

Σύγχρονες τάσεις στην εκτίμηση ακραίων βροχοπτώσεων

1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων

13-15 Νοεμβρίου 2008, Λάρισα

Ενότητα: Φράγματα, θέματα Υδραυλικής-Υδρολογίας

Δημήτρης Κουτσογιάννης και Νίκος Μαμάσης

Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μέρη της παρουσίασης

- Εισαγωγή
- Αντικείμενο-Στόχοι
- Μεθοδολογία εκτίμησης όμβριων καμπυλών
- Το λογισμικό *Υδρογνώμων*
- Συμπεράσματα

Εισαγωγή

- Ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση πολλών υδραυλικών κατασκευών και ειδικότερα των φραγμάτων, απαιτεί αξιόπιστη εκτίμηση των πλημμυρικών παροχών που αντιστοιχούν σε μεγάλες περιόδους επαναφοράς (μεγαλύτερες των 1000 ετών)
- Η αξιόπιστη εκτίμηση μέγιστων παροχών απαιτεί την διαθεσιμότητα μεγάλου μήκους χρονοσειρών σε μικρή χρονική κλίμακα (ημερήσια, ωριαία). Στον ελληνικό χώρο η μετρητική υποδομή των προηγούμενων δεκαετιών δεν επέτρεψε την κατάρτιση δειγμάτων παροχών μεγάλου μήκους
- Η χρήση δεδομένων βροχοπτώσεων, τα οποία μετατρέπονται σε πλημμυρικές παροχές είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη δεδομένου ότι:
 - (α) οι χρονοσειρές βροχόπτωσης που διατίθενται έχουν συχνά πολύ μεγαλύτερο μήκος (από αυτές των παροχών)
 - (β) είναι πιο αξιόπιστες (η μέτρηση της βροχής είναι κατά πολύ ευκολότερη και τεχνικά πιο απλή από την μέτρηση παροχών)
 - (γ) η μελέτη των ακραίων πλημμυρών είναι απαραίτητο να επαληθεύεται και με βάση δεδομένα βροχοπτώσεων ακόμη και όταν υπάρχουν δεδομένα παροχών

Αντικείμενο - Στόχοι

Η έλλειψη τυποποίησης που υπάρχει στην κατάρτιση των όμβριων καμπυλών από τους μελετητές των υδραυλικών έργων, έχει αποτέλεσμα πολλές φορές για την ίδια τοποθεσία να διατίθεται μια μεγάλη ποικιλία καμπυλών, οι οποίες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους

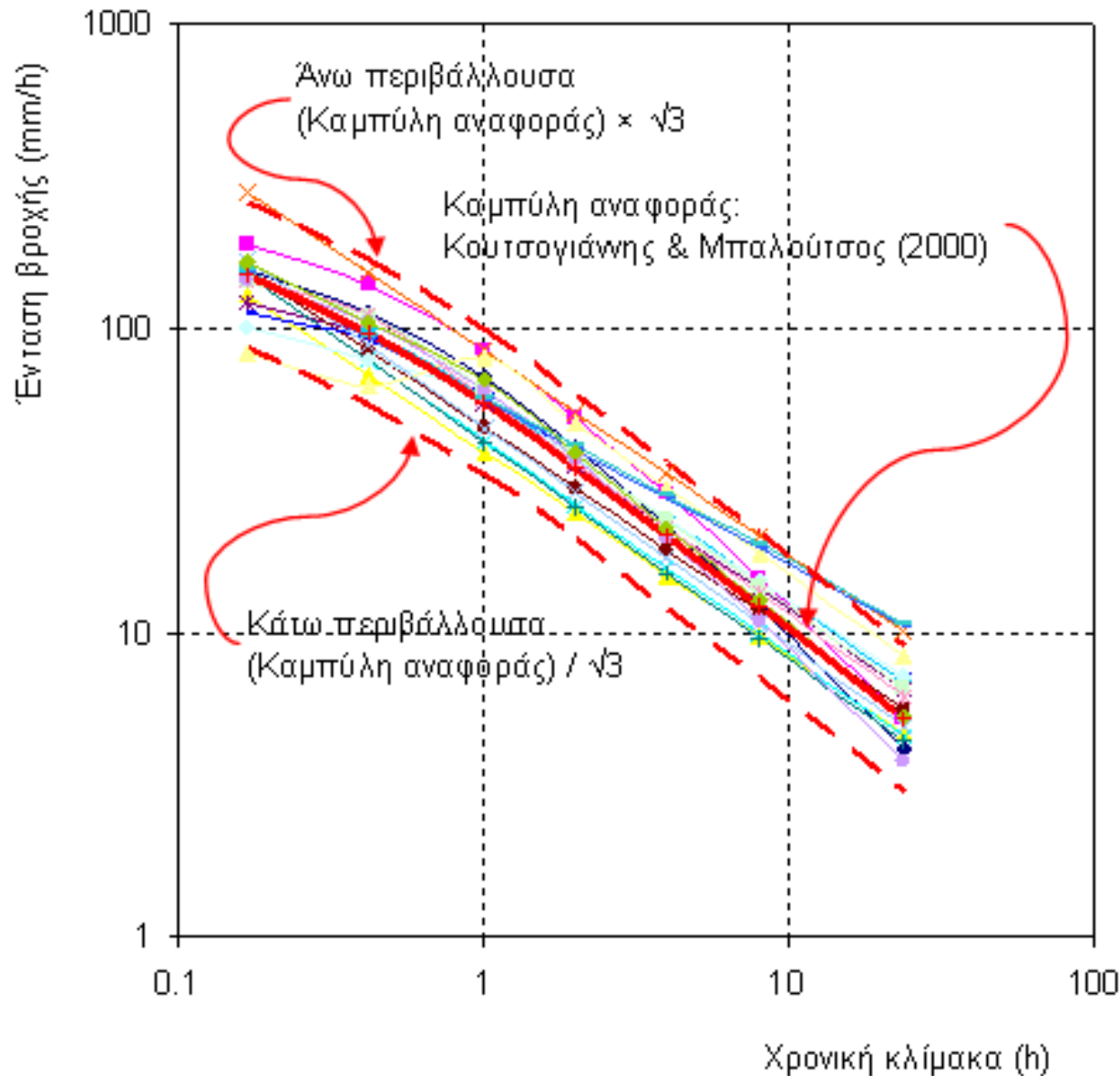
Κύριος στόχος είναι η τυποποίηση της κατάρτισης των όμβριων καμπυλών. Για το σκοπό αυτό παρουσιάζονται:

- μια σχετικά πρόσφατη μεθοδολογία (Koutsoyiannis 2004a; 2004b), η οποία είναι μαθηματικά συνεπής, περιγράφει ικανοποιητικά μεγάλου μήκους χρονοσειρές ακραίων βροχοπτώσεων,
- το λογισμικό (ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ) με τη χρήση του οποίου γίνεται η διαχείριση και στατιστική επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων βροχής, καθώς και η παραγωγή των όμβριων καμπυλών με την παραπάνω μεθοδολογία

Σύγκριση όμβριων καμπυλών της ευρύτερης περιοχής Αθηνών (T=50 έτη)

Η απόκλιση οφείλεται κυρίως σε τρεις αιτίες:

- στη χρήση δεδομένων από διαφορετικούς βροχομετρικούς σταθμούς της Αττικής (εξηγεί μικρό μέρος της διασποράς)
- στα διαφορετικά μήκη των χρονοσειρών μέγιστων βροχοπτώσεων που χρησιμοποιήθηκαν
- στις διαφορετικές μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν από τους μελετητές



