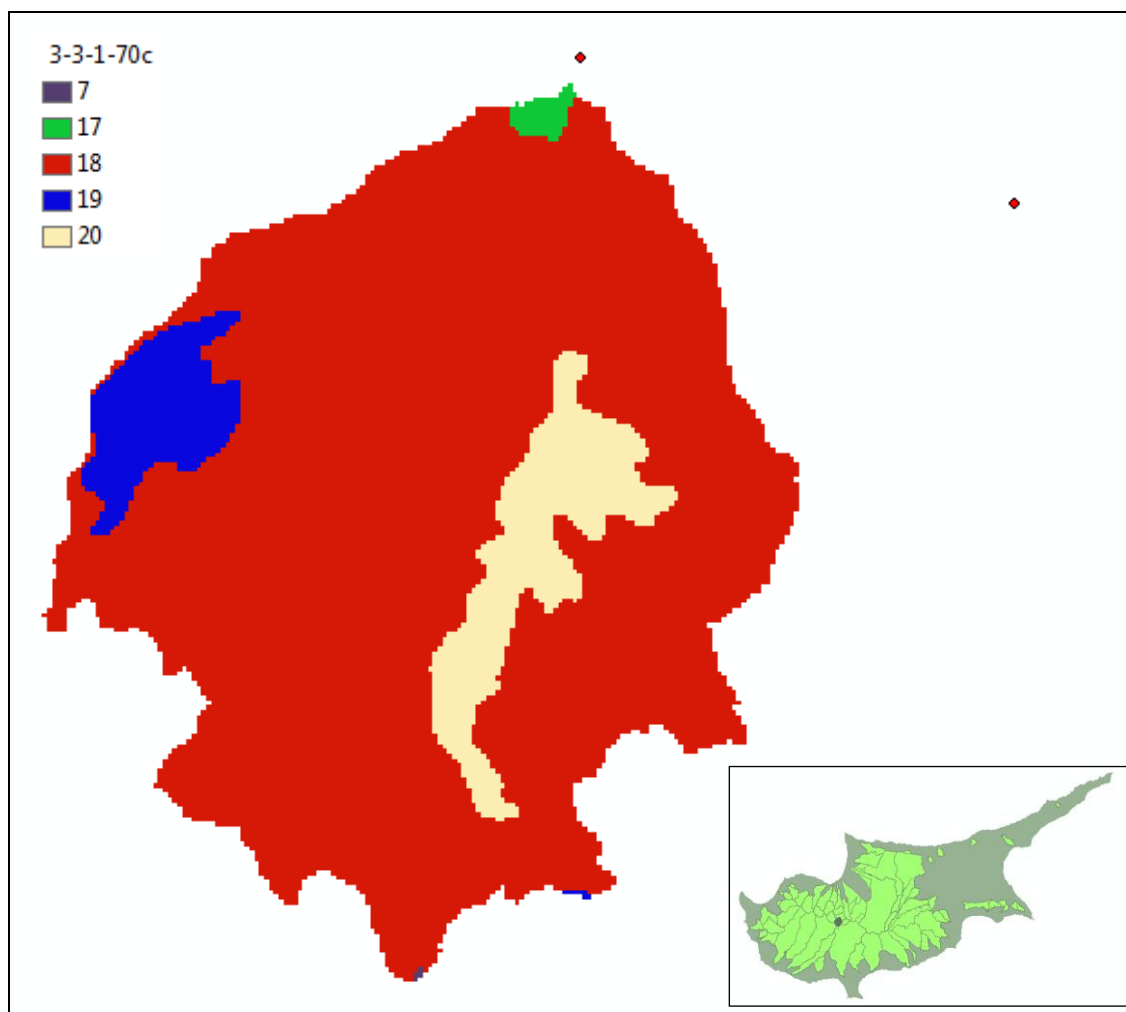
Συγκεκριμένα για τη λεκάνη, 3-3-1-70, τα υψόμετρα που λήφθηκαν είναι τα ακόλουθα:

$H_{max} = 2070 \text{ m}$

$H_{min} = 918 \text{ m}$

$H_{mean} = 1576,4 \text{ m}$

$H_{far} = 1863 \text{ m}$



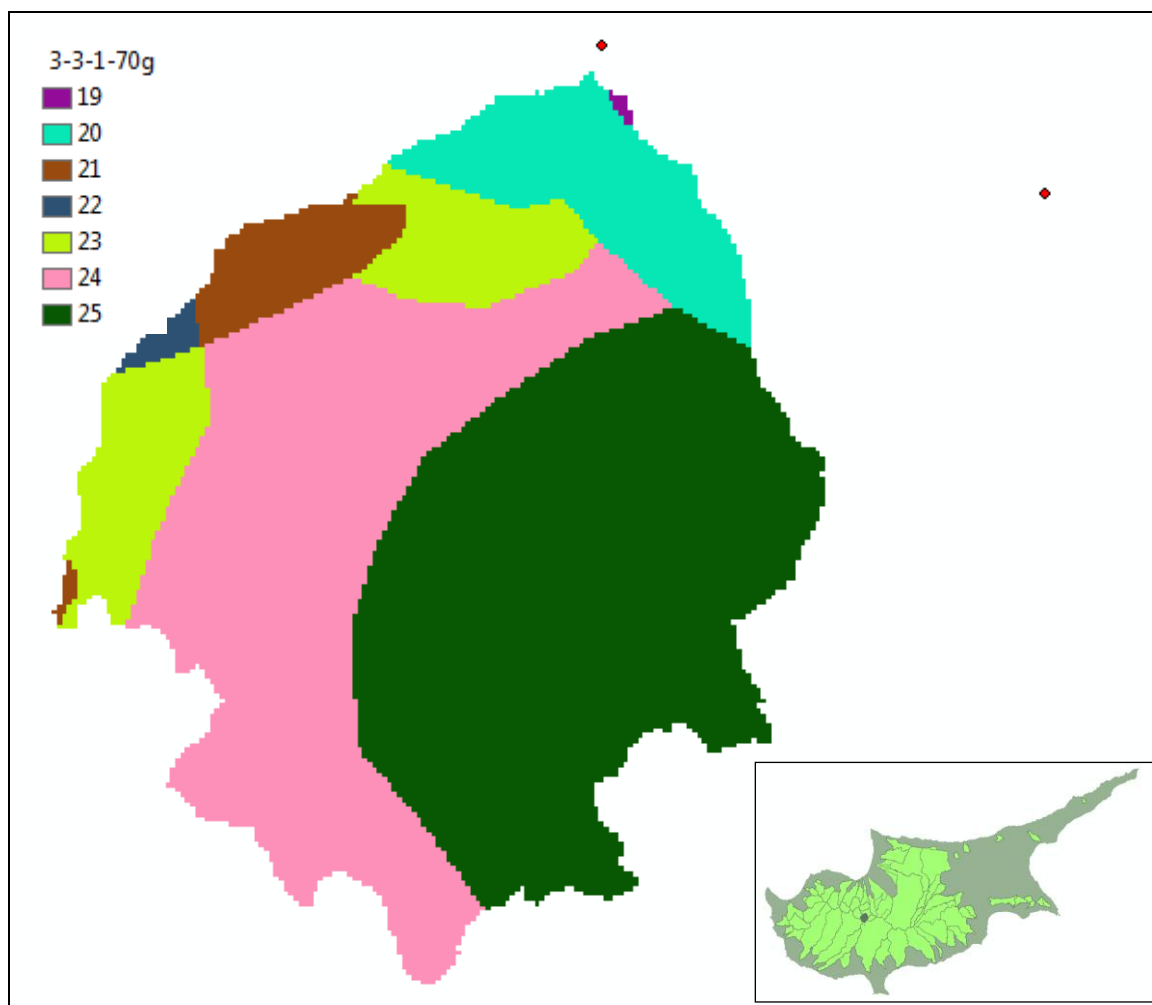
Εικόνα 6-11: Χρήσεις γης λεκάνης 3-3-1-70

Από το χάρτη χρήσεων γης (corine) της λεκάνης λαμβάνονται ο αριθμός των κελιών που αντιστοιχούν σε κάθε χρήση ώστε να υπολογιστεί το ποσοστό αναλογία της κάθε χρήσης πάνω στη λεκάνη. Αυτά τα ποσοστά αναλογία θα καθορίσουν στη συνέχεια την τιμή του επιμέρους συντελεστή απορροής C3.

Συγκεκριμένα, για τη λεκάνη που παρουσιάζεται, 3-3-1-70, ο αριθμός των κελιών για κάθε χρήση φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6-4 Χρήσεις γης λεκάνης 3-3-1-70

Επίπεδο 3 Corine	142	222	312	333	332	
Code	7	17	18	19	20	
ονομασία λεκάνης	A (cells)	αριθμός κελιών ανα χρήση γης				
3-3-1-70	17651	4	95	15299	827	1426



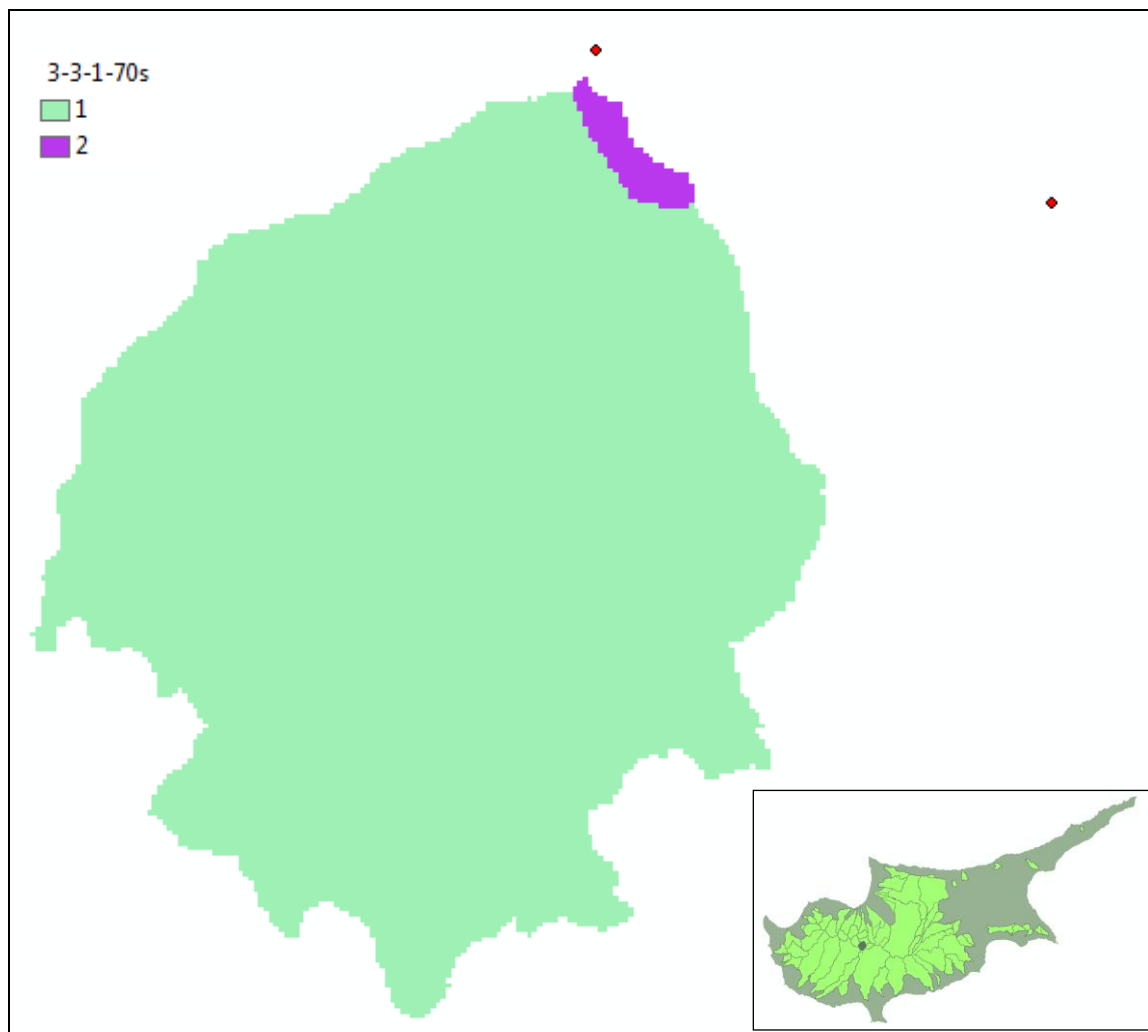
Εικόνα 6-12: Γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη λεκάνη 3-3-1-70

Από το γεωλογικό χάρτη της λεκάνης λαμβάνονται ο αριθμός των κελιών που αντιστοιχούν σε κάθε γεωλογικό σχηματισμό για τον υπολογισμό του ποσοστού αναλογίας του πάνω στη λεκάνη. Αυτά τα ποσοστά θα καθορίσουν στη συνέχεια την τιμή του επιμέρους συντελεστή απορροής C2.

Συγκεκριμένα, για τη λεκάνη που παρουσιάζεται, 3-3-1-70, ο αριθμός των κελιών για κάθε γεωλογικό σχηματισμό που εμφανίζεται φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

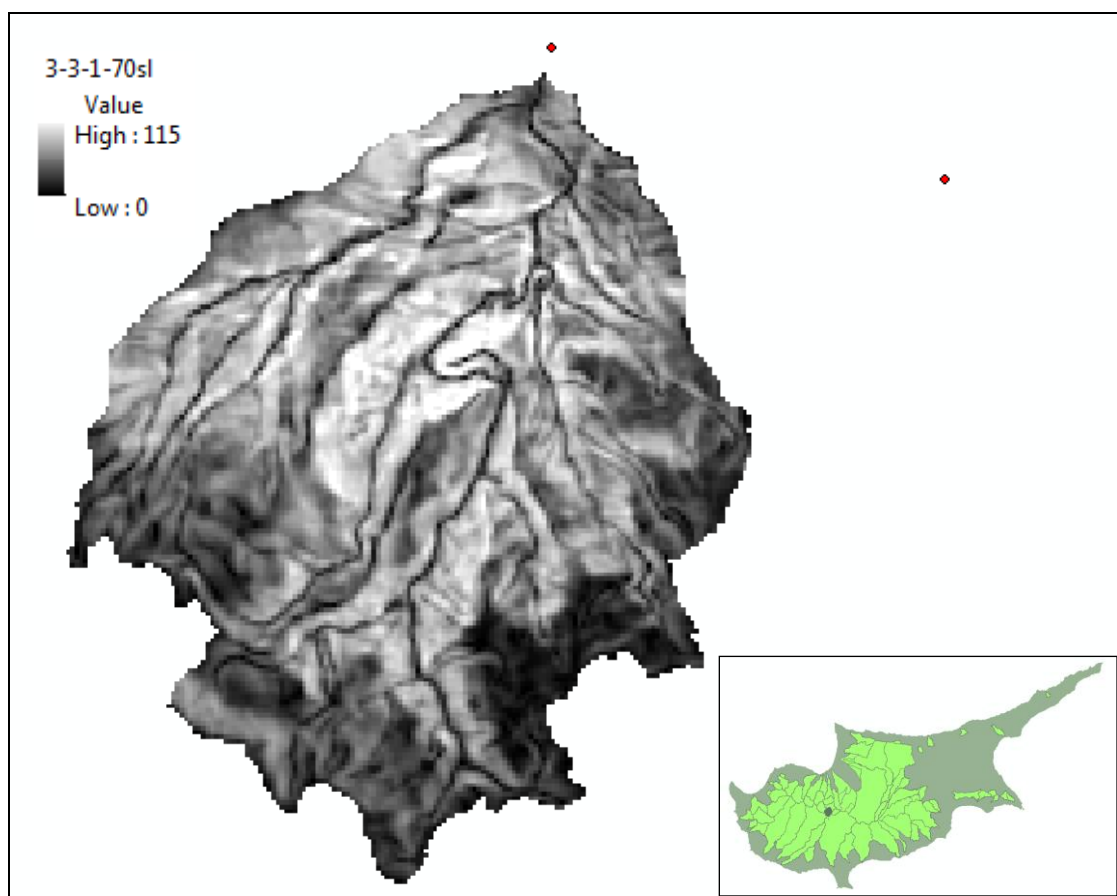
Πίνακας 6-5 Γεωλογικοί σχηματισμοί λεκάνης 3-3-1-70

Γεωλογ.Σχηματ.	19	20	21	22	23	24	25	
ονομασία λεκάνης	αριθμός κελιών ανα γεωλογικό σχηματισμό							
3-3-1-70	17651	18	1544	706	107	1793	6011	7472



Εικόνα 6-13: Εδαφολογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη λεκάνη 3-3-1-70

Ο εδαφολογικός χάρτης έχει εξαχθεί για κάθε λεκάνη που εξετάζεται ωστόσο τα στοιχεία που παρέχει δεν χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία (κρίθηκαν, από την Υπηρεσία του Τμήματος Υδάτων, ότι δεν είναι αρκετά ακριβή για το σκοπό της εργασίας)



Εικόνα 6-14: Κλίσεις εδάφους λεκάνης 3-3-1-70

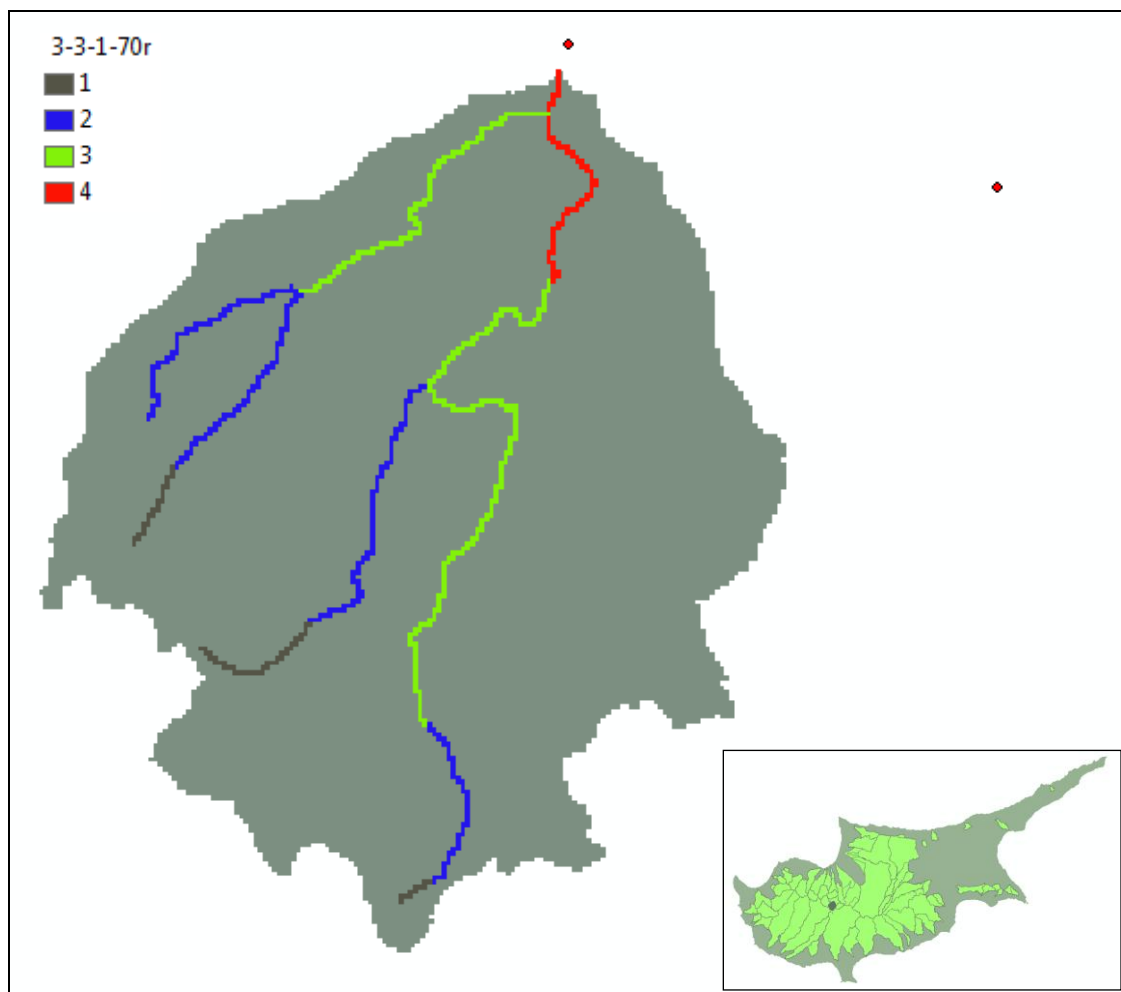
Από το χάρτη κλίσεων του εδάφους λαμβάνονται η μέγιστη κλίση της λεκάνης (S_{max}), η ελάχιστη κλίση της λεκάνης (S_{min}) καθώς και η μέση κλίση της λεκάνης (S_{mean}). Ειδικότερα η μέση κλίση της λεκάνης χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του επιμέρους συντελεστή απορροής $C1$.

Συγκεκριμένα, για τη λεκάνη που παρουσιάζεται, 3-3-1-70, οι κλίσεις που λήφθηκαν είναι οι ακόλουθες:

$$S_{max} = 115\%$$

$$S_{min} = 0\%$$

$$S_{mean} = 44\%$$



Εικόνα 6-15: Απεικόνιση υδρογραφικού δικτύου λεκάνης 3-3-1-70 κατά Strayler

Από το χάρτη υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης, λαμβάνεται ο συνολικός αριθμός των κελιών τα οποία χαρακτηρίζονται ως υδατόρεμα. Από αυτά υπολογίζεται η συνολική επιφάνεια του υδρογραφικού δικτύου (κελί διάστασης 30 m). Τέλος το πηλίκο της έκτασης του υδρογραφικού δικτύου προς την έκταση της λεκάνης δίνει την πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου βάση της οποίας καθορίζεται ο επιμέρους συντελεστή απορροής C4.

Συγκεκριμένα, για τη λεκάνη, 3-3-1-70, η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου καθορίζεται ως ακολούθως:

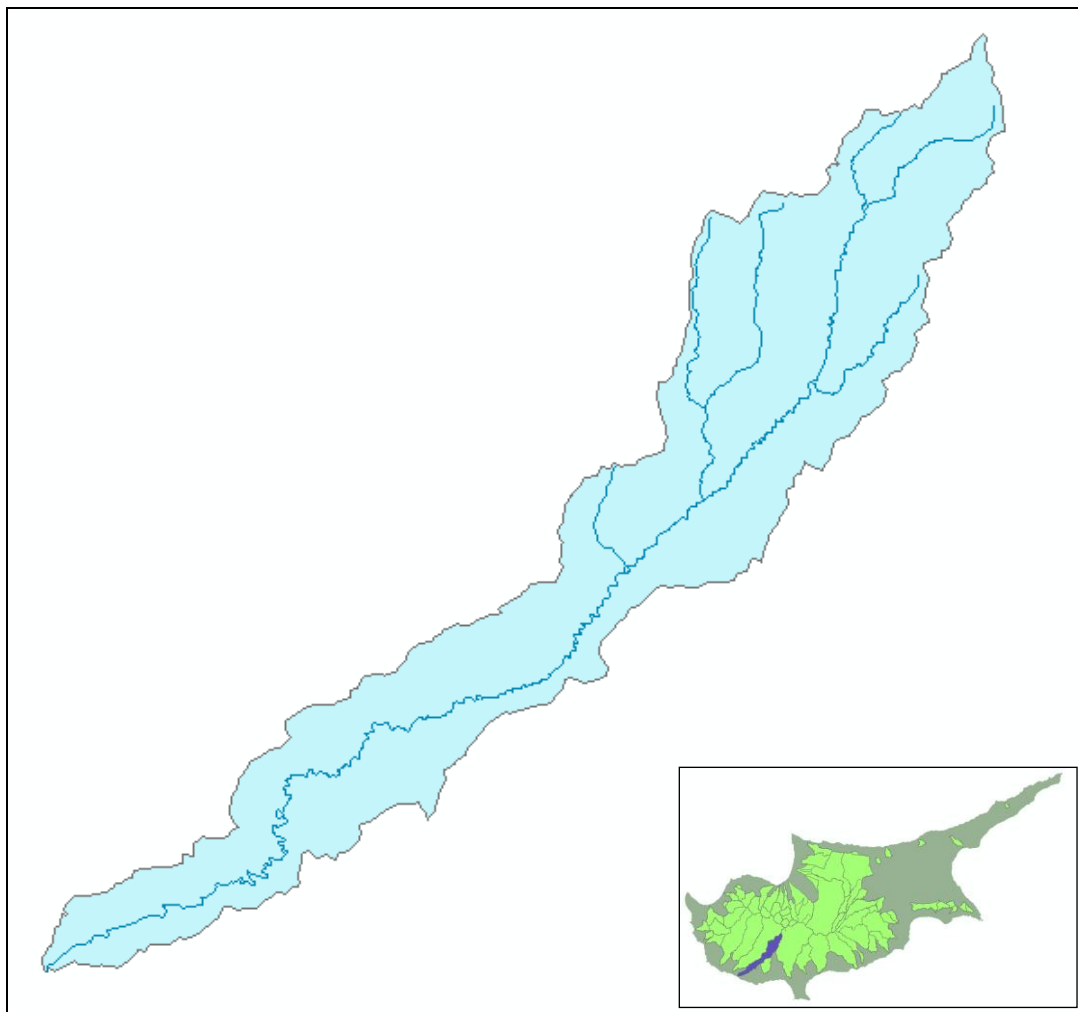
Πίνακας 6-6 Υπολογισμός πυκνότητας υδρογραφικού δικτύου λεκάνης 3-3-1-70

ονομασία λεκάνης	A (cells)	A (km ²)	κελιά υδρογραφικού δικτύου	sum έκταση υδρογρ. δικτύου (km ²)	πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (%)
3-3-1-70	17651	15,88	664	0,5976	3,8

6.2 Υπολογισμός μήκους κύριου υδατορέματος

Για τον υπολογισμό του μήκους του κύριου υδατορέματος κάθε λεκάνης, χρησιμοποιήθηκε ο αρχικός χάρτης με το υδρογραφικό δίκτυο της Κύπρου (όπως αυτός έχει παραχωρηθεί από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων της Κύπρου) έτσι ώστε να μην απαιτηθεί ο εκ νέου υπολογισμός του.

Αρχικά, δημιουργήθηκε η μάσκα της εκάστοτε λεκάνης σε μορφή πολυγώνου (sharfile) βάση της οποίας έγινε η κοπή χρησιμοποιώντας την εντολή Clip και για κάθε λεκάνη λήφθηκε εικόνα αντίστοιχη της Εικόνας 6-16. Ακολούθως, προστέθηκε ένα νέο πεδίο στον πίνακα του νέου αρχείου στο οποίο υπολογίστηκε το μήκος του κάθε κλάδου και στη συνέχεια το μήκος του κύριου υδατορέματος προέκυψε ως το άθροισμα του μήκους των κλάδων από 4^η τάξη και πάνω.



Εικόνα 6-16: Υδρογραφικό δίκτυο λεκάνης απορροής 1-1-7-95

Κεφάλαιο 7: ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

7.1 Εφαρμογή Ορθολογικής Μεθόδου

Η Ορθολογική μέθοδος (Rational Method) είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος στην Ελλάδα (αλλά και στο εξωτερικό) για την εκτίμηση των μέγιστων ροών, και συνεπώς επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί και για την περίπτωση της Κύπρου.

Για την ακριβέστερη εφαρμογή της μεθόδου απαιτούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, 2002):

- Μικρή λεκάνη απορροής: επιφάνειας <math><0,8 \text{ (max } 1,3) \text{ km}^2</math> (μη αστικές λεκάνες)
- Χρόνος συγκέντρωσης $t_c < 1 \text{ hr}$
- Διάρκεια βροχόπτωσης $t_r > t_c$
- Βροχόπτωση ομοιόμορφα κατανεμημένη στο χώρο και στο χρόνο
- Η απορροή περιλαμβάνει κυρίως διάχυτη επιφανειακή απορροή
- Αμελητέα αποθηκευτικότητα σε τάφρους

Τα δεδομένα που απαιτούνται για τη χρήση της μεθόδου συνοψίζονται στα εξής (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, 2002):

- Έκταση επιφάνειας λεκάνης
- Χρόνος συγκέντρωσης (συρροής)
- Ένταση βροχόπτωσης
- Συντελεστής απορροής

και συνδυάζονται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση (Μιμίκου, Μπαλάς, 2003):

$$Q = 0,278CiA \quad \text{Σχέση 7-1}$$

Όπου:

Q = αιχμή απορροής (m^3/s)

C = συντελεστής απορροής (αδιάστατος)

i = μέση ένταση βροχής για επιλεγμένη περίοδο επαναφοράς και για διάρκεια ίση με το χρόνο συγκέντρωσης (mm/hr)

A = επιφάνεια λεκάνης απορροής (km^2)

Τα στάδια που ακολουθούνται προκειμένου να εφαρμοστεί ολοκληρωμένα η διαδικασία της ορθολογικής μεθόδου παρουσιάζονται εν συντομία στη συνέχεια.

Στάδια εφαρμογής ορθολογικής μεθόδου:

1. Προσδιορισμός της λεκάνης απορροής
2. Προσδιορισμός του χρόνου συρροής της λεκάνης απορροής (το δυνατόν λαμβάνοντας υπόψη και μελλοντικά χαρακτηριστικά της λεκάνης)
3. Εξασφάλιση συμφωνίας των απαιτήσεων την ορθολογικής μεθόδου με τα δεδομένα
4. Καθορισμός της περιόδου επαναφοράς
5. Προσδιορισμός της κρίσιμης έντασης της λεκάνης απορροής με χρήση των όμβριων καμπυλών
6. Υπολογισμός του συντελεστή απορροής της λεκάνης
7. Εκτίμηση της παροχής αιχμής της πλημμύρας για τη δεδομένη λεκάνη και τη δεδομένη περίοδο επαναφοράς

Παρόλα αυτά στη συγκεκριμένη εργασία το ζητούμενο δεν είναι ο προσδιορισμός των αιχμών πλημμύρας σε θέσεις όπου υπάρχουν μετρήσεις αλλά σε θέσεις όπου δεν υπάρχουν. Για την περίπτωση αυτή, για τις θέσεις όπου υπάρχουν παροχομετρήσεις, η παροχή αιχμής αποτελεί το δεδομένο μέγεθος ενώ ως άγνωστα μεγέθη ορίζονται ο συντελεστής απορροής και ο χρόνος συρροής. Με βελτιστοποίηση της γραμμικής σχέσης των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών των λεκανών με τις παροχές αιχμής πλημμύρας θα προσδιοριστούν τα άγνωστα μεγέθη.

7.2 Προσδιορισμός συντελεστή απορροής

Ο συντελεστής απορροής, C, αντιπροσωπεύει το ποσοστό των νερών που διασχίζουν την επιφάνεια της αποχετευόμενης λεκάνης, κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης, και φτάνουν στο εξεταζόμενο σημείο απορροής (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, 2002).

Η τελική τιμή του συντελεστή απορροής (C) υπολογίζεται ως το άθροισμα των επιμέρους συντελεστών (C1, C2, C3, C4) οι οποίοι εξαρτώνται, αντίστοιχα, από τα τέσσερα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους σύμφωνα με τη σχέση 7-2 (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, 2002):

$$C = \sum_{i=1}^{i=4} C_i \quad \text{Σχέση 7-2}$$

- Ανάγλυφο εδάφους (C1)
- Διηθητικότητα εδάφους (C2)
- Φυτική κάλυψη εδάφους (C3)
- Αποθηκευτική ικανότητα εδάφους (C4)

Κάθε τύπος επιφάνειας χαρακτηρίζεται από δεδομένη τιμή του συντελεστή C_i. Οι επιμέρους τιμές του συντελεστή λαμβάνονται από τον Πίνακα 2.5.2-2 των κανονισμών ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ 2002 (Τεύχος 8), ο οποίος εδώ παρουσιάζεται στον Πίνακα 7-2.

Ωστόσο, σε κάθε λεκάνη απορροής είναι συνηθέστερο να εμφανίζονται περισσότερες από μια επιφάνειες (y επιφάνειες) και συνεπώς η τιμή του συντελεστή C_i μεταβάλλεται στην έκταση της λεκάνης. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιείται ο ανηγμένος συντελεστής απορροής ο οποίος υπολογίζεται ως εξής:

$$C_{i_M} = \frac{\sum (C_{i_y} * A_y)}{\sum A_y} \quad \text{Σχέση 7-3}$$

Όπου:

ΣA_y = συνολική έκταση της λεκάνης απορροής

A_y = έκταση επιφάνειας y

C_{i_y} = συντελεστής απορροής επιφάνειας y

Τέλος για τον υπολογισμό του συντελεστή απορροής πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές που δίδονται στον πίνακα Πίνακα 2.5.2-2 των κανονισμών ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ 2002 (Τεύχος 8), εφαρμόζονται για περιόδους επαναφοράς 5 – 10 έτη. Για μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς, και συνεπώς δυσμενέστερα φαινόμενα, η τιμή του συντελεστή προσαυξάνεται κατά C_f ως εξής (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, 2002):

$$C * C_f = C_T \quad \text{Σχέση 7-4}$$

Οι τιμές προσαύξησης που αντιστοιχούν σε κάθε περίοδο επαναφοράς παρουσιάζονται στον Πίνακα 7-1, που ακολουθεί.

Πίνακας 7-1 Ποσοστό προσαύξησης συν/τη απορροής ανάλογα με την εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς (ΟΜΟΕ, Πίνακας 2.5.2-2)

Περίοδος επαναφοράς	5-10 έτη	25 έτη	50 έτη	100 έτη
Συν/της διόρθωσης C_f	1,00	1,10	1,20	1,25

Πίνακας 7-2 Συντελεστές απορροής σε λεκάνες μη ανεπτυγμένων οικιστικά περιοχών (ΟΜΟΕ, Πίνακας 2.5.2-2)

Χαρακτηριστικά επιφάνειας εδάφους		Τιμές συντελεστή απορροής			
		ακραία	υψηλά	συνήθεις	χαμηλές
0	1	2	3	4	5
1	C1: ανάγλυφο εδάφους	0,28 - 0,35 επικλινές, ανώμαλες επιφάνειες με μέσες κλίσεις >30%	0,20 - 0,28 λοφώδες, με μέσες κλίσεις 10-30%	0,14 - 0,20 κυματώδες με μέσες κλίσεις 5-10%	0,08 - 0,14 σχετικά επίπεδο, με μέσες κλίσεις 0-5%
2	C2: διηθητικότητα εδάφους	0,12 - 0,16 με επηρεαζόμενο κάλυμμα εδάφους, είτε βραχώδες είτε μανδύας λεπτόκοκκου εδάφους αμελητέας διηθητικότητας	0,08 - 0,12 βραδείας διηθητικότητας, άργιλοι ή αβαθή παχιά εδάφη χαμηλής διηθητικότητας, ατελώς ή πολύ μικρής αποστραγγιστικότητας	0,06 - 0,08 κανονικής διηθητικότητας, καλά αποστραγγιζόμενο μικρής ή μεσαίας μακροϋφής εδάφη, αμμώδη παχιά εδάφη, ιλύες και ιλυώδη εδάφη	0,04 - 0,06 υψηλής διηθητικότητας βαθιά άμμος ή άλλο έδαφος που απορροφά το νερό, πολύ ελαφριά καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη
3	C3: φυτική κάλυψη εδάφους	0,12 - 0,16 βλάστηση που δεν επηρεάζει, γυμνό ή πολύ αραιά κάλυψη	0,08 - 0,12 πτωχή έως μέτρια, καθαρές καλλιέργειες ή πτωχής φυσικής κάλυψης, λιγότερο από 20% της αποχετευόμενης επιφάνειας με καλή κάλυψη	0,06 - 0,08 μέτρια έως καλή, περίπου 50% της επιφάνειας είναι καλή φυτική γη ή δασώδες, λιγότερο από 50% επιφάνειας είναι καλλιέργειες	0,04 - 0,06 καλή έως άριστη, περίπου 90% της αποχετευόμενης επιφάνειας είναι καλή φυτική γη, δασώδες ή ισοδύναμης κάλυψης
4	C4: αποθηκευτικότητα εδάφους	0,10 - 0,12 αμελητέες ταπεινώσεις εδάφους και αβαθείς, διάδρομοι αποστράγγισης επικλινείς και μικροί, καθόλου τέλματα	0,08 - 0,10 χαμηλή, καλά οριζόμενο σύστημα διαδρόμων αποστράγγισης, όχι λιμνάζοντα νερά ή τέλματα	0,06 - 0,08 κανονική, σημαντικές επιφανειακές ταπεινώσεις, λιμνάζοντα νερά και τέλματα	0,04 - 0,06 υψηλή, αποθηκευτικότητα, σύστημα αποστράγγισης όχι καλά οριζόμενο, μεγάλος αριθμός πλημμυριζόμενων επιφανειών ή τελμάτων

Υπολογισμός C1: Για την τυποποίηση των υπολογισμών προσδιορισμού του συντελεστή C1, σε κάθε κλίση εδάφους αντιστοιχήθηκε μια τιμή (Αυγέρη, 2010), σύμφωνα με τον Πίνακα 7.2, χρησιμοποιώντας γραμμική παρεμβολή, οι τιμές C1 δια κάθε κλίση εδάφους δίνονται στον Πίνακα 7-3.

Πίνακας 7-3 Συντελεστής απορροής C1, συναρτήσει της κλίσης της λεκάνης (Αυγέρη, 2010)

κλίση (%)	C1	κλίση (%)	C1
0	0	19	0,23
1	0,08	20	0,24
2	0,10	21	0,24
3	0,12	22	0,24
4	0,13	23	0,25
5	0,14	24	0,25
6	0,15	25	0,26
7	0,16	26	0,26
8	0,17	27	0,27
9	0,18	28	0,27
10	0,20	29	0,28
11	0,21	30	0,28
12	0,21	31 - 40	0,29
13	0,21	41 - 50	0,30
14	0,22	51 - 60	0,31
15	0,22	61 - 70	0,32
16	0,22	71 - 80	0,33
17	0,23	81 - 90	0,34
18	0,23	> 90	0,35

Υπολογισμός C2: Η εκτίμηση του συντελεστή διηθητικότητας του εδάφους C2, απαιτεί αρχικά τον καθορισμό τεσσάρων κατηγοριών εδάφους ανάλογα με τη διηθητικότητά του. Για την τυποποίηση των υπολογισμών, σε κάθε κατηγορία εδάφους, αντιστοιχήθηκε μια τιμή του C2 (σύμφωνα με τον Πίνακα 7.2), χρησιμοποιώντας γραμμική παρεμβολή.

