

## ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΡΑΓΔΑΙΑΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΤΗΣ 12/1/1997 ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΟΡΙΝΘΟΥ\*

Κ. ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ<sup>1</sup>, Κ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ<sup>2</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετώνται τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της ραγδαίας βροχοπτώσης της 12/1/1997, η οποία προκάλεσε την πλημμύρα στην πόλη της Κορίνθου. Για την ανάλυση της βροχοπτώσης χρησιμοποιούνται τα ωριαία βροχομετρικά στοιχεία του σταθμού του Βελου και με βάση τις χρονοσειρές των μέγιστων ημερών βροχοπτώσης του σταθμού Κορίνθου διάρκειας 5', 10', 30', 1h, 2h, 6h, 12h και 24h προσδιορίστηκαν οι όμβριες καμπύλες για περιόδους επαναφοράς 5, 10, 25, 50 και 100 ετών. Στη διαδικασία ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε η κατανομή Gumbel. Από την αξιολόγηση των στοιχείων προκύπτει ότι, η βροχοπτώση της 12/1/97 ήταν ιδιαίτερα ακραίο καιρικό φαινόμενο με μέγιστη ωριαία ένταση 30mm/h. Το συνολικό ύψος βροχοπτώσης 12-ωρης διάρκειας ήταν 180mm, το συνολικό ύψος 24-ωρης διάρκειας ανήλθε σε 301.8mm και η περίοδος επαναφοράς με βάση τις όμβριες καμπύλες μεγαλύτερη των 100 ετών.

### ABSTRACT

In this paper the quantitative characteristics of a heavy rainfall (January, 12; 1997), which caused the flood in the city of Corinth, are studied. Intense rainfall with disastrous consequences accused over many regions in Greece (Lamia, Argos, Attiki). The rainfall started on January 11<sup>th</sup> at 21:00 and it continued until January 13<sup>th</sup> at 15:40. The hourly values of rainfall measured at Velo station is considered and incremental and cumulative rainfall hyetographs are plotted. Based on the maximum values of rainfall for different duration (5', 10', 30', 1h, 2h, 6h, 12h and 24h) in Corinth station, intensity-duration-frequency curves and depth-duration-frequency curves for a return period of 5, 10, 25, 50 and 100 years are plotted. The Gumbel type I distribution has been used in the analysis of extreme values of data. The fitting of Gumbel distribution is examined with the test- $\chi^2$ . Based on cumulative curve of rainfall event the biggest amount of rainfall appeared between 03:00 and 15:00 (12/1/1997). During this time the flood event appeared.

The evaluation of all data shows that the rainfall event of January, 12; 1997 was an extreme climatic phenomenon with a maximum intensity 31.5 mm/hr. Based on depth-duration curves the return period is over a 100 years. The total depth of rainfall in a 12-hours-interval was 180 mm, while in a 24-hours-interval was 301.8mm. The average monthly rainfall of January at Velo station is 59.3mm and the average annual is 450mm. The total depth of rainfall event on January, 12<sup>th</sup> was 82% of the annual precipitation. This depth is one of the biggest that has appeared in Greece. Such a quantitative analysis may assess useful parameters for designing a master plan of protection of urban and suburban areas against floods.

\* QUANTITATIVE ANALYSIS OF HEAVY RAINFALL (JANUARY, 12; 1997) IN CORINTH REGION (GREECE)

<sup>1</sup> Λρ. Υδρογεωλόγος, Αγίου Νικολάου 35, 20100 Κορίνθος

<sup>2</sup> Υδρογεωλόγος, Μεσσηνίας 10, 26500 Πάτρα

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Υδρολογία, πλημμύρες, βροχοπτώσεις, κατανομή Gumbel, υετογράφημα, ακραίο φαινόμενο, περίοδος επαναφοράς, Κόρινθος.

**KEY WORDS:** Hydrology, floods, rainfalls, Gumbel distribution, hyetographs, extreme event, return period, Corinth, Greece.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πλημμυρικό φαινόμενο της 12/1/1997 ακολούθησε τη ραγδαία βροχοπτώση και έλαβε χώρα σε όλη την παραλιακή ζώνη της Βόρειας Πελοποννήσου, καθώς και άλλες περιοχές της Ελλάδας (Αργος, Λαμία, Αττική). Τις σημαντικότερες όμως καταστροφές υπέστη η πόλη της Κορίνθου, λόγω υπερχείλισης του χειμάρρου Ξηριά. Η παροχή του χειμάρρου Ξηριά, στη λεκάνη απορροής του οποίου βρίσκεται η πόλη της Κορίνθου, δεν ήταν ικανή να παροχετευθεί από την κοίτη του με αποτέλεσμα την υπερχείλιση του, προκαλώντας σημαντικές ζημιές στην Κόρινθο. Η πόλη της Κορίνθου έχει πληγεί και στο παρελθόν από πλημμύρες.

