

Μελέτη διαίτας π. Ποταμού Κέρκυρας

Οριστική μελέτη

Υδρολογική Μελέτη Πλημμυρών

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή	2
1.1	Αντικείμενο και διάρθρωση της μελέτης	2
1.2	Περιγραφή λεκάνης απορροής	2
1.3	Γενικά κλιματικά δεδομένα	8
2.	Κατάρτιση όμβριων καμπυλών	8
2.1	Γενική μεθοδολογία	8
2.2	Σταθμοί και δεδομένα	11
2.3	Επεξεργασία δεδομένων	13
2.4	Τελικά αποτελέσματα	15
2.5	Συγκρίσεις και συμπεράσματα	16
2.5.1	Σύγκριση με τις όμβριες καμπύλες της Αθήνας	16
2.5.2	Σύγκριση με τις όμβριες καμπύλες της μελέτης της ΟΤΜΕ & ΛΔΚ (1986)	17
2.5.3	Σύγκριση με τις όμβριες καμπύλες της μελέτης του Γραφείου Κωνσταντινίδη (1995)	18
3.	Μοναδιαία υδρογραφήματα της λεκάνης	19
4.	Πλημμύρες σχεδιασμού	23
4.1	Καταιγίδες σχεδιασμού	23
4.2	Απώλειες - Ωφέλιμη βροχή	24
4.3	Βασική ροή - Τήξη χιονιού	25
4.4	Περίοδοι επαναφοράς	25
4.5	Υπολογισμοί και αποτελέσματα	25
	Αναφορές.....	27
	Ομάδα μελέτης	28
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	29

Μελέτη δίκαιας π. Ποταμού Κέρκυρας

Οριστική μελέτη

Υδρολογική Μελέτη Πλημμυρών

1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο και διάρθρωση της μελέτης

Αντικείμενο της Υδρολογικής Μελέτης Πλημμυρών του Ποταμού Κέρκυρας, η οποία εντάσσεται στην Μελέτη της δίκαιας του π. Ποταμού Κέρκυρας, είναι η εκτίμηση των πλημμυρικών παροχών του χειμάρρου, στην περιοχή των εκβολών του, για διάφορες περιόδους επαναφοράς σχεδιασμού. Οι παροχές αυτές χρησιμοποιούνται σε άλλα τεύχη της μελέτης για το σχεδιασμό των έργων διευθέτησης και ανάπλασης του Ποταμού.

Η μελέτη στηρίζεται κατά βάση σε δεδομένα βροχοπτώσεων της ευρύτερης περιοχής, εφόσον δεν υπάρχουν μετρήσεις παροχής στο χειμάρρο. Έτσι, στο κεφάλαιο 2 γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων μέγιστων βροχοπτώσεων με στόχο την κατάρτιση όμβριων καμπυλών της περιοχής. Στο κεφάλαιο 3 καταρτίζεται συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης και, με βάση αυτό και τις όμβριες καμπύλες, στο κεφάλαιο 4 εκτιμώνται οι πλημμύρες σχεδιασμού για διάφορες περιόδους επαναφοράς.

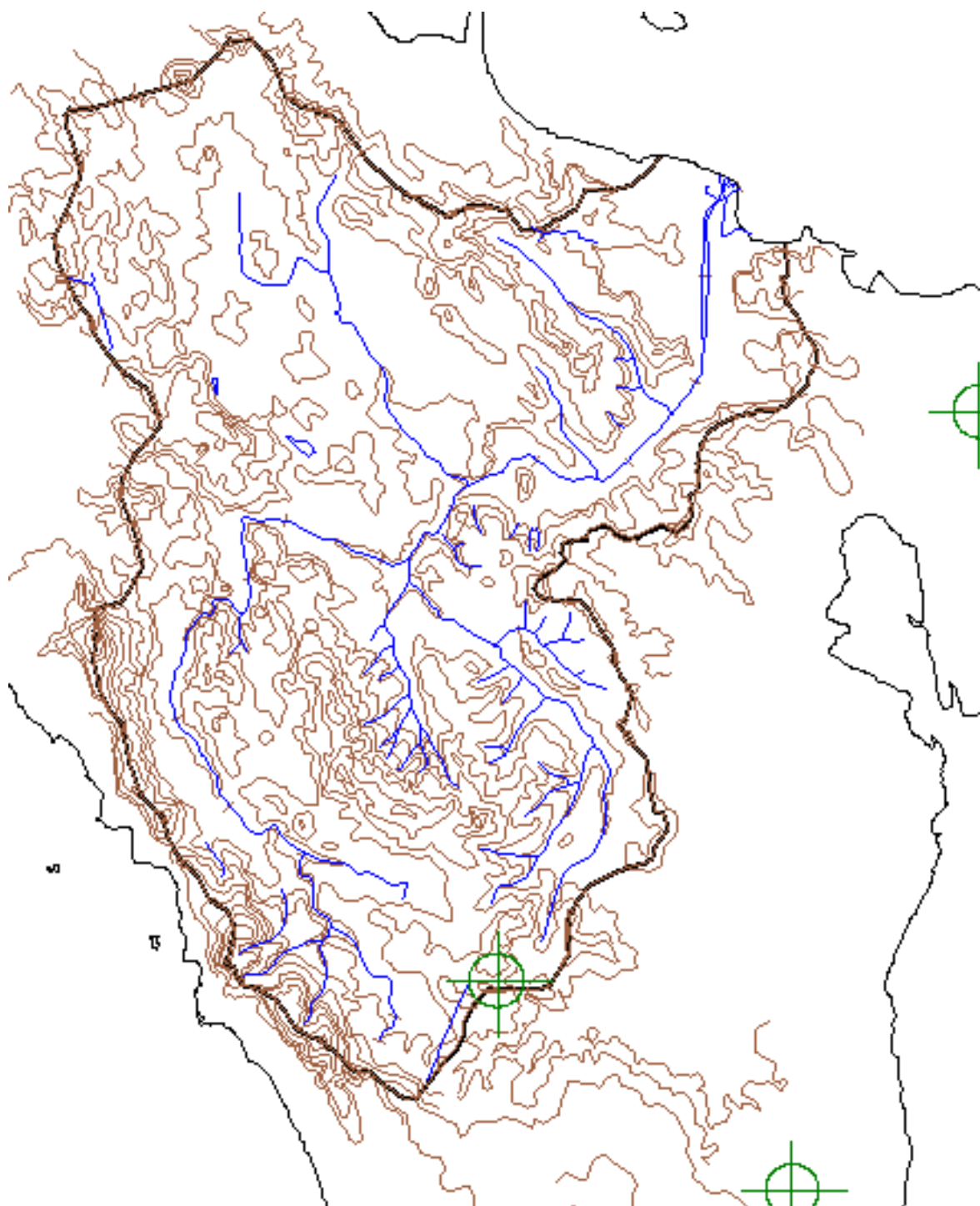
1.2 Περιγραφή λεκάνης απορροής

Η ευρύτερη περιοχή της μελέτης φαίνεται στο Σχ. 1, ενώ η υδρολογική λεκάνη του Ποταμού απεικονίζεται στο Σχ. 2. Ο Ποταμός έχει γενική κατεύθυνση από νότο προς βορρά και εκβάλλει στον όρμο Κέρκυρας, δυτικά της πόλης της Κέρκυρας. Το γενικό σχήμα του υδρογραφικού δικτύου χαρακτηρίζεται από τρεις σημαντικούς κλάδους, το δυτικό, τον κεντρικό (κύριος κλάδος) και τον ανατολικό. Η έκταση της λεκάνης είναι 41.67 km², ενώ το μήκος του κύριου κλάδου του χειμάρρου μέχρι την εκβολή του είναι 14.3 km. Το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης είναι μόλις 287 m, ενώ το μέσο υψόμετρο της λεκάνης είναι 73 m. Η κατανομή υψομέτρων της λεκάνης δίνεται στο Σχ. 3. Άλλα χαρακτηριστικά στοιχεία της λεκάνης και διάφορων υπολεκανών της δίνονται στον Πίν. 4, ενώ η υδρολογική μηκοτομή του κύριου κλάδου του χειμάρρου δίνεται στο Σχ. 4.

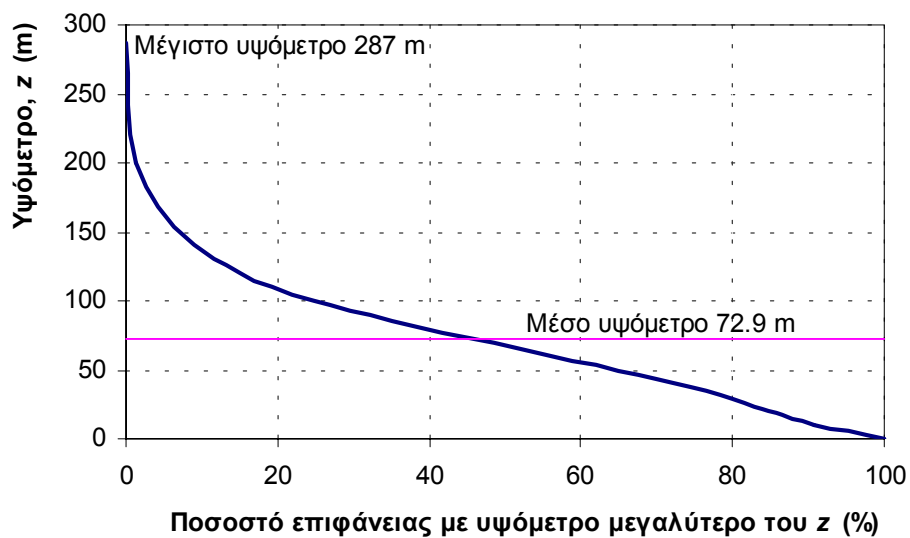
Από γεωλογική άποψη (Σχ. 5), στο δυτικό τμήμα της λεκάνης κυριαρχούν τα λατυποπαγή με γύψο (38%) ενώ στο ανατολικό οι μάργες με γύψο (28%). Κατά μήκος των κλάδων του ποτάμιου δικτύου και εγκάρσια αυτού εμφανίζονται σύγχρονες προσχώσεις κοιλάδων (32%). Από πλευράς φυτοκάλυψης και χρήσεων γης (Σχ. 6), οι εκτάσεις με οπωροφόρα δένδρα και αμπελώνες καταλαμβάνουν ποσοστά 40% και 5% της έκτασης, αντίστοιχα. Περίπου το 14% της λεκάνης καταλαμβάνεται από δάση και το 5% από θάμνους, ενώ για το υπόλοιπο 36% δεν υπάρχουν πληροφορίες.



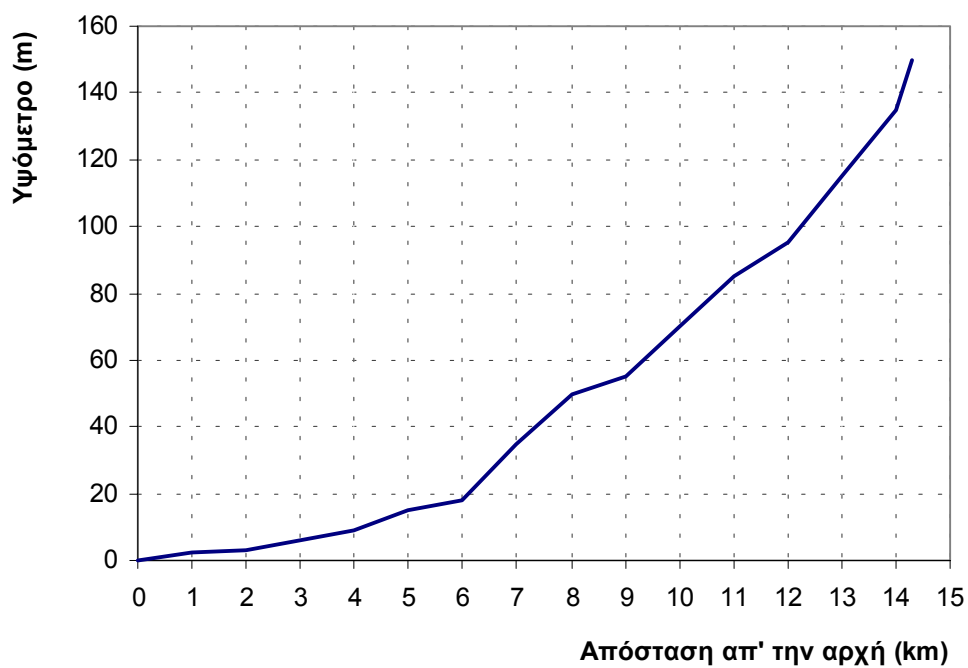
Σχ. 1 Χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης



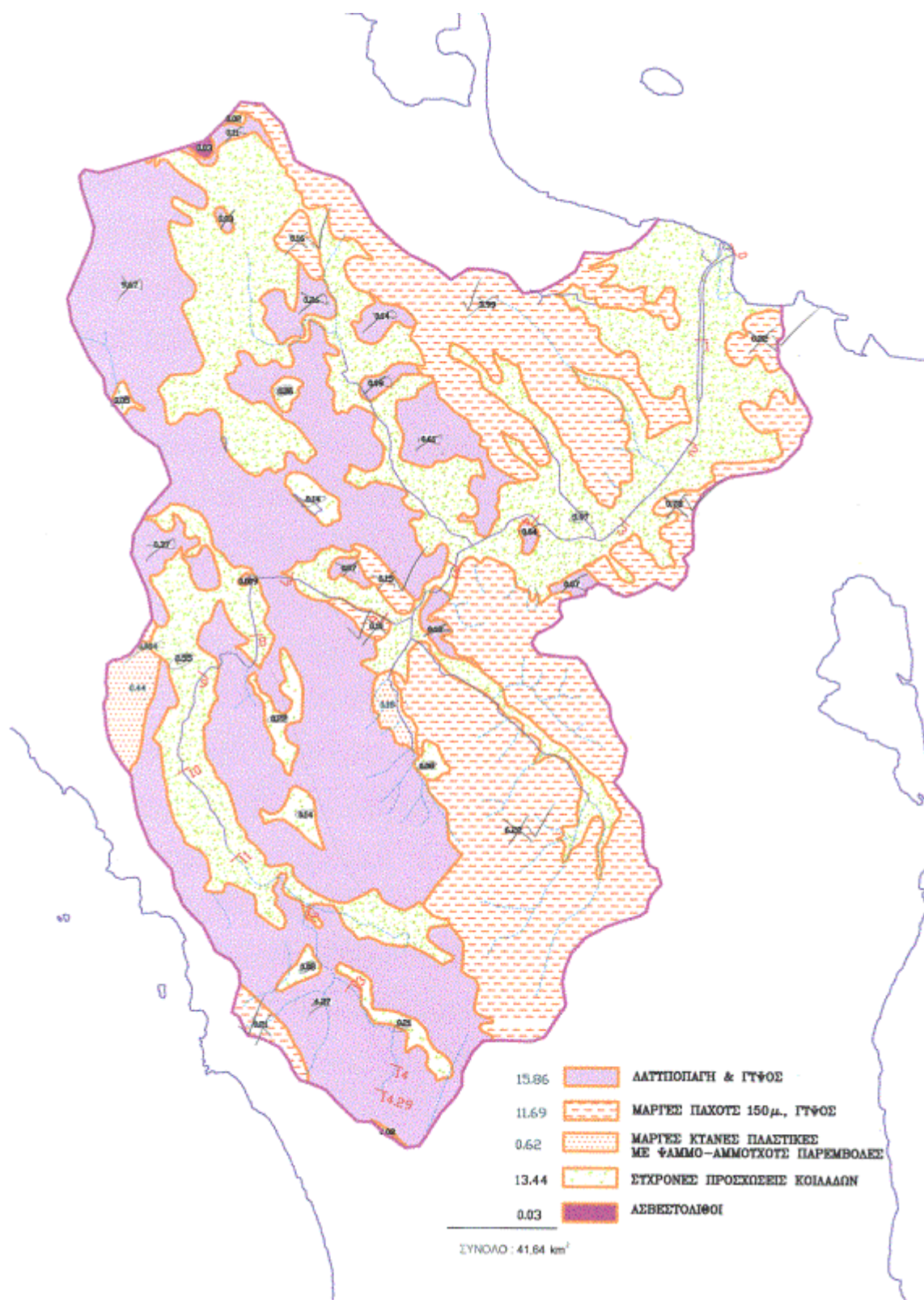
Σχ. 2 Υδρολογική λεκάνη Ποταμού Κέρκυρας.