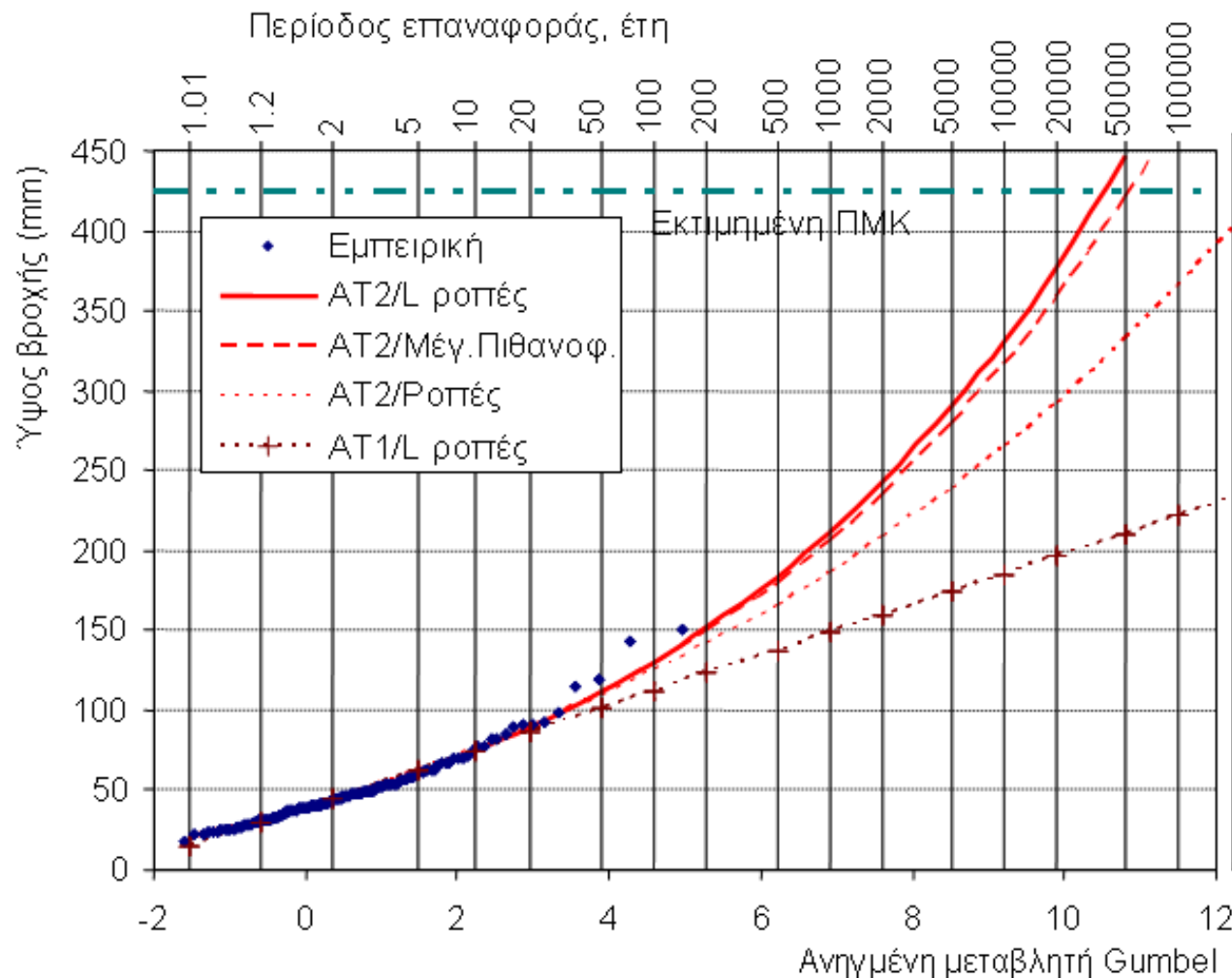
Μεθοδολογία εκτίμησης όμβριων καμυλών

Καινοτομίες προτεινόμενης μεθοδολογίας

- Η χρήση συνεπούς συνάρτησης κατανομής στην μοντελοποίηση των ακραίων βροχοπτώσεων (αποδεικνύεται ότι η επικρατούσα κατανομή Gumbel δεν είναι κατάλληλη – Koutsoyiannis 2004a; 2004b – και ότι θα έπρεπε να χρησιμοποιείται η κατανομή ακραίων τιμών τύπου II – AT2)
- Η αξιοποίηση των ομοιοτήτων των στατιστικών κατανομών των ακραίων βροχοπτώσεων που έχουν διαπιστωθεί σε άλλες περιοχές του ελληνικού χώρου
- Η χρήση των δεδομένων από βροχόμετρα, για την εκτίμηση των παραμέτρων των όμβριων καμυλών (Κουτσογιάννης, 1997· Koutsoyiannis et al., 1998). Η αξιοποίηση των μέγιστων ημερήσιων υψών βροχής (από βροχόμετρα) έχει μεγάλη πρακτική αξία, αφού τα δείγματα έχουν μεγαλύτερο μήκος και ελλείψεις μετρήσεων, ενώ είναι πιο αξιόπιστα, επειδή συχνά (και ιδίως κατά τη διάρκεια ισχυρών καταιγίδων) οι βροχογράφοι παρουσιάζουν προβλήματα λειτουργίας.
- Η τυποποίηση της διαδικασίας εκπόνησης των όμβριων καμυλών με την υλοποίηση εξειδικευμένου λογισμικού

