

M.175

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ
ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

Π Ρ Ο Μ Ε Λ Ε Τ Η

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ
Γ. ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΑΙ

ΙΟΥΛΙΟΣ 1981

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ
ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

Π Ρ Ο Μ Ε Λ Ε Τ Η

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ
Γ. ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΑΙ

ΙΟΥΛΙΟΣ 1981

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
1. ΓΕΝΙΚΑ	1
1.1. Αντικείμενο	1
1.2. Διαθέσιμα στοιχεία	1
1.3. Μορφολογία της περιοχής	2
2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	4
2.1. Έπεξεργασία μεγίστων 24ώρων βροχοπτώσεων σταθμοῦ Νεαπόλεως	4
2.2. Έμπειρική παραγωγή καμπυλῶν $i - t - T$ ἀπὸ τὰ δεδομένα τοῦ σταθμοῦ Νεαπόλεως	5
2.3. Σύγκριση τῶν μεγίστων βροχοπτώσεων σταθμῶν Νεαπόλεως καί Ἁγίου Γεωργίου	10
2.4. Στατιστική ἐπεξεργασία μεγίστων βροχοπτώσεων σταθμοῦ Ἁγίου Γεωργίου	11
2.5. Παραγωγή καμπυλῶν $i-t-T$ σταθμοῦ Ἁγίου Γεωργίου	12
3. ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	14
3.1. Συγκρίσεις	14
3.2. Συμπεράσματα	14
4. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ	16
4.1. Παραδοχές ὑπολογισμοῦ πλημμυρικῶν παροχῶν	16
4.2. Ὑπολογισμός παροχῶν ἐξωτερικῶν λεκανῶν	17
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	19

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ

1.1. Αντικείμενο

Ἡ ὑδρολογικὴ μελέτη αὐτὴ γίνεται στὰ πλαίσια τῆς Μελέτης Ἀποχετεύσεως Νεαπόλεως Λασιθίου πού ἀνατέθηκε στό Γραφεῖο Μελετῶν " Γ.ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΑΙ " ἀπό τό Νομαρχιακό Ταμεῖο Λασιθίου μέ τήν ἀπό 24/1/80 σύμβαση.

Ἡ μελέτη ἔχει σάν ἀντικείμενο τήν ἀξιοποίηση βροχογραφικῶν καί βροχομετρικῶν δεδομένων τῆς περιοχῆς γιά τήν παραγωγή σχέσεων διάρκειας βροχῆς - ἐντάσεως βροχῆς - περιόδου ἐπαναφορᾶς, γιά μερικές διάρκειες βροχῆς. Οἱ σχέσεις αὐτές θά χρησιμοποιηθοῦν γιά τόν ὑπολογισμό τῶν πλημμυρικῶν παροχῶν ὀμβρίων.

Ἐπίσης στό ἀντικείμενο τῆς μελέτης αὐτῆς περιλαμβάνεται καί ἡ ἐκτίμηση τῶν πλημμυρικῶν παροχῶν τῶν ἐξωτερικῶν λεκανῶν ἀπορροῆς τῆς Νεαπόλεως, πού γίνεται καί πάλι μέ βάση τά ἀποτελέσματα τῆς ἐπεξεργασίας τῶν βροχομετρικῶν δεδομένων ἐπειδὴ δέν ὑπάρχουν ὑδρομετρικά στοιχεῖα.

1.2. Διαθέσιμα στοιχεῖα

Στή Νεαπόλιν λειτουργεῖ βροχομετρικός σταθμός τοῦ Ὑπουργείου Γεωργίας. Ὁ σταθμός αὐτός εἶναι ἐξοπλισμένος μόνο μέ βροχόμετρο. Τό ὑψόμετρό του εἶναι + 240 μ. Ὑπάρχουν ἡμερήσια φύλλα βροχομετρικῶν παρατηρήσεων ἀπό τό 1960 μέχρι σήμερα. Ὅπως πρόκυψε ἀπό ἔρευνα τῶν στοιχείων καί τοῦ ἱστορικοῦ τοῦ σταθμοῦ οἱ μετρήσεις μέχρι τό ἔτος 1967 δέν εἶναι ἀξιόπιστες. Στά πλαίσια τῆς μελέτης αὐτῆς χρησιμοποιοῦνται οἱ παρατηρήσεις τῶν ἐτῶν 1968 ἕως καί 1979.

Δεδομένου ὅτι στή μελέτη αὐτὴ τό ἐνδιαφέρον μας περιορίζεται στίς βροχοπτώσεις μικρῆς διαρκείας (10' ἕως 30') τά παραπάνω βροχομετρικά δεδομένα δέν μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν, παρά μόνο μέ χρήση διαφόρων ἐμπειρικῶν μεθόδων καί μέ πιθανότητα μεγάλων ἀνακρίβειῶν.

Γιά τό λόγο αὐτό ἀναζητήθηκαν βροχογραφικοί σταθμοί σέ περιοχή κοντά στή Νεάπολη μέ παρόμοιες κλιματολογικές συνθῆκες.

Ὁ μόνος βροχογραφικός σταθμός τῆς περιοχῆς πού κρίθηκε ὅτι θά μπορούσε νά χρησιμοποιηθεῖ, σάν ἀρκετά ἀντιπροσωπευτικός γιά τήν ἐν λόγω μελέτη, εἶναι ὁ σταθμός Ἁγίου Γεωργίου στό Ὄροπέδιο Λασιθίου. (Βλέπε κεφάλαιο 2.3)

Ο σταθμός του Αγίου Γεωργίου ανήκει στο Υπουργείο Δημοσίων Έργων. Τό ύψομετρό του είναι + 850 μ.

Ο σταθμός λειτουργεί από τό 1967 καί περιλαμβάνει βροχόμετρο καί βροχογράφο μέ εβδομαδιαίες ταινίες. Οί αναγνώσεις τών ταινιών του βροχογράφου γενικά ύπολείπονται από τίς αντίστοιχες μετρήσεις του βροχομέτρου. Γιά τό λόγο αυτό στήν παρούσα μελέτη τά δεδομένα από τόν βροχογράφο πολλαπλασιάζονται μέ κατάλληλο συντελεστή (1,0 έως 1,6) ό όποιος προκύπτει σάν ό λόγος τής μέτρησης του βροχομέτρου γιά τό ύπόψη 24ωρο πρός τήν αντίστοιχη 24ωρη ένδειξη του βροχογράφου.