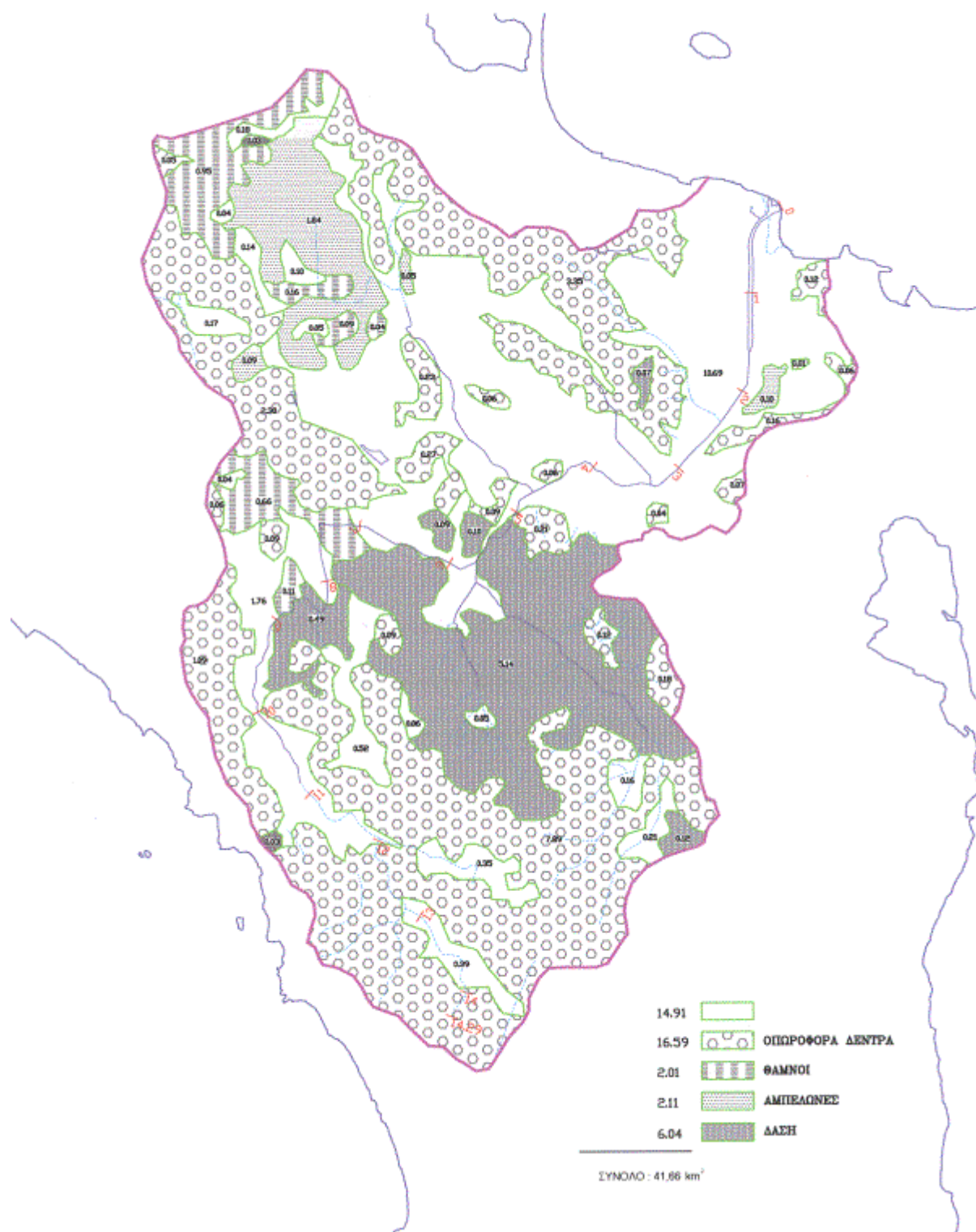
Σχ. 3 Κατανομή υψομέτρων της λεκάνης.



Σχ. 4 Υδρολογική μηκοτομή του κύριου κλάδου του Ποταμού.



Σχ. 5 Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης.



Σχ. 6 Χάρτης φυτοκάλυψης της λεκάνης.

1.3 Γενικά κλιματικά δεδομένα

Από το μετεωρολογικό σταθμό της Κέρκυρας που λειτουργεί υπό την ευθύνη της ΕΜΥ, προέκυψαν τα κλιματικά δεδομένα που δίνονται στον Πίν. 1 (περίοδος 1955-97).

Πίν. 1 Κλιματικά δεδομένα του σταθμού Κέρκυρας (1955-97).

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΕΤΟΣ
$T(^{\circ}\text{C})$	9.7	10.3	12.0	14.9	19.6	23.9	26.4	26.3	22.7	18.4	14.3	11.1	17.47
$U(\%)$	75.4	74.3	73.4	72.8	69.5	63.4	60	62.2	70.4	74.6	77.5	77.2	70.89
$C(/10)$	4.5	4.6	4.4	4.2	3.4	2.3	1.2	1.4	2.4	3.5	4.4	4.6	3.41
D_w	SE	SE	SE	SE	SE	NW	NW	NW	SE	SE	SE	SE	SE
$P(\text{mm})$	136.6	124.6	98.1	66.7	37.0	14.1	9.2	19.0	81.3	137.7	187.4	185.6	1097.3
n_p	16.1	14.6	14.5	12.9	8.0	4.9	2.3	3.4	7.0	11.8	15.7	17.5	128.7

Επεξήγηση T : θερμοκρασία· U : σχετική υγρασία· C : νέφωση· D_w : διεύθυνση ανέμου· P : κατακρήμνιση· n_p : αριθμός ημερών με κατακρήμνιση.

2. Κατάρτιση όμβριων καμπυλών

2.1 Γενική μεθοδολογία

Η γενική μεθοδολογία που ακολουθείται για την κατάρτιση των όμβριων καμπυλών στην περιοχή του Ποταμού της Κέρκυρας έχει αναπτυχθεί πρόσφατα και περιγράφεται λεπτομερώς αλλού (Κουτσογιάννης, 1997, Koutsoyiannis et. al., 1998, Koutsoyiannis, 1999, Koutsoyiannis and Baloutsos, 2000). Τα γενικά χαρακτηριστικά της συνοψίζονται στα ακόλουθα σημεία:

1. Η γενική συναρτησιακή σχέση όμβριων καμπυλών είναι της μορφής

$$i = \frac{a(T)}{b(d)} \quad (1)$$

όπου i η μέγιστη ένταση βροχής διάρκειας d για περίοδο επαναφοράς T , και $a(T)$ και $b(d)$ κατάλληλες συναρτήσεις της περιόδου επαναφοράς και της διάρκειας, αντίστοιχα (Κουτσογιάννης, 1997).

2. Η συνάρτηση $b(d)$ είναι της ακόλουθης, εμπειρικά διαπιστωμένης, γενικής μορφής

$$b(d) = (d + \theta)^\eta \quad (2)$$

όπου θ και η αποτελούν παραμέτρους προς εκτίμηση ($\theta > 0$, $0 < \eta < 1$) (Κουτσογιάννης, 1997).

3. Η συνάρτηση $a(T)$ προκύπτει αναλυτικά από τη συνάρτηση κατανομής που ισχύει για την μέγιστη ένταση βροχής της υπό εξέταση περιοχής, όπως αυτή προκύπτει από την

επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων, ενώ αποφεύγεται η χρήση εμπειρικών συναρτήσεων (Κουτσογιάννης, 1997).

4. Μια συνάρτηση κατανομής που αποδεικνύεται κατάλληλη για τη μέγιστη ένταση βροχής σε μεγάλο εύρος περιπτώσεων είναι η κατανομή Γενική Ακραίων Τιμών (ΓΑΤ· διεθνώς General Extreme Value – GEV – distribution). Αυτή η κατανομή ενσωματώνει τις κατανομές ακραίων τιμών τύπου I, II, και III και έχει την έκφραση

$$F(x) = \exp\left\{-\left[1 + \kappa\left(\frac{x}{\lambda} - \psi\right)\right]^{-1/\kappa}\right\} \quad x \geq \lambda(\psi - 1/\kappa) \quad (3)$$

όπου $F(x)$ η συνάρτηση κατανομής για τιμές της μεταβλητής x , και $\kappa > 0$, $\lambda > 0$ και ψ οι παράμετροι σχήματος, κλίμακας και θέσης, αντίστοιχα (Η περίπτωση $\kappa < 0$, αν και μαθηματικά είναι δυνατή, δεν είναι κατάλληλη για μέγιστες εντάσεις βροχής, γιατί συνεπάγεται άνω φραγμένη τιμή της έντασης, γεγονός που αντίκειται στη φυσική πραγματικότητα). Η μεταβλητή x αντιπροσωπεύει είτε την ένταση βροχής i είτε, ισοδύναμα, το γινόμενο $i b(d)$ (για δεδομένη έκφραση της $b(d)$)· στην τελευταία περίπτωση η επίλυση της (3) ως προς x δίνει αμέσως τη συνάρτηση $a(T)$ και, στη συνέχεια, η επίλυση ως προς i δίνει αμέσως την έκφραση της όμβριας καμπύλης χωρίς να απαιτείται καμιά πρόσθετη, εμπειρική ή όχι, παραδοχή (Κουτσογιάννης, 1997, Koutsoyiannis et. al., 1998).

5. Η (3) επιλύεται άμεσα ως προς x , οπότε με την προϋπόθεση ότι $F(x) = 1 - 1/T$ (προϋπόθεση που ισχύει για σειρές ετήσιων μέγιστων) προκύπτει

$$x_T = \lambda \left\{ \psi + \frac{\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right]^{-\kappa} - 1}{\kappa} \right\} = \lambda' \left\{ \psi' + \left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right]^{-\kappa} \right\} \quad (4)$$

όπου για απλοποίηση έχει τεθεί $\lambda' = \lambda / \kappa$ and $\psi' = \kappa \psi - 1$ (Koutsoyiannis et. al., 1998).

6. Για $\kappa = 0$ η κατανομή ΓΑΤ μεταπίπτει στην κατανομή μεγίστων τύπου I (Gumbel), οπότε η (3) παίρνει τη ειδική μορφή

$$F(x) = \exp(-e^{-x/\lambda + \psi}) \quad (5)$$

όπου λ και ψ είναι οι παράμετροι κλίμακας και θέσης, αντίστοιχα, της κατανομής. Αντίστοιχα, η (4) παίρνει τη μορφή (Κουτσογιάννης, 1997, Koutsoyiannis et. al., 1998)

$$x_T = \lambda \left\{ \psi - \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] \right\} \quad (6)$$

7. Για $\kappa = 1/\psi$ (ή ισοδύναμα $\psi' = 0$) η κατανομή ΓΑΤ μεταπίπτει στην κατανομή μεγίστων τύπου II.
8. Η κατανομή Gumbel έχει γίνει αποδεκτή ευρύτατα στην Ελλάδα και διεθνώς για την περιγραφή μεγίστων εντάσεων βροχής, χρησιμοποιώντας συνήθως δείγματα μήκους λίγων

δεκάδων ετών. Ωστόσο, η μελέτη ενός δείγματος αρκετά μεγαλύτερου μήκους, του δείγματος ημερήσιων μέγιστων βροχοπτώσεων του Αστεροσκοπείου Αθηνών, μήκους 136 ετών, έδειξε ότι η κατανομή Gumbel απορρίπτεται στατιστικώς, παρόλο που δεν θα απορρίπτονταν αν το μήκος του δείγματος ήταν μικρότερο. Αντίστοιχα είναι τα συμπεράσματα για την κατανομή μεγίστων τύπου II. Αντίθετα, η κατανομή ΓΑΤ με παράμετρο σχήματος $\kappa = 0.16$ έως 0.19 φάνηκε να είναι κατάλληλη για το υπόψη δείγμα (Koutsoyiannis and Baloutsos, 2000).

9. Από πρόσφατη στατιστική διερεύνηση (Koutsoyiannis, 1999) των δεδομένων από 2645 σταθμούς όλου του κόσμου, με συνολικό πλήθος μετρήσεων 95 000 σταθμών-ετών, τα οποία είχαν μελετηθεί παλιότερα από τον Hershfield (1961, 1965) και αποτέλεσαν τη βάση για τη διατύπωση της φερώνυμης μεθόδου εκτίμησης της πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης (ΠΜΚ· probable maximum precipitation – PMP) διαπιστώθηκε ότι (α) η κατανομή ΓΑΤ είναι γενικά κατάλληλη για ετήσιες σειρές μεγίστων βροχοπτώσεων, (β) η τιμή που υπολογίζεται τη μέθοδο Hershfield (1961, 1965) ως ΠΜΚ, αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς περίπου 60 000 ετών, και (γ) η τιμή της παραμέτρου σχήματος της κατανομής ΓΑΤ δίνεται ως συνάρτηση της μέσης τιμής της ετήσιας μέγιστης 24ωρης βροχόπτωσης \bar{h} , από τη σχέση

$$\kappa = 0.183 - 0.00049 \bar{h} \quad (\bar{h} \text{ σε mm}) \quad (7)$$

10. Η σύγκριση της παραπάνω εναλλακτικής διατύπωσης της μεθόδου Hershfield με την κατανομή που προκύπτει από το δείγμα 136 ετών του Αστεροσκοπείου Αθηνών έδειξε πλήρη συμφωνία (Koutsoyiannis, 1999).

11. Τα παραπάνω συνηγορούν στην αποδοχή της ΓΑΤ ως κατάλληλης κατανομής για μέγιστες βροχοπτώσεις. Αντίθετα, η χρήση της κατανομής Gumbel (μεγίστων τύπου I) θα πρέπει να αποφεύγεται, δεδομένου ότι οδηγεί σε σοβαρή υπεκτίμηση των εντάσεων βροχής για μεγάλες περιόδους επαναφοράς. Σε περίπτωση που υπάρχει μεγάλο μήκος δείγμα, η παράμετρος σχήματος της κατανομής ΓΑΤ μπορεί να εκτιμάται άμεσα από το δείγμα. Σε αντίθετη περίπτωση είναι προτιμότερο να εκτιμάται από την (7).

12. Η αποδοχή της κατανομής ΓΑΤ σε συνδυασμό με τις (1) και (2) οδηγεί στην ακόλουθη γενικευμένη έκφραση όμβριων καμπυλών

$$i(d, T) = \frac{\lambda' \left\{ \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]^{-\kappa} + \psi' \right\}}{(d + \theta)^\eta} \quad (\kappa \neq 0) \quad (8)$$

13. Στην εξίσωση (8) η περίοδος επαναφοράς αναφέρεται σε σειρές ετήσιων μεγίστων και κατά συνέπεια παίρνει τιμές μεγαλύτερες από 1 έτος. Αν η περίοδος επαναφοράς οριστεί με αναφορά σε σειρές υπεράνω κατωφλίου, οπότε μπορεί να πάρει και τιμές μικρότερες

από 1 έτος, η αντίστοιχη εξίσωση προκύπτει θεωρητικά ότι έχει την ακόλουθη απλούστερη έκφραση (Koutsoyiannis et al., 1998)

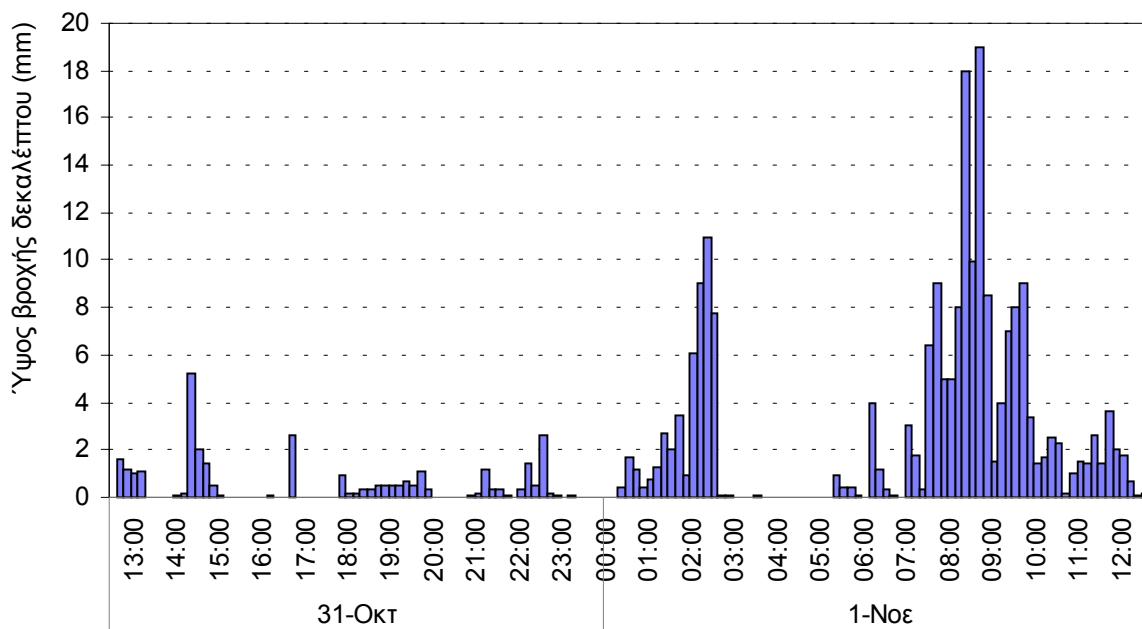
$$i(d, T) = \frac{\lambda' (T^\kappa + \psi')}{(d + \theta)^\eta} \quad (\kappa \neq 0) \quad (9)$$

Για μικρές περιόδους επαναφοράς, η εξίσωση (9) είναι προφανώς δυσμενέστερη από την αντίστοιχη της (8), ενώ για μεγαλύτερες περιόδους επαναφοράς ($T > 10$ χρόνια) πρακτικώς η πρώτη ταυτίζεται με τη δεύτερη, δεδομένου ότι για μικρές τιμές του $1/T$ ισχύει $\ln [1 - (1/T)] = -(1/T) - (1/T)^2 - \dots \approx -1/T$.

14. Για την εκτίμηση των παραμέτρων λ , ψ (ή ισοδύναμα λ' , ψ'), θ και η των παραπάνω εκφράσεων όμβριων καμπυλών έχουν διατυπωθεί από τον Κουτσογιάννη (1997· βλ. και Koutsoyiannis et al., 1998) δύο συνεπείς στατιστικές μέθοδοι, οι οποίες αποφεύγουν τη χρήση εμπειρικών τεχνικών που χρησιμοποιούνταν παλιότερα.

2.2 Σταθμοί και δεδομένα

Κοντά στη λεκάνη του Ποταμού βρίσκεται ο μετεωρολογικός σταθμός της Κέρκυρας (υψόμετρο +4 m), ο οποίος ιδρύθηκε το 1894 από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, ενώ από το 1931 περιήλθε στην ευθύνη της ΕΜΥ. Ο σταθμός είναι εφοδιασμένος με βροχογράφο, δεδομένα του οποίου υπάρχουν μόνο για την περίοδο 1961-1987 με διακοπή στην περίοδο 1967-69.