Η κατηγοριοποίηση στις 4 κατηγορίες και οι τιμές του συντελεστή C2 παρουσιάζονται στον Πίνακα 7-4 που ακολουθεί.

Πίνακας 7-4 Τύποι εδαφών ανάλογα με τη διαπερατότητά τους (Κουτσογιάννης κ.ά., 1999)

Τύπος εδάφους	κατηγορία	C2	Περιγραφή
περατά	A = 1	0,05	καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη (π.χ. άμμος, γαρμπίλι)
ημιπερατά I	B = 2	0,07	μέσης έως καλής αποστράγγισης εδάφη
ημιπερατά II	C = 3	0,10	μικρής έως μέσης αποστράγγισης εδάφη
αδιαπέρατα	D = 4	0,14	εδάφη πολύ μικρής διαπερατότητας - πρακτικώς αδιαπέρατα (π.χ. άργιλος)

Ακολουθώντας, έγινε κατάταξη των 47 γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην Κύπρο, από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (προσωπική επικοινωνία Θωμά Αντώνης, Υδρογεωλόγος) στις τέσσερις αυτές κατηγορίες, (κατηγορίες A, B, C, D). Η συγκεκριμένη κατάταξη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας και δίνεται στον Πίνακα 7-5.

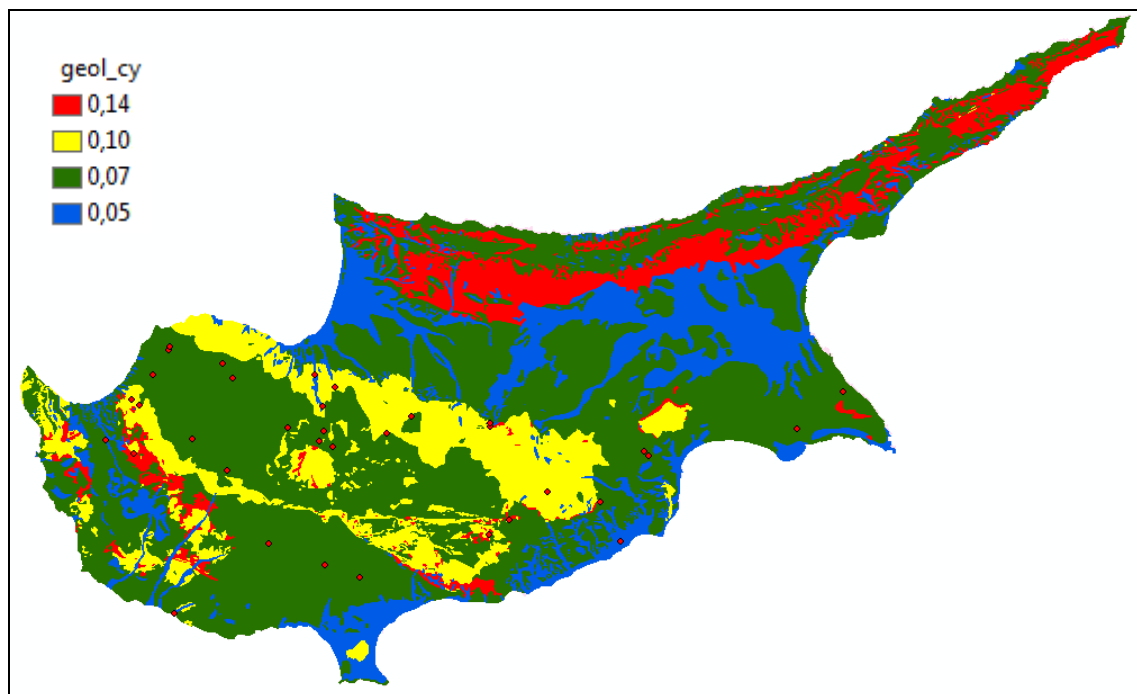
Πίνακας 7-5 Κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών ανάλογα με τη διαπερατότητά τους

Κωδικός	Γεωλογικός σχηματισμός	Κατηγορία	C2
1	Αλλούβια – Πλευρικά κορήματα	1	0,05
2	Ανυψωμένες αλλουβιακές αποθέσεις	2	0,07
3	Σύναγμα	2	0,07
4	Απάλου - Αθαλάσσας - Κακκαρίστρας	2	0,07
5	Λευκωσία	2	0,07
6	Καλαβασού	1	0,05
7	Πάχνας (Korronia Member)	1	0,05
8	Πάχνας	2	0,07
9	Πάχνας (Terra Member)	1	0,05
10	Λευκάρων	2	0,07
11	Κάθηκα	4	0,14
12	Μονής	4	0,14
13	Κανναβιού	4	0,14
14	Πέρα Πεδί	4	0,14
15	Ανώτερος Οριζοντας μαξιλαροειδών λαβών (ολιβινικός βασάλτης, πικρίτης)	3	0,1
16	Κατώτερος Οριζοντας μαξιλαροειδών λαβών (υπερκορεσμένοι βασάλτες)	3	0,1
17	Basal Group	3	0,1
18	Σύστημα πολλαπλών φλεβών - Διαβάσης	2	0,07
19	Πλαγιογρανίτης	3	0,1
20	Γάββρος	2	0,07
21	Πυροξενίτης	3	0,1
22	Βερλίτης	3	0,1
23	Δουνίτης	4	0,14
24	Χαρτζβουργίτης	3	0,1
25	Σερπεντινίτης	3	0,1
26	Μαξιλαροειδή λατυποπαγή	3	0,1
27	Interlava Sediments	4	0,14
28	Polymict Breccia	3	0,1
29	Μαξιλαροειδή λάβες	3	0,1
30	Vitrophyric Pillow Lavas	3	0,1
31	Ισοτροπικός Γάββρος	2	0,07
32	Ισοτροπικός Βερλίτης	3	0,1
33	Διατμημένος Σερπεντινίτης	3	0,1

Πίνακας 7-5 (συνέχεια) Κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών ανάλογα με τη διαπερατότητά τους

Κωδικός	Γεωλογικός σχηματισμός	Κατηγορία	C2
34	Κυθρέας	4	0,14
35	Καλογραία – Αρδάνων	2	0,07
36	Λαπίθου	2	0,07
37	Λαπίθου (b)	2	0,07
38	Λαπίθου (R)	2	0,07
39	Αγίου Ιλαρίωνα	2	0,07
40	Συκαρη	2	0,07
41	Δικώμου	1	0,05
42	Καντάρας	1	0,05
43	Μεταμορφωμένος βράχος	4	0,14
44	Αγίας Βαρβάρας	4	0,14
45	Αγίου Φωτίου	3	0,1
46	Διαρίζου	3	0,1
47	Αλυκή	3	0,1

Με βάση την παραπάνω κατάταξη και τον αρχικό γεωλογικό χάρτη του νησιού εξήχθη, με τη βοήθεια γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών, ο χάρτης της Κύπρου στον οποίο εμφανίζονται οι 4 κατηγορίες διαπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών ο οποίος παρουσιάζεται στην Εικόνα 7-1. Όπως είναι φανερό, στο νησί εμφανίζονται κυριότερα ημιπερατά μέσης έως καλής αποστράγγισης εδάφη.



Εικόνα 7-1: Κατηγορίες διαπερατότητας γεωλογικών σχηματισμών Κύπρου και οι 34 σταθμοί μέτρησης παροχής που εξετάζονται

Υπολογισμός C3: Ο τύπος φυτικής κάλυψης του εδάφους αντιπροσωπεύει το ποσοστό απορροής που «επιτρέπει» κάθε χρήση, και όχι το είδος αυτό καθ' αυτό (Αυγέρη, 2010). Για την τυποποίηση των υπολογισμών προσδιορισμού του συντελεστής C3, σε κάθε κατηγορία κάλυψης εδάφους, Corinne, αντιστοιχίστηκε μια τιμή (Αυγέρη, 2010), σύμφωνα με τον Πίνακα 7.2, χρησιμοποιώντας γραμμική παρεμβολή η οποία παρουσιάζεται στον Πίνακα 7-6 που ακολουθεί.

Πίνακας 7-6 Συντελεστής απορροής C3, συναρτήσει της κατηγορίας του εδάφους Corine (Αυγέρη, 2010)

Επίπεδο 3 (Corinne)	Συντελεστής C3
1.1.1 Συνεχής αστική οικοδόμηση	0,13
1.1.2 Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	0,13
1.2.1 Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	0,13
1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	0,13
1.2.3 Ζώνες λιμένων	0,14
1.2.4 Ζώνες αεροδρομίων	0,14
1.3.1 Χώροι εξόρυξης ορυκτών	0,15
1.3.2 Χώροι απόρριψης απορριμμάτων	0,15
1.3.3 Χώροι οικοδόμησης	0,14
1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου	0,10
1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	0,11
2.1.1 Μη αρδεύσιμη-αρόσιμη γη	0,10
2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη	0,09
2.1.3 Ορυζώνες*	0,09
2.2.1 Αμπελώνες	0,08
2.2.2 Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	0,08
2.2.3 Ελαιώνες	0,08
2.3.1 Λιβάδια	0,08
2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	0,07
2.4.2 Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	0,07
2.4.3 Γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	0,07
2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές*	0,07
3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων	0,04
3.1.2 Δάσος κωνοφόρων	0,04
3.1.3 Μικτό δάσος	0,04
3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι	0,06
3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι*	0,06
3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση	0,05
3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	0,05
3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές	0,00
3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι	0,15
3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	0,16
3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις	0,16
3.3.5 Παγετώνες και αιώνιο χιόνι*	0,16

Σημείωση: οι χρήσεις οι οποίες σημαδεύονται με * δεν εμφανίζονται στην Κύπρο

Πίνακας 7-6 (συνέχεια) Συντελεστής απορροής C3, συναρτήσει της κατηγορίας του εδάφους Corinne (Αυγέρη, 2010)

Επίπεδο 3 (Corinne)	Συντελεστής C3
4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα	0,00
4.1.2 Τυρφώνες*	0,00
4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι	0,00
4.2.2 Αλυκές*	0,00
4.2.3 Παλιρροιακά επίπεδα*	0,00
5.1.1 Ροές υδάτων	0,99
5.1.2 Συλλογές υδάτων	0,00
5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες*	0,00
5.2.2 Εκβολές ποταμών*	0,00
5.2.3 Θάλασσα και ωκεανός*	0,00

Σημείωση: οι χρήσεις οι οποίες σημαδεύονται με * δεν εμφανίζονται στην Κύπρο

Υπολογισμός C4: Για τον προσδιορισμό του συντελεστή C4, σχετικά με την αποθηκευτικότητα του εδάφους, λήφθηκε υπόψη το υδρογραφικό δίκτυο της κάθε λεκάνης. Πυκνό υδρογραφικό δίκτυο είναι ένδειξη μικρής αποθηκευτικής ικανότητας ενώ αραιό υδρογραφικό δίκτυο είναι ένδειξη για το αντίθετο.

Ως κριτήριο εκτίμησης της πυκνότητας του υδρογραφικού δικτύου, χρησιμοποιήθηκε η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου D_A , η οποία ορίζεται ως ο λόγος της έκτασης του υδρογραφικού δικτύου $\Sigma A_{Y,\Delta}$ προς την επιφάνεια της λεκάνης A_Λ , σύμφωνα με τη σχέση 7-5 (Μαμάσης, 2007).

$$D_A = \frac{\sum A_{Y,\Delta}}{A_\Lambda} \quad [m^{-1}] \quad \text{Σχέση 7-5}$$

Για την τυποποίηση των υπολογισμών, σε κάθε ποσοστό πυκνότητας υδρογραφικού δικτύου, αντιστοιχίστηκε μια τιμή (Αυγέρη, 2010), σύμφωνα με τον Πίνακα 7.2. Οι τιμές του συντελεστή C4 για κάθε τιμή πυκνότητας υδρογραφικού δικτύου δίνεται στον Πίνακα 7-7.

Πίνακας 7-7 Συντελεστής απορροής C4, συναρτήσει της αποθηκευτικότητας του εδάφους (Αυγέρη, 2010)

% υδρογρ. δικτύου	C4	% υδρογρ. δικτύου	C4	% υδρογρ. δικτύου	C4
0	0	11	0,06	22	0,09
1	0,04	12	0,07	23	0,1
2	0,04	13	0,07	24	0,1
3	0,04	14	0,07	25	0,1
4	0,05	15	0,08	26	0,1
5	0,05	16	0,08	27	0,11
6	0,05	17	0,08	28	0,11
7	0,05	18	0,08	29	0,11
8	0,06	19	0,09	30	0,11
9	0,06	20	0,09	31 - 100	0,12
10	0,06	21	0,09		

7.3 Υπολογισμός Αριθμού Καμπύλης Απορροής (Curve Number, CN)

Ο υπολογισμός του αριθμού καμπύλης απορροής κρίθηκε απαραίτητος ώστε να είναι δυνατόν να εκτιμηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ο χρόνος συρροής, σε μια λεκάνη απορροής, εφόσον ο CN θα μπορούσε να αντικαταστήσει την τραχύτητα της λεκάνης. Επιγραμματικά αναφέρεται ότι σύμφωνα με τα διαγράμματα ύψους βροχής - περισσεύματος βροχής, ο συντελεστής CN είναι ανάλογος του περισσεύματος βροχής.

Για τον ολοκληρωμένο υπολογισμό του αριθμού καμπύλης απορροής CN, απαιτούνται δεδομένα χρήσεων γης καθώς καθώς και δεδομένα αναφορικά με την προηγούμενη εδαφική υγρασία της λεκάνης.

Αρχικά αποφασίστηκε ο διαχωρισμός των χρήσεων γης σε 5 συνολικά κατηγορίες (5 περιγραφές εδάφους – 1.καλλιεργημένες εκτάσεις, 2.λιβάδια, 3.δάση, 4.αστικές περιοχές, 5.δρόμοι) και στη συνέχεια έγινε η κατάταξη της κάθε χρήσης γης που αναφέρονται στον πίνακα Corine, σε μια από τις πέντε γενικότερες κατηγορίες. Η κατηγοριοποίηση αυτή είναι σύμφωνη με τους Πίνακες 7.8 και 7.9 που ακολουθούν ενώ σχηματικά εμφανίζεται στην Εικόνα 7.2

Πίνακας 7-8 Κατηγορίες χρήσεων γης

Κατηγορία	1	2	3	4	5
Περιγραφή χρήσης γης	Καλλιεργημένες εκτάσεις	Λιβάδια	Δάση	Αστικές περιοχές	Δρόμοι

Πίνακας 7-9 Κατηγοριοποίηση χρήσεων γης σύμφωνα με τις πέντε κατηγορίες για τον καθορισμό του αριθμού καμπύλης απορροής CN

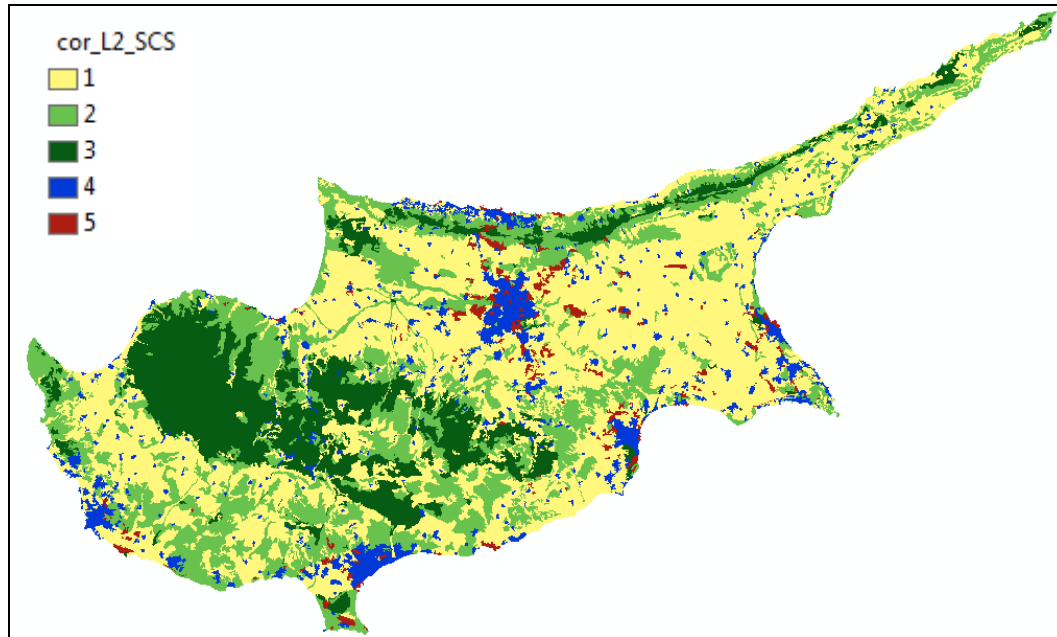
Corine - Επίπεδο 3	Περιγραφή εδάφους
1.1.1 Συνεχής αστική οικοδόμηση	Αστική περιοχή
1.1.2 Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	Αστική περιοχή
1.2.1 Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	Δρόμοι
1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα και γεινιάζουσα γη	Δρόμοι
1.2.3 Ζώνες λιμένων	Δρόμοι
1.2.4 Ζώνες αεροδρομίων	Δρόμοι
1.3.1 Χώροι εξόρυξης ορυκτών	Αστική περιοχή
1.3.2 Χώροι απόρριψης απορριμμάτων	Αστική περιοχή
1.3.3 Χώροι οικοδόμησης	Αστική περιοχή
1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου	Αστική περιοχή
1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	Αστική περιοχή

Σημείωση: οι χρήσεις οι οποίες σημαδεύονται με * δεν εμφανίζονται στην Κύπρο

Πίνακας 7-9 (συνέχεια) Κατηγοριοποίηση χρήσεων γης σύμφωνα με τις πέντε κατηγορίες για τον καθορισμό του αριθμού καμπύλης απορροής CN

Corine - Επίπεδο 3	Περιγραφή εδάφους
2.1.1 Μη αρδεύσιμη-αρόσιμη γη	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.1.3 Ορυζώνες*	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.2.1 Αμπελώνες	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.2.2 Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.2.3 Ελαιώνες	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.3.1 Λιβάδια	Λιβάδια
2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.4.2 Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.4.3 Γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	Καλλιεργημένες εκτάσεις
2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές*	Καλλιεργημένες εκτάσεις
3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων	Δάση
3.1.2 Δάσος κωνοφόρων	Δάση
3.1.3 Μικτό δάσος	Δάση
3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι	Λιβάδια
3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι*	Λιβάδια
3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση	Λιβάδια
3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	Λιβάδια
3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές	Λιβάδια
3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι	Λιβάδια
3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	Λιβάδια
3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις	Λιβάδια
3.3.5 Παγετώνες και αιώνιο χιόνι*	Λιβάδια
4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα	Δάση
4.1.2 Τυφώνες*	Δάση
4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι	Δάση
4.2.2 Αλυκές*	Δάση
4.2.3 Παλιρροιακά επίπεδα*	Δάση
5.1.1 Ροές υδάτων	Δάση
5.1.2 Συλλογές υδάτων	Δάση
5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες*	Δάση
5.2.2 Εκβολές ποταμών*	Δάση
5.2.3 Θάλασσα και ωκεανός*	Δάση

Σημείωση: οι χρήσεις οι οποίες σημαδεύονται με * δεν εμφανίζονται στην Κύπρο



Εικόνα 7-2: Οι 5 κατηγορίες περιγραφής εδάφους σύμφωνα με τη μέθοδο SCS για τον προσδιορισμό του αριθμού καμπύλης απορροής CN

Για κάθε μία από τις 5 κατηγορίες εδάφους και για κάθε έναν από τους 4 τύπους εδαφών (A,B,C,D) καθορίζεται ένα εύρος τιμών καμπύλης CN σύμφωνα με τον κανονισμό ΟΜΟΕ – ΑΣΥΕΟ και για προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου II (για τους τύπους υγρασία του εδάφους βλ. Πίνακα 7.10). Τα εύρη τιμών για κάθε περίπτωση παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.11 ενώ οι τιμές που τελικώς χρησιμοποιούνται προκύπτουν ως ο μέσος όρος σε κάθε εύρος και παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.12

Πίνακας 7-10 Κατηγορίες εδαφικής υγρασίας (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, 2002)

Κατηγορία	Περιγραφή	Συνολικό ύψος βροχής των 5 προηγούμενων ημερών (mm)
I	Ξηρές συνθήκες	< 13
II	Μέσες συνθήκες	13 -28
III	Υγρές συνθήκες	> 28

Πίνακας 7-11 Εύρος τιμών καμπύλης απορροής CN, για κάθε χρήση γης και τύπο εδάφους (Κουτσογιάννης κ.ά., 1999)

Περιγραφή εδάφους	Τύπος εδάφους			
	A	B	C	D
1. Καλλιεργημένες εκτάσεις	62-72	71-81	78-88	81-91
2. Λιβάδια	30-68	58-79	71-86	78-89
3. Δάση	25-45	55-66	70-77	77-83
4. Αστικές περιοχές	51-77	68-85	79-90	84-92
5. Δρόμοι	72-98	82-98	87-98	89-98

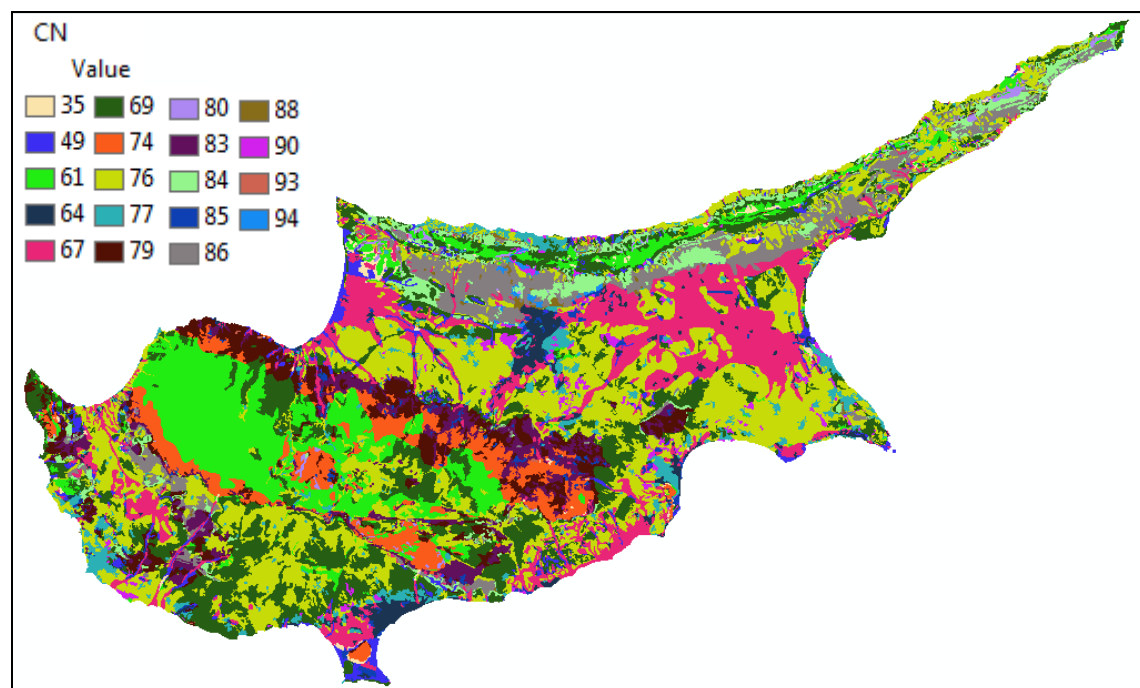
Πίνακας 7-12 Τιμές αριθμού καμπύλης απορροής CN για κάθε χρήση και τύπο εδάφους όπως χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία

Περιγραφή εδάφους	Τύπος εδάφους			
	A=0.05	B=0.07	C=0.10	D=0.14
1. Καλλιεργημένες εκτάσεις	67	76	83	86
2. Λιβάδια	49	69	79	84
3. Δάση	35	61	74	80
4. Αστικές περιοχές	64	77	85	88
5. Δρόμοι	85	90	93	94

Σημειώνεται ότι, στις χρήσεις των επιπέδων Corine 4 και 5, έχει δοθεί ο χαρακτηρισμός δάση διότι οι περιοχές αυτές (υγρές περιοχές) εμφανίζουν επιφανειακή απορροή η οποία είναι παραπλήσια με την απορροή που επιτρέπουν οι δασικές περιοχές.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 7.12 εμφανίζονται 19 διαφορετικές τιμές για τον αριθμό καμπύλης απορροής οι οποίες εμφανίζονται στο νησί (CN = 85 εμφανίζεται δύο φορές).

Συνδιάζοντας την Εικόνα 7.1 (4 κατηγορίες A, B, C, D) και την Εικόνα 7.2 (5 κατηγορίες 1, 2, 3, 4, 5) προκύπτει ο χάρτης της Εικόνας 7.3 (19 κατηγορίες).



Εικόνα 7-3: Οι 19 κατηγορίες από τις οποίες προκύπτει ο αριθμός καμπύλης απορροής βάση της μεθόδου SCS

Για τον υπολογισμό του αριθμού καμπύλης απορροής για συνθήκες εδαφικής υγρασίας διάφορες από τύπου II χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις 7-6 και 7-7 (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ, 2002).

$$CN_I = \frac{0.42CN_{II}}{1 - 0.0058CN_{II}} \quad \text{Σχέση 7-6}$$

$$CN_{III} = \frac{2.3CN_{II}}{1 + 0.013CN_{II}} \quad \text{Σχέση 7-7}$$

7.4 Επιλογή Περιόδου Επαναφοράς

Ως πρώτη προτεραιότητα για την επιλογή της περιόδου επαναφοράς θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις της Οδηγίας 2007/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας. Τα σενάρια που έχουν επιλεγεί στα πλαίσια της Οδηγίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 7-13 που ακολουθεί.

Πίνακας 7-13 Σενάρια πλημμύρας - Επιλογή περιόδων επαναφοράς

Σενάριο	Περίοδος Επαναφοράς
Πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας ή σενάρια ακραίων φαινομένων	500 έτη
Πλημμύρες μέσης πιθανότητας (με πιθανή περίοδο επαναληπτικότητας >100 χρόνια)	100 έτη
Πλημμύρες υψηλής πιθανότητας, ανάλογα με την περίπτωση	10 έτη

7.5 Υπολογισμός Χρόνου Συρροής

Για τον υπολογισμό του χρόνου συγκέντρωσης, των υδρολογικών λεκανών, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις εμπειρικοί τύποι: Kirpich, Giandotti, Soil Conservation Service (SCS) και Passini.

Σημειώνεται ότι για τη σωστή εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου, ο χρόνος συρροής υδρολογικής λεκάνης προτείνεται να μην υπερβαίνει τη 1 hr (κάτω από αυτές τις συνθήκες η αρχική απαίτηση για ομοιόμορφη ένταση βροχής στο χωροχρόνο της λεκάνης μπορεί εύκολα να θεωρηθεί βάσιμη), ωστόσο η μέθοδος χρησιμοποιείται ευρύτερα ακόμα και για χρόνους συρροής μεγαλύτερους από 1 hr. Επίσης ο χρόνος συρροής δεν θα πρέπει να είναι μικρότερος από 5 ή 10min (για χρόνους μικρότερους από 5 ή 10 min η ένταση της βροχής προκύπτει εξαιρετικά μεγάλη) (Thompson, 2006).

Τελικώς επισημαίνεται πως από μελέτες που έχουν διεξαχθεί, έχει προκύψει ότι από τις εμπειρικές μεθόδους που είναι ευρέως χρησιμοποιούμενες (Kirpich και Giandotti) σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους, η εξίσωση του Kirpich δίνει αρκετά μικρούς χρόνους συρροής ενώ η εξίσωση του Giandotti δίνει μεγάλους χρόνους (Daniil et al., 2005).

7.5.1 Εξίσωση Kirpich (1940)

Η μέθοδος Kirpich υπολογίζει τον χρόνο συγκέντρωσης που απαιτείται για επιφανειακή και εντός μισγαγγειών ροή (συνδυασμένος χρόνος συγκέντρωσης) σε σχετικά μικρές λεκάνες σύμφωνα με τη σχέση 7-8 (Mark et al., 2009).

$$t_c = 0.01947(L_{\max})^{0.77} (S')^{-0.385} \quad \text{Σχέση 7-8}$$

Όπου:

t_c = χρόνος συγκέντρωσης (min)

L_{\max} = το μέγιστο μήκος διαδρομής του νερού στη λεκάνη (m)

S' = η κλίση ανάμεσα στο υψηλότερο σημείο της λεκάνης και την έξοδο (m/m)

Η παραπάνω εξίσωση αφορά ροή υδάτων σε επιφάνεια γυμνού εδάφους. Για τον προσδιορισμό του χρόνου συρροής σε επιφάνειες εδάφους που δεν είναι γυμνές γίνεται μια διόρθωση του αρχικώς υπολογισμένου χρόνου συρροής η οποία βασίζεται στον αριθμό καμπύλης απορροής CN της λεκάνης, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση 7-9 (Mark et al., 2009).

$$t_c^{final} = t_c [1 + (80 - CN)0.4] \quad \text{Σχέση 7-9}$$

Όπου:

t_c = ο αρχικά υπολογισμένος χρόνος συρροής της λεκάνης για γυμνό έδαφος

CN = ο αριθμός καμπύλης απορροής της λεκάνης

7.5.2 Εξίσωση Giandotti (1937)

Η μέθοδος Giandotti εκτιμά το χρόνο συρροής λεκανών απορροής σύμφωνα με τη σχέση 7-10 (Μιμίκου, Μπαλτάς, 2003).

$$t_c = \frac{4A^{0.5} + 1.5L}{0.8\Delta H^{0.5}} \quad \text{Σχέση 7-10}$$

Όπου:

t_c = χρόνος συγκέντρωσης (hr)

A = έκταση λεκάνης (km²)

L = μήκος κύριου υδατορέματος (km)

ΔH = διαφορά μέσου υψόμετρου λεκάνης από το υψόμετρο στην έξοδο της λεκάνης (m)

7.5.3 Εξίσωση Soil Conservation Service (SCS)

Η μέθοδος Giandotti εκτιμά το χρόνο συρροής λεκανών απορροής σύμφωνα με τη σχέση 7-11 (Μιμίκου, Μπαλτάς, 2003).

$$t_c = \frac{L^{1.15}}{7700H^{0.38}} \quad \text{Σχέση 7-11}$$

Όπου:

t_c = χρόνος συγκέντρωσης (hr)

L = μήκος κύριου υδατορέματος (ft)

H = υψομετρική διαφορά μεταξύ του πλέον απομακρυσμένου σημείου της λεκάνης της εξόδου της (ft)

7.5.4 Εξίσωση Passini

Η μέθοδος Passini θεωρείται καταλληλότερο να εφαρμόζεται σε λεκάνες απορροής με έκταση μεγαλύτερη από 40 km². Σύμφωνα με αυτή ο χρόνος συρροής λεκανών απορροής εκτιμάται σύμφωνα με τη σχέση 7-1 (Jong et al.).

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A * L}}{\sqrt{S}} \quad \text{Σχέση 7-12}$$

Όπου:

A = έκταση λεκάνης (km²)

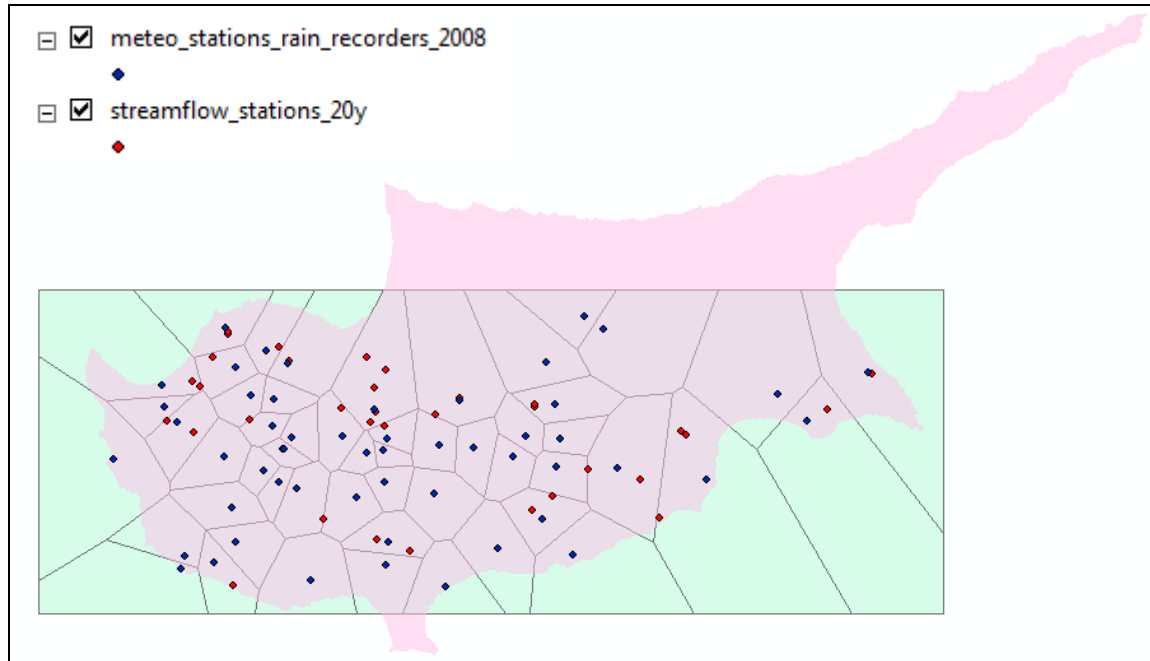
L = μήκος κύριου υδατορέματος (km)

S = η μέση κλίση της λεκάνης (m/m)

7.6 Υπολογισμός κρίσιμης έντασης βροχής

Για την εκτίμηση της κρίσιμης έντασης της βροχής γίνεται χρήση των όμβριων καμπυλών που έχουν αναπτυχθεί από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία (Μετεωρολογικό Σημείωμα Αρ.15, Πασιαρδής, 2009) και δίδονται στο Παράρτημα Β.

Η όμβρια καμπύλη που χρησιμοποιείται για κάθε σταθμό, μέτρησης παροχής, ορίζεται από τα πολύγωνα Thiessen τα οποία καθορίζονται από τη θέση των μετεωρολογικών σταθμών της Κύπρου (συνολικά 52 μετεωρολογικοί σταθμοί). Στην Εικόνα 7.4 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μετεωρολογικοί σταθμοί που έχουν τοποθετηθεί στο νησί, τα πολύγωνα Thiessen των σταθμών αυτών καθώς και οι 34 σταθμοί μέτρησης παροχής που χρησιμοποιούνται στη συγκεκριμένη εργασία ενώ στον Πίνακα 7-14 δίνεται η όμβρια καμπύλη που χρησιμοποιείται για κάθε έναν από τους 34 σταθμούς ενδιαφέροντος.