1.3. Μορφολογία τής περιοχής

1.3.1. Υπέδαφος

Όπως προκύπτει από χάρτη του ΙΓΜΕ, ή περιοχή χαρακτηρίζεται από τή σειρά Φυλλιτών-Χαλαζιτών, ή όποία περιορίζεται από τούς ύποκείμενους πλακώδεις άσβεστολίθους καί τούς ύπερκείμενους δολομίτες καί άσβεστολίθους τής σειράς Γαβρόβου - Τριπόλεως. Τό κύριο τμήμα τής σειράς άποτελείται από άργιλικούς σχιστολίθους, φυλλίτες, χαλαζιακούς φυλλίτες καί χαλαζίτες .

Σέ μικρά βάθη εμφανίζονται τεταρτογενείς άλλούβιοι άποθέσεις.

1.3.2. Ανάγλυφο - Λεκάνες άπορροής

Η Νεάπολη βρίσκεται πάνω στήν κοιλάδα πού σχηματίζεται μεταξύ τών όρέων Σέλενα (Ν.Δ.) καί Κάδιστον (Β.Α.). Μάλιστα ή θέση της είναι στό ψηλότερο σημείο κατά μήκος τής κοιλάδας (μέσο ύψόμετρο: + 240 μ.) . Από τήν περιοχή ξεκινούν δύο χείμαρροι, πού διασχίζουν τήν κοιλάδα κατά τίς δύο αντίθετες κατευθύνσεις. Ο πρώτος, μέ κατεύθυνση πρός Ν.Α. (Ήροπόταμος, συμβολίζεται μέ Ξ), έκβάλλει στόν κόλπο Μιρμπέλλου καί ό δεύτερος μέ κατεύθυνση πρός Β.Δ., (συμβολίζεται μέ Μ), έκβάλλει στόν κόλπο Μαλίων, κοντά στή Μίλατο.

Ο χείμαρρος Μ έχει μεγαλύτερη σημασία, γιατί ή λεκάνη άπορροής του καταλαμβάνει τό μεγαλύτερο τμήμα τής πόλεως. Η λεκάνη αυτή χωρίζεται σέ μικρές ύπολεκάνες, οί όποιες καταλαμβάνουν έκτός από τμήματα τής πόλεως καί τίς κλιτύες τής κοιλάδας, Β.Α. καί Ν.Δ. τής Νεαπόλεως. Οί ύπολεκάνες διατρέχονται από μικροχειμάρρους καί μισγάγγειες πού συμβάλλουν στό Μ διασχίζοντας τήν πόλη καί πού αναλυτικά είναι οί ακόλουθοι:

α) Στήν περιοχή Ν.Δ. του Μ

- α₁. Χείμαρρος 1Μ, μέ λεκάνη άπορροής έξωτερικά από τήν πόλη, 18,6 έκταρ.
- α₂. Χείμαρρος 2Μ, μέ έξωτερική λεκάνη άπορροής 136,3 έκταρίων.
- α₃. Χείμαρρος 3Μ, μέ έξωτερική λεκάνη άπορροής 26,3 έκταρίων. Ο χείμαρρος έχει έκτραπεί μέ περιμετρικό έργο πρός τόν 2Μ

β) Στήν περιοχή Β.Α. του Μ

- β₁. Χείμαρρος 4Μ, μέ έξωτερική λεκάνη άπορροής 80,0 έκταρίων.
- β₂. Χείμαρρος 5Μ, μέ έξωτερική λεκάνη άπορροής 27,7 έκταρίων.

β₃.Μισγάγγεια 6Μ, με έξωτερική λεκάνη άπορροής 34,0 έκταρίων.

β₄.Μισγάγγεια 7Μ, με έξωτερική λεκάνη άπορροής 13,3 έκταρίων.

Όλοι οί χείμαρροι χαρακτηρίζονται από μηδενική ροή βάσειως και πολύ μικρές ή μηδαμινές ποσότητες στερεοπαροχής κατά τίς πλημμύρες.Οί περισσότεροι από τούς παραπάνω χείμαρρους έχουν μεγάλη σημασία για τή μελέτη άποχετεύσεως τής Νεαπόλεως,έπειδή διασχίζουν τήν πόλη και άπαιτείται ή διευθέτηση τής κοίτης τους,άλλά και γιατί άποτελοῦν άποδέκτες όμβρίων.

Τά παραπάνω φαίνονται στό χάρτη τής περιοχής σε κλίμακα 1:50.000 .

1.3.3. Φυτοκάλυψη

Τά τμήματα τών λεκανών άπορροής,πού βρίσκονται νοτιοδυτικά τής πόλεως είναι καλυμμένα με έλαιώνες.Τά τμήματα πού βρίσκονται βορειοανατολικά τής πόλεως είναι γυμνά ή με έλάχιστη κάλυψη.

2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.1. Έπεξεργασία μεγίστων 24ώρων βροχοπτώσεων σταθμοῦ Νεαπόλεως

Από τὰ δελτία παρατηρήσεων τῶν σταθμῶν Νεαπόλεως καί Ἀγίου Γεωργίου πρό-
κύπτουν τὰ παρακάτω χρήσιμα γιά τήν παραπέρα ἀνάλυση βασικά ὑδρολογικά στοιχεῖα
σέ ἐτήσια βάση

Ὑδρολογι- κό Ἔτος	ΝΕΑΠΟΛΗ			ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ		
	Ἐτήσιος ἀριθμός βροχερῶν ἡμερῶν μέ $h > 1mm$	Μέγιστο ῦψος 24ωρης βροχῆς mm	Ἐτήσιο ῦψος βροχῆς mm	Ἐτήσιος ἀριθμός βροχερῶν ἡμερῶν μέ $h > 1mm$	Μέγιστο ῦψος 24ωρης βροχῆς mm	Ἐτήσιο ῦψος βροχῆς mm
1967-68	—	—	—	117	72,3	1351,6
1968-69	46	102,0	1185,9	113	170,0	1405,0
1969-70	39	100,2	591,5	76	96,8	1011,8
1970-71	56	46,2	752,1	95	120,0	1216,7
1971-72	38	98,0	626,4	86	130,0	1064,3
1972-73	38	70,3	834,8	90	90,6	1059,6
1973-74	28	72,5	569,9	84	96,6	971,5
1974-75	36	90,2	715,8	96	98,4	1111,7
1975-76	38	120,0	1039,2	86	107,8	1205,4
1976-77	30	240,0	945,0	72	130,2	941,0
1977-78	34	111,0	954,9	83	156,3	1452,2
1978-79	38	70,0	890,0	97	96,2	1058,3
1979-80	—	—	—	100	84,3	1254,9
Μέση Τιμή	38	101,9	826,5	92	111,5	1161,9

Παρόλο ὅτι ἡ ἐπεξεργασία τῶν μεγίστων 24ώρων ὑψῶν βροχῆς τοῦ σταθμοῦ Νεα-
πόλεως δέν εἶναι ἀπαραίτητη γιά τήν παρούσα μελέτη, αὐτή γίνεται γιά λόγους συ-
γκρίσεως .