Σχ. 7 Υετογράφημα του επεισοδίου βροχής της 31/10-1/11/2000 με αποκωδικοποίηση του βροχογραφήματος στο σταθμό της Κέρκυρας, σε κλίμακα δεκαλέπτου.

Τα αποκωδικοποιημένα δεδομένα ετήσιων μέγιστων υψών βροχής για διάρκειες 5 min - 24 h για την παραπάνω περίοδο (25 χρόνια) που μας δόθηκαν από την ΕΜΥ φαίνονται στον

Πίν. 2. Σημειώνουμε ότι στα έτη 1964 και 1970 υπήρχαν ελλείψεις και έτσι είναι πιθανό τα δεδομένα που δημοσιεύονται να μην είναι τα απόλυτα ετήσια μέγιστα. Επιπλέον, συμπληρώσαμε τον πίνακα και με τα δεδομένα ενός ακόμη έτους, του 2000, με αποκωδικοποίηση του βροχογραφήματος της ισχυρής βροχόπτωσης που συνέβη στις 31/10-1/11/2000 (βλ. Σχ. 7) υποθέτοντας ότι η βροχόπτωση αυτή έδωσε τα ετήσια μέγιστα ύψη για όλες τις εξεταζόμενες διάρκειες (σημειωτέον ότι για διάρκειες μεγαλύτερες της 1 ώρας η βροχόπτωση έδωσε τα απόλυτα ρεκόρ ύψους βροχής για όλη την περίοδο παρατηρήσεων).

Πίν. 2 Ετήσια μέγιστα ύψη βροχής του Σταθμού Κέρκυρας (mm) για διάφορες διάρκειες βροχής.

Έτος	Διάρκεια								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	2 h	6 h	12 h	24 h
1961	16.9	27	40.4	46.2	49.1	84	126.9	126.9	126.9
1962	9.8	14.3	17.3	22	28.1	29.9	42.7	50	78.2
1963	8.5	10.5	15.7	23.2	23.2	28.9	65.1	86.5	99.9
1964	10.6	19.2	27.5	32.6	44.5	45.3	45.3	50	52.9
1965	7.5	8.5	9.4	18	18.5	23.7	35.3	49.3	64.8
1966	12.6	23	25	34	52	62.6	91.7	102.6	104
1970	13.4	19.6	23.5	28.5	29	29	29	30.4	33.6
1971	12	22	33	37.6	47.3	48.2	107.1	127	129.4
1972	8.2	15.4	19.2	28.3	34.5	36.2	58.3	62.5	94.6
1973	10.4	16.5	20.8	41.5	50.4	54.4	93.3	99.8	102.9
1974	11	19.3	24.2	34.1	41.9	47.4	51.3	51.3	67.6
1975	9.3	14.3	16.8	24.4	24.7	38	52.2	56.2	56.3
1976	33.3	49.1	57.4	60.2	62.1	81.5	81.5	81.5	81.5
1977	8.2	9.5	12.3	19	20.9	38.3	65.6	69.8	70.9
1978	7.5	8.5	9	12.2	16.9	21.4	50	61	62.9
1979	14	21.2	27.2	34.9	52.2	59.6	67.9	82	86.9
1980	9.2	14.9	17.9	22.4	25.4	27.8	46.7	51.6	51.9
1981	7.2	12.3	15.9	29.8	41	55.9	62	62	62.8
1982	9.4	18.8	23.8	32.7	38.1	45.3	58.3	74.5	94.7
1983	10	19.3	25.8	45.1	77.1	81.2	89.6	91.5	98.3
1984	7.3	12.1	13.4	19	27.5	31.4	38	38.6	40.2
1985	8.6	17.1	21.5	35.2	45.2	54.2	54.3	54.3	54.3
1986	8.5	15.2	21.1	30.8	46.7	54.8	60.2	60.2	60.2
1987	30.7	31.2	31.8	34.1	37.1	44.2	51.6	62.2	62.8
2000	10	19	24	47	68.5	103	155.9	207.5	238.8
M.T.	11.8	18.3	23.0	31.7	40.1	49.0	67.2	75.6	83.1
T.A.	6.5	8.4	10.3	10.9	15.6	20.9	29.8	37.0	40.9

2.3 Επεξεργασία δεδομένων

Όπως προκύπτει από το Σχ. 8, η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της ετήσιας μέγιστης έντασης βροχής, σε συνάρτηση με τη διάρκεια, ακολουθούν νόμους δύναμης με τον ίδιο εκθέτη, αν η διάρκεια προσαυξηθεί κατά την παράμετρο $\theta = 0.18$ h. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει την καταλληλότητα της εξίσωσης (2) για την έκφραση της συνάρτησης διάρκειας των όμβριων καμπυλών.

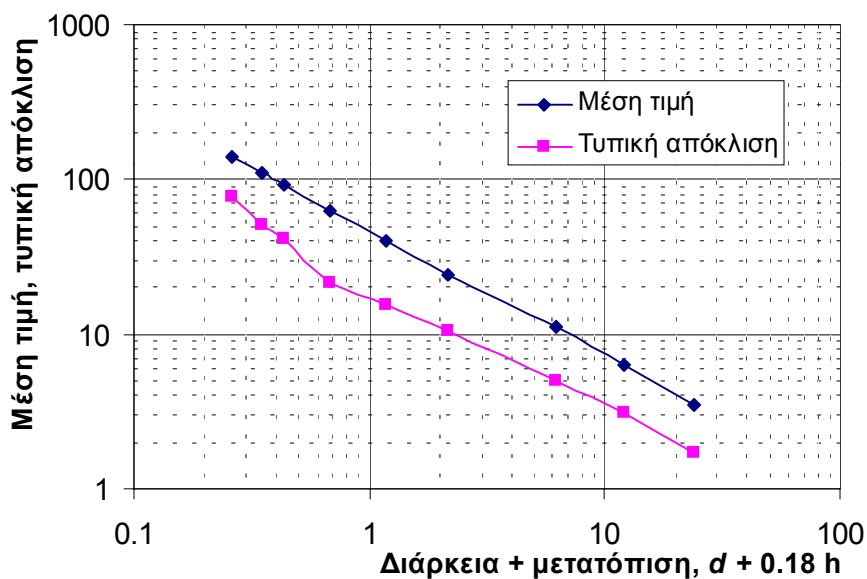
Οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών (εξισώσεις (8) και (9)) εκτιμήθηκαν με την καθολική (σε ένα βήμα) μέθοδο εκτίμησης που περιγράφεται από τον Κουτσογιάννη (1997· βλ. και Koutsoyiannis et al., 1998) και βρέθηκαν οι τιμές που φαίνονται στον Πίν. 3.

Πίν. 3 Εκτιμημένες παράμετροι όμβριων καμπυλών (εξισώσεις (8) και (9)).

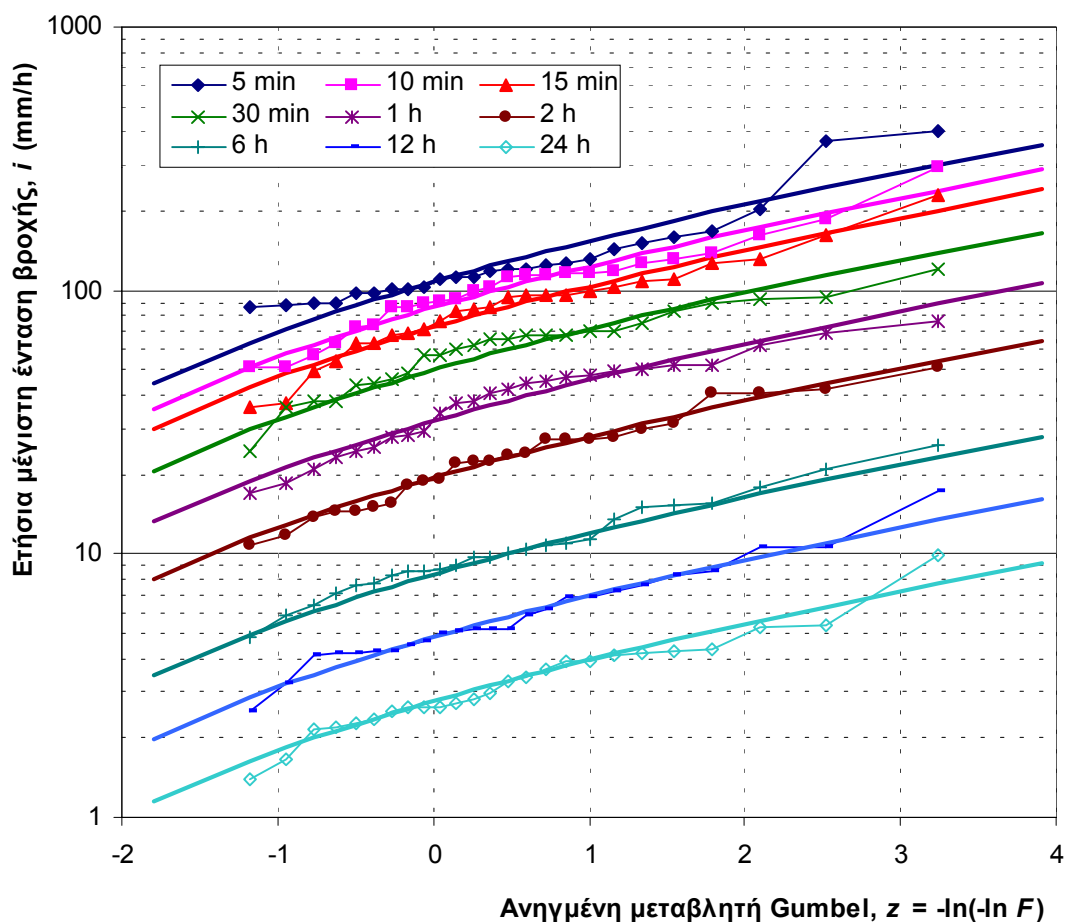
Παράμετρος	Τιμή
κ	0.202
λ (mm)	14.27
ψ	2.564
λ' (mm)	70.51
ψ'	-0.481
θ (h)	0.18
η	0.81

Οι συναρτήσεις κατανομής ΓΑΤ που ορίζονται από τα εκτιμημένα σύνολα παραμέτρων για διάφορες χαρακτηριστικές διάρκειες βροχής φαίνονται στο Σχ. 9, σε χαρτί κατανομής μεγίστων τύπου II*. Στα ίδια σχήματα έχουν χαραχτεί και οι εμπειρικές συναρτήσεις κατανομής, εκτιμημένες με τον τύπο του Weibull (Stedinger et al., 1993, p. 18.25· Κουτσογιάννης, 1997, σ. 117). Από το σχήμα προκύπτει ότι οι θεωρητικές συναρτήσεις κατανομής ΓΑΤ βρίσκονται σε συμφωνία με τις εμπειρικές.

* Η απεικόνιση σε χαρτί κατανομής μεγίστων τύπου II είναι εύχρηστη και κατατοπιστική, λόγω της λογαριθμικής κλίμακας του άξονα τιμών της μεταβλητής, παρόλο που η συνάρτηση κατανομής ΓΑΤ δεν παριστάνεται ως ευθεία στο χαρτί αυτό. Σημειώνεται ότι δεν μπορεί να κατασκευαστεί γενικής χρήσης χαρτί κατανομής ΓΑΤ, όπου η κατανομή αυτή θα μπορούσε να παρασταθεί ως ευθεία (όπως μπορεί να κατασκευαστεί π.χ. για τις κατανομές μεγίστων τύπου II, Gumbel, Gauss), επειδή η εν λόγω κατανομή έχει μεταβλητή παράμετρο σχήματος.



Σχ. 8 Μεταβολή των στατιστικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων ύψους βροχής συναρτήσει της διάρκειας βροχής.



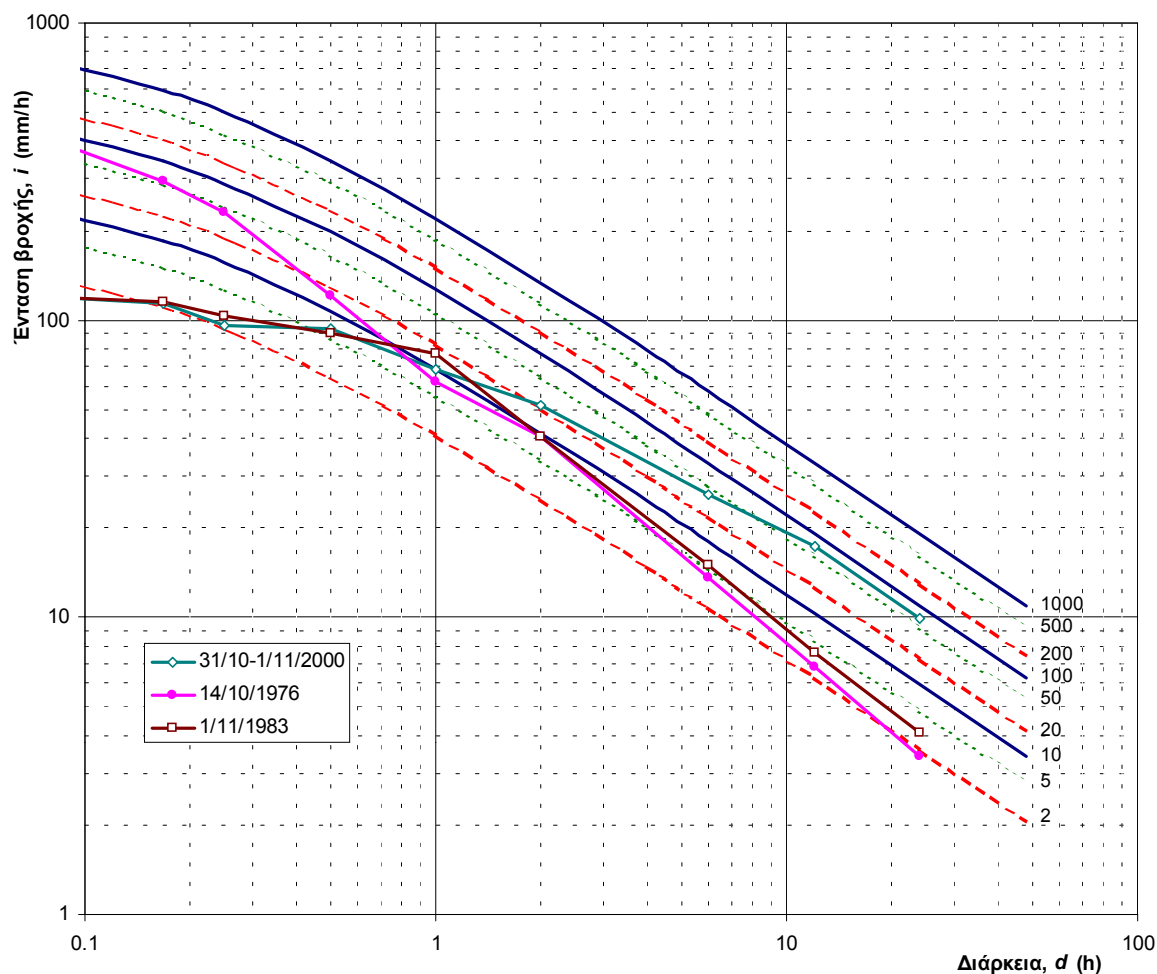
Σχ. 9 Συναρτήσεις κατανομής ΓΑΤ (καμπύλες) και εμπειρικές συναρτήσεις κατανομής κατά Weibull (τεθλασμένες) για τις ετήσιες μέγιστες εντάσεις βροχής του σταθμού Κέρκυρας.

2.4 Τελικά αποτελέσματα

Η τελική έκφραση των όμβριων καμπυλών, όπως προκύπτει με εφαρμογή της εξίσωσης (9) για το σύνολο παραμέτρων του Πίν. 3 που αντιστοιχεί στο ενοποιημένο δείγμα, είναι

$$i(d, T) = \frac{70.51 (T^{0.202} - 0.481)}{(d + 0.18)^{0.81}} \quad (d \text{ σε h, } i \text{ σε mm/h}) \quad (10)$$

Όπως προαναφέρθηκε (ενότητα 2.1), στην παραπάνω έκφραση η περίοδος επαναφοράς αντιστοιχεί σε σειρά μεγίστων υπεράνω κατωφλίου (και επομένως μπορεί να πάρει και τιμές μικρότερες από 1), παρόλο που οι παράμετροι εκτιμήθηκαν με βάση σειρές ετήσιων μεγίστων. Η τελική εξίσωση όμβριων καμπυλών (10) έχει παρασταθεί γραφικά σε άξονες $i - d$ στο Σχ. 10. Στο ίδιο σχήμα έχουν χαραχθεί για σύγκριση και τα εμπειρικά διαγράμματα μέγιστης έντασης-διάρκειας για τρεις από τις ισχυρότερες βροχοπτώσεις που έχουν καταγραφεί στην Κέρκυρα. Παρατηρούμε ότι η βροχόπτωση της 14/10/1976 έδωσε ισχυρές εντάσεις βροχής με περίοδο επαναφοράς άνω των 50 ετών για μικρές διάρκειες βροχής (κάτω των 15 λεπτών). Αντίστοιχα, η βροχόπτωση της 31/10-1/11/2000 έδωσε ισχυρές εντάσεις βροχής με περίοδο επαναφοράς άνω των 50 ετών για μεγάλες διάρκειες βροχής (άνω των 6 ωρών).