Μεθοδολογία εκτίμησης όμβριων καμπυλών

Μέγιστα ημερήσια βροχής Αθήνας (εμπειρική κατανομή, AT1-Gumbel, AT2)

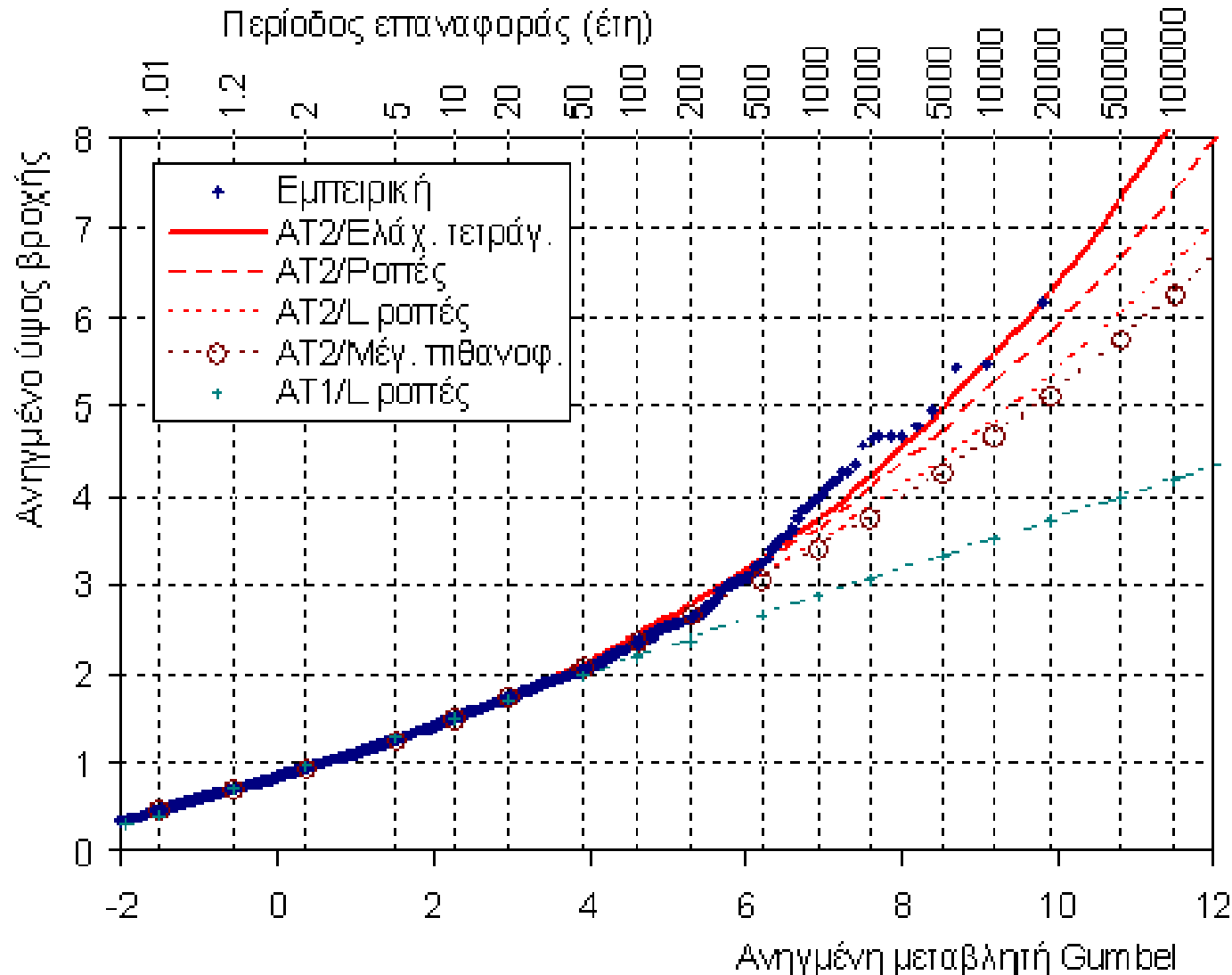


Η απόκλιση στις εκτιμήσεις των διαφόρων καμπυλών είναι ασήμαντη στις μικρές περιόδους επαναφοράς αλλά γίνεται ιδιαίτερα σημαντική στις μεγάλες (για $T=20000$ έτη η απόκλιση φτάνει το 100%).