Θά θεωρήσουμε ὅτι ἡ κατανομή τῶν μεγίστων 24ώρων ὑψῶν βροχῆς εἶναι τύπου
I (Gumbel), ὁπότε περιγράφεται ἀπό τή σχέση :

$$F_1(h) = \frac{1}{T} = 1 - \exp(-\exp(-\alpha(h-h_0)))$$

ὅπου α καί h_0 παράμετροι, πού ὑπολογίζονται ἀπό τό δείγμα μέ τή μέθοδο τῶν ρο-
πῶν, ὁπότε προκύπτει

$$\alpha = 1/0,780 \cdot \sigma$$

$$h_0 = m_1 - 0,577/\alpha$$

Δεδομένου ότι τα διαθέσιμα μέγιστα 24ωρα ύψη βροχής πρόκυψαν από μία μόνο μέτρηση και όχι από άθροιση περισσοτέρων, πρέπει να πολλαπλασιαστούν με κάποιο συντελεστή άναγωγής, μεγαλύτερο από 1.

Ακολουθώντας τους Linsley, Kohler and Paulus ("Hydrology for Engineers, σελ. 357) θα πολλαπλασιάσουμε τα μετρημένα ύψη επί 1,13.

Από προκαταρκτική στατιστική έπεξεργασία πρόκυψε ότι τό ύψος βροχής του έτους 1976-77 (h=240 mm) είναι έξαιρετικό και έτσι δέν θα συμπεριληφθεϊ στό δείγμα πρός έπεξεργασία, σάν όχι ίσοπίθανο μέ τά υπόλοιπα στοιχεία.

Μέ βάση τίς παραπάνω παρατηρήσεις οί ύπολογισμοί δίνουν για τό δείγμα 10 έτών του σταθμού Νεαπόλεως

Μέση τιμή $\bar{h} = 99,5 \text{ mm}$

Τυπ. απόκλιση $\sigma = 25,6 \text{ mm}$

Παράμετροι $\alpha = 0,050$

$h_0 = 88,0$

Έτσι ό παραπάνω τύπος παίρνει τή μορφή

$$F(h) = \frac{1}{T} = 1 - \exp(-\exp(-0,050(h-88,0)))$$

Γιά διάφορες χαρακτηριστικές τιμές του T προκύπτουν οί παρακάτω τιμές του h

Περίοδος έπαναφοράς	T	2	5	10	20	50	100
Μέγιστο 24ωρο ύψος βροχής h		95,3	117,9	132,9	147,3	165,9	179,9

Η περίοδος έπαναφοράς τής μετρήσεως πού έξαιρέθηκε (h = 240mm) προκύπτει μέ βάση τόν παραπάνω τύπο ότι είναι $T \cong 2000$

2.2. Έμπειρική παραγωγή καμπυλών i-t-T από τά δεδομένα του σταθμού Νεαπόλεως

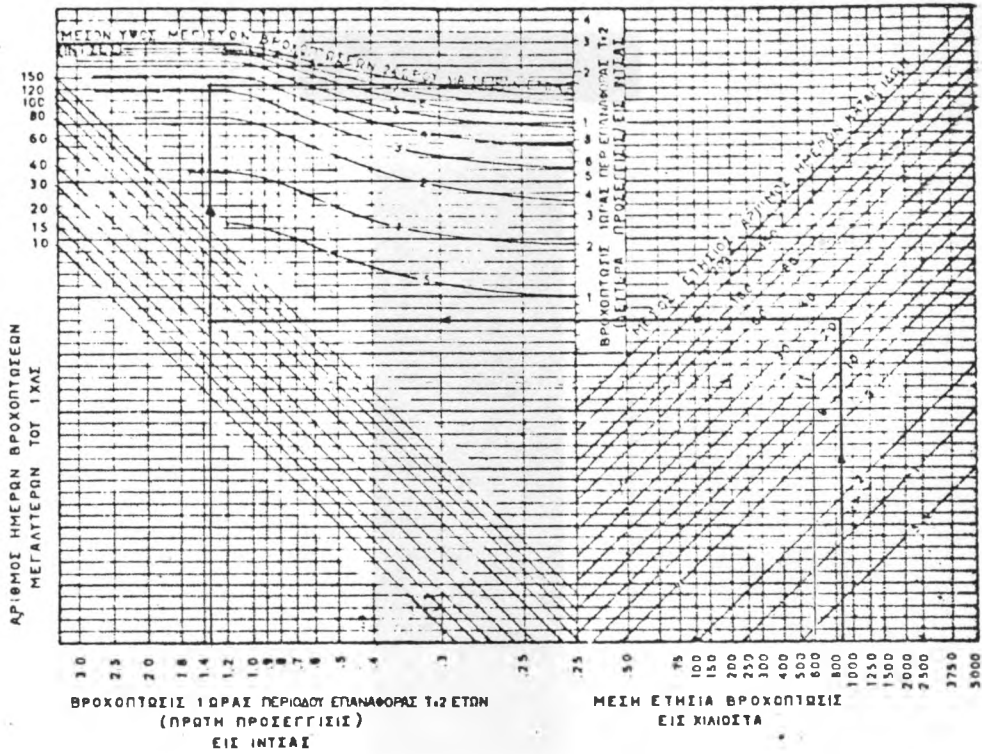
2.2.1. Μέθοδος έπεξεργασίας

Η παρακάτω άνάλυση έχει γίνει στή φάση τής προκαταρκτικής μελέτης και τά άποτελέσματα της είχαν χρησιμοποιηθεϊ για τή διαστασιολόγηση του δικτύου όμβρίων.

Τό δείγμα τών βροχομετρικών παρατηρήσεων, λόγω τής μεγάλης και άνακριβοϋς χρονικής κλίμακας τών παρατηρήσεων δέν επιτρέπει τήν άμεση, μετά από στατιστική έπεξεργασία του, παραγωγή τών καμπυλών i-t-T , για μικρές χρονικές διάρκειες t .