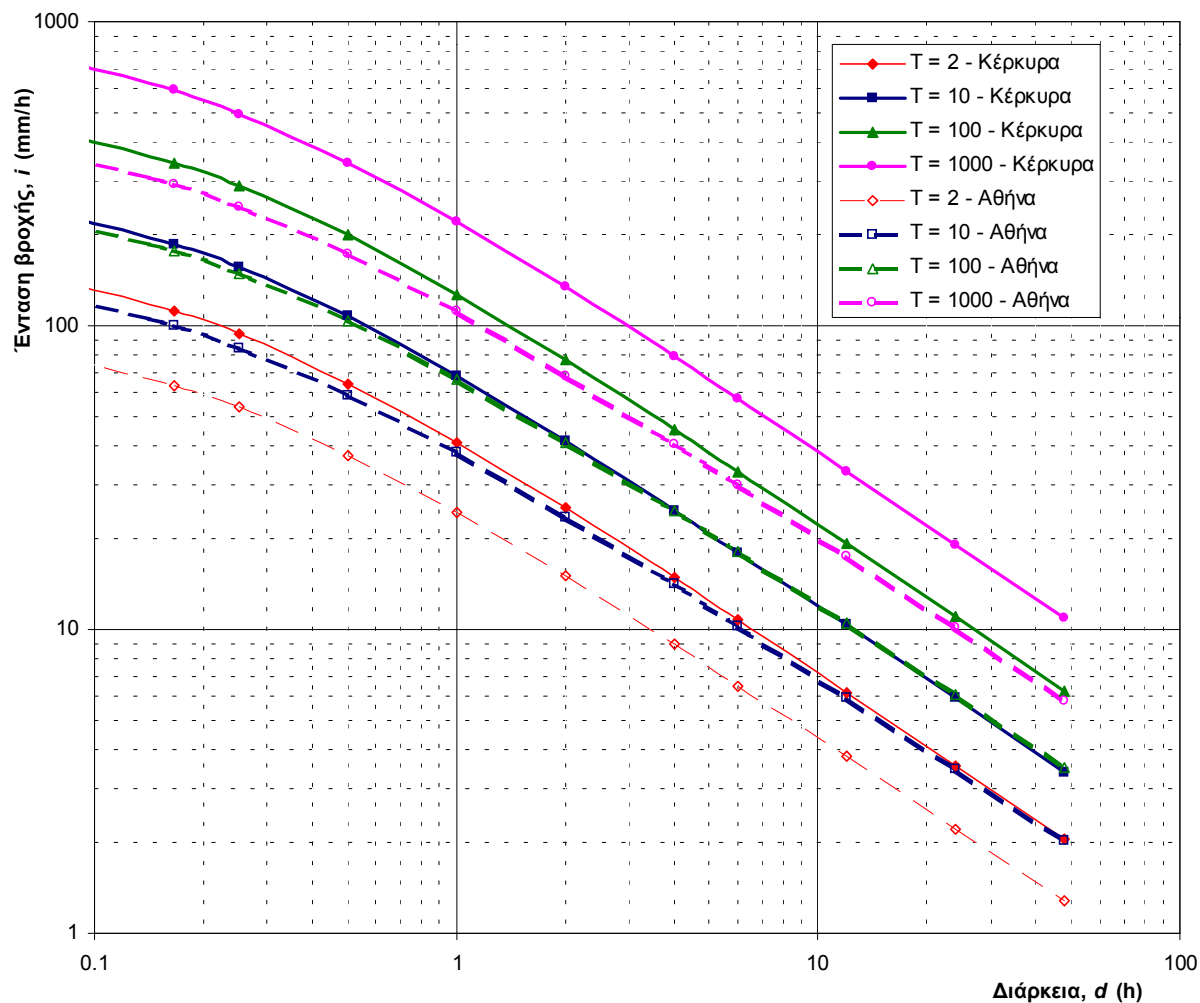
Σχ. 10 Τελικές όμβριες καμπύλες της περιοχής και εμπειρικά διαγράμματα τριών από τις ισχυρότερες βροχοπτώσεις που καταγράφηκαν στην Κέρκυρα.

2.5 Συγκρίσεις και συμπεράσματα

2.5.1 Σύγκριση με τις όμβριες καμπύλες της Αθήνας

Πρόσφατα (Koutsoyiannis and Baloutsos, 2000) εκτιμήθηκε η ακόλουθη έκφραση όμβριων καμπυλών για την περιοχή της Αθήνας

$$i(d, T) = \frac{40.6 (T^{0.185} - 0.45)}{(d + 0.189)^{0.796}} \quad (d \text{ σε h, } i \text{ σε mm/h}) \quad (11)$$



Σχ. 11 Σύγκριση των τελικών όμβριων της περιοχής Κέρκυρας (συνεχείς γραμμές) με τις όμβριες καμπύλες της Αθήνας (διακεκομμένες γραμμές· Koutsoyiannis and Baloutsos, 2000).

Η εξαγωγή αυτής της εξίσωσης βασίστηκε αφενός στο δείγμα ετήσιων μέγιστων ημερήσιων βροχοπτώσεων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, μεγέθους 136 ετών (το μεγαλύτερο σε μέγεθος δείγμα της Ελλάδας) και αφετέρου σε δείγματα ετήσιων μέγιστων βροχοπτώσεων μικρότερων διαρκειών, μεγέθους 30 ετών, του σταθμού Ελληνικού.

Η σύγκριση των δύο ομάδων όμβριων καμπυλών των περιοχών Κέρκυρας και Αθήνας παρουσιάζεται γραφικά στο Σχ. 11. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση των

δύο ομάδων καμπυλών ως προς την περίοδο επαναφοράς, ενώ υπάρχει συμφωνία ως προς την επίδραση της διάρκειας. Πιο συγκεκριμένα, η όμβρια καμπύλη που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 100 ετών στην Κέρκυρα πλησιάζει πολύ την καμπύλη των 1000 ετών στην Αθήνα, ενώ αντίστοιχες αναλογίες (διαφορές μιας τάξης μεγέθους ως προς την περίοδο επαναφοράς) εμφανίζονται και στις λοιπές καμπύλες. Αυτό είναι γενικά αναμενόμενο, λόγω των περισσότερων και ισχυρότερων βροχοπτώσεων στη βορειοδυτική Ελλάδα σε σχέση με αυτές στη νοτιοανατολική Ελλάδα.

2.5.2 Σύγκριση με τις όμβριες καμπύλες της μελέτης της ΟΤΜΕ & ΛΔΚ (1986)

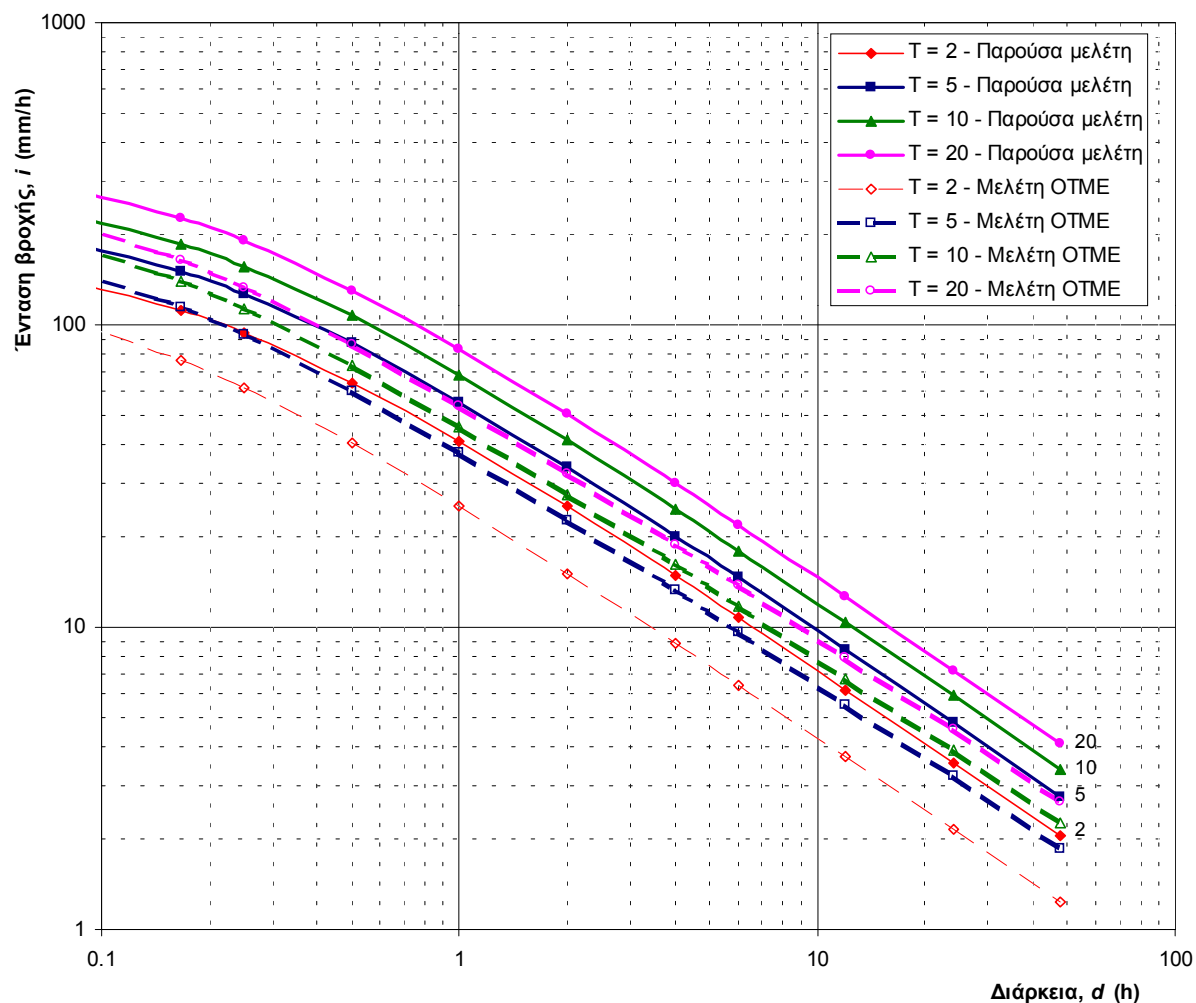
Στη μελέτη των ΟΤΜΕ και ΛΔΚ (1986) είχαν καταστρωθεί όμβριες καμπύλες για το σταθμό της Κέρκυρας χρησιμοποιώντας το δείγμα του σταθμού μικρότερου μήκους από αυτό που περιγράφηκε στην ενότητα 2.2, με συμπερίληψη όμως εντάσεων βροχής από περισσότερες της μιας βροχοπτώσεις κάθε έτος. Χρησιμοποιήθηκε μεθοδολογία που βασίζεται στη στατιστική επεξεργασία με την κατανομή Gumbel, συνδυασμένη με ορισμένες εμπειρικές θεωρήσεις. Οι εξισώσεις που προέκυψαν τελικώς είναι της μορφής

$$i = a / (d + 0.14)^{0.80} \quad (d \text{ σε h, } i \text{ σε mm/h}) \quad (12)$$

όπου ο συντελεστής a παίρνει τις τιμές 27.38, 40.87, 49.80 και 58.36 για περιόδους επαναφοράς 2, 5, 10 και 20 χρόνια, αντίστοιχα. Δεδομένου ότι οι τιμές του συντελεστή αυτού προέρχονται από επεξεργασία με τη συνάρτηση κατανομής Gumbel ($\kappa = 0$), η (12) μπορεί να γραφεί με την έκφραση

$$i(d, T) = \frac{11.9 \{1.94 - \ln[-\ln(1 - 1/T)]\}}{(d + 0.14)^{0.80}} \quad (13)$$

η οποία δίνει τους ίδιους συντελεστές a για τις πιο πάνω περιόδους επαναφοράς. Γραφική σύγκριση των εξισώσεων όμβριων καμπυλών (13) (ή ισοδύναμα (12)) της μελέτης των ΟΤΜΕ και ΛΔΚ, και (10) της παρούσας μελέτης δίνεται στο Σχ. 12. Παρατηρούμε ότι οι δύο ομάδες καμπυλών παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις με αρκετά δυσμενέστερες αυτές της παρούσας μελέτης. Αυτό οφείλεται τόσο στο γεγονός ότι η κατανομή Gumbel υπεκτιμά τις μέγιστες βροχοπτώσεις, όσο και στο γεγονός ότι στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ιστορικό δείγμα μεγαλύτερης περιόδου, στο οποίο συμπεριλήφθηκε και η πολύ ισχυρή βροχόπτωση του 2000.



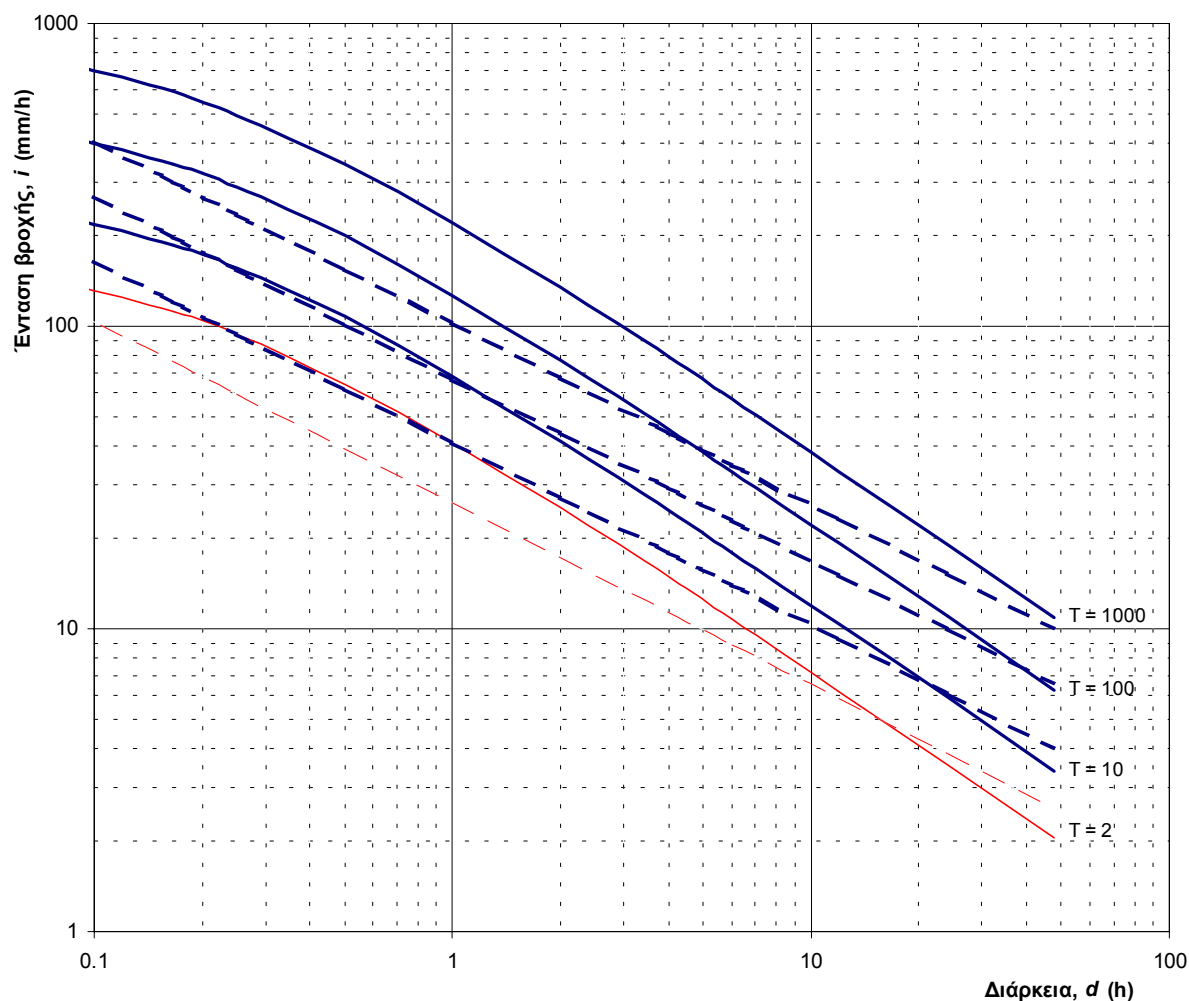
Σχ. 12 Σύγκριση των τελικών όμβριων της περιοχής Κέρκυρας (συνεχείς γραμμές) με τις όμβριες καμπύλες που έχουν υπολογιστεί από τις ΟΤΜΕ και ΛΔΚ (1986· διακεκομμένες γραμμές).

2.5.3 Σύγκριση με τις όμβριες καμπύλες της μελέτης του Γραφείου Κωνσταντινίδη (1995)

Στη μελέτη του Γραφείου Κωνσταντινίδη (1995) δίνονται εκφράσεις όμβριων καμπυλών βασισμένες σε μετρήσεις του βροχομέτρου του σταθμού Αυλιώτες (στο βορειοανατολικό άκρο του νησιού). Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκε το δείγμα των ετήσιων μέγιστων ημερήσιων βροχοπτώσεων του σταθμού μεγέθους 39 ετών, στο οποίο προσαρμόστηκε η λογαριθμοκανονική κατανομή. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε εμπειρικά, χρησιμοποιώντας ύψη και διάρκειες βροχής από τα έντυπα των παρατηρήσεων, η σχέση έντασης-διάρκειας και εν τέλει καταρτίστηκαν εξισώσεις όμβριων καμπυλών της μορφής

$$i = \alpha / d^{0.6} \quad (d \text{ σε h, } i \text{ σε mm/h}) \quad (14)$$

όπου ο συντελεστής α παίρνει τις τιμές 33, 41, 52, 58, 67, 80, 90 και 102 για περιόδους επαναφοράς 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 και 1000 χρόνια, αντίστοιχα.



Σχ. 13 Σύγκριση των τελικών όμβριων της περιοχής Κέρκυρας (συνεχείς γραμμές) με τις όμβριες καμπύλες που έχουν υπολογιστεί για το σταθμό Αυλιώτες από το Γραφείο Κωνσταντινίδη (1995· διακεκομμένες γραμμές).