Η βροχοπτώση δεν ήταν όμως η μόνη αιτία πρόκλησης καταστροφών στην Κόρινθο από το πλημμυρικό γεγονός. Οι ανεξέλεγκτες επεμβάσεις που έχουν γίνει στους ποταμοχειμάρρους (μπαζώματα, εγκιβωτισμοί, αμιοληφίες), η απουσία έργων ορεινής υδρονομίας (μικρά φράγματα, λιμνοδέξαμενες), η αποψίλωση των δασών, η ανεπαρκής συντήρηση των αποχετευτικών αγωγών, η οικιστική ανάπτυξη χωρίς πολεοδομικό σχεδιασμό και προγραμματισμό έργων υποδομής και η διάνοιξη οδών με χαμηλές τεχνικές προδιαγραφές διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στις καταστροφές που προξένησε η πλημμύρα της 12/1/1997.

Οι διάφορες ανωμαλίες στην κυκλοφορία των βαρομετρικών συστημάτων και ωκεάνιων ρευμάτων, η καταστροφή των τροπικών δασών, η αύξηση της ποσότητας των αερίων θερμοκηπίου (λόγω παντοειδών καύσεων), η αστικοποίηση και ερημοποίηση τεράστιων εκτάσεων είναι οι βασικότερες αιτίες για την εμφάνιση των ραγδαίων βροχοπτώσεων. Οι κλιματολογικές συνθήκες των τελευταίων ετών σε παγκόσμια βάση έδειξαν ότι, λειψυδρία και πλημμύρες έχουν χωροχρονικά μη προβλέψιμο, αλλά εντεινόμενο ρυθμό επανάληψης (Wiesner, 1970, Μυμίζου, 1990).

Για τον ορθολογικό σχεδιασμό αντιπλημμυρικών έργων απαιτείται η όσο το δυνατόν σωστή εκτίμηση του μέγιστου ύψους βροχοπτώσης για συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς. Ο μη σωστός σχεδιασμός μπορεί να έχει καταστροφικές επιπτώσεις στην κοινωνική και οικονομική ζωή μιας περιοχής ή ακόμα και να χαθούν ανθρώπινες ζωές όπως συνέβη στην πρόσφατη πλημμύρα της Κορίνθου.

Στην παρούσα εργασία γίνεται επεξεργασία και ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων για τη ραγδαία βροχοπτώση της 12/1/97 με βάση τα στοιχεία από τον σταθμό Βέλου. Οι μέγιστες τιμές βροχοπτώσης κάποιας διάρκειας ακολουθούν κατανομή συχνότητας ακραίων τιμών. Χρησιμοποιήθηκε η κατανομή Gumbel τύπου I για τα δεδομένα του σταθμού Κορίνθου (EMY) που διαθέτε βροχογράφο για την περίοδο 1970-1981. Ο σταθμός το έτος 1981 μεταφέρθηκε στο Βέλο. Επίσης εκτιμήθηκε και η περίοδος επαναφοράς με σκοπό τον καλύτερο σχεδιασμό έργων αντιπλημμυρικής προστασίας.

## 2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

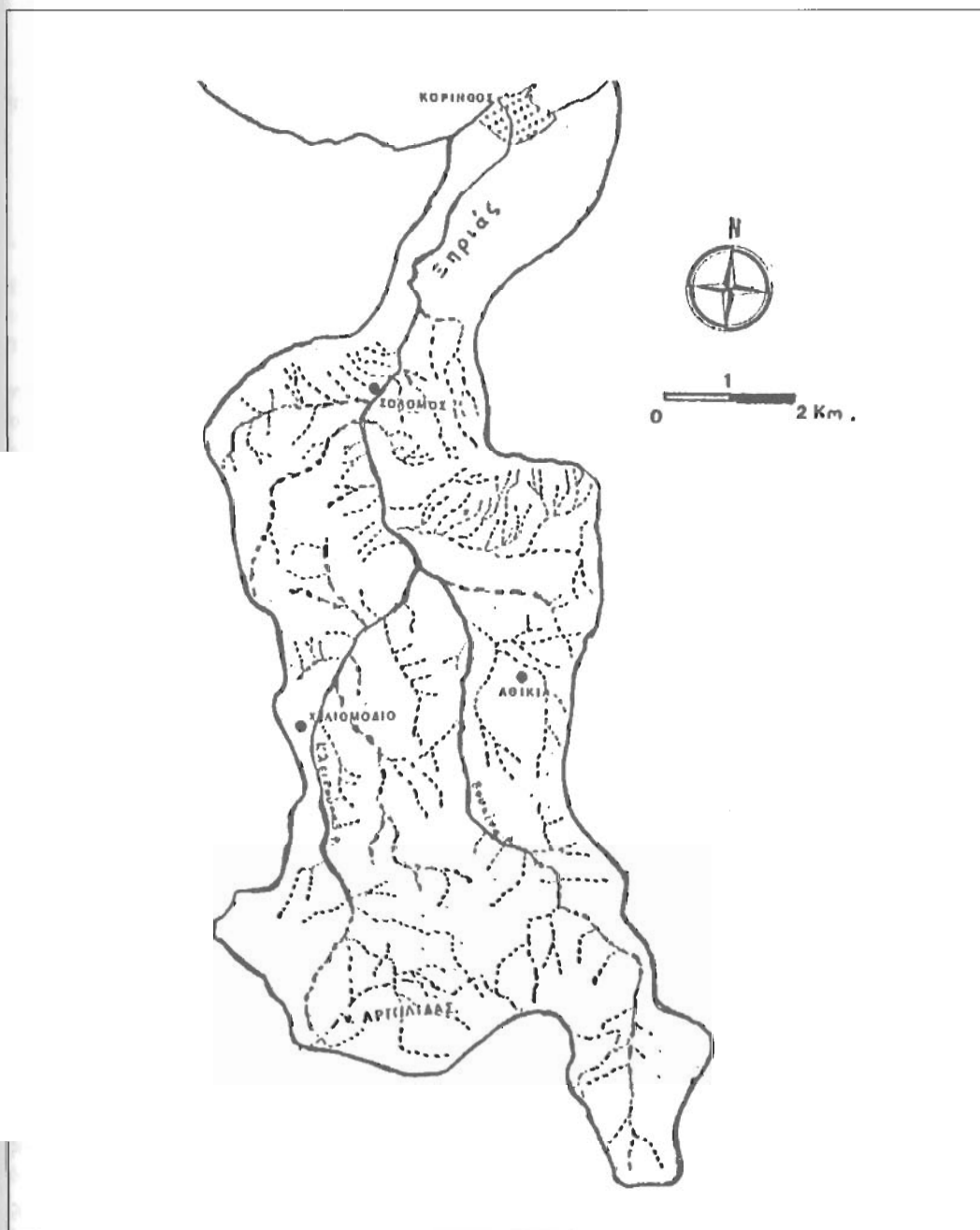
Η λεκάνη απορροής του χειμάρρου Ξηριά (Σχ. 1) καταλαμβάνει συνολική έκταση 165 Km<sup>2</sup> και αποτελείται από δύο συμβάλλοντες κλάδους. Στη λεκάνη απαντώνται οι παρακάτω γεωλογικοί σχηματισμοί (Μάστορης, κ.ά., 1971): ανθρακικά ιζημάτα (αοβεστόλιθοι) που κατέχουν τα υψηλότερα τμήματα της λεκάνης (41%), νεογενείς σχηματισμοί (μάργες με παρεμβολές ψαμμιτών, χροαλοπαγών) σε ποσοστό 37% και τέταρτογενείς αποθέσεις στην πεδινή περιοχή (22%).