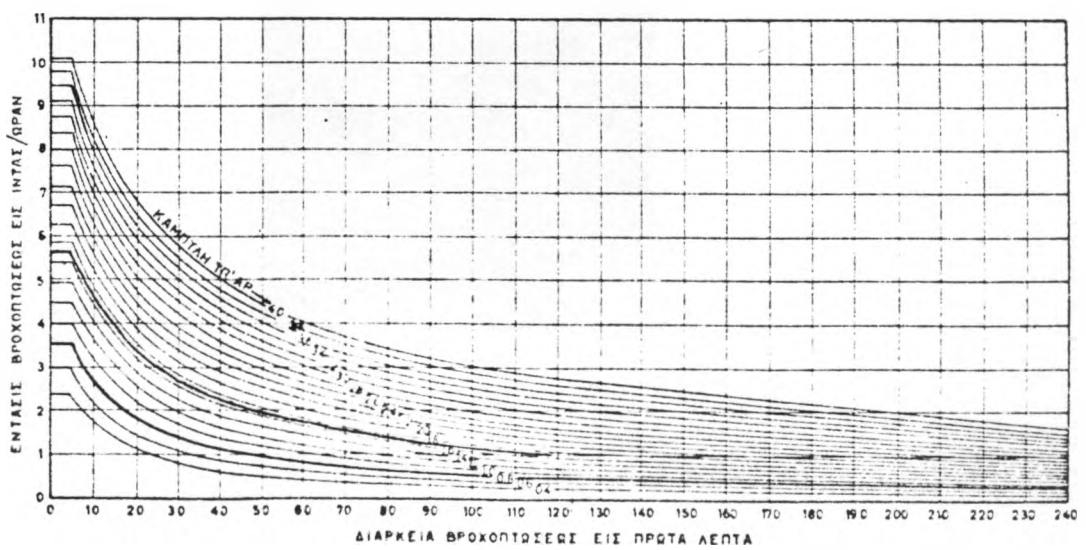
Γιά τό λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε ή μέθοδος του Σώματος Μηχανικών Άμερικανικού Στρατού (Corps of Engineers) , πού δίνει μία καμπύλη i - t για T = 2 έτη . Η μέθοδος είναι έμπειρική και τά δεδομένα πού χρησιμοποιούνται για τήν έφαρμογή της είναι :

Δ Ι Α Γ Ρ Α Μ Μ Α 1



ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΩΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΣ 1ΩΡΑΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ 1.2ΕΤΩΝ

Δ Ι Α Γ Ρ Α Μ Μ Α 2



ΒΑΣΙΚΑΙ ΚΑΜΠΥΛΑΙ ΕΝΤΑΣΕΩΣ - ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΣ (T=2)

1. Τό μέσο ετήσιο ύψος βροχής
2. 'Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών καταιγίδας
3. 'Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών μέ ύψος βροχής μεγαλύτερο από 1mm
4. Τό μέσο ύψος μεγίστων βροχοπτώσεων 24ώρου για σειρά ετών

'Από τά στοιχειά αυτά υπολογίζεται από τό διάγραμμα 1 ή ένταση βροχής διάρκειας 1 ώρας καί περιόδου έπαναφοράς $T=2$. Μέ τήν τιμή τής έντάσεως αύτης δίνε-ται από τό διάγραμμα 2 ή αντίστοιχη καμπύλη $i-t$ για $T=2$.

2.2.2. Έφαρμογή τής μεθόδου

Τά απαιτούμενα μεγέθη για τήν έφαρμογή τής μεθόδου είναι:

1. Μέσο ετήσιο ύψος βροχής = 826,5 mm (βλ.πίνακα κεφαλαίου 2.1.)
2. Μέσος ετήσιος αριθμός ημερών μέ ύψος βροχής μεγαλύτερο του 1,0mm = 38 (βλ.πίνακα κεφαλαίου 2.1.)
3. Μέσο ύψος μεγίστων βροχοπτώσεων 24ώρου = 8,80 mm = 3,47 in

Γιά τόν ύπολογισμό τής τιμής αύτης δέν λήφθηκε ύπόψη τό στοιχείο $h=240$ mm, για τούς λόγους πού αναφέρθηκαν παραπάνω.Σημειώνουμε ότι έδω τά δεδομένα δέν πολλαπλασιάστηκαν μέ τόν συντελεστή 1,13 , γιατί ή έφαρμογή τής μεθόδου δέν τό προ-υποθέτει.

4. Μέσος ετήσιος αριθμός ημερών καταιγίδας = 20 . 'Η τιμή αύτή δέ μπορεί νά προκύψει από τά δελτία παρατηρήσεων του βροχομετρικού σταθμού καί για τό λό-γο αυτό ή έκτίμηση είναι ύποκειμενική,καί στηρίζεται σέ επί τόπου έρευνα."Αλλω-στε ή τιμή αύτή δέν έχει ιδιαίτερη επίπτωση στό άποτέλεσμα, πράγμα πού φαίνεται από σχετική διερεύνηση του διαγράμματος 1.

'Από τά παραπάνω προκύπτει ή παρακάτω τιμή για τό ύψος βροχής 1 ώρας καί πε-ριόδου έπαναφοράς 2 ετών

Πρώτη προσέγγιση : $h = 1,3$ in

Δεύτερη προσέγγιση : $h = 1,7$ in

Τέλος από τίς καμπύλες του διαγράμματος 2 εκλέγεται αύτή πού αντιστοιχεί σέ ύψος $h = 1,7$ in . 'Η καμπύλη αύτή χαράσσεται σέ μεγαλύτερη κλίμακα καί σέ μονά-δες του μετρικού συστήματος στό διάγραμμα 3.