Στο Σχ. 13 δίνεται γραφική σύγκριση της έκφρασης (14) με τη (10) της παρούσας μελέτης, όπου παρατηρούμε μεγάλη συμφωνία των δύο εκφράσεων για διάρκεια 24 ωρών, αλλά ασυμφωνία για μικρότερες διάρκειες. Η ασυμφωνία αυτή οφείλεται στην εμπειρική θεώρηση των βροχοπτώσεων για μικρότερες διάρκειες και στη μειωμένη αξιοπιστία των καταγραφών των παρατηρητών σε ότι αφορά στις διάρκειες βροχής.

3. Μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης

Για την εκτίμηση των πλημμυρών σχεδιασμού υιοθετήσαμε τη μέθοδο του μοναδιαίου υδρογραφήματος αντί της συνηθέστερης αλλά λιγότερο αξιόπιστης ορθολογικής μεθόδου. Η άμεση κατάρτιση μοναδιαίων υδρογραφημάτων, από υδρομετρικά/σταθμηγραφικά και βροχογραφικά δεδομένα δεν είναι δυνατή στον Ποταμό, επειδή σε καμιά θέση δεν υπάρχει υδρομετρικός σταθμός. Έτσι, καταφύγαμε στην κατάρτιση συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας, σε συνδυασμό και με τις μεθόδους Snyder και Giandotti.

Η μέθοδος του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας χρησιμοποιεί τοπογραφικά, υδρολογικά και άλλα δεδομένα της λεκάνης, τα οποία φαίνονται μαζί με τους σχετικούς υπολογισμούς στον Πίν. 4. Τα δεδομένα κλίσεων προέκυψαν από τη μηκοτομή του ποταμού που φαίνεται στο Σχ. 4. Η μέθοδος Snyder χρησιμοποιεί δεδομένα μόνο από την οριζοντιογραφία της λεκάνης, τα οποία φαίνονται, μαζί με τους σχετικούς υπολογισμούς στον Πίν. 4. Η μέθοδος Giandotti χρησιμοποιεί οριζοντιογραφικά και υψομετρικά δεδομένα.

Πιο συγκεκριμένα, το Βρετανικό Ινστιτούτο Υδρολογίας (Sutcliffe, 1978) συνιστά τη σύνθεση μοναδιαίου υδρογραφήματος (για διάρκεια βροχής $d = 1$ h) τριγωνικής μορφής, όπως φαίνεται στο Σχ. 14, με χρόνο ανόδου (σε h)

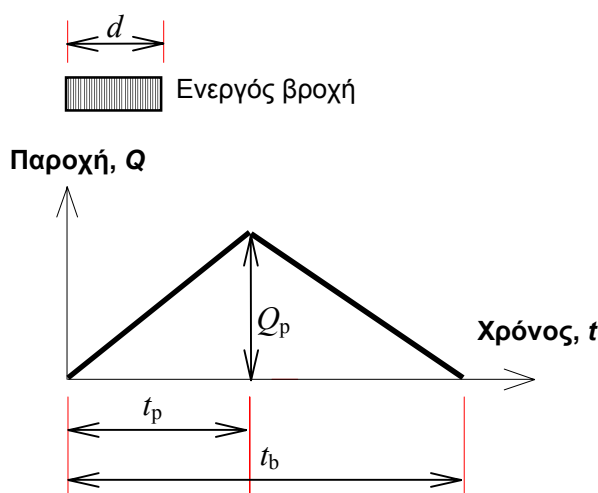
$$t_p = \frac{46.6 L^{0.14}}{S_{1085}^{0.38} (1 + \text{URBAN})^{1.99} \text{RSMD}^{0.4}} \quad (15)$$

και διάρκεια πλημμύρας (ή χρόνο βάσης)

$$t_b = 2.52 t_p \quad (16)$$

Στην (15), L είναι το μήκος της κύριας μισγάγκειας σε km και S_{1085} είναι η μέση κλίση υδατορεύματος σε m/km που υπολογίζεται μεταξύ των σημείων 10% και 85% του μήκους του. Η παράμετρος URBAN είναι η αναλογία των αστικών περιοχών μέσα στη λεκάνη απορροής και η RSMD είναι παράμετρος μεγέθους βροχοπτώσεων, που πρακτικά μπορεί να θεωρηθεί ίση με το ύψος της μέγιστης 24ωρης βροχής για περίοδο επαναφοράς 5 ετών (σε mm).

Η αναγωγή για διάρκεια βροχής $d = 0.5$ h, που χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη για μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς είναι απλή: ο χρόνος ανόδου μειώνεται κατά 0.25 h και ο χρόνος βάσης κατά 0.5 h.



Σχ. 14 Τριγωνικό μοναδιαίο υδρογράφημα σύμφωνα με το Βρετανικό Ινστιτούτο Υδρολογίας.

Η πλημμυρική παροχή αιχμής, όπως προκύπτει από την εξίσωση συνέχειας ($h_0 A = \frac{1}{2} t_b Q_p$, όπου $h_0 = 10$ mm το μοναδιαίο ύψος βροχής), είναι, σε διαστατικά ομογενή μορφή,

$$Q_p = 0.794 \frac{h_0 A}{t_p} \quad (17)$$

ή, για Q_p σε m^3/s , A σε km^2 και t_p σε h,

$$Q_p = 2.2 \frac{A}{t_p} \quad (18)$$

Εξ άλλου, το συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα του Snyder βασίζεται στις σχέσεις

$$t_p = C_t (L L_c)^{0.3} \quad (19)$$

$$Q_p = C_Q \frac{A}{t_p} \quad (20)$$

όπου L_c το μήκος υδατορεύματος από την έξοδο της λεκάνης μέχρι την προβολή του κέντρου βάρους της λεκάνης (km), και C_t και C_Q συντελεστές που βρέθηκε να έχουν μέσες τιμές 1.5 και 1.72 (στο μετρικό σύστημα μονάδων), αντίστοιχα, σε λεκάνες απορροής των Αππαλαχίων. Όμως ο ίδιος ο Snyder στην Ελλάδα (Αραχθος, Πουρνάρι) έχει υιοθετήσει πολύ δυσμενέστερες τιμές $C_t = 0.76$ και $C_Q = 2.0$, τιμές τις οποίες δεχτήκαμε και στην παρούσα μελέτη. Τα παραπάνω μεγέθη αναφέρονται σε μοναδιαίο υδρογράφημα με διάρκεια βροχής $t_p / 5.5$ και χρειάζονται κατάλληλη αναγωγή για διάρκεια βροχής 0.5 h.

Ως μια περαιτέρω εναλλακτική προσέγγιση χρησιμοποιήσαμε τον τύπο του Giandotti, ο οποίος έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα στην Ελλάδα. Ο τύπος αυτός δίνει το χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης και γράφεται

$$t_\sigma = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta H}} \quad (21)$$

όπου t_σ ο χρόνος συγκέντρωσης σε h, A η έκταση της λεκάνης σε km^2 , L το μήκος της κύριας μισγάκειας σε km, και ΔH η διαφορά του μέσου υψομέτρου της λεκάνης από το υψόμετρο της εξόδου της, σε m.. Από το γνωστό τύπο

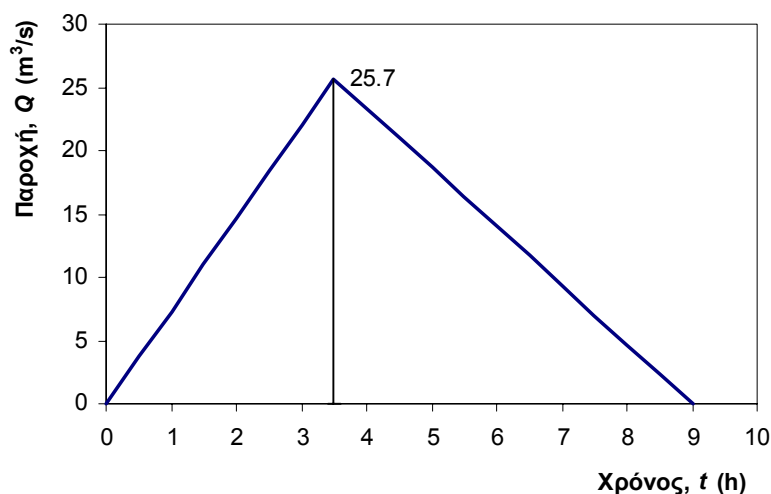
$$t_p \approx 0.6 t_\sigma + d / 2 \quad (22)$$

προκύπτει ότι ο χρόνος ανόδου του μοναδιαίου υδρογραφήματος.

Τα απαιτούμενα δεδομένα και οι σχετικοί υπολογισμοί για τη σύνθεση του μοναδιαίου υδρογραφήματος δίνονται στον Πίν. 4. Θεωρήθηκε ότι η παράμετρος URBAN έχει πρακτικώς μηδενική τιμή. Το τελικό τριγωνικό μοναδιαίο υδρογράφημα που συνθέσαμε φαίνεται στο Σχ. 15.

Πίν. 4 Φυσιογραφικά δεδομένα λεκάνης απορροής και εκτίμηση συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος της λεκάνης

Ιδιότητα	Τιμή
Έκταση, A (km ²)	41.67
Μήκος υδατορεύματος, L (km)	14.29
Μήκος υδατορεύματος από την έξοδο της λεκάνης μέχρι την προβολή του κ.β. της λεκάνης, L_c (km)	5.5
Υψόμετρο υδατορεύματος στην έξοδο της λεκάνης, z_E (m)	0
Υψόμετρο υδατορεύματος στην αρχή του, z_A (m)	150
Υψόμετρο υδατορεύματος στο 10% του μήκους του, z_{10} (m)	3
Υψόμετρο υδατορεύματος στο 85% του μήκους του, z_{85} (m)	98
Κλίση υδατορεύματος μεταξύ των σημείων 10% και 85% του μήκους του, S_{1085} (m/km)	7.82
Παράμετρος μεγέθους βροχοπτώσεων, RSMD (mm)	115
Χρόνος ανόδου σύμφωνα με τον τύπο του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας για $d=1$ h, t_p (h)	4.6
Προσαρμογή του χρόνου ανόδου σύμφωνα με τον τύπο του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας για $d=0.5$ h, t_p (h)	4.4
Χρόνος ανόδου σύμφωνα με τον τύπο του Snyder, Αρχική τιμή t_{p0} (h)	2.8
Τελική τιμή κατά Snyder για βροχή $d=0.5$ h, t_p (h)	2.8
Χρόνος συγκέντρωσης κατά Giandotti, t_σ (h)	4.8
Εκτίμηση χρόνου ανόδου κατά Giandotti για $d=0.5$ h, t_p (h)	3.1
Τελική τιμή χρόνου ανόδου για βροχή $d=0.5$ h, t_p (h)	3.5
Διάρκεια πλημμύρας, T_b (h)	8.8
Τελική διάρκεια πλημμύρας (στρογγ.), T_b (h)	9.0
Παροχή αιχμής, Q_p (m ³ /s)	25.7



Σχ. 15 Τριγωνικό συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα του Ποταμού στην εκβολή του.

Παρατηρούμε ότι ο χρόνος ανόδου t_p που υπολογίζεται με τη μέθοδο του Ινστιτούτου Υδρολογίας (4.4 h) είναι αρκετά μεγαλύτερος από αυτών των μεθόδων Snyder (2.8 h) και Giandotti (3.1 h). Τελικώς υιοθετήσαμε την ενδιάμεση τιμή των 3.5 h.

4. Πλημμύρες σχεδιασμού

4.1 Καταιγίδες σχεδιασμού

Η βασικότερη παραδοχή στην κατάρτιση της καταιγίδας σχεδιασμού στις λεκάνες αφορά στη χρονική κατανομή του συνολικού ύψους βροχής. Στην πράξη χρησιμοποιούνται διάφορες απλοποιημένες μέθοδοι, μια κατάταξη των οποίων δίνεται από τον Koutsoyiannis (1994), όπου εισάγεται και μια συνθετότερη στοχαστική μέθοδος. Από τις απλοποιημένες μεθόδους της πράξης θεωρείται ως πλεονεκτικότερη αυτή της δυσμενέστερης διάταξης του υετογραφήματος σχεδιασμού (ή worst profile· US Department of the Interior, 1977, σ. 817· Koutsoyiannis, 1994) ή η παραλλαγή της, γνωστή ως μέθοδος των εναλλασσόμενων μπλοκ (alternating block method· Sutcliffe, 1978, σσ. 31-35, Chow et al., 1988, σ. 466).

Με τη μέθοδο της δυσμενέστερης διάταξης προσδιορίζονται τα τμηματικά ύψη βροχής των επιμέρους διαρκειών με βάση την καμπύλη ύψους - διάρκειας βροχής (όμβρια καμπύλη) της υπό μελέτη λεκάνης, που αντιστοιχεί στην περίοδο επαναφοράς μελέτης. Τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται στη συνέχεια σε τρόπο ώστε να προκύπτει ο δυσμενέστερος δυνατός συνδυασμός, δηλαδή αυτός που προκαλεί τη δυσμενέστερη αιχμή της παραγόμενης πλημμύρας.

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα έναντι άλλων συνήθων μεθόδων της πράξης (π.χ. αδιάστατων αθροιστικών καμπυλών). Πρώτο, βασίζεται αποκλειστικά σε δεδομένα που έχουν μετρηθεί στην περιοχή μελέτης (όμβριες καμπύλες) και όχι σε διαγράμματα της βιβλιογραφίας. Δεύτερο, οδηγεί σε ένα μοναδικό υετογράφημα σχεδιασμού χωρίς να απαιτεί καμιά πρόσθετη παραδοχή. Τρίτο, έχει δειχτεί μέσω σύγκρισης με πληρέστερα στοχαστικά μοντέλα (Koutsoyiannis, 1994) ότι τα αποτελέσματά της είναι σαφώς πιο εύλογα και συνεπή, σε σχέση με αυτά της μεθόδου των αδιάστατων αθροιστικών καμπυλών.

Η βασική παραδοχή της μεθόδου του δυσμενέστερου συνδυασμού είναι ότι σε κάθε επιμέρους διάρκεια το προκύπτον ύψος βροχής έχει την ίδια περίοδο επαναφοράς με το τελικό (συνολικό) ύψος βροχής. Βεβαίως, η παραδοχή αυτή δεν είναι ρεαλιστική, πράγμα που αποτελεί και το σημαντικότερο μειονέκτημα της μεθόδου. Ο δυσμενέστερος συνδυασμός των τμηματικών υψών προκύπτει με την εξής μεθοδολογία: Τα τμηματικά ύψη βροχής διατάσσονται σε χρονική αντιστοιχία με τις τεταγμένες του μοναδιαίου υδρογραφήματος σε τρόπο ώστε το μέγιστο ύψος βροχής να είναι απέναντι από τη μέγιστη τεταγμένη του μοναδιαίου υδρογραφήματος, το αμέσως μικρότερο απέναντι από την αμέσως μικρότερη τεταγμένη κ.ο.κ. Η διάταξη αυτή στη συνέχεια αντιστρέφεται και έτσι προκύπτει το τελικό

υετογράφημα. Η τεχνική αυτή αποδεικνύεται θεωρητικά ότι πράγματι δίνει τη μέγιστη παροχή αιχμής όταν συνδυαστεί με το μοναδιαίο υδρογράφημα.

Όταν υιοθετείται αυτή η μέθοδος κατάρτισης της καταιγίδας σχεδιασμού, η διάρκεια βροχής θεωρείται σημαντικό πολλαπλάσιο (αρκετά μεγαλύτερο του διπλάσιου) του χρόνου υστέρησης της λεκάνης. Για την παρούσα μελέτη υιοθετήσαμε ολική διάρκεια βροχής 24 ωρών.

4.2 Απώλειες - Ωφέλιμη βροχή

Για το διαχωρισμό υδρολογικών απωλειών και καθαρού υετογραφήματος στο ολικό υετογράφημα χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη εμπειρική σχέση του U.S. Soil Conservation Service (1972) ή μέθοδος SCS:

$$h_e = \begin{cases} 0 & h \leq h_{a0} \\ \frac{(h - h_{a0})^2}{h - h_{a0} + S} & h > h_{a0} \end{cases} \quad (23)$$

όπου h το ολικό και h_e το αντίστοιχο ενεργό ύψος βροχής σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, h_{a0} το αρχικό έλλειμμα, δηλαδή μια αρχική ποσότητα βροχής που μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε έλλειμμα, και S η δυνητικά μέγιστη κατακράτηση (potential maximum retention), δηλαδή το επιπλέον, πέραν του αρχικού h_{a0} , ελλειμματικό ύψος που μπορεί κατά μέγιστο να πραγματοποιηθεί σε μια βροχόπτωση με μεγάλο ολικό ύψος h . Για περαιτέρω απλοποίηση, υιοθετείται η επιπλέον παραδοχή ότι $h_{a0} = 0.2 S$, η οποία θεωρείται ως η βέλτιστη προσέγγιση από δεδομένα παρατηρήσεων, οπότε η μέθοδος χρησιμοποιεί τελικώς μία μόνο παράμετρο, την S . Με αυτή την επιπλέον παραδοχή, η (23) τελικώς γράφεται

$$h_e = \begin{cases} 0 & h \leq 0.2 S \\ \frac{(h - 0.2 S)^2}{h + 0.8 S} & h > 0.2 S \end{cases} \quad (24)$$

Η σχέση (24) εφαρμόζεται και για το τελικό ύψος βροχής της καταιγίδας αλλά και για ενδιάμεσες τιμές του, και έτσι προκύπτει η χρονική εξέλιξη του φαινομένου. Το τελικό ύψος ελλειμμάτων μπορεί να φτάσει ασυμπτωτικά (για βροχόπτωση μεγάλου ύψους) την τιμή $0.2 S + S = 1.2 S$.