Εικόνα 7-4: Μετεωρολογικοί σταθμοί και σταθμοί μέτρησης παροχής προς χρήση (34 σταθμοί)

Πίνακας 7-14 Αντιστοιχία όμβρων καμπυλών (Πασιαρδής, 2009) με τους 34 σταθμούς μέτρησης παροχής που ενδιαφέρουν

a/a	Όνομα σταθμού	Θέση σταθμού	υψόμετρο (m)	Μετew. Σταθμός		Συντελεστές όμβριων καμπυλών				
				αρ.σταθ.	Θέση	κ	λ	ψ	θ	η
1	1-1-3-95	Κισσούσα	550	260	Κοιλάνι	0,12	6,21	2,74	0,046	0,669
2	1-1-7-95	Κούκλια	8	094	Ασπρόκρεμμος	-0,01	6,66	2,60	0,062	0,804
3	1-3-5-05	Λαζαρίδες	440	171	Αλωνούδι	0,00	10,27	2,24	0,191	0,827
4	1-4-2-15	Αγιά	600	130	Σταυρός Ψώκας	0,04	6,55	2,86	0,073	0,710
5	2-2-3-95	Σκούλλοι	90	063	Φράγμα Ευρέτου	0,06	9,81	2,59	0,09	0,71
6	2-2-6-60	Σκάρφος	185	063	Φράγμα Ευρέτου	0,06	8,15	2,59	0,09	0,71
7	2-3-4-80	Φράγμα Αργάκα	140	041	Πόλις Χρυσοχούς	0,04	5,54	2,79	0,067	0,776
8	2-3-4-95	Φράγμα Αργάκα	120	041	Πόλις Χρυσοχούς	0,04	5,54	2,79	0,067	0,776
9	2-3-8-60	Πάνω Γιαλιά	190	108	Φινόκλι	0,29	3,73	3,94	0,053	0,736
10	2-4-6-70	Φράγμα Πομός	160	106	Πομός	0,12	7,90	2,78	0,201	0,820
11	2-4-6-80	Φράγμα Πομός	160	106	Πομός	0,12	7,90	2,78	0,201	0,820
12	2-7-2-75	Φλέβα	200	147	Γαλάτα	0,06	8,15	2,59	0,09	0,71
13	2-8-3-10	Λιμνίτης	255	168	Λιμνίτης	0,20	5,85	2,74	0,099	0,694
14	3-2-1-85	Φράγμα Καλοπαναγιώτης	579	225	Πρόδρομος	0,01	10,55	2,29	0,158	0,764
15	3-3-1-70	Κακοπετριά	781	288	Γαλάτα	0,05	7,75	2,67	0,115	0,766
16	3-3-2-60	Κακοπετριά	853	310	Πλατάνια	-0,12	9,39	2,69	0,165	0,788
17	3-3-3-15	Γαλάτα	593	288	Γαλάτα	0,05	7,75	2,67	0,115	0,766
18	3-3-3-95	Ευρύχου	396	288	Γαλάτα	0,05	7,75	2,67	0,115	0,766
19	3-4-2-90	Ευρύχου	291	288	Γαλάτα	0,06	8,15	2,59	0,09	0,71
20	3-5-1-50	Λαγουδερά (γεφύρι)	620	440	Παναγιά Γεφύρι	0,12	11,52	1,78	0,162	0,816

Πίνακας 7-14 (συνέχεια) Αντιστοιχία όμβρων καμπυλών (Πασιαρδής, 2009) με τους 34 σταθμούς μέτρησης παροχής που ενδιαφέρουν

α/α	Όνομα σταθμού	Θέση σταθμού	υψόμετρο (m)	Μετεω. Σταθμός		Συντελεστές όμβριων καμπυλών				
				αρ.σταθ.	Θέση	κ	λ	ψ	θ	η
21	3-7-1-50	Παναγιά (γεφύρι)	414	440	Παναγιά Γεφύρι	0,12	11,52	1,78	0,162	0,816
22	6-1-1-80	Κάμπια	405	597	Ανάλιοντας	0,09	9,36	2,28	0,149	0,806
23	6-1-1-85	Κάμπια	400	597	Ανάλιοντας	0,09	9,36	2,28	0,149	0,806
24	7-2-3-50	Λιοπέτρι	30	810	Ξυλοφάγου	0,06	8,15	2,59	0,09	0,71
25	7-2-7-05	Παραλίμνι	65	889	Παραλίμνι	0,20	8,94	2,40	0,115	0,802
26	8-2-2-90	Παναγιά Γαιματούσα (Αραδίπου)	70	731	Λάρνακα	0,07	6,09	3,20	0,161	0,800
27	8-2-4-10	Αραδίπου	56	731	Λάρνακα	0,07	6,09	3,20	0,161	0,800
28	8-5-1-60	Αλεθρικό	142	674	Αγία Βαρβάρα	-0,04	11,55	2,46	0,331	0,882
29	8-5-1-90	Μαζιώτος	15	731	Λάρνακα	0,07	6,09	3,20	0,161	0,800
30	8-7-3-60	Κόρνος	220	674	Αγία Βαρβάρα	-0,04	11,55	2,46	0,331	0,882
31	8-8-2-50	Βαβλα	330	572	Καλαβασός	0,10	10,64	1,95	0,163	0,788
32	8-9-5-40	Λαγιά	195	572	Καλαβασός	0,10	10,64	1,95	0,163	0,788
33	9-4-3-80	Φράγμα Πολεμιδιών	180	311	Αλασσα	-0,07	6,58	3,05	0,095	0,792
34	9-6-2-90	Αλασσα	250	311	Αλασσα	-0,07	6,58	3,05	0,095	0,792

Στον παραπάνω Πίνακα 7.12 δίδονται αναλυτικά οι συντελεστές της γενικής εξίσωσης όμβριας καμπύλης του νησιού για τους 34 σταθμούς που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία.

Όμβρια καμπύλη Κύπρου (Πασιαρδής, 2009):

$$i = \frac{\lambda * \psi + \frac{\lambda}{\kappa} \left[\left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right)^{-k} - 1 \right]}{(d + \theta)^n} \quad \text{Σχέση 7-13}$$

Όπου:

d =διάρκεια βροχόπτωσης [hr]

λ, ψ, κ, θ, n = συντελεστές από προσαρμογή κατανομής στο δείγμα

T = περίοδος επαναφοράς [έτη]

Σημειώνεται ότι στον παραπάνω πίνακα, με πλάγια γράμματα (σταθμοί: 2-2-3-95, 2-2-6-60, 2-7-2-75, 3-3-3-15, 3-3-3-95, 3-3-4-95, 3-4-2-90, 7-2-3-50) σημειώνονται οι συντελεστές οι οποίοι δε δίνονται απευθείας από τους πίνακες του Μετεωρολογικού Σημειώματος Αρ.15. Οι συντελεστές αυτοί έχουν επιλεγεί με βάση το υψόμετρο του σταθμού μέτρησης της παροχής (παράλια, εσωτερικά πεδινά, ημιορεινά, ορεινά) σύμφωνα με το πίνακα του Μετεωρολογικού Σημειώματος 15 (Πασιαρδής, 2009), ο οποίος δίνεται εδώ στον Πίνακα 7-15.

Πίνακας 7-15 Συντελεστές όμβριας καμπύλης Κύπρου βάση του υψομέτρου του σταθμού μέτρησης της παροχής (Πασιαρδής, 2009).

Περιοχή \ μέσες τιμές	ΓΑΤ-M (με κ μεταβλητό)			θ	η
	κ	λ	ψ		
Παράλια	0,039	7,297	2,610	0,113	0,814
Εσωτερ. Πεδινά (0-300m)	0,059	9,809	2,324	0,149	0,834
Ημιορεινά (300-800m)	0,049	7,747	2,668	0,115	0,766
Ορεινά (>800m)	0,064	8,151	2,591	0,091	0,713

7.7 Επιφανειακή Αναγωγή κρίσιμης έντασης

Εξαιτίας του ότι οι όμβριες καμπύλες καταρτίζονται από δεδομένα σημειακής έντασης της βροχής (δεδομένα βροχογράφων) κρίνεται απαραίτητο οι εντάσεις που λαμβάνονται από αυτές να ανάγονται σε επιφανειακή ένταση εφόσον μελετάται η απόκριση της ευρύτερης περιοχής μιας λεκάνης απορροής.

Για την αναγωγή της σημειακής έντασης σε επιφανειακή χρησιμοποιείται ο συντελεστής επιφανειακής αναγωγής ϕ . Οι ιδιότητες του συντελεστή αυτού είναι οι εξής (Κουτσογιάννης κ.ά., 1999):

1. $\phi < 1$: όταν καταγράφεται μέγιστη ένταση στο βροχογράφο είναι απίθανο την ίδια στιγμή η ένταση να είναι η μέγιστη σε όλη την έκταση της λεκάνης.
2. $\phi \sim d$: όσο αυξάνεται η διάρκεια της βροχής (d) τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα η σημειακή ένταση να πλησιάζει την επιφανειακή ένταση.
3. $\phi \sim 1/A$: όσο μειώνεται η έκταση της λεκάνης (A) τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα η σημειακή ένταση να πλησιάζει την επιφανειακή ένταση.
4. Ο συντελεστής επιφανειακής αναγωγής ϕ εξαρτάται, σε κάποιο βαθμό, και από την περίοδο επαναφοράς του φαινομένου ωστόσο δεν έχουν γίνει εκτεταμένες μελέτες για τη διερεύνηση της εξάρτησης των δύο αυτών παραμέτρων.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή επιφανειακής αναγωγής χρησιμοποιείται η σχέση 7-14 (Κουτσογιάννης κ.ά., 1999)

$$\phi = 1 - \frac{0.048A^{0.36-0.011nA}}{d^{0.35}} \geq 0.25 \quad \text{Σχέση 7-14}$$

Όπου:

d = η διάρκεια της βροχής [hr]

A = η έκταση της λεκάνης [km²]

Κεφάλαιο 8: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Για τους 34 σταθμούς μέτρησης παροχής που ενδιαφέρουν, η υπολογιστική διαδικασία που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 7 έδωσε αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο παρόν κεφάλαιο.

8.1 Καθορισμός γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών λεκανών

Με την επεξεργασία των γεωγραφικών χαρτών μέσω του GIS (όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 6) προέκυψε ο Πίνακας 8-1, που ακολουθεί, με τα βασικότερα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των 34 λεκανών που εξετάζονται.

Όπου:

A = έκταση λεκάνης απορροής [km^2]

L = μήκος κύριου υδατορέματος [m]

L_{\max} = μέγιστο μήκος διαδρομής νερού στη λεκάνη [m]

H_{\max} = μέγιστο υψόμετρο λεκάνης [m]

H_{\min} = ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης, υψόμετρο εξόδου [m]

H_{mean} = μέσο υψόμετρο λεκάνης [m]

H_{far} = υψόμετρο του πλέον απομακρυσμένου σημείου της λεκάνης [m]

S_{\min} = ελάχιστη κλίση λεκάνης [%]

S_{\max} = μέγιστη κλίση λεκάνης [%]

S_{mean} = μέση κλίση λεκάνης [%]

S' = κλίση ανάμεσα στο υψηλότερο σημείο της λεκάνης και την έξοδο [%]

Πίνακας 8-1 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά λεκανών απορροής

α/α	ονομασία λεκάνης	κελιά λεκάνης	Απιν. GIS (km ²)	L (m)	L _{max} (m)	H _{min} (m)	H _{max} (m)	H _{mean} (m)	H _{far} (m)	S _{min} (%)	S _{max} (%)	S _{mean} (%)	S' (m/m)
1	1-1-3-95	43019	38,726	12251	14808	644	1585	1101,6	1322	0	101	45,84	0,06355
2	1-1-7-95	124772	112,321	45305	47862	128	1585	733,62	1585	0	155	26,98	0,03044
3	1-3-5-05	76129	68,5134	9697	12081	553	1527	1035,2	1353	0	121	57,13	0,10585
4	1-4-2-15	23819	21,44	4384	6791	701	1524	1076,3	1452	0	110	47,71	0,12119
5	2-2-3-95	71029	63,895	8419	14996	205	820	519,86	600	0	139	14,18	0,04101
6	2-2-6-60	87687	78,9682	14884	18662	304	1406	672,95	1406	0	96	35,30	0,05905
7	2-3-4-80	50022	45,048	7554	12622	252	1327	699,80	1270	0	121	43,43	0,08517
8	2-3-4-95	55680	50,144	9478	14550	204	1327	666,57	1270	0	121	42,09	0,07718
9	2-3-8-60	17698	15,921	3149	4924	287	1035	636,26	937	0	98	44,41	0,15191
10	2-4-6-70	31005	27,875	8690	9732	275	1214	677,34	1162	0	89	41,52	0,09649
11	2-4-6-80	5816	5,227	1640	3941	263	780	520,76	729	0	89	44,79	0,13118
12	2-7-2-75	42433	38,1675	9554	13465	321	1386	788,16	1010	0	140	51,09	0,07909
13	2-8-3-10	53128	47,8049	9692	12912	351	1482	862,74	808	0	108	57,03	0,08759
14	3-2-1-85	25180	22,6704	4339	6823	699	1892	1213,2	960	0	106	42,88	0,17485
15	3-3-1-70	17651	15,884	1583	7138	918	2070	1576,4	1863	0	115	44,37	0,16139
16	3-3-2-60	12202	10,968	2398	4351	966	1882	1325,9	1880	0	93	38,09	0,21053
17	3-3-3-15	47147	42,4007	6438	10330	711	2070	1389,8	1874	0	115	56,07	0,13156
18	3-3-3-95	69262	62,3514	11504	13457	522	2070	1159,1	1874	0	115	38,22	0,11503
19	3-4-2-90	36241	32,6146	15350	16232	412	1489	847,2	1489	0	97	34,55	0,06635
20	3-5-1-50	15960	14,3681	2927	7455	729	1725	1226,6	1678	2	119	53,93	0,1336
21	3-7-1-50	85630	77,0643	18135	22332	546	1671	1019,7	1440	0	111	42,35	0,05038
22	6-1-1-80	15777	14,1618	10567	13034	529	1531	844,76	1531	0	91	15,83	0,07688
23	6-1-1-85	33047	29,7609	12006	17484	521	1533	902,52	1276	0	96	16,80	0,05788
24	7-2-3-50	9991	8,9985	2225	5465	149	202	170,58	202	0	7	1,23	0,0097
25	7-2-7-05	25068	22,5667	6079	6655	185	294	239,5	280	0	37	17,23	0,01638
26	8-2-2-90	20884	18,8096	5359	8670	191	469	303,42	422	0	62	13,45	0,03206
27	8-2-4-10	58012	52,22	6763	12275	179	509	328,13	377	0	63	14,42	0,02688
28	8-5-1-60	22335	20,1021	7460	10172	262	796	431,56	522	0	80	20,13	0,0525
29	8-5-1-90	58573	52,736	18231	20943	134	796	329,57	522	0	80	14,37	0,03161
30	8-7-3-60	34902	31,4103	3740	6329	340	807	474,65	508	0	76	16,96	0,07379
31	8-8-2-50	34363	30,9016	11100	15662	447	1488	825,66	1488	0	100	33,53	0,06647
32	8-9-5-40	96330	86,7548	11337	17476	318	1493	698,2	1356	0	102	30,49	0,06724
33	9-4-3-80	74286	66,8381	13699	14287	295	1132	595,49	802	0	100	26,57	0,05858
34	9-6-2-90	74974	67,5046	20517	27626	375	1981	860,64	1910	0	119	29,60	0,05813

8.2 Εκτίμηση Συντελεστή Απορροής

Υπολογισμός τελικού συντελεστή απορροής

Για τον υπολογισμό του τελικού συντελεστή απορροής, C, υπολογίστηκαν αρχικά οι επιμέρους συντελεστές C₁, C₂, C₃, C₄, οι οποίοι στη συνέχεια αθροίστηκαν για προκύψει ο τελικός C. Για κάθε λεκάνη που εξετάζεται, παρατίθενται στον Πίνακα 8-2 οι επιμέρους καθώς και ο τελικός συντελεστής απορροής. Οι πίνακες υπολογισμού των επιμέρους συντελεστών C_i παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β.

Πίνακας 8-2 Επιμέρους και τελικός συντελεστής απορροής λεκανών για $T < 10$ έτη

α/α	ονομασία λεκάνης	C1	C2	C3	C4	C (ΟΜΟΕ)
1	1-1-3-95	0,300	0,072	0,067	0,040	0,479
2	1-1-7-95	0,270	0,071	0,065	0,040	0,446
3	1-3-5-05	0,310	0,070	0,040	0,040	0,460
4	1-4-2-15	0,300	0,070	0,040	0,040	0,450
5	2-2-3-95	0,220	0,072	0,075	0,040	0,408
6	2-2-6-60	0,290	0,094	0,051	0,040	0,475
7	2-3-4-80	0,300	0,078	0,040	0,040	0,458
8	2-3-4-95	0,300	0,079	0,040	0,040	0,459
9	2-3-8-60	0,300	0,070	0,040	0,040	0,450
10	2-4-6-70	0,300	0,070	0,040	0,040	0,450
11	2-4-6-80	0,300	0,070	0,052	0,090	0,512
12	2-7-2-75	0,310	0,070	0,040	0,040	0,459
13	2-8-3-10	0,310	0,070	0,040	0,040	0,460
14	3-2-1-85	0,300	0,082	0,052	0,040	0,474
15	3-3-1-70	0,300	0,101	0,0547	0,050	0,506
16	3-3-2-60	0,290	0,079	0,047	0,040	0,456
17	3-3-3-15	0,310	0,085	0,058	0,040	0,493
18	3-3-3-95	0,290	0,082	0,056	0,040	0,468
19	3-4-2-90	0,290	0,077	0,045	0,040	0,452
20	3-5-1-50	0,310	0,073	0,049	0,040	0,472
21	3-7-1-50	0,300	0,078	0,052	0,040	0,470
22	6-1-1-80	0,220	0,090	0,045	0,050	0,405
23	6-1-1-85	0,230	0,084	0,051	0,040	0,405
24	7-2-3-50	0,080	0,070	0,099	0,040	0,289
25	7-2-7-05	0,230	0,090	0,097	0,040	0,457
26	8-2-2-90	0,210	0,070	0,099	0,040	0,419
27	8-2-4-10	0,220	0,070	0,085	0,040	0,415
28	8-5-1-60	0,240	0,096	0,054	0,040	0,430
29	8-5-1-90	0,220	0,078	0,067	0,040	0,405
30	8-7-3-60	0,230	0,100	0,050	0,040	0,420
31	8-8-2-50	0,290	0,075	0,051	0,040	0,457
32	8-9-5-40	0,280	0,082	0,058	0,040	0,460
33	9-4-3-80	0,270	0,076	0,057	0,040	0,443
34	9-6-2-90	0,280	0,073	0,062	0,040	0,456

Ο συντελεστής απορροής εξαρτάται άμεσα από την περίοδο επαναφοράς του πλημμυρικού φαινομένου εμφανίζοντας αναλογική σχέση, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Στον ακόλουθο Πίνακα 8-3, υπολογίζεται ο συντελεστής απορροής ανάλογα με την περίοδο επαναφοράς και σύμφωνα με τους πίνακες των κανονισμών ΟΜΟΕ (Κουτσογιάννης).

Πίνακας 8-3 Υπολογισμός συν/τη απορροής ανάλογα με την περίοδο επαναφοράς T, $C_T=C_f \cdot C$

α/α	ονομασία λεκάνης	C (ΟΜΟΕ) T<10 έτη	C (ΟΜΟΕ) 10<T<25 έτη	C (ΟΜΟΕ) 25<T<50 έτη	C (ΟΜΟΕ) 50<T<100 έτη
	C _f	1	1,1	1,2	1,25
1	1-1-3-95	0,479	0,526	0,574	0,598
2	1-1-7-95	0,446	0,491	0,535	0,558
3	1-3-5-05	0,460	0,506	0,552	0,575
4	1-4-2-15	0,450	0,495	0,540	0,563
5	2-2-3-95	0,408	0,448	0,489	0,509
6	2-2-6-60	0,475	0,523	0,570	0,594
7	2-3-4-80	0,458	0,503	0,549	0,572
8	2-3-4-95	0,459	0,505	0,551	0,574
9	2-3-8-60	0,450	0,495	0,540	0,563
10	2-4-6-70	0,450	0,495	0,540	0,562
11	2-4-6-80	0,512	0,563	0,614	0,640
12	2-7-2-75	0,459	0,505	0,551	0,574
13	2-8-3-10	0,460	0,506	0,552	0,575
14	3-2-1-85	0,474	0,521	0,569	0,592
15	3-3-1-70	0,506	0,557	0,607	0,633
16	3-3-2-60	0,456	0,502	0,547	0,570
17	3-3-3-15	0,493	0,543	0,592	0,617
18	3-3-3-95	0,468	0,515	0,562	0,585
19	3-4-2-90	0,452	0,497	0,542	0,565
20	3-5-1-50	0,472	0,519	0,567	0,590
21	3-7-1-50	0,470	0,517	0,564	0,587
22	6-1-1-80	0,405	0,446	0,486	0,506
23	6-1-1-85	0,405	0,445	0,486	0,506
24	7-2-3-50	0,289	0,318	0,347	0,362
25	7-2-7-05	0,457	0,503	0,549	0,572
26	8-2-2-90	0,419	0,461	0,502	0,523
27	8-2-4-10	0,415	0,457	0,498	0,519
28	8-5-1-60	0,430	0,473	0,516	0,538
29	8-5-1-90	0,405	0,446	0,486	0,506
30	8-7-3-60	0,420	0,462	0,504	0,525
31	8-8-2-50	0,457	0,502	0,548	0,571
32	8-9-5-40	0,460	0,506	0,552	0,575
33	9-4-3-80	0,443	0,487	0,532	0,554
34	9-6-2-90	0,456	0,501	0,547	0,569

8.3 Εκτίμηση Αριθμού Καμπύλης Απορροής CN

Για τον αριθμό καμπύλης απορροής κάθε μιας από τις 34 λεκάνες που εξετάζονται παρατίθεται ο Πίνακας 8-4 που ακολουθεί.

Πίνακας 8-4 Αριθμός καμπύλης απορροής CN, λεκανών ενδιαφέροντος, για συνθήκες εδαφικής υγρασίας τύπου II

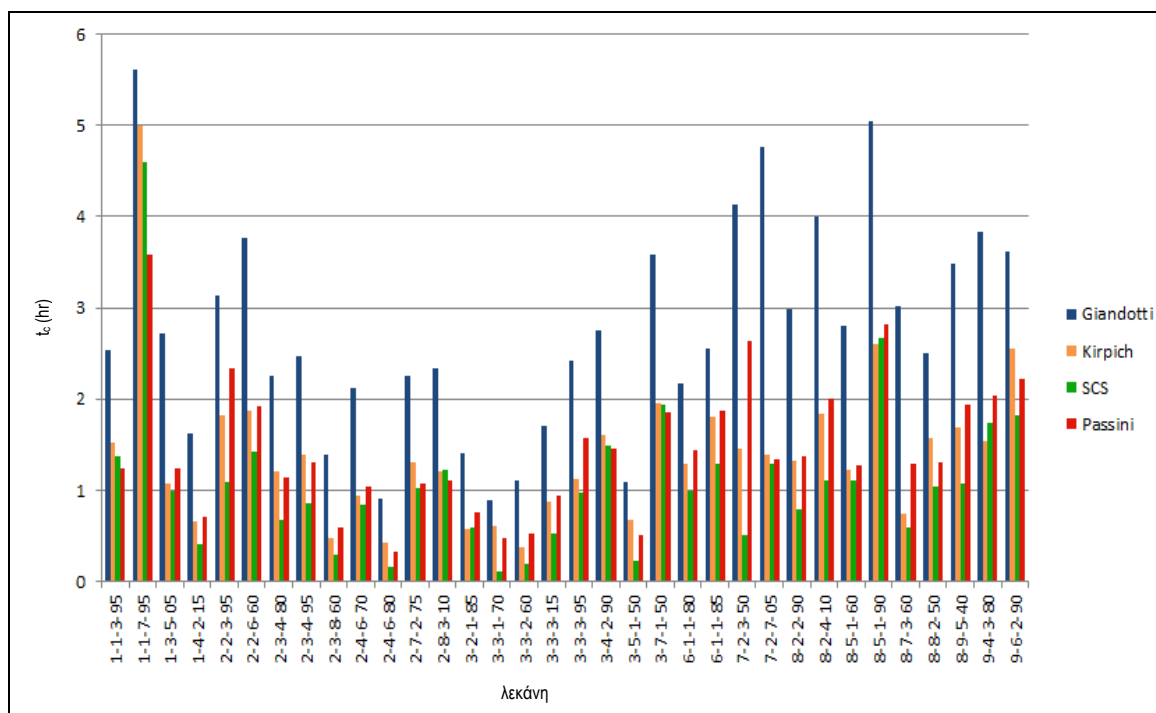
α/α	ονομασία λεκάνης	CN	α/α	ονομασία λεκάνης	CN
1	1-1-3-95	72	18	3-3-3-95	70
2	1-1-7-95	72	19	3-4-2-90	66
3	1-3-5-05	61	20	3-5-1-50	67
4	1-4-2-15	61	21	3-7-1-50	71
5	2-2-3-95	74	22	6-1-1-80	72
6	2-2-6-60	72	23	6-1-1-85	70
7	2-3-4-80	64	24	7-2-3-50	77
8	2-3-4-95	65	25	7-2-7-05	79
9	2-3-8-60	61	26	8-2-2-90	71
10	2-4-6-70	61	27	8-2-4-10	72
11	2-4-6-80	62	28	8-5-1-60	76
12	2-7-2-75	61	29	8-5-1-90	73
13	2-8-3-10	61	30	8-7-3-60	78
14	3-2-1-85	69	31	8-8-2-50	68
15	3-3-1-70	67	32	8-9-5-40	74
16	3-3-2-60	66	33	9-4-3-80	72
17	3-3-3-15	70	34	9-6-2-90	71

8.4 Εκτίμηση Χρόνου Συρροής

Η εκτίμηση του χρόνου συρροής έγινε με τις τέσσερις εμπειρικές μεθόδους οι οποίες περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 7. Τα αποτελέσματα της υπολογιστικής διαδικασίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.5, που ακολουθεί ενώ στον Πίνακα 8-6 παρουσιάζεται ο τελικός χρόνος συρροής σύμφωνα με τη μέθοδο Kirpich μετά την διόρθωση που προτείνεται βάση του αριθμού καμπύλης απορροής της λεκάνης.

Πίνακας 8-5 Εκτίμηση χρόνου συρροής t_c

α/α	ονομασία λεκάνης	Giandotti t_c (hr)	Kirpich t_c (hr)	SCS t_c (hr)	Passini t_c (hr)
1	1-1-3-95	2,53	1,53	1,37	1,24
2	1-1-7-95	5,61	5,00	4,61	3,58
3	1-3-5-05	2,71	1,07	0,98	1,25
4	1-4-2-15	1,62	0,65	0,40	0,71
5	2-2-3-95	3,14	1,82	1,09	2,33
6	2-2-6-60	3,77	1,87	1,42	1,92
7	2-3-4-80	2,26	1,20	0,67	1,14
8	2-3-4-95	2,47	1,40	0,86	1,30
9	2-3-8-60	1,38	0,47	0,29	0,60
10	2-4-6-70	2,13	0,94	0,83	1,04
11	2-4-6-80	0,90	0,416	0,16	0,33
12	2-7-2-75	2,26	1,30	1,02	1,08
13	2-8-3-10	2,33	1,21	1,21	1,11
14	3-2-1-85	1,41	0,57	0,60	0,76
15	3-3-1-70	0,89	0,61	0,11	0,48
16	3-3-2-60	1,11	0,37	0,19	0,52
17	3-3-3-15	1,71	0,87	0,53	0,94
18	3-3-3-95	2,42	1,13	0,98	1,56
19	3-4-2-90	2,75	1,61	1,49	1,46
20	3-5-1-50	1,10	0,68	0,23	0,51
21	3-7-1-50	3,58	1,95	1,93	1,86
22	6-1-1-80	2,17	1,28	1,00	1,44
23	6-1-1-85	2,55	1,80	1,28	1,87
24	7-2-3-50	4,13	1,46	0,51	2,64
25	7-2-7-05	4,76	1,39	1,29	1,34
26	8-2-2-90	2,99	1,31	0,80	1,37
27	8-2-4-10	4,00	1,84	1,10	2,01
28	8-5-1-60	2,80	1,23	1,11	1,28
29	8-5-1-90	5,04	2,61	2,67	2,81
30	8-7-3-60	3,02	0,75	0,59	1,28
31	8-8-2-50	2,50	1,57	1,04	1,31
32	8-9-5-40	3,48	1,70	1,07	1,95
33	9-4-3-80	3,84	1,53	1,74	2,03
34	9-6-2-90	3,61	2,55	1,82	2,21



Εικόνα 8-1 Συγκριτικό διάγραμμα χρόνου συρροής λεκανών υπολογισμένου από τις 4 υφιστάμενες εμπειρικές μεθόδους.

Πίνακας 8-6 Εκτίμηση τελικού χρόνου συρροής t_c από τη σχέση Kirpich και διορθωμένος βάση του αριθμού καμπύλης απορροής CN

α/α	ονομασία λεκάνης	t_c (final) (hr)	α/α	ονομασία λεκάνης	t_c (final) (hr)
1	1-1-3-95	6,17	18	3-3-3-95	5,85
2	1-1-7-95	21,29	19	3-4-2-90	10,43
3	1-3-5-05	9,20	20	3-5-1-50	4,21
4	1-4-2-15	5,61	21	3-7-1-50	8,78
5	2-2-3-95	6,07	22	6-1-1-80	5,30
6	2-2-6-60	8,16	23	6-1-1-85	8,84
7	2-3-4-80	8,78	24	7-2-3-50	3,03
8	2-3-4-95	9,80	25	7-2-7-05	2,06
9	2-3-8-60	4,02	26	8-2-2-90	5,81
10	2-4-6-70	8,08	27	8-2-4-10	7,63
11	2-4-6-80	3,45	28	8-5-1-60	3,11
12	2-7-2-75	11,35	29	8-5-1-90	10,41
13	2-8-3-10	10,42	30	8-7-3-60	1,49
14	3-2-1-85	2,98	31	8-8-2-50	8,85
15	3-3-1-70	3,88	32	8-9-5-40	5,59
16	3-3-2-60	2,41	33	9-4-3-80	6,21
17	3-3-3-15	4,51	34	9-6-2-90	11,27

8.5 Εκτίμηση Συντελεστή Επιφανειακής Αναγωγής Κρίσιμης Ένταση

Για τον υπολογισμό του συντελεστή επιφανειακής απορροής απαιτείται η διάρκεια της βροχόπτωσης η οποία αντικαθίσταται από το χρόνο συρροής. Για το λόγο αυτό, σε κάθε περίπτωση υπολογισμού της παροχής αιχμής ο συντελεστής επιφανειακής αναγωγής επαναυπολογίζεται ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του χρόνου συρροής.

Κεφάλαιο 9: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των φυσιογραφικών χαρτών και από τους υδρολογικούς υπολογισμούς, έγινε προσπάθεια συσχέτισής τους για τον καθορισμό υπολογιστικής διαδικασίας βάσει της οποίας θα εκτιμάτε η παροχή αιχμής σε λεκάνες για τις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις ενώ ως δεδομένα θα λαμβάνονται τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών και η όμβρια καμπύλη της περιοχής. Η όλη διαδικασία αφορά στον έλεγχο της ορθολογικής μεθόδου και στην προσπάθεια βελτίωσης των παραμέτρων της (π.χ. χρόνος συρροής, συντελεστής απορροής) ώστε να βελτιστοποιείται (χρήση συντελεστή προσδιορισμού, CE) με βάση τις διαθέσιμες χρονοσειρές απορροής.

9.1 Παραδοχές

Για την πραγματοποίηση της διερεύνησης αυτής κατέστη απαραίτητο να ληφθούν υπόψη πολύ συγκεκριμένες παραδοχές ώστε να είναι δυνατή η χρήση των δεδομένων χωρίς να προκύπτουν ιδιαίτερα προβλήματα από ελλείψεις πρωτογενών στοιχείων (π.χ. επεισόδια βροχής).

Περίοδος Επαναφοράς

Στην παρούσα εργασία δε χρησιμοποιήθηκαν παρατηρημένα βροχογραφήματα ούτε και πλημμυρογραφήματα παρά μόνο μετρήσεις μηνιαίων μέγιστων στιγμιαίων παροχών. Συνεπώς, δεν ήταν δυνατός ο ακριβής υπολογισμός του χρόνου συρροής (υπολογίζεται ως η χρονική απόσταση από την αιχμή του βροχογραφήματος μέχρι την αιχμή του πλημμυρογραφήματος) ούτε και της περιόδου επαναφοράς του κάθε επεισοδίου απορροής.

Για τους λόγους αυτούς, στον προσδιορισμό της κρίσιμης έντασης της βροχόπτωσης χρησιμοποιήθηκε, ενδεικτικά, ως περίοδος επαναφοράς το μήκος της χρονοσειράς των παροχομετρήσεων. Για παράδειγμα, σε σταθμό με μήκος χρονοσειράς 40 έτη μετρήσεων η πιθανότητα εμφάνισης της μέγιστης παροχής θεωρήθηκε 1/40 και η περίοδος επαναφοράς της τα 40 έτη.

Διάρκεια επεισοδίου βροχής

Για τον υπολογισμό της κρίσιμης έντασης της βροχόπτωσης χρησιμοποιούνται οι όμβριες καμπύλες της κάθε περιοχής όπως αυτές έχουν αναπτυχθεί από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία της Κύπρου και δίδονται στο Μετεωρολογικό Σημείωμα Αρ.15 (Πασιαρδής, 2009).

Για τη χρήση της όμβριας καμπύλης απαιτείται να απορρέει ολόκληρη η υδρολογική λεκάνη και συνεπώς η διάρκεια της βροχόπτωσης να είναι τουλάχιστον ίση με το χρόνο συρροής της εκάστοτε λεκάνης. Για να εξασφαλιστεί η απαίτηση αυτή χρησιμοποιήθηκαν, για την διερεύνηση, μόνο τα επεισόδια απορροής τα οποία έδιναν ανηγμένη παροχή ($A_{\text{λεκάνης}}/Q$) μεγαλύτερη από $1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$.

Χρήση αριθμού καμπύλης απορροής στον υπολογισμό του χρόνου συρροής

Σε ορισμένες από τις νέες εμπειρικές σχέσεις που διερευνήθηκαν χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός καμπύλης απορροής, CN, ως παράμετρος για την εκτίμηση του χρόνου συρροής, t_c (το αυτό συμβαίνει και με την σχέση Kirpich η οποία διορθώνεται βάσει του CN). Στις περιπτώσεις αυτές ο αριθμός καμπύλης απορροής αποτελεί μια ενδεικτική τιμή της τραχύτητας της λεκάνης (συνεπώς και του υδατορέματος) χωρίς αυτό να απαιτεί αναγκαστικά και τη χρήση της μεθόδου SCS για τον υπολογισμό της παροχής αιχμής.

Σημειώνεται ότι:

για τη χρήση της μεθόδου SCS απαιτούνται τα υετογραφήματα των λεκανών ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός του όγκου της βροχόπτωσης και στη συνέχεια την εφαρμογή της σχέσης 9-1 για τον υπολογισμό της παροχής αιχμής (Καραδήμος κ.ά., 2009).

$$Q = \frac{(P - I)^2}{(P - I) + S} \quad \text{για } P > I \quad \text{Σχέση 9-1}$$

όπου:

Q = ο όγκος απορροής

P = ο όγκος της βροχόπτωσης

I = η αρχική συγκράτηση υγρασίας (I=0,2S)

S = η αποθηκευτικότητα της λεκάνης

Εναλλακτικά, για τον υπολογισμό του όγκου της βροχής θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το μοναδιαίο υδρογράφημα από το οποίο ο υπολογισμός του όγκου της βροχής θα γινόταν με συγκεκριμένο σταθερό χρονικό βήμα. Παρά ταύτα, στην παρούσα εργασία τα υετογραφήματα δεν είναι διαθέσιμα και ζητάτε οι εκτιμήσεις να γίνουν χωρίς καθόλου δεδομένα βροχόπτωσης. Συνεπώς στην περίπτωση αυτή δεν είναι δυνατή η χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου.

9.2 Μεθοδολογία

Αρχικά, για την κάθε λεκάνη επιλέχθηκαν οι 3 μεγαλύτερες μετρημένες παροχές (Q1, Q2, Q3) και στη συνέχεια υπολογίστηκε η ανηγμένη παροχή (q1, q2, q3). Για τη βελτιστοποίηση της ορθολογικής μεθόδου και την εξαγωγή των απαιτούμενων σχέσεων χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι μετρήσεις παροχής οι οποίες έδιναν ανηγμένα, προς την έκταση της λεκάνης, παροχή μεγαλύτερη από 1m³/s/km². Στον Πίνακα 9-1 παρουσιάζονται οι υπολογισμοί, όπου με έντονη γραφή (**bold**) σημειώνονται οι μετρήσεις που λήφθηκαν υπόψη κατά τη διερεύνηση που θα ακολουθήσει.

Πίνακας 9-1: Επιλογή παροχομετρήσεων

α/α	Λεκάνη	A (km ²)	Q1	Q2	Q3	q1=Q1/A	q2=Q2/A	q3=Q3/A
1	1-1-3-95	38,7	54,0	13,0	12,5	1,39	0,34	0,32
2	1-1-7-95	112,3	45,0	39,0	13,5	0,40	0,35	0,12
3	1-3-5-05	68,5	43,5	30,0	20,0	0,63	0,44	0,29
4	1-4-2-15	21,4	7,3	3,9	3,6	0,34	0,18	0,17
5	2-2-3-95	63,9	94,0	54,0	38,0	1,47	0,85	0,59
6	2-2-6-60	79,0	248,0	150,0	145,0	3,14	1,90	1,84
7	2-3-4-80	45,0	71,0	8,0	6,9	1,58	0,18	0,15
8	2-3-4-95	50,1	35,0	4,5	2,8	0,70	0,09	0,06
9	2-3-8-60	15,9	17,0	3,5	0,7	1,07	0,22	0,05
10	2-4-6-70	27,9	28,0	11,7	8,4	1,004	0,42	0,30
11	2-4-6-80	5,2	63,0	3,1	2,9	12,05	0,58	0,55
12	2-7-2-75	38,2	37,0	12,0	9,3	0,97	0,31	0,24
13	2-8-3-10	47,8	46,0	23,5	16,6	0,96	0,49	0,35
14	3-2-1-85	22,7	25,0	21,0	17,7	1,10	0,93	0,78
15	3-3-1-70	15,9	45,0	26,0	12,5	2,83	1,64	0,79
16	3-3-2-60	11,0	6,0	5,4	3,0	0,55	0,49	0,27
17	3-3-3-15	42,4	29,0	16,0	11,5	0,68	0,38	0,27
18	3-3-3-95	62,4	47,0	24,0	20,0	0,75	0,38	0,32
19	3-3-4-95	85,8	64,0	49,0	49,0	0,75	0,57	0,57
20	3-4-2-90	32,6	135,0	92,0	16,3	4,14	2,82	0,50
21	3-5-1-50	14,4	87,0	14,8	12,0	6,06	1,03	0,84
22	3-7-1-50	77,1	200,0	66,4	66,0	2,60	0,86	0,86
23	6-1-1-80	14,2	26,9	26,0	21,0	1,90	1,84	1,48
24	6-1-1-85	29,8	58,0	54,0	26,5	1,95	1,81	0,89
25	7-2-3-50	9,0	185,0	17,0	17,0	20,56	1,89	1,89
26	7-2-7-05	22,6	2,5	1,9	1,6	0,11	0,08	0,07
27	8-2-2-90	18,8	71,0	44,0	37,0	3,77	2,34	1,97
28	8-2-4-10	52,2	72,0	24,0	23,0	1,38	0,46	0,44
29	8-5-1-60	20,1	64,0	23,0	23,0	3,18	1,14	1,14
30	8-5-1-90	52,7	50,0	25,0	21,0	0,95	0,47	0,40
31	8-7-3-60	31,4	34,0	33,0	26,0	1,08	1,05	0,83
32	8-8-2-50	30,9	25,0	22,0	21,0	0,81	0,71	0,68
33	8-9-5-40	86,8	51,0	40,0	25,0	0,59	0,46	0,29
34	9-4-3-80	66,8	26,0	20,0	14,7	0,39	0,30	0,22
35	9-6-2-90	67,5	27,7	13,5	7,6	0,41	0,20	0,11

Σημειώνεται ότι: η μέγιστη παροχή της λεκάνης 7-2-3-50 δεν χρησιμοποιείται διότι εμφανίζεται εξαιρετικά μεγάλη και κρίθηκε ως αναληθής.