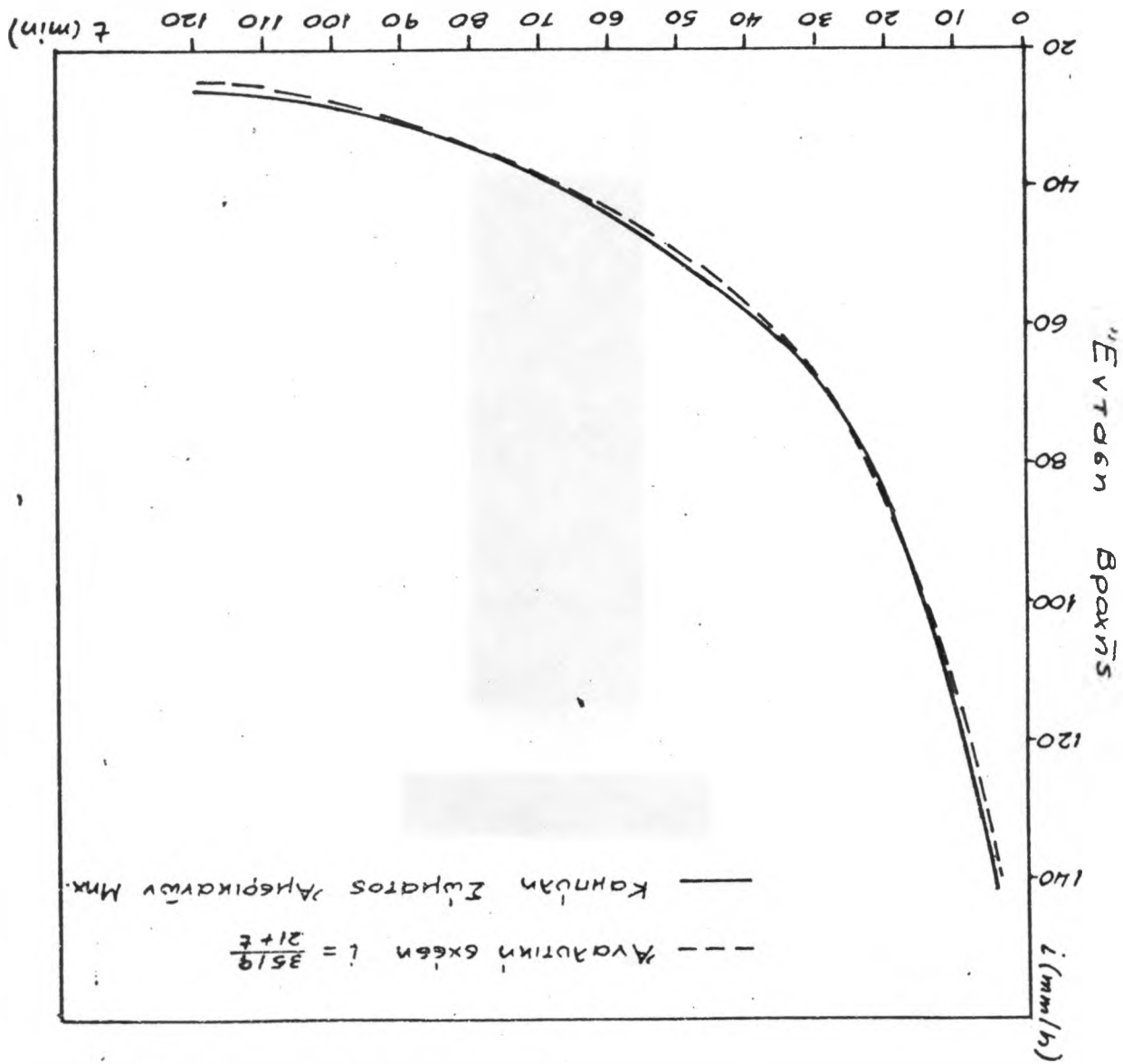
Στό ίδιο διάγραμμα χαράσσεται καί ή προσαρμοσμένη σχέση

$$i = \frac{3519}{21+t} \quad (i \text{ σέ mm/h , } t \text{ σέ min })$$

πού βρέθηκε μέ χρήση τής μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων μέ έξίσωση αναφοράς τήν $1/i = at + \beta$. 'Η προσαρμογή είναι απόλυτα ίκανοποιητική.

Διάγραμμα 3
 Ξέση 1-τ για T=2

Χρόνος Εποχής



2.2.3. Έπέκταση για μεγαλύτερες περιόδους Έπαναφορᾶς

Γίνεται δεκτή ή έμπειρική σχέση $i-t-T$ τῆς μορφῆς

$$i = \frac{A T^m}{t + B}$$

Γιά τίς σταθερές A, B, m εἶναι ἤδη γνωστό (ἀπό τή σχέση $i-t$ γιά $T=2$) ὅτι $B = 21$

$$A 2^m = 3519$$

Γιά τόν ὑπολογισμό τῶν A καί m κάνουμε χρήση τῶν ἤδη καταρτισμένων καμπυλῶν $i - t - T$, γειτονικῶν πόλεων, ἤτοι τοῦ Ἁγίου Νικολάου, τῆς Σητείας καί τῆς Ἱεράπετρας.

Προκύπτει ὅτι οἱ λόγοι

$$\alpha_1 = \frac{i (T=5)}{i (T=2)} \quad \text{καί} \quad \alpha_2 = \frac{i (T=10)}{i (T=2)}$$

εἶναι περίπου σταθεροί γιά ὅλες τίς παραπάνω πόλεις καί ἔχουν μέσες τιμές :

$$\alpha_1 = 1,35 \quad , \quad \alpha_2 = 1,62$$

Δεχόμαστε ὅτι οἱ τιμές αὐτές ἰσχύουν καί γιά τίς δικές μας καμπύλες, καί χρησιμοποιώντας τή σχέση

$$i = \frac{A T^m}{t + B} \quad , \quad \text{προκύπτει}$$

$$\alpha_1 = \left(\frac{5}{2}\right)^m \quad \alpha_2 = \left(\frac{10}{2}\right)^m$$

Τίθεται $m = 0,30$ πού δίνει τίς τιμές

$$\alpha_1 = 1,32 \quad \text{καί} \quad \alpha_2 = 1,62$$

τότε προκύπτει $A = 2858$ (ἀπό τή σχέση $A \cdot 2^m = 3519$)

Ἔτσι τελικά ἡ σχέση $i-t-T$ παίρνει τή μορφή

$$i = \frac{2858 T^{0,3}}{21 + t}$$

(i σέ km/h , t σέ min.)

Εἰδικότερα,

$$\text{γιά } T=2, \quad i = \frac{3519}{21 + t}$$

$$\text{γιά } T=5, \quad i = \frac{4632}{21 + t}$$

για $T=10$

$$i = \frac{5700}{21 + t}$$

Για διάφορες χαρακτηριστικές τιμές του χρόνου t έχουμε τις παρακάτω τιμές της μέγιστης έντασης

t min	$T = 2$	$T = 5$	$T = 10$
10	113,5	149,4	183,9
20	85,8	113,0	139,0
30	69,0	90,8	111,8

Συγκρίνοντας τις τιμές αυτές με τιμές άλλων σταθμών (βλέπε πίνακα κεφαλαίου 3.1.) παρατηρούμε ότι είναι υπερβολικές , φθάνοντας σε ορισμένες περιπτώσεις να είναι υπερδιπλάσιες από τις άλλες.