Αν δεν υπάρχουν μετρήσεις απορροής, ακολουθείται η ακόλουθη εμπειρική μεθοδολογία εκτίμησης της S . Συγκεκριμένα, η παράμετρος S συνδέεται με μια άλλη χαρακτηριστική παράμετρο, την CN, η οποία είναι γνωστή ως αριθμός καμπύλης απορροής (runoff curve number), με τη σχέση:

$$S [\text{mm}] = 254 \left(\frac{100}{\text{CN}} - 1 \right) \quad (25)$$

Η παράμετρος CN παίρνει τιμές από 0 μέχρι 100, και επηρεάζεται από τις συνθήκες εδάφους και χρήσης γης στη λεκάνη απορροής, καθώς τις προηγούμενες συνθήκες εδαφικής υγρασίας: οι τελευταίες συναρτώνται με τη χρονική απόσταση της υπό μελέτη καταιγίδας από προηγούμενες. Η SCS κατατάσσει τα εδάφη σε τέσσερις ομάδες, ανάλογα με τη διαπερατότητά τους και ορίζει τρεις τύπους προηγούμενων συνθηκών υγρασίας, I, II, και III. Για τις συνθήκες υγρασίας τύπου II, η SCS δίνει αναλυτικούς πίνακες με τιμές του CN για κάθε ομάδα εδαφών και για διάφορες χρήσεις γης, ενώ για τις άλλες συνθήκες δίνει τύπους αναγωγής των συνθηκών τύπου II (βλ. και Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999).

Στην παρούσα μελέτη, παίρνοντας υπόψη τα δεδομένα γεωλογίας και φυτοκάλυψης της λεκάνης, υιοθετήθηκε η τιμή $CN = 72$ για προηγούμενες συνθήκες υγρασίας τύπου II.

4.3 Βασική ροή - Τήξη χιονιού

Λόγω της χειμαρρικής δίαιτας του Ποταμού θεωρήσαμε μηδενική βασική ροή. Επίσης, αγνοήσαμε τη συνεισφορά από τήξη χιονιού, επειδή οι χιονοπτώσεις στη λεκάνη δεν είναι συχνές.

4.4 Περίοδοι επαναφοράς

Για την πληρότητα της μελέτης εξετάστηκε ένα εύρος περιόδων επαναφοράς, από 2 μέχρι 100 χρόνια. Δεν υποθέσαμε διαφοροποίηση των περιόδων επαναφοράς βροχής και παροχής. Αν και κατά μία άποψη (π.χ. Sutcliffe, 1978) χρειάζεται να γίνεται διάκριση των περιόδων επαναφοράς βροχής και πλημμύρας, η εμπειριστατωμένη μελέτη των Larson and Reich (1973) έδειξε ότι αυτή η διαφοροποίηση δεν είναι ορθή, δεδομένου ότι κατά μέσο όρο οι δύο περίοδοι επαναφοράς συμπίπτουν (πράγμα που άλλωστε είναι σχεδόν προφανές). Έτσι, στην παρούσα μελέτη δεν έγινε τέτοια διάκριση.

4.5 Υπολογισμοί και αποτελέσματα

Οι υπολογισμοί, έγιναν με κατάλληλο πρόγραμμα υπολογιστή που έχει αναπτύξει ο συγγραφέας. Το πρόγραμμα συνθέτει το υετογράφημα σχεδιασμού, υπολογίζει το ωφέλιμο υετογράφημα και συνδυάζοντας το τελευταίο με το μοναδιαίο υδρογράφημα εξάγει το πλημμυρογράφημα. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών για τις διάφορες θέσεις και περιόδους επαναφοράς παρουσιάζονται στο Παράρτημα της μελέτης. Τα συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά των πλημμυρών σχεδιασμού φαίνονται στον Πίν. 5, ενώ η μεταβολή της παροχής πλημμύρας συναρτήσει της περιόδου επαναφοράς απεικονίζεται στο Σχ. 16.

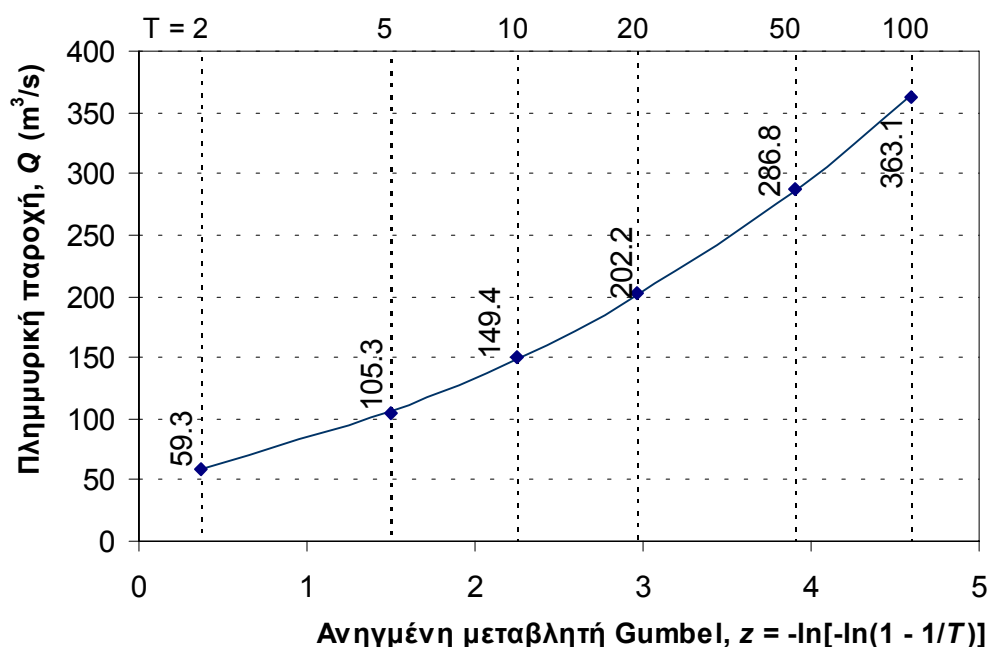
Με βάση τις τιμές της πλημμυρικής παροχής που υπολογίστηκαν με την παραπάνω διαδικασία και δίνονται στο Σχ. 16, προσαρμόστηκε (με τη μέθοδο των ελάχιστων τετραγώνων) η ακόλουθη απλή εξίσωση, κατάλληλη για παρεμβολή της πλημμυρικής παροχής, Q , για διαφορετικές τιμές της περιόδου επαναφοράς, T .

$$Q(T) = 146.7 (T^{0.258} - 0.792) \quad (Q \text{ σε } m^3/s) \quad (26)$$

Πίν. 5 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά πλημμυρών σχεδιασμού για διάφορες περιόδους επαναφοράς

Περίοδος επαναφοράς, T	2	5	10	20	50	100
Διάρκεια βροχής, D (h)	24	24	24	24	24	24
Ολικό ύψος βροχής, H (mm)	85.8	115.8	142.6	173.3	221.2	263.8
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H^* (mm)	26.4	47.4	68.1	93.5	135.2	173.7
Απώλειες (%)	69.2	59.1	52.3	46.1	38.9	34.1
Παροχή αιχμής (m^3/sec)	59.3	105.3	149.4	202.2	286.8	363.1
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h)	24	24	24	24	24	24
Καθαρός όγκος πλημμύρας (hm^3)	1.1	1.97	2.83	3.89	5.63	7.23
Συνολικός όγκος πλημμύρας (hm^3)	1.1	1.97	2.83	3.89	5.63	7.23

Για επαλήθευση της παραπάνω σχέσης αξιοποιούνται οι παρατηρήσεις και αναλύσεις που έγιναν για την πλημμύρα που προκλήθηκε από την πρόσφατη ισχυρή βροχόπτωση της 31/10-1/11/2000, η οποία συζητήθηκε και πιο πάνω. Όπως παρατηρούμε από το Σχ. 10, η εν λόγω βροχόπτωση για διάρκεια ίση με το χαρακτηριστικό χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης (≈ 5 h) είχε περίοδο επαναφοράς της τάξης των 25 ετών. Θεωρώντας ίδια περίοδο επαναφοράς για την πλημμύρα, η εξίσωση (26) εκτιμά την πλημμυρική αιχμή στα $220 m^3/s$. Όπως προέκυψε από τις υδραυλικές αναλύσεις που παρουσιάζονται σε άλλο τεύχος της παρούσας μελέτης, πιθανολογείται βάσιμα ότι πράγματι η εν λόγω πλημμύρα πρέπει να ξεπέρασε τα $200 m^3/s$, πράγμα που συμβαδίζει με την παρούσα υδρολογική ανάλυση.



Σχ. 16 Πλημμυρική παροχή αιχμής στην εκβολή του Ποταμού συναρτήσεως της περιόδου επαναφοράς..

Αναφορές

- Γραφείο Κωνσταντινίδη, Υπολογισμοί υδρολογίας, *Οριστική Μελέτη Φράγματος Περγίνης Ν. Κερκυρας, Μελέτη Μικρών Λιμνοδεξαμενών Βορείου Επτανήσου*, Υπουργείο Γεωργίας, Τεύχος 4, 1995
- Κουτσογιάννης, Δ., *Στατιστική Υδρολογία*, Έκδοση 4, 312 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1997.
- Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 3, 418 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.
- ΟΤΜΕ και ΛΔΚ, Υδρολογική μελέτη, *Μελέτη Αποχετεύσεως Ακαθάρτων Πόλεως Κερκύρας, Προκαταρκτική Μελέτη*, Νομαρχιακό Ταμείο Κέρκυρας, 1986.
- Chow, V. T., D. R. Maidment, and L. W. Mays, *Applied Hydrology*, McGraw-Hill, 1988.
- Hershfield, D. M., Estimating the probable maximum precipitation, *Proc. ASCE, J. Hydraul. Div.*, 87(HY5), 99-106, 1961
- Hershfield, D. M., Method for estimating probable maximum precipitation, *J. American Waterworks Association*, 57, 965-972, 1965.
- Koutsoyiannis, D., A stochastic disaggregation method for design storm and flood synthesis, *Journal of Hydrology*, 156, 193-225, 1994.
- Koutsoyiannis, D., A probabilistic view of Hershfield's method for estimating probable maximum precipitation, *Water Resources Research*, 35(4), 1313-1322, 1999.
- Koutsoyiannis, D., and G. Baloutsos, Analysis of a long record of annual maximum rainfall in Athens, Greece, and design rainfall inferences, *Natural Hazards*, 22(1), 31-51, 2000.
- Koutsoyiannis, D., D. Kozonis, and A. Manetas, A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships, *Journal of Hydrology*, 206(1-2), 118-135, 1998.
- Larson, C. L., and B. M. Reich, Relationship of observed rainfall and runoff recurrence intervals, in *Floods and Droughts*, Proc. 2nd Intern. Symp. in Hydrology, Water Resources Publications, Fort Collins, CO, 1973.
- Stedinger, J. R., R. M. Vogel, and E. Foufoula-Georgiou, Frequency analysis of extreme events, Chapter 18 in *Handbook of Hydrology*, edited by D. R. Maidment, McGraw-Hill, 1993.
- Sutcliffe J.V., *Methods of Flood Estimation, A Guide to Flood Studies Report*, Report No 49, Institute of Hydrology, UK, 1978.
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, *Design of Arch Dams*, US Government Printing Office, Denver, CO, 1977.
- U.S. Soil Conservation Service, *National Engineering Handbook*, section 4, Hydrology, U.S. Dept. of Agriculture, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1972.

Ομάδα μελέτης

Η έκθεση αυτή συντάχθηκε στα πλαίσια της Οριστικής Μελέτης Δίαιτας του π. Ποταμού Κέρκυρας, η οποία εκπονείται από την Αναπτυξιακή Επιχείρηση Δήμου Κερκυραίων σε συνεργασία με το Γραφείο Μελετών Μ. Παπακώστα και Συνεργάτες. Η υδρολογική μελέτη εκπονήθηκε από το Σύμβουλο Υδρολογίας Δ. Κουτσογιάννη, Δρ Πολιτικό Μηχανικό, Επ. Καθηγητή ΕΜΠ. Συνεργασία έγινε με τους Μ. Παπακώστα και Π. Παπανικολάου.

Αθήνα, Απρίλιος 2001

Για τη σύνταξη της μελέτης

Δ. Κουτσογιάννης

Για τον Ανάδοχο

Μ. Παπακώστα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 2

ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωλειών (Curve Number/SCS), CN : 72.0
 Παράμετρος $S = 25.4 * (1000/CN - 10)$ (mm) : 98.8
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 85.8
 Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) : 26.4
 Απώλειες (%) : 69.2

Χρόνος t [h]	Κρίσιμο ύψος βροχής		Ολικό υετόγραμμα		Ωφέλιμο υετόγραμμα	
	Αθροιστ. h(t) [mm]	Μερικό Δh(t) [mm]	Μερικό Δh [mm]	Αθροιστ. h [mm]	Αθροιστ. h* [mm]	Μερικό Δh* [mm]
0.50	32.2	32.2	0.4	0.4	0.0	0.0
1.00	41.3	9.0	0.4	0.7	0.0	0.0
1.50	46.5	5.2	0.4	1.1	0.0	0.0
2.00	50.2	3.7	0.4	1.5	0.0	0.0
2.50	53.1	2.9	0.4	1.8	0.0	0.0
3.00	55.5	2.4	0.4	2.2	0.0	0.0
3.50	57.5	2.0	0.4	2.6	0.0	0.0
4.00	59.2	1.8	0.4	3.0	0.0	0.0
4.50	60.8	1.6	0.4	3.4	0.0	0.0
5.00	62.2	1.4	0.4	3.9	0.0	0.0
5.50	63.5	1.3	0.4	4.3	0.0	0.0
6.00	64.7	1.2	0.4	4.7	0.0	0.0
6.50	65.9	1.1	0.5	5.2	0.0	0.0
7.00	66.9	1.0	0.5	5.6	0.0	0.0
7.50	67.9	1.0	0.5	6.1	0.0	0.0
8.00	68.8	0.9	0.5	6.6	0.0	0.0
8.50	69.7	0.9	0.5	7.1	0.0	0.0
9.00	70.5	0.8	0.5	7.6	0.0	0.0
9.50	71.3	0.8	0.5	8.1	0.0	0.0
10.00	72.0	0.8	0.5	8.7	0.0	0.0
10.50	72.7	0.7	0.6	9.2	0.0	0.0
11.00	73.4	0.7	0.6	9.8	0.0	0.0
11.50	74.1	0.7	0.6	10.4	0.0	0.0
12.00	74.7	0.6	0.6	11.0	0.0	0.0
12.50	75.4	0.6	0.6	11.7	0.0	0.0
13.00	76.0	0.6	0.7	12.3	0.0	0.0
13.50	76.5	0.6	0.7	13.0	0.0	0.0
14.00	77.1	0.6	0.7	13.8	0.0	0.0
14.50	77.6	0.5	0.8	14.5	0.0	0.0
15.00	78.2	0.5	0.8	15.3	0.0	0.0
15.50	78.7	0.5	0.8	16.1	0.0	0.0
16.00	79.2	0.5	0.9	17.0	0.0	0.0
16.50	79.7	0.5	1.0	18.0	0.0	0.0
17.00	80.1	0.5	1.0	19.0	0.0	0.0
17.50	80.6	0.5	1.2	20.2	0.0	0.0
18.00	81.1	0.5	1.4	21.6	0.0	0.0
18.50	81.5	0.4	1.6	23.2	0.1	0.1
19.00	81.9	0.4	2.0	25.2	0.3	0.2
19.50	82.3	0.4	2.9	28.1	0.7	0.4
20.00	82.8	0.4	3.7	31.8	1.3	0.7
20.50	83.2	0.4	9.0	40.8	3.7	2.4
21.00	83.6	0.4	32.2	73.1	18.7	15.0

21.50	83.9	0.4	5.2	78.3	21.8	3.1
22.00	84.3	0.4	2.4	80.7	23.2	1.5
22.50	84.7	0.4	1.8	82.4	24.3	1.1
23.00	85.1	0.4	1.3	83.7	25.2	0.8
23.50	85.4	0.4	1.1	84.9	25.9	0.7
24.00	85.8	0.4	0.9	85.8	26.4	0.6

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 2

ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος t [h]	Ωφέλιμο υετό- γραμμά Δh* [mm]	Μοναδιαίο υδρογρά- φημα U [m3/sec]	Υδρογρά- φημα επιφ. απορροής E [m3/sec]	Βασική ροή B [m3/sec]	Συνολικό υδρογρά- φημα I [m3/sec]
0.50	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0
2.50	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0
3.00	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0
3.50	0.0	25.7	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	23.4	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0
5.00	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0
6.00	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
6.50	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
7.50	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
8.00	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0
8.50	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
9.00	0.0		0.0	0.0	0.0
9.50	0.0		0.0	0.0	0.0
10.00	0.0		0.0	0.0	0.0
10.50	0.0		0.0	0.0	0.0
11.00	0.0		0.0	0.0	0.0
11.50	0.0		0.0	0.0	0.0
12.00	0.0		0.0	0.0	0.0
12.50	0.0		0.0	0.0	0.0
13.00	0.0		0.0	0.0	0.0
13.50	0.0		0.0	0.0	0.0
14.00	0.0		0.0	0.0	0.0
14.50	0.0		0.0	0.0	0.0
15.00	0.0		0.0	0.0	0.0
15.50	0.0		0.0	0.0	0.0
16.00	0.0		0.0	0.0	0.0
16.50	0.0		0.0	0.0	0.0
17.00	0.0		0.0	0.0	0.0
17.50	0.0		0.0	0.0	0.0
18.00	0.0		0.0	0.0	0.0
18.50	0.1		0.1	0.0	0.1
19.00	0.2		0.2	0.0	0.2
19.50	0.4		0.4	0.0	0.4
20.00	0.7		0.9	0.0	0.9
20.50	2.4		2.2	0.0	2.2
21.00	15.0		9.1	0.0	9.1
21.50	3.1		17.0	0.0	17.0
22.00	1.5		25.5	0.0	25.5
22.50	1.1		34.3	0.0	34.3
23.00	0.8		43.2	0.0	43.2
23.50	0.7		51.8	0.0	51.8
24.00	0.6		59.3	0.0	59.3