Μετά την επιλογή των καταλληλότερων μετρήσεων εξετάστηκε η γραμμική συσχέτιση αυτών με τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών (εμβαδόν, κλίση, συντελεστής απορροής, αριθμός καμπύλης απορροής) και τους χρόνους συρροής τους.

Για τον υπολογισμό των παροχών αιχμής χρησιμοποιείται η ορθολογική μέθοδος ($Q=0.278ciA$). Για την εφαρμογή της η έκταση της λεκάνης καθορίζεται από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους ενώ, ο χρόνος συρροής που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κρίσιμης έντασης αλλά και ο συντελεστής απορροής μπορούν να καθορίζονται από υφιστάμενες, ή μη, σχέσεις.

Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των περιπτώσεων, βελτιστοποίησης της ορθολογικής μεθόδου, που εξετάστηκαν, ως μέτρο σφάλματος χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής προσδιορισμού (coefficient of determination or efficiency) CE, βάσει του οποίου συγκρίνονται οι προσομοιωμένες αποκρίσεις της λεκάνης με τις παρατηρημένες (ο CE υπολογίζεται από τα σφάλματα των μετρημένων και των υπολογισμένων παροχών και συγκρίνει τις υπολογιζόμενες και τις πραγματικές τιμές μιας μεταβλητής).

Για τον υπολογισμό του συντελεστή προσδιορισμού εφαρμόζονται οι ακόλουθες σχέσεις.

$$CE = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad \text{Σχέση 9-2}$$

$$SSE = \sum (y_i - y'_i)^2 \quad \text{Σχέση 9-3}$$

$$SST = \left[\sum (Y_i - Y'_i) \right]^2 \quad \text{Σχέση 9-4}$$

Όπου:

SSR = άθροισμα τετραγώνων παλινδρόμησης

SST = συνολικό άθροισμα τετραγώνων

SSE = άθροισμα τετραγώνων σφάλματος

Η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού κυμαίνεται μεταξύ $-\infty < CE < 1$. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του CE στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών. Στην ακραία περίπτωση όπου $CE=1$, τότε υπάρχει απόλυτη ταύτιση των υπολογισμένων και των παρατηρημένων τιμών ενώ όταν $CE<0$, η προσαρμογή του μοντέλου θεωρείται πολύ κακή καθότι η υπολογισμένη χρονοσειρά είναι χειρότερη εκτιμήτρια σε σχέση με τη μέση παρατηρημένη τιμή (Μαμάσης, 2009).

Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι περιπτώσεις βελτιστοποίησης που εξετάστηκαν καθώς και τα αποτελέσματα που λήφθηκαν.

9.3 Διερεύνηση προσαρμοστικότητας υφιστάμενων εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής

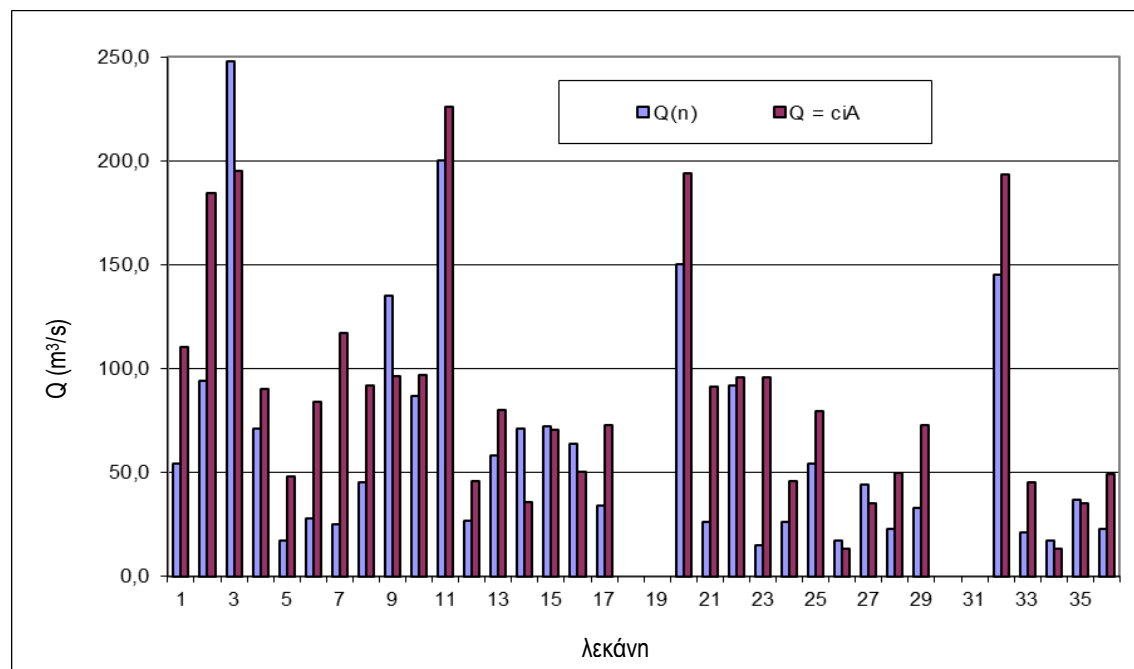
Σε μια πρώτη διερεύνηση, εξετάστηκε ο βαθμός προσαρμοστικότητας, στα δεδομένα της Κύπρου, των υφιστάμενων εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής (υπολογίστηκε ο συντελεστής προσδιορισμού επί των αποτελεσμάτων της ορθολογικής μεθόδου όταν ο χρόνος συρροής εκτιμάτε με κάποια από τις υφιστάμενες σχέσεις υπολογισμού του), αλλά και ο συντελεστής απορροής όπως αυτός υπολογίζεται από τους πίνακες των Κανονισμών ΟΜΟΕ (Κουστογιάννης).

Περίπτωση 1: Χρήση της σχέσης Giandotti για την εκτίμηση των χρόνων συρροής λεκανών απορροής της Κύπρου και εφαρμογής της ορθολογικής μεθόδου για τον υπολογισμό των πλημμυρικών αιχμών.

Η μέθοδος έδωσε, για τις μετρημένες και τις υπολογισμένες παροχές, συντελεστή προσδιορισμού $CE = 0,484$.

Παρατήρηση: Η χρήση της μεθόδου Giandotti για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής Κυπριακών λεκανών απορροής δίνει τιμή του συντελεστή προσαρμογής περί το 0,5. Η τιμή αυτή δείχνει μια αρκετά καλή προσαρμογή του μοντέλου και συνεπώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Στην Εικόνα 9-1, που ακολουθεί, παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών $Q(n)$ στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q = ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από την εξίσωση Giandotti (σχέση 7-10).



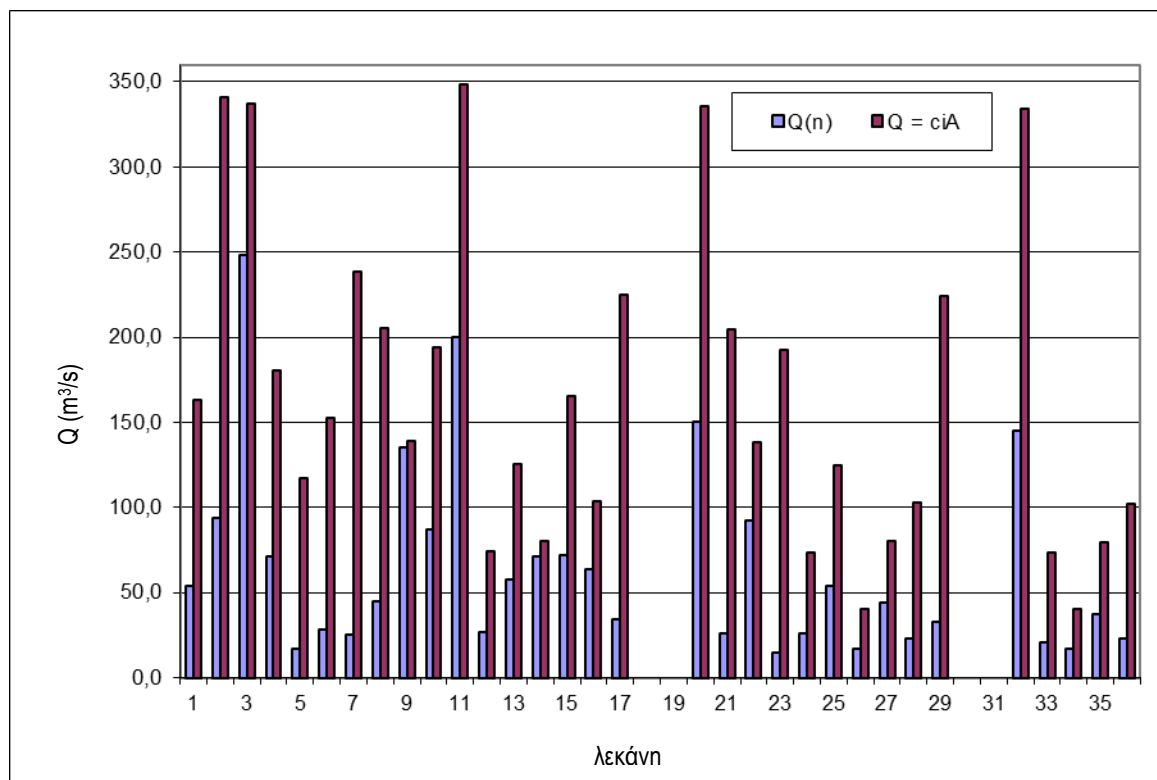
Εικόνα 9-1 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από την εξίσωση Giandotti

Περίπτωση 2: Χρήση της σχέσης Kirrich για την εκτίμηση των χρόνων συρροής λεκανών απορροής της Κύπρου και εφαρμογής της ορθολογικής μεθόδου για τον υπολογισμό των πλημμυρικών αιχμών.

Η μέθοδος έδωσε, για τις μετρημένες και τις υπολογισμένες παροχές, συντελεστή προσδιορισμού $CE = -3,45 < 0$

Παρατήρηση: Η τιμή του συντελεστή προσαρμογής λαμβάνεται μικρότερη του μηδενός και συνεπώς η προσαρμογή του μοντέλου θεωρείται πολύ κακή. Κατά συνέπεια η μέθοδος Kirrich δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής σε Κυπριακές λεκάνες καθότι η υπολογισμένη χρονοσειρά των παροχών είναι χειρότερη εκτιμήτρια σε σχέση με τη μέση παρατηρημένη παροχή.

Στην Εικόνα 9-2 παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών $Q(n)$ στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από την εξίσωση Kirrich (σχέσεις 7-8 & 7-9).



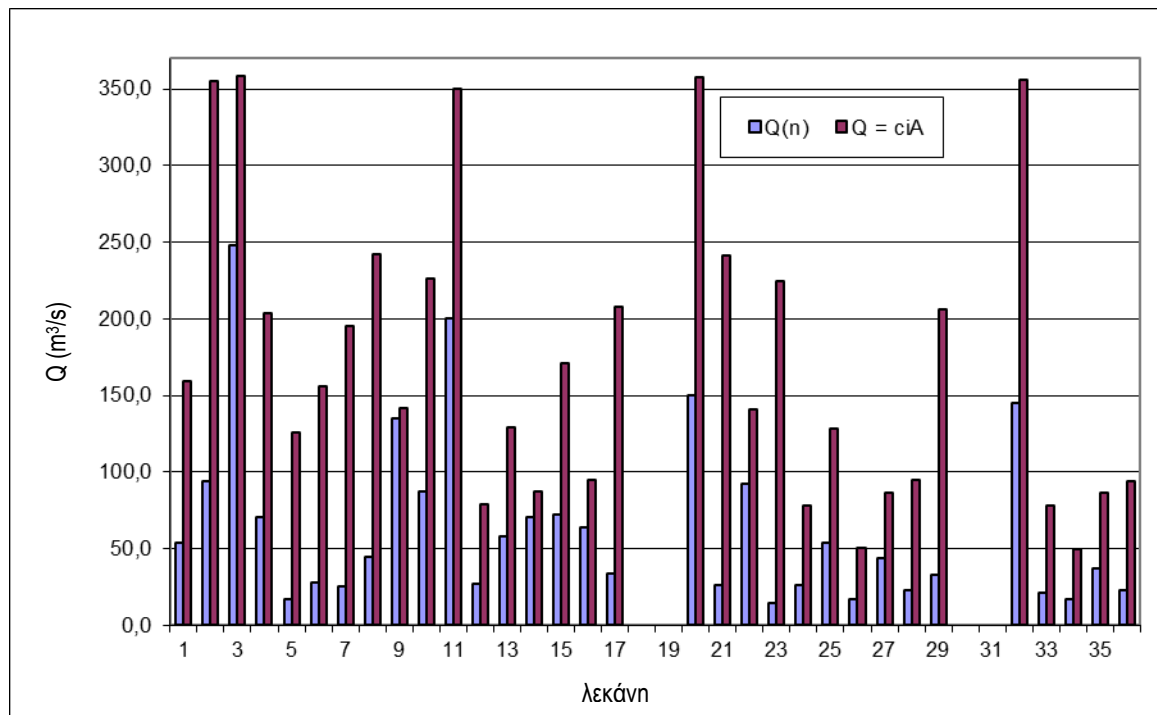
Εικόνα 9-2 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη μέθοδο Kirrich

Περίπτωση 3: Χρήση της μεθοδολογίας που προτείνει η SCS για την εκτίμηση των χρόνων συρροής λεκανών απορροής της Κύπρου και εφαρμογής της ορθολογικής μεθόδου για τον υπολογισμό των πλημμυρικών αιχμών.

Η μέθοδος έδωσε συντελεστή προσδιορισμού $CE = -4,02 < 0$

Παρατήρηση: Η τιμή του συντελεστή προσαρμογής λαμβάνεται, και σε αυτή την περίπτωση, μικρότερη του μηδενός με αποτέλεσμα η προσαρμογή της μέθοδος SCS να θεωρείται πολύ κακή και δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής σε Κυπριακές λεκάνες.

Στην Εικόνα 9-3, που ακολουθεί, παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών $Q(n)$ στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τη μέθοδο SCS (σχέση 7-11).



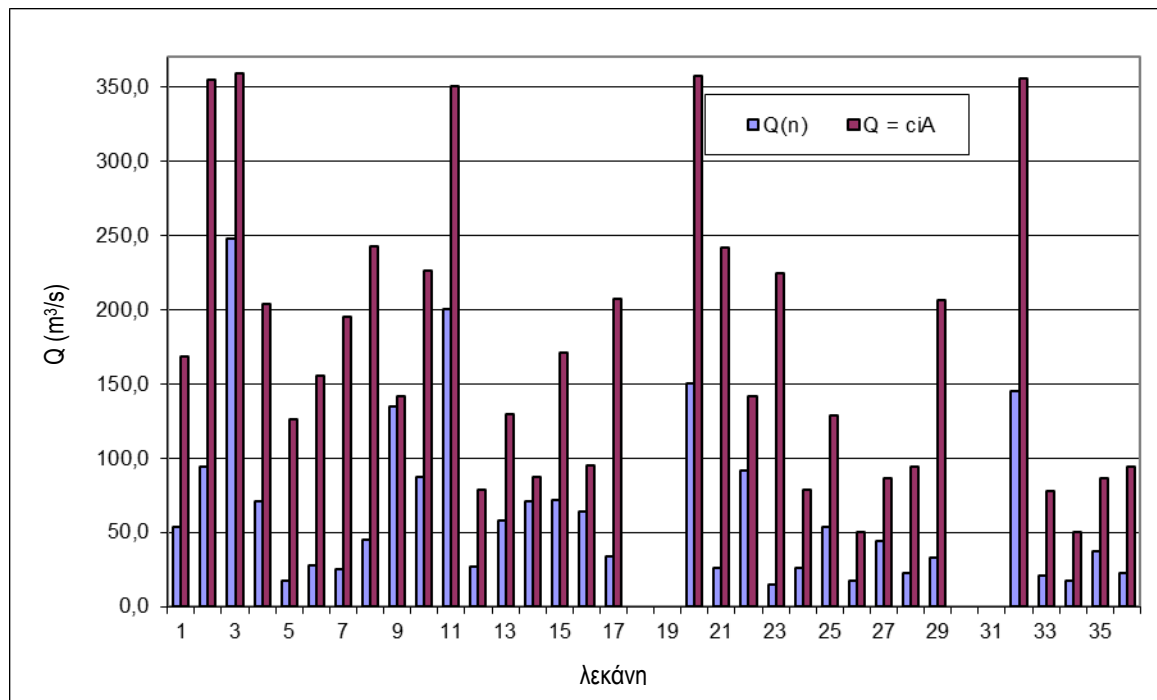
Εικόνα 9-3 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη μέθοδο SCS

Περίπτωση 4: Χρήση της σχέσης Passini για την εκτίμηση των χρόνων συρροής λεκανών απορροής της Κύπρου και εφαρμογής της ορθολογικής μεθόδου για τον υπολογισμό των πλημμυρικών αιχμών.

Η μέθοδος έδωσε συντελεστή προσδιορισμού $CE = -4,04 < 0$

Παρατήρηση: Όπως και οι μέθοδοι Kirpich και SCS, έτσι και η μέθοδος Passini κατά την εφαρμογή της για τον υπολογισμό των χρόνων συρροής των Κυπριακών λεκανών έδωσε συντελεστή προσδιορισμού, για τις μετρημένες και τις εκτιμημένες (από ορθολογική μέθοδο) παροχές, μικρότερο του μηδενός κρίνοντάς την ακατάλληλη προς χρήση για την περίπτωση της Κύπρου.

Στην Εικόνα 9-4 παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών $Q(n)$ στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τη μέθοδο Passini (σχέση 7-12).



Εικόνα 9-4 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη μέθοδο Passini

Η παραπάνω διερεύνηση απέδειξε ότι η μόνη εμπειρική σχέση εκτίμησης του χρόνου συρροής η οποία θα έπρεπε να χρησιμοποιείται στην περίπτωση της Κύπρου είναι η σχέση Giandotti η οποία δίνει και αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα. Σημειώνεται ότι, η εμπειρική σχέση Giandotti δίνει γενικά και τους μεγαλύτερους χρόνους συρροής σε σύγκριση με τις υπόλοιπες 3 μεθόδους.

9.4 Διερεύνηση εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής

9.4.1 Επεξεργασία υφιστάμενων μεθόδων υπολογισμού του χρόνου συρροής

Στη διερεύνηση που ακολουθεί, εξετάστηκαν οι περιπτώσεις μετατροπής των συντελεστών, και μόνο αυτών, των υφιστάμενων εμπειρικών σχέσεων Giandotti και Kirich με στόχο την το δυνατόν καλύτερη εκτίμηση των πλημμυρικών αιχμών με χρήση της ορθολογικής μεθόδου μέσω της βελτιστοποίησης υπολογισμού του χρόνου συρροής. Στην ενότητα αυτή ο συντελεστής απορροής υπολογίστηκε σύμφωνα με τις οδηγίες των κανονισμών ΟΜΟΕ.

Τα αποτελέσματα της υπολογιστικής διαδικασίας της βελτιστοποίησης της ορθολογικής μεθόδου (μεγιστοποίηση του CE) έδωσαν τις ακόλουθες σχέσεις για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής.

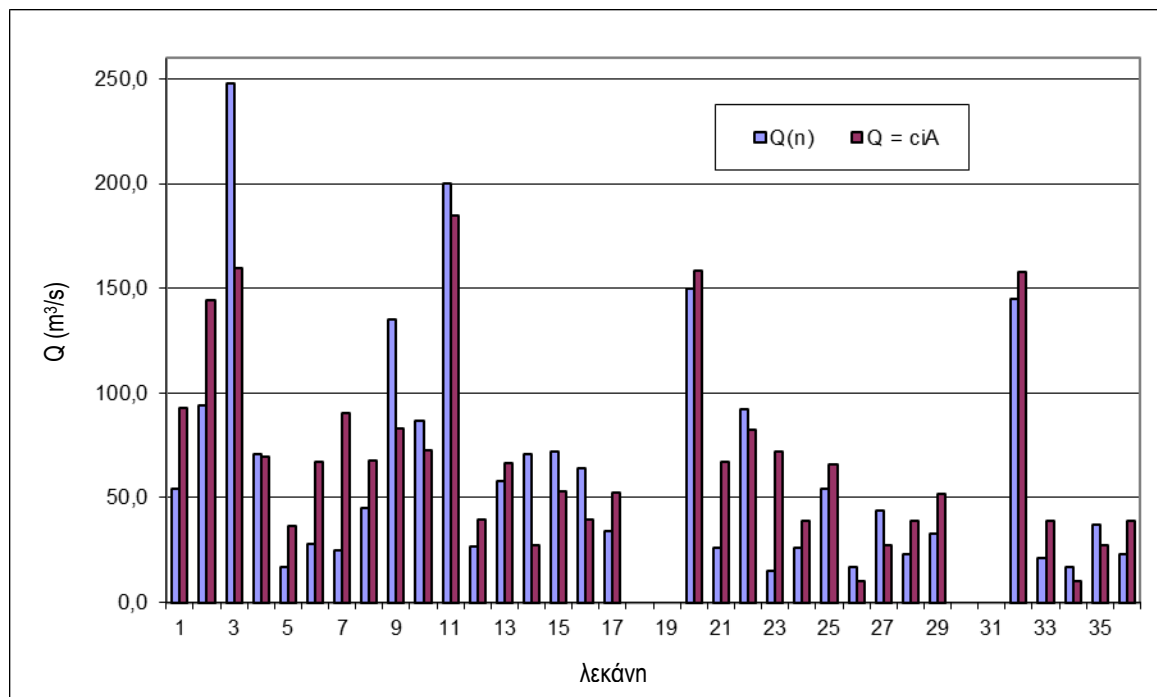
Περίπτωση 1: Γραμμική συσχέτιση μέγιστων παροχών με φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λεκανών για χρόνους συρροής υπολογισμένους από τη μέθοδο Giandotti με προσαρμοσμένους τους συντελεστές της μετά από βελτιστοποίηση της ορθολογικής μεθόδου.

$$t_c = \frac{10A^{0.5} + 0.1L}{0.867DH^{0.5}} \quad \text{Σχέση 9-5}$$

t_c [hr], A [km²], L [km], DH [m]

Η μέθοδος έδωσε συντελεστή προσδιορισμού CE = 0,727

Στην Εικόνα 9-5, που ακολουθεί, παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών Q(n) στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος (Q=ciA) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τη σχέση 9-5.



Εικόνα 9-5 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-5

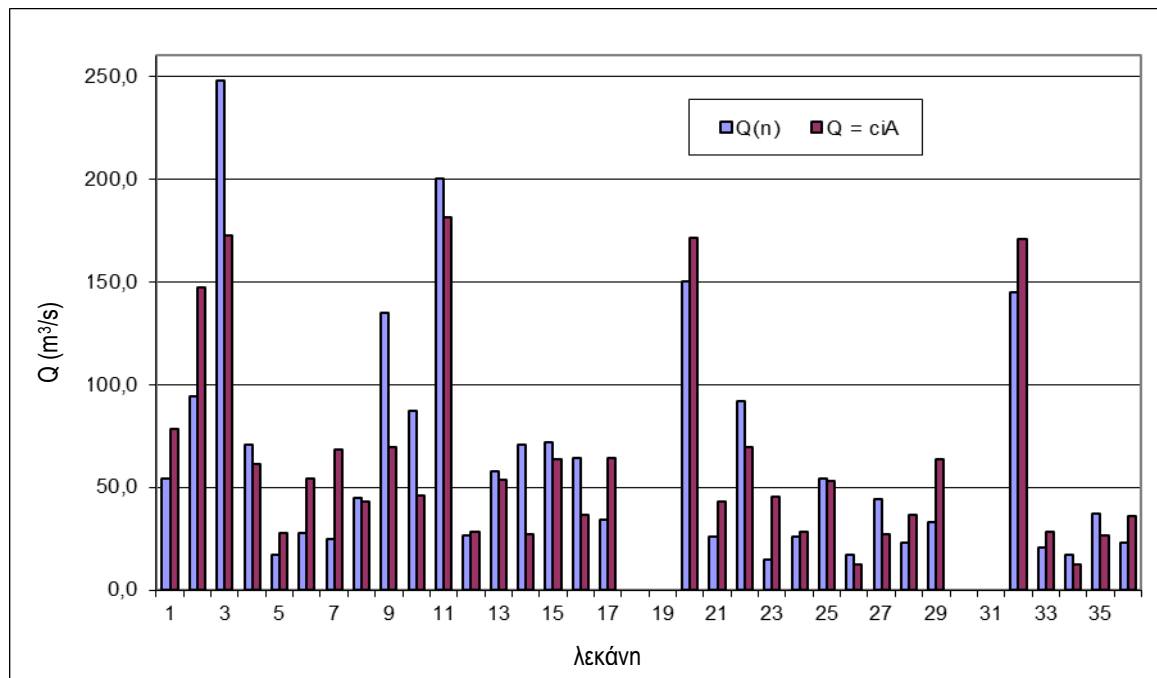
Περίπτωση 2: Γραμμική συσχέτιση μέγιστων παροχών με φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λεκανών για χρόνους συρροής υπολογισμένους από τη μέθοδο Kirpich με προσαρμοσμένους τους συντελεστές της μετά από βελτιστοποίηση.

$$t_c = \frac{40L^{0.16}}{60S^{0.139}} \quad \text{Σχέση 9-6}$$

t_c [hr], L [m], S [m/m]

Η μέθοδος έδωσε συντελεστή προσδιορισμού CE = 0,750

Στην Εικόνα 9-6 παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών $Q(n)$ στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τη σχέση 9-6.



Εικόνα 9-6 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-6

9.4.2 Διερεύνηση νέων εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής

Ακολούθως έγιναν δοκιμές για την κατάρτιση νέας εμπειρικής σχέσης υπολογισμού του χρόνου συρροής, στην οποία θα προσαρμόζονται όσο το δυνατόν καλύτερα τα δεδομένα των μετρήσεων παροχής της Κύπρου. Επιπλέον, εξετάστηκαν και περιπτώσεις διόρθωσης τόσο του συντελεστή απορροής όσο και του χρόνου συρροής βάσει της περιόδου επαναφοράς των φαινομένων λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι, τόσο ο χρόνος συρροής όσο και ο συντελεστής απορροής εξαρτώνται άμεσα από την ένταση της βροχόπτωσης και συνεπώς από την περίοδο επαναφοράς.

Περίπτωση 3: Προσδιορισμός του χρόνου συρροής, λαμβάνοντας υπόψη μια βέλτιστη ταχύτητα ροής του νερού στη μισγάγγεια

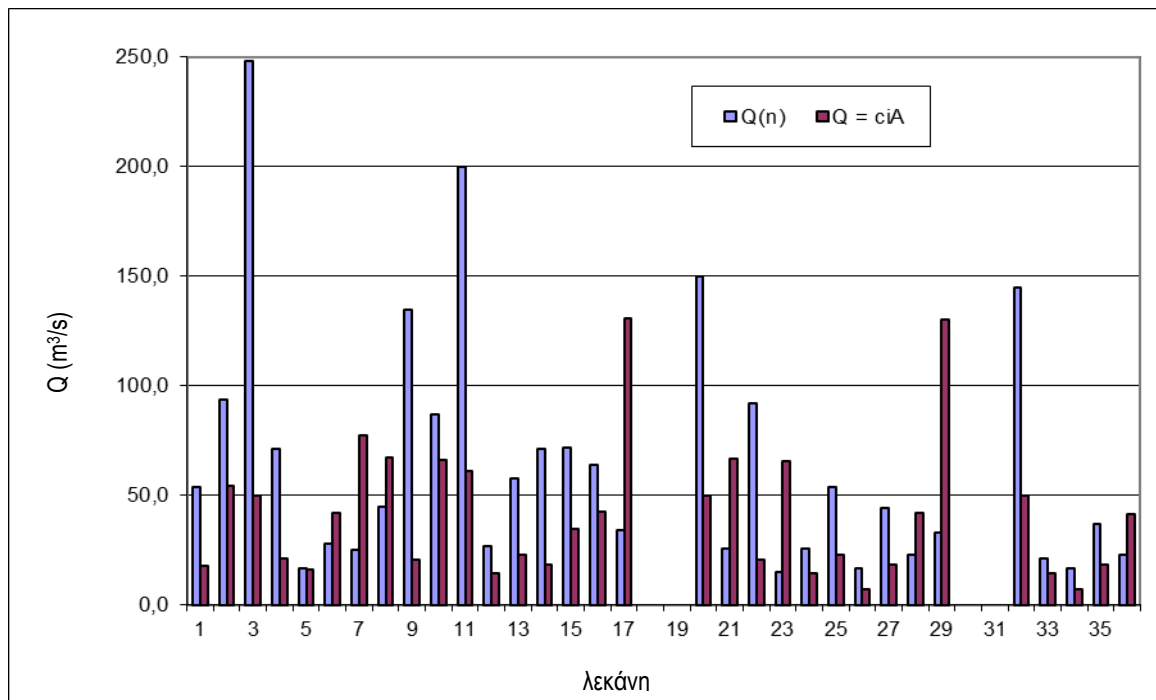
Ως γνωστόν, ο χρόνος για να διανύσει ένας όγκος νερού μια δεδομένη διαδρομή εκφράζεται ως το πηλίκο του μήκους της διαδρομής (m) προς την ταχύτητα του νερού (m/s)

$$t_c = \frac{L}{3600U} \quad \text{Σχέση 9-7}$$

t_c [hr], L [m], U [m/s]

Σε αυτή την αρχή βασίστηκε η πρώτη δοκιμή κατά την οποία εξετάστηκε ποιιά θα πρέπει να είναι η ταχύτητα του νερού ώστε να βελτιστοποιείται η ορθολογική μέθοδος. Η βελτιστοποίηση έδωσε ως καλύτερη ταχύτητα $U=2,22$ m/s με συντελεστή προσδιορισμού $CE=-0,17 < 0$ και συνεπώς η μεθοδολογία αυτή (προσδιορισμός του χρόνου συρροής, Κυπριακής λεκάνης απορροής, θεωρώντας ως βέλτιστη ταχύτητα ροής του νερού στη μισγάγγεια τα 2,22 m/s) κρίνεται ακατάλληλη.

Στην Εικόνα 9-7 παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών $Q(n)$ στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τη σχέση 9-7 για τη βέλτιστη ταχύτητα $U=2,22$ m/s.



Εικόνα 9-7 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-7 για τη βέλτιστη ταχύτητα $U=2,22$ m/s

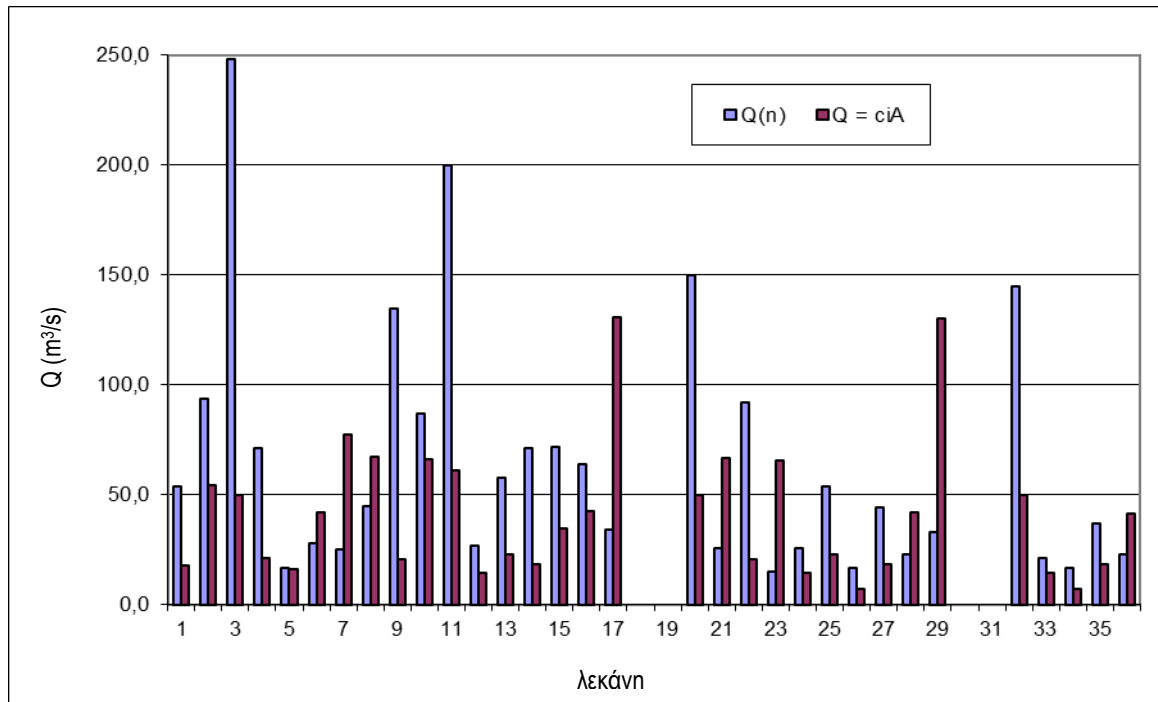
Περίπτωση 4: Προσδιορισμός του χρόνου συρροής, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ταχύτητα ροής του νερού στη μισγάγγεια εξαρτάται άμεσα από την κλίση της λεκάνης απορροής.

Είναι επίσης γνωστόν ότι η ταχύτητα ροής του νερού είναι ανάλογη της κλίση της μισγάγγειας $U \sim f(S)$. Στο στάδιο αυτό εξετάστηκε η περίπτωση βελτιστοποίησης της ορθολογικής μεθόδου λαμβάνοντας υπόψη ότι η ταχύτητα ροής του νερού θα εξαρτάται μόνο από τη μέγιστη κλίση της λεκάνης απορροής S_{max} και ο χρόνος συρροής θα υπολογίζεται από τη σχέση 9-7. Η βελτιστοποίηση έδωσε ως καλύτερη σχέση για την εκτίμηση της ταχύτητας τη σχέση 9-8

$$U = 7.51\sqrt{S_{max}} \quad \text{Σχέση 9-8}$$

$$U \text{ [m/s]}, S_{max} \text{ [m/m]}$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού υπολογίστηκε $CE=-0,29 < 0$ και συνεπώς ούτε η μεθοδολογία αυτή κρίνεται κατάλληλη.



Εικόνα 9-8 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-8

Γενική παρατήρηση:

Στις περιπτώσεις που ακολουθούν εξετάζεται ο προσδιορισμός του χρόνου συρροής, των Κυπριακών λεκανών, βάσει των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών των λεκανών μετά από βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων της ορθολογικής μεθόδου.

Σύμφωνα με τη σχέση Manning, η ταχύτητα ροής είναι μια συνάρτηση της τραχύτητας του υδατορέματος (n), της υδραυλικής ακτίνας του (R) καθώς και της κλίσης του (S), $U = f(1/n, R, S)$. Εφόσον, λοιπόν, για τον υπολογισμό του χρόνου ροής η ταχύτητα εμφανίζεται στον παρονομαστή τότε ισχύει ότι $t_c = f(L, n, 1/R, 1/S)$ και συνεπώς η ζητούμενη σχέση θα αναμένεται να έχει μονάδες μήκους στον αριθμητή και κάποια έκφραση της κλίσης της λεκάνης στον παρονομαστή.

Η γενικότερη σχέση που χρησιμοποιείται στη συνέχεια, έχει τη μορφή της σχέσης 9-9 ενώ κάθε φορά εξετάζεται ο συνδυασμός μία ή και περισσότερων παραμέτρων.

$$t_c = \frac{a\sqrt{A} + \beta L}{\gamma\sqrt{S}} \quad \text{Σχέση 9-9}$$

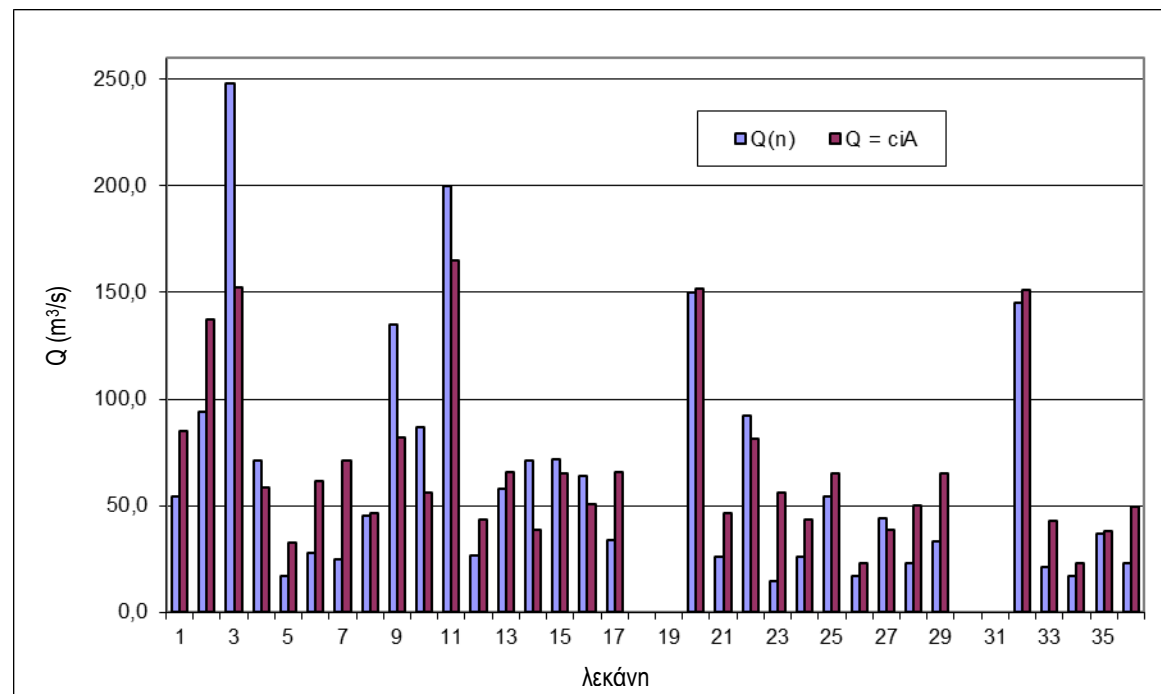
Περίπτωση 5: Συσχέτιση μέγιστων παροχών με το εμβαδόν της λεκάνης A

Αρχικά εξετάζεται η πιο απλή των περιπτώσεων οπότε γίνεται συσχέτιση του χρόνου συρροής μόνο με το εμβαδόν της λεκάνης απορροής. Η βελτιστοποίηση της ορθολογικής μεθόδου έδωσε για την έκφραση του χρόνου συρροής την σχέση 9-10 που ακολουθεί, και συντελεστή προσδιορισμού $CE = 0,727$.

$$t_c = 0.617\sqrt{A} \quad \text{Σχέση 9-10}$$

t_c [hr], A [km²]

Στην Εικόνα 9-9 παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών στους σταθμούς Q(n) και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τη σχέση 9-10.