2.3. Σύγκριση των μεγίστων βροχοπτώσεων σταθμών Νεαπόλεως καί Ἁγίου Γεωργίου

Ἡ παραπάνω ἀνάλυση στηρίχθηκε μόνο σέ βροχομετρικά δεδομένα καί ἐπομένως εἶναι δυνατό τά ἀποτελέσματά της νά ἔχουν μεγάλη ἀνακρίβεια.

Γιά τό λόγο αὐτό θεωρήθηκε σκόπιμο νά ἐξετασθοῦν τά βροχογραφικά δεδομένα τοῦ σταθμοῦ Ἁγίου Γεωργίου. Ὁ σταθμός Ἁγίου Γεωργίου βρίσκεται στό Ὀροπέδιο Λασιθίου καί εἶναι ὁ κοντινότερος στή Νεάπολη βροχογραφικός σταθμός.

Γιά νά ἐλεγχθεῖ κατά πόσο ὁ σταθμός Ἁγίου Γεωργίου εἶναι ἀντιπροσωπευτικός γιά τήν Νεάπολη χρησιμοποιεῖται καί πάλι ἡ ἐμπειρική μέθοδος τοῦ Σώματος Μηχανικῶν Ἀμερικανικοῦ Στρατοῦ.

Ἀπό τόν πίνακα τοῦ κεφαλαίου 2.1. προκύπτουν τά παρακάτω δεδομένα γιά τήν ἐφαρμογή τῆς μεθόδου στό σταθμό Ἁγίου Γεωργίου

1. Μέσο ἐτήσιο ὕψος βροχῆς = 1161,9 mm
2. Μέσος ἐτήσιος ἀριθμός βροχερῶν ἡμερῶν: 92
3. Μέσο μέγιστο ἐτήσιο ὕψος 24ώρου 111,5 mm = 4,39 in
4. Μέσος ἐτήσιος ἀριθμός ἡμερῶν καταιγίδας = 30 (κατ'ἐκτίμηση)

Ἀπό τό διάγραμμα 1 τοῦ κεφαλαίου 2.2 προκύπτει τό ὕψος βροχοπτώσεως 1 ὥρας περιόδου ἐπαναφορᾶς $T = 2$:

$$h = 2,0 \text{ in}$$

Τό ἀντίστοιχο ὕψος τοῦ σταθμοῦ Νεαπόλεως εἶναι 1,7 in

Ἀπό τά παραπάνω προκύπτει ὅτι τά ἀποτελέσματα τῶν δύο σταθμῶν εἶναι τῆς ἴδιας τάξεως μεγέθους. Μάλιστα πρέπει νά περιμένουμε ὅτι οἱ ἐντάσεις τῆς Νεαπόλεως θά εἶναι λίγο μικρότερες ἀπό τίς ἀντίστοιχες τοῦ Ἁγ. Γεωργίου.

2.4. Στατιστική έπεξεργασία μεγίστων βροχοπτώσεων σταθμού

Άγιου Γεωργίου.

2.4.1. Δεδομένα

Όπως αναφέρθηκε ήδη ο βροχογράφος του Άγιου Γεωργίου λειτουργεί με εβδομαδιαίες ταινίες. Επομένως δεν μπορούμε να κάνουμε αναγνώσεις για διάρκειες μικρότερες της 1 ώρας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται εδώ είναι μέγιστα έτησια ύψη βροχών για διάρκειες 1,2 και 4 ωρών.

Τά ύψη και οι έντάσεις για μικρότερες διάρκειες θα προκύψουν από επέκταση των σχέσεων που θα βρεθούν από τις παραπάνω διάρκειες.

Στόν πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι τιμές των μεγίστων έτησιών βροχοπτώσεων της περιόδου 1967-1980 . (13 υδρολογικά έτη)

Οι τιμές αυτές πρόκυψαν με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο κεφάλαιο 1.2., δηλαδή με πολλαπλασιασμό των τιμών της ταινίας επί κατάλληλο συντελεστή άναγωγής. Ο συντελεστής αυτός πρόκυψε, για κάθε βροχόπτωση, σαν ο λόγος της μετρησης του βροχομέτρου του ύπόψη 24ώρου προς την συνολική 24ωρη ένδειξη του βροχογράφου, για τό ίδιο 24ωρο.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ (mm)

Υδρολ. έτος	Διάρκεια (min)		
	60'	120'	240'
1967-68	30,0	47,0	52,0
1968-69	32,0	43,0	79,0
1969-70	38,0	58,0	58,0
1970-71	23,0	30,0	38,0
1971-72	27,0	43,0	51,0
1972-73	35,0	51,0	72,0
1973-74	21,0	28,0	39,0
1974-75	17,0	25,0	40,0
1975-76	41,0	51,0	74,0
1976-77	32,0	44,0	45,0
1977-78	26,0	42,0	70,0
1978-79	34,0	44,0	48,0
1979-80	27,0	30,0	51,0
Μέση τιμή	29,46	41,23	55,15
Τυπ. απόκλιση	6,85	10,00	14,20

2.4.2. Έπεξεργασία

Υποτίθεται ότι οι έτήσιες μέγιστες βροχοπτώσεις ακολουθούν την κατανομή Gumbel.

Ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 2.1., υπολογίζουμε τις παραμέτρους a και h_0 της σχέσεως :

$$F_1(h) = 1/T = \exp(-\exp(-a(x-x_0)))$$

Οι τιμές των παραμέτρων είναι οι παρακάτω

t	=	60'	120'	240'
a	=	0,187	0,127	0,0903
h_0	=	26,38	36,70	48,76

Η υπόθεση ότι τα υπό μελέτη μεγέθη ακολουθούν την κατανομή Gumbel ελέγχεται με το γνωστό τεστ χ^2 . Έτσι π.χ. για $t = 240'$ και για 4 κλάσεις ίσου θεωρητικού δυναμικού, έχουμε :

Όρια πιθανότητας $\alpha_i < F < \beta_i$	Όρια κλάσεως * $\gamma_i < h < \delta_i$	Θεωρητικό Δυναμικό l_i	Πραγματικό Δυναμικό n_i	$\frac{(n_i - l_i)^2}{l_i}$
0 - 0,25	0 - 45,1	13/4=3,25	4	0,17
0,25 - 0,50	45,1 - 52,8	3,25	4	0,17
0,50 - 0,75	52,8 - 62,6	3,25	1	1,56
0,75 - 1,00	62,6 - ∞	3,25	4	0,17
		$\Sigma = 13$	13	$\chi^2 = 2,07$

$$\begin{aligned} \text{Βαθμοί έλευθερίας} &= (\text{άριθμός κλάσεων}) - (\text{άριθμός παραμέτρων}) - 1 = \\ &= 4 - 2 - 1 = 1 \end{aligned}$$

Για 1 βαθμό έλευθερίας προκύπτει $F_1(\chi^2) > 0,10 > 0,05$ και έπομένως ή υπόθεση δέν άπορρίπτεται.