24.50	57.9	0.0	57.9
25.00	54.4	0.0	54.4
25.50	50.2	0.0	50.2
26.00	45.4	0.0	45.4
26.50	39.9	0.0	39.9
27.00	34.1	0.0	34.1
27.50	27.8	0.0	27.8
28.00	21.8	0.0	21.8
28.50	15.8	0.0	15.8
29.00	9.8	0.0	9.8
29.50	4.6	0.0	4.6
30.00	2.8	0.0	2.8
30.50	1.7	0.0	1.7
31.00	0.9	0.0	0.9
31.50	0.4	0.0	0.4
32.00	0.1	0.0	0.1
32.50	0.0	0.0	0.0

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	85.8
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	26.4
Απώλειες (%) :	69.2
Παροχή αιχμής (m3/sec) :	59.3
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m3) :	1.10
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m3) :	1.10

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 5

ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής	
Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Αριθμός καμπύλης απωλειών (Curve Number/SCS), CN :	72.0
Παράμετρος $S = 25.4 * (1000/CN - 10)$ (mm) :	98.8
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	115.8
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	47.4
Απώλειες (%) :	59.1

Χρόνος t [h]	Κρίσιμο ύψος βροχής		Ολικό υετόγραμμα		Ωφέλιμο υετόγραμμα	
	Αθροιστ. h(t) [mm]	Μερικό Δh(t) [mm]	Μερικό Δh [mm]	Αθροιστ. h [mm]	Αθροιστ. h* [mm]	Μερικό Δh* [mm]
0.50	43.5	43.5	0.5	0.5	0.0	0.0
1.00	55.7	12.2	0.5	1.0	0.0	0.0
1.50	62.8	7.1	0.5	1.5	0.0	0.0
2.00	67.8	5.0	0.5	2.0	0.0	0.0
2.50	71.7	3.9	0.5	2.5	0.0	0.0
3.00	74.9	3.2	0.5	3.0	0.0	0.0
3.50	77.6	2.7	0.5	3.5	0.0	0.0
4.00	80.0	2.4	0.5	4.1	0.0	0.0
4.50	82.1	2.1	0.6	4.6	0.0	0.0
5.00	84.1	1.9	0.6	5.2	0.0	0.0
5.50	85.8	1.8	0.6	5.8	0.0	0.0
6.00	87.4	1.6	0.6	6.4	0.0	0.0
6.50	88.9	1.5	0.6	7.0	0.0	0.0
7.00	90.3	1.4	0.6	7.6	0.0	0.0
7.50	91.6	1.3	0.6	8.3	0.0	0.0
8.00	92.9	1.2	0.7	8.9	0.0	0.0
8.50	94.1	1.2	0.7	9.6	0.0	0.0
9.00	95.2	1.1	0.7	10.3	0.0	0.0
9.50	96.2	1.1	0.7	11.0	0.0	0.0
10.00	97.3	1.0	0.7	11.7	0.0	0.0
10.50	98.2	1.0	0.8	12.5	0.0	0.0
11.00	99.2	0.9	0.8	13.3	0.0	0.0
11.50	100.1	0.9	0.8	14.1	0.0	0.0
12.00	100.9	0.9	0.8	14.9	0.0	0.0
12.50	101.8	0.8	0.9	15.8	0.0	0.0
13.00	102.6	0.8	0.9	16.7	0.0	0.0
13.50	103.4	0.8	0.9	17.6	0.0	0.0
14.00	104.1	0.8	1.0	18.6	0.0	0.0
14.50	104.8	0.7	1.0	19.6	0.0	0.0
15.00	105.6	0.7	1.1	20.6	0.0	0.0
15.50	106.2	0.7	1.1	21.8	0.0	0.0
16.00	106.9	0.7	1.2	22.9	0.1	0.1
16.50	107.6	0.7	1.3	24.3	0.2	0.1
17.00	108.2	0.6	1.4	25.7	0.3	0.1
17.50	108.8	0.6	1.6	27.3	0.5	0.2
18.00	109.4	0.6	1.9	29.2	0.8	0.3
18.50	110.0	0.6	2.1	31.3	1.2	0.4
19.00	110.6	0.6	2.7	34.1	1.8	0.6
19.50	111.2	0.6	3.9	38.0	2.8	1.0
20.00	111.8	0.6	5.0	43.0	4.4	1.6
20.50	112.3	0.5	12.2	55.1	9.3	4.9
21.00	112.8	0.5	43.5	98.7	35.0	25.7
21.50	113.4	0.5	7.1	105.7	40.0	5.0
22.00	113.9	0.5	3.2	108.9	42.3	2.3

22.50	114.4	0.5	2.4	111.3	44.1	1.7
23.00	114.9	0.5	1.8	113.1	45.3	1.3
23.50	115.4	0.5	1.5	114.6	46.5	1.1
24.00	115.8	0.5	1.2	115.8	47.4	0.9

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 5

ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος t [h]	Ωφέλιμο υετό- γραμμά Δh* [mm]	Μοναδιαίο υδρογρά- φημα U [m3/sec]	Υδρογρά- φημα επιφ. απορροής E [m3/sec]	Βασική ροή B [m3/sec]	Συνολικό υδρογρά- φημα I [m3/sec]
0.50	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0
2.50	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0
3.00	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0
3.50	0.0	25.7	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	23.4	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0
5.00	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0
6.00	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
6.50	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
7.50	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
8.00	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0
8.50	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
9.00	0.0		0.0	0.0	0.0
9.50	0.0		0.0	0.0	0.0
10.00	0.0		0.0	0.0	0.0
10.50	0.0		0.0	0.0	0.0
11.00	0.0		0.0	0.0	0.0
11.50	0.0		0.0	0.0	0.0
12.00	0.0		0.0	0.0	0.0
12.50	0.0		0.0	0.0	0.0
13.00	0.0		0.0	0.0	0.0
13.50	0.0		0.0	0.0	0.0
14.00	0.0		0.0	0.0	0.0
14.50	0.0		0.0	0.0	0.0
15.00	0.0		0.0	0.0	0.0
15.50	0.0		0.0	0.0	0.0
16.00	0.1		0.1	0.0	0.1
16.50	0.1		0.1	0.0	0.1
17.00	0.1		0.2	0.0	0.2
17.50	0.2		0.4	0.0	0.4
18.00	0.3		0.7	0.0	0.7
18.50	0.4		1.2	0.0	1.2
19.00	0.6		1.8	0.0	1.8
19.50	1.0		2.8	0.0	2.8
20.00	1.6		4.3	0.0	4.3
20.50	4.9		7.5	0.0	7.5
21.00	25.7		20.1	0.0	20.1
21.50	5.0		34.2	0.0	34.2
22.00	2.3		49.0	0.0	49.0
22.50	1.7		64.2	0.0	64.2
23.00	1.3		79.2	0.0	79.2
23.50	1.1		93.5	0.0	93.5
24.00	0.9		105.3	0.0	105.3
24.50			101.7	0.0	101.7

25.00	95.0	0.0	95.0
25.50	87.1	0.0	87.1
26.00	78.2	0.0	78.2
26.50	68.3	0.0	68.3
27.00	58.0	0.0	58.0
27.50	47.1	0.0	47.1
28.00	36.5	0.0	36.5
28.50	26.2	0.0	26.2
29.00	16.0	0.0	16.0
29.50	7.2	0.0	7.2
30.00	4.4	0.0	4.4
30.50	2.6	0.0	2.6
31.00	1.5	0.0	1.5
31.50	0.7	0.0	0.7
32.00	0.2	0.0	0.2
32.50	0.0	0.0	0.0

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	115.8
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	47.4
Απώλειες (%) :	59.1
Παροχή αιχμής (m ³ /sec) :	105.3
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	1.97
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	1.97

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 10

ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωλειών (Curve Number/SCS), CN : 72.0
 Παράμετρος $S = 25.4 * (1000/CN - 10)$ (mm) : 98.8
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 142.6
 Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) : 68.1
 Απώλειες (%) : 52.3

Χρόνος t [h]	Κρίσιμο ύψος βροχής		Ολικό υετόγραμμα		Ωφέλιμο υετόγραμμα	
	Αθροιστ. h(t) [mm]	Μερικό Δh(t) [mm]	Μερικό Δh [mm]	Αθροιστ. h [mm]	Αθροιστ. h* [mm]	Μερικό Δh* [mm]
0.50	53.6	53.6	0.6	0.6	0.0	0.0
1.00	68.6	15.0	0.6	1.2	0.0	0.0
1.50	77.3	8.7	0.6	1.8	0.0	0.0
2.00	83.4	6.2	0.6	2.4	0.0	0.0
2.50	88.2	4.8	0.6	3.0	0.0	0.0
3.00	92.2	3.9	0.6	3.7	0.0	0.0
3.50	95.5	3.4	0.7	4.3	0.0	0.0
4.00	98.5	2.9	0.7	5.0	0.0	0.0
4.50	101.1	2.6	0.7	5.7	0.0	0.0
5.00	103.5	2.4	0.7	6.4	0.0	0.0
5.50	105.6	2.2	0.7	7.1	0.0	0.0
6.00	107.6	2.0	0.7	7.9	0.0	0.0
6.50	109.5	1.8	0.7	8.6	0.0	0.0
7.00	111.2	1.7	0.8	9.4	0.0	0.0
7.50	112.8	1.6	0.8	10.2	0.0	0.0
8.00	114.3	1.5	0.8	11.0	0.0	0.0
8.50	115.8	1.4	0.8	11.8	0.0	0.0
9.00	117.2	1.4	0.9	12.6	0.0	0.0
9.50	118.5	1.3	0.9	13.5	0.0	0.0
10.00	119.7	1.3	0.9	14.4	0.0	0.0
10.50	120.9	1.2	0.9	15.4	0.0	0.0
11.00	122.1	1.1	1.0	16.3	0.0	0.0
11.50	123.2	1.1	1.0	17.3	0.0	0.0
12.00	124.2	1.1	1.0	18.3	0.0	0.0
12.50	125.3	1.0	1.1	19.4	0.0	0.0
13.00	126.3	1.0	1.1	20.5	0.0	0.0
13.50	127.2	1.0	1.1	21.7	0.0	0.0
14.00	128.1	0.9	1.2	22.9	0.1	0.1
14.50	129.0	0.9	1.3	24.1	0.2	0.1
15.00	129.9	0.9	1.3	25.4	0.3	0.1
15.50	130.8	0.9	1.4	26.8	0.5	0.2
16.00	131.6	0.8	1.4	28.2	0.7	0.2
16.50	132.4	0.8	1.6	29.9	0.9	0.3
17.00	133.2	0.8	1.7	31.6	1.3	0.3
17.50	134.0	0.8	2.0	33.6	1.7	0.4
18.00	134.7	0.7	2.4	35.9	2.3	0.6
18.50	135.5	0.7	2.6	38.6	3.0	0.7
19.00	136.2	0.7	3.4	41.9	4.1	1.1
19.50	136.9	0.7	4.8	46.7	5.8	1.7
20.00	137.6	0.7	6.2	52.9	8.3	2.5
20.50	138.2	0.7	15.0	67.9	15.8	7.4
21.00	138.9	0.7	53.6	121.5	51.6	35.8
21.50	139.5	0.6	8.7	130.1	58.3	6.7
22.00	140.2	0.6	3.9	134.1	61.3	3.1

22.50	140.8	0.6	2.9	137.0	63.7	2.3
23.00	141.4	0.6	2.2	139.2	65.4	1.7
23.50	142.0	0.6	1.8	141.0	66.8	1.5
24.00	142.6	0.6	1.5	142.6	68.1	1.2

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 10

ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος t [h]	Ωφέλιμο υετό- γράμμα Δh* [mm]	Μοναδιαίο υδρογρά- φημα U [m3/sec]	Υδρογρά- φημα επιφ. απορροής E [m3/sec]	Βασική ροή B [m3/sec]	Συνολικό υδρογρά- φημα I [m3/sec]
0.50	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0
2.50	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0
3.00	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0
3.50	0.0	25.7	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	23.4	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0
5.00	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0
6.00	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
6.50	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
7.50	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
8.00	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0
8.50	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
9.00	0.0		0.0	0.0	0.0
9.50	0.0		0.0	0.0	0.0
10.00	0.0		0.0	0.0	0.0
10.50	0.0		0.0	0.0	0.0
11.00	0.0		0.0	0.0	0.0
11.50	0.0		0.0	0.0	0.0
12.00	0.0		0.0	0.0	0.0
12.50	0.0		0.0	0.0	0.0
13.00	0.0		0.0	0.0	0.0
13.50	0.0		0.0	0.0	0.0
14.00	0.1		0.1	0.0	0.1
14.50	0.1		0.1	0.0	0.1
15.00	0.1		0.2	0.0	0.2
15.50	0.2		0.4	0.0	0.4
16.00	0.2		0.6	0.0	0.6
16.50	0.3		1.0	0.0	1.0
17.00	0.3		1.4	0.0	1.4
17.50	0.4		2.0	0.0	2.0
18.00	0.6		2.7	0.0	2.7
18.50	0.7		3.6	0.0	3.6
19.00	1.1		4.9	0.0	4.9
19.50	1.7		6.6	0.0	6.6
20.00	2.5		9.1	0.0	9.1
20.50	7.4		14.1	0.0	14.1
21.00	35.8		32.1	0.0	32.1
21.50	6.7		51.9	0.0	51.9
22.00	3.1		72.7	0.0	72.7
22.50	2.3		93.8	0.0	93.8
23.00	1.7		114.4	0.0	114.4
23.50	1.5		133.8	0.0	133.8
24.00	1.2		149.4	0.0	149.4
24.50			143.6	0.0	143.6

25.00	133.6	0.0	133.6
25.50	122.1	0.0	122.1
26.00	109.2	0.0	109.2
26.50	95.2	0.0	95.2
27.00	80.6	0.0	80.6
27.50	65.2	0.0	65.2
28.00	50.3	0.0	50.3
28.50	35.9	0.0	35.9
29.00	21.8	0.0	21.8
29.50	9.6	0.0	9.6
30.00	5.8	0.0	5.8
30.50	3.5	0.0	3.5
31.00	1.9	0.0	1.9
31.50	0.9	0.0	0.9
32.00	0.3	0.0	0.3
32.50	0.0	0.0	0.0

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	142.6
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	68.1
Απώλειες (%) :	52.3
Παροχή αιχμής (m ³ /sec) :	149.4
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	2.83
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	2.83

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 20

ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωλειών (Curve Number/SCS), CN : 72.0
 Παράμετρος $S = 25.4 * (1000/CN - 10)$ (mm) : 98.8
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 173.3
 Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) : 93.5
 Απώλειες (%) : 46.1

Χρόνος t [h]	Κρίσιμο ύψος βροχής		Ολικό υετόγραμμα		Ωφέλιμο υετόγραμμα	
	Αθροιστ. h(t) [mm]	Μερικό Δh(t) [mm]	Μερικό Δh [mm]	Αθροιστ. h [mm]	Αθροιστ. h* [mm]	Μερικό Δh* [mm]
0.50	65.1	65.1	0.7	0.7	0.0	0.0
1.00	83.4	18.2	0.7	1.4	0.0	0.0
1.50	93.9	10.6	0.7	2.2	0.0	0.0
2.00	101.4	7.5	0.8	2.9	0.0	0.0
2.50	107.2	5.8	0.8	3.7	0.0	0.0
3.00	112.0	4.8	0.8	4.5	0.0	0.0
3.50	116.1	4.1	0.8	5.3	0.0	0.0
4.00	119.7	3.6	0.8	6.1	0.0	0.0
4.50	122.9	3.2	0.8	6.9	0.0	0.0
5.00	125.8	2.9	0.9	7.8	0.0	0.0
5.50	128.4	2.6	0.9	8.7	0.0	0.0
6.00	130.8	2.4	0.9	9.5	0.0	0.0
6.50	133.1	2.2	0.9	10.5	0.0	0.0
7.00	135.2	2.1	0.9	11.4	0.0	0.0
7.50	137.1	2.0	1.0	12.4	0.0	0.0
8.00	139.0	1.9	1.0	13.3	0.0	0.0
8.50	140.7	1.8	1.0	14.3	0.0	0.0
9.00	142.4	1.7	1.0	15.4	0.0	0.0
9.50	144.0	1.6	1.1	16.4	0.0	0.0
10.00	145.5	1.5	1.1	17.5	0.0	0.0
10.50	147.0	1.5	1.1	18.7	0.0	0.0
11.00	148.4	1.4	1.2	19.8	0.0	0.0
11.50	149.7	1.3	1.2	21.0	0.0	0.0
12.00	151.0	1.3	1.2	22.3	0.1	0.0
12.50	152.3	1.2	1.3	23.6	0.1	0.1
13.00	153.5	1.2	1.3	24.9	0.3	0.1
13.50	154.6	1.2	1.4	26.3	0.4	0.2
14.00	155.8	1.1	1.5	27.8	0.6	0.2
14.50	156.9	1.1	1.5	29.3	0.8	0.2
15.00	157.9	1.1	1.6	30.9	1.1	0.3
15.50	159.0	1.0	1.7	32.6	1.5	0.3
16.00	160.0	1.0	1.8	34.3	1.9	0.4
16.50	161.0	1.0	2.0	36.3	2.4	0.5
17.00	161.9	1.0	2.1	38.4	3.0	0.6
17.50	162.9	0.9	2.4	40.8	3.7	0.7
18.00	163.8	0.9	2.9	43.7	4.7	1.0
18.50	164.7	0.9	3.2	46.9	5.8	1.2
19.00	165.5	0.9	4.1	51.0	7.5	1.7
19.50	166.4	0.9	5.8	56.8	10.1	2.6
20.00	167.2	0.8	7.5	64.3	13.8	3.7
20.50	168.0	0.8	18.2	82.5	24.4	10.5
21.00	168.8	0.8	65.1	147.6	72.2	47.8
21.50	169.6	0.8	10.6	158.2	80.8	8.6
22.00	170.4	0.8	4.8	163.0	84.8	4.0