Εικόνα 9-9 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-10

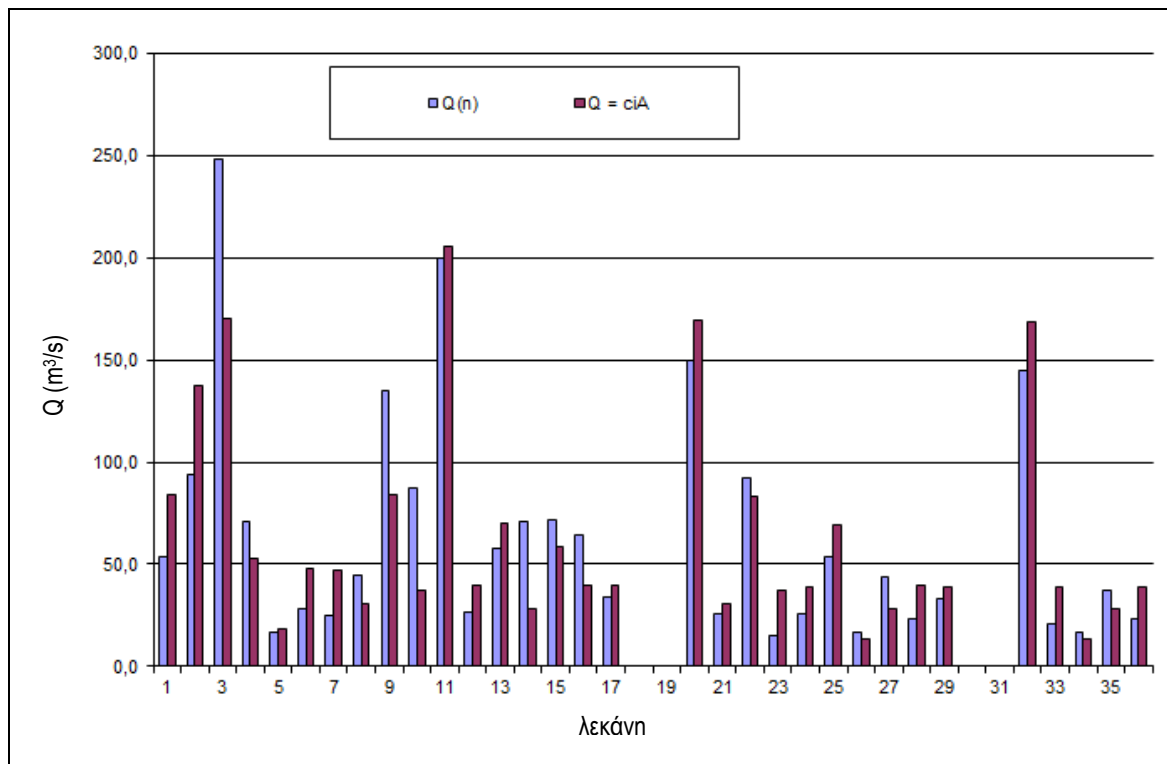
Στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί, γενικά, να παρατηρηθεί ότι σε σχέση με τη απλότητα της μεθοδολογίας εκτίμησης του χρόνου συρροής (ελάχιστες παράμετροι) γίνεται μια πολύ καλή εκτίμηση των πλημμυρικών αιχμών εφόσον ο συντελεστής προσδιορισμού υπολογίζεται να είναι μεγαλύτερος από 0,7 (συγκρίνοντας με τους συντελεστές απορροής που υπολογίστηκαν αφού είχαν χρησιμοποιηθεί υφιστάμενες σχέσεις για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής).

Περίπτωση 6: Συσχέτιση μέγιστων παροχών με γεωμετρικά χαρακτηριστικά λεκανών. Στην περίπτωση αυτή εκτός από την έκταση της λεκάνης (A), χρησιμοποιείται και το μέγιστο μήκος διαδρομής του νερού στη λεκάνη (L_{max}) για τον προσδιορισμό του χρόνου συρροής. Η βελτιστοποίηση της ορθολογικής μεθόδου έδωσε για την έκφραση του χρόνου συρροής την σχέση 9-11 που ακολουθεί, και συντελεστή προσδιορισμού **CE = 0,798**.

$$t_c = \frac{5.0A^{0.47}}{L_{max}^{0.73}} \quad \text{Σχέση 9-11}$$

t_c [hr], A [km²], L_{max} [km]

Στην Εικόνα 9-10 παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών Q(n) στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τη σχέση 9-11.



Εικόνα 9-10 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τη σχέση 9-11

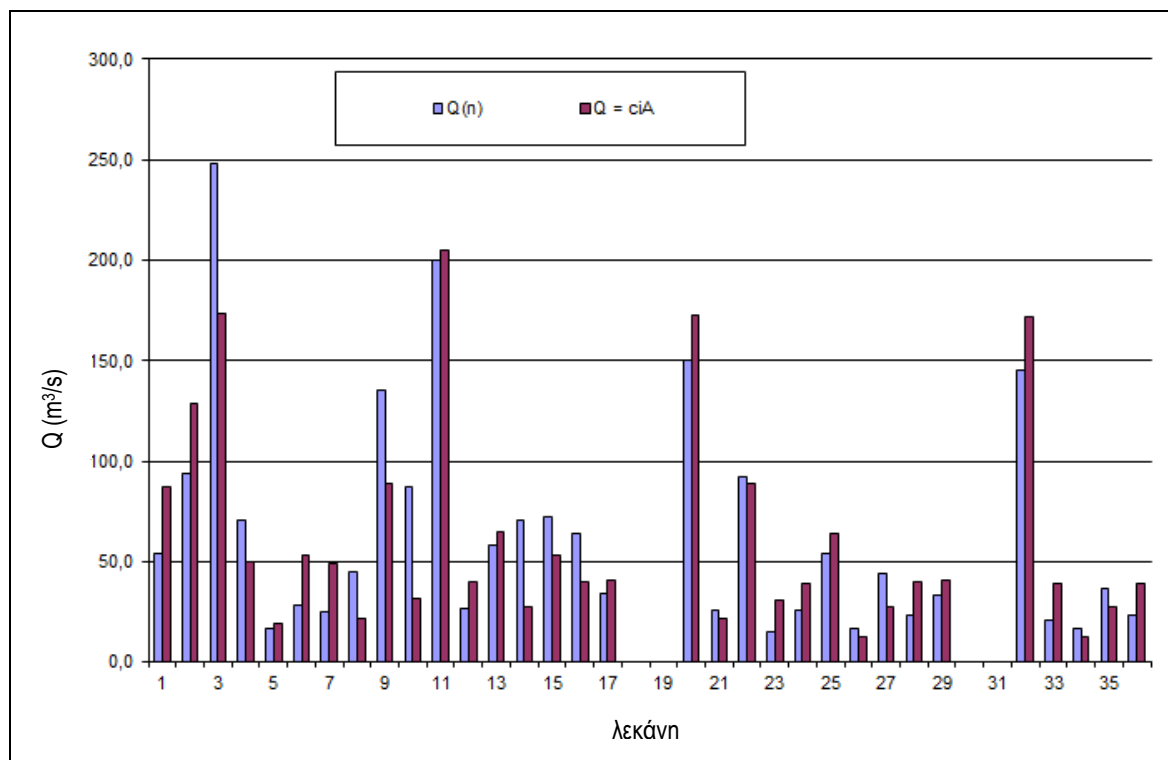
Περίπτωση 7: Ο χρόνος συγκέντρωσης εξαρτάται άμεσα από την ένταση της βροχόπτωσης και συνεπώς από τη συχνότητά της (περίοδο επαναφοράς του φαινομένου). Στις αναλύσεις που ακολουθούν έγινε συσχέτιση των μέγιστων παροχών με τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λεκανών (εμβαδόν A, μήκος κύριας μισγάγγειας L) αφού πραγματοποιήθηκε διόρθωση του χρόνου συρροή βάσει της περιόδου επαναφοράς του φαινομένου (T). Η βελτιστοποίηση της ορθολογικής μεθόδου έδωσε για την έκφραση του χρόνου συρροής την σχέση 9-12 και συντελεστή προσδιορισμού **CE = 0,799**.

$$t_c = \frac{3.59A^{0.416}}{L^{0.494}} \quad \text{Σχέση 9-12}$$

t_c [hr], A [km²], L [km]

$$t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.07}} \quad \text{Σχέση 9-13}$$

Στην Εικόνα 9-11, που ακολουθεί, παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών Q(n) στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τις σχέσεις 9-12 & 9-13.



Εικόνα 9-11 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τις σχέσεις 9-12 & 9-13

Περίπτωση 8: Συσχέτιση μέγιστων παροχών με φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λεκανών (εμβαδόν A, μέγιστη διαδρομή νερού στη λεκάνη L_{max} , κλίση ανάμεσα στο πιο απομακρυσμένο σημείο και της έξοδο της λεκάνης S) και την περίοδο επαναφοράς του φαινομένου (T).

Η βελτιστοποίηση της ορθολογικής μεθόδου έδωσε για την έκφραση του χρόνου συρροής τις σχέσεις 9-14, 9-15 και συντελεστή προσδιορισμού $CE = 0,790$.

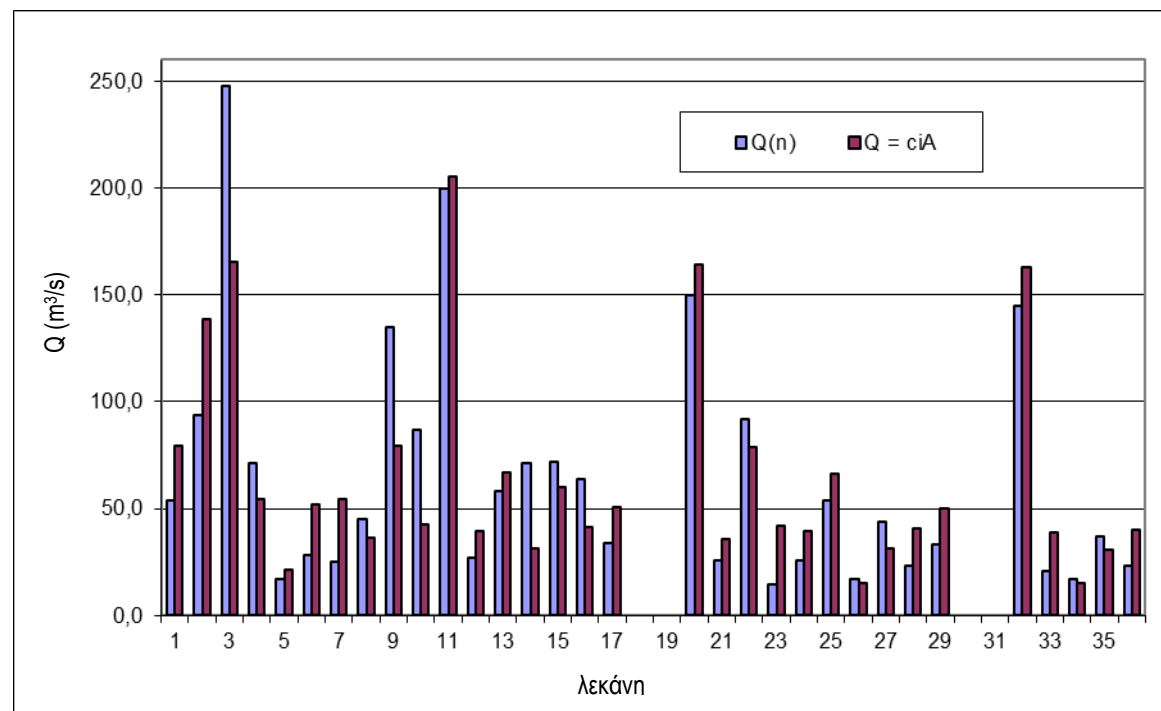
$$t_c = \frac{121.76(A/L_{max})^{0.396}}{60S^{0.01}} \quad \text{Σχέση 9-14}$$

t_c [hr], A [km²], L_{max} [km], S [m/m]

$$t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.2}} \quad \text{Σχέση 9-15}$$

$$c' = 0.5c \quad \text{Σχέση 9-16}$$

Στην Εικόνα 9-12 παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών Q(n) στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τις σχέσεις 9-14, 9-15 και οι συντελεστές απορροής κατά ΟΜΟΕ διορθώνονται βάσει της σχέσης 9-16.



Εικόνα 9-12 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τις σχέσεις 9-14, 9-15

Περίπτωση 9: Συσχέτιση μέγιστων παροχών με φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λεκανών (εμβαδόν A, μέγιστη διαδρομή νερού στη λεκάνη L_{max} , κλίση ανάμεσα στο πιο απομακρυσμένο σημείο και της έξοδο της λεκάνης S, αριθμός καμπύλης απορροής CN ως έκφραση της τραχύτητας της λεκάνης απορροής) και διόρθωση τόσο του χρόνου συρροής όσο και του συντελεστή απορροής με βάση την περίοδο επαναφοράς του φαινομένου (T).

Η βελτιστοποίηση της ορθολογικής μεθόδου έδωσε για την έκφραση του χρόνου συρροής τις σχέσεις 9-17, 9-18 και συντελεστή προσδιορισμού $CE = 0,760$.

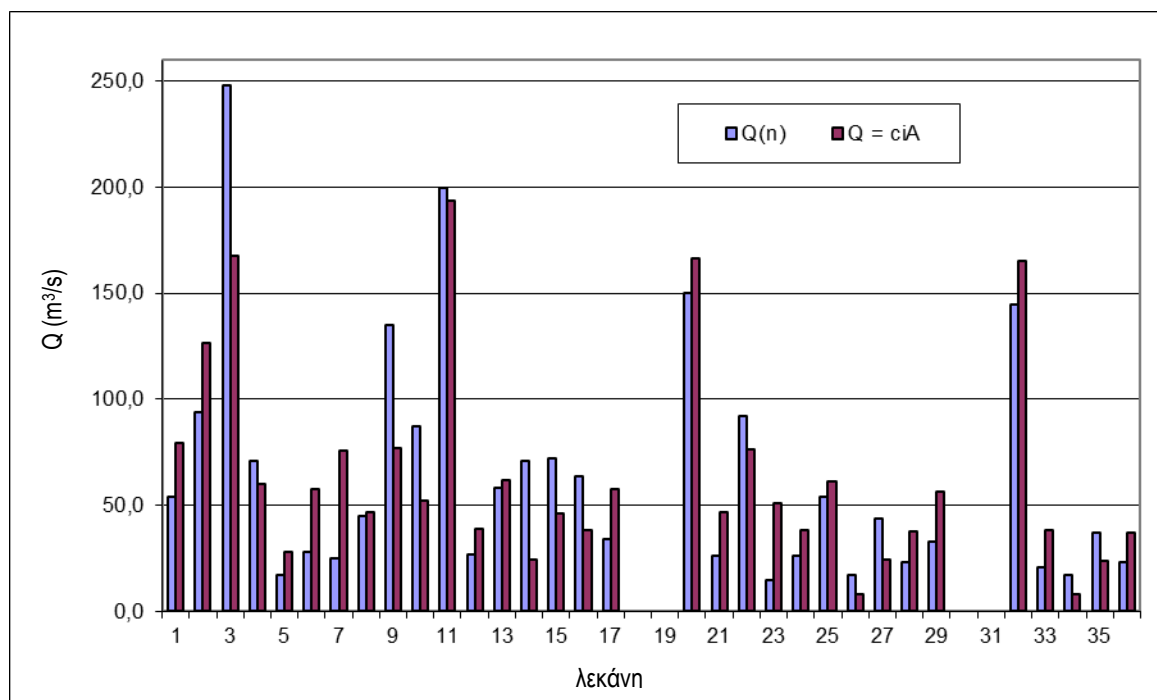
$$t_c = \frac{3.74(A/L_{max})^{0.268}}{\sqrt{S} * CN^{0.429}} \quad \text{Σχέση 9-17}$$

t_c [hr], A [km²], L_{max} [km], S [m/m]

$$t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.2}} \quad \text{Σχέση 9-18}$$

$$c' = 0.5c \quad \text{Σχέση 9-19}$$

Στην Εικόνα 9-13, που ακολουθεί, παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών Q(n) στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=c'iA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τις σχέσεις 9-17, 9-18 και οι συντελεστές απορροής κατά ΟΜΟΕ διορθώνονται βάσει της σχέσης 9-19.



Εικόνα 9-13 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών όταν ο χρόνος συρροής υπολογίζεται από τις σχέσεις 9-17, 9-18

Περίπτωση 10: Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο χρόνος συγκέντρωσης εξαρτάται από την περίοδο επαναφοράς του φαινομένου και το ίδιο συμβαίνει και με το συντελεστής απορροής. Στη διερεύνηση που ακολουθεί γίνεται συσχέτιση των μέγιστων παροχών με φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λεκανών (εμβαδόν A, μέγιστη διαδρομή νερού στη λεκάνη L_{max} , μέση κλίση λεκάνης S_{mean} , αριθμός καμπύλης απορροής CN) αλλά και με την περίοδο επαναφοράς του φαινομένου (T).

Η βελτιστοποίηση της ορθολογικής μεθόδου έδωσε για την έκφραση του χρόνου συρροής τις σχέσεις 9-17, 9-18 και συντελεστή προσδιορισμού **CE = 0,797**.

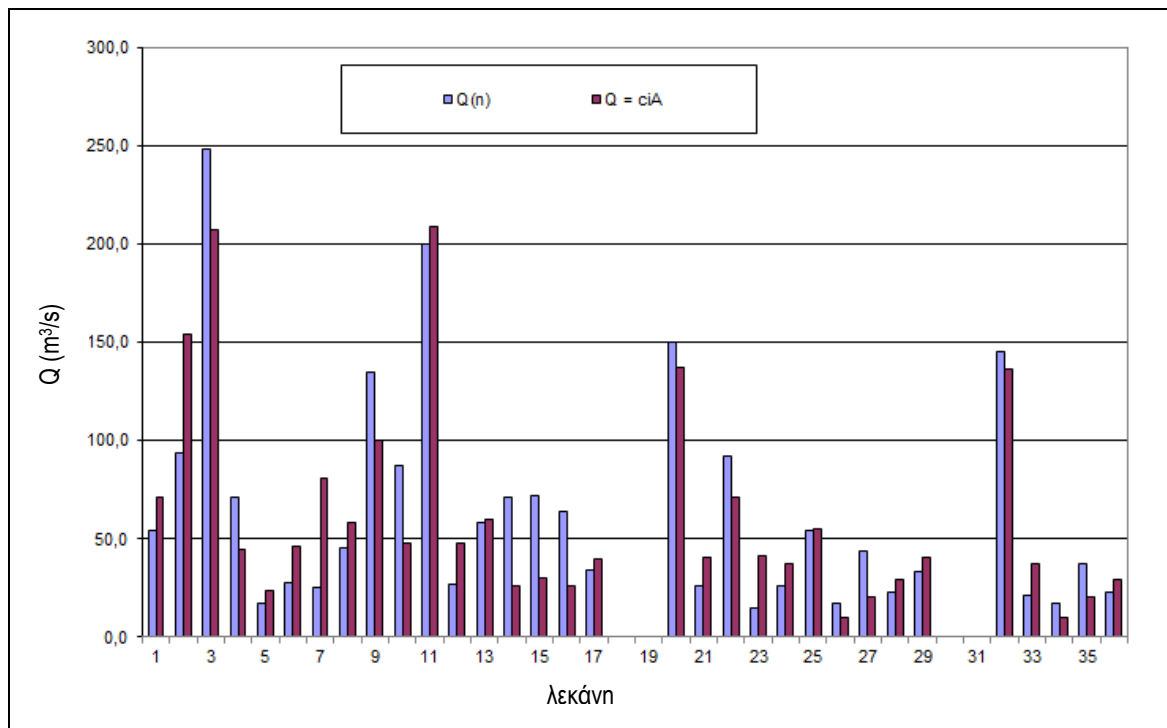
$$t_c = \frac{4.23(A/L_{max})^{0.429}}{\sqrt{S_{mean}} * CN^{0.29}} \quad \text{Σχέση 9-20}$$

t_c [hr], A [km²], L_{max} [km], S_{mean} [m/m]

$$t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.02}} \quad \text{Σχέση 9-21}$$

$$c(T) = 0.43c + 0.1\ln(T) \quad \text{Σχέση 9-22}$$

Στην Εικόνα 9-14, που ακολουθεί, παρουσιάζεται διαγραμματική σύγκριση των μετρημένων παροχών $Q(n)$ στους σταθμούς και των εκτιμημένων παροχών που δίνει η ορθολογική μέθοδος ($Q=ciA$) όταν οι χρόνοι συρροής των λεκανών υπολογίζονται από τις σχέσεις 9-20, 9-21 και οι συντελεστές απορροής κατά ΟΜΟΕ διορθώνονται βάσει της σχέσης 9-22.



Εικόνα 9-14 Διαγραμματική σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων παροχών από τις σχέσεις 9-20, 9-21

Πίνακας 9-2 Διερεύνηση υφιστάμενων εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής

a/a	Περιγραφή	Εκτίμηση χρόνου συρροής	Εκτίμηση συν/τη απορροής	CE
1	Kirpich	$t_c = 0.01947(L_{\max})^{0.77}(S)^{-0.385}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	-3,45
2	Giandotti	$t_c = \frac{4A^{0.5} + 1.5L}{0.8\Delta H^{0.5}}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	0,484
3	SCS	$t_c = \frac{L^{1.15}}{770\Delta H^{0.22}}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	-4,02
4	Passini	$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A*L}}{\sqrt{S}}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	-4,04
5	Βελτιστοποιημένος Giandotti	$t_c = \frac{10A^{0.5} + 0.1L}{0.867\Delta H^{0.5}}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	0,727
6	Βελτιστοποιημένος Kirpich	$t_c = \frac{40L^{0.16}}{60S^{0.139}}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	0,750

Πίνακας 9-3 Διερεύνηση n εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού του χρόνου συρροής

a/a	Περιγραφή	Εκτίμηση χρόνου συρροής	Εκτίμηση συν/τη απορροής	CE
7	Εμπειρική σχέση 1	$t_c = \frac{L}{3600U}$ $U=2,22m/s$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	-0,170
8	Εμπειρική σχέση 2	$t_c = \frac{L}{3600U}$ $U = 7.51\sqrt{S_{\max}}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	-0,290
9	Εμπειρική σχέση 3	$t_c = 0.617\sqrt{A}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	0,727
10	Εμπειρική σχέση 4	$t_c = \frac{5.0A^{0.47}}{L_{\max}^{0.73}}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	0,798
11	Εμπειρική σχέση 5	$t_c = \frac{3.59A^{0.416}}{L^{0.494}}$ $t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.07}}$	ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ	0,799
12	Εμπειρική σχέση 6	$t_c = \frac{121.76(A/L_{\max})^{0.396}}{60S^{0.01}}$ $t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.2}}$	$c' = 0.5c$	0,790
13	Εμπειρική σχέση 7	$t_c = \frac{3.74(A/L_{\max})^{0.268}}{\sqrt{S} * CN^{0.429}}$ $t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.2}}$	$c' = 0.5c$	0,760
14	Εμπειρική σχέση 8	$t_c = \frac{4.23(A/L_{\max})^{0.429}}{\sqrt{S_{\max}} * CN^{0.29}}$ $t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.02}}$	$c(T) = 0.43c + 0.11\ln(T)$	0,797

Σύντομη διευκρίνιση: Όπως είναι φανερό η σχέση 9-20 προσεγγίζει πολύ ικανοποιητικά τις πραγματικές παροχές Q(n) με ακρίβεια πρακτικά ίδια με αυτή των σχέσεων 9-11 και 9-12. Ωστόσο, στην τελευταία σχέση (9-19) λαμβάνονται υπόψη περισσότερα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής και για το λόγο αυτό προτείνεται ως η καταλληλότερη για εκτίμηση του χρόνου συρροής και για τον υπολογισμό, στη συνέχεια, των παροχών αιχμής σε λεκάνες απορροής της Κύπρου.

Εξετάζοντας τα διαγράμματα των τριών καλύτερων προσαρμογών (Περιπτώσεις 6, 7 και 10) διαπιστώνεται ότι και οι τρεις σχέσεις υποεκτιμούν τις παροχές στις ίδιες λεκάνες, γεγονός που θα μπορούσε να δείχνει ότι στις λεκάνες αυτές πραγματοποιήθηκαν ιδιαίτερα ακραία γεγονότα για τα οποία η περίοδος επαναφοράς που έχει θεωρηθεί είναι πολύ μικρότερη της πραγματικής και στην περίπτωση αυτή οι λεκάνες ίσως θα έπρεπε να αφαιρεθούν από το δείγμα.

Κεφάλαιο 10: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια προσδιορισμού μεθοδολογίας, βάσει της οποίας θα εκτιμώνται οι πλημμυρικές αιχμές σε λεκάνες απορροής της Κύπρου έχοντας ως δεδομένο τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών και την όμβρια καμπύλη της περιοχής. Η ανάλυση βασίστηκε στον έλεγχο της ορθολογικής μεθόδου και στον υπολογισμό του συντελεστή προσαρμογής, ως μέτρο σφάλματος, μετά τη βελτιστοποίηση των παραμέτρων που απαιτούνται για την εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου. Η βασική παράμετρος η οποία βελτιστοποιήθηκε ήταν ο χρόνος συρροής των λεκανών αλλά έγιναν επίσης δοκιμές βελτιστοποίησης και του συντελεστή απορροής. Για την επεξεργασία χρησιμοποιήθηκαν παρατηρημένες χρονοσειρές μηνιαίων μέγιστων στιγμιαίων παροχών (και όχι συμπληρωμένων πλημμυρογραφημάτων ούτε και βροχογραφημάτων) καθώς και χάρτες των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών του νησιού από τους οποίους αποκτήθηκαν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά των λεκανών που τελικώς χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση.

Η όλη εργασία μπορεί να διαχωριστεί σε δύο επιμέρους ενότητες. Στην πρώτη ενότητα κατατάσσονται η επεξεργασία των δεδομένων και οι εργασίες υποδομής ενώ στη δεύτερη ενότητα τοποθετούνται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων, τα συμπεράσματα και οι προτάσεις.

Όσον αφορά στην πρώτη ενότητα, αφού επιλέχθηκαν οι λεκάνες των οποίων τα δεδομένα κρίθηκαν κατάλληλα για χρήση, έγινε μια αρχική επεξεργασία των φυσιογραφικών χαρτών του νησιού ώστε αυτοί να συγκεκριμενοποιηθούν στο επίπεδο της εκάστοτε λεκάνης. Η διαδικασία αυτή έδωσε, για κάθε λεκάνη, το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της λεκάνης, το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης, την κατανομή των χρήσεων γης, την κατανομή των γεωλογικών σχηματισμών και το χάρτη κλίσεων εδάφους. Ακολούθως, υπολογίστηκαν γεωμετρικά χαρακτηριστικά μεγέθη των λεκανών (π.χ. εμβαδόν λεκάνης, χαρακτηριστικά υψόμετρα, χαρακτηριστικές κλίσεις, μήκος κύριας μισγάγγειας) τα οποία απαιτούνται κυρίως για την πραγματοποίηση των υδρολογικών υπολογισμών. Εν συνεχεία, βάσει των δεδομένων χαρτών των λεκανών, υπολογίστηκαν οι επιμέρους συντελεστές απορροής C1, C2, C3, C4 που αφορούν αντίστοιχα το ανάγλυφο εδάφους, τη διηθητικότητα του εδάφους, τη φυτική κάλυψη του εδάφους και την αποθηκευτικότητα του εδάφους, για να προκύψει ο τελικός συντελεστής απορροής, C, ως το άθροισμα των προαναφερομένων. Το τελικό μέρος της επεξεργασίας των δεδομένων αποτέλεσε ο υπολογισμός του αριθμού καμπύλης απορροής, CN, της κάθε λεκάνης.

Όσον αφορά στη δεύτερη ενότητα, διερευνήθηκαν εμπειρικές σχέσεις για τον υπολογισμό των παραμέτρων της ορθολογικής μεθόδου και κυριότερα για την εκτίμηση του χρόνου συρροής των Κυπριακών λεκανών, αφού πρωτίστως έγιναν κάποιες βασικές απλοποιητικές παραδοχές οι οποίες αφορούν κυρίως:

- την περίοδο επαναφοράς των επεισοδίων βροχής - ως περίοδος επαναφοράς λήφθηκε το μήκος της χρονοσειράς των παροχομετρήσεων λόγω έλλειψης ολοκληρωμένων πλημμυρογραφημάτων και βροχογραφημάτων από τα οποία θα ήταν δυνατόν να υπολογιστεί ακριβώς η περίοδος επαναφοράς των φαινομένων
- την διάρκεια του επεισοδίου βροχής - θεωρείται ότι εξασφαλίζεται να ισχύει $t_r \geq t_c$ (η διάρκεια της βροχής να είναι μεγαλύτερη από το χρόνο συρροής της λεκάνης) όταν η ανηγμένη παροχή της λεκάνης είναι $Q/A > 1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$
- τον αριθμό καμπύλης απορροής, CN - χρησιμοποιείται στον υπολογισμό του χρόνου συγκέντρωσης ως παράμετρος της τραχύτητας του υδατορέματος

Για την αξιολόγηση της προσαρμοστικότητας των υφιστάμενων μεθόδων υπολογισμού του χρόνου συρροής όπως και για τη βελτιστοποίηση των νέων εμπειρικών μεθόδων που εξετάστηκαν, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής προσδιορισμού CE για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της ορθολογικής μεθόδου σε σχέση με τις παρατηρημένες χρονοσειρές. Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη διερεύνηση είναι ότι η μόνη υφιστάμενη εμπειρική σχέση υπολογισμού του χρόνου συρροής, η οποία ανταποκρίνεται στα κυτριάκα δεδομένα, είναι η μέθοδος Giandotti (με συντελεστή προσδιορισμού ~0,50) η οποία δίνει και τις μεγαλύτερες τιμές του χρόνου συρροής, ενώ οι υπόλοιπες εμπειρικές σχέσεις κρίνεται ότι δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται. Μετά την όλη διερεύνηση που παρουσιάζεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 9, η μεθοδολογία η οποία προτείνεται για τον υπολογισμό των πλημμυρικών παροχών αιχμής σε λεκάνες της Κύπρου περιγράφεται από τις σχέσεις που ακολουθούν (σχέσεις 9-20 έως 9-22). Τα αποτελέσματα των σχέσεων αυτών προσομοιάζουν, το καλύτερο δυνατόν, τα δεδομένα της Κύπρου δίνοντας συντελεστή προσδιορισμού CE~0,80.

$$t_c = \frac{4.23(A / L_{\max})^{0.429}}{\sqrt{S_{\text{mean}}} * CN^{0.29}}$$

t_c [hr], A [km²], L_{\max} [km], S_{mean} [m/m]

$$t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0.02}}$$

$$c(T) = 0.43c + 0.1 \ln(T)$$

Συνεπώς η διαδικασία που προτείνεται να ακολουθηθεί για τον υπολογισμό πλημμυρικής αιχμής σε λεκάνες απορροής της Κύπρου είναι η ακόλουθη:

Αφού προσδιοριστεί ο χρόνος συρροής (σχέση 9-20) και στη συνέχεια διορθωθεί βάσει της περιόδου επαναφοράς (σχέση 9-21) είναι εφικτό να υπολογιστεί η κρίσιμη ένταση της βροχόπτωσης με εφαρμογή

των όμβριων καμπυλών που έχουν καταρτιστεί για την Κύπρο. Μετά τον υπολογισμό και του συντελεστή απορροής, από τους πίνακες των κανονισμών ΟΜΟΕ, και αφού αυτός διορθωθεί ανάλογα με την εξεταζόμενη περίοδο επαναφοράς (σχέση 9-22), μπορεί να υπολογιστεί η παροχή αιχμής πλημμύρας της λεκάνης με εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου.

Βασικές διαπιστώσεις που προέκυψαν είναι οι εξής:

- Οι συντελεστές απορροής οι οποίοι φαίνεται να ισχύουν για τις Κυπριακές λεκάνες, είναι αρκετά μικρότεροι από τους συντελεστές που υπολογίζονται βάσει των πινάκων των κανονισμών ΟΜΟΕ – ΑΣΥΕΟ και οι οποίοι εφαρμόζονται στον Ελληνικό χώρο.
- Οι σχέσεις υπολογισμού του χρόνου συρροής που βελτιστοποιούν τα αποτελέσματα της ορθολογικής μεθόδου και προσαρμόζονται καλύτερα στα Κυπριακά δεδομένα παροχών, δίδουν χρόνους οι οποίοι είναι αρκετά μεγαλύτεροι από τους αντίστοιχους χρόνους που λαμβάνονται χρησιμοποιώντας υφιστάμενες, ευρέως αποδεκτές, εμπειρικές μεθόδους (π.χ. Giandotti).

Τα παραπάνω συμπεράσματα της παρούσας μελέτης προέκυψαν βάσει πολύ συγκεκριμένων απλοποιητικών παραδοχών οι οποίες ήταν αναγκαίες εξαιτίας έλλειψης περισσότερων δεδομένων πεδίου όπως συμπληρωμένα πλημμυρογραφήματα καθώς και βροχογραφήματα.

Στα πλαίσια της περαιτέρω ανάπτυξης της αρχικής ιδέας και σε μια εκ των υστέρων προσπάθεια βελτίωσης και ελέγχου των σχέσεων που προτείνονται στη συγκεκριμένη εργασία, θα μπορούσε να γίνει μια λεπτομερέστερη ανάλυση. Σε πρώτο στάδιο, θα ήταν δυνατόν να γίνει ο έλεγχος των προτεινόμενων σχέσεων εκτίμησης του χρόνου συρροής με χρήση άλλων μεθόδων υπολογισμού της παροχής αιχμής όπως για παράδειγμα η μέθοδος SCS σε συνδυασμό με μοναδιαίο υδρογράφημα, αντί της ορθολογικής μεθόδου. Σε ένα δεύτερο στάδιο και εφόσον βέβαια διατίθενται εκτενέστερα πρωτογενή στοιχεία βροχής και απορροής, είναι δυνατόν να γίνει ο ακριβής υπολογισμός του χρόνου συρροής και συνεπώς της περιόδου επαναφοράς του φαινομένου που προκάλεσε το μέγεθος της απορροής. Επιπλέον, έχοντας διαθέσιμα τα επεισόδια βροχής είναι δυνατή η απευθείας χρήση της μεθόδου της SCS με τον υπολογισμό του όγκου της βροχής, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ορθολογική μέθοδος μπορεί να θεωρηθεί καταλληλότερη για μικρές υδρολογικές λεκάνες (όπου ως μικρές υδρολογικές λεκάνες ορίζονται οι λεκάνες με εμβαδόν $A < 2,5 \text{ km}^2$ και χρόνο συρροής $t_c < 1 \text{ hr}$), ενώ έχοντας διαθέσιμα και στοιχεία προηγούμενης κατάστασης της λεκάνης η μέθοδος SCS μπορεί να δώσει ακόμα καλύτερα αποτελέσματα (ακριβέστερος υπολογισμός της τιμής καμπύλης απορροής σε αντίθεση με την ορθολογική μέθοδο στην οποία η προηγούμενη κατάσταση της λεκάνης λαμβάνεται υπόψη μόνο εάν αυτή συνυπολογιστεί στην εκτίμηση του συντελεστή απορροής).

Βασιζόμενοι, συνεπώς, σε πλήρη στοιχεία βροχής και απορροής θα μπορούσε μελλοντικά να γίνει μια εκτενέστερη και αναλυτικότερη διερεύνηση όσον αφορά στην απόκριση των κυπριακών λεκανών απορροής σε ακραία φαινόμενα βροχόπτωσης.

Βιβλιογραφικές Αναφορές**Ελληνικές αναφορές:**

Ανδρουλακάκης Ν., Η.Κοντάκος, Σ.Καραλής, Κ.Κουτσόπουλος, 2009, Υδρολογία και ΓΣΠ

Αυγέρη Μ., 2010, Ανάπτυξη Εργαλείων Υδρολογικής Ανάλυσης, σε περιβάλλον ΓΣΠ: η περίπτωση της λεκάνης απορροής του ποταμού Αράχθου, ανάντη του Τσιμόβου, Αθήνα

Βαφειάδης Μ., 2000, Εισαγωγή στην Επιφανειακή Υδρολογία

Γαλιούνα Ε., 2010, Κύπρος: Αποθέματα, Εμπλουτισμός και Διαχείριση Υδατικών Πόρων , Ημερίδα για το περιβάλλον «Υδατικοί Πόροι: Υποχρέωση για Διατήρηση και Προστασία», Αθήνα Ελλάδα

Θεοφίλου Κ. - Διευθυντής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας Κύπρου, 2009, Οι καιρικές συνθήκες της Κύπρου και της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου, Υδατικό Συμπόσιο Μάρτιος 2009, Λευκωσία Κύπρου

I.A.C.O. LTD Σύμβουλοι Περιβάλλοντος και Υδάτινων Πόρων, 2006, Υδρολογική Μελέτη για την Κατασκευή Πεζόδρομου / Ποδηλατοδρόμου κατά μήκος της Κοίτης Πεδιαίου Ποταμού στα Δημοτικά Όρια Λευκωσίας.