Η συμφωνία της εμπειρικής κατανομής με την AT2, έχει ιδιαίτερη αξία αφού εξετάζεται το μεγαλύτερο δείγμα μέγιστων ημερησίων βροχόπτωσης στον Ελληνικό χώρο (μήκος 143 έτη)

Μεθοδολογία εκτίμησης όμβριων καμπυλών

Ανηγμένο και ενοποιημένο δείγμα μέγιστων ημερήσιων βροχοπτώσεων 18065 σταθμο-έτων από 169 σταθμούς (Εμπειρική κατανομή, AT1, AT2)



είναι φανερό
(α) η
ακαταλληλότητα της
κατανομής Gumbel να
περιγράψει τα
παρατηρημένα
δεδομένα και
(β) η πολύ καλύτερη
προσαρμογή της
κατανομής AT2

Το λογισμικό *Υδρογνώμων*

<http://www.odysseusproject.gr/>

Ο *Υδρογνώμων* είναι λογισμικό διαχείρισης και επεξεργασίας υδρολογικών, μετεωρολογικών και ποιοτικών δεδομένων που αναπτύχθηκε από ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην υλοποίηση διαδικασιών που διευκολύνουν την διερεύνηση και επεξεργασία των ακραίων βροχοπτώσεων.

Η εφαρμογή προσφέρει δυνατότητες:

- αυτόματης κατάρτισης δειγμάτων μέγιστων βροχοπτώσεων και εκτίμησης των στατιστικών χαρακτηριστικών τους με πολλές μεθόδους
- προσαρμογής πλήθους θεωρητικών κατανομών και διενέργειας ελέγχων για την καταλληλότητά τους στα εμπειρικά δείγματα
- υπολογισμό ορίων εμπιστοσύνης.
- κατάρτισης όμβριων καμπυλών με τη δυνατότητα υλοποίησης διαφόρων μεθοδολογιών, συμπεριλαμβανομένης και αυτής που παρουσιάστηκε

Το λογισμικό Υδρογνώμων

Αυτόματη κατάρτιση δειγμάτων μέγιστων βροχοπτώσεων

Evaluate IDF

Multiplier:

IDF timestep
 Yearly
 Monthly

IDF variable
 Height
 Intensity (mm/h)

Hydrological Year
 Accumulate Missing values
 Calculate missing values percent, timeseries (%)
 Extreme days time series output

Raise flag when acc. missings:

Raise flag for marginal values:

Hydrognomon

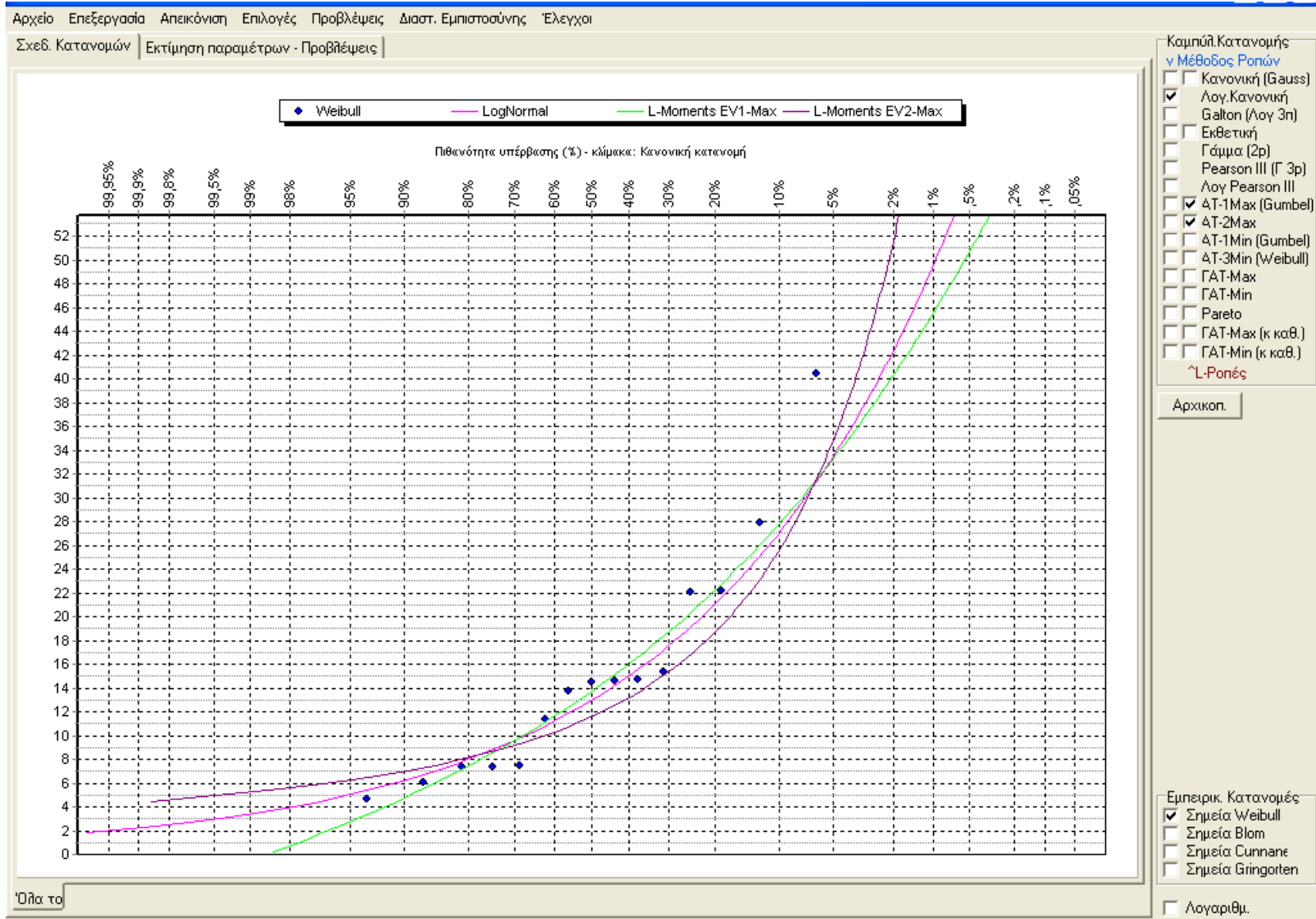
Series Edit View Calculations Modules Options Help

From db To db From file To file Undo Redo Close Filter Flags Previous Next Table Graph

	imum rainfall intensity (5	rainfall intensi	um rainfall intensity	rainfall inten	rainfall inten	rainfall intens	ainfall intensi
1957-58	81,60	66,00	35,00	26,90	8,97	6,27	53,20
1958-59	58,80	48,00	21,50	11,20	6,75	3,98	33,00
1959-60	39,60	34,80	11,60	6,85	2,40	1,82	20,00
1960-61	54,00	34,80	11,00	6,65	3,62	2,28	18,40
1961-62	120,00	85,80	24,80	19,30	7,32	3,73	41,80
1962-63	67,20	60,00	13,80	7,20	3,03	1,94	23,60
1963-64	78,00	48,00	14,30	8,50	3,52	2,72	27,80
1964-65	96,00	63,00	15,50	10,65	4,28	2,17	28,00
1965-66	38,40	36,00	12,00	6,55	2,45	1,69	23,00
1966-67	74,40	63,60	15,10	7,55	4,88	2,46	28,40
1967-68	36,00	24,60	10,20	6,65	3,65	2,75	16,60
1968-69	126,00	69,00	26,80	15,15	5,93	2,97	43,20
1969-70	82,80	64,20	24,50	12,45	5,45	2,75	41,60
1970-71	42,00	42,00	17,70	8,95	3,70	3,09	25,20
1971-72	117,60	85,20	35,90	19,75	10,02	5,01	65,20
1972-73	68,40	49,80	33,50	17,75	6,78	5,27	39,40
1973-74	60,00	42,00	15,20	9,85	4,20	3,47	28,60
1974-75	48,00	48,00	15,90	8,30	4,27	2,60	30,60
1975-76	120,00	120,00	40,90	21,50	7,38	4,54	74,00
1976-77	115,20	87,60	23,20	14,90	6,12	3,30	41,40
1977-78	56,40	46,20	32,70	20,15	6,73	3,37	38,60
1978-79	78,00	66,60	30,00	19,55	11,93	6,12	47,60
1979-80	67,20	40,80	13,30	8,60	4,22	2,81	17,20
1980-81	58,80	56,40	19,40	11,10	5,58	3,27	30,40
1981-82	67,20	64,80	24,70	13,05	4,35	2,28	40,60
1982-83	141,60	79,80	36,20	22,90	7,63	4,52	49,60
1983-84	102,00	69,00	29,00	17,70	7,03	3,63	50,40
1984-85	40,80	31,80	12,90	12,15	9,87	6,00	16,40
1985-86	74,40	66,00	15,60	9,40	3,13	1,57	29,20
1986-87			29,10	18,55	9,50	7,24	32,20