Η μέση ετήσια θερμοκρασία σύμφωνα με τα στοιχεία της Ε.Μ.Υ. (Υδρογεωμετρική, 1988) για το σταθμό της Κορίνθου είναι 17,8°C και η μέση ετήσια σχετική υγρασία 69%. Η επικρατούσα διεύθυνση των ανέμων είναι Βόρεια. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών καταιγίδων είναι 8,4 ημέρες.

Ο χειμάρρος Ξηριάς παρουσιάζει σημαντική χειμαιοζοχότητα, λόγω της γεωλογικής σύστασης της λεκάνης, καθώς και της ατομικής σημαντικής βλάστησης.

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την προσαρμογή στατιστικής κατανομής χρησιμοποιούνται τα ταξινομημένα ύψη βροχόπτωσης του σταθμού Κορίνθου διάρκειας 5', 10', 30', 1h, 2h, 6h, 12h, και 24h (Πίν. 1). Εξετάζεται η προσαρμογή της κατανομής Gumbel I (1958) στα δεδομένα αυτά με την εφαρμογή του test- $X^2$ . Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι ικανοποιητικά.



Σχ. 1: Υδρολογική Λεζάνη του χειμάρου Επείρα.

Fig. 1: Catchment area of χειμάρου Επείρα. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Η συνάρτηση της πιθανότητας πιθανότητας της κατανομής Gumbel I δίνεται από την εξίσωση:

$$f(x)=\exp(-e^{-\psi}) \quad (1)$$

Η σχέση που συνδέει την ανηγμένη μεταβλητή  $\psi$  με την τιμή  $x$  της μεταβλητής είναι :

$$\psi=(x-\beta)/\alpha \quad (2)$$

Οι παράμετροι  $\alpha$  και  $\beta$  με τη μέθοδο των ροπών δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\alpha=\sigma/1.283 \quad \text{και} \quad \beta=\mu-0.45\sigma$$

Τα  $\mu, \sigma$  είναι αντίστοιχα ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των τιμών της μεταβλητής.

Η πιθανότητα  $P$  εμφάνισης ενός γεγονότος μεγέθους  $X$  ίσου ή μεγαλύτερου από  $x$  δίνεται από τη σχέση (Chow, 1951, Yevjevich, 1972, Linsley et al., 1975):

$$P(X \leq x) = P(\psi) = \exp(-e^{-\psi}) \quad (3)$$

Επίσης ισχύει ότι:  $P(\psi) = 1 - (1/T)$  όπου  $T$  είναι η περίοδος επαναφοράς.

Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι:

$$\psi = -\ln(-\ln[1-P]) \quad (4)$$

Τέλος το ολικό ύψος βροχόπτωσης για δεδομένη τιμή του  $T$  δίνεται από τη σχέση:

$$x_T = \alpha \cdot \psi + \beta \quad (5)$$

Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι τιμές των παραμέτρων  $\alpha$  και  $\beta$  της κατανομής Gumbel από την εφαρμογή της στα δεδομένα του σταθμού Κορίνθου για διάφορες διάρκειες, καθώς και το μέγιστο ύψος βροχής (mm) για διάφορες περιόδους επαναφοράς. Η εκτίμηση των παραμέτρων της κατανομής έγινε με τη μέθοδο των ροπών με βάση το μέσο όρο και τη σκέδαση της δειγματικής σειράς του μέγιστου  $\chi$  (Davis, 1987, Μιμίζου, 1990, Σακκιάς, 1983, Chow et al., 1988). Η εφαρμογή της μεθόδου του παράγοντα συσχέτισης (Shalin et al., 1993, Οικονόμου κ.ά., 1995) έδωσε μεγαλύτερες τιμές για τα μέγιστα ύψη βροχόπτωσης για τις διάφορες περιόδους επαναφοράς από τη μέθοδο των ροπών ( $x_{100} = 162.1$  mm 12-ωρης διάρκειας και 183.7 mm 24-ωρης).

Οι όμβριες καμπύλες είναι απαραίτητες για τον σχεδιασμό υδραυλικών έργων γιατί συνδέει τα μεγέθη: ένταση βροχόπτωσης (ή ύψος βροχής), διάρκεια και περίοδος επαναφοράς. Ο υπολογισμός γίνεται με την ανάλυση των ετησίων μέγιστων υψών βροχόπτωσης διαφορετικής διάρκειας με βάση την κατανομή αζραίων τιμών τύπου Gumbel I. Για περιόδους επαναφοράς 5, 10, 25, 50 και 100 ετών προσδιορίζονται οι όμβριες καμπύλες από τις σχέσεις:

$$x = a \cdot i^n \quad \text{και} \quad i = a \cdot i^{n-1} \quad (6)$$

όπου:  $x =$  το μέγιστο ύψος βροχόπτωσης (mm) διάρκειας  $t$

$i =$  η ένταση της βροχόπτωσης (mm/h)

$a, n =$  παράμετροι της κατανομής Gumbel I.

Τα  $a, n$  υπολογίζονται με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης στις τιμές των ζευγών  $\log x - \log t$  και  $\log i - \log t$ .

#### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το επεισόδιο της καταγίδας που σημειώθηκε στην Κόρινθο στις 11-12/1/1997 αναλύθηκε με βάση τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Βέλου (EMY). Με βάση τον βροχογράφο του σταθμού το επεισόδιο της βροχής ξεκίνησε στις 11/1/97 και ώρα 21:10 μέχρι 07:00 (καταγίδα) της 12/1/1997. Στη συνέχεια από 07:00 έως 07:50 (βροχή), 09:20 -11:00 (βροχή), 11:10-22:50 (καταγίδα), 22:50-07:40 της 13/1/97 (βροχή), 08:00-11:45 (βροχή) και 12:15-15:40 (βροχή).

Το συνολικό ύψος βροχόπτωσης 12-ωρης διάρκειας ήταν 180 mm, ενώ το συνολικό ύψος βροχής 24-ωρης ανήλθε σε 301.8 mm. Συγκριόμενο με άλλα ακραία γεγονότα βροχόπτωσης στον Ελληνικό χώρο προκύπτει ότι, οι παραπάνω τιμές είναι από τις μεγαλύτερες που έχουν παρατηρηθεί (WMO, 1970, Ανδρεάκος, 1978, Μιτράλη και τις 1-2, 1972, Τριζαφής, 1975, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος", Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

α/α	διάγραμμα βροχής							
	5'	15'	30'	1h	2h	6h	12h	24h
1	23,0	40,8	49,2	55,8	64,9	90,8	118,1	120,2
2	9,7	17,3	20,8	23,6	27,4	38,3	48,9	87,0
3	8,1	14,5	17,4	19,8	23,0	32,2	47,9	66,9
4	8,0	14,2	17,1	19,4	22,6	31,6	47,5	51,5
5	7,5	13,3	16,7	18,2	21,2	29,7	42,6	48,9
6	7,3	13,1	15,7	17,8	20,7	29,0	39,1	47,5
7	6,5	11,6	13,9	15,8	18,3	25,6	30,5	41,8
8	6,1	10,8	13,0	14,7	17,1	23,9	24,3	31,2
9	5,0	9,0	10,8	12,1	14,2	20,8	20,3	25,8
10	5,0	8,9	10,7	12,0	14,1	19,0	19,5	20,3
11	4,5	8,0	9,6	10,9	11,4	11,9	13,1	13,3

**Πίν. 1:** Μέγιστα ετήσια ύψη βροχοπτώσης (mm) στο σταθμό Κορίνθου ταξινομημένα κατά φθίνουσα τάξη μεγέθους (στοιχεία ΕΜΥ, περιόδου 1970-1980).