«Ιτιά» Ερευνητική Ομάδα, 2010, Θεωρητική Τεκμηρίωση για το Λογισμικό «Υδρογνώμων - έκδοση 4», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Αθήνα

Καραβοκύρης Γ. & Συν/τες, 2010, Παροχή Συμβουλευτικών Υπηρεσιών για την Εφαρμογή των Άρθρων 11, 13 και 15 της Οδηγίας Πλαίσιο Περί Υδάτων (2000/60/ΕΚ) στην Κύπρο – Σύμβαση 97/2007

Καραδήμος Ο.,Μ.Σαπουντζής, Α.Ψιλοβίκος, 2009, Χρήση των Μεθόδων SCS και Sierra Nevada για τον Προσδιορισμό του Υδρογραφήματος της Βροχόπτωσης της 7^{ης}/12/2002 στο Χείμαρρο «Γεραμπίνη» Ζαγοράς, Υδρογαία, Τιμητικός Τόμος στον Καθηγητή Δ, Τζιμόπουλο, Εκδόσεις ΖΗΤΗ

Κιουλέπογλου Α., 2009, Επίδραση των δασικών πυρκαγιών στο πλημμυρικό καθεστώς λεκανών απορροής: Η περίπτωση του ρέματος Αγ. Τριάδα στην Πάρνηθα

Κοζάνης Σ., Μαρκόνης Ι., 2009, «Υδρογνώμων - έκδοση 4» Οδηγός Χρήστη (User Manual), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Κουτσογιάννης Δ., Μαμάσης Ν., Σύγχρονες τάσεις στην εκτίμηση ακραίων βροχοπτώσεων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Αθήνα

- Κουτσογιάννης Δ., Θ. Ξανθόπουλος, 1999, Τεχνική Υδρολογία, Έκδοση 3, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (<http://itia.ntua.gr/el/docinfo/115/>)
- Κολοκοτρώνη Κ, 2010, Έκθεση, Μελέτη Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την Κατασκευή και Λειτουργία Φωτοβολταϊκού Πάρκου στην Αγία Μαρίνα Ξυλιάτου
- Κοτσαγεώργης Γ. ENVECO A.E., 2007, Ανάπτυξη ενός Ολοκληρωμένου Προγράμματος Παρακολούθησης Υδάτων και Ανάπτυξη Προγράμματος Σχετικών Βάσεων Δεδομένων που υποστηρίζουν την Εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο περί Υδάτων 2000/60 στην Κύπρο. ([http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/all/981900F8FBFF98F0C22573B6002FF7B7/\\$file/5-Kotz_Anapti3i%20programmatos%20parakolou8isis%20corrected.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/all/981900F8FBFF98F0C22573B6002FF7B7/$file/5-Kotz_Anapti3i%20programmatos%20parakolou8isis%20corrected.pdf?openelement))
- Μαμάσης Ν., 2007, Γεωμορφολογία και απορροή – Εφαρμογές με τη χρήση ΓΣΠ, Προχωρημένη Υδρολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Μαμάσης Ν., 2009, Υδρολογικά μοντέλα και εφαρμογές, Προχωρημένη Υδρολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Μαντούζα Α, 2008, Ανάλυση της λεκάνης του ποταμού Πηνειού στα πλαίσια της Οδηγίας 2000/60 με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών
- Μιμίκου Α.Μ., 2006, Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Έκδοση 3, Παπασωτηρίου, Αθήνα
- Μιμίκου Μ., Ε.Α.Μπαλάς, 2003, Τεχνική υδρολογία, Έκδοση 3, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Νικολαΐδου Μ., Χατζηχρήστου Ε., 1995, Καταγραφή και Αποτίμηση των Καταστροφών από Πλημμύρες σε Ελλάδα και Κύπρο.
- NPRO ENGINEERING LTD, 2010, Μελέτη Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την Κατασκευή και Λειτουργία Φωτοβολταϊκού Πάρκου στην Ξυλοφάγου
- Ντίτορα, Α., 2010, Υδρολογική διερεύνηση περιοχής Ιεράπετρας Κρήτης, Αθήνα
- Παπαγρηγορίου Σ. ENVECO A.E., 2007, Οδηγία Πλαίσιο Περί Υδάτων & Δημόσια Διαβούλευση: Κρίσιμα θέματα που θέτει η ΟΠΥ – Άξονες μελλοντικής συζήτησης στην Κύπρο, Παγκύπρια Ενημερωτική Ημερίδα: «Οδηγία Πλαίσιο Περί Υδάτων & Δημόσια Διαβούλευση», Ιούνιος 2007, Λευκωσία Κύπρου ([http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/all/93E07FA09D0587D2C22572F80031C7BE/\\$file/H_Art14.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/all/93E07FA09D0587D2C22572F80031C7BE/$file/H_Art14.pdf?openelement))
- Παπαϊωάννου Α.Μ., 2010, Διερεύνηση Χρήσης των Ομβρίων Υδάτων στην Κύπρο, Ημερίδα για την Αειφόρο Διαχείριση Ομβρίων Υδάτων, Μάρτιος 2010, Λευκωσία Κύπρου.

- Πασιαρδής Σ. (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου), 2009, Σειρά Μετεωρολογικών Σημειωμάτων Αρ.15 – Κατάρτιση Όμβριων Καμπυλών στην Κύπρο.
- Σωκράτους Γ., Χ. Όμορφος, Αιμ. Ιωάννου, Φράγματα της Κύπρου, 2001, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων ([http://www.cyprus.gov.cy/moa/wdd/WDD.nsf/booklets_gr/9C3E381A6030AACBC2256CC90030EB1E/\\$file/Page1_11\(2.19MB\).pdf](http://www.cyprus.gov.cy/moa/wdd/WDD.nsf/booklets_gr/9C3E381A6030AACBC2256CC90030EB1E/$file/Page1_11(2.19MB).pdf))
- Τσακίρης Γ., Χ.Βαγγέλης, 2009, Υδατικοί Πόροι:II. Εφαρμογές Τεχνικής Υδρολογίας, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα
- Τουμαζής & Συν/τες, Καραβοκύρης & Συν/τες, 2009, Έκθεση, Μελέτης Διερεύνησης Χρήσης Ομβρίων Υδάτων – Αρ. Σύμβασης: ΤΑΥ 21/2009 ([http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/All/B0F71983A2F1678CC225771100273471/\\$file/meleti.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/All/B0F71983A2F1678CC225771100273471/$file/meleti.pdf))
- Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών & Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, 2003, Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών (ΟΕΜΚ), Επίβλεψη Μελετών - Υδραυλικά Έργα
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, 2002, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων Τεύχος 8: Αποχέτευση – Στράγγιση, Υδραυλικά έργα οδών (ΟΜΟΕ-ΑΣΥΕΟ)
- Χρονόπουλος Α., Τμήμα Διοίκησης Εφοδιασμού – Στατιστική

Ξένες Αναφορές:

- Daniil E.I., S.N. Michas, L.S. Lazaridis, 2005, Hydrologic Modeling for the Determination of Design Discharges in Ungauged Basins, Global NEST Journal, Vol 7, No 3, pp 296-305 (http://www.gnest.org/journal/Vol7_No3/paper_10_DANIIL_381.pdf)
- Thompson D.B., 2006, The Rational Method, Nevada
- Jong, Sadha, Fred, Hydrology Report
- Knox County Tennessee, Stormwater Management Manual, section on the Rational Method
- Mark A. Marek, P.E., 2009, Hydraulic Design Manual, Texas Department of Transportation
- Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, 2005, CORINE Land Cover 2000 (CLC2000) – Final Report

Διαδικτυακός ιστός:

Εφημερίδα «ΧΑΡΑΥΓΗ» (<http://www.haravgi.com.cy/site-article-12720-gr.php>)

Wikipedia

(http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%9A%CF%8D%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%85#.CE.A6.CF.81.CE.AC.CE.B3.CE.BC.CE.B1.CF.84.CE.B1)

Εφημερίδα «Καθημερινή», Πλημμύρες και Καταστροφές από την κακοκαιρία, 27/10/2009
(<http://www.kathimerini.com.cy/index.php?pageaction=kat&modid=1&artid=8260&show=Y>)

Στέλγιας Ν., Εφημερίδα «Καθημερινή», Ανήμποροι να αντιμετωπίσουν τις καταστροφές από τις πλημμύρες οι Τ/Κ, 2/3/2010
(<http://www.kathimerini.com.cy/index.php?pageaction=kat&modid=1&artid=15437&show=Y>)

Ιστοσελίδα Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων

(http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/index_gr/index_gr?OpenDocument)

Live-pedia.gr

(http://www.livepedia.gr/index.php/%CE%9A%CF%8D%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82_%5C%CE%9C%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1)

Ιστοσελίδα Μετεωρολογικής Υπηρεσίας της Κύπρου

(http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate_gr/DMLcyclimate_gr?OpenDocument)

Golden Software (<http://www.goldensoftware.com/newsletter/Issue54b.shtml>)

WorldLingo (http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/el/Shapefile#Shapefile_shape_format_.28.shp.29)

Περιβαλλοντικό Συμπόσιο στο Δήμο Λατσιών (<http://www.agrino.org/andrea23/latsia.html>)

Environmental Modeling Systems Incorporated (EMS-i)

(http://www.ems-i.com/wmshelp/wms80.htm#Hydrologic_Models/Calculators/Computing_Travel_Times/Using_Basin_Data/Equations/Time_of_Concentration/Kirpich_Tc_Equation.htm)

Σημειώσεις Τεχνικής Υδρολογίας

(http://utopia.duth.gr/~kbellos/SHMEIOSEIS_MATHIMATON/YDROLOGIA/KEFALAIO%205.pdf)

Παράρτημα Α

Συντελεστές όμβριων καμπυλών κατάλληλες για εφαρμογή στην Κύπρο σύμφωνα με το **Μετεωρολογικό Σημείωμα Αρ.15** (Σ.Πασιαρδής, 2009).

Πίνακας Α1: Υπολογισμός των στατιστικών παραμέτρων των κατανομών AT1-M (Gumbel), AT2-M και Γενικής Ακραίων Τιμών (ΓΑΤ-M) για την κατάρτιση των Όμβριων Καμπυλών με τη μέθοδο των L - ροπών

Αρ. Σταθ.	(α) Παράλια	Στατιστικοί παράμετροι ενιαίου δείγματος							ΓΑΤ- M (GEV-MAX)		
		Μέση Τιμή	Τυπ. Απόκ.	Συντ. Ασυμμετρίας	L-2	L-3	η	θ	Σχήματος κ	Κλίμακας λ	Θέσης ψ
3	ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΣ (ΠΕΓΕΙΑ)	22,32	10,33	0,50	5,87	0,64	0,871	0,108	-0,10	9,18	1,94
41	ΠΟΛΙΣ ΧΡΥΣΟΧΟΥΣ (Τ.Α.Υ.)	18,90	7,23	0,91	3,99	0,78	0,776	0,067	0,04	5,54	2,79
81	ΑΧΕΛΕΙΑ (ΦΥΤΩΡΙΟ)	22,04	9,40	0,59	5,29	0,58	0,808	0,111	-0,10	8,28	2,17
82	ΠΑΦΟΣ (ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ)	24,51	10,12	0,80	5,64	1,00	0,911	0,135	0,01	8,04	2,46
94	ΑΣΠΡΟΚΡΕΜΜΟΣ (ΥΔΑΤΟΦΡ.)	21,06	8,38	1,01	4,56	0,74	0,804	0,062	-0,01	6,66	2,60
106	ΠΟΜΟΣ (ΥΔΑΤΟΦΡ.) ¹	27,52	12,97	3,13	6,17	1,52	0,820	0,201	0,12	7,90	2,78
394	ΛΕΜΕΣΟΣ (ΔΗΜ.ΚΗΠΟΣ)	20,45	9,78	2,57	4,67	1,42	0,770	0,060	0,20	5,41	2,96
630	ΖΥΓΙ (Ι.Γ.Ε.)	23,17	8,35	0,79	4,65	0,68	0,779	0,114	-0,04	6,93	2,80
731	ΛΑΡΝΑΚΑ (ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ)	23,48	8,67	1,56	4,54	0,99	0,800	0,161	0,07	6,09	3,20
889	ΠΑΡΑΛΙΜΝΙ (ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ)	28,82	15,42	1,79	7,78	2,39	0,802	0,115	0,20	8,94	2,40
					Μέση Τιμή:		0,814	0,113	0,04	7,30	2,61
					Διάμεσος:		0,803	0,113	0,03	7,42	2,69

Σημειώνεται ότι στα δείγματα των σταθμών αυτών δεν περιλαμβάνονται οι μετρήσεις στα 5 και 10 λεπτά.

Πίνακας Α1 (συνέχεια): Υπολογισμός των στατιστικών παραμέτρων των κατανομών ΑΤ1-Μ (Gumbel), ΑΤ2-Μ και Γενικής Ακραίων Τιμών (ΓΑΤ-Μ) για την κατάρτιση των Όμβριων Καμπυλών με τη μέθοδο των L - ροπών

Αρ. Σταθ.	(β) Εσωτερικά Πεδινά (0 - 300m)	Στατιστικοί παράμετροι ενιαίου δείγματος							ΓΑΤ- Μ (GEV-MAX)		
		Μέση Τιμή	Τυπ. Απόκ.	Συντ. Ασυμμετρίας	L-2	L-3	η	θ	Σχήματος κ	Κλίμακας λ	Θέσης ψ
168	ΛΙΜΝΙΤΗΣ (ΞΥΛΟΣΧΙΣΤΙΚΗ)	20,79	10,05	1,92	5,03	1,52	0,694	0,099	0,20	5,85	2,74
190	ΑΥΔΗΜΟΥ	21,60	11,58	1,25	6,15	1,44	0,820	0,052	0,10	8,03	2,00
313	ΚΟΥΡΗΣ (ΥΔΑΤΟΦΡ.)	26,21	10,82	1,20	5,82	0,79	0,818	0,088	-0,05	8,80	2,45
572	ΚΑΛΑΒΑΣΟΣ (ΥΔΑΤΟΦΡ.)	28,00	16,36	1,96	8,16	1,92	0,788	0,163	0,10	10,64	1,95
640	ΛΕΥΚΩΣΙΑ (ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΡΓΑ)	35,44	15,97	0,92	8,78	1,52	0,952	0,251	0,01	12,60	2,23
666	ΑΘΑΛΑΣΣΑ (ΡΑΔΙΟΒΟΛΙΣΗ)	38,19	20,12	0,70	11,29	1,70	0,979	0,292	-0,03	16,74	1,73
800	ΔΑΣΑΚΙ ΑΧΝΑΣ	23,02	8,33	1,16	4,50	0,99	0,787	0,098	0,08	6,00	3,17
					Μέση Τιμή:		0,834	0,149	0,06	9,81	2,32
					Διάμεσος:		0,818	0,099	0,08	8,80	2,23

Σημειώνεται ότι στα δείγματα των σταθμών αυτών δεν περιλαμβάνονται οι μετρήσεις στα 5 και 10 λεπτά.

Πίνακας Α1 (συνέχεια): Υπολογισμός των στατιστικών παραμέτρων των κατανομών ΑΤ1-Μ (Gumbel), ΑΤ2-Μ και Γενικής Ακραίων Τιμών (ΓΑΤ-Μ) για την κατάρτιση των Όμβριων Καμπυλών με τη μέθοδο των L - ροπών

Αρ. Σταθ.	(γ) Ημιορεινά (300 m - 800 m)	Στατιστικοί παράμετροι ενιαίου δείγματος							ΓΑΤ- Μ (GEV-MAX)		
		Μέση Τιμή	Τυπ. Απόκ.	Συντ. Ασυμμετρίας	L-2	L-3	η	θ	Σχήματος κ	Κλίμακας λ	Θέσης ψ
101	ΑΜΑΡΓΕΤΗ	24,16	8,88	0,49	4,90	0,47	0,822	0,123	-0,12	7,79	2,63
105	ΚΑΝΝΑΒΙΟΥ (ΔΗΜ.ΣΧ.)	23,65	11,70	3,13	5,46	1,48	0,778	0,087	0,15	6,70	2,78
108	ΦΙΝΟΚΛΙ	18,34	7,77	2,20	3,69	1,38	0,736	0,053	0,29	3,73	3,94
130	ΣΤΑΥΡΟΣ ΨΩΚΑΣ (ΔΑΣ.ΣΤ.)	22,83	8,80	1,27	4,73	0,93	0,710	0,073	0,04	6,55	2,86
135	ΒΡΕΤΣΙΑ	23,03	7,58	0,55	4,26	0,45	0,758	0,091	-0,01	6,69	2,95
163	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (ΠΑΦΟΣ)	19,76	8,63	0,93	4,74	1,06	0,727	0,049	0,08	6,31	2,47
171	ΑΛΩΝΟΥΔΙ	28,89	12,74	0,76	7,11	1,20	0,827	0,191	0,00	10,27	2,24
174	ΠΑΝΩ ΒΡΥΣΙ	24,66	8,66	0,58	4,87	0,59	0,761	0,120	-0,08	7,51	2,78
175	ΦΙΛΟΥΣΑ (ΚΕΛΟΚΕΔΑΡΩΝ)	21,08	8,29	1,02	4,50	0,89	0,742	0,110	0,04	6,23	2,76
311	ΑΛΑΣΣΑ (ΔΗΜ.ΣΧ.)	23,41	7,72	0,74	4,30	0,54	0,792	0,095	-0,07	6,58	3,05
320	ΣΑΪΤΤΑΣ (ΦΥΤΩΡΙΟ)	26,09	10,08	0,89	5,56	0,86	0,746	0,098	-0,02	8,19	2,63
400	ΚΑΛΟ ΧΩΡΙΟ (ΛΕΜΕΣΟΥ) (ΑΣΤ.ΣΤ.) ¹	23,88	12,98	2,80	5,76	2,18	0,664	0,017	0,30	5,75	3,15
440	ΠΑΝΑΓΙΑ ΓΕΦΥΡΙ (ΔΑΣ.ΣΤ.) ¹	28,71	16,84	1,23	9,04	2,25	0,816	0,162	0,12	11,52	1,78
462	ΑΠΛΙΚΙ	24,12	10,20	1,06	5,55	1,01	0,749	0,081	0,02	7,87	2,47
550	ΜΑΝΤΡΑ ΤΟΥ ΚΑΜΠΙΟΥ (ΔΑΣ.ΣΤ.)	23,52	10,74	1,10	5,81	1,06	0,708	0,059	0,02	8,22	2,26
592	ΛΕΥΚΑΡΑ (ΥΔΑΤΟΦΡ.)	27,60	11,88	1,09	6,44	1,41	0,755	0,177	0,08	8,62	2,54
597	ΑΝΑΛΙΟΝΤΑΣ (ΔΗΜ.ΣΧ.)	27,64	13,36	1,35	7,11	1,64	0,806	0,149	0,09	9,36	2,28
674	ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ (ΔΑΣ. ΣΤΑΥΡΟΒ.)	34,63	13,72	0,65	7,70	1,09	0,882	0,331	-0,04	11,55	2,46
					Μέση Τιμή :		0,766	0,115	0,05	7,75	2,67
					Διάμεσος :		0,757	0,097	0,03	7,65	2,63

Σημειώνεται ότι στα δείγματα των σταθμών αυτών δεν περιλαμβάνονται οι μετρήσεις στα 5 και 10 λεπτά.

Πίνακας Α1 (συνέχεια): Υπολογισμός των στατιστικών παραμέτρων των κατανομών ΑΤ1-Μ (Gumbel), ΑΤ2-Μ και Γενικής Ακραίων Τιμών (ΓΑΤ-Μ) για την κατάρτιση των Όμβριων Καμπυλών με τη μέθοδο των L - ροπών

Αρ. Σταθ.	(δ) Ορεινά (> 800 m)	Στατιστικοί παράμετροι ενιαίου δείγματος							ΓΑΤ- Μ (GEV-MAX)		
		Μέση Τιμή	Τυπ. Απόκ.	Συντ. Ασυμμετρίας	L-2	L-3	η	θ	Σχήματος κ	Κλίμακας λ	Θέσης ψ
164	ΔΩΔΕΚΑ ΑΝΕΜΟΙ	21,18	8,57	1,52	4,47	1,06	0,652	0,038	0,10	5,83	2,95
225	ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ (ΔΑΣ.ΚΟΛΛΕΓΙΟ)	30,39	13,44	0,93	7,40	1,32	0,764	0,158	0,01	10,55	2,29
260	ΚΟΙΛΑΝΙ (ΑΣΤ.ΣΤ.)	21,48	9,84	2,09	4,90	1,24	0,669	0,046	0,12	6,21	2,74
270	ΤΡΟΟΔΟΣ (ΠΛΑΤΕΙΑ)	28,26	12,89	1,23	6,91	1,65	0,693	0,108	0,10	8,97	2,46
310	ΠΛΑΤΑΝΙΑ (ΔΑΣ.ΣΤ.)	26,69	10,27	0,38	5,88	0,54	0,788	0,165	-0,12	9,39	2,69
421	ΑΛΩΝΑ (ΔΗΜ.ΣΧ.)	28,44	17,08	2,93	8,02	2,52	0,732	0,093	0,21	9,11	2,28
510	ΚΙΟΝΙΑ (ΔΑΣ.ΣΤ.)	23,37	9,31	1,26	5,01	0,96	0,694	0,028	0,03	7,00	2,73
					Μέση Τιμή :		0,713	0,091	0,06	8,15	2,59
					Διάμεσος :		0,694	0,093	0,10	8,97	2,69

Σημειώνεται ότι στα δείγματα των σταθμών αυτών δεν περιλαμβάνονται οι μετρήσεις στα 5 και 10 λεπτά.

Πίνακας Α2: Μέσες & ακραίες τιμές των παραμέτρων η, θ της συνάρτησης b(d) της διάρκειας, των τεσσάρων κλιματικών ζωνών της Κύπρου (Πίνακας 4.3, Πασιαρδής, 2009)

Περιοχή	η			θ		
	Μέγιστη	Μέση	Ελάχιστη	Μέγιστη	Μέση	Ελάχιστη
Παράλια	0,911	0,814	0,770	0,201	0,113	0,060
Εσωτερικά Πεδινά	0,979	0,834	0,694	0,292	0,149	0,149
Ημιορεινά	0,882	0,766	0,664	0,331	0,115	0,017
Ορεινά	0,788	0,713	0,652	0,165	0,091	0,028
Σύνολο Σταθμών	0,979	0,780	0,652	0,331	0,116	0,017

Παράρτημα Β

Πίνακας Β1: Υπολογισμός επιμέρους συντελεστή απορροής C1 (ΟΜΟΕ-Κουτσογιάννης)

α/α	ονομασία λεκάνης	Smean (%)	C1
1	1-1-3-95	46	0,30
2	1-1-7-95	27	0,27
3	1-3-5-05	57	0,31
4	1-4-2-15	48	0,30
5	2-2-3-95	14	0,22
6	2-2-6-60	35	0,29
7	2-3-4-80	43	0,30
8	2-3-4-95	42	0,30
9	2-3-8-60	44	0,30
10	2-4-6-70	42	0,30
11	2-4-6-80	45	0,30
12	2-7-2-75	51	0,31
13	2-8-3-10	57	0,31
14	3-2-1-85	43	0,30
15	3-3-1-70	44	0,30
16	3-3-2-60	38	0,29
17	3-3-3-15	56	0,31
18	3-3-3-95	38	0,29
19	3-4-2-90	35	0,29
20	3-5-1-50	54	0,31
21	3-7-1-50	42	0,30
22	6-1-1-80	16	0,22
23	6-1-1-85	17	0,23
24	7-2-3-50	1	0,08
25	7-2-7-05	17	0,23
26	8-2-2-90	13	0,21
27	8-2-4-10	14	0,22
28	8-5-1-60	20	0,24
29	8-5-1-90	14	0,22
30	8-7-3-60	17	0,23
31	8-8-2-50	34	0,29
32	8-9-5-40	30	0,28
33	9-4-3-80	27	0,27
34	9-6-2-90	30	0,28

Πίνακας Β2: Υπολογισμός πυκνότητας υδρογραφικού δικτύου των λεκανών για τον υπολογισμό του επιμέρους συντελεστή απορροής C4 (ΟΜΟΕ-Κουτσογιάννης)

α/α	ονομασία λεκάνης	κελιά λεκάνης	έκταση λεκάνης (km ²)	κελιά υδρογρ. δικτύου	έκταση υδρογρ. δικτύου (km ²)	πυκνότητα υδρογρ. δικτύου (%)
1	1-1-3-95	43019	38,726	993	0,8937	2,3
2	1-1-7-95	124772	112,321	3138	2,824	2,5
3	1-3-5-05	76129	68,5134	2208	1,9872	2,9
4	1-4-2-15	23819	21,44	577	0,5193	2,4
5	2-2-3-95	71029	63,895	1674	1,5066	2,4
6	2-2-6-60	87687	78,9682	2025	1,8225	2,3
7	2-3-4-80	50022	45,048	613	0,5517	1,2
8	2-3-4-95	55680	50,144	697	0,6273	1,3
9	2-3-8-60	17698	15,921	349	0,3141	2,0
10	2-4-6-70	31005	27,875	591	0,5319	1,9
11	2-4-6-80	5816	5,227	1118	1,0062	19,3
12	2-7-2-75	42433	38,1675	781	0,7029	1,8
13	2-8-3-10	53128	47,8049	1129	1,0161	2,1
14	3-2-1-85	25180	22,6704	692	0,6228	2,7
15	3-3-1-70	17651	15,884	664	0,5976	3,8
16	3-3-2-60	12202	10,968	314	0,2826	2,6
17	3-3-3-15	47147	42,4007	1247	1,1223	2,6
18	3-3-3-95	69262	62,3514	1987	1,7883	2,9
19	3-4-2-90	36241	32,6146	831	0,7479	2,3
20	3-5-1-50	15960	14,3681	514	0,4626	3,2
21	3-7-1-50	85630	77,0643	2174	1,9566	2,5
22	6-1-1-80	15777	14,1618	698	0,6282	4,4
23	6-1-1-85	33047	29,7609	946	0,8514	2,9
24	7-2-3-50	9991	8,9985	101	0,0909	1,0
25	7-2-7-05	25068	22,5667	283	0,2547	1,1
26	8-2-2-90	20884	18,8096	531	0,4779	2,5
27	8-2-4-10	58012	52,22	1332	1,1988	2,3
28	8-5-1-60	22335	20,1021	431	0,3879	1,9
29	8-5-1-90	58573	52,736	1395	1,2555	2,4
30	8-7-3-60	34902	31,4103	425	0,3825	1,2
31	8-8-2-50	34363	30,9016	780	0,702	2,3
32	8-9-5-40	96330	86,7548	1827	1,6443	1,9
33	9-4-3-80	74286	66,8381	1176	1,0584	1,6
34	9-6-2-90	74974	67,5046	1729	1,5561	2,3

Σημειώσεις:

- Στη λεκάνη 2-4-6-80, ο χάρτης υδρογραφικού δικτύου rivers_100k δεν δίνει καμία σχηματιζόμενη μισγάγγεια. Για να αποτυπωθεί το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης rivers_50k στον οποίο τα ρέματα της Κύπρου απεικονίζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια.
- Στις λεκάνες 7-2-3-50 και 7-2-7-05, δεν εμφανίζεται κύρια μισγάγγεια βάση του περιορισμού που έχει προκαθοριστεί (κύριο υδατόρεμα ορίζεται το τμήμα του υδατορέματος το οποίο κατά Strahler χαρακτηρίζεται ως 4^{ης} τάξης και πάνω). Σε αυτές τις περιπτώσεις, για τη λεκάνη 7-2-3-50 ως κύριο υδατόρεμα ορίστηκε το τμήμα 1^{ης} τάξης ενώ για τη λεκάνη 7-2-7-05 ορίστηκε το τμήμα 2^{ης} τάξης εφόσον δεν εμφανίζονται τμήματα μεγαλύτερης τάξης.

Για τον υπολογισμό των συντελεστών C2 και C3 δεν παρατίθενται πίνακες (λόγω του μεγέθους αυτών). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε βασίζεται στον υπολογισμό του βάρους κάθε ιδιότητας επί της συνολικής λεκάνης.

Αναλυτικότερα, για τον υπολογισμό του συντελεστή C2 ο οποίος εξαρτάται από τη διηθητικότητα των γεωλογικών σχηματισμών, χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης της Εικόνας 5-5 από τον οποίο για κάθε λεκάνη προέκυψε το βάρος του κάθε γεωλογικού σχηματισμού ο οποίος εμφανίζεται σε αυτή. Εναλλακτικά, και απλούστερα, θα ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθεί απευθείας ο χάρτης της Εικόνας 7-1, στον οποίο εμφανίζονται μόνο το πώς κατανέμονται οι τέσσερις κατηγορίες διαπερατότητας στο νησί. Αντίστοιχα, για τον υπολογισμό του συντελεστή C3, ο οποίος εξαρτάται από τον τύπο της φυτικής κάλυψης του εδάφους, χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης 5-3 από τον οποίο προέκυψαν τα βάρη της κάθε χρήσης που εμφανιζόταν σε κάθε λεκάνη ενδιαφέροντος. Τα τελικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 8-2.

Παράρτημα Γ

Πίνακας Γ1: Στοιχεία που αφορούν στους 34 σταθμούς μέτρησης παροχής.

a/a	STATION ID	ALTITUDE	STREAM NAME	LOCATION	PEAK Q (m3/s)	PEAK Q DATE	RECORD RAN	NOTES
1	1-1-3-95	550	CHAPOTAMI	KISSOUSA	54,0	12/1968	1965-2003	Operation of station: 1964-1975 fair. 1975- good.
2	1-1-7-95	8	CHAPOTAMI	KOUKLIA	45,0	11/1966	1965-2000	Operation: Good, 1979 Pissouri diversion.
3	1-3-5-05	430	XEROS	LAZARIDES	43,5	1/2002	1970-2006	Operation of station: Good
4	1-4-2-15	600	AGIA	AGIA FOREST STATION	7,3	1/1989	1979-2007	Operation of station: Good
5	2-2-3-95	90	CHRYSOCHOU	SKOULLI	94,0	4/2004	1965-2007	Operation of station: Good
6	2-2-6-60	185	STAVROS TIS PSOKAS	SKARFOS	248,0	10/1965	1965-2007	Operation of station: Good. Inflow to Evretou Dam
7	2-3-4-80	140	MAKOUNTA	U/S ARGAKA DAM	71,0	5/2004	1980-2005	Operation of Station:Good. Inflow to Argaka Dam, 1989 diversion to Evretou dam.
8	2-3-4-95	120	MAKOUNTA	ARGAKA DAM	35,0	2/2004	1969-2005	Overflow of Argaka Dam. Operation of Station:Good. 1989 diversion to Evretou dam.
9	2-3-8-60	190	GIALIA	PANO GIALIA	17,0	12/2003	1979-2006	Operation of Station:Good
10	2-4-6-70	160	LEIVADI	U/S POMOS DAM	28,0	2/2004	1979-2006	Inflow to Pomos Dam. Operation of Station:Good
11	2-4-6-80	160	MAVROS KREMMOS	U/S POMOS DAM	63,0	2/2004	1979-2006	Inflow to Pomos Dam. Operation of Station:Good
12	2-7-2-75	200	PYRGOS	FLEVA	37,0	12/1968	1967-2007	Operation of Station:1955-79 Fair, 1980-Good
13	2-8-3-10	255	LIMNITIS	LIMNITIS SAW MILL	46,0	12/1968	1968-2008	Operation of Station:Good. 1974 Forest burnt. Reforestation 1975-1980.
14	3-2-1-85	579	MARATHASA	U/S KALOPANAGIOTIS DAM	25,0	3/1969	1967-2008	Inflow to Kalopanayiotis dam. Operation of station 1967-1972:Poor 1978-Fair
15	3-3-1-70	781	AGIOS NIKOLAOS	KAKOPETRIA	45,0	1/2003	1965-2008	Operation of station: 1965-1981: Fair. 1982 to date: Good
16	3-3-2-60	853	PLATANIA	KAKOPETRIA	6,0	12/1968	1965-2008	Operation of station:1965-1984: Fair 1985 to date: Good
17	3-3-3-15	593	KARGOTIS	GALATA	29,0	3/2003	1989-2008	Operation of station: Good

Πίνακας Γ1 (συνέχεια): Στοιχεία που αφορούν στους 34 σταθμούς μέτρησης παροχής.

a/a	STATION ID	ALTITUDE	STREAM NAME	LOCATION	PEAK Q (m3/s)	PEAK Q DATE	RECORD RAN	NOTES
18	3-3-3-95	396	KARGOTIS	EVRYCHOU	47,0	12/1968	1965-2008	Operation of station 1963-66: Poor, 1967-83: Fair, 1983- good
19	3-4-2-90	291	ATSAS	EVRYCHOU	135,0	3/2003	1965-2007	Operation of station: good
20	3-5-1-50	620	LAGOUDERA	LAGOUDERA BR.	87,0	2/2004	1978-2008	Inflow to Xyliatos dam. Operation of station: 1978-1984 fair 1984-to date: Good
21	3-7-1-50	414	PERISTERONA	PANAGIA BRIDGE	200,0	12/1968	1965-2008	Operation of station: good
22	6-1-1-80	405	AGIOS ONOUFRIOS	KAMPPIA	26,9	3/2003	1967-2008	Operation of Station 1967-84:Fair 1984 to date:Good
23	6-1-1-85	400	PEDIAIOS	KAMPPIA	58,0	12/1968	1967-2001	Operation of Station:1967-82:Fair 1982 to date:Good
24	7-2-3-50	30	LIOPETRI	LIOPETRI	185,0	2/2004	1959-2005	Operation of Station: Good
25	7-2-7-05	65	PARALIMNI LAKE OUTFLOW	PARALIMNI	2,5	12/1981	1967-2005	Operation of Station: 1954-1978: Poor,1978 to date: Good.
26	8-2-2-90	70	ARADIPPOU	PANAGIA GAIMATOUSA	71,0	11/1967	1965-2003	Operation of Station: Fair
27	8-2-4-10	56	ARADIPPOU	ARADIPPOU	72,0	1/2002	1984-2007	Operation of Station: Good
28	8-5-1-60	142	POUZIS	ALETHRIKO	64,0	2/2004	1984-2007	Operation of Station: Good.
29	8-5-1-90	15	POUZIS	MAZOTOS	50,0	12/1979	1965-1991	Operation of Station: Poor
30	8-7-3-60	220	MYLOU	KORNOS	34,0	10/1979	1965-1994	Operation of Station: Good.Inflow to Dhipotamos Dam
31	8-8-2-50	330	MARONI	VAVLA	25,0	12/1968	1968-1994	1975 Stn.Moved 300 m D/S. Operation of Station: Good after 1975.
32	8-9-5-40	195	VASILIKOS	LAGEIA	51,0	3/2003	1983-2008	Operation of Station: Good Inflow to Kalavasos Dam
33	9-4-3-80	180	GARYLLIS	U/S POLEMIDIA DAM	26,0	12/1994	1970-2003	Operation of Station: Good
34	9-6-2-90	250	KRYOS	ALASA	27,7	1/2002	1976-2003	Operation of Station: Good. Inflow to Kouris Dam.