* Υπολογίζονται άπό τή σχέση του Gumbel, για $a = 0,0903$, $h_0 = 48,76$, μέ γνωστές τις τιμές των $F = 1 - F_1$

2.5. Παραγωγή καμπυλών $i - t - T$ σταθμού 'Αγίου Γεωργίου

Άπό τις σχέσεις τής προηγούμενης παραγράφου προκύπτουν, για διάφορες τιμές τής περιόδου έπαναφοράς, οι παρακάτω τιμές των μεγίστων ύψών βροχής (h).

Μέγιστα "Υψη Βροχής h (m m)

T \ t	60'	120'	240'
2	28,3	39,6	52,8
5	34,4	48,5	65,4
10	38,4	54,4	73,7

Στά δεδομένα αυτά προσαρμόζονται έκθετικές σχέσεις της μορφής

$$h = at^{\beta} \quad (h \text{ σε } m m , t \text{ σε } min)$$

μέ τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων πού αντίστοιχα τροποποιούνται για να δίνουν έντάσεις σε

$$i = at^{1-\beta} \quad (i \text{ σε } m m / min , t \text{ σε } min)$$

$$i = 60 at^{1-\beta} \quad (i \text{ σε } m m / h , t \text{ σε } min)$$

προκύπτουν τελικά οί παρακάτω σχέσεις

T	Σχέση h - t	Συντελ. συσχέτισεως	Σχέση i - t
2	$h = 4,522 t^{0,450}$	0,999	$i = 271,3 t^{-0,550}$
5	$h = 5,197 t^{0,463}$	0,999	$i = 311,8 t^{-0,537}$
10	$h = 5,641 t^{0,470}$	0,999	$i = 338,5 t^{-0,530}$

3. ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

3.1. Συγκρίσεις

Στόν παρακάτω πίνακα φαίνονται οί μέγιστες τιμές τών έντάσεων βροχής, γιά χαρακτηριστικές τιμές τής περιόδου έπαναφορᾶς καί τοῦ χρόνου βροχής, τής Νεαπόλεως (έμπειρικές σχέσεις), τοῦ Ἁγίου Γεωργίου (στατιστικές σχέσεις), κα- θώς καί ἄλλων σταθμῶν τοῦ νομοῦ Λασιθίου, ὅπως πρόκυψαν ἀπό τίς οἰκεῖες μελέ- τες (Στήν Ἱεράπετρα χρησιμοποιήθηκαν δύο σχέσεις καί γι' αὐτό δίδονται δύο εἰδῶν τιμές)

T ἔτη t min	2			5			10		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Νεάπολη (έμπειρ.)	113,5	85,8	69,0	149,4	113,0	90,8	183,9	139,0	111,8
Ἁγ. Γεώργιος (στατ)	76,5	52,2	41,8	90,5	62,4	50,2	99,9	69,2	55,8
Ἁγ. Νικόλαος	65,4	46,8	36,0	88,8	63,0	48,0	—	—	—
Σητεία	48,6	37,8	30,6	78,6	55,2	45,0	94,8	66,6	54,0
Ἱεράπετρα (ὑπερβ.)	55,8	49,2	43,8	74,4	64,8	57,6	88,2	76,8	68,4
Ἱεράπετρα (έκθετ.)	70,2	49,2	40,2	87,0	62,4	51,0	104,4	73,8	60,6

Παρατηροῦμε ὅτι :

1) Οἱ έντάσεις τών τριῶν σταθμῶν Ἁγίου Νικολάου , Σητείας , Ἱεραπέτρας εἶναι τής ἰοῖας τάξεως μεγέθους.

2) Οἱ τιμές τών έντάσεων τής Νεαπόλεως πού προέκυψαν ἀπό τήν έμπειρική έπεξεργασία εἶναι περίπου διπλάσιες ἀπό τίς ἄλλες τιμές.

3) Οἱ τιμές τών έντάσεων τοῦ Ἁγίου Γεωργίου πού προέκυψαν ἀπό στατιστική έπεξεργασία εἶναι γενικά μεγαλύτερες ἀπό τίς αντίστοιχες τιμές τών τριῶν στα- θμῶν (Ἁγ. Νικολάου, σητείας, Ἱεράπετρας) ἀλλά διαφέρουν ἀπό αὐτές κατά μικρό μόνο ποσοστό.

4) Προκειμένου νά προσδιορίσουμε τήν ἀκρίβεια τής έμπειρικής μεθόδου πού χρησιμοποιήθηκε συγκρίνουμε τά ὕψη βροχής 1 ὥρας καί περιόδου έπαναφορᾶς T=2 τοῦ Ἁγίου Γεωργίου, ὅπως προέκυψαν ἀπό τίς διάφορες σχέσεις πού χρησιμοποιή- θηκαν

α) Ἐμπειρική σχέση $h = 2,0 \text{ in} = 50,8 \text{ mm}$

β) Σχέση Gumbel $h = 28,3 \text{ mm}$

γ) Ἐκθετική σχέση $h = 28,5 \text{ mm}$

3.2. Συμπεράσματα

1) Ἀπό τή σύγκριση τής προηγουμένης παραγράφου γίνεται καταφανές ὅτι τά ἀποτελέσματα τής έμπειρικής μεθόδου εἶναι ἀμφισβητίσιμης ἀκρίβειας.

2) Ένω, με βάση τα αποτελέσματα της εμπειρικής μεθόδου, (βλέπε κεφάλαιο 2.3) περιμένουμε μικρότερες εντάσεις στην Νεάπολη παρά στον Άγιο Γεώργιο, ή αποδοχή των σχέσεων της παραγράφου 2.3. Θα μας οδηγήσει σε αποδοχή διπλασίων περίπου εντάσεων για τη Νεάπολη.