**Table 1:** Maximum annual rainfall in mm: Corinth station; period 1970-1980. Values is based decreases.

παράμετρος	διάγραμμα							
	5'	15'	30'	1h	2h	6h	12h	24h
μ	8,24	14,68	17,72	20,00	23,29	32,86	41,07	50,40
σ	5,14	9,10	10,98	12,48	14,49	20,08	28,56	31,45
α	4,00	7,09	8,56	9,73	11,30	15,65	22,27	24,43
β	5,93	10,58	12,78	14,38	16,76	23,82	28,21	36,29
$\chi^5$ (mm)	11,9	21,2	25,6	28,9	33,7	47,3	61,6	72,9
$\chi^{10}$ (mm)	14,9	26,5	32,0	36,3	42,2	59,0	78,3	91,3
$\chi^{25}$ (mm)	18,7	33,2	40,1	45,5	52,9	73,9	99,4	114,4
$\chi^{50}$ (mm)	21,5	38,2	46,2	52,3	60,8	84,9	115,2	131,6
$\chi^{100}$ (mm)	24,3	43,2	52,1	59,2	68,7	95,8	130,6	148,7

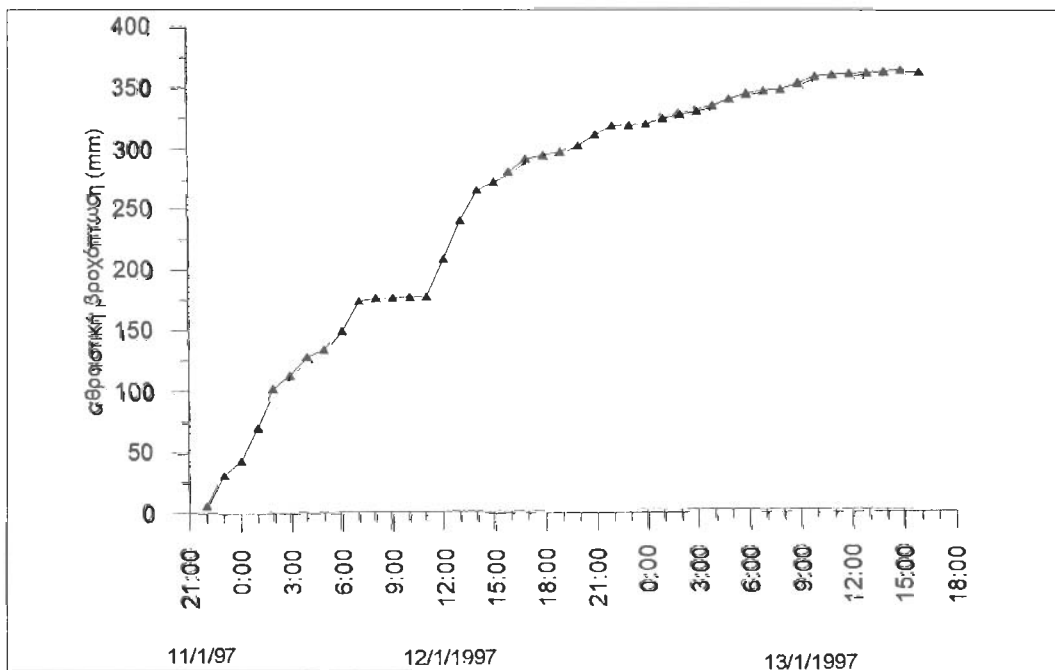
**Πίν. 2:** Παράμετροι της κατανομής Gumbel στην ανάλυση των μέγιστων υψών βροχοπτώσης και ύψη βροχής (mm) διαφόρων περιόδων.

**Table 2:** Parameters of Gumbel distribution in analysis of the maximum rainfall values and depth of rainfall (mm) for different return period.

Το μέσο μηνιαίο ύψος βροχοπτώσης του μήνα Ιανουαρίου στο σταθμό Βέλου ανέρχεται σε **59.3** mm. Η συνολική βροχοπτώση του Ιανουαρίου 1997 υπερβαίνει τα 360 mm. Το ύψος αυτό αποτελεί το μέγιστο μηνιαίο ύψος της χρονοσειράς 1975-1997. Η δεύτερη σε τάξη μεγέθους τιμή παρατηρήθηκε τον Ιανουάριο του 1981 και ήταν 208.5 mm. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής του παραπάνω σταθμού για την περίοδο 1975-1992 ανέρχεται σε 449.6 mm. Ετσι προκύπτει ότι το ύψος βροχοπτώσης του Ιανουαρίου 1997 αντιστοιχεί στο 82% του ετήσιου ύψους βροχοπτώσης του σταθμού.

Από τον Πίνακα 3 όπου φαίνονται οι μέγιστες μηνιαίες τιμές βροχοπτώσης 24-ωρης διάρκειας, καθώς και η συχνότητα εμφάνισης ισχυρών βροχοπτώσεων (>40mm) για κάθε μήνα προκύπτει ότι το δίμηνο **Οκτωβρίου-Νοεμβρίου** και τον Ιανουάριο εμφανίζεται η μεγαλύτερη συχνότητα.

Με δεδομένο την αύξηση του ύψους βροχής με το υψόμετρο, καθώς και τις παρατηρήσεις ότι ο **κλάδος** που είναι πιο κοντά στο σταθμό Βέλου είχε μικρή συμμετοχή στην πλημμύρα σε σχέση με τον **άλλο κλάδο**, συνάγεται ότι το ύψος βροχοπτώσης στην ορεινή ζώνη της λεκάνης απορροής του Ξηριά θα ήταν μεγαλύτερο απ' αυτό του σταθμού Βέλου.