Παρακάτω παρατίθενται οι χρονοσειρές των ετήσιων μέγιστων παροχών για τους 34 σταθμούς μέτρησης παροχής οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Πίνακες Γ2: Χρονοσειρές παροχομετρήσεων των 34 σταθμών μέτρησης παροχής.

station	r1-1-3-95		r1-1-7-95		r1-3-5-05		r1-4-2-15		r2-2-3-95		
	a/a	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)
1		1/10/1965	5,2	1/10/1965	4,1	1/11/1970	0,55	1/12/1979	1,9	1/10/1965	3,9
2		1/9/1966	8	1/11/1966	45	1/4/1971	6,7	1/1/1980	1,95	1/12/1966	19,5
3		1/11/1967	12,5	1/3/1967	39	1/5/1972	4,7	1/2/1981	2,6	1/3/1967	22
4		1/12/1968	54	1/1/1968	13	1/2/1973	0,72	1/3/1982	0,68	1/12/1968	51
5		1/1/1969	11,5	1/2/1969	4,8	1/1/1974	6,3	1/3/1983	1,65	1/1/1969	38
6		1/3/1970	0,42	1/3/1970	5,8	1/3/1975	11,5	1/3/1984	2,4	1/1/1970	1,1
7		1/8/1971	7	1/4/1971	1,7	1/1/1976	10	1/3/1985	2,4	1/2/1971	2,6
8		1/5/1972	4,5	1/5/1972	5,8	1/1/1977	5,3	1/2/1986	1,05	1/5/1972	0,47
9		1/2/1973	1,15	1/10/1973	11	1/1/1978	9,3	1/2/1987	2	1/5/1973	0,47
10		1/12/1974	2,3	1/12/1974	11	1/12/1979	7,2	1/2/1988	2,3	1/1/1974	2,75
11		1/2/1975	10	1/2/1975	16	1/3/1980	7,7	1/1/1989	7,3	1/1/1975	37
12		1/1/1976	2,5	1/4/1976	13,5	1/2/1981	7,1	1/3/1990	1,18	1/1/1976	2
13		1/12/1977	1,55	1/1/1977	2,3	1/1/1982	6,7	1/2/1991	0,044	1/12/1977	6,3
14		1/2/1978	4,2	1/2/1978	6,2	1/2/1983	6,7	1/3/1992	3,9	1/2/1978	25
15		1/6/1979	5,3	1/12/1979	2,5	1/3/1984	7,2	1/1/1993	1,54	1/12/1979	4,3
16		1/2/1980	3,2	1/2/1980	10	1/2/1985	8,6	1/3/1994	2,6	1/3/1980	3,3
17		1/1/1981	5,9	1/1/1981	14	1/2/1986	3,7	1/2/1995	0,86	1/1/1981	11
18		1/6/1982	0,53	1/2/1982	1,4	1/1/1987	10,6	1/3/1996	0,44	1/1/1982	4,7
19		1/11/1983	2,95	1/4/1983	2	1/2/1988	16	1/5/1997	1,5	1/4/1983	9,6
20		1/3/1984	1,215	1/12/1984	1,85	1/1/1989	19,5	1/4/1998	0,54	1/3/1984	0,87
21		1/2/1985	6,3	1/2/1985	4,1	1/3/1990	1,4	1/1/1999	1,5	1/2/1985	10,3
22		1/2/1986	0,93	1/2/1986	0,72	1/4/1991	1,22	1/4/2000	0,36	1/2/1986	4,5
23		1/2/1987	1,28	1/2/1987	2	1/3/1992	20	1/3/2001	0,28	1/2/1987	2,7
24		1/1/1988	3,4	1/2/1988	4,2	1/1/1993	13	1/1/2002	3,4	1/2/1988	3,96
25		1/1/1989	1,75	1/1/1989	1,72	1/12/1994	17	1/3/2003	3,6	1/1/1989	14,4
26		1/3/1990	0,51	1/3/1990	0,31	1/2/1995	6,8	1/1/2004	1,45	1/3/1990	0,26
27		1/4/1991	0,15	1/3/1991	0,18	1/3/1996	2,7	1/3/2005	0,9	1/12/1991	0,12
28		1/3/1992	1,95	1/3/1992	2,7	1/5/1997	3,7	1/3/2006	0,93	1/3/1992	2,9
29		1/1/1993	1,5	1/1/1993	4	1/4/1998	2,2	1/3/2007	1,15	1/2/1993	1,8
30		1/12/1994	6,6	1/12/1994	7,3	1/3/1999	7,9			1/12/1994	32
31		1/3/1995	0,6	1/3/1995	0,76	1/2/2000	3,2			1/1/1995	2,2
32		1/2/1996	1,55	1/2/1996	4,2	1/1/2001	1,5			1/3/1996	4,9
33		1/3/1997	0,48	1/12/1997	0,02	1/1/2002	43,5			1/1/1997	0,23
34		1/12/1998	0,27	1/1/1998	4,3	1/1/2003	30			1/4/1998	0,057
35		1/3/1999	1,05	1/8/1999	0	1/2/2004	4,5			1/1/1999	3,1
36		1/12/2000	0,42	1/3/2000	0,052	1/3/2005	4,2			1/3/2000	0,01
37		1/3/2001	0,33			1/3/2006	4,6			1/2/2001	0,38
38		1/1/2002	13							1/1/2002	11,5
39		1/1/2003	3							1/1/2003	3
40										1/4/2004	94
41										1/3/2005	2,5
42										1/12/2006	0,6
43										1/3/2007	1,05

Πίνακες Γ2 (συνέχεια): Χρονοσειρές παροχομετρήσεων των 34 σταθμών μέτρησης παροχής.

station	r2-2-6-60		r2-3-4-80		r2-3-4-95		r2-3-8-60		r2-4-6-70	
	a/a	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date
1	1/10/1965	248	1/6/1980	0,046	1/12/1969	0	1/12/1979	0,62	1/12/1979	2,9
2	1/5/1966	150	1/1/1981	2,5	1/11/1979	0	1/3/1980	0,42	1/1/1980	2,1
3	1/3/1967	30	1/1/1982	0,69	1/2/1980	1,8	1/2/1981	0,57	1/12/1981	0,22
4	1/12/1968	145	1/3/1983	1,65	1/2/1981	2,8	1/6/1982	0,29	1/1/1982	0,75
5	1/3/1969	38	1/4/1984	1	1/4/1982	0,21	1/4/1983	0,24	1/4/1983	1,15
6	1/1/1970	5,6	1/2/1985	1,15	1/4/1983	1,55	1/2/1984	0,24	1/3/1984	0,76
7	1/1/1971	6,8	1/2/1986	1,1	1/4/1984	1	1/3/1985	0,31	1/3/1985	1,5
8	1/5/1972	2,1	1/2/1987	1,65	1/2/1985	0,72	1/12/1986	0,29	1/11/1986	0,36
9	1/5/1973	2,9	1/2/1988	2,1	1/2/1986	0,5	1/2/1987	0,15	1/2/1987	0,82
10	1/1/1974	5,9	1/1/1989	6,9	1/4/1987	0,58	1/3/1988	0,4	1/3/1988	1,6
11	1/1/1975	21,5	1/3/1990	0,77	1/3/1988	1,85	1/1/1989	3,5	1/1/1989	11,7
12	1/3/1976	4,7	1/2/1991	0,21	1/2/1989	4,5	1/3/1990	0,14	1/3/1990	0,48
13	1/12/1977	13	1/1/1992	1,7	1/11/1990	0	1/11/1991	0,44	1/2/1991	0,11
14	1/2/1978	8,3	1/1/1993	1,8	1/11/1991	0	1/1/1992	0,35	1/1/1992	2,5
15	1/12/1979	9,9	1/12/1994	4,3	1/1/1992	1,95	1/1/1993	0,74	1/1/1993	8,4
16	1/1/1980	4,6	1/2/1995	2,1	1/4/1993	1,7	1/2/1994	0,56	1/12/1994	3
17	1/1/1981	15,5	1/4/1996	0,7	1/3/1994	0,25	1/12/1995	0,046	1/2/1995	0,65
18	1/3/1982	3,2	1/5/1997	1,3	1/2/1995	0,66	1/4/1996	0,2	1/3/1996	0,3
19	1/3/1983	5,9	1/1/1998	0,165	1/11/1996	0	1/4/1997	0,076	1/5/1997	0,76
20	1/12/1984	1,4	1/5/1999	2,7	1/11/1997	0	1/4/1998	0,05	1/4/1998	0,18
21	1/3/1985	6	1/2/2000	0,3	1/11/1998	0	1/1/1999	0,42	1/1/1999	1,55
22	1/2/1986	2,5	1/3/2001	0,22	1/3/1999	1,15	1/3/2000	0,14	1/3/2000	0,72
23	1/2/1987	3,5	1/2/2002	1,6	1/8/2000	0	1/2/2001	0,12	1/3/2001	0,2
24	1/2/1988	5,7	1/12/2003	8	1/11/2001	0	1/1/2002	0,33	1/2/2002	1,05
25	1/1/1989	14	1/5/2004	71	1/3/2002	0,39	1/12/2003	17	1/3/2003	0,71
26	1/3/1990	2,92	1/3/2005	0,6	1/3/2003	1,15	1/2/2004	0,33	1/2/2004	28
27	1/3/1991	0,096			1/2/2004	35	1/10/2005	0,16	1/3/2005	0,32
28	1/3/1992	5,5					1/3/2006	0,28	1/3/2006	0,71
29	1/1/1993	4								
30	1/10/1994	11,5								
31	1/1/1995	2,3								
32	1/4/1996	3,5								
33	1/5/1997	1,65								
34	1/4/1998	1,2								
35	1/1/1999	4								
36	1/4/2000	0,59								
37	1/2/2001	10,4								
38	1/1/2002	18,5								
39	1/3/2003	6,9								
40	1/2/2004	21,5								
41	1/12/2005	8,4								
42	1/3/2006	5,5								
43	1/3/2007	0,26								

Πίνακες Γ2 (συνέχεια): Χρονοσειρές παροχομετρήσεων των 34 σταθμών μέτρησης παροχής.

station	r2-4-6-80		r2-7-2-75		r2-8-3-10		r3-2-1-85		r3-3-1-70		
	a/a	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)
1		1/11/1979	0	1/12/1967	0,48	1/12/1968	46	1/12/1967	0,62	1/12/1965	1,4
2		1/1/1980	0,33	1/12/1968	37	1/8/1969	0	1/12/1968	21	1/1/1966	1,4
3		1/5/1981	0,91	1/3/1969	12	1/11/1980	0	1/3/1969	25	1/11/1967	0,49
4		1/1/1982	0,15	1/12/1970	3,8	1/12/1981	0,3	1/11/1970	1,6	1/12/1968	26
5		1/4/1983	0,16	1/4/1971	7,6	1/1/1982	1,55	1/5/1971	2,2	1/3/1969	9,2
6		1/2/1984	0,21	1/3/1972	2,9	1/3/1983	7,4	1/5/1972	6,6	1/11/1970	0,75
7		1/3/1985	0,245	1/11/1979	0	1/3/1984	4,7	1/12/1979	4,9	1/8/1971	1,9
8		1/11/1986	0,26	1/1/1980	3	1/3/1985	4,5	1/3/1980	1,4	1/5/1972	5,5
9		1/3/1987	0,12	1/12/1981	0,13	1/2/1986	1,7	1/12/1981	0,83	1/1/1975	4
10		1/3/1988	0,21	1/1/1982	1,3	1/1/1987	2,6	1/8/1982	5,5	1/7/1976	2,1
11		1/1/1989	3,05	1/3/1983	4,3	1/12/1988	0,13	1/6/1983	6,4	1/7/1977	4,6
12		1/3/1990	0,058	1/3/1984	2,85	1/1/1989	23,5	1/3/1984	1,85	1/1/1978	1,5
13		1/2/1991	0,018	1/3/1985	3,9	1/3/1990	4,2	1/2/1985	1,3	1/12/1979	5
14		1/1/1992	0,32	1/2/1986	1,25	1/3/1991	0,18	1/11/1986	3,4	1/3/1980	1,7
15		1/1/1993	2,9	1/1/1987	1,21	1/3/1992	16,6	1/8/1987	11,7	1/4/1981	1,3
16		1/12/1994	0,19	1/12/1988	0,092	1/1/1993	14,8	1/12/1988	6,7	1/1/1982	1,25
17		1/2/1995	0,048	1/1/1989	9	1/12/1994	11	1/2/1989	12,5	1/4/1983	1,5
18		1/4/1996	0,11	1/3/1990	1,65	1/2/1995	1,85	1/3/1990	0,84	1/3/1984	1,95
19		1/3/1997	0,006	1/3/1991	0,16	1/3/1996	1,4	1/4/1991	0,9	1/2/1985	1,05
20		1/4/1998	0,013	1/3/1992	7,7	1/5/1997	2,1	1/3/1992	2,6	1/2/1986	0,75
21		1/1/1999	0,2	1/1/1993	9,3	1/4/1998	1	1/1/1993	4,9	1/1/1987	3,25
22		1/3/2000	0,077	1/12/1994	4,8	1/1/1999	3,2	1/12/1994	5,6	1/8/1988	12,5
23		1/2/2001	0,048	1/5/1995	1,75	1/3/2000	1,05	1/2/1995	1,7	1/2/1989	3
24		1/1/2002	0,098	1/3/1996	0,52	1/3/2001	0,8	1/7/1996	10,4	1/3/1990	0,72
25		1/3/2003	0,16	1/3/1997	0,12	1/1/2002	5	1/7/1997	2,5	1/3/1991	0,54
26		1/2/2004	63	1/4/1998	0,4	1/3/2003	4,8	1/1/1998	0,63	1/1/1992	0,97
27		1/4/2005	0,006	1/2/1999	2,5	1/2/2004	14	1/7/1999	6,2	1/1/1993	1,9
28		1/2/2006	0,044	1/3/2000	1	1/3/2005	2,2	1/5/2000	1,85	1/12/1994	12
29				1/3/2001	0,4	1/12/2006	0,066	1/3/2001	1,35	1/1/1995	0,92
30				1/1/2002	1	1/3/2007	0,36	1/1/2002	17,7	1/2/1996	1,35
31				1/3/2003	4,6	1/1/2008	0,78	1/1/2003	3,4	1/12/1997	1,2
32				1/2/2004	3,1			1/2/2004	4,8	1/4/1998	0,37
33				1/3/2005	0,43			1/9/2005	8	1/3/1999	0,8
34				1/3/2006	0,6			1/6/2006	4,3	1/12/2000	0,48
35				1/3/2007	0,31			1/6/2007	11,5	1/3/2001	0,37
36								1/1/2008	2,52	1/1/2002	11
37										1/1/2003	45
38										1/2/2004	1,5
39										1/1/2005	0,79
40										1/11/2006	1,335
41										1/6/2007	1,335
42										1/2/2008	0,875
43											

Πίνακες Γ2 (συνέχεια): Χρονοσειρές παροχομετρήσεων των 34 σταθμών μέτρησης παροχής.

station	r3-3-2-60		r3-3-3-15		r3-3-3-95		r3-4-2-90		r3-5-1-50		
	a/a	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)
1		1/10/1965	0,38	1/12/1986	0,4	1/12/1965	1,1	1/12/1965	0,16	1/12/1978	0,7
2		1/9/1966	3	1/4/1987	2,6	1/1/1966	4,1	1/2/1966	0,81	1/12/1979	4,9
3		1/12/1967	0,25	1/8/1988	5,5	1/12/1967	2,2	1/10/1967	16,3	1/2/1980	3
4		1/12/1968	6	1/2/1989	10,2	1/12/1968	47	1/12/1968	15,5	1/12/1981	0,92
5		1/3/1969	2,9	1/3/1990	1,65	1/3/1969	20	1/3/1969	5,9	1/1/1982	1,2
6		1/11/1970	0,84	1/4/1991	1,2	1/11/1970	1,95	1/12/1970	0,11	1/7/1983	5,4
7		1/4/1971	1,6	1/7/1992	2,9	1/1/1971	5	1/4/1971	2,1	1/12/1984	5,8
8		1/5/1972	2,9	1/1/1993	6,25	1/5/1972	10	1/5/1972	1,7	1/4/1985	6,6
9		1/1/1975	1,95	1/12/1994	11,5	1/1/1975	7,7	1/1/1975	92	1/1/1986	2
10		1/7/1976	1,9	1/1/1995	1,55	1/1/1976	4	1/4/1976	0,56	1/1/1987	5,08
11		1/7/1977	1,85	1/7/1996	2,2	1/7/1977	8,6	1/1/1977	0,16	1/12/1988	0,85
12		1/1/1978	0,53	1/12/1997	1,95	1/2/1978	2,9	1/1/1978	0,49	1/2/1989	14,8
13		1/12/1979	1,55	1/4/1998	1,3	1/12/1979	8,6	1/12/1979	1,25	1/3/1990	0,53
14		1/1/1980	0,95	1/3/1999	2	1/2/1980	1,8	1/2/1980	0,41	1/3/1991	0,56
15		1/2/1981	1,1	1/12/2000	1,6	1/1/1981	4,1	1/11/1981	0	1/3/1992	1,3
16		1/1/1982	0,34	1/9/2001	2,4	1/4/1982	2,8	1/4/1982	0,75	1/1/1993	9,5
17		1/12/1983	1,4	1/1/2002	16	1/2/1983	4,1	1/4/1983	0,38	1/12/1994	10
18		1/2/1984	0,87	1/3/2003	29	1/2/1984	2,3	1/2/1984	0,5	1/1/1995	0,73
19		1/2/1985	1,15	1/2/2004	7,5	1/6/1985	3,5	1/4/1985	0,79	1/2/1996	1,45
20		1/4/1986	0,14	1/1/2005	1,79	1/4/1986	1,95	1/11/1986	0	1/5/1997	1,1
21		1/4/1987	1,8	1/11/2006	2	1/4/1987	4	1/4/1987	0,101	1/12/1998	0,39
22		1/8/1988	1,6	1/6/2007	5,09	1/1/1988	4,2	1/11/1988	0	1/3/1999	1,65
23		1/1/1989	2	1/1/2008	2	1/1/1989	7,9	1/1/1989	2,7	1/12/2000	1
24		1/3/1990	0,55			1/3/1990	1,9	1/3/1990	0,48	1/1/2001	5
25		1/3/1991	0,27			1/4/1991	1,15	1/11/1991	0	1/1/2002	12
26		1/7/1992	1,25			1/3/1992	4,5	1/1/1992	0,56	1/3/2003	5,42
27		1/1/1993	1,65			1/1/1993	6,9	1/1/1993	4,2	1/2/2004	87
28		1/12/1994	5,4			1/12/1994	18	1/12/1994	4	1/1/2005	1,555
29		1/1/1995	0,54			1/1/1995	2,2	1/1/1995	0,34	1/11/2006	1
30		1/2/1996	0,46			1/7/1996	2,6	1/4/1996	0,025	1/6/2007	9,5
31		1/1/1997	0,69			1/1/1997	2,7	1/4/1997	2,5	1/1/2008	0,77
32		1/12/1998	0,36			1/1/1998	0,74	1/11/1998	0		
33		1/7/1999	1,1			1/7/1999	2,4	1/3/1999	0,02		
34		1/12/2000	0,32			1/12/2000	1,45	1/11/2000	0		
35		1/1/2001	0,24			1/9/2001	2,4	1/8/2001	0		
36		1/1/2002	0,95			1/1/2002	24	1/1/2002	5,4		
37		1/6/2003	0,82			1/1/2003	12,3	1/3/2003	135		
38		1/2/2004	0,95			1/2/2004	11,9	1/2/2004	2,6		
39		1/1/2005	0,485			1/1/2005	2,97	1/3/2005	0,102		
40		1/6/2006	0,66			1/11/2006	3,74	1/3/2006	0,2		
41		1/6/2007	0,77			1/6/2007	9	1/6/2007	1,184		
42		1/2/2008	0,185			1/1/2008	2,48				
43											

Πίνακες Γ2 (συνέχεια): Χρονοσειρές παροχομετρήσεων των 34 σταθμών μέτρησης παροχής.

station	r3-7-1-50		r6-1-1-80		r6-1-1-85		r7-2-3-50		r7-2-7-05		
	a/a	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)
1		1/10/1965	7,9	1/12/1967	0,71	1/12/1967	1,4	1/11/1959	17	1/11/1967	0,44
2		1/1/1966	21	1/12/1968	21	1/12/1968	58	1/11/1960	17	1/12/1968	0,73
3		1/12/1967	2,2	1/3/1969	26	1/3/1969	54	1/11/1961	17	1/1/1969	1,55
4		1/12/1968	200	1/11/1970	4,4	1/11/1970	7	1/11/1962	17	1/12/1970	0,49
5		1/1/1969	23	1/4/1971	11	1/4/1971	18	1/11/1963	17	1/1/1971	0,19
6		1/11/1970	1,15	1/1/1972	7,8	1/5/1972	12	1/11/1964	17	1/12/1978	0,72
7		1/4/1971	34	1/1/1975	4,7	1/1/1975	12,5	1/10/1965	17	1/12/1979	0,13
8		1/5/1972	20	1/10/1976	4	1/5/1976	5,1	1/11/1967	0	1/8/1980	0
9		1/1/1975	28	1/9/1977	5,3	1/9/1977	16	1/12/1968	1,05	1/12/1981	2,5
10		1/1/1976	11,5	1/12/1978	2,2	1/1/1978	4	1/1/1969	11,5	1/1/1982	0,031
11		1/1/1977	18,5	1/2/1979	3,3	1/2/1979	8,2	1/12/1970	0,074	1/12/1983	0,025
12		1/2/1978	6,4	1/2/1980	3,3	1/2/1980	10	1/1/1971	0,02	1/12/1984	1,9
13		1/12/1979	28	1/12/1981	0,026	1/12/1981	0,5	1/1/1972	0,013	1/1/1985	1,05
14		1/2/1980	24	1/3/1982	0,78	1/6/1982	1,4	1/11/1976	0	1/1/1986	0,061
15		1/12/1981	1,3	1/2/1983	3,3	1/2/1983	10,2	1/2/1977	0,016	1/11/1987	0,003
16		1/7/1982	2,6	1/1/1984	2,5	1/1/1984	7,2	1/11/1978	0,4	1/12/1988	1,55
17		1/2/1983	21,5	1/4/1985	2,8	1/2/1985	6,2	1/1/1979	0,004	1/2/1989	0,59
18		1/2/1984	9	1/1/1986	1,75	1/1/1986	4,7	1/8/1980	0	1/11/1990	0
19		1/2/1985	12,2	1/1/1987	2,3	1/1/1987	4,97	1/11/1981	0	1/12/1991	0,035
20		1/1/1986	4,7	1/4/1988	3,8	1/1/1988	7,8	1/11/1982	0	1/12/1992	0,63
21		1/1/1987	18,9	1/1/1989	6,2	1/1/1989	20	1/11/1983	0	1/1/1993	0,63
22		1/1/1988	22,4	1/3/1990	2,6	1/3/1990	4,8	1/12/1984	0,053	1/2/1994	0,4
23		1/1/1989	37	1/3/1991	0,87	1/3/1991	1,15	1/11/1985	0	1/2/1995	0,25
24		1/3/1990	14	1/3/1992	2,5	1/7/1992	15,6	1/11/1986	0	1/1/1996	0,14
25		1/3/1991	1,4	1/1/1993	11,1	1/1/1993	26,5	1/11/1987	0	1/12/1997	1,05
26		1/3/1992	20,6	1/12/1994	10,5	1/12/1994	18	1/1/1988	1,75	1/1/1998	0,43
27		1/1/1993	66	1/1/1995	1	1/1/1995	1,45	1/11/1989	0	1/1/1999	1,2
28		1/12/1994	59	1/2/1996	2,3	1/2/1996	5,6	1/11/1990	0	1/12/2000	1,1
29		1/2/1995	5,2	1/1/1997	3,5	1/5/1997	4,2	1/11/1991	0	1/12/2001	0,94
30		1/2/1996	12,2	1/1/1998	1,3	1/1/1998	0,98	1/12/1992	1,35	1/2/2002	0,39
31		1/5/1997	4,3	1/1/1999	2,1	1/1/1999	8,9	1/1/1993	1,35	1/1/2003	1,1
32		1/1/1998	0,37	1/12/2000	3,9	1/12/2000	5,9	1/2/1994	0,002	1/2/2004	1,6
33		1/3/1999	8,4	1/1/2001	3,5	1/1/2001	10,4	1/11/1995	0	1/3/2005	0,19
34		1/5/2000	3,5	1/1/2002	18,8			1/11/1996	0		
35		1/12/2001	66,4	1/3/2003	26,9			1/12/1997	0,051		
36		1/1/2002	21,6	1/2/2004	5,2			1/1/1998	0,011		
37		1/2/2003	25,6	1/1/2005	1,9			1/1/1999	0,23		
38		1/1/2004	57,2	1/11/2006	2,5			1/12/2000	0,4		
39		1/2/2005	4,8	1/7/2007	0,95			1/12/2001	2,5		
40		1/2/2006	7,3	1/1/2008	0,33			1/1/2002	0,4		
41		1/5/2007	39,4					1/2/2004	185		
42		1/2/2008	2,59					1/1/2005	0,29		
43											

Πίνακες Γ2 (συνέχεια): Χρονοσειρές παροχομετρήσεων των 34 σταθμών μέτρησης παροχής.

station	r8-2-2-90		r8-2-4-10		r8-5-1-60		r8-5-1-90		r8-7-3-60		
	a/a	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)
1		1/10/1965	14,1	1/11/1984	22	1/12/1984	1,6	1/12/1965	1	1/10/1965	9,2
2		1/9/1966	2,7	1/1/1985	1,25	1/2/1985	3,8	1/1/1966	0,74	1/2/1966	2
3		1/11/1967	71	1/1/1986	4	1/2/1986	3,3	1/11/1967	1,85	1/11/1967	24,2
4		1/9/1968	5,2	1/11/1987	0	1/1/1987	0,44	1/12/1968	4,8	1/12/1968	16
5		1/1/1969	9,4	1/1/1988	1,25	1/3/1988	0,38	1/1/1969	14	1/6/1969	33
6		1/11/1970	30	1/1/1989	0,4	1/2/1989	2,7	1/11/1970	0	1/12/1971	2,7
7		1/4/1971	3,2	1/11/1990	0	1/3/1990	0,61	1/4/1971	4,8	1/1/1972	14
8		1/6/1972	24	1/12/1991	0,064	1/11/1991	0	1/1/1972	21	1/11/1974	0
9		1/11/1974	4,9	1/12/1992	7,6	1/6/1992	22	1/11/1974	0,5	1/2/1975	10
10		1/1/1975	33	1/1/1993	7,6	1/1/1993	3,1	1/2/1975	9	1/10/1976	25
11		1/10/1976	37	1/12/1994	24	1/12/1994	23	1/10/1976	6	1/3/1977	3,7
12		1/7/1977	12	1/1/1995	0,89	1/1/1995	0,45	1/12/1977	6,3	1/1/1978	3,4
13		1/12/1978	5,2	1/2/1996	0,46	1/4/1996	0,8	1/12/1978	7,3	1/10/1979	34
14		1/2/1979	13,5	1/12/1997	4,1	1/12/1997	0,7	1/12/1979	50	1/2/1980	26
15		1/2/1980	4	1/1/1998	16	1/1/1998	1,5	1/2/1980	25	1/12/1981	5,6
16		1/12/1981	0,016	1/1/1999	0,26	1/1/1999	0,26	1/11/1981	0	1/4/1982	22
17		1/4/1982	0,44	1/10/2000	23	1/12/2000	9,8	1/11/1982	0	1/12/1983	11,5
18		1/12/1983	8,5	1/1/2001	18,5	1/1/2001	3,5	1/12/1983	1,1	1/12/1984	12
19		1/11/1984	10	1/1/2002	72	1/1/2002	23	1/1/1984	8	1/3/1985	12,5
20		1/1/1985	1,25	1/1/2003	3,3	1/2/2003	5,1	1/1/1985	0,049	1/6/1986	21
21		1/2/1986	4,9	1/12/2004	7	1/2/2004	64	1/11/1986	0	1/1/1987	0,92
22		1/11/1987	0	1/1/2005	7,4	1/1/2005	2,5	1/11/1987	0	1/1/1988	9,9
23		1/2/1988	0,55	1/11/2006	17,2	1/11/2006	3,5	1/1/1988	0,43	1/2/1989	17,5
24		1/2/1989	9,6	1/1/2007	17,2	1/1/2007	3,5			1/4/1990	6,4
25		1/3/1990	1,431							1/4/1991	3,16
26		1/11/1991	0							1/3/1992	8,6
27		1/12/1992	4,6							1/1/1993	19
28		1/1/1993	4,6							1/4/1994	6,4
29		1/12/1994	8,7								
30		1/1/1995	0,001								
31		1/2/1996	0,66								
32		1/12/1997	1								
33		1/1/1998	10,5								
34		1/8/1999	0								
35		1/12/2000	1,95								
36		1/1/2001	2,4								
37		1/1/2002	44								
38		1/1/2003	0,19								
39											
40											
41											
42											
43											

Πίνακες Γ2 (συνέχεια): Χρονοσειρές παροχομετρήσεων των 34 σταθμών μέτρησης παροχής.

station	r8-8-2-50		r8-9-5-40		r9-4-3-80		r9-6-2-90		
	a/a	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)	date	Q (m ³ /s)
1		1/12/1968	25	1/12/1983	0,009	1/11/1970	0,081	1/12/1976	5,4
2		1/3/1969	21	1/12/1984	1,7	1/12/1971	0,98	1/1/1977	2,8
3		1/11/1970	2,2	1/3/1985	4	1/6/1972	13,5	1/2/1978	3,6
4		1/4/1971	1,9	1/6/1986	25	1/10/1973	20	1/12/1979	4,5
5		1/6/1972	1	1/1/1987	1,8	1/2/1974	3,5	1/2/1980	2,5
6		1/12/1974	0,11	1/1/1988	14,5	1/12/1975	11,5	1/1/1981	4,9
7		1/5/1975	11,5	1/1/1989	2,85	1/11/1976	6	1/11/1982	4
8		1/5/1976	12	1/3/1990	2,15	1/12/1977	1,05	1/2/1983	1,6
9		1/3/1977	1	1/4/1991	1,69	1/12/1978	7,1	1/12/1984	2,5
10		1/2/1978	1,1	1/3/1992	4,1	1/2/1979	7,1	1/2/1985	3,15
11		1/9/1979	22	1/1/1993	21,8	1/2/1980	12	1/3/1986	1,43
12		1/2/1980	3,5	1/12/1994	40	1/1/1981	5,1	1/1/1987	2,4
13		1/11/1981	0	1/1/1995	1,9	1/11/1982	1,08	1/1/1988	7,6
14		1/3/1982	0,14	1/2/1996	3,6	1/2/1983	2,5	1/4/1989	2,3
15		1/6/1983	1,35	1/5/1997	1	1/1/1984	14,7	1/3/1990	0,88
16		1/1/1984	6,4	1/1/1998	0,072	1/2/1985	3,4	1/3/1991	0,45
17		1/3/1985	1,5	1/3/1999	1,75	1/10/1986	12,75	1/12/1992	2,8
18		1/6/1986	11	1/12/2000	8,4	1/4/1987	9,8	1/1/1993	2,8
19		1/1/1987	1	1/2/2001	23	1/2/1988	9	1/12/1994	13,5
20		1/1/1988	4,3	1/1/2002	22	1/12/1989	5,3	1/2/1995	1,25
21		1/2/1989	16	1/3/2003	51	1/5/1990	2,4	1/2/1996	2,7
22		1/3/1990	0,17	1/2/2004	20	1/11/1991	3,4	1/1/1997	1,55
23		1/4/1991	2,15	1/1/2005	3,8	1/12/1992	6,7	1/4/1998	1,75
24		1/8/1992	10	1/11/2006	0,36	1/1/1993	6,7	1/12/1999	2,85
25		1/1/1993	15,3	1/3/2007	0,17	1/12/1994	26	1/4/2000	4,137
26		1/2/1994	1,4	1/3/2008	0,12	1/1/1995	1,75	1/3/2001	1,5
27						1/2/1996	1,45	1/1/2002	27,7
28						1/4/1997	3,3	1/1/2003	5,1
29						1/1/1998	3		
30						1/3/1999	1,8		
31						1/12/2000	2,1		
32						1/2/2001	0,6		
33						1/1/2002	6,1		
34						1/1/2003	10,5		
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									

Παράρτημα Δ

Η προσαρμογή θεωρητικών κατανομών στη χρονοσειρά των παροχομετρήσεων, του εκάστοτε σταθμού, έγινε με χρήση του «Υδρογνώμον» και στη συνέχεια επιβεβαιώθηκε με χρήση του «Minitab 15».

Πίνακας Δ1: Προσαρμογή θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max στις χρονοσειρές των 34 σταθμών

a/a	ονομασία λεκάνης	A (km ²)	N έτη μετρήσεων	κλάσεις	Θεωρητική κατανομή	Q(T=10) m ³ /s	Q(T=100) m ³ /s	Q(T=500) m ³ /s	Q(T=1000) m ³ /s
1	1-1-3-95	38,726	39	8	L-Moments GEV-Max	9,89	40,58	100,67	147,95
2	1-1-7-95	112,321	36	8	L-Moments GEV-Max	14,83	52,38	115,26	160,49
3	1-3-5-05	68,513	37	8	L-Moments GEV-Max	17,6	45,84	81,97	104,26
4	1-4-2-15	21,44	29	6	L-Moments GEV-Max	3,55	7,22	10,68	12,47
5	2-2-3-95	63,895	43	9	L-Moments GEV-Max	17,09	85,29	243,04	379,52
6	2-2-6-60	78,968	43	9	L-Moments GEV-Max	71,33	191,52	640,87	1074,85
7	2-3-4-80	45,048	26	6	L-Moments GEV-Max	5,49	38,66	146,07	258,5
8	2-3-4-95	50,144	28	6	L-Moments GEV-Max	3,11	21,23	75,7	130,36
9	2-3-8-60	15,921	28	6	L-Moments GEV-Max	1,07	7,75	30,73	55,61
10	2-4-6-70	27,875	28	6	L-Moments GEV-Max	4,24	24,63	80,08	132,66
11	2-4-6-80	5,227	28	6	L-Moments GEV-Max	1,01	9,93	46,51	90,22
12	2-7-2-75	38,168	35	7	L-Moments GEV-Max	7,93	32,31	78,83	114,91
13	2-8-3-10	47,805	31	7	L-Moments GEV-Max	11,77	51,11	129,91	192,73
14	3-2-1-85	22,670	36	8	L-Moments GEV-Max	11,86	32,74	60,17	77,34
15	3-3-1-70	15,884	42	8	L-Moments GEV-Max	6,97	36,97	113,34	183,11
16	3-3-2-60	10,968	42	8	L-Moments GEV-Max	2,61	6,63	11,56	14,52
17	3-3-3-15	42,401	23	5	L-Moments GEV-Max	9,44	37,72	94,39	139,58
18	3-3-3-95	62,351	42	8	L-Moments GEV-Max	12,16	44,55	104,92	151,12
19	3-4-2-90	32,615	41	9	L-Moments GEV-Max	7,43	61,65	250,61	456,78
20	3-5-1-50	14,368	31	7	L-Moments GEV-Max	10,93	59,6	184,09	298,13
21	3-7-1-50	77,064	42	8	L-Moments GEV-Max	48,95	159,83	332,29	451,24
22	6-1-1-80	14,162	40	9	L-Moments GEV-Max	11	37,67	82,31	114,43
23	6-1-1-85	29,761	33	7	L-Moments GEV-Max	23,31	71,12	142,55	190,7
24	7-2-3-50	8,999	42	9	L-Moments GEV-Max	5,72	51,6	220,78	411,29
25	7-2-7-05	22,567	33	7	L-Moments GEV-Max	1,5	3,08	4,47	5,15
26	8-2-2-90	18,81	38	8	L-Moments GEV-Max	22,53	84,3	191,31	269,82
27	8-2-4-10	52,22	24	5	L-Moments GEV-Max	24,67	82,02	169,36	228,88
28	8-5-1-60	20,102	24	5	L-Moments GEV-Max	14,28	73,15	211,61	332,54
29	8-5-1-90	52,74	26	6	L-Moments GEV-Max	13,34	62,08	164,06	247,41
30	8-7-3-60	31,410	28	6	L-Moments GEV-Max	26,13	45,18	58,48	64,25
31	8-8-2-50	30,902	26	6	L-Moments GEV-Max	15,67	43,45	78,17	99,29
32	8-9-5-40	86,755	26	6	L-Moments GEV-Max	21,93	78,96	172,77	239,59
33	9-4-3-80	66,838	34	7	L-Moments GEV-Max	13,82	30,92	48,38	57,84
34	9-6-2-90	67,505	28	6	L-Moments GEV-Max	7,54	27,26	65,18	94,72

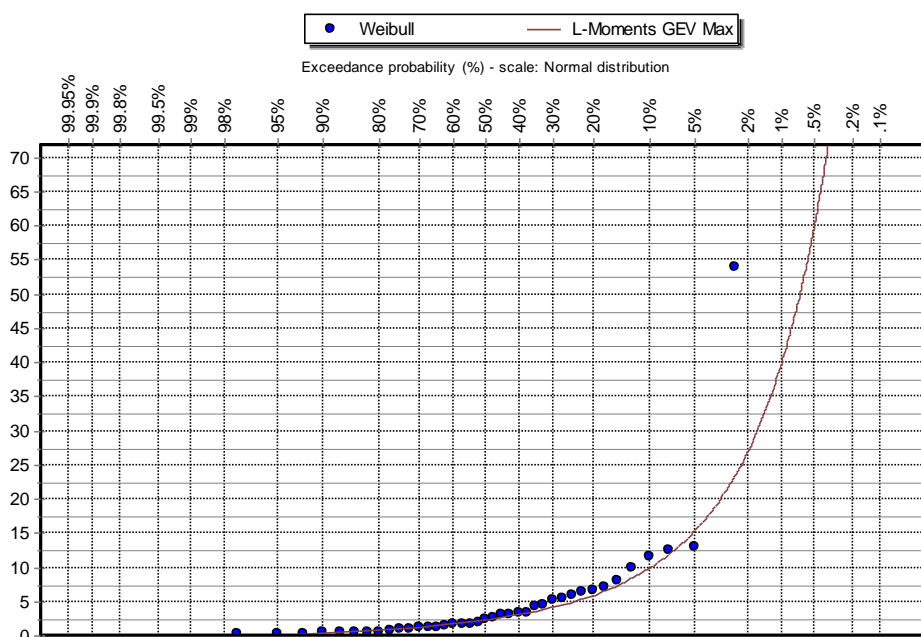
Σημείωση:

- Οι κατανομές που είναι σημειωμένες με πράσινο χρώμα παρουσιάζουν τους σταθμούς για τους οποίους η συγκεκριμένη θεωρητική κατανομή (L-Moments GEV-Max) κρίνεται μη αποδεκτή για την προσαρμογή στο δείγμα των τιμών.
- Οι κατανομές που είναι σημειωμένες με κόκκινο χρώμα παρουσιάζουν τους σταθμούς για τους οποίους καμιά θεωρητική κατανομή δεν κρίνεται αποδεκτή για την προσαρμογή στο δείγμα των τιμών.

Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα προσαρμογής της θεωρητικής κατανομής L-Moments GEV-Max για όσες λεκάνες κρίνεται αποδεκτή.