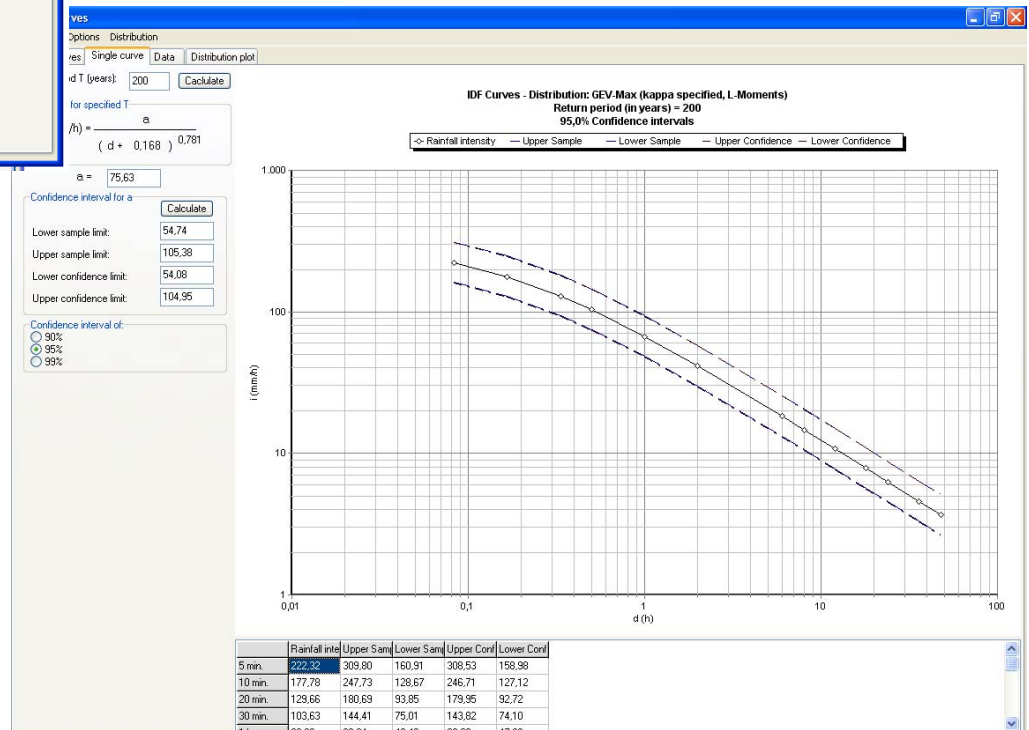
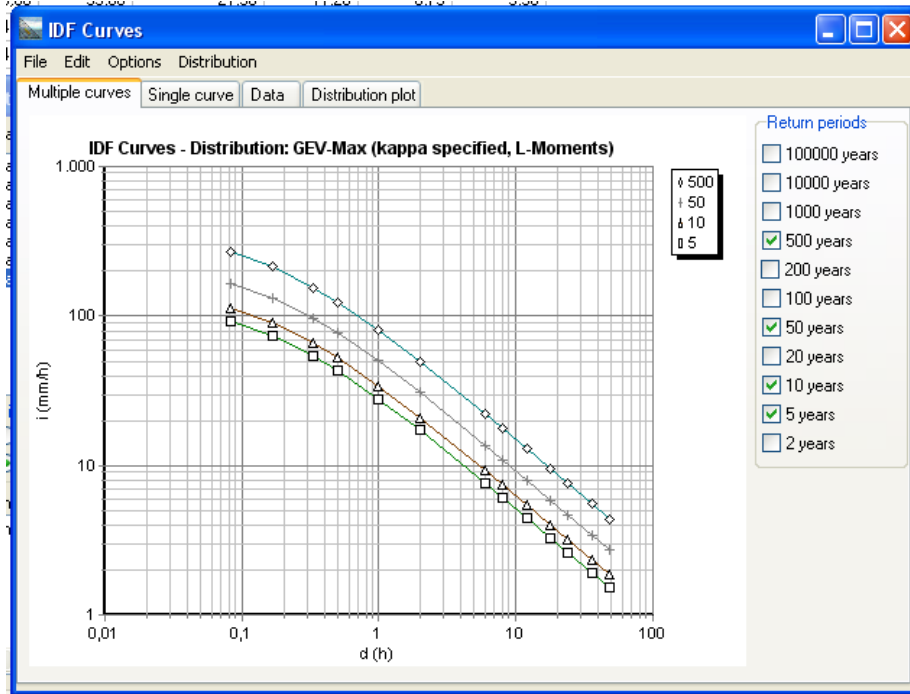
Το λογισμικό Υδρογνώμων