**Σχ. 2:** Καμπύλη ολοκλήρωσης του επεισοδίου βροχοπτώσεως 21:10/11-1-1997 έως 24:00/12-1-1997 με βάση τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Βέλου

**Fig. 2:** Cumulative curve of rainfall event of January 11-13, 1997; data from Velo meteorological station.

**Πιν. 3:** Μέγιστες μηνιαίες τιμές βροχοπτώσεως P(mm) 24-ωρης διάρκειας (1949-74) και συχνότητα Γ εμφάνισης ισχυρών βροχοπτώσεων (>40mm)(1971-81).

**Table 3:** Maximum monthly rainfall values P (mm) in a 24-hours interval and heavy(1949-74) and rainfall frequency f (>40mm)(1971-81) at Corinth station.

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
P (mm)	120	65	60	108	59	26	30	19	56	91	95	125
f	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1

Όπως φαίνεται από την καμπύλη ολοκλήρωσης (Σχ. 2) τα μεγαλύτερα ποσά βροχής σημειώνονται κατά το χρονικό διάστημα 03:00 έως 15:00 της 12/1/1997, με κύριες αιχμές τα διαστήματα 00:00-07:00 και 11:30-15:00, όπου εκδηλώθηκε έντονο και το αποτέλεσμα της πλημμύρας.

Με βάση το υετογράφημα του επεισοδίου βροχής (Σχ. 3), όπου δίνεται η ένταση της βροχής (mm/h) προκύπτει ότι το μέγιστο ωριαίο ύψος βροχής ανέρχεται σε 31.5 mm και σημειώθηκε μεταξύ 01:00 και 02:00 της 12/1/97.

Για τον προσδιορισμό των όμβριων καμπυλών χρησιμοποιούνται τα δεδομένα του σταθμού ΕΜΥ στην Κόρινθο, που θεωρούνται αξιόπιστα. Από τις όμβριες καμπύλες του σταθμού αυτού (Σχ. 4) προκύπτει ότι το επεισόδιο οραδαίας βροχοπτώσεως στην πόλη της Κορίνθου 24-ωρης διάρκειας, έχει περίοδο επαναφοράς που υπερβαίνει τα 100 έτη. Στα ίδια συμπεράσματα καταλήγουν και οι Οικονόμου-Μιχαλάδου (1997).

Η εκτιμηθείσα από την Επιτροπή, που ορίστηκε από τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Κορινθίας για τη διερεύνηση των αιτίων καταστροφής από την πλημμύρα της 12/1/97, υδατοστρεωπαροχή του χειμάρρου Ξηριά σε διατομή έναντι της οδικής γέφυρας στην Κοινότητα Σολομού ανέρχεται σε 680 m<sup>3</sup>/sec.

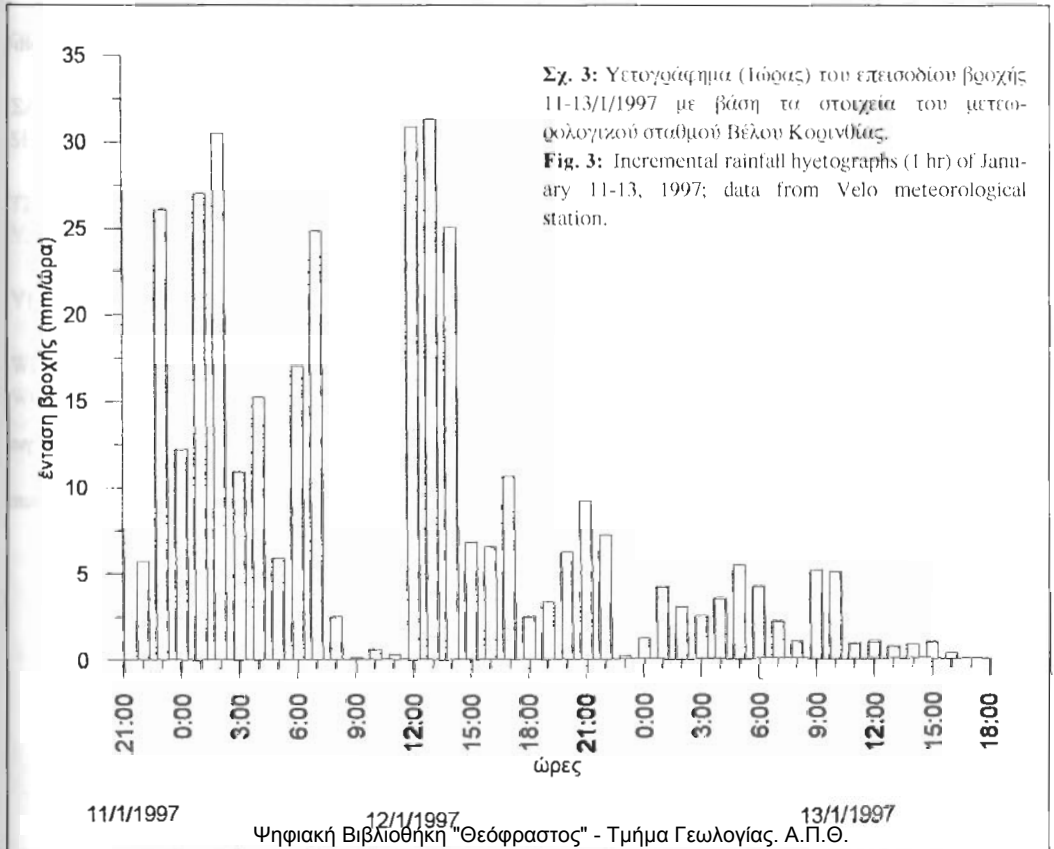
Στον Πίνακα 4 δίνονται οι εξισώσεις ύψους βροχής-διάρκειας και έντασης-διάρκειας για περιόδους επαναφοράς 5, 10, 25, 50 και 100 με βάση την κατανομή ακραίων τιμών Gumbel τύπου I για τα δεδομένα του σταθμού Κορίνθου περιόδου 1970-1980.