3) Για τους παραπάνω λόγους θα αποδεχτούμε σαν αντιπροσωπευτικές και για τη Νεάπολη τις καμπύλες του σταθμού Άγιου Γεωργίου, που συγκεκριμένα είναι:

$$T = 2 \quad i = 271,3 t^{-0,550}$$

$$T = 5 \quad i = 311,8 t^{-0,537}$$

$$T = 10 \quad i = 338,5 t^{-0,530} \quad (i \text{ σε mm/h}, t \text{ σε min})$$

4. ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ

4.1. Παραδοχές υπολογισμού πλημμυρικών παροχών

1) Οι πλημμυρικές παροχές θα υπολογιστούν με την ὀρθολογική μέθοδο, ἤτοι με ἐφαρμογή τοῦ τύπου

$$Q = 2,78 C i A$$

ὅπου Q ἡ παροχή σέ l/sec

C ὁ συντελεστής ἀπορροῆς

i ἡ ἔνταση τῆς κρίσιμης βροχοπτώσεως σέ mm/h

A ἡ ἐπιφάνεια τῆς λεκάνης ἀπορροῆς σέ Ha

2) Ὁ συντελεστής ἀπορροῆς θεωρεῖται ὅτι παίρνει τίς ἀκόλουθες τιμές

C = 0,50, γιά τίς ἐξωτερικές λεκάνες ἀπορροῆς νοτιοδυτικά τῆς πόλεως
(περιοχή λοφώδης μέ φυτοκάλυψη)

C = 0,60, γιά τίς ἐξωτερικές λεκάνες ἀπορροῆς βορειοανατολικά τῆς πό-
λεως (περιοχή λοφώδης γυμνή)

C = 0,60, στίς ἀστικές λεκάνες ἀπορροῆς, τομεῖς A καί B.

C = 0,50 στίς ἀστικές λεκάνες ἀπορροῆς, τομέας Γ.

3) Ἡ περίοδος ἐπανφορᾶς τῆς κρίσιμης βροχοπτώσεως θεωρεῖται

T = 10 ἔτη, γιά τοὺς χειμάρρους, τοὺς συλλεκτῆρες ὀμβρίων καί τίς περιμε-
τρικές τάφρους

T = 5 ἔτη γιά τοὺς λοιπούς ἀγωγούς ὀμβρίων

T = 2 ἔτη γιά τόν ἔλεγχο ὑφισταμένων δευτερευόντων ἀγωγῶν

4) Ὁ χρόνος βροχῆς θεωρεῖται ἴσος μέ τό χρόνο συρροῆς μέχρι τῆ διατομή
ἐλέγχου.

Γιά τίς ἀστικές λεκάνες ὁ χρόνος συρροῆς θεωρεῖται:

$$t_s = t_{εἰσ} + t_{ροῆς}$$

ὅπου ὁ χρόνος εἰσόδου ἐκτιμᾶται σέ 10 πρῶτα λεπτά, ἐνῶ ὁ χρόνος ροῆς ὑπολο-
γίζεται κατά τόν ὑδραυλικό ὑπολογισμό. Γιά τίς ἐξωτερικές λεκάνες, ὁ χρόνος
συρροῆς ἐκτιμᾶται μέ τόν τύπο τοῦ GIANDOTTI, ἤτοι :

$$t_s = \frac{4\sqrt{A} + 1,5 L}{0,8\sqrt{Z_1 - Z_2}}$$

ὅπου

t_s ὁ χρόνος συρροῆς σέ ὥρες

A ἡ ἐπιφάνεια τῆς λεκάνης σέ τετραγωνικά χιλιόμετρα

L τό μήκος τῆς κύριας μισογάγγειας σέ χιλιόμετρα

Z_1 τό μέσο ὑψόμετρο τῆς λεκάνης σέ μέτρα, καί

Z_2 τό ὑψόμετρο ἐκβολῆς (διατομῆς ὑπό ἔλεγχο) σέ μέτρα.

4.2. Υπολογισμός παροχών εξωτερικῶν λεκανῶν

Οἱ ἐξωτερικὲς λεκάνες ἔχουν περιγραφῆ στο κεφάλαιο 1.3. καὶ φαίνονται στὸν χάρτη 1:50.000.

Τὰ γεωμετρικά τους στοιχεῖα φαίνονται στὸν παρακάτω πίνακα, στὸν ὁποῖο γίνεται καὶ ὁ ὑπολογισμὸς τῶν πλημμυρικῶν παροχῶν, σύμφωνα μὲ τίς παραδοχές τοῦ κεφαλαίου 4.1.

Λεκάνη	A (km ²)	L (km)	Z ₁ (m)	Z ₂ (m)	t (min)	C	i (mm/h)	Q (m ³ /sec)
1M	0,186	0,8	330	270	28	0,50	57,9	1,47
2M	1,363	2,2	460	280	45	0,50	45,0	8,53
3M	0,263	1,5	410	290	29	0,50	56,8	2,08
4M	0,800	1,9	400	250	39	0,60	48,6	6,48
5M	0,277	1,0	340	255	29	0,60	56,8	2,62
6M	0,340	1,5	400	260	29	0,60	56,8	3,22
7M	0,133	0,55	335	280	23	0,60	64,2	1,43

Σητεία 10/2/1981

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Ο ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ

Δ.ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

Γ.ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΑΙ

ΛΕΚΑΝΩΝ

1M:	18.6 Ha
2M:	136,3 Ha
3M:	26.3 Ha
4M:	80.0 Ha
5M:	27.7 Ha
6M:	34.0 Ha
7M:	13.3 Ha



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Θ.Σ. Ξανθόπουλου ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ
Θεσσαλονίκη 1975
2. Martz ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ Τόμος 2 ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ
Έλληνική Έκδοση Μ.Γκιούρδα
3. Ίωαν. Παπαδάκη ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΠΟΛΕΩΝ
Έκδ. Ε.Μ.Π. Αθήνα 1977
4. Ven Te Chow OPEN CHANNEL HYDRAULICS
Mc Graw Hill 1959
5. R.K.Linsley, M.A. Kohler, J.L.H. Paulus HUDROLOGY FOR ENGINNERS
Mc Graw Hill 1975.
6. W.Viessman, J.W.Krapp, G.L. Lewis, T.E. Harbaugh
INTRODUCTION TO HYDROLOGY: Thomas crowll Co, 1977.
7. Daviw-Sorensen HANDBOOK OF APPLIED HYDRAULICS
Mc Graw Hill, 1969.
8. Linsley-Franzini WATER RESOURCES ENGINNERING,
Mc Graw Hill, 1969
9. E. Stell WATER SUPPLY AND SEWERAGE
Mc Graw Hill, 1960
10. Metcalf and Eddy WASTEWATER ENGINEERING
Mc Graw Hill, 1974
11. G.M. Fair, J.C.Geyer, D.A. Okun WATER AND WASTEWATER ENGINEERING
Vol. 1 and 2, Mc John Wiley and Sons Inc, 1968.