Προσαρμογή θεωρητικών κατανομών



Το λογισμικό Υδρογνώμων

Υπολογισμός παραμέτρων – Όρια εμπιστοσύνης



Συμπεράσματα

1. Ο σχεδιασμός αντιπλημμυρικών έργων στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, έχει οδηγήσει κατά καιρούς τους μελετητές σε κατάρτιση μιας ποικιλομορφίας όμβριων καμπυλών για την ίδια γεωγραφική περιοχή.
2. Η μεγάλη σημασία των όμβριων καμπυλών στη διαστασιολόγηση και διαχείριση των υδραυλικών έργων απαιτεί τη τυποποίηση της επεξεργασίας των πρωτογενών μετρήσεων αλλά και του μεθοδολογικού πλαισίου κατάρτισής τους.
3. Το μεθοδολογικό πλαίσιο που προτείνεται για την κατάρτιση των όμβριων καμπυλών βασίζεται σε συμπεράσματα πρόσφατων ερευνών. Σύμφωνα με αυτό θα πρέπει να εγκαταλειφθεί η χρήση της κατανομής Gumbel, η οποία μπορεί να αντικατασταθεί από την κατανομή ακραίων τιμών τύπου II.
4. Για την κατάρτιση των όμβριων καμπυλών στον ελληνικό χώρο θα πρέπει να αξιοποιούνται πρόσθετες πληροφορίες όπως: (α) οι ομοιότητες των στατιστικών κατανομών των ακραίων βροχοπτώσεων που έχουν διαπιστωθεί σε άλλες περιοχές και (β) τα μακρύτερα και πιο αξιόπιστα δείγματα ημερήσιων μέγιστων βροχοπτώσεων από βροχόμετρα.
5. Το λογισμικό *ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ* παρέχει όλες τις απαιτούμενες διαδικασίες για τη διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων ακραίων βροχοπτώσεων, καθώς και σημαντικά εργαλεία για τη στατιστική διερεύνηση των δειγμάτων και την κατάρτιση όμβριων καμπυλών.

Βιβλιογραφία

- Κουτσογιάννης, Δ. (2004), Μεθοδολογική προσέγγιση για τις όμβριες καμπύλες της Αθήνας, Αντιπλημμυρική προστασία Αττικής, Αθήνα, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.
- Klemeš, V. (2000) Tall tales about tails of hydrological distributions, J. Hydrol. Engineering, 5(3), 227-231 & 232-239.
- Koutsoyiannis, D. (2004a) Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall, 1, Theoretical investigation, Hydrological Sciences Journal, 49(4), 575-590.
- Koutsoyiannis, D. (2004b) Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall, 2, Empirical investigation of long rainfall records, Hydrological Sciences Journal, 49(4), 591-610, 2004.
- Koutsoyiannis, D., and G. Baloutsos (2000), Analysis of a long record of annual maximum rainfall in Athens, Greece, and design rainfall inferences, Natural Hazards, 22 (1), 31–51.
- Koutsoyiannis, D., Kozonis, D., Manetas, A. (1998) A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships, Journal of Hydrology, 206(1-2), 118-135.