Στα Σχήματα 4 και 5 φαίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα, απ' όπου προκύπτει ότι η ένταση της βροχής μειώνεται με την αύξηση της διάρκειας για την ίδια περίοδο επαναφοράς και αυξάνεται με την αύξηση της περιόδου επαναφοράς για την ίδια διάρκεια.

**Πιν. 4:** Εξισώσεις ύψους βροχής-διάρκειας και έντασης-διάρκειας για περιόδους επαναφοράς 5, 10, 25, 50 και 100 ετών με βάση την κατανομή ακραίων τιμών Gumbel τύπου I για τον σταθμό Κορίνθου (στοιχεία EMY, 1970-1980).

**Table 4:** Depth-duration and Intensity-duration equations for return period 5, 10, 25, 50 and 100 years, based on Gumbel type I distribution in Corinth station; period 1970-1980.

περίοδος επαναφοράς	ύψος βροχής (mm)	ένταση (mm/h)
	$h=a \cdot t^b$	$i=a \cdot t^{b-1}$
T=5	$h=28,69 \cdot t^{0.3}$	$I=28,69 \cdot t^{-0.698}$
T=10	$h=35,92 \cdot t^{0.3}$	$I=35,93 \cdot t^{-0.698}$
T=25	$h=45,10 \cdot t^{0.3}$	$I=45,10 \cdot t^{-0.698}$
T=50	$h=51,89 \cdot t^{0.3}$	$I=51,90 \cdot t^{-0.698}$
T=100	$h=58,64 \cdot t^{0.3}$	$I=58,65 \cdot t^{-0.698}$



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω προκύπτουν τα εξής όσον αφορά το επεισόδιο οραδαίας βροχής που προκάλεσε το πλημμυρικό φαινόμενο της 12/1/1997:

Οι μέγιστες τιμές βροχοπτώσης για τα δεδομένα του σταθμού Κορίνθου ακολουθούν την κατανομή αραίων τιμών Gumbel I με βάση τον έλεγχο του test- $X^2$ .

Η βροχοπτώση της Κορίνθου στις 11-13/1/1997 ήταν σημαντικής οραδαιότητας και μπορεί να χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερα αραίο καιρικό φαινόμενο.

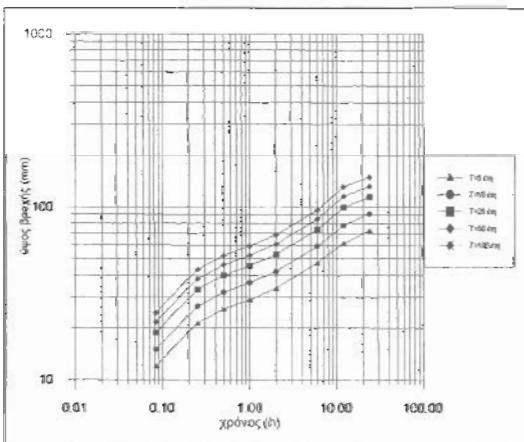
Τα μεγαλύτερα ποσά βροχής σημειώθηκαν κατά το χρονικό διάστημα 03:00 έως 15:00 της 12/1/1997, με κύριες αιχμές τα διαστήματα 00:00-07:00 και 11:30-15:00, όπου εκδηλώθηκε έντονο και το αποτέλεσμα της πλημμύρας.

Το συνολικό μέγιστο ύψος βροχοπτώσης 24-ωρης διάρκειας ανήλθε σε 301.8 mm και το συνολικό ύψος 12-ωρης διάρκειας 180 mm.

Η μέγιστη ένταση βροχοπτώσης ανήλθε σε 31.5 mm/h.

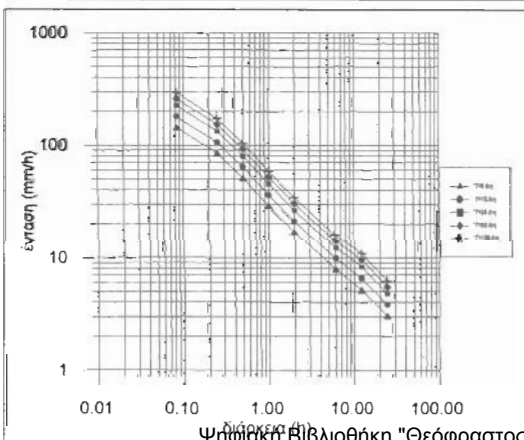
Η περίοδος επαναφοράς του επεισοδίου με βάση τις όμβριες καιπύλες του σταθμού Κορίνθου υπερβαίνει την 100-ετία.