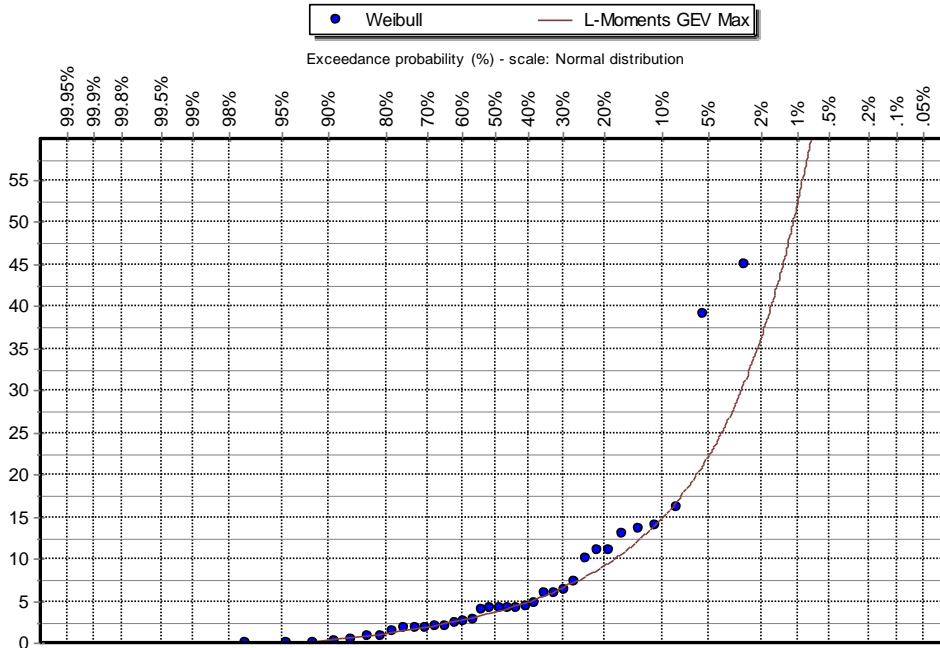
Λεκάνη 1-1-3-95:

L-Moments GEV-Max Attained a: 48.38%



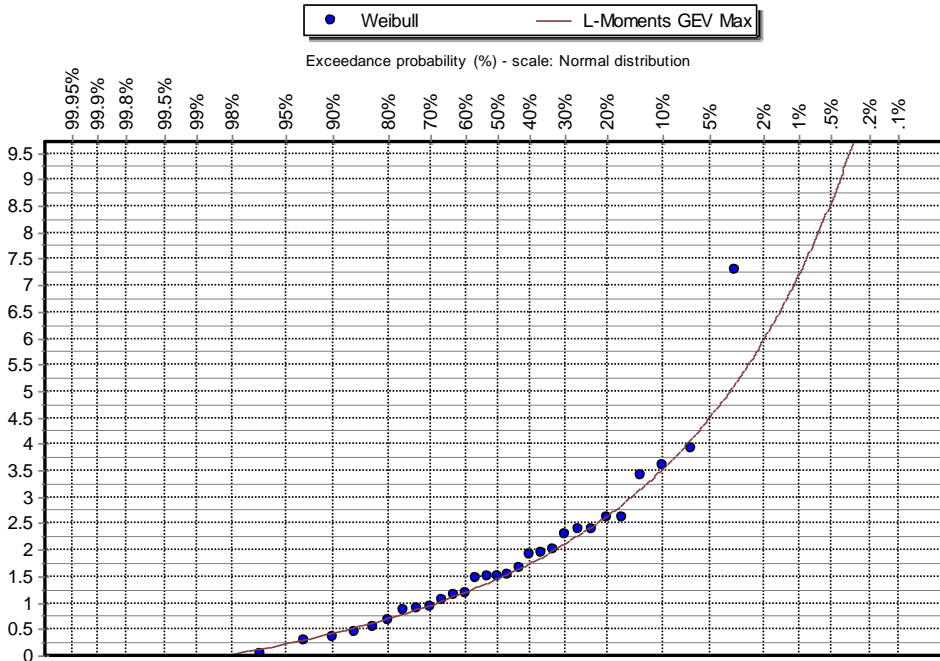
Λεκάνη 1-1-7-95:

L-Moments GEV-Max Attained a: 13.01%



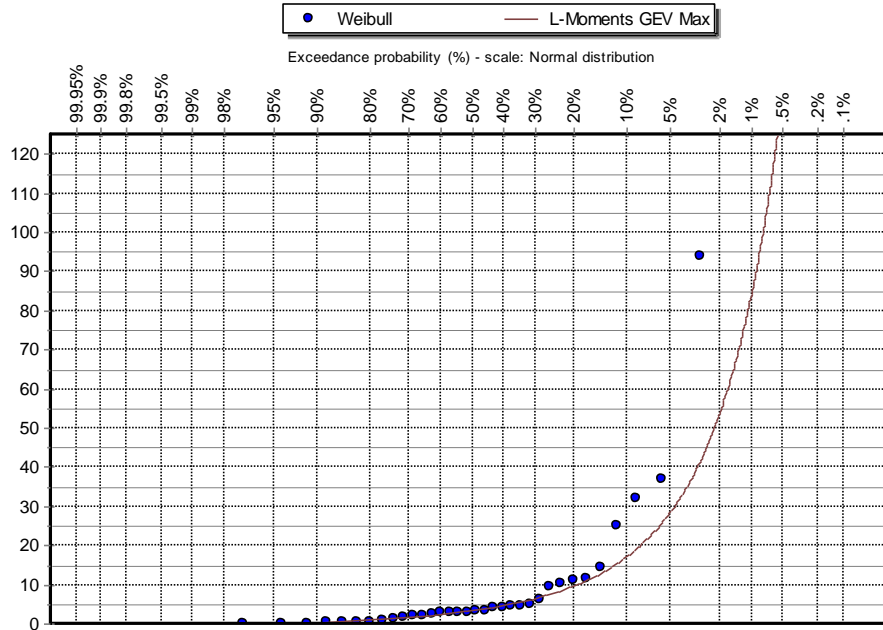
Λεκάνη 1-4-2-15:

L-Moments GEV-Max Attained a: 60,65%



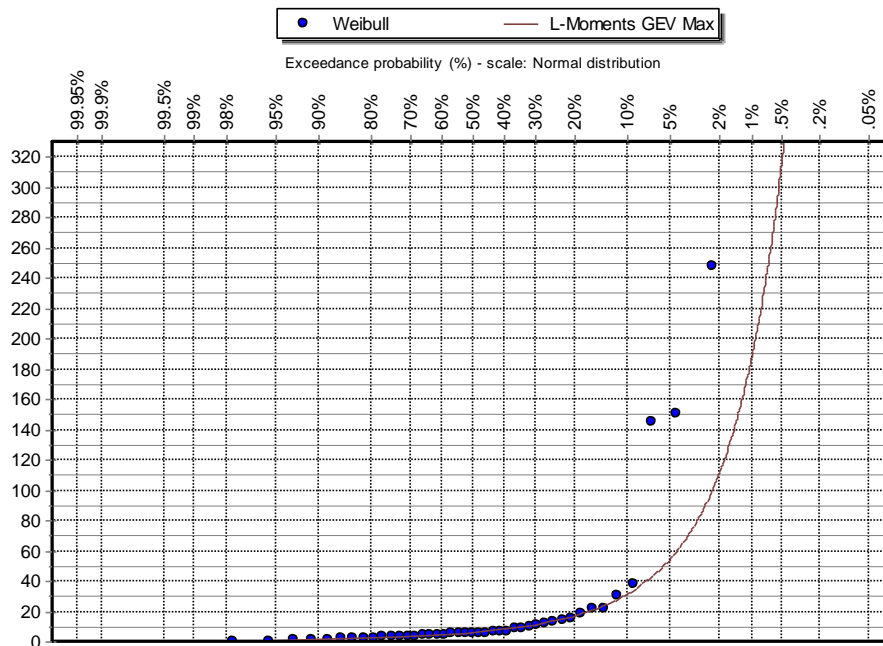
Λεκάνη 2-2-3-95:

L-Moments GEV-Max Attained a: 52,50%



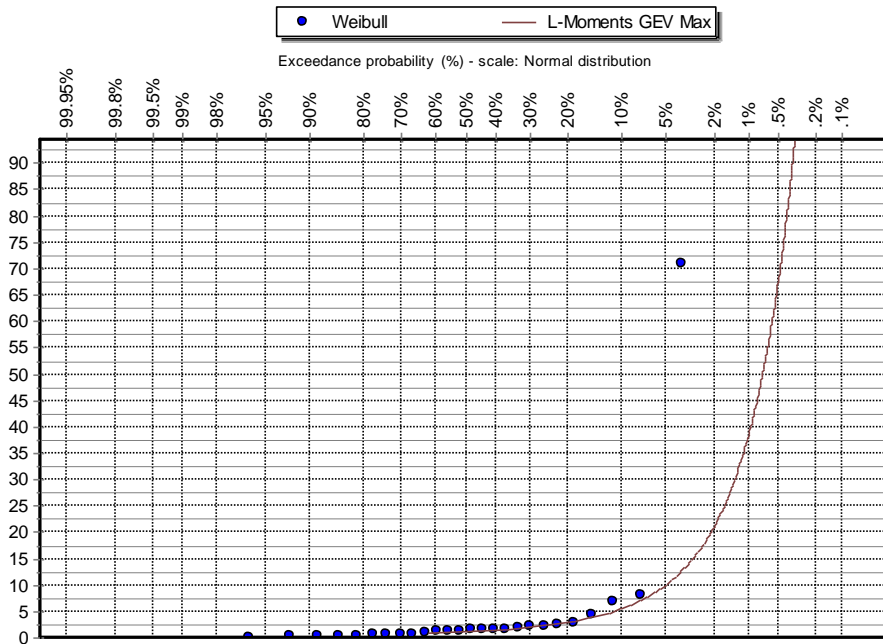
Λεκάνη 2-2-6-60:

L-Moments GEV-Max Attained a: 37,48%



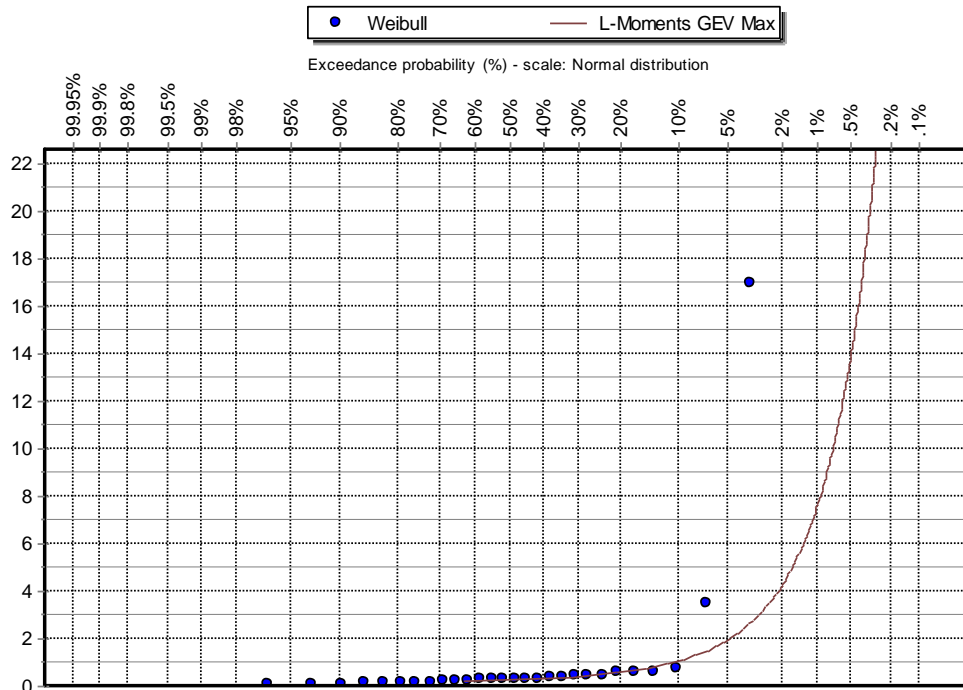
Λεκάνη 2-3-4-80:

L-Moments GEV-Max Attained a: 17,05%



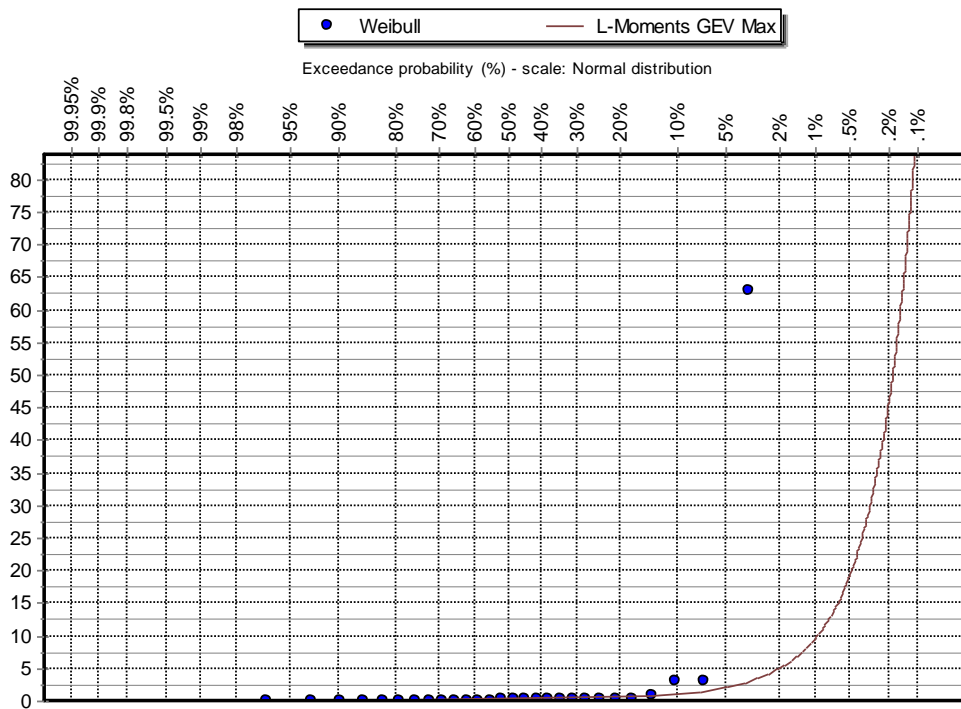
Λεκάνη 2-3-8-60:

L-Moments GEV-Max Attained a: 15,61%



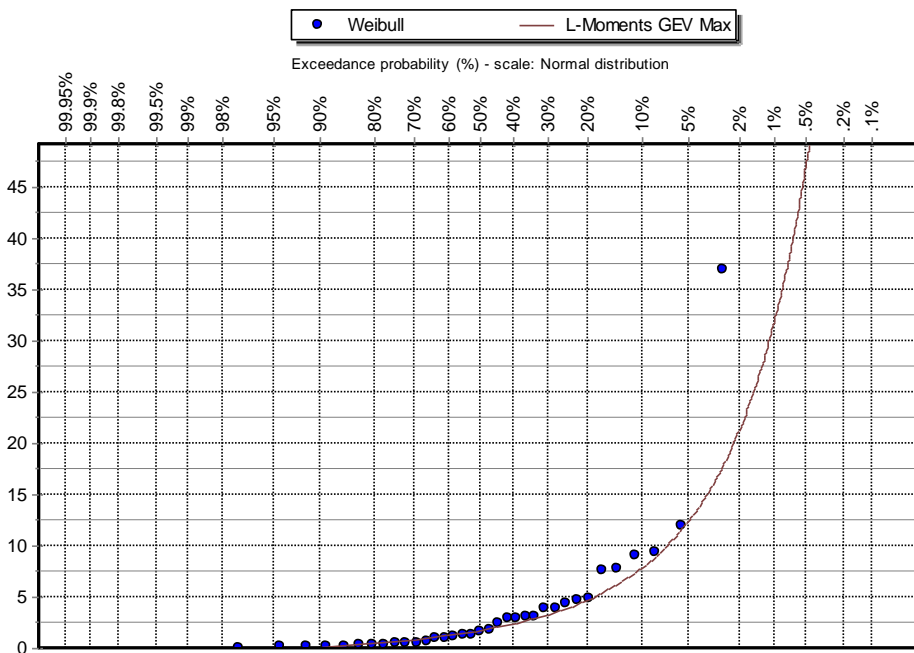
Λεκάνη 2-4-6-80:

L-Moments GEV-Max Attained a: 45,58%



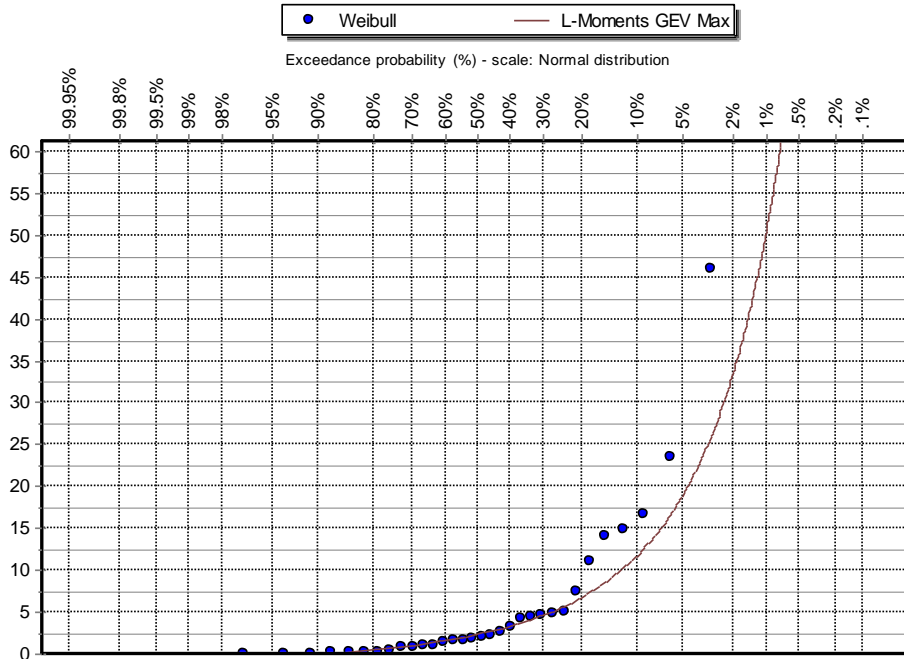
Λεκάνη 2-7-2-75:

L-Moments GEV-Max Attained a: 42.35%



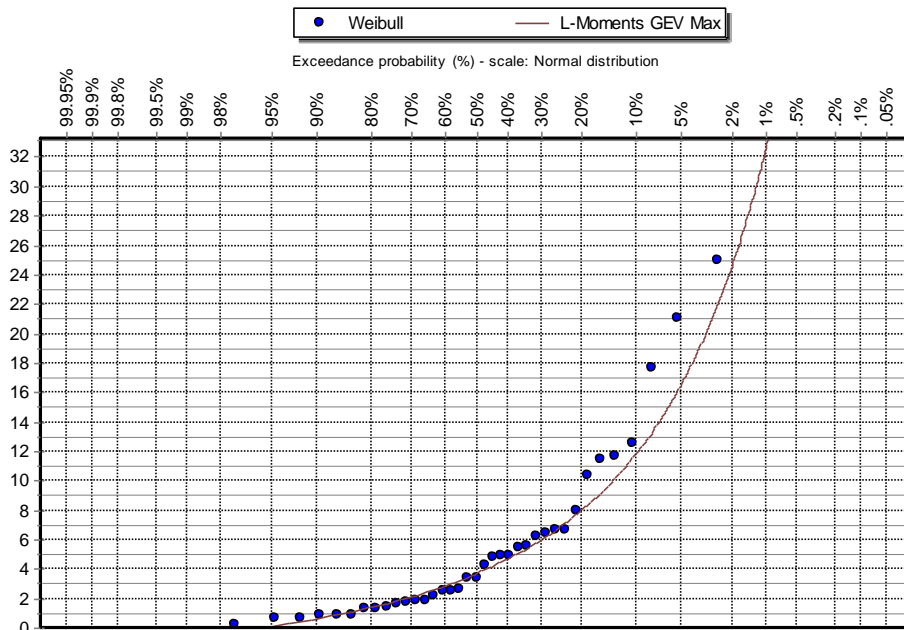
Λεκάνη 2-8-3-10:

L-Moments GEV-Max Attained a: 54.69%



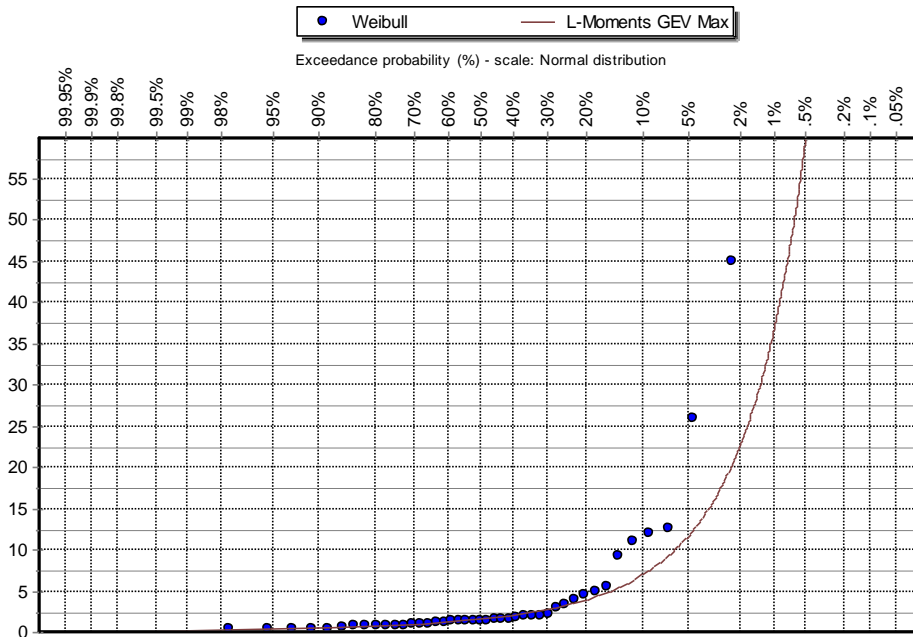
Λεκάνη 3-2-1-85:

L-Moments GEV-Max Attained a: 40.43%



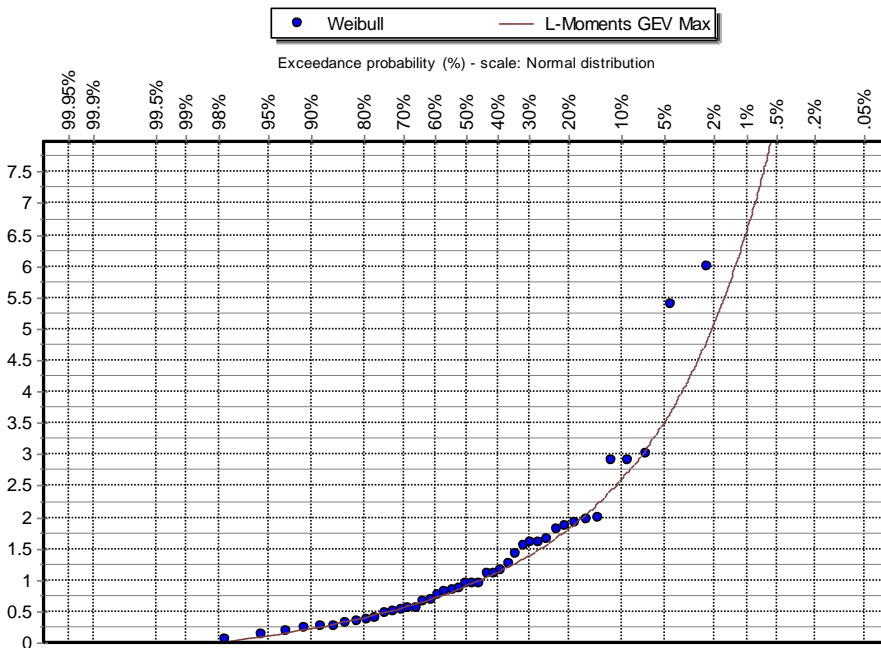
Λεκάνη 3-3-1-70:

L-Moments GEV-Max Attained a: 47.83%



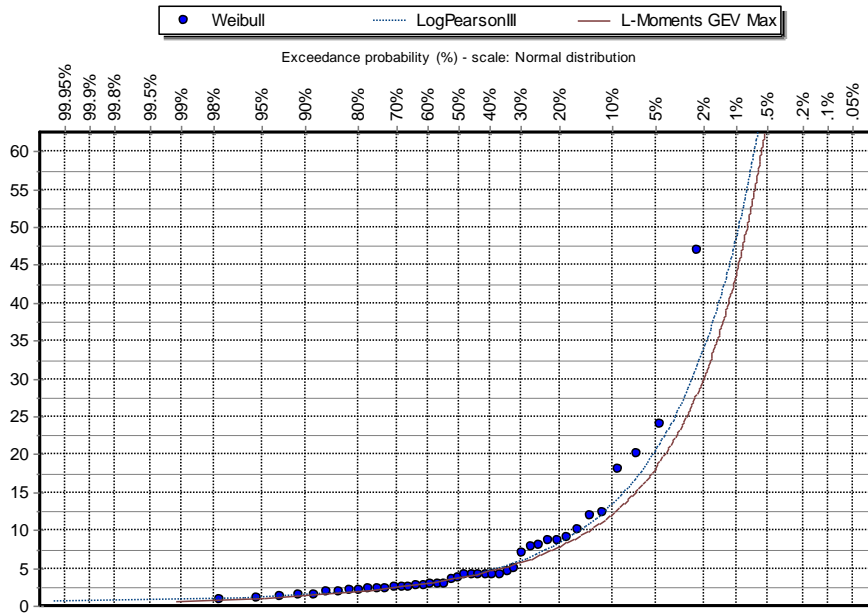
Λεκάνη 3-3-2-60:

L-Moments GEV-Max Attained a: 94.84%



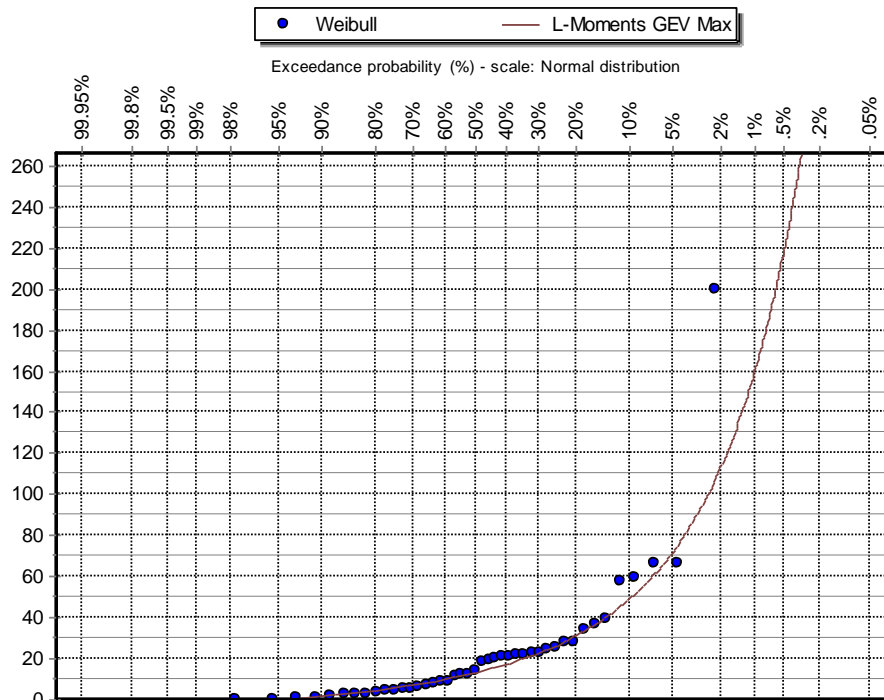
Λεκάνη 3-3-3-95:

L-Moments GEV-Max Attained a: 18.98%



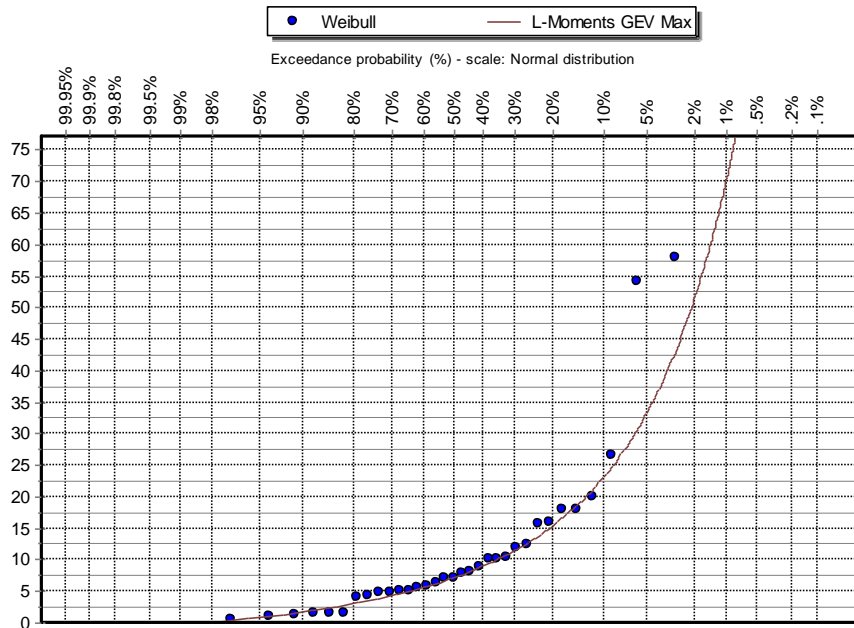
Λεκάνη 3-7-1-50:

L-Moments GEV-Max Attained a: 18.98%



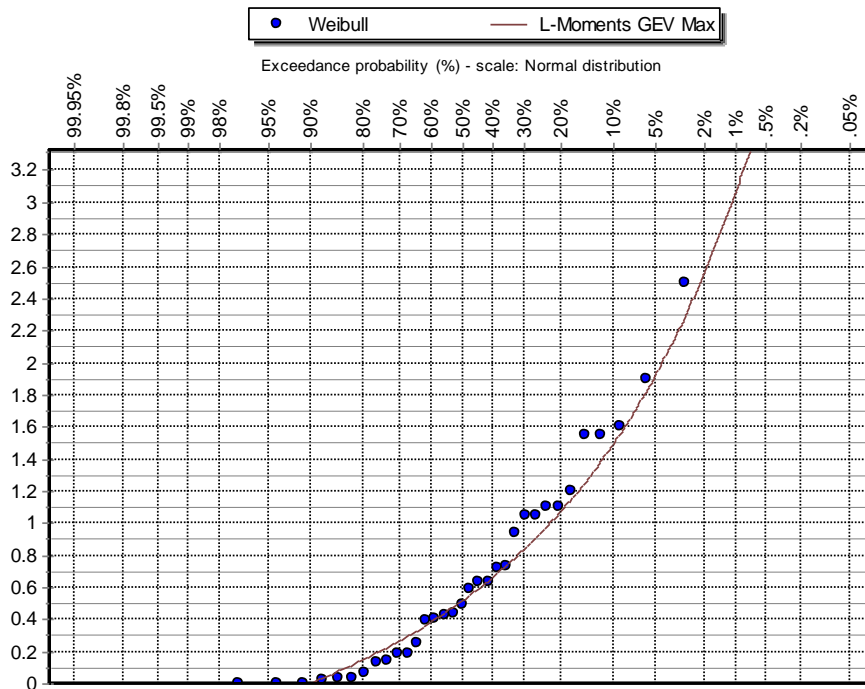
Λεκάνη 6-1-1-85:

L-Moments GEV-Max Attained a: 17,40%



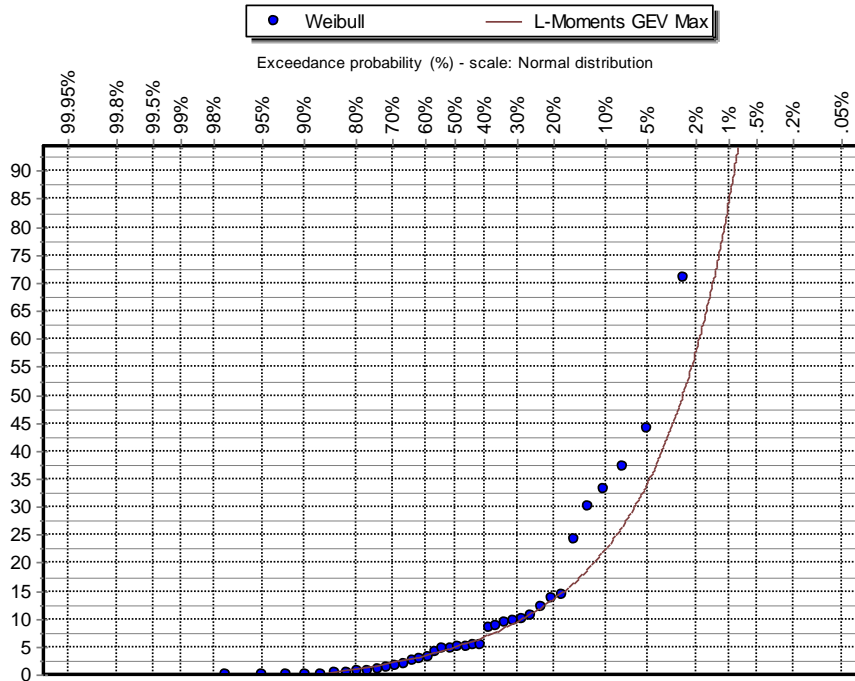
Λεκάνη 7-2-7-05:

L-Moments GEV-Max Attained a: 35.15%



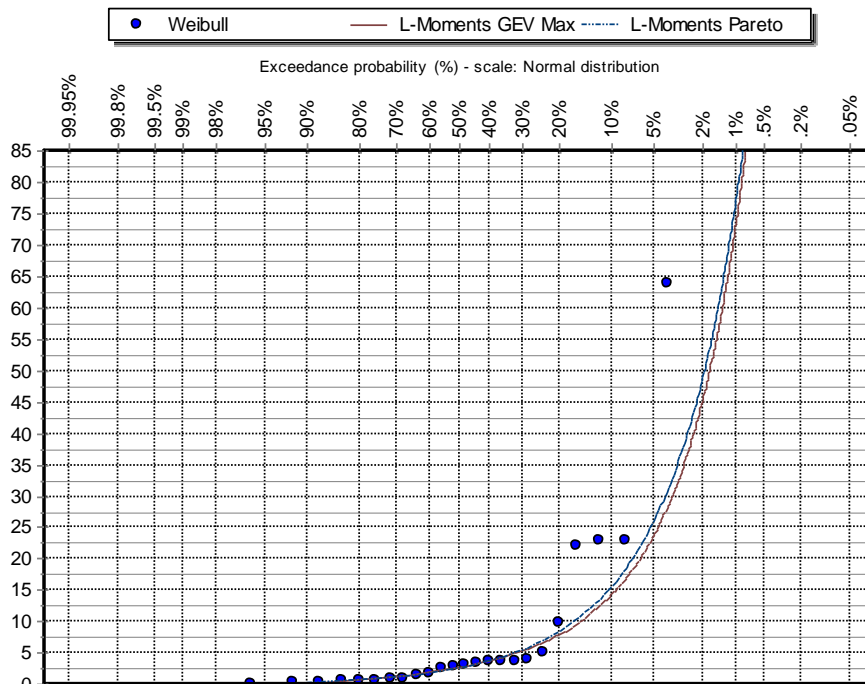
Λεκάνη 8-2-2-90:

L-Moments GEV-Max Attained a: 29.27%



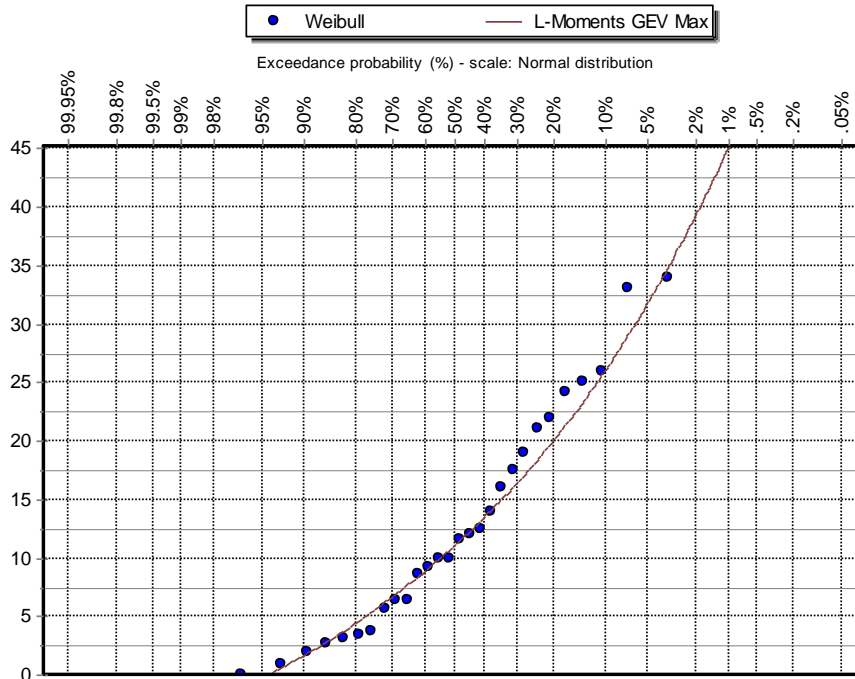
Λεκάνη 8-5-1-60:

L-Moments GEV-Max Attained a: 10.25%



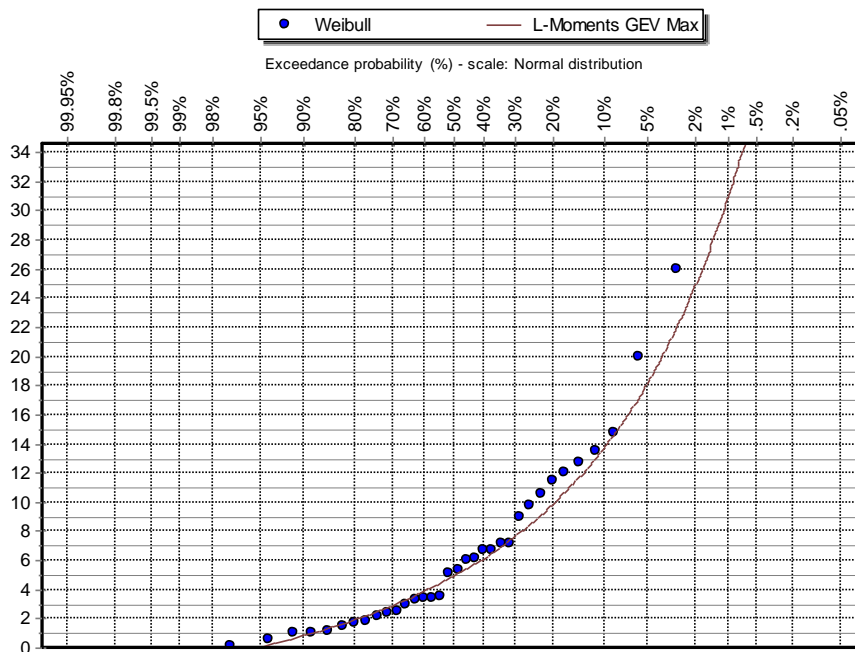
Λεκάνη 8-7-3-60:

L-Moments GEV-Max Attained a: 56.47%



Λεκάνη 9-4-3-80:

L-Moments GEV-Max Attained a: 44.93%



Λεκάνη 9-6-2-90:

L-Moments GEV-Max Attained a: 29.69%