22.50	171.1	0.8	3.6	166.6	87.8	3.0
23.00	171.9	0.7	2.6	169.2	90.0	2.2
23.50	172.6	0.7	2.2	171.5	91.9	1.9
24.00	173.3	0.7	1.9	173.3	93.5	1.6

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 20

ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος t [h]	Ωφέλιμο υετό- γράμμα Δh* [mm]	Μοναδιαίο υδρογρά- φημα U [m3/sec]	Υδρογρά- φημα επιφ. απορροής E [m3/sec]	Βασική ροή B [m3/sec]	Συνολικό υδρογρά- φημα I [m3/sec]
0.50	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0
2.50	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0
3.00	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0
3.50	0.0	25.7	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	23.4	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0
5.00	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0
6.00	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
6.50	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
7.50	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
8.00	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0
8.50	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
9.00	0.0		0.0	0.0	0.0
9.50	0.0		0.0	0.0	0.0
10.00	0.0		0.0	0.0	0.0
10.50	0.0		0.0	0.0	0.0
11.00	0.0		0.0	0.0	0.0
11.50	0.0		0.0	0.0	0.0
12.00	0.0		0.0	0.0	0.0
12.50	0.1		0.1	0.0	0.1
13.00	0.1		0.2	0.0	0.2
13.50	0.2		0.3	0.0	0.3
14.00	0.2		0.5	0.0	0.5
14.50	0.2		0.9	0.0	0.9
15.00	0.3		1.3	0.0	1.3
15.50	0.3		1.8	0.0	1.8
16.00	0.4		2.4	0.0	2.4
16.50	0.5		3.1	0.0	3.1
17.00	0.6		3.9	0.0	3.9
17.50	0.7		4.9	0.0	4.9
18.00	1.0		6.1	0.0	6.1
18.50	1.2		7.6	0.0	7.6
19.00	1.7		9.5	0.0	9.5
19.50	2.6		12.0	0.0	12.0
20.00	3.7		15.7	0.0	15.7
20.50	10.5		22.9	0.0	22.9
21.00	47.8		47.3	0.0	47.3
21.50	8.6		73.9	0.0	73.9
22.00	4.0		101.7	0.0	101.7
22.50	3.0		129.6	0.0	129.6
23.00	2.2		156.8	0.0	156.8
23.50	1.9		182.2	0.0	182.2
24.00	1.6		202.2	0.0	202.2
24.50			193.7	0.0	193.7

25.00	179.6	0.0	179.6
25.50	163.7	0.0	163.7
26.00	146.1	0.0	146.1
26.50	127.0	0.0	127.0
27.00	107.3	0.0	107.3
27.50	86.5	0.0	86.5
28.00	66.6	0.0	66.6
28.50	47.3	0.0	47.3
29.00	28.4	0.0	28.4
29.50	12.4	0.0	12.4
30.00	7.5	0.0	7.5
30.50	4.5	0.0	4.5
31.00	2.5	0.0	2.5
31.50	1.2	0.0	1.2
32.00	0.4	0.0	0.4
32.50	0.0	0.0	0.0

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	173.3
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	93.5
Απώλειες (%) :	46.1
Παροχή αιχμής (m ³ /sec) :	202.2
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	3.89
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	3.89

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 50

ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωλειών (Curve Number/SCS), CN : 72.0
 Παράμετρος $S = 25.4 * (1000/CN - 10)$ (mm) : 98.8
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 221.2
 Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) : 135.2
 Απώλειες (%) : 38.9

Χρόνος t [h]	Κρίσιμο ύψος βροχής		Ολικό υετόγραμμα		Ωφέλιμο υετόγραμμα	
	Αθροιστ. h(t) [mm]	Μερικό Δh(t) [mm]	Μερικό Δh [mm]	Αθροιστ. h [mm]	Αθροιστ. h* [mm]	Μερικό Δh* [mm]
0.50	83.1	83.1	0.9	0.9	0.0	0.0
1.00	106.4	23.3	0.9	1.8	0.0	0.0
1.50	119.9	13.5	0.9	2.8	0.0	0.0
2.00	129.4	9.6	1.0	3.7	0.0	0.0
2.50	136.9	7.4	1.0	4.7	0.0	0.0
3.00	143.0	6.1	1.0	5.7	0.0	0.0
3.50	148.2	5.2	1.0	6.7	0.0	0.0
4.00	152.8	4.6	1.0	7.8	0.0	0.0
4.50	156.8	4.1	1.1	8.9	0.0	0.0
5.00	160.5	3.7	1.1	9.9	0.0	0.0
5.50	163.9	3.4	1.1	11.0	0.0	0.0
6.00	167.0	3.1	1.1	12.2	0.0	0.0
6.50	169.8	2.9	1.2	13.3	0.0	0.0
7.00	172.5	2.7	1.2	14.5	0.0	0.0
7.50	175.0	2.5	1.2	15.8	0.0	0.0
8.00	177.4	2.4	1.3	17.0	0.0	0.0
8.50	179.6	2.2	1.3	18.3	0.0	0.0
9.00	181.8	2.1	1.3	19.6	0.0	0.0
9.50	183.8	2.0	1.4	21.0	0.0	0.0
10.00	185.7	1.9	1.4	22.4	0.1	0.1
10.50	187.6	1.9	1.4	23.8	0.2	0.1
11.00	189.4	1.8	1.5	25.3	0.3	0.1
11.50	191.1	1.7	1.5	26.9	0.5	0.2
12.00	192.7	1.7	1.6	28.5	0.7	0.2
12.50	194.3	1.6	1.7	30.1	1.0	0.3
13.00	195.9	1.5	1.7	31.8	1.3	0.3
13.50	197.4	1.5	1.8	33.6	1.7	0.4
14.00	198.8	1.4	1.9	35.5	2.2	0.5
14.50	200.2	1.4	1.9	37.4	2.7	0.5
15.00	201.6	1.4	2.0	39.4	3.3	0.6
15.50	202.9	1.3	2.1	41.6	3.9	0.7
16.00	204.2	1.3	2.2	43.8	4.7	0.8
16.50	205.4	1.3	2.5	46.3	5.6	0.9
17.00	206.6	1.2	2.7	49.0	6.7	1.0
17.50	207.8	1.2	3.1	52.1	8.0	1.3
18.00	209.0	1.2	3.7	55.8	9.6	1.6
18.50	210.1	1.1	4.1	59.8	11.6	1.9
19.00	211.2	1.1	5.2	65.0	14.2	2.7
19.50	212.3	1.1	7.4	72.5	18.4	4.1
20.00	213.4	1.1	9.6	82.0	24.1	5.7
20.50	214.4	1.0	23.3	105.3	39.7	15.6
21.00	215.5	1.0	83.1	188.4	106.4	66.7
21.50	216.5	1.0	13.5	201.9	118.1	11.7
22.00	217.4	1.0	6.1	208.0	123.5	5.4

22.50	218.4	1.0	4.6	212.6	127.5	4.0
23.00	219.3	0.9	3.4	216.0	130.5	3.0
23.50	220.3	0.9	2.9	218.8	133.0	2.5
24.00	221.2	0.9	2.4	221.2	135.2	2.1

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 50

ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος t [h]	Ωφέλιμο υετό- γραμμά Δh* [mm]	Μοναδιαίο υδρογρά- φημα U [m3/sec]	Υδρογρά- φημα επιφ. απορροής E [m3/sec]	Βασική ροή B [m3/sec]	Συνολικό υδρογρά- φημα I [m3/sec]
0.50	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0
2.50	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0
3.00	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0
3.50	0.0	25.7	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	23.4	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0
5.00	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0
6.00	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
6.50	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
7.50	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
8.00	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0
8.50	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
9.00	0.0		0.0	0.0	0.0
9.50	0.0		0.0	0.0	0.0
10.00	0.1		0.0	0.0	0.0
10.50	0.1		0.1	0.0	0.1
11.00	0.1		0.2	0.0	0.2
11.50	0.2		0.4	0.0	0.4
12.00	0.2		0.6	0.0	0.6
12.50	0.3		1.0	0.0	1.0
13.00	0.3		1.5	0.0	1.5
13.50	0.4		2.1	0.0	2.1
14.00	0.5		2.7	0.0	2.7
14.50	0.5		3.5	0.0	3.5
15.00	0.6		4.5	0.0	4.5
15.50	0.7		5.5	0.0	5.5
16.00	0.8		6.6	0.0	6.6
16.50	0.9		7.9	0.0	7.9
17.00	1.0		9.3	0.0	9.3
17.50	1.3		11.0	0.0	11.0
18.00	1.6		12.9	0.0	12.9
18.50	1.9		15.2	0.0	15.2
19.00	2.7		18.0	0.0	18.0
19.50	4.1		22.0	0.0	22.0
20.00	5.7		27.5	0.0	27.5
20.50	15.6		38.2	0.0	38.2
21.00	66.7		72.8	0.0	72.8
21.50	11.7		110.2	0.0	110.2
22.00	5.4		149.0	0.0	149.0
22.50	4.0		187.9	0.0	187.9
23.00	3.0		225.4	0.0	225.4
23.50	2.5		260.1	0.0	260.1
24.00	2.1		286.8	0.0	286.8
24.50			273.6	0.0	273.6

25.00	253.0	0.0	253.0
25.50	230.0	0.0	230.0
26.00	204.7	0.0	204.7
26.50	177.5	0.0	177.5
27.00	149.5	0.0	149.5
27.50	120.3	0.0	120.3
28.00	92.3	0.0	92.3
28.50	65.2	0.0	65.2
29.00	38.9	0.0	38.9
29.50	16.8	0.0	16.8
30.00	10.1	0.0	10.1
30.50	6.1	0.0	6.1
31.00	3.4	0.0	3.4
31.50	1.6	0.0	1.6
32.00	0.5	0.0	0.5
32.50	0.0	0.0	0.0

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	221.2
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	135.2
Απώλειες (%) :	38.9
Παροχή αιχμής (m ³ /sec) :	286.8
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	5.63
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	5.63

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 100

ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωλειών (Curve Number/SCS), CN : 72.0
 Παράμετρος $S = 25.4 * (1000/CN - 10)$ (mm) : 98.8
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 263.8
 Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) : 173.7
 Απώλειες (%) : 34.1

Χρόνος t [h]	Κρίσιμο ύψος βροχής		Ολικό υετόγραμμα		Ωφέλιμο υετόγραμμα	
	Αθροιστ. h(t) [mm]	Μερικό Δh(t) [mm]	Μερικό Δh [mm]	Αθροιστ. h [mm]	Αθροιστ. h* [mm]	Μερικό Δh* [mm]
0.50	99.1	99.1	1.1	1.1	0.0	0.0
1.00	126.9	27.7	1.1	2.2	0.0	0.0
1.50	143.0	16.1	1.1	3.3	0.0	0.0
2.00	154.4	11.4	1.1	4.5	0.0	0.0
2.50	163.2	8.9	1.2	5.6	0.0	0.0
3.00	170.5	7.3	1.2	6.8	0.0	0.0
3.50	176.8	6.2	1.2	8.0	0.0	0.0
4.00	182.2	5.4	1.2	9.3	0.0	0.0
4.50	187.0	4.8	1.3	10.6	0.0	0.0
5.00	191.4	4.4	1.3	11.9	0.0	0.0
5.50	195.4	4.0	1.3	13.2	0.0	0.0
6.00	199.1	3.7	1.4	14.5	0.0	0.0
6.50	202.5	3.4	1.4	15.9	0.0	0.0
7.00	205.7	3.2	1.4	17.3	0.0	0.0
7.50	208.7	3.0	1.5	18.8	0.0	0.0
8.00	211.5	2.8	1.5	20.3	0.0	0.0
8.50	214.2	2.7	1.5	21.8	0.0	0.0
9.00	216.8	2.5	1.6	23.4	0.1	0.1
9.50	219.2	2.4	1.6	25.0	0.3	0.1
10.00	221.5	2.3	1.7	26.7	0.5	0.2
10.50	223.7	2.2	1.7	28.4	0.7	0.2
11.00	225.8	2.1	1.8	30.2	1.0	0.3
11.50	227.9	2.0	1.8	32.0	1.4	0.4
12.00	229.8	2.0	1.9	33.9	1.8	0.4
12.50	231.8	1.9	2.0	35.9	2.3	0.5
13.00	233.6	1.8	2.0	37.9	2.8	0.6
13.50	235.4	1.8	2.1	40.1	3.5	0.6
14.00	237.1	1.7	2.2	42.3	4.2	0.7
14.50	238.8	1.7	2.3	44.6	5.0	0.8
15.00	240.4	1.6	2.4	47.0	5.9	0.9
15.50	242.0	1.6	2.5	49.6	6.9	1.0
16.00	243.5	1.5	2.7	52.2	8.0	1.1
16.50	245.0	1.5	3.0	55.2	9.4	1.3
17.00	246.4	1.5	3.2	58.4	10.9	1.5
17.50	247.9	1.4	3.7	62.1	12.7	1.8
18.00	249.3	1.4	4.4	66.5	15.0	2.3
18.50	250.6	1.4	4.8	71.3	17.7	2.7
19.00	251.9	1.3	6.2	77.6	21.3	3.6
19.50	253.2	1.3	8.9	86.4	26.9	5.5
20.00	254.5	1.3	11.4	97.8	34.5	7.6
20.50	255.7	1.2	27.7	125.6	54.7	20.3
21.00	257.0	1.2	99.1	224.7	138.3	83.6
21.50	258.1	1.2	16.1	240.8	152.8	14.5
22.00	259.3	1.2	7.3	248.1	159.4	6.6

22.50	260.5	1.1	5.4	253.5	164.3	5.0
23.00	261.6	1.1	4.0	257.5	168.0	3.6
23.50	262.7	1.1	3.4	261.0	171.1	3.1
24.00	263.8	1.1	2.8	263.8	173.7	2.6

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ: 100

ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος t [h]	Ωφέλιμο υετό- γραμμά Δh* [mm]	Μοναδιαίο υδρογρά- φημα U [m3/sec]	Υδρογρά- φημα επιφ. απορροής E [m3/sec]	Βασική ροή B [m3/sec]	Συνολικό υδρογρά- φημα I [m3/sec]
0.50	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0
1.50	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0
2.00	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0
2.50	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0
3.00	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0
3.50	0.0	25.7	0.0	0.0	0.0
4.00	0.0	23.4	0.0	0.0	0.0
4.50	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0
5.00	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0
5.50	0.0	16.4	0.0	0.0	0.0
6.00	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
6.50	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0
7.00	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
7.50	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
8.00	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0
8.50	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
9.00	0.1		0.1	0.0	0.1
9.50	0.1		0.2	0.0	0.2
10.00	0.2		0.3	0.0	0.3
10.50	0.2		0.6	0.0	0.6
11.00	0.3		1.0	0.0	1.0
11.50	0.4		1.4	0.0	1.4
12.00	0.4		2.1	0.0	2.1
12.50	0.5		2.8	0.0	2.8
13.00	0.6		3.7	0.0	3.7
13.50	0.6		4.7	0.0	4.7
14.00	0.7		5.8	0.0	5.8
14.50	0.8		7.1	0.0	7.1
15.00	0.9		8.4	0.0	8.4
15.50	1.0		9.9	0.0	9.9
16.00	1.1		11.5	0.0	11.5
16.50	1.3		13.2	0.0	13.2
17.00	1.5		15.1	0.0	15.1
17.50	1.8		17.3	0.0	17.3
18.00	2.3		19.8	0.0	19.8
18.50	2.7		22.8	0.0	22.8
19.00	3.6		26.6	0.0	26.6
19.50	5.5		31.8	0.0	31.8
20.00	7.6		39.1	0.0	39.1
20.50	20.3		53.0	0.0	53.0
21.00	83.6		96.7	0.0	96.7
21.50	14.5		143.8	0.0	143.8
22.00	6.6		192.6	0.0	192.6
22.50	5.0		241.1	0.0	241.1
23.00	3.6		287.8	0.0	287.8
23.50	3.1		330.6	0.0	330.6
24.00	2.6		363.1	0.0	363.1
24.50			345.6	0.0	345.6

25.00	319.1	0.0	319.1
25.50	289.6	0.0	289.6
26.00	257.4	0.0	257.4
26.50	222.8	0.0	222.8
27.00	187.4	0.0	187.4
27.50	150.5	0.0	150.5
28.00	115.2	0.0	115.2
28.50	81.1	0.0	81.1
29.00	48.2	0.0	48.2
29.50	20.6	0.0	20.6
30.00	12.3	0.0	12.3
30.50	7.5	0.0	7.5
31.00	4.1	0.0	4.1
31.50	1.9	0.0	1.9
32.00	0.6	0.0	0.6
32.50	0.0	0.0	0.0

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	263.8
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	173.7
Απώλειες (%) :	34.1
Παροχή αιχμής (m ³ /sec) :	363.1
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	7.23
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	7.23