Για την αντιμετώπιση του κινδύνου των πλημμυρών για την πόλη της Κορίνθου απαιτείται, αφού πρώτα γίνει κατανοητή η φυσική διαδικασία αιτίου-αποτελέσματος, ένας ορθολογικός σχεδιασμός αντιπλημμυρικών έργων. Ένας σχεδιασμός που θα αντιμετωπίζει το φαινόμενο της πλημμυρικής απορροής στο σύνολό του, δηλ. από την έναρξη της δημιουργίας της απορροής μέχρι την κατάληξη των νεφών στο φυσικό τους αποδέκτη τη θάλασσα. Η σχεδίαση δε υδραυλικών έργων πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις αραίες τιμές βροχοπτώσης που αναφέρθηκαν ανωτέρω.



Σχ. 4: Ομβριες καιπύλες ύψους βροχής-διάρκειας για τον σταθμό Κορίνθου (στοιχεία ΕΜΥ, 1970-1980).

Fig. 4: Depth (mm)-duration (h) curves of maximum rainfall in Corinth station; period 1970-1980.



Σχ. 5: Ομβριες καιπύλες έντασης βροχής-διάρκειας για τον σταθμό Κορίνθου (στοιχεία ΕΜΥ, 1970-1980).

Fig. 5: Intensity (mm/h)-duration (h) curves of maximum rainfall in Corinth station; period 1970-1980.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε την ΔΕΥΑ Κορίνθου και ιδιαίτερος τον διευθυντή της κ. Αντώνη Καραμιανλή για τη χορήγηση των απαραίτητων στοιχείων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΝΔΡΕΑΚΟΣ, Κ. 1978. Κλιματικά Στοιχεία του Ελληνικού Δικτύου (1930-1975). Εκδόσεις ΕΜΥ, Αθήνα.
- CHOW, V. T. 1951. A general formula for hydrologic analysis. Trans. Am. Geophys. Un., 82, pp. 231-237.
- CHOW, V. T., MAIDMENT, D., MAYS, L. 1988. Applied Hydrology. (McGraw-Hill Int.).
- DAVIS, J. C. 1987. Statistics and data analysis in Geology. 2nd edition, 656 pp. (John Wiley and Sons, N.Y.).
- GUMBEL, E.J. 1958. Statistics of extremes. (Columbia University Press, New York, N.Y., U.S.A.).
- LINSLEY, P. K., KOHLER, M. A. and PAULHUS, J. L. M. 1988. Hydrology for Engineers, SI Metris edition. 492 pp. (Mc Graw-Mill Co., Singapore).
- ΜΙΜΙΚΟΥ, Μ. 1990. Τεχνολογία υδατικών πόρων. 563 σελ. Αθήνα.
- ΜΑΣΤΟΡΗΣ, Κ., ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., ΣΚΑΓΙΑΣ, ΣΤ. 1971. Υδρογεωλογική έρευνα περιοχής Κορίνθου-Λουτροαζίου. Υδρολ. Υδρογεωλ. έρευνα. Αρ. 3. Ι.Γ.Μ.Ε.
- ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ, Χ., ΓΚΙΚΑΣ, Σ. 1992. Πλημμύρες στη Θεσσαλονίκη. Ανάλυση της περίπτωσης της 24ης Νοεμβρίου 1985. Πρακτικά Συμποσίου "Λειψυδρία και πλημμύρες". ΓΕΩΤΕΧΝ. 286-294.
- ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, Γ., ΜΗΓΚΑΡΔΟΥ, Α., ΝΙΑΝΙΟΣ, Α., ΤΣΑΚΙΡΗΣ, Γ. 1995. Εκτίμηση των μεγεθών καρδιάς βροχής στις πληγείσες περιοχές του Οκτωβρίου 1994. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου της ΕΕΔΥΠ. Αθήνα. 195-199.
- ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, Γ., ΜΗΓΚΑΡΔΟΥ, Α. 1997. Ανάλυση του επεισοδίου καρδιάς βροχής που έπληξε στις 12/1/97 την περιοχή Κορινθίας. Υδροθέματα, 1/1997.
- ΣΑΚΚΑΣ, Ι. 1983. Τεχνική Υδρολογία-Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων. 370 σελ. Ξάνθη.
- SHALIN, M., ORSCHOT, H., LANGE, S. 1993. Statistical analysis in water resources engineering. (Balkema).
- ΤΣΑΚΙΡΗΣ, Γ. 1995. Υδατικοί πόροι: Ι. Τεχνική Υδρολογία. Εκδόσεις Συμμετρία, 675 σελ. Αθήνα.
- ΥΔΡΟΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ "ΛΑΖΑΡΟΣ Σ. ΛΑΖΑΡΙΑΝΣ @ ΣΙΑ Ε.Ε. 1988. Οριστική μελέτη αποχέτευσης πόλης Κορίνθου. Δημοσίευτη μελέτη.
- YEVJEVICH, V. 1972. Probability and Statistics in Hydrogeology. Water resources publications. (Fort Collins, Colorado, USA).
- WIESNER, C. 1970. Hydrometeorology. (Chapman and Hall, London).
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1970. Guide to Hydrometeorological Practices, 2nd ed., No 168, Geneva.